

労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線業務従事医療関係者の
職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

令和元年度～3年度 総合研究報告書
(190701-01)

研究代表者 工藤 崇

令和 4 (2022) 年 3月

研究報告書

目 次

I. 総合研究報告

放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

研究代表者氏名 工藤 崇 ----- 1

II. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 116

労災疾病臨床研究事業費補助金
総合研究報告書

放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

研究代表者

長崎大学原爆後障害医療研究所アイソトープ診断治療学研究分野
教授 工藤 崇

研究要旨 職業被ばくのうち、高線量被ばくの多くは医療行為に伴う被ばくであるが、放射線を用いた医療行為は患者に対しての利益がきわめて大きく、その利益を損なわない範囲で職業被ばくを低減させることには困難を伴う。一方、ICRP の勧告で水晶体被ばくの線量限度を5年間で100mSv、1年間で50mSvを超えないように引き下げることが提唱され、本邦でもこれに従った電離放射線障害防止規則（電離則）改正が行われ、令和3年4月に施行された。しかし、実際の医療環境における被ばくの実態、特に水晶体の被ばく状況は十分に調査・検討が行われておらず、改正電離則を実際の医療現場が遵守できるかは明らかであるとはいえない。本研究では、この問題を明らかにすることを目的として研究を行った。研究は、主に以下の3つの研究計画に分かれる。

研究1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究

研究2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

研究3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究

研究1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究：

医療関係者の被ばく実態を明らかにし、医療従事者の線量を高くする要因を把握するため、医療従事者の線量情報を収集し、それぞれの医療者の職種（医師・技師など）、所属（循環器、放射線部など）年齢、性別などの属性情報と照らし合わせた。長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院において、2018年度、2020年度、及び2021年度の個人線量計データをそれぞれ電離則改正前、電離則改正後施行前、施行後のデータとして集計し比較検討した。また、JA 広島病院・広島市民病院における2018年度の線量データも収集し、大学病院と総合病院の対比も行った。総対象者数は、大学病院で2018年度3056、2020年度3347、2021年度2673、総合病院2018年度601と1万例弱の延べデータが得られた。大部分の従事者の線量は低かったが、一部の医師における高線量、診療放射線技師の他職種に対する高線量、内視鏡室勤務看護師の高線量が観察された。この現象には電離則改正・施行の影響はなかった。一方、不均等被ばくでの管理対象者が改正電離則施行後に増えており、改正電離則は管理体制強化に影響を与えていると思われた。大学病院と総合病院では、総合病院の方が被ばく量が有意に高く、特に不均等被ばくで管理されていない群において被ばくが高いこと、一方、不均等被ばくで管理されている比率は大学病院より高い、という違いが認められた。

研究2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究：

医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態が電離則施行によって影響を受けたか検討するため、日本医学放射線学会の教育研修施設に対して2020年度及び2021年度にWebアンケートを実施し、それぞれ改正電離則施行前、施行後として解析を行った。2020年度には調査依頼送付施設895施設の内、336施設より(回答率=37.5%)、2021年度には、送付774施設の内、239施設より回答が得られた(回答率=30.8%)。教育・研修体制については施行前・後で著しい変化は認められなかったが、水晶体専用線量測定器の利用率が施行前に比べて施行後には著しく増加していた。また、軽度であるが有意に施行後変動した項目として、放射線診療従事者の管理が全員管理に移行する傾向、被ばく可能性のある従事者の推定数の増加、等の項目が認められ、いずれも管理体制の強化に伴う変化と解釈できるものであった。一方、施行前に認められた不十分な点については、施行後にも継続して観察されるものが多かった。

研究3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究：

水晶体線量を実測することで、医療行為に伴う水晶体線量の把握を行った。透視を伴う業務における業務別水晶体被ばく線量については、医師の水晶体被ばく線量が予想外に高いこと、放射線防護眼鏡着用介入により大幅な線量減少が得られること、介入が継続的に行われないと線量減少の効果は失われてしまうこと、が明らかとなった。また、高線量が予測される特定の医療従事者およびPET用放射性医薬品製造に携わるサイクロトロン業務従事者の個人水晶体線量の測定も行った。消化管造影業務に従事する放射線技師の水晶体被ばくが、5年間100mSvの線量限度を超える可能性が強く示唆された一方、高線量が予測されたサイクロトロン業務従事者の水晶体被ばく線量は低い値にコントロールされていたことが明らかとなった。

3 研究総括：

3つの研究結果のいずれも、電離則改正・施行が、現時点では実際の被ばく線量の低減にはまだつながっていないが、管理体制の強化という形で放射線業務従事に対するポジティブな影響を与えていることを示唆していた。一方、内視鏡室従事看護師の高線量、大規模病院における内視鏡室への放射線技師配備率の不良、介入からの時間経過で介入の効果が失われた現象、等のことから、特定の放射線管理の行き届かない環境・業務の存在が疑われた。管理体制の強化には、個人の管理(医師においては突出して高線量な個人が存在する)、業務の管理(看護師においては、特定の業務での被ばくが多い)、集団の管理(放射線診療技師は職種として他職種よりも線量が高い)、という3つの観点からの管理強化が必要と思われる。また、管理体制の強化には放射線科・放射線部、特に医師の関与の必要性があり、それを進めるためのインセンティブの設定が重要と思われる。

研究分担者：

松田尚樹：長崎大学 原爆後障害医療研究所
放射線生物・防護学 教授

高村 昇：長崎大学 原爆後障害医療研究所
国際保健医療福祉学 教授

伊藤 浩：福島県立医科大学 医学部
放射線医学講座 教授

織内 昇：福島県立医科大学
先端臨床研究センター 教授

栗井和夫：広島大学 医歯薬保健学研究所
放射線診断学 教授

A. 研究目的

職業被ばくにおいて医療行為は最も重大な被ばくの要因となっており、年間 20mSv を超える放射線業務従事者は、そのほとんどが医療関係業務の従事者であることも明らかとなっている。一方、低線量被ばくについては、新たな科学的知見から水晶体において従来考えられていたよりも低い線量から影響が生じていることが明らかとなってきた。これらの知見に基づき ICRP は、水晶体被ばくの職業被ばくの線量限度を 5 年間で 100mSv、1 年間で 50mSv に引き下げるべきとする勧告を出している。この勧告は、かなり大幅な線量限度の引き下げであるが、本邦でも令和 3 年度に施行された改正電離則にて、当該勧告に対応する水晶体線量の線量限度の引き下げが行われた。一方、この線量限度引き下げを臨床の現場が遵守できるか、また遵守するためにはどのような対策が必要であるかは明らかでない。特に水晶体被ばくについては、直接の測定での管理がほとんど行われていない実態があり、現状の把握すら困難な状況である。線量限度引き下げが実臨床の現場において合

理的に遵守可能であるかどうかを確定するには、現状の把握が必須であると考えられる。本研究では、過去の医療現場における職業被ばくの実態把握、現在の医療現場における管理・教育・研修の状況把握、実際の水晶体線量の測定の 3 つの側面から、医療現場における職業被ばくの状況を把握するとともに、改正電離則の前後でこれらの事項について影響が見られたか、また見られたならばどのような影響であったかを検証し、職業被ばく、特に水晶体被ばくを管理・低減するために必要な方針・対策の立案に資する情報を得ることを全体目的とした。

本研究は上記の全体目的に沿って、大きく 3 つ研究計画に分かれ、それぞれが研究目的を持つ。

研究 1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究

目的；医療従事者の線量を高くする要因の同定

この研究では、医療放射線業務従事者の個人線量記録を調査検討し、医療関係者の被ばく特性を把握、被ばくの増大に関連する要因を調査する。

2019 年度目的；フィージビリティ調査。研究計画の実行可能性の調査、2020 年度より実行するための倫理審査。調査を行う施設の選定。

2020 年度目的；電離則改定前の被ばく状況のデータ収集と解析。

2021 年度目的；電離則改定後施行前、および施行後の被ばく状況のデータ収集。データ収集を行う施設の追加。全データの最終解析。

研究 2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

目的：放射線業務従事者の線量管理と研修の実態把握

この研究では放射線業務に携わる医療従事者の管理・教育・研修の実態を調査し、電離則の改定・施行がどのような影響を与えたかを調査する。

2019 年度目的：フィージビリティ調査。研究計画の実行可能性の調査、2020 年度より実行するための、倫理審査。調査のためのアンケート作成。

2020 年度目的：調査依頼機関の選定と協力依頼。改正電離則施行前の管理・教育・研修状況のデータ収集と解析。

2021 年度目的：改正電離則施行後の管理・教育・研修状況のデータ収集。全データの最終解析。

研究 3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究

目的：医療行為に伴う水晶体線量の実測に基づく把握

この研究では、実際の水晶体被ばくの実態を捉えるために、高線量被ばくが予測される業務および従事者において、水晶体被ばく線量を実測し、その実態および被ばく防護介入効果の調査を行う。

2019 年度目的：フィージビリティ調査。研究計画の実行可能性の調査、2020 年度より実行するための、倫理審査。調査に必要な物品の確認・手配。

2020 年度目的：X 線透視業務従事者における、業務毎の水晶体被ばく線量調査。防護眼鏡着用介入後の水晶体被ばく線量調査。水晶体線量および防護眼鏡着用介入効果の

解析。

2021 年度目的：防護眼鏡着用介入後の水晶体被ばく線量の追跡調査。高線量被ばくが予測される医師、技師および PET 用放射性医薬品合成・サイクロトロン業務従事者の個人水晶体被ばく線量調査。全データの最終解析。

なお、本研究については、研究分担者ごとに 1 つの研究を行うのではなく、3 つの研究テーマについて、全員で取り組む形式で取り組んだ。このため、研究ごとの専従研究者というものは存在しない。最終的なデータのとりまとめ・解析については全員で取り組んだ後に、研究全体の責任者である、長崎大学原爆後障害医療研究所アイソトープ診断治療学研究分野 工藤崇が最終責任者として、結果をまとめている。全ての研究結果における責任は、工藤にある。

B. 研究方法

1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究

2019 年度；

放射線取扱業務従事者として個人線量計で線量が管理されている職員について、年齢・性別・職種（医師・技師・看護師等）・所属部署（放射線科・整形外科等）・主な放射線取扱業務（透視業務・血管造影等）、該当期間の毎月の被ばく線量の情報を収集する研究計画を策定。当初の調査対象施設として、長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院を選定。長崎大学にて倫理委員会への申請を行った。

2020 年度；

2019 年度策定の研究計画に基づき、長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院における、2016～2018 年度の放射線取扱業務従事者の全線量データを収集。被ばく量を従属変数、それ以外を独立変数として、どのような因子が被ばく量の増減に影響を与えているかを検討した。特に月間 5mSv を超える高線量被ばくが発生しているかどうかを調べ、高線量被ばくが存在した場合は、原因となった業務内容、被ばくの要因、偶発的なものであるかどうかなどについてにより詳細な個別調査を行った。また、研究協力施設の追加応募を行った。

2021 年度；

2019 年度策定の研究計画を修正し 2020 年度・2021 年度のデータ収集を可能とする再度の倫理審査を受けた上で、2020 年度、2021 年度の長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院における放射線取扱業務従事者の全線量データを収集。ただし、2021 年度については、2021 年が本研究事業

終了年度であるため、年度内の研究終了のため 2021 年 4 月から 9 月の半年間のデータを収集し、この期間の積算線量を二倍した者を 2021 年度のデータとした。これらのデータを元に、2020 年度の中間結果に基づき、2018 年度の年間積算線量を「電離則改正前」、2020 年度を「電離則改正後施行前」、2021 年度を「電離則施行後」のデータとして比較検討を行った。

また、2020 年度に行った、研究協力施設の追加に伴い JA 広島病院、広島市民病院の 2018 年データが追加され、このデータを「総合病院」の線量データとして、2018 年の長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院のデータを「大学病院」のデータとし、「総合病院」と「大学病院」の比較を行った。

これら全てのデータについて被ばく量を従属変数、それ以外を独立変数として、どのような因子が被ばく量の増減に影響を与えているかを検討した。

なお、データが正規分布から大きく逸脱していることが明らかであったため、解析は全てノンパラメトリック法で行った。群間の解析には二群間の場合はウィルコクソン順位和検定、三群以上の場合はクラスカル＝ウォリス検定を行った上で、有意差が認められる場合は多重検定としてウィルコクソン順位和検定を行った。

2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

2019 年度；

放射線業務従事者の管理・教育・研修状況をアンケートで調査する研究計画を策定。アンケート調査票については、同一研究事

業補助を受けている別研究班(細野班)において作成されたアンケート項目を共有して作成した。アンケートは Web アンケートの形式をとることとして、Web アンケートに適した内容に質問項目の削減、回答方式の簡略化を行った改訂版を作成した。これは、二つの研究班で目的を一つとする研究のデータ共通性を高くし、データを共有できるようにすることで、より大きな集団としてのデータ解析を行うことを目的としている。質問項目は、医療機関のタイプ・規模などの「基本事項」・放射線業務従事者の被ばく線量管理の実態・方法などの「従事者管理」、放射線業務従事者の職種毎の研修受講率や研修方法などの「研修」、放射線防護具・防護眼鏡の配布状況・量などの「作業環境」、および「その他」の 5 つの領域に分類し、48 問の設問を作成した。これらのアンケート作成の後、長崎大学にて倫理委員会への申請を行った。

2020 年度；

2019 年度策定の研究計画に基づき、日本医学放射線学会の教育研修施設(放射線科専門医修練機関および同総合修練機関)を対象とすることに決定、日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会および理事会の承認を取得した。日本医学放射線学会から得た 895 施設の教育研修施設リストに基づき、2021 年 1 月 17 日より 2 月 15 日にかけて Web 上でアンケートを行った。アンケートの質問項目が多いことを考慮して、事前にデータ確認が出来るように、すべての対象施設に対して、同一質問内容を pdf 化したものを事前に郵送した。取得したアンケート結果に基づき、仮データ解析を実施した。

2021 年度；

2020 年度実施の調査を改正電離則施行前の調査とし、施行後の調査を行うため、再度アンケートは Web アンケートの形式をとった。日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会および理事会の承認を取得した。日本医学放射線学会放射線安全管理委員会の要望に基づき、2020 年度アンケートに 4 項目の調査を追加、また、2020 年度アンケートに不備があった部分を修正して、修正後のアンケートの研究許可を長崎大学倫理委員会で取得した。日本医学放射線学会から得た 774 施設の教育研修施設リストに基づき、2021 年 12 月 1 日より 2022 年 1 月 14 日にかけて、Web 上でアンケートを行った。2020 年度調査と同様、アンケートの質問項目が多いことを考慮して、事前にデータ確認が出来るように、すべての対象施設に対して、同一質問内容を pdf 化したものを事前に郵送した。

これら全てのデータについて、基本統計量の取得、2020 年度調査結果と 2021 年度調査結果の統計的比較を行い、2021 年 4 月の改正電離則施行前後で管理・教育・研修状況に変化が見られたか、管理・教育・研修状況に影響を与える要因は何であるかの検討を行った。

3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究

2019 年度；

長崎大学病院において、放射線業務のうち、被ばく線量が多いと推定される、血管造影、血管造影ではない透視を伴う業務について、業業務種と職種の組み合わせ(以下「業務分類」：血管造影の医師、血管造影の

看護師、血管造影の技師、透視業務の看護師、等)ごとに水晶体被ばく線量を測定する研究計画を策定。個人用水晶体線量計としては DOSIRIS (千代田テクノル社製)を用いることを決定し、DOSIRIS を装着しての臨床業務が困難でないかのフィージビリティ調査を行った。DOSIRIS の契約、倫理委員会への研究許可申請を行った。

2020 年度；

2019 年度策定の研究計画に基づき、長崎大学病院において、被ばく線量が多いと推定される透視を伴う業務について、透視業務の多い泌尿器科、小児科、消化器内科、その他の内科 (主に呼吸器)、整形外科、放射線科を単位業務分類として扱い、業務分類毎の線量を調査した。また、透視業務に立ち会う看護師と診療放射線技師においても調査を行った。2019 年度の結果に基づき、調査には DOSIRIS (千代田テクノル社製)を用い、業務分類毎に DOSIRIS を共有し (例:泌尿器科の透視業務 A に医師 a が携わり、その後泌尿器科の透視業務 B に医師 b が携わる場合は同じ DOSIRIS を共有して連続して測定を行う) 業務毎の水晶体被ばく線量を月ごとに集計した。また、同時に月あたりの検査の回数、検査毎の照射回数、検査毎の照射時間を記録し、月ごとに集計した。また、調査対象である長崎大学においては、放射線科を除く科では放射線防護眼鏡の利用がほとんど行われていなかったため、調査開始の 2020 年 4 月から 9 月までは状況への介入を行わず測定、その後 10 月より防護眼鏡の着用を行う介入を実施した。

2021 年度；

2020 年度に引き続き、長崎大学病院において、業務分類毎の線量を調査した。

また、広島大学において、業務上行われている線量調査のデータから高被ばくが予測される 15 名の放射線業務従事者において 2021 年 4 月～10 月に DOSIRIS を用いた水晶体個人線量の実測調査を行った。

また、福島県立医科大学においては、従来あまり注目されていなかった、PET 用放射性医薬品製造に携わるサイクロトン業務従事者の水晶体被ばく調査を、2021 年 7 月と 2022 年 2 月の 2 回実施した。

これら全てのデータについて、基本統計量の取得、長崎大学調査における、業務種間の比較、防護眼鏡着用介入による水晶体被ばく線量低減効果の検証を行った。

(倫理面への配慮)

上記 3 研究は長崎大学医歯薬学総合研究科倫理委員会において倫理審査の上、許可を得て行った (許可番号; 研究 1:19083004, 研究 2:20082802, 研究 3:20032703)。多施設研究については長崎大学における許可申請に基づき、各施設でも倫理審査を受けた上で実行した。侵襲をとまなう介入研究は行われていない。個人情報については、その収集を最小限にとどめ、収集された個人情報についても、個人を同定できないような匿名化を行った上での研究を行った。

C. 研究結果

結果については、最終年度に行った3年の研究機関を通しての最終検討の結果を記す。

1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究

1-1) 全データ解析

総対象者数は一部データの脱落しているものを含めて、延べ9677例であった。長崎大学病院より延べ2142名、広島大学病院より延べ3427名、福島県立医科大学病院より延べ3507名、JA広島病院より100名、広島市民病院より501名のデータが得られた。内訳は医師4418名、歯科医師773名、看護師3314名、診療放射線技師570名、歯科衛生士31名、薬剤師30名、臨床検査技師73名、その他468名であった。男女数は男性4963名、女性4714名であった。

9677例の解析できたデータのうち8406例(86.9%)は通年の体幹部線量が測定限界以下であった。1mSv/yrを超えるものは357例(3.7%)にとどまり、5mSv/yrを超えるのは、医師の15名と放射線技師の二名のみであった。

職種間毎の分布を比較すると、診療放射線技師以外の職種では、80%以上の従事者が線量0(測定限界以下)となっており、ほとんどの従事者において被ばくは低く抑えられていると考えられた。診療放射線技師のみ、50%以上が有意な被ばく線量が測定されており、診療放射線技師は集団としての実効線量が全体的に高くなりやすい職業環境にあると考えられた。医師については、85%の従事者が測定限界以下であるのに対し、ごく少数ではあるが1mSvおよび5mSv/年を超える従事者が存在しており、大多数

の低線量者とごく少数の高線量者が混在する特異な職種であることが示唆された。(図表1)

1-2) 電離則改正・施行前後の比較

全職種をまとめた解析では3つの年度間の変化は見られなかった。また、不均等被ばくで管理されているものとそうでないものの違いについては、不均等被ばくで管理されている群が管理されていない群よりも線量が有意に高い現象が見られ、この現象は電離則改正に伴う変動を認めなかった。

職種別に検討を行った。看護師の群において、全データおよび不均等被ばくで管理されている群に関して、2021年度、2020年度、2018年度の順で線量が低く、年度毎に線量が減少している可能性が示唆されたが、それ以外の職種群では明らかな年度間の線量の変化は見られなかった。(図表2-1)

職種毎の被ばくの差の経時的変動については、例数が少ない臨床検査技師、薬剤師、及び雑多な職種を含むその他の群を除いて、統計解析を行った。全データおよび年度毎のデータの解析において、いずれの場合も放射線技師の線量が高く、次に医師が高いと言う結果が得られ、これについては年度毎の変動は見られなかった。看護師については歯科医師に対して有意に高い線量であったが、2020年度、2021年度については、2018年度よりもp値がやや大きくなっており、差が縮小している可能性が示唆された。(図表2-2)

性別については、男女間で男性が女性よりも有意に高い実効線量であった。これはどの年度でも共通していた。ただし、不均等被ばくで管理されている群と管理されてい

ない群を比較すると、女性のうち不均等被ばくで管理されている者の比率が 2018 年度に比べて 2020 年度・2021 年度において、上昇しており、電離則改正の時期に一致して管理の厳密化が進んでいる可能性が示唆された。(図表 2-3)

年齢階層については、全データでは、若干 35～50 歳の階層で線量の多い者が目立つものの統計学的有意差は認めなかった。性別毎に分けると、女性では 60～64 歳の群が 20～24, 25～29 歳の群に比べて高い値を示した。男性では 25～29 歳の群が、30～34, 25～29 歳の群に対して有意に高かったが、これは 25～29 歳群に存在する突出した高線量者の影響である可能性がある。(図表 2-4)

1-3) 各職種における特徴

例数が多い、医師、歯科医師、看護師、放射線技師の検討を行った(図表 2-5)

1-3-1) 医師

性別については、男女間で男性が女性よりも有意に高い実効線量であった ($p<0.01$)。この特徴は他の職種では認められず、医師にのみ特徴的であった。

所属科ごとの分析では、救急・ICU, 放射線科, 血液・循環器, 泌尿器科が他職種よりも高いと言う結果が、全データおよび各年度毎の解析で共通しており、この 4 所属が他科よりも被ばく量が多いことは統計的に頑強であると思われた。年度毎の解析では、他にも研修医、外科、脳外科、内科、その他が有意に高いことが認められたが、上記 4 所属に比べると、年度毎の結果が異なっており、統計的な頑強性は低いと思われた。

年齢階層については、全データ解析では若年層が高年齢層に対して線量が高い傾向が認められたが、年度毎の解析では、2020 年データでのみ有意性が確認され、強い傾向とは言いがたい。

1-3-2) 歯科医師

性別については、全データの集計では $p<0.05$ で男性の被ばく量が高い値であったが、年度毎の集計では男女間の有意差は認められなかった。

年齢階層については、全データの集計では $p<0.05$ で年齢との関係が認められ、55～59 歳および 45～49 歳の階層が高めの被ばく量であったが、年度毎の集計では年齢との有意な関係は認めず、総合的に見て、年齢と被ばく量の関係性は小さいと思われた。

1-3-3) 看護師

性別については、全データ解析では女性が $p<0.05$ で高い線量であったが、年度毎の解析では統計学的有意性が失われており、強い傾向ではないと考えられた。

所属については、放射線部所属、手術部所属、救急・ICU 所属、内視鏡所属、その他分類不能に分けて解析を行った。全データ解析、年度毎の解析、いずれにおいても内視鏡所属および、放射線部所属の線量が他 3 部署に比較して、 $p<0.01$ の有意性を持って高い値となっており、この 2 部門の被ばく量が大きいことは明らかと考えられた。特に内視鏡部門のみ、中央値が 0 ではなく(他部署は全て中央値が測定限界以下である)、内視鏡室勤務看護師の線量が特筆して高いことが注目に値する。

年齢階層については、他職種と顕著に異

なる傾向を認めた。全体として年齢が高い階層が若い階層に対して被ばく線量が高い傾向が、全データ解析、および年度毎の解析で共通して認められていた。

1-3-4) 診療放射線技師

性別については、全データの解析では $p < 0.05$ で男性が高い傾向をみとめたが、年度毎の解析では有意差に到達せず、性別間の差異は小さいと思われた。

年齢階層については、全データ解析では、20 歳から 34 歳までの階層がそれ以上の階層に比べて（65～69 歳の階層を除くと）高い傾向が認められ、若年者の被ばく量がやや高い傾向が示唆されたが、年度毎の解析では、有意差は見いだされず、この傾向は弱いものであると考えられた。また他の職種に比べると外れ値の少ない比較的揃った線量分布となっていた。

1-4) 高線量者

2018 年の 3 大学病院における調査については、年間 1mSv を超える線量の従事者の個別業務調査を行った。対象者のうち年間実効線量が 5mSv を超過する従事者が 4 名、月間線量が 1mSv を超えることがあった従事者が 12 名存在した。すべて医師であった。5mSv を超過した 4 名のうち 3 名は月間線量が 1mSv を超えることがあった従事者と重複していたが、1 例は月間 1mSv を超えることがなく、年間 5mSv を超えるという特異な被ばくパターンを示していた。この従事者の主な業務は循環器系の IVR（治療を伴う血管造影）であった。残る 3 名のうち 1 名は循環器、1 名は消化器内科、1 名は内科であり、いずれも透視を伴う業務に従

事していた。1 名はポータブル X 線撮影とも従事していた。

残る 9 名の月間 1mSv 超過者については、外科、内科、循環器科が主であったが、一名研修医が存在した。9 名のうち 7 名は透視業務、6 名はポータブル撮影業務に関連しており（重複有り）、研修医の月間 1mSv 超過者はポータブル撮影に関連していた。

1-5) 総合病院と大学病院の比較

1-5-1) 全体比較

総合病院では 2018 年度（電離則改正前）のみのデータ収集であったため、同じ 2018 年度の大学病院データとの比較を行った。全体としては大学病院に比べて総合病院の方が有意に被ばく量が高い ($p < 0.01$) との結果が得られた。一方、不均等被ばくで管理されている者と、そうでない者に分けた場合は、不均等被ばくありの群では総合病院と大学病院に有意差を認めなかったのに対して、不均等被ばくで管理されていない者については $p < 0.01$ の有意性を持って、総合病院の方が被ばく量が高く、また測定限界以下となっている者の割合が少ない（総合病院 58.0%，大学病院 93.8%）ことが明らかとなった。（図表 3-1）

不均等被ばくで管理されている者と、不均等被ばくで管理されていない者の比較では、大学病院では不均等被ばくで管理されている者が被ばく量が高いのに対して、総合病院では不均等被ばくで管理されていない者が被ばく量が高いとする逆の結果が得られた。ただし、総合病院では不均等被ばくで管理されている者の、全放射線業務従事者に対する割合が、大学病院に比べて明らかに高い、と言う違いも見られた。（図表 3-

2)

職種毎に分けた総合病院と大学病院の比較では、医師・看護師において、全データおよび不均等被ばくで管理されていない者において、総合病院が有意に高いとする結果が得られた。(図表 3-3)

職種間の被ばくの差については、大学病院同様、例数が少ない臨床検査技師、薬剤師、及び雑多な職種を含むその他の群を除いて、統計解析を行った。総合病院においても、大学病院同様、放射線技師の被ばく量が他職種に比べて有意に高い ($p<0.01$) 値を示していたが、大学病院と異なり、それ以外の職種の間では有意な差が認められなかった。(図表 3-4)

性別については、大学病院同様、男女間で男性が女性よりも有意に高い実効線量であったが、 p 値は大学病院では $p<0.01$ であったのに対して、総合病院では $p<0.05$ であった。(図表 3-5)

また、年齢階層については、全体としては年齢階層と被ばく量の間に関連は認められず、これは大学病院 2018 年データと共通であったが、性別に解析を行ったところ、女性において若年者が高齢者に比べて低い線量を示す傾向が見られた。これは大学病院と共通していた。男性においては年齢階層と被ばく量の間は認められなかった。(図表 3-6)

1-5-2) 各職種における特徴

例数が多い、医師、看護師、放射線技師の検討を行った。大学病院では例数が多かった歯科医師は、総合病院では例数が少なく、検討は行わなかった。(図表 3-7)

1-5-2-1) 医師

性別については、大学病院と同じく、男女間で男性が女性よりも有意に高い実効線量であった ($p<0.01$)。

所属科ごとの分析では、救急・ICU、放射線科、血液・循環器、泌尿器科が他職種よりも高く、大学病院と共通していたが、総合病院の特徴として脳外科が泌尿器科に続いて他科に比べて高い線量を示していた。

年齢階層については、有意な関係は認めなかった。

1-5-2-2) 看護師

性別については、男女間で有意差を認めない。これは大学病院 2018 年データと共通であった。ただし、総合病院における男性看護師数は 26 例と、大学病院の 120 例に比べ大幅に少ないことを考慮する必要がある。

所属については、総合病院では、放射線部と手術部の二つの区分のみであったが、放射線部が $p<0.01$ で高い被ばく量であった。

年齢階層については、大学病院と異なり、有意な関係を認めない。ただし、大学病院より例数が少ないため、年齢階層ごとの例数が 20 例程度と少ないことを考慮する必要がある。

1-5-2-3) 放射線技師

性別については、大学病院と異なり、 $p<0.05$ で男性が高い傾向が見られた。

年齢階層については、有意な関係は認めなかった。

1：職種内訳、及び職種毎の実効線量内訳（2018年総合病院調査を含む）

2018	0	0.1~0.9	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0~4.9	5~	総数
医師	1299	159	22	5	5	3	4	1497
歯科医師	304	6	1					311
看護師	838	68	13	1				920
放射線技師	70	63	22	6	2			163
歯科衛生士	13							13
薬剤師	7	2	1					10
臨床検査技師	14	2						16
その他	110	14	1	1				126
総計	2655	314	60	13	7	3	4	3056

2020	0	0.1-0.9	1.0-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5-	総数
医師	1268	158	27	8	3	1	4	1469
歯科医師	234	4	1					239
看護師	1192	67	10					1269
放射線技師	70	61	29	7	1		1	169
歯科衛生士	12							12
薬剤師	9	1	1					11
臨床検査技師	14	1						15
その他	146	14	2			1		163
総計	2945	306	70	15	4	2	5	3347

2021	0	0.1-0.9	1.0-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5-	総数
医師	982	112	36	6	3	3	1	1143
歯科医師	211	2	1					214
看護師	920	37	11					968
放射線技師	82	40	32	11	2		1	168
歯科衛生士	6							6
薬剤師	8			1				9
臨床検査技師	14							14
その他	140	10	1					151
総計	2363	201	81	18	5	3	2	2673

2018 総合病院	0	0.1~0.9	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0~4.9	5~	総数
医師	236	45	6	9	2	5	6	309
歯科医師	9							9
看護師	117	25	13	2				157
放射線技師	28	20	13	5		2	2	70
臨床検査技師	28							28
その他	25	3						28
総計	443	93	32	16	2	7	8	601

延べ	0	0.1-0.9	1.0-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5-	総数
医師	3785	474	91	28	13	12	15	4418
歯科医師	758	12	3	0	0	0	0	773
看護師	3067	197	47	3	0	0	0	3314
放射線技師	250	184	96	29	5	2	4	570
歯科衛生士	31	0	0	0	0	0	0	31
薬剤師	24	3	2	1	0	0	0	30
臨床検査技師	70	3	0	0	0	0	0	73
その他	421	41	4	1	0	1	0	468
総計	8406	914	243	62	18	15	19	9677

延べ比率	0	0.1-0.9	1.0-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5-	総数
医師	85.7%	10.7%	2.1%	0.6%	0.3%	0.3%	0.3%	100%
歯科医師	98.1%	1.6%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
看護師	92.5%	5.9%	1.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
放射線技師	43.9%	32.3%	16.8%	5.1%	0.9%	0.4%	0.7%	100%
歯科衛生士	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
薬剤師	80.0%	10.0%	6.7%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
臨床検査技師	95.9%	4.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
その他	90.0%	8.8%	0.9%	0.2%	0.0%	0.2%	0.0%	100%
総計	86.9%	9.4%	2.5%	0.6%	0.2%	0.2%	0.2%	100%

放射線技師を除く大多数の職種において、8割以上は測定限界以下の被ばく線量である。一方、医師は、85%が測定限界以下である一方、高線量者も多い。

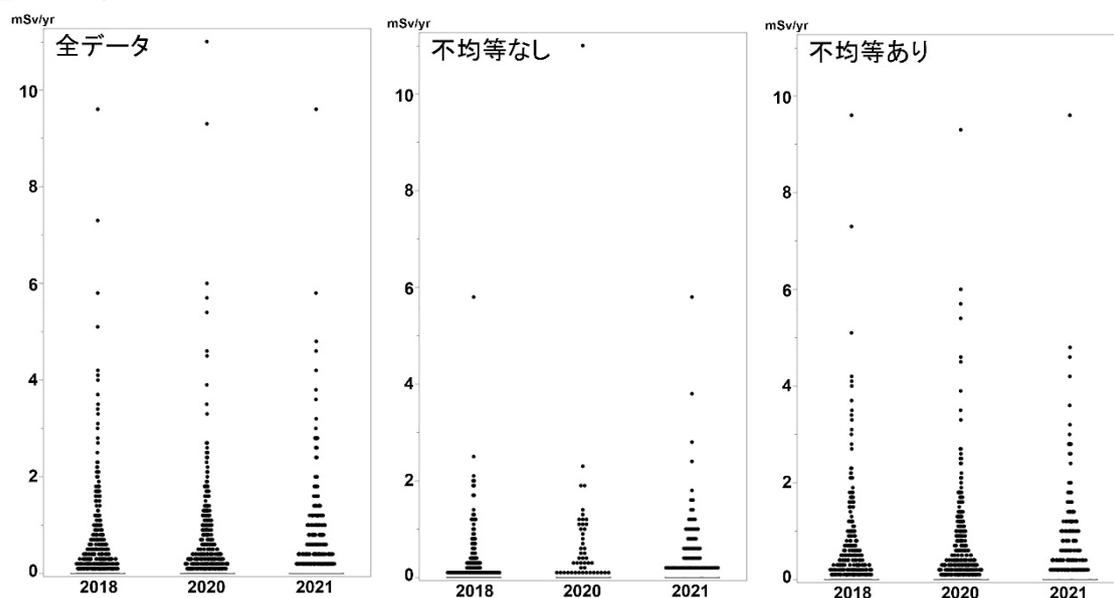
2：3年間調査施設に関する解析（福島県立医科大学、広島大学、長崎大学）
 （2018年：電離則改正以前、2020年：電離則施行前、2021年：施行後）

2-1：全データ調査年間の比較

2-1-1：全体解析

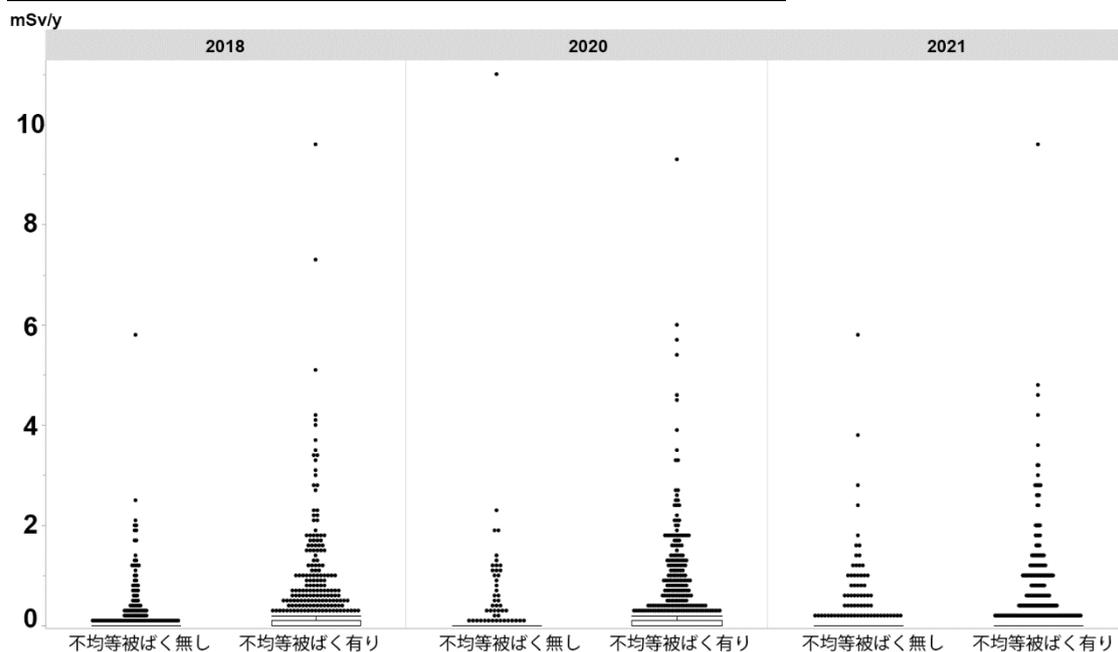
年別	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	3056	3347	2673	2000	1996	1330	1056	1351	1343
平均	0.088	0.084	0.098	0.031	0.019	0.040	0.197	0.180	0.156
標準偏差	0.422	0.436	0.429	0.213	0.275	0.265	0.641	0.586	0.538
最大	9.6	11	9.6	5.8	11	5.8	9.6	9.3	9.6
75%	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	86.9%	88.0%	88.4%	93.8%	97.6%	94.7%	73.8%	73.7%	82.1%

大多数（全例において85%以上、不均等被ばくにおいて70%以上）は測定限界以下の線量である。



3年間の比較において、全例、および不均等被ばくで管理されている者の被ばく量には有意な変化は見られなかった。（2021年で若干の平均値の上昇が見られるが統計学的有意差は認めなかった）

2-1-2：不均等被ばくで管理されている者とそれ以外の比較



年別	2018		2020		2021	
	不均等なし	不均等	不均等なし	不均等	不均等なし	不均等
n	2000	1056	1996	1351	1330	1343
平均	0.031	0.197	0.180	0.180	0.180	0.156
標準偏差	0.213	0.641	0.586	0.586	0.586	0.538
最大	5.8	9.6	11	9.3	5.8	9.6
75%	0	0.1	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0
0の割合	96.4%	73.8%	97.6%	73.7%	94.7%	82.1%

全ての年において、不均等被ばくとして管理されている対象者が、不均等被ばくで管理されていない対象者に比べて、有意に被ばく量が多い ($p < 0.01$)。

ただし、2020年における最大線量者は「不均等被ばくとして管理されていない従事者」であった。また、2018年、2021年においても、被ばくの上位者には「不均等被ばくで管理されていない者」が複数含まれている。不均等被ばくで管理されるべき従事者が不均等被ばく管理から漏れていることが示唆される。

2-1-3：職種別比較

医師

医師	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	1497	1469	1143	1063	1065	704	434	404	439
平均	0.096	0.102	0.113	0.035	0.020	0.049	0.246	0.318	0.215
標準偏差	0.514	0.548	0.447	0.240	0.348	0.307	0.860	0.841	0.595
最大	9.6	11	9.6	5.8	11	5.8	9.6	9.3	4.8
75%	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	86.8%	86.3%	85.9%	92.0%	97.4%	92.6%	74.0%	57.2%	75.2%

不均等なしの群のみ、2020年が $p < 0.01$ で他の年に対して低い。

歯科医師

歯科医師	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	311	239	214	282	216	189	29	23	25
平均	0.008	0.011	0.009	0.001	0	0	0.076	0.113	0.080
標準偏差	0.089	0.099	0.111	0.018	0	0	0.281	0.305	0.321
最大	1.5	1.2	1.6	0.3	0	0	1.5	1.2	1.6
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	97.7%	97.9%	98.6%	99.6%	100%	100%	79.3%	78.3%	88.0%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない

看護師

看護師	全データ			不均等なし			不均等あり		
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	919	1269	968	517	581	335	402	688	633
平均	0.046	0.023	0.025	0.025	0.015	0.025	0.071	0.030	0.026
標準偏差	0.208	0.133	0.150	0.184	0.129	0.167	0.234	0.136	0.141
最大	2.5	1.9	1.8	2.5	1.9	1.8	1.8	1.3	1.8
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	91.1%	93.9%	95.0%	95.0%	98.1%	96.7%	85.3%	90.4%	94.2%

全例調査では、2018年が他の年に比べて $p < 0.01$ で高い。

不均等被ばく群では、2018年が他の年に比べて $p < 0.01$ で低く、2020年が2021年より $p < 0.05$ で低い。不均等なし群では2018年が2020年より $p < 0.05$ で低い。

放射線診療技師

放射線技師	全データ			不均等なし			不均等あり		
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	163	169	168	18	18	12	145	151	156
平均	0.450	0.530	0.588	0.517	0.422	0.583	0.442	0.542	0.588
標準偏差	0.672	0.790	1.039	0.614	0.675	0.876	0.681	0.804	1.053
最大	3.3	5.7	9.6	2	2.3	2.8	3.3	5.7	9.6
75%	0.6	0.9	1	1.2	1.025	1.2	0.5	0.8	1
中央値	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0.2	0.2
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	42.9%	41.4%	48.8%	38.9%	66.7%	58.3%	43.4%	38.4%	48.1%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない

歯科衛生士

歯科衛生士	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	13	12	6	8	8	3	5	4	3
平均	0	0	0	0	0	0	0	0	0
標準偏差	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最大	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない（例数が少ないため、参考データ）

薬剤師

薬剤師	全データ		
年別	2018	2020	2021
n	10	11	9
平均	0.130	0.109	0.267
標準偏差	0.313	0.330	0.800
最大	1	1.1	2.4
75%	0.125	0	0
中央値	0	0	0
25%	0	0	0
最小	0	0	0
0の割合	70.0%	81.8%	88.9%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない

（薬剤師には、不均等被ばくで管理されている者は含まれていなかった。）

臨床検査技師

臨床検査技師	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	16	15	14	12	11	10	4	4	4
平均	0.013	0.033	0	0	0	0	0.050	0.125	0
標準偏差	0.034	0.129	0	0	0	0	0.058	0.250	0
最大	0.1	0.5	0	0	0	0	0.1	0.5	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	87.5%	93.3%	100%	100%	100%	100%	50.0%	75.0%	100%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない

その他

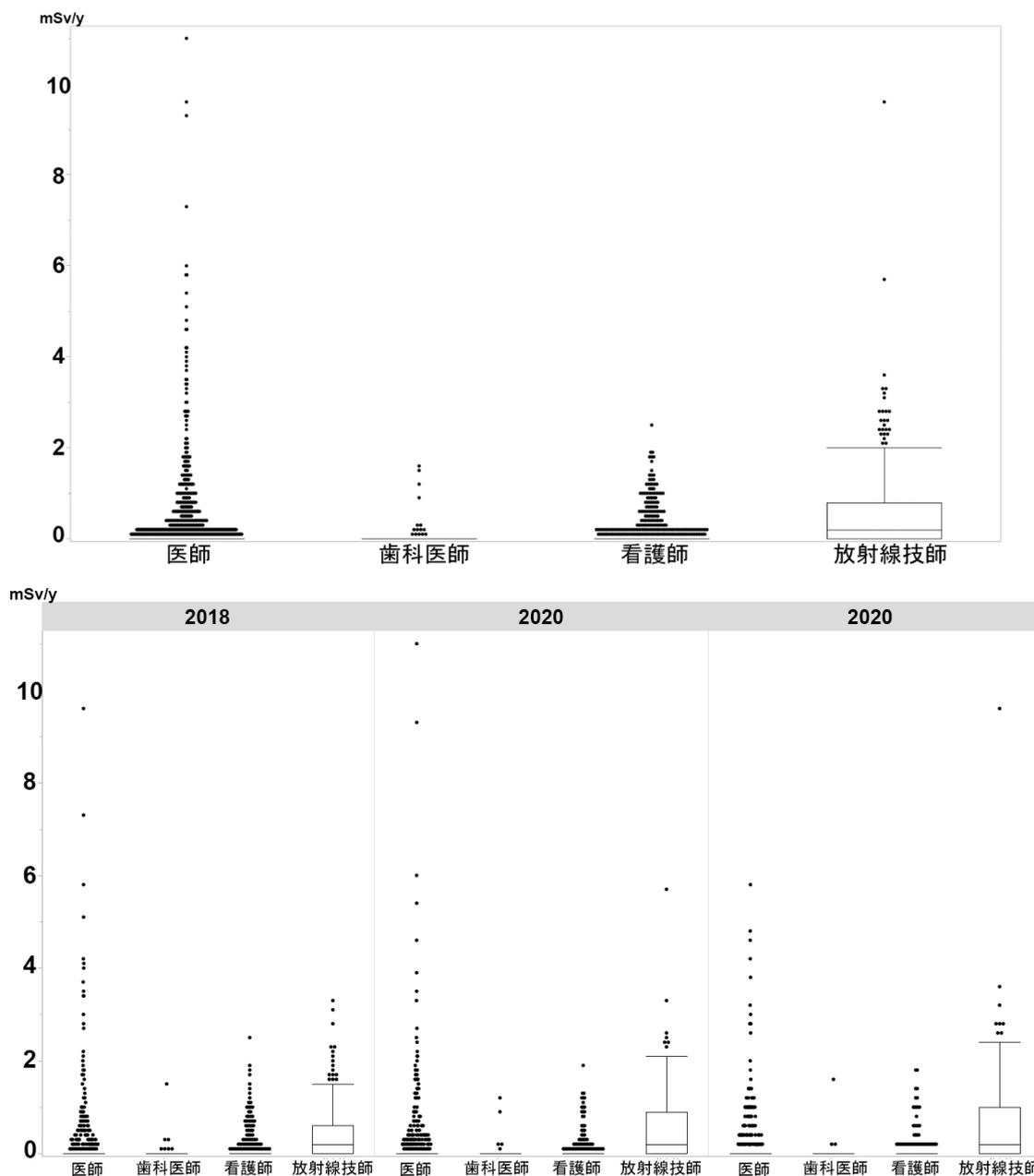
その他	全データ			不均等なし			不均等あり		
	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
年別									
n	127	163	151	90	86	68	37	77	83
平均	0.044	0.058	0.032	0.003	0.000	0.003	0.143	0.123	0.055
標準偏差	0.213	0.381	0.167	0.032	0.000	0.024	0.378	0.548	0.222
最大	2.1	4.5	1.8	0.3	0	0.2	2.1	4.5	1.8
75%	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	87.4%	89.6%	92.7%	98.9%	100%	94.1%	59.5%	77.9%	88.0%

3つの調査期間の間において、有意な変化は見られない

看護師のみ、2018年、2020年、2021年の順でやや高くなっていく傾向が見られたが、それ以外の職種群では明らかな経時的被ばく量の変化は認められておらず、令和3年の電離則改正は医療従事者の被ばく量に対して大きな影響を与えていない可能性が高い、と結論づけられる。

2-2：職種間の比較

例数の少ない臨床検査技師、薬剤師、および雑多な職種を含むその他を除いての統計解析を行った。



3つの調査期間を集計した検討でも、各年ごとの検討でも、放射線技師の被ばく量が、他職種の被ばく量に対して、有意に高い値であった (p<0.01)。

次に被ばく線量が高い職種は医師であり、看護師、歯科医師に対して、有意に高い値となった(p<0.01)。

看護師は歯科医師に対して、全期間と2018年でp<0.01、2020年と2021年はp<0.05で高い値であった。

2-3：性別内訳、及び性別間の比較

全データ

年別	3年集計		2018		2020		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	4477	4599	1426	1630	1716	1631	1335	1338
平均	0.037	0.141	0.046	0.125	0.030	0.141	0.036	0.160
標準偏差	0.192	0.567	0.216	0.538	0.179	0.591	0.180	0.572
最大	3.3	11	3.1	9.6	3.3	11	2.8	9.6
75%	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

不均等被ばくなし

年別	3年集計		2018		2020		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	2467	2859	925	1075	953	1043	589	741
平均	0.016	0.040	0.021	0.039	0.010	0.028	0.016	0.059
標準偏差	0.132	0.319	0.162	0.249	0.009	0.009	0.122	0.337
最大	2.5	11	2.5	5.8	1.9	11	1.8	5.8
75%	0	0	0	0	0	0.3	0	0.2
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

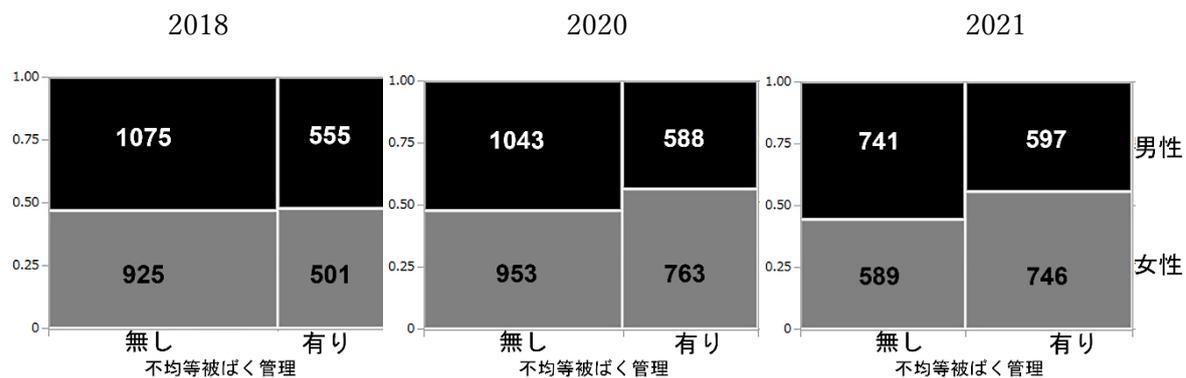
不均等被ばくのみ

年別	3年集計		2018		2020		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	2010	1740	501	555	763	588	746	597
平均	0.063	0.307	0.091	0.293	0.056	0.342	0.051	0.285
標準偏差	0.243	0.800	0.285	0.830	0.240	0.818	0.214	0.751
最大	3.3	9.6	3.1	9.6	3.3	9.3	2.8	9.6
75%	0	0	0	0	0	0.3	0	0.2
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

男性に比べて女性の被ばく量は3年の総集計でも、各年度毎の集計でも、有意に低い値であった(2020年の不均等被ばくなし群のみ $p < 0.05$ 、他 $p < 0.01$)。

被ばく量の経時的变化については、男女に分けた場合も明らかな変動は認められなかった。

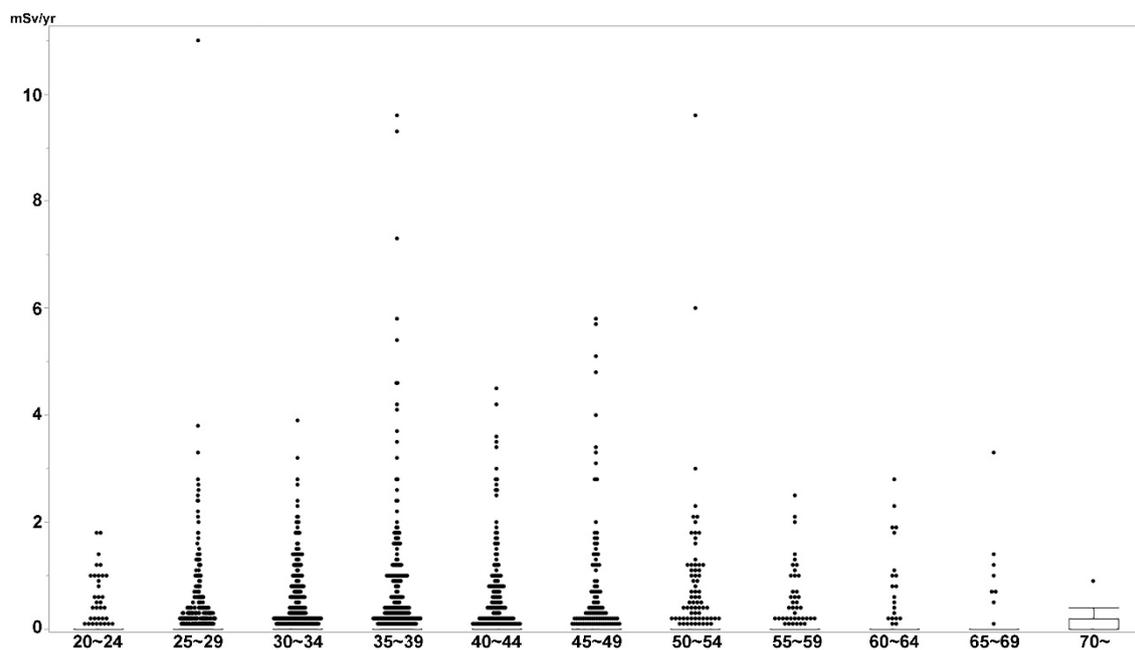
なお、不均等被ばくで管理されている者と、管理されていない者の男女別の分布について、2018年度は男女に有意な関係は認めていなかったが、2020年、2021年調査では、女性においてより不均等被ばくで管理される割合が高いことが観察された。($p < 0.01$)



2-4：年齢階層内訳、及び年齢階層間の比較

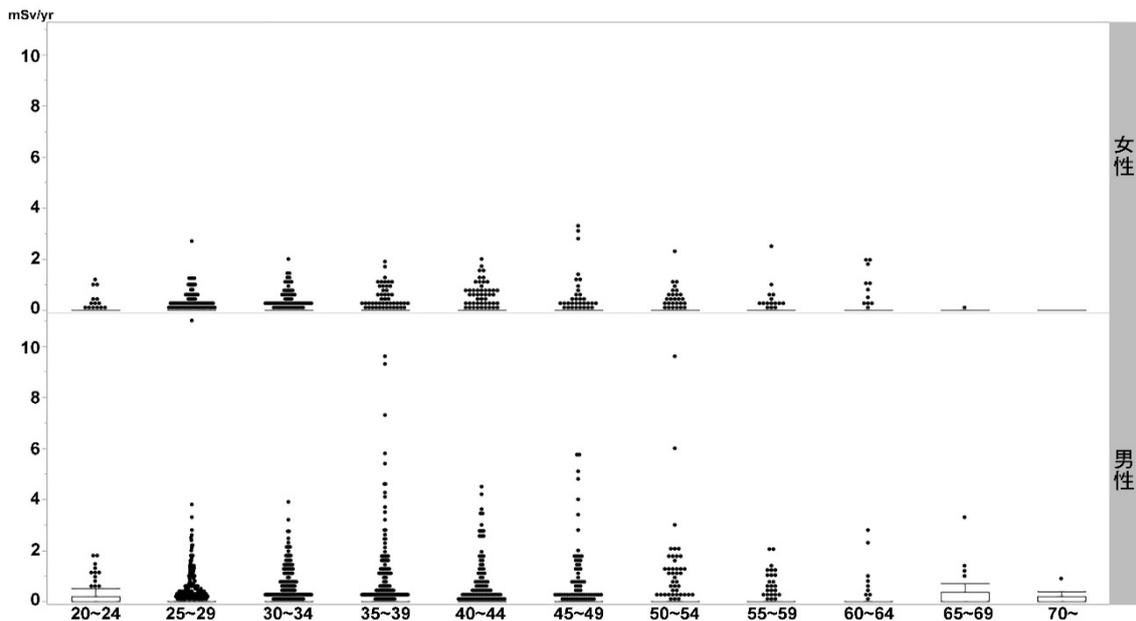
2-4-1：全データ

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	369	2116	1913	1563	1133	846	568	367	144	42	15
平均	0.06	0.07	0.07	0.12	0.10	0.10	0.11	0.07	0.13	0.21	0.12
標準偏差	0.23	0.37	0.30	0.58	0.40	0.51	0.57	0.27	0.43	0.60	0.25
最大	1.8	11	3.9	9.6	4.5	5.8	9.6	2.5	2.8	3.3	0.9
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



35～50 歳の値が高い傾向はみられるが、年齢階層間の被ばく量に統計学的に有意な違いは認められなかった。

2-4-2：性別毎



女性のみ

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	302	1250	883	631	497	390	272	172	63	14	3
平均	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.15	0.01	0.00
標準偏差	0.11	0.14	0.16	0.18	0.23	0.30	0.20	0.22	0.44	0.03	0.00
最大	1.2	2.7	2	1.9	2	3.3	2.3	2.5	1.9	0.1	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$p < 0.01$ で年齢と被ばく量に関係を認めた。

60~64歳の群が20~24, 25~29歳の群に比べて高い値となった ($p < 0.05$)

男性のみ

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	67	866	1030	932	636	456	296	195	81	28	12
平均	0.23	0.14	0.11	0.17	0.13	0.15	0.18	0.09	0.10	0.31	0.15
標準偏差	0.44	0.54	0.37	0.74	0.50	0.63	0.76	0.31	0.43	0.71	0.27
最大	1.8	11	3.9	9.6	4.5	5.8	9.6	2.1	2.8	3.3	0.9
75%	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.375	0.2
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$p < 0.01$ で年齢と被ばく量に関係を認めた。

25~29歳の群が、30~34, 25~29歳の群に比べて高い値となった (それぞれ、 $p < 0.01$, $p < 0.05$)。ただし、25~29歳に存在する1名の11mSvの影響が大きいと思われる。

2-4-3：調査年別

2018年のみ

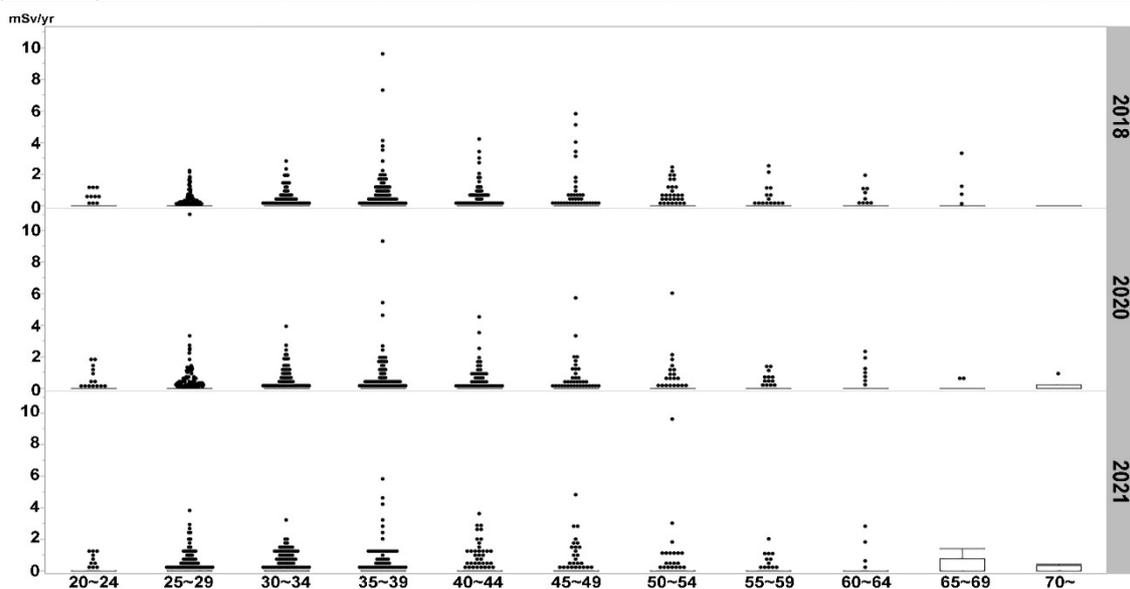
	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	85	715	664	560	387	271	194	103	54	21	2
平均	0.07	0.05	0.05	0.13	0.10	0.13	0.11	0.09	0.10	0.25	0.00
標準偏差	0.24	0.22	0.25	0.64	0.41	0.62	0.38	0.36	0.33	0.76	0.00
最大	1.2	2.2	2.8	9.6	4.2	5.8	2.3	2.5	1.9	3.3	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2020年のみ

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	142	774	702	562	418	312	215	147	54	13	8
平均	0.06	0.08	0.07	0.11	0.08	0.09	0.09	0.05	0.13	0.09	0.15
標準偏差	0.27	0.49	0.32	0.57	0.37	0.44	0.48	0.20	0.44	0.23	0.31
最大	1.8	11	3.9	9.3	4.5	5.7	6	1.4	2.3	0.7	0.9
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.175
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2021年のみ

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	142	627	547	441	328	263	159	117	36	8	5
平均	0.04	0.08	0.10	0.12	0.11	0.10	0.15	0.07	0.15	0.30	0.12
標準偏差	0.17	0.33	0.32	0.51	0.43	0.46	0.83	0.26	0.55	0.57	0.18
最大	1	3.8	3.2	5.8	3.6	4.8	9.6	2	2.8	1.4	0.4
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.3
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



調査年別の解析でも、年齢階層ごとの被ばく量に有意差は認められない。

2-5：職種ごとの個別検討

例数が多く、例数が比較的均等に分布する、医師・歯科医師・看護師・放射線技師に関して個別の検討を行った

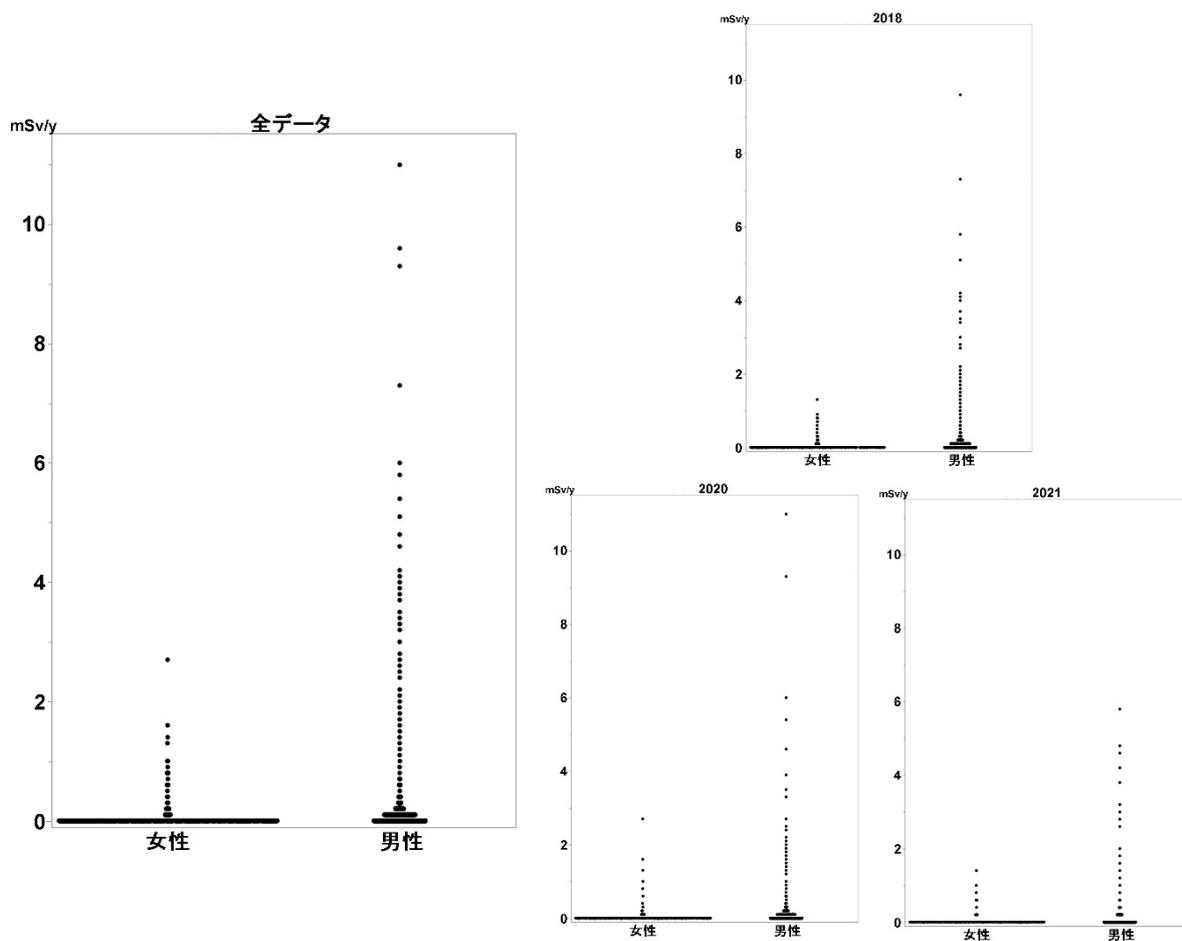
2-5-1：医師

2-5-1-1：性別

年別	全体		2018		2020		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	1012	3097	370	1127	364	1105	278	865
平均	0.034	0.125	0.030	0.118	0.032	0.125	0.042	0.135
標準偏差	0.169	0.577	0.131	0.586	0.197	0.620	0.174	0.503
最大	2.7	11	1.3	9.6	2.7	11	1.4	5.8
75%	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

$p < 0.01$ で男性の被ばく量が大きい

2018, 2020, 2021 年の調査すべてに共通した傾向である。

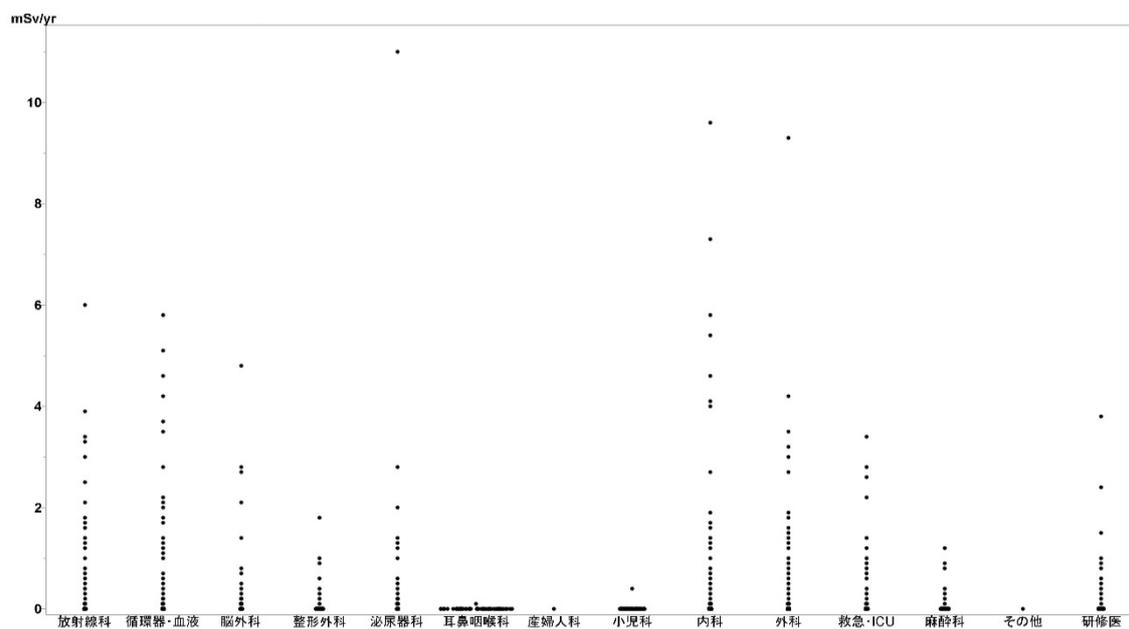


2-5-1-2：医師：所属科・部署

2-5-1-2-1：医師：所属科・部署（全期間）

	放射線	循環・血液	脳外科	整形外科	泌尿器科	耳鼻咽喉科	産婦人科
n	277	320	174	271	177	69	96
平均	0.252	0.224	0.130	0.028	0.188	0.001	0.000
標準偏差	0.668	0.736	0.548	0.151	0.894	0.012	0.000
最大	6	5.8	4.8	1.8	11	0.1	0
75%	0.1	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

	小児科	内科	外科	救急ICU	麻酔科	その他	研修医
n	113	934	413	226	319	88	630
平均	0.004	0.081	0.166	0.147	0.027	0.000	0.049
標準偏差	0.038	0.558	0.656	0.429	0.140	0.000	0.220
最大	0.4	9.6	9.3	3.4	1.2	0	3.8
75%	0	0	0	0.1	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0



3年の全データの解析において、他部門に対して高い所属・部署は

- 1) 救急・ICU（脳外科、整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、外科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）、
- 2) 放射線科（循環・血液、脳外科、整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、外科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）、
- 3) 循環・血液（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対し有意）
- 4) 泌尿器科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、研修医に対し有意）
- 5) 研修医（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意）、
- 6) 脳外科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）、7) 外科（耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、麻酔科に対して有意）、7) 整形外科（産婦人科、小児科、その他に対し有意）、
- 8) その他（内科、外科、麻酔科に対して有意）、
- 9) 麻酔科（産婦人科、小児科に対して有意）であった。

2-5-1-2-2：医師：所属科・部署（2018年）

	放射線	循環・血液	脳外科	整形外科	泌尿器科	耳鼻咽喉科	産婦人科
n	105	100	71	79	62	20	25
平均	0.175	0.335	0.087	0.047	0.068	0	0
標準偏差	0.496	1.010	0.408	0.235	0.192	0	0
最大	3.4	5.8	2.7	1.8	1.3	0	0
75%	0.2	0	0	0	0.2	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

	小児科	内科	外科	救急ICU	麻酔科	その他	研修医
n	44	325	171	69	110	39	277
平均	0.000	0.106	0.102	0.183	0.017	0.000	0.042
標準偏差	0.000	0.747	0.428	0.566	0.108	0.000	0.145
最大	0	9.6	3.5	3.4	0.8	0	1.5
75%	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

2018年調査において他科に対して有意に高い科・部門は

- 1) 救急・ICU（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意）
- 2) 放射線科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意）、
- 3) 循環・血液（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 4) 泌尿器科（脳外科、整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 5) 研修医（産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意）
- 6) 脳外科（小児科、その他に対し有意）
- 7) 外科（小児科、産婦人科に対し有意）
- 8) その他（内科に対し有意）
- 9) 内科（小児科に対し有意）であった

2-5-1-2-3：医師：所属科・部署（2020年）

	放射線	循環・血液	脳外科	整形外科	泌尿器科	耳鼻咽喉科	産婦人科
n	93	131	55	104	60	29	46
平均	0.353	0.168	0.060	0.010	0.267	0	0
標準偏差	0.918	0.506	0.145	0.043	1.437	0	0
最大	6	3.5	0.7	0.3	11	0.1	0
75%	0.15	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

	小児科	内科	外科	救急ICU	麻酔科	その他	研修医
n	36	334	137	79	109	23	233
平均	0.000	0.068	0.204	0.115	0.032	0.000	0.047
標準偏差	0.000	0.448	0.889	0.306	0.164	0.000	0.190
最大	0	5.4	9.3	2.2	1.2	0	2.4
75%	0	0	0	0.1	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

2020年（電離則施行前）調査において他科に対して有意に高い科・部門は

- 1) 救急・ICU（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）
- 2) 放射線科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、外科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）、
- 3) 循環・血液（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 4) 泌尿器科（整形外科、産婦人科、耳鼻咽喉科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 5) 研修医（整形外科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意）
- 6) 脳外科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 7) 外科（整形外科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）

2-5-1-2-4：医師：所属科・部署（2021年）

	放射線	循環・血液	脳外科	整形外科	泌尿器科	耳鼻咽喉科	産婦人科
n	79	89	48	88	55	20	25
平均	0.235	0.182	0.275	0.032	0.236	0	0
標準偏差	0.486	0.646	0.897	0.135	0.533	0	0
最大	3	4.6	4.8	1	2.8	0	0
75%	0.2	0	0	0	0.2	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

	小児科	内科	外科	救急ICU	麻酔科	その他	研修医
n	33	275	105	78	100	28	120
平均	0.012	0.065	0.223	0.149	0.032	0.000	0.072
標準偏差	0.070	0.392	0.601	0.397	0.144	0.000	0.368
最大	0.4	5.8	4.2	2.6	0.8	0	3.8
75%	0	0	0.1	0.05	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

2021年（電離則施行後）調査において他科に対して有意に高い科・部門は

- 1) 救急・ICU（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）
- 2) 放射線科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）、
- 3) 循環・血液（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対し有意）
- 4) 泌尿器科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対し有意）
- 5) 外科（整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他、研修医に対して有意）
- 6) 脳外科（産婦人科、麻酔科、その他に対し有意）であった。

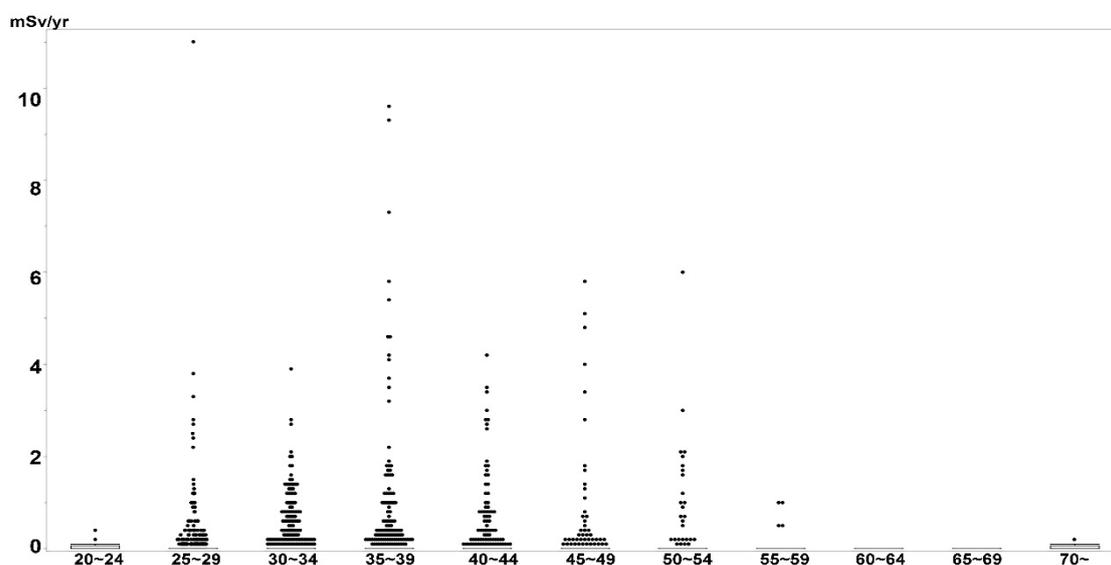
全期間を通しての傾向として、他科よりも被ばく量が高いことが統計的に頑強である科・部門は

- 1) 救急・ICU、2) 放射線科、3) 循環・血液、4) 泌尿器科
 であると考えられた。

2-5-1-3：医師：年齢階層

2-5-1-3-1：医師：年齢階層（全期間）

	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	16	810	1024	844	606	400	230	108	51	12	8
平均	0.050	0.099	0.080	0.144	0.104	0.106	0.125	0.028	0	0	0.038
標準偏差	0.110	0.498	0.311	0.730	0.430	0.567	0.549	0.150	0	0	0.074
最大	0.4	11	3.9	9.6	4.2	5.8	6	1	0	0	0.2
75%	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.075
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



全期間のデータでは、 $p < 0.01$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

70歳以上の階層が、55~59に対して $p < 0.05$, 60~64に対して $p < 0.05$ 高い

20~24の階層が、55~64の階層に対して $p < 0.01$ で

25~29の階層が、30~49, 55~64に対して、 $p < 0.01$ で、50~54に対して $p < 0.05$ で

30~34の階層が、55~64に対して、 $p < 0.01$ で

35~39の階層が、55~64に対して、 $p < 0.01$ で

40~44の階層が、55~64に対して、 $p < 0.01$ で

45~49の階層が、55~64に対して、 $p < 0.05$ で

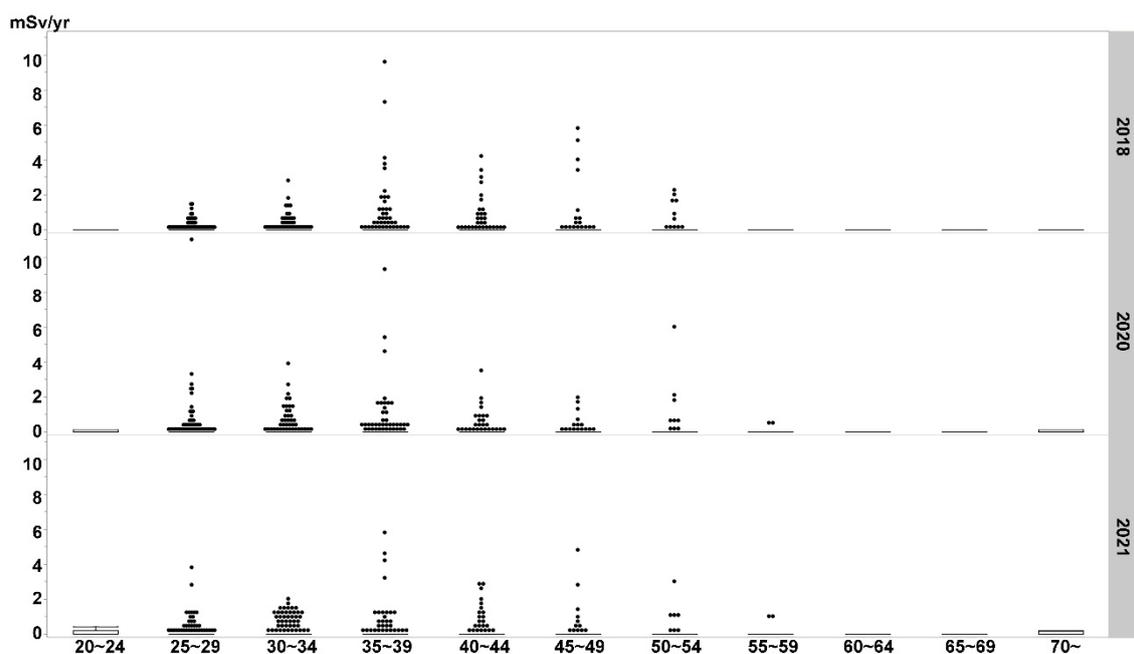
50~54の階層が、55~64に対して、 $p < 0.05$ で高い値であった。

2-5-1-3-2：醫師：年齡階層（年別）

2018	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	2	297	354	332	235	137	82	34	17	6	1
平均	0.000	0.056	0.053	0.151	0.111	0.164	0.117	0.000	0	0	0.000
標準偏差	0.000	0.182	0.242	0.790	0.486	0.795	0.416	0.000	0	0	0
最大	0	1.5	2.8	9.6	4.2	5.8	2.1	0	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2020	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	7	291	385	284	209	140	87	39	20	4	3
平均	0.029	0.142	0.079	0.143	0.077	0.054	0.141	0.026	0	0	0.033
標準偏差	0.049	0.744	0.352	0.740	0.334	0.245	0.709	0.112	0	0	0.058
最大	0.1	11	3.9	9.3	3.5	1.8	6	0.5	0	0	0.1
75%	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2021	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	7	222	285	228	162	123	61	35	14	2	4
平均	0.086	0.098	0.116	0.138	0.130	0.099	0.111	0.057	0	0	0.050
標準偏差	0.157	0.367	0.324	0.624	0.452	0.521	0.444	0.236	0	0	0.100
最大	0.4	3.8	2	5.8	2.8	4.8	3	1	0	0	0.2
75%	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



2018年データでは年齢との有意な関係は認められなかった。

2020年データでは $p < 0.05$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

20～24歳の階層が60～64に対して $p < 0.05$ で、

25～29歳の階層が、30～34に対して $p < 0.01$, 35～64に対して $p < 0.05$ で、

70歳以上が60～64に対して $p < 0.05$ で高い値であった。

2020年データでは年齢との有意な関係は認められなかった。

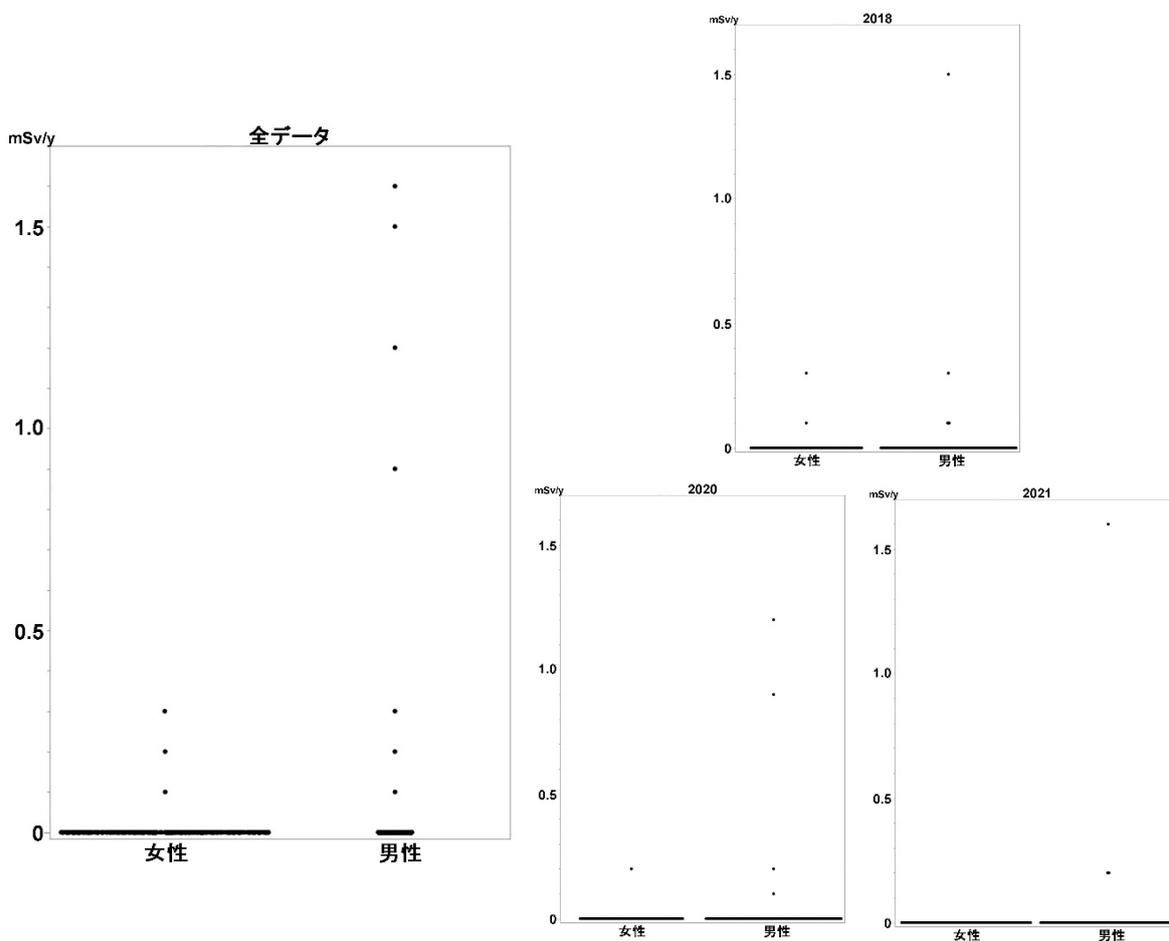
総合的に見て、55歳以上は低く、他はやや若年者で被ばく量が高くなる傾向が見られる

2-5-2：歯科医師

2-5-2-1：歯科医師：性別

年別	全体		2018		2020		2021	
男女	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	344	420	139	172	102	137	103	111
平均	0.002	0.015	0.003	0.012	0.002	0.018	0.000	0.018
標準偏差	0.020	0.131	0.027	0.117	0.020	0.129	0.000	0.154
最大	0.3	1.6	0.3	1.5	0.2	1.2	0	1.6
75%	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

全体では $p < 0.05$ で男性が大きいですが、調査年別解析では有意差に至らない。



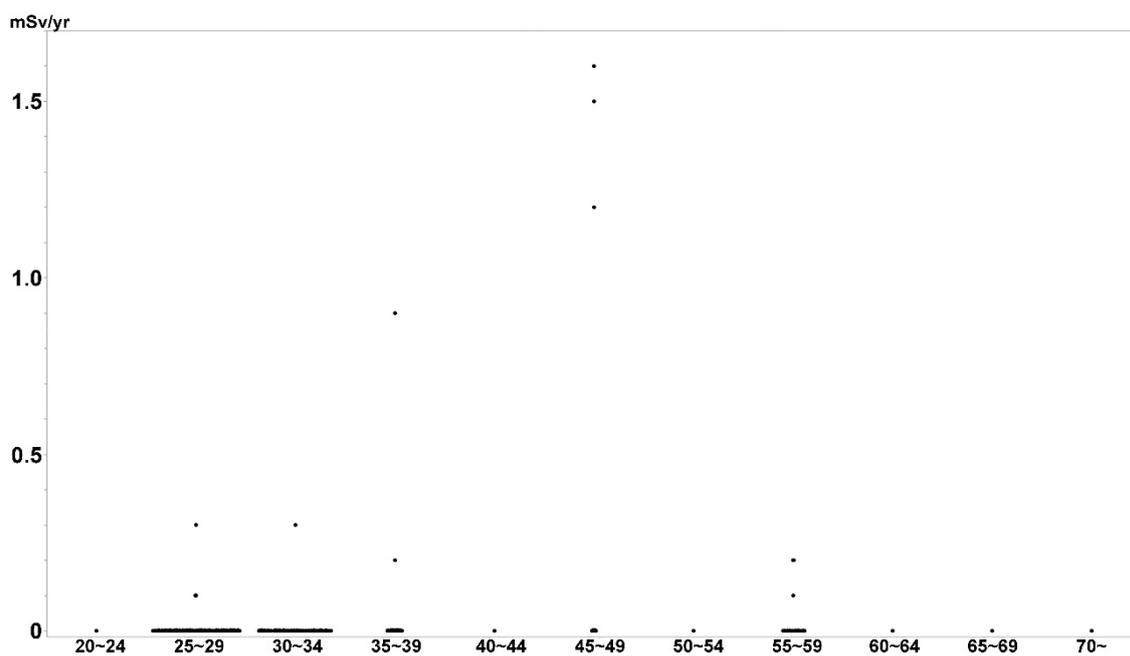
2-5-2-2：歯科医師：所属科・部署

歯科医はほぼ同一部署に属するため、検討は行わなかった

2-5-2-3：歯科医師：年齢階層

2-5-2-3-1：歯科医師：年齢階層（全期間）

全期間	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	13	307	170	84	44	50	39	41	11	4	1
平均	0.000	0.002	0.002	0.013	0.000	0.086	0.000	0.017	0	0	0.000
標準偏差	0.000	0.020	0.023	0.100	0.000	0.346	0.000	0.054	0	0	
最大	0	0.3	0.3	0.9	0	1.6	0	0.2	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



全期間データでは、 $p < 0.05$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

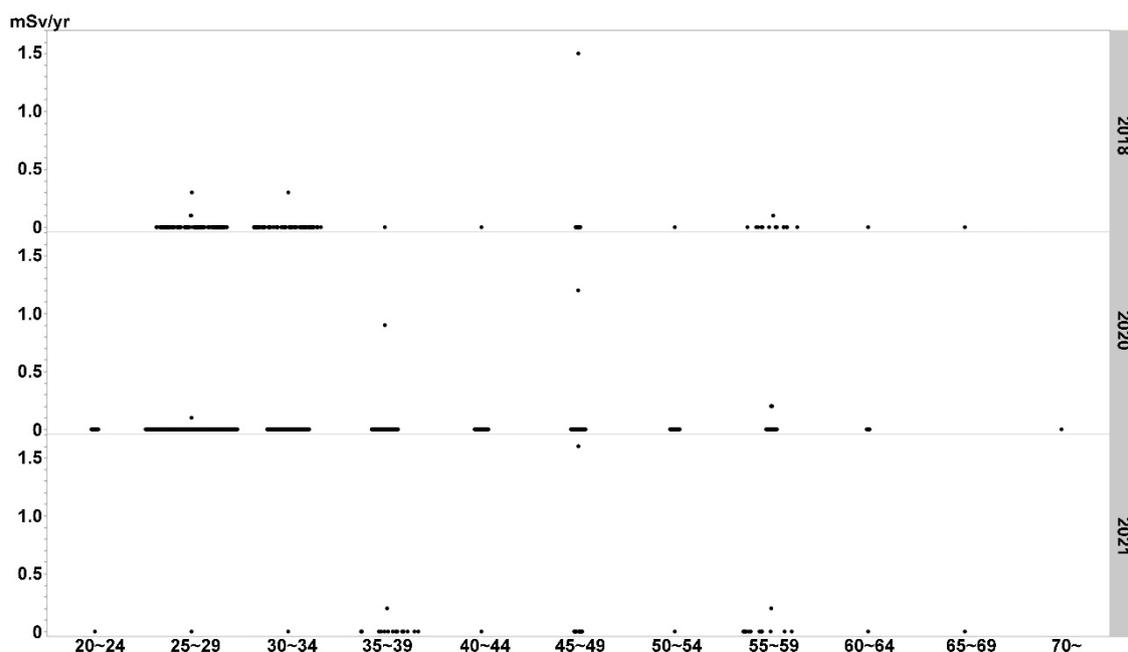
55~59歳の階層が25~34に対して $p < 0.01$ で、40~44, 50~54に対して $p < 0.05$ で、45~49歳の階層が、25~34に対して、 $p < 0.05$ で大きい。

2-5-2-3-2: 歯科医師: 年齢階層 (年別)

2018	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n		112	83	40	17	19	18	14	5	3	0
平均		0.005	0.004	0.000	0.000	0.079	0.000	0.007	0	0	
標準偏差		0.032	0.033	0.000	0.000	0.344	0.000	0.027	0	0	
最大	0	0.3	0.3	0	0	1.5	0	0.1	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2020	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	8	96	44	29	15	17	11	14	4	0	1
平均	0.000	0.001	0.000	0.031	0.000	0.071	0.000	0.029	0	0	0.000
標準偏差	0.000	0.010	0.000	0.167	0.000	0.291	0.000	0.073	0	0	
最大	0	0.1	0	0.9	0	1.2	0	0.2	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2021	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	5	99	43	15	12	14	10	13	2	1	0
平均	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.114	0.000	0.015	0	0	0
標準偏差	0.000	0.000	0.000	0.052	0.000	0.428	0.000	0.055	0	0	0
最大	0	0	0	0.2	0	1.6	0	0.2	0	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



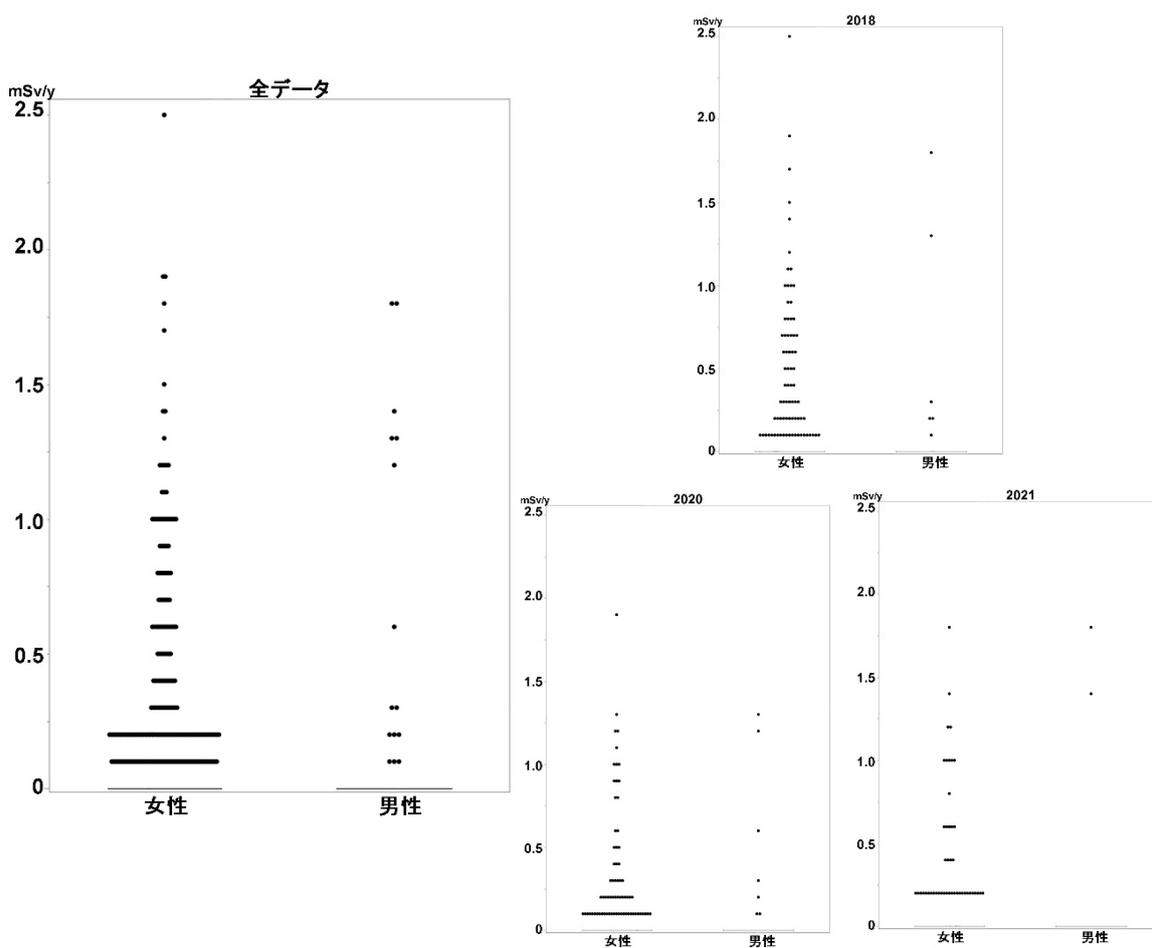
調査年ごとの解析では有意差は認められない。

2-5-3: 看護師

2-5-3-1: 看護師: 性別

年別	全体		2018		2020		2021	
男女	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	2753	403	799	120	1118	151	836	132
平均	0.031	0.027	0.048	0.033	0.023	0.025	0.026	0.024
標準偏差	0.160	0.184	0.209	0.205	0.130	0.154	0.141	0.198
最大	2.5	1.8	2.5	1.8	1.9	1.3	1.8	1.8
75%	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

全体では $p < 0.05$ で女性が大きいですが、調査年ごとの解析では有意差に至らない。



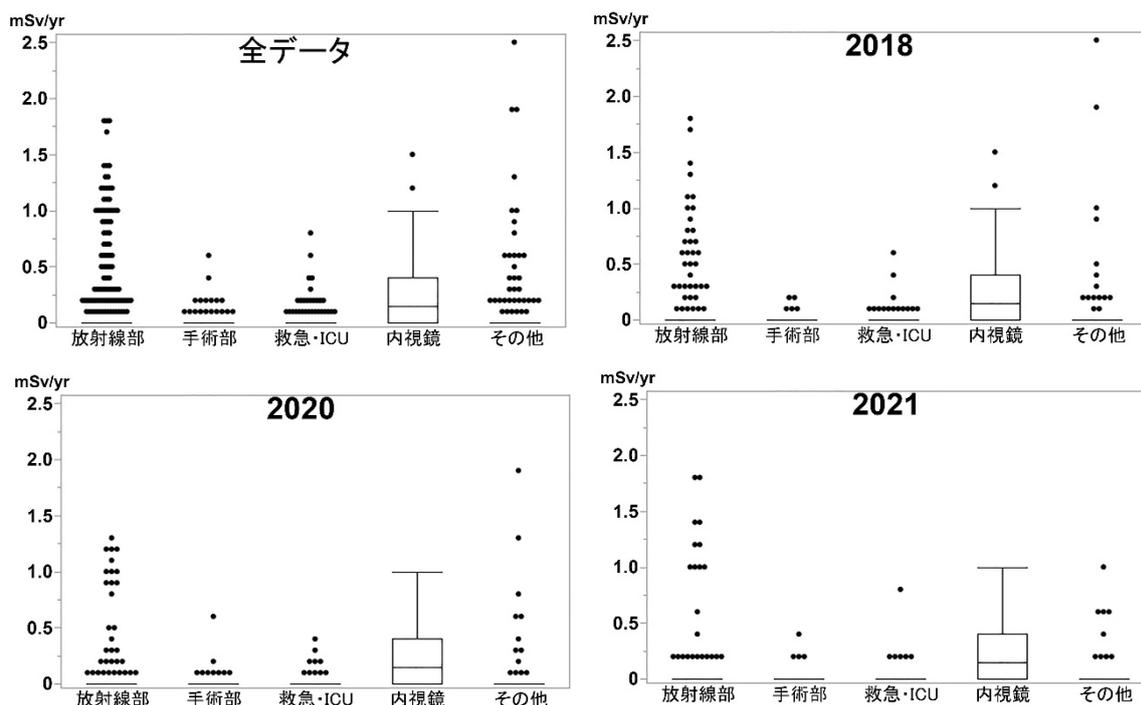
2-5-3-2：看護師：所属部署(全期間、2018、2020、2021)

全データ	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	390	624	1051	46	1045
平均	0.142	0.005	0.006	0.263	0.019
標準偏差	0.343	0.037	0.043	0.357	0.144
最大	1.8	0.6	0.8	1.5	2.5
75%	0	0	0	0.4	0
中央値	0	0	0	0.15	0
25%	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0

2018	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	142	212	309	12	244
平均	0.159	0.003	0.007	0.667	0.036
標準偏差	0.351	0.023	0.046	0.458	0.223
最大	1.8	0.2	0.6	1.5	2.5
75%	0	0	0	0.25	0
中央値	0	0	0	0.7	0
25%	0.1	0	0	0.95	0
最小	0	0	0	0	0

2020	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	138	212	395	18	506
平均	0.122	0.007	0.005	0.128	0.013
標準偏差	0.011	0.009	0.006	0.030	0.006
最大	1.3	0.6	0.4	0.5	1.9
75%	0	0	0	0.2	0
中央値	0	0	0	0.1	0
25%	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0

2021	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	138	212	395	18	506
平均	0.122	0.007	0.005	0.128	0.013
標準偏差	0.011	0.009	0.006	0.030	0.006
最大	1.3	0.6	0.4	0.5	1.9
75%	0	0	0	0.2	0
中央値	0	0	0	0.1	0
25%	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0

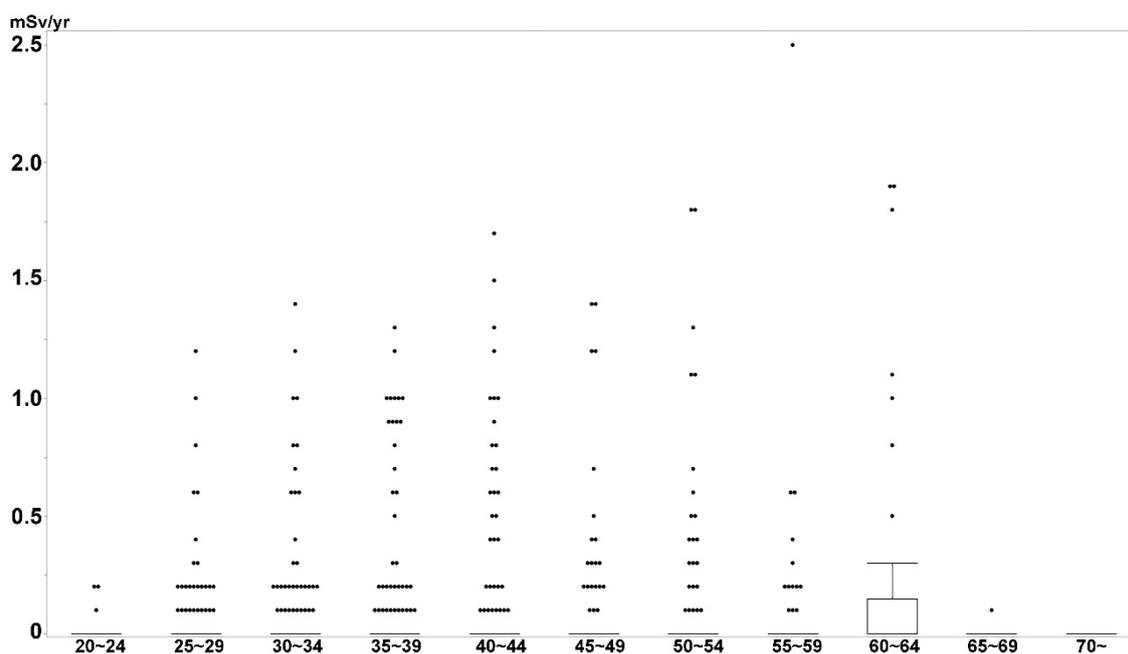


全データ、調査年ごとのデータのいずれにおいても、内視鏡室・放射線部所属が残る3部署に対して常に $p < 0.01$ で高い。極めて頑強な差である。

2-5-3-3：看護師：年齢階層

2-5-3-3-1：看護師：年齢階層（全期間）

全期間	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	278	800	552	480	362	280	226	119	45	12	2
平均	0.002	0.010	0.024	0.037	0.051	0.035	0.056	0.048	0	0	0.000
標準偏差	0.018	0.076	0.127	0.168	0.209	0.171	0.232	0.247	1	0	0.000
最大	0.2	1.2	1.4	1.3	1.7	1.4	1.8	2.5	1.9	0.1	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



全期間のデータでは、 $p < 0.01$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

65~69 の階層が、20~24 の階層に対して $p < 0.05$

60~64 歳の階層が、20~59 に対して $p < 0.01$

55~59 の階層が 20~29 に対して $p < 0.01$

50~54 の階層が 20~29 に対して $p < 0.01$

45~49 の階層が 20~29 に対して $p < 0.01$

40~44 の階層が 20~29 に対して $p < 0.01$

35~39 の階層が 20~29 に対して $p < 0.01$,

30~34 の階層が、20~24 に対して $p < 0.01$, 25~29 に対して $p < 0.05$

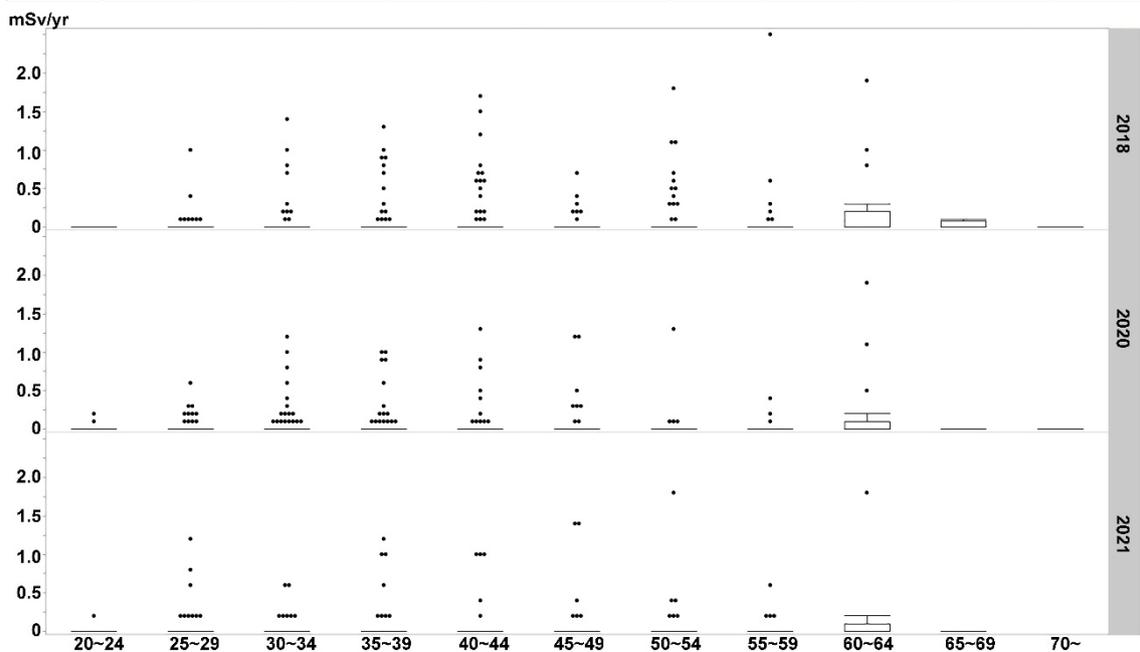
25~29 の階層が 20~24 の階層に対して $p < 0.05$ で大きい。

2-5-3-3-1：看護師：年齢階層（2018，2020，2021年別）

2018	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	66	241	173	141	98	81	67	28	19	4	1
平均	0.000	0.008	0.029	0.051	0.104	0.026	0.116	0.136	0	0	0.000
標準偏差	0.000	0.071	0.156	0.199	0.301	0.101	0.315	0.481	0	0	
最大	0	1	1.4	1.3	1.7	0.7	1.8	2.5	1.9	0.1	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.075	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2020	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	103	314	215	197	152	117	92	55	17	6	1
平均	0.003	0.008	0.027	0.030	0.030	0.034	0.017	0.013	0	0	0.000
標準偏差	0.022	0.048	0.133	0.144	0.152	0.168	0.136	0.061	1	0	
最大	0.2	0.6	1.2	1	1.3	1.2	1.3	0.4	1.9	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2021	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	109	245	164	142	112	82	67	36	9	2	0
平均	0.002	0.016	0.013	0.032	0.032	0.046	0.048	0.033	0	0	0
標準偏差	0.014	0.010	0.012	0.013	0.014	0.016	0.018	0.025	0	0	0
最大	0.2	1.2	0.6	1.2	1	1.4	1.8	0.6	1.8	0	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



2018年のデータでは、 $p < 0.01$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

65～69歳の階層が、20～24歳の階層に対して $p < 0.01$ 、25～29歳に対して $p < 0.05$

60～64歳の階層が、20～59歳に対して $p < 0.01$

55～59歳の階層が20～40、45～49歳に対して $p < 0.01$

50～54歳の階層が20～34歳に対して $p < 0.01$ 、45～49歳に対して $p < 0.05$

45～49歳の階層が20～29歳に対して $p < 0.05$

40～44歳の階層が20～34歳に対して $p < 0.01$

35～39歳の階層が20～29歳に対して $p < 0.01$ 、

30～34歳の階層が、20～24歳に対して $p < 0.05$ で大きい。

2020年のデータでは、 $p < 0.05$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

60～64歳の階層が、20～29、50～54歳に対して $p < 0.01$ 、30～49、55～59歳に対して $p < 0.05$

35～39歳の階層が20～29歳に対して $p < 0.05$ 、

30～34歳の階層が、20～29歳に対して $p < 0.05$ で大きい。

2021年のデータでは、 $p < 0.05$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

60～64歳の階層が、20～29歳に対して $p < 0.01$ 、30～34、40～44歳に対して $p < 0.05$

55～59歳の階層が20～24歳に対して $p < 0.01$ 、25～29歳に対して $p < 0.05$

50～54歳の階層が20～24歳に対して $p < 0.01$ 、

45～49歳の階層が20～24歳に対して $p < 0.05$

35～39歳の階層が20～24歳に対して $p < 0.05$ で大きい。

。

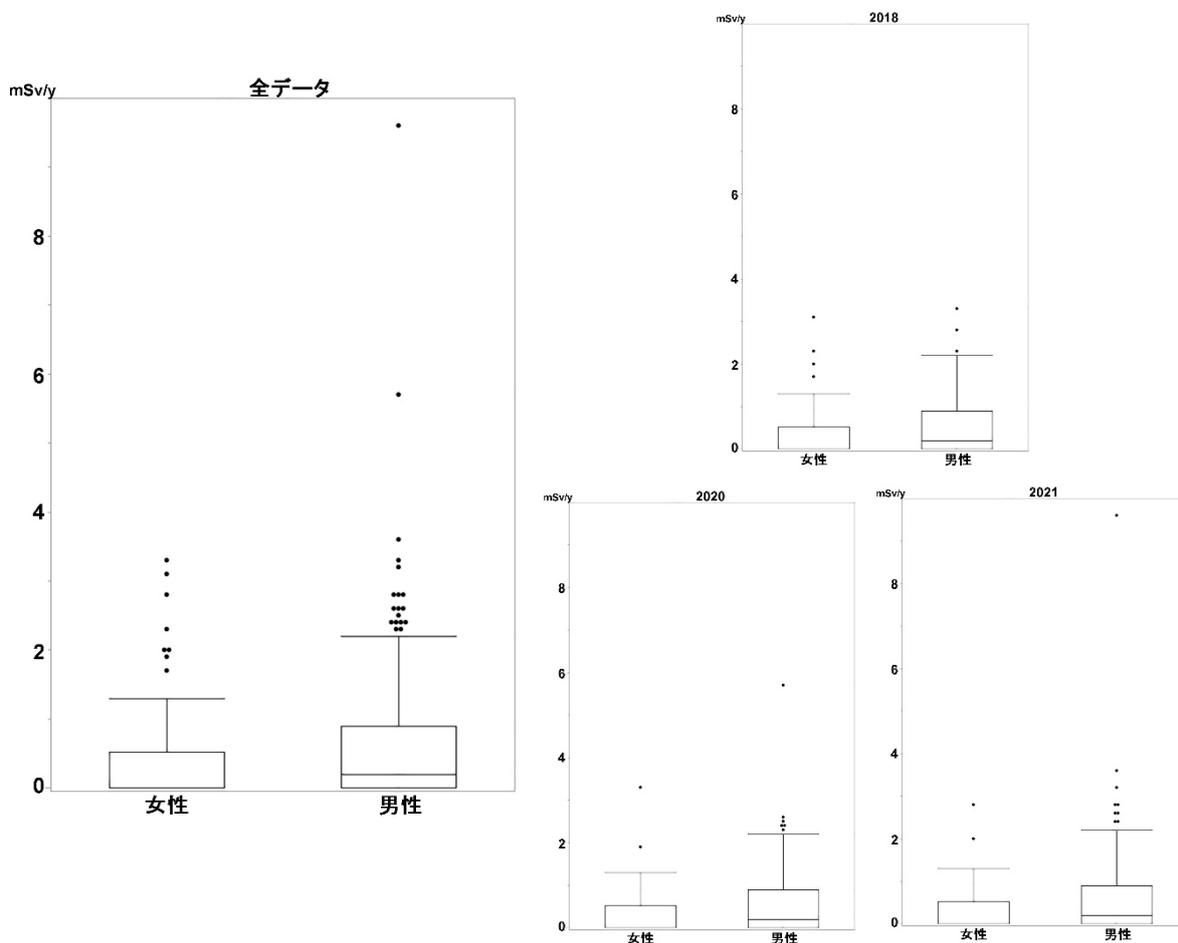
全体的傾向として、若年者が高齢者よりも被ばく量が抑えられているという傾向が見られる。

2-5-4：放射線技師

2-5-4-1：放射線技師：性別

年別	全体		2018		2020		2021	
男女	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	106	394	33	130	37	132	36	132
平均	0.389	0.560	0.409	0.461	0.386	0.570	0.372	0.647
標準偏差	0.688	0.885	0.778	0.646	0.684	0.815	0.620	1.121
最大	3.3	9.6	3.1	3.3	3.3	5.7	2.8	9.6
75%	0.525	0.9	0.35	0.6	0.7	0.975	0.6	1
中央値	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0	0.2
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0

全体では $p < 0.05$ で男性が大きいですが、調査年別解析では有意差に至らない。



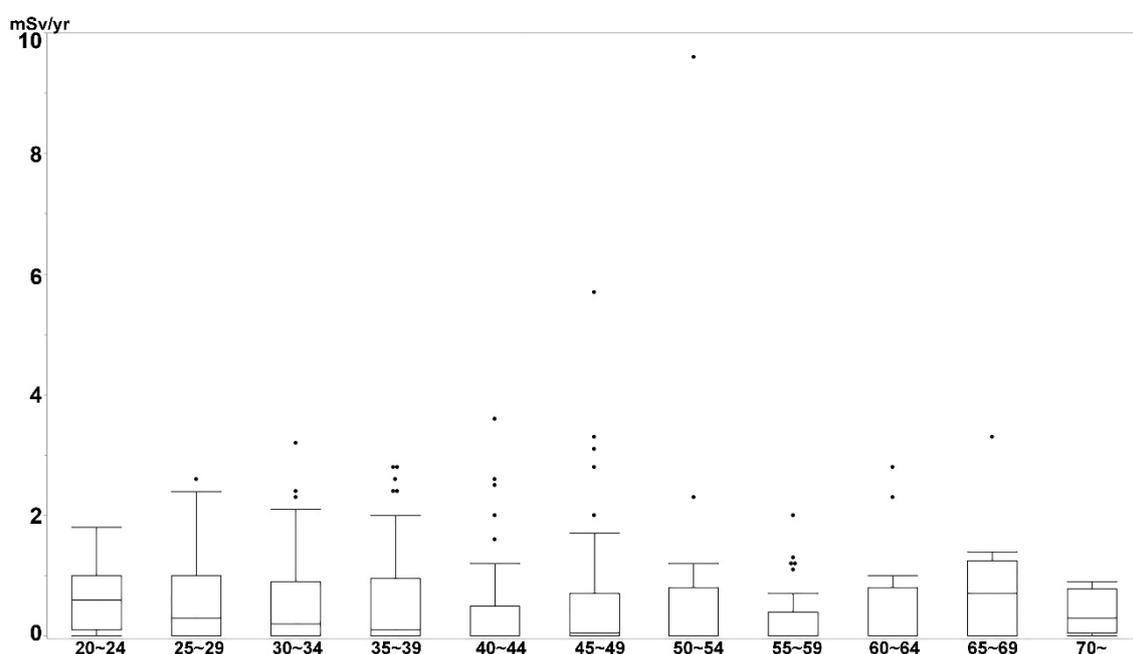
2-5-4-2：所属科・部署

放射線技師は同一部署に属するため、検討は行わなかった

2-5-4-3：放射線技師：年齢階層

2-5-4-3-1：放射線技師：年齢階層（全期間）

全期間	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	27	107	83	85	50	48	39	32	15	10	4
平均	0.667	0.536	0.518	0.515	0.418	0.588	0.592	0.291	1	1	0.375
標準偏差	0.544	0.640	0.720	0.766	0.782	1.124	1.575	0.521	1	1	0.386
最大	1.8	2.6	3.2	2.8	3.6	5.7	9.6	2	2.8	3.3	0.9
75%	1	1	0.9	0.95	0.5	0.7	0.8	0.4	0.8	1.25	0.775
中央値	0.6	0.3	0.2	0.1	0	0.05	0	0	0	0.7	0.3
25%	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



全期間データでは、 $p < 0.05$ で年齢階層間に被ばく量の違いが見られた。

20~24 の階層が 35~39, 45~54 に対して $p < 0.05$, 40~44, 55~59 に対して $p < 0.01$

25~29 の階層が 40~44 に対して $p < 0.05$, 55~59 に対して $p < 0.01$

30~34 の階層が 55~59 に対して $p < 0.05$

65~69 歳の階層が、55~59 に対して $p < 0.05$ 高い被ばく量であった。

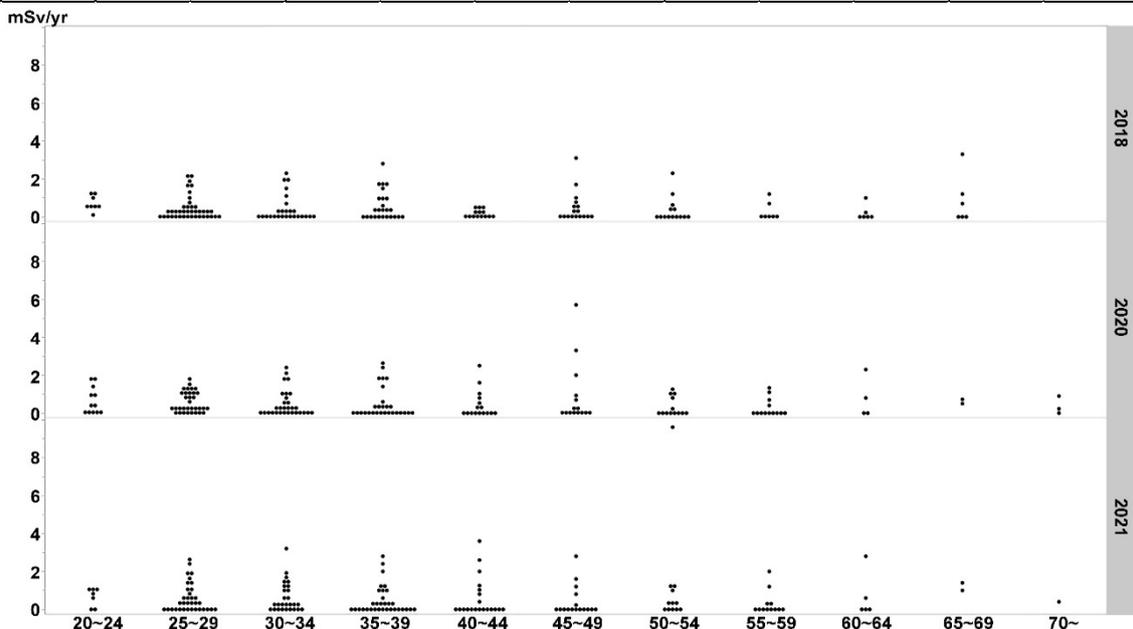
若年者の被ばく量が高い傾向があると思われる。

2-5-4-3-2：放射線技師：年齢階層（2018, 2020, 2021 年別）

2018	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	8	40	26	25	14	17	14	7	6	6	4
平均	0.713	0.453	0.435	0.576	0.164	0.488	0.350	0.286	0	1	0.375
標準偏差	0.387	0.622	0.705	0.751	0.198	0.813	0.662	0.478	0	1	0.386
最大	1.2	2.2	2.3	2.8	0.5	3.1	2.3	1.2	1	3.3	0.9
75%	1.15	0.5	0.475	1	0.275	0.65	0.45	0.7	0.4	1.725	0.775
中央値	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
25%	0.6	0.25	0.1	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0.35	0.05
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2020	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	12	33	30	28	16	15	13	13	4	2	3
平均	0.658	0.573	0.497	0.514	0.438	0.887	0.323	0.269	1	1	0.367
標準偏差	0.700	0.531	0.695	0.820	0.722	1.627	0.482	0.466	1	0	0.473
最大	1.8	1.8	2.4	2.6	2.5	5.7	1.2	1.3	2.3	0.7	0.9
75%	1.3	1.1	0.825	0.55	0.725	0.9	0.85	0.55	1.925	0.7	0.9
中央値	0.4	0.3	0.2	0.05	0	0.1	0	0	0.4	0.6	0.2
25%	0.025	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2021	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	7	34	27	32	20	16	12	12	5	2	1
平均	0.629	0.600	0.622	0.469	0.580	0.413	1.167	0.317	1	1	0.400
標準偏差	0.454	0.755	0.775	0.749	1.032	0.808	2.698	0.635	1	0	
最大	1	2.6	3.2	2.8	3.6	2.8	9.6	2	2.8	1.4	0.4
75%	1	1	1.2	0.9	0.95	0.65	1.15	0.35	1.7	1.4	0.4
中央値	0.8	0.4	0.2	0	0	0	0.3	0	0	1.2	0.4
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.4



調査年ごとのデータ解析では、有意な傾向を認めなかった。

全体として看護師の群とは逆に若年者の被曝量がやや高い傾向があるが、看護師ほど明瞭な傾向は認められなかった。

3：大学病院と総合病院の比較（2018年データのみ）

3-1：全体解析

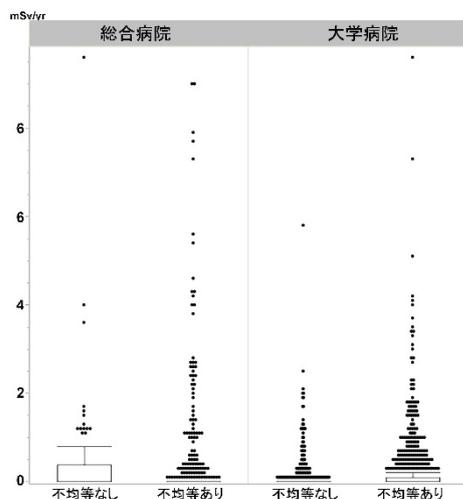
年別	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	601	3056	100	2000	501	1056
平均	0.343	0.088	0.410	0.031	0.329	0.197
標準偏差	0.024	0.011	1.136	0.213	0.036	0.025
最大	9.6	9.6	9.6	5.8	9	9.6
75%	0	0.1	0.375	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0
0の割合	73.7%	86.9%	58.0%	93.8%	76.8%	73.8%

全データの解析では、総合病院が大学病院より有意に被ばく量が高い（ $p<0.01$ ）という結果であった。

不均等被ばくで管理されている者のみでの検討では、有意差は認められなかった。

一方、不均等被ばくで管理されていない群を比較すると、総合病院での被ばく量が有意に高かった（ $p<0.01$ ）。不均等被ばくで管理されていない群のうち被ばく量が0（測定限界以下）となっていた者の割合が、大学病院に比べて明らかに低い特徴が認められた。

3-2：不均等被ばくで管理されている者とそれ以外の比較



不均等被ばくで管理されている者と、管理されていない者の対比では、総合病院では不均等被ばくで管理されていない者の方が被ばく量が有意に高い（ $p<0.01$ ）という結果が得られた。

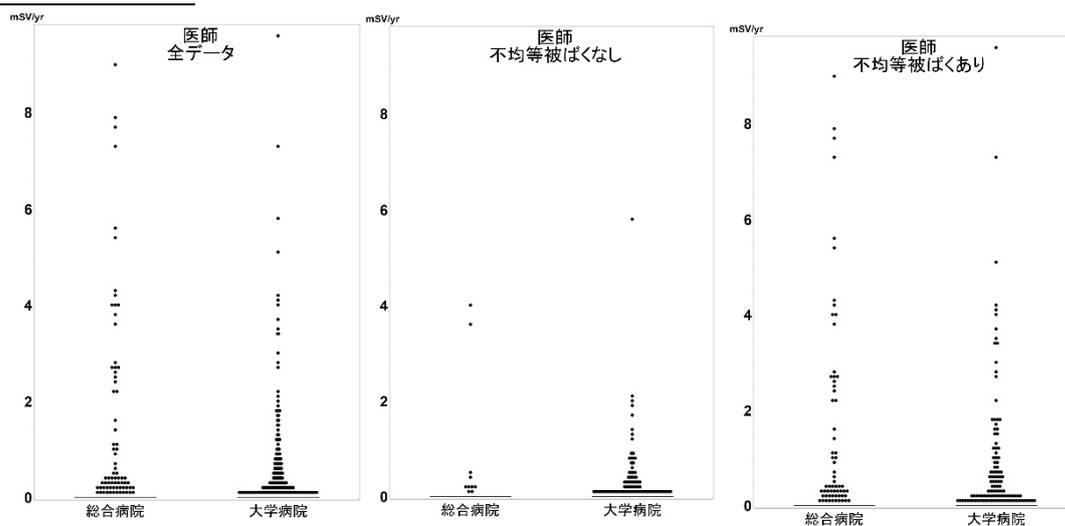
これは、大学病院とは逆の関係となっている。

3-3：職種別の大学病院/総合病院比較

医師

医師	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	309	1497	33	1063	276	434
平均	0.366	0.096	0.288	0.035	0.375	0.246
標準偏差	1.220	0.514	0.915	0.240	1.252	0.860
最大	9	9.6	4	5.8	9	9.6
75%	0	0	0.15	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0

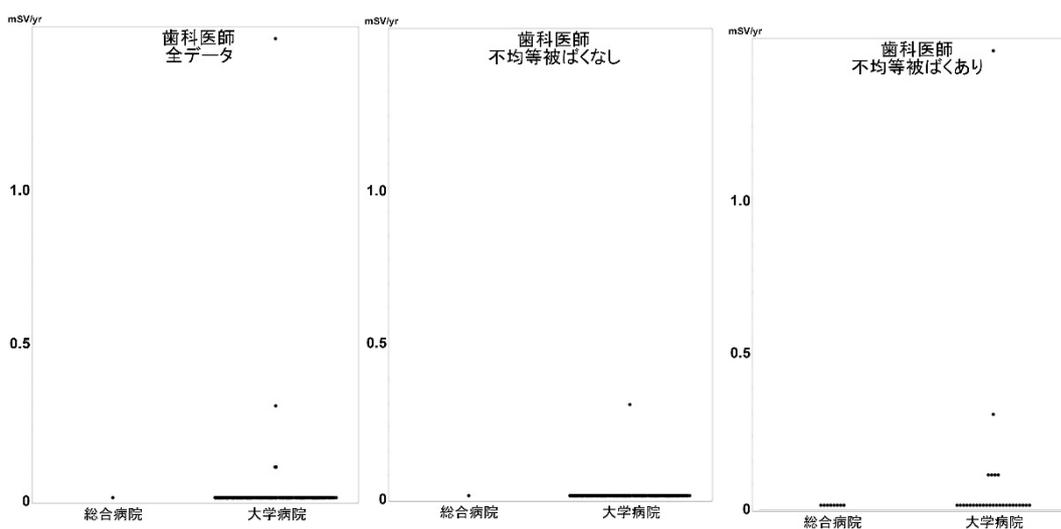
全データ解析、及び不均等被ばくで管理されていない群の解析において、総合病院が $p < 0.01$ で高い。



不均等被ばくで管理されている者については有意差無し

歯科医師

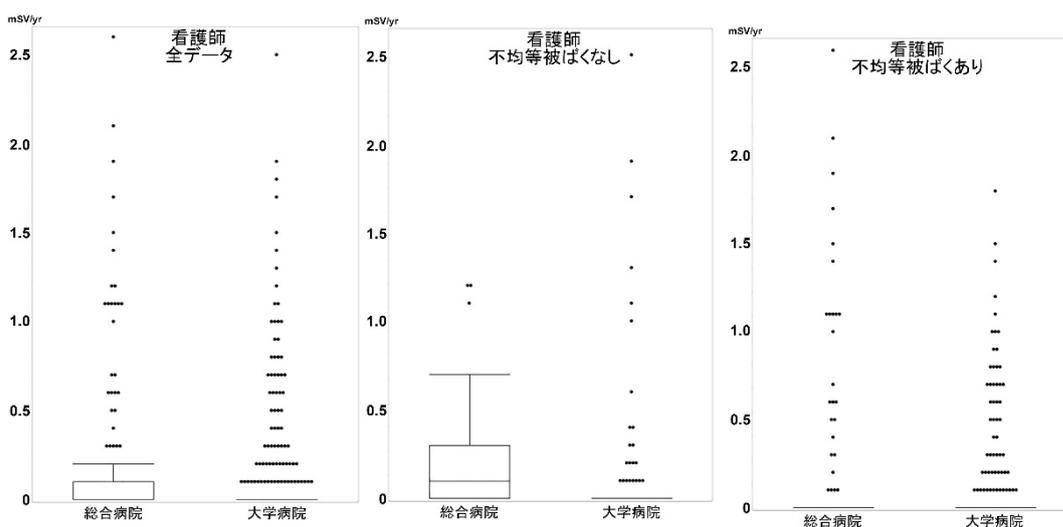
歯科医師	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	9	311	1	282	8	29
平均	0	0.008	0	0.001	0	0.076
標準偏差	0	0.089		0.018	0	0.281
最大	0	1.5	0	0.3	0	1.5
75%	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0



いずれも有意差はないが、総合病院における対象者数が極端に少ない

看護師

看護師	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	157	919	27	517	130	402
平均	0.187	0.046	0.244	0.025	0.175	0.073
標準偏差	0.448	0.208	0.380	0.184	0.027	0.015
最大	2.6	2.5	1.2	2.5	2.6	1.8
75%	0.1	0	0.3	0	0	0
中央値	0	0	0.1	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0

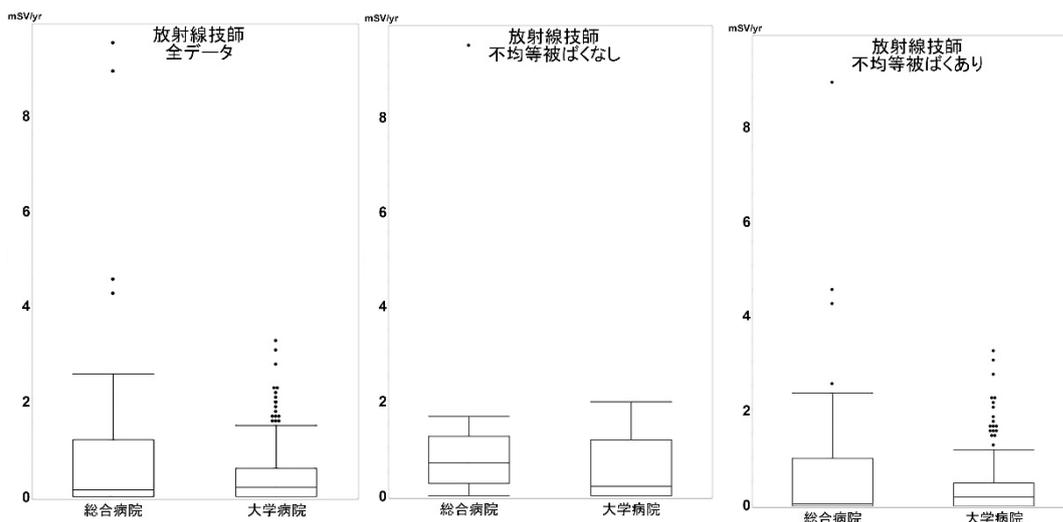


全データ解析、及び不均等被ばくで管理されていない群において、総合病院が大学病院に比べて $p < 0.01$ で高い。

不均等被ばくで管理されている者については有意差無し

放射線技師

放射線技師	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	70	163	20	18	50	145
平均	0.890	0.450	1.215	0.517	0.760	0.442
標準偏差	1.745	0.672	2.049	0.614	1.612	0.681
最大	9.6	3.3	9.6	2	9	3.3
75%	1.2	0.6	1.275	1.2	1.025	0.5
中央値	0.15	0.2	0.7	0.2	0.05	0.2
25%	0	0	0.275	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0



若干総合病院において高い傾向はあるが、有意差はいずれの解析でも認められない。

歯科衛生士・薬剤師で被ばく管理を行われている群は、大学病院にのみ存在したため、解析は行わない

臨床検査技師

臨床検査	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	28	16	10	12	18	4
平均	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.050
標準偏差	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.058
最大	0	0.1	0	0	0	0.1
75%	0	0	0	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0.05
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0

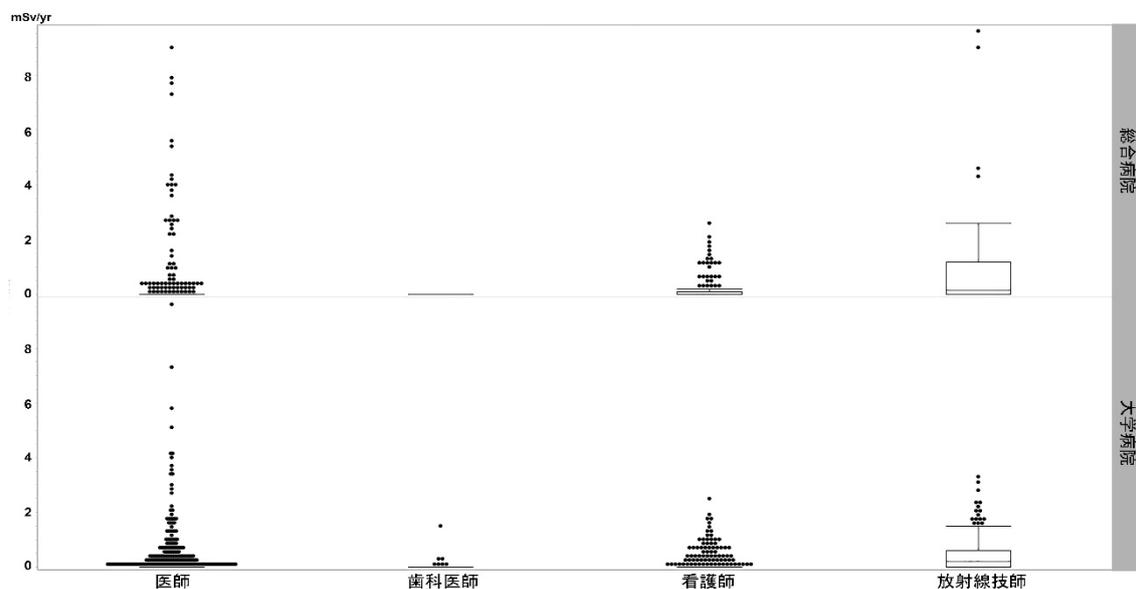
ケース数が少ないため、統計的解析は行わなかった。

その他

その他	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	28	127	9	90	19	37
平均	0.039	0.044	0.067	0.003	0.026	0.143
標準偏差	0.134	0.213	0.200	0.032	0.093	0.378
最大	0.6	2.1	0.6	0.3	0.4	2.1
75%	0	0	0	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0

ケース数が少ないため、統計的解析は行わなかった。

3-4：職種間の大学病院/総合病院比較

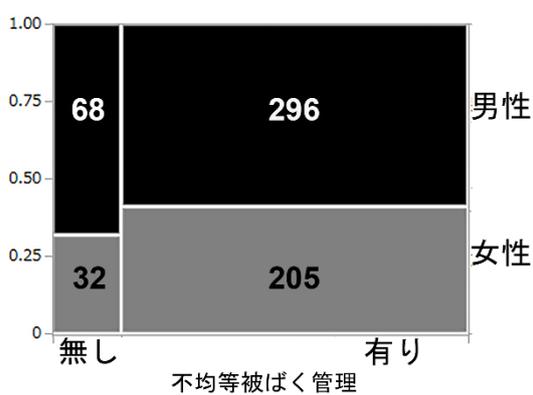


総合病院においては、大学病院と同様、放射線技師の被ばく量が他職種に比べて有意に高かったが ($p < 0.01$)、大学病院で見られた医師、看護師と他職種の有意な差は、総合病院では観察されなかった。

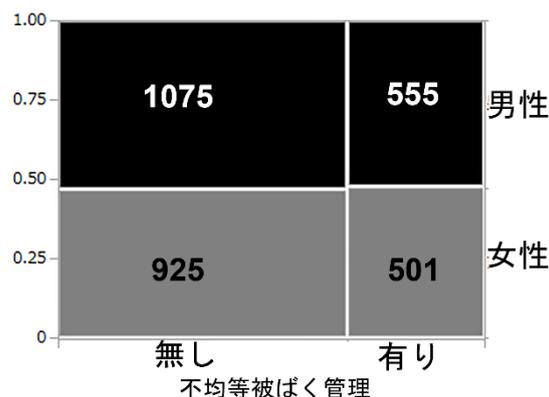
3-5：性別被ばく量の大学病院/総合病院比較

	全データ				不均等なし				不均等あり			
	総合病院		大学病院		総合病院		大学病院		総合病院		大学病院	
	女性	男性										
n	237	364	1426	1630	32	68	925	1075	205	296	501	555
平均	0.135	0.478	0.046	0.125	0.150	0.532	0.021	0.039	0.133	0.465	0.091	0.293
標準偏差	0.389	1.368	0.216	0.538	0.335	1.344	0.162	0.249	0.397	1.376	0.285	0.830
最大	2.6	9.6	3.1	9.6	1.2	9.6	2.5	5.8	2.6	9	3.1	9.6
75%	0	0.2	0	0	0.075	0.5	0	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0の割合	81.4%	68.7%	90.7%	83.6%	75.0%	50.0%	96.2%	91.7%	82.4%	73.0%	80.4%	67.7%
Zero	193	250	1293	1362	24	34	890	986	169	216	403	376

総合病院においても、大学病院と同じく、女性の被ばく量が男性より低かった。ただし、不均等なしの群においては、大学病院では $p < 0.01$ で有意であったのに対し、総合病院では $p < 0.05$ であった。



今回の総合病院施設



2018年度の大学病院

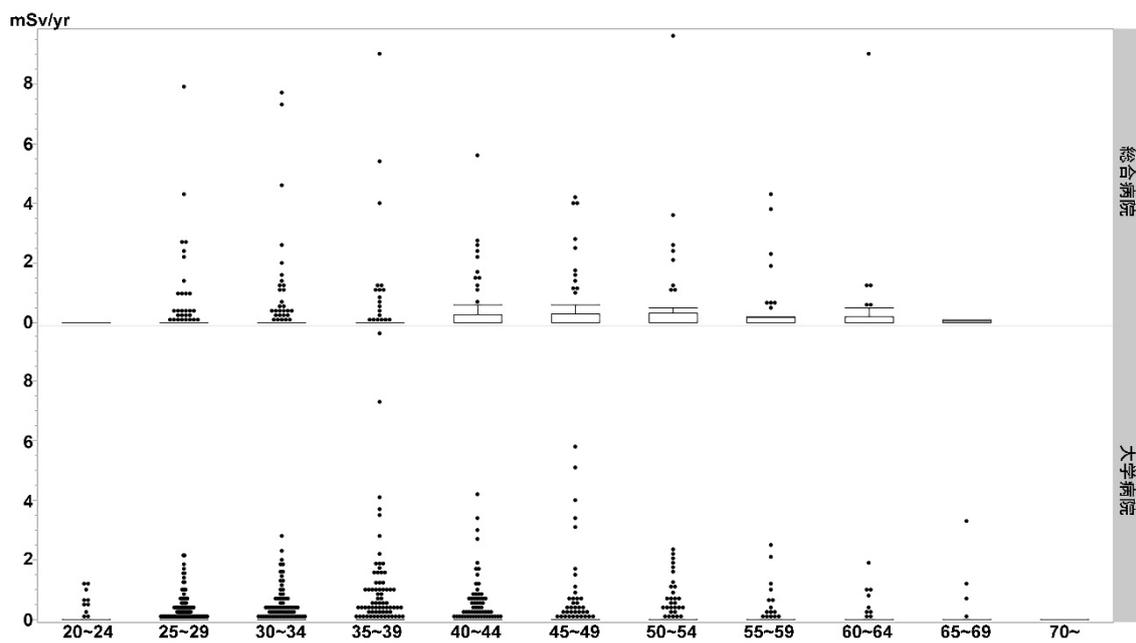
なお、今回の調査施設では、大学病院に比べて、総合病院では不均等被ばくで管理される割合が高かった。

3-6：年齢階層内訳、及び年齢階層間の比較

3-6-1：全データ

総合病院	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69
n	12	124	126	84	60	65	54	36	38	2
平均	0.00	0.25	0.29	0.32	0.43	0.44	0.50	0.42	0.39	0.05
標準偏差	0.00	0.92	1.08	1.23	0.98	0.99	1.46	1.03	1.47	0.07
最大	0	7.9	7.7	9	5.6	4.2	9.6	4.3	9	0.1
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

大学病院	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	85	715	664	560	387	271	194	103	54	21	2
平均	0.07	0.05	0.05	0.13	0.10	0.13	0.11	0.09	0.10	0.25	0.00
標準偏差	0.24	0.22	0.25	0.64	0.41	0.62	0.38	0.36	0.33	0.76	0.00
最大	1.2	2.2	2.8	9.6	4.2	5.8	2.3	2.5	1.9	3.3	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



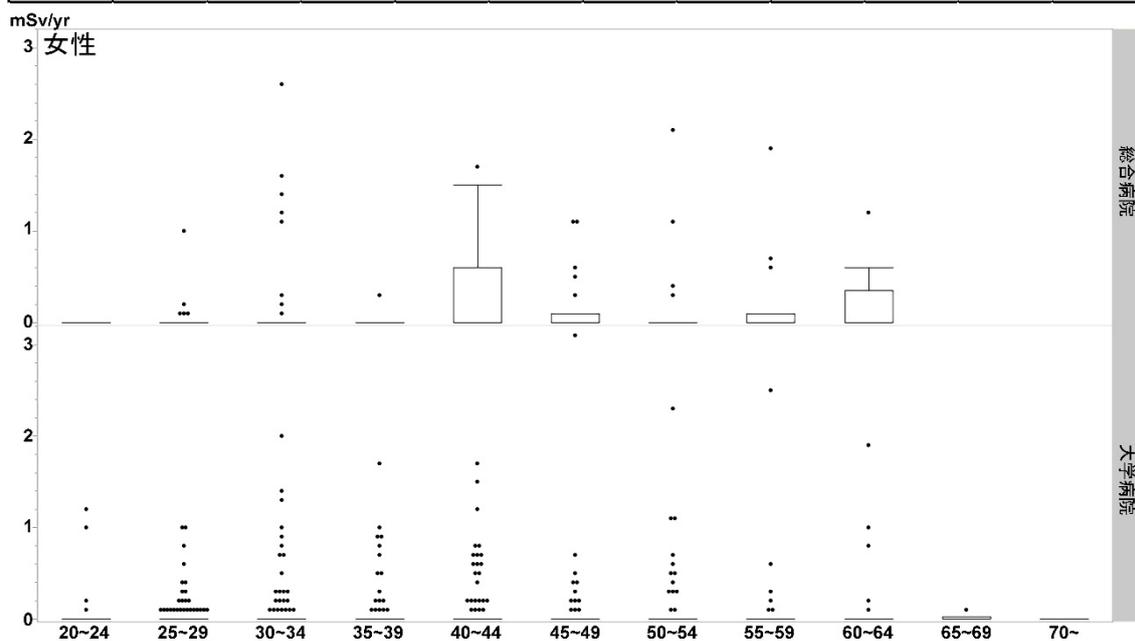
大学病院、総合病院とも、2018年データの解析では年齢階層と被ばく量に有意な関係は認められない。

3-6-2：性別毎

女性

総合病院女性	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	8	56	46	26	23	28	19	15	16	0	0
平均	0.00	0.03	0.18	0.01	0.32	0.14	0.21	0.22	0.20	0	0
標準偏差	0.00	0.14	0.53	0.06	0.54	0.31	0.53	0.52	0.34	0	0
最大	0	1	2.6	0.3	1.7	1.1	2.1	1.9	1.2	0	0
75%	0	0	0	0	0.6	0.1	0	0.1	0.35	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

大学病院女性	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70以上
n	70	411	296	216	156	116	87	43	24	6	1
平均	0.04	0.02	0.04	0.04	0.08	0.05	0.10	0.09	0.17	0.02	0.00
標準偏差	0.19	0.09	0.20	0.18	0.26	0.30	0.32	0.39	0.45	0.04	
最大	1.2	1	2	1.7	1.7	3.1	2.3	2.5	1.9	0.1	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.025	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



総合病院：p<0.01 で年齢階層間の差を認める。

60~64 歳の階層が、25~29, 35~39 に対して p<0.01 で高い。

55~59 歳の階層が、25~29 に対して p<0.05 で高い

45~49 歳の階層が、25~29, 35~39 に対して p<0.05 で高い

40~44 歳の階層が、25~29, 35~39 に対して p<0.01 で高い。

大学病院：p<0.05 で年齢階層間の差を認める

60~64 歳の階層が、25~29 に対して、p<0.01 で、20~24, 30~39 に対して p<0.05

で高い。

60～64歳の階層が、25～29, 35～39に対して $p < 0.01$ で高い。

50～54歳の階層が、25～29に対して、 $p < 0.01$ で、30～34に対して $p < 0.05$ で高い。

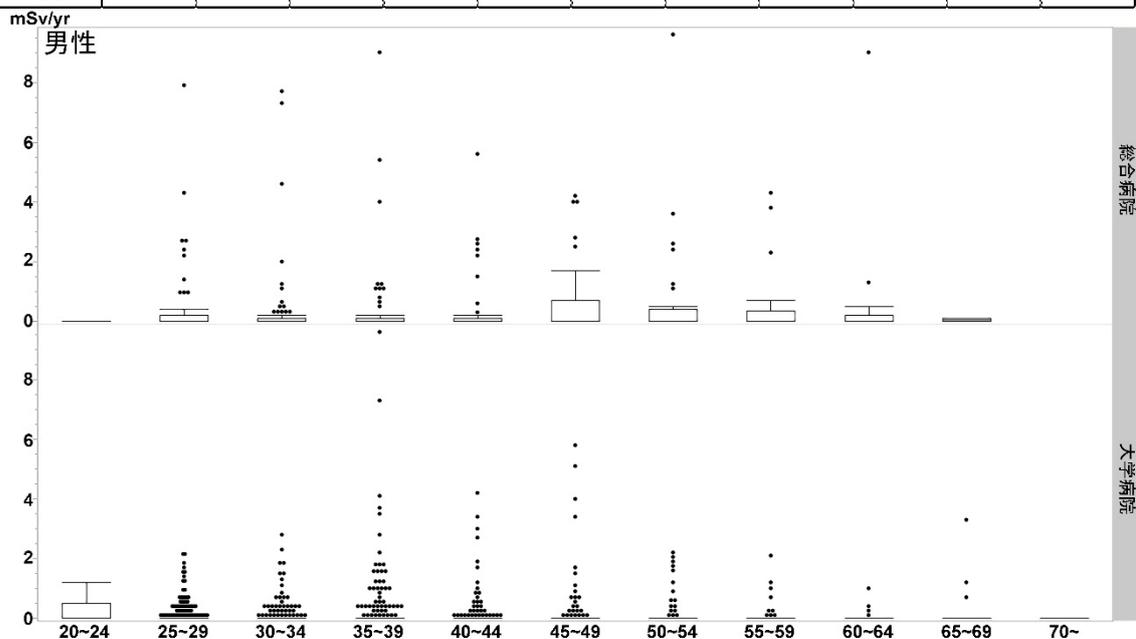
40～44歳の階層が、25～29に対して $p < 0.01$ で、20～24, 30～39に対して $p < 0.05$ で高い。

概して若年者の被ばく量が低い

男性

総合病院男性	20～24	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69	70以上
n	4	68	80	58	37	37	35	21	22	2	0
平均	0.00	0.44	0.35	0.46	0.49	0.66	0.66	0.56	0.53	0.05	0.00
標準偏差	0.00	1.21	1.29	1.46	1.18	1.25	1.77	1.27	1.92	0.07	0.00
最大	0	7.9	7.7	9	5.6	4.2	9.6	4.3	9	0.1	0
75%	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.7	0.4	0.35	0.2	0.1	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

大学病院男性	20～24	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69	70以上
n	15	304	368	344	231	155	107	60	30	15	1
平均	0.23	0.10	0.07	0.18	0.11	0.18	0.13	0.10	0.05	0.00	0.37
標準偏差	0.36	0.31	0.29	0.81	0.49	0.77	0.42	0.34	0.19		0.92
最大	1.2	2.2	2.8	9.6	4.2	5.8	2.1	2.1	1	0	3.3
75%	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.175
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



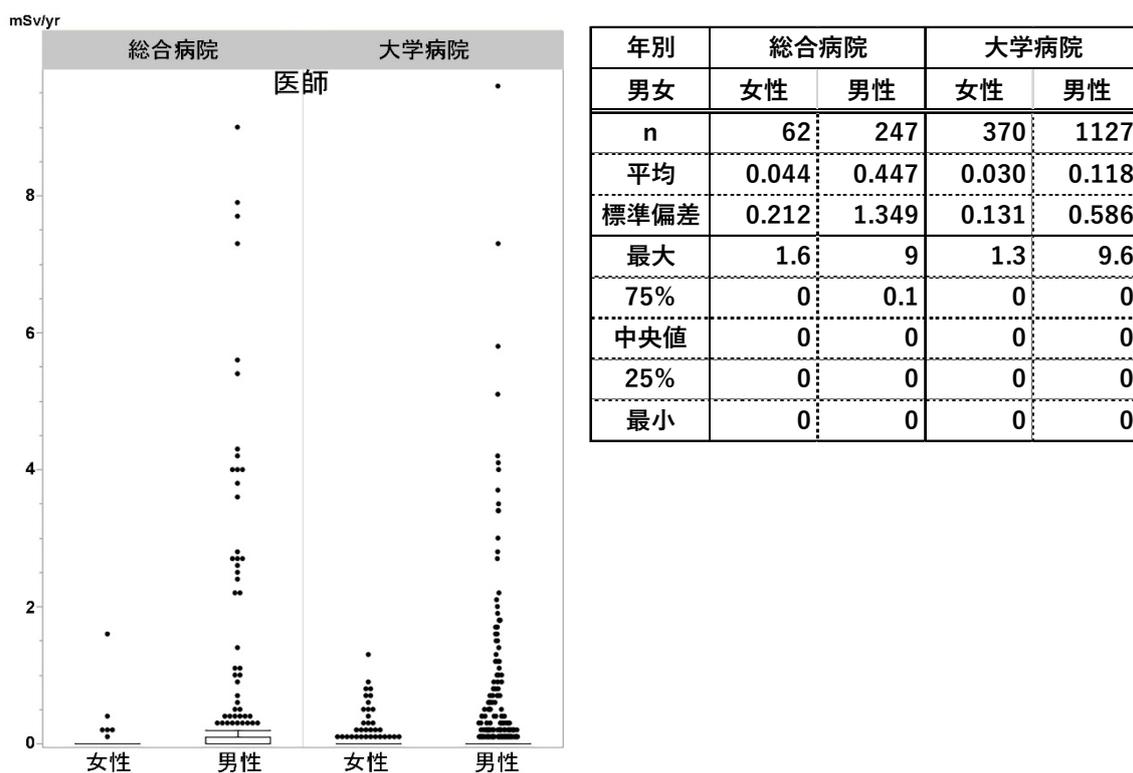
総合病院、大学病院とも；年齢階層間の差を認めない。

3-7：職種ごとの個別検討

ケース数が多く、例数が比較的均等に分布している、医師・看護師・放射線技師に関して個別の検討を行った。歯科医師は総合病院ではケース数が極めて少ないため検討を行わなかった。

3-7-1：医師

2-5-1-1：性別



大学病院と同様に、総合病院でも $p < 0.01$ で男性が高い

3-7-1-2: 医師: 所属科・部署

総合病院	放射線	循環・血液	脳外科	整形外科	泌尿器科	耳鼻咽喉科	産婦人科
n	118	136	84	91	78	20	25
平均	0.181	0.776	0.246	0.051	0.114	0.000	0.000
標準偏差	0.062	0.058	0.073	0.070	0.076	0.150	0.134
最大	3.4	9	2.8	1.8	4	0	0
75%	0	0.175	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

総合病院	小児科	内科	外科	救急ICU	麻酔科	その他	研修医
n	59	382	222	82	154	39	316
平均	0.025	0.103	0.089	0.156	0.027	0.000	0.058
標準偏差	0.087	0.034	0.045	0.074	0.054	0.108	0.038
最大	0.5	9.6	3.5	3.4	1	0	4.3
75%	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0

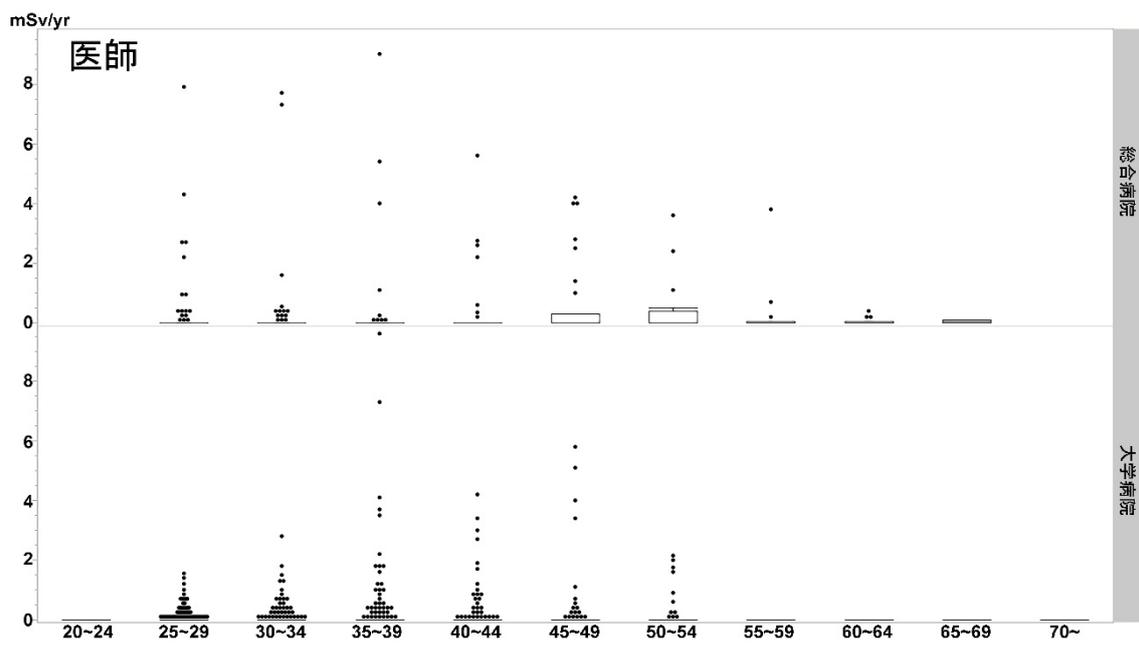
他科に対して有意に高い科・部門は(大学病院で認めていなかった有意差が総合病院では認められた部門は斜体で示す)

- 1) 救急・ICU (整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意) (大学病院と同じ)
- 2) 放射線科 (整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、*外科*、麻酔科、その他、に対して有意)
- 3) 循環・血液 (整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、*外科*、麻酔科、その他、*研修医*に対し有意) (大学病院で認めた内科との有意差が消失)
- 4) 泌尿器科 (整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科、小児科、内科、*外科*、麻酔科、その他に対し有意) (大学病院で認めた脳外科との有意差が消失)
- 5) 脳外科 (*整形外科、耳鼻咽喉科、産婦人科*、小児科、内科、麻酔科、その他に対して有意)
- 6) 研修医 (*耳鼻咽喉科*、産婦人科、内科、麻酔科、その他に対して有意) (大学病院で認めた小児科との有意差が消失)
- 7) 外科 (産婦人科、*その他*に対し有意) (大学病院で認めた小児科との有意差が消失)
- 8) その他 (内科に対し有意)

であった。ほぼ大学病院と同じ傾向であったが、特徴的な傾向として、脳外科の被ばく量が高に比べて高い傾向が見られた。

3-7-1-3：医師：年齢階層

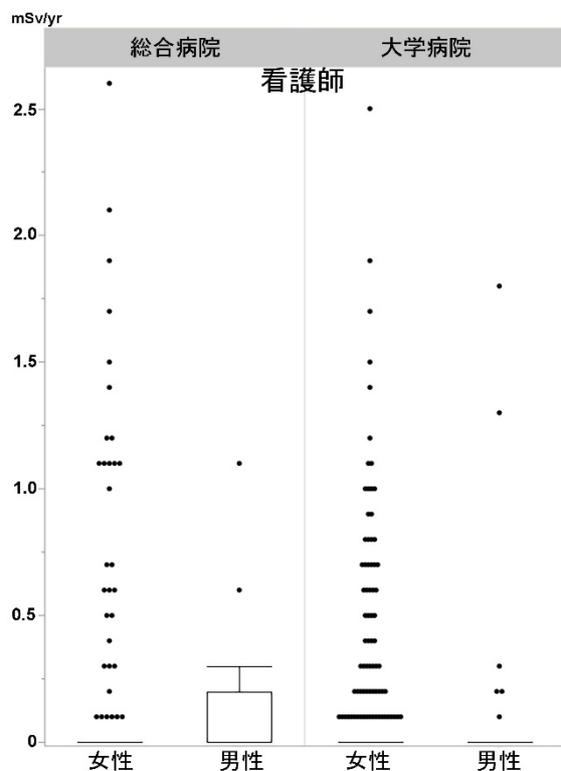
医師	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69
n	69	76	44	32	31	27	14	14	2
平均	0.34	0.25	0.46	0.44	0.66	0.36	0.34	0.06	0.05
標準偏差	1.18	1.22	1.66	1.20	1.33	0.82	1.01	0.12	0.07
最大	7.9	7.7	9	5.6	4.2	3.6	3.8	0.4	0.1
75%	0	0	0	0	0.3	0.4	0.05	0.05	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0



年齢区分にともなう有意差は認められない。大学病院と同じである。

3-7-3：看護師

3-7-3-1：性別



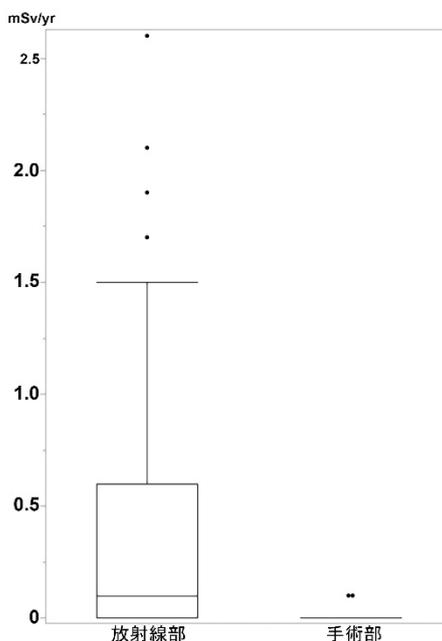
年別	総合病院		大学病院	
	女性	男性	女性	男性
n	131	26	799	120
平均	0.202	0.115	0.048	0.033
標準偏差	0.477	0.248	0.209	0.205
最大	2.6	1.1	2.5	1.8
75%	0	0.2	0	0
中央値	0	0	0	0
25%	0	0	0	0
最小	0	0	0	0

男女間に有意な差は認めない。大学病院と同じである。

ただし、総合病院における男性看護師の数が非常に少ないことを考慮する必要がある。

3-7-3-2：看護師：所属部署

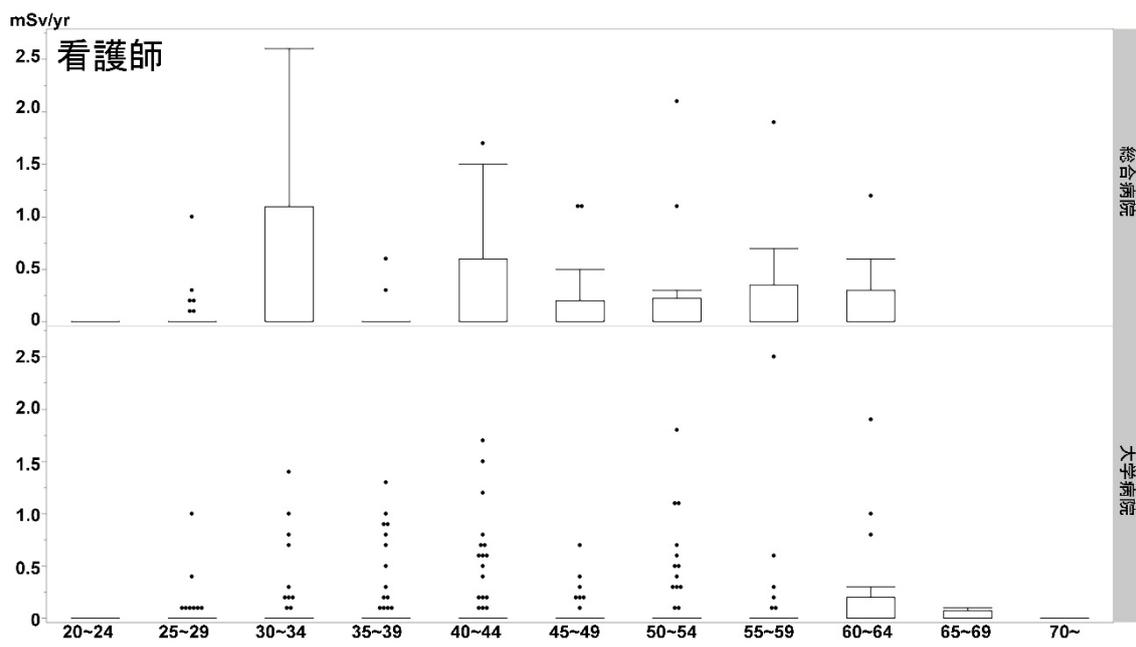
総合病院	放射線部	手術部
n	75	82
平均	0.389	0.002
標準偏差	0.586	0.016
最大	2.6	0.1
75%	0.6	0
中央値	0.1	0
25%	0	0
最小	0	0



総合病院の看護師区分は放射線部と手術部の二区分のみであった。放射線部が $p < 0.01$ で手術部より高い被ばく量であった。

3-7-3-3：看護師：年齢階層

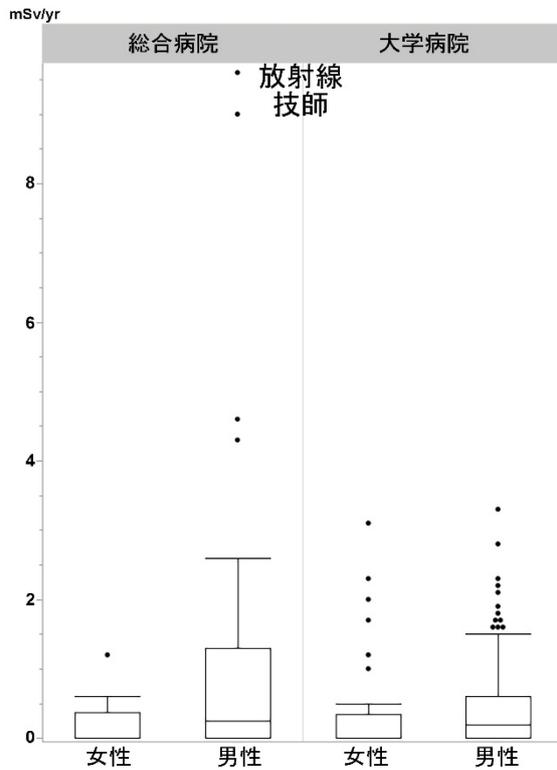
看護師	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64
n	12	32	19	16	19	21	12	13	13
平均	0.00	0.06	0.41	0.06	0.32	0.17	0.29	0.25	0.18
標準偏差	0.00	0.19	0.73	0.16	0.55	0.34	0.65	0.55	0.36
最大	0	1	2.6	0.6	1.7	1.1	2.1	1.9	1.2
75%	0	0	1.1	0	0.6	0.2	0.225	0.35	0.3
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0	0



大学病院で認めた、年齢区分にともなう有意差は、総合病院では認められない。

3-7-4：放射線技師

3-7-4-1：性別



年別 男女	総合病院		大学病院	
	女性	男性	女性	男性
n	14	56	33	130
平均	0.207	1.061	0.409	0.461
標準偏差	0.358	1.908	0.778	0.646
最大	1.2	9.6	3.1	3.3
75%	0.375	1.3	0.35	0.6
中央値	0	0.25	0	0.2
25%	0	0	0	0
最小	0	0	0	0

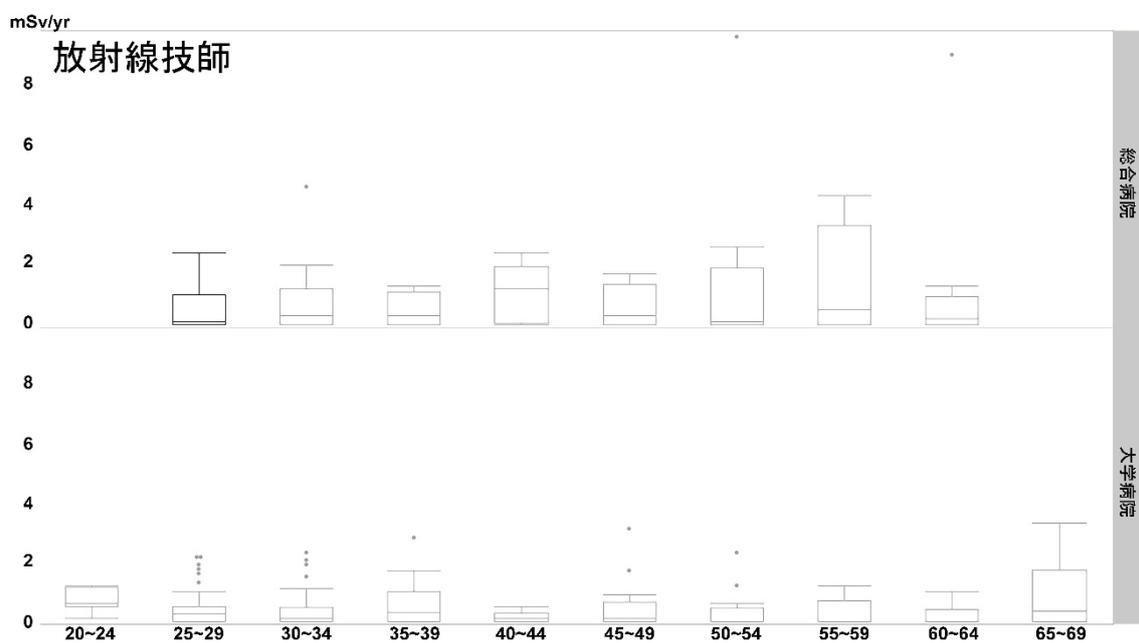
大学病院では有意差を認めなかったが、総合病院では $p < 0.05$ で男性の方が高い被ばく量であった。

3-7-4-2：放射線技師：所属部署

放射線技師は、単一部署に所属するため、解析は行わない

3-7-4-3：放射線技師：年齢階層

放射線技師	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64
n	11	11	12	5	8	9	5	9
平均	0.46	0.81	0.52	1.04	0.56	1.52	1.42	1.29
標準偏差	0.80	1.41	0.54	1.01	0.70	3.15	1.87	2.92
最大	2.4	4.6	1.3	2.4	1.7	9.6	4.3	9
75%	1	1.2	1.1	1.95	1.35	1.9	3.3	0.95
中央値	0.1	0.3	0.3	1.2	0.3	0.1	0.5	0.2
25%	0	0	0	0.05	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0	0	0



年齢区分にともなう有意差は、認められない

2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

2-1) 回収率

アンケート対象施設のうち 2020 年度調査(改正電離則施行前)では調査依頼を送付した 895 施設の内、336 施設より回答が得られた(回答率=37.5%)。2021 年度調査(改正電離則施行後)では、送付 774 施設の内、239 施設より回答が得られた(回答率=30.8%)

2-2) 基本事項

病院の種類としては、改正電離則施行前・後調査とも総合病院が大多数を占めた。

病院規模では、改正電離則施行前・後調査とも 600 床以上～200 床の間にほぼ均等に分布していた。(下表)

放射線診療従事者数は施行前後の調査で有意な違いを認めない(施行前 223.31 ± 205.61, 最大 1500 名、最小 9 名、中央値 167 名: 施行後 243.63 ± 226.55, 最大 1200 名、最小 5 名、中央値 170 名, p=n.s.)。いずれの調査でも従事者数は極めて大きな幅に分布した。

病院の種別・規模、放射線診療従事者数のいずれも、改正電離則施行前・後に統計学的に有意な分布の変化は認めず、施行前後の比較には問題ないと考えられた。

2-3) 従事者管理

ほとんどの施設で被ばく線量の管理は行われていたが、施行前調査では 2% (7 施設)、施行後調査では 0.8% (2 施設) のみ行われていなかった。わずかに比率の減少が見られたが、統計学的有意差は認めなかった。

被ばく線量の管理はほとんどの施設で診療放射線技師によって行われていた。施行前・後で変化は認められ無かった(施行前: 300 施設: 91.19%、施行後: 218 施設: 91.98%)

委員会等の組織への報告が定期的に行われていない施設が施行前には 30.06% (101 施設) 存在した。施行後では 23.01% (55 施設) に減少していたが、統計学的有意差には達していない。測定結果の報告は、多くの施設で放射線安全を担当する委員会へと報告されていた。(施行前: 202 施設: 85.96%、施行後: 150 施設: 81.52%)

Q2	2020年度(改正前)		2021年度(改正後)	
	n	%	n	%
1 大学病院	53	15.77%	45	18.83%
2 総合病院	247	73.51%	166	69.46%
3 循環器センターなどの専門病院	15	4.46%	8	3.35%
4 その他	21	6.25%	20	8.37%
小計	336		239	

Q3	2020年度(改正前)		2021年度(改正後)	
	n	%	n	%
1 600以上	91	27.08%	73	30.54%
2 600-400	127	37.80%	70	29.29%
3 400-200	104	30.95%	76	31.80%
4 200-50	13	3.87%	20	8.37%
5 50未満	1	0.30%	0	0%
小計	336		239	

被ばくする可能性のある医療従事者の管理に関して、医師・放射線技師・看護師・その他に分けて、調査を行ったが、医師、看護師、その他において施行前に比べて施行後には全員管理の割合が有意に増加していた（医師：施行前 35.42% > 施行後 48.95% ($p < 0.05$)、看護師：施行前 21.43% > 施行後 33.47% ($p < 0.01$)、その他：施行前 17.86% > 施行後 30.96% ($p < 0.01$)）。放射線技師については、施行前後とも非常に高い割合で前輪管理となっており、変化は認められなかった（施行前 98.51% > 施行後 97.91%）。

高線量が確認された場合に測定メーカーからの迅速報告を行う措置を行っている施設は施行前後とも約 2/3（施行前 66.96% > 施行後 69.87%, $p = n.s.$ ）であり、変化していなかった。迅速報告の方法は FAX がと主流であり、これも有意な変化を認めなかった（施行前 66.67% > 施行後 65.27%）。

被ばく量の多い従事者への注意喚起はほとんどの施設で行われており、施行前後でその状況に変化は認めていない（施行前 95.54% > 施行後 98.33%）。その手法は直接の口頭での注意喚起が大多数であった（施行前 80.06% > 施行後 75.32%）。

線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者数については、施行前後とも「いない」とする施設が多数であったが（施行前 78.87% > 施行後 65.69%）、「1～5 名いる」とする施設の割合が有意に増加していた（施行前 20.83% > 施行後 32.64%, $p < 0.01$ ）。

線量限度を超える恐れのある従事者に対する措置は半数以上の施設（施行前 68.15% > 施行後 71.13%, $p = n.s.$ ）で定められており有意な変動は認めなかったが、その措置の多くは注意喚起であり（施行前 92.58% >

施行後 94.12%）、業務変更は約 3 割（施行前 29.69% > 施行後 35.29%）、部署異動は 5%以下（施行前 2.18% > 施行後 4.12%）にとどまり、施行前後で共通していた。これらの措置が実際に行われた施設は、施行前に比べて施行後にわずかではあるが有意な増加を認めていた（施行前 28.27% > 施行後 35.98%, $p = 0.0498$ ）。一方、実際に過去 3 年間に線量限度を超えた従事者がいるかどうかについては、「いない」とする施設が大多数で、施行前後で有意な変化は示していなかった（施行前 94.35% > 施行後 93.31%, $p = n.s.$ ）。

2-4) 研修・指導

従事者管理は大多数の施設で放射線部門の放射線技師によって行われており（施行前 69.64% > 施行後 69.95%）、施行前後での変動は認めなかった。放射線管理を行う専門部門が存在する施設は 2 割以下（施行前 16.67% > 施行後 18.41%）に限られ、これも変化を認めなかった。

フィルムバッジをつけていない可能性のある従事者が存在する可能性について科・業務種に分けて質問したところ、結果は別表の通りであった。いる可能性があると回答した施設が施行前後とも 20%以上であった科は整形外科と消化器外科、施行後には消化器外科・消化器内科・その他の内科外科が加わった。15%以上であった科は施行前では消化器内科、その他の内科外科、小児科であったが、施行後には泌尿器科、心臓外科、脳外科が加わった（消化器外科・消化器内科・その他の内科外科は 20% 以上に変化）。10%以上であった科は、施行前は循環器内科、心臓外科、脳外科、泌尿器科であっ

たが、施行後には心臓外科、脳外科、泌尿器科が 15%以上となった。放射線科、技師については 5%未満であった。全体として、若干増加する傾向が認められるものの、統計学的な有意性には到達していなかった。

研修の受講率を高めるための方策としては、e-learning が最も利用されており、これは施行後にさらに増加していた（施行前 66.53% > 施行後 77.89%）。また、研修の内容について「職業被ばく線量を低減するための具体的な方策を含む」割合が、施行後にわずかに増加していた（施行前 86.61% > 施行後 92.05%, $p < 0.05$ ）。個人線量計を着用していない従事者への着用促しについては、施行前後での変化はなく、促していないとする施設が少数ではあるが存在した（施行前 8.04% > 施行後 5.86%）。着用促しについて頻繁に促せない理由として最も多かったのは、医師に対しての指示は言いづらいとの理由であり、これは施行前後で共通していた（施行前 55.87% > 施行後 58.91%）。一方、日本医学放射線学会の研修施設であることを反映して、「100%着用しているので該当しない」とする施設が 3 割弱（施行前 28.57% > 施行後 27.62%）存在した。

放射線診療従事者の個人線量計の着用状況を把握しているかの質問については、ほとんどの施設で把握しているとの回答であったが、わずかながら「だれも把握していない」とする施設が存在した（施行前 4.17% > 施行後 3.35%）。

2-5) 作業環境

放射線防護衣の着用状況については、ほとんどの職種にて 100%の着用率が大多数の施設で得られていた。放射線治療・診断・

核医学業務においてのみ着用率が低く、施行前後で共通していたが、これは着用が必要でない、放射線防護衣が防護に役に立たない業務であるためと思われた。

一方、放射線防護眼鏡の着用率は全ての業務で 100%の着用率を示す施設が少数にとどまった。特に、整形外科、泌尿器科、小児科の透視業務で、20%未満の施設が 50%を超え、看護師も 20%未満が多い傾向を認めた。この傾向は改正電離則施行前後で変化を認めなかった。

改正電離則施行前後のきわめて大きな変化として、水晶体専用の測定装置の利用率が施行後に大幅に増加しており、施行前はごく一部の施設で利用されていた水晶体専用測定器が施行後では半数を超える施設で利用されるようになっていた（施行前 15.18% > 施行後 52.72%, $p < 0.01$ ）。

放射線防護眼鏡が十分に配備されている施設は半数以下にとどまっていた（血管系 IVR：施行前 40.48% > 施行後 39.83%、X 線装置のある内視鏡室：施行前 42.26% > 施行後 46.26%、一般 X 線透視室：施行前 30.06% > 施行後 35.47%、手術室：施行前 15.48% > 施行後 22.98%）。特に手術室における配備率が不良であった。施行前後の変化は明らかではなかったが、唯一血管系 IVR 検査室で、「おおよそある」の割合が微増していた（施行前 41.96% > 施行後 51.08%, $p < 0.05$ ）。

診療放射線技師の配備率については、血管系 IVR においては 90%近い配備率が施行前後とも認められており（100%配備の割合：施行前 89.58% > 施行後 90.48%）施行前後で変化を認めなかった。血管系 IVR でも比較的高い配備率（100%～80%の配備率：施行前 78.57% > 施行後 81.27%）で、施行前

後の変動を認めなかった。一方、内視鏡室では 20%未満が 3 割を（施行前 30.36%>施行後 31.72%）、手術室では 20%未満が 4 割を（施行前 46.13%>施行後 44.59%）しめ、放射線技師の関与の低さが示唆された。これについても施行前後での改善は認められなかった。

2-6) 2021 年度調査追加質問

2021 年度調査では 4 つの質問が追加されたが、血管系 IVR 室における天井吊り型の防護板については、全て設置・ほとんど設置を合わせて 87.78%であり、大部分の施設で設置されていた。X 線装置を備える内視鏡室における防護クロス_の装備率は 70.05%と、IVR 室の防護板設置率よりもやや悪い傾向が見られた。

一方、線量分布図の掲示・研修利用は 45.22%、防護効果の図表の掲示・研修利用は 28.02%と低く、実際の防護効果を利用者に知らせたり、研修に利用することはあまり行われていないことが明らかとなった。

2-7) 施設規模の影響

施設規模と防護眼鏡_の配備率・放射線技師_の配備率の関連を調査した。施行前には血管造影室および内視鏡室への防護眼鏡_の配備が小規模な病院ほど不良になる傾向が見られたが ($p<0.05$)、施行後にはこの傾向が失われた。「全くない」とする施設が施行後に減少しており、これが影響しているものと思われる。また、透視室・手術室においては、施行前には病院規模との関連を認めていなかったが、施行後には有意な関連 ($p<0.05$) が生じている。これは大規模病院において「ない」とする群が減少したことが影響し

ているものと思われる。

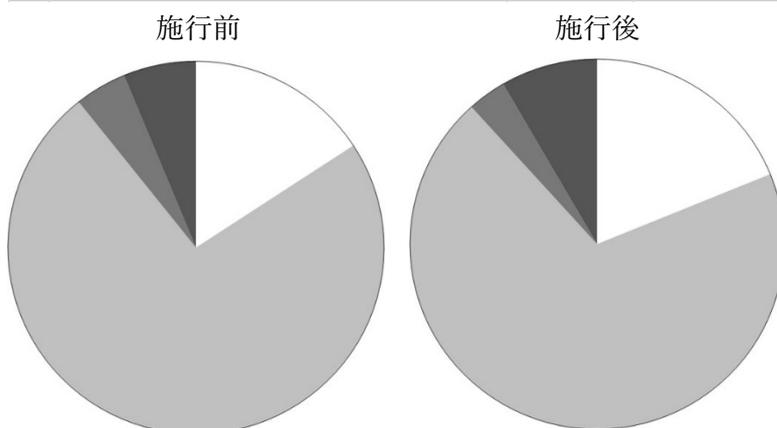
施設規模が大きいほど内視鏡室への放射線技師_の配備率が悪いという傾向が、改正電離則施行前・後の調査において、一貫して顕著に認められた。(施行前 $p<0.05$ 、施行後 $p<0.01$)。この関連性は、ケース数の少ない 200 床以下の病院のデータを除いた解析でも同様であり、統計学的に極めて頑強な関係であった。他の業務種については放射線技師_の配備率と施設規模の間に関連性は存在せず、内視鏡室に特異的な現象であった。

医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

(以下 2020 年度調査を「(電離則) 施行前」、2021 年度調査を「施行後」と表記する)

Q2: 医療機関のタイプ

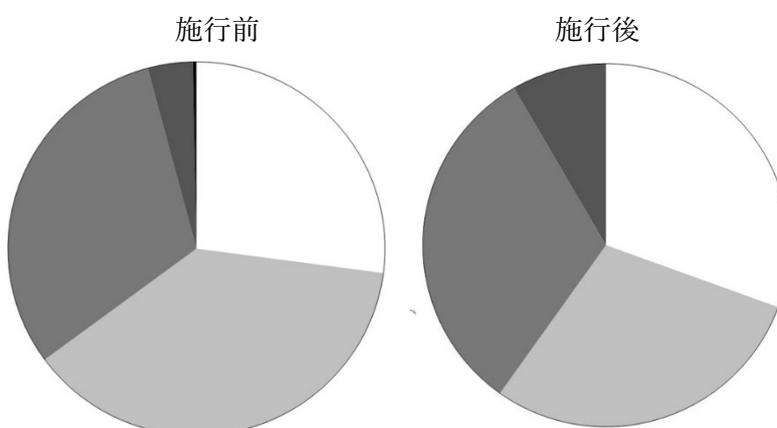
Q2	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 大学病院	53	15.77%	45	18.83%
2 総合病院	247	73.51%	166	69.46%
3 循環器センターなどの専門病院	15	4.46%	8	3.35%
4 その他	21	6.25%	20	8.37%
小計	336		239	



二つの調査期間の間で、医療機関のタイプに明らかな分布の差は認められない。

Q3: 病床数

Q3	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 600以上	91	27.08%	73	30.54%
2 600-400	127	37.80%	70	29.29%
3 400-200	104	30.95%	76	31.80%
4 200-50	13	3.87%	20	8.37%
5 50未満	1	0.30%	0	0%
小計	336		239	

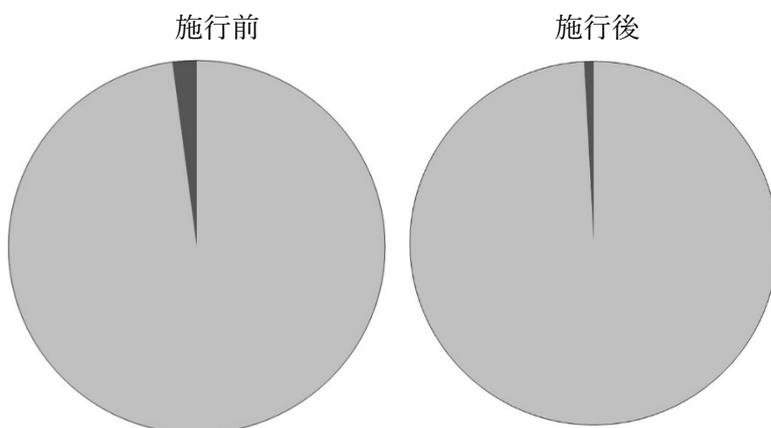


二つの調査期間の間で、病床数(病院規模)に明らかな分布の差は認められない。

Q4 :

病院・診療施設内のだれかが放射線診療従事者の毎月の被ばく線量を確認していますか。

Q4	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	329	97.92%	237	99.16%
2 いいえ	7	2.08%	2	0.84%
小計	336		239	



電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q5 : Q4 で「はい」と回答された施設の方のみへの質問です。

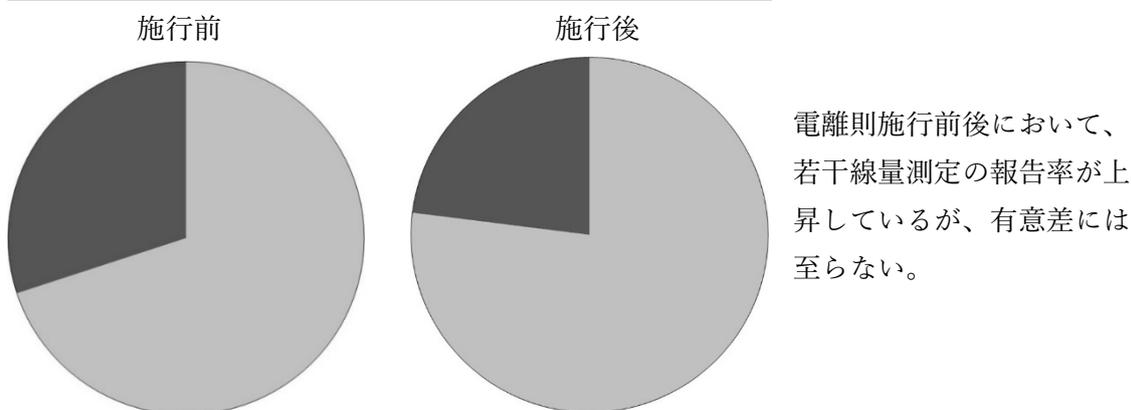
確認している方の職種を教えてください。(複数回答可)

Q5		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	事務職	95	28.88%	69	29.11%
2	診療放射線技師	300	91.19%	218	91.98%
3	医師	73	22.19%	61	25.74%
4	医学物理士	8	2.43%	6	2.53%
5	他	25	7.60%	15	6.33%
	小計	329	100	237	100

大多数が、診療放射線技師である

Q7：放射線診療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？

Q7	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	235	69.94%	184	76.99%
2 いいえ	101	30.06%	55	23.01%
小計	336		239	



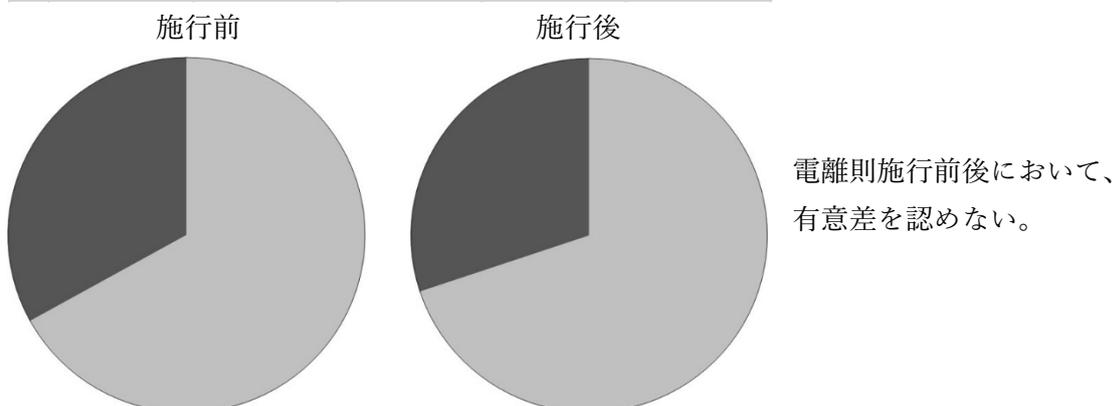
Q8：Q7で「はい」と回答された方へ。報告している委員会等を教えてください。（複数回答可）

Q8	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 放射線安全を担当する委員会	202	85.96%	150	81.52%
2 労働安全を担当する委員会	48	20.43%	67	36.41%
3 病院長を含む病院の幹部会	18	7.66%	14	7.61%
4 その他	10	4.26%	13	7.07%
小計	235	100	184	100

大多数で、放射線安全担当の委員会が設置されている。

Q9：職業被ばくの測定メーカーから線量が高い場合等に迅速報告してもらう措置を講じていますか。

Q9	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	225	66.96%	167	69.87%
2 いいえ	111	33.04%	72	30.13%
小計	336		239	



Q11：Q9で「はい」と回答された方へ。

報告の方法を教えてください。(複数回答可)

Q11		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	メール	34	15.11%	32	19.16%
2	FAX	150	66.67%	109	65.27%
3	電話	34	15.11%	28	16.77%
4	LINE等のSNS	0	0.00%	0	0.00%
5	他	37	16.44%	21	12.57%
	小計	225	100	167	100

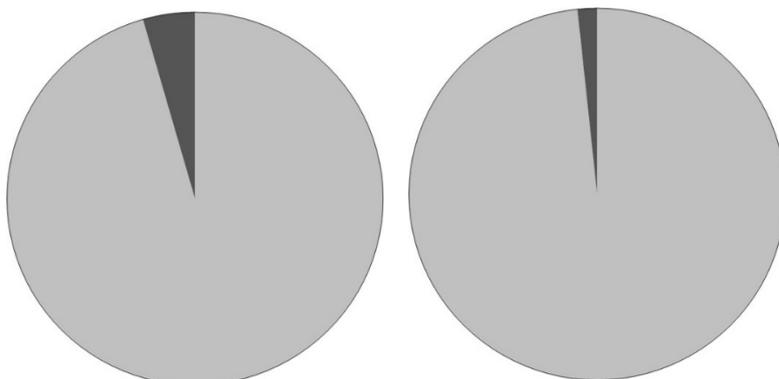
FAXの利用が施行前・後ともに中心的である。

Q12：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に注意喚起を行っていますか。

Q12	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	321	95.54%	235	98.33%
2 いいえ	15	4.46%	4	1.67%
小計	336		239	

施行前

施行後



電離則施行前後において、有意差を認めない。

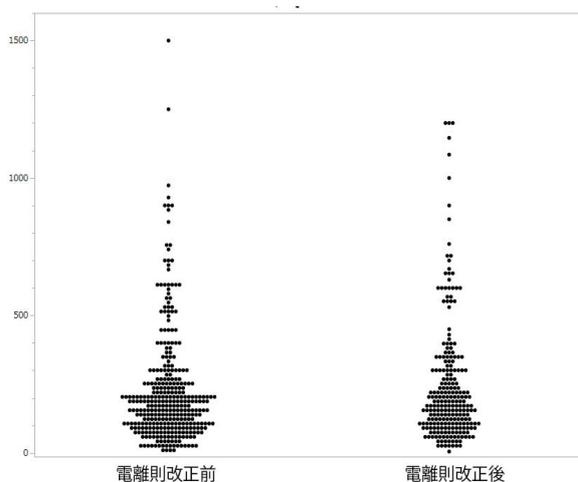
Q13：Q12で「はい」と回答された施設の方へ。

その措置を教えてください。(複数回答可)

Q13		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	本人に文書で注意喚起	83	25.86%	84	35.74%
2	本人に口頭で注意喚起	257	80.06%	177	75.32%
3	所属長に文書で注意喚起	44	13.71%	35	14.89%
4	所属長に口頭で注意喚起	59	18.38%	50	21.28%
5	他	17	5.30%	16	6.81%
	小計	321	100	235	100

電離則施行前後とも口頭での注意喚起が大部分を占める。

Q14：貴施設のおおよその放射線診療従事者数を教えてください。



	平均	標準偏差
2020年度(施行前)	223.31	205.61
2021年度(施行後)	243.63	226.55

	最大値	中央値	最小値
2020年度(施行前)	1500	167	9
2021年度(施行後)	1200	170	5

施設規模について、調査対象施設の放射線診療従事者数に、電離則施行前・後間で、変動は認めない。

Q15：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）の放射線診療従事者としての管理状況を教えてください。

	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
医師	n	%	n	%
1 全員管理	119	35.42%	117	48.95%
2 立ち入り頻度による	198	58.93%	112	46.86%
3 被ばく線量による	6	1.79%	3	1.26%
4 その他	13	3.87%	7	2.93%
小計	336	100.00%	239	100.00%

	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
研修医	n	%	n	%
1 全員管理	210	62.50%	166	69.46%
2 立ち入り頻度による	94	27.98%	48	20.08%
3 被ばく線量による	10	2.98%	5	2.09%
4 その他	22	6.55%	20	8.37%
小計	336	100.00%	239	100.00%

	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
放射線技師	n	%	n	%
1 全員管理	331	98.51%	234	97.91%
2 立ち入り頻度による	2	0.60%	4	1.67%
3 被ばく線量による	3	0.89%	1	0.42%
4 その他	0	0.00%	0	0.00%
小計	336	100.00%	239	100.00%

	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
看護師	n	%	n	%
1 全員管理	72	21.43%	80	33.47%
2 立ち入り頻度による	243	72.32%	141	59.00%
3 被ばく線量による	9	2.68%	6	2.51%
4 その他	12	3.57%	12	5.02%
小計	336	100.00%	239	100.00%

	その他	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	全員管理	60	17.86%	74	30.96%
2	立ち入り頻度による	219	65.18%	127	53.14%
3	被ばく線量による	24	7.14%	12	5.02%
4	その他	33	9.82%	26	10.88%
	小計	336	100.00%	239	100.00%

電離則施行後に「全員管理」が有意に増加している群が存在する。

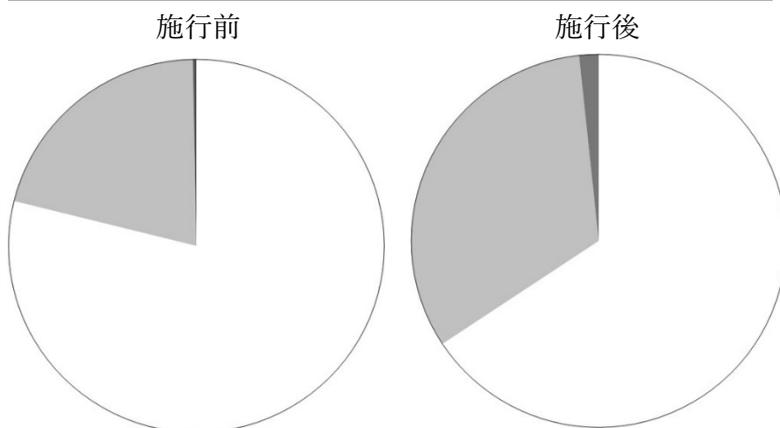
医師： $p < 0.05$ で増加

看護師、その他： $p < 0.01$ で増加。

研修医、放射線技師では、電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q21：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。

Q21	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)		
	n	%	n	%	
1	いない	265	78.87%	157	65.69%
2	1～5名	70	20.83%	78	32.64%
3	6～10名	0	0	4	0.016736
4	11名以上	1	0.002976	0	0
	小計	336		239	

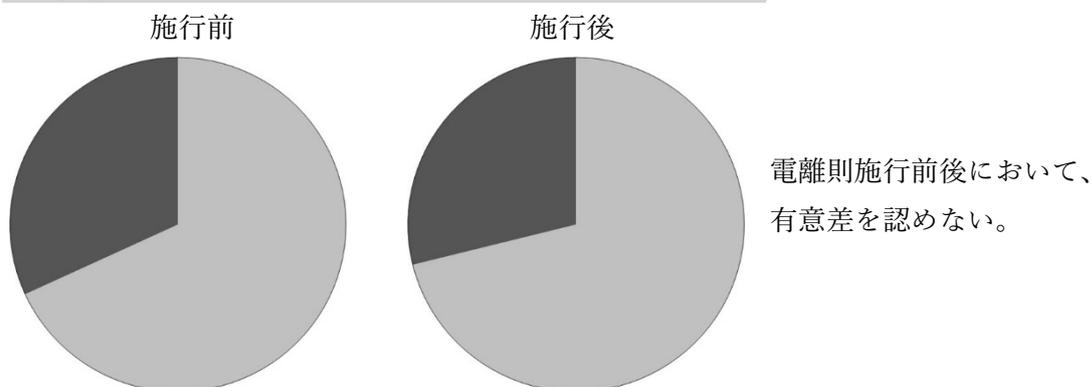


電離則施行後に、1-5名の群が有意に増加している。(p<0.01)

Q22 :

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。

Q22	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	229	68.15%	170	71.13%
2 いいえ	107	31.85%	69	28.87%
小計	336		239	



Q23 :

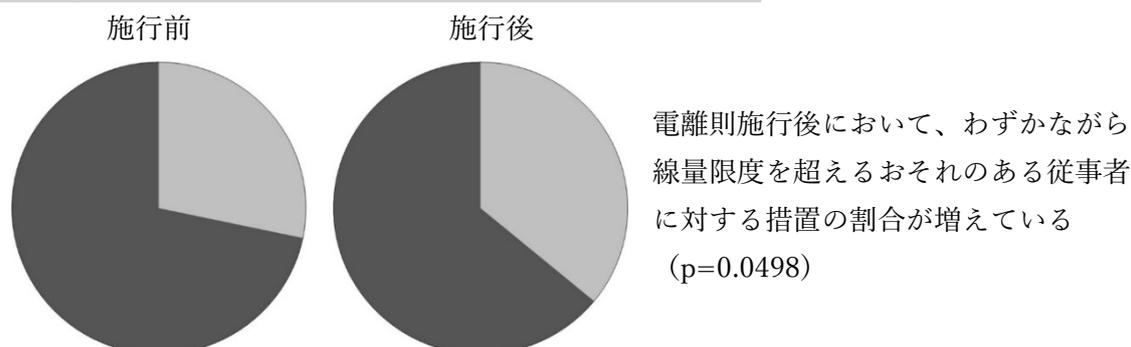
Q22で「はい」と回答された施設の方へ。措置や手順を教えてください。(複数回答可)

Q23	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 部署異動	5	2.18%	7	4.12%
2 業務変更	68	29.69%	60	35.29%
3 注意喚起	212	92.58%	160	94.12%
4 複数者による措置の理由の説明	15	6.55%	17	10.00%
5 他	17	7.42%	22	12.94%
小計	229	100	170	100

注意喚起にとどまる施設が大多数である。

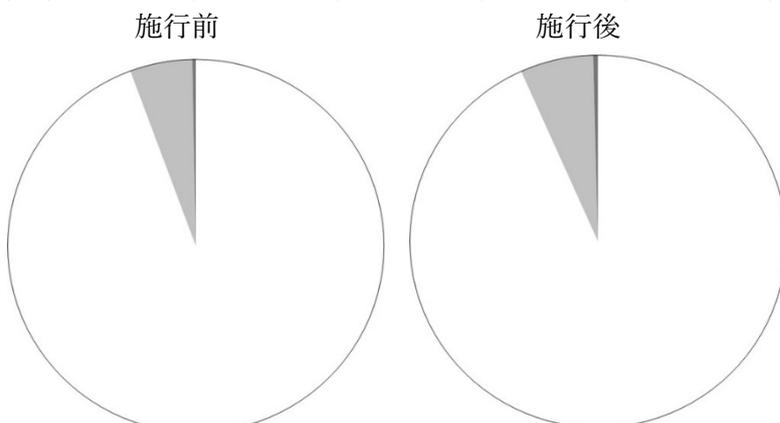
Q24 : 実際に職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を講じたことがありますか。

Q24	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	95	28.27%	86	35.98%
2 いいえ	241	71.73%	153	64.02%
小計	336		239	



Q25：過去三年間に職業被ばくの線量限度を超えた放射線業務従事者はいますか。

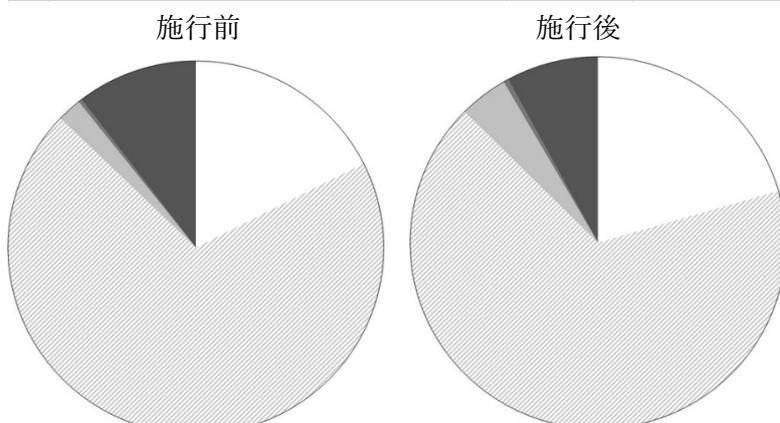
Q25	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 いない	317	94.35%	223	93.31%
2 1～5名	18	5.36%	15	6.28%
3 6～10名	1	0.30%	1	0.42%
4 11名以上0	0	0	0	0
小計	336		239	



線量限度を超える「おそれのある」従事者に対する措置には電離則施行前でわずかな変動をみとめたが、実際に「線量限度を超えた」従事者数は、電離則施行前後において、有意な変動を認めない。

Q27：放射線診療従事者の管理をしている部署等を教えてください。

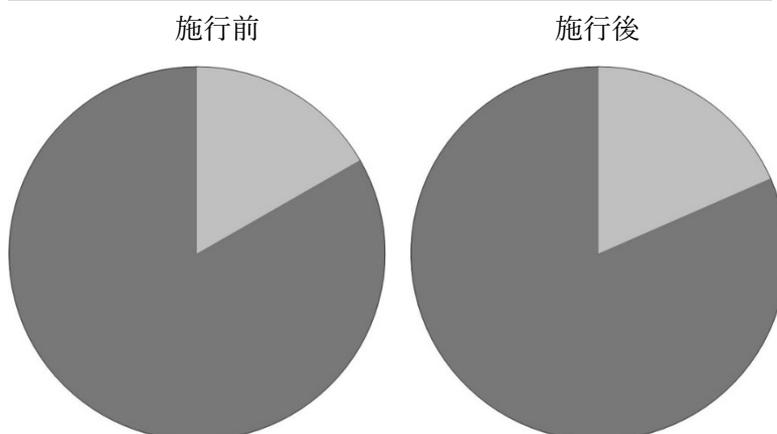
	n	%	n	%
1 事務局	59	17.56%	49	20.50%
2 放射線部門(診療放射線技師)	234	69.64%	160	66.95%
3 放射線科等(医師)	7	2.08%	10	4.18%
4 医学物理部門	0	0.00%	0	0.00%
5 決まっていない	1	0.0029762	1	0.0041841
6 その他	35	10.42%	19	7.95%
	336	100	239	100



電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q28：放射線管理業務を専門に行う部署がありますか。

Q28	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	56	16.67%	44	18.41%
2 いいえ	280	83.33%	195	81.59%
小計	336		239	



ほとんどの施設で専門部所がない状況は、電離則施行前後において、変化していない。

Q29：下記の中で、本来個人線量計で管理されていなければならないと思われる業務に従事しながら、フィルムバッジをつけていないと思われる部署はありますか。またその場合、何名程度そのような従事者が推定されますか。

放射線診断医					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	322	95.83%	232	99.15%
2	1～2名	12	3.57%	1	0.43%
3	3～5名	1	0.30%	1	0.43%
4	6名以上	1	0.30%	0	0.00%
	小計	336		234	

放射線治療医					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	329	97.92%	182	99.45%
2	1～2名	5	1.49%	1	0.55%
3	3～5名	2	0.60%	0	0.00%
4	6名以上	0	0.00%	0	0.00%
	小計	336		183	

循環器内科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	287	85.42%	194	85.84%
2	1～2名	21	6.25%	17	7.52%
3	3～5名	18	5.36%	12	5.31%
4	6名以上	10	2.98%	3	1.33%
	小計	336		226	

心臓外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	291	86.61%	140	84.85%
2	1～2名	27	8.04%	17	10.30%
3	3～5名	16	4.76%	5	3.03%
4	6名以上	2	0.60%	3	1.82%
小計		336		165	

脳外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	293	87.20%	178	84.36%
2	1～2名	24	7.14%	24	11.37%
3	3～5名	14	4.17%	6	2.84%
4	6名以上	5	1.49%	3	1.42%
小計		336		211	

整形外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	267	79.46%	179	78.51%
2	1～2名	26	7.74%	17	7.46%
3	3～5名	28	8.33%	24	10.53%
4	6名以上	15	4.46%	8	3.51%
小計		336		228	

消化器外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	269	80.06%	171	77.73%
2	1～2名	30	8.93%	23	10.45%
3	3～5名	25	7.44%	17	7.73%
4	6名以上	12	3.57%	9	4.09%
小計		336		220	

消化器内科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	276	82.14%	182	79.48%
2	1～2名	31	9.23%	26	11.35%
3	3～5名	18	5.36%	16	6.99%
4	6名以上	11	3.27%	5	2.18%
小計		336		229	

泌尿器科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	287	85.42%	183	81.70%
2	1～2名	35	10.42%	28	12.50%
3	3～5名	11	3.27%	10	4.46%
4	6名以上	3	0.89%	3	1.34%
小計		336		224	

小児科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	280	83.33%	142	81.61%
2	1～2名	27	8.04%	11	6.32%
3	3～5名	19	5.65%	12	6.90%
4	6名以上	10	2.98%	9	5.17%
小計		336		174	

その他内科・外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	276	82.14%	159	77.94%
2	1～2名	20	5.95%	14	6.86%
3	3～5名	14	4.17%	13	6.37%
4	6名以上	26	7.74%	18	8.82%
小計		336		204	

放射線業務従事看護師					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	313	93.15%	221	93.64%
2	1～2名	8	2.38%	7	2.97%
3	3～5名	5	1.49%	2	0.85%
4	6名以上	10	2.98%	6	2.54%
小計		336		236	

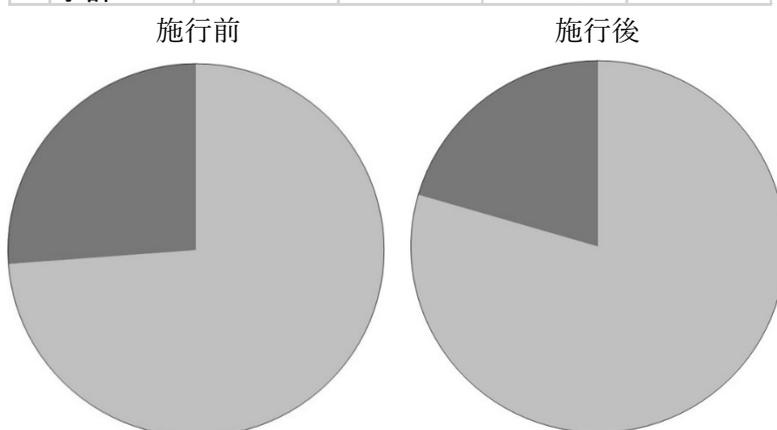
放射線技師					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	330	98.21%	237	99.16%
2	1～2名	2	0.60%	0	0.00%
3	3～5名	0	0.00%	0	0.00%
4	6名以上	4	1.19%	2	0.84%
小計		336		239	

全てのグループにおいて、電離則施行前後において、有意差を認めない。

(ただし、2020年調査には、対象となる群が存在しない施設の存在が想定されていなかったという不備があるため、(例えば、心臓血管外科が存在しない病院)、そのような対象調査施設での回答が不正確である可能性があることに留意が必要。2021年調査では不備は解消されている)

Q30：放射線診療従事者研修の受講率を高めるための方策を実施していますか。

Q30	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	248	73.81%	190	79.50%
2 いいえ	88	26.19%	49	20.50%
小計	336		239	



電離則施行前後において、有意差を認めない。

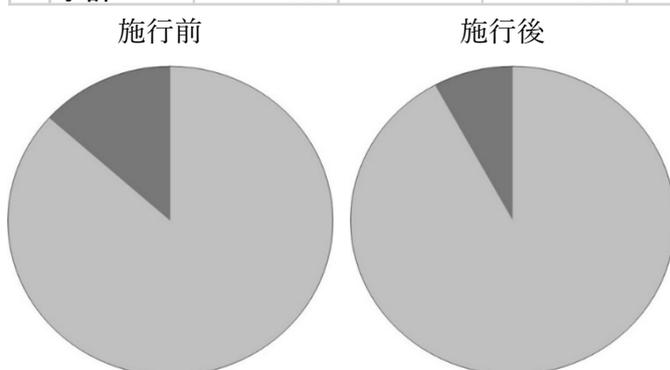
Q31：Q30で「はい」と回答された施設の方へ。方策を教えてください。(複数回答可)

Q31	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 複数回開催	90	36.29%	49	25.79%
2 e-Learning	165	66.53%	148	77.89%
3 資料講習	78	31.45%	54	28.42%
4 伝達講習	29	11.69%	9	4.74%
5 他	24	9.68%	22	11.58%
小計	248	100	190	100

e-learning の利用が若干増加している。

Q32：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？

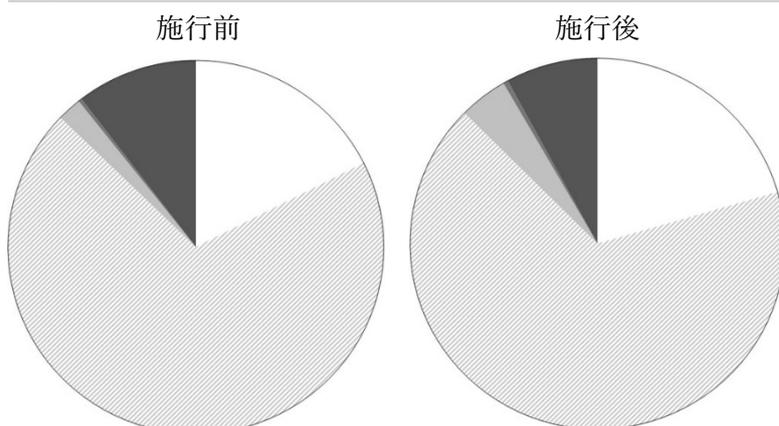
Q32	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 はい	291	86.61%	220	92.05%
2 いいえ	45	13.39%	19	7.95%
小計	336		239	



電離則施行後において、わずかながら職業被ばく線量を低減するための具体的な方策を含む割合が増えている (p=0.0408)。

Q33：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。

Q33	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 100%着用しているので該当無し	96	28.57%	66	27.62%
2 頻繁に促している	61	18.15%	44	18.41%
3 時々促している	107	31.85%	79	33.05%
4 希に促している	45	13.39%	36	15.06%
5 促していない	27	8.04%	14	5.86%
	336		239	



電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q34：Q33で「頻繁に促している」または「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)

Q34	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 研修	51	30.36%	41	33.33%
2 院内掲示	37	22.02%	38	30.89%
3 文書回覧(デジタル文書を含む)	24	14.29%	23	18.70%
4 院内会議	21	12.50%	22	17.89%
5 上司や院長からの指導	26	72.22%	13	76.47%
6 放射線安全委員会等からの指導	36	21.43%	17	13.82%
7 放射線診療従事者個々に指導	74	44.05%	51	41.46%
8 技師長からの指導	29	17.26%	21	17.07%
9 部署担当技師からの指導	83	49.40%	59	47.97%
10 他	7	4.17%	3	2.44%
小計	168		123	

上司・院長からの指導が3/4を占める

Q35：Q33で「時々促している」、「まれに促している」または「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）

	Q35	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	医師には言いづらい	100	55.87%	76	58.91%
2	他部署の方には言いづらい	65	36.31%	40	31.01%
3	上司には言いづらい	8	4.47%	8	6.20%
4	同僚には言いづらい	0	0.00%	2	1.55%
5	促す立場にない	10	15.87%	8	17.78%
6	その他	63	35.20%	45	34.88%
	小計	179		129	

促さない理由の半数以上が「医師には言いづらい」である傾向に変化はない。

Q36：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。

	Q36	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	院内組織(放射線安全委員会等)は把握している	106	31.55%	77	32.22%
2	放射線診療従事者の管理部署は把握している	187	55.65%	125	52.30%
3	一緒に業務するほかの医療従事者は把握している	139	41.37%	110	46.03%
4	誰も把握していない	24	7.14%	13	5.44%
5	他	14	4.17%	8	3.35%
	小計	336	100	239	100

電離則施行前後において、有意差を認めない。

ごく少数ではあるが、誰も把握していない、が存在する。

(これについては、回答者が「着用状況を把握していますか」の質問をどのように解釈していたかが不明なため、解釈には考慮が必要と思われる)

Q37 下記の放射線業務にお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。

放射線科IVR業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	316	100.00%	215	100.00%
2	~80%	0	0.00%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	0	0.00%	0	0.00%
小計		316		215	
放射線科治療業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	170	73.91%	98	69.50%
2	~80%	3	1.30%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	1	0.71%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	57	24.78%	42	29.79%
小計		230		141	
放射線科診断業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	242	85.51%	173	83.57%
2	~80%	2	0.71%	1	0.48%
3	~60%	1	0.35%	1	0.48%
4	~40%	0	0.00%	1	0.48%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	38	13.43%	31	14.98%
小計		283		207	
放射線科核医学業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	104	43.70%	60	38.46%
2	~80%	0	0.00%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	2	0.84%	0	0.00%
5	~20%	1	0.42%	1	0.64%
6	20%未満	131	55.04%	95	60.90%
小計		238		156	

心臓外科・循環器血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	319	99.69%	218	99.09%
2	~80%	1	0.31%	2	0.91%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	0	0.00%	0	0.00%
小計		320		220	
脳神経内科・外科血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	299	99.67%	207	99.04%
2	~80%	1	0.33%	2	0.96%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	0	0.00%	0	0.00%
小計		300		209	
消化器内科・外科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	323	97.88%	230	99.14%
2	~80%	7	2.12%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	1	0.43%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	0	0.00%	1	0.43%
小計		330		232	
整形外科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	315	97.83%	223	98.24%
2	~80%	6	1.86%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	1	0.44%
4	~40%	0	0.00%	1	0.44%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	1	0.31%	2	0.88%
小計		322		227	

泌尿器科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	307	98.08%	218	97.76%
2	~80%	4	1.28%	1	0.45%
3	~60%	0	0.00%	2	0.90%
4	~40%	1	0.32%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	1	0.32%	2	0.90%
小計		313		223	

小児科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	264	98.51%	172	99.42%
2	~80%	3	1.12%	1	0.58%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	1	0.37%	0	0.00%
小計		268		173	

看護師 血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	329	100.00%	232	100.00%
2	~80%	0	0.00%	0	0.00%
3	~60%	0	0.00%	0	0.00%
4	~40%	0	0.00%	0	0.00%
5	~20%	0	0.00%	0	0.00%
6	20%未満	0	0.00%	0	0.00%
小計		329		232	

看護師 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	332	94.59%	236	100.00%
2	~80%	12	3.42%	0	0.00%
3	~60%	1	0.28%	0	0.00%
4	~40%	1	0.28%	0	0.00%
5	~20%	2	0.57%	0	0.00%
6	20%未満	3	0.85%	0	0.00%
小計		351		236	

全ての群において、電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q38：下記の放射線診療業務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。

放射線科IVR業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	201	65.69%	145	70.39%
2	~80%	34	11.11%	16	7.77%
3	~60%	17	5.56%	11	5.34%
4	~40%	12	3.92%	8	3.88%
5	~20%	6	1.96%	8	3.88%
6	20%未満	36	11.76%	18	8.74%
小計		306		206	
放射線科治療業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	38	20.43%	23	19.01%
2	~80%	10	5.38%	1	0.83%
3	~60%	6	3.23%	3	2.48%
4	~40%	5	2.69%	2	1.65%
5	~20%	2	1.08%	1	0.83%
6	20%未満	125	67.20%	91	75.21%
小計		186		121	
放射線科診断業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	96	38.55%	76	41.08%
2	~80%	16	6.43%	7	3.78%
3	~60%	8	3.21%	8	4.32%
4	~40%	6	2.41%	9	4.86%
5	~20%	8	3.21%	4	2.16%
6	20%未満	115	46.18%	81	43.78%
小計		249		185	
放射線科核医学業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	21	10.24%	13	8.97%
2	~80%	4	1.95%	2	1.38%
3	~60%	2	0.98%	1	0.69%
4	~40%	3	1.46%	3	2.07%
5	~20%	4	1.95%	1	0.69%
6	20%未満	171	83.41%	125	86.21%
小計		205		145	

心臟外科・循環器血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	135	44.26%	109	51.42%
2	~80%	73	23.93%	46	21.70%
3	~60%	40	13.11%	20	9.43%
4	~40%	19	6.23%	13	6.13%
5	~20%	8	2.62%	9	4.25%
6	20%未満	30	9.84%	15	7.08%
小計		305		212	
脳神経内科・外科血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	119	42.50%	90	45.92%
2	~80%	49	17.50%	21	10.71%
3	~60%	23	8.21%	23	11.73%
4	~40%	18	6.43%	22	11.22%
5	~20%	12	4.29%	9	4.59%
6	20%未満	59	21.07%	31	15.82%
小計		280		196	
消化器内科・外科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	64	21.12%	55	25.58%
2	~80%	36	11.88%	28	13.02%
3	~60%	41	13.53%	21	9.77%
4	~40%	36	11.88%	38	17.67%
5	~20%	16	5.28%	11	5.12%
6	20%未満	110	36.30%	62	28.84%
小計		303		215	
整形外科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	35	8.52%	25	12.95%
2	~80%	18	4.38%	15	7.77%
3	~60%	147	35.77%	18	9.33%
4	~40%	25	6.08%	22	11.40%
5	~20%	14	3.41%	7	3.63%
6	20%未満	172	41.85%	106	54.92%
小計		411		193	

泌尿器科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	32	12.12%	25	13.16%
2	~80%	11	4.17%	8	4.21%
3	~60%	16	6.06%	11	5.79%
4	~40%	10	3.79%	18	9.47%
5	~20%	14	5.30%	12	6.32%
6	20%未満	181	68.56%	116	61.05%
小計		264		190	
小児科 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	22	10.48%	19	13.87%
2	~80%	9	4.29%	5	3.65%
3	~60%	9	4.29%	3	2.19%
4	~40%	10	4.76%	5	3.65%
5	~20%	11	5.24%	5	3.65%
6	20%未満	149	70.95%	100	72.99%
小計		210		137	
看護師 血管造影業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	86	27.92%	73	33.18%
2	~80%	26	8.44%	14	6.36%
3	~60%	19	6.17%	11	5.00%
4	~40%	16	5.19%	11	5.00%
5	~20%	17	5.52%	10	4.55%
6	20%未満	144	46.75%	101	45.91%
小計		308		220	
看護師 透視業務					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	65	20.97%	58	25.89%
2	~80%	25	8.06%	18	8.04%
3	~60%	25	8.06%	19	8.48%
4	~40%	25	8.06%	13	5.80%
5	~20%	18	5.81%	13	5.80%
6	20%未満	152	49.03%	103	45.98%
小計		310		224	

整形外科、泌尿器科、小児科の透視業務で、20%未満が50%を超える。

また、看護師も20%未満が多い。

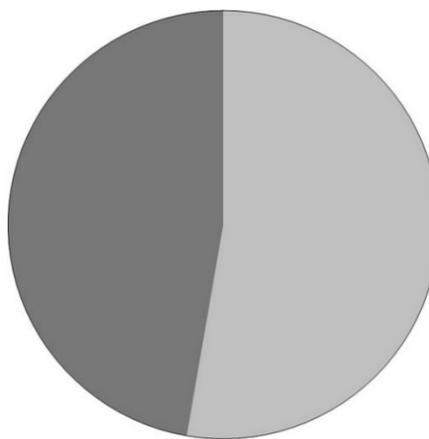
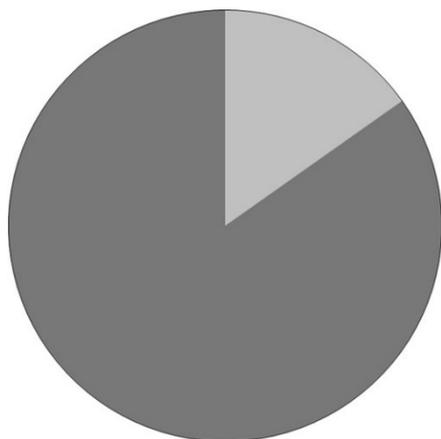
全ての群において、電離則施行前後において、有意な変化は認めない。

Q39：放射線業務の被ばく管理のために、防護メガネの内側に着用する水晶体専用の放射線測定器を利用していますか。

Q39	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 利用している	51	15.18%	126	52.72%
2 利用していない	285	84.82%	113	47.28%
	336		239	

施行前

施行後



電離則施行後に、水晶体専用の放射線測定器の利用率が著しく増加している ($p<0.0001$)

Q41：血管系 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。

Q41	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 十分ある	136	40.48%	92	39.83%
2 おおよそある	141	41.96%	118	51.08%
3 かなり足りない	53	15.77%	20	8.66%
4 全くない	6	1.79%	1	0.43%
	336	100	231	100

電離則施行後に、「おおよそある」の割合が増加している ($p<0.05$)。

Q42：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。

Q42	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 十分ある	142	42.26%	99	46.26%
2 十分ではないがある	155	46.13%	103	48.13%
3 ない	39	11.61%	12	5.61%
	336	100	214	100

電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q43：一般 X 線透視室には防護眼鏡が配備されていますか。

Q43	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 十分ある	101	30.06%	83	35.47%
2 十分ではないがある	184	54.76%	123	52.56%
3 ない	51	15.18%	28	11.97%
	336	100	234	100

電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q44：手術室には防護眼鏡が配備されていますか。

Q44	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 十分ある	52	15.48%	54	22.98%
2 十分ではないがある	155	46.13%	105	44.68%
3 ない	129	38.39%	76	32.34%
	336	100	235	100

電離則施行前後において、有意差を認めない。

(ただし、Q41~44 について、2020 年調査には、該当する設備のない施設(例えば手術室のない病院)の存在が想定されていなかったという不備があるため、そのような対象調査施設におけるデータの精度に問題がある可能性がある。2021 年度調査ではそのような施設は除外できるような配慮が行われている)。

Q45：血管系 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。

Q45	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 100%	301	89.58%	209	90.48%
2 ~90%	12	3.57%	15	6.49%
3 ~80%	7	2.08%	3	1.30%
4 ~60%	3	0.89%	0	0.00%
5 ~40%	2	0.60%	1	0.43%
6 ~20%	1	0.30%	1	0.43%
7 20%未満	10	2.98%	2	0.87%
小計	336		231	

高い配備率である。電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q46：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。

	Q46	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	156	46.43%	107	47.14%
2	~90%	33	9.82%	18	7.93%
3	~80%	14	4.17%	9	3.96%
4	~60%	9	2.68%	5	2.20%
5	~40%	13	3.87%	5	2.20%
6	~20%	9	2.68%	11	4.85%
7	20%未満	102	30.36%	72	31.72%
	小計	336		227	

20%未満が3割を超える。電離則施行前後において、有意な改善を認めない。

Q47：血管系 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。

	Q47	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	161	47.92%	110	46.81%
2	~90%	66	19.64%	53	22.55%
3	~80%	37	11.01%	28	11.91%
4	~60%	17	5.06%	13	5.53%
5	~40%	18	5.36%	8	3.40%
6	~20%	11	3.27%	3	1.28%
7	20%未満	26	7.74%	20	8.51%
	小計	336		235	

比較的高い配備率である。電離則施行前後において、有意差を認めない。

Q48 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。

	Q48	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	100%	60	17.86%	49	21.21%
2	~90%	31	9.23%	18	7.79%
3	~80%	22	6.55%	12	5.19%
4	~60%	19	5.65%	14	6.06%
5	~40%	24	7.14%	17	7.36%
6	~20%	25	7.44%	18	7.79%
7	20%未満	155	46.13%	103	44.59%
	小計	336		231	

20%未満が4割を超える。電離則施行前後において、有意な改善を認めない。

Q49：放射線防護眼鏡の購入費用は誰が負担していますか（複数回答可）

Q49		2021年度(施行後)	
		n	%
1	病院・大学等の全体予算	203	84.94%
2	所属科・放射線部の予算	61	25.52%
3	利用者個人	82	34.31%
4	防護眼鏡は使用していない	1	0.42%
小計		239	100

個人購入も一部存在するが、多くは施設・部門で購入されている。

Q50 以下は、2021 年（電離則施行後）のみの調査である。

Q50：血管系 IVR を行うすべての X 線診療室には、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？

Q50		2021年度(施行後)	
		n	%
1	全て設置	176	76.86%
2	ほとんど設置	25	10.92%
3	一部設置	22	9.61%
4	設置無し	6	2.62%
小計		229	100

防護版の設置率は、ほとんど設置まで含めると、9 割近くである。

Q51：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？

Q51		2021年度(施行後)	
		n	%
1	ある	152	70.05%
2	ない	66	30.41%
小計		217	100

防護クロスの設置率は 7 割に止まり、血管造影室の防護状態に比べやや悪い。

Q52：血管系 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？

Q52		2021年度(施行後)	
		n	%
1	ある	104	45.22%
2	ない	126	54.78%
小計		230	100

線量分布図の掲示は半数に止まる。

Q53：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？

Q53		2021年度(施行後)	
		n	%
1	ある	65	28.02%
2	ない	167	71.98%
小計		232	100

防護効果の図表の利用は一部にとどまる。

施設規模と防護眼鏡配備率の関係

Q41：血管造影室における配備率

	十分ある		おおよそある		かなり足りない		全くない		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
施行前									
600以上	40	44%	41	45%	10	11%	0	0%	91
600-400	54	43%	54	43%	17	13%	2	2%	127
400-200	37	36%	42	40%	23	22%	2	2%	104
200-50	4	31%	4	31%	3	23%	2	15%	13
50未満	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	1
	136		141		53		6		336
施行後									
600以上	31	42%	39	53%	3	4%	0	0%	73
600-400	32	46%	31	44%	7	10%	0	0%	70
400-200	23	32%	43	59%	6	8%	1	1%	73
200-50	6	40%	5	33%	4	27%	0	0%	15
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
	92		118		20		1		231

施行前には $p < 0.05$ で有意な関連（小規模病院ほど配備率不良）をみとめたが、施行後には有意な関係を認めなくなった。（これは、施行前のデータにのみ存在した、50床以下の施設1施設のデータを取り除いても同様である）

Q42：内視鏡室における配備率

	十分ある		十分ではないがある		ない		
	n	%	n	%	n	%	
施行前							
600以上	37	41%	43	47%	11	12%	91
600-400	63	50%	55	43%	9	7%	127
400-200	40	38%	50	48%	14	13%	104
200-50	2	15%	6	46%	5	38%	13
50未満	0	0%	1	100%	0	0%	1
	142		155		39		336
施行後							
600以上	28	39%	39	55%	4	6%	71
600-400	35	57%	23	38%	3	5%	61
400-200	31	46%	32	48%	4	6%	67
200-50	5	33%	9	60%	1	7%	15
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0
	99		103		12		214

施行前には $p < 0.05$ で有意な関連（小規模病院ほど配備率不良）をみとめたが、施行後には有意な関係を認めなくなった。これは、「ない」のグループの全体的な減少にともなうものと思われる。（これは、施行前のデータにのみ存在した、50床以下の施設1施設のデータを取り除いても同様である）

Q43：透視室における配備率

施行前	十分ある		十分ではないがある		ない		
	n	%	n	%	n	%	
600以上	26	29%	54	59%	11	12%	91
600-400	43	34%	68	54%	16	13%	127
400-200	31	30%	52	50%	21	20%	104
200-50	1	8%	9	69%	3	23%	13
50未満	0	0%	1	100%	0	0%	1
	101		184		51		336

施行前	十分ある		十分ではないがある		ない		
	n	%	n	%	n	%	
600以上	26	36%	44	60%	3	4%	73
600-400	33	47%	29	41%	8	11%	70
400-200	19	26%	43	59%	11	15%	73
200-50	5	28%	7	39%	6	33%	18
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0
	83		123		28		234

施行前には有意な関連を認めていなかったが、施行後データでは $p < 0.01$ で有意な関連（小規模病院ほど配備率不良）をみとめている。これは、大規模病院での「ない」のグループの減少が大きいことに伴うものと思われる。

Q44：手術室における配備率

施行前	十分ある		十分ではないがある		ない		
	n	%	n	%	n	%	
600以上	13	14%	44	48%	34	37%	91
600-400	21	17%	64	50%	42	33%	127
400-200	17	16%	40	38%	47	45%	104
200-50	1	8%	6	46%	6	46%	13
50未満	0	0%	1	100%	0	0%	1
	52		155		129		336

施行前	十分ある		十分ではないがある		ない		
	n	%	n	%	n	%	
600以上	18	25%	41	57%	13	18%	72
600-400	19	27%	28	40%	23	33%	70
400-200	12	16%	31	41%	32	43%	75
200-50	5	28%	5	28%	8	44%	18
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0
	54		105		76		235

施行前には有意な関連を認めていなかったが、施行後データでは $p < 0.05$ で有意な関連（小規模病院ほど配備率不良）をみとめている。これは、透視室同様大規模病院での「ない」のグループの減少が大きいことに伴うものである。

施設規模と放射線技師配備率の関係

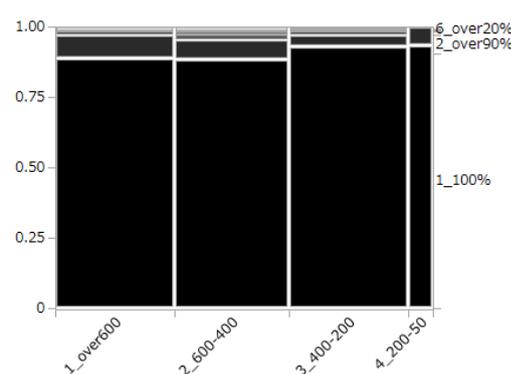
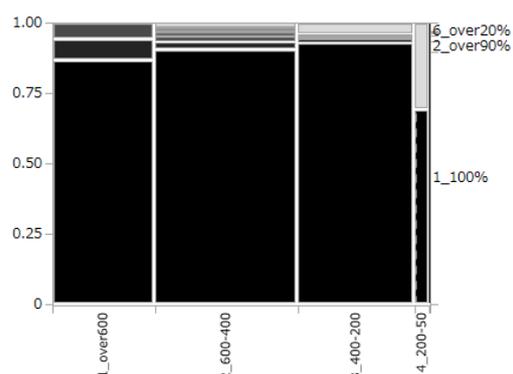
Q45：血管造影室における診療放射線技師配備率

施行前	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	79	87%	7	8%	5	5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	91
600-400	115	91%	4	3%	2	2%	2	2%	2	2%	0	0%	2	2%	127
400-200	97	93%	1	1%	0	0%	1	1%	0	0%	1	1%	4	4%	104
200-50	9	69%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	4	31%	13
50未満	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
小計	301		12		7		3		2		1		10		336

施行後	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	65	89%	6	8%	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	73
600-400	62	89%	5	7%	1	1%	0	0%	1	1%	0	0%	1	1%	70
400-200	68	93%	3	4%	1	1%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	73
200-50	14	93%	1	7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	15
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
小計	209		15		3		0		1		1		2		231

施行前

施行後

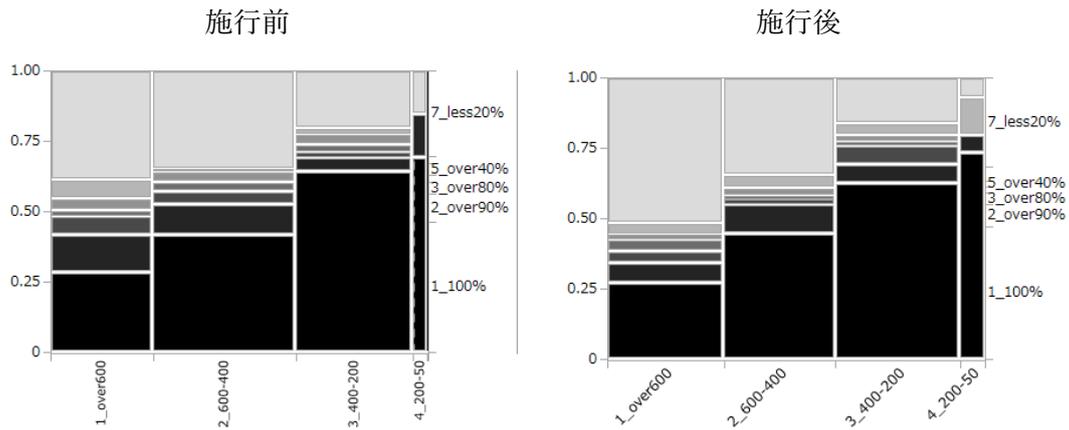


血管造影室における技師配備率は、施行前には、大規模病院でやや100%の割合が低く、また200～50床の施設で20%未満が多いと言う傾向を認めていたが、施行後には病院規模と配備率の関係は消失している。

Q46：内視鏡室における診療放射線技師配備率

施行前	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	26	29%	12	13%	6	7%	2	2%	4	4%	6	7%	35	38%	91
600-400	53	42%	14	11%	6	5%	4	3%	5	4%	1	1%	44	35%	127
400-200	67	64%	5	5%	2	2%	3	3%	4	4%	2	2%	21	20%	104
200-50	9	69%	2	15%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	15%	13
50未満	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
小計	156		33		14		9		13		9		102		336

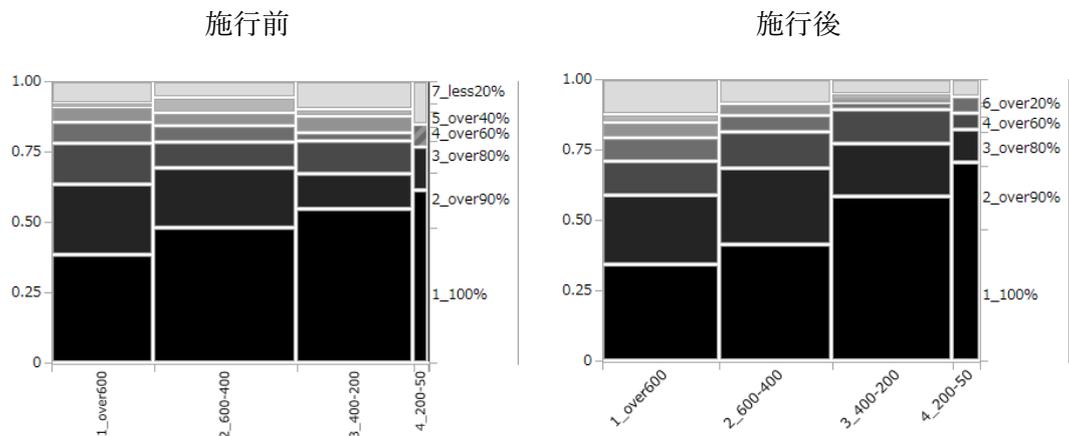
施行後	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	19	27%	5	7%	3	4%	3	4%	1	1%	3	4%	36	51%	70
600-400	30	45%	7	10%	1	1%	1	1%	2	3%	3	4%	23	34%	67
400-200	47	63%	5	7%	5	7%	1	1%	2	3%	3	4%	12	16%	75
200-50	11	73%	1	7%	0	0%	0	0%	0	0%	2	13%	1	7%	15
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
小計	107		18		9		5		5		11		72		227



施行前は $p < 0.05$ で、施行後は $p < 0.01$ で、病院規模と内視鏡室における放射線技師配備率の間に有意な関連あり。大規模病院ほど配備率が悪い。この関係は、ケース数の少ない 50 床未満、200-50 床の施設を取り除いた解析でも同様であり、極めて頑強な傾向である。

Q47：X線透視室における診療放射線技師配備率

	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
施行前															
600以上	35	38%	23	25%	13	14%	7	8%	5	5%	1	1%	7	8%	91
600-400	61	48%	27	21%	12	9%	7	6%	6	5%	7	6%	7	6%	127
400-200	57	55%	13	13%	12	12%	3	3%	6	6%	3	3%	10	10%	104
200-50	8	62%	2	15%	0	0%	0	0%	1	8%	0	0%	2	15%	13
50未満	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
小計	161		66		37		17		18		11		26		336
施行後															
600以上	25	34%	18	25%	9	12%	6	8%	4	5%	2	3%	9	12%	73
600-400	29	41%	19	27%	9	13%	4	6%	3	4%	0	0%	6	9%	70
400-200	44	59%	14	19%	9	12%	2	3%	1	1%	1	1%	4	5%	75
200-50	12	71%	2	12%	1	6%	1	6%	0	0%	0	0%	1	6%	17
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
小計	110		53		28		13		8		3		20		235



X線透視室における配備率は若干大規模病院で悪い傾向を認めるものの、統計学的有意差は認められない。

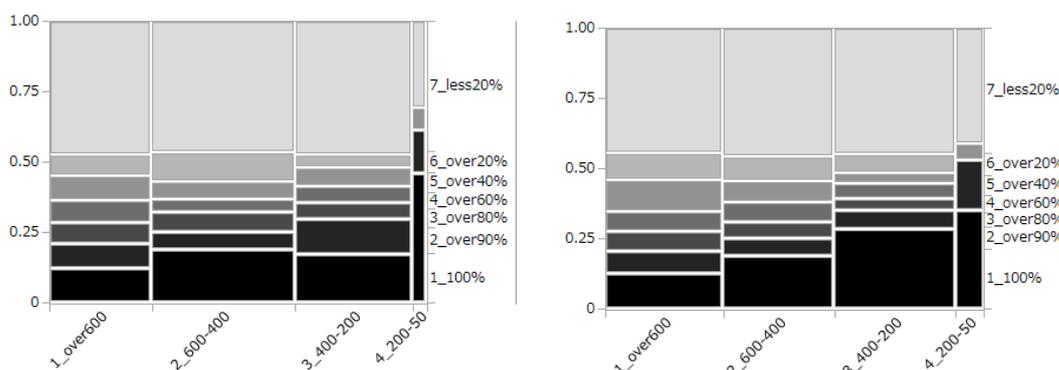
Q48：手術室における診療放射線技師配備率

施行前	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	11	12%	8	9%	7	8%	7	8%	8	9%	7	8%	43	47%	91
600-400	24	19%	8	6%	9	7%	6	5%	8	6%	13	10%	59	46%	127
400-200	18	17%	13	13%	6	6%	6	6%	7	7%	5	5%	49	47%	104
200-50	6	46%	2	15%	0	0%	0	0%	1	8%	0	0%	4	31%	13
50未満	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
小計	60		31		22		19		24		25		155		336

施行後	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		小計
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
600以上	9	13%	6	8%	5	7%	5	7%	8	11%	7	10%	32	44%	72
600-400	13	19%	4	6%	4	6%	5	7%	5	7%	6	9%	31	46%	68
400-200	21	28%	5	7%	3	4%	4	5%	3	4%	5	7%	33	45%	74
200-50	6	35%	3	18%	0	0%	0	0%	1	6%	0	0%	7	41%	17
50未満	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
小計	49		18		12		14		17		18		103		231

施行前

施行後



手術室における配備率は40%を超える施設で20%未満であり、配備率が低いですが、病院規模との統計学的に有意な関係は認められない。

3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究

3-1) 業務毎の被ばく線量調査

調査対象施設である長崎大学病院では調査開始まで放射線防護眼鏡の着用は放射線科の一部医師以外では行われていなかった。このため、2020年10月に放射線防護のための防護眼鏡を着用することを推奨する介入を行った。一方、2021年4月の業務移動により2020年度に防護眼鏡着用に関し強く介入指導を行っていた看護師が部署転換され、積極的介入の頻度が明らかに低下した。これらを踏まえ、2020年4月～9月のデータを「介入前」、2020年10月～2021年3月のデータを「介入直後」、2021年4月～9月のデータを「介入半年後～」として調査検討した。

3-1-1) 水晶体線量と検査数・時間の関係

業務毎の水晶体被ばくは、被ばくを伴う検査の回数、透視時間、透視回数に影響を受けるため、単純な月間積算線量での比較は不適切であることが明らかである。このため、検討するパラメータの決定のために、水晶体被ばく線量（月間積算値）と検査数、X線照射時間、X線照射回数との相関を調査した。

水晶体線量との相関について、介入前では、検査件数が $p<0.01$, $R^2=0.696$ 、照射時間が $p<0.01$, $R^2=0.652$ 、照射回数が $p<0.01$, $R^2=0.533$ 、と検査件数との相関係数が、わずかに照射時間との相関件数を上回っていたが、介入直後では、検査件数が $p<0.05$, $R^2=0.274$ 、照射時間が $p<0.01$, $R^2=0.647$ 、照射回数が $p<0.05$, $R^2=0.289$ 、介入半年後では、検査件数が $p=0.05$, $R^2=0.330$ 、照射時間が

$p<0.01$, $R^2=0.538$ 、照射回数が $p<0.05$, $R^2=0.553$ 、となり、恒常的に月間積算値と強く相関するものは照射時間であった。このため、DOSIRISで測定される水晶体線量の月間積算値をX線照射時間で除した、単位時間あたりの線量を検討の対象とした。

3-1-2) 医師

医師の単位時間あたり水晶体線量は、介入前には平均値 $0.026\pm 0.023\text{mSv/min}$ 、最大値 0.125mSv/min 、中央値 0.020mSv/month 、最小値 0.002mSv/min であった。これは介入直後には平均値 $0.009\pm 0.006\text{mSv/min}$ 、最大値 0.029mSv/min 、中央値 0.008mSv/month 、最小値 0.002mSv/min と、約1/3程度へと有意な低下をみとめたが、介入半年後では、平均値 $0.024\pm 0.014\text{mSv/min}$ 、最大値 0.044mSv/min 、中央値 0.019mSv/month 、最小値 0.003mSv/min と、介入前との有意な差が失われていた。ただし、データ数について、介入直後、介入半年後ではCOVID-19パンデミックの影響のため、検査数の大幅な減少が見られ、該当する透視検査がない月、あっても1～2例のため、線量値が測定限界以下となり、有用なデータが得られなかった月があり、これにともない介入直後・介入半年後のデータでは呼吸器科のデータが得られなかった。とくに介入半年後で有用なデータ数の減少が著しく、このことが解析に影響している可能性は否定できない（介入前データ数延べ23か月、介入直後データ数延べ21か月、介入半年後データ数延べ12か月）。

3-1-2-3) 診療科毎の違い

科毎の比較では、介入前では小児科の単

位時間あたり線量が他科に比べて有意に低い値であった(平均 0.009 ± 0.006 mSv/min, 最大値 0.017 mSv/min, 中央値 0.006 mSv/min, $p<0.01$ で呼吸器科に対して、 $p<0.05$ で残る科に対して低い)。最も被ばく量の多い整形外科に対して約 $1/5$ の単位時間あたり線量であった。

介入後には、この有意差は消失した。特に介入直後においては、介入前に最も線量の低かった小児科と最も高かった整形外科の比は約 $1/3$ に縮小していた(小児科平均 0.005 ± 0.003 mSv/min, 整形外科平均 0.014 ± 0.014 mSv/min)。

3-1-2-4) 診療科毎の介入の影響

呼吸器科については介入後の該当検査の激減のためデータが得られず、泌尿器科、小児科、消化器科、整形外科における、介入前後の比較を行った。

泌尿器科においては、介入前が平均値 0.021 ± 0.008 mSv/min, 最大値 0.037 mSv/min, 中央値 0.019 mSv/min, 最小値 0.016 mSv/min であったが、介入直後には 0.009 ± 0.002 mSv/min, 最大値 0.012 mSv/min, 中央値 0.008 mSv/min, 最小値 0.006 mSv/min へと有意な減少が見られた ($p<0.01$)。しかし介入半年後には 0.026 ± 0.008 mSv/min, 最大値 0.035 mSv/min, 中央値 0.024 mSv/min, 最小値 0.018 mSv/min と介入前の値とほぼ同じに戻ってしまい、介入の効果が失われていることが明らかであった。

小児科においては、介入前が平均値 0.009 ± 0.006 mSv/min, 最大値 0.017 mSv/min, 中央値 0.006 mSv/min, 最小値 0.003 mSv/min、介入直後には 0.005 ± 0.002 mSv/min, 最大値 0.009 mSv/min, 中央値 0.004 mSv/min, 最小

値 0.002 mSv/min、介入半年後には 0.007 ± 0.005 mSv/min, 最大値 0.013 mSv/min, 中央値 0.005 mSv/min, 最小値 0.003 mSv/min と、わずかながら介入後の数値が低下する傾向を認めるものの、有意差は認められない。小児科は介入前から他科に比して単位時間あたりの線量が低かったため、介入の影響が少なかった可能性が示唆される。

消化器科においては、介入前が平均値 0.019 ± 0.008 mSv/min, 最大値 0.028 mSv/min, 中央値 0.018 mSv/min, 最小値 0.008 mSv/min、介入直後には 0.011 ± 0.004 mSv/min, 最大値 0.016 mSv/min, 中央値 0.012 mSv/min, 最小値 0.005 mSv/min、介入半年後には 0.031 ± 0.015 mSv/min, 最大値 0.044 mSv/min, 中央値 0.032 mSv/min, 最小値 0.017 mSv/min と、介入直後に若干の低下が認められたものの有意差には至っていない。むしろ介入半年後には値が上昇してしまったため、介入半年後の数値が介入直後に対して、有意 ($p<0.05$) で高くなってしまっている。

整形外科においては、介入半年後に有意な線量データが得られた月が一ヶ月しかないため、統計解析は介入前と介入直後のみの比較となる。介入前が平均値 0.049 ± 0.040 mSv/min, 最大値 0.125 mSv/min, 中央値 0.041 mSv/min, 最小値 0.014 mSv/min、介入直後には 0.014 ± 0.014 mSv/min, 最大値 0.029 mSv/min, 中央値 0.010 mSv/min, 最小値 0.002 mSv/min となり、値はかなり介入直後に低下している(平均値で介入前に対して介入直後が 28.6%) 傾向があるが、統計学的な有意性は得られていない。整形外科のデータの特徴として、標準偏差に見られるデータのばらつきが他科に比べて非常に大きく、このため、統計学的な有意差が得られ

なかった可能性がある。

3-1-3) 看護師・診療放射線技師

看護師・診療放射線技師については、介入前、介入直後のみの調査を行った。また、看護師・診療放射線技師については、その業務形態上、照射時間（曝露時間）の厳密な定義が困難であったため、検査に立ち会った数で除した値（検査立会い1回あたりの線量）を求めた。

介入前が、

看護師 $0.015 \pm 0.006 \text{mSv}$ /立ち会い1回

技師 $0.016 \pm 0.004 \text{mSv}$ /立ち会い1回

介入後が、

看護師 $0.006 \pm 0.001 \text{mSv}$ /立ち会い1回

技師 $0.004 \pm 0.008 \text{mSv}$ /立ち会い1回

と、介入による有意な減少を認めた ($p < 0.05$)。減少率は看護師で41%、診療放射線技師で26%であった。

3-2) 個人水晶体線量調査

高線量が予測される個人に対しての個人線量の調査を行った。対象者は広島大学における14名の医師と1名の診療放射線技師、および福島県立医科大学病院における2名のPET用放射性医薬品・サイクロトロン運用業務者である。

3-2-1) 医師・診療放射線技師

広島大学における15名の対象者においては、個人の水晶体線量を7か月にわたり調査した。業務内容は医師のうち8名がIVR（治療を伴う透視・血管造影）、6名が透視業務、1名の放射線技師は消化管二重造影業務に携わる技師であった。

最も高線量であった者は消化管造影に携

わる放射線技師で、7か月の積算線量が15mSv、この数値から予測される年間水晶体推定線量、5年水晶体推定線量がそれぞれ、25.7, 128.6mSvと、年間線量限度は超えないが、5年間の線量限度である100mSvを超えることが推定された。

医師においては、3名年間推定線量が5mSvを超えると推定されたが、一方5名の医師は測定限界以下となっていた。

技師1名を除く14名の医師は業務ではIVRと透視業務の2業務に分かれたが業務間に有意な線量の違いは認められなかった（1年間の推定線量；IVR $3.76 \pm 3.62 \text{mSv/yr}$, 透視 $2.33 \pm 3.21 \text{mSv/yr}$, $p = 0.428$ ）。

医師の所属については、循環器内科4名、外科1名、内科3名、脳外科2名、泌尿器科2名、放射線科2名であり、若干循環器科が他科に比べて高めの傾向はあったが（ $4.95 \pm 4.77 \text{mSv/yr}$ ）、各所属毎の例数が少ないため、統計学的解析は行わなかった。

3-2-2) PET サイクロトロン業務従事者

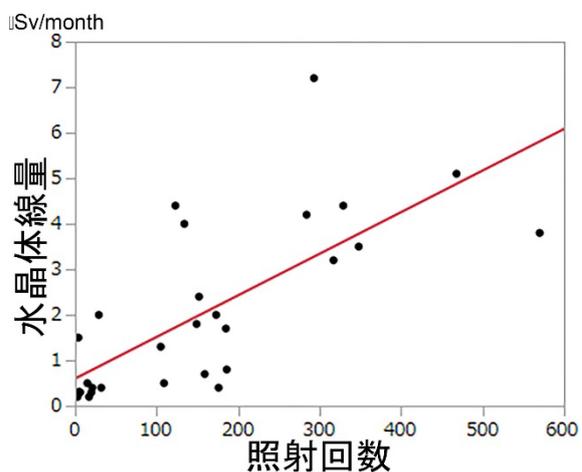
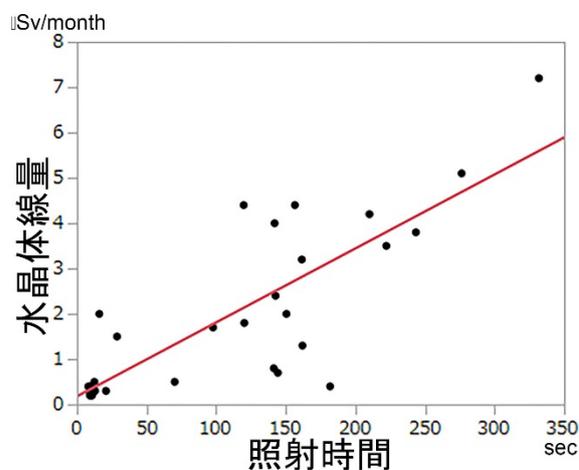
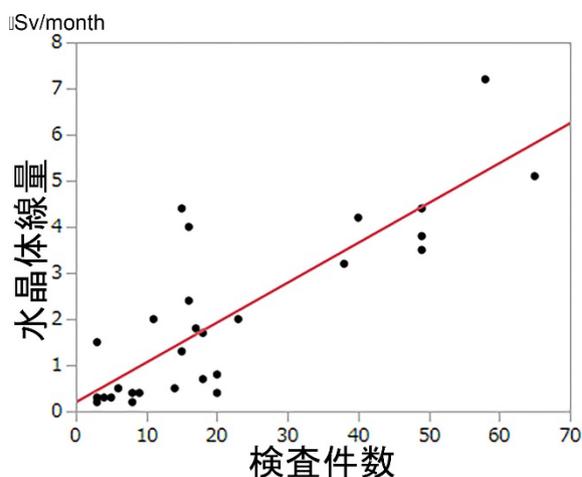
福島県立医科大学における2名のサイクロトロン業務従事者については2021年7月および2022年2月の2回、DOSIRISを用いて個人線量の調査を行った。

2021年7月調査では2名とも測定限界以下の数値であったが、2022年2月の調査では、1名が0.3mSv、1名が0.1mSvの有意な被ばくとなっていた。7月と2月の業務の違いについて、2月の調査時点の業務が、放射性医薬品の品質試験作業で手動操作を必要とする作業が月間4回発生していたことが主な原因であることが、業務調査によって明らかとなった。一方、2名とも有意ではあるが低い水晶体被ばく線量であること、

頸部個人線量計での被ばく推定値がそれぞれ 0.4mSv、0.1mSv と水晶体専用線量計の測定値に近く、頸部個人線量計でも水晶体の実測値が正しく推定できていることが明らかとなった。

DOSIRIS で測定された水晶体線量と照射時間、検査回数、照射回数の相関関係

(期間 1：防護眼鏡装着：非介入)



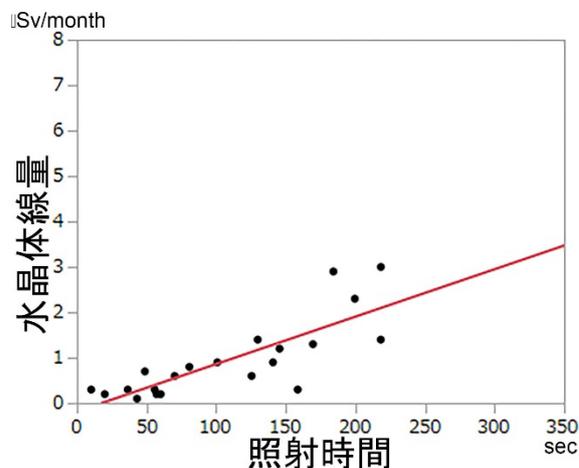
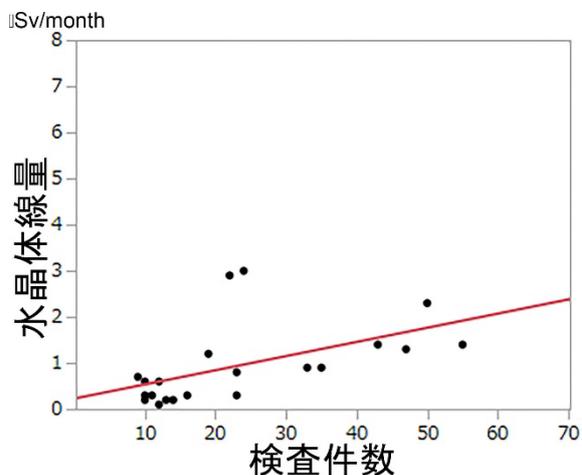
水晶体線量(Y) 対 検査回数(X)
 $Y=0.0864X + 0.197$ ($p<0.01, R^2=0.696$)

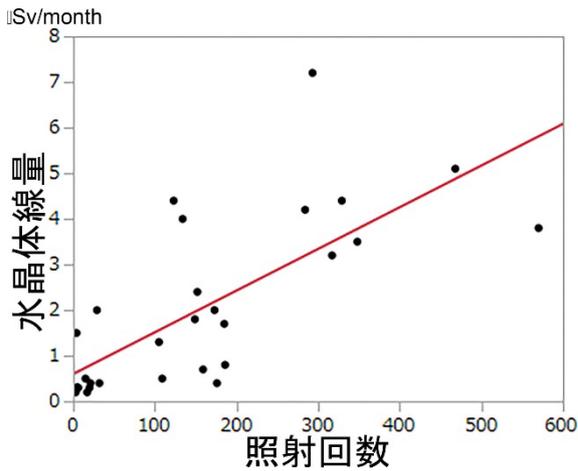
水晶体線量(Y) 対 照射時間(X)
 $Y=0.0163X + 0.181$ ($p<0.01, R^2=0.652$)

水晶体線量(Y) 対 照射回数(X)
 $Y=0.00914X + 0.602$ ($p<0.01, R^2=0.533$)

照射時間および照射回数との相関が高い。

(期間 2：防護眼鏡装着：介入直後)





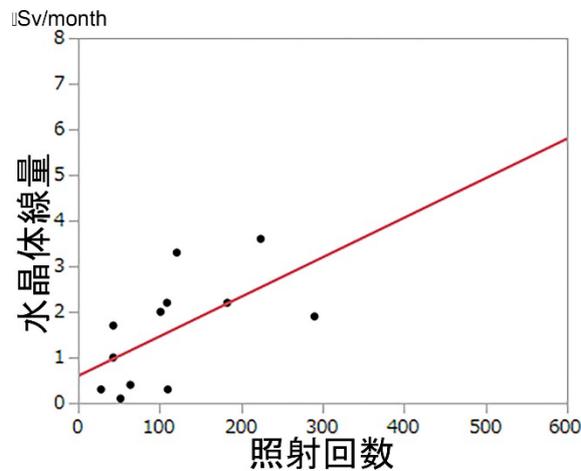
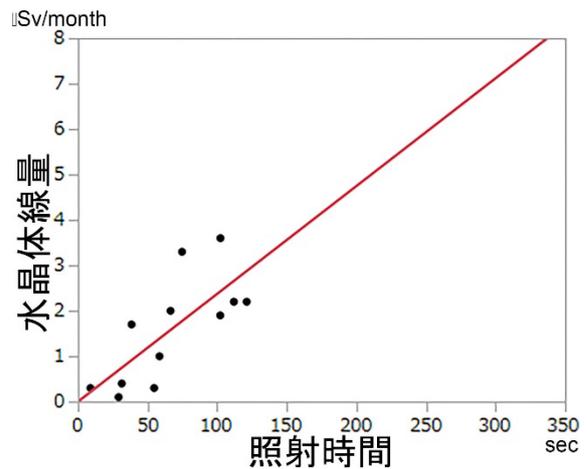
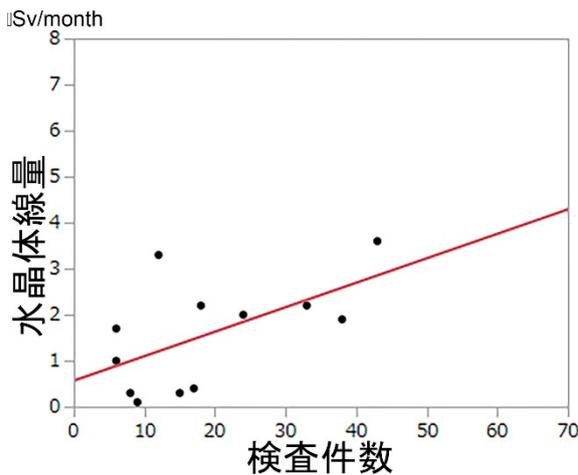
水晶体線量(Y) 対 検査件数(X)
 $Y=0.0307X + 0.229$ ($p<0.05$, $R^2=0.274$)

水晶体線量(Y) 対 照射時間(X)
 $Y=0.0104X - 0.182$ ($p<0.01$, $R^2=0.647$)

水晶体線量(Y) 対 照射回数(X)
 $Y=0.00350X + 0.292$ ($p<0.05$, $R^2=0.289$)

水晶体線量の減少とともに、検査件数・照射回数との相関性が低くなっている。
 照射時間とは介入前と同様の高い相関。

~~~~~  
 (期間 3：防護眼鏡装着：介入半年後)



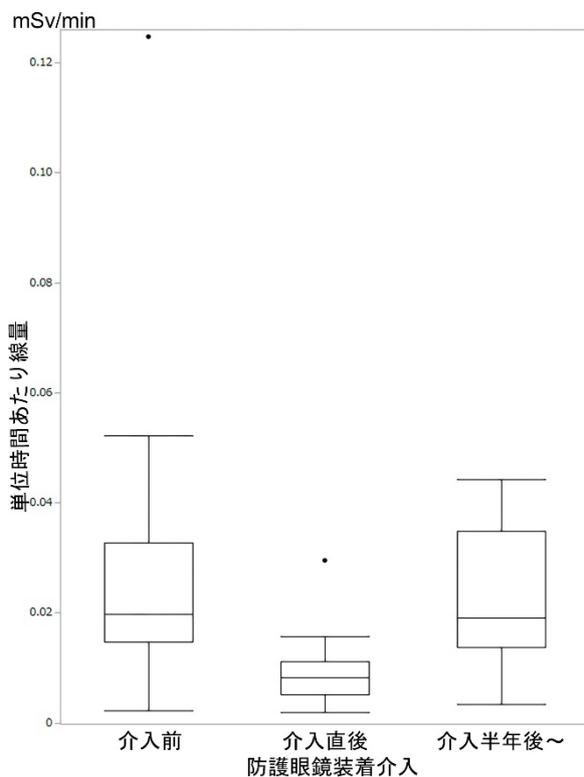
水晶体線量(Y) 対 検査件数(X)  
 $Y=0.0532X + 0.569$  ( $p=0.05$ ,  $R^2=0.330$ )

水晶体線量(Y) 対 照射時間(X)  
 $Y=0.0237X + 0.000820$   
 ( $p<0.01$ ,  $R^2=0.538$ )

水晶体線量(Y) 対 照射回数(X)  
 $Y=0.00867X + 0.595$  ( $p<0.05$ ,  $R^2=0.353$ )

照射時間とは介入前と同様の高い相関。

## 防護眼鏡着用による介入の効果

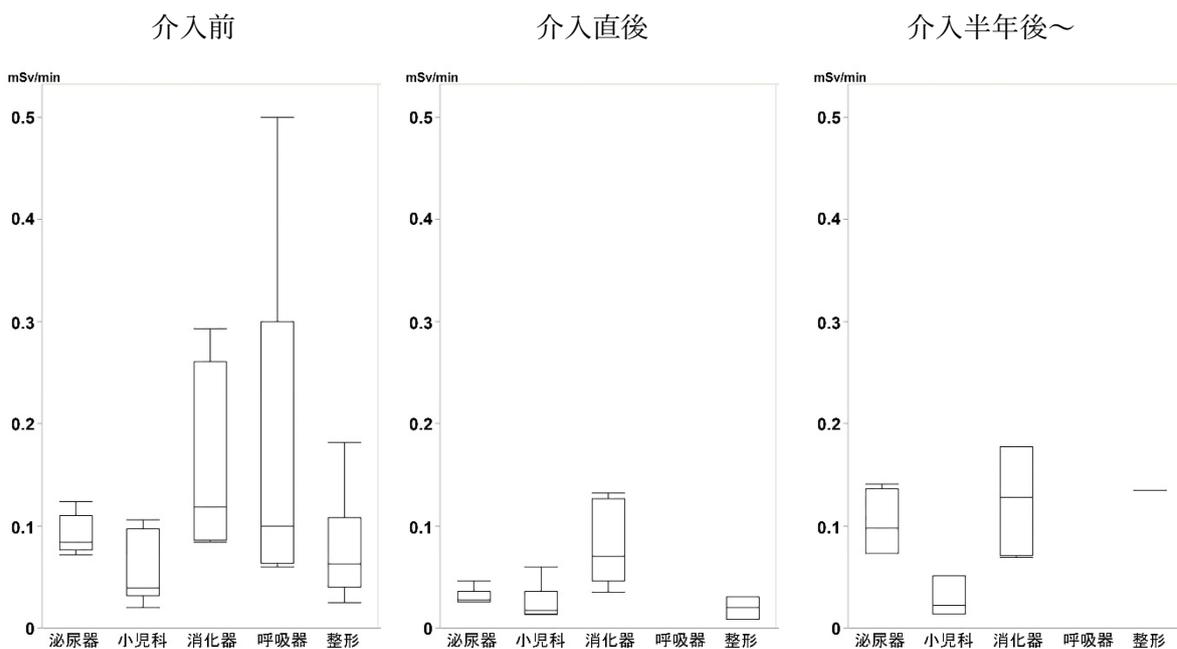


|      | 介入前   | 介入直後  | 介入半年後 |
|------|-------|-------|-------|
| n    | 29    | 21    | 12    |
| 平均値  | 0.026 | 0.009 | 0.024 |
| 標準偏差 | 0.023 | 0.006 | 0.014 |
| 最大値  | 0.125 | 0.029 | 0.044 |
| 75%  | 0.033 | 0.011 | 0.035 |
| 中央値  | 0.020 | 0.008 | 0.019 |
| 25%  | 0.015 | 0.005 | 0.014 |
| 最小値  | 0.002 | 0.002 | 0.003 |

介入直後には、統計学的に有意 ( $p < 0.01$ ) の線量低減効果が得られており、単位時間あたりの線量は約 1/3 に低下していたが、介入半年後には、介入の効果が失われ、単位時間線量は介入前に近い値となった。

介入が一過性のものであったため、防護眼鏡着用が徹底されなくなってしまったものと思われる。

## 診療科毎の違い



| 介入前  | 泌尿器科  | 小児科   | 消化器科  | 呼吸器科  | 整形外科  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n    | 6     | 6     | 6     | 5     | 6     |
| 平均値  | 0.021 | 0.009 | 0.019 | 0.032 | 0.049 |
| 標準偏差 | 0.008 | 0.006 | 0.008 | 0.013 | 0.040 |
| 最大値  | 0.037 | 0.017 | 0.028 | 0.052 | 0.125 |
| 75%  | 0.025 | 0.016 | 0.028 | 0.043 | 0.068 |
| 中央値  | 0.019 | 0.006 | 0.018 | 0.032 | 0.041 |
| 25%  | 0.016 | 0.004 | 0.012 | 0.021 | 0.020 |
| 最小値  | 0.016 | 0.002 | 0.008 | 0.019 | 0.014 |

介入前には小児科が他4科に対して有意に低い被ばく量であった。(呼吸器科に対して  $p<0.01$ , 他は  $p<0.05$ )

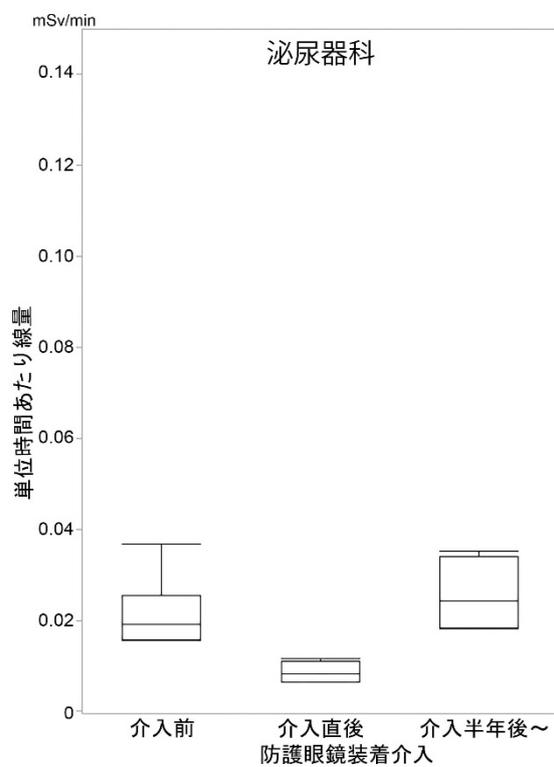
| 介入直後 | 泌尿器科  | 小児科   | 消化器科  | 呼吸器科 | 整形外科  |
|------|-------|-------|-------|------|-------|
| n    | 6     | 6     | 6     | -    | 3     |
| 平均値  | 0.009 | 0.005 | 0.011 | -    | 0.014 |
| 標準偏差 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | -    | 0.014 |
| 最大値  | 0.012 | 0.009 | 0.016 | -    | 0.029 |
| 75%  | 0.011 | 0.008 | 0.015 | -    | 0.029 |
| 中央値  | 0.008 | 0.004 | 0.012 | -    | 0.010 |
| 25%  | 0.006 | 0.003 | 0.007 | -    | 0.002 |
| 最小値  | 0.006 | 0.002 | 0.005 | -    | 0.002 |

| 介入半年後 | 泌尿器科  | 小児科   | 消化器科  | 呼吸器科 | 整形外科  |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| n     | 4     | 3     | 4     | -    | 1     |
| 平均値   | 0.026 | 0.007 | 0.031 | -    | 0.034 |
| 標準偏差  | 0.008 | 0.005 | 0.015 | -    | -     |
| 最大値   | 0.035 | 0.013 | 0.044 | -    | 0.034 |
| 75%   | 0.034 | 0.013 | 0.044 | -    | 0.034 |
| 中央値   | 0.024 | 0.005 | 0.032 | -    | 0.034 |
| 25%   | 0.018 | 0.003 | 0.018 | -    | 0.034 |
| 最小値   | 0.018 | 0.003 | 0.017 | -    | 0.034 |

介入後には、診療科間の有意差は消失した。なお、COVID-19の影響のため、検査数が激減し、有意な値の得られない科・月が生じている。

## 科ごとの介入の影響

### 泌尿器科

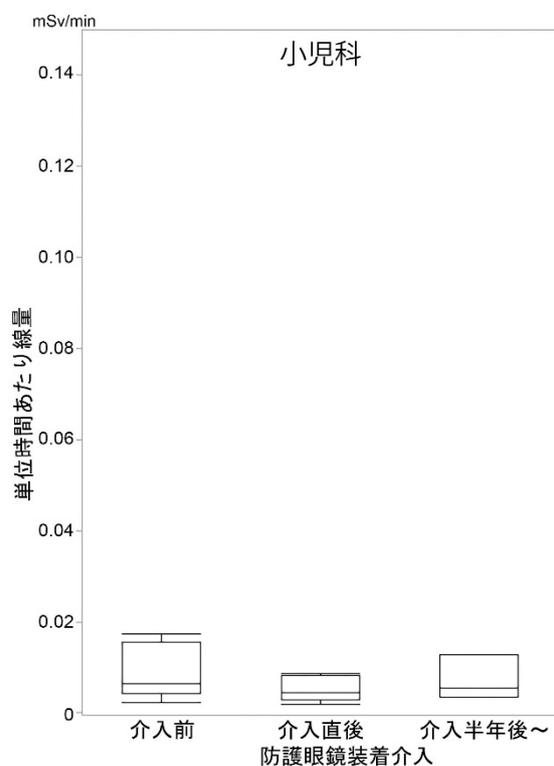


| 泌尿器科 | 介入前   | 介入直後  | 介入半年後 |
|------|-------|-------|-------|
| n    | 6     | 6     | 4     |
| 平均値  | 0.021 | 0.009 | 0.026 |
| 標準偏差 | 0.008 | 0.002 | 0.008 |
| 最大値  | 0.037 | 0.012 | 0.035 |
| 75%  | 0.025 | 0.011 | 0.034 |
| 中央値  | 0.019 | 0.008 | 0.024 |
| 25%  | 0.016 | 0.006 | 0.018 |
| 最小値  | 0.016 | 0.006 | 0.018 |

介入直後はそれ以外に対して有意に低い値（介入前に対して  $p < 0.01$ , 介入半年後に対して  $p < 0.05$ ）。

介入半年後のデータでは、介入前との有意さがなく、介入による効果が失われている。

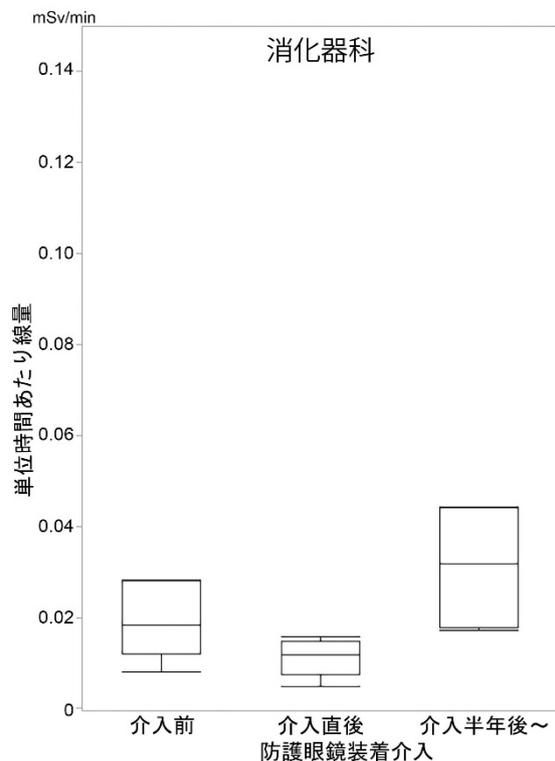
### 小児科



| 小児科  | 介入前   | 介入直後  | 介入半年後 |
|------|-------|-------|-------|
| n    | 6     | 6     | 3     |
| 平均値  | 0.009 | 0.005 | 0.007 |
| 標準偏差 | 0.006 | 0.003 | 0.005 |
| 最大値  | 0.017 | 0.009 | 0.013 |
| 75%  | 0.016 | 0.008 | 0.013 |
| 中央値  | 0.006 | 0.004 | 0.005 |
| 25%  | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| 最小値  | 0.002 | 0.002 | 0.003 |

介入直後にわずかに低下しているが、各期間毎の有意差は観察されない。

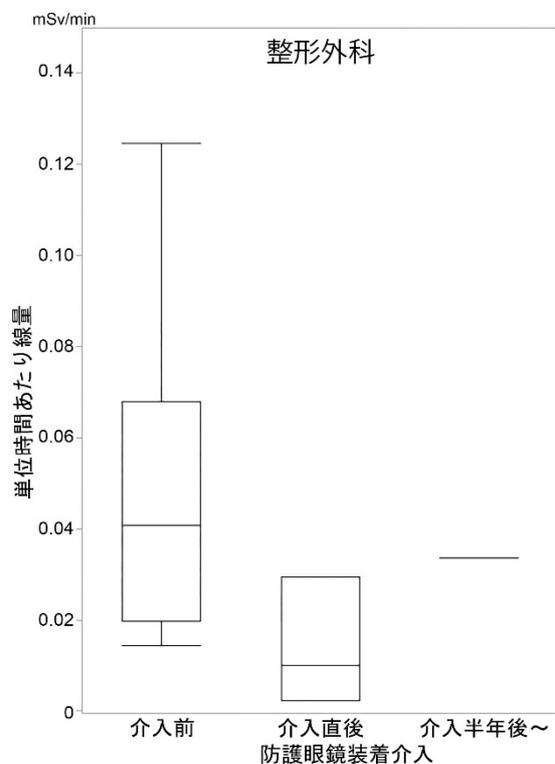
## 消化器科



| 消化器科 | 介入前   | 介入直後  | 介入半年後 |
|------|-------|-------|-------|
| n    | 6     | 6     | 4     |
| 平均値  | 0.019 | 0.011 | 0.031 |
| 標準偏差 | 0.008 | 0.004 | 0.015 |
| 最大値  | 0.028 | 0.016 | 0.044 |
| 75%  | 0.028 | 0.015 | 0.044 |
| 中央値  | 0.018 | 0.012 | 0.032 |
| 25%  | 0.012 | 0.007 | 0.018 |
| 最小値  | 0.008 | 0.005 | 0.017 |

介入直後に軽度低下しているが、介入半年で介入の効果が失われたため、介入直後に対して介入半年後が  $p < 0.05$  で高くなっている。

## 整形外科



| 整形外科 | 介入前   | 介入直後  | 介入半年後 |
|------|-------|-------|-------|
| n    | 6     | 3     | 1     |
| 平均値  | 0.049 | 0.014 | 0.034 |
| 標準偏差 | 0.040 | 0.014 | -     |
| 最大値  | 0.125 | 0.029 | 0.034 |
| 75%  | 0.068 | 0.029 | 0.034 |
| 中央値  | 0.041 | 0.010 | 0.034 |
| 25%  | 0.020 | 0.002 | 0.034 |
| 最小値  | 0.014 | 0.002 | 0.034 |

介入直後に低下しているように見えるが、有意差に至らない。ただし、COVID-19 未影響のため、検査数の顕著な減少があり、サンプル数が不足している。



## D. 考察

### 1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する研究

職業被ばくの管理には、個別管理の観点と集団管理の観点が存在する。延べ 10000 例弱の従事者について解析を行ったが、大部分の従事者は低い線量に抑えられており、9 割近くが測定限界以下であった。このことから、全体としては集団としての管理は良好に行われていると思われた。ただし、各職種毎に被ばくの傾向・分布に特徴があることが本研究より明らかとなった。

医師：大多数は非常に低い線量に抑えられているが、極端に高い線量は医師の群に多く見られる。特に、透視をともなう業務やポータブル撮影の業務で高線量者が生じている傾向があり、個人個人の業務特性に合わせた個別管理が被ばく低減のために重要な職種であると考えられる。ごく一部の、高線量被ばくを生じている・生じる可能性のある医師をいかにして抽出し管理するかが重要であると思われる。また、医師では、救急・ICU、放射線科、循環・血液、泌尿器科の被ばく量が高い傾向が見られ、これらの診療科に対する、学会などを通じた被ばく低減のアプローチが必要と思われる。泌尿器科の線量が高いことについては、研究前にはあまり予測されていなかった事象である。

看護師：内視鏡室と放射線科勤務者の被ばくが高いという特徴が顕著である。看護師については、医師と異なり、科毎の管理ではなく、病院全体の看護部としての管理が中心と思われるため、看護部を通じた被ばく低減の働きかけ、部署毎の配慮の重み付けが重要と思われる。看護師については高

齢者よりも若年者の被ばくが少ないという傾向がかなり明瞭に認められており、若年者の被ばくを抑える一定の配慮はすでに行われている可能性が高い。

放射線技師：他の職種群よりも有意に実効線量が高く、半数以上の対象者が測定限界以上の被ばくを生じており、他と異なる集団特性を持つ。他職種がごく一部の高線量者と大多数のほぼ被ばくを生じていない群に分かれるのに対し、放射線技師は集団全体にある程度の被ばくを生じる職種と考えられる。個別の対処よりも、集団としての線量低減策の有用性が高い群であると考えられた。

電離則改正前・電離則改正後施行前・施行後の比較検討では、3つの調査期間の間に明らかな線量・分布特性に変化は認められず、現時点において電離則の改正が被ばく量そのものに与えている影響はほとんど無いと考えられる。ただし、管理の面においては、2018年に比べて2020年・2021年において不均等被ばくで管理されている者の割合が増えており、電離則の改正は被ばく量ではなく、被ばくの管理状況に影響を与えた可能性が高いと思われる。

総合病院と大学病院の比較も行われたが、大学病院に比べて被ばく量が全体に高く、特に不均等被ばくで管理されていない者の被ばくが高いことが見いだされた。一方で、不均等被ばくで管理されている者の全放射線従事者に対する割合が大学病院に比べて高いことも見いだされた。これらのことから、総合病院においては、管理はより厳密に行われているが、一方でその厳密な管理をすり抜けて高線量になっている者も多い、ということが示唆される。ただし、今回の検

討は大学病院 3 病院、総合病院 2 病院と少数の調査であるため、これが全国的な状況に敷衍できるかについては、今後のより大規模な検討が必要と思われる。

## 2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する研究

調査を行った 2020 年度(改正電離則施行前調査)、2021 年度(改正電離則施行後調査)とも対象施設の約 1/3 より回答を得ることが出来た。率としてはやや低い値であるが、データ数としては多数の施設からのデータが得られ、ある程度の信頼性は担保できていると考える。2021 年度の回答率が若干低下したが、これはアンケート調査を繰り返した場合一般に見られる現象と考える。施設種別・サイズ・放射線業務者数の分布には、施行前・後の間で統計学的有意差を認めず、直接比較に耐えるデータが集められたと考える。また、施設サイズについても、600 床以上、600-400 床、400 床-200 床まで比較的均等なデータ分布であり、あまり偏りのないデータが得られたと考える。200 床未満のデータが施行前・後の調査とも少なく、特に施行後調査では 50 床以下の施設からの報告がなかった。これについては、対象とした施設が日本医学放射線学会の教育研修施設であるため、ある程度の規模が必要であることが想定され、対象群の性格を反映しているものと思われる。一部解析では、200 床未満の施設のデータを削除した上での統計解析の繰り返しも行ったが、統計的結果には変化がなく、本調査の結果はほぼ 200 床以上の施設の実態を反映したものと考える。

放射線業務従事者の管理については、ほ

とんどの施設において診療放射線技師が管理している状況であり、改正電離則施行前後での変動は見られなかった。ただし、管理状況に置ける変動として、施行前に比べて施行後には全員管理の割合が上昇しており、管理の厳密化が一部進んでいる可能性が示唆されている。

また、管理状況に関する変動として、「線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者数」「線量限度を超える恐れのある従事者に対する措置」がわずかながら増加していた。その一方で、「実際に過去 3 年間に線量限度を超えた従事者がいるか」については変動がなく、大多数は「いない」とする回答であった。「線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者数」「線量限度を超える恐れのある従事者に対する措置」の 2 項目については、予防的・予測的な措置に関する質問であるのに対し、「実際に過去 3 年間に線量限度を超えた従事者がいるか」については、実際に生じた現象に対する質問である。したがって、上記の食い違いについては、実際の被ばく状況の悪化を示すものではなく、むしろ被ばく管理の状況がより厳格化されることによって、管理すべき対象者がより視覚化されたという、電離則改正のポジティブな影響と判断しても良いのではないかと思われる。

個人線量計を装着していないと想定される率が高い科は、整形外科・消化器外科・消化器内科・その他の内科・小児科・循環器内科・心臓外科・脳外科、泌尿器科と多数に渡っていたが、装着していないと想定される率が施行前に比べ施行後ではわずかに上昇する傾向が見られた。ただし、これも上記の内容を考慮すると、実際の被ばく状況の悪

化を反映したものというよりも、被ばく管理の厳密化の影響である可能性がある。

被ばく線量が高い従事者に対する注意喚起はほとんどの施設で行われており、管理は良好と考えられたが、一方で、個人線量計を着用していない従事者に対する着用促しを頻繁に行っていない施設が半数以上である状況は施行前後で変化していなかった。その理由も医師には言いづらいが5割以上、他部署の方には言いづらいが3割程度と大きな割合を示していることも、電離則前後で変化していない。被ばく管理の部署が放射線診療技師であるという状況が電離則改正後も変化していないことから、促しの状況にも変化が生じていないものと想定される。被ばく管理の状況改善のためには、組織としての管理体制の強化、特に医師の被ばく管理への関与率を高めることが必要であると思われる。

また、管理上注意すべき結果として、ごく少数(5%未満)ではあるが。施行前・後とも、放射線診療従事者の個人線量計の着用状況を「誰も把握していない」と回答した施設が存在した。「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。」の「把握」をどのように理解して回答したかが不明であるため、評価が難しいが、被ばく管理の意識が高いと考えられる日本医学放射線学会での結果であることを考えると、注意すべき結果と考えられる。

研修については、多くの施設で受講率向上の方策が行われており、その多くが e-learning で、その比率も施行前に比べて施行後には若干の増加をみとめた。施行前・施行後の調査とも COVID-19 パンデミックの影響下における調査であったため、e-learning

利用が促進されたものと思われる。

放射線防護衣の着用率については、放射線科の治療・診断・核医学業務で低値であったが、これは着用の必要性の低い業種であり、それ以外の業種ではほぼ100%であることから、体幹部被ばくの低減に対する意識と管理状況は高いと考えられた。この状況は電離則施行前・施行後で良好なまま変化していなかった。一方、防護眼鏡の着用率が100%を超える施設はIVR業務のみ50%を超えていたが、これは対象施設が日本医学放射線学会教育研修施設であるという特性にも関係していると思われる。それ以外の業務では防護眼鏡の着用率が100%を超えると回答した施設は50%に満たない。特に整形外科・泌尿器科・小児科の透視業務においては着用率20%未満とする施設が半数を超えており、極めて低い値であった。電離則施行前・施行後を比較すると、元々防護眼鏡が有用でない(高エネルギー放射線を扱うため)放射線科治療業務・放射線科核医学業務以外の全業務で、100%と回答した施設が改正前に比べてわずかではあるが多くなっていたが、変動幅が小さいため、統計学的には有意な改善効果として認めることが出来なかった。透視関係業務に携わる看護師についても100%着用出来ている施設は施行前は3割以下(血管造影27.92%、透視20.97%)であったものが、施行後にはわずかに増えている(血管造影33.18%、透視25.89%)ものの、対象施設が日本医学放射線学会教育研修施設であることを考慮すると、満足できる防護とは言いがたいと思われる。

一方、改正電離則施行前後の顕著な変化として、水晶体専用の放射線測定器の利用率の著しい向上が認められた。施行前には

15.18%と低い利用率であった水晶専用測定機が、施行後には以上(52.72%)の施設で何らかの形で利用されるようになっていた。これは、本アンケート調査における最も顕著な変化であり、改正電離則の施行が大きく臨床現場の放射線防護体制に影響を与えている点と考えられた。

防護眼鏡の配備率もわずかながら改善が認められた。血管系IVRにおいて、防護眼鏡の数が「おおよそある」と回答した施設の割合が若干ではあるが有意に増加(施行前40.48%、施行後51.08%)していた。また、病院規模との関連を検討したところ、血管造影室・内視鏡室における防護眼鏡の配備率が、施行前には有意に関連(小規模病院ほど不良)をみとめていたが、施行後には関連が消失、透視室・手術室においては施行前では認めなかった関連が、施行後には小規模病院ほど不良という関連が生じていた。この変化は、前者においては、配備率が不良な施設数の減少(「ない」「かなり足りない」の回答が減少した)に伴う影響、後者においては、大規模病院での配備率改善(「ない」の群が減少した)に伴う変化であった。これらのことから、十分とはいえないが、透視作業環境に対する防護眼鏡の普及改善に電離則施行が影響を与えている可能性が示唆された。

診療放射線技師の配置率については、施行前・施行後とも、血管系IVRでは良好であったが、透視を伴う内視鏡室一般X線透視室、手術室では100%配置できている施設が半数以下であった。診療放射線技師の配置率については、透視を伴う内視鏡室における放射線技師配備率に病院規模との明瞭な関係が見いだされた。すなわち規模が大

きい病院ほど放射線技師の透視室への配備率が不良である特異なパターンが認められている。この現象は改正電離則施行前・後で共通していた。大規模病院では内視鏡室の運用が消化器内科などの内視鏡を扱う科によって行われている傾向を反映していると考えられる。放射線部・放射線科医師の積極的関与、専門部署の設置等による内視鏡室に対する放射線管理の充実が必要と思われた。

2021年度の施行後調査については、設備・研修に関する調査を4項目追加したが、IVR室における防護板設置率は日本医学放射線学会教育研修施設であることを反映して非常に良好であったが、内視鏡室における防護クロス配備率は70%程度に止まり、改善の余地があると考えられた。

### 3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する研究

水晶体線量の実測調査を通じて、医療業務従事者の水晶体被ばくの実態と介入の効果を調査することが出来た。例数が少ないため、統計学的解析には限度があるが、医師の透視業務において予想外に高い水晶体被ばくが生じていること、防護眼鏡の着用介入により約1/2~1/3へと大幅に低減させること出来ること、介入後半年以降では介入の効果が失われてしまっていたことが明らかとなった。本研究においては、業務中の防護眼鏡着用に関して、2020年10月にX線透視業務に携わる看護師から積極的介入を行い、2021年3月までは同看護師の介入が継続されたが、2021年4月の人事異動のため、看護師からの積極的介入の頻度が大幅に低下していたことが判明している。この

時点を挟んで、介入の効果の消失が観察されたことから、水晶体被ばくの低減のためには継続的で積極的な介入が必要であることが明らかとなったと考える。

今回の調査では、小児科の単位時間あたりの水晶体被ばく線量が他科に比べて低めであることが明らかとなった。介入前ですでに他科に対して低値であったため、介入による低下も小さな幅に止まった。原因は不明であるが、小児を扱うという業務の特殊性から放射線の利用に対する配慮が高い可能性、体幹の小さな小児の場合散乱線の発生が成人に比べて小さいため、水晶体被ばくが低減されている可能性などが考えられる。今後のファントム実験などによる検証が必要と思われた。

高線量が予測される放射線業務従事者の個人調査においては、1名の放射線技師において突出して高い線量が観察された。当該対象者の業務が消化管造影であること、近年消化管造影業務は医師の手を離れ放射線技師によって行われる傾向にあること、特殊な技能を要求する業務であるため業務の偏りが生じやすいことが原因と思われる。一方、PET用の放射性医薬品の合成のために必要なサイクロトロン業務に携わる医療関係者についても、放射線防護眼鏡が有効でない高エネルギー・高線量の放射性物質を扱うため高い水晶体被ばくを生じる危険があると想定して調査を行ったが、実際の水晶体被ばく線量は比較的低い値となっていた。近年PET用放射性医薬品合成は、自動化が進み、また業務についても被ばくを生じやすい業務が同定しやすいため、予想外の被ばくを生じていなかったものと思われる。ただし、ごく少数例での検討であるた

め、より広い範囲での検討が必要と思われる。

#### 4) 3つの研究の総合的考察

##### 4-1) 電離則改正が与えた影響

電離則改正前・改正後施行前・施行後の比較が行われたが、3研究の結果を通して、改正電離則は放射線業務の管理体制の強化に影響を与えていることが明らかとなった。特に、水晶体専用の測定器の利用が大幅に進んだこと、業務従事者の全員管理の割合が増加したこと、の2点は注目すべき影響である。一方で、実際の被ばく量の減少につながっていることを示唆するデータは得られなかった。電離則改正の影響が実際の被ばく量に影響を与えるには時間がかかると思われるが、今回明らかとなった管理体制の強化傾向が、実際の被ばく量の低減・適正化につながるか、また管理体制の強化傾向が今後も継続するかについては、さらなる追跡調査の必要があると思われる。

##### 4-2) 業務の特性に応じた管理の必要性：

3年間の研究を通して、診療放射線技師の集団としての高線量、看護師の被ばくの業務種(内視鏡室勤務)に関連した高線量、医師におけるごく少数の高線量者の存在、といった職種毎の特徴的な被ばくパターンが見いだされている。また、水晶体線量実測でも、透視を伴う業務において水晶体被ばくが高い現象、特異な業務(消化管透視)における著しく高い水晶体線量が観察されている。医師における高線量者と透視業務・ポータブル撮影業務の関連も示唆されている。これらの結果は、職種・業務種によって、被ばくの特性が異なり、被ばく低減のための

対処法も異なることを示唆していると思われる。おそらく、医師においては個別の高線量者の抽出と管理が、看護師においては被ばくの高い業務の管理が、診療放射線技師においては集団の全体的管理が、被ばくの低減・適正化に有効性が高いと思われる。

また、管理上も大規模な施設ほど X 線透視を伴う内視鏡室への診療放射線技師の配備状況が低い現象が観察されている。管理体制の強化の必要性を示唆するデータであるが、大きな病院ほど内視鏡を行う部門の業務を消化器科などの実際に内視鏡を行う科が管理担当している傾向が高いため、大規模な病院ほど内視鏡室の管理への放射線科・放射線部の関与が低くなっていることが影響している可能性が高い。研究 2 に見られるように、管理を放射線診療技師が行う場合、医師に対する管理への介入が躊躇される現実があるため、組織として管理体制を強化すること、特に医師が管理に積極的に参加する体制を確立すること、及びそれを促すためのインセンティブの設定が今後必要であると思われる。

一方で、個人の線量調査では、消化管透視を行う放射線技師の水晶体被ばくに突出した高線量があったこと、一方高線量を予測したサイクロトロン業務従事者の線量は低かったこと、業務毎調査で、小児科の単位時間あたり水晶体被ばく線量が他科に比べて低かったこと、など調査を行って初めて見いだすことの出来る特性が多々存在することも明らかとなった。現在、放射線業務従事者は個人線量計での管理が行われており、また測定会社もごく少数であるため、今回行ったような集団の線量情報を収集することは、業務上の要求であれば困難を伴うも

のではない。一方、今回のように 10,000 例にも及ぶ大量の情報収集における、個人情報保護や倫理的な配慮などの問題から、今回のような検討を「研究」として実施するには多数のハードルが存在した。医療従事者の放射線被ばくの低減・適正化のために必要な情報の収集・検討が、今回のような研究ではなく、管理業務として実施できるような体制作りが望まれる。

## E. 結論

電離則の改正・施行は放射線業務従事者の管理の強化においてポジティブな影響を与えたものと考えられる。一方、実際の線量の低減・適正化の効果はまだ認められておらず、今後の検討が望まれる。管理体制の強化には、個人の管理、業務の管理、集団の管理、という 3 つの観点からの管理が必要と思われる。また、管理体制の強化には放射線科・放射線部、特に医師の関与の必要性があり、それを進めるためのインセンティブの設定が重要と思われる。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

(関連論文)

Takemoto T, Ohsawa K, Matsuda N.

Cleaning Materials and Methods for Effective Removal of Indoor Radioactive Contamination.

Radiation Safety Management 19; p49-57, 2020

Tashiro M, Kubo H, Kanazawa C, Ito H.

A proposed combination of flat-panel detector and mobile X-ray systems for

low-dose image-guided central venous catheter insertion. Fukushima J Med Sci, 67: p161-167, 2021

Masuda T, Funama Y, Nakaura T, Sato T, Muraoka Y, Okimoto T, et al. The combined application of the contrast-to-noise index and 80 kVp for cardiac CTA scanning before atrial fibrillation ablation reduces radiation dose exposure. Radiography (Lond). 27: p840-846, 2021

Masuda T, Funama Y, Nakaura T, Sato T, Tahara M, Takei Y, et al. Use of Vacuum Mattresses Can Reduce the Absorbed Dose during Pediatric Ct. Radiat Prot Dosimetry. 194: p201-207, 2021

Nakamura Y, Narita K, Higaki T, Akagi M, Honda Y, Awai K. Diagnostic value of deep learning reconstruction for radiation dose reduction at abdominal ultra-high-resolution CT. Eur Radiol. 31: p4700-4709, 2021

Sekino H, Ishii S, Kuroiwa D, Fujimaki H, Sugawara S, Suenaga H, et al. Usefulness of Model-Based Iterative Reconstruction in Brain CT as Compared With Hybrid Iterative Reconstruction. J Comput Assist Tomogr. 45: p600-605, 2021

## 2. 学会発表

工藤 崇「医療被ばくとその管理：～近年のトピックと今後の展望～」第 30

回日本心臓核医学会総会・学術大会  
2020 年 12 月 18 日

工藤 崇「医療に伴う被ばくの問題：基本的な考え方と論争点」第 20 回循環器 CT・MR 研究会 2020 年 11 月 21 日

工藤 崇「医療従事者の視業務における水晶体被ばくの実態と防護眼鏡による防護効果」：第 5 回放射線災害・医科学研究拠点カンファレンス：2021 年 6 月 5 日 (Web 開催)

工藤 崇「循環器診療における放射線被ばく」なにわ RI セミナーONLINE; 2021 年 7 月 28 日 (Web 開催)

工藤 崇「医療被ばくとその管理：～近年のトピックと今後の展望～」第 30 回日本心臓核医学会総会・学術大会 2020 年 12 月 18 日

工藤 崇「医療に伴う被ばくの問題：基本的な考え方と論争点」第 20 回循環器 CT・MR 研究会 2020 年 11 月 21 日

工藤 崇「Radiation protection of cardiac SPECT and PET imaging」IAEA Workshop on Cardiac SPECT, SPECT/CT and PET/CT in Clinical Practice including image processing and interpretation.; 2021 年 11 月 3 日(名古屋国際会議場)

## G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し

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 | 書籍全体の編集者名 | 書籍名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|------|---------|-----------|-----|------|-----|-----|-----|
|      |         |           |     |      |     |     |     |

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  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|-----------|------|
| Takemoto T,<br>Ohsawa K,<br>Matsuda N                                                     | Cleaning Materials and Methods for Effective Removal of Indoor Radioactive Contamination.                                                                        | Radiation Safety Management | 19  | 49-57     | 2020 |
| Masuda T,<br>Funama Y,<br>Nakaura T,<br>Sato T,<br>Muraoka Y,<br>Okimoto T,<br>et al.     | The combined application of the contrast-to-noise index and 80 kVp for cardiac CTA scanning before atrial fibrillation ablation reduces radiation dose exposure. | Radiography (Lond)          | 27  | 840-846   | 2021 |
| Masuda T,<br>Funama Y,<br>Nakaura T,<br>Sato T,<br>Tahara M,<br>Takei Y, et al.           | Use of Vacuum Mattresses Can Reduce the Absorbed Dose during Pediatric CT.                                                                                       | Radiat Prot Dosimetry       | 194 | 201-207   | 2021 |
| Nakamura Y,<br>Narita K,<br>Higaki T,<br>Akagi M,<br>Honda Y,<br>Awai K.                  | Diagnostic value of deep learning reconstruction for radiation dose reduction at abdominal ultra-high-resolution CT.                                             | Eur Radiol.                 | 31  | 4700-4709 | 2021 |
| Sekino H,<br>Ishii S,<br>Kuroiwa D,<br>Fujimaki H,<br>Sugawara S,<br>Suenaga H,<br>et al. | Usefulness of Model-Based Iterative Reconstruction in Brain CT as Compared With Hybrid Iterative Reconstruction.                                                 | J Comput Assist Tomogr.     | 45  | 600-605   | 2021 |