

公益社団法人 日本放射線技術学会

放射線防護部会誌

Vol.19 No.2 (通巻 49)

●卷頭言 新しい時代に求められる放射線防護部会を目指して

金沢大学 松原 孝祐

●第49回放射線防護部会

●教育講演「診断参考レベル次のステップへ」

医療被ばくに対するICRPの考え方

国際医療福祉大学成田病院 五十嵐 隆元

●シンポジウム「新しいJapan DRLsに向けて」

① 一般撮影

藤田医科大学 浅田 恭生

② マンモグラフィ・歯科口内法X線撮影

首都大学東京 根岸 徹

③ CT

川崎医療福祉大学 竹井 泰孝

④ IVR

順天堂大学 坂本 肇

⑤ 核医学

茨城県立医療大学 尾間 博之

●入門講座9

医療被ばくの共通認識 Common Sense of Medical Exposure

筑波大学医学医療系 磯辺 智範

●専門講座4

放射線防護で扱う量—線量概念の3つのエッセンス—

筑波大学医学医療系 森 祐太郎

●世界の放射線防護関連論文紹介

Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures.

筑波大学医学医療系 森 祐太郎

(放射線治療におけるコーンビームCTの患者被ばく線量評価)

Influences of operator head posture and protective eyewear on eye lens doses in interventional radiology: A Monte Carlo Study.

九州大学大学院 平田 悠真

(IVRにおける水晶体線量に対するオペレーターの頭の姿勢と防護眼

鏡の影響: モンテカルロ研究)

●書評

詳解テキスト医療放射線法令 [第三版]

九州大学 藤淵 俊王

●第3回医療放射線リスクコミュニケーションセミナー参加報告

NTT 東日本関東病院 釋迦堂 啓子
あさひ総合病院 若嶋 綾乃

●防護分科会誌インデックス



新しい時代に求められる放射線防護部会を目指して

放射線防護部会 部会長 松原 孝祐
金沢大学 医薬保健研究域保健学系

今年度より放射線防護部会長を務めることとなりました、金沢大学の松原孝祐と申します。これまで、放射線防護分科会の頃から5期10年、放射線防護部会委員を務めさせていただき、主に学術大会における部会企画の立案および準備、福島第一原子力発電所の事故後の市民への対応、国際的な医療放射線防護分野における活動（IAEA, WHO関連）、学会の被ばく相談窓口などの業務を担当させていただきました。そろそろ次の方にバトンを渡す頃かと思っていたところではありましたが、このたび今年度からの部会長としてご指名いただいた次第です。正直なところ、専門部会長という重責を担うことに対するプレッシャーは大きく、必要とされる任務を果たせるかどうか不安ではあります。とにかく自分ができることを頑張ってまいりたい所存です。部会員の皆様におかれましても、ご指導ご鞭撻の程、何卒よろしくお願ひ申し上げます。

今年の3月に医療法施行規則の改正があり、来年の4月より管理・記録対象医療機器等を用いた診療に当たっては、被ばく線量を適正に管理することが義務化されます。放射線防護部会としましても、放射線防護委員会、関係法令委員会、医療安全委員会などと連携をとりつつ、学会員にとって有益な情報を提供していきたいと考えております。また、現在多くの学会員の皆様が被ばく管理に注目している状況でもありますので、放射線防護部会員の皆様の活躍の場も広がることが期待されます。当部会としましても、皆様の活動をサポートできればと考えております。

また、2015年度より本学会に放射線防護委員会が設立され、これまで放射線防護分科会が担っていた業務の一部が放射線防護委員会に移管されました。現在、放射線防護部会にはこれまでの活動に加えて、より学術的な活動を行うことも期待されているように思います。今後は会員の皆様が放射線防護研究に取り組むために役立つ企画や知見の提供、若手研究者のサポート、海外からの情報提供などもより積極的に行っていきたいと考えております。会員の皆様からの当部会の学術的活動に関するご要望やご意見もお寄せいただけますと幸いです。

本来は皆様に直接ご挨拶申し上げるところではありますが、本稿をもちまして就任の挨拶に代えさせていただきます。今後ともよろしくお願ひ申し上げます。

目次

●巻頭言 新しい時代に求められる放射線防護部会を目指して

金沢大学 松原 孝祐 ・・・ 1

●目次 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

●第49回放射線防護部会

日時 2019年10月17日(木) 14:00~15:00 第2会場

●教育講演

医療被ばくに対するICRPの考え方

国際医療福祉大学成田病院 五十嵐 隆元 ・・・ 4

シンポジウム「新しいJapan DRLsに向けて」

日時 2019年10月17日(木) 15:00~17:00 第2会場

1. 一般撮影

藤田医科大学 浅田 恭生 ・・・ 8

2. マンモグラフィ・歯科口内法X線撮影

首都大学東京 根岸 徹 ・・・ 10

3. CT

川崎医療福祉大学 竹井 泰孝 ・・・ 12

4. 透視

千葉大学医学部附属病院 加藤 英幸 ・・・ 15

5. IVR

順天堂大学 坂本 肇 ・・・ 21

6. 核医学

茨城県立医療大学 尾間 博之 ・・・ 24

●入門講座9

日時 2019年10月19日(土) 10:00~10:50 第8会場

医療被ばくの共通認識 Common Sense of Medical Exposure

筑波大学医学医療系 磯辺 智範 ・・・ 27

●専門講座4

日時 2019年10月19日(土) 11:00~11:50 第8会場

放射線防護で扱う量—線量概念の3つのエッセンス—

筑波大学医学医療系 森 祐太郎 ・・・ 32

●世界の放射線防護関連論文紹介

1. Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures.
(放射線治療におけるコーンビームCTの患者被ばく線量評価)

筑波大学医学医療系 森 祐太郎 ・・・ 38

2. Influences of operator head posture and protective eyewear on eye lens doses in interventional radiology: A Monte Carlo Study.
(IVR における水晶体線量に対するオペレーターの頭の姿勢と防護眼鏡の影響: モンテカルロ研究)

九州大学大学院 平田 悠真 ··· 42

●書評

- 詳解テキスト医療放射線法令 [第三版]

九州大学 藤淵 俊王 ··· 47

●第3回医療放射線リスクコミュニケーションセミナー参加報告

NTT 東日本関東病院 放射線部 釋迦堂 啓子 ··· 48
あさひ総合病院 若嶋 綾乃 ··· 49

●防護分科会誌インデックス	·····	51
・部会内規	·····	63
・編集後記	·····	64
・入会申込書	·····	65
・防護部会委員会員名簿	·····	66

医療被ばくに対する ICRP の考え方

五十嵐 隆元
国際医療福祉大学成田病院

1. はじめに

放射線の医学利用は、患者への直接的で個人的な健康上の便益への期待と結び付いた自発的なものであり、計画的かつ自発的な被ばくである。ICRPは医療被ばくに関する多くのPublicationを発行しており、様々な見解を示している。本講座では、ICRP Publication 103¹⁾と 105²⁾を中心に、それらをまとめたような形で進めていくことにする。

2. 正当化

「放射線被ばくの状況を変化させるいかなる決定も、害より便益を大きくすべき」

ICRPの2007年勧告では、医師の経験、専門的判断、良識を尊重しつつ、できるだけ定量的な意思決定支援の技術を適用すべきとし、正当化の原則が以下の3つのレベルに適用されるとしている。

レベル1：医療における放射線利用自体の正当化

レベル2：特定の症状を有する患者へ特定の医療行為を実施することへの正当化

レベル3：個別の患者に対して特定の医療行為を実施することの正当化

個々の患者に対して放射線診療手技の実施が正当化されていなければならない。つまり個々の患者に對し損害よりも便益を多く与えると医師が判断することが必要である。既に一般的に正当化されている簡単な診断手技を症状や徵候を有する患者に実施する場合、追加の正当化は不要であるが、複雑な診断やIVRのような高線量の検査に対しては、個々の正当化が重要である。

3. 診断参考レベル

放射線防護の最適化とは「経済的及び社会的要因を考慮に入れ、すべての線量を合理的に達成できる限り低いレベル」に維持することであり³⁾、その目的は以下のとおりである。

- (1) 放射線被ばくを伴う行為であっても明らかに便益をもたらす場合には、その行為を不當に制限することなく人の安全を確保すること。
- (2) 個人の確定的影響の発生を防止すること。
- (3) 確率的影響の発生を減少させるためにあらゆる合理的な手段を確実にとること。

4. 医療被ばくにおける線量値の考え方

線量の値は人体内の各点で異なるため、これら数値の集合は取り扱いが不便なので、ある数値に置き換えて考えることにしている。

- ・ 代表点を決めてその値を使う
- ・ 臓器など対象領域全体についての平均値を算出して使う（臓器の吸収線量）

5. 実効線量

実効線量は全身の均等被ばくという同一な定義になるため、実効線量同士での加算が可能となる。これは、放射線被ばく管理上大変便利なものとなる。

実効線量はあくまで prospective な線量評価や線量の最適化に用いる放射線防護目的の量であり、特定のある個人の被ばくに対する事後評価としてこれを用いてリスクや損傷を評価してはならず、患者の被ばくを評価するための実効線量の使用には、重篤な限界があることを理解しておかなくてはならない。実効線量の用途は、病院や国家間での異なる診断手技や類似した技術・手技での線量の比較、および線量限度に対するコンプライアンスを示す手段を与えることである。

6. 集団実効線量

集団実効線量は、放射線の利用技術と防護手順を比較するための最適化の手段であり、疫学的研究の手段として集団実効線量を用いることは意図していないので、これをリスク予測に使用することは不適切である。長期間にわたる非常に低い個人線量を加算することも不適切であり、特に、大集団に対する微量の被ばくがもたらす集団実効線量に基づくがん死亡数を計算するのは避けるべきである。

7. 線量・線量率効果係数 (Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor : DDREF)

疫学研究では小さなリスクの検出は非常に難しいため、放射線のリスクは主に 200 mSv 以上の急性被ばくから決定されている。放射線の生物学的效果は、同一の吸収線量であっても放射線の種類や線量率によって異なってくるため、低線量・低線量率の被ばくにおいて実効線量と LNT モデルを用いて prospective なリスク予測をする際には、導かれたリスク推定値を DDREF で除する必要があり、ICRP では DDREF に 2 を採用している。つまり高線量から低線量へ外装する際の補正係数とも言えるかと思う。これは高線量・高線量率での影響がそのまま低線量・低線量率にも適用できるわけではなく、回復作用などによりどの程度まで影響が低減されるかを示す係数とも言える。

8. LNT モデル

「低線量領域でも、ゼロより大きい放射線量は、単純比例で過剰がん及び／又は遺伝性疾患のリスクを増加させる」、という仮説に基づく線量反応モデルであり、ICRPはこのLNTモデルが、引き続き、低線量・低線量率での放射線防護についての慎重な基礎であると考えている。

LNTモデルは、生物学的真実として受け入れられているのではなく、低線量の被ばくにどの程度のリスクが伴うのかを実際に知らないために、不必要的被ばくを避けるための公衆衛生上の慎重な判断である。この仮説は放射線管理の目的のためにのみ用いるべきであり、すでに起こったわずかな線量の被ばくについてのリスクを評価するために用いるのは適切ではない。

9. 医療被ばくの最適化

患者線量の管理により実施される医療被ばくにおける防護の最適化は、患者線量の低減を必ずしも意味しない^{1,4)}ことに留意すべきである。

現在では診断参考レベル (DRL) が最適化の重要なツールとして理解されており、撮影において診断能の向上に寄与しない患者への余計な放射線量を回避するのに役立つものである。DRLの適用により正当化されないような高値または低値の頻度を少なくすること、および広範であった線量値の分布範囲を狭くするように促すことで、利用される線量の改善が図れる。

10. 生物医学研究のボランティアおよび患者の介助者の被ばく

生物医学研究の志願者ボランティアは医学ならびにヒトの放射線生物学に多大な貢献をしている。これらの研究すべてが医療機関で行われるわけではないが、生物医学研究におけるすべてのボランティア被ばくを医療被ばくのカテゴリーに含めている^{1,5)}。

患者を介助・介護する友人や親族はボランティアであるが、患者にとっても患者の世話をする人にとっても直接的な利益がある。これらの人たちの被ばくは医療被ばくと定義されるが、線量拘束値を設定するべきである。成人の場合、1事例当たりに5 mSvの線量拘束値が妥当としている²⁾。

11. その他、過去の Publication での重要な意見

- 大部分の診断検査によって胎児が受ける出生前線量では、出生前あるいは出生後の死亡、奇形を含む発生障害、又は精神発達障害について、バックグラウンド発生率を超えるリスクの増加は検出されない⁶⁾。
- 胚／胎児への100 mGy未満の吸収線量は、妊娠中絶の理由と考えるべきではない⁶⁾。
- IVRを行なう医療従事者は実施した手技による放射線損傷の有無を観察・検討すべきである⁷⁾。
- CTの急速な発展は全般的に見て、患者線量の低減にはつながっていない⁸⁾。

- ・ ディジタル化は画質に（画像が黒すぎる等の）悪影響を与えることなく過剰被ばくが生じる可能性がある。ディジタルでは、線量を高くすることで画質が良くなるので、必要以上に高い線量が設定される傾向がある⁹⁾。

参考論文

- (1) ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4). 2007.
- (2) ICRP, Publication 105. Radiological Protection in Medicine. Ann. ICRP 37 (6). 2007.
- (3) ICRP, Publication 135. Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. Ann. ICRP 46 (1). 2017.
- (4) ICRP, Radiation and your patient - A Guide for Medical Practitioners. ICRP Supporting Guidance 2. Ann. ICRP 31 (4). 2001.
- (5) 7 ICRP, Radiological Protection in Biomedical Research. ICRP Publication 62. Ann. ICRP 22 (3). 1992.
- (6) ICRP, Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1). 2000.
- (7) ICRP, Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. ICRP Publication 85. Ann. ICRP 30 (2). 2000.
- (8) ICRP, Managing Patient Dose in Computed Tomography. ICRP Publication 87. Ann. ICRP 30 (4). 2000.
- (9) ICRP, Managing Patient Dose in Digital Radiology. ICRP Publication 93. Ann. ICRP 34 (1). 2004.

1. 一般撮影

1. はじめに

一般撮影のプロジェクトリーダーは、京都医療科学大学 大野和子 先生、委員としては藤田医科大学 浅田 恭生、帝京大学 大谷浩樹 先生、群馬パース大学 渡邊 浩 先生、大阪市立大学附属病院 長畠智政 先生、東所沢病院 地主明弘 先生である。今回の DRLs 改定の方針、対象とする検査、収集方法、タイムスケジュールを述べる。

2. 方針案

今回の DRL 検討を通して次の 5 年後には全国集積がスムースに出来るための方法を構築する。FPD (flat panel detector) と CR (computed radiography) が混在しているが、将来的には FPD が主流となることを見据えて両者のデータを取得する。病院の情報を収集するため個人情報ではないが京都医療科学大学倫理委員会に諮る。

3. 対象とする検査

- ① 前回 DRL と同一項目とし、回答が極端に少ない撮影の採否は収集後に検討。
- ② 健診（労働安全衛生法に基づく）という日本の特有の項目を追加する。

4. 収集方法

京都医療科学大学の卒業生が従事している全国の医療機関を対象とする。京都医療科学大学学友会理事会の承認取得済み。今後倫理委員会承認後、各施設にアンケートを配布する。集計結果から考察して推計データが必要な場合は実験で補完する。健診の胸部正面 X-p については、全国労働衛生団体連合会（健診実施施設の加盟する協会で精度管理を積極的に行っている）の集計結果転載許可を取得しており、このデータを公表する。

5. タイムスケジュール

9 月 アンケート実施

10月～12月 集計

上記の結果は、これからであるのでお示しすることはできない。参考資料として、2017年に実施した全国アンケートのデータを示す。

表1には、DRLs2015との比較、図1に2017年調査におけるCRとFPDとの比較を示す。

表1よりすべての部位において、2017年調査の方がDRLs2015より低かった。

図1よりFPDの方がCRより有意に低かった。

6. まとめ

2017年調査はDRLs2015よりも低かった。今回の改訂においては同様に低く設定することになるのではないかと予想する。

表1. DRLs2015と2017年調査の比較

撮影法	DRLs2015	2017	誤差 [%]	撮影法	DRLs2015	2017	誤差 [%]
頭部正面	3	2.05	-32	骨盤	3	2.41	-20
頭部側面	2	1.60	-20	大腿上部	2	1.52	-24
頸椎	0.9	0.71	-21	足関節	0.2	0.18	-10
胸椎正面	3	2.67	-11	前腕	0.2	0.14	-30
胸椎側面	6	4.53	-24	グースマン法	6	4.56	-24
胸部(100 kV以上)	0.3	0.22	-27	マルチウス法	7	4.99	-29
胸部(100 kV未満)	-	0.46	-	幼児胸部	0.2	0.14	-30
腹部	3	2.26	-25	小児胸部	0.2	0.19	-5
腰椎正面	4	3.46	-13	幼児股関節	0.2	0.15	-25
腰椎側面	11	8.52	-23				

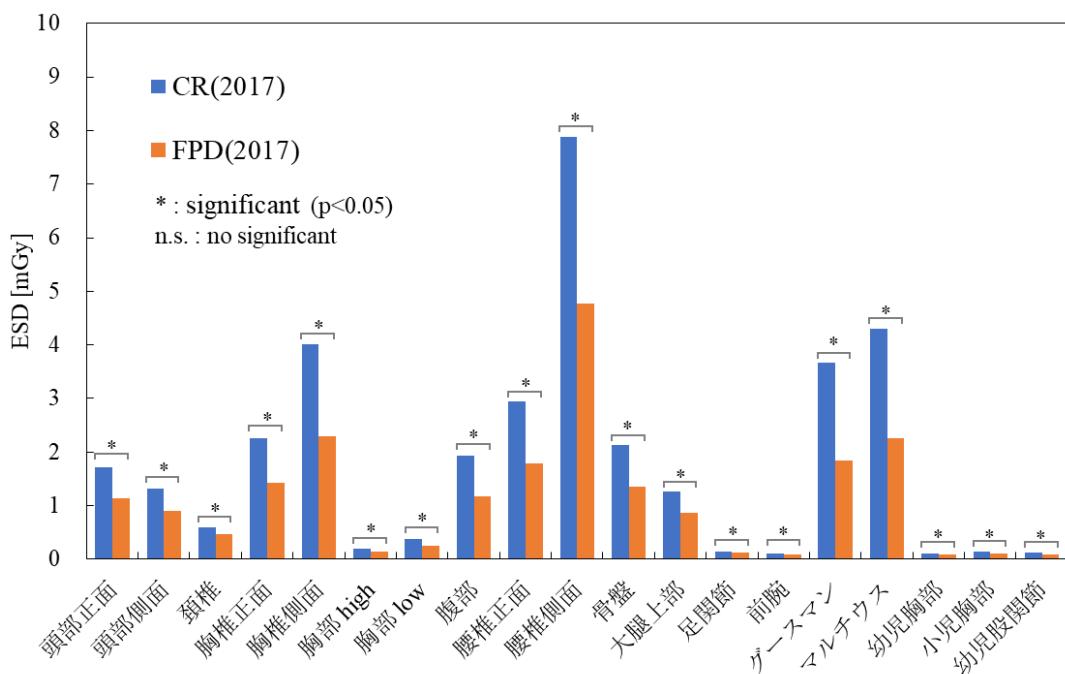


図1. CRとFPDの比較

2. マンモグラフィ・歯科口腔内法 X 線撮影

1. はじめに

DRLs2015 が策定されて 5 年間が経過しようとしている。この 5 年間で何が変わって、何が変わらなかつたのか？この点について皆様と検討していきたいと思う。

2. マンモグラフィ領域

まずマンモグラフィ領域において平均乳腺線量の調査方法は日本乳がん検診精度管理中央機構が行っているマンモグラフィ検診施設画像認定を評価する際にガラスバッジで測定している平均乳腺線量評価の値を用いている。しかも施設認定施設のみの値として我が国で使用されているマンモグラフィシステムの半数前後に上る。2010 年までに調査した段階ではアナログ (Screen/Film) システムが 1,016 台、デジタル (CR+FPD) システムが 1,142 台とほぼ同数で比較されたデータがある。これによるとアナログシステムの平均値が 1.59 ± 0.62 mGy で中央値が 1.50 mGy であるのに対し、デジタルシステムの平均値が 1.65 ± 0.56 mGy で中央値が 1.60 mGy であった。これらの分布はほぼ同じかやデジタルシステムが高い傾向を示していた。しかしその後のデータでは平均乳腺線量は緩やかに上昇を続け 2011-2014 年のデータではアナログシステムが 148 台で平均値が 1.68 mGy であるのに対し、CR システムは 1,336 台で平均値が 2.03 mGy、FPD システムは 509 台で平均値が 1.72 mGy であったことから使用頻度の高い CR システムが平均乳腺線量を押し上げる構図となってしまった。この当時、マンモグラフィシステムを考えた時、乳房用 X 線装置メーカと CR 装置メーカが異なっていた為、アナログ時代から使用していた乳房用 X 線装置に CR システムを適用した際に乳房厚と管電圧、付加フィルタの調整は従来のアナログシステムのまま利用し、いわゆる Density Tap (濃度補正機構) により CR 感度調整を行っていたのではないかと考える。その為、アナログシステムより 1~2 段階多めの線量に調整されたシステムを利用された施設が多くなったため、アナログシステムより約 20% 高い平均乳腺線量の値を示していたのではないかと推測される。では、CR システムでは本当に平均乳腺線量を高くしなくては施設認定が取れないのであろうか？答えは否である。CR システムで施設認定を取られた施設のうちほとんどが Mo ターゲット/Mo フィルタであり、Mo ターゲット/Rh フィルタを使用している施設は 6% 程度に過ぎなかった。しかし、それらの施設はいろいろと画質と被ばくの最適化を行ってきた賜物であると考える。ちなみに Mo フィルタを使用した施設の平均値は 2.05 mGy で Rh フィルタを使用した施設の平均値は 1.57 mGy であった。特に管電圧も Mo フィルタを利用している施設の多くは管電圧が 28 kV 以下で撮影しており、中には 25 kV で撮影している施設も散見された。なお Mo フィルタにて管電圧が 25 kV で撮影しているグループの平均値は 2.34 mGy と高い一方、Rh フィルタを使用しているグループの多くは管電圧が 28

kV 以上を使用し, Rh フィルタを有効に活用していることが理解されるデータであった. なお, W ターゲット/Rh フィルタを使用している直接変換式 FPD システムの平均乳腺線量の平均値は 1.17 mGy であった. このことから FPD システムを有効に活用すれば高画質, かつ被ばく線量の低減は比較的簡便に進むと思われるが, 本当にそれだけでよろしいのでしょうか? 我々一人一人が研鑽を積み, 臨床に活かしていくべきではないでしょうか?

現在, DRLs2020 の基準データとして同様に施設認定施設 2700 施設余りのデータを預かり, 検討しているところである. このデータの一部は第 47 回日本放射線技術学会秋季学術大会において開催される第 49 回放射線防護専門部会当日にお披露目する予定である.

3. 歯科口内法 X 線撮影領域

次に歯科口内法 X 線撮影領域においては DRLs2015 のデータでは標準的な体格の成人患者と 10 歳小児に対する口内法 X 線撮影に対する患者入射線量(patient entrance dose, PED)を用いて評価を行っている. 歯科放射線領域で用いられる PED とは英国放射線防護庁(National Radiological Protection Board, NRPB)の Napier らによって導入された値であり, 口内法 X 線撮影装置のコーン先端における中心線の自由空中空気カーマの値で, 口内法 X 線撮影で容易に正確かつ高精度で測定できる計測量として広く認知された値である. この値の測定は各施設でもっとも使用頻度の高い口内法 X 線撮影装置の仕様と常用の受像系についてアンケートを行い調査したうえで, 患者の上顎と下顎の前歯部, 大歯部, 小臼歯部, 大臼歯部の計 8 部位に対してその施設で使用している通常の撮影条件で, 装置の種々の出力パラメータを測定している. 口内法 X 線撮影の各条件における全パラメータを全国の歯科大学付属病院 29 施設で測定した結果, 得られた値を基に算出している. その結果, 使用している口内法 X 線撮影装置は自己整流装置が 3 台(11%), 全波整流装置が 1 台(3%), インバータ装置が 25 台(86%)で, 大部分の施設ではインバータ装置が利用されていた. これは歯科大学付属病院ではインバータ装置が普及していたが, 歯科領域は一般開業医が多いため, 多くの施設の調査が必要であると思われた. 使用管電圧は, 60 kV と 70 kV 付近に二極化しており, 使用装置は公称管電圧 60 kV と 70 kV が大部分で, 非接触測定器で測定した結果, 管電圧は公称値の 10% 以内であり, 照射時間に対する出力の直線性も優れた装置であった. このことより, 口内法 X 線撮影装置は照射時間により比例関係が成立している装置であることから, 撮影条件とある点での PED が把握できれば, 簡便に精度管理を含めた測定が可能であることが示唆されている. 半価層(HVL)の平均土標準偏差(SD)は 2.0 ± 0.3 mm Al と変化の幅が狭く, 総濾過(total filtration, TF)もアルミニウム当量で 1.5-2.5 mm, その平均土標準偏差は 2.0 ± 0.3 mm であった. 問題点としてはフィルムの感度で, 現在でも D 感度のシステムを使用している施設があり, その施設は線量が多くなる傾向があった. 現在は E/F 感度が推奨されており, E/F 感度への変更またはデジタルシステムへの変更が望まれる. DRLs2020 へ向けて, また同様に測定調査が行われる予定であるが, 歯科領域では現在普及しているパントモグラフィやコーンビーム CT も視野に入れ検討を行い, 方向性を提案していく予定である.

なお, この歯科口内法 X 線撮影領域の情報の多くは明海大学歯学部原田康雄教授よりご提供していただいたものであり, 放射線防護部会誌面をもって感謝申し上げる.

1. 我が国の診断参考レベルの設定経緯

2011 年に発生した福島原発事故を契機に国民の間に医療被ばくへの不安が高まり、我が国の医療被ばく最適化の目安となる診断参考レベル(diagnostic reference level: DRL)の設定に向けた活動が加速度的に進んでいった。2010 年に医療放射線防護に関する学協会によって設立された医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)は、2014 年に DRL ワーキンググループ(WG)を立ち上げ、DRL 設定に向けた取り組みを開始した。CT-DRL 設定に向けた線量調査として 2012 年に日本放射線技術学会による小児を対象とした線量調査¹⁾、2013 年の日本診療放射線技師会と日本放射線技術学会の協働による成人・小児を対象とした線量調査、2014 年の日本医学放射線学会による主に成人を対象とした線量調査が実施された。これらの調査から得られた線量データを基に国内外の専門家のコメントを考慮して WG で討論を重ねて作業を進め、2015 年 6 月に本邦で初となる DRL(Japan DRLs 2015)が設定された²⁾。

我が国の CT-DRL として成人は頭部単純ルーチン、胸部 1 相、胸部～骨盤 1 相、上腹部～骨盤 1 相、肝臓ダイナミック、冠動脈、小児は頭部、胸部、腹部 CT 検査の CTDIVol, DLP が DRL 値として設定された。なお成人では体重 50～60 kg, 冠動脈のみ 50～70 kg の標準体格、小児は 1 歳未満、1～5 歳、6～10 歳の年齢区分に対する値として設定された。

Japan DRLs 2015 設定後、J-RIME を構成する関連学協会で DRL に関するセミナーやシンポジウム等が多数開催され、我が国の DRL 普及に向けた活動が活発に行われた。

2. DRL 改訂に向けた動き

国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection: ICRP) は publication 135において、National DRL は 3～5 年ごと、あるいは大きな技術的变化があった時には見直していくことが必要であることを明示している³⁾。

我が国の元号が平成から令和に変わり、Japan DRLs 2015 も設定から 4 年が経過した。この間、各社の CT 装置には逐次近似応用再構成が標準搭載されるようになり、被ばく低減機能が著しく向上した CT 装置が多くの臨床現場で稼働するようになった。

そのため J-RIME では、DRL 改訂 WG 内に DRL2015 で設定されている X 線 CT や一般撮影、マンモグラフィ、口内法 X 線撮影、IVR、核医学に加え、新たに設定される診断透視のプロジェクトチーム(PT)を設け、2020 年春の改訂版 DRL (DRL2020) の公表に向けた改訂作業に着手した。

3. CT-DRL 改訂に向けた CT-PT の活動

著者が所属する CT-PT は今回の DRL 改定作業にあたり、成人では外傷全身 CT スキャンプロトコルの追加や冠動脈 CT や逐次近似応用再構成のサブグループ DRL の設定、小児では小児心臓 CT, Specific Dose Estimation (SSDE)^{4,5)}を用いたサブグループ DRL の設定について討論を進めている。また 2015 年以降に発表された CT 線量に関する論文等のレビューや、DRL 改訂のための線量実態調査の準備を進めている。

このうち成人の CT 線量調査は業務として行うため倫理審査は受けないということで日本医学放射線学会 (Japanese Society of Radiology: JRS) 理事会より承認を受け、放射線科専門医修練施設を中心に幅広い施設から、インターネットを介してデータ収集を行うことを計画している。

今回の調査では DRL が設定されている頭部単純ルーチン、胸部 1 相、胸部～骨盤 1 相、上腹部～骨盤 1 相、肝臓ダイナミック、冠動脈プロトコルに加え、新たに追加を予定している外傷全身 CT を対象とし、体重 50～70 kg かつ年齢 20 歳～80 歳の患者さんに対し、2019 年の任意の期間に実施された連続 30 例の検査の 1 相あたりの CTDIvol、検査全体の積算 DLP の中央値の収集を予定している。

また小児の CT 線量調査は、筆者が班長を務める日本放射線技術学会 (Japanese Society of Radiological Technology: JSRT) 学術調査研究「我が国的小児 CT で患児が受ける被ばくの実態調査(2018)」班が実施している。

筆者が所属する川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を受け、JSRT ならびに日本小児放射線学会の会員が在籍する全国の国公私立大学附属病院や公的医療機関、小児専門医療機関など、地域医療を担う基幹病院(約 400 施設)を対象に調査依頼書を送付し、2018 年 6 月以降の任意の期間に実施された連続 50 例の小児 CT 検査に対し、患児の年齢や身長、体重等の体格情報や撮影条件や CT 画像の縦径、横径、CTDIvol、DLP 等の線量情報について、インターネットを介してデータ収集を行っている。

4. DRL 改訂に必要となる線量調査が抱える問題点

National DRL の改訂を行うためには、医療被ばくに関する最新の全国実態調査が必要となる。これまで放 射線防護に关心を持つ一部の医師や診療放射線技師個人の絶え間ない努力により、自施設の医療被ばくの正当化、最適化がなされてきた。

2019 年 4 月に一部改正された医療法施行規則⁶⁾により、2020 年 4 月から全ての CT 検査の線量記録、DRL に基づいた線量管理が義務付けられ、今後は DRL 改訂を念頭においていた線量実態調査への参加が容易になることが考えられる。

しかし 2017 年の改正臨床研究法⁷⁾の施行を受け、倫理審査委員会の倫理審査がこれまで以上に厳格になり、医療機関からの線量データ収集がこれまで以上に難しい状況となっている。現に小児の CT 線量調査の回答率は 2019 年 9 月 30 日現在で 0.3% (13/400) となっており、前回調査よりも著しく回答率が低下している。

線量実態調査への低い回答率が続くことで DRL 改訂に必要となるデータが十分に得られないことも十分考えられるため、今後は DRL 改訂を目的とした線量実態調査は「臨床研究」ではなく、倫理審査を要しない「業務調査」に該当という行政判断による後押しが必要になると考える。

5. おわりに

J-RIME DRL 改訂 WG は 2020 年春の公表に向け、各 PT は急ピッチで改訂に向けた作業を行っている。また今春の医療法施行規則の改正によって 2020 年 4 月より全ての CT 検査の線量記録、DRL に基づいた線量管理が義務付けとなり⁷⁾、改訂された DRL が医療現場に果たす役割は更に大きくなる。さらに医療被ばくの正当化、最適化は医療安全のための体制確保の 1 つとして位置づけられたため、医療放射線の適正利用を考えなければならない時代が到来する。

今回の DRL の改訂、医療法施行規則改正を契機となり、医療現場で DRL を活用した医療被ばく管理が進み、本邦の CT 被ばくの最適化が更に進んでいくことを希望する。

参考文献

- (1) Takei Y, Miyazaki O, Matsubara K. et.al: Nationwide survey of radiation exposure during pediatric computed tomography examinations and proposal of age-based diagnostic reference levels for Japan. *Pediatr Radiol* 46:280-285, 2016.
- (2) 医療放射線防護連絡協議会、日本小児放射線学会、日本医学物理学会、他:最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定. 2015.
- (3) ICRP, 2017. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1).
- (4) American Association of Physicists in Medicine: Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Pediatric and Adult Body CT Examinations, The Report of AAPM Task Group 204, 2011.
- (5) American Association of Physicists in Medicine: Size-Specific Dose Estimates (SSDE) for Head CT, The Report of AAPM Task Group 293, 2019.
- (6) 厚生労働省:医療法施行規則の一部を改正する省令(厚生労働省令第 21 号). 2019.
- (7) 厚生労働省:臨床研究法(平成 29 年法律第 16 号). 2017.

4. 透視

1. はじめに

2015年6月に医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）が中心となり「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定（DRLs2015）」¹⁾が発表され、4年が経ち、その間、関連学団体を通して診断参考レベル（以下、DRL）の普及と改訂に向けた取り組みが行われてきた。透視検査に関する診断参考レベルはDRLs2015の策定時に、消化管透視の作業グループが結成され検討はされたものの、導入は見送られた。しかし現状として、診療放射線技師が関わらない透視検査（内視鏡センター等でのERCPなど）では線量が高い可能性もあることや、胃がん検診などの取り扱いに関する提案からJ-RIME第10回総会（2018年4月開催）にて、2020年の改訂に向け、診断用透視プロジェクトチームを立ち上げることになり、我が国初となる透視診断領域でのDRL設定に向け、活動することになった。また、医療法施行規則の一部改正において、医療被ばくの線量管理の義務化が行われ、その中で医療被ばくの最適化としてDRLを推奨している²⁾。

医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）

診断参考レベルワーキンググループ（DRL-WG）

診断透視プロジェクトチーム（診断透視PT）メンバー一覧

○ 加藤英幸：千葉大学医学部附属病院（日本放射線技術学会）

大谷浩樹：帝京大学 医療技術学部（日本医学物理士会）

白神伸之：東邦大学医療センター大森病院（日本医学放射線学会）

鈴木賢昭：ベルランド総合病院（日本診療放射線技師会）

中前光弘：奈良県立医科大学附属病院（日本放射線技術学会）

長畠智政：大阪市立大学医学部附属病院（医療放射線防護連絡協議会）

藤淵俊王：九州大学大学院医学研究院保健学部門（日本保健物理学会）

松原孝祐：金沢大学医薬保健研究域（日本放射線技術学会）

○：PTリーダー

2. 線量管理の実情

現在透視検査として公表されているガイドライン的数値としては、日本診療放射線技師会が医療被ばくガイドライン 2006³⁾で、上部消化管検査と下部消化管検査を⁴⁾、一検査あたりの入射表面線量（ESD : Entrance surface dose）で表している⁵⁾。ICRP Publication 135⁶⁾では、入射表面空気カーマ（ESAK : Entrance surface air kerma : Ka,e : 後方散乱線含む）を用語として用い、ESD を“古い表記”として記載している。諸外国での透視検査の DRL では、EU の Guidelines⁷⁾においては、一検査当たりの面積線量積（DAP : Dose area product : mGy² 注：ICRP Publication 135 では、KAP : Air kerma area product : P_{KA} と標記、DAP を“以前の用語”として記載）と ESD、透視時間が線量指標となっている。我が国においては JIS Z 4751-2-54⁸⁾が 2012 年 10 月に制定（2017 年 11 月改正）され、透視装置に面積線量、空気カーマの表示が義務化されたが、国内稼働装置の 40% 程度しか面積線量値を表示できないことがわかった。

3. DRL 設定に向けて

DRL は容易な方法で取得できる手法ということを考えると、装置に表示される数値が妥当である。また ICRP Publication 135 では、ファントムの使用は装置の性能評価においては重要と位置付けているが、実際の患者に対して行った手技での数値を基に DRL 値を設定することを推奨している（ICRP Publication 135 (382, 383))。

今回診断透視 PT として協議し、線量調査項目としては、一検査当たりの面積線量、空気カーマ、透視時間、撮影回数から DRL 値を検討する方針とした。また、DRLs2015 において、X 線 CT、一般撮影、口腔内法 X 線撮影、核医学検査では、検査種別ごとの DRL 値を設定している。ICRP Publication 135 では、最も頻繁に実施され、線量評価の実施が可能な検査で、患者に最も高い放射線量をもたらすものを優先すると明記されている（ICRP Publication 135 (96))。そこで、上部消化管検査、下部消化管検査のほか検査種別に関しては、ICRP Publication 117 「画像診断部門以外で行われる X 線透視ガイド下手技における放射線防護」⁹⁾ほか、先行研究として行われた平成 30 年度（公財）政策医療振興財団研究助成研究課題「九州地区における透視検査被ばく線量の実態調査と線量指標の設定」研究報告書（研究者：国立病院機構 福岡東医療センター 宮島隆一）を参考に検討した。発表では“Web アンケートの項目と注釈”についても解説する。

X 線診断透視領域での診断参考レベル設定に向けた全国実態調査

（URL : <http://urx3.nu/TMDI>）

Web アンケート 項目と注釈（透視検査 DRL 調査アンケート項目.pdf）

（URL : <http://urx3.nu/UT2K>）

4. DRL 設定への取り組み

DRLs2015 の DRL 値の設定は、各モダリティで手法は違うものの、学団体の線量調査データおよび関連論文を基に、検討し取りまとめられた。今回、診断透視に関しては、J-RIME DRL-WG 診断透視 PT として、診断透視領域の DRL 値を設定するための Web での全国調査を行う方針で進め、9月4日付で日本放射線技術学会ホームページに公開した。現在日本診療放射線技師会誌への掲載はじめ、関連学団体を通じ、広くアンケート調査協力を進めている。

本取り組みに賛同していただける方々を通じて、勤務施設の理解を得ていただくと共に、各施設で必要である手続きを行っていただくことを考えた。ここで、当初調査方法として患者データを扱う行為が研究目的であると判断された場合、倫理委員会の承認を取得しなければならないことから、主担当者機関として千葉大学医学部で、倫理承認を取得した。しかし、今回の調査で収集される値は、医療法施行規則に定められた業務であるところの患者線量データの集計から得られるものであり、倫理指針における“研究”には該当しない¹⁰⁾ ことと解釈して、第5回 J-RIME DRL WG 会合（2019年7月13日開催）にて合意が得られ、各施設で倫理審査を受審する必要はなくなった。また、各施設から患者毎のデータを提供していただくのではなく、各施設で集計した中央値を回答していただく手法のため、個人情報保護法に関連する届出や個別の同意取得も不要との見解を示し、調査依頼文には記載した。

（INNEVISION; 34(3), 2019 p19-21 引用改変）¹¹⁾

5. 最後に

アンケート実施方法は Web からの回答で、調査期間は9月1日から10月31日、その後データ集計を行い、12月15日に開催される第5回 J-RIME DRL-WG 会合にて、調査結果を報告予定となっている。

本活動の趣旨をご理解していただき、一施設でも多くの施設から、そして一装置でも多くのデータを提供していただき、我が国初の透視診断 DRL が制定できることを願っている。

表1 手技による標準的な患者の線量レベル（おおよその値）
(ICRP Publication 117より引用改変)

臓器または部位	手技	患者の相対的X線透視時間 平均放射線量 (min)	入射皮膚線量 (mGy)	面積線量積 (Gy cm ²)	実効線量 (mSv)
泌尿器科 腎臓と尿路	経静脈性尿路造影/経静脈性腎盂撮影	C, D	—	3.3-42	2-42
	腎瘻造設	D	1.3-20	/	30 [†] (5-56) 7.7 [†] (3.4-15)
	尿管ステント留置	C	/	/	18 4.7
婦人科 生殖管	子宮卵管造影法	B, C	0.3-14	9.7-30	4-7 1.2-3.1
消化器科と肝 胆道系	ERCP: 内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (診断目的)	C, D	2-3	55-85	15 3-6
	ERCP(治療目的)	E, F	5-10	179-347	66 20
	胆管ステント留置	E	—	499 43-54	11-14
	経皮経肝胆管造影	D	6-14	210-257	31 8.1
	胆管ドレナージ	F, G	12-26	660 38-150	10-38

† 平均値

* A, <1 mSv; B, 1-2 mSv; C, 2-5 mSv; D, 5-10 mSv; E, 10-20 mSv; F, 20-35 mSv; G, >35 mSv, 実効線量に基づく値

Web アンケート 項目と注釈

臨床研究課題名

「X 線診断透視領域での診断参考レベル設定に向けた全国実態調査」

1. 施設について

施設名 _____
病床数 _____
回答者名 _____
メールアドレス _____

2. 使用透視装置について

	メーカー名	装置名	形式	受像系	導入年月
例	日立	VersiFlexVISTA	C アーム型	FPD	2017.3
装置 1					
装置 2					
装置 3					
装置 4					
装置 5					

1. 各透視検査での装置表示値の中央値について

対象患者と検査は

- 標準体型（身長 150～170 cm、体重 50～70kg の男女：ただし件数が少ない場合は、範囲外可）
- 件数の多い検査、もしくは被ばく線量が高い（透視時間が長い）検査・IVR を下記検査名一覧より 10 種類程度選んでください。
- 症例数は 3 症例以上 目安としては 1 ヶ月間の症例数
 - ※ 同一検査が複数の装置で行われる場合は、使用装置ごとに記載してください。
 - ※ 精度を上げるため可能な限り症例数は増やしてください。
 - ※ 過去の検査データから算出している場合は結構です。
 - ※ 放射線部以外で行われている検査（内視鏡、ERCP など）についても調査対象としてください。

	検査名	使用装置	X 線管位置	症例数	身長	体重
例	ERCP	装置 1	オーバーテーブル	10	155	55

- 検査名は下記検査名一覧から選択してください。
- 使用装置は上記した使用透視装置を記載してください。
- X 線管位置は使用時の状態で、オーバーテーブル X 線管かアンダーテーブル X 線管で記載してください。

※ 同一装置、同一検査で使用時、オーバーテーブル X 線管とアンダーテーブル X 線管がある場合は、分けて記載してください。

	透視時間 (分)	透視パルスレート (P/S)	撮影回数	面積線量値	面積線量値単位	基準空気カーマ (入射空気カーマ)	基準空気カーマ 単位
例	40	7.5	10	200	mGy・cm ²	100	mGy

- 身長、体重、透視時間、撮影回数、面積線量値、基準空気カーマは項目ごとに症例数の中央値を記載してください。

検査名一覧

○嚥下造影 ○胸腔ドレナージ ○気管支鏡検査 ○食道・胃静脈瘤治療
○中心静脈栄養用カテーテル挿入術 (CV カテ・ポート挿入)
○食道・胃・十二指腸造影 ○食道・胃・十二指腸造影 (精検) ○食道・胃・十二指腸造影 (検診)
○胃瘻・腸瘻造設・交換・抜去 ○十二指腸ステント
○胆管チューブ交換 ○胆管・膵管ステント
○逆行性膵管胆管造影: ERCP (診断) ○逆行性膵管胆管造影: ERCP (治療)
○経皮経肝の胆管造影: PTC ○経皮経肝の胆道ドレナージ: PTCD
○経皮経肝の胆囊ドレナージ: PTGBD ○経皮経肝的肝腫瘍ドレナージ: PTAD
○内視鏡透視 (腹部: 小腸、大腸)
○イレウス管挿入 ○小腸造影
○大腸 (注腸) 造影 ○大腸 (注腸) 造影 (精検) ○大腸 (注腸) 造影 (検診) ○大腸ステント
○膀胱造影: CG ○尿道造影: UG ○逆行性腎盂造影: RP
○腎瘻造設 ○腎瘻カテーテル交換
○子宮卵管造影: HSG
○腰椎脊髄腔造影: ミエロ
○関節腔造影 (股関節): アルトロ ○関節腔造影 (その他): アルトロ
○腰椎神経根ブロック
○四肢単純透視 (整復術等)

1. 追加調査への協力状況について

- ・追加調査への協力 ○ ×
- ・アクリルファントムを保有している ○ ×
- ・電離箱線量計又は半導体線量計を保有している ○ ×

参考文献

- (1) 医療被ばく研究情報ネットワーク. 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定.
<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf> (Accessed 2019.9.16)
- (2) 厚生労働省 第7回 医療放射線の適正管理に関する検討会 (平成30年9月28日) 資料
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku-attach/10801000/000361839.pdf> (Accessed 2019.9.16)
- (3) 日本診療放射線技師会. 医療被ばくガイドライン (DRL s 2015 の公表を受けて).
http://www.jart.jp/activity/hibaku_guideline.html#plink8 (Accessed 2019.9.16)
- (4) 佐藤寛之. II診断参考レベル (DRL) に対する活動と課題 5.X線透視撮影の診断参考レベル (DRL) 設定に向けた取り組みと課題. インナービジョン 2016; 31 (12): 18-20
- (5) 加藤英幸, 磯辺智子, 越智茂博, 他. 消化管 X 線検査における被曝線量の施設間格差の評価法. 日放技学誌 1999; 55 (7): 655-664
- (6) ICRP. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46 (1). 2017
- (7) European Commission. Diagnostic reference levels in thirtysix European countries. Radiation Protection No 180. 2014
- (8) JISZ 4751-2-54. 医療用電気機器-第2-54部:撮影・透視用 X 線装置の基礎安全及び基本性能に

に関する個別要求事項. <http://www.jisc.go.jp/pdfa6/PDFView/ShowPDF/KAMAA-M3behYHQeL6KcHM>
(Accessed 2019. 9. 16)

- (9) ICRP. 画像診断部門以外で行われる X 線透視ガイド下手技における放射線防護. ICRP Publication 117. http://www.icrp.org/docs/P117_Japanese.pdf (Accessed 2019. 9. 16)
- (10) 文部科学省研究振興局. 人を対象とする医学系研究に関する倫理指針ガイドンス.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku/jouhou-10600000-Daijinkanboukouseikagakuka/0000166072.pdf> (Accessed 2019. 9. 16)
- (11) 加藤英幸. II診断参考レベル (DRLs2020) 改訂に向けた取り組みと展望 1. 透視の診断参考レベル作成に向けた取り組みと今後の展開. インナービジョン 2019 ; 34 (3) : 19-21

5. IVR

坂本 肇

順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科

1. はじめに

19世紀末での放射線の発見より医学に利用され、今日では医療現場に不可欠となっているが、一方で発見直後から放射線利用に伴う皮膚炎や皮膚癌が医師や技師に発生した。これに対応すべく国際的な放射線防護組織の必要性が提起され、international commission on radiological protection (ICRP:国際放射線防護委員会) が発足し、多くの情報や刊行物、提言などを発信し、放射線防護の浸透やX線装置の改良や進歩に伴い診断領域での放射線障害はほとんど認められなくなったが、interventional radiology (IVR)の出現により放射線障害が報告されるようになった。

このような放射線障害に対し、米国食品医薬品局(FDA)報告や本邦の学会から警告やガイドラインなどが種々発表され、ICRPからは1996年に publication73「医学における放射線の防護と安全」¹⁾、2000年に publication85「IVRにおける放射線傷害の回避」²⁾、2011年に publication113「放射線診断およびIVRにおける放射線防護教育と訓練」³⁾が刊行され、IVRにおける患者の放射線防護対策の必要性が示されている。このため、IVRにおいては他の診断領域での一般撮影、CTなどと異なり、放射線防護の最適化のプロセスとして個人の確定的影響(組織反応)の発生を防止するためにしきい線量を参考とし、確率的影響の合理的な低減のために診断参考レベル(Diagnostic Reference Level :DRL)が必要となり本邦では2015年に DRLs2015⁴⁾が公表された。

また、医療分野における放射線の安全利用を促進するために、医療法施行規則の一部改正省令(医政発0312第7号)が発令され、放射線による医療被ばくに係わる安全管理のために必要となる線量管理と線量記録が義務化され、血管撮影領域では循環器用X線透視診断装置が対象となるなど具体的に示され、線量管理のための線量指標としてDRLの活用が求められるなど、DRLの重要性が増している。

本シンポジウムでは、DRLs 2015でのIVR領域の内容、活用による効果検証と問題点を整理し、新しいDRLs構築に向けての方向性について検討する。

2. DRLs2015での血管撮影・IVR領域の設定線量

DRLs2015におけるIVR領域では、「標準ファントムを用い統一した幾何学的配置にて、ファントム表面の空気の吸収線量を測定する」方法にて得られた結果より線量指標を設定している。具体的な測定方法は、被写体として polymethyl-methacrylate (PMMA) 20 cm を用いて患者照射基準点 (patient entrance reference point : PERP) の位置へ線量計をセットし、各装置で使用している標準的な透視条件にて1分間あたりのファントム入射表面線量を設定線量とした。設定に使用したデータは2013年の日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構(第6回認定試験・第1回更新時での施設の324台の装置データ)の基準透視線量データ⁵⁾であり、透視線量率は平均値: $12.6 \pm 7.3 \text{ mGy/min}$ 、最小値:

2.2 mGy/min, 最大値 : 45.2 mGy/min, 50 パーセンタイル値 : 10.6 mGy/min, 75 パーセンタイル値 : 16.9 mGy/min であり, DRL 値に設定した 20 mGy/min は 87 パーセンタイル値である。

これらのデータは, 線量低減が実施されている可能性が高い日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師が在籍もしくはそれを目指す者が所属する施設のデータであることを考慮し, 75 パーセンタイル値より高い値で設定された。

3. DRLs2015 での血管撮影・IVR 領域での活用

DRLs2015 での IVR 領域における最適化は, 自施設における使用装置での透視設定線量の適正化を図り, 最終的な臨床での IVR 時の最適化へ繋げることである。DRL の活用として, ICRP publication105⁶⁾では「自施設の線量が標準に比べて著しく低いか高いかを実際的な方法で入手し評価する」とされ, DRL を超えていた装置では画質を考慮しながら線量を低減する方策を実施し, 極めて低い線量であった場合には画質を再度検討するなど, 最適化を図ることが重要となる。

DRLs2015 での IVR 領域における最適化は, 装置の設定線量を適正に管理し最終的な臨床での IVR 時の最適化へ繋げることである。透視線量率が低い装置と高い装置での臨床時における IVR 終了後の装置表示線量(患者入射総線量)を比較した検討にて, 透視線量率が低い装置は高い装置に比較し明らかに装置表示線量が低い結果となっていた⁷⁾。このことから, 自施設の装置透視線量率について DRLs2015 の設定線量を参考に最適化を目指すことが重要であると示唆される。

また, DLR 値を有効に臨床現場で活用するためには, 以下の PDCA サイクルの活用が重要である。

- 1) DRLs2015 の普及と測定方法の周知 (Plan)
- 2) 自施設での線量測定と線量把握 (Do)
- 3) DRL 値と自施設での測定値の比較 (Check)
- 4) DRL を活用するため比較した結果を装置管理へ反映させる (Action)

4. 血管撮影・IVR 領域での新しい Japan DRLs の方向性

DRLs2015 が発表され 4 年が経過し, 血管撮影・IVR 領域における運用において, 幾つかの問題点も指摘されている⁸⁾。

(1) DRLs2015 で設定された透視線量率について

DRLs2015 での透視線量率設定値は, 各装置における代表的な使用時の透視線量率を集計し, 全ての検査・IVR に適応する DRL として設定されている。このため, 検査・治療種別により設定線量率である「20 mGy/min」が最適化の指標になる場合とならない場合がある⁷⁾。このため, 最適化を実践するための設定値には検査や治療の部位, 目的に合わせた DRL の設定値が必要になると考えられる。

(2) DRLs2015 では撮影時線量は設定されていない

血管撮影・IVR 時の患者入射総線量は, 透視線量と撮影線量の総和になるが, DRLs2015 では基準の透視線量率のみで最終的な患者入射総線量の最適化を試みている。しかし, 撮影線量も重要なため, 今後は撮影線量も加味された検討も必要になると考えられる。

(3) DRLs2015 での設定線量は臨床中の術者には参考値とならない

臨床時の患者入射総線量は症例、治療の難易度、術者の技量、患者体型などさまざまな要因の影響を受け変化する。また、術者に依存するところが大きい透視時間や撮影回数を加味するためには、臨床に即した DRL 値の構築が必要となる。今後は、臨床時での装置表示線量を利用した DRL 値を設定することにより、手技時の術者に参考となる線量値が提示可能となり、臨床での患者入射総線量の最適化が図られると考えられる。

5. まとめ

IVR 領域では放射線皮膚障害は実際に起こっているため、リアルタイムに入射皮膚線量を管理⁹⁾しきい線量以下の手技を行うことが重要であり、臨床現場ではこれまで実施されている。また、DRLs2015 は防護の最適化を推進し確率的影響の合理的な低減を目的としているが、DRL は柔軟な運用と定期的な調査による改訂が必要とされており、ICRP publication135 を参考に臨床現場で活用できる装置表示値を利用した DRL の設定が求められる¹⁰⁾。

血管撮影・IVR 領域では、確定的影響（組織反応）の回避のためのしきい線量と確率的影響の合理的な低減のための DRL の両者を効果的に活用し^{11, 12)}、安全・安心で高度な IVR を実現していくための放射線安全管理が重要である。

参考文献

- (1) ICRP Publication 73: Radiological Protection and Safety in Medicine. Annals of the ICRP, (1996).
- (2) ICRP Publication 85: Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. Annals of the ICRP, (2000).
- (3) ICRP Publication 113: Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures. Annals of the ICRP, (2009).
- (4) 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定、医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)ホームページ(<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>)
- (5) 装置基準線量について(2013 年データ)日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構ホームページ(<http://ivr-rt.kenkyuukai.jp/special/?id=18190>)
- (6) ICRP Publication 105: Radiological Protection in Medicine. Annals of the ICRP, (2007)
- (7) 血管撮影・IVR 領域における国立大学病院での診断参考レベル:設立 60 周年記念誌
- (8) 坂本 肇:DRLs2015 の活用に向けての課題、日放技学誌 72(12), 1257-1260, 2016
- (9) 坂本 肇:Interventional Radiology (IVR)における医療被ばく線量管理、MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY, Vol.36 No1 January, 9-14, 2018
- (10) ICRP Publication 135: Diagnostic reference levels in medical imaging. Annals of the ICRP 2017.
- (11) ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP, (1991)
- (12) ICRP Publication 103: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP 2007.

1. はじめに

医療被ばく研究情報ネットワーク(Japan Network for Research and Information on Medical Exposures: JRIME)により、2015年に公開された Diagnostic Reference Level(DRL)は、医療被ばくの最適化に関する国内初の指標として大きなインパクトをもたらした。

DRLs2015における核医学領域の調査は日本核医学学会、日本核医学技術学会、日本診療放射線技師会そして、日本放射線技術学会をはじめとした学協会の協働によって取りまとめられた。DRLs2015(核医学)では国内すべての核医学診療施設に調査への協力を依頼後、アンケート調査を実施して、得られた回答をもとに学協会の専門家が集計した。

DRLは「医療被ばくの最適化」のツールであるため、「最適化」の進展とともに随时、変化していくものである。そこでDRLs2015(核医学)においても公表より5年を経過する2020年の公開目標に新しいDRLs2020の取りまとめが進んでいる。

2. DRLs2020

DRLs2020は診断参考レベルワーキンググループ・核医学プロジェクトチームにおいてウェップサイトを用いた調査(図1)が実施され、現在、集計がなされているところである。

DRLs2020では、DRLs2015からの5年間で進んだ「最適化」の経過を評価する観点から、原則、調査項目の大きな変更は避けることとなった。よって、前回同様、調査対象は「標準的な体格の成人」の実投与量(MBq)となり、小児については、「小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン第1部：小児核医学検査の適正投与量」(日本核医学学会)に委ねることとなった。しかし、DRLs2020では、国内における検査の現状に合わせるため、いくつかの変更を行った。主な変更点は以下の3つである。

- 検査項目の追加、削除
- 検査名称の変更
- 核医学複合装置(PET/CT,SPECT/CT)におけるCT線量の調査追加

まず、検査項目の追加、削除については、新規に保険収載されたFDG(血管炎)などに加え、今後5年間に保険収載される可能性の高いアミロイドPETなどを追加した。一方、この5年間のうちに供給停止になった¹³¹Xeガスや¹³¹I-MIBGなどを使用した検査項目については調査対象から削除した。

次に、検査名称についてであるが、他施設との比較をすることを念頭に、同じ検査名称に集約できれば良いが、現状で標準的な名称は定まっていない。むしろ、DRL で示された名称は将来的に検査名称の標準化の一端を担う可能性がある。そこで、DRL2020（核医学）では、「HIS, RIS, PACS, モダリティ間予約、会計、照射録など情報連携指針（JJ1017 指針）」を参考に検査名称を整備した。

最後に、国内で核医学複合装置（SPECT-CT, PET-CT）が普及しつつあるなか、核医学検査に伴う CT 線量の調査が必要と考え、CT 線量に関する項目を追加した。CT 線量に関してはすでに本学会の学術研究班である「核医学複合装置（SPECT-CT, PET-CT）の CT 撮影線量と定量解析値の精度に関する多施設共同研究（班長：飯森隆志）」で調査が行われていたため詳細はその報告から引用することとし、DRLs2020 では代表的な検査に対する SPECT-CT, PET-CT の CT 線量についてのみ調査した。なお、CT 線量に関しては「PET 診療」、「PET 検診」といった検査目的、「減弱補正のみ」、「減弱補正+融合画像」といった使用目的などを区別して調査を行った（図 2）。

核医学診断参考レベル調査

▼ 2. 平均実投与量について回答してください

計算方法については記入上の注意点を参照してください。
以下の全て数字のみ半角でご記入ください。

▼ a. シンチグラフィおよびSPECT検査

各検査についてご回答ください。

骨 : $^{99m}\text{Tc-MDP}$

骨 : $^{99m}\text{Tc-HMDP}$

骨髓 : $^{111}\text{InCl}$

脳血流 : $^{99m}\text{Tc-HMPAO}$ (安静あるいは負荷1回のみ)

脳血流 : $^{99m}\text{Tc-HMPAO}$ (安静+負荷)

脳血流 : $^{99m}\text{Tc-ECD}$ (安静あるいは負荷1回のみ)

脳血流 : $^{99m}\text{Tc-ECD}$ (安静+負荷)

▼ b PET-CT診療のhybrid CTについて

標準的な成人患者撮影時のCTDIおよびDLPをご記入ください。

▼ 全身

($^{18}\text{F-FDG}$, その他)

CTDIvol(mGy)

DLP(mGy・cm)

▼ 脳（減弱補正のみ）

($^{18}\text{F-FDG}$, $^{15}\text{O-ガス}$, アミロイド, タウ, その他)

CTDIvol(mGy)

DLP(mGy・cm)

▼ 脳（減弱補正+融合画像）

($^{18}\text{F-FDG}$, $^{15}\text{O-ガス}$, アミロイド, タウ, その他)

CTDIvol(mGy)

DLP(mGy・cm)

図 1 ウェブサイトによる調査

図 2 核医学複合装置における CT 線量

3. 核医学領域の DRL における課題と将来展望

核医学領域の DRL においては、いくつかの課題がある。まず、最も基本的なこととして入力項目である「実投与量」の算定がある。日本では諸外国に比べ、院内での薬剤調製を伴わないシリンジタイプの製剤が普及している。シリンジ製剤では、放射能量は必ずしもドーズキャリブレータでの測定が必要でな

く検定時間より計算により算出できるため、投与量の記録の際に検定量と実投与量が混在し、DRLs2015（核医学）においても図3に示すように検定放射能量に依存した分布となる傾向があった。また、ICRP Publication 135では、「体重当たりの実投与量」についても推奨されているが、国内の状況を考えると、PET検査以外のシングルフォトン検査においては、体制が整っている施設は多くない。

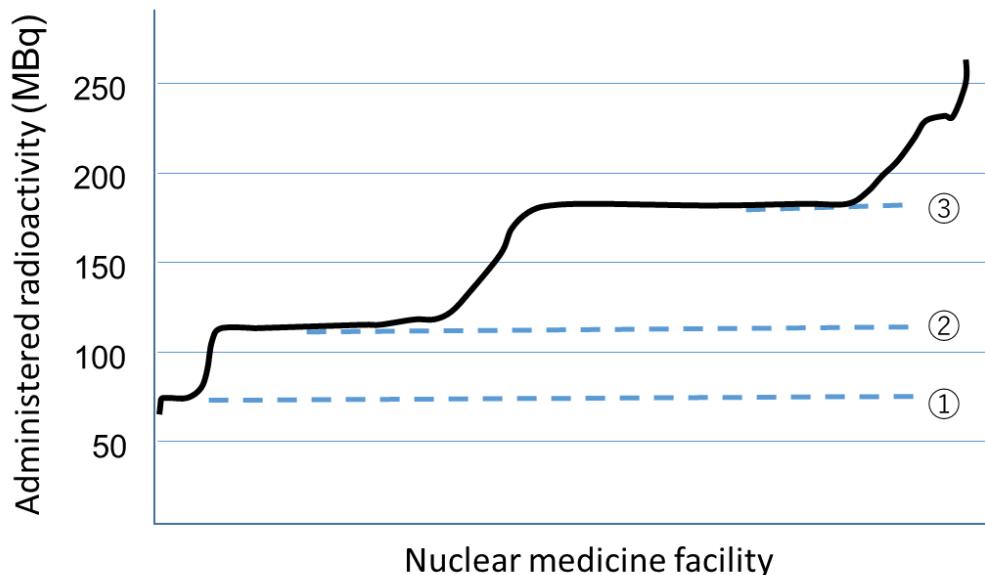


図3 実投与量調査の課題

放射性医薬品の市販されている用法用量によりプラトーな範囲が生じる（①と②）。また、同じ用法用量でも検定時間と投与時間の際にに対する考え方で回答する値が異なる。（②と③）

次に、課題となるのは、DRL値を比較する上での大前提である画質が担保されているかどうかである。通常、CT検査はじめ他のモダリティでは、線量と画質の関係は間接的ではあるが、ある程度の相関関係がみられる。しかし、核医学検査では同一投与量であっても、収集時間が異なることがあるため、投与量と画質が必ずしも相関しない。そこで、他施設との比較を考えた場合、投与量だけでなく画質に関する因子も考慮しないとDRLの結果を正当に評価できないことがある。

DRLs2020（核医学）では、これらの課題を十分に解決するに至らないが、今後の新しいJapan DRLsに向けて、新たな放射性医薬品や半導体装置に代表される新たな撮像装置に対応していく必要がある。また、今後は2020年4月に予定されている線量の記録・管理の義務化とうまく連携し、標準的な体格を想定した抽出値による集計ではなく、個々の検査における実投与量を集約することができれば、より効率的で精度の高いDRLを構築することができ、核医学検査の品質管理、品質保証に役立てることができると考えている。

医療被ばくの共通認識

Common Sense of Medical Exposure

磯辺智範^{1,2}, 森 祐太郎^{1,2}, 武居秀行^{1,2}, 宮崎涉平^{2,3}, 富田哲也^{2,3}, 榎 武二^{1,2}
¹筑波大学医学医療系, ²筑波大学大学院 人間総合科学研究科, ³筑波大学附属病院 放射線部

1. はじめに

医療被ばくでは患者1人1人の状況に合わせた様々な対応が求められるため、その答えは1つとは限らない。答えがない問題だからこそ対応は難しく、我々メディカルスタッフ個人の資質が問われる。様々な状況に臨機応変に対応するには、日々勉強をして“知識”を磨き、日々接遇を“経験”してスキルアップを目指さなければならない。本稿では特に“知識”的部分に関して、メディカルスタッフが持つべき一定の知識となる「医療被ばくの共通認識」について解説する。また、本稿の最後には、“知識”を踏まえた“経験”として、患者接遇に必要な技術についてもポイントを解説する。

2. 放射線防護体系

放射線防護体系に関わる国際機関は多数存在し、放射線防護を学ぶ上でそれぞれの機関の役割について整理することは必要不可欠である。代表的な国際機関を図1に示す。我々が医療被ばく等、放射線防護に関する研究を行い、各学術誌に投稿して受理されると、その成果は原著論文やテクニカルノートとして世界に向けて公表される。これらのデータの信頼性等は各学術誌の審査基準に依存し、ここから信頼性の高いデータを個人で拾い上げるのは困難な作業である。そこで、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR）は、科学的に信頼性の高いデータを選別してまとめた UNSCEAR Report を公表している。UNSCEAR Report を基に、国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）では、放射線防護に関する原則の勧告を行っている。ICRP Publication について、より実践的に扱えるような明確な基準として、世界保健機関（World Health Organization : WHO）が各種放射線防護ガイドラインを設定し、国際原子力機関（International Atomic Energy Agency : IAEA）では国際基本安全基準（Basic Safety Standards : BSS）を決定している。ICRP, WHO, IAEA の各種取り決めを基に各国の放射線防護体系が整備され、本邦では放射線障害防止法や医療法等によって国内規制がされている。補足として、現在、国内の法規制は ICRP1990年勧告[1]をベースにしているが、ICRP2007年勧告[2]への切り替えが進められている。

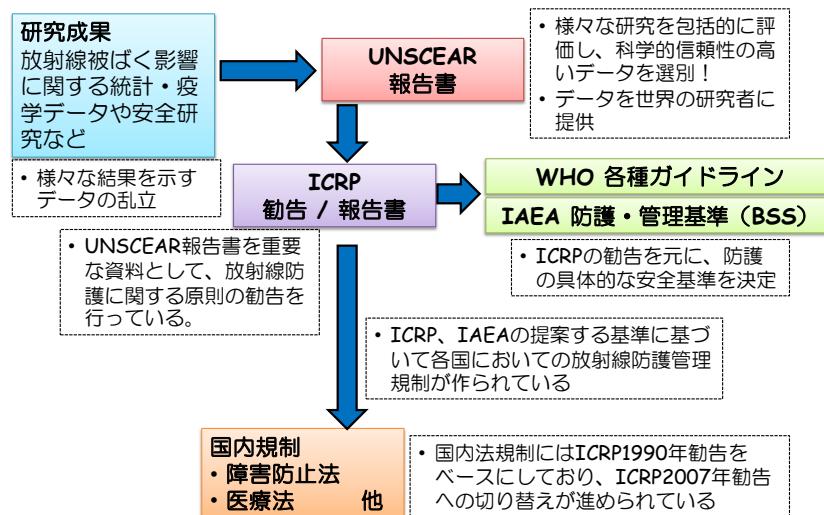


図 1 放射線防護の国際的枠組み

医療被ばくを低減するために放射線防護を実践していくわけだが、目的意識を明確にした上で取り組んでいかなければならない。ここでは、国内法規制のベースとなる ICRP の勧告を引用して解説する。放射線防護の目的は、以下の 3 つである[1, 2]。

- ① 放射線被ばくを伴う行為であっても明らかに便益をもたらす場合には、その行為を不适当に制限することなく人の安全を確保すること。
 - ② 確定的影響の発生を防止すること。
 - ③ 確率的影響の発生を減少させるためにあらゆる合理的な手段を確実にとること。
- ①を達成するには正当化(Justification), ②を達成するには最適化(Optimization), ③を達成するには線量限度(Dose limit)を遵守しなければならない。正当化、最適化、線量限度のそれぞれの意味については、紙面の制約上、成書に譲る。

3. 医療被ばく

医療被ばくとは、患者が放射線診療の過程で受ける被ばくはもちろんのこと、患者を介護する家族などの個人が承知の上で自発的に受ける被ばくや、医学関連の研究で志願者が受ける被ばくも含まれる。本稿では、患者自身が受ける被ばく線量の低減に向けた取り組みにフォーカスしたい。医療被ばくが正しく管理されるためには 2 つの手段があり、1 つは医学的に不要な放射線検査数を減らすことである。これは行為の正当化であり、基本的には医師の判断とインフォームドコンセントにより管理される。2 つ目は防護の最適化であり、これを行うのは我々診療放射線技師であり、最適化を実践するためのツールが診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels : DRLs) である[2, 3]。医療被ばくは患者の便益を考えれば線量限度を設けない方が利点は多く、ICRP でも線量限度を設けないとしている。このような無限に患者が被ばくしうる状況では、1 回 1 回の検査で診断能を損なわないレベルで可能な限り線量を低減する措置が重要であり、その指標が DRLs である。では DRLs はどのように決定されているかご存知だろうか。は

じめに、各施設において標準的体格の患者または標準ファントムに対して施設での典型的な線量を照射し、標準化された線量測定法を使用して測定する。これが施設の代表値となる。もちろん、施設の代表値については、診断能が十分に担保されていることが前提である。そしてこの代表値を国や地域ごとに集めてヒストグラムを作成する。得られたヒストグラムのうち、75パーセンタイル値を DRLs として設定する。値を超えている施設については、臨床的に正当な理由がない限り、撮影条件や検査のプロトコルなどの見直しを行うべきである。以上が DRLs であるが、類似の概念として達成可能線量 (Achievable Dose : AD)、診断参考レンジ (Diagnostic Reference Range : DRR) についても合わせて押さえておいてほしい。AD は線量分布の 50 パーセンタイルの値として設定する基準値で、米国放射線防護審議会 (National Council of Radiation Protection and Measurements : NCRP) が推奨している。DRR は上方値 (75 パーセンタイル値) だけでは診断的価値のある画質が得られない可能性も考慮し、下方値 (ここでは 25 パーセンタイル値) についても設定するという考え方である。

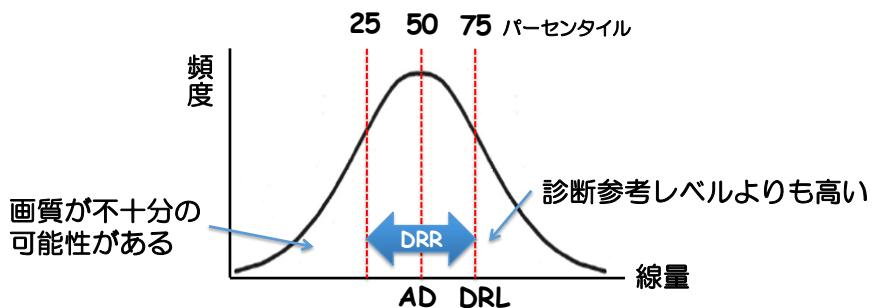


図 2 DRLs と類似の概念

4. 被ばくの指標

本邦における一人あたり年間被ばく線量の内訳として、自然放射線が 2.09 mSv、医療被ばくが 3.87 mSv とされている[4]。医療被ばくの内訳は、一般 X 線診断が 1.47 mSv、X 線 CT 検査が 2.3 mSv となり、これら 2 つの検査の被ばく線量がほとんどであることがわかる。本稿では、X 線 CT 検査に着目して、被ばく線量の指標を解説する。

さて、2015 年は本邦においてはじめて DRLs が制定された年であるが、同年 4 月 19 日の新聞で、DRLs 発表前の案として「成人頭部の X 線 CT 線量指標が 1350 mGy」という活字が紙面を賑わせた。正しい目を持った方なら瞬時に違和感を覚える記事であるが、みなさまはおかしい点を指摘できるだろうか。誤っているのは 1350 mGy である。X 線 CT の線量指標は 2 つあり、1 つは CTDI_{vol}[mGy]、もう 1 つは DLP[mGy·cm]である。成人の頭部単純 CT ルーチン検査の DRLs は、CTDI_{vol} で 85 mGy、DLP で 1350 mGy·cm である。CTDI_{vol} は点での線量[mGy]に対して、DLP は点の線量から体軸方向の撮影範囲までを考慮した線量[mGy·cm]であるため、DLP の値が大きくなるのは至極当然である。それぞれの線量指標の定義を理解せず、数値だけは DLP、単位は CTDI_{vol} を使って混同してしまったのが誤報の原因である。また、この報道で恐れられる誤解は、1350 mGy と合わせて“実効線量で 1350 mSv”と解釈されてしまった場合である。参考に、ICRP 102[5]では、DLP から実効線量への換算係数を k-factor として定義しており、こ

れを用いて実効線量を求めると、 $1350 \times 0.0021 = 2.835 \text{ mSv}$ となり、新聞で報道された 1350 mSv とはほど遠いことを理解していただけるだろう。このように、医療被ばくの線量指標はそれぞれ重要な意味を持ち、正しく使い分けないと誤った被ばく線量の管理となってしまうことに注意が必要である。

5. 医療被ばく相談

患者からの医療被ばく相談に対応するためには、以下の 2 点が重要である。1 つは、ゼロリスクはありえない放射線被ばくを伴う検査について説明するリスクコミュニケーションスキルである。2 つ目は、被ばく説明の際に有効となる説明ツールを持つことである。本稿ではこれら 2 点について解説する。

患者への被ばく説明の際は、通常、放射線のリスクを中心としてそれに関連する情報を伝える必要がある。例えば、検査を受けることでどれだけ被ばくをするかという線量に関する情報や、リスクと引き換えに得られるベネフィットが何か（疾患の早期発見・早期治療、疾患が無かったという安心）、検査を受けない場合にどういう問題が生じるかという他のリスク等である。また、防護の最適化によって患者の被ばく線量を医療目的に合致するように管理していることも伝えるべき情報である[6]。これが医療被ばくのリスクコミュニケーションのメインストーリーである。実際に情報を伝える際には、専門用語ではなく身近な言葉を使ってわかりやすい説明をしなければならない。では、わかりやすい説明とは何だろうか。例えば、高校生で球速 160 km/h のストレートを投げるピッチャーがいれば、誰でも速いと理解できるであろう。その理由は、 160 km/h は日本記録を争うほどの速さであり、高校生では全国大会のレベルでも 140 km/h あれば一流ということが一般的に知られており、比較した上で判断できるからである。それに対して、SSD の読み込み速度が $95,000 \text{ IOPS}$ というのは、一般的には速いか判断するのは難しいのではないだろうか。その理由としては、そもそもパソコンのパーツとして SSD を知らない人もいるし、IOPS という単位の定義を知っている人が少ないと起因する。以上より、わかりやすく医療被ばくを伝えるためには“放射線を知ってもらい”，“単位を理解し”，“比較しながら説明”することが重要である。比較しながら説明することに関しては、説明ツールを持つと円滑な対応が可能となる。説明ツールの例としては、1 つは放射線被ばくに関する発がんリスクと他のリスクを比較することである。仮に $100 \sim 200 \text{ mSv}$ の被ばくをしたとしても、発がんリスクとしては野菜不足と一緒にそのため「食生活に気をつけばリスクは帳消しにできますよ」という風に身の回りの事柄と比較するとわかりやすい。また、図 3 に示すような線量の感覚を身の回りのものに例えて説明するのも有効である。例えば、「CT 検査の線量が手のひらの横幅だとすると、被ばくによるがんの死亡リスクが 0.5% 上昇すると言われている 100 mSv は子どもの身長ぐらいなんですよ」といえば、CT 検査による被ばくを少ないと感じて受容してくれるかもしれない。このようなツールを用意するためには、日常の臨床現場を通して、常にわかりやすい説明のための創意工夫を続けなければならない。

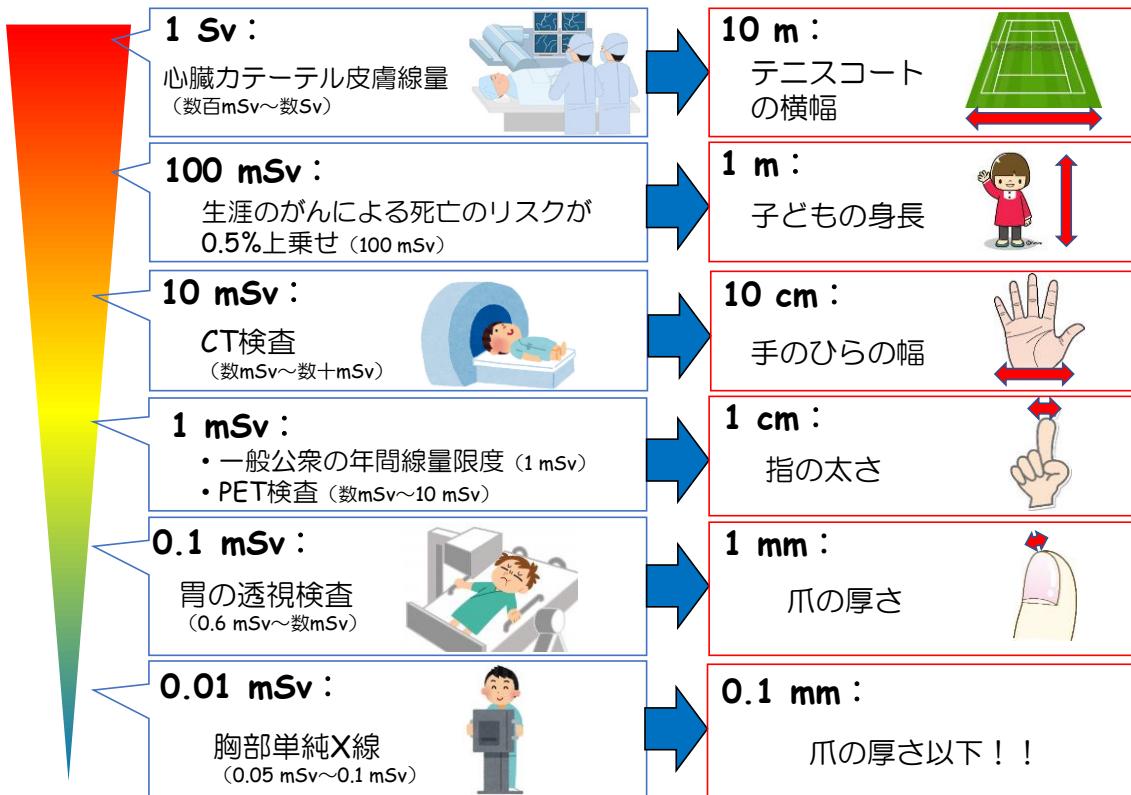


図3 線量の感覚

6. まとめ

本稿では、3つの“ものさし”についてそれぞれがどのような概念を持ち、どのようにして導き出されるのかを解説してきた。放射線防護を実践する上では、線量概念への理解を深めることは重要であり、整理し適切に使い分けていく必要がある。本稿をきっかけとして放射線防護学で扱う量について再認識をして頂ければ幸いである。

参考文献

- (1) ICRP.: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1-3), 1991.
- (2) ICRP.: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4), 2007.
- (3) 医療放射線防護連絡協議会, 他.: 最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定. 2015年.
- (4) 原子力安全研究協会.: 生活環境放射線（国民線量の算定）. 2011年.
- (5) ICRP.: Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT): ICRP Publication 102. Ann. ICRP 37 (1), 2007.
- (6) ICRP.: Radiation Protection in Medicine: ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37 (6), 2007.

放射線防護で扱う量—線量概念の3つのエッセンス—

森 祐太郎^{1,2}, 磯辺智範^{1,2}, 武居秀行^{1,2}, 宮崎涉平^{2,3}, 榎 武二^{1,2}

¹筑波大学医学医療系, ²筑波大学大学院 人間総合科学研究科, ³筑波大学附属病院 放射線部

1. はじめに

放射線防護は字のごとく放射線から身を守ることであり, 正しく身を守るには正しく線量を測定し管理する必要がある. 放射線安全管理を実践するには, 評価する“ものさし”が必要である. 放射線計測・防護で重要な“ものさし”は「物理量」, 「防護量」, 「実用量」という3つの線量概念である[1-6]. これらは国際放射線単位測定委員会 (International Commission on Radiation Units and Measurements : ICRU) および国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection : ICRP) において多くの議論がなされ, 変遷をたどり現在の線量概念が確立されている. 今日では日々の臨床業務で個人被ばく線量計から得られる「シーベルト」, 我々職業人の線量限度としての「シーベルト」を何気なく用いているが, TPO に応じた線量概念の違いを認識できているだろうか. 本稿では, 放射線防護の基礎である3つの“ものさし”についてそれがどのような概念を持ち, どのようにして導き出されるのかを解説していきたい.

2. 物理量

物理量とは, 3つの“ものさし”の中で最も基本的な量であり, 放射線の数やエネルギー等, 物理的に定義できる量を表す. ICRU report 60 で定義されているもので, ここでは, 放射線量を表す3つの単位として照射線量, カーマ, 吸收線量を解説する.

(1) 照射線量

照射線量は, 光子 (X線, γ 線) のみに定義され, 空気に対する線量付与であるという特徴を有する. これは照射線量が歴史的に最も古くから用いられ, 放射線の測定を最も簡易的である空気中でしばしば行われていたことに所以する. 照射線量 X は, 質量 dm の空気中で光子によって生成された電子および正イオン対が, 完全に停止するまでに空気中で発生する一方の符号のイオンの全電荷の総和 dQ と定義されている (式 1).

$$X = \frac{dQ}{dm} \quad (1)$$

測定対象は光子によって発生した電子対に加え, 発生した電子が衝突損失により作る電子対 (二次電

子) も含まれる. ただし, 注意すべきは制動放射による放射損失は含まれない点である. つまり, 光子が高エネルギーになると制動放射による電離が大きくなるが, このとき制動放射により生成された電子対は dQ に含まれない. 単位は, 単位質量あたりに生成する電荷量であるため, [C/kg]である. 照射線量の旧単位としてレントゲン[R]が用いられていたが, 現在もまだ旧単位表示のサーベイメータが現場で利用されている場合もあるため, 式(2)の関係を知っておく必要がある.

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg} \quad (2)$$

(2) カーマ

カーマ K (kerma : kinetic energy of charged particles released in material) は, 非荷電粒子に対して適用される概念である. 照射線量では光子のみであったが, カーマでは中性子等の非荷電粒子についても適用される単位である. 入射した非荷電粒子によって, 単位質量 dm 内で生じた全ての荷電粒子の初期運動エネルギーの総和 dE_{tr} を表す (式3).

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (3)$$

カーマは荷電粒子の初期運動エネルギーの総和という定義がキモである. 非荷電粒子が照射されると, 単位質量 dm 内で電離を起こし, 荷電粒子が生成される. この荷電粒子が飛び出す時の最初のエネルギーが, 「荷電粒子の初期運動エネルギー」である. dE_{tr} は単位質量 dm 内で生成した荷電粒子に適応される. そのため, dm 外で生成した荷電粒子が dm 内に流入してきても, dE_{tr} には含まれないことに注意が必要である. 対象物質について, 照射線量では空気を用いていたがカーマはあらゆる物質に対して定義が可能である. 例えば, 対象物質が空気であればみなさまよくご存知の空気カーマ (air kerma) となり, 組織であれば組織カーマ (tissue kerma) と呼ばれる. 単位は[J/kg], 特別名称としてグレイ[Gy]で示される.

(3) 吸収線量

吸収線量はこれまで紹介した物理量とは異なり, 全ての放射線, あらゆる物質に対して定義が可能である. そのため, 吸収された物質名を明らかにして空気吸収線量, 水吸収線量, 皮膚吸収線量, 肺吸収線量など表記する必要がある. 吸収線量の定義は, 単位質量 dm の物質中で電離放射線によって吸収される平均エネルギー量 $d\bar{\varepsilon}$ を表す (式4).

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm} \quad (4)$$

注意すべきは使用されるエネルギーが平均化されている点である. 放射線と物質との相互作用はランダム現象であり, 常に線量付与にゆらぎを持つ. カーマは荷電粒子の初期運動エネルギーの総和として

(つまり発生したエネルギーが全て吸収されると仮定) 定義されていたが, 吸収線量は単位質量中で実際に吸収されたエネルギー量であるため, 線量付与は相互作用のゆらぎの影響を受けてしまう. そのため, 平均エネルギーとして評価をすることとしている.

3. 防護量

物理量は放射線を定量するための基本となる線量概念であったが, 放射線防護の観点では, 人体への影響が考慮されておらず安全管理には使い難い量である. そこで, 人体への影響, リスク評価を行うための量として防護量が登場した. 防護量は ICRP1990 年勧告より等価線量, 実効線量の 2 つが定義されている. これらの量は物理量を基にシミュレーション計算で求めることができる[1]. つまり, 実測の値ではないことに注意が必要である. 放射線を安全に管理するためには適切な量であるため, 本邦の関係法規においても公衆被ばくや職業被ばくの線量限度として ICRP の値が引用されている.

(1) 等価線量

平均組織吸収線量が等しくても, 放射線の種類やエネルギーによって臓器・組織への影響は異なる. これを補正するために, 等価線量 (equivalent dose) H_T を求める. 式 (5) ように定義され, 吸収線量に放射線加重係数 w_R を乗じることで得られる. ただし, $D_{T,R}$ は放射線 R による組織 T への平均吸収線量を示す.

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \quad (5)$$

等価線量は吸収線量と放射線加重係数の積である. しかし, 放射線場は様々な種類とエネルギーの放射線が入り交じるため, 厳密にはそれら全ての合計として定義される. 等価線量は対象となる臓器・組織にそれぞれ定義され, 単位はシーベルト[Sv]を用いる. また, 皮膚を評価する場合は皮膚等価線量, というように部位により呼称が変わる. 等価線量の算出に必要な組織吸収線量は組織体積の平均吸収線量であり, 一点での吸収線量ではないことに注意が必要である.

(2) 実効線量

人体が被ばくすると, 被ばくした各組織 T に前述の等価線量 H_T が定義される. 実効線量 (effective dose) E は, 各組織の被ばくを合わせ, 全身への放射線の影響として評価したものである. したがって, 等価線量は臓器・組織ごとに異なるものであったが, 実効線量はそれら全ての等価線量の合算として 1 つに集約される. 合算するにあたり, 臓器・組織ごとの放射線の感受性の違いに注意する必要がある. そのため, 各等価線量に対応する組織加重係数 W_T を乗じる. 例えば, 皮膚等価線量 1 mSv の場合, 組織加重係数 0.01 を乗じて 0.01 mSv とする. 同様の計算を全身の組織について行い, 合算することで実効線量となる (式 6).

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T = \sum_R W_R \cdot \sum_T W_T \cdot D_{T,R} = \sum_T W_T \cdot \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

全組織加重係数の合算値は 1 であり、単位はシーベルト [Sv] である。実効線量の数値が等価線量の数値より大きくなることはなく、全身に均等な被ばくがある場合、等価線量の合算値は実効線量と等しくなる。

5. 実用量

実用量は前述の測定の難しい防護量に代わって、人体への影響を考慮しつつ測定できる量として定義された量である[4-7]。放射線測定器で測定した物理量を校正し、紐付けを行うことで実用量を評価することができる。実用量の定義上、最も重要なことは実用量の方が防護量よりも高い数値となり、安全側（保守的）に評価が可能となる。実用量には、「場のモニタリング」と「個人のモニタリング」の 2 つがある。2 つに区別する理由としては、空間の測定と人間の測定では想定される放射線場が大きく異なるためである。放射線場について、実用量では測定を行うための便宜的なルールとして整列場、拡張場、整列・拡張場の 3 つの考え方方が導入されている。

(1) 整列場、拡張場、整列・拡張場

i) 整列場

実際の放射線場はあらゆる方向に放射線が飛び交っている。整列場では、着目する空間に対してあらゆるエネルギーを持ち、あらゆる方向から入射する放射線を、一方向からのみ入射する放射線束と考える場のことである（図 1）。

ii) 拡張場

拡張場では、着目する空間の中に一点、線量を測定する代表点を設置する。この代表点における線量を、空間全体に渡って同じ量が付与されるを見なしてして考えるのが拡張場である（図 2）。実際の放射線場では、全身に均等に被ばくするわけではなく、線量に強弱があることが多い。例えば、頭部に 7、胸部付近で 10、足元では 3 という割合で被ばくをしていてた場合、代表点が胸部だと頭部も足元も 10 の被ばくとなり、全身の被ばく線量としては過大評価となるが、保守的評価であるといえる。

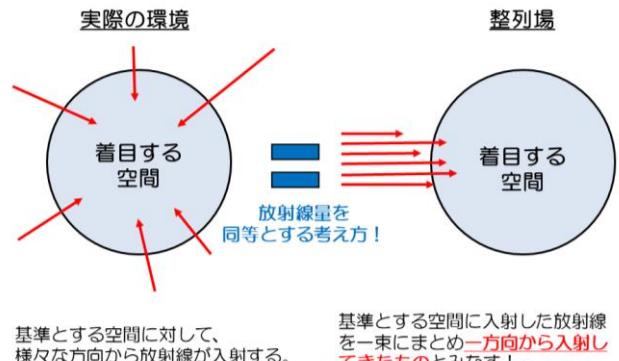


図 1 整列場

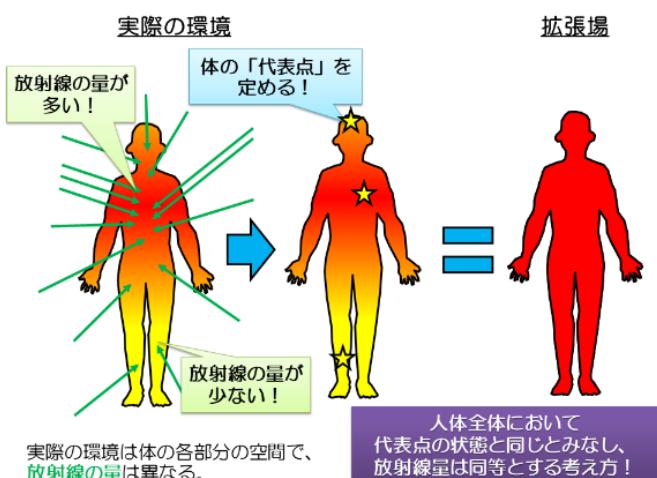
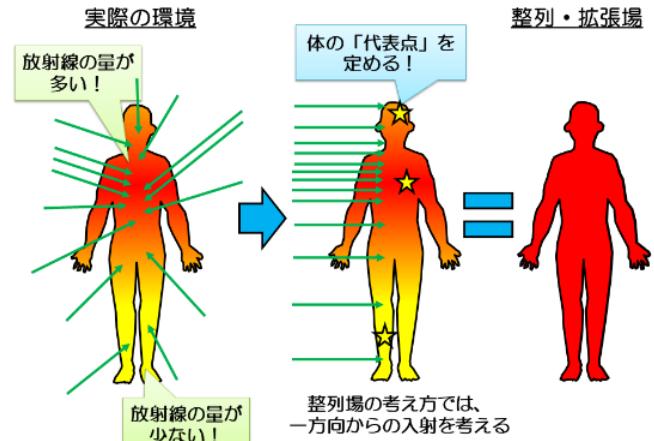


図 2 拡張場

iii) 整列・拡張場

整列拡張場は、整列場と拡張場を合わせた考え方である。拡張場で決めた代表点に対して、代表点に入射する様々な放射線を一方向からの放射線束であると考え、その放射線束で空間が満たされると仮定する（図3）。



(2) 場のモニタリング、個人のモニタリング

i) 場のモニタリング

場のモニタリングには、周辺線量当量 $H^*(d)$ と方向性線量当量 $H^*(d, \Omega)$ を用いる。周辺線量当量は空間線量の測定を想定しており、イメージとしては環境放射線をサーベイメータで測る時である。この場合、無方向性かつ空気中でほとんど減弱しない強透過性の放射線を測定する状況であり、整列拡張場と考える。このような場に ICRU 球（直径 30 cm, 組織等価物質で構成）を設置し、整列した放射線束を照射した時に ICRU 球の深さ d における線量当量が周辺線量当量と定義される。深さが 1 cm の場合は 1 cm 線量当量と呼ばれ、透過性の高い放射線のモニタリングに用いられる。

透過性が低い低エネルギーの光子や β 線は、検出器への入射方向によって線量が大きく変化する。そこで、周辺線量当量に入射角度 Ω を加味して評価するのが方向性線量当量である。そのため、適用するのは拡張場の考え方である。整列拡張場を用いないのは、入射方向によって線量が変わるものを見列化してしまうと正しい評価につながらないためである。線量評価点は周辺線量当量と同じく、ある点に対して入射方向の中心軸上の、ICRU 球の深さ d で生じる吸収線量から導かれる線量当量とする。つまり、 $\Omega=0^\circ$ は周辺線量当量と一致し $H^*(d)$ となる。

ii) 個人のモニタリング

個人のモニタリングには個人線量当量 $H_P(d)$ が用いられる。ヒトに個人被ばく線量計を装着した状況を想定するため、ヒトを模擬した ICRU スラブファントム（30 cm × 30 cm × 15 cm, 織等価物質で構成）を用いて、表面から深さ d における線量当量と定義される。つまり、場のモニタリングと大きく違うのは測定器の置く向きを考慮しなければならない点と、後方散乱を考慮しなければならない点である。大まかな測定の手順は以下の通りである。

- ① ICRU スラブファントムで個人線量計を校正する。
 - ② 測定対象であるヒトが個人線量計を装着しモニタリングを行う。
 - ③ 個人線量計からモニタリングした各エネルギーの空気カーマを求める。
- 各エネルギーの空気カーマへ線量当量に換算する係数を掛け合わせる。

5. おわりに

本稿では、3つの“ものさし”についてそれぞれがどのような概念を持ち、どのようにして導き出されるのかを解説してきた。放射線防護を実践する上では、線量概念への理解を深めることは重要であり、整理し適切に使い分けていく必要がある。本稿をきっかけとして放射線防護学で扱う量について再認識をして頂ければ幸いである。

参考文献

- (1) ICRP.: Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures: ICRP Publication 116. Ann. ICRP 40(2-5), 2010.
- (2) ICRP.: Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation: ICRP Publication 74. Ann. ICRP 26 (3-4), 1996.
- (3) ICRP.: Adult Reference Computational Phantoms: ICRP Publication 110. Ann. ICRP 39 (2), 2009.
- (4) ICRU.: Determination of dose equivalents resulting from external sources: ICRU Report 39. 1985.
- (5) ICRU.: Determination of dose equivalents resulting from external sources part 2. ICRU Report 43. 1988.
- (6) ICRU.: Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations. ICRU Report 47. 1992a.
- (7) ICRU.: Quantities and units in radiation protection dosimetry. ICRU Report 51. 1993b.

Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures

(放射線治療におけるコーンビーム CT の被ばく線量評価)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Mariana B / Radiation and Environmental Biophysics. 58 March 2019

文献の英文表記:著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

Baptista M, Di Maria S, Vieira S, Santos J, Pereira J, Pereira M, Vaz P. Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures. Radiat Environ Biophys. 2019 Mar;58(1):21-37. doi: 10.1007/s00411-018-0760-7. Epub 2018 Nov 3.

論文紹介著者

森 祐太郎 (筑波大学医学医療系)

論文解説

論文解説

本論文では、コーンビーム CT (Cone Beam Computed Tomography : CBCT) による画像誘導放射線治療 (Image Guided Radiation Therapy : IGRT) を施行した際の患者被ばく線量の推定を、実測とモンテカルロシミュレーションにより試みている。IGRT は昨今の高精度放射線治療を行う上で必要不可欠な技術である。中でも最も位置照合精度が高いのが CBCT であるが、その反面、患者被ばく線量の増加が問題視されている。今回紹介する 2019 年に報告された「Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures (放射線治療におけるコーンビーム CT の被ばく線量評価)」では、その患者被ばく量を推定するための方策および今後解決が必要な問題点を抽出している。

① CBCT の線質 : HVL, プロファイル曲線

本論文で用いている放射線治療装置は、Varian Edge に搭載されている On-Board Imager (OBI) である。OBI での CBCT の撮像条件を表 1 に示す。被ばく線量評価に用いたモンテカルロシミュレーションコードは MCNPX2.7.0 である。本論文では CBCT の線質について Half Volume Layer (HVL), 横断面のビームプロファイル曲線 (off-center ratio : OCR) を指標として検証を行っている。検証を行った実験体系を図 1 に示す。図 1(a)は HVL を測定する概観が示されている。 (b)には OCR を取得するための熱ルミネセ

表 1 CBCT 撮像条件

Parameters	Thorax scan protocol
Tube voltage (kVp)	125
Tube current time product (mAs)	270
Gantry rotation (°)	360
Acquisition mode	Half-fan
Beam width (mm)	214
Collimator blades	
X1 and X2 (cm)	-24.7 and +3.4
Y1 and Y2 (cm)	-10.7 and +10.7

ンス線量計 (thermoluminescence detectors : TLDs) を 28 個配置した様子が示されており、(c)には OCR を取得する概観を示している。 (d)は MCNPX 上で構築したシミュレーションを行うジオメトリである。実測及びシミュレーションによる HVL を図 2, OCR を図 3 に示す。 HVL について MCNPX の結果 (図 2 左) と実測値 (図 2 右) はそれぞれ 8.88 ± 0.89 mm, 8.38 ± 0.28 mm となった (誤差 : 5.97%)。 OCR について (図 3), 実測では照射野 21.94 ± 2.85 cm, シミュレーションでは 22.39 ± 2.24 cm となり、良好な一致を示した (誤差 : 2.05%)。以上より、MCNPX で構築した照射条件の精度は問題ないといえる。

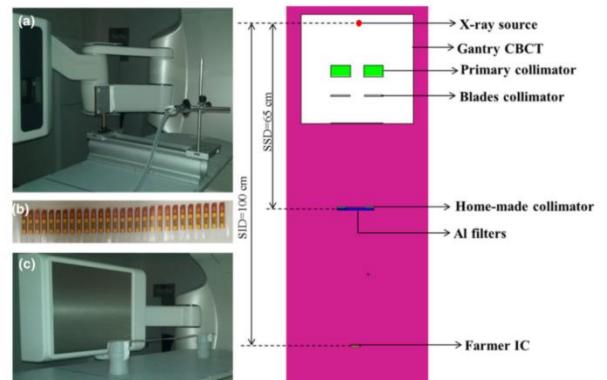


図 1 HVL、プロファイル曲線の取得

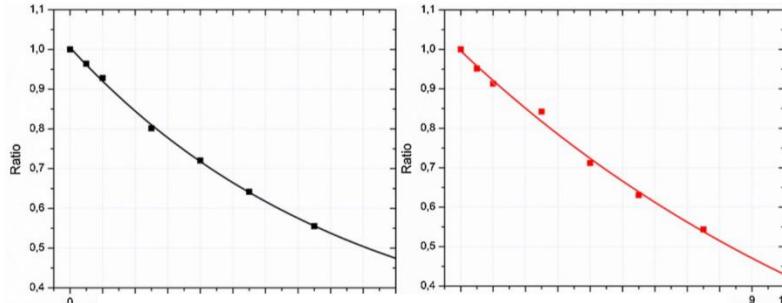


図 2 HVL 測定結果 (左 : MCNPX、右 : 実測)

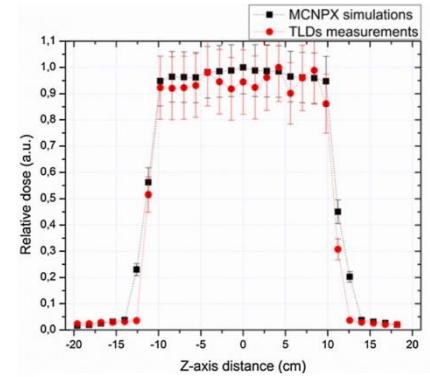


図 3 OCR 測定結果

② 被ばく線量 : CTDI, PSD (patient skin dose) $f_{100}(150)w$, $CTDI_{\infty}$

CBCT における患者被ばく線量指標として $CTDI_{100}$, PSD (patient skin dose) の 2 つを用いて、実測とシミュレーションとで比較検証を行った。 CTDI の測定に用いた機器は、診断領域で用いられる PMMA ファントム、円筒型電離箱である。図 4 (a) では CBCT が搭載されている Varian Edge, (b) は PMMA ファントムと円筒型電離箱のセッティングの様子が示されており、(c) は MCNPX 上でジオメトリを示す。実験結果は表 2 の通りである。実測値 ($CTDI_{\text{measured}}$) とシミュレーション ($CTDI_{\text{MCNPX}}$) では、6.10% の差異が示された。円筒型電離箱の測定誤差が約 5% あることを考慮すると、本実験結果の差異は、良好な一致を示したといえる。以上は従来の $CTDI_w$ による線量評価であるが、本研究では患者の累積被ばく線量の正確な評価として $CTDI_{\infty}$ に匹敵する簡易測定法 $f_{100}(150)w$ を算出している点も特徴的である。それぞれの定義に関する詳細は紙面の関係上、論文を参照いただきたい。重要なことは、 $CTDI_w$ が $f_{100}(150)w$ より $CTDI_{\infty}$ の約 50% 程度の値となっている点である。これは、 $CTDI_w$ の定義が治療領域での CBCT の線量

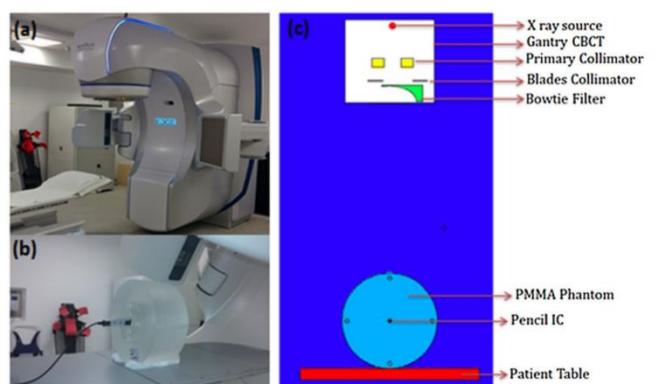


図 4 CTDI の取得

測定に適さないことに起因している。一般的な $CTDI_{100}$ コンセプトの IEC (および IAEA) による方法では、ファントムの大きさが CBCT で使用される大きな照射野には適しておらず、結果として散乱の寄与を適切に評価することができなかつたためである。シミュレーションにより得られた $CTDI_{MCNPX}$ が $CTDI_{\infty}$ と乖離したのも同様の理由である。このため、現状の線量評価は直接線によるすべての臓器に対する平均線量として使用可能であるが、散乱線も含めた線量評価には適さないことを示している。対象的に、 $f_{100}(150)$ は $CTDI_{\infty}$ によく一致し、治療での CBCT 患者被ばく線量評価の指標として有用である可能性が示唆されている。

表 2 各種線量指標の評価

	$CTDI_{\text{measured}}$ (mGy)	$CTDI_{\text{MCNPX}}$ (mGy)	Relative difference $\left(\frac{CTDI_{\text{MCNPX}} - CTDI_{\text{measured}}}{CTDI_{\text{measured}}} \times 100 \right)$ (%)	$CTDI_W$ Varian (mGy)	$f_{100}(150)_{\text{measured}}$ (mGy)	$CTDI_{\infty}$ (mGy)
Centre	1.73 ± 0.09	1.71 ± 0.17	-1.16	-	3.71 ± 0.19	3.40 ± 0.34
Average periphery	2.33 ± 0.12	2.14 ± 0.21	-8.15	-	4.98 ± 0.25	5.33 ± 0.53
Weighted	2.13 ± 0.11	2.00 ± 0.20	-6.10	3.60 ± 0.18	4.56 ± 0.23	4.68 ± 0.47

PSD についても CTDI と同様に実測値とシミュレーションの比較を行っている。図 5 に測定を行った実験体系を、図 6 にシミュレーションのジオメトリを示す。表 3 より、評価した 8 点についてそれぞれ 3~9% 以内で一致した。これより、PSD の評価に関してはシミュレーションの有用性が示された。

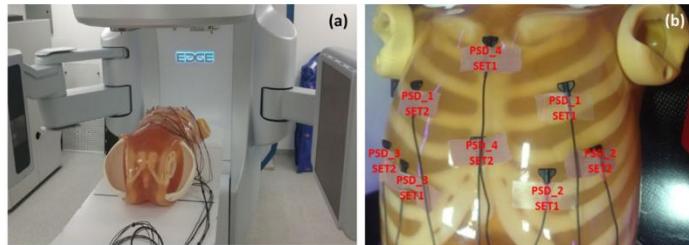


図 5 PSD の取得

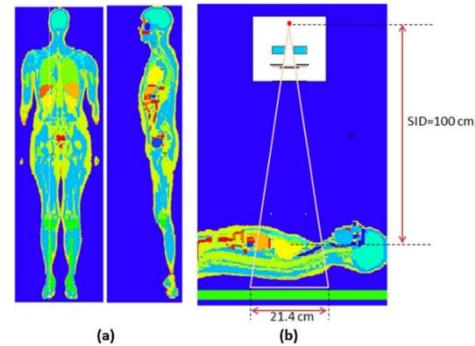


図 6 MCNPX におけるジオメトリ

表 3 PSD の測定結果

Energy (kVp)	Detector SET	Detector position	PSD _{measured} (mGy)	PSD _{MCNPX} (mGy)	Relative difference $\left(\frac{PSD_{\text{MCNPX}} - PSD_{\text{measured}}}{PSD_{\text{measured}}} \times 100 \right)$ (%)
125	SET 1	PSD_1	6.7 ± 1.1	6.5 ± 0.7	-2.9
		PSD_2	4.5 ± 0.7	4.6 ± 0.5	2.2
		PSD_3	4.4 ± 0.7	4.5 ± 0.5	2.3
		PSD_4	5.8 ± 0.9	5.5 ± 0.6	-5.2
	SET 2	PSD_1	5.5 ± 0.9	5.0 ± 0.5	-9.1
		PSD_2	4.5 ± 0.7	4.6 ± 0.5	2.2
		PSD_3	4.4 ± 0.7	4.4 ± 0.4	0.9
		PSD_4	5.1 ± 0.9	4.7 ± 0.5	-7.8

まとめ

診断領域で用いられる手法による CBCT の線量評価には、治療での CBCT 特有である照射野の大きさが原因として、正確な評価ができないということが示された。現状、より正確な線量評価の指標として本研究では $f_{100}(150)$ の使用を提案しているが、これを治療での CBCT 線量評価のゴールドスタンダードとするのは“簡易線量評価”という観点から難しいといえる。CBCT 線量測定の標準化の欠如は、装置から機械的に出力される線量評価値や、CBCT からの患者被ばくの適切な評価するための最大の障壁となり、今後、線量測定の標準化について検討していくかなければならない。

Influences of operator head posture and protective eyewear on eye lens doses in interventional radiology: A Monte Carlo Study.

(IVRにおける水晶体線量に対するオペレーターの頭の姿勢と防護眼鏡の影響:モンテカルロ研究)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Mao Liu/ Medical Physics, Jun 2019

文献の英文表記:著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

Mao L, Liu T, Caracappa, Lin H, Gao Y, Dauer LT, Xu XG. Influences of operator head posture and protective eyewear on eye lens doses in interventional radiology: A Monte Carlo Study. Medical Physics. 2019 Jun;46(6):2744-2751.

論文紹介著者

平田 悠真（九州大学大学院）

論文解説

論文解説

2012年8月ICRPはPublication 118を出版し、近年の原爆被爆者やその他の疫学的調査などの科学的根拠に基づき、水晶体の白内障のしきい線量が0.5 Gyに引き下げ、計画被ばく状況下にある職業被ばくのうち眼の水晶体の等価線量限度について、「5年間の平均が20 mSv/年を超えず、いかなる1年間においても50 mSvを超えないようにすべきである」ことを示した。水晶体の被ばく低減に有効な放射線防護メガネについて防護の有効性が多くの幾何学的要因ならびに照射条件などのパラメータに影響されることが報告されている。今回紹介する論文はモンテカルロシミュレーション(MCS)上で術者の頭部の姿勢や防護メガネの種類の違いなどの放射線防護メガネの有効性に関連するパラメータの影響について検討したものである。

方法

1. 幾何学的配置

本研究の幾何学的配置は経カテーテル動脈化学塞栓術(TACE)の現実的な臨床設定に基づいており、図1(a), (b), (c)のように典型的なIVRの代表例として再現されている。またX線管電圧は90 kVであり0.1 mmCuの付加フィルタを用いている。

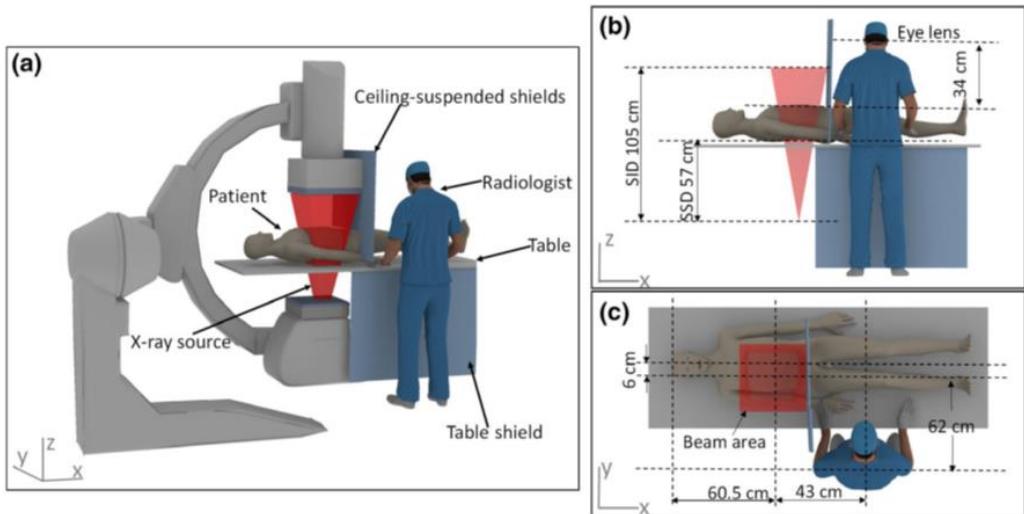


Fig.1. Geometric information for the simulation. (a) The interventional radiology suite consisting of two phantoms; (b) The side view showing the geometry of the x-ray source and the height of the eye lens relative to the top surface of the patient; (c) The top view showing the location of the radiologist and patient relative to the beam area.

2. 人体ファントム

本研究では術者と患者のモデルに RPI 成人男性 (RPI-AM) ファントムが用いた。術者ファントムには全身 RPI-AM phantom に高解像度のアイモデルを設計して統合した。また頭部は-30°から 30°までの範囲で上下方向に、さらに-45°から 45°までの範囲で左右方向にそれぞれ 15°間隔で振ることで位置角度を変更できる。また 0°の位置は、術者が患者の方を向くようにテーブルの前に立っていると定義した。

3. 放射線防護メガネ

本研究では市販されている図 2 (a), (b), (c) の 3 つのデザインの防護メガネを図 2(d), (e), (f) のようにモデル化し MCS 上で再現した。モデル 1 はサイドシールドなしの古典的なメガネ、モデル 2 は鉛ガラス製のサイドシールドが付いたメガネ、モデル 3 は、術者の顔に合わせた曲面を持つスポーツグラススタイルのメガネとなっている。防護メガネ-顔間の隙間は着用者の鼻や防護メガネの形の個体差を考慮し、0.5 cm~2.5 cm の範囲を持たせた。鉛当量は市販されている防護メガネに用いられている 0.07, 0.35, 0.5, 0.75 mmPb それぞれについて検討した。

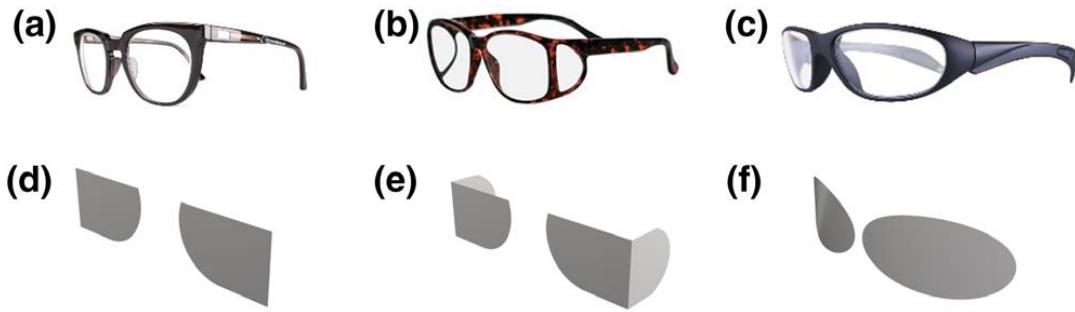


Fig.2. Images of protective eyewear and cross-sectional views of the head of the phantom wearing different protective eyewear. (a) Eyewear model 1, classic, without side shield; (b) Eyewear model 2, classic, with side shield; (c) Eyewear model 3, sports wrap; (d)–(f) constructive solid geometry models of eyewear model 1, 2, and 3, respectively.

結果

この研究で使用された基準となるケースパラメータは以下の通りである。

頭部姿勢上下角度 : 0°, 左右位置角度 : 0°, 防護メガネと術者の顔の間の距離 : 0.5 cm, 防護メガネの鉛当量 : 0.5 mm, 防護メガネデザイン : モデル 1

1. 水晶体線量に対する術者の頭部姿勢の影響

図 3 は防護メガネを使用していないときの左右の水晶体線量と術者の頭部姿勢との関係を示す。水晶体線量は、頭の姿勢によって大きく変わり、特に術者が見下ろした状態 (頭部姿勢上下角度 : 30°) で患者からの散乱線に直接向いているため線量が大きくなっている。

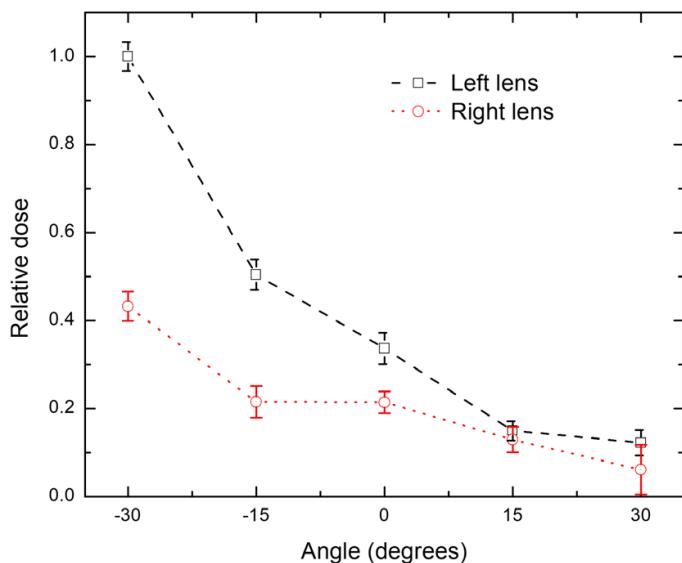


Fig. 3. Relationship between the lens dose and head posture of the radiologist.

2. さまざまな頭部姿勢での防護メガネの有効性

表 1 は防護メガネの線量減少率(DRF)と術者の頭部姿勢の関係を示す。各防護メガネのモデルの DRF は頭部の姿勢によって大きく異なることが分かる。表 1 に示すように、術者が見下ろしているとき、前を見ているときは鉛ガラスが両眼を良好に防護できているが、術者が見上げているとき DRF は著しく低下している。これは術者が見上げているとき、患者からの散乱線が防護メガネと術者の顔の隙間を通ってしまうためである。

3, 防護メガネの有効性に対する他のパラメータの影響

表 2 はモデル 1 の左右位置角度の影響を示す. DRF は術者の左右位置角度, 特に患者の照射領域により近い左眼に対して非常に敏感だった. 特に術者の左右位置角度が 45° の時, 顔と防護メガネの側方の隙間から散乱線が入射する可能性がある.

表 3 はモデル 1 の顔—防護メガネ間の距離の影響を示す. 顔—防護メガネ間の距離が大きくなると左眼においては劇的に, 右眼においてもなだらかではあるが DRF が減少し, 顔—防護メガネ間の距離が 2.5 cm の時は防護メガネが水晶体の防護にほとんど機能しない.

表 4 はモデル 1 の鉛当量の影響を示す. 側方および下方から眼に入る放射線のために, 防護メガネの DRF は, 鉛等価厚の減弱から予想されるよりはるかに小さい. また鉛当量 0.35 mmPb の DRF は鉛当量 0.07 mmPb の DRF の約 2 倍となるが, 0.35 mmPb 以上に鉛当量を大きくしても DRF はわずかに大きくなるだけである.

Table 1. Dose reduction factors of three models of protective eyewear in different head postures.

Head posture ($^\circ$)	Model 1		Model 2		Model 3	
	Left lens	Right lens	Left lens	Right lens	Left lens	Right lens
-30	4.66	3.83	5.32	4.06	5.27	5.02
-15	5.48	2.68	5.95	2.97	6.59	4.52
0	4.25	1.44	4.82	1.44	5.14	2.97
15	1.14	1.05	1.17	1.06	2.08	1.20
30	1.10	0.97	1.10	1.00	1.14	0.98

Table 2. Dose reduction factor of protective eyewear model 1 in different angular positions.

Angular position ($^\circ$)	Left lens	Right lens
-45	1.48	5.37
-30	3.58	4.03
-15	5.67	2.32
0	4.25	1.44
15	4.41	1.04
30	1.84	1.15
45	1.04	0.97

Table 3. Dose reduction factor of protective eyewear model 1 at different face-to-eyewear distances.

Face-to-eyewear distance (cm)	Left lens	Right lens
0.5	4.25	1.44
1.0	1.46	1.16
1.5	1.36	1.12
2.0	1.11	1.05
2.5	1.07	1.03

Table 4. Dose reduction factor of protective eyewear model 1 with different lead equivalent thicknesses.

Lead equivalent thickness (mm)	Left lens	Right lens
0.07	2.13	1.24
0.35	4.10	1.39
0.5	4.25	1.44
0.75	4.58	1.40

考察

頭部姿勢が見上げるときの水晶体線量は見下ろすときの約 80%に減少したことからモニタの位置は術者の眼の高さと同じか少し高い位置にするべきだと考えられる。また頭部の姿勢に関して今後よりリアルな水晶体線量の推定のためにモーションキャプチャなどの利用による術者のリアルタイムの頭部姿勢の再現や術者の身長の影響を考慮する必要がある。

防護メガネは水晶体線量の低減に不可欠である。DRF は防護メガネの形状に左右され、本研究で検討した 3 モデルの中ではスポーツラップタイプのモデル 3 が最も優れていた。水晶体線量低減には着用者の顔にそってピッタリ合う防護メガネを推奨する。ただし防護メガネの着用の不快感から約 30%未満の術者しか防護メガネを着用していないという報告があり、防護メガネの有効性と着用の快適さの双方を考慮する必要がある。また DRF は術者の左右位置角度、特に患者の照射領域により近い左眼に対して非常に大きな影響があり、特に照射領域が術者の左側にあるとき、DRF は右眼よりも左眼の方がはるかに高い。鉛レンズのブリッジの工夫やゴーグル型での右眼の DRF を向上できると考えられる。また防護メガネ-顔間の距離は線量低減に大きく影響する。0.35 mmPb を超えるとそれ以上大きくしても術者の頭部からの後方散乱のために DRF にほとんど影響しない。

結論

本研究では、術者の頭部姿勢が IVR 時の水晶体線量に与える潜在的な影響を考慮する必要があることを示した。術者が見下ろしから見上げる姿勢に変わるために、水晶体線量が減少した。防護メガネが水晶体の線量低減に不可欠であることも明らかである。他の防護メガネのモデルと比較して、顔によりよくフィットするスポーツ用ラップグラスはより高い線量低減をもたらした。ただし、防護メガネの有効性は術者の頭部姿勢やその他の照射パラメータによって影響を受ける。側方および下方の隙間からの散乱線ならびに防護メガネの 2 つのレンズ間距離に特に注意を払うべきである。防護メガネの効果は、鉛当量が 0.07 mmPb から 0.35 mmPb に増加すると 2 倍なるが、これ以上に鉛当量を増やしても、水晶体線量を効率的に低減させない。

詳解テキスト 医療放射線法令（第三版）

編集・発行・発行日・ISBN

西澤 邦秀・名古屋大学出版会・2019年2月22日・978-4815809348

論文紹介著者

藤淵 俊王（九州大学）

書籍解説

今日の医療に放射線は欠かせない手段となっている現在、患者への適正な放射線の使用と放射線診療従事者や一般公衆への被ばくを極力少なくするために法令により規制がされている。医療法の中で放射線に関する条文は、主に医療法施行規則の第4章にまとめられており、この内容を理解しておく必要がある。また法令は、医療技術の進歩や社会情勢によって改正や通知が発出され、常に最新の情報を取り入れておくことが求められる。本書は2015年に第二版が出されていたが、その後の通知により認められた放射線発生装置とX線装置による同時曝射の要件、その他の規則と通知の改正内容が追加されている。

本書は医療法施行規則の第4章について、条文の順番に沿って解説する構成となっている。他の書籍にない特徴として、多数の写真や図表を取り入れることで、内容を視覚的に把握し、直感的に理解できるよう工夫されている点である。また本文の間に多くの「豆知識」と「更に詳しく」というコラムが用意されている。これらにより条文をさらに深く掘り下げる内容、関連する歴史や経緯と現状などが紹介され、法令に関する知識の幅を広げる構成となっている。従来の法令の講義や書籍では、条文の解釈が主体となり無味乾燥な内容になりがちになってしまい、いかに実務と関連付けて興味を持たせるかということは重要なポイントである。診療放射線技師養成校の学生だけでなく、実際に医療現場で放射線管理業務を担当されている方はもちろん放射線を使用する診療放射線技師の方、また診療用放射線に関わる行政担当の方まで広く活用いただきたい良書である。

構成

- 第1章 医療法、施行令、施行規則における放射線
- 第2章 届出
- 第3章 X線装置等の防護
- 第4章 X線診療室等の構造設備
- 第5章 管理者の義務
- 第6章 限度
- 付録 法令集



第3回医療放射線リスクコミュニケーションセミナーに参加して

釋迦堂 啓子
NTT 東日本関東病院 放射線部

この度 5 月に行われた「医療放射線リスクコミュニケーションセミナー」を受講いたしました。会場は金沢大学病院で、建物は改装してまだ新しく組木のような正面玄関などは金沢の街に調和していてとても素敵な病院でした。

今回のセミナーでは、放射線リスクの疫学調査データの読み方やリスクコミュニケーションを実施するポイントなどを聴講することができ、講師の先生方の説明は大変わかりやすく興味深い内容ばかりでした。

特に今回の参加で最も印象に残っているのはグループワークです。私が参加したグループでは、CT 検査を受けた子供を心配する母親からの相談に対しての返答についてディスカッションをしました。私はこういった被ばくの相談については今まで経験せずに過ごしてきました。実際に相談を受ける状況ではどのように対応すべきなのかと考えはするものの、結局先延ばしにしていた内容なのですが、同じグループの経験抱負な方々のご意見は大変参考になりました。相談希望者に安心していただくためには、専門的な言葉はできるだけ少なくし、また話し口調や目線などにも気を配る事が必要でした。

今回のセミナーで学んだ事を、今後の業務や後輩への教育に活かしたいと思います。



第3回医療放射線リスクコミュニケーションセミナーに参加して

若嶋 綾乃
あさひ総合病院

5月26日、金沢大学附属病院にて開催された『第3回医療放射線リスクコミュニケーションセミナー』に参加しました。医療放射線を扱う立場として、放射線の正しい知識の習得と医療現場での放射線に関する情報の提供は必須であり、このセミナー受講を楽しみにしていました。

講演1「エビデンスから探る放射線健康リスク」では主に、疫学データを読み解くために必要となってくるkey wordや数値の意味を学びました。リスクの指標として多用される数字は、場合によっては誤解を招いてしまう、いわゆる数字のマジックが隠れていることを知り、ひとつの数値ではなく絶対リスク・相対リスク・過剰相対リスクの互いを見ながら評価する必要性を学びました。

講演2「メディカルスタッフの被ばく管理」では、放射線従事者の、不均等被ばく管理の重要性を再認識させられました。また、水晶体の線量限度の見直しが進められており、ERCP等でのDr.およびNs.の水晶体被ばく管理・防護の必要性も改めて感じました。

講演3「医療被ばくのリスクコミュニケーション」では、リスクコミュニケーションの目的・実施上のポイントなど、実際の相談例も交えながら学びました。講師の五十嵐先生には3月に富山でもリスクコミュニケーションの講演をしていただきまして、今回の講演でより理解を深めることができました。

「シミュレーションツールを使用したリスク評価」では、診断X線照射時の入射表面線量を計算するプログラム【SDEC】やCT撮影における臓器および実効線量を計算する【WAZA-ARI】の使い方を学びました。いずれのツールも使いやすく、かつ無料ということに驚きました。自施設の撮影基準値の把握および患者さんへの説明の参考値の提供ツールとして今後活用したいと思います。

グループワーク「医療被ばく相談」では、グループに分かれて実践形式で模擬被ばく相談を披露・評価し合いました。同じ事例でも、相談者によって悩みの所在が異なり、対応の仕方で双方向的にも一方向的にもなり得る難しさを実感しました。頭では理解しているつもりでも、求められるのは実践での対応力、そういう意味でもグループワークは大変貴重で有意義な時間となりました。

今回のセミナーで学んだことを活かし、今後少しでも患者さんや職場のスタッフに還元していくぞ、と強く感じています。最後になりましたが、セミナーの講師・スタッフの皆さんに感謝申し上げます。ありがとうございました。



放射線防護分科会誌インデックス

第1号(1995.10.20 発行)

放射線防護分科会 発足式並びに研究会
あいさつ 放射線防護分科会の発会を祝して／川上壽昭
放射線防護技術の発展に会員のご協力を／砂屋敷忠記念講演要旨 医療における放射線の利用と防護
—放射線防護分科会への期待—／佐々木康人
討論要旨 テーマ「医療放射線防護を考える」
(1) なぜいま医療放射線防護なのか／森川薫
(2) X線撮影技術の分野から／栗井一夫
(3) 核医学検査技術の立場から／福喜多博義
(4) 放射線治療技術の立場から／遠藤裕二

第2号(1996.4.1 発行)

第52回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「ヒトから考える医療放射線防護／赤羽恵一
特別講演要旨「ICRP1990年勧告 その後・吉賀佑彦
パネルディスカッション要旨
テーマ「放射線利用における公衆の防護」
(1) 公衆の放射線防護 序論／菊地 透
(2) 病室におけるX線撮影時の室内散乱線量分布／小倉 泉
(3) 放射線医薬品投与後の周囲への安全性と現状／中重富夫
(4) 放射線施設の遮蔽条件／砂屋敷忠
(5) 診療の立場から／飯田恭人
(6) 現在の施設の防護状況報告／木村純一
文献紹介 放射線防護に関する著書の紹介／西谷源展
最近の海外文献紹介／菊地 透

第3号(1996.9.26 発行)

第24回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「放射線防護と画像評価」／栗井一夫
パネルディスカッション要旨
テーマ「ボランティアの被曝と防護を考える」
(1) ボランティアの放射線被曝とは／菊地透
(2) 新技術・装置開発での問題点／辻岡勝美
(3) 学生教育の立場から／三浦正
(4) 診療現場での事例／平瀬清
教育講演要旨 宮沢賢治百年と放射能100年「医療放射線の被曝と防護をめぐって」序文／栗冠正利
資料 厚生省「医療放射線管理の充実に関する検討会」報告書

第4号(1997.4.5 発行)

第53回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「21世紀に向けた節目の時代」／菊地透

第4回放射線防護分科会 パネルディスカッション要旨

テーマ「診療用X線検査における患者の被曝線量を知る方法」

(1) 被曝線量の実用測定—個人線量計を利用する場合／福本善巳

(2) 診療現場の問題—簡易換算法による被曝線量の推定／山口和也

(3) 診療現場の問題—自作線量計による患者被曝線量の測定／重谷昇

(4) 診療現場の問題—線量測定の位置と単位について／鈴木昇一

会員の声 放射線防護に対する認識—ある放送から感じたこと／平瀬清

資料 X線診断による臓器・組織線量、実効線量および集団実効線量 RADIO ISOTOPE誌転載

第5号(1997.10.30 発行)

第25回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「IAEAガイドンスレベルと線量評価法の混乱」／鈴木昇一
第5回放射線防護分科会パネルディスカッション要旨
テーマ「医療放射線被曝とは何か」
(1) 被曝のとらえ方—医療被曝を中心に／菊地 透
(2) 内部被曝—線量評価／赤羽恵一
(3) 外部被曝—計る／前越久
(4) 被曝の混乱—アンケートによる原因と対策／森川薫
(5) 討論 司会／砂屋敷忠
会員の質問
(1) 個人被曝線量計の精度
(2) 施設線量の測定法
資料 放射線防護分科会アンケート集計報告

第6号(1998.4.9 発行)

第54回総会学術大会 放射線防護分科会特集
第6回研究会プログラム
教育講演要旨
「医用放射線と保健福祉」／森光敬子
「ICRPの国内法令取り入れをめぐって／菊地 透
会員の声 医療放射線の「リスク論議考」／輪嶋隆博
質問欄 カテーテルアブレーションの被曝低減法／委員会
論文紹介
国際放射線防護委員会 ICRP1997年オックスフォード会議／松平寛通（放射線科学から転載）

第7号(1998.10.29発行)

第26回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
第7回研究会プログラム パネルディスカッション要旨
テーマ「医療被曝(X線検査)のガイダンスレベルは制定できるか」
(1) ガイダンスレベルとは何か／菊地透
(2) 一般撮影での問題点／佐藤齊
(3) 乳房撮影(歯科も含む)の注目点／加藤二久
(4) 病室・在宅医療での考え方／加藤英幸
会員研究発表リスト 1998年 春・秋

第8号(1999.4.5発行)

第55回総会学術大会 放射線防護分科会特集
放射線防護研究一分科会の活動／砂屋敷忠
第8回研究会プログラム 教育講演資料
(1) 放射線防護 過去・未来／館野之男
(2) 医療法施行規則改正の動き／諸岡健雄
第26回秋季学術大会分科会報告
医療被ばく(X線検査)のガイダンスレベルは制定できるか／菊地透
防護分科会印象記／輪嶋隆博
学術大会防護関連座長印象記
X線検査装置-2／江口陽一
X線質評価／久保直樹
放射線管理測定技術／大釜昇
放射線管理-IVR 従事者被曝／水谷宏
討論室 続 防護エプロン論争／輪嶋隆博

第9号(1999.10.28発行)

第27回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「これから放射線防護に求められるもの-21世紀の活動」／栗井一夫
第9回放射線防護分科会
パネルディスカッション要旨
テーマ「放射線管理における西暦2000年問題について」
病院における西暦2000年問題／谷重善
医療用具製造業者等のコンピュータ西暦2000年問題への対応状況について／田村敦志
病院における西暦2000年問題への対応について／水谷宏
西暦2000年問題への対応と現状／泉孝吉
放射線治療装置における西暦2000年問題／大野英
第55回総会学術大会防護関連座長印象記
放射線管理-IVR・乳房撮影／栗井一夫
放射線管理ースペクトル・フィルタ／大釜昇
放射線管理-RI管理／菊地透
X線検査-DR被曝／千田浩一
放射線管理-測定器／新開英秀
放射線管理-CT被曝・測定器／鈴木昇一
ニュース

低線量放射線影響に関する公開シンポジウム／加藤英幸
放射線防護に関する関係省庁への要請書および要望書の提出について／菊地透
質問欄 放射線管理のQ&A／菊地透

第10号(2000.4.6発行)

第56回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「新たなる世紀を迎える前に放射線防護論(防護学)の問題点を考える」／加藤英幸
第10回放射線防護分科会
基調講演要旨 「放射線防護関連法令の改正について」／菊地透
シンポジウム要旨
テーマ「放射線安全規正法改正と新しい放射線医療技術の対応」
放射線診療施設・管理区域の対応／鈴木昇一
個人被曝管理の対応／寿藤紀道
新しい放射線医療技術の対応／諸澄邦彦
第27回秋季学術大会防護関連座長印象記
核医学-被曝／中田茂
放射線管理-被ばく低減／有賀英司
放射線管理-IVR・DSA／三宅良和
X線撮影-血管撮影被曝・その他／阿部勝人
討論室 ウラン加工工場臨界事故に学ぶ／菊地透
クラーク論文を読んで／水谷宏
ニュース 平成11年度公開シンポジウム「医療における放射線被曝と対策」印象記／富樫厚彦

第11号(2000.10.20発行)

第28回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「モラル・ハザードと放射線防護のプロ」／寿藤紀道
第16回計測、第11回放射線防護合同分科会要旨
「診断領域における線量標準測定法の確立」-より安全な放射線防護を目指して-
医療被曝測定の意義／菊地透
X線診断領域における較正場について／加藤二久
標準測定法の確立／小山修司
現場における被曝線量測定／熊谷道朝
第56回総会学術大会防護関連座長印象記
CT検査-被曝低減技術／新木操
マルチスライスCT-被曝低減技術／村松禎久
小児のための放射線検査1／増田和浩
放射線管理-患者被曝1／梅酢芳幸
放射線管理-患者被曝2／加藤英幸
放射線管理-術者被曝／山口和也
核医学-RI管理／工藤亮裕
放射線管理-測定器／小山修司
討論室 原子力時代のバイオニア 武谷三男氏の死去に際して／富樫厚彦
ニュース IRPA-10に参加して／有賀英司

国際放射線防護学会 第 10 回国際会議(IRPA-10)参加
印象記／富樫厚彦
資料 密封小線源の紛失事例分析と防止対策／穴井重男
書評 「緊急被ばく医療の基礎知識」／西谷源展

第 12 号(2001.4.6 発行)

第 57 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「これから放射線防護分科会」／栗井一夫
第 12 回放射線防護分科会要旨
テーマ「法令改正で貴方の施設は大丈夫ですか？」－
これからでも間に合う現場対応－
基調講演要旨 医療施設の放射線防護関係法令改正の
要点／菊地透
話題提供要旨 管理区域境界等における測定と評価方
法について／山口和也
放射線診療従事者の被曝管理について／加藤英幸
診療用 X 線装置等の防護基準の測定について／水谷宏
第 28 回秋季学術大会防護関連座長印象記
放射線管理－被曝線量評価・QC／越田吉郎
放射線管理－乳房撮影／小山修司
放射線管理－法令改正・環境測定／鈴木昇一
資料 平成 12 年度公開シンポジウム 一般公衆から
の質問と回答- 1
医療法施行規則の一部を改正する省令新旧対比表
書評 「被ばく線量の測定・評価マニュアル 2000」と
「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2000」／
山野豊次

第 13 号(2001.11.10 発行)

第 29 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
教育講演要旨「緊急被曝医療の展望」／青木芳朗
フレッシャーズセミナー要旨 「低線量の健康影響」
／米井脩治
第 13 回放射線防護分科会要旨
テーマ「どうしてますか、あなたの施設の放射線管理
－法令改正半年を経て－」
(1) 放射線従事者の管理／水谷宏
(2) 治療施設の管理／穴井重男
(3) 核医学施設の管理／山村浩太郎
(4) 医療現場の対応状況／加藤英幸
第 57 回総会学術大会防護関連座長印象記
放射線管理－教育・危機管理／石田有治
放射線管理－装置管理／吉村浩太郎
放射線管理－IVR 被曝／梅津芳幸
放射線管理－一般撮影、乳房／山口和也
放射線管理－測定器／熊谷道朝
放射線管理－測定評価／小山修司
放射線管理－CT 被曝／五十嵐隆元
放射線管理－被曝管理／千田浩一
学術大会印象記 「放射線安全管理の基礎・放射線管
理フォーラム」／福田篤志

資料 IVR に伴う放射線皮膚傷害報告症例から放射線
防護を考える／富樫厚彦
文献紹介 「塩化タリウムの放射線皮膚炎」／防護分
科会

第 14 号(2002.4.4 発行)

第 58 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「医療現場の放射線安全管理は大丈夫か」／穴
井重男
教育講演要旨 「IVR における皮膚傷害発生の現状と
今後の展開」／西谷 弘
第 14 回放射線防護分科会要旨
テーマ「血管撮影領域における放射線皮膚傷害の現状
と対策」
(1) 皮膚傷害事例とその治療にあたって／大和谷淑子
(2) 循環器科医の立場から／角辻 眩
(3) 被曝の現状と対策／水谷 宏
(4) 放射線防護の対応について／菊地 透
第 29 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 15 号(2002.10.17 発行)

第 30 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「100mGy の意味するもの」／新井敏子
教育講演要旨 「女性の放射線被曝について」／大野
和子
第 15 回放射線防護分科会要旨
テーマ「ICRP Publ.84－妊娠と医療放射線－を考える」
(1) ICRP Publ.84 の意図するもの／富樫厚彦
(2) 女性と放射線被曝：医療被曝／安友基勝
(3) 女性と放射線被曝：職業被曝／新井敏子
(4) 女性と放射線被曝：公衆被曝／穴井重男
第 13 回放射線防護分科会(第 29 回秋季学術大会)抄録
集
「どうしてますか、あなたの施設の放射線管理－法令
改正半年を経て－」
放射線従事者の管理／水谷宏
治療施設の管理／穴井重男
医療現場の対応状況／加藤英幸
座長集約／鈴木昇一
第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

第 16 号(2003.4.11 発行)

第 59 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「放射線防護分科会の役割」／前越久
第 16 回放射線防護分科会要旨
テーマ「医療従事者への放射線防護教育」
(1) 放射線診療従事者への教育訓練／穴井重男
(2) 医療従事者への教育／富樫厚彦
(3) 技師養成期間における防護教育／鈴木昇一
(4) 患者さんへの対応／新井敏子
岩手高校生被曝事故に関する考察／加藤英幸／鈴木昇

一／富樫厚彦／西谷源展
ニュース 医療放射線防護連絡協議会第 16 回フォーラム印象記／磯辺智子
第 30 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 17 号(2003.10.10 発行)

第 31 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「よろしくお願ひします」／塚本篤子
教育講演要旨 「医療被曝とその影響」／阿部由直
第 17 回放射線防護分科会要旨
「ディベート：胸部撮影における患者さんの防護衣は必要か」
(1)「必要の立場から」／相模 司
(2)「必要の立場から」／加藤英幸
(3)「不要の立場から」／松下淳一
(4)「不要の立場から」／輪嶋隆博
ニュース IVR に伴う放射線皮膚傷害の防止に関するガイドラインおよびIVR の患者の受ける線量測定マニュアル作成状況報告／放射線防護分科会
フォーラム印象記 第 17 回「医療放射線の完全使用研究会」フォーラム印象記／塚本篤子
第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 18 号(2004.4.9 発行)

第 60 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「医療放射線防護とリスクコミュニケーション」／松下淳一
第 18 回放射線防護分科会要旨
テーマ「IVR における患者皮膚障害防止」
(1)「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインの趣旨」／菊地透
(2)「IVR における患者皮膚線量の測定マニュアルの概要」／水谷宏
(3)「心臓領域における IVR の現状」／石綿清雄
ニュース 国政免除レベル等の取り入れに伴う放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（障害防止法）改正について—経緯と現況—／加藤英幸
トピックス “医療”解剖学～インターネット情報から今の医療を考える～／三上麻里
印象記 “医療における放射線安全・防護についてのパネル討論会”／塚本篤子
放射線免疫学調査講演会「低線量放射線の健康影響」に参加して／加藤英幸
平成 15 年度市民公開シンポジウム（富山市）／伊藤祐典
平成 15 年度医療放射線安全管理講習会に参加して／小林正尚
文献紹介 X 線診断被ばくによる発がんのリスク：英 国及び 14 カ国の推計／藤淵俊王
訃報 斎藤岩男氏を偲ぶ
第 31 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 19 号 (2004.10.21 発行)

第 32 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「今どきの ICRP 報告書」／栗井一夫
第 19 回放射線防護分科会要旨
テーマ「医療における放射線防護関連法令の改正とその運用について」
(1)「加速器使用施設における対応」／松下淳一
(2)「密封線源使用における対応」／石井俊一
(3)「放射線廃棄物への対応」／青木功二
(4)「放射線完全管理規制の課題」／山口一郎
ニュース 分娩前の歯科 X 線撮影と出生時低体重児を読んで／宮田あきこ
資料 CT 検査における線量測定／鈴木昇一
第 60 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 20 号 (2005.4.8 発行)

第 61 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「公衆と放射線」／三田創吾
第 20 回放射線防護分科会要旨
テーマ「X 線診断領域の被曝でがんは増えるのか」
(1)「放射線影響の立場から」／坂井一夫
(2)「放射線管理の立場から」／菊地透
(3)「放射線被曝に対する市民の不安」／中島久美子
資料 ICRP Publication 86「放射線治療患者に対する事故被曝の予防」の要約／松下淳一
第 32 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 21 号 (2005.10.20 発行)

第 33 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「分科会長に就任して」／加藤英幸
第 21 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療における Gy と Sv の考え方」／加藤和明
テーマ「医療現場での線量評価を考える」
(1)「胸部撮影における線量評価の現状」／船橋正夫
(2)「乳房撮影における線量評価の現状」／安友基勝
(3)「CTにおける線量評価の現状」／村松禎久
(4)「線量評価ガイドラインの提示」／菊池 透
トピックス 放射線関係法令改正対応記／富樫厚彦
第 61 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 22 号 (2006.4.7 発行)

第 62 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「放射線防護 雜感」／五十嵐隆元
第 22 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療放射線防護と最近の ICRP の動向」／米倉義晴
テーマ「PET 検査における放射線被ばくを考える」
(1)「PET 検査室における被ばく」／五十嵐隆元
(2)「被検者の被ばく線量評価」／赤羽恵一

(3)「法整備の現状と問題点」／渡辺 浩
トピックス「ICRPの新体制と新勧告の動き／菊地透
平成17年度市民公開シンポジウム印象記／小林剛
第33回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第23号 (2006.10.19 発行)

第34回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「アララ！小惑星と電離性放射線」／富樫厚彦
第23回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療をとりまく放射線災害の現状と課題」／高田 純
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」／菊地透
合同分科会シンポジウム「マンモグラフィの精度管理について」
学術交流委員会報告プレリリース
第62回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第24号 (2007.4.13 発行)

第63回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「防護計測の愚痴、自戒」／鈴木昇一
第24回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「放射線安全とヒューマンファクター」／石橋 明
テーマ「放射線安全教育の現状と課題」
(1)「学生教育では」／福士政弘
(2)「医療従事者に対して」／中里 久
(3)「一般公衆に対して」／西田由博
技術活用セミナー1 「医療被ばくの説明とリスク仮説—LNT仮説を中心に—」／輪嶋隆博
モーニングセミナー「患者さんの不安に答えた経験から言えること」／大野和子
「医療被曝相談—この事例にあなたはどう答えますかー」／五十嵐隆元
第23回防護分科会後抄録
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」／菊地 透
トピックス「ICRP-2007新勧告案についての私見」／富樫厚彦
印象記 第3回お茶の水アカデミシンポジウム「医療被ばくを考える」に参加して／三反崎宏美
第34回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第25号 (2007.10.26 発行)

第35回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「手と放射線」／水谷 宏
第25回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療従事者における外部被曝の現状と課題」—個人被曝線量測定サービス機関のデータから／石山 智
テーマ「手指の被曝を考える」
(1)「放射線診療従事者の手指被曝の実態調査（アンケート報告）」／塚本篤子
(2)「Vascular（血管系）IVRでは」／坂本 肇
(3)「Vascular（血管系）IVRでは」／藤淵俊王
(4)「CT撮影では」／小林正尚
合同分科会（画像・放射線撮影・計測・放射線防護・医療情報）シンポジウム
「X線CT撮影における標準化—”GuLACTIC 2007”胸部疾患（びまん性疾患および肺がん）のガイドライン作成にあたってー」
(1) GuLACTIC 2007 肺がんのガイドラインについて／萩原 芳広
(2) CT画像の画質特性と臨床適応／市川勝弘
(3) 造影理論と臨床応用／山口 功
(4) CTの線量特性と被曝線量／小山修司
(5) CT検査の放射線防護の考え方とその評価方法／加藤英幸
(6) データ保存と画像配信／山本勇一郎
第24回防護分科会後抄録 パネルディスカッション
テーマ「放射線安全教育の安全と課題」
「一般公衆に対して」／西田由博
印象記 第24回放射線防護分科会「放射線安全教育の安全と課題」を拝聴して／松崎正弘
第63回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第26号 (2008.4.4 発行)

第64回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「本年は放射線防護における変革の年となるのか」／広藤 喜章
第26回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療放射線における放射線防護の最新動向 -ICRP新勧告とIAEA国際基本安全基準について／米原 英典
テーマ「放射線防護の観点からのデジタル画像」
(1) ICRP Publ.93（デジタルラジオロジーにおける患者線量の管理）の概要と課題／富樫 厚彦
(2) 医療現場におけるデジタル画像の現状—学術調査研究班調査研究の中間報告からー／鈴木 昇一
(3) デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
(4) デジタル撮影における画像評価／西原 貞光
モーニングセミナー「医療放射線防護の常識・非常識—私たちが伝えたかったこと」／大野和子・栗井一夫

技術活用セミナー「循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」-技術学会の果たした役割-/
栗井 一夫
第 35 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 27 号 (2008.10.23 発行)

第 36 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「科学技術の発達と融合」／藤淵 俊王
第 27 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療被曝の国際動向と課題」／菊地 透
テーマ「患者以外の医療被曝を考える」
(1)患者以外の医療被曝の住み分け／富樫厚彦
(2)ボランティア被曝の現状／小寺吉衛
(3)介護被曝の現状／祖父江由紀子
部会・分科会合同シンポジウム
テーマ：「X線診断領域におけるデジタル化と被曝防護を考える」
(1)X 線診断領域での被曝と防護の考え方／加藤英幸
(2)我が国での診断領域の患者被曝の現状—X線診断時に患者が受ける線量の調査研究より—
1. 調査概要／近藤裕二
2. 一般撮影での傾向／能登公也
3. マンモ、CTでの傾向／小林謙一
(3)個人線量計を用いたX線装置の出力測定調査について／塚本篤子

分科会合同シンポジウム
テーマ「救急検査のクオリティーを考える—救急専門技師に求められるもの—」
(1)救急撮影の基礎（一般撮影）／渡辺啓司
(2)救急診療におけるCT撮影の在り方／山本浩司
(3)救急診療におけるMR撮影の在り方／松村善雄
(4)救急診療における放射線防護の在り方／五十嵐隆元
(5)救急診療における医療情報の活用／原瀬正敏
第 26 回防護分科会後抄録
学術調査研究班調査研究の中間報告から／鈴木昇一
デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
デジタル撮影における画像評価／西原貞光
第 64 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

第 28 号 (2009.4.17 発行)

第 65 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「放射線安全管理と不景気」／鈴木 昇一
第 28 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「胎児、小児期被ばくによる発がん影響」／島田 義也
テーマ「小児の医療被曝を考える」
(1) 小児放射線検査の現状／宮崎 治
(2) 小児放射線検査の現状調査報告／田邊 智晴
(3) 小児医療被曝の捉え方／五十嵐隆元

フレシャーズセミナー
「放射線防護のいろは」-患者の線量管理-
／小林 剛
「放射線防護のいろは」-従事者の線量管理-
／藤淵 俊王
技術活用セミナー
「医療用線源のセキュリティ管理」／富樫 厚彦
「ICRP Publ.102 の概要と課題」／鈴木 昇一
第 36 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

第 29 号 (2009. 10.22 発行)

第 37 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「実効線量に関する問題点」／松原 孝祐
第 29 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「日本人ボクセルファントムの開発と線量評価について」／斎藤 公明
ST 講座要旨
「被ばくによる発がん影響について」／島田 義也
テーマ「我が国の診断参考レベル（DRL）を考える」
(1) DRLとは?／五十嵐隆元
(2) 各モダリティのDRLについて／鈴木 昇一
(3) 放射線診療における線量低減目標値／笹川 泰弘
(4) 国際動向について／大場 久照
第 65 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 30 号 (2010. 4.8 発行)

第 66 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「クリアランス制度の法整備と本学会の貢献」
／渡辺 浩
第 30 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「放射線防護における最近の国際動向」／細野 真
ST 講座要旨
「実効線量を理解しよう」／五十嵐 隆元
入門講座要旨
「医療従事者の被ばく管理と低減対策」／藤淵 俊王
技術活用セミナー
「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典
テーマ「オールジャパンで考える小児医療」
(1) オールジャパンとしてどう取り組むか?／赤羽 恵一
(2) 小児被曝把握の必要性／宮崎 治
(3) 小児医療被曝の現状と評価／松原 孝祐
(4) 小児CT撮影のプロトコルを考える／大橋 一也
第 37 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第31号（2010.10.14発行）

第38回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「猛暑日…熱帯夜…太陽からのエネルギー」
／広藤 喜章
第31回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「研究の倫理を考える」／栗原 千絵子
テーマ「放射線研究の倫理を考える」
(1)ICRPにおける倫理の考え方／赤羽 恵一
(2)各施設での倫理委員会の現状 一調査報告—
／広藤 喜章
(3)技術学会編集委員会の現状と事例／土井 司
(4)放射線技術学分野における研究倫理とその実情／
磯辺 智範
WORLD MEDICAL ASSOCIATION [訳] (

専門講座要旨
「放射線施設の管理と設計」／渡辺 浩
入門講座要旨
「よくわかる関係法令」／笹沼 和智
技術活用セミナー
「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典
第66回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第32号（2011.4.8発行）

第67回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「オールジャパンでの放射線防護分科会の役
割」／鈴木昇一
入門講座要旨
「医療法施行規則を理解しよう！」／大場久照
技術活用セミナー
「CT検査で患者が受ける線量」／鈴木昇一
第32回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「医療被ばく管理の国際的な動向」／赤羽 恵一
テーマ「救急患者の撮影における防護と問題」
(1)救急専門医が必要とする画像／船曳知弘
(2)救急撮影認定技師とは／坂下恵治
(3)救急撮影における放射線防護／五十嵐隆元
(4)救急撮影で患者、術者等の受ける線量／松原孝祐
専門講座要旨
「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」／吉永 信治
専門講座要旨
「ICRPについて学ぼう」／山口和也
38回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第33号（2011.10.28発行）

第39回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「就任の挨拶」／五十嵐 隆元

入門講座要旨「放射線装備機器および放射線発生装
置の安全取扱い」／磯辺 智範
専門講座要旨「放射線災害時の防護」／武田 浩光
第33回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「福島原発事故における内部被ばくを考える」／下
道國
テーマ「放射線防護に関連した数値を考える」
(1)規制値の経緯とその考え方／広藤 喜章
(2)リスクについて／島田 義也
(3)医療における放射線防護の考え方／松原 孝祐
入門講座要旨「X線管理学（X線の管理・防護・
測定）」／坂本 肇
専門分科会合同シンポジウム要旨
「デジタル画像を再考する—検像について—」
(1)単純X線撮影領域における検像について／川本
清澄
(2)画像情報の確定に関するガイドラインからみた検
像／坂本 博
(3)検像における画像品質の確保について／陳 徳
峰
(4)核医学領域における検像システムの役割／對間
博之
(5)検像における線量指標の活用／有賀 英司
防護分科会関連行事参加報告
防護分科会誌インデックス

第34号（2012.4.12発行）

卷頭言「放射線防護対策チームの結成」／磯辺 智範
専門講座要旨「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」
／吉永 信治
技術活用セミナー 要旨「被曝説明の核心に迫る」
／松原 孝祐
入門講座要旨「医療法施行規則を理解しよう」
／浅沼 治
第34回放射線防護分科会要旨
教育講演
「原発事故と医療放射線～放射線のリスクコミュニケーションの課題～」／神田 玲子
テーマ：「福島原発事故後の医療におけるリスクコミュニケーション」
(1)福島での市民とのやりとりを通じて
／加藤 貴弘
(2)医療現場におけるリスクコミュニケーション
／竹井 泰孝
(3)マスメディアから見たリスクコミュニケーション
／田村 良彦
専門講座要旨
「ICRPを学ぼう」／山口 和也
第39回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第35号（2012.10.4発行）

巻頭言「掛け値のない放射線知識を市民へ」

／丹治 一

専門講座要旨「診療放射線技師の役割と義務」

／塚本 篤子

入門講座要旨「放射線影響論」

／竹井 泰孝

専門分科会合同シンポジウム要旨

テーマ：「CT検査における線量低減技術」

1.撮影：CTにおける被ばく低減技術のソリューション／村松 穎久

2.画像：線量低減技術と画質への影響／市川 勝弘

3.計測：線量低減技術の線量測定の注意点／庄司 友和

4.防護：線量低減技術による臓器線量からみたリスク評価／広藤 喜章

5.核医学：SPECT/CT装置における被ばく線量（X線）の評価／原 成広

6.医療情報：線量低減技術と医療情報／柄原 秀一

第35回放射線防護分科会要旨

教育講演

「CRP2007年勧告について－第2専門委員会の取り組み－」／石榑 信人

テーマ：「医療における非がん影響を考える」

(1)ICRP1990年勧告からの変更点と今後－医療被ばくに関して－／赤羽 恵一

(2)原爆被爆者における放射線と非がん疾患死亡との関連／小笠晃太郎

(3)頭部IVRによる医師と患者の水晶体被ばく／盛武 敬

(4)医療従事者の被ばく状況について／大口 裕之

市民公開講座参加報告

第68回総合学術大会放射線防護・管理関連演題発表後抄録

防護分科会誌インデックス

第36号（2013.4.11発行）

巻頭言「福島復興と高橋信次先生」／島田 義也

入門講座要旨「妊娠と放射線」／島田 義也

専門講座要旨「国際機関の取り組みと国際的動向」

／赤羽 恵一

第36回放射線防護分科会要旨

教育講演

「海外における医療放射線管理の動向について」

概要および診断装置の立場から／伊藤 友洋

管理システムの立場から／鈴木 真人

テーマ：「線量管理はできるのか？できないのか？」

(1)精査施設画像評価における画質と線量の評価／西出 裕子

(2)Exposure Indexの有効な使用法と当面の問題について／國友 博史

(3)CTの線量評価：現状と今後の展開／村松 穎久

(4)血管撮影装置における線量管理／塚本 篤子

第40回秋季学術大会放射線防護・管理関連演題発表後抄録

防護分科会誌インデックス

第37号（2013.10.17発行）

巻頭言「みんなの力の結集を！！」／塚本 篤子

入門講座「放射線の人体への影響」／水谷 宏

専門講座「診断領域での患者線量評価と最適化」

／鈴木 昇一

第37回放射線防護分科会

教育講演

「国内外の医療施設における放射線防護教育事情」

／松原 孝祐

テーマ：「放射線防護における診療放射線技師の役割とは？」

1.医療施設における放射線防護教育（医療従事者に対して）／磯辺 智範

2.被ばく相談にどう向かい合うべきか（患者に対して）／竹井 泰孝

3.養成施設における防護管理者としての技師教育（学生に対して）／佐藤 齊

4.福島原発事故に対する診療放射線技師の役割（公衆に対して）／大葉 隆

専門分科会合同シンポジウム：「デジタル化時代の被ばく管理を考える」

1.線量指標の取扱いと注意点／庄司 友和

2.医療情報分野からの被ばく線量管理／柄原 秀一

3.一般撮影領域における被ばくと Exposure Index (EI)／中前 光弘

4.知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／野村 恵一

5.核医学検査領域の被ばくとの関係／原 成広

6.放射線被ばくリスク評価／広藤 喜章

世界の放射線防護関連論文紹介

1.小児腹部 CTにおける診断参考レンジ／松原 孝祐

2.小児から青年期 680,000 人による CT 検査のがんリスク：豪州 1,100 万人の研究データから／土居 主尚

第4回放射線防護セミナー参加報告

／倉本 卓／石橋 徹／井上 真由美

砂屋敷忠先生を偲んで／西谷 源展

防護分科会誌インデックス

第38号（2014.4.10発行）

巻頭言「柔軟な発想とノーベル賞の素」／藤淵 俊王

専門講座2要旨「患者への放射線説明 診療放射線技師の役割」／石田 有治

第38回放射線防護分科会要旨

教育講演「放射線影響の疫学調査」／鍊石 和男

テーマ：「血管系および非血管系 IVR における術者の水晶体被ばくの現状と管理方法」

1.従事者の水晶体被曝の現状と管理方法／大口 裕之

2. non-vascular IVR における現状と管理／森 泰成

3. vascular IVR における現状と管理／小林 寛
合同企画プログラム要旨
テーマ「医療被ばくの低減と正当化・最適化のバランス」
1. 小児 CT における正当化と最適化／宮寄 治
 2. CT 検査で患者さんが受ける線量の現状と低減化の状況／鈴木 昇一
 3. 低線量放射線の発がんリスクに関するエビデンス／島田 義也
 4. 放射線撮影：知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／赤羽 恵一
- 入門講座要旨「リスクコミュニケーションの考え方 -低線量長期被ばくを見据えて-」／広藤 喜章
- 専門講座要旨「放射線による人体への影響 -急性障害と晚発障害-」／松原 孝祐
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Dose distribution for dental cone beam CT and its implication for defining a dose index／吉田 豊
 2. Establishment of scatter factors for use in shielding calculations and risk assessment for computed tomography facilities／藤淵 俊王
 3. Ultrasonography survey and thyroid cancer in the Fukushima Prefecture／広藤 喜章
- 防護分科会誌インデックス

第 39 号 (2014.4.10 発行)

- 巻頭言「放射線防護分科会が担うこととは」／加藤 英幸
- 専門分科会合同シンポジウム要旨「撮影技術の過去から未来への継承～画質と線量の標準化を目指して～」
1. 防護：診断参考レベル (DRLs) 策定のための考察／鈴木 昇一
 2. 計測：患者線量の測定および評価／能登 公也
 3. 画像：X 線画像における感度と画質／岸本 健治
 4. 放射線撮影：画質を理解した撮影条件の決定／中前 光弘
 5. 放射線撮影：X 線撮影装置と AEC の管理／三宅 博之
 6. 医療情報：デジタル画像時代の検像と標準の活用／坂野 隆明
 7. 教育：デジタル化時代における洞察力の必要性／磯辺 智範

学術委員会合同パネルディスカッション要旨「病院における非常時の対応～医療機器対策と緊急時対応～」

[座長提言] 土井 司／佐藤 幸光

1. 撮影：撮影装置の対応と管理 (X 線 CT を含む) ／柏樹 力
2. 撮影：MR 装置の対応と管理 (強磁性体, クエンチなど) ／引地 健生
3. 核医学：核医学検査装置と非密封放射性物質・放

- 射化物の管理／山下 幸孝
4. 放射線治療：放射線治療装置の管理と患者の治療の継続／原 潤
 5. 医療情報：災害時のネットワーク管理 (自施設対応と地域連携) ／坂本 博
 6. 放射線防護・計測：安全管理のための計測と再稼働のための確認／源 貴裕
 7. 医療安全対策小委員会：法的規制の立場からの注意点／小高 喜久雄
 8. JIRA：医療機器メーカーが提唱する緊急時対策～医用システムについて～／鈴木 真人
- 入門講座 3 要旨「内部被ばく線量評価と防護」／五十嵐 隆元
- 専門講座 3 要旨「従事者被ばくの概要と被ばく管理」／加藤 英幸
- 第 39 回放射線防護分科会【計測分科会 / 放射線防護分科会 / 医療被ばく評価関連情報小委員会 合同分科会】要旨
- 教育講演「医療放射線防護と診断参考レベル」／五十嵐 隆元
- 合同シンポジウム テーマ：「診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を考える」
1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司
 2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男
 3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男
 4. 我が国の画像診断装置、医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Estimation of mean glandular dose for contrast enhanced digital mammography: factors for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols.／五十嵐 隆元
 2. Reducing radiation exposure to patients from kV-CBCT imaging.／森 祐太郎
- 第 5 回放射線防護セミナー参加報告
横町 和志／田丸 隆行／甲谷 理温
- 防護分科会誌インデックス

第 40 号 (2015.4.16 発行)

- 巻頭言「日本の医療放射線防護」／赤羽 恵一
- 専門講座要旨「水晶体の線量限度引き下げの概要と今後の課題／松原 孝祐
- 教育講演要旨「福島第一原子力発電所事故後の現状」／遊佐 烈
- 第 40 回放射線防護部会要旨
テーマ「知っておきたい中性子の知識－基礎から応用まで－」
1. 中性子の特徴－物理学的観点から－／磯辺 智範
 2. 中性子の人体への影響／米内 俊祐

3. 中性子の把握／黒澤 忠弘
 4. 中性子の医学利用／佐藤 英介
 5. 医療機関における中性子に関する法令／藤淵 俊王
- 入門講座要旨「診断参考レベル (DRLs) を理解しよう」／五十嵐 隆元
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Secondary neutron doses received by pediatric patients during intracranial proton therapy treatments.／松本 真之介
 2. Size-specific, scanner-independent organ dose estimates in contiguous axial and helical head CT examinations／松原 孝祐
 3. Radiation Dose and Cataract Surgery Incidence in Atomic Bomb Survivors, 1986–200／広藤 喜章
- 第 42 回秋季学術大会後抄録 放射線防護分科会/計測分科会/医療被ばく評価関連情報小委員会 合同シンポジウム
- ・テーマ「診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を考える」
1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司
 2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男
 3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男
 4. 我が国の画像診断装置、医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦
- 第 6 回放射線防護セミナーのご案内
- 防護分科会誌インデックス

第 41 号 (2015.10.8 発行)

- 巻頭言「放射線防護委員会&日本の診断参考レベル元年」／塚本 篤子
- 第 41 回放射線防護部会要旨 (撮影部会, JIRA 共催)
- テーマ「CT 撮影における標準化と最適化～次のステップに向けた取り組み」
- 教育講演「医療被ばくの放射線防護～正当化および最適化の現状と課題～」／赤羽 恵一
- パネルディスカッション「CT における線量最適化の現状と課題」
1. 「X 線 CT 撮影における標準化～GALACTIC～」の改訂／高木 卓
 2. DRL 構築のための線量管理「装置から提供される情報」／山崎 敬之
 3. DRL 構築のための線量管理「線量情報管理システム」／伊藤 幸雄
 4. CT における診断参考レベルの設定について／西丸 英治
 5. 小児 CT における撮影条件設定の考え方／坪倉聰
 6. 我が国的小児 CT で患児が受ける線量の実態／竹

- 井 泰孝
- 専門講座要旨「日本の診断参考レベルと活用方法」／五十嵐 隆元
- 入門講座要旨「放射線防護で扱う単位と用語の活用法」／磯辺 智範
- 市民公開講座要旨
- テーマ「放射線と食の安全～日本の食文化を守るために～」
1. ここがポイント！放射線と放射能～医療での利用を含めて～／塚本 篤子
 2. 食品に含まれる放射性物質～内部被ばくと外部被ばくは違うの？～／広藤 喜章
 3. 放射線と食品のリスク～食の安全を確保するためには～／畠山智香子
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Effect of staff training on radiation dose in pediatric CT／西丸 英治
 2. Units related to radiation exposure and radioactivity in mass media: the Fukushima case study in Europe and Russia／大葉 隆
- 第 6 回放射線防護セミナー参加報告
- 高橋 伸光／角田 和也
- 防護分科会誌インデックス

第 42 号 (2016.4.16 発行)

- 巻頭言「放射線防護と画質の関係について」／西丸 英治
- 教育講演要旨「Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine」／Kwan-Hoong Ng
- 「The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional Cardiology Personal in Thailand」／Anchali Krisanachind
- 第 42 回放射線防護部会要旨
- テーマ「放射線診療従事者の不均等被ばくを考える」
1. 「1cm 線量当量の定義と意味」／広藤 喜章
 2. 「一般撮影での不均等被ばく」／竹井 泰孝
 3. 「血管造影・透視での不均等被ばく」／横山 須美
 4. X 線 CT での不均等被ばく／宮島 隆一
- 専門講座要旨「原子力発電所事故における放射線防護」／長谷川 有史
- 入門講座要旨「CT 検査の被ばくを考える」／西丸 英治
- 第 7 回放射線防護セミナーを受講して／関口 美雪
- 廣澤 文香
- 防護分科会誌インデックス

第 43 号 (2016.10.13 発行)

- 巻頭言「2 年目を迎えた我が国の診断参考レベル」／竹井 泰孝
- 第 43 回放射線防護部会要旨

教育講演

疫学データの解釈に必要な基礎知識／橋本 雄幸
テーマ「日常診療に有用な放射線防護の知識」
1.「放射線生物学—被ばくの理解のために—」／鍵谷 豪
2.「X線 CT 検査での被ばく評価」／松原 孝祐
3.「医学検査での被ばく評価」／津田 啓介
4.「放射線治療における被ばく」／富田 哲也
入門講座要旨「放射線リスクの基本的な考え方-デトリメント（被ばくに伴う損害）とは？」／広藤 喜章
専門講座要旨「中性子の防護に必要な基礎知識と有効利用」／磯辺 智範
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Radiation Exposure of Patients Undergoing Whole-Body Dual-Modality 18F-FDG PET/CT Examination／富田 哲也
2. Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project—／高橋 英希
寄稿 「ヨーロッパにおける放射線災害への準備と対応に関する取り組み」／大葉 隆
第8回放射線防護セミナー報告／鈴木 貢
防護分科会誌インデックス

第44号(2017.4.13発行)

巻頭言「偉人の言葉」／塚本 篤子
基礎から学べる放射線技術学 2「放射線防護の基本的な考え方」／広藤 喜章
第44回放射線防護部会要旨
教育講演
「血管撮影領域におけるコーンビーム CT の臨床と被ばく線量」／瀬口 繁信
テーマ「コーンビーム CT の被ばくを考える」
1.「歯科用 CBCT の現状と線量評価」／鑓田 和真
2.「血管撮影領域における CBCT の被ばく線量について」／山田 雅亘
3.「Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT」／庄司 友和
4.「放射線治療における CBCT の被ばくについて」／日置 一成
入門講座要旨「被ばくの種類と基準値の理解」／藤淵 俊王
専門講座要旨「医療被ばくへの不安に向き合うために」／五十嵐 隆元
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations.／佐藤直紀
2. Optimization of Scatter Radiation to Staff During CT-Fluoroscopy: Monte Carlo Studies.／松原 孝祐

第9回放射線防護セミナー報告／上野 博之

第2回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／田村 恵美, 田頭 吉峰
第3回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／高橋 弥生
第4回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／伊藤 照生, 伊藤 等, 小野寺 桜
防護分科会誌インデックス

第45号(2017.10.19発行)

巻頭言「従事者の水晶体被ばくと管理者の義務」／五十嵐 隆元
第45回放射線防護部会要旨
教育講演
「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」／大葉 隆
テーマ「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」
1.「新しい原子力災害医療体制の現状と問題点」／廣橋 伸之
2.「原子力災害時における初期内部被ばく線量の測定と評価」／栗原 治
3.「福島県川内村における放射線健康リスクコミュニケーション～長崎大学川内村復興推進拠点での取り組み～」／折田 真紀子
入門講座要旨「個人線量管理（職業被ばく）」／千田 浩一
専門講座要旨「世界の放射線災害から学ぶ-放射線事故対策の重要性-」／広藤 喜章
放射線防護フォーラム
テーマ「今から考えておこう 従事者の水晶体被ばくについて」
「今なぜ従事者の水晶体被ばくが話題になっているか」／松原 孝祐
「各種国内法令見直しの現状」／藤淵 俊王
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Exposure to low dose computed tomography for lung cancer screening and risk of cancer: secondary analysis of trial data and risk-benefit analysis／広藤 喜章
2. Subjecting Radiologic Imaging to the Linear No-Threshold Hypothesis: A Non Sequitur of Non-Trivial Proportion.／西丸 英治
第10回放射線防護セミナー(最終開催)の参加報告／石倉 諒一／關原 恵理
第5回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／中田 朋子／尾野 倫章
防護分科会誌インデックス

第46号(2018.4.12発行)

巻頭言「リスクコミュニケーション教育プログラムの必要性」／磯辺 智範
第46回放射線防護部会要旨

教育講演

「診断参考宇宙放射線とバイオドシメトリ」／鈴木健之

テーマ「放射線防護・管理のフロンティア」

1.「放射線防護の線量概念—線量当量、等価線量、実効線量—」／広藤 喜章

2.「不均等被ばく管理の重要性」／五十嵐 隆元

3.「CT撮影による被ばく線量を評価するWEBシステム WAZA-ARI の紹介」／吉武 貴康

4.「放射線防護ピットフォール」／大葉 隆

専門部会講座（入門編）要旨

原子力災害医療における役割とは？／西丸 英治

放射線の人体への影響

専門部会講座（専門編）要旨

—エビデンスから探る放射線健康リスク—／磯辺智範

放射線防護フォーラム

テーマ「CT検査の線量最適化に向けた取り組み」

CT検査における線量最適化の必要性／松原 孝祐

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study／竹井 泰孝

2. Polonium-210 poisoning: a first-hand account／大葉 隆

診断参考レベル活用セミナーの参加報告／服部正明／大嶋 友範／小浴 恵／勝部 祐司

防護分科会誌インデックス

第47号（2018.10.4発行）

巻頭言「原子力災害医療とチーム医療」／大葉 隆

第47回放射線防護部会要旨

教育講演

テーマ「診断参考レベル次のステップへ」「CT撮影による被ばく線量評価システム WAZA-ARI の活用と展開」／古場 裕介

テーマ「CT検査の被ばく線量評価を考える」

1. CT検査の線量管理—RDSRの活用と現状の問題点—／西田 崇

2. シミュレーションによるCT線量評価—活用法および問題点—／松原 孝祐

3. 実測によるCT線量評価の必要性／庄司 友和

専門部会講座（入門編）要旨

原子力災害時の住民対応（避難退域時検査及び簡易除染方法と被ばく線量評価）／大葉 隆

専門部会講座（専門編）要旨

ICRP Pub.135 (Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging) の概要／五十嵐 隆元

世界の放射線防護関連論文紹介

1. DNA double strand breaks induced by low dose mammography X-rays in breast tissue: A pilot study

（マンモグラフィの低線量 X 線により乳房組織内に誘発された DNA の二重鎖切断: パイロット研究）／五十嵐 隆元

2. BUILDING RISK COMMUNICATION CAPABILITIES AMONG PROFESSIONALS: SEVEN ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF RISK COMMUNICATION

（リスクコミュニケーションにおいて専門家に求められる 7 つのエッセンス）／森 祐太郎

防護分科会誌インデックス

第48号（2019.4.11発行）

巻頭言「2020 年は医療放射線防護イヤー」／竹井 泰孝

第48回放射線防護部会要旨

教育講演

「線量管理計算システムの近未来」／山本 修司

テーマ「線量管理システムを利用した医療被ばく管理の実際」

1. 「1. 線量管理システムの使用経験と今後の課題」／山下 祐輔

2. 「国立成育医療研究センターにおける線量管理システムを利用した医療被ばく管理の実際」／今井 瑠美

3. 「医療クラウドサービスを用いた線量管理システムの使用経験」／赤木 憲明

4. 「線量管理システムの活用について」／上野登喜生

専門部会講座（放射線防護部会：入門編）放射線防護の基本的な考え方と主要な組織／松原 孝祐

専門部会講座（放射線防護部会：専門編）リスクコミュニケーションの考え方／竹井 泰孝

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Procedure-specific CT Dose and Utilization Factors for CT-guided Interventional Procedures／塚本 篤子

2. Occupational radiation exposure and risk of cataract incidence in a cohort of US radiologic technologists.／松原 孝祐

書評 放射線のリスクを学ぶ 保健師のためのテキスト／藤淵 俊王

第2回医療放射線リスクコミュニケーションセミナー参加報告／大久保 玲奈／井手 隆裕

防護分科会誌インデックス

日本放射線技術学会放射線防護部会内規

1. 目的

この内規は、専門部会設置規定第1条ならびに専門部会規約第4条に基づき、放射線防護部会の事業を円滑に運営するための細部について定める。

2. 適用範囲

この内規は、定款ならびに専門部会設置規定および専門部会規約に定めるもののほか、放射線防護部会ならびに必要により放射線防護部会内に設置された分科会あるいは班の業務遂行にかかる必要事項について適用する。

3. 放射線防護部会の編成と運営の基本

放射線防護部会はもとより、分科会ならびに班の構成、業務運営にかかるすべては、放射線防護部会長の所管とし責任とする。

4. 放射線防護部会委員の構成および任期

- (1) 放射線防護部会の委員構成は、部会長、部会委員、分科会長、班長（分科会、班が設置された場合のみ）とする。
- (2) 放射線防護部会の委員構成には、放射線防護部会が対象とする調査・研究分野に関して、十分な専門知識と研究経験を持つものを含めることとする。
- (3) 分科会の委員ならびに班の班員の構成は、分科会、班の実務内容への対応を考慮した構成を原則とし、経済性を含め必要最低限とする。
- (4) 分科会長ならびに班長は、部会長が任命する。
- (5) 分科会の委員ならびに班の班員の選任は、分科会長、班長の推薦を得て部会長が行う。
- (6) 部会委員および分科会委員の任期は2年とし、再任を妨げない。
- (7) 班員の任期は1年で、再任を妨げない。

5. 放射線防護部会の業務

- (1) 放射線防護、放射線安全管理、リスクコミュニケーション等に関する調査・研究の促進。
- (2) 総会および秋季学術大会における放射線防護部会の開催。
- (3) 総会および秋季学術大会における教育講演・シンポジウム・教育のための講座・講習会等の講師の推薦。
- (4) 放射線防護に関連した、研究支援や臨床応用を目的としたセミナーの開催。
- (5) 地方支部主催の講演会、研修会、セミナー等への支援。
- (6) 理事会承認による各委員会からの要請事項の遂行。
- (7) その他、放射線防護部会が担務すべき事項。

6. 放射線防護部会の業務運営

放射線防護部会の委員会は、部会業務に合わせて必要回数とし、部会長はそれを事業計画に盛り込む。

付 則

1. この内規は、運営企画会議の議決により改訂することができる。
2. この内規は、平成27年度事業より適用する。

編集後記

2019年9月20日からラグビーのワールドカップが開催されました。また、今年の10月21日は即位礼正殿の儀の行われるため、祝日になっております。秋になんでも国民的なイベントが多く実施されて、皆様も仕事とイベントの両立で忙しいことかと思います。

さて、福島の現状に目を移しますと、震災から8年半が経過して、大きく復興が進んでいることが感じられます。現在は、福島第一原発周辺の自治体(大熊町、双葉町や浪江町)の帰還準備が始まっており、このような近隣の自治体でも居住できる地域が出来上がりました。しかし、このような場所ではインフラ整備が地不十分なため、買い物、病院、金融機関などへ自家用車にて遠出する必要があり、日常生活には不便な状況が続いております。このような地域の放射線の外部被ばく線量は自然放射線のレベルまで除染されて、低下しておりますが、1歩山の中へ入るとまだまだ、10μSv/h以上の線量レベルの場所もあります。避難先から地元に帰るのか、もしくは、そのまま避難先で生活を継続するかは、住民それぞれの判断に委ねられており、これから福島の復興の行方が気がかりな状況です。これから福島の復興、日本の未来のために、我々、一人一人が、少しでも何かできることをやれ

たらいいなあ、と思っております。

10月17日より第47回日本放射線技術学会秋季学術大会が始まります。今年のテーマは“Let's lead smart medical care through our imagination and creativity—未来へ—”です。

本大会では、第49回放射線防護部会において「新しいJapan DRLsに向けて」をテーマに教育講演、シンポジウムを行います。2020年のJapan DRLsへ向けた改訂について、各分野の専門家より現在の作業状況をご講演いただきます。ますます我々の業務の中で、被ばく線量管理の重要性が増していきます。皆様の施設におきまして将来へ向けた取り組みを考えるうえで、この機会をぜひ有効利用してください。皆様と活発な意見交換を楽しみにしております。第49回放射線防護部会にご参加ください。首を長くしてお待ちしております。宜しくお願い致します。

放射線防護部会委員 大葉 隆
(福島県立医科大学)

放射線防護部会誌 第49号

発行日：2019年10月17日

発行人：公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会
部会長 松原 孝祐

発行所：公益社団法人 日本放射線技術学会

〒600-8107 京都市下京区五条通新町東入東屋町167

ビューフォート五条烏丸 3F

TEL 075-354-8989

FAX 075-352-2556

日本放射線技術学会
放射線防護部会入会申込書

支部名	支部	技術学会会員番号		
フリガナ 氏 名				
性別・生年月日	男・女	昭	・	平 年 月 日
所属・機関名				
所在地	〒			
自宅の場合は住所 (任意)	〒			
電話番号(任意)	() -			
メールアドレス (携帯不可)				
専門分野	放射線防護に関する得意とする分野を学会研究区分コード番号で御記入下さい。			
※事務所記入欄 (会費受付)				

公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会委員 (50 音順)

部 会 長	まつばら こうすけ 松原 孝祐	金沢大学 医薬保健研究域保健学系 matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp
委 員	いがらし たかゆき 五十嵐 隆元	国際医療福祉大学成田病院 igarashi@iuhw.ac.jp
	おおば たかし 大葉 隆	福島県立医科大学 tohba@fmu.ac.jp
	こばやし まさなお 小林 正尚	藤田医科大学 masa1121@fujita-hu.ac.jp
	たけい やすたか 竹井 泰孝	川崎医療福祉大学 ytakei@mw.kawasaki-m.ac.jp
	つかもと あつこ 塙本 篤子	NTT 東日本関東病院 放射線部 tukamoto@kmc.mhc.east.ntt.co.jp
	にしまる えいじ 西丸 英治	広島大学病院 診療支援部 eiji2403@tk9.so-net.ne.jp
	ふじぶち としう 藤淵 俊王	九州大学大学院 医学研究院保健学部門 fujibuch@hs.med.kyushu-u.ac.jp
	もり ゆうたろう 森 祐太郎	筑波大学医学医療系 ymori@md.tsukuba.ac.jp

放射線防護部会オリジナルホームページ

<http://www.jsrtrps.umin.jp/>

(日本放射線技術学会 HP の専門部会からでもご覧いただけます)