

核医学部会誌

Vol. 41 No. 2 (通巻 81) 2020 年 10 月

CONTENTS

☆巻頭言

北海道大学病院 孫田 恵一

☆お知らせ

☆第 80 回核医学部会ミニシンポジウム発表後 (Web)

「State-of-the-art technologies in nuclear medicine」

1. 「全身用半導体 SPECT 装置の使用経験」

旭川医科大学病院 宇野 貴寛

2. 「Digital photon counting PET/CT 装置の特長とその応用」

北海道大学病院 孫田 恵一

3. 「最新 SPECT/CT の臨床応用」

金沢大学附属病院 小西 貴広

4. 「PET/MRI の可能性」

神戸大学医学部附属病院 久保 和広

☆Topics

1. 核医学画像解析ソフトウェア VSBONE BSI の紹介

日本メジフィジックス株式会社 マーケティング部 辻 寿二

2. 核医学部門の被ばく管理と国際標準 - onti (オンチ) の役割と責任 -

株式会社イメージワン ヘルスケア事業部 夜久 英樹

☆大学・研究室紹介：茨城県立医療大学

對間 博之

☆編集後記

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温

公益社団法人日本放射線技術学会 核医学部会

核医学部会からのお知らせ

JSRT では会員カードでの参加履歴記録システムを導入しています。

入門講座・専門講座・部会の参加には会員カードをご持参ください。

「コロナにはもううんざり！」

北海道大学病院 孫田 恵一

中国に端を発した新型コロナウイルス（以下、COVID-19）が国内はもちろん国際社会に大きな影を落としている。拙稿を書いている現在、政府からの緊急事態宣言は全ての都道府県において解除されてはいるものの、東京などの大都市圏では再び感染者の増加が報告されている状況である。いつ終わるとも分からないこの自粛生活に嫌気が差している方が大多数なのではないだろうか？

この憎きウィルスは我々から多くのものを奪った。偉大なるコメディアンをはじめとする尊い命、経済的な大打撃、当たり前の生活、その時々にはしか味わえない喜びや感動など数えればきりが無い。個人的には、高校時代に甲子園を目指した身としては春夏ともに甲子園野球大会が中止となったことは非常に心が痛い。

皆様ご存知の通り、春に横浜にて開催予定であった JRC2020 は web 開催となった。自分自身もそうであるがこのような開催方法による参加は初めてとなる会員の方がほとんどであったと思う。発表された方はスライドのアップロード、座長の方々は質問や取りまとめを頂き多大なご協力を頂いたことにこの場を借りて感謝申し上げたい。実際に web 上で各演者のスライドや動画を閲覧していかがであったでしょうか？説明ノートはあるものの、やはり直接お話を聞きたいと思った方も多かったのではなかろうか。

さらに、今秋東京で開催予定であった秋季学術大会は開催中止が既に決定しており、また核医学部会事業も本年 6 月に北海道支部、9 月に中部支部にて予定されていた核医学画像セミナーが中止となった。現状 COVID-19 に対する有効なワクチン・治療薬が無いことを考えるとその後の各種学会や研修会も中止になってしまう可能性がある。仕方のないこととはいえ重要な自己研鑽の場を失うことは大きな痛手である。現在、核医学部会では現在の状況を鑑みた新しい企画を考えているところである。集会形式での企画は難しいが、オンラインツールを用いた企画で少しでも皆様のお役に立つことができればと考えている。

さて、我々はコロナ禍で多くのものを失ったが、あまり後ろ向きに捉えないように心掛けたいものである。私自身、この自粛期間は失われた時間ではなく与えられた時間であると考えてようにしている。本当は最優先にしなければならないのに色々な仕事にかこつけてあと回しになっていた論文作成と投稿をすることができた（最近の査読依頼の多さからすると、同じようにされた方も多いのではないだろうか）。また一方で、運動不足気味であったここ数年を反省し定期的な運動を行うようになったし、自宅の手入れ、DIY など今までしてこなかったこともやり始めた。これは私自身の経験でもあるが、心そして時間的な余裕は良い成果をもたらす。コロナ禍が過ぎ去った後でも、この生活はできるだけ変えないように心掛けたいと考えているところである。

以上、稚拙な本稿をお読み頂き感謝したい。皆様の日々の健康を祈りつつ、いつの日か必ず開催される対面形式での学会などでお会いできることを楽しみにしている。

核医学部会 入会のご案内

核医学部会会長 千葉大学医学部附属病院 飯森 隆志

平素より公益社団法人日本放射線技術学会核医学部会の活動に対してご支援、ご指導を賜り、会員の皆様に心より感謝し御礼申し上げます。

核医学部会は、日本放射線技術学会の専門分科会として 1980 年に設立され、今日まで核医学検査技術学の向上を目指す多くの会員により構成されてきました。2015 年からは名称を核医学分科会から核医学部会へ変更し、さらに皆様のお役に立てるような企画、運営を目指して活動しております。

日本放射線技術学会では、2015 年より専門部会の年会費を変更し、2 つ目の専門部会からは半額の 1,000 円で入会できるようになりました。これにより、核医学検査にローテーションで従事されている会員の方でも、気軽にご参加いただけるようになりました。是非この機会に核医学部会に入会していただき、部会の活動を通じて核医学検査技術を究め、日常の臨床業務、研究活動に活かしていただければと思います。

核医学部会入会のメリット

- 核医学検査技術に関する最新情報や、臨床に役立つ情報が入手できます。
- セミナーおよび講習会への受講料の割引が受けられます。
- 核医学部会誌の優先閲覧(部会会員は 3 か月前倒し)ができます。

なお、核医学部会には、学会ホームページにある部会入会申し込みサイトから、いつでもご入会いただけます。

<http://nm.jsrt.or.jp/index.html>

核医学部会の主な活動

- 総会学術大会および秋季大会での核医学部会の開催
(教育講演, 基礎講演, ミニシンポジウム, 技術討論会など)
- 核医学部会誌(電子版)の発行(年2回)
- 核医学画像セミナーの開催(年2回)
(ファントムを使った実験, 画像処理, 評価の実践)

- 核医学技術研修会の開催(年1回)(撮像装置を使ったファントム実験)
- 核医学チュータ養成講座
- 核医学検査技術関連の叢書の発刊
- 研究活動の支援(ディジタルファントムなどの提供)

核医学部会では会員の皆様の臨床業務や研究活動にとって有益な情報を提供できるように, 部会会員の皆様とともに一丸となって活動する所存ですので, ますますのご支援, ご協力を賜りますようお願い申し上げます.

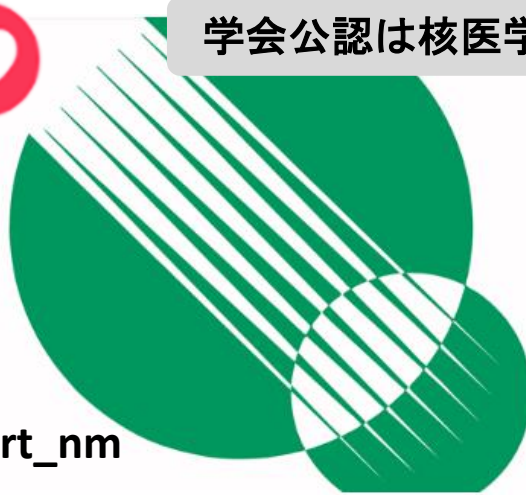
JSRT核医学部会Facebook



JSRT 核医学部会



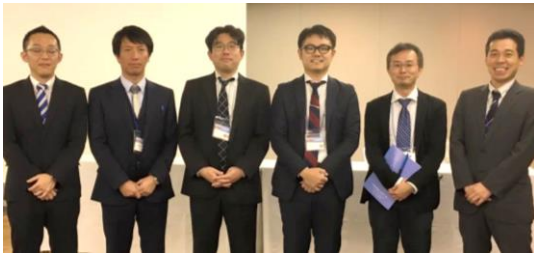
学会公認は核医学部会が**初**!!



JAPANESE
SOCIETY
OF
RADIOLOGICAL
TECHNOLOGY

核医学部会
NUCLEAR MEDICINE

@jsrt_nm



楽しい楽しい『核医学の繋がり』＼(^o^)/＼(^o^)/＼(^o^)/

👉 気軽に見られる情報源♪メリットは...



- 部会誌やホームページよりもいち早く情報をお届け
- 情報交換会や学会会期中の様子など、ここだけの情報も
- 写真や画像での情報提供が盛りだくさん
- 核医学部会に興味があるJSRT会員の方もフォロー可能

お知り合いの方を是非、ご招待ください



文献データベースの紹介

がん研有明病院 宮司 典明

「学会発表，論文作成をしたいけど，過去の研究を調べるのが面倒・・・」という方は少なくないと思います．MEDLINE や PubMed など文献検索ツールは豊富にありますが，「リストされる膨大な文献を精査するのは大変．しかも英語だし・・・」との声も聞かれます．

そこで核医学部会では，研究の初心者向けに核医学技術に関する文献データベースを作成しました．核医学研究をするための核医学技術に関する文献データベースは核医学部会 HP から無料で閲覧・ダウンロードを可能にしています．是非ご活用ください．

本データベースは部会の専門性を活かして以下の特長があります．

- ・ 論文の特徴，最新研究，臨床動向との関連性など有用なコメントを付加
- ・ 英語論文でも，その主たる内容は日本語で解説
- ・ 古典から最新技術の基礎まで厳選された論文をリストアップ

もちろん文献名，著者名，出典(雑誌)名，キーワード，概要文による検索も可能です．

本データベースは核医学部会 HP から無料で閲覧・ダウンロード可能です．

http://nm.jsrt.or.jp/db/ronbun_DB_ver4%20_2010624

現在、厳選した 200 編程の論文を掲載しております。初学者から熟練者まで，会員の皆様の研究活動の一助になれば幸いです．

お知らせ

第 23 回核医学画像セミナー 延期のお知らせ

公益社団法人日本放射線技術学会

教育委員会・核医学部会・北海道支部

2020 年 6 月 21 日に北海道大学病院にて開催を予定していた本セミナーは、新型コロナウイルス感染拡大防止のため延期となりましたことをお知らせいたします。

本セミナーは実際にファントムを使って行う実習であることから、昨今行われているようなオンライン形式での開催は難しく、新型コロナウイルスが終息後に改めて開催する方向で考えております。

本セミナーを楽しみにして頂いていた会員の皆様には大変ご迷惑をお掛致しますが、何卒ご理解頂ければと思います。

問合先：北海道大学病院 医療技術部（放射線部門） 孫田 恵一（まごた けいいち）

E-mail: magota@huhp.hokudai.ac.jp

お知らせ

第 25 回核医学技術研修会

延期開催決定

ー臨床に活かすファントム実験のノウハウー

公益社団法人日本放射線技術学会

教育委員会, 核医学部会, 東北支部

第 25 回核医学技術研修会は、「臨床に活かすファントム実験のノウハウ」をテーマに開催します。核医学領域で使用されている 4 種類のファントムを用意し、ファントムの作成から解析までを行っていただくことを目的としております。骨シンチ評価用 (SIMM 型)、NEMA Body ファントム、Hoffman Brain ファントム、心肝ファントム (HL3 型) の 4 種類のファントムを用いた実験を企画しました。診療放射線技師になって初めてファントム実験を行う初学者から、ファントム作成で困った経験をお持ちの方、さらに定量評価について興味をお持ちの方までどなたでも参加可能です。会場となる東北大学病院では、半導体 PET/CT 装置も導入されており、実機での撮影協力もお願いしております。多種のファントムに一度に触れる機会は少ないと思いますので、ぜひ皆様、奮ってご参加くださいますようよろしくお願いいたします。

日時(予定) : 2021 年 6 月 19 日 (土) 9:00 ~18:00, 20 日 (日) 9:00 ~16:00

会場(予定) : 東北大学病院

〒980-8574 宮城県仙台市青葉区星陵町 1-1

定員 : 25 名程度

(申し込み多数の場合は、地域および施設を考慮し選考しますのでご承知ください。)

受講費 : 会員 12,000 円 (ただし核医学部会員 10,000 円)

非会員 24,000 円 (テキスト代含む)

内容 (予定) : ・「骨を対象 : 骨シンチ評価用 SIMM 型ファントム実験」

・「脳を対象 : ホフマンファントム実験」

・「心臓を対象 : 心肝ファントム実験」

・「PET・SPECT を対象 : NEMA Body phantom 実験」

・グループディスカッション・プレゼンテーション

お知らせ

申込方法：会員専用ページ『RacNe（ラクネ）』にログインしてお申し込みください。
非会員でもご利用いただけます。（「学会に入会せずサイトを利用したい方」
を押して進んでください。）はじめに，申込の手順
（<http://www.jsrt.or.jp/data/seminar-entry/>）をご一読ください。
※お申し込み後，登録確認メールを受信できない場合はお問い合わせください。

申込期間（予定）：2021年4月1日（木）正午～4月30日（金）正午

携帯品：白衣、筆記用具、ご自身のノートパソコン（OS：Windows XP 以上，Excel，
画像解像度 1024×768 以上）をご用意ください。ノートパソコンの貸し出
しは行っておりません。また，マウスを持参していただくことをお勧めしま
す。

問合先：東北大学病院 診療技術部放射線部門 小田桐 逸人（おだぎり はやと）
E-mail：h-odagiri@rad.hosp.tohoku.ac.jp

※その他：宿泊に関してはご自身で確保してください。

※本研修会受講の核医学専門技師認定機構の単位認定が 40 ポイントになりました。
核医学部会に入会されている方は受講費が 2,000 円割引されます。これを機に核医
学部会への入会を併せてよろしくお願い申し上げます。部会入会申し込みページは
こちらです。（<http://www.jsrt.or.jp/data/activity/bunka/>）

※日々変化する COVID-19 の感染状況に応じて、開催日、開催内容、開催会場など
の変更も考えられます。Web での講義、講演なども視野に入れておりますが、技術
研修として、対面での実機を用いた研修の必要性が重要であるという認識もしており
ます。状況に応じ臨機応変に対応してまいりますので、何卒ご理解とご協力をお願い
いたします。

日本核医学専門技師認定単位の 取り扱いが変わります！

※新規受験者

令和2年度より



新単位にて申請

※ 更新者

令和2年度のみ



旧単位にて申請

※機構HPよりダウンロード

令和3年度より



新単位にて申請

※ 来年より、個人情報管理システム(RacNe)の運用を開始します。
それに伴い、認定試験やセミナー等の申込、更新申請、決済などが電子化されます。
RacNeの会員登録方法など、詳細については改めてHPにてお知らせいたします。

旧-核医学専門技師認定更新申請時単位表

区分	事項	単位数
I	機構に加入する学会・団体が主催する事業に関する評価	
	1) 学術総会及び学術大会に関する評価	
	参加	20
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	2) 地方会(部会)の学術大会に関する評価	
	参加(1日当たり)	10
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	3) 研修会(セミナー)及び講習会に関する評価(講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学技術セミナー(JSNMT)	15
	核医学技術研修会(JSRT)	30
	PET研修セミナー(JSNM)	30
	核医学基礎セミナー:初心者コース(JSNM)	30
	PET施設認証セミナー(薬剤製造コース、撮像認証コース)	15
	放射性医薬品取り扱いガイドライン講習会	15
	合同薬剤調整セミナー(JSNM、JSNMT)	15
	核医学画像セミナー(JSRT)	15
	核医学専門技師養成講座(JBNMT)	40
	核医学専門技師実践セミナー(JBNMT)	50
	その他、機構が主催する講習会	40
	4) 専門部会に関する評価(参加:15単位、発表及び講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学部会(JSRT)	15
	卒後教育プログラム(JSNMT)	15
	心臓核医学会(JSNM)	15
	PET核医学分科会:PETサマーセミナー(JSNM)	15
	腫瘍免疫核医学研究会(JSNM)	15
	日本脳神経核医学研究会(JSNM)	15
	呼吸器核医学研究会(JSNM)	15
	入門講座(JSRT)	5
	専門講座(JSRT)	5
	塩化ラジウム(Ra-223)注射液を用いたRI内用療法における適正使用に関する安全取扱講習会	5
	有痛性骨転移の疼痛治療における塩化ストロンチウム-89治療安全取扱講習会	5
	イットリウム-90標識抗CD20抗体を用いた放射免疫療法の安全取扱講習会	5
	I-131(I,110MBq)による残存甲状腺破壊(アブレーション)の外来治療における適正使用に関する講習会	5
	5) 海外での学術大会に関する評価	
	参加	15
	発表(筆頭者)	30
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	30
	6) 機構が認定した核医学に関する全国レベルの学会・講習会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	10
	7) 機構が認定した地方レベルの研究会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	5
	8) その他の研究会(別表参照)	
II	論文・著書等に関する評価(原著以外はすべてその他)	
	1) 査読制度のある学術誌(学術会議登録学会雑誌等)	
	原著論文(筆頭著者)	40
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭著者)	20
	その他論文(共同研究者)	5
	2) 査読制度のない学術誌及びその他学術誌	
	原著論文(筆頭著者)	20
	原著論文(共同研究者)	5
	その他論文(筆頭著者)	10
	その他論文(共同研究者)	3
	3) 海外学術誌(国内の外国語論文も含む)	
	原著論文(筆頭著者)	50
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭著者)	25
	その他論文(共同研究者)	5
	4) 地方部会雑誌及び商業雑誌等	
	投稿(筆頭者)	15
	5) 機構が認定した全国レベル、地方レベル研究会等の記録集	
	全国レベル投稿(筆頭者)	10
	地方レベル投稿(筆頭者)	5
	6) 著書	
	単著、共著	10
	分担執筆(5頁まで)	2/頁
	7) その他	委員会決定
III	核医学検査業務に関する評価	
IV	1) 常勤(3日/週以上の勤務者)	3/月
	2) 非常勤(2日/週以下の勤務者)	延月数×2
IV	その他	委員会決定

新-核医学専門技師認定更新申請時単位表

区分	事項	単位数
I	機構に加入する学会・団体が主催する事業に関する評価	
	1) 学術総会及び学術大会に関する評価	
	参加	10
	発表(筆頭者)	20
	発表(共同研究者)	2
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	20
	2) 地方会(部会)の学術大会に関する評価	
	参加(1日当たり)	5
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	1
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	3) 研修会(セミナー)及び講習会に関する評価(講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学技術セミナー(JSNMT)	15
	核医学技術研修会(JSRT)	30
	PET研修セミナー(JSNM)	30
	核医学基礎セミナー:初心者コース(JSNM)	30
	PET施設認証セミナー(薬剤製造コース、撮像認証コース)	15
	放射性医薬品取り扱いガイドライン講習会	15
	合同薬剤調整セミナー(JSNM、JSNMT)	15
	核医学画像セミナー(JSRT)	15
	核医学専門技師養成講座(JBNMT)	40
	核医学専門技師実践セミナー(JBNMT)	50
	その他、機構が主催する講習会	40
	4) 専門部会に関する評価(参加:15単位、発表及び講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学部会(JSRT)	15
	卒後教育プログラム(JSNMT)	15
	心臓核医学会(JSNM)	15
	PET核医学分科会:PETサマーセミナー(JSNM)	15
	腫瘍免疫核医学研究会(JSNM)	15
	日本脳神経核医学研究会(JSNM)	15
	呼吸器核医学研究会(JSNM)	15
	入門講座(JSRT)	5
	専門講座(JSRT)	5
	塩化ラジウム(Ra-223)注射液を用いたRI内用療法における適正使用に関する安全取扱講習会	5
	有痛性骨転移の疼痛治療における塩化ストロンチウム-89治療安全取扱講習会	5
	イットリウム-90標識抗CD20抗体を用いた放射免疫療法の安全取扱講習会	5
	I-131(I,110MBq)による残存甲状腺破壊(アブレーション)の外来治療における適正使用に関する講習会	5
	5) 国際学会に関する評価	
	参加(国内開催)	10
	参加(国外開催)	15
	発表(筆頭者)	35
	発表(共同研究者)	2
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	30
	6) 機構が認定した核医学に関する全国レベルの学会・講習会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	10
	7) 機構が認定した地方レベルの研究会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	5
	8) その他の研究会(別表参照)	
II	論文・著書等に関する評価(原著以外はすべてその他)	
	1) 査読制度のある学術誌(学術会議登録学会雑誌等)	
	原著論文(筆頭著者)	40
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭著者)	20
	その他論文(共同研究者)	5
	2) 査読制度のない学術誌及びその他学術誌	
	原著論文(筆頭著者)	20
	原著論文(共同研究者)	5
	その他論文(筆頭著者)	10
	その他論文(共同研究者)	3
	3) 海外学術誌(国内の外国語論文も含む)	
	原著論文(筆頭著者)	50
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭著者)	25
	その他論文(共同研究者)	5
	4) 地方部会雑誌及び商業雑誌等	
	投稿(筆頭者)	15
	5) 機構が認定した全国レベル、地方レベル研究会等の記録集	
	全国レベル投稿(筆頭者)	10
	地方レベル投稿(筆頭者)	5
	6) 著書	
	単著、共著	10
	分担執筆(5頁まで)	
	7) その他	委員会決定
III	核医学検査業務に関する評価	
	常勤・非常勤	1/月
	放射線管理業務に関する評価	
	実務担当(測定・記帳・記録等)	1/月
	管理者担当(放射線取扱主任者等)	1/月
	教育訓練担当(1回/年)	15
	教育に関する評価	
IV	学生教育・実習指導	15
	社会貢献に関する評価	
	自治体の放射線災害関係対策の委員等	15
	施設等の放射線災害関係対策の委員等	15
	4団体の放射線災害関係対策の委員等	15
IV	その他	委員会決定

旧-核医学専門技師認定新規受験申請時単表

区分	事項	単位数
I	機構に加入する学会・団体が主催する事業に関する評価	
	1) 学術総会及び学術大会に関する評価	
	参加	20
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	2) 地方会(部会)の学術大会に関する評価	
	参加(1日当たり)	10
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	3) 研修会(セミナー)及び講習会に関する評価(講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学技術セミナー(JSNMT)	15
	核医学技術研修会(JSRT)	30
	PET研修セミナー(JSNM)	30
	核医学基礎セミナー:初心者コース(JSNM)	30
	PET施設認証セミナー(薬剤製造コース、撮像認証コース)	15
	放射性医薬品取り扱いガイドライン講習会	15
	合同薬剤調整セミナー(JSNM、JSNMT)	15
	核医学画像セミナー(JSRT)	15
	核医学専門技師養成講座(JBNMT)	40
	核医学専門技師実践セミナー(JBNMT)	50
	その他、機構が主催する講習会	40
	4) 専門部会に関する評価(参加:15単位、発表及び講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学部会(JSRT)	15
	卒後教育プログラム(JSNMT)	15
	心臓核医学会(JSNM)	15
	PET核医学分科会:PETサマーセミナー(JSNM)	15
	腫瘍免疫核医学研究会(JSNM)	15
	日本脳神経核医学研究会(JSNM)	15
	呼吸器核医学研究会(JSNM)	15
	入門講座(JSRT)	5
	専門講座(JSRT)	5
	塩化ラジウム(Ra-223)注射液を用いたRI内用療法における適正使用に関する安全取扱講習会	5
	有痛性骨転移の疼痛治療における塩化ストロンチウム-89治療安全取扱講習会	5
	イットリウム-90標識抗CD20抗体を用いた放射免疫療法の安全取扱講習会	5
	I-131(1,110MBq)による残存甲状腺破壊(アブレーション)の外來治療における適正使用に関する講習会	5
	5) 海外での学術大会に関する評価	
	参加	15
	発表(筆頭者)	30
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	30
	6) 機構が認定した核医学に関する全国レベルの学会・講習会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	10
	7) 機構が認定した地方レベルの研究会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	5
	8) その他の研究会(別表参照)	
II	論文・著書等に関する評価(原著以外はすべてその他)	
	1) 査読制度のある学術誌(学術会議登録学会雑誌等)	
	原著論文(筆頭者)	40
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭者)	20
	その他論文(共同研究者)	5
	2) 査読制度のない学術誌及びその他学術誌	
	原著論文(筆頭者)	20
	原著論文(共同研究者)	5
	その他論文(筆頭者)	10
	その他論文(共同研究者)	3
	3) 海外学術誌(国内の外国語論文も含む)	
	原著論文(筆頭者)	50
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭者)	25
	その他論文(共同研究者)	5
	4) 地方部会雑誌及び商業雑誌等	
	投稿(筆頭者)	15
	5) 機構が認定した全国レベル、地方レベル研究会等の記録集	
	全国レベル投稿(筆頭者)	10
	地方レベル投稿(筆頭者)	5
	6) 著書	
	単著、共著	10
	分担執筆(5頁まで)	2/頁
	7) その他	委員会決定
III	核医学検査業務に関する評価	
	1) 常勤(3日/週以上の勤務者)	3/月
IV	2) 非常勤(2日/週以下の勤務者)	延月数×2
	その他	委員会決定

新-核医学専門技師認定新規受験申請時単表

区分	事項	単位数
I	機構に加入する学会・団体が主催する事業に関する評価	
	1) 学術総会及び学術大会に関する評価	
	参加	20
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	2) 地方会(部会)の学術大会に関する評価	
	参加(1日当たり)	5
	発表(筆頭者)	10
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	15
	3) 研修会(セミナー)及び講習会に関する評価(講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学技術セミナー(JSNMT)	15
	核医学技術研修会(JSRT)	30
	PET研修セミナー(JSNM)	30
	核医学基礎セミナー:初心者コース(JSNM)	30
	PET施設認証セミナー(薬剤製造コース、撮像認証コース)	15
	放射性医薬品取り扱いガイドライン講習会	15
	合同薬剤調整セミナー(JSNM、JSNMT)	15
	核医学画像セミナー(JSRT)	25
	核医学専門技師養成講座(JBNMT)	40
	核医学専門技師実践セミナー(JBNMT)	50
	その他、機構が主催する講習会	40
	4) 専門部会に関する評価(参加:15単位、発表及び講演等(筆頭者):15単位)	
	核医学部会(JSRT)	15
	卒後教育プログラム(JSNMT)	15
	心臓核医学会(JSNM)	15
	PET核医学分科会:PETサマーセミナー(JSNM)	15
	腫瘍免疫核医学研究会(JSNM)	15
	日本脳神経核医学研究会(JSNM)	15
	呼吸器核医学研究会(JSNM)	15
	入門講座(JSRT)	5
	専門講座(JSRT)	5
	塩化ラジウム(Ra-223)注射液を用いたRI内用療法における適正使用に関する安全取扱講習会	5
	有痛性骨転移の疼痛治療における塩化ストロンチウム-89治療安全取扱講習会	5
	イットリウム-90標識抗CD20抗体を用いた放射免疫療法の安全取扱講習会	5
	I-131(1,110MBq)による残存甲状腺破壊(アブレーション)の外來治療における適正使用に関する講習会	5
	5) 国際学会に関する評価	
	参加(国内開催)	15
	参加(国外開催)	20
	発表(筆頭者)	30
	発表(共同研究者)	3
	講演(筆頭者)、シンポジウム等	30
	6) 機構が認定した核医学に関する全国レベルの学会・講習会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	10
	7) 機構が認定した地方レベルの研究会に関する評価(別表参照)	
	参加	5
	発表(筆頭者)	5
	8) その他の研究会(別表参照)	委員会決定
II	論文・著書等に関する評価(原著以外はすべてその他)	
	1) 査読制度のある学術誌(学術会議登録学会雑誌等)	
	原著論文(筆頭者)	40
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭者)	20
	その他論文(共同研究者)	5
	2) 査読制度のない学術誌及びその他学術誌	
	原著論文(筆頭者)	20
	原著論文(共同研究者)	5
	その他論文(筆頭者)	10
	その他論文(共同研究者)	3
	3) 海外学術誌(国内の外国語論文も含む)	
	原著論文(筆頭者)	50
	原著論文(共同研究者)	10
	その他論文(筆頭者)	25
	その他論文(共同研究者)	5
	4) 地方部会雑誌及び商業雑誌等	
	投稿(筆頭者)	15
	5) 機構が認定した全国レベル、地方レベル研究会等の記録集	
	全国レベル投稿(筆頭者)	10
	地方レベル投稿(筆頭者)	5
	6) 著書	
	単著、共著	10
	分担執筆(5頁まで)	2/頁
	7) その他	委員会決定
III	核医学検査業務に関する評価	
	常勤・非常勤	2/月
	放射線管理業務に関する評価	
	実務担当(測定・記帳・記録等)	1/月
	管理者担当(放射線取扱主任者等)	1/月
	教育訓練担当(1回/年)	15
IV	教育に関する評価	
	学生教育・実習指導	15
	社会貢献に関する評価	
	自治体の放射線災害関係対策の委員等	15
	施設等の放射線災害関係対策の委員等	15
IV	4) 団体の放射線災害関係対策の委員等	15
	その他	委員会決定

全身用半導体 SPECT 装置の使用経験

旭川医科大学病院 宇野 貴寛

はじめに

臨床使用を目的とした半導体 CdZnTe (CZT) 検出器搭載ガンマカメラにおける市場投入は心臓専用機から始まり、その有用性は多数報告されてきた¹⁻³⁾。しかし、撮像範囲が限定的であり、心臓以外への応用には限界があった為、全身用半導体装置の開発が期待されていた。

そのような中で、GE Healthcare 社によって、全身用半導体 SPECT 装置である Discovery NM/CT 670 CZT が市場に投入され、本邦第 1 号機として 2017 年 7 月から埼玉医科大学病院で稼働を開始している。当院（旭川医科大学病院）においては、同年 12 月に本邦第 2 号機として設置され、2018 年 1 月より本格稼働を開始した。

本装置の特徴として、有効視野が 51×39cm と従来型アンガーカメラと同様に広く、優れたエネルギー分解能と CNR を実現していることが挙げられる。また、List mode による撮像が可能であり、レトロスペクティブに撮像時間やエネルギーウィンドウといった撮像条件の変更が可能となっている。

本稿では、このような特徴をもつ Discovery NM/CT 670 CZT の使用経験を報告する。

1. CZT ディテクター

CZT ディテクターモジュールの構造について説明する。4cm×4cm を 1 つのモジュール単位としており、16×16 ピク

セルに分割することで、native pixel の大きさは 2.46mm となる。これが信号読み出し回路へ繋がっている（図 1）。

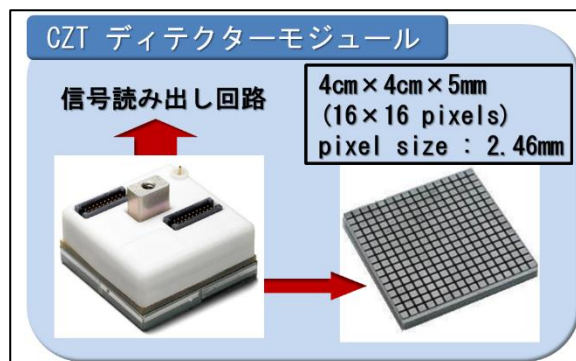


図 1

従来型検出器の NaI(Tl)アンガーカメラは、ガンマ線をシンチレーション光として捉えた後に、電子変換を行う。このように光、電子といった変換を重ねる必要があった。

一方、CZT 検出器はガンマ線をダイレクトに電気信号変換させることが可能なため、変換効率が従来機よりも高くなる。この変換効率の良さがエネルギー分解能向上などに寄与している。

コリメータを外すと CZT ディテクターモジュールが敷き詰められているのがわかる。従来機と大きく異なる点のひとつである（図 2）。

2. Uniformity Map

当院に導入後、最初に行われたのは GE 社アプリ担当者による Uniformity Map に関する検討であった。当初、メインウィンドウ(EM)、サブウィンドウ(SC)

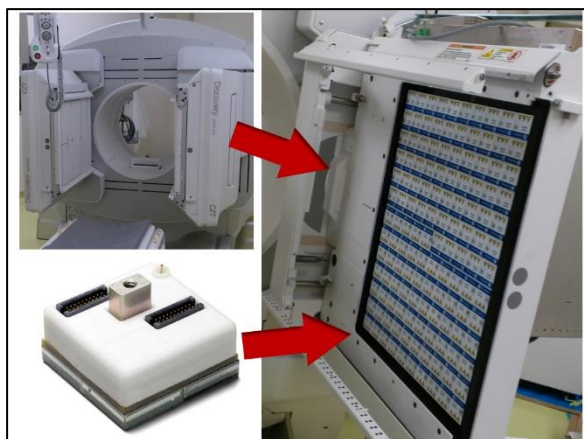


図 2

共に，Co-57 を用いた Uniformity Map 使用が推奨されていたが，アーチファクトの可能性があるとのことで，検証が必要となった。

Tc-99m を用いたプールファントムを用いて，エネルギーウィンドウを EM: 140.5keV \pm 10%，SC: 120.0keV \pm 5%と設定し収集した．Co-57 を用いた Uniformity Map を使用した場合，メインウィンドウ画像の均一性は問題ないが，サブウィンドウ画像において，モジュールパターンが出現し，均一性が悪くなった．ここで，実際に収集する核種（ここでは Tc-99m）を Uniformity Map として使用すると均一性が改善することがわかった（図 3）。

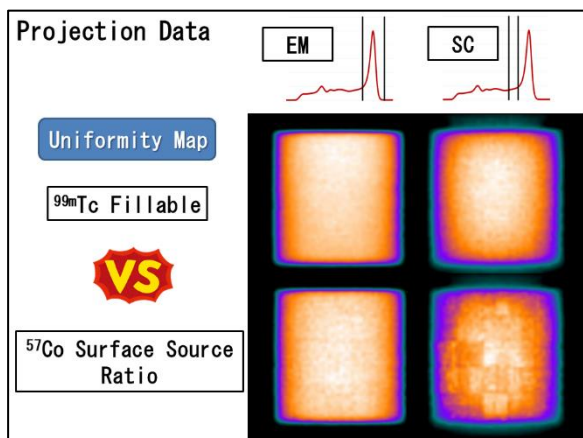


図 3

つまり，CZT 検出器においては Uniformity Map の相違が敏感に画像へ反映され，不適切な Uniformity Map を適用すると，モジュールパターン出現の可能性があることがわかった．適切に運用するには，使用核種それぞれで Map を取得する必要がある，例えば I-123 を収集する際は I-123 を用いた Uniformity Map を使用することが望ましい。

ここで誤解のないように申し添えると，決して均一性に難があるという訳ではなく，適切な Uniformity Map が適用されていれば，均一性は良好に保たれる．Daily チェックの結果からもわかるとおり，Uniformity の変化はほとんどなく，安定稼働していることがわかる（図 4）。

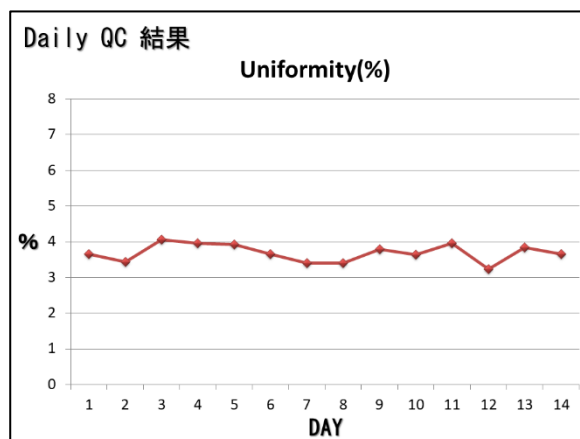


図 4

3. リストモード収集

本装置にはリストモード収集が搭載されており，マトリクスサイズ，エネルギーウィンドウ，撮像時間といった撮像条件をレトロスペクティブに変化させてプロジェクトンデータを再作成可能である．よって，1 回の収集で種々の撮像条件を考察することが可能となる．心筋血流 MIBI 検査の撮像時間を変化させたときの SA 画像を提示する（図 5）．SSS な

どのスコアの安定性や視覚的な評価から、適切な撮像時間を導き出すことが可能である。

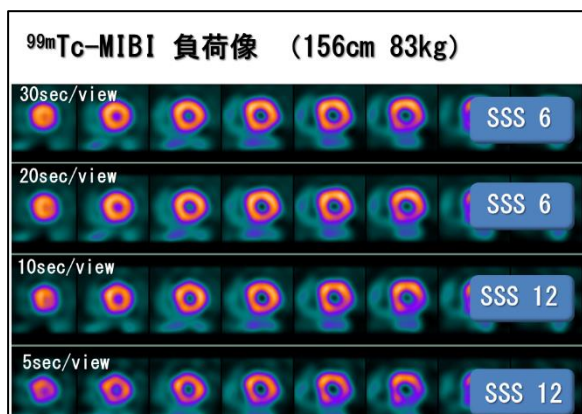


図 5

4. Sensitivity

Tc-99m を用いて 670 CZT と NaI(Tl) 装置の双方で感度測定を行った結果を図 6 に示す。CZT 装置のコリメータは 1 種類のみ (WEHR) である。従来機で同程度の性能のコリメータ (LEHR) 装着時と比較すると、同じエネルギーウィンドウ幅では 1 割程度の感度向上がみられる。CZT でのウィンドウ幅 20% と NaI(Tl) 装置でのウィンドウ幅 15% で比較すると、2 割程度感度が向上することになる。なぜ、CZT のみウィンドウを広げた条件での比較を実施したかについては、感度重視のエネルギーウィンドウ設定も十分考慮可能なことによる (このことは「7. コントラスト」で後述する)。

複数の CZT 検出器モジュールが対象臓器にフォーカスして撮像する心臓専用機ほどではないが、従来機よりも感度が向上していることがわかる。

5. CZT 特有のエネルギー分布

従来機 (NM630) と CZT 装置のエネルギースペクトルの相違を図 7 に示す。

CZT 装置はガンマ線入力の変換効率の良さを反映しエネルギー分解能が良いことがわかる。また、CZT 装置の低エネルギー部が従来機よりも若干、成分が多く見える (図 7 矢印)。これは、CZT で形成される正孔の移動が遅く、陰極に到達するまでに Hole-Trapping されることに起因する。これにより実際のガンマ線入射エネルギーよりも低いエネルギーとして認識され、特徴的な低エネルギー部 (Tailing) が形成される。

Sensitivity (cps/MBq) @100mm					
核種	装置	収集エネルギー	コリメータ		
			WEHP	LEHR	ELEGP
^{99m}Tc	NM670 [CZT]	140 \pm 10%	79.56	—	—
		140 \pm 7.5%	75.06	—	—
	NM630 [NaI(Tl)]	140 \pm 10%	—	71.79	146.54
		140 \pm 7.5%	—	67.72	138.50

図 6

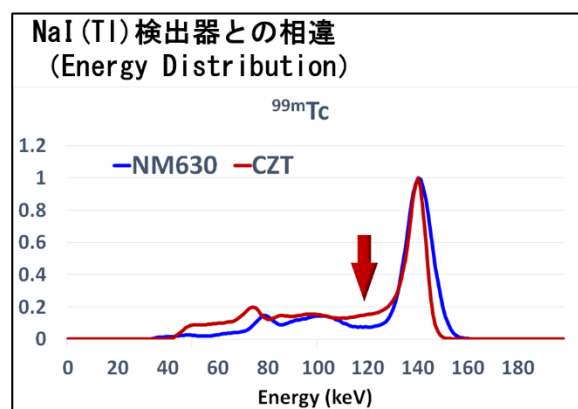


図 7

6. 分解能

ラインソースを用いて、従来機との比較を実施したものを図 8 および図 9 に示す。従来機に比し、メインピークの分解能が向上していることがわかる。また特徴的なのは、670 CZT において前述した

Tailing 部の分解能も非常に良いことである。

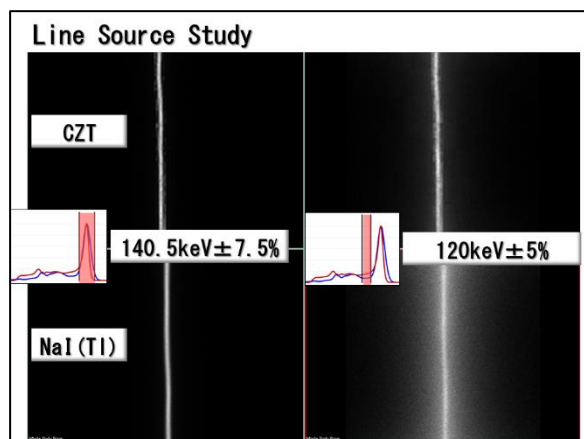


図 8

Line Source Study ~FWHM~		
	CZT	NaI(Tl)
140.5 ± 7.5%	5.08mm	6.20mm
120.0 ± 5.0%	7.89mm	27.68mm

図 9

7. コントラスト

Tc-99m を用いて従来機とのコントラストの比較を行ったものを図 10 および図 11 に示す。陽性像のコントラストについて、従来機 (D630) の 15% ウィンドウ幅でのコントラストよりも、670 CZT の 20% ウィンドウ幅でのコントラストが上回った。また、陰性像のコントラストについて、従来機 (D630) の 15% ウィンドウ幅でのコントラストと 670 CZT の 20% ウィンドウ幅でのコントラストがほぼ同等となった。また、同じ 15% ウィンドウ幅では、CZT 装置の方が従来機に比べて、コントラストが良好であった。以上のことから、670 CZT の Tc-

99m の収集ウィンドウはコントラスト重視設定として、15% 幅、感度重視設定として、20% 幅のエネルギーウィンドウが可能と考えられた。

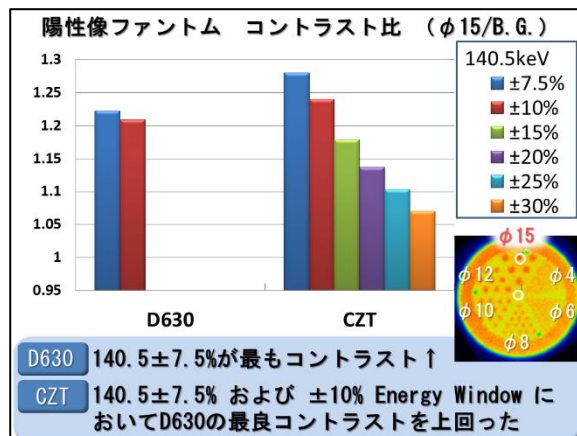


図 10

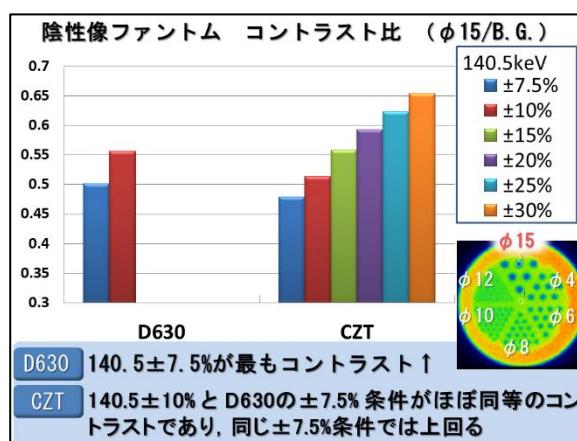


図 11

エネルギー分解能が良い CZT において、設定エネルギーウィンドウは narrow window とするのが通常の方であると思われる。なぜ、従来機と同様の 20% ウィンドウにおいても良好な画像となるのか、であるが前述した図 8 および図 9 からわかるとおり、CZT の Tailing 部分には、プライマリ光子の情報を多く含むことがわかる。このことが、従来機と同等のウィンドウ幅 20% としても、良好な画像が得られる理由と考え

られる。

8. Dual Source Scan (Tc-99m & I-123)

Tc-99m と I-123 を用いた心筋 Dual Source SPECT を想定し、ファントム実験を行った。人体への投与量を Tc-99m 370MBq, I-123 111MBq, 心筋摂取率をそれぞれ 1.5% および 5% と仮定し、核種単体で封入した箇所、両者を混入した状態で封入した箇所を設けた。実際の SPECT 画像（短軸像）を図 12 に示す。

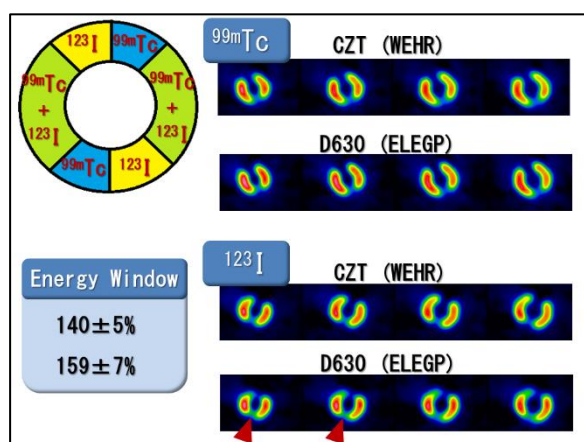


図 12

従来機 (D630) の I-123 収集ウィンドウにおいて、本来陰性である箇所の描出が CZT よりも悪いことがわかる (図 12 矢印)。従来機において Tc-99m のエネルギーピークが I-123 のエネルギーウィンドウに入りこんでしまうことが原因と考えられ、670 CZT においては、この現象が見られないことを意味する。この要因については CZT のエネルギーピーク形状で説明可能である。CZT のエネルギーピークの高エネルギー部は急峻にその成分が 0 となる (図 7)。これにより Dual Source SPECT において、高エネルギーウィンドウへのクロストークを防ぐことが可能となっている。全身用 CZT 装置において、Tc-99m, I-123 を弁別可能であることがわかる。

9. まとめ

全身用 CZT SPECT 装置は、良好なエネルギー分解能、コントラストを実現している。現在、WEHR コリメータの他、In-111 エネルギー領域に対応可能なコリメータが開発され、使用核種の選択肢が広がっており、今後の展開が注目される。

参考文献

- 1) Han Zhang, Xin Fan, Shanshan Qin, et al. Left ventricular mechanical dyssynchrony assessment in obese patients using the cadmium-zinc telluride SPECT camera. The International Journal of Cardiovascular Imaging 2020; 36: 757-765
- 2) Shinya Shiraishi, Noriko Tsuda, Fumi Sakamoto, et al. Clinical usefulness of quantification of myocardial blood flow and flow reserve using CZT-SPECT for detecting coronary artery disease in patients with normal stress perfusion imaging. J Cardiol 2020; 75(4): 400-409.
- 3) Matthieu Bailly, Frédérique Thibault, Maxime Courtehoux, et al. Added Value of Myocardial Blood Flow Quantification and Calcium Scoring During CZT SPECT Myocardial Perfusion Imaging for Coronary Artery Disease Screening. Clin Nucl Med 2019; 44(11): 617-619.

Digital Photon Counting PET/CT 装置の特長とその応用

北海道大学病院 孫田 恵一

はじめに

当院では、2019 年 4 月に Philips 社製 Vereos PET/CT scanner を導入した。光検出素子に半導体であるシリコンを用いた silicon photomultiplier (SiPM) を搭載した装置である。本稿では、同装置の空間分解能、time-of-flight (TOF) 効果などの特長を示し、またファントムおよび臨床画像を用いて得られた知見や結果を紹介する。

1. Vereos の特長

図 1 に Vereos の装置外観写真を示す。同社の先行機種である Gemini TF などは PET 部と CT 部が分離された配置であったが、Vereos では他社装置と同様に一つの箱に入った一体型に変更された。

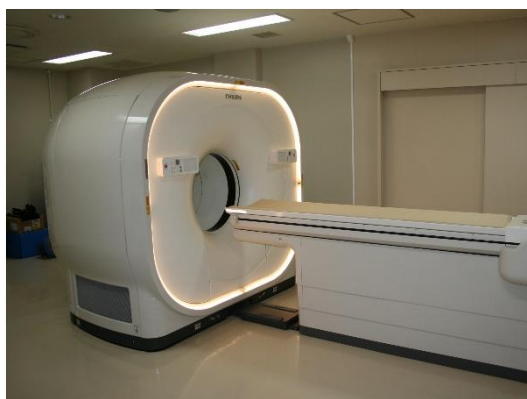


図 1 Philips 社製 Vereos PET/CT scanner 外観

SiPM はガイガーモードで動作するアバランシェフォトダイオードをマルチピクセル化したものであり、陽電子放出核種から放出されたガンマ線を直接捉えるのではなく、LYSO で発生したシンチレ

ータ光を介して間接的に捉える光検出素子である。Vereos に搭載されている SiPM では、リードアウト処理回路が半導体チップに直接接続されているため A/D 変換が不要であり、シンチレータからの光信号を直接デジタル信号として出力する (Digital photon counting)。シンチレータと SiPM が一対一対応しているため、従来のアングラー方式による位置同定計算が不要となる。これらの構造的な特長によって、空間分解能の向上、TOF 時間分解能の改善による TOF 効果の向上、数え落としの低減などが期待できる。表 1 に性能比較表を示す^{1),2)}。

装置名	Vereos	Gemini TF
光検出素子	SiPM	光電子増倍管
クリスタル素材	LYSO	
クリスタルサイズ (mm ³)	4.0 × 4.0 × 19	4.0 × 4.0 × 22
Axial FOV (cm)	16.4	18.0
TOF 時間分解能 (psec)	310	495
空間分解能 (mm FWHM) @1 cm	4.1	4.8
感度 @center (cps/kBq)	5.7	6.6
Peak (max) NECR (kcps) @activity (kBq/mL)	171 @51	125 @17
散乱フラクション (%)	31	27

表 1 Philips 社製 PET/CT 装置の比較

Axial 方向の FOV が小さくなったため感度は低くなったが、空間分解能および TOF 時間分解能が向上していることが分かる。TOF 時間分解能が 495 psec から 310 psec に改善したことで、‘実効的な’雑音等価計数ないし感度のゲイン³⁾は 5.4 (Gemini TF) から 8.6 (Vereos) と大きく向上する。

その他、Gemini TF からの改善点とし

ては、PET の逐次近似再構成におけるパラメータの自由度が大きく拡大したことや point spread function (PSF) 補正が可能となったことが挙げられる⁴⁾。一方で、x, y, z 各方向のボクセルサイズが同じいわゆる isotropic ボクセルでの画像再構成が引き続き可能となっている。

2. ファントム画像による比較

図 2 に 4, 6, 8, 10, 12, 15 mm のロッドを有する Derenzo ファントムの画像を示した。両装置とも、収集時間は 30 分、TOF あり、PSF 補正なしの画像である。2 mm ボクセルの画像では、Gemini TF と比較して Vereos は最も小さな 4 mm 径のロッドを明瞭に分離描出できる。また、Vereos は 1 mm ボクセルで画像再構成することで 4 mm 径のロッドはより明瞭に分離描出されていることがわかる。主に空間分解能の向上がロッドを明瞭に分離描出できる原因と考えられる。

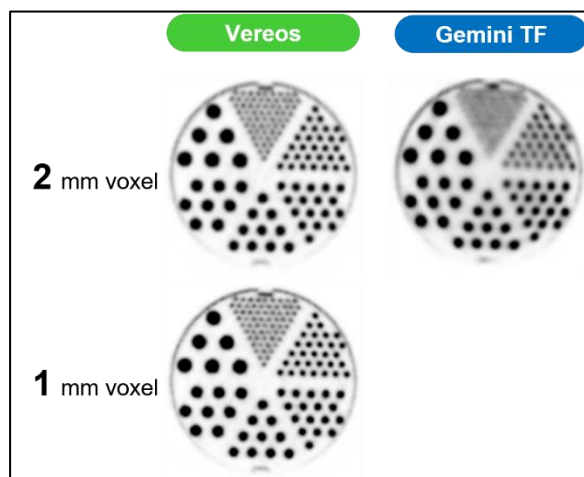


図 2 Derenzo ファントムの画像

図 3 には、NEMA ボディファントムの画像を示した。両装置とも、収集時間は 3 分、ボクセルサイズは 4 mm、TOF あり、PSF 補正なしの画像である。球と

バックグラウンドに封入した ^{18}F -FDG の比を 2:1 および 3:1 とした場合の画像である。最も小さな 10 mm 球の描出に関しては、球とバックグラウンドの比が 3:1 の場合には両装置間で描出能に大きな差は見られないが、2:1 の場合は Vereos の方が明瞭に描出できていることが分かる。Vereos は Gemini TF に比べ低コントラスト状態で優位性があり、空間分解能や TOF 効果の改善が寄与しているものと考えられる。

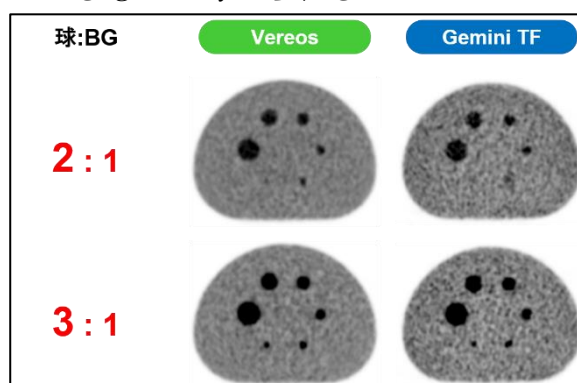


図 3 NEMA ボディファントムの画像

図 4 には、真の放射能濃度と取得されたイベント数の関係（カウント直線性）を示した。Gemini TF では 15 kBq/mL 程度の放射能濃度から数え落としが発生しているのに対して、Vereos ではこれを含むより高い放射能濃度においても数え落としが無く直線性が高いことが分かる。

ただし、ここで示した縦軸の数値はログから取得されたイベント数である。Gemini TF を含む PET/CT 装置では、図 4 のようにあらかじめファントムを用いて数え落とし補正係数を算出しておくことで、数え落とし補正された最終的な PET 画像が作成されていることに注意されたい。

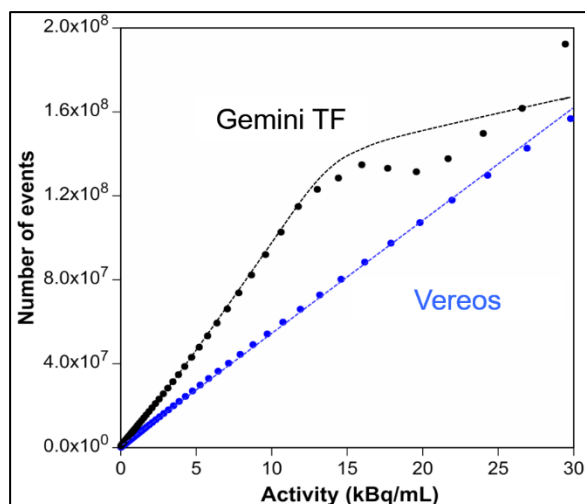


図 4 カウント直線性の比較

3. 臨床画像の提示

ここからは当院で撮像された臨床画像を提示する。ただし、倫理上の問題から従来装置との比較はせず Vereos で撮像した画像のみの提示とし、空間分解能や TOF 効果の向上に主眼をおいた画像提示を行う。

図 5 に 60 歳台、男性の悪性神経膠腫を有する患者の ^{18}F -FDG PET 全身画像を示した。投与量は 336 MBq (体重 76 kg), uptake time は 60 分、収集時間は 2.5 分/bed であった。2 mm ボクセルの画像は、4 mm ボクセルの画像と比べてノイズが目立つものの、赤矢印で示したように非常に小さな集積を明瞭に描出できていることが分かる。

図 6 には、図 5 で示した症例のデータに対して、収集時間を変更した画像を提示した。Vereos では図 4 で示したようにカウントの直線性が良いため、収集時間と投与量は互いに総計数量 (≡画素値) と良好な一次比例関係にある。例えば、収集時間を半分にすることは、投与量を半分に減量したこと (収集時間はそ

のまま) と等価になる。つまり、収集時間を変更することにより投与量の変更をシミュレートすることが可能である。

右腎の上方に存在する腫瘍への集積の SUVmax を図の下部に示した。元の収集時間である 150 秒/bed 収集から 120, 90, 60, 30, 15 秒/bed と収集時間を減少した場合、60 秒/bed までは SUVmax がほぼ一定となったことからこの収集時間まで減少させても影響は無いことが分かる。60 秒/bed は 134 MBq の投与量に相当し、投与量を 60% 減少できることを示唆している。

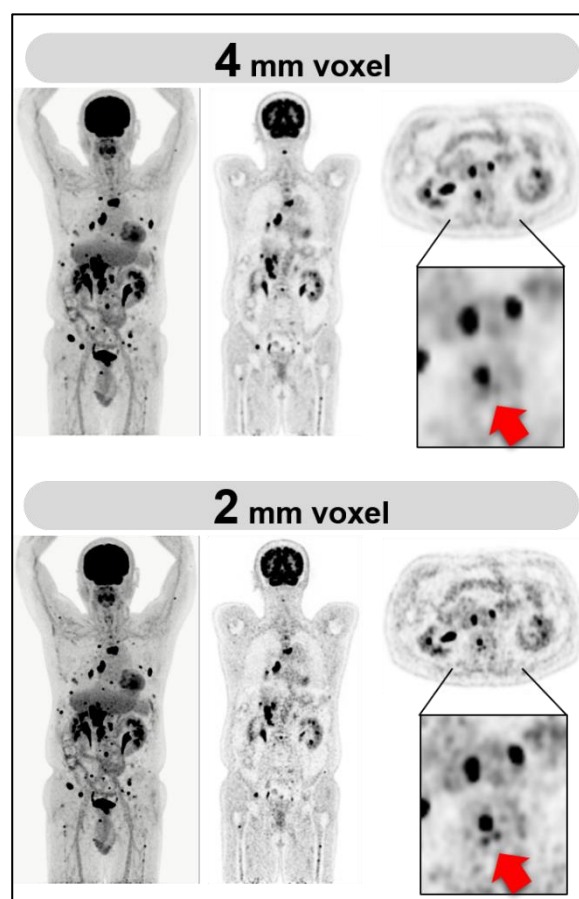


図 5 ^{18}F -FDG 全身画像

まとめ

光検出素子に半導体を利用した SiPM を搭載した PET/CT 装置を紹介した。

SiPM を搭載した装置では、光電子増倍管を搭載した従来型 PET/CT 装置に比べ、空間分解能の向上・TOF 効果の向上・数え落としの低減などが期待できる。これらの特長による臨床画像に期待できることとしては、1) 腫瘍描出能の向上（診断能の向上）、2) 画質を維持したまま投与量（=被ばく線量）を減らし、繰り返し検査に対応できる、3) 撮像時間を短縮し、痛みの強い患者の負担を減らすことができる（モーションアーチファクトの低減）などが挙げられる。

SiPM を搭載した PET/CT 装置は臨床応用されて間もない。したがって、同装置を用いた報告はまだ少ないものの上記で挙げた期待を含め、今後多くの報告がなされるであろうと思われる。

COI

本稿で使用した Philips 社製 Vereos PET/CT scanner は北海道大学と株式会社フィリップス・ジャパンとの共同研究に基づき貸与されたものである。

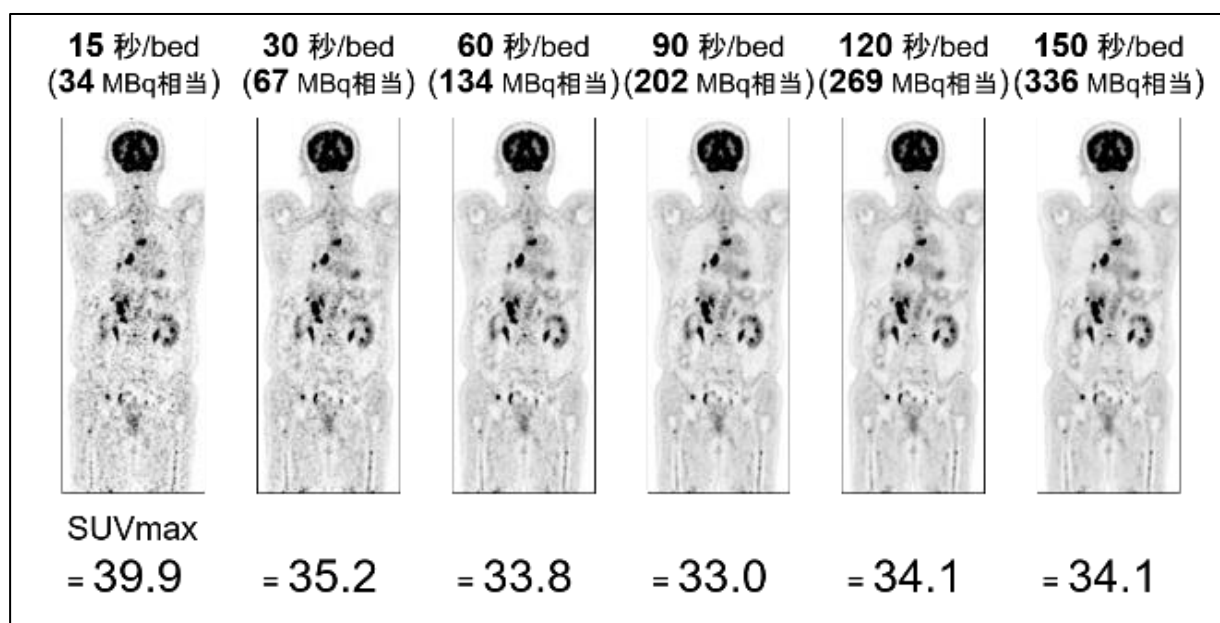


図 6 収集時間による違い=投与量による違いを示した画像

参考文献

- 1) Zhang J, Maniawski P, Knopp MV. Performance evaluation of the next generation solid-state digital photon counting PET/CT system. EJNMMI Research 2018; 8:97.
- 2) Surti S, Kuhn A, Werner ME, et al. Performance of Philips Gemini TF PET/CT scanner with special consideration for its time-of-flight imaging capabilities. J Nucl Med 2007; 48(3): 471-480.
- 3) Conti M. Focus on time-of-flight PET: the benefits of improved time resolution. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2011; 38:1147-1157.
- 4) 孫田 恵一, 新山 大樹, 朝戸 呂仁. PET における最新の定量精度向上技術 INNERVISION 2018; 33:11.

最新 SPECT/CT の臨床応用

金沢大学附属病院 小西 貴広

はじめに

最新の SPECT/CT 装置では解像度が
高い画像が得られるとともに、対象組織
の放射能濃度 (Bq/mL)や半定量指標で
ある Standardized uptake value (SUV)
が算出できる。これらの最新技術を臨床
に役立てて、SPECT の臨床的価値を高
めていくことは重要である。本稿では最
新技術の有用性と SPECT の臨床応用に
関して、自施設での試みを紹介する。

1. 最新の SPECT/CT 装置について

Siemens の最新 SPECT/CT 装置
Symbia Intevo Bold の特徴は、xSPECT
と金属アーチファクト低減技術である
iterative metal artifact reduction
(iMAR)である。xSPECT は Symbia
Intevo でも使用可能であり、新しい画像
再構成法である Orderd Subset
Conjugated Minimizer 法を使用するこ
とにより高分解能の画像と SUV や放射
能濃度といった定量値を得ることが可能
である。Symbia Intevo との違いは
iMAR が使用できることである。

近年、SPECT/CT から算出した SUV
の臨床利用が注目を集めつつある¹⁻²⁾。
また、PET/CT における MAR の有用性
が報告されている³⁻⁴⁾。SPECT/CT にお
いても、金属インプラントが存在する検
査で正確な定量値を算出することができ
れば臨床で役立つと考えられる。そこで、
MAR が SPECT/CT から得られる放射能
濃度に与える影響を評価した。

1-1. ファントム

人工股関節を想定したファントムを作
成した (図 1)。Sim² BONE ファントム
(株式会社京都科学)の外容器を使用して、
^{99m}Tc 溶液 (29.5 kBq/mL)で満たし、そ
の中に人工股関節 (B. Braun
AESCULAP 株式会社)を設置した。人工
股関節はカップ、骨頭それからステムで
構成されている。

人工股関節を想定したファントム

外容器

Sim² BONEファントム (株式会社京都科学)

^{99m}Tc溶液: 29.5 kBq/mL

人工股関節

カップ: チタン合金

骨頭: コバルトクロム合金

ステム: コバルトクロム合金



図 1

1-2. 作成データと放射能濃度の算出

今回は X 線 CT 線量による影響も評価
するために、減弱補正用に撮影する X 線
CT の線量は 3 種類使用した。それぞれの
線量において iMAR 有りと無しの CT
データを作成した。それらを減弱補正に
使用して 6 つの SPECT/CT 画像を作成
した。データ名を図 2 に示す。6 つの
SPECT/CT 画像のダークバンド領域、ホ
ワイトストリーク領域それから金属が無
いスライス (BKG: Back ground)に関心
領域を設定し、放射能濃度を算出して比
較した (図 3)。

作成データ		
データ名		
	iMAR-	iMAR+
CTDIvol: 1.4 mGy	LD_NOMAR	LD_MAR
CTDIvol: 2.8 mGy	MD_NOMAR	MD_MAR
CTDIvol: 5.6 mGy	HD_NOMAR	HD_MAR
LD: low dose, MD: middle dose, HD: high dose, NOMAR: no metal artifact reduction		

図 2

放射能濃度の算出	
関心領域 (ROI)	
直径13.5 mmの円形ROI	
位置	
<ul style="list-style-type: none"> ・ ダークバンド ・ ホワイトストリーク ・ 金属が無い領域 (BKG) 	
各領域に30個ずつ配置	

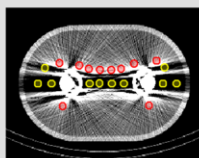


図 3

1-3. iMAR が放射能濃度に与える影響

ダークバンド領域では、算出放射能濃度が過小評価されていたが、iMAR によって有意に増加した。ホワイトストリーク領域では、放射能濃度が過大評価されていたが、有意差は無いが iMAR によって減少した。BKG では、iMAR の有無で算出放射能濃度に有意差は認められず、iMAR は金属アーチファクトの影響を受けていない部位には影響を与えなかった。いずれの領域でも X 線 CT 線量による有意な差は認められなかった (図 4~6)。

1-4. 算出放射能濃度と真値との誤差

アーチファクト領域の算出放射能濃度と真値との平均絶対誤差は、iMAR によ

って有意に小さくなった。つまり、算出放射能濃度は真値に近づいた。X 線 CT 線量間では有意差は認められなかった (図 7)。

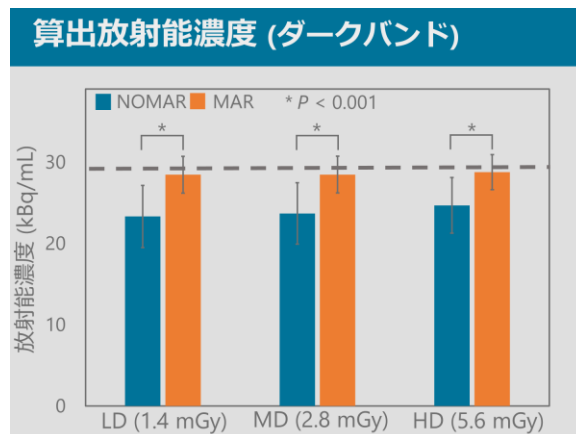


図 4

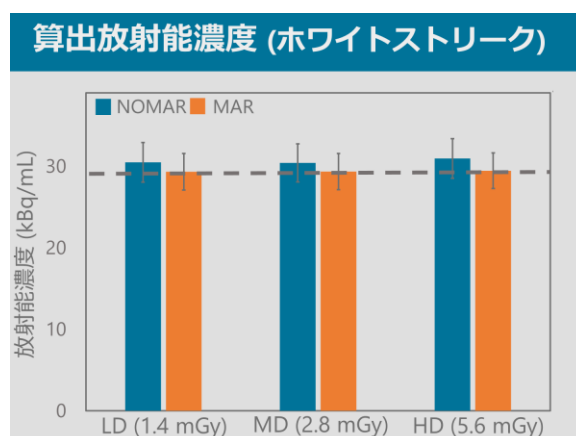


図 5

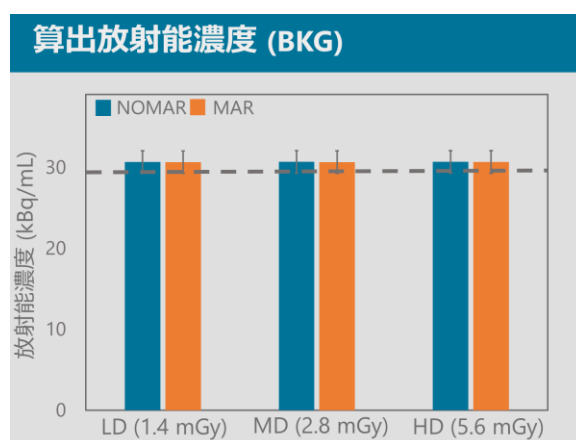


図 6

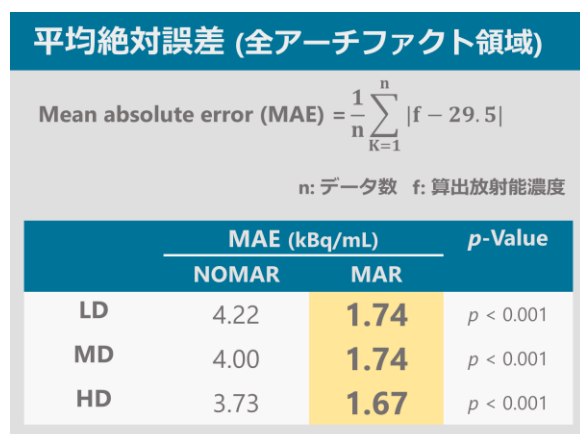


図 7

1-5. iMAR のまとめ

iMAR は画像再構成時に後処理として簡便に適用が可能で, X 線 CT 線量に依存せずに金属アーチファクト部の定量性を改善できる実用的かつ効果的なツールであることが示唆された。

2. 最新技術をどの領域に活かすか

当院の骨シンチグラフィの特徴として, 整形外科からのオーダーが多いことが挙げられる (図 8). その検査内容は主に腫瘍と変性疾患 (脊椎や足) に関する依頼であるが, 変性疾患の評価における SPECT の役割に注目している。

変性疾患は健康寿命に大きく関係しているロコモティブシンドロームの原因の一つでもあり, 変性疾患での SPECT の有用性を示すことができれば, 検査数の増加につながるのではないかと考えている。

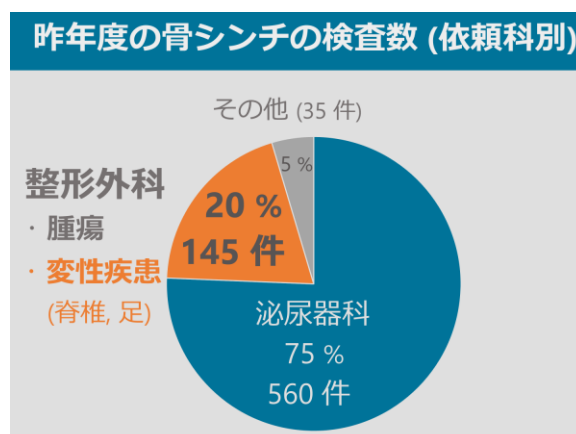


図 8

2-1. 変性疾患における SPECT/CT の有用性

変性疾患の治療の目的は, 患者さんの痛みの除去である。つまり, 痛みの原因を除去するということである。痛みの原因が分からなければ適切な治療はできないので, 変性疾患の検査の目的は痛みの原因, 部位を正確に同定することになる。

図 9, 10 に慢性腰痛症の患者の骨シンチグラフィの全身像と SPECT/CT 像を示す。全身像では集積が増加している部位を詳細に評価できないので, 検査目的の達成としては不十分ということになる。一方, SPECT/CT では痛みの原因と成り得る椎間関節や椎体終板への集積が同定できるので, 痛みの原因部位の特定や治療方針の決定に有用だと考えられる。

実際に原因不明の重度の腰痛症の患者において, SPECT/CT が痛みの原因を同定し, 治療方針の決定に役立ったという報告がある⁵⁾。このように骨 SPECT/CT は痛みの原因の特定に有用で, 適切な治療方針の決定に役立つとその価値が認められてきている。

慢性腰痛の患者: WBの所見

L2/3やL4/5あたりで集積増加

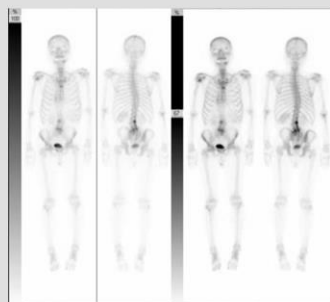


図 9

SPECT/CTの所見

痛みの原因と成りえる部位への集積を評価可能

L2/3, L4~S1の椎間関節・椎体終板で集積増加

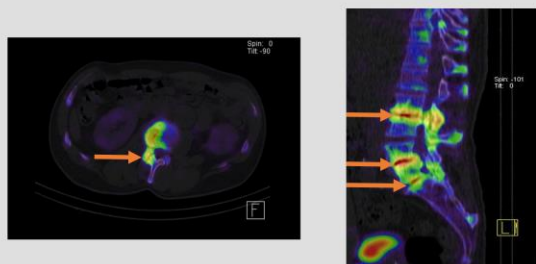


図 10

2-2. SUV を利用した試み

最後に変形性足関節症における SUV を使用した試みを紹介する。足は解剖学的にとっても複雑な部位であるので、脊椎同様に SPECT/CT が痛みの部位を特定するうえで有用だと考えられる。

足関節の機能を評価する指標である JSSF (Japanese Society of Surgery of the Foot) スケール^{6,7)}の疼痛のスコア (自発痛の有無に関する問診) と SUVmax の関係性を評価した。

痛みが強いと SUVmax は有意に高い値を示した (図 11)。SUVmax によって痛みの程度を客観的に評価できることが示唆された。また、SUVmax による痛みの検出を評価した (図 12)。JSSF スケール

の疼痛の点数 0 点と 20 点を痛み有り、30 点と 40 点を痛み無しとした場合に ROC 曲線下面積 AUC (Area Under the Curve) は 0.856 と高い診断能を示し、SUVmax による痛みの原因特定が有用であることが示唆された。

SUVmaxによる痛み (JSSFスケール)の評価

痛みが強いとSUVmaxは有意に高い

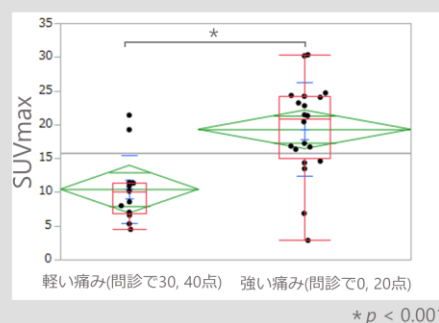
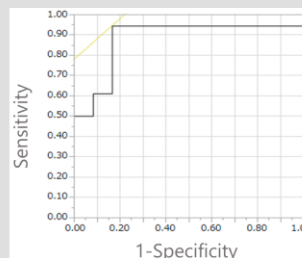


図 11

SUVmaxによる痛み (JSSFスケール)の検出

SUVmaxは痛みの原因の特定に有用



Best cut off of SUVmax = 14
AUC = 0.856

図 12

2-3. まとめ

簡単にではあるが、変性疾患における SPECT の有用性を報告した。SPECT は痛みの原因部位に陽性像を呈するので検出しやすく、他モダリティで見落す可能性のある部位も検出しやすい。また近年の装置の発展によって簡便に算出できる SUV を使用して、SPECT/CT は集積の有無だけではなく痛みの原因・程度を可視化・定量化できる。今後は SPECT の価

値をさらに高めるために, SUV を用いたスコアリングや重症度評価, 治療方針の決定, 治療前後の SUV の増減による治療効果判定などできないか更なる検討が必要である. 本稿が SPECT の臨床的価値を高める一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) Kuji I, Yamane T, Seto A, et al. Skeletal standardized uptake values obtained by quantitative SPECT/CT as an osteoblastic biomarker for the discrimination of active bone metastasis in prostate cancer. *Eur J Hybrid Imaging* 2017; 1(1): 2.
- 2) Suh MS, Lee WW, Kim YK, et al. Maximum SUV of 99mTc HMDP SPECT/CT for the Evaluation of Temporomandibular Joint Disorder. *Radiology* 2016; 280: 890-896.
- 3) van del Vos CS, Arens AIJ, Hamill JJ, et al. Metal Artifact Reduction of CT Scans to Improve PET/CT. *J Nucl Med* 2017; 58(11): 1867-1872.
- 4) Martin O, Aissa J, Boos J, et al. Impact of different metal artifact reduction techniques on attenuation correction in 18F-FDG PET/CT examinations. *Br J Radiol* 2019; 92: 20190069.
- 5) Kato S, Demura S, Matsubara H, et al. Utility of bone SPECT/CT to identify the primary cause of pain in elderly patients with degenerative lumbar spine disease. *J Orthop Surg Res* 2019; 14(1): 185.
- 6) Niki H, Aoki H, Inokuchi S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders I : development of standard rating system. *J Orthop Sci* 2005; 10: 457-65.
- 7) Niki H, Aoki H, Inokuchi S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders II : interclinician and intraclinician reliability and validity of the newly established standard rating scales and Japanese Orthopaedic Association rating scale. *J Orthop Sci* 2005; 10: 466-74.

Potential of PET/MRI

神戸大学医学部附属病院 久保 和広

はじめに

2016 年度に GE 社製 PET/MRI 装置 SIGNAPET/MR が導入され、FDG-PET 検査を中心に稼働している。PET/MRI 検査には、まだまだ確立した検査方法が存在せず、各施設において異なった検査プロトコルで運用されている。当院での検査プロトコルを紹介するとともに、PET/MRI 検査の可能性について検討する。

1. FDG-PET/MRI 検査プロトコル

本院における FDG-PET/MRI 検査プロトコルを図 1 に提示する。

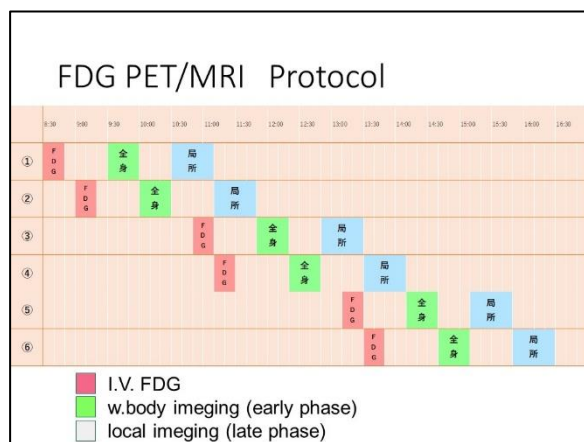


図 1

全身像を FDG 投与 60 分後に、delay 画像として局所画像を投与 120 分後に撮像している (図 2-3)。



図 2

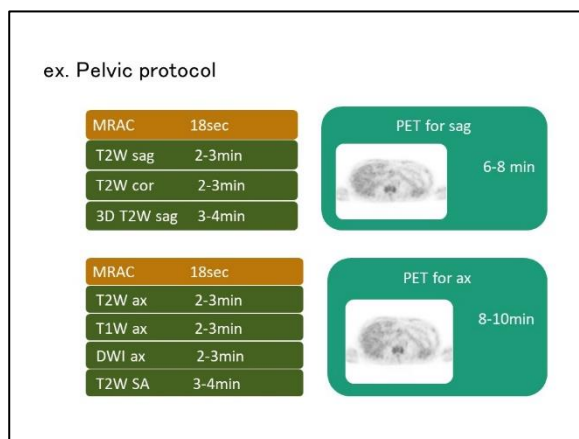


図 3

PET 画像と MRI 画像を同時収集することにより、位置的にも、時相的にもズレのない画像が得られる (図 4)。

本院にて施行された FDG-PET/MRI 検査の疾患内訳を図 5 に示す。

産婦人科領域、頭頸部がんの割合が高く、40%を占める。CT 画像より MRI 画像に優位性のある疾患が多く施行されている。また、X 線 CT 撮影による被曝がないことから、小児の検査も多く施行される。

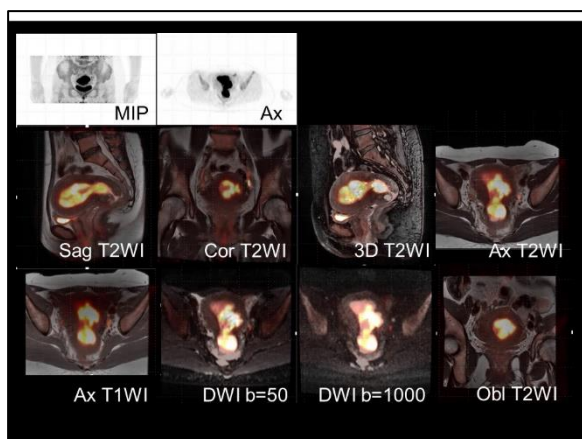


図 4

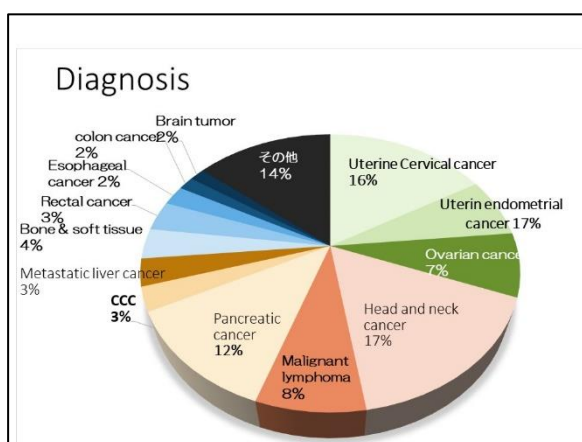


図 5

2.MR 吸収補正 (MRAC)

MRAC には 2point DIXON 法による T1W 画像が使用される。

人体を頭部・胸部・腹部・骨盤部以遠にセグメンテーションし、それぞれの部位に適応した補正がなされる。頭部以外の部位には骨が加味されていないことが特徴的である (図 6)。PET/CT による CTAC と MRAC の SUV について報告もされており $\pm 1.96SD$ 程度の乖離があったとされている (図 7)。

MRAC 特有のアーチファクトとしてヘマトクロマトーシスの例を提示する (図 8)。肝臓の SUV が低下しているヘマトクロマトーシスの症例では、肝臓

に鉄が沈着するため MRI 信号が低下する。このため MRI 画像では肺との区別ができず肺として吸収補正され、SUV が低値となる (図 9)。補正するには、胸部と腹部のセグメンテーションの境界を肺下縁から、肝上縁へと変更することにより改善される (肺は過補正となる。) (図 10)。

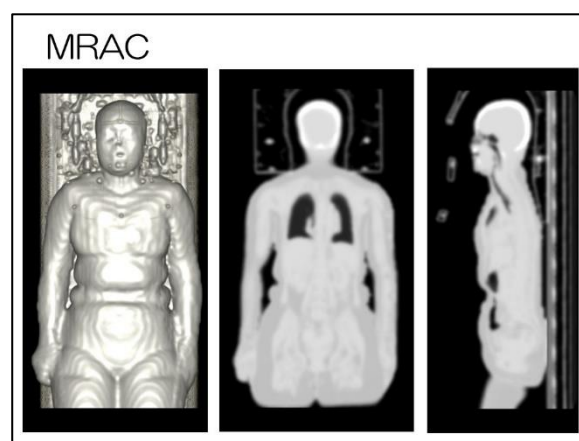


図 6

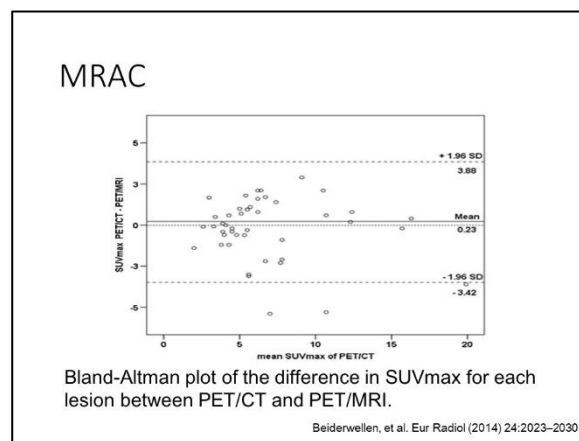


図 7

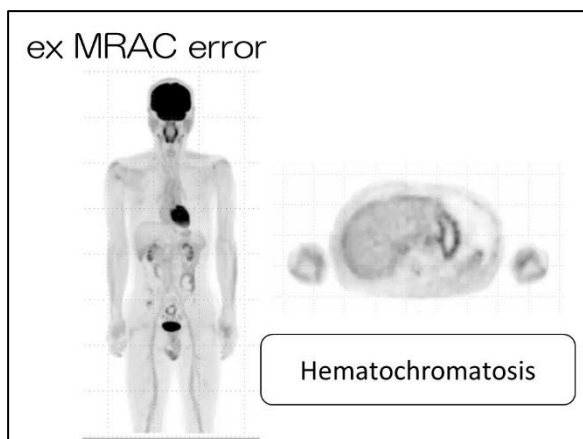


図 8

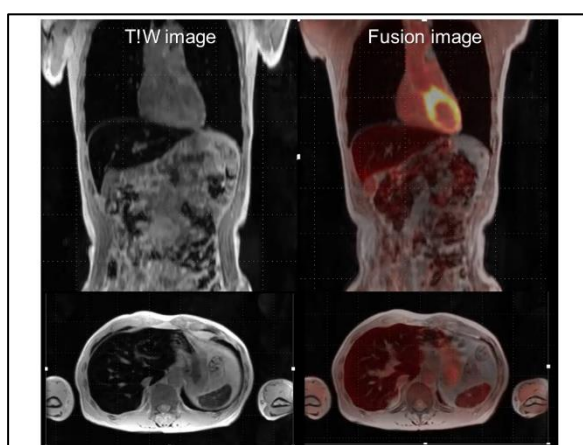


図 9

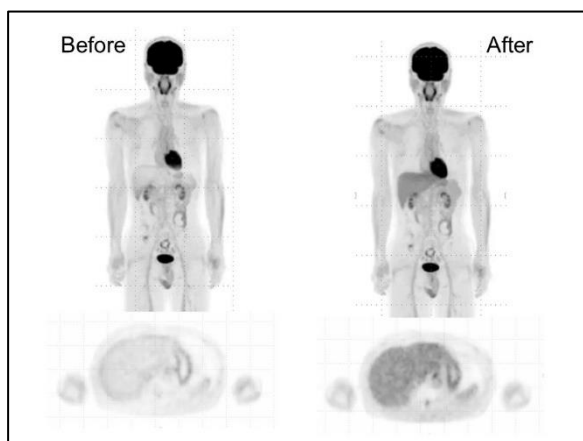


図 10

3.MRI の可能性

FDG-PET/MRI の有用性について、FDG-PET/CT と比較した報告が多数されている。要約すると

病気診断能

- ・ PET/CT とほぼ同等である
- ・ 肺野の評価には限界がある
- ・ 胸膜播種，縦隔浸潤の診断能に優れる。

遠隔転移診断能

- ・ PET/MR は肝，骨病変の評価に優れるため PET/CT より有用性がある。

である。

しかし、これらの多くの報告で施行されている検査プロトコールは、FDG 投与後 60 分に全身撮像を行い、集積部の MRI

を追加撮像するといったものである。このプロトコールでは PET と MRI が同時撮像されておらず、PET/MRI の同時撮像の優位性が活かされていない。

PET/MRI は PET 画像と MRI 画像の融合画像が容易に作成できるだけの装置ではなく、同時撮像されることに大きな意味があると考ええる。正常集積と異常集積の鑑別等に大きく貢献する（図 11）。

画像は、PET/CT では指摘することが難しいと思われる卵管への正常集積である。時相的にズレのない PET 画像と組織コントラストの高い MRI 画像の融合画像では容易に指摘可能である。

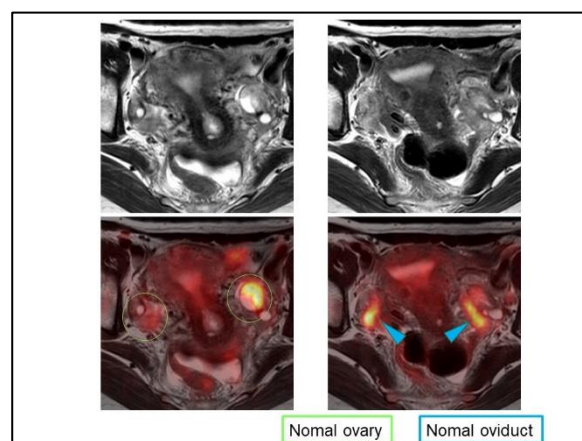


図 11

また、肺野疾患においては zero-

echo time (zeroTE) シーケンスを追加することにより、診断能が向上する報告もされている (図 12-13)。¹⁾

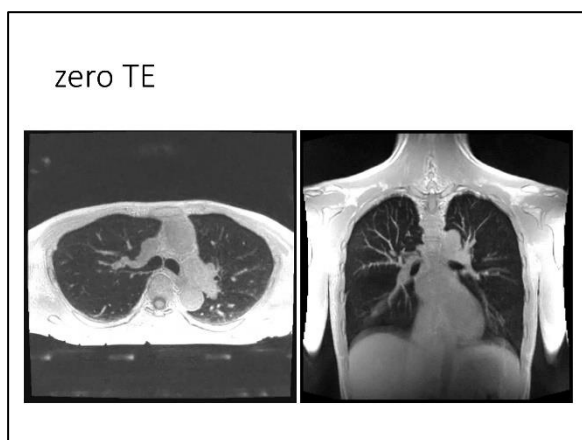


図 12

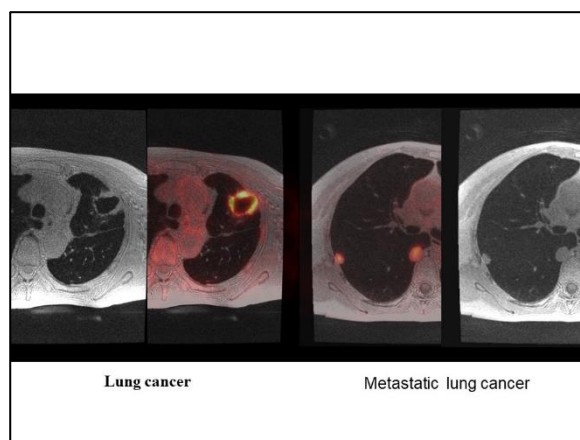


図 13

おわりに

PET/MRI は、まだまだ発展途上中の装置である。今後もさらなる可能性について研究されることを願う。

参考文献

- 1) Feibi Zeng, Munenobu Nogami, Yoshiko R. Ueno, Tomonori, Kanda, Keitaro Sofue, Kazuhiro, Kubo, Takako Kurimoto & Takamichi Murakami. et al. Diagnostic performance of zero-TE lung MR imaging in FDG PET/MRI for pulmonary malignancies. European Radiology volume 30, pages4995-5003(2020)

核医学画像解析ソフトウェア VSBONE BSI の紹介

日本メジフィジックス株式会社 マーケティング部 辻 寿二

管理医療機器

一般的名称：汎用画像診断装置ワークステーション用プログラム

販売名：核医学画像解析ソフトウェア
VSBONE BSI

認証番号：301ADBZX00029000

1. VSBONE BSI とは

BSI とは Bone Scan Index の略で、Memorial Sloan Kettering Cancer Center から提唱された、全身の骨格に対する骨転移の腫瘍領域の構成比を百分率で表した指標です¹⁾。BSI を用いた骨シンチ画像の定量評価は各種ガイドラインでも掲載されており、その有用性や可能性が示唆されています²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

VSBONE BSI は ^{99m}Tc -HMDP 骨シンチ全身像における骨格の解剖構造の認識、膀胱等を除いた高集積部位（ホットスポット）の検出および注目度の初期値の付与を行い、BSI を算出するソフトウェアです。

この VSBONE BSI は国立大学法人 東京農工大学と大阪市立大学医学部附属病院および日本メジフィジックス株式会社が共同で開発し、2019 年 7 月に医療機器として認証されました。

2. VSBONE BSI の処理フロー

VSBONE BSI は VSBONE と VSBONE View の 2 つのプログラムから構成されています。VSBONE では主に骨シンチ全身像の解析を行い、骨格の解剖構造認識とホットスポットの検出を行います⁷⁾⁸⁾。VSBONE View は VSBONE で得られた結果の表示および保存を担い、ホットスポットの注目度の編集や BSI の算出を行います。

VSBONE BSI は複数データを一括で処理することも可能です。(Fig.1)

2-1 VSBONE による骨格の解剖構造認識とホットスポットの検出

VSBONE による骨シンチ全身像の解析処理工程のうち、骨格の解剖構造認識で

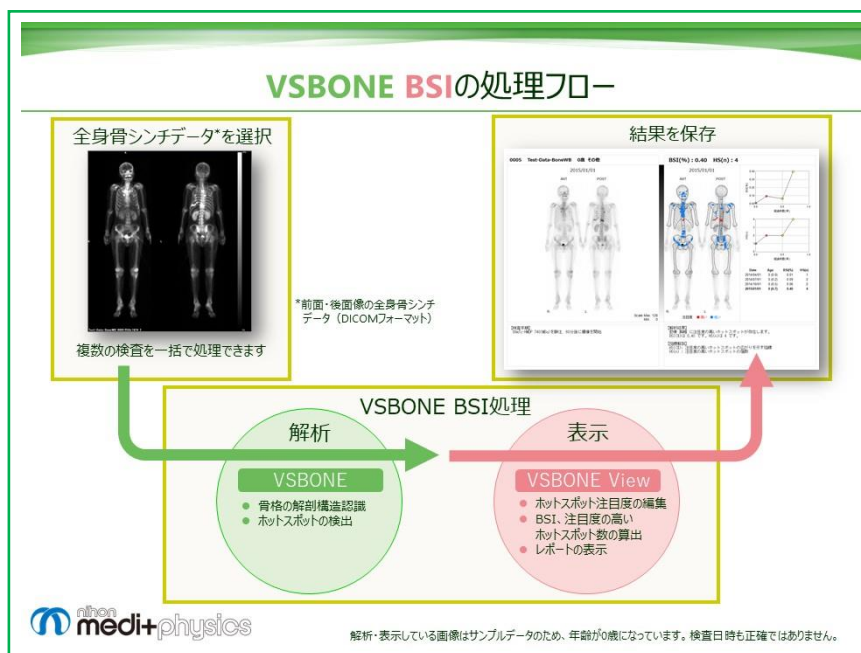


Fig.1 VSBONE BSI の処理フロー

は骨シンチ全身像で描出されている骨格を部位ごとに認識し、12のセグメント（頭蓋、頸椎、胸椎、腰椎、仙骨、胸骨、鎖骨、肩甲骨、上腕骨、肋骨、骨盤、大腿骨）に区分します。次にホットスポットを検出し、注目度の初期値（高・低）を自動的に付与します。注目度の高い、すなわち転移である可能性が高いホットスポットを赤く、注目度の低い、すなわち集積はあるが転移でない可能性が高いホットスポットは青く表示します。

2-2 VSBONE View による解析結果の表示

VSBONE View ではホットスポット注目度の編集、BSI、注目度の高いホットスポット数（HS(n)）の算出、レポートの表示を行います。VSBONE で自動的に付与したホットスポット注目度の初期値は、必要に応じて編集することが可能です。

3. VSBONE BSI による BSI の算出

VSBONE BSI は rBSI を算出し、その合計である BSI を算出します。

(Fig.2)

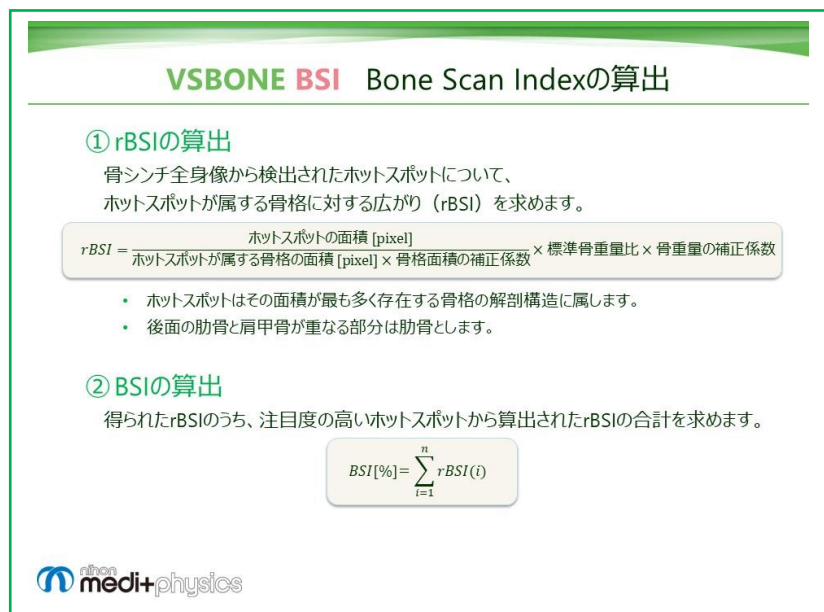


Fig.2 VSBONE BSI による BSI の算出

3-1 rBSI の算出

骨シンチ全身像から検出されたホットスポットについて、そのホットスポットが属する骨格に対する広がり（rBSI）を求めます。rBSI はホットスポットの面積をそのホットスポットが属する骨格の面積で割ったものに、骨格面積の補正係数、標準骨重量比（全身骨に対する骨格部位

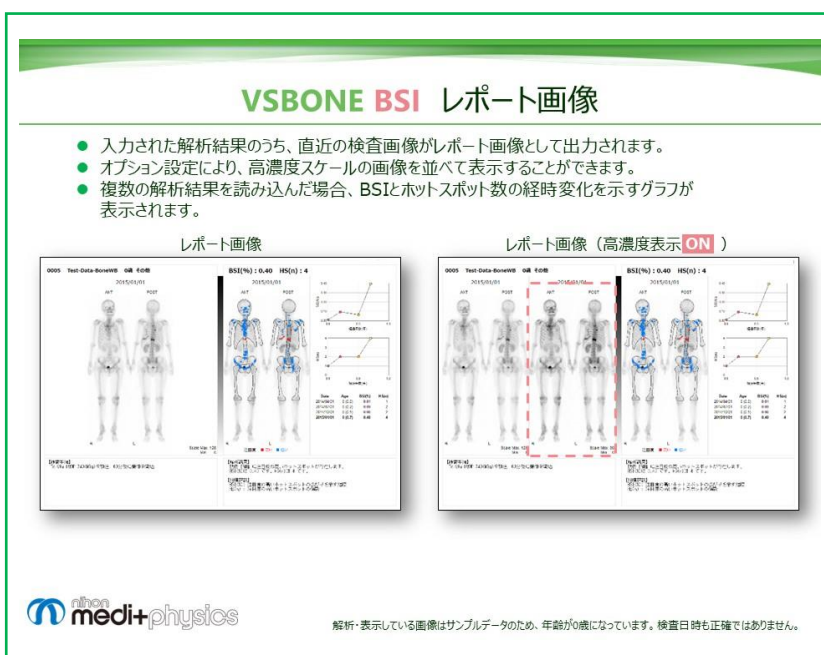


Fig.3 VSBONE BSI のレポート画像

ごとの重量比（百分率））⁹⁾、骨重量の補正係数(骨重量の推定のための補正係数)などの補正が加わります。ホットスポットは、その面積が最も多く存在するセグメントに属します。

3-2 BSI の算出

得られた rBSI のうち、注目度の高いホットスポットから算出された rBSI の合

計を求めます。

4. レポート表示

レポート画面では、検査情報結果(骨シンチの全身像)、解析結果、BSI、HS(n)、解剖構造認識の結果とホットスポットが表示されます。レポート画面右側にはグラフと解析結果一覧の表も表示されます。オプション設定により高濃度スケールの

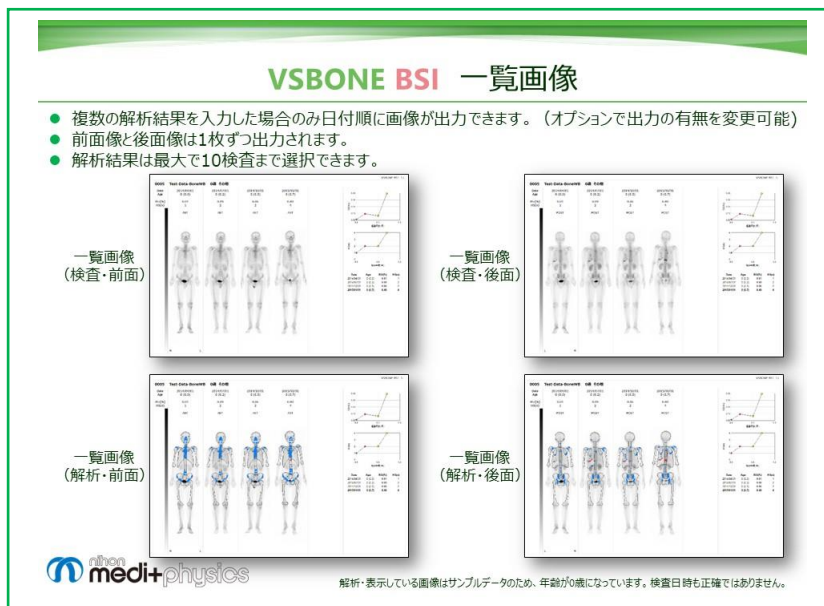


Fig.4 VSBONE BSI の一覧画像

画像を並べて表示することができます。(Fig.3) 複数の解析結果を読み込んだ場合、骨シンチ検査画像および解析画像の濃度スケールを統一し、時系列に表示します。また BSI とホットスポット数の変化を示すグラフも表示し経時の変化を客観的に評価することができます(最大で 10 検査まで)。(Fig.4)

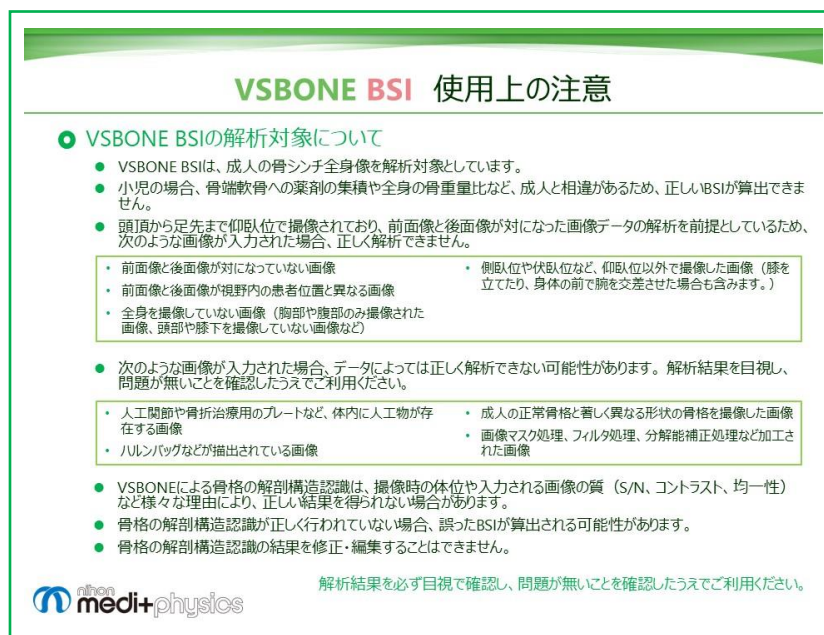


Fig.5 VSBONE BSI の使用上の注意

5. 使用上の注意

VSBONE BSI の使用上の注意を記します。なお、データによって正しく解析できない可能性がありますので解析結果を目視して問題がない事を確認したうえでご使用ください。(Fig.5)

6. さいごに

弊社ではご好評いただいております ^{99m}Tc-HMDP 骨定量解析ソフトウェア「GI-BONE」による

SPECT 定量解析 (SUV および Volume based parameters) に加え、数多くご要望をいただいております。^{99m}Tc-HMDP による骨シンチプラナー画像の BSI 算出ソフトウェア「VSBONE BSI」をリリースしラインナップを拡充いたしました。骨代謝を反映した機能画像であ

る骨シンチの定量化に選択肢が増えたことで、骨シンチの診断精度のさらなる向上に寄与できると考えております。私たち日本メジフィジックス株式会社は医療のニーズに的確に応えていくことで、さらに社会から信頼される企業であり続けたいと考えています。

引用文献

- 1) Erdi YE, Humm JL, Imbriaco M, Yeung H, Larson SM. Quantitative bone metastases analysis based on image segmentation. J Nucl Med 1997 Sep; 38(9): 1401-1406.
- 2) Scher HI, Morris MJ, Stadler WM, et al. Trial Design and Objectives for Castration-Resistant Prostate Cancer: Updated Recommendations From the Prostate Cancer Clinical Trials Working Group 3. J Clin Oncol 2016 Apr 20; 34(12): 1402-1418.
- 3) 骨転移診療ガイドライン, 日本臨床腫瘍学会編, 南江堂, 東京, 2015.
- 4) 画像診断ガイドライン 2016 年版, 日本医学放射線学会編, 金原出版, 東京, 2016.
- 5) 前立腺癌診療ガイドライン 2016 年版, 日本泌尿器科学会編, メディカルレビュー社, 大阪, 2016.
- 6) Van den Wyngaert T, Strobel K, Kampen WU, et al. The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2016 Aug; 43(9): 1723-1738.
- 7) Shimizu A, Wakabayashi H, Kanamori T, et al. Correction to: Automated measurement of bone scan index from a whole-body bone scintigram. Int J Comput Assist Radiol Surg 2020 Mar; 15(3): 401.
- 8) Higashiyama S, Yoshida A, Kawabe J. Study of the Usefulness of Bone Scan Index Calculated From ^{99m}-Technetium- Hydroxymethylene Diphosphonate (^{99m}Tc-HMDP) Bone Scintigraphy for Bone Metastases from Prostate Cancer Using Deep Learning Algorithms. Curr Med Imaging. 2020 May 28. [Epub ahead of print]
- 9) Snyder WS, Cook MJ, Nasset ES, et al. Report of the Task Group on Reference Man. International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication No. 23. Pergamon Press Oxford, UK; 1975.

核医学部門の被ばく管理と国際標準 - onti（オンチ）の役割と責任 -

株式会社イメージワン ヘルスケア事業部 夜久 英樹

はじめに

被ばく管理システムの構築・運用に関して、仕様書から国際標準規格と国際的な標準運用フローに基づく製品を指定する、あるいは標準化対応製品だから購入したといったことが、従来になく多く見受けられ、標準化製品の購入意識の高まりを感じます。

国内の医療被ばく管理は 2012 年頃から主に手書きによる管理、Excel 等のスプレッドシートを用いた管理、SR 出力を利用した電子化情報による管理の 3つが行われています。放射線業界では診療報酬の算定も大きな話題となりました。

このような中、2020 年 4 月に医療法改正があり、医療被ばくの線量管理・記録が明示されました。これを受けて放射線部門や核医学部門では、法令や関係学会のガイドラインに基づく線量管理・記

録の準備や作業が始まっています。これにはいかに効率よく、正確な情報を蓄積して、被ばく管理の目標である最適化にどう活かすのかとの問いに対して、医療放射線安全管理責任者を中心とした仕組み作りや被ばく管理システムの選定が本格化しています。

1. 被ばく管理の国際標準運用フロー

放射線部門や核医学部門では検査装置や情報システムが多く稼働します。その中に医療被ばく情報を含む画像データがあります。

これまで「標準化」という言葉を何度か聞かれたことと思います。メーカ独自の仕様あるいは標準化が不完全である場合、データ収集・解析する過程で様々な障害が発生します。ユーザは使い慣れた装置の仕様変更に伴い、操作慣れの時間ロスやストレスを経験することになります。

様々な障害が発生する事例は、購入後に起こる場合がほとんどであり、結果的に導入遅延、改修費、DICOM 接続費などこれら費用が購入価格を上回る事例もあります。これら



図1 2019年日本のコネクタソン会場
(横浜産貿ホール マリネリア)

の負担と我慢はユーザである医療機関に強いるため社会通念上、公正・公平に関

して疑問や不満を抱かれることと思います。このような事例を回避する方法の一つに IHE（Integrating the Healthcare Enterprise）は国際標準運用フローを示しています。

国際標準規格（例：DICOM や HL7 等）を臨床でどのように運用するのかとの問いに対する答えがフロー（データの流れ）です。ここで注意することは、このフローは人の流れや人の動きではないことです。メーカーはこのフローを国際標準運用フローと解釈して、臨床ではこのフローに沿った運用や使われ方を想定した製品を提供します。各国の IHE では年に一度、メーカーや研究機関が参加して、情報連携のための接続実証試験する場を設けています。（図 1）

この試験場内は予約で見学でき、診療放射線技師の先生も来られます。この試験をコネクとマラソンを合わせた造語として「コネクタソン」と国際的に呼称されています。

コネクタソンでは各社、標準化対応を確認するために自社製品を指定会場に持ち込み、他社との接続・データ連携を実施して、結果を審査員に提出します。問題なければ合格となりホームページで公表されます。このため、臨床の先生は IHE

の詳細を知らなくてもご希望の製造メーカーに IHE コネクタソン結果表を求めて、その製品が結果表に示されていれば、国際標準運用フローを満たしていることになります。医療被ばくの線量管理・記録をするための国際標準運用フローに「放射線被ばく監視統合プロファイル」があります。放射線部門は REM（Radiation Exposure Monitoring）です。REM は「レム」と呼称します。核医学部門は REM-NM（Radiation Exposure Monitoring for Nuclear Medicine）です。REM と REM-NM を示したテキストと核医学と核医学以外のデータフローの相違を示します。（図 2 と図 3）

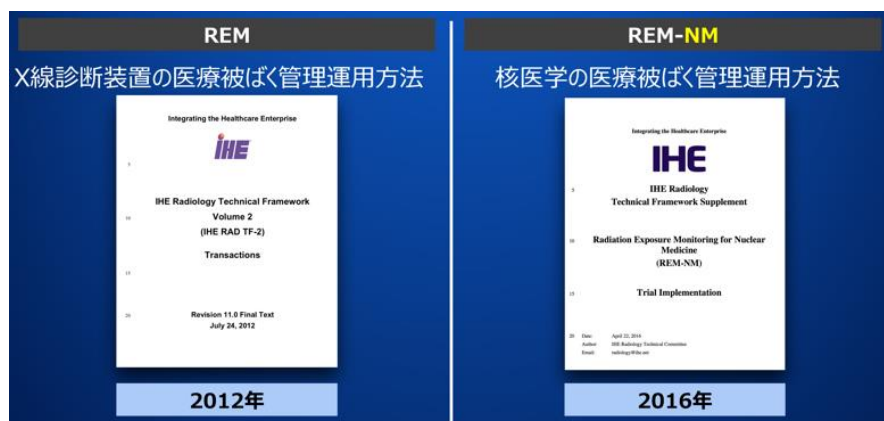


図 2 REM と REM-NM のテキスト

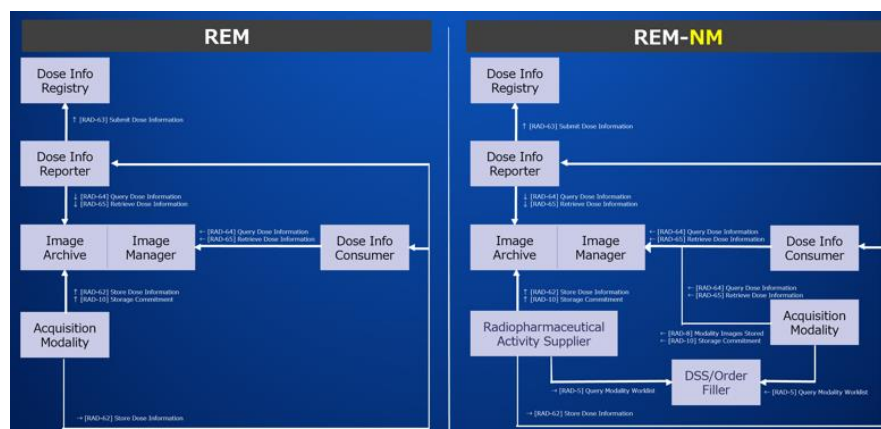


図 3 REM と REM-NM との相違

2. onti

当社は2019年6月に医療被ばく線量管理ソフト onti™（製造元：RYUKYU ISG）の販売を開始しました。onti（以下、本製品）は一般的な線量管理ソフトを「超える」「先を見据える」を開発コンセプトに、国際標準規格・国際標準運用フローを満たし、法令・ガイドラインに基づくソフトウェアです。（図4）

複数の異なるメーカーを利用する環境でも、接続・データ連携や互換性を担保しており、利用後もデータ蓄積が続き、将来の有効活用を可能にします。

核医学部門の国際標準運用フロー（REM-NM）が示された背景には、従来の手書きや入力ミスを避けることで、治

験等において定量的評価を損なうリスクを回避することです。このため、膨大かつ貴重な臨床データの効率的収集のフローを国際標準として示しました。本製品は2019年コネクタソンにてREM、REM-NM等に合格しました。特にREM-NMの合格は国際的にも数少ない製品です。核医学装置以外から出力する線量レポート（RDSR）、放射性薬剤を投与する装置と核医学装置との両方から出力する線量レポート（R-RDSR）に対応済みです。

3. 機能

我々は医療被ばく管理・記録は医療安全管理という大きな枠組みに入る一つの取り組みと捉えています。医療放射線の

適正管理が求められている中、本製品は線量情報を管理・記録するだけでなく、データの有効活用を提案して、最適化方法の知見を得ることができます。適切なデータ記録から始まり統計分析して評価して最適化の取り組みを行います。評価では「装置特性」「画像品質」「個人特性」の各要素を十分に組み合わせる検討することになります。（図5）

本製品が対応するモダリティは核医学装置をはじめ CT



図4 医療法と標準化

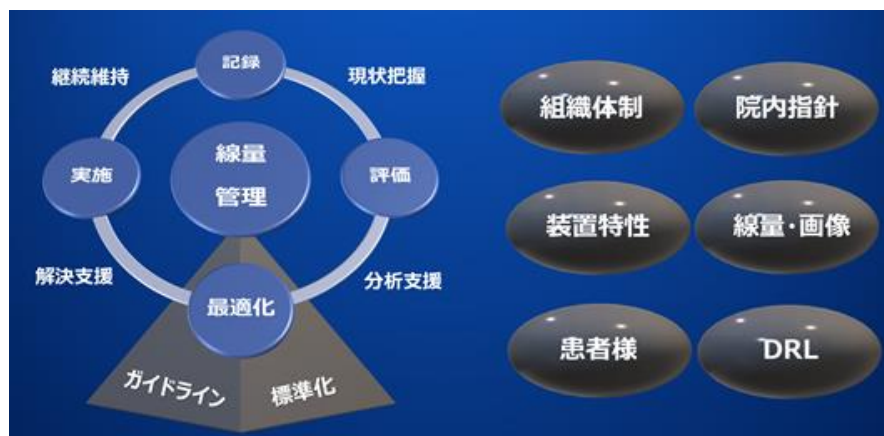


図5 最適化のサイクルと要素

装置、血管造影装置、透視装置、一般撮影、乳房撮影装置、パノラマ撮影装置です。また、安全指標の管理として MRI 装置や超音波装置にも対応します。（図 6）

診断参考レベル (DRLs) のプロトコルとの照合ができます。この照合により、診断参考レベルと自施設の DRLs (Local DRLs) とを比較できます。さらに自施設独自の評価項目としても設定できることから、グループ系病院での Local DRLs の照合や多施設共同研究などの場面で幅広く利活用いただけます。

(义 7)

本製品は各装置メーカーやバージョンで異なる DICOM タグ設定情報を収集するため、線量データの抽出・集計に対して複数の DICOM タグによる検索が可能です。例えば異なるメーカーの装置が複数台ある、もしくは同一メーカーの装置が複数台ある場合でも、検査プロトコルを日本語、英語と区別なく、これまでの検査名のまま装置名と一緒に適切に収集・把握できます。（図 8）



図 6 onti の対応モダリティ

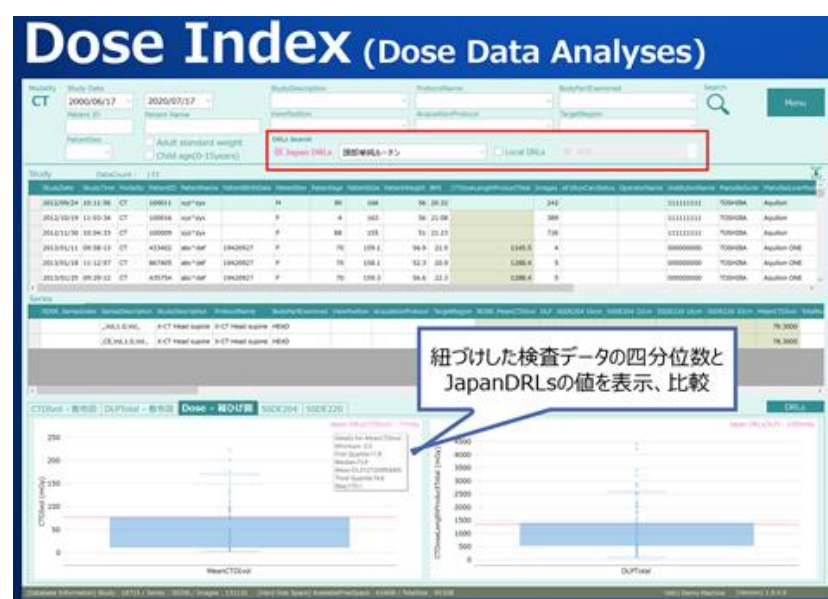


図7 診断参考レベルとの比較

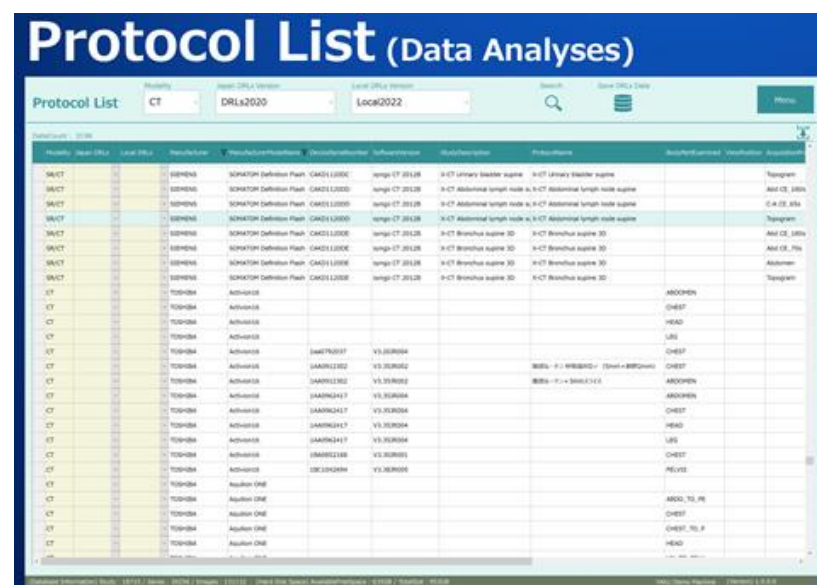


図 8 検査名の一覧

3-1 SSDE

米国医学物理学会（AAPM）は size-specific dose estimates（SSDE）を示しました[1][2]。現在、米国の被ばく管理はこのSSDEも指標として扱っています。特に患者体型を考慮する場合や小児、肺野等と使い分けることで、より正確な被ばく値を管理できます。本製品は画像からCT値を読み取り瞬時にSSDE₂₀₄とSSDE₂₂₀の両方を算出してデータベースに登録して、次回からグラフで確認できます。この画像系処理にはハードウェアとしてiPadPro、画像解析専用アプリとしてet's Run™（製造元：RYUKYU ISG）を用いて本製品と速やかな連携により、ご利用いただけます。（図9）

必要な機能です。（図10と図11）

SPECT 検査では、本製品に付属するコードリーダーで放射性薬剤に貼付されて

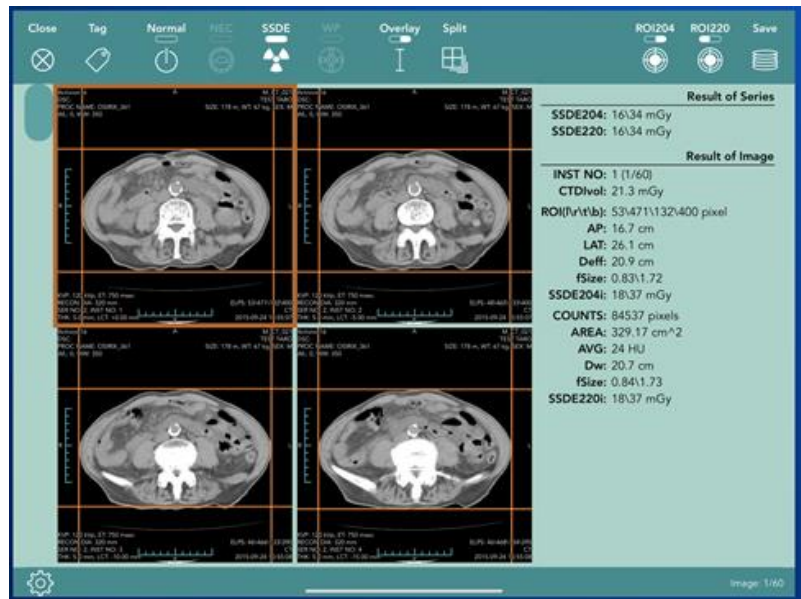


図9 SSDE₂₀₄とSSDE₂₂₀の算出

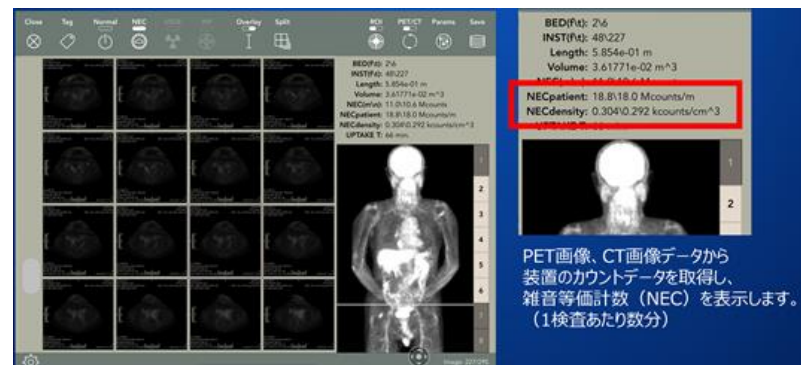


図10 雑音等価係数の算出と結果の画面

3-2 実投与量・NEC

実投与量の記録に加えて、画質の物理学的指標である雑音等価係数（NECpatient, NECdensity）を装置のカウントデータを用いて画像選択または範囲指定すると自動計算して投与量と画質とのバランスを視覚的に確認できます。この機能は画質を担保しつつ投与量をコントロールするなど最適化に

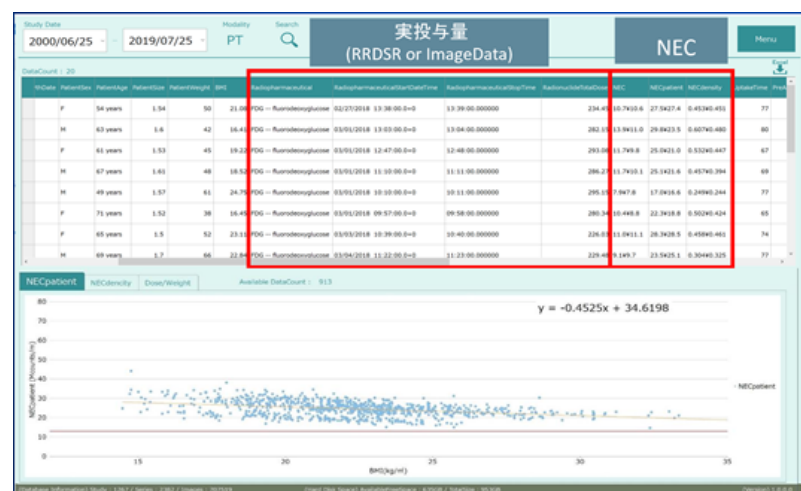


図11 NECpatientのグラフ

いる QR コードを読み取り、薬剤情報や核種の投与時刻から減衰計算を自動で行うため、正確な実投与量を管理・記録できます。（図 12）

RIS 連携では予約と受検者との照合、検査内容と放射性薬剤との照合に加えて、小児核医学検査ではガイドラインの推奨投与量を小児体重から判定して表示します。これら医療安全支援・業務支援により、手書きや紙による運用形態から、完全な電子情報のみ扱う運用形態にシフトすることで手書きや入力ミス、定量的評価を損なうリスクを回避して、効率的収集の仕組みを構築して運用できます。

3-3 CT 装置用

水ファントム

CT 装置用水ファントム画像を JIS 規格に基づく画像解析を単純な操作で行えます。結果は時系列でグラフにします。（図 13 と図 14）

この機能を日々の始業点検で利用することで、作業効率化を実現して、JIS の基準範囲（赤線）を示すことで経年変化・傾向・装置異常の早期発見を支援します。

おわりに

本製品をご活用いただくことで、画質に悪影響与え

ずに可能な限り低い線量を探し出し、さらに業務効率化、品質管理を図り、医療安全を支える責任と役割を持ち、引き続き研究と改良を続けます。執筆の機会をいただきましたこと、心よりお礼申し上げます。

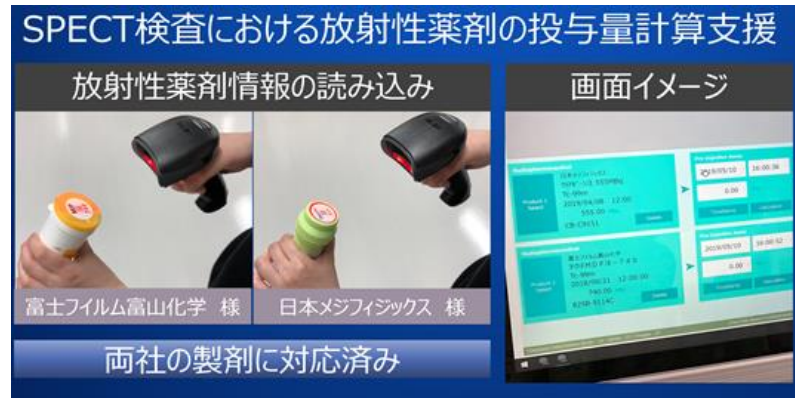


図 12 放射性薬剤情報の読み込みと登録結果

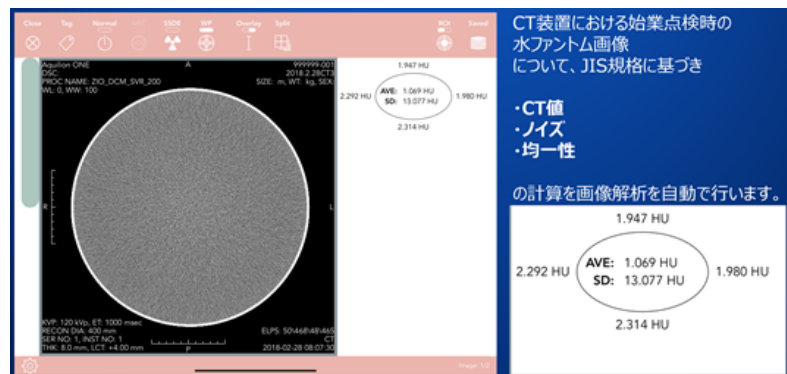


図 13 CT 装置用水ファントムの画像解析

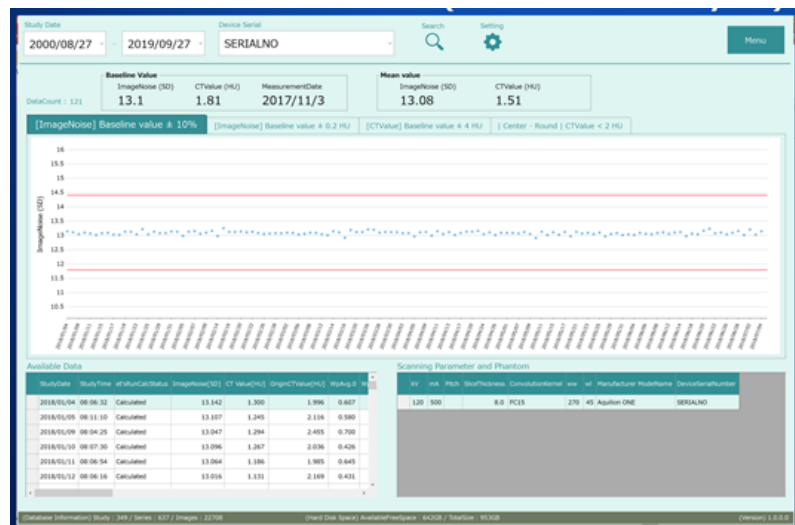


図 14 値の変化と JIS 規格範囲

参照

[1] “Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Pediatric and Adult Body CT Examinations.”.

https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_204.pdf 参照 2020-08-30.

[2] “Use of Water Equivalent Diameter for Calculating Patient Size and Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in CT.”.

https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_220.pdf 参照 2020-08-30.

茨城県立医療大学大学院 保健医療科学研究科

茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科

對間博之，鹿野直人，中島修一

1. はじめに

茨城県立医療大学は，1995 年に茨城県の南部にある阿見町に開学して，約 25 年が経ちます．また，翌 1996 年には，国公立の医療系大学としては全国で初となるリハビリテーション専門の付属病院が開院しています．大学がある阿見町は，東京から普通電車で約 1 時間のつくば市に隣接した 5 万人足らずの小さな町ですが，茨城大学農学部，東京医科大学茨城医療センターなどの大学が同じ地区にあり，これらの大学に筑波大学を加え，大学間の連携も盛んに行っています．また，車で 30 分圏内には，JAXA（宇宙航空研究開発機構）筑波宇宙センターや産業技術総合研究所つくばセンターなどの様々な研究機関が集まる学園都市があります．また，少し足を延ばすと，高エネルギー加速器研究機構（KEK）の放射光施設や J-PARC（Japan Proton Accelerator Research Complex）を利用したホウ素中性子捕捉療法の研究センターもあり，放射線技術学のみならず学際的な研究が可能な恵まれた環境に位置しています．

2. 大学施設

茨城県立医療大学は 12 万 m^2 のキャンパスを有し，その中に講義棟や演習棟といった座学のための施設のほか，各学科の実習のために，実習棟 I と実習棟 II

があります．このうち，実習棟 I には物理学実験室や医用工学実験室など，専門基礎科目に関する実験室が配置されています．一方，実習棟 II には実践的な放射線技術を習得するための実験室や様々な撮影室があります．各撮影室には，X 線透視装置，デジタル乳房撮影装置，X 線 CT 装置などの X 線検査装置のほか，オープン型の MRI 装置，エコー装置などが設置されています．また，実習棟 II の一階には，管理区域があり，放射線治療領域にはリニアック（Elekta 社製）があります．さらに，非密封放射性同位体の管理区域もあり，放射化学や放射線計測の実験も行える設備が整っています．加えて，SPECT 装置（PHILIPS 社製 BRIGHTVIEW X）が研究用に設置してあり，臨床業務の時間帯を気にすることなく研究が行えます（Fig.1）．



Fig.1 大学施設にある研究用 SPECT 装置

このほかに附属図書館には、1,600 種類の学術雑誌と約 12 万冊の蔵書があり、学生たちのアクティブラーニングの拠点となっています。

3. 学部における教育

茨城県立医療大学は保健医療学部のみで、学科としては、看護学科、理学療法学科、作業療法学科そして放射線技術科学科の 4 つの学科から構成されています。また、学科組織とは別に、医科学センター、人間科学センターがあり、4 学科に共通の基盤教育、医学教育を担っています。さらに、附属病院も併設していますが、ここで特筆すべきは、医学部のない国公立大学で、附属病院を併設しているのは極めて珍しいということです。附属病院は、約 120 床と小さい病院ながらも、主にリハビリテーションを中心とした医療技術職の養成のための病院として機能しています。さらに、ロボットスーツをはじめとした研究や地域リハビリテーションの拠点となっています。

なお、放射線技術科学科の助教以上の教員は、附属病院での勤務も兼任しており、我々、核医学の教員も脳血流シンチ、骨シンチ、ドパミントランスポータシンチグラフィなどの核医学検査を実際に行っています。ただ、核医学検査の 8 割は小児が対象となっており、入眠処置がうまくいかないときには、午後からの授業に間に合うかドキドキしながら検査をすることもあります。

附属病院の核医学装置は、2020 年より、SPECT/CT 装置 Symbia Intevo Bold (SIEMENS HEALTHINEERS 社製) が設置され、臨床並びに学生研究等に活用しています (Fig.2)。



Fig.2 附属病院にある SPECT/CT 装置

4 年次に配属される卒業研究では、約 40 名の 4 年生のうち、對間研究室、鹿野研究室、中島研究室併せて 10 名程度の学生が核医学領域を選択してくれます (Fig.3)。



Fig.3 核医学領域の教員と對間研究室の学部生

卒業研究では、大学施設を利用した研究テーマにとどまらず、近隣の協力医療機関や研究機関等と連携して研究を実施することも多くみられます (Fig.4)。

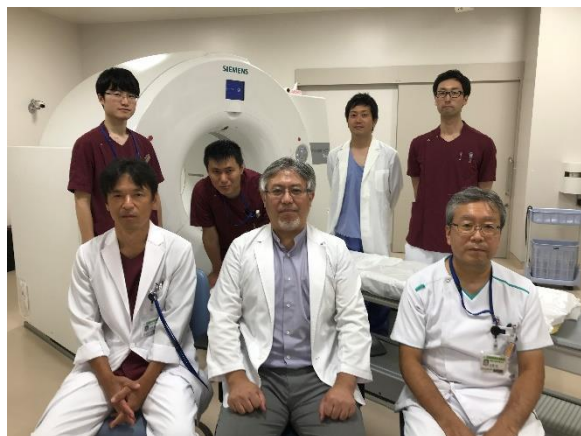


Fig.4 協力医療機関との連携（土浦協同病院の核医学検査室の技師の方々）

4. 大学院における研究

茨城県立医療大学の保健医療科学研究科には博士前期課程と博士後期課程があります。

博士前期課程は「看護学専攻」、「理学療法学・作業療法学専攻」、「放射線技術科学専攻」の3つの専攻から成り、それぞれの入学定員は、6名、6名、3名と少数となっています。また、博士後期課程は、「保健医療科学専攻」の1専攻となり、入学定員は5名となかなかの狭き門となっています。

博士前期課程の「放射線技術科学専攻」は、「医用画像技術学」、「核医学技術学」、「放射線治療技術学」の3つの領域に大別されます。そのうち、核医学技術学領域には、核医学情報解析学、生体情報解析学、放射線安全管理学、核医学技術学、生体機能画像学の各分野があり、放射線技術科学科の教員だけでなく、生理学、分子生物学など基礎研究の指導教員や臨床内科学の医師教員も選ぶことができます。

なお、本大学院では各領域に専門コースと医学物理コース（MPコース）の2

コースがあります。専門コースでは、先端的な研究に関する論文の抄読やディスカッションを行うことなどで、放射線技術科学について専門的かつ広い視野を育成しています。MPコースでは、文部科学省補助金事業である「がんプロフェッショナル養成プラン」などで培われた経験を活かし、高度な医用放射線技術の専門職を養成するとともに、医学物理士となりうる基本的能力を習得できます。

大学院の授業は時間割の6, 7限（18:30～21:40）に組まれているため、社会人院生も参加しやすくなっており、例年、一般院生と社会人院生は約半々くらいの割合となっています。また、COVID-19の感染が広がってきた2020年度からは、オンラインでの授業が主流となっており、社会人大学院生の時間的な負担は軽減されています（Fig.5）。

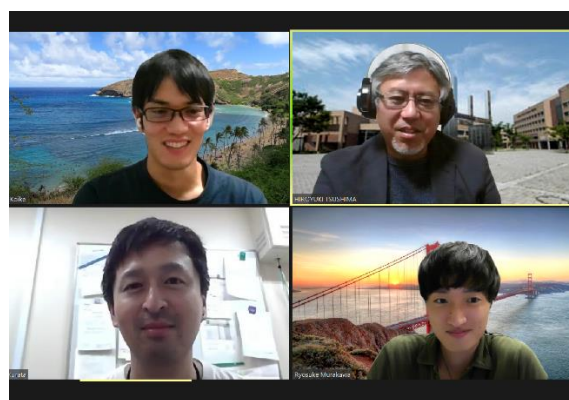


Fig.5 オンラインによる大学院授業

次に、核医学領域を選択した場合の大学院における代表的な科目と概要について紹介します。

【博士前期課程】

- 核医学情報解析学特論
…放射性医薬品と生体機能の関連性について、薬学や生理学をもとにした講義。
- 核医学技術学特論

…最先端のイメージング機器や機能解析法に関する理論や技術に関する講義.

- 生体情報解析学特論

…臓器病変の形態とその機能異常について腫瘍学など多角的な観点からの講義.

- 放射線安全管理学特論

…放射線管安全理組織の構築と医用放射線安全管理技術に関する講義.

- 核医学技術学演習 I

…Prominence processor 等を使ったシミュレーション画像の作成と画像評価に関する演習

- 核医学技術学演習 II

…医用放射線安全管理学に関する演習

- 総合核医学特論

…医学物理士が習得すべき核医学および放射線防護に関する講義.

- 放射線技術科学特別研究

…修士論文作成のための研究.

【博士後期課程】

- 保健医療科学特論

- 保健医療科学方法論

- 医療政策論

- 放射線技術科学特講

- 放射線技術科学特講演習

- 病態解析診断学特講演習

- 医学物理臨床実習

- 特別研究

なお、近年の修士課程における研究テーマは、

【對間研究室】

- 3D プリンタを用いた核医学画像評価ファントム開発に関する基礎的検討

- ^{123}I -IMP 脳血流シンチグラフィのノーマルデータベースに画像補正法が

与える影響

- 線条体シンチグラフィの定量解析における脳萎縮の影響に関する研究 — モンテカルロシミュレーションを用いた検証 —

- ドパミントランスポータシンチグラフィにおける線条体抽出法に関する研究 — Region Growing 法を用いた検討 —

- ドパミントランスポータシンチグラフィにおける線条体領域抽出法に関する基礎研究 — 深層学習を用いた検討 —

【鹿野研究室】

- ラット C6 神経膠芽腫株化細胞における放射性標識アミノ酸製剤の取り込み制御に関する基礎的検討

- 放射性ヨウ素標識 meta-tyrosine の腫瘍細胞への取り込みに関する基礎的検討

となっており、核医学検査技術に関する研究と放射性医薬品等に関する研究の両方に対応できます。

5. さいごに

茨城県立医療大学の大学院は、8月に募集開始、10月に入学試験と他大学に比べて、ゆっくりとした入試日程となっています。また、入試に先立ち6月には大学院説明会も開催されますので、興味のある方はまず説明会に参加されることをお勧めします。

本学の大学院に興味をお持ちいただいた方は、過去の入試問題も公開されていますので、まずは本学大学院のホームページをご覧くださいと思います。

<http://www.ipu.ac.jp/category/1543895.html>

明るい方へ

明るい方へ 明るい方へ。

1つの葉でも 陽の洩るところへ。

藪かげの草は

明るい方へ 明るい方へ。

一分もひろく 日の射すところへ。

都会に住む子等は。

この詩は、山口県出身の童謡詩人・金子みすゞの作品である。

私事ではあるが山口に移住して2年半が過ぎて、やっと金子みすゞ記念館を訪れてみた。時代背景もあるが、彼女の境遇は決して幸せとは言えなかった。しかし彼女の心の底からあふれ出す未来への希望、子供たちへの希望がストレートに伝わってきた。

今年に入り世界中が新型コロナウイルスの渦中であり、未だ明るい兆しが見えてこない。我々、医療現場に携わる者としては、毎日が見えない敵との闘いの繰り返しで心休まる日がないのが事実であろう。

その影響もあってか、「明るいほうへ、明るいほうへ」、なんと心の奥まで揺さぶられる響きであろうか。

小さな一歩かもしれないが、「明るいほうへ、明るいほうへ」、一人が一步步進んでいけば必ず明るい未来へ進むことができることは間違いない。

核医学部会は、会員の皆様のお役に立てる企画をこれからもドンドン進めてまいります。

一日でも早くコロナ禍が収束し世界中の人々が明るい笑顔を取り戻すことを祈りつつ。

山口大学医学部附属病院 甲谷 理温