日本放射線技術史

第二巻

1961～2000年

社団法人日本放射線技術学会
放射線技術史編纂特別委員会

故　後藤　五郎先生書

（日本放射線技術学会名誉顧問）

発刊によせて

会長　川村　義彦

待望久しい日本放射線技術史第二巻がここに発刊された。

先に発刊の日本放射線技術史第一巻は、日本の放射線技術の黎明期からその後の研究開発や技術の変遷、同時に医学・医療における放射線科学技術の専門分野の当学会の創設とその後の学術活動を、人物・教育・教育啓蒙も含んで1960年（昭和35年）までの歴史をまとめられたものであった。

この第一巻の編纂は1964年（昭和39年）の総会での委員会発足に始まり、それから実に25年の歳月を要して1989年（平成元年）に完成をみている。これは編纂に心血を注がれていた林周二委員長が他界されるなど途中の停滞期間も含んではいるが、技術史作成に当たって口述収録するなど資料収集に大変な困難を極めたことも大きな要因であり、林周二先生の後を引き継いだ加藤芳郎委員長始め技術史編纂委員の皆様の大変なご努力をいただいて発刊されている。

この第二巻は、平成11年度に編纂委員会を発足させ、1961年（昭和36年）から区切りの良い20世紀末の2000年（平成12年）までを収録するべく取りかかったもので、膨大な量にも関わらず、この度の発刊となり極めて短期間に完成をみた。これは藤田透委員長始め編纂委員の方々の積極的な取り組みなくしては成し得なかった事であり、ここに改めて、深甚なる謝意を表したい。

さて、この20世紀を振り返ってみると医療工学や医療技術は目覚ましい発達を遂げたが、これは情報科学技術の殊にコンピュータサイエンスの進歩が大きなインパクトをもたらしたもので、他の多くの分野もそうだが医療工学や医療技術の研究分野においても革命をもたらした感がある。

第二巻に収録されている研究発表の内容とその技術の変遷ならびに機器の開発動向をみると、第一巻とは内容が一変しており、20世紀後半における医療技術と画像診断の著しい進歩があったことを伺わせている。20世紀後半の医療分野においてはまさに画像診断・治療の時代であったと言われる程で、その意味合いからすると、この第二巻は20世紀の放射線技術を締めくくるまたとない技術史となっている。

また、当学会の学術活動・組織運営面の収録をみると、学術研究発表と論文の充実を図り、さらに学術団体として機能していくための組織機構の改革を繰り返して今日に至っていることが分かり、学術団体として一層の充実に努めたことが伺われる。中でも学会の社団法人認可や、日本学術会議への学術団体登録、総会学術大会をJMCPに参画しての開催、秋季学術大会の発足と充実、専門学術分野の分科会制度の発足や支部の広域化の実施等。さらに学会誌の充実と放射線技術学体系の刊行、そして技術学叢書の出版、さらに事務局の増設をはかるなど意欲的な取り組みがなされている。歴代の学会長始め役委員、そして会員の皆様の一丸となった取り組みにより成し得たものであり、会員始め関係各位に改めて深甚なる謝意と敬意を表したい。

現在、懸案だった学会の機構改革を進めるべく動き出し、その緒についたばかりであるが、技術史第二巻の発刊を機に、第一巻に掲載されている当学会の名誉顧問であった後藤五郎先生からの序にかえての「温故知新」の言葉を改めて噛みしめて、そして飛躍を図っていくことが肝要なことと考えている。

時が経って次の技術史編纂の折りには、社会からも信頼され高く評価されている学術団体として発展しているように機構改革を進めていかなければならない。

発 刊 に よ せ て

前会長　川上　壽昭

日本放射線技術史第二巻が発刊されることになりましたこと、編纂のお願いをしました一人として大きな慶びでありますと同時に、ご執筆を頂いた数多くの会員の方々、そして貴重な時間を割いて編纂にご尽力を頂きました藤田透委員長をはじめ編纂委員の方々に深甚の謝意を申し上げます。

平成元年に発刊された技術史第一巻の発刊にあたって山田勝彦会長は、技術史発刊の意義について「機械装置を中心とした放射線技術の発展は勿論のこと、教育や人物に関する歴史にまでおよびその内容は多岐にわたっている。それだけに本学会にとっての貴重な財産が一つできたものと深く感謝している。さらに、これから活躍される若い会員にとっても、時には過去を振り返りながら歴史上に置かれた自己の存在を常に見極めながら前進していくことが必要であろう」と述べられている。

技術史第二巻を発刊する計画は、平成９年に奈良市で開催された第25回秋季学術大会の懇親会の席上、大先輩である遠藤俊夫先生と四宮恵次先生のお二人から「技術史の第一巻を発刊してから、既に十数年の時が経っている。その後の技術学会は、時代の要請と周辺科学技術の開発と相まって目覚ましい発展を遂げてきた。21世紀を目前にしてこの貴重な財産を次の世代に残すことが、貴方に課せられた使命だろう」とのお説教を頂き第二巻の発刊に向けて着手することとなった。

執筆項目を拝見させて頂いたが、第１章の“放射線技術のあゆみ”にはじまり“臨床応用技術各論”そして“学会の変遷”とその内容は多岐にわたっており、第一巻と併せて貴重な財産になるものと思っている。

学会の歴史をご存じの会員の方々には懐かしく、次の世代に活躍される若い会員の方には、歴史は常に過去から現在へそして未来へ引き継がれていく“温故知新”として、本書を貴重な参考資料として活用頂ければ幸いである。

題字の「温故知新」は、「技術史第一巻」の発刊にあたり、当時95才の誕生日をお迎えになる直前に発刊記念として色紙に書いて頂いた、故後藤五郎先生（本学会名誉顧問）の直筆の書です。

「技術史第二巻」を発刊するにあたり、本学会の発展に多大のご教導とご尽力を賜った故後藤五郎先生への改めての感謝と新しい歴史に願いをこめて、先生の書を使わせて頂きました。

最後になりましたが、編纂に携わって頂きました藤田透委員長はじめ編纂委員会の方々に改めてお礼申し上げ、日本放射線技術学会のますますの発展を祈念申し上げます。

総　目　次

第１章　放射線技術の変遷 ……1
１．１　放射線技術史編纂の経過（遠藤俊夫）……3
１．１．１　技術史発刊の経緯
１．１．２　第一巻の記述内容
１．２　各年代での特記事項と特徴 ……4
１．３　まとめ ……9
年表（放射線技術の歩み・機器の開発と変遷）……11

第２章　臨床応用技術……27
２．１　放射線技術学・技術概論および放射線管理
（西谷源展・粟井一夫）…29
２．１．１　放射線技術学・技術概論
２．１．２　放射線管理技術
２．１．３　測定技術
２．２　画像技術（藤田広志）……61
２．２．１　画像評価
２．２．２　医療（Ｘ線）画像における画像処理
２．３　感光材料（藤田広志）……97
２．３．１　蛍光板とその関連技術
２．３．２　増感紙・フィルムとその関連技術
２．３．３　現像処理とその関連技術
２．３．４　その他の感光材料とその関連技術
２．４　Ｘ線検査技術（土井司）……111
２．４．１　頭部領域（耳鼻科・眼科領域を含む）
２．４．２　胸部領域
２．４．３　腹部領域
２．４．４　骨・関節領域
２．４．５　軟部領域（主に乳房撮影）
２．４．６　消化管領域
２．４．７　血管領域
２．５　Ｘ線ＣＴ検査技術（土井司）……165
２．６　ＭＲ検査技術（土井司）……180
２．７　超音波検査技術（土井司）……195
２．８　骨密度測定技術（土井司）……206
２．９　核医学検査技術（増田一孝）……216
２．９．１　体外計測技術
２．９．２　試料測定技術
２．10　放射線治療技術（内山幸男）……234
２．10．１　放射線治療技術の動向
２．10．２　治療装置とＱＡ
２．10．３　治療計画と照射技術
２．10．４　データ転送と治療システム
２．11　医療情報技術（松井美循）……267

第３章　日本放射線技術学会の歩み
（田中龍蔵）…279

第４章　歴代会長からのメッセージ ……325

技術史第二巻の編纂を終えて……337

（　）内の氏名は編集者名を示す。

第１章　放射線技術の変遷

１．１　放射線技術史編纂の経過 ……遠藤俊夫

１．１．１　技術史発刊の経緯

１．１．２　第一巻の記述内容

１．２　各年代での特記事項と特徴 ……遠藤俊夫

１．３　まとめ ……遠藤俊夫

年表（放射線技術の歩み・機器の開発と変遷）

……段床嘉晴

第１章　放射線技術の変遷

1.1　放射線技術史編纂の経過

1.1.1　技術史発刊の経緯

１）第１巻編纂・出版の経緯

戦後の混乱もどうやら終息し、学会も新企画のテーマを模索していた1960年頃、当時の総務理事であった故林周二氏が学会の新事業として、本邦における放射線技術の進展の歴史の編纂を提案され、1964年に総会で承認され正式に技術史編纂委員会が発足した。

直ちに委員会を組織したが、発足当初は資料も全く不足しており、暗中模索の内になにから着手するか種々論議の上、Ｘ線が登場した初期の頃に放射線業務に従事され、非常に苦労されたであろう諸先輩の発掘を全国的に調査し、その先輩方に初期の技術の習得、装置器具の取り扱いなどに関する話を伺い、それを手始めに学会独自の技術史の編纂をすることにした。

当時学会も資金が不足気味であったため、旅費の節約のため委員も近畿地区の会員で構成したが、後刻何かと批判されたのも時代の表徴かもしれない。

その後Ｘ線が発見された1895年以降の装置、器具、撮影技術などの開発の道程をたどり、可能な限り正確な開発年代の調査を行った。 さらに各委員が分担担当した項目がまとまり次第順次学会誌に発表し、その成果を世に問うたものであった。

その編纂途中林委員長が事業半ばで病を得られて亡くなられたが（1970年）、その意志を達成するため、故加藤芳郎委員長が編纂事業を継がれたが、諸般の事情であまり順調に進捗せず、随分苦労されていた。

その後1988年頃であったか、当時の山田会長から会長を辞するに当たり、何とか技術史の纏めをし、書籍として発刊してくれないかと依頼されたため、急遽編集出版にかかり、一応1960年（昭和35年）までの歴史をまとめ1989年（平成元年）に出版した。

２）第２巻技術史編纂・出版の経緯

その後1997年の秋季学会（奈良で開催）の折りに川上学会長との雑談中、故林氏が奈良の出身であったせいか技術史の再編纂の話が持ち上がり、是非とも継承すべきだとのことで、再度技術史の刊行が総会で承認され、1998年に新委員会を組織し再編纂・出版の運びとなった。

1.1.2　第１巻の記述内容

以下第１巻での各章の記述概要を簡単に述べる。第１章はＸ線技術者の教育、技術の伝授に関して、その形成過程、形態について述べている。特に技術の伝授と教育の形態を中心に、時代背景を交え本邦におけるＸ線技術者の育成課程を論述している。

第２章はＸ線発生装置及び付属品についての、海外での開発、生産の過程、エピソードなどを明治、大正、昭和期と時代別に纏めている。また国産機器の開発、普及、実用化についても詳述している。この章は各種装置器具の写真の収集に努め、できるだけ掲載したが、資料も古くて画質も悪く、その再現に苦労した。

その内、付属品と称されるカセッテ、ブッキー撮影台など、往時の開発のエピソードを交え記述しているが、特に先人達の苦心が偲ばれるものである。

第３章は感光材料としてのフィルム、蛍光板、現像処理について、主に国内での各種の開発の過程を先人達から収集した資料や、学会発表論文からその変遷をたどっている。

第４章は撮影技術、造影について第３章と同様、先輩各氏からのアンケートや資料、さらに学会発表論文などをもとに、各年代での特徴を詳細に記述している。

第５章は各年代における管理技術について、主に技術学会発表をもとに放射線線防護、環境管理、健康管理、管理用器具、放射線施設の管理について年代ごとに纏めて記述している。

第６章は口述史として本学会の創始者であった方々のうち、細江謙三（名古屋）、梅谷友吉（大阪）、綱川高美（東京）、赤松晴（埼玉）の各氏と面談し、就業当時の放射線技術の黎明期や、学会創設時の苦労談などを纏めて記述している。

この他、学会の発足に努力された京都の滝内政次郎、仲川庄次、東京の関忠孝等の方々とも面談し、記録したかったが、残念ながら他界されたりして実現しなかったのが悔やまれる。この口述記録は今となっては懐かしく、学会として特筆すべき貴重な資料記事となった。

また技術史編纂のPRを兼ねて、第42回総会（1986年）において技術史委員会公開討論会を開催し、各担当委員が撮影技術、RI検査技術、写真技術、管理技術、診断

用Ｘ線装置器具、透視撮影補助装置及び防護用品、放射線測定・治療技術の各時代の変遷について報告したが、その発表と討論要旨を纏めて第７章に記述した。

さらに第８章は学会の創立までの概略と、各年度における学会運営における庶務報告、総会開催、会員動勢などの進展課程を、当時学会事務局長であった梅原傳介氏の尽力で纏められたが、これも貴重な資料となった。

第９章はＸ線装置、撮影技術、海外における放射線に関係した事項、核医学、感光材料、蛍光板、増感紙、現像処理、造影エックス線検査、及び主な造影剤の歴史を各分野別に1960年までを年表として纏めた。

なお付録として本学会の創立準備委員会記録内容抄を掲載したが、そのやりとりの中ににじむ先輩諸氏の熱情と覇気を新ためて再認識したいものである。

1.2　各年代での特記事項と特徴

以下年代ごとの特徴特記事項を10年ごとに総括し、その年代での特徴、特記事項を述べる。

１）新発見・新開発の時代（1895～1909）と、臨床的応用の時代（1910～1919）

1895年にW.C.Röntgen氏によってＸ線が、1896年にA.H.Becqurel氏によってベクレル線、1898年にM&P Curie氏によってRaとPoが発見された。また1899年にE.Rutherford氏によってα、β線が発見され、医学医療における科学的時代への画期的な幕開けとなったのが、この時代の特筆すべき事象であろう。

ａ）Ｘ線装置・器具　Ｘ線発生機構としては,まず整流方式とＸ線管の開発が上げられるであろう。

レントゲン氏がＸ線を発見したのはCrookes放電管と大型誘導コイル式の装置での実験中であったが、当然出力も弱く360度方向への放射であった。尚エックス線が発見された翌年に、本邦では水野、丸茂、山川、村岡の各氏が一斉に実験的な装置でＸ線写真の撮影に成功しているのも大きな特徴であろう。

1898年Siemens社製の感応コイル式の装置が、陸軍軍医学校に輸入され（現在自衛隊放射線技師学校で保管されている）、同年島津製作所で実験用装置が製作されている。

1896年に機械整流の理論が発表され、1903年に交流方式の装置が、1907年には機械整流変圧器方式が開発され飛躍的に性能が向上した。また1915年Ｘ線用高電圧整流管がDushmanによって開発され、1922年にT.A.Edisonが二極整流管を製作しKenotoronと名付けたが、半導体整流器が登場する1960年頃まで長年使用された。

尚国産の本格的なＸ線装置としては、島津製作所（以下島津と略記）が1909年に国府台陸軍衛戍病院に（蓄電池誘導コイル式）、1911年に日赤大津病院に納入した（誘導コイル式）。

Ｘ線管に関しては、Ｘ線発見の翌年フォーカスを持ったガス管球が登場し、1904年にタングステン陽極、対陰極のＸ線管が、1912年には白金フィラメントの熱電子Ｘ線管が登場した。特筆すべきは1913年におけるW.D.Coolidge氏によるタングステンフィラメントの熱陰極Ｘ線管の開発で、管電流の調節か可能となり、やっと線量制御が確実に行えるようになったことであろう。本邦では東京電気によって1914年にガス管球が、1920年に熱陰極型のＸ線管が製作された。

感光材料関係では、Ｘ線発見後Röntgen氏が妻のBertha婦人の左手指をガラス乾板で撮影しているが、翌年E.Kodak社からＸ－レイペーパーを、1913年に両面乳剤塗布のフィルムを発売している。本邦では六桜社（現コニカ）が1919年から1933年に発売している。

1900年頃から$CaWO_4$の増感紙が使用されているが、実用的なのは1910年頃からで、1918年にPaterson社から二重増感紙を発売している。因みにエヂソン氏が1897年頃二重増感紙を製作し特許をとったが、画質が悪く使い物にならなかったと言われている。

ｂ）撮影技術　初期は主に軍関係で野戦での戦傷者や異物の撮影等が行われていたが、1896年頃の諸外国の報告では、照射時間が、手25分、肘60分、頭蓋骨105分、頸椎16分といったような記録もある。本邦でも初期の1897年当時では手足で２分、頭・腰で20～30分かかり、明治末期（1910年）でやっと手足で１分、頭が２分30秒（撮影距離40cm）と記述されている。また1896年に既にＸ線映画も試みられているのは興味深い。

この頃の撮影技術で興味を引のは、造影に関する課題で、Ｘ線発見の翌年Duttoが動物の屍体で血管造影を行っている。1900年には蒼鉛で、1904年にはRiederによってＢａによる消化管造影が（$BaSO_4$製剤は1910年B.Bachemが使用）、さらに1906年には沸騰散を用いた二重造影が提案されている。

1902年には近年IVRでのTAEで再登場したリピオドールがLafayによって創製されているし、1910年には子宮卵管造影、末梢血管撮影が行われ、1915年にはトリウムを腎盂造影に使用されたが、その後トリウムの発癌性が認識されて使用が中止された。同年に気管支造影、1918年には気脳撮影、1919年にHeuserによって人体での上肢静脈の造影撮影が初めて行われた。

この頃各種の頭部撮影法（Waters、Towne、Caldwell、Stenversなど）が登場しているが、今も尚行われているのも興味深いことである。

また関連機材としては、散乱線の影響を軽減するため円筒ツーブスが1901年頃に使用されているが、1913年にPotterが移動グリッドを考案し、1915年に特許を申請している。

1917年にBocageが断層撮影法の理論を発表し、1921年特許を取得している。1908年にKoehlerが遠距離撮影法を提案しているのも、現在に続く大きな発表であったといえるであろう。

ｃ）Ｘ線治療　Ｘ線発見の翌年Ｘ線照射によって脱毛が生じることが報告されている。1897年にRaが、1899年にα、β線が発見されるとほぼ同時に、Raにでの皮膚癌、子宮癌などの治療が行われ、1910年には大量Raによる遠隔方式の装置が製作されている。

また、十字照射法（1904年）、集光照射法（1906年）、圧迫照射法（1909年）、振り子照射法（1913年）、回転照射法（1914年特許取得）などの治療法が提案されているが、装置機能が伴わず十分に実用化されなかった。

２）第二次開発実用化の時代（1920～1929年）

この時代はＸ線装置もどうやら実用的な機能を持ち、臨床的な検査技術も次々と開発され、医療界で確実にその地位を確立したといえる。

本邦で現在行われている一般撮影、特種撮影の形態が整ってきたのは1930年（昭和初期）以降であるが、医療界でＸ線装置がぼつぼつ普及化し始め、技術者が専門職種として誕生し始めたのはこの頃であろうか。

ａ）Ｘ線装置・器具　Ｘ線装置の性能面では、三相Ｘ線装置、コンデンサ式装置の開発（1925年）、高電圧ケーブルの実用化（1928年）に伴う防電撃（防Ｘ線）装置の登場、回転陽極Ｘ線管の開発があげられる。

ｂ）検査技術　前期に続き造影検査が盛んで、ミエログラフィ、尿路造影、人体血管撮影（動脈撮影）、ブロンコ撮影、胆嚢造影、脳室撮影などが実施され、間接法によるシネ撮影、150kVでの高圧撮影法が提唱されている。特筆すべき事象としては特殊撮影の登場で、断層撮影、間接撮影、回転横断撮影、image intensifierの考案などと、一部の実用化であろう。

その後、第２次世界戦争の進展とともに装置開発や、新しい技術の開発もあまりなく、1925年頃高圧撮影や低電圧大電流撮影が提唱されたが、装置性能が伴わなかった。この頃外国では1927年にA.C.MonizがNaI造影剤で脳血管造影を、1928年にはレンズ方式によるＸ線シネ、Lichtwitzが経静脈性尿路造影、W.Forssmannが心臓カテーテル法を考案している（1929年）。

ｃ）Ｘ線治療　放射線治療に関しては、Ｘ線体腔管、電子LINAC等の開発が行われている。

ｄ）その他　核医学関係ではRa-Cによる循環時間測定が行われている。また放射線線量にもやっと関心が持たれ、治療に伴う線量の単位としてHAD（皮膚紅班線量）をSeitzが提唱しており、BehnkenがRontgen単位を提唱し、ICRUでｒ単位が定義された。第１回国際放射線医学会議が英国で開催され、ようやく国際的に放射線が医療界で認識されたといえる。

ｅ）技術教育・組織　放射線医療の普及、技術教育に関して全国的な組織がもたれ始め、専門技術者の養成や技術交流が始まり、日本レントゲン学会（1923年　その後紆余曲折を経て1940年に日本医学放射線学会となる）、1925年に技術者の全国的な組織の日本レントゲン協会が発足し、蛍光誌を発刊している。また1927年に島津レントゲン技術講習所が開設されたのも特筆すべき事柄であろう。

３）医療用Ｘ線検査の実用化時代（1930～1939年）

開発当初の模索、提案の時代を経て、ようやく実用化の時代となってきたのがこの頃であろうか。

ａ）Ｘ線装置・器具　国産のＸ線装置も島津製作所で単相全波整流装置と断層撮影装置が発売され、東京電気（現東芝）でもＸ線装置が製作された。

国内でもＸ線検査が普及しだし、古賀が1936年間接撮影での集団検査（主に軍関係）を始めており、戦後の結核撲滅対策につながる貴重な技術であった。また肺の断層撮影、乳腺撮影や拡大撮影が始まっている。

また放射線障害、高電圧による危害防止に関心が持たれ、逓信省令「エックス線装置取締規則」、電気工作物規定改正の公布と、Ｘ線装置定格が設定され、国産初の防電撃可搬型Ｘ線装置が1931年に島津から発売された。

ちなみに当時は放射線傷害よりも電気的傷害が優先され、このような対策がとられたのであるが、この頃Ｘ線（レントゲン？）技師の身分確立のための資格取得の運動が起こり、先駆者たちが頑張ったが、この規定の設定であえなく崩壊したといわれている。

ｂ）放射線治療　Cockroft-Waltonによる高電圧治療装置、速中性子線治療装置が登場し、治療法としては、子宮頸癌腔内照射、遷延分割照射法、篩照射法などがあげられる。この当時東京癌研究所にRaが５ｇ輸入されている。

1940年にはベータトロンが開発され、本邦では理研,

阪大にサイクロトロンが建設されたが、戦後GHQの命令で破壊された。また原子炉が登場し、^{131}Ｉによるバセドー病の治療が始まったのもこの時代の特徴であろう。またマイクロトロンの原理も発表されている。

ｃ）その他　超音波技術が初めて医学に適応されているし、外国では自動現像機が実用化されている。

４）戦前・戦後の混乱期（1940～1949）

1945年にやっと戦乱も終結したが、本邦では爆撃で多くの病院や製造施設が破壊され、人的にも大きな混乱の時期であった。

その中で我が国の戦後の大きな目標の一つであった肺結核の撲滅に対応するため、胸部X線撮影が重要視された。これと原爆の悲劇、さらに福竜丸の事件によってＸ線（放射線被曝）が世間に認識され、専門職種として診療エックス線技師法の成立に繋がったともいえる。

またこの時期の特徴は、諸外国で次時期で実用化された蛍光板方式のＸ線TV方式、多層断層法、パントモグラフィ等の考案、I.I.の開発、国産回転陽極Ｘ線管の開発試作が始まり、NMR現象の磁気モーメントの発見（1946年）、RIの利用が上げられるであろう。

ａ）Ｘ線装置・器具　医療機器の製造会社が爆撃を受け潰滅的な破壊を受けたが、幸い島津製作所は京都にあったため爆撃を受けず戦後製造を開始したが、国策的な肺結核の撲滅のため必要なＸ線装置の製造を直ちに始めたのが印象的である。

また戦後は電力事情が極度に悪いため、コンデンサ式エックス線装置が開発され急速に普及した。私的であるが1951年（昭和26年）に阪大病院に直接撮影用コンデンサ式Ｘ線装置が初めて設置されたが、当時胸部撮影では照射時間が0.2～0.5秒かかっいたのが数十分の一秒となり、非常にシャープなコントラストのよい画像が得られ驚嘆したものであった。

戦後はフィルムも十分に供給されず、一部直接撮影用Ｘ線ペーパーを使用していたが、感度も低く現像処理にも苦労したし、増感紙も感度が低く特に残光特性が悪く、散乱線除去用グリッドも十分な性能でなく、画質的に非常に苦労した。

ｂ）放射線治療　国内ではＸ線治療が専らであり、線量も十分でなかったが、興味を引くのは悪性腫瘍を始め、現在からみるとナンセンスな各種の疾患にも行われていたことである。治療距離も23～30cmと短く管電圧も120～130kVで、線量測定も十分に行われず治療効果もさほど期待されていなかったのではないだろうか。

外国では1949年にベータトロンが開発され、^{131}Ｉによるバセドー氏病、^{198}Auグレイン治療、回転照射治療、ベータトロンでの電子線・Ｘ線治療が開始されている。またマイクロトロン、シンクロトロンなどの原理や開発が行われている。

その他本邦でGM管による甲状腺の核医学検査が行われている。

５）戦後の混乱からの脱却と新技術の登場（1950～1959）

戦後の混乱もようやく終息し、本格的に各種の新機能の装置、技術が一斉に登場した画期的な時期であり、それに伴い本格的な放射線技術教育（免許資格制度）が本邦でスタートしたのも印象的である。

ａ）装置・器具　特筆すべき開発としては、前記での先駆的な蛍光板方式によるTV撮影方式の発案（Morgan 1948年　1951年にI.O.方式を製作）、I.I.の発表（1948年Coltman開発、1952年philips発売、国産化は1955年東芝）に伴い、1955年頃から登場したTV技術が本格的に医療用機器に応用され始めた。本邦では1960年に大阪成人病センターで松田が島津と松下電気と共同で、通常の透視撮影台にI.I.と撮像管を取り付け成功している。

またそれまで人為的技術にたよっていた現像処理が自動現像機が開発され（ハンガータイプ工業用PaKo社1944年、医療用ではプロコマート１型1955年、ローラータイプKodak社1956年）自動化が始まっているが、本邦で普及しはじめたのは1960年頃からである。

ｂ）撮影技術　胃の二重造影が始まり（1953年）、高倍率（50μ焦点Ｘ線管）の拡大撮影が高橋によって開発され、Seldinger法（1953年）、1958年Sones法（1958年）が考案された。また高電圧撮影に関心が高まったが（1956年）、散乱線除去用グリッドの性能が悪く、エヤーギャップ（グレーデル）法が提唱されたのもこの時期で、数多くの学会発表がなされたものであった。

ｃ）放射線治療・核医学　^{60}Coによる遠隔照射装置（1951年カナダ　1954年に東芝が国産化、^{137}Csは1955年）が登場し、ライナックが完成し（1950年英国）、陽子線、重粒子線治療が開始（1952年米国）され、本格的な高エネルギー放射線治療が始まった。またガンマカメラが登場したのもこの頃（1956年）であった。

ｄ）技術教育　放射線技術の研究・普及に関しては、前述の関忠孝が主宰する日本レントゲン協会（東京）と、梅谷友吉が主宰する日本放射線学会（大阪）等が1942年に統合されて日本放射線技術学会（一時期日本レントゲン技術員協会）として発足し、1943年に第一回総会が福岡で開催されたが、本格的な運営は戦後で、第二回総会

が京都で行われた。

ただ会誌は発足当時から刊行され、戦後の混乱期の1945年にも島津の協力で用紙配給を受け、第２巻第１号（18頁、論文６編掲載）の会誌を発行されているのは特筆すべきことであろう。

当時の放射線技術教育に関しては、島津レントゲン技術専修学校が唯一の教育機関で、大学病院などで伝承的（徒弟的）？な技術者の育成が行われていたが、1951年の診療エックス線技師法の公布伴い、1952年に大阪大学医学部に国立の診療エックス線技師学校が誕生し、学際的な教育が始まった。その後相次いで各大学や私立の技師学校が誕生し、急速に技術教育体制が整い始めた。それと共に技術論も盛んとなり、各種装置器具の開発、製作も急速に進展しようやく戦後の混乱も収束し、新時代を迎えた時期といえる。

６）装置性能の飛躍的向上時代（1960年～1969年）

ａ）装置・器具　遠隔操作式Ｘ線TV装置（1966年リングスタンド式）が登場し、それまで医師のＸ線被曝のため検査件数が制限されていたが、急増してきた消化管透視検査に十分対応できるようになり、1962年頃から胃の集団検査が行われるようになったのも、消化管疾患数の多い日本的な特徴であろうか。

また、この頃12ピ-ク整流高電圧装置（1964年）や高速陽極回転型Ｘ線管（1964年）、大容量Ｘ線管（1000mA　W/Mo張り合わせ陽極など）の開発が進み、I.I.も入力面にCsIを採用し大口径化して総合的に性能が大きく向上した。連続撮影用フィルムチェンジャ（PUCK）が登場したのもこの時期であり、後述の血管造影技術が急速に進歩したといえる。

前期に開発された自動現像機が本邦に導入され始め、1960年にハンガー方式の装置（プロコマートⅡ型ELEMA社　13分処理）が阪大など４大学にまず設置された。翌年東大にローラー式自動現像機（X-OMAT-M３ Kodak社 ６分処理）が輸入され、大きなインパクトを与えたが、本邦では1960年に東芝で試作したハンガー方式の試作装置が金沢大学に設置され、1962年には島津が、1963年に小西六がローラー方式の装置を製作している。

その後処理時間の短縮化が図られ、1966年に３.５分（Dupont）、1968年には90秒（Kodak）の装置が開発された。尚1988年にコニカが45秒処理、1991年にKodakが30秒処理の装置を開発した。

ｂ）撮影検査技術　前述のように、装置機能の進歩により選択的冠動脈撮影（M.Sones　1962年、本邦では1968年頃から普及）や、経カテーテル血管開通術（1964年C.Dotter）、経皮経大腿血管選択的冠動脈造影（1967年M.Judkins）など次々と発表され、次世代でIVRとして放射線医療の急速な進展につながった時期ともいえるであろうか。

ｃ）放射線治療・核医学　Raによるリモートアフターローデング（1962年）、ガンマナイフ（1968年）の開発が上げられ、核医学会の設立（1963年）があり、サーモグラフィもこの頃（1965年）から始まっている。

７）電子機器・コンピュータ時代の幕開け（1970年～1979年）

この時期は電子機器の開発が急速に進み、TVに代表される新機軸の装置が次々登場し、Ｘ線装置を始め各種の映像機器に採用され、装置・器具の高性能化・小型化が可能になった。

特にコンピュータの性能が著しく向上し、Ｘ線CT装置が登場し、MRIが実用化され始めたり、DRによる各種の画像処理法が登場し、以後の医療界に大きなインパクトを与えた装置・技術が急速に開発・実用化された時代といえるであろう。

ａ）装置・器具　テトロード管を使用した高電圧装置によって二次側制御による短照射時間の制御や同期撮影が確実に行え、大容量のＸ線管とともに血管撮影の精度が向上した。また50μ焦点のＸ線管による拡大撮影法が実用化され、またインバータＸ線装置も登場し始めた。

この期で一番注目されるのは、Ｘ線CTの登場であろ。本装置は1967年頃英国EMI社でG.Hounsfieldが研究に着手、1970年に頭部専用装置を試作して1972年に学会で発表して製造・販売を開始したが、本邦では1975年に東京女子医大に設置された（1979年G.Hounsfield氏ノーベル医学生理学賞受賞）。

また国産初の頭頸部用CT装置が1975年に日立メディコが開発し発売したが、以後各社から相次いで発売された。その後1976～1978年にかけて第１世代の蛍光体/PMT方式の頭部専用機から、走査時間短縮化のためXeガス電離層方式による第３世代の全身用装置へと進展し急速に普及した。

MRI装置は最初Damadeanや阿部によって焦点磁場法が提案され、前者が実用化して鉄心マグネット装置（HONER80 1980年）を発売し、本邦では1982年に中津川市民病院に設置されたが精度・画質が悪く、その後開発された大空心コイル型電磁石方式（1979年Oxfoed Unsyruments社）の装置に代わり、以後製造されなくなった。

1973年にP.C.Lauterburによって提案された２次元画像再構成法（MRイメージングの作像原理としての傾斜磁場法）が開発され実用化された。1957年に高磁場取得の手段としての超伝導理論がJ.Bardeennによって提案されていたが、臨床的に応用されたのは1981年以後であった。

超音波機器も従来の単振動子型の装置で黒/白画像から、グレイスケール画像のリニア電子走査式超音波断装置が開発され（1970年）、動態観察が可能となり、デジタルスキャンコンバータにより画像記録も正確に行えるようになり、画像診断に大きく貢献した。

感光材系では1970年頃に登場した希土類蛍光体による高感度増感紙の登場であろう。相次いでフィルムもオルソタイプとなり飛躍的に画質が向上した。

ｂ）撮影検査技術　装置性能の急速な性能向上によって各種の検査技術が登場したが、特にめざましかったのは血管造影検査技術であろう。それに伴い血管系疾患の治療に大きく貢献したのが、1977年にGruntzigによって開発された拡張用バルーンカテーテル法で、この手技はこの後IVRへと繋がり、経カテーテル塞栓術TAE（1979年）、同開通術PTCA（1980年）が開発され、被検者への侵襲性の軽減や、治療期間の短縮に大きく貢献した。

ｃ）放射線治療　1978年悪性腫瘍に対する放射線治療に並行して温熱治療が盛に行われた。また1971年に米国で重イオン治療、1976年に医療用マイクロトロン、同年東大医科研で中性子線治療、1978年では^{192}Ir治療（癌研）、陽子線治療が放医研で開始され、π中間子治療装置がカナダで稼働し始めたのも一つの特徴であろうか。また1975年に吸収線量単位としてGyがICRUから提案されている。

８）更なる技術の革新時代（1980年～1989年）

前期に引き続き、電子機器の発達改良が大幅に進み、特に、Ｘ線CT、MRI、超音波等の機器の性能が向上し、治療関係でも前記に引き続き高エネルギー装置の開発、治験が始まっている。

ａ）装置・器具　Ｘ線装置ではインバータ方式が実用化され、特に装置小型化と短時間制御、同期撮影に威力を発揮し、画質改善に役立った。また北米放射線学会でDF装置が登場し（1980年）、DSA（1978年にKurgerが発表　1980年に実用化）、DR（1985年）が実用化された。

Ｘ線CT装置ではスリップリング方式を採用したN/R方式の装置を東芝が開発したが、以後R/R方式にも採用され螺旋走査方式にと進展した。螺旋走査式装置は1989年にSiemens社が発表し、1990年頃から国産各社の装置が製作され始めた。

MRも超伝導MRI装置の治験がハマースミス病院で開始され（1981年）、国内では1984年に稼働している。また国産の常伝導装置（0.15T東芝１号機）が慈恵医大に設置されている。なお1983年に常磁性体金属化合物造影剤の臨床的な治験がベルリン大学で行われている。

超音波装置に関しては、カラーパルスドプラ法による血流表示法の開発が進んだのがこの頃の特徴であろうか。

核医学関係では世界初のベビーサイクロトロン建設（1979年国立療養所中野病院）が上げられるであろう。

ｂ）撮影検査技術　前期の各種機器の開発に伴いそれに相応する技術も著しく進歩した。

Ｘ線画像関係では、1981年に富士フィルム社がCRを開発を始め、FCRとして発売を開始した（1985年）。

撮影技術関係では、非イオン性低浸透圧造影剤による血管撮影が始まり、沃素系造影剤の副作用の軽減化が図られた。

核医学関係では、^{123}Ｉ-IMPによる脳血流シンチが始まり（1983年）、回転型カメラを用いたSPECTによる断層像の臨床的応用が1979年から開始された。

超音波も前記のようにカラードプラ断層法が開発されたが（1984年）、この頃は主に心腔内血流の観察で微速度血流の計測は難しかった。

ｃ）放射線治療　陽子線治療が開始（1978年）されたり、重イオン治療装置が1989年に放医研に設置された。

ｄ）その他　この頃からPACSの概念が提唱され（1982年）、以後の医療界のコンピュータ化時代に繋がることとなった。

またこの時代に骨密度（骨塩定量）計測の気運が高まり、1963年頃は^{125}Ｉまたは^{241}AmによるSPA方法や、^{137}Csと^{241}Amのγ線によるDPA法（1966年）が採用されていたが、1976年頃からＸ線CTによるQCT法が採用され始めた。次いで1986年からエネルギーサブトラクション法によるD（E）XA法が登場し診断精度が向上した。

また1963年にオリンパス社がファイバースコープを開発し、消化管疾患の診断に採用されてきたが、1985年に世界で初めてのTV内視鏡が米国で開発されたが黒白像であった。1985年カラーCCD方式の装置がオリンパスと東芝で相次いで開発され、医用画像診断治療の新機軸方式となり、消化管検査を始め、管腔構造器官の画像検査（治療）に大きなインパクトを与えた。

９）次世紀への飛躍の時代（1990年～2000年）

前記世代に引き続きコンピュータの機能、性能の著しい向上に伴い、電子機器を搭載した装置が次々と開発さ

れ、新しい医療機器の登場が相次いだ時代といえる。またＸ線発見以来画像記録の主流であった湿式のフィルム/増感紙システムに代わり、環境汚染公害低減化から、感熱記録やレーザー記録方式によるドライ記録方式、さらにDR化に伴いCRT、MDなどの電子記録媒体に変わりフィルムレスとなり、ソフトコピーからハードコピーの時代となりつつある。

ａ）装置・器具　CCD搭載Ｘ線TV装置（1991年）も登場し、Ｘ線CTも螺旋走査方式による３D画像（1992年）の構築が容易となり、マルチスライス機構による検査時間の短縮化（1998年）が急速に進んだ。

MRIも高速撮像法が開発され、数分から数十秒以下の走査時間が実現し、検査対象器官も増加し画質も飛躍的に向上した。

さらに従来DRの主流であったDF、CRに代わるＸ線検出機構として平面型Ｘ線検出方式が登場し、間接型平面検出器が1996年にRSNAで発表され、その後直接型も発表された。2000年には一般撮影、X線TV、循環器撮影装置用として研究開発が始まり、本邦ではキャノン社が立位（胸部）撮影用と臥位撮影用の装置を発売したが、DR化が一層加速されようとしてきている。

ｂ）撮影検査技術　コンピュータ機能の向上により、画像構築手法が進み、特に３Ｄ画像の普及や画像の伝送、保管が容易となり、総合画像診断に伴う診断技術もCADに代表される多様化が始まり、HIS、RISに対応する画期的な変革への移行が始まった。

またMRI用造影剤や、超音波用造影剤も国内で発売され、診断機能の多様化が始まったといえる。

ｃ）その他　1994年重粒子線治療装置が稼働（放医研）し、核医学検査では1991年フルデジタルガンマカメラが開発された。またDICOM規格の提案（1995年）がなされ、2000年以後の医療システムに大きなインパクトを与えようとしている。

1.3　まとめ

各種の装置・技術の詳しい歴史的な進展に関しては２章以下を参照されたいが、本章は各種の医療機器、技術などの各時代での特徴を総括的な流れとして見られるように年表として次項で纏めた。

1895年にDr W.H.Röntgenによって発見されたＸ線が医用画像取得の端緒となったが、元来Ｘ線は物理的現象であるのに、まず医学領域に採用され進展したのも、生体内情報の非侵襲的な取得がいかに期待されていたかの実証であろう。

100数年前の偶然のＸ線の発見が医療界に大きなインパクトを与えたが、その周辺機器の開発に伴い現在のような多様化の時代と移り進んだ。歴史的な医用放射線技術の流れは、模索、確かめ、建設、応用、進展の時代を繰り返し変遷してきているといえよう。その間、医用画像も周辺の機器、技術の進歩と共に次々と改良・改善され、単なる生態的解剖学的な画像から、機能情報、組織情報など様々な時代の要求に応じて進歩してきた。

特に1970年代からは、コンピュータを始め各種の電子機器のすばらしい発展に付随して装置の性能が著しく向上し、Ｘ線CT、MRI、超音波、TV内視鏡などの新しいmodalityが次々と登場して医用画像の多様化が急速に進んだ。

さらに1990年頃から長い伝統をもつ湿式のフィルム/増感紙システムも、公害問題を含め時代の要請からも電子機器（CT、MRI、超音波、核医学画像装置など）に対応し、ドライイメージャ、感熱記録方式などのドライシステムと代わり、また病院形態の変化に伴いHIS（hospital information system）、RIS（Radiorogical information system）の進展と共に、電子保管・画像の伝送通信などの要求に伴い、医用画像の本質も大きく変貌しようとしている。

また遠隔診断を可能とするデータ通信機構が登場し、PACS、IS&Cを始めDICOMシステムが世界統一機構として検討されており、CADを始め不足がちな放射線専門医にも対応するなど、過去の画像診断システムが急速に変貌しつつある。さらにこの機構によって従来分散しがちであった各種医用画像の保管、検索取得も統一され、総合画像診断システムが確立されつつあり、患者への対応も迅速化されようとしている。

省みると、初期の頃は医用画像技術の普及、基準に関しては統一された専門技術者の養成機関、教育基準も十分でなく、装置機能も未熟であり、参考書籍、文献・資料も殆どなく、技術者（技能）の育成も大半が伝承的な方法でしか行われていなかった。

初巻に記載されている口述記録を改めて読むと、それまで地域的に出版されていた「蛍光」誌、「日本放射線技術学会」誌等があったが、全国的統一機関としての技術学会の設立の意義は大きく、その設立に対する先人達の真摯な努力に改めて強く敬意を払いたいものである。

私事ではあるが、私はＸ線装置が機械整流の時代からDRの時代まで、つぶさにその流れをみてきた。その間いつも思うことは、技術の進歩は果たして医療にとってどこまで幸いを与えてきたのであろうか、という素朴な疑問である。とくにコンピュータ機能のすばらしい進展

によって、画像情報を自在に構築する時代となったが、その画像は美しいだけが本質でなく、医療情報としての治療・処置に要求される的確な画質でなければ何の意味もないであろう。特にX線画像は被曝というデメリットを背負い、その負の部分を如何にして軽減させ、必要な情報を構築するかにある。

徒な技術信仰だけでは意味をなさない。そのため、医療上で被検者にとってなにが幸いであり、なにが求められているのかを知るためにも、歴史的な技術の流れを知ることも必要であろう。

歴史は流れる。流れる歴史を纏めるということは次世代への架け橋・土台の作成であり、より良き発展への架け橋の土台の礎の積み重ねであろう。

本章がその移行の変遷を再確認し、全体的な視野での時代の特徴の把握に役立ち、今後の医用画像技術の進展に寄与することを切に願うものである。

年表（放射線技術の歩み・機器の開発と変遷）

1895－1920

年号	X線映像・機器	放射線治療
1895	Ｘ線発見（W.C. Röntgen）	
1896 1897	focus tube（40°）のガスＸ線管開発 教育用Ｘ線装置完成（島津） 機械整流の理論発表（H. Lemp） 立体撮影（Maie-Ribaut）	鼻咽頭癌治療-疼痛の寛解を得た（Voigt）
1898	感応コイル式Ｘ線装置輸入（陸軍軍医学校） （Siemens） 実験用Ｘ線装置製造（島津）	Ra発見（M.& P.Curie）
1899		α線、β線の発見（Rutherford）
1900		皮膚癌Ｘ線治療-治癒（Stenbeck,Johnson,Merrill）
1901	W.C. Röntgen第１回ノーベル物理学賞受賞	Ra表面貼付療法
1902		
1903	交流方式のＸ線装置開発　（H.C. Snook） Ｘ線ペーパー発売（六桜社）	Raによる子宮頸癌腔内照射（Cleaves） Ra組織内照射の提案（Bell）
1904	誘導コイル高電圧整流方式考案（H.Lemp） W陽極対陰極Ｘ線管発売（siemens社）	Ra組織内照射（Abbé） Belgonié-Tribondeauの法則 十字火照射法（Perthes）
1905		
1906	沸騰散を用い胃の二重造影を行う （Holzknecht & Braun）	Ra白金管（Dominici） 集光照射（Kohl）， Ｘ線による膀胱開創照射（Gray）
1907	Dominici管発表（フランス） 変圧式（機械整流）方式考案（H.C.Snook） 間接撮影法発明（Köhler）	胃癌の術中照射（Beck）
1908	遠距離撮影法を提唱（Koehler）	
1909	国産Ｘ線装置（感応コイル式）完成　（島津）	圧迫照射（Schwarz）
1910	子宮卵管造影（Rindfleisch） 末梢血管撮影開始（Schepelmann）	テレキュリー（0.3g Ra）（Werner）
1911		
1912	白金フィラメント熱電子Ｘ線管（Lilienfeld） kymography 始める（Gotto-Rossenthal）	
1913	熱陰極型Ｘ線管（クーリッジ管）開発（Coolidge・GE） 固定グリッド案出（Bucky） Ｘ線フィルムの製造（Kodak）	振子照射（Poh1）
1914		ガラスのRnシード（Stevenson） 回転照射（Pohl）
1915	国産初ガスＸ線管製作　（東京電気） Ｘ線用高電圧整流管開発（Dushman） 気管支造影（Stewart,Lynah） （オリーブ油,次硝酸蒼鉛）	Rnシード永久刺入（Duane）
1916	移動グリッド考案（Potter）	
1917	断層撮影の論的基礎を樹立（Bocage）	
1918	交流変圧器式全波整流Ｘ線装置　（島津） 気脳撮影始める（Dandy） ＣＴ；横断像再構成の数学理論（Radon）	
1919		
1920	Ｕ型熱陰極Ｘ線管国産化　（東京電気）	国産深部治療用Ｘ線治療装置　（島津）

1921－1950

年号	X線映像・機器	放射線治療
1921	断層装置 発表（Bocage） 間接撮影の原理発表（schinz）	
1922	線焦点X線管 製造（Muller）	金管Rnシード（Failla）
1923	動脈造影開始（G.Beberich & S.Hirsch） 胆のう造影開始（E.A.Graham & W.H.Cole）	X線体腔管（Coolidge）
1924	気管支造影完成（J.A. Sicard & Forestier） ミエログラフイ施行（P.Bailey） 高電圧撮影を創始（Weber）	
1925	三相X線装置開発（Koch,Stergel社） コンデンサ式装置開発（フィラメント点火方式）（Siemens）	LINAC原理（Ising）
1926		
1927	脳室撮影盛ん、尿路造影剤発表	
1928	高電圧ケーブル実用化（防電撃装置の登場）	電子LINAC（Widerö）
1929	回転陽極X線管開発（Philips Bouwers） 高圧（150kV）撮影法を発表（Stephani） 国産三相全波整流装置　（島津）	
1930	人生体血管造影始まる 間接撮影法で集団検診開始（Abneu）	Cockroft-Walton 高電圧装置 子宮頸癌腔内照射（Regaud）
1931	国産初の防電撃可搬型X線装置（醍醐）発売（島津） 人体断層撮影実験（Ziedses des Plantes）	Van de Graff粒子加速器（1.5MV）
1932	X線装置製作開始　（東京電気（東芝）） トモグラフイ発売（Sanitas社）	遷延分割照射法（Coutard）
1933	単相全波整流装置（桂号）発売　（島津）	倍電圧整流X線治療装置（島津） 近接照射法（Chau1）
1934	傘型ターゲット回転陽極X線管 開発　（Siemens） 二重焦点X線管　（東京電気）	癌研にRa 5g 輸入 篩照射法発表（Haring） RaのPaterson-Parker法発表
1935	肺の断層写真撮影（古賀） 国産コンデンサ式装置開発　（東京電気）	共振変圧器型高電圧回路（Sloan）
1936	断層撮影装置国産化　（島津） プロンコ撮影，乳腺撮影始まる 拡大撮影実施（R.M.Sievert） X線間接撮影法（古賀）	集光照射法発表（中泉正徳） Cockroft-Walton装置によるX線治療開始（イギリス） 熱中性子捕獲療法の基本概念（Lecher） ^{32}P内用療法（Lawrence）
1937		
1938	横断撮影装置発表（Watson Vallebona）	速中性子線治療（Stone） 子宮頸癌に対するマンチェスター法確立（Ted&Merdith）
1939		
1940	Rotate graphy（回転横断法）創始（Watson） 国産集団検診車	ベータトロン（Kerst）
1941		^{131}Iによるバセドー病治療（Hertz） 深部治療用超高圧X線管（200万V）　（東芝）
1942	間接撮影用フォトタイマ 考案（Morgan） 超音波技術を初めて医学に適応（K.T.Dussik）	原子炉（Fermi），^{198}Au グレイン治療（Sinclair） 回転照射（Neuman & Wachsmann）
1943		
1944	自動現像機の実用化（Pako）	マイクロトロン原理（Veksler，小林，伊藤）
1945	国産回転陽極X線管試作始まる	
1946	回転横断撮影発表（Vallebona,高橋等）	シンクロトロン（電子8MeV ）（Goward & Barnes） ペータートロン電子線線治療開始
1947	多層断層法を考案（Abneu）	
1948	蛍光板方式X線ＴＶ考案（R.H.Morgan） フライイングスポットX線ＴＶ発表（Moon）	ベータトロン（20MeV）によるX線治療（アメリカ,カナダ）
1949	パントモグラフイを考案（Patatero）	
1950	ビジコン（撮像管） 開発（Weimer,ＲＣＡ社）	治療用ＬＩＮＡＣ開発（イギリス）

1920－1950

年号	核医学	管理・学会関係
1920	放射性Pbによるトレーサー法の生物学的応用（Hevesy）	Ｘ線量単位としてＨＥＤを提唱（Seitz）
1921		
1922		Roentgen単位を提唱（Behnken）
1923		日本レントゲン学会創立
1924		
1925		第１回国際放射線医学会議（ICR）開催（英国） 日本レントゲン協会発足
1926		
1927	Ra-Cによる循環時間測定（Blumgart）	島津レントゲン技術講習所開設
1928	G-M管（Geiger & Müller ）	Ｘ線量単位rの定義（ICRU）
1929		
1930	サイクロトロン（Lawrence & Livingston） （1932完成）	
1931	粒子加速器（Van de Graff）	
1932		
1933		
1934	人工放射性同位元素発表（J.Curie, Fermi） ＲＩの実験から医学生物学への応用をはじめる（Femi）	
1935	ＲＩ（^{32}P）の体内分布の研究をはじめる（Havesy）	
1936	^{24}Na医学利用	
1937	日本でサイクロトロン建設（理研、阪大）	逓信省令「Ｘ線装置取締規則」電気工作物規定改正
1938	^{131}I甲状腺検査（Hertz）	Ｘ線装置定格制定
1939		
1940	^{32}Pによる血液量の測定 サイクロトロンによる各種ＲＩの製造 日本におけるＲＩ（^{24}Na）の医学利用（仁科）	日本医学放射線学会設立
1941		
1942	原子炉建設（Fermi）	日本放射線技術学会創立
1943		
1944		
1945	国内のサイクロトロンなど全て廃棄される	原子爆弾　敗戦
1946	原子炉によるＲＩの大量供給（Oak Ridge原研） ^{14}C、^{32}P、^{35}S 、^{45}Ca、^{89}Sr 、^{131}I	
1947		日本エックス線技師会設立
1948	ＧＭ管による核医学検査（甲状腺検査） 心放射図（Prinzmetal）	
1949		
1950	アメリカよりＲＩ寄贈される	診療エックス線技師法制定

1951－1965

（略号 C；X線CTM；MRI U； 超音波）

年号	X線映像・機器	X線CT・MRI・超音波
1946		M；NMRの現象発見（F.Bloch, E.M.Purcell）
1949		M；NMRにおける化学シフト発見（M.D.Knight）
1950		M：spine echo法発明（Hahn）
1951	イメージオルシコンX線TV製作（R.H.Morgan） 国産実用型回転陽極X線管普及	U；パルス反射法の臨床使用（J.Wild）
1952	5inch I.I.開発（Westinghouse,Philips） 連続撮影用フィルムチェンジャ（AOT） 自己バイアス微小焦点X線管（高橋）	M；Bloch,Purcellノーベル物理学賞受賞
1953	経皮的カテーテル法を発表（Seldinger） 心臓血管撮影の実用化（玉木）	
1954		
1955	高電圧X線装置（150kV） 間接撮影用長尺自動カメラ I.I.を用いたX線映画撮影に成功 国産 5inch I.I （東芝,島津）	
1956	三極X線管（固定陽極形） （東芝）	
1957	同時多層断層装置（島津） 三極X線管（回転陽極形） （東芝）	M；超電導の理論（Bardeen） U; 超音波ドップラ法による血流,尿流測定（Satomura）
1958	酸化マグネシウムターゲットのイメージオルシコン 国産カットフィルム式フィルムチェンジャ 天井走行X線管支持装置 回転横断断層撮影装置	U；接触複合走査による超音波断層像（Donald）
1959	自動車搭載用胃腸間接撮影装置 （東芝）	
1960	高圧撮影用三相装置開発 150kV,1000mA （島津） 透視台形の間接撮影装置 （島津） 輝度自動調整装置 （島津） 円軌道式断層撮影装置 （日立） 我が国初のX線テレビ装置 （東芝） ゼロラジオグラフ装置 国内開発 世界初の循環器系X線診断システム 間接撮影用オデルカミラーカメラ70mm	日本最初の超音波診断装置発売（アロカ） スペクトロスコープ技術による化学分析法の進歩
1961	国内初外科診断用5インチ移動型透視装置 X線TV装置の遠隔操作式透視撮影台 （島津） PTCD〈経皮経肝胆ドレナージ〉に成功（Kaplan）	
1962	回転横断面撮影装置 （東芝） 間接撮影用ミラーカメラ70mm （キャノン）	
1963	7inch，9inch I.I. （東芝） 胸部、胃部兼用型ミラーカメラ （キャノン） 蛍光板＋イメージオルシコン方式X線TV装置	U；コンタクトコンパウンド方式装置（アロカ）
1964	三相12パルスX線高電圧装置 多軌道断層撮影装置 （東芝） ３倍回転陽極X線線管 （東芝） リングスタンド形胃集団検診用装置 （東芝） 歯科用X線装置 マックスX－11型	
1965	11inch I.I. （島津） カセッテレスX線TV プランビコン 登場	心臓超音波断層法発表（菊池・田中）

1951－1965

年号	放射線治療	核医学検査	管理・学会関係
1951	テレコバルト装置完成（カナダ） 200kVX線によるRadiosurgery（Leksell） 熱中性子捕獲療法（Farr）	シンチスキャナ開発（Cassen） ＧＭ管による２次元画像（Mayneord） 戦後初めてRI（^{131}I）輸入	診療エックス線技師法制定 日本放射性同位元素協会設立
1952	子宮頚癌における線量評価点A、Bを提唱（Paterson） 陽子線による治療（Tobias）	NaIシンチレータと写真フィルムによるＲＩイメージング（ピンホールコリメータ使用） サイクロトロン再建（理研）	第１回（特例）国家試験
1953	Ｘ線振子照射装置（Siemens） テレコバルト装置（東芝） アフターローディングによる小線源治療（Henschke）	^{198}Auコロイド	ICUでradを設定
1954			第５福竜丸水爆実験による被曝
1955	治療用Ｘ線装置の高出力化（200kV,25mA）回転照射始まる 医療用6MeVベータトロン（島津） 最初の医療用サイクロトロン（London） ^{137}Cs遠隔照射装置（米 ORINS）	国産シンチレーションスペクトル分析器（島津） 甲状腺ホルモン血中PBI法 ^{131}Xeガスによる肺機能検査（Knipping）	
1956	高圧酸素下放射線治療	光電子増倍管の研究着手（浜松テレビ）	
1957	BMTの前処置としてのTBI（Thomas） 可変絞り照射法（梅垣）	ガンマカメラ開発（Anger） シンチスキャナ製造（島津） in vitro検査の始まり ^{131}I-T_3赤血球摂取率（Hamolsky）	
1958	運動照射法	NaI（Tl）製造（堀場製作所） アンガー形シンチカメラ完成 ^{198}Auによる骨髄シンチ（Engstad） Radioimmunoassay法（Berson& Yalow）	放医研設立
1959		NaIシンチレータによるポジトロンカメラ	ICRP放射線被曝防護に関する勧告
1960	蛍光ガラス線量計（横田・東芝） 15MeVベータトロン（東芝） 原体照射法（高橋）	原発性肝癌腫瘍マーカー（Avelev）	日本核医学研究会設立 （1963日本核医学会に改組）
1961	重粒子線治療装置稼動（アメリカ） コンピュータを利用した放射線治療シミュレータ開発（Sterling）	レノグラム検査装置国内販売 ^{75}Se-メチオニン ヒューマンカウンタ設置（放医研，原研）	日本初のＸ線ＴＶ画像の遠隔地伝送 （第20回放射線学会:東京-大阪）
1962	Irワイヤーの臨床応用発表（Pierquin） 国立がんセンター設立	多結晶形ガンマカメラ（Bender） （オートフルオロスコープ）	第１回日本超音波医学研究会 照射線量単位Ｒ（ICRU）
1963	医療用直線加速装置輸入 Ｘ線シミュレータ開発（Sterling）	スキャナによる体軸横断像（Kuhl）	日本胃集団検診学会が発足
1964	IORT（膵臓、膀胱）始まる （京大・国立がんセンター）	^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータ （Harper & Lathrop）	ICRP Publ.6
1965	国内で術中照射始まる（阿部、梅垣） ＴＬＤ線量計	^{99m}Tc導入，^{99m}Tcジェネレータ RI生産用サイクロトロン（イギリス） シンチグラムのコンピュータ解析始まる	

1966－1975

年号	X線映像・機器	X線ＣＴ・ＭＲＩ・超音波
1966	遠隔操作形Ｘ線テレビ透視撮影台 （リングスタンド架台機構）　（東芝,日立） 新型ミラーカメラ搭載集団検診用透視撮影台　（東芝） ステレオＸ線管（１管球２焦点）　（Siemens）	Ｕ；Ｍモード診断装置 発売
1967	大容量Ｘ線管[max.1000mA]　（東芝） Mo/Mo（target/filter）乳房Ｘ線撮影装置　（CGR） W・Mo張り合わせターゲットＸ線管 I.I.間接撮影方式の撮影台　（島津） ミラーカメラ及び多段形蛍光増倍管を組み合わせた Ｘ線テレビ搭載胃集検車第1号　（東芝）	Ｃ；EMIスキャナの基礎実験開始（G.Hounsfield）
1968	I.I.大口径化, APR（Anatomicalliy Programmed Radiography）発表 シリコン整流器採用の高電圧トランス　（東芝）	Ｕ；コントラストエコー法の心エコーへの応用
1969	多軌道方式断層撮影装置 マンモグラフィ専用装置　（CGR） ジャイロ式Ｘ線テレビを第12回国際放射線会議に 展示：世界初　（東芝） I.I.入力蛍光面にCsI 採用 連続撮影用フィルムチェンジャ　（PUCK）	Ｕ；セクタ電子走査法の開発（Somer）
1970	テトロード管を使用した高電圧制御方式装置 ワンマン型遠隔操作式Ｘ線テレビ Ｘ線専用35mmシネカメラ 50μ焦点による拡大撮影の基礎的研究 PTC（経皮経肝胆道造影法）が普及し始める	Ｃ；頭部用ＣＴ装置の試作開始 Ｕ；リニア電子走査型超音波診断装置開発（内田） Ｍ；表面コイルで前腕の静脈血流量の測定
1971	渦巻き軌道断層撮影装置 Ｘ線ＴＶ装置組み込み多軌道断層撮影装置 パノラマＸ線装置パネックス 拡大連続撮影用Ｘ線管（0.1mm焦点）	プロトタイプ頭部用ＣＴ装置Atkison Morley病院に設置 Ｍ；ラットの摘出組織でT_1緩和時間測定（Damadian） Ｕ；リニア走査法（Bon） Ｕ；リニア電子走査法の開発（内田）
1972	Ｘ線装置大容量化　（東芝） 世界初の移動式総合検診システム車　（東芝） カセッテレスＸ線ＴＶ装置　（東芝，日立）	Ｘ線ＣＴ英国放射線学会で発表 （Hounsfield，Ambrose） 頭部専用ＣＴ装置発売（英国EMI社） Ｍ；NMRによる映像法の可能性を示唆（Damadian） Ｍ：焦点磁場法の研究（阿部）
1973	天板起倒式多軌道断層撮影装置 インバータ式Ｘ線装置 マイコン制御Ｘ線ＴＶ装置 100mm I.I.スポットカメラ トリオード（Triode）管制御方式の高電圧装置 メタルＸ線管装置 Electro Radiograph（電子写真）の研究	Ｍ；傾斜磁場とCPUによる２次元NMR映像法開発 （zeugmatograhy; P.C.Lauterbur） Ｍ；生体イメージング法の開発
1974	頭部精密撮影装置（オルビックス） メタルI.I. 100mm胃部用Ｘ線間接撮影ミラーカメラ 拡張用バルーンカテーテルを開発（Gruntzig）	全身用ＣＴ装置の開発開始 第２世代方式 NMR・Spectroscopy技術の開発 Ｍ；選択励起法（Garroway）
1975	テトロード管制御方式定電圧高電圧装置（東芝） Ｕアーム，Ｃアーム型保持装置 高解像度1000本ＴＶ	東京女子医大にEMI社CT装置設置（国内初） 国産初のＸ線CT（CT-H）（日立） Ｕ；デジタルスキャンコンバータ開発（竹原．飯村） Ｕ；Oktoson 開発

1966－1975

年号	放射線治療	核医学検査	管理・学会関係
1966	TA0式アプリケータ開発 （田崎，荒居、尾内） RALSTRON（若林、入江） 線量分布.アナログ計算機	キュリーメーター発売	測定専門部会 ICRP publ. 8,9
1967	６MeV直線加速器 透過線量計	我が国に初めてガンマカメラ （PHO/GAMMAⅢ）が輸入される	日本放射線機器工業会創立
1968	Gamma Knife（Leksell） NSDの概念（ Ellis） 脳腫瘍の中性子捕獲療法開始（畠中） ハマースミス病院で速中性子治療開始 RARS（Remorte controlied after loading system）	前額面断層システム（PHO/CON）（Anger）	診療放射線技師及び 診療エックス線技師法制定
1969	^{252}Cf小線源治療（アメリカ） 国産治療計画装置開発	多結晶検出器対向型ポジトロンカメラ（Brounell） ^{67}Gaによる悪性腫瘍の診断 国産ガンマカメラ，核医学処理装置（東芝）	国産熱蛍光線量計（大日本塗料）
1970	Van de Graffで速中性子線治療始まる （放医研）	オートフルオロスコープで脳血流 測定（秋田脳研） FORTRANを用いた核医学画像解析	ICRP Publ.15,16
1971	重イオン線治療（アメリカ） 線量分布デジタル計算機 DVH発表（小西）	スラントホールコリメータ回転形断層撮像装置 TOMOCAMERA（Muehllehner） 遅延電線方式ガンマカメラ（東芝） 放医研に医用サイクロトロン設置 IRMA（Addison & Halles）	日本放射性同位元素協会 日本アイソトープ協会と改称
1972	JARP線量計	大視野ガンマカメラ ダイバージングコリメータ	^{60}Co及びＸ線の吸収線量 標準測定法刊行（JARP）
1973	TDF（Orton） 国内で多分割照射始まる ^{192}Ir組織内照射始まる（阪大） シェル固定法考案（北大）	^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータ薬事法承認	
1974	π中間子治療（Kliegerman） Irアフターローダー（ガンマメド） 速中性子線治療（放医研）	標識核種^{125}I 回転椅子方式のSPECT開発（Budinger）	電子線の吸収線量 標準測定法刊行（JARP）
1975	^{198}Auゴールドグレイン治療（癌研） 速中性子線治療（放医研サイクロトロン） ＣＴ画像を用いた線量計算システム（Chernac） ^{222}Rnシード廃止	PETT（PET）開発（Ter-Pogossian ） 回転椅子方式のSPECT研究（秋田脳研） モノクロナールRIA（Kohler & Milstein）	吸収線量単位Gy（ICRU）

1976－1985

年号	X線映像・機器	X線ＣＴ・ＭＲＩ・超音波
1976	インバータ式移動型Ｘ線装置　（日立） 大口径14inchメタルI.I. 拡大ステレオ撮影用Ｘ線管（0.2mm焦点） 国産の高速フィルムチェンジャ	全身用ＣＴ装置開発、販売開始 Ｍ；Planar imaging法（Mansfield）
1977	強制消弧方式を採用した３相12ピーク装置 マンモ用拡大，密着撮影装置（Radiol.sciences） Gruntzigカテーテル 国産105mmＸ線I.I.ラビットシーケンスカメラ コードレス回診用コンデンサー装置　（日立）	国内初全身用ＣＴ福島医大に設置 Ｍ；３次元echoplanar imaging（Mansfield） Ｍ；FONERによる胸部の人体画像（Damadian） Ｕ；電子スキャン方式超音波診断装置
1978	乳房撮影装置に移動型グリッドの開発　（Philips） カテーテル天板にカーボンファイバ採用 DSA発表（Kruger）	国産初の全身用ＣＴ装置発売開始 Ｃ；連続回転スキャン方式の開発 Ｃ；Xeガス電離箱. 第4世代ＣＴの登場 Ｍ；NMRでのwholebody line-scan imaging（Mansfield）
1979	PTCR（Rentro）	Ｍ；大空心コイル型電磁石の開発（Oxford Unsyruments社） G.Hounsfeld ノーベル医学生理学受賞
1980	３相12ピークサイリスタ制御方式Ｘ線発生装置 ３相６ピーク乳房専用装置　（東芝） ＤＳＡシステムの利用始まる 北米放射線学会（RSNA）でDF装置がデビュー	Ｍ；垂直磁場0.04T（Aberdeen大） 水平磁場0.1T（Nottingham大）で臨床実験 FONER80（鉄心マクネネット）市販 全身用大型超伝導磁石の開発 Ｃ；ダイナッミクスキヤン方式開発
1981	共振型インバータＸ線装置登場 ＦＣＲシステム発表　（富士） 乳房撮影拡大撮影用0.1mm焦点の実用化　（CGR） 胸部撮影用フィルムチェンジャの開発　（コニカ） パネル型I.I.　（東芝）	Ｃ；テーブル移動ラビットスキャン方式の普及 超伝導MRI装置治験開始（ハマースミス病院） Ｕ；コンペックスプローブ実用化（日立）
1982	インバータ方式Ｘ線装置の実用化 肺動脈弁狭窄症のBalloon Valvuloplastyを報告（Kan） 僧帽弁形成術PTMCを行う（井上）	Ｃ；連続Ｘ線出力法式の採用 鉄製永久磁石装置の開発・市販（Oldenndolf） Ｍ；中津川市民病院にHORNER社装置設置 Ｃ；高速ＣＶ－ＣＴ開発（Boyd）
1983	カセッテレス多軌道断層撮影装置　（島津） 体外衝撃波結石破砕装置（西独） 世界初の断層機能付き透視装置　（日立） 1024マトリックス対応のDF装置登場	国内超電導磁石の試作 東芝１号機（0.15T常伝導）稼動（慈恵医大） 常磁性体金属化合物造影剤の臨床的治験（ベルリン大）
1984	ステレオDSA始まる 国産のＸ線用35mmシネカメラ レーザーによる血管形成術を行う。（Ginsburg）	国内超伝導装置稼働 電子ビーム走査方式高速ＣＴ（CV-CT）実用化 Ｕ；カラードップラ断層法開発 Ｍ；multiple slice spinecho法
1985	ＣＲ用Ｘ線ＴＶ透視撮影装置：世界初 検診用胸部I.I. DA（digital angiography）システム balloon expandable stent 開発（Palmaz）	Ｃ；スリップリングとnutate/rotate方式の装置（東芝） Ｕ；心臓用カラー血流イメージング装置（東芝）

1976－1985

年号	放射線治療	核医学検査	管理・学会関係
1976	医療用マイクロトロン （Reistad & Brahme） 食道腔内治療始まる（京大）		
1977		BGOによるPET開発着手（1979完成） （日立）	ICRP「線量制限システム」勧告
1978	^{192}Ir治療開始（癌研） 陽子線治療開始（放医研） ＣＴ装置による放射線治療計画開始 レーザービームロカライザー 温水による加温療法（東京女子医大）	7-Pinhole Collimater（Vogel） 回転型ガンマカメラ（GE）	
1979	π中間子治療装置稼動（カナダ） サーモトロン開発（京大） ^{125}Ｉ組織内治療（阪大）	不均等配列検出器回転形PET（放医研） 国産モービルカメラ　（東芝）	
1980	π中間子治療装置稼動（スイス） コンピュータ制御原体照射装置（NEC）	^{18}F-FDG臨床応用開始 国内でSPECＴ臨床応用開始 ポジトロンカメラ（日立） ハイブリッドカメラ（島津） RIAデータ処理装置（Radbard）	ISOにGy単位表記
1981	放射線治療計画システム（TOSPRAN） 半導体線量計 胆管がんの腔内治療（阪大）	国内シンチスキャナ製造中止 リング型SPECT開発（島津）	第１回核磁気共鳴医学研究会 第１回日本核医学技術学会総会（京都）
1982	医用加速器の中性子線漏洩が 問題となる	検出器対向型SPECＴ 角形ガンマカメラ ディジタルガンマカメラ 全身用ポジトロンＣＴ	PACSの概念提唱される（A.Dwyer） PHD提唱 日本医用画像工学会発足
1983	陽子線治療装置稼動（筑波） 寝台移動TBI（東海大）	^{123}I-IMPによる脳血流シンチ 全身用PET（秋田脳研・島津）	老人保健法施行
1984	速中性子線回転照射装置 TLシート	神経受容体のイメージング（放医研）	
1985	加速器によるRadiosurgery（Columbo） ＣＴシミュレータ 食道腔内照射アプリケータ パラフィン補償フィルタ（大阪労災）	^{111}In-標識モノクローナル抗体に よる癌診断（Sakai）	

1986－2000

年号	X線映像・機器	X線ＣＴ・ＭＲＩ・超音波
1986	カセッテレス断層撮影装置　（東芝）	
1987	方形波方式インバータ高電圧装置　（島津） インバータ方式乳房撮影装置　（Loard） 乳房バイオプシ用Stereotactic装置　（GE） 集検用インバータＸ線システム スーパーメタルI.I.	Ｃ；固体検出器の登場$CdWO_4$ 東芝ヘリカル機構システム開発 第３世代ＣＴ装置で連続回転方式実用化（Siemens） 国産超伝導MRI装置市販開始 Ｍ；MR angiograhyの開発
1988	アームレス方式透視装置　（日立） LBA（Laser balloon angloplasty）	Ｍ；4T MRI装置の開発 血管内エコーが報告される
1989	トリプルフォーカス高速回転陽極Ｘ線管　（東芝） 水冷方式のＸ線管装置	スパイラル走査方式ＣＴ発表（Siemens） Ｃ；360°補間法の開発
1990	DF装置に回転DSAの機能が付加される	Ｍ；シネモードスキャン Ｃ；ヘリカルＣＴ（東芝，日立）
1991	30kHz共振形インバータ方式高電圧装置　（島津） 出力大口径I.I.発売　（浜松ホトニクス） デジタルラジオグラフイ透視装置 ＣＣＤ型Ｘ線テレビカメラ装置 アンギオＣＴシステム	Ｍ；臨床装置でのEPI Ｘ線以外の電磁波を用いるＣＴの研究始まる （光ＣＴ,マイクロ波ＣＴ,インピーダンスＣＴ）
1992	I.I.ＤＲ装置	Ｃ；ボリュームスキャンによる3D画像の普及
1993	スーパーＤＦシステム（1024マトリクスＣＣＤ 　デジタルカメラ搭載）世界初（東芝） 高速回転立体撮影保持装置（360度/4.8秒）	Ｕ；超音波造影剤 国内で市販（塩野義）
1994		Ｍ；MR fluoroscopy
1995	歯科用CCDデジタルＸ線画像システム 乳房撮影用HTCグリッド 間接型平面検出器（ＦＰＤ）RNSAで発表（Antonuk） Ｃアーム型オールデジタル多目的起倒寝台　（東芝）	Ｍ；マグネットのコンパクト化 Ｍ；single shot MRI，Cardiac imaglng
1996	ダイレクトデイジタイザCRシステム　（コニカ） I.I.入力窓（Al）に直接CSIを形成したI.I.開発 本格的なIVR Anglo-CTシステム 登場	らせん走査方式ＣＴで肺ガン検診開始
1997	世界初の400万画素ＣＣＤ採用ＤＲ装置　（日立）	Ｍ；各種造影剤の治験開始
1998	ＦＰＤ搭載Ｘ線デジタルカメラ　（キャノン） Full-field ディジタルマンモグラフイ装置 マンモ用CAD装置実用化（R2 Technology） ３次元画像処理ソフト開発 ディジタルシネネットワークシステム始まる	Ｃ；マルチ検出器によるマルチスライスＣＴの登場 Ｍ；ガントリー静穏構造に
1999	世界初マルチカメラ式（400万／100万画素CCD） 　デジタルラジオグラフイ装置	
2000	撮影用にＦＰＤを搭載したＸ線ＴＶ装置 平面検出器を用いた循環器撮影装置	

1986－2000

年号	放射線治療	核医学検査	管理・学会関係
1986	多分割絞り装置 ムービングビームTBI（東京女子医大） LDR RALS治療（東京女子医大）	頭部専用SPECT（日立）	PACSの提案 吸収線量の標準測定法改訂（JARP）
1987	ハイパーサーミア治療装置 自動設定照合システム ＣＴシミュレータ（京大・北大） NCマシンによる補償フィルタ（信大） RT-CT（東京女子医大） 呼吸同期照射法（筑波大）	^{99m}Tc-HMPAOによる脳血流測定 Radioassay検査件数最大となる 非RI法が開発される	
1988	原体照射システム 放射線治療統合システム 乳房温存照射法 医用高エネルギー加速器の遮蔽計算指針		世界で初めて高画質Ｘ線画像の 衛星通信による送受信（第47回 日本医放学会：晴海-九州大学）
1989		FWHM 3.5mmのPET（浜松ホトニクス） ^{99m}Tc-標識製剤による心筋シンチ グラフィ 3検出型SPECT（東芝）	
1990	ガンマナイフ（東大） CRポータルメージング（阪大） RALSの安全取り扱いQCプログラム	核医学専用ワークステーション普及	ICRP「放射線防護システム」勧告
1991	HDR RALS（阪大）	フルディジタルガンマカメラ（日立） 散乱線補正機構（東芝）	コンピュータ支援診断学会発足
1992	外部放射線治療装置の 保守管理プログラム（JASTRO） フリッケゲル測定法（慈恵医大） Peacock System（NOMOS）		
1993	医療用重粒子線加速装置 （HIMAC・放医研） Tomotherapy（米国）		新計量法改正によりGy単位、 Sv単位の導入 ICRU 50
1994	重粒子線治療装置稼動（放医研） FOCULユニットシステム（防衛医大）	Dual-PET（縦列配列）（秋田脳研・島津）	FDAが医療被曝による皮膚障害の 問題に関して勧告。
1995		バリアブル型2検出器ガンマカメラ （住友金属） 核医学検査情報の画像通信システム への対応	DICOM規格発表
1996	Ｃアーム型LINAC（東大） Photon Radiosurgery System （東京女子医大）	吸収補正機構（東芝,島津）	
1997	CyberKnife（宇部厚南セントラル病院）		
1998	極小照射野の線量測定マニュアル（JARP） Body Frameを用いた体幹部定位照射 （国立がんセンター） 放射線技術マニュアル（技術学会）	CT-ガンマカメラ一体型装置（GE）	
1999	レーストラックマイクロトロン （国立がんセンター） 動体追跡照射法（北大）		ICRU 62
2000	アモルファスシリコンEPDI IMRTの臨床応用		

1897－1978　画像機器・増感紙・フィルム

年号	画像機器	増感紙	フィルム
1897		$CaWO_4$増感紙（T.Edison）	
1913			X線フィルムの製造　（Kodak）
1922			X線フィルム　（富士）
1933	(Zn,Cd)S:Ag 蛍光板（Levy,West）		X線フィルム　（小西六）
1936		国産複増感紙の製造　（東京電気）	
1940	国産蛍光板開発		
1946		万能型MS　（大日本塗料）	
1950		高感度HS　（大日本塗料）	敗戦後ようやくX線フィルム出揃う
1951	高解像力蛍光板F-2,P-2（大日本塗料）	高鮮鋭度FS　（大日本塗料）	
1952		高感度DS　（東芝）	
1953		超高感度SS　（大日本塗料） 高鮮鋭度DD　（東芝）	
1954	高輝度蛍光板F-3,P-3　（大日本塗料）	高圧撮影用HV　（大日本塗料）	
1955	ローラー式自動現像機	同時多層増感紙ST　（大日本塗料）	Type Y　（小西六）
1956			Type TX,PX,　（富士） 間接用Type Y　（小西六）
1957	蛍光板 F-4		
1958		感度補償増感紙US　（大日本塗料）	
1959			New Type Y　（小西六）
1960	国産初の自動現像機（ハンガー式）（東芝） プロコマートⅠ型（ハンガー式）輸入（エレマ）		
1961	X-Omat-M3（ローラー式）日本導入（東大）		
1962	国産初の自動現像機（ローラー式）（島津） XP-1（ハンガー式）　（富士）		
1963	Ⅰ型（ローラー式）　（小西六）	Dシリーズ　（東芝）	
1964			Type M　（小西六） KX,AX　（富士）
1966	3.5分処理自動現像機開発　（Dupont）		間接用Type G　（小西六）
1967	自動現像機にオートフイーダが組み込まれる	VP　（大日本塗料）	間接用GH　（小西六）
1968	90秒処理自動現像機　（Kodak） 超高輝度蛍光板 FU　（東芝）	New MS　（大日本塗料）	RX　（富士） Type Q（90秒対応）　（小西六）
1969		GF　（大日本塗料）	間接用FX　（富士）
1970			Type QL　（小西六）
1971		X-Omatic　（Kodak）	ブルーに発色するX線フィルム開発 X-Omat RP　（Kodak）
1972	デイライトシステムの検討開始	LT-Ⅱ　（大日本塗料） 希土類増感紙（Gd_2O_2S:Tb） Lo-Dose片面スクリーンーフィルム	間接用Type GS　（小西六） Type QH（小西六）
1973		New SS, LH-Ⅱ　（大日本塗料）	Type QS, 間接用Type QF　（小西六）
1974		Hi-SCREEN,STANDARD（富士） Lシリーズ　（東芝） LANEX　（Kodak）	l・l・間接用100mmフィルム発売 希土類システムを発売（Ortho Film OG）
1975	サクラ デイライトシリーズ（小西六）	GRENEX G-4,G-8　（富士）	オデルカミラーカメラ100mmカットフィルム キャノンミラーカメラ100mm長尺フィルム RXO, 間接用RX-F スポット（富士）
1976		LF-Ⅱ（大日本塗料） GTS/GTH（小西六） 乳房用希土類スクリーンフィルムMin-R/Min-Rの開発（Kodak）	Type A, Type QSO　（小西六）
1977	イメージャＣＴ　（小西六） 希土類蛍光板 CM-Ⅱ　（大日本塗料） 希土類蛍光板 MGS　（東芝）	US-Ⅱ,MA-Ⅱ　（大日本塗料）	type AL,C　（小西六）
1978		Hi-MAMMO M-1　（富士） Eシリーズ　（東芝）	Type AO　（小西六）

1979－2000

年号	画像機器	増感紙	フィルム
1979		GRENEX New G4　（富士） New Eシリーズ　（東芝） KS,KH　（小西六）	クロスオーバ光改良新オルソシステム発売 片面乳剤RX-M　（富士）
1980	SDフィルムコンベア（フィルム搬送システム）（小西六） イメージングカメラFSC-1010　（富士） （シングルフォーマット）	Hi-SCREEN H-3　（富士） New Lシリーズ　（化成オプトニクス） NS, NH　（小西六）	
1981		GRENEX New G-8　（富士） LX-Ⅱ,RE-SPECIAL　（化成オプトニクス）	RXO-G（富士） Type AOL（小西六） 片面乳剤Type C,U,Uc　（小西六）
1982	イメージングカメラ（マルチフォーマット）MM（小西六）	KG,KU　（小西六）	Type AOG　（小西六）
1983		希土類オルソシステム成熟期 GRENEX G-3　（富士）	ＴグレインTMG　（Kodak） 間接用MI-FX　（富士）
1984	希土類感度補償蛍光板CG （化成オプトニクス）		New RX, New RXO-G　（富士） ハイオルソNew MG,MGH間接用QF　（小西六）
1985	FCR　（富士） HIPAS（医用画像システム）　（日立）	GRENEX G-6,G-12　（富士） Hi-SCREEN B-2,B-3　（富士） Ｂシリーズ　（化成オプトニクス）	クロスオーバ対策フィルムの開発 HR シリーズ　（富士） Type MGC,MGL　（小西六）
1986	TDS（医用画像システム）　（東芝）	CS-Ⅲ　（化成オプトニクス） KOシリーズ　（小西六）	
1987		GRENEX HRシリーズ（富士） CC-Ⅲ　（化成オプトニクス）	Type MGV　（小西六） 間接用MI-SF　（富士）
1988	45秒処理自動現像機発売　（コニカ）	US-Ⅲ　（化成オプトニクス） Ｑシリーズ　（東芝）	Type MG-SR　（コニカ） CR-780　（富士）
1989	レーザーイメージャー Li-10（コニカ）	GRENEX HR-16　（富士） HR MAMMO FINE　（富士）	インサイトシステム発売 Super HRシリーズ　（富士） Type MGC-SR, MGV-SR　（コニカ）
1990	KWIK30処理システム（38秒）開発　（Kodak） 完全明室処理デーライトシステム発売　（コニカ）	Ｖシリーズ　（化成オプトニクス） SROシリーズ　（コニカ）	T-粒子間接用PFH, Min-R M,H, EB,EC　（Kodak） 新SRシリーズ　（コニカ） 片面LP-633,633C,820,820C　（コニカ） CR-633A, LI-MF　（富士）
1991	30秒自動現像機発売　（Kodak） KDIS（Digital Imaging System）　（コニカ） SAIPAC（医用画像システム）（島津）	TOシリーズ　（東芝）	Super HR30シリーズ,間接用MI-SL（富士） 片面 LI-RM,MI-MA　（富士） 間接用TypeSR-IC　（コニカ） 片面SR-DUP　（コニカ）
1992			Type SR-G,SR-C,SR-H,SR-L（コニカ） 片面EIR,EIC,KELP1120　（Kodak）
1993	ADシステム 発売　（富士） CEPROS 30システム（30秒）　（富士）	HG-M　（富士）	URシリーズ,CR-780H　（富士） KELP2180　（kodak）
1994	ドライレーザーイメージャを発表（3M,Polaroid） 希土類感度補償蛍光板CG-Ⅱ		SR ES-G,ES-C　（コニカ） 間接用MI-FA,　片面LI-LM　（富士）
1995	CEPROS M2システム（45秒）（富士）	HG-H　（富士） XG-S　（コニカ） UM・MAMMO	RX-U,片面UM-MA,HC　（富士） IEF/RA,片面MLP-190,DUP/RA　（Kodak） 間接用HX,ME, ME-P　（コニカ）
1996	ダイレクトディジタイザREGIUS発売　（コニカ）	New Vシリーズ　（化成オプトニクス） XG-F,XG-M　（コニカ）	SR ES-M　（コニカ） IS-951　（Kodak） Min-R2000,CR-400,GP25　（Kodak）
1997		乳房用高感度・高コントラスト増感紙	SR ES-L,ES-H　（コニカ） IS-952　（Kodak） 片面LI-HM　（富士）
1999			間接用PFH-T　（Kodak） 片面DVB/C CR, DV8300,8100　（Kodak） New URシリーズ　（富士） IS-953 , MXシリーズ　（Kodak）
2000			

1960－1999　その他・関連技術・骨密度測定

年号	その他・関連技術	骨密度測定
1960		Radiogrammetry（Vitama P）
1961		
1962		
1963	GTFファイバースコープ発表（オリンパス）	^{125}Ｉまたは^{241}AmによるSPA法（Cammeron JR）
1964		骨萎縮度分類（腰椎）（伊丹） 中性子放射化分析法（Anderson J.）
1966		^{137}Csと^{241}Amのγ線によるDPA法（REED GW）
1967	世界初のテレエンドスコープ１号機を大阪成人病センターに納入（東芝）	
1968		
1969	内視鏡的逆行性膵・胆管造影法（ERCP）（高木国夫）	
1970		骨萎縮度分類（大腿骨）（Singh YM） ^{153}GdのDPA法（Mazess RB）
1971		
1972		
1973		コンプトン散乱法（Garnett ES）
1974		
1975		
1976		SE-QCT法（Ischerwood I）
1977		DE-QCT法（Genant HK）
1978		
1979		
1980		RA（MD法）（井上）
1981		
1983	OESスコープ発表　（オリンパス） 世界初 電子内視鏡１号機（白黒CCD:RGB順次方式） （米国ウエルチアリン社）	
1984		全身型DPA装置
		QUS法（ウェット型）（Langton CM）．QUS装置
1985	オリンパス電子スコープ発表　（オリンパス） カラーCCD方式電子内視鏡 国産１号機完成（東芝）	
1986	電子内視鏡システム（EES-50A）：国産初（東芝）	ガンマカメラ型DPA装置（友光）
1987		DXA装置（Steln JA）
1988		pDXA装置
1989		DIP装置 The Committee for Standards in DXA 発足 現名称：International Committee for Standads in Bone Measurement
1990		pQCT装置　（McClean BA） FCRによる骨塩定量（田上），QUS法（ドライ型）
1991		CXD装置
1992		ファンビーム型DXA装置（Fukunaga M） SXA装置
1993		骨梁の画像解析（Caligiui P）
1994		
1995		
1996		QUS装置（Roux C）
1997		
1998		
1999		
2000		

1900－2000　造影剤

年号	造影剤
1900	蒼鉛を造影剤として消化管造影 Rieder
1902	リピオドール創製 Lafay
1904	次硝酸ビスマスで消化管造影 Rieder（独） 硫酸バリウム処方を発表 Rieder（リーデル食餌）
1905	銀コロイド液で逆行性腎盂造影 Voelcker（ハンガリー）
1910	硫酸バリウム 消化管造影剤として紹介 Bachem（独）
1914	コルラルゴール 子宮内注入造影 Rubin（米）
1917	国産診断用硫酸バリウム　（三共製薬）
1918	臭化ナトリウム紹介 Weed（米） 沃化ナトリウム人体使用 Cameron 陰性造影剤（空気）で脳室撮影 Dandy（米）
1921	ヨードピリドンナトリウム（セレクタン）Binz（独） ガスmylography Jacobaeus（スエーデン）
1922	リピオドールウルトラフライド（仏．ゲルベ）
1923	ヨード化けし油（リピオドール）で脊髄腔造影 Sicard（仏） 臭化ストロンチウムで上肢動脈造影 Berberich 沃化ナトリウムで尿路系造影 Osborne（米） リピオドールで気管支造影 Sicard（仏）
1924	沃化ナトリウムで大腿動脈造影 Brooks（米） テトラヨードフェノールフタレインで胆嚢造影 Graham
1927	モノ・ヨード造影剤の開発 Binz（独） セレクタン・ノイトラール，ウロセレクタン 沃化ナトリウムで脳血管造影 Moniz（ポルトガル）
1928	トロトラスト（独・ハイデン）
1929	ウロセレクタンで経静脈性腎盂尿路造影 Swick（米）
1930	ウロセレクタンＢ合成　（独・シェーリング） キンシバリウム　（堺化学） アブロジール　（独・バイエル）
1931	水溶性造影剤アブロジールによる脊髄腔造影 Arnell モルヨドール　（第一製薬）
1932	ジ・ヨード造影剤 ベルアブロジール（独・バイエル） ピラセトン　（第一製薬）
1933	ヒプラン　（米・マリンクロット） スギウロン　（第一製薬）
1940	ピリセレクタン　（独・米シェーリング） バリアン　（第一製薬）
1943	プライオダックス　（米・シェーリング）
1944	マイオジール Ramsey,　（鳥居）
1951	テレパーク　（米・ウィンスロップ） ダイオドラスト　（米・ウィンスロップ） ピラセトン　（第一製薬） ウロコン　（米・マリンクロット）
1952	トリ・ヨード造影剤アセトリゾエート Hoppe ウロコリン　（第一製薬） トリオダン　（日本化薬）
1953	テリダックス　（米・シェーリング） ビリグラフィン　（独・日本シェーリング） バリトゲン　（伏見製薬） ウログラフィン　（日本シェーリング） エンドグラフィン　（日本シェーリング）

年号	造影剤
1954	ハイパーク　（米・ウィンスロップ） アンギオグラフィン　（日本シェーリング） フォトゴール，ピラセトンＣ　（第一製薬） フェンテチオタレインソジウム　（第一製薬）
1955	油性ウロコリン　（第一製薬）
1958	ビロプチン　（独・シェーリング） ダイアジノール　（万有製薬）
1960	ウロコリンＭ　（第一製薬）
1961	ガストログラフィン　（独・日本シェーリング） イソペーク　（米・ウィンスロップ，鳥居薬品） ディオノジール　（日本グラクソ） ビロパーク
1962	オスビル　（豪・スティックストック，中外製薬） コンレイ,アンギオコンレイ　（米・マリンクロット） アブロジル　（独・バイエル）
1964	ポピオドール　（第一製薬） リピオドール・ウルトラフルイド（小玉）
1965	コンラキシン　（伊・ブラコ） コンレイ，アンギオコンレイ　（第一製薬）
1966	ハイトラスト　（小玉） バロスパース　（堀井薬品）
1968	ジラックス　（仏・ゲルベ，第一製薬） コンラキシン　（武田薬品）
1970	非イオン性低浸透圧造影剤開発
1972	アミパーク　（ノルウェー・ニコメット）
1973	コレグラフィン
1975	ヘキサブリックス　（仏・ゲルベ）
1976	ビリスコピン　（独・日本シェーリング）
1977	イオパミロン　（伊・ブラコ）
1978	オムニパーク　（ノルウェー・ニコメット）
1979	プロスコープ　（田辺製薬） オプチレイ　（米・マリンクロット，山之内製薬）
1980	イソビスト　（独・シェーリング） イオメロン　（伊・ブラコ，エーザイ）
1986	イオパミロン　（日本シェーリング）
1987	ヘキサブリックス　（栄研） オムニパーク　（第一製薬）
1988	イマニジール　（JT，吉冨，協和） MR；Ga-DTPA（マグネビスト）（日本シェーリング）
1991	ＭＲ；クエン酸鉄アンモニウム（フェリセルツ）
1994	ＭＲ；Ga（HP-DO3A）（プロハンス）（エーザイ）
1996	ＭＲ；Ga-DTPA-BMA（オムニスキャン）（第一製薬）
1999	ＵＳ；レボビスト
2000	ＭＲ；AMI-25（フェリデックス）

第２章　臨床応用技術

２．１　放射線技術学・技術概論および放射線管理
　２．１．１　放射線技術学・技術概論 ……山下一也
　２．１．２　放射線管理技術 ……砂屋敷忠
　２．１．３　測定技術 ……山田勝彦
２．２　画像技術
　２．２．１　画像評価 ……遠藤俊夫
　２．２．２　医療画像における画像処理 ……山下一也
２．３　感光材料
　２．３．１　蛍光板とその関連技術 ……鈴木優二郎
　２．３．２　増感紙・フィルムとその関連技術 ……鈴木優二郎
　２．３．３　現像処理とその関連技術 ……水谷　宏
　２．３．４　その他の感光材料とその関連技術 ……鈴木優二郎
２．４　Ｘ線検査技術
　２．４．１　頭部領域（耳鼻科・眼科領域を含む）……川本清澄
　２．４．２　胸部領域 ……錦　成郎・萩原　彰
　２．４．３　腹部領域 ……小川　清
　２．４．４　骨・関節領域 ……今井方丈
　２．４．５　軟部領域（主に乳房撮影）……堀田勝平
　２．４．６　消化管領域 ……鶴田重彦
　２．４．７　血管領域 ……宮崎　茂・江口陽一
２．５　Ｘ線ＣＴ検査技術
　２．５．１　ＣＴ検査技術 ……花井耕造・東村亨治
２．６　ＭＲ検査技術
　２．６．１　ＭＲ検査技術 ……土井　司・松田　豪
２．７　超音波検査技術
　２．７．１　超音波検査技術 ……松原　馨
２．８　骨密度測定技術
　２．８．１　骨密度測定技術 ……友光達志
２．９　核医学検査技術
　２．９．１　核医学検査技術 ……福喜多博義
　２．９．２　試料測定技術 ……濱津尚就
２．10　放射線治療技術
　２．10．１　放射線治療技術の動向 ……内山幸男
　２．10．２　治療装置とＱ＆Ａ ……相川芳弘
　２．10．３　治療計画と照射技術 ……小川　宏
　２．10．４　データ転送と治療システム ……内山幸男
２．11　医療情報技術
　２．11．１　医療情報技術 ……松井美楯

（本章においては、学術大会における発表は発表と、論文による発表は報告として記述した。）

第２章　放射線技術の歩み

2.1　放射線技術学・技術概論および放射線管理

2.1.1　放射線技術学・技術概論

１）放射線技術学／技術の考え方の変遷と経緯

この技術史の第１巻の冒頭で、「『技術』の史的な発展過程の追及は、その『技術』のなかに反映する『技術者』の素朴な原型をさぐりあてようとすることであり、『技術者』のあり方自体を点検することが、実は『技術』の発展段階を論理的に決算していくことにつながる」[1)]と述べている。わたしはこの立脚点で、本技術史第２巻（以下、本技術史）の分担部分の「放射線技術学／技術概論」（以下「概論」）の記述をしたい。そして、本技術史が医療放射線技術学／技術（以下、放射線技術学／技術）の発展の法則性を明らかにし、現実の放射線技術が当面している現代的な課題にも正しく答えるものでなければならないと考えている。

21世紀の帳を開くまでの40余年の歳月は、「技術者のあり方自体の点検」と「『技術』の発展段階」をどのように「論理的に決算」したのであろうか、以下その変遷と経緯を俯瞰する。

「技術」という言葉は本来、生産の場で用いられてきた。しかし現在では人間の生活活動のすべての分野で、日常に通俗的に使われている。その理解は「科学」に対置し、「技術」は道具・器具・機器・装置などの手立て・手段を一定の約束にしたがって組合せ、目的にかなうよう実践するもの―といえる。また「科学」は、自然の認識活動―法則性・規則性を理論として実現した学的体系であると規定すれば、「技術」の目的は「実践のための行為をめざす」ことであり、「科学」のそれは「理論のための真理をめざす」ことで、両者の違いは鮮明に浮かび上がる。しかし、20世紀後半になって技術と科学との境界が不確かになり、基本的に融合することのない両者を一体化する風潮が生まれてきた。その典型は、19世紀後半に近代科学を体系化した欧米で「科学に基づいた技術」[2)]という新しい概念を生み出し、やがてわが国で「科学技術」や「技術科学」という得体のしれない術語をもった「技術」と「科学」がひとり歩きするようになる。

1772年にドイツのBeckmann, J.が定義した技術学Technologie、technology；テクノロジーは、目的にしたがい具体的な作業工程に制約された個々の手段や操作の方法を整理・分類したもの（一般技術学）と、一定の原料や材料を使って目的の製品を作りあげるまでの手順と方法（特殊技術学）であった[3)]（下線は引用者）。この技術学は、手工業時代の物造りの手段や方法、手順などを科学的に処理をし、整理・分類する典型的な姿を彷彿させる。やがて機械制大工業時代を迎えると当然、「科学に基づいた技術」はシステムとしての技術学の形態をとるようになる。これを「科学的テクノロジー」と名付けて、産業のために役立つ「科学」と定義している[4)]。このように「技術」と「科学」は、技術学を交差点として相補しながら不可欠の関係を保ち近代的な要素を培い、確固として高度科学と先端技術を取り込んだ今日の「革新」の時代を迎えている。

日本放射線技術学会（以下、日放技学会）編の「診療放射線技術学大系・専門技術学系、医療放射線技術学概論」でわたしは、医療技術領域における放射線技術とその技術学について；

「放射線医療がめざす目的実現に必要とする器具や機器、装置の類と、医療者（技師と医師）自身の経験や知識などにもとづいた技能や知能との特定に組み合わせ・つながりである、と放射線技術を規定し、その上で放射線技術学は、医療的（医学的）認識の体系であり、放射線医療における放射線技術を追及する科学である」[5)]と概ねこのように述べている。

わたしのこの視点は、10年を経過した今日の「先端的技術革新」時代でも変わらない。放射線技術が疑いもなく「科学に基づいた技術」であり、放射線技術学が「科学テクノロジー」として、たんに放射線撮影技術学・核医学検査技術学・放射線治療技術学・放射線管理（保健物理）学・放射線機器工学・測定技術学・品質管理学などを寄せ集めた集合体ではなく、独自性と自律性をもった「学的体系」であることだけでは確信をもっていえる。

「岩波講座・科学／技術と人間」の第１巻「問われる科学／技術」のまえがきによれば、「この20世紀に科学／技術は驚異的な発展をとげ、私たちの生活を大きく変えた」として、「科学／技術の普及による近代化は、従来の価値観、倫理感の変更を迫るものになっているのにもかかわらず、科学や技術の概念すらあいまいで混乱したままである」と断定している。その上で、「〈科学と技術〉や〈科学技術〉としてでなく、科学や技術を包括

的に、すなわち〈科学／技術〉としてとらえ」る、と述べている[6]。これは現時点での科学／技術を先験的にとらえようとする一つの見方であろう。

この「概論」でも、医療放射線技術とその技術学、あるいは放射線医学をも包括的にとらえる立場をとる。したがって以下、その表記も「放射線技術学／技術」あるいは「放射線医学／技術」と略記する。

技術は「技術の内的発展の論理」に支配されて発展・発達する[7]。石谷清幹は「外的条件が満たされると技術は発達するが、その発達するときにいろいろな質的に新しいものが発生し、古いものはなくなり、過去の蓄積に依存しながらも過去を否定して新しいものに変わっていく。その変わりかたを規律する科学的法則性が存在する。それが技術の内的発達法則である」といっている[8]。

現在、医療技術のなかでも象徴的、特異的な位置をしめる放射線技術は、「技術」一般の変遷に相応して20世紀半ばを起点にして、大きく変貌をとげた。その転機は、Ｘ線コンピュータ断層撮影装置（X-ray computed tomography unit；以下Ｘ線ＣＴ、1971-1972）の発明であり、磁気共鳴断層映像装置（magnetic resonance imaging equipment；以下、ＭＲＩ、1973-1974。臨床的画像化は1976）の実現であった。その背景に通底するのはいうまでもなくコンピュータの科学／技術である。

２）研究領域からみた放射線技術学／技術概論

1960年以降の20年余は、日放技学会創設当初に散見した日放技学会の基盤に関与する「概論」の画然とした熱い研究の成果はみられない。しかし、1980年代後半から1990年代に入って放射線技術学／技術の急速な発展にともなって、日放技学会誌（以下、学会誌）の紙面に多彩な彩りがうず巻き日放技学会の体質が変貌する。

本技術史では全体に、明確な「時代区分」が示されていないので、ここでは1960年から1999年まで10年区切りの４世代を設定して編年性を採用し、その年代を時代区分とする。ただし、変則であるが編纂の都合上、1990年代は歴年性として、2000年の１年間を含む。

この「概論」では、口述や紙上の発表などは文献的意義が薄いので取捨し、原則として学会誌に掲載された論文だけを対象に引用者が恣意的に取りあげる。そして「概論」の立場で註解する。また学会誌の引用の形式は原則として「巻（号）、発行年」とする。すべて敬称は略させていただく。

ａ）1960年代

⑴放射線医学／技術の流れ：

年代	主な事項
1950-1955	☞解像力不信論が起こり、いわゆるレスポンス関数が注目。
1961	☞国際光学会議像評価問題分科委員会は、とくに注釈がないかぎりレスポンス関数の呼び名に「modulation transfer function、ＭＴＦ）を推奨。
1962	☞ラジウムのリモート・アフターローダを考案（Walstam）。
1963	☞最初のＲＩの体内断面分布像：Mark-I（D.E.Kuhlら）。 ☞Bootstrap法（強度スケール特性曲線作成法）の考案（Kodak）。
1965	☞高速回転Ｘ線管（9,000rpm）の国産化。
1965-	☞科学的根拠のある温熱療法。
1966	☞90秒処理自現機の出現（Kodak）。
1967	☞最初の国立系医療短大が大阪大学に併設、診療放射線技術学科（設置当初は診療放射線技術科）の開設。以後、国立系の「専修学校」は短大化する。
1968	☞ガンマナイフの開発（L. Leksell）。 ☞診療エックス線技師法の一部改正―診療放射線技師が誕生。 ☞多面断層スキャナを開発：Pho／Con（H.O. Anger）
1962-1968	☞国内外で各種選択的血管造影が行われる。
1969	☞コンピュータ・システムの放射線治療計画法（梅垣、稲邑）。 ☞ＥＲＣＰ（内視鏡的逆行性胆管膵管造影）を報告（大井、高木ら）。 ☞Ｘ線ヘリカル・スキャニングの原理（P.E. Slavin）。 ☞第12回国際放射線医学会議（XII、ＩＣＲ）と第４回国際放射線技術会議（IV、ＩＳＲＲＴ）、東京で開催。
1962-1969	☞Ｘ線診断系のＭＴＦ測定法が確立（K. Rossmann、R.H. Morgan、内田、金森、竹中、G. Sandersonら。）

⑵放射線技術学／技術概論の流れ：

この年代、「概論」を熟察・考究した論文はないが、学会技術史委員会編纂の「日本放射線技術史」の報告がある。

「24(5)、1969」：「第１部、明治、大正時代」（１．山下一也、２．加藤芳郎、３．林周二）。

「26(5)、1970」：「技術史委員会報告」（４．遠藤俊夫、５．小倉佐助、６．吉田弘）。

「35(5)、1979」：「技術史委員会報告―日本放射線技術史編纂その後」（細江謙三：口述、梅谷友吉：口述）。

「37(1)、1981」：「技術史委員会報告―技術史資料」（綱川高美：口述）。

「38(4)、1981」：「技術史委員会報告―日本放射線技術学会創立準備委員会記録内容の抄録」（加藤芳郎）。

以上、年度をまたいで５回に分けて報告。この「日本放射線技術史」は、1989年６月に日放技学会技術史委員会編（1989年版）として訂正・追記を加えて出版。本来は1980年代で註解すべきであるが、初出の原則に従って、ここで取りあげる（以下、1989年版）。

前出の五つの報告で、ほぼ全容を伝えているが、目次の順に再録する。第１章は「人・教育」（山下一也）で、アンケート調査の結果に基づいて初期の「人」の動きを追跡し、「技術者」集団にいたる発展の様相を分析。そのなかから放射線技術の発祥と伝授、そして研究会・講習会、「学校」への発展経路を後追いし、診療エックス線技師（診療放射線技師）の姿を確定する。第２章は「Ｘ線装置・Ｘ線管および附属品」（加藤芳郎、青柳泰司、林周二、遠藤俊夫）で、Ｘ線発見の実験を追尾するための器具・装置類から臨床に用いられた器具・装置類まで、Ｘ線管球（Ｘ線管）を含めて時系列に記述。現在のすぐれた特性をもつＸ線管やＸ線装置の背後に見え隠れする歴史的な発展経路がうかがえる。第３章は「感光材料等」（飯塚芳郎）で、乾板とかＸ線フィルム、蛍光板と増感紙などの歴史的な発展経緯が実例とともに綿密に展開。明治期・大正期の現像処理の実態と現在にいたるまでの処理剤の変遷を紹介。第４章は「撮影技術・造影剤」（小倉佐助・遠藤俊夫）で、明治期・大正期の各種撮影技術と技法を発掘。昭和期に入って新しい装置・器具などの技術の考案が、特殊な撮影技術や技法を新しく生み出すという技術発展の経緯をみる。第５章は「管理技術」（遠藤俊夫）で、放射線診療における放射線障害や電気的・機械的危害などがどのように管理・監督されてきたか―現在ではとうてい考えられない状況を現出し、一方ではまじめに危害を排除する技術的な工夫や研究が行われていたことを知る。第６章は「口述史」（加藤芳郎・遠藤俊夫）で、細江謙三、梅谷友吉、綱川高美、赤松晴らの先達の肌理の細かい語りが印象的。第７章は委員会主催の「公開討論会」の記録。第８章は「日放技学会史」（梅原傳介）、そして、第９章の「技術史年表」（遠藤俊夫・飯塚芳郎）で締め括られている。

「21(1)、1965」：「過去20年間における日放技学会総会の研究発表からみた放射線技術の推移」（金子順治、中島安三、中間光雄）。年度、開催地、特別講演、宿題報告、発表演題などを取りあげてまとめている。最近の10年間の関連技術が急速に進歩し、自動化・高精度、そして使い易さを重視する傾向があるという。またＸ線撮影法の数式を展開した理論や造影剤の改良と高速撮影装置の実用化によって心臓血管造影法が数多く報告されたという。この報告形式は以後、年度学会長の類似報告の典型。

「19(2)、1963」：「International Secretariat of Radiographers and Radiological Technicianの会議に出席して」（中村　実）。「22(1)、1966」：「第３回ＩＳＲＲＴ総会に出席して」（瀧内政治郎）。中村の参加は第２回総会。日放技学会の国際化の扉が開き始める。

ｂ）1970年代

(1)放射線医学／技術の流れ：

年代	主な事項
1970	☞ＩＣＲＰは、Ｘ線診断における患者の防護の勧告15、16を採択（勧告17：1971、勧告22：1973）。
	☞距離法の強度スケール・Ｘ線センシトメトリー法を創案（A.G. Haus、K. Rossmannら）。
1971	☞増感紙／フィルム系のコンビネーション・システム：X-Omatic systemを発表（Kodak）。
1972	☞コンピュータ断層撮影法：Ｘ線ＣＴを英国放射線学会で発表（G.N. Hounsfild、J. Ambrose）。
	☞希土類蛍光体を増感紙に応用（R.A. Buchananら）。
	☞経カテーテル塞栓術を考案（J. Roeschら）：Interventional radiology、ＩＶＲの始まり。
1973～1974	☞ＲＯＣ解析法をＸ線診断系の視覚系主観評価に適用（C.E. Metzら）。
	☞ＮＭＲイメージング法：Zeugmatographyの案出（P.C. Lauterbur、画像化はR. Damadianが先行）。
1974	☞負パイ中間子治療が始まる（LosAlamos中間子研究所ほか、1982年－1988年に中止）。
1975	☞放射線医学総合研究所：医用サイクロトロンによる速中性子線治療が始まる（Van de Graafの速中性子線治療は1970年）。

	☞わが国最初のＸ線ＣＴが稼働（東京女子医科大学）。
1976	☞ディジタル画像処理技術やディジタル・アンギオサブトラクション（DSA）技術などの開発（Wisconsin大学、Arizona大学など）。
1977	☞電子ビームスキャン方式の超高速ＣＴの提案：Ultrafast-CT（飯沼ら）。
1978	☞最初のコンピュータ制御の回転形ガンマカメラの開発：Maxicamera400T（GE）。
1979	ポジトロンＣＴを開発：ＰＥＴ（放射線医学総合研究所／日立）。
	☞国際度量衡総会でシーベルト：Sv［J・kg^{-1}］を線量当量の単位に定める（1977年のＩＣＲＰ勧告）。
	☞高速ＣＶ（cardiaovascular）-ＣＴの開発：後年、Imatoron C-100、全身用に拡張されUltrafast-CT（D.P. Boydら、1988年に国立循環器病センターに設置）。
1970-	☞1970年代後半、核イメージング断層撮影法（emisson computed tomography、ＥＣＴ）の研究がすすみ、臨床への適用が始まる（ＳＰＥＣＴとＰＥＴ）。

⑵放射線技術学／技術概論の流れ：

この年代は放射線技術学／技術の方法論と組織論が表面にでて、熱い議論が交わされている。

「26⑵、1970」：第26回（1970）総会シンポジウムの事後論文「中央放射線科のあり方」（座長：林周二、演者：山下一也、二村梓、大塚昭義）。日放技学会固有の「技術／技術学概論」のなかで一分野を初めて討論の場に提供した意味で、立案者であり座長を務めた林周二の先見の明に注目。林の発案で関連事項の論文を事前に公募し、そのなかから上記３名を選んだ。学会や研究会におけるシンポジウム演者を論文公募して決定するという公開討論会の本来の姿を先取りしている。また技術面だけでは討論が深まらないと考え、放射線専門医を助言者（楢林和之・神戸大学医学部放射線医学教室教授）としている。

討論会での発言の要点は、山下は医学／医療の歴史的発展経緯を説きながら今日的な放射線技術と、その技術学の方法論を定義し、「放射線科」「中央放射線部」のあり方を論理的に考えようとしているが、内容がやや生半可で充分に沸騰していない。二村は真正面から「中央放射線科」の現状に分析と評価を加える。そして、いかなる技術も社会構造や経済構造の影響を受けるので、医療の本質と現社会体制に積極的に目を向けなければならないと結ぶ。大塚は「中央放射線科」の構造的主因を分析、その経済性に注目する。その上で「中央放射線科」の役割や機構・機能、特異なその組織性を説き、中核である技師自体の組織体系の確立が患者への良いサービスにつながるという。質疑討論のなかで、山下は「医学概論」に相当する「放射線技術（学）概論」の必要性を提案。また組織性の議論で管理システムは専門医中心か技師中心かのなかで、楢林の「技術学を修めようとする人を引き寄せる体制、環境整備をしていく必要がある」という発言は、責任ある立場の専門医としてはこの当時、思い切った発言で、このシンポの成果の一つ。

「26⑸、1971」：「学会の今後のあり方に関する答申書」（学会のあり方委員会委員長・山田勝彦、委員・林周二、加藤芳郎、横山太郎）。「学会の本来あるべき形態」「技術学会の存在すべきfieldとその役割」「技術学会の進むべき形態」「技術学会の事業のあり方」「日本放射線技師会との関連性」の５部構成。学会は社会に対して信頼度の高い集団で、学会員の研究成果を正当に評価し認証する。そのための環境作りと学問分野を明確にし、組織形態をオープンにする。トップグループを拡大し、専門の学術を理解した執行者を民主的に選ぶ。また放射線技術学を技術学会の学術中核にして、専門分野を「診療放射線技術」に絞る。その他、学会長の選出、法人化の確定、大ブロック支部制、会費直納制などを提言。技師会とは抽象的に相補的関係を保つよう提案。この答申の内容が履行されたかどうか―その後の総括はない。

「28⑶、1972」：第28回（1972）総会の学会長講演後論文「放射線障害物故者調査に関する報告」（岩佐誠）。日本医学放射線学会と共同調査（調査委員：日医放学会・後藤五郎ほか５名、日放技学会・細江謙三ほか５名、事務局担当・古賀佑彦）の報告。職業的な被曝や放射線障害が原因で死亡した者を調査の基準とする。1970年８月～1971年12月の間、両学会誌で会告して27名の該当者（医師：11名・技師16名）をリストアップ。勤務場所と作業内容の関係、障害部位と状況、死亡原因などを含めている。これ以前のEhrenbuch（1959）に採録記載されている28名は除外。放射線防護が徹底している現状では、放射線障害物故者の生じる事態は低い。しかし、このような調査は継続して定期的に行う必要があるだろう。

「28⑷、1973」：文献調査委員会（委員長・光田秀雄）は最初の文献コード試案を報告。この30年来、数千件にのぼる研究発表（口述・紙上）のうち約１割しか論文として発表されていないのが現状。他学会との関連や種々の情報を機能的に整理してコード化する必要性を提言。

当然のこととはいえ日放技学会の組織的な機能改革を計り、学術分野の視野を広げようという。綿密な区分構成で、当時の日放技学会の学術水準でみても遜色はない。

「30⑸、1975」：「放射線技術学の基礎構造―方法論についての考察―」（藤原 治）。日放技学会の学術領域に基礎的考察を加えた最初の論考。放射線技術学の概念構成を試み、放射線技術（学）理論と科学理論の共通性を方法論的に追跡し考察する。放射線技術学を学的体系へ止揚する試み（たとえば、医学的アプローチ・工学的アプローチ・保健物理学的アプローチによる問題提起と検証など）は必ずしも充分に論証されているとは思えないが、藤原の真摯な議論は、山下一也の技術（学）概論の理論的構築（第34回・第35回総会発表）と、加藤稔らの技術学の教育や倫理などの研究（第35回・第36回・第37回・第38回・第39回・第40回・第41回・第42回・第43回総会発表）に発展的に引き継がれる。加藤らの研究は1979年から1987年にいたるまでの９年間、いずれも紙上か口述発表で学術論文としての報告がない。

「33⑶、1977」：第33回（1977）総会の学会長講演後論文「放射線技術学の展望」（光田秀雄）。放射線技術学は臨床医学と工学の境界領域の学問で、放射線を軸にして応用物理学（物理と工学の境界領域の学問体系）と臨床医学を結ぶ位置にあるという。やや論証に欠けるが放射線技術学に対する一定の識見。

「33⑷、1978」と「33⑹、1978」に画像分科会（第１回・第２回・第３回）の講演後論文「情報理論について」、「Ｘ線撮影系への情報理論の適用」、「第１部基礎理論」、「第２部増感紙・フィルム系の情報容量」と、「40⑵、1983」にある「雑音と情報量」（以上、金森仁志）は、第15回（1959）総会の報告「最大情報量撮影について（Ⅰ）」（内田勝）、「34⑸、1979」の「放射線画像の評価」（内田勝、稲津博）、「36⑷、1980」の「エントロピー解析法」（内田勝、大塚昭義、藤田広志）、「40⑹、1984」の「画像と情報理論」（内田勝）とともに、画像評価法に情報理論を適用する論考で、日放技学会の放射線技術学／技術領域に一つの指標を提示。その画像評価における情報量スペクトル、情報容量、エントロピーの各方法論の是非が「39⑸、1983」の「情報量スペクトルを用いた針とビーズのＸ線写真と画質評価」（金森仁志、松本政雄）と、「39⑹、1983」の「スペクトルＳ／Ｎ比をもちいた検出能による総合画像評価の理論」（若松孝司、山下一也）との間で理論的な面での議論が交わされる。

「33⑺、1978・臨時増刊号」：「最近の医用映像技術」の７編の解説論文（野辺地篤郎、山下一也・若松孝司、遠藤俊夫、飯沼武、木村和文、河野一男、津田元久）。放射線画像を中心にした医療画像一般を網羅。飯沼の「コンピュータ断層撮影（ＣＴ）」は、Ｘ線ＣＴの原理、アルゴリズム、新規のＣＴなどを分かりやすく解説し、社会的に医学・医療の面でも大きなインパクトを与えているという。やがて訪れるディジタル画像時代の足音が仄聞できる。

「34⑷、1978」：「ホログラフィと放射線像」（内田勝、小島克之、森秀夫）は、1950年代以降、光の振幅と波面位相を記録して立体像として再生する光工学系の技術と断面像再生の応用を解説。一部、放射線撮影系に適用されたが、臨床的に実用化する前に、ディジタル画像の普及にともなって姿を消す。「技術」の「量と質」の矛盾の表出。

「34⑹、1978」・「35⑴、1979」：「ＮＭＲによる断層撮影（Ⅰ）・（Ⅱ）」（内田勝、桂川茂彦、末吉武広）は、核磁気共鳴現象（nuclear magnetic resonance、ＮＭＲ）の基礎理論やベクトルの基本的性質、磁場、スピーン運動、緩和時間などの解説。いわゆるＭＲＩ（磁気共鳴画像）が、臨床面に完全な姿を表す以前に、いちはやく「分子レベルの情報と組織の正常異常の識別ができ、悪性腫瘍の早期検出」ができる驚異の画像モダリティの基本を提示した論考（1982年に、最初のＭＲＩが中津川市民病院に設置）。

ｃ）1980年代

⑴放射線医学／技術の流れ：

年代	主な事項
1980-	☞わが国各装置メーカは独自のＳＰＥＣＴ装置を開発（島津＝HEADTOME：1981、日立＝Gamma View 2000H：1986、東芝＝GCA 9300A：1989など）。
1980	☞英国でＭＲＩの臨床治検（Aberdeen大学など。わが国では、1982年、岐阜の中津川市民病院）。
1962-1982	☞Ｘ線診断系のWienerスペクトル測定法が確立（K. Rossmann、K. Doi、高野、G.T. Barnesら）。
1982	☞重イオンＣＴの開発（M.C. Pirrcellら）。 ☞第15回ＩＣＲで多数のＤＲ（Digital radiography）の臨床的適用が報告。 ☞PACS（picture archiving and communication）システムの構想（Kansas大学、Pennsylvania大学）
1981-1983	☞最初のＣＲ（computed radiography）システムの開発（富士写真フイルム）。

1983	☞陽子線治療が開始（文部省・高エネルギー加速器研究機構：ＫＥＫ）。
1986	☞この頃、わが国では１日多分割照射法の実施。
1987	☞コンピュータ支援診断（computer-aided diagnosis、CAD）システムの提案（K. Doiら）。 ☞わが国最初の放射線技術系の４年制大学が藤田保健衛生大学衛生学部に創設（1991年に名称の変更）。以下順次、国公私立の４大校が開設。 1991：鈴鹿医療科学技術大学保健衛生学部・放射線技術科学科（1998年に名称変更） 1993：北里大学医療衛生学部医療工学科 ：大阪大学医学部保健学科 1994：茨城県立医療大学保健医療学部・放射線技術科学科 1995：国際医療福祉大学保健学部放射線・情報学科 ：金沢大学医学部保健学科 1997：東京都立保健科学大学保健科学部・放射線学科 ：広島国際大学保健医療学部・診療放射線学科 ：名古屋大学医学部保健学科 1998：岡山大学医学部保健学科 1999：新潟大学医学部保健学科
1988	☞JMCP（Japan Medical Congress Promotion、日本医学学術集会振興会：日本医学放射線学会・日本放射線技術学会・日本放射線機器工業会）発足。 ☞胸部Ｘ線撮影に「ＡＭＢＥＲ」方式が考案（H. Vlasbloenら、一次検出器方式のディジタル化の先駆け）。 ☞３Ｄ放射線治療計画法の案出（N.Y. Memorial病院）。 ☞Ｘ線ＣＴの世代交替がすすむ（第１世代：ペンシルビームＴ／Ｒ方式～第２世代：ハイブリッドＴ／Ｒ方式～第３世代：ファンビームＲ／Ｒ方式～第４世代：固定検出器・逆ファンビーム方式～第５世代：高速ＣＴ・ラセン方式～第６？世代：超高速ＣＴ・電子ビーム制御方式・マルチスライス：多列検出器方式などなど）。
1989-	☞1980年代後半、高速ＭＲＩの実用化（ＧＲＥ法～turbo Flash法と、fast SE法～segmented k-space法の２形式）。

⑵放射線技術学／技術概論の流れ：

この年代は、技術不信の世相を反映し放射線技術学／技術と人間の関係が問われる。この年代の半ばからは解説的・教育的な論文や報告が増加していく。

「37⑷、1981」：第37回（1981）総会の学会長講演後論文「人間工学的思考の導入について」（森山有相）は、総会特別講演「人間―機械系の安全性について」（飯山雄次）と、シンポジウムⅡの「医用Ｘ線システムの人間工学的設計」（座長：神田幸助、演者：山口尚二郎、池田善雄、今井健、森定義、中西省三、藤間秀雄、上野晴樹）に呼応する。特別講演の事後論文は、学会誌「37⑸」にシンポジウムⅡの報告は学会誌「37⑹」にある。

森山の論拠は、放射線技術学は多くの学問分野の学際領域における応用技術で成り立つので機器は無視できない。光田が提案した放射線技術学の体系に、機器との関わりに不可欠な人間工学的な思考が必須であると結ぶ。

飯山の主な論点は、技術が展開する特徴はたんに機能の開発だけでなく、機械的に大型で精巧化し、システム化や自動化などの効用拡大も計られている。そのメリットともに複雑化し間接的になるので、人間―機械系として安全性を体系的に追及しなければならないという。至極当然の論説。放射線機器の大型化・自動化へ向かうこの時点での厳しい警告。

シンポジウムでは、Ｘ線装置の機械的安全性、胃集検間接撮影システムの人間工学的設計改良などを討論。３演題を装置メーカの研究者・技術者が、それぞれの立場で人間工学的に機器の製作や構造の設計思想を論じる。３演題は臨床現場のユーザの立場で機器を操作する上での安全性や各種の問題点と事故対策を抽出し議論を深める。最後の演者、上野は人間工学の研究者で、信頼性と安全性の違いやシステムの安全とはなにかを綿密に分析し、その安全対策の柱は人間工学的安全対策であると結論する。これらの議論は大型機器を制御する者にとって非常に有意義で、機器の大型化を指向する現時点、今日的な討論会。

「38⑷、1982」：「日本放射線技術学会創立準備委員会記録内容の抄録」という技術史委員会（委員長・加藤芳郎）。日放技学会の創設の模様を当時の記録で再現した報告。日本医学放射線学会代表が９名と「レントゲン」技術者代表22名が参加、その準備委員会の会議速記録（ガリ版刷り26枚、関忠孝の署名）。日放技学会誕生の様

相がつぶさに語られている。

「39⑵、1983」：第38回（1982）総会の学会長講演後論文「総会運営の現状と課題」（山岸一雄。学会発展の推移と運営の問題点・課題を語り、学会運営全般の視点で長期的な施策を提言。

「39⑹、1983」：「わたしの画像論」（山下一也）は、第39回（1983）総会の学会長講演後論文。シンポジウムの事後論文「放射線医療技術学研究のあり方」（座長：山下一也、演者：高崎克彦、西谷源展、吉田日出輝、片倉剛、追加発言者：八木一夫）の事後論文とともに同総会でジョイントして開催された報告。

山下は、放射線画像の基本的な研究方法論の試みを提示。その論拠を医療技術短大で「画像論」という教科目を担当する立場から教育的実践と研究的実践の２側面におく。また技術学研究ではアイディアを重視し、それを問題意識に高めることの大切さを論じる。ジョイントシンポジウムでは、技師養成の学校教育に携わっている５名がパネラである。討論の主眼は、放射線技術学の研究方法論の構築であるが、深い議論と意見の開陳がなされたとはいえない。それは「テーマに対して答えの出し方が安易だ（内田勝）」、「大変興味深いが、肝腎の技術学研究の核心にふれていない（土井邦雄）」などの会場内意見に集約。

「39⑼、1983」：「医療及び看護業務従事者が医用電気機器を安全に使用するためのガイドライン」（ＪＩＳ・ＩＥＣ委員会報告）。IEC 62A-WG6の「Secretariat 59」の訳出。機器や設備がＩＥＣの規格・基準に適合していること、取扱説明書が理解しやすく書かれていること、操作者に医学的な知識と機器の性能・安全性の知識があること、病院管理者などは充分に機器の性能や安全性が維持されるように務めることなどが詳細に述べられている。その分野の「技術」が進展し複雑化すれば当然の対応処置である。また同委員会報告「今年度の動向」が学会誌「44⑶、1988。45⑶、1989。46⑶、1990。47⑶、1991。48⑶、1992」にある。ＪＩＳとＩＥＣ関連で、なにが問題であり、それがどのように検討され見直され規格化されたのか放射線技術学／技術の動向を詳細に提示。

「40⑶、1984」：「トロント大学における医用画像研究」（滝沢正臣）は、カナダの医学物理学者と放射線技師の教育の実態、トロント大学とオンタリオがん研究所物理部門でのＸ線ＣＴ、ＮＭＲ－ＣＴなどのイメージング研究の実情を語る。

「42⑴、1986」：第41回総会の学会長講演「医用画像記録の現状と将来」（下野哲勇）、教育セミナ「核医学の現状と将来」（中條政敬）のそれぞれの事後論文。前者はディジタル化に向かう現状をふまえ、画像の記録系をアナログ画像と対比しながらの解説。後者は核医学の歴史と核医学診療の現状、治療の分野を含めた論考。いずれもこの時点での日放技学会の学術的レベルが知れる。

「42⑺、1986」：第42回（1986）総会教育セミナ（教育講座）の事後論文「放射線診断機器開発の方向」（牧野純夫）。装置製作者の立場で、ディジタル化に向かう現状を機器開発の意味やその方向、放射線診療での侵襲・非侵襲という焦眉の問題とともに論じる。

「43⑴、1987」：「Monte Carlo法を用いた体内散乱線の解析（^{60}Co照射時の２次電子スペクトル）」（加藤秀起）は、確率事象の複雑現象を解析し規則性を与えるコンピュータ・シミュレーション手法の一手法；モンテカルロ（計算）法を散乱Ｘ線や診断領域の線量解析など広い分野に適用。以後、学会誌「43⑹、43⑽、1987」、「44⑴、44⑼、44⑽、44⑾、1988」、「45⑼、1989」、「46⑿、1990」、「47⑷、47⑿、1991」、「48⑴、48⑺、1992」に報告。また「48⑷～48⑾、1992」に「モンテカルロ計算への招待（光子について）」（丸石博文ほか）の啓蒙的な解説論文がある。1995年以降に関連解説記事を特集。

「43⑵、1987」：第42回（1986）総会シンポジウムⅡの事後論文「放射線技術における自動化の諸問題」（座長：神田幸助、演者：岡部哲夫、菊池利邦、鈴木正吾、藤間英雄、萩原和男、森定義ほか）。神田はエレクトロニクスの目覚ましい発展は、コンピュータをマイコンとして自在に駆使したり、Ｘ線ＣＴのようにコンピュータと自動化が予想以上に密接につながった典型的な機器・装置の出現となる。これをたんに放射線技術の自動化としてとらえるのではなく、医療技術学／技術の立場で医療の本質（原点）である人間の心と肉体とをトータルとしてとらえる哲学的視点の議論が必要―と提言。「自動化」討論会の基本的な方向を示す。その上で概ね次のように発言。「医療技術を自動化・機械化としてシステム化すれば、それは原則として医療技術と相いれない。極限的には医療は人間対人間の対応だからである。医療技術システムを無人化することと、人間の存在価値を機械に置き換えることの結果は、どんな損失が生じるのか患者の立場にたって考える必要がある」と。そこには医療技術学／技術の発展にともなった避けがたい矛盾が露呈することを危惧する。つまり、これからは患者（＝人間）の立場にたって人間性をそこなわない自動化論議が期待される。「技術」発展にとって焦眉の急；今日的な問題の提起。

「44⑾、1988」：「放射線技術・技術学の社会科学

的考察・序論」（山下一也）。技術と技術学の概念規定に照応し、種々の議論を重ねて放射線技術とその技術学の概念を規定し、それを技術論として提示。放射線技術学／技術を放射線医療の構造と機能に関連させた議論は、当時の日放技学会の基本的な学的理念と存在理由に一定の性格を与える。

「44(11)、1988」：第44回（1988）総会のシンポジウムの事後論文「放射線技術における信頼性の向上―胸部単純Ｘ線撮影技術に関して―」（座長：小川敬寿、演者：神田幸助、西脇裕、岡田弘治、宮崎茂、青木昌生）。神田の「機器のシステムの信頼性と撮影技術自体の信頼性がどのように相互に機能するか、それが得られる画像（Ｘ線写真）の高品質で安定性にどのように結びつくか―」の議論は、まさに放射線技術学／技術発展の核心。また青木の「ディジタル画像技術に刺激を受けて開発された広ラチチュードの胸部用Ｘ線フィルムは、中央部の病変検出を容易にしたが、逆に肺野の画質に新たな問題を提供している」という疑義に、放射線技術の内的発展の論理と矛盾を見る。

「44(11)、1988」：「放射線技術研究の展開」（小川敬寿）。放射線技術の基礎分野とその研究活動の展開に、具体性と新規性をみたが、論文でないので註解しない。

「45(11)、1989」：第45回総会（1989）学会長講演の後論文「本学会総会における研究発表の動向」（後藤正季）。核医学関係の研究報告が1970年代の後半に増加し、同時期には第32回（1976）に最初の報告があったＸ線ＣＴ関連演題が全体の約15%の占める。またＭＲＩは、第39回（1983）総会に最初の報告があり、急速に増加したＸ線ＣＴと違ってゆるやかな増加傾向を示す。今後はＸ線ＣＴに替わって増加するだろうと予測。核医学関連の増加は、核イメージング断層撮影法の研究の進捗．Ｘ線ＣＴのそれは1980年代の初期に実用化した高速ＣＴの出現で、この年代の後半に世代交替がすすんだことに対応。

ｄ）1990年代

⑴放射線医学／技術の流れ：

年代	主な事項
1990	☞放射線医療領域にニューロラルネット理論やファジィ集合論・測度論、フラクタル解析理論などの新しい知識体系の適用が始まる。 ☞1990年に入って、リニアックラジオサージャリ（linac radiosurgery）：Ｘナイフ（X-knife）が開発（実用化は1990年代後半）。
1970-1990	☞カラードップラ法の超音波三次元画像表示法が確立（J.R. Roelandら、高速演算化は1992）。
1985-1990	☞スパイラル（ヘリカル）ＣＴの出現（W.A. Kalenderら）。
1991	☞放射線以外の電磁波を用いたＣＴの研究（光ＣＴ、マイクロ波ＣＴ、インピーダンスＣＴなど）。 ☞非対称性・増感紙／フィルムシステム（InSight system）を発表（Kodak）。
1992	☞二重軌道Ｘ線管の考案（GE／SIEMENSら）。
1993	☞DICOM（digital imaging and communication in medicine）Ｖ３規格の制定。 ☞1993年前後、陽子線・重粒子線での治療法が国内外で活発（放医研のHIMACなど）。
1994	☞ゼロラジオグラフィ方式のディジタル胸部撮影システムを提案（U. Neitzelら）。
1968-1995	☞1995年前後、超音波診断装置のディジタル化がすすみ、ハーモニック画像処理技術（コントラストハーモニック画像法：微小気泡造影法と組織ハーモニック画像法）が実用化（R. Gramiak、R.S. Meltzerら）。
1996	☞Ｘ線固定平面検出器（flat panel detector）の研究と開発が国内外で活発化。 ☞ＭＲ－ＩＧＴ（image guided therapy／tracking）とＭＲ内視鏡を開発（GE社ほか）。 ☞ディジタルマンモグラフィの実用化（間接変換方式：GE、SIEMENS、FISHERほか）。
1997	☞SPring-8（世界最大規模の放射光）が稼働（兵庫県播磨科学公園）。
1998	☞^{18}Ｆ－ＦＤＧ（fluorodeoxyglucose）を用いたＰＥＴ／ＳＰＥＣＴが核医学診療の主流となる。 ☞乳房画像ＣＡＤ：ImageChecker System M1000の実用的臨床装置が稼働（米、R2-Technology社）。米国におけるＣＡＤ元年と名付ける。
1995-1998	☞1990年半ば以降、MR angiography、頭部や胸部、腹部、四肢など広域に適用が広がる。
1983-1999	☞コーンビーム（cone-beam）三次元ＣＴの研究と開発がすすむ（H.K. Tuy、L.A. Feldkanpら、遠藤（放医研）、日立など）。
1995-1999	☞1990年代半ばから後半にかけて、わが国における増感紙／フィルム系の高品質化なる

	（コニカ、富士メディカル）。
1997-1999	☞国内外でマルチスライスＣＴの本格的稼働（GE、SIEMENS、東芝、島津など）。

⑵放射線技術学／技術概論の流れ：

1980年代半ばから各領域の技術モダリティの開発と臨床への適応が急速にすすみ、学会誌に掲載される論文の種類も多様になる。そして、区分が不確かな解説や論説、報告などの記事が増える。

1990年代になって、各級の分科会・委員会・研究班などの学会組織の属性機関の報告論文の比重が増し、放射線技術学／技術の発展の様相と様式の複雑さを物語る。また、誌上・活用・ミニ・入門・臨床技術あるいは活用術などの冠講座や、技術座談・対談、ＪＩＲＡトピックス、技術解説などの解説風啓蒙記事が学会誌の頁数を圧倒する。その結果、この年代は「概論」が対象とする論文や記事が増加したので歴年制〔発行年：巻（号）―巻（号）〕で区割りして記述する。また、この「概論」の冒頭でも断わったように引用者が恣意的に取り上げ、註解を加える。

〔1990年：46⑴-46⑫〕

「46⑴」：第45回総会（1989）シンポジウムの後論文「ＭＲＩ技術の最近における展開」（座長：真野勇、演者：吉田裕、五島仁士、沢田武司、槙田淳一、滝沢修、川口博巳）は、医師・技師・技術者の３者の報告。真野は、超高速撮影法や三次元撮影法の実用化が近いのでＭＲＩ技術の急速な進歩に即応できる技術（者）教育の充実が急がれるという。討論のなかでも各演者はＭＲＩ技術の教育が必須であると述べる。またＣＴやＭＲＩなどの高度医療技術の社会的還元にはテレレジオロジィなど医療情報のシステム化が期待され、これらの技術の臨床的な適応がすすむにつれて種々の技術的な問題点・課題が出てきている。そして４年間のＭＲＩ技術の進歩には今昔の感があり、臨床診断の欠くことのできない検査技術であると断言する。「技術」発展の内的問題がここにもみられる。

「46⑴、46⑵、46⑶、46⑼」：放射線技術品質保証班のモリタリング作業班（班長：佐藤伸雄）の四つの報告（関連機器・器具、治療技術、ＱＣ的問題解決法、ＱＣプログラム、公開討論会）。それぞれの班は、多数の学会員で構成された大規模な調査・研究である。放射線技術学／技術の発展・進歩にともなう矛盾をしっかりと受けとめ品質管理・品質保証という機器管理の基礎をまとめている。その成果は、同班が編集して1988年に発刊された放射線医療技術叢書⑴「放射線技術ＱＣプログラム」（1992年に改定・増補版）を補足している。その経過が学会誌「47⑵・⑶、1991」に「放射線技術ＱＣプログラム改訂作業報告」（班長：佐藤伸雄）として記録されている。また同様に学会誌「46⑶」の「ＪＩＳ・ＩＥＣ委員会の今年度の動向」は、「今年度」と断わっているが、年度をはさんで数年間の放射線技術学／技術の流れをみることができる。前にも述べたが、たんなる委員会（班）報告だけの性格のものではなく、放射線技術学／技術のその時点の様相・動向を知るのに第１級の資料。

「46⑷」：「米国４年制放射線技術教育」（稲本一夫）。1990年現在、米国の放射線系の４年制大学は18校（２校は休校中）あって、開校中の11校から送付された大学案内やコース紹介の資料を解説。学部名称はHealth Related ProfessionsやAllied Health Professions＝保健関連職業（保健関係専門学部）が多い。放射線撮影、核医学、放射線治療の３部門があって、その資格認定を米国放射線技師登録協会（ＡＲＲＴ）が行っている。各コース（学士、修士、博士など、あるいは教育、放射線撮影技術、核医学、放射線治療、超音波技術、画像診断技術など）のプログラムは非常に豊富で、各資格の複合取得にはいろいろな便宜もはかられているという。

「46⑹」：「コンピューテッド・ラジオグラフィの基礎的な物理特性」（杜下淳次、藤田広志、大塚昭義ら）。computed radiography：ＣＲ（1983）の研究は、各種の学会で研究報告を競っていた。すでに口述発表や分科会の教育的講演でも取り上げられていたが、原著の論文としては最初。アナログ画像系の物理特性と違ったディジタル画像系固有の物理特性の問題点を解明する報告。

「46⑹」：「ＲＯＣ解析の基礎」（Metz、C.E.：Chicago大学、訳：畑川政勝ほか）。ＲＯＣ解析を適用した最初の解説。日放技学会の放射線画像系の研究面と臨床への適用にいっそうのはずみをつけた。

「46⑿、1989」「46⑺、1990」「46⑿、1990」「48⑴、1992」：「放射線診断システムにおける人間工学的研究」（第１報、第２報、第３報、続報：安藤英次、弓場文麿、宇都文昭ら）。Ｘ線撮影時の被検者の動作空間を考慮した設計思想やＸ線ＣＴ検査時のＶＤＴ（visual display terminal）作業における姿勢と作業性の分析、暗室作業を効率化する演色効果の提案など、放射線技術学／技術が発展していく過程の側面を人間工学的に追跡。

「46⑼」：「超高速Ｘ線ＣＴの臨床的応用」（内藤博昭）。第46回（1990）総会教育セミナの後論文。1988年、わが国に最初に設置された超高速Ｘ線ＣＴ：スキャナ・イマトロンC-100の概要と臨床的有用性を論じている。超高速Ｘ線ＣＴは診断精度を向上させ、ＣＴ診断学に新

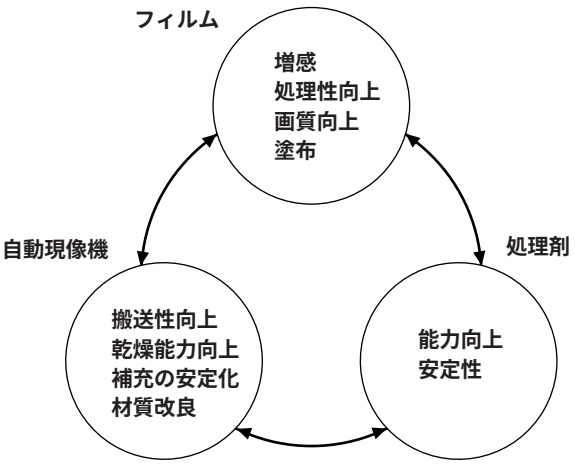
しい展開が期待できるという。ＭＲＩの出現で徐々に影を失いつつあったＸ線ＣＴに、「技術」の内的発展の法則通りに生起した新しい「技術」が、Ｘ線ＣＴに一点の光輝をもたらす。

「46(11)」：第46回総会シンポジウムの事後論文「放射線計測の現状と将来」（座長：山田勝彦、演者：森剛彦、西谷源展、菊地透、松本健）。放射線治療領域の計測精度と精度維持、精度の高い画像形成のための装置管理や患者被曝線量計測、そして計測のすべてに関与するトレーサビリティについて現状を点検し、各領域に最適な線量計の開発と高度の信頼性のあるトレーサビリティの確立が焦眉の問題であると論じる。この面での放射線技術学／技術にとって必須の問題点を拾いあげる。その成果は1993年、計測分科会の設置につながる。

「46(11)」：第46回（1990）総会の教育セミナの事後論文「放射線治療システムを考える」（雄川恭行、井上俊彦、平林久枝、上総中童）。雄川は、放射線治療におけるシステムを、ユニットとユニットの集合体として議論するのが妥当だという。もともと「ユニット：unit」は、「集合的に編成するときの単位／単一体」である。Ａ装置とＢ装置、Ｃ装置とＤ計測器などのつながりをコンピュータ技術で連関させるシステムという意味で捉えたのであろう。放射線技術学／技術にかかわる一つの見識である。

「46(11)」：第46回（1990）総会の教育セミナ事後論文「45秒現像処理システムの技術とその活用方法」（岡野栄寿）。1950年代に開発された自動現像機は、比較的短期間にその処理時間を７分30秒、３分30秒、90秒（1966）と短縮していったときに画質劣化が問題になった。以後の20年余は、各種の画像モダリティの開発進歩にあわせることなく足踏み状態であったという。現像処理という技術の手段は、自動現像機と処理剤、フィルムのそれぞれの技術が三位一体の関係で発展していく。つまり図のように、それら技術の向上には三者の密接な連動が前提になる。たとえば自動現像機の質的な向上には、フィルムと処理剤の質的な改善が必須の条件になる。「技術」の質と量の矛盾が発生したとき、それを解決する方法と、「技術」が具体的に発展していく仕組みの格好の事例。

「46(11)」：第46回（1990）総会の教育セミナの後論文「ＰＥＴからＳＰＥＣＴへ―核医学の新しい展開―」（米倉義晴）。ポジトロン断層法（ＰＥＴ）とシングルフォトンＥＣＴ（ＳＰＥＣＴ）は、核種の体内分布を断層像として同じように測定できるが、理工学的な要因や経済性・操作性の面からみて、ＳＰＥＣＴが核医学の臨床



45秒現像処理システムの開発に必要な技術概要（引用、同文献）

で主要な位置を占めるだろうという。核医学領域での技術発展の側面を提示。「47(7)」で「単光子放出体断層装置用ファントム（JIS Z-4922 1988）の概要とその使用法」というＪＩＳ・ＩＥＣ委員会核医学機器班（原案作成担当班長：星野光雄）の報告。

「46(12)」：「核医学インビトロ検査の30年」（高坂唯子）。宿題報告講演後論文で、核医学の検査領域のインビトロ検査―腫瘍マーカの検査技術を、過去30年間の検査法の変遷や機器の流れ・進歩などを綿密に追究。各腫瘍マーカ測定法の問題点を具体的に提示し、この分野はやがて遺伝子レベルの診断法として脚光を浴びるだろうと結ぶ。

〔1991年：47(1)―47(12)〕

「47(1)」：「排除分析・補足合格基準」（班長・佐藤伸雄）と「品質保証推進組織とプログラムの評価」の報告。前者は血管造影、断層撮影、乳房撮影の各合格基準を提示。これらの合格基準は、それぞれの撮影領域の技術と手技の発展に反映。後者は米国の医療サービスにおける技術評価法の実態の詳細な分析と非営利の第三者機関の役割と米国放射線医学会（ＡＣＲ）で制定したＱＣプログラムログを紹介し、わが国のＱＣ活動と根本的に違っていることを考証。「47(10)」に同班の機器管理を中心にした安全に関する意識調査の報告がある。そこには日本型ＱＣ活動の問題点を抽出。

また、ＪＩＳ委員会は「47(2)」で、委員会の15年の歴史と放射線防護関係の規格化を「術者を被曝から守るための規格化を顧みて」（深栖一委員）としてまとめる。通産省工業技術院電気規格課の担当技官から、Ｘ線防護関係の諸規格の改正原案を日放技学会で見直し案を作成しては―と依頼されて以後、規格化と日放技学会の関係が密接になっていく過程を語る。前述したように、この

委員会の年度総括と事業計画は年度ごとに報告され、その時点での日放技学会の、あるいは放射線技術学／技術のレベルが知れる。その都度取り上げないが、「概論」の立場で注目したい。

「47(1)」：第46回（1990）総会のシンポジウムの事後論文「放射線機器を用いた血流計測の現状と将来」（座長：花山正行、演者：春日敏夫、赤井喜徳、相沢康夫、西村恒彦）。花山は、形態的診断や血行動態把握の検査だけでなく先端的技術を駆使したＩＶＲでは、流速や血流量測定に高い精度が要求され、画然とした理論構成がないこの分野に一定の方法論を与えることができればという。

「47(4)」：「骨塩測定の現状」（福永仁夫）。加齢にともなう種々の疾病のなかで、骨量が減少して骨折をきたす病態：骨粗鬆症の診断のための骨塩量の高精度な定量的計測について詳しい。日放技学会でもすでに二、三の報告があったが、骨塩量計測の診断と技術が詳細にまとまったのは初めて。この面の技術的研究の加速が始まる。

「47(6)」：第18回（1990）秋季学術大会のシンポジウムの事後報告「ディジタルラジオグラフィの画像評価」（座長：藤田広志、演者：坂本清、杜下淳次、福西康修、滝川厚、山内秀一、真田茂）。アナログ画像系とディジタル画像系の主客交替が主題。藤田は、ディジタルラジオグラフィ（ＤＲ）時代の到来であるが、これまではＤＲは「役に立たない高価なおもちゃ」と烙印をおされて、いま「生き残っている」ＤＲは、ＤＳＡ、ＣＲ、ＩＩ／ＴＶ方式、ディジタイザ方式の四つのシステムだけ。それは「ＤＲに関する充分な画像評価」が行われなかったためで、このシンポジウムの目的と課題もこの点におくと述べる。1990年代の当初に、このシンポジウムを持ち得たことは日放技学会の10年後の放射線技術学／技術のあり方が予見できる。このシンポジウムの前後、やがて日放技学会の画像系の学的背景はアナログ画像系からディジタル画像系へと色彩を塗り替えていく。これと相互して、ディジタル画像の物理的評価検討班（班長：藤田広志、班員：大西義隆、滝川厚ら）報告を「46(9)、1990」（特性曲線）、「47(4)、1991」（ＭＴＦ）、「48(6)、1992」（Wienerスペクトル）と連載。ディジタル画像の物理的特性の基礎とその解析に詳しく、しかも分かりやすい。この面の研究が一段とすすむ。

「47(10)」：第18回（1990）秋季学術大会のシンポジウムの事後報告「ＭＲＳの現状と技術的課題」（座長：田村峰夫、演者：松田豪、西村圭弘、幅浩嗣、森田博文）。これまでにＭＲＩを中心にしたシンポジウムは、第41回（1985）と第45回（1989）総会時の２回、開催されている。しかし、ヒトin vivo ＭＲＳ（magnetic resonance spectroscopy）の研究報告はすくない。田村の冒頭発言では、国際ＭＲ医学会での研究発表件数でも、ＭＲＩ／Ｓ以外の基礎的な研究のほうが多いという。この時点でＭＲＳのシンポジウムが開催できることは、ＭＲＩ装置の性能の向上やパルスシーケンスの開発などに負うところが大きいが、「初心にかえってＭＲ現象の理解に役立ち」そして「未知の診断法の可能性が示唆される」意味で、有意義な討論会にしたいと述べる。「未知の診断法の可能性」を追究することは、「未知の〈放射線技術学／技術〉の可能性」を追究することに他ならない。

「47(11)」：第22回（1990）画像部会講演の事後論文「画像保管の現状と将来」（倉西誠）。今後のディジタル画像処理技術は、診療支援体制の確立を目的とした研究が主流。その流れは、画像データを処理する技術と画像の保管と通信（ＰＡＣＳ）に代表される技術に分流するだろうという。そして、これらの研究が相補して、役に立つ放射線総合情報システムのもとで診療支援体制が確立されると述べ、ディジタル画像技術の一つの断面を提示。これに関連した全国アンケートの集計が委員会報告（班長：滝沢正臣、班員：今井方丈、倉西誠、森嘉信、山下一也）が、「47(12)、1991」にある－倉西論文との相乗関係の報告－アンケートは日放技学会画像管理システム班と日医放学会ＰＡＣＳ委員会との共同作業の結果で、放射線画像管理／処理の将来像を描くスプリングボードになると考えられる。また同じく「47(12)、1991」に第47回（1991）総会シンポジウム「核医学検査情報の管理と通信システム」（座長：増田一孝、演者：村上剛、五十嵐均、大西英雄、佐藤一弘）の後論文がある。核医学の分野でもＰＡＣＳやＨＩＳなどの画像・文字の情報通信網の構築が問題。

〔1992年：48(1)－48(12)〕

「48(1)」：第47回（1991）総会シンポジウムの後論文「高速Ｘ線ＣＴの現状と臨床評価」（座長：速水昭雄、演者：辻岡勝美、坂下善治、高宮誠、飯沼武）。飯沼は「４．超高速ＣＴ－開発の歴史と将来展望」で、超高速ＣＴの発展の歴史を順をおって述べ、超高速ＣＴの臨床的可能性と開発の状況を語る。「技術」の内的発展の筋書き通りに新「技術」と旧「技術」が相克していき、現在の高性能高速ＣＴにいきつく様が如実に浮かぶ。

「48(1)」：ＪＩＳ・ＩＥＣ委員会の用語班、Ｘ線高電圧装置班、Ｘ線管班などの多くのプロジェクトの報告。その時点での放射線技術学／技術の水準が推しはかられる。

「48(4)」：「Ｘ線像の画質に影響する散乱線およびそ

の除去システムの研究の歴史的文献的考察」（光田秀雄）は、これ以後の「48⑸、48⑹、48⑺、1992」に逐次、⑴から⑷まで掲載。252編以上にのぼる文献を渉猟し読み通しての「考察」報告。放射線技術学／技術の研究や実験を志す技術者／研究者の必読文献。

「48⑷」：「日本放射線技術学会の歩んだ道とその将来」（山田勝彦）。第47回（1991）総会の学会長講演後論文。学会長講演の常套にならって学会創設以降の経過。日放技学会の将来展望では発展形態や特殊性などと、臨床医学のなかで必須の学問領域をしめしているという。先人の業績を尊重しながら会員の指向する方向で学問的要求を満たす学会でありたいと結ぶ。「48⑸、1992」の「日本放射線技術学会の現状と将来に期待するもの」（東田善治）も同様の分析で、第19回（1991）秋季大会長講演の事後報告。東田は、優れた学会員を育てる以上に主構成員である放射線技師の育成に積極的に取り組むよう提言。

「48⑸」：第47回（1991）総会の教育講演の後論文「内分泌核医学の最近の動向」（福地 稔）。内分泌臓器が対象のインビボ核医学の機能を視覚化し定量化するにはインビトロ核医学の支援が不可欠であるという。「技術」拡張の多面化・共用化が核医学領域に広がる。

「48⑼」：第17回（1991）放射線撮影分科会報告「救急医療における撮影技術」（座長：布谷和紀・宮崎茂、演者：稲永宏、尾科隆司、村上直治、湯田逸雄）。稲永は救急医療における撮影技術を定義して、概ね「救急医療独自の撮影技術が必要ではなく、一次・二次救急から三次救急まで、それぞれの救急患者の状態に応じた撮影技術が必要」と述べ、尾科は「放射線技術だけでなく、チーム医療のなかで救急医学の知識と技術を充分に習得して救命救急医療のなかの放射線技術の位置の確立」をと結ぶ。いずれも救命救急の特異性からいっても当然のこと。

「48⑽」：第24回核医学分科会の講演後の論文「画像を測る」（本庄知）。画像の特性・評価にとって重要なＤＱＥやＮＥＱの記述が、歯切れよくユニークな筆致。核医学検査とは無関係と思われていた記録系の基本尺度を紹介。核医学領域にもこれらの必要性をうかがわせる。

「48⑾」：第48回（1992）総会のシンポジウムの後論文「ディジタル画像についての現状、問題点、将来展望」（座長：倉西誠、演者：嘉戸祥介、増田和浩、奥山康男、大山永昭、安藤裕、滝沢正臣、指定発言者：遠山坦彦、加賀勇治）。倉西は集約で概ねつぎのように言及、「現在の放射線診療ではディジタル画像は無視できない。過去のディジタル画像に関するいくつかのシンポジウムでは、主としてＣＲが主体であった。ここではＸ線フィルム、Ｘ線動画像、核医学画像、そして画像工学を中心にした理論と基礎技術系の整合を討論し、ディジタル画像処理の応用技術を発展させたい」そして「ディジタル画像をいっそう信頼性の高い診療データとするために残された課題は多い。今後が期待できる」と述べる。1990年初頭の日放技学会におけるディジタル画像の技術学／技術のレベルが表出。

「48⑿」：第48回（1992）総会のシンポジウムの事後論文「医療における高速現像処理」（座長：山本義憲、演者：粟井一夫、伊藤春海、堤直葉、吉本政弘）。現像という純然たる技術の範疇に、放射線専門医が参画する特異なシンポジウム。山本は集約で「1988年に学会で、初めて45秒処理の発表があった。以後、関連報告が50数題もあって、すでに普及段階である。このシンポジウムでは日常の診療業務に直結する問題；高速処理システムと技術的対処、高速処理システムの画質と読影過程の論理、直面する問題の検討などを議論する」と述べ、現像処理の高速化を技術的な側面としてだけで捉えずに、有機的に読影という意思決定にいたるまでを議論するという。放射線技術学／技術の矛先が、放射線医学の臨床的範疇まで踏み込んだ討論。

「48⑿」：ＪＩＳ・ＩＥＣ委員会の「ＭＲ装置の標準化に関する調査研究委員会の途中経過報告」。ＭＲ装置の広範な普及で派生した技術的問題を取り上げ、標準化を試みる。「技術」が格段に進歩し複雑化していくと、その「技術」を規制するか規格化するかの常套手段がとられるという―技術発展の規則性をみる。これは1993年になってＭＲＩの技術学／技術の急激な進展に即応できる学術的な企画を集中して取りあげたことでも分かる。〔1993年：49⑴―49⑿〕

「49⑴」：第48回（1992）総会シンポジウムの事後論文「放射線治療システムにおけるＱＡ―治療成績とＱＯＬの向上―」（座長：平林久枝、演者：大川智彦、中村譲、保科正夫、渡辺良晴）。1990年初めの放射線腫瘍学や治療成績、現況などとＱＯＬに議論が集中。放射線治療後の患者予後を、人間性回復の視点から患者主体のＱＯＬ（quality of life）：質の高い生活ができるよう信頼性を高め、技術だけのＱＣ（quality control）ではなく「技術と人間」の問題として捉える。そして患者にとって最適・最良の治療法を模索する。

「49⑸」：第48回（1992）総会教育講演の事後論文「Ｘ線の発見―1920年代の論評への考察―」（青柳泰司）。レントゲン博士の伝記が、なぜか書かれなかった時代の歴史的背景のひと齣を、外伝史風に論証。「Ｘ線の発見」

を語るときに見逃せない論考。

「49⑸」：「米国における放射線腫瘍学の現状」（渡会二郎）は、第25回（1992）治療分科会教育講演の事後論文。「49⑴」のシンポジウムと読みあわせ、また先にあげた稲本の論考：「46⑷、1990」と照合すれば、この面でのわが国と米国との際立った差が浮き彫りになる。

「49⑹」：「Digital Angiographyの臨床への適応と限界」（演者：細矢貴亮）と、「Digital angiography（ＤＡ）は画質・診断能においてフィルム血管撮影に代わりうるか」（座長：加賀勇治・山哲男、演者：小野寺洋、菊地達也、佐藤州彦、岡田明男）は、いずれも第19回（1992）撮影分科会の事後報告。前者は教育講演、後者はワークショップ。細矢は「ディジタル血管撮影の利点ばかりが強調されているが、完全にフィルムレスで良いとは考えていない」という。また加賀らも現時点でのＤＡは、空間分解能に限度があり、すべての症例でフィルム血管撮影に代わることはないと述べる。ディジタル画像モダリティの技術の幅と広さを知る。

「49⑹」：「ＣＲの画像処理の検討」（班長：松田秀治、班員：阿南充洋、上田克彦、松浦博文、三原一博、森田勝行、山口宏）。ＣＲの画像処理検討葉の報告。ＣＲが臨床に適用されてかなりの年月になるが、その画像処理の実態が充分に公開されていない。検討班はそれを把握するのが目的。全国的規模の広範なアンケート調査が行われる。技術学／技術の一般化にともなって派生する技術的な課題の一つの例。

「49⑺」：第48回（1992）総会の宿題報告の後論文「ＳＰＥＣＴ法とその画像修飾因子」（藤田 透）。ＳＰＥＣＴ法の歴史を後追いし、そのアイディアとコンピュータ技術の組み合わせが、HounsfieldのＸ線ＣＴの発明につながることを論証。

「49⑼」：「ＲＯＣ解析の基礎と最近の進歩」（班長：藤田広志、班員：志村一男、白石順二、西原貞光、東田善治、山下一也）。ディジタル画像のＲＯＣ解析検討班の報告。ＲＯＣ解析の現状と最新の手法が、基礎から統計的有意差検定、連続確信度法、ＣＡＤへの応用まで詳細に、しかも実験方法を具体的に記述。放射線技術学／技術の分野にＲＯＣ解析が根付いていることの証左。文献紹介では、この時点でのＲＯＣ解析に関する内外の文献が引用網羅されている。

「49⑼」：「放射線検査の線量規制は可能か（ＩＣＲＰ90年勧告180項をうけて）」（班長：砂屋敷忠、班員：菊地透、前越久、市波義雄、赤羽恵一、鈴木正吾、西谷源展）は委員会報告。ＩＣＲＰが防護の最適化のために線量拘束値を導入したことに対して、わが国でこの拘束値を設定することが可能か、を中心にまとめたもの。胸部・消化管集団検診、器材、線量などの放射線技術分野と行政を含めた広範な討論。「消化管集団検診は拘束値の導入でＱＣの向上が期待できるが、胸部については問題があり今後の研究がまたれる」が一応の結論。また、品質管理プログラムの実行や、学会内での研究討論の必要性を提案。放射線を情報キャリアの手段とする放射線技術学／技術の領域では日常、心がけていなければならない重要な課題。

「49⑽」：解説論文「医療の高度情報化とＩＳ＆Ｃシステム」（大山永昭）。医療や保健などの分野の高度情報化で、各種の医療情報システムが開発されている。事務作業の効率化とコスト削減と同時に、データの共通利用を可能にするオンラインシステムで、光磁気ディスクを用いたＩＳ＆Ｃ（image save and carry）の基本概念を紹介して「ＩＳ＆Ｃは日本で生まれた概念で、医療における新しいインフラストラクチャとして、速やかに普及することが望まれる」と結ぶ。放射線技術学／技術の守備範囲がさらに広がる。

「49⑽」：第26回（1993）核医学分科会のミニシンポジウム（Ⅱ）の事後論文「ＤＮＡ診断とその実例」（座長：喜多村道男、演者：荒井孝、為近美栄）。分子生物学領域のなかのＤＮＡに刻まれた遺伝情報を利用する遺伝子診断の研究と開発は目覚ましい。この遺伝子レベルに核医学的アプローチが期待された討論。

「49⑾」：第49回（1993）総会シンポジウム「ＭＲＩ撮像技術とその臨床評価―アーチファクトの原因と対策―」（座長：段床嘉晴、演者：半村勝浩、室伊三男、土井司、杉本博）の後論文。段床は集約で「ＭＲイメージングは臨床面で重要性が増し、応用範囲も広がっている。しかしＭＲ画像はいろんな原因で複数のアーチファクトが常に付帯する。どれが正常な画像で、どれがアーチファクトなのか、どうしてそれが発生するのかなど―それらを充分に理解して、その対策を考えなければならない」とし、その点を中心に議論し臨床に反映させると述べる。アーチファクトは一種の雑音である（雑音をアーチファクトに含めないという議論もあるが）。雑音は有効な信号の伝達を阻害する。雑音を排除するにはその原因を見いださねばならない。まさに「技術」が集積した結果、その「技術」の「質と量」のバランスが崩れていく現象と同じ。しかもアーチファクトは完全に排除できないという。

〔1994年：50⑴―50⑿〕

「50⑴」―「50⑿」：誌上講座「核医学検査技術学」が11回に分けて連載。この講座を丹念に目を通していけ

ば、核医学検査技術学／技術の現状と将来展望が読み取れる。各回で引用している文献は内外を網羅して過不足がない。診療放射線技師育成の教材に最適。

「50⑵」：「パーソナルコンピュータを利用した学生教育用ディジタル画像処理システムの構築」（西山篤ほか）、「51⑻」：「診療放射線技師養成における病院と大学の連携」（桜井清子ほか）、「51⑻」：「医療放射線技術学教育メディアの制作　第１報・制作編、第２報・内容編」（藤田昭、富塚芳憲ほか）、「52⑼」：「医療放射線技術学教育メディアの制作　第３報・再撮影編」（松本好正ほか）、「WWWブラウザを用いた教育メディアの構築」（藤井茂久ほか）。以上の各研究は技師教育（最後の一編は一般人が対象）に改善をもたらす学習法として注目したいが、いずれも論文でないので註解しない。

「50⑶」：将来構想委員会の「21世紀を展望した学会の将来構想について（答申）」（委員長：山下一也、委員：小寺吉衛、向井孝夫、浦橋信吾、小川敬寿、前越久、森嘉信）。学会を取り巻く種々の問題を拾いながら、学会組織を学術系・管理系・基礎系にわけ、それぞれの現況と展望を描く。２年余の討議と検討の結果のまとめ。これまでもいくつかの答申や理事会見解、計画などが提案されているが、総括した形跡がない。「51⑴」に第50回（1994）総会の学会長講演の事後論文「学会の将来展望について」（速水昭雄）がある。「（将来構想委員会の答申）は、今後の学会の目標設定を推進する上での指針となりうるものであると確信する。」と述べる。この「確信」をふまえた上で、この答申で果たしてどれほどの改革がもたらされ、どの程度の成果が得られたのか、21世紀初頭で総括が必要。

「50⑸」：第21回（1993）放射線撮影分科会の教育講演後論文「高齢者社会の医療―知能と画像診断―」（中村重信）。「知能と画像診断」という副題―中村は概略つぎのように述べる―高齢者の多い社会は再生能力のない神経系の障害が増加し、本人に苦痛を与えるだけでなく、家族や社会にとって大きな負担になる。高齢者医療を考える上で、知能と画像診断の重要性を考え知能障害、とくに大きな社会問題になっている痴呆に焦点をあてて、その画像診断を紹介するという。高齢者の知能障害―痴呆の予防や治療のために痴呆を正確に診断するには画像診断は大きく役に立つと論考を結ぶ。

「50⑹」：「放射線治療技術の標準化のための線量評価法の実態調査―特に投与線量の表示法について―」（班長：熊谷孝三、班員：吉浦隆雄、泉隆、荒木不次男、高田卓雄、神宮賢一）は委員会報告。冒頭で「放射線治療を向上させるには、施設間の放射線治療技術のレベル格差を最小限にし、標準的な放射線治療技術の基準を確立すること」にある。これは放射線技術学／技術すべての分野に適応される規定であろう。技術基準は対応する「技術」の暴走を未然に防ぐと同時に規制する働きをする。

「50⑼」：第50回（1994）総会の教育講演後論文が４題ある。「食道癌の放射線治療」（菱川良夫）、「心臓の画像診断における最近の進歩」（玉木長良）、「肝画像診断の進歩におけるＣＴ、ＭＲＩの役割」（藤田眞ほか）、「ＳＰＥＣＴのかかえる諸問題と利点」（市原隆）。それぞれの分野の気鋭の研究者が、その時点での放射線技術学／技術領域の最新の情報を語る。

「50⑾」：第50回（1994）総会のインターナショナルセッションの中国医学会撮像技術協会主任委員范淼の挨拶―「中国放射線技術学会の概況と展望」。あまり知られていなかった中国での放射線技術と技師養成の現況が詳しく述べられている。1994年時点で、Ｘ線ＣＴが約1500台、ＭＲＩが約120台も稼働。また技師教育制度では、すでに４大制もあって卒業経歴や就業歴によって１級から５級までの等級が定められているという。凄まじいエネルギーである。21世紀の早い時期に、わが国の放射線技術学／技術のレベルを凌駕するのではないか。

〔1995年：51⑴―51⑿〕

「51⑵」：第50回（1994）総会シンポジウムの事後論文「マンモグラフィの問題点と今後の方向」（座長：堀田勝平、演者：寺田央、榊原俊文、新井敏子、清田敦子、堀田勝平、特別発言者：遠藤登喜子、石岡亮、宮崎茂）。特別発言者の遠藤は「マンモグラフィを高い水準に保つには、高品質のマンモグラムと、そのマンモグラムを読影する高い診断能が必要である」と述べる。一つの技術のレベルが高くなると、付随した技術・技能が進展する典型である。他の放射線撮影技術にも一般化できる的確な発言。

「51⑷」：この巻号から「巻頭言」が学会誌巻頭にある。執筆者は学会事業を担う執行メンバーが中心。1995年代の学会誌の巻頭言に限ってみれば、その年度の総会や代議員会で議論すべきことや日放技学会が認定していないことなどを論じているコラムもある。巻頭言といっても、たんなるコラムエッセーに過ぎない。学会員の目線の高さでの発言を期待。

「51⑸」：第22回（1994）秋季学術大会長の講演後論文「病院システム電算化の中で」（遠山坦彦）。病院のコンピュータシステム化を先駆けた高知医科大学附属病院のオーダリングシステムの反省や改良などを臨床面から的確にとらえた報告。遠山が「システム化の考え方の基

本は、診療側の効率化から出発したもので（あるが、大切なことは）、患者もしくは社会へ恩恵となる形を考える（ことである）」とまとめる。しばしばコンピュータシステム化の過程で「診療側」を重視し、「患者側」が軽視される可能性を遠山は危惧する。

「51⑸」：第22回（1994）秋季学術大会の教育講演の事後論文「マルチメディア現実と情報技術」（曽根原登、岸本登美夫：ＮＴＴヒューマンインタフェース研究所・映像処理研究部）。マルチメディアは、先の見えない不況を克服するために創られたもの。そして社会構造は高度成長を目指して機能し高効率の大量生産を求め、産業構造は機械化からサービス化・情報化を求めている。技術革新の中核は物質からエネルギーへ、情報へと移行している。混沌としたこの旧来のシステムを揺さぶって自己組織化と新しい秩序形成を図るには、「モノとコト」の両面からマルチメディアの本質を明らかにする必要があると述べ、綿密な分析と議論を展開。マルチメディアは、人間が豊かに生存することを前提にして、映像・音声・文字などの媒体を多様に複合して組み合わせ、単一では得られない効果をねらうもの。「画像」の技術学／技術を一つの柱として標榜する日放技学会の基本線を再確認し、将来展望を確定する意味でも、1990年代末期に急速に社会化した「ＩＴ（information technology）革命」を先取りした企画。

「51⑸」：ＪＩＳ・ＩＥＣ委員会の教育講演の後論文「医療機器に関するＥＭＣの世界的動向」（菊地 眞）。ＥＭＣ（electromagnetic compatibility：電磁的両立性）は、日本工業規格でいう医用電気機器の電気的安全以外の機器に対する電磁的影響のこと。菊地は各種の画像モダリティのＥＭＣの事例をあげ、その要因と考慮すべき課題を具体的にあげる。日放技学会はＥＭＣ規格に準拠して大型医療機器の電磁波障害に積極的に対応する必要があろう。同じ「51⑸」の同委員会の公開討論会後論文「大型医用機器の電波障害測定法標準化に関する調査研究班報告」（山本英明、田口逸夫、奥村義孝）と併せて読めば、ＥＭＣについての諸問題が理解できる。

「51⑺」・「51⑼」：誌上講座「日本のレントゲン史における新事実」（前・後）（稲本一夫）。Ｘ線の発見の翌年１月４日に、レントゲン博士の発見の講演を聴いた長岡半太郎がいち早く日本に通報したという。また芳賀栄太郎が軍陣医学へ導入して、北清事変や日露戦争に威力を発揮したと報告。

「51⑾」：第51回（1995）総会学術大会の教育講演の事後論文「ＭＲＩによる診断と装置の将来展望」（吉留英二）。ＭＲＩを使う立場と作る立場で現状と将来への見通しを語る。将来に架ける技術的な鍵は超高速撮像法が握っていると予測する。多様化した超高速撮像法を解説して将来につなげる論説。技術学／技術の発展過程のあり様の一面を具体的に見る。

「51⑾」：第37回（1995）画像部会教育講演の後論文「画像処理によるＸ線診断および手術計画の支援」（鳥脇純一郎）。放射線画像の診断支援の多様な具体例を解説。これからはバーチャル化した人体や人体という仮想環境を経験する手段が可能になり、医用画像の利用面で新しい局面が開かれることが期待されるという。そして今年（1995年）は映画発祥の100年目―ディジタル計算器が日の目をみて約50年―Ｘ線ＣＴの出現から約25年―という節目。バーチャル・リアリティ化の方向が発展の契機となると結ぶ。

〔1996年：52⑴―52⑿〕

「52⑴」：「ＭＲＩ技術の各社使用用語について」（小倉明夫ほか）。小倉らは、「・・ここで大きな問題は、各社によって（ＭＲＩ撮像）技術に対する用語が異なることである。同一の技術内容を表現する名称が各社各様でユーザの理解を混乱させている」、そこで各社の協力を得て調査を行った。その結果の一覧表をみても容易に統一できるような用語ですら各社各様である。「メーカ側はこれらの事実を理解して今後、名称の統一化に努力をしていただきたい」と結論。しかし「技術」発展での知的概念は、言語・言葉を通して認識し実践してはじめて、その全体像を表すことができる。ある「技術」が確かな地位を確保して完全に一般化し普及したかどうかは、その「技術」の概念を専門用語が、正しく伝え充分に機能しているかどうかである。その意味でＭＲＩ技術は、不断に使用している専門用語が未分化である現時点では、いまだ発展途上であると考えるのが自然。

「52⑴」・「52⑶」：「ウェーブレット変換の基礎とコンピュータ支援診断への応用」（吉田広行、土井邦雄）の第１部・第２部。著者らによればウェーブレット変換（wavelet transform）は、信号や画像の解析法の一つで、最初は人工的に地震波を発生させて石油や地質の探索の道具として用いられていたが、理論の数学的基礎づけが行われ、応用数学の基礎分野から音声処理や認識、画像圧縮などの解析に応用されるにいたったという。この論考では、フーリエ変換との関係や比較、ウェーブレット変換の基礎的な概念、画像処理系への応用、その高速計算法など多彩。いわゆるコンピュータ支援診断への応用が具体的にある。また「空間領域と周波数領域の双方の信号と画像を分解してその性質を調べる手法であり、現象の位置情報と周波数情報を同時に解析できる」ともい

う。放射線技術学／技術の分野に、新しい理論的基礎が一つ挿入された。

「52⑴」：第51回（1995）総会学術大会シンポジウムの後論文「先端医用画像と被曝線量」（座長：砂屋敷忠、演者：土屋明、横山博典、水谷宏、細矢貴亮）。座長集約で砂屋敷は、放射線診断や放射線治療、核医学診断に用いられている種々の革新的な技術は医療に輝かしい光をもたらし、他方では放射線被曝の増大で確定的影響も発現しかねない影の部分も存在しているという。この観点を踏まえてシンポジウムを企画。循環器系のＸ線システムが中心に取り上げられ、具体的な被曝軽減法や被曝線量の測定法などの議論が交わされる。細矢は従前のＤＳＡでは推定総被曝線量は430.5［R］で、脱毛が生じても不思議でない被曝線量であるという。放射線技術学／技術が革新的に進歩していく過程の「影」の部分を技術倫理の問題として提起。

「52⑵」：第51回（1995）総会学術大会の教育講演事後論文「ＨＩＭＡＣの現状と将来構想」（河内清光）。多目的な臨床試行として注目された米国に重イオン治療施設は閉鎖され、1995年時点で医療用としては世界唯一のＨＩＭＡＣ（Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba）の仕様や構成、現状、特色・特徴、将来構想など重イオン治療の現状を具体例を挙げて解説。なぜ先発の米国の施設が閉鎖されたのか説明がないが―将来構想のなかで、装置や治療技術の改善、高度化をすすめ重粒子線治療の特性を充分に活かした線量分布が形成できるよう努力し、製作経験と臨床試行を理解しての言質。

「52⑶」：第51回（1995）総会学術大会シンポジウムの事後論文「螺旋ＣＴスキャンの技術的諸問題」（座長：片倉俊彦、演者：鈴木憲二、辻岡勝美、片田和廣、利府俊裕）。座長集約で片倉は「『螺旋ＣＴスキャンは未完成品である』というのが私の今回のシンポジウムにおけるコンセプトである」と冒頭に述べ、その理由を概略、つぎのように書く。コンベンショナルＣＴと同様に寝台を動かして画像構成をしている、いわゆるラドン公式の実践の方向とは逆の被写体モーションアーチファクトがどこまで許容できるかが問題。したがって画像の比較ではコンベンショナルＣＴのほうが勝っているので、螺旋状ＣＴの必要は一切ない、といい切る。それではモーションアーチファクトというハンディキャップを持ちながらも多くの施設で黄金律として受け入れているのはなぜか―それは短時間で連続的に広い範囲の生の目的データが得られ、体軸方向の連続性の良さによる三次元的把握の容易さであろうという。そして現状では、螺旋状ＣＴ装置を充分に理解した撮影者と読影者が目的意識をもってパラメータを設定すること、三次元に存在するボリューム全体のデータのリアルタイム性が鍵になるように思えると集約。まだ未完成の「技術」を黄金律として無批判に受け入れてしまう現状への警告。

「52⑷」：第51回（1995）総会学術大会の教育講演後論文「超音波による診断と装置の未来展望―肝・胆・膵の超音波診断の現況と21世紀に期待するもの―」（堀口祐爾、久保裕史）。この時点での超音波診断・検査法の最新の技術が―消化器系疾患が中心であるが―紹介されている。超音波検査は他の画像モダリティに比べて経済的で機動性に富むので、来世紀（21世紀）でも下火にはならないが、この検査法は術者の腕と眼によるところが大きいので、術者の能力が問われ続けるであろうとまとめる。高度に進化した「技術」であっても、医療の分野では「異常」に対応できる高い診断能―知的熟練が求められる。

「52⑷」：専門委員会（学術委員会）報告「放射線情報システムの実際と最近の動向」（班長：倉西誠、班員８名）。すでに「44⑺、1988」と「47⑿」に類似の報告があるので、それに重複しないように配慮したという。膨大な調査資料は、放射線技術学／技術のバックボーンを支えている各種情報システムのあり様を電子保存の技術も含めて一挙に総覧できる。21世紀初頭に求められる保健医療情報ネットワークの壮大な構想（厚生省健康政策局保健医療情報システム検討会中間報告）も解説され、医療施設の情報システムの調査や情報システム構築時には必要な文献の一つ。

「52⑸」：「診療放射線技師教育機関学生の放射線防護に対する意識についての調査」（三浦 正）。三浦は、診療放射線技師教育課程における放射線防護教育のあり方についての諸報告を検討した結果、教育を受ける側の学生が放射線防護教育をどのように受けとめているかを知る必要性を感じて、この調査報告を行ったと述べる。調査対象に大学４校、短大15校、専修学校12校の計31校（1995年５月現在）の技師教育機関うち学制、設立母体、学生定員などを考慮して、多段抽出法で６教育機関の学生（866名）に対して教員を通してアンケート調査票を送付。調査項目は放射線技師の全教育課程のなかで、受講した放射線防護に関する教育（講義・実験・臨床実習）に絞った13項目を設足し回収率は100％。放射線防護に関する４教科（放射線管理学・放射線管理学実験・放射線衛生学・関係法規）の履修を終えた高学年学生ほど関心が高く、臨床実習時の防護教育も重要と考えている学生が多かった。卒業後は、その職場で放射線防護向上に努力し、放射線技師は放射線防護に率先して努力すべき

であると、94％を越える者が応えたという。技師教育のなかで、放射線防護教育は必須の課程である。日常は当然と思っていることでも、このようなアンケート結果をみると、「教育」というものの重要さが理解できる。

「52⑸」：第23回（1995）秋季学術大会の教育講演の後論文「ＭＲＩの限界」（荒木 力）。荒木は「ＭＲＩは発展途上にある診断装置であり、常に新しい技術が開発されており、現時点でその限界を述べることは、必ずしも妥当と思えない」そして「ＭＲＩに内在する問題点を洗い出し、さらなる発展の一助にしたい」という。この「問題点」は、当然ながらこれまでのＭＲＩ自体の問題点。技術的な課題として；コントラスト分解能、時間分解能、ＭＲＡ、ＭＲＣなどを、臨床的課題としては；あいまいな信号強度、低い組織特異性、高い撮像法依存性、不明瞭な緩和時間の生物学的臨床的意義、ＭＲＳ、ｆＭＲＩなど最低限漏れることなく取り上げて「限界」の対象にしている。究極の「技術」なんて存在しない―どんな「技術」でも限界がある。この論考は、そのことを充分に承知して書かれたもの。そして「一日でも早くＭＲＩが成熟した画像診断法となることを期待する」と結ぶ。

「52⑹」：第25回（1995）放射線撮影分科会後報告「ＩＶＲ関連技術」（司会者：小川清・佐野芳和、演者：江口陽一、高橋学、堀洋児）。1995年時点でのＩＶＲは、加速度的に進歩と変化をしている最中である。それには「道具の進歩」が挙げられる。「道具」には「画像をつくる道具」と「アプローチもしくは細工する道具」に二分されると司会者らはいう。しかし厳密にいえば「道具」は、一個のモノで、その一端に原動部があり、他端には作用部がある特質をもっている。ここでいう道具は、その意味で「道具」ではなく小さいながらも「機構」をもった器具・機器というべきであろう。この報告では、Ｘ線透視装置やＣＴシステム、超音波検査装置などの「装置」を議論にのせている。結論で、これらの装置が単独でなく組み合わされてＩＶＲ対応となるときに技術的にどのように関わればよいかと問題提起。

「52⑺」：Ｘ線ＴＶの維持管理に関する検討調査班報告「Ｘ線ＴＶの維持管理に関する調査の報告、ならびに保守管理実施の項目と方法」（班長：村西久幸、班員：細矢志郎、宮川幸三、斎藤裕久、小幡義治）。一世代を背負って放射線技術学／技術を発展させたＸ線ＴＶの開発当初とは違った技術的な側面が調査で明らかになり、Ｘ線ＴＶの今日的な役割を報告。一つの「技術」が新旧を行き来する。

「52⑾」：第23回（1995）秋季学術大会招待講演の事後論文「ディジタルＸ線画像系の感度と被曝線量に関する考察」（土井邦雄）。従来の増感紙／フィルム系では「高い感度系では少ない線量で画像が得、患者の被曝線量を減少させる」が、ディジタルＸ線画像系では、同じように定義できない。では、従来の感度系同様の「便利で有用な物理的尺度を定義できないか」というがこの論考のねらい。結論では「ディジタルＸ線画像系の感度を、同等の画質を得るためのＸ線量の逆数で定義することは、現状では時期尚早と思われる。むしろディジタル画像を得るときに用いられるＸ線によって患者の推定被曝線量を、全ての画像の一部に付帯情報として記録する手法の開発が必要である」と、ディジタル画像技術と被曝線量という放射線技術学／技術における焦眉の急を問題提起。

「52⑾」：土井の招待講演とジョイント開催された第８回計測分科会と第38回画像分科会の合同分科会報告「ディジタルＸ線画像の画質と被曝」（司会：木村千明、小寺吉衛、演者：西谷源展、大久敏弘、小倉敏裕、藤田広志、肥合康弘ほか、小寺吉衛ほか）。小寺は、合同分科会のテーマを「ディジタル画像の画質と被曝」としたのは、1994年シカゴで開催された北米放射線学会の学術展示で、米国のＦＤＡグループがI.I.／TV-DF系の撮影で、患者に過度の炎症を与えた症例を展示していたのをみて「わが国でも他人ごとではない状況がままあるという話を伺い愕然とした」からであるという。そして「本学会が放射線被曝の低減を念頭に置いていることからも、また医療現場で放射線に従事している会員が多いことからも社会的な責任を考えるべきである」と述べる。至極まっとうな見識。一つの「技術」があるレベルに到達して、その領域周辺を満足させるとその満足度に比例しただけの照り返しがやってくる、という状況に似ている。放射線技術学／技術と「ヒト」との密接な相互扶助の効果は、この「Ｘ線被曝」がメルクマールになる。

〔1997年：53⑴―53⑿〕

「53⑴」：巻頭の会告「当学会における人権尊重（医の倫理）について」（学会長：川上壽昭ほか）は、医療放射線を扱う者は人権尊重・人権擁護に重点をおいた生命倫理を考える必要がある。人体を使っての研究をする場合に「被検者に行為の説明と同意（インフォームドコンセント）を得る」必要と「放射線被曝をともなうときには、線量や線質などを記録して求めがあれば公開する」の２点を「留意点」として勧告（暫定案）している。学会誌の投稿論文を読んだ査読者が「画像評価のために同じ患者の写真を２枚とることは許されるか」という問いに端を発していると、その「背景」のなかで説明されている。当然の勧告である。しかし、倫理は基本的には人の内面的なもので、人間集団のなかで有形無形の要求が

内面化して自ら発するものである[9]。したがって組織や機関が「このようにあるべきだ」という押しつけは、看板（建て前）になってしまって、たんなる規制としてだけに終わる可能性がある。むしろ学会員一人ひとりが研究・実験を実践する過程で、自らその実践をどのように内面化するかを培うほうが、医療倫理を体得する上でより適切ではないか、今後の議論が必要であろう。またインフォームドコンセント（informed consent）は、「行為の説明と同意」だけでなく「行為（診療）の選択」をする権利もある。付記しておく。

「53(3)」：第26回撮影分科会の教育講演後論文「造影ＭＲＩの基礎と最新臨床応用」（谷本伸弘）。対処組織のＭＲＩ緩和時間を短縮し組織間に高コントラストを得るには専用の造影剤が使われる。この論考は造影効果の基礎的な知識と臨床治験中の最新のＭＲＩ造影剤を取り上げている。ＭＲＩの臨床面での拡張がさらにすすむ。

「53(5)」：第３回防護分科会教育講演の後論文「医療放射線防護とは何か」（粟冠正利）。粟冠は日本の放射線医学の爆発的膨張は、「悪貨は良貨を駆逐する」というGreshamの法則の医療版だと認識している。「科学／技術」の進歩は、その行使の仕方；人間の知恵が行き届かない地点では、環境問題や人間関係などを悪化させるという関係に似ていなくもない。関連して「53(12)」に、第４回防護分科会報告「診療用Ｘ線検査時の患者被曝線量を知る方法」（座長：粟井一夫、演者：福本善巳、山口和也、重谷昇、鈴木昇一）がある。粟井は、被曝線量を考える問題点として概ねつぎのように述べる。線量計の普及と精度を高めることと、測定の位置・方法、その単位や換算方法をどうするかである。これらの問題点の解決の糸口をこのパネルで見付けたいという。議論は臨床現場に接近した地点で行われているが、まだまだ解決しなければならない関門がいくつかあるように読み取れる。また「54(4)、1998」に「最近のＸ線診断領域における従事者の被曝の問題点と防護衣の在り方検討班」（班長：粟井一夫）の報告がある。とくに「腹部ＩＶＲでは非常に高線量区域で作業していることがわかり、大血管の診断ＤＳＡでは防護前掛外側でさえ、ほとんど線量が記録されていなかった」という。ここでは医療従事者の被曝と防護が検討されているが、この結果は直接患者へ跳ね返る問題。

同じ一連のテーマとして「54(6)、1998」に誌上講座「放射線障害とその防護対策―100年間の変遷―」（舘野之男）がある。Ｘ線の発見以後の放射線障害とその対策を三つの時期に区分して丁寧に語る。「核兵器によって放射線障害が職業人だけではない、あらゆる人に降りかかる可能性がある」ことと、「（核兵器によって放射線障害が問題になる）十数年前から始まっていた放射線誘発突然変異の研究」の二つによって、放射線障害は職業人から人類全体の問題になったと述べている。先の「勧告」をバックアップする明快なテーゼ。

「53(6)」：第27回撮影分科会の技術講演後論文「ＣＴ・ＭＲの変遷と相互関係」（荒井　一）。Ｘ線ＣＴとＭＲの発達経過を経年的に述べ、画期的なＣＴ技術の粋である螺旋状ＣＴとＭＲのＥＰＩ法に到達したコンピュータ断層技術を相互に比較検証する。これらの性能を充分に把握して、患者には誠意をもって対処することが肝要と結ぶ。

「53(6)」：「一診療放射線技師定年退職後の二発明―Ｘ線消化管検査用体位変換装置とノン・クロスバー車椅子―」（北浜　清）。人にやさしいこの二つの技術は、1984年の試作の段階で関連医療機器メーカに採用されないで、むしろ「企業にとって敵対の立場にある」といわれる。1991年に国連に無償技術供与をして、その管轄下で製品化が計画中という。ある「技術」が、形をなして価値をもつかどうかは、企業（資本）の論理が優先し、それに左右されるのが普通。わが国ではベンチャ企業が育ち難いといわれているが、日放技学会になにか良いアイディアはないものか。

「53(10)」：誌上講座「研究のために」（内田　勝）。内田は、「研究というのは各個人のものであって、個人でそれぞれの行き方があり、一律にこうあるべきだなどということはできない」と述べる。だからここでいう「研究」は、内田自身の考え方であり方法であると断わっている。「研究に取り組む姿勢」に始まって、「研究の進め方」、「論文のまとめ方」とつづく。著者の圧倒的な業績と、その諸属性に裏打ちされた真摯な研究の論理が逆に、研究という得体の知れない（と思われている）「モノ」の本体を見定めることを、億劫にしてしまう恐れがないとはいえない。「天才的パスカルや秀才的デカルトの模倣はできそうにないが、せめてその生きて来た道を学び、一歩でも彼等の理想に近づくように努力したいものである」と最後に結ぶ。

「53(11)」：ラセンＣＴの性能評価班の「ラセンＣＴの物理的な画像特性の評価と測定法に関する報告」（班長：花井耕造）と、ＳＰＥＣＴ画像の基準化検討班の「ＳＰＥＣＴ画像の定量化への挑戦」（班長：増田一孝）がある。両報告とも放射線技術学／技術の領域の最先端をいく「ラセンＣＴ技術」と「ＳＰＥＣＴ技術」である。これだけの濃密でしかも綿密な研究調査報告が組織的にできる日放技学会の力量は計り知れない。

「53⑫」：誌上講座「医療情報システムにおける標準化の推進について」（山田恒夫）。医療情報システムは現在、国内外で標準化推進の時期にきているので、その重要性を認識して欲しいと述べて、資料と図表を駆使して医療画像情報を中心にシステムの標準化を具体的に論述。

〔1998年：54①－54⑫〕

「54②」：第53回（1997）学術大会の宿題報告「放射線計測学体験学習論」（前越　久）。題名から受ける印象と違って、計測の「技術学／技術」研究を真っ正面から語り、放射線技師教育に取り組んだ長い歳月を振り返っての論考。放射線計測学教育の濃淡を含めて教育の場から直接の発信があれば、題名がさらに生きる。

「54③」：標準ディジタル画像データベース構築班の報告「標準ディジタル画像データベースの構築」（班長：白石順二）。意外であったのは班員の職能が、大学の研究者が４名、装置・器材メーカの研究者が２名、放射線専門医が３名（いずれも臨床顧問）で、班長の白石を除いて放射線技師が一人もいないこと。「画像データ」という臨床現場に直接関係する調査研究になぜ、現業の技師が参加していないのか―これは日放技学会の現実を裏面から物語るひと駒。しかしこの報告は、日放技学会でなくてはできない高度な内容を持つ。1995年から活動が始まり、1996年以降は日本医学放射線学会の協賛を得て完成したという。結語に「（データベース）構築は、非常に困難な作業である。それは適当な症例画像収集のための労力と診断的価値の合意や客観的評価の困難さを含んでいるためである」とある。他に類をみない見事な「仕事」の集積。

「54③」：誌上講座「大型放射瀬光施設『SPring-8』と臨床利用」（木村修治）と「SPring-8 利用」（八木直人）。1989年に10年計画で建設が始まり、1997年10月に初めて一部の放射光ビームが理工学に利用されたという世界最大の第三世代放射光施設「SPring-8（Super Photon Ring 8GeV）の全貌が垣間見できる。前者の講座は臨床的な利用を解説し、後者は構造・性能を主にした論考。木村は「臨床利用や研究が盛んになれば、距離的にも財政的にも難問が生じて、医療専用の小型リングが病院内かその近くになければ、研究の域にとどまると思う」という。八木は「（放射光の利用は多岐に及ぶが）医学を支える基礎的な生物科学の研究においても非常に役立っている」と述べる。これだけの規模と性能を誇る巨大技術である。それがどのように利用されるかは、それを制御する人間の「知恵」一つである。

「54④」：誌上講座「日本の体内投与放射性医薬品の供給と危機管理」（瀬田春生）。1997年時点での放射性医薬品の現況を詳細に述べる。「1997年６月から７月４日までの１週間、テクネチウム製剤の供給トラブルが発生したが」「（この）事態は、世界の核医学界や放射性医薬品メーカを震撼させる大事件」であったという。これがこの論考の柱。このような供給危機が生じないように、原料の安定供給を前提に供給源の多元化と世界規模で供給体制の見直しが必須であると説く。「技術」があらゆる予想と予測を裏切る典型。

「54④」―「53③、1999」：「パソコンソフト活用術」は、12回にわたる連載。この「講座？」は、医療放射線関連の技術学／技術に必要な「知的な匠」を盛りこんだ中級向けのパソコン解説書。

「54⑤」：誌上講座「研究をはじめる動機」（川崎富作）。内田「研究」論と双璧。ここでは「自分にとって『解っていること』と『解らないこと』とが判ってくるとその疑問を明らかにしたいとの願望を持ち、それを行動に移そうと考えるようになる。それが研究の始まりであり、動機である」が主テーマ。川崎の自己体験が時系列風に語られて医系研究室での一つひとつの凄い体験が、「研究」の困難を乗り越えて、川崎病の発見にたどりつく。「結局、すべてのことは自らの日常生活に興味と関心をもち、粘り強く疑問に立ち向かう姿勢からはじまると思う。あとは、各人の運とセンスが成功するか否かを決める」という。

「54⑥」―「54⑨」：ＪＩＲＡトピックス「医用ハロゲン化銀写真フィルムの現像処理―その理論と実際の管理―」（山田 稔）の４回連載は、「（ドライ処理記録システムが導入される）なかで、日常あまり意識しないで使っている医用ハロゲン化銀写真のウエット現像処理に関して基本に立ち返り、その中にある理屈と実際的な取り扱い方法に関してレビューしたい」と述べる。内容はウエット現像処理の全般をすべて網羅し、自現機のあれこれとそのメンテナンス、そして環境問題にまで言及。臨床現場の技師の再教育や技師教育機関での教材に最適の資料。

「54⑧」：誌上講座「医療におけるＩＣカード利用の現状と将来動向」（大山永昭）。ＩＣカードの機能とその標準化の状況、そしてＧＨＡ（Global Healthcare Application）に関連して国際的な資格認証カードの必要性などを紹介。「（ＩＣカード利用）法は保健・医療分野でも有効で、会計・税務・診療録などの各種記載業務の完全な電子化が実現される」という。

「54⑩」：第35回（1997）核医学分科会の教育講演後論文「医療における電磁環境問題」（菊地　眞）。電磁

妨害で医療機器に起きる誤動作問題や人体への生物学的障害などを述べる。1996年にＷＨＯは、０～300GHz領域のすべての電磁波に関する見直し作業を開始する42号声明を発表。わが国では防護指針としては不充分であるという議論がでて問題の「電波利用における人体防護の在り方」という郵政省電気通信技術審議会の第89号答申（1997）がある。この内外での状況のなかで、医療分野に限ってこの問題を理解しやすく解説している。結言で「個々の予防対策については一律に記述できるほどまとまっていないのが現状である」という点が今後の課題。

「54⑫」：第54回（1998）総会学術大会の大会長講演後論文「放射線検査がはたす役割の計測学的考察」（畑川政勝）。「計測した結果を社会に役立たせることも含めた学問に計測科学がある。放射線画像や検査にも、その効果も含めた測定を計測科学的に考える」という。放射線画像の評価や属性評価などの放射線画像技術学／技術分野に、計測科学／工学の思想を裏打ちして「測定することが最終目的ではなく、その結果を解析して有効に（日常の医療業務に）使うことまで考え（よう）」と結び、多岐にわたる評価法や解析法に学的体系と社会に対する付加価値をもつことの提案。

〔1999年：55⑴－52⑫〕

「55⑴」：第54回総会学術大会シンポジウムＩの事後論文「ＩＶＲ被曝の現状と低減策」（座長：花山正行、演者：佐藤州彦、古田求、才田壽一、木野村豊、鳴海善文ほか）。血管系のＩＶＲは、カテーテル類の開発と手技・方法の格段の進歩を背景にした低侵襲治療法。当然ながら外科的手術と競合と補完しあい、手術不可能の領域でもその対象とし、患者負担の軽減と医療費の抑制にも効果を発揮。「技術」発展の過程には必ず「負」の資産が増えるように、ＩＶＲの華やかな裏面にも、透視時間の延長や撮影回数の増加、患者と医療者への被曝などの問題があるというのが、このシンポジウムのテーマ。医療現場からの発言はいずれも、身近な問題としてその核心を衝き、この問題の複雑さを物語っている。木野村の被曝低減のためにＩＶＲ実施時の散乱Ｘ線の分布を教育して周知させたり、医療者の防護だけでなく装置自体につけるプロテクタの認識などの発言は、当然のことを実行する大切さを教えている。

「55⑴」―「55⑶」：「増感紙の変遷と技術動向（前）・（後）」（鈴木優二郎）。増感紙／フィルム系の最近の動向として「骨部などの鮮鋭度の影響が大きい部位を除けば、粒状性が診断能に大きく影響を与えるので重視されている。そこでシステムとして、高感度・高鮮鋭度の増感紙と高鮮鋭度・低感度フィルムの組み合わせて感度・粒状性を大幅に向上させた。このシステムがこれからの主流になる」と概略述べる。感材システムの感度と粒状性（度）の技術的な相反性を突破する新しい「技術」―蛍光体層内の光取出し効率の向上と光拡散制御技術など―の開発の結果である。ここには「質：鮮鋭度・粒状性」と「量：感度」の矛盾を克服し、システムの品質と精度を高めるという技術の内的発展の論理が見事に生きる。

「55⑶」：第54回（1998）総会学術大会の宿題報告「医学における逆問題」（中村 修）。この逆問題は「観測された現象からその原因あるいは現象を成立させている内部機序を推定する問題である」という。そして「医学における逆問題は、観測データと科学的直感および順方向に定式化された演繹的理論だけでは内部機序を効率的に行うことが困難になってきたために、結果から原因を究明する物理的認識を数学的に確立せざるを得なくなった」とまとめる。医系の研究様式の側面に物理的認識を導入する提案。

「55⑶」：第54回（1998）総会学術大会シンポジウムⅡの後論文「放射線治療における出力測定の物理的問題」（座長：保科正夫、演者：奈良鉄造、後藤紳一、中田学、舘岡邦彦）。現在、出力概念の共通の定義であるコリメータ散乱係数やファントム散乱係数、全散乱係数を用いて、演者それぞれの分野で議論を深めることがねらい。保科は「治療の最前線では、新たな技術に対応していかなければならない状況が続いている」と述べ、このシンポジウムの成果に期待をかける。

「55⑷」：誌上講座「地球環境の歴史を南極の氷に探る―Ｘ線で何が見えるか―」（本堂武夫）。氷結晶の水分子をシンクロトロン放射光を利用したＸ線トポグラフィ：結晶で回析して角度を変えたＸ線で撮影し、水分子の転位や積層欠陥の挙動を解析し、氷床コアに残された気候や環境変動のシグナルを正しく読み取るという。この先、地球はどうなるのか―この難問に応えるためにこのような放射線科学／技術が広く適応されていることを知る。

「55⑷」：第54回（1998）学術大会の教育講演後論文「診断能の評価―ＲＯＣ解析の実験方法―」（白石順二）。ＲＯＣ解析が診断能の評価に用いられる理由は、読影者の主観的な回答で簡単に結果が得られ、回答に隠れた「真実」を統計的手法で客観的に導くことができることであるという。「ＲＯＣ解析は、実験計画やその実行が大変な評価法であるが、その有用性は明らか」であるとまとめる。連続確信度法の出現でＲＯＣ解析が物理的評価に拡張された側面もある。

「55(4)」：「教育による放射線に対する認識の変化」（梅崎典良、中村綾子、坂本弘巳ほか）。放射線診療に従事する各職種・職能の放射線に対する認識の相違が放射線診療に支障をきたす。そこで医療短大放射線技術学科学生、医学部学生、看護学校学生、診療放射線技師、放射線科医師、病院看護婦など623名を実対象にし、対比対象として文学部学生292名の合計915名を選んで組織的にアンケート調査をした結果である。Ｘ線撮影に対する受容性を高めるには、便益性と（Ｘ線の）知識を深める必要がある。放射線防護の知識のないものに体外被曝の防止３原則だけを教えることは、かえって放射線の危険性を助長する。看護学校の教育課程に放射線防護教育と放射線に関する患者からの質問に応えるだけの能力を養う必要があると結ぶ。この結論で放射線の便益性と危険性を「就業前と就業後」に正確に教育する必要を知る。

「55(5)」：三次元画像の技術的研究班の報告「三次元画像の用語と画像作成手順」（班長：藤田　修）。前掲したＭＲＩ技術で使われている用語（「52(1)、1996」）でも註解したが、ある「技術」が普遍化したメルクマールとして使用専門用語の統一がある。この報告では、研究班があらかじめ基本的な用語を説明を付けて提示したものに、装置メーカ（７社）が答えたもの。一覧表をみても、ほとんど各社各様の使われ方である。その意味では20世紀末期になっても「三次元画像」の技術もまた、いまだ発展途上か―。

「55(6)」：第54回（1998）総会学術大会の教育講演後論文「放射線画像が社会にはたす役割―マンモグラフィ導入による乳がん検診―」（木戸長一郎）。乳がん罹患率・死亡率は、45～50歳始めと70歳代とに二つのピークがある。とくに前者は社会的問題。そこで検診の必要性が生じる。その撮影・診断の標準化のために1994年に「乳房撮影ガイドライン」（1998年に改訂版）を策定した。また、わが国の乳房ＣＡＤ技術は世界的なレベルで、これを検診に利用すれば結果を直ちに検診現場から検診センターへ転送して受検者に説明できる可能性もある、乳がん検診への期待が語られている。同じく「55(10)」に、誌上講座「乳癌検診の展望―マンモグラフィの導入に向けて―」（大内憲明、堀田勝平）。「マンモグラフィによる乳癌検診の指針（ガイドライン）」（1977年制定、1999年改定）制定の経過や資料を詳しく解説。乳癌は治癒が期待できる癌であるから、早期発見すれば死亡率を低下できる。ここに技師の撮影技術と医師の読影能力がかかっている。とくに技師の高い技術的知識と知的熟練が求められると結ぶ。

「55(6)」―「55(11)」：６回連載の「統計学のパソコン活用術」（橋本雄幸）。パソコンの表計算を使って統計学にどのように活用するかを解説。この連載と先の「パソコンソフト活用術」をまとめて学べば、かなりの統計的な処理が容易にできるよう配慮されている。

「55(7)」：誌上講座「蛍光体と医用画像への応用」（鈴木優二郎）は、先の「増感紙の変遷と技術動向（前）・（後）」（「55(1)、55(3)」）を補完する講座。種々の画像モダリティや画像機器などに採用されている蛍光体を詳細に解説。「蛍光体は情報を可視化するディスプレイのキーマテリアルとして、また医用画像分野のＸ線センサとして、今後とも重要な役割を担っていく」と結ぶ。画像分野の諸装置・機器、撮影などすべての技術に直接関与する蛍光体の役割は大きい。

「55(7)」：技術解説「Multi-slice CT（Multi-row CT）の原理と特性」（大澤勇一ほか）。螺旋ＣＴの次世代ＣＴとして、脚光を浴びているマルチスライスＣＴの詳細な原理とその特性が述べられている。同じく「56(12)、2000」に、論文特集「マルチスライスＣＴ」（ゲストエディタ：片田和廣）が学会誌の20世紀掉尾を飾る。原理、技術、メーカ各社の技術解説、臨床の場からの報告など。この号は「原著論文」と「臨床技術」が６編も揃ってマルチスライスＣＴ一色。マルチスライスＣＴの到達過程は、そのまま「技術」の内的発展の論理に相応し、その「技術」の進化は底知れず深い。そして「技術」が発展していくには、過去の実績を積み重ねて「量」を成長させていき、いっぽうでは常に新しい「質」を作りだしていく必要がある。マルチスライスＣＴの出立は、そのことを明瞭に物語っている。

「55(7)」：臨床技術講座「近年の放射線治療の技術的動向について」（内山幸男）。放射線治療とＱＯＬ（quality of life）の関係が種々のデータを駆使して詳しく、治療のシステム化と三次元原体治療計画の最新の情報も語られている。高い精度の照射技術がいっそう治療効果を高めるという当たり前のことが、三次元原体治療技術の完成で実現するという。

「55(8)」：技術解説「フラットパネルディテクタ（Flat Panel Detector）」（コーディネータ：藤田広志編集委員）。開発各装置メーカの研究者・技術者が、Ｘ線平面検出器の原理や特徴、画像処理などを各社各様に記述している。この「夢の検出器！」の出現は、21世紀にむけて本格的なディジタル画像科学／技術の幕開けだと藤田はいう。ディジタル画像モダリティの最終版になるのだろうか―。

「55(8)」：「ドイツにおける診療放射線技師の教育（門間正彦）。稲本の米国の放射線技師教育の寄稿文

(「46(4)、1990」) と併せて読めば、米・独・日本の教育の対比ができる。独では、ほんどが３年制高等専門学校で行われる。資格問題は米国と違って日本と同様に統合した形の資格になっているから技師の職務範囲は広い。国家試験は筆記試験、実技試験、面接試験があっていずれにも合格しなければならない。授業科目や授業時間は、ほぼ日本と同等の内容であると述べている。「日本では現在、大学卒業後の教育として大学院の整備がすすめられているが、高度な技術研究者を育てる教育とともに職業人としての教育も大事である」と結ぶ。至言である。

「55(9)」：「磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準」(日本放射線画像システム工業会・サイト設備設計標準化委員)。その一項目に「用語の定義」がある。この分野では各社が専門用語を統一できるのに、「ＭＲＩ装置」に関してはなぜ用語を統一ができないのか。

「55(10)」：技術解説「システム化に対応した放射線技師業務の変化」(岡崎宣夫：Arizona大学)。米国での技師の業務の多様性を語る。装置導入事前チェックや撮影業務、画像・画質にＱＣワークなどがあって、かなり業務内容が日本と違って合目的的でしかも合理的なシステム化がすすんでいる。システム化する動機は医療費の抑制だという。このマネージドケアに相当する医療制度は、やがて日本にも導入される可能性があるとまとめている。同じ著者が「56(1)、2000」、「56(4)、2000」、「56(7)、2000」に、「フィルムレス病院へ向けてのＰＡＣＳ導入ガイド」の「Ⅰ．ＰＡＣＳ導入の目的」・「Ⅱ．導入準備」・「Ⅲ．最新技術」の論考がある。米国でＰＡＣＳ導入の現状が、わが国のそれと対比して読み取れる。ＰＡＣＳ発祥の地で、思ったほど具備しないのはなぜか―。

「55(10)」：臨床技術講座「放射線計測の過去・未来・現在」(山田勝彦)。放射線単位系と測定器・測定技術が、この100年の経年を追って文献と資料をひもとく。前半の50年は、すでに検電器が使われていたのでＸ線の測定（技術）に終始し、後半の50年は原子力時代で人工放射性同位元素の生産と、大型の新形式の放射線発生装置の出現で種々の性能の測定器の開発・研究が急速にすすんだ時代と規定。前半はソフトウェア時代で後半はハードウェア時代に対応し、放射線測定（技術）系での技術学／技術は様変わりをみせる。

「55(10)」：グループ探訪は「金沢大学医学部保健学科」の紹介。放射線技術科学専攻の教官構成は、教授８名、助教授４名、助手７名（現、６名）で、放射線技師籍を持つものが８名、医師籍が５名、工学・理学・薬学系が５名という。教授・助教授に技師籍をもつ者が各２～３名ずつ充当していれば(紹介では何人いるのか不明)、ほぼ理想的であるがどうであろうか―。

「55(11)」：第44回画像分科会の教育講演後論文「ＰＡＣＳの構築と今後の発展」(宮坂和男)。わが国では他に先駆けて「ＰＡＣＳの構築」(院内ネットワークの構築：1989年）を行った北海道大学医学部附属病院の「その現状」と「これからの発展」を期する報告。「ＨＩＳ／ＲＩＳ／ＰＡＣＳの統合による情報の共有、標準的プロトコルによる情報伝達、画像圧縮の適切な利用、目的に応じたソフトコピー画面の選択、診療・研究・教育への支援、ＬＡＮ／ＷＡＮ結合による地域医療との連携」などが、今後の課題であろうと結ぶ。

「55(11)」：ＪＩＲＡトピックス「ＤＩＣＯＭ規格で実現できること」(加畑　峻)。各種のＤＩＣＯＭメッセージ通信、ＳＯＰ（Service／Object／Pair)、そして種々の情報システムの管理情報ワークフローなどの機能が可能であるという。重層した科学的情報通信技術の実現が近い。

「55(12)」：「観音様を女性とはいえません」(立入弘)。巻頭言の典型としたいエッセー。立入は、観音様を女性と勝手に「思い込み」していたことを「恥ずかしい」ことだという。このような勝手で間違った「思い込み」が、「ＪＣＯ工場でのウラン爆発事故」を引き起こした「原因にあるようだ」と述べ、「40年前の尼僧の言葉―『佛様には性がございません』―は私には痛烈な戒めとなっている」と結ぶ。掲載の時期と掲載雑誌の性格を充分に承知した上での見事なコラムエッセーで、とても卒寿を迎えられた方の記事とは思えない。

「55(12)」：第55回（1999）総会学術大会のシンポジウムⅠの事後論文「明日への予防医学の撮影技術への展望―胃癌・大腸癌・肺癌・乳癌検診について―」(座長：萩原明、演者：鈴木章二、武井恒夫、村松禎久ほか、堀田勝平、特別指定発言者：大内憲明)。1998年度以降、癌検診費用が地方交付税のなかに含まれ、その実施が各自治体の判断に委ねられたとき、標記の各検診の方法を専門委員会で再検討。その時点でのシンポジウムであると萩原はいう。各検診の実態が詳しく、それぞれに将来への展望・提言を語る。検診対象者は「健常者」である、(検診の）実施はたんに被曝を助長させる可能性があり、その画質と線量のバランスについて充分な議論が必要であると村松らは述べる。各演者からも言葉は違っても同様の発言が重ねられる。「検診」が議論されるときには必ずこの問題が表出するが、検診のあり方の基本にかかわる学術課題。

〔2000年：56(1)―56(12)〕

「56(1)」：新春対談「医療被曝を考える」(司会：大

塚昭義、対談者：舘野之男、草間朋子、砂屋敷忠)。Ｔ氏とＫ氏（原文のまま）の議論の対立が、放射線被曝や防護を学習するうえで非常に役に立つ。とくに「集団線量」と「個人線量」、「国民線量」と「集団線量」での両者の切り結びは、安易に読めば読む側が切られるかのようで凄い。議論・意見が対立するときは、正しい（正しいと思う）側が、誤った（誤っていると思われる）相手に納得できるいい方をするのが討論・座談のルール。そうすれば争点・対立点がいっそう明らかになる。この点でいくらか齟齬がみられるが―。せっかくの「対談？」なので、一般の学会員に「分かる／納得できる」ように論点の整理とまとめが欲しい。

「56⑴」―「56⑽」：「21世紀の放射線技術学・序章」という解説風技術学／技術論文が連載されている。「Ⅰ」と「Ⅱ」（秋山芳久ら）はコンピュータの活用で最適の放射線治療を目指す技術が、「Ⅲ」と「Ⅳ」（丸橋晃）では陽子線治療の基礎と臨床応用が、「Ⅴ」（今村恵子ら）ではＭＲＳの基礎について、「Ⅵ」（豊福不可依ら）は放射光の医学利用と単色Ｘ線ＣＴが、「Ⅶ」（尾川浩一）ではＥＣＴの画像構成が、「Ⅷ」（尾川浩一）ではＳＰＥＣＴとＰＥＴの動向が、そして「Ⅸ」と「Ⅹ」（成田雄一郎ら）ではモンテカルロ数値シミュレーションの基礎と応用を、「Ⅺ」（伊藤彬）では、モンテカルロ法の最近の事情が―いずれの論考も日放技学会の学的レベルを推し量って高度でしかも詳細。放射線技術学には、たとえば放射線撮影技術学のように臨床に密着した学的体系がある。それが21世紀にどのような発展を遂げるのか、その「序章」の姿だけでも見てみたい。

「56⑴」：学生のページ「学生セッションでの発表を終えて」（金沢大学医学部保健学科・放射線技術科学専攻：萬代奈都子)。「学内ネットワークを利用した情報収集とプレゼンテーションに関する研究」をインターネット上と、日放技学会中部部会で発表した経験を語ったもの。中部部会での発表で「私は学術大会の雰囲気が大好きです」それは、放射線科学／技術の最新の情報や専門家がディスカッションする場面に接することができるからだという。しかし発表時間が迫ってくると、喉が乾いてきたり精神の集中のために顔の体操をして筋肉をほぐしたり、「冒険心」で胸が高鳴って―そして第一声―「みなさーん、こんにちはー!!」。この「冒険心」に乾杯と祝意を―。

「56⑶」：ＣＡＤ技術論文特集。エディタ（藤田広志、真田茂、石田隆行）らは、この特集をつぎのように位置づける。マンモグラフィＣＡＤが、1998年に米国ＦＤＡ（米国食品医薬品局）で認可を受け、ヘリカルＣＴでの肺癌検診のＣＡＤ、胸部Ｘ線写真のＣＡＤなどの研究と開発もすすみ、21世紀初頭は本格的なＣＡＤ時代になるだろう。この世界的な動向と日放技学会におけるＣＡＤの関心の高さ、研究発表も増えている現状を背景に今回の特集を編んだという。特別寄稿として「ＣＡＤの現状と今後の進展―ＣＡＤ特訓セミナの提案と日放技学会会員への期待―」（土井邦雄)、「医師の期待するＣＡＤ」（遠藤登喜子）の２編、ミニ講座が７講座（乳癌画像、胸部単純画像、肺癌ＣＴ像、胃画像、ＤＳＡ血管系、バーチャルエンドスコピー、Image Checkerなど)、入門講座が２講座、標準ディジタル画像データベース、原著論文が14編、ノートが１編、臨床技術、速報など―まさに全紙面ＣＡＤ一色である。土井の言葉を借りれば、日放技学会会員の医用画像についての技術知識と画像診断に関する医学的知識のレベルは高く、チームワークと協同作業に慣れているなどＣＡＤ研究にとって大変有利である―。この言葉通りに研究内容は斬新で多様多岐、そして豊富。放射線画像技術学／技術の高いレベルを物語る成果の数々。

「56⑷」：「診療放射線技術学教育における問題解決型学習の試み」（小笠原克彦、遠藤晃、伊達広行ほか)。現在の医療放射線技術系「学校」での放射線科学／技術教育のあり方を追求した報告。「学校」の専門系の教育・学習の方法論を展開させる一つの考え方と技法を提示。この研究過程での基礎的背景になっている「テュートリアル教育」は、少人数（小グループ）で行う問題解決型学習法の一つで、問題解決能力の開発やその習得、そして自己学習と自発的発言の能力を培うというのがねらいである。その意味で「試み」は、完全なテュートリアルが履行されているとはいえない。しかし「国立系医療短大」という経済的にも環境面でも「最悪の条件下」での試みとしては刮目して、将来へつなぎたい研究。

「56⑸」：第55回（1999）総会学術大会の教育講演後論文「放射線治療の将来展望」（森田晧三)。癌の放射線感受性を治療前に予測する手段の開発、対象によって放射線感受性を高めたり低くする手段の開発、そして放射線を病巣に集中する手段の開発などを解説。ここでの「手段」は、手技や手練手管だけでなく、「技術」そのものを意味している。森田は「放射線治療の基本は『どのようにして病巣への線量集中性を増すか』である」という。物理学的・生物学的手段を試み工夫し、病巣の放射線感受性の予知や放射線抵抗性癌の抵抗性の原因分析をし、それに適合した治療法を選択する「手段の開発」が、放射線治療の成績向上の鍵を握るだろうと締め括る。21世紀に向けての放射線治療の技術的な問題点を明示。

「56(6)」・「56(7)」：技術解説「医療施設における電磁障害の解説」（前・後）（宮下哲治、坪田祥二、川村幸一ほか）。ＥＭＣ（electromagnetic compatibility：電磁的両立性）障害のアンケート調査や事例、原因のノイズの性質とその対策、そして「ＥＭＣガイドライン」の背景や推進の状況、あるいは国際規格にまで言及。電磁的なノイズが心電図やＭＲＩ、Ｘ線ＣＴ像にアーチファクトを発生させる事例もあって、複数の「技術」が輻輳するときに負の効果が示される典型。

「56(7)」：ＪＩＲＡトピックス「グリッドと共に40年」（飯田晋康）。散乱Ｘ線除去用グリッドを開発し製作した第一人者の技術的エッセー。少ない字数でグリッドが高品質になっていく過程を語る。画像構成に不可欠のグリッドという小「技術」の一端が読み取れて好著。

「56(8)」：技術解説「波としてのＸ線と新しいＸ線撮像法」（百生　敦）。軽元素・低密度の生体軟部組織はＸ線撮像（撮影）が困難で、これがＸ線撮影の一つの限界だという。この問題を克服する一つの方法が「Ｘ線の波：波動性」を積極的に利用すること。その波動性を高めるためにシンクロトロン放射光の小発生源からの明るい単色Ｘ線を使い、その位相情報差を利用して画像構成する。そして「われわれはＸ線イメージングにおいて重要なブレークスルーを体験しつつあるのかもしれない」と結ぶ。現実の臨床の場から俯瞰すれば、高度巨大技術で撮影されたＸ線画像がどのようなものであるのか―。

「56(8)」：「診療放射線技師教育の流れ―第１報　いわゆる大綱化―」（松本満臣）。「診療放射線技師養成所指定規則の大綱化、すなわち大幅な改正が行われる予定」なので「日放技学会会員の皆さまの忌憚のないご意見をいただければ幸いですし、またそれらの建設的なご意見を教育に反映させていきたい」が趣旨。大綱化の意味がいくらか不分明であるが、現行の指定規則の単位数136単位を93単位に減らして、そのなかに診療放射線技師教育のミニマム・リクワイアメントを盛り込むこと、これが大綱化であるということだろう。つまり大綱化は「カリキュラムの自由化」だと考えれば分かりやすい。行政がいう「ゆとりのある教育」であるから当然、その「学校」での厳しい自己点検・自己評価、第三者評価などの義務付けがなければならない。その点への言及がない。ここに述べられている範囲で判断して、ほんとうに技師教育がまっとうされるのか不安。「分数」の計算ができない大学生と同様、「対数グラフ」の使い方や「距離の逆２乗則」が理解できない診療放射線技師が生まれないことを祈るばかりだ（2001年４月に施行の予定）。

「56(8)」：学生のページ「第56回総会学術大会派遣報告書―学生の立場からみた学術大会―」（児玉直樹：長岡技術科学大学大学院工学研究科）。画像分科会の「各種モダリティ・最先端画像の理解」を聴講して「非常に有意義で大変勉強になった」という。しかし「フレッシャーズセミナ」の「ビギナのためのＭＲＩ検査―Ｑ＆Ａ―」では「あまりよく分からない、理解できなかった」と。そして「ビギナのなかのさらにビギナのためのセッションを一つ作って欲しい」と要望する。学生会員が教育的配慮へ投じた一石。

「56(10)」・「56(11)」：「日本の放射線機器戦後発展史」（前・後）（牧野純夫）。前編ではＸ線ＴＶの発祥と発展が、Ｘ線蛍光増倍管を中心に述べられ、後編では間接撮影装置と胃集団検診装置の開発が具体的で詳しい。「史」であるから確認のための引用文献や参考文献、資料の出典などの例示があれば、一段と理解が深まる。

「56(11)」：放射線防護分科会の「高校生胸部健康診断過剰被曝に関する報告」と、その報告中報告として「胸部集検用間接Ｘ線撮影時における過剰被曝事例に関する調査報告書」（瀧下：日立メディコ）。後者の報告で「2000年５月、茨城県の高校の定期健康診断で、生徒と教職員の胸部間接Ｘ線撮影を行ったところ、Ｘ線露出オーバにより合計369名の撮影写真が読影不能となった。直接の原因はコンデンサ式Ｘ線装置の高電圧ケーブル内部の線間耐電圧不良によって三極Ｘ線管をコントロールするグリッド電圧が低下し、余分なＸ線が照射されたことによる」とある。被曝線量（推定）は最大出力時：750mRであったという。分科会本体の報告に「被曝線量」や「原因」に関して「専門家」の立場で、詳しい所感を付していれば「・・・などの確認を怠るな」と注意するよりも、学会員にはいっそう強い警告になる。

３）日放技学会の研究領域の拡大と展望

2000年代の早い時期には遺伝子の総体としてのヒトゲノムの解析が可能となり、また80年代末から90年代にかけてＮＡＳＡ（米航空宇宙局）が獲得した膨大な観測資料は、宇宙空間の新しい形態の星の情報を人類にもたらしている。このようにミクロとマクロの世界を包含し、21世紀に入って科学／技術の分野は爆発的な拡大が起こり、科学／技術史の上でも空前の変革が行われることが予測されている。

編年性でみてきた日放技学会の放射線技術学／技術概論の基本構造にも明らかに節目がうかがえる。「人間の進化は、実は技術の進化である」といわれているが、これを技術＝機器・道具が逆に、人間を「ここまで」進化させたといい替えてもよい。

これまでに各節目ごとに放射線技術学／技術が発展する契機は、「技術の内的発展の論理」に基づくと述べてきた。初項の「考え方の変遷と経緯」でもふれたように、この「内的発展の論理」は、過去の実績を積み上げていく量的な問題と常に新しい内容を創りだしていく質的な問題の矛盾（内的矛盾）が新しい技術を創造する[10]。その典型を増感紙／フィルム系の感度と鮮鋭度・粒状性の矛盾を克服して発展した経緯で確認した。またＸ線断層撮影技術はコンピュータ技術を集積してＸ線ＣＴを生み、螺旋Ｘ線ＣＴの技術を創りだし、やがてマルチスライスＣＴの地点に到達したことや、アナログ画像の技術は、コンピュータ科学／技術を集積してディジタル画像の実現を可能にし、ディジタル画像の技術はもろもろの画像モダリティの核となったこと、そして増感紙／フィルム系の平面受像技術は、ディジタル画像や半導体などの技術と結合してフラットパネル検出器を創造した。これらはすでに医療における放射線技術学／技術として確固とした地歩を築いている。

21世紀の帳が大きく開いた現在、医療技術の驚異的な発展と進歩は、「人間」を対象にしながらも「人間のこころ」を後回しにする恐れがないとはいえない。放射線被曝と画像・画質の関係はその象徴的な問題を提起している。輻輳したディジタル化の技術学／技術に目を奪われないで、「人間のこころ」を失わない「人間」の目線で制御・計測する放射線技術学／技術を確定したい。

［文献・資料］

１）日本放射線技術学会・技術史委員会編：日本放射線技術史、日放技学会誌、24⑸、381、(1969).
２）佐々木　力：岩波新書・科学論入門、19-20、岩波書店、東京、(1996).
３）馬場政孝：ベックマンの技術学、現代技術評論、1-1、61-65、(1974).
４）佐々木　力：岩波新書・科学論入門、75、岩波書店、東京、(1996).
５）日本放射線技術学会編・山下一也：医療放射線技術学概論、9-10、通商産業研究社、東京、(1991).
６）岡田節人他編：岩波講座「科学／技術と人間」―第１巻「問われる科学／技術」、p.V、岩波書店、東京、(1999).
７）日本放射線技術学会編・山下一也：医療放射線技術学概論、pp.250-253、通商産業研究社、東京、(1991).
８）石谷清幹：工学概論、12、コロナ社（1972).
９）中川米造：医の倫理、10-11、玉川大学出版部、東京、(1977).
10）田辺振太郎：技術論、213、青木書店（1972).

2.1.2　放射線管理技術

放射線をどのように医療に用いるか、医療上の要請や科学技術の進歩に合わせ、時代と共に変貌、発展してきたが、本学会は、放射線利用の根底に安全で効率的であることが不可欠であるとの認識を持ち続けている。

技術学会の使命が、基礎研究や応用技術開発にあることや、医療応用技術の開発が急がれた事、安全研究を主題とする学会が存在することなどから、技術学会の他の研究分野に比べ、管理技術学は華やかにとまでとは言えないものの、発足以来、着実に発展してきた。

放射線医療のなかで、放射線安全が重要と考え、撮影、核医学検査、放射線治療における研究成果の報告に際し、被曝はどうであったかの検討が要求された時期があり、その後、技術開発に関する報告ではその事が付言されるようになった。また、学会誌投稿規定に倫理的配慮が盛り込まれる背景となったと考えられる。

Ｉ）研究発表の演題数

1960年（16回大会）から2000年（56回大会）までの総会学術大会に報告された演題数は、それ以前の傾向を引き継いで、総演題数のほぼ10%程度である。新しい検査法が登場、普及にともない、安全面の検討が報告されている。一方、管理学の区分に属さず、検査学や放射線治療学、核医学などで防護・被曝関連が報告されている例もあるものの図１に示した数は、資料上管理学に区分したもので表した。

技術学会の全体との関連について、「日本放射線技術史」（日本放射線技術学会技術史委員会編　273-279頁）によれば、各領域とも1960年後半から1980年に研究発表演題数は急速に増加し、学会活動が盛んになっていく状況を示している。管理学領域も同様の傾向で、その後についても増加傾向が見られる（図2-1-1)。1973年から秋季学術大会が開催されるようになり、1980年半ば、シンポジウム形式から一般演題による大会となり、演題数は

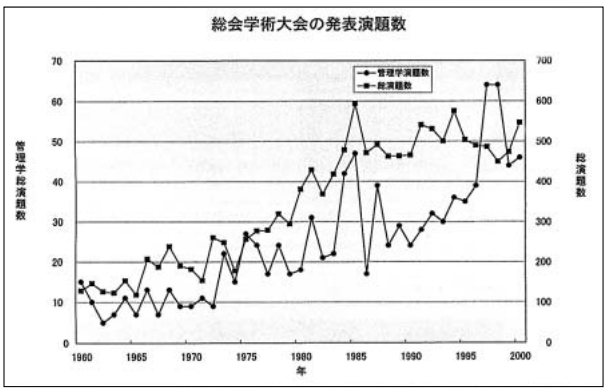


図2-1-1

総会大会と同じく総演題数の10%を少し超えるほどになった（図2-1-2）。

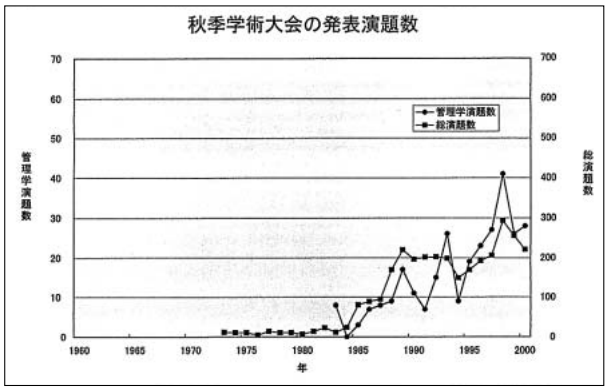


図2-1-2

本来、春秋の大会を区別する必要はないと考えるが、便宜上２つの図で示した。

Ⅱ）1960,70年代（遺伝有意線量主体の時代）

被曝や防護を考えるとき、検査を受ける受診者（患者）の立場か、従事者の安全かに分けられるが、両者平衡して報告されている。患者の被曝については撮影と治療に関するテーマが多く、その時代の放射線医療活動を反映している。

撮影部門では、間接撮影による胸部集団検診、胎児撮影、乳幼児股関節撮影など、治療では良性腫瘍、皮膚疾患、甲状腺などへの照射が行われていたことから、これらによる生殖腺（胎児）被曝がテーマとなっている。従事者については、被曝線量の検討や血液検査結果の解析がなされている。核医学検査の被曝についても従事者被曝のテーマで70年代から報告が見られる。

1960年には「診療時における被曝線量」のシンポジウム（座長、樋口喜代治）が行われ、従事者、被検者（患者）の被曝について論じられ、従事者については被曝線量の測定法や量について、被検者については、照射野、付加フィルタなどと皮膚線量、生殖腺線量の関係が取り上げられた。

1971年「国民的遺伝有意線量に寄与する線量の軽減」の特別講演が川崎幸槌によって行われている。医療はもとより産業界の放射線利用が増加し、核兵器の開発も加わり放射線被曝が世界規模で問題化し、人の遺伝的影響が危惧されていた様子がうかがえる。それは、1973,74年と２年連続して「Ｘ線検査時の患者被曝線量について」のシンポジウム（座長'73松尾優、'74石坂正綱）にひきつがれ、学会の関心が高まった。また、Ｘ線画像の質と被曝についての報告（61年）がみられ、後の希土類元素蛍光体増感紙と被曝線量低減へとつながっている。

1970年代早くから放射線管理委員会を発足させ、医療放射線被曝軽減への検討を行った。と同時に、会員の研究活動推進にあたった。この活動は、放射線防護分科会に引き継がれている。

世界的に放射線影響について遺伝的影響に関心が寄せられてきたことから、放射線検査を受ける人（患者）と検査を行う者（従事者）の被曝が、皮膚表面、骨髄、生殖腺線量を中心に検討され、各種の検査部位・疾病について、撮影、透視、核医学検査、放射線治療の分野で報告された。各種の放射線源からの被曝が増加する流れの中、全人類の集団積算線量を増加させない政策は、医療での被曝も低く抑えたい要望などが本学会の研究にも影響している。また、胎児への影響についても配慮され、ＩＣＲＰは1962年に10-day-rule（10日則）を定めたが、本学会で特別に取り上げられる課題にはならなかった。

遺伝影響への配慮は、照射野の制限、股関節撮影や胸部撮影での骨盤部遮蔽が研究テーマとなり、活発に研究された。

1977年、ＵＮＳＣＥＡＲは報告のなかで、原爆被爆者の遺伝影響に有意差を認めないとした。同年のＩＣＲＰ勧告も同一の考え方ではあるものの、正当化、最適化、線量制限という線量制限体系にわれわれの関心がそそがれ、本学会の研究の主題は変らなかった。

放射線管理委員会（1973―）は、1986年からテーマを設定した「班組織」となり、引き続き医療被曝の問題を取り扱ったが、この活動は1996年、放射線防護分科会に引き継がれることとなった。

秋季大会のシンポジウムは、'77年「診断領域の線量測定」（座長砂屋敷忠）で被曝線量測定も検討された。

Ⅲ）1980年代（発がん誘発線量の低減）

種々のモダリティでの検査に伴う被検者（患者）の被曝線量について、報告がなされた。実効線量や臓器線量について、さらに発がん・胎児リスクが取り上げられた。線量は線量計を用いるのが基本であるが、全ての検査機関で線量計を所有することは不可能である。そこで、皮膚入射線量のおおよそを知る方法を検討した委員会（委員長松尾優）が1981年報告を行った。後に精度が格段に向上した「ＮＤＤ法」の先駆けといえる。

被曝と画質の問題、測定用具・ＱＣツールや線量モニタリング、防護衣も取り上げられた。特にＱＣ活動やツールに関する報告が格段に多い。

Ｘ線ＣＴによる被曝線量に関する報告は、'77年頃からみられ、'78年シンポジウム「ＣＴにおける技術的諸問題」（座長沢田武司）が行われたが、80年代になって装置の普及と進歩に伴って研究活動がいっそう活発にな

った。併せて、ＣＲ、ＤＲ、シネ撮影時の報告が行われた。'80年秋季大会シンポジウム「総合医用画像について」（山下一也）のなかで、各種モダリティでの被曝線量、患者拘束時間、経済性の比較検討（小室裕冉）を行った。また、'80年治療技術委員会報告「放射線防護と関係法規」（高田卓雄）がある。88年シンポジウム「診療放射線の安全管理」（座長菊地透）で安全教育、医療の中での問題が取り上げられた。

宿題報告、「Ｘ線検査における患者被曝低減の技術的研究」'83'年（大塚昭義）、宿題報告、「Ｘ線検査における患者被曝とその測定－Ｘ線ＣＴを中心に－」'89年（砂屋敷忠）が行われた。

Ⅳ）1990年代（発がん影響の減少と確定的影響の防止）

ＩＣＲＰ77年勧告が、1989年ようやく国内法令に導入され、被曝線量の合理的な低減が要求されてきた。'90年ＩＣＲＰは勧告で、便益をもたらす被曝を不当に制限することなく人の安全を確保する。個人の確定的影響の発生を防止し、確定的影響の発生を減少させることとした。勧告の成立過程がこれまでより公開されるようになって防護研究に関心が寄せられた。

血管造影検査時の被曝線量やその低減方法についての研究、一般撮影も含めた付加フィルタの材料とその効果、エネルギー変化などが取り上げられた。法令改正に関連し使用室の遮蔽も検討された。非電離放射線について磁場・電場の健康影響を、放射線検査室や器具での感染予防も取り扱われるなど広範囲になった。小児や高齢者、在宅医療にも関心が向けられたが、報告数ではＸ線検査時の被曝についてが多い。放射線治療では、コンピュータ支援による安全システムや水晶体防護、核医学検査では、患者の汗による汚染や投与患者周囲の放射線量、汚染、廃棄物についてなど。また、院内情報システムを利用した被曝線量記録などが報告された。

シンポジウム、「ディジタルＸ線画像の最適化－被曝線量の観点から－」'93年（座長大塚昭義）、「先端医用画像と被曝線量」　'95年（座長砂屋敷忠）、「ＩＶＲ被曝の現状と低減策」'98年（座長花山正行）に見られるように公衆の被曝（発がん影響）と確定的影響をもたらす可能性のある検査について検討が進められた。

Ⅴ）2000年（２１世紀へのかけはし）

1998-2000年の学会誌には、血管造影検査の線量データやリアルタイム測定法、ＣＴ検査の新しい線量測定法、面積線量計の活用、消化管検査や乳房撮影時の線量。Ｘ線スペクトル。核医学検査での汗による汚染調査。防護衣の全般と破損対策。などの研究報告があるが、防護研究の方向を示唆する記事も多い。関連法令への討論や次期ＩＣＲＰ勧告の動き、在宅医療への放射線利用、骨転移疼痛緩和療法への放射性医薬品があるが、「Ｘ線装置の遮蔽評価に関する新提案」は'00年の医療法改正への資料を提供した。在宅医療の検討やその他、本学会の研究成果が国民生活に活用されてきた。また、放射線安全について、1996年から「市民公開シンポジウム」を毎年開催（医療放射線防護連絡協議会共催）し、会員の防護研究が普及活動に生かされてきた。このシンポジウムを主体的に実施してきた放射線防護分科会も年次充実した活動をおこなった。

講座「放射線障害とその防護対策」（館野之男）、対談「医療放射線を考える」（館野之男、草間朋子）は全体的な指針となろう。

［文献・資料］

・日本放射線技術学会技術史委員会；日本放射線技術史、日本放射線技術学会、1988　および同第２巻第３章　2002
・日本放射線技術学会；文献集、第1巻、1971、第2巻、1984、第3巻、1988、第4巻、1994、第５巻、1998

2.1.3　測定技術

放射線の測定技術については、1895年レントゲンがＸ線を発見したとき、すでにＸ線による空気電離を利用した検電器が存在し、これを使った測定結果が最初の論文に書かれていることから考えても、放射線の測定は空気電離、言い換えれば現在の電離箱から始まったと考えても過言ではない。その後この手法は一般に広く利用されるが、1950年頃以降になって、やっと多種類の測定機器が開発され、これに伴う測定技術も研究され始めたようである。そこでこれらの測定機器と測定技術に分けて1961年以来現在までのおよそ40年間にわたって、その歴史を本学会の研究活動を中心に振り返ってみたい。

(1) 測定機器

１）電離箱

電離箱の歴史はＸ線の発見のときから始まるが、その原理が空気電離量を収集するというごく単純な測定器であることから、研究内容をみても画期的な研究は少なく、その研究は非常に長い期間にわたって継続している。したがって、本学会での発表数を見てもその数は比較的少ないが、それでも常に誰かがこの領域の研究を継続していることは評価できる。

1960～1965年頃は電離槽という呼称で呼ばれ、小型電離槽や外挿型電離槽、軟Ｘ線測定用等の特殊電離槽の開

発に関する発表がみられる。その後1970年代になって線量計の輸入が活発となり、輸入製品であるVictoreen R-meter，Radocon，Ionex等の特性や性能に関する発表がみられるが、国産品の無いことが誠に残念である。

1975年頃になって電離箱のエネルギー依存性、線量率依存性、極性効果等の電離箱の特性に関する発表が若干みられるが、発表数は極めて少ない。すなわち電離箱線量計は最早一つの完成された実験用器具として使用されるようになり、線量計自体についての研究の必要性はかなり低下したものと考えられる。しかしながら、近年1995年頃になって新しく始まった小照射野治療に対応するための超小型線量計の研究が進み、例えば0.1mlマイクロチエンバーの発表もみられる。このような微小線量計開発の陰には、安定した高感度微小電流測定器の存在とその発展があり、これらの周辺技術開発に支えられていることが大きいと考えられる。

２）半導体検出器・半導体線量計

1961年、Millerがp-n接合型半導体検出器（Si）を開発し、Ｘ線のエネルギースペクトル測定を行った。さらに1960年にはPellがＸ，γ線測定に好適な、リチウムドリフト型半導体素子（Si）を開発し、半導体検出器の幕開けとなった。その結果、1960年代はこれらの検出器を使ったＸ，γ線のエネルギースペクトルに関する研究が世界的にも盛んに行われるようになった。

しかしながら、このような半導体検出器に関するわが国での研究は若干遅れているような感を受けるが、とくに本学会での発表はかなり遅い。それでも1967年には、神奈川歯科大学からリチウムドリフトpin型半導体検出器の試作報告がなされている。

1975年～1979年には半導体に関する発表が数件見られるが、いずれも半導体検出器としてのパルス計測ではなくて、Si-pn接合型半導体による電離電流を利用した、線量計としての使い方に関する発表である。

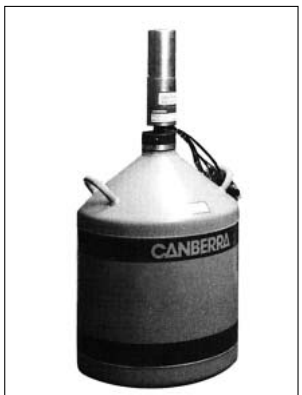


図2-1-3　Pure-Ge半導体検出器の外観図

その後、1983年に至ってPure-Ge半導体検出器によるＸ線エネルギースペクトル計測に関する発表が本格的に見られるようになり、1988年には本学会のＸ線スペクトル検討班から「Ｘ線エネルギースペクトル測定指針」が公表された。そこでこの指針をもとにして1990年頃にかけて名古屋大学を中心にした数題の発表と論文投稿が見られた。図2.1.3にPure-Ge半導体検出器の外観を示す。

さらに1995年頃から最近にかけてはCdTeやCdZnTe等の新しい半導体検出器に関する発表が見られるようになったが発表数は数件である。最も高性能であるPure-Ge半導体検出器も、今では完全に完成された計測器となり、検出器自体に関する研究よりもこれを使った応用研究へとその研究内容が推移しているようである。

３）熱ルミネセンス線量計（ＴＬＤ）

ＴＬＤの歴史は1954年、Kosselによる$CaWO_4$：Mnを線量計測に使った論文発表から始まる。その後1961年に至って、Harshaw Chemical Companyが一つの完成された製品としてTLD-100を発売した。これは素子にLiFを使ったもので、あまり高感度ではないが、エネルギー依存性やフェーデイングが少なく、線量直線範囲も極めて広いという特徴を有し、非常に安定した素子としてその利用が急速に広まった。

本学会でのＴＬＤに関する研究発表は1965年から始まるが、最初の発表は$CaWO_4$：Mnの試作に関する内容で、これはレントゲン技術専修学校が２年間にわたって行っている。この頃新しく開院した天理よろづ相談所病院に、Harshawの製品がわが国では最も早く納入されたと聞いているが、これにより1968～1969年には、HarshawのLiF特性ならびに、CaF_2：Mnや$Li_2B_4O_7$：Mn素子との特性比較についての研究が天理よろづ相談所病院から発表されている。

やがて1970年代に入ると、多くの種類の素子が製品化されるようになり、これに伴い研究発表もこの頃に急増する。研究発表数を数えてみると、図2.1.4に見られるように1973年頃をピークにして1970年代の10年間でＴＬＤに関する全研究発表数の約80%がこの時期に集中し、その発表数は40数題にもなる。研究発表の内容は各素子の

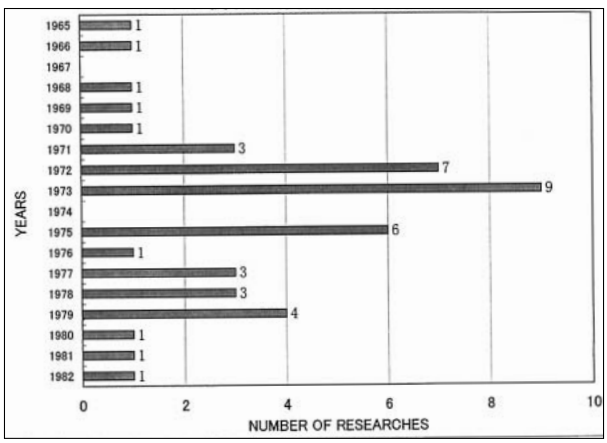


図2-1-4　TLDに関する研究発表の年代分布

諸特性、測定精度についての発表が中心であり、1977年京大原子炉実験所からはLiF，LiF：Cu，LiF：Mg，$Li_2B_4O_7$，MgB_4O_7，$CaSO_4$：Tm，Mg_2SiO_4：Tb等の多種類の素子の比較実験が行われている。

1980年代に入るとＴＬＤに関する発表は１年で１件程度に激減し、1986年以降は皆無となっている。これはＴＬＤ素子の特性や測定精度については、ほとんどが知りつくされＴＬＤは一つの完成された測定器すなわち道具として、多くの研究に使用されるようになったからであろう。

４）蛍光ガラス線量計

蛍光ガラス線量計の開発は、ＴＬＤよりもやや早く1951年、Schulmanが銀活性りん酸ガラスを用いて線量測定したことに始まる。蛍光ガラスは比較的高感度の線量測定器ではあるが、素子の原子番号が高いことからエネルギー依存性の大きいことが欠点であった。この欠点を補うために、横田（東芝）が1961年、原子番号の高いK，Baの代わりに低原子番号のB、Liに置き換えた低原子番号ガラスを開発した。また1964年にはAttixも同じような研究を行っている。このガラスはエネルギー特性が改良されたばかりでなく、感度も向上したため横田ガラスとして広く世界の脚光を浴びた。

しかしながら、蛍光ガラス線量計の大きな欠点は刺激光に紫外線を用いるため、ガラスの洗浄が非常に大切で、洗浄方法が悪いと大きな測定誤差が生じる。しかも洗浄は大変に手数を要する作業でもある。

1984年、東芝は連続発振のできる窒素ガスレーザを利用した蛍光量読取装置を開発し、これによりガラスの洗浄が不要になると共に、測定感度も上昇し著しく安定した測定ができるようになった。さらに被曝線量測定に利用した場合には大量のガラスの測定を自動化することも可能にした。

このように蛍光ガラス線量計は近年になって始めてフイルムバッジに代って被曝線量測定器として用いられるようになったが、それ迄は前述したような欠点により蛍光ガラスよりむしろ ＴＬＤ が優先して使用されてきた。このため本学会での蛍光ガラス線量計に関する研究発表も極めて少なく、1960年代に数件あるのみである。また、窒素ガスレーザ方式リーダが開発された後も、これは被曝線量測定機関が保有することになり、個人研究にはほとんど利用されていないのが現状である。

５）蛍光量計

蛍光量計は1970年頃、フイルムに代わる実験用センサーとして開発され、現像という煩雑な過程と時間を伴うフイルム黒化に関する実験操作から解放されたが、あくまでも実験器具という段階から更に発展することはなかった。このため本学会での研究発表も非常に少なく、1980年～1984年にかけて、蛍光量計の特性、使用経験等の発表が数件見られるのみである。その後は蛍光量計そのものに関する発表は皆無であり、一つの完成された実験用器具として多くの研究に利用されるようになった。

６）Ｘ線出力アナライザー・多機能電子線量計

1981年、Victoreen 社からＸ線出力アナライザー、ＮＥＲＯが開発発売された。これは診療用Ｘ線発生装置のＸ線出力の精度管理を行う管理用測定器で、管電圧、管電流、照射時間、管電圧波形等がＸ線発生装置とは全く非接触の状態で測定することができる。国内でも関心のある医療施設は直ちにこれを取り入れ、性能評価や特性測定に関する研究が行われ、1983年から1985年にかけて10数題の発表が行われた。

一方、このような考え方に刺激されてVictoreen社の方式とは異なった独自の方法での開発も進み、これらが非接触型管理用測定器として、この時期にいくつかの発表が見られる。これらの発表の中には蛍光量や管電流時間積の測定ができるものもある。

その後しばらくの間、Ｘ線出力アナライザーに関する発表は中断されるが、1990年代になってVictoreen社以外にも、ＰＴＷ社からは「ＮＯＭＥＸ」が、そして国内の化成オプトニクスからは「ＫＹＯＫＫＯ　Ｘ線アナライザー」が開発発売され、それぞれの特性や性能比較に関する研究発表が多く見られるようになった。とくに東北大学からは、1991年から1997年にかけて10報を超える発表が続けられた。また、東京都立医療技術短期大学からは1990年～1999年という長い期間にわたって、非接触型Ｘ線測定器の題名で、主として特性についての詳細な研究発表が数多く行われた。しかしながら、近年ではこれらの特性や性能評価は一段落し、もっぱらＸ線発生装置の管理用測定器として実用される段階となったようである。

1999年になって、Ｘ線発生装置の管理用測定器とは測定目的を異にはするが、Ｘ線診療室の空間線量率や従事者の被曝線量等を複数個の測定器で時系列に測定できる、多機能電子線量計（商品名ドーズキューブ）が開発発売され、これの特性や性能評価に関する発表が見られるようになった。この測定器は近年、フイルムバッジに代わる管理用測定器として使用する施設が増加しつつあり、今後どのような使われ方がされるか分からないが、新し

い計測機器として注目したい。

(2) 測定技術

１）高エネルギーＸ線、電子線の計測技術

わが国の放射線治療がＸ線の発見直後から使われてきたＸ線発生装置から、高エネルギーのＸ線やγ線に変わろうとした頃の最初の放射線機器は、大量の^{60}Co線源を用いた、^{60}Co遠隔治療装置の出現であった。これは1952年、Jhonsが最初に開発し、その翌年には早くも東芝がわが国最初の国産装置として製造している。したがって、本学会での研究発表も^{60}Coγ線の線量測定に関する発表が1950年代には見られたであろうが、今回扱っている1960年代以降ではあまり多くの発表は見られない。

その後、開発された高エネルギー放射線治療機器は、ベータトロンである。ベータトロンの開発は比較的古く、1940年にD.W.Kerstが世界で最初の開発を行い、その後の医学的利用までには若干の年月を要したが、1948年になってイリノイ大学で22MeVのベータトロンを使った最初の高エネルギーＸ線治療が行われた。しかしながら、わが国でのベータトロンの医学利用はこれよりもかなり遅れることになる。

1961年、藤野守次（大阪市立大学）は、わが国最初の医療用ベータトロンを開発し、高エネルギー放射線治療を開始した。これに伴い本学会でもこの頃からベータトロンに関する研究発表が行われ始め、1963年には大阪市立大学から、15MeV医用ベータトロンの発表が行われている。続いて1965年には放射線医学総合研究所から、31MeVベータトロンの電子線およびＸ線に関する発表が行われるなど、この頃から1970年頃にわたる数年の間に、装置の特性や電子線吸収線量測定、電子線線量分布測定などに関する研究発表が10数題行われた。中でも1970年には、光田（大阪市立大学）が「高エネルギー電子線治療における技術的諸問題」の演題で宿題報告を行っている。

一方、ベータトロンの開発からは若干遅れるが、1950年になってイギリスで、医療用のリニアアクセレレータが完成し、1952年にはハマースミスで8MeVのリニアックによる放射線治療が開始された。しかしながら、わが国でのリニアックの医学利用はベータトロンと同様に少し遅れ、1964年になって、わが国最初のリニアック第１号機が癌研に設置された。そしてリニアックに関する本会での研究発表は1967年頃から始まり、その主な内容は高エネルギーＸ線と電子線の線量測定に関する発表が多くを占めているようである。

このような高エネルギーＸ線に関する研究成果を背景にして、1971年には日本医学放射線学会物理部会から、「放射線治療における^{60}Coガンマ線及び高エネルギーＸ線の吸収線量の標準測定法」が勧告され、吸収線量測定の標準化が全国的にはかられた。

このようにしてベータトロンとリニアックが電子加速器の主要機器に位置付けられたが、ベータトロンの出力線量が比較的小さいことから、出力の大きいリニアックに関心が移り、やがてベータトロンは市場から消え、リニアック全盛期へと移っていくことになる。そして電子線に関するこれらの研究成果をもとにして、1974年には「放射線治療における高エネルギー電子線の吸収線量の標準測定法」が同じく日本医学放射線学会物理部会から発表され、1971年に発表された、「高エネルギーＸ線の吸収線量標準測定法」の姉妹編となった。

その後1975年から1980年にかけてリニアックから発生する漏洩中性子線が問題となり、リニアックの設置された放射線治療室の出入口の扉等には中性子を防ぐために硼素を入れる等の対策が行われることになるが、このような漏洩中性子線に関する研究発表がこの頃多く見られるようになった。そしてこれらの研究を精力的に行ったのは、北海道大学を中心とした研究グループであった。また、同じような問題としてリニアックの高エネルギー電子線から発生する制動Ｘ線についての研究発表もこの頃に見られる。

1986年には1971年と1974年にすでに発表された、高エネルギーＸ線と電子線の標準測定法の改訂が行われると共に、両者の合併作業も行われ、新しく「放射線治療における高エネルギーＸ線および電子線の吸収線量の標準測定法」として、同じく日本医学放射線学会物理部会から出版された。これにより高 エネルギー放射線治療における線量測定法が全国的に標準化され、この頃を契機にしてこれらの問題に関する研究発表は本学会ではほとんど見られなくなった。

２）診断領域Ｘ線の計測技術

線量測定の必要性は放射線治療を的確に行うことにあり、線量の高い測定精度は強く望まれるところである。一方、診断に用いられるＸ線では、必ずフイルムによって透過Ｘ線の検出が行われるために、常に被写体には適切な線量が照射されるので、強いて線量測定の必要性はなかった。しかしながら、時代の推移に伴い放射線管理の認識が高まり、患者や従事者への被曝線量測定の必要性が要求されると共に、放射線の法的規制の整備によって、管理区域など場所の測定も義務付けられるようになってきた。このような背景から今までは放射線治療分野

に限定されてきた線量測定が、Ｘ線診断領域にも必要になってきた。

このような動きは1960年初めの頃から始まり、これに関連する研究発表が散見されるようになってきた。本学会はこのような動きを素早く察知し、1962年に「測定専門委員会」を発足させ、委員長に樋口（岩手医大）が当った。この委員会では主として散乱線測定用サーベイメータの精度を全国的に実測調査し、その偏差が異常に大きいことを示唆すると共に、その改善を求めた。委員会の活動はおよそ10年に及び、その結果は数編の報告書として発表された。そして樋口は1971年「照射線量測定の現況と将来への展望」の宿題報告を行った。

一方、測定専門委員会委員であった、山田（レントゲン技術専門学校）も診断領域での線量測定に強い関心を示し、積極的な研究活動を続けていた。そして幾つかの研究発表と論文投稿が評価され、1974年「Ｘ線診断領域における線量測定とその問題点」の宿題報告を行った。この報告では診断領域Ｘ線の線量と線質の測定に関する、幾つかの問題点を提起した。

その後、このような領域での線量測定に対して、幾人かの人達に研究の関心が集まり、診断領域Ｘ線に対する線量測定法や減弱曲線、半価層を中心としたＸ線線質測定の発表が1975年～1980年前半にかけて活発になった。この頃とくに佐藤（京大実験原子炉）は線質測定に関する多くの発表を行っている。

また、被曝線量測定の検出限界をより低くする目的でフイルム中の銀原子の放射化に着目した発表が、阪大と京大実験原子炉から数題見られた。

さらに1990年始めの頃には、やはり診断領域Ｘ線の線質測定として、実効エネルギー測定、ＱＩによる線質表示、フイルタのＫ吸収端を利用した線質調整等の発表が見られ、やがてこのような考え方がモリブデンターゲットの乳房撮影用Ｘ線管やモリブデンフイルタの利用へとつながっていくことになる。このように診断領域Ｘ線の線量測定に関する研究は細く長くいつまでも継続し、その時代の誰かが問題解決に当っているようである。

３）腔内治療線量測定

密封小線源を用いた腔内治療は古くから行われてきたが、リモートアフターローデイング法による腔内治療が始まったのが、1975年頃であった。したがって、ラルストロン（腔内治療装置の商品名）を中心とした腔内治療装置の線量測定に関する研究発表が全国の大学附属病院から集中的に行われた。

発表の内容は、当初は線量測定法に集中したが、その後、線量計算法や線量測定器の特性、あるいは線量監視モニタに関する発表などにも推移した。ほとんどの発表機関が大学附属病院と国公立がんセンターであり、民間病院からの発表がほとんどなかったことから考えて、この装置が高度の放射線治療施設に限定されていたことが分かる。これらの発表は1981年頃まで約５年間程続くが、その後の発表が途絶えたことから考えて、大きな問題点も解決し、この装置が日常的診療業務に定常的に使用されるようになったことが伺える。

４）漏洩中性子線の測定

先にも述べたようにリニアックがわが国最初に設置されたのは1964年であり、その後^{60}Co遠隔治療装置に代る装置として急速に普及していくが、この頃の装置は比較的エネルギーも低かったために中性子線の発生はほとんど問題にしてはいなかった。

しかし、その後になって10MeV以上の高エネルギーリニアックが出現するようになると、（γ，n）反応による中性子の発生が問題になるようになった。最初、1975年に広島大学原医研から10MeV以上のライナックからの中性子線発生を報告している。また、1979年には北大から14MeVリニアック設置室の迷路から、計算値以上の異常漏洩線の発生を報告し、この頃から10MeV以上のリニアックでは中性子対策の必要性が指摘されるようになった。1980年の前後数年間にこれらの問題に関する研究発表が集中している。そして発表内容は中性子線発生の状況報告や中性子線測定法などであり、主な施設は北大、東京医科大学がんセンター、天理よろづ相談所病院などである。

５）Ｘ線エネルギースペクトル測定

診断領域Ｘ線のエネルギースペクトル測定が本格的に行われ始めたのは、Pure-Ge半導体検出器が開発され、これが一般的に広く普及したからである。世界での開発は比較的早かったが、我が国での研究はかなり遅れ、しかも本学会での研究発表はさらに遅れることになる。

本学会での研究発表が始まったのは1983年頃であり、この頃の発表はＸ線管から発生する直接Ｘ線を測定するためのジオメトリーやGeの吸収スペクトルからフルエンススペクトルに変換する手法等、ごく基本的研究が中心であった。そしてこのような手法は３年間程経過してある程度確立はするが、それでもこのような基礎研究は1990年頃まで数年間続くことになる。そこでこのような研究に従事した機関は主として大学附属病院であり、主な機関は藤田保健衛生大、阪大微研、東北大、名古屋医

短大、京都医技専、自治医大等である。この中でもとくに阪大微研は積極的に多くの研究発表を行っている。図2.1.5に診断用Ｘ線管から放射される直接Ｘ線の実測スペクトルを示す。

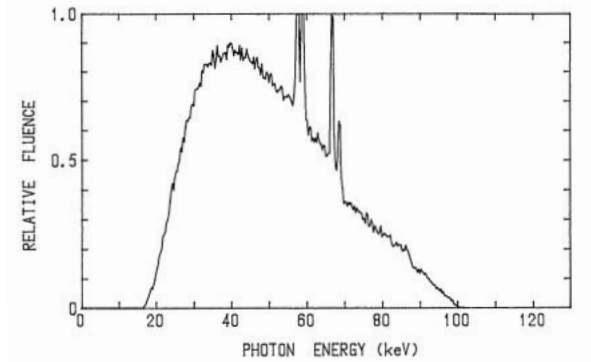


図2-1-5　管電圧100kVのＸ線スペクトル

このようにして診断用Ｘ線管のＸ線スペクトルの測定ができるようになった後、すなわち1985年頃以降は研究目標がこれらの検出器を使った応用研究へと進んでいくことになる。その内容の一例としては、散乱Ｘ線スペクトル測定、固有フイルタや付加フイルタとＸ線スペクトルの変化、Ｘ線管のスペクトル角度分布、さらには後に開発された乳房撮影用のMoターゲットＸ線管スペクトル測定等、その内容は多岐にわたっている。一方、阪大微研ではコンピュータを使ったＸ線スペクトル解析に関する研究も行われていた。

現在ではPure-Ge半導体検出器はＸ線スペクトルが極めて高い精度で測定できる、実験用機器として広く使用される段階になっている。

さらに1995年頃になって、液体窒素冷却が不要なCdTeやCdZnTe半導体検出器が出現し、これを使ったＸ線スペクトル計測に関する基礎的研究が見られるようになったが、この検出器はエネルギー分解能がPure-Geよりもかなり低下するため、これを使った応用研究はあまり進んでいないようである。

６）乳房撮影装置のＸ線特性

1980年代になって乳癌患者の増加から、乳房撮影の必要性が高まり、高画質の乳房画像が求められるようになり、乳房撮影専用装置の開発が進んだ。その結果、従来のタングステンターゲットのＸ線管に代わってモリブデンターゲットのＸ線管が登場した。これを受けて1988年には阪大微研からMoターゲットＸ線管のスペクトル測定に関する研究発表が行われた。さらにこのＸ線管にMoフイルタを付加することにより、Mo-K特性Ｘ線を効果的に生かすような研究が進み、このような問題も含んでの物理的特性に関する研究が1994年頃まで続く。このような領域の研究に積極的に関与したのが、寺田（阪大微研）であり、この他にも癌研や香川労災からも発表されている。図2.1.6にMoターゲットＸ線管にMoフイルタを組み合わせたときのＸ線スペクトルを示す。

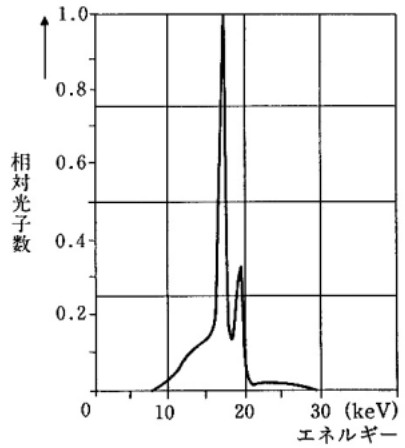


図2-1-6　MoターゲットーMoフィルタのＸ線スペクトル

その後はさらに乳房撮影の精度管理が要求されるようになり、1997年には本学会から「乳房撮影精度管理マニュアル」が発刊されるが、これに先立ち1995年頃には乳房撮影装置の線質測定や半価層測定に関する研究発表が多く見られる。

７）極小照射野の線量測定

1995年頃になって、ラジオサージェリーと呼ばれる極小照射野での放射線治療が行われるようになったが、これに伴いこのような小照射野での線量測定を如何にするかの問題が提起されてきた。これに呼応するように1995年になって、放医研、札幌医大、倉敷中央病院、東京都立医療技術短期大学などから集中的に、この問題に対する研究発表が行われるようになった。その後も極小照射野での線量分布やこれに付随する諸問題についての研究発表が1999年頃まで継続している。この原稿は一応2000年で終わるが、今後どのような発展をするかは今後の問題である。

2.2　画像技術

2.2.1　画像評価

ｉ）画像評価概論

本稿は本学会におけるＸ線画像を中心とした画像評価（特に画質評価）に関する論文・研究発表、及び画像分科会などにおける活動などをほぼ10年単位に纏め、その年代での画像評価の推移、特徴、特記事項を中心に纏めた。

なにぶん膨大な資料のため詳細な検討注釈は時間的、紙数の関係から到底無理なので、大きな枠内でＸ線画像を中心に纏めた。より詳細な歴史的変遷、検討は専門的な資料、論文及び各章での記述などを参照されたいし、Ｘ線ＣＴ、ＭＲＩ、超音波、核医学画像などの各modalityについての画像評価の年代的な変遷に関しては、2.2.2章及び各項で詳述さているので本稿では割愛した。尚1998年～2000年の論文などについては、資料の関係から収録していないので了承されたい。

記述内容については、本学会から刊行された19回学会記念論文抄録集、30回総会記念文献集、文献集第２巻～第５巻を元に、ほぼ年代順に纏めて記述し、２、３の関係資料を参考にした。

また各年代で取り上げた論文は、末尾に本学会誌での掲載巻号、年を、研究発表は発表総会年度を記載し、発表者は筆頭者の姓のみとし、所属は無記載としたので了承されたい。

併せて特記すべき海外での画像評価に関する事項も記載したので参考にされたい。

ii）各年代における特徴

ａ）1949年まで

Ｘ線が登場した初期及び戦前までは、画像評価に関する見るべき発表論文はほとんどなく、もっぱらＸ線の発生機構や撮影法などが主であったが、海外では画像評価に関した研究報告として、以下のものが上げられる。尚これらは参考資料１によった。

・1920年：L.A.Jones：距離法による粒状度を測定
　R.B.Wiseyら：Ｘ線センシトメトリー法を提案
・1927年：Bronkhorst：初めてＸ線像の鮮鋭度、コントラストについて言及
・1935年：P.Wiest：鮮鋭度の尺度としてWiest法（細隙幅法）を提案
・1936年：K.Würstlin：鮮鋭度の尺度としてWürstlin法（傾斜角度）を提唱
・1937年：K.Juris＆G.Rudinger：鮮鋭度の尺度として抜き打ち孔法を提案
・1938年：Nitka：鮮鋭度の尺度としてNitka法（不鮮鋭指数法）を提案
・1938年：R.Rudinger&G.Spiegler：鮮鋭度指数法を提案
・1939年：E.W.H.Selwyn：粒状度の評価法にSelwyn法を提案
・1949年：G.C.E.Burger：Burgerファントム（孔あきファントム）を考案（本邦では1958年に山下が報告14巻４号）

前記のように1940年代での本邦における画像評価に関する報告としては殆どなく、わずかに撮影条件（特に胸部の撮影での照射条件の計数的取り扱い）や散乱線の影響に関する報告がなされている。主な論文として

・「被写体の厚さと所要放射線量の関係検討」綱川　１巻１号　1943年
・「胸部撮影時における胸の厚さと撮影条件に関して」青木　４巻２，３号　1948年
・「撮影時の散乱線について」綱川　４回総会　1948年
・「遮光筒の映像に及ぼす影響」大隅　４巻1,2号　1948年
・「部位の厚さを基準とする米国式撮影法について」細江　５巻１号　1949年

などがある。

ｂ）1950年代

この年代になって本格的な画像論が展開され始めた。特に鮮鋭度に関しての報告が多く、海外では、1954年にJ.Meilerが鮮鋭度の尺度としてMeiler法を、J.W.ColtmanがColtmanの補正式を提案している。

また1955年にB.Picinbonoと大上新吾がWienerスペクトルを別個に提案しており、1961年頃から解像力法に代わりＭＴＦ法が提案され始めている[1)]。また1952年に開発されたI.I.が本邦では1955年頃から実用化され始め、1960年に国産のＸ線TV装置が製作されている。

この期の本学会での画像評価での特徴として、宿題報告が1953年（９回総会）から発足したが、当初から画像に関係するテーマが多く取り上げられ、1954年10回総会で飯塚芳郎が「増感紙の性能評価に関する研究」、1956年12回総会で渡理正英が「撮影条件に対するブレンデの影響に関する実験的研究」と題して報告している。

この年代の本学会における画像評価に関する主な報告論文として

・「Ｘ線放射角の変化に依るフィルムの濃度及び対照度の変化について」坂内　７巻２，３号　1951年

・「X線管焦点の大きさが影像の拡大率と尖鋭度に及ぼす影響と実際の諸問題について」熊谷　10巻３，４号　1954年
・「レ線感光エネルギー量について」鍵田　11巻４号　1954年
・「映像の鮮鋭度についての実験1報」小松　８巻４号　10巻２号　1952年、同２報　後藤　10巻２号　1954年
・「X線撮影に関する２、３の考察」山下　14巻４号　1957年
・「焦点の大きさと撮影距離の解像力に及ぼす影響について」細江　14巻３号　1958年
・「微小放射口による写真効果並びに散乱線について」神田　14巻３号　1958年

などがある。

このほか画像構築に関した散乱線、焦点外X線に関する報告、発表が多く（30題）、除去法としての遮光筒、グレーデル効果、グリッド関係の報告が光田などによって多数発表されている。

また鮮鋭度に関しても20題近く発表されているが、X線管焦点に関する論評が多い。

画像評価に付随する画題としての高管電圧撮影、断層撮影、間接撮影、軟X線、拡大撮影などの報告発表も始まっている。

また画質に大きく影響する増感紙関係では80題以上の論文発表があるのも、この年代の特徴といえるだろうか。前年後半から撮影条件（特に胸部撮影）に関して計数的な取り扱いに関する発表が20題近くあるのも、次年度での自動現像処理や自動露出制御機構などの、画質の定性化としての自動化に先駆する一つの特徴であろう。

ｃ）1960年代

この年代での特徴として、画像の質的な評価法が論じられ始め、鮮鋭度に関しては従来の主観的な解像力法に代わり、物理的評価法としてレスポンス関数法（ＭＴＦ）が登場してきたことであろう。

この年代での特徴的な事項を表す宿題報告として

・17回総会「X線写真像示現の限界」林周二　17巻３号　1961年
・18回総会「X線撮影時における露出条件について」奥村彦太郎　18巻３号　1962年
・20回総会「X線写真の画質に及ぼす因子の研究」中村実　20巻４号　1964年
・23回総会「レスポンス関数の放射線技術への応用」遠藤　俊夫　23巻１号　1967年
・25回総会「機能診断のためのX線技術の研究」大形長年　25巻３号　1969年

のように多くの報告がされている。

またシンポジウムでも17回総会（1961年）で、「X線撮影時におけるフィルムに及ぼす散乱線の影響について」と題して、藤沢、佐藤、石田が報告している（17巻４号）。

この年代での主な報告としては

・「X線による偽解像の幾何学的解釈」高橋　23巻３号　1967年
・「X線写真の画質に影響する2,3の因子について」佐々木　18巻３号　1962年
・「X線強度とコントラスト（γ）並びに感度比との関係」宮下　16巻２号　1960年

などがあり、研究発表としては鮮鋭度に関する発表が約15題（内ＭＴＦ関係は９題）、散乱線に関しては約50題（内同時2方向撮影に関して8題）発表されている。

また画質評価に関連する発表として前年代に続き、撮影条件（係数撮影、撮影条件の自動化など）が多く（30題以上）、X線管焦点に関する画質特性も見られる。また線量・線質に関係する発表も多い（12題）。

この時期「最大情報量撮影」と題して1960年～1968年にかけて大阪大学のグループが、画像評価を中心に23報まで発表している。

ｄ）1970年代

この時期は前期に引き続き画像評価に関して多くの発表がされているが、取り分け大きな特徴は、前年度で盛んであった物理的評価法のＭＴＦの実際的な診断との齟齬からか、エントロピーや視覚的な情報も加味した総合的な評価法として、ＲＯＣ曲線などの各種の評価法が登場したことであろう。1976年頃から海外ではＤＦによる画像処理の研究が始まっている[1)]。なお増感紙／フィルムシステムに大きなインパクトを与えた希土類増感紙／オルソフィルムシステムが1975年頃から登場して、各社から新製品が相次いで次年度にかけて発売されている。

また学会活動として1977年に画像分科会（後数年間部会と改名されていた）が発足し、医用画像を専門的に研究するグループ活動を始めたのも大きな特徴といえる。

また宿題報告として、33回総会で「X線像の画質評価の問題点とその展開」を山下一也が行っている（33巻３号　1977年）。

シンポジウムは1975年の31回総会で「X線写真の画質」をテーマに、放射線医の立場から小塚（大阪大）、蛍光増感紙と写真フィルム系について高野（富士フイルム）、装置の面から津田（島津）、X線写真の画質について稲津（宮崎病院）、視知覚からみた場合の読影像の持つ特性について中島（ＮＨＫ）が討論している（31巻４号）。

また34回会総会で、大形が「高感度系の量子ノイズの評価」と題して会長講演を行っている。

1973年の秋季学術大会で特別講演として内田が「エントロピーによる伝達系の解析」を行い、「放射線像の評価」を34巻５号（1979年）に寄稿している。山下は「信号検出理論のＸ線撮影系への適応」と題し解説している（33巻２号　1977年）。

前記のこの年代で発足した画像分科会が取り上げたテーマとして、1979年度に「Ｘ線写真の化学」と「放射線スペクトルと画質」があり、分科会講演・資料では、山崎が「Ｘ線透視によって物体表面を観察する場合の視覚の法則」（33巻４号　1977年）、金森が「Ｘ線撮影系への情報理論の適応」（33巻４号 1977年 資料として33巻６号（1978年）に投稿）、津田が「ＭＴＦについて」（33巻４号 1977年）、同津田が「放射線機器と放射線画像」（33巻４号 1977年）、佐藤が「Ｘ線診療に有効なＸ線線質」（33巻４号 1977年）など講演、解説をしている。

この年代での画像評価に関した発表論文は飛躍的に増加しているが、主な論文として、

・「増感紙フィルム系における濃度のＭＴＦ」稲津　27巻4号　1970年
・「R.M.S.値によるI.I.間接の画質評価」中前　32巻２号　1976年
・「系列範ちょう法によるＸ線像の画質評価」山下　32巻６号　1977年
・「信号検出理論のＸ線撮影系への適応」山下　33巻2号　1977年
・「ＲＯＣ曲線による増感紙-フィルム系の評価」山下　33巻２号　1977年
・「Ｘ線撮影における斜入効果と幾何学的不鋭」稲津　32巻６号　1977年
・「Ｘ線像形成の過程」光田　34巻４号　1978年
・「画像因子の多変量解析法の応用」花井　34巻５号　1978年

ＭＴＦに関しては

・「矩形波チャートを用いたＭＴＦ測定の検討」畑川　35巻３号　1979年
・「放射線スペクトルと画質」佐藤　35巻４号　1979年
・「セグメント法によるＬＳＦ」近藤　36巻２号　1980年
・「矩形波ＭＴＦとColtman補正の検討」水野　36巻３号　1980年

などがあり、研究発表ではこの頃から盛んになった総合的画像評価として

・「視覚の法則からみたＸ線像の解析1～7報」川村　1976年
・「Ｘ線写真の総合評価に関する試み」伊藤　31回総会　1975年
・「散乱線含有率と画質について」大塚　33巻５号　1978年
・「Ｘ線撮影系の画質特性の総合評価1～14報」山下、片桐、若松、長畑、松本、滝川など　32～34回総会　1976～1978年

などがある。

またこの年代での画像に関係する研究発表の傾向として、ＭＴＦ評価が5題、総合的評価が8題あり、前年度で盛んであった散乱線や撮影条件に関した発表が減少し、「Ｘ線撮影系の画像特性の総合評価」として大阪大学グループの山下らがＲＯＣ評価を基本に14報まで報告したり、「視覚の法則からみたＸ線像の解析」として日本医大の川村らが1976年から引き続き7報まで報告しているように、連続したテーマでの報告が見られる。

なお、この年代の後半の1975年頃に登場したＸ線CTに関する報告は、本学会では1976年から急速に関連報告が増加し、わずか３年で70題近くの驚異的な発表が行なわれている。その内画質に関した報告は20題近くあるが、次年度にかけてさらに多彩な発表が行われている。

ｅ）1980年代

この年代での特徴としては、1980年当初から登場したＤＦ（ＤＳＡ）、ＣＲ（ＦＣＲ　1981年）などのコンピュータによる画像構築に関した研究発表が、本学会に1982年から登場したことであろう。それに伴う画像評価の報告がこの年代以降多彩に展開している。尚1982年頃からPACS構想が実現化へ向かっている[1)]。以下この年代での特徴的な論文傾向を述べたい。

年代の特徴を示す宿題報告としてでは

・38回総会「低コントラスト微細被検体の識別度」佐藤伸雄　1982年
・39回総会「診断用Ｘ線に見られる特異な物理特性」佐藤孝司　39巻１号　1983年
・44回総会「放射線画像論の系統」若松孝司　1988年
・44回総会「視覚画像から検索画像へ」岡本日出夫　44巻９号　1988年

と題して行っている。

シンポジウムでは、39回総会で「医療画像の解析に関する問題点とその展望」と題して、若松（ＲＯＣ曲線）、高野（アナログＸ線写真系とデジタルＸ線写真系）、稲津（エントロピー評価）、畑川（ＭＴＦの問題点）（40巻２号　1984年）、付随するテーマとして「RI画像構成とその評価」（37回総会　1981年）、「ECT画像とその評価」

（39回総会　1983年）なども行われている。

尚1983年（39回総会）に内田が「画像と情報理論」と題して特別講演を行っている。

また画像分科会が取り上げたテーマとして

・1980年「放射線科医の期待する画質」。「放射線画像とエントロピー解析」
・1981年「画像について語ろう」。「微細病変描出に必要な消化管造影・胸部断層画像」
・1982年「冗長度の画像評価」。「Digital Fluorographyについて」
・1983年「Digital Chest Unit」。「ディジタルイメージングの先駆けとなったもの」
・1984年「Digital X-ray imaging はどこまで変わりうるか」。「治療技術と画像」
・1985年「PACSについて」。「H-D曲線の作成法と問題点」
・1986年「パソコンと画像」。「医用画像処理システムの標準化の検討について」
・1987年「ＭＲＩにおける画像再構成の理論」。「画像診断学の現状と今後」
・1988年「ディジタル画像の物理特性」。「ＣＲＴ画像の診断と物理評価」
・1989年「ＤＱＥとＮＥＱについて」

が取り上げられ討論されているが、時代の推移が表現されているといえる。

招待講演として40回総会で「Evaluation of image Quality by ROC Analysis-Concepts, Techniques and Future Possibilities」Charles E Metz（41巻６号 1984年）が行われ、資料として「MTF's and Winer Spectra of Radiographic Screen -film Systems 」と題してシカゴ大ロスマン研究所とBRHとの間で作成された報告書が38巻６号（1982年）に掲載されいる。

またこの年代の初期に成熟した希土類増感紙／オルソフィルムシステムのせいか「新しいスクリーン－フィルム系の感度、センシトメトリー、解像、及び雑音特性」と題して、GUNNILA, HOLJE and DOIが投稿し（39巻４号　1983年）、海外との交流が盛んになっている。

また

・ 特別講演「画像と情報理論」内田　1984年
・寄稿「連続変数のエントロピー解析」金森　39巻１号　1983年
・教育セミナー「Ｘ線画像の信号検出と視覚特性の重要性」土井　43巻６号　1987年
・教育講演「ディジタルラジオグラフィにおけるコンピュータ支援診断の可能性」土井　44回45巻５号　1989年

など教育的講演や資料が多く提供されている。

画像評価理論では、主にスペクトル解析の論文が多く、

・「Ｘ線撮影システムの評価」若松　38巻６号　1982年
・「スペクトルS／N比を用いた検出能による総合画像評価の理論」若松　39巻６号　1983年
・「情報量スペクトルを用いた針とビーズのＸ線写真の画質評価」金森　39巻５号　1983年
・「スペクトルS／N比を用いた検出能による総合画像評価の増感紙・フィルム系への応用」若松　40巻１号　1984年

などがあり、この課題について若松、尾上など数回討論を行っていて、研究発表としては10題近くが行われている。

画像の理論的評価論文としては

・「コントラスト分解能によるＸ線写真画質の定量的評価」中野　40巻１号　1984年
・「画像系における確率的行列論と周波数解析論との接点」若松　40巻４号　1984年
・「分散解析法での画像評価の試み」門久　42巻４号　1986年

があり、研究発表としては5題近く行われている。

またセンシトメトリに関する論文報告が急激に増え50題以上あり、特に露光方法として距離法や、ブーストラップなどが盛んに討議されている。シネフィルムに関する発表が14題近くあるのも興味を引く。

視覚（主観的）評価は前年度に続き数多く行われている。

・「ボケの視覚による最小認知の限界」木村　39巻４号　1983年
・「視覚系の内部雑音と画像処理の整合炉波器について」若松　43巻４号　1987年
・「密着、拡大、立体撮影による微小信号の検出能」大塚　43巻11号　1987年
・「Ｘ線写真の主観的評価法」大賀　45巻７号　1989年

などの論文があり、約17題が発表されている。

ＲＯＣ曲線による評価もこの期も多く、

・「内部雑音を有する視覚系を含む検出器の検出能と画像処理について」若松　41巻１号　1985年
・「ＣＲＴ観察系におけるディジタル画像のＲＯＣ解析」山下　42巻７号　1986年

があり、この他15題近くの発表が見られる。

その他粒状度（ウィナースペクトル）評価としては「放射線画像系の粒状性の測定法」として小寺らによって委員会報告がされている（43巻12号 1987年、及び44

巻１号 1988年)。

論文としては

・「散乱線、管電圧、被写体厚が増感紙ーフィルム系の粒状性に及ぼす影響」畑川　43巻12号　1987年

があり、研究発表も16題近く行われている。

この期の特徴としてＮＥＱ・ＤＱＥが登場したことがあげられる。論文では

・「ＮＥＱ(u) によるクロスオーバー効果の画像特性の解析」岡田　43巻４号　1987年
・「ＤＱＥ及びＮＥＱと信号検出理論の検出能の対応と走査開口について」若松　43巻５号　1987年
・「ＮＥＱ(u) の測定誤差の検討」東田　47巻10号　1991年

などがあり、10題の研究発表が行われている。

画像形成についての問題も5題があり、ＭＴＦ評価も

・「矩形波チャートを用いたＭＴＦの測定における散乱線の除去」畑川　38巻６号　1982年
・「被写体の厚さ方向を含めたＭＴＦ」畑川　40巻３号　1984年
・「断層撮影におけるＭＴＦの3次元表示」畑川　42巻２号　1986年
・「ＭＴＦの測定精度の比較」東田　43巻４号　1987年

この他30題近くの発表が行われている。

エントロピーに関する論文報告が大塚などによって36～38回にかけて16題近く発表されているのも大きな特徴であろう（本学会ではあまり論文は見あたらないが)。

この年代の大きな特徴としては、1985年頃からのDRに関する論文・発表の登場である。

論文としては

・「Ｘ線写真のＭＴＦによる画像処理」細淵　41巻４号　1985年
・「ディジタル画像の画像処理と画質変化ーディジタル化のマトリックス数及びピクセルサイズ」遠山　43巻12号　1987年

があり、データ圧縮、フィルタ、3次元画像などに関する発表が35題近く行われている。

さらに次年度で大きく展開されるスクリーン・フィルム系とDR系の評価の先駆けとして

・「胸部Ｘ線写真における総合的画像解析」岡田　44巻１号　1988年
・「胸部腫瘤型陰影の検出能」橋田　44巻２号　1998年
・「視覚系の特性より検討したシネ画像評価」原口　44巻４号　1988年
・「Ｘ線CTにおける低コントラスト分解能の評価法について」坂本　44巻９号　1988年
・「胸部用スクリーンフィルムシステムの評価」舟橋　44巻10号　1988年
・「増感紙とＸ線エネルギーによる写真コントラストの変化」西原　44巻10号　1988年
・「THE CHARACTERISTICS OF X-RAY FILMS AND THE EFFECT OF THE SILVER CONTENT OF IMAGE QUALITY」TUTUMI　44巻11号　1988年

が見られ、研究発表も25題近くあり、前年度に続き新しく開発された各種の増感紙・フィルムの特性、性能評価が盛んに行われている。

DRに関してはＤＳＡ、ＣＲに関する発表が多いが、論文としては殆どなく、研究発表としてはＤＳＡや３Ｄについて20題、ＣＲではＦＣＲについてＲＯＣ曲線、コントラストや臨床的な画像などについて評価している。

また、この年代の前半の1982年頃からＭＲＩが医療分野に登場したのも、医用画像における革命的な大きな流れであろう。

ｆ）1990年代

この年代の特徴として、前年度に引き続き従来のコンベンショナル（アナログ）画像に代わり、ディジタル系の画像構築法が実用化され、次世代の全面DR化に移行するであろう過渡期的な時代ともいえる。そのため、研究発表も実に多彩を極め、全論文や発表を記載できないので、年代の特徴を示す論文などを主体に纏めたい。

時代の主流を示す宿題報告としては

・1991年47回総会「胸部単純撮影における肺癌病変の描出能」小川敬寿
・1993年49回総会「平面画像への奥行き情報導入の試み」小室裕冉　49巻４号
・1994年50回総会「ＭＴＦの測定と応用」畑川政勝
・1999年55回総会「医用Ｘ線画像の画質と感度に関する研究」小寺吉衛

が行われている。

シンポジウムでは

・1991年の18回秋季大会「ディジタルラジオグラフィの画像評価ー方法と問題点、アナログ系との比較」と題して、藤田（総論)、坂本（入出力特性)、杜下（解像特性１)、福西（解像特性２)、岸本（ノイズ特性１)、滝川（ノイズ特性２)、山内（ＲＯＣ解析)、真田（ＣＲとスクリーン／フィルム系との比較）が討論されてる（47巻６号)。
・1992年48回総会で「ディジタル画像についての現状、問題点、将来展望」と題して、嘉戸（DR)、増田（Ｘ線シネ)、奥山（核医学画像)、大山（画像工学的)、安藤（臨床面)、滝沢（データ通信)、遠山（ＣＲＴ)、

加賀（回転立体撮影）が討論を行っている（48巻11号）。
・1995年「地域医療による画像診断の現況」岡崎（概況）、吉井（アナログ時代からディジタル時代に向けて）、岡崎（中核病院）、小松（技術的課題）

も行われている（51巻９号）。
・1997年総会では「ディジタル放射線画像の解析技術」と題して、真田（画像処理）、木戸（画像・変換・画質改善処理とその評価）、桂川（画像計測・理解・ＣＡＤの導入）、吉田（表示系システムのコンポネント化とディジタル通信）が行われている（53巻４号）。

また画像に関係した1987年頃からの委員会・班研究の報告が多くされていて
・「画像の主観的評価法　ファジイ測度論画像評価法」1987年
・「ディジタル画像の物理的評価」1987年
・「画像の諸特性検討」1988年
・「ＣＲの画像処理検討」1990年
・「ディジタルラジオグラフィの画像評価」（１．特性曲線　藤田　46巻９号　1990年）、同（２．ＭＴＦ　47巻４号　1991年）、同（３．ウィナースペクトル　48巻６号　1992年）
・「Ｘ線映画領域でのセンシトメトリーの標準化」48巻１号　1992年
・「物理評価と視覚評価について」48巻12号　1992年
・「ディジタル画像のＲＯＣ解析検討」1992年
・「ＲＯＣ解析の基礎と最近の進歩」藤田　49巻９号　1993年
・「チャート法によるＭＴＦ検討」畑川、川瀬、石田、50巻３号　1994年
・「標準ディジタル画像データベース構築」1995年
・「日常的Ｘ線検査の撮影条件検討斑報告」53巻12号　1997年

など数多く行われている。

また特別講演や解説的投稿としての誌上講座などでは
・教育セミナー「画像評価の基礎」畑川　46回　46巻７号　1990年
・誌上講座「画像評価法」小寺（総論）、大塚（特性曲線）、畑川（ＭＴＦ）、大久保（ウィナースペクトル）、山下（信号検出理論）48巻10～12号　1992年
・「まとめ画像評価法」小寺　49巻４号　1993年
・画像部会特別講演「Recent Progress in ROC Analysis」Charles E.Metz　50巻11号　1994年
・核分科会講演「画像を測る」本庄　48巻10号　1992年
・教育講演「画像処理によるＸ線診断および手術計画の支援」鳥脇　51巻11号　1995年
・特別講演「ディジタル画像系の感度と被曝線量に関する考察」土井　52巻11号　1996年
・総説｛「視る」物差し・「読む」物差し、乳房画像の総合評価を考える｝山下　53巻７号　1997年
・誌上講座「画像評価法1～７」松浦（Landolt環チャート）、川村（ハウレットチャート）、久米（ＲＯＣ解析法）、前田（官能検査）49巻４号　1993年
・解説「ファジイってなに？」山下　48巻４号　1992年
・討論「分かりにくい画像のＸ線強度表示」佐藤　47巻12号　1991年
・誌上講座「画像の主観的評価法ーファジイ測度論画像評価法」山下　49巻４号　1993年
・寄稿「Ｘ線像の画質に影響する散乱線およびその除去ステムの研究の歴史的文献考察（１～４）」光田　48巻４～７号　1992年

などが多彩に掲載されている。

時代の傾向を示す画像分科会の各年度のテーマとして
・1990年「画像の心理的・主観的評価を考える」。「画像保管の現況と将来展望」
・1991年「胸部Ｘ線画像のコンピュータ診断支援」。「ファジイ理論の医学への応用」
・1992年「Ｘ線強度ってなに」。「コンピュータ診断支援システムに用いられる画像処理技術」
・1993年「ニューラルネットワークの画像情報への応用」。「ニューロコンピューテイング画像処理」
・1994年「放射線画像の評価－主観的評価について」
・1995年「画像通信の現況」。「ディジタルＸ線画像と被曝」
・1996年「コンピュータ診断支援システム」。「ＭＲＩにおける画像評価の現況」
・1997年「画像データベース実用講座」。「3DCTの画質評価」
・1998年「画像診断洋のＣＲＴの画質性能評価」。「PACSの構築と今後の発展」
・1999年「フラットパネル検出器を利用したDRシステムの現況と将来」。「乳房Ｘ線画像の画質とその管理」
・2000年 基礎講座「各種modality最先端画像の理解」。「画像処理を行うためのコンピュータ環境」

など討議されている。

また部会・分科会報告として
・「ＲＯＣ解析の基礎」Charles E. Metz　46巻６号　1990年
・「肺野結節性陰影に対するコンピュータ支援診断について」松本　49巻12号　1993年

・「放射線画像の評価～主観的評価について」山下　50巻11号　1994年
・「ニューラルネットワーク導入のための基礎知識」伊東（画像処理）、平田（文字認識）・浅田（間質性肺炎疾患の鑑別診断）、木戸屋（乳房解析）、蔡（乳房）、藤田（骨梁像解析）50巻１号　1994年
・「ＤＦ画像の画質と被曝」小倉　52巻11号　1996年

が報告されている。

この年代の画像評価・解析に関して特徴的な論文報告として、ファジイ理論や、ニューラルネット理論、フラクタル解析などが医療領域に適用されてきていることであろう。

一般的な画像評価法としては

・「各種画像評価因子がＮＥＱ(u）に及ぼす影響」畑川　46巻４号　1991年
・「ＮＥＱ(u）の測定誤差の検討」東田　47巻10号　1991年
・「ファジイ理論による胸部画像の総合評価」山下　48巻４号　1992年
・「低コントラスト物質の検出に関する基礎的研究」山内　48巻５号　1992年
・「ＲＯＣ評定における観察時間と観察距離」白石　47巻11号　1991年

アナログ画像に関する論文として

・「視覚評価における信号サイズの検出率依存性と粒状モトルの関係について」小倉　46巻11号　1990年
・「ＦＲＯＣ解析におけるデータ収集簡略化の試み」白石　47巻４号　1991年
・「診断領域における散乱Ｘ線のスペクトル的解析」中村　48巻19号　1991年
・「18肢強制選択法の検出率とスペクトルSN比との相関について」岡田　49巻５号　1993年
・「乳房撮影における両面増感紙ー両面乳剤フィルム系の画像特性」勝田　49巻５号　1993年
・「矩形波チャートの鉛厚の不均一性によるＭＴＦ測定誤差」澤田　50巻１号　1994年
・「人の視覚特性の画像評価への応用観察系を含めた心理物理的評価の導入」浅井　50巻４号　1994年
・「ファジイ集合を応用した画像評価」中西　49巻７号　1993年
・「カテゴリー評定を行わない評定方法」白石　50巻10号　1994年
・「矩形波チャートを用いたＭＴＦ測定」室　50巻３号　1994年
・「視覚特性による画像評価」青井　51巻１号　1995年
・「一対比較法における主観的尺度値の信頼性について」田畑　51巻４号　1995年
・「系列カテゴリー法による観察者の確信レベルの測定」島村　51巻９号　1995年
・「Scheffeの一対比較法による主観的評価法」中前　52巻11号　1996年
・「視覚評価の信頼性について」中前　53巻10号　1997年
・「ＲＯＣ解析における資料収集法の考案」宇都宮　53巻３号　1997年
・「増感紙・フィルム系の非対称性による画質特性」岡田　52巻５号　1996年
・「Ｘ線画像の持つ周波数数成分の分析」松尾　53巻11号　1997年
・「WinerスペクトルのSS式モデルとTexture解析の接点」若松　53巻２号　1997年
・「非対称増感紙ーフィルム系によるUnsharp Maskingの理論的考察」若松　51巻２号　1995年
・「胸部専用新スクリーン／フィルムシステムの画質特性」永野　51巻12号　1995年

があり、研究発表としては15題程度がある。

ディジタル画像に関しては

・「ディジタル画像データを用いた変調伝達関数（ＭＴＦ）の計測」石田　46巻１号　1990年
・「ディジタル画像処理によるグリッド像の除去」小川　46巻１号　1990年
・「胸部写真におけるWallis Filterによる画像処理の効果」上田　46巻６号　1990年
・「ＣＲＴ観察系における低コントラスト部分の検出能」橋田　46巻７号　1990年
・「コンピューテッドラジオグラフィの基礎的な物理特性」杜下　46巻６号　1990年
・「ＮＲＱ（u）によるＦＣＲの評価」畑川　47巻７号　1991年
・「コンピューテッドラジオグラフィにおけるオーバーオール・ウィナースペクトルの測定」杜下　47巻10号　1991年
・「コンピューテッドラジオグラフィにおけるレーザープリンタのウィナースペクトルの測定」山内　48巻11号　1992年
・「ディジタル系におけるＭＴＦの検討」畑川　48巻11号　1992年
・「ＣＲ装置の高エネルギーＸ線特性」松本　49巻６号　1993年
・「ファイナルＭＴＦによるＭＲＩの空間分解能評価」

小倉 52巻８号 1996年
・「矩形波チャートを用いたディジタル系のＭＴＦ測定の検討」畑川 53巻11号 1997年
・「イメージ・デジタイザを用いたＸ線TVのディジタル画像解析」望月 51巻11号 1995年
がある。

主観的（視覚的）評価に関した発表も多く、約30題近くされている。また一対比較法については1995年にかけて８題の発表がある。

その他主な興味ある発表としてはＲＯＣ曲線による評価も８題あり、主な報告として「DR画像のＲＯＣ解析検討斑報告（49巻９号1993年）」や、「ＲＯＣ曲線の有意差検定に関する研究」（宇都宮 51巻８号 1995年）、「カテゴリ分類を行わない評定法を用いたＲＯＣ解析の有用性」（白石 50巻２号 1993年、50巻10号 1994年）、「ＲＯＣ評価による胸部システムの検討」（堤 49巻８号　1993年）などがある。

その他主なこの年代での研究発表としては

増感紙・フィルム系の画質評価が約90題あるのも大きな特徴であろう。そのうち1989年に登場した非対称性（インサイトシステム）増感紙系に関しては約30題近くあるのもこの年代での大きな特徴といえる。

また臨床的な画質評価については胸部系21題、消化器系９題、乳房系15題、シネ撮影７題が発表されている。

DR関係ではＣＲ（ＦＣＲ）画像の画質評価や臨床的画像について約30題、画像処理（解析）17題、ＤＳＡ（ＤＡ）関係12題、ドライイメージャ（プリンタ）10題、CCD５題など、コンピュータによる画像構築が大きく展開し始めた。

また前年度に引き続き、粒状度評価（４題）、ＭＴＦ（10題）の評価も行われている。

iii）まとめ

以上各年代におけるが放射線画像評価の動向を述べたが、なにぶん多岐に渡る多彩な論文、研究発表であるため、おおよその時代的推移、特徴を述べるにとどめたので了承してほしい。

またＸ線画像以外のＭＲＩ、超音波、核医学画像などについては、それぞれの章を参照されたい。

本学会は、設立の趣旨からみても、画像構築に関する技術的な課題を多く取り上げてきているが、ますます多様化する医用画像構築については、今後もコンピュータの機能を生かした方向に進展して行くと思われる。特に検出系や、画像処理系の進歩は目覚ましく、益々多様化していくであろう。

しかしその進展も過去の様々な積み重ね、試行錯誤の結果からの産物、結果の現れであり、その経緯を省み、考察するのも必要であろう。

この纏めがその進展に些かの役に立てればと願うものである。

以上

［文献・資料］

１）診療放射線技術　改訂10版上巻　p.9～p.20　南江堂　2001年
２）日本放射線技術学会論文抄録集　第19学会記念　1963年（1943～1963年）
３）日本放射線技術学会文献集　第30回記念　1974年（1943～1972年）
４）日本放射線技術学会文献集　第二巻　1984年（１９７３～1982年）
５）日本放射線技術学会文献集　第三巻　1989年（１９８３～1987年）
６）日本放射線技術学会文献集　第四巻　1994年（１９８８～1993年）
７）日本放射線技術学会文献集　第五巻　1998年（１９９３～1997年）
８）日本放射線技術史　日本放射線技術学会編　1989年

2.2.2　医療画像における画像処理（－技術）

「光」に代表される「波」を画像情報として形成するとき、種々の変換機構がある。画像処理も目的に応じた数多くの方法と過程があって現在の画像工学／技術レベルではその形態は、画像データを表現する形式によって、アナログ画像処理とディジタル画像処理に大別できる。しかし、1970年代以降のコンピュータを利用した高速で大量のディジタル信号を処理する技術の進展で現在では、画像処理といえばディジタル画像処理を意味するのが普通である。

ここでは医療画像（狭義にはＸ線／放射線画像）の表現法の歴史的進捗を吟味する立場でアナログ画像とディジタル画像を対象に、その画像処理（－技術）を取り上げる。すべて日放技学会誌（以下、学会誌）に掲載された各種・各級の論文を採用し、論文形態をとっていない抄録や雑報、結論の定かでない速報などは対象としない。また、断層撮影法・拡大撮影法・立体撮影法・Ｘ線映画法・Ｘ線テレビジョン・補償フィルタ法などの特殊／特異な撮影法（撮影技術）も広義には画像処理法に入ると考えられるが、ここでは原則として取り上げない。また、画像の評価や解析などに類する論文は、画像処理を主目的にする場合を除き引用しない。文献の引用は同類・同

種・同傾向の論文では、原則としてその初出の論文を取りあげて本項末に一括して引用文献としてを掲載する。そして、後発（と思われる）論文は必要に応じて本文内で随時引用するが、その引用の形式は［巻（号）、発行年］とする。講演・シンポジウム・委員会報告・寄稿などの論考も原則としてこの形式にしたがう。

１）アナログ画像処理（－技術）

Ｘ線画像／Ｘ線写真のなかに存在する特異な形を調べたり、複数の画像の類似の程度を判定したり、不明瞭な画像を明瞭画像にするなどが画像処理の対象になる。これを光学処理・写真処理・光学的／写真的処理に３区分する。ここではＸ線画像面にある写真濃度分布や光の強度分布、振幅分布などを他の画面に移し換えるときに光学的な現象の発生を利用するのが光学処理、写真学的な作用を利用するものを写真処理とし、この両処理を合わせて行うものを光学的／写真的処理とする。

ａ）光学処理（－技術）

ａ）－1．増感紙／フィルム系の処理

1951年、大隅豊らは複合／両面増感紙を用いるよりも後葉／後面増感紙だけで撮影したほうが鮮鋭度が良いと報告[1)]。

［註］現在の乳房撮影用片面（後面）増感紙／フィルム系の研究の先駆け。

1981年、土井邦雄は、第８回（1980）画像分科会講演「診断放射線画像研究の世界的趨勢と将来への展望」の事後論文［37(1),1981］で、マンモグラフィを片面増感紙／片面フィルム系で撮影すれば長いコーンが使用でき被曝線量を1／10～1／15と大幅に低減できると述べ、スリットラジオグラフィやコンピュータ化したＸ線透視系など、アナログ画像からディジタル画像へ移行する端境期の画像について論及。1987年、隅田博臣らは、脳血管造影撮影に片面の高感度希土類蛍光体増感紙と両面乳剤フィルムを使用した結果、斜入射によるボケを減じたと報告［43(1),1987］。

1988年、西原貞光らは蛍光体の異なる５種類の増感紙とアルミニウム、ヨード製剤、硫酸バリウム製剤を被検体にして、増感紙の相違による写真コントラストの変化を検討[2)]。

1989年、肥合康弘らはクロスオーバ効果を減じた両面増感紙／フィルム系の物理特性：感度、鮮鋭度、粒状性－と、画像特性：Ｘ線写真の視覚系評価を従来形増感紙／フィルム系と比較した報告[3)]。

1993年、勝田 昇らは乳房撮影にアンチクロスオーバ光の両面増 感紙／フィルム系を用いて被曝線量を大きく減じたが、解像特性と微小石灰化陰影の検出能は劣化したと報告[4)]。

1994年、若松孝司らは非対称増感紙／フィルム系の特性を理論的に解析。ＮＥＱ(u) を信号対雑音比解析の一環としてとらえ、この系のＭＴＦに濃度依存性の存在を証明。総合画像評価にＮＥＱ(u) が有用であると報告[5)]。1996年、共同研究者の岡田弘治らは1994年の理論的報告を受けて非対称増感紙／フィルムの画質特性を計測し、クロスオーバ効果のないことや組合せ増感紙によって特性曲線の形状が変化したと報告［52(5),1996］。

［註］これらの論文は非対称（相称）増感紙／フィルム系の特性を理論と臨床の両面から明らかにしたもの。

1995年、望月安雄らは人為的に起こした密着不良状態の増感紙／フィルム系の種々の画質属性をＲＯＣ解析した結果（観察者は２名）、僅かな密着不良は、鮮鋭度を劣化させるが粒状性は改善し、低周波領域では検出能が向上したと報告[6)]。

1998年、鈴木優二郎はＪＩＲＡトピックス「増感紙の変遷と技術動向」［前編：55(1),1999. 後編：55（3）,1999］で、Ｘ線蛍光体と増感紙の変遷にふれ、蛍光体層の粒子配列が高鮮鋭度化のために均一分散構造から多重層化へ、そして蛍光体の高密度充填均一構造へ移行して、鮮鋭度と粒状性のバランスのとれた高耐久性の増感紙が開発されたと述べる。1999年、同じく鈴木優二郎は誌上講座「蛍光体と医用画像への応用」［55(7),1999］で、蛍光体の歴史やその性質を述べたあとＸ線蛍光体の特性として、Ｘ線吸収率が大きい－、発光エネルギーが高い－、発光スペクトルと検出器の分光感度が一致する－などを挙げる。現在、増感紙／フィルム系は希土類蛍光体とグリーン領域に分光感度をもつオルソフィルムとを組み合わせた高感度システムが主流。その他、イメージングプレートの輝尽性蛍光体やフラットパネルのシンチレータ、イメージインテンシファイアの入出力面の蛍光体なども詳細に解説。

ａ）－2．アナログ画像の観察系

1961年、林 周一はＸ線写真の観察装置の光源の種類、色、光量 などを変化させ微細構造の最小認知の程度、示現の限界を実験的に明らかにしたと報告[7)]。このＸ線写真の観察系の先駆的な研究としては、1950年に林が３種類の異なった光源をもつシャウカステン（観察装置）の明るさ・色調とフィルムベースの色・濃度差の関係を分解能で評価した報告［6（3）,1950］と、 1955年に前田英嗣らが観察装置の置き場所や周辺との明度差、昼光の明るさ、室内装具の反射率などを検討した報告

［11(2),1955］がある。1992年、古川 宗は高速自現機処理用の２種類のオルソフィルムのブルー色調差を視覚系で評価した結果、その色差が一致したと報告［48(1),1992］。1992年、辺見秀一らはシャウカステンの光源の色調：蛍光ランプの光源色と演色性と診断能の関係を報告［48(1),1992］。1993年、古川 宗 はフィルムが一定のときにシャウカステンの蛍光灯を変えて、フィルムベースのブルーの着色度の感じ方を変えるにはどの蛍光灯がよいかを定量的に検討［49(4),1993］。1993年、青井利行らは標準光源としてメタルハライドランプを用い、光源の前面に６種類のフィルタを置いて実験した結果、総合的な検出能は黄色がもっとも良く、疲労が少なかったのは緑と黄色であったと報告［49(12),1993］。1993年、青井利行は第49回（1993）総会シンポジウム「放射線出力デバイスの進歩と多様性」の「1.視覚特性にあった画像とは？」［50(1),1994］で、視覚系で評価する場合は輝度だけでなく色を加味した評価も必要、検出能の差は光源色の波長依存性に左右されると報告。1995年、青井利行らは蛍光灯とフィルムベースの色調の違いが検出能に与える影響を報告［51(1),1995］。

ａ）－3.　Ｘ線ゼロラジオグラフィ・Ｘ線電子写真の処理

1965年、中村 実はＸ線 Xeroradiogaraphyを紹介[8]。

［註］学会誌でゼロラジオグラフィの最初の論考。ゼロラジオグラフィは、1950年にMcMaster,ＲＣ.がゼログラフィ（Xerography）の金属板に蒸着された無定形Se（セレン）の感光板が、Ｘ線波長域にも感度をもっていることの発見に始まる。また、ゼログラフィはアメリカのHaloid社（現、Xerox社）が、1937年にCarlson,CF.の発見した光導電体と静電現象を利用したelectro-photography（電子写真）の原理を1947年末に製品化[9]したもので、ギリシャ語の Ｘeros（=dry）、Graphos（=writing）に由来。

1965年、中村 実らは「Xeroradiogaraphyの医学的応用（続）」［21(1),1965］、1968年、「Xeroradiogaraphyの研究（第３報）・濃度分布の定量化と被曝量の軽減への試み」［24（3）,1968］などゼロラジオグラフィの原理、特性、応用面を報告。1975年、佐藤伸雄は乳房のゼロラジオグラフィ像とフィルム像の濃度特性や鮮鋭度、粒状性、被曝量などを総合的に比較検討［31(4),1975］。1982年、寺田 央は第９回（1981）画像分科会で、ゼロラジオグラフィの概要と新しいＸ線電子写真法のＫＩＰ（keep image product）方式の画像形成過程を報告［38(1),1982］。1982年、小倉敏裕はゼロラジオグラフィの静電像センシトメトリーを行いその画像特性を報告［38(6),1982］。1984年、小倉敏裕はゼロラジオグラフィの欠点除去のために金属板形の現像電極を設置して有効な結果を得たと報告［40（3）,1984］。

［註］ゼロラジオグラフィの総会発表は乳房や筋肉、軟部組織、肺への医学的応用、そして画像特性の評価など多数あるが論文は少ない。

ａ）－4.　特殊光学系写真の処理

1969、内藤義親は骨部と軟部を同時に撮影する手法を歯科系の頭部規格Ｘ線写真撮影（cephalography）に適用。125kＶの高電圧と60kＶの低電圧で同一増感紙／フィルムにそれぞれ撮影して、高電圧撮影と低電圧撮影の各特徴を利用した硬・軟線二重撮影法を報告[10]。

［註］この手法はエネルギーサブトラクションの逆をいく考え方で撮影毎に行うカセッテ内の細工が煩雑。

1976年、沢田武司らはサーモグラフィ（thermo-graphy）を眼科領域の撮影に応用。まだ充分に臨床的価値があるとはいえないが、その有用性を今後、検討すると報告[11]。1978年、河野一男は学会誌臨時増刊号「最近の医用映像技術」［33(7),1978］で、医用サーモグラフィの原理と応用を詳細に述べる。

［註］サーモグラフィは体表面から放射している遠赤外線の強度分布を像化する技術。理論的背景は、Plankの法則に導かれたStefan-Boltzmannの放射法則（1884）。

1978年、畑川政勝らは多方向投影像を重ね合わした逆投影像を二次元フーリエ変換し、空間周波数補正をして逆変換したあと、レーザのコーヒレント光学系で直接、アナログ横断再生像を求める方法を報告[12]。

［註］アナログ版Ｘ線ＣＴである。先見的には単純な逆投影法で断面像を得ようとしたTakahashi,S.の研究[13]やOldendorf,WH.らの研究[14]があり、Ｘ線ＣＴの発明へと連綿する。

1978年、内田 勝らはホログラフィ（holography）の原理や再生、 放射線断面像の構成などについて解説[15]。

［註］ホログラフィは、1948年にGabor,D.が創始し、1962年にLeith,EN.らが改良[16、17]。

1988年、春藤英雄らはシンチグラムにマルチプレックス・ホログラムを用いて三次元立体画像を試みたと報告[18]。

ａ）－5.　その他の処理

1996年、村山茂康らは自家製のビデオ発生器でＸ線シネ撮影装置の35台のＣＲＴモニタ（ライブ像表示用は23台）の輝度を測定し、シネオート撮影時の23台のモニタ輝度は最大220cd／m^2から最小29.7cd／m^2 まであり、同一施設でも輝度差があったと報告[19]。

1997年、江口陽一らは高量子検出効率のイメージインテンシファイア（Ｊタイプ）と従来形のイメージインテンシファイア（Ｇタイプ）をそれぞれ同一のＤＦ装置に接続して比較評価。Ｊタイプは、ベーリンググレア含有

率を５％低減、解像特性は同等、ノイズ特性は低減、ＮＥＱ(u）と信号検出能は向上したと報告[20]。

ｂ）写真処理（ー技術）

ｂ)－1. 感光材料の処理

1953年、西村龍介はドイツアグファ社が1951年頃、フィルムに極めて微量の金塩を添加して高感度微粒子フィルムを製造。２、３年後にコダック社が金処理したフィルムを販売したと述べる。ほかにＸ線フィルムの支持体の材質についても興味ある記述がある[21]。

1979年、近藤智昭らは７種類のＣＲＴ用フィルムの特性曲線を標準露光器でＣＴ像上で求め、ＣＴ値やＸ線写真との比較検討したと報告[22]。1993年、市川勝弘らはマルチフォーマットカメラ（ＭＦＣ）で撮影したフィルムの階調特性と、実際の観察モニタでの視覚系の特性を補正するためにＭＦＣの入力ビデオ信号を非直線形に変換するガンマ補正装置を考案［49(7),1993］。

ｂ)－2. 増感調色／染色処理

1956年、宮永一郎らはＸ線フィルムを染色し視感度を高める試み。シアン（青)、マゼンタ（赤)、イエロー（黄）と色素発色剤でフィルムを染色し、それぞれを色フィルタを通して濃度特性を求め比較。シアン染色の原板を補色の赤か黄のフィルタで見た場合がもっとも色増感が大であったという。原板を対象にふさわしい染色をすると寛容度が大きくなりコントラストの高低に対応した診断が可能になると報告[23]。1972年、大宮博幸は、宮永らの方法と別の観点で実験的にＸ線写真のカラー化を試み同様の結果を得ている［28(4),1972］。1977年、大宮博幸は被曝線量を低減するには 高感度増感紙／フィルム系を用いてしかも、画質にも配慮するという目的で特性曲線の足部の濃度を持つ画像に、鉄調色の増感調色法の適用し増感効果が得られたと報告［33(1)、1977］。1989年、島村正道らはフォーミングガスでＸ線フィルムを超増感処理をし、50°C処理で相対感度が増え、低濃度の増感効果が大きくなったと報告［45(7),1989］。1992年、上田新也は島村の超増感したＸ線フィルムの保存性と粒状性について報告［48(6),1992］。1991年に内田武博らは硝酸タリウムを使った潜像補力効果がブルー系で2.7倍ほど、グリーン系で1.5倍ほど認められたという［47（11）,1991］。

［註］宮永らの研究はＸ線フィルムを染色してコントラストを改善させる染色法の先駆。増感処理（法）には、増感調色処理（法）と超増感処理（法）がある。増感調色処理（法）は1873年にVogel,H.が臭化銀剤にある種の色素を添加すれば、その色素の吸収波長域にまで感光域が延びる現象の発見に始まる。また超増感処理（法）はハロゲン銀感光系の光吸収に関係のない物質（たとえば水銀ガス：Dersch,F.ら1937年）で処理する方法。

ｂ)－3. 暗室処理・自動現像機処理

1962年、第18回（1962）総会シンポジウム「Ｘ線写真暗室処理」（座長：細江謙三、演者：斉藤三郎、小山田即、遠藤俊夫、内藤義親、松田憲司）の事後論文［18(2),1962］で、斉藤は間接フィルムを－、小山田は小規模施設の－、遠藤・内藤・松田は自動現像機（以下、自現機）を－、それぞれ分担してその写真処理法を述べる。処理をコントロールするにはバット現像が便利、自現機を設置しても人員の削減にはならない、現像処理中に撹拌すれば特性曲線の上方がのびるなど質疑討論が活発。

［註］自現機処理の最初の体系的な議論と考察。自現機が世界で最初に市販されたのは1942年、20M Filmachin（Pako社）でハンガ方式。１時間に120枚処理し、処理時間は約40分であった[24]。1955年にタンク現像・フィルム移送方式（Elema社）が発売され、処理時間が15分前後になる。その後、種々の構造改善や処理剤の品質改良などで処理時間の短縮を中心に発展。1955年末にKodak社のローラ方式（Ｘ-ＯＭＡＴ）がでて、処理能力は飛躍する。

以下、写真（画像）処理の面からはやや逸脱するので「構造・機構の改善」「処理剤・処理法の改良」の二つに区分して、1966年から1970年までに報告された論考をあげるにとどめる。

「構造・機構の改善」：栗村ら［22(4),1966］と入江ら［24(2),1968］のローラ方式とハンガ方式の比較、藤稿らの複数自現機の管理法［24（3）,1968］、泉の自現機の保守管理［26（3）,1970］など。

「処理剤・処理法の改良」：入江らの処理剤の管理法［22(4),1966］、山本らのローラ方式の現像因子［24(4),1966］、入江と安威の処理剤の性能管理［26（3）,1970］、南の水洗・乾燥の問題［26（3）,1970］など。

以上の諸論で、初期の自現機の構造・処理剤、管理法などの基礎的な議論が出し尽くされたと考えられる。

1972年、 稲津 博らはローラ方式自現機の敏速処理とローラの圧着によって生じる画質の変化をスリット法でＭＴＦを求め、これをフィルムの等方性の乱れと定義[25]。

［註］ Ｘ線用自現機の処理特性をＭＴＦで評価した最初の論考。

1977年、田中俊夫は第１回（1977）画像部会講演「写真化学－最近 の研究の動向」の事後論文［33(4),1977］

で、写真化学と放射線技術 の接点をＸ線回折、蛍光Ｘ線分析、Ｘ線光電子分光などに求め、これらの写真化学的解説と、感光材料の動向、分光増感、水素増感、内部増感などと節銀の問題と合わせて詳細に解説。1979年、田中俊夫は前報告の「その２」として感光材料の処理化学、種々の現像機構、現像方式などを解説［34(6), 1979］。

1978年、第５回（1977）放射線技術シンポジウム「ディライトシステム（写真処理の明室化と自動化）について」（座長：大塚昭義、演者：亀崎哲、長畑弘ら、川上寿昭ら、小鴨義尚ら、萩原明ら、東田善治ら、山田義彦ら、山本義憲ら、川上隆ら、佐藤貞男）［33(6),1978］では、導入目的や省力化、短所・長所、経済性などが主眼。写真処理／現像処理については、診断目的に応じた情報量が得られ画質が向上し、至急現像処理に好都合であったという。

1980年、早川紀和らは第７回（1979）放射線技術シンポジウム「Ⅱ.循環器領域シネ画像に関する問題点・ 4.シネアンギオ用フイルム（コダックＣＦＳ）の現像処方特性について」で、シネアンギオ用フィルムと種々に処方した処理剤との現像特性を報告［36（3）,1980］。

1981年、山根 智らはに現像処理特性をエントロピー法で評価、小差であるが高温・短時間現像よりも低温・長時間現像のほうが特性がよいと報告[26]。

1990年、岡野栄寿は第46回（1990）総会の教育セミナ「45秒現像処理システムの技術とその活用方法」の事後論文［46（11）,1990］で、45秒現像処理システム開発の背景にある写真乳剤技術やフィルム物性、処理剤などを述べ、フィルムの搬送と乾燥の高速化、機構的な問題、多量補充と液温度の安定などを報告。

1992年、第48回（1992）総会シンポジウム「医療における高速現像処理」（座長：山本義憲、演者：粟井一夫、伊藤春海、堤直葉、吉本政弘）の事後論文［48（12）、1992］で、粟井は高速自現機の現像処理液管理について考察、潜像退行で引き起こされるフィルム特性の変化は現像処理液管理の精度を低下させるという。伊藤は医師として胸部写真の読影：臨床評価する立場で、胸部Ｘ線写真と胸部ＣＴ像を画像形成要因で比較して、肺ＣＴはある意味では胸部Ｘ線写真に近付きつつあり、胸部Ｘ線写真全体と病変局所の微妙な鮮鋭度と粒状性の良し悪しに関する技師側のコメントが必要、読影への参加を求める。堤は高速現像処理を45秒処理と定義して性能が同一であれば高速化は大きなメリットといい、高速処理は画質がすぐれているという点を日本の臨床の場にそのままあてはめられないという（原文のまま）。吉本は画質のよさを実験的に比較して45秒高速処理は90秒処理と同等かそれ以上であると述べる。

1994年、倉西 誠らは画像ファイリングシステムのなかで、Ｘ線フィルム上のidentification（ＩＤ）を自動認識する技術を利用したフィルムディジタイザと自現機を直結した自動現像システム：フィルムが現像されると同時にディジタル化し、画像データとＩＤの両者を取り込む方式を提案[27]。

1995年、山本友行らは45秒処理と90秒処理の両方式自現機で乳房撮影用の片面乳剤フィルムを処理した結果、45秒処理は90処理よりも有意に劣っていたと報告[28]。

1998年、山田 稔は４回シリーズ特集記事・ＪＩＲＡトピックス「医用ハロゲン化銀写真フィルムの現像処理－その理論と実際の管理－」の第１回「第１章　序、第２章　医用画像システムの変遷」［54(6),1998］で、1960年にローラ搬送方式自現機が導入され、当初は７分処理、90秒処理システムの使用期間は長く、1987年になって90秒処理から45秒へ、そして現在では30秒処理まで可能になった。これは乳剤粒子の改善と自現機の乾燥技術の向上によるという。1998年、第３回「第５章 補充の意味とその減少、第６章 自現機の技術進歩」［54(8),1998］では、現像・定着の反応減少分、酸化劣化減少分、フィルムからの溶出・蓄積物質の希釈、キャリーオーバのための減少分、蒸発減少分などのために現像・定着両液の補充が必要になるという。1998年、最終回「第７章 日常のメンテナンス、第８章 環境への対応、第９章 おわりに」［54(9),1998］の「おわりに」で、ディジタル画像のアウトプットに種々のドライ処理記録システムが導入されているが、銀塩写真システムと比べて感度、画像の保存性、画質、コスト、処理装置の大きさ、廃材などで一長一短があり、決定打はなく多様化していると述べる。

［註］以上の現像処理の諸論考は、この40年間のアナログ系自現機処理の総括であり、20世紀掉尾を飾る集約でもある。

ｂ）－4. 特殊写真処理

1964年、飯塚芳郎は１枚のＸ線フィルム面上に広い範囲の情報を与えるために軟調処理現像剤の特性を実験的に調べ軟調処理法の有効性を報告[29]。

［註］軟調処理（法）は前述の染色処理（法）と並んで写真処理（法）の典型。

1975年、久江田昌らはＸ線被曝線量の軽減策として高感度系の増感紙／フィルムと強力現像処理を組み合わせる方法を提案[30]。

1976年、稲津 博はＸ線写真の感度と粒状性の相反関係に注目し、感度を低下させないで粒状性を改善する反転現像処理で、処理後写真の低濃度部の粒状性がすぐれ

ていると報告[31]。1985年、稲津 博は第41回（1985）総会宿題報告の事後論文［41(6),1985］で、反転現像処理の手法、観察系、画質、評価、解析などを総括して報告。

1976年、畑川政勝はマスキング法でＸ線写真に種々の周波数フィルタリングし、処理前よりも観察しやすい画像を得たと報告[32]。

［註］空間周波数処理のアナログ版。

1999年、下瀬川正幸らは副露光法：事前にＸ線フィルムに均一微弱な光を露光する方法で、高感度Ｘ線フィルムが約1.5 倍も増感し、このフィルムと超高感度増感紙を組み合わせると総合比感度が2,400に達すると報告[33]。

ｃ）光学的／写真的処理（ー技術）

1969年、佐々木仙悦は三原色を同時に発光するカラー特殊増感紙を考案し、その色光をカラーフィルムに描写して被検体の微小な密度差や厚さの差を色調で表現、寛容度が広いというカラーＸ線写真法を報告[34]。1965年、佐々木仙悦は以上の前駆的実験である整色性増感紙考案の結果を報告［21(2),1965］。

［註］彩色写真処理の積極的手法であるが、カラー増感紙の構造・特性と写真（現像）処理の複雑さが問題。現在の天然色写真は、Maxwell,C.が、1861年に肉眼の三原色視覚説に基づいて実証したのが最初。

1972年、羽柴 広らはＸ線フィルムの合理的な管理のためにマイクロ化する場合のオリジナル画像とマイクロ画像の特性、マイクロカメラやマイクロリーダなどの機構上の問題、現像処理剤などを検討し、マイクロ化画像はネガ像よりもポジ像のほうがオリジナル画像に対して視覚的対応がすぐれていると報告[35]。

［註］マイクロ写真法は、1926年頃にアメリカの銀行員McAurthy,G.が考案した。一般に、原像の１／10から１／30ぐらいまでの高縮小率で撮影する方法。

1973年、小林正敏らは脳血管造影写真で読影の困難な脳血管の中間相像を対象に、オリジナル単純像を密着露光器で反転用フィルムに反転写し得たマスク像をオリジナル造影像と重ね合わせて同様に反転、サブトラクション像とする典型的なフィルムサブトラクション法を報告[36]。

［註］写真学的手法（フィルム法）のサブトラクション法は当時、すでに各種の専門学会誌に報告されていたが、学会誌ではこれが最初。Ｘ線画像系のフィルムサブトラクション法は、1935年にZiedes des Plantesが最初に報告[37]。

1974年、松村忠範は第30回（1974）総会シンポジウム「神経放射線領域における検査技術」の「サブトラクション技術」の項［30(4),1974］で、カラーサブトラクションの加色法と減色法を紹介し、ハーモナイゼーション（harmonization）法：濃度補正の必要があるＸ線写真とそのボケ／ポジ像とを重ねてサブトラクション同様の方法を述べる。

1994年、原内　一らは血管系の造影検査で、サブトラクション法や幾何学的三次元解析、ヨード含有量を考慮して、単一方向からの入射Ｘ線の情報だけで目的血管系の三次元的位置関係を実験的に明らかにしたと報告[38]。

1996年、吉野良雄らは乾式レーザ・イメージャと湿式レーザ・イメージャを比較検討、胸部画像：ＣＲ像、消化管像：ＤＲ像、頭部像・腹部臓器像：ＣＴ像をＲＯＣ解析と５段階評価で視覚系主観評価 し、臨床的に乾式・湿式ともほぼ同等の結果を得たと報告[39]。

２）ディジタル画像処理（ー技術）

ディジタル画像処理の分類は、原則としてつぎの大山永昭の４分類を用いる[40]。

受動形処理 passive image processing：はじめに画像が与えられて何らかの処理をする手法ーヒストグラム処理や空間周波数処理などで、かならずしも不可欠な手法ではない。単独での使用は得策でなく前処理に用いられる。

能動形処理 active image processing：処理の目的がはじめにあって、その目的にあった処理法をデータ収集法とともに開発していく手法ーＸ線ＣＴ画像やＭＲ画像など各種ディジタルイメージングが対象で、その効果と処理の必要性がきわめて高い。

知的処理 intelligent image processing：画像処理に知識を導入する手法ー条件が不充分な問題の処理に非常に有効。

可視化処理 visual image processing：コンピュータ内の情報を観察者が理解しやすいように可視化する手法ーＣＧ（Computer Graphic）などに代表されるマンマシンインターフェイスとして重要で今後大きく発展すると予想される。

ａ）受動形処理

1975年、矢野今朝人らは心循環のデータ収集で、ファンクショナル・イメージイング処理やＲＯＩ処理など行う場合に、検出器の不均一性でデータの定量が大きく損われたり計数率の数え落としや種々のノイズなどを改善する画像処理法を報告[41]。1977年、矢野今朝人らは尿路系の検査で排尿直後から１秒間隔で撮影した５枚の70mm I.I.間接フィルムをディジタル化し、フィルタリング処理のあとモード法の閾値処理と単一閾値処理を組合せて、膀胱と尿道の輪郭像の線図形化をした報告［33

(2)，1977]。

1977年、栢森 亮はAnger形シンチカメラで撮影した被写体周囲方向のシンチグラムを小型電算機を介してディジタル横断イメージングし、磁気テープに記録する典型的な記録処理法を報告[42]。1981年、花田博之はFourier-Bessel変換で７種類の円対称低域ディジタルフィルタを作成してシンチグラムを処理し、通過域と遮断域で満足する特性が得られたと報告［37（4），1981］。1981年、花田博之は前報で提案した低域ディジタルフィルタを実際のシンチ画像に適用したと報告［37（4），1981］。1990年、小川正晃らはグリッド法で撮影されたＸ線写真をディジタル化する前処理としてグリッド像を除去するフィルタを開発［46（1），1990］。

1984年、土井邦雄は、第39回（1983）総会招待講演「ディジタルラジオグラフィの現状と将来」の事後論文［40（4），1984］で、ディジタルラジオグラフィの開発、方式、物理的特性とともに、画像処理技術のウィンドウイング、ズーミング、フィルタリング、ヒストグラムイコーリゼイション、平均化、時間的サブトラクション、リカーシブフィルタリング、エネルギーサブトラクション、ハイブリッドサブトラクションなどの手法と効果を詳細に解説。

ｂ）能動形処理

ｂ）－1．コンピューテッドラジオグラフィの処理（ａ）

1985年、第40回（1984）総会シンポジウムⅡ.「ディジタルラジオグラフィの現状と将来」（座長：春日敏夫、演者：小林嘉雄、高野正雄、山口宏ら、藤井恭一ら、工藤弘明、矢野今朝人ら）の事後論文［41（1），1985］で、ディジタルラジオグラフィ（以下、ＤＲ）にとって有用な画像処理は－、またどのような画像ファイルシステムが可能か－を中心に議論。小林は階調処理とディジタルサブトラクション像との関係や空間周波数処理、ＣＲＴ像表示と画像処理、パワースペクトルで濃淡画像処理、そして画像圧縮について－、高野は非線形階調処理、空間周波数処理、時間差サブトラクション、Ｘ線エネルギーサブトラクションなどについて－、山口らはFuji computed radiography（ＦＣＲ）の画像処理能力を－、藤井らは末梢静注法のdigital subtraction angiography（ＤＳＡ）について臨床例とともに－、工藤は開発したＤＳＡ装置を紹介しＤＳＡ像の記録や撮影法がいまだ確立されていないと－、矢野今朝人らはI.I.と ＴＶカメラ方式のdigital fluorography（ＤＦ）の長所を利用して多方向からのＴＶ投影像をディジタル化し任意の深さの断層像を再構成するdigital tomosynthesis 処理を中心に－、それぞれが述べる。

［註］日放技学会のディジタルラジオグラフィに関する最初の総合的シンポジウム。ＦＣＲは1982年に、富士フィルムが「FCR101」開発に始まる。

1985年、浜川純一らはＦＣＲで、one shot dual energy subtractionを試み、入射線量が増加するので画像処理の条件や方法などの改善や技術開発などが今後の研究課題と報告し、荒井徹が付録で数学的な解釈と説明[43]。

1985年、細渕安弘はディジタル化した胸部間接撮影像に、低周波領域で一定値をもつレスポンスで画像処理をし、原画像よりも画質がよくなったと報告[44]。

1987年、土井邦雄は第43回（1987）総会の教育セミナ「Ｘ線画像の信号検出と視覚特性の重要性」の事後論文［43（6），1987］で、信号検出理論のモデルと各種信号対雑音比の関係から信号検出の物理特性や種々の画像処理：コントラスト増強、ボケマスク、フィルタリングなどと、ディジタル画像におけるピクセル寸法の影響を解説。

1987年、梅津芳幸らはコンデンサ式Ｘ線発生装置とＦＣＲを用いた dual energy subtractionの基礎的な検討と臨床的評価で高圧側は120kV、低圧側は90kV、80kV、70kV、60kVを用いたと報告[45]。

1987年、遠山担彦らはディジタル画像化するときのマトリクス数とピクセルサイズによって変化する画質を検討[46]。1990年、杜下淳次らはcomputed radiography（ＣＲ）の各種のイメージングプレート（imaging plate，ＩＰ）の吸収線量率、瞬時発光強度、輝尽発光強度などの特性と解像特性を測定、ＩＰの改良で画質が向上したと報告［46（6），1990］。

1989年、小倉敏裕らは増感紙／フィルム系の乳房画像をディジタル化した乳房画像とＦＣＲの乳房画像をパラメータを種々に変化して比較したと報告[47]。

1990年、宮坂和男は第13回（1989）放射線撮影分科会講演「ディジタル画像診断－小児中枢神経系とＰＡＣＳを中心に－」の事後論文［46（6），1990］で、小児領域における各種ディジタル画像モダリティの適応を述べ、これまでの画像診断の主題は解剖・病理組織の追求であったが、これからの画像情報には形態・機能・代謝が含まれなければならないと述べ、情報の異なる複数の画像（動画と静止画を含めて）を一つの観察画像に再構成しなければならないと提案。

1990年、上田克彦らは胸部ディジタル画像にWallisフィルタを 適用しその処理効果とボケマスクフィルタとを比較[48]。

［註］Wallisフィルタは、1976年にWallis, RH.が地球資源探

索衛星（Landsat）の画像の復元に用いる。

1990年、東田善治は乳房の微小石灰化陰影と胸部腫瘤陰影のＣＲ像の検出能を検討。前者は増感紙／フィルム系より低い値を示し、後者はあまり差がなかったと報告[49]。

1991年、大塚昭義らはＣＲで、ＩＰの広いダイナミックレンジと高グリッド比（8、10、13、16）グリッドの散乱Ｘ線除去効果を利用した低散乱Ｘ線撮影法を提唱[50]。1993年、共同研究者の金井一美らは、直接Ｘ線含有率の異なるＣＲ画像へ階調処理を加え、画像コントラストを同一にしたときの検出能を18肢強制選択法で求めた結果を報告［49（4），1993］。

1991年、第18回（1990）秋季学術大会シンポジウム「ディジタルラジオグラフィの画像評価」（座長：藤田広志、演者：藤田広志、坂本清、杜下淳次、福西康修、岸本健治、滝川厚ら、山内秀一、真田茂ら）の事後論文［47（6），1991］で、主にディジタル系とアナログ系の画像評価の方法と問題点を比較。藤田は総論で、ＤＳＡは"ＤＲの成功物語"の先駆けで現在、512×512、1,024×1,024マトリクスが用いられ、I.I.-ＴＶ 方式のＤＦは、約2,000×2,000マトリクスが開発されている。ディジタイザ方式のＤＲは、ＰＡＣＳがらみでフィルムのディジタル化と画像処理を目的として使われ、4,000×4,000マトリクスも可能で今後、物理特性を有効に利用すれば期待できる述べる。

1991年、滝川 厚らは骨粗鬆症の診断において、慈大式分類法の主観的なあいまいさに客観的尺度を与え、有効な情報を得るためにディジタイズした腰椎骨側面のＸ線骨梁像をスペクトル解析をし、骨梁パターンを定量的に表現したと報告[51]。

1991年、倉西 誠らは第28回（1990）画像部会講演「画像保管の現状と将来展望」の事後論文［47（11），1991］で、コンピュータ利用の結果、放射線医療では各種ディジタル画像モダリティで高度の放射線診断と、病院の総合情報システムが可能になり、画像保管の立場から画像処理は特徴抽出、処理の高速化、三次元処理、時系列処理などの技術が期待できると報告。

1993年、委員会報告「ＣＲの画像処理の検討」（班長：松田秀治、班員：阿南充洋、上田克彦、松浦博文、三原一博、森田勝行、山口宏）［49（6），1993］で、ＣＲ画像処理の実態把握のアンケート調査とその結果の報告。階調処理：２画像出力／左画像で、階調タイプはＡ～Ｐの記号で、各記号と処理対象を整合させるので16種類の非線形曲線を設定。単純像は標準設定のパラメータで行う。２画像出力／右画像では線形曲線のＡ階調で周波数強調を強めて処理。１画像出力は普通は左画像の階調を用いるが、右画像と同様の階調を用いる場合も多い。頚部・頚椎は非線形階調で左画像と同様であるがＡ階調の比率も高い。胸部正面は左画像と同様の処理が多い。乳房は階調タイプも多いが、左・右画像の組合せ処理となっている。胎児は左か右の画像の処理に二分されるなど。周波数処理：２出力画像ではそれぞれ処理対象によって周波数ランクが違う。１画像出力は階調処理で選択的に周波数処理を行うなどである。読み取りモードについてもまとめられている。

［註］この報告で、初期ＣＲの画像処理の基本的な構造が容易に理解できる。

1994年、吉田 寿らは新しい輝尽性蛍光体のＤＲシステム（KD-1000）の画像評価で、輝尽性蛍光体の発光量は入射Ｘ線強度に対して104 が予測できるが、システムとしてのダイナミックレンジは103 である。胸部画像の強度分布が特性曲線の直線部にあれば、線量に依存しないで出力像として描出できるという。また高周波数領域で解像特性やノイズ特性が増感紙／フィルム系に比べ低いと報告[52]。

1994年、小田敍弘らは腹部のＣＲ撮影で線質を変更したときのＬ値の変化と、骨部の画像コントラストと軟部組織の粒状性の関係を検討し、腹部ＣＲ撮影での線質について報告[53]。

1995年、鳥脇純一郎は第37回（1995）画像部会教育講演「画像処理によるＸ線診断および手術計画の支援」の事後論文［51（11），1995］で画像処理の基本的視点として、医療画像はセンサ出力が電算機に入って得られた人体の諸情報（形態・機能）の可視化の産物であり一つの道具であるといい、診断・治療の過程のなかで必要に応じて画像処理をして希望する形の画像を作り出す（可視化する）と述べる。

［註］医療画像と画像処理の基本的な概念規定－至言である。

1997年、第52回（1996）総会学術大会シンポジウム「ディジタル放射線画像の解析技術－役に立つ画像処理システム、そして近未来では？－」（座長：真田茂、演者：石田進一郎ほか、木戸尚治、桂川茂彦、吉田寿）の事後論文［53（4），1997］で、座長の真田はディジタル画像処理システムを、画像入力（輝尽性蛍光体、半導体、アモルファスセレニウムなど）、画像変換（階調処理、周波数、ダイナミックレンジ圧縮など）、画像計測・理解（コンピュータ支援診断）、画像表示・通信（ＣＲＴ、インターネット、ＩＳＤＮなど）の四つの過程に分けて、討論をすすめる。二番目の画像変換では、取得した画像データに画像変換処理：画像改善を施すとある。この部分を担当した木戸は、画質改善処理とその臨床評価を副

題にあげ、ＣＲの特性であるダイナミックレンジ・コントロール処理は非鮮鋭マスクで平滑化した画像を原画像に対して重み付き加算をして行い、粒状性改善のエネルギーサブトラクション処理は、基準画像として軟部組織消去画像と粒状性を改善した重み付き加算平均画像をつくり、その重み付き加算平均画像と従来法の骨部消去画像を用いて軟部組織消去画像をつくる。そして最後にその軟部組織消去画像と重み付き加算平均画像で最終的な骨消去画像をつくると報告。三番目の画像計測・理解は、コンピュータで画像の特徴を抽出し判別や認識したりする知的処理。これを担当した桂川は、computer-aided diagnosis（ＣＡＤ）の臨床導入と副題して、胸部単純画像ＣＡＤと乳房画像ＣＡＤについて解説。レーザ・フィルムディジタイザで、0.05mmから0.2mmのピクセル寸法、階調数は1,024（10bits）から4,096（12 bits）の範囲でディジタイズ。胸部画像では0.2mm、乳房画像の微小石灰化陰影の検出には0.05mmのピクセル寸法が必要といい、高速ワークステーションで少なくとも64MBの主メモリと３GB以上の磁気ディスクの容量が望ましいと述べる。最後の画像表示・通信では担当者の吉田は、画像発生数の多い一般撮影系のディジタル画像表示システムと画像通信ネットワークについて規格化やセキュリティを含めて、現状の問題点の抽出と今後の開発に対する期待と注意点を述べる。

1997年、松尾 悟らは周波数帯域が異なるＸ線胸部画像とＸ線指骨画像をドラムスキャンデンシトメータの読み取りサイズを変えてディジタイズし、対象画像の周波数成分と最適読み取りサイズを検討し、胸部画像では周波数帯域と読み取りサイズは2.0cycles／mm以下で、200μmであり、指骨画像は6.0cycles／mm付近で、50μmであったという[54]。

1998年、石川 謙は第29回（1997）放射線撮影分科会技術講演「最近のＤＲ装置の技術的進歩」の事後論文［54（12），1998］で、高精細I.I.-ＤＲの利点として撮影画像の実時間観察、画像処理（とくに階調処理）、低撮影線量、ＣＲＴ診断、電子保存、ＰＡＣＳ接続などをあげ、400万画素のＣＣＤカメラの適用で画質が向上したと述べる。

1999年、川田秀道らは RbBr：Tl^{+}輝尽性蛍光体のＤＲ装置で胸部Ｘ線写真を撮影し、同一撮影線量下で肺野内模擬病変の描出能は増感紙／フィルム系と同等かそれ以上であったと報告[55]。

2000年、江口陽一は臨床技術講座「ＤＦ装置を使用する人が知っておきたいこと」［56（11），2000」で、現在の血管撮影はＤＦ装置ではＤＳＡやdigital angiography（ＤＡ）を行うのが主流。これらはinterventional radiology（ＩＶＲ）でも不可欠な技術であるといい、ＤＦ装置の構成や被曝低減対策、画像処理過程、光学系、各要素の線量の把握などを解説。画像処理過程の項では、リカーシブフィルタ処理や空間フィルタ処理、コントラスト補正処理、ガンマ補正などを詳細に述べる。

ｂ）－2．コンピューテッドラジオグラフィの処理(b)

1989年、岡山昭雄らは縦隔・肺門部のステレオゾノグラフィに補償フィルタとＣＲを併用した撮影法を報告[56]。

1990年、西島昭彦らはＣＣＤカメラと画像処理コンピュータで多数枚のフィルムを蓄積してデータを再構築し、三次元線量分布を作成[57]。

1992年、笹垣三千宏らは高エネルギー放射線治療計画に用いるポータル画像撮影に、ＣＲのＩＰの前面に３mm厚の銅版、後面には、0.3mm厚の鉛板を密着した手法を報告[58]。1994年、中田 学らはディジタル・ポータルイメージング装置で照射中の照合画像を収集し、その実用性と画質の基礎的な検討をしたと報告［50（9），1994］。1997年、薮谷俊峰らはＣＲポータル画像の周波数処理で照射野照合に与える周波数ランクは、0.25cycle／mm前後がよい、またアーチファクトの発生は通常の処理パラメータの範囲では影響は少ないなどを報告［53（3），1997］。1997年、佐藤 洋らはＣＲのライナックグラフィ（４ＭＶと10ＭＶのＸ線）で銅、タングステン、鉛などの金属プレートをイメージングプレートに装着して鮮鋭度を種々の条件下で測定し、イメージングプレートのフロント側に１mm厚のタングステンを、バック側全面に厚さ１cmのスポンジを付けた金属プレートが最適と報告［53（9），1997］。1999年、佐藤 洋らはＣＲライナックグラフィで、タングステンが主成分のゴム製のヘビーメタルシート（ＨＭＳ）を用いて金属板の散乱線除去効果を検討し、タングステン含有率の高いシートほど良好な画像が得られ銅板よりも高画質であったと報告［55（2），1999］。

1992年、大室正巳らは冠動脈ディジタルシネ画像とＸ線シネフィルム画像との臨床的な比較で、512×512マトリックス、８bitsで撮影したディジタルシネ画像の方が高い評価であったが、Ａ／Ｄ変換時のフィルタリングやディジタルシネ画像の観察時の狭窄率などに問題があると報告[59]。1998年、加賀勇治は第53回（1997）総会学術大会会長講演「ディジタルシネへ向けて」の事後論文［54（6），1998］で、100万画素のＣＣＤカメラ搭載のディジタルフルオログラフィでディジタルシネを行い1,024×1,024、30fpsで再生したが、動画像集中管理システム、画像保管の標準化などに問題があると報告。

1993年、細矢貴亮は第19回（1992）放射線撮影技術分科会の教育講演［Digital Angiographyの臨床への適応と限界］の事後論文［49（6），1993］で、当初ディジタル血管造影のほとんどはＤＳＡで、サブトラクションしないＤＳＡを非サブトラクションＤＳＡと称した。現在、digital video memory（ＤＶＭ）がシネと同じ感覚で利用できるので、ＤＳＡはＤＡシステムのなかに組み込まなければならないと主張し、解像力のすぐれているフィルム血管造影は胃透視と同様な道をたどり生き残るだろうと述べる。同撮影分科会の「ワークショップ－よりよい撮影技術を求めて」の「ＤＡは画質・診断能においてフィルム血管撮影に代わりうるか」の事後論文［49（6），1993］で、頭部（小野寺洋）・胸部（菊地達也）・腹部（佐藤州彦）・四肢（岡田明男）を分けて論じているが、前記した細矢とほぼ同様の結論。

ｂ）－3.　Ｘ線コンピューテッドトモグラフィ（Ｘ線ＣＴ）の処理(a)

1977年、小林直紀は第４回（1976）放射線技術シンポジウム講演 「ＥＭＩ－scannerと脳疾患」の事後論文［32（6），1977］で、経験した3,000余例の頭部ＥＭＩ-scanの事例が中心。初期のＸ線ＣＴがどのような画像再構成処理で断層像を成立させるのかには触れていない。種々の問題点を理解した上でと注釈しながらも実用化されて４年余の時点で、これほどの臨床的有用性の高い医療機器は他に例をみないと感嘆する。

［註］学会誌に掲載された最初のＸ線ＣＴ関連の論考。Ｘ線ＣＴは、1972年４月19日の英国放射線学会年会で、Hunsfield，GN.がAmbrose，J.とともにcomputerized transverse axial scanning（tomography）として発表したもので、1973年にBr.J.Radiol.46にPart 1（システムの説明），Part 2（臨床応用）として掲載。この２論文に続いて、Perry, BJ.らのPart 3（放射線量についての考察）がある。この試作機器は1971年に完成していたが、設置病院（Atkinson Morley's Hospital）の都合で1972年になって、初めて女性の頭部ＣＴ画像の撮影に成功。

1978年、沢田武司らはＸ線ＣＴ像とその補正関数の関係を検討し、ＣＴの補正関数を修正する機会に、ＣＴ値と補正関数の関係や各種被検体材質のＣＴ値、そのＭＴＦの測定などを報告[60]。

［註］初期のＣＴの画像再構成法は逐次近似法で、普及するに従って重畳積分法やフーリエ変換法などが主流になる。しかし、その詳細な内容は公表されていなかった。

1978年、矢野今朝人らはＣＴ（CT-1010）像の磁気テープに記録された横断面像を利用して縦断面像の再構成処理：積算平均化処理や補間処理、エンハンストメント処理などを行って画質が向上したと報告[61]。

1978年、延原栄太朗は肝臓ＣＴ-scan に造影剤（イオン性モノマー）を静注してコントラストエンハンスメント効果を報告[62]。

［註］1980年代以降のＸ線ＣＴに関して、ＣＴ像の現出能・識別能や画質特性、ＣＴ値と画質の関係、画像再構成処理の検討など多くの学会報告があった。しかし、論文は非常に少ない。

1980年、沢田武司は第３世代ＣＴの検出器を二次元平面像に直接再構成するＣＲ（computed radiography：scout view, scanogram, pilot scan, topo scan）として用い、Ｘ線ＣＴの新しい利用法を報告[63]。1982年、沢田武司は第９回（1981）画像部会でＣＲの二次元ディジタルフィルタを用いて原像の高周波領域だけを選択的に描出したと報告［38（1），1982］。

1982年、加藤慶徳はリアルタイムに画像処理を行う目的で、ディジタル相互相関器（Digital Cross-correlator）を試作して、Ｘ線ＣＴ画像と比較した結果を報告[64]。

1983年、板井悠二は第38回（1982）総会教育講座「Ｘ線ＣＴ」の事後論文［特集号・20-32，1983］で、Ｘ線ＣＴの将来として、プロジェクションラジオグラフィ（scanned projection radiography）：高低二種類の管電圧を交互に照射して軟部組織と骨組織が同じ吸収になるように補正し、その二枚の画像の差分をとって軟部組織あるいは骨組織だけを強調する画像構成法（dual energy CT）を提唱。

1989年、桂川正美らはＸ線ＣＴと非放射性キセノンガスを用いた局所脳血流量（r-CBF）で、そのヘマトクリット値やスムージングの 入力項目などの変更を臨床例とともに報告[65]。1992年、桂川正美らは、キセノン吸入後の脳組織系列画像の経時的変化を理論的解析法でr-CBFの評価と問題点を報告［48（9），1992］。

1998年、市川勝弘はパソコンソフト活用術（第７回）「パソコンによる画像再構成－ＣＴ画像再構成と特性解析－」［54（10），1998］で、パソコンに準拠したＣＴ画像の再構成法－プログラム言語、投影演算、フィルタ補正、逆投影演算、画像表示などと各要素や臨床のシミュレーションを解説。1998年、向井孝夫は同じくパソコンソフト活用術（第８回）「パソコン（PC-98）による画像処理ツールの教育への利用」［54（11），1998］で、核医学画像の画像処理教育の一端を紹介し、フォートランではメモリ制限と画像表示法が問題。しかし幼稚でも自作することが教育と－以下、プログラムの作成を順に説明、シミュレーション中心の画像実習法を解説。

ｂ）－4.　Ｘ線コンピューテッドトモグラフィ（Ｘ線Ｃ

Ｔ）の処理(b)

1986年、磯部義秀らはＣＴ画像を用いた放射線治療計画で、ソフトウェアの面に工夫を加え、ＣＴ画像の骨から軟部までの組織形状の割面画像と即時表示可能の濃淡画像とを各種等線量曲線に重ね合わせた三次元的な画像処理を試みたと報告[66]。磯部らには放射線治療計画にＣＴ像や三次元画像を利用した先駆的な報告がある［38(2),1982］、［39(2),1983］。

1993年、第25回（1992）放射線治療分科会シンポジウム「放射線治療に於ける画像の利用」（座長：渡辺良晴、演者：古家輝夫、松本光弘、上總中童、内山幸男）の事後論文［49(5),1993］で、古家は治療計画での画像利用として画像の発生・表示・保管などに触れＣＴ像ではトランスバース断面像、サジタル断面像、コロナル断面像、任意傾斜断面像などの同時表示と連続表示が必要と述べる。松本はＣＲポータル写真について論じるが共同研究者の笹垣らの報告［48(7),1992］とほぼ同じ内容。上總はelectronic portal imaging device（ＥＰＩＤ）の画像化を広範な技術資料を駆使して述べる。内山は放射線治療をシステム化して総合的な画像利用の実際を述べる。

ｂ)―5.　Ｘ線コンピューテッドトモグラフィ（Ｘ線ＣＴ）の処理(c)

1989年、中島義明らは第４世代高速ＣＴ装置を用いた左室造影と冠動脈造影像のダイナミックＣＴで心拍出量を測定し、thermodilution法と比較[67]。

1990年、小川 清らは第３世代ＣＴで脳血管障害者にダイナミック ＣＴを実施して得られた連続動態画像からtime density curve（ＴＤＣ）のパターンとガンマ関数近似精度、そして機能画像（functional image）との関係を基礎的臨床的に検討[68]。

1993年、小室裕冉は第48回（1992）総会宿題報告「平面画像への奥行情報導入の試み」［49(4),1993］で、胸部三次元ＣＴデータにコンピュータグラフィック技法：ボリュームレタリング法を適用し奥行情報の二次元画像化を試みる。1995年、同じ共同研究者の石森佳幸らは、コンピュータグラフィック技法の再投影法で、その基本技法の特定組織抽出、特定領域選択、光源位置の自由化の３点に改良を加え、再投影画像の臨床上の有用性を改良したと報告［51（2），1995］。

ｂ)－6.　超高速Ｘ線ＣＴの処理

1990年、内藤博昭は第46回（1990）総会教育セミナー講演「超高速Ｘ線ＣＴの臨床応用」の事後論文［46（9），1990］で、超高速Ｘ線ＣＴ（スキャナ・イマトロンC-100）の臨床応用について解説。このＣＴは電子ビーム方式で４本のターゲットと２本の検出器リング（それぞれ432本と864本の結晶形検出器）を装備。検査はボリュウム／シネ／フローの３モードに整理。肺野や腹部では400ミリ秒以下のスキャン時間で撮影が可能。1991年、坂下善治らは内藤が報告した超高速ＣＴの技術的側面と臨床的な適応について述べ、胸部・腹部できわめて鮮明な画像が撮影でき、とくに心機能測定や血流測定の精度が高いと報告［47（10），1991］。1996年、山田公治は第24回（1995）放射線撮影分科会報告の「3.三次元画像処理と造影検査について」［52（1），1996］で、現在の高速螺旋（らせん）ＣＴは従来のdynamic CTとsingle level dynamic CT、そして、increment dynamic CTの役割りを同時に果たす機能をもつと規定。その三次元画像構成の手法は、連続アキシャル像から目的領域を抽出し、ボクセル化して透視変換／陰影処理後、三次元画像にすると述べる。

1992年、第47回（1991）総会シンポジウム(1)「高速Ｘ線ＣＴの現状と臨床評価」（座長：速水昭雄、演者：辻岡勝美、坂下善治、高宮誠、飯沼武）の事後論文［48（1），1992］で、辻岡は連続回転形高速Ｘ線ＣＴ：連続ダイナミックスキャンで体軸方法の多数枚のＣＴ断面像を得るヘイカルスキャン法について、その開発と基礎的事項を解説し、問題点としてＸ線管の容量、コンピュータのメモリ、スキャン時間などを挙げる。坂下は超高速Ｘ線ＣＴ（スキャナ・イマトロンC-100）と従来形Ｘ線ＣＴを比較して超高速Ｘ線ＣＴの有用性を技術的な面で評価。高宮は超高速Ｘ線ＣＴ（スキャナ・イマトロンC-100）の臨床的な評価と超高速Ｘ線ＣＴの臨床上の意義を述べる。飯沼は電子ビーム走査方式Ｘ線ＣＴの開発の背景とともに、その超高速Ｘ線ＣＴの構造・特性と将来について述べる。

1992年、大谷匡史らは螺旋状スキャン方式Ｘ線ＣＴで短時間検査法を検討し、テーブル移動スピードが25mm／sec以下で、直径が３mmの高吸収体が認識でき、胸部スクリーニングＣＴとして臨床応用が可能と報告[69]。

1994年、花井耕造らは ヘリカルＣＴの アキシャル像を中心に再構成間隔と腫瘤状陰影の描出能をコントラスト分解能の関係から考察し、体軸方向の情報量を最大限に効率よく獲得するには、検査目的に応じて最適の再構成間隔を定めることが必要と報告[70]。1998年、池田 秀らはヘリカルＣＴのmultiplanar reformation像（ＭＰＲ）の体軸方向の空間分解能とヘリカルスキャン特有の階段上アーチファクトの改善を試み、体軸方向の空間分解能はＸ線ビーム幅とテーブル送りに依存、階段上アーチファクトの周期はテーブル送りと同じ周期を基本周波数とした整数倍の周波数をもつと報告［54（11），1998］。

1995年。荒井保明は第24回（1995）放射線撮影分科会教育講演「Interventional radiologyと高速らせんＣＴ」の事後論文［52（1），1996］で、ＩＶＲと各画像モダリティの関係を分析して、高速らせんＣＴは潜在的な能力をもってはいるが、時間軸に対して対応の遅さを完全に克服しないかぎり、ＩＶＲの誘導画像としては最下位の手段であると述べる。

1996年、第51回（1995）総会学術大会シンポジウム「螺旋ＣＴスキャンの技術的諸問題」（座長：片倉俊彦、演者：鈴木憲二ら、辻岡勝美、片田和廣、別府俊裕）の事後論文［52⑶,1996］で、片倉はスキャン中に寝台を移動させて従来のＣＴと変わらない画像の再構成をしている。だから螺旋ＣＴスキャンは未完成品だと断定する。これでは投影データと再構成画像が同一平面上に存在しないことを意味し、Radonの公式を忠実に実践する方向とは逆になるという。この点に関して、鈴木らは螺旋ＣＴではテーブルを移動させながらスキャンするので再構成画像と投影データは一致しないと述べる。辻岡はテーブルの移動速度とＸ線管の回転速度を総合的に評価し適切な精度測定用のファントムで補正すれば体軸方向の位置が正しい位置で画像再構成できると述べる。片田はこれには直接に触れないで、ヘリカルスキャンＣＴには「ＣＴ」という名称はもはや不適切で「computerized volumetric radiography」と名付けるほうがよいという。別府も片倉の意見に直接に触れないで、電子スキャン方式が高速スキャンの可能性があり、ヘリカルスキャンでは高速化は難しいのでスライス方向の分解能を向上させ、数秒でスキャンできるボリューウムスキャンの可能性があるという。1996年、渡辺裕之らはヘリカルスキャンの３Ｄ画像の歪みを検討、画像再構成法は 360度補間法で、画像再構成関数は低ノイズの腹部用再構成関数を使用［52（7），1996］。1997年、小寺秀一らはヘリカルスキャンにおける精密形態診断を目的にした頭部３Ｄ－ＣＴ angiographyで、自家製のファントムを使って血管と脳実質のコントラスト差やアキシャル像のＳＮ比が、血管形状の再現性に大きく影響すると報告［53（1），1997］。

1997年、学術調査研究班の「ラセンＣＴの物理的な画像特性の評価と測定法に関する報告」（班長：花井耕造、石田智広、井田義宏、市川勝弘、橋本尚明、東村享治、藤田智之、村松禎久）［53（11），1997］で、ラセンＣＴの性能評価とファントム構造を検討する上で、ラセンＣＴでは収集されるデータの始点と終点が不連続になってスライス感度プロファイル（ＳＳＰ）の矩形状が崩れるので補間再構成法を用いる。収集されるデータはすべてボリュームデータとして得られるなどを考慮するがよいと報告。

［註］この報告は、1990年代半ばの超高速Ｘ線ＣＴ（螺旋・ラセン・螺旋状・ヘリカル・ヘリカルスキャン＝ＣＴ）の物理的諸特性が綿密に検討され、その詳細な註記は研究上、高レベルの参考事項。ただし、このＣＴの冠名がこのように多数あるのは技術未成熟の証左か。

1998年、東村享治は高速螺旋状ＣＴで腹部病変の低コントラスト検出能について、装置の性能評価と臨床目的で検出目標を定め、最適撮影線量を決定する基準値を求めたと報告[71]。1999年、福島 均は臨床技術講座「上腹部ＣＴ検査（腹腔鏡下胆嚢摘出術の術前評価）『3D-CT cholangiography』」［55（4），1999］で、スキャン時間：0.8sec／1rotation、Ｘ線ビーム幅：3.0mm、テーブル速度：3mm／0.8sec、再構成ピッチ：1.5mm、180度線形補間法を用いてワークステーションで三次元画像の再構成をしたと述べる。

1998年、沈 雲らは心拍動／体動のモーションアーチファクトを 軽減する高時間分解能再構成アルゴリズムを開発、実効時間分解能と信号対雑音比が向上したと報告[72]。

1999年、坂田元道らはヘリカルＣＴ画像を用いた virtual end scopyによる三次元画像で、耳小骨連鎖を的確に描出する検討を行い、おおよそ －600H.U.前後のしきい値設定が目安で、この値を可変すると耳小骨連鎖が的確に描出すると報告[73]。

1999年、勝田昭一らはヘリカルＣＴのＳＳＰを直径 0.5mm 程度の微小金属球を封入したファントムで計測して、撮影領域内の位置依存性をＸ線管焦点の位置と関連付けたと報告[74]。

1999年、平野雄士らはヘリカルＣＴで胃癌症例（ファントム）の３Ｄ画像を臨床的に評価。微細な凹凸の描出能がすぐれ、しきい値の設定によって実際の症例に近い画像を得たと報告[75]。

2000年、市川勝弘は臨床技術講座「ＣＴにおける三次元画像処理の基礎技術」［56（6），2000］で、三次元画像処理法には多断面再構成法（ＭＰＲ）、最大値投影法（ＭＩＰ）、表面表示法、ボリュームレンダリング法がある。ＭＰＲ法とＭＩＰ法は、三次元に近い観察ができるが物体の前後関係や形状の凹凸が視覚と大きく離れた画像になる。しかし表面表示法、ボリュームレンダリング法の三次元画像は高い立体感が得られると述べ、この二方法を詳細に解説。

ｂ）－7.　マルチスライスＣＴの処理

1999年、田口克行らは技術解説「マルチスライスＣＴ（Multi-slice CT）」［55（1），1999］で、マルチディテク

タによる高空間分解能、高時間分解能、リアルタイム性を柱とするマルチスライスＣＴの技術的特徴を解説。撮影様式には１回転スキャン－非ヘリカルスキャン（寝台停止）、ダイナミックスキャン（寝台停止）、ヘリカルスキャン、ダイナミック・ヘリカルスキャン、ＣＴ透視などがある。画像再構成は高密度サンプリングスキャンで収集したデータを体軸方向に小さく均等間隔にし、フィルタ補間（ヘリカル補間）法でスライス方向の空間分解能と画像ノイズを変え同時にコーン角度の影響を抑制し、画像の再構成を行うと述べる。1999年、大澤勇一らは技術解説「Multi-slice CT（Multi-row CT）の原理と特性」［55（7），1999］で、再構成アルゴリズムについて、寝台固定スキャンではシングルスライスＣＴと同様の再構成をし、スパイラルスキャンではスキャンによるデータ収集や補間処理での直交データへの変換、推定直交データの補正逆投影などを解説。種々の画像特性と臨床適用例をあげて説明。

2000年、マルチスライスＣＴ論文特集号［56（12），2000］を発行、掲載論文のほとんどを「マルチスライスＣＴ」で編集。－以下、掲載順－

「誌上講座」：辻岡勝美はマルチスライスＣＴの基礎知識を構造、アプリケーション、臨床、問題点に分けて解説。画像再構成の項ではマルチスライスＣＴが多重（現在は４重）螺旋であり、１回のスキャンで投影データは１～４列目の検出器のいずれかが使われると述べる。このＣＴの利点・特徴は非常に薄いスライス厚で広範囲のスキャン、短時間スキャンなどが可能なこと、また雑音特性が良好なことなどあるが、パラメータが複雑で膨大なデータが発生しその観察と整理が問題と論じる。

「トピックス」：森下康之（東芝）は、マルチスライスＣＴは等方向性データで３Ｄ画像の立体形状の再現性がよい、リアルタイムに撮影断面を再構成してモニタ表示が可能、造影剤の自動感知機能があって造影と同一のタイミングで撮影ができ、種々の拡張システムをもつと述べる。工藤正幸（ＧＥ横河）は、高速化したマルチスライスＣＴの目標は心臓領域であるといい、問題点として心拍の時間位相ごとにスキャンするにはデータと画像再構成に工夫が必要と述べ、スキャン（Ｘ線照射）と同時に心電波形と同期させていくつかの角度データを分離収集し画像再構成をすることで時間分解能を向上させることが可能。そして心臓検査の優位性は検査薬品が不要で、緊急時や体内に金属を有する患者にも即応できると論じる。村田勝俊（シーメンス旭）は、ハードウェアとソフトウェアに分けて解説。再構成アルゴリズムとして非線形の補間法（ＡＡＩ）を採用し、ピッチによらないで設定どおりのスライス厚が得られるという。またシングルスライスＣＴの経験をマルチスライスＣＴに生かすことができる画質調整法としてEffective mAs という概念（一枚の画像に用いるＸ線光子数を一定にする）を導入し、新しいアプリケーションとして循環器領域への適用を述べる。

「Clinical Uses」：井田義宏はマルチスライスＣＴを稼働中の臨床現場から種々の精密ＣＴ検査とその運用上の問題点を述べ、スキャンパラメータ設定の自由度が大きいと報告。石風呂 実も同様に、臨床の場から種々の検査結果を述べ、診断画像の信頼性を深め臨床応用の範囲を広げたと報告。

「原著」：山本修司らはマルチスライスＣＴの特徴に物理的な指標を与えるために画質の基礎的な特性評価を行い、ノイズはヘリカルピッチ４を除いてピッチの増加とともに高くなり、アキシャル平面内の空間分解能は画像の再構成によって変化したなどを報告[76]。原 孝則らは不均等形検出器のマルチスライスＣＴで微小球体法でノン・スパイラルスキャンとスパイラルスキャン時のそれぞれのsection sensitive profiles on Z-axis（ＳＳＰｚ）：高分解能三次元画像情報を提供する二次元データの指標－と画像ノイズを比較検討した結果、マルチスライスＣＴのＳＳＰｚ形状はデータ収集に利用されるrowの特性、非線形重み付け処理の幅、フィルタの形状などの影響を受け、スパイラルピッチの自由度はＸ線管の負荷に依存すると報告[77]。辻岡勝美らはノン・ヘリカルスキャン、シングル・スライスヘリカルスキャン、マルチ・スライスヘリカルスキャンの三つのスキャン方式で、考案した時間感度プロフイール（ＴＳＰ）：１枚の画像に含まれる時間的要素がどのような感度で画像化されるかの指標を算出し、半値幅（ＦＷＨＭ）と1／10幅（ＦＷＴＭ）を求めた結果、シングル・スライスヘリカルスキャンでは ＴＳＰは補間法で変化するが、ヘリカルピッチでは変化しない。マルチ・スライスヘリカルスキャンではヘリカルピッチの変化で、スライス感度プロフイールや画像ノイズ、ＴＳＰのいずれもが変化したと報告[78]。石風呂　実らはシングルスライスＣＴとマルチスライスＣＴで、バーチャル気管支鏡（ＶＢ）の気管支分岐の描出能を比較評価し、シングルスライスＣＴでは薄いスライス厚で行うと呼吸停止時間が長くなりＶＢでの観察が困難、マルチスライスＣＴは広い範囲のスキャンができるので、薄いスライス厚における３ＤＣＴとＶＢは肺疾患に対して術前術後の追跡が有効と報告[79]。

ｂ）－8.　Ｘ線平面検出器の画像処理

1999年、技術解説「フラットパネルディテクタ（Flat

Panel Detector)」[55 (8), 1999] では、４社の装置メーカの技術者・研究者が「夢の検出器」：フラットパネルディテクタの詳細な解説。山田真一（東芝）は動画対応の直接変換方式のＸ線平面検出器の原理と概要、空間分解能・濃度分解能・時間分解能などの特性を中心に述べる。山崎達也（キャノン）は半切サイズの縦置き・横置きの両者を併用するＸ線平面検出器の特徴と画像処理：ダイナミックレンジ圧縮や鮮鋭化処理、階調処理などを中心に述べる。畑中洋一（スターリング・イメージング）はダイレクトラジオグラフィ（直接方式）の画像取込技術の特徴やＤＱＥやＭＴＦなどの画像評価を述べる。Kevin Hobert（ＧＥ）はディジタルディテクタの開発の経緯、その目標、原理、特長、画質要因：ＤＱＥとＭＴＦ、補正プロセッシングなどを述べる。

ｂ)－9.　磁気共鳴画像の処理(a)

1979年、内田 勝らはnuclear magnetic resonance（ＮＭＲ）：核磁気共鳴の基礎理論と断層像の構成について解説[80]。1979年、その(Ⅱ)としてＮＭＲ断層撮影の基礎的な原理を中心に解説［35 (1), 1979]。

［註］学会誌での最初のＭＲＩ（magnetic resonance imaging：磁気共鳴像）に関する解説論文。

ＮＭＲ現象は、Harvarde大学のBloch, F.らとStanford大学のPurcell, EM.らが、1946（1945）年に別々に発見した物理現象。そのイメージングは1972年にDamadian, R.が、1973年にLauterbur, PC.、阿部善右衛門らが提案。

1984年に、Moran, PR.らはＮＭＲについて、基本的な原理と正常・異常の検出方法、種々の画像処理法、将来展望を含めてを詳細に解説[81]。

1985、第41回（1985）総会シンポジウムⅡ.「ＮＭＲ-ＣＴ－特に画像と設置に関する問題点－」（座長：真野勇、演者：山田芳文、岩本雅民、五島仁士、池平博夫ら、吉川宏起ら）の事後論文［42 (1), 1986］は、現在のＭＲという一般的な呼称が用いられる直前のＮＭＲ-ＣＴ（真野は座長集約では、ＭＲＩと述べる）の総合的包括的なシンポジウム。ＭＲの原理、構造、管理、撮影、臨床応用などが中心。画像処理では、山田が像再構成の原理として「投影-再構成法」、「フーリエ変換法：２Ｄ-ＦＴ」に触れ、わわせてパルスシーケンスと映像の関係を述べる。

1990年、第45回（1989）総会シンポジウム「ＭＲＩ技術の最近における展開」（座長：真野勇、演者：吉田裕、五島仁士、沢田武司、槙田淳一、滝沢修、川口博巳）の事後論文［46 (1), 1990］（ただし吉田の原稿未着で未掲載）で、五島は撮影パラメータの空間分解能・濃度分解能・時間分解能などの関係とそれらの特徴を発揮させる手法を－、沢田は漏洩磁場分布、スライス厚、ＭＲＩ造影剤の希釈濃度などを－、槙田は三次元フーリエ変換法とさらに薄いスライス厚を得る3D-thin slice法を－、滝沢はＭＲＩは技術自体がまだ未完成の段階といい、ＭＲＩの現状を述べ新しい技術とその応用・展望を－、川口はＭＲＩがもたらす要素技術の問題点とその対策を－、それぞれ述べる。

1990年、土井 司らはフィールドエコー（ＦＥ）法の一種であるＦＥＤＩＦ法（ＰＩＣＫＥＲ社ノ商標登録）を、low filp angle併用の頚髄造影法と腹部呼吸停止法にそれぞれ適用し良好なコントラストを得たと報告[82]。1990年、佐久間利治らはfast low angle shot（ＦＬＡＳＨ）形グラディエントエコー（gradient echo、ＧＲＥ）法が位相画像に影響を与える磁化率やエコー時間、スライス厚、拡大率などについて報告[83]。1995年、佐久間利治らはＧＲＥ法で小石灰化モデルを使ってその磁化率効果を検討、石灰化組織の位相シフトは石灰化組織の形状とボクセルとの位置関係によって変化すると報告［51 (2), 1995]。

1992年、坂本 肇らは顔面神経の脳幹部出口の動脈圧迫による半側顔面痙攣の治療法である神経血管減圧法を行う前試験として撮影方向や撮影条件を検討し有用性を報告[84]。

1993年、委員会報告「ＭＲＩに関する技術的検討班報告」（班長：田村鋒男，班員：赤井喜徳、井澤章、川合英夫、助川和也、松田豪、熊谷博司、千尾武彦、山田幸彦）［49 (7), 1993］で、ＭＲＩの撮影条件の最適化と画像評価法の可能性を検討する目的でアンケート調査を行ったまとめ。肝臓・頚椎・頭部（３部）に用いられるスキャンモード（フィールドエコー（ＦＥ）法、ＧＲＥ法）、T_1強調、T_2強調の頻度。同様に３部のT_1、T_2強調像の磁場強度装置ごとのスライス厚、スライスギャップ、スライス数。３部の磁場強度ごとの横断像に使用するＦＯＶとデータ収集マトリックス数。３部のT_1強調とT_2強調のＴＲ、ＴＥの分類。頭部横断像のＳＮ比などを詳細に報告。

【註】この委員会報告で、1990年代初期のＭＲＩの技術的レベルがよく理解できる。

1994年、笠井俊文らは転移性骨腫瘍のＭＲＩ診断で、T_1強調像と併用した脂肪抑制画像（fat-sat T_1強調像）の有用性を検討し、正常像では多様なパターンを示し、T_1強調像では鑑別診断が困難であったものが、fat-sat T_1強調像では正常像はすべて低輝度に描出し、高輝度・混合輝度を示した場合にはGd-造影検査を併用したと報

告[85]。

1995年、真壁武司らは上気道部ダイナミックＭＲＩ撮影で、T_1強調のturbo-fast low angle shot（turbo-FLASH）法を適用し、正中矢状断面撮影で充分な組織コントラストが得られたと報告[86]。

1995年、吉留英二は第51回（1995）総会学術大会教育講演「ＭＲＩによる診断と装置の将来展望」の事後論文［51（11），1995］で、装置メーカの立場からＭＲＩのこれからの動向と支える技術について表のように示唆に富むまとめをしている。

動向	支える技術
高スループット	超高速撮影法（ＥＰＩ，spiral scan，ＧＲＡＳＥなど）、人工知能
形態診断の極限追及	超高速撮影法（Fastcard spiral scan，ＥＰＩ）、画像表示法（ＭＩＰ，３Ｄ）
形態診断から機能診断へ	造影剤、超高速撮影法（時間分解能、モーションアーチファクト）
定性診断から定量診断へ	超高速撮影法（ＥＰＩ-ＰＣ，ＦＣＡＲＤ-ＰＣ）、データ解析ソフト、標準物質
汎用装置から専用装置へ	磁気回路、勾配コイルの設計、低価格、人工知能
モダリティの融合	ネットワーキング、画像の重ね合わせ、フォーマット標準化、転送速度（圧縮）
診断と治療の結合	非磁性手術用具、オープンマグネット、フロロスコピー（超高速撮影法＋実時間画像再構成）

（引用文献のTable 2、一部改変）

1996年、荒木 力は第23回（1995）秋季学術大会教育講演「ＭＲＩの限界」の事後論文［52（5），1996］で、ＭＲＩの問題点あげて分析。技術的課題としてコントラスト分解能がこの十数年の間、ほとんど向上していない－、時間分解能の低さはＭＲＩの基本的な弱点－、スピンエコー法を凌駕する画像は得られていない－、モーション偽像や化学シフト偽像、磁化率偽像などがスピンエコー法に比べグラディエントエコー法で強く出るのはＭＲＩの限界か－、など臨床的な課題をも含めて論じ、ＭＲＩが早急に成熟した画像診断法になることを期待すると結ぶ。

1997年、笠井治昌らはphase-contrast（PC） cine MRIで頭蓋内脳脊髄液循環動態を撮影。パラメータは１心搏(拍)間に15～20時相で繰り返し時間は20～23msec、エコー時間は12～15msec、スライス厚は 3mm、マトリックスは256×256あるいは128×128など。圧容積反応と脳脊髄液最大流速とは正の相関があると報告[87]。

1997年、Ogura A.らはＭＲＩのdouble-echo steady-state，ＤＥＳＳシーケンス法で膝関節の描出能を評価し、すべての部位の描出が可能でとくに関節軟骨や関節液の描出が優れていたと報告[88]。

1997年、小倉明夫らはｆＭＲＩの手法で高速スピンエコー（ＦＳＥ）法のパラメータである１回の繰り返し時間内で得られるエコーの数（ＥＴＬ）と、180度パルスの間隔時間（ＥＳＰ）が、空間分解能に与える影響を検討、ＥＴＬとＩＥＳの増加で空間分解能が劣化したと報告[89]。

1997年、土橋俊男らは高速inversion recovery（ＩＲ）法の高速fluid attenuated inversion recovery（ＦＬＡＩＲ）法と高速ＳＴＩＲ法のシーケンスの特徴と撮影条件の最適化を検討。前者は、ＴＲごとにnull pointの測定とlongTR，longTIの撮影が必要で、脂肪抑制は静磁場強度ごとの正確な測定が必要と報告[90]。1997年、土橋俊男らは脂肪抑制を目的に高速ＳＴＩＲ法で、実効ＴＥを延長したとき、ベビーオイルの null point である inversion time（ＴＩ）が延びる現象を確認し、それはボクセル内のT_1とT_2の異なる成分で発生し、高磁場装置で影響が大きいと報告［53（11），1997］。1998年、土橋俊男らは ＩＲ-ＥＰＩを用いたＦＬＡＩＲ法（ＥＰＩ-ＦＬＡＩＲ法）で null pointを検討した結果、dummy pulse を使用したときnull pointは、single-shotから2-shotになれば短いＴＲほど短縮が大きくなり、shot数を増やしても変化はなかったと報告［54（4），1998］。1999年、浦田 融らはfast FLAIR法におけるクロストーク効果の影響を検討し、シングルスライス撮影時に比べて水のnull pointが短縮して信号強度が上昇すると報告［56（4），2000］。

1997年、土橋俊男らは ＭＲＩのＳＥ法で、メタルアーチファクトを軽減するための撮影パラメータを検討。readout gradientの方向と極性は、メタルアーチファクトの影響する方向に関係し、readout gradientのプラス側にメタルアーチファクトの影響が大きく現われる。その影響を減少するにはreadout gradientが強く印加されるパラメータを選択すると報告[91]。1998年、土橋俊男らは脳脊髄液（ＣＳＦ）に接した皮質梗塞の検出に優れている高速ＦＬＡＩＲ法で、CSF flow artifactの抑制を検討し有用と報告［54（10），1998］。

1998年、藤田 修らは独立形診断用ワークステーションの３Ｄ-ＭＲＩ画像処理機能で脳腫瘍手術支援用の画

像シミュレーションにボリュームエンダリング法を適用し、画像処理時間が長くなる問題点があるが有用と報告[92]。

1998年、土橋俊男らはＭＲＩのsusceptibility効果の画像の歪みを高速スピンエコー法とスピンエコー法で比較し、両者の画像の歪みはreadout gradientの強度だけが影響した。高速スピンエコー法で歪みが減少する理由は、短いエコースペースで繰り返し180°RF pulse を印加し、ＢＷが広帯域に設定されreadout gradient強度が強く加えられたためと報告[93]。

1998年、室　伊三男らは高速ＭＲＩでkeyhole（ＫＨ）撮影法のkeyhole率の違いが画像に与える影響を定量した結果、高周波充填データ数を少なく（keyhole率を高く）すればアーチファクトを減少させる効果があると報告[94]。

1998年、土井 司らはＭＲＩで被検体の大きさとスライス面が信号強度やコントラストノイズ比（ＣＮＲ）に与える影響を検討、ＭＲＩの信号強度はスライス厚やピクセル周囲の信号体とそれ以外の物質の占める割合の比率で決定され、その評価法のＣＮＲは、パーシャルボリュームによって指数関数的な関係があると報告[95]。

1999年、佐久間利治らは心電図に同期した高速スピンエコーで心臓T_2強調画像を得るために、血液信号を抑制した最適設定繰り返し時間を検討した結果、心筋心内腔比の高い良好な拡張期画像を得たと報告[96]。

1999年、学術調査研究班報告「ＭＲＩ装置の性能評価法の検討」（班長：宮地利明、班員：安彦茂、大久敏弘、小倉明夫、久保均、滝澤修、竹田浩康、土橋俊男、特別招請委員：土井司、中野務）［55（12），1999］で、ＡＡＰＭレポートの評価法：ファントム、共鳴周波数、信号対雑音比、画像均一性、空間直線性、高コントラスト空間分解能、スライス厚・位置・間隔、画像アーチファクトなどの概略と、特長、問題点などを紹介し、その実践的指針を詳細に解説。

1999年、平島裕之らはスライス面内の位相エンコード方向の傾斜であるオブリークエンコーディング法が、アーチファクトの出現方向を制御するのに有効であったと報告[97]。

2000年、大野誠一郎らは低磁場ＭＲＩで骨転移巣の異常な骨髄信号の検出を向上させるために、正常な赤色骨髄を低信号で描出するopposed-phase imageの有用性を検討した結果、低磁場ＭＲＩ装置の脊椎骨髄転移巣のスクリーニング検査に有効と報告[98]。

ｂ）－10.　磁気共鳴画像の処理(b)

1989年、赤井喜徳らはマルチプルスピンエコー（ＭＳＥ）像で、奇数エコー（odd-echo dephasing）像と偶数エコー（even-echo rephasing）像の信号差を直接、ＭＳＥ像から取り出す画像処理法を報告[99]。

1993年、野儀明宏らは肝腫瘍のダイナミックＭＲＩにＧｄ-ＤＴＰＡを用いて、有用であった報告[100]。

1996年、加藤丈司らは高速gradient echo法でGd-ＤＴＰＡ持続静注時の３Ｄ-ＭＲＡの最適の撮影パラメータを求めた結果、撮影時間の短縮で高濃度の血管像が－、脂肪抑制法の併用法で－、それぞれコントラストの良好な血管像を得たと報告[101]。1996年、加藤丈司らはIR preparation fast SPGRを用いたＧｄ-ＤＴＰＡ持続静注時の３Ｄ-ＭＲＡの撮影パラメータを検討し、3D-IR preparation fast SPGRは脂肪にnull pointを設定して効果的に抑制できなかったと報告［52（6），1996］。1997年、加藤丈司らは造影3D-IR preparation fast SPGRで、緩和回復時間を変化させて造影ＭＲＡの血流背景信号の抑制効果のシミュレーションを行った結果、組織のbounce pointはrecovery timeに依存すると報告［54（1），1998］。

1997年、谷本伸弘は第26回（1996）放射線撮影分科会教育講演「造影ＭＲＩの基礎と最新臨床応用」の事後論文［53（3），1997］で、Ｇｄ-ＤＴＰＡ（Magnevist[a]）静注法では血流豊富な臓器の病変と周囲組織との血管影の差を表現するにはshort TR／TEのパルス系列によるT_1強調短時間撮影法がよいと報告。その他、1990年代後半の種々のＭＲ造影剤の特性やその臨床について詳細に述べる。

1998年、加藤丈司らは造影ＭＲＡで血管が造影されるタイミングとｋ空間走査が血管像に与える影響を検討し、造影ＭＲＡでは造影タイミングとｋ空間における造影データの充填が血管描出に大きく影響すると報告[102]。1998年、加藤丈司らは高速化したenhanced 3D fast spoiled gradient echoのspectral IR法を併用した造影ＭＲＡの撮影条件を検討したと報告［54（5），1998］。

1998年、土橋俊男らは造影ＭＲＡを ３Ｄ-ＦＳＰＧＲとSpec IR（三次元gradient echo法に用いる高速脂肪抑制）法を併用した手法で脂肪抑制効果を検討した結果、撮影時間を大きく延長しないで従来法と同等の効果が得られたと報告[103]。1998年、土橋俊男らは造影三次元ＭＲＡで、最適の造影タイミングで撮影するsmart prep[(R)]法を使って目的血管までの造影剤到達時間と撮影時間のタイミングが約80％の成功率で最適化されたと報告［54（9），1998］。1998年、新貝欣久らは造影ＭＲＡで、３Ｄ収集と撮影時間の短い高速撮影（ＳＭＡＳＨ）法の撮影パラメータを検討した結果、脂肪抑制パルスやサブトラクション処理をしないで下肢の造影MR venography（M

ＲＶ）と多方向viewの診断を可能にしたと報告［54(9)，1998］。2000年、土橋俊男らはSpec IR法で、phase loopとphase orderの脂肪抑制効果への影響を報告［56（2），2000］。2000年、石森佳幸らはＭＲＡを目的に印加時間を短縮したCHESS pulseで、脂肪抑制法を検討したと報告［56（7），2000］。

ｂ）－11.　磁気共鳴画像の処理(c)

1996年、加藤丈司らはＭＲＩ高速撮影法と経口消化管陽性造影剤（クエン酸鉄アンモニウム製剤）を併用した結果、最適ＴＩの設定で高濃度造影剤の必要はなく、T_2強調画像上で消化管信号を消去することができたと報告[104]。1997年、加藤丈司らはクエン酸鉄アンモニウム製剤を用いてecho planar T_2強調画像上で前報と同様の実験の結果を報告［53（11），1997］。1999年、加藤丈司らはＭＲ胆管膵管撮影法で、消化管信号除去を検討［55(6)，1999］。

1997年、佐久間利治らはマルチＧＲＥ法（トリプルＧＲＥ法）で賦活剤が寄与するＢＯＬＤ（blood oxygenation level-dependent contrast）効果とinflow効果の影響を検討し、前者の影響は「静脈よりも皮質のほうが大きく」、後者では「皮質よりも静脈のほうが大きい」と報告[105]。

1997年、宮地利明らは常磁性造影剤の磁化率の変化を利用したダイナミックスタディ〔relaxation rate（R_2*）ダイナミックスタディ〕で、脳内の血流動態情報を得るためにT_1 強調ダイナミック画像とΔR_2* ダイナミック画像を同時に表示するＤＵＣＥ法を開発、脳腫瘍を中心とした疾患の血流動態を報告[106]。

1997年、河嶋幸男らはT_2強調画像の超高速撮影法であるhalf Fourier acquisition single shot turbo spin echo（ＨＡＳＴＥ）法で、Ｇｄ-ＤＴＰＡ T_2強調ダイナミックＭＲＩを試み、脳内の微小血流動態計測を毛細管レベルまで可能にしたと報告[107]。1997年、加藤丈司らは頭部ＭＲＡ高速撮影法：fast card STAR法で、撮影パラメータの最適化を検討したと報告［53（12），1997］。

1998年、古宮泰三は三次元ｆＭＲＩのecho planer imaging（ＥＰＩ）で、掌握運動に対するその撮影パラメータを検討し、コントラストノイズ比の高い脳機能画像を得、三次元表示で運動野の位置確認が容易になったと報告[108]。

1998年、第53回（1997）総会学術大会シンポジウム「ＭＲ装置による機能の描出－形態から機能へ－」（座長：土井司、演者：紀ノ定保臣、山田幸典、松田豪、村田勝俊）の事後論文［54（5），1998］で、紀ノ定はＴＥの短縮技術とその効果を述べ、とくに短いT_1やT_2成分をもつ組織からの信号は生体構造や機能を反映するのでＭＲの新しい研究分野を開く可能性があると述べる。山田はＥＰＩの実用化でいっそう精密な画像が得られるper-fusion imageやdiffusion weighted image、ＤＷＩ、ｆＭＲＩの手法や問題点・利点を述べる。松田はＭＲＳの機能的な面に触れ、まだ臨床面で大きなハードルが残されているという。村田は高速撮影法の改善で時間分解能を向上させて高機能化を図り、対象とする物理量を変え、新しい機能を付与できる可能性があると述べる。

［註］このシンポジウムは2000年を迎えるＭＲ関連技術の総括というべきで、将来を展望した熱意がうかがわれる。

1999年、土橋俊男らは超常磁性酸化鉄のT_2短縮効果を高速スピンエコー法と在来形のスピンエコー法で比較したと報告[109]。

2000年、井上博志らはダイアライザファントムを用いて、ＳＥ法とＲＥ法を組み合わせた三つの異なる信号のシーケンスで、Ｇｄ-ＤＴＰＡのボーラス注入後の組織内血管から組織外細胞へ拡散する過程を撮影した結果、二つの異なるシーケンスを組み合わせた同一時間配分内でT_1、T_2、T_2*の三つの異なるエコー信号を収集したと報告[110]。

ｂ）－12.　超音波画像の処理

1976年、遠藤俊夫は超音波の医学への応用を解説[111]。

［註］医療用超音波技術に関する最初の論考。1880年にCurie, P.とCurie, J.の兄弟が発見した圧電効果で発生する弾性波を超音波（ultrasound, ultrasonic wave、ＵＳ）という。医療では、一般に１～30MHz帯域の超音波パルスビームを利用する。1942年にはDussik，KT.が、脳内疾患への臨床的適用を報告。

1978年、遠藤俊夫は学会誌臨時増刊号「最近の医用映像技術」［33（7），1978］の「超音波検査」にも前記と同様の解説。1978年、相川 修は腹部の肝・胆疾患に他のＸ線諸検査と併用すれば適正診断率が向上すると報告［33（5），1978］。1981年、杉山 高は第８回（1980）放射線技術シンポジウム「総合医用画像について」の事後論文［37（2），1981］で、肝癌の超音波診断例と他の一連の画像診断例を比較検討して、超音波診断の有用性は高く、画像診断の中心的存在で腹部検査のスクリーニングに最適と報告。

［註］1980年代の初め頃までは、肝シンチグラムとの比較や心エコー像などの超音波画像に関する多くの学会発表があったが、論文としての報告はない。

1983年、平敷淳子は、第38回（1982）総会教育講演「超音波診断」の事後論文［特集号・1983］で、超音波断層法は将来、ディジタル画像化で、他の画像との対比

や情報の定量化などが可能になり、その試みは音響組織学へつながるだろうと述べる。

1990年、都留正人らは心臓超音波検査で体表面に近接する左室心尖部の描出を改善するために深触子と体表面の間に固形の超音波伝達媒体をおいたsolid intercalary, ＳＩＣ法を適用したと報告[112]。

1992年、内田武博らは乳幼児の股関節に超音波検査を適用し、骨軟部や軟部組織の観察は可能であったが、いわゆるα角とβ角の計測は不可能と報告[113]。

1996年、堀口祐爾らは第51回（1995）総会学術大会の教育講演「超音波による診断と装置の未来展望」の事後論文［52（4），1996］で、腹部超音波検査法においてカラードプラー法：power Doppler energy（ＣＤＥ）法、造影法：経動脈性（カテーテルでCO_2 microbubbleや脂肪乳剤を注入）と経静脈性（ガラクトースをベースにした炭酸ガスをエコー源にする）、細径プローブ法：細径プローブを用いて周波数を15～30MHzで走査、の三つの検査法で、肝・胆・膵の消化器系の腫瘍性病変に対する最近の診断的意義を述べ、その簡便性、機動性、経済性、リアルタイム性などにすぐれ、探触子のコードレス化や超小型化の可能性があると結ぶ。

1996年、中村 修は第23回（1995）秋季学術大会大会長講演「超音波の人体内の動き」の事後論文［52（8），1996］で、超音波パルスが脂肪に比べ筋肉の伝播がどの程度遅れるか、どの程度吸収されるかを確認し、肋骨などの骨の内部を相当量の超音波パルスが透過し、空気層は反射体に近いことを確かめたと報告。

ｂ）－13.　核医学系の画像処理

1981年、第37回（1981）総会シンポジウムⅠ.「ＲＩ画像構成とその評価」（座長：田中高生、演者：浜田国雄ら、滝沢正臣、藤田透ら、蜂谷武憲ら、追加発言者：高橋和栄）の事後論文［37（5），1981］で、シンチカメラとこれに接続されたデータ処理を中心に、static image, dynamic image, functional image，および ＥＣＴなどの画像構成とその評価を議論。

1983年、第39回（1983）総会シンポジウムⅡ.「ＥＣＴ画像構成とその評価」（座長：浜田国雄、演者：木下富士美、中沢圭治ら、林眞ら、藤田透ら、池田穂積ら）の事後論文［37（5），1983］で、シングルフォトンＥＣＴ（single photon emission computed tomography，ＳＰＥＣＴ）のいくつかの問題点を取り上げる。中沢らはＳＰＥＣＴ画像を重畳積分法で再構成するときの問題点はボケ補正のフィルタで、その特性を充分に理解して選択する必要があると述べる。藤田らは逐次重畳積分法で吸収補正に散乱補正をも加えた補正法を試みたと報告。

［註］ＲＩ断層法は1963年、Kuhl, DE.らが開発した［Mark Ⅰ］に始まる。

1986年、向井孝夫は第11回（1985）核医学技術分科会教育講演「ＲＩ画像のフィルタ処理について」の事後論文［42（3），1986］で、ガンマカメラの静止像の平滑化、鮮鋭化、復元化、辺縁の抽出など空間領域と周波数領域にわたる基本的なフィルタ処理を述べる。

1987年、今井嘉門は第43回（1987）総会シンポジウム「１．核医学の今後はどう変化するか」の「３．心臓核医学の現状と将来」の事後論文［43（11），1987］で、心筋シンチグラフィにおける冠血流イメージングや心筋代謝イメージングなどのＲＩ画像処理を解説。

1989年、第45回（1989）総会シンポジウム「脳神経核医学検査の技術的問題点」（座長：藤田透、演者：中村幸夫、福喜多博義、細羽実、三塩宏二、庄司安明ら、藤江博）の事後論文［45（10），1989］で、藤田は核医学検査の発展世代では、1980年代は第Ⅲ期のＰＥＴとＳＰＥＣＴの時代と述べる。中村は局所脳血流量測定法で種々の補正や係数の選択について－、細羽は収集データからの画像再構成するソフトウェアの問題として最適フィルタや吸収補正、散乱補正などを－、三塩は脳ＳＰＥＣＴ像の画像処理法の最適化と標準化を－、それぞれ画像処理の面で述べる。

1992年、松本政典は第23回（1991）核医学分科会報告「２．ＲＩ画像の定量性」の後論文［48（6），1992］で、核医学イメージング検査の定量化にもっとも影響の大きいのは、空間分解能、感度不均一性（補正）、分解時間、高エネルギーガンマ線の影響、ガンマ線の吸収（補正）、散乱線（補正）、容積効果などと述べる。

1994年、誌上講座・核医学検査技術学が11回に分けて開講。その第１回は、野原功全の「１．核医学検査機器の最近の進歩」［50（1），1994］で、種々の核医学検査機器の技術を解説し、感度と分解能、減弱や散乱線などの補正と定量に触れる。1994年、松本正典は同じ誌上講座「６．核医学イメージング理論」［50（5），1994］で、空間分解能と計数密度の効果、コリメータの選択、適正な画像マトリックス、散乱線の混入などについて述べる。

1994年、第27回（1993）核医学分科会報告（報告者：久保直樹、牛尾哲敏ら、中辻博、大屋信義、片渕哲朗ら）［50（4），1994］で、久保はＳＰＥＣＴにおける Wiener filterの設計と処理で右肝静脈と視床の描出にすぐれていると報告。牛尾らは心筋ＳＰＥＣＴの画質の物理評価法をした結果を報告。中辻は臓器の動態画像に因子分析法を適用して入出力の成分を算出したと述べる。大屋はガンマカメラのＱＣについて報告。片渕らはニューラル

ネットワークを用いて虚血性心疾患の罹患冠動脈を推定した結果を報告。

1994年、市原　隆は第50回（1994）総会教育講演の事後論文「ＳＰＥＣＴのかかえる諸問題と利点」［50（9），1994］で、理想的なＳＰＥＣＴ装置の条件を示しながら画像再構成、表示の問題点、放射性医薬品に起因する画質劣化などを綿密に取り上げ、散乱線を推定するＴＥＷ（triple energy window）法や画像の評価指標としてＮＭＳＥ（normalized mean square error）法などを紹介。また最新の状況と利点として、３Ｄボリュームスキャン、多核種同時画像収集、ファンビーム高解像度再構成法などを解説。

1995年、大滝広雄らはリング形ＳＰＥＣＴ装置で^{133}Xeガス吸入法を用いて局所脳血流分布の断層像を描出、ｒＣＢＦ測定法の基礎的検討をした結果、ｒＣＢＦ測定値が画像再構成条件とデータ収集時間で変動するから、これらを一定にして測定すると報告[114]。

1996年、大西英雄らは従来の^{201}Tl心筋ＳＰＥＣＴ画像と^{99m}Tc心筋ＳＰＥＣＴ画像をButterworth filterを用い二次元パワースペクトル法で解析し、核種と収集コリメータが画像に与える影響を検討した結果、後者の標識薬剤の方が高画質が得られたと報告[115]。

1996年、田口正俊は第51回（1995）総会学術大会教育講演「ＳＰＥＣＴ装置の将来展望」の事後論文［52（2），1996］で、ＳＰＥＣＴは目視的画像から定量化へ進んでいる。散乱補正は複数のウインドで散乱線量を推定しサブトラクションする方法が提案されている。しかし基本的にはエネルギー分解能を向上させてウインド内に散乱線を取り込まないようにする。吸収補正では人体輪郭に合わせたスライスごとの吸収補正、あるいはトランスミッションデータで被検体を不均一吸収体とみなした吸収補正があると述べる。

1996年、第51回（1995）総会学術大会パネルディスカッション「ＳＰＥＣＴはＰＥＴを越えるか」（座長：庄司安明、演者：尾川浩一、織田圭一、柳元真一、天野昌治、畑澤順ら）の事後論文［52（4），1996］で、尾川はＳＰＥＣＴの定量性のためにガンマ線減衰補正と散乱補正の問題点をあげ正確な補正法を述べる。織田は同様にＰＥＴ の散乱や吸収の補正、部分容積効果などをあげてＳＰＥＣＴはすでにＰＥＴを越えているのではという。柳元は脳血流測定の解析法の問題点をあげ、この分野でのＳＰＥＣＴ像の役割は放射性医薬品の体内分布の三次元画像の定性的表現であったが、定量性を妨げる問題点を克服してＳＰＥＣＴ像の定量的評価ができるようになったと報告。天野はＰＥＴの脳血流量測定上の問題点をあげ、その対策を提起。畑澤らは定量的脳血流量の測定を臨床的にＳＰＥＣＴとＰＥＴを比較して、ＳＰＥＣＴは簡便で普及しているが精度が問題、ＰＥＴは定量性が高いが施設やスタッフ、被検者への負担が大きいと報告。

1996年、第31回（1995）核医学分科会報告の「2.ＳＰＥＣＴ画像の適正フィルタの検討」［52（5），1996］で、大西英雄らはＳＰＥＣＴ画像の定量性向上に必要なフィルタを三つあげている。画像再構成－前処理フィルタ（画像復元フィルタ：WienerやMetzなど、画像加工フィルタ：low pass, band pass, Butterworthなど）と、再構成フィルタ（再構成用weight function：Ramachandranなど）の組み合せで各種の画像を構成。吸収・散乱補正－最近はtransmission法で吸収マップを作成し高精度の補正が可能。散乱補正もＴＥＷ法やＥＷＡ法などが開発されている。部分容積効果－画像そのものの物理的性質で分解能の悪い核医学画像では大きな問題と報告。

1996年、川村慎二らはＳＰＥＣＴ画像のローパスフィルタ処理の遮断周波数の設定と信号検出能の関係をＲＯＣ解析（視覚系連続確信度法）して、ローパスフィルタ処理の遮断周波数の設定値でＳＰＥＣＴ画像の検出能が変化し、それが信号位置で異なると報告[116]。

1997年、小野口昌久はＳＰＥＣＴ画像の部分容積効果を楕円体で心筋部厚が可変できる自家製心筋ファントムで検討し、中隔部の部分容積効果は壁厚が25mm以上になればその影響は小さいと報告[117]。

1997年、学術調査研究班報告「ＳＰＥＣＴ画像の定量化への挑戦」（班長：増田一孝、班員：市原孝、大西英雄、高橋昌章、中村幸夫、仁井田秀治、村上剛、横井孝司、特別招請委員：久保直樹）［53（11），1997］で、物理的評価法として：空間分解能、散乱線補正、吸収補正、検出能などの測定法の－。画像処理法として：最適な画像復元、信号成分の角度と検査依存性、フィルタ、Butterworth filterを用いた適正遮断周波数、部分容積効果などの測定法の－それぞれの基準化を検討している。報告内容は非常に詳細。1998年、大西英雄らは脳血流ＳＰＥＣＴ画像でButterworth filterの最適遮断周波数を実空間と周波数空間で評価し、最適遮断周波数は使用するコリメータと核種で変化さなければならないと報告［54（6），1998］。

［註］1990年代半ばのＳＰＥＣＴ 画像の定量化の問題を網羅し、日放技学会のこの領域の研究と臨床の両面に高いレベルをもっていることの証左。

1998年、第53回（1997）総会学術大会シンポジウム「ＳＰＥＣＴ装置の進歩と技術的問題点」（座長：木村富士美、演者：篠原広行、橋本順、宮崎吉春、高野政明、

柳沢正道）の事後論文［54（4），1998］で、篠原はＳＰＥＣＴ画像の一様吸収体に対して、投影定理、サイノグラム、原画像の二次元フーリエ変換などの数学的に厳密な吸収補正法（解析的吸収補正法）と、frequency-distance relation（ＦＤＲ）や円調和級数、投影データの規格化などの画像再構成理論をわかりやすく概説。

1998年、柳沢正道らはＳＰＥＣＴの^{67}Ga画像で散乱線除去法の一つである ＴＥW法で画質改善を試み、分解能やコントラスト、感度を総合的に検討、低エネルギー汎用コリメータ（ＬＥＧＰ）で散乱補正はバックグラウンドが低下し、いっそう鮮明な画像が得られたと報告[118]。1998年、白川誠士らは^{99m}TcのＴＣＴで不均一吸収体（Tl-201心筋ＳＰＥＣＴ）の吸収補正を可能にしたＳＴＥＰ（simultaneous transmission emission protocol）の有用性を検討し、ＴＥW法で散乱補正も行って定量性を評価。これで均一な心筋像が得られ、被検者の拘束時間や体動を考慮してもＳＴＥＰ＋ＴＥWが実用的と報告［54（5），1998］。2000年、久野晴丘らは^{99m}Tc-tetrofosminが胆嚢への高集積が原因で心筋ＳＰＥＣＴ画像に現われるアーチファクトを検討、マスク処理は投影データで行い、胆汁排泄の促進が必要と報告［56（8），2000］。

1998年、高橋康幸らはＳＰＥＣＴ像の再構成でオフセット・ディテクタ方式を応用した結果、いっそう投影角度が小さくなり良好なＳＰＥＣＴ像が構成されたと報告[119]。

1998年、高橋康幸らはcontinuous mode SPECTに類似した収集形態（サンプリング・アングル２°ステップ）で収集した投影データを再編集し加算する方法を報告［54（8），1998］。

1998年、大西英雄は第25回（1997）秋季学術大会学術セミナ「ＳＰＥＣＴ画像の周波数解析」の事後論文［54（10），1998］で、テクスチャ解析の周波数解析法でＳＰＥＣＴ画像の周波数成分を定量的に解析して周波数空間での最適フィルタを評価し、ＳＰＥＣＴ画像の定性的時代は終わり定量性を重視する時代であると報告。

1999年、木下富士美は臨床技術講座⑴「近年の核医学検査の技術的動向について」［55（3），1999］で、最近のＳＰＥＣＴ画像再構成では逐次近似法の一種であるＭＬ-ＥＭ法を高速化したＯＳ-ＥＭ法が注目されている。それは高集積部位からでる放射状のアーチファクトが発生しない、低カウント領域がなめらかに描出されるなどの利点があると述べる。

1999年、学術調査研究班報告「核医学検査における定量評価法（臓器別）に関する報告」（班長：中田茂、班員：赤木直樹、三村浩朗、長木昭男、高橋康幸）［55（6），1999］では、核医学検査で脳血流量・心機能・心筋・肝臓・腎臓を対象に定量解析の方法と評価法を日放技学会誌、日本核医学技術学会誌、日本核医学会誌の論文を中心に調査した報告。

【註】 引用文献を含めて参照に値する記述が網羅され20世紀末におけるこの研究分野の集大成。

1999年、玉木長良は第37回（1998）核医学分科会特別講演「心臓核医学・21世紀へのプロローグ」の事後論文［55（10），1999］で、心臓核医学の分野では解析法の進歩が目覚ましいといい、Germano, G.らが開発したquantitative gated SPECT（ＱＧＳ）のソフトウェアは、三次元動画像ができ広く普及していると報告。

1999年、臨床技術講座「脳機能画像におけるＳＰＥＣＴの精度について」（核医学分科会々長：増田一孝）［55（12），1999］は脳局所血流量検査の精度の向上が目的。ＳＰＥＣＴ装置とＳＰＥＣＴ画像の均一性、ＴＥW収集法とＴＣＴ補正法の有用性、画像処理方法に関する要因などを議論・検討。

2000年、第55回（1999）総会学術大会シンポジウムⅠ「吸収補正、その未来はあるか？－21世紀への展開を模索する－」（座長：片渕哲朗、演者：向井孝夫、飯田秀博、冨口静二、高橋正昭、佐々木健）の事後論文［56（1），2000］で、片渕は吸収補正は人体を均一吸収体とみなす近似的補正法と外部線源による透過画像の吸収補正（ＴＣＴ）法の二つに大別されで、このシンポジウムは後者の吸収補正（ＴＣＴ）法を中心に討論するという。向井は物理的な立場でＴＣＴ法の線源や散乱補正の方法と問題点を－、飯田はＴＣＴ法の定量性にかかわる問題点と定量測定は吸収と散乱を同時に行う必要を－、冨口は虚心性心疾患を対象に臨床の場での吸収と散乱の補正の有用性を－、高橋は頭部でのＴＣＴ法の位置付けとこの検査が法規制のため日常の診療に使えないという問題を提起－、佐々木は行政の立場で外部照射の法的解釈と今後の展望について－、それぞれが述べる。討論の結論は「吸収補正、その未来は『ある』」、そして「21世紀は『定量化』への道」とまとめる。

2000年、尾川浩一は「21世紀の放射線技術学・序章Ⅶ・ＥＣＴにおける反復的画像再構成」［56（7），2000］で、ＣＴの画像再構成は解析的手法と反復的手法に大別される。Ｘ線（透過形）ＣＴは前者で、投影断層定理を適用したフィルタ付き逆投影（ＦＢＰ）法が用いられ、後者はデータの不完全性があっても解析的手法に比較してアーチファクトが発生しない、雑音に強いなどの利点があるが、再構成時間が長くかかり実際には用いられていない。しかし、この手法はＥＣＴの画像再構成で問題

になる光子散乱や吸収の補正項を画像再構成の過程に組み込むことが可能であるといい、その問題点と高速化アルゴリズム：逐次法、サブセット（ブロック）法、同時法などについて述べる。

2000年、尾川浩一は「21世紀の放射線技術学・序章Ⅷ・ＳＰＥＣＴ・ＥＣＴの最近の動向」［56（8），2000］で、ＳＰＥＣＴとＥＣＴの研究開発と臨床応用のハードウェア面とソフトウェア面に触れている。コリメータの開口特性で発生するボケの除去にサイノグラムのパワースペクトル（二次元Fourier変換）を利用したＦＤＲ（frequency-distance relation）補正法、三次元画像再構成については画像再構成の基本であるRadon変換（線積分）：投影断層（切断）定理、Kinahan，PE.の投影データを用いたＰＥＴの三次元画像再構成法、Defrise，M.のＦＤＲ補正を利用したFourierリビニング法などを解説。

2000年、吉田宣博は市販の心臓ファントムでＱＧＳ（quantitative gated SPECT）で算出される容積を解析し、適正な遮断周波数を求めたと報告[120]。

ｂ）－14.　その他の画像処理

1997年、第52回（1996）総会学術大会シンポジウムⅢ「脳血流測定の技術的諸問題（モダリティの違いによる問題点）」（座長：柳原圭雄、演者：熊代正行、五十嵐勉、香川雅昭ら、佐久間利治、庄司安明）の事後論文［53（4），1997］で、熊代は椎骨脳底動脈の血行動態のＤＳＡでは一部の症例を除いて、高時間分解能収集よりも画質優先（1024マトリックス）の高精細撮影や回転立位撮影が行われているが、低ボーラス性、低時間分解能の悪条件下でも血行動態が把握できるＩＲＯＩ（不整形ＲＯＩ）法とＲＧＳ（バックグラウンドサブトラクション）法の提唱を－、五十嵐は超音波カラードップラ（断層）法の頚部領域、頭蓋内脳血流量計測について述べ、リアルタイム性、安全性、簡便性、可動性などと超音波検査法は造影剤の開発で飛躍していると－、香川らは、stable Xenon（Xe）吸入法を用いたＸ線ＣＴの特徴と検査法、問題点などを述べ、脳血流量の測定のパラメータ：局所脳血流量、血液－脳分配係数、立ち上がり率の三者の関係に触れ、その測定には、Kety-Ｓchmidtの式を適用すると－、佐久間はＭＲＩの脳血流測定を脳機能画像（fＭＲＩ）法で述べ、運動で賦活した脳血流部位の描出能の向上にはinflow効果とＢＬＯＤ効果を最適撮影条件にし、詳細な解剖と空間分解能は高いが感度は低いと－、庄司はＳＰＡＣＴの局所脳血流量測定法について述べ、分解能はＸ線ＣＴやＭＲＩに劣るが、ＲＩトレーサを静注するだけで感度よく脳の機能を定量測定し観察ができる－、とそれぞれ報告。1999年、藤田信行は第31回（1998）放射線撮影分科会教育講演「血管病変の画像診断－ＭＲ血管造影を中心にした現在的コンセプト－」の事後論文［53（11），1999］で、血管性の病変に対して血管造影法やCT angiography、ＭＲＩ、ＭＲＡなどの適応の長短を列挙して、わかりやすく解説。

ｃ）知的処理

1985年、若松孝司は内部雑音のある現実的検出器の検出能が、画像の階調処理や周波数強調処理で増大することに着目、人の視覚系内部雑音の解明の手がかりを理論的に検討したと報告[121]。

1993年、第33回（1993）画像部会報告「ニューラルネットワークの画像情報処理への応用」（平田吉春、浅田尚紀、木戸屋栄次、藤田広志ら、蔡 篤儀ら、片渕哲朗ら）の事後論文［50（1），1994］で、平田はＸ線フィルム上の文字認識率に影響があると思われる入力層・中間層のニューロン数とシグモイド関数の傾きを検討し、最適条件の指標が得られたと－、浅田はＣＡＤの一環として、多様な情報の融合が可能であり学習でパターンの識別基準が獲得できるニューラルネットワークを間質性肺疾患の鑑別診断に適用し、高い疾患鑑別能と診断支援の可能性を確認したと－、木戸屋は乳房画像解析システムの開発のためにニューラルネットワーク導入の基礎的検討をし、目的にあったパラメータを的確に入力データにすることや抽出特徴量は正規化して入力すること、乳腺構造のパラメータの検討が必要などを－、藤田らは骨粗鬆症診断のためにＸ線骨梁像のニューラルネットワーク解析をし、抽出画像の特徴量として画像全体・縦方向・横方向の三つの標準偏差と最大値・最小値の二つの濃度値を階層形ニューラルネットワークへ入力し、高い認識率で骨粗鬆症の有無を自動分類できたと－、蔡らは乳房腫瘤の鑑別に系列依存性を利用したニューラルネットワークを適用し、実用性を向上させるには認識率や充分な学習、画像データ、前処理の改良が必要であると－、片渕らは虚血性心疾患の負荷心筋シンチグラフィ（心筋ＳＰＥＣＴ）におけるＣＡＤを多層形ニューラルネットワークで処理し開発したと－それぞれ述べる。

［註］ニューラルネットワークは、ヒトの神経回路網をモデル化した「学習する賢い」ネットワークである。1943年にMcCulloch, WS.とPitts, W.が神経回路網のモデル化（ニューロンモデル）を試みたのが最初。

1994年、伊東一良は第34回（1993）画像部会講演「ニューロ・コンピューティング画像処理－汎化問題を中心に－」の事後論文［50（1）1994］で、ニューラルネッ

トワークの魅力を、学習や自己組織化などの自律的な自己形成が可能ー、非線形処理系を単位構造として自由度が高いー、超並列的なハードウェアの実行が可能ーなどをあげる。文字認識ネットワークの手法を紹介し、ニューラルネットワークの学習を汎化問題と考え、ニューラルネットワーク画像処理の応用例としてＸ線フィルムの文字読み取りの方法を解説。

1995年、恵田成幸らは三次元画像で骨の切断・移動・回転を行って、術後予測が可能な手術計画支援システムを開発し、シミュレーションの処理機能は三次元画像で実際の手術に近い状況が再現できるが、処理速度に問題があると報告[122]。

1996年、吉田広行らは誌上講座「ウェーブレット変換の基礎とコンピュータ支援診断への応用 第２部」［52（3），1996］で、ウェーブレット（wavelet）変換：空間領域と周波数領域の双方に局在している基底系で、信号・画像を分解しその性質を調べる手法ーの基礎的な理論を解説し、それを拡張して二次元（画像）のウェーブレット変換が非定常現象の解析に有効であることを乳房ＣＡＤシステムの微小石灰化状陰影の検出に具体的に適用した例を述べる。1996年、吉田らは同論文の第１部［52（1），1996］で、新しい信号解析の手法であるウェーブレット変換の基礎理論を述べる。

［註］ウェーブレット変換は、フランスの地質学者（石油探査技師）Mortelが、石油探索時に人工地震源から地質の不連続点を見付けだすための道具として導入したのが最初。

ｄ）可視化処理

ｄ）ー1．可視化一般

1981年、三塩宏二らは第８回（1980）放射線シンポジウム「７．医用ディジタル画像の総合表示」の事後論文［37（2）1981］で、Ｘ線ＣＴ像、ＲＩ像などの種々の医療画像を適宜に組み合わせて同時表示、合成表示、多方向像表示などをハードウェアとソフトウェアの両面で検討したと報告。

1994年、菊池 務は第49回（1993）総会シンポジウム「放射線出力デバイスの進歩と多様化」の「２．ＣＲＴ診断の現状と将来」の事後論文［50（1），1994］で、ＣＲＴは完成度の高いディスプレイであるが、旧態依然とした真空管であるといい、根本的な改良なしでは、省スペースのフラットディスプレイにはなり得ないし、画像カンファレンスに必要な50インチ以上の大型ディスプレイには構造的に不可能であると報告。1994年、小水 満らは同上のシンポジウム「3.画像記録装置の現状と問題点」［50（1），1994］で、レーザイメージャとマルチフォーマットカメラの階調再現性や画像補間処理、歪み、フィルムサイズ、接続機構などを比較し、Ｘ線ＣＴとＭＲＩではレーザイメージャが使い易さや画質再現性、安定性が良く、ＤＳＡでは高品位のマルチフォーマットカメラが対応できると述べる。

1999年、木下富士美らは形態画像のＸ線ＣＴ画像と、機能画像のＳＰＥＣＴ画像のフレームレス位置合わせ方式を開発し、頭部や胸腹部の臨床例に応用し有効性を確認したと報告[123]。

ｄ）ー2．ＤＳＡ画像の処理

1982年、小林正敏らは高感度のイメージングプレートを使用したＦＩＤＸ（Fuji intelligent diagnostic X-ray system）と血管造影用のカセッテ速写装置を組み合わせてＤＳＡを試み、良い結果を得たと報告[124]。1984年、小林正敏らは４っ切サイズのイメージングプレートをカセッテチェンジャに装填し、一回の静脈内注入で体幹部から下肢までの良好なＤＳＡ像を得たと報告［40（4），1984］。

1984年、粟井一夫らは造影剤の少量動脈内注入ＤＳＡで、患者への侵襲度は増すが、苦痛を軽減しモーションアーティファクトも減少したと報告[125]。

1985年、第12回（1984）放射線技術シンポジウムＩ．「Digital Subtraction Angiography の臨床利用について」（座長：矢野今朝人、演者：早崎正信ら、中沢利隆ら、東丸廣文ら、沢田武司ら、東儀英明ら、北野喜文ら、安宅鋭治ら、才田寿一ら、小野寺洋ら、加賀勇治ら、安田鋭介ら、熊代正行ら）の事後論文［41（2），1985］で、早崎らは画像処理で種々の処理法のなかでも空間フィルタの周波数処理に興味があるとー、中沢らはモーションアーチファクトと機械的アーチファクトに注目したとー、東丸らは高拡大率撮影の問題点を詳しくー、沢田らはＸ線蛍光増倍管や散乱Ｘ線除去用のグリッドなどの諸特性をー、東儀らはグリッド法やグレーデル法などの撮影手技をー、北野らはＸ線フィルタやＸ線遮蔽板についてー、安宅らはＤＳＡ画像を一度処理をして記録し、再処理したあと再度、モニタしたりマルチフォーマットカメラで記録したとー、才田らは試作したピークホールド方式ＤＳＡ装置の基礎的な検討をー、小野寺らは種々の立体方式のＤＳＡの実用化を検討した結果をー、加賀らは二焦点立体Ｘ線管で立体ＤＳＡで得た動画の立体視についてー、安田らは従来の血管造影法とＤＳＡを併用する方式の利点をー、熊代らはＤＳＡで頚部頚動脈の血流動態を解析したとー、とそれぞれが述べる。座長の矢野はＤＳＡ技術は、ハードウェア面とソフトウェア面で大幅な画質改善が必要で、このシンポジウムが今後の技術改善

につながることを期待したいと集約。

［註］1980年代半ば時点のＤＳＡ技術のハードウェアとソフトウェアの両面を総括するシンポジウム。これだけの人材を確保して広範なＤＳＡ技術が討論できる日放技学会の放射線技術学／技術の水準は高い。

1985年、高橋睦正は第41回（1985）総会教育セミナー「血管造影の現状と将来」［41（4），1985］で、血管造影における静注法と動注法のＤＳＡのそれぞれの利点・欠点を多くの臨床例で解説。あわせて新しいＤＳＡ法について述べる。

1987年、矢野今朝人らはＤＳＡで血流解析：平均通過時間と血管容積の測定、に新しい方法とパラメータを提案[126]。1988年、小林敬典らは頭頸部領域の血行動態解析のデータ取得時に発生する誤差要因の解決について報告［44（10），1988］。

1991年、山田金一らは頭部・腹部の比較的血流速度の遅い intraarterial DSA で、フレーム数を診断に必要な画像収集にとどめ被曝線量を低減し、自動露出制御の動作点を下げてハレーションの発生頻度を減少させたと報告[127]。

1995年、栃山博徳らはＤＳＡ装置で回転立体撮影を食道静脈瘤硬化療法に適用したと述べ、サブトラクション処理では 1.5°の角度位相の立体的ディジタルラジオグラフィを得たと報告[128]。1999年、坂本 清らはＩＶＲ支援を目的にステレオＤＳＡで、三次元画像を多角度から再投影して連続画像を可能にしたと述べ、処理過程ではサブトラクション画像を用いてトレンドや背景の影響を減らし血管の抽出を容易にしたと報告［55（1），1999］。

1995年、坂本 清らはＣアーム形ＤＳＡ装置で、ピクセル値分布を使ってRadonの画像再構成理論に基づく重畳積分法で横断画像の再構成を試み、アーチファクトとカッピング現象が減じ高品位の画像が得られたと報告[129]。

1996年、坂本 肇らはＤＳＡシステムでＣＣＤカメラへの入射光量レベル（ビデオレベル）の変化に対して－入出力特性は直線性を示し、ベーリンググレア含有率や散乱Ｘ線比率、コントラストなどは一定で影響を受けなかったが、ＳＮ比は影響を受けたと報告[130]。

1997年、西本康宏らはＤＳＡ画像で局所の画像移動量ベクトルを正確に求め、マスク画像の不均等移動補正のレジストレーションをフィルム画像とＤＳＡ画像に適用し、各種の処理パラメータの最適化を検討した結果、ミスレジストレーション・アーチファクトを低減する不均等移動補正アルゴリズムを開発したと報告[131]。

ｄ）－3．ＣＡＤの画像処理

1989年、土井邦雄らは第44回（1988）総会教育講演「ディジタルラジオグラフィにおけるコンピュータ支援診断の可能性」の事後論文［45（5），1989］で、胸部写真像と血管造影像のコンピュータ支援診断（ＣＡＤ）を解説。ＣＡＤの目的は放射線専門医の仕事を援助することといい、これを実現するには種々のハードウェアとソフトウェアが必要と述べる。

［註］学会誌上、ＣＡＤに関する最初の論考。日放技学会内にＣＡＤへの関心が高まる。

1991年、田村進一は第29回（1991）画像部会の講演後論文［47（11），1991］で、ＣＡＤシステムでヒトの目はどのような働きをするのか、診断のプロセスはどのようになっているのかを知るために、ヒトや哺乳類の生体視覚機能とその生体視覚機能に倣った胸部単純Ｘ線画像の線状影抽出の診断支援システムについて解説。

1993年、桂川茂彦は第32回（1992）画像部会教育講演の事後論文［49（6），1993］で、ＣＡＤの画像処理技術としてバックグランド補正、肺野テキスチャの物理的尺度、閾（シキイ）値処理とラベル付け、線強調フィルタなどを詳細に解説。

1999年、真田 茂らは医師の診断を支援するために胸部Ｘ線画像の肺紋理と肋骨陰影を残差逐次検定法で弁別し、肺紋理を対象にした画像の位置合わせの差分処理を行う時間的差分法を開発したと報告[132]。1999年、小田敍弘らは胸部ファントムに模擬腫瘤を付加して撮影したＣＲ像を、シカゴ大学で開発された経時的差分画像処理プログラムで処理後、検出模擬腫瘤の経時的差分画像はＣＲＴモニタで－、過去画像と現在画像のＣＲ写真はシャウカステンで－、それぞれ視覚的に比較評価し、肋骨や縦隔部に重なった腫瘤や肋間の腫瘤陰影の検出が改善されたと報告［55（11），1999］。

1999年、新井 傑らはクライアントサーバ形ネットワーク乳房ＣＡＤシステムの基礎的な性能評価をし、WWWブラウザもＣＡＤのインターフェースとして充分に能力があり、画像処理の機能は関心領域の拡大表示にも拡張できると報告[133]。

2000年、ＣＡＤ技術論文特集号［56（3），2000］を発行、すべての掲載論文がＣＡＤ関連で編集。以下－掲載順－

「ミニ講座」：松原友子らは乳癌画像の－、桂川茂彦らは胸部単純画像の－、仁木 登は肺癌ＣＴの－、長谷川純一は胃画像の－、原内一はＤＳＡ血管系の－それぞれのＣＡＤ研究の現状や問題点などを解説。森 健策らはバーチャル・エンドスコピーの手法で開発した仮想化内視鏡システムの概要と基本機能・補助機能を臨床例とともに解説。長谷川 玲は 乳房画像のＣＡＤ：Image

Checker(R)を詳細に紹介。

「ＣＡＤ入門講座」：真田 茂はＣＡＤの研究テーマとその開発環境について具体的に解説。石田隆行は画像処理：平滑化、鮮鋭化、エッジ検出などの基本的知識と、特徴量：濃淡値、幾何学的形状、エッジの強さとその方向性などの分析、そして性能評価：画像データベースの使い方、病変部検出の方法と解析－などについて詳細に解説。

「ＪＳＲＴデータベース」：白石順二らは1998年に頒布を始めた標準ディジタル画像データベース（胸部腫瘤陰影像）の１年半後の状況と再評価を述べ、ＣＡＤ研究にもこのデータベースが使われて、すでに北米放射線学会にもいくつかの発表演題があったと報告。

「原著」：片渕哲朗らは^{201}TlCl運動負荷シンチグラフィでファジィ推論を用いて虚血性心疾患の冠動脈障害枝数を推定する診断支援システムを構築したと報告[134]。杜下淳次らは間質性肺病変にグレイレベル・ランレングス解析を適用し、これまで分類の困難であった症例の一部を正しく分類ができたと報告[135]。中山良平らはウェーブレット解析を適用し、マンモグラムの微細石灰化クラスタを正確に抽出し、良悪を鑑別するシステムを開発したと報告[136]。真田 茂らは肺紋理を対象に時間的差分法を用いた画像の位置あわせ法を検討した結果、肺野全体のエッジ成分の濃度勾配や連結成分を分析して新しい方法を開発したと報告[137]。小倉敏裕らは空気を造影剤とした低侵襲性の大腸三次元ＣＴ検査に診断情報を付加するＣＡＤの可能性を報告[138]。蔡 篤儀らは心臓疾患（心筋症）の超音波画像で、誤差逆伝搬学習／ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム／ニューラルネットワーク、ファジィ手法、遺伝的アルゴリズム／ファジィ手法の４システムの性能評価をし、精度や感度、特異度の評価結果では遺伝的アルゴリズム／ファジィ手法が、ＣＡＤに最適のシステムであると報告[139]。福島重廣らは胃Ｘ線二重造影像で、胃やバリウム溜り、脊柱を対象に画像理解システムを構築し、その認識性能と計算時間を評価したと報告[140]。真田 茂らは時系列の胸部Ｘ線軟部組織画像（エネルギーサブトラクション法）を対象に時間的差分法を開発し、軟部組織上の微細病巣陰影を強調したＣＡＤの可能性を報告[141]。福岡大輔らは乳房Ｘ線写真で腫瘤陰影と微小石灰化クラスタの存在診断について、医師の読影とＣＡＤシステムを比較し、ＣＡＤシステムを用いると医師の診断能は、前者で平均16%、後者は12%向上したと報告[142]。川下郁生らは胸部Ｘ線画像ＣＡＤで照射線量と散乱Ｘ線含有率を変化させてテクスチャ解析の画質依存性を検討し、画質が変化すればパワースペクトルの一次モーメントやrms値などのテクスチャ尺度に影響があったと報告[143]。原　武史らはマンモグラムＣＡＤシステムでエッジを含んだ腫瘤陰影の偽陽性候補を削除するために Prewittフィルタを利用し高速で処理できる新しい手法を提案[144]。大森　修らは早期診断治療が急がれる先天性股関節脱臼の診断支援ソフトウェアを開発したと報告[145]。北山 彰らは人体骨梁像の画像解析で骨梁抽出の前処理と特徴量を解析し、前処理は平滑化フィルタ法とローリングボール法が有効で、開発した空間周波数成分解析法で得た骨梁の空間周波数と骨量指標値とは正の相関があり、フラクタル次元解析とも正の相関があったと報告[146]。

「ノート」：松原友子らはマンモグラムＣＡＤシステムで自動抽出のために濃度勾配を用いたスキンライン補正と胸壁側の再検討処理を行ったと報告[147]。

「臨床技術」：芦澤和人らは間質性肺疾患の鑑別診断にニューラルネットワークを用いたディシジョンサポート・システムを適用し診断能が向上した報告[148]。小林健らは胸部画像で高グリッド比グリッドを用いた粒状改善形エネルギー差分法の臨床的有用性を検討した結果、軟部画像では結節陰影の検出が－、結節内石灰化陰影や胸膜石灰化の検出で良性病変の指摘が－それぞれ容易になったと報告[149]。中村克巳らは胸部単純Ｘ線写真の経時的差分画像法の臨床的有用性を検討した結果、経時的差分画像法は診断能を高める有力な手段であると報告[150]。

ｅ）結び・謝辞

冒頭で述べたように画像処理（－技術）には、目的に応じた種々の方法と過程がある。したがってその守備範囲は放射線技術学／技術領域の広い範囲を占める。いくら学会誌の掲載論文に限定したとしてもかなりの重量になった。文献漏れのないように充分に配慮したが、折角の研究成果が漏れているやも知れない。ひとえに編者の浅学の極みでご容赦をお願いする。また、断るまでもなく文責はすべて編者にある。

本著の性格上、いっそうの正確さを保持するために、複数の識者に専門の領域をダブルチェックしていただいた。ここに名を付して心からの感謝の辞を表したい。

今井方丈氏（神戸大学医学部附属病院・中央放射線部）／加藤丈司氏（日本医科大学附属千葉北総病院・中央画像検査室）／古城 剛氏（川崎医科大学附属病院・中央放射線部）／大西英雄氏（広島県立保健福祉大学・保健福祉学部・放射線学科）／柳元真一氏（川崎医科大学附属病院・中央放射線部）－順不同－

［文献・資料］

１）大隅　豊、池田茂之：後葉増感紙のみに依るＸ線写真について．日放技学誌、7（1)、13-16,（1951）.

２）西原貞光、大塚昭義、橋田昌弘、他５名：増感紙とＸ線エネルギーによる写真コントラストの変化（第２報）．日放技学誌、44（10)、1497-1504、(1988).

３）肥合康弘、東田善治、勝田　昇、他３名：クロスオーバ減少増感紙の画像特性．日放技学誌、45（7)、854-860、(1989).

４）勝田　昇、東田善治、肥合康弘、他７名：乳房撮影における両面増感紙－両面乳剤フィルム系の画像特性と微小石灰化の検出能．日放技学誌、49（5)、691-695、(1993).

５）若松孝司、岡田弘治：非対称性増感紙・フイルム系の画像評価の理論的考察．日放技学誌、50（3)、371-378、(1994).

６）望月安雄、大谷慎一、赤池久彦、保科正夫：密着不良をパラメータに用いた総合画像評価の基礎的研究．日放技学誌、51（4)、433-437、(1995).

７）林　周一：Ｘ線写真像示現の限界．日放技学誌、17（3)、99-138、(1961).

８）中村　実：Ｘ線写真の画質におよぼす因子の研究．日放技学誌、20（4)、243-290、(1965).

９）菊池眞一、他共編：科学写真便覧（下)．431、丸善、東京、(1964).

10）内藤義親：CEPHALOGRAPHYの一考察．日放技学誌、25（4)、239-241,（1969).

11）沢田武司、鈴木昇一、藤井茂久、他４名：眼科領域へのThermographyの応用．日放技学誌、31（6)、551-554、(1976).

12）畑川政勝、吉田梨影：レーザー光学系を用いた、投影よりの横断像再生．日放技学誌、33（5)、548-551、(1978).

13）Takahashi, S.：Study of the technique of the radiographic delineation of the cross section of the body. The Tohoku J. Experimental Medicine 54：269-282,（1951).

14）Oldendorf, WH.：Isolated flying spot detection of radiodensity discontinuities displaying the internal structure of a complex object.I.R.E. Transaction on Biomedical Electronics 8：68-72,（1961).

15）内田　勝、小島克之、森　秀夫：ホログラフィと放射線像．日放技学誌、34（4)、405-413、(1978).

16）テレビジョン学会編：第１章　光．テレビジョン画像工学ハンドブック．p.19、pp.199-200、オーム社、東京、(1984)

17）玉虫文一、他編：岩波理化学辞典（第３版)．p.1294、岩波書店、東京、(1974).

18）春藤英雄、宮地利明、竹内憲彦、他７名：白色光再生マルチプレックスホログラフィによる核医学画像の立体表示．日放技学誌、44（1)、1-9、(1988).

19）村山茂康、鈴木久美子、菊地達也、他11名：シネ撮影装置のＣＲＴモニタの輝度測定．日放技学誌、52（11)、1566-1572、(1996).

20）江口陽一、佐藤俊光、鈴木幸司、他３名：高量子検出効率イメージインテンシファイアの画質評価．日放技学誌、53（4)、448-453、(1997).

21）西村龍介：最近に於けるＸ線フィルムの性能並に処理に関する諸問題．日放技学誌、9（1)、14、(1953).

22）近藤智昭、松浦　浩、田宮　正、他２名：ＣＴＲフィルムの比較検討．日放技学誌、35（3)、358-363、(1979).

23）宮永一郎、佐藤孝司、吉田次郎、山下一也：カプラーによる色増感について．日放技学誌、12（3・4)、140-142、(1956).

24）舘野之男：第14章　Ｘ線写真法の発展．放射線医学史．p.119,岩波書店、東京、(1973).

25）稲津　博、永田耕作、猪ヶ倉政盛、森本雅博：フィルム等方性の自現機による乱れ．日放技学誌、28（2)、202-206、(1972).

26）山根　智、大塚昭義、宇津見博基、他２名：エントロピーによる現像過程の評価－処理時間、機種、現像温度の相違－．日放技学誌、37（4)、411-416、(1981).

27）倉西　誠、小西　稔、大山永昭、他５名：文字自動認識技術を用いた画像（Ｘ線フィルム）ファイリングシステムの検討．日放技学誌、50（11)、1830-1838、(1994).

28）山本友行、水島　隆、石田恵美子、他３名：乳房撮影における45秒処理システムと90秒処理システムの比較．日放技学誌、51（1)、29-34、(1995).

29）飯塚芳郎：Ｘ線写真の軟調処理法．日放技学誌、20（2)、161-168、(1964).

30）久江田昌、大槻清孝、五条昌行、他４名：診断Ｘ線被曝線量軽減のための研究そのＩ・高感度のフィルム及び増感紙の使用と、特殊強力現像処理とを組み合わせる方法－主として股関節撮影への応用－．日放技学誌、31（1)、1-12、(1975).

31）稲津　博：反転Ｘ線写真の空間周波数特性．日放技学誌、31（5)、426-430、(1976).

32）畑川政勝：写真技術を用いたＸ線写真のフィルタリング．日放技学誌、32（2)、108-112、(1976).

33）下瀬川正幸、塩路博昭、岡田孝行、他３名：副露光法による高感度Ｘ線フィルムの増感．日放技学誌、55（9)、935-942、(1999).

34）佐々木仙悦：カラーＸ線写真の研究．日放技学誌、25（3)、183-192、(1969).

35）羽柴　広、西井　徹、山本　武、他４名：エックス線写真のMicro化への検討（1)．日放技学誌、28（2)、207-212、(1972).

36）小林正敏、栗田道雄、馬場貞明：脳血管造影写真のＳubtraction．日放技学誌、29（3)、260-265、(1973).

37）Ziedses des Plantes, BG：Subtraktion. Eine Röntgenographische Methode zur separaten Abbildung bestimmter Teile des Objekts. Fortschr. Röntgenst., 52, 69-79,（1935).

38）原内　一、後藤　博、田ノ岡征雄：１方向造影像を用いた関心領域の三次元位置の検出．日放技学誌、50（10)、1702-1708、(1994).

39）吉野良雄、速水昭雄、矢野昌男、他６名：乾式レーザー・イメージャ（Dry View）の臨床評価．日放技学誌、53（4）、443-447、(1997).
40）大山永昭：画像工学者から見た医用画像とその利用．日放技学誌．48（11）、2010-2015、(1992).
41）矢野今朝人、滝沢正臣、鈴木茂雄：ミニコンによるＲＩ画像の補正と強調．日放技学誌、31（4）、333-342、(1975).
42）栢森　亮：電算機による横断シンチグラフィ．日放技学誌、32（5）、469-473、(1977).
43）浜川純一、田中龍蔵、米田和夫：ＦＣＲによる胸部のOne Shot Dual Energy Subtraction について．［追記］荒井徹：数学的説明．日放技学誌、41（7）、1070-1078、(1985).
44）細渕安弘：Ｘ線写真のＭＴＦによる画像処理．日放技学誌,41（4）、610-614、(1985).
45）梅津芳幸、小川和久、杠　博文：コンデンサ式Ｘ線発生装置とＦＣＲを用いたDual Energy Subtractionの検討．日放技学誌、43（9）、1413-1419、(1987).
46）遠山担彦、赤木直樹、久保嘉彦、他12名：ディジタル画像の画像処理と画質変化－ディジタル化のマトリクス数およびピクセルサイズ－．日放技学誌、43（12）、1728-1733、(1987).
47）小倉敏裕、佐藤伸雄：デジタル入力信号収集法の相違による乳房画像の比較．日放技学誌、45（6）、730-738、(1989).
48）上田克彦、桂川茂彦、土井邦雄：胸部写真におけるWallis Filterによる画像処理の効果．日放技学誌、46（6）、810-815、(1990).
49）東田善治：乳房および胸部Ｘ線検査におけるコンピューテッドラジオグラフィ（ＣＲ）の応用－乳房微小石灰化および胸部腫瘤の検出能について－．日放技学誌、46（10）、1690-1711、(1990).
50）大塚昭義、杜下淳次、上田克彦、他８名：コンピューテッド・ラジオグラフィ（ＣＲ）を用いた低散乱線撮影法．日放技学誌、47（4）、610-619、(1991).
51）滝川　厚、石田隆行、山下一也、中西利久：骨梁像のスペクトル解析－基礎的実験とシミュレーション－．日放技学誌、47（9）、1659-1669、(1991)
52）吉田　寿、倉西　誠、中村　衛、他２名：新しい輝尽性蛍光体を用いたＤＲシステム（ＫＤ-1000）の画像評価．日放技学誌、50（1）、1-5、(1994).
53）小田敍弘、岸本健治、村上誠一、他２名：腹部ＣＲ撮影のための線質の検討．日放技学誌、50（5）、622-629、(1994).
54）松尾　悟、小水　満、木田哲生、他４名：Ｘ線画像のもつ周波数成分の分析．日放技学誌、53（11）、1665-1672、(1997).
55）川田秀道、山形留美、大倉　順、他９名：RbBr：Tl^{+}輝尽性蛍光体を用いたdigital radiography装置による胸部Ｘ線写真の評価．日放技学誌、56（1）、95-102、(2000).
56）岡山昭雄、田中貞人、迎　英紀、他４名：補償フィルタとＣＲ併用の縦隔・肺門Stereozonography．日放技学誌、45（6）、715-722、(1989).
57）西島昭彦、木戸屋栄次、田中雅人、他２名：ＣＣＤカメラとコンピュータを利用した線量分布の３次元画像の構築について．日放技学誌、46（6）、816-823、(1990).
58）笹垣三千宏、松本光弘、森　嘉信：ＣＲポータルイメージング-ＦＣＲによるリニアックグラフィ．日放技学誌、48（7）、984-990、(1992).
59）大室正巳、三浦邦臣、岩崎耿續、大島光一：冠動脈造影におけるディジタルシネ画像の臨床評価．日放技学誌、48（7）、997-1003、(1992).
60）沢田武司、土屋卓義、鈴木昇一、他３名：ＣＴ像と補正函数Weighting factorsの検討．日放技学誌、33（6）、712-717、(1978).
61）矢野今朝人、丸山　清、滝沢正臣、他２名：ＣＴ像（EMI brain）から縦断面像の再構成処理．日放技学誌、34（3）、185-193、(1978).
62）延原栄太朗：CT-scanにおける肝臓のContrast enhancement効果について．日放技学誌、34（3）、194-201、(1978).
63）沢田武司：Computed Radiographyの研究．日放技学誌、36（6）、736-758、(1980).
64）加藤慶徳：Digital Cross-correlatorによる画像処理．日放技学誌、38（4）、431-435、(1982).
65）桂川正美、勢川博雄、楠原俊明、中瀬節夫：CT9800 Xenon CBF Imaging Systemを用いた局所脳血流量の評価．日放技学誌、45（11）、1717-1723、(1989).
66）磯部義秀、尾崎　新：放射線治療計画における３次元画像処理の技術内容と臨床利用．日放技学誌、42（7）、979-988、(1986).
67）中島義明、吉野太司、大谷幸広、他２名：ダイナミックＣＴによる心拍出量の測定-Thermodilution法との比較-．日放技学誌、45（5）、637-642、(1989).
68）小川　清、大野克美、鈴木敬次、他５名：ダイナミックＸ線ＣＴによる脳functional imageの検討．日放技学誌、46（9）、1522-1530、(1990).
69）大谷匡史、田仲　隆、花井耕造、他４名：螺旋状スキャン方式（ヘリカルスキャン方式）を用いた胸部ＣＴスクリーニングに関する研究．日放技学誌、48（10）、1828-1835、(1992).
70）花井耕造、井原文子、勝田昭一、他７名：ヘリカルＣＴにおけるコントラスト分解能と最適画像再構成間隔に関する研究．日放技学誌、50（12）、1950-1959、(1994).
71）東村享治：誌上講座．腹部病変の検出能向上のための技術的検討－低コントラスト分解能と撮影線量について－．日放技学誌、54（10）、1253-1257、(1998).
72）沈　雲、堀内哲也、木村文子、他３名：心拍動によるモーションアーチファクト軽減のための高時間分解能再構成アルゴリズム．日放技学誌、54（11）、1287-1294、(1998).
73）坂田元道、鎌形政樹、大元秀近、他４名：ヘリカルＣＴによる耳小骨連鎖のvirtual endoscopy．日放技学誌、55（2）、

205-210、(1999)
74）勝田昭一、花井耕造、国井岳夫、他３名：ヘリカルＣＴにおけるスライス感度プロフィールの撮像領域内位置依存性．日放技学誌、55（11）、1109-1114、(1999)．
75）平野雄士、松谷宏宣、入山瑞郎、他３名：胃癌症例の３Ｄ-ＣＴの基礎的および臨床的検討．日放技学誌、55（12）、1232-1238、(1999)．
76）山本修司、上甲　剛、松本　貴、他３名：マルチスライスＣＴにおける画質の基礎的物理評価．日放技学誌、56（12）、1447-1453、(2000)
77）原　孝則、加藤秀記、青木　力、他３名：不均等型検出器を有するmulti-slice ＣＴのＳＳＰｚと画像ノイズの基礎的検討．日放技学誌、56（12）、1454-1460、(2000)．
78）辻岡勝美、井田義宏、大坪寛知、他２名：Ｘ線ＣＴにおけるtimesensitivity profile（ＴＳＰ）の考案と測定法の開発－non helical scan, single slice helical scan, multi slicehelical scanの比較－．日放技学誌、56（12）、1461-1469、(2000)．
79）石風呂　実、穐山雄次、玖島利男、工藤正幸：マルチスライスＣＴ（multi detector CT：ＭＤＣＴ）とシングルスライスＣＴ（single detector CT：ＳＤＣＴ）の比較－３Ｄ-内視鏡法；気管分岐の描出能について－．日放技学誌、56（12）、1476-1484、(2000)．
80）内田　勝、桂川茂彦、末吉武広：ＮＭＲによる断層撮影（Ｉ）．日放技学誌、34（6）、732-746、(1979)．
81）Moran, Paul R.et al.：Nuclear Magnetic Resonance Imaging.　日放技学誌、40（1）、48-58、(1984)．
82）土井　司、岡本俊成、辻本武士、他２名：頚髄におけるLow Flip Angle Field Echo法と腹部における呼吸停止法を用いたField Echo法の検討．日放技学誌、46（5）、732-738、(1990)．
83）佐久間利治、西村圭弘、山田幸典、巣組一男：ＦＬＡＳＨ型グラジェントエコーの位相画像によるSusceptibity Effectの実験的検討．日放技学誌、46（9）、1514-1521、(1990)．
84）坂本　肇、中村　修、吉沢和弥、他２名：半側顔面痙攣のＭＲＩによる検査法．日放技学誌、48（12）、2073-2080、(1992)．
85）笠井俊文、杉村和朗、内田伸恵、他４名：転移性椎体腫瘍における脂肪抑制T_1強調ＭＲ画像の検討．日放技学誌、50（12）、1960-1967、(1994)．
86）真鍋武司、村屋　保、橋本泰弘、田井中恵一：ダイナミックＭＲＩによる気道撮影について．日放技学誌、51（1）、35-41、(1995)．
87）笠井治昌、宮地利明、伴野辰雄、他７名：phase-contrast cine ＭＲＩによる頭蓋内脳脊髄液循環動態の解析．日放技学誌、53（7）、791-797、(1997)．
88）Ogura A, Nakayama Y, Ishibashi Y, Yamamoto R, et al.：Visualization of the knee using MRI：Evaluation of double-echo steady-state sequence. Jpn. J. Radiol. Technol. ,53（10）, 1537-1544, (1997)．
89）小倉明夫、中山佳樹、石橋幸雄、他２名：高速スピンエコー画像の空間分解能評価．日放技学誌、53（5）、590-594、(1997)．
90）土橋俊男、槇　利夫、鈴木　健：高速Inversion Recovery法の検討－高速Fluid Attenuated Inversion Recaverry法と高速Short TI Inversion Recovery法について－．日放技学誌、53（2）、291-298、(1997)．
91）土橋俊男、槇　利夫、鈴木　健、藤田　功：ＳＥ法におけるmetale artifactについて－各種parameterとmetale artifacの関係－．日放技学誌、53（7）、798-805、(1997)．
92）藤田　修、新井基弘、福村勝典、他４名：ボリュームレンダリング法を用いた頭部３Ｄ　ＭＲＩの有用性－脳腫瘍手術シミュレーション－．日放技学誌、54（5）、653-662、(1998)．
93）土橋俊男、槇　利夫、藤田　功、鈴木　健：高速ＳＥ画像におけるsusceptibilityの影響について－高速ＳＥ法とＳＥ法の画像歪みの比較－．日放技学誌、54（7）、884-890、(1998)．
94）室　伊三男、古宮泰三、田中良一：keyhole率の違いによる画質への影響．日放技学誌、54（4）、485-491、(1998)．
95）土井　司、水野吉将：ＭＲＩにおけるパーシャルボリュームによる信号強度の変化．日放技学誌、54（10）、1200-1206、(1998)．
96）佐久間利治、山田直明、山崎秀敏、他２名：血液信号を抑制した息止め心臓T_2強調画像における最適設定繰り返し時間の検討．日放技学誌、55（3）、291-297、(1999)．
97）平島裕之、井上俊朗、Cauteren、ＭＶ：オブリークエンコーディング法によるアーチファクトの出現方向の制御－位相エンコード方向のスライス面内の回転－．日放技学誌、56（5）、737-742、(2000)．
98）大野誠一郎、戸上　泉、笹井信也、他６名：低磁場ＭＲＩ装置を用いた転移性骨髄腫瘍検査におけるopposed-phase imageの検討．日放技学誌、56（9）、1163-1169、(2000)．
99）赤井喜徳、原田貢士、祐延良治、他２名：マルチプルスエコー像を利用したMR-angiography．日放技学誌、45（6）、723-729、(1989)
100）野儀明宏、土井　司、水野吉将、他３名：肝腫瘍におけるＧｄ-ＤＴＰＡを用いたDynamic MRIの有用性．日放技学誌、59（5）、696-700、(1993)．
101）加藤丈司、川村義彦、伊藤公一郎：高速gradient echo法を用いたＧｄ-ＤＴＰＡ持続静注3D MR angiographyの撮像パラメータの検討．日放技学誌、52（4）、530-535、(1996)．
102）加藤丈司、川村義彦、富里謙一、斉藤晴美：造影MR angiographyのシミュレーションによる検討－造影タイミングとｋ空間走査が血管像に及ぼす影響－．日放技学誌、54（4）、505-511、(1998)．
103）土橋俊男、吉澤憲史、槇　利夫、他２名：spctrally selected inversion recovery pulseを用いた脂肪抑制の検討．日放技学誌、54（5）、646-652、(1998)．
104）加藤丈司、川村義彦、伊藤公一郎：クエン酸鉄アンモニ

ウム製剤を用いた消化管信号除去の実験的検討．日放技学誌、52（10）、1287-1291、（1996）．
105）佐久間利治、山田直明、西野敏博、他２名：マルチ・グラディエントエコーによる脳機能画像－ＢＯＬＤ効果・流入効果の評価の試み－．日放技学誌、53（2）、272-276、（1997）．
106）宮地利明、伴野辰雄、間瀬光人、他７名：T_1・R_2*同時収集ダイナミックスタディ（ＤＵＣＥ法）を用いた血流動態評価．日放技学誌、53（8）、1103-1110、（1997）．
107）河嶋幸男、山田弘樹、島田宏司、他４名：ＨＡＳＴＥ法による脳T_2ダイナミックＭＲＩ．日放技学誌、53（8）、1111-1115、（1997）．
108）古宮泰三：ＥＰＩを用いた三次元functional-MRIの撮像パラメータの検討．日放技学誌、54（1）、7-11、（1998）．
109）土橋俊男、藤田　功、槇　利夫、他２名：高速ＳＥ法における超常磁性酸化鉄のT_2短縮効果－実効ＴＥに用いられるecho number（偶数・奇数）の影響－．日放技学誌、55（10）、1009-1017、（1999）．
110）井上博志、林　浩二：hallow fiber dialyzer を用いたＧｄ-ＤＴＰＡのボーラス注入におけるT_2* 変化の解析．日放技学誌、56（8）、1033-1038、（2000）．
111）遠藤俊夫：超音波の医学的応用．日放技学誌、32（1）、25-33、（1976）．
112）都留正人、中島義明、森田哲夫、他３名：心臓超音波検査における超音波伝達媒体の有用性－左室心尖部描出能の検討－．日放技学誌、46（4）、645-649、（1990）．
113）内田武博、島村正道、上田新也：乳幼児の股関節における超音波検査の検討．日放技学誌、48（7）、1004-1009、（1992）．
114）大滝広雄、野口栄吉、山崎芳裕、他３名：リング型ＳＰＥＣＴ装置を用いた^{133}Xeガス吸入法による脳血流測定法の基礎的検討．日放技学誌、51（4）、417-423、（1995）．
115）大西英雄、牛尾哲敏、松尾　悟、他３名：^{99m}Tc心筋血流ＳＰＥＣＴ画像におけるButterworth filter評価．日放技学誌、52（3）、346-350、（1996）．
116）川村慎二、下新原茂、稲津　博：ＳＰＥＣＴ画像のＲＯＣ解析－ローパスフィルタの遮断周波数による信号検出能への影響－．日放技学誌、52（12）、1633-1637、（1996）．
117）小野口昌久：心筋ファントムを用いたＳＰＥＣＴ像の部分容積効果の検討－ＨＣＭ（ＡＳＨ）モデルの試作ファントムによる検討－．日放技学誌、53（5）、585-589、（1997）．
118）柳沢正道、木下富士美、森貞美佳、市原裕紀：triple energy window（ＴＥＷ）法を応用した^{67}Gaイメージングの検討．日放技学誌、54（5）、630-637、（1998）．
119）高橋康幸、新畠弘之、増原　晃、他２名：オフセット再構成によるＳＰＥＣＴ像の検討－オフセット・ディテクタ方式を応用して－．日放技学誌、54（8）、970-974、（1998）．
120）吉田宣博：ECC-gated SPECT（99mTc）の心機能評価－ＱＧＳの収集処理条件の検討-．日放技学誌、56（8）、1015-1057、（2000）．
121）若松孝司：内部雑音を有する視覚系を含む検出器の検出能と画像処理について．日放技学誌、41（1）、8-15、（1985）．
122）恵田成幸、松田幸広、池井勝美：骨形成手術におけるシミュレーションシステムの検討．日放技学誌、51（7）、833-838、（1995）．
123）木下富士美、田中裕子、木原朝彦、油井信春：ボリュームマッチングによるＸ線ＣＴ画像とＳＰＥＣＴ画像のフレームレス位置合わせ．日放技学誌、56（6）、840-846、（2000）．
124）小林正敏、柳　能成、松元和敏、栗田道雄：Digital Subtraction Angiographyの新しい試み．日放技学誌、38（5）、691-697、（1982）．
125）粟井一夫、佐合正義、東儀英明、他２名：動脈内注入によるDigital Subtraction Angiography．日放技学誌、40（1）、8-13、（1984）．
126）矢野今朝人、春日敏夫、丸山二三男：ＤＳＡによる新しい相対的な血流量測定法の開発．日放技学誌、43（6）、679-689、（1987）．
127）山田金一、加賀勇治、江口陽一、他５名：ＤＳＡにおけるプログラム撮影とハレーション改善について．日放技学誌、47（7）、936-942、（1991）．
128）栃山博徳、藤木茂篤、門田　進、他６名：食道静脈瘤硬化療法に対する回転立体撮影．日放技学誌、51（4）、450-456、（1995）．
129）坂本　清、琴浦規子、寺澤裕司、他４名：ＤＳＡ画像から横断画像再構成の試み．日放技学誌、51（7）、840-845、（1995）．
130）坂本　肇、中村　修、相川良人、荒木　力：ＤＳＡシステムにおけるビデオレベルの検討．日放技学誌、52（7）、823-828、（1996）．
131）西本康宏、田中雅人、福島哲弥、他８名：ＤＳＡ画像における不均等移動補正を用いたregistration法の開発．日放技学誌、53（12）、1795-1801、（1997）．
132）真田　茂、小林　健、高島　力、松井武司：胸部Ｘ線画像を対象とした時間的差分法による病巣陰影強調法．日放技学誌,55（1）、60-68、（1999）．
133）新井　傑、原　武史、藤田広志、遠藤登喜子：コンピュータネットワークを用いた支援診断システムの開発－WWWを用いた乳房Ｘ線写真のためのシステム－．日放技学誌、55（3）、298-303、（1999）．
134）片渕哲朗、藤田広志、淺居喜代治、植原敏勇：201TlCl運動負荷シンチグラフィにおけるファジィ推論を用いた医療診断支援システムの構築．日放技学誌、56（3）、377-383、（2000）．
135）杜下淳次、桂川茂彦、土井邦雄：間質性肺病変のコンピュータ分析におけるグレイレベル・ランレングス解析の応用．日放技学誌、56（3）、384-390、（2000）．
136）中山良平、内山良一、廿日出勇、他５名：マンモグラムにおける微細石灰化クラスタの良悪性鑑別システムの開発．

日放技学誌、56（3）、391-397、(2000).
137）真田　茂、佐藤浩史、小林　健、他２名：肺紋理を対象とした画像位置合わせ法-胸部Ｘ線画像の時間的差分法－. 日放技学誌、56（3）、398-404、(2000).
138）小倉敏裕、小泉浩一、高津一朗：Three-dimension CT Colonography. 日放技学誌、56（3）、405-410、(2000).
139）蔡　篤儀、高井　勇、小島克之、他２名：心筋症における超音波画像を用いた支援診断システムの性能比較評価. 日放技学誌、56（3）、411-417、(2000).
140）福島重廣、吉本康一：胃Ｘ線二重造影像の画像理解システムの構築. 日放技学誌、56（3）、418-427、(2000).
141）真田　茂、小林　健、吉田めぐみ、他２名：胸部Ｘ線エネルギーサブトラクション画像を対象とした時間的差分法による微細病巣陰影の強調. 日放技学誌、56（3）、428-435、(2000).
142）福岡大輔、原　武史、遠藤登喜子、他５名：乳房Ｘ線写真における医師の読影とＣＡＤシステムの検出結果との比較. 日放技学誌、56（3）、436-442、(2000).
143）川下郁生、石田隆行、桂川茂彦、他２名：胸部Ｘ線画像のコンピュータ支援診断－テクスチャ解析の画質依存性－. 日放技学誌、56（3）、443-448、(2000).
144）原　武史、大塚　修、藤田広志、遠藤登喜子：マンモグラムＣＡＤシステムにおけるPrewittフィルタを利用した腫瘤陰影の偽陽性候補の削除. 日放技学誌、56（3）、449-454、(2000).
145）大森　修、鈴木規芳、佐藤浩郁、他２名：先天性股関節脱臼における診断支援ソフトウェアの研究. 日放技学誌、56（3）、455-459、(2000).
146）北山　彰、板谷道信、友光達志、他６名：骨梁の画像解析. 日放技学誌、56（3）、460-471、(2000).
147）松原友子、原　武史、藤田広志、他３名：マンモグラムＣＡＤシステムにおける乳房スキンラインの自動抽出処理. 日放技学誌、56（3）、480-485、(2000).
148）芦澤和人、林　邦昭、石田隆行、他２名：胸部単純写真における間質性肺疾患の鑑別診断－ニューラルネットワークを用いたディシジョン・サポート・システム－. 日放技学誌、56（3）、486-490、(2000).
149）小林　健、阿保　斉、真田　茂、上村良一：高度画像処理による胸部１回撮影エネルギー差分法の臨床的有用性の検討. 日放技学誌、56（3）、491-495、(2000).
150）中村克巳、魚住富淑弥、高橋広行、他９名：胸部単純Ｘ線写真における経時的差分画像法の臨床的有用性. 日放技学誌、56（3）、496-502、(2000).

2.3　感光材料

2.3.1　蛍光板とその関連技術

i）透視用、間接撮影用蛍光板

1940年頃からZnCdS：Ag蛍光体を使用した硫化物蛍光板の本格販売が開始されたが、1960年までに大日本塗料社（以下極光という）より、透視用F4、間接撮影用P4、Ｘ線映画用CINE、感度補償型UP-3蛍光板が発売され、各種診断に対応する蛍光板がラインアップされた。

また、東芝社からも同様に間接撮影用と透視用にDPD、DPS、DFD、DFSが商品化された。

1960年以降になると、当時、主に使用されていたパンクロ間接用フィルムは暗室ランプ下での取り扱いができないため、青感性フィルムとの組み合わせによって撮影可能な間接撮影用青色発光蛍光板に関する研究が両社で行われ、ZnS：Agや$CaWO_4$蛍光体を用いた青色発光蛍光板が検討された。感度や画質特性としては緑色発光蛍光板とパンクロフィルムを組み合わせる方式と同等の性能を有するとの報告がなされた。しかしながら、その後、サクラタイプG（1966年）、サクラGH（1968年）、富士ＦＸ（1969年）と間接撮影用オルソフィルムが次々と商品化され、暗室ランプの問題が解決されたため、青色発光蛍光板は商品化には繋がらなかった。

1970年代にはいると、消尽性蛍光板を使用したカラーサブトラクションの検討や、ライナックによる放射線治療中の位置確認用に高感度ＴＶカメラと蛍光板を組み合わせる方式が検討され、高エネルギー蛍光板用蛍光体としてZnCdS：Ag、ZnS：Ag、$CaWO_4$が使用可能であり、鉛スクリーンの付加で画質が向上することが報告された。

1977年には増感紙用蛍光体として優れた特性を持ち、既に広く実用化されていたGd_2O_2S：Tb蛍光体を蛍光板用蛍光体に応用した高感度グリーン発光希土類蛍光板（極光CM-Ⅱ、東芝MGS）が間接撮影用蛍光板として商品化された。間接撮影用蛍光板には受光器特性の関係から高輝度が要求されるが、Gd_2O_2S：Tb蛍光体は従来主流であったZnCdS：Ag蛍光体と比較して、Ｘ線吸収率および発光効率が高く、ZnCdS：Ag蛍光体の粒子径（30～50μm）より小粒子の10μm程度の粒子径でも高輝度を実現できることから、高感度でかつ極めて高い鮮鋭度を有し、それ以降希土類グリーン発光蛍光板が蛍光板の主流となった。

特に、胸部間接撮影では高管電圧での撮影が行われるため、高エネルギー領域でZnCdS：Ag蛍光板よりもＸ線吸収特性が優れる希土類グリーン発光蛍光板の優位性が一層高まり、極めて有効であることが発表された（図2-3-1）[1]。

1980年以降になると、胃の間接撮影はI.I.間接撮影に移行したため、胸部間接撮影が蛍光板の主な用途となったが、1984年に胸部撮影における肺野と縦隔部のＸ線吸収差を補償し、胸部全域の診断を可能とするするためのキヤノン希土類グラデーション蛍光板（ＣＧ）が開発された[2]。この蛍光板では、縦隔部と心臓部を高感度とし、肺野部を低感度とした感度補償がなされたが、その感度比（縦隔部／肺野部）は1．5倍程度と比較的低く、補償の形状も中央部に直線的に補償した比較的シンプルな形状が採用された（図2-3-2）。

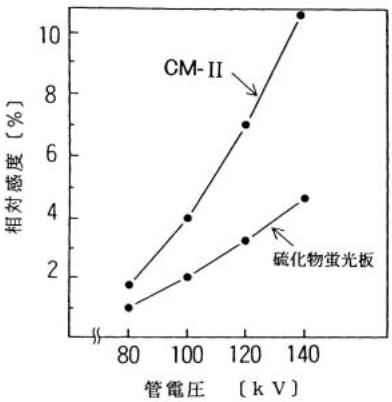


図2-3-1　希土類蛍光板の感度
キヤノン社カタログ

感度補償方法としては当初のＣＧでは支持体の反射率を変化させる方式が採用されたが、1994年に開発されたCG-Ⅱでは蛍光体層を着色し、透過率を変化させる方式が採用され、現在に至っている。

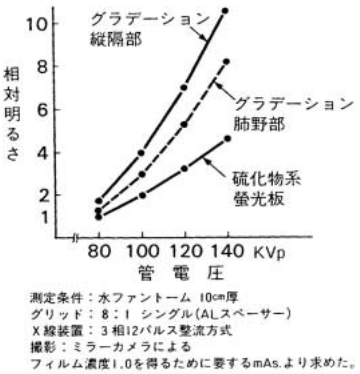


図2-3-2　希土類グラデーション蛍光板の感度
キヤノン社カタログ

現在では、国内の間接撮影用蛍光板はすべて希土類グリーン発光蛍光板が使用されるようになったが、その約半数をグラデーション蛍光板が占めている。

感度補償蛍光板としては第46回総会（1990年）でミラーカメラの光学特性を補償するため、周辺部の感度を高くした蛍光板についても検討されたが、実用化されなかった。

ii）間接撮影用およびシネ用フィルム

前述のように、1960年代はオルソタイプの間接撮影用フィルムの開発が盛んで、小西六社より2件発表されている

1970年以降の間接撮影用フィルムとしては、富士社よりRX-Fスポット（1975年）、MI-FX（1983年）、MI-SF（1987年）、MI-SL（1991年）、MI-FA（1994年）、小西六・コニカ社よりGS（1972年）、GF（1973年）、SR-IC（1991年）、HX、ME、ME-P（1995年）、コダック社よりPFH（1990年）、PFH-T（1999年）が商品化されたが、学会発表は非常に少なく1981年１件、1991年２件、それぞれI.I.間接撮影用フィルムの高感度化と画質の向上についての発表があるのみである。

一方、循環器領域におけるシネカメラの普及が急速に進み、シネ用フィルムに関しては、1980年前後から数多く発表されている。すなわち、アグファ社のSCOPIX RP-1（1977年）、富士社のMI-CF（1982年）、MI-CG（1989年）、MI-CA（1990年）、コダック社のCFE（1983年）、CFC-Blue（1986年）、CFL（1991年）、VARI・X社のVARICATH（1988年）が発表されているが、DISC乳剤技術、イラジエーション・ハレーション抑制技術、ワイドラチチュード化によるハレーション防止等が図られてきた。

iii）フラットパネルディテクタ用蛍光板

直接撮影に代わるディジタルラジオグラフィ装置として、ＣＲが長い間独占的に使用されてきたが、近年、大面積Ｘ線平面検出器を使用したディジタルラジオグラフィ装置が各社より開発され、実用化が始まっている。

技術学会においては1998年の第54回総会において、キヤノン社より大画面平面センサを使用したディジタルラジオグラフィ装置（CXDI-11）が初めて発表された[3)]。

この装置には、Ｘ線検出部に増感紙用蛍光体として長い実績のあるGd_2O_2S：Tb蛍光体を使用した蛍光板を採用し、画素ピッチ160μm、画素数720万、センササイズ43×43cmの大画面a－Si光センサと積層することによって、ＣＲを上回る高画質が得られるとの発表がなされた（図2-3-3）。以降、臨床での評価も発表されているが、画質は良好であり、リアルタイム性、省スペース性、車載用への可能性が示唆された。

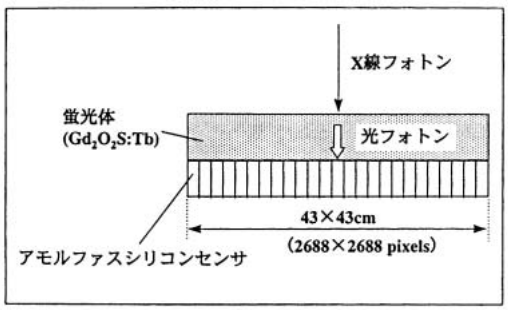


図2-3-3　間接方式フラットパネルディテクタの構造
山崎達也，他：大型平面センサを用いたディジタルラジオグラフィ装置の開発．
第54回日放技総会学術大会後抄録，31，(1998)．

フラットパネルディテクタとしては前記方式以外に、a-Seを使用し、Ｘ線を直接電荷に変換する直接変換方式や、シンチレータとしてGd_2O_2S：Tb蛍光板以外に気相成長法により形成したCsI：Tlの柱状結晶を使用した間接変換方式による種々の装置が各装置メーカから次々と発表された。1999年にはフラットパネルディテクタの技術解説として各メーカの装置の特徴について詳しく紹介され[4)]、フラットパネルディテクタが実用化段階に入り、ディジタルラジオグラフィの最先端技術として最も注目を集めるようになった。

2000年の第56回総会の招待講演では、a-Seを使用した直接方式のフラットパネルディテクタによる動画の動物実験について発表され、静止画のみならず、将来的に動画への対応も期待されている。

［文献・資料］

１）橋本光二、古河進：胃間接用希土類蛍光板について．日放技学会第36回総会予稿集、314－315、(1980)．
２）江間忠、仲尾次政剛、神津省吾、他：ミラーカメラを用いる多目的検診用グラデーション型蛍光板の検討（2）．日放技学会第39回総会予稿集、144、(1983)．
３）山崎達也、遠藤豊、海部紀之、他：大型平面センサを用いたディジタルラジオグラフィ装置の開発．第54回日放技学会総会学術大会後抄録、31、(1998)．
４）山田真一：フラットパネルディテクタ．日放技学誌、55(8)、735－751、(1999)．

2.3.2　増感紙・フィルムとその関連技術

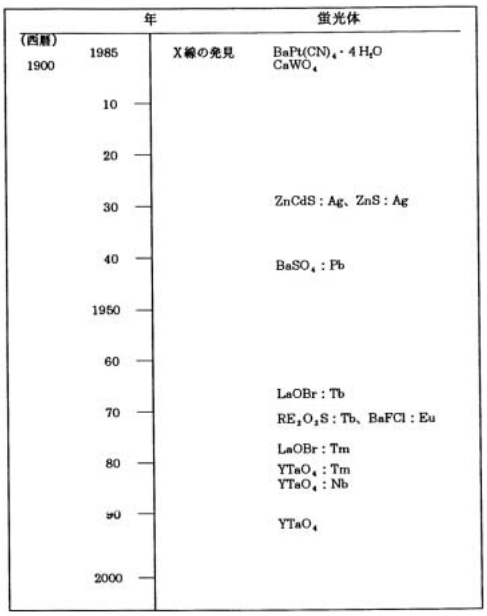
i）レギュラーシステム

増感紙の歴史は、使用されるＸ線用蛍光体開発の歴史と言っても過言ではないが、1895年にレントゲン博士がＸ線を発見した２年後の1897年のエジソンによる$CaWO_4$増感紙の発明に始まり、一世紀以上の歴史がある（表2-3-1）。

国内における戦後の増感紙の歴史は1946年の極光のＭＳ増感紙に始まるが、1960年代はごく一部の増感紙にZnS：Ag蛍光体が使用されていたものの、依然として$CaWO_4$増感紙全盛時代であり、1963年の東芝Ｄシリーズや極光New MSの商品化により、画質改良が図られた。

1970年代に入ると、画質性能向上への取り組みが更に進められ、蛍光体層内の蛍光体粒子径と粒子径分布の最適化が盛んに検討され、1972年には極光が蛍光体層の多重層構造化（保護膜側から支持体側へ向かって蛍光体粒子径を連続的に小粒子化）の技術を開発し、小粒子蛍光

表2-3-1　Ｘ線用蛍光体の歴史
鈴木優二郎：増感紙の変遷と技術動向，日放技学誌，55（1），54，（1999）．



体による近接反射効果によって鮮鋭度が大幅に向上し、鮮鋭度を低下することなく高感度化が可能であることを発表した[1)]。

多重層構造を持つ増感紙の鮮鋭度特性として、特に低周波領域において鮮鋭度の向上が大きい特徴があり、低周波型増感紙とも呼ばれた（図2-3-4）。こうした鮮鋭度向上技術の開発により、増感紙の実用感度の高感度化が進展した。

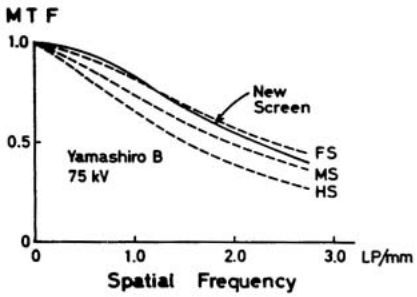


図2-3-4　低周波型増感紙のＭＴＦ
四宮恵次，他：低周波型増感紙の特性と応用．第28回日放技総会予稿集，309，（1972）．

このタイプの増感紙としては、極光Ｌシリーズ増感紙が最初であり、LT-Ⅱ（1972年）をはじめとしてのLH-Ⅱ（1973年）、LF-Ⅱ（1976年）、LX-Ⅱ（1981年）と次々と開発、商品化された。それ以降も増感紙の蛍光体層構成の研究が盛んに行われた。

もう一方の画質向上のための技術開発としては、直接撮影におけるボケの主要な原因が、増感紙からの発光がフィルムベースを透過するクロスオーバ効果にあることが明らかとなり（図2-3-5）、クロスオーバ低減技術の開

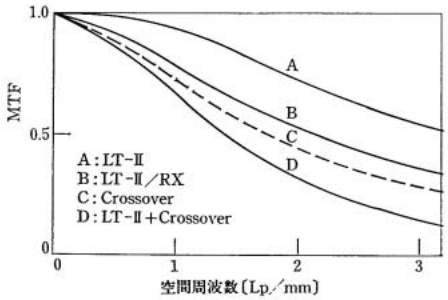


図2-3-5　クロスオーバ効果による鮮鋭度の低下
三浦典夫，他：高画質Ｂシリーズの開発．極光Ｘ-RAY No.24,16,（1985）

発に中心が移っていった。

1985年には、$CaWO_4$増感紙の発光のうち長波長域だけを選択的に吸収する着色剤を蛍光体層に添加することにより、クロスオーバが減少し、その結果、鮮鋭度が向上すると同時にＸ線吸収量の増加による粒状性の向上にも繋がることが1979年に大日本塗料社より事業を継承した化成オプトニクス社（以下同様に極光という）より発表され、この技術を導入したＢシリーズ増感紙が商品化された。

また、当時は撮影の合理化を目的としてフィルムチェンジャの導入が盛んに行われ、静電気故障の防止を目的としてフイルムに種々の帯電防止剤が使用され、フィルムからの化学物質が増感紙に浸入することによって増感紙が黄変を起こし、感度低下を起こす問題が多発した。こうした問題に対応するため、1980年の新Ｌシリーズ増感紙から保護膜に化学物質の浸透性が少なく、かつ、物理強度の強いポリエステルフィルムが採用された。更に、Ｂシリーズでは耐化学的汚染性に優れたバインダを採用する等、一層の耐久性の向上が図られた。

1990年には、フィルムチェンジャ等のフィルム機械搬送装置におけるフィルム搬送性と増感紙表面の凹凸との関係についても検討され、増感紙表面のマット加工の強化によりフィルムリリース性、搬送性と増感紙とフィルムの密着性が向上することが発表された。

その後の$CaWO_4$系増感紙の改良としては極光Ｖシリーズ（1990年）、New Vシリーズ（1996年）が発売されているが、すでにオルソシステムが主流となっていたため、学会において発表されることはほとんどなかった。

一方、$CaWO_4$以外のブルー発光蛍光体の増感紙への応用としては、コダック社から$BaSO_4$：Eu蛍光体を採用したX'Omatic増感紙が1971年に発売されている。

その後、高感度化の要請に対応して、レギュラーシステムにおいても、希土類ブルー発光蛍光体を応用した高感度増感紙の開発が行われ、1978年にはデュポン社よりフッ化バリウム系蛍光体を使用した超高感度増感紙

Quanta Ⅱ、Ⅲが商品化された。Quanta Ⅲは当時のレギュラーシステム用増感紙として最高感度（ＦＳの８倍）を有していた。

1981年には極光からフッ化バリウム系蛍光体（支持体側）と$CaWO_4$蛍光体（保護膜側）を２層構成とした超高感度希土類ブルー発光増感紙RE-SPECIALが発売され、鮮鋭度と粒状性のバランスの改善が発表され、また、高速血管撮影用にもAS-R500として商品化された。

その後、レギュラーシステム用ブルー発光蛍光体としてLaOBr：Tb、LaOBr：Tm、$YTaO_4$：Nb、$YTaO_4$：Tm、$YTaO_4$等の蛍光体が相次いで開発され、増感紙への応用が検討された。

デュポン社のQuanta Ⅲは初期のフッ化バリウム系蛍光体からLaOBr：Tb蛍光体へと構成を変更し、アグファ社のMR800とともに極めて高い感度を有するレギュラーシステム用増感紙として、1983年にその特性について発表されている。

1985年には$YTaO_4$系蛍光体を使用したQuanta Detail増感紙の特性が評価され、特にレギュラーフィルムとの組み合わせで、短波長の発光スペクトルを有する蛍光体の使用がクロスオーバの低減に繋がり、鮮鋭度向上に有効であることが発表された。

1986年にはQuanta Fast Detail増感紙が追加され、シリーズ化が図られた。

1988年には東芝社からもフッ化バリウム系蛍光体を使用したＱシリーズ増感紙（Q-65、Q-120）が発売され、各社の希土類青色発光増感紙が出揃った。

ブルー発光増感紙の最も最近の発表は、付活剤を無くした紫外領域に発光するタンタレート系蛍光体（$YTaO_4$）を応用したデュポン社のULTRA-VISIONシリーズ（1993年）で、紫外線に対してクロスオーバが極めて少ないレギュラーフィルムの特性を利用して、高い鮮鋭度を実現した[2)]。

一方、特殊撮影への適用を目的とした特殊増感紙の開発も盛んに行われ、高圧撮影用に鉛箔の上に蛍光体層を設けた金属蛍光増感紙（1967年極光VP、1969年GF）が商品化され、高圧撮影やライナックグラフィに応用された。また、ブルー発光乳房撮影用増感紙（極光MA-Ⅱ）が開発され、片面乳剤レギュラーフィルムとの組み合わせで、クロスオーバの影響を無くすることで極めて高い鮮鋭度を実現し、以降乳がんの診断に増感紙が採用されるようになった。

また、多層断層撮影用増感紙に関して、撮影時のＸ線の斜入の影響についても研究された。

その後の特殊増感紙の検討は、前述のラインアップ以降1983年から1990年にかけて数多くの報告がなされており、特に、感度補償増感紙（胸部、下肢、顔面、頸部用等）についての発表が多い。

レギュラーフィルムの歴史は現像機の歴史と密接に関連するが、現像機の状況は1960年までは、コダック社のローラー型自動現像機はあったものの、1959年に国産ではハンガー型の自動現像機がようやく富士社より発売されたばかりの状態であった。

レギュラーフィルムのベースには不燃化を果たしたＴＡＣベースがその当時使用されていたが、高感度化と安全性指向が高まり、高感度フィルムの開発とベースのＰＥＴ化に力が注がれ、コダック社が1964年に、富士社が1969年に完全ＰＥＴ化を果たした。

一方、現像処理の迅速化も進められた。1960年当初は、国産機は３分30秒処理のローラー型現像機であったが、現像の高速化が始まり、1965年にコダック社が、1968年に富士社、小西六社が相次いで90秒処理自動現像機とそれに対応したフィルム（富士ＲＸ、サクラタイプＱ）の発売を開始した。

それ以後、レギュラーフィルムの商品化としてはさくらQL（1970年）、QH（1972年）、QS（1973年）、A（1976年）、富士New RX（1984年）があるが、レギュラーフィルムに関する発表は富士超高感度RX-S（1973年）、1980年以降では1995年の富士45秒処理対応レギュラーフィルムRX-Uのみであり、メーカー各社の研究の主体及びユーザーの関心がオルソシステムに移っていったため、レギュラーフィルムの開発研究は積極的に行われてこなかった。

ii）オルソシステム

1972年にLockheed社により高輝度なグリーン発光希土類蛍光体（Gd_2O_2S：Tb）を応用した希土類グリーン発光増感紙が開発され、オルソフィルムとの組み合わせによって高感度な増感紙／フィルムシステムが得られることが発表された。その後間もなく1974年に３Ｍ社がTrimaxシステムを、コダック社も同年にLANEX増感紙を発表し、オルソシステムの開発が本格化した。

日本においても、1974年に東芝社よりオルソ・レギュラー兼用の希土類増感紙Ｌシリーズが発売されたのを皮切りに、Gd_2O_2S：Tb蛍光体を使用した希土類グリーン発光増感紙として1975年には富士社よりGRENEX G-4、G-8が、1976年には小西六社よりハイオルソスクリーン（GTS、GTH）が相次いで商品化された。

こうした増感紙と組み合わせるオルソフィルムとしては、富士社が1975年にRXOを、小西六社が1976年にハ

イオルソフィルムQSOを開発し、それぞれ増感紙との組み合わせでGRENEXシステム、ハイオルソシステムとして発売を開始し、日本においても、オルソシステムの臨床への導入検討が開始された。これに伴い1976年からはオルソシステムの使用経験が数多く発表されるようになった。

1978年の第33回日放技学会総会シンポジウムで、希土類元素蛍光体増感紙のＸ線写真システムについてその基本特性と臨床応用が発表され、大いに注目を集めた[3)]。

しかしながら、当初のオルソシステムはいずれも高感度による被曝の低減をシステムの設計の目標とし、高感度オルソフィルムが組み合わされたため、粒状性に難点があり、なかなか広く導入されるまでには至らなかった。

その後、希土類グリーン発光増感紙の適用範囲の拡大のため、一般撮影用増感紙では1985年までに低感度から高感度までの品揃え（富士：G-3～G-12、コニカ：KG～KU、コダック：Lanex Fine～Fast）が行われるとともに、特殊撮影用増感紙の開発も積極的に行われた。

特殊撮影用増感紙としては1977年に同時多層断層用増感紙（東芝SLH）、1978年に乳房撮影用増感紙（富士Hi-MAMMO M-1）、1981年には感度補償増感紙の開発・商品化がなされ、レギュラーシステムと同様な品種のラインアップが完了し、レギュラーシステムに取って代わる汎用システムとしての商品体系が完成した。

その後のオルソシステムの開発の中心は、従来のシステム特性の欠点であった粒状性の向上と鮮鋭度の更なる向上に向けられ、増感紙としては多重層構造の導入や、蛍光体層の着色等のレギユラーシステム用増感紙に用いられていた技術を導入することで高鮮鋭度化と粒状性の向上が図られ、1986年にコニカ社よりＫＯシリーズが、1987年には富士社よりＨＲシリーズが、1991年には東芝社よりＴＯシリーズが発売された。

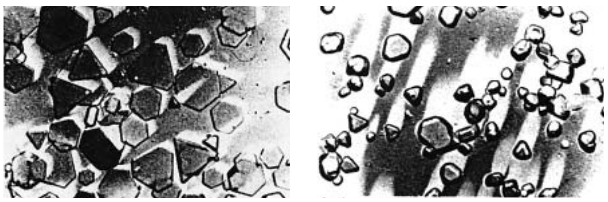
また、この頃にはオルソシステム用蛍光体としてはGd_2O_2S：Tbがすべての増感紙に使用されるようになった。

オルソフィルムの改良としては、1981年以降、粒状性を改良するため、従来の約1／2の感度の低感度微粒子フィルムが相次いで開発され、量子モトルの低減によって粒状性を大幅に向上したサクラAO-G、富士RXO-Gが商品化された。これらのフイルムには従来の乳剤より粒子径の小さな微粒子乳剤を使用し、クロスオーバを低減することによって、優れた粒状性と高鮮鋭度を同時に達成することを可能にした。

クロスオーバ効果はレギュラーフィルムではフイルム間の差がわずかであったため、直接撮影系の鮮鋭度はクロスオーバも含めた全体の鮮鋭度で評価され、クロスオーバ効果を単独で議論することは多くなかったが、オルソフィルムでは各社のアンチクロスオーバ技術の開発によってフィルム間のクロスオーバの差が大きくなり、クロスオーバの議論が盛んに行われるようになった。

最もセンセーションを巻き起こしたのがコダック社が1983年に発表したＴ粒子フイルムである。この発表では平板状のハロゲン化銀粒子（Ｔ粒子）を採用することで、クロスオーバを大幅に低減することができ、従来フィルムに比較して鮮鋭度が20％向上することが発表された（図2-3-6）[4)]。

ハロゲン化銀粒子の構造



Ｔ-マットＧフィルム〔Ｔ-粒子〕　従来のＸ線フィルム

図2-3-6　Ｔ粒子フィルムの銀粒子
コダック社カタログ

これ以降、オルソフィルムのハロゲン化銀粒子の平板化技術が主流となり、鮮鋭度向上のためのクロスオーバ低減技術と各種の診断部位に対応した階調制御技術の開発競争が盛んに行われ、オルソシステム全盛時代へと移行していった。

以降の主なオルソフィルムの商品化として、サクラＭＧシリーズ（1984年）、富士ＨＲシリーズ（1985年）、Super HRシリーズ（1989年）、コニカ新ＳＲシリーズ（1990年）等があるが、前記平板状銀粒子と高濃度増感色素の吸着、高濃度着色下引き層の採用等によりクロスオーバが次第に低減され、高鮮鋭度化が図られた。

また、各種診断部位に対応して階調を制御したフィルムが開発され、消化器撮影用Ｌタイプ、胸部撮影用Ｃタイプ等が順次商品化された。

迅速現像対応としては、1988年にコダック社が30秒処理システム、コニカ社が45秒処理システムを、1989年に富士社が45秒処理システム、1991年に30秒処理システムをそれぞれ発表し、それに対応したフィルムを発売した。1995年にコニカ社から30秒処理タイプフィルム（SR-G）が商品化され、これにより各社の30秒処理フィルムが出揃い、フイルムの現像処理は超迅速処理の時代に入った。

iii）非相称（Asymmetric）感材システム

それまでの直接撮影用フィルムは、フィルムベースの両面に同じ乳剤層を設けた構成であったが、1990年にコダック社より両面の乳剤層の構成が異なる非相称フィル

ムとフロント・バックに異なる増感紙を組み合わせることによって階調制御を可能とする非相称感材システム（インサイトシステム）が開発され、日本でも1991年には非相称フィルム／スクリーンシステムの開発と臨床評価について報告され、注目を浴びた[5)]。

このシステムはフィルムとしてフロント側に高コントラスト乳剤層、バック側に低コントラスト乳剤層を設けた、クロスオーバを極めて少なく抑えた（ゼロクロスオーバ）フィルムを使用し、フロント増感紙に低感度増感紙、バック増感紙に高感度増感紙を組み合わせることによって、胸部撮影において縦隔部の足出しと肺野部の高階調を同時に実現することができるもので、画期的なシステムであった（図2-3-7）。1991年以降の本システムに

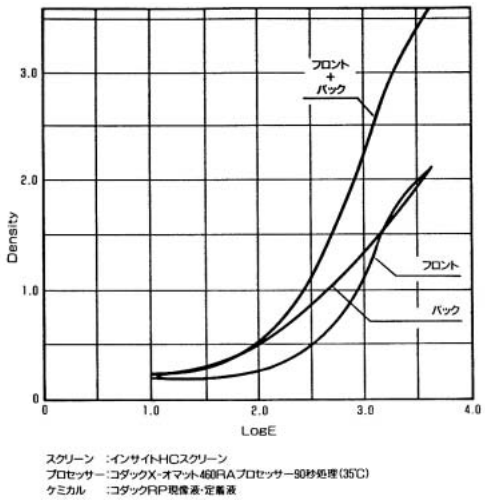


図2-3-7　非相称システムの特性曲線
コダック社カタログ

関する発表は極めて多く、臨床応用の検討はもとより、本システムの特性が、組み合わせる増感紙のフロント・バックの感度比等の特性によっても大きく変化し、従来のシステムとは大きく異なる特性を有するため、種々のフィルムと増感紙との組み合わせ特性の検討や、写真濃度によって階調やフロント・バック増感紙の感度寄与率が異なる本システムの画質評価法についても種々の議論がなされた。

iv）新オルソシステム

1993年に入ると、オルソシステムの画質向上策として、粒状性を飛躍的に向上した新システム（富士ＡＤシステム）が発表され、一躍注目を集めた。

このシステムは、従来の増感紙の常識を越えた、高感度で鮮鋭度の高い増感紙を新たに開発し、フィルムとして従来の微粒子乳剤オルソフィルムの更に1／2の感度でクロスオーバを大幅に低減した超微粒子乳剤フィルムを使用し、システム特性として、従来システムと同等感度・鮮鋭度で大幅な粒状性の向上を達成している（図2-3-8）。

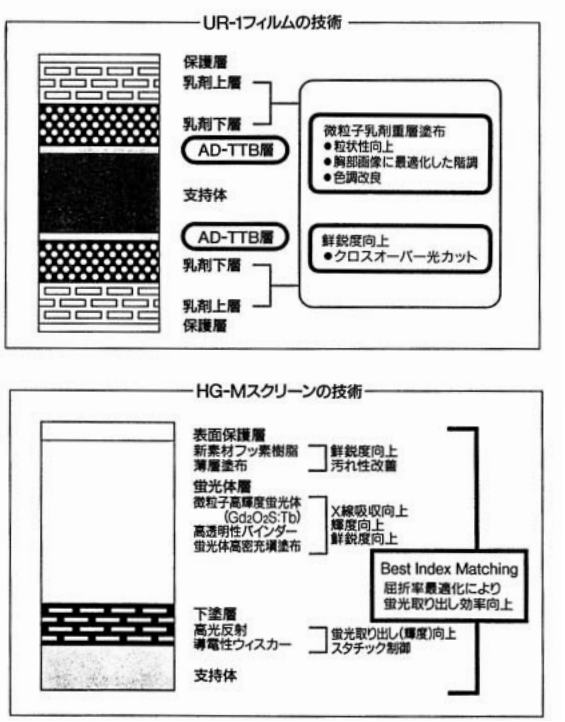


図2-3-8　ＡＤシステムの構成
富士社カタログ

更に、フィルムの階調制御技術を応用し、低濃度部の足出しと肺野部の高階調特性を同時に実現することによって、肺野部の画質を損なわずに縦隔部の描出能を向上させることが可能となり、臨床的有効性が数多く発表された。新オルソシステムは従来システムと粒状特性が異なるため、画質評価には量子検出効率（ＤＱＥ）を用いた評価がしばしば用いられた[6)]。

こうした超微粒子乳剤フィルムの導入は、現像処理の自由度の増加にも繋がり、迅速処理における現像安定性の増大と、写真廃液の海洋投棄の禁止等の環境問題対応にも配慮した設計となっている。

当初、このシステムは増感紙1種（HG-M）、フィルム1種（胸部用UR-1）の胸部撮影用システムからスタートしたが、その後、フィルムに一般撮影用UR-2、消化管撮影用UR-3が追加されるとともに、1995年に高感度増感紙HG-Hがラインアップされ、適用範囲が拡大した。

1999年には更にクロスオーバを減少させたNew URフィルムが開発され、2000年に追加されたHG-Mk増感紙との組み合わせによって、従来システム比20%以上の高鮮鋭度化が図られた。

ＡＤシステムと同様なシステムは富士社の発表に遅れること１年の1994年にコニカ社からもHI-ORTHO EXCELLENTシステムとして商品化され、当初は増感紙1種（XG-S）、フィルム2種（ES-G、ES-C）でスター

トしたが、その後増感紙はXG-F、XG-Mの2種、フィルムもES-M、ES-L、ES-Hの3種が追加され、今日に至っている。

コダック社も1994年にインサイトシステムの発展型として超微粒子乳剤フィルムIT-Gを商品化したのを皮切りに、その後、IEF-RA、IS-951、IS-952、IS-953を相次いで商品化し、現在では粒状性の優れた新オルソシステムが広く使われるようになった。

v）乳房撮影システム

1970年前半までの乳房撮影は、ノンスクリーンでの撮影か、片面乳剤フィルムが開発されていなかったため、$CaWO_4$増感紙と工業用フィルムも含めた既存のフィルムとの組み合わせでの検討がなされていた。

乳房撮影専用増感紙／フィルムシステムの歴史は比較的新しく、レギュラーシステムではデュポン社がLo－Doseシステムとして、$CaWO_4$片面増感紙と片面乳剤フィルムを組み合わせる専用システムを初めて発表し、乳房撮影システムの開発が本格化した。

1975年にはコダック社が片面乳剤オルソフィルムと一般撮影用増感紙に実用化されていた希土類グリーン発光蛍光体（Gd_2O_2S：Tb）を使用した希土類グリーン発光増感紙を片面（バック位置）で使用した乳房撮影システム（Min-Rシステム）を発表し、クロスオーバの影響が全くなくなるため、高感度でかつノンスクリーン撮影に近い高鮮鋭度が得られることを発表した。Min-Rシステムの開発により、スクリーンマンモグラフィの本格的歴史が始まったと言っても過言ではない。

日本では富士社が1978年にHi-MAMMO M-1増感紙（片面バック位置）と、片面乳剤オルソフィルム（RX-M）を組み合わせた乳房撮影システムを発表し、1986年にはMI-NHフィルムを発売した。

1987年にはコダック社より高感度乳房撮影システムとして、鮮鋭度低下を抑えるためクロスオーバをほとんどゼロとした両面乳剤フィルム（TMM）を用いた両面システムが発表され、両面増感紙との組み合わせで乳房撮影への導入が検討されたが、広く使用されるには至らなかった。

その後、乳がんの増加に伴って乳房撮影の重要性がますます高まり、被曝低減と同時に診断能の向上を図るため、鮮鋭度を維持して高感度化するための増感紙の開発、フィルムの高感度・高コントラスト化の検討が積極的に進められた。

主なものとして、フィルムでは小西六社のNew C、CM（1987年）、コダック社のMin-R M、H（1990年）、富士社のUM-MA HC（1995年）がある。

増感紙では1989年の富士HR MAMMO FINEがある（図2-3-9）。

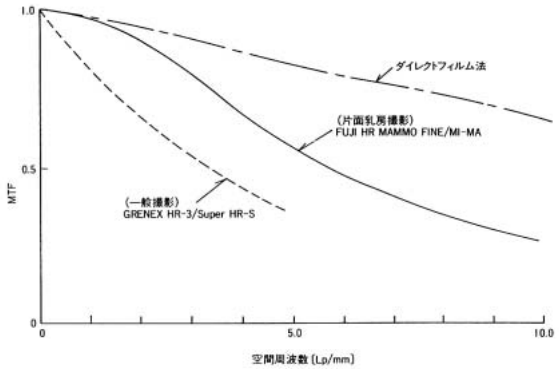


図2-3-9　片面乳房撮影システムの鮮鋭度
鈴木優二郎：増感紙の変遷と技術動向．日放技学誌，55（1），56，（1999）．

1996年にはコダック社よりMin-R2000システム（Min-R2000フィルムとMin-R2000スクリーンの組み合わせ。後にMin-R2190スクリーンが追加された。）が発表され、従来システムより高感度で高コントラストを有するとの良好な評価が発表されている[7]。

また、高感度化のための長時間処理（３分30秒処理）や現像温度の検討も行われた。マンモグラフィへの長時間現像処理（extended－cycle process）の導入は高感度化やコントラスト向上が図れるものの、自動現像機をマンモグラフィ用に専用化する必要があり、欧米を中心として検討が進められてきた。我が国では長時間現像処理に関する研究は少ないが、2000年に長時間現像処理による粒状性の変化についての報告がなされている。

日本国内においても、乳がんの罹患率の増加に伴ってマンモグラフィの乳がん検診の導入について検討が進められてきた。すなわち、厚生省がん研究助成金による1991年からの『画像診断を中心とした乳がん検診の適正化に関する研究』、1995年からの『マンモグラフィ導入による乳がん検診の精度管理の確立に関する研究』、1997年からの『マンモグラフィを導入した乳がん検診システムの確立に関する研究』が行われ、更には1996年には『がん検診の有効性評価に関する研究班』が構成され、それらの活動を通してマンモグラフィによる乳がん検診の有効性が確認されるとともに、マンモグラフィ導入による乳がん検診の指針が示された。また、乳房撮影の精度管理に関するマニュアルが1999年に発行され、撮影装置や感光材料等の受け入れ検査についても詳細に規定され、統一した基準で精度管理が行われるようになってきた。

前述のように乳房撮影システムの性能は飛躍的に向上

を遂げ、今後マンモグラフィの乳がん検診への導入が検討されている。

［文献・資料］
1）四宮恵次、秋本英治、平城実：低周波型増感紙の特性と応用．第28回日放技学会総会予稿集、309、(1972)．
2）木村敬子、西原貞光、山内秀一、他：新しいブルー発光スクリーン／フィルムシステムの画像特性．日放技学誌、51(11)、1623－1628、(1995)．
3）四宮恵次、三浦典夫、栗原克己、他：希土類元素蛍光体増感紙のＸ線写真システム（希土類蛍光体の基本特性と高感度システムの画質要因）．第33回総会学術大会シンポジウムⅢ、大阪、1977－4、日本放射線技術学会、日放技学誌、33（5)、620－629、(1978)．
4）岡村慎一：Ｔ粒子を利用したオルソフィルム：ＴＭＧフィルムに関して．日放技学会第40会総会予稿集、141、(1984)．
5）黒瀬孝三郎：非相称フィルム／スクリーンシステムの開発．日放技学誌、48（2)、271、(1991)
6）沢田道人、柘植達矢、小田耕司、他：新しい増感紙ＨＧ－Ｍ、ＸＧ－Ｓの画質と量子検出効率．日放技学誌、54（5)、479－484、(1998)．
7）本田育子、高橋秀彰、松本貴、他：乳房撮影用スクリーン／フィルム（Min-R2000）の臨床評価．日放技学誌、53(1)、206、(1996)．

2.3.3　現像処理とその関連技術

i）はじめに

1910年半ば以降に、今日使用されているような両面に乳剤を塗布したフィルムおよび両面増感紙の母体が完成し、診断画像として実用されるようになった。自動現像機の歴史を振り返ってみると、当初は暗室の流しの中に現像、停止、定着等の大きな皿（バット、トレイ）を入れて現像していた。しかし、暗室の環境が悪い上に処理ムラ等のトラブルが多発した。そこで、円筒形または長い箱形のタンクに処理薬品を入れ、タンク全体または枠にセットされたフィルムを上下または左右に振るタンク現像と呼ばれる方式に変化した。さらに、1944年に米国のパコ社によってタンク現像を自動的に行う機械（ハンガー式自動現像機）が開発され実用化されるようになった。

1958年には、コダックからローラ搬送式自動現像機が発売されるようになり、1960年代になると我が国にも導入され、自動現像機の普及が始まった。この後、しばらくの期間は現像処理速度をいかに迅速化するかが大きなテーマとなり、７分、３分30秒、90秒と高速化していった。そして、1988年には、コニカから世界初の45秒処理の自動現像機が発売され、現像処理スピードの概念を一新した。

しかし、近年になるとディジタル画像の普及・発展という時代の流れの中で、大きな変曲点に差し掛かり、自動現像機は従来のＸ線写真用の銀塩感光材料を用いたものに加え、湿式レーザイメージャ、乾式レーザイメージャ等、著しく多面化してきた。

一方、1996年のロンドン条約の発効により、写真廃液の海洋投棄が全面禁止され、陸上での焼却処理に変わったことを契機に、地球環境への配慮が一段と叫ばれるようになった。さらに「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」が改正され、1998年12月１日より、全ての産業廃棄物が、マニフェスト制度の対象となり、ゴミ排出事業者がゴミの運搬・処分業者に処理のプロセスをチェックする管理票を交付しなければならなくなった。これらのことから、最近では環境対策や省力化が重要な問題となっている。

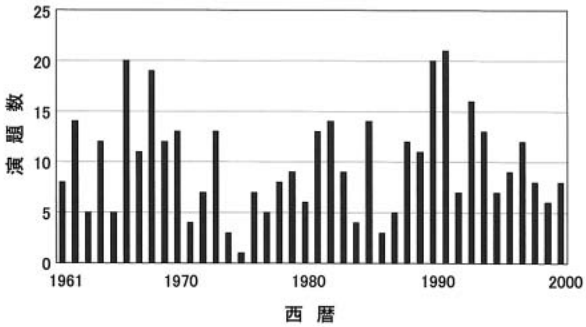


図2-3-10　演題数の変遷

図2-3-10に年代別の自動現像機に関する演題数の推移を示し、表2-3-1にこの約40年間に自動現像機に対して最も影響を与えたと思われる出来事を示す。表2-3-1に示す事項の年、あるいは、その翌年に演題数が増加していることが分かる。本稿では、1961年から2000年までの40年間を５つの期間に区分して、論文や発表を紹介し、その傾向について述べる。

ii）ハンガー式自動現像機からローラ搬送式自動現像機への移行期（1961年～1967年）

1959年から1961年にかけて、エレマ社のハンガー式自動現像機プロコマットＩ型が国立大学病院を中心に約15台が設置された。また、東芝放射線（株）や富士フィルムもハンガー型自動現像機を開発し発売した。しかし、ハンガー式自動現像機はフィルムが現像槽から定着槽、定着槽から水洗槽へ移動するたびにフィルムをつり上げるため、本体の高さが高くなること、ハンガー部へのフィルムの着脱に時間がかかり、スピードアップが困難なことなどの諸要因から比較的短命であった。

表2-3-1　主な出来事

年代	メーカ	事項	備考
1961	コダック	X-OMAT PROCESSOR MODEL M4	ローラ搬送方式、７分処理
1963	コニカ	自動現像機「Ｉ型」	千鳥型、ローラ搬送方式を採用した国内初の自動現像機
1966	コダック	X-OMAT PROCESSOR MODEL M4-RP	90秒処理自動現像機
1968	コニカ	QX-1000	国産初の90秒処理自動現像機
1977	コダック	CINE PROCESSOR NX-2	シネフィルム専用自動現像機
1983	フジ	FCR101	ＣＲシステム
1984	３Ｍ	レーザイメージャ	湿式銀塩写真式のレーザイメージャシステム
1988	コニカ	自動現像機SRX-501	45秒処理自動現像機
1991	フジ	自動現像機新処理システムCEPROS M	廃液量半減化
1993	フジ	自動現像機CEPROS 30	30秒処理自動現像機
1995	３Ｍ	ドライビューレーザイメージャシステム	乾式銀塩写真方式のレーザイメージャシステム
1996		ロンドン条約の発効	写真廃液の海洋投棄が全面禁止
1997	コニカ	自動現像機TCX-201	錠剤処理薬品対応型自動現像機

1961年には、コダックからローラ式の７分現像の自動現像機X-OMAT Processor M4が発売され、我が国でのローラ式自動現像機の歴史が始まった。さらに1963年には、小西六が国産初の千鳥型ローラ搬送方式を採用した6分現像の自動現像機「Ｉ型」を発売、続いて1964年には富士が米国ＰＡＫＯ社と提携した大病院向けの大量処理機のローラ式自動現像機パコロールＸＭを発売し普及していった。

当時は、７分現像が主流であったが、撮影済みのフィルムが、乾燥されて出てくるので、かなり重宝されたという。しかし、自動現像機処理の迅速化の要望が大きく、迅速化に関する発表が多かった。一方で、手現像の場合には、写真濃度を現像時間で調整することが可能であったが、自動現像機では撮影条件の設定がそのまま写真濃度に反映されるため、撮影条件の確立や自動現像機の管理が重要な問題となった。

また、長時間にわたる暗室作業からの解放が求められ、明室での処理化および作業そのものの合理化が進められ、明室処理機器が出現した。

図2-3-11に、この時期の７年間における演題区分の傾向を示す。自動現像機に関する演題は全部で63題あったが、自動現像機管理に関する演題は36題（63%）を占め、続いて迅速処理に関する演題及び周辺機器に関する演題

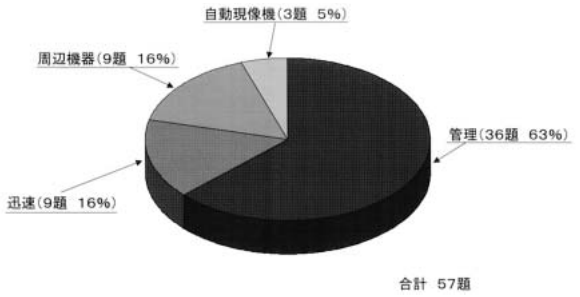


図2-3-11　ハンガー式自動現像機からローラ搬送式自動現像機への移行期（1961年～1967年）

が９題（16%）づつとなっていた。当時は自動現像機管理が最も重要な問題であったことが分かる。

１）飯塚芳郎（富士フィルム病院）：「現像液温と現像時間の関係」1961年第17巻１号

２）飯塚芳郎（富士フィルム病院）：「Ｘ線フィルムの現像進行特性について」1961年第17巻２号

３）西川英之（東洋工業付属病院）：「自現装置の現像、定着液の管理（第１、２、３報）」1966年第22巻２号

４）栗村晃（大阪府立成人病センター）：「自動現像機ローラ方式（X-OMAT M4型）とハンガー方式（PROCOMAT PAPIDⅡ型）の比較検討（第１報、第２報）」1966年第22巻４号

５）入江一成（東洋工業付属病院）：「自現装置のフィルム処理剤管理方法の再検討」1967年23巻２号

6）1962年第18回総会シンポジウム「Ｘ線写真暗室処理」。（神奈川県衛生部　斉藤三郎）「間接フィルムについて」、（門鉄門司保健管理室　小山田即）「小規模施設の暗室処理」、（大阪大学　遠藤俊夫）「自現機設置上の諸問題」、（名古屋大学　内藤義親）「自動現像並びにタンク現像について」、（金沢大学　松田憲司）「国産自動現像機について」

iii）ローラ搬送式自動現像機の普及と90秒処理自動現像機の出現（1968年～1975年）

ローラ搬送式自動現像機の普及に伴い、さらに迅速化の要求が高まってきた。当時は、現像時間が７分から８分であったが、臨床現場からの高速処理の要求に対応して、1965年から1967年にかけて3分30秒処理が登場し、さらに1970年頃に90秒処理へと移行していった。高速処理には自動現像機本体は勿論であるが、感材、薬剤の全ての面において品質の向上が不可欠であった。しかし、1960年代は技術的に脆弱であったために、迅速化は現像温度を高めることで対応せざるを得なかった。当時の現像温度は40℃と高く、温水等で加熱していた。そのため、フィルムの乳剤膜の硬膜度が低く、乳剤層とベースの接

着力が弱いなどの不具合があると、現像中に乳剤がはがれ落ち、自動現像機からベースのみが乾燥して出てきたこともあったという。

その中で、1966年には、コダックから90秒処理対応の自動現像機であるX-OMAT Processor Model M4-PRが発売された。1968年には富士からパコロールＸＵが、さらにコニカから国産初の90秒処理自動現像機のQX-1000が発売され90秒処理時代の幕開けとなり、急速に普及して行った。

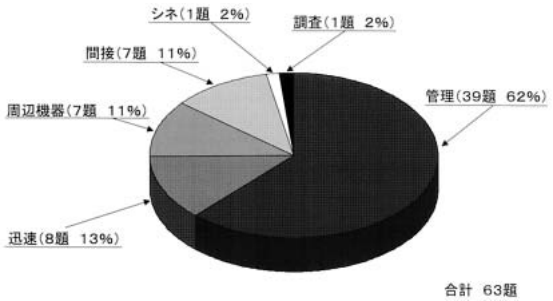


図2-3-12　ローラ搬送式自動現像機の普及と90秒処理自動現像機の出現（1968年～1975年）

図2-3-12に、この時期における８年間の演題区分の傾向を示す。演題数は全部で63題あり、自動現像機管理に関する演題が39題（62%）、迅速処理に関する演題が8題（13%）、周辺機器と間接撮影に関する演題が7題（11%）づつあった。この時期になると、迅速処理に関する演題は減少し、自動現像機管理に関する演題が大半を占めるようになった。さらに、集団健診の充実とともに間接撮影の分野の演題が多くなった。

１）入江一成（東洋工業付属病院）：「自動現像のRoller方式とHanger方式について（過去の故障例、事故例を主体とする機構上の保守整備面からの評価検討）」1968年第24巻２号

２）藤稿知彦（関西医科大学）：「RP X-OMAT PROCESSOR M6-N　２台併設使用時における管理方法」1968年第24巻３号

３）山本喜代志（金沢大学）：「ローラー型自動現像機の現像因子について」1968年第24巻４号

４）柏英和（東洋工業付属病院）：「アルミウール法による銀の回収と定着能力の再生について（第1報）」1969年第25巻４号

５）柏英和（東洋工業付属病院）：「アルミウール法による銀の回収と定着能力の再生について（第2報）」1970年第26巻１号

６）竹吉千市（清瀬病院）：「自現処理による間接フィルムの定着水洗について」1970年第26巻３号

７）中西省三（大阪大学）：「現像管理の自動化」1971年第27巻１号

８）遠藤幸一（国立公衆衛生院）：「現像過程に発生する亜硫酸ガスの測定」1971年第27巻２号

９）藤原治（熊本労災病院）：「自現装置90秒システム改良への課題（パコロールＸＵ及び富士Ｘレイプロセサー ＲＮの場合について）」1971年第27巻２号

10）稲津博（宮崎病院）：「フィルム等方性の自現機による乱れ」1972年第28巻２号

11）1970年第26回総会シンポジウム「自動現像装置と管理」：（東邦大学　泉重光）「主として機構面よりみた保守管理」、（東洋工業付属病院　入江一成）「フィルム処理剤の性能管理」、（金沢大学　南純次）「広サイズフィルムの水洗乾燥の諸問題」、（関西医科大学　安威徹）「自動現像装置と管理」

ⅳ）90秒処理安定期（オルソシステムの普及時期）（1976年～1987年）

1974年から1976年にかけて各社からオルソシステムが発表され、90秒処理の自動現像機もほぼ普及した。この時期になると、迅速化の演題はなくなり、被曝線量低減のための処理方法に関するものに変わっていった。また、自動現像機管理に関しては光露光のセンシトメータ法による合理的な方法論が確立した。さらに、環境問題が表面化した結果、処理液の廃液に関する演題が増加した。一方、省力化も重要な問題となり、自動現像機本体の機能向上やデイライトシステム、自動搬送システム、オートケミカルシステム、オートフィーダ等の周辺機器の演題も多くなった。

特に自動搬送システムは、撮影済みのカセッテを運搬する代わりに、カセッテやチェンジャー等で撮影されたフィルムを床下や壁や天井にセットされた搬送ベルトにより自動現像機に搬送するコンベヤーシステムであり、集中処理方式が脚光をあびた。また、大量処理を効率的に行うため、フィルムを自動的に自動現像機に挿入するオートフィーダも装備されるようになった。これらの機器は大量処理施設には不可欠なものとなっていった。この時期は、次世代の自動現像機に向けた醸成期ということができる。

図2-3-13に、この時期における12年間の演題区分の傾向を示す。演題数は全部で90題あり、自動現像機管理に関する演題が49題（54%）を占め、周辺機器の充実による省力化に関する演題が21題（23%）と大幅に増加した。さらに、迅速処理に関する演題は姿を消し、患者の被曝や環境問題についての演題が４題（４%）づつ出題され、時代の変遷を感じさせた。また、この時期に心臓カテー

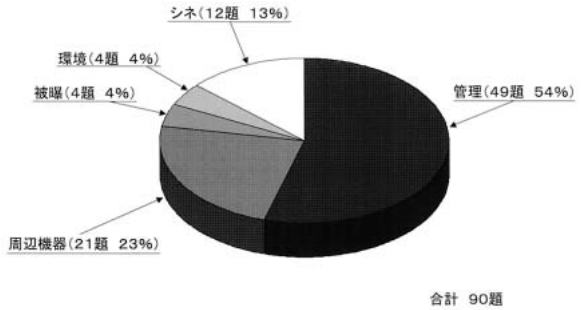


図2-3-13　90秒処理安定期（オルソシステムの普及時期）（1976年～1987年）

テル検査が急速に普及したが、シネフィルム用の自動現像機は形態が特殊であり、また検査が不定期であったため、その管理には様々な困難が伴い演題数も12題（13%）と多くを占めた。

１）1976年第32回総会シンポジウム「診断用Ｘ線装置の保守、管理」。（阪南中央病院　堤直葉）「Ｖ．診断装置等の濃度管理」

２）大宮博幸（仙台地方貯金局医務室）：「被曝線量減少のための増感調色法と濃度に関する研究」1977年第33巻１号

３）1980年36回総会シンポジウム「循環器領域シネ画像に関する問題点」。（早川紀和　名古屋大学医学部付属病院）「Ⅳ．シネアンギオ用フィルム（コダックＣＦＳ）の現像処方特性について」

４）山根智（山口大学医学部付属病院）：「エントロピーによる現像過程の評価（処理時間、機種、現像温度の相違」1981年第37巻４号

５）粟井一夫（国立循環器病センター）：「Sensitometerの精度測定」1982年第38巻４号

６）「フィルム処理検討班報告　委員会報告」1985年第41巻１号

７）稲津博（宮崎医科大学付属病院）：「自動現像機ローラーの疲労によるＸ線写真粒状性の変化」1985年第41巻６号

８）堤直葉（越谷市立病院）：「フィルム処理管理（各種フィルムの現像処理による比較）」1985年第41巻６号

９）山本義徳（近畿大学ライフサイエンス研究所）：「過酸化水素を用いた定着液中の銀定量法」1986年第42巻３号

v）45秒処理から環境保護の時代へ（1988年～1995年）

90秒処理の時代が長く、もはや現像処理システムはこれ以上変わらないかとさえ思われたが、1988年にコニカから世界初の45秒処理を実現した自動現像期SRX-501が発売され、大変な反響をあびた。その後、各社が追従して行き、現在は30秒処理が可能となっている。さらに、当初は集中処理を目的として迅速大量処理の製品の開発が進められた。しかし、環境問題を契機として低補充、高速処理、調液の簡素化へと移行していった。この技術は、迅速処理で培われた技術の上に成り立っている。

この時期の自動現像機の特徴としては、高速処理への対応（搬送性の確保、信頼性の向上）、メンテナンスの向上（クロスラック自動洗浄、銀汚れ防止剤、水垢防止機構）および調液の簡素化などの要素が挙げられる。

一方、ＣＲの普及により、その出力装置としてレーザイメージャも普及していったが、1988年にはＣＲだけではなくＣＴやＭＲＩ等の多様化するディジタル画像情報に対応したレーザイメージャシステムが発売された。これは、Ｘ線画像におけるディジタル時代の到来を告げたのもである。

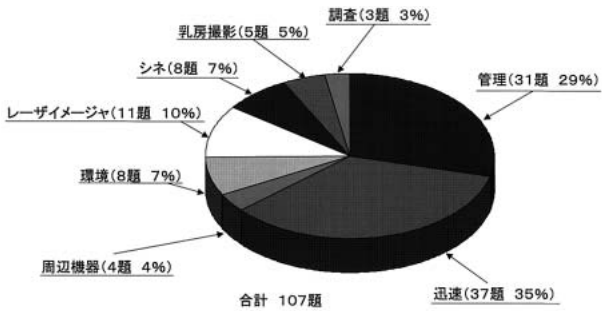


図2-3-14　45秒処理から環境保護の時代へ（1988年～1995年）

図2-3-14に、この時期における８年間の演題区分の傾向を示す。演題数は全部で107題あったが、今まで常に演題数が１位の座を占めてきた自動現像機管理に関する演題が31題（29%）と減少し２位になった。この原因は、上に述べたように自動現像機自体のメンテナンスの向上およびディジタルの普及が大きく寄与しているものと考えられる。その代わりに演題数が大幅に増加したのは迅速処理に関する演題であり、37題（35%）を占めている。これは、45秒処理自動現像機の出現が大きなインパクトを与えたことによるものであることは明らかである。さらに、レーザイメージャの演題が11題（10%）、環境対策とシネ撮影が８題（７%）づつあり、乳房撮影の演題も５題（５%）となった。この時期はディジタルシステムとアナログシステムが混在し、演題も多様化していた。

１）稲垣晶一（富山医科薬科大学医学部付属病院）：「自動現像機の部位別補充方式」1989年第45巻１号

２）岡野栄寿（コニカ株式会社医用販売事業部）：「45秒現像処理システムの技術とその活用方法」1990年第46回総会教育セミナー

３）1992年第48回総会シンポジウム「医療における高速

現像処理」：（越谷市立病院　堤直葉）「現像処理時間の変遷と現状について」、（愛媛大学医学部付属病院　吉本政弘）「物理的因子による画質評価」

vi）乾式レーザイメージャの出現（1996年～2000年）

1995年10月に３M社が乾式レーザイメージャシステムの出荷を開始した。乾式システムは、現像のプロセスに処理液や水洗水を用いないので、給排水や排気設備の工事が不要であるという点において画期的なものであった。しかし、初期の段階では湿式と比較して画質の面で劣っていたが、各社が競い合って開発を進め、画質も向上していった。その背景には1995年に発生した阪神大震災、1996年の写真廃液の海洋投棄の廃止、1997年の廃棄物処理法の改正、1998年の廃棄物処理法の完全実施、1999年の診療録等の電子媒体保存の加速などの要因が挙げられる。

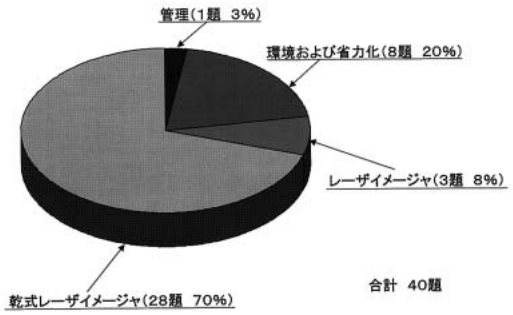


図2-3-15　乾式レーザイメージャのの出現（1996年～2000年）

図2-3-15に、この時期における５年間の演題区分の傾向を示す。演題数は全部で40題あったが、乾式レーザイメージャに関する演題が28題（70%）と大半を占めた。従来の自動現像機の分野では、1996年にはコニカから錠剤タイプの処理薬品システムが発売され、一層の省力化や低補充化が進んだことによる、環境や省力化に関する演題は８題（20%）あった。一方、自動現像機管理に関する演題は１題（３%）と大幅に減少した。

１）吉野良雄（亀田総合病院）：「乾式現像方式レーザー・イメージャ（Dry View）の臨床評価」1997年53巻４号

２）山田稔（富士メディカルシステム株式会社）：ＪＩＲＡトピックス「医用ハロゲン化銀写真フィルムの現像処理　－その理論と実際の管理－」1998年第54巻６号～９号

［文献・資料］

・「新しい放射線写真学」　富士メディカルシステム株式会社技術部研修グループ　1990年４月１日
・「医用ハロゲン化銀写真フィルムの現像処理　－その理論と実際の管理－」（社）日本画像医療システム工業界　技術部会　第６技術委員会　山田稔（富士メディカルシステム株式会社）　日本放射線技術学会雑誌　1998年第54巻６号～９号
・「Ｘ線発見と感光材料」　コニカ株式会社　メディカルコミュニケーションセンター　1995年11月８日
・「医用画像とともに　－富士メディカル25年史－」　富士メディカル株式会社　1990年12月

2.3.4　その他の感光材料とその関連技術

i）デュープフィルム

オリジナル写真を複製するデュープフィルムはディジタルラジオグラフィが一般化されるようになる以前は広く使用されていた。

デュープフィルムは通常のＸ線フイルムとは異なり、露光量の増加とともに濃度が減少する特性を持ち、片面に反転乳剤を塗布した構成を採用しているが、如何にオリジナル画像をに忠実に再現するか、階調を中心としたフィルムの開発とその特性評価が中心に行われてきた。

1968年には小西六社が初めてデュープフィルムに関する発表を行い、1973年には３社のデュープフィルムの比較評価が発表されている。

その後、1990年にはデュープフィルムの迅速処理化が始まり、富士社が45秒処理可能なMI-DUPを発表した[1)]。

1991年から1995年にかけて多数のデュープフィルムに関する報告がなされており、コニカ社やコダック社から相次いでSR-DUP、DUP／RAが発表され、迅速処理可能なデュープフィルムが出揃った。

他方、1991年には、原画像のベース色調（ブルーベース、クリアベース）に対応した新デュープフィルムも開発され、富士のMI-DUPcがクリアベースフィルムの再現性に優れるとの発表もなされた。

その後はディジタルラジオグラフィの進展に伴ってデュープフィルムの用途は次第に減少し、研究発表もほとんど見られなくなった。

ii）イメージングフィルム

Ｘ線ＣＴをはじめとした、各種ディジタル画像診断装置の画像記録に用いられるフィルムを総称してイメージングフィルムと呼んでいる。

イメージングフィルムとして最初に開発されたのは、ＣＴ、ＭＲＩ、ＲＩ、超音波などのＣＲＴ上に描出された画像を記録するためのイメージングカメラ（マルチフォーマットカメラともいう）用のＣＲＴ画像記録用フィルムで、片面乳剤フィルムが使用されていた。

こうしたフィルムに関する発表は、当初、あまり多く

なく、1979年にＣＲＴフィルムの比較検討の発表があるのみで、その後1988年までイメージングカメラ用フィルムに関する発表は見られなかった。

しかし、1988年にはいると、イメージングカメラに代わり、レーザーイメージャが登場し、その開発に伴ってレーザーイメージャ用フィルムに関する発表が急激に増加するとともに、ＣＲＴ画像記録用フィルムの報告も増加している。

ＣＲＴ画像記録用フィルムとしては、画質の向上と迅速処理化が図られてきたが、1988年にコニカ社が45秒処理タイプC-SRを発売し、翌年その特性について発表した。1989年には富士社が同様に45秒処理可能なMI-NP、MI-NPcを発売した。1991年にはコダック社の超迅速処理タイプEKTASCAN B／RAの諸特性についての発表がなされた。

一方、1983年に富士社より発売されたFCR101が世界最初のレーザーイメージャと言うことができるが、それに対応したフィルムとしてHe-Neレーザー用のCR633が1983年に、CR633Aが1990年に発売され、一方、半導体レーザー用のCR780が1988年に、CR780Hが1993年に発売された。

汎用のレーザーイメージャ用フィルムとしては、富士社のHe-Neレーザー用LI-FM（1990年）、LI-LM（1994年）、半導体レーザー用LI-RM（1991年）、LI-HM（1997年）、コニカ社のHe-Neレーザー用LPS20（1989年）、LP633、LP633C、半導体レーザー用LP820／L、LP820C（それぞれ1990年）、コダック社の半導体レーザー用EIR、EIC（1991年）等が発売されている。

1996年からは乾式現像方式のレーザープリンタが開発され、従来の湿式現像方式との画質比較はもとより、処理能力、保存性、経済性、環境対応等の比較検討がなされ、現像液の海洋投棄禁止をはじめとした環境保全への気運の高まりとともに、ドライフィルムの導入が急速に増加している。

ドライ記録方式には画像形成媒体として銀、炭素粒子、色素等が用いられ、画像形成方式としてレーザー露光による熱現像方式、フィルム剥離／ラミネート方式、サーマルヘッドによる直接感熱方式がある。ドライフィルムとしては富士社の感熱ドライ方式DI-AT、CR-AT（1995年）、レーザードライ方式DI-AL、CR-AL（1998年）、コニカ社のSD-P、SD-PC、DR-P（1999年）、コダック社のDVB、DVC（1999年）があり、各社より多品種のドライフィルムが発売されている。

2000年の第56回総会では「ドライイメージング装置の評価と実用における問題点」のタイトルでシンポジウムが行われ、関心を集めた。

iii）ゼロラジオグラフィ

光電導体と静電現象を利用した電子写真の原理をＸ線撮影に応用したゼロラジオグラフィが登場してから約50年になる。

ゼロラジオグラフィはエッジ効果による局所的高コントラストと寛容度の広さ等の特徴を有し、乳房撮影を始め、整形領域への応用が検討されてきた。その最初の実用機としてはXerox 125システム（1968年）がある。

我が国においては、小西六社と東芝社が1960年代に試作機の開発を進めたが、実用化まで至らなかった。

一方、桂川電機が1962年からゼロラジオグラフィの研究に着手し、蛍光板との組み合わせによる高感度化も検討された。

1981年には同社が高感度用感光板を用いたシステムを開発し、1982年にＫＩＰ方式による商品化を行った。それに対応して、技術学会でも1981年からＫＩＰ方式によるＸ線電子写真の発表が始まった[2)]。

しかしながら、1995年以降はゼロラジオグラフィの衰退に伴って、研究が進められていない現状である。

iv）コンピューテッドラジオグラフィ

輝尽性蛍光体を応用したディジタルラジオグラフィ装置であるコンピューテッドラジオグラフィ（ＣＲ）は1981年のＩＣＲでフジインテリジェントダイアグノスティックＸ－レイシステムとして華々しく発表され、現在では直接撮影分野のディジタルラジオグラフィ装置として広く使用されるようになった（図2-3-16）[3)]。

技術学会では1982年に本システムに関する発表が初めてなされ、以降数多くの発表がなされている。

当初は富士一社の独占であり、Ｘ線センサであるイメ

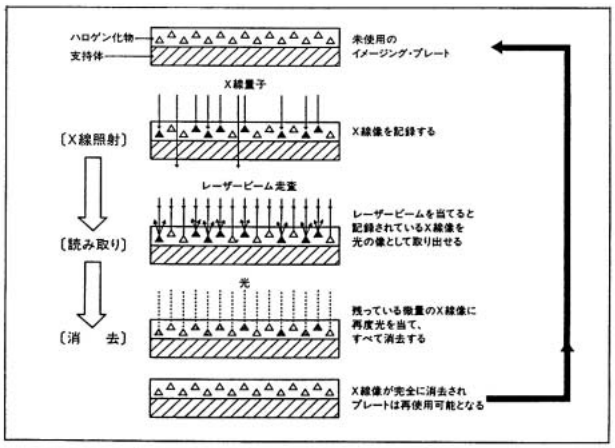


図2-3-16　ＣＲの原理
（富士社カタログ）

ージングプレートに使用する輝尽性蛍光体としてBaFX：Eu（X＝Br、I）蛍光体がもっぱら用いられていた。

その後、コダック社がＣＲ装置の開発を進め、1989年には試作機の性能に関する発表を行っている。

また、コニカ社より1994年に輝尽性蛍光体としてRbBr：Tl系蛍光体を採用したコニカダイレクトディジタイザKD-1000が、2000年にＢa系蛍光体を採用したREGIUS MODEL 150が発表され、現在ではアグファ社も併せて多くのＣＲ装置が商品化されている。

ＣＲの性能向上はイメージングプレートの開発に依存するところが大きく、高感度化や画質の向上が図られてきたが、最近では1999年に富士社が透明支持体と厚い蛍光体層を持つイメージングプレートと両面集光読取システムを開発し、ＤＱＥの向上を図った新型ＣＲとして商品化を行っている。

v）イメージインテンシファイア

イメージインテンシファイアはＸ線を可視化する電子管であり、Ｘ線入射側に入力蛍光面、可視画像の出力側に出力蛍光面の二つの蛍光面を有している。

I.I.の性能には二つの蛍光面の性能が大きく影響し、その改良に関する発表・報告が1964年から数多くなされている[4)]。

入力蛍光面には気相成長法により形成されたファイバ状のCsI：Na結晶が蛍光膜として使用されているが、高輝度、高解像度化、高コントラスト化を図るため、ファイバ径の微小化と厚膜化が行われてきた。1990年にはスーパーメタルI.I.の発表の中で、厚さ400μm、ファイバ径10μm以下の入力蛍光面の発表がなされており（図2-3-17）、現在ではファイバ径5～10μm、厚さ500μm程度の蛍光膜が使用されるようになっている。

出力蛍光面には電子線で効率良く発光する蛍光体が使用され、ZnCdS：Ag、ZnS：Cu、ZnCdS：Cuが一般的に用いられているが、解像度を高めるために蛍光体粒子を微粒子化するとともに、稠密な蛍光膜を得るため、電気泳動法や遠心力沈降法を採用して蛍光膜が作成されている。

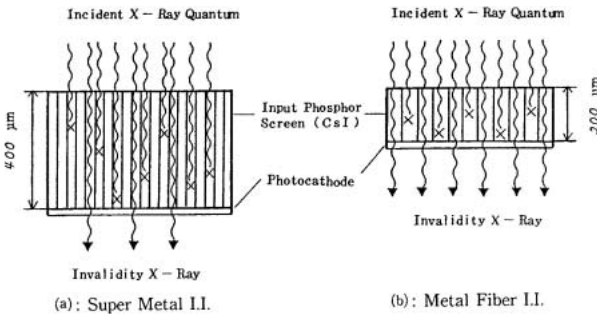


図2-3-17　Ｉ.Ｉ.入力蛍光面の構造
美和秋雄，他：スーパ・メタルイメージインテンシファイアの臨床評価．
日放技学誌，44（12），1690，（1998）．

［文献・資料］

1）新井直樹、竹内和彦、笹井正秀、他：ニュータイプ富士医療用デュープフィルムＭＩ－ＤＵＰの開発．日放技学誌、46（8）、1194、（1990）．
2）山崎和江、寺田央：Ｘ線電子写真（ＫＩＰ法）の実用化とその臨床応用．第39会日放技学会総会予稿集、430、（1983）．
3）高野正雄：ＦＣＲの技術開発史と今後の展望．第46回総会学術大会招待講演、神戸、1990－4、日本放射線技術学会、日放技学誌、46（3）、451、（1990）．
4）津田元久：イメージインテンシファイアとその関連技術．第37回総会学術大会宿題報告、福岡、1981－4、日本放射線技術学会、日放技学誌、37（4）、455－468、（1981）．

2.4　Ｘ線検査技術

2.4.1　頭部領域（耳鼻科・眼科領域を含む）

i）はじめに

頭部領域は人が生きていく上で重要な中枢神経および感覚器（視覚・聴覚・臭覚・味覚）などを収めかつ骨構造が複雑である。それゆえに、先人たちにより様々な臨床診断目的に応じて研究され、Stenvers法・Shullers法に代表されるごとく人名のついた撮影法が多いのが特徴である。それらの研究成果を土台に、Ｘ線機器の目覚しい進歩、ＣＴ・ＭＲなど新しいモダリティの開発・発展と共により精密な撮影をめざし、ポジショニング・撮影条件・陰影の定量化などを追求した半世紀であるように思われる。

ii）1961年～1965年

第18回総会（1962年）では、一般研究発表は、歯科用Ｘ線フィルムのサイズに関する考察、歯科および口腔外科領域における断層撮影法、鼻間拡大撮影法の研究、体位調整困難な患者の下部頚椎正側面像撮影の検討と４題であった。

第19回総会（1963年）では、視神経孔撮影の一方法の検討が１題であった。

第20回総会（1964年）では、パノラマＸ線装置による応用撮影についてと口腔外科撮影用カセッテの新考案の２題であった。

第21回総会（1965年）では、頭部（頭蓋底）撮影の検討、脳下垂体測定のためのトルコ鞍撮影法、耳小骨撮影法の検討と３題であった。

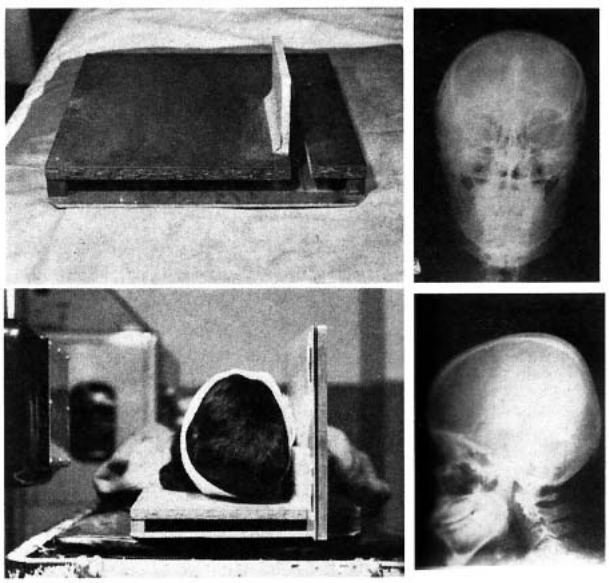


図2-4-1　急患頭部撮影用具と単純撮影像

この期間の論文は２題報告されており、急患頭部単純撮影［図2-4-1］[1]、口腔外科撮影用カセッテに関するものである[2]。歯科および口腔外科領域において専用撮影用具の開発が精力的に行なわれていた。この時代は多軌道断層装置が使用され始め、側頭部の断層撮影についての研究も活発化してゆく。

iii）1966年～1970年

第22回総会（1966年）では、増野（九州厚生年金病院）が「頭部Ｘ線撮影について」と題して宿題報告を行なった。頭蓋標本分離骨を鉛片でマークして、後頭骨・蝶形骨について頭部撮影部位の解剖学的な位置関係を追求した。それを基礎に撮影法を考案し、従来行われていた撮影法と比較検討を加えた。後頭骨は大後頭孔・頚静脈孔・後頭顆・顆管・舌下神経管について、蝶形骨は視神経管・上眼窩裂・正円孔・卵円孔・棘孔・下眼窩裂・破裂孔・翼突管・トルコ鞍について詳しく丁寧に検討されている。

また、「Ｘ線撮影用具について」と題してシンポジウムが行なわれ、松本（鳥取大）が「主として頭部撮影固定補助具」について発泡スチロールを種々に加工し頭部固定に利用する方法を提案している。研究発表では、喉頭断層撮影について、頭部固定台（口内法による唾石撮影）、頭部撮影の検討についての3題があった。

第23回総会（1967年）では、５題の研究発表があった。視束管撮影法の工夫、頚静脈孔撮影法、幼児頭部二方向撮影における固定具の検討、Ｘ線頭部撮影装置についての４題、あと１題は頚椎側面撮影法の一工夫であった。

第24回総会（1968年）では、「交通災害時のＸ線撮影」特に受傷患者の統計的観察と頭・頸部救急患者の撮影を中心にしてと題してシンポジウムが企画された。坂東（札幌医大）,石見（広島大）,井上（大阪労災）らは災害救急における交通外傷の統計解析において頭頸部外傷が54％を占め、頭部単純は前後,後前,左右,右左を基本とし、頭蓋底撮影,タウン氏撮影を追加している。救急においては体位変換、意思疎通が思うように出来ないため撮影補助具・寝台に工夫がみられる。また単純像の松果体偏位により頭蓋内血腫を診断するなどＣＴ装置の無い医療の工夫が見られる。頚椎損傷が疑われる場合、無理な体位変換は症状の悪化につながるため頚椎正面・側面の２方向を基本として側面撮影は下位頚椎を十分描出するよう肩を下げる事が重要である[3]。

この時代の背景として交通外傷患者の増加が社会問題化しており、救急医療体制の整備が医療行政機関でようやく検討され始めている。

研究発表は耳小骨撮影法の検討が２題、Stenvers

positionの逆撮影法、側頭骨の断層撮影法、頚椎椎間孔撮影法の５題であった。

第25回総会（1969年）での研究発表は顔の形態的分類による後頭-鼻部方向撮影、上部頚椎開口撮影台、後頭断層撮影における検討の３題であった。

第26回総会（1970年）での研究発表は体表面とトルコ鞍の位置関係について、鼻骨撮影の検討、顎関節撮影法の検討ならびに口腔用スケールの考案、眼内異物定位用Ｘ線標識での撮影、オルソパントモグラフィの使用経験の５題であった。

この期間の論文は7題が報告され[3～9]、側頭部の検討が精力的に行われていた。側頭骨断層撮影では詳細に描出体位・方法が検討されている[8]。しかし、単純撮影における耳小骨撮影の検討において、耳小骨の全形状の描出は困難であるが拡大立体撮影（1.5倍）により水平半規管先端に有効な像が得られると報告している。

また、Cephalographyの一考察では歯牙の矯正をするために骨部と軟部が同時に観察できる事が要求されている[9]。そのための工夫として硬軟両線の２重撮影を行っている。頚椎椎間孔撮影法[3]は88例の頚部生体回転横断撮影像より正中面に対する椎間孔の角度を計測し、85%が50±2°であると報告している［図2-4-2］。

iv）1971年～1975年

第27回総会（1971年）での研究発表は茎突乳孔（顔面神経管）の撮影について、翼突管撮影法の検討の2題であった。

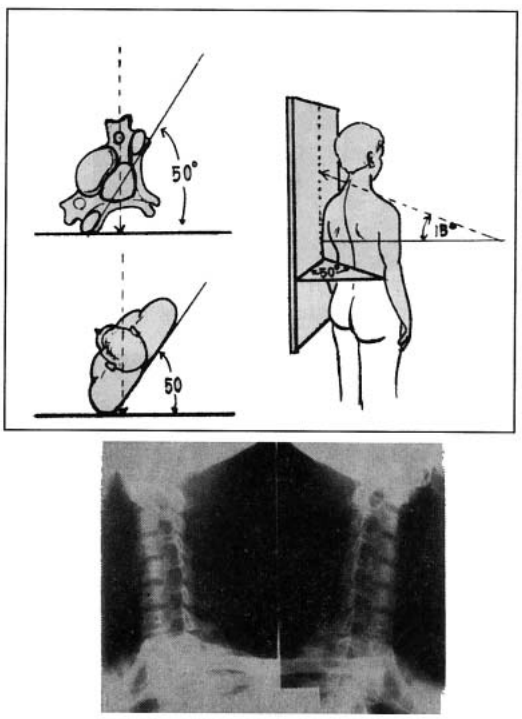


図2-4-2　頚椎椎間孔撮影法

第28回総会（1972年）での研究発表は頭部固定法について、歯学Ｘ線撮影の研究（第１報）総覧Ｘ線撮影像の検討、歯学Ｘ線撮影の研究（第2報）顎関節側方向規格写真の検討、４倍拡大円弧断層について、Orthopantomographによる視神経管撮影法、近接撮影法と立体撮影法の併用についての検討の6題であった。

第29回総会（1973年）での研究発表はOrthopantomographによる上顎洞撮影法、パノラマ撮影装置panoramixの特殊アプリケータの製作および撮影条件の検討、日本人の頭蓋形を考慮した頭部撮影法、頭部Ｘ線規格写真の研究、ポリトーム断層による耳鼻科領域の研究、頚椎矢状面断層の臥位と座位撮影の比較検討、側頭骨疾患の断層撮影、頭部軸位断層（多軌道断層による）について、ベルテルゼン氏法の断層時における位置付けに付いて、舌下神経管断層撮影法の検討、頚部規格撮影法（第１報）規格撮影台の試作と整位の11題であった。

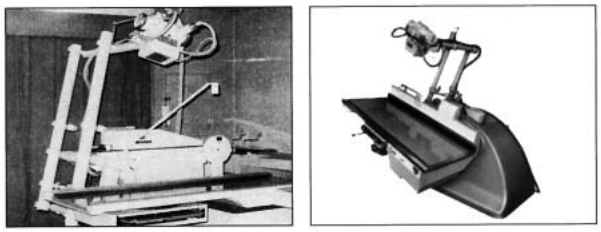
第30回総会（1974年）シンポジウムでは「神経放射線領域における検査技術」のテーマで野口（名古屋大）が視神経管短軸方向断層について多軌道断層装置を使用して報告を行なった。研究発表はパントモグラフによる視束管同時撮影について、多軌道断層撮影装置による顎関節撮影、中内耳両側同時多層についての考案、耳鼻科領域における多軌道断層による同時多層撮影の試みの４題であった。

また、第２回放射線技術シンポジウムでは「断層撮影の新しい利用法」のテーマで行なわれた。大坊（東北歯科大）はオルソパントモグラフィの基礎的実験において画質改善の要素は第２スリットである。堀部（名古屋市立東市民病院）は東芝LGM-1型多軌道断層撮影装置において平面絞り機構がＭＴＦの向上に有用である。沢田（名古屋保健大）は喉頭断層撮影では直線断層を使用した場合振角40度が有用であるとそれぞれ報告している。

第31回総会（1975年）の研究発表はＰＢＬを基準とする乳幼児頭部撮影法の検討、Stenvers法撮影器の開発、Orbix（頭部精密撮影装置）の使用経験（第１・2報）、同時多層断層の頭頸部領域への応用、中内耳の断層撮影について、顎関節における2mm間隔同時多層断層撮影の試み、Orbital axisis pneumographyの7題であった。また、第3回放射線技術シンポジウムでは「神経溝,神経管,神経孔の撮影法」のテーマで行なわれた。神経溝,神経管,神経孔の撮影法：湯浅（広島大）、視神経管および舌下神経管撮影の検討：森口（大阪大）、三叉神経ブロックにおける正円孔撮影の検討：山谷（九州大）、オルソパントモグラフィ装置による視神経撮影：斎藤（自治医大）の報告があった。中でも、種々の痛み治療に神経

ブロックが行なわれ、ブロックを確実に行なうためにＸ線写真による穿刺針の位置確認が重要であると報告している。

この時期の論文は2題報告されており[10,11]、多軌道断層装置の急速な進歩・Ｘ線管球焦点の微小化（100μm,50μm）による拡大撮影および多層断層使用による被曝線量の低減が図られるようになった。機構上においても起倒型の多軌道断層装置が開発され適応範囲が広がったことも大きな特徴といえる［図2-4-3］。また、頭部精密撮影装置（オルビックス）が使用され始め、撮影画像の再現性・対象性の向上に大きく寄与した。



東芝社製　LGM－1　　フィリップス社製　ポリトームU

図2-4-3　多軌道断層撮影装置

v）1976年～1980年

第32回総会（1976年）において「拡大撮影に関する技術的諸問題」と題してシンポジウムが行なわれた。頭頚部に関しては「耳鼻咽喉科領域を中心として」八谷（三重県立塩浜病院）が聴器を対象とした４倍以上の拡大法が持つ問題点の数々を報告している。一般演題は各パントモグラフ装置による障害陰影の比較、頚椎およびその周辺へのオルソパントモグラフィの応用、側頭骨断層撮影の検討、第二頚椎歯突起正面像撮影における一考察、副鼻腔ウォータースデキュビタス撮影の試み、2mm多層増感紙（内耳領域に活用）の５演題であった。

第33回総会（1977年）の研究発表はパノラマ装置による顎骨側斜位撮影について、環椎・軸椎断層撮影法の検討、直線・大円・ハイポサイクロイダルの３軌道による頭部断層撮影、側頭骨側面（主として前庭水管）断層撮影、頭部撮影におけるフィルム側と管球側の骨折線の出現率についての基礎的実験についての５演題であった。

第34回総会（1978年）の教育講演は片山 仁（順天堂大）による「Ｘ線撮影に必要な骨・関節疾患の基礎知識」であった。研究発表は頸静脈孔撮影法の基礎的検討、側臥位ウォータース氏法の臨床例と応用についての２演題であった。

第35回総会（1979年）の研究発表は顎関節撮影法の検討、歯牙撮影用の試作増感紙について、三叉神経ブロックにおける卵円孔撮影について、上顎神経ブロック時の50度ウォーター法による正円孔の現出率について、頭部拡大撮影による散乱線除去効果について、Ｐ-Ａ方向による側頭骨断層撮影の試み、パノラマグラフィにおける第１スリットと画像の関係についての７演題であった。

第36回総会（1980年）の研究発表は11題あり、パノラマ撮影に関して2題、頸部に関して4題、側頭部に関して4題、乳幼児頭部規格撮影について1題であった。中でも聴器の前庭水管断層撮影について2演題あり注目される。

この期間の一般研究はＸ線管焦点サイズの微小化に伴う研究発表が盛んに行なわれた。高感度感材であるオルソタイプを導入し4倍拡大を実現している。論文は5題報告された[12～16]。歯科領域においてはオルソパントモグラフィの断層軌道と断層幅を一枚のフィルムで同時に求め、断層像と障害像の分布状態より6種類に分類し、断層像と障害像を解析している［図2-4-4］[14]。また、単純歯牙

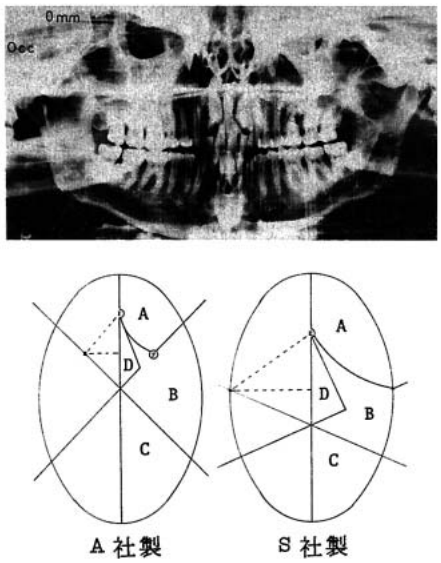


図2-4-4　オルソパントモグラフィと障害像の分布

口内法撮影では、従来ノンスクリンで撮影されていたが、試作片面増感紙の採用により被曝線量を大幅に軽減できると発表している[15]。

vi）1981年～1985年

第37回総会（1981年）において「多軌道断層撮影と撮影技術について」上田（福島県立医大）の宿題報告があった。機器の開発から画像の形成理論まで詳しく報告されている。検査対象としては頭部領域の使用頻度が多いので参考になると思われる。研究発表は13題あった。多軌道断層に関するものが6題あり断層軌道評価への知覚系の導入（Ⅰ）内耳断層への適応・（Ⅱ）視神経管・（Ⅲ）トルコ鞍断層：東田ら（熊本大学）は、断層撮影画像に対しエントロピー解析法の人間知覚系への導入を試みており、新しい臨床画像評価法として注目される。聴器に関するものは3題、顎関節規格撮影について２題、その他２題であった。

第９回放射線技術シンポジウム（1981年）では「Ⅰ．整形外科領域における疾患別撮影技術・Ⅱ．Ｘ線撮影用補助具について」のテーマで、頭・頸部領域では頸椎症の断層技術：佐野（帝京大）、リウマチ疾患における頚椎拡大断層撮影法の研究：伊藤（名古屋大）、頚椎撮影時の補助具について：世古（原尾島病院）の報告があった。単純撮影において病態を考慮した疾患別撮影法について論議された意義は大きい。

第38回総会（1982年）の研究発表は三叉神経ブロックにおける断層撮影の適応の１題であった。

第10回放射線技術シンポジウム（1982年）では、Ⅰ．救急技術と放射線技術のテーマで「救急顔面骨折におけるKnight&Northの分類によるWater ViewおよびＣＴ像の検討」：内間（沖縄県立中部病院）、Ⅱ．立体拡大撮影技術についてのテーマで「頭部の立体拡大撮影について」：稲葉（山口大）の報告があった。

第39回総会（1983年）の研究発表は断層撮影に関するもの４題、聴器に関するもの3題、その他3題であった。

撮影分科会教育講演（1983年10月）では片山 仁（順天堂大）が「単純写真の評価と限界について」を講演した。画像技術はＣＴ・ＭＲ・ＵＳ・ＲＩと多岐にわたり、その中での単純撮影の役割について『当分の間、画像診断は単純写真の詳細な検討に始まり、新しい画像診断技術が正しく使われるよう努力をかさねる時代が続く』とまとめている。

第40回総会（1984年）の研究発表は歯突起撮影法について２題、Guillen法,トルコ鞍撮影法,斜台軸位断層撮影,パノラマグラフィについて２題、他２題の８題であった。

第41回総会（1985年）では10題の研究発表があった。茎状突起撮影法について２題、頚椎断層撮影,眼窩下壁軸位断層撮影，Stenvers法の形態解剖についてなどである。

この期間の論文は１題で、本橋（立正佼成会病院）は形成外科領域において疾患別撮影法を実施する事は、画像情報の定量化につながり最大情報撮影が行なえると報告した[17]。ノートでは金場（駒澤大短大）がドイツ水平線とオルビトメアタルラインの検討につて報告した[18]。日常、頭部Ｘ線撮影を行なう上で最も身近で重要な両基準線について文献調査、定義と用語の検討を行なった。両基準線は撮影法の教科書においても表記が混在しているのが現状で、それぞれの特色を生かし、より良いＸ線撮影をするためにも、早い機会に統一した名称と略号ならびに定義が必要である。両基準線のなす角度については、生体表面で調べた結果、世界的に提唱されている10度という値よりも大きく、日本人成人については11～12度であり解剖学的要素を念頭において撮影する必要があると報告している［図2-4-5］。日本人の骨格は、この研究時より20年を経ており再調査が必要であると思われる。

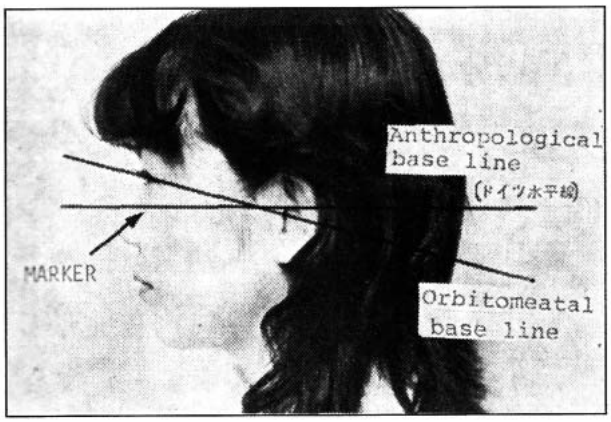


図2-4-5　DHLとOMBLの角度

また、撮影技術委員会より、撮影法検討班報告[19]があり、頭部に関しては特に基準線・入射角度・入射点が様々あり統一されていないと問題提起されている。

vii）1986年～1990年

第42回総会（1986年）では耳鼻科領域における各軌道（円，螺旋）の画像評価、口腔外科領域における下顎管撮影、ポリトームＵ３による1.6倍内耳拡大断層撮影の研究発表があった。

第43回総会（1987年）の教育講演は蜂屋順一（杏林大）が「側頭骨の画像診断」について講演した。耳の単純概観撮影はStenvers法、Shuller法を基本とし、また撮影を行なう場合、高い技術的水準を保つため頭部専用装置で行なうのが望ましいと報告している。研究発表では小児頭部軸位撮影と固定具、中内耳断層撮影における断層面設定、Auto-Tomography法による顎関節撮影、ORBIX撮影装置による1.5倍拡大撮影の有用性の４題である。第15回秋季では頚椎開口位撮影法、パノラマ装置による耳部撮影の検討、中内耳断層撮影における断層照準面の設定、LGU-1頭部固定具の試作研究の４題である。

第44回総会（1988年）の研究発表は錐体正面像撮影に対する３次元的考察、Stenvers氏法の逆撮影法について、補助具を用いた小児視神経管A-P撮影法の検討、神経症状に着目した撮影法の４題である。第16回秋季では、パノラマ装置による耳部撮影について発表があった。

第45回総会（1989年）の研究発表は顎関節正面撮影（ＭＭＰ法）について、第17回秋季では、舌下神経孔撮影について発表があった。

第46回総会（1990年）の研究発表は頚椎損傷患者における頚椎斜位撮影、顎関節正面撮影について２題、Ｘ線解剖学的無名線を利用したStanvers法についての４題である。この時代は側頭骨部については高分解能ＣＴが主

役となりつつあるが、多軌道断層による詳細な検査法についても検討が行なわれている。また、パノラマ装置による歯列以外の部位についても勢力的に検討が行なわれている。

vii）1991年～1995年

第47回総会（1991年）の 研究発表はパノラマ装置による頚動脈管撮影、高齢者における頚椎撮影法の２題であった。第19回秋季では外傷患者における視束管撮影用補助具、ORBIXを用いた下顎側方斜位規格撮影法の２題であった。第22回秋季（1994年）では骨性鼻涙管断層撮影法について発表があった。

第51回総会（1995年）の研究発表では、こう筋の筋電図をモニターとしたセファロ撮影、顎関節正面撮影法の2題であった。この期間の論文は1題であった。頭・頸部についての研究発表は非常に少なくなっているが、骨性鼻涙管や人工内耳位置確認のための断層撮影[20] など新しい部位についても発表された。

ix）1996年～2000年

第52回総会（1996年）では視神経管撮影の統計学的検討が発表された。

第53回総会（1997年）ではパノラマグラフィについて２題発表された。

第54回総会（1998年）では、上顎洞陰影の定量解析、第26回秋季では頚椎正面撮影における入射角度について発表された。

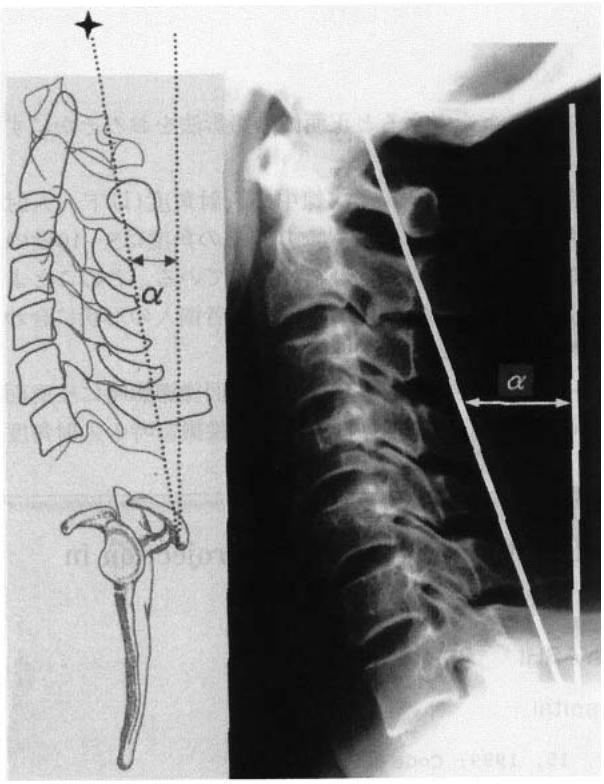


図2-4-6　頚椎正面撮影における入射角度の設定法

第55回総会（1999年）には、ORBIXを用いた簡易断層撮影、頬骨弓軸位撮影法、パノラマグラフィについて２題発表された。

第56回総会（2000年）の研究発表では小児口蓋裂者に対するパノラマ撮影について発表された。

この期間の論文は頚椎の撮影法が２編あり、様々な患者状態・姿勢においてもより正確で診断能の高い画像を得るための方法について報告されている（図2-4-6）[21,22]。

［文献・資料］

１）花本実穂、梶山武男、中元忠興：急患頭部単純撮影および脳血管撮影器の一考察．日放技学誌、21（1）、105-108、（1965）.
２）花本実穂：口腔外科撮影用カセッテの新考案．日放技学誌、20（4）、291-293、（1965）.
３）田島聖正、富田季雄、土田一美：頚椎椎間孔撮影法．日放技学誌、21（4）、343-346、（1966）.
４）八谷禎紀、中村実：二重傾斜撮影法の検討（第１、２報）．日放技学誌、22（4）、319-339、（1967）.
５）八谷禎紀、古田儀之、中村実：耳撮影法の検討（錐体開き角度を中心に）．日放技学誌、24（4）、271-276、（1968）.
６）中村　実、八谷禎紀、川本澄夫：上顎洞撮影法（Waters氏法）の検討．日放技学誌、24（4）、277-287、（1968）.
７）辻村　一：簡易万能型頭部撮影装置試作について．日放技学誌、24（4）、288-296、（1968）.
８）渡部洋一、奥村彦太郎、内藤義親、他：側頭骨断層撮影．日放技学誌、24（5）、346-352、（1969）.
９）内藤義親：CEPHALOGRAPHYの一考察．日放技学誌、5（4）、239-241、（1969）.
10）青木辰二、長沢弘、小林善輝：脊椎撮影法の検討第２報「外傷時の頚椎Ｘ線撮影法について」．日放技学誌、29（1）、19-26、（1973）.
11）沢田武司、堀部紀夫、足立秀夫、他：多軌道断層撮影装置（東芝ＬＧM-1型）．日放技学誌、29（2）、168-178、（1973）.
12）馬場貞明、永瀬裕康：側臥位頭蓋底撮影法．日放技学誌、32（2）、143-146、（1976）.
13）閑野政則、戸張宏彦、兵頭博：オリソパントモグラフィの特殊撮影法．日放技学誌、31（6）、546-550、（1976）.
14）角田　明、上村修三郎、和田卓郎：オルソパントモグラフィにおける断層像と障害像について．日放技学誌、32（6）、566-572、（1977）.
15）小平澤英男、篠島正安、徳井満：全歯牙撮影法の被曝線量測定とその比較．日放技学誌、34（5）、519-523、（1979）.
16）篠島正安、小平沢英男、久保田和郎、他：トモレックス（曲面回転断層撮影装置）の使用経験．日放技学誌、36（4）、472-481、（1980）.
17）本橋加根子：形成外科領域における疾患別撮影法について．日放技学誌、41（6）、941-948、（1985）.
18）金場敏憲：ドイツ水平線とオルビトメアタルラインの検討．日放技学誌、38（1）、16-26、（1982）.

19）岡村裕之、小鴨義尚、段床嘉晴、他：撮影法検討班報告．委員会報告、日放技学誌、38（1）、93-110、（1982）．
20）河野博文、稲津博：人工内耳位置確認のための断層撮影の検討．日放技学誌、51（4）、469-471、（1995）．
21）川田秀道、山本直樹、黒木英郁、他：臥位における頚椎斜位撮影の検討．日放技学誌、54（3）、392-400、（1998）．
22）若松　修、小林正敏：頚椎正面撮影における入射角度の撮影法の検討．日放技学誌、56（2）、275-282、（2000）．

2.4.2　胸部領域

i）胸部直接撮影

ａ）はじめに

胸部Ｘ線撮影は、国民的疾患であった結核の早期発見を主眼においた時代から肺癌の発見と、常に注目されてきた分野であり、時代によって目的疾患の移り変わりはあるが、現在においてもＸ線撮影技術の根幹をなす撮影法である。この撮影を支える撮影装置の変遷として、それまで一般的であった単相全波整流方式から、1960年代初頭に国産で高圧撮影用３相装置が開発された[1)]のを契機に10年程度の間で急速に普及し、その後のさらなる装置の改良で、撮影時間もミリ秒単位[2)]での制御可能な時代に突入した。1980年に入ると胸部専用フィルムチェンジャーが開発され、高い作業効率で安定した撮影が行えるようになってきた。またこの頃にはディジタル化の幕開けを告げるＦＣＲが発売され[3)]、一般撮影部門の本格的なディジタル化の流れが確立された。一方でフィルムスクリーン系の改良という点では、1990年に入って複数のメーカーから胸部専用のシステムが開発され臨床的に高い評価を得た。1990年代中期にはＦＣＲ以外のメーカーからＣＲ装置が発表されるとともにＦＰＤの開発もなされ、ディジタル化の流れに一層拍車をかけている。

ｂ）研究発表の傾向

1960年から2000年までを10年単位でまとめ、全体の傾向を考える前に学会発表の大きな流れを考えた。

1960年代は撮影管電圧が低圧から準高圧、高圧へと移り変わっていく過渡期でもあり、被曝低減が注目された時代でもあった。胸部概観撮影においては低圧撮影と高圧撮影の比較の発表や、胸部標準撮影法の検討等が活発に論議されていた。また、撮影体位と描出能についての検討も継続して行われている。撮影条件に関しては、係数撮影法の検討等、何を指標に条件を決定することが最も望ましいかという検討の一方で、自動化の流れの最先端をいくフォトタイマを用いた撮影条件の検討も始まっている。この頃は恒温槽を用いた現像処理から自動現像機へと現像処理機器の改革が始まった年代と呼応しており、現像処理側の自動化により処理の安定性が高まるにつれ、撮影側の安定性の確保がＸ線写真の質を決定する上で重要な項目となってきたことがうかがえる。支部・部会発表では、高圧撮影に関する演題が最も多く、その他に撮影条件，断層撮影，撮影法，被曝に関する演題が多く発表されていた。この中でフィルムサイズに関する演題が４題もあるということが特徴といえる。

1970年代では、散乱線除去法としてグレーデル氏法の応用やフィルタの材質に関する検討並びにスペクトル解析も発表されている。フォトタイマの性能評価や改良に関する発表も引き続きおこなわれているが、完全自動化の流れの一環として呼吸同期撮影法の検討が注目される。乳幼児の撮影条件や補助具の検討に関する発表が比較的多く発表され、この頃から高感度増感紙を用いた被曝低減に関する演題が出始めている。高圧撮影に関しては、200kVを用いた超高圧撮影の検討も見られる。この他、断層撮影に関する演題が多く見られ、狭角断層、斜位断層等の撮影方法以外に補償フィルタを応用した発表もある。支部・部会でも断層撮影に関する演題が多く見られ、撮影条件や撮影技術のみならず、画質と被曝に着目した演題も認められる。

1980年代は、ＦＣＲに関する撮影条件の検討、被曝低減、エネルギーサブトラクション等多くの発表がなされ、ＣＲＴ上の画像評価も始まった。この他、断層撮影においては濃度補償フィルタの検討や、ゼロラジオグラフィーの応用があり、単純撮影ではフォトタイマ（３分割光方式）の検討や感度補償増感紙の試作、希土類増感紙の応用の他に胸部専用フィルムの検討が目新しい。ポータブル撮影での準高圧撮影の検討もこの頃なされている。支部・部会発表でも断層撮影や胸部用フィルムへの関心が高く、補償フィルタや補償増感紙の発表が多い。また、小児撮影の補助具やＦＣＲ、ポータブル撮影に関しても多くの演題が発表された。

1990年代はＣＲが飛躍的に進歩した時期でもあり、肺野病変、腫瘤の検出能に関して疾患に着目したものや、管電圧や線量と画質の関係、また、ＤＲ圧縮、マルチ周波数処に代表される画像処理技術の検討や、高精細画像に関する評価等の発表が多数あった。この他に、数社から発表された胸部専用増感紙フィルムシステムに関する演題が非常に多く、ＣＲだけではなくコンベンショナルな胸部撮影も再度注目された時期である。装置ではAMBER SYSTEMの評価や、シャウカステンの色調に関する検討、低格子比グリッドの評価を挙げることができ、1999年にはＦＤＰに関する発表も見られた。支部・部会でも胸部専用増感紙フィルムシステムとＣＲに関心が高かった。

ｃ）論文等の傾向

学会誌に掲載されている論文等の傾向を10年単位でまとめ総括した。

イ）1961年～1970年

撮影法に関するものとして、竹吉の「胸部撮影法の検討」（図2-4-7）では、胸部撮影体位のうち、特に上肢の

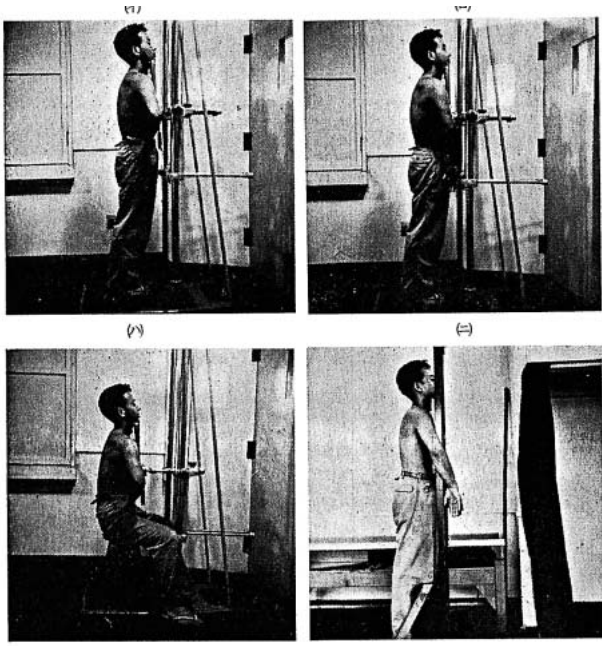


図2-4-7　胸部撮影時の整位例
（竹吉千市：胸部撮影法の検討．日放技学誌，17（1），4-11（1961）より転用）

位置取りを大きく２種類に分類し、上肺野の障害陰影出現との関連性を検討しているものや[4]、森谷の「胸部Ｘ線撮影における焦点位置及び被写体角度の肺尖像に与える影響について」では、肺尖部を理想的に撮影するには前傾角度が重要であることを指摘している[5]。このような基本的な検討の積み上げが現在の技術の礎となっている。

撮影条件に関するものでは、佐藤による「胸部２点および３点計測測定方法」があるが、研究発表でも撮影条件の決定に関して「胸厚係数撮影法」、「係数撮影法」等多数の演題が認められ、第18回宿題報告「Ｘ線写真撮影時における露出条件について」でも撮影条件に対する考え方が取り上げられている。1960年代はフォトタイマーやイオントマートといったいわゆる自動化の先駆けとなった時代であり、第20回日本放射線技術学会シンポジウム「Ｘ線撮影法の自動化」ではイオントマートを用いた曝射量の自動制御が取り上げられた[6]。また、撮影装置の自動化と共に、第18回日本放射線技術学会シンポジウムでは「Ｘ線写真暗室処理」が取り上げられ、自動現像機の国内普及に合致した企画であると共に、バット現像から恒温槽，自動現像機へと移り変わるにあたって、利点、問題点の整理がなされた[7]。

胸部の画質と被曝に関しての関心も高く、草皆は「胸部Ｘ線撮影時の散乱線の状態について」で、適正な高圧胸部写真を撮影するために、画質劣化の原因の一つである散乱線をいかにコントロールするかという問題提起をおこなっており[8]、細江も「撮影時における被曝線量とフィルターの関係について」の中で、撮影管電圧毎の最適フィルタ厚を検討して被曝低減を目指している[9]。第16回学会シンポジウムでは「診療時における被曝線量」が取り上げられ[10]、この5年間で被曝低減に関する論文が6編掲載されている。第17回日本放射線技術学会シンポジウムにおいても「Ｘ線撮影時におけるフィルムに及ぼす散乱線の影響について」が取り上げられており、視点は違うが、胸部高圧撮影における散乱線の発生が問題となり、その他の感材系の進歩による画質の向上とも相まって､散乱線に注目が集まっていたことがうかがえる[11]。画質の追求という観点からは福田らが「Ｘレイコンテスト入選胸部写真の濃度について」のなかで胸部写真の至適濃度について再度検討している[12]。この他、竹吉は「胸部撮影法の検討－４報－：grid濃度斑について」[13]や成富の「硬線撮影の研究」[14]があり、総決算として、第20回総会宿題報告として中村により「Ｘ線写真の画質に及ぶす因子の研究」と題した論文が掲載されている[15]。

断層撮影に関しては、草皆の「断層撮影法の研究―第２報―：散乱線について」[16]や、竹吉による「胸部断層撮影法の検討-３報-：国産断層撮影装置の改善について」[17]、「胸部断層撮影法の検討-4報-：精度試験法の問題点と鑑別法」[18]などがあり、装置の精度向上と画質改善が注目されていた。第21回総会シンポジウムでも「断層撮影法における技術的諸問題；主として一方向運動胸部断層撮影法について」が取り上げられ、撮影装置と撮影法の確立を目指した検討がなされていた[19]。

拡大撮影に関しては、中が「0.3×0.3mm回転陽極焦点における胸部高圧拡大撮影について」で塵肺、肺繊維症等への高圧拡大撮影の応用について検討している[20]。ユニークなものとしては、内田の「Gridによる胸部Ｘ線重複撮影法から得た肺活量左右比のＸ線学的算出法について」があり、１枚の胸部写真にスリットを用いて写し込まれた吸気・呼気の肺の面積から肺活量を推定するといったものが報告されている[21]。「胸部撮影法の検討（第５報）撮影時間の簡易測定法」として竹吉が細線法を用いてフィルムに簡便に撮影時間を写し込むという装置の性能管理の具体的な方法を考案している[22]。

この年代は乳幼児撮影への関心が高まりを見せた時期でもあり、増野らの「Ｘ線撮影時の体位が乳児胸部Ｘ線

写真の肺野面積におよぼす影響について」[23]や、固定具に関しては、山口の「乳幼児胸部撮影台及び股関節撮影台の試作について」[24]、大隅らの「乳幼児の胸腹部X線撮影台の試作」があり[25]、大隅は市販されている固定台の弱点を改良し、短時間で確実に固定できる撮影台を試作している。また、撮影の再現性や安定性を確保する意味で、滝沢らは「乳幼児呼吸同期X線撮影法」で、抵抗線歪みゲージを用いて腹厚の変動を電気的に捉え、吸気時相で安定した胸部写真の撮影を行う方法を発案し[26]、これをさらに進歩させた試みとして松浦らは、「新生児のX線撮影について」のなかで、アンケート結果から問題点を検討し、カセッテホルダー付きのクベースを考案し、呼吸同期をさらに進めて心電図同期も同時に行い吸気で心収縮期での撮影を考案している[27]。

竹吉は「胸部撮影法の検討 第６報」として直接撮影用フォトタイマーについて言及し、従来装置をフォトタイマー内蔵型に改造した経験から種々の特性について述べている[28]。しかし、これは両側肺野に測定領域を持つ形態なので、側面撮影では「ばらつき」が多く安定した結果を得られなかったようである。この研究の背景にはバット現像から自動現像機の普及に伴い、撮影側の濃度安定性を向上する必要があったことに注目したい。

1960年代には胸部関連の総会シンポジウムが５回開催されている。内訳は被曝・散乱線と画質・現像処理・自動化・断層撮影である。宿題報告は撮影技術が3題と画質に関する演題の3題、合計6題である。論文は撮影条件，撮影法，散乱線に関するもの、フィルタ，断層撮影，乳幼児撮影，拡大撮影等に関するものがある。総合すると胸部高圧撮影技術の確立、断層撮影技術の確立、被曝と防護ならびに自動化に関するテーマに関心が高かった年代といえる。

ロ）1971年～1980年

撮影装置の改良として、竹吉は「胸部撮影法の検討 第７報」で完全自動式ホトタイマーについて検討し、従来の前示式のものとは違い条件設定不要のホトタイマーを試作し、その具備すべき条件について報告した[29]。続く「胸部撮影法の検討 第８報」では３相12パルス用フォトタイマーを試作検討した[30]。第７報でも述べられているが、電磁方式のタイマー制御は不安定なため電子式（TRIAC）が望ましいと述べている。また、竹吉は第31回総会で宿題報告として「胸部撮影法の基礎的研究」を行い、これらの長期にわたる研究の成果をまとめた発表を行っている[31]。

撮影法関連では伊場が胸部撮影時のX線中心の高さに注目し「胸部X線撮影時の管球焦点の高さと肺尖野の広さ」（図2-4-8）の中で、従来の文献によると第５胸椎にX線中心を合わせると肺尖が広く描出されるとあるが、著者らの検討では焦点の高さを変えて撮影しても肺尖部の描出に関しては変化無く、むしろ個人差の影響が大きいので被曝の観点から肺野中心に合わせて撮影する方が望ましいと述べている[32]。沢田らは「140kVp，200kVp，6MeVX線像の比較検討」を行い、特殊高圧撮影の胸部領域への応用の可能性について研究した[33]。続いて出された「200kVpX線撮影の検討」のなかで沢田らは、ＬＴ-Ⅱと高感度フィルムの組み合わせに付加フィルタを組み合わせることで、皮膚の表面線量が従来と比較して１／３に減少したと述べている[34]。後に沢田らは、「200kVp撮影の画質評価と被曝線量」で先の論文の画質評価を中心とした論文を発表し、この中で付加フィルタを用いて高感度増感紙と高感度フィルムを組み合わせることで、被曝線量と画質のバランスがとれたシステムとなったことを報告している[35]。倉光らは「胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較」として被曝低減の立場から散乱線除去法の再検討を行っている[36]。「胸部高圧撮影時における増感紙を利用した付加フィルタの効果について」の中で石原らはフィルタの材質における検討を行い、増感紙と２mmアルミニウムを組み合わせたフィルタが最適であったとしている[37]。大宮は「被曝線量減少のための増感調色法と濃度に関する研究」で、画像銀を化学的に処理して濃度を上げという異なった発想で実効感度を２倍にできたと報告している[38]。これらの論文から、被曝低減に関する積極的な取り組みと時代背景が読みとれる

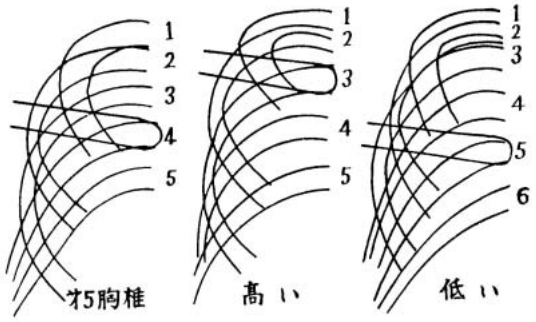


図2-4-8　X線焦点の高さと鎖骨の位置との関係（伊場昭三：胸部X線撮影時の管球焦点高さと肺尖野の広さ．日放技学誌，27（5），24-31（1972）より転用）

断層撮影に関するものとして「多軌道断層撮影装置（東芝LGM-1型）」の中で沢田らは胸部の断層撮影についても触れており、真円，ハイポサイクロイダル，スパイラルは肺尖部と縦隔の描出に優れていることについて指摘している[39]。また、沢田らは斜位断層における新しい試みとして「フィルム傾斜断層撮影の検討」で、被写

体を斜めに整位する斜位方向断層撮影ではなく、増感紙を斜めに配した多層増感紙を用いフィルム傾斜断層を試み、傾斜角20度前後ではフィルム濃度むらもほとんど問題ないとしている[40]。「肺門部断層撮影における補償フィルタ」で、岡山らはフィルタを可動式とすることで個人差に対応し、直線断層撮影で主気管支から区域気管支まで１枚のフィルムで描出すると共に被曝線量の軽減に成功したと報告した[41]。1980年にはこれを多軌道断層撮影装置における補償に拡張し報告している。

胸部領域特に限らないが、光田らよって「Ｘ線直接撮影における無暗室方式について」使用経験が発表され[42]、昭和52年に開催された放射線技術シンポジウムでは「デーライトシステムについて」が取り上げられている[43]。この中で胸部関連の話題として、自動現像機直結型胸部フィルムチェンジャの先駆け例（図2-4-9）が紹介され

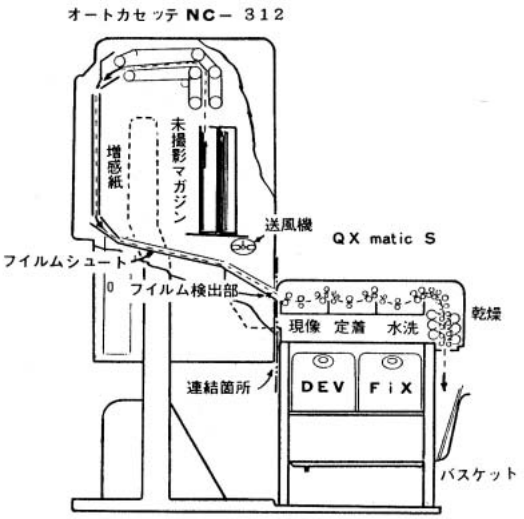


図2-4-9　オートカセッテ装置と自動現像機の直結システム
（佐藤貞男：明室処理による省力化について．日放技学誌，33（6），813-815（1978）より転用）

ている。暗室業務からの開放を目指した明室処理の先駆けとして興味深い。

1973年には第１回放射線技術シンポジウムが開催され、「乳幼児撮影について」が討論された。宮城らは「呼吸同調器の検討」で、従来から検討されている方法はセンサーの検出信号を真の呼吸曲線としているが、センサーの種類によってタイムラグが存在することを指摘した[44]。また、1974年には第２回放射線技術シンポジウムが開催され、「断層撮影の新しい利用法」について討論されている。 また、1979年の第７回放射線技術シンポジウムでは「高感度増感紙システムの問題点」が取り上げられ、希土類増感紙について、被曝と画質の両面から討論された[45]。

1978年の第34巻には撮影技術委員会報告として自動制御、Ｘ線出力等についての参考資料が掲載され[46]、東京部会Ｘ線装置研究会からも「自動露出装置における時間特性について」が掲載されている[47]。さらに、第36回総会シンポジウムでも「Ｘ線装置の自動露出機構について」と題して討論されていることから、当時は自動露出機構の精度向上に注目が集まっていた。

1970年代は放射線技術シンポジウムが開催されるようになり、うち胸部関連の話題は３題あった。論文は自動露出機構の改良，被曝低減，断層撮影に関するものが多く報告されていた。

総合すると、被曝低減方法の模索と断層撮影技術の確立、暗室の明室化に関心が高かった時代といえる。

ハ）1981年～1990年

撮影技術関連の論文として、「胸部Ｘ線撮影における補助固定具の考案」で牧野は、適正な体位を保持できない患者に対して介助を要しない操作性の優れた補助具（図2-4-10）を考案し、特に術者の被曝低減と整位の正

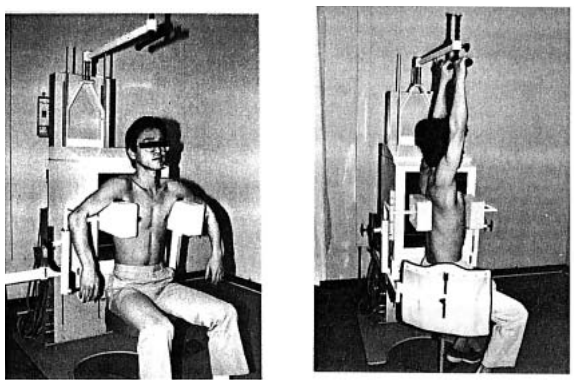


図2-4-10　補助具の使用例
（牧野芳夫他：胸部Ｘ線撮影時における補助固定具の考案．日放技学誌，42（4）．543-547（1986）より転用）

確性の向上を述べている[48]。「移動型Ｘ線装置装置による新生児の拡大撮影」で深井らは、保育器内新生児の胸部拡大撮影の有用性から補助具を作成し、ポータブル装置で撮影する方法について検討した[49]。拡大率は２倍が限度であり、臨床的には心拍動や体動を考慮すると1.5倍拡大が有用であるとした。猪瀬らは「胸部高圧撮影（140kV）におけるCross Gridの評価」と題して、散乱線除去効果と被曝の側面から50°で交わったcross gridが最も優れていると報告した[50]。一方、「医療被曝の最適化に関する研究　胸部Ｘ線直接撮影条件による皮膚線量」で遠藤らは、アンケート調査の結果から皮膚線量が施設間で数10倍もの違いがあると指摘し、「1施設で10の減少を計ることはむろん大切であるが、全施設で1の減少を計ることが最も大切である。」と述べている[51]。第

44回総会シンポジウムで「放射線技術における信頼性の向上-胸部単純X線撮影技術に関して-」が取り上げられ、座長集約で、読影・診断という過程を画像製作者が十分に理解することが病態を描出させるための画質決定に重要であると述べている。さらにシステムの信頼性を向上するため、精度管理の重要性を述べている[52]。

断層撮影関連では、「補償フィルタを用いた肺門部断層撮影の臨床的考察」で岡山らは先に発表したフィルタの形状を再検討し、さらに縦隔の形状に合わせ易く改良することで、至現能を95%にできたと報告している[53]。「補償フィルタとＣＲ併用の縦隔・肺門部Stereozonography」で岡山らは、短時間撮影の円軌道を使用し補償フィルタ併用のStereozonographyを試みた（図2-4-11）。ＣＲを用いることでフィルタと縦隔部の形状が不適合なため出現するアーチファクトに対しても、画像処理やガンマ補正によって補正可能であり、非常に有効であると報告している[54]。第37回総会宿題報告では「多軌道断層装置と撮影技術について」と題し、装置の歴史から多軌道装置の開発、現状にわたって上田 稔が報告した[55]。

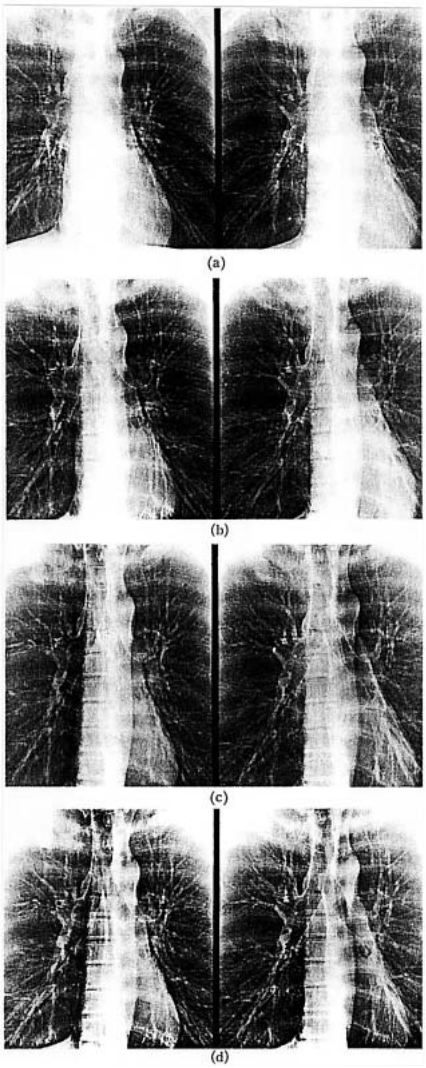


図2-4-11　円軌道を使用したStereozonography．(a)補償フィルタ未使用時，(b)，(c)，(d)縦隔部と肺野との線量比を1：3，1：2，1：1として補償フィルタを使用して撮影
（岡山昭雄他：補償フィルタとＣＲ併用の縦隔・肺門部Stereozonography．日放技学誌，45（6），715-722（1989）より転用）

ＣＲ関連では第40回総会のシンポジウム「ディジタルラジオグラフィーの現状と将来」の中でＦＣＲが取り上げられ、その後徐々に関連論文も掲載されるようになった。「ＦＣＲによる胸部のone shot energy subtractionについて」で浜川らは、１枚のカセッテに重ねて封入した２枚のＩＰから時間差のないエネルギーサブトラクションを行う方法について検討した[56]。上田らは「胸部写真におけるWallis Filterによる画像処理の効果」のなかで、Wallis filterの特性を解明しＦＣＲで用いられているボケマスクフィルタと比較した[57]。また、第45回総会教育講演では土井邦雄等が「ディジタルラジオグラフィーにおけるコンピュータ画像支援診断の可能性」として、肺野を例に挙げてＣＡＤの考え方と手順を平易に解説した。画像のディジタル化の流れが進む中で、新たな画像データ利用法、研究テーマを提示されたといえる。第46回総会宿題報告「乳房および胸部X線検査におけるコンピューテッドラジオグラフィー（ＣＲ）の応用-乳房微少石灰化および胸部腫瘤の検出能について-」で東田善治は、胸部の低線量撮影と腫瘤性病変の検出能に言及した[58]。

増感紙・フィルムシステム（Ｓ-Ｆシステム）関連では、「胸部X線写真における総合的画像解析Ｉ-濃度域にわたる解析-」で岡田らが標準型ワイドラチチュードフィルムと胸部専用ワイドラチチュードフィルムに同一の増感紙を組み合わせた場合の物理評価を行い、標準型に感度補償フィルタを組み合わせ、さらに高圧撮影を行う画像システムが優れていると報告している[59]。さらに胸部専用ワイドラチチュードフィルムを使用する場合は被写体コントラストをできる限り高める必要があるとも述べている。「胸部腫瘤型陰影の検出能-受光系と拡大撮影による相違-」で橋田らは、各種スクリーンフィルムシステムについて孤立性小結節の検出能をＲＯＣで解析した。拡大撮影を行うと、検出能が向上すると共にＳ-Ｆシステムの差がなくなるため高感度のシステムが望ましく、フィルタ利用は縦隔や骨陰影との重なりがある場合特に有効であるとも述べている[60]。船橋らは「胸部用スクリーンフィルムシステムの評価」で、肺野部では鮮鋭度、縦隔部では低コントラスト分解能を重視したシステム選択基準を仮定して各種システムを評価した。肺野は精鋭度の高いシステムの評価が高いが、被写体の厚みが増すとその差が減少する。縦隔部では特性曲線の脚部の形状に左右され、被写体が厚いほど脚部の持ち上がったシステムの評価が高くなると述べた[61]。第13回秋季学術大会大会長講演として松浦は「胸部撮影の最近の動向と適正化」のなかでニューオルソタイプの胸部専用フィルムを取り上げ、レギュラーフィルムやＦＣＲ画像と比較

し発表している[62]。

この他、第11回放射線技術シンポジウムでは「老人のＸ線撮影技術について」が取り上げられ、この中で「装置・器具と安全対策」というテーマで宮下は安定した体位で胸部撮影を行う方法を提案している。第12回は「心疾患検査と放射線技術」で、胸部単純写真に関する濃度の安定性を確保するため撮影条件表の作成や、ポータブル撮影時のフォトタイマの利用が討論された。

1984年第40巻に掲載された第１回放射線撮影分科会教育講演「単純写真の価値と限界」では片山 仁の要旨が掲載されている。この中の胸部の項で単純写真の重要性を説いた後、ＣＴの時代が近い事を予見させる文章を書かれていることが印象的である[63]。また、第２回放射線撮影分科会教育講演では「胸部・腹部単純Ｘ線写真における像の成り立ち」というテーマで大場が解りやすく解説している[64]。第３回撮影分科会でも胸部撮影が取り上げられ、臨床面から「診断医から見た良い写真、悪い写真」という提言の後、技術面から「胸部単純写真の撮影技術」で討論されている。討論とまとめの中で高圧撮影、フィルタという継続したテーマと共に、広いラチチュードをもったフィルムの出現が、非常にインパクトの強い出来事であったことがうかがえる[65]。

胸部全般から胸部写真を考える上で非常に役に立つ資料として総説という形で「肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討」と題して２回に渡って伊藤春海が寄稿した[66, 67]。

1980年代に開催された胸部関連の総会シンポジウムはＦＣＲ関連と撮影技術の２回であった。また、放射線技術シンポジウムとして、高感度増感紙システムと撮影技術が２回開催された。宿題報告は多軌道断層装置とＣＲ関連の報告がなされている。撮影技術委員会は1982年に「増感紙，フィルムについてのアンケート集約」[68]を報告している。論文は、断層撮影，補償フィルタ，ＦＣＲ，画像評価が主なものである。

総合的には、ＦＣＲ，補償フィルタの活用，胸部用フィルムの適用が上げられ、胸部画像の可能性の追求とディジタル化の可能性が大きなテーマとなった年代だったといえる。

ニ）1991年～2000年

撮影技術に関する論文として、「乳幼児呼吸同調胸部Ｘ線自動撮影装置の開発」で小和田らは、フェースマスクを用いて予め呼吸状態をモニターした後に撮影する装置を開発し、安定して吸気相での撮影が行えたと報告している[69]。石川らによる「小児Ｘ線撮影実態調査」の中に胸部の調査時の撮影条件が資料としてまとめられている[70]。また、「胸部断層撮影におけるガドリニウムフィルタの適用」で神崎らは、従来のアルミニウムフィルタで濃度補償をする場合、肺野内のコントラストが低下する欠点があったが、これを改善するためにガドリニウムフィルタを用い、さらにｋ吸収端を利用できる電圧で撮影することで、良好な結果が得られたと報告している[71]。「胸部病室撮影のための新しいグリッドの評価-ミスアライメントの効果について-」で羽手村らは、通常構造の格子比5：1のグリッドと低格子比グリッド、平行孔グリッドを比較し、低格子比グリッドがミスアライメントに関して総合的なグリッド特性として優れていたとしている（図2-4-12）[72]。第47回総会宿題報告として小川敬壽は「胸部単純撮影における肺癌模擬病巣の描出能」という題で、Ｘ線エネルギー，増感紙，フィルム，散乱線除去を総合的に加味し、大きさが10mm以下の模擬肺癌病巣を描出する条件について詳細に検討した結果を報告した[73]。第48回総会シンポジウムでは「医療における高速現像処理」が取り上げられ、45秒処理の自動現像機に焦

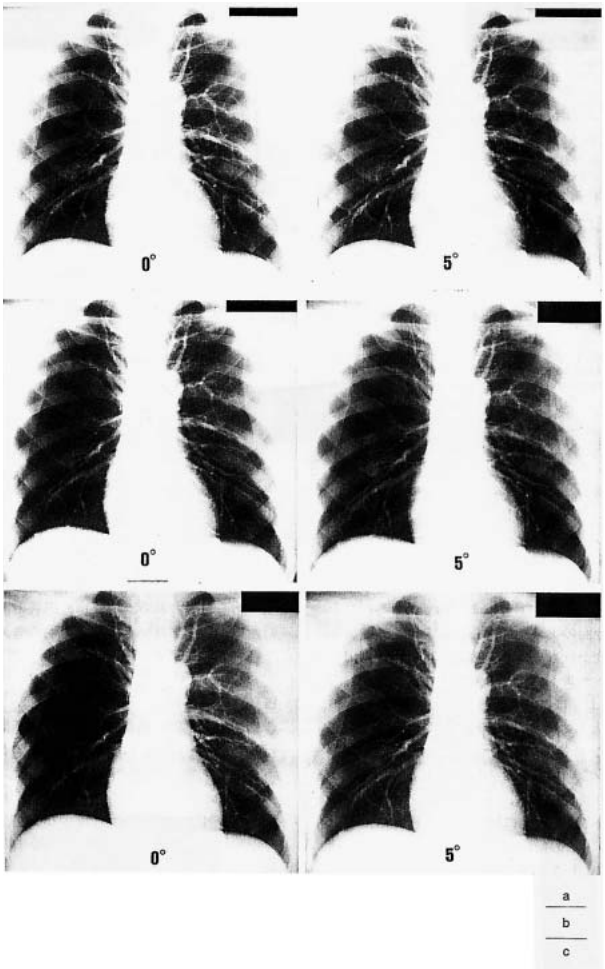


図2-4-12　3種類のグリッドを用いた胸部ファントムの比較（ミスアライメントなし；0，ミスアライメント：5°）で等（羽手村昌弘他：胸部病室撮影のための新しいグリッドの評価－ミスアライメントの効果について－．53（6），677-683（1997）より転用）

点を当てたシンポジウムの中で「胸部X線写真の臨床評価をめぐって」として伊藤春海が、結果としてどのような変化が見えなくては読影できないのかという立場で話題提供された[74]。

S-Fシステム関連の論文は際だって多く、「胸部専用スクリーン／フィルムシステムの視覚的評価-腫瘤性病変の検出-」で吉田らは腫瘤影に着目し、胸部専用ＡＤシステムと従来システムを視覚的に比較してその有用性を検証した[75]。さらに、永野らは「胸部専用新スクリーン／フィルムシステムの画質特性」の中で胸部専用S-Fシステムの物理特性を測定し報告した[76]。「胸部撮影のための新しい増感紙-フィルム系の画像特性-」で東田は、胸部専用スクリーン・フィルムシステムの物理特性を測定し、低濃度から中等度の濃度域で優れた粒状特性を示す因子について考察した[77]。また、村上らにより「胸部撮影のための新しい増感紙-フィルム系の臨床評価-」も報告されている[78]。「各種胸部撮影システム（Ｓ／Ｆ系）の画質評価」で森川らは、３社の胸部用フィルムースクリーンシステムと従来システムに対し、客観的評価と主観的評価を行い比較検討した[79]。

ＣＲ関連の撮影法の論文として、「胸部を対象としたCR systemでの撮影管電圧と付加フィルタの物理特性」で福西らは、ＣＲの高圧撮影時の問題点を明らかにし、線量の増加によりＳＮＲの低下を補填しなければならない点を指摘した[80]。学術調査研究班報告として「ディジタル画像撮影時の患者被曝線量の実態調査」の中で、ＣＲを用いた胸部の撮影電圧が10kV程度低くなる傾向が見られたが、ＣＲの導入前後で変化したものかは明らかではないとしている。また、フォトタイマの使用率が46.8%と低く、患者被曝の観点から適切な撮影条件を用いる必要性を指摘した[81]。「胸部と乳房のＣＲ画像におけるデータ圧縮の検討」で村上らは、ＣＲ画像を３種類の方法を用いて圧縮した画像を視覚的に比較した。胸部では可逆・非可逆ともに有意な差を認めなかったので、非可逆の1／25圧縮が使用可能であると述べている[82]。

ＣＡＤ関連として、1991年第47巻の画像部会講演要旨で田村は「胸部X線画像のコンピュータ支援診断」のなかでＣＡＤ研究の一端を紹介し、胸部X線画像からの線状影抽出について述べた[83]。「胸部ＣＲ画像の経時的差分処理による模擬腫瘤検出の改善」で小田らは、経時的差分処理のＣＡＤプログラムを用いて模擬腫瘤の検出能を検討した結果、肋骨と縦隔に重なる腫瘤の検出が改善され、通常検出される最小の腫瘤径もより小さいものが検出できたとしている[84]。さらに「肺門理を対象とした画像位置合わせ法-胸部X線画像の時間差分法-」で真田らは、ＣＡＤに使われる時間差分法の画像の位置合わせ法について検討し、前処理により肋骨陰影を除去し肺門理だけを強調した画像を作成することで差分画像を改善できたと報告した[85]。「間質性肺病変のコンピュータ分析におけるグレイレベル・ランレングス解析の応用」で杜下らは、新しい手法を胸部ＣＡＤに応用した結果、従来法では正しく分類できなかった症例の一部が分類できたことを報告した[86]。

他に、第22回放射線撮影分科会教育講演「胸部X線写真の条件」のなかで志田寿夫は、胸部写真が具備すべき条件を撮影システム，現像処理システム，画質にわたって詳細に述べている。また、第22回放射線撮影分科会報告「胸部X線写真の画質管理」の司会者集約では画質管理の心構えから重要事項、問題点について討論された内容が掲載されている[87]。第22回秋季大会放射線防護討論会「医療被曝低減への挑戦Ⅱ」の中に「胸部X線検査の実態と被曝低減目標」として大屋が福岡市内16施設で行った被曝関連因子の測定結果が掲載されている[88]。

1990年代の論文は撮影技術分野が減少し、ＣＲ関連とＣＡＤの画像処理に関する演題が多く見られた。特徴的なことはディジタル系の導入が進む中、アナログ系の胸部専用S-Fシステムに関する論文が多数掲載された点であろう。

総合的にはディジタル化は確実に広がりＣＲの撮影技術の確立と応用に関してさらに深く検討されると同時に、アナログ系のS-Fシステムへの関心も非常に大きいことが特徴といえる年代であった。

最後に、今回年代を追って整理してみて感じたことは、時代の要求に呼応しながら発展していく技術に対応していきながらも、いつも先人の足跡を振り返る姿勢を忘れてはならないという点である。

ii）　胸部間接撮影（胸部集団検診）

a）はじめに

我国での胸部間接による集団検診は鶴見三三氏により、国民病ともいわれる結核を一掃するために、昭和32年に名古屋の中心の栄町でツベルクリンとX線による無料集団検診を始めたのと[89]、東京の結核予防会の住民検診が最初であるといわれている。その頃の胸部間接撮影装置は、島津製作所が間接撮影用100mA型、東芝がコンデンサ式装置の技術的開発が、盛んに行われたと青葉泰司が報告している[90]。

b）カメラ方式装置，感材系，グリッド，フォトタイマ（1960年～1980年）

X線ミラーカメラの開発においては、オランダのデルフト社が1952年に開発した、F0.75～0.63という大口径

のミラー光学系を取り付けた“オデルカ・カメラ”（図2-4-13）がある。明るい光学系を持つオデルカ・カメラ

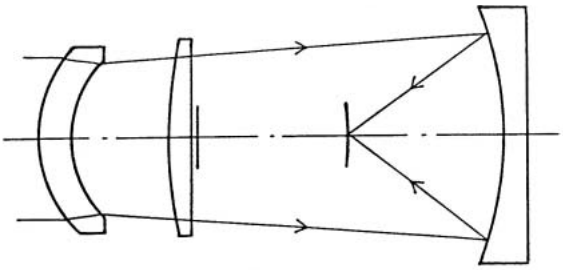


図2-4-13　Odelca Camera（1952）

を使えば、撮影の際のＸ線量が少なくて済み、Ｘ線被曝量の軽減にもなり画質の点でも優れている。

国内では、キャノンが1962年4月に名古屋で開催された医学放射線学会で展示。これが胸部用Ｘ線ミラーカメラCXM-70（図2-4-14）の完成で焦点距離1.86mmF0.63

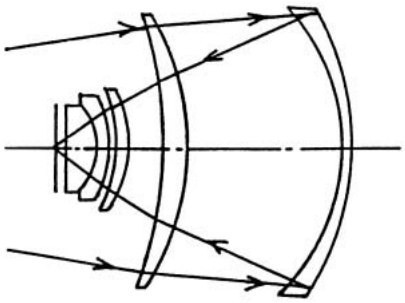


図2-4-14　Canon Mirror System III（1973）

の曲型で次々と開発し、胃部検診用にも利用されている。

イ）Ｘ線高電圧装置

Ｘ線高電圧装置は、1936年に製品化され全放電式の為、任意の線質を選択できないものであった。1955年には、三極Ｘ線管の実用化がされ1975年・第31回総会で土井ら（島津製作所）が「胸部間接撮影の信頼性」の保守点検上、安全性重視の回路設計を開発したと発表した。

第40回総会（1984年）で中尾ら（結核予防会）が「150kV・1μFのコンデンサ式胸部間接撮影の性能評価」80～110kVの電圧変動による性能評価をＪＩＳ規格により500回曝射試験を行ったとの発表した。

ロ）感材系

第29回総会（1973年）で須長（フジフィルム）は、「胸部間接用超迅速処理フィルムFZ-X、自現機FX-Pの開発」により長尺フィルムである30.5mも約15分で処理、車載化に成功したと発表した。

間接撮影用オデルカ・カメラ100mmカットフィルム、キャノン・ミラーカメラ100mm長尺フィルム同時開発。1976年には、砂屋敷（広島大）らは、「希土類螢光体の間接撮影への応用」として、市販のグリネックスG-8と極光P-8を用いた試用テストを行った。1977年には、川崎ら（結核予防会）が「希土類螢光体を用いたミラー間接に関する研究」として(1)報(2)報で、従来のＰＯ蛍光紙に比べ撮影管電圧の利用範囲が拡大した事と、1.5μFのコンデンサ式Ｘ線装置のとの比較検討を実施した。

ハ）グリッド

グリッドは、1978年真田ら（金沢大）が「胸部撮影における散乱線の影響について」グリッドの使用により散乱線除去効果が向上したとの発表。1980年には橋本（結核予防会）は「希土類蛍光体を用いたミラー間接に関する研究(3)報」でグリッド・フィルタを変化させ、グリッド8：1、フィルタ1.0mmAL＋0.2mmCuが高い画質評価を得たと発表した。

ニ）フォトタイマ

Ｘ線制御にも逐次電子技術が導入され、自動露出機構であるフォトタイマは1942年に考案されたが、1955年に間接撮影用として普及し、また、1970年頃から本格的に直接撮影用として用いられた。1955年頃には、電動式タイマが用いられたが、1956年頃より電子管タイマが実用化され、さらに1970年には半導体タイマに移行する。

1980年に吉原ら（鹿角病院）による「胸部間接撮影における薄型フォトタイマの使用による」発表があり、検出蛍光体Gd202S：Tbの使用経験があった。1989年には渡辺ら（ＪＲ東京総合）は、「フォトタイマの特性についての検討」と題して、電離槽方式と光電管方式との比較をし写真上の差異は認められなかったが、0.2mmCuフィルタ使用により約15%の被曝線量軽減がされたと言っている。

ｃ）1981年～1989年

1981年以降にも新しい動向は、ディジタルＸ線技術の進展であろう。Ｘ線写真に代わるものとして輝尽性蛍光板にＸ線の潜像を記録し、これをレザービームスキャンで読み取ってディジタル化するＦＣＲ方式（Fuji Computed Radiography）が開発された。

1984年は、グラデーション蛍光板（ＣＧ）が開発され、その使用テストが1982年に中尾らが「ミラー・カメラを用いる多目的胸部検診用グラデーション型蛍光板の検討」と題して、1.2.3報と従来のＰＯ蛍光紙との比較や、低圧・高圧における比較、肺門部・縦隔部の描写性の分析などを発表した。

1988年は清水ら（化成オプトニクス）が、胸部撮影における解像度・識別度を検討し、超高鮮鋭度タイプのものは、ミラー間接のＭＴＦ（1L／mm）がＣM-Ⅱ希土類蛍光紙より30%向上したと発表した。

第46回総会（1990年）にて、神津ら（結核予防会）は「周辺部を感度補正した胸部蛍光板の試作」として肺

野・肺尖部・周辺部・横隔膜下の示現能の向上が計られたと発表し、高電圧装置では1960年に至り整流管に代わって、半導体整流器が用いられるようになり、引き続きサイリスタ制御またはトランジスタ制御が取り入れられ制御性能が著しく向上した。さらに1973年以降はインバータ方式を用いた高周波高電圧装置が開発された。

インバータの利点は、(1)単相・三相・バッテリ電源で使用可能である点。(2)単相電源でも3相12ピーク形X線高電圧発生装置並みの出力特性が得られる点。(3)単相2ピーク形より脈動率が少ない、出力の線量率は単相の1.6倍得られる点。(4)出力X線の直線性・再現性が良い点。(5)高圧トランスが小型軽量化出来る点がある。1984年に田中（東芝那須工場）が「高周波インバータ方式X線発生装置（第一報）」として共振型インバータ装置の試作を行い、高圧トランスに引加する電圧の周波数を高周化することにより約1／10に小型化が可能となったと発表した。

1987年以降インバータ方式が主流となり、車載の胃部胸部検診車はコンデンサ方式に代わってインバータ方式となっている。

1995年インバータ式X線装置の特性検討班で、集団検診で萩原(神奈川県予防)は、胸部間接検診車等の高電圧・短時間特性・フォトタイマ特性・X線出力における再現性の評価を行った[91]。インバータ方式は、コンデンサ式装置に見られた暗流X線・残留電荷の問題が無く操作性・安全面でも有利となっている。

d）その他

1985年に胸部II間接の試み（神奈川県予防）において、シーメンス社大口径57cmIIを臨床面から、ミラー・カメラ、直接撮影と比較し、低線量で高鮮鋭度を得ることが出来たが国内では普及をみなかった。

1998年には、平面検出器（フラットパネルディテクタ）の搭載車、ＣＲ搭載の肺がん検診車とのX線ディジタル化への導入が除々に活躍しつつある。

［文献・資料］

１）レントゲン回顧　株式会社島津製作所
２）21世紀への懸橋　東芝メディカル株式会社
３）加藤久豊、他：ＦＣＲ開発の歴史、Fuji Medical Review、6、18－36、(1995)
４）竹吉千市、胸部撮影法の検討－第３報－、日放技学誌、17（1）、4-11、(1961)
５）森谷誠一、他、胸部X線撮影における焦点位置及び被写体角度の肺尖像に与える影響について、日放技学誌、19（4）、256-264、(1963)
６）第20回日本放射線技術学会シンポジウム「X線撮影法の自動化」、日放技学誌、20（2）、111-146、(1964)
７）第18回日本放射線技術学会シンポジウム「X線写真暗室処理」、日放技学誌、18（2）、77-142、(1962)
８）草皆太平、胸部X線撮影時の散乱線の状態について、日放技学誌、16（2）、56-71、(1960)
９）細江謙三、他、撮影時における被曝線量とフィルターの関係について、日放技学誌、17（1）、25-28、(1961)
10）第16回学会シンポジウム「診療時における被曝線量」、日放技学誌、16（3、4）、129-177、(1960)
11）第17回日本放射線技術学会シンポジウム「X線撮影時におけるフィルムに及ぼす散乱線の影響について」、日放技学誌、17（4）、171-208、(1961)
12）福田徹夫、他、Xレイコンテスト入選胸部写真の濃度について、日放技学誌、19（2）、49-152、(1963)
13）竹吉千市、胸部撮影法の検討－第４報－、日放技学誌、21（3）、269-273、(1965)
14）成富弥三、硬線撮影の研究、日放技学誌、18（3）、219-224、(1962)
15）中村實、X線写真の画質に及ぶす因子の研究、日放技学誌、20（4）、243-290、(1964)
16）草皆太平、断層撮影法の研究－第２報－：散乱線について、日放技学誌、17（3）、143-158、(1961)
17）竹吉千市、胸部断層撮影法の検討－３報－：国産断層撮影装置の改善について、日放技学誌、17（4）、223-231、(1961)
18）竹吉千市、胸部断層撮影法の検討－4報－：精度試験法の問題点と鑑別法、日放技学誌、18（4）、232-237、(1962)
19）第21回総会シンポジウム「断層撮影法における技術的諸問題；主として一方向運動胸部断層撮影法について、日放技学誌、21（2）、173-229、(1965)
20）中正、0.3×0.3mm回転陽極焦点における胸部高圧拡大撮影について、日放技学誌、17（1）、35-39、(1961)
21）内田謙祐、Gridによる胸部X線重複撮影法から得た肺活量左右比のX線学的算出法について、日放技学誌、16（1）、23-29、(1960)
22）竹吉千市、胸部撮影法の検討－第５報－撮影時間の簡易測定法、日放技学誌、22（2）、189-194、(1966)
23）増野豊、他、X線撮影時の体位が乳児胸部X線写真の肺野面積におよぼす影響について、日放技学誌、17（1）、12-19、(1961)
24）山口福司、乳幼児胸部撮影台及び股関節撮影台の試作について、日放技学誌、18（4）、264-269、(1962)
25）大隅豊、乳幼児の胸腹部X線撮影台の試作、日放技学誌、26（3）、274-279、(1970)
26）滝沢正臣、乳幼児呼吸同期X線撮影法、日放技学誌、24（4）、297-303、(1968)
27）松浦衛、新生児のX線撮影について、日放技学誌、25（4）、222-238、(1969)
28）竹吉千市、胸部撮影法の検討－第６報－、日放技学誌、26（3）、305-317、(1970)
29）竹吉千市、胸部撮影法の検討－第７報－、日放技学誌、27

(5)、429-436、(1971)
30）竹吉千市、胸部撮影法の検討―第８報―、日放技学誌、28(5)、442-447、(1972)
31）竹吉千市、第31回総会宿題報告「胸部撮影法の基礎的研究」、日放技学誌、31（3)、247-286、(1975)
32）伊場昭三、胸部Ｘ線撮影時の管球焦点の高さと肺尖野の広さ、日放技学誌、27（5)、437-444、(1971)
33）沢田武司、等、140kVp、200kVp、6MeVX線像の比較検討、日放技学誌、28（4)、368-373、(1972)
34）沢田武司、等、200kVpＸ線撮影の検討、日放技学誌、30(4)、359-363、(1974)
35）沢田武司、等、200kVp撮影の画質評価と被曝線量、日放技学誌、31（1)、18-22、(1975)
36）倉光、等、胸部高圧撮影時のグリッド法とグレーデル法の比較、日放技学誌、31（3)、215-220、(1975)
37）石原晃二、他、胸部高圧撮影時における増感紙を利用した付加フィルターの効果について、日放技学誌、31（5)、445-452、(1975)
38）大宮博幸、被曝線量減少のための増感調色法と濃度に関する研究、日放技学誌、33（1)、26-33、(1977)
39）沢田武司、等、多軌道断層撮影装置（東芝LGM-1型)、日放技学誌、29（2)、168-178、(1973)
40）沢田武司、等、フィルム傾斜断層撮影の検討、日放技学誌、31（3)、241-246、(1975)
41）岡山昭雄、等、肺門部断層撮影における補償フィルタ、日放技学誌、34（5)、501-506、(1978)
42）光田秀雄、他、Ｘ線直接撮影における無暗室方式について、日放技学誌、29（5)、408-411、(1973)
43）第５回放射線技術シンポジウム「デーライトシステムについて」、日放技学誌、33（6)、788-817、(1977)
44）宮城哲夫、等、呼吸同調器の検討、日放技学誌、30（1)、7-12、(1974)
45）第７回放射線技術シンポジウム「高感度増感紙システムの問題点」、日放技学誌、36（3)、378-395、(1980)
46）撮影技術委員会報告、日放技学誌、34（3)、209-220、(1978)
47）宮崎茂、他、自動露出装置における時間特性について、日放技学誌、34（3)、202-208、(1978)
48）牧野芳夫、他、胸部Ｘ線撮影における補助固定具の考案、日放技学誌、42（4)、543-547、(1986)
49）深井和彦、他、移動型Ｘ線装置装置による新生児の拡大撮影、日放技学誌、45（9)、1546-1553、(1989)
50）猪瀬智哉、等、胸部高圧撮影（140kV）におけるCross Gridの評価、日放技学誌、43（1)、34-39、(1987)
51）遠藤幸一、他、医療被曝の最適化に関する研究　胸部Ｘ線直接撮影条件による皮膚線量、日放技学誌、42（5)、635-642、(1986)
52）第44回総会シンポジウムで「放射線技術における信頼性の向上―胸部単純Ｘ線撮影技術に関してー」、日放技学誌、44（11)、1619-1625、(1988)
53）岡山昭雄、他、補償フィルタを用いた肺門部断層撮影の臨床的考察、日放技学誌、41（3)、428-434、(1985)
54）岡山昭雄、他、補償フィルタとＣＲ併用の縦隔・肺門部Stereozonography、日放技学誌、45（6)、715-722、(1989)
55）上田稔、第３７回総会宿題報告「多軌道断層装置と撮影技術について」、日放技学誌、37（4)、439-454、(1981)
56）浜川純一、他、ＦＣＲによる胸部のone shot energy subtractionについて、日放技学誌、41（7)、1070-078、(1985)
57）上田克彦、他、胸部写真におけるWallis Filterによる画像処理の効果、日放技学誌、46（6)、810-815、(1990)
58）東田善治、第46回総会宿題報告「乳房および胸部Ｘ線検査におけるコンピューテッドラジオグラフィー（ＣＲ）の応用―乳房微少石灰化および胸部腫瘤の検出能についてー」、日放技学誌、46（10)、1690-1711、(1990)
59）岡田弘治、他、胸部Ｘ線写真における総合的画像解析Ｉ―濃度域にわたる解析―、日放技学誌、44（1)、10-17、(1988)
60）橋田昌弘、他、胸部腫瘤型陰影の検出能―受光系と拡大撮影による相違―、日放技学誌、44（1)、23-28、(1988)
61）船橋正夫、他、胸部用スクリーンフィルムシステムの評価、日放技学誌、44（10)、1472-1480、(1988)
62）松浦浩、秋季学術大会大会長講演「胸部撮影の最近の動向と適正化」、日放技学誌、42（2)、290-297、(1986)
63）片山　仁、撮影分科会教育講演「単純写真の価値と限界」、日放技学誌、40（4)、605-609、(1984)
64）大場覚、分科会報告「胸部・腹部単純Ｘ線写真における像の成り立ち」、日放技学誌、40（7)、1093-1103、(1984)
65）分科会報告「第３回放射線撮影分科会報告」、日放技学誌、41（1)、119-130、(1985)
66）伊藤春海、肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討Part1、日放技学誌、43（4)、589-600、(1987)
67）伊藤春海、肺疾患におけるレントゲンと病理の比較検討Part2、日放技学誌、43（11)、1708-1720、(1987)
68）委員会報告「増感紙、フィルムについてのアンケート集約」、日放技学誌、38（2)、219-226、(1982)
69）小和田菊夫、他、乳幼児呼吸同調胸部Ｘ線自動撮影装置の開発、日放技学誌、49（1)、1-7、(1993)
70）石川光雄、他、小児Ｘ線撮影実態調査、日放技学誌、50(7)、806-816、(1994)
71）神崎竜二、他、胸部断層撮影におけるガドリニウムフィルタの適用、日放技学誌、49（4)、576-581、(1993)
72）羽手村昌宏、他、胸部病室撮影のための新しいグリッドの評価―ミスアライメントの効果についてー、日放技学誌、53（6)、677-683、(1997)
73）小川敬壽、第47回総会宿題報告「胸部単純撮影における肺癌模擬病巣の描出能」、日放技学誌、49（10)、1761-1785、(1993)
74）伊藤春海、第48回総会シンポジウムー医療における高速現像処理―「２．胸部Ｘ線写真の臨床評価をめぐって」、日放技学誌、48（12)、2103-2109、(1992)
75）吉田賢一、他、胸部専用スクリーン／フィルムシステムの

視覚的評価（腫瘤性病変の検出）、日放技学誌、51（12）、1737-1741、（1995）
76）永野裕美、他、胸部専用新スクリーン／フィルムシステムの画質特性、日放技学誌、51（12）、1742-1746、（1995）
77）東田善治、他、胸部撮影のための新しい増感紙―フィルム系の画像特性、日放技学誌、52（4）、524-529、（1996）
78）村上康則、他、胸部撮影のための新しい増感紙―フィルム系の臨床評価、日放技学誌、52（5）、658-663、（1996）
79）森薫、他、各種胸部撮影システム（Ｓ／Ｆ系）の画質評価、日放技学誌、55（9）、943-949、（1999）
80）福西康修、他、胸部を対象としたCR　systemでの撮影管電圧と付加フィルタの物理特性、日放技学誌、55（10）、1018-1026、（1999）
81）学術調査研究班報告「ディジタル画像撮影時の患者被曝線量の実態調査」、日放技学誌、53（5）、633-637、（1997）
82）村上誠一、他、胸部と乳房のＣＲ画像におけるデータ圧縮の検討、日放技学誌、51（1）、13-18、（1995）
83）田村進一、他、画像部会講演「胸部Ｘ線画像のコンピュータ支援診断」、日放技学誌、47（11）、1979-1983、（1991）
84）小田敍弘、他、胸部ＣＲ画像の経時的差分処理による模擬腫瘤検出の改善、日放技学誌、55（11）、1101-1108、（1999）
85）真田茂、他、肺門理を対象とした画像位置合わせ法―胸部Ｘ線画像の時間差分法―、日放技学誌、56（3）、398-404、（2000）
86）杜下淳次、他、間質性肺病変のコンピュータ分析におけるグレイレベル・ランレングス解析の応用、日放技学誌、56（3）、384-390、（2000）
87）第22回放射線撮影分科会報告「胸部Ｘ線写真の画質管理」、日放技学誌、50（12）、2043-2057、（1994）
88）大屋信義、第22回秋季大会放射線防護討論会―医療被曝低減への挑戦Ⅱ―「２．胸部Ｘ線検査の実態と被曝低減目標」、日放技学誌、51（11）、1685-1693、（1995）
89）鶴見三三：予防医学のその実際、
90）青柳泰司：Ｘ線検査とその計測技術について、日放技学誌、44（6）、665-699、（1988）
91）萩原　明：インバータ式Ｘ線装置の特性と臨床への応用、ISSN1340～7716　集団検診より

2.4.3　腹部領域

i）はじめに

腹部単純Ｘ線撮影は、超音波やＣＴおよびＭＲの開発、普及によって、役割が大きく変化してきた。しかし現在でも、腹部単純Ｘ線撮影は、一度に下肺野を含めた腹部全体を眺められ、短時間にたくさんの臨床的確認チェックができる便利さ、費用の安価さ、次の検査への方向示唆など多くの情報量が得られる検査である。腹部単純Ｘ線撮影はガスや骨を初めとして脂肪や筋肉、液体などのＸ線透過性の差を写真上に濃淡の濃度差として画像化している。

腹部単純Ｘ線撮影に関する研究発表は、臨床的に撮影頻度が高いにも関わらず、多くの研究発表が認められる胸部単純Ｘ線撮影に比較し非常に少ない。その理由として考えられることは、腹部単純Ｘ線撮影は腹部臓器病変に関して特異的な所見を示さず、随伴所見を示すのみであることがあげられる。つまり画像から断定的な診断を下せる割合が低く、内容的に究めていくことが少ないからであると想像される。その中で腹部単純Ｘ線撮影が、診断上重要である疾患はイレウスや泌尿器科系の疾病であろうか。イレウスの診断における腹部単純Ｘ線撮影の役割は、最も重要な検査で、その所見から閉塞部位の判定のみならず、鑑別診断上大きな役割を果たす。小腸閉塞では皺壁を伴った小腸係蹄のガス充満像が見られたり、魚骨様あるいは蛇腹様サインなど特徴的な画像所見が多く報告されている。また大腸閉塞では腸管の拡張度が著しく特徴的なHaustra coilが認められるなど腹部単純Ｘ線写真の臨床的報告は多数認める。

撮影法として、情報量が多い仰臥位撮影が基本となる。加えてガスや液体貯留、石灰化の移動を観察したり腎の下垂を見るための立位撮影、そして側臥位前後像撮影などがあるが、詳細な放射線技術的研究は少ない。また前後像を腹臥位で撮影すべきという報告も見られたが、現在実施しているところは少ないと想像される。

腹部単純Ｘ線撮影は、scout filmやsurvey filmと呼ばれるように腹部の画像診断において腹部骨盤全体を観察できることからfirst stepで実施される。しかしながら濃度分解能でＣＴに劣り、軟部組織や水の描出能でＵＳに劣る。参考に表2-4-1に腹部用Ｘ線撮影装置の変遷を示す。

ii）求められる画質

腹部全体の輪郭がよく描出されていることが条件である。肝臓・腎臓・脾臓などの輪郭・大腰筋、腸腰筋さらに側腹部脂肪層も見えること、膀胱も尿が貯まっていれば観察できることである。そのためにはガス・脂肪・水（軟部組織）・金属（骨）の４つの濃度の判別が求められる。ガスや金属は僅かでも描出されるが、脂肪や水はＸ線束に厚みがあると描出できない。故に液体貯留に対するドレナージ（穿刺）支援画像として腹部単純Ｘ線撮影は利用できないし、腫瘤性病変の診断は当然ながら無理である。

iii）学術発表内容

総会・秋季大会の発表演題内容を調査した（図2-4-15）。腎盂尿路撮影（ＤＩＵ）、骨盤計測、尿道撮影などに対して手技などの工夫が発表されている。

年代	装置の形式	定格出力	制御方式	周波数	メーカ	用　　途
1969	CMX 110		共振形	0.50kHz	GE	回診車・外科用X線装置
1977	DHC-121	11kw	方形波	0.50kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1979	BV 21	2kw	共振形	0.30kHz	PHILIPS	回診車・外科用X線装置
1979	Mobil-XR	30kw	共振形	5.0kHz	SIEMENS	回診車・外科用X線装置
1981	WHA-10	2kw	方形波	0.30kHz	島津	回診車・外科用X線装置
1983	BV-25	3.15kw	共振形	0.30kHz	PHILIPS	回診車・外科用X線装置
1985	DHF-105CV	13kw	共振形	2.0kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1987	SKT-60F/60M	3.00kw	共振形	1.0kHz	東芝	回診車・外科用X線装置
1988	Stenix	3.00kw	共振形	8.0kHz	GE	回診車・外科用X線装置
1989	DHF-123CV	12.5kw	方形波	0.5kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1989	GM-1215	15.0kw	方形波	20kHz	田中レ	回診車・外科用X線装置
1989	ANX	18.0kw	共振形	2.0kHz	GE	回診車・外科用X線装置
1991	IME-12A/12AM	16.0kw	共振形	20kHz	東芝	回診車・外科用X線装置
1992	Sirius12HA	12.0kw	共振形	8.5kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1992	Siremobil2000	1.40kw	共振形	20kHz	SIEMENS	回診車・外科用X線装置
1993	MU 125M	32.0kw	共振形	30kHz	島津	回診車・外科用X線装置
1993	SIRIUS 12HX	12.0kw	共振形	8.5kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1994	Mobilett Plus	30.0kw	共振形	20kHz	SIEMENS	回診車・外科用X線装置
1997	Sirius 12HP	12.5kw	共振形	20kHz	日立	回診車・外科用X線装置
1988	MXO-15B	15.0kw	共振形	5.0kHz	東芝	集団検診車用X線装置
1990	DHM-153CV	15.0kw	方形波	0.50kHz	日立	集団検診車用X線装置
1993	XUM150M	32.0kw	共振形	30kHz	島津	集団検診車用X線装置
1980	Pasix 80	80.0kw	共振形	25kHz	GE	直接・透視撮影用X線装置
1980	Polyphos 300(30)	30.0kw	共振形	5.0kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1981	Polyphos 500(50)	50.0kw	共振形	5.0kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1982	Polydoros 800(80)	80.0kw	共振形	5.0kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1983	SCP 50	50.0kw	共振形	7.0kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1983	KXO-1050F	100kw	方形波	0.20kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1984	SCP 100	100kw	共振形	7.0kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1985	MPG 50	50.0kw	共振形	17kHz	GE	直接・透視撮影用X線装置
1985	Super 80CP	80.0kw	共振形	7.0kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1986	MEDIO 65	65.0kw	共振形	7.0kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1990	GT-1532	32.0kw	方形波	20kHz	田中レ	直接・透視撮影用X線装置
1990	KXO-50F/50N	50.0kw	共振形	5.0kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1987	UD150B	80.0kw	方形波	3.0kHz	島津	直接・透視撮影用X線装置
1987	Polydoros 50S	50.0kw	共振形	5.0kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1988	DHF-1510	100kw	方形波	0.50kHz	日立	直接・透視撮影用X線装置
1988	KXO-80F	80.0kw	方形波	0.25kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1988	Super100CP	100kw	共振形	7.0kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1990	DHF-155H	50.0kw	共振形	10kHz	日立	直接・透視撮影用X線装置
1991	UD150B-10	80.0kw	共振形	30kHz	島津	直接・透視撮影用X線装置
1991	MPG80	80.0kw	共振形	17kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1992	KXO-50C	50.0kw	共振形	5.0kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1993	Polydoros SX50	50.0kw	共振形	20kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1993	DHF-1510H/HS	100kw	共振形	10kHz	日立	直接・透視撮影用X線装置
1993	KXO-80G	80.0kw	方形波	15kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1993	Polydoros SX50	50.0kw	共振形	20kHz	SIEMENS	直接・透視撮影用X線装置
1995	KXO-80M	80.0kw	方形波	15kHz	東芝	直接・透視撮影用X線装置
1995	Optimus80	80.0kw	共振形	18kHz	PHILIPS	直接・透視撮影用X線装置
1996	MPT80	80.0kw	共振形	50kHz	GE	直接・透視撮影用X線装置
1997	DHF-158H	80.0kw	共振形	20kHz	日立	直接・透視撮影用X線装置
1998	UD150B-30	80.0kw	共振形	50kHz	島津	直接・透視撮影用X線装置

表2-4-1　腹部Ｘ線装置

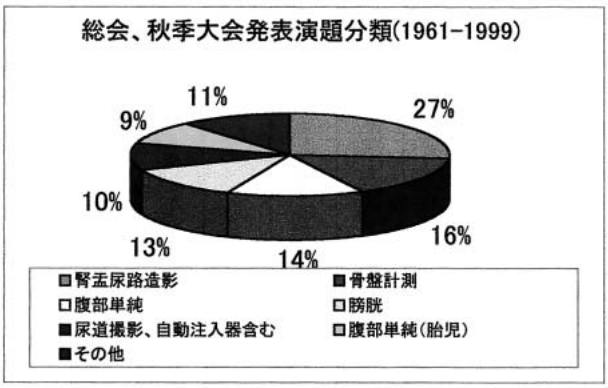


図2-4-15

ａ）腹部単純Ｘ線撮影

生殖腺が直接照射野に入る部位であるので被曝に関する発表も多く見られる。1960年被曝と画質の関係が初めて論じられて以降、1975年、希土類システムの登場で新たな展開をした。1982年ＦＣＲの登場で、腹部においても期待されたが、胸部ほど脚光を浴びることはなかった。しかしながら地道に腹部ＣＲ撮影の研究が２、３件報告されている。そして2000年ＦＰＤ（flat panel detector）の臨床応用が開始され、新たな展開が期待されている。腹部単純Ｘ線撮影の撮影件数は日常多く見受けられるが、本会での詳細な検討報告は少ない。消化管検査後におけるバリウム残留像の検討（虫垂部）、尿管結石の描出能、被曝、補償フィルタ等の発表が数例あるだけである。その中で撮影分科会が「腹部単純撮影」をテーマにし、教育講演「ＣＴ・ＵＳ時代における再評価」[1] ワークショップ「腹部単純撮影技術」において画質と線量に主眼をおき、感光材料やグリッドなどの備品を含めて腹部単純撮影技術論を展開している[2]。ＣＴ，ＵＳ時代における腹部単純Ｘ線撮影の役割を、そして読影診断上から望まれる画像を定め、線質、感光材料、グリットなどの基礎データと照らし合わせ画質を論じている。

ＣＲを使用した腹部単純Ｘ線撮影では、線量や線質を検討した例が垣間見られるが、病室撮影における腹部単純Ｘ線撮影線量は撮影技師により５倍の差にもなっているという報告もあり、日常のデジタル系の線量を最適化することが求められる。この点で委員会の活動の重要性は高く、そして臨床への浸透性を高める努力が必要であろう。尿管結石描出能から、線質を検討した報告もあるので、それらはＣＲのＩＰやＦＰＤの検出器としての検討に今後続くだろう。前処置に関しては、胃腸内食物残査や腸管内ガス陰影を極力減少させるために、朝食を禁止したり薬剤を投与したりしたが、明瞭な効果が得られず、Ｘ線装置の進歩や技術革新によって現在では明瞭な画像が得られ、外来患者においてもまったく無処置で安定した診断価値の高い画像が得られている。

胎児撮影に関しては1960年代全般に数例発表が見られる。胎表造影術や、撮影目的や頻度、使用感材を含めた撮影条件の検討である。しかし最近の研究発表はまったくない。

ｂ）骨盤計測

1960～1970年代は骨盤計測の意義、測定技術、測定誤差そして、その許容範囲等を検討した発表が多く見られる。1990年代は高感度Ｆ／ＳシステムやＣＲを用いた撮影線量の検討が報告され、特に線量限界が検討されている。被曝は大きな問題であり、地道な研究が発表されている。特に新しいシステムが導入された時は当然ながら検討し評価を加えているので、今後画像処理を含めて段階的な発表が続くと予想される。

骨盤計測において画像が歪んでいては計測できない。もし恥骨結合上縁と第５腰椎棘突起が同じ高さになければ、像は歪み、計測誤差が大きくなり用いられない。画像上での目安は、Martius法では閉鎖孔、Guthmann法では寛骨臼を観察すればよいのである。閉鎖孔が写ったり、少なくとも一つの寛骨臼像の中心が他側の寛臼像をはずれるものは計測に用いてはならない。本法の実施時期は分娩開始後、特に陣痛発作時であるが、適応があれば分娩前でもよいといわれている。

ｃ）腎盂尿路撮影

検査手法に関する工夫や改善などの取り組みが多く報告されている。1960代から1990年代にかけて撮影法の工夫を中心に均等的に発表されている。1960年代は腹部を圧迫したり、頭位を15°～20°低くした体位で撮影して画質を改善したという報告が数例ある。圧迫法は、診断価値を高めるために尿管、腎盂内の造影剤をできるだけ停滞させ、明瞭な画像を得るために下腹部全体を強く圧迫する方法だが、患者の苦痛や圧迫効果の不確実性があり、また造影剤副作用の誘発の一因ともなっていることもいわれ現在は実施していない施設が多い。

腎盂断層についても1966、1975年に研究発表が１件づつあるが、それ以後報告はない。現在断層可能な装置にて検査をしていても断層像を求められることは少ないのではないか。まれにはガス像を外す目的で実施される場合があるが、超音波やＣＴの普及とともに激減していると思われる。過去に於いて腫瘤生病変の診断（腎嚢胞との鑑別）に有用とあるが現在は超音波検査が優先されるだろう

腎盂尿路撮影は1960年代から現在まで検査件数はそれほど減っていない状況である。泌尿器系の標準的な検査法であり、臨床的には必須な検査であるのであろうか。

尿路診断においては他のモダリテイでは得られない尿路全体像が観察できる大きなメリットがある。

ＤＩＰとＩＶＰを比較してみるとＤＩＰが３倍発表が多く、特に1960代に多くなっている。ＤＩＰは、ＩＶＰに比較して上部尿路における尿の充満度が良好であるとともに、尿中造影剤濃度が高く鮮明な腎杯尿管像が得られ、逆行性腎盂造影の代わりになるうるとされた。また腎機能低下例では60分、120分、場合によっては24時間像を行い有用な情報が得られるという報告もある。しかし大量の造影剤の使用による利尿効果が、上部尿管系より膀胱への蠕動運動を高め逆に充満度の低下をきたし腎盂、腎杯系の描出が不良となることがある。また大量の造影剤によって尿管結石が隠れてしまい診断能を低下させてしまうことも知られた事実である。最近の造影剤の進歩で、特別な場合を除きＩＶＰで充分といわれており、目的に合わして選択すべきである。

尿管は解剖学的に体軸上一様ではない。故に尿管全体を描出することは簡単ではない。そこで２回呼吸法などの呼吸の工夫や、尿管が体軸方向にＳ字状に走行していることから腹臥位での撮影を実施し、尿管描出を改善している報告もある。カテーテルの挿入がなく、非侵襲的であり、他の画像診断では得られない一枚の画像上に尿管の上端から下端まで描出するという特色をもった本検査が今後も続くのだろうか。

造影剤の腎杯内の出現時間は腎の糸球体濾過率の変動を示すことから、腎血管性高血圧症のスクリーニング法として、急速静注を用いた腎機能評価法が、簡易測定法として実施されることがあるが、完全な糸球体の定量解析には至らない。

ＣＲも多用されており、線質や線量に関する研究や腎盂尿路撮影に適した処理条件の検討も見られる。また小児に対する撮影時間や、撮影条件の検討もある。

ｄ）尿道造影

1960年から1980年代まで２例／年程度の発表があるが、最近はない。やはり術者の被曝の問題が大きく、自作注入器も開発されたり、専用撮影台を試作したり工夫している。

尿道撮影は、排尿異常の原因が尿道にあると推測される場合や、器械などの尿道挿入が不可能若しくは、困難な場合に適応となる。撮影体位は通常、斜位像特にLanger-Wittkowsky体位が賞用されている。被検者に45°の斜位をとらせ、上になった下肢はまっすぐ進展させ、下になった下肢は股関節と膝関節で強く屈曲させる。造影剤は20mlを使用し、徐々に注入しながら15ml注入し終わったら時点で撮影し、その後も注入を続ける。

術者の躯や手などに対するＸ線防護に関して鉛ゴム製手袋や防護衣を用いたり、工夫された陰茎鉗子や嚢状カテーテルが報告されているが、操作感に劣り防護衣を除き使用している施設は少ないだろう。そこで造影剤の自動注入器の開発が続けられた[3,4]。しかし一方で造影剤の注入度合いをダイレクトに医師の手で感じて診断の一助にするという考え方もあり、普及はしなかった。日常の業務の中で術者の手に直接線が当たらぬよう最前の策を労じてほしい。

ｅ）膀胱撮影

1960年代から1980年代にかけて発表が見受けられるが最近はない。Ｘ－ＴＶを用いた透視撮影や造影法の検討、定量的評価法や被曝を考慮した高電圧撮影法の報告もある。膀胱は袋状の臓器であり撮影法も多種である。方法も通常の前後像から底部・軸方向撮影・斜位・側面などあらゆる方向から撮影されるが、過去の文献から膀胱腫瘍における描出率は前後撮影４％、底部撮影12％、軸性撮影48％、背面撮影46％とあり、好発部位の関係から軸性と背面の２つが優位に優れていると報告されている[5]。

膀胱腫瘍のＸ線撮影に関する研究が３報あり、臨床と基礎が絡み合った論点で、展開されたことが想像できる。袋状の臓器と言うことで造影剤の選択や、造影法の研究（二重造影法）、高圧撮影法や３回重複撮影法など、そして排尿時撮影の専用台作成など機能的検査の研究工夫も多い。またＸ線ＴＶを利用した動的撮影も試みられた。

ｆ）子宮卵管造影

1972年に子宮卵管写真から見た卵巣の位置という発表が１題あるのみである。子宮卵管造影法は外子宮口から造影剤を注入し、子宮腔の形態、卵管疎通性を検索する手技である。造影剤の注入量と注入圧を正確にコントロールすべきという意見もある。X-ＴＶ透視下で映像を観察しながら、自動注入装置で注入経過を継続的に記録する方法で、良い成績をあげている報告もある。造影剤は、子宮・卵管を通って腹腔内に入って、いったん吸収されたのち腎から排泄される。使用される造影剤は油性造影剤と水性造影剤が使用され、目的に応じて選択されてきたが、最近は非イオン性造影剤イソビストを使用することが多く、安全な結果を得ている。またカニューレにガラス管をつけて圧力計として造影剤の注入圧をコントロールする方法や自動注入器で圧測定しモニタリングし安全確実に実施する方法もある。Ｘ線学的には陰影欠損や変形、拡張、辺縁不整などが観察できればよく、性腺部位であるので最小の線量が求められる。

ｇ）造影剤

1970年から年代に１題ずつ副作用の発表がある。1979

年の非イオン性造影剤の登場に従い、造影剤の副作用に関する演題が微増した。研究発表としては尿路撮影時における副作用報告があり、心因性の要因分析報告もある。尿路用造影剤は1954年に３ヨードイオン性モノマー型のウログラフィンが、1962年コンレイが開発されて長く重用されていた。1977年イオパミロンに代表される３ヨード非イオン性モノマー型が登場し現在に至っている。
造影剤の副作用報告としては、「イオン性と非イオン性造影剤の副作用－日本における造影剤副作用調査委員会からの報告－」がある[6)]。非イオン性造影剤の出現によって副作用発現率はイオン性12.66％から非イオン性3.1％と激減した[6)]。従来から議論の多かった造影剤予備テストは造影剤の重篤作用を予知するのに少量の静脈内投与は、有用でないという結論が出された[7)]。副作用としては投与直後に発生する即時型がよく知られているが、これに対し検査後に発生する遅発性副作用もその実際が明らかになってきた[8)]。特に臨床的問題はないが、遅発性ショックというべき重篤な副作用が起こりうることである。

iv）まとめ

腹部単純Ｘ線撮影は、ＵＳやＣＴのような断層像に比較し、厚みが投影された画像であるので低コントラストの判別は困難である。腹腔内の遊離ガスや腸管内や腸管壁、胆嚢壁内のガス、腹腔内貯留液、腹腔内臓器内の陽性結石像、軟部組織の異常陰影の描出などが描出されなければならない。それ故に適正条件（管電圧等）が決定される。ガスや液体貯留観察の場合は、臥位や立位など体位を変換して観察する必要があるので、腹部単純Ｘ線撮影はなくならないだろう。しかし横隔膜下から恥骨結合まで一枚のフィルムに収めることは現在の日本人の体格から考えて難しい。腎盂尿路撮影において腎上極から恥骨結合まで充分含まれている確率は、身長170cmで73％、どちらか欠けている率は5.5％であり、身長が180cm以上では100％欠けていると報告されている[9)]。フィルムをこれ以上大きなサイズで新たに作成することは難しいが、ＣＲやＦＤＰの検出エリアを大きくする必要がありそうだ。

［文献・資料］

１）久　直史：腹部単純撮影－ＣＴ・ＵＳ時代における再評価－、放射線撮影分科会誌第23号、1-8、(1994)
２）畠山高志、上遠野昭、石川光雄、成松孝樹、宮崎茂：第23回放射線撮影分科会報告・腹部単純撮影技術、日放技学誌、51（6)、728-740、(1995)
３）伊勢孝雄：逆行性尿道造影撮影のための簡単な自動注入装置、日放技学誌、38（5)、698-700、(1982)
４）鮭川幸雄、加藤匡伸：簡易型尿道撮影用自動注入器の一考察、富士Ｘレイ研究、124、24-25、(1979)
５）高安久雄、西浦常雄：膀胱レ線像の研究（第３報)、膀胱腫瘍における軸性撮影法の検討、日泌尿会誌、46、711-718、(1955)
６）Katayama H.et al：Radiology、175（3)、621、(1990)
７）Yamaguchi, K.et.al：Radiology、178、363、(1991)
８）Yoshikawa, et al：Radiology、183、737、(1992)
９）佐野芳知：泌尿器系の撮影技術、放射線撮影分科会誌第16号、7-11.（1991)

2.4.4　骨・関節領域

i）はじめに[1)]

1895年11月、W.C.レントゲンがＸ線を発見。1896年４月には日本で初のＸ線撮影が試みられた。その後実験的段階を経て、1898年には日本最初のＸ線装置（シーメンス社製）が陸軍軍医学校に設置され、さらに1909年には軍医学校教程に「エックス放射学」が設けられ、放射線の医学への利用が進められていった。それまで輸入のみであったＸ線装置も国内での製作が可能となり、国内外でＸ線管・高圧発生器・リスホルムやブッキーブレンデなどＸ線写真の画質を飛躍的に向上させる技術が開発され、1930年頃には現在につながるＸ線撮影技術の基礎が形成されていった。1930年代～1950年代はＸ線撮影技術が飛躍的に発展した時代であり、Ｘ線間接撮影法や断層撮影法、Ｘ線I.I.が開発され、実用化された。また高電圧に耐えうる装置・Ｘ線管の開発およびグリッドの性能向上により高圧撮影法が臨床的に行われるようになった。

ii）骨一般Ｘ線撮影の変遷

ａ）1960年代

1950年代までにおおよそのＸ線装置が開発されたことを受け、断層撮影装置を応用した拡大撮影法[2)]や、Cu・Alによる濃度補償フィルタ[3)]など、既存の装置を利用しながら創意工夫をこらした撮影技術が多数発表された。1963年のシンポジウムでは、特にＸ線写真上に描出しにくい「胸骨・肋骨」についてポジショニング・感光材料を含め様々な撮影法の検討[4,5)]がなされ、電子写真修正装置（電子プリンタ）の利用についての報告[6)]もあった。

現像処理では1963年に国産の自動現像機が登場した。その頃の処理時間は６～８分であった。1967年に国産の自動現像機の第一次迅速化があり、３分30秒処理が可能となった。以後1968年には90秒処理が可能となったが、次の45秒処理時代までには約20年の歳月を要することと

なった[7]。

1966年のシンポジウムでは、化学製品の進歩に伴い、発泡スチロールなどのＸ線透過性に優れており、かつ加工の簡単な材質のものが普及してきたことを踏まえ、カセッテ・グリッド等の撮影用具からポジショニングの補助具までの多岐にわたるＸ線撮影用具について検討された[8, 9, 10]（図2-4-16,17）。

図４　カセッテホールダー

Fig.2-4-16

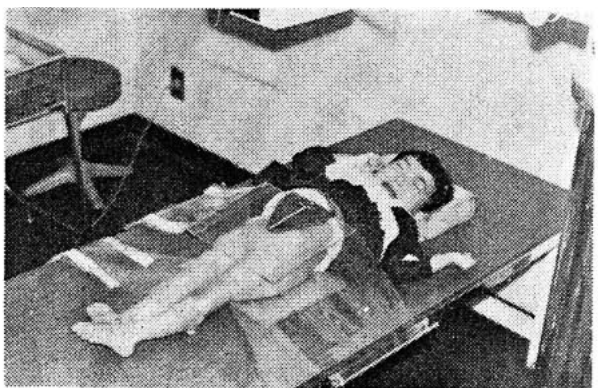


Fig.2-4-17

1968年には、「交通災害時のＸ線撮影技術」というテーマでシンポジウムが開催された[11]。これは産業の発展に伴い交通量が著しく増加し、交通災害の多発化かつ大型化が社会問題となったことを踏まえたものであった。

また同年には、世界初といえる潜水病の集団検診として、高圧による骨撮影を主とした検診の有用性が報告され[12]、労働医学への寄与も始まった。

この他、特に乳幼児の股関節撮影については被曝軽減の観点から、1960年代から様々な検討が行われており、生殖腺防護のための鉛プロテクタの形状や固定具・専用撮影台の試作等、多数の発表・報告がされている。1961年～2000年における乳幼児股関節撮影に関連した研究発表数の推移を図2-4-18に示す。乳幼児股関節撮影は、先

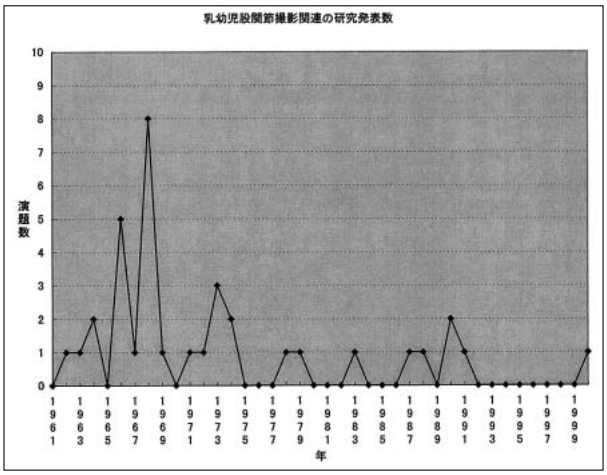


図2-4-18

天性股関節脱臼の早期発見を主眼に発展し、従来、間接撮影法による検診を行ってきた。しかし被曝や画質の問題により、直接撮影法へと移行し、1967年には間接撮影法と直接撮影法がほぼ同数に並んでいる[13]。以後、間接撮影法による検診は徐々に減少していくが、1969年の調査報告では全出生数の10%を越える乳児が受診していると推定されており、この検診による国民遺伝有意線量への影響は大きい[13]。

また、肩関節部など複雑な形状・体厚変化を持つ部位への濃度補償フィルタの検討[14]や、骨撮影における適正管電圧の検討、二重傾斜撮影（被写体に対しＸ線束がダブルアングルで入射する）の基礎から応用までの検討・報告等もされている。

ｂ）1970年代

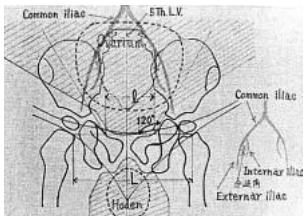
この時代はコンピュータが医療分野に浸透してきた時代であり、コンピュータを利用したＸ線ＣＴという画期的な装置が開発された時代であった。既存の各種Ｘ線撮影装置も発展し、断層装置は多軌道断層装置が、Ｘ線テレビジョン装置はカセッテレス方式がそれぞれ開発され普及していった[1]。1971年頃から多軌道断層装置が量産されるようになり、普及してきたことから、目的部位に応じた軌道の選択についての検討や、多軌道断層装置を利用・応用した撮影法についての発表[17]が多く見られるようになった。

感光材料の面では、1972年に希土類蛍光体の増感紙へ

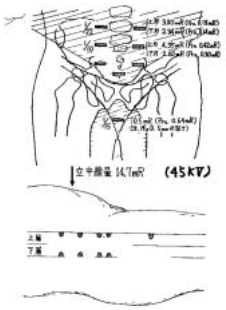
の応用の報告がなされたことから、希土類蛍光体が増感紙に利用され始め、受光系の感度を飛躍的に上昇させることとなった[1]。このころからフィルム・増感紙を一つのシステムとする概念が定着した。

自動現像機はコンピュータの導入もあり、より小型化・多様化していった。また、より自動化へと進んでいき、明室処理方式の開発につながっていった。

以前から検討が重ねられていた乳幼児股関節撮影については1970年以後も様々な検討が行われ、発表・報告されている。1973年には股関節検診に関する調査研究として検診の現状および問題点についての報告[13]がなされ、小児股関節・成人腹部・胎児撮影について、「X線検査時の患者被曝線量の軽減」をテーマにシンポジウムも開催された[18]。股関節・胸腹部を中心に乳幼児撮影全般については、翌年の第１回放射線技術シンポジウムでもテーマとして取り上げられている（図2-4-19）[19]。



生殖線の位置及び可及的防護部分（斜線の部分）



Mix-Dファントムによる線量測定

防護具実施例

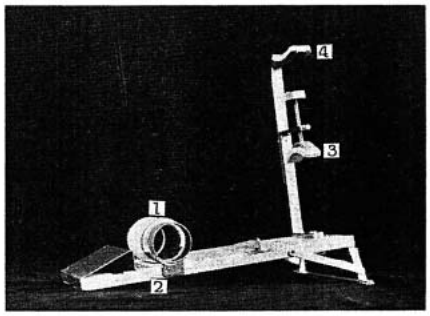
図2-4-19

また、1978年には希土類増感紙を用いた乳幼児股関節撮影時の被曝低減についての研究発表も見受けられる。

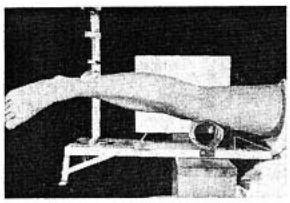
1960年代から引き続き、濃度補償についてフィルタの検討・試作の発表も多く、形状・材質の比較検討や回転速度可変のスリットフィルタの試作などが発表[20]されている。

1976年のシンポジウムは「神経溝・神経管・神経孔の撮影法」をテーマに開催され、一般的な撮影法に実際の知見を併せた報告[21, 22]や、オルソパントモグラフィ装置を用いた頸椎椎間孔撮影法などの報告[23]がされている。

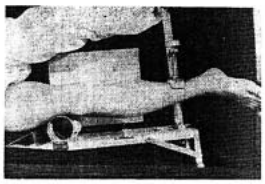
その他、特に下肢についての定量的計測を目的とした撮影法、骨盤計測における計測誤差の検討、さらに新しい計測法や撮影法など様々な研究発表がなされている。また、1979年には脊椎側弯症に対する計測用にスリット撮影装置を用いた全脊椎スキャノグラフィについての発表も出ている。



(a)



(b)



(c)

図2-4-20

造影検査も多く報告されており、関節腔造影（図2-4-20）[24]や脊椎ミエログラフィが造影剤・撮影手技などの面から検討されている。

ｃ）1980年代

医用画像とコンピュータの結合はX線ＣＴを誕生させたが、骨一般X線撮影の分野でもコンピュータの進歩に伴い、従来のアナログ画像からディジタル画像が臨床に用いられるようになった[1]。様々なディジタルラジオグラフィが研究・発表されたが、特に富士写真フィルムのＦＣＲに代表されるＣＲシステムはアナログ画像の長所を生かしつつ、ディジタル画像ならではの階調処理・周波数強調等の画像処理を可能とすることで、広く臨床に利用されるようになっていった。1987年には国内で約100台のＣＲ装置が稼動しており、「ＣＲ」をテーマに撮影分科会が開催され、ＣＲの使用状況・臨床上の有用性等について検討・報告[25]された。

整形外科領域の骨一般撮影は、従来は骨の形態や内部構造の観察を主目的に行われてきたが、徐々に関節を構成する軟部組織の痛みや機能障害に対する病態把握を目的とするようになってきた[1]。1970年代より、特に靱帯や半月板等の損傷の診断のため、ストレス撮影や関節腔造影が盛んに行われてきたが、その検討報告も多数あり、撮影体位の検討から補助具の検討、拡大撮影・断層撮影の応用的な撮影法など様々な報告がなされている。この情勢を踏まえ1982年の放射線技術シンポジウムでは、「整形外科領域における疾患別撮影技術について」[26, 27, 28]と、ストレス撮影用固定具を中心に「X線撮影用補助具について」[29~33]をテーマに開催された。また、1989年には「動態撮影およびストレス撮影とその画像評価」の教育セミナーが開催された[34]。

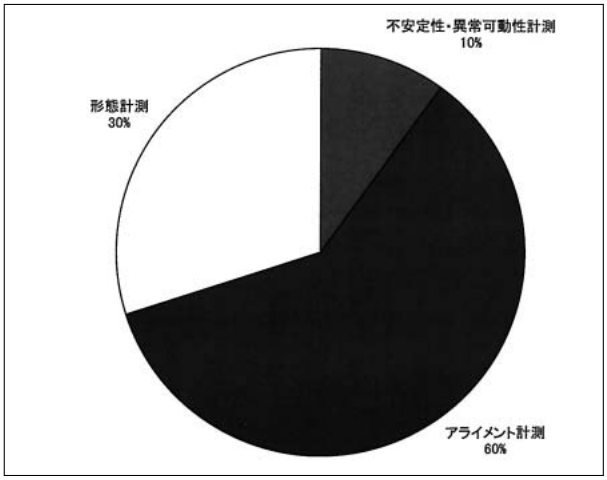


図2-4-21　計測診断の利用比率

また、人工関節置換術などのため、下肢実長などの計測の必要性も多く、これに関する研究発表も増加傾向にある。整形外科分野の単純Ｘ線写真の利用動向から、計測診断の要求内容の調査結果[35]を図2-4-21に示す。不安定性・異常可動性計測とはその距離や角度データとし、アライメント計測は角度・距離の偏位・比指数などで、形態計測は大きさ・形・幅・厚さ・深さ・高さ・長さ・径などとの比指数を振り分けた。

撮影体位としては、立位（荷重位）における下肢の撮影法が多く検討[26, 27]され、その増加により、立位多目的撮影台の試作も多く発表されている。

科学的に進歩する医療技術の中で、昔から培われてきた「技能」である撮影法を「技術」としてとらえ、系統立てて標準化していこうという試みから、1985年に日本放射線技術学会の委員会報告として、撮影法標準化検討班から中間報告[36]が出された。撮影法は古くから数多くの発表・著述がある。その中で、現在もなお活用されている撮影法については、その必要性・価値の認められた撮影法であると考えられる。これらの撮影法について、その根拠から考え、成り立ちから必然性を追求することで、意味のある標準化を試みている。この中間報告はまずは標準化のための考え方・方法をまとめたものとなっている。

ｄ）1990年代

わが国では急速に高齢化が進み、2010年には人口の約20%が65歳以上となると予測されている[37]。高齢化社会の到来に際して、高齢者の身体的特徴を知り、より楽な体位で良い画像を得るための撮影手技を検討しようと1993年に「高齢者に対する撮影技術」をテーマに第21回放射線撮影分科会が開催されている[37]。骨一般撮影を行った65歳以上の患者の撮影部位について分析を行ったところ、図2-4-22（a）～（d）に示すような結果となった[37]。

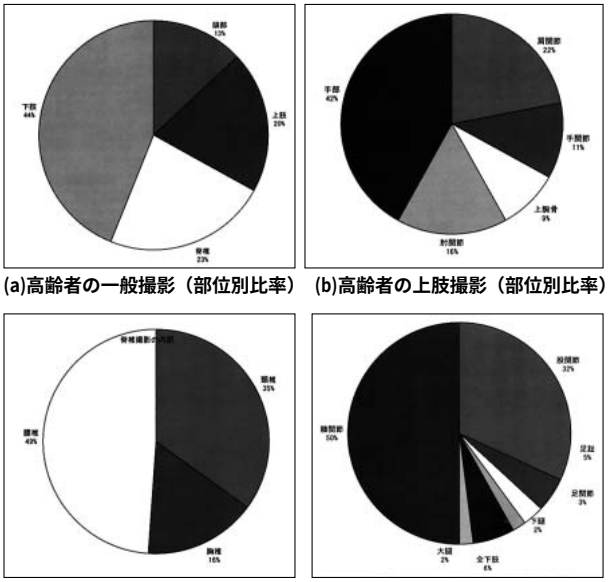


図2-4-22

1980年代より、整形外科領域のＸ線撮影法の検討のためにＣＴを利用した発表が出てきたが、特に1990年代は解剖学的な参考資料として３ＤＣＴやＭＲＩが利用されることも多くなった。また、このＣＴやＭＲＩからの情報が骨関節の単純写真の読影にフィードバックされることで骨関節Ｘ線写真への要求も厳しくなった[1]。高齢化に伴う慢性関節疾患の増加、国民のスポーツ志向に伴う関節・靱帯の損傷の増加もあり、疾患に対する撮影技術・動的変化に対する撮影技術への変化がより求められることから、1994年の撮影分科会では、「疾患別に見た骨関節のＸ線診断」[38]・「これからの四肢関節撮影」[39～42]を骨一般撮影面でのテーマとして開催された。関連して1995年には、技術学会学術委員会より「スポーツ外傷に対する単純撮影法のアンケート調査結果」も報告されている[43]。

ＣＲは当初、フィルム・スクリーン系に比べ被曝線量の低減が可能であるということが利点の一つであったが、フィルム・スクリーンの高感度化や、ＣＲの画質の重視などでその利点があいまいになってきた。そこで、ＣＲシステムの適正線量の検討やＣＲをどのように活用していけば良いかなど、再度さまざま検討がなされている。

ただし、近年ではＣＲシステムを「ディジタルイメージングの先駆的機器」の立場に位置づけるかのように、Ｘ線平面検出器（フラットパネルディテクタ）が登場し脚光を浴びつつある[44]。

また、ディジタルイメージング機器とコンピュータの結合から、診断支援（ＣＡＤ）システムの研究も徐々に進んでいる。

［文献・資料］

1）山下一也：医療放射線技術学概論．通商産業研究社、東京、(1991)．

2）井上五郎、野口信之、柿沼操、他：断層装置を応用せる骨の拡大撮影について．日放技学誌、18（2)、143～146、(1962)．

3）井上五郎、野口信之、柿沼操、他：胸椎撮影の一考察．日放技学誌、17（2)、75～78、(1961)．

4）河崎米次郎、勝浦秀雄：胸骨、肋骨撮影について．第19回日本放射線技術学会シンポジウム、大阪、1963.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、19（1)、39～50、(1963)．

5）鍵田政雄：胸骨、肋骨撮影について．第19回日本放射線技術学会シンポジウム・、大阪、1963.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、19（1)、51～58、(1963)．

6）土井信一格、宮川忠重、石見義夫、他：胸骨、肋骨撮影について．第19回日本放射線技術学会シンポジウム・、大阪、1963.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、19（1)、59～76、(1963)．

7）今井方丈：感光材料の変遷と撮影技術の対応．日放技学誌、45（11)、1766～1767、(1989)．

8）岡橋房一：X線写真撮影用具について．第22回日本放射線技術学会シンポジウム、鹿児島、1966.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、22（3)、255～274、(1966)．

9）松本宗夫：X線写真撮影用具について－主として頭部撮影固定補助具．第22回日本放射線技術学会シンポジウム、鹿児島、1966.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、22（3)、275～277、(1966)．

10）岡崎　長、藤木幹雄：X線写真撮影用具について－Positioningの補助用具．第22回日本放射線技術学会シンポジウム、鹿児島、1966.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、22（3)、278～294、(1966)．

11）板東富男、宇佐美敬一：交通災害時のX線撮影技術－特に受傷患者の統計的観察と頭、頸部救急患者の撮影を中心にして．第24回日本放射線技術学会シンポジウム・、京都、1968.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、24（1)、1～17、(1968)．

12）熊谷定義、柿原耕治、河田静宏、他：潜水病の骨の高圧撮影について．日放技学誌、23（4)、319～326、(1968)．

13）石坂正綱、遠藤幸一：股関節検診に関する調査報告（その１）検診の現状と問題点、日放技学誌、29（1)、31～39、(1973)．

14）柏　英和、中野武信、走里正治、他：形状用補償フィルターについて、日放技学誌、24（3)、200～207、(1968)．

15）八谷禎紀、中村　実：二重傾斜撮影法の検討（第１報)．日放技学誌、22（4)、319～328、(1967)．

16）八谷禎紀、中村　実：二重傾斜撮影法の検討（第２報)．日放技学誌、22（4)、329～339、(1967)．

17）雨皿　正、伊藤雅夫、下城　円、他：胸骨断層撮影法の研究－円軌道片側曝射法．第２回放射線技術シンポジウム・、横浜、1974.9、日本放射線技術学会、日放技学誌、30（6)、592～594、(1975)．

18）後藤勝正：X線検査時の患者被曝線量について（生殖腺を含む撮影系)．第29回総会シンポジウム・、久留米、1973.5、日本放射線技術学会、日放技学誌、228～236、(1973)．

19）羽柴　廣、尾花茂樹、丸山米三、他：乳幼児撮影について．第１回放射線技術シンポジウム、京都、1973.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、29（6)、476～504、29（6)．

20）井関昭夫、山崎敏男、堀部泰樹、他：回転速度可変Slitによる X線写真濃度補償の検討について．日放技学誌、31（1)、13～17、(1975)．

21）湯浅久司、土井信一格、中垣五月、他：神経溝、管、孔の撮影法．第３回放射線技術シンポジウム・、広島、1975.9、日本放射線技術学会、日放技学誌、31（5)、453～456、(1976)．

22）尾花　昌：結節間溝撮影法．第３回放射線技術シンポジウム・、広島、1975.9、日本放射線技術学会、日放技学誌、31（5)、466～468、(1976)．

23）斉藤哲夫、佐藤国男、佐藤新一、他：オルソパントモグラフ装置による神経孔撮影法－特に頸椎椎間孔撮影について．第３回放射線技術シンポジウム・、広島、1975.9、日本放射線技術学会、日放技学誌、31（5)、464～466、(1976)．

24）青木辰二、長沢　弘、堀川善輝：膝関節造影時の半月板示現に関する２、３の検討．日放技学誌、27（5)、445～450、(1971)．

25）勝　利彦：骨・軟部撮影への適用．第９回撮影分科会ワークショップ、浜松、1987.10、日本放射線技術学会放射線撮影分科会、日本放射線技術学会撮影分科会会報、17～21、(1987)．

26）橋口広行、黒江　篤、釘本　孝、他：整形外科領域における疾患別撮影技術について－１．足部Transverse Archの撮影法について．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3)、308～311、(1982)．

27）堀尾重治、岡部健吾、高橋伸一、他：整形外科領域における疾患別撮影技術について－２．膝関節疾患とX線検査法．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3)、312～322、(1982)．

28）米岡敏雄、長畑　弘：整形外科領域における疾患別撮影技術について－４．脊髄損傷患者における腹臥位腰椎撮影法について．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3)、326～329、(1982)．

29）岩佐　彰：X線撮影用補助具について－１．足関節ストレス撮影装置の有用性．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3)、349～353、(1982)．

30）大貫一信、山岸　豊、小笠原哲、大棒秀一、他：X線撮影用補助具について－２．膝関節造影用撮影固定台の試作．第９回放射線技術シンポジウム、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3)、354～358、(1982)．

31）世古勝彦：X線撮影用補助具について－３．頸椎撮影時の

頭部保持具について．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3）、359～363、（1982）．
32）谷越　修：Ｘ線撮影用補助具について－４．腰椎仰臥位撮影用補助具の試作．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3）、364～366、（1982）．
33）坂本眞一、坂手敏昭、大原由起子、高橋秀彰：Ｘ線撮影用補助具について－７．側弯症全脊柱撮影における簡易濃度補償フィルタについて．第９回放射線技術シンポジウム・、滋賀、1981.11、日本放射線技術学会、日放技学誌、38（3）、377～381、（1982）．
34）堀尾重治：動態撮影およびストレス撮影とその画像評価．教育セミナー、神戸、1989.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、45（10）、1664～1671、（1989）．
35）川村義彦：Ｘ線撮影法の作成技術と今後の臨床技術．第45回総会シンポジウム３、神戸、1989.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、45（11）、1751～1765、（1989）．
36）佐藤貞男、川村義彦、小川敬寿、他：撮影法標準化検討班中間報告－撮影法標準化の方法．日放技学誌、41（4）、649～657、（1985）．
37）榊　和宏：高齢者に対する撮影技術　１．一般撮影－膝関節撮影について．日放技学誌、50（4）、552～556、（1994）．
38）水野耕作：疾患別に見た骨関節Ｘ線診断．第22回放射線撮影分科会教育講演２、神戸、1994.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、51（5）、620～624、（1995）．
39）渡辺雅弘：これからの四肢関節撮影技術－１．骨関節撮影におけるＱＣの必要性．第22回放射線撮影分科会ワークショップ２、神戸、1994.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、51（5）、649～651、（1995）．
40）川村義彦、渡辺典男：これからの四肢関節撮影技術－２．新しい手法による骨関節撮影法．第22回放射線撮影分科会ワークショップ２、神戸、1994.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、51（5）、652～655、（1995）．
41）西野正好：これからの四肢関節撮影技術－３．スポーツ整形外科診断のため骨関節撮影法．第22回放射線撮影分科会ワークショップ２、神戸、1994.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、51（5）、656～659、（1995）．
42）今田順久：これからの四肢関節撮影技術－４．計測診断のための骨関節撮影法．第22回放射線撮影分科会ワークショップ２、神戸、1994.4、日本放射線技術学会、日放技学誌、51（5）、660～662、（1995）．
43）長畑　弘、小川敬寿、角丸真嗣、他：スポーツ外傷に対する単純撮影法のアンケート調査結果．日放技学誌．51（12）、1813～1825、（1995）．
44）藤田広志：技術解説－フラットパネルディテクタ（前文）．日放技学誌、55（8）、735、（1999）．

2.4.5　軟線領域（主に乳房撮影）

現在の高品質な画質が得られまでには、幾つかの重要な進歩が挙げられる。

第一は、マンモグラフィ専用Ｘ線装置の開発であり、再現性のよいポジショニング角度機構およびMo（モリブテン）ターゲット／Moフィルタの組合せにより、高いコントラストを有するマンモグラムを得ることができたことである。また、微小焦点のＸ線管の開発は、拡大マンモグラフィを可能とし、専用グリッド、乳房圧迫機構の開発により、システム解像度及び相対的ノイズの低減に寄与した。

第二は、受像系の進歩である。ノンスクリーンの医療用フィルムまたは工業用フィルムで直接露光からマンモグラフィ専用のスクリーン／フィルムの発達により、飛躍的な患者被曝の低減と高画質を得ることができるようになり、高コントラストのスクリーン／フィルム・システムの導入を促した。

第三は、マンモグラフィについての撮影技術と精度管理の普及である。技術学会では1998年から撮影技術と精度管理についての研修会を開始し、画質の向上と精度管理の普及に大きく貢献した。これらの成果は、2000年４月からのマンモグラフィによる乳がん検診の導入に結びついた。

i）1960年後半以前

1960年後半以前、市販のマンモグラフィ専用Ｘ線装置がなく、胸部Ｘ線撮影などに設計されたWターゲットを備えたＸ線装置が用いられた。これらの装置の幾つかは、自製の乳房圧迫装置を備えていたが、現在の標準的な適正値より弱かった。また、装置の多くは大きな焦点で、焦点と乳房表面との間の距離が短く、その結果として幾何学的なボケ（不鮮明さ）が生じた。受像系は、1950年および1960年代では、長時間の照射が必要な医用フィルムまたは工業用フィルムに直接露光（No screen film）でマンモグラフィが行われていた。1937年、Xeroradiography（ゼロ・ラジオグラフィ）はChester F，Carlsonによって開発されたが、1960年代までは医療には使用されなかった。

1968年、J. WolfとJ. Martinによって臨床プログラムが開始され、1971年にゼロ・ラジオグラフイ装置が実用になった。日本においては、Be（ベリリウム）窓Ｘ線管やNo screen filmによる報告はあるが、学会においての発表は多くない。当時の被曝線量は、現在の100倍と推測される。1967年に日本医学放射線学会誌26巻１号に掲載された、「乳腺撮影（Mammography）に関する研究

（第１偏）－1000例の臨床的研究－」秋貞（東京大）を引用した報告が多い（表2-4-2）[1]。

ii）1960年代後半～1970年代

1960年後半技術学会では、第22回総会（1966年）に５題、第25回総会（1969年）に3題のマンモグラフィに関しての発表がなされ、軟Ｘ線撮影法の検討と題した論文も学会誌に掲載されている[2,3]。当時は一般用のＸ線管を改良して管電圧20～40kVで撮影されていたが、いずれも30kVが適正管電圧との結果である。照射線量は約1.3Rと報告されている（垣鍔・神戸大）[4]。

諸家の乳房レ線単純撮影条件

報告者	管球電圧 kV	管球電圧 kV	焦点フィルム間距離 cm	露出時間 秒	フィルム	増感紙の有　無	備　　考
石　山（1957）	45	50		1	Kodak	なし	
長　田（1957）	35～50	100	80	0.1	サクラ　Y サクラ在来品	M.S	
藤　問（1965）	36	300	60	1	サクラ 工業用R-R	なし	postmenstrual
米　川（1965）	35～40	100～140	～	～	医療用富士PX 工業用ノースクリーン	——	長円錘形cone使用
朝　日（1965）	——	300～400	70～80	——	サクラM	——	
深　見（1965）	30～40	30～80	30		工業用サクラY	なし	beryllium レ線管球
渡　辺（1967）	30～44	25～400	35～65		工業用ノースクリーン医療用	なし もしくはFS片面使用	
著者ら	30～40	100～400	60～100	1～5	サクラニューY 富士工業用 Kodak	なし	berylliumレ線管球を使用する場合あり
Egan	22～28	1,800	30～40インチ		Kodak　M	なし	
Wolfe	30～34	1,500	30～34インチ		Kodak MかAA		

表2-4-2　1960年代後半の乳房撮影条件
木元誠二　他：現代外科学大系，第4巻Ａ（レントゲン診断学Ｉ），中山書店，Ｐ297，（1970）

このころフランスのStrasbourg大学の物理学者で医師であるCharles-Marie Grosはファントムを用い、色々と異なったターゲットとフィルタの材料を備えたCrystallographicＸ線管で実験し、Moターゲットおよび Moフィルタがマンモグラムの画質改善（より高いコントラスト）に寄与することを示した[5]。これは、最初のマンモグラフィ専用Ｘ線装置（ＣＧＲ製Senographe装置）となり米国で実用になった。Senographe装置は、Moターゲットを備え、0.03mm厚Moフィルタと0.5mm厚AL（Xeroradiography用）を備えていた。また、この装置は圧迫照射筒を備えており、1969年から1973年の４年間で1000台以上が設置された。国内の設置は少ない。

1970年に柴山（国立名古屋病院）は、微小な石灰化を描出するために拡大撮影を行っている。高橋（名古屋大）による拡大撮影法（最新医学12巻９号1957年）を応用した方法で、東芝DRX-89H特型、約100×130μmの焦点サイズを使用した[6]。また、撮影台の開発や工業用フィルムとスクリーンを使用したフィルムとの比較も行われている（第32回総会シンポジウム。軟Ｘ線拡大撮影。1976年）。1971年、第27回総会にはマンモグラフィに関して６題が発表されている。すでに、長尺フィルムを使用した集団検診用乳房撮影装置（菅原・山形県立中央）やオデルカミラーカメラを使用して乳房集団間接撮影（川島・藤間病院）が発表されている。座長集約に鍵田は、乳腺撮影法の体制が整い、乳腺撮影が時代の要求に応じたがん検診の一環としてクローズアップされてきたことを意味すると述べている[7]。

1970年前半には、GE，フイリップス，Picker，シーメンスなど含め、幾つかのメーカからマンモグラフィ専用Ｘ線装置が市販された。1972年、第28回総会シンポジウム（座長・山下）で始めて軟部組織Ｘ線撮影技術が取り上げられ乳房組織と等価物質，Ｘ線管，スクリーン／フィルム，撮影体位、高電圧発生装置，シャウカステンについて佐藤（癌研）、川本（三重大）、寺田（大阪微研）が報告した[8]（表2-4-3）。

そのシンポジウム後のアンケートによると放射口はガラス窓（59%）がBe（23%）より多く使用され、Moターゲット／MoフィルタＸ線管は使用されていない。高電圧発生装置が兼用（69%）で使用されている。日本ではＸ線管の開発はおこなわれたが、マンモグラフィ専用の高電圧発生装置の開発が行われず、1990年代前半まで専用装置が普及しない原因となった。甲状腺撮影にも同じＸ線管を使用し撮影されていた。撮影条件は35kV，2sec，320mAsと報告されており、線量はたいへん多か

各種感光材料の諸特性

35kVp

	Kodak M	RP M-54	Sakura MR	Fuji KX	MR＋1/2BS	MR＋BS	KX＋FS
Gamma	7.60	5.14	6.31	2.05	4.70	6.31	2.48
G $\binom{2.0}{0.25}$	2.10	1.88	1.96	1.54	2.48	2.48	1.92
G $\binom{1.0}{0.5}$	1.66	1.54	1.60	1.48	2.10	2.14	1.84
Relative speed (Fog＋1.0)	0.2	0.4	1.0	1.8	2.2	2.4	38

Dev.18℃ 5' Rendol

表2-4-3　1970年代前半の感光材料の特性
寺田　央：第29回総会シンポジウム，28（3），P297，（1973）

った。また、これらの研究を基に長畑（大阪大）は、軟X線断層撮影法を報告した[9]。

1972年、マンモグラフィ用に設計された最初のスクリーン／フィルムの組合せがデュボン社から発表された。このシステムは片面スクリーン・片面乳剤の組合せで、放射線量が直接露光フィルムより10～20倍少なくなった。また、デュボンはスクリーンとフィルムの密着性がよい真空パックシステムを発表した。1976年佐藤は、Mo管球用複層フィルタの試作とXero-mammographyとFiim mammographyの画像の比較検討について発表している[10]。コダック社はフィルムホルダまたはマンモグラフィ専用カセッテの導入によってMin-R増感紙を開発した。Min-R増感紙は希土類蛍光体（硫酸ガドリニュウム・テルビウム）を用いており、初期のスクリーン／フィルム系の1／2の照射線量であった。第33回総会（1977年）、第34回総会（1978年）など、マンモグラフィにも希土類増感紙を使用した発表が多く、No screen film法に比べ1/20～1/30の線量となっている[11]。Mo管球が多く使用されつつある[12]。1987年はXero-mammographyの発表が多い[13]。マンモグラフィ以外の軟部撮影として、甲状腺、四肢撮影が発表されている。甲状腺はマンモグラフィ装置を使用し撮影されているが、撮影条件から推測すると被曝線量はたいへん多い。

Radiologic Sciences 社からPfizerの助成金で拡大マン

〔第38回総会宿題報告〕　低コントラスト微細被検体の識別度（佐藤）

Table1.　Technological innovation in mammography.

西暦/（昭和）	海　外 / 国　内		癌　　研			
	開　発 / 適　用	メーカー/著者	演　　題	西暦	学　会	場所
1951（26）	工業用フィルムの適用	Leborgne				
1960's	表在治療用Be窓管の適用		Mammographyにおけるフィルタの選定	1966	22回日放技	鹿児島
1967（42）	回転陽極Be窓管の開発	東　芝	乳房撮影用管球の検討		24回　〃	京　都
1967 1968	蛍光分析用Mo管の適用 回転陽極Mo管の開発	CGR／Gros 東　芝	特殊フィルタの試作検討（その2）	1973	29回日放技	久留米
1967	圧迫スポット撮影法の適用	CGR	圧迫スポット撮影について	1969	25回日放技	米　子
1968	Xerox 125 Systemの開発	Xerox/Wolf	新しく開発されたXerox 125 systemとFilm-mammographyの画像の比較検討	1973	32回日医放	久留米
1973（48） 1976	Lo-dose systemの開発 Min-R systemの開発	Dupont E.Kodak	増感紙使用による画像コントラストについて 低線量撮影用Le-dose systemの検討 希土類増感紙の適用について	1968 1975 1977	24回日放技 31回日放技 33回　〃	京　都 神　戸 大　阪
1980 1981	拡大撮影装置の開発 〃	CGR 東　芝	A study on a practical method to evaluate the techniques in mammography	1981	7th ISRRT	ブラッセル

表2-4-4　1981年までの乳房撮影装置の発展
佐藤伸雄：低コントラスト微細被検体の識別度，第38回総会宿題報告，38（6），P871，（1982）

モグラフィ用微小焦点の専用装置が市販された。この装置はWターゲットで、Be（ベリリウム）照射窓と２つの焦点サイズを備え、拡大マンモグラフィ用の公称0.09mmの微小焦点と密着マンモグラフィ用の公称0.45mmの大焦点であった。また、Xonicsがマンモグラフィ用電子Ｘ線写真を発表した。ゼロ・ラジオグラフイおよび電子Ｘ線写真システムはマンモグラフィの画像に画期的な改善をもたらしたが、被曝線量が多いことから現在は市販されていない。

1978年、被写体から生じる散乱線を除去する目的でグリッド付き乳房Ｘ線装置がPhilip社から発売された。

iii）1980年代

1980年代、日本では、Xeromammography、スクリーン／フィルムシステム、ＣＲと３種類の受像系が使用されている[14]。ターゲットはMoが使用され、グリットを装備した装置が使用されつつある。1983～1988年、Xeroradiography（Ｘ線電子写真・ＫＩＰ法）の発表（９題）が多く、管電圧45kV～47kVで125mAsの条件が良いと報告されている。また、スクリーン／フィルムシステムは両面希土類増感紙が使用され、グリッド、スポットおよび拡大撮影についての発表が多い［表2-4-4］。

第41回総会（1985年）には浅井（兵庫医大）が、ＣＲ，スクリーン／フィルム、Ｘ線電子写真を比較し、第43回総会（1986年）には井口（豊田中央研究所）が、I.I.-DR装置によるＣＡＤを初めて発表した[15]。

1987年、老人保健法の中に乳がん検診（視・触診法）が導入された。1989年、撮影技術、被曝線量についての基準が始めて「乳房撮影の標準化班」（班長：寺田）によって報告された[16]。この報告は、日本のマンモグラフィについて標準化を図ることを目的に組織されたが普及の効果は得られなかった。その後、より標準化を推進するために、1993年～1994年のマンモグラフィに関する実技・知識を普及する「出前研修」を実施することになる。

撮影装置では、1984年、ＣＧＲは大電流の微小焦点Ｘ線管を発表した。これはＳＩＤが大きくなり、同じ拡大条件で散乱Ｘ線をより小さくした。1985年、インバータ式Ｘ線高電圧制御の乳房Ｘ線装置がアコマＸ線工業から発売され、1987年にはＧＥ社から乳房バイオプシ用のStereotactic装置が、1989年にはFischor社からStereotactic装置を装備した専用寝台システムが発売された。

iv）1990年代

1990年代になりマンモグラフィの撮影技術の標準化と精度管理の普及が急速に進んだ。

1992～1993年、専門委員会「マンモグラフィの技術に関する実技・知識を普及する班」によって全国10箇所で「出前研修」が行われ、約1,800人が受講した。この出前研修が、1996年から現在も実施されている放射線撮影分科会「乳房撮影ガイドライン・精度管理普及班」の研修へと発展し、マンモグラフィの撮影技術と精度管理の標準化に大きく貢献した。1994年「マンモグラフィの問題点と今後の動向」のテーマでシンポジウムが開催され、撮影手技，撮影装置，受診者の対応などについて議論された[17]。

1996年からの「乳房撮影ガイドライン・精度管理研修会」の回数と受講修了者の増加にしたがい、学術大会での研究発表が多くなり（総会・秋季とも10～20演題）、演題群に「乳房撮影」として区分されるまで関心が高くなった。発表内容も実態調査，スクリーン／フィルム，拡大撮影，マンモグラフィ検診，被ばく，ＣＲなど多岐にわたる発表・論文多くなった。また、ＣＴ，ＭＲ，ＵＳやＣＡＤにもマンモグラフィに関する発表が多くみられる。

1999年、日本乳癌検診学会が基となり「マンモグラフィ検診精度管理中央委員会」が６学会の参画により組織され、教育研修委員会による「マンモグラフィ指導者講習会」が読影と撮影技術について開始された。2001年2月からは施設画像評価委員会によるマンモグラフィ検査施設の画像と線量評価が開始された。

撮影装置では、1992年にFischor社からデジタル寝台装置が、ＧＥ社からはMoターゲット／Moフィルタおよび Rh（ロジウム）ターゲット／Rhフィルタの二重軌道ターゲットＸ線管が発売された。1998年、Full-fieldデジタル乳房Ｘ線装置がTrexとＧＥ社から発売された。また、マンモグラム専用のＣＤＡ（Computer-Aided Diagnosis：コンピュータによる診断支援）装置がR2 Technology社から発売された。

［文献・資料］

１）秋貞雅祥：乳腺撮影（Mammography）に関する研究（第１偏）－1000例の臨床的研究ー、日医放誌、26（1）、29-48、（1967）
２）中村　実、他：軟Ｘ線撮影法の検討（第1法）、日放技学会誌、22（3）、309-315、（1967）
３）中村　実、他：軟Ｘ線撮影法の検討（第2法）、日放技学会誌、23（4）、289-296、（1968）
４）垣鍔房穂、他：乳房撮影条件に関する検討、第22回総会会員研究発表抄録集、22（2）、65-67、（1967）
５）Lawrence N. Rothenberg、Arthur G. Haus：Physicists in mammography-Ahistorical perspective、Med.phys.22（11）、Pt.2、November（1995）
６）柴山孝之、他：乳房の低電圧同位相拡大撮影法、日放技学

会誌、24（29）、360-369、（1969）
７）鍵田政雄：第２７回総会会員研究発表抄録集、日放技学会誌、27（2）、99、（1971）
８）佐藤伸雄、川本澄夫、寺田　央、石田　修：軟Ｘ線撮影技術、第28回総会シンポジウム、28（3）、247-320、（1973）
９）長畑弘：軟Ｘ線断層撮影法、日放技学誌、28（2）、46-52、（1972）
10）佐藤伸雄：乳房撮影に関する研究、その１．２、31（4）304-327、（1976）
11）柴山孝之、他：乳房軟Ｘ線拡大撮影法の研究第７報-希土類増感紙等による　描出能の向上と被爆線量減少-、34（2）、117-125、（1978）
12）千安式部、他：乳房撮影系における写真特性と透過Ｘ線スペクトルについて、36（1）、10-19、（1980）
13）小倉敏裕、他：Xeroradiographyの現像電極効果、40（3）、377-384、（1984）
14）千安式部、他：画像処理の臨床的利用に関する研究（第６報）-ＦＣＲによるグリットマンモグラフィー、第13回秋季大会（20）、（1986）
15）井口弘和、他：デジタル・マンモグラフィ（ＤＭＲ）の自動診断、第43回総会（275）、（1987）
16）寺田　央、他：マンモグラフィ標準化班報告、日放技学誌、45（1）、37-49（1989）
17）堀田勝平：マンモグラフィ研修会における評価-マンモグラフィの問題点と今後の動向-、日放技学誌、51（2）、203-204（1995）

2.4.6　消化管領域

肝胆膵、食道胃大腸及び放射線被曝に分類し、特に胃、大腸に関しては5年毎に細分類し、本学会総会における発表演題、論文、装置の開発などを元にまとめた。本学会出版の文献集，本学会誌，後述の参考資料などによったが、全演題について述べられないのでシンポジウム、論文など時代の動向を示唆する事柄を主として取り上げた。装置など共通する内容については胃、大腸の項で取り扱った。また、内容に応じてまとめたりしているので、総て年代順ではない事をお断りしておく。

i）食道、胃、大腸

ａ）1960年～1964年

1960年代に入ると、結核による死亡率減少と対照的に癌による死亡率の増加が問題となりだしていた。そのような状況の1960年、黒川、西山により集検車を用いた胃検診が宮城県で、長野県では有賀らにより胃集検が開始された。1962年に早期胃癌の定義と分類が内視鏡学会により定められ、1963年になると日本胃集団検診学会が発足し、翌1964年より胃集検全国集計が開始されるなど胃集検元年の感がある。

蛍光板やミラーカメラを組み込んだ透視台が開発される中、早くもＸ線テレビ装置が第19回日本医学放射線学会（1960年）で展示発表されている。翌1961年の第20回日本医学放射線学会では、Ｘ線テレビによる遠隔操作の実験が（大阪―東京間）で行われている。二重造影法の普及前であり、撮影はレリーフ像、充盈像、圧迫像が主であった。第17回総会（1961年）で、松田は立位、臥位での撮影法を発表しているが、百瀬、橋本は多人数を処理する為に立位のみでの撮影法を発表している。厚いバリウム層中の病変を描出する為に、バリウム造影剤の透過性を高める方法として高圧撮影が試みられている。増野は140kVpでの高圧撮影による有用性について報告している[1)]。金井はバリウム造影剤の性状について詳細に検討し、レリーフ像における低粘性バリウムの有用性について報告している[2)]。

この頃の撮影条件は、管電圧、管電流、撮影時間を手動で設定しなければならず、経験や勘にたよるところがあった。神辺（1961年）、畠山（1963年）、馬場（1963年）は被写体の厚さ計測について発表しており、撮影条件設定に苦労していた様子がうかがえる。

装置面では、馬場がフォトタイマの先駆けとも言える自動露出遮断方式の検討（1963年）について発表している。翌年（1964年）には、山根が胃部間接撮影用フォトタイマ、松田が消化器用イオントマートの研究、和田が蛍光板の位置及びフォトタイマの焦準点の位置について発表しており、フォトタイマの名称が使われ始めている。この時期の総会では、胃集検に関するハード面から，間接撮影，集団検診の基礎的な検討など、胃集検に関する発表が数多く出されている（図2-4-23）。

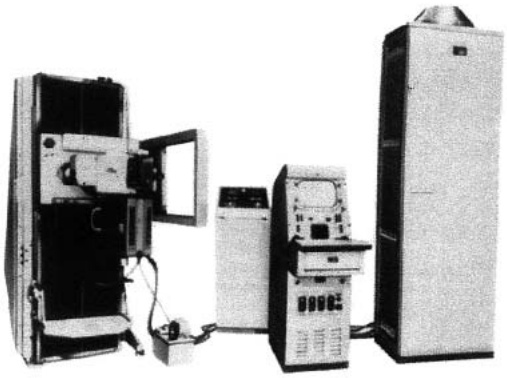


図2-4-23　わが国初のＸ線テレビ装置

ｂ）1965年～1969年

1965年に厚生省研究班による「胃集検方式の標準化（４枚法）」が発表され、1966年には胃集検車の整備と営業費の国庫補助制度が開始され、胃集検は全国各地で実施されるようになった。

1963年には胸部・胃部兼用ミラーカメラが、続いて1966年には胃部専用Ｘ線ミラーカメラが開発され、胃部

集検にミラーカメラが使われ出した。岩井はミラー方式と暗箱方式との比較（1967年）について発表している。ようやくミラーカメラが普及し始めた時、既にI.I.像を間接撮影する方式の透視台が開発されている。松田はImage Intensifier（I.I）とレンズ系との関連に（1968年）ついて発表している。総会でも集検車、集検船など装置に関する発表が数多く行なわれている。

白壁，市川，熊倉による二重造影法の開発は1953年に開発されており、病院などでは胃管を用いて胃内に空気を挿入していたが、多人数を検査する集検では胃管の使用は不可能であった。その為、様々な工夫がなされていた。河野はロータリーポンプによる送気法（1964年）、土松はバリウムの飲用方法（1968年）、橋本は二重造影用バリウムコップの開発（1969年）について発表している。これらは何れも外部から空気を送る方式であり、胃内で炭酸ガスを発生させる方法としては、和田のパンシーポップ錠を利用した発表（1964年）が最初である。その後、1967年に発泡剤が開発され、萩原は胃集検における発泡剤の使用（1967年）について発表している。発泡剤の登場は、二重造影法の普及に大きく寄与した。

総会においても、バリウム量、空気量、バリウムの飲ませ方など二重造影法の手技に関する発表が数多く出され、二重造影法の普及を感じさせる。

1969年には、「胃のＸ線二重造影法の開発とそれによる早期胃ガン診断技術確立の功績」で白壁彦夫らが朝日賞を受賞している。

第22回総会（1966年）でＸ線ＴＶに関する発表が4題出され、その後、Ｘ線ＴＶの普及に合わせて発表が多くなっていく。第23回総会（1967年）シンポジウムでは「胃集団検診の技術的諸問題」、第25回総会（1969年）シンポジウムでは「Ｘ線テレビの技術的諸問題」がテーマとなっている。Ｘ線ＴＶが普及していくなか、加崎（1966年）、清瀬（1967年）、福島（1968年）らは無透視による胃部撮影法について発表している。全国同一レベル達成の難しさを感じさせる。

注腸検査では、今泉はBaの注入、排出に電気吸引器を利用し（1964年）、河野は送気にロータリーポンプを利用した（1964年）発表をしている。遠隔注腸装置の開発前夜を感じさせられる。論文では、角田はエアポンプによる食道撮影について[3]、増野はアクリル材を用いた胃ファントムについて[4]報告している。二宮はＸ線テレビ装置の未来像として”蛍光板像を直接電気信号に変換できないか”と提起している[5]が、1990年代に入り平面検出器（ＦＰＤ）として実現されている。

ｃ）1970年～1974年

ICRP16が1970年に、1972年に電離放射線障害防止規則が公布された。1973年には、胃集検の受診者数が300万人を超え、1974年には日本胃集団検診学会より「間接撮影標準化委員会答申（６枚法）」が出された。“100%W／V前後のバリウム粥と発泡剤又はこれに代る方法で胃内に空気を送入”の表現があることから胃集検における発泡剤の普及途中をうかがわせる。

集検車による検診では、劣悪な電源事情に悩まされていたが、橋本は集検車における自家発電装置の使用実験（1970年）について発表している。発電機を搭載した集検車が主流となり電源問題は解決された。

I.I.の普及がすすみ、杉山はミラーカメラ方式とI.I.スポットカメラ方式の比較検討（1970年）、芳賀はI.I.間接の撮影条件の検討（1970年）について発表している。ミラーカメラに関しては、黒羽の発表（1972年）が最後となっている。その後、I.I.の経年変化など、I.I.に関する発表が多くなり、ミラーカメラ方式からI.I.方式への移行がうかがえる。

当時のI.I.サイズの視野は固定式か6・9インチなど段階式サイズ切り換え方式が主流だったが、視野サイズ無段階切替方式のズーム・イメージアンプリファイヤが開発されている[6]。I.I.の開発、性能評価などに関しては数多くの発表がされている。中前晴雄はカンタムノイズの影響に対する改良法として、光学絞り、現像条件などについて報告している[7]。

透視撮影台及びその支持機構による複合運動によって、従来にない多方向撮影を可能にした装置が開発され、星がジャイロ式万能Ｘ-ＴＶ装置（1970年）について発表している。藤田はジャイロ装置による大腸Ｘ線検査の自動化（1977年）について、近藤はGITOROSCOPEによる胃のルーチンＸ線診断の自動運転（1980年）について発表しているが、当時のコンピュータ能力では実用化には至らなかったようである。また、関はGyroscopeとFlat tableの比較（1995年）について発表している。

透視台について簡単に振り返ってみると、最初の装置は透視板である。暗室で蛍光板に写った像をスケッチして記録している（学生時代に見学先の病院で和紙に筆で書かれた像を拝見させていただきました）。また、文献によるとＸ線透視とＸ線写真撮影の優劣について長い期間に渡り論じられており、二重造影法が開発される頃まではＸ線透視優位の説が主流だったそうである[8]。

写真撮影が出来るようになり、透視撮影台となる。一般撮影に使われるカセッテを、１枚撮影する度に交換する方式である。当時のカセッテは現在の軽量カセッテとは違い、金属製で重く、素速い交換には苦労したもので

ある。この装置は構造が簡単であり、かなり後年まで存在していた。森本は胃Ｘ線撮影における諸条件の再検討（1964年）で、“撮影台-蛍光板距離に応じて自動的に電圧が調整される専用装置が考案されれば至便である”と結語している。山崎は蛍光板と天板の間隔にしたがって管電圧を加減し得るよう接点を設け管電圧調整の自動化を試み（1960年）発表している。装置としては、阿部が自動電圧調整器付透視撮影装置（1965年）について発表している。その後、Ｘ線ＴＶモニターの輝度を一定にする装置、フォトタイマ、患者の厚さを自動的に検知して撮影管電圧を選択できる方式などが開発され、透視条件、撮影条件の自動化が順々に進んでいった。

カセッテ交換自動化への要望は高く、「西堀清美：全遠隔診断用Ｘ線ＴＶ装置」（1962年）が開発された。四切カセッテと六切カセッテを各々３枚ずつセットし、圧搾空気で取枠ごと撮影位置へ飛ばす方式である。カセッテが飛んで行くのでかなりの騒音がしたが、この機構により、初めて遠隔操作式透視撮影台が登場したと言っても過言ではない。

初期の遠隔テレビ装置の操作部を図2-4-24に示すが、右が寝台操作卓で左側がＸ線制御卓である。当時は、透視撮影操作をする隣で、体位変換に合わせて透視条件を

図2-4-24

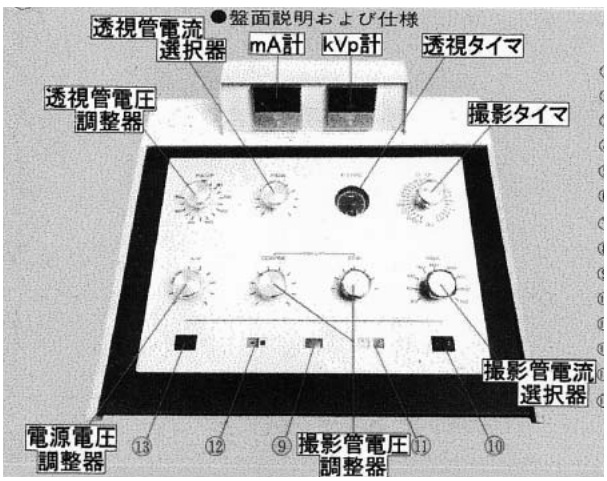


図2-4-25

変えながら、撮影時には撮影条件を設定していた。その為、操作者が2人必要であった（図2-4-25）。

カセッテレス装置の開発により、現在のワンマンタイプ透視撮影台のひな型が完成した。初期のジャイロ装置など、ロールフィルムを用いた装置もあった。二宮は直接ロールフィルム用増感紙（1969年）について発表している。1972年に希土類蛍光体を用いた増感紙がブナファンにより発表されたが、国内メーカーの発表は1974年になってからであった。

田村は、消化管造影剤としてのフェライトの意義（1973年，1974年）について発表しているが、バリウムの利点にはかなわなかったようである。

論文では、中田が小腸造影について[9]、熊谷が胃腸用直接Ｘ線自動露出機構について[10]報告している。

ｄ）1975年～1979年

1976年にはＸ線ＴＶのデジタル画像処理システムの研究がウィスコンシン大学、アリゾナ大学などで進められているが、消化管分野への実用化にはまだ時間が必要であった。

I.I.の出力像を光学系で拡大し105mmロールフィルムに毎秒6コマ撮影可能なラピットシーケンスカメラが発表され、循環器、食道などに利用された。ロールフィルムの為、観察に多少の難があった。栗原はラピットシーケンス撮影における自動露出制御（1978年）について発表している。

一般的なフォトタイマでは、一定の光量になるように曝射時間を制御する方式であり、バリウムなどが視野内の広範囲を占めると露出オーバーになる特性があった。対策として、松村は視野内に占めるバリウム被覆面積の比率から補正をかける方式（1979年）、池田はI.I.面マルチ受光部方式（1981年）について発表している。また、松尾、中西らはＸ線スイッチＯＮと同時に、管電圧、管電流を変化させながら、一定の光量に達したらＸ線ＯＦＦにする方式（1971年）について発表している。

初期の自動露出方式は、被写体厚に応じて管電圧、電流を操作者が設定して曝射時間をフォトタイマで可変する方式であった。管電圧、電流の自動設定化は当然の流れであり、1980年頃より開発が進み、現在では手動設定が困難な装置もある。その後、透視台の角度情報、フィルム分割情報などを利用する、よりきめ細かな補正方式へと発展して行く。石川は自動濃度補正機能付き自動露出装置（1996年）について発表している。

希土類・オルソシムテムの充実に伴い、第33回総会（1977年）において希土類蛍光体に関するシンポジウムが開催されている。第35回総会（1979年）シンポジウム

では、胃Ｘ線撮影における技術的諸問題が取り上げられている。

ｅ）1980年～1984年

1980年に「我が国に於ける今後のがん予防対策について」の報告書が出され、胃癌死の半減を目指して1983年に老人保健法が施行され、がん対策の強化がなされた。

1981年にＦＩＤＸシステム（現ＦＣＲシステム）が開発され、翌1982年には加藤により消化管分野への応用が発表されている。消化管分野にもデジタル化の波がようやく押し寄せて来た年である。

1983年には、断層付き透視装置が開発されている。西村は開発について（1984年）、上杉は使用結果について（1984年）発表している。初期の装置は、システム構成の簡素化及び省スペース化を目的にしていたが、後には、頭腹部循環器検査及び救急検査にも対応した装置も開発されている。国内よりは海外での需要が大きかったようである。

Ｘ線装置の輸出入が行われ国際化が進む中、ＪＩＳ規格も、ＩＳＯ、ＩＥＣとの整合性が求められるようになった。当時、我が国では天板、スポットを移動させながらの圧迫操作（しごき圧迫）が行われていたが、ＩＥＣ案では、しごき圧迫禁止、圧迫筒による圧迫力は80Nであった。

第39回総会ではＪＩＳ、ＩＥＣ委員会による「デッドマンスイッチと消化器撮影機構における圧迫機構について」公開討論会が行われている。討議の結果、圧迫力は現行の100Nから80Nとなった。しごき圧迫に関しては、“圧迫を用いる診断が日常的に行われている日本の現状を考慮し”、警告を発しながらの操作が残された。以後、起倒レバーのデッドマン化など装置の安全性が強化され出した。技術学会放射線管理委員会では「透視撮影台装置起倒スイッチ（デッドマンタイプ）の必要性および圧迫筒の圧迫の強さについて」報告している[11)]。

現在では、透視撮影台の圧迫筒は標準装備となっているが、初期の透視撮影台には装備されておらず、Distinctolと呼ばれる圧迫用具（図2-4-27右上）が用いられていた。手押し式であり、力持ちの術者ならどれくらいの圧迫力があったことか（図2-4-26，27）。

1984年、集検学会より「胃集検間接撮影の基準（７枚法）」が発表された。二重造影法を重視しながらも充盈像撮影の為に、バリウム粥は100％W／V前後のものを総量で200～300mlとなっている。撮影手技では前壁撮影法が必須となり、この頃の総会では前壁撮影に関する発表が数多く出されている。

第36回総会会長講演は「間接撮影の歩み」であり、胃

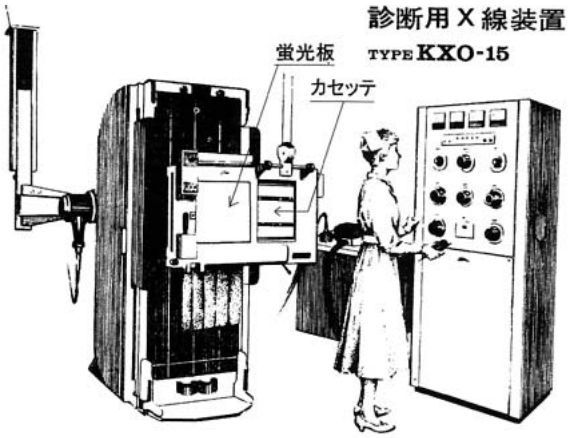


図2-4-26

図2-4-27

集検における間接撮影の確立をうかがわせる。自動露出機構の普及に伴い、その時の総会シンポジウムで「Ｘ線装置の自動露出機構」がテーマとなっている。第37回総会シンポジウムでは、「医用Ｘ線システムの人間工学的設計」がとりあげられている。

ｆ）1985年～1989年

がん検診の第2次5ヵ年計画が1986年に作成され、肺がん、乳がん、子宮体がんの検診が追加され、がん対策の強化がなされた。1988年には、高画質Ｘ線画像の衛生通信による送受信実験（晴海―九州大学）が第47回日本医学放射線学会で行われている。

1985年、ＣＲ用Ｘ線ＴＶ透視撮影装置が開発されている。この当時の透視撮影台はカセッテレス方式が主流であり、ＣＲ用のＩＰカセッテを用いて消化管撮影を行うには装置の改造が必要であった。改造後の操作も大変であり、消化管領域におけるデジタル化の普及は今一つであった。この装置の登場により、消化管分野の本格的なデジタル化が始った。

1988年、多目的透視撮影台としてアームレス方式透視装置が開発されているが、ＥＲＣＰ、ＰＴＣ、ＩＶＲ等の一般化によるものと思われる。総会では谷車が多目的

透視撮影台（1991年）について発表している。

Ｘ線入社窓にガラスの代りに薄いメタル板を使用したメタルI.I.は、Ｘ線透過率が向上しＸ線散乱と吸収を減少させ、従来より低線量でコントラストの高いシャープな映像が得られる。高橋はメタルI.I.の高性能化（1986年）、小幡はメタルファイバーI.I.の開発（1983年）、佐野はスーパーメタルI.I.の開発（1986年）について発表している。

I.I.の性能や輝度劣化を知る事はI.I.の交換時期を判断する上でも重要であり、I.I.の開発当初より輝度測定に関する発表がなされている。ＪＩＳに定める輝度測定法はユーザーが簡単に実施できるとは言い難く、簡易的な測定法も報告されている。総会では植田（1966年）、細貝（1994年）が発表している。

論文では、三和がI.I.の臨床評価[12, 13]，小田が輝度測定法[14]、瀬口が変換係数の測定[15]、斎藤がコントラスト比とＭＴＦの落ち込み（ＬＦＤ）との関係[16]について報告している。

胃集検ではコンデンサ式装置が長い間使われていたが、インバータ装置の普及も進み出していた。阿部は胃集検用インバータ式Ｘ線装置の特性（1989年）について発表している。

第46回総会（1990年）シンポジウムでは、「インバータ式Ｘ線装置」がとりあげられ、本篠が胃集団検診について発表している。論文では，阿部[17]，宮崎[18, 19]がインバータ装置の特性について報告している。

上部消化管検査におけるバリウム濃度は徐々に高濃度化の傾向にあったが、新たに高濃度用バリウム造影剤がＥ-Ｚ-ＥＭ社より1979年に発売され[20, 21]、本学会では第42回総会（1986年）で阿部が使用経験（1986年）について発表している。このＥ-Ｚ-ＨＤはプラスチック容器に1人分（200%w／v濃度で150ml）のバリウム粉末がパックされており、水を加えるだけで容易に溶解し扱いは楽であった。当時、胃の検査では充盈像が必須であり150mlでは量が不足と指摘されている。個包装による扱いの容易さが逆に、量の増加には不都合となった。

その後、福岡（1989年）、伴野（1989年）、松尾（1990年）らによる高濃度造影剤の発表が続き、高濃度バリウム造影剤の息吹きを感じさせる。図2-4-28に厚生省癌予防技術職員研修会のアンケート結果を示す[22]。

食の欧米化など生活様式の変化に伴い大腸癌が増加し、1985年には大腸癌による死亡者数が2万人近くになり問題となった。各地で大腸癌検診が実施されるようになり、第42回総会（1986年）では酒井義浩により「下部消化管病変におけるＸ線と内視鏡」が講演されている。また、

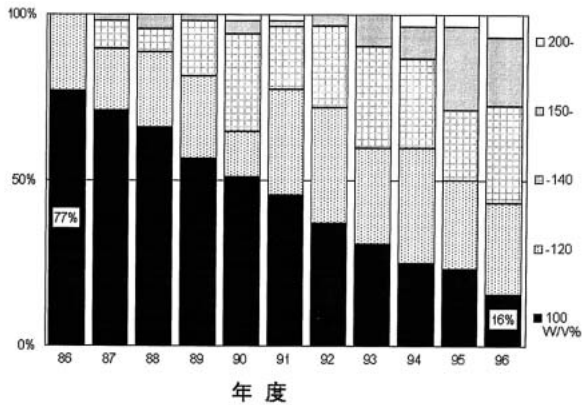


図2-4-28

この頃より大腸Ｘ線検査に関する発表が増加している。論文では、坂本が遠隔注腸装置について[23]、仲座は炭酸ガスの適用について[24]報告している。

ｇ）1990年～1994年

1991年、「老人保健事業第3次計画に関する意見」が公衆衛生審議会より出された。大腸癌検診が追加され、胃がん、子宮頚がんから始まったがん検診の充実がはかられた。集検学会の資料によると、1991年度のがん検診受診者数は胃が約625万人、大腸が約105万人となっている[25]。

1992年Antonukらにより高エネルギー撮影用の間接型平面検出器（ＦＰＤ）が開発された。

日本放射線機器工業会は、医療機器の保守管理と医療被ばくの軽減を目指して医用放射線機器管理センターを1991年に発足させ、メーカーを問わず、装置点検技術者認定制度を開始した。また、「胃集団検診用Ｘ線装置等の点検マニュアル」（1984年）、「胃Ｘ線撮影装置」（1987年）、「遠隔操作式Ｘ線テレビ装置の操作盤面」（1992年）のＪＥＳＲＡ化（日本放射線機器工業会規格）など、Ｘ線テレビ装置の統一化への動きが出てきている。論文では、高野が透視撮影台のマンマシンインターフェイスについて[26]報告している。

1990年、35～-30°の範囲でＸ線管の傾斜可能な装置が実用化されている。Ｘ線の斜入撮影の有用性に関しては、星によりアングルビーム透視装置（1966年）で試みられている。日浦は14吋巾25mロールフィルムを使用し、±35°で傾斜可能な装置について（1971年）発表している。シートフィルムを用いたカセッテレス斜入装置は1976年には開発されていたが、技術上の問題、あるいは市場ニーズの問題からか、実用化までには長い年月を必要としている。現在では、多目的透視撮影台には必須の機能となっている。竹島は胃部検査における斜入撮影（1992年）について発表している。

1991年には世界初の2000マトリックスI.I.デジタルラジオグラフィ透視装置が開発された。ノイズ低減を目的

とした出力大口径I.I.も同時に開発されている。また、撮像管に替えて、ＣＣＤを用いたＸ線テレビカメラが開発される等、消化管分野へのデジタル技術の応用が急速に広まっていった。大石はＣＣＤ-Ｘ線撮影装置の開発（1989年）、小倉は臨床評価（1991年）、本郷は撮像管とＣＣＤの性能比較（1994年）について発表している。デジタル化の普及に伴いフィルムレス化の動きも現れ、小倉はＣＲＴ診断とＦＩＬＭ診断の比較（1994年）について発表している。論文では、大石がＣＣＤカメラ型ＤＲシステムの開発について[27]報告している。

1990年代に入ると、高濃度バリウム造影剤の特性を生かした撮影手技の開発、高濃度バリウムの有用性に関する報告が多くなり、充盈像撮影に於ける量の不足には、小野寺（1992年）らにより二重造影法単独の撮影法が発表されている。

論文では、高濃度バリウムの普及に伴い、バリウム造影剤の比較が行われるようになり、田中は従来の視覚評価に代わって、客観的な評価法の報告をしている[28]。荒木は集団検診における透視時間および撮影枚数に関する調査について[29]報告している。

I.I.DR装置の開発をうけて、デジタルに関する発表が一気に増加し、第49回総会シンポジウムでは、「デジタルＸ線画像の最適化（被曝線量の観点から）」が討論されている。

大腸Ｘ線検査の増加を受けて、第46回総会教育セミナーでは「大腸ポリープ・癌のＸ線投影像」、第50回会教育講演では「下部消化管のバリウム造影剤」が講演された。

ｈ）1995年～2000年

1995年Leeが直接変換型ＦＰＤをinfoRADExhibitisで報告し、1997年のＲＳＮＡにおいて直接変換型動画対応ＦＰＤが発表された。ＦＰＤ透視撮影台の実用化が待たれる中、第56回総会（2000年）に於いて、フラットパネル搭載型透視撮影台システムの開発が中村により、透視撮影兼用型フラットパネルＸ線センサの開発が足立により発表された。同時に、従来のI.I.透視方式と撮影用のＦＰＤシステムを搭載したＸ線ＴＶ装置が展示発表されたが、透視撮影両用のＦＰＤシステムの実用化は21世紀へ持ち越された。

400万画素ＣＣＤを採用したＤＲ装置やマルチカメラ式ＤＲ装置（400万画素と100万画素のＣＣＤ）が開発されるなど、ＤＲ装置の高性能化が進んでいる。総会では、高橋により400万画素ＣＣＤカメラ（1997年）、マルチモードＣＣＤ撮像系の開発（2000年）が発表されている。論文では、五十嵐がI.I.-DR装置の簡便な精度管理法について[50]報告している。

1994年頃よりＣＴ、ＭＲＩによる消化管３Ｄ表示が試みられるようになり、1997年には山崎によりVirtual Endoscopy の多目的臨床応用（1997年）が発表されている。Virtual Endoscopyは衝撃的な出来事で、胃集検の大御所から「君、内視鏡はなくなるのか?」と、仕事中に電話が入った事が思い出される。

消化管撮影に関する口述発表は激減し、デジタルＸ線装置に関する発表がほとんどとなった第55回総会（1999年）シンポジウムで「明日への予防医学の撮影技術への展望」が企画され、癌検診について討論されている。論文では、福島が胃Ｘ線二重造影像の画像理解システム[51]、長谷川が胃画像のＣＡＤ[52]、渋谷が発泡剤と硫酸バリウム造影剤の投与順序[53]について報告している。

胃癌検診におけるＸ線以外の検査法として、ペプシノゲン法の有用性が報告[30, 31]されているが、本学会総会に於ける発表は松枝による胃癌症例におけるペプシノーゲン値とヘリコバクター感染（1996年）が唯一である。

ii）肝胆膵

ａ）胆のう

1960年代前半までは胆石の描写を目的とした単純撮影法が主であり、胆石（摘出標本も含む）の分類、分析に関する研究発表も行われている。

1963年に経口法による胆道造影が発表され、単純撮影から造影撮影へと手技の変化が見られる。また、造影剤の使用に伴い、胆のう収縮剤の利用も始まっている。胆のう収縮剤に関しては、薬剤の開発に負う所が大きく1964，1966，1970，1977，1982年に発表がみられる。

経口造影法の欠点を補うべく点滴静注造影法（ＤＩＣ）が1968年になると報告されている。ＤＩＣ法では、断層撮影が行われることが多く、裁断面・軌道に関する発表が見られる。荒川は腹部の厚さと胆嚢の位置的関係（1966年）について、瀬戸口はＤＩＣ検査時に造影像を透視観察し、モニター面上における透視像の位置から、幾何学的に裁断面を求める方法（2000年）について発表している。口述発表では、造影剤濃度・補償フィルタ・被ばく低減・拡大撮影・胆のう二重造影法などが発表されているが、超音波装置の普及に伴い、研究発表は激減している。論文としては、金井が胆嚢収縮法について[32]、入来がウログラフィン濃度について[33]報告している。

ｂ）膵臓

膵臓に関する研究発表は非常に少なく、橋口による膵臓がん検診へのアプローチ（胃外圧迫のルーチン撮影法について）（1979年）と、永野による胃ルーチン検査に於ける肝、胆、膵病変の拾い上げ（1982年）の２題であ

る。どちらも、胃部Ｘ線検査時の胃外圧排像から膵臓病変をとらえる方法である。

内視鏡的逆行性膵・胆管造影法（ＥＲＣＰ）は1969年に高木国夫により始められており[34]、本学会では吉沢が十二指腸ファイバースコープによる逆行性、膵胆管撮影（1972年）の発表を行なっている。ＥＲＣＰは内視鏡による検査の為、本学会での研究発表は少なく、三塚によるＥＲＣＰ専用放射線防護カバーの試作（1988年）、大池によるＥＲＣＰ（特に胆道系）のルーチン撮影体位の検討（1989年）、和田によるＥＲＣＰに用いる造影剤濃度の使い分け（1990年）の3題がその後に発表されている。

1961年にKaplanが経皮経肝胆ドレナージ（ＰＴＣＤ）に成功[35]し、徐々に経皮経肝胆造影法（ＰＴＣ）が普及し始める。1972年には高田忠敬がＰＴＣＤ撮像下直達法を開発している[35]。ＰＴＣは特殊検査であり本学会においては、中村によるＰＴＣ時における造影剤濃度と管電圧の検討（1983年）、米永によるT-Tube造影（二重造影における一考察）（1985年）の2題が発表されているだけである。

肝臓、膵臓に関しては、超音波、ＣＴが主流である為に一般撮影の分野で研究発表が少ないのは止むを得ない事と思える。

iii）放射線被曝

装置の新開発、改良などがなされると、新旧前後の線量比較に関する研究発表がされている。

ICRP16（Protection of the Patient X-ray Diagnosis）[36]が1970年に出された。また、希土類蛍光体を用いた増感紙（1972年）、パルスＸ線透視装置（1972年）やＴＶモニタ撮影カメラ（1973年）など被曝低減技術が相次いで開発され、被曝に対する関心が高まっていった。1970年代は被曝に対する口述発表、論文とも飛躍的に増えている。第27回総会（1973年）では、川崎により特別講演「国民遺伝有意線量に寄与する線量の軽減について」、シンポジウムでは「Ｘ線検査時の患者被曝線量の軽減について」がテーマとなっている。論文では、堤[37, 38]，吉村[39]，東田[40, 41, 43]，吉田[42]，坂本[44]、鈴木[54]らが報告しているが、1972年から1975年の4年間に7題が集中している。

装置手技の開発、改良などにより、放射線被曝の更なる低減化は続けられているが、中でもI.I.及びオルソシステムの開発が被曝低減に大きく寄与したと思われる。

ＴＶモニター画面を撮影するＴＶモニター撮影カメラが1973年に商品化されている。Ｘ線量はI.I.方式の１／10～１／20に減少するが、画質の点で普及には至らなかったようである。第23回総会（1969年）シンポジウムで青木はI.I.面間接撮影とＴＶモニター面間接撮影の比較について発表している。総会では1970年から1975年までに4題発表されている。透視線量低減法として、高尾により間欠Ｘ線パルスＴＶ透視法（1971年）が発表されている。その後も1972，1976，1989年に発表されているが、当時の技術によるパルスＸ線透視画像では検査にならなかったようである。

1993年よりＩＶＲ検査時の被曝低減法の1つとして低レートパルス透視が発表されている。1993年から1997年までに7題。現在では、ＩＶＲ、Angio検査においては付加フィルタと共に必須の機能となっている。ＩＶＲ検査に関連する口述発表は数多くなされているが、論文では，坂本が透視被曝線量の低減：付加フィルタの形状について[44]報告している。

被曝低減の一つに再撮防止があげられる。防止対策として撮影時の自動露出機構の使用が思い浮かぶが、自動現像機の利用もその一つである。本学会のＪＩＳ規格への参画は川崎幸槌に始まり、橋本宏らにより強化されていった。「JISZ4919医用フィルム自動現像機」は秋山慎夫（コニカ）を主査として1985年に制定されたが、ＩＥＣ、ＡＮＳＩなどにも規格はなく世界で最初の規格であった。また、新規ＪＩＳ規格として最初から参画した本学会にとっての最初の規格である。

近年、ＩＶＲの普及に伴い透視による被曝が問題になり[45, 46, 47]、1994年にＦＤＡより勧告が出され[48]，1995年には日本医学放射線学会からも警告が出されている[49]。ＩＶＲによる被曝に関する報告が、放射線技術の専門家で構成される本学会において取り上げられていないのは残念なことである。

iv）まとめ

この40年間を振り返ってみると、肝胆膵に関しては、超音波、ＣＴ及びＭＲＩの新しいモダリティが開発され、それらに対応した診断、検査法が確立した時代と言える。

これに対して、食道，胃，大腸では、暗室での透視スケッチから写真撮影，ミラーカメラ，I.I.による明室でのＴＶ透視へ。解像度向上には、小焦点大容量Ｘ線管，感材系の高感度化，発泡剤，バリウム造影剤の開発，それに伴う手技の変更。近接操作から遠隔操作へ。ワンマンタイプ，Ｘ線斜入装置，断層付き透視台の開発，等々、多方面にわたる開発・工夫がなされており、白壁，市川，熊倉により開発された二重造影診断法が確立され、更に精度向上を目指した時代と言える。

胃に関しては、胃集検の歴史を紹介した感がある。新しい技術は胃集検に反映され、逆にI.I.DRのように胃集検から始った技術もあり、また胃集検に関する行政など

の資料がそろっていた事から胃集検中心の記述になった事をご了承願いたい。

最後に、資料の提供やご指導いただきました各位に感謝すると共にそれらを充分に生かせなかった事を深くお詫び致します。

［文献・資料］

・胃集団検診の精度管理指針（昭和59年版）、日本消化器集団検診学会、1984発行医学物理、20巻、Sup.1
・医学放射線技術学概論、山下一也、通商産業研究所、1991発行、オリンパス内視鏡ガイド
・キャノン史（1987.12.21発行）
・コニカメディカル50年史、1998発行、島津製作所史（S42.9発行）
・東芝メディカル創業58年設立40年のあゆみ（1988年９月発行）
・21世紀への懸橋・東芝メディカル創立50年記念誌（H10.10発行）
・富士メディカル25年史（H2.12発行）
・海老根精二、佐藤忠、硫酸バリウムの造影剤、平成８年出版
１）増野豊、胃高電圧Ｘ線撮影の現出能、日放技学誌、19（2）、144-148、1963
２）金井厚、Barium剤使用の消化管における考察、日放技学誌、19（3）、207-218、1963
３）角田公一、送気による食道二重造影の検討、日放技学誌、s48年1月、352-356、1973
４）増野豊、胃ファントム、日放技学誌、s43年3月、373-382、1968
５）二宮馨、技師の立場からみたＸ線テレビ装置（ＫＪ法による分析）、日放技学誌、27（5）、457-467、1972
６）津田元久、“ズーム・イメージアンプリファイヤ”の臨床使用経験、日放技学誌、26（4）、44-、1971
７）中前晴雄、R.M.S.値によるI.I.間接の画質評価、日放技学誌、32（2）、113-120、1976
８）最新胃Ｘ線検査技術、市川平三郎監修、金原出版、2000発行
９）中田好抒、多分割投与法による小腸の造影法と撮影法の技術的検討、日放技学誌、26（1）、66-73、1970
10）熊谷定義、胃腸用直接Ｘ線自動露出機構による写真効果、日放技学誌、30（1）、32-36、1974
11）放射線管理委員会、透視撮影台装置起倒スイッチ（デッドマンタイプ）の必要性および圧迫筒の圧迫の強さについて、日放技学誌、39（6）、952-960、1983
12）三和秋雄、メタルファイバーイメージインテンシファイヤーの臨床評価、日放技学誌、41（6）、965-970、1985
13）三和秋雄他、スーパーメタルイメージインテンシティファイアの臨床評価、日放技学誌、44（12）、1689-1695、1988
14）小田敍弘、蛍光量計を用いたI.I.輝度測定法、日放技学誌、47（11）、1925-1929、1991
15）瀬口繁信、ＪＩＳに準じたI.I.の相対変換係数の測定、日放技学誌、53（10）、1530-1536、1997
16）斉藤啓一、Ｘ線イメージインテンシファイヤーのコントラスト比と低空間周波数におけるＭＴＦの落ち込み（ＬＦＤ）との関係、日放技学誌、52（4）、518-523、1996
17）阿部真治他、胃部集団検診用インバータ式Ｘ線装置の特性について、日放技学誌、48（5）、763-769、1992
18）宮崎茂、インバータ式Ｘ線装置の短時間特性について、日放技学誌、50（4）、497-504、1994
19）宮崎茂、インバータ式Ｘ線装置の諸特性について、日放技学誌、50（10）、1735-1743、1994
20）W. Anderson, Function of size Heterogeneity in Barium Sulphate used as Radiocontrast Medium, J.pharm. Parmac., 54, 1977
21）W.B. James, Short communication. The double contrast meal-new high density barium sulphate powders, Br.J. Radiology, 51, 1020-1022, 1978
22）寺澤操、上部消化管Ｘ線検査で使われる造影剤、日放技学誌、56（5）、708-711、2000
23）坂本真一、遠隔注腸装置の使用経験と安全性における改良点、日放技学誌、33（6）、728-732、1978
24）仲座良造他、大腸二重造影における炭酸ガス（CO2）の適用についての検討、日放技学誌、45（10）、1609-1614、1989
25）「平成３年度　消化器集団検診全国集計資料集」、日本消化器集団検診学会、平成5年12月１日発行
26）高野博司他、透視撮影台のマンマシンインターフェイスと制御-多目的透視撮影台TU-230XLの開発を通じて-、日放技学誌、47（1）、22-27、1991
27）大石幹雄：ＣＣＤカメラ型デジタルラジオグラフィシステムの開発、日放技学誌、50（5）、614-621、1994
28）田中淳司、パワースペクトル積分値を用いた硫酸バリウム造影剤付着度の客観的評価、日放技学誌、52（11）、1543-1549、1996
29）荒木啓伸、集団検診における上部消化管Ｘ線検査の透視時間および撮影枚数の分布に関する調査、日放技学誌、53（4）、454-459、1997
30）渡辺千之他、血清ペプシノーゲンⅠ、Ⅱを用いた地域胃癌健診の試み、日消集検誌、no89、92-97、1989
31）Miki K, Ichinose M, Kawamura N, et al：The significance of low serum pepsinogen levels to detect stomach cancer associated with extensive chronic gastritis in Japanese subjects, Jpn J Cancer Res：1989,80：111-114.
32）金井厚、胆嚢収縮法に関する一知見、日放技学誌、19（2）、137、1963
33）入来茂福、胆嚢系造影時のウログラフィン濃度の研究、日放技学誌、32（2）、134-142、1976
34）膵癌の早期診断図譜、高木国夫、1984発行
35）図解経皮的胆管ドレナージ、医学書院、1978発行
36）Protection of the Patient X-ray Diagnosis, ICRP Publication 16, Pergamon Press, Oxford（1970）
37）堤直葉、胃Ｘ線検査における患者の生殖腺被曝線量、日放技学誌、28（1）、13-21、1972

38）堤直葉、腸Ｘ線検査における患者の生殖腺被曝線量、日放技学誌、29（1）、46-51、1973
39）吉村秀太郎、患者被曝に関する技術的因子の調査、日放技学誌、30（4）、353-358、1974
40）東田善治、胃透視時の生殖腺被曝線量について、日放技学誌、30（5）、475-482、1975
41）東田善治、胃透視時の生殖腺被曝線量について　第２報　Ｘ線所見と生殖腺被曝線量、日放技学誌、31（1）、23-25、1975
42）吉田富洋、胃腸Ｘ線検査における照射線量と散乱線量について、日放技学誌、31（1）、35-40、1975
43）東田善治、胃透視時の生殖腺被曝線量について　第３報　患者の年齢構成と生殖腺被曝線量、日放技学誌、31（2）、100-105、1975
44）坂本肇、透視被曝線量の低減：付加フィルタの形状についての検討、日放技学誌、53（5）、578-584、1997
45）神谷秀喜他、経皮的冠動脈拡張術（ＰＴＣＡ）施行後に生じた放射線潰瘍の１例、皮膚臨床、40、1927-1930、1998
46）稲岡蜂幸他、経皮的冠動脈形成術後に生じた放射線皮膚炎の３例、皮膚臨床、41、1561-1564、1999
47）速水誠、ＰＴＣＡに伴う放射線皮膚炎の４例、皮膚臨床、42、745-748、2000
48）Fluoroscopically guided procedures have potentioal skin injury. Radiological Health Bulletin, 38, 1994, Center for Devices and Radiological Health, F.D.A.
49）古賀裕彦他、ＩＶＲに伴う患者および術者の被ばくに関する警告、日本医学放射線学会雑誌、55、367-368、1995
50）五十嵐均、ＣＣＤカメラを用いたI.I.-DR装置の簡便な精度管理法、日放技学誌、56（2）、290-296、2000
51）福島重廣、胃Ｘ線二重造影像の画像理解システムの構築、日放技学誌、56（3）、418-427、2000
52）長谷川純一、胃画像のＣＡＤ、日放技学誌、56（3）、341-344、2000
53）渋谷光一、発泡剤と硫酸バリウム造影剤の投与順序の検討、日放技学誌、56（4）、605-609、2000
54）鈴木孝、digital radiographyにおける付加フィルタの有用性、日放技学誌、54（12）1373-1381、1998

2.4.7　血管領域

W.C.レントゲンによって発見されたＸ線は医学者により即座に医学へ利用され、血管造影では1923年、フランスのSicardとForestierは造影剤としてLipiodolを肘静脈に注入し、人体の肺まで造影剤が流入するのを透視下で観察した[1, 2]。動脈造影では、1924年にBrooksにより大腿動脈造影が行なわれ、手技はさだかでないが1927年にEgas Monizが脳血管撮影を施行したと記載されている[1]。カテーテルを用いて血管撮影を施行したのは1929年にドイツのW.T.O.フォルスマンが尿管カテーテルを自分の左肘静脈から挿入し、右心房までカテーテルを進め（約65cm）Ｘ線室まで歩いて撮影したのが最初とされている[3, 4]。後にA.F.クールナン、D.W.リチャーズとともにノーベル賞医学生理学賞を受賞している。国内で最初に行なわれたカテーテル造影検査は1938年、泌尿器科の市川篤二が大腿動脈から尿管カテーテルを挿入し腹部大動脈および腎動脈を造影したのが始まりとされる[5, 6]。また、心臓カテーテルは1947年頃からでほとんどが右心カテーテルであった。

冠動脈造影は1941年に中山が大動脈起始部に造影剤を注入して冠動脈造影を行い、1945年にRadnerも同様な手技で冠動脈造影を行った[4]。

ガイドワイヤを用いた経皮的な血管カテーテル法は1953年にスウェーデンのSeldingerにより開発された。1956年、スウェーデンのOdmanがカテーテルの先端に屈曲性を持たせたＸ線不透過性のポリエチレン製のカテーテルを用い、Ｘ線透視下で任意な血管分岐にカテーテルを進める選択的血管造影法を確立した。経皮的カテーテル法を用いた選択的血管造影法が確立されたことにより、放射線診断学に血管造影が大きく取り入れられるようになり、カテーテルを介し病巣の治療を行うinterventional　angiographyと呼ばれる新しい領域が形成された[7]。

選択的冠動脈造影は1959年Mason　Sonesにより行なわれた。Sones法は右上腕動脈から切開カテーテル法でカテーテルを進め、woven dacronという特殊な合成繊維でできた可動性に富んだカテーテルを左右のバルサルバ洞に進め左右の冠動脈を造影する方法である[8]。1960年後半に入ると経皮的カテーテル法で選択的冠動脈撮影が施行できるJudkins法が提案され現在の基本手技が確立された。1970年代後半にはGuentzigによる冠動脈形成術が行なわれ（percutaneous transluminal coronary angioplasty：ＰＴＣＡ）現在にいたっている。

シネ撮影用Ｘ線高電圧装置は1970年、東芝からテトロード管を用いた二次側制御のＸ線高電圧装置（100kW）が開発され、短時間、大電流で高速繰り返し撮影が可能なシネ撮影専用装置の基礎が作られた。またＸ線管装置は当時200kHU（142kW）程度の陽極熱容量のものが使用されていたが低管電圧、大管電流で高速繰り返し撮影を行うにはこの陽極熱容量では不十分であった。Ｘ線機械装置（Ｘ線管－I.I.保持装置）はU，Ｃアーム形となり多方向撮影が可能な保持装置となる。シネカメラはＸ線装置の大容量化に伴い、16mmから35mmカメラへと移行した。1980年代に入ると、テトロード管による管電圧制御方式の定電圧形Ｘ線高電圧装置が開発された。定電圧形Ｘ線高電圧装置の開発で、管電圧リプル百分率が

小さく管電圧変動の少ない管電圧波形が得られるようになり、X線出力の再現性や安定性がより向上された。X線管では、大容量X線管が開発されX線管の最大陽極蓄積熱容量も300～1000kHU（213～710kW）とより大容量化となった。X線機械装置では、多方向撮影装置もバイプレーン撮影が可能な保持装置となり本格的なシネバイプレーン撮影が可能となった。1990年代では、今まで大型であったX線高電圧装置もインバータ式X線高電圧装置に替わり小型軽量となり、X線出力もテトロード管による管電圧制御装置と同等かそれ以上のX線出力の安定性が保たれるようになった。X線管では、熱交換器付の1800kHU（1278kW）のものが使用されるに至った。この時代になると、検査、治療および撮影技術がより高度化となり高鮮鋭な画像が求められるようになり、大きなX線出力が必要とされ、患者および従事者被曝が無視できない問題となった。こうした背景から、画質を落とさず被曝を低減する研究が進められるようになる。撮影透視画像は1990年を境にアナログからディジタル画像へと進み、ディジタル技術の発展に伴い、ネットワークの構築によりフィルムレス化への時代に移行しつつある。

心臓以外の血管撮影で大きな転機となったのは、1980年のＤＦ（digital fluorography）装置の開発で始まったディジタルサブトラクション血管造影法（ＤＳＡ：digital subtraction angiography）の登場あろう。初期のＤＦ装置のマトリックス数は2562～5122程度で、メモリ容量も小さかったため撮影できる総フレーム数も少なく、画質、操作性に不満があった。また当初のＤＳＡは、経静脈性の造影ＩＶＤＳＡ（intravenous DSA）が主流であったため、診断できるのは肺動脈や大動脈およびその第1次分枝等の太い血管、動静脈奇形といった血流の豊富な病変に限られていた。そのため、ＤＳＡは従来のスクリーン・フィルム系の補助的な造影法として使用されるにすぎなかった。しかし1980年代中期以降、ＤＦ装置には高解像度のサチコンカメラ（X線ＴＶカメラ）、高速Ａ／Ｄ変換器、大容量のメモリや高速ディスクが採用され、高精細な10242マトリックスで撮影できるＤＦ装置が一般化したことや、診断およびＩＶＲにおいてＩＡＤＳＡ（intra-arterial DSA）の有用性が認められたため、血管撮影はスクリーン・フィルム系からＤＳＡへと移り変わっていった。ＤＦ装置は1990年代に入り、X線ＴＶカメラにＣＣＤカメラが搭載されるようになり、回転ＤＳＡやステッピングＤＳＡへの対応、ＩＶＲの支援システムの充実がはかられ、ますます高性能・高機能化した。また、ＤＦ装置とＣＴを組み合わせたアンギオＣＴシステムも登場した。さらに1990年後期には、回転ＤＳＡの３次元画像処理ソフトが開発され、1回の造影で動脈瘤などの病変を多方向から観察することができるようにもなった。また、ディジタルネットワークシステムの普及、平面検出器を用いたＤＦ装置（2000年3月）の開発など、ディジタル技術はとどまること知らず発展してきている。1980年以降の血管撮影は、ＤＦ装置の高性能・高機能化と、カテーテル、ガイドワイヤ、ステントなどの器具の進歩、副作用の少ない非イオン性造影剤の普及などが相まって進歩してきたといえる。

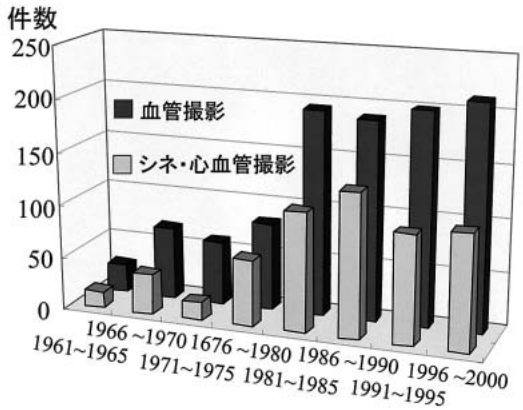


図2-4-29　年代による血管領域件数

図2-4-29は5年ごとにまとめたシネ撮影および心臓血管撮影と心臓を除く血管撮影の論文、シンポジウムおよび研究発表などをまとめた件数である。以下この内容について記述する。

ｉ）シネ・心臓血管撮影領域

a）1961～1965年（昭和36～40年）

国内においても、心臓疾患対応のX線装置としての医療ニーズが高まってきた年代で、X線映画撮影にイメージインテンシファイア（以下I.I.）が使用される時代となった。しかし、心血管撮影はX線発生装置のX線出力の問題から、高速フィルムチェンジャによる撮影が一般的で、X線シネ撮影は、消化管および気管支撮影などに使用されていた。こうした背景から、心血管撮影は撮影条件および撮影時のプログラムなどの発表が多く、シネ撮影に関する研究発表は、シネフィルム、I.I.に関するものが大半であった。図2-4-30は当時使用されていた5

図2-4-30　1960年頃使用されていた5インチイメージインテンシファイア

インチI.I.である。

第16回学会の宿題報告（16巻3.4号87～99）「高速度撮影法」において加藤は、閃光重複撮影法、連続撮影法、Ｘ線映画の３つの撮影法について報告している[9]。注目すべきことは当時、Ｘ線映画撮影は連続的にＸ線が照射され撮影されていたが、加藤は３極Ｘ線管を使用し、Ｘ線曝射をシネシャッタと同期を取り、被曝低減を図り撮影した点である。

第17回総会（1961年）では４題の発表がある。Ｘ線シネ撮影では、松田はI.I.によるＸ線映画撮影とその臨床について、長岡はＸ線ＴＶによる撮影を発表している。心血管撮影では、大谷が同時2方向撮影時の散乱線について研究発表を行った。

第18回総会（1962年）ではI.I.、シネフィルムおよび撮影法について４題の発表があった。I.I.については特性と開発についてであり、シネフィルムでは16mmフィルムの解像力テストである。撮影法では高速撮影装置による心血管撮影時の撮影条件についての発表である。

第19回総会（1963年）では、Ｘ線映画用自動露出機構が考案され、試作されたことに注目したい。映画撮影時被写体の部位および体位、方向によって露出のバラツキを生じることから、「Ｘ線映画の臨床応用」という演題名で遠藤が発表を行っている。また、和久井は「Ｘ線映画における輝度計と写真効果」という演題名で、I.I.の輝度と写真効果の関係から撮影条件を表そうという内容のものである。

第20回総会（1964年）においては、嶌森らによる「血管心臓造影法」の１題で、心血管撮影における撮影プログラムに関する研究発表である。

第21回総会（1965年）では、研究発表は見当たらないが、古田等は論文において、造影剤が右肘静脈から心臓に到達する循環時間を約20例の正常者について調べ、心拍連動高速撮影装置（東芝）での撮影条件の検討を行っている[10]。図2-4-31は当時の心拍連動高速撮影装置である。

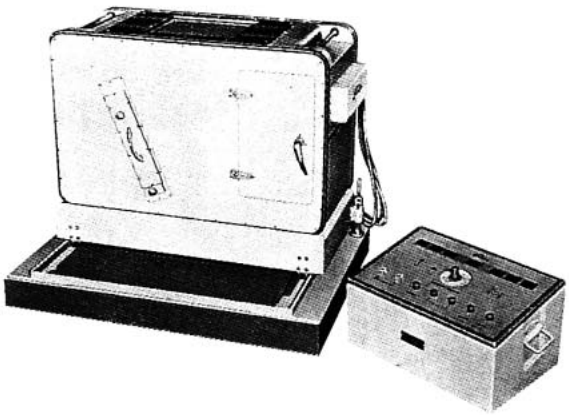


図2-4-31　高速撮影装置Ｃ/Ｄ形

b）1966～1970年（昭和41～45年）

いままで高速フィルムチェンジャによる心臓血管撮影が行なわれていたが、Ｘ線映画による選択的心血管造影法が行われ、シネ撮影による心血管撮影の幕開けとなった。これと呼応しＸ線装置についても開発の兆しが見えた時代である。

第22回総会（1966年）で注目すべきことは、早くもＸ線曝射をシネカメラと同期させシャッタ開放時にパルスＸ線を発生させる研究発表を岡西が行ったことである。他は、心血管撮影の撮影条件およびフィルム濃度の検討に関するものであった。

第23回総会（1967年）では、高速フィルムチェンジャによるバイプレーン撮影法の発表が同一施設から５題あり造影剤の注入器の動作試験、拡大によるボケの検討、散乱線、撮影条件およびその検討といった内容である。他に、心血管撮影時のフィルタの検討や、前年度に引き続き「高速Ｘ線映画撮影用同期Ｘ線パルス制御装置」の発表がある。論文では、小林等による心大血管造影のサブトラクションについて[11]、また河野は、心臓血管撮影時に肺野の濃度が過度になるため、緩和するための濃度補償フィルタについてまとめている[12]。

第24回総会（1968年）から高速フィルムチェンジャによる心血管撮影の発表は姿を消し、シネ撮影による心血管撮影法が大部分を占めるようになった。他の発表では16mmと35mmシネフィイルムの比較、フィルムのγ値、粒状性、解像力などである。また撮影法について、シネバイプレーン撮影や撮影時の造影剤の注入速度についての発表が行われている。撮影装置では、自動露出機構（土井）、一次制御方式によるシネ撮影装置（矢仲）、立体シネ撮影装置（大形）の開発といった発表があり装置に関する研究が盛んに行われるようになったことをうかがわせる。

第25回総会（1969年）では国内最初のシネ撮影による選択的冠動脈撮影についての研究発表が高橋により行なわれた。「選択的冠状動脈造影Ｘ線映画法」という演題名で、内容はＸ線装置およびシネカメラの特性と臨床例であった。他には、バイプレーン撮影時の被曝線量および散乱線によるフィルムカブリ関する発表およびシネフィルムの画質などの研究発表がある。図2-4-32は選択的冠動脈撮影の画像である。

第26回総会（1970年）においては、シネ画像に関する研究発表が多く、山（関西医大）は動態に対する撮影時間の検討を行い、解像力テストについて研究発表を行っている。シネフィルムについて東邦大大橋の松谷は、フ

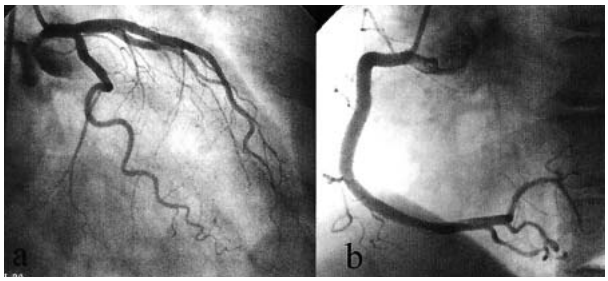


図2-4-32　選択的冠動脈撮影（a：左冠動脈、b：右冠動脈）

ィルムの粒状性について蛍光量計とオシロスコープを用い、X線出力との関係を検討している。他に３題の発表があった。

《トピックス》

1967年：Judkinsは左右の冠動脈に対し容易に挿入可能な特殊な形状に屈曲させたカテーテルを開発し、大腿動脈から経皮的カテーテル法で造影する手技を考案した。このJudkins法は先に述べたSones法と二分する冠動脈造影の基本手技となった[4, 8]。

選択的冠動脈造影法により的確な病変診断が可能となったことから、外科医が行う冠動脈バイパス術（coronary artery bypass grafting：ＣＡＢＧ）が考案され冠動脈疾患に対する診断と治療の基礎が確立された[13]。

Ｘ線高電圧装置では、東芝が三相12ピーク装置（KXO-1000形）および最大管電流1000mAのＸ線管を開発[14, 15]。

1968年：国内で始めて選択的冠動脈造影が行なわれた。

1969年：島津は三相12ピーク装置（HD150G-6）の開発を行った[16]。

1970年：東芝は二次側にテトロード管を使用した高電圧制御方式のシネ撮影用高電圧装置を開発した[14]。管電圧の立ち上がりが１ms以下で、最短撮影時間１msのシネ撮影専用装置である。

c）1971～1975年（昭和46～50年）

国内においても選択的冠動脈造影が各施設で行なわれるようになり、Ｘ線シネ撮影装置や冠動脈撮影方法などに関する研究発表が多くなってきた。

第27回総会（1971年）における発表は２題ありその１題については、映像と心電図および心内圧波形を同時に記録する方法で、他の１題はI.I.の開発に伴う可変視野管による臨床例の発表である。

第28回総会（1972年）では、冠動脈の映画撮影時の撮影条件についてＸ線条件や散乱線について検討したもの、生体現象の記録方法、I.I.拡大撮影による被曝線量増加に関する発表などがある。他は、コンピュータにより心血管撮影（高速フィルムチェンジャ）時の撮影条件を管理しようという発表である。論文で、伊原が選択的冠動脈撮影の手技について述べている[17]。

第29回総会（1973年）では、造影剤の注入を心拍連動で行う方法および造影剤を適切に注入する機構の開発が報告されている。循環器システムについての検討がこの頃から行われ、安全性に関する報告も行われるようになった。また、連続Ｘ線負荷に対しシネ撮影時の過負荷防止に関する研究発表が始まった。撮影では、70mmラピットシーケンスカメラによる心血管撮影が報告された。

第30回総会（1974年）において注目される発表は左心室の容積計測について、菊池（大阪大）から発表されている。他に循環器撮影装置における被曝線量低減のため、間欠Ｘ線曝射に対する検討が山および大久保（東芝）から発表されている。

第31回総会（1975年）では３題の研究発表があり、２題は左心室容積計測についてのもので他の１題は、シネ画像の総合評価の試みである。

d）1976～1980年（昭和50～55年）

虚血性心疾患に対し冠動脈撮影が有効な診断ととして確立された時代で、国内においても心臓血管撮影が普及し始めたことと相まって、撮影技術に関する研究発表も多くなってきた。また、Ｘ線装置の開発も進みシネバイプレーンシステムやI.I.およびＸ線管の保持装置（Ｃ，Ｕアーム）が患者を中心に移動する多方向撮影が可能となった。こうした背景から、シネ、心血管管の撮影技術、検査システムに関するのシンポジウムが3回開催されている。

1976年に開催された第4回放射線シンポジウム「血管撮影について」が行われた。座長は市波（国立東静病院）で演者は５名で行われ、山（関西医大）が「AngiographyとCardiographyにおける技術的考察－フィルムサイズ、交換速度、撮影条件が造影写真に及ぼす影響について－」という演題名で高速フィルムチェンジャおよびＸ線映画による撮影などについて撮影方法について、三和（金沢医大）は「左室容積解析法の検討－特に直接左室造影法と経肺動脈左室造影法の比較－」という演題名で不整脈による左心室の変化について発表を行っている。第6回放射線技術シンポジウム（1979年）の勉強会では、巣組一男（国立循環器病センター）が「循環器系Ｘ線検査について」と題し講演を行った。シンポジウムでは、座長松平（金沢大）により「循環器系検査システムの問題点」というテーマで開催された。演者として木内が「Ｕアーム形循環器撮影システム」、加賀が「循環器105mmRSC撮影における高速ホトタイマとバイプレーンI.I.ブランキング法」、工藤が「被検者の安全性及び

システムの信頼性について」、小川が「小児の先天性心疾患の検査について」、高橋が「Ｘ線撮影システム及びプログラムなどについて」、花山が「当院におけるCine Bi-plane Systemの問題点の検討」、若松が「シネアンギオのシステムについて」を発表し、保持装置の可動範囲や速度、シネ撮影の自動露出機構の応答、I.I.　電気シャッタ、機械装置の安全性およびシステムなどについて討論がされた。図2-4-33はＵアーム形保持装置で、図2-4-34はシネ撮影時のパルス管電圧、管電流、蛍光強度およびブランキングの各波形である。1980年に開催された

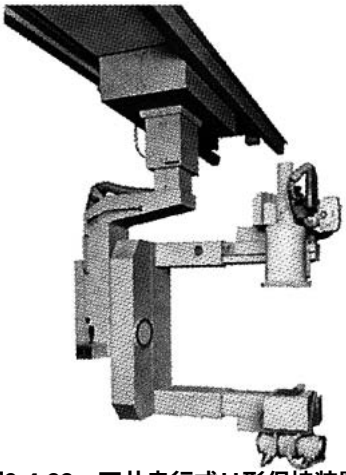


図2-4-33　天井走行式Ｕ形保持装置

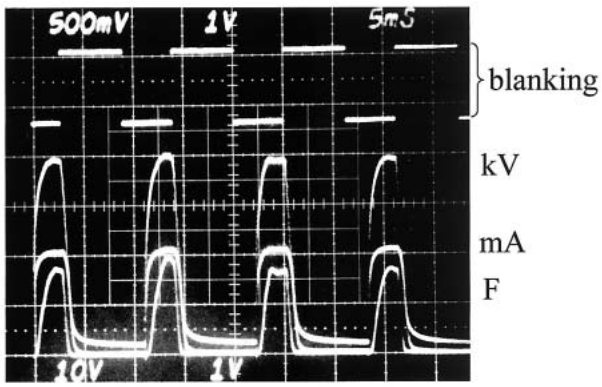


図2-4-34　ブランキング波形と管電圧、管電流、蛍光強度波形　90f/s、80kV、400mA、2.5ms

第7回放射線シンポジウム「循環器領域シネ画像に関する問題点」では、座長は若松（国立循環器病センター）で、演者として足立が「シネ領域における大容量Ｘ線管装置とI.I.装置について」、佐野が「シネ撮影用新形I.I.の開発」、加賀が「35mmシネI.I.ブランキング法」、早川が「シネアンギオ用フィルム（コダックＣＦＳ）の現像処方特性について」、角田が「Photo Sonics　CameraとGV-35CameraとのBi-plane System」、土井が「Ｘ線管の蓄積熱量および撮影可能時間表示とシネ撮影時の自動露出制御のあり方」、栗原が「シネアンギオシステム用デュアルスキャンテレビ方式」について発表を行い、画像の粒状性、フィルムカブリ、コントラスト、フィルム濃度といったシネ画質に影響を与える因子について討論を行った。

第32回総会（1976年）では７題の研究発表があり、シネバイプレーン撮影時の散乱線除去、冠動脈撮影時の撮影角度、拡大率補正、左心室造影法およびラッピトカメラによる冠動脈撮影についてであった。

第33回総会（1977年）において注目されるのは、「大容量パルスシネ用Ｘ線管を用いたコロナリアンギオの検討」という題で、村上はＸ線出力波形と写真効果の関係を述べている。また、増田は新しく設置したシネバイプレーン装置の表面線量から装置間の比較を行っている。他はＶＴＲによる心大血管造影、容積計算、散乱線除去、フィルムコントラストなどの発表である。

第34回総会（1978年）ではＸ線装置の開発に伴った発表が多く冠動脈撮影のポジショニング、Ｘ線シネ用自動露出機構の応答、多方向撮影用保持装置の操作性などの発表が行われた。他はシネフィルムに関するものや心室容積計算などである。

第35回総会（1979年）においてはバイプレーンによる心血管撮影法と散乱線カブリ、シネ用自動現像機の管理、シネフィルムの特性、シネ画像の画質および面積線量計の使用についての発表があった。

第36回総会（1980年）では、シネ撮影装置開発と普及により、大半が装置に関する発表である。大容量Ｘ線管およびI.I.の開発、I.I.ブランキング、自動露出機構の応答特性およびフィルタなどである。

《トピックス》

1976年：東芝は、短時間定格100kV，1250mA、最短撮影時間１msから制御可能な半導体化したKXO-1250形（二次側制御）装置の開発[15]。こうしたテトロード制御の装置の開発によりＸ線出力的には外国製品に劣ることはなくなったが、Ｘ線シネ撮影装置はI.I.を含めた映像・機械装置といった総合的なシステムから画像が評価されるためフィリップス、シーメンスといった外国メーカの製品と比べ多くの問題を抱えていた。また、この頃から各メーカから他方向撮影用保持装置が開発された。

1977年：Gruentzigは冠動脈バイパス術（ＣＡＢＧ）中の患者に冠動脈形成術を施行し同年９月、チューリッヒ大学で37歳男性の左前下行枝の病変に対し最初の経皮的冠動脈形成術（ＰＴＣＡ）を成功させた[13]。

1980年：日本でも米国の講習会に出席した医師らによりＰＴＣＡの臨床例が報告された[13]。

e）1981～1985年（昭和55～60年）

選択的冠動脈撮影が行われてから10年が経過し、国内においてもＰＴＣＡが施行される時代に入った。こうし

たことから、より高度な撮影技術が要求される時代となり、より鮮明なシネ写真や透視画像が要求され、Ｘ線高電圧装置、Ｘ線管装置、機械装置、映像装置の開発が活発になる。一方、撮影技術においては高度な医療技術が取り込まれるなか発展途中といった感がある。

第37回総会（1981年）では、シネ画像の画質評価に関する研究発表が６題あった。その中で、若松は1コマあたりのＸ線量を変え、粒状性についてウイナースペクトル、エントロピー法で解析を行っている。他にシネ自動現像機、フィルム濃度、散乱線といった発表も数題ある。Ｘ線装置では、自動露出機構、濃度補償フィルタ内臓可動絞り、Ｘ線高電圧装置の開発などである。この年に開かれた第8回放射線シンポジウム「総合医用画像について」では、座長は山下（阪大医短）で演者の加賀は「シネアンギオグラフィとＲＩアンギオグラフィの画像評価-左室壁運動形態・駆出分画に関して-」という題で、シネ左心室造影で起きる不整脈と心壁の動きの問題などを明らかにし、ＲＩで得られた心室像との比較を行っている。また片渕は「シネ心血管造影撮影におけるAngled　Projectionを主体とした弁疾（特に僧帽弁疾患）の総合画像診断について」という題で、シネ撮影と超音波断層エコー図法で得られた画像の比較を行った。

第38回総会（1982年）では、フィルム現像処理といったシネ画質管理が14題中10題あり関心の深さがうかがえる。中でも、国産シネフィルムに関する発表が２題ある。画質と深いつながりがあるグリッドについての検討も１題あった。他は、左室容積計算、拡大撮影、装置開発である。

第39回総会（1983年）の新しい発表として、画質に影響するＸ線出力を管電圧・管電流波形から解析した報告、高輝度・高コントラストI.I.（メタルファイバ）の性能評価、500kHU大容量Ｘ線管の開発などがあった。
論文では、田中等による小児撮影における拡大撮影の有用性を解いた報告がある[18]。

第40回総会（1984年）では35mmシネ撮影による動脈瘤，下肢動脈撮影，ＤＳＡによる心機能解析といった発表が注目される。第12回放射線技術シンポジウムは「心疾患検査と放射線技術」という題で、新開（九州大）の座長で、演者12名で開催された。単純撮影，核医学，超音波，感光材料，撮影方法，Ｘ線装置（自動露出機構，機械装置）といった多岐にわたり討論が行われた。この年論文は１題あり、可変視野管I.I.による拡大撮影についてであった[19]。

第41回総会（1985年）において注目される発表は、高圧波尾切断を用いたパルス透視による被曝低減、シネ撮影用800kHU　Ｘ線の開発、シネ撮影による脳血管サブトラクション法などの発表である。図2-4-35はパルス透視における波尾切断有無時の管電圧と蛍光強度の各波形である。第13回秋季での発表はシネ画像のコントラストについての発表１題であった。

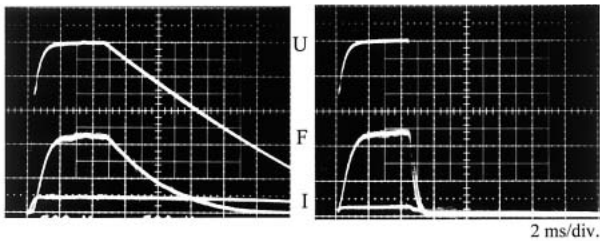


図2-4-35　パルス透視波形：波尾切断無し（左）と有る（左）時の管電圧、管電流と蛍光強度の各波形 100kV 50mA 6.3ms

《トピックス》

1981年：シネ用Ｘ線高電圧装置として日立はテトロード管による二次側制御方式（DH-1513T）を開発[20]。島津はシネ用Ｘ線高電圧装置としてテトロード管を用いた管電圧制御方式のＸ線高電圧装置SHD-150-Gを開発[16]。
1982年：当時胸部外科医であった井上寛治は井上バルーンカテーテルを考案し、経皮経静脈的僧帽弁交連裂開術（Percutaneous Transvenous Mitral　Commissurotomy：ＰＴＭＣ）を行った[21]。
1983年：東芝（KXO-2050）、日立（DH-1520TM）はテトロード管による管電圧制御方式のＸ線高電圧装置の開発[14, 20]。

f）1986～1990年（昭和61～平成２年）

国内においてＰＴＣＡが積極的に行われるようになる。その結果、血管の実長や実径を映し出すため、色々な方向からの撮影やシネ画像の高画質化が求められるようになる。また、ディジタル画像システムの開発が始められた時代でもある。

第42回総会（1986年）では、前年度に引き続き波尾切断パルス透視による被曝低減に関した臨床例の発表が行われた。また、ＰＴＣＡ時のポジショニングや多方向撮影装置などについての発表、シネ画像の画質に関するものも多い。シネ撮影装置の普及により、装置の管理を目的にした発表も多くなるとともに、研究会によるシネ撮影系の実態調査が報告もされるようになった。第14回秋季では、シネ動画像の評価に関する発表が１題ある。

第43回総会（1987年）では前年度同様ＰＴＣＡ施行時の撮影手技、動画の収集、シネ撮影装置システムの発表があり、冠動脈の立体撮影や左心室の三次元動態解析も注目される。また、ＤＳＡによる心機能に関する血流量や弁疾患の血流動体などの測定も報告された。他に、研

究会によるアンケート調査などである。

第15回秋季ではシネフィルムと自動現像機に関する発表が大半を占めていた。論文では、若松等によるシネ撮影を行っている199施設に対しアンケート調査を行った報告がある[22]。

第44回総会（1988年）で注目される発表は、ＰＴＣＡ画像の保存にディジタルビデオメモリの開発とその使用についてである。他にシネ撮影システムの管理、フィルムの画質特性、研究会による実態調査がある。第16回秋季ではシネフィルムの管理に関する発表が大半であった。論文では、原口等によるシネ画像評価に関する研究があり、静止画像と動画像を比較し、動画像が静止画像と比くらべ良く見えることを定量的に求めている[23]。

第45回総会（1989年）では多方向撮影装置の開発が進んだこともあり、バイプレーンによる冠動脈撮影の有用性について解いた発表が出始めた。また、国産シネフィルムの特性や臨床評価の発表も多くある。他には、I.I.劣化に伴う入出力管理、インバータ式Ｘ線装置とテトロード管使用の装置の特性比較などである。第17回秋季では、フィルムレスの先駆となる鍋倉のＤＣＩ導入の発表が注目された。

第46回総会（1990年）に開かれたシンポジウム「インバータ式Ｘ線装置の特性と臨床効果」は座長三代（獨協医大）で運営された。その中で勝又が「循環器検査」という題で話題提供を行っている。注目される発表は、第18回秋季大会で行われた第8回放射線機器技術発表の場でベアリングレスの大容量Ｘ線管の紹介であった。総会および第18回秋季の研究発表は、依然としてシネフィルム・画像評価に関するものが大半を占めているが、術者および被検者の被曝に関する研究やＤＳＡによる心機能解析に関する発表も取り上げられている。装置関連では、シネ撮影用インバータ式Ｘ線装置の開発、多方向撮影装置の動作、ＤＣＩの使用経験などである。論文では、増尾等によるバイプレーン多方向撮影装置の開発における思想、操作性などをまとめた報告がある[24]。

《トピックス》

冠動脈形成術が、この時代大きく進歩することとなった。従来、冠動脈形成術はバルーンカテーテルで行われていたが、粥腫や血栓を切除、除去するアテレクトミーおよび血管を中から支持するステントの出現である。

1986年：Simpsonによる冠動脈に対し方向型アテレクトミー（directional coronary atherectomy：ＤＣＡ）を施行した[13]。

1988年：Berttrand等による高速回転型アテレクトミー（ロータブレータ）、Litvack等によるレーザ冠動脈形成術が行なわれた。また、吸引型アテレクトミー（transluminal extraction catheter：ＴＥＣ）も同時期、臨床に使用された。管腔の内側から金属製の構造物を挿入し血管壁を保持するバルーン拡張型ステント、Palmaz-Schatz（ＰＳ）ステントが開発され臨床に使用されるようになった[13]。

1990年：国内においてPalmaz-Schatz（ＰＳ）ステントの治験が始まる[13]。

g）1991～1995年（平成３～平成７年）

ＰＴＣＡは国内においてもステント、アテレクトミーといった新しいデバイスが使用されるようになった。撮影技術は治療技術の発展から、より高度な撮影技術が要求され高精細な撮影、透視画像が要求される時代となる。一方、高画質を求めるあまり、入射線量の増大から透視・撮影による患者および従事者の被曝が問題となる。

第47回総会（1991年）、第19回秋季で主な研究発表は、ＤＣＩを用いた心血管撮影の画像評価、ＤＳＡによる心機能評価、シネフィルムの特性と評価などがある。他の発表としては、ディジタル画像による冠動脈狭窄率の測定に関するものと、シネプロジェクタの最適照度とフィルム濃度の関係を検討したものがあった。秋季に開催された第17回撮影分科会では、「救急医療における撮影技術」というテーマで行われ、湯田が「三次救急、主として心疾患」という題で話題提供した。この年の論文は、ＰＴＣＡなどの普及により特定従事者の医療被曝が多くなったことなどから、甲状腺および生殖腺部の被曝線量測定と防護衣に関する研究[25]、シネ撮影装置の光学系にタンデムレンズを使用していることから起きるフィルム周辺部の濃度低下の原因を求めた研究[26]の２題である。

第48回総会（1992年）では「ディジタル画像についての現状，問題点，将来展望」という題でシンポジウムが開催された。座長は倉西（富山薬大）で、その中で増田が「Ｘ線シネ撮影でのディジタル動画像」という題で、アナログシネ撮影とディジタルシネ撮影の比較、ディジタルシネの特徴と問題点などについて話題を提供している。また、指定発言者の加賀（山形大）が「ディジタル動画像の臨床応用-回転立体撮影の現状と問題点-」と題して、回転立体撮影の現状と問題点について述べている。研究発表では解析ソフトを利用した冠動脈狭窄率測定システムと、非イオン性造影剤による左心室造影の比較に関する発表がある。第20回秋季では、ＤＣＩによるバイプレーン撮影、シネフィルム現像処理などである。論文では村山等が、シネフィルムの品質管理から、センシトメータの作製について[27]、大室が、ディジタルシネ画像の評価として、ＤＣＩ装置を用いコントラストのつきに

くい横隔膜下の冠動脈について、シネフィルムとの比較検討を行っている[28]。

第49回総会（1993年）および第21回秋季ではＣＣＤカメラの開発に伴って、性能評価や撮像管との比較、透視画像の評価、ＣＣＤカメラによる血管狭窄率計測の評価などの発表がある。他には、100kW形インバータ式Ｘ線装置の開発、バイプレーン撮影による冠動脈撮影の検討、動画・静止画における狭窄率の評価、研究会による実態調査の発表などである。

第50回総会（1994年）では、「心臓の画像診断における最近の進歩」というテーマで玉木長良（京都大）が血管内腔画像などの診断について講演を行った。総会および第22回秋季の研究発表は、前年度ＣＣＤカメラ搭載形の装置が開発、発表された関係からＣＣＤに関した発表が多くある。他の発表は心カテにおける被曝線量低減などである。

第51回総会（1995年）で開かれたシンポジウム「先端画像と被曝線量」において、土屋が「装置性能と国際的動向」、横山が「画像特性の向上と被曝線量」、水谷が「検査技術と装置管理による被曝低減」、細矢が「Digital Subtraction AngiographyとInterventional Radiology」というタイトルで発表を行った。中でも装置製造メーカの立場から、土屋はＩＥＣ 60601-2-43（ＩＶＲ用Ｘ線装置の安全に対する個別要求事項）からＩＶＲ用Ｘ線装置についての考え方を述べていた。研究発表では、濾過フィルタにより被曝低減を図る発表が注目される。第23回秋季の一般研究発表は３題であった。論文では、荒居が被写体厚の違いによる濃度変化の特性をセンシトメータで求めたもの[29]と、鍋倉が研究会でシネ撮影について調査したもの[30]をまとめた報告の２題である。

《トピックス》

1991年：Barathらによるバルーンの表面にステンレス製の刃をつけたカッティングバルーンが開発された[13]。

1992年：撮像管に替わりＣＣＤカメラ搭載装置を東芝は開発した。ＣＣＤカメラの開発により撮像管では考えられなかったダイナミックレンジの広いディジタル画像が得られるようになった。

1993年：Palmaz-Schatz（ＰＳ）ステントが国内で使用可能となり、ステントの時代を迎える[13]。

h）1996～2000年（平成８～12年）

デバイスの進歩や治療技術および撮影技術の向上からＰＴＣＡがより安全に施行される時代となった。研究発表においても、術者・患者被曝の低減、画像診断、フィルムレス化およびＩＶＲ用装置の開発といった発表が多く行われている。

第52回総会（1996年）の研究発表は冠動脈撮影時のポジショニング、血管計測、入射線量と画質の関係、患者被曝といった内容のもので従来の内容と大差ないものであった。第24回秋季に開催された第27回撮影分科会は、「心疾患の画像診断」というタイトルで行われた。教育講演で洞口正之（東北医短）が「心大血管の画像診断」というテーマで講演を行った。技術講演は天内（横浜市大）が「心疾患の撮影技術」というテーマで撮影法および撮影技術といった内容で講演を行った。ワークショップでは梅田が「虚血性心疾患の画像診断」、金谷が「心臓核医学検査の今」、種村が「心カテーテル検査から得られる情報・心エコー図検査から得られる情報」という題で話題を提供した。秋季大会の研究発表は、心カテ時の防護プロテクタ，シネ画像の画質といった内容である。論文などでは、工藤等によるシネ用自動露出機構の調整と管理計器[31]、梅津等による心カテにおける各諸条件の記録の自動化について[32]、荒居によるグリッドと血管径の関係について[33]、江口等はＣＣＤカメラの特性について[34]、宮崎がＰＴＣＡに使用する新しい器具とＩＶＲ用Ｘ線装置について[35]、村山等はＣＲＴモニタの輝度についての報告を行っている[36]。

第53回総会（1997年）は、冠動脈疾患の定量解析（ＱＣＡ）として行われていた血管計測のキャリブレーションおよびその精度に関したものが多い。検査時の被曝では、ＰＴＣＡ時のものが大半であったが、透視時間が長い心筋焼灼術時の被曝に関する発表が行われた。第25回秋季はいずれも総会時と類似の発表である。論文は、荒居によるシネ用自動露出機構の被写体厚応答特性について[37]、松田等がシネフィルムのブートストラップ法につ

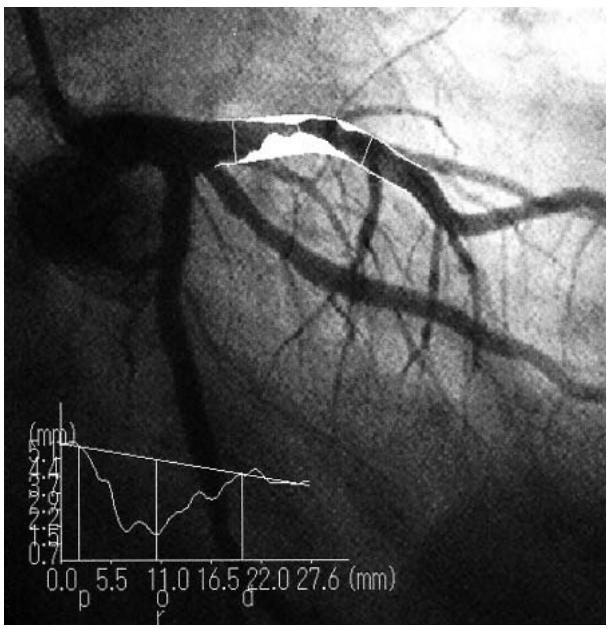


図2-4-36　CMSによる冠動脈狭窄解析システム

いて[38]の２題であった。図2-4-36は心血管解析システムによる冠動脈狭窄率計測を示したものである。

第54回総会（1998年）で開催されたシンポジウムは「ＩＶＲ被曝の現状と低減策」というテーマで座長：花山（大阪大）行われた。演者は佐藤（東北大），古田（小倉記念），才田（奈良医大），木野村（藤田保健大），鳴海（大阪大）の５名であった。各演者は被曝の現状と低減対策を脳血管，心臓，腹部領域と被曝低減の教育、それに術者の立場から発表した。中で演者の古田は「coronary　interventionの医療被曝」という題でＰＴＣＡ時の透視および撮影による被曝の低減について語った。第26回秋季では、心臓カテーテル検査の実際というタイトルで司会：横山（北海道大野病院）でフレッシャーズセミナが開催された。総会および秋季大会の一般発表は血管計測関連を除くと多くは被曝低減に関するものでＩＶＲ用Ｘ線装置、パルスレイト低減および波尾切断パルス透視、カテ室における従事者の被曝線量および散乱線分布量の測定などである。論文では、江口が心臓カテーテル検査時のディジタル画像の有用性について[39]、千田等のカテ検査に使用するポリグラフの管理について[40]、加藤等のＱＣＡキャリブレーション[41]、松田等によるI.I.ベーリングレアと特性曲線の関係について[42]、解析したものがある。図2-4-37は現在使用されているバイプレーン多方向撮影用保持装置である。

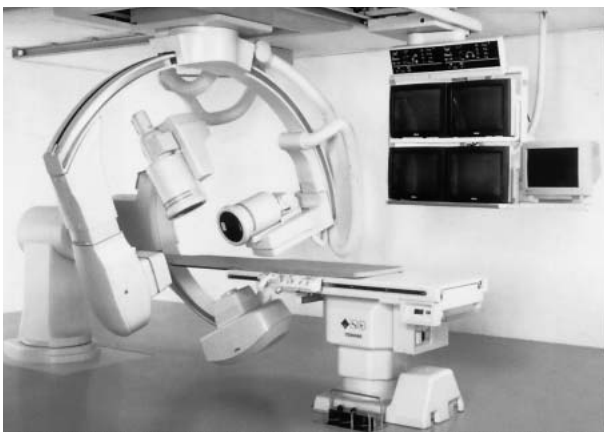


図2-4-37　バイプレーン多方向撮影用保持装置

第55回総会（1999年）ではサイエンス講座が開催され、その中で土屋（東芝）は「Ｘ線診断装置の現状と今後」というタイトルでＸ線発生系のＸ線装置の現状からＸ線検出系のＣＣＤカメラから動画用平面検出器を取り上げ未来の動向について述べた。第27回秋季において、東芝の藤井千蔵による「近未来のディジタルＸ線システムーＸ線平面検出器の現状と将来ー」という題でフレッシャーズセミナが開催された。研究発表で注目される発表は動画用平面検出器の開発に関する発表で、他の発表は血管計測、被曝低減という内容である。論文としては、加藤等のＱＣＡキャリブレーション[43]、増田等のシネ装置用モニタの輝度に関する研究がある[44]。また宮崎が、臨床技術講座で現在ＰＴＣＡに使用されている新しいデバイスの用途とＩＶＲ用Ｘ線装置について述べている[45]。

第56回総会（2000年）ではWashington Hospital CenterのRon Waksman先生による「血管内小線源治療臨床試験の現状」というタイトルで特別講演が行われた。また招待講演ではStephen Rudin（ＳＵＮＹ）により「動画対応Ｘ線平面検出器の臨床応用－直接変換方式の動画による動物実験」というタイトルで行われた。図2-4-38は動画用平面検出器の原理図と平面検出器で撮影した冠動脈である。第15回計測部会では血管計測が取り上げられ、横井佳宏（小倉記念病院）による特別講演が「定量的冠動脈造影法の現状と将来」という題で行われた。また、討論会では「血管径の狭窄率の計測」というテーマで狭窄率の定量解析が討論された。第28回秋季大会では、関根　宏（東京慈恵医大）が「血管内放射線照射の基礎と展望」という題で、片桐好美（札幌医大）が「心臓解析ソフト（p-FAST）バージョン-2の解説」という題で各々セミナが開催された。秋季大会においてＸ線シネフィルムレスによるネットワークの発表があった。論文は、荒居によるＤＩＣＯＭネットワークを用いた冠動脈造影画像通信についてと坂本等によるＩＶＲ時の患者被曝の測定管理について[47]の２題である。

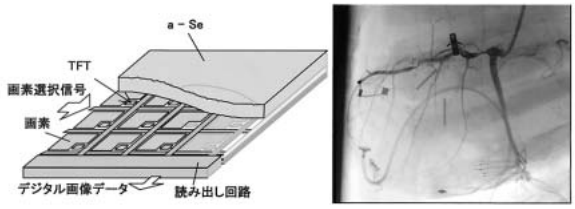


図2-4-38　平面検出器の原理図と撮影図像

《トピックス》

冠動脈ＰＴＣＡが施行され20年が経過するなか大きな発展を遂げてきたが，国内外において再狭窄という難問を抱えた時代である。再狭窄予防を目的とした新たな治療法として、血管内放射線治療が考案され国外では、内膜増殖抑制を対象とした患者に対し治験が行なわれている[13]。国内においても2001年に治験が開始される予定である。

1999年：シネディジタル動画像のディジタルネットワークが行なわれる。動画像対応の平面検出器が実用化される。

2000年：米国で平面検出器を用いた循環器撮影装置が発売された。

ii）血管撮影

a）　1961～1965年（昭和36～40年）

1961年の16巻3。4号に、加藤五郎（弘前大学）『高速度撮影法』の宿題報告（第16回総会）が掲載されている[9]。この当時まだ珍しいカットフィルム式高速撮影装置を使用し、連続撮影における解像力の測定と心大血管の臨床評価を行っている。Ｘ線映画では、蛍光板を用い8, 16，35mmの各フィルムサイズで解像力の比較を行っている。また、I.I.と蛍光板を用いたときの被検者被曝線量の比較も行っている。

第17回総会（1961年）で血管撮影に関する一般研究発表は３題あり、その内容は連続撮影装置の試作に関するもので占められていた。

第18回総会（1962年）では、百田（京都大）らが、頭部同時2方向撮影において、直接撮影とオデルカカメラの比較を行っている。

第19回総会（1963年）では、脳血管の撮影台に関する演題が２題、大動脈閉塞による気管支動脈撮影法と同時2方向撮影による散乱線カブリを検討した演題が各１題、合計４題の発表があった。

第20回総会（1964年）では、Ｘ線ＴＶと連続撮影装置を利用した選択的血管造影法に関する１演題と、脳血管同時2方向撮影に関する演題が３題あった。

第21回総会（1965年）では、1回の曝射で、直接撮影と拡大撮影を同時に行う方法に関する１演題と、インジェクタと自動カセッテチェンジヤに関する演題が１題づつであった。

この時期の論文は３編[48-50]あり、脳血管専用撮影台に関する論文が２編[48, 49]、造影剤の注入量、注入速度、各種造影剤の造影能力について検討した論文が１編[50]であった。この時代、脳血管撮影に関係する内容が多いのが特徴である。

《トピックス》

1964年：Dotter、Ｊudkinsが二重管カテーテルを用い経カテーテル血管開通術（ＰＴＡ）を行う[51]。

b）1966～1970年（昭和41～45年）

第22回総会（1966年）では５題の発表があり、自動カセッテチェンジャ、術者の放射線防護、Solenoid型電磁石を利用したインジェクタなどが発表された。

第23回総会（1967年）では８題の発表があったが、その多くは脳血管撮影台とカセッテチェンジャの演題であった。

第24回総会（1968年）では、高尾（長崎大）が　『血管造影の装置と撮影技術について』と題して宿題報告を行っている。その内容は、カセッテチェンジャから高速度映画撮影まで幅広い内容で、撮影技術と各種装置についての報告であった[52]。研究発表は10題あり、同時２方向撮影での散乱線カブリ，脳血管撮影台，インジェクタの比較などが発表された。注目されるのは、牛尼（東京大）らが、２つのＸ線管とフィルムチェンジャを用い立体血管連続撮影について発表したことである。

第25回総会（1969年）では、速水昭雄（国立がんセンター）らが、連続撮影装置による腹部血管造影ステレオ撮影を発表している。この撮影を行うためにステレオ撮影用ブッキーブレンデとホトタイマを開発している。これ以外の発表では、同時２方向撮影、脳血管撮影台、フィルムチェンジャＡＯＴに関する演題が８題あった。

第26回総会（1970年）の一般研究発表で特記すべきことは、高尾（長崎大）が間欠Ｘ線パルス透視法を発表したことである。毎秒15回のパルスで普通透視の1／3、毎秒2回のパルスでは1／22まで被曝を低減できるとしている。その他に６題の発表があった。

この時期の論文は、下肢動脈連続撮影装置の試作[53]、経静脈法腹部動脈造影の再検討[54]、高速連続撮影系のＭＴＦの測定[55]、脳血管連続撮影装置[56]の試作、造影剤と血液の混和性の研究[57]、それに下肢動脈造影に感度補償増感紙を用いた使用経験[58]の６編であった。

《トピックス》

1967年：Viamonte　Hobbs、Heliman　Whalley等が電動式のflow　control式のインジェクタを開発。これ以後、インジェクタはflow　control式が主流となる。Margulisが“interventional　diagnostic　radiology（ＩＶＲ）”という新しい分野を提唱した[51]。

1968年：Doppmanらが脊髄動静脈奇形に対して動脈塞栓術を行う[51]。

1969年：エレマシュナンダー社がフィルムチェンジャＰＵＣＫを開発。

c）　1971～1975年（昭和46～50年）

第27回総会（1971年）では５題の発表があり、Slit Slide撮影法による下肢動脈造影、選択的中大脳動脈造影法、連続撮影の画質に関する発表があった。

第28回総会（1972年）では、頭部、胸部、腹部、四肢の各部位に合わせた濃度補償フィルタの発表があった。それ以外に３題の発表があった。

第29回総会（1973年）では７題の発表があり、新しい発表として、ロータリカセッテチェンジャとイメージレスＸ線ＴＶを組み合わせた血管造影用撮影台と脳血管撮影の撮影プログラムを検討した演題があった。

第30回総会（1974年）では、『神経放射線領域における検査技術』と題してシンポジウムが開催された。座長は川本（三重医大塩浜病院）で、演者は相沢（秋田県立脳血管研究センター）、松村（静岡労災）、野口（名古屋

大）の３名であった。相沢は脳血管撮影を中心に、画質の問題，造影剤，撮影電圧，拡大撮影，断層撮影などについて幅広く検討している。研究発表では脳血管断層撮影に関する発表が１題あった。

第31回総会（1975年）では12題の発表があった。この年の発表内容は多彩で、立体拡大連続血管撮影，脳血管断層撮影，遠距離脳血管撮影，眼窩静脈撮影法，I.I.間接撮影，副腎血管造影撮影法，スキャノグラフィによる下肢動脈撮影などが発表された。

この時期の論文は、スキャノグラフィ[62]や脳血管断層撮影[65]などの特殊撮影法を含め７編[59-65]であった。

《トピックス》

1972年：Roschらが消化管出血に対する塞栓術を行う[51]。

1974年：Gruntzigが拡張用バールンカテーテルを開発し、下肢閉塞性動脈硬化症に対しＰＴＡを行う。Dotterが局所動注療法による血栓溶解術を行う[51]。メタルI.I.が開発される（図2-4-39）。

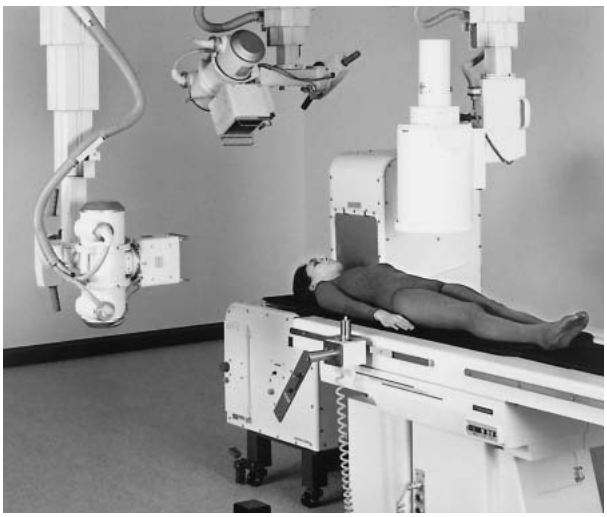


図2-4-39　1970年代後期、フィルムチェンジャを用いた頭腹部連続撮影装置の一例（東芝提供）

d）1976～1980年（昭和51～55年）

この時期、Ｘ線高電圧装置、保持装置、I.I.、Ｘ線管などの高性能化に伴う血管撮影システムの充実と、希土類増感紙の開発などで血管撮影が盛んになったこともあり、血管撮影に関する3つの放射線技術シンポジウムが開催された。第4回放射線技術シンポジウム（1976年）は『血管撮影について』と題して、座長：市波（国立東静病院）で、演者は山（関西医大）、毛利（千葉県がんセンター）、三和（金沢医大）、若松（大阪大）、和田（県西部浜松医療センター）の５名で行われた。そこでは血管撮影の撮影条件，同時2方向撮影時の相互カブリ，I.I.間接ラビット撮影，被曝線量などの現状，立体拡大連続撮影，左室容積解析法，希土類増感紙の血管撮影への適応などが討論された。第6回、第7回放射線技術シンポジウムはシネ・心血管撮影関連の発表であった。

第32回総会（1976年）では、Auto Tomographyによる脳血管断層撮影法、希土類増感紙の血管撮影への適応、拡大連続血管撮影などが発表された。

第33回総会（1977年）の発表内容は前年の32回総会と同様な傾向であった。

第34回総会（1978年）の新しい発表としては、佐々木（秋田県立脳血管研究センター）らがフィルムチェンジャの圧着板の材質が、従来のAl合金板からＸ線透過性が高いカーボンファイバに変わったことで、散乱線含有率への影響や撮影条件の見直しを検討している。この頃からカテーテル天板の材質にもカーボンファイバが用いられるようになった。

第35回総会（1979年）では、米岡（星ケ丘厚生年金）らが、同時2方向撮影時の側方散乱線除去に希土類増感紙を用い効率的に散乱線の除去が出来たと発表している。また、小松田（山形大）らは、下肢全般にわたる連続的な血管像を得るため、連続撮影装置と天板移動を組み合わせた下肢血管連続撮影法を発表している。

第36回総会（1980年）では、発表内容に定まった傾向はなく多彩な内容が発表された。その中で、木内（山形大）らが、フィルムチェンジャに高速ホトタイマを装着して連続撮影での自動露出制御を発表している。

この年の大きな話題として、ＲＳＮＡ（北米放射線学会）でＤＦ（digital fluorography）装置が発表されたことが挙げられる。

1960年代の発表では、脳血管撮影を中心とした連続撮影装置や撮影台の開発、同時2方向撮影での散乱線カブリなどが話題の中心であったが、1970年代では、立体撮影，拡大撮影，立体拡大撮影，脳血管断層撮影，下肢の天板移動撮影などの特殊撮影が多く発表された。

この時期の投稿論文は、立体拡大撮影，脳血管断層撮影などの特殊撮影の４編を含め８編[66-74]であった。

《トピックス》

1976年：大口径14"メタルI.I.が開発される。

1977年：フィルムチェンジャ（Puck）搭載型の保持装置が登場。非イオン性造影剤イオパミロンが発売。

1978年：山田らが肝細胞癌に対してＴＡＥ（trans-catheter arterial embolization）を導入[75]。

1980年：11月の北米放射線学会（ＲＳＮＡ）でＤＦ（digital fluorography）装置が登場

e）1981～1985年（昭和56～60年）

第37回総会（1981年）では19題の発表があった。その内容としては、拡大立体撮影のＸ線管、Ｘ線装置、撮影技術に関する演題とフィルムチェンジャに関する演題が

多く発表された。

第38回総会（1982年）では15題の発表があった。その中で注目されるのは、早くもＤＳＡに関する演題が発表されたことである。ただ、ＣＲやＶＴＲを使用したＤＳＡの試みが３題で、ＤＦ装置によるＤＳＡの報告はまだ１題のみであった（図2-4-40）。

図2-4-40　国産初期（1983年）のＤＦ装置（東芝提供）

この年の秋、第10回放射線技術シンポジウムが『立体拡大撮影技術について』という題で開催された。座長は木内（山形大）で、演者は14名と異例の多さであった。そのため内容は、Ｘ線装置，撮影技術，観察，スクリーン・フィルム系，シネによる立体拡大，ＤＳＡによる立体拡大と多岐にわたり、その中で演者の佐野は、「Ｘ線シネ立体拡大撮影の臨床への試み」という題で、Ｘ線管焦点0.6mmによる拡大ステレオ撮影について発表した。第39回総会（1983年）では、ＤＳＡに関する演題が20題中９題と急増した。また、松村（独協医大）らがアンギオＣＴの発表を行ったのも注目される。

この年の秋、第11回放射線技術シンポジウムが『老人のＸ線撮影技術について』という題で開催された。座長は後藤（新鋼病院）で、演者は５名であった。血管撮影からは粟井（国立循環器病センター）が少量、低濃度の造影剤で済むＩＡ-ＤＳＡの有用性を発表し、川戸（神戸市立中央市民病院）は心血管撮影での造影剤注入条件と高齢からくる撮影条件に関して考察している。

第40回総会（1984年）では、『ディジタルラジオグラフィの現状と将来』という題でシンポジウムが開催された。座長は春日（信州大）で、演者は６名であった。血管撮影からは、ＩＶ-ＤＳＡの臨床評価を藤井（国立病院医療センター）が、ＤＳＡ装置の現状と問題点を工藤（大阪市大）が、ディジタル断層を矢野（信州大）が発表した。

総会では、ＤＳＡに関する演題が17題と増えたこともあり27題の発表があった。ＤＳＡ関連の発表では、装置の開発、画像評価、画像改善の報告以外に、拡大、ステレオ、断層などの応用撮影が早くも試みられている。

また、この年の秋には、『Digital Subtraction Angiographyの臨床利用について』と題して第12回放射線技術シンポジウムが開催された。座長は矢野（信州大）が務め、12名の演者が発表した。内容はＤＳＡの現状と問題点，画質改善，補償フィルタ，ステレオＤＳＡなどである（図2-4-41）。

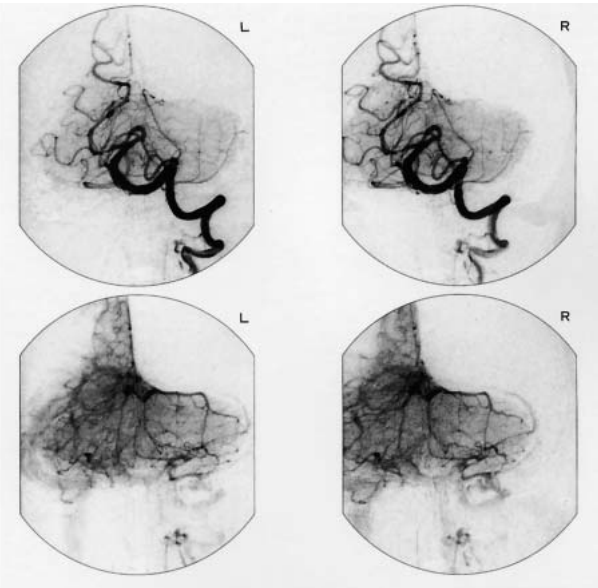


図2-4-41　1984年からステレオＤＳＡが始まる（左椎骨動脈造影）

第41回総会（1985年）では、ＤＳＡに関する演題数のピーク（35題中28題）を迎えた。発表内容は前年よりさらに幅広くなり、ＤＳＡによる血流動態解析の発表が報告されたことが注目される。この総会の教育セミナーでは、高橋睦正（熊本大）が『血管造影の現状と将来』と題して血管造影法とＩＶＲの歴史，ＤＳＡの特徴，造影剤，装置の開発，ＩＶＲの現状などについて講演した。

第13回秋季の撮影分科会は、『血管造影』というメインテーマで、石口恒男（名古屋大）が「最近の画像診断における血管造影の意義」と題して教育講演を行った。ワークショップは「血管造影の画質はどうしたら向上するか」について加賀（山形大）と山（関西医大）の座長のもと各部会，支部の研究会からＸ線装置および関連装置，感光材料などについて討論がされた。

この時期の投稿論文は、ＤＳＡに関する４編を含め５編[76-80]であった。

《トピックス》

1981年：ＣＲ（computed radiography）が登場。血管撮影では一時期ＤＳＡとして使用される。

1983年：この頃から、10242マトリックス対応のＤＦ装置が開発され始める。Ｘ線ＴＶ装置にサチコンカメラが

採用される。

1984年：ステレオＤＳＡ装置が登場。Choyら、Ginsburgら、Geschwindらがレーザによる血管形成術の報告を行う[81]。

1985年：ＤＡ（digital angiography）撮影が可能なＤＦ装置が開発される。Palmazがballoon expandable stentを報告[82]。Simpsonがアテレクトミー用のカテーテルを開発[83]。

f）1986～1990年（昭和61～平成２年）

第42回総会（1986）と第14回秋季の一般研究発表のほとんどがＤＳＡに関するものであった。その中の約3割がＤＳＡによる血流量測定に関する演題であったことがこの年の特徴である。また、加藤（香川医大）らが下肢動脈のステッピングＤＳＡの試みを発表したことも注目される。

第43回総会（1987年）では、前年に引き続きＤＳＡによる血流量測定に関する演題が多く発表された。スクリーン・フィルム系では自動露出機構に関する演題が３題あった。

第44回総会（1988年）と　第16回秋季で注目されるのは、多くのＤＳＡ関連発表の中で、１題だけであったが国産のＤＡ装置の開発に関する発表があったことである。

第45回総会（1989年）の教育セミナーでは、兵庫医大の中尾宣夫が『Ｉnterventional Radiology-放射線診断手技の治療的応用-』と題して、ＩＶＲ手技の実例を挙げ説明した（図2-4-42）。第45回総会と第17回秋季では、

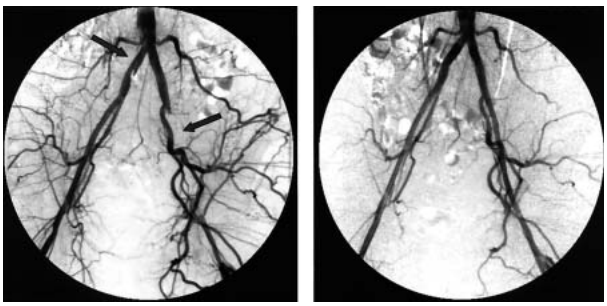


図2-4-42　1980年代に入るとIVR用の色々なデバイスが開発されIVRが盛んに行なわれるようになる。写真は、右総腸骨動脈と左外腸骨動脈へステントを挿入した例。

ＤＡの臨床応用が発表され始めた。加賀（山形大）らは、ＤＡによる回転撮影やテーブル移動撮影の有用性を発表している。

第46回総会（1990年）では、『放射線機器を用いた血流測定の現状と将来』と題してシンポジウムが開催され、座長は花山（大阪大）が務めた。血管撮影からは春日（信州大）が「ＩＡＤＳＡによる頸動脈血流量測定」と題して、ＤＳＡによる血流量測定の問題点と測定精度の限界を報告した。教育セミナーでは、新開（九州大）が『血管造影撮影技術』、神戸大学の佐古正雄が『血管造影の臨床』と題して講演した。

第18回秋季の撮影分科会は、『血管撮影技術』というメインテーマで開催され、松井修（金沢大）が「血管造影法による腹部疾患の診断と治療」と題して教育講演を行った。また、ワークショップは米沢（金沢医大）と山（関西医大）の座長のもと、４名のパネリストが話題提供を行った。第46回総会と第18回秋季の研究発表では、ＤＡとＤＳＡによる回転撮影に関する演題が９題発表されたことが注目される。

この時期の論文は10編[84-94]あった。ＤＳＡ関連しては、ＤＳＡによる血流量測定法の開発[87]、テーブルシフト機構を利用したＤＳＡ撮影[88]、ＤＳＡシステムの特性曲線測定[89]、ＤＳＡによる血行動態解析法[90]、ＤＳＡ装置の識閾コントラストの比較[92]、motion artifactを除去する圧迫具の考案[94]など多彩な内容であった。

《トピックス》

1987：ウォールステントの臨床報告[82]

1989：液状金属を用いた螺旋溝ベアリング（液体ベアリング）のＸ線管装置が開発される。

1990：回転ＤＳＡに対応したＤＦ装置が開発される。

f）1991～1995年（平成３～７年）

1991年の第47回総会と第19回秋季での研究発表の新しい内容としては、ＤＡ画像の自動階調処理やＤＡ、ＤＳＡによる回転撮影や下肢移動撮影での補償フィルタやボーラスに関する発表があった。

第48回総会の研究発表で注目されるのは、CO_2（二酸化炭素ガス）を用いたＤＳＡ撮影，ディジタル透視，ステレオ透視に関する発表があったことである。

第20回秋季の撮影分科会は、『ディジタル血管撮影技術』というテーマで開催された。教育講演は細矢貴亮（山形大）が「Digital Angiographyの臨床への適応と限界」と題して講演した。また、ワークショップは加賀（山形大）と山（関西医大）の座長のもと４名のパネリストが頭部・胸部・腹部・四肢のディジタル血管撮影の現況を発表した（図2-4-43）。

第49回総会（1993年）と第21回秋季の研究発表では、Angio-CT，Angio-3DCT，100万画素ＣＣＤカメラを搭載したＤＦ装置，下肢ステッピングＤＳＡ，ＩＶＲ支援システム，ＩＶＲ時の被曝線量などが発表された。また、この頃から装置メーカの発表数が増え始めた（図2-4-44）。

第50回総会（1994年）の教育講演では、京都大学の滝和郎の教育講演『脳血管障害に対する血管内手術法』が行われ、脳動脈瘤や脳動静脈奇形などに対するＩＶＲが

図2-4-43　1992年、愛知がんセンターにアンギオＣＴシステムの一号機が設置される（東芝提供）

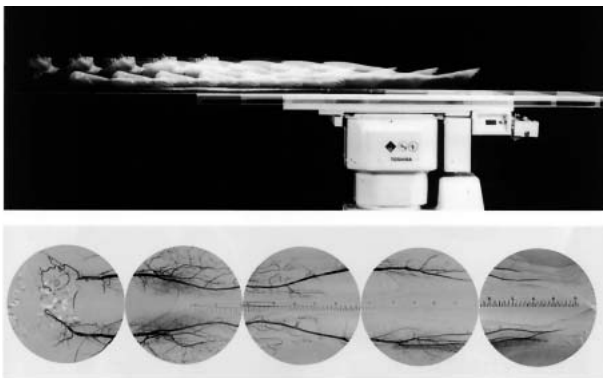


図2-4-44　1990年代に入ると、DF装置に回転DSAやステッピングDSAの機構が付加され始める。写真は下肢動脈造影のステッピングDSA（東芝提供）

紹介された。

第23回秋季の撮影分科会では、『ＩＶＲ関連技術』というテーマで、教育講演，技術講演，ワークショップが開催された。教育講演は東京大学の大友邦が「ＩＶＲ各領域における最近の進歩　-特に肝臓・胆道系について-」と題して講演した。技術講演では東邦大の宮崎が「ＩＶＲと撮影技術　-冠動脈形成術における撮影技術-　」と題して、最新のデバイスやＸ線発生装置、撮影技術について講演した。またワークショップでは、小川（埼玉医大総合医療センター）と佐野（山梨医大）の座長のもとで３名のパネリストが発表した。血管撮影からは江口（山形大学）が「ＩＶＲに必要なＸ線透視装置の性能」という題で、また、高橋（国立がんセンター東病院）は「ＩＶＲのためのＣＴアンギオシステム」と題して発表した。

第51回総会と第23回秋季の一般研究発表の内容は93～94年とほぼ同様な傾向であったが、被曝線量低減に関する演題が増加したことが特徴である。

この時期の論文は７編[95-101]であった。ＤＳＡ撮影に関連して、ＴＶカメラの動作点と撮影プログラムを検討した１編[95]、横隔膜の呼吸性移動幅を吸気および呼気停止法で比較した１編[96]、長尺カセッテチェンジャとＣＲを用いての大視野ＣＲ-ＤＳＡの試みが１編[98]、補償フィルタの材質と挿入位置を検討した１編[99]、ＤＳＡ装置のファイナルＭＴＦの測定[100]、180度回転させて得られたＤＳＡ像から横断画像再構成の試みが１編[101]であった。

《トピックス》

1991年：PalmazらがPalmazステントにダクロンシートをカバーしたものを大動脈瘤に留置[102]。ステッピングＤＳＡに対応したＤＦ装置が開発される。アンギオＣＴシステムが登場。

1992年：100万画素ＣＣＤカメラを搭載したＤＦ装置が開発される。

1994年：ＦＤＡ（米国食品医薬品局）が医療被曝による皮膚障害の問題に関して勧告を発する。

1995年：心臓Ｘ線造影画像のＤＩＣＯＭ規格が決まる。（ＣＤ-Ｒをデータ相互交換媒体、5122×8bit、１／２可逆圧縮）。Ｘ線平面検出器（ＦＰＤ）がＲＮＳＡで発表。

g）1996～2000年（平成8～平成12年）

第52回総会（1996年）では、『脳血流測定の技術的諸問題（モダリティの違いによる問題点）』というテーマでシンポジウムが開催された。座長は柳原（大阪市大）で、演者は各分野から５名選出された。血管撮影からは熊代（倉敷中央）が「ＤＳＡによる椎骨脳底動脈の血行動態-精度測定と問題点-」と題して発表した。

第52回総会と第24回秋季の一般研究発表では、ＩＶＲ-ＣＴ／Angio System、Ｘ線補償フィルタ自動制御システム，下肢ステップＤＳＡ，回転ＤＳＡ，ステレオＤＳＡからの３次元画像表示などの最新の装置開発と臨床評価が発表された。

第53回総会（1997年）では、『ディジタル画像の有用性』というテーマで中西（大阪逓信）を座長にシンポジウムが開催された。演者は技師３名と医師１名で、血管撮影からは、江口（山形大）が「心臓カテーテル検査領域におけるディジタル画像の有用性」と題して、また、多賀谷（虎の門病院）は「血管撮影検査におけるディジタル画像の有用性」と題して、現時点でのＤＡ、ＤＳＡの特長と問題点を提示した。

第53回総会と第25回秋季の研究発表では、ステレオＤ

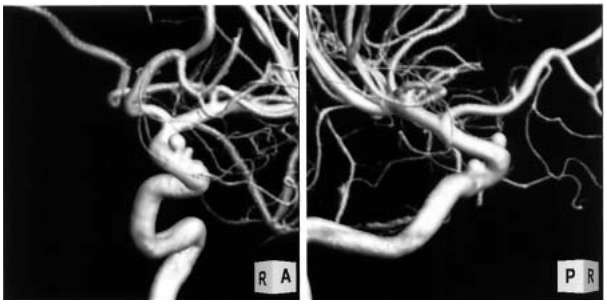


図2-4-45　左内頚動脈造影の回転DSAから3次元再構成画像（東芝提供）

ＳＡからの３次元画像再構成，回転ＤＳＡ，被曝線量低減に関する発表が目に付いた（図2-4-45）。

第54回総会（1998年）と第26回秋季の研究発表でも、前年同様、回転ＤＳＡと被曝線量低減に関する発表が多く見受けられた。

第55回総会（1999年）では、ＩＶＲに関する講演が２題あった。ひとつは平松京一（慶応大）が『インターベンショナルラジオロジーの展望』と題して特別講演を行った。もうひとつは隈崎達夫（日本医大）が『ＩＶＲの現状と将来展望-ＩＶＲセンター設立を踏まえて思うこと-』と題して教育講演を行った。第55回総会と第27回秋季の研究発表は、定まった傾向はなく多彩な内容で発表された。その中で新しいものとして、立位での血管撮影が可能な装置、動画対応のＸ線平面検出器の開発、患者被曝管理システムなどの発表があった。

第56回総会（2000年）では、高橋睦正（熊本大）が『非侵襲的血管造影の最近の進歩』と題して特別講演を行った。研究発表では、ＩＶＲ、被曝、回転ＤＳＡ、血管計測、ＤＳＡと３D-ＣＴＡなど多岐にわたる内容が発表された。動画ネットワークの発表が増加したことが注目される。第28回秋季の研究発表は、血管計測、被検者被曝、回転ＤＳＡからの３次元再構成画像などが発表された。

この時期の投稿論文は12編[47, 103-113]であった。特徴的なのは、ＩＶＲ件数の増加と手技の高度化に伴い、被検者被曝と術者被曝が問題視されるようになり、被曝に関する論文が７編[104, 105, 107-109, 113, 47]と多かったことである。

《トピックス》

1996年：本格的なIVR　Angio-CTシステムが登場

1998年：回転ＤＳＡからの３次元再構成画像処理ソフトが開発される。ディジタル動画像のディジタルシネネットワークシステムが始まる。

2000年：Ｘ線平面検出器を用いた循環器撮影装置が開発される。

［文献・資料］

１）鈴木宗治：造影剤の進歩．臨床放射線、28（11）、1433～1438、(1983)
２）太田昭夫：心臓カテーテルの歩み．東京放射線、32（9）、3～9、(1985)
３）酒井シヅ：心臓カテーテル法の開発．循環科学、19（6）、646～650、(1989)
４）土師一夫：冠動脈造影（改訂版　目でみる循環器病シリーズ８）．メジカルビュー社、2～4、東京、(2000)
５）市川篤二：カテーテルを用いる大動脈レ線像撮影の歴史．治療学、11（2）、288～291、(1983)
６）田坂晧：選択的血管撮影法．医学書院、東京、(1967)
７）平松京一：INTERVENTIONAL ANGIOGRAPHY血管カテーテル法による治療．医学書院、１～７、47、東京、(1987)
８）延吉正清：新　冠動脈造影法．医学書院、１～３、東京、(1995)
９）加藤五朗：高速撮影法、日放技学誌、16（3,4）、87-99、(1961)
10）古田儀之、八谷禎紀、中村実：経静脈法血管心臓造影法における撮影時期の考案（正常者）．21（1）、96～99、(1965)
11）小林昭智、羽柴　広、山　哲男　他：心大血管造影法における応用（第1報）．日放技学誌、23（4）、327～333、(1967)
12）河野　孟：血管心臓造影法における写真濃度補整Filterの考案．日放技学誌、23（5）、367～372、(1967)
13）臨床雑誌　内科：特集　冠インターベンション治療の最前線．南江堂、83（5）、804～812、881～884、東京、(1999)
14）青柳泰司：Ｘ線装置とその計測技術について、日放技学誌、44（6）、665～699、京都、(1988)
15）東芝メディカル株式会社設立50年史：21世紀への懸橋．東芝メディカル株式会社、東京、(1998)
16）レントゲン回顧：株式会社島津製作所、京都、(1994)
17）伊原聖一、楠野雅実、新　健治、他：選択的冠状動脈造影．日放技学誌、28（4）、357～361、(1972)
18）田中　勲：0.6mm焦点によるＸ線シネ拡大撮影．日放技学誌、39（2）、148～153、(1983)
19）河村政秀：I.I.モード多段切り換え法によるシネ拡大撮影法．日放技学誌、40（7）、1048～1053、(1984)
20）日立メディコ15年の歩み：株式会社日立メディコ.東京、(1988)
21）ＩＶＲ特集ＩＶＲにおけるDeviceの開発：日本血管造影・インターベンショナルラジオロジー学会誌、Vol.10／No.4、398～401、1995
22）若松修、小林正敏、柴田修、他：シネ画像の現状について（アンケート調査より）．日放技学誌、43（12）、1734～1742、(1987)
23）原口信次、桂田忠道、瀬尾誠、他：視覚系の特性より検討したシネ画像評価．日放技学誌、44（4）、414～419、(1988)
24）増尾克裕、門脇利生：バイプレーン多方向心血管撮影シス

テムCARDIOMAX CLの開発．日放技学誌、46（10）、1686～1689、(1990)
25）河原田泰壽、香山二朗、羽鳥昇、他：心血管撮影時における術者の甲状腺の被曝線量．日放技学誌、47（5）、721～727、(1991)
26）荒居広明、長谷川光男：I.I.タンデムレンズを用いるシネ撮影におけるフィルム周辺部の露光量低下の原因．日放技学誌、47（9）、1681～1685、(1991)
27）村山茂康、天内　廣、菊池　暁、他：シネフィルム用センシトメータの作成．日放技学誌、48（7）、969～977、(1992)
28）大室正巳、三浦邦臣、岩崎耿續、他：冠動脈造影におけるディジタルシネ画像の臨床評価．日放技学誌、48（7）、997～1003、(1992)
29）荒居広明、長谷川光男：Ｘ線シネ撮影における被写体厚－フィルム濃度特性と光センシトメトリの特性曲線の関係．日放技学誌、51（1）、19～23、(1995)
30）鍋倉良三、増田和浩、高野修彰、他：シネ撮影系実態調査．日放技学誌、51（2）、158～166、(1995)
31）工藤正喜、牛鼻健二、中村貴、他：シネ撮影装置における自動露出機構の管理計器の開発．　日放技学誌、52（4）、543～548、(1996)
32）梅津芳幸、新開英秀、川井田正、他：循環器撮影装置の撮影諸条件・被爆線量管理機器の精度および記録システムの検討．日放技学誌、52（5）、652～657、(1996)
33）荒居広明、長谷川光男：Ｘ線シネ撮影における血管像コントラストのグリッドはくの方向による変化．日放技学誌、52（6）、731～734、(1996)
34）江口陽一、岡田明男、加賀勇治、他：100万画素ＣＣＤカメラの画質評価．日放技学誌、52（6）、741～746、(1996)
35）宮崎茂：ＩＶＲと撮影技術－冠動脈形成術における撮影技術－．日放技学誌、52（6）、773～777、(1996)
36）村山茂康、鈴木久美子、菊池達也、他：シネ撮影装置のＣＲＴモニタの輝度測定．日放技学誌、52（11）、1566～1572、(1996)
37）荒居広明：Ｘ線シネ撮影装置の自動露出機構の被写体厚特性と応答特性．日放技学誌、53（11）、1673～1682、(1997)
38）松田英治、真田泰三、人見　剛　他：Ｘ線シネフィルムのブートストラップ・センシトメトリにおける分割露光法の検討．日放技学誌、53（12）、1779～1788、(1997)
39）江口陽一：心臓カテーテル検査領域におけるディジタル画像の有用性．日放技学誌、54（3）、422～427、(1998)
40）千田浩一、永坂竜男、斎　政博　他：心臓カテーテル用ポリグラフ装置の性能評価と品質管理、日放技学誌、54（4）、512～516、(1998)
41）加藤京一、佐藤久弥、中沢靖夫、他：3軸回転アームを用いたＱＣＡキャリブレーションの検討－第1報オンラインＱＣＡ－．日放技学誌、54（6）、784～791、(1998)
42）松田英治、真田泰三、人見　剛：Ｘ線シネセンシトメトリにおけるベーリンググレアの影響、日放技学誌、54（8）、980～985、(1998)
43）加藤京一、佐藤久弥、中沢靖男、他：３軸回転アームを用いたＱＣＡキャリブレーションの検討－第2報オフラインＱＣＡ－．日放技学誌、55（5）、513～518、(1999)
44）増田和浩、松本智尋、村山茂康、他：シネ撮影装置で使用されるＣＲＴモニタの輝度特性．日放技学誌、55（7）、679～686、(1999)
45）宮崎茂：冠動脈ＩＶＲ－冠動脈形成術とＩＶＲ用Ｘ線装置．日放技学誌、55（11）、1081～1092、(1999)
46）荒居広明、セイミヤ喜代美、長沢秀俊、他：ＤＩＣＯＭネットワークを活用した冠動脈造影検査における動画像通信システムの性能評価、日放技学誌、56（1）、113～117、(2000)
47）坂本　肇、中村　修、弓削　誠、他：面積線量計による患者被曝管理の検討．日放技学誌、56（10　）、1256～1265、(2000)
48）小林和也：私製脳血管撮影台とその実技について．日放技学誌、19（4）、251-265、(1963)
49）花本実穂：急患頭部単純撮影及び脳血管撮影器の考案．日放技学誌、21（1）、105-108、(1965)
50）牛尼杉義：Auto-injectorによる各種造影剤の能力のcontrolについて-脳血管造影おける経皮性と逆行性-．日放技学誌、21（2）、246-253、(1965)
51）中塚誠之：ＩＶＲのこれまでとこれから-放射線診断学の新しい方向として無限の可能性秘める-．新医療、12、48-52、(1989)
52）高尾義人：第24回日本放射線技術学会宿題報告　血管造影の装置と撮影技術について．日放技学誌、24（2）、151-165、(1968)
53）森山有相：末梢血管連続撮影装置の考案について．日放技学誌、22（2）、157-162、(1966)
54）八谷禎紀：経静脈法腹部動脈造影法．日放技学誌、23（2）、212-219、(1967)
55）山下一也：　高速連続撮影系の空間周波数特性．日放技学誌、24（2）、180-185、(1968)
56）辻村　貢：簡易脳血管連続撮影装置試作について．日放技学誌、24（4）、267-270、(1968)
57）角原重利：静脈造影における造影剤の混和性と撮影体位について．日放技学誌、24（5）、331-336、(1968)
58）後藤　功：下肢動脈撮影法-ＵＳ感度補償増感紙使用経験について-．日放技学誌、25（4）、242-246、(1969)
59）小野寺洋：連続撮影に於ける画質の検討．日放技学誌、27（4）、339-342、(1971)
60）佐々木信夫：1台のPuck-Uを用いた2方向脳血管連続撮影装置．日放技学誌、29（1）、27-30、(1973)
61）小林正敏：脳血管造影写真のSubtraction（特に中間相について）．日放技学誌、29（3）、260-265、(1973)
62）下野哲勇：アンギオスキャノグラフィの研究．日放技学誌、30（1）、19-31、(1974)
63）野口信之：脊髄血管造影撮影法．日放技学誌、30（3）、252-254、(1974)
64）新開英秀：腹部血管造影撮影における技術的諸問題．日放

技学誌、31（3）、221-230、（1975）
65）佐々木信夫：大脳基底核領域の脳血管断層撮影法．日放技学誌、31（5）、401-406、（1975）
66）佐藤昌見：両側同時逆行性上腕動脈造影-主に撮影法について-．日放技学誌、32（2）、147-152、（1976）
67）畑山　崇：立体拡大連続血管撮影の基礎的検討．日放技学誌、32（2）、121-127、（1976）
68）竹吉千市：ＡＯＴと増感線の検討．日放技学誌、32（5）、474-482、（1976）
69）鎌田良二：Autotomographyを応用した連続拡大脳血管断層撮影．日放技学誌、34（1）、19-24、（1978）
70）近藤智昭：腹部拡大連続撮影システムの基礎的検討．日放技学誌、34（3）、176-184、（1978）
71）小林正敏：AUTOTOMOGRAPHYによる脳血管前額面断層撮影の新しい方法．日放技学誌、34（4）、356-360、（1978）
72）藤川　積：椎骨動脈撮影における拡大開口位法．日放技学誌、34（5）、495-500、（1978）
73）安井三夫：長尺（25×90cm）ロール、フィルム、チェンジャに関する基礎的報告．日放技学誌、36（2）、146-153、（1980）
74）米岡敏雄：脳血管同時2方向撮影における側方散乱の検討-希土類吸収体による除去効果について-．日放技学誌、36（2）、154-160、（1980）
75）山田龍作、中塚春樹、中村健治、他：各種悪性腫瘍に対するtranscatheter arterial embolizationの経験、脈管学、18、563-571、（1978）
76）小林正敏：Digital Subtraction Angiographyの新しい試み．日放技学誌、38（5）、691-697、（1982）
77）粟井一夫：動脈内注入によるDigital Subtraction Angiography．日放技学誌、40（1）、8-13、（1984）
78）小林正敏：静注法による全身のDigital Subtraction Angiography．日放技学誌、40（4）、555-564、（1984）
79）花山正行：ＤＳＡ画像における記録系の基礎的および臨床的検討．日放技学誌、40（6）、898-906、（1984）
80）福神　敏：拡大血管撮影時の血管抽出計画の試み．日放技学誌、40（7）、1041-1047、（1984）
81）淀野啓：レーザ血管形成術（laser angioplasty）、インナービジョン、6（1）、73-77、（1991）
82）澤田敏：メタリックステントの歴史と国内外の状況、インナービジョン、9（1）、32-35、（1994）
83）（株）ゲッツブラザーズ：Simpson Peripheral Athero Cath TM -アテレクトミー動脈硬化性疾患の新しい治療法-、インナービジョン、6（1）、108、（1991）
84）山本　登：血管造影に使用する増感紙・フィルムの組合せとコントラスト．日放技学誌、42（7）、962-972、（1986）
85）隅田博臣：脳血管撮影に対する片面増感紙・両面乳剤フィルムシステムの適用．日放技学誌、43（1）、28-33、（1987）
86）伊東克俊：回転方式Ｘ線立体視の解析．日放技学誌、43（2）、136-142、（1987）
87）矢野今朝人：ＤＳＡによる新しい相対的な血流量測定法の開発．日放技学誌、43（6）、679-689、（1987）
88）加藤耕二：テーブルシフト機構を利用した広範囲描出可能ＤＳＡシステムについて．日放技学誌、43（9）、1423-1428、（1987）
89）金井一美：ＤＳＡシステムの特性曲線―測定法の比較―．日放技学誌、44（10）、1492-1496、（1988）
90）小林敬典：ＤＳＡによる頭、頸部領域の血行動態解析法第１報　データ取得時の誤差要因．日放技学誌、44（10）、1510-1515、（1988）
91）小田叙弘：血管造影に用いる適正な付加フィルタ．日放技学誌、44（12）、1668-1674、（1988）
92）洞田貫誠志：ＤＳＡ装置の識閾コントラストの比較．日放技学誌、45（7）、824-830、（1989）
93）勝田稔三：肝動脈造影における濃度補償フィルタ（横隔膜フィルタ）の検討．日放技学誌、45（12）、1825-1831、（1989）
94）小田叙弘：腹部ＩＶＤＳＡにおけるmotion artifactを除去する圧迫具の考案．日放技学誌、46（1）、35-39、（1990）
95）山田金市：ＤＳＡにおけるプログラム撮影とハレーション改善について．日放技学誌、47（7）、936-942、（1991）
96）勝田稔三：腹部血管造影における被験者の呼吸停止法についての検討．日放技学誌、48（5）、749-755、（1992）
97）勝田稔三：濃度補償フィルタの被曝線量低減効果．日放技学誌、49（4）、594～599、（1993）
98）梅津芳幸：長尺カセッテチェンジャによる大視野ＣＲ-ＤＳＡの臨床応用．日放技学誌、49（4）、600-606、（1993）
99）坂本　清：幾何学的ボケを考慮したＤＳＡ用補償フィルタ．日放技学誌、49（11）、1865-1871、（1993）
100）畑川政勝：ＤＳＡ装置のファイナルＭＴＦの測定．日放技学誌、51（1）、24-28、（1995）
101）坂本　清：ＤＳＡ画像からの横断画像再構成の試み．日放技学誌、51（7）、840-845、（1995）
102）吉岡哲也：カバードステントの臨床応用．インナービジョン、9（1）、44-48、（1994）
103）坂本　肇：ＤＳＡシステムにおけるビデオレベルの検討．日放技学誌、52（7）、823-828、（1996）
104）才田壽一：新しい血管撮影用放射線防護具の開発．日放技学誌、53（1）、1-7、（1997）
105）坂本　肇：透視被曝線量の低減：付加フィルタの形状についての検討．日放技学誌、53（5）、578-584、（1997）
106）西本康広：ＤＳＡ画像における不均等移動補正を用いたregistraction法の開発．日放技学誌、53（12）、1795-1801、（1997）
107）佐藤俊光：血管撮影装置の線量調査、日放技学誌、54（5）、663-670、（1998）
108）江田和由：腹部ＩＶＲの際の患者の皮膚線量のリアルタイム測定、日放技学誌、54（6）、692-796、（1998）
109）江口陽一：血管撮影での被検者の皮膚線量調査．日放技学誌、54（7）、900-907、（1998）
110）五味　勉：digital fluorography（ＤＦ）システムを応用した多目的ネットワークの有用性．日放技学誌、54（8）、986-990、（1998）

111）荒居広明：血管撮影装置のディジタル画像の鮮鋭度．日放技学誌、54（11)、1281-1286、(1998)
112）坂本　清：ステレオＤＳＡから三次元画像再構成．日放技学誌、55（1)、69-76、(1999)
113）飯田泰治：血管造影検査における透視環境の違いによる術者の被曝線量．日放技学誌、56（4)、610-618、(2000)

2.5　Ｘ線ＣＴ検査技術

2.5.1　Ｘ線ＣＴ検査技術

i）はじめに

ＣＴとは“Computed Tomography”の略記で、ＣＴの発明はＥＭＩ社のHounsfieldによって開発されたものであり、1972年にＥＭＩの頭部専用ＣＴ装置の実用機が発表された。この第一世代のＣＴは、連続Ｘ線方式で検出器はNaI：2ch程度でスキャン時間は200秒であった。この装置で検査した最初の患者は脳に病変の疑いがある女性で丸い嚢腫が画像に認められたと述べている。そして1973年にHounsfield等は英国放射線学会で装置の使用結果について講演し、医学会に大きな衝撃を与えた。

ＣＴの開発技術はその後急速な発展を遂げて、装置は第２世代（連続Ｘ線：Ｔ-Ｒ方式で検出器はNaI：30ch程度でスキャン時間は20-60秒）、第３世代（パルスＸ線：Ｒ-Ｒ方式で検出器はNaI：30ch程度でスキャン時間は４-10秒）へ、又頭部専用から全身用へと移っていった。

1978年には世界中で1000台近くのＣＴ装置が稼働し、放射線機器の主要メーカーはＣＴ装置の研究と機器開発に参入した。日本では1975年東京女子医大にＥＭＩ社頭部専用装置［図2-5-1：1977　33巻７号P949　Fig.4.21

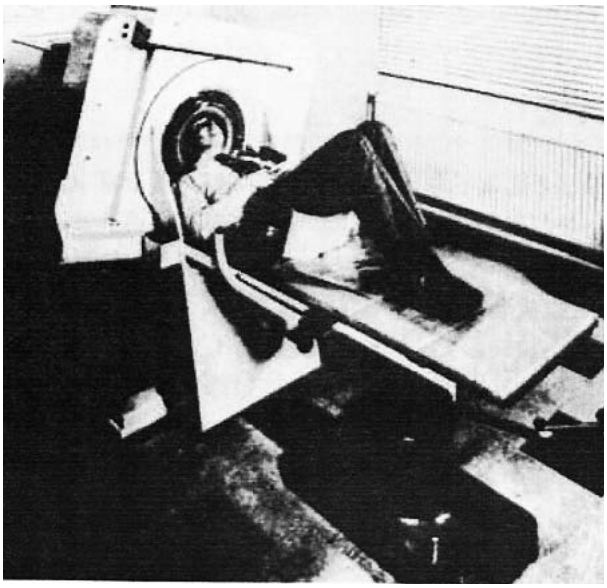
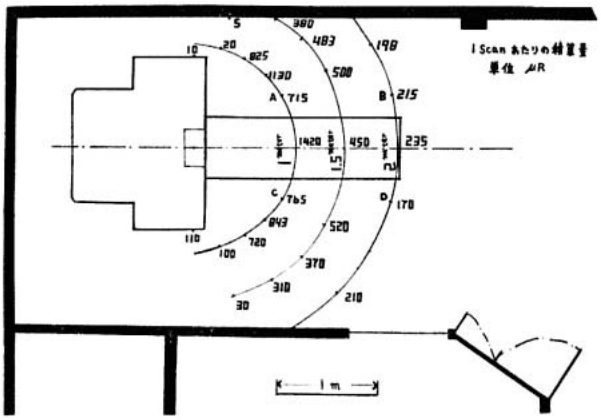


図2-5-1

ＥＭＩのCT-1000の撮像部．第１世代のＣＴ］が最初に導入され、また名古屋保健衛生大学病院（現在の藤田保健衛生大学）にも日立製の国産初頭部専用ＣＴ装置も設置された。

1976年に日本でのＣＴに関する研究及び学会発表が始



測　定　点	頭部Mix-Dp ファントム	被　写　体
A　点	715μR	160μR
B　点	215	35
C　点	765	200
D　点	170	30

図2-5-2

まった。第１号は沢田（名古屋保健大）が“コンピュータートモグラフィ装置の室内散乱線分布”についてノート報告がされている［図2-5-2：1976年32巻３号P209.Fig 9.表１，１スキャン当たりの積算線量］[1]。この年の第32回総会でＣＴの演題発表群が初めて設けられた。発表は沢田，二村，鈴木（名古屋保健大）および竹谷，小沢（東京女子医大）、柳，山下（関東逓信）、小室（京都大）、小池（日立メデイコ）らによる基礎的研究や使用経験であった。また第４回放射線技術シンポジウムの臨床講演で東京女子医大の小林直紀が“EMI-scannerと脳疾患”について講演されている。

ii）1977年～1980年　ＣＴの幕開け

この年代は、ＣＴ装置が国内の病院に導入されはじめＣＴ装置の性能や臨床への有効利用法について研究されはじめた頃であった。1977年頃よりＣＴに関する研究論文や研究発表が多くなった。二村（名古屋保健大）“頭部ＣＴルーチン検査のための基準線の検討”[2]や沢田（名古屋保健大）らは“ＣＴ装置のメンテナンス”“国産Computed TomographyにおけるSlice厚の測定”“ＣＴにおけるSlice厚の問題点”“ＣＴ像のレスポンス関数”[3]“小児頭部ＣＴ用アダプタ”[4]、"ＣＴ像と補正関数Weighting factorsの検討“[5]、延原（岡山大）らによる“ACTA Scanner（Type 0100）の示現能について”[6]、中村（鹿児島大）“ＣＴにおける止血用メタルクリップの検討”[7]、また一般会員へのＣＴ装置の紹介として日放技学誌33（７）、1976に最新の医用映像技術で飯沼（放医研）によりＣＴの原理から再構成法や将来動向まで報告された[8]。

No.	項　　目	No.	項　　目
1	X線管球内放電によりケーブル交換	10	Xe gesチェンバーの交換により画質向上する
2	Xe gasチェンバー検出器内の接触不良	11	ゼブラ信号のベルト切断により交換
3	X線管球の交換及び管電流可変機構の新設	12	新しく6点法Calibrationに改良
4	回転機構の動作不良	13	レファレンス検出器の不良
5	電算機内IC不良により交換	14	新しく7点法Calibrationの新設
6	一次側X線制御用トランスの破損	15	拡大再構成の新設
7	検出器プリアンプケーブルの断線により交換	16	一次側管電圧調整用ICの不良
8	4点法Calibrationの新設とWeighting functionの交換	17	Xe gas検出器増幅器の故障
		18	回転架台ベルトのゆるみを調整する
9	回転架台ケーブルの断線と回転モーターの不良	19	CRT displayの接触不良

（昭和52年12月14日より昭和54年３月15日まで）

表2-5-1

第33回総会での研究発表の演題群は５セッション設けられ、30題の演題発表がされた。特にＣＴ装置の性能評価に関する発表が多く、馬場（九州大）のスライス厚の測定や小室（京都大）のＭＴＦ測定、梶原（名古屋保健大）の被曝線量等ＣＴの性能評価法やファントムについて模索されながら研究されていた時代であった。

1978年になるとＣＴの性能評価に関する研究論文が報告され始めた。中村（鹿児島大）“ CT-1010における試作スリットと画質との関係（スライス厚とＣＴ値について ”[9]や田中（山口大）等は“ CT-scannerへの対応と技術的諸問題 ”でコントラスト分解能や被曝線量について報告している[10]。またＣＴ画像処理についての報告もあり、矢野（信州大）が“ ＣＴ像（EMI brain）からの縦断層像の再構成処理 ”が報告された[11]。ＣＴが臨床に使われてはじめて３年近くなり、稼働台数もこの年には300台を越えたため徐々に臨床的な研究報告も始まった。造影効果についての論文として延原（岡山大）らによる“ CT-scanにおける肝臓のcontrast enhancement 効果について ”が報告された[12]。また沢田（名古屋保健大）が“ ＣＴのメンテナンス・ ”を報告し[13]、日常でのＣＴ装置の管理の必要性を報告している。第34回総会では44題の発表がされ、技術学会の演題群でも７セッションが設けられた。ＣＴ装置は当初の特殊装置から診断用Ｘ線装置として他の撮影装置と同一に位置づけられるようになった証拠かもしれない。特に第34回総会シンポジウムでは“ ＣＴにおける技術的諸問題 ”が沢田武司（名古屋保健大）を座長にして検討された[14]。内容については、１つめがＣＴの性能評価でＡＡＰＭの勧告案を参考に１）均一性，ノイズ，直線性、２）濃度分解能、３）感度特性、４）空間分解能と評価項目に分けて検討した。また被曝線量についても別に分けて検討された。その他メンテナンスや撮影基準線や体位や呼吸法等の撮影法についても話し合われた。

1979年なるとＣＴ検査時の位置決め確認用としてのscanographyに関する論文報告“ ＣＴによるSlit Scanographyの研究 ”が沢田ら（名古屋保健大）により報告されている[15]。またこの年には、ＣＴはwater bag方式からbeans bag方式へと移行し、装置の検出器もXeガス電離箱検出器も開発され始めたため、被曝線量に関する論文も２題報告された。稲富（福岡大）より“ 全身用撮影時における被検者の被曝線量について ”[16]、田中（山口大）“ 改修型CT-1010における被曝線量 ”[17]、また沢田らより“ 第１・３世代ＣＴスライス厚の比較検討 ”とＣＴの性能評価に関する報告もされている[18]。第35回総会では、ＣＴに関連して演題群でも７セッションで42題の発表があった。その中には治療領域でのＣＴの利用した発表もあった。またこの年に竹中栄一等によるＣＴ性能評価委員会よりＣＴの性能評価に関する第一次勧告案が報告された[19]。

1980年にはＣＴを用いた放射線治療計画の論文も出され始めた。中桐（岡山大）らによる“ 喉頭癌に対するＣＴを利用した放射線治療計画 ”[20]。また性能に関する論文も数多く報告された。１つめは薄いスライス厚の研究で吉永（鹿児島大）らの“ CT1010における試作スリットと画質との関係 ”を報告している[21]。2つめはアーチファクトで大久保（鹿児島大）“ CT-1010による後頭蓋窩部のArtifact ”等が頭部ＣＴ検査で問題となるアーチファクトについて報告された[22]。３つめは高額であったＣＴ装置における故障や劣化等に関するメンテナンスについてで沢田ら（名古屋保健大）の“ 全身用ＣＴのメンテナンス ”が報告された［表2-5-1：1980 36巻3号P323表1，ＣＴ装置の主な故障及び改修事項）[23]。またデータ検索システムとしての研究論文も前田（和歌山医大）より“ ミニコンピュータを用いた頭部ＣＴデータ検索シ

ステム”として報告された[24]。この年の第36回総会では６セッションで42題の発表があった。

iii）1981年～1984年　存在診断から質的診断へ

ＣＴ装置の普及率も増え、各臨床での撮影技術も一般化されて、ＣＴ検査が存在診断から質的診断・機能診断へと変わりつつあり時期であった。

1981年は高分解能ＣＴ（High Resolution CT）についての研究論文が報告され、延原（岡山大）らによる“7020HR CT Scanner（ＥＭＩ）のHigh Resolution ScanとStandard Scanとの比較検討”[25]、がある。第37回総会では、ＣＴに関連して55題の発表がされた。

1982年になると竹中栄一“ＣＴ性能評価委員会による第2次勧告案”［表2-5-2：38巻5号P702　ＣＴ性能評価項目について］が出され、第1次勧告案の問題点等を改正してＣＴの性能評価のための統一したファントムや評価方法について指針が出された[26]。また第38回総会シンポジウムで竹中栄一（ＣＴ性能評価委員長）は“ＣＴ性能評価委員会勧告の注意事項について”を報告し[27]、段床（大阪大）は“各種ファントムの比較-性能評価委員会勧告と対比して”で各種ファントムを比較評価している[28]。そのシンポジウム“ＣＴ装置の保守管理について”では、ユーザー側から馬場（九州大）とメーカー側から朝比奈（東芝）がそれぞれの立場から日常の保守管理の必要性を報告した[29]。第38回総会では、ＣＴに関連して45題の発表がされた。この年の発表傾向はＣＴ撮影スキャンが数秒に短くなり、1回の呼吸停止で複数スライスを撮影することが可能になったためラピッドスキャンやインクルメントスキャン等の撮影技術を利用した臨床発表が多った。

評価項目について

一般に次のような項目があげられる[1)～4)].

⑴　雑音,
⑵　コントラストスケール,
⑶　空間分解能,
　3.1）　スライス面における空間分解能
　3.2）　スライス厚（厚さ方向の位置依存性）
⑷　コントラスト分解能
　4.1）　高コントラスト分解能
　4.2）　低コントラスト分解能
⑸　被曝線量
⑹　アーチファクト
　6.1）　患者の動きによるもの
　6.2）　機械によるもの
⑺　寸法依存性（画面の均一性）
⑻　位置依存性（画面の均一性）
⑼　エッジ効果
⑽　吸収計数とCT値の直線性
⑾　表示装置における像の幾何学的ひずみとコントラストのひずみ
⑿　再現性（品質保証）

表2-5-2

1983年になると各メーカー共低価格の普及型のＣＴを開発してきたため、中規模病院にも購入されＣＴ装置は全国で2000台以上が普及した。そのようなＣＴ装置に関する研究報告として秋山（癌研病院）“TCT80Aの性能と評価”（第一報）[30]、と（第二報）[31]がある。この年の第39回総会は40題あり、骨塩定量や体積測定、Xe脳血流量測定等ＣＴによる定量化に関する発表とノイズを含めた低コントラスト分解能やスライス厚などの性能に関する発表が多かった。

1984年になるとスキャン時間を１秒またはそれ以下にする新たなＣＴ装置開発研究が発表された。１つは電子ビーム走査型超高速ＣＴがあり、もう１つは新第４世代といわれたＮ-Ｒ方式のＣＴで同時に固体検出器が注目され、感度の高い検出器が求められ始めた。そこでその感度を評価する低コントラスト分解能のファントムに関する研究論文が東村（国立がんセンター）“Partial Volume型低コントラストファントムの使用方法とその評価”（第一報）で報告された[32]。またＣＴ画像を記録するイメージングカメラの特性に関する報告もあり、三原（大阪府立病院）“ＣＴにおけるイメージングカメラの特性”（第一報）[33]、（第二報）[34]、また臨床技術としては頭頸部領域での撮影技術に関する研究で栫（鹿児島大）“ＣＴによる側脳室下角スキャン法の検討”[35]、中村（鹿児島大）“ＣＴによる中脳水道撮影法”[36]の報告があった。また被曝線量低減に関する報告が柏村（山口労災病院）“ＣＴ scannerにおける被曝線量の低減-管電流．付加フィルターによる変化-”[37]によりされた。第40回総会では研究発表が６セッションで45題あった。この年は治療計画へのＣＴ画像の利用がトピックスで（研究発表６題）、ＣＴ値の信頼性が特に求められていた時代であった。また研究グループ単位でのＣＴ装置機種間での性能等に関する比較発表も多かった。

iv）1985年～1988年 高速ＣＴへの挑戦

この年代では、ＣＴ稼動10年が過ぎて、超高速ＣＴ装置イマトロンの開発や固体検出器による高速ＣＴ装置の研究が急速に進みはじめた頃である。

1985年は各施設の装置管理状況を把握するために放射線管理委員会ＣＴ班がアンケートの結果について馬場等（九州大）より報告され、各施設での装置管理状況を把握できた[38]。研究論文では視覚的に見た断層厚とＣＴ値について、岡山（山口大）“ＣＴ値と断層厚について”が報告している[39]。第41回総会では研究発表が６セッシ

ョンで37題あった。この年には造影技術が充実してきたためか、ＣＴの造影注入法と撮影タイミングについての発表が多かった。また，ビームトリアによる薄いスライス厚の有用性についての発表もあった。

1986年は様々な臨床領域でＣＴの有用な利用法が研究された年であった。諸澄（埼玉小児医療センター）らにより“Radionuclide-CistemographyとMetrizamideを用いたＸ-ＣＴとの比較検討－小児例を中心としてー”[40]、と“骨量ファントムを用いた骨塩量の定量測定”が報告された[41]。また中村（山梨医大）らは“ＣＴによる甲状腺重量（体積）の測定”を報告している[42]。第42回総会では研究発表が６セッションで39題あった。この時の特徴はＣＴの画像処理に関する発表が多く、ＭＩＰ画像や３Ｄ化処理画像の研究が一般的に始められた年であった。

1987年は固体検出器の製品化が登場した年でヘリカルシステムの開発が始められた。研究論文に関しては新しい報告はなかったが、Cardiac scan systemやECG-gated CT等の心臓関連のシステムやソフトの開発が進んだ。第43回総会では研究発表が７セッションで47題あった。その中で薄層重ね合わせてのパーシャルボリウムによるアーチファクトを軽減させる研究や胸部のびまん性疾患におけるＨＲＣＴの研究等が発表された。

1988年になるとイマトロンC-100や東芝TCT900sの高速Ｘ線ＣＴ装置の研究が発表されはじめた。その中で花井（国立がんセンター）らは、“Ｘ線ＣＴ装置におけるサーミスタ呼吸位相同期スキャン法に関する研究”を報告し、時間分解能の良い画像を得るための研究がハード、ソフトの両面で進められた[43]。第44回総会では研究発表が６セッションで33題あった。Xe-CTによる局所脳血流量測定に関連した発表が多かった。また乳房検査へのＣＴの試みや、誘導定位脳手術に利用する新たな検査法が試みられていた。その中で、超高速ＣＴ装置イマトロンC-100［図2-5-3：1977　33巻７号P954 Fig4.30超高速Ｘ

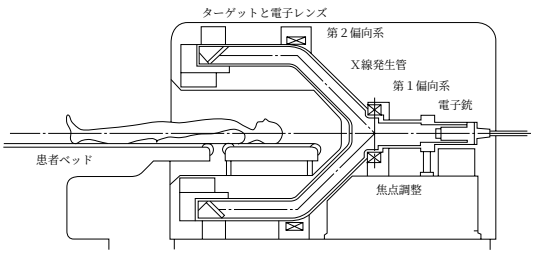


図2-5-3

ＣＴ装置の原理］が循環器系に有用であった報告がされ、また東芝TCT900Sの高速Ｘ線ＣＴ装置の研究が始まり、いよいよ高速ＣＴ時代へと突入していった。

v）らせんＣＴの開発（表2-5-3）

1990年になり“らせん状（ヘリカル，スパイラル，ボリューム）スキャン”の開発と普及が急速に始まった。以降、本章ではらせん状スキャンの呼び名をヘリカルスキャンとする。

ヘリカルスキャンの実際的な臨床への技術応用はシーメンス社がスリップリング機構を持つ第３世代型連続回転型Ｘ線ＣＴ装置（SOMATOM PLUS）を、同じく東芝メディカル社がNutate-Rotate型連続回転Ｘ線ＣＴ装置（TCT-900S）を市場に登場させた1984年から1987年に始まる。日本では1987年より片田，辻岡，井田（藤田保健大）および片倉（福島医大），森山（国立がんセンター中央），東木，利府（東芝）らによる先駆的な試行が行われていた。その研究成果は①片倉，木村，鈴木，他：“ＣＴの基礎的研究．第９報．螺旋状スキャン（ヘリカルスキャン）の試み”[44]。②Katada, K., Anno, H., Koga, S. et.al：“Three-dimensional angioimaging with helical scanning CT.”[45]。③井田，辻岡，他：“高速ＣＴによるヘリカルスキャン法の基礎的検討”として初めて国内より報告された[46]。国外ではWilli A.kalender らにより“Spiral Volumetric CT with Single-Breath-Hold Technique, Continuous transport, and Continuous scanner rotation.”に報告されている[47]。

注目すべき点はWilli A. kalenderらの研究と同時期にヘリカルスキャンの技術開発が日本を中心に行われていたことにある。この背景には、片田、辻岡、井田、片倉、森山らによるヘリカルスキャンへの先駆的な取り組みがメーカ側を動かし、平行してスリップリング技術、大容量Ｘ線管、高速演算システム、補間再構成法、３次元表示などの技術開発が進んだことがあげられる。ヘリカルＣＴの出現は産学医が一体となり、この三者の研究者たちの努力があった初めて可能となった装置と考える。

ヘリカルスキャンの開発と普及はその後の技術的な流

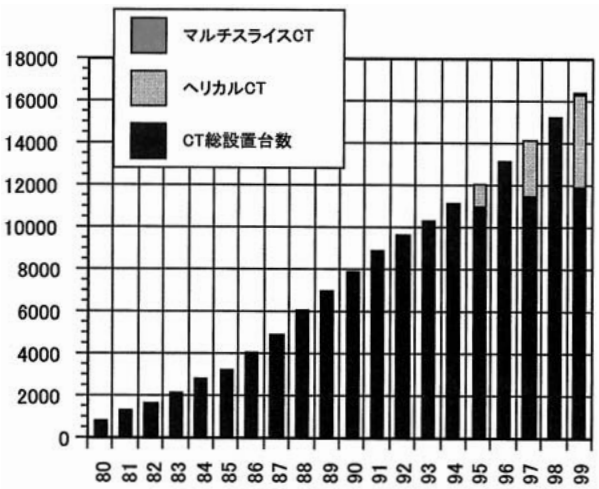


図2-5-4　年度別全国CT設置台数の推移

西暦	装　置	技　術	備　考
1967	G,hounsfeldがEMIスキャナの基礎実験開始		
1970	頭部用CT装置の試作開始		
1971	プロトタイプ頭部用CT装置がAtkinson Morley病院に設置	第1世代方式	スキャン時間＝4分／240秒
1972	頭部専用のCT装置が発売される（英国EMI社）		
1973	CT装置に関する最初の報告が,Ambyose,G.ounsfeld らにより行われる（英国放射線学会）		
1974	全身用CT装置の開発が行われる（英国EMI社）検出器＝NaI	第2世代方式	スキャン時間＝20秒
1975	日本国内1号機が東京女子医大病院で稼動（EMI社頭部用CT装置）		
	国産初の頭部用CT装置が名古屋保健衛生（現：藤田保健衛生大学）に設置		スキャン時間＝2分／120秒
1976	全身用の第3世代CT装置の開発、販売開始	第3世代方式 パルスX線方式 検出器数＝320CH	全身用CT装置の普及 飯沼らによる超高速CTの提案
1977	国産初の全身用CT装置の発売開始 連続回転スキャンシステムの開発（Varian）	CTを用いた放射線治療計画の開始 第4世代方式	非イオン性造影剤の治験開始
1978	Xeガス電離物検出器の登場		
1979			G,hounsfeldノーベル医学生理学賞受賞
1980		ダイナミックスキャン方式の開発	
1981		テーブルスライディングラピッドスキャン方式の普及	スキャン時間5秒
1982		X線出力方式として連続X線方式の採用	
1983		1.5MKHUX線管の搭載 検出器数＝512CH	
1984	電子ビーム定置型超高速CTの商品化（IMATRON社製C-100）	機械的動作を伴わない電子ビームによる走■方式	
1985	スリップリングとnewtate／Rotato（ニューテート／ローテート） 方式を用いた装置の開発（東芝TCT900S） X線管の連続回転と連続的な寝台移動を組み合わせた ヘリカルスキャン方式の考案	ニューテート／ローテート方式	CT装置の普及が最速に拡大 スキャン時間＝1秒 スキャン時間＝2秒の第3世代
1986		空間分解能0.35mm,再構成時間4秒	非イオン性造影剤の国内市販開始
1987	固体検出器の登場：cdWO4 ヘリカル搭載システム開発特許（東芝） 第3世代CT装置による連続回転方式の実用化（シーメンス／SATOM）	CTの基礎的研究第9報　螺旋状スキャン（ヘリカルスキャン） の試み断層映像研究雑誌■ Willi A. Kalender " Spiral Volumetric CT with Single-Breath-Hold	高速スキャン化 非イオン性、ダイマー型造影剤の市販開始
1988		Technique Continuous transport and Continuous scanner rotation "	
1989	ヘリカル（らせん）CT搭載開始	Radiology 175(81-183)(1990)	
1990	国産ヘリカル方式によるCT装置の開発		
1991	ヘリカル方式（らせん）CTの市販機登場	2MHUのX線管の搭載 360度補間法の開発	
1992		180度対向補間法の開発 クラスター、インクリメンタルスキャン法の開発 3.5MHUのX線管の搭載 ボリュームスキャンによる3次元画像の普及	
1993	ヘリカル標準装備のCT装置の販売（東芝）	6.5MHUのX線管の搭載 ALCAにおいて" リカルCTを用いた肺がん検診の開始 Submmslice　widthの開発	
1994	リニアモーター駆動方式によるガントリ回転部の開発（シーメンス） 両軸受け回転陽極X線管の開発 CT用固体検出器の新開発		SubSecondスキャンの登場 スキャン時間＝0.75秒
1995	LIを用いたコーンビームCTの開発（日立：SF＝VA100） X線管軸受け部の液体金属潤滑の動座軸受け機構の開発 リアルタイム再構成搭載のCT装置の開発	Smart　scan機構の開発	
1996	車搭載型CT装置（検診）の登場 IVR／CT　angio　systemの普及	リアルタイム再構成（CT透視技術）技術を用いた検査法の 開発（肺針生検、CT内視鏡）、リアルプレップ（造影剤注入 タイミング制御）技術の普及 ヘリカルCTによる肺ガン検診の普及	
1997	被検体回転型高解像度コーンビームCTの開発（l1.CCD）	駆動ベルトからダイレクトドライブによる回転方式へ	
1998	マルチディテクター、マルチスライスCTの登場	Auto　mA機構、mA制御技術の開発	スキャン時間＝0.5秒
1999		20MHUのX線管の登場 マルチスライスCTの再構成法として多点補間、	マルチディテクター技術の確立
2000		Z軸フィルターの採用。4しか区のDAS、4エレメント方式	心電周期による3Dを用いた 心血管表示技術の進歩
2001	マルチスライスCTの8列、16列への多列化の促進	心臓領域（冠状動脈）に対する3D画像表示 リアルタイム3D画像表示	

表2-5-3

れを大幅に変革し、大きな社会的インパクトとなった。現在、その普及台数はノンヘリカル型、ヘリカルを含めて16,500台に達している（2000年3月：医療機器システム白書より）（図2-5-4）。表2-5-3にヘリカルスキャンに関する技術開発の歴史とその過程で主導的な役割を果たした研究発表を記載する。図2-5-5は1980年より1999年までの我が国におけるＣＴ設置台数の推移を示したものである。1999年現在においてＣＴの設置台数は16445台に達し、その内ヘリカルＣＴは4534台、約27％を占め、マルチスライスＣＴは129台で全ヘリカルＣＴの約３％を占める台数となっている。マルチスライスＣＴ全体の低価格，小型化も進み、今後新規購入や更新も含めＣＴのほとんどがマルチスライスＣＴに置き換わるものと考えられる。

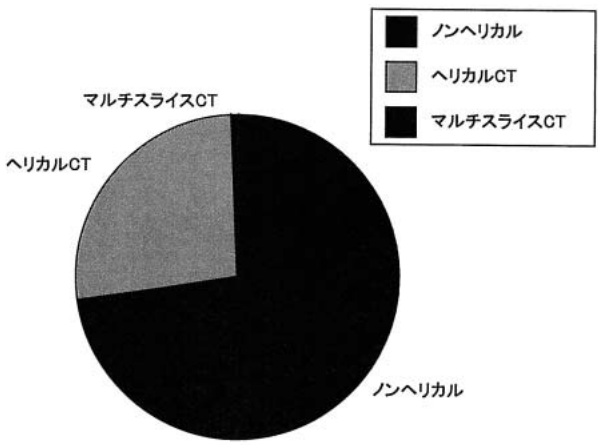


図2-5-5　マルチスライスCTの設置台数

また日本放射線技術学会におけるＣＴ関連の研究法発表数の過去５年間の平均は総会・秋期大会を含め平均120演題であり、その内、ヘリカル関連の研究発表の平均は74％を占めている。特に2000年56回横浜総会においてはＣＴ関連97演題の内、54演題約56％がマルチスライスＣＴに関する研究発表であり、新しいモダリティがもたらす技術的インパクトの大きさを伺わせた［図2-5-6,7］。以後、日本国内において日本放射線技術学会を中心に発表された研究報告を中心にヘリカルスキャンの普及と装置の発達を中心にそのスキャン技術の変遷について述べる。

vi）1989年～1991年

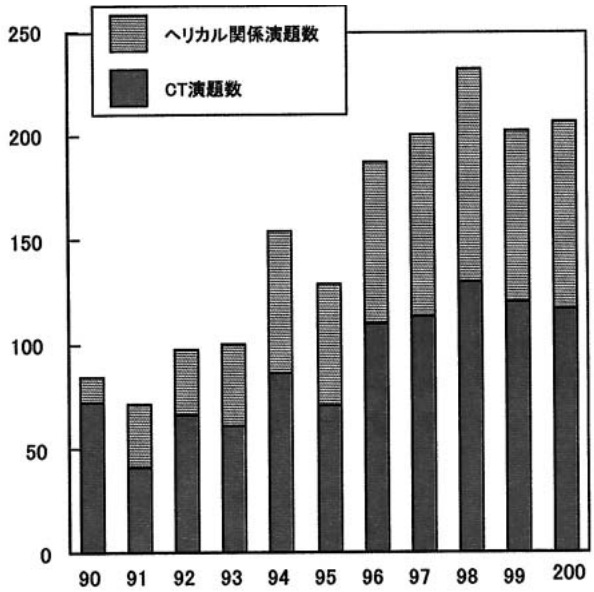


図2-5-6　年度別CT関連研究発表数
（総会、秋期大会を含む）

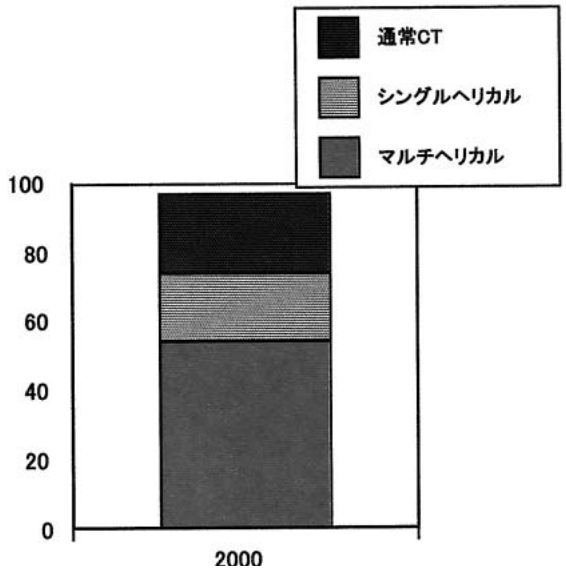


図2-5-7　マルチスライスCTの占める演題比率

以下、ヘリカルスキャンにおける総会および秋期大会における研究発表の推移を①装置開発、②スキャン技術、③物理的画像特性評価、④３Ｄ画像処理、④被曝線量評価の４つの分野に大別し述べる。

ａ）1989年

トピックス：ヘリカルスキャン法に関する初の報告

ヘリカルスキャンにおける最初の研究論文を２編取り上げ、以下にその要旨を記載する。

国内におけ最初の研究報告は片倉らによる『ＣＴの基礎的研究(第９報）－螺旋状スキャン(ヘリカルスキャン）の試み－』として断層映像研究会雑誌に掲載された[44]。片倉らは、その論文の中でヘリカルスキャン法の利点を「プロジェクションデータが截面と同一平面にない場合は、原理的にＣＴ画像上にアーチファクトが生じることは必然的であり、本法による画像が実用上利用できるか否かが懸念されたがなんらの障害がなくＣＴ像が得られ、被写体の３次元的な把握が容易となった。狭い撮影間隔のＣＴ画像が短時間に広範囲に得られるために、断面変換構成像、３次元表示画像の画質改善が期待できる。」と述べている。

国外では独シーメンス社のWilli A.kalender らにより1990年に“Spiral Volumetric CT with Single-Breath-Hold Technique, Continuous transport, and Continuous scanner rotation.”Radiology. 176,181-183（1990）.が最初であり[47]、その要旨は以下の用に記述されている。「Continuous computed tomographic（CT） scanning of organ volumes during a single breath hold was studied. The authors modified the table feed mechanism of a continuously rotation CT scanner to allow patient transport at low, but accurately controlled speeds（0.1-11.0mm／sec during continuous 1-second scanning. An algorithm was designed to reconstruct artifact-free images for arbitrary table positions from the helical data by interpolation between adjacent scans. Section sensitivity profiles were enlarged; the section width for 10.0mm／sec and a speed of 10.0mm／sec was increased by a factor of 1.3,compared with the nominal value. Clinical examples were presented for studies of lung nodules and studies enhanced with contrast medium. Major advantages are the possibility of continuous scanning of extended volumes within a breath-hold period and retrospective, arbitrary selection of anatomic levels.』

これらの報告で述べられたようにヘリカルスキャンの理念とその臨床応用は、現在マルチスライスＣＴにおけるアイソトロピック：isotropic（ボクセルデータの等方性）へと発展し、今後computed volume radiographyへの道を着実に進んでいる。

ｂ）1990年：第46回総会、第18回秋季

トピックス：日本放射線技術学会総会での初のヘリカルスキャン研究報告。

日本放射線技術学会での最初の研究発表は第46回総会において発表された。井田，辻岡（藤田保健大）による『高速ＣＴによるヘリカルスキャン法の基礎的検討』、香山（群馬大）による『らせん状ダイナミックＣＴスキャンの基礎的検討』、片倉（福島医大）による『ＣＴの基礎的検討（10報）-らせん状スキャンデータによる３Ｄ表示画像の改善』が最初である（図2-5-8）[47]。

装置開発分野より井田，香山らは報告の中でヘリカル

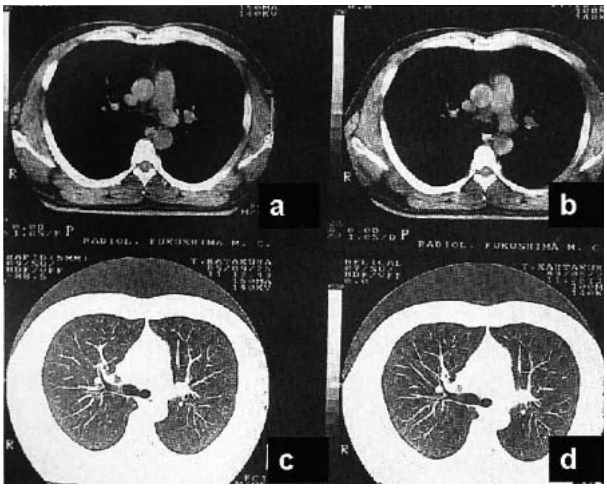


図2-5-8　片倉らによって初めて報告された胸部ヘリカルCT画像。

方式の特徴として短時間でＺ軸方向に連続性の良い画像を広い範囲でスキャンできるとことを述べ、また片倉らの報告はヘリカルの３次元表示能力に着目すると同時に発生するアーチファクトと被曝線量に言及した。共に開発の初期においてはＸ線管の連続回転に同期した連続的な寝台移動の方法として専用移動テーブルが作成され、その駆動手段として造影剤自動注入器やステッピングモータが用いられた。

ヘリカル分野以外では、井田（藤田保健大）らにより『高速ＣＴ装置による眼球動態スキャン』の発表がなされた。この動態検査法はリアルタイム再構成，リアルタイム表示の必要性を述べたものであり注目された。また関連分野としての撮影分科会：合同パネルディスカッションでは３次元放射線治療計画、ＣＴ／シミュレータ（ＲＴ／ＣＴ）が取り上げられ、放射線治療へのＣＴ装置の積極的な利用法が議論された。

同年の第18回秋季では大谷（国立がんセンター）らによる『高速スキャンヘリカル方式による胸部ＣＴへの応用』が報告され、早くも胸部スクリーニング、胸部検診ＣＴの応用への可能性が述べられた。

同年における学会雑誌への投稿論文は、白石（大阪市大）他、“ＣＴにおけるスライス厚測定－パーシャルボリューム効果を用いた方法－”。であった[49]。

1990年の総会、秋季を通じたＣＴ関連の演題総数は73台、うちヘリカル関連の演題数は12演題で16％であり、ヘリカルスキャン登場の技術的インパクトとその将来性を予感させる年度であった。

ｃ）1991年：第47回総会、第19回秋季

トピックス：ヘリカルスキャンの物理的画像特性の評価が始まる。

第47回総会シンポジウムにて『高速Ｘ線ＣＴの現状と臨床評価』として座長：速水（亀田総合）、演者：辻岡（藤田保健衛生大）、坂下，高宮（国立循環器病センター）、飯沼（放医研）らにより行われた。同シンポは超高速Ｘ線ＣＴ（Ultrafast-CT）の高速スキャンに対する臨床応用が主題であったが、辻岡らにより従来型高速Ｘ線ＣＴの応用としてヘリカルスキャンによる高速連続スキャンの有用性も述べられた。辻岡はヘリカルスキャンの問題点として①Ｘ線管の容量、②コンピュータのメモリ、③スキャン時間の３つを取り上げ、今後の課題とした。

同年で注目すべきことはＪＩＳ委員会と日本放射線技術学会による『Ｘ線ＣＴ装置性能評価に関する基準案』が出されたことである。本報告は平成１年にＸ線ＣＴ用ファントムＪＩＳ原案として答申され、以後通常ＣＴ（ノンヘリカルＣＴ）に関する性能評価の基準となって行った。

第47回総会および第19回秋季の研究報告での特徴はヘリカルスキャン法を対象とした高速連続ＣＴ性能評価の演題群が多く組まれ、同スキャンに対する物理的画像特性の評価が多く行われたことにある。物理的画像特性の分野では辻岡，井田らによりスライス連続性評価のためのラダーファントムが考案され、体軸（Ｚ軸）方向の連続性と空間分解能が評価可能であることが報告された。また漏斗状ファントムを用いたスライス感度プロフィール測定の概念とその測定法とアーチファクトとの関係が発表された。スキャン技術分野では造影剤注入に同期したヘリカルスキャン法の有用性が発表されている。線量評価分野では胸部ヘリカルＣＴでの線量特性と被曝低減が佐藤（福島医大）、大谷（国立がんセンター）より発表されている。

第19回秋季ではヘリカルスキャン方式に対する性能評価項目に関する検討案が井原（国立がんセンター）より発表された。1991年の総会・秋季のＣＴ演題数は41演題、内18題がヘリカル関連である。

vii）1992年～1994年

ａ）1992年：第48回総会、第20回秋季

トピックス：ＳＳＰ、空間分解能、スライス感度プロフィール（Section Sensitivity Profiler：以後ＳＳＰと呼ぶ）、実効スライス厚の評価。コーンビームＣＴ（I.I.）の登場。

第48回総会では、教育セミナー“ＣＴにおけるディジタル技術”：佐多（東芝）が行われ、ディジタル技術全般について議論が行われた。総会における研究報告の特徴はヘリカルスキャンにおけるスライス厚特性とその評価に関する発表が多く行われた。まず画像特性分野では東木らによりスライス厚特性の評価にアルミ板を利用し

たコイン法が提案された。その中でＸ線管の回転角度に依存してスライス感度プロフィールの形状が変化することことが述べられ、実効スライス厚も画像上の位置により変化することが発表された。また、辻岡，井原，佐藤らは漏斗状ワイヤーファントムを用いてスキャン条件，補間再構成法の違いによるスライス厚特性の変化を発表した。

スキャン技術分野ではヘリカルスキャンを用いた造影剤のボーラスインジェクションに対する有用性が多く報告され、東村（福井医大）らは臨床面から捉えたＣＴの性能評価に着目し、特に低コントラスト分解能評価の重要性を述べた。機器開発では、ヘリカルスキャン法によるデータ量の増加に対し画像再構成の高速化の発表があり、コーンビームＸ線と２次元検出器（I.I.）を用いたボリュームＣＴに関する研究が斉藤（東芝）より発表された。本研究は平面検出器搭載の可能性を探りながら現在も引き続き行われているものである。またメタルアーチファクト補正に関する発表が中澤（日立）より行われ、プロフィールピーク圧縮法、ＣＨデータ移動平均法により低減効果があることが発表された。

第20回秋季では、ヘリカルＣＴにおける物理的画像特性を評価する研究が多く見られた。画像特性の分野では花井（国立がんセンター）らによりヘリカルスキャンではＳＳＰの矩形形状の崩れに伴い、データ収集領域の広いスキャン条件（肺野条件）でＳＳＰ内でのコントラスト分解能の位置依存性が発表された。また辻岡らは再構成間隔とサンプリング定理との関係について述べ、生駒，山田（茨城県立中央）らは３次元画像再構成のためのスキャン条件について発表した。また馬場（九州大）はエアーギャップ法を提案しスライス厚特性の評価が可能なことを述べた。

第20回秋季において、石田（福井赤十字）はスライス厚評価のために用いられているコイン，らせんワイヤー，漏斗状ファントムの各特徴について述べ、信頼性のある基準案の必要性を述べた。機器開発分野では粉川（東芝）らによりサブトラクションのための往復ヘリカルスキャン法が発表され、軌道同期スキャンの可能性を述べた。

1992年度における総会、秋季ＣＴ関連演題数は67演題、うちヘリカルは31演題である。また、学会誌へのＣＴ関連の投稿論文は５編であった[50−54]。

特に大谷（国立がんセンター）らの研究はヘリカルＣＴの胸部スクリーニング（検診）ＣＴへの応用を述べたことで以後の、胸部検診とＣＡＤ（コンピュータ支援診断装置）へとつながる重要な分岐点となった[51]。国外でのヘリカル関連の論文としてはPolacin A, Kalender WA らによりスライス感度プロフィールと画像ノイズについて報告された“Evaluation of Section Sensitivity Profiles and Noise in Spairal CT.”[55]がある。本論文はヘリカルスキャンにおいてスライス厚内の感度プロフィール（ＳＳＰ）の特性とその測定法について述べたものであり、以後のＳＳＰ測定とその評価法の基礎となった。

ｂ）1993年：第49回総会、第21回秋季

トピックス：Ｘ線管の大容量化，ＭＩＰ，ＥＴＳＭ，血管内内視鏡の登場。胸部検診ＣＴに関する被曝線量の報告、その他ヘリカルＣＴの性能評価。

第49回総会では、ヘリカルＣＴの普及に伴いＸ線管の大容量化が重要な課題となった。森山（東芝）、青木（日立）により5〜6.5MHU前後の大容量Ｘ線管のＣＴ装置搭載が発表された。資料に示すごとくヘリカルＣＴ装置に搭載されるＸ線管の熱容量は指数関数的に増加している。これはＣＴ検査患者数の増加とスライス枚数の増加を意味し、ＣＴ検査の重要性を意味するものである。しかし医療被曝の増加につながる要因の１つともなった。

３Ｄ画像分野では、ヘリカルスキャン法における収集データの連続性を生かした３次元画像，ＭＩＰ（Maximum Intensity projection）法に関する発表が多くみられた。画像特性分野では、低コントラスト分解能に関して井原（国立がんセンター），秋田（福井医大）らは線量と検出能および再構成間隔からの研究発表を行った。また井原，辻岡らは、コインファントムを用いたスライス厚測定法について発表した。この中で特に辻岡らは、連続してコインファントムを配置した実験結果よりヘリカルスキャンにおいてはスライス面内においてＸ線管の回転に伴うＳＳＰの位置依存性と形状の変化が起こることを発表した。

装置開発分野では伊藤，宮下（耳鼻咽喉科麻布病院）らにより１mm以下のスライス厚(Extremely Thin Slice)の開発が発表された。本研究は以後の等方性ボクセル（isotoropic）への可能性につながる研究となる。粉川（東芝）らは軌道同期ヘリカルスキャンの開発を行い、サブトラクションへの応用を発表した。その他、菊池，町田（東邦大）らはＣＴに使用されるＸ線管の寿命について全国調査を行い予防保全の可能性について述べた。

第21回秋季では、村松（国立がんセンター）らによる現行の集団検診システムとの比較と題しヘリカル方式により胸部スクリーニングの被曝線量とリスクベネフィット分析に関する発表がされた。村松は検診ＣＴの被曝線量を現行の胸部間接検診の約10倍と述べ、リスクベネフィット分析の結果、40才以上で有効であったと述べた。装置開発では小川（東芝）によりビームハードニング補

正処理の技術開発に関する発表があった。

３Ｄ画像表示分野ではヘリカルスキャンに血管内視鏡の検討報告が小原（日立総合病院）より行われ、今後の臨床への応用が期待された。またキセノンＣＴによる局所脳血流測定に関する発表も多く見られた年度である。その他、教育セミナーとして“無浸襲酸素モニターと光ＣＴ”が高田（島津）より、また“ボリュームスキャンＣＴの開発”が日置（シーメンス）より行われた。

ｃ）1994年：第50回総会、第22回秋季

トピックス：ＣＴ透視（リアルタイム再構成）技術の開発、ボリュームレンダリングの普及。胸部スクリーニングＣＴ。新固体検出器の開発、本年、は胸部検診を目的とした胸部スクリーニングＣＴの有用性とスキャン条件に関する研究発表が多く行われた。

第50回総会では、今村（ＪＡ揖斐病院）らにより呼吸停止なしのスキャン法の精度が述べられた。また、山口（羽曳野病院）らにより気管支内腔病変３次元表示についてそのスキャン条件と表示条件について発表され、また平野（札幌医大）らにより頭部3D-CT Angiographyのスキャン条件とその表示条件について発表があった。また小泉（茨木県立中央），敦賀（土谷病院）らは3DCT内視法（ＣＴ内視鏡）についてその画像特性と有用性を述べた。

装置開発分野ではアーチファクト低減に関しての発表も多く見られた。宮崎，右田（日立），東木（東芝）らは透過経路長に応じたビームハードニング補正、散乱線推定によるダークバンド補正、スタック処理によるパーシャルボリュームアーチファクト低減に関する発表を行った。また市川（名古屋市立大）らはヘリカルＣＴ対応の再構成シュミレーションソフトを開発し、その画像特性解析を試みた。またＣＴ用検出器では、散乱線除去用コリメータを持ちシンチレータとフォトダイオードを組み合わせた検出素子が開発され、高速スキャンに伴う入射線量低下による画像ノイズ対策が進んだ。注目すべき研究として辻岡（藤田保健衛生大），平岡（東芝）らによるＣＴ-透視（CT-fluoroscopy）の開発があった。この発表は、従来までＣＴの問題点の１つとされた再構成時間を長さに起因する画像表示の上でのリアルタイム性に関して、６コマ／秒の再構成画像表示を可能としたものあり、その応用範囲と臨床的価値は非常に大きいと考える。その他、中川（京都桂病院）らは陽極焦点熱移動がＣＴ画像に及ぼす影響について述べ、スライス位置が最大0.31mm移動すると発表し、補正の必要性を述べている。

スキャン技術分野ではヘリカルスキャンによる造影検査法の検討として八町（長野赤十字）らにより造影剤濃度と使用量について詳細な発表がされた。画像特性の分野からは河島，青木（茨木県立中央）らによりパーシャルボリュームファントムを用いて画像スライス厚特性の評価が行われ、また山田（茨木県立中央），花井（国立がんセンター），秋田（福井医大）らにより低コントラスト分解能の評価を試作ファントムを用いて行いた最適なスキャン条件が述べられた。

1994年度における総会・秋季大会の研究発表は87演題、その内68演題（78%）がヘリカルＣＴに関する報告であった。第22回秋季では中村（東京予防医学協会）らは会員制肺がん検診においてヘリカルＣＴを用いた胸部スクリーニングの開始を発表し。その成果について述べた。1994年度における投稿論文は３編であった[56−58]。

花井らによる研究はＣＤＳ（Contrast Detaile Sensitivity）曲線によるピッチと再構成間隔による限界識別系と再構成間隔との関係について述べたものであり[56]、ヘリカルＣＴの物理的な画像特性の中で、スライス厚内でコントラスト分解能の位置依存性があることを述べている[57]。また花井らにより報告された性能評価ファントムに関する研究報告は1997年の性能評価委員会報告の参考資料になった（図2-5-9）[58]。

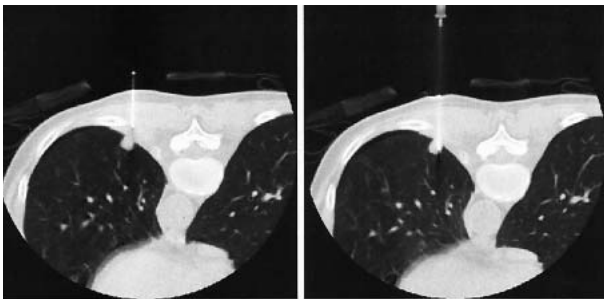


図2-5-9　肺内の腫瘍性病変に対する肺針生検の例

viii）1995年～1997年

ａ）1995年：第51回総会、第23回秋季

トピックス：らせんＣＴに関するシンポジウム、３Ｄ研究発表の増加、スマートスキャン、スマートプレップ。

第51回総会にて、“らせんＣＴの技術的諸問題”と題し、座長：片倉、演者：鈴木，辻岡，片田，利府らによりシンポジウムが、また教育講演として荒舘（東芝）により“ＣＴによる診断と装置の将来展望”が開かれた。共に現在のシングルスライスＣＴから将来は多列検出器を備えたマルチスライスＣＴへの発展への可能性が述べられ、さらなる高速スキャンの可能性が述べられている。また計測部会主催により“Ｘ線ＣＴ装置の被曝線量は如何に測定すべきか”と題して線量測定法および線量評価について議論が行われた。ＣＴ装置はその実効エネルギーの把握が難しく、またヘリカルスキャン法での表面線

量はＸ線管の回転に伴い周期的に変動するなどの特徴を持つ。さらに従来のＴＬＤによる線量評価の再現性の困難さが議論されペンシル型電離箱の簡便さが比較された。

３Ｄ表示処理分野では、ボリュームレンダリング法とは異なり不透明度を選択表示可能な３次元再構成（ボクセルトランスミッション）法の開発と臨床評価が青木（日立）らにより発表され、３Ｄ画像の質感表示の可能性が議論され、田中（東芝）らの高速高画質処理システムの実用化と共に３Ｄ画像のルチーン化をより可能とする発表があった。また３次元内腔表示における固有のアーチファクトに関して山口（羽曳野病院）らにより被写体形状とスキャン条件との関係が述べられた。

機器開発分野では、液体金属潤滑の動圧軸受けを持つことで高冷却効率を持つＸ線管開発に関する発表が本多（東芝）らにより行われた。これによりヘリカルＣＴ搭載Ｘ線管のさらなる大容量・高冷却化が進む結果となった。また被写体厚に応じて、１回転中に照射線量を変化指せることで各投影データのＳ／Ｎ比を一定にすることを目的としたSmart-Scanに関する研究が池田ら（東海大）により始めて行われた。本研究は肩肺尖部から中肺野に代表される被写体形状の変化に伴い、Ｘ線量を変化させることで画質と被曝線量の抑制を目的とした機能であり、以降におけるＸ線ＣＴ装置の被曝線量低減策の第１歩となった研究成果である。また血管造影下ＣＴ装置としてのＩＶＲ-ＣＴの有用性が佐藤（国立がんセンター東病院）より発表された。これは１室に血管撮影装置とＣＴ装置を直列に配置し、同一寝台を用いたものでＣＴ透視機能が付加されることで総合的なＩＶＲを可能とした。

スキャン技術分野では今村（ＪＡ揖斐病院）によるNo breath Hold Helical scanの報告がなされ、画像間隔可変最構成法の概念が述べられた。また田中（京都胸部疾患研究所）は詳細な肺標本・肺固定軟Ｘ線像と対比しながら高分解能胸部ＣＴの肺末梢部の描出能について研究報告が行われ、微細病変の描出能とスキャン条件との関係について発表した。

第23回秋季では、白石（大阪市大）らによりＣＴ値を入力データとしたＲＯＣ解析法を用いたＣＴ装置の低コントラスト分解能の評価が発表された。本法の利点は視覚評価よりも変動が少ないこと、また画像の数値入力だけで観察実験を必要としない点が特徴であると述べている。装置開発の分野ではSmart-prepの有用性が佐々木（千葉市立病院）らにより発表された。本機能は、血管内に注入された造影剤のＣＴ値の上昇をモニターしながら、被検者の血行動態に応じてスキャン開始タイミングを制御する機能である。1994年に報告されたＣＴリアルタイム再構成技術の応用であり、至適造影スキャンタイミングを定量的に評価する上で重要な研究発表となった。３次元処理の分野では片倉（福島医大）らにより、３Ｄ画像表示手法評価用テストパターンに関する発表が行われた。本研究は載面デジタルテストパターンを作成することで、Ｘ線ＣＴ装置と切り離した３Ｄ表示装置（ワークステーション）自体の差異を客観的に評価できると述べられている。

総会・秋季を通じたＣＴ関連の総演題数は71演題、内58演題がヘリカル関連であった。本年度における投稿論文は２編である[59−60]。

また、第24回撮影分科会においては“interventional radiographyと高速らせんＣＴ”について講演が行われ、ワークショップとして“高速ＣＴに求められる機能と適応”をテーマにらせんＣＴのコントラスト分解能と被曝、胸部一次スクリーニング検査への適用が議論された。その他関連部会において、ＣＴ関連技術の講演およびワークショップが行われた。(1) 第３回計測部会：テーマ『Ｘ線ＣＴの被曝線量は如何に測定すべきか』。①画質と画像，②被曝線量低減対策，③撮影条件の最適化，④ＣＴ受診者の実効線量評価，⑤モンテカルロ法，⑥被曝形態からのアプローチ。(2) 第30回核医学分科会：『心機能検査をめぐる新たな展開高速ＣＴを用いた心機能解析』

ｂ）1996年：第52回総会、第24回秋季

トピックス：リアルプレップ、バーチャルエンドスコピー、３Ｄテストパターンの開発、サブセコンドスキャン、ビームトリマ、ＩＶR-ＣＴ，ＨＴＤＩ.（ヘリカルＣＴ線量指数)。撮影（スキャン）条件の自動設定

1996年は、ヘリカルＣＴの関連技術および撮影技術に関する研究開発が最も多く報告された年度であった。ＣＴの線量評価をテーマに第７回計測分科会が“ＣＴの被曝線量は如何にして測定すべきか、―とりあえず作ろう共通の定規―”と題し行われ、初めてＣＴにおける線量評価が包括的に議論された。また３Ｄ画像に関する演題数が多く、その表示条件・臨床的価値・評価法に関してのテーマ演題を含めて多くの研究報告がなされた。

機器開発分野として長谷川（福井医大）らがSmart Scanによる被曝低減と画質に関する発表を行い、本法により15％の被曝低減効果があると述べた。また井田（藤田保健大），中谷（国立がんセンター東病院）らはＣＴ透視法を応用したリアルプレップ法を用いた最適造影タイミングに関する発表を行い、従来までの経験的・統計的に対応してきた循環動態の個人差による造影タイミ

ングのずれに対し本法の有用性を述べている。また川崎（国立がんセンター東病院）らはＣＴ透視機能を持ったＩＶR-ＣＴ／Angio Systemによる動脈造影併用のＣＴ透視下での経皮的エタノール注入法の有用性について述べた。山崎（東芝）は１秒スキャン型ヘリカルＣＴ搭載検診車の開発を発表し、その多目的ニーズへの対応性の広さを述べた。またビームトリマ（下部コリメータ）による薄スライス厚に関する特性を吉中（九州大）らが発表している。線量評価においても、村松（国立がんセンター中央）らにより従来のＣＴＤＩに対するヘリカルＣＴ用の新しい線量指数：ＨＴＤＩの概念が発表されている。

スキャン技術分野では、ＣＴ用造影剤自動注入器の注入圧力表示プログラムの作成を氷室（九州大）らが発表し、注入圧波計のモニターにより血管外漏斗の検出が可能であると述べ、またＣＴ装置と自動注入装置の同期システムの開発を寺田（聖路加国際病院）が発表した。３Ｄ表示処理分野に関しては青木（日立）らが血管径計測における３Ｄ画像再構成法の影響について発表し、ボクセルトランスミッション法が最も正確に血管径を評価できると述べた。また西原（国立循環器病センター）らは３D-ＣＴアンギオグラフィを用いた血管狭窄病変の計測においてその精度を発表した。また3D virtual endoscopyに関する研究が井上（相模台病院），中村（日立）らにより行われている。

画像特性分野では、沈（ＧＥ横河）によりDeblurring Techniqueにより軸方向分解能の改善が発表されている。また市川（名古屋市立大）は、バンド幅により体軸方向の分解能評価が可能であることを発表した。また撮影条件の最適化（自動設定）に関しての研究も多く行われ、木藤（信州大），辻岡（藤田保健大）らはスキャノグラムを利用して目的の総吸値を推定しＣＴ撮影条件の設定が可能であることを発表した。また藤田（国立がんセンター中央）らは検出器カウントを指標として撮影条件を制御する可能性について発表している。

第24回秋季では村松（国立がんセンター中央）らにより新しい線量指数（ＣＴＤＩ）を用いた線量の機種間比較が、また村上（福島医大）らにより他のＸ線検査との被爆線量比較法が発表された。３Ｄ分野では池田（東海大）により体軸方向の分解能改善に関しての、検査技術では白石（大阪市大）によりガントリ傾斜角度によるスライス位置の位相ズレが発表された。

1996年度総会および秋季におけるＣＴ関連の演題数は110演題、内78演題がヘリカル関連であった。1996年度における投稿論文は３編である[61−63]。

第27回撮影分科会では“胸部腹部領域におけるＣＴ・ＭＲＩの特徴と役割”をテーマに東北大の高橋昭喜が“脳神経領域のＣＴとＭＲＩの役割”について教育講演を、技術講演は“ＣＴ・ＭＲＩの変遷と相互関係”をテーマに荒井（東京女子医大）が、ワークショップでは“胸腹部領域におけるＣＴ・ＭＲの特徴を生かした撮影法”が行われた。第52回シンポジウムでは、脳血流測定の技術的諸問題（モダリティの違いによる問題点）が開催され、その中で“ＣＴによる脳血流測定の有用性とその問題点”が香川（大阪脳神経病院）より報告され、Ｘ−ＣＴとDynamic-ＣＴとについて述べた。

ｃ）1997年：第53回総会、第25秋季

トピックス：ＣＮＲ，３Ｄ画像フィルタ、ＣＴ検診車、リアルプレップ、インジェクタ同期

本年度は、リアルタイム再構成技術を応用したリアルプレップシステムに関する演題が多く見られた年度である。また日放技学会学術委員会よりらせんＣＴの物理的な画像特性の評価と測定法に関する報告が出された。

第53回総会において機器開発分野では、水平置きＣＴ装置が石井（東芝）より重粒子線治療計画用ＣＴ装置として発表された。また熊谷（大阪府立成人病センター）よりＣＴ検診車導入に関しての使用経験が報告された。また装置に実装できるシステムとしてインジェクタ同期システムが東芝より発表され、リアルタイムＣＴ監視システムと組み合わせた総合システムへの発展が述べられた。

画像評価ではＣＮＲを用いた低コントラスト評価法が水野（奈良医大）より発表され、視覚的評価法に対して定量評価が可能であると述べた。また実効スライス厚測定法に関しては桑原（ＮＴＴ札幌病院）より定量的な評価研究結果が発表された。市川（名古屋市大）らはスライス面における空間分解能の変化について述べヘリカルＣＴにおける再構成開始角度による変化について発表している。池田（東海大）らは体軸方向の分解能の改善として帯域フイルタ処理を行うことで縞状アーチファクトを除去し空間分解能の向上が可能となったと述べた。

機器開発分野では、Small Helical-Pitch とDeconvolution法による極薄スライス厚の実現に関して沈（ＧＥ横河）が発表し、特に側頭骨疾患の診断に有用であると述べた。また宮下（耳鼻咽喉科麻布病院）らは360度補間オフセット最構成（ヘリカルＱＱ）法を開発し、高分解能表示が可能であると述べた。

被曝線量評価分野に関しては、村松（国立がんセンター中央）がＩＶR-ＣＴを用いたＣＴ透視下での生検における術者の被曝線量について発表している。また小山

（名古屋大）らはシンチレーションファイバ線量計を用いたＸ線ＣＴの被曝線量について述べ、検出領域が十分な長さを確保できる点でヘリカルＣＴに対応可能であると述べている。３次元表示では造影ダイナミックと組み合わせた乳腺ＣＴに関する報告が酒井（立正佼成会），千葉（埼玉医大）らにより発表され術前シミュレーションとインフォームドコンセントを行う上で有用と発表している。また沈（ＧＥ横河）らは心電同期ヘリカルアルゴニズムの開発を発表し、ＥＣＧ情報のない従来の画像と比較して拡張期を選択することで心拍動の影響を著名に低減できることを述べ、４Ｄ画像への発展を述べた。

第25回秋季では石田（福井医大）らにより実効エネルギーの違いによる画質への影響が述べられ、装置間で10kKeVの差があり吸収線量測定では装置間で約２倍の差があると述べた。1997年度におけるＣＴ関連の総演題数は114演題、内87演題がヘリカル関連であった。
投稿論文は５編が掲載された[64−68]。

第28回撮影分科会では、教育講演“肺疾患の診断におけるＣＴ利用の意義”伊藤春海。“らせんＣＴにおける空間分解能の評価”市川（名古屋市大）。ワークショップ“胸部ＣＴ検査法の実際－施設間の撮影法の違いと問題点－”が行われた。また第29回撮影分科会では“上腹部領域におけるＣＴ検査の役割”がテーマに取り上げられ、教育講演：吉岡哲也（県立奈良病院）。技術講演“腹部病変における検出能向上のための技術的検討―特に低コントラスト分解能―”東村（福井医大）により行われた。ワークショップでは“肝胆膵のＣＴ検査”が行われた。また教育講演として花井（国立がんセンター中央病院）による“Ｘ線ＣＴ装置の動向”が行われた。

ix）1998年～2000年

ａ）1998年：第54回総会、第26回秋季

トピックス：最適撮影条件、ヘリカルＣＴの胸部スクリーニングへの応用、スマートヘリカル、全方向での空間分解能の改善、マルチスライス再構成アルゴニズム。
第54回総会シンポジウムでは“らせんＣＴの胸部スクリーニングへの応用”をテーマに胸部検診ＣＴの抱える技術的な問題点（車搭載型ＣＴ、ＣＡＤ，被曝線量など）について包括的な議論された。

第54回総会の装置開発分野では、スキャノ画像より断面のＸ線吸収指数を推定し線量を制御する撮影条件の最適化への検討が成瀬（藤田保健大）より、また2方向のスキャノ画像より各断面における最適な管電流を自動選択するソフトウエア（Auto mA）の使用経験が宮川（慶應大）より発表された。共に画像ＳＤを保つことで画質を一定にでき、また被曝線量を低減できることを発表している。造影技術では吉川（九州大）らにより平均的な造影剤の流れを用いる造影タイミングの決定方法が発表された。

３Ｄ表示処理分野では、検査目的に応じた最適閾値決定の簡便化を目的としたOPT-planの開発が青木（日立）より発表された。また市川（名古屋市大）らは３ＤＣＴにおける最適再構成間隔について発表し、２mmビーム幅，ピッチ1では１mm再構成間隔が必要十分な値であると述べている。画像評価の分野では、コントラスト分解能と吸収線量に関する要因の検討が藤淵，石田（福井医大）より発表されジオメトリーと実効エネルギーとの関係を述べた。また田口（東芝），宮下（耳鼻咽喉科麻布）らは体軸方向のエンハンスフイルタ処理とＣＨ方向のサンプリングデータ点数を2倍化する処理の組み合わせにより全方向で空間分解能を向上について発表した。また沈，七戸（ＧＥ横河）らは厚みを持ったデータに対し、重畳積分を行うことでノイズ量とアーチファクトの低減を目的としたスマートヘリカルアルゴニズムの開発を発表した。

機器開発領域では、高密度サンプリング，体軸フイルタ補間法を用いた２次元検出器を有するマルチスライスＣＴのヘリカルスキャンの再構成アルゴニズムが田口（東芝）により発表された。また、走行レール上を移動する術中ＣＴシステムの開発が丸山（東芝）により発表された。また沈（ＧＥ横河）によりSubsec-applicationによる心臓モーションアーチファクトの低減に関し、そのアルゴニズム並びに技術的な検討が発表された。

第26回秋季大会では岡本（大阪府立成人病）により胸部スクリーニングＣＴファントムを対象としたスリガラス状陰影（ＧＧＯ）を呈する肺野型小型腺癌模擬ファントム製作に関する発表が行われ、胸部検診の対象がＧＧＯに移りつつあることを示唆した。また井田（藤田保健大）らは胸部ヘリカル検診における撮影条件に関する発表を行い、256マトリクス，ピッチ1.5，サブセコンドスキャンを提案した。また村松，木村（国立がんセンター中央）らはＣＴ用リアルタイム自動露出機構の研究を行い、従来のスキャノ画像を利用した線量制御ではなく、各投影角度の投影データより被写体形状を推測しリアルタイムにＸ線出力の制御を行う方法を提案した。

1998年度における総演題数は130演題、内102演題がヘリカル関連であり、投稿論文は５編である[69−73]。

その他、フレシャーズセミナーのＣＴ分野では八町（長野赤十字病院）による“ＣＴの造影検査”が行われた。また第30回撮影分科会では“頭頚部領域の３Ｄ-ＣＴ撮影”をテーマに教育講演、ワークショップが開かれ

た。教育講演は早川克己（京都市立病院）。技術講演は山口道弘（羽曳野病院）であった。第31回撮影分科会ではＣＴ・ＭＲ合同による“血管及び胆管系におけるＣＴ・ＭＲの技術的アプローチ”をテーマに教育講演及びワークショップが開かれた。教育講演は藤田信行（北海道大）であった。

ｂ）1999年：第55回総会、第27回秋季

トピックス：スクリーニングＣＴのバランス点、自動ウインド機構、0.5秒スキャン装置登場、マルチスライスＣＴの原理、３Ｄ画像画質評価、マルチスライスＣＴの性能評価

第55回総会シンポジウムでは“明日への予防医学における撮影技術の展望”と題し、包括的な検診領域における問題点が議論された。その中で村松（国立がんセンター中央）は胸部ＣＴ検診を取り上げその精度管理の必要性と線量と画質のバランス点について述べた。

装置開発では、マルチスライスＣＴシステムの開発に関する報告が工藤（ＧＥ横河），斉藤（東芝）らにより行われた。共に体軸方向に複数のＣＨを持ち、４列同時収集を行う装置であり、従来のシングルヘリカルに比べ大幅なスキャン時間の短縮と空間分解能の向上を可能としたものであり、等方向ボクセル（アイソトロピック）を可能とした。また0.5秒回転Ｘ線ＣＴ装置の開発が発表された。これはリニアモータ技術を応用したダイレクト駆動方式を採用した機構であり、陽極接地方式の大容量（60KW，1386KHU／分：最大陽極冷却効率）Ｘ線管の開発・搭載と共に新しいＸ線ＣＴ装置の登場となった。

辻岡（藤田保健大）らはノイズ量を指標とした自動ウインド機構を発表した。線量評価の分野では、特に低エネルギー領域を中心にカットする材質を用いたＣＴ被曝低減用Ｘ線フイルタに関する発表が風間（東芝）より行われた。３Ｄ表示分野では、村上（福島医大）らによりバーチャルファントムを用いた３次元画像評価が発表され、また市川（名古屋市大），笹木（北海道大），沈（ＧＥ横河）らによる３Ｄ画像の画質および定量評価の検討が発表された。またPulsating Heart Phantomの開発並びに評価に関する発表が沈より行われ、マルチスライスＣＴの登場によりＣＴの心血管領域への応用が実用的な領域へと発展し始めた。

第27回秋季では、マルチスライスＣＴの各臨床施設での研究が多く行われ、井田，辻岡，中川（泉佐野病院），山田（茨木県立中央）らによりマルチスライスＣＴの物理的な画像特性が発表された。また石風呂（広島大）らによりマルチスライスＣＴによる３Ｄ表示の有用性が発表された。３Ｄ表示では平野（札幌医大）らにより３Ｄ画像の標準化の試みが発表され、標準化にむけた研究が試され始めた。機器開発では、辻岡らによる自動ウインド機能に関する発表が引き続き行われ、マルチスライスＣＴによる膨大なスキャンデータの記録の簡便化が行われ始めた。

1999年度におけるＣＴ関連の総演題数は121演題であり、内ヘリカル関連が82演題であった。本年度における技術学会への投稿論文は８編であった[74−81]。

撮影分科会ＣＴ分野では“ＣＴの被曝線量低減を目指して”と題し、マルチスライスＣＴの立場から教育講演に斉藤泰男（東芝）、Auto-mAの立場から大辻勝経（ＧＥ）の講演が行われた。Smart Scan技術により各投影角度での被写体形状の違いに応じて回転中にmAを変化させることで低線量化を計ると共に，スキャン方向（体軸方向）に対して位置ごとにmAを変化させることで画質を一定に保つことを目的とするAuto mA機構について解説が行われた。両者ともに被曝線量の低減を目的とした装置側からの前進と考える

ｃ）2000年：第56回総会、第28回秋季

トピックス：ＥＣＧゲートスキャン、Cardiac scan，effective-mAs，マルチスライスＣＴの演題の増大

第56回総会においてＣＴ関連の総演題数は117演題、内マルチスライスＣＴ関連が54演題、シングルスライスＣＴ関連が20演題とマルチスライスＣＴが演題数の過半数を占め、その技術的なインパクトの大きさと共に、今後のマルチスライスＣＴの急速な普及とその臨床的価値の大きさを感じさせた。

機器開発分野では、ＥＣＧゲート下においてレトロスペクティブに拡張期の心拍動の各時相での画像を得ることで心拍動を３次表示する発表が、またそれらを支援する心電同期再構成法、高時間分解能心臓専用再構成法の開発に関する多くの発表が石風呂（広島大），石川（慈恵医大），井田（藤田保健衛生大），沈（ＧＥ横河），平野（東芝）らにより行われた。また線量評価の分野では、マルチスライスＣＴの線量評価に関しては本田（福島医大），村松（国立がんセンター中央）らにより行われ、時間分解能の概念とその評価法が辻岡（藤田保健大）により発表された。その他、胸部検診ＣＴでは津田（神奈川予防医学協会）らにより精度管理を目的とした胸部検診ＣＴ用精度管理ファントムの発表が行われた。

撮影分科会においては“ＣＴの被曝線量低減を目ざして”を主タイトルに胸部スクリーニングＣＴにおける撮影技術が討論され、“検診ＣＴで見のがしてはいけないもの”および“線量と画質のバランス点とその物差し”が教育講演として中村（東京都予防医学協会），村松

（国立がんセンター中央）より行われた。

［文献・資料］

1）沢田武司：コンピュータートモグラフィ装置の室内散乱線分布．日放技学誌、32(3)，(1976)
2）二村昌彦：頭部ＣＴルーチン検査のための基準線の検討．日放技学誌，33(1)，(1977)
3）沢田武司：ＣＴ像のレスポンス関数．日放技学誌，33(2)，(1977)
4）沢田武司：小児頭部ＣＴ用アダプタ．日放技学誌，33(3)，(1977)
5）沢田武司：ＣＴ像と補正関数Weighting factorsの検討．日放技学誌，33(6)，(1977)
6）延原榮太郎：ACTA Scanner（Type 0100）の示現能について．日放技学誌，33(4)，(1977)
7）中村純雄：ＣＴにおける止血用メタルクリップの検討．日放技学誌，33(6)，(1977)
8）飯沼武：ＣＴの原理から再構成法と将来動向．日放技学誌，33(7)，(1976)
9）中村純雄：CT-1010における試作スリットと画質との関係（スライス厚とＣＴ値について）．日放技学誌，34(5)，(1978)
10）田中貞人：CT-scannerへの対応と技術的諸問題．日放技学誌，34(1)，(1978)
11）矢野今朝人：ＣＴ像（EMI brain）からの縦断層像の再構成処理．日放技学誌，34(3)，(1978)
12）延原榮太郎：ＣＴ-scanにおける肝臓のcontrast enhancement効果について．日放技学誌，34(3)，(1978)
13）沢田武司：ＣＴのメンテナンス．日放技学誌，34(4)，(1978)
14）沢田武司：総会シンポジウム“ＣＴにおける技術的諸問題”．日放技学誌，34(4)，(1978)
15）沢田武司：ＣＴによるSlit Scanographyの研究．日放技学誌，34(6)，(1979)
16）稲富孝治：全身用撮影時における被検者の被曝線量について．日放技学誌，35(1)，(1979)
17）田中貞人：改修型CT-1010における被曝線量．日放技学誌，35(1)，(1979)
18）沢田武司：第１・３世代ＣＴスライス厚の比較検討．日放技学誌，35(1)，(1979)
19）竹中栄一，等：ＣＴの性能評価に関する第一次勧告案：ＣＴ性能評価委員会．？
20）中桐義忠：喉頭癌に対するＣＴを利用した放射線治療計画．日放技学誌，36(1)，(1980)
21）吉永利彦，他：CT-1010における試作スリットと画質との関係．日放技学誌，36(1)，(1980)
22）大久保光男：CT-1010による後頭蓋窩部のArtifact．日放技学誌，36(2)，(1980)
23）沢田武司：全身用ＣＴのメンテナンス．日放技学誌，36(6)，(1980)
24）前田真行：ミニコンピュータを用いた頭部ＣＴデータ検索システム．日放技学誌，36(4)，(1980)
25）延原榮太郎：7020HR CT Scanner（EMI）のHigh ResolutionScanとStandard Scanとの比較検討．日放技学誌，37(1)，(1981)
26）竹中栄一：ＣＴ性能評価委員会による第２次勧告案．日放技学誌，38(8)，(1982)
27）竹中栄一：ＣＴ性能評価委員会勧告の注意事項について．日放技学誌，38(5)，(1982)
28）段床嘉晴：各種ファントムの比較ー性能評価委員会勧告と対比してー．日放技学誌，38(5)，(1982)
29）シンポジウム：ＣＴ装置の保守管理について．日放技学誌，38(5)，(1982)
30）秋山三郎：TCT80Aの性能と評価（第一報）．日放技学誌，39(4)，(1983)
31）秋山三郎：TCT80Aの性能と評価（第二報）．日放技学誌，39(5)，(1983)
32）東村享治：Partial Volume型低コントラストファントムの使用方法とその評価（第一報）．日放技学誌，40(7)，(1984)
33）三原一博：ＣＴにおけるイメージングカメラの特性（第一報）．日放技学誌，40(2)，(1984)
34）三原一博：ＣＴにおけるイメージングカメラの特性（第二報）．日放技学誌，40(7)，(1984)
35）栫岩男：ＣＴによる側脳室下角スキャン法の検討．日放技学誌，40(6)，(1984)
36）中村純雄：ＣＴによる中脳水道撮影法．日放技学誌，40(6)，(1984)
37）柏村博：CT scannerにおける被曝線量の低減ー管電流．付加フィルターによる変化ー．日放技学誌，40(6)，(1984)
38）馬場仁：放射線管理委員会ＣＴ班報告．日放技学誌，41(7)，(1985)
39）岡山昭雄：ＣＴ値と断層厚について．日放技学誌，41(4)，(1985)
40）諸澄邦彦：Radionuclide-CistemographyとMetrizamideを用いたX-CTとの比較検討ー小児例を中心としてー．日放技学誌，42(4)，(1986)
41）諸澄邦彦：骨量ファントムを用いた骨塩量の定量測定．日放技学誌，42(7)，(1986)
42）中村修：ＣＴによる甲状腺重量（体積）の測定．日放技学誌，42(5)，(1986)
43）花井耕造：Ｘ線ＣＴ装置におけるサーミスタ呼吸位相同期スキャン法に関する研究．日放技学誌，44(12)，(1988)
44）片倉俊彦，木村和衛，鈴木憲二，他：ＣＴの基礎的研究．第９報．螺旋状スキャン（ヘリカルスキャン）の試み．断層映像研究会雑誌，Vol.16. No.3, 1989
45）Katada, K., Anno, H., Koga, S. et al：Three-dimensional angioimaging with helical scanning CT. Radiology, 177, (P)364, 1990
46）井田義弘，辻岡勝美，他：高速ＣＴによるヘリカルスキャン法の基礎的検討．日放技学誌，46(8)，(1990)
47）Willi A.kalender：Spiral Volumetric CT with Single-Breath-Hold Technique, Continuous transport, and Continuous scanner rotation. Radiology, 176, 181-183,

(1990)
48）片倉俊彦，他：ＣＴの基礎的検討（10報）－らせん状スキャンデータによる３Ｄ表示画像の改善．日放技学誌，46(8)，(1990)
49）白石順二，津田和良：ＣＴにおけるスライス厚測定－パーシャルボリューム効果を用いた方法－．46(1)，29-34，(1990)
50）坂下善次，小倉裕樹，大西義隆，他：ＣＴ用運動解析ファントムの試作－モーションアーチファクトの解析．48(5)，852-859，(1992)
51）大谷匡史，田中　隆，花井耕造，他：らせん状スキャン方式を用いた胸部スクリーニングに関する研究．48(10)，1828-1835，(1992)
52）小倉明夫，中山佳樹：側頭骨ＣＴにおける異なるスキャン角度の診断的描出能．日放技学誌，48(4)，633-639，(1992)
53）石森桂幸，杉本勝也，小室裕冉：ＱＣＴの定量性向上への工夫－不整形な部分の骨塩定量を対象とするために．日放技学誌，48(9)，1692-1697，(1992)
54）桂川正美，岩崎孝信，勢川博雄，他：CT9800 Xenon CBF imaging systemを用いた局所脳血流の評価．日放技学誌，48(9)，1698-1703，(1992)
55）Polacin A, Kalender WA, etc.：Evaluation of Section Sensitivity Profiles and Noise in Spairal CT. Vol（185），No(1). Radiology.（1992）
56）花井耕造，井原文子，勝田昭一，他：ヘリカルＣにおけるコントラスト分解能と最適画像再構成間隔に関する研究．日放技学誌，50(11)，1950-1959，(1994)
57）村松禎久，三塩宏二，松田幸広，他：最近のＸ線ＣＴ装置の動向－被曝線量と低コントラスト分解能との関係．日放技学誌，50(1)，21-27，(1994)
58）花井耕造，井原完有，藤田智之，他：らせん状ＣＴスキャン装置における性能評価ファントムに関する研究．日放技学誌，50(6)，722-732，(1994)
59）石森桂幸，田中雅人，小室裕冉：ＣＴ画像を用いた再投影画像－その応用技法による新たな表示方法－．日放技学誌，51(2)，110-117，(1995)
60）山口道弘，谷口義則，樋口勝巳：スパイラルＣを用いた３次元管腔表示の形状再現性に関する諸因子．日放技学誌，51(7)，819-826，(1995)
61）土井　司，水野吉将：胸部ＣＴにおける吸入空気量がＣＴ画像に及ぼす影響．日放技学誌，52(4)，511-517，(1996)
62）渡辺裕之，小川俊一，植川利之，他：ヘリカルスキャンにおける３Ｄ画像の歪みの検討．日放技学誌，52(7)，817-822，(1996)
63）村松禎久，秋山典子，花井耕造：ヘリカルスキャンを用いた肺がんスクリーニングＣＴの医療被曝について．日放技学誌，52(1)，(1996)
64）小寺秀一，大森　恒，安井一久：頭部3D-CTAにおける形状再現性の基礎的検討．日放技学誌，53(1)，13-18，(1997)
65）白石順二，花岡信子，宇都宮あかね，他：ＣＴ検査におけるガントリ傾斜角度の影響．日放技学誌，53(1)，19-24，(1997)
66）馬場　仁，広渡　論，西村弘幸，他：Ｘ線ＣＴ装置におけるＳＳＰの測定（エアーギャップ法を用いた測定）．日放技学誌，55(4)，437-442，(1997)
67）村松禎久，花井耕造，勝田昭一，他：螺旋状スキャンＣＴにおける線量指数（ＨＴＤＩ）の新しい概念と測定．日放技学誌，53(11)，1657-1664，(1997)
68）花井耕造，石田智広，井田義宏，他：学術調査研究班報告，“らせんＣＴの物理的な画像特性の評価と測定法に関する報告”．日放技学誌，53(11)，1714-1732，(1997)
69）橘　昌幸，馬場　仁，吉仲正則：Ｘ線巻陽極熱容量によるＣＴ値の変化．日放技学誌，54(7)，857-864，(1998)
70）服部真澄，棚田信春，酒井　功，他：virtual CT endoscopyにおけるstair step artifakutoの現れ方について－Ｙ字型中空アクリルファントムを応用して．日放技学誌，54(8)，953-960，(1998)
71）沈　雲，堀内　哲，木村文子，他：心拍動によるモーションアーチファクト軽減のための高時間分解能再構成アルゴリズム．日放技学誌，54(11)，1287-1294，(1998)
72）池田　秀，宗像浩二，吉田国弘，他：ヘリカルＣＴによる体軸方向分解能の改善．日放技学誌，54(11)，1301-1308，(1998)
73）大森　恒，小寺秀一，安井一久：頭部3DCT-angiographyにおける造影効果と狭窄病変の描出能．日放技学誌，54(7)，891-899，(1998)
74）水野吉将，土井　司，小久保勝也，他：Ｘ線ＣＴにおけるコントラストノイズ比による低コントラスト分解能の評価について．日放技学誌，55(8)，778-782，(1999)
75）平野雄士，松谷宏信，入山端雄，他：胃癌症例の３ＤＣＴの基礎的および臨床的検討．日放技学誌，55(12)，1232-1238，(1999)
76）坂田元道，鎌形政樹，大元秀近，他：ヘリカルＣＴによる耳小骨連鎖のvirtualendoscopy．日放技学誌，55(2)，205-210，(1999)
77）勝田昭一，花井耕造，国井武夫，他：ヘリカルＣＴにおけるスライス感度プロフィールの撮影領域内位置依存性．日放技学誌，55(11)，1109-1114，(1999)
78）熊谷年起，岡本英明，堀之内隆，他：肺がん１次検診へのらせんＣＴ検診車導入について．日放技学誌，55(2)，211-217，(1999)
79）廣田勝彦，奥井章二，小松明夫，他：ＣＴ用シリンジ製造影剤の注入時の安定性評価．日放技学誌，55(8)，783-788，(1999)
80）田口克行，斉藤泰男：マルチスライスＣＴ，日放技学誌．技術解説，55(2)，155-164，(1999)
81）大澤勇一，Jocen Dick，Klaus Klingenbeck-Regn：マルチスライスＣＴ（Multi-row CT）の原理と特性，日放技学誌．技術解説，55(7)，633-638，(1999)

2.6　ＭＲ検査技術

2.6.1　MR検査技術

i）はじめに

1946年BlochとPurcellにより発見されたＭＲ現象は、当初スペクトロスコピーとして化学分析の発展に大きく貢献した。ＮＭＲ現象発見後25年を経て、Damadianがラットの摘出組織のT_1緩和時間を測定したことで、ＮＭＲによる生体測定が組織診断に役立つことを示唆した。その後、急速に画像化に向けての研究が始まり1973年にLauterburにより二次元投影ＮＭＲ画像が発表された。1977年になり人体の撮像が可能（Damadian, Hinshaw）になり、今度はマグネットの新方式や磁場強度の高い装置が次々と開発され、1980年の全身用大型超電導磁石の開発（Oxford社）に至る。日本では、1982年10月に中津川市民病院に鉄心マグネットのFONAR-QED80が初めて導入された。

ii）日本の夜明け

日本放射線技術学会では、1983年の第39回総会教育セミナー「神経放射線における最近の画像診断」において、大阪市立大学の井上佑一がＭＲＩの臨床的有用性について触れられたのが最初である[1)]。この時の講演は、1982年ＡＪＲ８月号に掲載された英国ハマースミス病院からの論文をもとに紹介されたものであるが、撮像条件と信号強度の関係をグラフから解説されたりして、ＭＲＩの特徴としてすでに　1)白質と灰白質の明瞭な分離、２）優れた後頭蓋窩や脊髄の描出、３）ＣＴでは描出困難であった白質病変や腫瘍や血管障害の描出、などＣＴと同じかそれ以上の情報が得られることを示唆されている。

また、その時の第39回総会（1983年）にて初めてＭＲの演題が4題登場し、内３題は東芝からパルス系列と画像コントラストの関係と適正な撮像条件の提案、金属からの磁場の乱れによるアーチファクト出現の程度、周辺機器への影響などが発表された。残る1題は、井澤ら（中津川市民病院）によりＭＲＩ用ファントムの適合性などについて提案された。

iii）黎明期（1983年～1984年）

地方部会では、早くも1983年10月の中部部会において真野勇による「ＮＭＲ法の基礎と臨床応用」の特別講演を企画している。その時の会員発表にて田村ら（金沢大）は、技術学会で初めて生体試料のＮＭＲスペクトル分析の発表を行った。それは、^{1}ＨスペクトルとT_1値の測定というＭＲの基礎への取り組みであった。

学会誌では、第40巻，第１号（1984年）に初めてＭＲの技術解説が寄稿として掲載された。Paul R. Moran, Ph.Dによる「NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE IMAGING」[2)]というタイトルで、１）ＣＴ画像との比較、２）マグネットシステム、３）磁場中でのスピンの振る舞い、４）共鳴現象（図2-6-1）、５）ＮＭＲ信号（T_1，T_2）について、６）傾斜磁場を使った画像再構成法（図2-6-2）、７）画像とT_1，T_2との関わりなどについて解説し、ＳＮＲや流速画像、機能描出への将来性を述べ、最後にオペレータに対する知識と技術の修得の必要性とここ数年間に大きく技術が進歩することを予言して締めている。

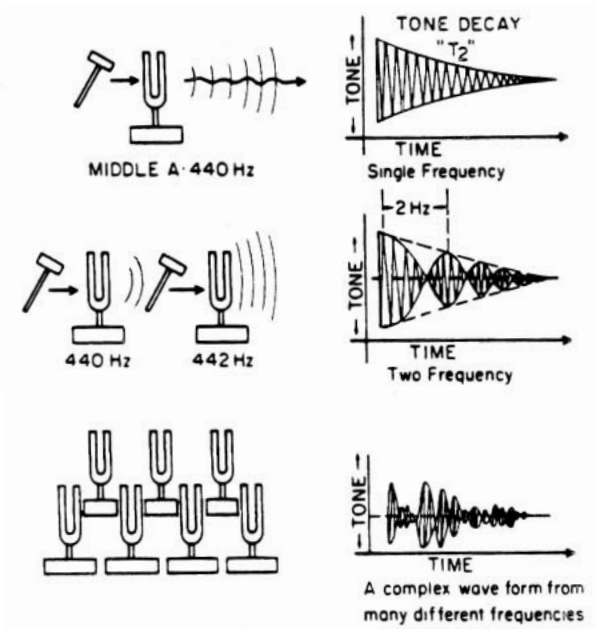


図2-6-1

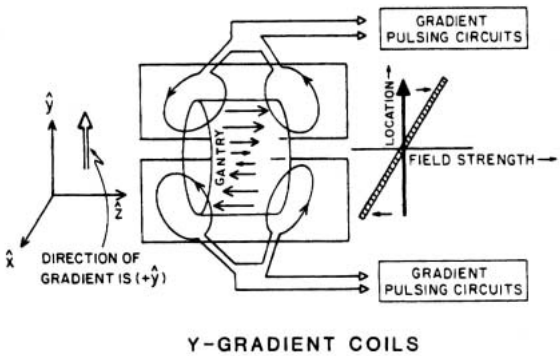


図2-6-2

第40回総会（1984年）では、井澤による教育セミナー「ＮＭＲ-ＣＴの現状と問題点」が企画され、国内でのＭＲ装置の急速な普及が感じられる。研究発表は昨年の4題から18題に増加し、ことに開発メーカーからの発表が多く見られたことが特徴である。その内容は、１）装置設置における磁場に関する環境条件、２）T_1値，T_2値計測、３）性能評価試験、４）撮像時間短縮などについ

て発表されている。当時、ＭＲが周囲の環境からどのような影響受け、またＭＥ機器をはじめ環境にどのような影響を及ぼすかが未知数であったこと、そして、画像コントラストを決定するT_1値，T_2値がどのように関わっているかを解明しようとする研究や、装置の性能に客観的評価を与えるための研究が始められた。

秋季に各地で開催された地方部会では、初期導入による使用経験に基づくいろんな情報が発表されるようになり、翌春の総会大会における学術研究発表の倍増につながっていく。

iv）初めてのシンポジウム（1985年）

第41回総会（1985年）において、真野 勇（東芝中央）を座長として「ＮＭＲ-ＣＴ－特に画像と設置に関する問題点－」と題して技術学会で初めてＭＲに関するシンポジウムが開催された。これから医療画像に革新を起こそうとしている装置の出現に多くの会員が集結した。専門家から聞く最先端技術と臨床応用について討議されたが、教育的な意味もあり基礎的事項の解説も加えられた。その内容は、１）ＮＭＲ-ＣＴの基礎：山田芳文（宇都宮大)、２）ＮＭＲ-ＣＴのハードウェア：岩本雅民（三菱電機)、３）撮影と管理の実際：五島仁士（東芝中央)、４）常伝導ＮＭＲ-ＣＴの臨床応用：池平博夫（放射線医学研究所)、５）超伝導型ＭＲＩの臨床応用：吉川宏起（東京大）であった。スピンから信号が得られ、画像が構成されるメカニズム、パルスシーケンスや装置の構造について、装置（磁気）と人体の安全性を管理する技術、そして常伝導装置と超伝導装置から作成された各種症例画像と表面コイルなどの新技術について紹介された。最後に真野は、現在最も関心の高い画像診断法であり、Ｘ線ＣＴ以降の医療の技術革新がなされ、医療システムや医療経済に多大な影響をおよぼすであろうことを予測している[3)]。

その大会での研究発表は34題であり、新しく装置を設置した施設から続々と発表された。初期の設置使用経験に関する装置性能を評価した発表が多い中、五島らは引き続いて装置やファントム、コイルに対しての基本的性能について評価を行っている。また、この年初めて表面コイルについての発表があり、その形状、特性については種々意見がかわされた。また、各種パルスシーケンスの最適な撮像条件を模索する研究や臨床画像におけるさまざまな現象に対する検証が始まった。

秋季大会においても10題の発表があり、引き続き性能評価用ファントムの素材（人体等価物質）についての検討が行われた。ここでは、新しく^{31}Ｐスペクトロスコピーと常磁性体金属溶液の信号変化が発表され、臨床において撮像する場合に遭遇するいろんな信号強度の変化に、オペレータとしてどのように理解し、よりよい画像を得るための撮像条件の最適化に関する検討が本格的に始まった。

v）1986年～1989年

第42回総会（1986年）では、再び前述の真野による「ＭＲＩにおける画像改良の進歩」と題する教育セミナーが企画された。ここでは、'85ＲＳＮＡの見聞として１）常伝導装置の展示は既になく超伝導装置一辺倒であったこと。しかし、磁場強度に関しては0.5T、1.0T，1.5Tとさまざまな意見がある。２）Ｓ／Ｎ比、空間分解能（512matrix，スライス厚：２mm）が格段に向上し、１回加算画像が可能となり１分以内（最高２秒）の撮像（ＴＥ：20msec以下）が可能となっている。３）ECG gattingによるMR-angiographyの開発。４）呼吸性アーチファクト除去シーケンスの開発。５）各種表面コイルの開発。６）multi-slice法、multi-echo法、rectangle法による撮像時間の短縮。などが最新情報として報告された。同時に東芝中央病院での0.5T装置による臨床経験においても、５mm厚による撮像が可能になった事、ＴＲを200msec以下に設定し腹部の呼吸停止画像が撮像できるようになった事、そして、ＭＲＩ用造影剤Ｇｄ-ＤＴＰＡが質的診断に大きく貢献するだろうと述べられている[4)]。

その時の会員発表では、心電図および呼吸同期による撮像法、ＭＲによる血流測定が新しく加わり、T_1値やT_2値などをより定量的に正確に測定する手法などが多く発表された。しかし、ファントムの標準化や用語の統一を図るよう多くの座長が指摘を行った。

第43回総会（1987年）の会員発表では、１）gradient echo法によるflip angleの変化による組織コントラストの変化、２）三次元フーリエ変換法による撮像法、３）生体組織近似素材としてＰＶＡゲルファントムの使用の提唱などが新しい情報として提供された。この頃、国内ではＭＲＩ装置が200台程度稼働していたと思われ、研究段階から臨床技術に関わる検討が大幅に増加した。秋季大会には、サーフェイスコイルを2個サンドイッチ型に配置し、感度分布を改良する方法が発表された。

第44回総会（1988年）では、臨床における画質改善のための呼吸ゲート法や動きの補正をシーケンスに組み込んだＭＡＳＴ（motion artifact suppression technique）法、gradient echo法の応用法、ＩＲシーケンスの脂肪抑制法であるＳＴＩＲ（short IR）などが発表された。さらにＭＲＡ（MR angiography）を見据えた身体の流れを定量化するためのの基礎的な実験報告がなされた。

その年の秋には、血流のアーチファクトや腹壁の信号を消去する現在の必須アイテムとなっているpresaturation pulseの撮像シーケンスと臨床応用法について紹介された。

第45回総会（1989年）では、合同パネルディスカッションに「ＭＲＩの現状と展望」と題して、高速化、造影剤の利用、三次元撮像法、ＭＲＡへの発展、ケミカルシフトイメージングなどについて取り上げられた。総会シンポジウムにても「ＭＲＩ技術の最近における展開」（座長：真野 勇）と題して、空間分解能や濃度分解能,時間分解能を上げて画質向上に反映させるためにはパラメータをどのように設定すればいいのかが提言された。また、thin sliceが 可能な3次元撮像法の解説とともに、ＭＰＲ（multiplanar reconstruction）の元となる高速断面変位法やＭＩＰ（maximum intensity projection）法の元となる再投影法、ＳＡＳ（surface anatomy scan）と呼ばれる脳表面画像や、ＭＲによるperfusionやdiffusion imageの可能性も紹介された。この時、この先の高速化技術については、gradient echo法が中心になるであろうことを予測し、腹部の動きなどによるアーチファクトを抑制する技術としてrephaseパルスが最先端技術として紹介された[5]。会員発表では、特にgradient echo法の高速化におけるシーケンスの特性を把握するための実験や臨床応用技術などが多く報告された。また、トランケーションアーチファクトなどアーチファクトのメカニズムの解明と除去法、撮像シーケンスのギャップレススキャンやsampling timeやband widthの検討、クワドラチャーコイルの開発などが発表された。

流れと画像を長年研究課題として検討を進めてきた赤井らは、「マルチプルスピンエコー像を利用したＭＲ-angiography」を論文として報告した[6]。本法は、multi-SE画像の血流情報を抽出する方法として、動きのない部位からの信号を取り除き、odd-echo dephasingおよびeven echo rephasingの効果により生じた横緩和特性の強弱（奇数エコー像と偶数エコー像の信号強度の差）を直接的に画像化した（図2-6-3）。

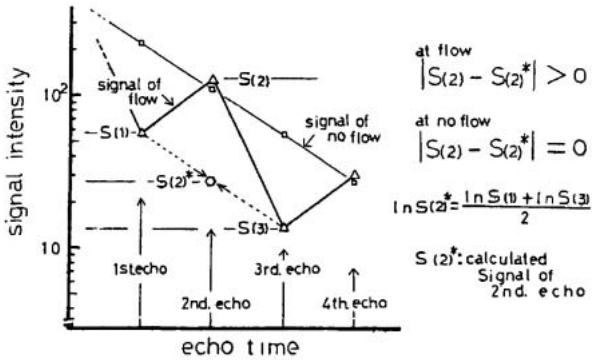


図2-6-3

第17回秋季では、定位脳手術にＭＲＩが有効的に利用可能であること、また脊椎用などあらためてsurface coilの有用性が発表された。

vi）1990年～1993年

第46回総会（1990年）では、頭部の3D-MR angiographyが始まるとともに、腹部血管系へのMR angiographyにも取り組み始められている。この３次元撮像法は、thin sliceを得る手段として関節など各部位に活用され始めた。また、spin echo法によるlow flip angle法によるT_2強調画像をはじめとして、長時間を要するT_2強調画像の撮像時間をなんとかして短縮しようとする試みがさまざまな方法で検討された。この時の特異なアイデアとして、心臓シネＭＲＩの信号強度を上げる方法として体表面へのＰＶＡゲルを装着することと、消化管経口造影剤として緑茶が可能であるとの発表が上げられる。

Gradient echo（field echo）法の基礎的研究として土井らは、low flip angleによりT_2*強調画像が得られ、しかもＴＲが長くなるほど白質・灰白質と脳脊髄の信号強度が逆転するflip angleが大きい方へ移動することを報告した。また、呼吸停止を併用した腹部画像として有用であることを報告した[7]。また、ＭＲにおける磁場と物体との関係での基本的な現象の研究を続けてきた佐久間らは、susceptibility effectを実験的に証明し、位相が磁化率や撮像パラメータ、磁場不均一性、撮像断面の方向・位置により受ける影響を評価した（図2-6-4）。そして、

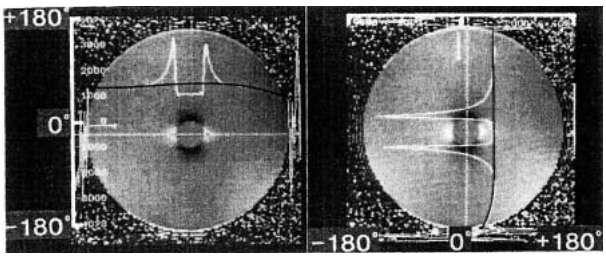


図2-6-4　A

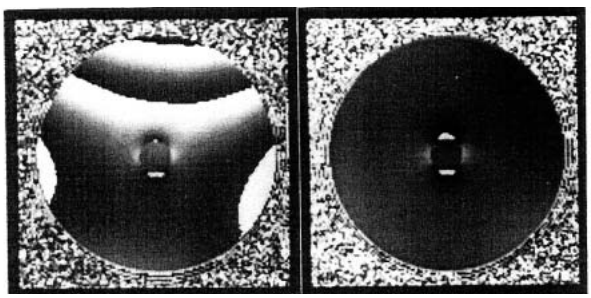


図2-6-4　B

位相画像が脳内血腫による局所磁場変化とその磁化率の変化から出血巣の時期を推定できることを示唆した[8]。

秋季大会では、心筋の動きをtaggingにより評価する方法が初めて発表され、呼吸によるモーションアーチフ

ァクトの分析により呼吸周期とＴＲの設定により出現部位を特定できることを示した。ＭＲの原理特性を把握することから撮像方法に一石を投じた発表である。また、この時に開催されたシンポジウムではＭＲＳが取り上げられ、現状と技術的課題について討議された（座長：田村）。ＭＲＳはＭＲＩ出現よりはるか以前から行われていた手法であり、ＭＲＩ臨床装置の出現により重要性が指摘されながらも、まだまだ研究段階から打破できていないのが現状である。一般的にアプリケーションとして普及するには、さらなる会員の生化学系や医用電子工学系の修得が必要であろうと座長が述べているように、現在なおＭＲＩの基礎に属するにもかかわらずＭＲＳが臨床に簡便に普及しない状況は続いている。

第47回総会（1991年）には、全身のいろんな部位を撮像することをテーマにした発表が数多く見られ、より高品質な画像を提供するための撮像技術について多方面からの検討が紹介された。特に、腹部臓器への造影剤のダイナミック注入や、クエン酸鉄アンモニウムを用いた経口造影剤の活用、造影剤併用の腹部三次元ＭＲＡの試み、そして腹部各血管を非造影にて描出する試みなどがなされた。そして、低磁場装置にてのＭＲアンギオグラフィが可能になったことが発表された。

第17回秋季にて発表されたＭＲＩ誘導定位脳手術における内部マーカー法の有用性が論文として掲載され、静磁場の不均一に起因する画像の歪みを定性的に測定評価し、内部マーカー法を用いることで最大1mm以下の誤差であることを報告した[9]。現在、３次元画像として脳外科手術のシミュレーションとして用いられている基礎

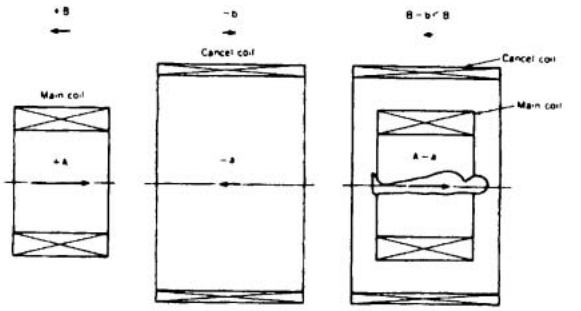


図2-6-5　A

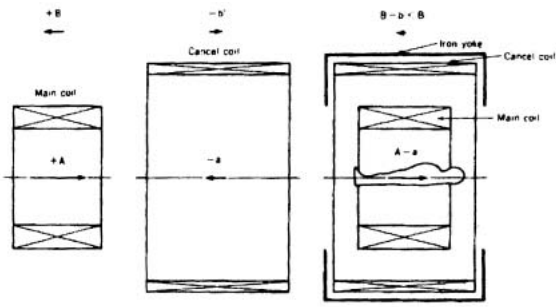


図2-6-5　B

論文であろう。また、長年にわたりＭＲ装置の磁場と外部環境との影響を論述してきた中村は、ＭＲＩ室の磁場シールド方式がルームシールド方式に比べてセルフシールド方式の方が有用であること、それもアクティブシールド方式が普及するだろうと、現在の磁場遮蔽方式を予測したかのような提唱をしている（図2-6-5）[10]。

第19回秋季では、ＭＲＣＰ撮像法の提案、diffusion imageの臨床的有用性、超常磁性酸化鉄粒子の肝臓造影剤としての可能性などが初めて発表された。これをきっかけに、胆道膵管系の撮像はＭＲＣＰがＥＲＣＰをしのぐ情報を提供するということで急速に発展する。超常磁性酸化鉄粒子の基礎データ（図2-6-6）は、1992年土`井

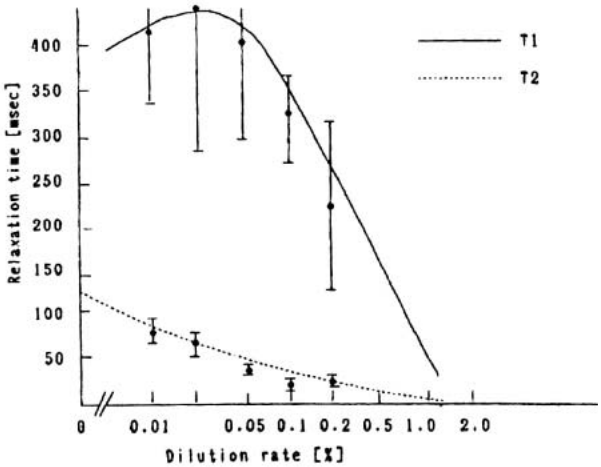


図2-6-6

らにより速報として報告され、以後転移性肝腫瘍などの存在診断用造影剤として確立されていく[11]。

第48回総会（1992年）には、Black Blood MRA法とFast Spin Echo法（multishot RARE）が登場した。RARE法として理論的には以前から述べられていた技術であるが、これからのT_2強調画像撮像法の主流となるFast SE法の臨床装置への初搭載であった。また、腹部画像の信号強度を向上させるために腹部用ＱＤコイルが開発された。詳細な解剖と診断情報を提供するための撮像技術に関する論文も出始め、福島らは現在の3DCEMRAの基礎となる造影剤を急速静注にて注入しturbo FLASH法とＭＩＰ法にて血管を描出する方法を[12]、阪本らは顔面神経と動脈の関係を描出する撮像法を提案した[13]。

ＭＲ装置の性能評価法は、当初よりＡＡＰＭやＮＥＭＡによるものがあったが、日本の現状にそぐわないものがあったりして技術学会として見直しが迫られていたところ、中野より分解能ファントムによるスライス厚の測定法が提案された[14]。

第49回総会（1993年）では、Fast SE法の急速な普及

を思わせるようにそれに関する演題が急に多くなった。頭部ＭＲＡにおける画質改善のためのＭＴＣ（magnetization transfer contrast）パルス、ＴＯＮＥ（tilted optimaized nonsaturation excitation）や脂肪抑制パルスの付加が始まり、そのＭＲＡが脳ドックとして情報の正確性が認められるようになった。受信コイルにおいては、phased array coilやendrectal coilが出現した。各撮像法や装置性能の比較にＳＮＲやＣＮＲが用いられ始めたが、臨床画像とファントム評価では異なることが多く、その妥当性についてはさまざまな意見があった。そのような時、宮地らは東海支部各施設のＭＲＩ装置の画質評価を試みている。T_1値，T_2値、画像ＳＮ比、スライス厚、画像均一性を同じファントムにより測定したものであるが、ファントムの条件の設定に工夫を凝らし装置による結果の違いを的確に評価している[15]。

その時のシンポジウムでは、「ＭＲＩの撮像技術とその臨床評価―アーチファクトの原因と対策―」（座長：段床）と題して、アーチファクトを１）体動によるもの、２）流れによるもの、３）原理的な要素によるもの、４）機械的な要素によるものに分類して、その原因と対策を明らかにした。よい画像を提供には、画像が構成されるメカニズムやアーチファクトが発生するメカニズム、さらに装置に付加される補正パルスや撮像シーケンスの工夫を理解していないと臨床に生かすことができないと述べている[16]。放射線撮影分科会にても、教育講演において真野によるＭＲの最新情報の提供があり、ワークショップでは、各領域からより早く,より精密に,より高品質なＭＲ画像を得るためのノウハウについてディスカッションが行われた[17]。

腹部の造影撮像には、ＣＴと同様にbolus注入によるdynamic撮像法が、より質的診断に寄与すると医学会では言われていたが、野儀らは肝腫瘍におけるdynamic MRIの造影効果を分析しその有用性を報告した[18]。また、宮地らは伝導性サンプルと受信感度の関係における誘導損失を求めた。それにより得られるＱ値（quality factor）を臨床画像にて観察していると画質管理が可能であることを示唆した[19]。

1993年には、田村を班長とするＭＲＩに関する技術的検討班報告が掲載された。ＭＲ装置と所有施設の分析や撮像条件の調査、ファントムによる画質の評価を行っている。調査137施設中半数が国公立病院であり、全体の6割以上に1.5T装置が導入されている実態が報告されている。装置間の性能評価については、0.2T装置のＳＮＲが0.5Tより高く算出されたりして理論とおりにはいかなかったようである[20]。

第21回秋季では、体幹部領域における呼吸停止による造影ＭＲＡの可能性や、現在のＦＬＡＩＲ（fluid attenuated inversion recovery）法の 臨床的位置づけとは異なるが、撮像シーケンスと画像コントラストの基礎検討を行った発表があった。

vii）1994年～1996年

1994年に開催された第50回総会では招待講演として、ＭＲを用いたＩＶＲについて、ＧＥ研究センターのDr. DumoulinによりVascular Magnetic Resonance in Diagnosis, Physiology, and Theory.（邦題：診断生理機能治療における血管のＭＲ）との演題で講演が行われた。現在も臨床有用性とその利用が模索され続けている。当時開発中であった0.5Tのopen typeのＭＲ装置が紹介され、また本講演では0.5Tの磁場強度下で使用できる手術器具のみならず、ＭＲガイド下で手術ができるためのナビゲーションシステムなどが紹介された。臨床利用に対し今までとは発想の全く異なる、新しいＭＲの応用の第一歩であった。

会員発表では造影剤を用いないMR Angio（ＭＲＡ）の有用性が脳検診などで認知されてきたために、ＭＲＡに関する研究が引き続き盛んであった。撮影条件の最適化などを含め、ＭＲＡの発表はＭＲの発表の約35%を占めた。ＭＲＡではその画質改善に努力が払われ、技術的には傾きを持ったslice profile（ＴＯＮＥなど）や血液以外の高蛋白組織の信号強度を抑制するためのＭＴＣの併用についての発表が秋季大会に引き続きあった。また造影剤を用いたＭＲＡについての発表が東京逓信の向井らにより肺を対象に行われている。当時としてはＭＲＡの有用性の大きな利点に造影剤を使わず非侵襲的という事が現在以上に重要視されていた為に、造影剤を使うという点に関して大いに関心が持たれた。

さらに当時としては臨床利用の可能性が身近になりつつあったＥＰＩの時間分解能に少しでも近づけるため、いっそうの高速化の工夫がシーケンスに求められ、ＧＲＥＳＳやSingle Shot FSEの臨床利用の発表があった。Single Shot FSEはこの時すでにＭＲＣＰでの有用性が示唆されている。さらにＭＲにおいてもGradient Recall Acquisition（ＧＲ）法を用いて、2Ｄ法ながら広範囲の造影剤を用いたdynamic studyが臨床利用され、全肝，子宮，乳房などでの臨床利用の発表があった。また高速ＳＥ法の臨床利用はますます普及し、この方法の欠点である脂肪を抑制する技術についての発表もあった。さらに２Ｄ法のみならず３Ｄ法にもFast SE法が用いられ始めた。

このように高速シーケンスの目標であるＥＰＩ法が可

能なためのハードウエアと高精度のパルスシーケンスのプログラミング化が可能となり、そのような装置が一般機として販売されたために、これ以降シーケンスの高速化を用いての発表は必ず出てくるようになった。

なお現在では脳機能解析研究での標準的な道具となっているbold効果による脳機能の検出として、ＧＲ法を用いたfunctional MRI(fMRI)の発表もこの時おこなわれた。

この年には藤田らにより、腹部消化管の陽性造影剤として天然素材である、ブルーベリージュース（Mn含有）を用いたＭＲＩ用経口造影剤の基礎研究を論文としてまとめた[21]。

第22回秋季では、造影剤を点滴静注してＭＲＡを得る手法についての発表が、加藤らによっておこなわれた。また当時知られてはいたが詳細な検討がなされていなかったFast SEでのＭＴ効果が、野々下らにより解析された。さらに高速撮像の方法の一つとしてのkeyhole imagingの実機上での検討が発表された。第22回秋季では、149演題中22題がＭＲ関係であった。

この年に笠井らは疾患の検出能は高いが、診断能は低いと言われている転移性椎体腫瘍において、転移性椎体腫瘍と他の疾患、特に圧迫骨折との鑑別診断についてまとめた（図2-6-7）[22]。さらにノートとしてＭＲＩを用い

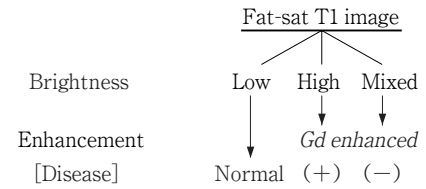


Fig.5　Diagram of spinal MR imaging.
We concluded that,for the most profitable procedure,the Gd-enhancement examination（Fat-suppression image）should be performed only in case in which the Fat-suppression image showed a high or mixed brightness pattern.

Diagram of spinal MR imaging.
文献22より引用

図2-6-7

た脳定位図作成法の試みが発表されている[23]。

1995年には、佐久間らによりＭＲでは難しいとされる石灰化組織の検出について、位相情報を利用することで可能であるという報告があった。これは石灰化組織の磁化率効果－ＭＲＩのグラジエントエコーによる位相シフトの基礎的検討－としてまとめられた（図2-6-8）[24]。また、高速連続撮影を用いて気道の動きを直接に観察する手法の有用性がノートにて紹介された。

この年におこなわれた第51回総会では教育講演で、ＭＲＩによる診断と装置の将来展望とのテーマということで、三重大の佐久間肇とＧＥ横河メディカルシステムの吉留らにより講演がおこなわれた。この時に吉留はすでに多くの高速撮像法が出現したが、すべてのシーケンス

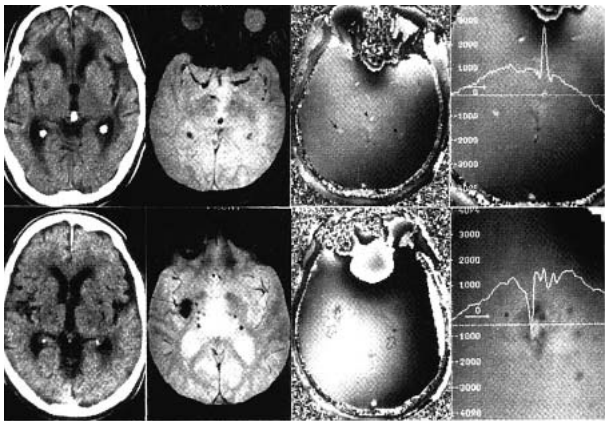


図2-6-8

に置いて高速化に引き替えの短所があり、状況に応じて適切な高速撮像方法を選択することが必要であることを述べている（図2-6-9）。

Table 5　Comparison among ultra-fast sequences from a clinical viewpoint

超高速撮像法の比較（使う立場から）

	EPI	Spiral	fSE	GRASE	Fast Card
fMRI	◎	○			
Dynamic study	○	○	◎	○	
Diflusion	◎	?	?	?	
High resolution	○ Multi-shot		◎	○	
Comonary artery		◎			◎
Perfusion	?	○			◎
Valve	?	○			◎
Arlery flow	?	○			◎
Kinetics	○	○			
Fluoroscopy	○	○			
Biopsy guide	○	○			
MRT	○	○			

Table 6　Comparison among ultra-fast sequences from a technical viewpoint

超高速撮像法の比較（作る立場から）

	EPI	Spiral	fISE	GRASE	Fast Card
T2*	◎	○			
Contrast resol	○Prep	○Prep	◎	◎	
Spatial resol			◎	○	
Temporal resol	◎	○			○
Motion aruifact	◎	◎			○
Fat arlifact〔inhomogeniety〕			◎	○	○
Flow（PC）	○	◎			○
（TOF）	○Prep	○Prep			○
Slew rate			○	○	○
Rcceiver			○	○	○
Rccon processor			○	○	○
Gating	?	?	?	?	◎

Comparison among ultra-fast sequences from a clinical viewpoint and a technical viewpoint.

図2-6-9

この時の発表は前年に引き続き、造影剤を用いた肺のperfusion studyがある。現在は再び脚光を浴びているstudyではあるが、このころは患者が少ない事に加え、撮影は出来ても解析するための道具が不十分であったためになかなか普及には至らなかったようである。また心臓領域の撮像、特に冠動脈の描出が盛んに行われた。このように高速撮像方法が工夫され、ＭＲＩでの動画がいよいよ盛んになっていった。高速撮像といえば有用性が

確立していたＦＬＡＩＲ法にFast SE法が応用され、fast FLAIR法として技術学会に紹介され、この後数年で一般的なシーケンスとなった。

またＭＴＣをＭＲＡに応用する技術が低磁場装置を含めたほとんどの装置で普及したために、time of flight効果を利用したＭＲＡ関係の発表が活発におこなわれた。下肢のＭＲＡも盛んとなり、動静脈の分離などについてが盛んに検討された。

なおこの時の学会では撮影技術として膝関節が話題となった。それまでの撮影シーケンスに加え新しいＳＳＦＰ系のシーケンスが発表され、ポジショニングの工夫、撮影補助具の工夫などが加えられた。

また新たな機能解析の試みとして[13]CMRSの発表があった。これは国家予算projectでなされた大きな成果という意味で、今後の新しい研究の方向を感じた。

第23回秋季の教育講演ではＭＲＩの限界というテーマで山梨医大の荒木力が講演した。これはＥＰＩが可能な時代を迎え、いよいよ装置的には円熟期を迎えつつあるＭＲＩの今後を見通しての企画だったといえる。この中で荒木は技術的課題と臨床的課題について触れた。技術的課題では、撮像時間はFast SEなどにより飛躍的に向上したが、コントラスト・空間分解能・Ｓ／Ｎのいずれかを犠牲にしていることを述べた。このころ盛んになりつつあった画像処理にも触れ、現在の画像処理は元画像に含まれている情報を削っていることに注意が必要である。臨床的課題ではＣＴなどと異なり、現在のＭＲでの信号強度は相対的なものであることが最大の欠点である。またコントラスト分解能は高いのであるが、それを決定するパラメターは様々なため、撮像方法に依存する事がまた欠点であると述べている。さらに一時期待されたほどは緩和時間の組織特異性が高くない点も上げた。そして、このころ変更のあったＩＥＣ規格の変更に対し、安全基準を変更してまでの高速化シーケンスへの対応は慎重であるべきと述べている[25]。

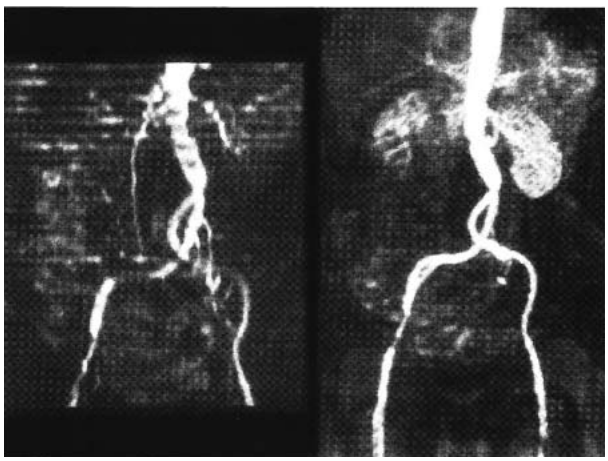


図2-6-10

1996年には高速gradient echo法を用いたＧｄ－ＤＴＰＡ持続静注3D MR Angiographyの撮像パラメターの検討についての報告が加藤らによりまとめられた（図2-6-10）[26]。また続けて脂肪抑制シーケンスを使っての３ＤＭＲＡの撮像パラメターの検討についても同様にまとめられた。

この年に開催された第52回総会のシンポジウムでは、脳血流測定のモダリティの違いによる問題点が取り上げられ、佐久間によりＭＲＩによる脳血流測定の技術的諸問題が述べられている[27]。

一般演題では総数490のうち64がＭＲ関係であった。この中にはＥＰＩを使った発表もあり、ｆＭＲＩや造影剤のT_2*効果を利用したperfusion studyなど、それまでのＧＲ法を主体とした撮影方法を置き換えたstudyに対するものであった。またＥＰＩが用いられるような装置になってきたために、通常のシーケンスもますます高速化がなされ、ＭＲＡの高速化やＦＡＳＥなどでの発表がおこなわれた。シーケンスの変化に伴い造影剤を用いたＭＲＡの画質改善の試みも盛んになり始めた。さらにＭＲの円熟期を反映してか、ＭＲの画像評価についての内容が増加し、この傾向は秋季大会にも引き継がれた。なおこの頃から脳のscreeningにはproton強調画像に変わりＦＬＡＩＲ法が主流となってきた。これに伴い拍動流のアーチファクトが問題となっていたが、清水らによりＴＡＣＴ－ＦＬＡＩＲ法がこの時に提唱されている。

さらにこの時の発表には、宮地らによりDual EchoのＧＲ法を用いた造影perfusion studyによる緩和時間測定の発表と、中野らにより心臓につけたtaggingの解析方法の発表があり、撮像シーケンス依存の研究が中心であったＭＲの研究に変化が訪れ始めたと思える。コイル関係についても、phased array coilの全身への応用が普及しそれに伴いさらなるＳ／Ｎ向上の検討の発表があった。

第24回秋季では撮影分科会にＣＴ、ＭＲグループが発足し、いよいよＭＲは一般的な臨床装置になったことを再認識した。なおこの時の秋季大会では一般演題数が192題でＭＲは45題あり約23％はＭＲの発表であった。内容としてはＥＰＩ法の使える装置が広まってきたために、そのシーケンスを用いての内容の発表が増加した。さらにクエン酸鉄アンモニウム製剤による消化管の障害陰影除去についての検討は、演題群ができるほど盛んとなり、日本における腹部ＭＲＩの重要性を反映しているといえる。このことを反映してか、この年には造影剤関係の論文が多く書かれた。藤田らはＭＲ用経口造影剤であるマンガン製剤と鉄製剤を比較検討[26]し、長谷川らは

遊離マンガンイオン（Mn_2^+）を用いたＭＲＩ用経口造影剤の基礎研究をまとめた[27]。さらに加藤らはクエン酸鉄アンモニウム製剤とＩＲ法を併用して消化管内の信号を低下させる試みの検討をまとめた[28]。

この頃にはＭＲのシーケンスが多種多様化し、それに伴って各メーカーごとにその呼び方が異なるために、現在同様その名称は非常に混乱していた。そこでこの年には－ＭＲＩ技術の各社使用用語について－が学会を中心にしてまとめられた。

viii）1997年～1998年

1997年3月にはＭＲＩの安全性と新ＩＥＣ規格（IEC 601-2-33）についての講習会があり、日本放射線技術学会は共催という形で参加協力をした。前記した山梨医大の荒木も懸念した被検者の安全性のための装置制限であるdB/dtとＳＡＲが確認された範囲で緩和された。また放射線技術学会のＭＲの安全性に関するＩＥＣ規格対応委員会班では、薬事承認時における通常操作モード時の安全性の見直しが提案され、「安全性に関する教育・啓発活動をおこなうべき」とした。

この年に開催された第53回総会では、教育講演として島津製作所の清水公治が、最先端機器の動向ということでＭＲＩの基盤技術と臨床アプリケーションという内容の講演を行った。ＭＲは当時すでに通常の医療装置でったが、まだその進歩は著しかったために、もう一度基礎を復習することで、最新のアプリケーションまでの理解を深めたいという要望からであったと思える。

またこの時に、土井らによりＭＲ装置による機能の描出技術 －形態から機能へ－と称したシンポジウムが企画された。形態の描出に主眼がおかれるＭＲ装置であるが、大きな可能性と期待としてさまざまな機能の検査の可能性がある。まだ臨床利用には普及していないが機能描出の方法の現状、臨床利用の現状、そして今後の可能性についてが討論された（図2-6-11）[29]。

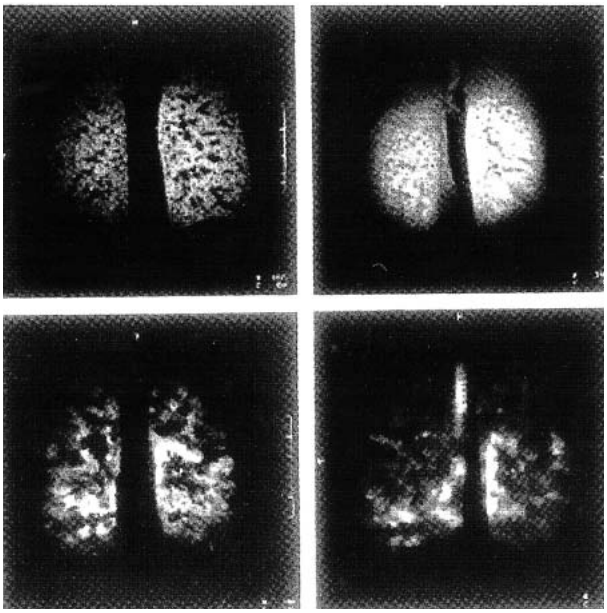


図2-6-11　Hyperpolarized 3Heにおける拝野の画像。健常者（上段）、および肺気腫症例（下段）。左は断層像、右はMIP画像。（文献29より引用）

撮影分科会ではいよいよ一般化したＭＲの高速撮像法について、高速化によるtrade offを考えてどの様に現場で用いるべきかを検討している。ＧＥ横河メディカルシステムの塚本より技術解説がおこなわれ、高速ＳＥ、ＩＲ系、ＧＲ系、key hole、ＥＰＩについてのパネルディスカッションがおこなわれた[30]。

会員発表では、いよいよＥＰＩが低磁場装置でも可能となり、ＭＲ関係の発表73題のうちＥＰＩ関係の発表は15題と、約20%がＥＰＩ関連の発表であった。他には造影ＭＲＡ、高速シーケンスの利用など装置の高性能化を利用した発表が目立っている。このころ落ち着いてきたＭＲ装置の進歩を確認するためか、ＭＲに関する論文数は増加した （図2-6-12,13）。なお研究発表数（図2-6-12）と、雑誌で取り上げられた件数（図2-4-13）は見事によい相関を示しているようである。

小倉らは高速スピンエコー画像の空間分解能の評価を、echo train lengthとinternal echo spacingの影響に分けて検討している（図2-6-14）[31]。笠井らはphase-contrast法

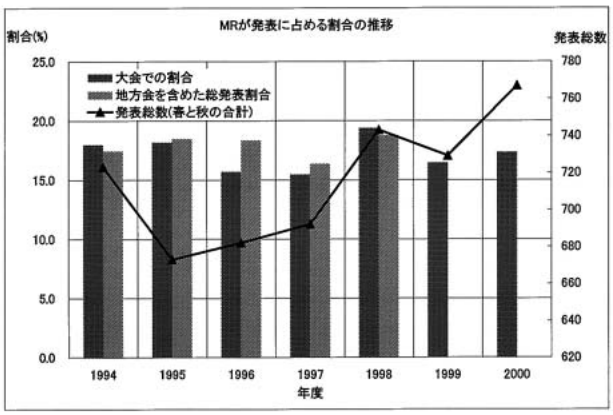


図2-6-12

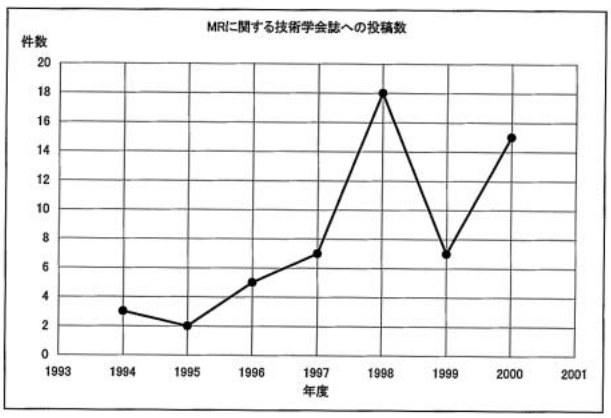


図2-6-13

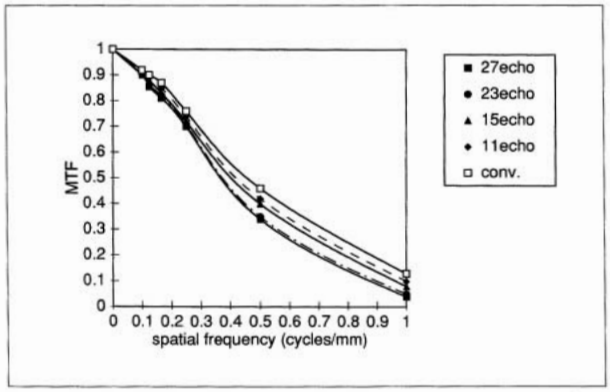


図2-6-14

を用いたcine MRIにより頭蓋内脳脊髄液循環動態の解析をおこないその有用性を報告した[32]。宮地らは前述したT_1・R_2*同時収集ダイナミックスタディ（ＤＵＣＥ法）を用いた血流動態の新しい指標を提唱した［図2-6-15］[33]。さらに河嶋らにより造影剤を用いた陰性造影効果によるperfusionの報告が、ＳＥ系のシーケンスでおこなわれ、simulationのように末梢循環を強調した結果が得られると報告した[34]。

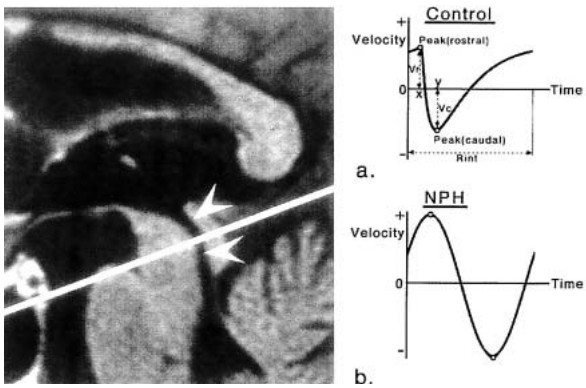


図2-6-15

またノートとして土橋らによりＳＥ法におけるmetal artifactについて各種parameterとの関係が報告された[35]。加藤らはIR preparationをもちいたＥＰＩを用いて、クエン酸鉄アンモニウム製剤を用いた消化管信号除去の実験的検討、ならびにsignal targeting with alternating radio frequency（ＳＴＡＲ）法を用いた頭部MR angiographyの撮像条件の基礎的検討を報告した[36]。

第25回秋季では撮影分科会においては頭頸部のＭＲＡが取り上げられた。一般的となった頭頸部のＭＲＡに対して谷池圭子による臨床有用性と、そのピットフォールについて講演があった。またパネルディスカッションとして撮影だけでなく、後処理なども含めた内容が取り上げられ、また造影剤などで大きく変わると思える頸部のＭＲＡについての紹介などもあった。

一般発表ではＥＰＩの臨床応用としてもっとも期待されているdiffusionを始め、3ＤＡＣなどが取り上げられた。またこのころＭＲＣＰはほぼその臨床意義を確立した。さらに前回に引き続き臨床に非常に有用な高速ＦＬＡＩＲ法の検討、特にinflow artifactについて討論された。

1998年の第54回総会の核医学分科会においてＧＥ横河メディカルシステムの佐藤が、ＭＲＩによる局所脳血流検査の現場としてＦＡＩＲ法の現状と将来性について講演を行った。また撮影分科会が取り上げた心・大血管領域のＭＲＡと最新診断技術の中で、佐久間肇（三重大）は-心大血管領域の流れの描出と機能の評価-というテーマで、現在ＭＲＩでおこなわれつつある心臓機能評価の現状と将来性について講演された。また複雑な解剖と流れによって描出困難なこの領域の撮像方法について、どの様な臨床目的の時にどんな手法を用いると有用であるかについてディスカッションを行った。

この時のＭＲに関する一般研究発表は87演題あった。ＥＰＩの普及により臨床現場で最も役立つと思えるdiffusion強調画像の発表が多数あった。中でもdiffusionの有用性がＥＰＩで明白になったため、ＥＰＩが不可能な装置でも、またＥＰＩが可能でも歪みなどの問題でなかなか良好な画像が得られない場合でも、何とかdiffusionの画像を撮りたいという臨床の要望により、line scan diffusionなどの発表があった。これは新しいハードウエアにより得られるようになった情報が臨床に有用とわかったために、何とか今までのハードウエアでも得たいという強い臨床現場からの要望であろう。

この年にはＭＲＡに関する研究論文が多く見受けられた。加藤らは造影ＭＲＡについて積極的に研究をおこない、IR preparation pulseを用いたgradient echo法を用いた造影３Ｄ ＭＲで、背景信号の抑制に適する撮影条件の検討と、そのシーケンスによる造影3D MR angiographyについて検討をおこない、脂肪抑制の有用性とその効果について報告した[37]。また造影MR angiographyでのｋ空間における造影タイミングとその画像についてシュミレーションにより解析をおこない、注入タイミングについて述べている[38]。また土橋らによっても、spectrally selected inversion recovery pulseを用いた脂肪抑制の検討と、Smart Prep法による造影剤タイミングモニタリング機能を利用した造影三次元MR angiographyについて、その有用性と使用時のトリガリングミスを防ぐ対策について報告している[39]。新貝らはＭＲでの下肢静脈造影に３Ｄ-SMASHをもちいる際の、撮影パラメターなどの検討をおこなった（図2-6-16）[40]。

画像評価については室らが高速dynamic撮像の一手法であるkeyhole法において、k-spaceにおける造影効果を

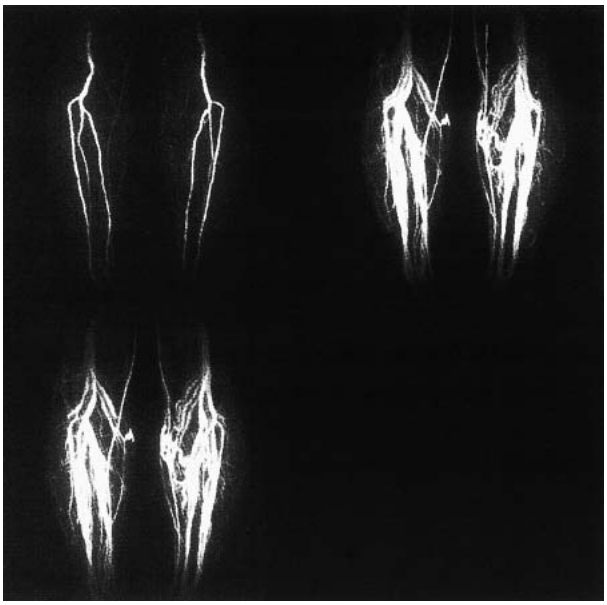


図2-6-16

受けたraw dataの割合により画質がどの様な影響を受けるのかを、理論的に説明した[41]。さらに小倉らはＭＲ画像における各種ＣＮＲ算出法と信号検出能の関係の中で、ＣＮＲ算出法の一つの指針を示した[42]。また東田らは簡易的にＭＲＩにてスライス厚を測定できるpartial volume effectを用いたＭＲＩのスライス厚測定についてをまとめた[43]。これらは関西の研究会の成果の一連であり、今後もこのようにグループによりまとまったproject がおこなわれていくと考えられる。土井らは球形を用いてＭＲＩにおけるパーシャルボリュームによる信号強度とコントラストの変化をまとめ[44]、船間らはhalf fourier single shot turbo spin echo（ＨＡＳＴＥ）法における空間的ボケについてを発表した。さらに土橋らは高速ＳＥ画像におけるsusceptibilityの影響について画像の歪みを用いて検討し、長いecho timeを利用することが要因であることを述べている[45]。

安全性に関しては宮地らがＭＲＩ装置の騒音－ＥＰＩシーケンスを中心とした施設間およびパルスシーケンス間における検討－において、特にＥＰＩが可能な装置を用いてから問題となってきた騒音に対してまとめ、ＥＰＩのみならずそれが可能な能力を用いたシーケンスにおいて、騒音が高いことを示している[46]。さらに土橋らは歯科用磁性アタッチメントのＭＲ画像への影響を報告し、さらに画像に対する影響は単純に金属の材質だけではないことを、歯科用金属材料のＭＲ画像への影響の報告のなかで示した[47]。

撮像や後処理に関しては、古宮によりＥＰＩにおける三次元撮像法でfunctional-ＭＲＩをおこなう場合の撮像パラメータの検討がおこなわれた[48]。藤田らはこのころ一般的となってきたボリュームレンダリング法を用いて、頭部3D MRIの処理が脳腫瘍手術シミュレーション－に有用であることを臨床技術の中で取り上げている[49]。またdiffusion強調画像をＥＰＩで得ることが多くなってきたために、その比較としてＥＰＩを用いたＦＬＡＩＲ法が多用されてきた。そこで土橋らはＥＰＩ　ＦＬＡＩＲ法でのnull pointをconventional法と比較し報告している[50]。さらに土橋らは、ＦＬＡＩＲ法で問題となるＣＳＦのin flow artifactを低減するためには、inversion pulseの厚さをスライス干渉を起こさない程度に厚くすべきと提言している[51]。

この年におこなわれた第26回秋季ではフレッシャーズセミナーがおこなわれ、ＭＲＩ基本撮像法と検査の考え方について講義があった。また撮影分科会では血管および胆道系の描出技術についてが討論された。この時に北海道大の藤田は血管病変の画像診断-ＭＲ血管造影を中心とした現在的コンセプト-というタイトルの中で、大動脈瘤などのＭＲＡ検査はすでに血管造影を置き換えていると述べた。この他の血管系については、腎動脈，末梢動脈は競合的・補間的であり、肺動脈や特殊な門脈系などはまたまだ開発段階のレベルにあると述べている。しかしＭＲＡはＣＴＡよりも劣る分解能でありながら診断能は同等であるため、空間分解能を上げる努力により、さらなる診断能の向上が期待でき、その努力も重ねるべきと述べた。この時の研究発表はＭＲが57題であり約20%を占めた。また発表では肝臓網内系造影剤についての研究が11演題集まり、この造影剤についての関心が高かったことを示している。

ix）1999年～2000年

この年にはＪＩＲＡトピックスということで、サイト設備設計標準化委員会の磁気共鳴画像診断装置施設の安全基準が紹介された。これは施設使用上での安全を確保するために、医療施設関係者へのＭＲ装置に関する理解と、施設設計時の指針となるように提案されたものである。ＭＲ装置の導入、更新を考えるときには検査室などの構造の考え方などが示されている。

またＭＲＩ装置の性能評価法の検討が学術調査研究班報告により寄稿された。この目的は客観的にＭＲＩ装置の諸特性の評価が可能になるスケール方法の検討をＡＡＰＭのレポートを中心に、実践的なＭＲＩ装置の性能評価方法の指針について検討する事である。

この年の学会誌には様々な分野の報告が掲載されている。IR prep pulseにより血液信号を抑制した息止め心臓T_2強調画像（dark blood turbo SE）での最適設定繰り返し時間の検討が佐久間らにより発表されている。この撮影において心筋と心内腔の信号強度比の高い拡張期画

像を得るためには、心周期に応じたＴＲで撮影する事が重要であるとの結論を述べている[52]。

菊地らは、造影剤を用いて大動脈から下肢動脈までの広範囲ＭＲＡの方法を紹介した。これは大腿を駆血する事で動脈血速度を落とし、また静脈の描出も遅らせ、ある程度の撮像時間のかかる広範囲のＭＲＡをおこなうという方法であった[53]。またＭＲＡに関しては千葉らがＳmart Prep法の動作不良で検出でできなかった症例の原因を解析し報告した。さらにtriggeringに失敗した場合を想定しての設定方法について検討している[54]。

加藤らはＭＲＣＰにおいて障害陰影となる消化管の信号を効果的に除去する方法について検討し、クエン酸鉄アンモニウムを主成分とした経口消化管造影剤とfast IR法とを併用させることで、通常量の経口消化管造影剤で良好な抑制効果が得られたことを報告している[55]。土橋らは日常用いているFast SEにおいて、T_2効果はeffective TEが奇数番目のechoか偶数番目のエコーかによってかわることを解析し紹介した[56]。

東田らはこのころ盛んとなったテーブル移動による広範囲の下肢造影３Ｄ ＭＲＡの撮影を、特殊なソフトウエアなしにスライドテーブルとコイル保持具を自作することで、テーブルのみ移動させ可能とし、その方法、精度などについて報告した[57]。

また臨床技術講座には、-良好な頭部ＭＲＩ画像を得るための基本的な考え方（パラメター、撮像方法の解説、基準線）- が土井により執筆され掲載された[58]。

この年の第55回総会では教育講演に画像診断・治療の現場と今後の展望として東京大学の大友によりＭＲ診断の現場と今後が講演されている。また土井により学術基調講演「放射線技術科学の現状と今後の展望」の中でＣＴ・ＭＲにおける画像情報の特性がまとめられた。さらにサイエンス講座画像検査・治療機器の現状と今後の展望のなかではＧＥ横河メディカルの山下によりＭＲの現状と展望が述べられた。

第55回総会でおこなわれた第32回撮影分科会ではＭＲの最先端技術とその問題点が扱われた。この中で新潟大学の中田は高磁場撮影装置の活用法と将来について教育講演をおこない、傾斜磁場変化に関しては現状の規格で人体に与える現象は一過性であり、まだ十分に安全であると考えられる事を、過去の経験や他の検査で用いる振動磁場例などを基に語っている。これを踏まえてワークショップではＭＲ検査の安全基準を静磁場,傾斜磁場変動,高周波被爆での発熱,体内金属の安全性とＭＲ画像への影響についての四項目で討議され、様々な患者の状態や装置の使用方法が想定される臨床現場では、ＭＲに対し十分な理解を持って装置を熟知し危険因子を作らないようにすることが重要であることが確認された。

この時のＭＲにおける研究発表はさらに多岐にわたった。この時、高磁場ＭＲ装置として3.0Tを用いた発表がおこなわれ、時代がまた変わっていく予感をさせている。また逆にｆＭＲＩはすっかり脳賦活検査の一手法となり、技術学会的な追求がほとんどされなくなってしまい発表から姿を消している。造影剤を使ったＭＲＡは通常の検査方法となり、至適撮像方法が引き続き検討されてはいるが、様々な目的、状況に対し統一の見解がつけられていない。また心臓のＭＲＩはアメリカの影響を受け、日本でも徐々に検討する施設が増えてきている。

第27回秋季でもフレッシャーズセミナーでＭＲＩ基礎講座、ＭＲＩのアーチファクトについて、撮像パラメターと画質についてが開催された。

また第33回撮影分科会では下肢ＭＲＡが取り上げられ、琉球大の村上による教育講演では下肢ＭＲＡを臨床応用した場合の有用性と問題点が取り上げられた。ワークショップでは、下肢ＭＲＡ撮影技術の実際として画像補間法による画像への影響が述べられ、撮影技術、条件の考え方などが紹介された。

研究発表ではsingle shot Fast Spin Echo法が注目され、その撮像時間の速さを生かしどの様な場合に利用するか、T_1強調画像としても良好なコントラストを持たせるための工夫などが検討されている。

標準化小委員会だよりでは日本工業規格（Z4951）磁気共鳴画像診断装置一安全性についてが安達らにより寄稿された[59]。内容はIEC60601-2-33がZ4951として日本工業規格化されたため、これについてdB／dtとＳＡＲを中心に解説している。

この年もＭＲに関するまとめが誌上を賑わしている。ＭＲＡに関する報告としては、村上らの1.0Tの装置でのＭＲＣＡ（coronary angiography）についての検討がある。検査時間やコントラスト分解能の不足などの問題があるるため、冠動脈狭窄病変のscreening検査をＭＲでおこなうことは困難であると報告した[60]。事前に狭窄部位や血管走行、狭窄長などの情報が得られているＰＴＣＡ後では利用も可能であるとの報告をしている。高橋らは選択的に腎動脈造影を得るために少量test injectionをおこない、造影剤の時間信号強度を把握して、３Ｄ造影ＭＲＡ時のdelay timeを決定すると、良好な選択的腎動脈を描出できる事を報告している[61]。

ＭＲの信号強度に関する検討として、井上らはダイアライザよる生体組織内血管構造のファントムを作成し、Ｇｄ-ＤＴＰＡのボーラスインジェクションによる造影

剤の組織内血管から組織外細胞への拡散のプロセスを実験的に論証し、ダイアライザーの生体ファントムの有用性について検討をおこなった[62]。spin echo法とgradient recall法ではsusceptibilityの及ぼす領域はシュミレーションなどでは行われているが実験的にはなかなか難しく、これからの重要な課題である。土橋はSpec IR法を用いた脂肪抑制を用いる場合、IR pulseの後の縦磁化が回復している間の信号収集数を増加すると、撮像時間は短縮するがアーチファクトが増大することを示した[63]。浦田らはfast-FLAIR法においてクロストークによるnull pointの変化をなくするためには、スライスギャップをスライス厚の100%以上に設定することを前提としたインターリーブによる撮像を行う必要がある事を報告した[64]。

装置の管理については、石黒らがＳＡＲの精度について報告した[65]。それによるとＳＡＲはＱ値の予測により推測しているので、各メーカーのＱ値の予測方法によりＳＡＲの値が異なる事をレポートしている。また小倉らはユーザが、品質管理の目的や施設間の比較を目的として使用できる評価法を構築し、性能評価を実施した事を報告した[66]。この中でＮＥＭＡ基準やＡＡＰＭ報告、ＥＣの方法に比べ評価時間の大幅な短縮が図られ、施設間、機種間の評価の比較により各々の装置の特性を知り得ることができると報告している。さらに小倉らはＦＳＥ法を用いると脂肪の信号強度が上昇する現象が機器間で同一かを調べた[67]。またこの現象に対するj-couplingとＭＴ効果の関係を詳細に検討している。山田らは1.5T-MRI装置で歯科用磁性ステンレスキーパがＲＦにより発熱の危険性があるかを実験的に調べた。その結果キーパーの温度変化は最大0.3℃であり、顕著なＲＦ発熱が生じる可能性は小さいと報告している[68]。

シーケンスの改良として、石森らは撮像時間の延長につながるCHESS pulseの短時間化を検討した[69]。報告によると繰り返し時間の延長を極力抑えたまま脂肪抑制が実現され、ＭＲＡにおいては血管コントラストを維持したまま、最大値投影法での問題となる障害陰影が軽減されたと述べている。

撮像技術の報告としては、平島らは画像の位相エンコードを任意角度に変化できるオプションにより、アーチファクトが出現する方向を任意に設定できることの有用性を報告した[70]。さらにオープン型ＭＲ装置での有用性として、それまではできなかった外転位による上下関節唇の評価が大野らにより報告された[71]。正常ボランティアでの外転運動における上下関節唇の評価を行った結果が報告されている。また大野らは低磁場ＭＲＩ装置において骨髄転移巣の検出能を向上させる目的として、正常な赤色骨髄の信号を低信号に描出するopposed-phase imageの有用性を脊椎について検討し、その有用性を報告している[72]。加藤らはIR preparation pulseを用いたＳＳＦＳＥ法で、厚いスライスでの画像の有用性をMR myelographyなどで報告している[73]。臨床装置において必須となってきた拡散強調画像は、アーチファクトの低減と、Ｓ／Ｎの高さからＥＰＩのシーケンスに組み込まれることが一般的なために、金属があると撮像が不可能になる場合がある。そこで山田らはＳＳＦＳＥ法での拡散強調画像を使用し、その有用性を報告した[74]。

この年に開催された 第56回総会ではＭＲＣＰや超常磁性酸化鉄造影剤などで腹部分野の発表が増した。また前回同様、造影ＭＲＡおよび心臓の撮像・解析の検討がさらに引き続き検討されて活発となっている。さらにいよいよ普及してきたreal time scanの演題も見受けられるが、まだどの様に臨床で用いるのか模索している段階に思える。

この時の教育講演では東京大の杉下が臨床の現場におけるｆＭＲＩについて詳細にその可能性を説明した。また「躯幹部における最近の画像診断の進歩」のセクションにおいて慶應大の湯浅は、マルチスライスＣＴと高速ＭＲＩの現状は、お互いに補完し合う状況から今後の方向性について講演を行った。さらにサイエンス講座では未だ見えないがＥＰＩにかわる超高速撮像の可能性について、撮像法と画質をもとにシーメンスの瀧澤が講演をした。フレッシャーズセミナーでは前回に引き続きビギナーのためのＭＲ検査-Q&Aが催されている。

第47回画像分科会ではセミナー講演が開催され、ＭＲＩをはじめ各種モダリティの基礎講座が開かれた。第34回撮影分科会ではＭＲ信号強度向上のための最新技術というテーマで、空気に囲まれているために画像化が困難でありなかなか現実化しなかった肺野でのＭＲＩを用いた研究を重ねている幡生の講演があった。またワークショップではＭＲの信号強度の向上と最新撮像技術という事でハードウエア、ソフトウエアの解説と今後の将来構想についての発表があった。

第28回秋季の撮影分科会では肝臓の描出技術と診断能が検討され、ＭＲのみならず各種モダリティを駆使しての肝臓の検査について、ディスカッションが開催された。会員発表では前回からみられたspectral spatial RF pulseを用いた脂肪抑制方法を用いたシーケンスの有用性の検討が取り上げられた。さらに新たに普及してきたＳＥＮＣＥに対する発表が見られた。これらを何時、どの様にして使うと臨床的有用性があるのか、今後もさらに検討

は続くと思える。また鉄剤の造影時はT_1，T_2の両方に影響を与えるため、そのコントラストの意味が非常に複雑になるが、double echoのgradient recall法を用いたT_2*の計算画像は診断に有用であるとの発表があった。これはMRのパラメターの定量解析による成果の一つであり、今後もこのような検討はさらに盛んになっていくと考えられる。

［文献・資料］

1）井上佑一：神経放射線における最近の画像診断－ＣＴを中心に－、日放技学誌、Vol:39,No.6,946-948,（1983）

2）Paul R. Moran, Ph.D：NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE IMAGING、日放技学誌、40（1）、48-58、（1984）

3）真野 勇、山田芳文、岩本雅民、他：NMR-ＣＴ－特に画像と設置に関する問題点－（第41回総会シンポジウム）、日放技学誌、42（1）、7-43、（1986）

4）真野勇：ＭＲＩにおける画質改良の進歩（第42回総会教育セミナー）、日放技学誌、Vol:42,No.5、pp659-664、（1986）

5）五島仁士、槙田淳一、滝沢 修,他：ＭＲＩ技術の最近における展開（第45回総会シンポジウム）、日放技学誌、46（1）、40-67、（1990）

6）赤井喜徳、原田貢士、祐延良治,他：マルチプルスピンエコー像を利用したMR-angiography、日放技学誌、45（6）、723-729、（1989）

7）土井　司、岡本俊成、辻本武士、他：頸髄におけるLow Flip Angle Field Echo法と腹部における呼吸停止法を用いたField Echo法の検討、日放技学誌、46（5）、732-738、（1990）

8）佐久間利治、西村圭弘、山田幸典、他：ＦＬＡＳＨ型グラディエントエコーの位相画像によるSusceptibility Effectの実験的検討、日放技学誌、46（9）、1514-1521、（1990）

9）柏倉健一、荒井 一、吉田滋俊：ＭＲＩ誘導定位脳手術の基礎的検討－target pointの測定精度について－、日放技学誌、47（5）、714-720、（1991）

10）中村　修、熊谷博司：ＭＲＩ室の磁場遮蔽方法に関する検討、日放技学誌、4（5）、734-739、（1991）

11）土井　司、水野吉将、野儀明宏、他：超常磁性酸化鉄粒子の肝臓用造影剤としての基礎実験、日放技学誌、48（5）、774-777、（1992）

12）福島　昇、池田耕治、小林保浩、他：ターボＦＬＡＳＨ法と最大輝度投影法による血管像の描出、日放技学誌、48（11）、1971-1975、（1992）

13）阪本　肇、中村　修、吉沢和弥、他：半側顔面痙攣のＭＲＩによる検査法、日放技学誌、48（12）、2073-2080、（1992）

14）中野　務：分解能ファントムによるＭＲＩ装置のスライス厚の測定、日放技学誌、49（1）、8-11、（1993）

15）宮地利明、華房敬之、成田廣幸、他：ＭＲＩ装置の画質評価、日放技学誌、49（5）、825-832、（1993）

16）段床嘉晴、半村勝浩、室　伊三男、他：ＭＲＩ撮像技術とその臨床評価－アーチファクトの原因と対策－（第49回総会シンポジウム）、日放技学誌、4（11）、1900-1930、（1993）

17）長内　靖、朝倉　崇、拵　信博、他：ＭＲＩ撮像技術（第20回放射線撮影分科会報告）、日放技学誌、49（11）、1931-1933、1946-1978、（1993）

18）野儀明宏、土井　司、水野吉将、他：肝腫瘍におけるＧｄ-ＤＴＰＡを用いたDynamic MRIの有用性、日放技学誌、49（5）、696-700、（1993）

19）宮地利明、笠井治昌、榊原利陽、他：MR画像において伝導性サンプリングの受信感度に与える影響、日放技学誌、49（6）、810-816、（1993）

20）田村鋒男、赤井喜徳、井澤 章、他：ＭＲＩに関する技術的検討班報告（委員会報告）、日放技学誌、49（7）、962-971、（1993）

21）藤田　修、平石久美子、藤埜三千代、他：ブルーベリージュース（Mn含有）を用いたＭＲＩ用経口造影剤の基礎的研究、日放技学誌、50（10）、1709-1715、（1994）

22）笠井　俊文、杉村　和朗、内田　伸恵、他：転移性椎体腫瘍における脂肪抑制Ｔ1強調ＭＲ画像（Fat-Saturation T1-Weighted MR Imaging）の検討、日放技学誌、5（12）、1960-1967、（1994）

23）立道　信宏、井上　義晴、中野　浩武: ＭＲＩを用いた脳定位図作成法の試み -てんかんの外科的治療への応用-、日放技学誌、50（12）、1968-1976、（1994）

24）佐久間利治、山田直明、山田幸典、他：石灰化組織の磁化率効果－ＭＲＩのグラディエントエコーによる位相シフトの基礎的検討－、日放技学誌、51（2）、118-134、（1995）

25）荒木力：ＭＲＩの限界、日放技学誌、52（5）、670-672、（1996）

26）加藤　丈司、川村　義彦、伊藤　公一郎：高速Gradient echo法を用いたＧｄ-ＤＴＰＡ持続静注3D MR Angiography の撮像パラメターの検討、日放技学誌、52（4）、530-535、（1996）

27）佐久間　利治：ＭＲＩにおける脳血流測定の技術的諸問題－脳機能画像（functional MRI）を中心として-、日放技学誌、53（4）、519-523、（1997）

28）加藤丈司、川村義彦、伊藤公一郎：クエン酸鉄アンモニウム製剤を用いた消化管信号除去の実験的検討、日放技学誌、52（10）、1287-1291、（1996）

29）土井　司、紀ノ定保臣、松田　豪、他：ＭＲＩ装置による機能の描出（第55回総会シンポジウム）、日放技学誌、53（11）、1917-1923、（1997）

30）塚元鉄二、井村千明、他：MR高速撮像法、放射線撮影分科会誌、28、53-62、（1997）

31）小倉明夫、中山佳樹、石橋幸雄、他：高速スピンエコー画像の空間分解能評価－echo train lengthと inter echo spacingによる影響－、日放技学誌、53（5）、590-594、（1997）

32）笠井治昌、宮地利明、伴野辰雄、他：phase-contrast cine

MRIによる頭蓋内脳脊髄液循環動態の解析、日放技学誌、53（7）、791-797、（1997）
33）宮地利明、伴野辰雄、間瀬光人、他：T1・R2＊同時収集ダイナミックスタディ（ＤＵＣＥ法）を用いた血流動態評価、日放技学誌、53（8）、pp1103-1109、（1997）
34）河嶋幸男、山田弘樹、島田宏司、他：ＨＡＳＴＥ法による脳のT2ダイナミックＭＲＩ、日放技学誌、53（8）、1111-1115、（1997）
35）土橋俊男、槇　利夫、鈴木　健、他：ＳＥ法におけるmetal artifactについて―各種parameterとmetal artifactの関係―、日放技学誌、53（7）、798-805、（1997）
36）加藤丈司、川村義彦、斉藤春美、他：signal targeting with alternating radiofrequency（ＳＴＡＲ法）を用いた頭部MR angiographyの撮像条件の基礎的検討、日放技学誌、53（12）、1809-1815、（1997）
37）加藤丈司、川村義彦：magnetization prepared rapid gradient echoを用いた造影3D MR angiography―血流背景信号の抑制を目的とした緩和回復期の検討―、日放技学誌、54（1）、1-6、（1998）
38）加藤丈司、川村義彦、富里謙一、他：造影ＭＲ angiographyのシミュレーションによる検討―造影タイミングとｋ空間走査が血管像に及ぼす影響―、日放技学誌、54（4）、505-511、（1994）
39）土橋俊男、佐々木禎之、吉澤賢史、他：造影剤タイミングモニタリング機能（Smart Prep法）を使用した造影三次元MR angiographyの有用性、日放技学誌、54（9）、1155-1163、（1998）
40）新貝欣久、白石友邦、岡橋弘和、他：３Ｄ-ＳＭＡＳＨによる下肢MR-venographyの技術的検討、日放技学誌、54（9）、1164-1170、（1998）
41）室　伊三男、古宮泰三、田中良一：keyhple率の違いによる画質への影響、日放技学誌、54（4）、485-491、（1998）
42）小倉明夫、東田満治、山崎 勝、他：ＭＲ画像における各種ＣＮＲ算出法と信号検出能の関係、日放技学誌、54（6）、778-783、（1998）
43）東田満治、山崎　勝、小倉明夫、他：partial volume effectを用いたＭＲＩのスライス厚測定、日放技学誌、54（8）、947-952、（1994）
44）土井　司、水野吉将：ＭＲＩにおけるパーシャルボリュームによる信号強度の変化、日放技学誌、54（10）、1200-1206、（1998）
45）土橋俊男、槇　利夫、藤田 功、他：高速ＳＥ画像におけるsusceptibilityの影響について―高速ＳＥ法とＳＥ法の画像歪みの比較―、日放技学誌、54（7）、884-8908、（1998）
46）宮地利明、成田廣幸、赤岩紀武、他：ＭＲＩ装置の騒音―ＥＰＩシーケンスを中心とした施設間およびパルスシーケンス間における検討―：日放技学誌、54（10）、1216-1225、（1998）
47）土橋俊男、藤田　功、槇　利夫、他：歯科用アタッチメントのＭＲ画像への影響、日放技学誌、54（4）、517-520、（1998）
48）古宮泰三：ＥＰＩを用いた三次元functional-ＭＲＩの撮像パラメータの検討、日放技学誌、54（1）、7-11、（1998）
49）藤田　修・新井基弘・福村勝典　他：ボリュームレンダリング法を用いた頭部3Ｄ ＭＲＩの有用性―脳腫瘍手術シミュレーション―、日放技学誌、54（5）、653-、（1998）
50）土橋俊男、富里謙一、槇　利夫、他：echo planar imaging（ＥＰＩ）を用いたfluid attenuated inversion recovery（ＦＬＡＩＲ）法の検討―null pointについて―、日放技学誌、54（4）、499-504、（1998）
51）土橋俊男、藤田 功、吉澤賢史、他：高速ＦＬＡＩＲ法のCSF flow artifact低減について―180°inversion pulseの 励起幅の検討―、日放技学誌、54（10）、1234-1240、（1998）
52）佐久間利治、山田直明、山崎秀俊、他；血液信号を抑制した息止め心臓Ｔ２強調画像における最適設定繰り返し時間の検討、日放技学誌、55（3）、291-297、（1999）
53）菊地　毅：造影剤を用いた広範囲（大動脈から下肢動脈）ＭＲＡの一方法、日放技学誌、55（3）、304-308、（1994）
54）千葉ミチ子、土橋俊男、鈴木　健：Smart Prep法を用いた造影三次元MR angiography―Smart Prep法の動作不良の対策について―、日放技学誌、55（12）、1247-1251、（1999）
55）加藤丈司、川村義彦：MR cholangiopancreatographyにおＩける消化管信号除去の検討―消化管養成造影剤とfast inversion recovery法の併用―、日放技学誌、55（6）、577-581、（1999）
56）土橋俊男、藤田　功、槇　利夫、他：高速ＳＥ法における超常磁性酸化鉄のＴ２短縮効果―実効ＴＥに用いられるecho number（奇数・偶数）の影響―、日放技学誌、55（10）、1009-1016、（1999）
57）東田満治、山崎 勝、花岡信子、他：体躯用ＣＰ型phased array coilを応用したスライドテーブル式下肢造影3Ｄ ＭＲ angiography、日放技学誌、55（12）、1226-1231、（1999）
58）土井　司：より良いＭＲ画像を得るために考えること―頭部ＭＲＩ撮像法を例に―、日放技学誌、55（8）、752-758、（1999）
59）安達 泉、山田和美：標準化小委員会だより．日本工業規格（Z4951）．磁気共鳴画像診断装置―安全について、日放技学誌、56（2）、245-251、（2000）
60）村上昭彦、尾上輝行、小寺朝文、他：１テスラmagnetic resonance coronary angiographyによる冠動脈狭窄病変の評価、日放技学誌、56（1）、118-123、（2000）
61）高橋光幸、荒田光俊、長谷川誠、他：少量test injectionを用いた選択的腎動脈造影の検討、日放技学誌、56（11）、1365-1370、（1994）
62）井上博志、林　浩二：hollow fiber dialyzerを用いたＧｄ-ＤＴＰＡのボーラス注入におけるＴ２*変化の解析、日放技学誌、56（8）、1033-1038、（1994）
63）土橋俊男、藤田　功、槇　利夫、他：spectrally selected inversion recovery pulse（Spec IR法）を用いた脂肪抑制―phase loopによる脂肪抑制効果への影響について―、日放技学誌、56（2）、283-289、（2000）

64）浦田　融、野々下浩治、宮崎孝行、他：fast FLAIR法におけるクロストーク効果の影響、日放技学誌、56（4）、583-590、（2000）
65）石黒秋弘、小倉明夫、本郷隆治、他：ＭＲＩ装置における各社specific absorption ratio予測値の比較、日放技学誌、56（5）、731-736、（2000）
66）小倉明夫、東田満治、山崎 勝、他：ＭＲＩ装置のＱＣと施設間比較を対象とした性能評価法の構築、日放技学誌、56（6）、847-853、（2000）
67）小倉明夫、山崎　勝、本郷隆治、他：高速スピンエコー画像における脂肪の高信号化―機種間の比較―、日放技学誌、56（10）、1269-1275、（2000）
68）山田雅之、岡田建彦、桑山喜文、他：1.5Ｔ装置における歯科用磁性ステンレスキーパのＲＦ発熱に関する検討、日放技学誌、56（11）、1371-1375、（2000）
69）石森佳幸、平賀 顯、松田 豪、他：MR angiographyを目的としたchemical shift selective saturation（CHESS）pulseの改良、日放技学誌、56（7）、929-936、（2000）
70）平島裕之、井上敏朗、マルク ヴァン カウテレン：オブリークエンコーディング法によるアーチファクトの出現方向の制御―位相エンコード方向のスライス面内の回転―、日放技学誌、56（5）、737-742、（2000）
71）大野誠一郎、戸上　泉、笹井信也、他：オープン型装置を用いた肩動態ＭＲＩの臨床評価、日放技学誌、56（8）、1039-1043、（2000）
72）大野誠一郎、戸上　泉、笹井信也、他：低磁場ＭＲＩ装置を用いた転移性骨髄腫瘍検査におけるopposed-phase imageの検討、日放技学誌、56（9）、1163-1169、（2000）
73）加藤丈司、渡辺典男、川村義彦：sigle fast short TI inversion recovery法を用いたsingle thick slice MR myelography、日放技学誌、56（2）、304-306、（2000）
74）山田雅之、中根正人、岡田建彦、他：歯科用口腔内金属装着者のdiffusion weighted imagingにおけるＳＳＦＳＥ法の有用性―DW-ＥＰＩ法との比較―、日放技学誌、56（10）、1266-1268、（1994）

２．７　超音波検査技術

2.7.1　超音波検査技術

i）はじめに

超音波検査の歴史は、超音波技術および装置そのものの歴史でもあり、技術・装置の進歩とともに検査の内容や質も変遷してきた。すなわち、その時代時代の超音波技術・装置の性能により実施可能な検査が限定されてきたとも云え、特に、初期の頃にはその傾向が強く、Ａモード装置で行える検査は頭蓋内の正中線エコー（mid-line echo）（図2-7-1）や眼球の眼軸長計測程度に限定さ

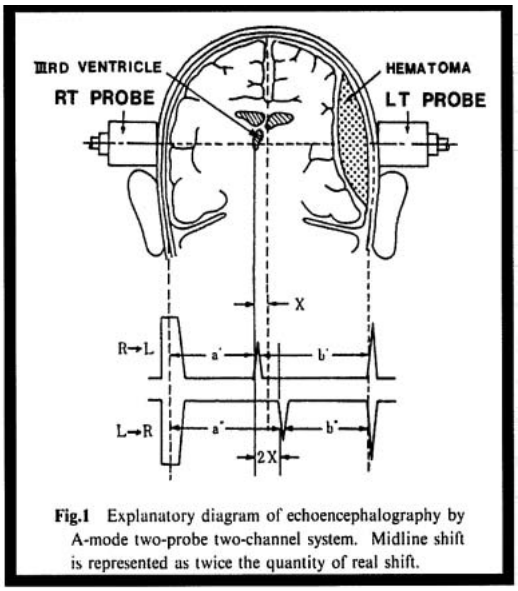


Fig.1 Explanatory diagram of echoencephalography by A-mode two-probe two-channel system. Midline shift is represented as twice the quantity of real shift.

図2-7-1

れていた。近年では装置のデジタル化をはじめ技術の格段な進歩により、目的の検査に合わせた最適な装置や探触子を自在に作ることができ、超音波検査の対象部位は大きく拡がった。それ故、必然的に学会発表の内容もそれらの進歩を追随する形で変遷してきた。

ii）超音波の歴史

そもそも、超音波に関しては、自然界でコウモリが暗闇の中でも障害物にぶつからずに飛行できるのは自ら超音波を発してレーダー的役割をさせているためであり、イルカは超音波を使って仲間と交信していることが、よく知られていた。また、人間が超音波を用いるようになるのは、第一次世界大戦中の1914年に潜水艦探知器・レーダー、漁船の魚群探知器が登場してからである。戦後、1919年Langevinによる超音波発信機の発明以降、超音波は、主にレーダー技術やソナー技術（潜水艦探知器）などの軍事使用目的として第二次世界大戦中に発展した。その後、平和利用としては、漁船の魚群探知器・造船分野での金属溶接部分の探傷器・航空機の管制システムなどがある。

iii）医用超音波の歴史概略

超音波技術の医用分野での利用は、電子工学、特に超音波信号処理法の発展後になり、1942年DussikによるＡモード法の開発が最初とされている。その後、1949年Ludwigによる胆石エコーの検出の成功以降、本格的な臨床応用が盛んになった。

それ以降、

・1949～1955年Wild・Reidによる超音波の臨床応用

・1952年Howryによるパルスエコー法を実用化した超音波断層装置の開発

・1954年Elder・HertzによるＭモードを心臓に応用したultrasound cardiography（ＵＣＧ）が心臓分野への最初の臨床応用

・1955年里村・仁村によるドプラ法の生体血流計測法の開発

・1958年Donaldによる接触複合走査法は、シングルビームを用いたコンタクトコンパウンド走査法で、広い範囲の超音波断層像が得られるようになる（図2-7-2）。

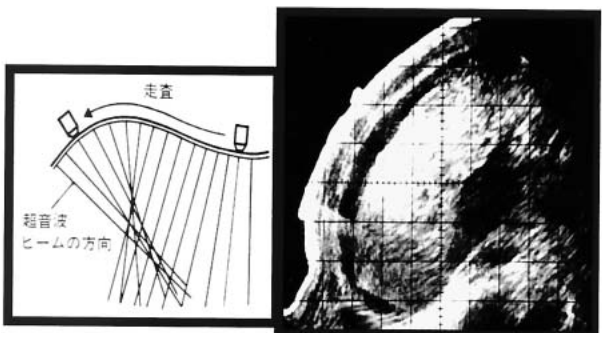


図2-7-2

・1959年和歌井による相対感度を用いた感度断層法の考案

・1965年菊地・田中による心臓超音波断層法

・1969年Somerによるセクタ電子走査法の開発

・1971年Bom、内田・入江によるリニア電子走査法を用いた装置の開発が成功し、多くの部分のリアルタイム表示が可能になり、超音波断層像の応用範囲が拡がる

・1972年Kossoffによるグレースケース表示を用いた階調性のすぐれた断層像を発表し、高い評価を受け、その後超音波画像表示の主流となる

・1975年竹原・飯村によるデジタルスキャンコンバータの開発により重複による濃度の歪のない安定した画質が得られるようになる

・1975年KossoffによるU.I.Octosonの開発

・1980年滑川によるカラードプラ法を用いたリアルタイム二次元血流映像法の発明

・1980年代中期：各部位におけるカラードプラ、超音波内視鏡
・1990年代初期：パワードプラ（カラーアンギオ、ドプラエナジー）
・1990年代中期以降：装置のフルデジタル化、ティッシュハーモニックイメージング、三次元表示
・1990年代後期以降：超音波造影剤によるコントラストハーモニックイメージング

iv）夜明け前（1973年～1977年）

超音波に関する演題が、はじめて日本放射線技術学会に登場したのは、第29回総会（1973年）であり、世界初の超音波技術の医用分野への利用である1942年DussikによるＡモード法の開発から約30年後であった。その発表は奥山（大阪市立大学病院）・遠藤（日立レントゲン）らによる「超音波による呼吸同調胸部撮影」という演題名で発表形式も誌上発表であった。内容も胸部撮影で呼吸同期をとるためにＡモード超音波装置を撮影補助具として用いることを検討した発表であり、いわゆる超音波そのものを診断に用いた発表ではなかった。すなわち、同一患者の心臓の大きさを経時的に観察する方法としてＸ線撮影を行う場合に、常に同一呼吸位相での撮影をするため横隔膜位置の検出をＡモード透過法で行い、横隔膜が検出用の探触子位置にくるとエコー信号が途切れ、それをＸ線曝射のトリガ信号として用いるという研究であった（図2-7-3）。

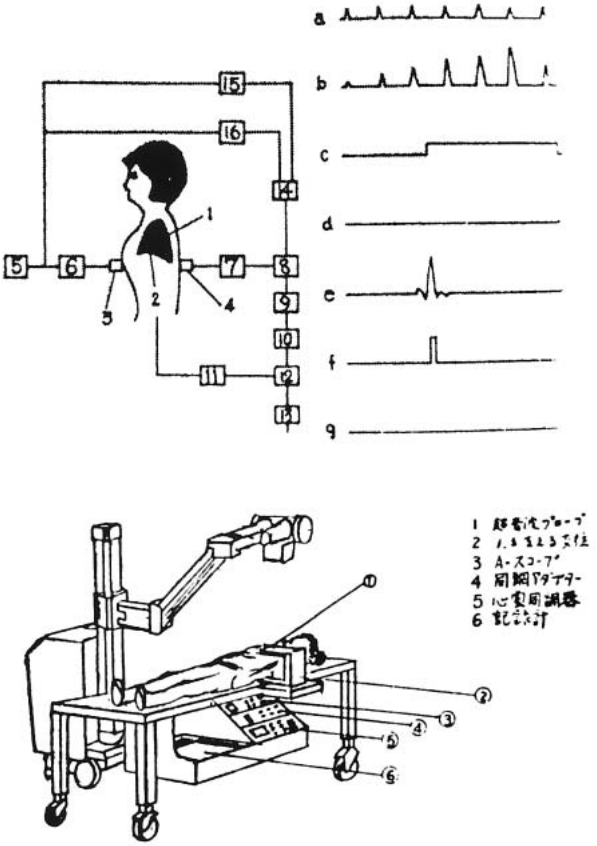


図2-7-3

その翌年は超音波に関する演題はなく、２年後の第31回総会（1975年）に工藤（大阪市立大学）・遠藤（日立メディコ）らは「超音波による呼吸同調胸部撮影（第２報）」（誌上）という演題を発表した。内容としては、超音波装置をＸ線胸部撮影の補助具に用いる研究の続報で、横隔膜の位置の検出用超音波探触子を２個にし、前回よりも再現性を持たせるようとする研究であった。

その後３年間は、超音波関係の演題はなかった。

しかしながら、日本放射線技術学会雑誌（第31巻・第１号）に遠藤俊夫（日立メディコ）による「超音波の医学的応用」という寄稿文が掲載され、超音波の性質・超音波の発生と検出機構・医用超音波診断装置・超音波の臨床面への応用などが分かり易く解説され、しっかりした教科書のない当時としては、大いに役立ち、その後に多大な影響力をもたらした（図2-7-4）。

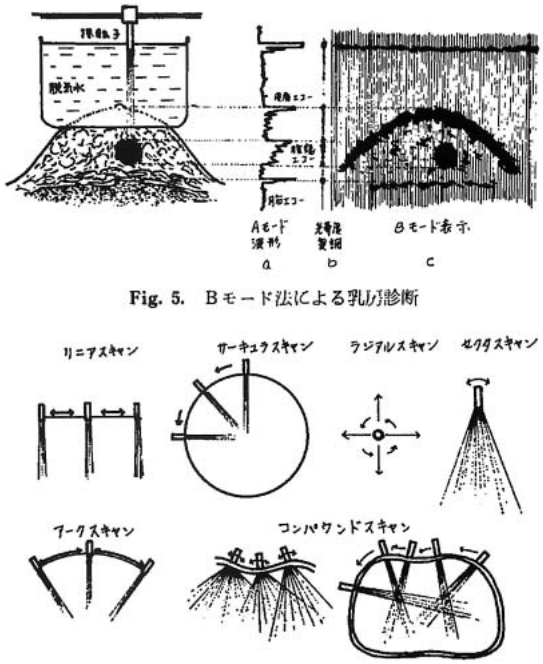


Fig. 5.　Ｂモード法による乳房診断

図2-7-4

v）黎明期（1978年～1981年）

初めて、超音波診断装置自体に関する演題が登場したのは、第34回総会（1978年）であった。中野（九州大学）は「超音波診断装置の画像に影響する性能試験」（展示）を発表し、装置の精度評価に関する検討についての演題であった。内容は、アクリルとナイロン糸により超音波装置用テストファントムを作成し、それを用いて定位表示試験・距離分解能試験・方位分解能試験を行い、超音波画像を左右する因子を検討したものであった（図2-7-5）。しかしながら、この演題に使用された超音波診断装置も依然としてＡモード装置であり、現在の超音波診断

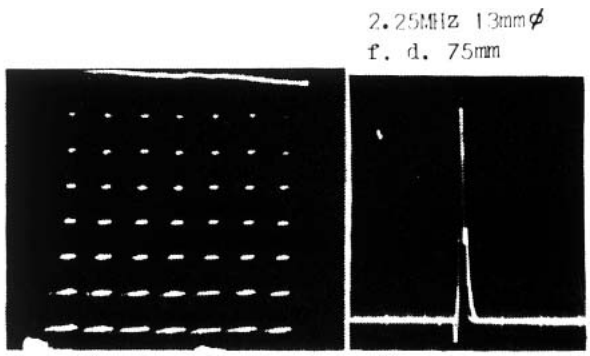


図2-7-5

装置の基礎となるＢモード装置に関する演題は、この年の前後で国産各メーカーから発売されたコンタクトコンパウンドスキャン方式・リニア電子スキャン方式のＢモード装置が各施設に普及してゆく翌年第35回総会（1979年）を待たねばならない。

その第35回総会（1979年）は、超音波とって記念すべき総会となった。すなわち、これまでは、超音波装置をＸ線撮影装置の補助具として用いた発表や超音波装置の性能試験に関する発表が単発でなされたのみで、かつて超音波に関する演題が複数題エントリーされたことはなかった。この年に初めて、超音波に関する演題が６題エントリーされ、１つのセッションが単独で設けられた。この記念すべき初めてのセッション「超音波」の座長は遠藤俊夫（日立メディコ）であり、演題群は臨床に関するものが４題、ファントムを用いた基礎的検討が２題であった。鹿野（慈恵医大）らは「超音波断層装置を使用した胆のう撮影」（誌上）という演題で、リニア電子スキャン方式の超音波装置を用いて胆のう結石の描出能をテレパーク胆のう造影法と比較検討するという内容を発表した。堀（慈恵医大）らは「超音波断層像による胆ノウ収縮曲線について」（誌上）という演題で、正常ボランティアを用いて胆ノウ収縮剤であるダイアン顆粒を投与した状態をリニア電子スキャン方式の超音波像でモニタし、胆ノウサイズの経時的変化を観察する内容を発表した。その結果、得られた胆ノウ収縮曲線から最大収縮は、ダイアン顆粒投与後平均35分～45分後に起こると発表した。この発表は、それまでのテレパーク胆ノウ造影法時の収縮後の撮影タイミングを裏付けるものであり、超音波の特性であるリアルタイム性を生かした発表として評価された。杉山（藤枝市立志太総合病院）は「Ｘ線で写らない胆石とその超音波検査」（誌上）という演題で、従来のＸ線検査では描出不能な胆石症例やコレステロールポリープ症例もリニア電子スキャン方式・コンタクトコンパウンドスキャン方式の超音波診断検査を併用することにより、胆石の発見率・微小胆石発見の可能性が上昇した内容を発表した。澤田（弘前大学）らは「超音波診断装置の分解能比較について」（口述）という演題で、ＡＩＵＭファントムに準じたナイロン糸ファントムを作成しリニア電子スキャン方式・コンタクトコンパウンドスキャン方式の超音波診断検査について距離分解能・方位分解能を計測検討した内容を発表した。この時、電子的に走査するリニア電子スキャン方式装置の方が、探触子を移動させるコンタクトコンパウンドスキャン方式装置よりも方位分解能が劣るという興味深い結果が出ており、この時代の超音波診断装置の性能がうかがえる事象であった。柴田（新小倉病院）らは「超音波診断用ファントムについての検討（第１報）－胆道系（腹部）診断のためのファントム」という演題で、人体組織と同等の音響インピーダンスをもつ鯨肉を用い、その内部に胆のう部分にあたるゴム製袋を埋め込み、中に大きさの異なる摘出標本の胆石を封入した超音波用ファントムを作成し、胆石の描出能の検討について発表した。結果は、胆のうに当たる部分内であれば、3mm程度でも描出されるが、鯨肉中では認知が難しかったとしている。堀（慈恵医大）らは「超音波による耳下腺像」（口述）という演題で、水浸式アークスキャン方式装置を耳下腺腫瘤の観察に用いその有用性について発表した。その結果、超音波断層像は耳下腺造影撮影・唾液腺シンチグラフィに比べ、腫瘤内部の状態把握に優れているとしている。この年、初の超音波セッション６演題中４題までが胆嚢

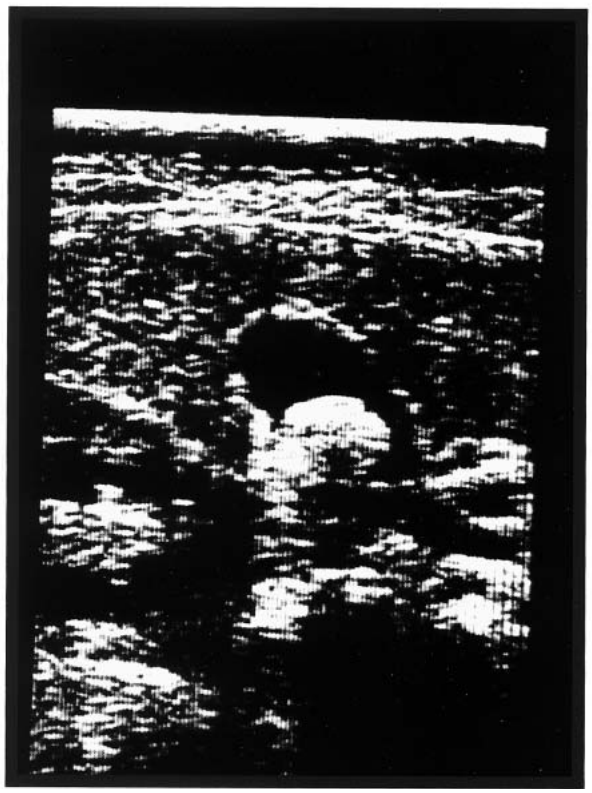


図2-7-6

に関する発表であり、「胆嚢に始まり、胆嚢に終わる」という超音波検査に関する言葉を反映するものであった。今でこそ、胆嚢病変の描出には超音波検査が最も信頼性があり、検診分野でも広く使われているモダリティであるという認識はポピュラーとなっているが、それを予感させるような会員の取り組みがうかがえる（図2-7-6）。

その翌年の第36回総会（1980年）でも、超音波に関する演題は７題のエントリーがあり、遠藤俊夫（千里救命救急センター）の座長のもと、１つのセッションが設けられ、超音波も１つの研究分野として定着しつつあった。演題群の内容も、山本（静岡厚生病院）ら「経直腸的超音波断層法の統計的観察」（誌上）、谷川（医療法人三信会原病院）ら「尿道造影と前立腺エコーグラフィによる症例分類（そのⅡ）」（誌上）、遠藤（佐々木研究所附属杏雲堂病院）「超音波断層装置による乳腺撮影」（誌上）、堀内（慈恵医大）ら「肝病変の超音波像と肝シンチグラム」（誌上）、堀（慈恵医大）ら「超音波による膵及び膵管像」（口述）、安宅（札幌循環器クリニック）ら「心エコー図・心ＲＩイメージによる左室機能の比較検討について（第１報）」（口述）、関（富士写真フィルム）「超音波画像記録システムの開発」（口述）と多岐にわたっている。経直腸型の探触子が普及しはじめ、それを用いた前立腺の検討に関する演題が２題発表された。また、水浸式アークスキャン方式の装置を乳腺検査に応用し、各種乳腺腫瘤に関する検討により、ある程度の良悪の目安になると報告した。腹部領域では、リニア電子スキャン方式装置を用い、肝腫瘤や膵実質・膵管の描出についての演題が２題発表された。さらに、日本放射線技術学会では、初の心臓領域の発表がされた。セクタ電子スキャン方式の探触子を用いMモードにて心臓各部位の動きを記録し、それより左室径・左室容量・１回拍出量を算出して心ＲＩイメージとの相関を検討する内容であった。その結果は、よい相関が得られ、非侵収的でベッドサイドでも行える検査である点を考えると超音波検査は心疾患のスクリーニング法として利用度が高いと述べている。現在では心臓の超音波検査は当たり前の検査として認知されていることを考えれば、この研究は先駆的なものであったと言えよう。また、もう１演題も超音波分野では初の画像記録に関するメーカーからの発表であった。これまでの超音波画像の記録にはインスタントフィルムが用いられていたが、超音波装置にもマルチフォーマットカメラが接続できるようになり、イメージングフィルムに画像を記録できるようになったことは、超音波検査が他のモダリティと同様に市民権を得られた証とも言える。この年の傾向としては、前年の胆嚢に関する演題に集中したことに比べ、幅広い分野に超音波検査を利用しようという動きがうかがえる。

第37回総会（1981年）でも、超音波に関する演題は8題のエントリーがあり、遠藤俊夫（千里救命救急センター）の座長のもと、１つのセッションが設けられた。超音波の演題も安定して出るようになり、1つの研究分野として定着した感がある。演題群の内容としては、柳生（西陣病院）ら「U.I.Octosonによる腎臓超音波断層（特に吸気時と呼気時の差異について）」（誌上）、奥村（大垣市民病院）ら「リニア電子超音波診断装置と探触子に関する実験的検討」（誌上）、小林（東京超音波研究会）ら「超音波診断装置のテストファントムによる基礎実験（第１報）」（誌上）、堀（東京超音波研究会）ら「「超音波診断装置のテストファントムによる基礎実験（第２報）」（誌上）、佐藤（札幌循環器クリニック）ら「心エコー図・心ＲＩイメージによる左室機能の比較検討について（第２報）」（口述）、中川（聖マリアンナ医大）ら「整形外科領域に於ける超音波検査の試み」（口述）、田中（神奈川県予防医学協会）ら「乳腺甲状腺専用装置（ＳＳＤ-401）の基礎実験」（口述）、柴田（新小倉病院）ら「超音波診断用ファントムについての検討（第２報）鯨肉の腐敗対策と腫瘍模型」（口述）があり、臨床に関する発表が２題、ファントムなどを用いた基礎的検討が６題となっていた。臨床関係では、探触子がウォーターベッド内を移動して機械的走査を行うオーストラリア製の装置U.I.Octosonを用いて、腎の呼吸位相による位置や軸の変化について検討した発表で、症例により呼吸位相を適時選択が必要であると発表した。また、もう１つの臨床関係では、昨年のセクタスキャン方式探触子を用いた心臓超音波のMモードにて「左室径」「１回拍出量」「左室容量」を算出した発表の第２報として、「心拍出量」「駆出分画」「心室中隔の厚さ」「左室後壁の厚さ」について検討し発表した。基礎的検討では、ナイロン糸をターゲットにしたファントムを用いリニア電子スキャン方式装置の距離分解能・方位分解能等の検討についての発表が２題、同様のファントムでコンタクトコンパウンドスキャン方式のシングルビーム探触子の分解能・方位分解能・フォーカスポイント・デッドゾーン等を検討した発表が１題あった。その他に、整形外科領域の骨に対するアプローチを検討するためにコンタクトコンパウンドスキャン方式・リニア電子スキャン方式の超音波画像を比較し骨面対してビームが直角に入射することの大切さを発表した。また、乳腺甲状腺専用装置を用いて脱気水中のゼラチン製腫瘤ファントムを描出し、乳腺腫瘤観察の上で重要な境界エコー・内部エコー・後方エコーなど

のポイントのチェックに有効であると述べた。最後は、２年前に人体組織と同等の音響インピーダンスをもつ鯨肉を用いた超音波用ファントムを作成し発表したものの第２報で、今回はサリチル酸0.3%液・ヒビテンアルコール0.1%液が鯨肉の腐敗防止に有効であった点、腫瘤模型用の素材としては天然ゴムが音響インピーダンス的にも良好であった点を発表した。この年の傾向としては、幅広い分野に研究対象が拡大したことに加え、ファントムを用いた基礎的実験等で超音波装置の性能評価や精度管理を行おうという意識が生まれてきたと言える（図2-7-7）。

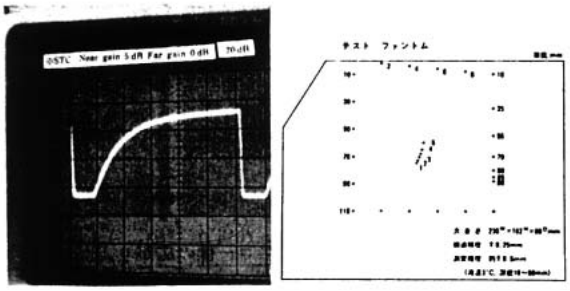


図2-7-7

vi）第１次発展期（1982年～1986年）

第38回総会（1982年）は、日本放射線技術学会の超音波に係わる人間とっては、新たな発展の機会と言えよう。その1つには、平敷淳子（群馬大学）による90分枠の教育講座が「超音波診断」というタイトルで開催されたことである。学会としても超音波というモダリティを単独で扱うことは初のことで、そのことからも画期的な出来事であった。また、この総会での超音波のセッションは演題数の増加を反映して２セッションに拡大され、会場も第１会場に設定され、それぞれ小林守（野村證券診療所）が「超音波－１」、遠藤俊夫（千里救命救急センター）が「超音波－２」の座長を務めた。この年以降、超音波に関する演題が安定して発表され、２セッション体制が続くことになる。さらに、前年まで徐々に増えてきてほぼ誌上発表と同数になってきた口述発表がほとんどを占めるようになった。発表は、臨床に関する演題が６題、ファントムを用いた超音波装置の基礎的実験に関する演題が２題、装置メーカーからの技術的な演題が１題であった。臨床的な演題の中では、腹部ではほぼ主流になりつつあったリニア電子スキャン方式装置を用いた発表がすべてとなった。その内容としては、胆のう描出と患者因子の関係、集団検診における胆石検出の有用性、上腹部超音波検査のルチン走査法、膵の描出能、肝疾患における超音波検査と他のモダリティの検出比較などであった。その他に、骨腫瘍の描出に関しては、リニア電子スキャン方式とコンタクトコンパウンドスキャン方式を比較し、微細な病変の発見にはリニア電子スキャン方式の方が優れているとの発表があり、３年前の総会発表時の結果と比べて評価に変化があったことが興味深く、この間での装置の進歩がうかがえる。基礎的実験では、ＡＩＵＭ規格のファントムを用い異なる媒質ごとの音速・吸収係数を実測し臨床にフィードバックさせようという演題や、乳腺甲状腺専用装置を用いて乳腺腫瘤ファントムを走査し腫瘤のエコーレベルを左右する因子を腫瘤部分の組成成分から推測しようとする演題が発表された。また、装置メーカーからの演題では、超音波診断上適した対数的圧縮をするための新型モディファイドログアンプに関する技術的な発表がなされた。

前年に続き、第39回総会（1983年）も超音波関係で９題の演題がエントリーされ、２セッションが設けられた。座長は、「超音波－１」を小林守（野村證券健康管理センター）が、「超音波－２」を遠藤俊夫（千里救命救急センター）が務めた。発表は、臨床に関する演題が２題、ファントムを用いた超音波装置の精度やプローブの性能についての基礎的実験に関する演題が７題であった。その内容としては、3.5MHzリニア型プローブにより胆石の描出率をＣＴ検査やＤＩＣ検査と比較した結果、その当時のＣＴ検査では89%、ＤＩＣ検査では69%、超音波検査では95%となり、描出率に加え非侵襲的かつリアルタイムで短時間観察可能な超音波検査が優れていると発表した。また、新開発の5.0MHzリニア型プローブを腎の観察に用いることにより、腎の内部構造や腫瘤が鮮明に描出され、結石による音響陰影や嚢胞の描出も向上し有用であると述べた。基礎的実験に関する演題では、それぞれの研究に応じて工夫を凝らしたファントムが作成され、有意義な研究が発表された。乳腺甲状腺専用装置による乳癌腫瘤の描出に関する検討では、豆腐やコラーゲンを用いたファントムを作成し、実際の乳癌画像と比較しながら成分の違いによる画像の特徴を把握しようとする研究を発表した。超音波装置の計測精度を測定する目的で、ターゲットファントムを用いコンタクトコンパウンドスキャン方式・リニアスキャン方式・セクタスキャン方式のプローブそれぞれの方位分解能・距離分解能について比較検討した研究では、リニアスキャン方式よりもコンタクトコンパウンドスキャン方式のほうが優れていると述べており、現在から考えると装置の精度の信頼性がまだまだであったことがうかがえるが、装置の特性や超音波の性質を把握して検査にフィードバックさせようとする試みは、現在にも通じるものがあり、有意義な発表であった。また、以前よりＡＩＵＭ規格ファントムを用いて装置の性能評価・精度管理を行ってきた続報

として、新たなテストファントムの作成とその評価についての発表が行われた。内容は、これまでのＡＩＵＭ規格ファントムではこの時代に普及し主流となったリニア電子スキャン装置の測定には不向きな点が多く、ＪＩＳ規格もないことから、分解能試験や種々の物質の減衰試験が可能なナイロンターゲットをもつアクリル製テストファントムを作成し、性能評価・精度管理に有効であったと発表した。また、第２報として、中間物質に豚肝臓・牛脂肪・寒天・コンニャクを用いて減衰を計測し報告した。その他に、経直腸型体腔内プローブの性能評価のために試作ファントムを用い分解能試験や焦点計測を行った演題、リニア電子スキャン方式リアルタイム装置のＣＲＴに種々のカラーフィルタを装着し、目的部位に応じた視覚上の寛容度の変化について発表した演題、最新の高周波大口径（7.5MHz／25mmφ）という乳腺甲状腺用シングルビームトランスジューサの性能評価のために自作ファントムを用い分解能やフォーカルゾーンに関する計測を行った演題などがあった。この時代は、さまざまな方式の超音波診断装置が急速に普及してゆくものの、その精度管理を行う上での基準となるファントムが存在せず、会員はそれぞれの目的にあったテストファントムの試作に苦心していたことが伺える。

第40回総会（1984年）も超音波関係で６題の演題がエントリーされ、１セッションが設けられ、座長は堀洋児（慈恵医大第三病院）が務めた。内容は、超音波画像記録用の感熱フィルムの検討が１題、基礎的実験に関する発表が３題、臨床に関する発表が２題であった。この時代の超音波画像の記録には、インスタントフィルムが主流で、次にマルチフォーマットカメラが多く使用されていたが、メーカーと協力開発した感熱式フィルム記録装置を用いてさまざまな画像を出力し、実用に耐えると報告した。基礎的実験では、前年に引き続いた第３、４報として、超音波装置の性能評価・精度管理用のテストファントムのためのさまざまな物質を試し、シンクロスコープによるＳＴＣ波形の確認では良好な結果が得られ、徐々に完成度が上がってきていることがうかがえる。同じく、数年前から継続している第４報として、乳腺甲状腺専用装置に関する基礎的実験もプローブが7.5MHzに変わったことによりさらに高分解能を持ち、フォーカルゾーンで捕らえることにより腫瘤像も鮮明に描出できると発表した（図2-7-8）。臨床面では、肝細胞癌の肝内転移巣の描出に関して超音波所見のタイプ分けを行い、診断につながる評価を行った有用性を発表した。また、脂肪肝の診断に超音波装置のヒストグラムを用い肝内の限局性低エコーの定量化を行い評価するという内容であった。これまでの臨床に関する演題は、胆石の描出や臓器の見え方など画像や描出能についての検討が主であったが、今回初めて、直接腫瘤や病気の診断につながるような踏み込んだ内容が発表された。これは、装置の性能の向上に伴うこともさることながら、超音波検査に携わる技師のレベルの向上を物語っているものと考えられる。

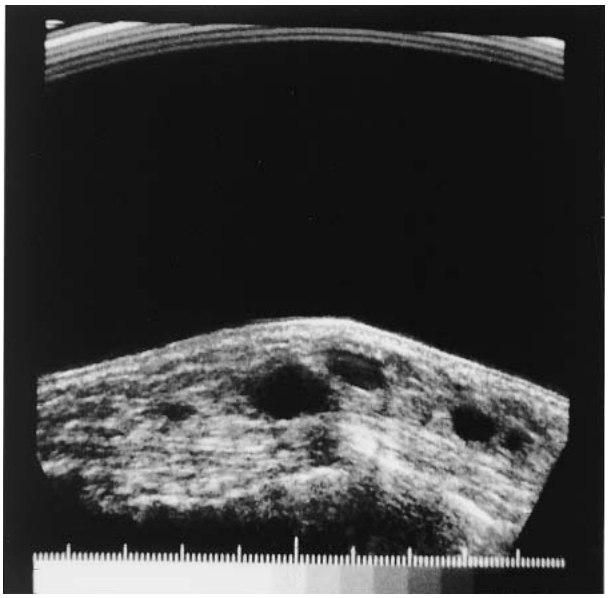


図2-7-8

第41回総会（1985年）は、超音波関連で10題の演題がエントリーされ、堀洋児（慈恵医大第三病院）・遠藤俊夫（千里救急救命センター）の座長による２セッションが設けられた。発表は、臨床に関する演題が５題、ファントムを用いた超音波装置の精度・性能についての基礎的実験や新技術に関する演題が５題であった。内容としては、従来からの装置の性能評価精度管理用テストファントムや脈管描出用ファントム等を用いた基礎的検討、胆石の描出、脂肪肝に対するヒストグラムを用いた評価などに加えて、甲状腺超音波集検の画像記録にOptical Memory Diskを用いる検討、超音波断層像を元にした門脈立体モデルの作成、超音波画像の立体視のためにホログラフィを応用しようとする試みなど多岐にわたる演題が発表された。また、周波数の比較的高いプローブを用いた、腹壁の病変の観察、腸疾患の観察、血液透析患者のBlood Accessの観察など臨床面で新しい試みが発表された。またこの年の第13回秋季学術大会（1985年）でも超音波に関する演題が１題発表され、内容も胃・大腸など消化管の正常および疾患の超音波像についての演題であった。

さらに、第12回放射線技術シンポジウムでは、「心疾患検査を放射線技術」というテーマでざまざまなモダリティーの立場からの発言があったが、その中で片瀬哲郎ら（国立循環器病センター）は「８．弁閉鎖不全症にお

ける心血管造影撮影法を実時間二次元血流ドプラ映像法との検査技術の検討」、中島良明ら（兵庫県姫路循環器病センター）は「９．心疾患における各種検査法の特性、遠藤屠紀雄ら（大垣市民病院）は「10．循環器救急疾患における断層心エコー法の有用性について」を超音波に携わる者の立場から発表した（図2-7-9）。

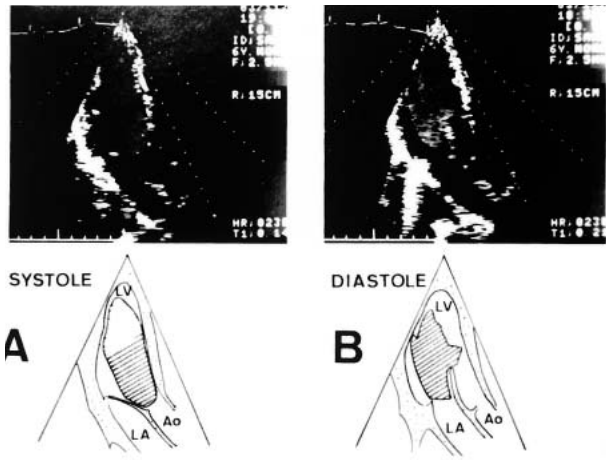


図2-7-9

次に、日本放射線技術学会（第41巻・第４号）には、堀部泰樹ら（名古屋大学）による「各種超音波検査法による頚動脈および大腿動脈病変の画像診断」が、超音波関係では初の原著として掲載された。

第42回総会（1986年）は、超音波関連で８題の演題がエントリーされ、中川義明（聖マリアンナ医大）・小林守（野村證券健康管理センター）の座長による２セッションが設けられた。発表は、臨床に関する演題が３題、ファントムを用いた超音波装置の精度やプローブの性能についての基礎的実験に関する演題が５題であった。内容としては、超音波装置の比較検討、装置の品質管理、音響カプラの検討など、各メーカーから種々の装置が発表されそれぞれの性能を評価する一方法を発表し、併せて精度管理にも利用できると発表した。この年で新たな発表としては、初めて、頚動脈の血流量測定の演題が登場したことである。この年の第14回秋季学術大会（1986年）では超音波に関する演題が２題発表され、内容も第42回総会に続く装置の品質管理についての第２報と肝心コントラストを定量化しようという試みの演題であった。

この時期の傾向としては、臨床分野では胆嚢に関する研究を中心に始まり、徐々に肝臓・膵臓・腎臓等の上腹部をはじめ、乳腺・甲状腺等の体表臓器などその対象は、さまざまな分野へ波及していった。また、この時期に登場してきたコンベックス型プローブの普及により、それまでリニア型プローブではかなりのテクニックを要した膵臓周囲の描出などが比較的簡単になったため、胆嚢以外の臓器も積極的観察しようとする気運が高まり、対象の臓器が拡大したことも一因である。それと相まって、基礎的研究では、標準ファントムまだなかったにもかかわらず、次々とそれぞれの目的に必要な形状・機能をもった自作ファントムを試作しつつ、自分たちの使用する装置やプローブの性能評価や精度管理して行こうとする意欲が現れた時代と言えよう（図2-7-10）。

図2.7.10

vii）第２次発展期（1987年～1991年）

第43回総会（1987年）は、超音波分野においてはさらなる発展の年と言える。それは、演題数が13題となり、３セッションが設けられたことである。内容の傾向としては、乳腺腫瘤や心エコーにおける音響カプラ利用の有用性についての演題が目立った。また、この年の前後で普及し始めた、高周波プローブ（7.5MHz・20MHz）を用いて乳腺・頚動脈・陰嚢等へのアプローチに関する演題も目立ち、装置の動向がそのまま反映された点は興味深い。さらには、この時代に普及し始めたマイクロコンピューターを用い、結節性甲状腺種の超音波画像の輪郭パターンを定量化しようとする試みがすでになされていた。この年の第15回秋季学術大会（1987年）には、超音波画像の記録フィルムに関する演題が１題あった。

第44回総会（1988年）は、超音波に関する演題が12題エントリーされ、２セッションが設けられた。内容の傾向としては、心臓に関する演題、水浸法による乳腺検査に関する演題、高周波プローブに関する演題などがあったが、この年初めて超音波ドプラ法による血流計測に関する演題が３題発表された。また、第16回秋季学術大会（1988年）には、５題の超音波関連の演題がエントリーされ、秋季大会としては初の超音波単独のセッションが設けられた。そのうちの１題は、心臓に関するカラードプラの演題であった。

第45回総会（1989年）は、超音波に関する演題が７題エントリーされ、２セッションが設けられた。内容の傾向としては、肝のファントムや病変ファントムに関する演題、高周波プローブによる乳腺検査に関する演題、心臓に関する演題などがあったが、超音波ドプラ装置の精度に関する基礎実験についての演題が発表された。また、第17回秋季学術大会（1989年）には、５題の超音波関連

の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。そのうちの１題は、経食道用プローブによる解離性大動脈瘤に関するカラードプラの演題であった。

第46回総会（1990年）は、超音波に関する演題が５題エントリーされ、１セッションが設けられた。内容の傾向としては、膵の描出に関する演題、素子数の異なるセクタプローブに関する演題、心臓に関する演題などがあったが、体外衝撃波結石破砕超音波装置（ＥＳＷＬ）による治療に関する演題が初めて発表された。また、第18回秋季学術大会（1990年）には、６題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。そのうちの２題は、それぞれ心臓と肝に関するカラードプラの演題であった。また、急性腹症の胃穿孔に関する演題も発表された。

日本放射線技術学会（第46巻・第４号）には、都留正人ら（兵庫県姫路循環器病センター）による「心臓超音波検査における超音波伝達媒体の有用性－左室心尖部描出能の検討－」が、テクニカルノートとして掲載された（図2-7-11）。

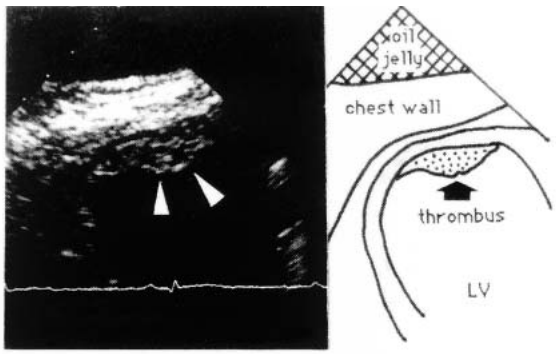


Fig. 5　This echocardiogram using the SIC method shows a clear image of protruded mural thrombus on the left ventricular apex.

図2-7-11

第47回総会（1991年）は、超音波に関する演題が６題エントリーされ、１セッションが設けられた。内容の傾向としては、カラードプラに関する基礎的実験についての演題、心臓に関する演題などがあったが、膵管像の分類に関する演題、卵巣腫瘍に関する演題が発表された。また、第19回秋季学術大会（1991年）には、５題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容は、カラードプラに関する演題の他、腎結石に対する超音波による分類に関する演題、胆嚢結石に対する体外衝撃波結石破砕超音波装置（ＥＳＷＬ）の応用に関する演題があった。

この時期の傾向としては、従来までの研究分野の中から心エコー分野が１つの領域として確立され、演題群を２分するほどの勢力となり安定して研究される対象となった。しかしながら、心臓領域に関しては、放射線技師がたずさわる施設が限られているため、発表する施設も限定される傾向はいなめない。もう1つの傾向としては、装置側のハード面やプローブの進歩により急速な高周波化が図られ、それにより乳腺・甲状腺を始めとする体表臓器の微細な描出が可能になったため、体表臓器に対する超音波検査が普及し、その結果として体表領域の演題発表も増加した。さらに、モノクロのドプラ装置による研究発表が始まり、次期に続くカラードプラ全盛期につながるような心臓領域や肝臓のカラードプラに関する演題が、数題ずつ発表されていた。

viii）カラードプラ全盛期（1992年～1994年）

第48回総会（1992年）は、超音波に関する演題が13題エントリーされ、３セッションが設けられた。内容の傾向としては、カラードプラに関する基礎的実験・臨床についての演題が７題を占め、その他心臓・腎癌・乳腺等に関する演題などがあった。また、第20回秋季学術大会（1992年）には、３題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容は、心臓に関する演題、肝腫瘤性病変に関する演題、高周波（10MHz）を用いた乳腺腫瘤に関する演題があった。

日本放射線技術学会（第48巻・第７号）には、内田武博ら（天理整形外科・皮ふ科医院）による「乳幼児の股関節における超音波検査の検討」が、ノートとして掲載された。

第49回総会（1993年）は、超音波に関する演題が14題エントリーされ、３セッションが設けられた。内容の傾向としては、カラードプラに関する基礎的実験・臨床についての演題が８題を占め、さらに、この年よりＶＲＴセッションが設けられたため、動画のプレゼンテーションが効果的なカラードプラ・ＵＳangiographyなど５題がＶＴＲを使用した。その他肝細胞癌・胆嚢腺筋症・糖尿病患者等に関する演題などがあった。

この年の総会時には、セミナー５「ドプラ断層装置と基本システムについて」馬木清隆（アロカ）、教育講演「腹部画像診断の最新情報－color doppler」平敷敦子（埼玉医大）の企画が設けられており、カラードプラ全盛の感があった。

また、第21回秋季学術大会（1993年）には、３題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、高周波プローブ（7.5MHz）を用いた唾石症の観察に関する演題、心エコーを用いた大動脈弁狭窄症の弁置換術前後における左室心筋重量の観察に関する演題、腹部のルチン超音波検査時における大

腸疾患の観察に関する演題が発表された。

第50回総会（1994年）は、超音波に関する演題が９題エントリーされ、２セッションが設けられた。内容の傾向としては、カラードプラに関する基礎的実験・臨床についての演題が５題を占め、その他大腸癌の超音波像・肝細胞癌の進行度と検査間隔の関係・Co_2 US angiography等に関する演題が２題あった。

また、第22回秋季学術大会（1994年）には、３題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容は、頭頸部腫瘍に伴うリンパ節の腫脹に関する演題、劇症型心筋炎の心エコー所見に関する演題、肝細胞癌の原発巣と娘腫瘍の観察に関する演題があった。この時期の傾向としては、カラードプラ全盛期という通り、演題群全体の半分以上をカラードプラに関する演題が占め、内容も臨床に関する発表や流体力学の分野まで及ぶ基礎的実験に関する発表まで多岐にわたった（図2-7-12）。その間にも、高周波プローブを用いた体表部分の検査や肝細胞癌・胆嚢腺筋症・糖尿病・腎癌・乳癌・大腸癌等臨床分野の中でも診断領域に踏み込んだ発表も数多く発表された。

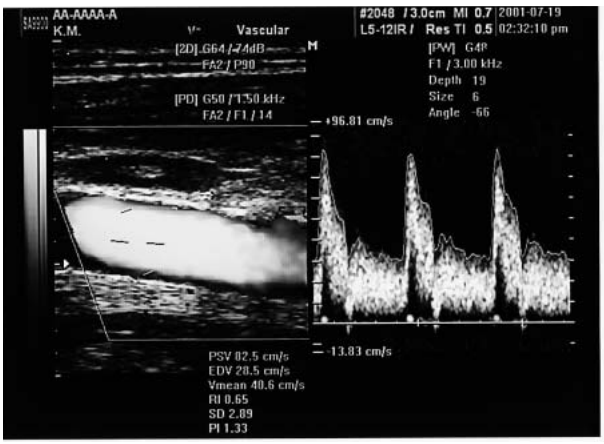


図2-7-12

ix）デジタル技術の時代（1995年～2000年）

第51回総会（1995年）は、超音波に関する演題が４題エントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、超音波パルスが骨・脂肪層・空気中を伝播する場合の解析モデルを用い、透過・反射を分析した演題、カラードプラ用フローファントムの試作・基礎的実験についての演題、高周波プローブ（10MHz）を用いた虫垂炎の描出に関する演題、さらに、この年より海外からのエントリーが始まり、４題中１つの広帯域プローブの婦人科系への応用に関する演題が海外からの発表であった。また、この年の総会時には、教育講演３「超音波による診断と装置の将来展望」堀口祐彌（藤田保健衛生大学）が行われ、超音波診断装置のデジタル時代の幕開けにふさわしい企画であった。また、第23回秋季学術大会（1995年）には、超音波関連では１題のみ、感染性心内膜炎の心エコーに関する演題が発表された。また、この秋季学術大会時には、大会長講演「超音波の人体での動き」中村（山梨医大）も行われた。

第52回総会（1996年）は、超音波に関する演題が７題エントリーされ、２セッションが設けられた。内容としては、カラードプラがさらに進化を遂げたパワードプラを用いて甲状腺腫瘤・乳腺腫瘤・精索静脈瘤を検討したり、三次救急に用いたりと、パワードプラに関する演題が４題もあった。その他には、心エコーによる左室内径短縮率と左室駆出率に対する局所壁運動異常の影響に関する演題、左室壁運動速度変化の把握に組織ドプラ法を用いた演題、頸部リンパ節の長径・短径・厚みを因子として良悪判定に用いようとした検討などがあった。第24回秋季学術大会（1996年）では、５題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、結石破砕に用いる水中衝撃波発生装置の方式による特性の違いに関する演題、ドック受診者の腸間膜厚を測定することにより内臓脂肪を同定しラボデータとの関係を検討した演題、急性心筋梗塞患者に対する心エコーに関する演題、心臓カテーテル検査後の血管病変の観察に関する演題、左室心内膜の局所壁運動の評価にcolor Kinesis法を用いた検討に関する演題などがあった。

第53回総会（1997年）は、超音波に関する演題が７題エントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、デジタル超音波装置における高周波プローブを用いた表在検査に関する演題、デジタル超音波装置における３次元画像表示に関する演題、Co_2 US angiographyにおける造影物質の比較検討に関する演題、さらに海外からのエントリーで胆嚢疾患における超音波ガイド下経皮的穿刺の有用性に関する演題があった。また、カラードプラ関連では、透析患者のシャント形成術後の血流評価に関する演題、脳内循環動態のＰＩ・ＲＩによる評価に関する演題、レーザードプラ血流計の特性に関する演題などがあった。第25回秋季学術大会（1997年）では、残念ながら超音波関連の演題は１題のエントリーもなかった。

第54回総会（1998年）は、超音波に関する演題が５題エントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、表在リンパ節に対するパワードプラにより得られた血行動態から良悪判定を試みた演題、ウィルス性肝炎に伴う肝門部・総肝動脈周囲リンパ節腫大の観察に関する演題、最新のデジタル超音波装置のＢモード・カラードプラモード・ＦＦＴモードそれぞれについてのスライ

ス幅・ビームプロファイルの検討に関する演題、さらに海外からのエントリーでカラードプラ法を用いた急性虫垂炎の評価に関する演題があった。第26回秋季学術大会（1998年）では、５題の超音波関連の演題がエントリーされ、１セッションが設けられた。内容としては、Ｂモード画像とパルスドプラ法を用いて頚動脈の観察において３Ｄ－ＣＴや血管撮影と比較検討した演題、造影エコーのデータをＤＳＡ装置を用いてサブトラクションする方法に関する演題、喫煙者・非喫煙者間の上腕動脈血管内径を超音波装置を用い計測し、駆血解除時・拡張剤投与時などさまざまな刺激に対する血管径の変化を捉えて動脈硬化症の早期診断を試みるという演題、頚動脈病変に対するＢモード・カラードプラ・パワードプラの有用性に関する演題、パワードプラを用いた乳癌の検討に関する演題などがあった。

第55回総会（1999年）は、超音波に関する演題が２題エントリーされた。内容としては、最新デジタル超音波装置のスライス幅方向の電子フォーカシングによるビームプロファイルの検討に関する演題、最新デジタル超音波装置のティッシュハーモニックイメージングの基礎的検討に関する演題が発表された。第27回秋季学術大会（1999年）では、３題の超音波関連の演題がエントリーされた。内容としては、Ｂモードで低エコー像を呈した肝結節性病変に対して造影エコーを用い濃染のされ方から腫瘤の質的診断を試みた演題、デジタル超音波装置のパワードプラ法とカラードプラ法による血流測定における計測精度をファントム実験により比較しようという演題、デジタル超音波装置のティッシュハーモニックイメージングにおけるアーチファクトの機序をシミュレーション実験で解析した演題などが発表された。

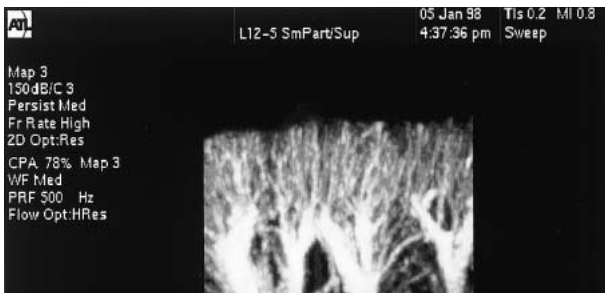
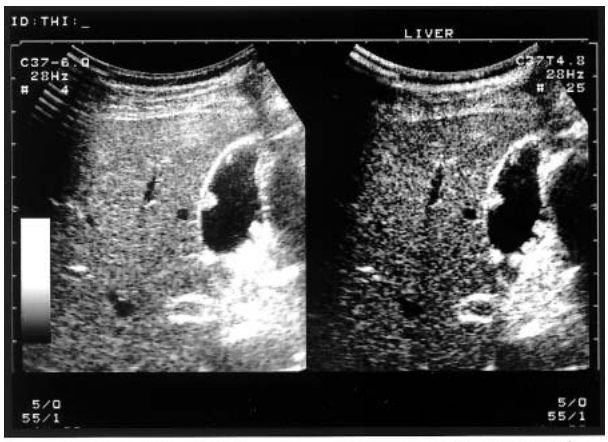


図2-7-13



Ｂモード像　　ティッシュハーモニックイメージ

図2-7-14

第56回総会（2000年）は、超音波に関する演題が２題エントリーされた。内容としては、パワードプラを用いた乳癌のＦＦＴ解析による質的診断と病理所見を比較検討した演題、新技術であるＳie Ｓcape 法を乳腺検査に応用しその有用性に関する演題が発表された。第28回秋季学術大会（2000年）では、超音波関連の演題が学生セッションの中にエントリーされたのみで、一般演題はなかった。

この時期の傾向としては、各メーカーから従来までのアナログ装置に変わりフルデジタル装置が次々と出揃ったことを背景に、研究の内容もフルデジタル装置によるパワードプラ（図2-7-13）・スライス幅方向ビームコリメーション・ティッシュハーモニックイメージング（図2-7-14）・コントラストハーモニックイメージング（図2-7-15）・３次元画像表示（図2-7-16）などの最新技術を臨床に応用したり、基礎的実験を行ったりした発表が

Ｂモード像　　造影エコー像

肝細胞癌

図2-7-15

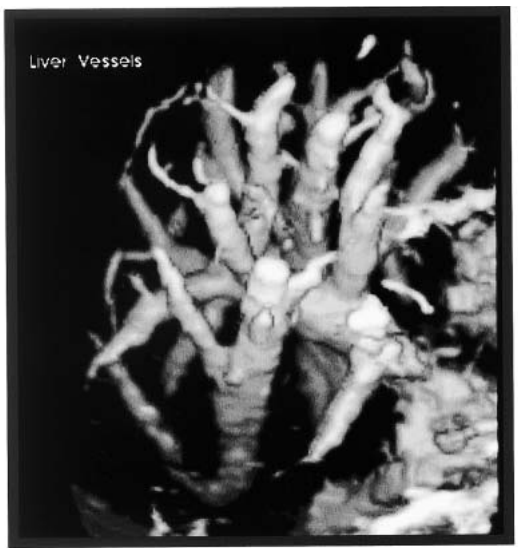


図2-7-16

大勢を占め、その応用分野も従前までの装置では描出不可能であった１本１本の腱や微細な血管にまで及び、さらに造影剤の薬事承認と相まってこれまでのパワードプラ法でも得られなかった腫瘤内の血流情報等も容易に得られるため今後は造影エコーに関する研究も増えてくるものと考える。

x）おわりに

わずか30年足らずの間に、Ａモードから始まった超音波検査技術は、当初、緩やかな進歩をはじめ、電子技術の発達とともにその進歩も加速し、さらにデジタル技術の発展とともに飛躍的な進化を遂げた。このように、技術の進歩に伴う装置の進化に支えられて今日のようなさまざまな検査が可能になっており、今後もますます更なる進歩により検査の新展開が拡がるものと予想される。それゆえ、我々もそれらの新技術に振り回されることなく、自分たち手足と同様に使いこなせるよう常に理解と習熟に対する努力を怠らないようにしたいものである。

［文献・資料］

１）日本放射線技術学会雑誌：第16巻第１号 1960～第56巻第12号　2000
２）日本超音波医学会編：超音波医学（初版）医学書院．1966
３）日本超音波医学会編：超音波医学（第２版）医学書院．1973
井出正男：超音波診断法．電波実験社　1973
４）日本超音波医学会編：超音波診断入門．1980
５）西岡清春、安河内浩：最新超音波診断法．日本メディカルセンター 1980
６）西岡清春、安河内浩：最新超音波診断法 改訂第２版．日本メディカルセンター 1983
７）日本放射線技師会編：生涯教育テキスト第２集　診療画像学Ⅱ　検査法と画像機器．1989
８）甲子乃人：コンパクト超音波シリーズ　超音波の基礎と装置．ベクトル・コア　1994
９）伊東紘一：超音波新次元．INNERVISION　11・11.3～7.1996
10）大川井宏明：超音波観察法・診断法．東洋出版　1997

2.8　骨密度測定技術

2.8.1　骨密度測定技術

i）はじめに

骨粗鬆症は、骨の脆弱化が原因で骨折し易い状態にあり、しかも骨塩と基質の比率には変化が認められない疾患と定義される[1)]。骨粗鬆症に伴う骨折は、寝たきり老人の原因として頻度が高いものの一つであり、高齢化社会の到来が間近い本邦においては、骨粗鬆症の治療や予防の確立は医療面のみならず社会的にも急務とされている。このような背景により、非侵襲的な骨密度測定法は、骨粗鬆症の診断やその経過観察に有用な情報をもたらす検査法として広く臨床に用いられるようになった。表2-8-1に、骨粗鬆症財団の調査による2000年初頭における本邦での骨密度定量装置の納入台数を示す。

2000年１月現在

測定法		台数
RA		499
CXD	495	
DIP	4	
SXA		95
DXA		1,380
pencil beam	732	
fan beam	638	
CR-DXA	10	
pDXA		6,232
radius	5,881	
calcaneus	351	
pQCT		73
QUS		1,162（6）
wet type	700（6）	
dry type	462	
	合計	9,441

（　）内はSXAとのハイブリッド装置

表2-8-1　骨密度定量装置の納入台数

骨密度定量法には種々の方法があり、手部Ｘ線像のフィルム濃度を測定するＸ線フィルムの濃度測定法（radio-graphic absorptiometry, RA）、光子（γ線，Ｘ線）の物質内での減弱を利用した単一光子吸収測定法（single photon／X-ray absorptiometry，SPA／SXA）と二重光子吸収測定法（dual photon／X-ray absorptiometry，DPA／DXA）、Ｘ線ＣＴ装置を用いる定量的ＣＴ法（quantitative computed tomography，QCT）と末梢骨専用のＱＣＴ法（peripheral QCT，pQCT）、および低周波数の超音波を利用した定量的超音波法（quantitative ultrasound，QUS）などが臨床に広く用いられている。その他の定量法としては、コンプトン散乱線を用いる方法[2)]や、定量的ＭＲ法（quantitative magnetic resonance，QMR）[3)]および中性子放射化分析法（neutron activation analysis）[4)]などがある。

本稿では、世界での動向と本会での動向に大別して、それぞれＲＡ，ＳＰＡ／ＳＸＡ，ＤＰＡ／ＤＸＡ，ＱＣＴ／ｐＱＣＴおよびＱＵＳの５種類の定量法について歴史的な流れを概説する。さらに、骨塩量以外の骨強度を左右する因子の一つである骨の形態と構造の解析法についても併せて記載する。

ii）　世界での動向

ａ）ＲＡ

ＲＡは本邦ではmicrodensitometry（ＭＤ）法として知られており、末梢骨のＸ線写真を試料としてその骨部のフィルム濃度から骨密度を定量する方法である。古くは指骨のＸ線フィルムをトレースして計測する方法や皮質骨幅を測定してその菲薄化の程度から骨塩量の減少を推定する方法などが行われていた[5), 6)]。その後、種々の方法が試みられたが、それらの測定精度は良好とはいえなかった[7), 8)]。1980年に井上ら[9)]によりmicrodensitometerによるフィルム濃度の読み取りと基準物質としてアルミニウム階段を使用したＭＤ法が開発され、測定精度が画期的に改善された（約２％）。この分野では日本での進歩が著しく、1989年にはフィルム濃度の読み取りにmicrodensitometerではなく高解像型カメラを用いたdigital image processing（ＤＩＰ）法[10)]が、1990年にはＣＲシステムを応用した方法が[11)]、1991年には線状に配列したＣＣＤ検出器を用いた市販装置（computed X-ray densitometry，CXD）[12)]がそれぞれ開発された。しかし、欧米では、測定精度の問題から骨塩定量法としての評価が低く、日本ほどの普及はみられなかったが、近年徐々に再認識されてきている。

現在行われているＲＡの測定部位は、地域によって異なっており、日本では第２中手骨[9, 12)]、アメリカでは第２、第４中節骨[13)]、ヨーロッパでは第２中節骨と第2基節骨[14, 15)]である。

ｂ）ＳＰＡ／ＳＸＡ

ＳＰＡは1963年にCameronら[16)]によって発表された骨密度定量法であり、実質的にこれが今日の骨塩定量の始まりである。この定量法は、^{125}Iや^{241}Amといった放射性同位元素を線源とした方法であり、1980年代まで骨塩定量の主流をなしていた。しかし、この時代は骨粗鬆症

が現在ほど注目を浴びる疾患ではなかったため、ＳＰＡによる骨塩定量の普及もごく一部に限られていた。本邦には1973年にＳＰＡ装置は導入されたが、その普及は全国で60～70台にすぎなかった。そして、ＳＰＡは1980年代の末には、測定精度の向上と検査時間の短縮を目的として、Ｘ線を線源としたＳＸＡへと移行した。

ＳＰＡ／ＳＸＡでは、測定部位を水浸あるいはウオーターバッグで取り巻くことが必要なため、測定部位は橈骨や踵骨といった末梢骨に限られることが欠点として挙げられる。さらに、後述する末梢骨を測定対象とするｐＤＸＡ装置が開発されたことにより、骨塩定量におけるＳＰＡ／ＳＸＡの時代は現在では終焉したといえる。

ｃ）ＤＰＡ／ＤＸＡ

単一エネルギーによる定量法では腰椎や大腿骨といった躯幹骨の測定が不可能なため、これらの部位の測定が可能な定量法が望まれていた。Cameronらに遅れること3年、1966年には^{137}Csと^{241}Amの２種類の放射性同位元素を線源としたＤＰＡの基本概念がReedら[17]によって発表された。その後、1970年には^{153}Gdを線源としたスキャナ型のＤＰＡ装置がMazzesら[18]によって発表された。市販装置の本邦への導入は1986年であり、同年にはガンマカメラ型のＤＰＡ装置が本邦で開発された[19]。

ＤＸＡ装置は、その基本概念は1970年代からみられるが、ＤＸＡ法という名称で論文化されたのは1987年のSteinら[20]が最初である。初期のＤＸＡ装置はペンシル・ビームと単検出器の組み合わせであったが、やがて測定精度の向上や検査時間の短縮などが可能なファン・ビームと多検出器の組み合わせへと移行した[21]。さらに、体成分測定や椎体計測（morphometry）が可能な装置が開発され、ＤＸＡで骨塩量のみならず体脂肪率の測定や椎体骨折の判定が可能となった[22, 23]。

橈骨や踵骨のみを測定対象とするＤＸＡ装置は、peripheral DXA（ｐＤＸＡ）という名称が付されている。このｐＤＸＡ装置の市販装置は、1988年に本邦において開発されたのが最初であり[24]、橈骨がその測定対象であった。また、踵骨を測定対象としたｐＤＸＡ装置の開発は1990年代である[25]。

ｄ）ＱＣＴ／pQＣＴ

診断用のＣＴ装置を用いた骨塩定量法には、校正用の基準ファントムと１種類のエネルギーのＸ線を用いるsingle energy QCT（ＳＥ-ＱＣＴ）[26]と、２種類のＸ線を用いるdual energy QCT（ＤＥ-ＱＣＴ）[27]があり、どちらも 1970年代から試みられていた。ＱＣＴ法は、躯幹骨である腰椎の海綿骨の定量が可能なこと、しかもＤＰＡ／ＤＸＡとは異なり、骨塩量を体積密度（g／cm^3）で得られることなどから骨塩量測定法として注目された。しかし、得られる測定精度が他の定量法に比して若干劣ることやＣＴ装置のタイムシェアリングの問題などから、定量法としてそれほどの普及はみられなかった。

ＳＥ-ＱＣＴについては、1970年代後半には、使用する基準ファントムの骨塩該当物質にリン酸水素2カリウムを用いる方法が発表されたことによって発展した。本邦では、1984年に骨塩該当物質にリン酸カルシウムを用いたＱＣＴ専用のファントムが市販され、ＳＥ-ＱＣＴの普及に拍車をかけた[28]。さらに、このＱＣＴ用のファントムは、骨塩該当物質にハイドロキシアパタイトを用いたものへと改良された。

他方、ＤＥ-ＱＣＴは、理論的には優れた方法ではあるが、被曝線量の問題と測定精度がＳＥ-ＱＣＴのそれよりも明らかに劣るため、普及するには至らなかった。

1990年、末梢骨を測定対象とした骨塩定量専用のＣＴ（peripheral QCT，pQCT）装置が開発された[29]。ｐＱＣＴ装置は、測定精度に優れ、しかも海綿骨と皮質骨を分離して測定できる利点を有している。本邦には1993年に導入され、現在約70～80台が稼働している。

また、1993年には、数μmの優れた分解能を有するμＣＴ装置が発表された[30]。この装置は、骨塩量測定用ではなく、その優れた分解能から後述する骨梁構造の解析などに用いられている。

ｅ）ＱＵＳ

ＱＵＳは、超音波伝播速度（sound of speed，SOS）が測定部位の密度に比例することを原理とした測定法であり、1984年にLangtonら[31]によって発表された。使用されている超音波の周波数は数百kHzであり、診断用のそれ（２～５MHz）に比して低周波数である。

測定装置は、透過型と反射型の2種類に大別され、前者では踵骨などの透過ＳＯＳが、後者では脛骨などの骨表面のＳＯＳが測定される。また、初期には測定部を水中に浸すウエット型であったが、測定部位にゼリーを塗布して直に接触振動子を当てて測定するドライ型が開発された。さらに、1996年には測定部位を画像化した装置が開発され[32]、測定の再現性が向上した。

本邦には1991年に導入され、放射線被曝がないことから現在では集団検診などに広く利用されている。

ｅ）形態と構造の解析

骨の形態と構造の解析法は、単純Ｘ線写真の画像解析に始まる。骨粗鬆症と関連付けられた画像解析は1980年代末からであり、フーリエ変換を用いた解析やフラクタル解析がなされている[33, 35]。これらの手法は、単純Ｘ線写真が骨梁そのものを明瞭に描出できるほどの分解能を

有していないため、画像をディジタル化してその特徴を数値化するための手段として使用されている。

1990年代に入り、ＣＴやＭＲＩといった比較的分解能に優れ、しかも３次元画像が得られる装置を用いた検討が報告されている[36, 37]。なかでもμＣＴは、骨梁そのものを描出する高分解能を有しており、３次元画像の骨形態計測や、有限要素法による骨梁の力学的強度の検討が報告されている[38]。

iii）日本放射線技術学会での動向

日本放射線技術学会における骨塩定量の研究発表は1970年代半ばから始り、ＳＰＡもしくはＲＡに関するものであった。1983年から1985年までの3年間は、古い定量法から新しい方法への移行期であり、全く研究発表がなされていない。

1986年に入るとＤＰＡとＱＣＴに関する研究発表が始まり、1990年代には装置の普及に伴ってＤＸＡに関する研究発表が増加した。しかし、1990年代末には、全国に装置が普及したことと、新しい装置の開発がなされていないことなどから、研究発表は明らかな減少傾向を示している（図2-8-1）。

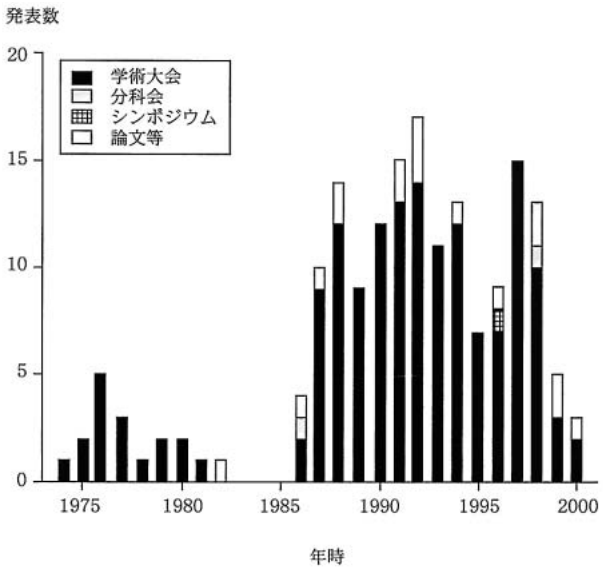


図2-8-1　年次別演題発表数

ａ）ＲＡ

ＲＡに関する最初の発表は、1975年に本田ら（福島県立リハビリ飯坂病院）によってなされており、大腿骨遠位端の骨量を軟部組織との比較で評価した内容であった。

1976年に兵庫医大の古川らは、ＳＰＡ装置との比較によるＲＡの基礎的な検討を発表している。その後同氏らのグループは、Ｘ線のスペクトル、測定精度、使用する増感紙などの基礎的検討を行い、1978年まで連続して第6報まで発表している。また、1976年には松永ら（神戸大）は、基準物質としてアルミニウム階段の代わりにリン酸カルシウムを用いた検討を発表している。

1984年に仲川らは、「Ｘ線写真濃度計による骨塩量測定の試み」と題した論文を第40巻に報告している[39]。そこでは、院内で測定可能なＭＤ法のシステムを開発し、得られた測定値をＳＰＡ法および解析機関でのＭＤ法の測定結果と比較し、良好な相関性が得られたことを報告している。

1988年に天辰ら（宝塚市立病院）は、Ｘ線写真をＩＴＶカメラを用いてディジタル化し、中手骨を対象としたＭＤ法および腰椎を対象とした骨萎縮度分類を試みている。

1988年に杉本ら（西陣病院）は、「ＦＣＲによる骨萎縮度判定」と題して、ＣＲシステムのＲＡへの応用を発表した。同様のＣＲシステムの応用は、1992年に古谷ら（西陣病院）が、1995年には岸本ら（大阪市大）、1996年には渡辺ら（神奈川県立足柄上病院）、1998年には石田ら（東邦大佐倉病院）がそれぞれ発表している。

1989年に大竹ら（神奈川県立こども医療センター）は、ＭＤ法の小児への応用について検討し、大人に使用するアルミニウム階段および増感紙・フィルム系を小児にはそのまま採用するには問題が存することを指摘している。

片倉らは同じ1992年に、フィルム濃度読み取り装置に従来使用されていたmicrodensitometerの代わりにＣＣＤカメラを使用したシステムを開発し、その有用性を発表している。

真田ら（川崎医大）は、1993年には市販のＣＸＤ装置を用いた基礎的検討を、1994年には基準物質としてハイドロキシアパタイトを用いた検討をそれぞれ発表している。また、同氏は、1996年に開催された骨塩定量のシンポジウムにおいてＲＡに使用する基準物質に関する研究を中心に報告を行っている[40]。そこで提示されたＣＸＤ装置で得られる骨量指標と、管電圧、焦点-フィルム間距離、使用するスクリーン・フィルム系のグラディエントおよび相対感度との関係を図2-8-2に示す。

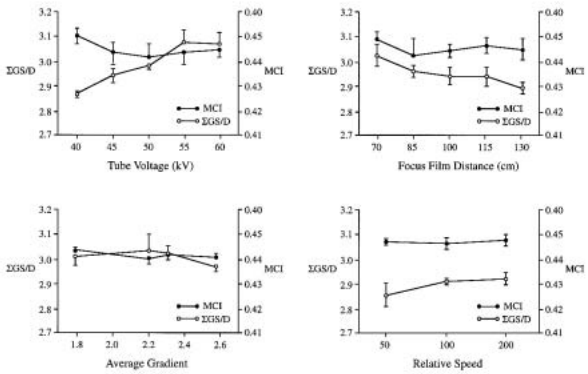


図2-8-2　ＣＸＤ装置で得られる骨量指標（ＭＣＩ，ΣＧＳ／Ｄ）と、手部Ｘ線像の撮影条件等との関係

ｂ）ＳＰＡ／ＳＸＡ

ＳＰＡ／ＳＸＡについては、1974年に高坂ら（京都大）が本邦にＳＰＡ装置が導入されたのと同時期に、^{125}Iを線源とした装置を使用して代謝性骨疾患の橈骨骨塩量を測定して、臨床的有用性を発表している。また、同氏は、1977年に、^{241}Amを線源とした装置を用いた基礎的、臨床的検討を行っている。

1977年に古川ら（兵庫医大）は、アルミニウムを測定対象とした測定精度の検討を、梅津ら（神奈川県立こども医療センター）は測定時に使用する組織透過物質として普通水は望ましくないことをそれぞれ発表している。

1979年に田中ら（関東逓信病院）は、ＳＰＡ装置で得られる骨量指標とＣＴ値との関係を検討し、リン酸水素2カリウムを測定対象としたin vitroではr＝0.994の、患者を対象としたin vivoではr＝0.597の相関性が得られたことを発表している。

1980年に山口ら（大阪大）は、ＳＰＡ装置の評価にエントロピーを導入し、変動係数などで評価するよりも評価法として優れていると結論している。また、同年に藤原ら（兵庫医大）は、ＣＴ像をデータとしてＳＰＡの計算原理を用いて骨密度の算出を試みている。

1987年に諸澄ら（埼玉県立小児医療センター）は、ＳＰＡの測定部位に着目して、橈骨遠位部と超遠位部の測定を行い、両部位およびＤＸＡで得られた腰椎の測定値について比較検討を行っている。

1988年に友光ら（川崎医大）は、ＳＰＡ装置で得られるＢＭＤ値が面積骨密度であることに着目し、骨幅から測定部位の断面積を算出する式を考案して、同部の体積骨密度を算出した。そして、算出された体積密度では、若年成人における性差は認められないことを発表している（図2-8-3）。また、同氏らは本内容を第44巻に報告している[41]。

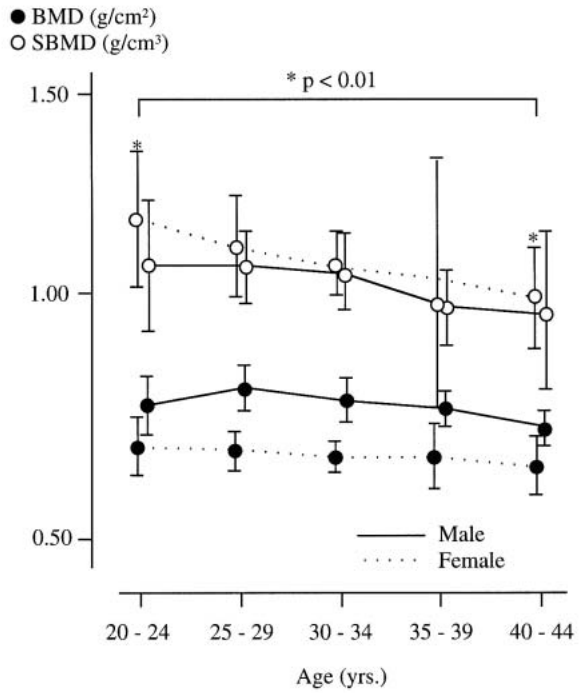


図2-8-3

ｃ）ＤＰＡ／ＤＸＡ

ＤＰＡに関する発表は、1986年の友光ら（川崎医大）から始まる。同氏らは、開発したシンチカメラ方式のＤＰＡ装置についての発表を翌年分を含め計３回行うとともに、第41巻にＤＰＡ装置におけるクロストークに関する研究を報告している[42]。

1988年に、ＤＰＡ装置の使用経験並びに基礎的検討を、川勝（高槻病院）と藤井（京都双ケ岡病院）は同じ機種で、太田（琉球大）と大滝（新潟大）らはそれぞれ異なる機種で行っている。また川勝ら（高槻病院、1989年）はＤＰＡとＱＣＴの比較を、加藤ら（慈恵医大、1991年）は、灰化カルシウム量を基準としてＤＰＡの正確度をそれぞれ発表している。

ＤＸＡ装置に関する研究は、本邦への導入時期に一致して装置の基本性能に関する基礎的検討の発表が多数なされている。それらの検討項目は、測定精度、体厚の影響、スキャンモード間差、解析に伴う誤差、ＢＭＤ値の年齢分布などである。ペンシル・ビームを採用している装置の検討は1992年以前であり、1989年に３題（川勝（高槻病院）；木村（春日部秀和病院）；萩原（山梨医大））、1990年に３題（堀江（福井総合病院）；荒井（北海道大医短大）；杉本（福井医大））、1991年に３題（服部（光生病院）；坪井（東京逓信病院）；酒井（はちや整形））および1992年に１題（守木（東洋メディク（株）））の計10題が発表されている。他方、ファン・ビームを採用している装置の検討は1992年以降であり、1992年に３題（坂野2題（大垣市民病院）；比佐（横浜市大））、1993年に３題（吉見2題（鹿児島日赤）；難波（由良病院））、1995年に１題（首藤（杏林大））、1996年に２題（鈴木、中山（東京女子医大））、1997年に３題（渡辺（ＪＲ東京病院）；谷村（済生会下関病院）；大島（山梨医大））および1999年に１題（竹内（藤田保健衛生大））の計13題が発表されている。また、1992年には友光ら（川崎医大）が、日本製のファン・ビーム装置の基本性能について、第49巻に報告している[43]。

全身骨の骨塩定量および同時に得られる体成分の研究は、1990年の利波ら（富山医薬大）の発表から始まる。全身骨塩量については利波ら以外に、1992年には河本ら（京都第二日赤）が全身骨塩量と軟部組織量を、1998年に渡辺ら（ＪＲ東京病院）が長期間の測定値の再現性を

それぞれ検討している。また、体成分測定（脂肪と脂肪以外の軟部組織の重量と百分率）については6題の演題が発表されている。それらは、川勝（高槻病院、1990年、1991年）２題と、館田（山梨医大、1993年）、田中および水野（土岐市立病院、1997年）である。

1991年に京都第二日赤の河本と木村らは、腰椎側面骨塩定量の基礎的検討をそれぞれ発表している。その後、腰椎側面の測定精度（加藤（慈恵医大）、1992年；櫻井（日医大千葉北病院）、1997年）、ボーラスの有効性（倉上（東京女子医大）、1993年）および関心領域の設定法（伊藤、安達（磐城共立病院）、1997年）などに関する発表がみられる。

ＤＸＡによる臨床的検討の報告は15題認められ、その内容は多岐にわたっている。1991年に加藤ら（東京都立医短大）は、性、年齢、身長および体重と腰椎側面のＢＭＤ値との関係を統計学的に検討した結果を発表し、その内容を第48巻に報告している[44]。また、友光ら（川崎医大）は、身長とＢＭＤ値の関係を検討する際に高齢者では身長短縮の補正が必要なことから、棘果長から身長を推定する方法を第54巻に報告している[45]。

体外衝撃波結石破砕術における腎結石の破砕予測に対するＤＸＡ法の応用を、利波ら（富山医薬大）が1993年に発表し、その内容を第52巻に論文として掲載している[46]。

加齢に伴う椎体の退行性変化とＤＸＡによる骨塩定量に関する検討を、1997年に佐藤（日本鋼管病院）が、1999年に諏訪田（はちや整形）がそれぞれ発表している。

小児を対象として検討は、1994年と1995年に計3題認められ、渡辺ら（京都第二日赤）は全身骨の骨塩定量を、埼玉県立小児医療センターの原田と松本は腰椎の骨塩定量についてそれぞれ発表している。

その他の臨床的検討については、人口透析症例（坂野、1993年、安田２題、1994年（大垣市民病院））、ＩＦＮ-α療法症例（谷内、川勝（高槻病院）、1994年）、前立腺癌症例（伊場（帝京大市原病院）、1996年）、ステロイド投与例（松本（埼玉小児医量センター）、1998年）および移植骨症例（矢野（はちや整形）、1998年）に関する発表がそれぞれなされている。

ＤＸＡ装置間および他の定量法との比較については、荒井ら（北海道大医短大）が3種類のＤＸＡ装置の基本性能の比較を1990年に行っている。1998年には宮脇ら（広島県原対協）が、ペンシル・ビームとファン・ビームのＤＸＡ装置の比較を発表している。また、他の定量法との比較については、中山（京都市立病院、1991年）、河本（京都第二日赤、91年）、川勝（高槻病院、1992年）および恵田（埼玉県立小児医療センター、1993年）らがそれぞれ発表している。そして、1998年に友光ら（川崎医大）は、3種類のＤＸＡ装置で得られる腰椎ＢＭＤ値のクロスキャリブレーションを検討し、その結果を第54巻に報告している[47]。

大腿骨近位部の骨塩定量について、5題の発表が認められる。そのうち４題は測定時の位置決めや測定精度の関する発表であり（辻（京都第二日赤）、1990年；相川（山梨医大）、1992年；坂野（大垣市民病院）、1993年；難波（竜操整形）、1995年）、あと１題は大腿骨頸部骨折の閾値に関する発表である（坂野（大垣市民病院）、1994年）。

1992年に中島ら（富士フィルム（株））は、ＣＲシステムによるＤＸＡを発表している。このＣＲ-ＤＸＡについては、叶ら（藤沢市保健医療センター）が1995年に踵骨を測定対象とした発表を行っている。

ＤＸＡ装置に備わっている小動物の測定モードに関する発表は、1993年に愛知医大の高橋が基礎的検討を、戸田が1996年に実際の小動物での測定結果をそれぞれ発表している。

ＤＸＡ装置の線量計測に関する研究は、1997年飯田ら（広島県立保健福祉短大）の出力測定および勝眞ら（奈良県立医大）の被曝線量測定から始まる。1998年には名古屋大の成田と津坂が実効エネルギーとスペクトルの測定をそれぞれ行っている。また、成田は、ファントムに用いる骨塩該当物質の研究を、1997年、1999年および2000年の３度にわたって発表している。さらに、1998年には計測分科会において、「骨塩定量分析装置における線量測定法の現状と問題点」と題して、ＤＸＡ装置の線量測定の問題が取り上げられている。

ｐＤＸＡについては、1988年に友光ら（川崎医大）が本邦で開発されたｐＤＸＡ装置の基礎的検討を発表している。同氏らは1994年に、２種類の躯幹骨用ＤＸＡ装置と1種類のｐＤＸＡ装置における橈骨遠位部のＢＭＤ値について機種間の校正を行い、その結果を第48巻に掲載している[48]。また、1997年には、男性約3,000例、女性約7,000例のデータを用いて、ｐＤＸＡ装置における橈骨遠位部の日本人基準値の設定を試みている。

1989年に天辰ら（宝塚市立病院）は、ｐＤＸＡによる測定結果と、ＱＣＴおよびMDにおける測定結果の比較を行い、0.48～0.73の相関が得られたと発表している。

川勝ら（高槻病院）は、1995年に新たに本邦へ導入されたｐＤＸＡ装置について基礎的および臨床的検討を、松本ら（埼玉小児医療センター）は1996年に躯幹骨用ＤＸＡ装置による踵骨骨塩定量の試みをそれぞれ発表している。

1999年には河野ら（長崎大）が、「ＤＸＡによる踵骨骨密度測定の診断的意義について」と題して第55巻に論文を掲載している[49]。そこでは、ｐＱＣＴを用いた測定部位の検討から臨床的検討まで報告されている。

その他として、1996年に川勝（豊中脳神経外科）は、骨塩定量のシンポジウムにおいて豊富なデータを基にしてＤＸＡの基礎から臨床まで詳しく報告している[50]。また、1999年には本会の国内交流委員会の班報告として「胸・腰椎Ｘ線撮影法と骨塩定量法の基準化。dual-energy X-ray absorptiometry（ＤＸＡ）における骨塩量の標準測定法と装置の基本性能評価法」が第55巻に報告されている[51]。そこでは、日本骨代謝学会から発表されている骨粗鬆症の診断基準が掲載されているのをはじめ、骨塩定量を行う際に必要な情報が数多く提示されている。図2-8-4に、ＤＸＡのデータ解析時のglobal ROI位置および大きさと得られるＢＭＤとの関係を示す。

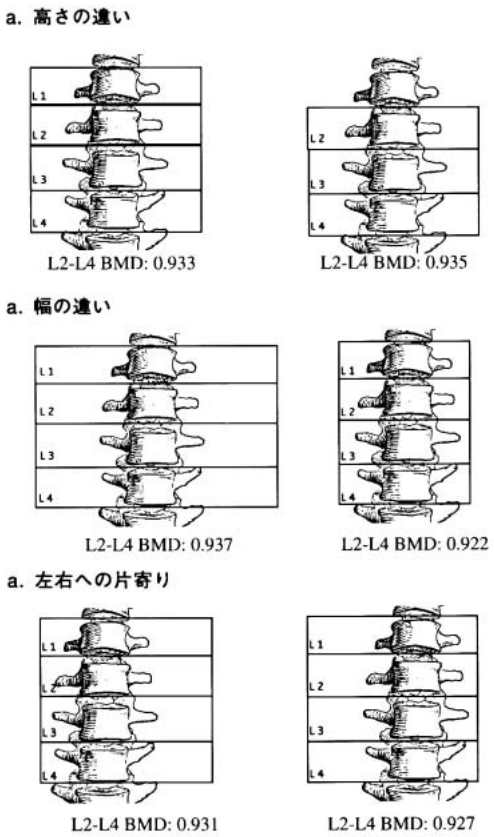


図2-8-4　腰椎ＢＭＤ値に対するGlobal ROIの設定位置もしくはスキャン幅の影響（L2-L4BMD値はQDR-1000、人骨封入ファントムにおける実測例）

d）ＱＣＴ／ｐＱＣＴ

ＱＣＴについて、1979年に漢那ら（大阪医大）は、胸・腰椎のＣＴ値をカルシウム含有量に自動換算する試みを、1981年に安藤ら（信州大）はＣＴによる頭蓋骨の骨塩定量の試みをそれぞれ発表している。これらは正しくはＱＣＴとはいえないが、概念的にはＱＣＴ研究の始まりといえる。

骨量ファントムを用いたＳＥ-ＱＣＴの発表は、1983年の鈴木ら（北里大）から始まる。彼らは、ファントムとして骨塩該当物質にリン酸カルシウムが採用されたものを使用し、透析患者の大腿骨骨幹部の定量を行っている。

1986年に諸澄ら（埼玉県立小児医療センター）は、「骨量ファントムを用いた骨塩量の定量測定」と題して、市販された基準ファントム（骨塩該当物質：リン酸カルシウム、商品名：Ｂ-ＭＡＳ）を使用したＳＥ-ＱＣＴ法の論文を第42巻に報告している[52]。

Ｂ-ＭＡＳを用いたＳＥ-ＱＣＴに関する研究としては、熊谷ら（富山医薬大、1987年）はＤＥ-ＱＣＴとの比較を、高橋ら（愛知医大、1987年）はファントムの密着の検討、坂本ら（北里大東病院、1988年）は被験者の体格とファントムの密着度、安達ら（朝日町立泊病院、1988年）は日本人基準値の設定の試みを、小川ら（東海大、1989年）は種々の基礎的検討、若松ら（道都病院、1994年）は腰椎皮質骨量測定の結果をそれぞれ発表している。

1988年に尾嵜ら（東芝メディカル）は、ＱＣＴでは海綿骨中の骨髄脂肪が測定値に影響することに着目し、ＭＲＩを用いて脂肪量を計測することによって測定精度が向上したことを発表している。

1990年に成嶋ら（北里大）が、1992年に若松ら（道都病院）が、それぞれＣＴ装置に附属しているファントムを用いたＳＥ-ＱＣＴ法について発表している。

ＳＥ-ＱＣＴの精度に影響する因子の1つであるファントムの素材について、1990年に佐藤ら（福島県立医大）が、1991年に立平ら（北里大）がそれぞれ発表している。そこでは、骨髄脂肪の影響や骨塩該当物質としてはハイドロキシアパタイトの使用が望まれることなどを指摘している。

1991年に石森ら（福井医大）は、ＳＥ-ＱＣＴにおいて測定対象である腰椎でのＲＯＩ設定方法について論じており、120kvと80kVの2つの画像のサブトラクション像に閾値による自動ＲＯＩ設定する方法を開発したと報告している。また、同氏らは本内容を1992年に論文として第46巻に報告している[53]。

ＤＥ-ＱＣＴの研究については、1987年に増田ら（埼玉県立小児医療センター）が発表した、1回のスキャンで2つのエネルギーの異なるデータが取得可能なRapid KV Switching法（ＲＫＳ法）の骨塩定量への応用が最初である。その後、彼らのグループは、ＲＫＳ法による骨塩定量に関する研究を1989年までに計６題発表している。それらは、基礎的な検討に始まり、ステロイド骨粗

鬆症への応用、小児期の骨塩量の推移、骨代謝マーカーとＱＣＴ値の関連、ビーグル犬を対象とした石灰化カルシウム量とＱＣＴ値の比較および４種類のファントムでのＳＥ-ＱＣＴとの比較など、多岐にわたっている。

1995年に田中ら（神奈川県予防医学協会）は、ｐＱＣＴについて初めて発表している。伊東（長崎大、1996年）は、シンポジウムにおいてＱＣＴ、ｐＱＣＴおよびマイクロＣＴについて、基礎から臨床まで幅広い内容を報告している[54]。表2-8-2に、ＱＣＴにおける相対感度，精密度，正確度，検査時間および被曝線量を他の骨塩定量法と比較した結果を示す。

中村ら（兵庫医大、1997年） は、従来のpＱＣＴ装置では前腕骨が主たる測定部位であったが、大腿骨頸部の定量が可能なpＱＣＴ装置の基礎的検討を行い、その有用性を発表している。

ｅ）ＱＵＳ

ＱＵＳについて1994年に２題の研究発表があり、ともに踵骨を測定対象としたウエット型装置の使用経験である（小圷ら（千葉県こども病院）、木村ら（愛媛県厚生連））。

1996年には骨塩定量のシンポジウムにおいて増田（滋賀医大）が、ＱＵＳを中心として踵骨の骨塩定量法を報告している[55]。そこでは、ＱＵＳのほかにＳＸＡとＣＲ-ＤＸＡについて、それぞれの特徴、装置の校正方法および臨床データ（骨塩量の年齢分布）について詳細な検討が行われている。

星名ら（日本大）は、ＳＸＡとＱＵＳのハイブリッド型装置を使用して、1997年と1998年に青年期の踵骨骨塩量に関する検討を発表している。

ｆ）形態と構造の解析

形態と構造の解析については、1990年に石田ら（大阪中央病院）が、腰椎側面Ｘ線像を試料としてスペクトル解析（高速フーリエ変換法、最大エントロピー法）を行うことにより骨梁分布状態の定量化を試みている。さらに、第2報（1990年）ではＲＭＳと１次モーメントを用いた解析を、第３報（1991年）では多数の臨床例での検討を、また1992年にはフラクタル解析の応用をそれぞれ発表している。そして、スペクトル解析の結果をまとめて第47巻に論文として報告している[56]。この論文は、骨の形態と構造の解析分野における世界の動向に互するものであり、本会の瀬木賞を受賞している。

1991年に早川ら（東海大）は、腰椎海綿骨部のＣＴ像を試料として1次モーメントを算出し、ＱＣＴによるＢＭＤ値と負の相関性が得られることを発表している。

1997年と1998年に谷口ら（昭和大）は、大腿骨近位部のＸ線像を試料として、主抗圧骨梁数を肉眼で計数する簡便な骨塩量推定法を発表している。その結果、ＤＸＡによるＢＭＤと良好な相関性（ｒ＝0.89）が得られ、定量評価が可能の方法であると結論している。

2000年に河野ら（長崎済生会病院）は、摘出された腸

Table Comparison of bone densitomelry techniques（modilied from the article by Genanl HK et al. Radiology 170:817-822,1989）

Techniques	Relative Sensitivity*	Precision* (%)	Accuracy* (%)	Duration of examinaition (min)	Absorbed Dose (μSv)	Note
Standard technique						
SPA	1x	2-3	5	15	100	
DPA	2x	2-4	4-10	20-40	50	
OCT	3-4x	2-5	5-20	10-20	1000-10000	
Newer developments rectilinear SPA	2x	1-2	5	10-20	50-100	
DXA	2x	1-2	3-5	5	10-30	Using fan-beam,scan speed has increased while large radiation dose is required.
OCT-A*	3-4x	1-2	5-10	10	1000-3000	The better reproducibility and less radiation dose were achieved by the improvement of hardware and software of CT system.

OCT-A*：OCT with advanced software and hardware capabities

relative sensitivity*：the capacity to readily separae an abnormal palient or population from a normal population,or allematively to readly detect serial changes over lime in a patient or a population.

precisio*：the longludinal reproducibiliy in serial studies.generally expressed as the standard error of the eslimate of the linear regression of measured bone density versus time.

accuracy*：the reliability that the measured value reflects acutal mineral content,generally expressed as the standard error of the eslimate of the linear regression of measured bone density versus true calcium content.

1997年４月

表2-8-2

骨を試料としてマイクロＣＴによる超高分解能を有した３次元画像を取得して、有限要素法による力学特性を検討したup-dateな発表を行っている。

北山ら（川崎医大）は、第56巻のＣＡＤ技術論文特集号において、骨梁の画像解析について報告している[57]。そこでは、腰椎側面および踵骨側面のＸ線像を試料に用いて、解析の前処理としての露光量変換と背景トレンド処理、解析法として１次モーメントとフラクタル解析をデータに基づいて詳述されている。図2-8-5に、骨梁の構造解析法として同氏らが開発した縦走する骨梁数を計数する方法の基となる、腰椎の骨梁像と得られる濃度分布を示す。

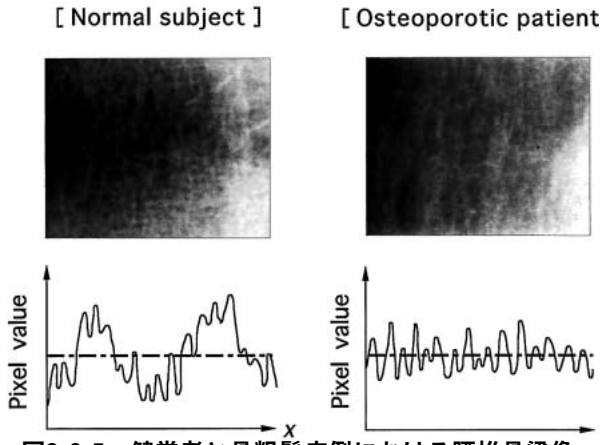


図2-8-5　健常者と骨粗鬆症例における腰椎骨梁像の濃度分布の比較

iv）おわりに

骨塩定量は、ＱＵＳ以外は放射線を用いる検査法ではあるが、整形外科あるいは内分泌内科から発達した検査である。したがって、本学会での発表は、ＤＸＡ装置の普及に伴って放射線科の関与が増大するまで極めて少なかった。また、ＱＵＳのように現在でも放射線科の関与が少ない定量法では、世界もしくは日本での動向から若干の遅れがみられる。

このように、本学会での発表は、放射線科の関与もしくは新しい装置の開発に少なからず依存しているのが実状である。今後、この分野の研究の歴史を形成するためには、これらに依存しない新しい発想や視点が必要と考える。

［文献・資料］

１）Kanis JA, Melton LJIII, Christiansen C, et al: The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res 9: 1137-1141,（1994）

２）Garnett ES, Kannett TJ, Kenyon DB, et al: A photon scattering technique for the measurement of absolute bone density in man. Radiol 106: 209-212,（1973）

３）Majumdar S, Genant HK: In vivo relationship between marrow relaxation T*2 and trabecular bone density using a chemical shift selective asymmetric spin-echo sequence. J Magn Res Imaging 2: 209-219,（1992）

４）Anderson J, Osborn SB, Tomlison RWS, et al: Neutron activation analysis in man in vivo. Lancet 2: 1201-1203,（1964）

５）Mack PB, O'Brien AT, Smith JM, et al: A method for estimating the degree of mineralization of bones from tracing of roentgenograms. Science 89: 467,（1939）

６）Virtama P, Mahonen H: Thickness of cortical layer as an estimate of mineral content of human finger bones. Br J Radiol 33: 60-62,（1960）

７）Colbert C, Garret C: Photodensitometry of bone roentgenograms with an on-computer. Clin Orthop 65: 39-45,（1969）

８）斉藤　浩，中村隆一：Ｘ線写真からの定量法－Microdensitometerによる－．整会誌48：479-486,（1974）

９）井上哲郎，串田一博，宮本繁仁，他：Ｘ線像による骨萎縮度判定の試み．骨代謝13：187-195,（1980）

10）林　泰史,山本吉蔵：ＤＩＰ法，骨ミネラル測定と骨粗鬆症，森田陸司編，pp43-47，メディカルレビュー社，大阪,（1989）

11）Tagami T, Takeda K, Sakuma H, et al: Quantitative assessment of mineral content in metacarpal bone with Fuji computed radiography. Nippon Acta Radiologica 50: 512-518,（1990）

12）松本千鶴夫，串田一博，折茂　肇，他：新しく開発した手部Ｘ線骨密度測定装置とその基本性能．医学の歩み 156：741-742,（1991）

13）Cosman F, Herrington B, Himmelstein S, et al: Ragiographic absorptiometry: A simple method for determination of bone mass. Osteoporosis Int 2：34-38,（1991）

14）Trouerbach WT, Birkenhager JC, Collette BJA, et al: A study on the phalanx bone mineral content in 273 normal pre- and post-menopausal females（transverse study of age-depedent bone loss）. J Bone Miner Res 3：52-62,（1987）

15）Trouerbach WT, Birkenh_ger JC, Schmitz PIM, et al: A cross-sectional study of age-related loss of mineral content of phalangeal bone in men and women. Skeletal Radiol, 17:338-343,（1987）

16）Cameron JR, Sorenson J: Measurement of bone mineral in vivo. An improved method. Science 142:230-236,（1963）

17）Reed GW: The assessment of bone mineral ization from the relative transmision of 241-Am and 137-Cs radiation. Phys Med Biol 11:174,（1966）

18）Mazess RB, Ort M, Judy P, et al: Absorptiometric bone mineral determination using 153-Gd. In Proceedings of Bone Measurement Conference, Camron JR ed., US Atomic

Energy Commission, pp308-312,（1970）
19）友光達志，福永仁夫，大塚信昭，他：ガンマ・カメラによるDual Photon absorptiometry装置の開発．核医学　23：499-503,（1986）
20）Stein JA, Lazewastsky JL, Hochberg AM: Dual energy X-ray bone densitometer incorporating an internal reference system. Radiol 165: 313,（1987）
21）Fukunaga M, Tomomitsu T, S Ono, et al: Determination of vertebral bone mineral density with new dual energy X-ray absorptiometry using multiple detectors: fundamental studies. Radiation Med 10：9-43,（1992）
22）Svensen OL, Haarbo J, Heitmann BL, et al: Measurement of body fat in elderly subjects by dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and anthropometry. Am J Clin Nutr 53: 1117-1123,（1991）
23）Steiger P, Cummings SR, Genant HK, et al: Morphometric X-ray absorptiometry of the spine, correlation in vivo with morphometric radiography. Osteoporosis Int 4: 238-244,（1994）
24）友光達志，福永仁夫，大塚信昭，他:X線を用いた末梢骨を測定対象とする二重光子吸収測定装置による骨塩量測定の臨床的有用性－単一光子吸収測定装置との比較－. RADIOISOTOPES　37：521-524,（1988）
25）Yamada M, Ito M, Hayashi K, et al: Calcaneus as a site for assessment of bone mineral density ：evaluation in cadavers and healthy volunteers. Am J Roentgenol 161：621-627,（1993）
26）Ischerwood I, Rutherford RA, Pullan BR, et al: Bone mineral estimation by computer-assisted transverse axial tomography. Lancet 2: 712-715,（1976）
27）Genant Hk, Cann CE, Ettinger B, et al: Quantitative computed tomography of vertebral spongiosa, a sensitive method for detecting early bone loss after oophorectomy. Ann Intern Med 97: 699-705,（1982）
28）福永仁夫，大塚信昭，曽根照喜，他：脊椎骨Phantomを使用したCT Scanによる第３腰椎海綿骨の骨塩量測定法．日医放会誌46：659-664,（1986）
29）Reners C, Arnold B, Brust AS, et al: Precision of bone mineral measurement with the QCT scanner Stratec XCT-960. J Nucl Med 31（suppl）：S856,（1990）
30）Engelke K, Graeff W, Meiss L, et al: High spatial resolution imaging of bone mineral using computed microtomography. Comparison with microradiography and undecalcified histologic sections. Invest Radiol 28: 341-349,（1993）
31）Langton CM, Palmer SB, Porter RW: The measurement of broad band ultrasonic attenuation in cancellous bone. Eng Med 3: 89-91,（1984）
32）Roux C, Fournier B, Laugier P, et al: Broadband ultrasound attenuation imaging: a new imaging method in osteoporosis. J Bone Miner Res 11：1112-1118,（1996）
33）Lynch JA, Hawkes DJ, Buckland-Wright JC: Analysis of texture in macroradiographs of osteoarthritic knees using the fractal signatute. Phys Med Biol 36: 709-722,（1991）
34）Ruttman UE, Webber RL, Hazelrig JB: Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone, A possible diagnostic indicator of osteoporosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74: 98-110,（1992）
35）Caligiuri P, Giger ML, Favus MJ, et al: Computerized radiographic analysis of osteoporosis：preliminary evaluation. Radiol 186: 471-474,（1993）
36）Engelke K, Song SM, Gluer CG, et al: A digital model of trabecular bone. K Bone Miner Res 11: 480-489,（1996）
37）Chung HW, Wehli FW, William JL, et al: Three-dimensional nuclear magnetic resonance microimaging of trabecular bone. J Bone Miner Res 10: 1452-1461,（1995）
38）Van Reitbergen B, Majumdar S, Pistoia W, et al: Assessment of cancellous bone mechanical properties from micro-FE models based on micro-CT, pQCT and MR images. Technol Health Care 6: 3-420,（1998）
39）仲川順二：Ｘ線写真濃度計による骨塩定量測定の試み．日放技学誌40：385-389,（1984）
40）真田泰三：第52回総会学術大会シンポジウムⅡ，骨塩定量，3. photodensito metry．日放技学誌43：493-497,（1997）
41）友光達志，柳元真一，人見　剛，他：single photon absorptiometryによる橈骨骨塩定量測定一骨塩量の新しい指標－．日放技学誌44：745-749,（1988）
42）友光達志，柳元真一，成廣直正，他：Dual photon absorptiometry（ＤＰＡ）装置におけるSpill-over効果の補正．日放技学誌43：667-671,（1987）
43）Tomomitsu T, Fukunaga M, Otsuka N, et al: Funadamental performance of a dual energy X-ray absorptiometric system using multiple detectors and a fan beam. Jpn J Radiological Tecnol 48: 1836-1840,（1992）
44）加藤　洋，安部真治，小倉 泉，他：高齢者の骨塩量変動に対する身体的諸因子．日放技学誌48：2052-2058,（1994）
45）友光達志，柳元真一，三村浩朗，他：中・高年女性の骨密度と体格指標との関係一棘果長から算出された推定身長と推定body mass indexによる検討一．日放技学誌54：249-253,（1998）
46）利波修一，稲垣昌一，安井正一，他：体外衝撃波結石破砕術（ＥＳＷＬ）による腎結石の破砕予測に関する基礎的検討－ＤＥＸＡ法による腎結石ミネラル含有量の評価一．放技学誌 52：351-356,（1996）
47）友光達志，柳元真一，三村浩朗，他：dual-energy X-ray absorptiometry（ＤＸＡ）装置間における腰椎骨密度のクロス・キャリブレーションの基礎的検討．日放技学誌54：505-510,（1998）
48）友光達志，柳元真一，三村浩朗，他：Dual-energy X-ray Absorptiometry（ＤＸＡ）装置間の骨密度値の構成一橈骨遠位部の骨密度について－．日放技学誌50：505-510,（1994）
49）河野　順，中田朋子，伊藤昌子：dual energy X-ray

absorptiometryによる踵骨骨密度の診断的意義について．日放技学誌55：700-707，（1999）
50）川勝　充：第52回総会学術大会シンポジウムⅡ，骨塩定量，2. ＤＥＸＡ法による骨塩量測定の問題点．日放技学誌53：489-493，（1997）
51）友光達志，川勝 充,北山 彰，他：学術委員会班報告.胸・腰椎Ｘ線撮影法と骨塩定量法の基準化－dual-energy x-ray absorptiometry（ＤＸＡ）における骨塩定量の標準定量法と装置の基本性能評価法－．日放技学誌55：165-187，（1999）
52）諸澄邦彦，増田和浩，佐藤龍一郎，他：骨量ファントムを用いた骨塩量の定量測定．日放技学誌42：998-1000，（1986）
53）石森佳幸，杉本勝也，小室裕冉，他：ＱＣＴの定量性向上への工夫－不整形な部分の骨塩定量を対象とするために－．日放技学誌48：1692-1697，（1992）
54）伊東昌子：第52回総会学術大会シンポジウムⅡ，骨塩定量，1. 定量的コンピュータ断層撮影法（ＱＣＴ）・末梢骨ＱＣＴ（ｐＱＣＴ）：日放技学誌53：485-489，（1997）
55）増田一孝：第52回総会学術大会シンポジウムⅡ，骨塩定量，4. 踵骨骨測定の有用性．日放技学誌53：501-504，（1997）
56）滝川　厚，石田隆行，山下一也，他：骨梁像のスペクトル解析－基礎実験とシミュレーション－．日放技学誌47：1659-1669，（1991）
57）北山 彰，板谷道信，友光達志，他：骨量の画像解析．日放技学誌56：460-471，（2000）

2.9　核医学検査技術

2.9.1　体外計測技術

１）はじめに

1896年にBecquerelにより、ウラン塩（硫酸ウラニルカリウム）がＸ線と同様に蛍光作用を持つ透過性放射線像を放出することを発見した。この光線はベクレル線と呼ばれ、のちにCurie夫人がこの現象を放射能と名付けた。そして1903年にベクレルはキュリー夫妻とともにノーベル物理学賞を受けている。

核医学の事実上の出発点はラジウムにある。1926年、核医学の父と言われるアメリカのBlumgartは、人間の肺循環時間の測定を試み、そのために用いる物質として彼が選んだのは“ラジウムＣ”である。極微量のラジウムＣを患者の右肘静脈に注射し、左腕部にあてた検出器で放射能が検出されるまでの時間を測ったのである。

1951年、わが国に^{131}Ｉが輸入されるようになり、甲状腺摂取率測定や甲状腺機能亢進症の治療に^{131}Ｉが用いられるようになった。これがわが国でのin vivo核医学の始まりである。そして、50年間にわたる核医学検査の進歩と本学会の活動を重ね合わせて見たとき、その歩調がすばらしく一致することがうかがえる（表2-9-1）。

年代	総会	学会核医学関連シンポジウムの開催	核医学機器と検査技術	放射性医薬品
1946	2			原子炉ＲＩ供給
1948	4		心放射図	
1951	7		Cassen：シンチスキャナーの開発	^{131}Ｉの輸入
1954	10		肝スキャン	
1957	13		国産シンチスキャナーの発売	
1958	14		Anger：シンチカメラの開発	^{198}Au-colloid
1959	15			^{131}Ｉ-OIH
1961	17		レノグラム検査装置発売	^{75}Se-メチオニン
1963	19		オートフルオロスコ-プ	
1965	21			^{99}Mo-^{99m}Tc-ジェネレータ
1967	23		シンチカメラの輸入	
1971	27		心電同期収集の試み	^{18}F，^{111}In ^{99m}Tc-リン酸化合物
1973	29		トモ・カメラの輸入	^{123}Ｉ
1975	31		ＰＥＴ装置の開発	^{201}Tl
1976	32	ラジオアイソトープによる動態機能検査の技術的諸問題	PHO/CONの輸入	
1977	33			^{18}F-FDG，^{81m}Kr-ジェネレータ
1979	35			^{123}Ｉ-OIH
1980	36		ＳＰＥＣＴ装置の開発	^{131}Ｉ-MIBG，^{123}Ｉ-IMP
1981	37	ＲＩ画像構成とその評価	ＰＥＴカメラ国立中野病院へ	^{99m}Tc-心筋製剤
1982	38		２検出器対向シンチカメラ	
1983	39	ＥＣＴ画像とその性能評価		^{11}Ｃ-メチルスピペロン
1985	41	核医学イメージング技術の標準化		
1986	42			^{123}Ｉ-MIBG，^{9m}Tc-HMPAO
1987	43	核医学の今後はどう変化するか		
1989	45	脳神経核医学検査の技術的諸問題	３検出器シンチカメラの開発	
1991	47	核医学情報の管理と通信システム	散乱線除去装置（ＥＷＡ法）	
1992	48			^{123}Ｉ-BMIPP
1993	49		散乱線補正装置（ＴＥＷ法）	^{99m}Tc-MIBI
1994	50	心疾患における核医学技術の貢献と問題点	シンチカメラ検出器のディジタル化	^{99m}Tc-ECD
1995	51		２検出器同時計数回路	
1997	53	ＳＰＥＣＴ装置の進歩と技術的問題点	半導体検出器を用いたシンチカメラ	
1999	55	「吸収補正、その未来はあるか？」21世紀への展開を模索する		

表2-9-1　核医学の発展と学会活動との年別推移

２）検査装置

i）シンチスキャナー

1951年Cassenらによってシンチスキャナーが開発され、わが国でも1957年島津製作所からNaI（Tl）結晶を用いたシンチスキャナーが製品として発売されるようになった（図2-9-1）。

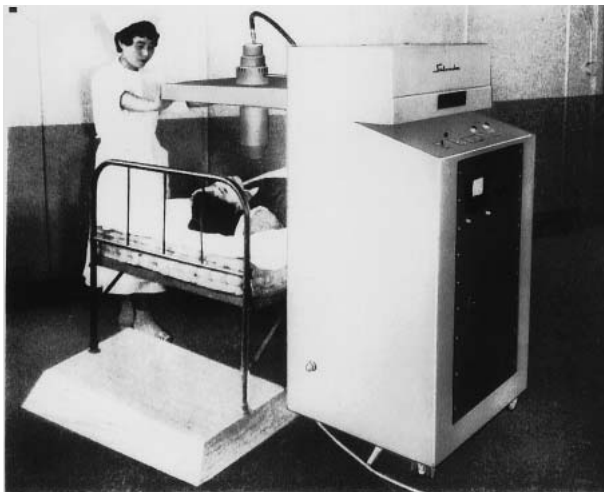


図2-9-1　わが国で開発された初期のシンチスキャナー

ａ）検出器の形状

初期の検出器の形状は１／２インチ径のNaI（Tl）クリスタルであったが、感度を向上させる目的で、３インチや５インチの検出器が用いられるようになった。その後、対向５インチスキャナーが島津製作所で開発され、その機構について渡理ら（東京医科歯科大）が発表している（第23回総会）。

その後、１検出器から、検出器を対向させた２検出器のスキャナーが開発され、その試作品についての紹介を戸田ら（島津製作所）が行った。

ｂ）スキャン方式

①線スキャン

線スキャンは体内のＲＩ分布を体軸方向にスキャンする方法で、全身の分布を定量的に観察できるため甲状腺癌患者の全身分布を把握する方法として用いられた。線スキャンに関する検討として三島（名古屋大）らにより発表されている（第22回、第23回総会）。

②全身スキャン

当時シンチカメラの検出部を駆動する方式がなかったため、シンチスキャナーを使って全身をスキャンする方法がとられた（図2-9-2）。しかし、全身をスキャンすると、およそ１時間を費やしたため、上柳ら（島津製作所）は時間を節約するため全身スキャナーのプログラムスキャンを考案し発表した（第28回総会）。

ｃ）記録方式

①ドットスキャン方式

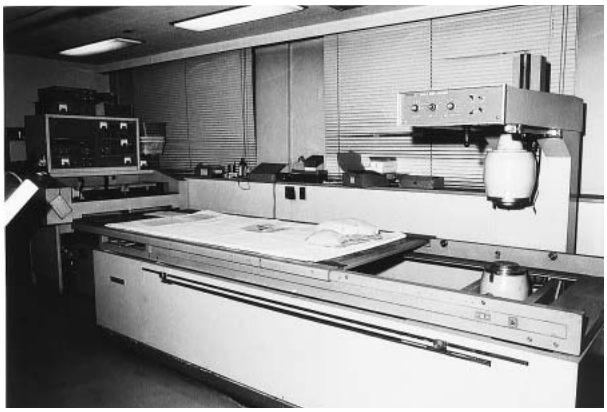


図2-9-2　5インチ対向型の全身スキャナー

シンチグラムの記録方式として初期に開発されたもので、記録用紙にカーボン紙を挟みその上から計数値に応じてピンで打点することによって画像が得られる。１ピンのシングルドットから４ピンのマルチドット方式があり。家永ら（熊本大）が記録上の最適条件について発表した（第29回総会）。

②カラースキャン方式

基本的にはドットスキャン方式をとるが、カラーリボンを使用して計数率毎に段階的に色分けして記録する方式である。沢田ら（豊橋市民病院）は、はじめてカラーシンチグラムの考察を行い（第19回総会）、高橋ら（国立善通寺病院）は技術的諸問題について発表している（第23回総会）。

③フォトスキャン方式

記録ヘッドとスキャナーヘッドを同期させ、暗箱内で記録ヘッドのネオンランプを発光させることにより、Ｘ線フィルム上にシンチグラムを記録させる方式である。シンチスキャナーの記録方式として、最後まで使用されることになった。松平ら（金沢大）（第23回総会）や鈴木ら（仙台鉄道病院）（第26回総会）は、フォトスキャンに関する基礎的な発表を行っている。その後、多孔式アパーチャーを持ったヘッドでフォトシンチグラムを得る方式について有馬ら（千葉大）が発表している（第29回総会）。

ｄ）性能評価

田村（秋田県立中央病院）らはシンチスキャナーを臨床応用する場合の最適な収集条件について検討し、肝臓の腫瘍径が25mm以上で厚さは臓器の1／3〜1／2以上でなければ検出不可能であることを報告した（20巻４号）。

また測定専門委員会から、シンチスキャニング技術に一定の標準を設けることを目的に、現状の調査を行いその概要について報告されている（28巻４号）。また、ＲＩ専門委員会[2)]では、フォトシンチグラフィの記録表示に関する標準化を行っている。

ii）シンチカメラ

シンチカメラの原理は1952年にAngerによって世界で初めて開発された。しかし現在の原型となるアンガー型シンチカメラが開発されるのは、それから６年後の1958年である。４インチ径で厚さ１／４インチのNaI（Tl）クリスタルに７本の光電子増倍管を用いたものであった。さてわが国の病院でシンチカメラが用いられるようになったのは、1967年に大阪労災病院にNuclear Chicago製のシンチカメラが輸入されてからである（図2-9-3）。

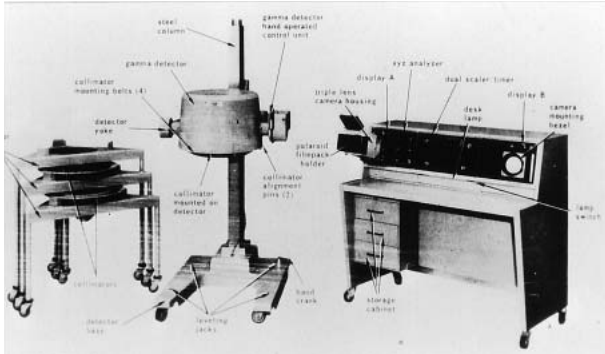


図2-9-3　わが国に初めて輸入されたシンチカメラ

ａ）初期のシンチカメラ

国内での使用が初めてとなるPHO/GAMMAⅢシンチカメラ（Nuclear Chicago社製）の性能について明妻ら（千葉大）が発表している（第24回総会）。またPicker社製シンチカメラ（ダイナカメラ）の性能について大谷ら（東京女子医大）が発表している（第26回総会）。一方、国産のシンチカメラの製造も始められ、平野ら（国立国府台病院）は東芝社製GCA-101型の1号機の性能について発表している（第26回総会）。

ｂ）コリメータの種類と評価

①ダイバージングコリメータ

初期のシンチカメラの視野が25cmと狭かったために、全肺野をカバーするのが難しかった。そこで放散状に作られたコリメータ孔を持たせることにより、視野以上の範囲を覆うことができる。桐村ら（国立東京第二病院）は、ダイバージングコリメータの使用経験について報告している（27巻５号）。

②コンバージングコリメータ

ダイバージングコリメータとは反対に、コリメータ孔が収束するコリメータが市販されるようになった。

荒川ら（順天堂大）は、コンバージングコリメータの使用経験について発表した（第33回総会）。このコリメータは、摂取率の良くない場合や部分的に拡大する場合に有効であると発表している。

③ピンホールコリメータ

ピンホールコリメータは、甲状腺のような小臓器に対して拡大収集すると、分解能が向上するため良く用いられた。一方、コリメータ面と被写体間距離を長くすることにより、広範囲視野の収集が可能となる。小川ら（北海道大）は視野直径90cmまでの収集が可能であったと発表した（第31回総会）

④７-ピンホールコリメータ

1978年、Vogelらによってコリメータの周囲６個と中心に１個のピンホール（5.5mm径）をもつコリメータが開発された。

わが国でも1980年に、橋詰ら（大阪府立成人病センター）は試作の７-ピンホールコリメータで、使用経験を発表している（第36回総会）。

三木ら（大阪大）や山田ら（国立循環器病センター）から、このコリメータに関する基礎的検討や臨床応用について発表があり、従来の高分解能コリメータと比較して検出能に差がないが前壁、下壁の梗塞に有効であったと発表している（第37回総会）。

⑤バイラテラールコリメータ

ＣＭＳ社から30°Bilateral collimatorが販売された。このコリメータの孔は中心から両側に30°の傾斜を持つため、一度に2方向からの撮像が可能であり、心プールシンチグラフィ用として提案された。香川ら（国立循環器病センター）はこのコリメータの臨床評価について発表している（第37回総会）。性能的には平行多孔型コリメータに劣るが、同時に2方向撮像が可能であることから負荷ＲＩ-Angioに有用であると報告している。

ｃ）全身用シンチカメラ

1971年になって、シンチカメラも従来のスポット撮像にとどまらず全身画像が得られるようになった。当時、全身像はシンチスキャナーで行なわれていたが、検出器あるいは寝台を移動することにより、シンチカメラでも全身がスキャン出来るようになった。

松平ら（金沢大）は、全身イメージング装置の空間分解能、均等性、直線性などの性能と有用性について発表している（第30回総会）。その後多くの施設から全身シンチカメラについての使用経験の発表がなされた。

ｄ）大視野シンチカメラ

1972年には、従来の小視野（有効視野25cmφ）のシンチカメラから大視野（有効視野35cmφ）シンチカメラが導入された。検出器の径が広くなったために、光電子増倍管の数も多くなり37本のものから61本のものまであった。当然それに伴ない性能も向上した。

上柳ら（島津製作所）は有効視野360mmの大口径カメラの性能について発表した（第30回総会）。池田ら（大阪市大）はOhio Nuclear製Σ410Sの性能について

（第34回総会）、また、北野ら（三重大）は東芝製大口径ガンマカメラ（GCA-401-5）の構成・特徴・基本性能について発表している（第37回総会）。

1985年代に入ると対向型２検出器シンチカメラが開発され、その使用経験についての多くの学会発表がなされるようになった。

1965年から20年間でシンチカメラの性能が格段に良くなり、固有分解能（FWHM）で16mmから3.8mmまでに向上した（図2-9-4）。

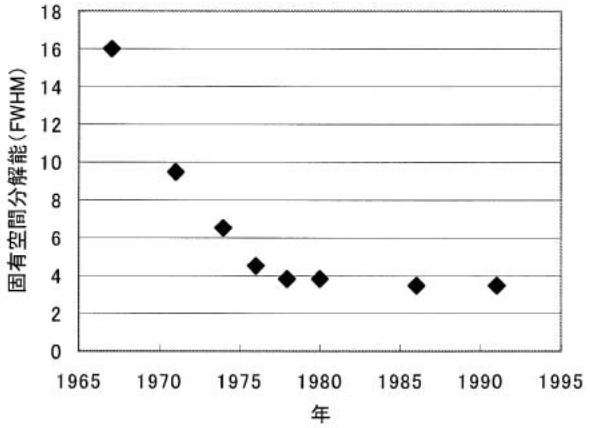


図2-9-4　シンチカメラの固有分解能の年代推移

ｅ）断層シンチカメラ

1973年Nuclear Chicago社からシンチカメラのコリメータ面を回転することにより断層像を得る装置が（TOMO-CAMERA）発売され、その使用経験について依田ら（北里大）が発表した（第29回総会）。

Searle Graphic社から小型のシンチカメラをシンチスキャナーと同様に走査することにより、一度に6前額面断層像が得られる装置（PHO/CON）を発売した。1976年に東京慈恵会医科大に導入され、装置の性能について鴨原ら（東京慈恵会医科大）が発表した（第33回総会）。

ｆ）均一性、直線性補正回路

シンチカメラはNaI（Tl）クリスタルとＰＭＴ（光電子増倍管）の組合せで構成されているが、大視野になるにつれてＰＭＴの数も多くなり、それに伴なって均一性を補正するのが難しくなってくる。そこでメーカ各社が補正回路を組み込むようになった。

貴志ら（島津製作所）はLFOVカメラに均一性と直線性の補正を行うZLC機構を組込んだ装置について、その性能が従来の装置に比較して格段に向上したと発表した（第38回総会）。

ｇ）散乱線除去

1991年、シンチカメラに散乱線除去を備えた装置が発売になった。この装置はEWA（Energy Weight Acquisition）と呼ばれSiemens社製のZLC-7500に備付けて使用する。処理方法はBlack Box化されているが、その使用経験について下西ら（大阪市立大）や大森ら（阪大）が発表した（第47回総会）。

1993年、新しい散乱補正法としてTriple Energy Window（TEW）法が開発され東芝の装置に組込まれるようになった。この方法はMain Windowを24％に設定し、その両側に3keVのSub Windowを設定して散乱成分を近似した後、Main Windowから引算する方法で、複雑な処理がないため簡単に散乱補正が可能となる。翌年本学会でも散乱補正に関する演題が多数あった。また、核医学分科会でもミニシンポジウム「散乱線除去（TEW）を検証する」と題して理論から臨床経験について討論が行なわれた（第50回総会）。

ｈ）ディジタルカメラ

核医学画像は本来ディジタル信号であるが、Ｘ-Ｙの位置信号はアナログ信号として位置計算回路に送られていた。それをA/D変換してディジタル信号にすることにより、従来から行っていた均一性や画像歪の補正が容易となることから、各社がディジタルカメラを製品化し発売するようになった。

友光ら（川崎医大）は日立製ディジタルカメラ（Gamma View D）の基本性能と臨床画像について、従来のアナログカメラと比較し発表した（第41回総会）。

ｉ）画像記録と評価

シンチカメラが普及するにつれ、収集と記録表示をどのようにするかの標準化が求められるようになった。1979年の第6回放射線技術シンポジウムで、「シンチカメラ画像に関する諸問題」と題して、浜田ら（大阪市大）は濃度と情報密度について2000cts／cm^{2}以上が望ましいことを、また松本ら（熊本大）は計数密度に応じた適正なコリメータの選択が必要であることを述べた。その後1981年の第37回総会のシンポジウムでは「ＲＩ画像構成とその評価」で浜田らはイメージサイズの違いによって画質が変化するため、出力のサイズは６ッ切６分割が最も良いことを発表した。

核医学画像がディジタル化されるにつれ、画像の計算処理が盛んに行なわれるようになった。特に大西ら（滋賀医大）はPower Spectrumを用いたＲＩ画像の解析を行い、一概にカウント数だけでは評価せずPower Spectrumで信号成分とノイズ成分とに分けて評価すべきであると発表した（第42回総会）。また、池田ら（大阪市大）はＲＩ画像をテクスチャ解析することにより、特徴抽出することが可能であると発表した（第42回総会）。

ディジタルカメラを臨床で使用する場合、最適な収集マトリックスサイズの選択が重要となる。中村ら（神奈

川県立がんセンター）は検査部位と目的に応じた選択を視覚評価で行い発表した（第42回総会）。

ｊ）性能検査法

核医学イメージング装置特にシンチカメラが各施設に導入されるようになり、その性能評価や日常点検の基準作りが必要とされるようになった。日本放射線機器工業会と本学会JIS・IEC委員会とで、「ガンマカメラの性能測定法と表示法」（JESRA X-51）の基準を出し製造業者だけでなく広くユーザにも利用してもらうべく、学会誌に測定法の詳細について紹介した[10]。

iii）全身計測装置

体内の微量放射能量を測定する目的に設計された装置で、ヒュマンカウンターあるいはホールボディカウンターと呼ばれている。

笠原ら（常滑市民病院）は、臨床医学利用を目的に２個のNaI（Tl）を対向させ、簡易トンネル型鉄シールドを有する全身計数装置を試作したので、その性能試験結果について発表した（第29回総会）。

古松ら（京大）は、ホールボディカウンターを用いた全身カリウム量の測定法と臨床的使用について発表している（第29回総会）。

iv）摂取率測定装置

単一の検出器を目的とする臓器に当て、投与直後から経時的に放射能量を測定したり、ある時間での集積率を求める装置である。

甲状腺機能測定として、河原ら（徳島大）から、131Ｉ甲状腺機能検査に摂取率測定装置を用いた測定法についての発表がある（第22回総会）。その他、安藤（東京逓信病院）らから基礎代謝の結果との統計的考察を交えて発表されている（第24回総会）。

肝機能測定への応用として、春田ら（長崎大）が発表している（第29回総会）。

v）ＳＰＥＣＴ装置

核医学画像に横断断層技術が取り入れられたのは、1963年Kuhlらにより開発されたMarkⅠ～Ⅳはあまりにも有名である。そして、1972年にHounsfieldらにより開発されたＸ線ＣＴ（ＥＭＩスキャナーと呼ばれた）は、コンピュータ技術による画像再構成法により、画像診断に一大革命をもたらした。そして、Ｘ線ＣＴの出現が核医学に大きなインパクトを与え、シンチカメラを回転してＸ線ＣＴと同様な手法で横断像を得るエミッションＣＴ（その後Single Photon Emission CT：ＳＰＥＣＴと呼ばれるようになった）が今日への普及につながった。

ａ）回転椅子によるエミッションＣＴ

初期は検出器を回転する機構を持ったシンチカメラがなかったため、回転椅子を試作して被検者を検出器前面で回転する方法がとられた。1980年、木下ら（千葉県がんセンター）らは試作の回転椅子と汎用コンピュータを用いてＳＰＥＣＴ画像を得ることに成功している（第35回総会）。翌年の総会では福喜多ら（国立がんセンター）、大村ら（大阪市大）が同様の方法でＳＰＥＣＴを試み、2.5cmφの欠損像まで描出できたと発表している。

ｂ）シンチカメラを用いたＳＰＥＣＴ装置

1981年、シンチカメラを回転してＳＰＥＣＴ像を得る装置を島津製作所が開発し、田中ら（島津製作所）が発表している（第36回）。そして2年後には2検出器対向型のＳＰＥＣＴ装置が開発された。

ＳＰＥＣＴ画像の臨床的有用性が認められるようになってから、各施設でシンチカメラ回転型ＳＰＥＣＴ装置が導入されるようになった。木下ら（千葉県がんセンター）は、東芝製の多目的シンチカメラの有用性について発表している（第37回総会）。この装置は、対向型2検出器装置でＳＰＥＣＴと全身スキャンが同一寝台で行える特徴を持っている。これはまさに現在のＳＰＥＣＴ装置の完成品と言える（図2-9-5）。

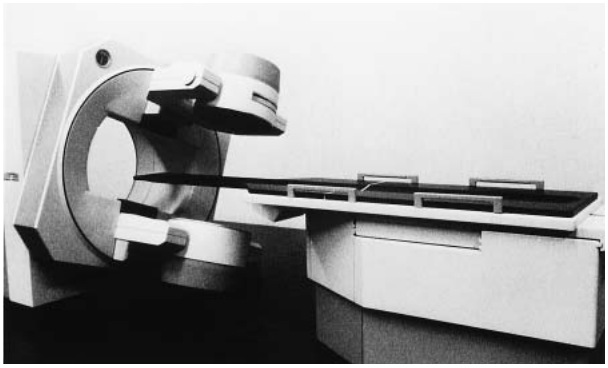


図2-9-5　同一寝台で全身・ＳＰＥＣＴが可能なシンチカメラ

ｃ）ＳＰＥＣＴファントムと性能評価

ＳＰＥＣＴの普及が進み、放射性同位元素検査技術委員会・品質管理班では、1982年から藤田班長を中心として、シンチカメラ性能管理用ファントムの設計に取りかかった。翌年、福喜多ら（国立がんセンター）はＳＰＥＣＴ装置の性能測定用ファントムを試作し発表した（第39回総会）。

1983年には第39回総会で「ＥＣＴ画像とその性能評価（座長：浜田国男）」についてシンポジウムが開催され、性能評価法や画質に及ぼす影響そして臨床応用例について討論された。

ｄ）ＳＰＥＣＴ用コリメータの開発

①スラントホールコリメータ

1983年Esserらが頭部のＳＰＥＣＴ撮像にコリメータ

孔が30度傾斜した平行型コリメータが良いことを発表した。同様に池田ら（大阪市大）はTechnicare社製のシンチカメラでスラントコリメータの使用経験について発表した（第38回総会）。コリメータを傾斜することによって被写体の肩を検出器から外すことができるため、回転半径が短縮される特徴がある。

②ファンビームコリメータ

ＳＰＥＣＴ画像の空間分解能を良くし且つ感度を上げるといった相反するテーマを解決したのがファンビームコリメータである。コリメータの孔は体軸方向に平行で、横断方向に焦点を持つように設計されている。

1985年第41回総会で北野ら（三重大）は東芝と共同でSingle Focus Collimatorを開発し発表した。従来のコリメータと比較して分解能で11％向上し、感度で1.5～1.6倍となったと発表している。

ｅ）画像再構成法

ＳＰＥＣＴ画像の再構成法には、フーリエ変換法、フィルター逆投影法、逐次近似法が考案されているが、その中で、フィルター逆投影法を用いた装置が最も普及している。ところが、近年コンピュター技術の進歩により画像処理が高速化され、以前は困難とされていた逐次近似法が短時間のうちに処理することが可能となった。また従来のＭＬ-ＥＭアルゴリズムからＯＳ-ＥＭ法に簡略化され処理速度も一段と速められた。

1999年、岩瀬ら（豊川市民病院）はＧＥ社の装置について、また山田ら（国立循環器病センター）はＡＤＡＣ社の装置について、ＯＳ-ＥＭ法による画質の評価について発表した（第55回総会）。そして翌年にはそれに関する発表が10演題あった。

ｆ）多検出器ＳＰＥＣＴ装置

1990年ごろから、多検出器のＳＰＥＣＴ装置が開発されるようになり、東芝から３検出器を持った装置（GCA-9300A）が発売された（図2-9-6）。また日立メディコから頭部専用ではあるが４検出器を持った装置（SPECT-200H-40）が発売された。

図2-9-6　３検出器ＳＰＥＣＴ装置

松平ら（金沢大）は東芝と共同で、シンチカメラ検出器を３角型に配列したシステムを開発した。頭部ＳＰＥＣＴにはファンビームコリメータを、心筋等の体幹部には平行多孔コリメータを用いる方式である。本システムの空間分解能は6.1mmFWHMであった。脳血流ＳＰＥＣＴでは格段の画質改善があったと発表している（第46回総会）。そして、これらの装置を用いた臨床使用経験が第４8回総会で多く発表されている。

1996年、従来の対向型２検出器ＳＰＥＣＴ装置から、角度可変型２検出器シンチカメラがADAC社から発売された。この装置は角度が可変なことから両検出器を90°に設定することが可能であることから、特に心筋ＳＰＥＣＴにおいて短時間収集が可能となった。本装置の基本性能と使用経験について村川ら（国立循環器病センター）が発表した（第52回総会）。

ｇ）ＳＰＥＣＴ専用装置

1980年には、秋田県立脳血管研究所と島津製作所の共同でHEADTOME装置が開発され、わが国で初めてＳＰＥＣＴ専用装置としての使用が可能となった。相沢ら（秋田脳研）は装置の概要と性能、そして臨床例について発表している（第36回総会）。この装置はNaI（Tl）クリスタルを3層にリング状配列したものであり、ポジトロンＣＴにも対応できるハイブリッド型装置である。

同時期に外国製としてトモスキャナーⅡが輸入され、虎の門病院に導入された。斎藤ら（虎の門病院）は基礎的検討を行い、ＦＷＨＭで2.3cmであったと発表している（第36回総会）。

また、頭部ＳＰＥＣＴ専用装置としてTomomatic 64が発売され、脳血流測定の臨床使用経験について有坂ら（大川原脳神経外科病院）が発表した（第40回総会）。全身用のＳＰＥＣＴ装置も島津製作所から販売された（SET-030W）。この装置はリング型多層ＳＰＥＣＴ装置でダイナミック収集にも対応できる特徴を持っている。その基本的性能について藤田ら（京大）が発表した（第41回総会）。

1990年日立メディコから頭部専用の4-Head回転型ＳＰＥＣＴ装置が開発され、柳元ら（川崎医大）は脳血流測定に使用し技術的問題点について教育講演を行った。

ｈ）ＳＰＥＣＴ／ＰＥＴ装置

1995年頃から、Clinical PETの考え方が提唱されて、ＰＥＴ検査の普及が予感された。特に^{18}F-FDGは腫瘍イメージング製剤として注目され、臨床評価でも悪性腫瘍の検索や治療効果の判定に有用であるといった報告が数多くなされた。しかし、一般病院に普及させるには、ＳＰＥＣＴとＰＥＴの両方で使えるハイブリッド型の装置

が、1995年にADAC社から開発された。従来の対向型シンチカメラに同時計数回路を内臓させることにより、コリメータを取り外した状態でＰＥＴ画像を得ることができる。第56回総会でコインシデンスカメラの使用経験が大屋ら（九州大）と喜多ら（国立循環器病センター）によって発表された。

vi）ＰＥＴ装置

ａ）ＰＥＴ装置の開発

ＰＥＴ装置の開発は1970年代後半から1980年初期にかけて行われた。世界で最初にＰＥＴ装置を開発したのはワシントン大学のTer-Pogossianらのグループである。最初は48個のNaI（Tl）クリスタルを六角形に配列した検出器を用いていたが、その後多層検出器となりＰＥＴⅣあるいはＰＥＴＴＶが開発された。またChoらのグループが初めて検出器にＢＧＯを使うようになり、感度、分解能とも向上するようになり現在のＰＥＴ装置に至っている。当時わが国でも田中ら（放医研）のグループが日立メディコとの共同でＰＥＴ装置の開発に取り組み1号機が「ポジトロジカ」と呼ばれ、その後ポジトロジカⅡとⅢが放医研と京都大学に設置された。また、秋田脳研と島津製作所との共同で、ＳＰＥＣＴ・ＰＥＴ機能を兼備えたハイブリット型のＰＥＴ装置（１号機は「HEADTOME」と呼ばれた）の開発が行われ、臨床使用が行われた。

ｂ）ＰＥＴ装置の使用経験

頭部ポジトロンＣＴ装置として、HEADTOMEⅡの特性について、蜂谷ら（秋田脳研）が基本性能は空間分解能で視野中心のFWHMが9.8mm、周辺部で10.2mmであったと発表した（第38回総会）。また、ポジトロンＣＴの定量性の日常管理について庄司ら（秋田脳研）が発表した（第40回総会）。

全身用ポジトロンＣＴ装置（ポジトロジカⅢ）が京都大学に設置され、藤田ら（京大）は、装置の基礎的性能について発表している（第40回総会）。空間分解能で視野中心のＦＷＨＭが7.6mm、中心から20cmの距離で8.7mmであった。

ｃ）ＰＥＴ装置の発展

ＰＥＴに関する研究は古くから行なわれているが、主に研究機関で利用されているに過ぎなかった。1995年頃から大学病院に設置されるようになり、また検診センターではClinical PETとして導入され、ＰＥＴ検査が普及するきっかけとなった［図2-9-7］。

1996年の本学会総会ではＰＥＴに関する演題が9題と過去最高であった。杉本ら（福井医大）はＧＥ社製のAdvanceの３Ｄ収集についての性能を発表し、山田ら

図2-9-7　最新のＰＥＴ装置

（シーメンス旭）もＥＣＡＴで同様の発表を行った。松崎ら（国立高崎病院）は従来の２検出器シンチカメラにポジトロン用コリメータを装着して、ＦＤＧ画像を得ることを発表している（第52回総会）。これがシンチカメラでＰＥＴ画像を得る方法での第一歩であった。

vii）オートフルオロスコープ（Bender型カメラ）

1963年にBenderによって293個のNaI（Tl）クリスタルを格子状に配列したオートフルオロスコープが開発された。

わが国では、相沢ら（秋田脳研）は21×14個のモザイク状のNaI（Tl）クリスタルを有したオートフルオロスコープの装置の紹介と使用経験について発表している（第26回）。

３）測定技術

i）多エネルギーチャネルの使用

28巻１号で閑野ら（神奈川歯科大）は、シンチスキャナーの波高弁別に２種類のエネルギーを同時に検出し加算できるシステムを開発し報告した。その他、春日（信州大）増田（大阪大）木下（千葉県がんセンター）らによっても２核種同時収集に関する測定法が発表されている（第28回、第29回総会）。

ii）動態機能測定

動態機能測定で最初に用いられたのは腎機能測定として^{131}Ｉ-ヒップランを用いたレノグラム検査であろう。初期の測定ではレノグラム専用の装置を用いていたため腎の位置を体外から決定するのが困難であった。林ら（化学療法研究所）は腎の位置決定に関する発表を行っている（第23回総会）その後ガンマカメラが使用されるようになり本田ら（天理病院）が発表している（第29回総会）。その他、^{131}Ｉ-ＢＳＰを用いた肝胆道シンチの動態検査（安田（奈良医大））（第28回総会）や^{131}Ｉ-ＲＩＳＡを用いた心拍出量の検査が斎藤ら（東京女子医大）により発表されている（第29回総会））。

第32回総会では「ラジオアイソトープによる動態機能検査の技術的な問題点」についてシンポジウムがもたれるようになり、活発に論議された。

iii）摂取率測定

1951年わが国に^{131}Ｉが輸入されるようになり、甲状腺^{131}Ｉ摂取率の測定に使われたのがin vivoの始まりである。

iv）散乱線除去法

核医学検査で使用される核種の中で、光電ピークを複数個持つ^{67}Gaや^{201}Tlなどは、他のエネルギーからのクロストークによりウィンドウの中に散乱線が混在することになる。また、２核種同時投与による検査が行なわれた場合には、その影響が増大することになる。これらの散乱線を除去する方法として安井ら（富山医科薬科大）は独自のサブトラクション法により、良い成果を挙げたことを発表した（第40回総会）。

４）検査薬剤とシンチグラフィ

i）脳シンチグラフィ

脳疾患症例に対して^{99m}Tc-NaO_4^-（過テクネチウム酸ナトリウム）を用いると、脳血液関門が破壊された場合に陽性像として描出されることから、Ｘ線ＣＴが普及する前までは盛んに使用された。

ii）脳血流シンチグラフィ

初期の脳血流測定には放射性不活性ガスの^{133}Xeや^{81m}Krが用いられていた。中田ら（愛媛大）は両核種による脳血流測定の比較検討を行い発表している（第34回）。

1980年、Winchellらが開発した^{123}Ｉ-IMPは静注後初回循環でほぼ100％脳組織内に取込まれ長時間停滞することから、新しいイメージング剤として使われるようになった。その後、よりイメージングに適した^{99m}Tc標識製剤の開発へと移行することになる。1987年、小倉ら（国立循環器病センター）は^{99m}Tc-HMPAOの基礎的検討として、放射化学的純度、安定性などについて発表し、また岡らは体内挙動と臨床的有用性について発表している（第43回総会）。

脳神経領域への核医学検査の需要が高まり、各施設で盛んに検査がされるようになったため、1989年、第45回総会で「脳神経核医学検査の技術的問題点」をテーマにシンポジウムが企画された。

1990年代に入ると、^{123}Ｉ-IMPを用いたＳＰＥＣＴによる脳血流量定量化のための測定法が議論されるようになった。Kuhlらが提唱した動脈採血法や松田らが提唱した静脈採血法などに関する学会発表が多くされるようになった。

より簡単で精度の高い局所脳血流法として^{123}Ｉ-IMP-ARG法が考案された。この方法は一点採血と一回のＳＰＥＣＴ収集で良好な結果が得られたとの報告が行なわれた。

その後、採血なしで非侵襲的に局所脳血流量を測定するPatlak Plot解析法が普及するようになる。

1991年、わが国で新しい脳血流製剤として^{99m}Tc-ECDの使用が始められた。第48回総会では^{99m}Tc-ECDの脳内分布の経時的変化や^{99m}Tc-HMPAO、^{123}Ｉ-IMPとの比較について発表された。本薬剤は^{99m}Tc-HMPAOと比較して放射化学的に安定していることから、高い標識率が得られまた臨床的に健常部と病変とのコントラストが高い特長を持っている。

iii）脳槽シンチグラフィ

髄液の循環状態を観察する上で、^{131}Ｉ-HSAや^{169}Yb-DTPAによる脳槽シンチグラフィは有力な検査手段である。中川ら（美原記念病院）は^{169}Yb-DTPAを用いてその有用性を豊富な症例から発表している（第29回総会）。その後被曝線量の低減のため^{111}Ｉn-DTPAが用いられるようになり、被曝線量の評価をMIRD法で行い長田ら（埼玉医大）が発表している。

iv）甲状腺シンチグラフィ

1951年わが国に^{131}Ｉが輸入されるようになり、甲状腺^{131}Ｉ摂取率の測定に使われたのがin vivoの始まりである。その後^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータの開発により、^{99m}Tc-NaO_4^-が甲状腺にも集積することから用いられ始めた。宇佐美ら（岡山済生会病院）は甲状腺シンチへの^{99m}Tc-NaO_4^-の使用経験について発表している。また藤田ら（京大）は摂取率測定にも利用できることを発表した（第31回総会）。

その後、医療用サイクロトロンの普及により、より使用しやすい核種へと移行するようになった。特に甲状腺の場合には患者への被曝は無視できないため、より短半減期な^{131}Ｉから^{123}Ｉに取って代わられた。兵頭ら（兵庫医大）は^{131}Ｉと^{123}Ｉのイメージングの違いを臨床画像から評価し、十分使用可能であることを発表した（第32回総会）。

v）心筋シンチグラフィ

1975年、心筋イメージング製剤として^{201}TlClが導入されるようになり、心臓分野の核医学検査が飛躍的に普及するようになった。

1977年、立花ら（兵庫医大）は当時心筋スキャン製剤としての^{201}TlClの純度に差があることに注目し、臨床上での影響について評価し発表した（第33回総会）。

急性心筋梗塞への^{99m}Tc-Pyrophosphate（PYP）の集積については1974年に動物実験で確認された。その後臨床

にも行なわれるようになり、森下ら（静岡労災病院）は^{99m}Tc-PYPと、他の^{99m}Tc標識製剤との集積比較を行い、前者が最も高いことを発表した（第36回総会）。

^{201}TlClを用いた心筋ＳＰＥＣＴで、短軸画像表示を用いて極座標表示する試みが行なわれた。林ら（国立循環器病センター）は同心円表示した場合の精度について発表している（第42回総会）。また藤岡ら（大阪警察病院）は極座標表示をＰＴＣＡ治療効果判定に使用しその有用性について発表している（第43回総会）。

心筋ＳＰＥＣＴが行なわれるようになると、技術的な問題点として、180°収集か360°収集か、データ収集の最適な条件は、また再構成フィルターや前処理フィルターの選択について議論された。基礎的な実験を行うためには心筋用ファントムが不可欠である。上野ら（心臓血管研究所）は心筋ファントムを試作し、収集密度、収集法、処理法について検討し発表した（第41回総会、第43回総会）。収集法として、武藤ら（津島市民病院）は、半横臥位によるＳＰＥＣＴ撮像を行い、体表面近接180°回転収集により心筋後下壁の描出に優れているといったユニークな撮像法を生み出した[12]。

1991年、心筋製剤に^{99m}Tc-MIBIなどの^{99m}Tc標識の薬剤が販売されるようになった。第47回総会では^{201}TlClと^{99m}Tc-MIBIとの画像比較に関する演題が多数発表された。^{201}TlClと比較して大量投与が可能となったため、ＥＣＧ同期のＳＰＥＣＴ収集が行なわれるようになった。畠山ら（筑波大）は^{99m}Tc-MIBIを用いたECG-gated SPECTの有用性について発表している（第47回総会）。

また、^{99m}Tcが使われるようになると、^{201}Tlとの２核種同時収集ＳＰＥＣＴが行なわれるようになり、お互いのエネルギーからのクロストーク現象が問題とされた。小野口ら（虎の門病院）はクロストークの影響を補正する方法を考案し発表した（第46回総会）。

1992年以降、心筋イメージング製剤として、その他、^{123}Ｉ-BMIPPや^{123}Ｉ-MIBGが開発され販売されるようになり、研究発表も各種製剤を用いた演題が多くなった。

^{99m}Tc標識心筋製剤の臨床応用に伴ないECG-gated SPECTを用いることにより、本来の心筋血流評価にとどまらず心機能の評価をすることが可能となった。1998年、Germanoらによって開発された左室機能自動解析ソフトが臨床で使用可能となり、西村ら（国立循環器病センター）は、QGSの左室容積及び心筋自動抽出の精度について発表した（第54回総会）。

vi）心プールシンチグラフィ

初期の頃は、^{131}Ｉ-人血清アルブミン（RISA）を用いた心放射図の作成により、心拍出量の算出が行なわれていた。

1971年Straussらによって心電図同期法収集が試みられるようになり、局所壁運動の評価が可能となった。当時はまだ満足できる画像ではなかったが、その後のコンピュータの普及により、心電図同期マルチゲート法が開発され、局所の壁運動や心機能の評価が現在の様に詳細に行えるようになった。

香川ら（国立循環器病センター）は心ＲＩマルチゲート法を用い左室容積の計測を行い精度良く測定できたと発表している（第37回総会）。また左室駆出率を求める際の関心領域設定には個人差が介在しするため、より再現性と客観性のあるデータを算出する必要がある。そこで谷口ら（広島大）は左室辺縁自動抽出による左室駆出率の精度について発表した（第39回総会）。

心電図同期心プールシンチグラフィが普及するにつれ、得られたデータについて他の検査法（超音波検査や心臓カテーテル検査）との比較がなされるようになった。そのためには、動態ファントムを使った評価は不可欠である。安藤ら（関東逓信病院）や岡野ら（慶応病院）は試作のファントムを使って、収集条件の選択、処理法の検討を発表している（第40回総会）。

1985年に心機能評価としてのＦactor Analysisを用いた新しい評価法が報告された。大村ら（大阪市大）は、心電図同期プールイメージの各ピクセルごとの時間放射能曲線から因子分析により正常部と異常部を分離し、新しい機能評価法として臨床上有用であると発表した（第41回総会）。

1988年、新しく^{99m}Tc-HSA（D）が発売されるようになった。この薬剤は$^{99m}TcO_4$とHSAをキレート結合させているため、血中でも安定している特長をもっている。片淵ら（国立循環器病センター）は従来のＲＢＣ法と比較して、心ＲＩアンギオに有用であったと発表した（第44回総会）。

vii）肺血流シンチグラフィ

初期の頃は、肺血流シンチグラフィとして^{131}Ｉ-MAAが用いられていた。その後^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータの開発により、^{99m}Tc-MAA標識製剤が使用されるようになった。

viii）肺換気シンチグラフィ

^{133}Xeガスや^{81m}Krガスを用いた核医学検査は、肺の局所の機能診断を行う上で有効な検査である。初期の頃は主に^{133}Xeガスが用いられていたが、1977年頃から^{81m}Krガスが用いられるようになり、関ら（埼玉医大）はその放射能濃度について基礎的検討を行い発表している（第33回総会）。

1991年、テクネガスを用いた肺吸入シンチグラフィが注目されるようになった。村上ら（東京慈恵会医大）はテクネガス粒子やその時間的変化について発表した（第47回総会）。

ix）肝シンチグラフィ

初期の肝シンチグラフィ用製剤には^{198}Au-コロイドが用いられた。1975年ごろから^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータが普及するようになってから、様々な標識化合物が市販されるようになった。特に、肝シンチグラムは当時の核医学検査の中でも主たる検査であったため、^{99m}Tc-Phytateの出現は高画質と被曝線量の両面から大きな影響をもたらした。

^{99m}Tc-Phytateは、静注直後血中のCaとキレート結合しcolloidを形成するため、早期に網内系に取りこまれる。柴田ら（都立大久保病院）は、これらの基礎的検討及び臨床的検討について発表している（第31回総会）。

撮像法については、Ｔc製剤を用いることから短時間に多方向撮影が可能となり、呼吸補正の方法や立体撮像の方法が考案され報告されている。

1992年、従来の^{99m}Tc-Phytateなどのコロイド製剤は肝の細網内皮系細胞の機能を画像化していたが、肝細胞膜表面に存在するアシアロ糖蛋白受容体との結合を画像化する新しい放射性薬剤（^{99m}Tc-GSA）が開発され、使用経験について発表されるようになった。新尾ら（昭和大藤が丘病院）から、コンパートメント解析についての発表がなされた（第50回総会）。

x）肝胆道シンチグラフィ

初期の肝胆道シンチグラフィ用放射薬剤として^{131}Ｉ-ローズベンガルや^{131}Ｉ-BSPが用いられた。

1978年、わが国で肝胆道スキャン製剤として^{99m}Tc-PIが開発され、それに関する発表が第34回総会で数多くなされた。その後1984年には^{99m}Tc-PMTが開発され、^{99m}Tc-PIから^{99m}Tc-PMTへ移行するようになった。

xi）腎シンチグラフィ

^{131}Ｉ-ヒップランを用いた腎機能検査は、腎の血流、分泌、排泄を経時的に観察することが可能であり有用な検査法である。新保ら（京大）はＲＩの腎での平均通過時間の解析を行い発表している（第35回総会）。その後、Dobovskyらが提唱した方法により腎血漿流量（ERPF）が算出されるようになった。

初期の頃は、腎の形態を観察する目的で^{203}Hg-chlormerodrinが用いられていたが、腎皮質スキャン製剤として^{99m}Tc-ＤＭＳＡが開発され、藤田ら（京大）はその体内挙動について195例について発表した（第32回総会）。

1983年には木谷ら（兵庫医大）は^{131}Ｉ-ヒップランに代わる^{123}Ｉ製剤として、^{123}Ｉ-OIHを入手し、イメージング製剤としての基礎的検討を行い発表した（第39回総会）。その後治験を終え1991年日本メジフィジックスから市販されるようになった。

1993年には、^{99m}Tc製剤で^{123}Ｉ-OIHと体内挙動が非常に良く一致する^{99m}Tc-MAG$_3$が開発され販売されるようになった。本学会でも翌年新尾ら（昭和大藤が丘）は^{99m}Tc-MAG$_3$と^{99m}Tc-DTPAとの比較を行い発表している（第50回総会）。

xii）骨シンチグラフィ

1971年Subramanianらによって^{99m}Tc-tripolyphosphateが骨シンチグラフィ用製剤として有効であると紹介されて以来、わが国でも骨シンチグラフィの検査が急速に普及した。1973年藤田ら（京大）は^{99m}Tc-polyphosphateが転移性骨腫瘍の診断に最も有効であると発表した（第29回総会）。また翌年にはその他の各種リン酸化合物についても標識率や体内での挙動について発表した（第３０回総会）。

骨シンチに用いられるリン酸化合物は尿路系から排泄されるため、骨盤部に病変がある場合には不利となる。そこで大村ら（大阪市大）は撮像時間を投与24時間後にすることによって、病変の検出が有利となったと発表している（第33回総会）。

一方、^{99m}Tc-NaO$_4^-$として、^{99}Mo-^{99m}Tcジェネレータからの溶液を用いると肝が描出されることがあり、その原因がアルミナの溶出によりることを中村ら（神奈川成人病センター）が発表した（第33回）。

xiii）腫瘍シンチグラフィ

初期は、腫瘍シンチグラフィ用製剤として^{131}Ｉ-人血清アルブミン（RISA）が用いられたが、その後金属イオンとしての^{67}Ga-citrateや^{201}TlClが腫瘍に集積することが知られるようになり、広く用いられるようになった。

その他、抗癌剤に放射性同位元素を標識して腫瘍検出を試みる研究が行なわれるようになり、田上ら[6]（国立福岡中央病院）は肺癌に^{57}Co-ブレオマイシンが効率に集積することを発表した。また、吉村ら（所沢市立病院）は^{111}Ｉn-ブレオマイシンの腫瘍親和性について使用経験を発表している（第32回総会）。

また、抗原と抗体反応を利用した、腫瘍免疫イメージングの試みがが1980年代後半から行なわれるようになった。板垣ら（聖マリアンナ医大）はモロクローナル抗体^{131}Ｉ-IMACIS-1を悪性腫瘍21例について行い陽性率66.7%であったと発表している（第43回総会）。同様に^{131}I-IMACIS-Ⅱについても行い発表した（第44回総会）。その他の抗体として野村ら（癌研）は、^{111}Ｉn標識モノ

クローナル抗体（ZCE-025）について、内用療法を仮定して臓器摂取率の定量化を目指した発表を行った（第46回総会）。

^{67}Ga核種は3種類のエネルギーを放出するため、撮像する際のエネルギー選択が問題となる。最適なコリメータとエネルギー選択について数々の発表があり、第36回総会時に柴田ら（昭和大藤が丘病院））や長内ら（弘前大）が発表している。

ix）その他

^{99m}Tc標識化合物については1973年に^{99m}Tc^{-}コロイドが治験用医薬品として販売されたのが最初であるが、藤田（京都大）らは塩化第一錫を還元剤として用いた標識法の検討を第28回（1972年）、第29回（1973年）総会で発表し、31巻6号（1976年）でキット化について報告している。

５）データ処理

初期の頃はシンチカメラに付属した4096 chanelアナライザーを用いて画像解析を行っていた。沢井ら（東北大）（第26回総会）や木下ら（千葉県がんセンター）（第30回総会）が画像処理について発表している。本格的にシンチカメラからの信号をコンピュータに入力し、画像処理する試みは1975年頃からである。

コンピュータを用いた画像処理の主流は、春日らが発表した２核種投与時のシンチグラムのsubtractionであった（第３０回総会）。それ以外の画像処理として、ＲＩ画像の補正と強調について矢野ら[4]（信州大）が原著論文に報告している。その他安田ら[5]（奈良県立医大）からコンピュータを用いた肝シンチグラムの自動診断化を試みた報告もある。

その後、核医学用データ処理装置の普及が進み、様々な検査に画像処理として使用されるようになった。

６）装置保守管理

i）検査装置の保守管理

核医学検査装置が進歩するにつれ装置の性能維持が大変重要となる。放射性同位元素検査技術委員会では、シンチスキャナー、シンチカメラ、動態機能検査装置の性能検査法について検討し勧告を行った[8]。

ii）管理装置の保守管理

核医学検査を実施する上で、検査装置以外で管理用装置の保守管理も大切である。その中には、投与される放射能量を正確に求めるためのキュリーメータ、放射線管理をする上でエリアモニター、水モニター、ガスモニター、ハンド・フット・クロスモニターがある。これらは、測定精度の管理と経年変化の安定性が求められる。これらに関する性能検査法が放射性同位元素検査技術委員会から報告されている[7]。

７）放射性医薬品の管理

核医学検査に用いられる放射性医薬品のうち、院内で標識する^{99m}Tc標識の薬剤が多くなり、その品質管理の重要性が叫ばれるようになった。委員会では、1980年に放射性医薬品品質管理のためのアンケート調査を実施し分析を行った。また、これらの業務を担当している施設のため、品質管理法について福岡総合公開討論会での意見を基にその結果を委員会報告書としてまとめた[9]。

^{123}Ｉなどのサイクロトロン製剤が発売されるようになると、（p、2n）反応と（p、5n）反応で他核種の不純物が異なり、被曝と画質への影響が問題となった。近江谷ら（放医研）は^{123}Ｉの製品純度が画像に及ぼす影響について発表した（第41回総会）。

８）施設の管理

放射線施設の中でも核医学施設の管理は、排水、排気による環境への影響が大きいため、特に管理を十分行う必要がある。第38回総会において菊地ら（自治医大）は一般排水系からのＲＩ核種の分析と、表面汚染の有無の測定でＲＩ核種の分析を行い発表した。

委員会活動としても、使用施設内汚染対策のための現状調査を実施し、アンケート調査を行い集約結果を基に、汚染対策資料(汚染対策マニュアル)を加え発表している[11]。

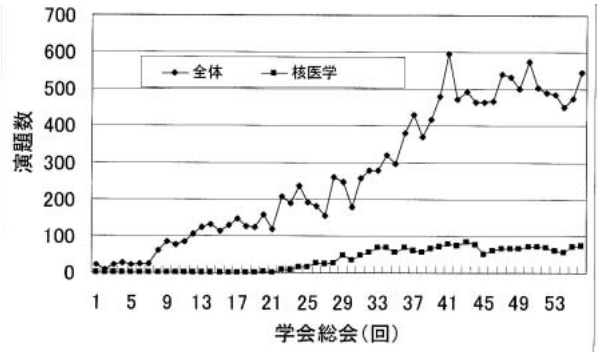


図2-9-8　学会総会時における全体一般演題発表数と核医学（in vivo）演題数の推移

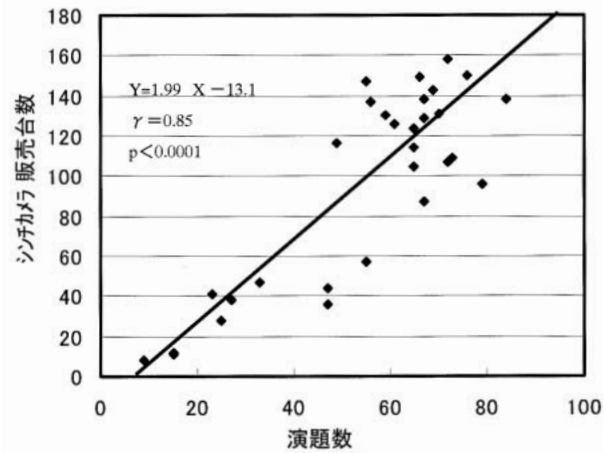


図2-9-9　某メーカのシンチカメラ販売台数と核医学（in vivo）演題数との相関

９）おわりに

1951年わが国に^{131}Ｉが輸入されるようになり核医学検査が始められてから半世紀を経て、その間、様々な放射性医薬品の開発と検査機器の進歩により、画像診断における核医学検査の役割が不動の位置を占めるようになった。

この30年間、学会で発表された一般演題うち核医学検査の演題の占める割合が15%とあまり変化がみられないものの（図2-9-8)、代表的メーカのシンチカメラ販売台数と演題数との相関があまりにも良く一致することに驚かされる（図2-9-9)。

最近NaI（Tl）に代わる新しい検出器として半導体検出器が開発されているため、よりコンパクトな装置に代わって行くであろうし、放射性医薬品も分子イメージングあるいは遺伝子イメージングによる治療に結びついた核医学検査となることが予想される。核医学検査が21世紀の幕開けに相応しい検査技術となるために、これからも努力しなければならない。

［文献・資料］

１）松平正道：シンチスキャナー,日放技学誌　特輯，６：８，1971

２）松平正道,他,（日放技学会ＲＩ委員会，委員長，光田秀雄）：シンチグラム記録表示の標準化）．日放技学誌，32：44-61，1976

３）松平正道：ラジオアイソトープ技術の現況と将来，日放技学誌，29：293-319，1973

４）矢野今朝人、他：ミニコンによるＲＩ画像の補正と強調．日放技学誌，31：333-342，1975

５）安田憲幸、他：パターン認識に基づくシンチグラム自動診断の試み-肝シンチグラムへの応用-、日放技学誌，33：570-576，1978

６）田上俊一、他：57Co-ブレオマイシンによる腫瘍スキャンに関する研究（第2報）．日放技学誌，30：272-275，1974

７）長谷川　武　他：ＲＩ管理用装置の性能検査法（放射性同位元素検査技術委員会、委員長、大谷　英尚）．日放技学誌，36：53-81，1980

８）山本洋一、他：ＲＩの体外測定装置の性能検査法（放射性同位元素検査技術委員会、委員長、大谷　英尚）．日放技学誌，34：634-660，1978

９）久住佳三、他：品質管理委員会報告（放射性同位元素検査技術委員会、委員長、砂屋敷忠）．日放技学誌，38：111-119，1982

10）星野光雄、他： JESRA X-51「ガンマカメラの性能測定法と表示法」(JIS・IEC委員会)．日放技学誌，42：548-564，1986

11）委員会報告書：医療用非密封放射性同位元素使用施設における汚染対策資料（Ｉ）日放技学誌，43：197-201，1987

12）武藤誠治：半横臥位による体表面近接180度回転スキャン法の試みーTl-201心筋シンチグラフィに応用してー．日放技学誌，45：631-636，1989

2.9.2　試料測定技術

１）はじめに

本学会における核医学試料測定技術のあゆみは、核医学体外計測技術RI in vivo検査から遅れること10年後の、1972年頃より学会報告が始まり、1980年代にその最盛期を迎え1990年代後半に幕を閉じている。26年の間に次々と、新しい測定が開発され測定試薬が供給されてきたが、試料測定RI in vitro検査を取り巻く環境も目まぐるしく変化していった。図2-9-10にin vitro検査実施施設数と検

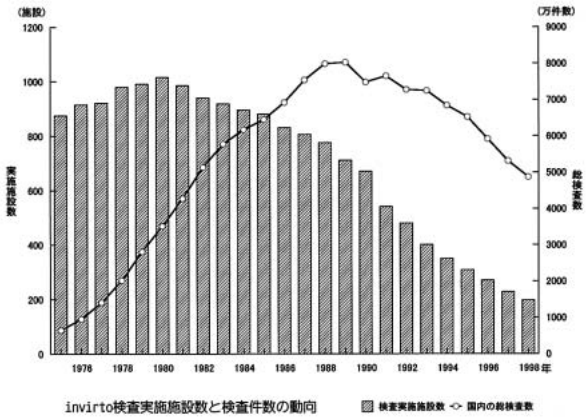


図2-9-10

査件数の変化を図示している。1980年には衛生検査所も含め全国で1000施設以上で実施されていたが、1990年にはその数が半減し、1998年には15%まで減少した。また放射性同位元素を使った測定検体も1990年以降急激に減少していった。これら減少の理由は、標識物として放射性同位元素を利用しない測定法の急速な発達と、検査の外部委託による集約化によるところが大きい。in vitro検査の最終目的は、対象物質の濃度を知ることで臨床診断や治療目的に利用されることであるが、その手段である放射性同位元素の利用は目的ではない。このことは、核医学体外計測で得られる画像診断のように、他のモダリティー検査であるＣＴ・ＭＲ画像と互に補完できる関係にある場合と異なり、他の手段で同目的が得られれば良いといった数値情報を提供する試料測定技術in vitro検査の特殊性を物語っている。

２）学会発表の傾向

学会活動で最も重要な位置を占める総会発表で、1972年から1997年までの26年間に発表されたinvitro関係演題308題について、年度別の演題数を図2-9-11に示す。

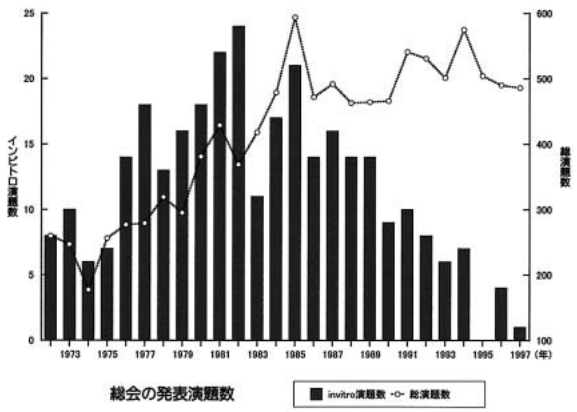


図2-9-11

1972年の8演題に始まり以後増加の傾向にあったが、1982年の24演題を最高に以後漸次低下し1997年以後は発表が無い。また総演題数に対する発表割合は、1977年と1982年に最高の6.5%まで達したが、26年間の平均では2.9%である。技術学会誌への投稿は、この26年間に原著４編、ノート7編、委員会報告5編、また総会シンポジウムとして1979年第34回と1987年第43回総会で取り上げられている。

図2-9-12に発表演題の内訳を大まかに、Ａ：主に試薬の基礎検討、Ｂ：試薬の基礎と臨床検討、Ｃ：試薬の開発,改良、Ｄ：精度管理とデータ処理、Ｅ：測定器ほかに分類しその傾向を図示した。各々の比率は、Ａ：43%、Ｂ：34%、Ｃ：8%、Ｄ：11%、Ｅ：４%となり試薬に関連したものが実に全体の85%で、invitro検査技術の特徴を示しているのがわかる。

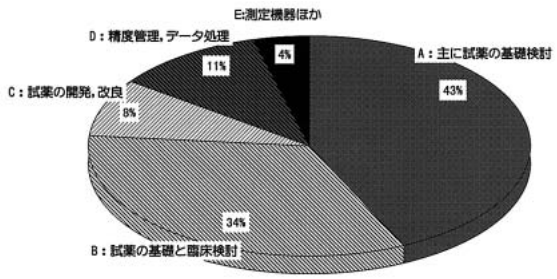


図2-9-12　invitro発表演題の傾向

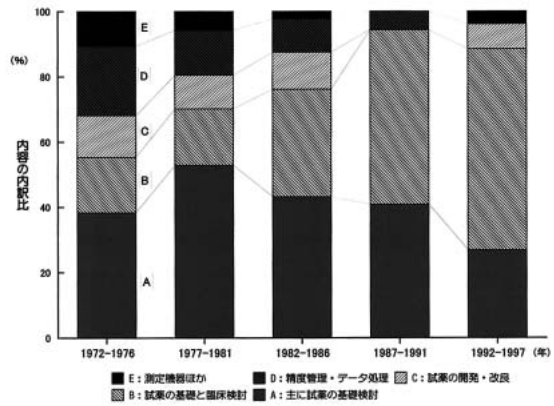


図2-9-13　発表演題の傾向（5年間隔の推移）

次に発表内容の内訳を5年間隔で区切り、その推移をグラフにしたのが図2-9-13である。最初の５年間、1972年から1976年まで試薬に関連した演題の比率は68%であったが、以後各5年間の推移は、1977-1981年80%、1982-1986年88%、1987-1911年94%、1992-1997年96%と圧倒的に他の内容を離し、しかも時代が過ぎるに従ってその比率は増加してる。その内訳は、1980年代後半からは試薬の基礎検討だけでなく臨床検討を加えた発表が目立ち、1987年以後は総演題の半数以上が臨床検討を加えた発表となっている。これらの要因は、測定項目の多種多様化に加え、診療サイドの要望だけでなく（1）技術者が積極的に自分たちの提供しているデータの、臨床的な意義を知る、(2）これに基づきより確かな情報を提供していく、という姿勢が伺われ、この時代、技術者の果たした役割は高く評価されたものである。

その一方で、初期の頃みられた測定機器に関する演題や精度管理、データ処理に関する研究は、測定機器の品質安定化やデータ処理の自動化などで、一定の精度維持が可能となったため減少したものと考えられる。以後に総会発表の内容を中心に、原著,ノート,委員会報告,総会シンポジウムの内容を加え、会員の研究活動を年次追いながら振り返り纏めてみる。

３）in vitro検査機器

in vitro検査に関連した測定器開発の歴史を見ると、おおまかに1953年液体シンチレーションカウンタが開発され1960年頃にγカウンタ、1965年invitro専用測定器、1974年濃度計算機能搭載器、1980年マルチ検出器搭載、1989年全自動invitro測定器の開発となっている。

総会では1973年（29回総会）に本田ら(住友病院)がγカウンタのオンライン処理で、1975年(31回総会)鳥住ら(和歌山医大病院)が液体シンチレーションカウンタについて、1975年(31回総会)氏家ら(横浜市大病院)がＲＩＡデータ処理を電卓で行ことについて、1977年（33回総会）長田ら(埼玉医大ＲＩ研)が自動処理システムの使用経験をそれぞれ発表している。その後1980年(36回総会)山本ら(三井記念病院)がオートウエルγカウンタの誤動作防止について、1981年(37回総会)諸澄ら(浜松医大病院)が測定器の性能評価を、1984年(40回総会)全自動ＲＩＡ装置の使用経験を発表した。1986年(42回総会)平塚ら(三井記念病院)と1994年(50回総会)小島ら(埼玉県立小児医療センター)は、非ＲＩのＥＩＡ法を使った自動測定装置の発表をした。

1980年に放射性同位元素検査技術委員会が、ＲＩ試料

測定機器の性能検査法として、測定機器の性能試験や管理・保守の方法を取り纏め委員会報告したのは、測定精度を維持する上からも非常に有用であった。また投稿論文では、ノートで1985年に長田ら（埼玉医大ＲＩ研）が複数のγカウンタでＲＩＡを行いその特性比較を報告している。

４）データ処理、精度管理

invitro検査初期の時代には、標準曲線の作成に自在定規を使いグラフ上から濃度を読みとっていたものが、1974年頃から電卓を使い、その後はパーソナルコンピュータの普及に伴って、濃度解析も近似曲線を使い算出するようになった。1973年（29回総会）中村（東北大病院）・菊池（東邦大大森病院）、1974年（30回総会）漢那（大阪医大病院）、1975年（31回総会）外薗ら（広島日赤病院）はγカウンタとオンラインデータ処理の発表を行い、1978年（34回総会）長田ら（埼玉医大ＲＩ研）はデータ処理の回帰式を、1979年（35回総会）松原ら（関東逓信病院）はオンラインデータ処理で精度管理を、1980年（36回総会）氏家ら（横浜市大病院）は各種測定試薬の近似曲線の適合性をそれぞれ発表した。精度管理そのものの発表は、1972年（28回総会）喜多村ら（三井記念病院）がx̄-Ｒ管理図法を、1982年（38回総会）山本ら（三井記念病院）は移動平均法による試薬の精度管理を、1982年（38回総会）金尾ら（住友病院）は長期精度管理データを基に試薬の評価を発表している。

1970年代中頃から多種類の測定試薬が供給され、精度管理が不可欠になりまたその関心も高く、1979年第34回総会のシンポジウムにinvitro検査精度管理が取り上げられ、氏家ら（横浜市大病院）がデータ処理を、高坂ら（京都大病院）が精度管理の現状と問題点、宇佐美ら（岡山済生会病院）が諸要因について発表している。

1979年市原（大阪大病院）の寄稿論文、ＲＩＡの数量的解析とデータ処理は、近似曲線の基礎から特徴を詳細に纏められ多いに参考になった。1984年放射性同位元素検査技術委員会は、回帰式の選定とその実際例と題し、主観的要素を排し再現性の良い広範な濃度域の回帰式を作成し、誤差のない正確な読み取りを行い、大量検体を迅速に処理し総合的精度管理の一環を担うことを主題に、具体的に報告し以後の指標となった。

一方で、1976年（32回総会）薄ら（三井記念病院）は分注器の精度を、氏家ら（横浜市大病院）はカウント時の誤差を、酒井ら（神奈川県立成人病センター）は測定時の温度管理を、1979年（35回総会）丸山ら（信州大病院）はＰＥＧ法でγグロブリンの影響を測定誤差の要因として研究し発表した。また1981年（37回総会）萩原ら（北海道社保中央病院）は測定試料の保管状態が与える影響を、1982年（38回総会）から1988年（44回総会）にかけて宇佐美ら（岡山済生会病院）は測定試薬の経時変化や安定性について集中的に発表した。

５）検査技術および放射性医薬品

図2-9-12の内、試薬に関連した演題、Ａ：主に試薬の基礎検討、Ｂ：試薬の基礎と臨床検討、Ｃ：試薬の開発,改良の271演題を更に細かく分類したのが図2-9-14で

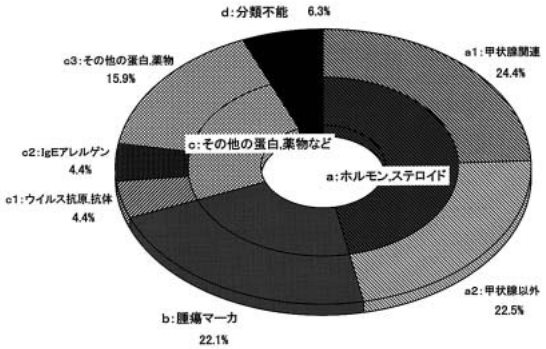


図2-9-14　試薬関係演題の内訳

ある。測定対象となる項目、a1：甲状腺関連24.4%（66演題）、a2：甲状腺を除くホルモン・ステロイド類22.5%（61演題）、b：腫瘍マーカ22.1%（60演題）、c1：ウイルス抗原・抗体4.4%（12演題）、c2：ＩgＥアレルゲン4.4%（12演題）、c3：その他の蛋白・薬物15.9%（43演題）、d：標識など分類不能6.3%（17演題）となる。これらの内訳は、ほぼ日常検査している測定検体数の比率に近く、in vitro検査技術・放射性医薬品に関した研究の多くは、通常業務の延長線上にある研究課題と考えられる。以下に本学会で初めて発表された、演題を中心に研究活動を振り返る。参考として、表2-9-2にin vitro検査に関連する主な報告の歴史を掲載している[1) 2) 3)]。

ａ）ホルモン、ステロイド

甲状腺に関連した発表演題は、図2-9-14より全体の1/4を占める主要な位置にあるのがわかる。この要因の１つに、患者数が多い従って依頼検体が多いという理由だけでなく、甲状腺は慢性疾患の診断や治療経過の観察に甲状腺ホルモン濃度測定が欠かせないことである。次に、比較的早い時代から甲状腺ホルモンの測定がなされていたこと、測定原理の違う試薬が数多く開発さてきたこと、後期では高感度測定が重要になってきた等の理由による。甲状腺ホルモンのトリヨードサイロニンT3は1972年（28回総会）関（順天堂大医院）・高坂（京都大病院）、サイロキシンＴ4は1972年（28回総会）新（札幌鉄道病院）・高坂ら（京都大病院）により初めて発表されている。

1973年(29回総会)萩原ら(北海道社保中央病院)は平衡透析法を使った遊離サイロキシンFreeT4測定の発表をし、1976年(32回総会)高坂ら(京都大病院)はFree T4(ＦＴＥ)とFreeT4Indexの臨床評価を発表している。1976年(32回総会)中島(京都大病院)・舟橋(都立大久保病院)・早瀬ら(茅ヶ崎病院)はＴ3摂取率を、1976年(32回総会)小笠原ら(都立駒込病院)はT3　ＲＩＡ測定を初めて発表し、1977年(33回総会)塩析法のT4測定試薬を紹介している。1978年(34回総会)にはＰＥＧ法でT3を増田(日本鋼管病院)、T4を舟橋(都立大久保病院)・森ら(三井記念病院)が発表し、1979年(35回総会)に試験管固相法でT3摂取率を川上(都立大久保病院)・表ら(北海道大病院)が、ビーズ固相法で芝宮(名古屋大病院)・勝浦(北海道大病院)・西川ら(兵庫医大病院)が発表し、1979年(35回総会)中島ら(神奈川県立こども医療センタ)はクレチン症のマススクリーニングの問題点を発表、1981年(37回

年	報告者	内容
1953	Packard	液体シンチレーションカウンタ開発
1957	Hamolsky	トリヨードサイロニンT3摂取率（ＤＳＡ）
1958	Berson,Yalow	Radioimmunoassay（ＲＩＡ）
1959	Unger	グルカゴンＩＲＧ（ＲＩＡ）
	Yalow,Berson	インスリンＩＲＩ（ＲＩＡ）
1960	Ekins	Competitive protein binding analiysis（ＣＰＢＡ）
	Ekins	サイロキシンT4（ＣＰＢＡ）
1962	Hunter	クロラミンＴによる標識法
1963	Abelev	αフェトプロテインＡＦＰ（ＲＩＡ）
	Berson	副甲状腺ホルモンＰＴＨ（ＲＩＡ）
	Glick	成長ホルモンＧＨ（ＲＩＡ）
	Keen	尿中アルブミン（ＲＩＡ）
	Murphy	コルチゾール（ＣＰＢＡ）
1964	Yallow	副腎皮質刺激ホルモンＡＣＴＨ（ＲＩＡ）
1965		国産ウエルガンマーカウンター発売
	Gold	大腸癌患者にＣＥＡを発見
	Utiger	甲状腺刺激ホルモンＴＳＨ（ＲＩＡ）
	Wilde	ＨＣＧ（ＲＩＡ）
1966	Odell	黄体形成ホルモンＬＨ（ＲＩＡ）
	Permutt	バゾプレッシンＡＶＰ（ＲＩＡ）
1967	Butter,Chen	ハプテンを用いた抗体作成
	Catt	アンギオテンシンⅡ（ＲＩＡ）
	Midglay	卵胞刺激ホルモンＦＳＨ（ＲＩＡ）
	Nauman	T3（ＣＰＢＡ）
	Neil	プロゲステロン（ＣＰＢＡ）
	Skinner	レニン活性（ＲＩＡ）
1968	Miles	インスリン（ＩＲＭＡ）
	Korenman	エストラジオールE2（ＣＰＢＡ）
	Mayes	テストステロン（ＣＰＢＡ）
	Miles	ＧＨ（ＩＲＭＡ）
1969	Abraham	エストラジオールE2（ＲＩＡ）
	Clark	カルシトニンＣＴ（ＲＩＡ）
	Korenman	エストラジオールE2（ＲＲＡ）
	Smith	ジゴキシン（ＲＩＡ）
	Thomson	ＣＥＡ（ＲＩＡ）
1970	Chard	オキシトシン（ＲＩＡ）
	De Villa	プロゲステロン（ＲＩＡ）
	Furuyama	テストステロン（ＲＩＡ）
	Lefkowitz,,Roth	Radioreceptorassay（ＲＲＡ）
	Mayes,Bayard	アルドステロン（ＲＩＡ）
	McGuigan	ガストリン（ＲＩＡ）
	Melani	C-ペプチド（ＲＩＡ）
1971	Addison,Halles	Immunoradiometricassay（ＩＲＭＡ）
	Tholl	lactoperoxidadeを用いる標識法
	Chopra	サイロキシンT4（ＲＩＡ）,T3（ＲＩＡ）
	Cuatrecasa	インスリン（ＲＲＡ）
	Evrin	β2-マイクログロブリン（ＲＩＡ）
	Gatt	ＨＣＧ（ＲＲＡ）
	Hansen	ＣＥＡ（Z-gel）
	Hwang	プロラクチンＰＲＬ（ＲＩＡ）
	Lery	サイロキシン結合グロブリンＴＢＧ（ＲＩＡ）
	Mori	抗サイログロブリン抗体（ＣＰＢＡ）
	Temler	トリプシン（ＲＩＡ）
	Thojyou	ＨＰＬ（ＲＩＡ）
1972	Addison	フェリチン（ＲＩＡ）
1972	Buder	コルチゾール（ＲＩＡ）
	Catt	ＬＨ（ＲＲＡ）
	Egan	ＣＥＡ（２抗体法）
	Lucas	レニン濃度（ＲＩＡ）
	Vaitukaitis	β-ＨＣＧ（ＲＩＡ）
	Williams,Steiner	サイクリックＡＭＰ（ＲＩＡ）
1973	Holohan,Boden	セクレチン（ＲＩＡ）
	Shiu	ＰＲＬ（ＲＲＡ）
	Simmonds	グリココール酸（ＲＩＡ）
	Tsushima	ＧＨ（ＲＲＡ）
1974		125Ｉによる標識試薬の供給
	Chopra	reverse-T3（ＲＩＡ）
	Dussault	ＲＩＡによるクレチン症のマススクリーニング
	Manley	ＴＳＨ（ＲＲＡ）
	Salabe	抗サイログロブリン抗体（ＲＩＡ）
	Samloff	ペプシノーゲンＩ（ＲＩＡ）
	Smith	ＴＳＨレセプター抗体（ＲＩＡ）
	Soos	ＴＳＨ（ＩＲＭＡ）
	Taubman	Ｉ型プロコラーゲンC端プロペプチド（ＲＩＡ）
1975	Kohler,Milstein	モノクローナル抗体開発
1976	Hirai	ＣＥＡ（サンドイッチ法）
1977	Geokas	エラスターゼＩ（ＲＩＡ）
	Jiang	free-Ｔ4（ＲＩＡ）透析法
	Katho	TA-4［SCC］（ＲＩＡ）
1978	Di Bella	C-ＰＴＨ（ＲＩＡ）
	Eddeland	膵分泌性トリプシンインヒビター（ＲＩＡ）
	Schmechel	ＮＳＥ（ＲＩＡ）
1979	Ashkar	free-Ｔ4（ＲＩＡ）one step法
	Koprowski	ＣＡ19-9（ＩＲＭＡ）
	Rohde	プロコラーゲンⅢ（ＲＩＡ）
	Wang	ヒト前立腺特異抗原ＰＳＡ（ＲＩＡ）
	Weeke	free-T3（ＲＩＡ）セファディックス分離
1980	Hamber	intact-ＰＴＨ（ＲＩＡ）
	Price	オステオカルシン（ＲＩＡ）
1981	Marx,Shiraki	M-ＰＴＨ（ＲＩＡ）,N-ＰＴＨ（ＲＩＡ）
	Simon	レニン濃度（ＲＩＡ）モノクロ-ナル抗体
1982	Ichinose	ペプシノーゲンⅡ（ＲＩＡ）
	Kannagi	ＳＬＸ（ＩＲＭＡ）
	Mariotti	抗サイログロブリン抗体（ＩＲＭＡ）
	Shewring	ＴＳＨレセプター抗体（ＲＲＡ）
1983	Nishijima	膵ホスホリパーゼA2（ＲＩＡ）
1984	Hilkens	CA15-3（ＩＲＭＡ）
	Nakao	ヒト心房性ナトリウム利尿ペプチドＡＮＰ（ＲＩＡ）
1985	Saiki	ＰＣＲ法
	Tei,Kim	Span-1（ＩＲＭＡ）
1987	Egree	エリスロポエチンＥＰＯ（ＲＩＡ）
	Nusshaum	intact-ＰＴＨ（ＩＲＭＡ）
	odell	ＬＨ（ＩＲＭＡ）
1989	Beever	抗ペルオキシターゼ抗体（ＲＩＡ）
	Piechaczyk	サイログロブリン抗体（ＩＲＭＡ）
1991	Mukoyama	ヒト脳性ナトリウム利尿ペプチドＢＮＰ（ＲＩＡ）
	Yamauchi	ＡＮＰ（ＩＲＭＡ）
1992	Christofides	free-T3,free-T4（ＲＩＡ）モノクローナル抗体
	Garnero	オステオカルシン（ＩＲＭＡ）
1993	Nagata	ＴＳＨ刺激性レセプターＴＳＡｂ抗体（ＲＩＡ）

表2-9-2　RI in vitro検査に関連する主な報告の歴史

総会)増田ら(日本鋼管病院)はサイロキシン結合グロブリンＴＢＧの臨床検討を発表した。一方甲状腺刺激ホルモンＴＳＨは1977年(33回総会)大竹ら(神奈川県立こども医療センタ)の発表が最初で、1985年(41回総会)長田ら(埼玉医大ＲＩ研)が高感度ＴＳＨ測定を発表し以後多くの高感度測定に関して発表されている。1993年(49回総会)には小堺ら(東邦大大森病院)がＩＲＭＡのサイログロブリン測定で自己抗体の影響を検討し発表した。

甲状腺を除くホルモン等の測定では、1972年(28回総会)沖田ら(北海道社保中央病院)がインスリンを、1972年(28回総会)金尾ら(住友病院)が血漿レニン活性を、1973年(29回総会)藤生ら(神奈川県立こども医療センタ)が成長ホルモンＨＧＨ、1973年(29回総会)アンジオテンシンＩを喜多村(三井記念病院)、1976年(32回総会)カルチトニンを高坂(京大病院)、1976年(32回総会)コルチゾールを小島ら(北海道社保中央病院)が、1977年(33回総会)エストリオールE3を薄ら(三井記念病院)がそれぞれ初めて発表した。1974年(30回総会)鳥住ら(和歌山医大病院)はアルドステロン測定で試作のペーパークロマトの有用性を発表し、1980年(36回総会)田口ら(三井記念病院)はラジオレセプターアッセイＲＲＡの開発を、1981年（37回総会)浜津ら(滋賀医大病院)は異常インスリンの測定をＲＲＡで発表した。また1981年(37回総会)薄ら(三井記念病院)はエストロジェンレセプター、1982年(38回総会)プロゲステロンレセプターアッセイの開発を発表した。1980年(36回総会)田口(三井記念病院)・高坂ら(京都大病院)は副甲状腺ホルモンＰＨＴ測定を初めて発表し、1980年(36回総会)西川ら(兵庫医大病院)はグルカゴンを、1981年(37回総会)松倉ら(富山県立中央病院)はプロラクチンを、1981年(37回総会)八木ら(住友病院)はコルチゾールを1983年(39回総会)喜多村ら(帝京大溝口病院)はエストラジオールE2を、1985年(41回総会)森田ら(近畿大病院)は副腎皮質刺激ホルモンＡＣＴＨを初めて発表した。1987年(43回総会)高坂ら(京都大病院)はオステオカルシンを、1987年(43回総会)山本ら(埼玉県立小児医療センタ)はヒスタミンを、1990年(46回総会)山本ら(埼玉県立小児医療センタ)はバゾプレシンを、1991年(47回総会)小堺ら(東邦大大森病院)はソマトメジン-Ｃを、1992年(48回総会)山口ら(埼玉県立小児医療センタ)はエンドセリンについて発表した。この頃は、試薬の基礎検討だけでなく臨床データを含めた発表が多くなり、他の検査モダリティーのデータを含め検討した発表も目立ち、1985年(41回総会)大浪ら(産業医大病院)は高ＰＲＬ患者で血中濃度とトルコ鞍面積の関係を、1988年(44回総会)増田ら(埼玉県立小児医療センタ)はオステオカルシンと骨塩量の関係を発表している。

投稿論文では、1975年加藤ら(国立金沢病院)がトリオソルブM-125の基礎検討を原著で、1976年金尾ら(住友病院)がＰＥＧ法のT3測定有用性をノートで、1976年鳥住ら(和歌山医大病院)がＲＩＡによるアルドステロン測定をノートで、1981年高坂ら(京都大病院)がＰＡＰ測定と問題点をノートで報告した。大浪ら(産業医大病院)は1985年セクレチンＲＩＡの開発を原著で、1987年標識ＰＴＨをアフィニティークロマトを使う精製をノートでそれぞれ報告した。また試薬の基礎検討の報告が相次いだ頃、試薬の評価法がバラバラで相互の比較が困難であったが、1986年放射性同位元素検査技術委員会が、ＲＩＡキットの評価法の実際を詳細に纏め委員会報告し、試薬の基礎検討で評価方法の基準となった。1989年にはインビトロ検査法標準化班から詳細な報告がなされた。

ｂ）腫瘍マーカ

1965年大腸癌患者に癌胎児性抗原ＣＥＡが発見されてから癌の臨床診断に期待され、1969年にＣＥＡのＲＩＡが開発1971年にはZ-gel法・1972年二抗体法・1976年sandwich法と改良されていった。本総会では、1977年(33回総会)増田(日本鋼管病院）［二抗体法］・1979年(35回総会)山本(帝京大病院）［sandwich法］・1980年(36回総会)野口(名古屋大病院）［Z-gel改良法］・1983年(39回総会)玉丸(福岡大病院)・表ら(北海道大病院）［ＩＲＭＡ］が、初めて試薬の検討を発表している。1980年(36回総会)から1984年(40回総会)の間はＣＥＡの研究が盛んで長田(埼玉医大ＲＩ研)・浜津(滋賀医大病院)・大浪ら(産業医大病院)は抗原の特異性や組織中の存在について、1984年(40回総会)宇佐美(岡山済生会病院)・1987年(43回総会)酒井(神奈川県立がんセンター病院）,塚腰ら(埼玉県立がんセンター)が臨床応用を発表している。初期の頃、ＣＥＡと並び代表的な腫瘍マーカであった肝細胞癌マーカのα-フェトプロテインＡＰＦは、既に1963年頃ＲＩＡが開発されていて、1982年(38回総会)春藤(名古屋大病院)・及川(岩手医大ＲＩ研)1983年(39回総会)山田(浜松医大病院)・真坂ら(浜松医大病院)の発表が初めてだが、この頃既に多くの施設で日常測定されていた。

他に前立腺癌マーカとして用いられた前立腺フォスファターゼＰＡＰは1981年(37回総会)三浦(東邦大大森病院)・野口(名古屋大病院)・高坂ら(京都大病院)により、ＴＰＡは1984年(40回総会)長田ら(埼玉医大ＲＩ研)、肺小細胞癌や神経芽細胞種のマーカＮＳＥは1985年(41回総会)小堺(東邦大大森病院)・荒井(埼玉県立小児医療セ

ンタ)、扁平上皮癌マーカＳＣＣは1985年(41回総会) 松枝(日本鋼管病院)、肝細胞癌マーカＰＩＶＫ-Ⅱは1990年(46回総会)古川(大垣市民病院)、膵癌マーカとしてトリプシンインヒビターＰＳＴＩは1992年(48回総会)田中ら(東邦大大森病院)によりそれぞれ初めて発表されている。

1971年に開発されたＩＲＭＡと1975年に確立されたモノクローナル抗体の作成技法により、数多くの糖鎖抗原や蛋白抗原の腫瘍マーカ測定法が開発されたが、本会では卵巣癌マーカＣＡ125が1985年(41回総会)横山(千葉県がんセンター)、膵癌マーカＣＡ19-9を1986年(13回秋季大会)金森(大垣市民病院)、同じくSPan-1を1988年(16回秋季大会)古川(大垣市民病院)、卵巣,肺癌マーカCA72-4を1989年(45回総会)浜津(滋賀医大病院)、膵癌マーカＳＬＸを1990年(46回総会)保田(香川医大病院)、乳癌マーカCA15-3を1988年(44回総会)工藤ら(帝京大溝口病院)が初めて発表した。腫瘍マーカに関連した発表が増えだした1980年以降は図2-9-13から判るように、試薬の基礎検討だけでなく臨床検討の発表も盛んになり、特に組合せ測定による診断能の向上が注目され、1984年(40回総会)宇佐美(岡山済生会病院)・1986年(42回総会)高野(東邦大大森病院)・1988年(44回総会)工藤(帝京大溝口病院)・1991年(47回総会)河崎(砂川市立病院)・1992年(48回総会)石井ら(神奈川県立がんセンタ)が詳しく発表している。また、1989年(45回総会)中込ら(東邦大大森病院)は放射線治療患者の腫瘍マーカの推移を、1990年(46回総会)伊勢ら(神奈川県立がんセンタ)は骨シンチ骨転移乳癌患者のＣＥＡやCA15-3のデータを解析するといった他のモダリティーとの組合せも発表している。

原著論文では、1984年に大浪ら(産業医大病院)が組織中のＡＦＰ濃度を解析し報告している。また本会専門委員会である腫瘍マーカに関する検討班が1989年(45回総会)に班報告を行い、翌年の1990年(46回総会)に宿題報告として高坂ら(京都大病院)が、インビトロ検査30年と題し腫瘍マーカの歴史や役割・問題点の集大成を報告した。

ｃ）その他の蛋白、薬物など

肝炎ウイルスの報告は、1981年(37回総会)中村(東京女子医大病院)がＨＡ抗体、1984年(40回総会)阪下(県立岐阜病院)がＨＢｃ抗体、1985年(41回総会)矢橋(大垣市民病院)はＨＢｓ抗原・抗体、1987年(43回総会)川上ら(大垣市民病院)がＨＢｅ抗原・抗体の測定を初めて発表している。またその臨床意義を1985年(41回総会)矢橋(大垣市民病院)はＨＢｓで、1986年(42回総会)佐藤(東京女子医大病院)はＨＢｃ抗体の力価で研究し、1989年(45回総会)佐藤ら(東京女子医大病院)はＨＢｅ抗原値の判定基準を発表している。1994年(50回総会)・1996年(52回総会)荒井ら(埼玉県立小児医療センタ)はＥＢウイルスＤＮＡ検出を、1994年(50回総会)小林ら(埼玉県立小児医療センタ)はサイトメガロウイルスのＤＮＡ検出を何れも最新の遺伝子診断技法であるＰＣＲ法を用い発表した。

アレルゲン関連の発表は、1973年(29回総会)金尾ら(住友病院)がＩｇＥの測定を、1980年(36回総会)浅野ら(名古屋保健衛生大病院)はＩｇＥのＲＩＡとＥＩＡの比較を、1980年(36回総会)星野ら(東邦大大森病院)はIgE RASTを初めて発表し、1987年(43回総会)高橋(東邦大大森病院)・久保ら(高知医大病院)はIgEのモノクローナル抗体を用いた測定法を何れも発表している。

1975年(31回総会)中島ら(京都大病院)はVB12を、1983年(39回総会)宇佐美ら(岡山済生会病院)はVB12と葉酸の同測定を、1979年(35回総会)中島ら(京都大病院)は鉄貯蔵蛋白のフェリチンを、1982年(38回総会)鮭川ら(杏林大病院)はβ2マイクログロブリン、1988年(44回総会)高橋ら(東邦大大森病院)はα1マイクログロブリン、1988年(44回総会)田口ら(北海道社保中央病院)は尿中微量アルブミンの有用性をそれぞれ初めて発表した。1978年(34回総会)高坂ら(京都大病院)は心筋梗塞の診断に有用なミオグロビン、1986年(42回総会)山本ら(埼玉県立小児医療センタ)はｈＡＮＰ、ジギタリス製剤である薬物のジゴキシン測定を1981年(37回総会)平井ら(国立循環器病センタ)が、1984年(40回総会)中込ら(東邦大大森病院)はジギタリス剤迅速測定について発表した。1982年(38回総会)杉村ら(東京女子医大病院)は血中胆汁酸測定を、1985年(41回総会)松元ら(関東逓信病院)は凝固因子のβ-ＴＧを、1989年(45回総会)金尾ら(住友病院)はエンドセリンを、1989年(45回総会)坂本ら(埼玉県立小児医療センタ)はネオプテリン、1991年(47回総会)荒井ら(埼玉県立小児医療センタ)は2-5A合成酵素の測定を発表し、臓器移植で欠かせないエリスロポエチン測定を高坂ら(京都大病院)がそれぞれ初めて発表した。投稿論文では、原著で1974年桐生ら(国立東京第２病院)が不飽和鉄結合能の測定に関して、1978年市波ら(国立東静病院)がトロトラストの体外測定で、1992年伊東ら(山形県立中央病院)が心疾患におけるミオシン軽鎖１の臨床的意義を報告した。

1974年(30回総会)田宮(名古屋大病院)・中島ら(京都大病院)がそれぞれ赤血球寿命測定を、1977年(33回総会)田中(川崎市立病院)・宇佐美ら(岡山済生会病院)が^{51}Ｃｒ

標識血小板に関する発表をし、1978年(34回総会)市波ら(国立東静病院)はトロトラストの臓器内測定を、1979年(35回総会)根本ら(神奈川県立成人病センタ)は^{131}I-RISAによる循環血液量測定の発表をした。1984年(40回総会)浜津ら(滋賀医大病院)は、Iodogenを使った新しい^{125}I標識法の発表を初めて行った。1989年(45回総会)間畠ら(和歌山医大病院)は透析患者に骨代謝マーカを測定し加齢や性差の影響を発表した。

［文献・資料］

１）遠藤武男編：血液・尿化学検査ーその数値をどう読むか（新訂第６版)、大阪（1980）
２）高坂唯子他編：核医学検査技術（インビトロ編）改訂３版、東京（1995）
３）金尾啓右編：日本核医学技術史、大阪（2000）

2.10　放射線治療技術

日本放射線技術学会は放射線治療技術の発展のために大きな役割を果たしてきたことは、周知のことである。特に、治療技術の実際についての研究発表、論文、報告はこの学会が唯一と胸を張って言ってもよいのではないでしょうか。医学放射線学会も多くの放射線治療技術報告・論文がありますが、それらのデータ作り、測定、アイデアは放射線技術学会の先輩諸氏の時間を厭わぬ深夜までの研究成果と考えられます。筆者も1965年より治療部で仕事をさせていただきましたが、その長き36年間を思いおこしながら、今回の治療技術史をまとめました。その間、忘れたことがほとんどで、また若輩の頃は学会に参加せず留守番をしていたため、学会の雰囲気などわかりません。1961年～2000年までの40年間で、初期の時代は論文・発表も少なく、限られた施設でのみ研究発表がなされており、コバルト装置が治療の主流でした。当時の線量測定は現在に比較すると、かなり誤差があるように思えますが施設ごとに工夫をしていたようであります。筆者も深部Ｘ線装置の線量測定を何度も行いましたが、線量計の比較校正は現在の医用線量計標準センターなどなく、購入メーカの導入時の校正値をいつまでも用いていました。40年間で放射線治療技術の何が変わったか？と問いかけられますと答えるのに大変困るのでありますが、基本は何も変わっていないと思います。機器・コンピュータ技術が著しい発展のため、それに引きずられるようにかなり変わったとも言えますが、治癒率についての向上は有りましたけれども、臨床の本来の姿はそんなに変わるものではないと思います。突如現れ、全盛を極め、消えていった治療に温熱治療があります。全盛時期には２セッション（常に10題位）が温熱治療関係の発表で、また地方部会でも流行の嵐は10年吹き荒れていたようです。現在、温熱治療はどこへ行ってしまったのでしょうか。40年間では発表する施設の変遷があり、まとめながら時代の流れを感じずにはいられません。

2.10.1　放射線治療技術の動向

i）発表・論文内容の動向

・1964～67年（昭和39～42年）：

論文はコバルト装置についてのものが多く、「^{60}Coγ線空中線量率簡易計算尺」（院去孝義・広島大）、「テレコバルト60の照射方向に垂直な平面の線量分布」（栗原）、「深部線量測定に際する考察」（山田勝彦・レントゲン技術専修学校）、「^{60}Coγ線照射時の水中における散乱線の研究および^{60}Coγ線深部率計算尺の試作」（松平正道・金沢大）、「対向２門照射時における肺組織の病巣線量について」（藤田一彦・徳島大）などの論文があった。

放射線治療の幕開けはなんといっても、ベータートロンの普及で、研究発表演題においても、特別講演も、ベータートロンにおける治療に関するものが多く見られた。ベータートロンは、国産ベータートロンが大阪市立大学に1961年に、その同時期京都大学や京都府立大学にも設置されたのが最初である。第22回の放射線技術学会特別講演において「ベータートロンによる超高圧放射線治療」について　桜井孝（山口県立医大）により講演された。装置は東芝ＢＭＳ－15ベータートロンドーナツ形真空管でエネルギーは15MVから31MVのＸ線と４から31MeVの電子線である。治療に必要なShallow Chamber（東芝製）、胸部ファントムの開発も同時になされた。当時はＸ線の出力が少ないにもかかわらず、食道癌などの高Ｘ線治療もパイオニア的精神のもとに施行された。研究発表では、電子線治療においては植田俊男（愛知がんセン）、遠藤重男（豊橋市民）、伊藤敬三（大阪市大）、近藤民夫（放医研）他が機器導入施設として発表した。コバルト遠隔治療装置に関する演題が星野光雄（東邦大）、野原弘基（京大）、松平正道（金沢大）、樋口喜代治らによって報告され、線量測定では森嘉信（阪大）など治療分野の機器開発とともに研究発表が多く見られた。論文では、「^{60}Co、^{137}Ｃs短距離照射装置における表層線量分布」を小室裕冉（京大）が発表している。

・1968～70年（昭和43～45年）：

この年代もベータートロンによる電子線についての発表が多くなされたが、医療用直線加速器（リニアック）の普及に伴う照射技術、メンテナンスについて発表が柱となり、ベータートロンは４題、リニアックは６題、その他の測定照射技術の演題が多岐にわたり論じられた。リニアックの汎用性が治療機器として広く認められ、ベータートロンに変わり普及された時代でもあり、リニアックの導入による治療施設に著しい変遷が見られた。リニアック開発メーカも東芝・三菱・日本電気と三社が競うように製造した時期であったが、現在では国産一社（三菱）となっている状況である。精力的に発表した施設としては国立がんセン、日本大、大阪大、愛知県がんセン、天理病院、福島県立医科大、国立松山病院、慶応大、癌研究会があげられる。論文として、「医療用加速器の操作、保守についての検討」を植田俊男（愛知がんセン）が発表した。「電子計算機によるγ線の後方散乱線量の算出について」（平井昭一・京大）、「外照射のための体位再現性を目的とした固定器の試作」（高橋伸

作・国立がんセン）が書かれ、1970年第26巻1号では治療の論文が主となり、「回転横断撮影における有効線束の制御」（長沢弘・新潟大）、「偏心回転照射を応用した打抜照射法」（植田俊男・愛知がんセン）、「放射線治療時の生殖腺被爆線量」（伊場昭三・千葉大）、「電子線による子宮頸癌腔内照射法の検討」（細野匣・東大）などの発表があった。特に打抜照射の論文は現在のＩＭＲＴ（Intensity modulation radiation therapy）に相当する照射法と考えられる。またこの当時、測定委員会から「^{60}Co遠隔治療装置のOut put doseの精度の現状」が報告された。

・1971～74年（昭和46～49年）：

1971年の第27回総会シンポジウムにおいては放射線治療時における組織内線量分布について演題となり、内容は「１．電子計算機を用いた線量計算、２．^{60}Coγ線によるTangential Rotationについて、３．フィルム法による線量分布の測定と照射術式の差による線量分布、４．不均等物質による線量分布の変化」であった。この年に放射線治療における「^{60}Coガンマ線および高エネルギーＸ線の吸収線量の標準測定法」が確立された。装置の故障点検についての問題を取り上げた「医用加速器の信頼性」（齢亀一郎・放医研）が掲載されたのもこの年である。1972年の札幌で行われた第28回総会では、現在の3日間というプログラム形態となり体制が整ってきたし、治療の発表セッションにおいても、①加速器の線量分布、②照射法、③電算機、④線量測定などの充実した形態となり、特に原体照射、補償フィルタ、小型電算機による治療計画など新しい演題が発表された。治療の特別寄稿として「速中性子線治療装置の現況について」が恒元博（放医研）から寄せられ、「放射線治療領域におけるＴＬＤ特性」（渡部洋一・名大）が示された。また、「6MVＸ線による上顎癌原体照射の基礎実験」（木村千明・愛知がんセン）や「上顎癌原体照射時の眼球保護に使用される打抜き吸収体の材質の検討」（青山賢一・愛知がんセン）などの原体打抜き照射について愛知県がんセンの論文が発表されている。1973年には第1回放射線技術シンポジウム（昭和48年11月26日）が開催され、「高エネルギー照射装置による治療計画のあり方」と題し総合的な放射線治療技術についての討論がされた。「１．身体測定を病巣位置の確認（木島常美）、２．放射線治療における回転横断撮影の応用とその意義（上田修）、３．線量分布計算機（石原浩）、４．術中照射の照射術式に関する研究（野原弘基・京大）、５．高エネルギー放射線治療装置の選定と保守管理について（雄川恭行・滋賀医大）、６．保守管理面から考案した高エネルギー治療装置の選定（倉西誠・富山医科薬大）、７．放医研ライナックの更新と新ライナック棟の建設（齢亀一郎・放医研）」の内容であった。

・1975～80年（昭和50～55年）：

この年代の放射線治療部門総会演題は、装置管理、治療計画、照射法、測定技術、装置器具の５つの具体的分野に分かれ、精力的な報告が多い割には、論文数は少ないようであった。電子線に関するものが「電子線治療における照射野整形について」（高橋勇守・東北大）と「電子線モニタ線量計の改造と使用経験」（菅野勇範・福島県立医大）の２題、密封小線源・ＲＡＬＳ（リモート・アフター・ローリング・システム）の治療も普及され、コンピュータの利用が増加し、それに伴う論文「小型電算機によるラジウム線源の線量分布計算」（内山幸男・愛知がんセン）や原体照射の工夫がなされ、「原体照射機構による二軸振子照射の線量分布と線量評価」（木村千明・愛知がんセン）などが発表された。また、患者セットアップの再現性等の研究がなされ、「放射線治療用頭部固定具の試作と検討」（水谷武雄・愛知がんセン）と「放射線治療における照射位置の再現性に関する検討」（工藤牧夫・愛知がんセン）の発表があった。1977年第34回総会シンポジウムでは、「放射線治療装置の管理」のテーマについて野原弘基座長のもと、「１．高エネルギー放射線治療装置の保守管理（保守記録を基にした信頼性）（木村千明・愛知がんセン）、２．放射線治療装置の管理（高田卓雄・九州がんセン）、３．放射線治療装置の保守管理（和久井聖・癌研）、４．サイクロトロンによる速中性子線治療（丸山隆司・放医研）」について講演された。1980年第36回総会シンポジウムでは、「１．高線量率腔内照射の治療経験」（荒居竜雄）、「２．Ａ点線量と線量分布計算法」（高橋賢一・千葉がんセン）、「高線量率腔照射時における直腸膀胱線量の測定」（菊地利邦・阪大）、「３．治療時の技術的諸問題」（熊谷孝三・九州がんセン）、「４．腔内治療装置の機構」（守本正樹）の演題であった。放射線治療においてもＣＴが治療計画に利用されるようになった。「咽頭癌（特に声門部癌）に対するＣＴを利用した放射線治療計画」が（中桐義忠（岡山大）によって報告された。

・1981～84年（昭和56～59年）：

1982年の第38回総会シンポジウムでは、「放射線治療計画の諸問題」について渡部洋一座長のもと、「１．THERAC-Ⅲの線量と線量分布の精度」（泉隆・九大）、「２．放射線治療計画におけるコンピュータ処理とその精度について」（近藤康雄・滋賀医大）、「３．治療計画用電算機による線量分布の精度」（伊藤慎弥・阪大）、

「４．ハードウエアの開発とその応用について」（宮沢正則・信大）の内容の発表があった。この頃は治療計画に関する論文が多く見られ、ＣＴ画像を用いた治療計画用コンピュータが発達した時期である。「ＣＴ画像を応用した放射線治療計画の基礎的研究」（磯部義秀・大阪労災)、「治療計画用電算機による原体照射線量分布の計算」（高橋一廣・愛知がんセン)、また、「Ir-192 Hair Pinによる組織内照射の解析」（保科正夫・東京医歯大）が原著で報告されている。1983～84年の論文は、リニアックからの中性子漏洩が話題となった頃であり、「CR-39およびIn箔検出器による医療用リニアックからの中性子線の測定とその実用性の検討」（横山公一・東京医歯大）や「10MV医療用直線加速器からの漏洩放射線について」（山口成厚・北大）が同じ年に報告されている。1984年の第40回総会シンポジウムでは、「外部照射におけるTarget volumeへの照射精度」について石山忍座長のもと、「１．治療計画の精度と照射期間中の精度保持」（平林久枝・東京女子医大)、「２．外部照射におけるTarget Volumeへの照射精度」（秦潔・大阪成人病セン)、「３．原体照射および打抜照射における照射精度」（高橋一廣・愛知がんセン)、「４．高エネルギー電子線治療における体内の不均質部補正法」（森剛彦・筑波大）が発表した。また、この時代は温熱療法が盛んに施行され、総会時での発表演題も、毎年10題ほどと盛況であった。論文としては、「放射線治療における頭頸部の固定法と再現性の検討」（佐々木潤一（大阪成人病セン）がある。1985年以降は学会がマンモス化して演題・規模が大きくなってきた。ここからは各セッションに説明は委ねるとして、放射線治療のシンポジウム・宿題報告から見た動向を箇条書きとして示した。

ii）治療部門の宿題報告

宿題報告は永年学会への発表・論文などで活躍された方が、個人のまとまった研究を報告する場で名誉なことである。撮影・治療・核・防護・測定など種々の分野の中で、治療部門をまとめて年代別に示す。宿題報告をされた諸先生方は治療技術の開発に貢献された方と敬意を表したい。1970年から2000年までの30年間で治療部門の宿題報告は12題と、おおよそ2.5年に１題の報告があったことになる。

・1970年：第26回総会「高エネルギー電子線治療における技術的諸問題」光田秀雄（大阪市大）
・1971年：第27回総会「照射線量測定の現況と将来への展望」　樋口喜代治（岩手医大）
・1976年：第32回総会「原体照射法の技術と応用」　植田俊男（愛知がんセン）
・1983年：第39回総会「医療用加速器について」　松本健（国立がんセン）
・1985年：第41回総会「子宮頚癌の照射線治療における照射精度」　渡部洋一（名大）
・1987年：第43回総会「高エネルギー放射線治療装置選択の諸因子」　森嘉信（阪大）
・1989年：第45回総会「放射線治療における照射精度―不均一体の線量評価とその精度―」　野原弘基（京大）
・1991年：第47回総会「放射線治療における不確実度５％への挑戦」　木村千明（愛知がんセン）
・1993年：第49回総会「光中性子線の計測とその展望―電子加速装置を中心に―」　雄川恭行（滋賀医大）
・1994年：第50回総会「放射線治療領域における線量測定法の有効利用と問題点」　平林久枝（東京女子医大）
・1996年：第52回総会「放射線治療における高エネルギー電子線の線量測定法と問題点」　熊谷孝三（九州がんセン）
・2000年：第57回宿題報告「総合的放射斜線治療システムと三次元計画の現状」　内山幸男（愛知がんセン）

iii）治療分野のシンポジウム

シンポジウムはその年代の最もホットな話題を提供するもので、技術学会のメインテーマである。治療部門においても、1971年（第27回総会シンポジウム）より2000年（第56回総会シンポジウム）まで、30年間で、14回と隔年に治療のシンポジウムが開催されたことになる。ただ、初期の頃は間隔があったが、最近はＪＭＣＰ開催となり頻繁である。どのテーマも懐かしく、かつ時代に有用な内容で、学会誌掲載報告は実際の治療に役立つ内容であり、治療技術のバイブルとは言い過ぎかもしれないが、今日もその当時のレポートを参考資料として紐解いているのは、筆者ばかりではないと思う。

・1986年：第42回総会シンポ「ハイパーサーミアの現状と問題点」（座長　野原弘基・京大）　１．ハイパーサーミア用ファントム（加藤博和・島根医大)、　２．電磁波加温における温度計測（伊藤敬三・大阪市大)、３．局所・局部を対象とした装置、法規制、安全性について（木村千明・愛知がんセン)、４．温熱療法の臨床（平岡真寛・京大）
・1991年：第47回総会シンポ「全身照射法の技術的諸問題」（座長　秦潔・大阪成人病セン）１．放射線治療医の立場から（小幡康範・名大医技短大)、２．ＴＢＩにおけるlong SAD法について（熊谷孝三・九州が

んセン)、３．寝台移動法について（津田政行・東海大)、４．ムービングビーム全身照射法および電子線全身照射法（菊地峻・東京女子医大)、５．ＴＢＩにおける線量モニタシステム（井澤一雄・大阪成人病センン）

・1992年：第48回総会シンポ「放射線治療システムにおけるＱＡ－治療成績とＱＯＬの向上－」（座長　平林久枝・東京女子医大)、１．放射線腫瘍学的側面（大川智彦・東京女子医大)、２．物理、生物学的側面（中村譲・放医研)、３．放射線治療の患者整位における誤差分析（保科正夫・東京医歯大)、４．治療成績とＱＯＬの向上（渡辺良晴・北大）

・1994年：第50回総会シンポ「放射線治療における線量測定法の諸問題―測定倫理と臨床応用―」（座長　熊谷孝三・九州がんセン)、１．放射線治療用電離箱線量計（小口宏・信大)、２．高エネルギー放射線の測定倫理（泉隆・九大)、３．Ｘ線治療における線量測定の臨床応用（水谷武雄・愛知がんセン)、３．電子線治療における線量測定の臨床応用（吉浦隆雄・産業医大)、４．放射線治療用測定ファントム（熊谷孝三・九州がんセン）

・1995年：第51回総会シンポ「ラジオサージェリーにおける技術的諸問題」（座長　内山幸男・愛知がんセン)、１．小照射野治療のための線量測定（平岡武・放医研)、２．定位多軌道照射におおける実用可能な患者固定法とその諸問題（今野光則・国がん中央)、３．３D-ＲＴＰシステムによる小照射野の線量計算精度（奈良鉄造・青森県立中央)、４．Stereotactic Radio-surgeryに関する問題点（庄司一寅・三重大）

・1998年：第54回総会シンポ「放射線治療の出力測定における物理的諸問題」（座長　保科正夫・東京医歯大)、１．ナロー・ビームの線量評価（後藤紳一・長崎大)、２．ダイナミックウエッジの出力測定（館岡邦彦・札幌医大)、３．光子ビームにおける非対称および不整形照射野の線量評価（中田学・京大)、４．側方電子平衡不成立領域における4MVＸ線ファントム散乱線係数（Sp）の検討（奈良鉄造・青森県立中央）

・1999年：第55回シンポジウム３「放射線治療のシステム化における諸問題」（座長　渡辺良晴・北大)、１．放射線治療の構成装置－発生する情報とデータの流れ－（三津谷正俊・東北大)、２．治療システムのネットワーク－ネットワークの構築と問題点－（藤田勝久・北大)、３．放射線治療における画像情報の通信と利用（平山伸一・兵庫医大)、４．DICOM-RTとその応用（清水弥生・兼松メディカル）

・2000年：第56回総会シンポ「21世紀の放射線治療はこう変わる－新技術の展望と次世紀への期待－」（座長熊谷孝三・九州がんセン)、１．放射線治療計画の現状と未来（奥村雅彦・近畿大)、２．放射線治療装置の開発と方向性と将来（上総中童・バリアンメディカル)、３．照射技術の多様化と展望（小口宏・信大)、４．最新の放射線治療技術　Intensity modulation radiation　therapy（熊谷孝三・九州がんセン)、５．照射位置の精度向上と新展開（渡辺良晴・北大）

iv）治療分野のあれこれ

ＪＭＣＰとして医学放射線学会、放射線機器工業会、放射線技術学会の合同開催となり、学会のマンモス化にともない、種々の企画がなされた。特に最近はめまぐるしく、同時に治療演題が発表されており、興味のある聴講したい内容も過ぎ去ってしまうのが現状である。時には古の学会が懐かしく思えるのは筆者の年のせいかもしれないが、豊富すぎる内容が新幹線のように通り過ぎて行ってしまうかもしれない。治療に関するあれこれを拾い出したので少し羅列する。

・1990年：第46回総会特別講演「放射線治療装置とともに」和久井聖（癌研)、教育セミナー「放射線治療システムを考える」井上俊彦（阪大）

・1991年：第47回総会教育講演「多分割照射法」森田皓三（愛知がんセン)、大会会長講演「放射線治療の動向と展望」和久井聖（癌研）

・1993年：第49回総会教育セミナー６「最新の放射線治療計画システムの設計思想」金子勝太郎（兼松メディカル）

・1994年：第50回総会教育講演「食道癌の放射線治療」菱川良夫（兵庫がんセン)、ＪＭＣＰ合同企画パネルディスカッション「放射線治療の有用性評価」西尾正通（国立札幌）

・1995年：第51回総会教育講演「重粒子線治療の現状と将来（ＨＩＭＡＣの現状と将来構想)」河内清光（放医研）

・1998年：第54回総会学術大会ランチョンセミナー「放射線治療の進歩－粒子線治療－」菱川良夫（兵庫がんセン）

・1999年：第55回総会教育講演「放射線治療の現状と今後の展望」森田皓三（愛知がんセン)、トワイライトセミナー「粒子線治療の現状と将来の展望」萩野尚（国がん東）

・2000年：第56回総会大会長講演「放射線機器の安全・性能維持向上と標準化について－製造者と使用者の役

割ー」平林久枝（東京女子医大）

２）放射線治療技術委員会・分科会の動向

放射線治療技術の発展は、放射線治療技術委員会、治療分科会の活動が全てであると言ってもおかしくはない。というのは、確かにシンポジウム、宿題報告、一般演題、研究論文など技術学会総会の活動が学会としての表舞台ではあるが、その時代に必要な話題、また今後学ばなくてはならない問題や治療技術として相応となる放射線治療臨床などは、治療分科会のテーマとして取り上げまとめてきた。従って、この治療技術委員会・分科会の研究会開催も歴史があり、1980年から今日まで21年間で42回となり、少なく見積もっても平均60名の参加者として、延べ2520人勉強したことになる。また、治療分科会の夏季セミナー参加者約500名を加えると3000名の人が治療技術に関わる勉強をした。日本における放射線治療技術を支えに、この治療分科会の役割が大きかったことと、熱心な会員に支えられたことは、日本の放射線治療成績の向上に果たしたことに疑う余地はない。少なくとも、放射線治療における医師と技師の良い協力関係は、この治療分科会の研究会をとおして、培われたと信じている。

i）治療技術委員会の動向

日本放射線技術学会に1975年に正式な治療技術専門委員会が発足され、委員として光田秀雄、森嘉信、和久井聖、松本健、木村千明、野原弘基、高田卓雄の7名が就任した。1977年の第33回総会時に第１回の放射線治療委員会公開討論会が開催され、①「治療技術マニュアルの作成」、②「放射線治療の現況」が討論された。その後の治療技術委員会の活動は活発で、種々の班を開設し報告している。また、報告が治療分科会あるいは治療技術委員会とクロスオーバーしており年代が定かでないが、1980年より1985年の間は種々の報告がされたときである。治療技術委員会公開討論会において①チェックリスト班の報告②治療分科会の設置について③治療技術委員会の将来展望が十分に討論され、今日の治療分科会活動のレールが敷かれた時である。1981年には治療技術委員会の治療計画マニュアル作成班とチェックリスト作成班により治療計画について報告があった。治療技術委員会の^{60}Co遠隔治療装置照射野確認方法検討班により1983年第38巻３号に掲載された。放射線治療技術委員会漏洩中性子線測定班からは「医用直線加速器からの漏洩中性子線の測定とその対策」が委員会報告として1984年第39巻6号に掲載された。

ii）治療技術委員会・治療分科会の動向

研究会のテーマとして取り上げた内容は、治療機器開発、ＱＡ／ＱＣ、線量測定、治療計画、照射技術、データベース、システム、施設管理などであったが、そのまとめた報告など実際的な治療現場に大きな成果が得られたことは確かである。開催歴史の流れを以下に示すが、講演された医師・技師の先生方のご尽力には頭が下がる思いである。お忙しい傍ら講演のための資料調べと作成、どのようにしたら理解されるかと考え、ご努力されたと思い、このまとめを書いているうちに諸先生・先輩諸氏の方々の思いに対し、感謝の気持ちでいっぱいとなった。

◎1980年度（昭和55年）より初代分科会会長に松本健（国立がんセン）が就任した。

1980年9月27日に第1回放射線治療分科会が松本分科会長のもとで開催され、その時の分科会委員は、植田俊男、川島勝弘、高橋勇守、平林久枝、森嘉信の5名で構成された。この場で治療分科会の最初の総会が開かれた。

・第１回（1980.9.27　東京）：①「がん治療の将来」梅垣洋一郎　②「放射線管理」砂屋敷忠（広大）他、第1回は分科会発足の会であり規約説明、入会手続等を行い、発足を祝った。同日入会者数83名。
・第2回（1981.4.2　福岡）：放射線治療分科会規約は昭和56年４月１日より有効となり、実働開始である。①「放射線治療における生物学」奥村寛（長崎大）　②「第７回放射線治療におけるコンピュータ利用に関する国際会議（7th　ICCR）の報告」稲邑清也（阪大）
・第３回（1981.11.28　大津）：放射線治療技術委員会より中間報告2題、①「漏洩中性子線防護に関する調査報告；漏洩中性子線測定班」雄川恭行（滋賀医大）、②「治療計画用電算機の精度」高橋勇守（東北大）
・第4回（1982.3.20　東京）：①「婦人科領域の悪性腫瘍の診断から治療まで」河原よし子（東京女医大）②「ＩＣＲＵレポート29の解説」川島勝弘（放医研）
・第5回（1982.10.30　岐阜）：①「中性子線の物理的性質と測定上の問題点」佐藤孝司（京大原研）　②「放射線治療施設の漏洩中性子線」小山一郎（群馬大）③漏洩中性子線測定班中間報告
・第6回（1983.4.1　大阪）：①「放射線治療の診断から治療まで　咽頭がんについて」井上俊彦（阪大）　②「マイクロトンについて」松本健（国立がんセン）③厚生省がん研究重松班「がんの放射線治療基準の設定と治療効果の判定に関する研究」におけるアンケート報告　森嘉信（阪大）
・第7回（1983.10.29　神戸）：①「線量標準化の歴史ＴＬＤの特性とＴＬＤ作成の経験談」井上善夫（神戸大）　②シンポジウム「照射時における照射位置の精度および再現性について」内山幸男（愛知がんセン）

・第8回（1984.3.31　松本）：①「悪性腫瘍の診断から治療までー悪性リンパ腫についてー」今井豊（信大）②「放射線ICRU Report No.34（パルス状放射線の計測）解説」植田俊男（愛知がんセン）　③「IEC Publication　60－2－1（医用電子加速器関係）の解説」保科正夫（東京医歯大）

・第9回（1984.9.15　群馬）：①講演「陽子線治療ーその現状と将来」恒元博（放医研）　②「透過線量の治療計画への応用・透過線量計の基礎」野原弘基（京大）③「透過線量利用による原体治療システム」　田中武志（名古屋市大）

・第10回（1985.4.5　鹿児島）：①「悪性腫瘍の診断から治療までー術中照射ー」秦一雄（九州がんセン）②「ICRU Report No.33（放射線の量と単位）の解説」高田卓雄（九州がんセン）　③「ラド変換係数（ＣλＣＥ）に関する動向」川島勝弘（放医研）

・第11回（1985.9.28　名古屋）：①特別講演「放射線治療の現状と問題点」入江五郎（北大）　②パネルディスカッション「標的線量ーあなたの施設では？ー」植田俊男（愛知県がんセン）・高橋勇守（東北大）・平林久枝（東京女子医大）・玖島利男（広大）

・第12回（1986.4.3　東京）：①「不均質補正について」入船寅二（癌研）　②「悪性腫瘍の診断から治療までー肺がんについてー」砂倉瑞良（埼玉がんセン）

・第13回（1986.11.1　大阪）：①教育講演「診断医の求める胸部の断層情報」伊藤春海（京大）　②ワークショップ「撮影技術の問題点ーよりよい撮影技術を求めてー（その６）胸部断層撮影」四宮恵次（化成オプトニクス）座長・川村義彦（日本医大）

・第14回（1987.4.2　東京）：①講演「悪性腫瘍の診断から治療までー小線源についてー」堀内淳一（東京医歯大　②品質保証計画班活動経過報告「医用電子加速装置のＱＡについて」松川収作（国立がんセン）他③解説「改定された吸収線量の標準測定法について（その２）電子線」森剛彦（筑波大）

・第15回（1987.10.17　浜松）：①「欧米における粒子線治療の現況」高井通勝（浜松医大）　②治療装置経済性検討班報告　森嘉信（阪大）　③シミュレータ検討班報告　和久井聖（癌研）

・第16回（1988.4.1　東京）：①講演「放射線治療装置の歴史」牧野純夫（東芝メディカルエンジニアリング）②パネルディスカッション「加速器のモニター線量計について」保科正夫座長・安部勝彦（国立札幌）・遠藤裕三（日大板橋）・木村千明（愛知がんセン）・金城司（琉球大）・桑原秋夫（癌研）・森川賀根雄（安佐市民）

◎1988年度（昭和63年度）より二代目分科会会長に森嘉信（阪大）が就任した。

・第17回（1988.10.8　松山）：①講演「子宮頚がんの放射線治療基準の将来に向けて」井上俊彦（阪大）　②講演「ラルスの安全性に関する諸問題」平林久枝（東京女子医大）

・第18回（1989.4.5 神戸）：①シンポジウム「CT／SimulatorとRT-CTについて」木村千明座長（愛知がんセン）・「ＣＴシミュレーター装置の特徴と検討事項」岡田孝（京大）・「CT／SimulatorとRT-CTについて」渡辺良晴（北大）・「システムの概要」瀬尾誠（東海大）・「システムの特徴と操作手順」園田辰夫（東京女子医大）　②シンポジウム「医用電子加速装置の現状と将来への展望」森剛彦座長（筑波大）・上総中童（日本電機）・藤内武徳（三菱電機）・津留俊雄（東芝）・石松健二（日立メディコ）

・第19回（1989.10.13　札幌）：①講演「人精子染色体の放射線障害」美甘和哉（旭川医大）　②講演「ＰＡＣＳの放射線治療への利用」有本卓郎（北大）　③北海道放射線治療研究会報告　背戸田正利（国立札幌）

・第20回（1990.4.4　神戸）：①シンポジウム「患者固定具について」、「九州における固定具・補助具の現状ー放射線治療精度向上への工夫ー」岩崎浩思（熊本市民）・「頭頚部領域におけるアクアプラスト固定具の使用経験」玖島利男（広大）・「頭頚部の固定具」桜井邦昭（阪大）・「成人病センターで開発した固定具」佐々木潤一（大阪成人病セン）・「照射位置の再現性を良くするための固定具について」水谷武雄（愛知がんセン）・「簡易頭部支持具の一例」常田長時（国立松本）・「頭頚部領域におけるチルト機構付固定具」和田雅義（東京女子医大）・「患者固定具について」八巻昭一（いわき総合磐城共立）

・第21回（1990.11.9　富山）：①勉強会「モンテカルロ法による線量分布計算：“モンテカルロ法とは”から“線量分布計算”まで」加藤秀起（愛知医大）　②教育講演「がん治療の放射線生物学的基礎ー放射線制癌剤はなぜがん細胞を殺せるかー」中津川重一（福井医大）

・第22回（1991.4.4　京都）：①教育講演「膵がんの治療」門田守人（阪大）　②討論会「放射線治療の現状とゆくえ」森嘉信（阪大）司会・「医学的立場から」井上俊彦（阪大）・「物理的立場から」西台武弘（京都医技短大）・「技術的立場から」「頭頚部腫瘍に対して」木村千明（愛知がんセン）、「乳癌に対して」平林久枝

（東京女子医大）、「子宮頚癌に対して」秦潔（大阪成人病セン）、「肺癌に対して」森剛彦（筑波大）・「指定発言」渡辺良晴（北大）・伊藤英夫（日大板橋）・沼口健治（川崎医大）・熊谷孝三（九州がんセン）

・第23回（1991.10.25　熊本）：①報告「放射線治療の精度管理」（ＪＡＳＴＲＯアンケートの集計に基づく）・「不均質補正について」平林久枝（東京女子医大）・「治療装置の精度について」木村千明（愛知がんセン）・「放射線治療のＱＣプログラムについて」森剛彦（筑波大）　②教育講演「放射線でどうして癌は治るのか」増田康治（九大）

・第24回（1992.4.2　横浜）：①教育講演「乳癌・放射線治療の最近の潮流」大川智彦（東京女子医大）　②パソコンによる線量計算システム構成基準作成班中間報告・「治療計画装置の使用状況に関するアンケート調査」小口宏（信大）・「各種治療計画装置における不均質補正計算の比較調査」内山幸男（愛知がんセン）

・第25回（1992.10.16　山形）：①専門委員会アンケート（放射線治療用の画像管理と発生状況）報告　森剛彦（筑波大）　②教育講演「米国における放射線腫瘍学の現状」渡会二郎（秋田大）　③シンポジウム「放射線治療における画像の利用」渡辺良晴（北大）座長・「放射線治療計画における画像の利用」古屋輝夫（北大）・「照合写真におけるＣＲの利用」松本光弘（阪大）・「照合画像の新しい方向」上総中童（バリアンメディカル）・「放射線治療システムの総合画像利用」内山幸男（愛知がんセン）

・第26回（1993.4.2.　横浜）：①教育講座「外部放射線治療装置の保守管理プログラムから」秦潔（大阪成人病セン）座長・「線量モニタシステムについて」秦潔（大阪成人病セン）・「ＱＣの実施について」服部一宏（国立水戸）・「放射線治療医のいない施設におけるＱＣの実施について」薮田和利（貝塚市民）　②教育講演「血液（製剤）への放射線照射の効果適応について」清水勝（東京女子医大）

・第27回（1993.10.15　広島）：①教育講演「子宮頚癌の治療方針の決定と放射線の寄与」平林光司（国立福山）　②教育講座「外部放射線治療装置の保守管理プログラムから　その２」沼口健治（川崎医大）座長・「線量プロフィールの平坦度及び対称性について」沼口健治（川崎医大）・「当院における保守管理の現状」水野吉将（奈良県立医大）・「線量プロフィール保守管理プログラム実施における問題点」稲村圭司（岡山大）

・第28回（1994.4.6　神戸）：①教育講演「最近の^{192}Ir高線量率治療の動向」池田恢（国がん中央）　②シンポジウム「^{192}Ir高線量率治療装置の管理と線源出力測定」松本光弘（阪大）座長・「^{192}IrHDR RALS装置の出力測定法」佐方周防（千葉県がんセン）・「^{192}Ir高線量率治療装置の概要と管理について　マイクロセレクトロンＨＤＲシステムについて」野口正安（千代田保安用品）・「アフターローディング・ブフラー・factsについて」谷義正（ユーロメディック）・「^{192}Ir高線量率治療装置の線源交換時における線源強度校正とＱＡ」玖島利男（広大）・「^{192}Ir高線量率治療装置の日常管理ついて」川越康充（阪大）

◎1994年度（平成６年度）より三代目分科会会長に平林久枝（東京女子医大）が就任した。

・第29回（1994.11.24　高知）：①教育講演「免疫と放射線治療法」小川恭行（高知医大）　②照射技術討論会「骨盤領域における照射技術の諸問題とその解決法」沼口健治（川崎医大）座長・「照射野の線量評価、線量計算－全骨盤照射について－」岩崎孝信（香川医大）・「当院における照射の再現性－ＱＣツールを使った保守管理とシミュレータを使った照射位置の確認」迎保志（徳島県立中央）・「子宮頚癌の放射線治療方法と合併症」横田典和（高知医大）・「浸潤性膀胱癌における膀胱温存の意義と方法」長瀬尚巳（川崎医大）

・第30回（1995.4.13　名古屋）：①教育講演「電子加速装置によるラジオサージェリー」－極小照射野の線量測定法－　都丸禎三（癌研）　②パネルディスカッション「電子加速装置によるラジオサージェリー」－照射技術－　泉隆（九大）座長・橘昌幸（九大）・後藤紳一・望月真（東京慈恵医大）

★放射線治療技術菊池賞　（故菊地利邦氏のご厚志により設立）

・第31回（1995.10.20　山梨）：①教育講演「頭頚部腫瘍の放射線治療」土器屋卓志（国立東京第二）　②照射技術討論会「頭頚部領域における照射技術の諸問題とその解決法」小山一郎座長・「頭頚部領域の放射線治療の特徴と照射技術」秋山三郎（山梨医大）・「線量分布から見た諸問題」小口宏（信大）・「固定方法の違いによる誤差のデータ解析」久馬幸重（東京医歯大）

・第32回（1996.4.1　横浜）：①教育講演「原体治療の歴史と臨床」森田皓三（愛知がんセン）　①シンポジウム「不整形照射野における１cm幅多分割絞りの現状と運用」保科正夫（東京医歯大）座長・岡田孝（京大）・吉浦隆雄（産業医大）・広瀬哲雄（宮崎医

大）・内山幸男（愛知がんセン）

・第33回（1996.9.27　宮城）：①教育講演「線量計算アルゴリズム」－特に不均質補正計算を中心に－　岩崎晃（弘前大医療短）　②照射技術討論会「胸部領域における照射技術の諸問題とその解決法」高橋勇守（東北大）座長・「食道ガンの放射線治療」田中邦夫（いわき市立総合）・「肺がんの放射線治療」関谷昌四（新潟大）・「呼吸同期照射法」藤岡富雄（大阪府立羽曳野）・「医師の立場から」指定発言　高井良尋（東北大）　学術委員会　治療線量の実態調査班報告「治療線量の実態調査（高エネルギーＸ線測定）－訪問測定による吸収線量の評価－　川越康充（阪大）班長他

・第34回（1997.4.5　横浜）：①教育講演「脳神経領域の放射線治療」－脳定位照射を中心に－　白土博樹（北大）　②シンポジウム「ポータルイメージング装置（ＥＰＩＤ）の現状と問題点および将来への展望」松本光弘（阪大）座長・「EPID（PORTALVISION）とネットワーク環境について」館岡邦彦（札幌医大）・「EPID（PORTALVISION）の小児領域への応用について」松田幸広（埼玉小児医療セン）・「BEAMVIEWの現状と問題点について」嘉戸祥介（富山医薬大）・「EPID（THERAVIEW）のＱＣについて」井ノ上信一（阪大）

・第35回（1997.10.30　奈良）：①教育講演「放射線治療とＩＶＲ」吉村均（奈良県立医大）　②技術討論会「食道・縦隔領域における照射技術の諸問題とその解決法」奥村雅彦（近畿大）座長・「食道の放射線治療計画精度の検討」福神敏（奈良県立医大）・「頚部食道における照射法の検討」長畑智政（大阪市大）・「縦隔部における放射線治療の線量評価」山田裕史（三田市民）・「^{60}Co高線量率食道腔内照射の検討」平山伸一（兵庫医大）・「^{192}Irによる食道腔内照射時の問題と対応」石井政男（神戸市立中央）

・第36回（1998.4.8）：①教育講演「最近の重粒子治療の現状と可能性」辻井博彦（放医研）　②シンポジウム「15MV以上のＸ線の臨床応用における問題点」玖島利男（広大）座長・「高エネルギーＸ線の基本特性と線量測定上の問題点」津田政行・「装置の設置に伴う初期投資と放射線管理」矢野慎輔（京大）・「臨床応用上の利点と問題点」川辺清人（大阪成人病セン）・「15MV以上のＸ線の利用状況に関する実態調査」大野吉美（広大）、指定発言「放射線治療医の立場から」永田靖（京大）

・第37回（1998.10.29　札幌）：①教育講演「中枢神経系の腫瘍と放射線治療」澤田豊（北大）　②技術討論会「脳・神経領域における照射技術の諸問題とその解決法」渡辺良晴（北大）座長・「脳（頭蓋内）の照射法と線量分布」十和田誠（岩手医大）・「脊髄、脊柱領域の照射法と線量表示」西部茂美（旭川医大）・「全脳・全脊髄照射におけるマルチリーフコリメータの利用」藤田勝久（北大）

・第38回（1999.4.7　東京）：①シンポジウム「Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について」保科正夫（東京医歯大）座長・「Virtual wedge（Siemens）の機能と特性」池崎廣海（杏林大）・「Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について」館岡邦彦（札幌医大）・「ダイナミックウエッジの線量計算」金子勝太郎（兼松メディカル）・「Dynamic Wedgeの現状とＩＭＲＴへの展開」四方田彰裕（千代田テクノル）

◎1999年度（平成11年度）より四代目分科会会長に内山幸男（愛知がんセン）が就任した。

・第39回（1999.10.28　久留米）：①教育講演「根治照射と対症的照射」早渕尚文（久留米大）　②技術討論会「電子線治療における照射技術の諸問題とその解決法」熊谷孝三（九州がんセン）座長・「電子線治療における物理的特性と照射野の整形・遮蔽」泉隆（九大）・「電子線治療における適応疾患とその照射法の工夫」廣木昭則（佐賀医大）・「電子線治療における全体表面照射方の照射技術と問題点」川村慎二（宮崎医大）

・第40回（2000.4.8　横浜）：①シンポジウム「治療計画装置をうまく使いこなす」奥村雅彦（近畿大）座長・「線量分布アルゴリズムと収集データの重要性について」薮田和利（貝塚市民）・「収集データの実際とその精度」三津谷正俊（東北大）・「線量分布の評価法と問題点」西部茂美（旭川医大）・「不整形照射野、不均等線量分布の線量評価」羽生裕二（東京女子医大）・「画像取得と治療計画装置への利用」村上徹（神戸大）

・第41回（2000.10.20　千葉）：①教育講演「医療におけるリスクマネージメント」川村治子（杏林大）　②技術討論会「リモートアフターローダーの過去と現状」相川芳弘（神奈川がんセン）・「^{192}IrHDR RALSの機能と安全機構」機種１　山田聖（広大）、機種２　佐々木潤一（大阪成人病セン）・「ＲＡＬＳの安全性に関するユーザー調査報告」相川芳弘（神奈川がんセン）

ii）治療分科会夏季セミナーの歩み

第１回放射線治療分科会夏季セミナーが開催されたのは1987年９月11日～13日である。菅原高原の富士写真フィルム保養所で標準測定法、加速器のＱＣプログラム、モニター線量計の構造・精度、放射線治療、松本分科会長のもとで行われた。

第２回　1988年８月19日～　日本電気研修センター（府中）

第３回　1989年８月25日～　大阪府立青年の家（大阪）

第４回　1990年８月24日～　筑波研究学園都市“ゆかりの森”（筑波）

第５回　1991年８月23日～　ＮＴＴ東海セミナーセンター（刈谷）

第６回　1992年７月24日～　日本シェーリング六甲研修所（神戸）

第７回　1993年８月20日～　北農健保会館（札幌）

第８回　1994年８月19日～　国民宿舎つやざき（福岡）

第９回　1995年８月24日～　石川青年会館（金沢）

第10回　1996年８月22日～　ホテル石田屋（松島）

第11回　1997年８月28日～　国際観光ホテル森秋旅館（伊香保）

第12回　1998年８月27日～　ＫＫＲ広島（広島）

第13回　1999年８月26日～　エルサンティかいづか山荘（貝塚）

第14回　2000年８月24日～　信州松代ロイヤルホテル（長野）

2.10.2　治療装置とＱＡ

１）治療装置

i）コバルトと電子加速装置について

・<u>コバルトの時代　1960年代：</u>

1963-1973年の時期は治療機のシェアの割合が今とずいぶん違うので興味がある。深部治療装置（従来Ｘ線）、コバルト、ベータトロン、リニアック、表在治療装置などが構成比率を変えながら推移していた。

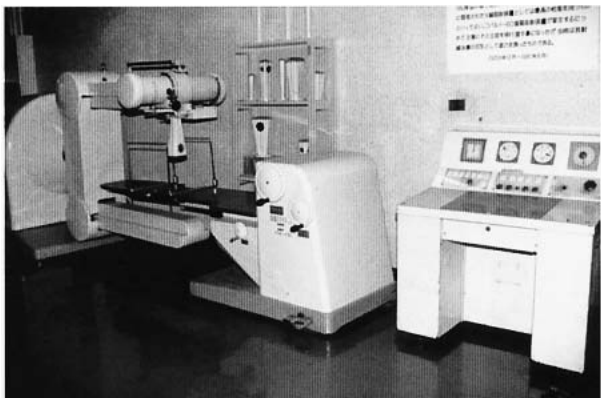


図2-10-1　国産深部治療装置（1960年代）

深部治療Ｘ線装置は変圧器式でエネルギーも低いので、使われなくなってきた。テレコバルトは線源容量が大きくなって、固定から回転式になり、アイソセンター回転方式で回転照射や振子照射が普及した。1957年に1000Ciの回転型が登場して、1970年では約430台が使われていた。

不整形照射がさかんに用いられ、シャドートレイや遮

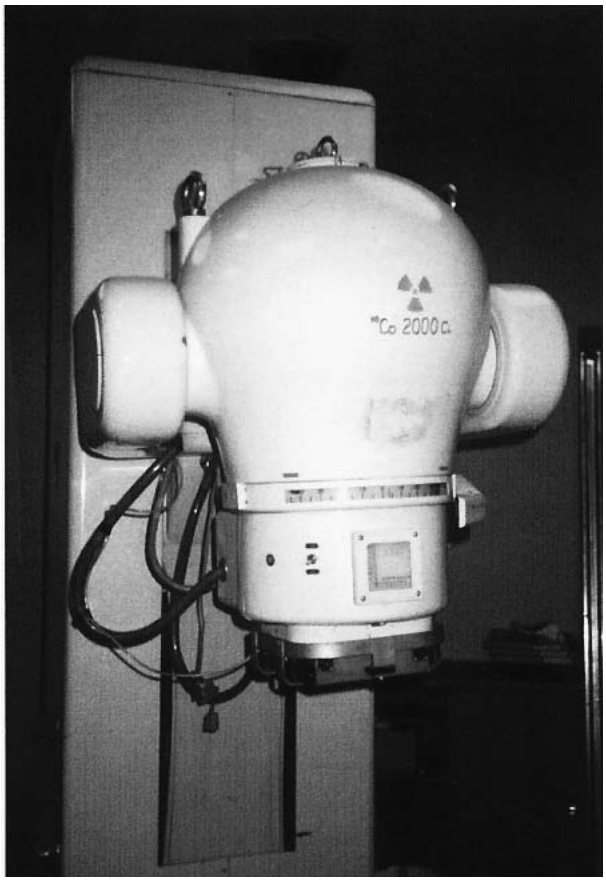


図2-10-2　コバルト固定装置　島津（1960年代）

蔽ブロックが研究され、短冊形の照射野絞りも使われた。

運動照射により打ち抜き照射、つづいて原体照射法が高橋信次（名大）によって考案研究された。照射技術はアイソセンター法やウエッジ照射も発達し、表面線量を改善する篩照射などはしだいに廃れた。いろいろな運動照射テクニックが発達してきた。体位整位法も近年式になり、患者固定法も進んだ。補償フィルターも使い始められた。

・<u>電子加速装置の初期　1960年代：</u>

ベータトロンははじめ、1960年に2台しかなく、のち普及し1970年には38台となった。Ｘ線は高エネルギーが出せたが、出力線量率が低く、照射野が小さかった。架台回転角度の範囲は制限があった。ベータトロンは主に電子線の照射に使われた。照射技術の研究は、術中照射やツーブスに関するものが多かった。電子線の線量測定や線量分布の研究も多く行われた。

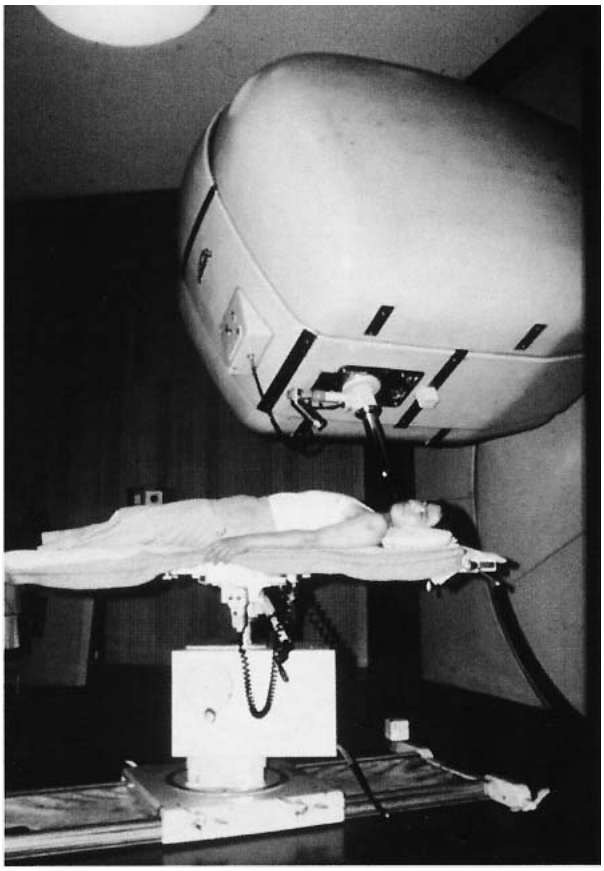


図2-10-3　31MeVベータトロン　東芝（1964年）

ii）リニアックについて

・<u>リニアックの時代、初期　1970年代：</u>

リニアックは1963年に癌研に4.3MeV、その他に計３台が輸入設置された。出力線量率が大きく、半影は小さく照射野も小照射野から大照射野までとれるものである。機械的精度もテレコバルトより著しく向上した。1973年

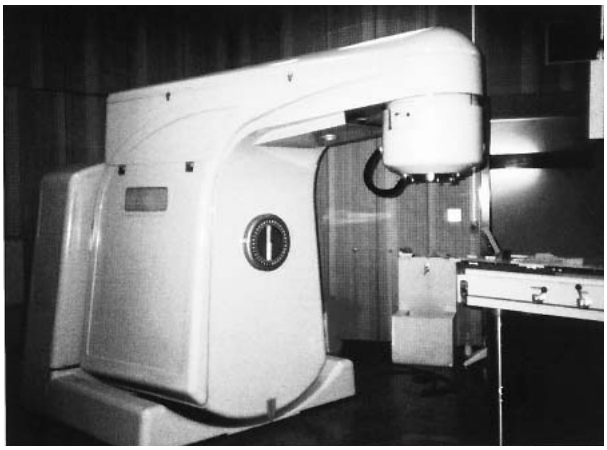


図2-10-4　6MVリニアック　日本電気（1965年）

には80台、1983年には299台と大いに普及し発達した。電子線治療も広く普及していた。ビームの管理、平坦度の管理、モニター線量計がユーザー技術者の必要関心事項となった。しかし、こういう品質管理は1980年代半ば以降に規格化されるまでは、一般化していなかった。70年代末からＣＴ画像の利用が可能になり、リニアックによる原体照射制御方式も登場した。

技術学会の関心は、測定技術、線量測定、線量分布の３つに精力が注がれており、研究も多く行われた。

測定器はいろいろなものを使っていたが、よいものがなく苦労をしていたようである。電離箱型の他、蛍光ガラス線量計、ＴＬＤ、半導体、化学線量計が測定器として研究されていた。フィルム法はこの頃の前も後ろも引き続いて、線量分布研究の主力であった。

Ｘ線シミュレータによる計画が主であり、横断面の取得は回転横断や自在定規によるものであった。学会での報告を羅列しておく。

・1963年　宿題報告：「放射線量測定に関する諸問題」　木村幾生
・1970年　宿題報告：「高エネルギー電子線治療における技術的諸問題」　光田秀雄（大阪市大）
・1971年　宿題報告：「照射線量測定」　樋口喜代治（岩手医大）
・1976年　宿題報告：「原体照射法の技術と応用」　植田俊男（愛知がんセン）
・1976年　治療技術委員会　線量分布班が組織された
・1978年　シンポジウム：「放射線治療装置の保守管理」　野原弘基座長
　（保守記録と信頼性、装置の管理、サイクロトロン、臨床的意義）
・1978年　治療技術委員会　マニュアル作成班
・1979年　治療技術委員会　チェックリスト班

・<u>リニアックの時代、２期　1980年代：</u>

マイクロトロンが1982年国立がんセンターに導入された。リニアックはマルチリーフコリメータ（ＭＬＣ）とコンピュータ制御の導入がされ、偏心照射野が可能となった。自動セットアップや自動照合もでき、リニアックの保守管理が大きな話題となってきた。原体照射もマルチリーフ制御のものに発達した。ＣＴ画像は広く利用され、コンピュータ治療計画装置が多く導入されたが、ＣＴ画像の写真をデジタイザでトレースする方法でまだオフラインで使われていた。

リニアックによる全身照射、脳定位照射も行われはじめ、固定法も高度化しつつあった。放射線治療を目的としたＣＴ装置（ＣＴシミュレータ）が開発されるようになってきた。

輸血用血液に対する照射も多く行われていたが、専用の照射装置が現れるようになって移行していったようで

ある。また、発生装置ターゲットからの中性子線の発生および漏洩が検討され始まった。

学会の発表において、原体照射は1976年の宿題報告（植田俊男・愛知がんセン）でまとめられ、放射線治療計画の諸問題（1982年シンポジウム）やポジショニングの精度の検討（1984年シンポジウム）が注目されており、全身照射の発表が全盛であり、モニタ線量計についても大いに関心が持たれた。また、電子線が広く普及してしていた頃で技術的発表も多かった。

・1981年　分科会　医療用加速器からの中性子線について
・1981年　治療技術委員会　漏洩中性子線測定班
・1982年　分科会　中性子線の測定について、物理的性質と測定上の問題点
・1982年　治療技術委員会　電算機精度調査班・ＩＣＲＵレポート検討班
・1983年　コンピュータ制御の原体照射・ＣＴ画像の治療計画
・1983年　治療技術委員会　治療施設レイアウト班
・1984年　治療技術委員会　シミュレータ班・治療装置経済性検討班
・1984年　マイクロトロンの発表
・1985年　マルチリーフコリメータによる不整形照射野・ＣＴシミュレータの実用化発表
・1988年　分科会　加速器のモニタ線量計について
・1989年　分科会シンポ　CT SimulatorとＲＴ-ＣＴ

・<u>リニアックの時代、３期　1990年代：</u>

コンピュータ制御が本格化し、照射ヘッド以外の構成は小型化してきた。この頃から超多分割ＭＬＣが導入されはじめた。治療計画コンピュータとオンラインで接続

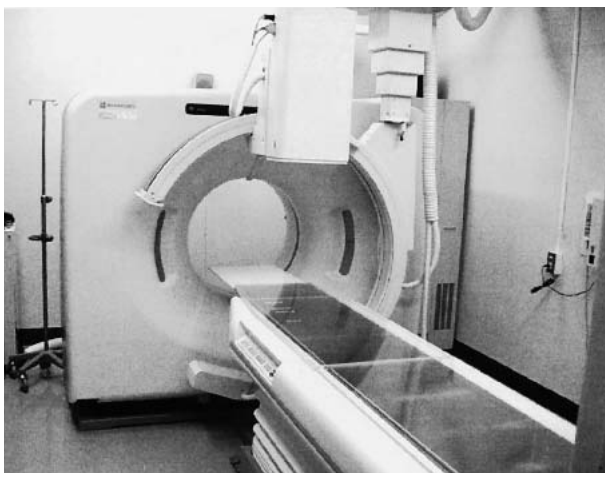


図2-10-5　CTシミュレータ（島津、1993年）

され、計画の条件を使うようになった。ＣＴシミュレータも機種が多くなり、機能もさらに高度になった。ＥＤＰＳ（ディジタル化オンライン化したポータル画像）をつけられる機種が増えた。その他の機能が登場し、ダイナミックウエッジ、ダイナミック照射、ＩＭＲＴ、ＳＲＴ、呼吸同期照射と様々な照射が取り入れられるようになっていった。治療計画を含めての治療装置がシステム化される傾向にある。

学会発表においては、全身照射はまとめ時期となり、乳房温存照射やＳＲＴ（定位照射）の発表演題が多くみられる。３次元治療計画と照射に関心が向いており、装置の保守点検・ＱＣプログラムは重視されている。照射精度の向上についての内容の発表はは洗練されてきている。ここで分科会と専門委員会で取り上げられた演題を並べておく。

・1990年　分科会１　患者固定具について　７題
　〃　２　モンテカルロ法による線量分布計算
・1991年　〃　２　放射線治療の精度管理
・1992年　〃　１　乳がん・放射線治療の最近の潮流
　〃　２　画像の利用
・1995年　〃　１　ラジオサージェリー極小照射野の線量測定法
・1996年　〃　１　不整形照射野における１cm幅多分割絞りの現状と将来
　〃　２　線量計算アルゴリズム―不均質補正計算―
・1998年　〃　１　最近の重粒子線治療の現状と可能性
　〃　２　中枢神経系の腫瘍と放射線治療
・1999年　〃　１　Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について
・2000年　〃　１　放射線治療計画をうまく使いこなす

1991年　専門委員会　パソコンによる線量計算システム構成基準の作成班・放射線機器の安全管理の技術的検討班
・1992年　〃　放射線治療における照射技術の基準化検討班
・1995年　〃　輸血用血液の照射技術の現状調査班
・1996年　〃　治療線量の実態調査班
・1998年　〃　ラジオサージェリーの現状と問題点の調査検討班

iii）ＲＡＬＳ（リモートアフターローダー）の歴史

島津のラルストロン、東芝のＲＡＬは、^{60}Coペレット線源が使われ、1968年より発売開始され、1987年までに187台というように日本で特異的に導入が多く普及した。技術的にも発達し、食道にも応用された。照射技術や臨

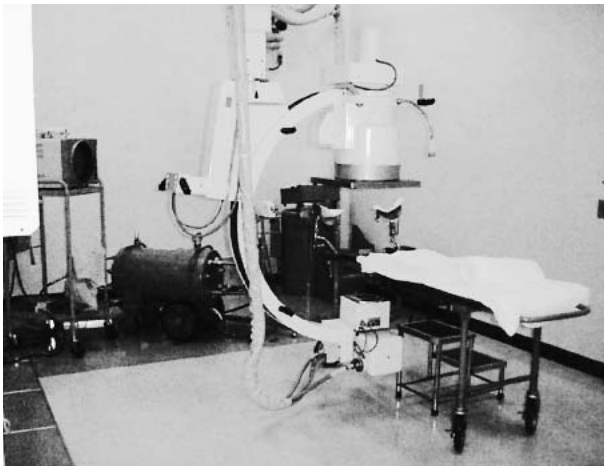


図2-10-6　Co-60　RALS装置（1980年代）

床の多岐にわたる学会発表も多かった。しかし安全性に問題を抱える装置であったので、学会においてもシンポジウム、専門委員会によって事故故障の調査など問題点が多く指摘された。出力線量測定、線量計算の標準化がされ、ＱＣプログラムが1992年にできた。1990年代後半ではイリジウムＲＡＬＳが、コバルトＲＡＬＳに置換わりつつある。ＩＥＣ国際基準は、なかなかＪＩＳ化が実現しなかったが、ようやく2000年ＪＩＳ規格となった。イリジウムＲＡＬＳのマイクロセレクトロンなどが1991年導入され、2000年では82台の普及である。

学会においては下記の内容として、安全面をうたった演題が多くみられた。

・1987年　治療技術委員会　ラルスの安全性に関する調査班
・1992年　ラルスの安全取扱ＱＣプログラム
・1994年　分科会　最近の^{192}Ir高線量率治療の動向
・2000年　分科会　リモートアフターローダーの現状と問題点

iv）それ以外の治療装置の歴史

陽子線、重粒子線の装置の歴史は、放医研でバンデグラーフ・サイクロトロン、東大で原子炉による中性子線照射などの臨床試験が行われたが。本格使用は1990年代である。コバルト遠隔装置以外には、セシウム線源の装置も10数台使われた。

マイクロトロンは1970年代から国立がんセンターの導入で、リニアックに対抗し同じ機能を備えるようになったが、優れた性能を一部には持つものの、20台ほどの数である。

ガンマナイフは1980年代から、30台ほどの普及。計算処理システムも高性能化、熱心な学会発表もある。コバルトＲＡＬＳの同時代にセシウム線源の装置も一部にはあった。

小線源治療の歴史はラジウム、針・管・セルは1934年から日本の多くの病院で保有され、使われた。1960年代からコバルト遠隔照射装置が普及し始めて徐々にラジウムの症例は減っていた。ラドンシードは癌研究会物理部が40年間配布していたが、供給は放射性金（ゴールドグレイン）により1975年に中止された。Cs針やCs針もオーバーラップして普及し、現在も使用されている。カルホニウムも中性子線の組織内治療に一時期試行されたが、イリジウムのワイヤ・ヘヤピンなど供給は引き続いている。

v）ハイパーサーミア

ハイパーサーミア（温熱治療）の学会発表は1978年からである。この後3年は3施設で7題の発表であった。温水灌流法、高周波加温の温度分布調整、マイクロ波加温装置、カテーテル内熱電対温度センサーなどが発表のテーマであった。1983年から5年間では、導入施設も増え14施設で26の演題があり、加温装置・加温技術・温度計測、1986年学会シンポジウム「ハイパーサーミアの現状と問題点」（野原弘基座長）が行われ、温度計測、ファントム、安全性、臨床の領域で発表討論が行われた。この後に全国的に、研究会から学会が設立された。

1988年７演題、89年３、90年２、91年２、92年８、93年３、94年１、95年２、96年２と学会大会の１セクションを形成した。温度計測、ファントム検討、領域シールドの研究が多く、1992年に多くなったのは新しい機種の導入であった。1995年に学会誌原著として「温度分布特性」（山元明人・愛知がんセン）が書かれているが、近年は直腸アプリケータや組織内線源照射との併用療法で盛んであるが、発表は少なくなっている。

２）計画関連装置、器具

i）治療計画コンピュータ

電子計算機利用の黎明期には18題ほどの発表がされている。

1966年に国立がんセンターでは、アナログコンピュータを使ったコバルトの線量分布や密封小線源の計算をし、実測値との検討をしていた。1968年癌研、1970年国立がんセンター、1971年京大、1972年愛知がんセンターとい

うように様々な施設においても検討され始めていた。基本線量分布のチャートから手作りの分布作成の時代であったが、横断面での画像化は未熟であった。

・1973～83年：

専用の市販の計算機はPC-12など僅かであった。線量分布作成のための横断図の作成は、回転横断撮影装置や自在定規によるものであった。小型計算機による小線源の線量分布や、ＴＡＲ の近似式の作成などを研究していた。PC-12からＭＯＤＵＬＥＸに移行する1979年頃から、治療計画が業務の中でどうあるべきか問われはじめ、学会でシンポジウムが構成されるようになった。1977年からＣＴ画像を利用した治療計画がコンピュータで行われるようになり、その後大阪大、盛岡赤十字、岡山大、東女医大により急に研究発表が現れてきた。1978年には3題、79年３題、80年６題、81年９題。その初期の発表では、「ＣＴ像のみの治療計画は危険である。シミュレータ回転横断を併用すべきだ」という文もあった。

ミニコンやマイコンが身近になってきた1976～1980年のこの時代は、腔内照射線量計算、小線源線量分布、ドジメトリ計算、をユーザーが作り、治療装置照合機能、原体絞り機構の制御、水ファントム自動線量測定記録装置などが開発された。

そして、一連の論文「Monte Carlo法による線量計算の実行とその結果」（加藤秀起・愛知医大）は、線量測定の研究者を、驚かせ期待させた。また、森剛彦・筑波大をリーダーとするグループの光子と電子線の外照射におけるコンピュータの利用研究シリーズ（1984～1988）は不均質補正の実測と計算を検証する膨大な業績だった。

ＣＴ画像を用いた治療計画の研究が全盛であった。電子密度や3次元表示数について多くの技術者が取り組んでいた。1983～1988で各年平均４題の発表があった。市販の装置も数種になり、計画装置の精度調査委員会が組織され1983年報告がされた。

パソコンに精通した人も多くなり、ＲＡＬＳなど線量計算や治療施行のアプリケーションなども開発し、測定や患者データの処理にもどんどん取り入れられた。

・1987～1993年：

総合治療システム、原体照射、治療精度、線量容積スペクトル、イリジウムＲＡＬＳ、ＮＣマシン補償フィルタ、ＣＴシミュレータ、３次元照射の基礎のようなものはそれぞれに専用のコンピュータシステムがつくようになった。

パソコン計画計算の開発にユーザーも寄与した発表もみられた。1988年には治療におけるパソコンの現況調査発表がなされた。専用の治療計画コンピュータも3次元計画に進化していっている。それをも含んだ照射技術の基準化検討班が発足された。

・1993～1997年：

ＳＲＴ、ガンマナイフ、ＭＬＣ、３次元多門照射、ダイナミックウエッジのような技術はすべてコンピュータを道具として高度に使用したシステムとなってきた。また、統合治療システムへ進化（ＶＡＲｉＳ）、ＣＴとの統合システムやＭＲ画像利用も、Ｃアームリニアック、重粒子線、ＥＰＩＤ、補償フィルタ、呼吸移動同期照射が治療計画のトピックとなった。

ii）計画コンピュータ以外の計画関連機器、器具

コバルトは固定照射から運動照射の装置になり、アイソセンター法、サイドポインタ（側方投光器）、不整形照射法、シャドウトレイが標準の技術となった。ウエッジフィルタは付属品というより、線量分布作成や測定の研究テーマであった。照射野絞りが分割された短冊形絞りもあった。

原体照射法が考案され、研究された。当初はアナログ機構でモノブロックであった。のちコバルトからリニアックへ、またコンピュータ制御となる。打抜き照射法も研究のテーマだった。

位置決め装置については1973年まででは5題の発表がある。Ｘ線シミュレータが普及、Ｘ線ＴＶ装置が付属し透視ができる、速写もできるものになった。輪郭取得装

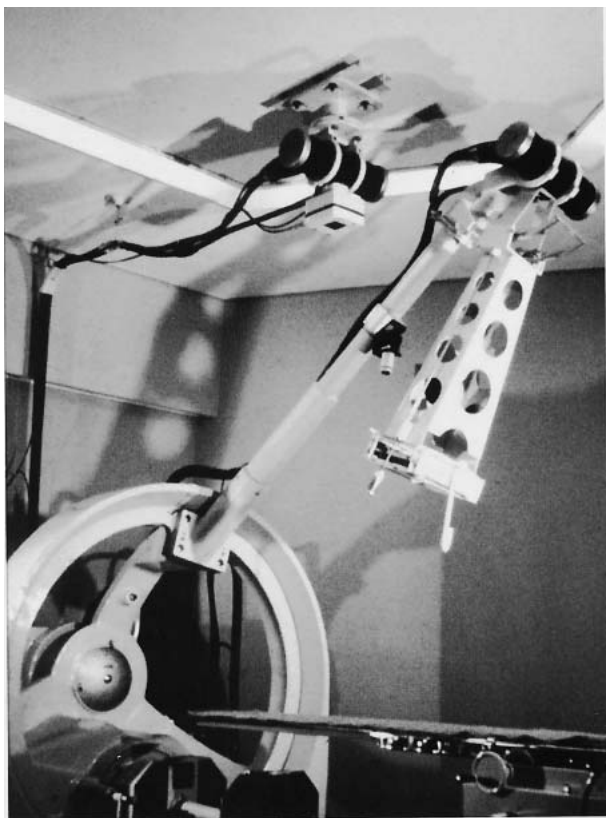


図2-10-7　回転横断装置　東芝（1964年）

置、回転横断撮影装置、自在定規が横断図の取得のために使用された。

固定法や照射法の多くのテクニックも研究発表のテーマであった。固定具は1977年、シェルは1976年からで、のちシェル素材が発達した。測定用ファントムも研究されはじめた。ベータトロンでは電子線照射野の工夫が数多く研究された。電子線ツーブス、照射野の工夫、電子線照射野可変絞りがでてきて1981年に長尺ツーブスなどもあった。

水ファントームをスキャニングする自動測定記録装置

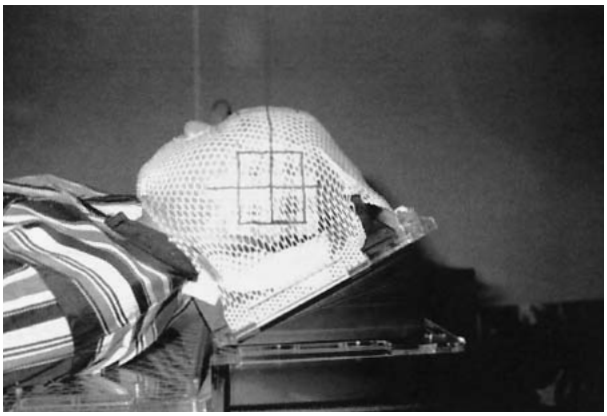


図2-10-8　1990年代にシェルによる頭頸部領域の固定が普及

が考案され、線量測定や線量分布の研究に伴ってしだいに発展し、コンピュータ化高機能なものになっていった。測定器はいろいろなものを使っていたようであるが、よいものがなく苦労をしていた。ファントムは、各種検出器用に、不均質素材も特殊照射用にも工夫された。全身照射や、ラジオサージェリーにも用いられていた。

補償フィルタは古いものでは、1975年に群馬大学で電子線用ゴムボーラス、1977年に簡易補償フィルタが開発された。1981年にモアレ写真からフィルタ作成され、1987年に信州大学にて作成装置の自動化がなされた。また、ＣＴ画像利用から要望が増え、ＮＣマシンへ高度化してきた。

1976年に神奈川成人病センターではビーム管理測定器が開発された。現在では日常のビームチェック、定期的な精度測定のための簡便で高精度なものが市販されている。術中照射、全身照射、脳定位照射、その他特殊照射用にはそれぞれに、付属用具備品が工夫されたが、その部品をテーマにした発表は少ないようである。上記に用いた使用法は治療機の特殊使用法であり、通常の使い方ではなかった。ナイロンネットのトレイや寝台、カーボン天板寝台、固定具用寝台、呼吸同期装置、乳房計測・固定具、圧迫筒、フィルタ台といった工夫された部品・器具がありそれぞれ発表も行われていた。

iii）ポータル画像の歴史（放射線治療に関係する画像）

古い時代の研究は、コバルトグラフィーの研究（照準写真）で1964年癌研、1965年国立がんセンターで行われ、リニアックグラフィーについての原著は1972年に沢田武司（名市大）が書いている。1973年までに19題の学会発表がある。すでに写真によるpositioning精度の検討も行われ、1970年には国立がんセンターが透過線量と線量分布を検討した。線量測定や線量分布の測定手段としてフィルム法は主流で大きな割合を占めていた。その研究発表も多かった。1979年にＲＯＣ曲線評価や照射技術の精度評価法として研究したのは、神奈川がんセンター、愛知県がんセンター、放医研、大阪大学があげられる。中性子線グラフィーの試験研究は1975年にも行われていた。

ＣＲが導入され、1984年よりＦＣＲの発表があり、1991年にはさかんに発表がされ、原著もある。1985～87年はGF-XTL（ＫＯＤＡＫ）の評価研究も多く増感紙について４題、ＦＣＲについて４題の学会発表が行われた。1988年には金属増感紙と金属蛍光増感紙が比較検討された。また、ラジオサージェリーのポータルグラフィーについて1977年長崎大学で、透過線量による画像については1988年癌研で、シミュレータ画像とリニアック画像の照合についての研究が1992年兵庫県がんセンターで研究発表されている。1992年 には全国アンケート調査「治療画像の発生と管理状況」が実施され、中には照合写真の頻度のデータもあった。この後ＥＰＩＤの発表が1993年から増加し、京都大学で1993年に「POTALVISION」、1996年に「Theraview」が発表され、CR-金属プレートの研究も熱心にされた。ＣＴシミュレータなどはシステム化によって治療照合画像もしだいに変わってきている。照合画像の電子化が進み、撮影－画像処理－比較評価－保管といった処理システムも今は整備されている。

３）ＱＡ／ＱＣ

品質管理という狭い範囲だけでなく、ここでは放射線治療技術の放射線被曝・防護、治療施設・設備、法的規制、国際規格、安全管理、技術の標準化、教育訓練、研修、地域の研究会のような分野はすべてＱＡ・品質・精度に大きく関わるので、含めることにする。

安全という面ではまず法的規制であり、監督する厚生省、科学技術庁などの行政では、取扱資格者、取扱行為、その範囲を定めており、放射線施設は規制・基準に適合でなければならない。防護計算や設計を理解し、施設内外の線量率の測定、自主点検、これらも的確に実行されることは、ＱＡ／ＱＣの前提である。人の制度として、

資格、分限も関わり、エックス線技師は放射線技師に移行した。もちろん法的規制があり法律や厚生省の規制に従っている。その規制とはご存知の通りである障害防止法や医療法施行規則である。

i）被曝や障害

放射線被曝や障害などの放射線生物学の分野は、学会の研究区分で分けられていることもあって、研究発表が放射線治療に入ったり入らなかったりの境界領域である。

この範囲の研究発表の中から代表的なもの述べると、放射線治療時の生殖腺被曝線量の研究は、伊場昭三（千葉大）が1961年より引き続いて発表している。同じテーマで新潟大学、鶴岡市病院、広島大学、岩手医大学、国立松山病院の発表もある。1970年に防護委員会でも、治療機使用室は大きなテーマで遮蔽計算指針を提出している。また、治療室内外の散乱線や漏洩線量の研究発表があった。

ii）放射線施設・設備

放射線施設の防護計算、設計は古い時代には技術学会も発表が見られた。遮蔽計算指針は1970年から歴史があり、日本医学放射線学会は1987年に「医療用高エネルギー電子加速器使用室に対する遮蔽計算指針」、原子力安全技術センターは1989年に「放射線施設のγ（Ｘ）線遮へい計算　実務マニュアル」をまとめている。1980年から発生装置ターゲットからの中性子線の発生および漏洩が検討され始まった。分科会で1881・1882年にテーマとして取上げ、1981年に治療技術委員会に漏洩中性子線測定班が組まれた。

放射線線源、密封線源の管理も安全管理のテーマとしては古くから現在まで引き続いている。保管システムや紛失問題もあったが、ＲＡＬＳの装置に移行して危険性は少なくなり、移動して使用する小線源の保有は少なくなっている。

iii）規格化・標準化の歴史

ＪＩＳ規格は国際規格ＩＥＣにならって、国内に取り入れている。安全と性能のための設計基準が主である。放射線治療の分野ではコバルト、医用電子加速装置、ＲＡＬＳ、線量測定、密封線源の構造などがある。放射線工業会が主となって審議しているがユーザー側からの代表として、技術学会からも代表がメンバーとなっている。ＩＥＣの原案に対する審議、修正要求などもおこない、国際規格完成までの協力を行う。日本のＪＩＳ化かどうかの検討やＪＩＳ原案作成などを行う。また、規格化と同時に標準化の努力も引き続き行われた。吸収線量の標準測定法、コバルトの点検基準、治療装置の試験項目の統一案、ＱＣプログラム、治療装置の保守管理プログラムなどがそれにあたり、技術学会でも専門委員会や班活動の組織、出版活動などで取り組んできた。

精度管理に関して、1966年に^{60}Co線源の線量測定（測定委員会の照射線量相互比較）、1971年に放射線治療に於ける^{60}Coγ線および高エネルギーＸ線の吸収線量の標準測定法、1974年に電子線の標準測定法、1989年に吸収線量の標準測定法などがあり、またＩＣＲＵレポート23・24・35・44も代表的な線量測定基準である。

装置管理、安全、精度管理に関しても、研究発表・班研究・標準化が多く、現在も続いている。コバルトやリニアックの初期には、1970年には故障解析、保守経験という発表も始まり、基準やマニュアルを作ろうという動きにつながっている。

・<u>～1982年：</u>

^{60}Co遠隔治療装置照射野確認方法や遮蔽計算、漏洩線量の分野の発表もあった。治療施設の遮蔽の基礎研究や設計の発表もされた。神奈川県内の治療現状調査（精度）、固定法と患者解析、固定具などという研究発表テーマも多かった。

・<u>1983～87年：</u>

この間には固定具、シェル材の発表が7題、照合写真ＦＣＲ化、位置のＱＡや精度については11題、中性子については21題、というようにモニタ線量計の変化に注目され研究された。

専門委員会の治療技術委員会が基準化やＱＡのテーマを取り扱っていた。治療施設レイアウト班、シミュレータ班、治療装置経済性検討班、照射精度向上の新技術検討班、ラルスの安全性に関する調査班の活動があった。

・<u>1988～1993年：</u>

発表のテーマは、モニタ線量計の管理、ビーム・照射野の管理（平坦度・エネルギー・照射）、故障管理、自動化（セットアップ・照合・記録）、照合写真（フィルム増感紙・ＣＲ）、照射位置精度・体位・ポジショニング・呼吸同期、固定具、透過線量モニタ、漏洩中性子線を扱ったものが多かった。1992年外部放射線治療装置の保守管理プログラム発表（ＪＡＳＴＲＯ）され、ラルスの安全取扱ＱＣプログラムが作られた。

・1989年	宿題報告	「照射精度、不均質線量評価」　野原弘基（京大）
・1991年	宿題報告	「不確実度５％への挑戦」　木村千明（愛知がんセン）
	専門委員会	パソコンによる線量計算シ

ステム構成基準の作成班
・1991.92年　〃　放射線機器の安全管理の技術的検討班
・1992.93年　〃　放射線治療における照射技術の基準化検討班
・1993～97年：

発表のテーマは、ＣＲポータルイメージング、ＣＴ画像・ＭＲ、ＥＰＩＤ、ダイナミックウエッジの線量分布、３次元補償フィルタ、ＴＢＩ、故障管理、固定具（シェル材、ＳＲＴ）、ｓ-ＭＬＣ、保守管理プログラム、実態調査、システムの管理が多かった。ＩＣＲＵレポート29・50は、記載の標準化、標的体積の定義をするものである。ＡＡＰＭの委員会報告ＴＧ40は1994年、治療装置・治療計画・臨床を統合的に捕らえて細部にわたるＱＡ項目を分析したものであった。1997年のＪＡＳＴＲＯＱＡ委員会の外部放射線治療におけるＱＡシステムガイドラインは集大成したものである。

iii）研究会活動、研修教育

品質向上、精度管理のためには、底辺の拡大とレベルアップであり、全国統一化もＱＡの目指すところである。治療技術者は生涯教育に努めなければならない。

全国各地域の放射線治療の研究会
日本放射線技術学会の教育プログラムや講演
治療分科会のプログラムや夏季セミナー
出版活動
線量標準研究会、日本アイソトープ協会、原子力安全技術センター
学会　（日本医学放射線学会、同学会物理部会、日本放射線腫瘍学会、日本医学物理学会、その他専門別学会・研究会）

このようなものに積極的に参加することが望ましい。

図2-10-9　放射線治療分科会による夏季セミナー風景（2000年、札幌）

1998年は、日本放射線技術学会により「放射線医療技術学叢書（16）　放射線治療技術マニュアル」がその目的のために出版された。

2.10.3　治療計画と照射技術

１）線量測定

i）Ｘ線吸収線量測定・プロトコル

1961年にベータトロンが国内に導入され、高エネルギＸ線・電子線の測定法が必要となった。それまで使用していた［Ｒ］単位は3MeV以下の電磁放射線に対して定義されているため、3MV以上の超高圧放射線にはそのまま当てはめることはできなかった。1960年代はまだ多くの深部治療Ｘ線装置が用いられており、Ｘ線の校正は１次標準電離箱において行われて、Ｘ線吸収線量は化学線量計による測定が基準とされていた。1962年にICRUレポート10においてR-rad変換係数（ｆ）が発表され、1969年にICRU Report14でR-rad変換係数（ｆ）に代わり電子や光子のフルエンスの乱れの補正をfに加えたＣλが用いられた。

1971年に「放射線治療における^{60}Coガンマ線および高エネルギＸ線の吸収線量の標準測定法」（日本医学放射線学会物理部会）が発表された。測定器の感度校正は^{60}Coガンマ線で照射線量（Ｒ）で行うこととし、全国11箇所の医療用線量標準センタで校正係数を求めることとなった。また、測定法は水ファントム中の校正点の吸収線量を実測し、ラド変換係数（Ｃλ）がエネルギごとに決められた。1972年には早々と標準測定法の解説が測定専門委員会より資料として発表されその啓蒙を図った。またICRU レポート21が刊行された。この後、計量法が1978年５月に一部改定され吸収線量（グレイ：Gy）の使用が始まり、ラド（rad）は補助単位となった。

1984年にICRU レポート35が刊行され、レポート21を抜本的に改定し高エネルギ電子線測定の理論的背景を述べると共に、補正項目が細分化され理論に沿った計算式に改められた。1986年に「吸収線量の標準測定法―放射線治療における高エネルギＸ線および電子線の吸収線量に標準測定法―」が日本医学放射線学会物理部会より発表された。これは1971年のＸ線標準測定法の大幅な改訂版で、最新のデーターや理論に見合った見直しを行っている。

1996年に計測部会で「治療用電子線又はＸ線のエネルギ測定の問題点を探る」が発表された。熊谷孝三（九州がんセン）はＪＡＲＰプロトコルでのエネルギ測定、および評価方法、森口勇介（三菱電機）はビーム出力原理やエネルギ設計、エネルギの決定要因などを説明した。

佐方周防（千葉県がんセン）はＪＡＲＰプロトコル作成メンバーの一人として物理的観点よりエネルギ特定の問題点を説明し、青山賢一（愛知がんセン）は電子線エネルギの簡易測定器について述べた。1998年に学術調査研究班による「治療線量の実態調査(高エネルギＸ線測定)」の報告があり、約80%の施設で吸収線量誤差が±３%以下となり、標準測定法が普及・定着したと述べた。1999年には臨床技術講座として「放射線計測の過去、現在、未来」を発表した。

ii）電子線吸収線量測定・プロトコル

1960年代では電子線吸収線量はFaraday Cageまたはフリッケ線量計による方法が妥当であるとされていた。1962年に光田秀雄（大阪市大）らは「医用15MeV Betatronに関する実験的研究（距離と線量率の関係）」を発表した。1967年に山田勝彦（レントゲン技術専修学校）らは電子線の吸収エネルギ測定を行った。1969年にICRU レポート14が発表された。1972年には組織等価物質（Mix-D）の指頭形電離箱を作成し、^{60}Coを標準線源としてＱ値を求め、水中の測定値より市販電離箱のR-rad変換係数を求めている。同年ICRU レポート21が発表された。1973年に小室裕冉（京大）らは0.6cc電離箱を用いて吸収線量の測定を行い、フリッケ線量計と比較した。陶山忍勲（国立呉）は多種類の媒質（アクリル、Mix-DP、空中）で求めた吸収線量を比較した。1974年に「放射線治療における高エネルギ電子線の吸収線量の標準測定法」（日本医学放射線学会物理部会編）が発表され、基準測定器は電離箱線量計とフリッケ線量計とした。また電離箱はＸ線と同じ校正を受け、測定値に電子線エネルギに応じたラド変換係数を乗じて算定することとした。1986年にはラド変換係数Ceはどの電離箱に対しても同じ値を与えているが、使用する電離箱とファントム材質に合った正確な値を用いる必要があるとした。

1986年には1974年に刊行された「放射線治療における高エネルギ電子線の吸収線量の標準測定法」が大幅に改訂され、Burlinの空洞理論を厳密に適用して信頼性の向上を図った。1987年に園田辰夫（東京女子医大）らはシャロー形電離箱の後方容積の大きい電離箱は後方散乱補正が必要で、ガード電極の無いタイプは極性効果が大きく標準線量計には望ましくないとした。森剛彦（筑波大）らはＪＡＲＰの新旧のプロトコルでの測定値を10から25MeV電子線で比較した。川越康充（阪大）や1989年に坂口薫（東海大）らは指頭形と平行平板形電離箱の比較を行い、測定値の相違は電子フルエンスの影響であろうと報告した。

1991年に熊谷孝三（九州がんセン）らは電離量半価深から直接平均入射エネルギを求める簡略化手順を提案した。また市販円筒形電離箱でＪＡＲＰ形のCe値を代用すると吸収線量変換係数に最大1.7%の誤差が生じるとし、ＪＡＲＰプロトコルのエネルギ決定方法をより簡便化し、また市販線量計の吸収線量変換係数表も作成して日常の測定手順を示した。1995年に奥村雅彦（近畿大）は0.1ml電離箱線量計を用いた水ファントム測定器にＪＡＲＰプロトコルに従った平均入射エネルギの計算が可能なシステムを組み込んでいる。

iii）極小照射野の測定

この領域は線量測定においては未知の領域であり、正確な線量・線量分布測定法の確立をめざし研究が行われた。

1992年に加藤秀起（愛知医大）らはMonte Carlo法を用いて極小照射野の線量評価を行い、ある照射野サイズ以下で２次電子の側方電子平衡が成立しなくなる事を確認し、1994年に河原田泰（群馬大）らはこれを実証した。またビルドアップは照射野が小さくなるとともに浅くなるとしたが、これは1998年に後藤紳一（長崎大）が実証した。1992年には0.6cc電離箱での測定は難しいとし、池田郁夫（杏林大）・松本直素（杏林大）らはＰＤＤ測定は電離箱が、ＯＣＲはフィルム法が適し、出力測定ではフィルム法と電離箱は一致しないと述べた。また、群馬大学では半導体検出器が有用であるとした。1993年に池田郁夫（杏林大）らはＰＤＤはダイオードが、線量プロファイルにはフィルム法が適するとした。一方、0.01cc以下のマイクロチャンバが作成され、後藤紳一（長崎大）らは指頭形電離箱でＴＰＲ測定は可能であるとした。また各施設での測定例が多く発表されだした。

1994年に「極小照射野の線量測定マニュアル」が日本医学放射線物理学会より発表された。池田郁夫（杏林大）らは出力係数をフィルム法で検討し、1996年にはリスコンタクトフィルムを用い、電離箱を基準とした相対測定として使用可能とした。1995年にAAPM レポート54 “ Stereotactic Radiosurgery ” が発表された。1996年に奈良鉄造（青森県立中央）らは側方電子平衡が成立する最小照射野を求め、照射野ゼロのＴＰＲは側方電子平衡が成立している照射野の外挿値と、側方電子平衡が崩れている領域の組織ファントム線量比からの外挿値は一致しないとした。

1997年になるとより臨床的な意味を持つ発表が増え出し、ＣＴＶの周辺線量の評価について検討された。矢野慎輔（京大）らは異なる検出器によるデータが線量分布

計算に及ぼす影響を求めた。1998年に山田聖（広大）らは線量分布とその実測値をマイクロチャンバとフィルムで比較し、その後前田直子（市立泉佐野）らはradio-chromicフィルムでの測定を報告した。後藤紳一（長崎大）は、電離箱は感度の低下を招かない程度の小さなタイプが必要でＯＣＲは写真法の有用性が高いとし、全散乱係数は電離箱とフィルムにより測定したほうが良いとした。1999年に入ると極小不整形照射野を作成するマイクロＭＬＣが導入され、川辺清人（大阪成人病セン）や西本康宏（福井医大）らはマイクロＭＬＣの極小照射野の測定を行った。

iv）表在線量

1961年に福岡勝（大阪赤十字）、1966年に小室裕冉（京大）らは^{60}Co・^{137}Cs近距離照射装置の表層線量分布を測定した。1963年に日立製作所は^{137}Cs装置の電子線の除去法を開発した。1967年には電子線による表面線量が評価され、1969年にはベータトロンのシャドウトレイからの線量を測定した。1970年には表在治療装置の深部率と管電圧、フィルタの関係が測定された。1970年代後半にはテレコバルト装置の表面線量とフィルタや二次電子濾過板について報告され、シャドウトレイによる表面線量の変化や、各種線量計によるビルドアップ領域の線量測定が行われた。またビルドアップ領域のＴＰＲの関数化も試みられた。

1980年に高橋勇守（東北大）らは超高圧Ｘ線の混入電子線について、1984年に吉浦隆雄（産業医大）らはテレコバルト装置の二次電子濾過板について報告した。1986年には加速器の漏洩線量におけるビルドアップキャップの影響が報告され、1988年には6MV Ｘ線治療における二次電子除去フィルタ評価が行われた。1989年に斎藤秀敏（東京都立医短）は外挿電離箱によりビルドアップ領域の測定を行った。1997年から2000年に入川富夫（鳥取赤十字）らはシャドートレイからの二次電子に関する測定を行い、二次電子減弱フィルタを報告した。

v）漏洩線量

1961年に^{60}Co治療室の漏洩線量測定やＸ線深部治療装置での散乱線測定が行われた。1970年に砂屋敷忠（広大）らが30MV直線加速器からの漏洩線について報告し、1972年には直線加速器治療室の散乱線分布の報告や^{226}Ra密封線源の放射能漏洩に関する調査報告があった。1974年に川波田寛（奈良県立医大）は軟Ｘ線治療装置の漏洩線量を測定した。

五十嵐公彦（北大）らは14MV直線加速器の迷路からの漏洩線について報告し、中性子線の問題を述べた。この中性子線の問題は論文で多く取り上げられ、1983年に委員会報告として「医用直線加速器からの漏洩中性子線の測定とその対策」がまとめられた。1982年には飛跡検出器による漏洩中性子線測定が行われ、電子線治療時の中性子線線量当量も報告された。これより中性子遮蔽材や遮蔽効果に関する報告が多数ある。1983年に川光秀昭（島根医大）らは放射化法による漏洩中性子線測定を行った。1988年には「医用高エネルギ電子加速器使用室に対する遮蔽計算指針」が発表された。電離箱によるCd捕獲γ線計測法やPolymer trackによる速中性子線量の測定なども行われた。

1991年にはイメージングプレート（ＩＰ）により加速器コリメータの放射化の測定を行った。1992年に雄川恭行（滋賀医大）らは中性子漏洩線量のエネルギスペクトルを測定した。1994年には治療室デザインと遮蔽壁設計が報告された。2000年に鈴木昇一（藤田保健衛生大）らはＩＣＲＰ（1990）の勧告により見直された新法令に従い、遮蔽計算を行った。

vi）被曝線量

1970年から1973年にかけ良性腫瘍やケロイドの治療を行った患者から悪性腫瘍患者までの生殖腺被曝線量の報告があった。1977年に加藤秀起（愛知医大）はIntegral Doseの近似計算式やEnergy Impartedの計算式を検討した。遠藤裕三（日大板橋）らは1981年から1984年までに組織線量分布と平均骨髄線量の研究を行い、コバルト60γ線についての報告をまとめた。また1986年から1988年まで組織線量分布と平均骨髄線量の研究を行い、10MV Ｘ線についての報告をまとめた。1993年には三次元多門照射での線量当量測定が行われ、1994年にはＳＴＩにおける被曝線量が実測され、1999年にはＳＲＩにおける甲状腺被曝が測定された。松下淳一（日大板橋）らはコンピュータ計算による組織被曝線量の推定を検討した。2000年に佐々木浩二（袋井市民）らはSeminoma術後照射での健側睾丸の被曝線量を検討し、後藤康裕（東京女子医大）らは照射野外線量を第3段目のＭＬＣで低減できることを確認した。

vii）小線源の強度測定法

線源強度測定では1961年に岡橋房一（大阪厚生年金）らが^{226}Ra線源の線量率測定をした。1980年に強度測定では幾何学的条件の影響が大きく、小さな検出器が必要であるとされた。1981年には^{60}Co線源強度測定にサンドイッチ法が報告された。一方、^{192}Ir線源が使われだし、

1993年に本田育子（阪大）らは^{192}Irの標準測定法の必要性を述べ、広島大学ではIr-192高線量率ＲＡＬＳの線源強度測定をサンドイッチ法で行い、また相対測定に円柱型固体ファントムを使用した。1996年には円柱ファントムを使用して^{192}Ir線源の強度測定が行われた。1997年に米田晃敏（大阪成人病セン）らはウエル型線量計による測定精度は±0.1％で、トレーサビリティでの絶対線量測定に使用できるとし、1999年に後藤紳一（長崎大）らは^{192}Ir線源空中線量測定における電離箱壁厚について検討し、成廣直正（川崎医大）らは^{192}Ir線源強度測定にMix-DPファントムを用いて、他の方法と比較検討している。

viii）フィルム法

フィルム法は治療計画装置が無かった時代には複雑な線量分布の合成や運動照射の線量分布の取得などに役立ってきた。

1960年代では、電子線線量分布がフィルム法で測定され、フィルムの方向依存性や９種類のフィルム特性が測定された。1970年当時はまだ放射線治療専用フィルムは開発されておらず、工業用フィルム、写真製版用フィルム（リスコンタクトフィルム）、グラビアフィルム、などが使用されていた。1971年にはリスコンタクトフィルムのエネルギ依存性が報告された。1972年に泉隆（九大）らはチェレンコフ光の特性を測定し、1974年に渡部洋一（名大）らは医療フィルム用自動現像機で処理できる富士グラビアフィルムの測定精度を報告した。1970年代半ばにイーストマンコダック社（米国）より放射線治療用フィルムRP／V2が発売され、1978年にこのフィルムと従来使用していたフィルムとが比較検討された。

1980年に入ると治療計画装置が普及し、実際の基本分布図を入力する手段としてフィルム法が用いられた。1982年に森剛彦（筑波大）らはフィルム法でもシャローチェンバによる実測値により補正することで精度良い基本分布が作成できたとした。またコダックＸＶ-2フィルムはエネルギ依存性がないとされた。1985年に入るとイメージングプレートを線量分布測定に応用しようとする試みが中里啓（国立がんセン）らにより報告された。二次元のフィルム濃度測定は主に等濃度記録装置、走査型濃度計などが用いられていたが、福井医科大学では1986年にＣＣＤカメラを用いた方法を試み、また1990年にはレーザースキャナによるフィルムの読み込みを行った。1987年に橋本恵次（滋賀医大）らはフィルム法の電子線斜入斜における測定精度を検討し、エネルギが低く入射角が大きいほど誤差が増すことを報告した。

1990年代に盛んとなった定位放射線治療法の極小照射野の測定ではフィルム法による測定が広く試みられてきた。1997年には陽子線の線量分布測定にフィルム法が用いられた。またレーザーデンシトメータの有効性が報告された。2000年に井澤一雄（大阪成人病セン）らはＩＭＲＴの線量分布の検証のためにフィルム法を用いた。新しい放射線治療用フィルムとしてRadiochromic Filmが発表され、1999年には基礎的特性が報告され、また2000年には定位放射線照射の線量分布測定に用いた。

ix）ＴＬＤ・蛍光ガラス線量計

ＴＬＤの研究は国内では1960年半ばより行われ、素子の開発にあわせてその特性の評価に関する発表が多い。1965年に山田勝彦（レントゲン技術専修学校）らはCaSO4:Mnの測定を試行した。1968年にはCaE2：MnとLi2B47:Mnの特性、1970年にはツリウム（Tm）で活性化したCaSO4：Tmの特性を報告した。また佐藤孝司（京大）はCaSO4：Mn、CaF2：Mn、Li2B4O7：Mn、MgSiO4：Tb、CaSO4：Tm、γ線、熱中性子線の感度レスポンスを求めた。1972年には70kVpＸ線から^{60}Coγ線までのエネルギ特性が調べられ、LiF素子について熱再生処理による感度変化が測定された。小山一郎（群馬大）らはMg_2SiO_4：Tb（ＭＳＯ）とＭＢＯの高エネルギ高線量域での安定性について報告し、西村茂樹（関西医大）らはMg_2SiO_4：Tb、$CaSO_4$、BeOの^{60}Coγ線での特性を報告した。1973年に若宮裕（国立がんセン）らはＭＢＯ素子の電子線における特性を報告した。湯川豊（京大）らはＴＤＬのsuperliniarityについて考察した。1974年にBeO：NaLiの素子が発表され、1975年に^{60}Coγ線での測定精度が報告された。またBeO一括照射による高エネルギ電子線のＰＤＤを測定し、電離箱と３％以内の誤差で一致したと報告した。リーダーの誤差を検討し、校正方法の確立を求め、LiF素子の特性が報告された。

1980年に入ると、ＴＬＤの使用上の不慣れによる精度への不信感が増し、発表数が減少してきた。1987年に石崎邦明（都立駒込）らはＴＬシートで不均質ファントムの深部線量を測定し、これ以降ＴＬシートの発表が殆どとなる。奈良医科大学では1989年にＴＬシート（$BaSO_4$：Eu）を用いた2次元線量分布測定方を試み、1991年にはＴＬ（LiF：Mg，Cu，P）シートの線量分布測定の基礎的検討を行った。続いてＴＬシートの現状をまとめLiFーシートに期待が持てるとしたが、ＴＬ（LiF：Mg，Cu，P）シートにもエネルギ依存性が見られ、また読み取り装置にも改良が必要であるとした。また1994年にはＴＬ（$BaSO_4$：Eu）シートとフィルムによ

りMetallic stent近傍の線量評価を行い、1997年にはＴＬ（$BaSO_4$：Eu）シートによる電子線深部率が測定された。ＴＬシートの読み取り精度の改善のため1996年にはＣＣＤカメラによる読み取りシステムが開発された。

蛍光ガラス線量計は1960年以降の発表は少なく、1963年に松本健（国立がんセン）、1965年と1967年に光田秀雄（大阪市大）が測定誤差の検討を報告し、1968年に坂井博志（慶應大）らは電子線測定に蛍光ガラス線量計を用いた。1978年に坂下邦雄（放医研）らは蛍光ガラス線量計による体内線量測定を術中照射において行った。

x）半導体検出器

半導体検出器の原理は1951年にMckayにより報告され、国内では1962年に東京大学により試作され、1967年に池本真一（神奈川歯大）らがp-i-n型のリチウムドリフト型検出器を開発した。この時点ではＧM計数管の代用としてβ線の測定に用いられていたようである。

1960年から1970年の間にはCdS結晶の検出器の試作をし、^{60}Coγ線や5MV Ｘ線の線量測定への応用を試み、ＥＥＤ型ホトダイオード検出器の試作がなされた。1976年にはシリコンダイオード検出器を用いたＱＡツールを試作がなされ、ダイオード検出器にエネルギ依存性があるとも報告された。また市販5点線量計（直腸、膀胱用）の特性を評価され、ＲＡＬＳ用^{60}Co線源の測定にダイオード線量計が用いられた。1990年に川辺清人（大阪成人病セン）らは食道腔内照射用の半導体検出器を開発した。1994年に奥村雅彦（近畿大）らは腔内用５点検出器を使用し、電離箱ではなく半導体でも充分加速器のＱＡに使用できるとした。及川正弘（川崎市立川崎）らはP-Si形半導体検出器と電離箱による線量測定値を比較した。

xi）化学線量計・その他

1966年に星野光雄（東邦大）らはチェレンコフ効果を利用して深部量を測定した。また福田正守（長崎大）らは硫酸第Ⅱ鉄による測定を試行した。1970年には電子線胸壁治療で肋骨による吸収線量をフリッケ溶液を用いて評価した。1993年に東京慈恵会医科大学では三次元多門照射の線量分布確認のために、ゼラチン固定したフリッケ溶液をＭＲイメージングにて線量を測定する方法を検討し、翌年画像化に成功した。1999年に長畑智政（大阪市大）らは市販されているフリッケ・ゲル（BANG-gel）による三次元線量分布測定を行った。2000年にはフリッケ・ゲル線量計で電子線平均入射エネルギの測定が試みられた。

xii）電離箱線量計

電離箱のステムリークについては1961年と1963年に三重県立大学で報告され、極性効果に関しては1972年に、perturbationについては1974年に国立がんセンターにおいて、また1998年に廣木昭則（佐賀医大）が電子線測定を報告した。線量率依存性では1974年に２件、イオン再結合については1976年と1985年に、1999年に各１件づつの報告がある。指頭形と平行平板形の比較測定は1979年に松川収作（国立がんセン）が、大気補正に関しては1984年に阿部勝彦（国立札幌）が、電子線吸収線量変換係数や校正定数では1997年の廣木昭則（佐賀医大）などがあった。また2000年に保科正夫（東京医歯大）らはヒステリシス現象について検討した。

電離箱の構造や試作などでは、1961年には外挿電離箱が試作された。

２）治療計画

i）治療計画（電算機やＣＴの利用）

1964年に尾内能夫（癌研附属）らは^{60}Coでの回転照射の線量分布計算精度を評価した。1969年に国立がんセンタで線量計算を行う電算機（治療計画装置）が開発され、1971年にその報告が行われた。Ｘ線の線量計算は実験式を用いた方法と一次線と二次線を分けて計算する方法があり、一次線はＴＡＲを多項式を近似し、二次線は

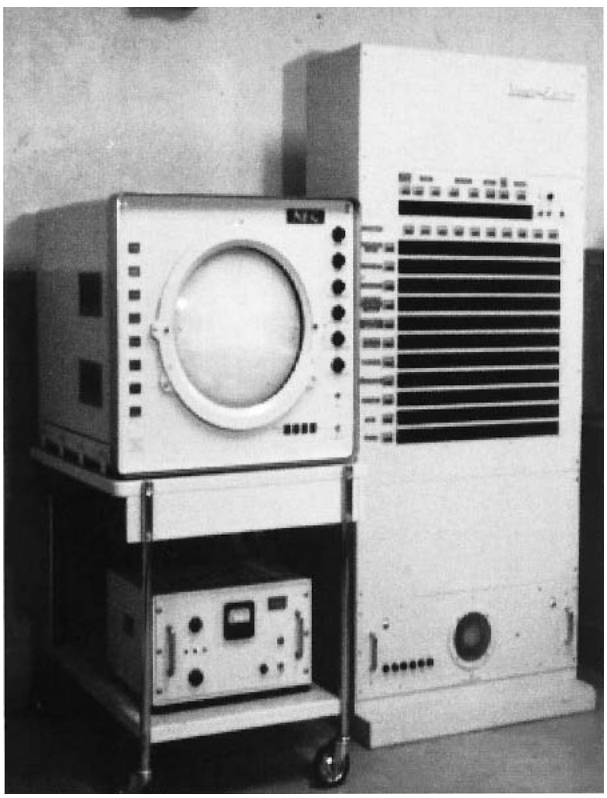


図2-10-10　わが国最初の治療計画装置Therac（NEC、1969年）

Scatter-Air-Ratio（ＳＡＲ）を用いた。不均質補正はBathoの方法を取り入れている。電子線線量は熱拡散方程式により計算した。

回転照射の線量計算には平均のＴＡＲが必要となるが、この簡便法とし1972年に愛知県がんセンターでは患者の前後・左右の体厚より変換表から平均体厚を求め、小型計算機で線量分布を作成した。また、1974年にはＯＣＲを近似式で計算する方法が発表された。1978年に中野努（九大）らはＴＡＲ算出を一次線のＴＡＲを求める指数関数とＳＡＲを求めるための２つの項目を指数関数に置き換え近似計算した。

ＣＴ画像にFilm法で測定した等線量分布図を重ね合わせることも行われ、中桐義忠（岡山大）らは喉頭癌に対してＣＴ画像より横断面を取得し、治療計画を検討した。1979年にはＣＴフィルムをプロジェクタで拡大し、等線量分布図と重ね合わせて使用した。線量計算に用いられている代表的な近似式の精度評価も行われた。1980年に東北大学では中型電算機を用いた線量分布計算プログラムを開発し、計算マトリクスは５mmで密度は３段階に区分し入力した。深部率はＸ線では近似式により、電子線はlookup table法である。ＯＣＲは正規分布の累積分布関数を用いた。

1980年よりＣＴ画像の利用に関する報告が多くなり、ＣＴ画像を用いた治療計画法が発表された。これはすべて手作業であったが、現在治療計画装置上で行われている治療計画法と同じ手法である。三塩宏三（埼玉県がんセン）らはＣＴ画像より体輪郭、肺、骨の自動輪郭抽出を行った。磯部義秀（大阪労災）らは初めて三次元輪郭表示を行った。1981年に宮沢正則（信大）らはＣＴ画像を直接治療計画装置に読み込み線量分布作成に使用し、森剛彦（筑波大）らは各輪郭内の平均ＣＴ値より電子密度を計算して不均質補正した線量分布を作成した。これらはＣＴ画像を直接線量分布に利用した最初の報告である。

図2-10-11　CT画像を利用した治療計画装置Tosplan（東芝、1985年）

1982年に磯部義秀（大阪労災）らは輪郭のワイヤーフレームによる三次元表示に線量分布を重ねて表示した。また翌年任意の割面画像表示を行い、体積計算、補償フィルタ・鉛ブロックの作成・ターゲット吸収線量などが計算できるシステムを発表した。1984年に平山伸一（兵庫医大）らは外照射と腔内照射の線量分布の重ね合わせ表示を行った。1985年にはサーフェスモデルによる三次元表示が行われ、ＣＴ画像の立体表示を行い、任意の角度から表面観察や臓器抽出、半透明表示などが可能となった。1986年には治療計画の最適化のためにＡＩソフトウエアが試みられた。また、滑らかな三次元表示法が発表され、三次元線量計算の必要性も示唆された。佐伯寿夫（聖マリアンナ医大）らはファントム同時スキャン方による電子密度補正法を発表した。

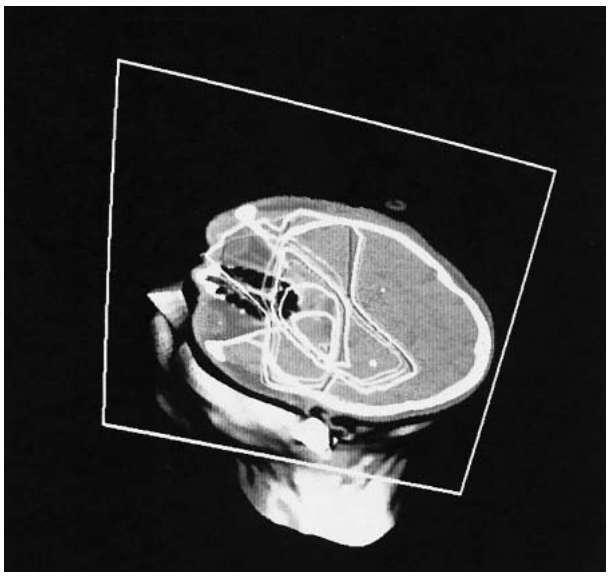


図2-10-12　CT画像三次元表示と線量分布の合成が試みられる（1985年）

1987年にはＣＴ装置上で計画からマーキングまで行えるＣＴシミュレータが開発された。ＣＴフィルム入力にＣＣＤカメラが用いられた。1988年にはＣＴのスキャノグラムを用いた照射野設定方法が報告され、1989年に国立がんセンターではＤＲＲ画像を用いた治療計画法を開発した。1990年に楠本利治（神戸大）らはＣＴ装置にワークステーションを組み合わせた治療計画支援システムを開発した。

1991年に林久貴（国立がんセン）は、体輪郭取得精度はＣＴスライス幅のパーシャルボリューム効果とウインド・レベルの観察条件により大きく影響を受けると報告した。山口肇（大阪逓信）らはＣＴ装置に直交Ｘ線撮影装置を組み合わせた治療計画システムの報告を行った。1992年には治療ビームを用いた超高圧ＣＴ装置が開発された。1993年にはスカウト画像を加速器の幾何学的条件

に補正する方法を述べた。1995年に小口智彦（東京女子医大）らはＣＴフィルムの入力はＶＩＤＥＯ法でなくスキャナーが望ましいとし、その場合不均質補正にはCT density phantomが有効であるとした。平山伸一（兵庫医大）らはBeam's eye viewの計画にはスライス厚の１／２以上の誤差があるとした。1996年に沼野真澄（国がん東）らはヘリカルＣＴ装置によるＤＲＲ像の評価を行い、1999年に櫻井誠（大阪府立羽曳野）はヘリカルＣＴ装置の撮影条件のよる線量分布への影響は最大0.25%であるとした。

ii）ＭＲ画像、ＵＳ画像の治療計画への利用

1982年に東村享二（癌研附属）らはＢモード超音波断層像に線量分布を重ねあわせ表示を試みた。1989年に東京医科大学ではＭＲ画像の歪みと検査中の呼吸や体動による動きの誤差を指摘し、また治療計画用の撮影シーケンスを検討した。

1992年にはGamma planでのＭＲＩを用いた治療計画の位置精度が報告された。1994年にはＭＲ画像の歪みがタグを用いて評価され、またＭＲの歪みは撮影方法や検出コイルの種類によっても変わり、直接治療計画に使用するには問題があると報告された。またＭＲマーカが利用され始めた。他には、ＤＳＡ撮影時のI.I.の歪みを補正するプログラムの精度も検討された。

一方、ＣＴ画像とＭＲ画像をソフトウエアで合成する方法も報告され、1999年にははイメージフュージョンの合成結果の評価を客観的なに判断する理論が報告され、またイメージフュージョンの合成率を求めるために必要なＣＴ画像での骨の分離に関するパラメターも検討された。

iii）^{60}Coγ線・Ｘ線の不均質補正

1962年のICRUレポート10では体内不均質（特に肺の補正方法）の線量を求めるにあたり、肺の補正係数を用いて計算する方法を採用した。他には減弱曲線を作成して計算したり射出線量より求めたりしていた。しかしＣＴ装置のない時代、回転断層装置からの情報では十分な体内情報は得られず、また上述した方法では正確な補正計算は容易ではなかった。

1965年に、松本健（国立がんセン）はフィルム法で透過線量より病巣線量を推定した。1966年に藤田一彦（徳島大）は^{60}Coガンマ線対向2門照射で、透過線量より病巣線量を求める方法を発表した。1968年に和久井聖（癌研）らは胸部線量の計算値と実測値を比較した。1975年に橋本茂男（東京医大）は、肺病巣線量は深部線量移動法で求めると２%以下の誤差で求まるとした。1978年に阪本伸之（奈良県立医大）らは透過線量より不均質の平均密度を求め、それを用いてBathoの不均質補正の計算精度を求めた。1979年に友光達志（川崎医大）らは実効ＳＳＤ法による密度補正量計算に実験的に求めた散乱線成分の補正を行い、３%以下の計算誤差とした。渡辺良晴（北大）らは14MVのＸ線の空洞境界領域の線量分布を求め、境界面でビルドダウン、リビルドアップが生じ頭頸部領域の照射では問題があるとした。

1980年に入ると治療計画装置が普及し、Pixel-by pixel法による均質計算が可能となり、計算アルゴリズムもＴＡＲ法、実効ＳＳＤ法が使える環境が整ってきた。矢野今朝人（信大）らはＣＴ値を電子密度に変換して２相の近似直線を作成し、また計算誤差２%を得るにはＣＴ値の精度が10～20HUでCT画像マトリクスは64×80以上あるとよいとした。尾内能夫（癌研附属）は国内外の論文をまとめ、空間分解能が５mm、電子密度は±15%の精度で得られれば±３%以下の精度で計算できるとした。1984年に森剛彦（筑波大）らは前記の尾内による報告を実測により検証し、翌1985年には^{60}Co、4MV、10MVのＸ線による肺不均質がＴＰＲや補正係数に及ぼす影響について実測した。

1986年に沢佳延（独協大）らは肺の電子密度の相違が線量分布計算に及ぼす影響を検討した。森剛彦（筑波大）らは骨による線量分布への影響を測定（^{60}Co）し、またＴＡＲ法、実効ＳＳＤ法の不均質線量分布計算精度を評価し５%を超える誤差があるため散乱線を考慮した計算方法であるPower low TAR、Equivalent TAR法の必要性を述べた。岡本治夫（日立保健管理セン）らは胸壁厚が薄く、測定深が浅い場合ＴＰＲの逆転現象があることを報告した。1987年には密度尺度理論の評価をMonte Carloシミュレーションにより行われた。また、日本人の肺の密度を計測し10代で0.27g／cm^{3}から70代で0.17g／cm^{3}の幅があるとした。

1988年に森剛彦（筑波大）らはEquivalent TAR法の計算精度は^{60}Coγ線で1.9±1.2%とし、Generalized Power Low TAR法の不均質計算精度は^{60}Coγ線では１%前後の誤差であるとした。岡本治夫（日立保健管理セン）らは不均質補正のPixel-by pixel法とBulk法を比較し、Pixel-by pixel法が有用であるとした1989年に植田俊男（愛知がんセン）らはＣＴ像から照射領域内の平均肺密度を基にしたBulk法とPixel-by-pixel法で最大2.7%の差があったと報告した。中田学（京大）らはequivalent TAR（ＥＴＡＲ）法を6MV以上にも対応できるようにＴＭＲを用いた Modified TMR（ｍＥＴＭＲ）法を開発

した。

加藤秀起（愛知医大）はMonte Carlo法により既存の線量計算アルゴリズムの検証をした。石丸博文（天野医院）らはで多重散乱補正法をMonte Carlo法と比較し、１％以下の誤差であるとした。また、加藤秀起（愛知医大）は１次線の線量分布計算にも三次元的拡がりを加味した微分1次線線量を用いて不均質モデルの線量計算を行い、石丸博文（天野医院）はｄＳＡＲ法での不均質内の２次電子の拡がり（電子平衡）をたたきこみ法で計算した。

1990年に中田学（京大）らは不均質条件下ではPower Low法やＥＴＡＲが適すが、エネルギや不均質密度、斜入射などの条件により精度は変化するとした。また、Modified TMR（ｍＥＴＭＲ）法の軸外線量分布をフィルム法と比較検証した。

1992年には小さな照射野では二次電子飛程を考慮していないアルゴリズムで誤差が大きくなるとの報告があり、またフィルム法の有用性は不均質境界部分の線量変化にあるとされた。石丸博文（天野）らは微分散乱法で2次電子の飛程の拡がり（多重散乱）を補正して計算し、1993年には微分散乱法は原理上Monte Carlo計算に近似した精度が得られ、実用可能であるとした。

1999年には治療計画装置に搭載された新しい計算アルゴリズムである三次元線量重積分法（convolution superposition、FFT convolution）の精度評価が行われ、高岡慎市（日本医大千葉北総）らは±２％前後の精度であるとし、山田聖（広大）らは肺不均質計算精度が±1.5%以下であったとした。また2000年に羽生裕二（東京女子医大）らは高密度不均質内では７％の誤差が生じたとし、高岡慎市（日本医大千葉北総）らはRANDO phantomにおける実測値と1%以下で一致したと報告した。その他にはＤＭＵ計算精度を求められ、不均質線量分布がフィルム法と比較された。また、Virtual Wedgeの出力補正係数を検討され、薮田和利（貝塚市民）らは内装型ウエッジフィルタの出力特性を報告した。

iv）^{60}Coγ線・Ｘ線の不整形照射野

1960年当初、深部Ｘ線治療装置の出力は各エネルギに対して１点での測定しか行わず、この値を用いて距離の逆二乗則により各治療距離の線量を計算していた。1961年に山田勝彦（レントゲン技術専修学校）らは照射筒毎にその前面で測定しなければならないとした。1966年に野原弘基（京大）らは照射野により出力変動する原因を考察した。

1970年代では、等価正方形照射野の算出方法はDay法が簡便でよいとされ、1972年にはClarkson法により電算機を利用して不整形照射野の任意点の線量を計算した。また、不整形照射野では出力が同一面積の正方形照射野より１～５％の減少がみられたという報告や、等価正方形照射野の算出で照射野を矩形照射野の集合として数個に分割する簡便法が発表された。

1981年に三澤一郎（自治医大）らはClarkson法の変法であるEdwards法の計算値を相互比較し、差は３％以下であったとした。1984年に友光達志（川崎医大）らは散乱線はファントム散乱とコリメータ散乱に分けられ、それぞれ独立した事象であるとしたHolt（1970）らの報告は不整照射野の出力解析結果に当てはまるとした。また、不整形照射野を面積／周囲長（Ａ／Ｐ）を用いて評価すると精度良く補正できることを確認した。1985年に岡田孝（京大）らは４Ａ／Ｌ法とequivalent面積除去法により等価正方形の算出精度を実測値より評価した。

1986年に加藤秀起（愛知医大）はＭＬＣを用いた不整形照射野は等価正方形照射野の照射野係数を使い、鉛ブロックでトリミングした場合はオープン照射野の照射野係数を用いた方が誤差は少ないとした。

1991年にはＡ／Ｐ法を修正した面積比補正法が報告され、Equivalent squares template法による等価正方形照射野算出精度も評価された。また、矩形照射野におけるＡ／Ｐ法を修正した方法が発表された。

京都大学では、1995年に三段目のコリメータとしてＭＬＣがある場合の不整形照射野の等価照射野をDay's法を修正して用いた。続いて1998年には非対称および不正解照射野の線量評価を報告した。同じく1998年にはVarian社のダイナミックウエッジ（ＤＷ）の出力計算法が報告され、コリメータ散乱係数の測定法についてミニファントムの使用が望ましいとした。また、ＥＰＤＩを用いて不整形照射野の照射野係数を推定された。

1999年には非対称照射野のＭＵ値計算にDay法とKwa法が用いられ、コリメータ散乱係数の測定でのミニファントムの幾何学的影響が調べられた。また、主コリメータの下段がＭＬＣである場合の照射野係数の検討や、主コリメータの上段がＭＬＣである場合の照射野係数の検討が行われた。2000年に保科正夫（東京医歯大）は臨床技術講座「直線加速器での線量計算におけるＸの線出力線量の評価」を発表した。

v）電子線不均質

1971年に佐藤鉱市（天理よろず相談所）らは空洞入射壁ではビルドダウンが、再入射壁で再ビルドアップが起こり複雑な分布となることを報告した。1975年に菅野勇

範（福島県立医大）らは10、13、16MeV電子線で骨の影響で深部率が６～13%低下したと述べた。1983年に森剛彦（筑波大）らはＡＥＴ法による肺の不均質補正には誤差が多く問題があるとし、電子密度の影響は少なく不均質の位置や輪郭の不正確さが大きいとした。癌研究会附属病院では肺の線量分布は肺の輪郭や密度が得られれば実効ＳＳＤ法による線量分布に散乱補正係数を乗じて求まるとした。京都大学ではＡＥＴ法の骨による影響を検討し、２～５mmの誤差とし1985年にはPencil beam法とＡＥＴ法の不均質線量分布計算精度を求めた。1986年に森剛彦（筑波大）らはPencil beam法では肺内線量分布の計算精度が３%程度で、実用的なアルゴリズムでは最も良いとし、さらに1987年には骨に対する計算精度を求め、ＡＥＴ法は３mm以内、Pencil beam法は２mm以内の精度とした。

ii）電子線照射筒・出力

1968年に照射筒の材質による線量分布の影響が測定された。1972年に電子線の出力因子について検討された。照射野内の吸収体による線量分布の変化は10MeV以上では歪と深部量の低下が見られると報告された。1976年に坂下邦雄（放医研）らは円錐形照射筒に比べ円筒形タイプでは表面近傍の深部率が多くなったとした。他にもエネルギが高いほど表面線量も増加するが、腔内照射筒などの小さな照射野では深部率が大幅に浅くなり、表面線量が増加したという報告があった。1978年には電子線腔内照射用の可変サイズ照射筒が開発された。1983年には斜入射により深部量は全体に表面へ近づきピーク線量も増大したと報告された。1984年に不整形照射野の出力についての検討や、油粘土を用いた照射野トリミング法の発表があった。1985年には斜入射による線量分布の歪みはMix-DPの補償フィルタを用いて修正できたが、80%深は１cm浅くなったと報告された。森川賀根雄（安佐市民）らは電子線可変コリメータの線束外線量分布を測定し、翌年は深部線量曲線を報告した。さらに、1990年には電子線可変コリメータの等価正方形照射野の算出法を検討し、翌年Ａ／Ｐ法を改良した計算式を報告し、±3.5%以下の精度あるとした。長瀬尚巳（川崎医大）らは非密着型の照射筒の特性を報告し、皮膚面から５cmはなれたことによりトリミングブロックからの散乱線の影響がほとんどないと報告し、またＳＳＤを10cm延長した非密着型の照射筒はセットアップの自由度が拡がり線量分布やエネルギへの影響も少なく有用であるとした。榎直美（京大）らは小照射野では深部率が減少するとした。

1992年に森川賀根雄（安佐市民）は治療用電子線ビームの特性を報告した。主コリメータが固定となっている電子線可変コリメータは散乱線や照射野外漏洩線量の減少のために主コリメータの開度を調整する必要があると報告され、Long SSDでの線量補正についても報告がある。1998年には電子線小径照射筒の深部率と照射野係数の関係や、小径の照射筒の測定はフィルム法が良いという報告があった。1999年に森川賀根雄（安佐市民）らは電子線照射野とエネルギについて報告し、エネルギ決定に5%の誤差があっても吸収線量には１%以下の寄与でしかないため半価深の0.91倍のコリメータでエネルギ決定してもよいとした。

ii）組織内・腔内治療の治療計画

密封小線源の線量計算はPaterson-Parker法による計算が殆どであった。1964年に福岡勝（大阪赤十字）らは^{226}Ra腔内照射の計算値と実測地値を評価した。1971年に野原弘基（京大）らは大型電算機を利用した線量計算方法を発表し、1974年この計算機を使用し組織内照射の任意な配列の線量分布を電子計算機で求めた。1974年にはミニコンを用いてＲＡＬＳの線量分布計算や、1976年には小型電算機によるラジウム線源の線量分布計算がなされ、1979年にはマイコンを用いたＲＡＬＳの計算方法が報告なされた。線量計算法は1977年に密封小線源の水中における吸収線量の計算方法を検討し、従来の空中における計算値と比較した。

組織内治療や低線量率の腔内照射では線量計算に十分な時間が取れたが、高線量率腔内照射ではＡ点・Ｂ点線量の即時計算が必要となる。1979年に遠藤裕三（日大板橋）らはＡ点線量を分布図と幾何学的位置から求めた簡易計算法を発表し、翌年にはプログラム電卓で計算するプログラムを発表した。1970年代後半よりラジウムに変わり^{137}Cs管の普及が始まり、1981年には^{137}Csの線量分布を治療計画装置の計算値と比較した。1982年に保科正夫（東京医歯大）らは区分線量面積率なる概念を用いヘアピンの線量分布の解析を行った。1984年にはＣＴ像を利用した線量分布計算が行われた。

子宮頚癌治療ではマンチェスタ法が使われていたが、Ａ点線量だけでなく線量分布の最適化が求められた。1984年に相川芳弘（神奈川がんセン）らは線源のウエイトを変え最適化するプログラムを作成した。加茂野里（国立金沢）らはＲＡＬＳ用線量計算プログラムを開発し、即時計算、3次元表示を可能とした。また、外照射と腔内照射の線量分布の重ね合わせも行われ、磯部義秀（大阪労災）らは腔内照射の線量分布計算に治療中の動

きを加味し、1986年には三次元腔内線量分布と外照射線量分布を合成表示し、ＴＤＦの分布表示やＤＶＨでの評価を行った。

1987年に千葉県がんセンターではIr線源を点線源に置換し線量分布計算を行った。1991年に渡辺良晴（北大）らはＤＶＨを用いた線量解析を行い、ターゲット領域と線量分布を組み合わせた治療計画の最適化が必要であるとした。奥村雅彦（近畿大）らは最適化に加重係数を用いて補正する方法を検討した。1995年に山田聖（広大）らは食道腔内照射の最適化計算において粘膜面の評価が必要であるとした。1996年に川越康充（阪大）らはＲＡＬＳにおける最適化計算のＤＶＨによる検討の有用性を述べた。2000年に渡邉祐介（北里大）らは組織内照射にＣＴスカウト画像を利用した。

ii）Monte Carloの放射線治療への応用

放射線物理においては高エネルギＸ線、γ線、電子線の物質内での線量解析にモンテカルロ法が応用され、国内では加藤秀起（愛知医大）、石丸博文（天野医院）らの発表が殆どである。以下は治療計画などの項目で記述しなかった分を述べる。

加藤秀起（愛知医大）らは1978年に実効エネルギ吸収係数を求めた。1987年に体内散乱線の解析（^{60}Co照射時の二次電子スペクトル）、1988年に密度尺度理論の解析、1988年に10MV　Ｘ線の散乱-一次線比、体内散乱線成分の相対比の解析、1989年に^{60}Coの平均質量エネルギ吸収係数比、1990年に微分一次線量、1995年に斜入射における散乱線線量の変化を、そして、石丸博文（天野医院）らは1992年に比電子平衡領域の線量分布の検討などを発表し、また1992年にモンテカルロ計算への招待として７回の入門講座を寄稿した。

2000年に21世紀の放射線技術学IXでモンテカルロの取扱や医療工学への応用、最近の進歩などを報告した。また、木下克之（吹田市民）はJava言語によるモンテカルロ計算を試みた。

３）治療技術

i）Ｘ線全身照射

レントゲンが発見された12年後の1907年には早くもＸ線全身照射法をDessauerが発表しているが、高エネルギ高線量治療が行われたのは1959年にThomasらが急逝骨髄性白血病患者の骨髄移植の前処置として施行した。国内では1972年に国立九州がんセンターで第1例が行われたが残念ながら細部は不明である。

1978年に秦潔（大阪成人病セン）らは10MVのＸ線水平ビームを用いてLong SSD法で照射野の対角線を使用し、頭部の過線量の補償を行った。1982年に寺西敏美（兵庫医大）らはLong SSD法での平坦度改善のためにフラットニングフィルタの加工を行い、また鉛板による体厚の補償を検討した。

1983年には寝台移動方式による全身照射法が発表され、寝台長を330cmとして等速度（180cm／min）で前後に移動しながら全身をカバーする方法である。その後1990年に中明鉄朗（札幌北楡）らは寝台移動スピードを調整して体厚補正を行う方法を報告し、同様な報告は1993年に笠原賢治（東海大）らも行い、３種類の速度を用いることで体軸中心の線量を±3.5%以内のできたとしている。1984年には佐々木潤一（大阪成人病セン）らは全身照射における照射法の全国調査の報告を行った

1986年に菊地峻（東京女子医大）らはムービングビーム法を発表した。ガントリを60度角で振子照射を行い、翌年には有効長200cmで±2.5%以内の平坦度を得ると同時に、患者体厚のパターン化により体厚補正を簡便化した。また同年AAPM レポート17“ The Physical Aspects of Total and Half Body Photon Irradiation ”が発表された。1988年に井上俊彦（阪大）先生は厚生省骨髄移植法研究班の第５次骨髄移植全国登録と第４次全身照射国内調査をもとに国内の現状についてまとめた。

1991年には水を使った側方対向二門照射での全身補償フィルタの報告があり、1993年には前後左右四門照射法により線量の均等性が向上し±10%以内に改善できたと報告している。1994年に川辺清人（大阪成人病セン）らは20MV-　Ｘ線側方対向二門照射の評価を行い、４門照射と同等の精度が得られたとしている。1996年に熊谷孝三（九州がんセン）はLong SSD法の前後２門照射法、左右２門照射法、前後左右四門照射法での人体ファントム中の空間線量分布を解析し、４門照射で頭頸部にボーラスを使用すれば±10%の均一性が得られるとした。

1997年に野村和人（横浜市大）らはＣＴ画像よりフィルタを作成し、体輪郭の補償結果は±５%以内になったとしている。

iii）電子線全身照射

Ｘ線による全身皮膚照射は1939年にSommervilleによりはじめられたが、その後β線源による照射法や一門照射法、スリットビーム法、対向2門照射法、などが行われてきた。1950年代からはSix-Dual-Field Irradiation法（通称スタンフォードテクニック）が主流となりいろいろな改良が加えられてきた。

国内では1977年に羽生殻（昭和大藤が丘）らが立位４

体位（Dual-fields 4-positions）での報告がある。ＳＳＤを300cmとしガントリを水平より上下20度ずつ傾けた２照射野で、患者前面（30cm）にポリスチレン製の吸収体を置き最頻入射エネルギを2.7MeVに落とし、過線量防止のため１mm厚鉛板で頭部・眼球・手・足を覆った。1980年代に入って、電子線照射野の継ぎ合わせ法が報告され、電子線アプリケータを180cmの長さに延長し、患者を移動させて必要な範囲を分割して照射した。照射口に平坦化フィルタを装着することにより、200×80cmの照射野内を±５％以内の平坦度の補正している。1984年にはＸ線汚染率は減弱プレートのアクリル厚と、その位置や距離によって異なると報告された。1985年にスキャタリングフォイルを外した4MeVを用い、ＳＳＤを272cmで振子角は70度である振子照射法が発表されている。1988年に側方一門６ポジション法の線量分布をランドファントムで測定し、体幹部や頸部では皮下0.5mmでほぼ80％以上の線量分布が得られたとの報告がある。1999年に島田秀樹（豊橋市民）らは回転照射台を自作し、Long SSD法で患者を回転させて照射する方法を検討している。2000年に東邦大学大森病院ではＴＳＥＩ施行時の頭部遮蔽について鉛製遮蔽器具と鉛めがねを使用したと述べ、また電子線振子照射による全身照射法を発表した。

iii）全腹部照射法・全リンパ節照射法

全腹部照射は1977年に会田孝（国立霞ヶ浦）のMoving-Strip法の報告があり、1983年にはMoving-Strip法の線量分布のエネルギによる違いが検討され、また、1984年に半価層ブロックを用いて重要臓器を保護する全腹部照射法が検討されている。

全リンパ節照射法では1986年に遠藤裕二（日大板橋）らはLong SSD（205cm）１門照射の報告を行っている。床面の発泡スチロール製ベッドに患者を寝かせ、低融点鉛でブロックを作成し頸部などに米ボーラスを用いて補償した。1987年に奥村雅彦（近畿大）らはＴＬＩ用簡易ベッドを試作し、患者セットアップやポータル写真用のカセッテ、透過線量計設置の簡便化と再現性確保を図った。1994年に中明鉄朗（札幌北楡）らはマントル照射野と逆Ｙ字照射野のマッチング部位の半影を低融点鉛フィルタで広く作り、それぞれの半影を重ねることで照射野接合部位の線量分布の改善を試み、接合部位は深さ方向も含め±５％以内の線量に収まったとしている。

iv）集光照射法・定位放射線照射法

定位放射線照射法（stereotactic radiosurgery：ＳＲＳ）は1951年にLeksellにより始められた。1974年に入るとLarssonにより直線加速器を用いた照射法が報告され、今日にいたっている。

1973年に森嘉信（阪大）らが三叉神経痛の治療法として外科用定位器具を用いた6MV　Ｘ線で２×２cm²の照射野で５～７門の多門照射を検討している。1983年に鈴木昇一（藤田保健衛生大）らは歳差集光射法（precessional convergent irradiation method：ＰＣＩ）を発表した。これは座位患者回転と加速器ガントリ回転を組み合わせた集光照射である。定位放射線治療では半影の少ないビームプロファイルと定位するための固定具が必要となるが、1990年には廣瀬哲雄（宮崎医大）らは直線加速器の半影の改善に追加コリメータを使用し、さらにその先端にフラットニングフィルタを追加することで平坦度の向上を図った。日置稔（神奈川がんセン）らは駒井式のヘッドリングを使用して前後左右移動とチルト調整ができる固定具を作成し、多軌道集光照射（multiple non-coplanar converging arcs method：ＭＣＡ）の基礎的検討を行っている。1991年には定位照射法の線量分布は歳差集光照射法がよいが、加速器ではＳＭＡＲＴ法が適するとした。橘昌幸（九大）らは直線加速器の非対称コリメータを利用した歳差集光照射法を発表し、Off Center Beam（ＯＣＢ）法と呼んだ。佐藤勝保（中村記念）らは国内で初めてGamma Knifeの報告を行い、Gamma Knifeと直線加速器の線量分布の比較は2000年に藪谷俊峰（藤田保健衛生大）らが発表した。

図2-10-13　直線加速器による定位手術的照射（1990年代）

正常組織の晩発性副作用や腫瘍の感受性などの問題から1回大線量照射ではなく分割して治療する定位放射線治療（stereotactic radiotherapy：ＳＲＴ）も有用とされ、非侵襲的で再現性の良い固定方法が必要となった。1992年には熱可塑性樹脂と歯形による非侵襲的な固定法の検討が行われ、また村上徹（神戸大）らはヘッドリン

図2-10-14　シェルを用いた定位的放射線治療（1990年代）

グに固定をパッドによる面固定とした方法を発表した。2000年にバイトブロックを使用したシステムの再現性やマスクシステムの再現性・固定精度について検討され、双方とも３mm以内であるとしている。さらに、バイトブロックの座標を三角測量法で定位するシステムが報告され、位置精度は２mm以内とした。なお、ヘッドリングでの精度は1997年の後藤紳一（長崎大）らは±0.3mm（53-6）、福島英治（京大）らは0.5mm以下であったと報告した。

ＡＶＭや脳腫瘍では変形したターゲットとなるため、球体ではなく不整形の線量分布が必要とされる。1993年に南利明（神戸大）らはターゲットのサイズと形状に対する照射法の検討を行い、ＭＣＡ法において複数のアイソセンタによる線量分布を評価した。この問題は不整形多門集光照射法へと引き継がれ、2000年には３mm幅のマルチリーフが使用され、不整形多門定位照射では、ターゲットのconformityや線量均等性に有効であるとした。円形コリメータと主コリメータを利用した非円形照射野の有用性も報告された。

ＳＲＩは頭蓋内に対しての照射方法であったが、これを体幹部に応用しようとする試みが始まった。1994年に安政勝巳（兵庫医大）らは体幹部への集光照射の適用について述べ、1996年には塩田晃（防衛医大）らは体幹部の固定多門歳差集光照射法について検討を行い、また標的容積の縮小には呼吸同期の必要性を指摘した。1999年に京都大学では肺の定位放射線治療について固定は非侵襲的なBody Frameを用い照射法は６門以上のNon-coplanar固定多門照射法、又は４アーク以上のＭＣＡ法が適切とした。2000年にはBody FrameのＸ線吸収の問題と照合精度について報告され、また呼吸抑制は有効であるとした。

1996年に滋賀医科大学ではNeuro-sat装置の非侵襲的定位放射線治療への応用について検討し、園田辰夫（東京女子医大）らは低エネルギＸ線による組織内定位放射線治療装置（photon radiosurgery system：ＰＲＳ）の報告を行った。1997年に村上（神戸大）らは歳差集光照射を可能としたＣアーム型加速器を開発し、1998年に長谷川浩典（阪大）らはロボットアームの先端に加速器を搭載し、アイソセンタを持たない専用装置（Cyber Knife）の報告を行った。2000年にはmicro-MLCを用いた定位多門照射の検討が行われ、また学術調査研究班報告「ラジオサージェリの現状と技術的ガイドライン」がまとめられた。

v）乳房照射

乳がんに対する術後照射法は乳がんの外科手術の流れと共に大きく変化してきた。大胸筋まで取り去る拡大郭清術が多く行われた時代は胸壁に対する照射法が研究され、1980年代から乳房温存術が広まると同時に温存乳房への接線照射に関する報告が増えている。

1965年に尾内能夫（癌研附属）らは接線照射の照準方を考案した。1967年に猪狩定典（立川共済）らはTangential Rotation法を検討した。1970年に木村英雄（三重厚生連中央総合）らは術後胸壁照射において^{60}Coの接線照射法や接線振子照射法に比べ電子線振子照射法の線量分布が均等であったとした。高橋勇守（東北大）らは電子線振子照射で角度ごとの線量率を制御することにより線量分布の改善を図った。1976年に佐藤豊（奈良医大）らは電子線振子で回転軸を２ヶ所としたTangential Rotation法を発表した。1978年に横山俊（埼玉県立がんセン）らは電子線の振子照射法の一つである回転中心を体外に置いたTelecentric Small-angle Pendulum Therapyの検討を行った。

1989年に水谷武雄（愛知がんセン）らは乳房接線照射で肺の防護にマルチリーフコリメータが有用であるとし、一方、砂岡正良（放医研）らは肺の保護を優先させると乳腺組織が十分含まれなくなる危険性を述べた。

1990年に中田学（京大）らは温存乳房照射の最適化としてSingle wedge field法の他にTwin wedge field法を考案した。1991年に佐々木潤一（大阪成人病セン）らはＸ線シミュレータやＣＴ装置を必要とせず接線照射の照射野設定が行える補助具を開発した。1992年に中田学（京大）らは10MVＸ線による温存乳房への接線照射にはボーラスではなくビームスポイラーが皮膚線量の点で望ましいとし、水谷武雄（愛知がんセン）らはモアレ像を利用した補償フィルタを接線照射に応用した。

1994年に中田学（京大）らは乳房温存治療のAir

spaceはＭＬＣの利用などで２cm以下とし、矩形照射野の場合はＭＵ計算に補正が必要であると報告した。翌年奥村雅彦（近畿大）らはAir spaceを含む割合により投与線量は過大に評価され、その補正方法を示した。白川裕一（熊本大）らは乳房の投影面積から求めたファントム散乱補正係数とＴＭＲ、および照射野サイズから求めたヘッド散乱補正係数を用いれば2%以内に補正できるとした。1998年に佐々木潤一（大阪成人病セン）らは乳房が巨大で垂れている患者の照射法について検討した。1999年に岩井啓介（天理よろず相談所）らは温存乳房治療の線量評価点には肋骨外縁とするのが良いとした。

vi）原体照射

原体照射は1958年の梅垣洋一郎による「可動絞りによる運動照射法」から始まり、1961年に高橋が「原体照射法」を発表して以来40年を越す歴史がある。原体照射法は当初Ｘ線深部治療装置や^{60}Co回転照射装置で行われ、多分割コリメータは1963年に開発された。1966年より直線加速器が開発されその普及と共に国内に広まった。臨床では子宮頚癌に対する照射が始めであったが頭頚部、食道とその応用範囲は広まっていった。

1960年代の運動照射の線量分布計算は等線量曲線を基にして計算を行うか、或いは手計算の方法を電算機を利用して行われていたが、原体照射の線量分布はガントリ回転と共に照射野が変化するため一層煩雑であった。1967年に植田俊男（愛知がんセン）らは原体照射の線量分布のゆがみについて検討し、1972年には原体照射の線量分布をIso-time-curveより求めた。1973年に国立名古屋病院では原体照射による脊髄の打ち抜き吸収体は鉛、タングステン、真鍮、鉄などを部位ごとに使い分けることを提唱し、頚椎に対しては円柱の吸収体は不適当とした。1974年に木村千明（愛知がんセン）らは原体二軸振子照射を発表した。原体回転軸を２ヵ所として２つの分布を重ね合わせることにより凹型の分布を作り出す方法である。1977年に愛知県がんセンターでは上顎癌の治療計画で病巣を３つにパターン化することで治療計画の煩雑さを単純化した。今澤正好（名古屋市大）らは^{60}Co装置でswivel角度を連続的に変化させ、打ち抜き吸収体を用いずまた寝台の移動がない多軸原体照射法を発表した。

1981年に高橋一廣（愛知がんセン）は治療計画用電算機を用いた線量分布計算法を発表した。加藤秀起（愛知医大）らは打ち抜き照射法における中心線量は一次線量だけの計算であっても十分な精度であるとした。1983年に伊藤慎弥（阪大）らはコンピュータ制御のモノブロック原体絞り機構を開発し、ターゲット形状に応じた絞り開度を自動計算させるプログラムを報告した。またコンピュータ制御の多段絞り原体照射装置も開発された。1986年に藤井洋司（名古屋第一日赤）らは偏心多分割原体照射法を発表し、回転中心から外れた標的に対しても原体照射が可能となった。翌年には偏心多分割原体照射法を応用し、回転中心を防護臓器に一致させ打抜吸収体を固定した打抜き法、および打抜吸収体を用いずＭＬＣのみで行う打抜照射法を発表した。

1992年に名古屋大学では偏心照射野の線量分布計算で、回転中心のＯＣＲをスライドさせ計算する方法は最大４％の誤差があると報告し、1995年にはＭＬＣの開度に依存した線量低下を改善するための多分割可変フィルタを開発した。1998年に青山裕一（名大）らはＭＬＣを用いた打抜照射法はターゲットと打抜部分が近接している場合ターゲット内の線量に歪みが生じると述べている。1999年に久保田隆士（愛知がんセン）らはＭＬＣを用いた打抜照射法を「MLC block法」と名付け本格的に臨床応用を始め、翌2000年には３次元治療計画装置で2軸原体照射法の治療計画を行った。

vii）その他の治療技術

上顎癌に関しては1964年に片山昌春（日本歯科大）らが楔フィルタを作成、使用した。また健側眼球保護の検討がなされ、愛知がんセンターでは1969年に打ち抜き照射法を検討した。1974年に原体照射の検討を行った。以後照射方法の検討は３件なされた。

喉頭癌ではエネルギによる線量分布評価が1975年から1984年の間に３件行われた。1994年に委員会報告として「喉頭癌の放射線治療」がまとめられた。

食道癌では1970年に平林久枝（東京女子医大）らは頚部食道に対しボーラスを用いた斜入２門照射法を報告し、1971年に菊地峻（東京女子医大）らは補償フィルタを用いた斜入2門照射法を報告した。1973年に木村英雄（三重厚生連中央総合）らは楔フィルタを用いた斜入２門照射法を、1976年に東京女子医科大学では補償フィルタを用いた照射法を報告した。1979年に羽部孝（群馬がんセン）らは内側遮蔽４門照射法を発表し、1985年に池田郁夫（杏林大）らはＴ字照射法を評価した。1992年に水谷武雄（愛知がんセン）らは原体打抜法を検討した。

子宮頚癌では、1969年に佐藤鉱市（天理よろず相談所）らは子宮頚部を固定した運動照射法を発表し、1971年に曽我沖成（名古屋東市民）らは２軸原体照射法の変法を発表した。1976年に愛知県がんセンターでは２軸振子原体照射法の評価が報告され、1988年には傍大動脈リンパ節領域の原体打抜照射法を検討した。

viii）温熱治療

温熱治療は1974年にRobinsonらの研究から盛んに研究が始まった。国内では80年代に入り急速に広まると共に発表演題数も増加した。しかし90年後半に入るとその勢いが衰えだしてきた。

1978年に田中吉男（東京医大）らは温水還流法による人工肛門からの直腸癌治療法を発表した。1979年に京都大学では13.56MHzの高周波（ＲＦ）加温装置を開発し、深部加温の効果が期待できとし、2450MHzのマイクロ波による加温効果の基礎実験を行い、表在性の腫瘍に対しては優れた方法であるとした。1985年には8MHzＲＦ局所加温装置の使用経験を発表した。

1980年代半ば、ＲＦ加温による深部腫瘍に対する温熱併用放射線治療法の効果は表在性腫瘍に対するほどには上がらないことがわかってきた。一方、加温方法ではアンテナやＲＦ電極、強磁性体などを用いた組織内加温法やより温度管理しやすいマイクロ波加温などの局所加温に対する研究に比率が移っていった。1985年に村上徹（神戸大）らは磁性体粒子を用いた誘導加温療法の検討を行い、1987年に組織内誘導加温法を開発した。1989年にはＲＦ誘導加温装置を作成した。

1990年に山元明人（愛知がんセン）らは組織刺入加温でアプリケータの最適な組み合わせを検討した。1991年に大内幸敏（聖マリアンナ医大）らは３電極方式による誘電加温装置の実験を行った。1992年に入ると局所を確実に加温する組織内加温の発表が増え、福島県立医科大学では感温磁性体を用いた組織内加温についてや経血管的に腫瘍に注入可能な磁性アルファモス粒子の基礎的検討を行った。吉浦隆雄（産業医大）らは組織内ＲＦ加温時の針電極の刺入間隔や配置と加温分布について検討した。1993年に山元明人（愛知がんセン）らは術中照射でのＲＦ組織内加温について報告した。

1996年に入ると小線源治療と組み合わせ、同じ部位を加温する技術の報告があり、黒田啓史（大阪府立総合医療セン）らは小線源治療でも使用できる組織内加温用針を開発し、笠井俊文（島根医大）らは腔内照射用アプリケータ内に挿入可能な誘電加温型電極を開発した。1999年に轟木博之（京都桂）らは深部皮下脂肪組織の過温を防ぐためにゆらぎ加温法を考案した。2000年に折舘隆（東大）らは組織内治療に使用するトロカー針を利用して組織内照射と温熱治療を併用する方法について検討した。

全身加温法としては1991年から佐伯寿夫（聖マリアンナ医大）らはマイクロ波亜全身温熱療法において患者の身体的負担を考慮した加温条件について検討し、1993年に患者に苦痛を与えない加温条件予測について報告した。

温熱治療では加温部の温度計測が重要となり、大阪市立大学では1982年にはＲＦ波加温用のカテーテル形熱電対を、1984年にはファントム容積と電極の大きさが温度分布に及ぼす影響を検討し、10ポイントマルチセンサーの熱電対を試作温度分布とエネルギ吸収分布の関係を測定した。また、熱伝導方程式を用いて人体内温度分布計算を試みた。野原弘基（京大）らは超音波埋め込み式水晶温度計の検討を行った。

人体では血液循環による冷却効果が生じ、寒天などの単純なファントムでは体内加温分布を正確に表現できないため、1985年に小野正夫（大阪市立大）・椎崎信彦（大阪市立大）らは血流を考慮したダイナミックファントムにより体内血流が加温分布に及ぼす影響を検討し、松下照雄（福井医大）・木戸屋栄次（福井医大）らは抹消の微小循環を模したダイナミックファントムで抹消血流と加温分布の関係を検討した。1989年に池田尋隆（国立福岡中央）らはマイクロ波加温装置の温度分布と血流の関連性を発表した。

各種アプリケータも作成され、1982年に野原弘基（京大）らはマイクロ波による腔内加温用アプリケータを、1984年に村山守（国立京都）らは腔内用ＲＦ加温アプリケータの試作を行った。1991年に椎崎信彦（大阪市立大）らは腔内電極を用いた食道用アプリケータを試作した。1995年に中野博文（京都桂）らは直腸腔内アプリケータを開発し、1998年に小林保浩（鹿児島大）らはＲＦ誘電加温装置の頭頸部専用アプリケータを試作した。

ix）組織内・腔内治療法

病巣に対する線量集中のために組織内・腔内治療は長い間^{226}Ｒａ線源を中心に行われてきた。1964年にHenschkeが遠隔操作式高線量率腔内照射装置（ＬＤＲ-ＲＡＬＳ）を開発し、1971年に北川殻（北大）らは^{60}Co線源による遠隔操作式腔内照射法（ＨＤＲ-ＲＡＬＳ）を開発した。1970年代には^{137}Cs線源の利用も始まり、遠隔操作やアフターローディングなどの安全な手法が開発され、多角化してきた。

高線量率腔内照射では直腸障害が問題となり、1976年に大阪大学では子宮頚癌治療での直腸・膀胱線量の実測と直読式の線量計の必要性を述べ、５チャンネル半導体検出器を試作した。1979年に羽鳥昇（群馬がんセン）らは低線量率密封小線源治療での被曝低減にむけ遠隔操作治療装置の普及が必要と述べた。大島光一（慶應大）らは中性子線源である^{252}Cfを用いた治療に必要な線量測定

結果を報告した。

1980年にはＲＡＬＳ治療時の膀胱線量は直腸線量よりも高いＡ点線量との相関があったと報告した。またＣＴ画像より膀胱、直腸と線源の距離を求め線量解析することにより適切な線源配置で治療できたという報告もあった。1981年に川又郁夫（東海大）らは子宮頚癌腔内治療時の直腸線量評価点は造影像より線源に最も近い位置で求めた。1982年に保科正夫（東京医歯大）らは密封小線源刺入時の被曝線量を測定し、Ra針に比べAu粒やIr線源は１／３に軽減されて、特にIr線源はアフターローディングにより被曝線量が有効に低下したと述べた。1985年に阪本伸之（奈良県立医大）らはＲＡＬＳ治療時の患者固定にシェルを用いた。佐々木潤一（大阪成人病セン）らはＲＡＬＳのアプリケータ固定具を開発した。西奥忠純（和歌山県立医大）らはとして「^{226}Ra密封小線源の漏洩・汚染検査について」を発表した。以前は全盛であった^{226}Ra線源もリークによる汚染が問題となり、^{137}Cs、^{197}Ir、または^{198}Au、などに置き換わってきた。

1986年に前田大介（阪大）らは膀胱がんのバルーンアプリケータを用いたＲＡＬＳ治療法を発表し、1988年に兵庫医科大学では食道腔内照射における線源湾曲において±６％の誤差が生じるとし、1989年には直腸腔内照射時のアプリケータ固定にシェルを用いた。長瀬尚巳（川崎医大）らは胆道がんに対し経皮的内瘻チューブより^{198}Au粒による腔内照射を行った。岩瀬勉（千葉がんセン）らは^{60}CoRALSを用いて腔内照射を行った。このように1980年代に入るとＲＡＬＳの適応は食道、直腸、膀胱、胆管などと広がり出した。

1990年に入るとＲＡＬＳに線源径の小さい^{192}Ir線源が導入され、適用が拡大していった。1992年に芦沢和成（山梨医大）らは胆管癌の治療を^{192}Ir-RALSで経ＰＴＣＤチューブより行った。大阪大学ではIr-192 370Bq　線源径0.6mmのＲＡＬＳ装置（マイクロセレクトロンＨＤＲ）の使用経験、精度を報告した。1996年には上咽頭ＲＡＬＳに使用するバルーンアプリケータを開発され、1997年にモールドを用い、線源配置を工夫することで曲面的な形状に対応しできるとした。2000年に長瀬尚巳（川崎医大）らは前立腺癌ＲＡＬＳのテンプレートによる組織内照射の報告をし、佐々木徹（国立東京医療セン）らは^{125}I粒永久刺入線源の前立腺癌治療における患者からの線量当量を測定し報告した。

x）術中照射

術中照射は1906年に米国の外科医Beckにより進行胃癌の治療に用いられたが、現在のように開腹して腫瘍を露出させると共に正常組織を圧排したのはFinsterer（オーストリア）である（1913年）。当時は近接照射装置や深部治療Ｘ線装置を用いていた。加速器による電子線術中照射は1964年から本格的にはじめられた。

金属製の照射筒では術野（照射野）の確認ができないため、1977年以降専用アクリル製照射筒が開発・改良された。1978年に坂下邦雄（放医研）らは術中線量測定を蛍光ガラス線量計で行った。1980年片桐久雄（筑波大）らは重要臓器の線量減弱のため、照射筒内にMix-Rの吸収体を置いた。1982年に安藤富士夫（東海大）らは含鉛アクリル製の照射筒を作成した。1988年に菊地峻（東京女子医大）らは術中で使用する模擬コーンを採用し外筒との接合方式とした。橘高豊（広島総合）らはミラーフィルムによる側視鏡により照射中も術野の確認が行えるビデオモニターを考案した。能登真一（名古屋記念）らは手術台のままで照射ができるようLong SSD用照射筒を製作し、1992年に坂井英章（社保中央総合）らは既成の照射筒に延長して術中照射用コーンを取り付けた。

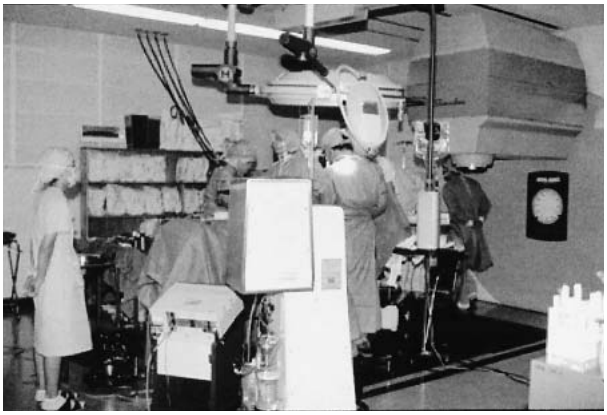


図2-10-15　1980年代のベータトロン治療室での術中照射風景

このように専用照射筒の工夫が主たる発表テーマであったが、1990年に瀬尾誠（東海大）らは照射野内の臓器防護のために遮蔽体を試作し、また1996年には骨盤腔内で尿管を遮蔽するための遮蔽方法を報告した。2000年に池田郁夫（杏林大）らは非結合照射筒の評価を行った。

iii）照射野の接合

照射野を継ぎ合わせて広い範囲を治療する方法は古くより行われていた。ここで問題となるのは照射野接合部の線量分布の不均一である。

1974年に小沢良平（大阪成人病セン）らは電子線の継ぎ照射で交互照射法を考案した。水谷武雄（愛知がんセン）らはＸ線におけるfield separation法では接合深以外の深さで線量の過不足があり、補償フィルタや線束を傾けるなどの方法がよいとした。1976年に湯川豊（京大）

らはfield separation法の照射野間隔は線量分布をより判断すると良いとした。1982年にはどの照射野接合法でも照射期間中の継ぎ位置変更が必要であるとされ、1984年に松本光弘（阪大）らは接合面の照射野半影をフィルタにより広げ、50%等線領域で重ね合わせる方法を発表し、Match-Line wedge法と名付けた（欧米ではpenumbra generatorと呼ぶ）。

これまではX線の照射野接合に関する発表であったが、1985年に佐藤紘市（天理よろず相談所）らは電子線継ぎ照射で照射筒内の辺縁に油粘土の楔型吸収体を置き、深部での線量分布の拡がりを補償した。1994年に羽生裕二（東京女子医大）らは乳がん術後の胸壁電子線照射での継ぎ目にウエッジフィルタを用いた方法を発表した。

1998年に伊藤征典（神奈川県立医療セン）らは小児背臥位の全脳全脊髄照射法を発表した。1999年に鈴木秀治（浜松医大）らはＭＬＣを用いたHalf beam法ではコリメータ開度を０ではなく実測による最適の位置を決めることが必要とした。山田鎌太郎（磐田市立総合）らは機種ごとのＭＬＣの形状や幾何学的位置関係により最適な継ぎ合わせ位置が異なるとした。

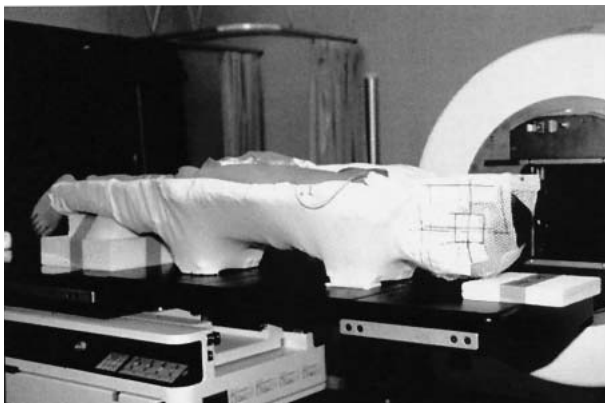


図2-10-16　全脳全脊椎照射

xii）放射線治療の時間的分割法

1960年にElkindとSuttonは分割により細胞の死亡率に差があることを発表し、これより時間的線量配分の概念が導入され、分割照射の研究が始まった。

1979年に湯川豊（京大）らは不均等分割照射の基礎実験を行い、従来の均等分割照射が必ずしも最善ではないとした。1981年に伊藤正弘（川崎市立川崎）らは電子線による不均等分割照射の10年間の臨床例を報告し、金曜日に大線量を照射し月曜から木曜の４日間を1.5～２Gyの照射を行い、装線量40～70Gyを投与した。

1983年から1999年にかけ、湯川豊（京大）らは不均等分割照射や高圧酸素治療での増感効果などについて熱心に研究したが、生物学的な研究課題であるためか他の会員からの発表は見られなかった。

xiii）速中性子線治療・重粒子線・陽子線治療

1967年より放射線医学総合研究所でvan de graaff加速器により開始され、1973年に恒元・久津谷により速中性子線治療について寄稿された。1975年に放射線医学総合研究所でサイクロトロンによる治療が開始された。1977年に熊谷孝三（九州がんセン）は速中性子線のフィルム特性を報告し、1979年に坂井悟（東大）らは速中性子線治療の照射精度を発表した。1979年から1985年に小野公二（京大原）は熱中性子治療についての報告を行った。

1984年に池田恢（阪大）が米国の高エネルギ粒子線治療について報告した。1998年に誌上講座として大型放射光施設「Spring-8」について報告した。

1996年から2000年にかけ放射線医学総合研究所では陽子線治療の固定具や半影、漏洩線量の評価などを報告した。また1997年から2000年にかけ国立がんセンタ東病院では陽子線測定などの報告をした。

2000年に21世紀の放射線技術学で丸橋晃（筑波大）は陽子線治療を報告した。また技術講座で古林徹（京大原）は中性子補足療法の現状と将来展望を述べた。

vix）電子線照射法（術中照射、胸壁照射は除く）

1970年に大和虎明（神奈川成人病セン）らは篩照射法について検討し、細野匣夫（東大）らは電子線による子宮頚癌照射法を検討した。1972年に光田秀雄（大阪市大）らは電子線による集光照射法を検討した。より深く小さな照射野を照射するための技術で、歳差回転照射も検討したがこれは装置の可動制限により難しいとした。

頸部の表面だけを照射するために1974年には頸部振子照射を検討した。眼瞼や眼窩内腫瘍の治療では電子線を用いるが、眼球（又はレンズ）の保護について1975年、1979年に検討され、1995年にブロックやフィルタなどの検討を報告した。

1985年に小栗宣博（岡山大）らは照射筒（スリット幅6.5cm）を作成し、90度振子の胸壁照射を行った。駿河台日大病院は1993年に電子線腔内照射筒の感染や汚れの防止の工夫を報告し、先端にボーラスを使用し線量分布を改善した。1997年には舌専用アクリルアッタチメント照射筒が考案された。

2.10.4　データ転送と治療システム

治療部門におけるシステムは、機器間のデータ転送、画像転送、治療情報ファイルなどが含まれるが、特に、

初期の「システム」という言葉の意味は、局所的に使われ、治療計画システムとか治療機器システムとして使われたようである。それに比べて、最近のシステムはコンピュータの革命的発展により、統合的かつ微細で複雑なシステムに移行している。共通転送プロトコールによるデータ転送、世界的汎用性のインターネットなど止まるところがなく、携帯電話から治療データ全てを把握できる時代へと進んできている。これほどめざましい発展は産業革命を遙かに超えた情報革命となっており、先が見えないほどである。いずれにしても、コンピュータの発展とともに治療部門におけるシステムが開発されてきたことは確実であるし、研究もコンピュータの性能に既存している。

治療計画装置の最初の開発は、1966年に国立がんセンター　梅垣洋一郎先生の指導により「アナログ計算機の放射線治療への応用的研究」を渥美暁子（国立がんセン）が発表した。これは東芝製で絞り開度の制御と角度の制御をしたものである。1973年には放射線治療における線量計算をコンピュータで開発した最初の論文として植田俊男（愛知がんセン）の「超小型電算機を使用した線量分布の計算」が掲載され、メインメモリ8キロワードのミニコンピュータであるが、ルーチン業務として線量計算が取り入れられた。その後、治療計画システムとして市販され演題発表、論文等も示された。また、ＣＴ画像を治療計画に取り得る試みも盛んであったが、これは治療計画のところで示したのでそちらを参照されたい。

1985年では放射線治療システムということばを演題名のなかに使ったものは須賀大作（兵庫成人病セン）の「ＣＴ・シミュレータを一体化させた総合治療計画システムについて」であった。1988年の第44回総会では、治療の演題群で情報処理のセッションがあり、そこでは治療部門による統計処理、治療記録の患者データベース、ローカルエリアネットワークの利用、治療計画用ＣＴ装置の開発、ＣＴ画像を利用した治療計画、ＣＴシミュレーターの利用などの発表があり、パソコン系の利用が盛んになってきた。また、システムという言葉が流行的になりよく演題名に使われている。画像においても治療においても複合体の場合はシステムという用語を用いるようになった。

1990年は統合的なシステム作成の開幕の年であった。機器のシステム開発より治療機器全体のシステム作りとなり、治療用画像、治療計画、治療装置（リニアック）などのオンライン化の達成でもあった。当時は「夢の将来像ＰＡＣＳ」が盛んにいわれ、画像ファイリングシステムの開発が盛んであったが、現在のようにＤＩＣＯＭという標準的なプロトコールは確立しておらず、個々の画像転送の優劣を競った時でもあった。1992年第25回治療分科会シンポジウム「放射線治療における画像の利用」が取り上げられ、治療用のＰＡＣＳのまとめと方向性を示唆した。

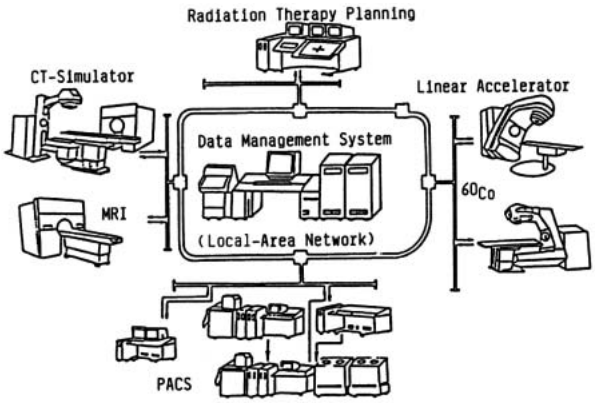


図2-10-17　統合的な放射線治療システム（1990年）

1993から2000年の演題発表・教育講演などからまとめると、治療部門におけるデータ転送システム・画像転送システムが、治療を行う場合の不可欠を示している。８年間の発表内容を見ても特定の施設ではなく、広範囲の施設での治療技師スタッフがかかわって、開発してきたことがわかる。今日においては、治療部で発生するあらゆるデータの転送が可能でない限り治療そのもの実行が不可能となり、統合的な治療システムの構築が治療部の中心柱となってきた。ＤＩＣＯＭにおける画像転送,ＤＡＩＣＯＭ-ＲＴによる治療データ転送など標準プロトコール整備が、着々と進行しているのが現状である。この８年間の発表で、重複しない演者の羅列をすると以下のようになる。

1993年：「放射線治療における広域データベースの構築」　榎直美（京大）
「放射線腫瘍システム（ＡＣＣＲＯＳ）における稼動評価」　水谷武雄（愛知がんセン）
「カード型データベースソフトの利用―放射線治療システム－」　鈴木宏昭（竹田総合）他

1994年：「放射線治療システムの構築」　吉村雅寛（滋賀医大）他
「総合放射線治療システムにおける小線源治療計画」　内山幸男（愛知がんセン）
「大阪大学付属病院における放射線治療コンピュータネットワークについて」　松本光弘（阪大）
「放射線治療システム（第一報）情報管理システムについて」　村田秀雄（金沢大）他

「大阪市立大学病院のオーダリングシステム（放射線治療部門）」　木村俊彦（大阪市大）他

「国立がんセンター東病院の放射線治療システムの概要について」　久保田忠幸（国がん東）

1995年：「放射線治療データベースの開発」　藤田勝久（北大）

「広域放射線治療データベースの構築」　渡辺良晴（北大）

1996年：「マッキントッシュによる放射線治療用画像の管理と治療計画への応用（第２報）」　上村勝美（栃木がんセン）

「ＶＡＲＩＳシステムを利用した治療患者情報の管理」　外田稔（市立札幌）

「放射線治療ベータベース“TROG net”の開発」　辻貴裕（天理よろず相談所）

「The Hospital Information System of Radiation Oncology in SMC：Present and Future」　Young Hwan Park（Samsu Medica Center）

「放射線治療システムの構築」　木下克之（吹田市民）他

1997年：「放射線治療情報ネットワークシステムの構築」　小田雅彦（兵庫医大）

「放射線治療ベータベース作成15年間の経験からの報告」　相川芳弘（神奈川がんセン）

大会長講演（第25回秋季学術大会）「放射線治療とデータベース」　佐藤鉱市（天理よろず相談所）

1998年：「放射線治療システムと放射線治療ＰＡＣＳデータベースの構築と運用」　村井康之（市立堺）

「DICO3.0による放射線治療データベースの構築」　砂金良朋（石巻市立）

1999年：「長野市民病院における放射線情報システム－放射線治療部門－」　染野竜（長野市民）

2000年：「治療計画－新しい計算アルゴリズムの活用に向けて－」　金子勝太郎（兼松メディカル）

2.11　医療情報技術

2.11.1　医療情報技術

１）はじめに

この章では「情報管理／医療情報管理・活用技術・関連機器」、「院内情報管理／ＨＩＳ・ＲＩＳ・ＰＡＣＳ、遠隔診療」等でイメージされる分野を調査し、それぞれの時期、時代に先駆的、先進的と思われる研究発表を選択し取り上げた。しかし治療、核医学、画像、撮影分科会等の範囲にまたがる、例えば「治療用画像データベースの研究」「核医学分野のオーダリングシステム研究」「ディスプレイの画像評価研究」「画像データベースの開発」等が主な目的となる研究発表は、それぞれの分野で扱っていただく方が良いと考え、極力専門とする該当分野にお願いしてこの章では取り上げなかった。但し、放射線医療情報技術の歴史を説明するために、どうしても取り上げた方が良い、あるいは取り上げた方が座りが良いと考えた場合にのみ例外的に採用した。

実際の作業は“上記でイメージされる”「医療情報技術」に関する、またはそこに関係しそうな放射線技術学会の全ての研究発表、誌上発表／論文等を2000年の時点で、医療情報システム小委員会の全員にお願いして調査し、拾い上げた。その後、委員長が個人の責任において、技術学会における関連技術の変化を、説明するために必要と思われる研究発表の中から取捨選択した。学会の進歩に充分貢献し、当然取り上げるレベルに有るものが選択されていないとしたら、発表された方に陳謝するとともに、それは委員長の調査認識不足と浅学非才によるものとご理解頂きお許しいただきたい。

２）医療画像情報のディジタル化（ＣＴ出現）の意義

★1972年

医療情報の電子化が、ディジタル技術の実現の上に始めて現実のものとして成り立つと考えるならば、1972年のＣＴの出現は放射線医療画像情報の電子化の始まりとも言える。勿論ＣＴそのものがモダリティとして放射線検査に大きく貢献してきた事に議論の余地は無いが、それ以外にもＣＴは情報化の先駆的発明品の一つと言える。この後、今日まで多種多様で膨大なディジタル放射線画像を用いた診断機器／手段が出現し、その事がまた、効率的な画像を含めた医療情報の管理の必要性を求める時代の先駆けとなったことは間違いない。幸いにして新しく増大した画像情報の殆どがディジタル情報であったため、いわゆるディジタルコンピュータを用いて扱うことが比較的容易になり、今日の医療情報（の電子）化の実現に拍車かける結果になった。一方では、1960年代にコンピュータが始めて医療現場に導入されたのが医療情報の電子化の最初と言う説もある。これは医事会計の事務の効率的な処理の試みであり、一般的に言うところのいわゆる電子計算機による計算事務の効率化である。

３）医療情報の電子化黎明期

★1973年

技術学会では、1973年集団検診にＩＤカードを用いてフィルムやレポートを整理することが早くも提案されている。1973年総会において「集団検診システムにおけるＩＤカードの導入」有田晶隆（東芝玉川工場）の発表があり、技術学会の発表として電子化を医療に導入した最初の発表であった。

★1974年

1974年、医療情報に関する公的な団体として（財）医療情報システム開発センター（MEDIS-DC）が、通商産業省（現：経済産業省）と厚生省（現：厚生労働省）の共管で、わが国の医用情報システムの振興を目的として設立された。

この年度の総会において、「撮影条件記録の自動化」瀧下　彬（日立メディコ）の発表は、撮影毎に装置とオンラインにして撮影条件を記録紙に出力しようとする試みであった。現在もなお、照射録には放射線技師法で定めた照射法の詳細と条件記載、署名捺印が義務付けられていることをどこまで満足するものであったかは疑問が残るところである。

以上は医療情報の電子化、おわゆる情報化の先駆的な提案であった。

★1975年

この年、そして翌年1976年とフィルム保管の大変さからマイクロフィルムを使った写真情報の管理が提案されている。

★1977年

１９７７年、海外では放射線画像の保存について「Storage and retrieval of radiographic image」Vosburg（Radiology 123:619-624,1977）が報告されている。

国内では、1977年総会において、「パターン認識によるシンチグラム自動診断の試み」安田憲幸、吉川一朗他（奈良医大）から６題が報告されいるが、ＣＡＤと同様にこの章で議論の対象とはしない。

★1978年

1977年から1978年総会では、ＣＴ関連の発表が盛んに

行われた。内容についてはＣＴの領域を参照頂きたい。

★1979年

1979年総会では、病歴管理などをコンピュータで行う報告が見られた。

★1980年

1980年総会では、コンピュータ利用によるデータ処理が報告されているが、この章で扱うべきものは見あたらない。1981年、中四国部会で高知医科大学の病院情報システムの発表まではめぼしい発表は見当たらない。

★1981年

1981年、中国四国部会において、高知医科大学病院の情報システムが発表された。また同年の放射線技術シンポジュウム（第８回）において、「医用ディジタル画像の総合表示」三塩宏二（埼玉県ガンセンター）で、多モダリティ間の患者情報の総合表示を行うことにより、患者の全体像を把握するのに有用であると示唆した（vol.37.No.2.1981）。

★1982年。

1982年には世界で最初に、First International Conference and Workshop on Picture Archiving and Communication Systems（PACSI）for Medical Applications（New port Beach、California、January 18‐21、1982）ＳＰＩＥと称せられるＰＡＣＳに関するカンファレンスが催された。

前年、DwyerⅢがSPIE（Kansas city）においてＰＡＣＳの概念を発表しており、これがＰＡＣＳの始まりと言える。この論文では、ＣＴ等の診断用画像をイメージャでフィルムに出力した画像で診断するより、モダリティから直接ネットワーク等を介して繋がったＣＲＴで診断する事の方がフィルムコストを低減させるだけでなく、診療の高効率化も可能であると述べている（SJ.et al.:The cost of managing digital diagnostic images. Radiology 144:313-318,1982）。

アメリカ放射線学会（ＡＣＲ）とアメリカ電気機器工業会（ＮＥＭＡ）は、ディジタル画像機器を接続するための規格を作成するＡＣＲ／ＮＥＭＡ委員会を作った。そして、1985年に第１版が出版され、1988年に第２版が出版されている。

国内では、この時点までの医療（画像）情報の電子化は主にＣＴ等を扱うものであり、所謂Ｘ線画像をディジタルコンピュータで扱おうと言うものではなかった。それはＸ線画像をディジタル化する手段も、またディジタル化されたその画像を表現するフィルム以外の手段が無かったからである。一方Ｘ線画像をディジタル化する手段として、ドラムディジタイザ等があったが、診療現場に持ち込み診療の効率化に寄与するようなものではなかった。

本格的にＸ線画像を含めた医療画像情報をコンピュータネットワークに載せ、病院の電子情報化を強く意識する論文が出たのは、1982年に当時ＦＩＤＸと称していたＦＣＲに関する研究成果が国立がんセンターより発表された以降である。

しかしこの時点で、ＣＲの出現だけでは未だ画像の表示は相変わらずフィルムに頼らざるを得ず、出力まで含めた全ての医療情報の電子化が可能と言う事にまでには至らなかったが、現在では2000本系広ダイナミックレンジのＣＲＴや液晶表示装置が市場に現れ、それらを用いればＣＲＴ等フィルム以外の表示機器でも診断に耐えられる画像表現が可能と言う、日本医学放射線学会等の報告、厚生省による自己責任のもとにＣＲＴ等で診断する事を制限しないという発言が出てくる1980年後半から1990年代以降である。

いずれにしてもＣＲの出現によって、医療画像情報のうち最後までディジタイズされず残されていた一般Ｘ線写真が、ディジタルデータとしてコンピュータ上で扱われ、病院診療の効率化の為にネットワーク上を走る事の可能性が現実になった。

４）医療情報システム実用化初期

★1983年

日本放射線機器工業会（現　日本画像医療システム工業会　ＪＩＲＡ）の統計資料によれば、1983年ごろが日本に於ける病院情報システムの始まりの時期と認められる。医事コンピュータや検査システムの稼動開始時期もほぼ同時期と考えられる。

1983年秋季において、「放射線施設に於けるコンピュータの利用について」と称したシンポジュウムが実施された（Vol.40.No.3.1984）。このシンポジウムが恐らく,コンピュータ利用を前面に押し出した最初の大会ではないかと思われる。このシンポジウムでは田中雅人（福井医大）、上田良作（倉敷中央）、山本皓二（高知医大）、高田　武（大阪府立成人病）、伊藤　一（富山医薬大）、清田　実（愛知県総合保健）らが、コンピュータ導入計画／導入と使用経験等、医療情報の電子化具体例の報告がなされた。大阪府立成人病センターは、この時点で日常業務の効率化のためにコンピュータを導入し、既に５年が経過していたが未だＸ線写真のディジタル情報化については行われておらず、Ｘ線写真を管理の対象外としてコンピュータを用いる報告であった。

海外では、Lehr,j.L.:Impact of manual & computer

assisted PACS for automated PACS, Proceeding of the 1983 PACS conference;（SPIE418: 6-13, 1983）が出されている。この報告ではＰＡＣＳ（Picture Archiving And Communication System）の中で、コンピュータを使用せずマニュアル（人手）で情報管理を行うマニュアルＰＡＣＳと、コンピュータを用いるコンピュータ・アシステッドＰＡＣＳを比較評価している。現在のコンピュータの能力とは雲泥の差が在る時代の比較である。

★1984年

1984年総会の教育セミナーで、飯沼　武は「Ｘ線写真を含むトータル医用画像管理システムに向かって」を講演した（Vol.40,No.6,1004-1015）。この頃のＰＡＣＳ日本語訳は、「トータル医用画像管理システム」と言われてこの言葉が定着し始めた時期である。しかしここで、Ｘ線画像を含むトータル医用画像をディジタイズし、ネットワークシステムに載せるとは言っても、カンサス大学等も同様に未だＸ線画像はディジタル化されて居らず、あくまでアイディア段階である。既にＸ線画像もＣＲの出現によって、ディジタイズされる時代になったとは言っても、未だコンピュータの通信速度、保存容量の少なさなどから現実的に快適に使えるシステムにはならなかった。

1984年画像部会（現画像分科会）の教育講演において、佐々木常雄（名古屋大学医短）は「Digital X-ray Imagingはどこまで従来のＸ線撮影法に代わり得か」を講演され、画像医学の進化上Digital Radiograhyは不可欠であり、ＰＡＣＳやTeleradiograhyの中心的役割を果たすと予測している（40巻５号1984年）。また、同画像部会で稲邑清也（日本電気）は「ＰＡＣＳについて」講演している（Vol.41,No.7,1985）。

★1985年

ＦＣＲに関する研究発表が多数出された年であるが、医療情報分野としての研究で捕らえるならば敢えて取り上げるものは無い。

★1986年

フィルム以外のＸ線画像の表示手段であるＣＲＴの画像表示に関して「ＣＲＴ観察におけるディジタル画像のＲＯＣ解析」山下一也（大阪大学医療短大）の論文が発表され（Vol.42,No.7,989-997.1986））。この時点ではＣＲＴはフィルムより表示（表現）力が劣るとの結論になっている。また放射線画像をディジタイズするときのピクセルの大きさを議論した「ディジタル画像の画像処理と画質変化－ディジタル化のマトリックス数およびピクセルサイズ」遠山坦彦他（高知医大）の論文が発表されている（Vol.43,No.12,1728-1733,1987）。

この年はいろいろな慣例提案がなされており、画像圧縮や磁気カード等による患者属性情報の入力効率化、ディジタルデータで電子的に保管した方がフィルムで保管するより経済的に有利であるとの意見が出始め、また、この年頃からワークステイションでなく、パソコンでＰＡＣＳを構築しようとする提案が見えてくる。そして民間病院である富永記念病院では小規模ながら実用のＰＡＣＳが稼動し始めている。

★1987年

1987年、ＭＩＰＳ規格87を ＪＩＲＡ（日本放射線機器工業会、現：日本画像医療システム工業会）は発刊した。これはＡＣＲ-ＮＥＭＡ規格Ver.1の日本語訳版である。

厚生省通知「診療録等の記載方法について」（昭和63年５月６日付け厚生省健康政策局、総務・指導・医事・歯科衛生・看護、薬務局、企画、保険局医療課長、歯科医療管理官連名通知）が出された。内容は、その診療の記録を作成した医師等の責任が明白であれば、ワードプロッセサー等のＯＡ機器により作成することも許されるとしたものである。但し、電子媒体による保存の可否については何も言及されておらず不明である。

そして長崎県立中央病院においてMEDIS-DCが遠隔医療システムの実験を行っている。

1987年総会のシンポジウムにおいて『“ＰＡＣＳ”その実用化へのアプローチ」が取り上げられ、稲本一夫（大阪大学）は「ＰＡＣＳの過去、現在、未来」の講演で、ＰＡＣＳの議論と共に具体的要望が明確になり始め、その一部は実現されていると述べている（Vol.43,No.10, 1536-1542,1987）。また喜多紘一（東芝）が「ＰＡＣＳと規格」の講演では、情報システムに不可欠な規格化の問題を述べているが、それと同時に今後10年間は所謂パーシャルＰＡＣＳの時期であり、病院全体のＰＡＣＳが動き出すのは15年後の21世紀に入ってからと述べている。倉西　誠（富山医薬大）は「画像管理の立場から見たＰＡＣＳとは何か」の講演で、ＰＡＣＳを画像情報の有効利用のシステムとし、その為の画像の管理について当該大学病院の導入計画を紹介しながら運営上の実際の問題点、例えば属性情報の入力による画像管理側の作業量増加と自動化に伴う負担増加をさせないことを提案している（Vol.43.No.10.1543-1548.1987）。

1987年の画像部会シンポジウムで、遠山坦彦（高知医大）は「ディジタル画像とアナログ画像を考える」の講演で、ディジタル／アナログの長短を講演をしている。この年の前後数年間は、ＰＡＣＳを構築するにはトラフィックの遅いディジタル技術に頼るのではなく、アナロ

グ技術でシステムを構築するほうが現実的では無いか？との議論があちこちで盛んになされた。この議論も、ディジタル技術の可能性が強く言われるようになるとともに無くなってきた。

1987年総会では、その他に一般研究でもＰＡＣＳに関する演題が多く報告された。論文としては「ＰＡＣＳ実用化とその運用　第１、２報」泉　幸雄（富永記念）（Vol.43.No8.886-886.1987）や、「阪大病院におけるＰＡＣＳについて」三木弘他（大阪大）のＰＡＣＳ導入のためのシュミュレーション（Vol.43.No.8.1987)、また「フィルムディジタイザーのＩＤ入力方法について」楠本利治（神戸大）は、フィルムディジタイザーを用いた場合のＩＤの入力の工夫を（Vol.43,No.8,1987)、さらに「マイクロコンピュータを用いた読影報告書作成システムの開発」伊藤一（富山医薬大）は、読影報告システムを報告した（Vol.43,No.8,1987)。それ以外に20題近くの基礎的研究の他、「テレビカメラによるＸ線画像のディジタル化について」赤木直樹（高知医大）は、Ｘ線画像のデジタル化に対しての議論を発表している（Vol.43,No.8,1987)。

★1988年

DIB-PACS8（Digital Imaging Network Systems）；米軍の医用画像伝送ネットワークシステム構想が出される。

池田茂人によるＰＨＤＲ（Personal Health Data Recording）プロジェクトが行われたのもこの年である。患者の健康、病気に関するデータは本来その患者のものであり、患者が管理すべきであると言う思想に基づくが、この時代には高容量で患者が持ち運べるような適当な実験記憶容量のメディアが無かったため、この時代に期待されていた垂直磁気技術を用いたカセットテープによる実証が行われた。この思想は次の時代のＩＳＡＣ（Image Save and Cary；現在のＩＳ＆Ｃ）プロジェクトにも繋がって行く。

★1989年

大山永昭（東工大）が　ＩＭＡＣ（Image Management and Communication）シンポジウム（Washington D.C.）において、ＩＳＡＣ（現在のＩＳ＆Ｃ）の構想を発表した。情報は伝わることに意義があり、医療情報もその一つと考えて然るべきである。今までＰＡＣＳとしていろいろなシステムが提案されたが、どれももう一つ現場での使い勝手が良くない。そこで発想はオンラインでありながら、オフラインメディアを有効に活用して、医療情報システムを構築することを提案したものである。同じ発想はＵＣＬＡからもスニーカーＰＡＣＳとして提案されている。

北海道大学で日本初の大型の本格的なＰＡＣＳが稼動し始めた。このシステムは、この時点では世界最大のＰＡＣＳであったと思われる。

1989年総会では、「医療情報管理システムの運用経験」前田一美（オリオノ泉病院）の発表があり、他システムの使用経験の発表も多くみられた。

★1990年

日本放射線技術学会・専門委員会ＰＡＣＳ班が放射線医療技術学叢書（４）として、「画像の保管・管理システム」を発刊している。

1990年総会の一般研究発表では、「放射線科検査予約システムの開発」村田勉（日立総合病院）の報告で、検査間の禁忌チェックを予約システムに入れるという事を明確に述べた発表であり、システムで少しでも医療過誤を防ぐという発想の初めかもしれない。診療行為の効率化として出てきた医療情報管理システムが、医療危機管理のシステムとして期待される2000年時代を予想される。

★1991年

1991年総会で、ＰＡＣＳに関連する一般研究発表が多数報告された同時に、システムの使用経験の発表も多数見られた。この年の秋季には、「ＩＳＤＮ利用によるディジタル画像の伝送について」北川一美（大阪逓信）がＩＳＤＮを利用した報告を行っている

★1992年

1992年、ＭＩＰＳ規格89が放射線機器工業会（ＪＩＲＡ）より発行されたが、内容はＤＩＣＯＭ（DICOM-Ⅲ）の前身であるACR-NEMA規格Ver.Ⅱの日本語訳と考えて良い。

またこの年日本ＰＡＣＳ研究会（ＪＰＡＣＳ）と医療情報システム開発センタ（ＭＥＤＩＳ）との共同の作業として、ＩＳ＆Ｃ委員会が発足した。ＩＳ＆Ｃ委員会はその後、共通規格の元になるＩＳ＆Ｃ電子保存規格を制定し、今現在は歯科画像のデータ交換規約や心電図／脳波などの波形データ交換規約、画像連携コマンド規約、メディアを規定しない電子保管システム等々、セキュリティ通信規格等多数規格、規約をＭＥＤＩＳに提案している。

1992年総会の一般研究発表は少ないが、ＰＡＣＳに直接関係するシンポジウムとして「本学に導入したＰＡＣＳの評価」平田吉春（鳥取大学）がある。同シンポジウムで「臨床面から見た画像圧縮の問題点」安藤裕（慶応大学）は、大量データを扱わなければならない画像情報機器の場合、データ圧縮はどうしても必要になる技術であるが、その評価法は確立していない。例えば、オリジ

ナルデータと復元画像データの誤差を数値的に評価することは定量的評価方法といえるが、それが診療上の画質とどのような関係にあるかは不明確である。一方読影という主観的行為を客観的に評価する手段としてＲＯＣ解析があるが、その時用いられた特定の疾患に対する評価しかできないなどの問題もある。画像を認識するメカニズムを研究し、目の識別能を加味した圧縮法が必要かもしれないし、将来大容量の記憶媒体や超高速のデータ通信技術が確立すれば「データ圧縮技術」が遠い昔の話になる時代がくるかもしれないとも述べている。

★1993年

1993年、ＤＩＣＯＭ規格（Digital Imaging and Communication in Medicine）を発刊した。ＤＩＣＯＭ規格は、この時点ではＡＣＲ（米国放射線学会）とＮＥＭＡ（米国電子機器工業会）が中心となって制定した医用画像の通信規格であり、ＡＣＲ-ＮＥＭＡ規格Ver.Ⅲに当たるものをＤＩＣＯＭⅢとして、以降ＤＩＣＯＭ規格ＸＸ年としている。現在、ＤＩＣＯＭ委員会は独立した機関として存在し、個人でも、また機関でも必要な手続きと規定基づいた会費を支払えば参加と発言が許されている。

1993年の画像部会は、核医学／治療画像に注目し核医学とＰＡＣＳの関係を報告している。「ＰＡＣＳにおける特殊画像の利用と保管の問題点」村上　剛（東海大学）は、総合的なＰＡＣＳを構築する場合、核医学画像も取り扱いの中に入れるべきであり、参考として核医学における種々の画像形態とその特殊性、およびデータ量について述べている。また、「核医学画像保管とネットワークの問題点」大西英雄（滋賀医大）は、核医学検査の特殊性としての画像処理と、そのための処理環境について述べている。

治療画像分野では「治療画像保管とネットワークの問題点」内山幸男（愛知がんセンタ）で、ＰＡＣＳ等情報管理システムは治療行為の根拠となった証拠画像と、照射部位確認写真の保管に有効であり、その有効性が発揮されるのは画像保管開始から３年以降になると考えられるが、近年のコンピュータの目覚しい変化（発展？）によって現在保管している画像データの将来的利用の保証を困難にしていると述べている。

学会誌掲載論文の「歯科放射線オーダリングシステム」岡田淳徳（鹿児島大学）で、歯科放射線システムに妊娠および感染症の有無の入力を、半ば義務化したことで放射線撮影における患者の安全や院内感染防止に役立っていると述べている（Vol.49.No.10）。

学会誌の解説記事では、「医療の高度情報化とＩＳ＆Ｃシステム」大山永昭（東京工業大学）は、（１）医療情報システムの本来の目的は、医療機関内における事務作業の効率化やコスト削減ではなく、予防医学の確立や健康知識の獲得などであるべきであり、これらのシステムでは、保健・医療情報の共通利用が可能でなければならない。近年の計算機技術の著しい発達は、小型計算機による大容量データの取り扱いを容易とし、ネットワーク技術は異なる計算機間のオンライン・データ交換を可能にした。（２）一方、データ交換の基本となるオフライン・データ交換技術は、未だ確立されていない。保健・医療情報システムの開発は、全国に広がるインフラストラクチャーの整備を前提としているため、開発されるシステムは、オンラインおよびオフラインの両方をサポートする必要がある。これら２つのデータ交換手段は、システムの運用目的やネットワークの有無などを考慮して、適宜に選択されるべきである。（３）本解説では、データの共通利用を可能とするＩＳ＆Ｃの基本概念（オフラインシステム）を紹介し、各種の標準化の現状と記録されたデータに対するセキュリティ機構について述た。次に、保存義務が伴う医療画像について、電子的保管に使用される各種の医療情報機器に対する要求仕様を明らかにし、ＩＳ＆Ｃシステムもこの要求仕様を完全に満たしていることを示した。さらに、保健・医療情報システムの将来を展望している（Vol.49,No.10,1752,1993）。

５）医療情報システム実用化期

★1994年

1994年に制定されたACR／NEMA Ver.3.0は、従来のＡＣＲ／ＮＥＭＡ規格と内容が大きく変更され、同時に名称もDICOM Ver.3.0と変更された。このVer.3.0は一般的なＬＡＮをサポートし、point to pointの転送からＴＣＰ／ＩＰ（Transmission Control Protocol／Internet Protocol）を利用したネットワークを経由する広範囲の画像転送が可能となり、データ形式はオブジェクト指向なものに変化し、画像の付帯情報をより適切に表現できるようになっている。

（社）日本放射線機器工業会（現　日本画像医療システム工業会、ＪＩＲＡ）は、ＭＩＰＳ規格を廃止し、ＤＩＣＯＭ規格に多バイト文字を組み込んでＤＩＣＯＭのまま標準として採用することを決定した。

厚生省はこの年、「エックス線写真等の光磁気ディスク等への保存について」（平成６年３月29日付け健政発第280号厚生省健康政策局長通知）を通知している。この中で医用画像情報の保存に関しては、技術的基準に適合した画像関連機器を用いる場合には、エックス線写真

等に代わって、光磁気デスク等の電子媒体に保存しても差し支えないとした。一方、診療録の電子媒体による保存の可否については不明である。この通知は医療法等の解釈により、今までフィルム等基本的にはハードコピー以外の保管は認められていなかったものを、医療情報として機器間の互換性がある事、法律に定められた期間確実に保存可能なこと、そして必要なセキュリティが性格に守られる事という３原則を遵守しなければならないと求めており画期的な内容である。海外を含めこの時期にここまで明確にセキュリティ、プライバシをシステムに求めた指針は無かったと思われる。

1994年総会のシンポジウムで「放射線像出力ディヴァイスの進歩と多様化」が開催され、「ＣＲＴ診断の現状と将来」菊池　務（北海道大学）は、（１）フィルムレスＰＡＣＳの構築と推進に当たっては、ＣＲＴ表示画像の品質の向上と性能の維持、管理はKey-Technologyであり、現時点でＣＲＴ画像の単一表示条件ではＣＲ画像のハードコピーに劣るが、適切な階調処理や拡大機能を利用し、読影部位に応じた条件設定を行えばハードコピーと同等、もしくはそれ以上の描出能を得ることが可能である。（２）今後、異常病変を発見するためのデータ収集方法と画像表示条件の設定及び画像処理について、きめ細かな最適化の確立が必要である。（３）ＣＲＴは診断用ソフトウエア、アプリケーションの進展に対応し、より高度化を図りながら発展していく事が期待される。また、「画像記録装置の現状と将来－レーザイメージャはマルチフォーマットカメラに優るか？」小水満（滋賀医大）は、所謂マルチフォーマットカメラのＣＲＴはダイナミックレンジが狭いためディジタル画像の階調再現性に乏しく、また画像ひずみが大きい。しかし、高精細ＣＲＴのマルチフォーマットカメラはレーザイメージャに比べて高い分解能を示す。

1994年、画像部会の教育講演「ニューロ・コンピューテイング画像処理－汎化問題を中心として」で、伊東一良（大阪大学）はＨＳＩＩ法を紹介し、これらを用いた医用Ｘ線フィルムの文字読み取りへの応用例を紹介した。同様にエックス線フィルムの自動認識「ニューラルネットワークを用いたＸ線フィルム上の文字認識」を平田吉春（鳥取大学）が発表した。

一方、手法を全く別にする方法として、「文字自動認識技術を用いた画像（Ｘ線フィルム）ファイリングシステムの検討」倉西誠（富山医科大）は発表した（Vol.50.No.11.1830）。その内容は、（１）Ｘ線フィルム上の文字の自動認識ちして、ＲＩＳ（Radiology Information System）を使った文字焼き付けによるＸ線フィルム上の患者ＩＤ等のフォントを固定して、ＳＤＦ（Synthetic Discriminant Function）法でＸ線フィルムをディジタル化したデータから、直接患者ＩＤを抽出し、そのＩＤをerror correction checkと共にＲＩＳのデータベースと照合をする技術を開発した。（２）この方法により、97.6%の高精度で患者ＩＤを正しく認識することができるようになり、Ｘ線フィルムをディジタイズする時のインデックス入力処理作業の省力化を実現した。また、この技術の応用として、Ｘ線フィルム用自動現像機とFilm Digitizerを直接接続し、ＲＩＳのデータを利用する新しい概念の自動現像システムの構築を提案した。このシステムは、現用のＸ線フィルムをそのまま使用できる画像ファイリングを作ることを可能とした。

★1995年

1995年、MEDIS-DCより厚生省通知「エックス線写真等の光磁気ディスク等への保存について」の基準を満たした技術基準の一例として共通規格が発表された。患者情報の秘匿、安全性等を明確に述べた概念が世界で最初に明確に入っている。

1995年秋季のパネルディスカッションにおいて、斎藤哲男（医療情報システム開発センタMEDIS-DC）は「医療画像の電子保存に関する技術的基準と適合性証明」の中で、平成６年３月29日厚生省から、医用画像の電子媒体への保存に関する通知をもとに、技術的基準に適合する画像関連機器を用いる場合には、エックス線写真等の医用画像情報を光磁気ディスク等へ保存することが認められ、その技術的基準に則った共通規格（医療情報システム開発センタ（MEDIS-DC））を定める。またＭＥＤＩＳは、メーカーより審査申請のあった製品に対して「共通規格」に適合しているかどうかの審査を行い、適合している場合には証明書を発行する。共通規格制定の目的と機器の適合性を確認するための審査方法、および証紙発行について説明した。次いで大山永昭（東京工大）は「光磁気ディスクの医療応用に関する研究」（厚生科学研究）の中で、共通規格と光磁気ディスクについて説明行った（Vol.51,No.7,898-905,1995）。

1995年秋季では、遠山担彦（高知医大）の会長講演「オーダリングシステムの概略、将来への展望」の中で、1980年以来約15年間使用してきた放射線部門のオーダリングシステムの評価を述べた。オーダリングシステムは放射線部関連における情報電算化の出発点であり、診断・治療、教育へと連結し発展する鍵であると同時に、病院情報システムの中でも重要な位置を占めるものである（Vol.51,No.5,589-593,1995）。またその時の教育講演で曽根原登（ＮＴＴ）らは、マルチメディアとは先の見

えない不況を克服するために作られた概念であり、ニューメディアが与えられなかった社会へのインパクトを期待するものであると述べている。

同秋季で行われた部会分科会報告で、「地域医療における画像診断の現状－アナログ時代からディジタル時代に向けて」が行われた。岡崎宣夫（東芝）は「地域医療の概要」（Vol.51,No.9,1281-1283,1995）と、「中核病院での試み」（Vol.51,No.9,1286-1290,1995）を、また吉井和也（国保大月病院、高知県）は「保健・医療・福祉を結ぶマルチメディアの実現へ－地域医療の現場での画像通信の利用経験を中心に－」（Vol.51,No.9,1283-1286,1995）を、そして安藤　裕（慶塾大学）は「医療サイドからの総合的な要求－大学病院における問題点」の中で、診療側は画像がディジタル化されると、シャウカステンに代わる画像表示装置が整備されなくてはならないし、経済面では電子保存のコストが定まっておらず、また画像表示装置の値段が高いことがあげられる。また物理面では、光磁気ディスクに対する読み書きのスピードが不十分であり、運用面では機器の操作性に問題があり、病院内のリエンジニアリングが必要になる。安全性では、従来のフィルムと同等の安全性が求められている。今後、これらの問題点をひとつひとつ解決して、来るべきディジタル化の時代に備える必要がある（Vol.51,No.9,1290-1294,1995）。また小松研一（東芝）は、今後に向けての技術的課題の展望を述べた（Vol.51,No.9,1294-1296,1995）。

1995年総会では、「当院における医療情報管理システムのその後－人間ドックのフィルムレス化」前田真美（オリオノ和泉病院）の中で、医療情報管理システムにＳＩＥＮＥＴを導入したことにより、ＣＴやＭＲＩの画像をＤＶＣへ直接送ることができる。またＤＶＣへのオンライン画像転送により、ＣＲＴ上の画像表示時間の短縮ができ、人間ドックの技師業務の軽減につながった。また、従来のイメージスキャナーによる画像読み取り方式に比べて、画質の向上が図れた。その結果、受診者に対する結果説明をスムーズに行うことが可能となった（Vol.51,No.10,1434-1434,1995）。また、「読影支援システムの検討」関谷勝（新潟大医療短大）として、ＩＳＤＮを用いて専門医のいる病院に画像を送りレポートを受信するシステムを発表した（Vol.51,No.10,1432,1995）。「Windowsを用いたオーダリングシステム」矢部仁（埼玉循環器センター）は発生源入力の負担軽減のために、Windows PC採用による、各種画面への遷移選択操作の簡便化や、患者情報をホストコンピュータに集中させる一方で、処理機能を分散させ、データ集中機能分散型システムを構築して、ホストコンピュータの負担軽減と処理速度の向上、さらに撮影オーダ選択画面をルーチン撮影画面、科別オーダ画面、全オーダの画面を目的別に分けることにより画面展開を最小限にした。このようなシステム形態と機能改善により操作性、処理速度の向上及び入力データの応用が図れた（Vol.51,No.10,1435,1995）。オーダリングシステムにおける入力の簡略化については、「放射線オーダーシステムにおける入力の簡略化」今井方丈（神戸大学）で、簡略化のポイントは情報のセット化、年齢性別によるパターン化等と報告した（Vol.51,No.10,1437,1995）。「ＤＩＣＯＭⅢ仕様による画像ネットワークシステムの構築とその必要性」松月俊晴（山田赤十字）は、ＤＩＣＯＭを前面に出して、通信規格としてＤＩＣＯＭ Ver.3を用いた画像情報ネットワークシステムを構築し、その特徴である国際規格のため各モダリティに対する融通性の良さ、ＬＡＮ（Local Area Network）には、一般的なethernetの使用が可能となりコストの低減も可能ちして、その有用性を報告した（Vol.51,No.10,1504,1995）。「大阪大学病院における放射線情報システム（ＲＩＳ（第８報）障害の現状と対策」祐延良治（大阪大学）の中で、1993年９月新病院開院以来、ＨＩＳ・ＲＩＳ運用に様々な障害が発生し、この１年半の傾向を調査するとともに、対応した内容、今後起こるであろう障害に対する対策について報告した。障害発生の分析はＱＣ的手法を用い、発生した障害を時間、場所、内容、程度により分類し、復旧方法の対策マニュアルを作成した。また、上記分類より障害発生時に重篤な事故が発生しないようバックアップ機器を設置、その効果を検討した。その結果障害が発生したとき、迅速な状況把握、対応がスムーズに行える体制づくりが重要であることが明らかになった。また、機器のバックアップ体制の充実、および日常の事故予防啓発活動は信頼性向上に大きく寄与するものと思われた（Vol.51,No.10,1506,1995）。「放射線診療情報システムＲＩＳのテクノロジーアセスメント　読影レポート作成のタイムスタディ導入前後の比較」松木俊郎（神戸医療技術専門学校）は、テクノロジーアセスメントの一環として、ＲＩＳ導入の影響を定量的に測定することによって、ＲＩＳの導入前後の読影レポート作成のタイムスタディを行い、（１）読影所要時間は導入前に比べ2.9倍、その内レポート書き込み所要時間は6.4倍になった。（２）レポート記載文字数は導入前に比べ3.8倍となり、はるかに文字数が増加し情報量の大きいレポートが作成されている。（３）シェーマ作成率が2.8倍になり使い易くなった。そして総合的に見て有効なＲＩＳと推論できる。これによ

りＲＩＳの臨床有効性を定量評価したため、他の病院にも適用出来るよう操作性等の基礎データも把握できた（Vol.51,No.10,1507,1995）。

Ｘ線画像情報の付帯情報として「Ｘ線写真に写し込まれている左右マークの現状調査報告」遠山坦彦（高知医大）は、Ｘ線写真上に患者の左右を示すマーク写し込みの実情調査を、51病院にアンケートして35病院から回答を得、91.4％の高率で左右マークが写し込まれ、胸部とその他複数の部位で低率であった。マークを写し込まない理由や左右マークの無いＸ線写真の左右判別法について実体が把握できた。左右マークの写し込み実行に対する建設的な意見も多数見られた（〔委員会報告〕Vol.51, No.11,1700-1704,1995）。

WWW（World-Wide Web）技術を用いた医療画像情報システムに関して、「WWWサーバーを用いた医用画像データベースの構築」山田敏朗（長崎大学歯学部）は、世界を結ぶ最大のコンピュータネットワークであるインターネット上でWWWサーバーを用いた医用画像データベース構築し、文章、画像等のマルチメディアを取り扱い、外部プログラムとのインターフェースが用意されている．そこで、検索プログラムをＣ言語で作製し、WWWサーバーと組んで画像データベースを構築した（Vol. 52,No.2,282,1995）。

システムとして持つべき画像表現能力として、1995年秋季に「画像ネットワークの問題点（１）」下司博之（高知医大）の報告は、ＨＩＳにＣＴ,MRの画像データを送った際の問題点を検討し、８bitのＨＩＳの濃度階調に対して16bitからの階調変換が必要であった。ＨＩＳゲートウェイ上に変換テーブルを持たせ、各モダリティからの部位コードに応じたW／Ｌ値を基に階調変換を行なう方式を採用した。この結果、ＣＴについてはほぼ満足できる画像がＨＩＳの画像端末で参照できたが、ＭＲについては患者の個人差の影響が大きく、変換テーブルの持たせかたに問題があった。モダリティ側での入力ミス、よりきめ細かい変換テーブルについての検討やＨＩＳ側での過去画像との比較参照機能、キーイメージの保存機能等の問題点について検討しなければならない（Vol.52,No.2,283,1995）。

★1996年

1996年、ＩＥＣより「ＣＲＴ診断用テレビモニターの診断性能試験法」が出されている。

同年の委員会報告として、「放射線情報システムの実際と最近の動向」倉西　誠（富山医薬大）が、学会誌に報告されてている（Vol.52,No.4,585-599,1996）。また、同年総会の大会長講演で小室裕冉（福井医大）は、「医用画像情報のアクティブ化」を講演した（Vol.52,No.12, 1642-1646,1996）。

総会では、「放射線オーダリング導入に伴うオーダ情報の変化について」上野智明（国立循環器）が、システム導入における重大な問題を報告している。放射線オーダリングシステムの導入に伴うオーダ情報の変化の実態調査を、アンケート調査で行っており、その結果は過半数の施設で何らかのオーダ情報の質の低下が見られ、業務への影響があることが明らかにした。オーダー情報の質の低下現象には、放射線システムの持つ機能やメーカの違いなどによる差異はなかったが、主な原因は放射線オーダリングシステムと病院内他システムとの連携不備による入力負荷が、第１位に挙げられいた。次の原因にオーダ時のユーザーインターフェースであった。今回は、これらの問題に対する解決策の一つとして、撮影や検査の動機となる診療支援情報を加味した、診療放射線技術体系のデータベース化を提案した（Vol.52,No.9,1994, 1996）。この総会では初めて韓国からの発表として「三星醫療院治療放射線科情報システムの現在と未来」朴永煥（三星醫療）があった（Vol.52,No.9,1274,1996）。また、「放射線画像ネットワークの試み」片桐好美（札幌医大）のイーサネットでも従来のトラフィックを評価し、計画的にネットワークを分割し、さらに不要な通信を極力避けることによって十分実用的なネットワーク構築が可能であると主張した（Vol.52,No.10,1298,1996）。その他この総会では、ＣＲＴの画像表示端末としての研究が多数報告された。

1996年秋季では、患者情報の入力ミスを少なくする目的で「放射線情報管理システムを利用したＤＲシステムへの患者情報登録ミスの低減」岩永秀幸（山口労災）の報告は、ＲＩＳから転送される患者情報と本人の患者ＩＤカードを、検査開始直前に照合し、一致したとき撮影できるようにした（Vol.53,No.1,168,1996）。

★1997年

1997年には、IEC1223-2-5に「ＣＲＴ診断用テレビモニターの不変性試験方法」が発行された。この年、米国の医療情報関係の研究者とユーザー12人が集まって、医療情報交換の共通規約を考えるＷＧ“HL-7”（Health Level -7）を設立した。ＨＬ-7は、主としてＯＳＩモデルの第７層に属するアプリケーションとアプリケーションのインターフェースの標準化を図るものであり、Ver. 2.1は、1996年２月８日に米国国家規格として承認された。

また同年総会の宿題報告で、「ＰＡＣＳから医療情報システム構築に至る軌跡」遠山坦彦（高知医大）は、研

究システムの経験と結果を基に、ＨＩＳに画像を伝送するＰＡＣＳを構築し、この過程の中から表示画像の基本特性、データベースの患者姓名、画像window／levelの伝え方、レポートシステム等基礎的、普遍的事項を取り上げ、対応策を報告した。さらに、医療情報システムとして発展するには患者被曝、画像処理法、患者データベースの共通化等の研究充実と実践が重要であることを提言した（Vol.53,No.2,299-308,1997）。

同年総会シンポジウムで、「表示系システムのコンポネント化とディジタル通信：ディジタル放射線画像の解析技術」吉田寿（富山医薬大）は、画像の生成過程がディジタル化する一方で、その流通体系は相変わらずアナログであるフィルムであって一向に変っていない。画像観察のためのフィルムに代る表示装置を考案すること等表示と通信をテーマに問題を提起し、今後の動向を考察した（Vol.53,No.4,478-483,1997）。

同年のＩＲＤコード検討班研究班報告として、「Ｘ線検査に関するコード化案について」笠井俊文（島根医大）の中で、米国放射線学会のＩＲＤ（Index for Radiological Diagnosis）コードの問題点について、放射線診断コードとしては広く利用されているＩＲＤだが、検査等に関する技術学的な項目（Ｘ線撮影、Ｘ線ＣＴ、ＵＳ、ＭＲＩ、核医学検査および放射線治療）について、1994年度から２年間、技術学的項目のコード化案を検討した。コード表示方法は手技、部位、方向体位・放射性医薬品・線源などの技術学的な項目を合計６桁で表示することにし、各部門とも最小限の項目のみを抽出した。なお部位コードについては、ＩＲＤコードをそのまま使用するとにした（Vol.53,No.5,621-632,1997）。

また1997年総会において、「放射線部門における総合医療情報システムについて　（第８報）：ＤＩＣＯＭ規格に準拠した画像検索／表示の評価」平田吉春（鳥取大学）らは、当該病院のシステムに付いて14演題の発表を行っている（Vol.53,No.7,4-904,1997）。「Multi-select画面によるオーダリングシステムの構築（Windows3.1）」田中徳明（市立岡崎病院）で、各科専用の部位選択画面を作成し、１つ１つのボタンに、部位と方向を持たせ、複数部位選択可能にしたことによって、一画面でオーダが完結できるようにした。またマウス入力活用する事により入力者の操作習熟度の差を少なくした（Vol.53,No.7,911,1997）。この他に同施設のシステム紹介が数題あった。

同総会の超音波画像に関する発表として、「超音波画像のファイリングシステム」渡辺誠（慈恵医大）は、ＡＣＲ（American College of Radiorogy）コードに対応する病名検索が可能なファイリングシステムは有用であったと報告した（Vol.53,No.8,1143,1997）。また「国立がんセンター東病院における核医学情報ネットワークの構築」福喜多博義（国立がんセンタ東）は、院内画像ネットワークによりＣＴ、ＭＲＩ、ＤＳＡなどとガンマカメラと接続させて、カメラで収集された画像やワークステイションで処理された画像を、他のモダリティーの画像と同一ワークステイションで観察することができた。（１）人間による手入力を省いたため、入力ミスを無くした。（２）ＲＩＳに保存された患者情報を利用することで、ＲＩ管理や検査集計を容易に行えるようになった。（３）他のモダリティ（ＣＴ・ＭＲＩ）との画像重ね合わせを行うことが出来るようになった（Vol.53,No.8,1144,1997）。

山田恒夫（医療情報システム開発センター、ＭＥＤＩＳ-ＤＣ）は、学会誌の紙上講座で「医療情報システムにおける標準化の推進について」を報告した（Vol.53,No.12,1862-1867,1997）。

1997年秋季で、「医療画像情報管理システムの現状と展望」管和夫（佐賀医大）は報告した（Vol.54,No.1,212,1998）。また、「放射線部内に分散した資源を統合化する枠組みの検討」田中雅人（福井医大）は、コンピュータハードの高機能化、低価格化は、それらを相互に結ぶネットワークを容易に構築できる様に成った。従来、主流であった集中管理的システムに代わって、小さなコンピュータを分散して構築するシステムに代わりつつある。分散型システムでは、ハードに対する投資を低く押さえられ、安価な画像管理システムの実現も可能である。但しその管理運用は複雑さを増すため、分散した資源を統一的に扱い、システムの変化に柔軟に適応し、ユーザーが容易に参加できる枠組みの検討が不可欠であると報告した（Vol.54,No.1,214,1998）。

★1998年

1998年本学会研究班報告として、「標準ディジタル画像データベースの構築」白石淳二（大阪市大）があり、また放射線線機器工業会（ＪＩＲＡ）より「ＰＡＣＳ導入時の仕様チェックリストガイドライン」が出されている。

この年度の学会誌紙上講座に「医療におけるＩＣカード利用の現状と将来動向」大山永昭（東工大）（Vol.54,No.8,1998）と「医療情報システムとＩＣカードシステム」倉西誠（富山医薬大）（Vol.54,No.2,1998）が上げられる。

「ＬＡＮによる画像通信の検討」笹生篤二（関西医大香理）の中で、ネットワーク形式の違いによる画像デー

タ転送のパーフォーマンスをEthernet、ＦＤＤＩ、ＡＴＭなどと比較検討した。

1998年総会で、「放射線情報システムの機能強化（電子医学辞書の搭載とその評価）」祐延良次（大阪大）は、略語辞書をＲＩＳに搭載し、必要に応じて閲覧、追加、訂正して放射線従事者にサービスして、好評を得ている。さらに「非常時を想定した医療画像の無線通信の基礎的検討」松田陽介（新潟脳神経外科）は、非常時の公用電源、通信網に依存せず画像通信機能が維持できる移動可能な小規模無線通信システムを開発。このシステムは医用画像をデジカメで撮影し、パソコンに取り込み、フォトレタッチソフトで加工した後、そのテキストデータを無線局のメッセージボードへ送信し、個人所有の無線機で受信すると報告した。「イントラネットを利用した画像管理システムの評価」上坂秀樹（福岡大）は、イントラネットを利用し、Webだけでシステムに参加する。画像非可逆圧縮による高速画像転送、イメージサーバーによる永続的運用を実現したという報告。「歯科放射線診療のためのオーダリングシステムの構築」深沢常克（松本歯科大）は、本システムによってオーダ入力の迅速化、撮影業務の省力化、ラベル作成、感染情報、照射録作成、フィルム管理に有効になったと報告した。また、この年度からＤＩＣＯＭ 3.0が診療の場で実用化されたために、「DICOM3.0によるＣＴ、ＭＲおよびＣＲ画像ネットワークの構築」稲見清和（石巻市立）は、ＣＲ、ＣＴ、ＭＲ画像とレポートをＤＩＣＯＭネットワークで統一した報告や、「ＤＩＣＯＭ出力画像の圧縮についての基礎的検討」喜多嘉伸（国立循環器）は、ＤＩＣＯＭ上のＣＲ、ＤＡ、ＣＴ画像率について検討した報告、さらに「DICOM3.0規格による画像ネットワークの検討」木村和代（公立八鹿）はＣＴ、ＤＳＡ、画像処理装置をＤＩＣＯＭ規格で接続し、通信の正確性や通信速度、保存性は問題ないと報告した。

★1999年

1999年、ISO／TC215（Health Informatics、医療情報の国際標準化：概要と放射線現場での重要性）が発足した。この標準化の目的は、システム間の互換性と相互運用を可能して、比較統計（分類等）のためのデータの互換性を保証し、無駄な努力や重複を無くすために、保健医療情報及び保健医療情報通信技術（Ｈｅａｌｔｈ Information and Communications Technology）の標準化を図る事であり、以下に揚げる項目はこの標準化の除外事項とした。

（１）臨床医療業務の標準化
（２）標準化された医療制度の定義
（３）医学知識の標準化（ただし、知識表現と知識の交換は範囲内とする）
（４）医療のパフォーマンスの標準化（ただし、標準化された比較性能データの定義は、範囲内とする）
（５）システム及び装置の内部動作の標準化（ただし、データ構造とシステム出力データの標準化は、範囲内とする）

また、1995年に発効したＷＴＯ／ＴＢＴ（World Trade Organization／Technical Barriers to Trade）協定（旧ＧＡＴスタンダードコード）により、ＩＳＯを取り組む場合の合意条項として、

（１）加盟国は、自国の国家規格（法令による強制規格、ＪＩＳ等の任意規格、団体規格を含む）を、国際規格（ＩＳＯ、ＩＥＣ等）に原則適合させること。
（２）加盟国の規格適合性評価手続きも、ＩＳＯ等の指針・勧告を採用すること。
（３）前記（２）による各国適合性評価の結果については、相互承認する事を推奨する。

等が合意されている。

また、同ＷＴＯ／政府調達に関する協定において、政府・政府関係機関の産品・サービスの調達基準（技術仕様）を、原則として国際規格に基づくことなども合意された。

このように、ＩＳＯの規格作りは、我が国の規格・基準作成、認証、調達などに多大の影響が出てくると予想される。

また国内では、厚生省通知「診療録等の電子媒体による保存について」（1999年４月22日付け健政発517号、医薬発587号、保発82号）（医療情報システム小委員会報告Vol.55,No.,646-654,1999）に、自己責任において、紙による保存とその真正性、保存性、見読性が低下しないこと。さらに留意点としてプライバシーの保護を充分行えば診療の記録等を電子的に保存しても差し支えないことが通達されている。

1999年の会員の研究発表は、「パーソナルコンピュータＰＣ-ＵＮＩＸよるＰＡＣＳの構築」五味勉（信州大学）（Vol.55,.No.1,50-53,1999）と、「コンピュータネットワークを用いた診断支援システムの開発」新井傑（岐阜大工学部）（Vol.55,No.3,281-282,1999）の中で、乳房画像のＣＡＤの為のシステム環境をＰＡＣＳの一部に構築したと報告した。

また、「放射線情報システムー電子医学概略辞書の搭載とその評価」佑延良治（大阪大学）（Vol.55,No.6,1999）には、自施設で作成した医学辞書によりＲＩＳ、ＨＩＳの質向上に寄与していると報告した。こうした考え方は

既に薬剤情報の辞書として確立されていることである。「パソコンを利用したアナトミカルレポートについて」出島毅（日立健康管理センター）（Vol.55,No.6,1999）は、市販ソフトによる電子カルテ作成の試みを発表した。本学会誌の技術解説には、「システム化に対応した放射線業務の変化」岡崎宣夫（アリゾナ大）（Vol.55,No.10,1999）の報告があり、また画像分科会の教育講演「ＰＡＣＳの構築と今後の展望」宮坂和夫（北海道大学）（Vol.55,No.11,1999）があり、医療情報システム小委員会だよりとして、「診療録等の電子媒体による保存に関する解説書」（Vol.55,No.12,1999）や、ＪＩＲＡ医用画像システム部会ＤＩＣＯＭ委員会からの「ＤＩＣＯＭ規格で実現できること」（Vol.55,No.11,1999）など、医療電子情報に関する解説や講演はもっとも華やかな年度であった。

標準的なネットワーク（Ethernet）とプロトコル（ＴＣＰ／ＩＰ）が広く利用されるようになり、インフラストラクチャー（社会基盤）としての普及が、ユーザ自身が独自のネットワークを構築できるようになった。

またＤＩＣＯＭの普及によって、ＤＩＣＯＭサーバーが医療の現場に入り始め、マルチベンダーが一般的になってきている。マルチベンダーが普及することは性能、価格の競争だけでなく、運用にかかわる現場のノウハウが従来より速やかに蓄積されるようになった。

この年の４月CyberRad展示でチュートリアル「ＤＩＣＯＭ接続性の問題点－各社の技術者に聞く－」が開催されたが、多くの聴衆の集まりはＤＩＣＯＭへの関心の高さを感じた集まりであった。

1999年総会では遠隔診療に関する発表が３題発表があり、「病院間の遠隔画像診断システムの構築」前田一美（オリオノ和泉病院）は、NTT128 Kbps専用回線で系列２病院のＭＲＩ、ＣＴ画像をイントラネット技術で遠隔診療を実現したとし、また「ＩＮＳ回線を用いた遠隔診療診断の実際と問題点」菅原亜衣（新古賀病院）は、単純ＣＲ写真、ＣＴ、ＭＲＩ、ＤＳＡ画像をＪＰＥＧ圧縮し、ISN64回線で転送した画像を３種類の拡大画像で識別能、転送時間、画像展開時間を検討した発表し、実用上問題ないと報告した。さらに「遠隔医療を支援する簡便な画像転送システムの構築」鷹尾祐一（福岡徳州会）は、ISN64回線、商用プロバイダ経由による単純、ＣＴ、ＭＲＩ核医学、超音波のＪＰＥＧ圧縮画像を電子メールの添付ファイル機能で転送するもので、画像は診断に支障なしとの報告であった。またこの年度は、同一施設からcostbenefit解析に関する報告が３題あった。その一つは「ＰＡＣＳのcostbenefit解析（要素分析）」平田吉春（鳥取医大）、「同（設備機器的経済要素分析）」松崎芳宏（鳥取医大）、「同（間接的経済要素分析）」藤原裕之（鳥取医大）が上げられる。これらの報告から、ＰＡＣＳ運用はフィルム法に比べ有用で、保管スペースも経費削減であり、人的経費も省力化が可能と報告した。また1999年秋季では巨大システムとして「ＲＩＳ／ＰＡＣＳ機能を統合した放射線診療ネットワークシステムの構築」中田　学（京大）は、ディジタル画像機器と光ライブラリ、病院検査進行ネットワークと放射線部ＰＡＣＳとの接続、さらにＣＴ予約管理、画像レポート機能などの現状分析に基づき、ネットワークの柔軟性や投資経済効果、部門サービスへの貢献度など問題と報告した。

★2000年

日本政府ＩＴ戦略本部にＩＴ戦略会議が設置され、この会議でＩＣカードによる医療保険証の普及等が決められている。

また、医療事故の報告が頻発し、こうした事故を背景とした医療情報の電子化に対する要求が、単に診療業務の自動化や効率化に向けられるのではなく、医療事故を防ぐものとしての形態も求められ、危機管理の機能にも向けられてきた。

2000年総会で前年に引き続き「ＰＡＣＳのCostbenefit解析（検査件数による経済推移分析）」松崎芳宏（鳥取医大）は、検査件数に対するＰＡＣＳ運用の経済性を解析した結果、28,000件以上でＰＡＣＳの経費が優位に立つと報告した。また患者認識に関して「過去画像とマッチングによる患者の確認方法の開発」杜下淳次（京都医療短大）は、医師が胸部画像読影時、過去画像との一致性をコンピュータが自動的にチェックし、間違いを指摘するシステムを開発し、半数以上が一致しないと報告した。また「患者識別システムの構築」広瀬哲雄（宮崎医大）は、撮影室で患者ＩＤカード内の顔画像表示で確認できた報告した。2000年秋季では、「セキュリティに配慮した医用画像情報システムの構築（ＳＳＬを使用したWWW医用画像情報システムの開発）多田浩章（千葉労災）は、ＳＳＬを使用してネットワーク上の情報を暗号化し、単純なシステムで安価にセキュリティを確保できたが、今後使用し易さで開発が重要と報告した。

６）終わりに

2001年になり高度情報通信ネットワーク社会形成基本法（ＩＴ基本法）が施行されて、

E-Japan重点計画が決定されたが、放射線技術学会に於ける医療情報分野が学会の性格上か、それとも主力分

野で無いせいか、総会、秋季大会等に於ける使用経験を含めた口述又や展示発表が多割には学術論文数は少ない。

先に述べたＥ-Ｊapanについて付け加えると、2001年に政府ＩＴ戦略本部が「５年以内に世界最先端のＩＴ国家を目指す」として打ち出した国家計画がある。

その中では、５年以内に殆ど全ての国民がＩＴのメリットを受け、さらに国際的競争力のある日本経済を作る等が唱えられており、これをもとに厚生労働省等は厚生行政におけるＩＴ化戦略を立てようとしている。国民にＩＣカードを持たせ、健康保険証にも使う事もこのE-Japanの一角とされている。

また、残念ながらこの時期になっても医療情報がセキュリティを守られながら国民のデーターとして、少なくとも地域、できれば国内において有効に利用され、国民医療費の有効活用やＥＢＭ（evidence based medicine事実に基づく医療）等による客観性、透明性のある医療、そしてシステムによる医療過誤を大幅に削減することに結びつける様な情報化、ＩＴ化を大きく捕らえて、医療サービス提供側でなく患者・国民を視点に置いた研究が少ないように感じられる。実際には患者や国民を意識して研究が行われていると思うが、その意思がそれ程強く表現されておらず、技術論が強く目に付いた。勿論当学会は技術についても議論する場であることは論を待たないが、議論する技術は何の為なのか？という見方をもっと出ても良いのではと考えさせられた。

第３章　日本放射線技術学会の歩み

３．１　学会事業を振り返って
　３．１．１　学会の変遷
　３．１．２　委員会の変遷
　３．１．３　会員の動向
　３．１．４　役員　１
　３．１．５　〃　２
　３．１．６　委員会
　３．１．７　部会・事務局
　３．１．８　分科会
　３．１．９　表彰
３．２　学術活動を振り返って
　３．２．１　総会学術大会のあゆみ（１）
　３．２．２　〃　（２）
　３．２．３　〃　（３）
　３．２．４　秋季学術大会のあゆみ（１）
　３．２．５　〃　（２）
　３．２．６　〃　（３）
　３．２．７　分科会活動の歩み
３．３　学術委員会（専門委員会）活動の歩み
　３．３．１　年度別研究テーマ
　３．３．２　各班の研究テーマ
３．４　その他の学術活動
　３．４．１　学会誌
　３．４．２　刊行物
　３．４．３　学術講演会
　３．４．４　公開シンポジウム
　３．４．５　標準化事業
　３．４．６　会員の海外派遣
３．５　参考資料（１）演題傾向と日本放射線技術学会の変遷
３．６　〃　（２）データ一覧
３．７　〃　（３）グラフ

３．１　学会事業を振り返って

３．１．１　学会の変遷

年	主　要　事　項	そ　の　他
1942	日本放射線学会創立（事務局:京都大学医学部附属病院）	
1943	日本レントゲン技術員学会に改称	
1944	日本レントゲン技術員学会雑誌創刊	
1945		
1946	日本放射線技術学会に再改称、第１回北海道部会開催	
1947		
1948	支部細分化、代議員制度制定	
1949		
1950		
1951	会員種別を正会員、名誉会員に制定	
1952	入会金制度制定	編集委員会発足
1953		企画・運営・表彰・事務局委員会発足、宿題報告開始
1954		
1955	第１回九州部会開催	
1956		総会時にシンポジウム開催
1957	入会金制度廃止、年度会長制度制定（副会長制解消）	
1958	第１回近畿部会開催、第１回関東部会開催	社団法人化への準備委員会発足
1959	第１回中国・四国部会開催	
1960	第１回東京部会開催	
1961		
1962	第１回東海・北陸（現中部）部会開催	専門委員会「測定・防護・ファントム」発足
1963	第１回東北部会開催、全国幹事会を評議員制に改める	
1964		技術史（初巻）委員会発足
1965		
1966	関東部会より東京部会が独立し、全国8部会となる	
1967		
1968		
1969		
1970		学会のあり方検討委員会発足
1971		
1972	事務局京都市中京区（二条プラザ）へ移転	プログラム委員会発足
1973	放射線技術シンポジウム（現秋季学術大会）開催	
1974		
1975	文部省より社団法人認可、評議員制を代議員制に、賛助会員制制定	
1976		瀬木賞制度
1977	画像分科会発足	
1978		滝内研究助成金制度
1979		会員名簿発行
1980	核医学分科会・放射線治療分科会発足	川崎研究助成金制度、診療放射線技術学大系出版
1981		
1982	事務局拡張	梅谷賞制度発足、会費直納制度
1983	英文誌創刊、放射線撮影分科会発足	
1984		放射線機器技術発表会共催
1985	秋季学術大会開催、海外短期留学制度実施	
1986		
1987	学会長・大会長制度制定	
1988	ＪＭＣＰ発足	学会誌毎月定期発行、放射線医療技術学叢書出版
1989		日本放射線技術史（初巻）発刊
1990		放射線防護委員会発足
1991		
1992		将来構想委員会発足、学会シンボルマーク制定
1993	計測部会発足	
1994	委員会組織の抜本改正、日本学術会議登録	画像、計測部会を「分科会」名称に統一、総会学術大会50回記念事業
1995	放射線防護分科会発足、国際研究集会派遣会員制度実施	
1996	代議員制を評議員制に変更	
1997	学生会員制制定、役員任期2年制	
1998	支部制度廃止	学会ホームページ開設・電子図書館サービス登録（文部省）
1999		技術史（第二巻）委員会発足
2000		学術大会一般演題のインターネット申込開始、将来構想委員会発足

3．1．2　委員会

主な委員会の変遷

年	委員会名												
1942													
1943													
1944													
1945													
1946													
1947													
1498													
1949													
1950													
1951													
1952	編集												
1953	編集	企画	表彰	運営									
1954	編集	企画	表彰	運営									
1955	編集		表彰	運営									
1956	編集		表彰	運営									
1957	編集		表彰	運営									
1958	編集		表彰	運営									
1959	編集		表彰	運営									
1960	編集		表彰	運営									
1961	編集		表彰	運営									
1962	編集		表彰	運営									
1963	編集	企画	表彰	運営									
1964	編集	企画	表彰										
1965	編集	企画	表彰										
1966	編集	企画	表彰										
1967	編集	企画	表彰										
1968	編集	企画	表彰										
1969	編集	企画	表彰										
1970	編集	企画	表彰										
1971	編集	企画	表彰										
1972	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査								
1973	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流							
1974	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務					
1975	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1976	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1977	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1978	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1979	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1980	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	瀬木賞			
1981	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	研究奨励			
1982	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	研究奨励			
1983	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	研究奨励			
1984	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	研究奨励			
1985	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	国際交流	財務	庶務	細則検討	研究奨励	梅谷賞		
1986	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	細則検討	研究奨励	梅谷賞		
1987	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	
1988	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1989	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1990	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1991	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1992	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1993	編集	企画	表彰	総会開催	文献調査	渉外	財務	庶務	組織検討	研究奨励	梅谷賞	海外留学	専門
1994	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
1995	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
1996	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
1997	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
1998	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
1999	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版
2000	編集	企画	表彰	大会開催		学術交流	財務	総務					学術	出版

３．１．３　会員の動向

年	会員数	種　別				各部会別会員数（正会員）							
		正会員	学生会員	賛助会員	名誉会員	北海道	東北	関東	東京	中部	近畿	中・四国	九州
1942	(1625)	(1625)											
1943	(1450)	(1450)	-	-	-								
1944	(1600)	(1600)	-	-	-								
1945	(1800)	(1800)	-	-	-								
1946	(2000)	(2000)	-	-	-								
1947	(2100)	(2100)	-	-	-								
1948	(3250)	(3250)	-	-	-								
1949	(3440)	(3440)	-	-	-								
1950	(3500)	(3500)	-	-	-								
1951	(4126)	(4126)	-	-	-								
1952	(3916)	(3916)	-	-	-								
1953			-	-	-								
1954			-	-	-								
1955			-	-	3								
1956	3926	3922	-	-	4								
1957	4146	4142	-	-	4								
1958	4416	4412	-	-	4								
1959	4668	4665	-	-	3								
1960	4895	4892	-	-	3								
1961	5222	5219	-	-	3								
1962	5454	5451	-	-	3								
1963	5577	5574	-	-	3								
1964	5841	5838	-	-	3								
1965	6218	6215	-	-	3								
1966	6396	6393	-	-	3								
1967	6581	6578	-	-	3								
1968	7791	7788	-	-	3								
1969	7994	7991	-	-	3								
1970	8447	8444	-	-	3								
1971	8926	8923	-	-	3	493	1063	1169	1350	1380	1359	971	1138
1972	9492	9489	-	-	3	501	1117	1311	1499	1427	1444	1004	1186
1973	10035	10032	-	-	3	519	1150	1419	1526	1474	1514	1052	1378
1974	10576	10574	-	-	2	561	1205	1606	1552	1520	1612	1073	1445
1975	11300	11221	-	77	2	592	1319	1667	1701	1575	1728	1147	1492
1976	11775	11667	-	106	2	617	1375	1781	1726	1677	1860	1184	1447
1977	12188	12083	-	102	3	631	1434	1868	1769	1765	1933	1220	1463
1978	12672	12562	-	106	4	676	1479	2010	1742	1870	1969	1293	1523
1979	13321	13209	-	107	5	726	1549	2113	1795	1941	2113	1358	1614
1980	14094	13974	-	115	5	775	1642	2273	1912	2034	2216	1432	1690
1981	14462	14346	-	113	3	765	1696	2351	1945	2086	2240	1508	1749
1982	15461	15345	-	113	3	824	1807	2477	2050	2262	2412	1631	1876
1983	15990	15878	-	109	3	856	1861	2546	2087	2343	2523	1713	1942
1984	16465	16356	-	106	3	880	1904	2673	2113	2418	2594	1763	2011
1985	16772	16663	-	106	3	896	1905	2743	2128	2468	2665	1770	2077
1986	16929	16825	-	102	2	922	1897	2808	2137	2492	2719	1775	2063
1987	17117	17016	-	99	2	954	1910	2891	2182	2523	2717	1776	2056
1988	17330	17231	-	97	2	1004	1929	2900	2235	2569	2751	1791	2045
1989	17623	17527	-	94	2	1036	1941	2997	2286	2593	2755	1843	2071
1990	17857	17758	-	97	2	1066	1940	3106	2322	2624	2784	1868	2043
1991	18094	17999	-	93	2	1108	1922	3238	2334	2680	2793	1896	2019
1992	18103	18010	-	91	2	1135	1930	3271	2348	2685	2768	1903	1955
1993	18154	18062	-	91	1	1164	1925	3306	2363	2707	2750	1927	1905
1994	18016	17926	-	89	1	1190	1903	3274	2341	2728	2697	1916	1867
1995	17707	17618	-	88	1	1207	1883	3222	2328	2645	2634	1885	1796
1996	17323	17236	-	86	1	1210	1848	3191	2273	2573	2535	1848	1734
1997	17602	17483	34	85	0	1238	1872	3156	2333	2540	2518	1839	1718
1998	17369	17227	66	76	0	1247	1868	3073	2304	2507	2466	1818	1673
1999	17068	16806	186	76	0	1235	1858	3058	2295	2446	2467	1809	1622
2000	16860	16563	219	75	3	1196	1841	3003	2297	2384	2457	1792	1578

各数値は年度末 ※海外会員・部会複数加入者等のため会員数と部会別会員数合計は一致しない

３．１．４　役員：会長・副会長（総務理事）・監事（監査）・名誉顧問・名誉会員・名誉会長（顧問）

年	会　長	常任副会長/年度副会長		監　事（監査）		名　誉　顧　問			
1942		滝内政治郎	高宮　康治						
1943		滝内政治郎	梅谷　友吉						
1944									
1945									
1946		滝内政治郎	仲川　庄次						
1947	滝内政治郎	梅谷　友吉	関　忠孝						
1948	滝内政治郎	石田熊次郎							
1949	滝内政治郎	三上　徹吉							
1950	滝内政治郎	綱川　高美	（相談役）	福岡　太郎					
1951	細江　謙三	新門　次郎	滝内政治郎	福岡　太郎	加藤　清				
1952	細江　謙三	江島　明喜	滝内政治郎	福岡　太郎	加藤　清				
1953	細江　謙三	脇本　才志	滝内政治郎	加藤　清	荒川　昌				
1954	細江　謙三	福岡　太郎		加藤　清	荒川　昌				
1955	関　忠孝	荒川　昌		加藤　清	椎原　了哲				
1956	関　忠孝	渋谷慶一郎		加藤　清	椎原　了哲				
1957	青木　重秋	1957年より副会長制廃止			脇本　才志	和田　専一	中島　良貞	長橋　正道	
1958	田中　金司			梅香家弥一	大竹総一郎	中島　良貞	長橋　正道		
1959	金子　順治			渥美　博	鈴木　参	中島　良貞	長橋　正道		
1960	梅谷　友吉			吉村　政一	小田　久夫	中島　良貞			
1961	細江　謙三			原　治巳	加藤喜八郎	中島　良貞			
1962	林　周二			上坂　松三	松田　憲司	中島　良貞	古賀　良彦		
1963	樋口喜代治			綱川　高美	黒住　光春	中島　良貞	古賀　良彦		
1964	川崎　幸槌			金子　順治	高橋　藤綱	中島　良貞	古賀　良彦		
1965	税所　篤正			川崎　幸槌	稲井　音之	中島　良貞	古賀　良彦		
1966	太田　九市			渡理　正英	平尾　東一	中島　良貞	古賀　良彦		
1967	仲川　庄次			岡本与之助	税所　篤正	中島　良貞			
1968	松本　宗夫			黒住　光春	奥村彦太郎	中島　良貞			
1969	西村　信男			篠宮　仙造	太田　九市	中島　良貞			
1970	石田　勝哉	総務理事		馬場　貞雄	大内　仁司	中島　良貞			
1971	岩佐　誠	仲川　庄次		西村　浩	加藤　清	後藤　五郎			
1972	松尾　優	松尾　優	（兼務）	加藤　清	岡本与之助	後藤　五郎	瀬木　嘉一		
1973	阿部　二夫	阿部　二夫	（兼務）	岡本与之助	広門　正之	後藤　五郎	瀬木　嘉一		
1974	垣鍔　房穂	山下　一也		広門　正之	初田　義一	後藤　五郎			
1975	上田　稔	山下　一也		初田　義一	柴田　清秀	後藤　五郎			
1976	光田　秀雄	山下　一也		柴田　清秀	赤松　清	後藤　五郎			
1977	大形　長年	山下　一也		赤松　清	小池　孝治	後藤　五郎			
1978	橋本　宏	山下　一也		小池　孝治	柴山　孝行	後藤　五郎			
1979	遠藤　久勝	山下　一也		柴山　孝行	福間　時敏	後藤　五郎			
1980	森山　有相	山下　一也		福間　時敏	大谷　英尚	後藤　五郎			
1981	山岸　一雄	山下　一也		大谷　英尚	田島　聖正	後藤　五郎			
1982	山下　一也	山田　勝彦		田島　聖正	遠藤　俊夫	後藤　五郎			
1983	丸山　静雄	山田　勝彦		遠藤　俊夫	木内　繁夫	後藤　五郎			
1984	下野　哲勇	山田　勝彦		木内　繁夫	植田　俊男	後藤　五郎	中堀　孝志		
1985	神田　幸助	山田　勝彦		植田　俊男	赤羽　六郎	後藤　五郎	中堀　孝志		
1986	小川　敬壽	山田　勝彦		赤羽　六郎	勝浦　秀雄	後藤　五郎	中堀　孝志	内田　勝	
1987	速水　昭雄	山田　勝彦		勝浦　秀雄	石見　義夫	後藤　五郎	中堀　孝志	内田　勝	
1988	山田　勝彦	速水　昭雄		石見　義夫	柴田英三郎	後藤　五郎	中堀　孝志	内田　勝	
1989	山田　勝彦	速水　昭雄		柴田英三郎	松尾　優		中堀　孝志	内田　勝	
1990	山田　勝彦	速水　昭雄		松尾　優	岡村　裕之		中堀　孝志	内田　勝	
1991	速水　昭雄	野原　弘基		岡村　裕之	杉江　義男		中堀　孝志	内田　勝	
1992	速水　昭雄	野原　弘基		杉江　義男	長澤　弘		中堀　孝志	内田　勝	
1993	速水　昭雄	野原　弘基		長澤　弘	後藤　正季		中堀　孝志	内田　勝	
1994	野原　弘基	川上　壽昭		後藤　正季	萩原　康志		中堀　孝志	内田　勝	
1995	川上　壽昭	藤田　透		萩原　康志	遠山　坦彦		中堀　孝志	内田　勝	
1996	川上　壽昭	藤田　透		遠山　坦彦	齋藤　一彦		中堀　孝志	内田　勝	
1997	川上　壽昭	藤田　透		齋藤　一彦	稲津　博	立入　弘	中堀　孝志	内田　勝	
1998	川上　壽昭	藤田　透		齋藤　一彦	稲津　博	立入　弘	中堀　孝志	内田　勝	
1999	川村　義彦	藤田　透		小室　裕冉	前越　久	立入　弘	中堀　孝志	内田　勝	
2000	川村　義彦	藤田　透		小室　裕冉	前越　久	立入　弘	中堀　孝志	内田　勝	土井　邦雄

名誉会員					名誉会長・（顧問）		年
					中島　良貞		1942
					長橋　正道		1943
							1944
							1945
					中泉　正徳		1946
					樋口　助弘		1947
					古賀　良彦		1948
					平松　　博		1949
					本島柳之助		1950
					西岡　時雄		1951
					亀田　魁輔		1952
					武田　俊光		1953
					後藤　五郎		1954
滝内政治郎	関　　忠孝	石田熊治郎			春名　英之		1955
滝内政治郎	関　　忠孝	石田熊治郎	細江　謙三		野崎　秀英		1956
滝内政治郎	関　　忠孝	石田熊治郎	細江　謙三		入江　英雄		1957
滝内政治郎	関　　忠孝	石田熊治郎	細江　謙三		塚本　憲甫		1958
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		若林　　勝		1959
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		藤野　守次		1960
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		高橋　信次		1961
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		立入　　弘		1962
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		足沢三之介		1963
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		嶋津フミヨ		1964
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		縄田　千郎		1965
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		石口　修三		1966
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		福田　　正		1967
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		阿武　保郎		1968
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		金田　　弘		1969
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		宮川　　正		1970
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		牟田　信義		1971
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		尾関巳一郎	名誉会長制廃止	1972
滝内政治郎	関　　忠孝		細江　謙三		山下　久雄	（顧問）	1973
滝内政治郎			細江　謙三		楢林　和之		1974
滝内政治郎			細江　謙三		松川　　明		1975
滝内政治郎			細江　謙三		玉木　正男	河村　文夫	1976
綱川　高美	梅谷　友吉		細江　謙三		河村　文夫	田坂　　皓	1977
綱川　高美	梅谷　友吉	仲川　庄次	細江　謙三		田坂　　皓	星野　文彦	1978
綱川　高美	梅谷　友吉	仲川　庄次	細江　謙三	石田　勝哉	星野　文彦	松浦　啓一	1979
綱川　高美	梅谷　友吉	仲川　庄次	細江　謙三	石田　勝哉	松浦　啓一	田崎　瑛生	1980
綱川　高美		仲川　庄次	細江　謙三	石田　勝哉	田崎　瑛生	重松　　康	1981
綱川　高美			細江　謙三	石田　勝哉	重松　　康	小林　敏雄	1982
綱川　高美			細江　謙三	石田　勝哉	小林　敏雄	篠原　慎治	1983
綱川　高美			細江　謙三	石田　勝哉	篠原　慎治	野辺地篤郎	1984
綱川　高美			細江　謙三	石田　勝哉	野辺地篤郎	飯尾　正宏	1985
			細江　謙三	石田　勝哉	飯尾　正宏	市川平三郎	1986
			細江　謙三	石田　勝哉	市川平三郎	鳥塚　莞爾	1987
			細江　謙三	石田　勝哉	鳥塚　莞爾	小塚　隆弘	1988
			細江　謙三	石田　勝哉	小塚　隆弘	阿部　光幸	1989
			細江　謙三	石田　勝哉	阿部　光幸	橋本　省三	1990
			細江　謙三	石田　勝哉	橋本　省三	片山　　仁	1991
			細江　謙三	石田　勝哉	片山　　仁	小野山靖人	1992
			細江　謙三		小野山靖人	古賀　佑彦	1993
			細江　謙三		古賀　佑彦	高島　　力	1994
			細江　謙三		高島　　力	山口　昂一	1995
			細江　謙三		山口　昂一	河野　通雄	1996
					河野　通雄	平松　京一	1997
					平松　京一	高橋　睦正	1998
					高橋　睦正	増田　康治	1999
山下　一也	橋本　　宏	山田　勝彦			増田　康治	山田　龍作	2000

３．１．５　役員：理事

年												
1942	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎	桐畑　虔郎	高宮　康治	福岡　太郎						
1943	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎	桐畑　虔郎	梅谷　友吉	福岡　太郎						
1944												
1945												
1946	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎	桐畑　虔郎		福岡　太郎						
1947	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎	野村　正美	梅谷　友吉	新門　次郎	原　治巳	福田　実	関　忠孝			
1948	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎	石田熊次郎				福田　実				
1949	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎				三上　徹吉	福田　実				
1950	仲川　庄次	河端　二郎	滝内政治郎		福岡　太郎			福田　実	綱川　高美			
1951	仲川　庄次	河端　二郎	細江　謙三			新門　次郎	内田　勝	福田　実	舟木常三郎			
1952	仲川　庄次	林　周二	細江　謙三	江島　明喜			内田　勝	福田　実	舟木常三郎			
1953	仲川　庄次	林　周二	細江　謙三	脇本　才志	福岡　太郎	新門　次郎	原　治巳	福田　実				
1954	仲川　庄次	林　周二	細江　謙三	水田　展	福岡　太郎	新門　次郎	三上　徹吉	福田　実	梅香家弥一			
1955	仲川　庄次	林　周二		島田　豊治	西村　信男	新門　次郎	三上　徹吉	川西　俊	関　忠孝	荒川　昌		
1956	仲川　庄次	林　周二		島田　豊治	福岡　太郎	新門　次郎	三上　徹吉	加藤　芳郎	関　忠孝	青木　重秋	渋谷慶一郎	
1957	仲川　庄次	林　周二			田中　金司	新門　次郎			梅香家弥一	青木　重秋		
1958	仲川　庄次	林　周二	萩原　数好	脇本　才志	田中　金司	新門　次郎	金子　順治		綱川　高美	青木　重秋		
1959	仲川　庄次	林　周二				新門　次郎	金子　順治		梅香家弥一	青木　重秋	樋口喜代治	
1960	仲川　庄次	林　周二			梅谷　友吉	新門　次郎	山口　弘之	加藤　芳郎	梅香家弥一	青木　重秋	樋口喜代治	
1961	仲川　庄次	林　周二	細江　謙三			新門　次郎	加藤　清	加藤　芳郎	梅香家弥一	青木　重秋	樋口喜代治	
1962	仲川　庄次	林　周二	今津　博	脇本　才志	西村　信男	新門　次郎	金子　順治			青木　重秋	樋口喜代治	
1963	仲川　庄次	林　周二	今津　博	脇本　才志	西村　信男	新門　次郎	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1964	仲川　庄次	林　周二	今津　博	脇本　才志	西村　信男	中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1965	仲川　庄次	林　周二	今津　博	脇本　才志	西村　信男	中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1966	仲川　庄次	林　周二	今津　博	脇本　才志	西村　信男	中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1967	仲川　庄次	林　周二	今津　博		西村　信男	中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1968	仲川　庄次	林　周二	今津　博	松本　宗夫		中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1969	仲川　庄次	林　周二	今津　博	山田　勝彦	西村　信男	中間　光雄	百田　秀治	福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1970	仲川　庄次	林　周二	今津　博	山田　勝彦		小野　満		福田　実	高本雄一郎	青木　重秋	樋口喜代治	
1971	仲川　庄次	林　周二	今津　博	山田　勝彦		岩佐　誠	河崎米次郎			青木　重秋	山下　一也	
1972	佐々木仙悦		梅原　伝介	山田　勝彦		松谷　一雄	河崎米次郎	村上　定義		青木　重秋	山下　一也	
1973	佐々木仙悦	垣鍔　房穂		山田　勝彦	福田　徹夫	阿部　二夫		村上　定義	深栖　一	勝浦　秀雄	山下　一也	
1974	佐々木仙悦	垣鍔　房穂	小池　孝治	山田　勝彦	福田　徹夫	後藤　正季		村上　定義	深栖　一	勝浦　秀雄	山下　一也	
1975	佐々木仙悦	上田　稔		山田　勝彦	福田　徹夫	後藤　正季	内田　勝	村上　定義	安国　宗直	勝浦　秀雄	山下　一也	
1976	佐々木仙悦	光田　秀雄	野原　弘基	山田　勝彦	福田　徹夫	後藤　正季	内田　勝	村上　定義	安国　宗直	勝浦　秀雄	山下　一也	
1977	佐々木仙悦	大形　長年	野原　弘基	山田　勝彦	福田　徹夫	後藤　正季	内田　勝	村上　定義	町野　勝利	勝浦　秀雄	山下　一也	
1978	佐々木仙悦	山岸　一雄	野原　弘基	山田　勝彦		後藤　正季	内田　勝	村上　定義	矢野善四郎	勝浦　秀雄	山下　一也	
1979	佐々木仙悦	山岸　一雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝		矢野善四郎	勝浦　秀雄	山下　一也	
1980	佐々木仙悦	山岸　一雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝		矢野善四郎	勝浦　秀雄	山下　一也	
1981	佐々木仙悦	山岸　一雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝		矢野善四郎	勝浦　秀雄	山下　一也	
1982	鈴木　正吾	山岸　一雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝	久保　昌博	前越　久	勝浦　秀雄	山下　一也	
1983	鈴木　正吾		野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝	久保　昌博	前越　久	勝浦　秀雄	山下　一也	
1984	鈴木　正吾	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	内田　勝	久保　昌博	前越　久	勝浦　秀雄	山下　一也	
1985	鈴木　正吾	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦	砂屋敷　忠	後藤　正季	濱　節雄	久保　昌博	齋藤　一彦	萩原　康司	山下　一也	
1986	鈴木　正吾	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦		後藤　正季	渡部　洋一	久保　昌博	齋藤　一彦	萩原　康司	山下　一也	
1987	長澤　弘	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦	鹿沼　成美	後藤　正季	渡部　洋一	久保　昌博		萩原　康司	山下　一也	
1988	長澤　弘	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦		後藤　正季	渡部　洋一	久保　昌博		萩原　康司	山下　一也	
1989	長澤　弘	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦	鹿沼　成美	東田　善治	渡部　洋一	増田　寿一	齋藤　一彦	萩原　康司	山下　一也	
1990	長澤　弘	速水　昭雄	野原　弘基	山田　勝彦	鹿沼　成美	東田　善治	渡部　洋一	石山　忍	齋藤　一彦	萩原　康司	山下　一也	
1991	長澤　弘	速水　昭雄	野原　弘基		川村　義彦	東田　善治	渡部　洋一	石山　忍	齋藤　一彦	四宮　惠次	山下　一也	
1992		速水　昭雄	野原　弘基	藤田　透	鹿沼　成美	東田　善治	渡部　洋一	石山　忍		四宮　惠次	山下　一也	
1993	小寺　吉衛	速水　昭雄	野原　弘基	大塚　昭義	鹿沼　成美	東田　善治	渡部　洋一	石山　忍		四宮　惠次	山下　一也	
1994	小寺　吉衛	藤田　透	野原　弘基	大塚　昭義	川村　義彦	東田　善治	渡部　洋一	山　哲男	前越　久	四宮　惠次		
1995	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	東田　善治	藤本　信久	山　哲男	前越　久	四宮　惠次	木村　千明	
1996	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	東田　善治	藤本　信久	山　哲男	前越　久	四宮　惠次	木村　千明	
1997	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	東田　善治	杜下　淳次	山　哲男	前越　久	四宮　惠次	木村　千明	
1998	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	東田　善治	杜下　淳次	山　哲男	前越　久	四宮　惠次	木村　千明	
1999	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	増田　一孝	杜下　淳次	山　哲男	藤田　広志	熊谷　孝三	木村　千明	
2000	小寺　吉衛	藤田　透	加賀　勇治	大塚　昭義	川村　義彦	増田　一孝	杜下　淳次	山　哲男	藤田　広志	熊谷　孝三	木村　千明	

											年
											1942
											1943
											1944
											1945
											1946
											1947
											1948
											1949
											1950
											1951
											1952
											1953
											1954
											1955
											1956
中村　実											1957
中村　実											1958
中村　実				川崎　幸槌	東　正幸						1959
中村　実				川崎　幸槌							1960
中村　実			遠藤　俊夫	川崎　幸槌							1961
中村　実			遠藤　俊夫	川崎　幸槌							1962
中村　実	岡本与之助	吉田　弘	遠藤　俊夫	川崎　幸槌	東　正幸	宇佐見敬市					1963
中村　実	石田　勝哉	吉田　弘	遠藤　俊夫	川崎　幸槌		税所　篤正					1964
中村　実	石田　勝哉	吉田　弘	遠藤　俊夫	太田　九市		税所　篤正					1965
中村　実	石田　勝哉	吉田　弘	遠藤　俊夫	太田　九市							1966
中村　実	石田　勝哉	吉田　弘	遠藤　俊夫	松本　宗夫	平尾　東一						1967
中村　実	石田　勝哉	林　和光	遠藤　俊夫		平尾　東一	佐藤長三郎					1968
中村　実	石田　勝哉	林　和光	遠藤　俊夫		畠中　武治	佐藤長三郎					1969
中村　実	石田　勝哉	林　和光	佐久間　正	光田　秀雄	畠中　武治	大谷　英尚					1970
中村　実	岡本与之助		佐久間　正	光田　秀雄	畠中　武治	大谷　英尚	森　信一				1971
中村　実				光田　秀雄	小倉　佐助	大谷　英尚		松尾　優	藤野　哲三		1972
中村　実	遠山　坦彦	橋本　宏	佐久間　正	光田　秀雄	小倉　佐助		森　信一	松尾　優			1973
中村　実	遠山　坦彦	橋本　宏	佐久間　正	光田　秀雄	馬場　貞雄		森　信一	松尾　優			1974
中村　実	遠山　坦彦	橋本　宏	大屋正次郎	光田　秀雄	菅野　勇範	大谷　英尚	森　信一	松尾　優	中堀　孝志		1975
吉田　次郎	遠山　坦彦	橋本　宏	真淵　顕彰		松浦　宏	大谷　英尚	藤田　一彦	松尾　優	中堀　孝志		1976
	遠山　坦彦	橋本　宏	真淵　顕彰	江頭　元樹	松浦　宏	大谷　英尚	藤田　一彦	松尾　優	中堀　孝志		1977
	遠山　坦彦	橋本　宏	岡村　裕之	江頭　元樹	松浦　宏	大谷　英尚	柴田英三郎	松尾　優	中堀　孝志	遠藤　久勝	1978
有馬　宏寧	遠山　坦彦	橋本　宏	岡村　裕之	江頭　元樹	松浦　宏		森山　有相	松尾　優	中堀　孝志	遠藤　久勝	1979
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	岡村　裕之		松浦　宏	後藤　勝正	森山　有相	藤野　哲三	中堀　孝志	厚東　正之	1980
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	佐藤　貞男	浜田　国雄	松浦　宏	後藤　勝正		神田　幸助	中堀　孝志	厚東　正之	1981
森　嘉信		橋本　宏	佐藤　貞男	丸山　静雄	松浦　宏	後藤　勝正	雄川　恭行		中堀　孝志	厚東　正之	1982
下野　哲勇	常田　長時	橋本　宏	佐藤　貞男	丸山　静雄	松浦　宏	後藤　勝正	雄川　恭行	神田　幸助		厚東　正之	1983
下野　哲勇	中村　純雄	橋本　宏	佐藤　貞男	久住　佳三	松浦　宏	後藤　勝正		神田　幸助		厚東　正之	1984
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	佐藤　貞男	久住　佳三	松浦　宏	後藤　勝正		神田　幸助		厚東　正之	1985
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	川上　壽昭	久住　佳三	三代　忠	後藤　勝正	雄川　恭行	神田　幸助		厚東　正之	1986
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	川上　壽昭	久住　佳三	三代　忠	後藤　勝正		神田　幸助		厚東　正之	1987
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	川上　壽昭	久住　佳三	三代　忠	丸山　米三	森山　有相	神田　幸助		厚東　正之	1988
森　嘉信		橋本　宏	川上　壽昭	久住　佳三	三代　忠	丸山　米三		金尾　啓右		厚東　正之	1989
森　嘉信		橋本　宏	川上　壽昭	久住　佳三	三代　忠		雄川　恭行	金尾　啓右	倉西　誠	厚東　正之	1990
森　嘉信	小川　敬壽	橋本　宏	川上　壽昭	中村　修	三代　忠	柴田　崇行	雄川　恭行		小室　裕冉	厚東　正之	1991
有馬　宏寧	小川　敬壽	橋本　宏	川上　壽昭	中村　修	三代　忠	柴田　崇行	雄川　恭行	木内　繁夫	小室　裕冉	厚東　正之	1992
有馬　宏寧	小川　敬壽	中西　省三	川上　壽昭	中村　修		柴田　崇行	平林　久枝	金尾　啓右	小室　裕冉	厚東　正之	1993
森川　薫	遠山　坦彦	中西　省三	川上　壽昭	中村　修	三代　忠	柴田　崇行	平林　久枝		小室　裕冉	厚東　正之	1994
森川　薫		中西　省三	川上　壽昭	中村　修	篠田　俊治	柴田　崇行	平林　久枝		小室　裕冉	漢那　憲聖	1995
有馬　宏寧	小川　敬壽	中西　省三	川上　壽昭	小山　一郎	篠田　俊治	菊池　務		木下富士美		漢那　憲聖	1996
	小川　敬壽	中西　省三	川上　壽昭	小山　一郎	篠田　俊治	菊池　務	松井　美楯	木下富士美		漢那　憲聖	1997
	小川　敬壽	中西　省三	川上　壽昭	小山　一郎	篠田　俊治	菊池　務	松井　美楯	木下富士美		漢那　憲聖	1998
森　克彦		花山　正行		小山　一郎	土井　司	菊池　務	松井　美楯	八木　浩史	倉西　誠	漢那　憲聖	1999
森　克彦		花山　正行		小山　一郎	土井　司	菊池　務	松井　美楯	八木　浩史	倉西　誠	漢那　憲聖	2000

※順不同（会長を含む）

３．１．６　委員会：委員長

年	編集	企画	表彰	運営
1942				
1943				
1944				
1945				
1946				
1947				
1948				
1949				
1950				
1951				
1952	福田　実			
1953	福田　実	林　周二	福岡　太郎	新門　次郎
1954	福田　実	林　周二	三上　徹吉	新門　次郎
1955	林　周二	-	三上　徹吉	新門　次郎
1956	林　周二	-	三上　徹吉	新門　次郎
1957	林　周二	-	三上　徹吉	新門　次郎
1958	林　周二	-	綱川　高美	新門　次郎
1959	林　周二	-	青木　重秋	新門　次郎
1960	林　周二	-	樋口喜代治	梅香家弥一
1961	林　周二	-	樋口喜代治	新門　次郎
1962	今津　博	-	樋口喜代治	新門　次郎
1963	今津　博	林　周二	西村　信男	新門　次郎
1964	今津　博	林　周二	西村　信男	
1965	今津　博	林　周二	西村　信男	
1966	今津　博	林　周二	西村　信男	
1967	今津　博	林　周二	高本雄一郎	
1968	今津　博	林　周二	福田　実	
1969	今津　博	林　周二	福田　実	
1970	今津　博	林　周二	福田　実	
1971	山田　勝彦	林　周二	青木　重秋	
1972	山田　勝彦	山下　一也	青木　重秋	
1973	山田　勝彦	山下　一也	佐久間　正	
1974	山田　勝彦	山下　一也	佐久間　正	
1975	山田　勝彦	山下　一也	勝浦　秀雄	
1976	遠山　坦彦	山下　一也	勝浦　秀雄	
1977	遠山　坦彦	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1978	遠山　坦彦	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1979	遠山　坦彦	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1980	野原　弘基	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1981	野原　弘基	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1982	野原　弘基	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1983	野原　弘基	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1984	野原　弘基	山田　勝彦	勝浦　秀雄	
1985	野原　弘基	森　嘉信	松浦　浩	
1986	野原　弘基	森　嘉信	山田　勝彦	
1987	野原　弘基	森　嘉信	後藤　勝正	
1988	久住　佳三	森　嘉信	森山　有相	
1989	久住　佳三	渡部　洋一	萩原　康司	
1990	久住　佳三	渡部　洋一	萩原　康司	
1991	渡部　洋一	小川　敬壽	小室　裕冉	
1992	渡部　洋一	小川　敬壽	小室　裕冉	
1993	渡部　洋一	小川　敬壽	小室　裕冉	
1994	森川　薫	前越　久	小室　裕冉	
1995	森川　薫	前越　久	小寺　吉衛	
1996	小寺　吉衛	前越　久	木村　千明	
1997	小寺　吉衛	前越　久	川村　義彦	
1998	小寺　吉衛	前越　久	川村　義彦	
1999	小寺　吉衛	倉西　誠	藤田　広志	
2000	小寺　吉衛	倉西　誠	藤田　広志	

年	大会開催	文献調査	国際交流	財務	総務	学術交流
1942						
1943						
1944						
1945						
1946						
1947						
1948						
1949						
1950						
1951						
1952						
1953						
1954						
1955						
1956						
1957						
1958						
1959						
1960						
1961						
1962						
1963						
1964						
1965						
1966						
1967						
1968						
1969						
1970	('93まで総会開催)					
1971						
1972	藤野　哲三	光田　秀男			(`93まで庶務)	
1973	深栖　一	遠山　坦彦	中村　実	財務	総務	
1974	小池　孝治	遠山　坦彦	中村　実	福田　徹夫	森　信一	
1975	後藤　正季	遠山　坦彦	中村　実	福田　徹夫	森　信一	
1976	後藤　正季	野原　弘基	松浦　浩	福田　徹夫	山田　勝彦	
1977	後藤　正季	野原　弘基	松浦　浩	福田　徹夫	町野　勝利	
1978	後藤　正季	江頭　元樹	松浦　浩	矢野善四郎	野原　弘基	
1979	後藤　正季	江頭　元樹	松浦　浩	矢野善四郎	野原　弘基	
1980	後藤　正季	佐々木仙悦	松浦　浩	矢野善四郎	厚東　正之	
1981	後藤　正季	佐々木仙悦	松浦　浩	矢野善四郎	厚東　正之	
1982	後藤　正季	前越　久	神田　幸助	久保　昌博	厚東　正之	
1983	後藤　正季	前越　久	神田　幸助	久保　昌博	厚東　正之	
1984	後藤　正季	前越　久	松浦　浩	久保　昌博	厚東　正之	(`93まで渉外)
1985	後藤　正季	濱　節雄	松浦　浩	久保　昌博	厚東　正之	学術交流
1986	後藤　正季	渡部　洋一		久保　昌博	厚東　正之	速水　昭雄
1987	後藤　正季	渡部　洋一		久保　昌博	厚東　正之	橋本　宏
1988	野原　弘基	渡部　洋一		久保　昌博	厚東　正之	橋本　宏
1989	野原　弘基	丸山　米三		増田　寿一	厚東　正之	橋本　宏
1990	野原　弘基	雄川　恭行		石山　忍	厚東　正之	橋本　宏
1991	速水　昭雄	雄川　恭行		石山　忍	厚東　正之	橋本　宏
1992	速水　昭雄	雄川　恭行		石山　忍	厚東　正之	橋本　宏
1993	速水　昭雄	中西　省三	出版	石山　忍	厚東　正之	鹿沼　成美
1994	川村　義彦		四宮　惠次	山　哲男	厚東　正之	東田　善治
1995	川村　義彦		四宮　惠次	山　哲男	漢那　憲聖	東田　善治
1996	川村　義彦		四宮　惠次	山　哲男	漢那　憲聖	東田　善治
1997	木村　千明		四宮　惠次	山　哲男	漢那　憲聖	東田　善治
1998	木村　千明		四宮　惠次	山　哲男	漢那　憲聖	東田　善治
1999	木村　千明		加賀　勇治	山　哲男	漢那　憲聖	杜下　淳次
2000	木村　千明		加賀　勇治	山　哲男	漢那　憲聖	杜下　淳次

註	年度	略字	名称
	1969～1973	法 人 化：	学会法人化準備委員会
	1971～1973	学技検討：	学会・技師会一本化検討委員会
	1987～1988	総会特別：	総会開催等検討特別委員会（1989年からＪＭＣＰ担当委員会）
	1992～1993	計測準備：	計測部会準備委員会
	1975～1980	研究奨励：	瀬木賞選考委員会（1981年から研究奨励委員会）
	1988～1993	海外留学：	海外留学生選考委員会
	1995	学 会 誌：	学会誌編集業務の外部委託に関する特別委員会
	1997	抄 録 等：	発表後抄録等検討委員会
	1999～2000	技術史※：	放射線技術史編纂特別委員会

年													
1942													
1943													
1944													
1945													
1946													
1947													
1948													
1949													
1950													
1951													
1952													
1953													
1954													
1955													
1956													
1957													
1958													
1959													
1960													
1961									ファントム	防護	測定		
1962									中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1963							技術史		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1964							林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1965							林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1966							林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1967							林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1968		法人化					林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治	撮影機器	
1969		加藤　芳郎			放射線障害		林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治	遠藤　俊夫	
1970		加藤　芳郎	会則改正	学技検討	石田　勝哉		林　周二		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治	遠藤　俊夫	
1971		加藤　芳郎	佐久間　正	河崎米次郎	石田　勝哉		技術史刊行		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治	片山　満幸	
1972	(`80まで瀬木賞選考)	村上　定義		小倉　佐助			山下　一也		中村　実	川崎　幸槌	樋口喜代治		
1973		村上　定義		勝浦　秀雄			山下　一也		撮影技術	管理技術	ＲＩ技術	治療技術	
1974	研究奨励			組織検討		(`86まで細則検討)	技術史		光田　秀雄	松尾　優	佐々木仙悦	光田　秀雄	
1975	中堀　孝志			村上　定義			加藤　芳郎		佐々木仙悦	松尾　優	大谷　英尚	光田　秀雄	
1976	中堀　孝志			村上　定義			加藤　芳郎		佐々木仙悦	松尾　優	大谷　英尚	野原　弘基	
1977	中堀　孝志			村上　定義			加藤　芳郎		佐々木仙悦	松尾　優	大谷　英尚	野原　弘基	
1978	中堀　孝志			村上　定義			-		岡村　祐之	松尾　優	大谷　英尚	野原　弘基	
1979	中堀　孝志			砂屋敷　忠			山下　一也		岡村　祐之	松尾　優	砂屋敷　忠	野原　弘基	
1980	中堀　孝志			砂屋敷　忠			山下　一也		岡村　祐之	後藤　勝正	砂屋敷　忠	木村　千明	
1981	中堀　孝志			砂屋敷　忠			山下　一也		佐藤　貞男	後藤　勝正	砂屋敷　忠	森　嘉信	
1982	中堀　孝志			砂屋敷　忠			山下　一也		佐藤　貞男	後藤　勝正	砂屋敷　忠	雄川　恭行	
1983	山下　一也			砂屋敷　忠			山下　一也						
1984	山下　一也			砂屋敷　忠			山下　一也						
1985	山田　勝彦	梅谷賞選考		砂屋敷　忠			山下　一也	(`88まで総会特別)					
1986	山田　勝彦	山田　勝彦		川上　壽昭		(`93まで専門)	山下　一也	ＪＭＣＰ					
1987	山田　勝彦	山田　勝彦	海外留学	川上　壽昭	学術		山下　一也	橋本　宏					
1988	森山　有相	山下　一也	山下　一也	川上　壽昭	山下　一也		山下　一也	橋本　宏					
1989	萩原　康司	山下　一也	山下　一也	川上　壽昭	山下　一也			橋本　宏	放射線防護				
1990	萩原　康司	山下　一也	山下　一也	川上　壽昭	山下　一也			橋本　宏	三代　忠		将来構想		
1991	長澤　弘	山下　一也	山下　一也	川上　壽昭	山下　一也			橋本　宏	柴田　崇行		山下　一也	計測準備	
1992	有馬　宏寧	野原　弘基	東田　善治	川上　壽昭	山下　一也			橋本　宏	柴田　崇行			山田　勝彦	
1993	有馬　宏寧	野原　弘基	東田　善治	川上　壽昭	山下　一也			小川　敬壽	柴田　崇行			山田　勝彦	
1994					大塚　昭義							学会誌	
1995					大塚　昭義							前越　久	
1996					大塚　昭義							抄録等	
1997					大塚　昭義							藤田　透	
1998					大塚　昭義		技術史※						
1999					大塚　昭義		藤田　透				将来構想		
2000					大塚　昭義		藤田　透				藤田　透		

3．1．7　部会・事務局

年	北海道		東北		関東		東京		中部		近畿		中四国		九州		事務局	
	部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		部会長/支部数		事務局長/局員	
1974	岩佐　誠	1	小林　政次	7	田村　忠次	8	橋本　宏	1	松浦　浩	7	木村　秀夫	4	畠中　武治	9	藤野　哲三	8	梅原　伝介	2
1975	岩佐　誠	1	新田志寿郎	7	大屋正次郎	8	橋本　宏	1	浜　節雄	7	小池　孝治	4	定久　正夫	9	仲間　克己	8	梅原　伝介	2
1976	岩佐　誠	1	渡辺　強	7	真淵　顕彰	8	橋本　宏	1	乾　三郎	7	光田　秀雄	4	名田智恵一	9	亀崎　哲	8	梅原　伝介	2
1977	岩佐　誠	1	佐々木仙悦	7	真淵　顕彰	8	橋本　宏	1	竹内　稔	7	高本雄一郎	4	畑山　良吉	9	高尾　義人	8	梅原　伝介	2
1978	岩佐　誠	1	遠藤　久勝	7	岡村　裕之	8	橋本　宏	1	土谷　重男	7	木村　秀雄	4	中島　綾雄	9	橋本　暉人	8	梅原　伝介	2
1979	岩佐　誠	1	上田　稔	7	佐藤　貞男	8	橋本　宏	1	中村　実	7	後藤　正季	4	神田　敏雄	9	高安　徳正	8	梅原　伝介	2
1980	岩佐　誠	0	伊藤　正	7	鈴木　茂雄	8	山岸　一雄	0	松平　正道	7	森　嘉信	4	井上　幹雄	9	下野　哲勇	8	梅原　伝介	3
1981	岩佐　誠	0	木内　繁夫	7	林　太郎	8	山岸　一雄	0	松浦　浩	7	小倉　佐助	4	藤田　一彦	9	中島　健吉	8	梅原　伝介	3
1982	岩佐　誠	0	上田　隆三	7	軽部　智	8	山岸　一雄	0	浜　節雄	7	岩井　一正	4	砂屋敷　忠	9	藤野　哲三	8	梅原　伝介	4
1983	勝浦　秀雄	0	杉山　茂	7	軽部　智	8	神田　幸助	0	市波　義雄	7	後藤　正季	4	畠中　武治	9	真栄城守候	8	梅原　伝介	5
1984	勝浦　秀雄	0	及川　昭弘	7	大屋正次郎	8	神田　幸助	0	竹内　稔	7	森　嘉信	4	角原　重利	9	博多　章	8	柴山　道男	5
1985	萩原　康司	0	木村　正一	7	小野　栄喜	8	神田　幸助	0	中村　昭満	7	小倉　佐助	4	川上　壽昭	9	名倉　博	8	柴山　道男	5
1986	萩原　康司	0	高橋　俊亮	7	山本　洋一	8	小川　敬壽	0	長崎　禎	5	雄川　恭行	4	大野　忠正	9	橋本　暉人	8	柴山　道男	5
1987	萩原　康司	0	矢嶋　克己	7	小山　一郎	8	小川　敬壽	0	松平　正道	5	後藤　正季	4	松島紀志夫	9	加藤　七地	8	柴山　道男	5
1988	萩原　康司	0	木内　繁夫	7	佐藤　巌	8	速水　昭雄	0	渡部　洋一	5	津田　和良	4	矢野　静雄	9	小川　臣人	8	柴山　道男	5
1989	萩原　康司	0	有馬　宏寧	7	竹村　克人	8	速水　昭雄	0	倉西　誠	3	野原　弘基	4	板橋　保	9	中島　健吉	8	柴山　道男	5
1990	萩原　康司	0	佐藤　栄一	7	酒井　尚信	8	齋藤　一彦	0	金森　勇雄	3	雄川　恭行	4	河原　良英	9	田島　聖正	8	柴山　道男	5
1991	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	酒井　尚信	8	齋藤　一彦	0	小室　裕冉	3	丸山　米三	4	砂屋敷　忠	9	田島　聖正	1	柴山　道男	5
1992	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	伊勢　孝雄	8	鹿沼　成美	0	杉江　義男	3	日浦　康雄	4	遠山　坦彦	9	東田　善治	1	吉富　元康	5
1993	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	中村　修	8	鹿沼　成美	0	西田　博	3	野原　弘基	4	西尾　清美	9	東田　善治	1	吉富　元康	5
1994	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	山岡　育雄	8	川村　義彦	0	山田　正人	3	銭谷　潔	4	成松　孝樹	9	東田　善治	1	吉富　元康	5
1995	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	木下富士美	8	川村　義彦	0	渡辺　洋一	3	佐藤　紘市	4	木谷猪佐夫	9	東田　善治	1	吉富　元康	5
1996	柴田　崇行	0	有馬　宏寧	1	小鴨　義尚	8	川村　義彦	0	川端　満之	2	佐藤　紘市	1	河原　泰人	2	東田　善治	1	吉富　元康	5
1997	菊池　務	0	加賀　勇治	1	小山　一郎	0	川村　義彦	0	篠田　俊治	2	佐藤　紘市	0	楠原　俊明	2	東田　善治	1	吉富　元康	5
1998	菊池　務	0	加賀　勇治	0	小山　一郎	0	川村　義彦	0	篠田　俊治	0	花山　正行	0	大屋　俊男	2	東田　善治	1	吉富　元康	5
1999	菊池　務		佐々木正寿		小山　一郎		森　克彦		倉西　誠		花山　正行		河原　泰人		馬場　仁		吉富　元康	5
2000	菊池　務		佐々木正寿		小山　一郎		森　克彦		倉西　誠		花山　正行		河原　泰人		馬場　仁		吉富　元康	5

３．１．８　分科会（分科会長・会員数）

年	画像分科会		治療分科会		核医学分科会		放射線撮影分科会		計測分科会		放射線防護分科会	
	分科会長	会員数	分科会長	会員数	分科会長	会員数	分科会長	会員数	分科会長	会員数	分科会長	会員数
1977	内田　勝											
1978	内田　勝											
1979	内田　勝											
1980	内田　勝		松本　健		砂屋敷　忠							
1981	内田　勝		松本　健		金尾　啓右							
1982	内田　勝		松本　健		金尾　啓右							
1983	内田　勝		松本　健		金尾　啓右		小川　敬壽					
1984	内田　勝		松本　健		金尾　啓右		小川　敬壽					
1985	山下　一也		松本　健		金尾　啓右		小川　敬壽					
1986	山下　一也		松本　健		金尾　啓右		速水　昭雄					
1987	山下　一也		松本　健		金尾　啓右		齋藤　一彦					
1988	山下　一也		森　嘉信		金尾　啓右		齋藤　一彦					
1989	山下　一也		森　嘉信		金尾　啓右		齋藤　一彦					
1990	山下　一也		森　嘉信		金尾　啓右		齋藤　一彦					
1991	山下　一也		森　嘉信		藤田　透		三代　忠					
1992	小寺　吉衛		森　嘉信		藤田　透		三代　忠					
1993	小寺　吉衛		平林　久枝		藤田　透		三代　忠		前越　久			
1994	小寺　吉衛		平林　久枝		藤田　透		三代　忠		前越　久			
1995	小寺　吉衛		平林　久枝		木下富士美		小川　敬壽		前越　久		砂屋敷　忠	
1996	藤田　広志		平林　久枝		木下富士美		小川　敬壽		西谷　源展		砂屋敷　忠	
1997	藤田　広志		平林　久枝		木下富士美		小川　敬壽		西谷　源展		砂屋敷　忠	
1998	藤田　広志		平林　久枝		木下富士美		小川　敬壽		西谷　源展		砂屋敷　忠	
1999	藤田　広志		内山　幸男		増田　一孝		土井　司		西谷　源展		粟井　一夫	
2000	藤田　広志	668	内山　幸男	421	増田　一孝	253	土井　司	752	西谷　源展	296	粟井　一夫	213

3．1．9　表彰：学会表彰者

年	名誉賞		
1951			
1952	滝内政治郎	石田熊次郎	関　忠孝
1955			
1956	細江　謙三		

年	学会賞	学術賞				功労賞					
1961											
1962											
1963						三上　哲吉					
1964											
1965						新門　次郎					
1966						金子　順治					
1967						原　治巳					
1968						福岡　太郎					
1969											
1970						百田　秀治					
1971											
1972	中村　実					福田　実					
1973						林　周二	仲川　庄次				
1974						脇本　才志	石田　勝哉				
1975						綱川　高美					
1976						岡本与之助	川崎　幸槌	吉田　弘			
1977						樋口喜代治	岩佐　誠				
1978						奥村彦太郎	瓦理　正英				
1979						青木　重秋	荒川　昌	二宮　馨	西村　信男		
1980											
1981						熊谷　定義					
1982						阿部　二夫	藤野　哲三	村上　定義			
1983						今津　博	大谷　英尚	垣鍔　房穂			
1984	川崎　幸槌										
1985						梅原　伝介	広門　正之	柴山　孝行			
1986						小池　孝治	高本雄一朗	税所　篤正			
1987						佐藤　貞男	土谷　重男	山岸　一雄	浜　節雄		
1988						遠藤　俊夫	丸山　静雄	小倉　佐助	一色政之介		
1989						勝浦　秀雄	藤田　一彦	松浦　浩	小田　久夫	角原　重利	後藤　勝正
1990	山下　一也					光田　秀雄	畠中　武治	後藤　正季			
1991											
1992	山田　勝彦	青柳　泰司	金尾　啓右	佐藤　孝司	大塚　昭義	神田　幸助					
1993		畑川　政勝	岡山　昭雄			篠宮　仙造	久住　佳三	深栖　一			
1994		佐藤　伸雄	友光　達志	加藤　秀起		遠藤　久勝 森　嘉信	杉江　義男 渡辺　昇	佐々木仙悦 橋本　宏	上田　稔	吉田　次郎	齋藤　一彦
1995		稲津　博	堤　直葉	齋藤　一彦	東田　善治	大竹總一郎 金尾　啓右	下野　哲男 丸山　米三	木内　繁夫	石山　忍	松尾　優	森山　有相
1996		若松　孝司	宮崎　茂	熊谷　孝三		厚東　正之	松平　正道	板橋　保	野原　弘基	速水　昭雄	山下　緑
1997	橋本　宏	中村　修	花井　耕造			三代　忠 長澤　弘	津田　和良 中村　純雄	萩原　康司 佐久間　正	渡部　洋一	常田　長時	伊藤　信夫
1998		白石　順二	寺田　央			有馬　宏寧 中村　修	星野　光雄 遠山　坦彦	竹村　克人	日浦　康雄	柴田　崇行	島田　裕弘
1999	速水　昭雄	津田　元久 松本　健	雄川　恭行	岡本日出夫	蜂谷　武憲	柴田英三郎	佐藤　紘市	小川　臣人	小室　裕冉	酒井　尚信	
2000		四宮　惠次	小川　敬壽	沢田　武司		砂屋敷　忠	篠田　俊治	佐藤　巌	川上　壽昭		

年	第50回総会記念特別表彰										
	教育交流に対する貢献	法人取得に対する功労			学会永年勤続者					事務局永年勤続者	
1994	土井　邦雄	柴田　崇行 齋藤　一彦 小倉　佐助 山下　一也	垣鍔　房穂 佐久間　正 橋本　宏	吉田　弘 神田　幸助 山田　勝彦	山田　勝彦 松浦　浩 河端　二郎 橋本　宏	森　嘉信 遠藤　俊夫 青木　重秋 佐々木仙悦	松尾　優 樋口喜代治 内田　勝	今津　博 勝浦　秀雄 中村　実		梅原　伝介 鈴田　秀子	柴山　道男 清水　久子

年	技術賞		奨励賞					梅谷賞	瀬木賞	滝内賞	川崎賞
1951	原　三正	今一　正義									
1952											
1955			飯塚　芳郎								
1956			二宮　馨								
1961			古谷　鉄雄								
1962			林　周二								
1963											
1964			奥村彦太郎								
1965			中村　実								
1966			草皆　太平								
1967			竹吉　千市								
1968			増野　豊								
1969			熊谷　定義								
1970											
1971			佐々木仙悦	岡崎　房一							
1972			高尾　義人								
1973											
1974											
1975			川本　済夫						瀬木賞		
1976									佐藤　幸司		
1977			青柳　泰司						佐藤　伸雄		
1978			植田　俊男						稲津　博		
1979			光田　秀雄						山下　一也		
1980			遠藤　俊夫	佐藤　伸雄	柴山　孝行				矢野今朝人		
1981			齋藤　一彦	山下　一也					大塚　昭義		
1982			大塚　昭義	沢田　武司				梅谷賞	花田　博之		
1983								内田　勝	西谷　源展		
1984			山田　勝彦					沢田　武司	近藤　隆司		
1985								高尾　義人	山口　成厚		
1986								青柳　泰司	若松　孝司		
1987			渡部　洋一					京都医療技術専門学校			
1988								山下　一也	梅津　芳幸		
1989			加藤　秀起					植田　俊男	森川　薫		
1990			金森　勇雄	若松　孝司	松平　正道			大塚　昭義	前越　久		
1991			木村　千明	中野　努	高坂　唯子				中田　学		
1992			花井　耕造	橋田　昌弘	粟井　一夫	杜下　淳次		稲津　博	滝川　厚		
1993			小倉　敏裕	山内　秀一	白石　順二	中田　学	荒木不次男		山下　一也		
1994			宮地　利明 岡田　弘治	内田　武博 大浪　俊平	梅津　芳幸 小田　敍弘			（株）富士写真フィルム	市川　勝弘		
1995			小倉　明夫	勝田　昇	勝田　稔三	松本　光弘			倉西　誠		
1996			三村　誠一	西原　貞光				飯田　晋康	大釜　昇		
1997			加藤　洋	青井　利行	安藤　英次	稲垣　晶一	田畑　洋二	土井　邦雄	加藤　丈司		
1998			佐久間利治	加藤　丈司	坂本　肇	荒居　広明			村松　禎久		
1999								九州大学医学部付属病院ＱＣグループ	柳澤　正道	小倉　明夫	坂ノ上信美
2000								乳房撮影ガイドライン普及班	宮崎　茂	加藤　丈司	

瀬　木　賞　［制定］1975年

［対象］年間最優秀論文投稿者

この賞は、故瀬木嘉一名誉顧問（1974年逝去　享年83才）のご遺志に基づいて設けられた賞です。

明治24年生まれの先生は、わが国の放射線医学の揺籃時代であった大正５年よりレントゲン診療について研鑽され、医療におけるＸ線の重要性とＸ線技師の必要性を提唱されました。大正12年に放射線技師の有志を集めて蛍光会を設立され、その後改組された日本レントゲン協会が母体となって昭和17年に全国規模の日本放射線技術学会が誕生した訳で、先生は当学会誕生の基礎を確立された生みの親と申せましょう。

先生は、技術学会が“我が国放射線技術史の編纂”を企画するに当たって毎年基金のご寄贈を戴きました。更に、ご遺族から平成10年には過分のご寄付を戴き、研究奨励基金として運用しております。

梅　谷　賞　［制定］1993年

［対象］教育、著作、発明、考案に著しい業績を挙げたグループまたは個人

この賞は、故梅谷友吉名誉会員（1980年逝去　享年80才）のご遺志とご遺族からのご寄付に基づいて設けられた賞です。

明治33年生まれの先生は、昭和３年以来、診療放射線技術の確立に挺身され、学会創立に際しては中核的責任者として参画され、その後の学会の進歩、発展に一生を捧げられました。

先生は、広い分野にわたり独創的な考案を多くされ、特許権19件、実用新案権6件を取得され、特許庁長官表彰を受けられるなど輝かしい存在でした。

滝　内　賞　［制定］1999年

［対象］研究業績の優れた40歳未満の個人

この賞は、故滝内政治郎名誉会員（1980年逝去　享年69才）のご遺志に基づいて設けられた賞で、1979年に制定された滝内助成金（若手研究者に対する研究）から変化したものです。

明治40年生まれの先生は、昭和2年島津レントゲン講習所設立とともに専任教員となられ、昭和17年技術学会創立の準備委員長時から、お亡くなりになるまで放射線技術一筋の道を歩まれました。放射線技術にかかわる若手技術者の育成に対する先生の情熱を、学会として永続的に受け継いでいかねばならないと考えます。

川　崎　賞　［制定］1999年

［対象］被曝低減活動、標準化活動に顕著な業績を残した個人

この賞は、故川崎幸槌元学会長（1996年逝去　享年83才）のご遺志に基づいて設けられた賞で、1979年に制定された川崎助成金（放射線管理に対する研究）から変化したものです。

大正元年生まれの先生は、昭和15年代より間接撮影技術に関する研究に従事され、結核予防を中心とした国民の健康保持のためにも大きな功績があります。間接撮影や放射線被曝の低減のための防護の推進、さらにＪＩＳなどの標準化事業を介して技術学会の社会的評価を高められました。

放射線防護や標準化事業の研究と育成に対する先生の情熱を、学会として永続的に受け継いでいかねばならないと考えます。

３．２　学術活動を振り返って

３．２．１　総会学術大会のあゆみ（1）

年	回	開催地	主会場	大会長	実行委員長	メインテーマ	演題数	招待	特別	宿題	シンポ	教育	参加者数
1943	1	福　岡	九州大学				20		1				(400)
1946	2	京　都	京都大学				8		1				(200)
1947	3	大　阪	北市民会館				20		1				(200)
1948	4	東　京	慈恵医大	(滝内政治郎)			35		1				(200)
1949	5	仙　台	東北大学	(滝内政治郎)			20		1				(150)
1950	6	金　沢	金沢大学	(滝内政治郎)			44		1				(200)
1951	7	東　京	慈恵医大	(滝内政治郎)			45		1				(252)
1952	8	大　阪	大阪大学	(細江　謙三)			53		2				(300)
1953	9	熊　本	市民公会堂	(細江　謙三)			65		3				(500)
1954	10	岡　山	市民公会堂	(細江　謙三)	黒石　　勝		59		1	1			(700)
1955	11	京　都	洛北高校	(細江　謙三)	梅香家弥一		107		1	1			(700)
1956	12	東　京	虎ノ門会館	(関　　忠孝)	田中　金司		104		1	1	1		(800)
1957	13	新　潟	市公会堂	(関　　忠孝)	小田　久夫		124		1	1	1		(900)
1958	14	福　岡	大博会館	(青木　重秋)	藤野　哲三		132		1	1	1		1000
1959	15	東　京	虎ノ門会館	(田中　金司)	萩原　数好		112		1	1	1		1018
1960	16	札　幌	市民会館	(金子　順治)	金子　順治		126		1	2	1		1363
1961	17	大　阪	大手前会館	(梅谷　友吉)	山口　弘之		146		2	1	1		1500
1962	18	名古屋	市公会堂	(細江　謙三)	細江　謙三		126		2	1	1		2016
1963	19	大　阪	大阪女子学園	(林　　周二)	遠藤　俊夫		124		1	1	1		2100
1964	20	盛　岡	県公会堂	(樋口喜代治)	樋口喜代治		153		2	1	1		2200
1965	21	東　京	区民会館	(川崎　幸槌)	石田　勝哉		118		1	1	1		2000
1966	22	鹿児島	中央公民館	(税所　篤正)	藤村　国夫		107		2	1	1		2000
1967	23	岐　阜	市民文化センター	(太田　九市)	太田　九市		188		1	1	1		2268
1968	24	京　都	京都会館	(仲川　庄次)	今津　　博		183		1	1	1		2814
1969	25	米　子	市民公会堂	(松本　宗夫)	平尾　東一		191		1	1	1		1780
1970	26	京　都	京都会館	(西村　信男)	吉田　　弘		182		1	1	2		2642
1971	27	東　京	杉並公会堂	(石田　勝哉)	篠宮　仙造		154		1	1	1		2621
1972	28	札　幌	市民会館	(岩佐　　誠)	勝浦　秀雄		260		1	1	1		1923
1973	29	久留米	市民会館	(松尾　　優)	藤野　哲三		247		1	1	1		2505
1974	30	東　京	郵貯ホール	(阿部　二夫)	深栖　　一		177		1	1	2		3122
1975	31	神　戸	文化ホール	(垣鍔　房穂)	小池　孝治		256		1	1	1		3205
1976	32	福　島	市公会堂	(上田　　稔)	馬場　貞雄		277		1	1	2		2393
1977	33	大　阪	毎日ホール	(光田　秀雄)	吉田　次郎		279		1	1	2		3271
1978	34	徳　島	文化センター	(大形　長年)	藤田　一彦		319		1	1	2		2756
1979	35	東　京	九段会館	(橋本　　宏)	山岸　一雄		295		1	1	2		3603
1980	36	仙　台	県民会館	(遠藤　久勝)	有馬　宏寧		381		1	1	2		3051
1981	37	福　岡	市民会館	(森山　有相)	藤野　哲三		429		1	2	2		3386
1982	38	東　京	九段会館	(山岸　一雄)	小川　敬壽		369		1	2	2		4006
1983	39	大　阪	大阪大学	(山下　一也)	森　　嘉信		418		1	2	3		3906
1984	40	松　本	市民会館	(丸山　静雄)	常田　長時		479	1	1	2	2		3262
1985	41	鹿児島	市民文化	(下野　哲勇)	中村　純雄		595	1	1	2	2	2	3075
1986	42	東　京	教育会館	(神田　幸助)	速水　昭雄		472	1	1	2	3	3	3500
1987	43	東　京	教育会館	(小川　敬壽)	齋藤　一彦		492	1	1	2	2	8	3533
1988	44	東　京	貿易センター	(速水　昭雄)	鹿沼　成美	画像医学の発展をめざす	463		3	2	2	1	3486
1989	45	神　戸	ワールド記念	後藤　正季	國井　立志	放射線医療の分化と統合	464	1	1	2	3	1	3217
1990	46	神　戸	国際会議場	森　　嘉信	久住　佳三	放射線医学と先進技術	466	2	3	2	3	1	3485
1991	47	京　都	パークホテル	野原　弘基	石山　　忍	人と先端技術の調和	541	1	1	2	3	5	3618
1992	48	横　浜	パシフィコ横浜	齋藤　一彦	川村　義彦	"Pax Japonica,Pax Radiorogica"	531		2	2	3	2	4251
1993	49	横　浜	パシフィコ横浜	三代　　忠	山下　　緑	21世紀の医療を担う放射線医学	501		2	2	3	6	3887
1994	50	神　戸	国際会議場	金尾　啓右	池田　穂積	先端医療と医療の調和	574	3	1	2	3	6	3920
1995	51	名古屋	国際会議場	渡部　洋一	木村　千明	放射線・技術の新しい世紀を迎えて	505	1		2	3	6	3433
1996	52	横　浜	パシフィコ横浜	小室　裕冉	島田　裕弘	幸せを呼ぶ放射線-その技術と臨床-	490		2	2	3	6	3092
1997	53	横　浜	パシフィコ横浜	加賀　勇治	森　　克彦	医療の柱-放射線医学-	487		2	2	3	4	3219
1998	54	神　戸	ポートピアホテル	畑川　政勝	神澤　良明	放射線で創る医学の環	445	1	2	2	3	5	2611
1999	55	東　京	TFTホール	川村　義彦	森　　克彦	放射線医学：21世紀への提言	469	1	2	2	3	5	2800
2000	56	横　浜	パシフィコ横浜	平林　久枝	江島　光弘	先端技術と医療の質を求めて	543	2	2	2	3	6	3421

注：1988年より大会長制を採用、(　) 内は学会長

３．２．２　総会学術大会のあゆみ（2）

特別講演

年	回	演　題　名	演　者
1943	1	X線とこれに関する諸現象	水野　善右衛門
1946	2	X線と電子線	田中　憲三
1947	3	レントゲンフィルムの処理について	藤沢　信
1948	4	胸部レントゲン写真について	隈部　英雄
1949	5	X線回転撮影法	高橋　信次
1950	6	人工放射能同位元素について	江藤　秀雄
1951	7	光学レンズX線カメラについて	松田　保久
		X線像仮影研究	呉　静
1952	8	X線障害対策	後藤　五郎
		高エネルギーX線について	浅田　常三郎
1953	9	X線治療における散乱線について	足立　忠
		最近におけるX線フィルムの性能と処理に関する諸問題	西村　龍介
		欧米のレントゲン事情について	庄野　伸雄
1954	10	間接フィルムのディテール再現能力について	藤沢　信
		臨床的医学放射線学における放射線防護	A.W　プライド
1955	11	原子物理の現状について	湯川　秀樹
1956	12	アイソトープの基礎的問題	塚本　憲甫
1957	13	欧米における最近のX線技術について	高橋　信次
1958	14	放射線の人体許容量	樋口　助弘
1959	15	国際連合科学委員会の業績（特にその生物学的領域について）	中泉　正徳
1960	16	癌の放射線療法の基礎	牧野　庄三郎
1961	17	X線映画法	川村　文夫
		Photomicrographic Observation by Motion Picture of the Development of Very Coarse Grained Silver Halide Crystals produced by Slow Precipitation	藤沢　信
1962	18	プラズマと核融合について	山本　賢三
1963	19	ベータトロンなど	浅田　常三郎
1964	20	断層撮影法の現況	松川　明
		レントゲン学にみた藤原四代	足沢　三之助
1965	21	宇宙開発の現状と将来	糸川　英夫
1966	22	ベータトロンによる超高圧放射線治療	桜井　孝
		第3回ISRRT総会に出席して	滝内　政治郎、中村　実
1967	23	血管系のX線撮影	玉木　正男
1968	24		
1969	25	アイソトープ診療と放射線技師の役割	筧　弘毅
1970	26	月・火星と生物	宮本　正太郎
1971	27	国民的遺伝有意線量に寄与する線量の軽減について	川崎　幸槌
1972	28	北海道動物史	犬飼　哲夫
1973	29	医事提言	入江　英雄
1974	30	放射線医学の動向	御園生　圭輔
1975	31	科学の進歩と日本の将来	坂本　二郎
1976	32	中国医療の現況	中島　健蔵
1977	33	医学の源流を求めて	丸山　博
1978	34	脳と夢	松本　淳治
1979	35	ゆれる日本語	池田　弥三郎
1980	36	自然保護	加藤　陸奥雄
1981	37	人間・機械系の安全	飯山　雄次
1982	38	国際化と日本の教育	永井　道雄
1983	39	画像と情報理論	内藤　勝
1984	40	旅する心	堀　勝彦
1985	41	進展する宇宙の探求　つぶれた星の話	小田　稔
1986	42	自動化と人間化	森　政弘
1987	43	日本語はどういう言葉か	金田一　春彦
1988	44	胃二重造影法の生い立ち	市川　平三郎
		勝負と人生	大山　康晴
		新高温超伝導体の出現と社会へのインパクト	田中　昭二
1989	45	平成元年にあたって思う	藤本　義一
1990	46	消化管X線検査（撮影）をめぐって	深栖　一
		核医学技術所感	金尾　啓右
		放射線治療装置とともに	和久井　聖
1991	47	狂言と京都	茂山　千五郎
1992	48	人間・自然・科学技術	中村　桂子
		INTERVENTIONAL RADIOLOGY	平松　京一

年	回	演　題　名	演　者
1993	49	MRIが画像診断に与えたインパクト	片山　仁
		歴史の光と陰　鎌倉を中心に	永井　路子
1994	50	読影技術の向上を目指して　―なにをなすべきか―　（50回記念特別講演）	伊藤　春海
1995	51	有人宇宙活動と放射線	毛利　衛
1996	52	監督の親こころ	西田　善夫
		画像診断、将来への展望　―Biomedical Imaging を目指して―	石井　靖
1997	53	気象を見る目　―気象学50年で考えたこと―	倉嶋　厚
		画像診断で見た脳卒中の病態	山口　昴一
1998	54	勝負の世界に生きて	内藤　國雄
		画像診断の近未来への期待	河野　通雄
1999	55	バーチャルリアリティの最近の動向	舘　章
		インターベンショナルラジオロジーの展望	平松　京一
2000	56	PTCA後の再狭窄に対する血管内放射線治療	Ron Waksman
		非侵襲的血管造影の最近の進歩	高橋　睦正

招待講演

年	回	演　題　名	演　者
1983	39	ディジタルラジオグラフィーについて	土井　邦雄
		アメリカにおけるQuality Assurance について	Gary T.Barnes
1984	40	放射線治療におけるCT画像情報の活用	J.R. Cunningham
1987	43	人工知能とその医療へのインパクト	相磯　秀夫
1989	45	コンピュータ支援診断の開発と最近の進歩	土井　邦雄
1990	46	FCRの技術開発史と今後の展望	高野　正雄
		人精子染色体に及ぼす放射線の影響	美甘　和哉
1991	47	患者中心の医療と生命倫理	星野　一正
1994	50	21世紀の世界と日本の役割	北谷　勝秀
		"Vascular Magnetic Resonance in Diagnosis,Physiology and Theraphy"	C.L.Dumoulin
		Optimizing Myccardial Perfusion Imaging -Soueces of Error and Artifacts	J.A.Mattera
1995	51	45Years（1950-1995）with X-ray Interactions and Applications	John H.Hubbell
1998	54	Virtual Reality Medicine	Richard M.Satava
1999	55	医学医療と学会におけるインターネットの活用	村瀬　澄夫
2000	56	動画対応X線平面検出器の臨床応用　―直接変換方式の動画による動物実験―	Stephen Rudin
		スーパーカミオカンデ　―宇宙誕生の謎に迫る―	鈴木洋一郎

宿題報告

年	回	演　題　名	演　者
1953	9	肺臓撮影条件決定の基礎	綱川　高美
1954	10	増感紙の性能評価に関する研究	飯塚　芳郎
1955	11	診療時における散乱X線について	二宮　馨
1956	12	撮影条件に対するブレンデの影響に関する実験的研究	渡理　正英
1957	13	現像液の老化について（主としてレントゲン写真現像による老化）	三上　哲吉
1958	14	骨撮影の基礎問題	熊谷　定義
1959	15	間接撮影の基礎的研究	川崎　幸槌
1960	16	蓄電器放電式装置の放電制御	古谷　鉄雄
		高速度撮影法	加藤　五郎
1961	17	X線写真像示現の限界	林　周二
1962	18	X線写真撮影時における露出条件について	奥村　彦太郎
1963	19	放射線線量の測定に関する諸問題	木村　幾生
1964	20	X線写真の画質におよぼす因子の研究	中村　実
1965	21	X線管電圧、管電流と写真効果の関係	青柳　泰司
1966	22	頭部X線撮影につぃて	増野　豊
1967	23	レスポンス関数の放射線技術への導入	遠藤　俊夫
1968	24	血管造影の装置と撮影技術について	高尾　義人
1969	25	機能診断のためのX線技術の研究	大形　長年
1970	26	高エネルギー電子線治療における技術的諸問題	光田　秀雄
1971	27	照射線量測定の現況と将来への展望	樋口　喜代治
1972	28	胃集団検診における技術的諸問題	草皆　太平
1973	29	アイソトープ技術の現況と将来	松平　正道
1974	30	X線診断領域における線量測定とその問題点	山田　勝彦
1975	31	胸部撮影法の基礎的研究	竹吉　千吉
1976	32	現体照射法の技術と応用	植田　俊男
1977	33	X線像の画質評価の問題点とその展開	山下　一也
1978	34	カラーX線写真の時代	佐々木　仙悦
1979	35	軟エックス線拡大撮影法	柴山　孝行

年	回	演　題　名	演　者
1980	36	Computed Radiography の研究	沢田　武司
1981	37	多軌道断層撮影装置と撮影技術について	上田　稔
		イメージインテンシファイアとその関連技術	津田　元久
1982	38	診断用X線に見られる特異な物理特性	佐藤　孝司
		低コントラスト微細被検体の識別度	佐藤　伸雄
1983	39	医療用加速器について	松本　健
		X線検査における患者被曝低減の技術的研究	大塚　昭義
1984	40	試料測定技術の展開	金尾　啓右
		放射線技術と品質管理	神田　幸助
1985	41	反転現像処理X線写真に関する研究	稲津　博
		子宮頚癌の放射線治療における照射精度	渡部　洋一
1986	42	三相X線装置の諸特性	齋藤　一彦
		核医学イメージングにおける問題点とその対応	濱田　國雄
1987	43	増感紙のX線エネルギー有効利用に関する研究	四宮　惠次
		高エネルギー放射線治療装置選択の諸因子	森　嘉信
1988	44	視覚画像から検索画像へ	岡本　日出夫
		放射線画像論の系統	若松　孝司
1989	45	X線検査における患者被爆とその測定　―X線CT検査を中心に―	砂屋敷　忠
		放射線治療における照射精度　　不均一体の線量評価とその精度	野原　弘基
1990	46	乳房および胸部X線検査におけるコンピューテッドラジオグラフィの応用	東田　善治
		核医学インビトロ検査の30年　腫瘍マーカを中心に	高坂　唯子
1991	47	胸部単純撮影における肺癌病変の描出能	小川　敬壽
		放射線治療における不確実度5%への挑戦	木村　千明
1992	48	平面画像への奥行情報導入の試み	小室　裕冉
		SPECT法とその画像修飾因子	藤田　透
1993	49	X線スペクトル制御による画質改善と被爆低減　K吸収端フィルタによる単色化	寺田　央
		光中性子線の計測とその展開　電子加速装置を中心に	雄川　恭行
1994	50	MTFの測定と応用	畑川　政勝
		放射線治療領域におけるフィルム線量測定法の有効利用と問題点	平林　久枝
1995	51	PET測定時における被検者の内部被曝^{15}Oを用いた定常吸入法の被曝	蜂谷　武憲
		モンテカルロ計算の放射線技術への応用	加藤　秀起
1996	52	PACSから医療情報システム構築に至る軌跡	遠山　坦彦
		放射線治療における高エネルギー電子線の線量測定法と問題点	熊谷　孝三
1997	53	放射線計測学体験学習論	前越　久
		消化管X線検査の変遷と画像技術	堤　直葉
1998	54	医学における逆問題	中村　修
		電子カルテと画像情報の役割	速水　昭雄
1999	55	インバータ式X線装置の諸特性と撮影技術	宮崎　茂
		医用X線画像系の画質と感度に関する研究	小寺　吉衛
2000	56	総合的放射線治療計画システムと三次元計画の現状	内山　幸男
		X線検査時の被検者の被曝	新開　英秀

シンポジウム

年	回	テ　ー　マ	座　長
1956	12	散乱線防護	関　忠孝
1957	13	乳児の胸部X線写真に就いて	関　忠孝
1958	14	胸椎の撮影について	青木　重秋
1959	15	X線自動車について	島田　豊治
1960	16	診療時における被曝線量	樋口　喜代治
1961	17	X線撮影時におけるフィルムに及ぼす散乱線の影響について	中村　実
1962	18	X線写真暗室処理	細江　謙三
1963	19	胸骨、肋骨撮影法	林　周二
1964	20	X線撮影法の自動化	樋口　喜代治
1965	21	断層撮影法における技術的諸問題	川崎　幸槌
1966	22	X線撮影用具について	青木　重秋
1967	23	胃集団検診の技術的諸問題	岡村　彦太郎
1968	24	交通災害時のX線撮影技術	加藤　芳郎
1969	25	X線テレビの技術的諸問題	遠藤　俊夫
1970	26	自動現像装置と管理	金田　弘
		中央放射線科のあり方	林　周二
1971	27	放射線治療時の組織内線量分布について	植田　俊男
1972	28	軟部組織X線撮影技術	山下　一也
1973	29	X線検査時の患者被曝線量の軽減について	松尾　優
1974	30	X線検査時の患者被曝線量の軽減について	石坂　正綱
		神経放射線領域における検査技術	川本　澄夫
1975	31	X線写真の画質	山下　一也

シンポジウム

年	回	テ　ー　マ	座　長
1976	32	ラジオアイソトープによる動態機能検査の技術的諸問題	山本　洋一
		拡大撮影に関する技術的諸問題	柴山　孝行
1977	33	放射線機器管理における安全性の問題	神田　幸助
		希土類元素増感紙のX線写真システムについて	速水　昭宗
1978	34	放射線治療装置の管理	野原　弘基
		CTにおける技術的諸問題	沢田　武司
1979	35	ラジオアイソトープ試料測定における精度について	金尾　啓右
		消化管撮影における技術的諸問題	深栖　一
1980	36	高線量率腔内治療時の技術的諸問題	森　嘉信
		X線装置の自動露出機構について	松田　秀治
1981	37	RI画像構成とその評価	田中　高生
		医用X線システムの人間工学的設計	神田　幸助
1982	38	放射線治療計画の諸問題	渡部　洋一
		CT装置の性能評価について	岡本　日出夫
1983	39	放射線医療技術研究のあり方	山下　一也
		ECT画像とその性能評価	浜田　国雄
		放射線医療画像の解析に関する問題点とその展望	津田　元久
1984	40	外部照射におけるTarget Volumeへの照射精度	石山　忍
		ディジタルラジオグラフィーの現状と将来	春日　敏夫
1985	41	核医学イメージング技術の標準化	長谷川　武
		NMR-CT　　―特に画像と設置に関する問題点―	真野　勇
1986	42	ハイパーサーミヤの現状と問題点	野原　弘基
		放射線技術における自動化の諸問題	神田　幸助
1987	43	核医学の今後はどう変化するか	萩原　和夫
		"""PACS""その実用化へのアプローチ"	松川　収作
1988	44	放射線における信頼性の向上　―胸部単純X線撮影技術に関して―	小川　敬壽
		診療用放射線の安全管理	菊地　透
1989	45	MRI技術の最近における展開	真野　勇
		脳神経核医学検査の技術的問題	藤田　透
		X線撮影技術の動向とその将来展望 ―般撮影系について―	齋藤　一彦
1990	46	放射線機器を用いた血流計測の現状と将来	花山　正行
		放射線計測の現状と将来	山田　勝彦
		インバータ式X線装置の特性と臨床効果	三代　忠
1991	47	高速X線CTの現状と臨床評価	速水　昭雄
		全身照射法の技術的諸問題	秦　潔
		核医学情報の管理と通信システム	増田　一孝
1992	48	医療における高速現像処理	山本　義憲
		ディジタル画像についての現状、問題点、将来展望	倉西　誠
		放射線治療システムにおけるQA　治療成績とQOLの向上	平林　久枝
1993	49	MRI撮像技術とその臨床評価　アーチファクトの原因と対策	段床　嘉晴
		ディジタルX線画像の最適化　被曝線量の観点から	大塚　昭義
		放射線像出力デバイスの進歩と多様化	滝澤　正臣
1994	50	マンモグラフィの問題点と今後の方向　乳癌検診における技術的課題	掘田　勝平
		放射線治療における線量測定法の諸問題　―測定理論と臨床応用―	熊谷　孝三
		心疾患における核医学技術の貢献と問題点	喜多村　道男
1995	51	螺旋CTスキャンの技術的諸問題	片倉　俊彦
		先端医用画像と被曝線量	砂屋敷　忠
		ラジオサージェリーにおける技術的諸問題	内山　幸男
1996	52	ディジタル放射線画像の解析技術　―役にたつ画像処理システム、そして近未来では―	真田　茂
		脳血流測定の技術的諸問題（モダリティの違いによる問題点）	柳原　圭雄
		骨塩定量の現状	友光　達志
1997	53	ディジタル画像の有用性	中西　省三
		SPECT装置の進歩と技術的問題点	木下　富士美
		MR装置による機能の描出技術　―形態から機能へ―	土井　司
1998	54	IVR被曝の現状と低減策	花山　正行
		放射線治療の出力測定における物理的諸問題	保科　正夫
		らせんCTの胸部スクリーニングCTへの応用	花井　耕造
1999	55	「吸収補正、その未来はあるか？」21世紀への展開を模索する	片渕　哲朗
		明日への予防医学における撮影技術の展望	萩原　明
		放射線治療のシステム化における諸問題	渡辺　良晴
2000	56	画像ファイリングシステムの評価と実用における問題点	倉西　誠
		ドライイメージング装置の評価と実用における問題点	斎藤　裕久
		21世紀の放射線治療技術はこう変わる　―新技術の展望と期待―	熊谷　孝三

３．２．３　総会学術大会の歩み（３）

一般研究発表に見られる演題傾向

回	管理　被曝線量	管理　その他	測定技術	画像理論	現像処理	増感紙・蛍光板	X線フィルム	写真技術	画像処理DR	画像処理DSA	画像処理その他	単純撮影	断層撮影	間接撮影	立体・拡大撮影	他の応用撮影	造影　アンギオ	造影　消化管	造影　その他	シネ	CT	MR	X線装置	RI（invivo）	RI（invitro）	治療	放射線概論	その他・US等	合計
1																													20
2			1	1		1						1											1				2		7
3																													20
4	1	3		4	4	4						4											5				2		27
5		2	1									4		1		2							8			1	1		20
6		1	2	1	1						4	1	1										9			1	2		23
7		2		3		6						2		2									5				3		23
8		2	4	9	3	5						8	6	1					3				15				4		60
9		2	11	9		7						8	6	6	4	4			3				24				1		85
10		3	9	10	4	5	2					5	7	3	1				3				20			2	1		75
11		8	5	9	1	9	1					8	7	3					1				28			2	1		83
12		13	3	7	4	15	1					10	24		1		1		3				20			1	1		104
13	1	9	2	11	6	6	1					16	20						11	1			29			6	5		124
14	1	8	5	14	6	4	2					16	24	6					13				28			4	1		132
15		7	1	5	8	1						10	20	8		7		2	4	2			28			6	3		112
16	8	7	6	8	12	5	5	5				16	8	4	2	2	1	1	3	4			22			6	3		128
17	2	8	17	8	8	4	7	4				12	8	8	1	5	2	1	10	3			29			7	2		146
18		5	9	10	9	8	1				1	17	6	5	3	1		2	4	3			28			12	2		126
19		7	5	6	4	1	5				2	16	9	6		4	3	2	9	3			26	1		14			123
20	2	9	3	22	13	1	5				5	12	5	6		5	3	2	12				25	2		17	4		153
21	2	5	4	17	6	3	3				1	16	4	4	1	1	1	2	7				17			18	6		118
22	5	7	10	23	18	2	4	3			1	17	12	18	1	5	3	3	5				41	7		10	12		207
23	1	6	1	12	10	2	5				2	20	7	13	2	13	6	10	7				39	9		21	2		188
24	9	4	1	23	17	6	4				2	19	10	15	4		15	12	5	5			37	15		28	6		237
25	3	6	2	11	11	5	5	2			2	21	7	10		5	6	9	6	1			33	15		27	4		191
26	1	8	9	4	10	3	4	4			1	17	5	10	3	1	11	6	3	4			32	25		18	3		182
27	3	8	1	4	2	5					3	15	8	5	1	3	7	3	3	1			29	23		30			154
28	1	8	12	18	7	2	6				1	15	15	14	7	11	10	10	8	1			50	29	8	27			260
29	12	10	7	13	7	2	4				5	14	13	1	3	1	3	6	1	1			56	44	10	33		1	247
30	14	1	6	18	5	4	5					4	8	1		1	1	2	3				41	35	6	22			177
31	18	9	8	24	3	5	2	4			4	15	17	1	3		7	6	3				48	45	7	26		1	256
32	15	9	4	22	6	11					8	13	16	3	8		4	3	3	4	9		46	54	14	25			277
33	4	13	7	22	5	16	5	2			3	9	10	4	3	4	9	5		2	35		27	49	18	27			279
34	9	15	5	28	8	11	2	2			8	10	12	7	3		5	2	12	20	22		39	59	13	27			319
35	7	10	4	20	6	3	4	1			3	17	8	5	5		5	7	4	4	42		30	64	16	18	6	6	295
36	7	11	6	37	4	5	1				12	10	17	2	3	4	9	11	6	4	41		56	71	18	38	1	7	381
37	10	21	10	43	9	3	6	2			11	13	8	3	8	7	4	6	1	10	53		63	58	22	46	3	9	429
38	4	17	6	39	17	5	7	3	9		14	4	4	3	5	1	7	8	4		35		52	61	24	31		9	369
39	14	8	8	29	9	7	8	4	2	10	9	15	10	4	2	2	5	10	6	6	53	4	63	67	11	40	3	9	418
40	17	25	7	27	5	6	7	8	9	22	6	14	11	5	7	1	6	13		5	49	18	57	74	17	54	3	6	479
41	12	35	7	29	5	12	21	22	20	23	15	16	11	2	1	10	6	11	6	11	35	34	73	81	21	61	4	10	594
42	4	13	4	27	4	17	21	11	20	15	15	9	8					16	6	12	29	31	66	72	14	48	2	8	472
43	7	32	4	26	4	17	6	14	17	19	14	7	5		6	2	7	11		8	35	29	49	84	16	56	4	13	492
44	5	19	4	23	6	10	8	10	22	11	6	15			10		5	12		14	38	47	48	77	14	47		12	463
45	4	25	5	36	19	10	12	16	15	11	11	16	5				9	9	5	4	36	50	50	46	14	49		7	464
46	6	18	5	36	15	6	22	5	14	9		13	3		7	2		8	5	6	47	55	50	60	9	56		9	466
47	14	14	9	38	21	8	21	9	42	12		10	4		1	5	6	23		2	28	76	59	62	10	50		17	541
48	7	25	12	37	8	19			28	10		24	5		3		5	24	1	5	47	63	54	65	8	58		23	531
49	10	20	10	26	9	14		1	20	15		11	1			3	8	13		3	51	95	52	66	6	48		19	501
50	12	34	6	18	17	25			37	18		26	3				2	9	1	1	73	108	40	70	7	44		24	575
51	14	21	6	40	4	17			27	6		30	1				8	13	3		60	97	29	73		38	6	11	504
52	14	25	6	45	4	13			30	5		28					19	7			81	62	17	69	4	41	8	12	490
53	28	36	11	40	4	9			34	10		16					17	3		8	3	70	17	61	1	32		14	486
54	31	33	15	27	7				43	5		16					3	5			80	87	7	56		27	1	7	450
55	17	27	10	32	5	5	3		21			26					22				78	74	17	70		53	5	9	474
56	14	32	6	35	5				43	5		16					15				119	93	21	73		55	6	8	546

３．２．４　秋季学術大会のあゆみ（1）

年	回	開催地	主会場	大会長	実行委員長	メインテーマ	演題数	特別	ｼﾝﾎﾟ	教育	参加者
1973	1	京　都	府立医科大学	(小倉　佐助)			12	2	2		432
1974	2	横　浜	県立勤労会館	(佐久間　正)			11	1	2		360
1975	3	広　島	県医師会館	(土井信一格)			11	1	2		351
1976	4	熱　海	救世会館	(乾　　三郎)			5	1	1		293
1977	5	徳　山	社会福祉会館	(畑山　良吉)			14	1	2		353
1978	6	名古屋	県産業貿易館	(松浦　　浩)			11	1	2		326
1979	7	岡　山	岡山衛生会館	(中島　綾雄)			7	1	2		424
1980	8	東　京	日本教育会館	(橋本　　宏)			14	1	1		256
1981	9	大　津	大津市民会館	(木村　秀夫)			14	1	2		429
1982	10	岐　阜	商工会議所	(竹内　　稔)			23	1	2		364
1983	11	神　戸	国際会議場	(後藤　正季)			12	1	2		347
1984	12	伊香保	伊香保温泉	(佐藤　貞男)			24	1	2		295
1985	13	名古屋	中小企業会館	松浦　　浩	渡部　洋一		81	1			815
1986	14	大　阪	市立労働会館	森　　嘉信	津田　和良		89	1			815
1987	15	浜　松	浜松市民会館	杉江　義男	田中善三郎		95	1			856
1988	16	松　山	ｺﾐｭﾆﾃｨｰｾﾝﾀｰ	川上　壽昭	渡辺　　昇		169	1			951
1989	17	札　幌	教育文化会館	萩原　康司	柴田　崇行		220	1			1370
1990	18	富　山	県民会館	倉西　　誠	飛田　　明		196	1	2		1345
1991	19	熊　本	市民会館	東田　善治	高田　卓雄		201	2			1331
1992	20	山　形	市民会館	木内　繁夫	加賀　勇治		202	2			1283
1993	21	広　島	国際会議場	大塚　昭義	砂屋敷　忠		198	2			1216
1994	22	高　知	県民文化ホール	遠山　坦彦	竹島　昌宏		149	1		1	1223
1995	23	山　梨	県民文化ホール	中村　　修	秋山　三郎	レントゲン博士の偉業を讃えて	169	1		1	1134
1996	24	仙　台	市民会館	有馬　宏寧	佐々木正寿	「あらたな一歩」X線発見101年を迎え	192	1			1433
1997	25	奈　良	文化会館	佐藤　紘市	越智　　保	初心に還り、さらなる発展を古都奈良から	206	1		2	1458
1998	26	札　幌	厚生年金会館	菊池　　務	坂田　元道	臨床と技術の原点をみつめて	293	1			1511
1999	27	久留米	石橋文化ｾﾝﾀｰ	高田　卓雄	中嶋　法忠	未来への夢を育もう	255	1			1172
2000	28	千　葉	幕張メッセ	木下富士美	守田　文範	21世紀の放射線技術を考える	221	1			1155

注：第12回までは放射線技術シンポジウム、(　)は世話人

３．２．５　秋季学術大会のあゆみ（2）

特別講演

年	回	演題名	演者
1973	1	エントロピーによる伝達系の解析	内田　勝
		核医学の動向	浜本　研
1974	2	肺癌のX線単純写真の見方	鈴木　明
1975	3	放射線障害と医療放射線被曝について	W.J.ラッセル
1976	4	CTスキャナーについて	小林　直紀
1977	5	放射線障害の線量効果関係の下限	吉永　春馬
1978	6	高LET放射線治療におけるπ中間子線の役割とその将来について	田中　良明
1979	7	学術の発達における個人の役割（1895年から50年間の回顧と新時代への対応）	竹下　健児
1980	8	放射線医から見た最新の医用画像診断	蜂屋　順一
1981	9	関節リウマチとレントゲン診断	七川　歓次
1982	10	将来の診断体系について	佐久間　貞行
1983	11	心とからだ	岡本　道雄
1984	12	放射線医学の将来展望	永井　輝夫
1985	13	科学する心、研究する心	飯島　宗一
1986	14	最近の心大血管の画像診断	小塚　隆弘
1987	15	画像化技術の研究と浜松	西田　亮三
1988	16	肝・胆・膵の画像診断	濱本　研
1989	17	なんともなくない話	寺久保　友哉
1990	18	現代医療における和漢診療の役割	寺澤　捷年
1991	19	世界の放射線診断の現状と21世紀への展望	高橋　睦正
		世界における放射線画像研究の現状と将来への期待	土井　邦雄
1992	20	診断技術の支えと病態把握	山口　昂一
		絵の科学	黒江　光彦
1993	21	医用画像機器の進歩と将来展望	島　倭文郎
		世界におけるコンピュータ診断支援システムの開発と現状	土井　邦雄
1994	22	体の持っている漢字	喜多村　勇
1995	23	レントゲン博士の生涯（X線発見100年記念特別講演）	山崎　岐男
1996	24	これからの日本における科学技術	西澤　潤一
1997	25	大和朝廷を探る	樋口　隆康
1998	26	地球環境の歴史を南極の氷に探る　―X線回析による―	本堂　武夫
1999	27	若さを維持する私なりの健康つくり	脇坂　順一
2000	28	いのちを救うとは　―これからの「生と死」を考える―	柳田　邦男

シンポジウム

年	回	テーマ	座長
1973	1	乳幼児撮影について	吉田　弘
		高エネルギー照射装置による治療計画のあり方	松本　健
1974	2	ラジオアイソトープ検査装置の性能	山本　洋一
		断層撮影の新しい利用法	上田　稔
1975	3	神経溝、神経管、神経孔の撮影法	中垣　五月
		診療用X線装置の保守・管理	森山　有相
1976	4	血管撮影について	市波　義雄
1977	5	診断領域の線量測定について	砂屋敷　正
		デイライトシステム（写真処理の明室化と自動化）について	大塚　昭義
1978	6	シンチカメラ画像に関する諸問題	松平　正道
		循環器系検査システムの諸問題	巣組　一男
1979	7	高感度増感紙システムにおける問題点	柴田　清秀
		循環器領域シネ画像に関する問題点	若松　孝司
1980	8	総合医用画像に関する技術的検討	山下　一也
		医療放射線と法規制の問題点	
1981	9	整形外科領域における疾患別撮影技術について	川村　義彦
		X線撮影用補助具について	土田　信明
1982	10	救急医療と放射線技術	遠藤　俊夫
		立体拡大撮影について	木内　繁夫
1983	11	放射線施設におけるコンピュータの利用について	遠山　坦彦
		老人のX線撮影技術について	後藤　正季
1984	12	Digital Subtraction Angiographyの臨床利用について	矢野　今朝人
		心疾患検査と放射線技術	新開　英秀
1990	18	ディジタルラジオグラフィの画像評価	藤田　広志
		MRSの現状と技術的諸問題	田村　鐘男

３．２．６　秋季学術大会の歩み（３）

一般研究発表に見られる演題傾向

回	管理　被曝線量	管理　その他	測定技術	画像理論	現像処理	増感紙・蛍光板	X線フィルム	写真技術	画像処理DR	画像処理DSA	画像処理その他	単純撮影	断層撮影	間接撮影	立体・拡大撮影	他の応用撮影	造影　アンギオ	造影　消化管	造影　その他	シネ	CT	MR	X線装置	RI（invivo）	RI（invitro）	治療	放射線概論	その他・US等	合計
1												4					1									7			12
2													7											4					11
3												5											6						11
4																	5												5
5			3		11																								14
6																	5			2				4					11
7						4														7									11
8									1											2				2			1	1	7
9												4	2														8		14
10															14												9		23
11		8															2										2		12
12							1			13		2								4			1	3					24
13		3		3	1				5	7		6			1						5	10	5	11		20		4	81
14	3	4	2	2			4		4	5	5	3								6	9	6	3	12	3	16		2	89
15		8		10					5			4	2					5		7	12	6	11	3	2	19		1	95
16	1	8		15	13	4	3		9	5	2	4	2		1	1	1	8		7	13	20	8	11	4	24		5	169
17	9	8		11	8				13	8		13					2	19		7	16	26	24	22	5	24		5	220
18	4	7		12	17	1			20	5	3	3			1	5	3	11		2	16	27	10	19		19		11	196
19	1	6	6	21	9		6		17	5		5					4	9	4	4	15	30	15	14	1	20		9	201
20	4	11		24	5		3		4	11		5					3	7			22	25	20	23		29		6	202
21	13	13	5	21	8		5		6	8		10				3	2	5		6	20	24	11	11		20		7	198
22	4	5		4	9		11		6	8		12					6				14	22	8	8		23		9	149
23	4	15	5	7	4		9		6	3		8					7	5			18	33	14	14		17			169
24	12	11	4	11	3		4		5	9		4					3	5		1	27	45	10	16		15		7	192
25	13	14	9	9			3		10	4		12					5	6			34	37	6	15		19		10	206
26	16	25	9	17	3				3	5		20					3	8		4	47	57	11	26		27		12	293
27	6	20	5	9	6				13	2		14					8	4			48	46	13	24		29	4	4	255
28	4	24	1	9	4				15			8					6	3			36	40	8	29		25	3	6	221

3．2．7　分科会活動のあゆみ

画像分科会

年	回	主な内容
1977	1	
	2	
1978	3	
	4	
1979	5	X線写真の化学
	6	放射線スペクトルと画質
1980	7	放射線科医の期待する画質
	8	放射線画像とエントロピー解析
1981	9	画像について語ろう
	10	微細病変描出に必要な消化管造影・胸部断層画像
1982	11	冗長度の画像評価への導入
	12	Digital Fluorographyについて
1983	13	Digital Chest Unit
	14	ディジタルイメージングの先がけとなったもの
1984	15	Digital X-ray Imaging はどこまで代わり得るか
	16	治療技術と画像
1985	17	PACSについて
	18	H-D曲線の作成法と問題点
1986	19	パソコンと画像
	20	医用画像処理システムの標準化の検討について
1987	21	MRIにおける画像再構成の理論
	22	画像診断学の現状と今後
1988	23	ディジタル画像の物理特性
	24	CRT画像の診断と物理評価
1989	25	DQEとNEQについて
	26	
1990	27	画像の心理的・主観的評価を考える
	28	画像保存の現状と将来展望
1991	29	胸部X線画像のコンピュータ診断支援
	30	ファジィ理論の医学への応用
1992	31	X線強度って何？
	32	コンピュータ支援診断システムに用いられる画像処理技術
1993	33	ニューラルネットワークの画像情報への応用
	34	ニューロ・コンピューティング画像処理
1994	35	放射線画像の評価　―主観評価について―
	36	地域医療による画像診断の現状
1995	37	画像通信の現状
	38	ディジタルX線画像と被曝
1996	39	コンピュータ支援診断システム
	40	MRIにおける画像評価の現状
1997	41	画像データベース実用講座
	42	3DCTの画質評価
1998	43	画像診断用のCRTの画質性能評価
	44	PACSの構築と今後の発展
1999	45	フラットパネル検出器を利用したDRシステムの現状と将来
	46	乳房X線画像の画質とその管理
2000	47	基礎講座各種モダリティー最先端画像の理解
	48	画像処理を行うためのコンピュータ環境

核医学分科会

年	回	主な内容
1980	1	
1981	2	^{99m}Tc標識科学とその品質管理
	3	腫瘍集積アイソトープ周辺
1982	4	インビボ核種と放射性医薬品
	5	循環器核医学の検査技術7人7話
1983	6	核医学機器の標準仕様における検査企画
	7	消化器系の核医学
1984	8	公開討論会
	9	動態機能検査法の流れ
1985	10	放射性同位元素検査技術委員会
	11	RI画像のフィルタ処理について
1986	12	脳の核医学診断
	13	定量診断の意義
1987	14	免疫核医学
	15	放射線管理の現状と医療法施行規則改正に関する問題点
1988	16	小児核医学について
	17	頭頸部腫瘍のRI診断
1989	18	品質保証班W/G経過報告
	19	呼吸器核医学の最近の動向
1990	20	細胞性免疫能が崩れるとき―AIDSの成り立ち―
	21	骨核医学：代謝性骨疾患の定量的評価
1991	22	心筋代謝と新しいトレーサ
	23	医療用RI廃棄物の現状について
1992	24	画像を測る
	25	核医学におけるトレーサー解析
1993	26	免疫核医学の最近の現状と将来
	27	低線量被曝と発癌　―乳癌を中心に―
1994	28	散乱線除去TEW法を検証する
	29	キュリーメータの信頼性と精度向上を図るには
1995	30	心筋をめぐる新たな展開―今何が求められているか―
	31	心筋イメージング製剤の心筋摂取およびwashoutの相違
1996	32	腫瘍のSPECT診断
	33	SPECT定量測定における問題点と将来展望
1997	34	心筋SPECT検査の進め方
	35	電磁界の生体影響に関する最近の動向
1998	36	脳の機能評価法の動向
	37	ネットワーク&Windows上で動作するgated SPECT Analyzer
1999	38	脳核医学における画像処理法の進歩、臨床応用・将来
	39	小児神経疾患の新しい脳核医学―神経心理学イメージング―
2000	40	腫瘍画像診断の進歩
	41	散乱線補正法について

放射線治療分科会

年	回	主な内容
1980	1	
1981	2	放射線治療における生物学
	3	医療用加速器からの中性子線について
1982	4	婦人科領域の悪性腫瘍の診断から治療まで
	5	"中性子線の測定について,物理的性質と測定上の問題点"
1983	6	マイクロトロンについて
	7	照射時における照射位置の精度及び再現性について
1984	8	悪性腫瘍の診断から治療まで　悪性リンパ腫について
	9	陽子線治療　その現状と将来
1985	10	
	11	
1986	12	
	13	悪性腫瘍の診断から治療まで―食道がんについて―
1987	14	悪性腫瘍の診断から治療まで
	15	欧米における粒子線治療の現状
1988	16	加速器のモニター線量計について
	17	
1989	18	CT/SimulatorとRT-CRについて
	19	
1990	20	患者固定具について
	21	モンテカルロ法による線量分布計算
1991	22	膵がんの治療
	23	放射線治療の精度管理
1992	24	乳癌・放射線治療の最近の潮流
	25	放射線画像における画像の利用
1993	26	子宮頚癌の治療方針の決定と放射線の寄与
	27	
1994	28	最近の^{192}Ir高線量率治療の動向
	29	免疫と放射線療法
1995	30	電子加速器によるラジオサージェリー、極小照射野の線量測定法
	31	頭頚部領腫瘍の放射線治療
1996	32	不整形照射野における1cm幅多分割絞りの現状と将来
	33	線量計算アルゴリズム―特に不均質補正計算を中心に―
1997	34	脳神経領域の放射線治療―脳定位照射を中心に―
	35	放射線治療とIVR
1998	36	最近の重粒子線治療の現状と可能性
	37	中枢神経系の腫瘍と放射線治療
1999	38	Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について
	39	根治照射と対症的照射
2000	40	放射線治療計画をうまく使いこなす
	41	リモートアフターローダーの現状と問題点

放射線撮影分科会

年	回	主な内容
1983	1	画像診断時代における単純写真の意義
1984	2	撮影技術の問題点
	3	胸部撮影
1985	4	上部消化管
	5	血管造影
1986	6	小児の胸部撮影
	7	胸部断層撮影
1987	8	整形外科領域の撮影技術
	9	CRの適用と診断情報の向上
1988	10	脳神経領域の画像検査技術
	11	大腸のX線検査技術をめぐって
1989	12	乳房のX線診断
	13	小児領域におけるディジタル撮影技術
1990	14	肝・胆・膵の画像診断
	15	血管撮影技術
1991	16	泌尿器系の撮影技術
	17	救急医療における撮影技術
1992	18	消化管撮影技術
	19	ディジタル血管撮影技術
1993	20	MRI撮像技術
		マンモグラフィーの撮影技術
	21	高齢者に対する撮影技術
1994	22	これからの四肢間接撮影
		胸部X線写真の画質管理
	23	腹部単純撮影
1995	24	胃部の画質管理
		高速X線CTに求められる機能とその適応
	25	IVR関連技術
1996	26	腹部MRIにおける画像診断技術の向上
		乳房X線写真の画質管理
	27	心疾患の撮影技術
		CTとMRの特徴と役割
1997	28	様々な胸部撮影法
		胸部CT撮影法の実際
		MR高速撮像法
	29	II-DRの有用性は・・・
		肝胆膵のCT検査
		撮像する立場から見た頭頚部MRA
1998	30	腹部疾患の撮影技術―急性腹症を中心に―
		目的にあった画像収集技術と臨床応用について
		臨床における3D-CT撮影の実際
	31	小児の画像検査法―画像の必須条件と被曝防護―
		血管および肝臓胆管系におけるCT/MRの技術的アプローチ
1999	32	マンモグラフィーの撮影技術と画質管理
		CT検査の被曝低減を目指して
		MR検査の安全基準を考える
	33	四肢のストレス撮影技術
		マルチスライスCTのcapabilityと撮影技術
		下肢MRAの撮影技術の実際
2000	34	自動露出機構と撮影技術
		胸部検診CTの被曝低減に関するツールとスピリット
		MR信号強度の向上と最新撮影技術
	35	肝臓の描出技術と診断能
		CT検査の被ばく低減を目指して

計測分科会

年	回	主な内容
1993	1	計測部会に期待するもの
	2	「ハカ（計、測、量）る」とは
1994	3	X線CTの被曝線量は如何に測定すべきか
	4	キュリーメータの信頼性と精度向上を図るには
1995	5	治療用電子線またはX線のエネルギー測定の問題点を探る
	6	ディジタルX線画像と被曝
1996	7	X線CTの被曝線量は如何に測定すべきか―Part2―
	8	TLDとガラス線量計の利用法―利点と欠点―
1997	9	法に定める線量測定をいかにするか
	10	診断領域X線のエネルギー（質）の測定
1998	11	骨塩定量分析装置における線量測定法の現状と問題点
	12	被検者の皮膚線量の測定・評価
1999	13	面積照射線量計の特性と評価
	14	エネルギーと環境問題
2000	15	血管径の狭窄率の計測
	16	診断領域における線量標準測定法の確立

放射線防護分科会

年	回	主な内容
1995	1	医療被曝を考える
1996	2	放射線利用における公衆の防護
	3	ボランティアの被曝と防護を考える
1997	4	診断用X線検査時の患者被曝線量を知る方法
	5	医療放射線被曝とは何か
1998	6	
	7	医療放射線（X線検査）のガイダンスレベルは測定できるか
1999	8	医療法施行規則改正の動き
	9	放射線管理における西暦2000年問題について
		東海村JCO臨界事故概要に関する報告
2000	10	放射線安全規制法改正と新しい放射線医療技術の対応
	11	診断領域における線量標準測定法の確立

３．３　学術委員会（専門委員会）のあゆみ

３．３．１　年度別研究テーマ

年											
1987	品質保証	X線スペクトル	撮影法標準化	撮影系実態調査	標識薬品（invivo）	標識薬品（invitro）	汚染対策	ICRUレポート	治療装置経済性	機器管理	ウィナースペクトル
1988	品質保証	X線スペクトル	PACS	ディジタル画像評価	医療被曝低減	マンモ標準化	invitro検査法標準化	ラルスの安全性	画像の主観的評価法		
1989	品質保証	データベース	PACS	ディジタル画像評価	画像の諸特性	医療被曝	診断領域X線量計測		腫瘍マーカ		
1990	品質保証	放射線学術用語集	PACS	ディジタル画像評価	画像の諸特性	医療被曝	診断領域X線量計測				
1991	品質保証	放射線学術用語集	画像管理システム	MRIに関する技術	第3次撮影系実体調査	CRの画像処理検討	研究区分コード	X線映画領域でのセンシトメトリ		診断領域X線量計構成システム	
1992	X線写真観察器	チャートによるMTF	画像管理システム	MRIに関する技術	放射線機器の安全管理	CRの画像処理検討	研究区分コード	パソコンによる線量計算システム			
1993	核医学ディジタル画像	チャートによるMTF	QC･QAプログラム	X線透視系の被曝線量	放射線機器の安全管理	ディジタル画像のROC	放射線治療照射技術	マンモグラフィーの撮影技術普及			
1994	核医学ディジタル画像	インバータ方式装置特性	QC･QAプログラム	PACS技術	ディジタル画像の撮像線量の実態調査		放射線治療照射技術	マンモグラフィーの撮影技術普及			
1995	画像管理システム	放射線業務従事者健康	SPECT画像規準化	X線CT装置の撮像線量	IRDコードの検討	X線TV（映像系）	スポーツ外傷単純撮影法	最近の感材の特性と評価			
1996	撮影系実態調査	放射線業務従事者健康	SPECT画像規準化	ICカードシステム検討	IRDコードの検討	増感紙-フィルム系画質因子	ラセン状CTの性能評価	ディジタル画像被曝線量	標準ディジタル画像データベース	輸血用血液の照射技術の現状	
1997	ICカードシステム	放射線技術インターネット	X線診断領域従事者の被曝		治療線量の実態調査班	日常的X線検査の撮影条件		CR撮影条件最適化	標準ディジタル画像データベース		
1998	IVR（PTCA）空中線量	放射線技術インターネット	乳房検診画像検出器		三次元画像	核医学検査における定量評価法（臓器別）		CR撮影条件最適化			
1999	X線CT三次元画像	ディジタル画像評価		画像データベース作成	MRI装置の性能試験	ラジオサージェリの現状と問題点の調査		乳がん検診のための線量画質調査班			
2000	歯科領域ディジタル画像	救急医療イメージング体系化	ディジタル乳房撮影画質･線量		電子認証システムの構築とフィールド実験		診断領域X線の測定	CT検査におけるデータベース構築班			

３．３．２　各班の研究テーマ

年	○：次年度も継続した委員会（班）（◎：前年度から継続）			
1973～1975	撮影技術委員会		○	◎
	治療技術委員会		○	◎
	RI技術委員会		○	◎
	放射線管理委員会	（医用放射線機器管理班）		◎
		（医療被曝軽減検討班）	○	◎
1976	撮影技術委員会		○	◎
	RI技術委員会		○	◎
	治療技術委員会	（線量分布班）		
	放射線管理委員会	（医療被曝軽減検討班）	○	◎
1977	撮影技術委員会		○	◎
	治療技術委員会			
	RI検査技術委員会	（A班）	○	
		（B班）	○	
		（C班）	○	
	放射線管理委員会	（医療被曝軽減検討班）		◎
1978	撮影技術委員会	（胃ファントム班）	○	
		（X線出力班）		
		（撮影法検討班）	○	
	RI検査技術委員会		○	◎
	治療技術委員会	（マニュアル作成班）	○	
	総合委員会	（システム班）		
1979	撮影技術委員会	（胃ファントム班）	○	◎
		（撮影法検討班）	○	◎
	RI検査技術委員会		○	◎
	治療技術委員会	（マニュアル作成班）		◎
		（チェックリスト班）	○	
	放射線管理委員会		○	
1980	撮影技術委員会	（胃ファントム班）		◎
		（撮影法検討班）	○	◎
		（増感紙検討班）	○	
	RI検査技術委員会		○	◎
	治療技術委員会	（チェックリスト班）		◎
	放射線管理委員会		○	◎
	総合委員会	（用語統一班）		
1981	撮影技術委員会	（撮影法検討班）		◎
		（増感紙検討班）	○	◎
		（フィルム処理検討班）	○	
	RI検査技術委員会	（標識医薬品品質管理班）	○	
		（医用施設モデル化班）	○	
	治療技術委員会	（漏洩中性子線測定班）	○	
	放射線管理委員会	（機器管理班）		
		（透視台検討班）	○	
	総合委員会	（用語標準化班）	○	
		（MTF班）	○	
		（X線センシトメトリー班）	○	
		（撮影班）	○	
		（治療班）	○	
		（核医学班）	○	
		（管理班）	○	
		（外国文献班）	○	
1982	撮影技術委員会	（増感紙検討班）		◎
		（フィルム処理検討班）	○	◎
	RI検査技術委員会	（標識医薬品品質管理班）		◎
		（医用施設モデル化班）	○	◎
	治療技術委員会	（電算機精度調査班）		
		（ICRUレポート検討班）	○	
		（漏洩中性子線測定班）	○	◎
	放射線管理委員会	（機器管理班）	○	

年	○：次年度も継続した委員会（班）（◎：前年度から継続）			
1982	放射線管理委員会	（透視台検討班）		◎
		（放射線測定器班）	○	
	総合委員会	（用語標準化班）		◎
		（MTF班）		◎
		（X線センシトメトリー班）		◎
		（撮影班）		◎
		（治療班）		◎
		（核医学班）		◎
		（管理班）		◎
		（外国文献班）		◎
1983	撮影技術委員会	（フィルム処理検討班）		◎
		（撮影法標準化検討班）	○	
	RI検査技術委員会	（医用施設モデル化班）	○	◎
		（標識薬品品質管理invivo班）	○	
		（標識薬品品質管理invitro班）	○	
	治療技術委員会	（ICRUレポート検討班）	○	◎
		（漏洩中性子線測定班）		◎
		（放射線治療施設レイアウト班）	○	
		（シミュレータ班）	○	
	放射線管理委員会	（機器管理班）	○	◎
		（放射線測定器班）		◎
		（CT班）	○	
		（X線防護に関する実態調査班）	○	
	放射線総合委員会	（放射線学術用語編纂班）	○	
		（放射線技術品質保証計画班）	○	
		（ウィナースペクトル班）	○	
1984	撮影技術委員会	（撮影法標準化検討班）	○	◎
	RI検査技術委員会	（医用施設モデル化班）		◎
		（標識薬品品質管理invivo班）	○	◎
		（標識薬品品質管理invitro班）	○	◎
		（汚染対策班）	○	
	治療技術委員会	（総合班）	○	
		（ICRUレポート検討班）	○	◎
		（放射線治療施設レイアウト班）	○	◎
		（シミュレータ班）	○	◎
		（治療装置経済性検討班）	○	◎
	放射線管理委員会	（機器管理班）	○	◎
		（CT班）		◎
		（X線防護に関する実態調査班）		◎
	放射線総合委員会	（放射線学術用語編纂班）		◎
		（放射線技術品質保証計画班）	○	◎
		（ウィナースペクトル班）	○	◎
1985	撮影技術委員会	（撮影法標準化検討班）	○	◎
		（撮影系実態調査班）	○	
		（CT性能評価検討班）		
	RI検査技術委員会	（標識薬品品質管理invivo班）	○	◎
		（標識薬品品質管理invitro班）	○	◎
		（汚染対策班）	○	◎
	治療技術委員会	（総合班）		◎
		（ICRUレポート検討班）	○	◎
		（放射線治療施設レイアウト班）		◎
		（シミュレータ班）		◎
		（治療装置経済性検討班）	○	◎
		（照射精度向上の新技術検討班）		◎
	放射線管理委員会	（機器管理班）	○	◎
	放射線総合委員会	（放射線技術品質保証計画班）	○	◎
		（ウィナースペクトル班）	○	◎
		（X線スペクトル検討班）	○	

年	○：次年度も継続した委員会（班）（◎：前年度から継続）		
1986	撮影法標準化検討班		◎
	撮影系実態調査班		◎
	標識医用薬品品質管理invivo班		◎
	標識医用薬品品質管理invitro班		◎
	汚染対策班		◎
	ICRUレポート検討班		◎
	治療装置経済性検討班		◎
	機器管理班		◎
	ウィナースペクトル班		◎
	放射線技術品質保証計画班	○	◎
	X線スペクトル検討班	○	◎
1987	放射線技術品質保証計画班	○	◎
	X線スペクトル検討班		◎
	PACS班	○	
	医療被曝低減班		
	マンモグラフィー標準化班		
	インビトロ検査法標準化班		
	ラルスの安全性に関する調査班		
	画像の主観的評価法検討班		
	ディジタル画像の物理的評価検討班	○	
1988	放射線技術品質保証計画班	○	◎
	PACS班	○	◎
	ディジタル画像の物理的評価検討班	○	◎
	画像の諸特性検討班		
	医療被曝検討班		
	診断領域におけるX線量計測の標準化班		
	腫瘍マーカに関する検討班		
	データベースに関する検討班		
1989	品質保証計画班	○	◎
	PACS班		◎
	ディジタル画像の物理的評価検討班		◎
	画像の諸特性検討班		
	医療被曝検討班		
	診断領域におけるX線量計測の標準化班		○
	放射線学術用語集の改訂検討班		○
1990	品質保証計画班		◎
	放射線学術用語集の改訂検討班		◎
	画像管理システム班	○	
	第3次撮影系実体調査班		
	MRIに関する技術的検討班	○	
	研究区分コードの改訂検討班	○	
	CRの画像処理検討班	○	
	X線映画領域でのセンシトメトリーの標準化班		
	診断領域におけるX線量計構成システム検討班		◎
1991	画像管理システム班		◎
	CRの画像処理検討班		◎
	研究区分コードの改訂検討班		◎
	MRIに関する技術的検討班		◎
	放射線機器の安全管理の技術的検討班	○	
	X線写真観察器の実態調査班		
	パソコンによる線量計算システム構成基準の作成班		
	チャートによるMTF検討班	○	
1992	放射線機器の安全管理の技術的検討班		◎
	チャートによるMTF検討班		◎
	X線透視系の被曝線量の調査班		
	ディジタル画像のROC解析検討班		
	核医学ディジタル画像の基準化検討班	○	
	放射線治療における照射技術の基準化検討班	○	
	QC・QAプログラムの支援のための班	○	
	マンモの撮影技術に関する実技・知識を普及する班	○	

年	○：次年度も継続した委員会（班）（◎：前年度から継続）		
1993	核医学ディジタル画像の基準化検討班		◎
	放射線治療における照射技術の基準化検討班		◎
	マンモの撮影技術に関する実技・知識を普及する班		◎
	QC・QAプログラムの支援のための班		◎
	PACS技術におけるシステムのあり方検討班		
	インバータ方式装置の特性検討班		
	ディジタル画像の撮像線量の実態調査班		
1994	画像管理システムのあり方検討班		
	放射線業務従事者の健康動態調査班	○	
	X線CT装置の撮像線量実態調査班		
	SPECT画像の規準化検討班	○	
	X線TV（映像系）の維持管理に関する検討調査班		
	スポーツ外傷に対する単純撮影法の検討調査班		
	最近の感材の特性と評価検討班		
	IRDコードの検討班	○	
1995	放射線業務従事者の健康動態調査班		◎
	SPECT画像の規準化検討班		◎
	IRDコードの検討班		◎
	撮影系実態調査班		
	増感紙-フィルム系画質因子の経年的測定班		
	標準ディジタル画像データベース構築班	○	
	ラセン状CTの性能評価班		
	ディジタル画像撮影時の患者被曝線量の実態調査班		
	輸血用血液の照射技術の現状調査班		
	ICカードシステム検討班	○	
1996	ICカードシステム検討班		◎
	標準ディジタル画像データベース構築班		◎
	治療線量の実態調査班		
	X線診断領域における従事者の被曝と防護衣検討班		
	日常的X線検査の撮影条件検討班		
	CR撮影条件の最適化検討班	○	
	放射線技術におけるインターネット活用検討班	○	
1997	放射線技術におけるインターネット活用検討班		◎
	CR撮影条件の最適化検討班		◎
	IVR（PTCA）時の空中線量測定班		
	三次元画像の技術的研究班		
	乳房検診における画像検出器の特性検討班		
	核医学検査における定量評価法（臓器別）検討班		
1998	X線CTにおける三次元画像評価法の検討班		
	ディジタル画像評価の標準データ検討班		
	画像データベース作成作成検討班		
	MRI装置の性能試験検討班		
	ラジオサージェリーの現状と問題点の調査検討班		
	乳がん検診のための線量画質調査班		
1999	歯科領域におけるディジタル画像最適化調査検討班		
	救急医療におけるイメージングの体系化検討班	○	
	ディジタル乳房撮影の画質・線量調査班		
	電子認証システムの構築とフィールド実験班		
	CT検査におけるデータベース構築班		
	診断領域X線の標準測定検討班	○	
	放射線診療に係わる法令問題検討班		
2000	救急医療におけるイメージングの体系化検討班		◎
	診断領域X線の標準測定検討班		◎
	マンモグラフィのデータベース作成班		
	血管造影における標準的な術者防護用具検討班		
	歯牙ディジタル画像表示システム検討班		
	SPECTの再構成法に関する研究班		
	放射線検査におけるオーダリングの実態調査班		
	乳癌検診における画質と被曝線量に関する施設評価検討班		

３．４　その他の学術活動

３．４．１　学会誌

年	巻	号	総頁数	論文数				
				原著	ノート	臨床技術	速報	資料
1944	1	2	115	20				
1945	2	4	136	13				
1948	3	2	30	5				
1948	4	2	80	19				
1949	5	4	115	19				
1950	6	4	105	17				
1951	7	4	132	17				
1952	8	4	111	15				
1953	9	4	169	22				
1954	10	3	218	16				
1955	11	4	154	22				
1956	12	4	156	18				
1957	13	4	329	22				
1958	14	4	326	20				
1959	15	4	378	16				
1960	16	4	166	14				
1961	17	4	246	22				
1962	18	4	293	17				
1963	19	4	284	12				
1964	20	4	336	12				
1965	21	4	378	16				
1966	22	4	403	15				
1967	23	5	419	19				
1968	24	5	464	20				
1969	25	5	394	13				
1970	26	5	592	22				
1971	27	5	496	29				
1972	28	5	475	19	3			8
1973	29	6	539	21	3			7
1974	30	6	670	23	2			5
1975	31	6	605	26	8			5
1976	32	6	642	22	7			4
1977	33	6	1016	23	11			10
1978	34	6	829	21	6			3
1979	35	4	879	23	9			2
1980	36	6	858	6	6			6
1981	37	6	878	15	12			2
1982	38	6	894	14	5			4
1983	39	6	1143	19	6			2
1984	40	7	1456	20	9			3
1985	41	7	1177	11	9			5
1986	42	7	1150	18	8			1
1987	43	12	1878	19	5			4
1988	44	12	1854	22	13			5
1989	45	12	2024	24	16			1
1990	46	12	2053	15	11			1
1991	47	12	2136	19	16			3
1992	48	12	2131	28	23			1
1993	49	12	2025	25	11			2
1994	50	12	2016	26	10			6
1995	51	12	1936	20	14			2
1996	52	12	1668	32	7			4
1997	53	12	1900	40	13			4
1998	54	12	1428	41	15	6	1	2
1999	55	12	1271	29	8	8		4
2000	56	12	1516	46	10	10	3	4

※注：第36巻より年単位に変更（それまでは年度単位）　なお、「年」とは1号の発行年を記載

年	号	特集号
1955	10	特集第１号（10周年特集号）
1957	13	特集第２号（高圧撮影について）
1958	14	特集第３号（断層撮影法）
1959	15	特集第４号（放射性同位元素基礎編）
1970	25	特集第５号（X線テレビジョン）
1971	26	特集第６号（放射性同位元素の利用）
1978	33	特集第７号（ 最近の医用映像技術）
1984	40	特集第８号（放射線技術学用語集）
2000	56	特集第９号（ CAD技術論文集）
		特集第10号（マルチスライスCT論文集）

※第35巻１号（1979.5.1発行）４号（1979.11.1発行）
第36巻１号（1980.1.1発行）

３．４．２　刊行物

診療放射線技術学大系

年		書名	著者・編者	備考
1991	1	医療放射線技術学概論	山下一也	
1991	2	放射線物理学	佐藤孝司	
1983	3	放射線機器学	青柳泰司　他	
1980	4	放射線画像情報工学（1）	内田・金森・稲津	
1980	5	放射線画像情報工学（2）	内田・金森・稲津	
1980	6	写真科学	友田宣忠	
1990	7	放射線像情報学	神田幸助	
1991	8	放射線臨床病態学	市川平三郎	
1983	9	放射線検査学（X線）	山下一也　他	
1990	10	放射線検査学（核医学）	松平・金尾	
1990	11	放射化学・放射線化学	林・森川	
1992	12	放射線治療学・放射線生物学	真崎・森・澤田	
1981	13	放射線計測学	山田・野原	
1995	14	放射線管理学	松本・東田・高田	
1990	15	理学的検査法概論	遠藤俊夫	

放射線医療技術学叢書

年		書名	編集	備考
1988	1-1	放射線技術QCプログラム	専門委員会	
1990	1-2	放射線技術QCプログラム　―改訂・増補版―	専門委員会	
1989	2	増感紙フィルム系のMTFとウィナースペクトル	画像部会	
1989	3	放射線画像の特性と測定	画像部会	
1990	4	PACS画像の保管・管理システム	専門委員会	
1993	5	放射線技術学用語集	専門委員会	
1992	6	CRの実用画像処理	専門委員会	
1993	7	ディジタルラジオグラフィの画像評価	専門委員会	
1993	8	ROC解析の基礎と応用	専門委員会	
1994	9	核医学検査技術学入門	核医学分科会	
1994	10	インバータ式X線装置の特性と臨床への適用	専門委員会	
1994	11	光子減弱係数データブック	計測部会	
1995	12	放射線技術学研究の進め方と実践	東京部会	
1996	13	スポーツ外傷診断のための骨単純撮影法	学術委員会	
1996	14	乳房撮影精度・管理マニュアル	撮影分科会	
1998	15	血管撮影技術	撮影分科会	
1998	16	放射線治療技術マニュアル	治療分科会	
1999	17	血管撮影領域における放射線被曝と防護	撮影分科会	
2000	18	MR撮影技術	撮影分科会	

臨床放射線技術実験ハンドブック・その他

年		書名	編集	備考
1995	上	臨床放射線技術実験ハンドブック	出版委員会	
	下	臨床放射線技術実験ハンドブック	出版委員会	
1998		標準デジタル画像データベース「胸部腫瘤陰影像」	学術委員会	(CD-ROM)

文献集・会員名簿等

年		書名	編集	備考
1989		放射線技術史第1巻	放射線技術史編集委員会	
1974	1	文献集	文献集刊行委員会	
1984	2	文献集	文献集刊行委員会	
1989	3	文献集	文献集刊行委員会	
1994	4	文献集	文献集刊行委員会	
1999	5	文献集	編集委員会	(CD-ROM)
1982	1～17	英文誌　（～1999）	編集委員会	
1979		会員名簿	名簿作成委員会	
1984		会員名簿	庶務委員会	
1990		会員名簿	庶務委員会	
1995		会員名簿	総務委員会	
2000		会員名簿	総務委員会	

３．４．３　学術講演会

年	開催地	テーマ	講師	参加者
1996	山　口	a）コンピュータ支援診断の最近の話題と研究 b）研究の進め方　―若い人のために―	土井　邦雄	100
	北海道	最近の放射線情報の基盤整備	倉西　誠	98
	広　島	ROC解析の新しい応用と統計的有意差検定	C.E.Metz	120
	大　阪	ROC解析の新しい応用と統計的有意差検定	C.E.Metz	60
	徳　島	ディジタル画像とその評価法の実際	東田　善治、他	100
1997	沖　縄	研究のあり方、3DCTの有用性、MRIの発展、X線撮影技術など	東田　善治、他	110
	三　原	コンピュータ診断支援に関する研究の現状	土井　邦雄	120
1998	名古屋	マンモグラフィの集団検診における将来展望、他	東田　善治、他	40
	高　松	最近のCADの進歩	土井　邦雄	78
	宮　崎	医療機器性能の現状と将来、他	大内　憲明、他	137
	米　子	総合医療情報システム、ROC評価の方法論	平田　吉春、他	93
	仙　台	ディジタル画像の評価	小寺　吉衛	108
	京　都	CAD最近の進歩、医療放射線防護の考え方、最近のDRシステム	土井　邦雄、他	110
	大　分	RISの動向、乳房撮影技術、IVR-CTの現状と展望	津坂　昌利、他	90
	大　阪	軍民協力による遠隔医療技術の紹介	A.Chacko、他	70
	松　山	医療被曝の標準測定法、画像処理の最先端	前越　久、他	80
1999	金　沢	最新CT画像処理技術、MRのパルスシーケンスの原理、他	小川　幸宏、他	74
	帯　広	コンピュータ診断支援の基礎、他	桂川　茂彦	41
	大　宮	マンモグラフィの撮影技術と品質管理	鈴木　隆二、他	140
2000	長　崎	医療放射線にともなう被曝とその防護について、他	草間　朋子、他	101
	金　沢	診療録の電子化と保存を語る	松本　義幸	120
	大　宮	CT、CR、MR検査	八町　淳、他	164
	山　口	視覚評価	C.E.Metz、他	
	徳　島	ROC解析（理論と実際）	白石　順二	42
	新　潟	コンピュータ支援診断の現状と将来	藤田　広志	140

３．４．４　公開シンポジウム

年	開催地	テーマ	講師	参加者
1997	広　島	わが国の医療放射線被曝と在宅医療	古賀　佑彦、他	130
1998	東　京	医療における放射線被曝と対策　－市民の不安と疑問に答える－	古賀　佑彦、他	221
	名古屋	医療における放射線被曝と対策　－市民の不安と疑問に答える－	古賀　佑彦、他	182
1999	福　岡	集団検診を考える：効率的な乳がん検診は可能か	大内　憲明、他	164
	仙　台	医療における放射線被曝と対策　－市民の不安と疑問に答える－	古賀　佑彦、他	130
2000	岡　山	乳がん検診による国民的効果を考える	大内　憲明、他	230
	大　阪	放射線診療における被ばくと対策：国民の不安に答える	安齋　育郎、他	188
	千　葉	放射線診療における被ばくと対策：医療被ばくと環境被ばく	阿部　史朗、他	443
	札　幌	マンモグラフィー検診：増え続ける乳がんを克服するために	大内　憲明、他	181

３．４．５　標準化事業

本会委託・原案作成並びに改正規格一覧

発効年	区分	規格名称	規格番号	審議年度
1980	新規	X線しゃへい用ゴムシート及び含鉛塩化ビニルシート	Z4801	1978
1980	新規	診察用X線防護手袋	Z4802	1978
1980	新規	診察用X線防護前掛	Z4803	1978
1985	新規	医用フィルム自動現像機	Z4919	1984
1987	改正	X線しゃへい用ゴムシート及び含鉛塩化ビニルシート	Z4801	1985
1988	新規	X線写真フィルム用ネームプリンタ	Z4920	1986
1988	新規	単光子放出体コンピュータ断層撮影用ファントム	Z4922	1987
1989	新規	コンピュータ断層撮影用ファントム	Z4923	1988
1991	改正	X線しゃへい用ゴムシート及び含鉛塩化ビニルシート	Z4801	1989
1991	改正	診察用X線防護手袋	Z4802	1989
1991	改正	診察用X線防護前掛	Z4803	1989
1991	改正	医用フィルム自動現像機	Z4919	1989
1992	新規	患者用防護前掛	Z4830	1990
1994	改正	放射形コンピュータ断層撮影用ファントム	Z4922	1992
1995	新規	診断用磁気共鳴装置用ファントム	Z4924	1993
1997	改正	コンピュータ断層撮影用ファントム	Z4923	1994
2000	新規	診断用X線防護用具	Z4831	1998

３．４．６　会員の海外派遣

海外短期留学派遣会員

年	短期留学派遣先	留学者名
1985	シカゴ大学	片淵　哲朗
1986	シカゴ大学	吉田　彰
1987	シカゴ大学	上田　克彦
1988	シカゴ大学	小倉　敏裕
1989	シカゴ大学	津坂　昌利
1990	シカゴ大学	朝原　正喜
1991	シカゴ大学	菊池　務
1992	シカゴ大学	祐延　良治
1993	シカゴ大学	小田　敍弘
1994	シカゴ大学	白石　順二
		隅田　博臣
1995	シカゴ大学	千田　浩一
1996	シカゴ大学	藤本　信久
	ネブラスカ大学	山田　金一
1997	シカゴ大学	肥合　康弘
1998	シカゴ大学	田頭　裕之
	スタンフォード大学	加藤　丈司
1999	シカゴ大学	西原　貞光
	アリゾナ大学	平田　吉春
2000	シカゴ大学	下瀬川　正幸
	フライブルグ大学	後藤　紳一

RSNA: 北米放射線学会
SMRT: 核磁気共鳴テクノロジスト学会
SNM:　アメリカ核医学会
ECR:　ヨーロッパ放射線学会
ERS:　ヨーロッパ呼吸器学会

国際研究集会派遣会員

年	国際研究集会	開催地	派遣者名
1995	81st.RSNA	シカゴ	宮地　利明
			渡部　英樹
			村松　禎久
			小倉　敏裕
			平野　透
			白石　順二
			辻岡　勝美
			吉田　彰
1996	82nd.RSNA	シカゴ	高橋　康幸
			妹尾　敦史
			宇都宮　あかね
			才田　壽一
			田中　雅人
			西本　康宏
1997	ECR	ウイーン	東田　善治
			羽手村　昌宏
	ERS	ベルリン	田中　龍蔵
	83rd.RSNA	シカゴ	小田　敍弘
			菊池　務
			坂田　元道
1998	SMRT	シドニー	加藤　丈司
	SNM	トロント	大西　英雄
	84th.RSNA	シカゴ	小倉　明夫
			上口　貴志
			川瀬　滋人
1999	日本・中国核医学会議	西安	木下　富士美
	85th.RSNA	シカゴ	鈴木　隆二
2000	86th.RSNA	シカゴ	吉田　宣博
			岩井　譜憲
			塚越　伸介
			辻井　重吉
			深田　真司
			穐山　雄次
	アメリカ腫瘍放射線治療学会	ボストン	西島　昭彦
	7th.アジア オセアニア核医学会	イスタンブール	織田　圭一
	ヨーロッパ核医学会	パリ	小野寺　敦

３．５　参考資料（1）

３．５．１　演題傾向と日本放射線技術学会の変遷

年	演題の傾向	技術学会の変遷と主な出来事	関連する出来事と社会トピックス
1942		1.日本放射線学会創立(昭和17年11月16日) 2.創立準備会を開催 3.事務所：京都帝国大学医学部付属病院内 4.支部：北海道、東北、関東、北陸、新潟、東海、関西、四国、中国、九州、朝鮮、台湾、満州（13支部）	1.Dussic;超音波透過法を診断に適応 2.フェルミ（シカゴ大）；原子炉建設
1943	1.最近におけるレ線映画撮影法並びにレ線映画の供覧 2.余の考案せる連像撮影用取枠 3.磁気共振型電源安全装置	1.「日本レントゲン技術員学会」と名称変更し創立総会 2.昭和18年3月28?29日開催 3.会員数1450名 4.出席者400余名	
1944	中止	1.学会誌創刊　第1巻1?2号 2.戦時下のため総会研究発表中止	1.PAKO；X線フィルム自動現像機発売 2.大日本塗料 増感紙、蛍光板の開発製造開始
1945	中止	1.学会誌　　第2巻1号 2.戦時下のため総会研究発表中止 3.朝鮮・台湾・満州支部解消	1.Bloch,Purcell；NMR現象を発見 2.国産回転陽極X線管試作始まる 3.広島・長崎に原爆投下。終戦
1946	1.レントゲン像による複写法 2.レ線像拡大の実験的測定について 3.中間装置におけるタイマ制度の推定実験	1.「日本放射線技術学会」と改称 2.総会特別講演実施　以後継続	1.Vallebona,高橋等　回転横断撮影法発表 2.WHO発足 3.電子計算機開発
1947	1.集団検診における間接撮影装置の運用について 2.放射線技術の意義と技術史の方法論 3.無整流時における亜硫酸化銅整流器のmA計指針に及ぼす影響	1.代議員制定など組織強化 2.初代学会長　滝内政治郎就任 3.会員数　2,100余名 （日本エックス線技師会発足）	1.電子顕微鏡、TV(RCA)実用化 2.アイソトープによるトレーサ法実用化 3Coltman；シンチレーションカウンタ発表 4.ポラロイドカメラ発表 5.Abeneu；多層断層撮影法を考案
1948	1.実験的エオジフィリー生起に関する結果について 2.寒村の保健所管理とＸ線 3.Ｘ線フィルム指定処方の意義	1.支部の細分化　京滋、兵庫、山陰　各支部設立　全国13支部 2.副会長1名制に変更 3.代議員制度制定 4.学会誌　第3巻発行	1.シャノン；2進法（bit単位）の情報理論発表 2.Coltman；光電子増倍管発明、発表 3.RI体内分布図作成 4.ショックレイ；トランジスタ発明
1949	1.グローの客観的判定について 2.ブッキーブレンデによる深部撮影法 3.増感紙不鋭の研究	1.本部幹事と常任幹事に改正 2.全国19支部となる	1.Patatero；パントモグラフィ考案 2.ルボルヌ；乳房X線診断法実用化
1950	1.6×6間接撮影機における立体撮影 2.簡易断面撮影装置に関する一考察 3.係数撮影法（初登場）	1.日本学術会議に加入 2.全国30支部（九州7支部）	1.医用加速器（ベータトロン）の開発 2.大日本塗料；HS発表
1951	1.増感紙の比較研究（6題） 2.理科教育とＸ線 3.間接フィルム番号と自動写し込み装置の研究	1.滝内会長退任（9年間） 2.細江謙三会長選出 3.表彰制度始まる （診療エックス線技師法制定）	1.イルフォード社；フェニドン発売 2.Cassen；シンチスキャナを発売 3.ウィンスロップ社；テレパーク発売 4.モーガン；イメージオルシコンによるX線TV発売 5.メイネルド等；甲状腺シンチスキャンに成功 6.Wild；超音波を臨床に用いる(パルス反射法、Aモード法,'52年Holg,菊池も発表) 7.ICRP発足 8.日本　WHOに参加
1952	1.Ｘ線散乱線の測定結果について 2.心膊運動装置の開発 3.断層装置（6題） 4.気管支造影撮影技術について（初登場）	1.名誉顧問2名推戴 2.名誉会員3名推戴 3.編集委員会発足	1.東芝増感紙　DS発売 '53年DD,'55年DE,DHA,DDA,DSA発売 2.3相12パルス装置の開発始まる 3.回転横断撮影法発表 4.ウエスチングハウス、フィリップスI.I.開発 5.カナダでRI製造開始60Co照射装置実用化 6.東芝50ミクロンX線管（拡大用）開発
1953	1.立体撮影“枠子尺度計”に関する実験 2.補償フィルタ（初登場） 3.リスホルムブレンデに関する発表が多い	1.入会金制度（300円） 2.一般歳入一千万円越える 3.企画・運営・表彰者制定・事務局委員会等新設 4.総会宿題報告開始	1.シェーリング社；ビリグラフィン発売 2.シェルジンガー；選択的血管造影法完成 3.RI（60Co）治療器国産化

年	演題の傾向	技術学会の変遷と主な出来事	関連する出来事と社会トピックス
1954	1.第1回宿題報告（増感紙の性能評価について） 2.胸部撮影における管球焦点の再検討 3.異相同時断層撮影法について	1.学会誌表紙改定 2.支部数43となる 3.準備委員長採用 4.学会誌創立10周年特別号発行	1.シェーリング社；アンギオグラフィン発売 2.キンモス；直接リンパ管造影法発表 3.超音波の臨床応用が始まる 4.英国、カナダから初めて^{60}Co線源入荷 5.ビキニ死の灰事件
1955	1.カセッテ変換式連続撮影装置 2.三極Ｘ線管の開発 3.散乱線に関する発表が多い 4.150kV高圧撮影用整流管とＸ線管	1.湯川秀樹先生　特別講演	1.高電圧X線装置発売(95→125→150kV) 2.ハマースミス病院；医用サイクロトロン設置 3.関節撮影用長尺自動カメラ開発 4.治療用回転照射装置開発 5.小西六；タイプY発売 6.回転陽極X線管、I.I.の国産化始まる 7.医療用ベータトロン開発 8.オランダから^{131}I初めて入荷 9.超音波コンパウンドスキャン開発
1956	1.断層撮影が24題と全体の22%を占める 2.小児1/100秒撮影について 3.深部治療装置による高圧撮影法	1.総会研究発表の中にシンポジウム取入れられる 2.学会総会3日制始まる 3.名誉会員1名推戴	1.島津；同時多層用増感紙発売 2.X線フィルム不燃性に変更 3.3極X線管開発 4.アンガー；シンチカメラ製作 5.タブリンアイソトープレノグラム開発 6.超音波ドプラ法発表 7.磁気ディスク開発
1957	1.円軌道方式断層撮影装置について（初登場） 2.同時多層に関する発表（9題） 3.高圧拡大撮影の検討	1.入会金制度廃止 2.関東東京合同部会・近畿部会活動開始 3.社団法人化の検討要望	1.東芝；シンチスキャナA型発表 2.5'I.I.および同時多層断層開発 3.リニアックによる治療開始 4.東海村で初めて原子炉に点火 5.ソ連初めて人工衛星打ち上げ
1958	1.患者被曝線量の軽減 2.感度補償型増感紙の研究 3.グレーデル法について 4.胸厚撮影法の提唱	1.副会長制廃止 2.特集号「高圧撮影について」 3.名誉顧問1名推戴 4.社団法人化準備委員会発足	1.X線TV開発始まる 2.Donald；超音波（Bモード）完成 3.米国人工衛星第1号打ち上げに成功 4.半導体IC完成
1959	1.最大情報量撮影について（1） →情報理論のはしり 2.小角度断層撮影法について 3.3極Ｘ線管を応用したＸ線映画撮影制御方法 4.Xero Radiographyの医学的応用	1.特集号「断層撮影について」 2.社団法人定款を総会に提案	1.富士フィルム；PX発売 2.超音波ドプラ血流測定法発表 3.電離放射線障害防止規則制定
1960	1.被曝線量と画質の関係が初めて論じられた 2.自動現像装置について（初登場） 3.焦点外Ｘ線に関する発表が多い 4.Ｘ線テレビジョンに関する基礎的研究（初登場）	1.部会数5となる 2.特集号「RI基礎編」 3.中国・四国部会活動開始 4.法人申請書　文部省官房長官総務課に提出 5.ICRP勧告採択	1.エレマショナンデル社製プロコマットI型我が国に導入設置 2.国産自現機（東芝）試作：金沢大に設置 3.E.K；X-OMAT M3発売 （翌年東大病院に導入） 4.レーザー発明
1961	1.高感度青色発行蛍光板の特性 2.Ｘ線映画法 3.連続撮影装置の試作 4.胃集検に関する発表が多い	1.研究発表区分始まる 「装置・現像・測定・撮影」 2.学会誌の定期発行に努力	1.15MeVベータトロン（東芝）発売 2.国内初X線TV大阪成人病センターに設置 3.シェーリング社；ガストログラフィン発売 4.ソ連世界初の人間衛星打ち上げ
1962	1.降水の放射能についての一考察 2.Ｘ線撮影自動化について（初登場） 3.単純撮影23題と全体の18% 4.全遠隔診断用Ｘ線TV装置	1.研究発表区分　9区分となる 「治療・特殊撮影・感光材料・防御・間接撮影」 2.名誉顧問1名推戴	1.島津製国産1号自現機住友病院に設置 2.富士フィルム；ハンガー式自現機XP-1発売 3.原研　国産第1号研究用原子炉点火
1963	1.心臓血管造影法（A.C.G法） 2.立体断層撮影法について 3.Ｘ線TVに関する発表が多い 4.包理撮影法について	1.専門委員会「測定・防護・ファントム」の3部門設定 2.討論会始まる 3.東北部会活動開始	1.小西六；さくら自現機I型発売 2.70mmミラーカメラ発売 3.SPECT設置 4.日米間TV宇宙中継
1964	1.シンチグラムの臨床的応用について 2.最大情報量撮影（第3報）Ｘ線管焦点フーリエ解析 3.Subtractionのｘ線写真への応用（初登場）	1.幹事制を理事制に変更 2.全国幹事制を評議員に改める 3.中国部会活動開始 4.ISRRTに学会として加入	1.日本核医学会発足 2.新幹線開通 3.東京オリンピック

3.5　参考資料（１）演題傾向と日本放射線技術学会の変遷

年	演題の傾向	技術学会の変遷と主な出来事	関連する出来事と社会トピックス
1965	1.フォトタイマによる直接狙撃撮影 2.カセットコンベアの考察 3.70mm自動現像機 4.3倍回転Ｘ線管について（初登場）	1.参加登録制始まる 2.部会助成金交付開始 3.技術史委員会発足	1.E.K；90秒自現機発売 2.カセッテレスX-TV発売 3.100mmミラーカメラ発売 4.フィルムベースPET化 5.超音波心臓断層法発表
1966	1.演題数200題突破 2.ルーレットキモグラフィの研究 3.ベータトロンＸ線による超高圧撮影法 4.胆のう造影に関する研究が多い	1.専門委員会・分科会実施 2.中部部会再編活動開始 3.展示発表方式採用	1.医療用リニアック開発（東芝） 2.リモートアフターローディング装置発表 3.回転横断断層装置発表
1967	1.カラーシンチグラム描記法について 2.Ｘ線テレビ方式による拡大間接撮影法 3.自動現像機用オートフィーダ（初登場） 4.Linac-Radiographyについて	1.有志よりの寄付金拝受により技術史編纂の企画作業着手 2.関東・甲信越から東京都が1部会独立し、全国8部会となる	
1968	1.間接Ｘ線フィルムのオルソ化について 2.血管撮影に関する発表が15題、全体の16% 3.同時2方向撮影の散乱線についての研究が多い 4.バイプレーンによるシネ撮影について（初登場）	1.学会誌、年5冊制となる（総頁数419頁） 2.法人化促進委員会設置 3.診療放射線技師法改正	1.I.I.大口径化 2.MoX線管発表 3.日本初の心臓移植
1969	1.カラーＸ線写真の研究（7題） 2.3分半処理自現機の登場 3.胃集検に関する発表が多い（TV方式） 4.回転横断断層撮影	1.専門委員会・撮影機器委員会増設 2.第4回国際放射線技術会議開催	1.ニイエガート社；アミパーク発売 2.ジャイロ式X線TV装置開発 3.X線シネ撮影活発化 4.アポロ月面着陸
1970	1.RIが25題、全体の14% 2.放射線治療にコンピュータが導入される 3.カラーＸ先写真の研究が4題 4.拡大撮影（50μ焦点による）の基礎的研究	1.抄録集　フルペーパ制始まる 2.特集号「X線テレビジョン」 3.学会のあり方検討委員会発足 4.オフセット印刷による1演題1頁の予稿集発行開始 5.放射線障害物故者調査委員会	1.熱蛍光線量計利用始まる 2.超音波セクタ電子操作法発表 3.大阪万国博覧会開催
1971	1.間欠Ｘ線パルスTV透視法について 2.ズームI.I.を用いたＸ線TV装置 3.KJ発想法による技師の見たＸ線TV像 4.大出力20keVベータトロンの諸特性	1.学会のあり方答申を発表 2.特集号「RI利用」 3.名誉顧問1名推戴 4.ISRRT会議開催：於、東京	1.タマデアン；NMRによる癌識別発表 2.この頃多軌道断層装置の開発進む
1972	1.デーライトシステムの検討（初登場） 2.フォトタイマに関する研究が多い 3.断層・間接撮影の研究が多い 4.^{111}Iと^{67}Gaによる腫瘍スキャニング	1.撮影機器委員会解消 2.事務局取得（京都市中京区二条プラザに移転） 3.名誉顧問1名推戴 4.論文審査レフリー制発足 5.総会研究発表のプログラム委員会発足	1.ハンスフィールド；X-CTについて英国放射線学会で発表 2.X線高電圧装置大容量化 3.明室処理システム実用化 4.マンモ片面レギュラーフィルム 5.ポジトロンカメラ発表 6.超音波リニア電子操作法発表
1973	1.超音波の研究が初登場 2.エレクトロラジオグラフ（電子写真）の研究 3.間接撮影が前年の14題から1題と激減 4.撮影補助具に関する研究が19題と多い（8%）	1.口述・誌上発表区分始まる 2.沖縄支部加入 3.研究区分コード発表	1.胃用100mmミラーカメラ発売 2.NMRの研究英国で始まる 3.Lauterbur；傾斜磁場法を発表 4.インバータ式X線装置開発
1974	1.補力・減力が今回を最後に姿を消す 2.補償フィルタに関する発表多し 3.シンチグラムのレスポンスの測定法 4.フィルム画面にＸ線遮へい証拠の重要性	1.学会誌年6冊となる 2.第30回記念事業として文献集第1巻発行 3.専任事務局長就任 4.第1回技術シンポジウム発足	1.E.K.希土類増感紙／オルソシステム発売 2.全身用CT開発
1975	1.被検者の被曝に関するものが18題（7%） 2.希土類システム初登場 3.Ｘ線写真の総合評価に関する試み	1.学会社団法人認可 2.法人基本金500万円設定 3.名誉会長制解消 4.東京部会単独活動増設	1.東京女子医大にEMI-CT設置 2.国産初、頭部用CT発売（日立） 3.ポジトロンCT発表
1976	1.CTが初登場 2.希土類システムに関する発表多し 3.コードレス移動型Ｘ線装置 4.相反則不規を利用した被曝線量減少	1.総会本部主導に変更・実施 2.予稿集の編集を本部にて担当開始 3.瀬木賞制度設定	

年	演題の傾向	技術学会の変遷と主な出来事	関連する出来事と社会トピックス
1977	1.CTが35題と増加し全体の12%余りとなる 2.コンピュータによる画像処理 3.パターン認識によるシンチグラムの自動診断の試み 4.105mmI.I.間接撮影の小児アンギオへの応用	1.発表区分（口述・誌上・展示）3区分開始 2.会長講演始まる 3.画像分科会発足 4.公開討論会始まる 5.名誉会員2名推戴	1.全身用X線CT国産化 2.非イオン性低浸透圧造影剤（イオパミロン）発表 3.CTを用いた治療計算開始
1978	1.演題数300題突破 2.シネが20題と大幅に増加 3.CTによる治療計算（初登場） 4.視覚による画像解析	1.特集号「最近の医用映像技術」 2.名誉会員1名推戴 3.滝内研究助成金制度設定	1.循環器用X線装置の開発強まる 2.マンモ片面オルソシステム 3.光ファイバー通信開発
1979	1.非イオン性造影剤（初登場） 2.間接撮影に希土類蛍光板が用いられ始めた 3.R1のデータ処理がR1全体の20% 4.同時10層断層の試み	1.診療放射線技術大系、第3部全15巻出版準備 2.専門委員会・放射線総合委員会発足 3.会員名簿発行（全会員配布）	1.DF発表 2.PET開発開始（日立、放医研共同開発） 3.MRI装置完成（常電導型）
1980	1.エントロピィによる画像評価（初登場） 2.同時2方向多層断層装置の開発 3.テトロード管を用いた高電圧装置（初登場） 4.Ｘレイフィルム自動搬送システムの開発	1.法人基本金増額 2.川崎研究助成金制度発足 3.雑誌発行号数を暦年制に改定	1.DSAシステムの利用始まる 2.SPECT完成 3.世界で初の医療用ベビーサイクロトロン設置 （国立中野病院）
1981	1.演題数400題突破 2.テトロード管を用いた高電圧装置各社より発表 3.温熱療法についての研究（初登場） 4.マイコンを利用した業務管理	1.核医学・放射線治療分科会発足 2.分科会（画像･治療･核医学）3部門となる 3.教育セミナー始まる	1.富士フィルム；FCR発表 （翌翌年発売開始） 2.第15回ICRでDRの臨床的応用発表 3.Damadean；Foner社設立、装置製作開始 4.MRIの時代始まる 5.光ディスク完成
1982	1.ブルー発光希土類増感紙の開発 2.FCR初登場 3.RI invitroが29題となり、過去最高 4.自動現像機管理が多い	1.事務局増設（2階会議室） 2.会期4日制実施 3.梅谷賞制度発足 4.会費直納制度実施	1.中津川市民病院にFoner社製MR設置 2.ポジトロンCT発表
1983	1.MR（NMR）初登場（4題） 2.DSA初登場（9題） 3.温熱療法が6題と大幅に増加 4.非イオン性造影剤の発表が多い	1.海外招待講演2題設定 2.梅谷賞受賞開始 3.英文誌　第1巻創刊	1.超音波コンベックス電子操作法発表 2.マイクロトロン設置
1984	1.マイクロ秒撮影用フラッシュＸ線装置の研究 2.シネ画像の立体視に関するもの 3.現像処理が1題のみと激減 4.施設管理に関する発表が多い	1.放射線撮影分科会発足 2.会期3日制に復帰 3.会員名簿（第2号）発行 4.文献集（第2号）発行 5.放射線機器技術発表会発足 6.支部広域化提唱	1.X線CT　3次元画像実用化
1985	1.演題数500題突破 2.クロスオーバ対策をしたフィルムの発表が多い 3.NEROによるＸ線装置の管理 4.DRが20題、DSAが23題と全体の1割近くを占める	1.放射線技術学用語集発行 2.会費直納　18支部となる 3.北陸支部発足	
1986	1.QCの考え方を取り入れた管理技術が多い 2.立体、拡大、間接撮影が皆無となる 3.消化管は胃にかわり大腸が多くなる傾向にある 4.RIの内1/3がSPECTに関するもので占められている	1.秋季学術大会発足 2.会費直納制?全支部移行完了	1.ドワイヤー；PACS提案
1987	1.非イオン性低浸透圧造影剤に関する発表が多い 2.画像解析にパソコンを使用したものが多い 3.第42回に引き続きQCに関するものが目立つ 4.DSAによる血流解析	1.予稿集に代わって抄録集を1頁オフセット印刷し通巻号として発刊	1.永久磁石型MRI発表 2.画像処理システム開発盛ん
1988	1.ブルー形増感紙の再評価 2.インバータ方式が多く、普及の段階に入った 3.DSAの補償フィルタに関する発表が目立つ 4.MR47題とCTより多くなり、臨床応用が多くなる傾向	1.総会を日本医学学術振興会(JMCP)運営によって開始 2.学会誌が毎月定期発行となる	1.ハイパーサーミヤ(BSD-1000)発表 2.骨塩定量測定装置発表 3.コニカ；45秒自現機発表 4.レーザプリンタ発表

3.5　参考資料（１）演題傾向と日本放射線技術学会の変遷

年	演題の傾向	技術学会の変遷と主な出来事	関連する出来事と社会トピックス
1989	1.画像理論は視覚による発表が多い 2.医療法改正に関連した演題が目立つ 3.CRT像のROC解析に関して 4.X-TVにおいて撮像管の代わりにCCDを利用	1.日本放射線技術史発刊 2.文献集　第3巻発刊 3.秋季学術大会の会期、3日間に延長	
1990	1.迅速現像機、現像処理システムの演題が目立つ 2.コンピュータ支援診断（CAD）に関する基礎的研究 3.MRの環境と安全に関する演題 4.超音波については性能が未だ確立されていない 5.CRの周波数処理に関する演題	1.会員名簿発行 2.放射線防護委員会発足 3.東北支部発足決議	1.IS&C提唱
1991	1.被曝に関する演題の再増加 2.PACS、データベース画像圧縮等の演題増加 3.二核種同時収集に関する演題 （特に散乱線補正に関するもの） 4.大腸検査に関する演題が増加傾向 5.結石破砕装置に関する演題	1.国際交流基金設置、募金活動開始 2.医療放射線防護連絡協議会加入	1.E.K.；30秒自現機発表 2.E.K.；インサイトシステム発表
1992	1.単純撮影が25第と大幅に増加 2.オーダリングシステムに関する演題が目立つ 3.CTは高速連続撮影法に関するものが多い 4.超高速自現機の開発に関する演題が多い 5.非対象感光材料に関する演題が目立つ	1.将来構想委員会発足 2.九州支部発足 3.学会シンボルマーク制定 4.学術情報センターに学会発表データベースに文献情報収録開始	
1993	1.CCDを利用したTVが多くなる 2.コンピュータ解析による画像処理 3.MRA、MRSの臨床応用に関する演題が目立つ 4.核医学における定量データの要求による散乱、吸収を論ずる演題が増加 5.CTは高速連続走査法が大半を占める	1.計測部会発足（2部会、3分科会となる） 2.日本学術会議の学術研究団体に登録 3.会費値上げの提案	1.富士フィルム；ADシステム発表 2.皇太子御成婚 3.細川内閣誕生
1994	1.単純撮影が26題と大幅に増加 2.MRが増加し高速SE法、MRSの臨床応用に関する演題が目立つ 3.CTは昨年に引き続き高速連続走査法が大半を占める 4.非対称感材に関する演題が目立つ	1.平成6年度より会費額13､000円に改定	
1995	1.オーダリングシステム・情報管理技術が多くなる 2.三次元内視鏡 3.マンモグラフィー増加	1.画像･計測部会名称分科会に統一 2.防護分科会発足 3.学会誌A4版とする	1.阪神淡路大震災 2.地下鉄サリン事件 3.ドライシステム実用化
1996	1.三次元CT画像処理増加 2.SPECT急増36題 3.歯科パノラマ撮影目立つ	1.評議員選挙実施 2.学会誌外部委託開始 3.全国統一部会規約案着手（'99年度開始）	1.ペルー大使館占拠事件
1997	1.ラジオサージェリー増加 2.乾式現像方式（ドライシステム） 3.有効であった三次元画像（テーマ演題）	1.学生会員制度発足 2.役員任期を2年間とする	1.消費税5% 2.臓器移植法成立
1998	1.DR増加 2.ネットワークに関する演題急増 3.被曝低減に関する演題（テーマ演題） 4.MRオープンガントリ方式	1.支部制度廃止（全国8部会） 2.論文「臨床技術」部門開始 3.文献集第5巻CDROMとして全会員配布 4.本学会ホームページ開設	1.長野冬季オリンピック開催 2.CTマルチスライス実用化
1999	1.ラジオサージェリ急増 2.MR三次元画像処理が目立つ 3.CTマルチスライス方式	1.技術史編纂特別委員会発足 2.評議員による平成11年度総会開催	1.東海村臨界事故
2000	1.CTマルチスライス方式急増54題 2.CADに関する演題増加 3.画像情報管理に関する演題増加	1.JSRT News 発行中止 2.学術大会発表後抄録の発行中止決定 （2001年より施行）	

３．６　参考資料（2）

データ一覧（学術大会開催月、開催地、演題数、参加者数、登録費、会費額）

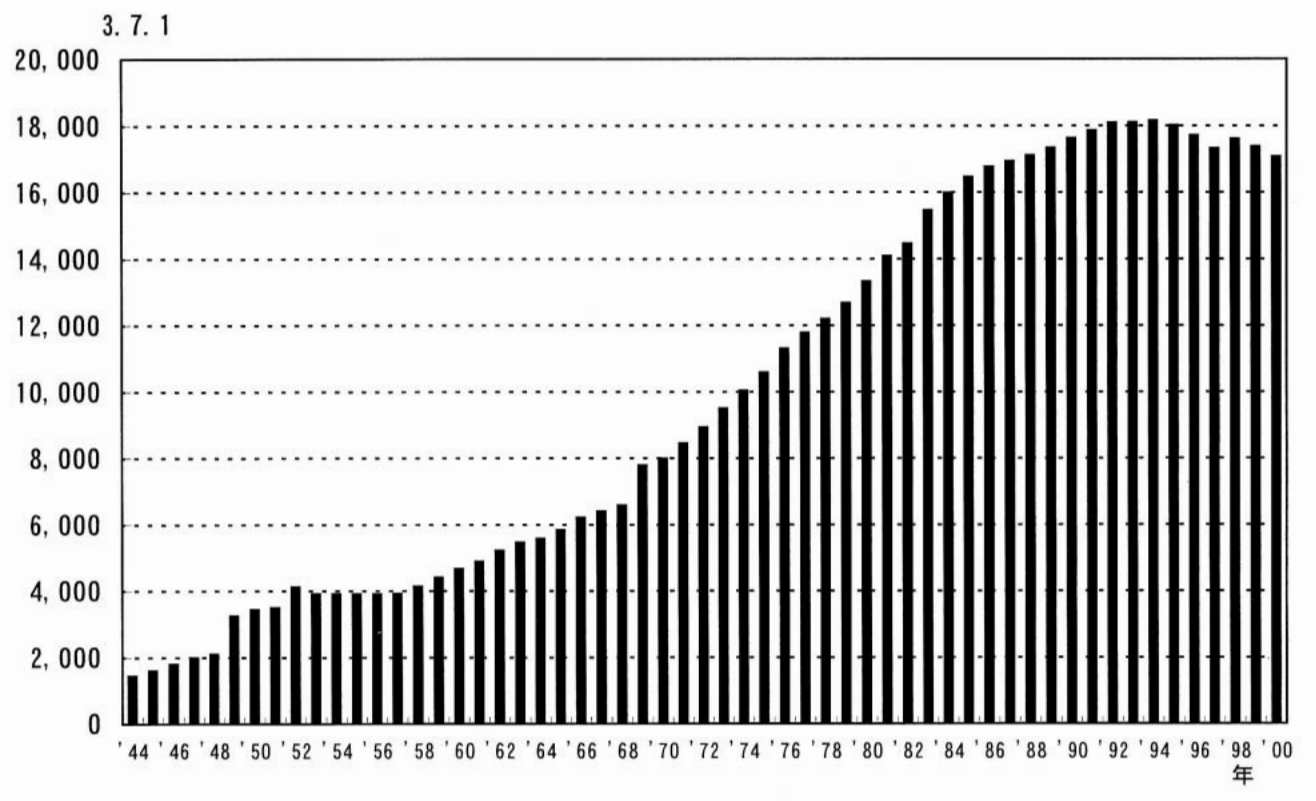
総会学術大会					
開催年/月		開催地	演題数	参加者数	登録費
1943	3	福　岡	20	(400)	0
1946	6	京　都	8	(200)	0
1947	4	大　阪	20	(200)	0
1948	4	東　京	35	(200)	0
1949	5	仙　台	20	(150)	0
1950	4	金　沢	44	(200)	0
1951	4	東　京	45	(252)	0
1952	4	大　阪	53	(300)	0
1953	4	熊　本	65	(500)	0
1954	4	岡　山	59	(700)	0
1955	4	京　都	107	(700)	0
1956	4	東　京	104	(800)	0
1957	4	新　潟	124	(900)	0
1958	3	福　岡	132	(1000)	0
1959	4	東　京	112	(1018)	0
1960	6	札　幌	126	(1363)	0
1961	4	大　阪	146	(1500)	0
1962	4	名古屋	126	(2016)	0
1963	4	大　阪	124	(2100)	0
1964	5	盛　岡	153	(2200)	300
1965	4	東　京	118	(2000)	400
1966	4	鹿児島	107	(2000)	500
1967	4	岐　阜	188	2268	500
1968	4	京　都	183	2814	500
1969	4	米　子	191	1780	500
1970	3	京　都	182	2642	500
1971	4	東　京	154	2621	1,000
1972	7	札　幌	260	1923	1,500
1973	5	久留米	247	2505	1,500
1974	4	東　京	177	3122	1,500
1975	4	神　戸	256	3205	2,000
1976	5	福　島	277	2393	2,000
1977	5	大　阪	279	3271	2,000
1978	5	徳　島	319	2756	2,000
1979	4	東　京	295	3603	3,000
1980	5	仙　台	381	3051	3,000
1981	4	福　岡	429	3386	3,000
1982	3	東　京	369	4006	3,000
1983	4	大　阪	418	3906	3,000
1984	3	松　本	479	3262	3,000
1985	4	鹿児島	595	3075	3,000
1986	4	東　京	472	3500	3,000
1987	4	東　京	492	3533	3,000
1988	4	東　京	463	3486	5,000
1989	4	神　戸	464	3217	5,000
1990	4	神　戸	466	3485	5,000
1991	4	京　都	541	3618	5,000
1992	4	横　浜	531	4251	5,000
1993	4	横　浜	501	3887	7,000
1994	4	神　戸	574	3920	7,000
1995	4	名古屋	505	3433	7,000
1996	4	横　浜	490	3092	10,000
1997	4	横　浜	487	3219	10,000
1998	4	神　戸	445	2611	12,000
1999	4	東　京	469	2800	12,000
2000	4	横　浜	543	3421	12,000

※　1942年（昭和17年）11月16日
　　「日本放射線学会」創立
※　1943年（昭和18年）　3月28?29日
　　「日本レントゲン技術員学会」と
　　名称変更し、第1回総会開催

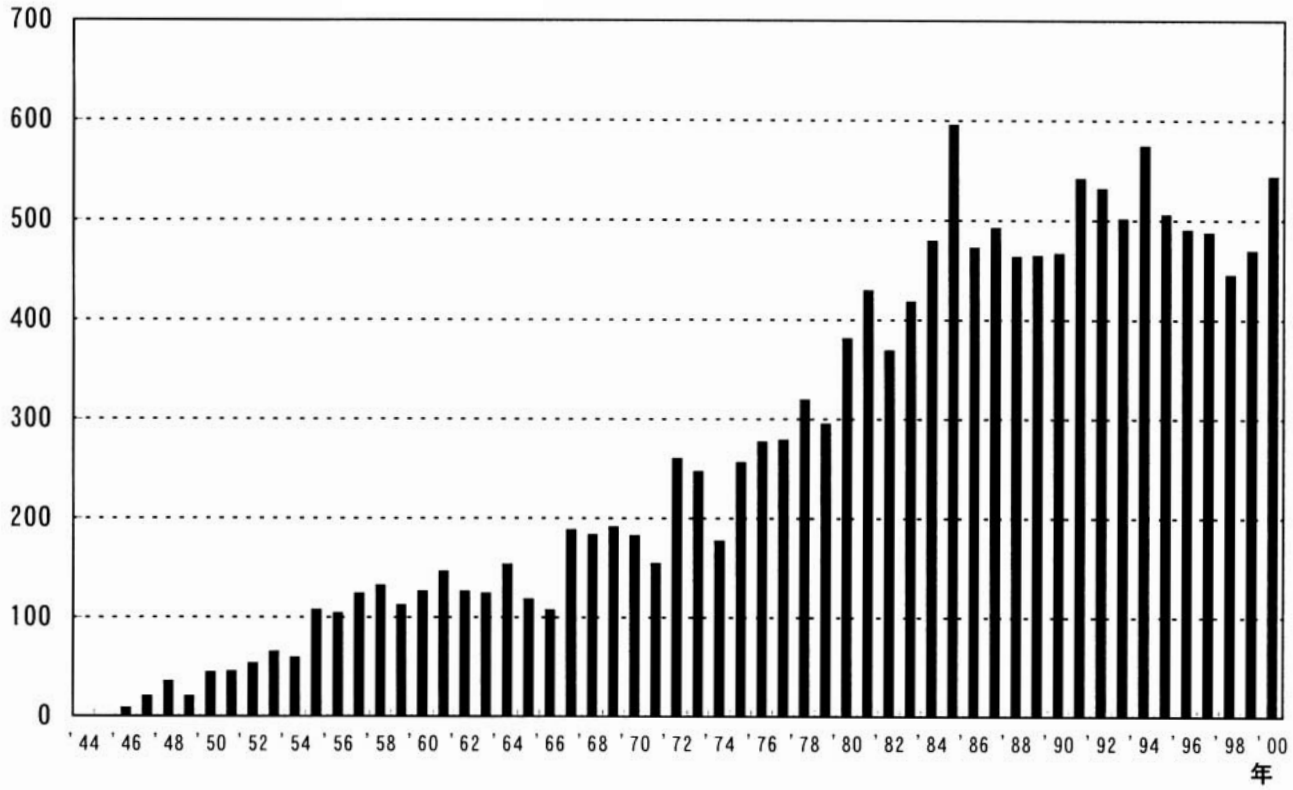
秋季学術大会					
開催年/月		開催地	演題数	参加者数	登録費
1973	11	京　都	12	432	300
1974	9	横　浜	11	360	500
1975	9	広　島	11	351	500
1976	10	熱　海	5	293	500
1977	11	徳　山	14	353	500
1978	11	名古屋	11	326	500
1979	11	岡　山	7	424	500
1980	9	東　京	14	256	1,000
1981	11	大　津	14	429	1,000
1982	10	岐　阜	23	364	1,000
1983	10	神　戸	12	347	1,000
1984	9	伊香保	24	295	1,000
1985	9	名古屋	81	815	1,500
1986	11	大　阪	89	815	1,500
1987	10	浜　松	95	856	2,000
1988	10	松　山	169	951	2,000
1989	10	札　幌	220	1370	3,000
1990	11	富　山	196	1345	3,000
1991	10	熊　本	201	1331	3,000
1992	10	山　形	202	1283	3,000
1993	10	広　島	198	1216	3,000
1994	11	高　知	149	1223	3,000
1995	10	山　梨	169	1134	3,000
1996	9	仙　台	192	1433	3,000
1997	10	奈　良	206	1458	3,000
1998	10	札　幌	293	1511	5,000
1999	10	久留米	255	1172	5,000
2000	10	千　葉	211	1155	5,000

年度	会費額		
	正会員	学生会員	賛助会員
S18			
S21	6		
S22	6		
S23	30		
S24	120		
S25	200		
S26	200		
S27	300		
S28	300		
S29	300		
S30	300		
S31	300		
S32	400		
S33	400		
S34	400		
S35	400		
S36	600		
S37	600		
S38	600		
S39	600		
S40	1,000		
S41	1,000		
S42	1,000		
S43	1,500		
S44	1,500		
S45	1,500		
S46	1,500		
S47	2,000		
S48	2,000		
S49	2,000		
S50	3,000		
S51	3,000		
S52	3,000		
S53	5,000		10,000
S54	5,000		10,000
S55	5,000		10,000
S56	5,000		10,000
S57	5,000		10,000
S58	7,500		15,000
S59	7,500		15,000
S60	7,500		15,000
S61	7,500		15,000
S62	7,500		15,000
S63	10,000		20,000
H1	10,000		20,000
H2	10,000		20,000
H3	10,000		20,000
H4	10,000		20,000
H5	10,000		20,000
H6	13,000		26,000
H7	13,000		26,000
H8	13,000	6,500	26,000
H9	13,000	6,500	26,000
H10	13,000	3,000	26,000
H11	13,000	3,000	26,000
H12	13,000	3,000	26,000

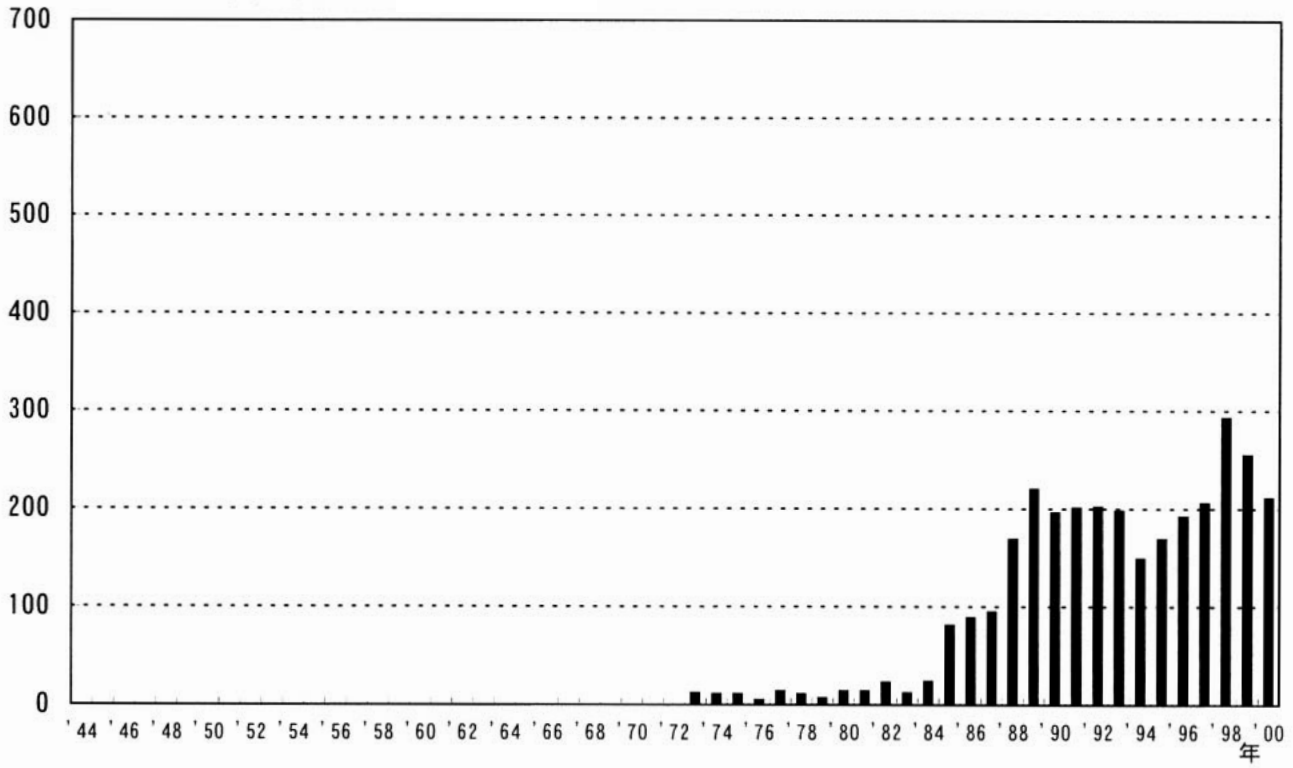
３．７　参考資料（3）


3. 7. 1
20, 000
18, 000
16, 000
14, 000
12, 000
10, 000
8, 000
6, 000
4, 000
2, 000
0
'44 '46 '48 '50 '52 '54 '56 '58 '60 '62 '64 '66 '68 '70 '72 '74 '76 '78 '80 '82 '84 '86 '88 '90 '92 '94 '96 '98 '00
年

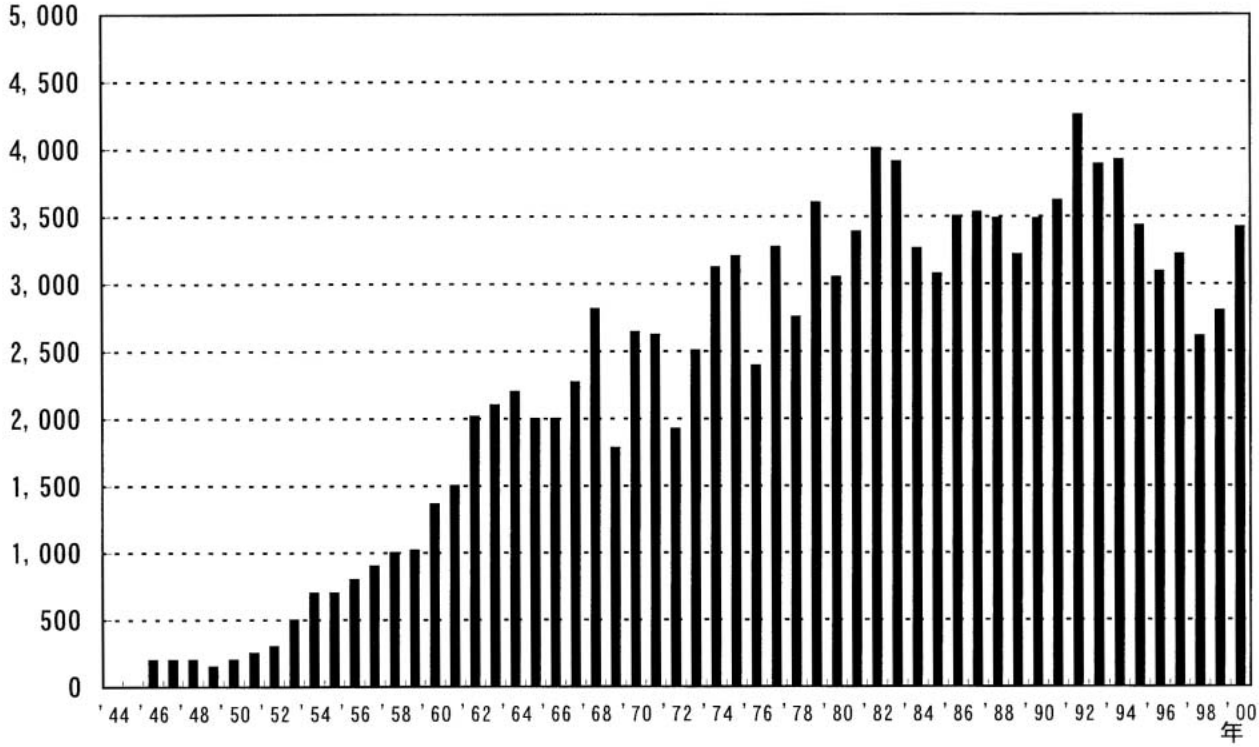
3.7.2 (1)　演題数（総会学術大会）



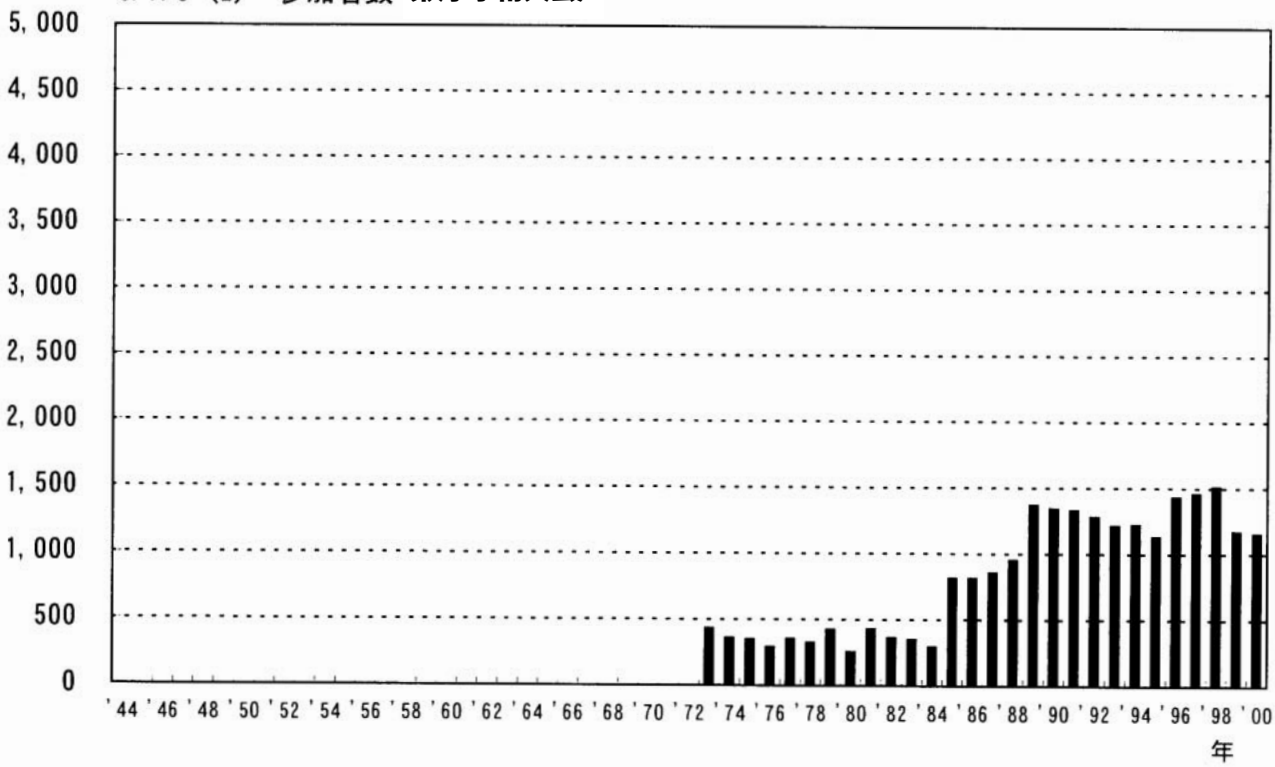
3.7.2 (2)　演題数（秋季学術大会）



3. 7. 3 (1)　参加者数（総会学術大会）



3. 7. 3 (2)　参加者数（秋季学術大会）



［文献・資料］

1　日本放射線技術学会のあゆみ（50周年データ集：1994）より
2　本学会総会における研究発表の動向（後藤正季）日本放射線技術学会雑誌Vol.45（11）
3　日本放射線技術学会　抄録集および予稿集　第1～56回
4　日本放射線技術学会　会務運営総括表（事務局編）
5　日本放射線技術学会　総会研究発表実施状況調査票
6　日本放射線技術学会　文献集（1974）
7　日本放射線技術学会　文献集　第2巻（1983）
8　総会運営の現状と課題（山岸一雄）日本放射線技術学会雑誌Vol.39（2）
9　読売年鑑（1988）
10　日本放射線技術学会の歩んだ道とその将来（山田勝彦）日本放射線技術学会雑誌Vol.48（9）
11　日本放射線技術史　日本放射線技術学会技術史委員会編（1989）
12　最近の医用画像診断装置（木村博一監修）朝倉書店
13　日本アイソトープ協会30年史
14　創立25周年記念誌　日本放射線機器工業会編纂
15　日本放射線技術学会　近畿部会30周年記念誌
16　葆光七拾年　慶應義塾大医学部放射線教室70周年記念誌
17　診療放射線技術　上巻　南江堂

［第3章の収録にあたって］

1　日本放射線技術学会のあゆみ（50周年データ集：1994）に記載された数値等を参考に一部修正を行った。

日本放射線技術学会50回記念事業委員会

担当理事　野原　弘基
委　　員　石山　　忍
小川　敬壽
川上　壽昭
厚東　正之
小室　裕冉
四宮　惠次

50周年データ集編集委員会

委 員 長　厚東　正之
委　　員　遠藤　俊夫
後藤　正季
田中　龍蔵
野原　弘基

2　数値の中で紛らわしいもの、不明確なものは（　）にした。
3　「参考資料（1)」は「本学会総会における研究発表の動向」
（後藤正季、日本放射線技術学会雑誌Vol.45（11））より、加筆した（1996～2000)。
4　「参考資料（1)」と「学会の変遷」は「年度」「年」の収録のため、一部異なる部分もある。

第４章　歴代会長からのメッセージ

会長のたわごと ……西村　信男
事務局の整備に ……松尾　　優
第30回学会総会の想い出 ……阿部　二夫
昭和49年度会務について ……垣鍔　房穂
第33回総会を振り返って ……光田　秀雄
第38回総会を開催して ……山岸　一雄
大阪大学・松下講堂と画像と ……山下　一也
第40回学会総会を回顧して ……丸山　静雄
日放技学学友への感謝 ……神田　幸助
昭和61年度（第43回総会）会長を担当して …小川　敬壽
会長としての思い出 ……速水　昭雄
13年前を回顧して ……山田　勝彦
新しい世紀への期待と使命 ……野原　弘基
学会運営を振り返って ……川上　壽昭

この“歴代会長からのメッセージ”は、故　滝内政治郎先生を初代として現会長を除く36名の歴代会長に、技術史第二巻発刊あたり「会長当時の思い出や苦労ばなしなど」懐古を含めたメッセージをお願いすることを企画いたしました。

しかし、残念ながら既に故人になられた大先輩も多く、また、いろいろなご都合で執筆をご辞退された先生方もおられ、最終的には14名の元会長からご貴重なメッセージを戴き、ここに掲載することができました。

会長のたわごと

第26回会長　西村　信男

この度日本放射線技術学会では、技術史第２巻の発刊を企画されました由、心よりお慶び申し上げますと共に、これを機に本会益々の飛躍と、会員各位の一層のご発展を祈念するものであります。

さて昭和44年４月米子市に於ける第25回本会総会席上、松本宗夫会長より身にあまる大任をおびてより、早や30年の歳月が流れました。浅学不徳の会長を持たれた地元京都支部準備委員会の皆様も、さぞお困り頂いたことと思いますが周囲の状況は昭和44年春に行われる診療放射線技師法改正に伴う、受験資格取得講習会の開催、秋の第４回ＩＳＲＲＴ会議、3月本会総会開催に先立つEXPO'70、苛烈を極めた学園紛争は幸い事なく過ぎたものの、いずれも開催準備に少なからぬ影響が与えられました。

多忙のうちにも準備は進められ、中でも記憶に新しいものは、面目を一新し「オフセット印刷」による、甚だ立派な演題抄録集の誕生であります。何分初めての試みに会員の戸惑い、担当委員の方も大変なご苦労であったと思っています。これは講演内容をより明確に且つ充実し、年々増加する演題数に対処するためのもので、これを機に一部演者の「資料展示」発表方式を廃止、すべてを口述発表に統一することができました。

特別講演、宿題報告、シンポジウム２題を加え、型の如く好評裡に終わりましたが、シンポ演題中「自動現像装置と管理」の座長に、京都府立医科大学教授　日本医学放射線学会会長　金田　弘先生を煩わしました。賛否両論はありましたが、シンポジウムの進め方、会員の熱意の披瀝、この機に本会と医学放射線学会との連携を、より豊かにしたいのが本音でした。

学会開催費用を本部事務局に移行する件、創立よりご指導を頂いている、後藤五郎先生（京都府立医科大学名誉教授日本医学放射線学会顧問）を名誉顧問に推戴、三交会の設立など、ご相談にあずかりこれを実現された、次期東京学会石田勝哉会長のご温顔も未だ忘れ難く、また本会の礎を築き数々のご功績を残されながら、今日の隆盛を見る事なくご他界なされた近辺幾多の諸先輩に対し、謹んでご冥福をお祈りする次第です。

医療の一翼を担い最新技術に生きる諸兄には、一層のご努力に明日への希望を託し、ブライドを失う事なく、また歴史の一駒をおつくり下さい。

歳月は物事の風化を促し、加えての加齢は遂に老いのたわごとに終わったようです。お許し下さい。

事務局の整備に

第29回会長　松尾　　優

「腹を切っておわびをする。ただし、痛くない程度に」

あの有名な言葉を残した北海道岩佐会長の跡をついで会長になった私は、30年の学会歴史の重みに耐えぬいた。前年度総会は事務所購入問題で大もめにもめ、討議時間も異常に延長された。こういう場面をみて、当年度は如何に運営したらよいか頭を痛めた。

先ずとりかかったのが、事務機構の改革であった。京都在住の会員の方に色々耳を傾けた。学会に対する不信感がややもすると事務局にあるような印象を与えているので、あえて事務局長をおかず、会長がその任にあたり、イメージチェンジをはかった。事務局には梅原傳介財務担当理事に入ってもらい腕をふるってもらった。

理事の選出方法も考慮し、全国より意見を集められるような選び方をした。また、従来例のなかった支部長会を開催し、昨年度の轍を踏まないように頻繁に全国より意見聴取をした。主な討議事項は次のようであった。

（１）　事務局の整備

（２）　各担当理事は執行者として責任完遂

（３）　会則改正、法人化の促進

（４）　学会総会運営
（５）　各支部の情報の早急な開示

（４）の学会総会運営については、総会担当スタッフが画期的な構想をもって運営をした。
先ず研究発表形式を口述と誌上にわけ、口述発表時間を８分に延長し、誌上発表者には抄録集に２頁の研究成果を掲載した。また、プログラム委員会を正式に発足させ、口述誌上の区分、演題の採否を決定した。総会については、充分討議が出来るようにまる一日時間をとった。
総会開催地については、今まで例のない県庁所在地でない久留米で５月さつきの咲きほこった土地で開催され、地域性のある学会総会であった。しかし一年きりの年度会長には限度があり、本当の学会運営は出来ていない。現に会則変更を昨年に続き検討したが、結論が出ず次年度以降に持ち越し、次々年度神戸学会で法人化された経緯がある。会則改正出来なかったのが心残りであった。
現在では、会長と春秋の夫々の大会長という肩書をつけて学会運営をなされているが、やはり年々改善されていると痛感している今日この頃である。

第30回学会総会の想い出

第30回会長　阿部　二夫

この度、日本放射線技術史（第二巻）が発刊される事は、誠に時宜を得た有意義な事業の遂行に大きな喜びを感じますと同時に、企画、編集、執筆に当たられた委員の皆様のご苦労の程を深く感謝申し上げます。
第三十回学会総会は、本会積年の課題である、法人格取得の定款の土台案ともなる会則改正と会費値上げ、自主開催への布石等、重要案件が山積する中で会長候補の交替、世界を激動させた石油危機の突発、それを引き金として狂乱と言われる空前の諸物価の高騰、品不足、社会情勢の急変等加えて開催間際になって、交通ゼネストの不安に怯えながら、かつてない不安と困惑の中で精根を使い果たした一年でした。この様な危機的な状況の中で、綿密な計画と実行、沈着且つ冷静な行動、的確な判断力で総力を結集された深栖準備委員長を初め委員各位の責任感と熱意に加え献身的な努力があったればこそ開催への道が開けたものと感謝しています。
苦労の多かった準備期間とは逆に、役員会、代議員総会も思った程の曲折もなく会則改正、会費値上げ等の案件も承認可決され、会員登録や抄録集の需要が予想以上の数値を示し、学会史上初の三千百名強の参加登録を記録し残部に頭を抱える抄録集や資料がついには足らなくなってしまう等、学会に真に関心を持たれる会員の方々への感謝、そして幸運に恵まれて無事乗り切れた事、最後に訪れた嬉しい大ハプニングでした、苦労は多い程、また、それを乗り越えた後の喜びは大きいと言う実感を味わえた事は忘れられないでしょう。
Vol.57　No1の学会長の巻頭言に　21世紀を見据えた学会の将来構想特別委員会が動き出しており、抜本的改革をするために、現在の組織を作ってきた前提やパラダイム自体の転換も視野に入れて、学術、組織、運営のすべての分野にわたっての見直し作業が進められております、（中略）　会員にとっても、そして学術団体としても、より魅力ある学会　云々（後略）　（巻頭言より）　是非、精力的に活動して頂く様期待します、そして社会から顔の見える学会でありたいと思います。
刊行に関与された方々のご努力に感謝申し上げ筆を擱きます。

昭和49年度会務について

第31回会長　垣鍔　房穂

第30回総会（昭和48年度）は昭和49年４月５日東京で開催、49年度事業計画案が提案通り可決された。このときの事業計画案の中で特記すべきは本会の法人化の問題である。

本会の法人化については、すでに15年前から全会員の要望であり、懸案事項でもあった。その要望に応えるため、48年度阿部会長のもとに文部省と接触を保ちながら、法人化に向かっての会則改正、新たな委員会の設置等、必要な準備を整えて総会に提案、承認を得ると直ちにこれを「法人設立準備総会」とした。（申請には全会員による決議が必要。）

49年度事業は、当然のことながら法人化推進が最重要課題であった。７月初旬、法人化申請の窓口である「文部省大学学術局情報図書課」を訪問、法人化の意向を表明、申請業務について指示を受けた。この中で、放射線関連、既学会協会から本会の法人化に対する推薦状があれば有利との示唆を受け、推薦状依頼のため真夏の炎天下、日本原子力学会、日本医学放射線学会、日本アイソトープ協会へお願いに回った。

難しいと感じてはいたが、当時の技術学会と、文部省の理解する「学会」の間には、「技術学」の問題をはじめ会員構成、会則、その他色々な面で大きなギャップがあり、文部省側のこれらの疑義に対応するため、本部理事、東京の橋本理事の間に緊密な連携を保ちながら、一つ一つ難問をクリア、文部省の理解を得るための努力を重ねた。その結果、幸いにして昭和50年３月24日付　文部省より待望の法人認可を受けることが出来た。

この間、多忙な勤務の中で文部省との折衝に日参した橋本理事、緊急資料の作成に大変な協力を頂いた地元東京の会員各位に心から感謝している。

学会にとって、昭和48，49，50年度という時代は、「学、技一本化問題」「学会のあり方」など、会員が学会について真剣に考え、模索し、新しい技術学会として脱皮しつつあった時代で、その後の学会運営をみても大きな変化があり、意義があったように感じられる。

昭和50年４月５日から始まった任意団体として最後の総会は兵庫県民会館で、また、学術発表は新装成った神戸文化ホールで開催、最初に法人化達成の報告をした。また、会員懇親会は、沖縄航路の船をチャータして本会初めての船上パーティが盛大に行われ、会員は船上から神戸の夜景を十分に満喫された。

終わりに、総会運営のためにご尽力頂いた兵庫支部準備委員の方々に心から感謝の意を表します。

第33回総会を振り返って

第33回会長　光田　秀雄

第33回総会は先人の並々ならぬご努力によって大きい問題もなく開くことが出来ました。本総会では少しでも発表時間と質疑の時間を長くするために会場を４会場とし、一時途絶えていた展示発表を復活しました。ただしこれまでの方式と異なり、時間を決めて展示資料の前で討論するようにしました。また、私の実力不足から貧弱な内容ではありましたが、会長講演を本学会で初めて取り入れました。現在にも続いている学会発表の形式がほぼ整ったのですが、このときの総会が成功だと評価していただけるなら、その功は吉田次郎実行委員長以下実行委員の方々によるものです。特別講演は我々が聞く機会が殆どない古代インド医学のお話を元阪大教授丸山博先生にしていただくことができました。シンポジウムに希土類増感紙がとりあげられ、また研究発表279題中ＣＴに関するものが36、核医学に関するものが67題あったことは当時の技術学会の動向をあらわすものと言えましょう。

ＪＩＳ規格に対する本学会としての意見具申を巡って通産省（当時）の担当官と話し合いを持ったのも思い出されます。このときは放射線機器工業会（当時）のお世話になりました。

会長職を勤めた年から既に二十数年経ちました。非力の私が大過なく任期を終えることができたのは、有能な理事の方々を初め事務局職員の皆さん、また私が勤務していた大阪市立大学付属病院の同僚諸兄のおかげであったと今改めて感謝しております。

第38回総会を開催して

第38回会長　山岸　一雄

第38回学会総会・学術研究発表会は、昭和57年３月20・21・22・23日の会期で、小川敬壽実行委員長（帝京大学）と共に東京都に於いて開催しました。

会場は、皇居や、日本武道館、靖国神社大鳥居に隣接する九段会館を主会場に、千代田公会堂、日本教育会館、科学技術館サイエンスホールの４施設６会場と、代議員会会場に私学振興財団５Ｆホールを設営いたしました。

総会日程は、暦年ごとに増加する発表演題数と、多会場制の有効運用に対応するため、従来の３日制会期を、実質3.5日制会期に改めました。

また、プログラムの編成形式として、昼の部（９：30―16：00）と、夜の部（初日18：00―20：00）および、（２日、３日16：30-18：00）に大別した昼・夜制を採用しました。

主要プログラムは、初日の昼の部に「特別講演」と「教育講演」を一連化して、後順に「会長講演」、「総会」でまとめましたが、開会挨拶の代わりか、先陣をつとめることになりました。学術プログラム（昼の部）は、「宿題報告」（Ⅰ・Ⅱ）：２題、「シンポジウム」（Ⅰ・Ⅱ）：２題と、公開討論会（JIS・IEC、撮影技術、総合委）に、会員研究発表演題数：369題を編成いたしました。

夜の部は、初日に、３分科会（画像、放射線治療、核医学）と、３公開討論会（放射線管理他）が開催されました。また、本総会の特別企画として「教育講座」８講座を新設して、第２日目４講座、第３日目４講座を開講しました。本講座は、各専門分野で構成したもので、講師、講演内容は、本学会誌特集号（昭和58年３月発行）に収録、頒布いたしました。本総会の参加登録者総数は4,006名で、本会創設以来未踏の4,000名台を記録いたしました。

当該年度の新規事業・会務運営は、（１）海外の研究者、学術団体との交流をはかるため、学会誌英文号（No1）を1981年（昭和56年）に創刊いたしました。編集委員会・英文誌編集班のご尽力によるものであります。（２）故梅谷友ｓ名誉会員ご家族から高額の寄付金を拝受して、その寄付金を基金に「梅谷賞」を創設しました。梅谷賞の運用は、細則等の整備をふくめて次年度から施行する事としました。（３）急増する会務の多様化と、業務量の増大化に即応するため、新事務所の取得と、整備を完了いたしました。

第38回総会・学術研究発表会の開催・運営にあたり、ご尽力いただいた学会役委員をはじめ、故梅原傳介事務局長、事務局員に深甚の謝意を表します。

特に、実行委員会の各位には、「簡素と合理性の追求」を合言葉に総力を結集されて、総会開催の準備、運営に新機軸の足跡を築かれたことに深く敬意と、感謝を申し上げます

大阪大学・松下講堂と画像と

第39回会長　山下　一也

1983（昭和58）年の年度会長に選任されたとき、わたしは二つの「思い」を学会開催に託しました。

一つは、「学会会場」です。これは大阪大学の松下講堂（松下電器の松下幸之助氏の寄贈）を中心に設営・準備をしてこれを実現しました。技術史の「年表」にも書かれていますように、わたしどもの学会は1943（昭和18）年３月に、創立総会を兼ねて第１回研究発表会・学術講演会を九州帝国大学医学部（図書館・皮膚科講堂：約400名参加）で、そして敗戦をはさんで３年後の1946年（昭和21）年６月には、第２回の総会を京都大学医学部（皮膚科講堂：約200名参加）で開催しています。このように学会創始後の数年間は、開催地の大学や地元の公の施設などを利用していたのです。この方法が学会の知的基盤である放射線技術学/技術の学術的な議論・討論をする場として、もっとも相応しいのではないかと、わたしもつねづね思っていました。そして学会出立時の先達らの懐いをいくばくかでも感受できればとー。

二つ目は、「主テーマ」の設定です。1970年代なかばに確実にその地位をわがものにした画像のディジタル化という新しい科学/技術が、放射線技術学/技術系にもおし寄せてきました。これがそのまま無原則に同化し発展していくと、

「皮膚と皮膚の接触」という医療の原点がコンピュータという無機質な金属物体の媒介で破壊されて、やがて医療が支配される可能性がないとはいえない一と思ったのです。わたしどもが育む人間の「叡知」は、コンピュータのように加速度的に進展はしないでしょう。大きな河のゆっくりとした流れのように一つひとつ時を刻む時間が実は、「叡知」の創造に欠かすことができないのです。無原則というレールの上を「画像」が走りだして脱線する前に、「叡知」を培ってこれを制御するためにも、わたしは学会総会で「画像」を主軸とする「テーマ学会」を企画したのです。

わたしは、開催の会告で、「第39回学術総会で学会員のすべての方々に、いくらかでも学術のあり様を感知していただき、その学術の内側へのめり込んでいただければ、私にとって望外の喜びである」と結んでいます。20年という時空を逆にたどりながら、果たして「学術の内側へのめり込ん」だかどうかー「叡知」を創造したかどうかーいまのわたしには羽毛の透視図のようで定かではありません。

第40回学会総会を回顧して

第40回会長　丸山　静雄

第40回学会総会年度の会長の重職を拝命し事業計画に基づき事業の執行と会務運営が順調に進展した事は偏に山田総務理事はじめ役・委員ならびに、本総会を最後に退任した梅原事務局長他局員のご指導ご支援と、会員諸兄のご理解ご協力によるもので改めて深謝します。

学会総会は40回の節目に当たり、講師始めご尽力ご高配賜った関係各位に御礼申し上げます。応募演題数は500を突破、479演題に絞ったが史上最高となり3200余名の参加がありました。準備、実行は後藤担当理事と連携を密に進めたが松本市での開催は会場、会期日程、実行運営等で多くの問題を抱えました。市、他関係の全面的協力を受けたが必要７会場を隣接地域に確保は難しく収容能力、会場間距離等不便となりました。会場運営は東京の業者に一部を委託し負担は軽減したが依頼内容の伝達や実行力に不安等がありました。長野支部が所属する関東部会内開催は初めてであり、前39回大阪からの助言、関東部会・東京部会の協力を頂きました。常田実行委員長他118名の委員会は長野県放射線技師会の支援を受け支部会員320名の総力を結集、２月末大雪の中で決起集会を行いました。遠来の学兄を松本総会に暖かく迎え「高度化・専門分化が進む放射線技術の現状の反省と、将来を展望し明日からの技術を模索する爽やかな学会」と願い最終準備に入りました。また、記念事業や諸行事で盛り上げて頂きました。会員研究発表集大成の文献集第２巻、名簿の発行、実行委員会は事務局長の収集資料より「学会40年の歩み年譜」「今までに総会開催した20都市の空中写真パネル」を作成、各位の労を想い感謝して掲示しました。

千載一遇の学会総会が、何とか無事に終了でき実行委員会・地元関係者の感謝と感激は今も胸に焼き付いています。巨大化、高度化する機器展示は、会場の関係から縮小され、日本放射線機器工業会や会員に大変ご迷惑をおかけしたことをお詫びします。日本医学放射線学会と合わせ五千人規模の学会経験は松本では初めてとなり、市はこれを機に会議都市計画に拍車をかけました。地方小都市開催の限界が露呈し課題となって次期開催地鹿児島、そして東京へと進められました。

第44回学術大会からはＪＭＣＰによる開催となり、新しい学会活動・研鑽の場として大きな成果を上げておりご同慶の至りであります。

終わりに、皆様より賜りましたご厚情に感謝し、新世紀を迎え会員各位・日本放射線技術学会の更なる飛躍・発展を祈念いたします。

日放技学学友への感謝

第42回会長　神田　幸助

我が生涯の最良の日という感激をもつことができたのは、まさに日放技学学友の皆様によるものであり、この機会にもう一度心から厚くお礼を申し上げます。さらに嬉しいことは今日においてその皆様が飛躍的発展をされ、本学会の指導的役割を果たされていることであります。第42回総会では、ロボット工学の先駆者である森正弘氏（東工大）による講演は巧みな話術と豊富な実例の紹介など皆様から絶賛をいただきました。また牧野純夫氏（東芝）による放射線機器開発の将来、飯沼武氏（放医研）による医用画像のデータ処理とＰＡＣＳについて、など慧眼と先見性に満ちた内容は現在の技術的基盤とされていることからも関連学会の方々からも高い評価をいただいております。皆様の熱気に満ちたひたむきな心情には本当に感激致しました。総会開催にあたって一番苦労したのは開催会場問題であり、公的施設の借用には多くのいわゆるお役所的規定があって、これと総会開催のスケジュールとの整合が多大の難問でありましたが、実行委員会の皆様の文字通りの身を粉にしての東奔西走とこの真摯な姿に施設関係者もご協力をいただくことができました。

さて、私は総会のハイライトとして是非とも米国の診療放射線技師による講演を企画しこのため２回渡米し、米国放射線部管理者協会会長であるオズ・ボーン氏に折衝しその実現をみることができました。米国の学術についての情報は洪水のように押し寄せてきますが、放射線部門の運営管理、技師教育の現況などについては、ごく断片的な情報のみにとどまっていましたので、オズ・ボーン氏による「米国における放射線部の過去、現在、未来」の講演は、日本が現在そして明日に抱え込むところの医療問題についての、きわめて示唆に満ちた内容であり、米国の放射線部管理者の識見の高さには深く敬意を表したく思います。さらに、教育セミナーにおける「米国の技師教育の現況」において、４年制学部教育、ＭＢＡの資格要件など教育問題に立ちはだかる壁、この壁を打ち破っていく途上にある米国の技師の悩み苦しみなど、いま私たちが直面している問題と相似することを思うとき、私たちはもっと米国との学術のみならず医療専門職としての立場からの幅広い交流を強化すべきではなかったかと反省している今日この頃であります。

昭和61年度（第43回総会）会長を担当して

第43回会長　小川　敬壽

年度の総会ＪＭＣＰ傘下で開催されるようになって、早14年が経過しました。

私は、旧来型の技術学会が独自で総会を開催してきた最後の年度会長を仰せつかりました。今でこそ遠い話になりましたが、それまでの総会は開催年度の３年も前から、開催地の実行委員は会場の選定から確保に心血を注ぎ、準備期間中は総会の主要企画や広告集めなど長期にわたる粘り強い活動の積み重ねでした。そして何と言っても会期中の開催実務は、まさに本番待ったなしの厳しさに心身を晒し、一方では学会本部から支給される開催予算や参加登録費と開催費の収支に重い責任を負わされた実行委員会でした。

今でこそ言えることですが、昭和50年代の東京は総会の開催間隔が３年毎という、台風に例えれば学会銀座と言われるほどの当たり年で、中でも私は３年連続の中間に挟まれ、準備期間を入れると５～６年もの長期にわたって東京をリードする有能な方々を総会開催のために釘付けにし、一方では部会事業を減速せざるを得なかったこともあり、部会員をはじめ実行委員のみなさんに心からお詫び申しあげる次第です。

とにかくＪＭＣＰ傘下でなかった時代の東京総会は、会場選びから高額な会場使用料、運行代行費と３年連続の人材酷使に加えて、部会活動との板挟みの中で、実行委員の皆さんは、これまでの総会以上の成果を上げるために大変なご尽力をいただきました。

そういう意味で、第43回総会の特筆すべきことと言えば、会場の配置、会場作りでした。それ以前の会場設営は、一つか二つの会場がホール毎に分散していましたが、第43回総会場になった科学技術館は、５角形の特徴を生かして館内を５つの区画に区切ってその中心部分を通路とした、いわゆる一館多会場方式を実施したことです。

実行委員はもちろん、科学技術館サイドでもこの様な会場設営の経験がなかっただけに、会期も迫った２月中旬、会館の一区画を本番さながらに間仕切りし、場内にはプロジェクタやマイクなど発表用機材を持ち込み、聴衆には70名ほどの部会員の参加をいただいて模擬学会を試みました。そして演者には根っからの研究好き、語り好き、そして人好きで知られた四宮恵次先生に一肌脱いでいただき、「研究活動とは？、研究に必要な情熱、研究発表の仕方は？」など当時も関心の高かったテーマを１時間余り熱弁を奮っていただきました。

このシミュレーションで得られた貴重な反省材料のお陰で、本番を何の問題もなく、むしろ新しい発表会場のあり方として会員の皆さんにご評価をいただき、主催された実行委員の皆さん共ども大きな喜びを感じた次第です。

会場間の移動に時間がかからず、演題群を最後まで聞くことができる一館多会場の利点が、現在のＪＭＣＰ開催に引き継がれて、学会本来の情報収集を目的とした学術集会に欠くことのできないものとして定着しています。

第43回総会の会長として、総会の準備から実行に至る苦労の多さ、心配の果てしなさに、これまでに経験したことのない多くの労をおかけした齋藤一彦実行委員長をはじめ委員の皆さんに、今も感謝の念を忘れることができません。

会長としての思い出

第44回／平成３年度～５年度会長　速水　昭雄

私が会長（当時は年度会長）を初めてお引き受けしたのは、1988年であります。あれから13年を経過した今振り返っても学会組織・運営の歴史のなかでも大きなトピックスであったように思います。それは、この時の学会からＪＭＣＰ（当時の正式名称は日本医学学術集会振興協会）を発足させ、その記念すべき第１回ＪＭＣＰの基での学会を晴海の特設会場で開催することに決定したことであります。その後、今日までＪＭＣＰの基に毎年盛大化しながら順調に発展できたのは、その時の会員皆様のご理解とご支援の賜物と思います。

その結果として次の年から会長制度の大幅な改革を実行し、会長と大会会長を分離し会長は年度会長ではなく複数年度の会長制度に切り替え、その第１回目の会長を山田先生が担当され３年間の任期の後、私が1991年４月から第２期目の会長をお引き受けすることとなり、1994年３月までの３年間、その任務に当らせていただきました。

その間の学会の運営のなかでクローズアップする内容としては、将来構想委員会を発足させ「学会のあり方や学会の使命、そして学会の社会的役割とその位置付けなど学会の将来構想を展望する課題について、長期的立場で検討する」ことを目標に、山下委員長を中心とするメンバーにより２年間の構想と公開討論を経て３年目に答申を戴きました。その年の総会での承認の基にその第１歩として学会理事会の編成改革を次年度に向け実行することができました。またこの将来構想の具体的実現化に向けては、今後の会長と理事会にゆだねることと致しました。

この三年間の学会としての業績の中で特に取り上げることは、まず文部省の主催する学術情報センターに加入し、学会研究論文・学会発表抄録を学術情報センターのデータベースに登録できるようになったことであります。今までの文献集発刊と整理のための膨大な時間と経費が削減され、しかも我々の文献が他の学術団体にも広く引用・利用されることになり、その効果は計り知れないものがあります。

また1993年には技術学会が日本学術会議の学術研究団体として登録されたことであります。これは我々の学会が研究団体としての公認を得たこととなり、その意義は大きかったと考えています。

考えてみれば僅か３年ばかりではありましたが、学会として大切な時期に会長をおおせつかり何らかの貢献ができたとしたら、これは今まで50年の歴史のなかで努力された歴代会長はじめ会員皆様の業績の成果であると確信教します。

13年前を回顧して

昭和63年度～平成２年度会長　山田　勝彦

私が本学会の会長を務めさせて頂いたのは、ちょうど13年前の1988年、東京貿易センターで開催された第44回総会での選任が初めてでありました。その後任期は３年間に亘りますが、この時期には会長の選任方法ならびに総会開催方法についての大きな変革があった事を思い起こします。

これ迄の本会会長は必ず総会開催地から選出され、会長の主たる業務は総会開催を円滑に運営することにあり、会そのものの運営は主として総務理事が行ってきました。そしてこの方式は本会発会の数年後からこの時期まで、実に長い年月にわたって継承されてきました。理事会での度重なる議論の末、やはり会長は全国的な視野で選出し、会務全般に亘っての業務遂行と責任を持つべきとの結論に達し、その最初に推薦されたのが不肖私でした。その結果、総会開催の責任者は大会長の役職となり、私の任期１年目の第45回総会は後藤正季大会長が神戸市で、２年目の第46回総会は森嘉信大会長が同じく神戸市で、そして最後の３年目に当たる第47回総会は野原弘基大会長が京都市でそれぞれ開催して頂きました。このようにこの改革によって膨大な業務を伴う総会開催を大会長にお任せすることができ、私は本来の会長の業務を行うことができ、結局３年間務めることとなってしまいました。

一方、この時期のもう一つの大きな改革は総会開催方法の変更でした。すなわち今迄の本学会総会開催は、日本医学放射線学会と出来るだけ同じ地域で同じ時期に開催し、この場に日本放射線機器工業会の機器展示を共催してお互いの利益を共有してきました。ちょうど私が会長に就任する前年である1987年に、この３団体で一つの会を作って総会開催してはどうかという話が工業会から持ち上がり、１年間の検討と準備の末発足したのがＪＭＣＰです。そしてＪＭＣＰによる第1回総会が速水昭雄会長のご努力により開催されたのが1988年であり、これは私が会長に就任した年でもありました。以後ＪＭＣＰは益々発展しながら今日なお本会の総会開催を大きく担って頂いています。

なお私の会長在任中の1989年には、技術史の第１巻が約25年の月日を要して出版されたことを最後に申し添えたいと思います。

新しい世紀への期待と使命

平成６年度会長　野原　弘基

放射線技術学会が創設されてより今日までのこの58年間は世界的規模での激変と変革の時期であったといえましょう。しかし、このような時期にあっても多くの先人たちが営々と努力し、黙々と積み重ねてきた学術的成果が、現在の放射線技術学会の基盤を大きく支える礎であることは疑う余地がありません。

したがって、先人が歩んだこれらの歴史的道程を正しく整理・理解しておくことは、今後本学会が進むべき道標を思考する上で大事なことと考えます。

現在はどの時代にもました知識が広く求められ、また知性が厳しく問われています。このような時代にあって本学会が学術団体として社会的に担うべき使命と責任も大きくなり、社会と没交渉にその存在価値を高め、責務を果たすことは不可能であると言えます。

このような時代背景のもとで、本学会は、1988年に発足した日本医学学術振興協会（ＪＭＣＰ）に参画し、日本医学放射線学会、日本放射線機器工業会と共に学術活動を共同運営することで、即時に最新の学術情報が双方の会員に提供でき、これらの学術情報をもとに双方で有意義な討論ができる環境ができたこと、また他の学術団体に向けても学術情報提供の窓口が拡大されたこと等は、１つの大きな変革であります。

さらに、1993年には日本学術会議の学術研究団体への登録も終え、他学術団体との情報交換の機会が増え、学術団体として担うべき社会的使命と責務も大きくなりました。このように学術団体としての使命を社会的に発展・拡大していく役目を担うことは重要であり、学術団体が古い歴史をもつほど、学会員が多いほど、その使命は重く深いものである

と言えます。

従いまして春秋に開催される学術大会が単に研究発表の場として利用されるだけでなく、発表した研究成果が学術情報としていかに有効に利用され、発展性をもっているかを確認することが大事です。

近年、本学会の学術大会参加者の年令分布は若年層に移行しています。若い学会員が真摯に学術活動に携わっていき、他学術団体との学術情報交換および討論の機会を拡大していくことが新しい世紀への大きな学術的発展へと繋がるものと確信し、期待しています。

学会運営を振り返って

平成７年度～10年度会長　川上　壽昭

昭和61年に中国・四国部会選出理事として学会運営の仲間入りをさせて頂いてから８年が経ち、今年が最後と堅く心に決めていて矢先、当時の会長であった野原先生が突然に体調を崩され、補佐役として総務理事を務めさせて頂いておったのが身の不運。次期体制固めの橋渡しとして１期１年のつもりで引き受けたものの、定款改正もあって３期４年もの長きにわたり重責を担うことになろうとは、真に青天の霹靂と云うべきできごとであった。

就任時には、第17期日本学術会議への登録、関連学会との積極的な学術交流と共同研究体制の確立、ＪＭＣＰの充実と立場の主張、学会誌の充実と論文投稿の推進、春・秋学術大会の充実、法人組織としての立場の維持、健全な財務運用による円滑な会務運営、大学教官・企業研究者の理事への登用、支部統合による部会体制の確立等々の学術・組織両面にわたり解決しなければならない課題が山積していた。このような状況にあって最も労力を要したことは、学術団体としてのステータスとされる日本学術会議への登録、ＪＭＣＰの理事会において学会の立場と権利の主張、そして当時の社会情勢が反映して法人組織の見直しよる所轄官庁の指導に基づく定款改正であった。

中でも定款の改正については、公益法人に対する設立の許可と指導監督を強化することを目的に閣議決定がなされ「公益法人の設立許可及び指導監督基準」及び「公益法人の設立許可及び指導監督基準の運用指針」として通達されたもので、学会が公益法人としての立場を維持していくためには受け入れざるを得ない状況にあり、結果３度にわたる定款改正を行うこととなった。

学会定款は、昭和50年３月24日付けをもって文部大臣の認可を受け、以来20年間にわたり会務運営の円滑化を果たし、学会発展の礎となるものであっただけに、混乱する頭の中で責任の重さに押し潰されそうになる思いであった。

幸い、企画委員会の献身的な努力によって改正案が作成され、理事会の審議を得て総会で承認された時の安堵感は今でも強烈な残像として心の片隅に残したままでいる。

浅学非才な身でありながら、歴史の一齣として学会運営に携わらせて頂くことができたのも、多くの方々の支えのお陰とこの場を借りて改めてお礼と感謝を申し上げます。

そして、学会の益々の発展を祈念申し上げております。

技術史第二巻の編纂を終えて

日本放射線技術史編纂特別委員会
委員長　藤田　　透

2002年は本学会創設60周年の年にあたります。この記念すべき年に「日本放射線技術史第二巻」が発刊できましたことは、たいへん意義深く嬉しく思います。発刊を起案されました川上壽昭前会長、川村義彦会長にまず敬意を表します。

初巻の「日本放射線技術史」は1989年に発刊されております。この編纂は1964年に始まり発刊まで実に25年の年月を要したことになります。この理由は、本学会を真髄より愛し、技術史の完成に情熱を燃やされた林周二初代委員長が編纂途中で他界されると言う不幸により事業が中断（山田勝彦会長発刊の言葉より）したことに起因します。初巻編纂は放射線装置・技術の変遷の全国調査から始まり、各支部から推薦された委員は128名を数えるという壮大な事業であったようです。1875年に加藤芳郎技術史委員長のもとに編纂事業が再開され、1989年についに発刊されました。X線発見の1985年から1960年までが、人・教育、装置、技術、学会史について纏められております。中でも、第8章「日本放射線技術学会史」では本学会創設時の経緯が創立準備委員会抄録として詳細に記録されており、創設60周年を迎えた今、たいへん興味深く、感慨深く読むことができます。当時、多くは徒弟制度に近い形態で技術者養成が行われる中で本学会の創設が実現したことは、故滝内政治郎名誉会員を始めとする先達の相当なご苦労があったことを記述の行間に伺い知ることができ、本学会の発展を支える貴重な歴史として知ることができます。多くの方のご苦労の甲斐あって記述されている内容は重く、１ページ、１ページに本邦における放射線技術および本学会の貴重な歴史が刻まれております。

1998年４月、「日本放射線技術史第二巻」編纂を目的とした特別委員会の設置が５年間事業として総会承認されました。若輩の私が委員長を務めることになり、初巻を読むほどに重責を実感しました。幸い、野原弘基元会長が副委員長（執筆編集小委員長）として、初巻の編集者でもある遠藤俊夫氏や小川敬壽氏、四宮惠次氏を始めとする出版に造詣の深い多くの方々が委員として参画いただけたことにより、予定より早く4年で発刊できましたことを感謝しております。

第二巻は、初巻とは視点を変えて本学会の研究業績の纏めに重点をおきました。すなわち、

１）「放射線技術学会の技術活動を中心とした技術史」の位置付けとする
２）編纂対象期間を初巻以降の1961年から2000年とする
３）放射線技術各論の分類は学術大会演題区分を参考とする
４）編纂特別委員会に執筆編集小委員会をおく。委員会構成および執筆は各分科会の全面的な協力を得ることとし、記述についても一任する
５）収載内容はCD-ROMにて保存（初巻についてもPDFファイルにて添付）し、次回の編纂に役立てる

を基本方針として編纂に取り組みました。

第1章「放射線技術の変遷」はX線発見以降の放射線機器の開発その変遷を年表を中心として纏め、第2章「臨床応用技術」では山下、山田両名誉会員および各分科会を中心とした多くの方の執筆により本学会における研究発表、論文などを集約していただきました。第3章「放射線技術学会の歩み」では本学会の創設から2000年までの足跡を統計的に纏め、第4章「歴代会長からのメッセージ」は2000年までの歴代会長に当時を振り返っていただきました。いずれのページにも本学会に対する溢れんばかりの情熱をもってご執筆いただいており、初巻に続いて本学会の大切な財産になるものと思っております。執筆、校正も短期間でお願いし、大きな負担をお掛けしましたことに紙面を借りてお詫び申し上げます。

第二巻の編纂にあたり、委員の皆さんには細心の注意を払って作業をいただきましたが、短期間の事業であったこと、また多くの方にご執筆いただいたことから書式、文章・語句に不統一の個所が多々あるものと思います、委員長の力量不足としてご容赦ください。

改めて、創設60周年のこの年に第二巻を発刊できましたことをたいへん嬉しく思いますとともに、発刊にご尽力いただきました執筆責任者、執筆者の方々および微力な委員長に力を貸していただいた委員の方々に深く感謝申し上げます。

編　集　後　記

「日本放射線技術史　第二巻」の刊行は、川上会長が1998年（平成10年）１月第４回理事会に放射線技術史編纂特別委員会の設置を提案、同年４月の総会において事業計画の一環として正式に承認、決定されたことによる。

この決定をうけて、川上、藤田、四宮、遠藤により特別委員会準備会が構成され、刊行事業の取り進め方に関する基本的な事項が検討・立案された。理事会承認の後、藤田総務理事のもとで委員会構成および具体的な刊行作業の推進が計られることとなった。

今回発刊の「日本放射線技術史　第二巻」は、放射線技術学会の技術活動を中心とした技術史として位置づけることを基本方針とした。編纂対象期間については第一章はＸ線発見以降の1895年（明治28年）～2000年（平成12年）までを見開き年表にまとめ、年代を基軸に各専門分野の「機器の開発とその変遷」が一覧できる構成とし、第二章は平成元年に発刊された初巻（1895年～1960年）以降の1961年（昭和36年）～2000年（平成12年）までの各専門分野ごとの臨床応用技術の動向を本学会の研究発表および論文から集約した。第三章は技術学会創設以降の1943年（昭和17年）～2000年（平成12年）までの本学会の足跡を第50回総会記念データ集を基に新に統計的に整理、記録し、技術史に相応しい内容に再構成した。学術資料としては学会誌、文献集、日本放射線技術学会の歩み～データ集～、関連学協会誌、関連企業記念誌を用い、学術史としての記録性・客観性を重要視した内容で編纂した。

各章の執筆者は、本学会の画像、核医学、放射線治療、放射線撮影、計測、放射線防護の６分科会および総務委員会を中心に選任し、執筆をお願いした。執筆者が多人数となり、執筆期間も短期間であったため、原稿の集まりを心配したが、各執筆責任者の努力により一抹の杞憂も取り越し苦労に終り、予定どおり2002年（平成14年）４月発刊のはこびとなったことを心から感謝する次第である。

今回の日本放射線技術史が単に過去の学術的事象を知る歴史書としてだけでなく、過去の学術的事象について過去の人たちがどう考えていたかを学ぶ上での貴重な書として利用され、学術研究の発展の一助となれば幸いである。また、日本放射線技術史初巻（ＰＤＦファイル保存）および第二巻（デジタル保存）の全内容をＣＤ－ＲＯＭに収載し、付録とした。併せてご利用いただきたい。

最後に、歴代会長のメッセージに寄稿いただいた各位ならびに本誌発刊にご尽力頂いただいた多くの方々および原稿整理にご協力いただいた事務局職員の方々に心から謝意を表する次第である。

（執筆編集小委員会委員長　野原弘基）

日本放射線技術史編纂特別委員会

委員長　藤田　透
副委員長　野原　弘基
委　員　遠藤　俊夫　小川　敬壽　加賀　勇治　四宮　惠次
段床　嘉晴　増田　一孝　光田　秀雄

執筆編集小委員会

小委員長　野原　弘基
委　員　粟井　一夫　内山　幸男　遠藤　俊夫　小川　敬壽
四宮　惠次　田中　龍蔵　段床　嘉晴　土井　司
西谷　源展　藤田　透　藤田　広志　増田　一孝
松井　美楯

構成W.G.

班　長　小川　敬壽
班　員　遠藤　俊夫　四宮　惠次　野原　弘基　藤田　透

日本放射線技術史　第二巻

発　行　平成14年３月１日
発行者　社団法人　日本放射線技術学会
川　村　義　彦
〒600-8107　京都市下京区五条新町東入
東錺屋町167番地
ビューフォート五条烏丸内
ＴＥＬ　（075）354－8989
ＦＡＸ　（075）352－2556
E-mail　office@jsrt.or.jp
ＵＲＬ　http://www.jsrt.or.jp

印　刷　大　日　本　印　刷　㈱
〒600-8008　京都市下京区四条通
烏丸東入ル長刀鉾町20番地
ＴＥＬ　（075）252－1151
ＦＡＸ　（075）252－1191

定価：5,000円
会員価格：3,000円
（消費税を含む）