

令和7年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）

放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究

(25IA1007)

(研究代表者：細野 眞)

総括研究報告書

研究代表者 細野 眞 近畿大学医学部放射線医学教室 教授
研究分担者 山口一郎 国立保健医療科学院生活環境研究部 特任研究官
高橋健夫 埼玉医科大学総合医療センター放射線腫瘍科 教授
赤羽正章 国際医療福祉大学医学部放射線医学 教授
奥山智緒 滋賀県立総合病院 臨床研究センター 上席専門研究員
東 達也 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子医科学研究所 分子イメージング診断治療研究部 部長
松原孝祐 金沢大学医薬保健研究域保健学系 教授

研究要旨

【目的】本研究は、放射線診療が日進月歩に発展し必須の医療手法となった現代において、国民にさらに安全かつ有効に放射線診療を提供するための放射線防護の基準を検討することを目的として実施した。

【方法】本研究の実施方法として、公開資料の調査、アンケート調査実施、線量測定、学協会との情報共有等を通じて、データに基づいて放射線防護の確保と放射線診療の質と安全の向上のための基準や指針の資料を作成した。研究実施を通じて国際的な指針や基準の動向を調査し、それについての国内制度のハーモナイゼーションの観点を持って取り組んだ。

【結果および考察】それぞれの分担課題において、国際的な医療放射線防護の指針とのハーモナイゼーションの観点を取り入れながら、国内の医療実態の調査、実態に即した課題の解決、基準の作成などに取り組んだ。分担課題は次のとおりである。1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成（1-1 核医学診療施設における排泄の希釈の合理的な運用に関する研究、1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成、1-3 切除不能肝癌の治療に用いられるイットリウム-90微小球体を用いた選択的内照射療法に関する

る放射線防護措置について)、2 医療放射線防護の国内実態に関する研究 (2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究、2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討、2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力、2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究)、3 放射線治療における放射線防護に関する研究 (診療用高エネルギー放射線発生装置の届出 (申請) と変更届出 (申請) について)、4 放射線診断・IVR における放射線防護の基準作成 (X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果)、5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究 (5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討、5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資材の作成)、6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定、7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究。

【結論】診療用放射線の利用が発展し多様化・複雑化する現代において、国内外の放射線防護の基準や指針はますます重要となっていることを再確認した。本研究を通じて新しい知見を収集し、放射線防護の整備に向けて諸分野の専門家が連携して広い視点から共同研究を実施したことは有意義であったと考えられる。

A. 研究目的

本研究は、放射線診療が日進月歩に発展し不可欠の医療手法であり続けている現代において、国民にさらに安全かつ有効に放射線診療を提供するための放射線防護の基準を検討することを目的として実施した。

医療における放射線利用の質と安全を高めることは国際的に重要な課題であると認識されている。国際放射線防護委員会 (ICRP) や国際原子力機関 (IAEA)、世界保健機関 (WHO) などの国際機関が協力して医療放射線防護の諸課題に取り組んでいる。

本研究の実施期間中に、医療放射線防護の活動の象徴的なイベントである IAEA 主催の International Conference on Radiation Protection in Medicine: X-ray Vision が 2025 年 12 月 8-12 日に IAEA のオーストリア・ウィーンの IAEA 本部で開催され、世界中から専門家が集まって議論を繰り広げた。この IAEA 会議は医療放射線防護の国際的取り組みにおけるマイルストーンと言うべきものである。

これまで同様の枠組の IAEA 会議として「International Conference on the Radiological Protection of Patients (スペイン・マラガ、2001 年 3 月 26-30 日)」、

「International Conference on Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade（ドイツ・ボン、2012年12月3-7日）」、「International Conference on Radiation Protection in Medicine: Achieving Change in Practice（オーストリア・ウィーン、2017年12月11-15日）」が開催されてきた。2012年にボンで開催された会議では、「Bonn Call for Action」と呼ばれる声明が発表された。これは正当化と最適化、企業の役割、放射線事故の防止、放射線安全文化の醸成、教育訓練の強化など、優先的に取り組むべき10の具体的なアクションを示したものであり、2017年のウィーンでの会議を経て、今回2025年のウィーンでの会議でも再確認されたものである。本研究代表者は2012年ボン、2017年ウィーン、今回2025年ウィーンにおいて講演を行い討論に加わったが、この10数年の医療放射線防護について着実な進歩と世界各国への普及を実感した。

またICRPシンポジウム2025が2025年10月7-9日にアラブ首長国連邦アブダビで開催され、本研究代表者はICRP主委員会委員として参加したが、その中で医療放射線防護のセッションでは中東地域の放射線医療関係者も多く参加し、患者や従事者の線量管理に積極的に発言があり共通のプラットフォームで議論がなされたことを目の当たりにして、世界で遍く医療放射線防護が浸透している現状をはっきりと体験した。

国内に目を向けると、わが国においても医療放射線の質と安全の向上に向けて大きな注力がなされており、そのひとつの例として、治療用の放射性医薬品の使用における安全管理の取り組みの中で、退出基準や特別措置病室に関わる資料を本研究の研究者らで作成してきたことが挙げられる。特別措置病室については、専用の病室（放射線治療病室）の不足を打開するため神経内分泌腫瘍のルテチウム-177-DOTATATE治療の国内導入をきっかけとして「特別な措置を講じた病室」が用いられ、いくつかの過程を経て、「医療法施行規則等の一部を改正する省令（令和4年厚生労働省令第75号）」により特別措置病室として医療法施行規則に明文化された経緯がある。現在、神経内分泌腫瘍のルテチウム-177-DOTATATE治療と前立腺癌のルテチウム-177-PSMA-617治療を多くの患者に提供できているのは特別措置病室があるからと言っても過言ではないであろう。データに基づき科学的な検討によって放射線防護の指針・基準を作成することが新しい放射線医療の導入と普及を促進することを示す一例であろう。

また放射線防護の進展の他の例としては、医療被ばく（患者の被ばく）について、医療被ばく研究情報ネットワーク（Japan Network for Research and Information on Medical Exposure; J-RIME）の取り組みによって学協会が力を結集して診断参考レベルを設定・運用し、放射線診療の最適化に役立っている。2025年7月7日には「診断参考レベル(2025年版)」（Japan DRLs 2025）が公表されたが、これは従来の診断参考レベ

ルの改定である。わが国で初めて国の診断参考レベル(Diagnostic Reference Levels; DRLs)である「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：診断参考レベル(DRLs2015)」がJ-RIMEの取りまとめにより公表されたのが2015年6月、それから5年を経て「日本の診断参考レベル(2020年版)」(Japan DRLs 2020)が公表されたのが2020年7月、さらに5年を経て今回の「診断参考レベル(2025年版)」(Japan DRLs 2025)に至ったものである。その活動の中で、従来の放射線関連学会のみならず内科系や外科系などの診療領域の学会もJ-RIMEに加わって、力を結集して診断参考レベル改定に取り組んだのは目覚ましい動きであった。

このような国内外の大きな潮流を俯瞰するにつけ、本研究を通じてわが国の医療放射線における放射線防護に取り組み、基準策定を通じて貢献していくことの重要性をあらためて深く認識した。

そこで令和7年度(2025年度)において、多岐に渡る項目を含む研究目的を達成するため、以下のように分担して課題に取り組んだ。

分担研究課題

細野眞研究代表者

1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成

1-1 核医学診療施設における排泄の希釈の合理的な運用に関する研究

(作成資料)

1-1-1 医療機関の総排水を考慮した放射性排泄の合理的な希釈に関するマニュアル(案)

1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成

(作成資料)

1-2-1 アクチニウム-225 標識抗 GPC3 モノクローナル抗体注射液を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル(案)

1-2-2 ヒト PK データが得られていないルテチウム-177 標識薬剤を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル(第1版)(案)

1-2-3 アクチニウム-225 標識薬剤を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル(案)

1-2-4 ルテチウム-177 標識 GRPR 特異的リガンド(Lu-177-NeoB)を用いる核医学

治療の治験適正使用マニュアル（第2版）（案）

1-3 切除不能肝臓の治療に用いられるイットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法に関する放射線防護措置について

（作成資料）

1-3-1 イットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法の治験適正使用マニュアル（案）

山口一郎研究分担者

2 医療放射線防護の国内実態に関する研究

2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究

2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討

2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力

2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究

高橋健夫研究分担者

3 放射線治療における放射線防護に関する研究

診療用高エネルギー放射線発生装置の届出（申請）と変更届出（申請）について

赤羽正章研究分担者

4 放射線診断・IVRにおける放射線防護の基準作成

X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果

奥山智緒研究分担者

5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資料の作成

東達也研究分担者

6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定

イットリウム 90 (^{90}Y) 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法：悪性中皮腫等に対する新規 RI 内用療法の治験における適正使用に関する研究（治験適正使用マニュアル）および治療用 RI 標識薬剤におけるトレーラーハウス型 RI 施設の医学利用に関する研究

松原孝祐研究分担者

7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究

(作成資料)

- 7-1 線量管理の基本概念（導入編）
- 7-2 線量管理における実効線量の位置づけ
- 7-3 線量管理 RIS・線量管理システムをお持ちでない施設向け
- 7-4 線量データ算出「RIS を用いた出力方法」
- 7-5 診断参考レベル（DRL）を用いた最適化の手順
- 7-6 血管造影における有害事象発生時の対応
- 7-7 線量管理システムの使用実態に関するアンケート（案）

分担課題ごとの研究目的を以下に示す。

A-1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成

A-1-1 核医学診療施設における排泄の希釈の合理的な運用に関する研究

放射性医薬品には治療薬と診断薬があり、近年、治療薬の利用が増えているが、治療薬は診断薬に比べて投与放射能が高く、物理学的半減期が長い傾向がある。また、治療薬投与患者は投与当日に退出基準を満たすことができず、入院が必要となる。入院中の治療薬投与患者の排泄物（主に尿）には放射性同位元素が含まれていることから、除害設備（浄化設備）をとって貯留槽で減衰を待っている。これまでの核医学診療施設は診断を主に設計されており、治療薬投与患者の排泄物の増加に伴って、排水設備が法令要求を満たせないケースや、放流時に頻繁な希釈が必要になるといった煩雑な運用が必要となるケースがあり、治療薬の使用が困難な状況が発生している。

以上の背景から、本研究では、医療機関の総排水量を考慮した放射性排泄の合理的な希釈（総排水希釈）の検討及び確認を行った。

A-1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成

本研究の目的は、有効性・安全性を評価するために日本国内での臨床試験（治験）が予定されている放射性医薬品について、投与された患者が放射線治療病室等から退出・帰宅する場合の第三者（公衆および介護者）に対する放射線安全を確保するための防護対策を検討することである。具体的には、以下の製剤および核種を対象とした「治験適正使用マニュアル（案）」の作成・改訂を目的とした。

- ・ 特定の新規製剤：アクチニウム-225 (^{225}Ac) 標識抗 GPC3 モノクローナル抗体キレート複合体 (^{225}Ac -GPC3 ACC) 注射液（以下、「GPC3-ACC」とする）
- ・ 核種ごとの横断的検討（特定の製剤に限定しない）：ルテチウム-177 標識薬剤（以下、「Lu-177 製剤」とする）、アクチニウム-225 標識薬剤（以下、「Ac-225 製剤」とする）
- ・ 既存製剤の改訂：令和 5 年度に作成したルテチウム-177 標識 GRPR 特異的リガンド（以下、「Lu-177-NeoB」とする）

A-1-3 切除不能肝癌の治療に用いられるイットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法に関する放射線防護措置について

昨年度までに特定したエックス線診療室（血管造影室）における放射線防護上の課題に対し、以下の事項を完遂することを目的とした。

1. 関連法令（医療法・RI 法）の改正に伴う規制体系の整理と周知。
2. 臨床試験（治験）導入に向け「治験適正使用マニュアル」を策定。

A-2 医療放射線防護の国内実態に関する研究

A-2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究

過去の被ばく線量を可視化する手法として、電子常磁性共鳴 (Electron Paramagnetic Resonance : EPR) が期待されている。EPR 線量測定法を用いることで、過去の個人線量記録がない放射線診療従事者等においても、被ばくの実態を明らかにできる可能性がある。本研究は、放射線安全管理の観点から、個人線量計を正しく装着するための行動変容につながるデータを提供することを目的とする。

A-2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討

医療情報連携の基盤整備として匿名医療保険等関連情報データベース（NDB: National Database of Health Insurance Claims）と関連データベースの連結解析環境の提供が進められている。

そこで前立腺がんに対する I-125 線源永久挿入療法を例として、放射線管理の状況として診療報酬の支払い情報に基づき何が確認できるかを探索的に明らかにすることとした。

A-2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力

鉛を含まない素材の遮蔽体について、放射線の照射条件ごとに鉛の遮蔽能力と比較する。

A-2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究

行政機関において業務の効率化を目指したデジタル技術の活用が求められ、全国保健所長会からは 2026 年度の保健所行政の施策及び予算に関して、「保健所職員の育成と ICT の利活用やデジタル化の推進」が要望されている。そこで、Information and Communication Technology (ICT) の利活用やデジタル化の推進の状況の把握を試みた。

A-3 放射線治療における放射線防護に関する研究

診療用高エネルギー放射線発生装置の届出（申請）と変更届出（申請）について

本研究は、診療用高エネルギー放射線発生装置の届出において、医療法上の届出事項が放射線防護上十分であるかを検討することを目的とした。特に、医療法では定格出力や構造設備・予防措置等の届出が求められる一方、最大使用時間、最大使用線量等が明示的な届出事項とされていない場合がある。RI 法では最大使用時間、最大使用線量などの使用方法の記載も求められている。両法令の取扱いの差異を整理し、保健所が医療機関における安全使用の実態を適切に把握できる届出様式のあり方を検討する。

A-4 放射線診断・IVR における放射線防護の基準作成

(X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果)

水晶体等価線量限度が引き下げられたことを受けて、X 線透視を用いた治療手技の術者については天吊り防護板や防護メガネなど防護デバイスの活用が推奨され、特に高い水晶体等価線量が懸念される術者の水晶体等価線量算定に眼近傍の線量計を用いる機会が増えている。

昨年度までは照射野や人体ファントムの条件を固定してジャングルジム法で空間線量分布を測定し、天吊り防護板の位置の変化の影響を検討した。今年度は照射野サイズが与える影響を検討する。天吊り防護板と併用することにより遮蔽効果を向上する防護デバイスとして、患者の体を覆う防護シートが期待されており、市販品も複数存在する。昨年までの検討においても、体幹部の治療手技で大腿部を防護デバイスで覆うことが遮蔽効果を上乘せすることが確かめられている。しかし、防護シートの使用方法が遮蔽効果に与える影響の検討は十分でない。本研究では、防護シートが大腿を覆う範囲の変化が術者の水晶体線量に与える影響を検討し、将来のガイドライン改訂に資するデータを

蓄積する。

A-5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

A-5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

2025 年に、ICRP より核医学診断に関する患者線量に関する新たな刊行物の draft (Radiation Dose to Patients in diagnostic nuclear medicine. ICRP ref: 4930-4697-1719) 4) が公開された。過去の刊行物および、今回の draft の内容をもとに昨年度までの研究結果も踏まえて、今年度、日本の核医学施設における実態調査を行うとともに、国内の核医学施設の現場において被ばくの最適化や正当化、説明などのために必要とされるものを探る。

A-5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資料の作成

本研究では被ばく線量の調査と空間線量の測定を行い、特別措置病室を用いて RI 内用療法を行うスタッフのための教育資料を作成することを目的とする。

A-6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定

イットリウム 90 (^{90}Y) 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法：悪性中皮腫等に対する新規 RI 内用療法の治験における適正使用に関する研究（治験適正使用マニュアル）および治療用 RI 標識薬剤におけるトレーラーハウス型 RI 施設の医学利用に関する研究

令和 7 年度以降開始予定の臨床試験の実施を目指して、 ^{90}Y 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法の治験における、治験適正使用マニュアルの作成を目指して研究を行う。

また量子科学技術研究開発機構（以下、「QST」）では、 ^{225}Ac 標識薬剤等の α 線放出核種標識製剤の国内臨床導入に備えた「治療の場」の確保に備え、 ^{225}Ac 標識薬剤専用の核医学治療用「トレーラーハウス型 RI 治療施設」を開発したので、それに向けた放射線防護の新たな基準を策定することが目的である。

A-7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究

医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善を目指すとともに、線量管理システムの有効な活用に向けた方策の検討および管理技術の普及を通じて、各施設での被ばく管理の質向上を図ることを目的とした研究を行った。

B. 研究方法

本研究を実施するための方法として、公開資料の調査、アンケート調査実施、線量測定、学協会との情報共有等を通じて、放射線防護の確保と放射線診療の質と安全の向上のための基準や指針の資料を作成した。また国際的な指針や基準の動向を調査し、それらへの国内制度のハーモナイゼーションについても検討した。

本研究の研究組織として、細野研究代表者が全般的な統括を担当したが、細野研究代表者は2025年6月からICRP主委員会委員を務めている。放射性医薬品について東研究分担者と細野研究代表者が担当した。山口研究分担者は合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する課題を担当した。放射線治療における放射線防護については高橋研究分担者が、放射線診断・IVRについては赤羽研究分担者が専門家の立場から取り組んだ。国際的な基準や指針を奥山研究分担者が担当した。松原研究分担者は放射線診療従事者への研修プログラムを検討するとともに、国内の医療被ばく管理の実態の調査の準備を行った。このように研究組織としては、細野研究代表者が医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）の代表、研究分担者も関連学会の役員等を務めており、関係学会、関係団体等の意見が反映されるように研究組織を構成した。また研究者の構成についてダイバーシティにとりわけ配慮している。

分担課題ごとの研究方法を以下に示す。

B-1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成

B-1-1 核医学診療施設における排泄の希釈の合理的な運用に関する研究

本研究では、核医学診療における治療薬の使用の増加に伴う排水管理の負担を軽減するため、病院全体の総排水量を活用した運用手法を検討し、別添の「医療機関の総排水を考慮した放射性排泄の合理的な希釈に関するマニュアル（案）」を作成した。ここで、総排水希釈の運用フローの構築として、医療機関の設備構造の確認、1日あたりの有効な排水量の算出、安全性の評価、濃度限度との比の和の判定を行い、事例によるシミュレーションによって検証した。

B-1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成

海外の臨床試験の結果や国内の開発計画（用法・用量）を調査し、各製剤を用いた治療での患者の退出に係る基準の考え方を国内通知や国際勧告を参考として検討した。

B-1-3 切除不能肝癌の治療に用いられるイットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法に関する放射線防護措置について

^{99m}Tc-MAA 及びイットリウム-90 微小球体（以下、「本機器」という）を医療機関の医療法の規制下でエックス線診療室（血管造影室）において使用するにあたって、非密封放射性同位元素の特性も踏まえた計画的な使用に関する放射線防護及び汚染防止措置の観点からの放射線安全管理のあり方を検討した。

B-2 医療放射線防護の国内実態に関する研究

B-2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究

国立保健医療科学院（以下、「科学院」という）にて研究倫理申請を行い、承認取得後に研究を開始した。現時点では、科学院内の医師を通して紹介を受けた関係者（現在放射線診療に従事している、または過去に従事していた者）を対象に、個別に被験者を募集した。同意を得た被験者に対し、科学院に来院してもらい EPR 線量測定を実施した。

B-2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討

NDB オープンデータ分析サイトの第 1 回から第 10 回のデータを用いて以下の算定件数の推移を調べた。

1. 密封小線源治療の診療行為別算定回数
2. 放射線治療病室管理加算

B-2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力

質量減弱係数について鉛と鉛以外の元素としてビスマス(Bismuth:Bi)、アンチモン(Antimony:Sb)、タングステン(Tungsten:W)の光子に対する質量減弱係数を米国の国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology:NIST)の提供情報を用いて比較した。さらに、乱数を用いて模擬するモンテカルロ計算コードである PHITS(Particle and Heavy Ion Transport code System)を用いて、放射線遮蔽体の放射線遮蔽能力を調べた。鉛を含まない遮蔽体の設定として単層構造と二層構造の二つを仮定、また X 線照射のエネルギーなどの条件を設定した。

B-2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究

今後、九州の自治体の担当者の協力も得て検討を進めることを検討していることから、九州の保健所のホームページを網羅的に調査して、手続きが電子化されているかどうか

を確認した。また X 線装置の更新時の手続きについて確認した。情報の収集では ChatGPT も利用した。

B-3 放射線治療における放射線防護に関する研究

診療用高エネルギー放射線発生装置の届出（申請）と変更届出（申請）について

医療法施行規則と関連通知および RI 法における放射線発生装置の申請・届出事項を比較した。あわせて、全国の保健所が用いている診療用高エネルギー放射線発生装置の備付届・変更届の様式を収集し、製作者名、型式・台数、定格出力、最大エネルギー、最大出力、最大使用時間または最大使用線量、放射化物管理、使用方法等の記載欄の有無を調査した。

B-4 放射線診断・IVR における放射線防護の基準作成

（X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果）

天吊り防護板の遮蔽効果に照射野サイズが与える影響を検討するため、右大腿動脈経由の腹部透視手技を想定し、散乱線発生源となる患者ファントムとして腰部ファントムを用いて、ジャングルジムに nanoDot 線量計を配置して線量を測定した。

また防護シートの長さが術者水晶体線量に与える影響を検討するために、大腿動脈穿刺による手技を想定し、頭部及び腕部を外した全身ファントムを寝台に配置、ジャングルジムを用いて術者の水晶体位置を想定した位置に指頭型電離箱を固定し、照射部位は上腹部とし、穿刺部より尾側の防護シートの長さを変えて、線量を測定した。

B-5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

B-5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

全国の 1164 施設を対象に次の内容のアンケート調査を実施した。

施設の概要：施設の規模、特徴と核医学検査体制等

Single photon 検査について：検査件数、成人検査の RI 投与量の設定、小児投与量の設定、薬剤調整や投与に関与する職種について

PET 検査について：薬剤投与方法、成人投与量の設定、小児投与量の設定、分注方法、アミロイド PET について

線量管理について：線量管理記録方法、記録線量、残量測定の有無について

患者への説明について：説明文書や同意文書に記載の内容、患者の被ばくに関する説明、問い合わせに対する対応方法、患者周囲の人の被ばくに関する説明事項、授乳中の患者

に対する対応の他、患者からの質問事項としてどのようなものが多いか、検査室での説明でどのような点に苦勞しているか、など

B-5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資料の作成

本研究では、まず以下の（ア）、（イ）の検討を行った。

（ア）PRRT を行っている国内施設に対する医療スタッフの教育と被ばく線量についての調査

（イ）滋賀県立総合病院の特別措置病室内、および治療に関連する施設内の空間線量の実測と、医療従事者のポケット線量計を用いた線量実測

上記の調査結果、並びに、滋賀県立総合病院における線量測定結果をもとに、特別措置病室における診療を行う施設や、新たに、Lu - 177 を用いた診療に携わるスタッフに対する教育、指導の質の向上に寄与しうる啓発用教育資料を作成することとした。

B-6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定

^{90}Y 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法の臨床試験を目指し令和 4 年度から 3 年間実施した非臨床試験のデータをもとに動物における安全性試験等を行い、ヒトでの投与量、投与方法などの本放射免疫療法の治験の進め方の概要が定まった。これらを基に臨床試験の実施計画書作成をすすめ QST 連携病院での治験準備を進めている。作成された実施計画書に基づき治験適正使用マニュアル策定を進めた。

またトレーラーハウス型 RI 施設の利用に向けて、まず既存の承認薬剤である ^{223}Ra 製剤を用いた実地診療を進める中で、排水設備、排気設備での線量の実測研究を進め、廃棄物の取扱いなどを合わせて検討を進める方向で検討している。

B-7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究

放射線診療における線量の記録・管理に関する理解の促進および実務支援を目的として、教育用動画の作成を計画し、動画内容の検討ならびに基礎資料となるスライドの作成および整理を行った。動画は数分程度の短時間視聴を想定し、医療現場における利用可能性を考慮した構成とした。特に、線量管理ソフトウェアを有していない施設においても実践可能な線量管理および最適化の方法を提示することに重点を置き、対象施設の設備状況を想定した内容設計を行った。作成にあたっては、線量管理の基礎概念の整理に加え、実務上の判断や対応手順を含めることで、教育用途のみならず実務参照資料としても活用可能な構成とすることを意図した。

また線量管理システムの有効活用に向けた改善の方向性を検討することを目的として、全国の医療従事者を対象とした実態調査の実施を計画した。本調査では、線量管理システムの導入状況、日常業務における利用実態、および機能が十分に活用されていない状況の把握を主眼とした。

C. 研究結果および考察

それぞれの分担課題において、国際的な医療放射線防護の指針とのハーモナイゼーションの観点を取り入れながら、国内の医療実態の調査、実態に即した課題の解決、基準の作成に取り組んだ。

分担課題ごとの研究結果および考察を以下に示す。

C-1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成

C-1-1 核医学診療施設における排泄の希釈の合理的な運用に関する研究

本研究において、医療機関全体の排水能力を考慮した「総排水希釈」の合理的な計算手法を検討した結果、排泄の放流時間を通常営業日の10時から16時までの6時間に限定し、安全係数（S）および放流当日の予定病床利用率（ B_{now} ）を用いることで、安全性を担保しつつ希釈水量を「みなす」計算モデルを確立した。

C-1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成

各製剤を投与された患者が病院等内の診療用放射性同位元素使用室又は放射線治療病室等から退出・帰宅する際の退出基準は、抑制すべき線量の基準を、公衆は1年間につき1mSv、介護者は患者及び介護者の双方に便益があることを考慮して1件あたり5mSvとした検討を踏まえて設定した。

この退出基準に加え、本剤の放射線安全の確保に資する検討を行った上で、以下の治験適正使用マニュアル案を提案した。

- ・アクチニウム-225 標識抗 GPC3 モノクローナル抗体注射液を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル（案）
- ・アクチニウム-225 標識 macropa-pelgifatamab 注射液を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル（案）
- ・アクチニウム-225 標識薬剤を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル（案）
- ・ヒト PK データが得られていないルテチウム-177 標識薬剤を用いる核医学治療の

治験適正使用マニュアル（第1版）（案）

- ・ルテチウム-177 標識 GRPR 特異的リガンド（Lu-177-NeoB）を用いる核医学治療の
治験適正使用マニュアル（第2版）（案）

C-1-3 切除不能肝癌の治療に用いられるイットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法に関する放射線防護措置について

法規制の整備状況について、令和7年3月の規則改正および9月の告示改正により、診療用放射性同位元素使用器具（本機器）は RI 法の適用除外となり、医療法の下でエックス線診療室（血管造影室）での使用が正式に認められることとなった。

またマニュアルの策定と承認について、本研究で検討した適切な防護措置（吸水性パッドの敷設、汚染検査の実施等）及び汚染防止措置を具体化し、治験実施の指針となるマニュアルを作成した。本マニュアルは関連学会の承認を得ており、放射線安全と診療の円滑な両立を可能とする体制が整った。

C-2 医療放射線防護の国内実態に関する研究

C-2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究

令和7年12月時点で EPR 線量測定によって3名の測定を実施した。測定値の高い被験者に頭部 CT や頭部血管撮影などの受診歴が確認され、職業被ばくと医療被ばくの影響を明確に切り分けることは困難であった。

C-2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討

密封小線源治療の診療行為別算定回数を外来と入院に分けて確認することができて、例えば外来で最も件数の多いのは高線量率イリジウムによる腔内照射であった。放射線治療病室管理加算の算定件数とその推移、都道府県別の算定件数も確認することができた。NDB を用いると手技別の算定回数の情報を得られ、放射線管理に関する情報を得ることができ、また地域の特性分析にも活用できる。

C-2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力

遮蔽体の能力は、入射する光子のエネルギー（エネルギー分布）に依存し、このため、遮蔽体としてどのような元素組成が最適であるかは、一律には決定できず、想定される放射線場の条件を特定しなければ検討できない。また、X 線のエネルギー分布の形状そのものが遮蔽効果に影響を及ぼす。さらに、人体に対する遮蔽効果は、光子が到達する人体の深さによって異なる。これは、遮蔽体での相互作用（散乱や二次電子の発生など）

に起因し、特に浅い層では遮蔽体による効果が小さくなったり、むしろ、線量を増やすことになりかねないからである。実際には遮蔽体のカバーでこの効果は低減され、皮膚のバリア効果もあるので基底細胞層でのこの影響は限定的である。

C-2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究

手続きに用いる書式は全ての保健所でダウンロードが可能であり、オンライン申請も広がっていた (21%)。立入検査前の医療機関での確認結果をオンライン提出する例もあった。行政機関への手続きに関してオンライン相談に応じている例も確認された。これらは今後の活用が期待される。

C-3 放射線治療における放射線防護に関する研究

診療用高エネルギー放射線発生装置の届出 (申請) と変更届出 (申請) について

調査した全国の保健所の様式では、医療法施行規則第 25 条に規定される製作者名、型式・台数、定格出力等は全ての保健所で記載欄が確認された。一方、エックス線・電子線の最大出力、最大使用時間または最大使用線量、放射化物管理の記載は一部の保健所のみで確認された。届出様式名や届出先にも地域差があり、保健所ごとの運用にばらつきが認められた。定格出力のみでは実際の使用条件を十分に反映できず、最大使用時間・使用線量や使用方法の変更が遮蔽評価や安全管理に影響する可能性がある。

C-4 放射線診断・IVR における放射線防護の基準作成

X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果

天吊り防護板の遮蔽効果に照射野サイズが与える影響として、ジャングルジムに配置した nanoDot の測定値は、天吊り防護板なしの状態にて、照射野絞りなし (0%絞り) の場合と 60%絞った場合の線量を比較すると、照射野を絞ることによる遮蔽率は全測定点の平均で 85% (73~95%)、術者水晶体位置では 80%であった。天吊り防護板ありの状態と同様に比較すると、遮蔽率は平均 87% (72~100%) で、術者水晶体位置では 92%であった。

防護シートの長さが術者水晶体線量に与える影響として、術者の水晶体位置を想定した位置の指頭型電離箱の測定値は放射線防護シートなしでは 11.97 μ Gy、放射線防護シートの長さが 10, 20, 30, 40, 60 cm では 10.09, 8.79, 8.24, 7.81, 7.93 μ Gy であった。

C-5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

C-5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

1164 施設に調査用紙を送付し、611 施設からの回答を得た（回収率：52.5%）。さまざまな医療機関の規模で、核医学診療に関わるスタッフ構成もさまざまな医療機関からの実態を調査することが可能な調査となった。

Single photon 検査に比べると PET 検査は、外注検査などに特化した医療機関が複数の装置を備えていたり、薬剤の供給形態も異なったりすることから、両検査における最適化を支える環境は分けて考えるのが適切であると思われた。

投与量の調整においては、診療放射線技師の関与が大きく、投与においてもタスク・シフト体制がとられている施設が多くみられた。小児検査に対する最適化については、国内のコンセンサスガイドラインに基づく投与を行っている施設が多くみられたが、成人の FDG の投与量に関しては、施設間の開きがあり、PET の場合には、院内合成薬/デリバリー製剤など用いる薬剤の違いや自動分注投与装置の仕様により、設定量についても施設間の違いが見られた。

C-5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資料の作成

PRRT に取り組んでいる施設の診療スタッフの背景状況、教育状況について 110 施設を対象にアンケート調査を行い、国内の従来の RI 内用療法実施施設に加え、特別措置病室のみを有し、PRRT やプルヴィクト治療のみを施行する施設が増加していることが明らかとなり、特に、診療現場において、スタッフの教育研修における課題を抽出した。また滋賀県立総合病院における PRRT 施行環境における空間線量の測定と、スタッフの線量測定を行った。

C-6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定

令和 8 年度以降での ^{90}Y 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法の医師主導治験の開始を目指して準備中である。今後治験デザインの明確化、治験計画書骨子案の作成など、連携病院との相談検討を経て、具体的な準備を開始していく予定である。

トレーラーハウス型 RI 施設の利用に向けた申請書類の準備を行い、保健所への提出を行った。現時点では内容についての重大な指摘はなく、近々許可が下りるものと期待している。

C-7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究

線量の記録・管理に関する教育用資材の作成として、内容整理および動画用スライドの作成を実施し、教育用動画としての構成を整備した。線量管理の基礎的理解から実務的対応までを体系的に扱う教育コンテンツを構築するとともに、線量管理システムを有していない施設を想定した具体的手順を含む資料を整備した。特に、RISを用いた線量情報収集方法および線量記録・管理方法の整理、ならびにDRLを用いた最適化の進め方に関する内容を取りまとめた。また、血管造影における有害事象対応については報告テンプレート例を含めた整理を行い、教育資料として活用可能な形に整備した。さらに動画化を実施して教育用動画を作成し公開可能な状態までに整備した。

また線量管理システムの有効活用に関する実態調査の実施に向けて、調査内容の整理および質問票案の作成を行った。これにより全国調査を実施するための準備を進めた段階に到達した。

D. 結論

令和7年度（2025年度）の本研究を実施し、国内の放射線診療においてさまざまな課題が浮上していることを再認識した。放射線診療従事者等の被ばく防止、行政機関から医療機関への関わりのありかた、治療用放射性医薬品の退出基準に代表される新しい放射線手法に伴う基準、医療現場での線量管理、スタッフの教育訓練の資材など枚挙にいとまが無いが、そのような課題に直面した際に国内の医療実態に根ざしつつ、国際的な指針も考慮して、合理的で整合の取れた対応のありかたが重要である。ICRPやIAEAなどの国際動向を踏まえて国際的指針を把握しつつ、現実的な国内の課題解決を図ることが求められる。

この報告書の冒頭の目的でも述べたが、治療用放射性医薬品を用いるための「特別な措置を講じた病室」が関係者の尽力によって安全要件を順守して利用し始められ、やがて、「医療法施行規則等の一部を改正する省令（令和4年厚生労働省令第75号）」により特別措置病室として医療法施行規則に規定されるに至った経緯がある。神経内分泌腫瘍のルテチウム-177-DOTATATE治療と前立腺癌のルテチウム-177-PSMA-617治療が多く、患者に提供できている現状を見るにつけ、データに基づき科学的な検討によって放射線防護の指針・基準を作成することの重要性を実感せざるを得ない。

本研究において、医療における放射線の利用が発展し多様化する中で放射線防護の基

準や指針はますます重要となっていることを再確認した。放射線防護の整備に向けて本研究班で医療放射線における諸分野の専門家が連携して広い視点から取り組んだことは有意義であったと考えられる。

分担課題ごとの結論を以下に示す。

D-1 国際的指針の調査、放射性医薬品の安全管理基準の作成

D-1-1 核医学診療施設における排液の希釈の合理的な運用に関する研究

本研究では、核医学治療薬の利用拡大に伴う排水管理の課題を解決するため、医療機関の総排水量を活用した「総排水希釈」による合理的な運用方法を検討した。その結果、病院建屋からの排水と放射性排液が敷地内で合流する構造をもつ医療機関（診療所を除く）において、安全係数や病床利用率で補正した総排水量を希釈水とみなす計算モデル（案）を確立した。仮想病院を想定したシミュレーションの結果、この手法を用いることで医療法に基づく濃度限度を遵守しつつ、現場の運用負荷を軽減できる可能性があることが確認された。

D-1-2 放射性医薬品の安全管理基準の作成

今後、本邦で行われる臨床試験（治験）で得られる実際のデータ（放射線安全管理に係るデータ）及び治験を通じた管理経験、並びに放射線防護に係る国際的動向等を継続的に注視する。これらの知見に基づき、必要に応じて退出基準等の見直しや防護対策の再検討を行い、各「治験適正使用マニュアル」を適宜改訂することが、国内における放射性医薬品の安全な開発に不可欠であると考ええる。

D-1-3 切除不能肝癌の治療に用いられるイットリウム-90 微小球体を用いた選択的内照射療法に関する放射線防護措置について

今年度の研究を通じて、非密封医療機器（診療用放射性同位元素使用器具）の導入に必要な法的整備が完了し、学会承認を受けた運用マニュアルが策定された。これにより、本邦における切除不能肝癌に対する新たな治療選択肢としての臨床試験（治験）を安全に開始できる基盤が構築された。

D-2 医療放射線防護の国内実態に関する研究

D-2-1 放射線診療従事者等の被ばく防止に関する研究

個人の放射線被ばくにおけるリスク評価の観点から、EPR 線量測定は過去の放射線曝露を把握する有効な手段であることが示された。さらに、EPR 線量測定で線量が検出され、問診結果から職業被ばくが強く疑われる場合には、個人線量記録を有しない放射線診療従事者等に対しても、放射線安全管理に向けた行動変容に資するデータを提供できる可能性が示唆された。

D-2-2 匿名医療保険等関連情報データベースを用いた放射線管理の課題の検討

NDB のデータ解析は放射線管理課題の推測にも有益であることが示唆された。また、これまで医療機関の協力を得て行ってきた調査の実施の負担を軽減できる可能性がある。

D-2-3 鉛を含まない放射線遮蔽体の診断領域の X 線の遮蔽能力

X 線遮蔽体の遮蔽能力は、X 線の照射の条件のような評価の手法に依存した。医療機関で用いる遮蔽体の放射線遮蔽能力の評価では、評価条件を臨床現場の状況にあったものとする必要がある。放射線遮蔽体の遮蔽能力を提示する際には評価条件を明示すべきである。

D-2-4 合理的な放射線防護及び医療機関への行政機関の関与のあり方に関する研究

医療法に基づく行政手続きの電子化が進められていた。着目すべき事例もあり、各自治体間で連携した取り組みも求められる。

D-3 放射線治療における放射線防護に関する研究

診療用高エネルギー放射線発生装置の届出（申請）と変更届出（申請）について

医療法上の届出様式は法定事項を満たしているものの、放射線防護の実効性を確認するには、使用方法、最大使用時間、最大使用線量、放射化物管理等の情報が不足している場合がある。今後は、RI 法との整合性も踏まえ、保健所が医療施設の安全使用を適切に把握できる標準的な届出様式を検討する必要がある。

D-4 放射線診断・IVR における放射線防護の基準作成

X 線透視を用いた治療手技における防護デバイスの遮蔽効果

X 線透視診断装置の照射野を絞らず全開で用いると、空間全体の線量が上がるだけで

なく、天吊り防護板の遮蔽効果や遮蔽範囲も減少する。職業被ばく低減のためには、天吊り防護板の活用だけでなく、照射野を絞ることも組み合わせるべきである。

患者の体を覆う防護シートは散乱線の遮蔽に有効だが、照射野から遠ざかるほど効果は減弱する。大腿動脈経由の腹部手技で天吊り防護板と併用するなら、頭尾方向に概ね 30cm 程度のシートで十分だろう。

D-5 放射線診療の国際基準とのハーモナイゼーションに関する研究

D-5-1 核医学診断における患者の被ばく線量の評価における国際基準と国内状況の検討

国内の核医学検査における最適化や線量管理の実態の全貌がつかめたとともに、各施設の検査室現場で患者対応や説明の際に抱える苦労や問題点も明らかになった。説明内容においては、ある程度、施設間で統一できる指針の作成が望ましいと考えられた。

D-5-2 特別措置病室における医療スタッフ向けの啓発資料の作成

今後、滋賀県立総合病院の RI 検査室でのルタテラ[®]の投与、特別措置病室を用いた入院に於ける施設内やスタッフの線量測定結果を解析し、さらに、滋賀県立総合病院内で、増設する別の特別措置病室での測定を行う。また Lu-177 の γ 線、および β 線の効果的な遮蔽効果を調べるために、異なる鉛等量の防護衝立や、鉛防護エプロンを介した線量評価実験を行う。

これらにより臨床現場における実践的な放射線防護方法のノウハウを抽出し、教育資料を作成する。

D-6 新たな放射性医薬品・診療機器についての安全管理基準の策定

PMDA から第 I 相医師主導治験へのゴーサインが出たことを受けて、令和 8 年度以降での ^{90}Y 標識抗ポドプラニン抗体放射免疫療法[®]の医師主導治験の開始を目指して準備中である。

またトレーラーハウス型 RI 施設でまず ^{223}Ra 標識製剤を用いた実測研究を行い、 ^{225}Ac 製剤の使用に向けて利便性、安全性等を検証するとともに、放射線防護の新たな基準の策定を進めることとした。

D-7 医療現場における放射線被ばく管理の実践的改善および管理技術の普及に関する研究

放射線診療における線量記録・管理および最適化の実践的推進を目的として、教育用動画の作成および線量管理システムの有効活用に関する実態調査の準備を行った。教育

用動画の作成においては、線量管理の基本概念に加え、線量管理システムを有していない施設における線量情報の収集・記録方法、DRLを用いた最適化の手順、および血管造影における有害事象発生時の対応について整理し、実務に活用可能な教育資材を整備した。

また、線量管理システムの有効活用に向けて、導入状況や利用実態、未活用機能を把握するための実態調査の準備を進めた。本調査により、線量管理システムの運用上の課題および改善の方向性を明らかにすることが可能になると考えられる。

E. 健康危険情報

特記事項はありません。

F. 研究発表

雑誌

細野眞研究代表者

Rühm W, Applegate K, Ban N, Bochud F, Bouffler S, Cho K, Clement C, Gallego E, German O, Hirth G, Hosono M, Kai M, Laurier D, Liu S, Martinez NE, Romanov S, Schneider T, Sutton DG, Wojcik A. Essentials of the System of Radiological Protection. J Radiol Prot 2025;45:(033002):1-5.

Masumori N, Hosono M, Takahashi S, Kakehi Y, Uemura H, Sunaya T, Shimotsumagari K, Matsuba Y, Adachi M, Kakiuchi H, Kinuya S. Post-marketing surveillance of radium-223 chloride in Japanese patients with castration-resistant prostate cancer with bone metastasis - final analysis of 3-year extended follow-up focusing on bone fractures. Int J Clin Oncol 2025; 30(10):2118-2127.

Izumi K, Matsumoto R, Ito Y, Hoshi S, Matsubara N, Yamasaki T, Mizowaki T, Komaru A, Nomura S, Hattori T, Kambara H, Shaheen Alanee S, Hosono M, Kinuya

S. [177Lu]Lu-PSMA-617 in patients with progressive PSMA+ mCRPC treated with or without prior taxane-based chemotherapy: a Phase 2, open-label, single-arm trial in Japan. *Cancers* 2025; 17(2351): 1-16.

Nishida T, Hayashi S, Ikezawa K, Matsumoto K, Takenaka M, Hosono M. Radiation safety and dose management in fluoroscopy-guided gastrointestinal procedures: current evidence and future perspectives *Expert Rev Gastroenterol Hepatol* 2025; 19(8):919-932.

Takano S, Inaki A, Hirata K, Sparks RB, Sato M, Nomura S, Hattori T, Kambara H, Nguyen Q, Shiga T, Kinuya S, Hosono M. Pharmacokinetics and dosimetry of [177Lu]Lu-PSMA-617 and [68Ga]Ga-PSMA-11 in Japanese patients with PSMA-positive mCRPC. *Ann Nucl Med* 2025; 39(11):1201-1212.

Inada M, Nakamatsu K, Fukuda J, Ishida N, Tatsuno S, Uehara T, Doi H, Hosono M, Matsuo Y. Prognostic Impact of Thoracic Extra-regional Lymph Node Metastasis Defined By the 12th Japanese Classification Following Definitive Radiotherapy for Esophageal Squamous Cell Carcinoma. *J Gastrointest Cancer* 2025; 56(136):1-9.

Sato M, Daisaki H, Watanabe H, Isogai S, Shiga M, Ikari Y, Tsuda K, Hirata K, Tateishi U, Mori K, Hosono M, Fujii H Development of an anomaly detection system for Gibbs artifact identification in amyloid PET imaging. *Radiol Phys Technol* 2025; 18:756-765.

Hosono M, Yamada K, Ueno Y, Kawamura M, Awai K, Akahane M, Tomiyama N, Aoki S. The Sixth Asian Radiology Summit The diagnostic reference levels (DRLs): "Asia Safe"-current situation in Asian countries. *Jpn J Radiol* 2025; 43(6):875-882.

細野 眞. 放射線業務における被曝への国際的な取り組み. *日本医師会雑誌* 2026; 155(1):47-50.

山口一郎研究分担者

Yamaguchi I, Jamil H. Concerns regarding the association of occupational testicular radiation exposure with offspring sex ratio. Ann Work Expo Health 2026; 70(3):in press wxag016.

鉢呂七海, 小山内暢, 畠山蒼舞, 細川翔太, 對馬恵, 山口一郎, 細田正洋, 工藤幸清. NICU ポータブル X 線撮影における散乱 X 線源の特定と防護策の検討. 日本放射線看護学会誌 2025; 13(2):41-49.

Noto K, Mitsui W, Takata T, Kojima H, Matsubara K, Yamaguchi I. Cost-effective shielding design based on the dose length product method for shielding calculations in X-ray computed tomography systems. Radiat Prot Dosimetry 2025;201(11):795-801.

山口一郎, 茂呂田孝一. 選択的体内照射療法に対応した省令改正に対応した取扱通知の改正. 医療放射線防護 2025; 93:55-57.

山口一郎, 茂呂田孝一. 選択的体内照射療法に対応した省令改正. 医療放射線防護 2025; 93:50-54.

高橋健夫研究分担者

Utsumi N, Saito T, Shikama N, Takahashi T, Harada H, Nakamura N, Ueno S, Notsu A, Shirato H, Yamada K, Uezono H, Koide Y, Kubota H, Yamazaki T, Ito K, Heianna J, Okada Y, Tonari A, Katoh N, Wada H, Ejima Y, Yoshida K, Kosugi T, Takahashi S, Komiyama T, Uchida N, Miwa M, Watanabe M, Nagakura H, Ikeda H, Asakawa I, Shigematsu N. Quality of life improvement after radiotherapy for bone metastases assessed using real-world data: a secondary analysis of a Nationwide Multicenter Cohort Study. Jpn J Clin Oncol 2025; 55(2):140-147.

Saito T, Shikama N, Takahashi T, Harada H, Nakamura N, Notsu A, Shirato H,

Yamada K, Uezono H, Koide Y, Kubota H, Yamazaki T, Ito K, Heianna J, Okada Y, Tonari A, Katoh N, Wada H, Ejima Y, Yoshida K, Kosugi T, Takahashi S, Komiyama T, Uchida N, Miwa M, Watanabe M, Nagakura H, Ikeda H, Asakawa I, Shigematsu N. Health Utility of Pain Response Versus Nonresponse to Palliative Radiation Therapy for Symptomatic Bone Metastases: Analyses Based on Real-World Data from 26 Centers. J Palliat Med 2025;28(1):42-49.

Mizuno N, Umeda M, Kato Y, Yamano T, Hayakawa T, Utsumi N, Saito M, Takahashi T. Effect of the Geometric Uncertainty of Jaw Positioning on the Use of Volumetric Modulated Arc Therapy in Stereotactic Radiosurgery. Cureus 2025; 17(6):e87039.

Utsumi N, Kawamura H, Yamano T, Hayakawa T, Mizuno N, Ueno S, Saito M, Machida F, Matsumoto Y, Umeda M, Kato Y, Kumagai Y, Takahashi T. Lumbar intramedullary spinal cord metastasis from esophageal cancer treated with palliative radiotherapy: a case report. Int Cancer Conf J 2026; 15(1):55-59.

Saito T, Shikama N, Takahashi T, Harada H, Nakamura N, Notsu A, Shirato H, Yamada K, Uezono H, Koide Y, Kosugi T, Yamazaki T, Ito K, Heianna J, Shigematsu N. Influence of Nonindex Pain Before Radiation Therapy for Bone Metastases on Posttreatment Quality of Life: Analyses Based on a Prospective Observational Study of 26 Centers. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2025; 123(5):1233-1240.

赤羽正章研究分担者

赤羽正章. Japan DRLs 2025 改定の経緯と今後の展望. INNERVISION 2025; 40(12):2-4.

松原孝祐研究分担者

Chusin T, Kashihara N, Kobayashi A, Matsubara K. Investigation of radiation

doses to the eyes of patients and medical staff during a videofluoroscopic swallowing study: a phantom study. Radiol Phys Technol 2026; 19(1):190-196.

Tantiwetchayanon K, Matsubara K, Nuntue C, Shibutani T, Konishi T, Wakabayashi H. Clinical implementation of voxel-based dosimetry using image-based RT-PHITS Monte Carlo simulations for ¹⁷⁷Lu-DOTATATE radionuclide therapy. Ann Nucl Med 2026; 40(3):286-297.

Fukushima K, Yamaguchi K, Matsubara K. Development of radioprotective side shield attached to radioprotective glasses for reducing eye lens dose of endoscopists during endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a phantom study. Radiol Phys Technol 2026; 19(1):101-113.

Noto K, Mitsui W, Takata T, Kojima H, Matsubara K, Yamaguchi I. Cost-effective shielding design based on the dose length product method for shielding calculations in X-ray computed tomography systems. Radiation Protection Dosimetry;2025:201(11):795-801.

Yabsantia S, Matsubara K, Khamfongkhrua C, Suntiwong S, Udee N, Kaewlek T, Madtohed D, Boonkrachang N, Hompeng P, Chusin T. Dosimetric characterisation of commercial optically stimulated luminescence and tin-filtered radiophotoluminescence glass dosimeters for accurate radiation dose measurement in general radiography. Physica Medica;2025:136:105030.

Ichikawa N, Fukuda A, Hayashi T, Hattori Y, Matsubara K. Radiation exposure reduction using an equalization filter during percutaneous coronary intervention: a preliminary study. Radiation Protection Dosimetry;2025:201(9):672-682.

小川善紀, 松原孝祐, Chusin Thunyarat, 小路佐織, 松山茂人. 特製円柱アクリルファントムによる心臓カテーテル検査に携わる術者の水晶体線量に影響する因子の検討. 日放技学誌 2025; 81(6):.