

放射線防護部会誌

Vol.24 No.1 (通巻 58)

- 巻頭言 故きを温め新しきを知る
東千葉メディカルセンター 伊藤 肇
- 教育講演
ICRP Pub.147「放射線防護における線量の使用」と医療における放射線防護のあり方
日本文理大学 甲斐 倫明
- 第58回放射線防護部会 シンポジウム
「ICRP 勧告 147「放射線防護における線量の使用」を受けた今後の放射線防護のあり方」
 1. 医療被ばくと実効線量
川崎医療福祉大学 竹井 泰孝
 2. 計算用人体ファントムを利用した線量評価
量子科学技術研究開発機構 古場 裕介
 3. どうなる!今後の個人被ばく線量測定と管理
—個人線量測定機関協議会の見解—
個人線量測定機関協議会 篠崎 和佳子
 4. どのように備える!新しい線量体系の検討をむかえるにあたり必要なこと
日本原子力研究開発機構 谷村 嘉彦
- 専門部会講座(放射線防護部会) 入門編
「代表値」は最適化への道しるべ ~基礎から学ぶ診断参考レベル~
金沢大学 松原 孝祐
- 専門部会講座(放射線防護部会) 専門編
原子力災害における住民避難とその課題
福島県立医科大学 大葉 隆
- 「ICRP 2023 in Tokyo」サテライトイベント参加報告
福島県立医科大学 広藤 喜章
- 世界の放射線防護関連論文紹介
 - ① Communicating Radiation Risk: The Power of Planned, Persuasive Messaging.
神戸常盤大学 木村 英理
 - ② Association of occupational direct radiation exposure to the hands with longitudinal melanonychia and hand eczema in spine surgeons: a survey by the society for minimally invasive spinal treatment (MIST).
鹿児島医療センター 宮島 隆一
 - ③ Patient follow-up for possible radiation injury from fluoroscopically-guided interventions: Need to consider high cumulative exposure from multiple procedures.
北海道科学大学 吉井 勇治

●放射線防護部会誌/分科会誌インデックス



故きを温め新しきを知る

放射線防護部会委員 伊藤 肇
東千葉メディカルセンター

まず初めに、2024年1月1日（月）に発生した石川県能登地方を震源とする地震（令和6年能登半島地震）により、被害にあわれた会員の皆様に心からお見舞い申し上げますと共に、一日も早い復興を心よりお祈りいたします。

放射線診療において、日々目まぐるしく変わる状況に我々診療放射線技師は対応しなければなりません。常に新しくなる医療機器や技術に対応し、患者さんにとって最良となる検査・治療を提供することが重要です。特に放射線防護分野では、これまで常識とされていた生殖腺防護シールドの使用について、2021年に米国放射線防護審議会（National Council of Radiation Protection and Measurements: NCRP）で「画像診断装置の技術的進歩や生殖腺の放射線感受性や遺伝的影響に関する疫学情報などの現在の科学的知見に照らし合わせ、腹部・骨盤撮影時に慣例的に実施されている生殖腺防護の継続は推奨しない」と勧告されました。私が新人技師の頃は上司から生殖腺防護シールドの位置について事細かく教育され、時には失敗し怒られながら指導を受けてまいりました。本勧告を受け、日本国内の各団体から指針が示された暁にはそのようなやりとりもされなくなる日が来るのではないかとともに思います。

こういった時代の流れに乗り遅れないよう、アンテナを張って日々情報を収集していなければならないのですが、同時に、過去に「どういった科学的根拠をもとにどのような放射線防護を行っていたか」を知ることが同様に大事なことであり、私は考えます。過去のことを振り返りつつ学び、また新しい知識や発見を得ることや、過去の経験や知識を大切に、それを基盤として新しいことを学ぶことは我々にとって非常に重要な事柄であると考えます。

そこで放射線防護部会では2024年度から新しい試みとして「放射線防護 温故知新 Web セミナー」を開催することを決定いたしました。本セミナーでは過去に開催された学会シンポジウムのテーマを学び直し、また新しくなった知見を学ぶことを目的としています。業務後の時間を使って「ちょこっと気軽に学べる」をコンセプトに開催いたします。記念すべき第1回のテーマは「小児股関節撮影における生殖腺防護」を予定しております。講演や研究会といったものよりもフランクなディスカッションのできるセミナーを目指しております。皆様のご参加を心よりお待ちしております。

目次

●巻頭言 故きを温め新しきを知る
東千葉メディカルセンター 伊藤 肇 . . . 1

●目次 2

●教育講演
日時 2024年4月13日(土) 14:20~15:10 F203+204室
ICRP Pub.147「放射線防護における線量の使用」と医療における放射線防護のあり方
日本文理大学 甲斐 倫明 . . . 4

●第58回放射線防護部会
シンポジウム「ICRP 勧告 147「放射線防護における線量の使用」を受けた今後の放射線防護のあり方」
日時 2024年4月13日(土) 15:20~17:20 F203+204室

1. 医療被ばくと実効線量
川崎医療福祉大学 竹井 泰孝 . . . 11

2. 計算用人体ファントムを利用した線量評価
量子科学技術研究開発機構 古場 裕介 . . . 20

3. どうなる!今後の個人被ばく線量測定と管理—個人線量測定機関協議会の見解—
個人線量測定機関協議会 篠崎 和佳子 . . . 22

4. どのように備える!新しい線量体系の検討をむかえるにあたり必要なこと
日本原子力研究開発機構 谷村 嘉彦 . . . 27

●専門部会講座(放射線防護部会) 入門編
日時 2024年4月13日(土) 8:00~8:45 501室
「代表値」は最適化への道しるべ~基礎から学ぶ診断参考レベル~
金沢大学 松原 孝祐 . . . 30

●専門部会講座(放射線防護部会) 専門編
日時 2024年4月12日(金) 8:00~8:45 F201+202室
原子力災害における住民避難とその課題
福島県立医科大学 大葉 隆 . . . 34

●「ICRP 2023 in Tokyo」サテライトイベント参加報告
福島県立医科大学 広藤 喜章 . . . 39

●世界の放射線防護関連論文紹介

1. Communicating Radiation Risk: The Power of Planned, Persuasive Messaging.
(放射線リスクの伝達: 計画的で説得力のあるメッセージの力)
神戸常盤大学 木村 英理 . . . 41

2. Association of occupational direct radiation exposure to the hands with longitudinal melanonychia and hand eczema in spine surgeons: a survey the society for minimally invasive spinal treatment (MIST).

(脊椎外科医における職業上の手への直接放射線被曝と爪甲色素線条および手湿疹との関連性：最小侵襲脊椎治療(MIST)学会による調査)

鹿児島医療センター 宮島 隆一 45

3. Patient follow-up for possible radiation injury from fluoroscopically-guided interventions: Need to consider high cumulative exposure from multiple procedures.

(透視ガイド下インターベンションによる放射線傷害の可能性に関する患者のフォローアップ：複数手技による高い積算線量を考慮する必要性)

北海道科学大学 吉井 勇治 51

●放射線防護部会誌／分科会誌インデックス	55
・部会内規	71
・編集後記	72
・放射線防護部会委員名簿	73

ICRP Publication 147「放射線防護における線量の使用」 と医療における放射線防護のあり方

甲斐 倫明
日本文理大学

1. はじめに

国際放射線防護委員会（ICRP）は、Publication 147「放射線防護における線量の使用」（以下、Pub.147）¹⁾を刊行した主目的は、放射線防護に関連した線量の使用法を明確にすることである。Publication 103(以下、Pub.103)²⁾では、放射線防護における線量に関連した量として、吸収線量、等価線量、実効線量、預託線量、線量係数、集団線量を定義している。この中で実効線量は防護の中心となる線量としてシンプルで便利な線量として広く利用されている。しかし、医療では個人の線量を扱うために、特定の患者が受けた放射線の量は、入射表面空気カーマやCTDIなどの表記が利用されている。一方で、実効線量を医療被ばくに利用することで最適化や患者のコミュニケーションに活用しようという動きがでてきた。本稿は、Pub.147が勧告した関連する内容を解説し、その後の最新の動きを紹介する。

2. Publication 147の概要

2.1 背景

1) 実効線量が最初に勧告されたのが1977年

実効線量の概念が誕生したのは1977年勧告³⁾である。当時は実効線量当量と呼ばれた(ただし、この名称は1978年のストックホルム会議声明から使用されるようになった)。1977年勧告では、線量当量は、組織の一点における吸収線量に線質係数と修正係数を乗じた量として定義されていた。その後1990年勧告において線量当量の名称が等価線量に変更になり、等価線量は、組織・臓器の平均吸収線量で評価し、線質係数から代わった放射線加重係数を乗じた量と定義されている。放射線加重係数は低線量におけるがんの誘発に関する放射線の生物効果比(RBE)の値を代表するように選ばれた。さらに、組織加重係数(1977年の荷重係数から変更)の変更を含めて、実効線量当量は実効線量に名称が変更された。その間、実効線量の概念に大きな変化はなかったが、放射線加重係数と組織加重係数の数値は当時の科学的知見によって更新された。2007年勧告においても2つの加重係数は更新された。

2) 実効線量の登場によって何が変わったか

実効線量の導入は、放射線防護において決定臓器の考え方を廃止し、すべての臓器・組織のリスクを考慮することで生まれた防護量である。実効線量は、放射線の種類や被ばく様式（外部被ばく、内部被

ばく、全身被ばく、部分被ばく)が異なるときでもすべての放射線被ばくをひとつの数値で表現できる便利で合理的な量として放射線防護の実務に導入された。

実効線量の導入には、生殖腺、赤色骨髄、骨、肺、甲状腺、乳房、「その他の組織」の各器官・組織について、致命的ながんや重篤な遺伝的疾患が発生する可能性(確率)を定量化する必要がある。リスク評価のための指標として導入されたのがデトリメント(損害)である。デトリメントに基づいて、臓器・組織の相対的感受性を表現するための組織加重係数が定義されている。放射線の種類の違い(LETの影響)から生じるリスクへの影響を考慮するために放射線加重係数が定義されている。

自然放射線からの線量は、実効線量が登場する以前の1977年UNSCEARレポート⁴⁾では、生殖腺、肺、骨表面、赤色骨髄の4つの組織ごとに吸収線量が記載されていた。

1982年のUNSCEARレポート⁵⁾では実効線量(当時は実効線量当量)が導入され、現在のような自然放射線からの一人あたりの実効線量(per caput effective dose)が記述されるようになった。我が国の自然放射線からの1人当たりの年間実効線量は年2.2mSvと推定されており⁶⁾、世界の平均値である年2.4mSvと比較することが可能である。このように、自然放射線の評価でも、異なるモダリティ間の医療被ばくの比較でも⁷⁾、線量の比較が容易に行えるのも実効線量が存在するからである。

実効線量の導入によって、線量からの簡単なリスク推定ができるようになったことも大きな変化である。ただ、実効線量に単位線量あたりリスク係数を乗じてリスク評価を行う計算は、放射線防護において将来の健康リスクの程度をラフに把握するときには有用でも、過去に被ばくした特定の集団のリスクを評価するには誤用や誤解が生じることが課題となっていた。実効線量は、放射線防護において最適化や限度などの基準と比較してコンプライアンスの証明に使用するツールとして利用することが目的であり、リスク予測や推定に用いることは本来の趣旨ではない。健康リスクは、年齢、性、集団の特性(放射線被ばくのない集団でのベースラインの違いなど)に依存する。組織加重係数は、一定の年齢構成をもつ仮想的な集団を対象に年齢と性で平均して得たもので、放射線防護の目的に世界共通に使用できる量として定義されたものであることに留意しなければならない。デトリメントは放射線防護の上で使用される組織加重係数のように組織同士の相対値として使用するときには意味をもつが、デトリメントの特性から絶対値(死亡確率や罹患確率など)として他のリスクと比較するには向いていないことに注意する必要がある。

2.2 ICRP Pub. 147 で何が新しく勧告されたか

実効線量は、特定年齢の男女別標準人ファントムで評価された男女平均で計算される。そのため、実効線量は、潜在的なリスクの近似指標であるが、特定の個人のリスクを表現する代替にはならないことをICRPは強調している。実効線量は、異なるモダリティや撮影技術に伴う医療被ばくの比較に使用できる。また、臨床家と患者とのリスクコミュニケーションの目的に使用でき、異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に使用できる。従来の職業被ばくと公衆被ばくの評価指標から医療被ばくにも適用でき、有用なツールとなることを示した。

1) 吸収線量と等価線量の位置付け

吸収線量が組織反応を防止するための制限に使用する最適な線量である。等価線量は、組織反応を防止するために使用する線量として使用するべきではない。ただし、次期主勧告までは使用することは可能である。組織反応に対する放射線の重み付け（放射線の種類や障害の種類に応じた RBE）については、国際的に今後検討が行われていく。

2) シーベルトは実効線量の単位

シーベルト (Sv) は実効線量の単位とする（ただし、実効線量に対応した実用量にも Sv が使われる）。等価線量も同じ単位が使われているために、放射性ヨウ素の体内被ばくの線量が Sv で表示されると、実効線量なのか甲状腺の等価線量なのかによって大きく意味合いが異なってくる。このような混乱を避けるために等価線量は実効線量の計算過程の中間的な量とみなし、確定的影響のしきい線量の比較にも使用されないことになる。これによって、実効線量が確率的影響の発生確率を制限するために使用すべき防護量であることを明確にした。

3) 実効線量は生じるリスクの近似的指標

実効線量はデトリメントに関連づけられた防護量であり、最適化や基準線量との比較に利用できるツールである。特定の個人のリスクを表現する代替指標ではないが、正当化や最適化などの日常的な決定には健康リスクに関連した推定値が必要であり、その簡易なツールとして実効線量が機能することから、生じるうるリスクの近似的指標であると位置付けた。特定の個人の実効線量から健康リスクを推定するために利用するものではない。近似的というのは、年齢や性、リスクの基礎となる異なる集団を平均化して得られた量であることを意味している。

4) 医療被ばくに実効線量を活用する

実効線量は異なるモダリティや撮影技術に伴う医療被ばくの比較に使用できる。また、臨床家と患者とのリスクコミュニケーションの目的に使用でき、異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に使用できる。実効線量の使用が推奨できるのは、第2レベルおよび第3レベルの正当化⁸⁾、生物医学研究志願者の線量評価、予期しない過剰な被ばくの報告などであり、逆に使用が推奨できないのは、患者線量の調査や診断参考レベルの設定、患者線量情報の医療記録、単一の臓器が被ばくしたときの線量評価などである。

医療被ばくに実効線量を適用することについて、ICRP2007年勧告は、患者集団の年齢分布が実効線量的前提としている作業や一般集団と異なること、臓器・組織が部分的に被ばくしたり極端に不均質な被ばくが生じる診断には適さないことを強調していた。それでも、異なる診断手法や相対的な線量の比較などには使用できるツールであるとされていた。また、Publication 105⁸⁾は、同一の医療検査に異なる技術を使用した場合には、実効線量は、確率的影響に関連した相対的な線量として異なる診断、治療、介入方法による違いを比較する際には実用的な価値があるとした。ただし、実効線量を適用する患者集団が、

年齢および性別に関して類似していることが前提であり、患者の照射計画やリスクと便益の比較には等価線量や照射された組織の吸収線量が適切な量であることも強調されている。

実効線量を医療被ばくに活用する場合、性と年齢を平均化しているため、性や年齢依存性のあるがんリスクに対してどの程度の不確かさが生じるのかを Pub.147 では評価している。その結果、ほとんどの手技によって受ける放射線に起因するがん罹患の生涯過剰リスクは、均一な全身照射の場合のリスク推定値と比べたときの差が 50%以内である。通常、年齢依存性は 30-39 歳のリスクを基準にすると、0-9 歳で約 2 倍、60 歳で約半分、70 歳代で 3 分の 1 以下であることと比べてみても、実効線量が医療被ばくのリスクの近似的指標として位置付けられることがわかる。

3. 最新の動向

3.1 小児標準ファントムの導入と年齢別実効線量

これまで、内部被ばくに対しては、大人と小児（乳児・胎児を含む）の臓器等価線量、実効線量の年齢ごとの線量係数が Publication で示されてきた。Publication 89⁹⁾では、標準人の年齢別標準値が示され、線量計算のためのファントムは数学ファントムからボクセルファントムに発展し¹⁰⁾、より精密な人体モデルを基礎にした線量計算が行われるようになっていく。2020 年には、小児標準ファントム¹¹⁾が導入され、新生児、1 歳、5 歳、10 歳、15 歳（男女別）、成人（男女別）を標準ファントムとしている。内部被ばくおよび外部被ばく¹²⁾においても年齢を考慮した実効線量の計算が行われている。Pub.103 において、様々な年齢の子どもや妊娠中の女性及び胎児のための標準コンピュータファントムが将来開発されることは示唆されていた。実効線量は性については平均化するが、年齢については年齢別のファントムで線量評価されることが明確になった。

3.2 実効線量の限界を超えた指標

実効線量を医療被ばくに適用することに対して、リスク予測の視点から適切ではないことが度々指摘されてきた¹³⁾。確率的影響のリスクの大きさが年齢と性別に依存しているため、患者集団の年齢および性別の分布（例えば、小児、女性、高齢者）と、ドトリメントの計算に基礎となっている両性および全年齢の分布との間に著しい不一致がある場合には不適切となることが主たる理由であった。また、個人のリスク予測には固有の不確かさを持つ点、過大な評価につながるという点で適切ではないという指摘がある。Brenner¹⁴⁾は、年齢平均値に代えて、生涯のがん発生率データに基づく年齢別の組織重み付け因子を用いた「実効リスク」と呼ばれる量を使用することを提案した。ICRP Pub.147 は、「実効リスク」がさまざまながん種の年齢特異性に関する利用可能なデータを直接考慮しているが、リスク評価全体に関連する不確実性を考慮しない限り、誤った精度の感覚を与える可能性があるという指摘がある。

3.3 実効線量以外の指標の議論

CT 患者の線量からリスクを特徴づけるのに最も適した指標を探ることが最近行われている(文献)。Ria らは¹⁵⁾、12 の線量指標がリスクといかなる関係にあるのかを調べ、どの指標がリスクの代替指標と

なるかを考察した。そこに登場する線量のひとつに、実効線量を修正する新しい指標（相対実効線量）を計算した結果、この指標が最も個人のリスクを反映したものであると結論した(文献)。相対実効線量は次の式で計算される。

$$ED_r = \frac{RI}{RI_{rp}} \times ED_{OD}$$

ここで、 ED_{OD} は、「臓器線量に基づく実効線量」（実効線量ではないので注意）で次の式で求められる。

$$ED_{OD} = \sum_T w_T \cdot OD_T$$

OD_T は、患者の体型を考慮した臓器 T の等価線量、 w_T は組織加重係数である。RIは、次の式で表現される。

$$RI = \sum_T r_T(\text{gender}, \text{age}) \cdot OD_T$$

ここで、 r_T は、性、年齢、臓器別の生涯がん罹患確率で、米国人で評価された BEIR-VII で示された数値を利用する。 RI_{rp} は標準患者に対する RI である。

相対実効線量は、ICRP の実効線量が組織加重係数は特定の年齢や性を反映したものではなく、世界で共通に利用できるように、欧米とアジアの 7 カ国の集団の平均として放射線のリスクを計算したものである。そのために、特定の年齢や性を反映したリスク計算とより近似ができるには、上記の RI を導入する必要があり、実効線量よりも、相対実効線量は必然的に個人の特性（性、年齢）を反映したリスクをより近似した線量となることになる。

Martin は、実効線量を用いて患者被ばくを評価した場合、線量の相対的な不確かさは±40%程度としているが、がんのリスク推定は実際の年齢や性を考慮したときには3倍高くなったり低くなったりする可能性があるとしている（文献）。

4 おわりに

医療被ばくは、診断や治療によって直接のベネフィットがあることから意図的に患者に照射を行う行為によって生じる。これは職業被ばくや公衆被ばくとは決定的に異なる点である。様々な年齢や体型の異なる患者の線量をリスクに年齢や性別にできるだけ近似した量で表現する動きがある。この動きは、患者の体型に応じた臓器吸収線量がデジタルのファントムとモンテカルロ法を使って精緻化していることが背景にある。患者の個別化を考慮した線量を評価することは、多くの臨床データをもつ医療被ばくを扱う実務家からの声があることについて、Publ.147 の作成段階でも多くの意見があった。その精緻化した臓器吸収線量に見合ったリスク評価が可能かという点に議論のポイントがある。実効線量を構築している仮定には、多くの意図的な単純化があることを知っておく必要があるが、それをより複雑化することが、リスクの基礎となっている疫学情報の精度に見合わない見かけ上の精度となってしまうことは、必ずしも防護を改善するわけではないことも認識しておく必要があるだろう。特定の個人のリスク予測

に使用すべきでない実効線量に代わるリスク評価法，例えば，計算コード¹⁷⁾の使用で補完することができれば，防護量としての相対的な指標としての実効線量の位置づけがより明確になるかもしれない。

Pub.147では実効線量に関して次の点を勧告した。実効線量は，異なるモダリティや撮影技術に伴う医療被ばくの比較に使用できる。とくに臨床家と患者とのリスクコミュニケーションの目的に使用でき，異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に活用できる。Pub.147以後，医療被ばくの放射線防護においては，実効線量に代わる新たな線量評価とリスク評価のあり方が引き続き議論になっていくであろう。

文献

- 1) ICRP; Use of dose quantities in radiological protection, ICRP Publication 147, *Ann. ICRP*, **50**(1), (2021).
- 2) ICRP; The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, *Ann. ICRP*, **37**(2-4) (2007).
- 3) ICRP; Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 26, *Ann. ICRP*, **1**(3) (1977).
- 4) UNSCEAR; Sources and effects of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation, 1977 report to the general assembly, Annex B, United Nations, New York (1977)
- 5) UNSCEAR; Ionizing radiation: Sources and biological effects, United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation, 1982 report to the general assembly, Annex G, United Nations, New York (1982)
- 6) Y. Omori, M. Hosoda, F. Takahashi, T. Sanada, S. Hirao, K. Ono, M. Furukawa; Japanese population dose from natural radiation. *J. Radiol Prot.* **40**, R99-R140 (2020).
- 7) FA. Mettler Jr, W. Huda, TT. Yoshizumi, M. Mahesh; Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog, *Radiology*, **248**,254-63 (2008)
- 8) ICRP; Radiological protection in medicine, ICRP Publication 105, *Ann. ICRP*, **37**(6) (2007).
- 9) ICRP; Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: Reference values, ICRP Publication 89, *Ann. ICRP*, **32**(3-4) (2002).
- 10) ICRP; Adult reference computational phantoms, ICRP Publication 110, *Ann. ICRP*, **39**(2) (2009).
- 11) ICRP; Paediatric reference computational phantoms, ICRP Publication 143, *Ann. ICRP*, **49**(1) (2020).
- 12) ICRP; Dose coefficients for external exposures to environmental sources, ICRP Publication 140, *Ann. ICRP*, **49**(2) (2020).
- 13) C. Borrás, W.Huda, CG Orton, The use of effective dose for medical procedures is inappropriate. *Med. Phys.* **37**,3497-3500 (2010)
- 14) DJ. Brenner, Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. *Br. J. Radiol.* **81**,521-523 (2008).
- 15) F. Ria, et al. Comparison of 12 surrogates to characterize CT radiation risk across a clinical population. *Eur. Radiol.* **31**, 7022-7030 (2021).

- 16) CJ. Martin, Effective dose: how should it be applied to medical exposure? Brit. J. Radiol. 80,639-647 (2007).
- 17) M. Sasaki, et al. SUMRAY: R and Python code for calculating cancer risk due to radiation exposure of a population. J.Radiat.Prot. Res. 48,90-99 (2023)

1. 医療被ばくと実効線量

竹井 泰孝
川崎医療福祉大学

1. はじめに

国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection: ICRP）は 2007 年勧告において、実効線量の使用目的を「線量限度の遵守を実証するための手段を提供すること」としており、さらに「確率的影響の発生を制限するために用いられるものであり、組織反応の可能性の評価には適用できない」としている。

実効線量は標準男性及び標準女性の対応する臓器又は組織等価線量を平均化した標準人の性平均等価線量に対し、組織加重係数を乗じることによって得られる量であり、臓器・組織吸収線量が同一であったとしても、実効線量の算出に用いる人体モデルの体型が標準人と異なれば、得られる実効線量の値も変化する。

実効線量を用いた患者の医療被ばく評価は、種々の放射線検査の線量比較のために使用することに価値がありうるが、実効線量を個人または特定の集団グループの被ばくとリスクの詳細な評価への使用は適切でない。

そこで本講演では実効線量を医療被ばく評価に応用する際の具体例や注意点、実効線量を用いたリスクコミュニケーションについて解説を行う。

2. 実効線量とは

ICRP は放射線によるリスクを評価する線量概念として、放射線防護のための量である“防護量”を定義した²⁾。これは全身及び身体部分の外部照射と放射性核種の摂取による、人体の電離放射線被ばくの程度の定量化を可能とする線量関連値であり、確率的影響の発生を容認できないレベル未満に維持し、組織反応の回避を確実にするため、被ばくの限度を指定する目的で使用される。この防護量には放射線の種類による生物影響の違いを考慮した“等価線量”と、臓器による感受性の違いを考慮した“実効線量”があり、外部被ばくと内部被ばくの双方において同一尺度で評価される。

しかしこれらの防護量は測定器で実際に測定することができない量であるため、国際放射線単位測定委員会（International Commission on Radiation Units and Measurements: ICRU）は防護量の概念を実測値から導くための“実用量”を定義し、その線量概念として吸収線量等の物理量から求めることができる“線量当量”を導入した³⁾。この実用量には場のモニタリングに用いる周辺線量当量と、個人モニタリングに用いる個人線量当量がある。このように線量当量と等価線量および実効線量は、互いに関連した関係とな

っている。

放射線被ばくによる全身影響を表す実効線量を求めるためには、まずは電離放射線によって被ばくした臓器・組織ごとの吸収線量を知る必要がある。各臓器・組織の吸収線量に対し、放射線の種類を考慮するための放射線加重係数を乗じて等価線量 H_T を導く。等価線量 H_T を求める計算式を式1に示す。

$$H_T = \sum_R W_R D_{T,R} \quad (\text{式 1})$$

H_T は組織または臓器 T の等価線量を表しており、 W_R は表1に示す放射線のタイプ R の放射線加重係数、 $D_{T,R}$ は放射線のタイプ R による特定の組織又は臓器 T の体積中の平均吸収線量を示しており、関与するすべての放射線に対して加算が行われる。2007年勧告で示された放射線加重係数を表1および図2に示す¹⁾。

放射線のタイプ	放射線加重係数 (W_R)
光子 (X線, ガンマ線など)	1
電子とミュー粒子	1
陽子と荷電パイ中間子	2
アルファ線, 核分裂片, 重イオン	20
中性子線	中性子エネルギーの 連続関数 ^{図1)} (2.5~20 強)

表 1 放射線加重係数 (w_R)¹⁾

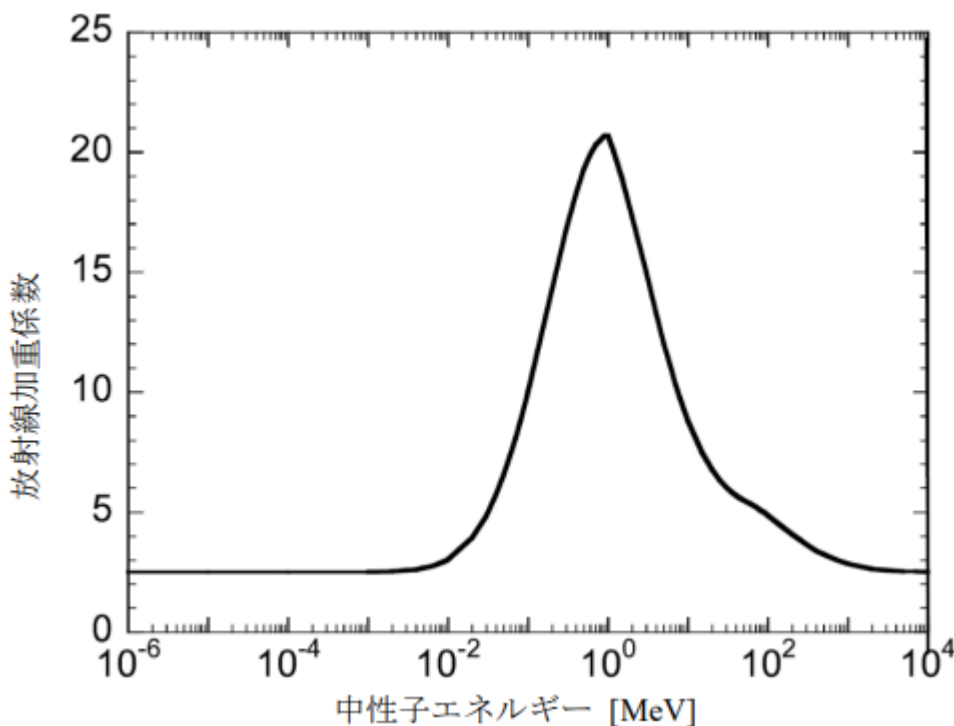


図 1 中性子の放射線加重係数¹⁾

放射線荷重係数 W_R は、放射線の種類やエネルギーによる生物学的効果の違いを補正するための係数であり、1977年勧告ではLETの関数として関連付けられた線質係数 Q が用いられていたが、1990年勧告で様々な放射線の生物効果比（RBE）に基づいて定められた。また2007年勧告では、中性子と陽子に対する W_R が変更されている。

1990年勧告で導入された実効線量 E は、組織等価線量の加重和によって、式2のように定義されている。

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \quad (\text{式 2})$$

ここで w_T は組織 T の組織加重係数で、 $\sum w_T = 1$ になるよう規格化され、確率的影響の誘発に対し、感受性のあると考えられる人体の全ての臓器・組織にわたって合計する。これらの w_T 値は、確率的影響による放射線損害全体に対する各々の臓器・組織の寄与を表すように選択されている。

実効線量 E は確率的影響による放射線損害に関する人体の様々な臓器・組織の放射線感受性が考慮されており、このため1977年勧告では6つの特定された組織と“残りの組織”に加重係数 w_T が与えられ⁴⁾、1990年勧告で12の組織・臓器と“残りの組織”に組織加重係数が与えられた²⁾。また2007年勧告では確率的影響に対する損害（デトリメント）で調整された名目リスク係数に基づいて組織加重係数 w_T が与えられ、調整されていない名目リスク係数は、男女同数の混成集団のがん罹患率に対する放射線関連の生涯リスク推定値の平均されたものとなっている。このデトリメントは広島・長崎の原爆被爆者の疫学データを用いて推定されており、寿命損失や致死率、生活の質（QOL）の喪失の関数としてモデル化されている。

表2で示されている組織加重係数 w_T の値は両性および全ての年齢について平均化された、人に対する平均値を示したものであり、特定の個人の特徴に関するものではないことに注意が必要である。また“残りの組織”に対する組織加重係数 $w_T = 0.12$ はそれぞれの性に対する13種類の臓器・組織の算術平均線量に適用されている。

遺伝性疾患は最初の2世代におけるリスクが考慮され、マウスの放射線誘発遺伝的疾患データやヒトの自然発生の遺伝的疾患データを用いて推定され、遺伝的疾患のリスクとして生殖腺のリスクが推定されている。このため相対的な放射線損害は1990年勧告で与えられたものと異なるため、2007年勧告では乳房（0.05→0.12）、生殖腺（0.2→0.08）、残りの組織（0.05→0.12）の w_T 値が変化し、さらに唾液腺の w_T 値として新たに0.01が与えられるなど、組織加重係数 w_T 値の定義と計算方法は勧告が発出されるごとに修正されている^{1,2)}。

等価線量や実効線量などの防護量は実際には測定できないため、職業被ばくでは実用量を用いたモニタリングによって決定され、外部被ばくに対する変換係数はコンピュータファントムで求められている。2007年勧告では、臓器・組織の等価線量計算に医用断層画像に基づく3次元ボクセルで構成された成人の標準男性と成人の標準女性の標準コンピュータファントムを用いており¹⁾、臓器を構成するボクセルはPublication 89で標準男性と標準女性に指定されている臓器の質量を近似するよう調整されている⁵⁾。これらの標準コンピュータファントムで得られた臓器・組織吸収線量に放射線加重係数を乗じ、標

標準男性および標準女性の臓器・組織の等価線量 H_T が求められる。

実効線量は人体の臓器や組織の平均線量に基づいており、これは標準人について定義されたものである。特に表2の組織加重係数は、両性の乳房や生殖腺を含んだ全ての臓器・組織に対する性平均値および年齢平均値であるため、標準男性及び標準女性の臓器や組織の等価線量も平均化されたものである。

組 織	w_T	Σw_T
骨髄 (赤色), 結腸, 肺, 胃, 乳房, 残りの組織*	0.12	0.72
生殖腺	0.08	0.08
膀胱, 食道, 肝臓, 甲状腺	0.04	0.16
骨表面, 脳, 唾液腺, 皮膚	0.01	0.04
合計		1.00

* 残りの組織：副腎, 胸郭外(ET)領域, 胆嚢, 心臓, 腎臓, リンパ節, 筋肉, 口腔粘膜, 膵臓, 前立腺 (♂), 小腸, 脾臓, 胸腺, 子宮/頸部 (♀)。

表 2 2007年勧告における組織加重係数の勧告値¹⁾

これらの平均化された等価線量に対応する組織加重係数を乗じ、これらの積を全て合算したものが標準人に対する性平均の実効線量である (式3)。そのため実効線量は特定の個人の線量ではなく、ある被ばく状況における標準人の線量を示している。

$$E = \sum_T w_T \left[\frac{H_T^M + H_T^F}{2} \right] \quad (\text{式 3})$$

実効線量の単位は J kg^{-1} 、特別名称としてシーベルト (Sv) が用いられているが、この単位は等価線量と実効線量、ならびに一部の実用量でも同じ単位が使用されているため、どの線量に用いているか確実に明記するよう注意することが必要である。

3. 医療被ばくへの実効線量の適用と問題点

ICRP は 2007 年勧告で実効線量は線量限度の遵守を実証する手段を提供することを目的としており、疫学的な評価や個人の被ばくやリスク評価に用いるべきでないことを示している¹⁾。しかし Publication 105 で患者の年齢や性が同じ患者集団であれば、確率的影響の比較として異なるモダリティや撮影技術、IVR の相対的線量や、異なる病院間や国家間の医療被ばくの比較に実効線量を用いることは有用と述べている⁶⁾。

一般撮影や透視検査の実効線量を推定する方法として、人体等価ファントムの内外に thermo-luminescence dosimeter (TLD) 等の素子線量計を装着して臓器・組織吸収線量を測定し、放射線加重係数や組織荷重係数を乗じて実効線量を算出する方法や^{7,8)}、PCXMC や Sdec 等のシミュレーションソフトウェアを用いた実効線量推定も可能である^{9,10)}。

次に CT 検査の実効線量を推定する方法として、ICRP は Publication 102 において、CT の線量指標の一つである線積分線量 (dose length product: DLP) に対し、表 3 に示す実効線量換算係数 (k-factor) を乗じて実効線量を推定する方法を示している¹¹⁾。また CT-Expo や WAZA-ARI 等のシミュレーションソフトや線量管理システムを用いて実効線量を推定することも可能である^{12,13)}。

Region of body	k (mSv · mGy ⁻¹ · cm ⁻¹)				
	0-year-old	1-year-old	5-year-old	10-year-old	Adult
Head and neck	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
Head	0.011	0.0067	0.0040	0.0032	0.0021
Neck	0.017	0.012	0.011	0.0079	0.0059
Chest	0.039	0.026	0.018	0.013	0.014
Abdomen and pelvis	0.049	0.030	0.020	0.015	0.015
Trunk	0.044	0.028	0.019	0.014	0.015

表 3 成人および小児 CT における DLP あたりの実効線量換算係数¹¹⁾

また核医学検査の実効線量を推定する方法として、投与後の体内動態計算と線源臓器から表記臓器に与えられる吸収線量計算から、等価線量および実効線量が推定される。ICRP は米国核医学会の Medical Internal Radiation Dose Committee (MIRD) 法を基に、主要な放射性薬剤に対して被ばく線量を評価するための係数が Publication 128 に示されており、¹⁸F-FDG、⁶⁷Ga-citrate、^{99m}Tc-ECD の成人・15 歳・10 歳・5 歳・1 歳の投与放射能 1 MBq あたりの実効線量換算係数を表 4 に示す¹⁴⁾。

実効線量 (mSv/MBq)	成人	15 歳	10 歳	5 歳	1 歳
¹⁸ F-FDG	0.019	0.024	0.037	0.056	0.095
⁶⁷ Ga-citrate	0.100	0.130	0.200	0.330	0.640
^{99m} Tc-ECD	0.0077	0.0099	0.015	0.022	0.040

表 4 実効線量換算係数¹⁴⁾

このように種々の放射線検査で患者が受ける実効線量を推定する方法が示されているが、確率的影響のリスクは年齢や性に依存するため、比較対象となる患者集団の年齢や性の分布に有意な相違がある場合は実効線量を用いた比較は不適切である。また医療被ばくは臓器・組織が局所的あるいは非常に不均一な被ばくとなるため、実効線量による医療被ばくのリスク便益評価は適切ではなく、照射された組織の等価線量または吸収線量が適切な量になると述べている。

現在、医療機関には被ばく線量計算ソフトウェアが広く普及し、ソフトウェアに登録されている様々な体型の男性、女性のコンピュータファントムから患者体型に最も近いものを自動的に選択し、臓器吸

収線量や等価線量，実効線量などが容易に算出できるようになり，これらの線量を用いた医療被ばく説明や発がんリスク評価などを行うことが可能となった。

だがこれらのソフトウェアで計算された臓器吸収線量や等価線量，実効線量は ICRP とは異なるコンピュータファントムから導かれたものであるため，本来の線量からは外れたものになっている。

著者はこれまでに同一の胸部，腹部 Computed Tomography (CT) の線量データから異なる線量計算ソフトウェアを用いて臓器等価線量や実効線量の計算を行ったところ，臓器等価線量は胸部 CT では 1.5～50 倍，腹部 CT では 1.8～790 倍，実効線量は胸部 CT では約 1.8 倍，腹部 CT では約 3.4 倍の差が生じていた。また同一の線量計算ソフトウェアであっても，ソフトウェアのバージョンによっても計算結果に差が生じた^{15,16)}。

これは等価線量，実効線量計算に用いるコンピュータファントムの体型や臓器を構成するボクセルの構造，計算アルゴリズムなどがベンダーやソフトウェアバージョンによって異なるため，等価線量や実効線量の基になる臓器吸収線量の推定結果に差が生じたことによる。よってこれらのソフトウェアで計算された等価線量や実効線量を医療被ばく説明や発がんリスク評価等に安易に使用することを避け，より慎重な取り扱いが求められる。

このように実効線量は医療分野では本来の目的を超えた状況で使用されており，ICRP が定義する防護量と医療現場が求める防護量との間にズレが生じていると言える。これら医療被ばくにおいて課題となっていた実効線量を扱い方などの明確にするべく，ICRP は Publication 147 を勧告した¹⁷⁾。

この勧告では 2007 年勧告で扱われた線量の説明を統合，拡張し，また健康へのリスクに関連した線量の使用を明確にすることを目的としており，以下の内容が示されている¹⁷⁾。

- 実効線量は異なる手法での医療被ばくの比較，正当化の判断のための情報，医学研究におけるボランティアや介護者に対する制約を設定する際に使用する。
- 吸収線量は組織反応を防止するための制限値を設定する最適な線量であるが，等価線量は組織反応を防止するために使用する線量として用いるべきではない。
- 実効線量や集団実効線量は職業被ばくや公衆被ばくにおける確率的影響に対する防護の最適化に用いる有用なツールであり，医療従事者と患者のリスクコミュニケーションの目的に使用でき，表 5 に示すように異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標として使用できる。
- 実効線量は一般的に 100mSv 未満の線量で使用するべきであるが，特に不均等被ばくによる組織反応の発生の可能性に注意すると，1 Sv までの急性線量での使用が可能である。

なお Publication 147 の詳細は，第 80 回日本放射線技術学会総会学術大会の大会 3 日目に開催される教育講演 8 (放射線防護部会) にて，日本文理大学の甲斐倫明先生よりご講演をいただく予定である。

Effective dose (mSv)	Risk of cancer	Proposed term for dose level	Examples of medical radiation procedures within different dose categories [†]
<0.1	Inferred $<10^{-5}$ on LNT model	Negligible	Radiographs of chest, femur, shoulder limbs, neck, and teeth; ^{99m}Tc sentinel node imaging; radionuclide labelling for in-vitro counting with ^{14}C and ^{57}Co .
0.1–1	Inferred 10^{-5} – 10^{-4} on LNT model	Minimal	Radiographs of spine, abdomen, pelvis, head, and cervical spine; radionuclide labelling for in-vitro counting with ^{51}Cr ; ^{99m}Tc for imaging lung ventilation and renal imaging.
1–10	Inferred 10^{-4} – 10^{-3} on LNT model	Very low	Barium meals; CT scans of the head and combinations of chest, abdomen, and pelvis; barium enemas; cardiac angiography; interventional radiology; ^{99m}Tc myocardial imaging; lung perfusion ^{99m}Tc for imaging lung perfusion; ^{99m}Tc imaging of bone lesions; cardiac stress tests; ^{99m}Tc SPECT imaging; imaging with ^{18}F , ^{123}I , and ^{111}In .
10–100	Risk 10^{-3} – 10^{-2} based on LNT model and epidemiology [†]	Low	CT scans of chest, abdomen, and pelvis; double CT scans for contrast enhancement; interventional radiology; ^{67}Ga tumour and ^{201}Tl myocardial imaging; multiple procedures to give doses of 10s mSv; endovascular aneurysm repair (10–35 mSv). Renal/visceral angioplasty; iliac angioplasty; follow-up of endovascular aneurysm repair (35–100 mSv).
100s	$>10^{-2}$ based on epidemiology [†]	Moderate	Multiple procedures and follow-up studies.

表 5 英国の成人における異なる放射線診断ごとの実効線量の幅とそのリスクに応じた分類¹⁷⁾

4. まとめ

ICRP は Publication 147 で異なるモダリティや撮影技術による医療被ばくの比較で実効線量を使用することは可能であり、医療従事者と患者のリスクコミュニケーションの目的に使用できることを示した。実効線量は放射線診断の放射線防護の改善に使える有用なツールであるが、特定年齢の男女別標準人ファントムで評価された男女平均として計算されたものであり、特定の個人のリスク推定には使用できないなどの制約があることを認識しておかなければならない。また線量計算ソフトウェアの実効線量計算に基となるコンピュータファントムは、ソフトウェアの種類やソフトウェアバージョンによっても異なるため、計算される等価線量や実効線量の値も異なってくる。そのため医療従事者と患者のリスクコミ

コミュニケーションの場でこれらの数値の利用には慎重さが必用であり、数値が一人歩きしないよう丁寧な説明を行うことが求められる。

参考文献

- 1) ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
- 2) ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).
- 3) Determination of dose equivalents resulting from external sources: ICRU Report 39. 1985.
- 4) ICRP, 1977. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3).
- 5) ICRP, 2002. Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3-4).
- 6) ICRP, 2007. Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37 (6).
- 7) 小林 正尚, 大塚 智子, 鈴木 昇一 DLP-実効線量換算係数の精度評価と問題点の検討. 日放技学誌 2013 ; 69 (1), 19-27
- 8) 能登 公也, 中村 康隆, 徳倉 正人, 他. 胸部撮影による実効線量の検討. 放射線防護分科会誌 2002 ; 14 (0), 27-28
- 9) PCXMC - A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations
<https://stuk.fi/en/pcxmc-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-from-x-ray-examinations>
(accessed 19/Feb/2024)
- 10) 加藤秀起 診断X線の患者入射表面線量計算ソフトウェア Sdec_V18 for Windows
<https://hidekikato1952.wixsite.com/radiotechnology/soft-3> (accessed 19/Feb/2024)
- 11) ICRP, 2007. Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). ICRP Publication 102. Ann. ICRP 37 (1).
- 12) G.Stamm, H.D. Nagel CT-Expo - a Novel Program for Dose Evaluation in CT Rofo 2002; 174(12): 1570-1576 <http://www.sasrad.com/information/downloads/> (accessed 19/Feb/2024)
- 13) Takahashi F, Endo A, Sato K, Hasegawa T, Katsunuma Y, Ono K, Yoshitake T, Ban N and Kai M. Analysis of organ doses from Computed Tomography (CT) examination by the radiation transport calculation to develop the dosimetry system, WAZA-ARI. Prog. Nucl. Sci. Technol. 1, 517-520, 2011. <https://waza-ari.nirs.qst.go.jp/> (accessed 19/Feb/2024)
- 14) ICRP, 2015. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP 44(2S).
- 15) 竹井 泰孝, 森分 良, 赤木 憲明 線量管理システムのソフトウェアバージョンの違いが等価線量, 実効線量計算に及ぼす影響 日放技学誌 2022 ; 78 (11), 1323-1332
- 16) 竹井泰孝 森分 良 線量管理システムによる実効線量計算 放射線防護部会誌 2021 ; 21(2) 24-29

17) ICRP, 2021. Use of dose quantities in radiological protection. ICRP Publication 147. Ann. ICRP 50(1).

2. 計算用人体ファントムを利用した線量評価

古場 裕介
量子科学技術研究開発機構

International Commission on Radiological Protection (ICRP) から人の被ばく線量計算のための人体ファントムとして、標準人ファントムが示され、これまで様々な場面での臓器線量、実効線量の評価が行われてきた。Publication 89(2002年)¹⁾では、標準人の年齢別標準値が示され、Publication 110(2009年)²⁾では、線量計算のための人体ファントムは第1世代の数学ファントムから第2世代のボクセルファントムに移行し、より精密な人体モデルを用いて線量計算が行われるようになった。その後、ボクセルファントムを改良し、第3世代となるポリゴンファントムが開発された。さらにポリゴンファントムの一種である四面体メッシュを用いたファントムへと発展し、Publication 145(2020年)³⁾ではメッシュタイプの計算用標準人ファントムが発表されている。(図1)また、Publication 143(2020年)⁴⁾により小児の標準ファントムも導入されている。

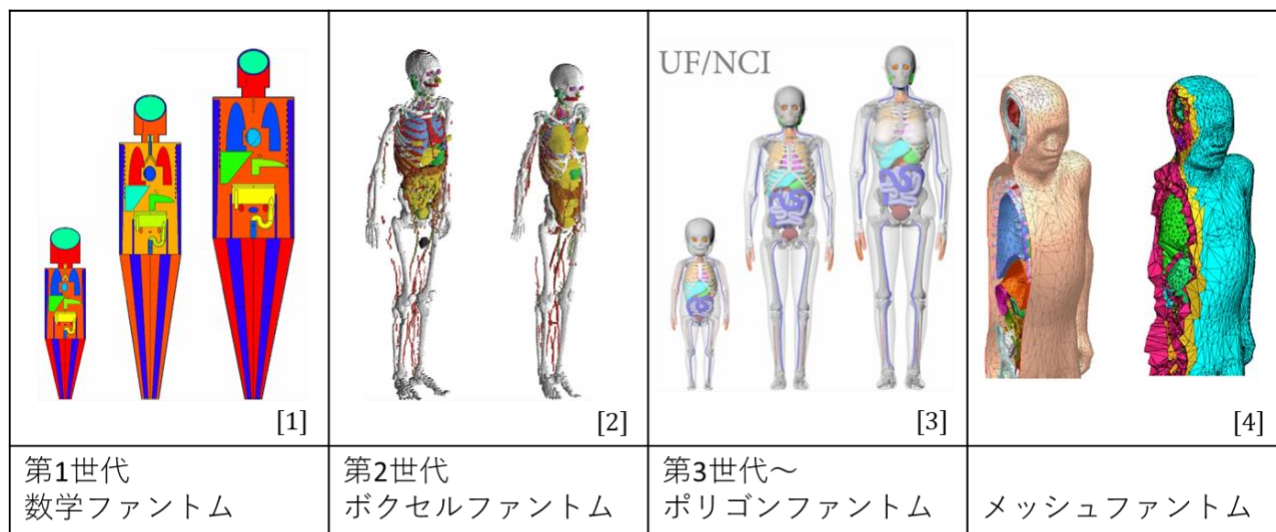
医療分野においてもこれらのような計算用人体ファントムを用いた線量評価は広く行われており、患者の医療被ばくや放射線治療時に患者や医療従事者の被ばく線量評価研究が行われている。Publication 147⁵⁾では医療被ばくにおいて実効線量は患者や医師などの医療従事者とのコミュニケーションに使用するツールとして積極的な利用を勧めており、年齢別の線量評価も視野に実効線量を活用することを提言している。実効線量は放射線診断における放射線防護の改善や様々なモダリティの医療被ばくの比較にも使用でき、患者とのリスクコミュニケーションに有用なツールとしても利用できる。しかし、個人のリスク予測に用いるには不確かさがあり、その使用には制約があることを十分に認識しておかなければならない。

本発表では医療分野を中心に計算用人体ファントムを利用した線量評価について、モンテカルロシミュレーションコードや線量評価ツール(図2)の活用方法や臓器線量や実効線量の考え方について報告する。

参考文献

- 1) ICRP; Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: Reference values, ICRP Publication 89, Ann. ICRP, 32 (3–4) (2002).
- 2) ICRP; Adult reference computational phantoms, ICRP Publication 110, Ann. ICRP, 39 (2) (2009).
- 3) ICRP; Adult mesh-type reference computational phantoms, ICRP Publication 145, Ann. ICRP, 49(3) (2020).
- 4) ICRP; Paediatric reference computational phantoms. ICRP Publication 143, Ann. ICRP 49(1) (2020).

5) ICRP; The use of dose quantities in radiological protection: ICRP publication 147, Ann. ICRP 50(1) (2021).



ファントムの図は下記参考論文より引用
 [1] E.Y. Han et al., Health Phys., 2006;90:337-356.
 [2] C.H. Kim et al., Annals of the ICRP, 2018;47(3-4):45-62.
 [3] C. Lee et al., Phys. Med. Biol., 2010;55:339-363.
 [4] Y.S. Yeom et al., Phys. Med. Biol., 2014;59:3173-3185.

図 1. 計算用人体ファントムの発展

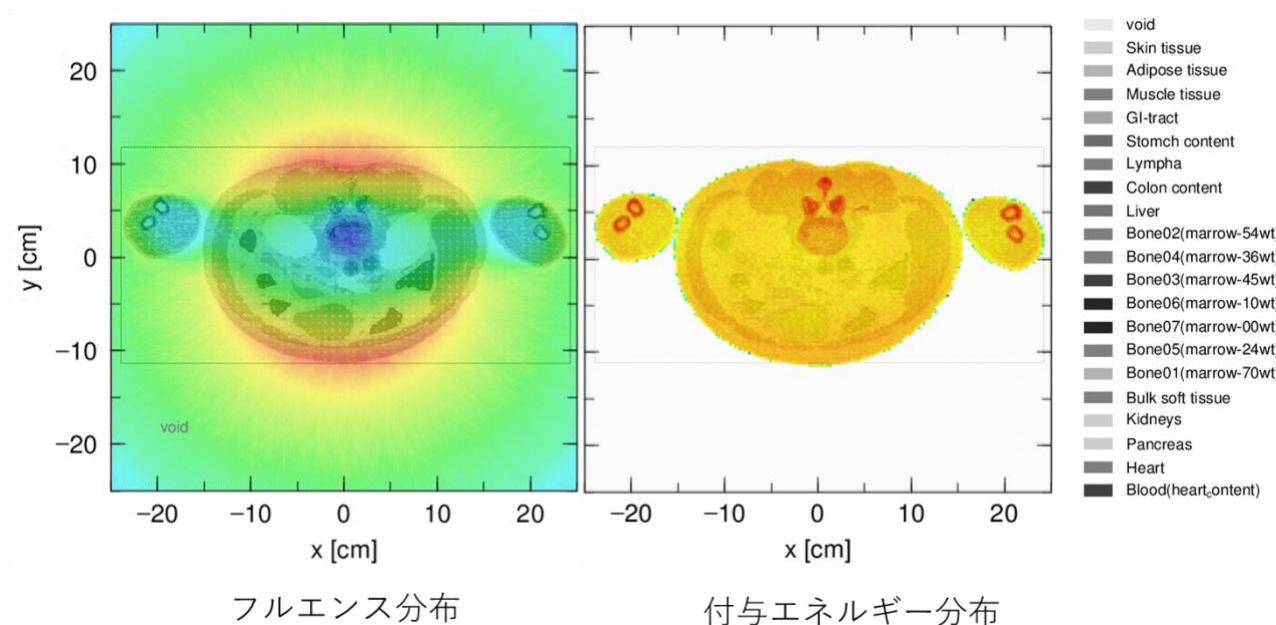


図 2. モンテカルロシミュレーションコード PHITS とボクセルファントムを用いた CT 撮影時の体内のフルエンス分布と付与エネルギー分布の計算例

3. どうなる！ 今後の個人被ばく線量測定と管理

— 個人線量測定機関協議会の見解 —

篠崎 和佳子
個人線量測定機関協議会

1. はじめに

日頃の個人被ばく線量管理及び線量限度遵守の確認のため、放射線業務に従事する者は、個人線量計による外部被ばく線量の測定が関係法令等で義務づけられている。個人線量測定機関協議会（以下、個線協）は、線量算定方法や測定技術事項に関して共通ルールを定めるなどして加盟各社の技術向上及び斉一化を図っている。個線協各社は共通ルールに基づき、放射線作業者への個人線量計の提供及び測定結果の報告を行っている。

近年、線量体系の様々な課題に対して見直しが行われた。ICRU Report 95 で提案された新しい実用量は、低エネルギー光子に対する線量がこれまでの最大約5分の1になること、皮膚及び眼の水晶体の線量が吸収線量となることなど、個人線量計のレスポンスや報告値への影響が大きい。また、ICRP Pub.147 では医療分野における線量の使用について明確に示され、実効線量は特定個人のリスク指標にはならないという前提の下で、患者とのコミュニケーションツールの一つになり得るという考えを示した。これらの変化が線量測定に及ぼす影響について個線協としての見解を示す。

2. 現在の個人被ばく線量測定

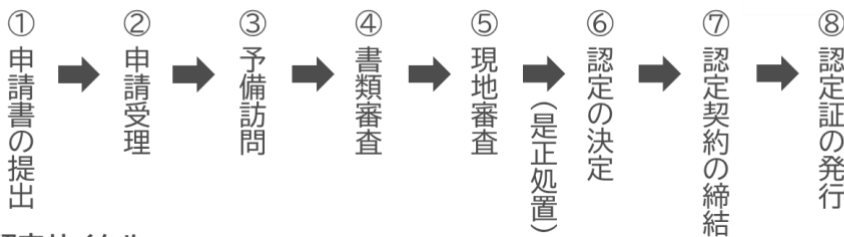
個線協各社の線量測定サービスでは、体幹部用線量計に加え、体幹部よりも手指の被ばくが大きくなる放射線作業を伴う作業者にはリング型・リスト型の末端部用線量計、また、眼の水晶体等価線量が事業所の管理基準を超える恐れがある場合等には、眼の近傍に装着する眼の水晶体用線量計を提供し、これらの個人線量計で測定した実用量である1cm線量当量、70 μ m線量当量及び3mm線量当量の測定値の報告に加え、防護量である実効線量及び等価線量の算定結果について報告している。個線協各社は、公益財団法人日本適合性認定協会（JAB）による放射線個人線量測定分野の認定を取得しており、この線量測定サービスを利用することは、法令に基づく外部被ばく線量測定の信頼性の確保の為の措置として認められている。この認定制度では、ISO/IEC 17025 に基づく品質マネジメントシステムの下で行われる測定であることがJABにより審査され、測定サービスに用いる線量計の性能（例えば、エネルギー特性、線量直線性、変動係数、環境（温湿度、光、経時）に対する影響など）は、関連する日本産業規格（JIS）、またはそれと同等の規格への適合が要求される。さらに定期的な技能試験が実施される [1]。認定制度に基づいた線量測定サービスによって、個人被ばく線量測定技術の継続的な維持・向上が確実

となり、放射線作業者に信頼性の高い測定結果を安定して提供できる。加えて国際的にも日本の個人被ばく線量測定信頼性を示すことが可能となった。

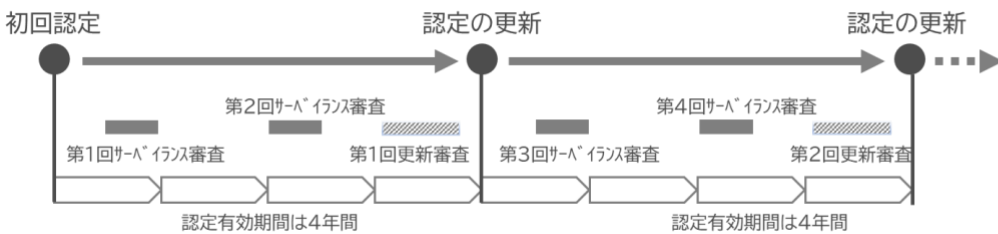
表 1. 線量計の種類と報告値

個人線量計	体幹部用	末端部用 (手・指用)	眼の水晶体用 (眼の近傍用)
写真		指用: 	
測定部位	全身	末端部(局所皮膚)	眼の水晶体
装着部位	胸(男性)・腹(女性)・頭頸部(不均等)	手首、指	眼の近傍(防護眼鏡の内側)
測定量	1cm線量当量、70μm線量当量	70μm線量当量	3mm線量当量
報告値			
測定値	1cm線量当量、70μm線量当量、3mm線量当量(眼の水晶体用線量計を使用した場合)		
算定値	実効線量、皮膚等価線量、眼の水晶体等価線量 (月(使用期間)毎、四半期毎、年度毎)		

I. 認定取得まで



II. 認定サイクル



※JAB RL200:2020およびJAB作成の「認定申請手続き説明資料」より改変

図 1. 認定取得および認定維持のプロセス

3. どうなる？今後の個人被ばく線量測定

ICRU report95 及び ICRP Pub.147 の発行により、実用量の概念や線量の使用についての変更の議論はあ

るが、職業被ばく線量測定に対し個人線量計で測定する部位・線量計の種類等が変更されるわけではない。したがって、今後を考えるにあたり、現在の個人線量計をそのまま使用した場合にどのような変更が必要になるのかの検討と、報告量が変わることについてどのような準備が必要か、またこれら変更に対する課題について考察した。

既存線量計のレスポンスへの影響については、実用量に対する現在の換算係数と ICRU report95 で示された新しい換算係数の比較から推測することができる。原子力規制庁の委託事業の先行研究[2]及び千代田テクノルの例によると、いくつかの線量計で変更の必要性が示唆されている。図2、図3に示すとおり、体幹部用線量計においては、現在のままでは低エネルギー光子に対し過大応答となり、最大で約5倍の応答となる。また中性子に対しても、100 keV 付近のエネルギーで過大応答、低速中性子に対し過小応答となり JIS で規定される性能要件を満足できない。眼の水晶体用線量計についても、ベータ線に対するレスポンスの改善は必要となる見込みである。こうしたレスポンスの改善のために、線量計はそのまま線量計算アルゴリズムの変更のみで対応できるものもあれば、線量計の設計変更を必要とするものもあるかもしれない。いずれにせよ全ての線量計に対し、新しい実用量に基づく再校正が必要となり、また、エネルギー・方向特性など線量計諸特性の JIS への適合性の再確認が要求される。

組織反応に対して等価線量 (Sv) から吸収線量 (Gy) の報告が変わることは、特に中性子線量算定式への影響の他、報告書書式、測定サービスシステムに大きく影響する。単位の変更は、放射線管理者や作業者に混乱や誤解を与える可能性があるため、これまでの量との違いを含め専門家による十分な事前説明の機会を設けることが重要となる。また JIS などの関連規格も内容変更が必要となるため、個線協としては特に性能要件 (レスポンスの許容範囲) の部分で関わっていくことが予想される。

これらの変更後の課題として、まず放射線防護・被ばく管理に関する部分では、特に低エネルギー光子に対する個人線量管理について、同じ作業をしても被ばく量 (報告値) がこれまでよりも最大約 1/5 に減ることにより、防護への意識が低くならないように気を付けることである。体に入射している放射線量はこれまでと同じであり、防護対策が過度な緩和方向に進まないように注視したい。また、今回の実用量の変更では、光子に対しては、上述の個人線量とは対照的に眼の水晶体の線量はほとんど変わらない。したがって低エネルギー光子が主要な放射線場では、眼の水晶体の線量を個人線量と同等とする管理はできなくなる。眼の水晶体線量測定の運用方法の検討が必要となる。新しい実用量の考えでは、防護量のより良い推定を与えるためにこれまで実用量で持っていた保守的な余裕度がなくなっている。線量管理全体的な余裕度の検討が必要である。被ばく統計データの数値の継続性についても議論がされるだろう。

今後、実効線量が患者とのコミュニケーションに積極的に使用されることになると、個人線量計による患者の被ばく線量測定についても要望が出てくる可能性がある。現状の個人線量計や関連規格は職業被ばく用に作られているため、患者の被ばく測定にはそのままでは適用できない。個線協として患者の被ばく測定のニーズへの関与について検討しておく必要があるかもしれない。

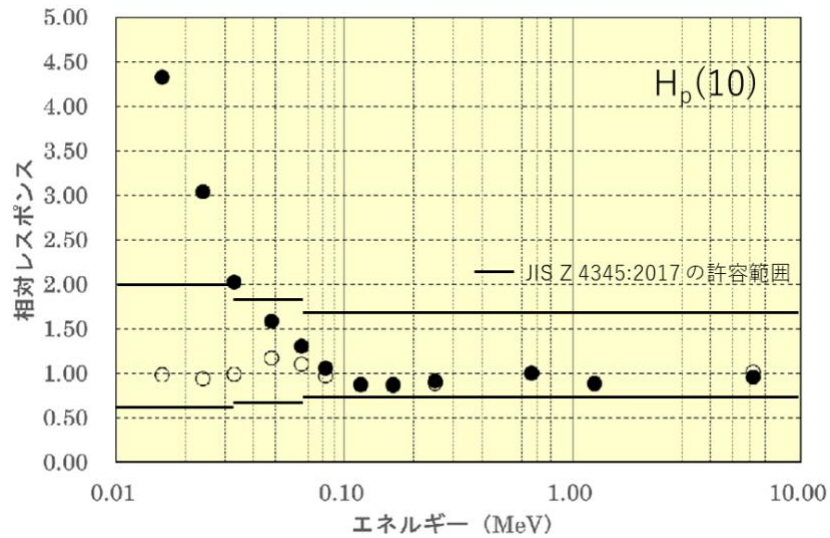


図2. 体幹部用線量計の光子に対するレスポンス (Cs-137 基準) (千代田テクノル)

(○は現行のレスポンス, ●は実用量の定義変更後のレスポンス)
「放射線管理に係る実用量の実態調査」 [2] 図 2.2.2-24 より改変

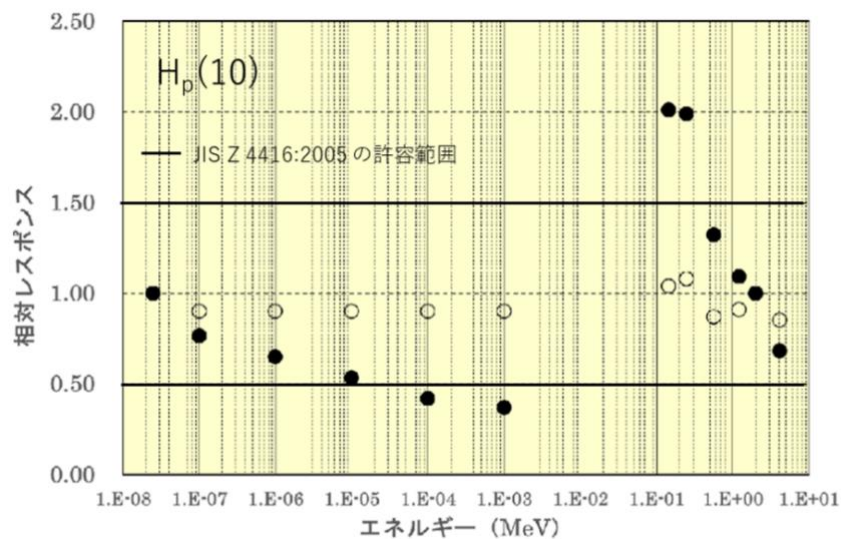


図3. 体幹部用線量計の中性子に対するレスポンス (Cf-252) (千代田テクノル)

(○は現行のレスポンス, ●は実用量の定義変更後のレスポンス)
「放射線管理に係る実用量の実態調査」 [2] 図 2.2.2-36 より改変

4. 最後に

個人線量測定サービス機関は、これまでも、これからも、関係法令・関連規格に基づく測定サービスを提供していく。今回の変更が行われた場合の線量測定への影響は大きく、個線協としても今後の動き

に積極的に関与して情報収集・意見発信し、適切な放射線防護のための線量測定を提供できるよう努力していききたい。

参考文献

- 1) IJAB RL200:2020「認定の手順（ラボラトリ）」
- 2) 令和元年度放射線対策委託費事業報告書「放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査」，公益財団法人原子力安全研究協会

4. どのように備える！新しい線量体系の

検討をむかえるにあたり必要なこと

谷村 嘉彦
日本原子力研究開発機構

1. はじめに

International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication147（放射線防護における線量の使用）では、ICRP2007年勧告(ICRP Publication 103)の説明を補完することを目的として、放射線防護において使用する線量の用途を明確にしている¹⁻²⁾。新たに勧告された原子力施設やRI使用施設に関する主な内容として、実効線量や集団実効線量は職業被ばくと公衆被ばくにおける防護の最適化に有用なツールであること、組織反応（確定的影響）防止のための線量限度に吸収線量を使用すること、実効線量は一般的に100mSv以下（緊急時は1Svまで）で使用されること、等価線量は実効線量を算出するための中間的な量であることなどが記載されている。放射線管理に関連する大きな変更点として、個別の組織への確定的影響を防止するため使用する線量の変更があげられる。現在は、眼の水晶体、末端部や皮膚の外部被ばくについては、等価線量が線量限度の管理に用いられているが、吸収線量を使用することが最適であるとされたことから、ICRP Publication 147の取入れには対応が必要となる。

本稿では、原子力施設やRI使用施設を中心とした作業員の内部被ばく、外部被ばくに係る放射線管理の実務の観点から、ICRP Publication147やInternational Commission on Radiation Units and measurements (ICRU) Report95の線量体系の取入れにあたり考える課題を整理して議論する³⁾。また、緊急時における作業員や公衆の被ばくにおける課題についても取り上げる。

2. 内部被ばくの管理

内部被ばくの管理については、被ばく管理には預託実効線量が主に用いられており、等価線量が使われることは多くないと考えられる。等価線量が利用される場面として、原子力発電所事故等の原子力災害時で放射性ヨウ素が放出されたときに実施される甲状腺モニタリングが考えられる。

令和5年5月31日に内閣府と原子力規制庁により制定された『甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル』では、甲状腺モニタリングについて、19歳未満の者、妊婦及び授乳婦を基本として、具体的な目的として「吸入により体内に取り込まれ甲状腺に集積した放射性ヨウ素から放出される放射線を測定器により測定し、吸入の時期から測定時期までを考慮して甲状腺に蓄積した放射性ヨウ素の量を推計し、吸入から体外へ排泄されるまでの期間を考慮して甲状腺の被ばく線量（甲状腺等価線量）を推定するものである。」としている⁴⁾。ICRP Publication 147の取入れにあたっては、甲状腺モニタリングで推定

する被ばく線量を甲状腺の吸収線量に変更する必要がある。また、甲状腺モニタリングの結果から吸収線量を求めるには、ICRP2007年勧告に基づいた線量係数とともに、体内動態モデルに基づく残留率・排泄率関数が必要となる。現時点では、職業被ばくについては、OIR Part3 (ICRP Publication 137) でこれらのデータが与えられているが⁵⁾、公衆被ばくに関してはICRPから示されていない。ICRP Publication 147の取入れにあたり、この点が課題となる。

なお、甲状腺の等価線量は実効線量の20倍となるが、ともに使用する単位がシーベルト (Sv) であるため、福島第一原子力発電所事故等の際には、これらを混同して混乱を招いた経緯がある。ICRP Publication 147の取入れにより、甲状腺の被ばく線量を単位がグレイ (Gy) である吸収線量に変更することにより、無用な混乱を避けられるメリットがあると考えられる。

3. 外部被ばくの管理

外部被ばく線量の管理においては、全身の実効線量の他に皮膚及び眼の水晶体の等価線量に対して線量限度が設けられており、個人線量計を用いた測定・被ばく線量管理が実施されている。ICRP Publication 147の取入れにあたり、皮膚及び眼の水晶体の等価線量を吸収線量に変更する必要がある。

ICRP2007年勧告に基づき、標準化されたファントムを用いて様々な放射線種、エネルギーに対して計算した換算係数を採用した、実用量の定義変更 (新実用量) を勧告するICRU Report 95が刊行された。ICRP Publication 147の取入れにあたっては、このICRU Report 95の換算係数を使用することとなる。現在、様々な作業場において、新実用量を取り入れた場合の線量計測への影響について調査が実施されている⁶⁾。図1は、眼の水晶体用線量計及び電離箱式サーベイメータについて、現行の実用量及び新実用量を用いたエネルギー特性を試験し、定期検査中の原子力発電所及び福島第一原子力発電所構内の作業場において測定された光子エネルギースペクトルを用いて実際の作業場でそれぞれの放射線測定器がどのような応答 (レスポンス) を示すかを評価した結果である。

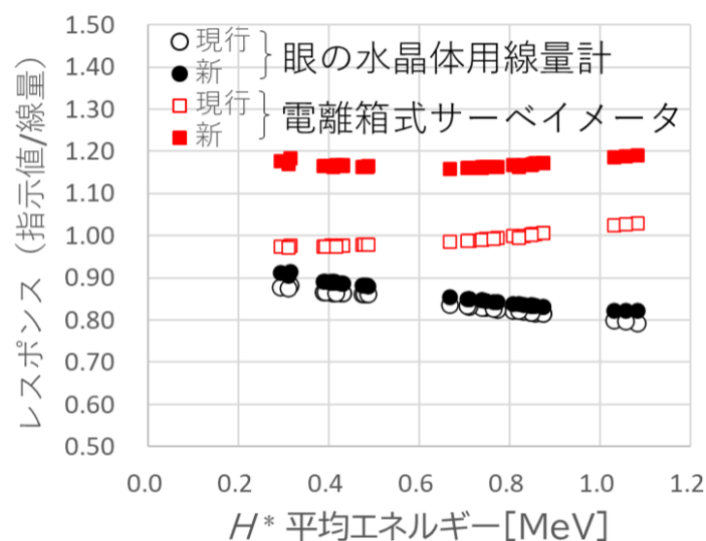


図1 原子力発電所における新実用量導入に伴う線量計レスポンスへの影響⁶⁾

眼の水晶体用線量計については、等価線量から吸収線量に変更したことに伴い、単位は Sv から Gy に変わるが、指示値については、図 1 中の●（新実用量）と○（現行実用量）の間で差が小さいことから、ほぼそのまま利用できることが分かる。ただし、平均エネルギーが比較的高い光子線の作業場に対してある特定の線量計についてのみ評価した結果であり、平均エネルギーが低い医療現場や他の線量計に同様の利用が可能であるかについては、個別に調査する必要がある。いずれにしても、ICRP Publication 147 の取入れにあたっては、医療分野を含むより幅広い作業場、多種多様な線量計に対して同様の調査を実施することが必要と考える。

中性子等の高 LET 放射線に対しては、外部被ばくの管理に用いる線量を等価線量から吸収線量に変更した場合、放射線加重係数が乗じられないため、同じ放射線作業場で被ばくしたとしても線量が小さくなってしまう。特に中性子は放射線加重係数がエネルギーにより大きく異なることから、作業場のエネルギースペクトルに応じた対応が求められることとなる。吸収線量に変更するか、放射線加重係数に該当するものを考慮したこれまでの等価線量に対応するような線量を用いるべきか、ICRP でも議論されており、これらの動向を注視する必要がある。

4. まとめ

RI 施設や原子力施設における内部被ばく及び外部被ばく線量の管理に関連して、ICRP Publication 147 の取入れにあたって考慮すべき内容を取り上げた。いずれの管理においても、必要となるデータや管理方法が国際的にも議論されている段階であり、取入れにはまだ課題が多く、時間も必要と考える。ただし、日本が取り残されることがないように、国際動向を注視するとともに必要な基礎的な調査を継続する必要がある。

参考文献

- 1) ICRP : ICRP Publication 147 Use of dose quantities in radiological protection, 2019
- 2) ICRP : ICRP Publication 103 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 2007
- 3) ICRU : ICRU Report 95 Operational Quantities for External Radiation Exposure, 2020
- 4) 内閣府（原子力防災担当）、原子力規制庁：『甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル』（令和 5 年 5 月 31 日制定）
(https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/12_senryou_manual.pdf)
- 5) ICRP : ICRP Publication 137 Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3, 2017
- 6) 産業技術総合研究所：令和 4 年度原子力規制庁委託成果報告書 新たな実用量への対応に係る線量計測上の課題に関する研究, 2023 (<https://www.nra.go.jp/data/000447895.pdf>)

「代表値」は最適化への道しるべ ～基礎から学ぶ診断参考レベル～

松原 孝祐
金沢大学

1. はじめに

国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）が提唱する防護の三原則のうちの、「防護の最適化」とは、個人の被ばく線量を合理的に達成できる限り低く保つことを意味している。放射線診断における患者の被ばく線量と得られる画像の画質はトレードオフの関係にあることから、線量の最適化を行うことによって、線量と画質のバランスをとることを意味している。

線量の最適化は各施設で取り組むべき課題であるが、そのための有効な方策として、診断参考レベル（diagnostic reference level: DRL）を使用することが ICRP によって推奨されている。本邦では、医療被ばく研究情報ネットワーク（Japan Network for Research and Information on Medical Exposures: J-RIME）において、参加団体が実施した線量調査の結果に基づいて議論が行われ、国際機関の専門家の助言も得て、2015年に本邦初となる national DRL が策定された（通称 DRLs 2015）²⁾。その後、2020年にはその改訂版が公開されており（通称 DRLs 2020）³⁾、現在は2025年の改訂に向けた活動が行われている。

2. 代表値

データの集まりの傾向を示す値を「代表値」という。代表値として有名なものに平均値がある。平均値はデータの和をその個数で割った値である。最小値、最大値、中央値、最頻値なども代表値であり、これらを複合的に検証することによって、より正確にそのデータの集まりの傾向を把握できる。

平均値は直感的に分かりやすく、大変便利な値であることから、日常生活でもよく使われているが、外れ値（データの集まりの中で極端に低いまたは高い値）が出現すると、その信頼度が揺らぐという欠点がある。データが少なければ少ないほど、外れ値の存在が平均値に影響を及ぼしてしまう。DRL 設定のための線量調査や、施設内における DRL 値との比較を目的とした線量調査を行うと、かなりの頻度で外れ値が含まれてしまう。また、線量が高めのデータがいくつか含まれていた場合に、平均値が底上げされてしまうような場合もあることから、平均値を代表値として採用する際にはデータの中に外れ値がないか、または極端な分布になっていないかを注意する必要がある。

平均値の代わりによく用いられるのが中央値である。中央値はデータを値の小さい順番に並べて、ちょうど真ん中にくる値のことである。データの個数が偶数個の場合は、中央に位置する2つの値の平均値を中央値とする。中央値は外れ値の影響を受けにくいという特徴がある。中央値は中央値以外のデータの変化を把握できないという欠点はあるものの、線量調査においてよく活用されている。

一方、DRL の設定に際によく用いられる代表値が第三四分位数（75%値）である。これは、データを値の小さい順に並べて、小さい方から数えて75%の位置に位置する値である。一般的に、線量調査結果の75%値をDRLとして設定することが多い。乳房撮影のPMMA（polymethyl methacrylate）40 mm に対

する DRL や、IVR (interventional radiology) の基準透視線量率に対する DRL のように、75%値以外の値を設定している場合もあるが、線量調査結果の 75%値を DRL として設定した場合には、およそ 1/4 の施設が DRL を超えることになるため、最適化に向けた具体的な方策を検討する目安となる値としては、概ね妥当な線引きだと個人的には考える。これらの施設では、臨床的な理由がなく DRL より高いと判断される場合には、画質に考慮しつつ線量の低減を考慮すべきである。

このように、DRL の設定および DRL を用いた最適化の過程では、たびたび代表値が使われていることがお分かりいただけたかと思う。代表値の意味合いやその取得方法についてよく理解し、代表値を活用していくことが最適化の過程においては重要であると言えよう。

3. DRL に関する用語の解説

DRL の概要や関連する用語の定義、そしてどのように線量調査を行い、設定した DRL をどのように臨床現場で役立てていくかについては、ICRP Publication 135⁴⁾に詳しく解説されている。邦訳版も公開されていることから、是非ご一読いただきたい。

ここで、ICRP Publication 135 で新たに導入された用語である DRL 量 (DRL quantity) と DRL 値 (DRL value) について紹介する。DRL 量とは、DRL が設定される線量指標のことである。たとえば、CT では $CTDI_{vol}$ (volumetric computed tomography dose index) や DLP (dose-length product) といった線量指標が DRL の設定のために用いられているため、これらが DRL 量となる。一方、DRL 値とは DRL の設定値のことである。たとえば DRLs 2020 では、成人 CT の DRL 量として $CTDI_{vol}$ と DLP が採用されており、肝臓ダイナミックの DRL 値は $CTDI_{vol}$ が 17 mGy、DLP が 2100 mGy・cm である、というように使われる。

また、血管撮影装置や透視撮影装置などで装置に表示される線量は、患者照射基準点における積算基準空気カーマおよび基準空気カーマ率となっている。患者照射基準点の定義は図 1 に示すとおりであり、オーバーテーブル形では患者支持台の上 30 cm の位置、アンダーテーブル形では患者支持台の上 1 cm の位置、C アーム式ではアイソセンタから焦点方向へ 15 cm の位置 (アイソセンタが無い場合は製造業者の指定する位置) とされている。

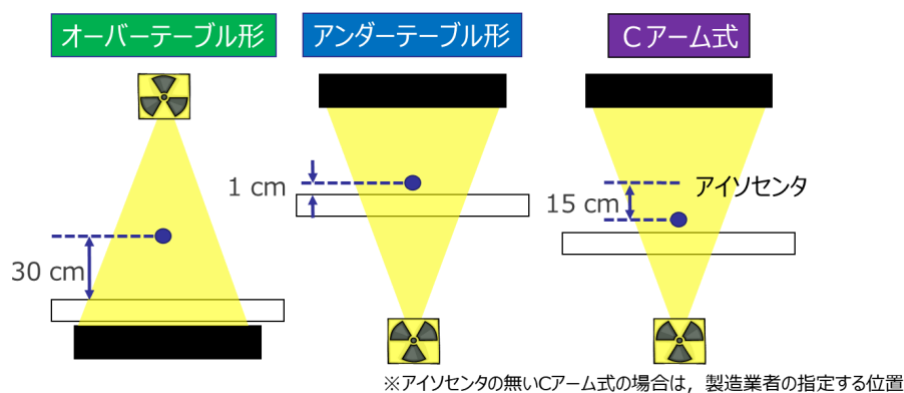


図 1 各種 X 線装置における患者照射基準点の定義

4. 代表値を活用した最適化への取り組み

DRL と施設内の線量との比較を行う際には、標準体型の患者を対象とした DRL 量に関する調査を行う必要がある。調査は装置ごとに行うとともに、これらの結果を統合して全体の傾向も把握する。実施頻度は CT, IVR, SPECT-CT, PET-CT は毎年、その他のモダリティは 3 年に 1 度程度とされている。また、新しい装置が導入された場合はその都度行うのが望ましい。

図 2 に線量の確認および最適化の流れを示す。まず、項目ごとに標準体型の患者の線量データを取得する。DRL が設定されている項目ごとに 20 件以上（診断透視は 30 件以上、乳房撮影は 50 件以上）の DRL 量に関するデータを集め、それぞれ中央値を算出する。その際、線量管理ソフトウェアなどを用いて、すべてのデータを定期的に確認し、線量の傾向を把握するとより効果的であるが、線量管理ソフトウェアが無くても手動で集計・算出することは可能である。その後、DRL 値と中央値を比較し、もし DRL 値よりも中央値が上回っており、かつ臨床的に正当な理由がない場合は、必要に応じて撮影パラメータ等の見直し等を行うことが望ましい。

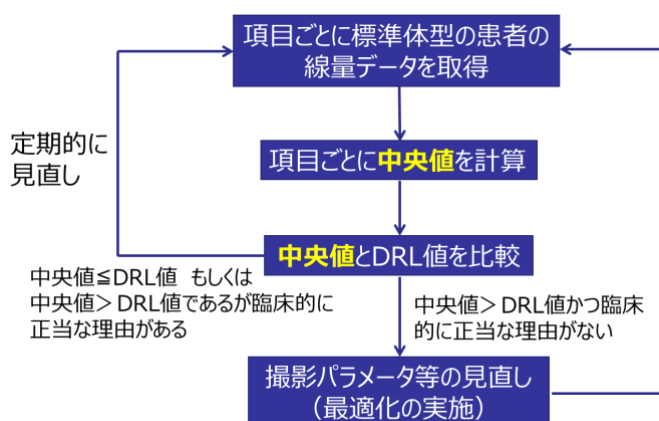


図 2 線量の確認および最適化の流れ

なお、中央値が DRL 値を超えている場合には、その理由の検証をしっかりと行うことが重要である。まずは、調査方法自体に問題がなかったかを確認すべきである。たとえば標準体型の定義を満たさないデータが含まれていないか、線量表示値が正しいものであったかといった点が挙げられる。もしこれらに問題があった場合には、その原因を取り除いた上で調査をやり直す必要がある。また、装置が古いことが原因で DRL 値を上回った可能性がある場合には、装置の更新についても検討すべきであろう。これらに問題がないと判断される場合には、その他の考えられる理由として、撮影条件に起因する理由、技師のスキルに起因する理由、手技の複雑さや患者の重症度に起因する理由などについて、1 つ 1 つ検証していくことが求められる。理由の検証を行うことは、その後どのような対処を行うべきかを判断する目安となるため、この過程を疎かにして、安易に撮影パラメータ等の見直しを行うべきではない。

一方、DRL 値を下回っている場合には、次なる目標として、DRL 設定時の線量分布の中央値と自施設の線量分布の中央値を比較することで、更なる最適化が可能である。DRLs 2020 設定の報告書には、75% 値だけでなく 50% 値を併記しているモダリティもあるため、更なる最適化の推進のためにご活用いただきたい。さらに、新しい技術に限定した線量分布指標として、たとえば DRLs 2020 の成人 CT では、全体

の線量分布に対する 75%値と、逐次近似（応用）再構成利用に限定した場合の 75%値の両方が DRLs 2020 設定の報告書に記載されていることから、逐次近似（応用）再構成を利用している施設や装置に関しては、全体の 75%値ではなく、逐次近似（応用）再構成利用に限定した場合の 75%値と比較することで、更なる最適化の推進が可能と考える。

5. まとめ

本講座では、DRL を設定および活用するにあたって代表値が重要な役割を果たしていること、そして代表値を活用した最適化に向けた具体的な取り組み手法について紹介した。代表値と DRL 値を比較することで、もし代表値が DRL 値を上回っている場合には、最適化に向けた具体的な方策を検討することができる。つまり、代表値は最適化のための“道しるべ”であるといえる。代表値は線量管理ソフトウェアが無くとも求めることができるため、DRL による最適化は決して敷居の高い手法ではない。

参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 2007; 37 (2-4).
- 2) 医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）. 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.
- 3) 医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）. 日本の診断参考レベル（2020年版）.
- 4) International Commission on Radiological Protection. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 2017; 46(1).

原子力災害における住民避難とその課題

大葉 隆
福島県立医科大学

1. はじめに

原子力災害時の住民避難は、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故後に、原子力規制委員会や内閣府が中心となり、国家として大規模避難を想定して指針やマニュアルが整備されてきた。近年においても、福島第一原発事故の教訓や原子力災害時の住民避難訓練の課題から、指針やマニュアルがブラッシュアップされている。本講演は、原子力規制委員会の原子力災害対策指針、内閣府/原子力規制庁連名の原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアルや、甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアルに関して、抜粋して解説を進めていく(1-3)。この解説の際に、課題や問題点を示しながら、注意しなければいけない点を示したい。

2. 避難退域時検査

2-1. 避難退域時検査の対象住民

原子力災害における放射線防護行動の国際的な定義として、避難、一時移転と屋内退避の3項目が存在する(4)。このような放射線防護行動は、原子力災害対策指針と原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアルより(1, 2)、原子力発電所（原発）周辺の住民にとって重要な事項となる。原発周辺の住民は原発からおおむね5 km 圏内（PAZ: 予防的防護措置を準備する区域）とおおむね5 km～30 km 圏内（UPZ: 緊急防護措置を準備する区域）の2つのパターンに分かれる。PAZの住民は原発から放射性物質が放出される前にEAL（緊急時活動レベル）のGE（全面緊急事態）状態で避難となる。また、UPZの住民は、全体的に屋内退避となる。ただし、原発の敷地外へ放射性物質が放出後にOIL（運用上の介入レベル）が一定レベルを超えた地域のみが、避難（空間線量率が500 mSv/hを超えた場合、数時間以内に避難）もしくは、一時移転（空間線量率が20 mSv/hを超えた場合、1週間以内に一時移転）となる。ここから、避難退域時検査の主な対象は、UPZ内の避難もしくは、一時移転の住民となる。

2-2. 避難退域時検査の目的と流れ

避難退域時検査の目的は、「避難退域時検査による汚染程度の把握は、表面汚染か吸入及び経口摂取による内部被ばくの抑制及び皮膚被ばくの低減、汚染の拡大防止を適切に実施するためには不可欠であり、住民等の避難や一時移転（放射性物質が放出される前に予防的に避難する場合を除く。）を円滑に行うためにも、また医療行為を円滑に行うためにも実施する。」となっている(2)。避難退域検査の会場は、UPZ外の原発からおおよそ30 km以上離れた場所で、避難所へ移動する経路地となる。避難退域時検査会場

の必要要員数は1会場当たり45名となり、24時間3交代制で実施した場合の要員は、132名にもなることがマニュアルより示されている2)。避難退域時検査の資機材はその項目と数量が大量になる2)。そのため、避難退域時検査が迅速に実施できるように、原子力災害緊急対応ユニットなどを原発立地自治体が整備するケースもみられる。

避難退域時検査は3つのステップに分かれて検査が実施され、図1のような流れになる2)。①車両の確認検査として、ワイパーとタイヤの表面汚染検査を実施する。この測定で、ワイパーとタイヤのどちらかが40,000 cpm（カウント/秒）=約120 Bq/cm²超過の場合には、車両の詳細検査と簡易除染となる。また、車両が40,000 cpm超過の場合、車両に乗車していた代表者1名の体表面汚染における頭部、両手、足の裏の指定箇所検査となる。ここでも、40,000 cpm超過している場合には、代表者の全身の詳細検査と簡易除染となる。そして、代表者が40,000 cpm超過の場合、同乗していた乗員全員が指定箇所検査を受けることとなる。さらに、40,000 cpm超過の場合には、全身の詳細検査と簡易除染となる。ここで、基準値を40,000 cpmと記載したが、これは、原発事故から1か月以内の詳細検査と簡易除染の基準であり、原発事故から1か月以上経過後は、基準値は13,000 cpm=約40 Bq/cm²となる2)。また、cpmの測定方法は、測定面積が19.6 cm²のGMサーベイメーターに限られており、測定面積が異なる場合には、cpmをBq/cm²へ変換して、汚染レベルを把握する必要がある。

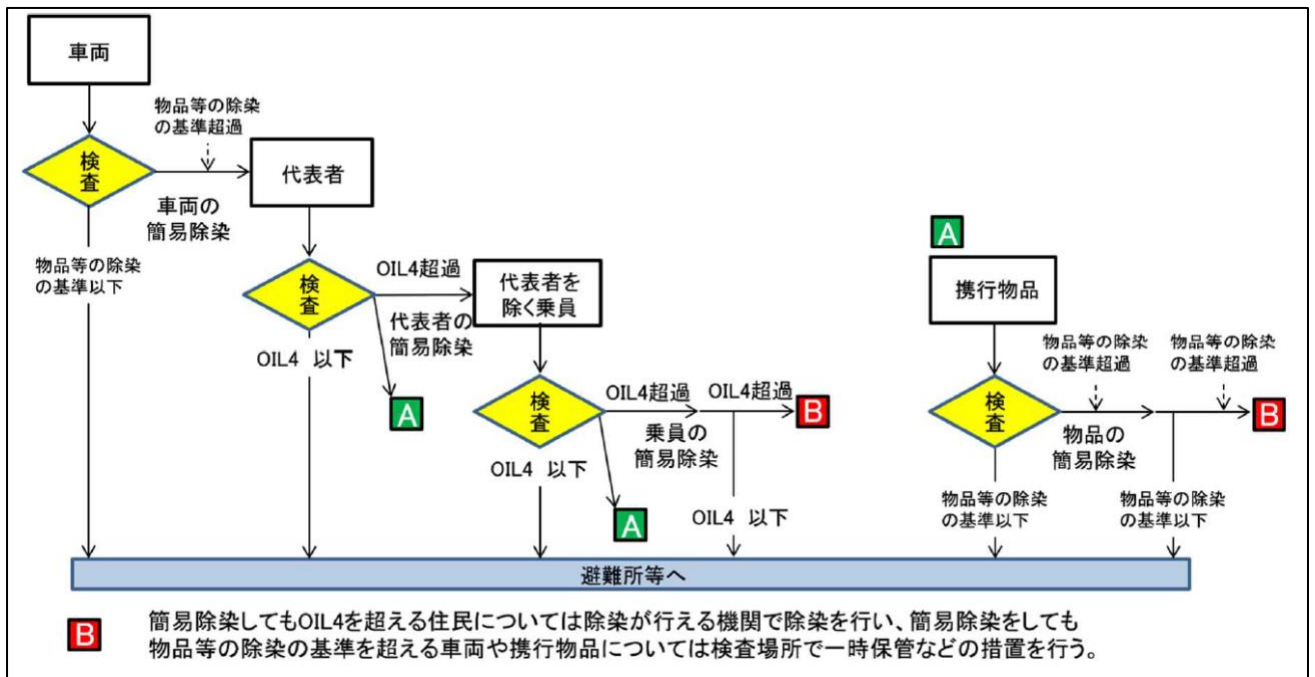


図1 避難退域時検査の流れ（原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアルの7ページから抜粋）2)

また、避難退域時検査には例外的な注意事項が存在する。例えば、UPZ外から対象区域に入域したバス等の車両については、それら車両が物品等の除染の基準を超えない場合であっても、乗員の代表者（避難行動が同様の行動をとった集団のうちの1名）に対して、避難退域時検査を実施することが求められている2)。これは、バス等の避難車両は、UPZ外からUPZ内への移動ルートのため、表面汚染をきたし

ていない可能性があり、代表者の体表面汚染測定を求めている。つまり、避難退域時検査会場では、バスがどのようなルートで運行してきたか、1台ずつ把握しなければならない。そのため、避難退域時検査会場での全体的な滞在時間が延長することが考えられる。

2-3. 避難退域時検査時の簡易除染

避難退域時検査で基準値を超過した場合、ふき取りのみで基準値以下になるよう簡易除染が実施される2)。簡易除染では、廃水の管理が大変なため、流水を使用しない。住民の場合、自らのふき取り除染や衣服の脱衣が指示される。携行物品は、簡易除染の要員が水で濡らしたウエス等による拭き取りを実施することとなっている。また、車両に関しても、基準値を超過している部分について拭き取りを実施する。車両へ強固に泥が付着している場合は、洗車用ブラシを使うなどして、泥を落としてから除染を実施する。車両が基準値以下にならない場合には、代替交通手段を用いて、車両を検査場所で一時保管となっている。しかしながら、過剰な簡易除染は、避難や一時移転の移動の妨げとなるため、要員は柔軟な対応をする必要がある。例えば、冬季の場合、体表面汚染が衣服に付着していても、避難者の避難所における低体温症を防ぐために、衣服を避難退域検査会場で預かることはしない方が良い。また、車両も自家用車の場合、表面汚染は走行や雨等により落ちていくため、避難退域検査会場で保管することは不要と考えている。避難者のQOL（Quality of life）を下げないような対応が求められる。

2-4. 避難退域時検査会場の課題

住民の避難退域時検査は屋内と屋外どちらで実施すべきであろうか？屋内で住民の避難退域時検査を実施した場合、天候の影響を受けにくく、屋外の空間線量率の上昇を受けにくいと言った利点がある。しかし、屋外の場合、避難退域時検査の動線が作りやすく、要員配置や住民の出入りが容易である利点が挙げられる。そのため、住民の避難退域時検査は屋内と屋外の両方で実施できるよう、準備しておくことで、避難退域時検査会場における滞在時間を短くでき、避難所への移動をスムーズにできると考える。

3. 甲状腺簡易測定

3-1. 甲状腺簡易測定の背景

チェルノブイリ（チョルノービリ）原発事故において、放射性ヨウ素による小児の甲状腺線量と甲状腺ガンとの関連性が報告されていた5)。また、福島第一原発事故直後の2011年3月ごろに福島県内の避難住民を対象に約1,300件の甲状腺測定が実施されたが6, 7)、小児避難者全体の甲状腺線量を把握するには件数が少ない。ここから、原発事故時に、小児甲状腺の線量を把握することで、甲状腺ガンの発がんリスクを低減する必要が導きだされている。このような背景を受けて、内閣府/原子力規制庁連名で甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアルが2023年5月にリリースされた3)。

3-2. 甲状腺簡易検査の目的と流れ

甲状腺簡易検査は、「放射性ヨウ素の吸入による甲状腺への集積の程度を定量的に把握し、甲状腺の被ばく線量を推定すること」を目的に、原発事故時に実際されることが予定されている3)。この甲状腺簡

易検査の対象者は、UPZの避難や一時移転をする地域で、19歳未満の子供、妊婦・授乳婦と、乳幼児と行動を共にした保護者、等とされている。甲状腺簡易検査は原発事故から3週間以内に、UPZ外の空間線量率が0.2μSv/h未満の低い場所で行われることが推奨されている。測定装置は1インチのNaI(Tl)サーベイメーターを使用する。この測定器は、一般的に空間線量率を測定する装置である。

甲状腺簡易検査の流れは、放射性ヨウ素（主に¹³¹I：β線とγ線を放出）を対象とした検査で以下の通りである 3)。①頸部と大腿部の体表面汚染の有無を確認して、体表面汚染が有る場合には除染して次の流れとなる。②測定器のプローブを頸部（甲状腺がありそうな位置）に当て、時定数10秒にて測定する。この際に、プローブを強く当てすぎると、子供の場合、気道を圧迫する可能性があるため、窒息に注意が必要である。③測定器のプローブを大腿部に当て、時定数10秒にて測定する。これは、頸部の線量に対するバックグラウンド値として用いる。④正味値として頸部の線量から大腿部の線量を差し引く。⑤基準値0.2μSv/hと比較して、基準値を超過している場合には詳細測定へ案内することになる。

基準値の0.2μSv/hは放射性ヨウ素の¹³¹Iが100%で吸入した場合に、1歳児が吸入から1日後に、甲状腺線量が100mSvとなることから設定された基準値である。甲状腺線量を100mSvとした成人の場合、吸入から2週間後でも、基準値以上が担保される。そのため、吸入から時間経過して、小児が測定不能であったとしても、成人の甲状腺を測定すれば、小児の甲状腺線量を推定できるというながれになっている。

3-3. 甲状腺簡易検査の注意事項

乳幼児・小児への甲状腺簡易測定の注意事項として、下記の2点が挙げられる 3)。①プローブを頸部に密着できないなど測定が困難である場合、行動を共にした保護者等を測定し、その結果に基づき詳細測定の対象となるかどうかの判断を行う。これは、代替検査であるが、子供と保護者の両方を測定するため、1組当たりの測定時間は2倍となるため、検査時間の延長を考慮しなければいけない。②保護者等の要望に応じて、乳幼児・小児本人についても可能な範囲で測定を行う。つまり、測定可否に関わらず、測定を実施（測定のまね事を実施）となるが、甲状腺簡易測定の検査件数を優先する場合とのバランスをとる必要があると考える。

また、甲状腺簡易測定を実施する自治体は、避難者からの測定に係る質問対応等を行うコールセンター（電話での相談窓口）を設置することになっており、測定者はコールセンターの電話番号を知っておいた方がよい。甲状腺簡易測定では、測定時にその場で避難者からの質問を受けることが想定される。しかし、測定者の質問への回答は最小限にとどめ（無回答は不安を煽ることも考えられる。）、専門家への相談窓口を伝えることを勧める。

最後に、測定者は甲状腺簡易測定のメリット・デメリットを認識したうえで、甲状腺簡易測定を実施することが望ましい。甲状腺簡易測定の避難者のメリットとしては、「甲状腺被ばくの有無を知ることができる」や「状況により、詳細測定を受けることができる」といったことが挙げられる。また、デメリットでは、「甲状腺被ばくに関する心理的負担」や「避難者の社会的・経済的な負担が増える可能性」がある。このようなメリット・デメリットは、福島第一原発事故後の甲状腺超音波検査にて、発生した事例と類似することが考えられる 8)。そのため、このような状況を踏まえた上で、測定者は甲状腺簡易測定に臨ん

で欲しい。

4. まとめ

今回は、避難退域時検査と甲状腺簡易測定に関する概要を解説してきた。避難退域時検査では、例外事項が追加され、検査場所（屋内/屋外）の課題など、新たな局面へ向かう傾向にある。また、測定者は、測定技術だけでなく、甲状腺簡易測定の注意事項やメリット・デメリットを考慮した対応が必要であることを述べた。最後に、自治体主催の訓練や各地域での研修に参加することによって、各個人がマニュアルへの理解を深めるようにして欲しい。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会. 原子力災害対策指針. <https://www.nra.go.jp/activity/bousai/measure/index.html> (22 February 2024, date last accessed).
- 2) 内閣府（原子力防災担当）/原子力規制庁. 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル. <https://www.nra.go.jp/activity/bousai/measure/index.html> (22 February 2024, date last accessed).
- 3) 内閣府（原子力防災担当）/原子力規制庁. 甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアル. <https://www.nra.go.jp/activity/bousai/measure/index.html> (22 February 2024, date last accessed).
- 4) IAEA. IAEA safety standards arrangements for preparedness for a nuclear or radiological emergency. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2007.
- 5) Brenner, AV, Tronko, MD, Hatch, M, et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environmental health perspectives*. 2011; 119(7): 933-939.
- 6) Tokonami, S, Hosoda, M, Akiba, S, et al. Thyroid doses for evacuees from the Fukushima nuclear accident. *Scientific reports*. 2012; 2: 507.
- 7) Kim, E, Igarashi, Y, Hashimoto, S, et al. Estimation of the thyroid equivalent doses to residents in areas affected by the 2011 Fukushima nuclear disaster due to inhalation of ¹³¹I based on their behavioral data and the latest atmospheric transport and dispersion model simulation. *Health physics*. 2022; 122(2): 313-325.
- 8) Midorikawa, S, Ohtsuru, A. Young people's perspectives of thyroid cancer screening and its harms after the nuclear accident in Fukushima Prefecture: a questionnaire survey indicating opt-out screening strategy of the thyroid examination as an ethical issue. *BMC cancer*. 2022; 22(1): 235.

ICRP 2023 in Tokyo サテライトイベント参加報告

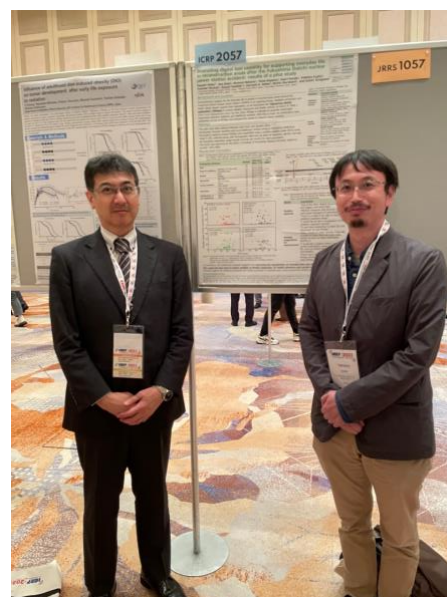
広藤 喜章
福島県立医科大学

国際放射線防護委員会 (ICRP: International Commission on Radiological Protection) は、2年ごとに開催される国際シンポジウムを通じて、活動情報の発信とフィードバックを行っています。昨年 2023 年は日本で大会が開催されました。まず、この大会の内容について簡単に触れておきます。ICRP 2023 in Tokyo は 11 月 6 日から 9 日までの 4 日間開催され、テーマは「The Evolution of Radiological Protection: Science and Beyond」でした。筆者はこの大会から参加しました。本大会は、ICRP の次期主要勧告の発行 (2031 年頃を予定) に向けた本格的な議論を開始するシンポジウムと位置付けられており、将来の放射線防護体系を構成する主要なテーマである「Building Blocks」が議論されました。参加登録者数は 59 カ国から 700 名以上で、ICRP イベントとしては過去最多でした。そして本大会の後、いくつかのサテライトイベントが開催され、12 日には「Gonadal shielding in radiology: How do we make decisions while understanding ethical issues」というテーマでイベントが行われました。このイベントは JSRT と JART の合同企画として執り行われたものでした。最初に、ICRP の第 3 委員会の主メンバーである Marie Claire Cantone 氏により、基調講演「Ethical values, tolerability and reasonableness in the aspects of gonadal shielding in radiology」が行われました。現在の生殖腺防護に関する ICRP の見解と将来に向けた考え方が詳しく述べられました。

次に、日本人 4 名のシンポジストによる講演が行われました。筆者はトップバッターとして、「Perspectives on the unnecessary of gonadal protection from the history of radiation health effects」と題して、生殖腺防護シールド廃止の流れについて講演しました。この内容は Cantone 氏が詳しく述べたものと重複していたものの、日本でも同様の方向性を見出していることを示すことができたと思います。



本大会の様子 (2023.11.7)



ポスターセッション
(右: 大葉氏 (部会委員), 左: 筆者)

その他に、Yasutaka Takei 氏 (JSRT)、Yoshiaki Suzuki 氏、および Takeshi Sasaki 氏 (JART) の講演が行われました。これらの講演は、いずれも日本の動向や実際の取り組みを ICRP の中で紹介したもので、世界に対する PR となったのではないかと思います。質疑応答は日本語でも行われ、会場内では多くの議論がなされました。少し残念だったのは、聴講者があまり多くなかったことです。すべて英語でのスピーチでしたが、このような機会に身近で講演を聞けるのは珍しいことなので、もったいない印象を受けました。今後は、日本の医療や原発事故後の放射線防護に関する実際や取り組み、考え方を世界に発信していく必要があると強く感じました。サテライトイベントの場は日本の診療放射線技師の活動を発信できたと確信しておりますので、充実かつ有意義な大会参加となりました。



サテライトイベント関係者の記念写真

Communicating Radiation Risk: The Power of Planned, Persuasive Messaging.

(放射線リスクの伝達: 計画的で説得力のあるメッセージの力)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Wieder JS

Health Phys. 2019 Feb;116(2).

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

Wieder, Jessica S.. Communicating Radiation Risk: The Power of Planned, Persuasive Messaging. Health Physics 116(2):p 207-211, February 2019.

論文紹介著者

木村 英理 (神戸常盤大学)

論文解説

診療放射線技師をはじめ、医師や看護師など放射線診療に携わる医療関係者は、患者さんやそのご家族等に対し効果的なコミュニケーションを取ることを求められているが、効果的なコミュニケーションの取り方について訓練受けることはほとんどない。

この論文では、アリストテレスの『修辞学』をもとに、エトス、パトス、ロゴス、ストーリーテリングといった説得力のあるアピールと意図を持ったコミュニケーションを行うことで、放射線科学における専門知識を効果的に語るができるとしている。

このテクニックは、筆者自身が、放射線防護部会が開催している“伝わる”医療被ばく相談実践セミナーにて一部紹介しているものであるが、認知・対人・社会心理学的要素をふまえ、効果的なコミュニケーションテクニックが詳細に述べられており、リスクコミュニケーションの実践に向けた一助となる内容となっている。

1. はじめに

市民との放射線コミュニケーションは一般的に、自身や愛する人の健康に関する懸念から発生する。人々は特定の被ばくによる個人的なリスクに焦点を当て、集団統計や低線量での線形非閾値モデルに基づくリスク推定にもかかわらず、個別に適した情報を求める傾向にある。特に、高ストレス状態の人は情報を理解しにくく、ネガティブな情報に集中しやすいため、これが放射線リスク伝達の障害となる。この場合、情報の吸収が阻害されるため、情報が意図通りに伝わるように、思慮深くコミュニケーションをとることが重要である。医療と同様に、情報も受け手に合わせる必要があり、コミュニケーションを始める前に聞き手の情報取得の望みや意図する結果を明らかにし、最も効果的なコミュニケーション手法を選定するプロセスが必要である。これは我々が無意識のうちに行っている人間行動の一環であり、アリスト

テレスは説得力のあるメッセージングにおいて、話し手の道徳的性格（エトス）、聞き手の感情に訴えること（パトス）、話し方そのもの（ロゴス）といった3つの包括的なアピールを強調しており、これらはコミュニケーションを開始する前に考慮すべき重要な要素としている。

2. 効果的なコミュニケーションテクニック

・エトス - 放射線情報の伝達における信頼性

「エトス」とは、放射線情報の伝達においてコミュニケーターの信頼性を指し、主に伝え手の信頼性と好感度に焦点を当てている。専門知識は信頼性の15-20%しか占めず、思いやりや共感が信頼性の約50%を占める。対面での印象形成は最初の9-30秒で行われ、外見だけで100ミリ秒以下で信頼性が判断されることが指摘されている。他の研究によれば、顔を見てからわずか33ミリ秒で信頼性を判断できると報告されている。エトスは服装、髪型、姿勢、顔の表情など、最初に他者が伝え手を見た瞬間に関わる要素であり、印象を与える時間が1秒未満であるため、信頼性の評価はドアを開ける前に決まると強調されている。最初の言葉も重要で、言葉選びやアイコンタクトの有無が印象を左右するとされている。

・パトス - 放射線情報を伝える際の感情

「パトス」は、感情を利用して受け手の心境を変え、好ましい結果を引き出す手法であり、聴衆の感情状態を理解し、メッセージが最も理解され、行動に移される場所に導くことを目的としている。放射線に関する一般市民のコミュニケーションのほとんどは、自分や愛する人の健康を心配している市民とのものである。特に医療界ではそうである。すでに述べたように、ストレスレベルが高くなると、人が情報を吸収する能力は大幅に低下するため、健康不安に伴う高ストレス、疑念、恐怖は、情報消費に対する感情的な障壁となる。このことは、放射線や医療上の利益とリスクに関する情報を、心配する患者や家族に伝えるという困難な仕事にさらに拍車をかけている。

医師をはじめとした医療従事者は、インフォームド・デシジョン・メイキングと放射線リスク情報を効果的に伝えるために、患者の感情的な障壁を減らすことを意図してコミュニケーションをとる必要がある。意図を持って伝えるためには「特定のコミュニケーションで何を成し遂げたいかを知る」、「その目標を達成するための障壁を特定する。」、「成功への障壁を軽減したり取り除いたりするのに役立つ言葉やボディランゲージを選ぶ。」などがあるが、その前にまず患者や市民の高いストレス、疑念、恐怖を軽減するために、思いやり、検証、コミットメント、そして、相手の感情を正当化することが重要であるとしている。

パトスの効果的な利用について、「人々はあなたが何を知っているかを気にする前に、あなたが気にかけていることを知りたがっている」とし、感情を巧みに利用することで、放射線に関する情報伝達が効果的に行われ、患者や市民とのコミュニケーションが向上することが期待される。

・ロゴス - ログトン・コミュニケーションズ・ラドタントン情報

エディンガー（2013年）によれば、「世界中のどんな権威や共感も、人々があなたの話していることを理解しなければ、実際には何の役にも立たない」と述べており、論理的な議論を構築する「ロゴス」において、信頼性である「エトス」があれば、人々は話している内容を理解し、信頼するであろう

う。ただし、放射線情報伝達においては、受け手が 1mSv や 10,000mSv などの数値を理解しておらず、放射線に対する一般の認識の不足が課題となる。放射線に関する情報を伝える上での難しさは、一般の人々が「安全なのか」「どの程度心配すべきか」「がんにならないか」などの具体的な質問に対する答えが難解であることである。科学的には「場合による」が最も正確ながらも、これが健康を心配する人々にとって十分な満足のいく答えではないことが指摘されている。低線量における不確実性に対処する機会があり、これを話題にすることが、放射線リスクコミュニケーションを改善するための大きな可能性とされている。

Journal of Radiological Protection 誌の文書では、低線量におけるリスクの不確実性について技術的な表現が使われていますが、これを理解しやすい形に簡略化する必要がある。例えば、「低線量での発がんリスクは検出できないほど小さいが、それでも誰もががんになりたくない。そのため、放射線量を可能な限り低く抑えている」といった表現が提案されており、リスクコミュニケーションの相手の懸念や技術的理解度を考えつつ、大きな数値や分母を理解しやすい例に置き換えることで、受け手が理解しやすい情報伝達が可能とされている。

・放射線情報を伝えるストーリーテリング

放射線界では、一般的には事実を伝えることが強調されているが、アリストテレスの見解によれば、最も正確な科学的知識でも人々を説得するのは難しく、指導は不可能であるとされている。事実を理解するのは一段階上のプロセスであり、物語やストーリーは個人の経験に親近感をもたらし、情報を共感しやすく、理解しやすくする。物語を通じて情報を伝える方が理解に必要な認知資源が少ないという研究結果もあり、高ストレス状況において有効である可能性がある。ラジオやテレビのニュースでは、科学や医療に関する情報が物語形式で伝えられることが一般的であり、感情を呼び起こし、科学的な情報を一人の人物の物語を通じて伝えることが行われている。これらをふまえ、放射線リスクを説明する際に、ストーリーを活用することを検討すべきだと提案している。信頼性を確立し、ストレスを軽減した後、医師や医療従事者は統計的に典型的な反応を示した人の話を通じて情報を伝え、ケーススタディーを用いることが効果的な手段としている。

3. まとめ

一般の人々との放射線リスクコミュニケーションを向上させるためには、意図をもってコミュニケーションをとるプロセスを学び、実践する必要がある。これには、社会的スキル、ボディランゲージの重要性、共感の示し方、説得力のある議論の組み立て方などが含まれる。医師や医療従事者は、十分なコミュニケーショントレーニングを受けていなくても、健康に関する専門的で高品質な情報を提供することが期待されている。

放射線リスクコミュニケーションを向上させるための簡単な方法は、受け手の関心を積極的に引くことである。聴衆が情報をどのように得るかを理解し、意図する結果を明らかにし、聴衆に質問を投げかけることが重要である。そのためには、相手の情報ニーズや感情状態、知識ベースに基づいて最適なコミュニケーションツールを選択できるよう、コミュニケーションのためのツールを用意する必要がある。言い換えれば、効果的な放射線リスクコミュニケーションは、医学的な診断や治療と同様に、個別化されたアプローチが必要であり、コミュニケーションをパーソナライズするこ

とが求められている。

Association of occupational direct radiation exposure to the hands with longitudinal melanonychia and hand eczema in spine surgeons: a survey by the society for minimally invasive spinal treatment (MIST).

(脊椎外科医における職業上の手への直接放射線被曝と爪甲色素線条および手湿疹との関連性: 最小侵襲脊椎治療(MIST)学会による調査)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Yasukazu Hijikata / European Spine Journal. 2021;30(12).

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

Yasukazu H, Tsukasa K, Yosuke Y, et al. Association of occupational direct radiation exposure to the hands with longitudinal melanonychia and hand eczema in spine surgeons: A survey by the society for minimally invasive spinal treatment (MIST). European Spine Journal. 2021;30(12):3702-3708.

論文紹介著者

宮島 隆一 (鹿児島医療センター)

論文解説

近年、整形外科医の職業被曝に関して、長期間の放射線業務による皮膚がんの労働災害認定事例¹⁾や皮膚の被曝が法定限度を超えたことで医療法人理事長が放射線被曝防止措置怠ったことにより、書類送検される事案²⁾が発生している。特に診断や手術手技において X 線透視を用いる機会が多い整形外科医の手指被曝に対して、整形外科学会においてシンポジウム³⁾や医学誌で職業被曝に対する特集⁴⁾が組まれており、職業被曝に対する放射線防護対策が急務となっている。

今回紹介する論文は、本邦の脊椎外科医 227 名における手指への職業被曝による影響を調査したもので、爪甲色素線条 (LM) が 97 名 43%、手湿疹が 65 名 29% と高率に発生していることや、皮膚がんが 3 名 1% に発生していることを報告しており、手指が直接 X 線にさらされる整形外科医の被曝対策が急務であることを印象付ける論文であった。

- 1) 第 4 回 医療放射線の適正管理に関する検討会 資料 4 「電離放射線障害防止規則等について」
- 2) 労働新聞社ホームページ <https://www.rodco.jp/column/113611/> (accessed 2024.2.4)
- 3) 第 91 回日本整形外科学会 シンポジウム 10 『整形外科医の医療被曝の現状と対策』
- 4) 臨床整形外科 55 巻 2 号 (2020 年 2 月) 特集『整形外科の職業被曝』

1. はじめに

整形外科医は、放射線照射野に直接手を置くことが多いため、手に直接放射線を浴びることによる局所的な健康リスクに注意する必要がある。職業被曝の影響は長い間研究者の注目を集めているが、医師

の手指への直接放射線被曝について皮膚がんとの関連を示した症例報告や、脊椎外科医に比較的好くみられる爪甲色素線条（LM）や手湿疹などの異常所見を検討した研究は乏しい。

本研究の目的は、各個人の右手と左手からなるコホートを用いて、医師の手に対する職業上の直接放射線被曝とLMおよび手湿疹との関連を明らかにすることである。

2. 研究方法

研究対象およびデータ収集

本研究は、日本最小侵襲脊椎治療（MIST）学会の調査として実施された。MIST学会は低侵襲脊椎医療を推進するために結成された学会であり、主に日常的に脊椎外科手術を行っている外科医で構成されている。2020年10月5日から11月5日の期間にウェブアンケートによる調査を実施した。アンケートへの参加を拒否した者、および過去に手への直接放射線被曝の経験がない者は除外した。調査では、以下に述べる転帰および被曝に関する変数に加えて、年齢、性別、整形外科医または脳神経外科医としての勤務年数を収集した。

被曝と転帰の定義

手の放射線被曝は、「どちらの手を透視野に直接かざすことが最も多かったか」という質問で評価した。選択した側を放射線被曝の多い手とし、選択しなかった側を対照とした。さらに、「放射線を用いた手術や治療中に、透視野に直接手をかざしたことが何回ありますか」という質問を用いて、高被曝側への直接被曝の程度を「ほとんどない」、「時々ある」、「よくある」、「常にある」の4段階に分類した。

「指の爪に黒または茶色の縦線がありますか」という質問でLMの有無を調べた（図1）。さらに、どの指にLMがあるかを尋ねた。手湿疹の有無についても質問を行い、手湿疹が指、手のひら、手の甲のいずれにあるかについても調べた。さらに、手の皮膚がんの有無も尋ねた。

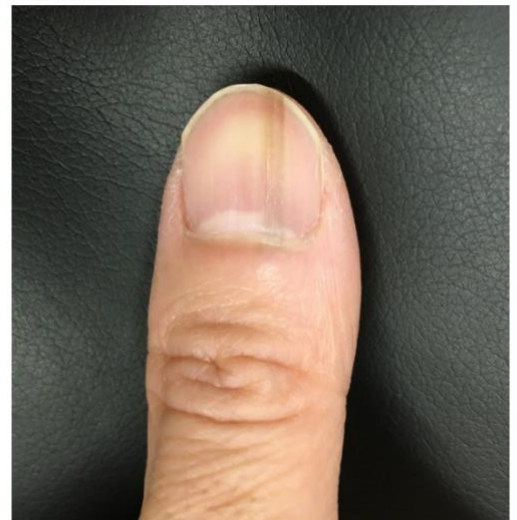


図1 アンケートで代表例として用いられた右手親指の爪甲色素線条

3. 結果

日本MIST学会会員324名を対象にウェブアンケート調査を実施した。229名（70.7%）から回答を得た。最終的に、227名の参加者の合計454人の手が分析された。2名の会員は、手に直接放射線を浴びる機会がないと報告したため除外された。表1に参加者のベースライン特性を示す。大多数は男性で（99%）、年齢の中央値は46歳（IQR：42-50）、整形外科医または神経外科医としての勤務年数の中央値は20年（IQR：14-25）であった。放射線被曝は右手に多く（87%）、144名（63%）の参加者は、直接被曝の程度が「よくある」または「常にある」であった。LM、手湿疹、皮膚がんの有病率はそれぞれ43%、29%、1%であった。

手指ごとの比較では、高線量被曝群では低線量被曝群よりも多くの手指にLMが認められた（それぞれ90 [40%] 対 39 [17%], $p < 0.001$ ）（表2）。手湿疹についても同様の傾向が認められ、高線量被曝群では低線量被曝群よりも多くの手湿疹が観察された（それぞれ63 [28%] 対 33 [15%], $p = 0.001$ ）。多

変量解析では、高線量被曝手は低線量被曝手よりも LM の割合が高く、調整 OR は 3.18 (95%CI : 2.24-4.52) であった (表 2)。手湿疹についても同様の結果が得られ、調整 OR は 2.26 (95%CI : 1.67-3.06) であった。直接放射線被曝の強さに応じた LM および手湿疹の有病率を表 3 に示す。強さが増すにつれて LM の発生率は増加し、線量反応関係が示唆された。手湿疹については、「ほとんどない」、「時々ある」、「よくある」の OR に明確な差はなく、「常にある」のみが 4.16 (95%CI : 2.54-6.81) という高い OR を示した。部位別の LM の観察では、橈骨側に LM が多く観察され、親指は高線量被曝手でも低線量被曝手でも最も多い部位であった (図 3a)。しかし、手湿疹は低線量被曝手よりも高線量被曝手の橈側 3 指 (親指, 第 1 指, 第 2 指) に多く観察され、低線量被曝手では背中や手のひらを含めて比較的均一であった (図 3b)。

表 1 参加者のベースライン特性, および爪甲色素線条, 手湿疹, 皮膚がんの有病率

	Total
	<i>n</i> = 227
Age	46 (42-50)
Male	225 (99)
Work year	20 (14-25)
Right hand exposed	197 (87)
Intensity of direct radiation exposure	
Rarely	20 (9)
Sometimes	63 (28)
Frequently	97 (43)
Almost always	47 (21)
Longitudinal melanonychia	98 (43)
Hand eczema	65 (29)
Skin cancer	3 (1)

Data are presented as number (%) and median (interquartile range)

表 2 各群における爪甲色素線条および手湿疹の有病率と, 低線量被曝群に対する高線量被曝群の調整済み OR 値 低線量被曝群に対する高線量被曝群の修正 OR

	Number	Prevalence of longitudinal melanonychia	Adjusted* OR (95% CI)	Prevalence of hand eczema	Adjusted* OR (95% CI)
Low-radiation exposure	227	39 (17)	Reference	33 (15)	Reference
High-radiation exposure	227	90 (40)	3.18 (2.24-4.52)	63 (28)	2.26 (1.67-3.06)

OR odds ratio; CI confidence interval. Data are presented as number (%)

*Adjusted for intra-individual correlations, age, and number of work years

表 3 直接放射線被曝の強さ別の爪甲色素線条および手湿疹の有病率

	Number	Longitudinal melanonychia	Adjusted* OR (95% CI)	Hand eczema	Adjusted* OR (95% CI)
Low-radiation exposure	227		Reference		Reference
High-radiation exposure					
Rarely	20	5 (25)	0.46 (0.11–1.85)	5 (25)	2.34 (1.08–5.04)
Sometimes	63	19 (30)	2.40 (1.38–4.16)	17 (27)	1.94 (1.21–3.12)
Frequently	97	48 (49)	4.10 (2.61–6.44)	28 (29)	1.82 (1.22–2.71)
Almost always	47	26 (55)	4.92 (2.70–8.97)	15 (32)	4.16 (2.54–6.81)

OR odds ratio; CI confidence interval. Data are presented as number (%)

*Adjusted for intra-individual correlations, age, and the number of work years

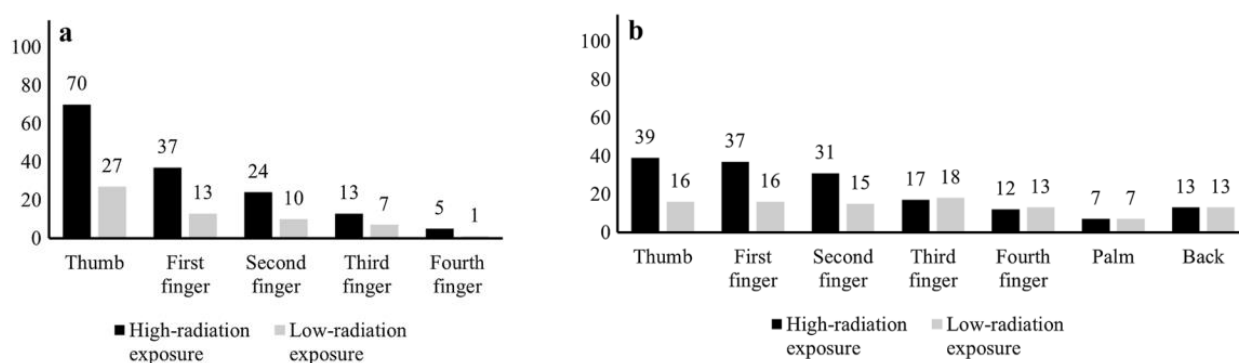


図 3 a 部位別爪甲色素線条の数 , b 部位別手湿疹の数

4. 考察

本研究では、日本 MIST 学会のウェブアンケート調査により、医師の手指の職業性直接放射線被曝と LM および手湿疹との関連を評価した。低線量被曝者の手に対する高線量被曝者の手の LM および手湿疹の有病率の調整済み OR は、それぞれ 3.18 および 2.26 であった。さらに、放射線強度と LM および手湿疹の有病率との間には、線量反応関係が示唆された。

LM および手湿疹は橈骨側に多くみられたという結果は、直接放射線被曝と LM および手湿疹との関連を支持するものである。脊椎疾患の治療において、医師が透視野の上に直接手を置く典型的な状況は 2 つある。一つは、経皮的なペディクル・スクリー挿入の際に、利き手でない方の手で針を持つ場合（利き手はハンマーを握るため）であり、もう一つは、神経根ブロックや脊髄造影の際に、利き手で針を持つ場合である。どちらの状況でも、医師は親指と第 1 指で針をつまむため、橈骨指は他の指よりも放射線照射野の真上に置かれる可能性が高い。手湿疹は低被曝手に一様に認められたことから、放射線被曝以外の原因でびまん性手湿疹が存在した可能性が示唆される。しかし、高被曝手では橈骨指に手湿疹が多かったことから、手湿疹は部分的に放射線被曝に関係している可能性がある。

爪甲色素線条の説明

結論は出ていないが、メラノーマと医療用の電離放射線との関連を支持する証拠がある。放射線の確率的影響は線量とともに増加するが、重篤度は線量に依存しないと考えられている。低線量の放射線被曝でも、被曝の機会が増えるにつれて、多くの種類の DNA 損傷を引き起こす。すなわち、職業性直接放射

線被曝は悪性黒色腫を引き起こす可能性がある。黒色腫はまず、色素性母斑のような暗褐色の外接病変として現れ、LMとして爪下黒色腫(SUM)が観察される。放射線に関連したLMがどの程度臨床的意義があるかは不明である。しかし、極めてまれではあるが、LMにSUMが含まれることがあるので注意が必要であると考えられる。

LMは、血腫、メラノサイトの活性化(炎症性疾患、外傷、非メラノサイト性爪腫瘍、遺伝性疾患、薬剤、感染症)、実際のメラノサイト増殖(良性メラノサイト母斑またはSUM)など、様々な病因に起因することがある。電離放射線がLMの原因として挙げられることは稀であるが、これは既存の証拠が少数の症例報告に限られているためである。本研究の結果は、放射線に関連したLMをLMの診断の一つと考えるべきであることを示唆している。皮膚科領域において、LMはよくみられる問題であり、悪性度の高いSUMとの鑑別は困難な課題である。LMにおけるSUMの割合は不明であるが、生検されたLMの8/84(9.5%)がSUMであったと報告されている。Hutchinson徴候を示す医師のLM、爪の広い範囲を覆うLM、拡大するLMには、より注意を払うべきである。

手湿疹の説明

カテーテル治療を繰り返し受けた患者における背側および腋窩の皮膚障害を中心に、透視によって誘発される慢性放射線皮膚炎が報告されている。職業性放射線被曝による皮膚疾患に関するエビデンスは限られているが、Andreassiらは、746人の医療従事者を対象とした質問票ベースの調査により、心臓カテーテル治療に従事するスタッフにおける皮膚病変に関連した健康障害の高い有病率(8.6%)を報告している。慢性放射線皮膚炎の診断に不可欠な情報は、皮膚病変部位の透視下での手技歴である。したがって、本研究で観察されたような橈側に偏った手湿疹は、慢性放射線皮膚炎と一致する。

高線量放射線が使用され、放射線防護の概念が比較的未解明であった1950年代以前には、患者および治療者におけるがんの発生率は高かった。近年、大規模な集団ベースの研究により、先天性心疾患を有する成人の集団において、心臓手術による低線量電離放射線とがん罹患との関連性が報告された。本研究では、年齢中央値46歳の比較的若い集団のうち、227分の3が手の皮膚がんを報告しているという事実を見逃すことはできない。低線量職業放射線被曝による悪性腫瘍の発生リスクは、わずかではあるが実際に増加しているようである。さらに、放射線誘発性皮膚がんは慢性放射線皮膚炎としばしば関連している。放射線誘発性皮膚がんの潜伏期間は20年以上と考えられているため、直接放射線に頻繁に曝される手の永久湿疹は、数十年間注意深く観察する必要があるかもしれない。

臨床および今後の研究への示唆

明確に言えば、LMや手湿疹のある人は、放射線被曝に対する防護措置が必要なハイリスク集団であると認識すべきである。手指への職業的放射線被曝に対する防護は比較的容易であり、鉗子で針を把持するか、鉛手袋を着用することで達成できる。高リスク集団を特定し、教育することで、手指への慢性的な放射線障害を減らすことができる。さらに、被曝の多い手にLMや手湿疹の有病率が非常に高いという事実は、放射線被曝に対する認識を促し、脊椎外科医だけでなく、透視野に手を置く可能性の高い他の医療従事者においても、直接被曝を避けるための診療の動機付けとなるだろう。また、本研究の結果は、稀ではあるが重大な健康リスクであるメラノーマおよび皮膚癌と職業的な手指への直接放射線被曝との関連を検討する次の大規模研究の動機付けになると考える。

5. 結論

日本 MIST 学会会員を対象としたウェブアンケート調査から、医師の手指への職業性直接放射線被曝は、LM および手湿疹と関連することが示唆された。LM および放射状に偏った手湿疹のある人は、手への放射線被曝が多かった可能性があり、放射線防護を意識すべきである。

Patient follow-up for possible radiation injury from fluoroscopically-guided interventions: Need to consider high cumulative exposure from multiple procedures.

(透視ガイド下インターベンションによる放射線傷害の可能性に関する患者のフォローアップ:複数手技による高い積算線量を考慮する必要性)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Li X / Physica Medica. 2023;106. 102521.

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

Li X, Hirsch JA, Rehani MM, Yang K, Marschall TA, Liu B. Patient follow-up for possible radiation injury from fluoroscopically-guided interventions: Need to consider high cumulative exposure from multiple procedures. Physica Medica. 2023;106. doi:10.1016/j.ejmp.2022.102521.

論文紹介著者

吉井 勇治 (北海道科学大学)

論文解説

透視ガイド下インターベンション (fluoroscopically-guided intervention : FGI) の皮膚線量は、皮膚傷害のしきい値を超える可能性がある。そのため ICRP などのガイドラインは、1 回の手技の基準点空気カーマ (Ka,r) が 5 Gy 以上の患者に対して皮膚傷害の早期発見と管理のための臨床的経過観察を実施することを推奨している。しかし患者は 2 回以上の手技を受けることもあり、1 回の手技の被ばくが傷害を引き起こすには不十分であっても、複数回の暴露に起因して皮膚傷害が生じている可能性がある。この研究では、後ろ向き研究により複数回の FGI を受けた患者とその Ka,r を調査した。その結果、2 回以上の FGI を受けた患者は、FGI を受けた患者全体の 37.4% を占めていた。さらに Ka,r が 5 Gy 未満の 1 回手技の場合でも、365 日以内に積算 Ka,r が 5 Gy 以上の患者が 109 人であり、積算 Ka,r が 9 Gy 以上の患者が 365 日以内に 7 人であった。

1. 背景

FGIの手技は広く行われ、2016年には米国で推定400万件が実施されている。しかし、高度で複雑な FGIは皮膚傷害を引き起こすリスクもある。放射線被ばくによる組織反応は、皮膚線量と時間が深く関係し、即時反応、早期反応、中期反応、後期反応に分けられる。国内外の専門機関は、皮膚傷害を防止するためにガイドラインを策定し、1件ごとの手技について基準点空気カーマ(Ka,r)が5 Gy以上の場合、放射線傷害の可能性について患者を追跡調査することを推奨している。

放射線照射による生体損傷は、短い時間に修復が起こり、間隔をあけて複数回照射することで放射線被ばくの影響が緩和されることが知られている。しかし前回の放射線の影響が残っていると、その後の

処置による皮膚傷害も増加する可能性がある。ヒトの表皮のターンオーバーは約5週間であるが、脱毛など皮膚への影響から完全に回復するにはさらに時間がかかり、40週間を超えることもある。

皮膚傷害は、複数の手技による積算被ばく、特に短期間に行われた手技によって引き起こされる可能性がある。Padovaniらは経皮的冠動脈形成術をうけた患者3,332人のうち41%が、調査期間（4.7年間）に複数回の手技を受けていると報告している[1]。しかし複数回のFGIによる被ばくの累積に関する情報はまだ不足している。この研究の目的は、個々の処置の $K_{a,r}$ 値が5 Gy未満であるが、積算 $K_{a,r}$ が5 Gy以上である患者の頻度を定量化することである。著者らの知る限りでは、FGIの積算線量を評価する際にどのような期間を考慮すべきかについての具体的な仕様は存在しない。そのため本研究は、積算線量に関する将来の線量管理システムに包括的な情報を提供することを期待して、数日から半年、1年までの時間枠で調査する。

2. 方法

2016年1月から2021年6月の間に三次医療機関で行われたFGIを対象とし、合計37917件を解析した。被ばく情報（患者照射基準点線量 $K_{a,r}$ 、面積空気カーマ積算値 P_{KA} 、透視時間）は、Siemens Healthcare社のArtisシリーズのシングルプレーン6台、バイプレーン3台を含む透視撮影システムから取得した。 $K_{a,r}$ が5 Gy未満の複数回の手技を受けた患者の、2日、7日、14日、30日、183日、365日以内のすべての手技の $K_{a,r}$ を積算して評価した。

3. 結果

対象期間の患者19,519人に対する合計37,917回の手技の分析より、1回のFBI手技である患者が12,212人（62.6%）、複数回である患者が7,307人（37.4%）であった。最大線量は1回手技が12 Gy、複数回手技が9.1~14.1 Gyであった。1回手技で $K_{a,r}$ が5 Gy以上の患者は86名であった。 $K_{a,r}$ が5 Gyを超えない手技を複数回受けることにより365日以内に積算値が5 Gy以上の患者は109名であった（表1）。複数回手技により183日以内に5 Gy~9 Gy以上の被ばくをした患者の分布は1回手技の分布と同程度であった。表2に30日間積算 $K_{a,r}$ が5 Gy以上の患者38名の患者の臨床的適応、 $K_{a,r} < 5$ Gyの処置回数30日間積算 $K_{a,r}$ を示す。年齢は18~39歳（11人）、40~59歳（11人）、60~86歳（16人）で、全体の年齢中央値は57歳であった。臨床的適応は、出血(47.4%)、悪性または良性腫瘍(18.4%)、血栓症(13.2%)、動静脈瘻または奇形(10.5%)、外傷(5.3%)、慢性胆嚢炎(2.6%)、前立腺過形成(2.6%)であった。

表 1. 1回のFBI手技で5 Gy以上の患者数と複数回（各手技の $K_{a,r}$ は5 Gy未満）で5 Gy以上の患者数

$K_{a,r}$ threshold	Single procedure	Procedures within a time interval					
		2 days	2-7 days	2-14 days	2-30 days	2-183 days	2-365 days
≥5 Gy	86	6	17	25	38	85	109
≥6 Gy	44	3	7	11	17	44	57
≥7 Gy	21	2	5	8	9	23	36
≥8 Gy	13	1	1	2	3	9	12
≥9 Gy	6	1	1	2	2	5	7

表 2. $K_{a,r}$ が 5 Gy を超えない手技の累積により 30 日積算 $K_{a,r}$ が 5 Gy 以上になった患者 38 人の積算 $K_{a,r}$ ，臨床的適応，手技回数 (N)．日数 \leq 14 の場合，14 日積算 $K_{a,r}$ 値と 30 日積算 $K_{a,r}$ 値は等しい．括弧内の値は 14 日間の処置数と積算 $K_{a,r}$ を示す．

Age (year)	N	No. of days	Cumulative $K_{a,r}$ (Gy)	Clinical indication	Procedure type
18-29	7 (5)	30	14.1 (11.4)	Head trauma	Neurosurgery imaging
50-59*	2	3	9.1	Inferior vena cava thrombosis, extensive bilateral lower extremity deep vein thrombosis	Inferior vena cava/iliac angioplasty and stent
80-89	4 (2)	20	8.8 (7.8)	Duodenal ulcer with bleeding	Mesenteric angiogram/arterial embolization
30-39	2	2	7.9	Bleeding gastric varices	Variceal embolization
40-49	5 (3)	23	7.6 (7.5)	Chronic cholecystitis and biliary stricture	Cholangiogram, drainage, cholangioplasty
40-49	8	11	7.3	Ruptured left posterior communicating artery aneurysm	Neurosurgery imaging
40-49	3	6	7.2	Bleeding gastric varices	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt, variceal embolization
30-39	5 (4)	24	7.1 (6.4)	Congenital absence of infrarenal inferior vena cava with extensive bilateral lower extremity deep vein thrombosis	Venous thrombolysis and thrombectomy
80-89	2	14	7.0	Benign prostate hyperplasia	Prostate arterial embolization
60-69	5	10	7.0	Gastrointestinal bleeding	Mesenteric angiogram/arterial embolization, tunneled small-bore catheter
70-79	4 (3)	23	6.9 (4.5)	Gastric antral vascular ectasia, gastrointestinal bleeding	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt, mesenteric angiogram/arterial embolization
80-89	2 (1)	20	6.6 (3.7)	Abdominal aortic aneurysm	Vascular surgery imaging
70-79	2 (1)	16	6.6 (3.6)	Gastrointestinal bleeding	Mesenteric arterial embolization, vascular surgery imaging
60-69	5 (1)	25	6.4 (3.5)	Borden type III dural arteriovenous fistula	Neurosurgery imaging, inferior vena cava filter
60-69	2 (1)	26	6.3 (4.7)	Occipital dural arteriovenous fistula	Neurosurgery imaging
30-39	2 (1)	18	6.2 (3.1)	Superior mesenteric vein and portal vein thrombosis	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt, venous thrombolysis
30-39	2	10	6.1	Hepatic adenoma	Hepatic artery embolization
30-39	13 (9)	18	6.0 (4.4)	Vasospasm, subarachnoid hemorrhage	Neurosurgery imaging
70-79	2	6	5.9	Metastatic colorectal cancer	Pre- and selective internal radiation therapy
40-49	3 (2)	20	5.9 (4.6)	Alcoholic cirrhosis, bleeding esophageal varices	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt, splenic artery embolization
50-59	2	2	5.8	Pulmonary arteriovenous malformation	Sclerotherapy and embolization
30-39	3	12	5.8	Hemorrhagic pancreatitis, femoral vein thrombosis and thrombocytopenia	Mesenteric embolization, inferior vena cava filter
80-89	2	5	5.7	Mesenteric hematoma, gastroduodenal artery aneurysm	Mesenteric angiogram with embolization
60-69	2	8	5.6	Hepatocellular carcinoma	Pre- and selective internal radiation therapy
18-29	3 (2)	17	5.6 (5.0)	Juvenile nasopharyngeal angiofibroma	Neurosurgery imaging
50-59	7	12	5.5	Vasospasm, subarachnoid hemorrhage	Neurosurgery imaging
30-39	3 (3)	22	5.4 (3.8)	Post lung transplant with aspergillosis, hemoptysis, bleeding	Pulmonary artery angiogram and embolization
18-29	2	2	5.4	Deep vein thrombosis	Pelvic and lower extremity venogram with angioplasty
30-39*	2	12	5.3	Mesenteric thrombosis	Transjugular intrahepatic portosystemic shunt, mesenteric arterial embolization
70-79	3	8	5.3	Hemoptysis, bleeding	Bronchial artery angiogram and embolization
70-79	2	13	5.3	Hepatocellular carcinoma	Transarterial chemoembolization
40-49	2	3	5.2	Bleeding gastric varices	Balloon-occluded retrograde transvenous obliteration, transjugular intrahepatic portosystemic shunt
60-69	2	8	5.2	Hepatocellular carcinoma	Pre- and selective internal radiation therapy
70-79*	2	4	5.1	Trauma with hepatic and renal pseudoaneurysm	Percutaneous nephrostomy catheter, hepatic artery embolization, renal embolization
50-59	3 (2)	24	5.1 (3.5)	Left jugular foramen dural arteriovenous fistula	Neurosurgery imaging
50-59	4 (4)	30	5.1 (5.1)	Choledocholithiasis, bleeding	Mesenteric angiography, biliary stone removal and drainage catheter
50-59	2	10	5.1	Retroperitoneal hemorrhage	Mesenteric and retroperitoneal angiograms with embolization
60-69	4 (2)	29	5.0 (3.3)	Metastatic colorectal cancer	Pre- and selective internal radiation therapy

*Three denoted subjects also underwent single FGI procedure of $K_{a,r}$ greater than 5 Gy.

4. 考察

$K_{a,r}$ が 5 Gy 以上の患者の追跡に関する国際ガイドラインが定められてから 10 年が経過し，放射線誘発性の皮膚傷害の早期に発見できるように多くの医療機関は線量管理を実施している．このような線量管理が広く認識されることは，放射線被ばくを軽減し，患者と作業者の両方の放射線安全性を向上させ

るのに寄与している。本研究では調査期間 5 年半の間に実施された手技のうち、7,307 人 (37.4%) が複数回の手技を受け、これは Padovani らが報告した 41%に近い割合であった[1]。1 回の手技で Ka,r が 5 Gy 以上の患者は 86 人 (0.23%) であった。365 日以内の複数回の手技により積算 Ka,r が 5 Gy 以上の患者が 109 人であった。2, 7, 14, 30, 183 日という短い間隔で 5 Gy 以上の患者は、それぞれ 6, 17, 25, 38, 85 人であった。本研究の対象者全体の 0.03%が一過性の紅斑を含む組織反応を示した。発生数は少ないが、1 回手技または 30 日以内に 5 Gy 以上の患者をフォローするためのガイドラインや方針を確立することは不可欠である。

積算 Ka,r が 9 Gy 以上は、一回の手技の場合が 6 名に対して、183 日以内が 5 人、365 日以内が 7 人であった。FGI による皮膚傷害の症例は多く報告されている [2]。放射線組織反応には皮膚線量と時間の関係がある。一過性の紅斑は処置後数日で見られる場合があるが、重大な傷害は、放射線照射後、放射線で死滅した重要な数の細胞の再増殖が完了していない数週間までは表面化しない可能性がある。放射線量が皮膚表面から数センチメートル下の構造に影響を与えるほど高い場合、晩期症状は約 1 年後まで現れないことがある。Balter らは約 4 時間にわたる経皮的冠動脈形成術により推定最大皮膚線量 20~40 Gy と推定される 60 歳男性の悶絶壁地の苦しみの体験を報告している[3]。国際ガイドラインによれば、患者追跡調査の 1 つの目標は、このような患者の発生を回避することである。本研究は、 $Ka,r < 5$ Gy かつ 2~365 日以内の複数回の手技による高い積算 Ka,r (5~14 Gy)を考慮する必要性を強調している。さらなる研究が必要であるが、医療機関は、複数回の手技を受けた患者に発生する可能性がある放射線影響を適切に管理するために、積算線量と期間を考慮する必要があるかもしれない。例えば 14 日間の時間間隔で積算 $Ka,r \geq 7$ Gy、および 30 日間で ≥ 9 Gy を基準することである。最終的には、国際機関による合意形成が必要となるだろうが、本研究はそれに対して示唆を与えるデータを提供している。

5. 結論

本研究の調査では 1 回手技のうち 5 Gy 以上の患者が 0.23% (86/37,917) であり、国内外のガイドラインに基づく患者追跡調査の対象であった。2 回以上の手技を受けた患者は全体の 37.4% (7,307/19,519) であった。さらに、 Ka,r が 5 Gy 未満の 1 回手技の場合でも、365 日以内で積算 Ka,r が 5 Gy 以上の患者が 109 人であり、積算 Ka,r が 9 Gy 以上の患者が 365 日以内で 7 人であった。複数回手技による積算 Ka,r に対する患者追跡調査のガイドラインはないが、皮膚傷害に対する線量管理を行う上で、2~365 日の期間の積算 Ka,r が 5~14 Gy になる可能性を考慮する必要がある。

参考文献：

- [1] R. Padovani et al. Retrospective evaluation of occurrence of skin injuries in interventional cardiac procedures. *Radiat Prot Dosim*, 117 (1-3) (2005), pp. 247-250
- [2] B. Liu et al. Radiation dose monitoring for fluoroscopically guided interventional procedures: effect on patient radiation exposure. *Radiolo Gy*, 290 (3) (2019), pp. 744-749
- [3] S. Balter et al. Fluoroscopically guided interventional procedures: a review of radiation effects on patients' skin and hair. *Radiolo Gy*, 254 (2) (2010), pp. 326-341

放射線防護部会誌／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・古賀佑彦
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 放射線防護に関連した著書の紹介／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—線量測定的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ガイダ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—アンケートにみる原因と対策／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/佐藤斉
(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「これからの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-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 原子力時代のパイオニア 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「これからの放射線防護分科会」／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

フレッシューズセミナー要旨 「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「どうしてですか、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 暁

(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 回周期学術大会)抄録
集

「どうしてですか、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
巻頭言「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
巻頭言「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 斉藤岩男氏を偲ぶ

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
巻頭言「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
巻頭言「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
巻頭言「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
巻頭言「放射線防護 雑感」／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
巻頭言「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
巻頭言「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」／福土政弘
(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か答えませんか—」／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アシンポジウム「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
巻頭言「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—」
(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
巻頭言「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—／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
巻頭言「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
巻頭言「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

フレッシュセミナー
「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
巻頭言「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
巻頭言「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 眞
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

巻頭言「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 —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

巻頭言「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

巻頭言「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)

巻頭言「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 禎久

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／栃原 秀一

第 35 回放射線防護分科会要旨

教育講演

「ICRP2007 年勧告について - 第 2 専門委員会の取り組み-」／石樽 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／小笹晃太郎

(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) 精中委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 禎久

(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 斉

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／栃原 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」／鎌石 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 -急性障害と晩発障害-」／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 聡
6. 我が国の小児 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方法」 /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～ /畝山智香子

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」／鏑田 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

第 49 号 (2019.10.17 発行)

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」／松原 孝祐

第 49 回放射線防護部会要旨

教育講演

「医療被ばくに対する ICRP の考え方」／五十嵐 隆元

テーマ「新しい Japan DRLs に向けて」

1. 「一般撮影」／浅田 恭生

2. 「マンモグラフィ・歯科口内法 X 線撮影」／根岸

徹

3. 「CT」／竹井 泰孝

4. 「透視」／加藤 英幸

5. 「IVR」／坂本 肇

6. 「核医学」／對間 博之

専門部会講座（放射線防護部会：入門編）医療被ばくの共通認識／磯辺 智範

専門部会講座（放射線防護部会：専門編）線量概念の3つのエッセンス／森 祐太郎

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）／森 祐太郎

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)／平田 悠真

防護分科会誌インデックス

第 50 号 (2020.4.1 発行)

巻頭言「いつか来た道」／五十嵐 隆元

第 50 回放射線防護部会要旨

寄稿

「コーチング型マネジメントの可能性」／黒川 信哉

テーマ「医療現場におけるコミュニケーションの重要性」

1. 医療現場に求められる専門職者間のコミュニケーションスキルと効果／岡本 華枝

2. 被検者を対象とした医療放射線リスクコミュニケーションに必要なスキル／五十嵐 隆元

3. 医療スタッフを対象とした医療放射線の取り扱い研修に必要なコミュニケーションスキルと実際」／越智 悠介

専門部会講座（放射線防護部会：入門編）一問一答、放射線被ばくに関するよくある質問／磯辺 智範

専門部会講座（放射線防護部会：専門編）発がんのメカニズム：時代遅れにならないために／島田 義也

世界の放射線防護関連論文紹介

1. New evidence supporting lung cancer screening with low dose CT & surgical implications.

（低線量肺がん CT スクリーニングを支持する新しいエビデンスと外科的意義）／西丸 英治

2. Quantification of Avoidable Radiation Exposure in Interventional Fluoroscopy With Eye Tracking Technology

（アイトラッキング技術を用いた透視下 IVR における回避可能な放射線被ばくの定量化）／塚本 篤子

防護分科会誌インデックス

第 51 号 (2020.10.1 発行)

巻頭言「10 年目を迎える福島第一原発事故からの原点回帰」／大葉 隆

第 51 回放射線防護部会要旨

特別誌上講座

[ゴール達成型学習デザイン (ゴールド・メソッド) に基づく医療コミュニケーションテクニック]／岡本 華枝

テーマ「歴代部会長による寄稿 ～今後の放射線防護部会に期待する事～」

1. 放射線防護部会に期待する事／水谷 宏

2. 医療放射線被ばくの世界に関わって／鈴木 昇一

3. 放射線防護部会に期待すること／五十嵐 隆元

4. リスクと放射線防護／塚本 篤子

5. 放射線防護部会の役割と今後の取り組みについて／松原 孝祐

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Monte Carlo simulations of different CT X-ray energy spectra within CTDI phantom and the influence of its changes on radiochromic film measurements. (CTDI ファントム内の異なる CT X 線エネルギースペクトルにおけるモンテカルロシミュレーションがラジオクロミックフィルム測定に及ぼす影響)／小林 正尚

2. Simulation of scattered radiation during intraoperative imaging in a virtual reality learning environment. (仮想現実学習環境での術中イメージング中の散乱放射線のシミュレーション)／西 和紀

3. Gonad shielding in pelvic radiography: modern optimized X-ray systems might allow its discontinuation. (骨盤 X 線撮影における生殖腺防護: 最新の最適化された X 線システムにより中止を可能にするかもしれない)／竹井 泰孝

4. Investigation of the cumulative number of chromosome aberrations induced by three consecutive CT examinations in eight patients. (8 人の患者における 3 連続 CT 検査により誘発された染色体異常の調査)／森 祐太郎

防護分科会誌インデックス

第 52 号 (2021.4.1 発行)

巻頭言「放射線防護学」はどうあるべきか／松原 孝祐

第 52 回放射線防護部会要旨

教育講演

「医療用放射線の安全管理に関する研修と有害事例等発生時の対応の概要」／藤淵 俊王

テーマ「医療用放射線の安全管理に関する研修と有害事例等発生時の対応の概要」

1. 医療用放射線の安全管理に関する研修の実例／木口 雅夫

2. 過去の有害事例と有害事例等発生時の対応体制の構築／加藤 守

3. 医療従事者と患者様との情報共有の実例／笹崎俊宏

専門部会講座⑫放射線防護(入門編)シミュレーションのススメ／小林 正尚

専門部会講座⑬放射線防護(専門編) リニアック放射化物管理状況と今後の課題／川村 慎二

世界の放射線防護関連論文紹介

1. No significant association between stable iodine intake and thyroid dysfunction in children after the Fukushima nuclear disaster: An observational study (福島原発事故後の子供たちにおける安定ヨウ素剤の摂取と甲状腺機能障害に有意な関係性が見られず：観察研究)／大葉 隆

2. Biological effects of low-dose chest CT on chromosomal DNA (低線量胸部 CT が染色体 DNA に及ぼす生物学的影響)／西丸 英治
防護分科会誌インデックス

第 53 号 (2021.10.1 発行)

巻頭言「人の心に寄り添えるリスクコミュニケーションの実践」／木村 英理

第 53 回放射線防護部会要旨
教育講演

「バイオドシメトリで見る放射線の生物影響」／阿部 悠

テーマ「医療被ばく相談における線量の考え方」

1. 実効線量って何？－定義と考え方－／広藤 喜章

2. ICRP Publ.102 の k factor を用いた実効線量推定法の問題点／小林 正尚

3. 線量管理システムによる実効線量計算／竹井 泰孝

4. 医療被ばくの説明における「線量」の扱い方／五十嵐 隆元

放射線防護 (入門 6) 放射線管理－施設管理－／吉井 勇治

放射線防護 (専門 1) 放射線治療の防護に必要な基礎知識－X 線から粒子線まで－／森 祐太郎, 医療被ばく評価－核医学検査－／飯森 隆志

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Development of computer simulator ‘Kawauchi Legends’ as disaster response medical training software: overcoming the COVID-19 pandemic (災害対応医療訓練ソフトウェアであるコンピューターシミュレーター「Kawauchi Legends」の開発：COVID-19 パンデミックの克服)／大葉 隆

2. Reduction of Operator Hand Exposure in Interventional Radiology With a Novel Finger Sack Using Tungsten-

containing Rubber (タングステン含有ゴムを用いた新型フィンガーサックによる IVR における術者手指被ばくの低減)／宮島 隆一

3. Pediatric radiation dose and cancer risk associated with body effective diameter during CT thorax examination

(胸部 CT 検査時の体有効径に関連する小児の放射線量とがんリスク)／西丸 英治

防護分科会誌インデックス

第 54 号 (2022.4.14 発行)

巻頭言「医療放射線を取り巻く状況の変化により求められるスキル」／宮島 隆一

第 54 回放射線防護部会要旨

教育講演

「生殖腺防護の要否に関するエビデンス」／島田 義也

テーマ「小児股関節撮影における生殖腺防護」

1. 小児股関節撮影における生殖腺防護に関する検討班報告書の詳細／広藤 喜章

2. 小児股関節撮影で放射線科医が求める情報／宮 寄 治

3. 小児股関節撮影で整形外科医が求める情報／江口 佳孝

4. 生殖腺や胎児防護に関する相談の事例から／五十嵐 隆元

放射線防護 (入門) 放射線防護体系－被曝の種類と基準値－／小林 正尚

放射線防護 (入門) 被ばくに関する説明－リスクコミュニケーションの基礎－／木村 英理

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Simulation study on radiation exposure of emergency medical responders from radioactively contaminated patients. (放射線物質に汚染された患者から受ける救急隊員の被ばくシミュレーション)／大葉 隆

2. Do we really need the “detriment” for radiation protection? (放射線防護において「デトリメント」が本当に必要か?)／森 祐太郎

3. Low-dose CT of the abdomen: Initial experience on a novel photon-counting detector CT and comparison with energy-integrating detector CT. (腹部の低線量 CT, フォトンカウンティング検出器 CT の初期使用経験と従来型検出器 CT との比較)／西丸 英治

防護分科会誌インデックス

第 55 号 (2022.10.7 発行)

巻頭言「新時代に突入した放射線防護の波に乗ろう」／森 祐太郎

第 55 回放射線防護部会要旨

教育講演

「被ばく相談に必要なスキル－被ばく相談における現状と問題点について－」／竹井 泰孝

テーマ「チームで行うリスクコミュニケーションに

向けて」

1. リスクコミュニケーションの現状－医師の立場から－／赤羽 正章
2. リスクコミュニケーションの現状－看護師の立場から－／野口 純子
3. リスクコミュニケーションの現状－診療放射線技師の立場から－／五十嵐 隆元
4. リスクコミュニケーションの現状－診療放射線技師教育の立場から－／小林 正尚

放射線防護 (入門) 放射線災害－放射線事故－／西丸 英治

放射線防護 (専門) 放射線管理－放射線業務従事者の管理－／藤淵 俊王

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Hippocampal Avoidance During Whole-Brain Radiotherapy Plus Memantine for Patients with Brain Metastases: Phase III Trial NRG Oncology CC001. (脳転移への全脳照射では海馬回避により認知障害を減らせる: NRG Oncology CC001) / 宮島 隆一

2. Review of engagement activities to promote awareness of radiation and its associated risk amongst the Japanese public before and after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. (福島第一原子力発電所事故の前後における日本国内の放射線と関連するリスクの認識を促進するための学会活動のレビュー) / 大葉 隆

防護分科会誌インデックス

第 56 号 (2023.4.13 発行)

巻頭言「DRLs 2025」／五十嵐 隆元

第 56 回放射線防護部会要旨

教育講演

「トリチウムの生体影響に関するエビデンス」／田内 広

テーマ「福島第一原発事故の風評対策と放射線知識の普及」

1. 福島県「県民健康調査」におけるリスクコミュニケーション活動／田巻 倫明
2. ぐるぐるプロジェクト/ラジエーションカレッジがもたらす効果／アミール 偉
3. 放射線の正しい理解を広めるために ～今福島から伝えたいこと～／五月女 康作
4. 放射線イメージ表現を用いた情報提供の有効性／竹西 亜古

放射線防護 (専門) 放射線被ばくによる人体影響－組織反応と確率的影響－／竹井 泰孝

放射線防護 (入門) X 線透視における被ばく管理／宮島 隆一

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Communicating radiation risk to patients: Experiences among radiographers in Norway. (患者への放射線リスクの伝え方 ノルウェーにおける診療

放射線技師の取り組み) / 木村 英理

2. Justification of CT practices across Europe: results of a survey of national competent authorities and radiology societies. (ヨーロッパにおける CT 診療の正当化: 各国の所轄官庁と放射線学会に対する調査結果) / 小林 正尚

3. Effectiveness of staff radiation protection devices for interventional cardiology procedures. (心臓インターベンション治療におけるスタッフの放射線防護デバイスの有効性) / 松原 孝祐

4. Comparison of all solid cancer mortality and incidence dose-response in the Life Span Study of atomic bomb survivors, 1958-2009. (原爆被爆者の寿命調査 [1958-2009 年] における全固形がん死亡率および罹患率の線量反応比較) / 森 祐太郎

5. Radiation dose of the eye lens in CT examinations of the brain in clinical practice - the effect of radiographer training to optimize gantry tilt and scan length -. (臨床現場における頭部 CT 検査の水晶体被ばく線量について－ガントリーの傾きとスキャン長を最適化するための放射線技師トレーニングの効果－) / 西丸 英治

6. Young people's perspectives of thyroid cancer screening and its harms after the nuclear accident in Fukushima Prefecture: a questionnaire survey indicating opt out screening strategy of the thyroid examination as an ethical issue. (福島県における原発事故後の甲状腺がんスクリーニングとその弊害に関する若者達の考え: アンケート結果を基にした甲状腺検査のオプトアウト手法の倫理的問題) / 大葉 隆
放射線防護部会誌 / 分科会誌インデックス

第 57 号 (2023.10.27 発行)

巻頭言「生殖腺防護, それって本当に必要?」 / 吉井 勇治

第 57 回放射線防護部会要旨

教育講演

「水晶体被ばく防護の現状と対策」 / 千田 浩一

テーマ「電離放射線障害防止規則改定後の放射線業務従事者の被ばく管理について」

1. 電離放射線障害防止規則改定前後での個人被ばく線量の変化 / 犬飼 裕司
2. ポケット線量計を用いた不均等被ばく管理の問題点 / 竹井 泰孝
3. 血管造影領域における水晶体被ばく管理 / 陣野 豊
4. 消化管・整形領域における水晶体被ばく管理 / 中上 晃一

放射線防護 (入門) 放射線防護体系－基本的な考え方と国内外の主な組織－ / 大葉 隆

放射線防護 (専門) 放射線災害－医療対応について－ / 西丸 英治

第 81 回撮影部会 A 要旨 (学術委員会 共催)

テーマ「X線単純撮影における再撮影を考える ～その撮影、本当に必要ですか?～」

座長提言

1. X線単純撮影における再撮影を考える～シンポジウムの概要～/中前 光弘
2. 亀田総合病院における現状の分析と対策例/小野 雄一郎
3. 山口大学医学部附属病院における現状の分析と対策例/叶屋 苑
4. 再撮影の判断基準/関 将志
5. 再撮影判定のための画像評価/太田 雪乃
6. 再撮影を含めた検査総線量低減の取り組み～プレショットの実際～/森田 康介
7. 放射線防護の観点から見た再撮影/広藤 喜章
8. 線量管理から見た再撮影/上野 登喜生

第 2 回“伝わる”医療被ばく相談実践セミナー参加報告/川西 義浩/安武 翼

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Performance Evaluation of Radiation-Shielding Materials and Process Technology for Manufacturing Skin Protection Cream. (放射線遮蔽材料の性能評価と皮膚保護クリーム製造プロセス技術) /伊藤 肇
2. SIZE - specific dose estimate for lower - limb CT. (下肢 CT 検査のための SSDE) /小林 正尚
3. Evaluation of operator eye exposure and eye protective devices in interventional radiology: Results on clinical staff and phantom. (IR における術者の水晶体被ばくと防護デバイスの評価: 臨床とファントム実験) /田中 拓郎
4. Real-time estimation of patient-specific dose distributions for medical CT using the deep dose estimation. (深層学習による線量推定 (DDE) を用いた医療用 CT での患者個別線量分布のリアルタイム推定) /永井 良明

放射線防護部会誌/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わ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、業務運営にかかわるすべては、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

2024年1月1日(月)に発生した石川県能登地方を震源とする地震(令和6年能登半島地震)により、犠牲となられた方々にお悔やみを申し上げますとともに、被害に遭われた会員の皆様に心よりお見舞い申し上げます。また、一日も早い復興を心よりお祈りいたします。

放射線防護部会としては、常に災害が身近にある環境、特に原子力災害下においては必要な医療を迅速に提供し、職員や住民に正確な放射線の情報を伝え、不安を軽減することができるような診療放射線技師を目指し、日々活動を行っていく所存です。

さて、第80回日本放射線技術学会総会学術大会時に開催される、第58回放射線防護部会のテーマは、「ICRP Pub.147「放射線防護における線量の使用」と医療における放射線防護のあり方」です。実効線量は放射線防護上の規制や管理に用いられる世界共通の物差しであるはずが、健康リスクを基礎にした線量概念であるためリスク評価に誤って扱われていること、等価線量と単位が同じであるため混乱が起きやすいことなど、さまざまな問題

が指摘されています。近年、国際放射線防護委員会が発刊した勧告147「Use of dose quantities in radiological protection」では、放射線防護に関連した線量の使用方法を明確に説明するとともに、さらには、実用量の取り扱いに関する線量体系の変更についても言及しているようです。今後、放射線を取り扱う職種が「線量」を適切に取り扱い、それを管理していくためには既存知識を新しいルールにアップデートする必要があります。

今回の部会企画では、国際放射線防護委員会勧告147の概要を学ぶとともに、線量体系の変更に関心を寄せ、それぞれの立場からどのように備えるかについて、教育講演では日本文理大学の甲斐先生をお呼びし、様々な視点からシンポジウムを通して皆様と議論したいと思います。この貴重な機会に特に臨床の現場で従事されている会員の皆様方には多く参加して頂き、最新の知見を取り入れ、ブラッシュアップのお役に立てていただければと願っております。

放射線防護部会委員 田中 拓郎
(鳥取大学医学部附属病院)

放射線防護部会誌 第58号

発行日：2024年4月11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

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	いとう はじめ 伊藤 肇	東千葉メディカルセンター h-ito@tkmedical.jp
	おおほ たかし 大葉 隆	福島県立医科大学 tohba@fmu.ac.jp
	きむら えいり 木村 英理	神戸常盤大学 e-kimura@kobe-tokiwa.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
	たなか たくろう 田中 拓郎	鳥取大学医学部附属病院 takurotanaka@tottori-u.ac.jp
	みやじま りゅういち 宮島 隆一	国立病院機構鹿児島医療センター miyajima.ryuichi.wk@mail.hosp.go.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
	よしい ゆうじ 吉井 勇治	北海道科学大学 yoshii-y@hus.ac.jp

放射線防護部会オリジナルホームページ

<http://www.bougo.jsrt.or.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)