

目 次

I. 総合研究報告

医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究 …… 1
研究代表者 細野 眞 近畿大学医学部放射線医学教室 教授

II. 研究成果の刊行に関する一覧表 …… 129

労災疾病臨床研究事業費補助金
令和元年度～3年度 総合研究報告書

医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究
(190701-02)

研究代表者 細野 眞

令和4(2022)年3月

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：

三上 容司 労働者健康安全機構 横浜労災病院 整形外科 病院長

渡邊 浩 群馬パース大学保健科学部放射線学科 教授

竹中 完 近畿大学医学部内科学教室 消化器内科部門 講師

古場 裕介 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所
放射線規制科学研究部 主任研究員

研究要旨

【研究目的】本研究は、医療における放射線業務従事者の被ばくを実際に測定されている実効線量と眼の水晶体の等価線量等の数値を集計することにより調査し、また医療施設の従事者被ばくの管理状況を調査することによって、被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的とした。【研究方法】国内の医療施設を対象事業場として、主としてX線透視下手技、小線源治療、核医学における放射線業務従事者の実効線量、水晶体・皮膚の等価線量等の被ばく線量を調査した。さらに医療施設における防護方法、測定方法を含む作業管理、作業環境管理、労働衛生教育等について管理状況のアンケートを実施した。【研究結果・考察】医療における放射線業務従事者の被ばく線量の調査

の手法を立案・企画し、次いでパイロットスタディとして調査を行ってその手法を検証したのち、実際に多くの医療施設の放射線業務従事者の線量データを収集することができた。また管理状況のアンケートから、放射線管理業務の実情と線量限度を遵守する方策について検討することができた。放射線業務従事者の被ばく線量と管理状況の関係を検証すると、必ずしも被ばく線量に明確に相関する管理状況項目は同定されなかった。さらに多様な放射線手技における放射線業務従事者の被ばくのひとつとして、X線透視下消化器内視鏡手技における線量評価に取り組んだ。【結論】本研究は、医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の調査及び被ばくの管理状況の調査を通じて、放射線業務従事者の放射線防護を進めるにあたって必要な資料を作成し提案を行った。管理状況において放射線業務従事者の被ばく線量に明確に相関する特定の項目は同定されず、被ばく低減に向けてできる方策は広く継続して実施していくことが求められると考えられた。

A. 研究目的

本研究は、令和元年度（2019年度）～3年度（2021年度）の3年間に渡り医療における放射線業務従事者の被ばく線量を調査し、また医療施設の従事者被ばくの管理状況を調査して、被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的として実施した。

分担課題は次の通りであった。

2019年度

1. 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究（細野研究代表者）
2. 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究（三上研究分担者）（三上研究分担者）
3. 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査研究（渡邊研究分担者）
4. 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究（竹中研究分担者）
5. 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成（古場研究分担者）

2020 年度

1. 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施（細野研究代表者）
2. 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究（三上研究分担者）
3. 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査研究（渡邊研究分担者）
 - 3-1. 管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）
 - 3-2. ERCP 検査における X 線診療室内散乱線量測定ならびに防護材の放射線防護効果
 - 3-3. X 線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究
4. 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究（竹中研究分担者）
5. 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討（古場研究分担者）

2021 年度

1. 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施（細野研究代表者）
2. 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究（三上研究分担者）
3. 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査研究（渡邊研究分担者）
 - 分担課題 1：医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査研究
 - 分担課題 2：医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する詳細調査
 - 分担課題 3：医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する詳細調査(WEB 会議による詳細調査報告)
 - 分担課題 4：X 線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

分担課題5：防護クロス鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

分担課題6：頭部CT検査介助者の水晶体等価線量限度を遵守するための介助回数推定法に関する研究

分担課題7：ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

分担課題8：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究（水晶体の等価線量を中心に）

4. 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究（竹中研究分担者）

5. 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について（古場研究分担者）

2019-2021年度の研究協力者・オブザーバーは次の通りであった。

神田 玲子	量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 部長
赤羽 恵一	量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 人材育成センター教務課 研究総括
鳥巢 健二	労働者健康安全機構 九州労災病院 中央放射線部長
山本 和幸	東海大学医学部附属病院 診療技術部 放射線技術科 診療放射線技師
坂本 肇	順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科 教授
今尾 仁	群馬パース大学 保健科学部 放射線学科 助教
山田 崇裕	近畿大学原子力研究所 准教授
坂口 健太	近畿大学病院 中央放射線部 主任
瀬下 幸彦	株式会社千代田テクノル アイソトープメディカル営業課 社員
栃尾 美和	近畿大学病院 看護部
加藤 昌弘	産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門
黒澤 忠弘	産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門
オブザーバー	
加藤 英幸	千葉大学医学部附属病院 放射線部 副診療放射線技師長

また、本研究は多くの医療機関の皆様、研究者・医療従事者の皆様、すべての皆様の多大なご協力ご支援をいただいで実施することができたものであり、心から感謝申し上げます。

各分担課題の研究目的は次の通りであった。

A-1. 細野研究代表者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法を確立し、予備的な調査を実施すること。

2020年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法を確立し、調査を実施すること。

2021年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

医療分野の放射線業務における被ばくについて、これまでの2か年で確立した線量調査の手法に基づいた調査・集計を行うことを目的とした。

A-2. 三上研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

本研究は、医療における放射線業務従事者の被ばくを実効線量と眼の水晶体の等価線量等に重点を置いて調査し、また医療施設の従事者被ばくの管理状況を調査して、被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的としている。研究分担者、及び研究協力者はこの目的を達成するために、全国労災病院における放射線業務従事者の被ばくの実態について、労働安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と水晶体の等価線量の報告値を調査し、被ばくの低減方策を示す上での基礎的なデータを収集することを目標とした。

2020年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

2019年度と同様である。

2021年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

2019年度と同様である。

A-3. 渡邊研究分担者

2019年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

A-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

放射線業務従事者（以下、従事者）の水晶体を中心とした職業被ばくを低減し水晶体の新等価線量限度を順守するためには、放射線業務従事者に対する啓発と被ばく低減方策を的確に実施させることならびに線量限度を超えないための措置の実施等を含めた放射線管理体制の充実が求められる。

本研究では、医療機関における従事者の放射線管理に関する調査研究を行い、現時点の放射線管理状況を明らかにすることを目的とする。

2020 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

A-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

本研究では医療機関における放射線管理状況に関する調査、X線室における線量分布測定および従事者の職業被ばく線量評価ならびに X線室内の散乱線量分布測定における簡便かつ汎用性の高い測定法の開発を通じて医師を中心とした職業被ばく線量の低減に関する方策を導出することを目的とする。

A-3-2：その他

A-3-2-1：ERCP 検査における X線診療室内散乱線量測定ならびに防護材の放射線防護効果

本研究の目的は、ERCP 検査における X線室内の散乱線量と防護クロスでの放射線防護効果を示すことにより従事者の職業被ばくの低減に寄与することである。

2021 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

A-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査、詳細調査および Web 調査）

本研究では、令和 2 年度において、基本的な放射線管理状況、放射線防護に関する研修ならびに個人線量計の配備および着用状況等、放射線管理全般について明らかにする

とともに医師を中心とした医療従事者の水晶体の新等価線量限度を遵守するために必要な放射線管理、放射線防護研修ならびに個人線量計の配布・着用に関する方策を導出した。

令和3年度は、同様の調査を行い、改正電離則の施行前と施行後の推移を明らかにするとともに対応策の質の向上に資することを目的とする。また、先進的に医療従事者の職業被ばく管理に取り組んでいる医療機関を選択し、詳細な放射線管理状況についても調査するとともに放射線管理の良好例を示すことで、全国の医療機関が職業被ばく管理の質の向上を目指すことにある。

A-3-2：その他

A-3-2-1：X線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

ジャングルジム（以下、JG）法においては、従来法の課題を解決した一方で、測定機材組み立て作業や片付け作業の煩雑さや、測定ポイントの柔軟な変更が困難といった課題も挙げられる。そこで、われわれは、段ボール製円筒形ポールとプラスチック製ジョイントを組み合わせた複数の測定用ポールを用いた、ポール法（Pole method：PL法）を開発した。本研究の目的は、簡便性や汎用性のより高い、空間線量分布測定法を開発することで、多くの医療施設において空間線量分布測定が実施され、ひいては、従事者被ばく低減に利用されることである。

A-3-2-2：防護クロス鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

本研究の目的は、ERCP検査におけるX線診療室内の散乱線量における防護クロス鉛当量別の線量低減効果を評価することである。

A-3-2-3：頭部CT検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究

本研究の目的は、頭部CT検査介助者の1回あたりの水晶体の等価線量を測定することによって線量限度を遵守するための介助回数を推定する方法を確立することである。

A-3-2-4：ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

本研究の目的は、個人線量当量測定用線量計の変動率ならびに後方散乱係数を評価することにある。

A-3-2-5：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究（水晶体の等価線

量を中心に)

本研究の目的は X 線診療室内の散乱線の実効エネルギーを測定し線量影響を検討することである。

A-4. 竹中研究分担者

2019 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査 (ERCP) における医療従事者の実効線量、水晶体の等価線量などの被ばくを明らかにすること。

2020 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査 (ERCP) における医療従事者の実効線量、水晶体の等価線量などの被ばくを明らかにすること。

2021 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

最近の医療においてさまざまな X 線透視下手技が登場し進化しており、さらに複雑化していることから、担当する放射線業務従事者の被ばくについて、手技に応じたきめ細かな線量評価が必要と考えられる。そこで本分担課題において、X 線透視下内視鏡手技とくに ERCP における医師、看護師、診療放射線技師などの放射線業務従事者の眼の水晶体の等価線量、実効線量を含めた被ばくについての検討を行う。また消化器内科領域での放射線被ばくに対する意識改革を進めるべく学会活動、英文論文作成を通じて啓発活動を行う。

A-5. 古場研究分担者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成

労災疾病臨床研究の主課題「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査」では、医療における放射線業務従事者の被ばく線量が労働安全衛生法電離放射線障害防止規則（以下、電離則）に基づいて測定・記録されていることに基づいて、その線量値を調査・集計することから、研究対象者に対する不利益、危険性の排除や説明と同意（インフォームド・コンセント）に関わる状況を適切に把握し、倫理面

への配慮を行う必要がある。そこで本研究では主課題の研究実施のための研究倫理デザインの作成および、研究倫理審査のための研究計画立案を行う。また、研究計画に基づき調査・集計されたデータにのうち、本年度中に収集されたデータについて試験的な解析を行い、次年度から広く収集されるデータについての解析方法の検討を行う。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討

本研究は、医療における放射線業務従事者の被ばくを実効線量と眼の水晶体の等価線量等に重点を置いて調査し、また医療施設の従事者被ばくの管理状況を調査して、被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的としている。2019 年度に行われた予備的調査により、従事者の属性や業務の内訳などのデータが必要で、個人情報の保護、研究倫理などの重要な課題を解決すべきであることが明らかになり、医療施設数を絞り込み、必要な手続きを踏んだうえで、線量データと放射線業務従事者の属性や業務の内訳などのデータを収集して解析を進めることとされた。本年度は、主課題の研究実施のために昨年度作成された研究倫理に基づいた研究計画に基づき、調査手法と集計されたデータに関する解析手法を検討する。

2021 年度 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について

労災疾病臨床研究の主課題「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査」では、医療における放射線業務従事者の被ばく線量が労働安全衛生法電離放射線障害防止規則（以下、電離則）に基づいて測定・記録されていることに基づいて、その線量値を調査・集計を行っている。また、医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査研究を行っている。医療における放射線業務従事者の被ばく線量値の解析結果及び医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査については他の研究分担者の報告書において報告しているところだが、本報告書では医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査医療施設ごとに放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理の状況に相関関係があるかという点について着目し、解析・報告を行う。

B. 研究方法

各分担課題の研究方法は次の通りであった。

B-1. 細野研究代表者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究（細野研究代表者）

放射線業務従事者の線量調査の手法の企画・立案を行った。全国の医療施設の放射線業務従事者を対象とし、労働安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と眼の水晶体の等価線量を調査・集計し、介入を伴わない後方視的調査としてデザインし、近畿大学医学部倫理委員会を受審した。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施（細野研究代表者）

放射線業務従事者の線量調査の手法の企画・立案を行った。全国の医療施設の放射線業務従事者を対象とし、労働安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と眼の水晶体の等価線量を調査・集計し、介入を伴わない後方視的調査としてデザインし、近畿大学医学部倫理委員会を受審した。これに基づいて、全国の医療施設の放射線業務従事者の線量を調査し集計した。

2021 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

労働安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と眼の水晶体の等価線量のデータの記録のなされ方を検証し、これらの線量データを全国の医療施設の放射線業務従事者を対象として、研究倫理を遵守して調査・集計した。研究データの収集対象は研究協力施設における以下の対象となる者の放射線業務従事者として測定を行っている被ばく線量値とした。1) X 線透視下手技に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者、2) 小線源治療に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者、3) 核医学に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者。収集方法はエクセルシートで作成した線量調査票を対象施設の調査協力者に配布し、対象者および対象期間の数値を記入の上、提出を依頼した。

B-2. 三上研究分担者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

1) 研究計画

①研究デザイン

労働者健康安全機構に属する全国 32 の医療機関（労災病院、センター）の医師、看護師、放射線技師等の放射線業務従事者を対象とし、労働安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と水晶体の等価線量を調査・集計する。介入を伴わない観察研究である。

②目標研究対象者数

本調査は実態調査であるため目標とする放射線従事者数を予め定めることはなく、協力を応諾する放射線業務従事者を対象とする。

③収集するデータ

職種、診療科、個人被ばく線量計の報告値、放射線診療業務項目など。

個人被ばく線量計の報告値は、2019 年 7-9 月、2020 年 7-9 月、2021 年 7-9 月の数値を収集する。

④データの分析法

収集した被ばく線量と職種、診療科、業務との関連性について解析を行う。なお、解析は、他の研究分担者が行う。

⑤研究期間

倫理委員会で承認後から、2022 年 3 月 31 日まで。

⑥倫理的配慮

人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（平成 26 年文部科学省・厚生労働省告示第 3 号）に基づき、研究対象者からは文書での同意を得る。同意撤回も可能とする。

2020 年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

1) 研究計画

①研究デザイン

2019 年度と同じ。

②目標研究対象者数

2019 年度と同じ。

③収集するデータ

職種、診療科、個人被ばく線量計の報告値、放射線診療業務項目など。

個人被ばく線量計の報告値は、2020 年 7-9 月の数値を収集する。

④データの分析法

2019年度と同じ。

⑤研究期間

2019年度と同じ。

⑥倫理的配慮

2019年度と同じ。

2021年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

1) 研究計画

①研究デザイン

2019年度と同じ。

②目標研究対象者数

2019年度と同じ。

③収集するデータ

職種、診療科、個人被ばく線量計の報告値、放射線診療業務項目など。

本年度は、2021年7-9月の個人被ばく線量計結果の数値を収集する。

④データの分析法

2019年度と同じ。

⑤研究期間

2019年度と同じ。

⑥倫理的配慮

人を対象とする生命科学・医学研究に関する倫理指針（令和3年文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第1号）に基づき、研究対象者からは文書での同意を得る。同意撤回も可能とする。研究実施に関して、横浜労災病院、および、独立行政法人労働者健康安全機構の倫理委員会の承認を得た。

B-3. 渡邊研究分担者

2019年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

B-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

令和2年1月15日に全国の労災病院31施設を皮切りに合計医療機関49施設に放射

線業務従事者の放射線管理に関する調査票を電子メールに添付して送信し、回答ファイルを回答送信用電子メールアドレスに電子メールに添付送信する方式で回答を得た。調査期間は令和2年2月1日から同年3月5日までである。

調査票を送信した医療機関は全国の多様な実態を把握するために全国に31施設ある労災病院を基本とし、労災病院以外の全国の18施設を追加し合わせて49施設とした。

なお、本研究は細野眞研究代表者の所属する近畿大学倫理委員会に申請し許可を得て実施した(受付番号31-158)。また、回答医療機関にあってはそれぞれの医療機関の判断で倫理委員会の申請の是非を検討し必要な医療機関については医療機関の倫理委員会の承認を得て回答された。

2020年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

B-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

本研究では全国の従事者に対する放射線管理状況に関する実態調査(以下、実態調査)とより具体的あるいは詳細な調査(以下、詳細調査)の2つの調査を実施した。詳細調査を実施した医療機関については実態調査と詳細調査の両方を実施したが、それ以外の医療機関については実態調査のみを実施した。詳細調査は実態調査ならびに詳細調査の結果を踏まえて現地調査等を実施する予定であったが新型コロナウイルスの感染拡大状況に配慮してアンケート調査のみとした。

調査票の配布、回収方法については、実態調査と詳細調査の何れも医療機関に調査票を電子メールに添付し配信した。実態調査については、この調査のために作成した専用の回収サイトに送信する方式で回答を得た。一方、詳細調査は回答をメール添付で回収した。

実態調査の調査期間は2020年9月10日から同年11月末までである。また、詳細調査の調査期間は2021年9月14日から2022年2月9日までである。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号PAZ20-24)。

B-3-2：その他

B-3-2-1：ERCP検査におけるX線診療室内散乱線量測定ならびに防護機材の防護効果に

関する研究

また、ERCP 検査における X 線診療室内散乱線量測定ならびに防護クロスへの防護効果に関する研究を以下の方法で行った。

X 線装置、人体ファントムおよび防護クロスは、それぞれ東芝メディカル株式会社（現キャノンメディカル株式会社）社製据置型デジタル式汎用 X 線透視診断装置 デジタル X 線 TV 装置システム Plessart ZERO DREX-PZ10、株式会社京都科学社製 PH-2 可動人体ファントム PBU50 および株式会社保科製作所社製 X 線 TV 装置 散乱線防護クロス NP を用いた。なお、防護クロスの鉛当量は 0.25mmPb である。

また、測定素子は、長瀬ランダウア株式会社製 OSLD 線量計（ルミネスバッチ）および長瀬ランダウア株式会社製 3mm 線量当量専用 TLD 線量計（ビジョンバッチ）を用いた。

X 線透視条件は、ERCP 検査を行う腹部の条件である管電圧：95 kV、管電流：1.5 mA および照射野：23.3 cm×23.3cm である。

ERCP 検査の状況を正確に再現し、X 線診療室内の線量分布を測定した。測定位置は、ERCP 検査に従事する医師や看護師の作業する位置を想定し、放射線測定器の配置は X 線装置の周辺に 50 cm ずつ間隔を空け 22 か所設置した。

本研究は人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に抵触しないが群馬パース大学研究倫理審査委員会の方針にしたがって承認を得て実施した（承認番号 PAZ19-26）。

2021 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

B-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査、詳細調査および Web 調査）

全国の従事者に対する放射線管理状況に関する実態調査（以下、実態調査）ならびに詳細調査を実施した。また、詳細調査は、アンケート調査と Web を用いた調査（以下、Web 調査）を行った。実態調査と詳細調査のアンケート調査は、調査票の配布、回収方法について、医療機関に調査票を電子メールに添付し配信した。また、この調査のために作成した専用の回収サイトに送信する方式で回答を得た。Web 調査はオンライン会議システムである Zoom を用いた。

実態調査の調査期間は 2021 年 9 月 14 日から同年 12 月末までである。また、小差調査のアンケート調査は 2021 年 9 月 14 日から 2 月 9 日までである。さらに、Web 調査は 2022 年 1 月 12 日と同年同月 17 日の 2 回に分けて実施した。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号PAZ21-25).

B-3-2 : その他

B-3-2-1 : X線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

X線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究を以下の方法で行った。

医療機関の X 線診療室内の線量分布測定について協力いただける医療機関の X 線診療室内において IVR における標準的な放射線診療の状況を正確に再現し、線量分布を測定する。6 施設の医療機関は共同研究機関と神奈川県内の医療機関を中心に協力を依頼する。

われわれが開発する測定法（以下、ポール法）とジャングルジム法（以下、JG）法の両方で測定作業を行った。測定に要した作業量を記録するとともに測定作業終了後、直ちに測定作業に従事した各医療機関の協力者にアンケート調査を行い比較評価する。協力者は各施設 3~4 人とし、各方法 1.5~2 時間を予定している。また、アンケートは施設名と作業者を記名し、回答収集後匿名化する。さらに、アンケートの回答は郵送にて回収する。設問は 5 つのみで所要時間は 10 分ほどである。なお、作業量は作業者の人数から延べ作業時間により算定する（作業時間×作業人数=延べ作業時間）。また、アンケート調査は測定に係る簡便性ならびに汎用性について設問する。測定値についても比較するとともに装置性能との関係性についても明らかにする。さらに、作業者は協力医療機関に勤務する診療放射線技師とする。

ポールは円筒形の段ボールとプラスチック製の繋ぎ目を組み立てるだけのものである。同じものを組み立てて X 線診療室内に等間隔に配置する。測定器をポールに張り付けて実際の放射線診療を再現して X 線診療室の散乱線量を測定する。なお、患者の代わりに人体模擬ファントムを配置して行い、測定時はわれわれや作業者が X 線診療室外に退避したことを確認してからしか行わないためわれわれも含め協力医療機関関係者が被ばくすることはない。同様に JG 法においてもポール法と同様に円筒形の段ボールとプラスチック製の繋ぎ目を使って JG のように組み立てる。

X 線照射は測定する X 線室で行う IVR の標準的な放射線診療に基づいて行う。照射時間は測定素子の検出限界を考慮して決定するとともに実際の照射時間は使用する X 線装置の性能や使用条件等によって異なるが 1 時間以内を目安としている。組立やアンケート回答を含めて合計 1.5~2 時間を予定している。また、照射する X 線室は IVR を実

施する X 線室 1 室とする。なお、本研究に関わる作業は診療時間外とする等、病院業務に支障が生じないように配慮して実施する。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号 PAZ20-24)。

B-3-2-2：防護クロス鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

X 線装置、人体ファントムおよび防護クロスは、それぞれ東芝メディカルシステムズ株式会社(現キャノンメディカルシステムズ株式会社)製据置型デジタル式汎用 X 線透視診断装置 デジタル X 線 TV 装置システム Plessart ZERO DREX-PZ10, 株式会社京都科学社製 PH-2 可動人体ファントム PBU50 および株式会社保科製作所社製「散乱線防護クロス NP」(鉛当量 0.25 mmPb, 重量 7.0 kg) ならびに株式会社マエダ社製「TI-WINSOPE 用-18 4 面」(鉛当量はそれぞれ 0.125 mmPb および 0.175 mmPb, 重量はそれぞれ 5.1 kg および 5.7 kg) である。

また、放射線測定器は、長瀬ランダウア株式会社製光刺激ルミネセンス線量計 (Optically stimulated luminescence dosimeter, OSLD) (以下、ルミネス線量計) および 3mm 線量当量専用熱ルミネセンス線量計 (Thermo-luminescent Dosimeter, TLD) (以下、ビジョン線量計) を用いた。

ERCP 検査の状況を正確に再現し、X 線診療室内の線量分布を測定した。測定位置は、ERCP 検査に従事する医師や看護師の作業する位置を想定し、X 線装置の周辺に 4 か所設置した。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会に申請し、人を対象とした医学的研究に対して非該当の判断を得て行った(審査番号 PAZ21-4. 判定通知日 2021 年 4 月 27 日)。

B-3-2-3: 頭部 CT 検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究

ポール法を用いた頭部 CT 検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究等を以下の方法で行った。

頭部 CT 検査の状況を正確に再現し、X 線診療室内の線量分布を測定した。個人線量計は円筒形のクラフト紙とプラスチック製の繋ぎ目で作成したポール表面に設置した。測定位置は、CT 装置周辺に 50 cm 間隔で設定した。また、頭部 CT 検査の介助に従事する医療従事者の作業する位置を想定し、最もアイソセンタに近い場所にも設定した。

線量計は、すべての位置で、床から 100 cm と 150 cm の高さにルミネス線量計は配置した。また、介助者の位置は、床からの高さ方向に 90～160 cm に 10 cm 間隔でルミネス線量計を配置した。ルミネス線量計は 1cm 線量当量を測定した。

また、5 か所の測定位置の 100 cm と 150 cm の高さにはビジョン線量計を配置し 3 mm 線量当量を測定した。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号PAZ21-2)。

B-3-2-4：ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

本研究に使用した使用機器等は下記のとおりである。

- ① 東芝メディカルシステムズ株式会社 (現キャノンメディカルシステムズ株式会社) 製据置型デジタル式汎用 X 線透視診断装置 デジタル X 線 TV 装置システム Plessart ZERO DREX-PZ10
- ② CT：東芝メディカルシステムズ株式会社 (現キャノンメディカルシステムズ株式会社) 製全身用 X 線 CT 診断装置 Alexion TSX-032A
- ③ 被写体 (ファントム)：株式会社京都科学社製 PH-2 可動人体ファントム PBU50
- ④ ポール

空洞の円筒形のクラフト紙とプラスチック製の繋ぎ目で作成した。

⑤ 線量計：

(ア) 長瀬ランダウア株式会社製光刺激ルミネッセンス線量計 (Optically stimulated luminescence dosimeter, OSLD)

(イ) 長瀬ランダウア株式会社製水晶体等価線量専用線量計 (Optically stimulated luminescence dosimeter, OSLD)

検討項目は変動係数と後方散乱係数とした。

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会に申請し、人を対象とした医学的研究に対して非該当の判定を得て行った (受付番号 PAZ21-5)。

B-3-2-5：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究 (水晶体の等価線量を中心に)

本研究に使用した使用機器等は下記のとおりである。

- ① 東芝メディカルシステムズ株式会社 (現キャノンメディカルシステムズ株式会社)

製据置型デジタル式汎用 X 線透視診断装置 デジタル X 線 TV 装置システム
Plessart ZERO DREX-PZ10

- ② CT：東芝メディカルシステムズ株式会社（現キャノンメディカルシステムズ株式会社）製全身用 X 線 CT 診断装置 Alexion TSX-032A
- ③ 被写体（ファントム）：株式会社京都科学社製 PH-2 可動人体ファントム PBU50
- ④ ポール

空洞の円筒形のクラフト紙とプラスチック製の繋ぎ目で作成した。

- ⑤ 線量計：

(ウ) 長瀬ランダウア株式会社製光刺激ルミネッセンス線量計 (Optically stimulated luminescence dosimeter, OSLD)

(エ) 長瀬ランダウア株式会社製水晶体等価線量専用線量計 (Optically stimulated luminescence dosimeter, OSLD)

- ⑥ 防護クロス

(ア) 株式会社保科製作所社製「散乱線防護クロス NP」(鉛当量 0.25 mmPb, 重量 7.0 kg)

(イ) 株式会社マエダ社製「TI-WINSCOPE 用-18 4 面」(鉛当量はそれぞれ 0.125 mmPb および 0.175 mmPb, 重量はそれぞれ 5.1 kg および 5.7 kg)

ERCP 検査ならびに頭部 CT 検査の状況を正確に再現し、X 線診療室内の線量分布を測定した。測定位置は、それぞれの検査に従事する医師や看護師の作業する位置を想定した。

本研究は、人を対象とした医学的研究に該当しないが、群馬パース大学研究倫理審査委員会の方針に基づいて申請し、承認を得て行った（承認番号 PAZ21-3）。

B-4. 竹中研究分担者

2019 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

当院で実施している ERCP 検査において医療従事者の実効線量、水晶体の等価線量など被ばく線量を測定した。X 線透視装置はオーバーチューブ型の CUREVISTA（日立）を使用し (ERCP 透視条件:86kV, 1.2mA, 12.5frame/sec、ERCP 撮影条件:80kV, 200mA, 50msec)、X 線管球に散乱線防護カーテン（株式会社マエダ社製 0.125mmPb）を装着して、術者・助手・看護師・麻酔担当医の 4 名で検査を行なっている。被ばく防護メガネ (TORAY 社製 0.07mmPb) の左右内外の 4 か所に水晶体被ばく線量専用線量計 (DOSIRIS (3mm 線量当量測定、千代田テクノル社)) を装着して ERCP を行い、各立ち位置別の水晶体被ばく線

量測定を行った。

2020 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

2019 年度同様に ERCP 検査において医療従事者の実効線量、水晶体の等価線量など被ばく線量を測定した。

2021 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

消化器領域の X 線透視下内視鏡手技の職業被ばくの原因は、一次 X 線ビーム自体ではなく、患者からの散乱放射線である。散乱放射線は、医療スタッフの眼の水晶体、甲状腺、指を含め全身に被ばくを与える。被ばくは、医療スタッフの配置、防護器材・防護衣、X 線装置の種類と配置などの要因に大きく影響される。そこで、これらの要因について、実測、文献調査により検討した。

B-5. 古場研究分担者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成

(1) 主課題「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査」を遂行するにあたり研究倫理デザインの作成し、研究倫理審査のための研究計画を作成する上、以下の項目について検討を行った。

- (ア) スタディデザイン
- (イ) エンドポイント
- (ウ) 研究対象の選択基準
- (エ) インフォームド・コンセント
- (オ) 目標数と実施期間
- (カ) 収集項目
- (キ) 研究データの収集方法
- (ク) 研究データの解析方法
- (ケ) 中止基準
- (コ) 被験者の個人情報等の保護に関する措置
- (サ) 研究データの管理の方法
- (シ) 資料等の保存

上記の項目を想定する対象施設および集計作業、解析作業の分量に考慮し、適切に決定した。研究倫理デザインを作成するうえで文部科学省・厚生労働省・経済産業省「個人情報保護法等の改正に伴う研究倫理指針の改正について」および文部科学省・厚生労働省・経済産業省「試料・情報の提供に関する記録の作成・保管等について」を参考とし、平成 29 年に改正された倫理指針に沿う研究倫理デザインとした。

(2) 上記(1)で作成した研究倫理デザインを元に研究計画書を作成し、近畿大学医学部倫理委員会の承認申請を行う。研究対象のデータの提供の際には、対象施設の状況に応じて、「情報の提供に関する届け出書」の提出、オプトアウトの掲示、インフォームド・コンセントを行う。

(3) 上記(1)-(キ)の手法により収集したデータのうち今年度中に提出された 1 施設の線量データについて解析を行う。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討

医療機関のネットワークを通じて個人情報の保護等にも配慮した集計及び解析手法の検討を 2019 年度に引き続いて実施し、線量調査及び管理状況アンケートとの照合による分析を行う。

2021 年度 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について

本研究では R2 年度と R3 年度に行った医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の調査及び従事者の放射線管理に関するアンケート調査の結果のうち、両方の調査に対して回答のあった施設について、その線量値と管理状況の相関関係について解析を行う。両調査は R2 年度及び R3 年度に実施しており、本研究では R2 年度の単年度の結果に対して線量値と管理状況にどのような相関があるのか、また R2 年度と R3 年度の結果に対して線量値と管理状況の変化にどのような相関があるのかを調べる。

C. 研究結果

各分担課題の研究結果は次の通りであった。

(詳細は分担報告書をご参照ください)

C-1. 細野研究代表者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

研究について倫理委員会を受審し承認を得たが、承認の要点としては、1) 全国の医療施設において、法令に基づいて実測されている放射線業務従事者の実効線量と皮膚・眼の水晶体の等価線量の算定値を収集・解析すること、2) 対象者の線量収集に際して同意の取得はオプトアウトに基づいて実施する、3) 予め一定の対象施設数、対象者数を設定することはせず、協力を応諾する医療施設・放射線業務従事者を随時登録する、である。さらに、このような調査方法の立案に加えて、パイロットスタディとして放射線業務従事者の線量調査を実施することができた。

2020年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

研究について倫理委員会を受審し承認を得たのち、収集したデータは26施設の線量データ5082人分(延べ人数)であった。データ整理及び解析にはMS-Excel及び統計解析ソフトMinitab19を用いた。対象施設の線量データにおける職種の内訳は、医師・看護師・診療放射線技師の3職種が主であり、薬剤師0名、医学物理士3名、その他が450名であった。医師の職種細目は14であり、循環器内科医、消化器内科医、整形外科医のデータ数それぞれ300程度であり、上位3細目が約40%を占めた。看護師は約30%が放射線部に属し、10%が内視鏡室、60%がその他と申告された。診療放射線技師の所属は60%が診断部であり、核医学、治療部がともに約10%であった。また、データ数は施設により偏りが見られ上位5施設が全データの50%を占めた。

2021年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

線量データ5215人分(延べ人数)の線量データを回収・集計した。対象施設の線量データにおける職種の内訳は、医師・看護師・診療放射線技師の3職種が主であり、薬剤師3名、医学物理士3名、その他が470名であった。医師の職種細目は14であり、データ数は循環器内科(474名)、整形外科(246名)、消化器内科(233名)の順に、これら上位3細目が全体(2248名、細目未回答含む)の約40%を占めた。看護師は内視鏡室(273名)と放射線部(260名)で、全体(1421名、細目未回答含む)の約37%を占

め、次いで救命救急科（103名）であった。診療放射線技師（1067名、細目未回答含む）の所属は約70%が診断部であり、治療部、核医学がともに約10%であった。得られた線量データ5215人分（延べ人数）のうち、実効線量については約75%が皮膚等価線量及び水晶体等価線量については約60%が検出限界未満（N.D.）であった。これらを除き、データ解析を行った。全体の線量分布は各線量を比較すると、実効線量の被ばく線量は1mSv以下の占める割合が約95%に対して、水晶体線量計による等価線量は約74%と1mSvを超える被ばく線量の割合が多く観測された。

C-2. 三上研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

倫理委員会の承認時期が年度後半となったため、2019年度のデータ収集は中止とし、翌年度以降に実施することとした。

2020年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく提言に関する調査」について、労働者健康安全機構に属する32医療機関に、研究協力依頼を行った。32施設中13施設の参加を得た。13施設から得られた調査結果は、他の研究分担者・協力者が、収集・解析を行った。

なお、線量調査を行った13施設は以下の通りである。

釧路労災病院、東北労災病院、新潟労災病院、横浜労災病院、浜松労災病院、関西労災病院、和歌山労災病院、中国労災病院、山陰労災病院、香川労災病院、山口労災病院、長崎労災病院、総合せき損センター。

2021年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく提言に関する調査」について、労働者健康安全機構に属する31医療機関に、研究協力依頼を行った。31施設中13施設の参加を得た。13施設から得られた調査結果は、他の研究分担者・協力者が、収集・解析を行った。

なお、線量調査を行った13施設は以下の通りである。

北海道中央労災病院、青森労災病院、東北労災病院、東京労災病院、横浜労災病院、富山労災病院、関西労災病院、中国労災病院、山陰労災病院、九州労災病院、長崎労災病院、熊本労災病院、総合せき損センター。

C-3. 渡邊研究分担者

2019 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

C-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

1. 回答率ならびに回答医療機関の基本情報

1.1 回答率

調査票を送信した医療機関は 49，回答医療機関は 31，医療機関としての有効回答率は 63%であった。

1.2 医療機関の形態および規模等

回答した医療機関の形態は大学病院が 0 施設，総合病院が 23 施設（74%），専門病院が 1 施設（3%），その他が 7 施設（23%）であった。

また，回答した医療機関の病床数は 600 床以上が 7 施設（23%），400 床以上 600 床未満が 10 施設（32%），200 床以上 400 床未満が 10 施設（32%），50 床以上 200 床未満が 3 施設（10%），50 床未満が 0 施設，無回答が 1 施設であった。

さらに，救急指定のタイプは一次救急が 3 施設（10%），二次救急が 22 施設（71%），三次救急が 4 施設（13%），無回答が 2 施設であった。

2. 従事者管理

2.1 職業被ばく管理

従事者の毎月の被ばく線量をチェックしているかの設問で「はい」が 31 施設（100%）で「いいえ」の回答はなかった。この設問で「はい」と回答した施設にチェックしている担当者の職種と職位を複数回答可で尋ねた結果，職種は「事務職」が 12 施設（39%），「診療放射線技師」が 29 施設（94%），医師が 7 施設（23%），「その他」が 3 施設（10%）で，「医学物理士」の回答はなかった。職位では，技師長（労災病院では部長だが分かりやすい技師長で統一する）が 11 施設（35%），主任診療放射線技師が 6 施設（19%），診療放射線技師が 2 施設（6%），部長医師が 2 施設（6%），総務課長 1 施設（3%），総務課職員が 1 施設（3%）であった。

2.2 職業被ばく測定結果の委員会等への報告

放射線業務従事者の職業被ばくに関する測定結果を委員会等に報告しているかの設問では「はい」が 21 施設（68%），「いいえ」が 9 施設（29%），無回答が 1 施設（3%）であった。この設問で「はい」と回答した施設に報告している委員会等を複数回答可で尋ねた結果，「放射線安全を担当する委員会」が 18 施設（86%），「労働安全を担当する

委員会」が3施設(14%)、「病院長を含む病院の幹部会議」が4施設(19%)、「その他」が2施設(10%)であった。

2.3 職業被ばく測定結果の迅速報告

職業被ばくの線量測定サービス会社から線量が高い場合等に迅速に結果を報告してもらう措置を講じているかの設問では、「はい」が16施設(52%)、「いいえ」が5施設(16%)、無回答が10施設(32%)であった。この設問で「はい」と回答された施設に迅速報告の基準と方法を尋ねた結果、実効線量を基準にしている施設が11施設(69%)、その他が1施設(6%)、無回答が4施設(25%)であった。実効線量の基準は1~2mSv/月の範囲であった。また、方法は「メール」が2施設、「FAX」が10施設、「電話」が4施設、「その他」が2施設で、「LINE」との回答は無かった。

2.4 比較的被ばく線量が高い従事者に対する被ばく低減措置

比較的被ばく線量が高い従事者に対して被ばく低減を図る措置を講じているかの設問では、「はい」が26施設(84%)、「いいえ」が5施設(16%)であった。この設問で「はい」と回答した施設に複数回答可で被ばく低減措置を尋ねた結果、「本人に文書で注意喚起」が5施設(19%)、「本人に口頭で注意喚起」が2施設(7.7%)(81%)、「所属長に文書で注意喚起」が21施設、「所属長に口頭で注意喚起」が11施設で(52%)であった。

2.5 従事者管理

医療機関の従事者数を尋ねた結果、30施設から回答があり(97%)、平均±標準偏差が135±97人、最小20人、最大400人であった。

2.6 従事者登録基準

放射線被ばくする可能性のある医師(管理区域に立ち入らない者を除く)の従事者としての登録状況を尋ねた結果、「全員管理」が15施設(48%)、「管理区域に立ち入る頻度による」が15施設(48%)、無回答が1施設(3%)であった。「被ばく線量による」という回答は無かった。

2.7 職業被ばく限度を超える可能性のある従事者数

職業被ばく限度を超える可能性のある従事者がいるかを尋ねた結果、具体的な人数を記入した回答(限度を超える可能性のある従事者がいる)が4施設(13%)、「いない」が27施設(87%)であった。人数は4~14人であった。

2.8 職業被ばく限度を超えないための措置

職業被ばく限度を超えないための措置を講じているかを尋ねた結果、「はい」が26施設(84%)、「いいえ」が5施設(16%)であった。この設問で「はい」と回答した施設に複数回答可でその方策を尋ねた結果、「毎月の測定結果の迅速確認」が22施設(85%)、

「注意喚起」が 19 施設 (73%), 「部署異動はしないが被ばくが少ない業務に変更」が 3 施設 (12%), 「部署異動」が 1 施設 (4%), 「その他」が 4 施設 (15%) であった。その他の 4 施設の中で 3 施設は教育 (研修) の趣旨の回答であった。

2.9 職業被ばく限度を超える恐れのある従事者に対する措置

職業被ばく限度を超える恐れのある従事者に対する措置を決めているかを尋ねた結果は、「はい」が 14 施設 (45%), 「いいえ」が 17 施設 (55%) であった。この設問で「はい」と回答した施設にその措置と手順を尋ねた結果、「部署変更」が 2 施設 (14%), 「業務変更」が 6 施設 (43%), 「注意喚起」12 施設 (86%), 「その他」が 2 施設 (14%) であった。「複数者による措置の理由の説明」は無かった。

2.10 職業被ばく限度を超える恐れのある従事者に対する措置の実施

実際に職業被ばく限度を超える恐れのある従事者に対する措置を講じたことがあるかを尋ねた結果は、「はい」が 11 施設 (35%), 「いいえ」は 20 施設 (65%) であった。この設問で「はい」と回答された施設に措置によってトラブルが生じたことがあるかを尋ねた結果は、すべて「いいえ」の回答であった。

2.11 従事者の管理部署

従事者の管理を行っている部署を尋ねた結果、「事務局」が 22 施設 (71%), 「放射線部門 (診療放射線技師)」が 14 施設 (45%), 「放射線科 (医師)」が 1 施設 (3%), 「その他」が 2 施設 (6%) であった。「医学物理部門」と「決まっていない」は回答がなかった。

2.12 測定結果の配布

従事者ごとに定期的に測定結果を配布しているかを尋ねた結果は、「はい」が 31 施設 (100%) であった。

3. 研修

3.1 研修の実施率

放射線診療や放射線診療の介助等を行う医師および看護師である従事者がいる場合、該当者に対して、職業被ばくの放射線防護方法等に関する研修 (以下、研修) を実施しているかを尋ねた結果を Table 1 に示す。「該当なし」と無回答を除いた回答における平均実施率と標準偏差は $60 \pm 5\%$ で、最もが高かったのは「内視鏡担当看護師」で 68% (19/28), 最も低かったのは「救命救急 (科) 医」で 53% (9/17) であった。医師の中で最もが高かったのは「放射線科 (主に IVR)」で 67% (14/21) であった。

3.2 研修の受講率

上記 3.1 の設問で研修を「実施している」と回答した医療機関に受講率を尋ねた結果を Table 2 に示す。「分からない」と無回答を除いた回答において 80%以上 100%を良好な受講率とすると、良好な受講率の平均回答率と標準偏差は $51 \pm 17\%$ で、最も高かったのは「放射線科 (IVR)」で 79%、最も低かったのは「整形外科医」で 35%であった。

3.3 受講率を高める方策

上記 3.1 の設問で研修を「実施している」と回答した医療機関に従事者に対する研修の受講率を高める方策を尋ねた結果、「はい」が 15 施設、「いいえ」が 15 施設、無回答が 1 施設であった。この設問で「はい」と回答した医療機関にその方策を複数回答可で尋ねた結果、「複数回開催」が 7 施設、「e-Learning」が 4 施設、「資料講習」が 3 施設、「伝達講習」が 1 施設、「その他」が 4 施設であった。「その他」の回答では録画講習が 2 施設あった。

3.4 職業被ばく低減のための具体的な方策

従事者に対する研修において職業被ばく線量を低減するための具体的な方策が含まれているかを尋ねた結果、「はい」が 22 施設 (71%)、「いいえ」が 7 施設 (23%)、無回答が 2 施設 (6%) であった。

3.5 職業被ばくを測定するための放射線測定器の着用位置・方法

従事者に対する研修において職業被ばくを測定するための放射線測定器の着用位置・方法に関する内容が含まれているかを尋ねた結果、「はい」が 21 施設 (68%)、「いいえ」が 7 施設 (23%)、無回答が 3 施設 (10%) であった。

3.6 放射線防護衣の使用方法

従事者に対する研修において放射線防護衣の使用方法に関する内容が含まれているかを尋ねた結果、「はい」が 21 施設 (68%)、「いいえ」が 7 施設 (23%)、無回答が 3 施設 (10%) であった。

3.7 防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用方法

Vascular-IVR の術者である従事者に対する研修において防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用方法に関する内容が含まれているかを尋ねた結果、「はい」が 13 施設 (42%)、「いいえ」が 13 施設 (42%)、無回答が 5 施設であった (16%)。

3.8 医師に対してパルス透視レート等に関する研修

従事者に対する研修において Vascular IVR を実施する医師に対して必要がなければパルス透視レートを下げる、患者を受像器に近づけるあるいは適度に照射野を絞る等の研修を実施しているかを尋ねた結果、「はい」が 16 施設 (52%)、「いいえ」が 11 施設

(35%)、無回答が4施設(13%)であった。

3.9 従事者に対する放射線測定器の着用指導

放射線測定器を着用していない従事者に対して放射線測定器の着用を促しているかを尋ねた結果、「100%着用しているので該当事例なし」が8施設(26%)、「頻繁に促している」が9施設(29%)、「時々促している」が6施設(19%)、「まれに促している」が3施設(10%)、「促していない」が5施設(16%)であった。

この設問で、「頻繁に促している」と「時々促している」を回答した施設に促す方法を複数回答可で尋ねた結果、「研修」が6施設(40%)、「文書回覧(デジタル文書を含む)」が1施設(7%)、「院内会議」が1施設(7%)、「放射線安全委員会等からの指導」が2施設(13%)、「放射線診療従事者 個々に指導」が8施設(53%)、「技師長からの指導」が3施設(20%)、「部署担当技師からの指摘」が7施設(47%)あった。「院内掲示」と「上司や院長からの指導」の回答はなかった。

また、「時々促している」、「まれに促している」および「促していない」を回答した施設に頻繁に促せない理由を複数回答可で尋ねた結果、「医師には言いづらい」が6施設(43%)、「他部署の方には言いづらい」が8施設(57%)、「上司には言いづらい」が2施設(14%)、「促す立場にない」が2施設(14%)であった。「同僚には言いづらい」の回答は無かった。

3.10 放射線測定器の着用状況の把握

従事者の放射線測定器の着用状況を把握しているかを複数回答可で尋ねた結果、「院内組織(放射線安全委員会等)は把握している」が9施設(29%)、「放射線診療従事者の管理担当部署は把握している」が14施設(45%)、「一緒に業務する他の医療従事者は把握している」が7施設(23%)、「誰も把握していない」が7施設(23%)であった。院内組織と従事者管理部署の両方で把握している施設は3施設(10%)であった。

3.11 防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器の着用率

従事者について防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器のおおよその着用率を尋ねた結果をTable 3に示す。「配布していない」、「分からない」および「無回答」を除いた回答における80%以上100%の平均回答率と標準偏差は $11 \pm 13\%$ で最も高かったのは「循環器内科医」で38%であるが、0%の部署が7つあった。また、「配布していない」の平均回答率と標準偏差は $53 \pm 8\%$ であった。

3.12 放射線防護衣の着用率

従事者について職業被ばくを低減するための放射線防護衣のおおよその着用率を尋ねた結果をTable 4に示す。「分からない」と「無回答」を除いた医療機関における放射線防護衣の着用率100%の平均回答率と標準偏差は $93 \pm 15\%$ であった。さらに、放射線防

護衣が一部の医療機関では日常的に不必要である可能性のある「放射線科(主に治療)」と「放射線科(主に核医学)」を除くと平均着用率と標準偏差は $99\pm 2\%$ であった。

3.13 防護眼鏡の着用率

従事者について職業被ばくを低減するための防護眼鏡のおおよその着用率を尋ねた結果を Table 5 に示す。「分からない」および「無回答」を除いた回答における 80%以上 100%の平均回答率と標準偏差は $34\pm 16\%$ で最も高かったのは「循環器内科医」で 54%、最も少なかったのは「救命救急(科)医」の 11%であった。

4. 作業環境

4.1 X線診療室の天井吊り型の防護板

Vascular-IVR を実施する X 線診療室には天井吊り型の防護板が設置されているかを尋ねた結果、「すべて設置」が 19 施設 (61%)、「ほとんど設置」が 5 施設 (16%)、「一部設置」が 3 施設 (10%)、「すべて設置していない」が 2 施設 (6%)、無回答が 2 施設 (6%) であった。

4.2 X線診療室の防護眼鏡

Vascular-IVR を行うすべての X 線診療室には術者と IVR 行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡が配備されているかを尋ねた結果、「十分ある」が 9 施設 (29%)、「おおよそある」が 12 施設 (39%)、「かなり足りない」が 6 施設 (19%)、「まったくない」が 3 施設 (10%)、無回答が 1 施設 (3%) であった。

4.3 X線装置が設置された内視鏡室の防護クロス

X 線装置が設置された内視鏡室における X 線装置に装着する放射線防護用の防護クロスが配備されているかを尋ねた結果、「はい」が 13 施設 (42%)、「いいえ」が 12 施設 (39%)、無回答が 6 施設 (19%) であった。

4.4 X線装置が設置された内視鏡室の防護眼鏡

X 線装置が設置された内視鏡室において防護眼鏡が配備されているかを尋ねた結果、「十分にある」が 6 施設 (19%)、「十分ではないがある」が 15 施設 (48%)、「一つもない」が 4 施設 (13%)、無回答が 6 施設 (19%) であった。

4.5 一般 X 線透視室の防護眼鏡

一般 X 線透視室において防護眼鏡が配備されているかを尋ねた結果、「十分にある」が 5 施設 (16%)、「十分ではないがある」が 18 施設 (58%)、「一つもない」が 8 施設 (26%) であった。

4.6 手術室の防護眼鏡

手術室において防護眼鏡が配備されているかを尋ねた結果、「十分にある」が 5 施設

(16%), 「十分ではないがある」が 12 施設 (39%), 「一つもない」が 13 施設 (42%), 無回答が 1 施設 (3%) であった。

5. その他

5.1 エックス線診療室の典型的な事例の線量分布図作成

Vascular-IVR を実施するエックス線診療室の典型的な事例の線量分布図を作成して研修 に使用したり, あるいはエックス線診療室内外に掲示しているかを尋ねた結果, 「はい」が 12 施設 (39%), 「いいえ」が 16 施設 (52%), 無回答が 3 施設 (10%) であった。

5.2 放射線防護板や防護衣等の防護効果を示した図表等の研修使用

天吊り型の放射線防護板や防護衣等の防護効果を示した図表等を作成して研修に使用したり, あるいはエックス線診療室内外に掲示しているかを尋ねた結果, 「はい」が 9 施設 (29%), 「いいえ」が 22 施設 (71%) であった。

5.3 Vascular-IVR に診療放射線技師がついている割合

Vascular-IVR に診療放射線技師がついているおおよその割合を尋ねた結果, 「100%」が 20 施設 (65%), 「90%以上」が 5 施設 (16%), 「80%以上」が 2 施設 (6%), 「40%以上」が 1 施設 (3%) で, 無回答 が 3 施設 (3%) であった。「60%以上」, 「20%以上」, 「20%未満」の回答は無かった。

5.4 内視鏡室で内視鏡と X 線装置を使った検査 (ERCP 検査等) に診療放射線技師がついている割合

内視鏡室で内視鏡と X 線装置を使った検査 (ERCP 検査等) に診療放射線技師がついているおおよその割合を尋ねた結果, 「100%」が 10 施設 (32%), 「90%以上」が 5 施設 (16%), 「80%以上」が 1 施設 (3%), 「60%以上」が 2 施設 (6%), 「40%以上」が 1 施設 (3%) で, 「20%以上」が 2 施設 (6%), 「20%未満」が 7 施設 (23%) で, 無回答が 3 施設 (10%) であった。

5.5 一般 X 線透視室での放射線診療に診療放射線技師がついている割合

Vascular-IVR や内視鏡を除く一般 X 線透視室での放射線診療に診療放射線技師がついているおおよその割合を尋ねた結果, 「100%」が 13 施設 (42%), 「90%以上」が 5 施設 (16%), 「80%以上」が 2 施設 (6%), 「60%以上」が 1 施設 (3%), 「40%以上」が 4 施設 (13%) で, 「20%以上」が 1 施設 (3%), 「20%未満」が 3 施設 (10%) で, 無回答が 2 施設 (6%) であった。

5.6 エックス線透視を伴う手術に診療放射線技師がついている割合

エックス線透視を伴う手術に診療放射線技師がついているおおよその割合を尋ねた

結果, 「100%」が5施設(16%), 「90%以上」が1施設(3%), 「80%以上」が1施設(3%), 「60%以上」が3施設(10%), 「40%以上」が3施設(10%)で, 「20%以上」が3施設(10%), 「20%未満」が14施設(45%)で, 無回答が1施設(3%)であった.

5.7 IVRにおける患者の皮膚線量の管理目標値の設定, 実施

IVRでは患者の皮膚線量の管理目標値(例: 2~3Gy)を設定し, IVRを継続するか否かの判断を行うことを行っているかを尋ねた結果, 「必ず行う」が5施設(16%), 「ほとんど行う」が6施設(19%), 「まれに行う」が2施設(6%), 「行っていない」が15施設(48%), 無回答が1施設(3%)であった.

5.8 IVRにおける放射線被ばくを低減するための方策への診療放射線技師の貢献

IVRで放射線被ばくを低減するための方策に診療放射線技師が貢献しているかを尋ねた結果, 「はい」が23施設(74%), 「いいえ」が5施設(16%), 無回答が3施設(10%)であった.

5.9 患者照射基準点の測定

患者照射基準点の測定を行っているかを1施設X線装置5台までで尋ねた結果, すべての医療機関において「はい」(測定している)と「いいえ」を回答した合計装置数を母数とすると測定している装置の割合は59%(39/66)で, 「いいえ」は41%(27/66)であった.

5.10 患者照射基準点の線量レベル

上記設問5.9で「はい」と回答した医療機関に回答した装置39台の線量レベルを尋ねた結果, 「>20mGy」が1台(3%), 「>15mGy」が6台(15%), 「>10mGy」が18台(46%), 「≤10mGy」が14台(36%)であった.

5.11 診断参考レベルとの比較

Vascular-IVRを実施しているX線装置において診断参考レベルとの比較を行っているかの設問で, 「はい」と「いいえ」を回答した合計装置数を分母とすると「はい」は74%(52/70), 「いいえ」が26%(18/70)であった.

5.12 X線装置の定期点検(契約)

Vascular-IVRを実施しているX線装置において定期点検(契約)を行っているかの設問で, 「はい」と「いいえ」を回答した合計装置数を分母とすると「はい」は97%(73/75), 「いいえ」が3%(2/75)であった.

5.13 X線装置の始業・終業点検

X線装置の始業・終業点検を行っているかの設問で「はい」と「いいえ」を回答した合計装置数を分母とすると「はい」は99%(74/75), 「いいえ」が1%(1/75)であった.

2020 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

C-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

2021 年度に同様の調査を行い、2020 年度の結果と併せて示したため、ここでは回収率に関する結果のみを示し、それ以外は割愛する。

1. 回収率および基本事項

実態調査の調査票配布施設数、回答施設数はそれぞれ 78 と 45 で回収率は 58%であった。また、詳細調査の調査票配布施設数、回答施設数はそれぞれ 9 と 15 で回収率は 60%であった。

C-3-2：その他

C-3-2-1：ERCP 検査における X 線診療室内散乱線量測定ならびに防護材の放射線防護効果

術者の立ち位置の中で最も線量率が高い線量率は高さ 100 cm で 1.6 mSv/h、150 cm で 2.9 mSv/h であった。患者の体軸方向で頭部側に離れるほど高さ 100 cm で 0.62, 0.18, 0.08 mSv/h、高さ 150 cm で 1.62, 0.56, 0.24 mSv/h と低くなった。足側も同様の傾向である。また、アイソセンタから離れるにしたがって体軸方向のアイソセンタの位置で高さ 100 cm で 0.40, 0.16 mSv/h、高さ 150 cm で 0.80, 0.28 mSv/h と低くなった。

また、介助者である看護師の立ち位置の地点の線量率は高さ 100 cm で 0.10 mSv/h、150 cm で 0.28 mSv/h であった。術者と介助者の立ち位置の高さ方向の線量率の最大値は術者の立ち位置が 2.56 mSv/h（高さ 130 cm）、介助者の立ち位置が 0.28 mSv/h（高さ 150 cm）であった。

術者の立ち位置で高さ 100 cm で 0.17 mSv/h、150 cm で 0.17 mSv/h であった。介助者の立ち位置で高さ 100 cm で 0.02 mSv/h、150 cm で 0.03 mSv/h であった。

また、術者の立ち位置で最も高くなる位置における高さ 100 cm の線量率は防護クロス（－）の 1.60 mSv/h から防護クロス（＋）では 0.17 mSv/h におよそ 90%低減した。また、同様に高さ 150 cm では 2.24 mSv/h から 0.14 mSv/h に 94%低減した。防護クロス

スの高さ 90 cm から 160 cm までの線量低減率は 89.7～94.3%であった。

2021 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

C-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

C-3-1-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

1. 回収率

調査票配布施設数、回答施設数はそれぞれ 81 と 46 で回収率は 57%であった。また、2021 年度の回答施設で、2020 年度にも回答した施設の割合（重複率）は 60%である。

2. 基本事項

設問 1 医療機関のタイプを教えてください。

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
大学病院	7	15.6	大学病院	6	13.0
総合病院	27	60.0	総合病院	26	56.5
専門病院	6	13.3	専門病院	9	19.6
その他	5	11.1	その他	5	10.9
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 2 病床数は以下のどの範囲か教えてください。

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
>600	15	33.3	>600	18	39.1
400～<600	11	24.4	400～<600	8	17.4
200～<400	14	31.1	200～<400	13	28.3
200～<50	4	8.9	200～<50	6	13.0
<50	1	2.2	<50	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問3 救急指定のタイプを教えてください。

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
一次救急	0	0.0	一次救急	1	2.2
二次救急	24	53.3	二次救急	28	60.9
三次救急	19	42.2	三次救急	16	34.8
回答なし	2	4.4	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

3. 従事者管理

設問4 放射線業務従事者の毎月の被ばく線量をチェックしていますか？

① はい ② いいえ

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	43	95.6	①	43	93.5
②	2	4.4	②	2	4.3
回答なし	0	0.0	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問5 上記設問4で「はい」と回答された施設の方へ、チェックしている方の職種と職位を教えてください。（複数回答可、有効回答 2020年度：43、2021年度：43）

職種： ① 事務職 ② 診療放射線技師 ③ 医師
④ 医学物理士 ⑤ その他（ ）

職位：（ ）

2020年度 (職種)	回答数	回答率 (%)	2021年度 (職種)	回答数	回答率 (%)
①	13	30.2	①	11	25.6
②	39	90.7	②	34	79.1
③	5	11.6	③	3	7.0
④	0	0.0	④	3	7.0
⑤	1	2.3	⑤	0	0.0
計	58	134.9	計	51	118.6

2020 年度（職位）	回答数	回答率（%）	2021 年度（職位）	回答数	回答率（%）
部長・技師長・副技師長	14	32.6	部長・技師長・副技師長	6	14.0
主任・主査	8	18.6	主任・主査・副主査	9	20.9
診療放射線技師	4	9.3	診療放射線技師	2	4.7
部長医師	1	2.3	部長医師	0	0.0
医師	0	0.0	医師	0	0.0
事務課長・係長	2	4.7	事務課長・係長	2	4.7
平事務	0	0.0	平事務	1	2.3
主任者	3	7.0	主任者	1	2.3
その他	3	7.0	その他	1	2.3
回答なし	13	30.2	回答なし	22	51.2
計	48	111.6	計	44	102.3

設問6 放射線業務従事者の線量の測定結果を委員会等に報告していますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率（%）	2021 年度	回答数	回答率（%）
①	30	66.7	①	40	87.0
②	14	31.1	②	6	13.0
回答なし	1	2.2	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

なお、回答なしを含めない場合、全回答施設では2020年度：68.2%、2021年度：87.0%、継続回答施設では2020年度：66.7%、2021年度：92.9%であった。

設問7 上記設問6で「はい」と回答された方へ. 報告している委員会等を教えてください.

(複数回答可, 有効回答 2020年度 30, 2021年度: 40)

① 放射線安全を担当する委員会 ② 労働安全を担当する委員会 ③ 病院長を含む
病院の幹部会議 ④ その他 ()

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	23	76.7	①	31	77.5
②	6	20.0	②	15	37.5
③	1	3.3	③	1	2.5
④	7	23.3	④	3	7.5
回答なし	15	50.0	回答なし	7	17.5
計	52	173.3	計	57	142.5

設問8 職業被ばくの測定メーカから線量が高い場合等に迅速報告してもらおう措置を講じていますか?

① はい ② いいえ

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	27	60.0	①	30	65.2
②	8	17.8	②	2	4.3
回答なし	10	22.2	回答なし	14	30.4
計	45	100.0	計	46	100.0

設問9 上記設問8で「はい」と回答された方へ、その基準と方法を教えてください。(複数回答可、有効回答2020年度：27、有効回答：21)

基準：① 実効線量が () mSv 以上の者 ② その他 ()

方法：① メール ② FAX ③ 電話 ④ LINE ⑤ その他 ()

2020年度 (基準)	回答数	回答率 (%)	2021年度 (基準)	回答数	回答率 (%)
①	30	66.7	①	21	45.7
②	14	31.1	②	3	6.5
回答なし	1	2.2	回答なし	22	47.8
計	45	100.0	計	46	100.0

2020年度 (方法)	回答数	回答率 (%)	2021年度 (方法)	回答数	回答率 (%)
①	7	25.9	①	4	19.0
②	11	40.7	②	10	47.6
③	4	14.8	③	6	28.6
④	0	0.0	④	0	0.0
⑤	4	14.8	⑤	5	23.8
回答なし	2	7.4	回答なし	0	0.0
計	28	103.7	計	25	119.0

2020年度	実効線量 (mGy)	2021年度	実効線量 (mGy)
Minimum	0	Minimum	0.1
Maximum	5	Maximum	15.0
Average	1.3	Average	2.9
Median	1	Median	1.6

設問 10 比較的職業被ばく線量が高い従事者に対して被ばく低減を図るための措置を講じていますか？

- ① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	42	93.3	①	44	95.7
②	3	6.7	②	2	4.3
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 11 上記設問 10 で「はい」と回答された施設の方へ、その措置を教えてください。(複数回答可、有効回答 2020 年度：42、2021 年度：44)

- ① 本人に文書で注意喚起 ② 本人に口頭で注意喚起 ③ 所属長に文書で注意喚起
④ 所属長に口頭で注意喚起 ⑤ その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	14	33.3	①	16	36.4
②	7	16.7	②	9	20.5
③	28	66.7	③	32	72.7
④	3	7.1	④	9	20.5
⑤	1	2.4	⑤	1	2.3
回答なし	0	0.0	回答なし	2	4.5
計	53	126.2	計	69	156.8

設問 12 通常よりもイレギュラーに高くなった従事者に対して被ばく低減を図るよう措置を講じていますか？

- ① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	40	88.9	①	38	82.6
②	5	11.1	②	8	17.4
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 13 上記設問 12 で「はい」と回答された施設の方へ、その措置を教えてください。(複数回答可、有効回答 2020 年度：40、2021 年度：38)

- ① 本人に文書で注意喚起 ② 本人に口頭で注意喚起 ③ 所属長に文書で注意喚起
 ④ 所属長に口頭で注意喚起 ⑤ 通常よりも高くなった理由の確認
 ⑥ その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	9	22.5	①	9	23.7
②	9	22.5	②	6	15.8
③	28	70.0	③	29	76.3
④	5	12.5	④	10	26.3
⑤	1	2.5	⑤	0	0.0
回答なし	1	2.5	回答なし	8	21.1
計	52	132.5	計	62	163.2

設問 14 貴施設のおおよその放射線業務従事者数を教えてください。() 人

2020 年度	従事者数 (人)	2021 年度	人数
Minimum	9	Minimum	31
Maximum	682	Maximum	800
Average	218	Average	218
Median	160	Median	163

設問 15 放射線被ばくする可能性のある医療従事者等（管理区域にまったく立ち入らない者を除く）の放射線業務従事者としての管理状況を教えてください。

- 1) 医師： ①全員管理 / ②管理区域に立ち入る頻度による / ③被ばく線量による / ④その他（ ）
- 2) 診療放射線技師： ①全員管理 / ②管理区域に立ち入る頻度による / ③被ばく線量による / ④その他（ ）
- 3) 看護師： ①全員管理 / ②管理区域に立ち入る頻度による / ③被ばく線量による / ④その他（ ）
- 4) その他： ①全員管理 / ②管理区域に立ち入る頻度による / ③被ばく線量による / ④その他（ ）

2020年度	医師		診療放射線技師		看護師		その他	
	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)
①	25	55.6	43	95.6	12	26.7	10	22.2
②	18	40.0	2	4.4	29	64.4	26	57.8
③	1	2.2	0	0.0	2	4.4	2	4.4
④	1	2.2	0	0.0	1	2.2	2	4.4
回答なし	0	0.0	0	0.0	1	2.2	5	11.1
計	45	100.0	45	100.0	45	100.0	45	100.0

2021年度	医師		診療放射線技師		看護師		その他	
	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)	回答数	回答率 (%)
①	25	54.3	44	95.7	9	19.6	5	10.9
②	18	39.1	0	0.0	34	73.9	34	73.9
③	2	4.3	1	2.2	2	4.3	3	6.5
④	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
回答なし	1	2.2	1	2.2	1	2.2	4	8.7
計	46	100.0	46	100.0	46	100.0	46	100.0

設問 16 職業被ばくの線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者はいますか？

- ①（ ）人いる ② いない

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	5	11.1	①	9	19.6
②	40	88.9	②	36	78.3
回答なし	0	0.0	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

人数	2020 年度	2021 年度
Minimum	2	1
maximum	14	46
average	6.3	7
Median	4.5	3

設問 17 職業被ばくの線量限度を超えた放射線業務従事者が生じないようにするための方策を講じていますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	40	88.9	①	40	87.0
②	5	11.1	②	5	10.9
回答なし	0	0.0	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 18 上記設問 17 で「はい」と回答された施設の方へ、その方策を教えてください。(複数回答可、有効回答 2020 年度：40，2021 年度：40)

① 毎月の測定結果の迅速確認 ② 注意喚起 ③ 部署異動はしないが被ばくがないか少ない業務に変更 ④ 部署異動 ⑤ その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	32	80.0	①	34	85.0
②	31	77.5	②	32	80.0
③	3	7.5	③	6	15.0
④	1	2.5	④	2	5.0
⑤	3	7.5	⑤	2	5.0
回答なし	0	0.0	回答なし	6	15.0
計	70	175.0	計	82	205.0

設問 19 職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を決めていますか？

- ① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	21	46.7	①	23	50.0
②	24	53.3	②	21	45.7
回答なし	0	0.0	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 20 上記設問 19 で「はい」と回答された施設の方へ、措置や手順を教えてください。
(複数回答可、有効回答 2020 年度：21、2021 年度：23)

- ① 部署異動 ② 業務変更 ③ 注意喚起 ④ 複数者による措置の理由の説明
⑤ その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	0	0.0	①	3	13.0
②	4	19.0	②	6	26.1
③	19	90.5	③	21	91.3
④	2	9.5	④	2	8.7
⑤	5	23.8	⑤	3	13.0
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	30	142.9	計	58	152.2

設問 21 実際に職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を講じた
 ことがありますか？

- ① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	12	26.7	①	12	26.1
②	33	73.3	②	33	71.7
回答なし	0	0.0	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 22 上記設問 21 で「はい」と回答された施設の方へ、措置によってトラブルが生じた
 ことがありますか？（有効回答 2020 年度：12，2021 年度：12）

- ① はい ② トラブルになりそうになった時がある ③ いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	0	0.0	①	1	8.3
②	1	8.3	②	0	0.0
③	11	91.7	③	11	91.7
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	12	100.0	計	46	100.0

設問 23 放射線業務従事者の管理をしている部署等を教えてください。

- ① 事務局 ② 放射線部門（診療放射線技師） ③ 放射線科等（医師）
④ 医学物理部門 ⑤ 決まっていない ⑥ その他（ ）

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	16	35.6	①	12	26.1
②	27	60.0	②	29	63.0
③	1	2.2	③	1	2.2
④	0	0.0	④	0	0.0
⑤	1	2.2	⑤	0	0.0
⑥	0	0.0	⑥	2	4.3
回答なし	0	0.0	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 24 放射線業務従事者への放射線測定器の配布、回収を行っている部署等を教えてください。（複数回答可）

- ① 事務局 ② 放射線部門（診療放射線技師） ③ 放射線科等（医師）
④ 医学物理部門 ⑤ その他（ ）

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	16	35.6	①	16	34.8
②	32	71.1	②	35	76.1
③	0	0.0	③	0	0.0
④	0	0.0	④	0	0.0
⑤	2	4.4	⑤	2	4.3
回答なし	0	0.0	回答なし	1	2.2
計	50	111.1	計	54	117.4

設問 25 放射線業務従事者ごとに定期的に測定結果を配布していますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	43	95.6	①	46	100.0
②	2	4.4	②	0	0.0
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 26 放射線管理業務を主に行う部署がありますか？

*2021 年度は「“主に行う”とは業務の 51%以上が放射線管理業務ということです。」を追記

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	19	42.2	①	10	21.7
②	26	57.8	②	36	78.3
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 27 放射線管理業務を主に専門に行う職員がいますか？

*2021 年度は「“主に専門に行う”とは業務の 51%以上が放射線管理業務ということです。」を追記

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	17	37.8	①	9	19.6
②	27	60.0	②	37	80.4
回答なし	1	2.2	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 28 上記設問 27 で「はい」と回答された施設の方へ、放射線管理を主に行う職員の職種と職位ならびに人数を教えてください。（有効回答 2020 年度：17、2021 年度：9）

職種：① 医師 ② 診療放射線技師 ③ 事務職
④ 医学物理士 ⑤ その他（ ）

職位：（ ）

2020 年度 (職種)	回答数	回答率 (%)	2021 年度 (職種)	回答数	回答率 (%)
①	5	29.4	①	0	0.0
②	14	82.4	②	7	77.8
③	2	11.8	③	0	0.0
④	0	0.0	④	0	0.0
⑤	1	5.9	⑤	0	0.0
回答なし	0	0.0	回答なし	2	22.2
計	22	129.4	計	10	100.0

2020 年度 (職 位)	回答数	回答率 (%)	2021 年度 (職 位)	回答数	回答率 (%)
部長・技師長・副 技師長	8	47.1	部長・技師長・副 技師長	4	44.4
主任・主査	5	29.4	主任・主査	2	22.2
診療放射線技師	2	11.8	診療放射線技師	0	0.0
部長医師	1	5.9	部長医師	0	0.0
医師	0	0.0	医師	0	0.0
事務課長・係長	0	0.0	事務課長・係長	0	0.0
平事務	0	0.0	平事務	0	0.0
主任者	2	11.8	主任者	1	11.1
その他	1	5.9	その他	3	33.3
回答なし	3	17.6	回答なし	1	11.1
計	22	129.4	計	11	122.2

2020年度	人数 (人)	2021年度	人数 (人)
Min	1	Min	1
Max	16	Max	3
Ave	3.9	Ave	2
Median	2	Median	2

4. 研修

設問 29 下記の中で放射線診療や放射線診療の介助等を行う医師および看護師（以下、放射線診療従事者）がいる場合、該当者に対して、職業被ばくの放射線防護方法等に関する研修（以下、研修）を実施していますか？

2020	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
実施している	51	40	49	40	40	49	44	40	47	47	47	24	60	44
実施していない	42	31	27	24	24	33	42	42	42	42	42	40	31	36
該当者なし	7	29	24	36	36	18	13	16	11	11	11	33	9	19
回答なし	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021	循内	心外	放IVR	放治療	放核医	放診断	消内	消外	整形	脳外	麻酔	救命	内視鏡看	平均
実施している	67	57	57	50	50	65	59	54	61	61	61	39	72	58
実施していない	26	17	15	13	13	13	26	26	28	22	22	20	15	20
該当者なし	2	22	22	30	30	20	9	13	9	13	11	35	7	17
回答なし	4	4	7	7	7	2	7	7	2	4	7	7	7	5
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

設問 30 上記設問 29 で研修を「実施している」と回答された施設の方へ、診療科別に研修のおおよその受講率を教えてください。

- ①100% ②80%以上 ③60%以上 ④40%以上 ⑤20%以上 ⑥20%未満 ⑦分からない

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	26	33	59	72	56	59	25	29	19	29	19	36	30	38
80%以上	17	11	27	22	33	23	20	19	19	19	10	18	33	21
60%以上	17	11	5	0	6	14	10	10	14	10	14	0	15	10
40%以上	0	6	5	0	6	5	5	10	10	10	10	0	4	5
20%以上	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	1
20%未満	22	11	5	0	0	0	25	19	24	19	24	18	7	13
分からない	17	22	0	6	0	0	15	14	14	14	24	18	7	12
回答なし	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	39	33	46	39	43	54	24	22	26	33	20	17	41	34
80%以上	11	2	4	2	0	2	11	9	9	11	15	7	17	8
60%以上	4	4	0	0	0	0	7	2	4	2	7	4	2	3
40%以上	2	4	0	0	0	0	7	4	7	4	4	0	2	3
20%以上	4	7	2	2	2	2	4	7	7	7	7	4	2	4
20%未満	9	4	2	2	2	2	2	7	4	2	4	4	2	4
分からない	2	11	9	13	11	9	7	7	7	4	9	11	4	8
回答なし	28	35	37	41	41	30	39	43	37	37	35	52	28	37
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

*分からないと回答なしを除外した場合

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	32	43	59	76	56	59	29	33	22	33	25	44	32	42
80%以上	21	14	27	24	33	23	24	22	22	22	13	22	36	23
60%以上	21	14	5	0	6	14	12	11	17	11	19	0	16	11
40%以上	0	7	5	0	6	5	6	11	11	11	13	0	4	6
20%以上	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4	2
20%未満	26	14	5	0	0	0	29	22	28	22	31	22	8	16
分からない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021年 度	循環器内 科医	心臓外科 医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治 療)	放射線科 (主に核医 学)	放射線科 (主に診 断)	消化器内 科医	消化器外 科医	整形外科 医	脳外科医	麻酔科医	救命救急 医	内視鏡担 当看護師	平均
100%	56	60	84	86	91	89	44	43	46	56	35	47	61	61
80%以上	16	4	8	5	0	4	20	17	15	19	27	18	26	14
60%以上	6	8	0	0	0	0	12	4	8	4	12	12	3	5
40%以上	3	8	0	0	0	0	12	9	12	7	8	0	3	5
20%以上	6	12	4	5	5	4	8	13	12	11	12	12	3	8
20%未満	13	8	4	5	5	4	4	13	8	4	8	12	3	7
分からない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

設問 31 二つ前の設問 29 で研修を「実施している」と回答された施設の方へ、放射線診療
従事者に対する研修の受講率を高めるための方策を実施していますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	24	53.3	①	35	76.1
②	13	28.9	②	8	17.4
回答なし	8	17.8	回答なし	3	6.5
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 32 上記設問 31 で「はい」と回答された施設の方へ、方策を教えてください。(複数
回答可、有効回答 2020 年度：24，2021 年度：35)

① 複数回開催 ② e-Learning ③ 資料講習 ④ 伝達講習 ⑤ その他
()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	10	41.7	①	7	20.0
②	11	45.8	②	26	74.3
③	11	45.8	③	9	25.7
④	3	12.5	④	1	2.9
⑤	5	20.8	⑤	4	11.4
回答なし	0	0.0	回答なし	11	31.4
計	40	166.7	計	58	165.7

設問 33 放射線診療従事者に対する研修では、職業被ばく線量を低減するための具体的な方策が含まれていますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	37	82.2	①	40	87.0
②	3	6.7	②	4	8.7
回答なし	5	11.1	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 34 放射線診療従事者に対する研修では、職業被ばくを測定するための放射線測定器の着用位置・方法に関する内容が含まれていますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	37	82.2	①	37	80.4
②	3	6.7	②	7	15.2
回答なし	5	11.1	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 35 放射線診療従事者に対する研修では、プロテクターの使用方法に関する内容が含まれていますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	36	80.0	①	35	76.1
②	4	8.9	②	9	19.6
回答なし	5	11.1	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 36 Vascular-IVR の術者である放射線診療従事者に対する研修では、防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用方法に関する内容が含まれていますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	25	55.6	①	28	60.9
②	15	33.3	②	14	30.4
回答なし	5	11.1	回答なし	4	8.7
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 37 放射線診療従事者に対する研修では、Vascular-IVR を実施する医師に対して必要がなければパルス透視レートを下げる、患者を受像器に近づけるあるいは適度に照射野を絞る等の研修を実施していますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	19	42.2	①	23	50.0
②	21	46.7	②	19	41.3
回答なし	5	11.1	回答なし	4	8.7
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 38 放射線測定器を着用していない放射線診療従事者に対して放射線測定器の着用を促していますか？

- ①100%着用しているので該当事例なし ②頻繁に促している ③時々促している
④まれに促している ⑤促していない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	3	6.7	①	8	17.4
②	9	20.0	②	15	32.6
③	18	40.0	③	14	30.4
④	8	17.8	④	7	15.2
⑤	6	13.3	⑤	2	4.3
回答なし	1	2.2	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 39 上記設問 38 で、「②頻繁に促している」と「③時々促している」を回答された方へ。促す方法を回答ください（複数回答可，有効回答 2020 年度：27，2021 年度：29）。

- ①研修 ②院内掲示 ③文書回覧（デジタル文書を含む） ④院内会議
⑤上司や院長からの指導 ⑥放射線安全委員会等からの指導
⑦放射線診療従事者個々に指導 ⑧技師長からの指導 ⑨部署担当技師からの指摘
⑩その他（ ）

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	3	11.1	①	7	24.1
②	3	11.1	②	9	31.0
③	0	0.0	③	2	6.9
④	0	0.0	④	5	17.2
⑤	0	0.0	⑤	0	0.0
⑥	0	0.0	⑥	4	13.8
⑦	14	51.9	⑦	16	55.2
⑧	2	7.4	⑧	5	17.2
⑨	15	55.6	⑨	13	44.8
⑩	0	0.0	⑩	1	3.4
回答なし	0	0.0	回答なし	18	62.1
計	37	137.0	計	80	275.9

設問 40 二つ前の設問 38 で、「③時々促している」、「④まれに促している」、「⑤促していない」を回答された方へ。頻繁に促せない理由を回答ください（複数回答可、有効回答 2020 年度 32, 2021 年度 : 23).

- ①医師には言いづらい ②他部署の方には言いづらい ③上司には言いづらい
④同僚には言いづらい ⑤促す立場にない ⑥その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	18	56.3	①	17	73.9
②	9	28.1	②	7	30.4
③	1	3.1	③	2	8.7
④	1	3.1	④	0	0.0
⑤	4	12.5	⑤	3	13.0
⑥	7	21.9	⑥	4	17.4
回答なし	6	18.8	回答なし	22	95.7
計	59	143.8	計	55	239.1

設問 41 放射線診療従事者の放射線測定器の着用状況を把握していますか？（複数回答可）

- ①院内組織（放射線安全委員会等）は把握している。
②放射線診療従事者の管理担当部署は把握している。
③一緒に業務する他の医療従事者は把握している。
④誰も把握していない。
⑤その他 ()

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	11	24.4	①	13	28.3
②	20	44.4	②	30	65.2
③	21	46.7	③	16	34.8
④	6	13.3	④	4	8.7
⑤	1	2.2	⑤	0	0.0
回答なし	1	2.2	回答なし	3	6.5
計	60	133.3	計	66	143.5

設問 42 下記の部署等の放射線診療従事者について職業被ばくにおける防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器のおおよその着用率を教えてください。

- ①100% ②80%以上 ③60%以上 ④40%以上 ⑤20%以上 ⑥20%未満
⑦着用していない ⑧配布していない ⑨分からない

2020年	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	4	2	2	4	4	4	4	0	0	4	2	0	4	3
80%以上	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	1
60%以上	4	4	2	0	2	2	2	2	4	2	2	4	2	3
40%以上	7	2	2	0	0	0	4	4	2	2	0	0	0	2
20%以上	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	1
20%未満	2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	2	1
着用していない	11	13	13	16	16	16	11	16	16	16	16	16	13	14
配布していない	67	64	60	62	62	64	64	64	67	69	67	62	64	64
分からない	0	2	2	4	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2
回答なし	2	9	13	13	13	9	7	7	7	4	7	13	7	9
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021年	循内	心外	放IVR	放治療	放核医	放診断	消内	消外	整形	脳外	麻酔	救命	内視鏡看	平均
100%	11	4	15	11	11	11	13	0	0	7	0	0	13	7
80%以上	11	9	0	0	0	0	7	4	4	9	4	2	2	4
60%以上	11	2	0	0	0	0	2	7	7	2	4	2	0	3
40%以上	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	1
20%以上	0	2	0	0	0	0	4	2	2	2	2	2	0	1
20%未満	11	2	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	2
着用していない	7	11	11	9	9	11	11	11	9	11	11	9	11	10
配布していない	43	59	57	59	61	65	46	59	65	54	67	61	63	58
分からない	0	0	0	2	2	2	2	0	0	2	2	2	0	1
回答なし	4	9	15	20	17	11	13	15	9	9	9	22	11	13
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

設問 43 下記の部署等の放射線診療従事者について職業被ばくを低減するための放射線防護衣（プロテクター）のおおよその着用率を教えてください。

- ①100% ②80%以上 ③60%以上 ④40%以上 ⑤20%以上
⑥20%未満 ⑦分からない

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	91	71	76	38	42	64	87	82	87	84	78	53	89	72
80%以上	2	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2	2	0	1
60%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
40%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%以上	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
20%未満	0	2	0	13	18	4	0	0	0	0	0	2	0	3
分からない	0	4	4	13	9	7	0	2	2	2	9	18	2	6
回答なし	7	20	20	36	31	20	11	13	7	13	11	24	9	17
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	91	78	72	37	35	57	83	76	83	78	76	54	87	70
80%以上	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2	2	0	1
60%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%未満	0	0	0	7	11	9	0	0	0	0	0	0	0	2
分からない	2	7	4	24	26	15	0	0	4	7	7	11	0	8
回答なし	4	15	24	33	28	20	15	24	11	13	15	33	13	19
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

* 「分からない」および回答なしを除外した場合

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	98	94	100	74	70	88	98	97	95	100	97	92	100	93
80%以上	2	3	0	0	0	3	3	3	2	0	3	4	0	2
60%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
40%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%以上	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
20%未満	0	3	0	26	30	6	0	0	0	0	0	4	0	5
分からない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

2021年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	98	100	100	85	76	87	97	100	97	97	97	96	100	95
80%以上	2	0	0	0	0	0	3	0	3	3	3	4	0	1
60%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20%未満	0	0	0	15	24	13	0	0	0	0	0	0	0	4
分からない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

設問 44 下記の部署等の放射線診療従事者について職業被ばくを低減するための放射線防護眼鏡（メガネ）のおおよその着用率を教えてください。

- ①100% ②80%以上 ③60%以上 ④40%以上 ⑤20%以上
⑥20%未満 ⑦分からない

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師	平均
100%	20.0	11.1	40.0	6.7	8.9	15.6	13.3	2.2	2.2	22.2	0.0	2.2	17.8	12
80%以上	28.9	6.7	13.3	0.0	0.0	2.2	8.9	4.4	4.4	4.4	0.0	2.2	8.9	6
60%以上	17.8	8.9	4.4	2.2	0.0	4.4	11.1	2.2	8.9	20.0	4.4	0.0	6.7	7
40%以上	8.9	4.4	2.2	0.0	0.0	0.0	6.7	2.2	6.7	6.7	2.2	0.0	0.0	3
20%以上	2.2	2.2	4.4	0.0	0.0	2.2	2.2	2.2	0.0	6.7	4.4	4.4	6.7	3
20%未満	11.1	15.6	6.7	26.7	31.1	26.7	20.0	37.8	33.3	13.3	35.6	26.7	24.4	24
分からない	4.4	31.1	8.9	26.7	24.4	26.7	24.4	35.6	35.6	15.6	42.2	37.8	26.7	26
回答なし	6.7	20.0	20.0	37.8	35.6	22.2	13.3	13.3	8.9	11.1	11.1	26.7	8.9	18
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100

(%)

2021年	循内	心外	放IVR	放治療	放核医	放診断	消内	消外	整形	脳外	麻酔	救命	内視鏡看	平均
100%	23.9	23.9	43.5	10.9	8.7	21.7	15.2	4.3	2.2	19.6	2.2	4.3	21.7	16
80%以上	43.5	15.2	10.9	0.0	0.0	2.2	19.6	10.9	10.9	23.9	2.2	2.2	15.2	12
60%以上	8.7	10.9	4.3	0.0	0.0	0.0	8.7	4.3	6.5	17.4	0.0	2.2	6.5	5
40%以上	6.5	4.3	0.0	0.0	0.0	2.2	6.5	8.7	2.2	8.7	2.2	0.0	6.5	4
20%以上	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0	4.3	4.3	6.5	2.2	2.2	6.5	2.2	3
20%未満	4.3	15.2	6.5	30.4	37.0	37.0	19.6	30.4	45.7	8.7	58.7	34.8	23.9	27
分からない	2.2	13.0	6.5	26.1	26.1	17.4	6.5	15.2	15.2	4.3	15.2	17.4	8.7	13
回答なし	6.5	13.0	23.9	32.6	28.3	19.6	19.6	21.7	10.9	15.2	17.4	32.6	15.2	20
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100

(%)

設問 45 Vascular-IVR を実施する X 線診療室には天井吊り型の防護板が設置されていますか？

- ① すべて設置 ② ほとんど設置 ③ 一部設置 ④ すべて設置していない

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	29	64.4	①	32	69.6
②	6	13.3	②	8	17.4
③	8	17.8	③	2	4.3
④	1	2.2	④	2	4.3
回答なし	1	2.2	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 46 Vascular-IVR を行うすべての X 線診療室には術者と IVR 行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡が配備されていますか？

- ① 十分ある ② おおよそある ③ かなり足りない ④ まったくない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	15	33.3	①	23	50.0
②	18	40.0	②	17	37.0
③	10	22.2	③	4	8.7
④	1	2.2	④	0	0.0
回答なし	1	2.2	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 47 X 線装置が設置されている内視鏡室には X 線装置に装着する放射線防護用の防護クロスが配備されていますか？

- ① ある ② ない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	22	48.9	①	24	52.2
②	21	46.7	②	16	34.8
回答なし	2	4.4	回答なし	6	13.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 48 X 線装置が設置されている内視鏡室には防護眼鏡が配備されていますか？

- ① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	15	33.3	①	19	41.3
②	21	46.7	②	20	43.5
③	6	13.3	③	1	2.2
回答なし	3	6.7	回答なし	6	13.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 49 一般 X 線透視室には防護眼鏡が配備されていますか？

① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	13	28.9	①	14	30.4
②	20	44.4	②	24	52.2
③	11	24.4	③	5	10.9
回答なし	1	2.2	回答なし	3	6.5
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 50 手術室には防護眼鏡が配備されていますか？

① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	6	13.3	①	9	19.6
②	18	40.0	②	25	54.3
③	21	46.7	③	12	26.1
回答なし	0	0.0	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

5. 実態調査におけるその他

設問 51 Vascular-IVR を実施するエックス線診療室の典型的な事例の線量分布図を作成して研修に使用したり、あるいはエックス線診療室内外に掲示していますか？

① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	17	37.8	①	22	47.8
②	24	53.3	②	23	50.0
回答なし	4	8.9	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 52 天吊り型の放射線防護板や防護衣等の防護効果を示した図表等を作成して研修に使用したり、あるいはエックス線診療室内外に掲示していますか？

- ① はい ② いいえ

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	10	22.2	①	18	39.1
②	33	73.3	②	28	60.9
回答なし	2	4.4	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 53 Vascular-IVR に診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上 ④ 60%以上 ⑤ 40%以上
⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満

2020年度	回答数	回答率 (%)	2021年度	回答数	回答率 (%)
①	32	71.1	①	35	76.1
②	5	11.1	②	5	10.9
③	2	4.4	③	3	6.5
④	1	2.2	④	0	0.0
⑤	0	0.0	⑤	0	0.0
⑥	1	2.2	⑥	1	2.2
⑦	1	2.2	⑦	1	2.2
回答なし	3	6.7	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 54 内視鏡室で内視鏡と X 線装置を使った検査（ERCP 等）と治療に診療放射線技師が
 ついているおおよその割合を教えてください。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上 ④ 60%以上 ⑤ 40%以上
 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	15	33.3	①	14	30.4
②	1	2.2	②	5	10.9
③	0	0.0	③	1	2.2
④	2	4.4	④	4	8.7
⑤	0	0.0	⑤	0	0.0
⑥	0	0.0	⑥	2	4.3
⑦	20	44.4	⑦	15	32.6
回答なし	7	15.6	回答なし	5	10.9
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 55 Vascular-IVR や内視鏡を除く一般 X 線透視室での放射線診療に診療放射線技師が
 ついているおおよその割合を教えてください。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上 ④ 60%以上 ⑤ 40%以上
 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	19	42.2	①	17	37.0
②	7	15.6	②	6	13.0
③	3	6.7	③	8	17.4
④	3	6.7	④	4	8.7
⑤	2	4.4	⑤	3	6.5
⑥	1	2.2	⑥	0	0.0
⑦	7	15.6	⑦	5	10.9
回答なし	3	6.7	回答なし	3	6.5
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 56 エックス線透視を伴う手術に診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上 ④ 60%以上 ⑤ 40%以上
⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	8	17.8	①	12	26.1
②	2	4.4	②	5	10.9
③	3	6.7	③	8	17.4
④	3	6.7	④	0	0.0
⑤	4	8.9	⑤	0	0.0
⑥	3	6.7	⑥	5	10.9
⑦	20	44.4	⑦	15	32.6
回答なし	2	4.4	回答なし	1	2.2
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 57 IVR では患者の皮膚線量の管理目標値 (例: 2~3Gy) を設定し, IVR を継続するか否かの判断を行うことを行っていますか?

- ① 必ず行う ② ほとんど行う ③ まれに行う ④ 行っていない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	11	24.4	①	16	34.8
②	11	24.4	②	9	19.6
③	10	22.2	③	10	21.7
④	10	22.2	④	9	19.6
回答なし	3	6.7	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 58 IVR で放射線被ばくを低減するための方策に診療放射線技師が貢献していますか？

- ① はい ② いいえ

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	39	86.7	①	43	93.5
②	3	6.7	②	1	2.2
回答なし	3	6.7	回答なし	2	4.3
計	45	100.0	計	46	100.0

設問 59 基準透視線量率（日本の診断参考レベル（2020 年版））の測定を行っていますか？
主に使用する 5 台までご記入ください。

- ① はい いいえ 設置していない
② はい いいえ 設置していない
③ はい いいえ 設置していない
④ はい いいえ 設置していない
⑤ はい いいえ 設置していない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	95	72.5	①	124	84.4
②	36	27.5	②	23	15.6
計	131	100.0	計	147	100.0

設問 60 上記設問 59 で「はい」と回答された施設の方へ、回答した装置の順で測定値と主な用途をご回答ください。

- ① >20mGy >17mGy >10mGy ≤10mGy
- ② >20mGy >17mGy >10mGy ≤10mGy
- ③ >20mGy >17mGy >10mGy ≤10mGy
- ④ >20mGy >17mGy >10mGy ≤10mGy
- ⑤ >20mGy >17mGy >10mGy ≤10mGy

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
>20mGy	6	6.2	>20mGy	13	10.6
>17mGy	15	15.5	>17mGy	17	13.8
>10mGy	32	33.0	>10mGy	32	26.0
≤10mGy	44	45.4	≤10mGy	61	49.6
計	97	100.0	計	123	100.0

設問 61 診療科または部署別に主に被ばくしている装置を上記設問 60 の①～⑤の番号等でご回答ください。

- ① 循環器内科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ② 心臓外科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ③ 放射線科（主に IVR）：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ④ 放射線科（主に治療）：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑤ 放射線科（主に核医学）：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑥ 放射線科（主に診断）：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑦ 消化器内科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑧ 消化器外科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない

- ⑨ 整形外科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑩ 脳外科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑪ 麻酔科医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑫ 救命救急（科）医：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない
- ⑬ 内視鏡担当看護師：装置（ ） / ①～⑤以外の装置又は業務で被ばくしている / 被ばくしていない

2020年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師
No.1	51.1	17.8	33.3	0.0	2.2	15.6	6.7	6.7	0.0	46.7	6.7	0.0	4.4
No.2	24.4	8.9	24.4	0.0	0.0	6.7	6.7	2.2	0.0	15.6	2.2	6.7	2.2
No.3	15.6	11.1	6.7	0.0	0.0	2.2	6.7	2.2	6.7	13.3	4.4	0.0	6.7
No.4	0.0	6.7	2.2	0.0	0.0	0.0	6.7	6.7	4.4	2.2	2.2	0.0	2.2
No.5	0.0	11.1	4.4	0.0	0.0	4.4	2.2	2.2	2.2	0.0	8.9	0.0	4.4
No.1～5以外	4.4	20.0	4.4	31.1	42.2	37.8	53.3	55.6	57.8	4.4	53.3	42.2	62.2
被ばくしていない	0.0	8.9	4.4	44.4	28.9	17.8	6.7	8.9	8.9	4.4	6.7	28.9	6.7
回答なし	4.4	15.6	20.0	24.4	26.7	15.6	11.1	15.6	20.0	13.3	15.6	22.2	11.1
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(%)

2021年度	循環器内科医	心臓外科医	放射線科 (主にIVR)	放射線科 (主に治療)	放射線科 (主に核医学)	放射線科 (主に診断)	消化器内科医	消化器外科医	整形外科医	脳外科医	麻酔科医	救命救急医	内視鏡担当看護師
No.1	52.2	8.7	23.9	0.0	0.0	10.9	6.5	4.3	4.3	32.6	4.3	4.3	2.2
No.2	19.6	13.0	19.6	0.0	0.0	4.3	10.9	4.3	4.3	13.0	8.7	10.9	4.3
No.3	19.6	17.4	17.4	0.0	0.0	8.7	8.7	2.2	4.3	15.2	15.2	4.3	4.3
No.4	0.0	6.5	2.2	0.0	0.0	0.0	8.7	10.9	10.9	2.2	4.3	0.0	6.5
No.5	0.0	8.7	6.5	0.0	0.0	4.3	6.5	4.3	2.2	6.5	8.7	4.3	4.3
No.1～5以外	0.0	19.6	2.2	23.9	12.0	23.9	43.5	43.5	56.5	6.5	34.8	17.4	60.9
被ばくしていない	2.2	10.9	6.5	45.7	21.0	32.6	0.0	4.3	4.3	6.5	6.5	26.1	2.2
回答なし	6.5	15.2	21.7	30.4	13.0	15.2	15.2	26.1	13.0	17.4	17.4	32.6	15.2
計	100.0	100.0	100.0	100.0	46.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(%)

設問 62 Vascular-IVR の診断参考レベルとの比較を行っていますか？設問 59 で回答した装置の順でご回答ください。

- ① はい いいえ
- ② はい いいえ 設置していない
- ③ はい いいえ 設置していない
- ④ はい いいえ 設置していない
- ⑤ はい いいえ 設置していない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	105	78.9	①	126	86.9
②	28	21.1	②	19	13.1
計	133	100.0	計	145	100.0

設問 65 IVR を中心に職業被ばくの安全管理 (防護) をリードあるいは指導する方がいますか？

- ① いる ③ いない

2020 年度	回答数	回答率 (%)	2021 年度	回答数	回答率 (%)
①	23	51.1	①	35	76.1
②	20	44.4	②	11	23.9
回答なし	2	4.4	回答なし	0	0.0
計	45	100.0	計	46	100.0

C-3-1-2 管理状況に関するアンケート調査 (詳細調査)

1. 回答率

調査票配布施設数, 回答施設数はそれぞれ 22 と 12 で回収率は 55%であった。

2. 防護研修

設問 1 令和 3 年度に職業被ばくの防護に関する研修を実施しましたか？令和 2 年度にまだ実施していない場合は令和元年度に実施したかをご回答ください。

- ① 令和 3 年度に実施した. (7) ② 令和 3 年度はまだ実施していないが令和 2 年度に実施した. (4) ③ 実施していない. (1)

設問2 上記設問1において、「① 令和3年度に実施した.」, または 「② 令和3年度はまだ実施していないが令和2年度に実施した.」と回答された施設の方へ. 実施した研修の詳細を下記の項目に沿ってご回答ください. 複数回実施している場合は項目をコピーして続けてご記入ください.

1) 主催組織 (例: 放射線安全委員会):

- ① 放射線部運営委員会
- ② 被ばく管理委員会
- ③ 実施していない
- ④ 医療安全委員会
- ⑤ 放射線科
- ⑥ 放射線安全委員会
- ⑦ 医療安全推進委員会
- ⑧ 放射線防護委員会
- ⑨ R2年度実施のため未回答
- ⑩ 医療放射線安全管理委員会
- ⑪ 放射線安全委員会
- ⑫ 放射性同位元素委員会

2) 研修方法 (複数回答可) (有効回答 11, 未回答 1)

- ① 座学 (4) ② 実地研修 (X線診療室等) ③ e-learning (5) ④ 資料配布 (5)
- ⑤ 外部講習 ⑥ 伝達講習 ⑦ その他

3) 研修時間をご回答ください. また, 医療安全等の研修と一緒に開催している場合は防護に関する時間をご回答ください.)

- 0.5時間 (6), 1.0時間 (2), 2.5時間 (1), 資料配布 (1), 未回答 (1), 実施していない (1)

4) 研修全体ならびに各講演のタイトルと講師の職種等

- ① 放射線被ばくの基礎 (診療放射線技師), ポケット線量計の着用について (診療放射線技師), 手術室放射線防護研修会 (診療放射線技師)
- ② 放射線を安全に利用するためには (診療放射線技師)
- ③ 実施していない
- ④ 医療と被ばく (放射線科医)
- ⑤ 放射線安全管理のための指針 (診療放射線技師)
- ⑥ 令和3年度医療安全研修会, 第48回放射線安全教育訓練, 医療法施行規則を一部

改正する省令に基づいた放射線科での取り組み～C T, R Iについて～（診療放射線技師）、ガンマナイフ治療のリスクマネジメント、令和の医療法改正に伴い知ってほしい3つのポイント（医師）

- ⑦ 診療用放射線の安全利用のための研修会（医師，JRS 動画）
- ⑧ 医療従事者として知っておくべき放射線防護の知識（未記入）
- ⑨ 未回答
- ⑩ 診療用放射線の安全利用のための研修（診療放射線技師）
- ⑪ 診療用放射線の安全利用のために（診療放射線技師）
- ⑫ 2021 年度放射線業務従事者に対する教育訓練，放射線障害防止に関する法令・予防規程（RT），RI 等の安全取扱・放射線基礎と被曝（診療放射線技師），RI 等の安全取扱Ⅰ（診療放射線技師），RI 等の安全取扱Ⅱ（診療放射線技師），RI 等の安全取扱Ⅲ（診療放射線技師）

5) 対象者（例：循環器内科医と PCI に従事する看護師）

職員全員（2），従事者全員（6），一部あるいは新規従事者（3），実施していない（1）

6) 内容で該当するものを選択してください（複数回答可）。（有効回答 11，無回答 1）

- ① 職業被ばく線量を低減するための具体的な方策（6）
- ② 実際に線量を測定する（0）
- ③ 線量分布図を用いた線量低減方法（3）
- ④ 作業時間を低減するためのトレーニング（2）
- ⑤ 職業被ばくを測定するための放射線測定器の着用位置・方法（7）
- ⑥ プロテクターの使用方法（6）
- ⑦ 防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用方法（6）
- ⑧ 必要がなければパルス透視レートを下げる，患者を受像器に近づけるあるいは適度に照射野を絞る等の技術的方策（2）
- ⑨ 放射線の人体影響（10）
- ⑩ 代表的 IVR あるいは IVR 種別による標準的な職業被ばく線量（7）
- ⑪ 放射線防護関係法令（7）
- ⑫ その他（0）

3. 放射線測定器（個人線量計）の着用と管理

設問 3 放射線測定器の着用を促している状況について回答ください。

- ① 医療機関全体で放射線測定器の着用を促している（4）。
- ② 所属する部署内で着用を促している（1）。
- ③ 診療放射線技師が着用を促している（6）。
- ④ 各個人の判断で着用を促している（0）。
- ⑤ 着用を促す環境はない（1）。
- ⑥ その他（0）

設問5 上記設問3で、① 医療機関全体で放射線測定器の着用を促している。

② 所属する部署単位で着用を促している。 ③ 放射線部門を中心に着用を促している。

④ 各個人の判断で着用を促している。をご回答いただいた方へ、どのように促しているか、具体的にご教示ください。

① 院内電子掲示板にて周知，放射線管理区域の担当技師による口頭指示

② 各部署に担当者を配置し，放射線業務に従事する方へ着用を促している

③ 非該当

④ 各部署に口頭にて促している。

⑤ 無回答

⑥ 掲示物による促し，個人に対する指導

⑦ 部署担当技師から個々に指導・指摘，測定器着用に関するポスターの掲示

⑧ ポスターの掲示や検査の合間に促している。

⑨ 脳神経外科はタイムアウトに個人線量計着用を取り入れている，診療放射線技師が可能な範囲で医師に声かけしている

⑩ 放射線被ばく測定用ガラスバッジ申請書の活用

⑪ 検査室扉など見えるところにポスターの掲示，月ごとの線量計交換の推進

⑫ 教育訓練の講義，新規従事者手続きについての院内メールでのお知らせ，口頭掲示物（5），口頭・声かけ（7），タイムアウト（1），個人線量計申請書活用（1），線量計交換時（1），メール（1），研修時（1）

設問6 放射線測定器の着用率を向上させるために実施している方策がありましたらご教示ください。「医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査」にご回答いただいた内容であってもご記入ください。

① 健康相談室より測定器未返却者への通知

② 各部署の担当者に着用を促していただく

③ 非該当

④ 着用していない本人に口頭にて注意喚起を行っている。

⑤ 始業時お互いに確認，啓発をする

⑥ 日頃よりコミュニケーションを図り，様々な相談ができる関係性を構築しておく。

⑦ 測定器着用に関するポスターの掲示，線量測定結果の掲示

⑧ 講習会での啓蒙，ポスター掲示

⑨ 一部診療科はタイムアウトに個人線量計の着用をとりいれている，診療放射線技師が可能な範囲で医師に声かけしている

- ⑩ 血管造影室，TV室の現場での着用の声掛け
- ⑪ 検査室扉など見えるところにポスターの掲示
- ⑫ 臨床現場で直接医師に伝えている

設問7 放射線業務従事者が線量限度を超えないようにするために講じている方策がありましたらご教示ください。「医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査」にご回答いただいた内容であってもご記入ください。

- ① 法令限度および院内安全基準線量の超過のおそれ等に対して文書通知
- ② 被ばく管理委員会を設置し，毎月測定結果の確認をしている，線量が多い方へは個人へ報告し，原因を考え対策を講ずる
- ③ 文章等による注意喚起
- ④ 線量限度を超えそうな方に対し口頭にて注意喚起を行っている。
- ⑤ 配置換え，ローテーション
- ⑥ 数値をモニタリングし，適正な数値化を明白化する。（装着・手技・装置等の起因等
- ⑦ 測定器着用に関するポスターの掲示，線量測定結果の掲示
- ⑧ 超える前に口頭と紙面で通知する
- ⑨ 1 か月の実効線量または眼の水晶体等価線量が 1.5mSv を超えた場合，本人と所属長宛てに文書 で注意喚起を行います。2 か月連続で実効線量または眼の水晶体等価線量が 1.5mSv を超えた場合，電離放射線線障害防止規則に基づく健康診断を受診する。3 か月連続で実効線量 または眼の水晶体等価線量 が 1.5mSv を超えた場合，放射線安全委員会に参加していただき，本人および所属長同席の上，今後の業務内容を検討する。
- ⑩ 防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用推進，パルス透視レートを下げる，患者を受像器に近づける，適度に照射野を絞る等の技術的方策，毎月の個人線量報告書の確認
- ⑪ 線量が比較的高値だった医師に個別に注意喚起資料を配布，検査室の背空間線量分布を見える位置に掲示，防護板の位置を技師が積極的に調整，水晶体防護眼鏡，パノラマシールドを担当者全員が使えるように準備
- ⑫ 防護板の使用，防護眼鏡の使用，術者への透視 OFF の呼びかけ，スタッフへの立ち位置の指導，管理目標値（患者被ばく線量）での管理，撮影・透視プロトコルの適正使用

設問 8 水晶体専用の放射線測定器の配布・着用基準はどのように設定されていますか？

- ① 昨年度の水晶体の等価線量が (20) mGy を超えていた場合 (2)
- ② 当該年度の水晶体の等価線量が (20) mGy を超えた場合 (1)
- ③ 上記①と②以外で当該年度の水晶体の等価線量が (20) mGy を超えるおそれがあると判断した場合 (1)
- ④ 線量に関係なく部署, 担当業務で選定 (1)
- ⑤ 水晶体専用の放射線測定器の配布・着用基準はない (5)
- ⑥ その他 (2)

(3 か月連続で 1.5 mSv を超えた場合)

(昨年度の水晶体の等価線量が (20) mGy を超えていた場合でなおかつ当該年度の水晶体の等価線量が (7) mGy を超えた場合)

設問 9 放射線業務従事者の職業被ばくを低減するために実施していることをご教示ください (複数回答可).

- ① IVR を実施する医師が主導している. (2)
- ② IVR を担当する診療放射線技師が主導している. (10)
- ③ IVR 実施中に適宜アドバイスあるいは指導して. (11)
- ④ X 線診療室の室内あるいは周辺に線量分布図を掲示している. (2)
- ⑤ X 線診療室内の床に線量のラインを記している. (0)
- ⑥ ポケット線量計やリアルタイム線量計も追加着用し IVR の都度あるいは 1 日ごとの線量が分かるようにしている. (1)
- ⑦ その他 (IAEA の従事者・患者防護の要点: 10 を掲示している (1))

設問 10 管理区域内で放射線被ばくする可能性のある作業を行う職員等を放射線業務従事者として登録, 管理していない職員等がいましたら, どのような作業を行うどのような職種かをご回答ください. 例えば, X 線透視を伴う骨折整復や小児の腸重積の治療を行う場合に稀に X 線診療室内に立ち入る看護師, X 線診療室内に防護衝立を設置しほとんど被ばくしない看護師, たまに管理区域内で被ばくする可能性のある医療行為を行う医師とかです.

- ① 管理区域内で介助に入る看護師 (救急対応等のみで立ち入る者), 血管撮影室で防護衝立越しに記録する看護師 (放射線部所属寝ない看護師)
- ② 検査の介助で一時的に管理区域内に立ち入る看護師, たまに管理区域内で被ばくす

る可能性のある医療行為を行う医師

- ③ 時間外に緊急のアンギオ検査を行う際に介助にあたる看護師
- ④ 管理区域内で放射線被ばくする可能性のある作業を行う職員は全員放射線業務従事者として登録しています。管理区域内に立ちいる職員は、すべて登録・管理を行っています。
- ⑤ 該当なし
- ⑥ 必ず一時立入者用の線量モニタリングバッジを装着させる。
- ⑦ 稀にX線TV室や血管撮影室に立ち入る看護師（当直帯の病棟患者の場合は病棟看護師がつき、救急患者の場合は救急看護師が担当するケース）、稀にX線TV室や血管撮影室に立ち入る医師
- ⑧ 未回答
- ⑨ 防護衝立を設置しほとんど被ばくしない血管撮影室従事する病棟看護師
- ⑩ 急患室勤務の看護師：夜間緊急時のDSA検査時人員配置上の観点から可能性あり、たまに管理区域内で被ばくする可能性のある医療行為を行う医師
- ⑪ 透視下内視鏡などで患者介助を行うために入室する病棟看護師
- ⑫ 手技を行わない研修医、研修等で一時的に立ち入る看護師

常時ではない放射線診療の介助に就く看護師（6）、常時ではない放射線診療を実施する医師（3）、放射線診療の術者ではなくサポートに入る医師（1）、防護衝立の後ろでほとんど被ばくしない看護師（2）、研修時のための看護師（1）

C-3-1-3：Web 調査

1. 個人線量計の着用率を向上させるための方策について

1-1. 従事者へ配布する個人線量計の状況

各施設での個人線量計の配布状況については以下の通りである。

1) A 病院

医師には全員に不均等被ばく対応を行うために2個の線量計を配布し、現在300名の医師が保有している。また、看護師はX線業務従事者のみ配付しているが不均等被ばく対応を行っている。

2) B 病院

申請した職員に対して配布し、特定の診療科に関しては指定して配布する。血管撮影室・X線透視室で診療を行う医師は放射線部指定で配布し、特に、血管撮影室では個人線量計の配布と管理を行っている。看護師はX線業務に関わる部門（放射線部、内視鏡

室，手術室）に指定配布する。

申請はマニュアルを作成し，簡単に申請できる方式を採用し，診療放射線技師は全員が申請への質問等に対応できる体制を構築し，管理者個人の負担とならないように中央放射線部として管理している。

3) C 病院

医師には全員へ不均等被ばく対応として 2 個の線量計を配布している。看護師，ME は均等被ばく対応として 1 個の線量計を配布している。

4) D 病院

放射線業務での医療法と RI 規制法を考慮した従事者業務を分かりやすい表（添付資料 1）にて「業務」，「対象」，「場所」から 8 区分に分類し個人線量計を配布する目安としている。また，同一区分においても，業務状況に応じて均等被ばく（個人線量計 1 個），不均等被ばく（個人線量計 2 個）を判断している。現状にて，医療法区分は 700 名程度・RI 規制法区分は 100 名程度に線量計を配布している。

医師・看護師等は基本的に部署申請制としており，医師については現場の診療放射線技師がチェックを行い，未着用の場合は申請を促がしている。

5) E 病院

放射線業務を行う場合は，医師・看護師は基本的に全員不均等被ばくに対応した個人線量計を 2 個配布している。

院内労働衛生委員会が主導して従事者認定を行い，現状にて 200 個程度の配布がある。

1-2. 従事者に配布された個人線量計を着用させるための工夫について

1) A 病院

血管撮影室・X 線透視室での医師の個人線量計着用率は 60%程度であり，手術室の着用率は調査中である。院長の指示（トップダウン）で着用率の調査を実施しているが，医師とのトラブル発生が懸念されたため，調査前の準備として院内掲示板に着用調査実施に関する掲示を行い周知後に実施している。また，未着用者には注意喚起を行っている。

着用率の調査結果は，衛生委員会および院内診療部長会に報告予定である。

2) B 病院

血管撮影室・X 線透視室には個人線量計の保管場所を設置し，診療時はその場所から個人線量計を着用する仕組みを構築している。この方法により，線量計の未持参，未着用を防止している。

3) C 病院

血管撮影室の着用率は70～80%程度であり、手術室の着用率は未確認である。

4) D 病院

放射線部では、各現場の放射線技師が未着用に注意喚起し、着用率は高い。

手術室では、業務従事者区分を用いて従事者登録していることから、看護部門に関しては各部門長がしっかりと管理しているが、各診療科の医師の着用率に関しては不明瞭な状況である。しかし、Hybrid-ORに関しては診療放射線技師が介入しているため着用率は高いが、外科用透視装置を使用している医師の着用率は実態が不明である。なお、心臓外科の手技（TEVER, EVER, TAVI）時は防護衝立を使用しているが個人線量は高い状況である。

5) E 病院

上級医師の意識改革が着用率向上に最も効果的と考え、線量計着用率向上のために各診療科の施行医に対しカンファレンス等で着用の重要性について報告している。

現状での各診療科の着用率は不明瞭のため、シークレットサーベイを実施し着用率を調査し、改善する予定である。

1-3. 測定結果の報告と管理状況について

1) A 病院

院内の衛生委員会および診療部長会に測定結果を報告している。

2) B 病院

放射線部の技師全員が高い意識にて、管理者と同様な対応を行っている。

3) C 病院

個人線量が上限に達した医師への対応が難しく、線量に対して指摘すると線量計を外して業務を行うことがあるので、対応に苦慮している。

4) D 病院

放射線管理委員会が月1回開催され、個人被ばく線量が高い結果の従事者は、放射線取扱主任者（診療放射線技師長が放射線取扱主任者）へ報告がある。また、放射性同位元素委員会は年4回開催され、線量結果報告や線量計・防護機材等の購入・導入が報告されている。

5) D 病院

医療法（医療被ばく）は医療放射線管理委員会、RI規制法は放射線安全委員会、電離則（職業被ばく）は労働安全衛生委員会と管理体制を区分けしているが、全体のトップを副病院長が務めトップダウンで管理しているため、放射線管理は出来ている。

2. 水晶体専用線量計の着用状況について

1) A 病院

水晶体線量計の配付に関しては費用の面で問題があり、現状では水晶体専用個人線量計は線量の高い医師 14 名に配布し、20 名までの予算を確保している。今後はマネジメントシステムを活用し点数化による配付を検討し、年間線量限度を超える可能性がある場合は配付する。

2) B 病院

水晶体線量計は導入していない。

3) C 病院

水晶体線量計は導入していない。

4) D 病院

水晶体専用線量計は線量限度の年間 20mSv を超える可能性がある従事者に配付する。防護メガネ外側で管理すると線量限度を超える恐れがある従事者として、配付対象者は頸部線量（プロテクタ外側の線量）が 7mSv 程度を選定の目安としている。

防護メガネを院内で多数購入し、共有のものもあれば個人使用のものもあり、個人所有の場合はメガネの管理が行き届いている。診療放射線技師も個人所有があり、感染飛散防止対策としても役立っている。なお、診療科から水晶体専用線量計を付けることにより手技に影響があるという意見はない。

5) D 病院

水晶体専用線量計は線量限度を超える可能性がある従事者に配付する。配付の基準は、1 ヶ月 1.5mSv を 3 ヶ月連続で超えた場合に対象者として選定する。水晶体専用線量計を付けても手技に影響があるという意見はない。

3. 個人被ばく線量を低減させる方策について

3-1. 現場での工夫

1) A 病院

血管撮影装置では、検査時の線量を低レート設定にしている。また、血管撮影装置での防護板の活用率はやや低めであるが、X線透視室での防護クロスは使用している。

上級医師の積極的な介入があると被ばく低減には有効である。

2) B 病院

血管撮影装置での防護板の使用率は高く、X線透視室での防護クロスの使用率も高い。防護用具の効果をデータで示すことにより、医師の防護用具使用率が高くなる。

また、積極的な技師の介入と助言がしやすい環境の整備が重要となる。

なお、学会や研究会活動による影響により、放射線防護に関する地域差があるかもしれない。

3) C 病院

放射線技師の熱意で防護板の使用率を向上させている。防護板の使用率向上の工夫として、防護板に線量分布図を小さく掲示し防護効果を示している。

学会などによるガイドラインは衛生委員会（病院長・執行部）に影響があり、放射線防護の推進に役立つ。

4) D 病院

防護板や防護クロスの使用は必須であり、上級医師が積極的に使用すると全体への波及効果が大きい。また、学会主導のガイドラインがでると衛生委員会（病院長・執行部）に影響があり、学会にて放射線防護の重要性を啓蒙すると医師への意識効果が大きい。

5) E 病院

防護板や防護クロスの使用は必須であり、診療放射線技師による防護効果の実証を行っている。

コミュニケーション、良い雰囲気作りにて、医師とメディカルスタッフの良好な関係を築き、チーム力で被ばく線量低減に臨んでいる。また、医師の学会に診療放射線技師も参加すると信頼関係が生まれ、アドバイスを行うことが容易となる。

3-2. 放射線教育について

1) A 病院

放射線防護マネジメントシステムを導入し、登録している従事者は年1回の研修受講は必須となっている。手術室看護師に向けて講習を年数回実施し、医療従事者の中途採用時でも必ず教育訓練を実施している。

2) B 病院

医療安全講習の内容に盛り込み、放射線教育について e-learning を実施している。

3) C 病院

年1回講習会を実施し受講は必須としているが、受講している者とそうでない者の放射線防護意識に差が大きい。

4) D 病院

業務従事者登録の際に研修を実施している。また、医学生に対するガイダンスや新入職員に対するガイダンスで教育訓練を実施している。医療法上の研修には、従事者被ばく研修は含まれていないので、従事者被ばく教育は、従事前の研修会でのみ取り扱っている。また、従事者被ばく研修が医療法で義務化されると、現場での管理作業が難しく

なる。

なお、自主点検において管理不備が散見される施設に対し、行政側が立入り調査を実施するなど厳しく取り締まる姿勢で対応することにより、放射線教育は充実すると思われる。

5) E 病院

各科のカンファレンスでの研修依頼はあるが、定期的な研修は実施していない。

医師や看護師には、法体系の整備や学会ガイドラインにより従事者被ばく研修の必要性を理解してもらいたい。

C-3-2 : その他

C-3-2-1 : X 線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

設置作業時間（中央値）は、JG 法 : 59.0 ± 41.6 min, PL 法 : 24.5 ± 10.4 min であり、PL 法が有意 ($P=0.04$) に短時間であった。照射作業時間（中央値）は、JG 法 : 30.0 ± 5.2 min, PL 法 : 30.0 ± 5.2 min であり、両法に差 ($P=1$) はなかった。片付作業時間（中央値）は、JG 法 : 20.5 ± 7.8 min, PL 法 : 12.7 ± 4.8 min であり、PL 法が有意 ($P=0.02$) に短時間であった。測定作業時間（中央値）は、JG 法 : 113.0 ± 48.5 min, PL 法 : 72.0 ± 18.1 min であり、有意差はない ($P=0.08$) もの、PL 法が短時間であった。

また、アンケート結果では、簡便性（中央値）は、JG 法 : 3.0 ± 1.6 , PL 法 : 7.5 ± 1.4 であり、PL 法が有意 ($P<0.05$) に高い評価であった。汎用性（中央値）は、JG 法 : 2.5 ± 1.6 , PL 法 : 8.0 ± 1.1 であり、PL 法が有意 ($P<0.05$) に高い評価であった。設置容易性（中央値）は、JG 法 : 2.0 ± 1.5 , PL 法 : 7.0 ± 1.4 であり、PL 法が有意 ($P<0.05$) に高い評価であった。片付容易性（中央値）は、JG 法 : 2.0 ± 1.2 , PL 法 : 7.0 ± 1.6 であり、PL 法が有意 ($P<0.05$) に高い評価であった。再現性（中央値）は、JG 法 : 5.0 ± 2.3 , PL 法 : 7.0 ± 2.0 であり、有意差はない ($P=0.07$) もの、PL 法が高い評価であった。

C-3-2-2 : 防護クロス の鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

(詳細は分担報告書をご参照ください)

Table 1 に床から 100cm と 150cm の 1 時間あたりに換算した測定値を示す。測定位置 No. 1 の地点の線量は、防護クロスを使用しない場合で、高さ 100cm で 2.28 mSv/h, 150cm で 4.56 mSv/h であった。同様に防護クロスを使用した場合の 100cm と 150cm の 1 時間あたりに換算した測定値は、鉛当量別に、0.042 mSv/h, 0.82 mSv/h (0.125 mmPb), 0.16

mSv/h, 0.22 mSv/h (0.175 mmPb) ならびに 0.18 mSv/h, 0.22 mSv/h (0.25 mmPb) であった。また、防護クロス の線量低減率は、術者の位置である No.1 において、それぞれ鉛当量別に、鉛当量 0.125 mmPb : 82%, 鉛当量 0.175 mmPb 93~95% および鉛当量 0.25 mmPb : 92~95% であった。No.2~4 における線量低減率は、No.3 と No.4 の高さ 100 cm の線量低減率が、それぞれ 45% と 17% と低くなった以外は、80% 以上であった。

また、測定位置 No.1 の 1 時間あたりに換算した測定値 (1 cm 線量当量) と線量低減率を床からの高さ別に Table 2, Fig2 および Fig.3 に示す。防護クロス の線量低減率はそれぞれ鉛当量別に、鉛当量 0.125 mmPb : 82~86%, 鉛当量 0.175 mmPb 86~94% および鉛当量 0.25 mmPb : 87~96% であった。

C-3-2-3: 頭部 CT 検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究

CT 室内の高さ 100 cm の 1 cm 線量当量は、0.008~0.498 mSv であった。また、高さ 150 cm の 1 cm 線量当量は、0.006~0.280 mSv であった。最も高くなったのは、100 cm と 150 cm の両方ともガントリに最も近い No.1 の位置であった。また、3 mm 線量当量は、高さ 100 cm では、0.072~0.812 mSv であった。また、高さ 150 cm では、0.099~0.417 mSv であった。最も高くなったのは、高さ 100 cm では No.1, 150 cm では No.2 で、いずれもアイソセンタに最も近い測定位置であった。次に、測定位置 No.1 と No.11 における高さ方向の測定 1 cm 線量当量を Table 4 と Fig.3 に示す。測定位置 No.1 では、0.055~0.524 mSv であった。また、No.2 では、0.035~0.066 mSv であった。

C-3-2-4: ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

1. 変動係数

1-1 X線 TV 装置

測定した 5 個のルミネス線量計ならびに個人線量計の平均値、標準偏差ならびに変動係数は、ルミネス線量計は 0.97 ± 0.07 mSv, 7.6%, ビジョン線量計は 2.08 ± 0.04 mSv, 2.0% であった。

1-2 X線 CT 装置

測定した 5 個のルミネス線量計ならびに個人線量計の平均値、標準偏差ならびに変動係数は、ルミネス線量計は 5.9 ± 0.15 mSv, 2.5%, ビジョン線量計は 4.1 ± 0.17 mSv, 4.3%, であった。

2. 後方散乱係数

ルミネス線量計の高さ 100 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、それぞれ 1.26 および 1.50 であった。ビジョン線量計の高さ 100 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、それぞれ 1.10 および 1.33 であった。

しかし、ルミネス線量計の高さ 150 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、それぞれ 1.09 および 1.14 であった。また、ビジョン線量計の高さ 150 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、それぞれ 1.10 および 1.14 であった。

C-3-2-5：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究（水晶体の等価線量を中心に）

防護クロス（-）の場合は実効エネルギーは 33 keV が多く、また、90 cm から 120cm の高さでは多方向から散乱線が測定されていた。一方、防護クロスを使用した場合、鉛当量の多寡に関係なく実効エネルギーが 48 keV のみの散乱線を測定している。

X 線 CT 装置の頭部 CT 検査を想定した散乱線の実効エネルギーは X 線 TV 装置の防護クロス（-）で 33 keV が多かったのに比べると 48 keV と実効エネルギーが高い散乱線が多くなった。

C-4. 竹中研究分担者

2019 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

計測期間中の ERCP 件数は 126 例で、総透視時間は 2842.45 分であり、平均透視時間（ \pm S.D）は 14.88 ± 10.79 分で、中央値は 12.02（1.08-58.67）分であった。総撮影枚数は 2395 枚で、平均撮影枚数（ \pm S.D）は 12.54 ± 7.68 枚であり、中央値は 11 枚であった。各立ち位置別での部位別被ばく線量測定値（mSv）を得ることができ、最大線量測定値は 1 か月間に術者左側外側の 1.5 mSv であった。

2020 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

2021 年度の研究を継続して、ERCP における医療従事者の水晶体等価線量、実効線量のデータを得た。

2021 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

X線透視下内視鏡手技における医療スタッフの場所の影響については、一般にX線装置および患者に最も近い位置にいる医療スタッフが最も高い放射線被ばくを受けるとされる。今回、実測と文献調査により、対象としたX線透視下内視鏡手技において、内視鏡医がX線装置に最も近い場合、内視鏡医の職業被ばくは医療スタッフの中で最も高くなることが示された。また鎮静の不安定性のために患者の体の動きが大きい場合に、看護師は患者に最も近い位置で補助・看護することになり、高い放射線被ばくにつながる原因となる。

一般にアンダーカウチチューブタイプとオーバーカウチチューブタイプを比較すると、アンダーカウチチューブタイプのほうが医療スタッフの被ばくを低減することができるとされる。しかし手技の際のワークスペースはオーバーカウチチューブタイプの方が広く手技の実施に有利で、X線透視下内視鏡手技において好まれることがある。

X線装置および患者から距離を保つことは有効ではあるが内視鏡医は患者に近接して実施せざるを得ない。助手や看護師は近接が不要な場合はできるだけ距離を取ることが大事である。

透視時間を短縮することは重要な要素であり、内視鏡の知識や技能を高めることが透視時間短縮に繋がる。場合によっては予め透視時間の上限を設定することも選択肢である。

防護衣・防護器材の使用は不可欠である。鉛プロテクターや防護メガネの着用は当然である。アンダーカウチチューブタイプとオーバーカウチチューブタイプいずれも適切な鉛シールドを用いる。オーバーカウチチューブタイプでX線防護用カーテンの使用が医療スタッフの線量低減に有効であるデータが示されている。

C-5. 古場研究分担者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成

(1) 研究倫理デザインの作成

(ア) スタディデザイン

本調査では研究分担者である横浜労災病院運動器センター副院長/センター長である三上氏の協力の下、厚生労働省所管の労災病院をはじめその他本調査に承諾してくれる全国の医療機関の放射線業務従事者を対象とした。また、労働

安全衛生法電離則に基づいて測定・記録されている実効線量および皮膚と眼の水晶体の等価線量を調査・集計する、介入を伴わない後方視的調査とした。

(イ) エンドポイント

エンドポイント（評価指標）は全国の医療機関で行われている放射線業務従事者の被ばく線量を集計・解析した結果とした。

(ウ) 研究対象の選択基準

研究対象の選択は厚生労働省所管の全国の労災病院をはじめ調査項目の情報提供に承諾を得られた各医療機関において、研究実施期間は承認日以降から2022年3月31日までのうち、対象とする施設の1～3ヶ月の調査項目のデータとし、後方視的に収集することとした。

(エ) インフォームド・コンセント

本調査は、法令に基づいて測定・記録されている放射線業務従事者の被ばく線量の値（報告値）と職種・放射線業務内容等、すなわち既存情報のみを用いる観察研究であるため、「人を対象とする研究に関する倫理指針」（以降、倫理指針）によれば「第5章.第12.1.(4)」に該当し、必ずしもインフォームド・コンセントを受けることを要しない。そこで調査依頼医療機関において、研究名、研究の目的と概要、責任者の名前と連絡先、資料提供の拒否に関する記述を載せた情報公開文書を提示し、研究が実施または継続されることについて、研究対象者から資料提供の拒否の申し出があった場合は、資料提供を行わないこととした。また、解析結果、共有データは、対象者を特定する情報を含まない匿名化（特定の個人を識別することができない）されたデータであり、倫理指針より同意のための手続きは要しないとしている。本研究では、計画の概要および個人情報に関しての問い合わせ、苦情等の窓口の連絡先を直接施設担当部所へ貼付し、オプトアウト資料として掲示することとした。

(オ) 目標数と実施期間

本調査は実態調査であるため目標とする施設数・放射線業務従事者数を予め定めることはなく、厚生労働省所管の労災病院をはじめ協力を応諾する施設・放射線業務従事者を対象とした。

また、研究実施期間は承認日以降から2022年3月31日までのうち、対象とする施設の1年ごとに1～3ヶ月の調査項目のデータを後方視的に収集することとした。

(カ) 収集項目

収集項目は医療施設に従事する放射線業務従事者について、医療業務に下記に

関する項目とした。

① 職種（医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者）

② 診療科

③ 記録する算定値（1 ヶ月あたりの数値）

・個人被ばく線量計の報告値（実効線量、水晶体・皮膚・女子腹部線量などの等価線量）

・不均等被ばくの可能性があり、頭頸部用、リングバッジ等の不均等被ばくのための線量計を用いている場合はそれらの値も対象とする。

④ 放射線診療業務別の項目

④-1) X 線透視下手技

- ・手技回数
- ・手技合計時間
- ・透視合計時間
- ・撮影合計時間
- ・撮影合計枚数

④-2) 小線源治療

- ・回数

④-3) 核医学

- ・放射性医薬品投与回数

(キ) 研究データの収集方法

研究データの収集対象は研究協力施設における以下の対象となる者の放射線業務従事者として測定を行っている被ばく線量値とした。

1) X 線透視下手技に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者

2) 小線源治療に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者

3) 核医学に従事する医師、診療放射線技師、看護師、医学物理士、その他の放射線診療に従事する者

ここで「放射線業務従事者として測定を行っている被ばく線量値」とはガラスバッジ（株式会社千代田テクノル）、ルミナスバッジ（長瀬ランダウア株式会社）などを用いた個人被ばく線量計の報告値である。

収集方法はエクセルシートで作成した線量調査票を対象施設の調査協力者に

配布し、対象者および対象期間の数値を記入の上、提出を依頼する。収集されたデータは近畿大学医学部放射線医学教室（放射線腫瘍学部門）において管理、解析を行うこととした。また、収集期間は承認日以降から 2022 年 3 月 31 日までのうち、1 年ごとに 1～3 ヶ月とした。

(ク) 研究データの解析方法

収集した診療記録および被ばく線量値を元に手技の実施状況・職種と被ばく線量についての相関等の実態を解析することとし、連結不可匿名化された解析結果は、研究分担者および各医療機関で共有されることとした。ただし、解析に用いたデータの共有は行わないこととした。

(ケ) 中止基準

以下の場合には、調査対象者のデータを使用しないこととした。

- ① 本調査対象者の多くから調査参加の辞退の申し出があった場合。
- ② その他の理由により、研究者が調査を中止することが適当と判断した場合。

(コ) 被験者の個人情報等の保護に関する措置

被験者の個人情報等の保護を行うため、以下の措置を行うこととした。

- ① 研究責任者は、学内の個人情報保護規定に従い、資料の保管管理及び利用等に関する措置を行う。
- ② 本調査で得られたデータは、原則として本調査の目的以外には利用しない。保管したデータは将来別の調査で使う場合はあらかじめ研究計画書を倫理委員会で審査し承認を受ける。
- ③ 本調査結果の公表においては、集団として匿名化（特定の個人を識別することができない）された解析結果のみを公表する

(サ) 研究データの管理の方法

本調査によって収集された研究データを以下の方法により管理することとした。

- ① 調査データは、臨床現場で収集・匿名化（氏名や施設で独自に用いている ID 番号など、個人が特定される可能性のある情報の削除）され、本調査用に新たに番号を付加する（データ整理のため）。対象者を特定する対応表は、該当医療機関外に持ち出されることはない。
- ② 学会発表等で使用する場合には、個人情報削除された匿名化数値データを用いる。
- ③ 匿名化のための対応表の作成は、施設の特定の者のみが行い、安全管理された状態の中で取り扱い、施設外に持ち出すことはしない。

④ 本調査で得たデータ・資料は、研究計画に従って収集した後も、学内の個人情報保護規定に従い、資料の保管・管理及び利用等に関する措置を行う。施設間の資料の授受に関しては双方の施設にて記録を作成し、確実に保管する。調査に関するすべての記録・資料は、調査結果を再現できるよう、確実に保管する。

⑤ 各記録を保存する期間は本調査期間終了後 5 年間とする。

(シ) 資料等の保存

対象者が調査参加への同意撤回と同時に資料の廃棄を希望する場合には、以下の方法で廃棄することとした。ただし、統計処理されたデータは、すでに個人情報情報が除去されており、「個人情報」に該当しない。このため、統計処理後のデータは廃棄の対象ではない。

- ・画像などのデータに関しては、記録メディア上から消去する。
- ・匿名化したコード番号などについてもすべて削除し破棄する。

(2) 研究倫理審査の研究計画書の作成

上記(1)で決定した研究倫理デザインに基づき、研究計画書を作成し、近畿大学医学部倫理委員会の承認申請を行った。2019年11月14日に上記委員会の承認を得た。

(3) 上記(1)-(キ)の手法により収集したデータのうち今年度中に提出された1施設の線量データ122人分について解析を行った。詳細な結果については2019年度研究報告書を参考されたい。

2020年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討

倫理的配慮を行った調査における調査票の作成・データ収集方法を検討した。データ解析において、データの代表性・信頼性・精度・交絡因子などの様々なパラメータを、個人情報保護の観点を含めて考慮する必要がある。今年度得られたデータについて、検出限界以下の扱いや防護手法との相関性などに関する検討を加えた。今後得られるデータを含め、取得データの詳細な解析手法、線量と管理体制の紐付け・具体的な解析については、次年度以降に実施する。

2021 年度 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について

(1) R2 年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況の相関関係解析

(ア) データのスコア化

i. 放射線従事者の被ばく線量データのスコア化

被ばく線量データのスコア化を行う際、本研究では閾値線量値として簡明な線量として 1 mSv (1 か月あたり) を採用した。この閾線量値については今後解析結果を判断していく上で再検討していくことも必要と考えられる。

閾線量値 (1 か月あたり 1 mSv) 以上となったデータの件数は以下のとおりである。

- ・実効線量 35 件
- ・皮膚等価線量 196 件
- ・水晶体等価線量 367 件

上記のデータ件数を各施設における放射線従事者の被ばく線量データのスコアとした。

また、各施設の看護師のスコアは医師、診療放射線技師と比べて非常に低く、アンケート結果との相関関係を見出すことが非常に困難であるため本研究の相関解析対象から除外した。

ii. 医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査結果のスコア化

i. のスコア化方法に基づいて算出した各医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査結果をスコア化した。ここで、スコアの値は施設間の相対値であり、分類間の比較はできないことに注意する必要がある。詳細な結果については 2021 年度研究報告書を参考されたい。

(2) R2 年度調査及び R3 年度調査における、放射線業務従事者の被ばく線量値の推移と放射線管理の状況の変化の相関関係解析

(ア) データのスコア化

(1) R2 年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況の相関関係解析のデータのスコア化と同様に医師、診療放射線技師のみのデータのみ抽出し、R2 年度調査及び R3 年度調査における結果の変

化について解析を行った。詳細な結果については 2021 年度研究報告書を参考されたい。

(イ) 放射線業務従事者の被ばく線量値の推移と放射線管理の状況の変化の相関関係

研究では医師の線量データの変化に着目し、解析を行った。詳細な結果については 2021 年度研究報告書を参考されたい。

D. 考察

各分担課題の考察は次の通りであった。

D-1. 細野研究代表者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

本分担研究は、医療における放射線業務従事者の線量と施設における被ばく管理の状況を明らかにし、それに基づいて被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的として、まず放射線業務における被ばくの線量調査の手法を確立し、倫理委員会の承認を得たうえで、それに基づいてパイロットスタディを実施したものである。2019 年度に実施した放射線業務従事者の線量の調査および施設における被ばく管理の状況については、それぞれ、古場研究分担者、渡邊研究分担者が分担研究報告書の中で詳細な報告をしている。これらを実施するにあたり、横浜労災病院の副院長を務める三上研究分担者の尽力により全国の労災病院・センターの協力を得ることができた。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

得られた線量データ 5082 人分（延べ人数）のうち、実効線量については約 80%が皮膚等価線量及び水晶体等価線量については約 70%が検出限界未満（N. D.）であった。これらを除き、データ解析を行った。全体の線量分布は各線量を比較すると、実効線量の被ばく線量は 1mSv 以下の占める割合が約 95%に対して、皮膚等価線量及び水晶体等価線量は約 85%と 1mSv を超える被ばく線量の割合が多く観測された。

① 職種別の線量分布

中央値で比較すると、医師がいずれの線量も他の職種の 2 倍以上の被ばく線量であった。医師は他の職種と比較し有意に被ばく線量が高いことが示された。医師の水晶体等価線量は最大 16mSv に及び 1 か月線量が 4.25mSv を超える例がのべ測定数に対して 24 件あった。一方、看護師及び診療放射線技師でこの水準の 4mSv を超える例はそれぞれ

1 件であった。

② 職種細目別の線量分布

診療細目間の平均値の差は有意であり、水晶体等価線量では循環器内科、消化器内科、消化器外科、放射線科（IVR）に高い傾向が見られた。職種別職種細目を考慮するところの傾向は医師の被ばく線量を色濃く反映したものと推定される。

③ 施設別の線量分布

実効線量の中央値が 0.1～0.3mSv に対し、水晶体等価線量は 0.1～0.8mSv と施設間差がやや大きい傾向が見られた。水晶体等価線量の各施設平均とその 95%信頼区間を参考に示した。

④ 被ばくのある主な業務別の水晶体等価線量分布

各業種別ではいずれの業務においても医師とその他の業種と比較すると線量分布の範囲は広くかつ中央値は高めの傾向が見られた。被ばくのある主な業務別の水晶体等価線量の平均とその 95%信頼区間に示す通り、X 線透視下手技が有意に高い線量を示した。

また相関分析では実効線量と水晶体等価線量相関係数は 0.68 であった。また、水晶体等価線量は実効線量と比較し高い傾向が見られ、被ばく環境における線質の影響を反映したものと推定される。本調査での眼の水晶体被ばく線量については、水晶体用線量計を装着していない場合、 $H_p(10)$ と $H_p(0.07)$ を比較して大きい方をそれぞれ眼の水晶体の等価線量としている。これにより本調査での水晶体等価線量は、多くが皮膚等価線量と同じ $H_p(0.07)$ で評価されているため、水晶体等価線量と皮膚等価線量はほぼ一致したものとなっている。

手技合計時間、透視合計時間と線量の相関は総じて低い結果となった。一方、撮影合計時間と線量には緩やかな相関性がみられた。本調査では撮影合計枚数、撮影合計時間を調査項目に加えたが、その相関分析の結果を見ると、撮影合計時間のみの申告で撮影枚数を申告されていない例が多くあるように見られ、以後の調査における調査項目の設定について検討する余地があることが示唆された。

2021 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

全国の医療施設の放射線業務従事者の線量調査を実施し、被ばく線量を集計・解析した。本結果により被ばく線量は、特定の診療科（業種細目）での医師による X 透視化手技で高い傾向があることが明らかとなった。

D-2. 三上研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

地域特性、病院規模の異なる病院群から、多職種の放射線被ばく線量の報告値を収集することは、本研究の推進に有益と考えられた。本年度は、手法も含め調査に向けての準備を整えた。

2020年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

地域特性、病院規模の異なる病院群から、多職種の放射線被ばく線量の報告値を収集することは、本研究の推進に有益と考えられた。

2021年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

2020年度と同様である。

D-3. 渡邊研究分担者

2019年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

D-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

- ① 毎月の測定結果の配布や職業被ばく限度を順守するための措置等、基本的な従事者管理は概ね実施できていると考えられた。しかし、管理区域に立ち入る頻度で従事者登録している医療機関が約半数あり、従事者登録、管理方法に課題があることが分かった。医療機関が抱える問題を確認した上で合理的な従事者登録、管理に関する指針を示す必要である。
- ② 従事者の管理や放射線測定器の配布、回収等の作業は事務局と診療放射線技師で実施していることが分かった。事務局だけで管理している場合に線量の多寡や線量限度を超える恐れのある従事者の把握と超えないための措置についての確に実施できるか等、問題が生じる可能性がないかを確認する必要がある。
- ③ 従事者に対する職業被ばくの放射線防護方法等に関する研修の実施や受講率が不十分であることが分かった。職業被ばくを低減するための方策を的確に実施し、水晶体の新等価線量限度を順守できるようにするために研修の実施率や受講率を高める方策が必要であると考えられた。また、研修項目に防護眼鏡や天井吊りタイプの防護板の使用方法やパルス透視レートの選択等、研修に取り入れるべき項目を具

体的に示すことが重要である。

- ④ 医療機関における放射線測定器の着用状況の把握が不十分でなおかつ着用しない従事者に対する指導ができていないことが分かった。放射線測定器の着用率を 100%にするためには着用状況の医療機関内把握システムならびに部署や職種の壁を取りはずして着用を促すシステムを構築する必要がある。
- ⑤ 今後、水晶体専用の測定器の着用については当該従事者の線量の状況に応じて医療機関が水晶体専用の測定器の着用することになると考えられているが水晶体専用の測定器が配布されている施設が少ないという課題と配布された測定器を着用していないという 2 つの課題があることが分かった。
- ⑥ 放射線防護衣の着用率は概ね 100%に近いが防護眼鏡や天井吊り防護板の使用率を高める方策が必要であり、放射線防護衣は放射線から自分自身を防護するために必須であることが医師等に定着していることから、必要な放射線診療や診療科等においては防護眼鏡や天井吊り防護板ならびに水晶体専用の測定器についても必須であるとの安全文化の醸成を図る必要がある。
- ⑦ 水晶体専用の放射線測定器と同様に防護眼鏡も配布されていない課題と着用していないという 2 つの課題があることが分かった。
- ⑧ Vascular-IVR を実施する X 線診療室における天井吊りタイプの防護板、X 線装置は設置されている内視鏡室に X 線装置に装着する放射線防護用の防護クロスや防護眼鏡ならびに一般 X 線透視室と手術室における防護眼鏡等、多くの X 線透視を使用する X 線診療室における防護機材の配備にも課題があることが分かった。今後は、線量に応じて防護機材の配備を促していく必要がある。
- ⑨ X 線診療室の線量分布を測定するには多くの作業が必要であり簡便で汎用性の高い測定方法を進化させ、普及させることにより線量分布図や防護効果の可視化を標準化することが重要と考えられた。
- ⑩ 職業被ばく管理の観点からも X 線装置の管理や線量の把握が徹底されるように啓発するとともに確実に実施されていることを確認する必要がある。
- ⑪ X 線装置の照射線量の管理は職業被ばく低減の観点からも非常に重要であり、患者照射基準点線量の測定と比較、そして低減を求めていくことが肝要である。特に、医師等の水晶体の等価線量限度が新等価線量限度を超える恐れがある場合にはできる限り照射線量の低い X 線装置の使用を推奨すべきである。

2020 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

D-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

1. 回答率および病院の規模

調査票配布施設数，回答施設数はそれぞれ 78 と 45 で回答率は 58%であった。また，詳細調査の調査票配布施設数，回答施設数はそれぞれ 9 と 15 で回答率は 60%であった。医療機関の規模の指標となる病床数について，「600 床以上」（33%）の大規模医療機関から「50 床未満」（2%）の小規模医療機関まで広範囲の規模別の医療機関からデータが得られたと考えられる。

2. 従事者の基本的な管理状況

医療機関の従事者の職業被ばくの基本的な管理状況について，毎月の被ばく線量をチェックしている医療機関と従事者ごとに定期的に測定結果を配布している医療機関は両方とも 96%で，測定結果の医療機関内組織の把握を意味する委員会等への報告については 77%実施されており基本的な従事者管理は概ね実施できていると考えられた。

3. 従事者の管理部署等

従事者の管理部署等は「放射線部門（診療放射線技師）」（60%），「事務局」（36%）が多く，この部署以外は 4%しかなかった。職業被ばくを測定するための放射線測定器の配布，回収を行っている部署等（複数回答可）は，「放射線部門（診療放射線技師）」が 71%「事務局」が 36%であった。したがって，従事者の管理や放射線測定器の配布，回収等の作業は「事務局」と「放射線部門（診療放射線技師）」で実施していることが分かった。診療放射線技師が関与していれば，線量の多寡や線量限度を超える恐れのある従事者の把握と超えないための措置についての的確に実施できる可能性があるが事務局だけで管理している場合には管理基準を明確にして専門的な知識が少なくても適切に対応できるようにする必要があると考えられた。

放射線管理業務を主に行う部署があるとの回答は 42%で，放射線管理業務を主に専門に行う職員がいるとの回答は 38%であった。放射線管理業務を主に専門に行う職員の職種は医師が 29%，診療放射線技師が 82%，事務職 12%となっており，職位は部長・技師長・副技師長が 47%，主任・主査診療放射線技師が 29%，診療放射線技師と放射線取扱主任者が 12%，部長医師が 6%であった。診療放射線技師が 88%と多く，特に部長・技師長・副技師長がその職位の業務として放射線管理業務を主に担っているものと考えられた。ただし，医師や部長・技師長・副技師長等の診療放射線技師が専ら放射線管理業務を行っているのではなくいくつかの業務の一つとして放射線管理業務

を担っていると考えるべきであろう。

4. 従事者登録基準

管理区域に立ち入る者の従事者登録基準については、診療放射線技師が「全員管理」とする医療機関（96%）とほぼ全員管理しているのに対して、医師は「全員管理」とする医療機関（56%）と「管理区域に立ち入る頻度（による）」によって登録している医療機関（40%）が二分し、看護師については「全員管理」（27%）と「管理区域に立ち入る頻度（による）」（64%）と全員管理の比率の方が少なくなった。職種によって放射線業務従事者の登録のあり方がさまざまであることが分かった。

5. 線量限度を遵守するための方策

線量測定サービス会社から線量が高い場合の迅速報告を実施している医療機関と職業被ばくを超える恐れのある従事者に対する措置を決めている医療機関が若干少ない（それぞれ 60, 47%）ものの職業被ばくの線量限度を超えないようにするために従事者に対する線最低減措置を概ね講じられていると考えられた。

ただし、通常よりもイレギュラーに高くなった従事者に対して「本人に文書で注意喚起」23%、「本人に口頭で注意喚起」23%にとどまっていた。また、詳細調査結果で、放射線業務従事者が線量限度を超えないようにするために講じている方策は、口頭・注意喚起が44%、防護具の（適切な）利用が33%、空間線量マップ掲示が11%であった。口頭等による注意喚起だけでなく、イレギュラーに高くなった原因の究明とその原因を排除し線量を低減するための具体的な方法を指導あるいは啓発することが必要である。また、防護機材の適切な利用を促すためにも室内線量の可視化等の効果的な方策を普及させる必要があると考えられた。職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を尋ねた結果においてもほとんどが注意喚起のみ（91%）であり、同様に線量が高い原因の究明とその原因を排除し線量を低減するための具体的な方法を指導、啓発が肝要である。単なる部署異動では恒常的に線量が高い従事者がいるという問題の改善には繋がらないということも理解しておく必要がある。

6. 防護研修の実施率と受講率

従事者に対する職業被ばくの防護研修については、「該当者なし」と無回答を除いた平均実施率は55%であった。また、防護研修を実施している医療機関における受講率が80%以上100%を概ね受講しているとする、平均回答率59%で、最も高かったのは「放射線治療医」の94%で最も少なかったのは「麻酔科医」の29%であった。防護研修の平均実施率が55%で良好な受講率の平均回答が58%であることから防護研修を実施し概ね対象者が受講している医療機関は約32%程度にとどまるということになる。ま

た、放射線科、「心臓外科」と「内視鏡担当看護師」を除いた医師の受講率「20%未満」の部署が約 1/5 である。目黒らによれば放射線の基礎知識研修であっても医師が 80% 以上受講している研修を 2~3 年に 1 回以上実施している医療機関は 7.4%に過ぎない。これらの結果は、医療機関において多くの従事者（特に医師）が防護研修を受けていないということを意味する。水晶体に関する検討会において水晶体の新等価線量限度を遵守して従来同様の放射線診療数を確保できるようにするためには、職業被ばくを低減する方策を的確に実施することが必要とされた。そのため、防護研修の実施率と受講率を高める方策が必要であると考えられた。放射線科医、特に放射線治療医の受講率が高い。放射線科医については放射線防護教育の重要性の理解度の違いが表れている可能性がある。特に、放射線治療医については放射性同位元素等の規制に関する法律で従事者に選任されている場合は教育訓練が義務化されていることが一因ではないかと推察された。今後は、放射線診療に従事する医療従事者の職業被ばく低減のために防護研修を法令で義務化するかあるいは関係学会等によるガイドラインで促すことが重要と考えられた。

7. 職業被ばく低減に繋がる防護研修内容

多くの医療機関では防護研修内容に職業被ばくを低減するための具体的な方策が盛り込まれていたが水晶体の等価線量限度の引き下げを考慮するとさらに割合を高めるための方策が必要と考えられた。特に、医師の職業被ばく、特に水晶体の等価線量が高くなる傾向のある Vascular-IVR において防護眼鏡や天井吊りタイプの防護板の使用（56%）や適切なパルス透視レートの選択、患者を受像器に近づけるあるいは適度に照射野を絞る等の内容（42%）が含まれている医療機関は約半数であり、これをさらに高める方策を講じる必要があると考えられた。

8. 線量分布図や防護機材の防護効果図の活用

Vascular-IVR を実施するエックス線診療室の典型的な事例の線量分布図を作成して防護研修に使用したり、あるいはエックス線診療室内外に掲示しているかの調査結果では 38%が使用しており、天井吊り型の放射線防護板や防護衣等の防護効果を示した図表等を作成して防護研修に使用したり、あるいはエックス線診療室内外に掲示している医療機関は 22%であった。X線透視の線量を効果的に低減するためにX線量の可視化と防護効果を分かりやすく図示することが有効であるが、まだ 20~40%程度しか活用できていないことが分かった。X線診療室の線量分布を測定するには多くの作業が必要であり最近ではジャングルジム法が開発され、仮想空間を利用した教育手法も考案されている¹⁸⁾。このような簡便で汎用性の高い測定方法を進化させ、普及させることにより線量分布図や防護効果の可視化を標準化することが重要と考えられた。

9. IVRにおける線量の把握と管理等

IVRにおいては関係学会等より皮膚線量について管理目標値(2~3Gy)を設定し、IVRを継続するか否かの判断の機会とすることを推奨しているが、「必ず行う」と「ほとんど行う」合計は48%しかなく、「行っていない」と回答した施設は22%あった。令和2年4月1日に施行した改正医療法施行規則¹⁹⁾ではIVRを主に実施する循環器用X線装置については管理目標値による医療被ばくの管理を義務付けていると考えられるが、施行後約半年が経過した段階で多くの医療機関で実施できていないことが分かった。また、X線装置の定期点検実施率と始業・終業点検実施率はともに99%でほとんど実施できていたが、IVRにおける管理目標値の設定・管理、基準透視線量の測定とDRLとの比較はそれぞれ73, 79%で十分には実施できていないことが分かった。IVR等による術者や介助者の職業被ばくはX線装置の照射線量に依存すると考えられる。職業被ばく管理の観点からもX線装置の管理や線量の把握が徹底されるように啓発するとともに確実に実施されていることを確認する必要があると考えられた。

令和2年4月1日に施行した改正医療法施行規則ではIVRのDRLとの比較とそれを超えていた場合には直ちに低減することを検討することが求められているが、現在のIVRのDRLは17mGyであり、17mGyを超えているX線装置(22%)は原則最適化(低減)が求められている。No.1~5の装置がこれにあたり、IVRを行う循環器内科医、放射線科(主にIVR)ならびに脳外科医が被ばくする対象の装置になっており、これらの従事者の被ばく低減に寄与することが期待できる。一方、消化器内科医、消化器外科医、整形外科医、麻酔科医および内視鏡担当看護師はNo.1~5以外の装置を使用し被ばくしていることが分かる。これらの装置は一般的なX線透視装置が使われておりこれらの装置の線量も管理していく必要がある。どちらにしても、X線装置の照射線量の管理は職業被ばく低減の観点からも非常に重要であり、基準透視線量の測定と比較を行った上で低減を求めていくことが肝要であると考えられた。特に、医師等の水晶体の等価線量限度が新等価線量限度を超える恐れがある場合にはできる限り照射線量の低いX線装置の使用あるいは更新を推奨すべきであると考えられた。照射線量の低いX線装置の使用あるいは更新は労働衛生の3管理の中の作業環境管理における労働環境のより上流の有害物質を排除していくという考え方¹⁹⁾にも合致すると考えられる。

10. 個人線量計の着用

個人線量計を着用していない従事者に対して個人線量計の着用を促しているかを尋ねた結果で「100%着用しているので該当事例なし」が7%しかなかった。測定器を着用していない従事者に対して測定器の着用を促す割合は、「頻繁に促している」施設は20%しかなく、「促していない施設」は13%あった。目黒らによれば調査対象医療機関のほと

んどが X 線透視装置を保有する中で、測定器を全員 1 個だけ配布している医療機関が 26%あることから不均等被ばく測定にも課題があることが知られている。したがって、従事者への個人線量計の着用において配布方法も含めて課題がある。

促せない理由（複数回答可）は、「医師には言いづらい」が 56%と最も多く、次に「他部署の方には言いづらい」が 28%であった。測定器の着用状況の把握に関する結果では、医療機関内組織が把握している医療機関は 18%しかなく、誰も把握していない医療機関が 10%あった。測定器の着用率を 100%にするためには部署や職種の壁を取りはずして着用を促すシステムを構築する必要があると考えられた。そのためには、医療機関内の担当する組織が着用状況を把握できるシステムを構築する必要がある。

防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の個人線量計のおおよその着用率において、「配布していない」、「分からない」および「回答なし」を除いた回答における着用率が 80%以上 100%の平均回答率は 14%であった。また、除外しない結果での「配布していない」の平均回答率は 64%であった。「分からない」と「無回答」を合わせると 75%にのぼる。すべての医療機関で必ずしも必要とは限らないがそもそも水晶体専用の個人線量計が配布されていない部署等が多いと推察された。水晶体に関する検討会において医師の頭頸部と体幹部の個人線量計の着用率が循環器内科医で 56%、整形外科医で 17%と低いことが示されていたが、水晶体専用の個人線量計はさらに低い可能性があることが示唆された。今後、水晶体専用の個人線量計の着用については当該従事者の線量の状況に応じて医療機関が水晶体専用の個人線量計の着用することになると考えられているが水晶体専用の個人線量計が配布されている施設が少ないという課題と配布された個人線量計を着用していないという 2つの課題があることが分かった。水晶体専用個人線量計の配布基準もまだ整備されておらず医療機関の状況に応じて指針を示す必要があると考えられた。

11. 防護機材の着用率

「分からない」と「無回答」を除いた医療機関における放射線防護衣の着用率 100%の平均回答率は 93%であった。さらに、放射線防護衣が一部の医療機関では日常的に不必要である可能性のある「放射線科（主に治療）」と「放射線科（主に核医学）」を除くと平均着用率はさらに高い着用率となる。放射線防護衣は放射線から自分自身を防護するために必須であることが医師等に定着していることの表れであると考えられ、必要な放射線診療や診療科等においては防護眼鏡や天井吊り防護板ならびに水晶体専用の測定器も必須であるとの安全文化の醸成を図る必要があると考えられた。

防護眼鏡の着用の設問において、「分からない」と「無回答」を除き具体的な着用率で回答した医療機関だけの 80%以上と 100%の回答の合計の平均回答率は 30%で概ね低

いことが分かった。特に、「消化器外科医」と「整形外科医」はそれぞれ13%と12%とかなり低い。一般的に必要なと思われる「循環器内科医」と「放射線科（主にIVR）」であってもそれぞれ56%と75%にとどまった。また、除外なしの回答での「分からない」と「無回答」の平均回答率の合計は44%であり、実際の水晶体の等価線量の状況は不明だが防護眼鏡があまり配布されていない現状を示すものと考えられた。「結果 2-3 防護機材の配備状況」で示したように防護眼鏡の配備率が低いことも要因となっていると考えられる。水晶体専用の個人線量計と同様に防護眼鏡も配布されていない課題と着用していないという2つの課題があることが分かった。

12. 防護機材の配備率

Vascular-IVR を実施する X 線診療室における天井吊りタイプの防護板の設置率は、「一部設置」と「すべて設置していない」の回答の合計は20%で、同様に Vascular-IVR を行うすべての X 線診療室に術者と IVR 行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡の配備状況では、「かなり足りない」と「まったくない」の合計は24%であり、水晶体の等価線量限度が高くなる傾向が高い Vascular-IVR を実施する X 線診療室における防護機材の配備に課題があることが分かった。

アンダーテーブル方式や C アーム方式の X 線装置か確認が必要なものの X 線装置が設置されている内視鏡室に X 線装置に装着する放射線防護用の防護クロスが配備されていることが確認できた割合は49%で、防護眼鏡が一つもない医療機関が13%確認された。内視鏡については「結果 2-4 診療放射線技師の関与」で明らかになったように診療放射線技師がついていない医療機関が多く、内視鏡室においても職業被ばくを低減するための防護機材の配備に課題があることが分かった。竹中ら⁶⁾は防護クロスや防護眼鏡を使用しての水晶体の新等価線量限度を遵守できない可能性があるとして報告しており防護機材の配備は喫緊の課題である。

一般 X 線透視室と手術室における防護眼鏡の配備状況については「一つもない」がそれぞれ24%、47%であり、多くの X 線透視を使用する X 線診療室における防護眼鏡の配備にも課題があることが分かった。今後は、線量に応じて防護眼鏡の配備を促していく必要があると考えられた。特に近年、手術室には高度かつ複雑な手技が行えるハイブリッド血管撮影装置が普及していることから従事者の線量把握と防護眼鏡の必要度の確認が急務である。

13. 診療放射線技師の従事割合

Vascular-IVR、内視鏡における ERCP 検査、一般 X 線透視室における放射線診療ならびに X 線透視を伴う手術に診療放射線技師が80%以上従事している割合は、それぞれ87%、36%、65%、29%であった。渡邊らによれば IVR に診療放射線技師が従事している

割合は最頻度は 10 割で 71%を占めるものの最小は 10%であった。水晶体に関する検討会ならびに榊田らの報告²³⁾において診療放射線技師による声かけが術者等の被ばく低減に貢献していることが示されている。しかしながら、Vascular-IVR では 87%と比較的高いものの内視鏡では 36%、手術室では 29%と低く、診療放射線技師を活用しにくい状況にあることが分かった。今後、何らかの方策を講じる必要があると考えられた。

14. 職業被ばくの安全管理の指導

「IVR を中心に職業被ばくの安全管理（防護を）リードあるいは指導する方がいますか？」の結果は、「いる」54%、「いいえ」47%であった。医療機関において安全管理を徹底ならびに向上させるために十分な知識と技術を持つ指導者が必要である。医療では医療安全、感染対策ならびに医療被ばくにおいてそれぞれ責任者を選任することが義務付けられているのはその表れである。本調査では約半分の医療機関で指導者が不在であり、今後、職業被ばくの放射線防護においても指導者の重要性を明確にしていくことが必要と考えられる。

D-3-2：その他

D-3-2-1： ERCP 検査における X 線診療室内散乱線量測定ならびに防護材の放射線防護効果

術者位置はアイソセンタの最も近傍であるため介助者の位置に比べて最大線量で約 9 倍高かった。これは介助位置がアイソセンタから約 120 cm 離れており距離が術者位置の約 2.4 倍であることと患者の遮蔽効果によるものと考えられる。また、患者中心の高さ（110 cm）よりも 20 cm 高い 130 cm の線量が最大となった。大槻らはオーバーチュートタイプの X 線装置の高さ方向のピークは 140 cm と報告しており、本研究結果とほぼ一致する。一次線が患者に照射された後の患者からの散乱線が主たる要因であり患者からの散乱線が X 方向において上斜め方向に高くなることを示していると考えられた。したがって、防護眼鏡だけでなく頸部を防護するネックガードの着用も推奨される。一方、介助者位置では高さ方向で 90～110 cm までは低く 120 cm あたりから少しずつ高くなり 140 cm がピークになる線量分布を示した。この方向は患者の体軸方向であり患者の自己遮蔽効果が最も大きく寄与する方向でもある。本研究で水晶体の高さとした 150 cm における 3 mm 線量当量率は 0.28 mSv/h で 100 cm の高さでは 0.10 mSv/h と 1/2 以下であることから、介助者の水晶体の等価線量を低減したい場合には水晶体の高さを患者の高さまで低くすることにより低減できる可能性があることが分かった。

防護クロスで X 線装置の管球から患者までを保護することで、最大となる術者の位置

の水晶体の等価線量を 2.9 mSv から 0.17 mSv (線量低減率：94%) に低減することを確認できた。眼の水晶体の新等価線量限度の取り入れを含めた改正電離則が 2020 年 4 月 1 日に公布され、2021 年 4 月 1 日に施行される。竹中らによると ERCP 検査時の平均透視時間 14.9 分であった。X 線透視だけで考えると本研究で得られた術者位置で水晶体の高さである 150 cm の 3 mm 線量当量は 1 時間あたり 2.9 mSv であることから、1 回の ERCP 検査での術者の水晶体線量は 0.72 mSv となる。水晶体の新等価線量限度の年平均である 20 mSv に達する件数は約 28 件でしかない。主術者の立ち位置で頻度が最も高いと考えられる Fig. 1 の No. 5 の位置であっても線量率の関係から約 50 件でしかない。古田ら²⁵⁾の全国調査結果から計算すると施設当たりの平均年間 ERCP 件数は約 400 件である。眼の水晶体の新等価線量限度を遵守するためには、No. 4 の位置で 14 人、No. 5 の位置で 8 人以上の担当医師で平均して分担しなければならない。しかし、防護クロスをもちいた場合には No. 4 と No. 5 の位置でそれぞれ約 480 件と 1350 件とすることができる。竹中らは実測値から年間の水晶体の等価線量を 16.8 mSv と推定するとともに ERCP 検査を実施する消化器内科医は ERCP 検査以外にも被ばくする放射線診療を実施していると報告している。本研究結果と竹中らの報告を踏まえると ERCP の実施件数が標準的な件数よりも低い場合や担当医師が多く均等化して低減できる場合等を除いて ERCP 検査には防護クロスを使用することが強く推奨される。

また、水晶体の被ばく線量を低減するために防護眼鏡の利用が推奨されているが、線量低減効果は防護眼鏡の機種や装着の状況によって異なり 60%程度との報告もある。したがって、ERCP 検査においては防護クロスを使用する方が線量低減効果が高いことが確認できた。

2021 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

D-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

D-3-1-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

1. 回答施設の特徴および 2020 年度との重複率

回答医療機関の基本情報である、医療機関のタイプ（設問 1）、病床数（設問 2）ならびに救急種別（設問 3）は、昨年同様の割合であり有意差は認められなかった。重複回答施設も多かった（61%）。したがって、同じような母集団からの回答とみなすことが

できると推察される。

2. 放射線業務従事者の線量の測定結果を委員会等への報告

「放射線業務従事者の線量の測定結果を委員会等に報告していますか？（設問 6）」の調査結果において、2020 年度と 2021 年度に継続回答した施設における有意差を認めた。回答なしを除外すると、委員会等への報告施設が、66.7%から 92.9%に有意に増加し、90%を超えた。厚生労働省が、電離健診対象医療機関に対する自主点検を実施したように、本アンケート自体が放射線管理に関する啓発を行う作用があると考えており、委員会等への報告の契機になった可能性がある。2020 年度の調査を基にした論文が公開されることで、医療機関全体として医療従事者の職業被ばく管理を検討できる環境がさらに進むことを期待したい。

3. 放射線業務従事者の管理状況

放射線被ばくする可能性のある医療従事者等の放射線業務従事者としての管理状況を尋ねた設問 15 において、医師と診療放射線技師の全員管理は 2020 年度はそれぞれ 55.6%と 95.6%で、2021 年度の 54.3%と 95.7%とほぼ同じであるが、看護師とその他は「全員管理」の比率が下がって、「管理区域に立ち入る頻度による」が 2020 年度にはそれぞれ 64.4%と 57.8%であったものが 2021 年度にはともに 73.9%と増加方向に変化がみられた。2020 年度の調査結果では、まれに管理区域に立ち入る者として、X 線透視を伴う骨折整復介助に付く看護師や夜間・当直時間帯だけ IVR の介助に付く看護師が挙げられている。今後、法令上、放射線業務従事者としての管理が必要な基準を示していく必要があると考えられる。

4. 職業被ばくの線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者

線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者がいる状況を尋ねた設問 16 において、線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者がいると回答した施設数が、2020 年度の 11.1%から 2021 年度には 19.6%となり、増加方向に変化がみられた。現状把握が進んで線量限度を超えそうな放射線業務従事者が表面化してきた可能性がある。例えば、個人線量計の着用率が上がって線量が増えてきた場合や個人線量計を着用していないことが分かって、実際に着用した場合の線量を推定した場合等が考えられる。今後は、実態把握が進んで線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者の増加と、被ばく低減が進んで線量限度を超えそうな放射線業務従事者の減少が入り混じった状況が続くとみられる。そのため、今後は単に線量限度を超えそうな放射線業務従事者数を把握するのではなく、詳細を確認していく必要がある。

5. 放射線管理業務を主に行う部署および職員

放射線管理業務を主に行う部署があるか（設問 26）と放射線管理業務を主に専門に

行う職員がいつか（設問 27）を尋ねた結果は、それぞれ「はい（あるまたはいる）」の回答が 42.2%から 21.7%、37.8%から 19.6%に大幅に減少した。2021 年度の設問では、「主に行う」とは業務の 51%以上が放射線管理業務ということです。」を追記したことにより、設問の趣旨が正確に伝わったものと考えられる。そのため、2021 年度の調査結果が、現状を正しく示すものと推察する。つまり、医療においては、放射線管理業務を主に行う部署は少なく専門に行う職員も少ない現状を改めて示す結果となった。英国では、医療従事者が放射線管理を併任するシステムにはなっていない。近年の電離則改正、改正医療法施行規則による医療被ばくの適正管理あるいは放射性同位元素等の規制に関する法律の改正によって放射線管理業務量が増加している場合は体制の見直しが必要と思われる。

6. 放射線業務従事者に対する放射線防護研修

放射線診療や放射線診療の介助等を行う医師および看護師に対する放射線防護研修の実施状況を尋ねた設問 29 において、すべての診療科ならびに部署において放射線防護研修の実施率が増加している傾向が示された。特に、全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較で放射線科医（主に診断）と救命救急医は有意差を認めた。

また、上記放射線防護研修を実施していると回答した施設に、研修の実施率を尋ねた結果（設問 30）では、循環器内科医、放射線科医（主に核医学）と放射線科医（主に診断）は、それぞれ 80%以上と 100%の合計回答率は、37%から 50%、89%から 43%、82%から 56%と、全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較では有意に変化した。ただし、分からないと回答なしを除外した、80%以上と 100%の合計回答率の全部署の平均は、2020 年度の 65%から 2021 年度の 75%に微増しているが有意差はない。分からないと回答なしを除外しない場合で減少した、放射線科医（主に核医学）と放射線科医（主に診断）は、2020 年度はそれぞれ 89%と 82%から 2021 年度にはそれぞれ 91%と 93%で微増している。放射線診療部門や診療科は多く、回答した担当者（部署）がすべての状況を把握しているとは限らない。そのため、分からないと回答なしを除外した回答で実施率を見ることも重要である。ちなみに、循環器内科医は、2020 年度の 53%から 2021 年度には 72%と増加している。2021 年度は回答なしが多かった。この原因にもよるが、受講率は高まる傾向にあると推察する。

さらに、放射線防護研修の受講率を高める方策（設問 32）では、研修の実施形態は e-Learning のみが増加し、それ以外は全て減少方向の変化を示した。新型コロナウイルス感染症対策の一環として広く認知されたオンラインを利用した会議を行う手法を積極的に活用し受講率を高める工夫であると考えられる。

7. 放射線測定器の着用の促し

放射線測定器を着用していない放射線診療従事者に対して放射線測定器の着用を促していますか？を尋ねた設問 38 において、「100%着用しているので該当事例なし」は、まだ比率として少ないものの 6.7%から 17.4%と 2.6 倍になった。「頻繁に促している」も 20.0%から 32.6%と増加している。両者の合計は 50.0%で、半数の施設で 100%着用しているか、着用してなくても頻繁に促している状況にあると考えられる。

また、「③時々促している」、「④まれに促している」、「⑤促していない」を回答した施設は減少傾向にある（71.1%⇒49.9%）ものの、頻繁に促せない理由（設問 40）の回答である、「①医師には言いづらい」は 2020 年度の 56.3%から 2021 年度の 73.9%と増加する方向の変化を示した。多くの施設で職種の壁が着用率が 100%にならない問題の一つとなっていることが伺える。また、回答総数の比率も 2020 年度の 143.8%から 2021 年度の 239.1%と約 1.7 倍になっており、関心の高さが大きくなっている。

8. 放射線診療従事者の放射線測定器の着用状況の把握

放射線診療従事者の放射線測定器の着用状況の把握に関する設問 41 において、「②放射線診療従事者の管理担当部署は把握している。」は約 1.5 倍になっている。考察 3-2 で示したように、改正電離放射線障害防止規則の理解の進捗と本調査による啓発により、放射線測定器の着用状況の把握が進んでいるものと推察する。

9. 防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器の着用率

防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器の着用率を尋ねた設問 42 において、「①100%」と「80%以上」の着用率はすべての部署において増加する方向の変化を示した。全部署平均では 2020 年度の 4%から 2021 年度の 11%になっている。また、「⑦着用していない」、「⑧配布していない」と「⑨分からない」は全部署の平均は、2020 年度の 81%から 2021 年度の 69%と若干だが減少する方向の変化を示した。循環器内科医は、全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較で回答の割合に有意差を認めた。

10. 放射線防護眼鏡の着用率

放射線防護眼鏡の着用率を尋ねた設問 44 において、すべての部署で「①100%」と「②80%以上」の合計回答率が増加方向の変化を示した。全部署の平均では 18%から 28%になっている。ただし、「⑥20%未満」の回答率はほぼ同じで依然として約 1/4 を占めている。

麻酔科医は、全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較で回答の割合に有意差を認めた。

まだまだ高い水準ではなく、必要な放射線業務従事者に対して放射線防護眼鏡の着用

率を 100%にしていくことが求められる。

11. 防護機材の配備率

Vascular-IVR を実施する X 線診療室の天井吊り型の防護板および防護眼鏡, X 線装置が設置されている内視鏡室の防護クロスおよび防護眼鏡, 一般 X 線透視室の防護眼鏡ならびに手術室の防護眼鏡の配備率を尋ねた設問 45~50 において, 防護機材の配備率は殆どが微増であった。防護機材の配備は費用が発生するため容易には進まない現状を反映しているものと思われる。今後, 防護機材の配備の遅延が職業被ばく低減の主たる課題になる場合は, 電離則改正に合わせて実施した費用補助政策の追加が求められるかもしれない。

12. 放射線診療に診療放射線技師が従事している割合

Vascular-IVR, 内視鏡室で内視鏡と X 線装置を使った検査 (ERCP 等) と治療, 一般透視室における放射線診療ならびに X 線透視を伴う手術に診療放射線技師が従事している割合を尋ねた設問 53~56 において, 全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較で有意差を認めたのは X 線透視を伴う手術だけで, 80%~100%の回答群に回答した施設の合計は 2020 年度が 28.9%, 2021 年度が 54.4%であった。最近では, 通常の放射線診療と同等以上の機能を有した X 線装置が手術室に配備される傾向にある。また, 以前より X 線透視を伴う手術が行われている。しかし, 手術室における職業被ばくの実態は不明なことが多い。手術室に診療放射線技師は従事する割合が増加方向の変化を示したことから, 実態解明とその内容に基づく対策の実施が求められる。

13. 基準透視線量率 (日本の診断参考レベル (2020 年版) の測定

医療被ばく的最適化のために医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) が作成, 公開した診断参考レベル (2020 年度版) において, IVR は基準透視線量率が指標の一つとなっている。診断参考レベルを用いた医療被ばく線量最適化は, 医療法施行規則の改正により, 2020 年 4 月 1 日から原則医療機関の義務となっている。本研究の調査時期は 2021 年 9 月から 12 月であり, 1 年以上経過しているが, 基準透視線量率の測定の実施率は 72.5%から 84.4%と若干増えているもののまだ 100%には至っていない。

また, 測定された線量は「>20mGy」が 2020 年度の 6.2%から 2021 年度の 10.6%に増加方向の変化を示した。現在 (2020 年版) の診断参考レベルは 17 mGy であり, 2021 年度調査で「>20mGy」と「>17mGy」を回答した 24.4%の装置はこれを超えていることになる。また, Vascular-IVR の診断参考レベルとの比較を行っていない施設が減少しているもののまだ 13.1%の施設が実施できていない。医療における放射線業務従事者の主因は散乱線であるものの, 散乱線量の多寡は一次線に由来する。基準透視線量の測定施設が 100%ではなく, 診断参考レベルを超える装置が多いことは職業被ばく低減に

とっても重要な問題である。職業被ばく低減にとって、照射線量の低い X 線装置の使用は労働衛生の 3 管理の中の作業環境管理における労働環境のより上流の有害物質を排除していくという考え方¹⁵⁾にも合致すると考えられる。速やかに、基準透視線量の測定とその結果に基づく装置更新等の対策を講じる必要がある。

14. IVR を中心に職業被ばくの安全管理（防護）をリードあるいは指導する者

IVR を中心に職業被ばくの安全管理（防護）をリードあるいは指導する者（以下、指導者）がいるかどうかを尋ねた設問 65 において、2020 年度の 51.1%から 2021 年度の 76.1%と、全ての回答施設における 2020 年度と 2021 年度の比較で回答の割合に有意差を認めた。約 3/4 の医療機関に職業被ばくの安全管理（防護）をリードするあるいは指導する者がいることが分かった。この指導者を中心に職業被ばくの安全管理を進めていくことが求められる。ただし、3/4 の医療機関に指導者が存在しながら、進んでいない職業被ばく低減方策もある。考察 3-7 で議論したように、職種の壁が障害になっている可能性がある。また、法令で義務化された基準透視線量の測定が 100%ではないのは測定機材不足と測定の煩雑さが主因と考えられる。そのため、それぞれの課題に応じた対策が求められている。

D-3-1-2：詳細調査

1. 防護研修

防護研修を 2020 年度あるいは 2021 年度に実施した医療機関は 12 施設中 11 施設で実施率は 92%であった。

アンケート調査設問 3 の回答を見ると、従事者の職業被ばくを低減するための防護研修は、放射線部門運営組織、医療安全を主体とする組織あるいは放射線管理に関する組織など、医療機関の状況に応じた組織が主催していることが分かった。電離則では IVR 等に使用する X 線装置に係る従事者への教育訓練（研修）は義務付けていない。しかし、従事者の安全管理や職業被ばく低減のために防護研修が必要であり、医療機関の事情や状況に応じて実施することが合理的である。医療放射線を利用した患者の被ばく（医療被ばく）については改正医療法施行規則において研修を義務付けている。したがって、この医療被ばくの研修と合わせて実施する方法もある。

防護研修の実施時間は、時間で回答した 9 施設の平均時間、標準偏差ならびに中央値は、それぞれ 0.83 時間、0.66 時間ならびに 0.5 時間であった。医療機関では医療安全などのために多くの研修が開催されており、限られた時間で開催しているものと推察する。

防護研修の講師は診療放射線技師が多かった。放射線防護の具体的な方法については診療放射線技師が専門としている分野と考えられるため、診療放射線技師の積極的な活用や関与が期待されている。

防護研修の内容は、放射線の人体影響が 10 施設と最も多く、次いで、職業被ばくを測定するための放射線測定器の着用位置・方法、代表的 IVR あるいは IVR 種別による標準的な職業被ばく線量ならびに放射線防護関係法令が 7 施設と多かった。これらの内容は、従事者や職員が身に着けるべき放射線に関する基礎知識と考えられ、そこが基本になっているものと推察する。一方、具体的な防護方法については、職業被ばく線量を低減するための具体的な方策、プロテクターの使用方法および防護眼鏡および天吊り型の防護板の使用方法が 6 施設と比較的多かったが、線量分布図を用いた線量低減方法、作業時間を低減するためのトレーニングならびに必要ななければパルス透視レートを下げる、患者を受像器に近づけるあるいは適度に照射野を絞る等の技術的方策が、それぞれ 3 施設、2 施設、2 施設と少なかった。対象者にもよるが、限られた時間の中でおおまかな基礎知識中心の研修にせざるを得ない状況にあると推察する。今後は、より具体的な防護研修の実施が次の課題と考えられる。特に、水晶体の等価線量限度の引き下げに伴って、従来の IVR 件数を実施できるようにするためには、防護を的確に実施することが求められている。

3. 放射線測定器（個人線量計）の着用

個人線量計の着用（設問 4）では、医療機関全体で着用を促している施設が 4 施設（33%）と多くはなかった。なお、回答で複数の方策で着用を促している場合は、医療機関全体で着用を促している回答としている。それでも 4 施設であり、診療放射線技師による着用の促しが主体（6 施設）となっている。また、着用を促す方法（設問 5）も、掲示物が 5 施設、口頭や声かけが 7 施設と主体となっている。タイムアウトの活用や防護研修を活用した方策などの回答があり、このような医療機関全体で着用を促すシステムの導入が必要である。

4. 従事者としての管理、登録ができていない職員等

管理区域内で放射線被ばくする可能性のある作業を行う職員等を従事者として登録、管理していない職員等について尋ねた質問 9 では、常時ではない放射線診療の介助に就く看護師が 6 施設、常時ではない放射線診療を実施する医師が 3 施設、放射線診療の術者ではなくサポートに入る医師が 1 施設、防護衝立の後ろでほとんど被ばくしない看護師が 2 施設、研修時のみの看護師が 1 施設であった。医療機関では、稀にしか放射線診療に従事しない医師や看護師に従事者としての管理が課題と考えられる。研修時のみ管理区域に立ち入る職員は一時立入者としての管理として問題がないと考えられるが、稀

に放射線診療に従事する職員に個人線量計を配布して電離放射線に関する健康診断を行うことは医療機関にとって財政的、マンパワー的に大きな課題である。法令としてどこまで管理を求めるのか、あるいは合理的な管理方法の検討が必要と考える。

D-3-1-3 : Web 調査

1. 個人線量計の着用率を向上させるための方策について

医療現場で個人線量計の着用率を向上させるためには、診療放射線を利用する従事者に対し確実に個人線量計を配布すること、また、配布された個人線量計を従事者が必ず着用することが重要である。放射線線量管理が良好である施設の状況について考察する。

1-1. 従事者へ配布する個人線量計の状況

詳細に聞き取りを行った5施設で共通している点として、全ての施設において従事者への個人線量計の配布が行き届いていた。個人線量計の配布に関して、病院としてのルール、システムが整っており病院管理者の理解が得られていると考えられる。

A病院、C病院では医師には全員に不均等被ばく対応にて2個の線量計を配布し、B病院では放射線従事者への申請者と指定診療科医師に配付、E病院では放射線業務を行う従事者には基本的に全員不均等被ばく対応として2個の線量計を配布し、D病院では添付資料1に沿って業務内容、使用場所により医療法上の放射線従事者とRI規制法上の放射線従事者に区別し配布線量計の個数、着用部位を示すなどの工夫を行い800名程度の放射線管理を行っている点は、良好な管理方法として他の施設への参考になる事例と考えられる。

個人線量計の配布に関しては、RI規制法での定期検査、医療法での医療監視時に従事者の区分、線量管理についての厳しい指導により、施設の体制が抜本的に改善されたとの意見があり、外部監査での指摘は放射線安全管理の組織的構築に重要であると考えられる。放射線を用いて業務を行う従事者の放射線線量管理の基本となる個人線量計配布の手続き方法は重要であり、病院として組織的に手続きが明確になっている施設は管理が行き届いている。

1-2. 従事者に配布された個人線量計を着用させるための工夫

医療現場で個人線量計が従事者へ配布されているが、その線量計を着用せずに業務を行っていた場合には、線量管理ができない。このため、放射線診療中の従事者には個人線量計の着用が必須となり、医療現場での線量計着用率向上が重要となる。

A病院では血管撮影室・X線透視室での医師の個人線量計着用率は60%程度、C病院では血管撮影室の着用率は70~80%程度であり、各施設においてHybrid-ORでは診療

放射線技師が業務を行っていることから従事者の着用率は高いにも関わらず、他の手術室での着用率は不明確となっている。放射線線量管理が行き届いている施設においても、医師の線量計着用率向上は課題である。

着用率向上に向け、A病院では病院長の指示で着用率調査を実施し結果の報告をするなどの対応を行っている。また、B病院では血管撮影室・X線透視室には個人線量計の保管場所を設置し診療時はその場所から個人線量計を着用する、E病院では上級医師の意識改革により全体の着用率向上を図る取り組みを行っている。個人線量計の配布が十分であるにも関わらず、着用率が低い場合には線量管理が不十分になることから、医師が着用しない理由を意見徴収して現場対応するなど着用率向上のための方策が重要になると考えられる。

1-3. 測定結果の報告と管理状況について

個人線量の測定結果が高い従事者に対し、適切な対応を行う管理体制の構築は重要である。このためには、個人線量の測定結果を管理者が把握する必要がある。A病院では院内の衛生委員会および診療部長会に測定結果を報告し、B病院では放射線部技師全員が高い意識にて線量管理に対応し、D病院では放射線管理委員会で個人被ばく線量が高い従事者について放射線取扱主任者へ報告があり、E病院では労働安全衛生委員会に報告があり副院長が対応するなど管理体制が確立していた。放射線線量管理が良好である施設は、管理体制が整っていると考えられる。

しかし、個人被ばく線量が線量限度上限に達した医師への対応が難しく、苦慮しているとの意見もあった。被ばく線量が高い傾向にある医師には、線量低減方法の教育や放射線診療の制限など組織的な対応が重要になると考えられる。

2. 水晶体専用線量計の装着状況について

眼の水晶体線量限度は、2021年4月の電離放射線障害防止規則の一部改正により150mSv/年から100mSv/5年かつ単年で50mSvを超えないようにと線量限度が大幅に引き下げられた。これに対し各施設の対応はさまざまであったが、A病院では20名分の水晶体専用線量計を準備対応し、B病院、C病院では専用線量計が未導入であった。D病院では防護メガネ着用時の頸部線量（プロテクタ外側の線量）が7mSv程度を超えた場合には水晶体専用線量計を防護メガネ内側に装着し管理することが決められており、E病院では水晶体専用線量計の使用について頸部線量が1ヵ月1.5mSvを3ヶ月連続で超えた場合と決められていた。

術者が防護メガネを着用しての手技時、頸部線量で水晶体線量を評価した場合には防護メガネの効果が反映されていないため過大評価となり、水晶体線量限度を超える恐れがある。このため、防護メガネを着用した際には、防護メガネ内側の線量評価を行う必

要があることから、水晶体専用線量計での評価が必要になる。水晶体専用線量計を用いた場合には一人で3個の線量計を装着することになり、コスト面（経済面）では大変となるが、より正確な水晶体線量を管理することが出来るため、頸部線量による水晶体線量管理から水晶体専用線量計による管理へと移行する線量値に関してD病院、E病院の取決めは参考になると考えられる。今後は、頸部線量から防護メガネ内側（水晶体線量）の線量推定評価、頸部線量から水晶体専用線量計による線量管理へと移行する際の頸部線量値の検討などの研究が重要になると考えられる。

3. 個人被ばく線量を低減させる方策について

従事者の放射線線量管理では、適切な線量測定により被ばく状況を的確に把握すること、また、被ばく線量を低減させる方策により最適化を図ることが重要である。ここでは、臨床現場での被ばく線量低減方法と放射線教育について考察する。

3-1. 臨床現場での工夫について

全ての病院で共通している意見として、検査・治療時の患者への線量低減を実行することにより従事者への被ばく線量低減に努めている点、血管撮影装置では防護板の活用、X線透視装置では防護クロスの使用により従事者の放射線被ばく低減を実施しており、これらの取り組みは他の医療機関においても実施可能であり参考になると考えられる。また、放射線防護において放射線技師が積極的に介入する、上級医師からの低減方法の指導により医師全体への波及に効果的である、学会などの放射線安全管理関連のガイドラインを有効に活用する、術者となる医師と放射線技師との良好な関係を構築しチームにて放射線被ばく線量低減に臨んでいるなどの貴重な意見もあり、多くの医療機関で参考になると考えられる。

3-2. 放射線防護教育について

臨床現場では、放射線被ばく低減や放射線防護を実践するために放射線防護教育が重要となる。A病院では厚生労働省委託事業の労働安全衛生マネジメントシステムを導入して従事者の研修を行っており、B病院では医療安全講習会の内容に含めて研修を実施、D病院では従事者登録の際に教育防護訓練を実施、E病院では各科のカンファレンスを利用して放射線防護教育を実施するなど、各病院で工夫されていた。

放射線防護教育については、医療安全講習の内容に盛り込み、e-learningで実施するなどが効果的であると考えられ、放射線被ばく低減の必要性や低減方法を説明したリーフレットを作成し全国の施設へ紹介し普及させるなどの方法も効果的であると考えられ、放射線防護の最適化が図られることが望まれる。

D-3-2：その他

D-3-2-1：X線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

1. 作業時間測定

各セクションにおける作業時間において、設置作業および片付作業ともに有意に PL 法が短時間の作業時間となった。

設置作業においては、JG 法では放射線診療室全体に対して、すべてのポールとジョイントを組み合わせ、測定ポイントに合わせてジャングルジム様に組み立てる必要がある。一方、PL 法ではポールとジョイントを組み合わせた測定用ポールを複数組み立て、測定ポイントに設置する。PL 法では作業効率を上げるために、「測定用ポールを組み立てる役割」と「測定用ポールを測定ポイントに設置する役割」を測定者間で分担することが可能であり、同時並行の設置作業を行った施設が多かったため、設置作業時間が短かったと考える。測定ポイントの調整において、JG 法ではすべてのポールとジョイントが連結しているため、1点調整するためには全体を調整する必要があり、特に、放射線診療室が広い施設で設置作業時間に影響しており、施設間における設置作業時間のバラツキが JG 法で大きい要因であると考えられる。一方、PL 法では1点ごとの調整が可能であるため、設置作業時間に影響が少なかったと考える。また、設置作業には放射線測定器を設置するところまでを一連としているが、JG 法では組み立て作業後では自由スペースが少なく、ジャングルジムの内側に回り込むことが難しく、放射線測定器の設置にも時間がかかるために、設置作業時間が PL 法よりも長くなった要因と考える。

片付作業においても、PL 法では作業効率を上げるために、「測定用ポールを回収する役割」と「測定用ポールを解体する役割」を測定者間で分担することが可能であり、同時並行の片付作業を行った施設が多かったため、片付作業時間が短かったと考える。また、PL 法ではある程度の保管スペースさえあれば、組み立てた測定用ポールをパーツごとに解体する必要がないため、片付作業が簡素化されると考える。特に、複数の放射線診療室を測定対象とするような施設の場合、測定用ポールの再組み立てが不要になるため、設置作業も簡素化されると考える。

測定作業時間において、設置作業と片付作業の要因を受け、PL 法が有意に短時間作業となったと考える。また、施設間における測定作業時間のバラツキも PL 法が小さかったことから、PL 法は簡便性だけでなく、汎用性も高い測定方法であると考えられる。

2. 作業アンケート調査

作業アンケート項目のうち、簡便性、汎用性、設置容易性、片付容易性において、PL 法が有意に良い評価となった。測定者の感覚評価においても、PL 法は負担が軽減され

た測定法であると考える。

再現性について、JG法とPL法の評価に差はなかった。測定環境の再構築では、JG法ではポールとジョイントの組み立てによって測定位置や測定間隔が既定されており、また、PL法では設置位置調整作業が容易であることから、両法に差が生じなかったと考える。研究協力施設の1施設において、PL法での測定中に緊急症例が搬送されたため、測定が一時中断となったが、測定用ポールを迅速に撤去し対応可能であったとの意見を得た。よって、IVRのような救急対応が必要な測定環境においても、PL法は迅速に対応できる測定法であることが示唆された。

PL法では測定に用いるポールやジョイントの機材の数も少なく、測定機材保管の省スペース化や経費削減化も、簡便性や汎用性を促進する要因となると考える。PL法においても、測定用ポールの構造を再検討することで、さらに必要測定機材数を少なくできるとの意見も挙げられた。

3. 今後の検討課題

本研究において検討した測定環境は、PCIを想定した血管撮影室であった。血管造影室や一般透視室のような透視下手技を伴う放射線診療室はもとより、従事者被ばくが懸念される放射線診療室はこの他にも存在する。特に、救急部門におけるCT室においては、患者急変に備えるため、CT室内において患者観察が必要な場合も多い。また、CTガイド下生検やドレナージ術など、CT透視下でのnon-vascular IVRを実施する放射線診療室も存在する。このような場合、CTガントリや介助者の位置を任意に設定する必要がある。PL法では、測定ポールを任意位置に設置可能であるため、様々な放射線診療室に対応できる汎用性も有用であると考ええる。

「医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査研究(渡邊研究分担者)」において、「管理状況に関するアンケート調査(実態調査&詳細調査)」では、従事者被ばく防護研修に空間線量分布図を活用している施設は20~40%と十分ではないことが報告されている。この対策の1つとして、空間線量分布測定が簡便で汎用性の高い測定方法へと進化させることや、測定方法の普及により標準化することが重要と述べている。仮想現実を用いた様々な放射線診療室の空間線量分布を可視化し、従事者防護教育に用いる方法も報告されている²⁵⁾。PL法は簡便であり汎用性の高い実測による測定方法として、多くの医療施設へ普及していくことが、今後の課題であると考ええる。

D-3-2-2：防護クロス鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

防護クロス鉛当量別ならびに高さ方向別の線量低減率は、一番鉛当量の低い0.125

mmPb の防護クロスであっても 80%以上の線量低減率であった。特に、0.175 mmPb と 0.25 mmPb の鉛当量の防護クロスでは、おおよそ 90%以上の線量低減効果があった。

測定位置 No. 1 の 150 cm の高さの 3 mm 線量当量率は、0.125 mmPb が 0.82 mSv/h, 0.175 mmPb および 0.25 mmPb が 0.22 mSv/h であった。一番線量の少ない鉛当量 0.175 mmPb あるいは 0.25 mmPb の線量を 1 とすると最も線量が高くなる 0.125 mmPb が 3.7 となる。もし、0.175 mmPb あるいは 0.25 mmPb の防護クロスを使って眼の水晶体の等価線量が年間 10 mSv である従事者は、鉛当量 0.125 mmPb の防護クロスを使用すると、37 mSv/年となってしまい、“5 年間に 100 mSv” という線量限度を超える可能性が生ずる。したがって、眼の水晶体の等価線量限度に近い場合は鉛当量が高い防護クロスを使用することが推奨される。ただし、鉛当量が高いと防護クロスの重量自体が重くなるため、X 線装置に負荷を与える可能性がある。そのため、防護クロスの選択は総合的に判断することになる。

D-3-2-3: 頭部 CT 検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究

アイソセンタに最も近い測定位置 No. 1 では高さ 110 cm がピークとなる線量分布を示した。一方、測定位置 No. 1 から約 60 cm 離れた位置の測定位置 No. 11 では高さ 130 cm をピークとする線量分布となった。測定位置 No. 1 はガントりに近接する位置であり、測定位置が高くなると散乱線はガントリの遮蔽を受ける。そのため、120 cm から 160 cm と高くなるにつれて線量が下がった。特に、160 cm の線量が高さに比べてかなり低くなったのは、撮影口径の上縁 (135 cm) よりも高い位置でありガントリの影響を大きく受けたものと考えられる。

また、ガントりに最も近接する測定位置において、高さ 150 cm の 3 mm 線量当量は 0.384 mSv や 0.417 mSv (平均 0.402 mSv) であった。アイソセンタから距離を離すことが線量低減に繋がることと介助あるいは水晶体の位置によって線量が大きくことなることが確認できた。

したがって、頭部 CT 検査の介助を行う場合には、作業内容を踏まえて医療従事者が立つ位置を検討する必要があることが分かった。特に、ガントリ近傍で作業する場合は、宮島らや藤淵らが提案しているように、可能であればガントリで眼の水晶体が遮蔽されるように頭部位置を工夫することが水晶体線量の低減に効果があることが確認できた。ただし、ガントリによる遮蔽が見込めない位置と高さではアイソセンタに近くなると線量が高くなるので注意が必要である。

アイソセンタ近傍である測定位置 No. 1 における眼の水晶体の高さ 150 cm の 3 mm 線量当量は、No. 1 と No. 2 の平均で 0.401 mSv であった。改訂された眼の水晶体の等価線量限度の年平均は 20 mSv であるので、これを 1 回あたりの等価線量 0.401 mSv で除することにより、年間に頭部 CT 検査を介助できる回数が求められる。年間 50 回介助するとおおよそ 20 mSv となる。したがって、等価線量限度を超えないようにするためには年 50 回、月平均では 4 回までとなる。ただし、介助位置や水晶体の高さによって等価線量が異なることに留意する必要がある。また、防護眼鏡を着用すれば眼の水晶体の等価線量を低減することが可能である。防護眼鏡の線量低減効果は鉛当量や用い方によって異なるものの概ね 60% 程度とされている。この線量低減効果を考慮すると、1 回あたりの等価線量は約 0.240 mSv となる。等価線量限度との比較では年間 84 回（月間 7 回）の介助で 20 mSv を超える。

D-3-2-4：ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

1. 変動係数

ルミネス線量計の変動係数は X 線 CT 装置を使用した測定では 2.5%、X 線 TV 装置を使用した測定では 7.6% であった。長瀬ランダウア社が提供する OSLD の変動係数が γ 線に対して 0.05 mSv から 1 Sv の線量測定範囲で $\pm 5\%$ 以内である。X 線 TV 装置の変動係数が若干高い。本研究で求めた散乱係数はまったく同じ位置ではなく 5 個の線量計をならべて測定したものであり、その影響が出た可能性がある。その影響を考慮するとおおむね妥当な結果ではないかと考える。したがって、ポールと個人線量計を用いた個人線量当量を直接測定する方法の変動係数に大きな問題がないことが確認できた。

2. 後方散乱係数

人体の後方散乱は 1.3~1.5 とされているのでビジョン線量計が若干低いもののファントム上の後方散乱係数は従来の報告とほぼ同じになった。したがって、ポールの後方散乱係数は 1.1~1.3 程度ではないかと考えられた。

しかし、ルミネス線量計の高さ 150 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、どちらも高さ 100 cm の場合よりも低くなった。また、ポールとファントムの差はほとんどなくなった。長瀬ランダウア社のデータによると、方向特性は X 線に対して上下左右 30° までの範囲で 80% 以上のレスポンスを有している。本研究のアイソセンタと線量計の角度は、X 線 TV 装置ならびに X 線 CT 装置は、それぞれ 45° と 27° であった。X 線 TV 装置では 30° を超えているのでこの影響の可能性がある。また、後方散乱係数は散乱体に垂直に放射線が照射されることを前提としている

ので、斜入する場合は後方散乱の割合は変わるものと考えられる。したがって、水晶体の高さに装着する個人線量計の場合は後方散乱が少ないことを考慮して測定値を評価することになる。今後、斜入する角度別の後方散乱の割合や方向依存性を中心に検証研究を重ねて精度を高めていく必要がある。

D-3-2-5：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究（水晶体の等価線量を中心に）

術者位置において術者の眼の水晶体の高さである高さ 150 cm の測定線量および実効エネルギーを比較してみると、防護クロスフィルタ効果で実効エネルギーが 33 keV から 48 keV に高くなっていることが明瞭に分かる。

X 線 CT 装置の頭部 CT 検査を想定した散乱線の実効エネルギーは X 線 TV 装置の防護クロス (-) で 33 keV が多かったのに比べると 48 keV と実効エネルギーが高い散乱線が多くなった。これは、X 線 CT 装置の一次 X 線が 120 kV と、X 線 TV 装置の一次線の 95 kV よりも高いことが原因と考えられる。

X 線 TV 装置を使用した ERCP 検査を想定した X 線診療室内の術者位置において、ビジョン線量計により測定された 3 mm 線量当量はルミネス線量計により測定された 3 mm 線量当量よりも 1.29 から 2.28 倍になった。また、頭部 CT 検査を想定した X 線診療室内のビジョン線量計により測定された 3 mm 線量当量はルミネス線量計により測定された 3 mm 線量当量よりも 1.25 倍と 1.53 倍になった。ルミネス線量計はフィルタ無を含む 4 つのフィルタから実効エネルギーを補正して 1 cm 線量当量と 3 mm 線量当量を算定している。しかし、ビジョン線量計にはフィルタはなく、低エネルギー帯においては過大評価する。数十 keV のエネルギー帯は特に過大評価するため、その影響を受けたものと考えられる。

D-4. 竹中研究分担者

2019 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

防護メガネ外側の値は、防護メガネを着用しない場合の水晶体被ばく線量値に近似すると考えられ、今回の結果から推定される術者の左眼水晶体の年間被ばく線量は、同じ術者がすべての件数を担当するならば単純計算で、16.8mSv (1.4mSv×12ヶ月) となり、散乱線の防護対策を行なっているにも関わらず、ICRP の勧告する 20mSv/年に近い結果であった。散乱線防護カーテンの外側と内側の線量測定比較をした報告では、外側で

340.9 μ Sv、内側で42.6 μ Svと、防護カーテンがない状況では被ばく線量はおよそ8倍にまで増加するという文献があり、本分担研究で、仮に散乱線防護カーテンがなければ、術者の水晶体被ばく線量は今回の測定値の約8倍となり、およそ2ヶ月で上述の20mSv/年をはるかに超える放射線被ばくを受けることが予想される。

2020年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

2019年度に引き続き、ERCPにおける医療従事者の水晶体の等価線量、実効線量等について実測を行った。また、消化器内科医はERCP以外にも、イレウス管留置など多くの透視下検査に従事することを考慮すると、各施設においては、自施設の被ばく防護対策の確認、改善対応を行い、ERCPも含めた放射線透視処置全般に関与する医療従事者は、自身の被ばく防護対策、特に装着されないことが多い被ばく防護メガネの必要性を再確認して着用を徹底することが推奨される。

2021年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

X線透視下手技が高度化しており、それに伴う放射線業務従事者の被ばくについて、データの蓄積が途上である。手技に応じたきめ細かな線量評価が必要であり、適切に放射線業務従事者に伝えて理解していただくことも鍵となる。またオーバーカウチチューブタイプでX線防護用カーテンの使用が医療スタッフの線量低減に有効であることが報告されているが、その一方で医療機関の実態として、渡邊分担研究者の分担課題のアンケート調査でX線防護用カーテンを導入していない医療機関もあることも明らかとなっている。放射線業務従事者の被ばく低減について可能な方策は早急に取り組むことが求められると考えられた。

D-5. 古場研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成

(1) 研究倫理デザイン

本研究倫理デザインにおいて本調査は法令に基づいて測定・記録されている放射線業務従事者の被ばく線量の値(報告値)と職種・放射線業務内容等、すなわち既存情報のみを用いる観察研究であるため、「人を対象とする研究に関する倫理指針」(以降、倫理指針)によれば「第5章.第12.1.(4)」に該当し、必ずしもインフォームド・コンセ

ントを受けることを要しないこととしたが、調査依頼医療機関の研究倫理の方針によっては、本調査への研究力において調査依頼医療機関自身の研究倫理審査を要する場合がある。研究データ提供においてインフォームド・コンセントを必要とする判断があった場合、施設内のデータ提供対象者に対してインフォームド・コンセントを受ける必要があり、データ収集には多大な労力が必要となり、データ提供までに時間を要することとなる。本調査のデータ収集では上記のような施設への対応を考慮してデータ収集の計画を立てることが必要である。

(2) 1 施設の線量データの解析結果

対象施設の線量データの職種は医師・看護師・診療放射線技師の 3 職種であり、薬剤師・医学物理士の 2 職種はなく、職種による線量の把握は限定的である。医師・診療放射線技師の平均実効線量はおよそ 0.1 mSv であり、似た分布の傾向がみられる。看護師の平均実効線量は 0.03 mSv と医師・診療放射線技師と比べ低く、最大実行線量も低かった。しかし、水晶体等価線量は医師の方がやや高く、平均約 0.3 mSv であり、看護師・診療放射線技師は平均約 0.2 mSv であった。

医師の職種細目では「循環器内科」・「消化器内科」・「その他」が多く、「放射線科(IVR)」は 2 件、「放射線科(核医学)」は 4 件と少なく、職種細目ごとの傾向を見出すことは困難であった。医師の「循環器内科」と「消化器科」を比較すると「循環器科」のほうが実行線量および水晶体等価線量が高い傾向があった。

看護師の職種細目は「内視鏡」と「その他」のみであり、「内視鏡」の実効線量は計測限界以下のデータのみであった。看護師の水晶体等価線量の平均値は「内視鏡」より「その他」の方が若干高いが「その他」の詳細が不明なため高い理由を推測することは難しい。

診療放射線技師の職種細目はほとんどが「診断部」であった。「治療部」の実効線量は「診断部」・「核医学」とやや低い傾向がある。診療放射線技師の「診断部」の分布をみるとごく少数のデータの線量が高いことがわかる。

X 線透視下手技における手技回数・手技合計時間・透視合計時間・撮影合計時間・撮影合計枚数のデータ提出のあった 11 人分のデータの解析ではこれらの項目と実効線量および水晶体等価線量に相関は非常に小さく、本データだけでは有意な解釈は困難であった。

上記のとおり 1 施設のみでのデータでは職種・職種細目および X 線透視下手技の手技回数等と実効線量・水晶体等価線量に有意な傾向を見出すことは困難であるが、次年度以降、多くの施設のデータを統合して解析することにより有意な傾向を得ることができると期待する。また、合わせて実施している「放射線業務従事者の放射線管理に関す

る調査」の結果と施設ごとの線量値の統計量を統合して解析することにより、施設ごとの放射線管理の意識や取り組みと医療分野の放射線業務従事者の被ばく線量の傾向を見出しだすことを目指す。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討

調査対象の医療施設は、必ずしも全国の医療施設を代表するものとは限らないが、本研究の目的に沿った有用なデータが得られると思われる。また、協力が得られることは、データの信頼性が高いと考えられる。しかしながら、データの統計処理上の問題だけでなく、測定データと異なり得られるデータが均一ではないこと、個人情報が含まれることから個人情報保護などを考慮しなければならないことなどから、慎重に取り扱う必要がある。また、国内外に数多くの被ばく実態と被ばく線量低減に関する調査研究の報告がなされている。これらを参考にすることも、解析方法の検討に有用であると思われる。

2021 年度 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について

放射線従事者の被ばく線量スコアとアンケートの各分類スコアの解析結果より放射線従事者の被ばく線量スコアとアンケートのスコアの各結果から相関関係を見出すことは難しいことが示された。

放射線管理の状況アンケートのスコアのうち R2 年度と R3 年度において変化のあった研修、線量計着用率に着目すると、研修のスコアの差分と皮膚等価線量及び水晶体等価線量データのスコアには負の相関または弱い負の相関があるが、線量計着用率に関しては相関を見出すことはできなかった。作業環境の状況の改善については被ばく線量の抑制につながる事が予想されたが、本研究の解析データの範囲では作業環境のスコアの変化が小さいため、その効果を明確に観測できなかった。今後より管理状況の変化が大きい施設を対象に調査を行うことにより、被ばく線量データとの相関を見出せる可能性がある。

E. 結論

2019 年度は、医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の算定値による集計手法の整理し、被ばく線量の調査の準備を行い、倫理委員会の承認を経て、被ばく線量の調査のパイロットスタディとしての実施、医療施設における放射線業務従事者の管理

状況・被ばく低減方策のアンケートによる実態の調査、多様な放射線手技における放射線業務従事者の被ばく線量の評価として X 線透視下の消化器内視鏡手技の検討に取り組んだ。課題に分担して取り組み有機的に連携することによって確実に研究を遂行することができた。

2020 年度は、2019 年度の準備を踏まえ、被ばく線量の調査を実施、医療施設における放射線業務従事者の管理状況・被ばく低減方策のアンケートを実施した。また X 線透視下の消化器内視鏡手技における被ばくの検討に取り組んだ。本研究の中で、多くの放射線業務従事者の被ばく線量を明らかにすることができた。さらに医療施設において放射線業務従事者の放射線防護を向上させるための管理や研修などの改善点が把握できた。

2021 年度は、さらに医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の調査を行い、医療施設における管理状況・被ばく低減方策のアンケートを実施した。また X 線透視下の消化器内視鏡手技の検討に取り組んだ。多くの放射線業務従事者の被ばく線量を明らかにし、医療施設において放射線業務従事者の放射線防護を向上させるための管理や研修の状況を明らかにすることができた。放射線業務従事者の被ばく線量と管理や研修の状況の相関を解析することによって、ひとつの方策で放射線業務従事者の線量低減が実現できるわけではないという事実も見え、できうる方策を広く継続的に講じることが求められると考えられた。

各分担課題の結論は次の通りであった。

E-1. 細野研究代表者

2019 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の算定値による集計手法を整理し、被ばく線量の調査の準備を行い、倫理委員会の承認を経て、被ばく線量の調査のパイロットスタディとして実施した。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量の算定値による集計手法を確立、調査への協力をしてくださる医療施設を募り、被ばく線量の調査を実施した。

2021 年度 医療分野の放射線業務における被ばく線量の調査のデザインと実施

医療分野の放射線業務における被ばくについて、これまでの 2 か年で確立した線量調

査の手法に基づいて調査・集計を行った。本結果により被ばく線量はX透視化手技に関わる特定の診療科の医師において高い傾向があることが明らかとなった。このような放射線業務従事者には特に被ばく低減の対策が必要である。

E-2. 三上研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの線量調査の手法に関する研究

労働者健康安全機構に属する全国の労災病院・センターに対して、放射線業務従事者の被ばく線量調査を行うことが可能となり、その手法を確定した。

2020年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

今回の結果を基に、全国の労災病院・センターの放射線業務従事者の被ばく線量の現状が把握でき、今後、具体的な放射線従事者被ばく線量低減を図ることができると考えられた。

2021年度 医療放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究

2020年度と同様である。

E-3. 渡邊研究分担者

2019年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

E-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

現時点の放射線管理状況を明らかにするとともに医師を中心とした医療従事者の水晶体の新等価線量限度を順守するための方策を導出することを目的として医療機関における放射線業務従事者の放射線管理に関する調査を行った。その結果多くの知見を得た。医療機関が抱える問題をさらに詳細に調査、確認した上で従事者登録・管理、放射線測定器の配布・着用、職業被ばく線量のチェックと線量に基づく措置、放射線防護方法等に関する効果的かつ合理的な研修、放射線診療の内容・件数および従事者の被ばく線量（特に水晶体の等価線量）に応じた防護機材の配備ならびにX線装置の管理や線量把握に関する指針等が必要である。

本調査結果は多くの知見を得たが、医療機関の現状を詳細に確認すべきこともいくつかあったため来年度は特徴的な医療機関を抽出し現地調査を実施すべきであると考え

られた。また、本調査結果を踏まえて水晶体の新等価線量限度に係る事項を中心に改正法の施行前年度と施行年度の放射線管理状況の変化を継続して調査を行うことが肝要である。

2020 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

E-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

本研究では医療機関における放射線管理状況に関する調査、X線室における線量分布測定および従事者の職業被ばく線量評価ならびに X線室内の散乱線量分布測定における簡便かつ汎用性の高い測定法の開発を行った。医師を中心とした職業被ばく線量の低減に必要な方策ならびに課題を明らかにした。

毎月の測定結果のチェックや配布ならびに職業被ばく限度を遵守するための措置等、基本的な従事者管理は概ね実施できていると考えられた。しかし、従事者登録、管理方法に課題があることが分かった。医療機関が抱える問題を確認した上で合理的な従事者登録、管理に関する指針を示す必要がある。線量限度を超えないための方策は概ね実施されていたが水晶体の新等価線量限度を遵守するとともに更なる職業被ばく低減のためにより効果的な方策を多くの施設で実施できるようにすることが重要と考えられた。従事者に対する防護研修の実施や受講率が不十分であることが分かった。職業被ばくを低減するための方策を的確に実施し、水晶体の新等価線量限度を遵守できるようにするために防護研修の実施率や受講率を高める方策が必要であると考えられた。また、医療機関の X線装置の使用ならびに従事者の線量の実態に即した防護研修項目に防護眼鏡や天井吊りタイプの防護板の使用や適切なパルス透視レートの選択等、防護研修に取り入れるべき項目を具体的に示すことが重要である。X線診療室の線量分布を測定するには多くの作業が必要であり簡便で汎用性の高い測定方法を進化させ、普及させることにより線量分布図や防護効果の可視化を標準化することが重要と考えられた。

医療機関における個人線量計の着用状況の把握が不十分でなおかつ着用しない従事者に対する指導ができていないことが分かった。個人線量計の着用率を 100%にするためには着用状況の医療機関内把握システムならびに部署や職種の壁を取りはずして着用を促すシステムを構築する必要がある。また、水晶体専用測定器の配布基準もまだ整備できていないことが分かった。

E-3-2：その他

E-3-2-1：ERCP 検査における X 線診療室内散乱線量測定ならびに防護材の放射線防護効果

本研究では ERCP 検査時の X 線室内の散乱線量を測定するとともに防護クロスでの防護効果の評価を行った。防護クロスでの線量低減率は概ね 90%以上であった。ERCP 検査には防護クロスを使用することが強く推奨される。また、X 線室内の散乱線量と防護機材の防護効果を可視化して医療従事者の教育に用いることが期待される。

2021 年度 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する全国実態調査

E-3-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査&詳細調査）

E-3-1-1：管理状況に関するアンケート調査（実態調査）

2019 年度から 3 年計画で、医療機関における職業被ばくにおける放射線管理状況に関する調査を行い、今年度が最終年度であった。2021 年度は 2020 年度とほぼ同様に調査項目とした。

改正電離則等の施行ならびに関係情報の共有が進むとともに、2019 年度から実施している本研究によるアンケート調査の啓発効果もあって、放射線管理状況は改善傾向にあると考えられる。しかし、職種や部署の障壁、費用ならびにマンパワー不足の問題もあり、改善が緩やかな項目もある。したがって、改正された電離則に基づく医療機関における職業被ばくの管理の課題解決のためには、調査を継続し、その結果に基づいて課題に応じた対策を関国や関係学会等が協力して支援していく必要がある。

E-3-1-2：管理状況に関するアンケート調査（詳細調査）

防護研修は、従事者や職員が身に着けるべき放射線に関する基礎知識が主体となっていた。水晶体の等価線量限度の引き下げに伴って、従来の IVR 件数を実施できるようにするためには、今後、より具体的防護方策を取り入れていくこととそのための時間を割けるようにすることが課題であることが分かった。

個人線量計の着用では、医療機関全体で着用を促している施設が 33%と多くはなかった。また、タイムアウトや防護研修を活用した方策等、医療機関全体で着用を促すシステムの導入が必要である。

稀に放射線診療の介助に就く看護師や放射線診療を実施する医師、放射線診療の術者ではなくサポートに入る医師ならびに防護衝立の後ろでほとんど被ばくしない看護師等について合理的な管理方法の検討が必要であった。

これらの知見が、医療機関における職業被ばく管理の質の向上に貢献することを期待する。

E-3-1-3 : Web 調査

放射線線量管理が的確に行われている施設に対して、WEB 会議を利用し各施設の状況を調査し、管理状況や事例対応について報告した。個人被ばく線量についての放射線線量管理に優れた施設では、従事者への個人線量計が適切に配布され、従事者は診療放射線使用時に個人線量計を確実に着用し、線量報告書の確認と被ばく線量が規定より高値の従事者への対応が的確に行われている。また、放射線防護の最適化を図るため、従事者の被ばく線量低減方法を施設内にて放射線防護教育を通して共有し、適正に実施している。本 WEB 会議を利用した調査から、5 施設の特徴的であり模範的な事例を全国の施設にてご参考にしていただければ放射線線量管理が推進されると考えられる。

E-3-2 : その他

E-3-2-1 : X 線診療室内線量の簡便かつ汎用測定法の開発研究

本研究では、放射線診療室における空間線量分布測定において、段ボール製円筒形ポールとプラスチック製ジョイントを組み合わせた複数の測定用ポールを用いた、ポール法 (Pole method : PL 法) を開発した。PL 法は、設置作業や片付作業が従来法に比較し短時間の測定作業時間となった。また、測定者に対する作業アンケートにおいても、測定に伴う負担は軽減された結果となった。よって、PL 法は簡便性や汎用性より高い空間線量分布測定法であることが示唆された。今後は、PL 法による空間線量分布測定が広く認知され、多くの医療施設において測定が実施されることにより、従事者被ばく低減に利用されることが重要と考える。

E-3-2-2：防護クロス の鉛当量の差異による散乱線の線量低減効果の比較評価

ERCP 検査を想定して、鉛当量の異なる 3 つの防護クロスを用いて線量低減効果を比較・評価した。

術者位置においては、0.125 mmPb から 0.25 mmPb の鉛当量の範囲ではいずれも 80%以上の高い線量低減率が示した。ただし、従事者が線量限度近く被ばくする場合にはより鉛当量の高い防護クロスを使用することを推奨する。

防護クロス の重量が X 線装置に負荷を与える可能性がある場合は、眼の水晶体の高さの線量が効率的に低減されるように防護クロス内の鉛の配置を工夫すべきであると考えられた。

E-3-2-3： 頭部 CT 検査介助者の等価線量限度を順守するための介助回数推定法の開発研究

頭部 CT 検査の介助に従事する医療従事者の眼の水晶体の等価線量を直接測定して等価線量限度との比較を行った。

頭部 CT 検査介助者の水晶体の等価線量は CT 室内の位置や高さによって異なることが確認できた。そのため、介助の作業内容に応じて位置を変えて介助することが重要である。

水晶体専用の個人線量計を用いて測定することにより、作業あたりの等価線量を直接測定できた。また、等価線量限度を超えないための介助回数推定に有用であることが分かった。また、防護眼鏡および水晶体専用の個人線量計の着用基準の検討を行う上で本研究に用いた方法が有用であることが分かった。

E-3-2-4： ポール法を用いた個人線量当量測定の変動係数と後方散乱係数に関する研究

個人線量当量測定用線量計であるルミネス線量計ならびにビジョン線量計を用いて X 線 TV 装置ならびに X 線 CT 装置を設置した X 線診療室内の散乱線の測定を行い、変動率ならびに後方散乱係数の評価を行った。ルミネス線量計ならびにビジョン線量計のいずれも変動係数は 10%以内であり、測定使用に問題がないことが確認できた。

また、アイソセンタとほぼ同じ高さである床から 100 cm の高さのファントム上での後方散乱係数はこれまで報告されているとおり 1.3~1.5 と考えられた。また、ポールの後方散乱係数はクラフト紙製でありファントム上よりも若干低く 1.1~1.3 程度ではな

いかと考えられた。しかし、150 cm におけるポールおよびファントム上で測定した場合の後方散乱係数は、おおよそ 1.10 であった。アイソセンタに最も近い位置では、測定位置とアイソセンタの角度が 45° 程度であることから、射入するために後方散乱係数が低くなったと考えられた。眼の水晶体の高さで測定する場合には後方散乱係数が異なることに留意する必要があると考えられた。

E-3-2-5：散乱線の実効エネルギー測定ならびに線量影響に関する研究（水晶体の等価線量を中心に）

X 線診療室内の散乱線の実効エネルギーを測定し線量影響を検討した。X 線 TV 装置を用いた ERCP 検査の術者位置において、防護クロスを使用した場合、鉛当量の多寡に関係なく防護クロスのフィルタ効果により実効エネルギーが高くなった。

X 線 CT 装置の一次 X 線が X 線 TV 装置の一次線よりも高いことから、X 線 CT 装置の頭部 CT 検査を想定した散乱線の実効エネルギーは X 線 TV 装置の防護クロス (-) の場合よりも高くなった。

また、ビジョン線量計はルミネス線量計よりも 3 mm 線量当量を過大評価する可能性が示唆された。ルミネス線量計はフィルタによる実効エネルギーの評価と補正がなされているが、ビジョン線量計は補正するシステムがないことにより線量素子の低エネルギー帯の過大評価をする影響をそのまま受けたものと考えられた。

E-4. 竹中研究分担者

2019 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

ERCP において、今回の結果から推定される術者の左眼水晶体の年間被ばく線量は、同じ術者がすべての件数を担当するならば単純計算で、16.8mSv (1.4mSv×12ヶ月) となり、散乱線の防護対策を行なっているにも関わらず、ICRP の勧告する 20mSv/年に近い結果であった。本分担研究で、仮に散乱線防護カーテンがなければ、術者の水晶体被ばく線量は今回の測定値の約 8 倍となり、おおよそ 2ヶ月で上述の 20 mSv/年をはるかに超える放射線被ばくを受けることが予想される。ERCP における従事者の被ばく低減の対策・啓発が急務である。

2020 年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

2019年度に引き続き ERCP における医療従事者の水晶体の等価線量、実効線量等について実測を行った。また、消化器内科医は ERCP 以外にも、イレウス管留置など多くの透視下検査に従事することを考慮すると、各施設において被ばく防護対策の確認、改善対応を行うことが欠かせない。X線透視手法全般に関与する医療従事者は、自身の被ばく防護対策、特に装着されないことが多い被ばく防護メガネの必要性を再確認して着用を徹底することが推奨される。

2021年度 内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査における医療従事者の水晶体被ばくに関する研究

X線透視下手技が高度化しており、それに伴う放射線業務従事者の被ばくについて、データの蓄積が途上である。手技に応じたきめ細かな線量評価が必要であり、適切に放射線業務従事者に伝えて理解していただくことも鍵となる。またオーバーカウチチューブタイプで X線防護用カーテンの使用が医療スタッフの線量低減に有効であることが報告されているが、その一方で医療機関の実態として、渡邊分担研究者の分担課題のアンケート調査で X線防護用カーテンを導入していない医療機関もあることも明らかとなっている。放射線業務従事者の被ばく低減について可能な方策は早急に取り組むことが求められると考えられた。

E-5. 古場研究分担者

2019年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査のための研究倫理デザインの作成

本研究では医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査医療施設ごとに放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理の状況に相関関係があるかどうかという点について着目し、解析・報告を行った。

R2年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況の相関関係解析においては、被ばく線量データのスコアと放射線管理状況アンケートのスコアの各結果から相関関係を見出すことは難しいことが示され、本研究の調査の範囲内では放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況について相関はないとことが示唆された。

R2年度調査及び R3年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値の推移と放射線管理の状況の変化の相関関係解析においては、放射線管理状況アンケートのスコアの変化が比較的大きい研修、線量計着用率に着目すると、研修のスコアの差分と皮膚等価線量及び水晶体等価線量データのスコアには負の相関または弱い負の相関があるが、線量計着用率に関しては相関を見出すことはできなかった。このことから、放射線管理状

況のうち研修状況の改善については放射線従事者の被ばく線量の抑制にわずかに効果があることが推測される。また、本研究の範囲では放射線管理状況のうち従事者管理、線量計着用率、作業環境の変化については放射線従事者の被ばく線量の変化と相関を見出すことはできなかった。作業環境の状況の改善については被ばく線量の抑制につながることが予想されたが、本研究の解析データの範囲では作業環境のスコアの変化が小さいため、その効果を明確に観測できなかった。今後より管理状況の変化が大きい施設を対象に調査を行うことにより、被ばく線量データとの相関を見出せる可能性がある。

2020 年度 医療分野の放射線業務における被ばくの実態調査方法及びデータ解析手法の検討

放射線従事者の被ばくの低減方策と管理のあり方を提案することを目的とした調査結果のデータに関し、解析方法及び暫定的なデータ処理についての検討を行った。その過程で、解析に際し注意すべき点があることを確認した。今後は、既存の関連調査研究報告も参考にしつつ、更に取得されるデータを加え、被ばく線量と管理体制の関係性などを含めた詳細な解析方法を作成し、具体的な解析を行う。

2021 年度 医療施設における放射線業務従事者の被ばく線量と放射線管理状況の関係について

本研究では医療施設における従事者の放射線管理に関するアンケート調査医療施設ごとに放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理の状況に相関関係があるかどうかという点について着目し、解析・報告を行った。

R2 年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況の相関関係解析においては、被ばく線量データのスコアと放射線管理状況アンケートのスコアの各結果から相関関係を見出すことは難しいことが示され、本研究の調査の範囲内では放射線業務従事者の被ばく線量値と放射線管理状況について相関はないとことが示唆された。

R2 年度調査及び R3 年度調査における放射線業務従事者の被ばく線量値の推移と放射線管理の状況の変化の相関関係解析においては、放射線管理状況アンケートのスコアの変化が比較的大きい研修、線量計着用率に着目すると、研修のスコアの差分と皮膚等価線量及び水晶体等価線量データのスコアには負の相関または弱い負の相関があるが、線量計着用率に関しては相関を見出すことはできなかった。このことから、放射線管理状況のうち研修状況の改善については放射線従事者の被ばく線量の抑制にわずかに効果があることが推測される。また、本研究の範囲では放射線管理状況のうち従事者管理、線量計着用率、作業環境の変化については放射線従事者の被ばく線量の変化と相関を見出

すことはできなかった。作業環境の状況の改善については被ばく線量の抑制につながる
ことが予想されたが、本研究の解析データの範囲では作業環境のスコアの変化が小さい
ため、その効果を明確に観測できなかった。今後より管理状況の変化が大きい施設を対
象に調査を行うことにより、被ばく線量データとの相関を見出せる可能性がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Hayashi S, Takenaka M, Hosono M, Kogure H, Hasatani K, Suda T, Maruyama H, Matsunaga K, Ihara H, Yoshio T, Nagaike K, Yamada T, Yakushijin T, Takagi T, Tsumura H, Kurita A, Asai S, Ito Y, Kuwai T, Hori Y, Maetani I, Ikezawa K, Washita T, Matsumoto K, Fujisawa T, Nishida T. Diagnostic Reference Levels for Fluoroscopy-guided gastrointestinal procedures in Japan from the REX-GI Study: a nationwide multicentre prospective observational study. The Lancet Regional Health - Western Pacific 2022 in press.

2. Takenaka M, Hosono M, Hayashi S, Nishida T, Kudo M. How should radiation exposure be handled in fluoroscopy-guided endoscopic procedures in the field of gastroenterology? Digestive Endoscopy 2022 in press.

3. Takenaka M, Hosono M, Rehani MM, Chiba Y, Ishikawa R, Okamoto A, Yamazaki T, Nakai A, Omoto S, Minaga K, Kamata K, Yamao K, Hayashi S, Nishida T, Kudo M. Comparison of radiation exposure between endoscopic ultrasound-guided drainage and transpapillary drainage by endoscopic retrograde cholangiopancreatography for pancreatobiliary diseases. Digestive Endoscopy 2022 in press.

4. Takenaka M, Hosono M, Hayashi S, Nishida T, Kudo M. Radiation doses of endoscopic procedures in the gastrointestinal and hepatobiliary fields. Br J Radiol 94(1126):20210399, 2021.

5. Hosono M, Takenaka M, Monzen H, Tamura M, Kudo M, Nishimura Y. Cumulative radiation doses from recurrent PET/CT examinations. British Journal of

Radiology 94(1126):20210388, 2021.

6. Kanda R, Akahane M, Koba Y, Chang W, Akahane K, Okuda Y, Hosono M. Developing diagnostic reference levels in Japan. Japanese Journal of Radiology 39(4):307-314, 2021.

7. 渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵二, 神田 玲子, 鳥巢 健二, 三上 容司, 細野 眞. 医療機関における放射線業務従事者への個人線量計および放射線防護機材の配布ならびに着用状況等に関する調査報告. 日本診療放射線技師会誌 2022 in press.

8. 渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵二, 神田 玲子, 鳥巢 健二, 三上 容司, 細野 眞. 医療機関における放射線業務従事者に対する基本的な放射線管理に関する調査報告. 日本診療放射線技師会誌 2022 in press.

9. 渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵二, 神田 玲子, 鳥巢 健二, 三上 容司, 細野 眞. 医療機関における放射線業務従事者に対する放射線防護研修に関する調査報告. 日本診療放射線技師会誌 2022 in press.

10. Hayashi S, Nishida T, Takenaka M, Hosono M, et al. A questionnaire survey on radiation protection among medical staff from endoscopy-fluoroscopy departments in Japan. DEN Open 1(1):e5, 1-7, 2021.

11. Hayashi S, Nishida T, Osugi N, Yamaoka S, Sugimoto A, Mukai K, Nakamatsu Dai, Matsumoto K, Yamamoto M, Fukui K, Takenaka M, Hosono M, Inada M. Time trend of the radiation exposure dose in endoscopic retrograde cholangiopancreatography over an 8-year period: a single-center retrospective study. American J Gastroenterology 116(1):100-105, 2021.

12. Hayashi S, Nishida T, Kuriki S, Chang LS, Aochi K, Meren E, Sakamoto T, Tomita R, Higaki Y, Osugi N, Sugimoto A, Takahashi K, Mukai K, Matsumoto K, Nakamatsu D, Yamamoto M, Fukui K, Takenaka M, Hosono M, Inada M. Radiation

exposure dose of fluoroscopy-guided gastrointestinal procedures: A single-center retrospective study. *Endoscopy International Open* 8(12):E1872-E1877, 2020.

13. Abe K, Hosono M, Igarashi T, Iimori T, Ishiguro M, Ito T, Nagahata T, Tsushima H, Watanabe H. The 2020 national diagnostic reference levels for nuclear medicine in Japan. *Ann Nucl Med* 34(11):799-806, 2020

14. Nishida T, Hayashi S, Takenaka M, Hosono M, Kogure H, Hasatani K, Yamaguchi S, Maruyama H, Doyama H, Ihara H, Yoshio T, Nagaike K, Yamada T, Yakushijin T, Takagi T, Tsumura H, Kurita A, Asai S, Ito Y, Kuwai T, Hori Y, Maetan I, Ikezawa K, Iwashita T, Matsumoto K, Inada M. Multicentre prospective observational study protocol for radiation exposure from gastrointestinal fluoroscopic procedures (REX-GI study). *BMJ Open* 10(e033604):1-8, 2020

15. 渡邊 浩. 医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る〔その3〕職業被ばくの基礎と法改正の概要. 長瀬ランダウアNLだより 508 3, 2020.

16. 渡邊 浩. 医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る〔その4〕放射線業務従事者管理とチーム医療としての対応. 長瀬ランダウアNLだより 509 3, 2020.

17. 細野 眞. 医療被ばくをめぐる動向 京都府立医科大学雑誌 129(2):153-157, 2020.

18. 竹中 完、細野 眞、中井敦史、大本俊介、三長 輔、鎌田 研、山雄健太郎、林 史郎、西田 勉、工藤正俊. ERCP(内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査)における水晶体被ばくの現状. 日本消化器病学会雑誌 116(12):1053-1055, 2019.

19. Yonekura Y, Mattsson S, Flux G, Bolch WE, Dauer LT, Fisher DR, Lassmann M, Palm S, Hosono M, Doruff M, Divgi C, Zanzonico P. Radiological protection in therapy with radiopharmaceuticals. *Ann ICRP* 48(1):1-95, 2019.

20. Hosono M. Radiation protection in therapy with radiopharmaceuticals.

International Journal of Radiation Biology 95(10):1427-1430, 2019.

21. Ooe K, Watabe T, Kamiya T, Yoshimura T, Hosono M, Shinohara A, Hatazawa J. Quantitative measurement of ²¹⁹Rn radioactivity in exhaled breath from patients with bone metastasis of castration-resistant prostate cancer treated with ²²³RaCl₂. EJNMMI Physics 6(13):1-11, 2019.

22. Hosono M, Ikebuchi H, Kinuya S, Yanagida S, Nakamura Y, Yamada T, Sakaguchi K, Sugano H, Kojima K, Hatazawa J. Manual on the proper use of yttrium-90-labeled anti-P-cadherin antibody injection for radionuclide therapy in clinical trials (Second Edition). Ann Nucl Med 33(11):787-805, 2019.

23. Hosono M. Perspectives for concepts of individualized radionuclide therapy, molecular radiotherapy, and theranostic approaches. Nuclear Medicine and Molecular Imaging 53(3):167-171, 2019.

2. 学会発表

1. 細野 眞 放射線安全管理に関する最近の話題 相模原機能画像セミナー 2021年11月25日 Web開催

2. 細野 眞 核医学治療推進に向けた指針と施設の整備 日本核医学会- JASTRO 合同シンポジウム 日本放射線腫瘍学会第34回学術大会 2021年11月12-14日 Web開催

3. 細野 眞 診断参考レベル(DRLs)2020 第80回日本医学放射線学会総会 2021年4月17日 パシフィコ横浜

4. 山本和幸, 渡邊 浩, 坂本 肇. 実行委員会企画講演「改正電離則に基づく従事者管理と職業被ばく低減の具体策- 厚労省研究班の活動成果等を踏まえて -」第68回日本放射線技術学会 関東支部研究発表大会 2021年11月27日 (神奈川県横須賀市)

5. 渡邊 浩. 改正法に基づく現場対応-医療被ばくと職業被ばく. 全国自治体病院協議

会 2021 年度放射線部会オンラインセミナー（オンデマンド開催）。2021.

6. Hosono M, Mikami Y, Watanabe H, Takenaka M, Koba Y, Kanda R, Akahane K, Toritsu K, Sakamoto H, Yamamoto K. National survey and research on actual circumstances of radiation exposure and reduction of staff members working in nuclear medicine and other radiological procedures in Japan, Grant research of Ministry of Health, Labour and Welfare. Annual Congress of European Association of Nuclear Medicine. October 22-30, 2020. Web OP-423 European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2020;47 (Suppl 1): S212. DOI: 10.1007/s00259-020-04988-4

7. Hosono M, Mikami Y, Watanabe H, Takenaka M, Koba Y, Kanda R, Akahane K, Toritsu K, Yamada T, Sakaguchi K, Sakamoto H, Yamamoto K. National survey on actual conditions of radiation exposure and reduction for radiological staff members in Japan, Research group of Ministry of Health, Labour and Welfare. Digital Poster. Annual Meeting of Radiological Society of North America 2020. Nov 29-Dec 5, 2020. Web.

8. 渡邊 浩. 職業被ばくの適正管理のための放射線管理, 日本放射線公衆安全学会第 32 回講習会. 2020 年 10 月 22 日 (Web 開催)

9. 渡邊 浩. 教育講演「IVR を中心とした職業被ばくの抜本的改革に向けて」. 第 21 回千葉アンギオ技術研究会. 2020 年 9 月 26 日 (Web 開催)

10. 渡邊 浩. 指定発言：医療現場の問題 (2) (一元化の議論を踏まえて). 日本保健物理学会第 53 回研究発表会企画シンポジウム「職業被ばくの個人線量管理～流動性の高い現場の問題」. 2020 年 6 月 29 日

11. Hosono M, Takahara N, Yakushiji Y, Sakaguchi K, Yamada Y, H, Kaida H, Ishii K, Nishimura Y. Radiation exposure of nurses including eye lens in PET facility in association with performance status of patients. Annual Congress of European Association of Nuclear Medicine. Barcelona, Spain. October 12-16, 2019. EP-0992. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2019;46 (Suppl 1):S849

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

ありません

2. 実用新案登録

ありません

3. その他

ありません

H. 謝辞

本研究に多大なご協力ご支援をいただきました医療機関の皆様、研究者・医療従事者の皆様、すべての皆様に感謝申し上げます。調査を実施、集計、考察に労をおとりいただきました研究分担者、研究協力者の皆様に感謝申し上げます。

令和元年度～3年度 労災疾病臨床研究事業費補助金研究
 医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究（190701-02）
 （研究代表者：細野 眞）

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍主体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
細野 眞	(翻訳監修)	ICRP刊行物翻訳委員会	ICRP Publication 107 線量計算のための核壊変データ	原子力規制委員会	東京	2022年1月	1-94
渡邊 浩	医療における放射線安全管理（分担執筆、第8章）	藤淵俊王、杜下淳次	放射線・医療安全管理	南山堂	東京	2020年9月	215-248

著者氏名	論文タイトル名	書籍主体 の編集者 名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ

令和元年度～3年度 労災疾病臨床研究事業費補助金研究
 医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究（190701-02）
 （研究代表者：細野 眞）

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Hayashi S, <u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , et al.	Diagnostic Reference Levels for Fluoroscopy-guided gastrointestinal procedures in Japan from the REX-GI Study: a nationwide multicentre prospective observational study	The Lancet Regional Health - Western Pacific	in press		2022
<u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , Hayashi S, Nishida T, Kudo M	How should radiation exposure be handled in fluoroscopy-guided endoscopic procedures in the field of gastroenterology?	Digestive Endoscopy	in press		2022
<u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , Rehani MM, et al.	Comparison of radiation exposure between endoscopic ultrasound-guided drainage and transpapillary drainage by endoscopic retrograde cholangiopancreatography for pancreaticobiliary diseases	Digestive Endoscopy	in press		2022
<u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , Hayashi S, Nishida T, Kudo M	Radiation doses of endoscopic procedures in the gastrointestinal and hepatobiliary fields	British Journal of Radiology	94(1126)	20210399	2021
<u>Hosono M</u> , <u>Takenaka M</u> , Monzen H, Tamura M, Kudo M, Nishimura Y	Cumulative radiation doses from recurrent PET/CT examinations	British Journal of Radiology	94(1126)	20210388	2021
<u>Kanda R</u> , Akahane M, <u>Koba Y</u> , Chang W, <u>Akahane K</u> , Okuda Y, <u>Hosono M</u>	Developing diagnostic reference levels in Japan	Japanese Journal of Radiology	39(4)	307-314	2021
渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵二, 神田 玲子, 鳥巢 健二, 三上 容司, 細野 眞	医療機関における放射線業務従事者への個人線量計および放射線防護機材の配布ならびに着用状況等に関する調査報告	日本診療放射線技師会誌	in press		2022

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬 下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵一, 神田 玲子, 鳥巢 健 二, 三上 容司, 細野 眞	医療機関における放射線業務 従事者に対する基本的な放射 線管理に関する調査報告	日本診療放 射線技師会 誌	in press		2022
渡邊 浩, 山本 和幸, 坂本 肇, 今尾 仁, 瀬 下 幸彦, 加藤 英幸, 竹中 完, 赤羽 恵一, 神田 玲子, 鳥巢 健 二, 三上 容司, 細野 眞	医療機関における放射線業務 従事者に対する放射線防護研 究に関する調査報告	日本診療放 射線技師会 誌	in press		2022
Hayashi S, Nishida T, <u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , et al.	A questionnaire survey on radiation protection among medical staff from endoscopy-fluoroscopy departments in Japan	DEN Open	1(1)e5	1-7	2021
Hayashi S, Nishida T, Osugi N, Yamaoka S, Sugimoto A, Mukai K, Nakamatsu Dai, Matsumoto K, Yamamoto M, Fukui K, <u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , Inada M	Time trend of the radiation exposure dose in endoscopic retrograde cholangiopancreatography over an 8-year period: a single-center retrospective study	American J Gastroenter ology	116(1)	100-105	2021
Hayashi S, Nishida T, Kuriki S, Chang LS, Aochi K, Meren E, Sakamoto T, Tomita R, Higaki Y, Osugi N, Sugimoto A, Takahashi K, Mukai K, Matsumoto K, Nakamatsu D, Yamamoto M, Fukui K, <u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , Inada M	Radiation exposure dose of fluoroscopy-guided gastrointestinal procedures: A single- center retrospective study	Endoscopy Internation al Open	8(12)	E1872- E1877	2020
Abe K, <u>Hosono M</u> , Igarashi T, Iimori T, Ishiguro M, Ito T, Nagahata T, Tsushima H, Watanabe H	The 2020 national diagnostic reference levels for nuclear medicine in Japan	Ann Nucl Med	34(11)	799-806	2020
Nishida T, Hayashi S, <u>Takenaka M</u> , <u>Hosono M</u> , et al.	Multicentre prospective observational study protocol for radiation exposure from gastrointestinal fluoroscopic procedures (REX-GI study)	BMJ Open	10 (e033604)	1-8	2020

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
渡邊 浩	医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る〔その3〕 職業被ばくの基礎と法改正の概要	長瀬ランダ ウアNLだより	508	3	2020
渡邊 浩	医療被ばくと職業被ばくに関する法改正を知る〔その4〕 放射線業務従事者管理とチーム医療としての対応	長瀬ランダ ウアNLだより	509	3	2020
細野 眞	医療被ばくをめぐる動向	京都府立医 科大学雑誌	129(2)	153-157	2020
竹中 完、細野 眞、中 井敦史、大本俊介、三 長 輔、鎌田 研、山 雄健太郎、林 史郎、 西田 勉、工藤正俊	ERCP(内視鏡的逆行性胆管膵 管造影検査)における水晶体 被ばくの現状	日本消化器 病学会雑誌	116(12)	1053- 1055	2019
Yonekura Y, Mattsson S, Flux G, Bolch WE, Dauer LT, Fisher DR, Lassmann M, Palm S, Hosono M, Doruff M, Divgi C, Zanzonico P	Radiological protection in therapy with radiopharmaceuticals	Ann ICRP	48(1)	1-95	2019
Hosono M	Radiation protection in therapy with radiopharmaceuticals	Internation al Journal of Radiation Biology	95(10)	1427- 1430	2019
Ooe K, Watabe T, Kamiya T, Yoshimura T, Hosono M, Shinohara A, Hatazawa J	Quantitative measurement of ²¹⁹ Rn radioactivity in exhaled breath from patients with bone metastasis of castration- resistant prostate cancer treated with ²²³ RaCl ₂	EJNMMI Physics	6(13)	1-11	2019
Hosono M, Ikebuchi H, Kinuya S, Yanagida S, Nakamura Y, Yamada T, Sakaguchi K, Sugano H, Kojima K, Hatazawa J	Manual on the proper use of yttrium-90-labeled anti-P-cadherin antibody injection for radionuclide therapy in clinical trials (Second Edition)	Ann Nucl Med	33(11)	787-805	2019

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
<u>Hosono M</u>	Perspectives for concepts of individualized radionuclide therapy, molecular radiotherapy, and theranostic approaches	Nuclear Medicine and Molecular Imaging	53(3)	167-171	2019