

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３年度 総括・分担研究報告書
(190701-01)

研究代表者 工藤 崇

令和 ４（２０２２）年 ３月

研究報告書目次

目 次

I. 総括研究報告

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. 分担研究報告

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

分担研究者

工藤 崇・松田尚樹・高村 昇・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫
----- 13

(資料) 研究計画書 ----- 73

講演資料 ----- 80

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

分担研究者

工藤 崇・松田尚樹・高村 昇・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫
----- 96

(資料) 研究計画書 ----- 135

Web アンケート調査票 ----- 141

講演資料 ----- 153

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

分担研究者

工藤 崇・松田尚樹・高村 昇・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫
----- 183

(資料) 講演資料 ----- 197

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 202

労災疾病臨床研究事業費補助金
総括研究報告書

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、2021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う。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

2021年度においては、主に電離則施行後の調査を行い、前年度までに行われた、電離則改正前、電離則施行前との比較検討を中心に行った。

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：

個人線量計で管理されている医療従事者の線量情報を収集し、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、被ばくに影響する要因を調査した。本年度は電離則改正後施行前である2020年度、施行後である2021年度データを長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学において収集し、2018年度（電離則改正前）と併せて比較、電離則改正が与えた影響を検証した。また、JA広島病院・広島市民病院における2018年度データも収集し、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。前年度調査で見られた、医師群におけるごく少数の高線量者、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の特徴については電離則改正・施行の影響を受けていなかった。一方、不均等被ばくでの管理対象者が施行後に増えており、管理体制強化への影響はあると思われた。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、前年度に行われた Web アンケートとほぼ同一のアンケートを、前年度と同じく日本医学放射線学会の教育研修施設に対して実施した。今年度は回答率 30.9%と若干の回答率低下が見られた。前年度と教育・研修体制について、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著しく増加していた。また、軽度であるが有意に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も、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。2021 年度は前年度に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調査を継続するとともに、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ترون業務従事者の個人水晶体線量の測定も行った。業務別水晶体線量については、防護眼鏡着用の介入を行うことで、有意な水晶体線量の減少が認められたものの、介入半年後からのデータでは介入による線量低減効果が失われてしまったことが明らかとなり、防護眼鏡着用介入については、継続的・積極的な介入が必須であることが明らかとなった。また個人線量調査については、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 年間で 100mSv である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ترون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つの研究の総括

本年度の調査では電離則の改正・施行が放射線業務従事者の被ばくおよびその管理に対してどのような影響を与えたかを検討したが、研究 1、2 とも実際の被ばく線量およびそれに関係する項目では変動がなかったのに対して、管理に関係する項目において改善する傾向がみとめられた。電離則改正・施行は、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が示唆された。一方で、研究 1 にみられた、内視鏡室従事看護師の高線量、研究 2 に見られた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、研究 3 に見られた介入からの時間経過で介入の効果が失われた現象、これらを考慮すると、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。電離則改正による放射線業務管理の改善をより徹底するためには、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り、現実的ではないとして米国などこの勧告を採用しない国も存在する。本邦では 2021 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ているが、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 of 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目的とする。

本研究は上記の全体目的に沿って、大きく 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

(目的：医療従事者の線量を高くする要因の同定)

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：医療従事者の線量管理と研修の実態把握)

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)

2021 年度については、主に電離則改正前、改正後施行前に比べて、施行後にどのような変化が生じたかを調査、検討することを目的とした。また一部改正前のデータも追加収集を行った。

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

電離則改正後における医療関係者の被ばく実態の変化を明らかにするため、2020 年度、2021 年度における長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院の各病院施設において、個人線量計で線量管理されている医療従事者全員について、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）、該当期間の毎月の体幹被ばく線量の情報を収集した。2021 年度については、本年度が研究終了年度であるため、2021 年 4 月～9 月の 6 か月のデータを 2 倍することで 1 年分のデータを推定し、2020 年度、および前年度に集計した 2018 年度のデータとの対比を行った。なお、2019 年度策定の研究計画書には 2020 年度、2021 年度のデータ収集についての項目が含まれていなかったため、これを含む形での研究計画修正を行い、再度の研究許可を取得した。また、大学病院と大学病院以外の総合病院の比較を行うため、JA 広島病院、広島市民病院の 2018 年度データを収集して、これも比較した。

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

放射線利用における線量管理と教育研修の状況が 2021 年 4 月の改正電離則施行後どのように変化したかを調査するため、前年度同様、日本医学放射線学会の教育研究施設を対象とした Web アンケートを 2021 年 12 月～2021 年 1 月に実施し、前年度の施行全調査と比較した。アンケート作成につい

ては、前年度に作成した同一研究事業での研究を行っている細野班のものを参考したアンケートとほぼ同一のものをを用いたが、調査対象施設の管理学会である日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会の要望を受けて、調査項目を 4 項目増やして実施した。なお、2019 年度策定の研究計画書には、上記 4 設問、及び 2021 年度のアンケート実施の項目が含まれていなかったため、これらの追加、および前年度アンケートで判明した不備の修正を行った研究計画修正を行い、再度の研究許可を取得した。

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

前年度同様、透視を伴う医療行為の業務種と職種の組み合わせごと（＝「業務分類」）に水晶体線量の測定を行った。前年度調査で 2020 年 4 月～9 月は放射線防護眼鏡未着用の非介入状態、2020 年 10 月に防護眼鏡着用の介入を行い、介入後のデータを収集済みであったため、2021 年 4～9 月までのデータを介入後半年以降、の期間としてで一た収集した。線量測定には千代田テクノル社製 DOSIRIS を使用。併せて各作業の業務種・職種・放射線取扱時間を記録。業務分類（泌尿器科医師、放射線部看護師、など）ごとの水晶体被ばく線量を測定、どのような業務分類において水晶体線量が高線量となっているか、介入の効果はどのような者であるかの実測を行った。

また 2021 年度においては広島大学において、高線量と予測される医療従事者の水晶体線量の実測調査、福島県立医科大学において、作業内容から高線量が予測される PET 用放射性医薬品製造のためのサイクロ

トロン業務従事者の水晶体線量の実測調査も行った。

(倫理面への配慮)

すべての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

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

長崎大学・広島大学・福島県立医科大学の2020年度(電離則改正後・施行前)及び2021年度(改正電離則施行後)のデータを集計し、前年度に調査した2018年度(電離則改正前)のデータとの比較検討を行った。また、大学病院ではない大規模病院(総合病院)での調査として、2018年度分のJA広島病院、広島市民病院のデータ収集を追加した。延べ9677例(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。その内訳は医師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。

8406例(86.9%)は通年の体幹部線量が測定限界以下であり、1mSv/yrを超えるものは357例(3.7%)、5mSv/yrを超えるのは17名(医師15名、放射線技師2名)のみと、高線量者はごく限定的であった。

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/yr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。

また、不均等被ばくで管理されているものと管理されていない者については、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かった。

3つの大学病院データでは、電離則改正前、電離則改正後・施行前、改正電離則施行後、の3つの期間の比較を行うことができたが、線量およびその分布について、3期間の間に明らかな傾向を持った変動は見いだせなかった。ただし、管理の方法について、不均一被ばくで管理されているものとそうでないものの比率が変化しており、2018年度に比べて2020年度・2021年度において女性で不均等被ばくで管理されているものの割合が有意に増加していることが明らかとなった。電離則改正に伴う管理態勢の厳格化を反映している可能性があると思われた。

職種毎の比較では、職種ごとに特性があることが明らかとなった。医師においては、特定の科が被ばく量が高いこと（救急・ICU、放射線科、血液・循環器、泌尿器）、大多数のほぼ被ばくのないものに対し、ごくわずかな数の被ばく量の非常に高い群が存在すること、が特徴であった。看護師については、内視鏡所属者が高い被ばく量であること、年齢の低いものほど線量が低い傾向があること、が特徴であった。診療放射線技師については、群全体として他職種より被ばくが多いことが特徴であった。

大学病院と総合病院の比較では、総合病院における被ばく量が大学病院より有意に高いこと。不均等被ばくで管理されているものの比率が、大学病院に比べて明らかに高いものの、不均等被ばくで管理されていないものの線量が高く、大学病院に比べて管理は厳密であるものの、管理の眼をすり抜けているものもまた多い、という傾向があると思われた。

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

2021 年度は日本医学放射線学会より入手した対象施設リスト 774 施設に対し、回答は 239 施設 (30.9%) であった。2020 年度に比べ若干の回答率低下があるものの、医療機関種類の分布、病院サイズの分布に 2020 年度との有意差はなく（大学病院：18.83%、総合病院：69.46%、専門病院：3.35%、その他：8.37%；600 床以上：30.54%、600-400 床：29.29%、400-200 床：31.80%、200-50 床：8.37%）、2020 年と 2021 年の直接比較に統計学的問題は無いと考えられたため、直接比較を行った。

被ばく管理の状況については、昨年同様、全体として良好な状況が維持されていた。2020 年度からの変化として、被ばくする可能性のある従事者の管理状況において、全員管理での管理を行っている施設の割合が、2020 年度より有意に増加していた（診療放射線技師を除く）。線量限度を超える可能性のある従事者数、線量限度を超える恐れのある従事者に対する措置の有無について、2020 年度より有意な増加傾向が見られたが、一方でこの 3 年間に実際に線量限度を超えた従事者数については有意な変化が見られておらず、これらの変化は、実際の被ばくの増加を反映しているものではなく、被ばくに対する管理態勢の強化の反映である可能性が高い。

研修・指導の状況については、8 割以上の施設にて管理業務を専門に行う部署は存在せず、多くの施設では放射線部（診療放射線技師）の兼務で管理を行っている現状が、電離則施行後も変化していないことが明らかとなった。フィルムバッジ（個人線量計）の着用についても、若干の割合の変動を認めるものの、整形外科・消化器外科・消化器内科・その他の内科外科、小児科・泌尿器科、心臓外科・脳外科、等、多くの科で未着用が推定される割合が高い状況が電離則施行後も続いていた。放射線測定器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、頻繁に促さ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った。これについては施行前後で共通していた一方、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

止まり、電離則施行前後での変化は見られなかった。一方、電離則施行前後の顕著な変化として、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いた。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。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。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、一般 X 線透視室、手術室での配備率低値が、施行後も認められた。特に内視鏡室においてベッド数の大きな病院ほど技師配備率が悪いという電離則施行前で認められた特異な関連は施行後も明らかであった。

電離則改正後の調査では、日本医学放射線学会放射線安全管理委員会の要望を受け、4 つの質問を追加したが、血管系 IVR 室における天井吊り型の防護板については、大部分の施設で設置されていたが X 線装置を備える内視鏡室における防護クロスの変換率は 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、防護効果の図表の掲示・研修利用はあまり行われていないことが明らかとなった。

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

2021 年度は長崎大学病院における透視業務における水晶体線量測定を継続した。2021 年度は放射線防護眼鏡の着用介入後で

あるが、2020 年度 10 月に行った着用介入の後、2021 年度 4 月の人事異動に伴って、着用介入に積極的に関与した看護師が部署異動し、積極的介入の頻度が明らかに低下したため、2020 年 4 月～9 月を「介入前」、同年 10 月～2021 年 3 月を「介入直後」、2021 年 4 月～9 月を「介入半年後」と 3 期間に分けての比較検討を行った。また、水晶体被ばく線量の月間積算値と検査件数・照射時間・照射回数の相関を検討したところ、3 期間とも共通して強い相関を示すものは照射時間であったため、単位照射時間あたりの被ばく線量での比較を中心として行った。

医師の単位時間あたり水晶体線量は、介入前には平均値 $0.026 \pm 0.023 \text{ mSv/min}$ 、中央値 0.020 であった。これは介入直後には平均値 $0.009 \pm 0.006 \text{ mSv/min}$ 、中央値 0.008 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 $0.024 \pm 0.014 \text{ mSv/min}$ 、中央値 0.019 となり、介入前との有意な差が失われていた。診療科ごとの比較では、介入前の期間において、小児科の線量が高科よりもわずかながら有意に低く、小児科の特性である可能性が示唆されたが、介入直後、介入半年後では差は消失していた。ただし、介入直後、および介入半年後については、COVID-19 パンデミックの影響を受け、検査数が激減しており、有用なデータ数の減少が生じたため（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）、このことが統計解析に影響を与えている可能性が否定できない。

2021 年には、高線量者の被ばく線量調査および、サイクロترون業務従事者の調査を追加した。高線量者の被ばく線量調査に

については、広島大学において、高線量が推定される 15 名の対象者の個人の水晶体線量を 7 か月にわたり調査した。対象者は医師 14 名、放射線技師 1 名であった。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、測定値から推定して年間線量限度 50mSv/年は超えないが、5 年間の線量限度である 100mSv を超えることが推定された。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。

サイクロترون業務従事者の調査については、福島県立医科大学において、2 名のサイクロترون業務従事者について 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、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。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被ばくの主な原因であったが、2 名とも有意ではあるが低い水晶体被ばく線量であった。

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

今回延べ 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る。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。医師については、大多数のきわめて

低い被ばく線量者の中にごく一部の高い線量者が存在しており、個人個人の業務特性に合わせた個別管理が重要な職種であり、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。看護師については内視鏡室と放射線科勤務者の被ばくが高いという、業務種と被ばくとの関係が顕著であり、業務管理の重要性が明らかである。一方、高齢者よりも若年者の被ばくが少ないという傾向は、若年者への一定の配慮はすでに行われていることを示唆していた。放射線技師については、他の職種群よりも有意に実効線量が高く、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。

本年度は電離則改正前・電離則改正後施行前・施行後の比較検討を行うことが出来たが、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、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。

今年度は 2018 総合病院のデータの収集を行ったが、大学病院に比べて総合病院では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、一方、不均等被ばくで管理されている者の比率は大学病院より高く、管理そのものは大学病院より厳密に行われている可能性、が示唆された。これらの特徴を組み合わせると、総合病院で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。

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いること、「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」が若干ではあるが有意に増加していること、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、変化が見られなかった、という特徴が認められた。これらのことは、管理の厳格化が進み、リスクの高い者がより厳密に抽出されている、ことを示すと思われ、電離則改正のポジティブな効果の一端を示すと思われる。

個人線量計を装着していないと想定される率が高い科が多数認められている点につ

いては、電離則施行前・後での変動は認められておらず、また、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ある点も変化が認められていない。着用促しを頻繁に行っていない理由も、「医師には言いづらい」「他部署の方には言いづらい」が主であった。これらから、被ばく管理の状況改善のためには、今後、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。

一方、本年度顕著な変化として、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、施行後には半数以上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、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。一方、防護眼鏡の着用率については、多くの業務にて改正前に比べてわずかではあるが多くなっていたが、統計学的に有意な改善にいたっておらず、今後の普及活動が必要と考えられた。

管理に関わる項目としての、放射線技師の配備については、施行前と同様、規模の大きな病院ほど内視鏡室への技師配備率が悪いという関係が施行後も認められた。放射線部・放射線科医師の積極的関与、専門部署の設置等、放射線管理体制の充実の必要性が伺われた。

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

2020年度に引き続き、水晶体線量を実測することで、医療業務従事者の水晶体被ばくの実態と介入の効果を検証することが出

来た。前年度認めた予想外の高い水晶体被ばくは、放射線防護眼鏡の着用を勧める積極的介入で 1/3 程度に低下させることが出来たが、一方で介入が継続的・積極的に維持されない場合、介入効果が失われることも明らかとなった。予想外の結果としては、小児科における単位時間あたりの水晶体被ばく線量が他科に比べて有意に低いことが明らかとなった。これについては、小児を取り扱うことに伴う配慮という管理的な理由や、小児の体幹が小さいことによる散乱線の低減、等の可能性が考えられ、今後の実験などによる検証が必要と思われた。

今年度は、高線量と思われる個人の水晶体被ばく線量測定も行い、消化管造影業務に携わる放射線診療技師の水晶体被ばくにおいて、一例、5 年間 100mSv の線量限度を超える可能性のある例が認められた。一方、高い放射能・遮蔽の困難な高エネルギー光子を扱う、PET 用の放射性医薬品合成サイクロترون業務者も測定したが、水晶体線量は低く抑えられていた。これらの結果は、業務毎に被ばくの特徴を捉えて対策を行うことの必要性を示唆している。

4) 3つの研究の総合的考察

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、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。

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、被ばくの特徴が異なり、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。恐らく、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、2020 年同様、看護師の被ばくが内視鏡室で勤務する看護師の被ばくが他部署に比べて特異的に高い現象、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。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考えられる。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. 健康危険情報

無し

G. 研究発表

1. 論文発表

(関連論文)

Tashiro M, Kubo H, Kanezawa 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

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)

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

H. 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

2. 学会発表

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

分担研究報告書

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

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

研究分担者	工藤 崇	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	松田尚樹	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	高村 昇	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	織内 昇	福島県立医科大学	先端臨床研究センター	教授
研究分担者	伊藤 浩	福島県立医科大学	医学部	教授
研究分担者	栗井和夫	広島大学	医歯薬保健学研究科	教授

研究要旨

【目的】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、放射線をもち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2021年4月に行われた。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。本研究は、電離則改正前後における医療従事者の被ばく管理データを各従事者の年齢・性別・職種・所属部署・業務種などの特性と対比検討することで、どのような因子が高い被ばくに結びついているかを検討し、電離則改正が与えた影響を検証し、被ばく低減対策に役立てることを目的とする。【方法】2021年度は2020年度に引き続き、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調査を行った。2020年度及び2021年3~9月の線量データを収集し、解析を行った。また、広島市内の大規模総合病院（JA 広島病院・広島市民病院）の2018年データも収集した。各病院における放射線業務従事者の年齢・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）、該当期間の毎月の被ばく線量の情報を収集した。これらのデータに2020年度に収集した2018年度のデータを合わせて、2018年を「電離則改正前」、2020年を「電離則改正後・施行前」、2021年を「電離則施行後」として。全データの総合的解析を行った。【結果】総データ数延べ9677例の線量情報が収集された。前年度調査で見られた、医師群におけるごく少数の高線量者、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の特徴については電離則改正・施行の影響を受けていなかった。一方、不均等被ばくでの管理対象者が施行後に増えており、管理体制強化への影響はあると思われた。大学病院と総合病院の間では、総合病院の被ばく量が高い傾向が見られた。【考察】2021年施行の改正電離則は、医療従事者の被ばく線量自体には大きな影響を与えていないが、管理状況には一定の影響を与えている可能性が示唆される。また、大学病院と総合病院の間には管理状況の違いが見られ、今後の対策が必要と思われた。

A. 研究目的

2021年に施行された改正電離則では水晶体線量限度が5年間で100mSv、1年間で50mSvを超えないとする改正が行われた。しかし、現在の医療機関における職業被ばく状況がどの程度のものであり、被ばくを増加させる要因が何であるかは明らかでないため、水晶体線量限度の遵守および水晶体を含む被ばく線量低減のための対策の策定には困難が予想される。現在年間20mSvを超える放射線業務従事者のほとんどが医療関係業務従事者であることを考えると、職種・業務内容など、どのような因子が高い線量に結びついているかを明らかにし、因子に応じた線量低減の対策・介入を行う必要があると考えられる。本研究では過去の医療従事者における線量と業務種その他の因子の関係を明らかにすることで、高い線量に結びつく因子を抽出することを目的とする。本年度は、2020年度に行った2018年度の調査に加えて、電離則改正後施行前の2020年度、施行後の2021年度のデータを長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院で収集し、また併せて2018年度におけるJA広島病院、広島市民病院におけるデータ収集を行い、これを大学病院と比較した。

B. 研究方法

長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院の医療従事者のうち、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全員について、2018年、2020年、2021年度の各期間において毎月の被ばく線量の情報を収集。併せて年齢・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）の情報を収集した。2019年度策定の研究計画書には2020年度、2021年度のデータ収集についての項目が含まれていなかったため、これを含む形で研究計画修正を行い、再度の研究許可を取得した。また、2018年のJA広島病院・広島市民病院における、同様の情報を収集した。これら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。

前年度調査の結果から、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。

（倫理面への配慮）

各職員には、各施設内で連結可能匿名化IDを振り分けた上、収集後の年齢情報を5歳毎の階層化情報に変換し、個人の同定が出来ないデータとしたものを長崎大学に送付することで、個人情報各施設外へ漏れることがないように配慮した上で、研究に利用する。研究は長崎大学医歯薬学総合研究科倫理委員会にて審査・許可を受けた研究計画書に基づき、各研究分担・協力施設においても、各倫理委員会にて申請、審査を受け、承認を受けて実施した。長崎大学病院・広島大学病院・福島県立医科大学病院における2020年度・2021年度データ収集については、長崎大学医歯薬学総合研究科にお

いて再度倫理審査を受け、変更承認を得た。
(許可番号: 19083004-2)。

C. 研究結果

前年度の研究で決定したとおり、電離則改正前のデータとしては、2018 年度のデータを用いることとした。電離則改正後・施行まえのデータとしては、2020 年度のデータを用いた。電離則施行後のデータとしては、本研究の研究期間が 2021 年度（令和 4 年 3 月）で終了となるため、終了前にデータ集計を完了させる必要性から、和岩 3 年 4 月～9 月の 6 か月間のデータを収集し、6 か月間の総線量を二倍することで他年度のデータとの対比を行った。いずれの施設においても、千代田テクノル社による個人線量測定が行われているため、測定データ形式の共通性が担保されており、同一のソフトウェアを用いた解析を行うことが出来た。

すべてのデータを別ページに表・グラフとして示す。

1) データ内訳

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。その内訳は医師 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。(図表 1)

2) 全データ分析

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)

3) 電離則改正・施行前後の比較

長崎大学・広島大学・福島県立医科大学のデータを用いて、電離則改正・施行前後の比較を行った。群全体について、3 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管理されていない者については、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かったが、調査年度間での変化は見られなかった。職種別についても検討を行ったが、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、次に医師が高いという結果が得られ、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)

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)

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いう結果が、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。

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。

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 部門の被ばく量が多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は注目に値すると考える。

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。

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。

4) 総合病院と大学病院の比較

4-1) 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、という違いも見られた。（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関係は認められなかった。(図表 3-6)

4-2) 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)

4-2-1) 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。

4-2-2) 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 例に比べて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。

4-2-3) 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。

D. 考察

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。今回延べ 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。昨年の個別調査にて、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ことが明らかとなっており、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、学会などを通し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、看護部を通し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。

本年度は電離則改正前・電離則改正後施行前・施行後の比較検討を行うことが出来たが、全データにおいても、各職種毎、性別毎、不均等被ばくで管理されている者/されていない者、等の群分けを行ったデータにおいても、いずれも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。

今年度は2018 総合病院のデータの収集を行ったが、全体として総合病院と大学病院では被ばくの特性にいくらかの違いが存在する可能性が示唆された。す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。

E. 結論

電離則改正前、改正後施行前、施行後において、実際の被ばく状況については大きな変化は認められないが、一部被ばく管理状況に変化が見られており、電離則改正の効果が示唆された。一方、電離則改正前から施行後まで共通した傾向として、医師においてはごく少数被ばく線量が非常に高い者が存在すること、看護師については配属される業務によって被ばく線量が大きく影響されていること、放射線技師は集団として多集団より被ばく線量が高いこと、大学病院と総合病院では被ばくおよび被ばく管理状況について違った傾向が見られること、といった集団毎の特性が存在することが見いだされた。集団毎の特性に合わせた対策の策定が被ばく低減のためには必要であることが示唆された。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書に記載)

G. 研究発表

1. 論文発表

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

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ランス：2021年6月5日（Web開催）

H. 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

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。

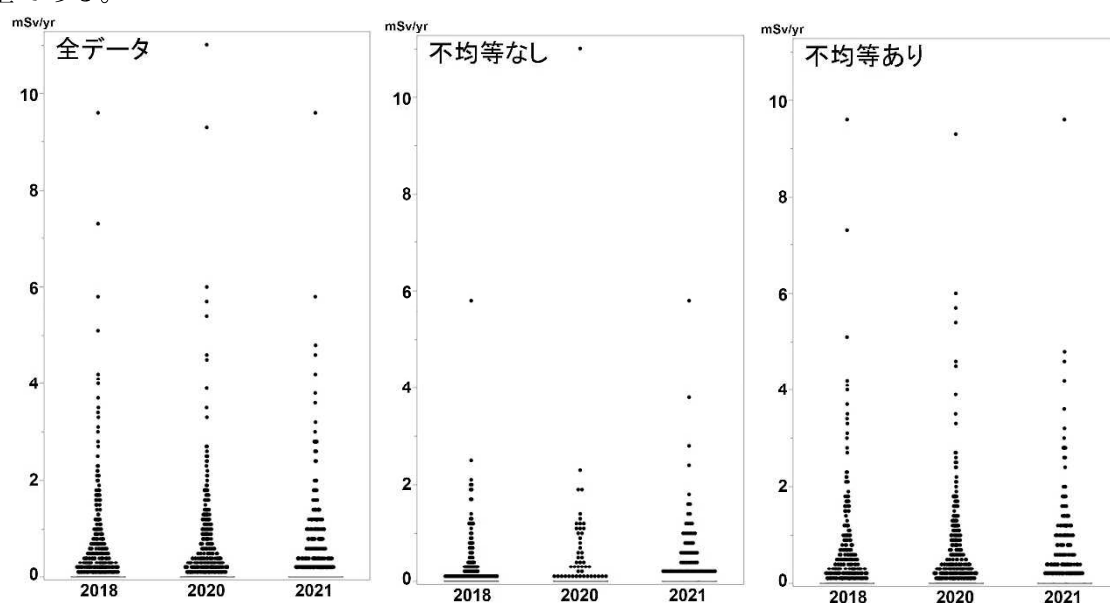
2：3年間調査施設に関する解析（福島県立医科大学、広島大学、長崎大学）
 （2018年：電離則改正以前、2020年：電離則施行前、2021年：施行後）

2-1：全データ調査年の間の比較

2-1-1：全体解析

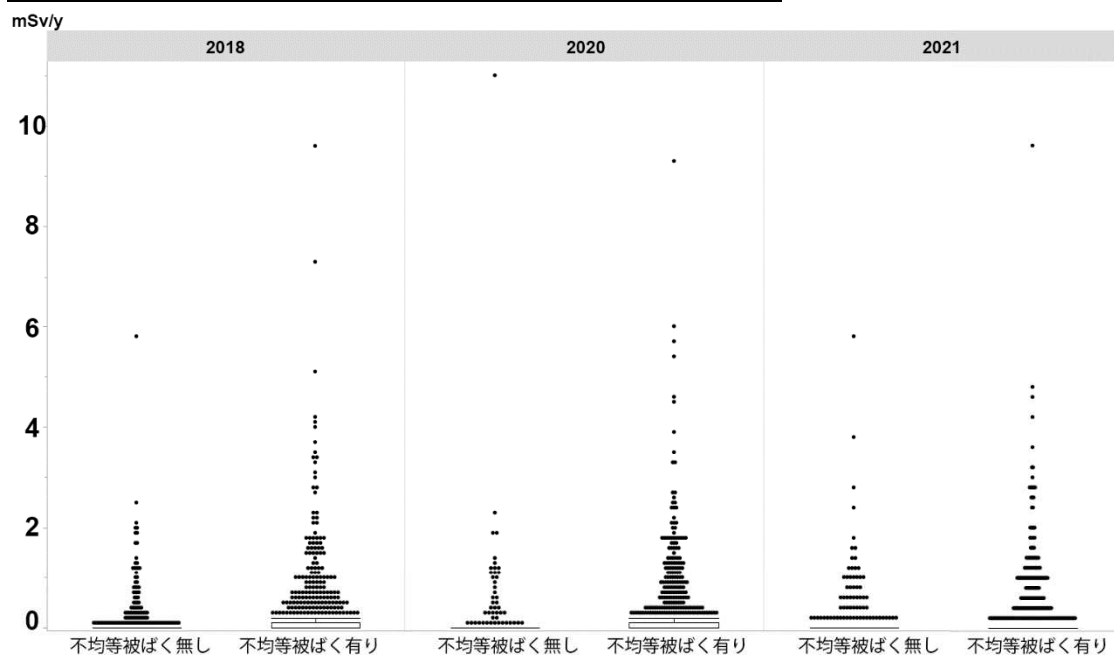
	全データ			不均等なし			不均等あり		
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	3056	3347	2673	2000	1996	1330	1056	1351	1343
平均	0.088	0.084	0.098	0.031	0.019	0.040	0.197	0.180	0.156
標準偏差	0.422	0.436	0.429	0.213	0.275	0.265	0.641	0.586	0.538
最大	9.6	11	9.6	5.8	11	5.8	9.6	9.3	9.6
75%	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0
中央値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

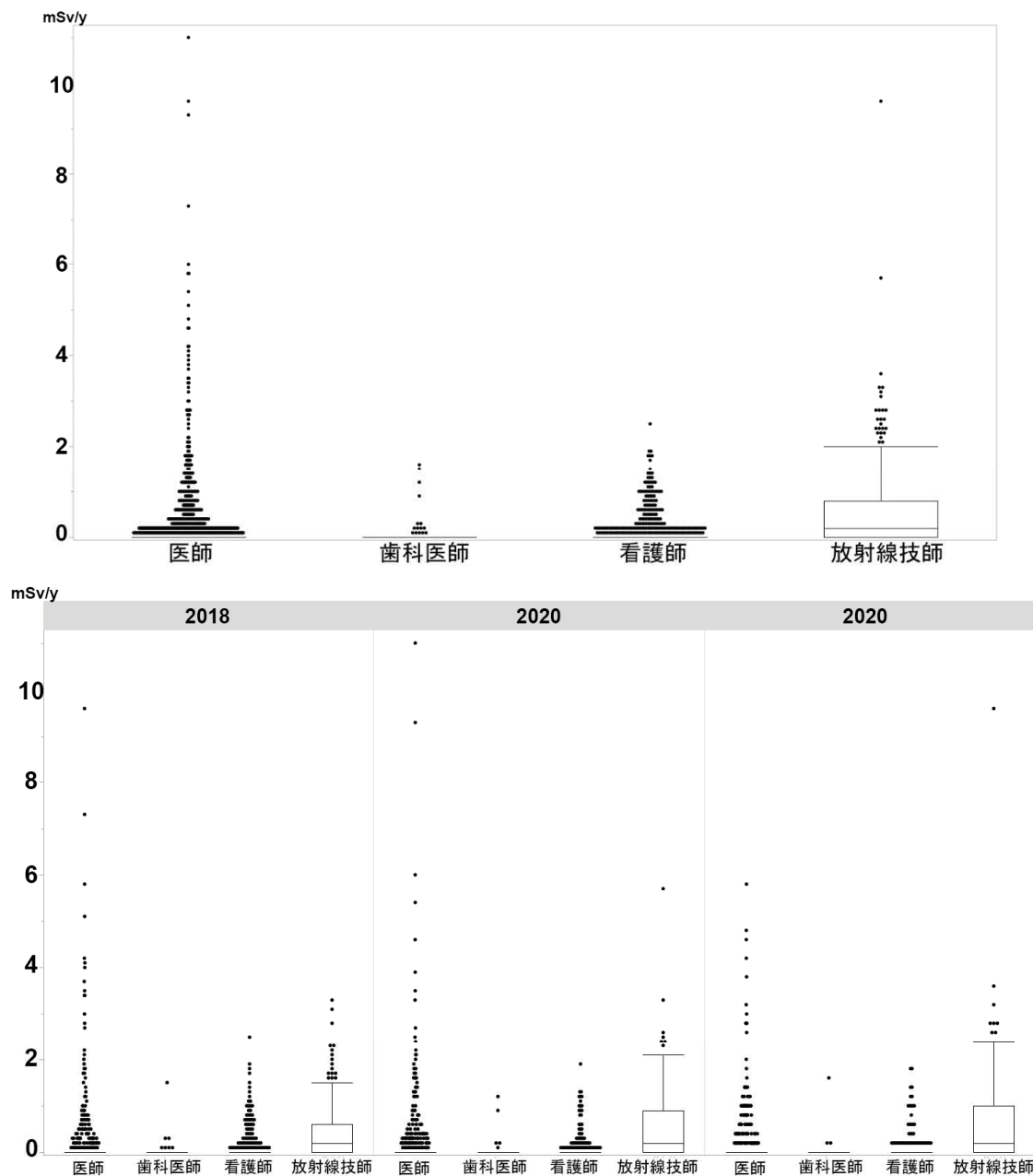
その他	全データ			不均等なし			不均等あり		
年別	2018	2020	2021	2018	2020	2021	2018	2020	2021
n	127	163	151	90	86	68	37	77	83
平均	0.044	0.058	0.032	0.003	0.000	0.003	0.143	0.123	0.055
標準偏差	0.213	0.381	0.167	0.032	0.000	0.024	0.378	0.548	0.222
最大	2.1	4.5	1.8	0.3	0	0.2	2.1	4.5	1.8
75%	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0	0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

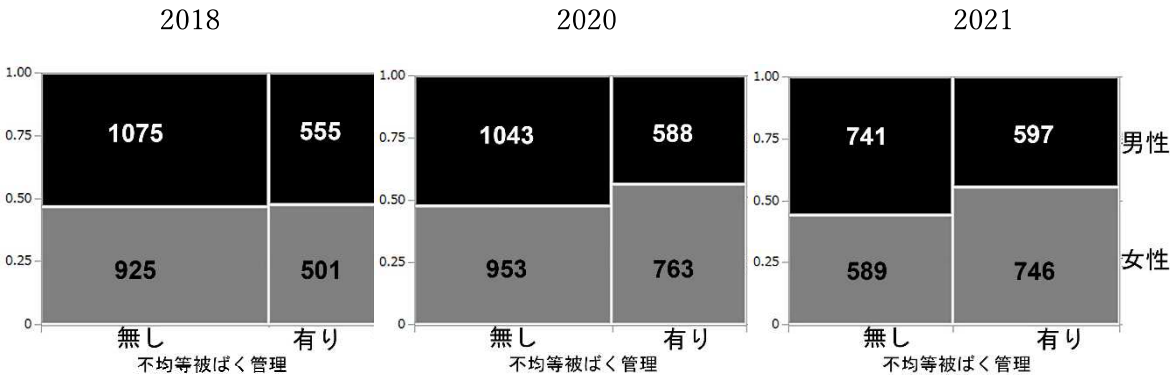
年別	3年集計		2018		2020		2021	
	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性
n	2467	2859	925	1075	953	1043	589	741
平均	0.016	0.040	0.021	0.039	0.010	0.028	0.016	0.059
標準偏差	0.132	0.319	0.162	0.249	0.009	0.009	0.122	0.337
最大	2.5	11	2.5	5.8	1.9	11	1.8	5.8
75%	0	0	0	0	0	0.3	0	0.2
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	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 $p<0.01$ ）。
被ばく量の経時的変化については、男女に分けた場合も明らかな変動は認められなかった。

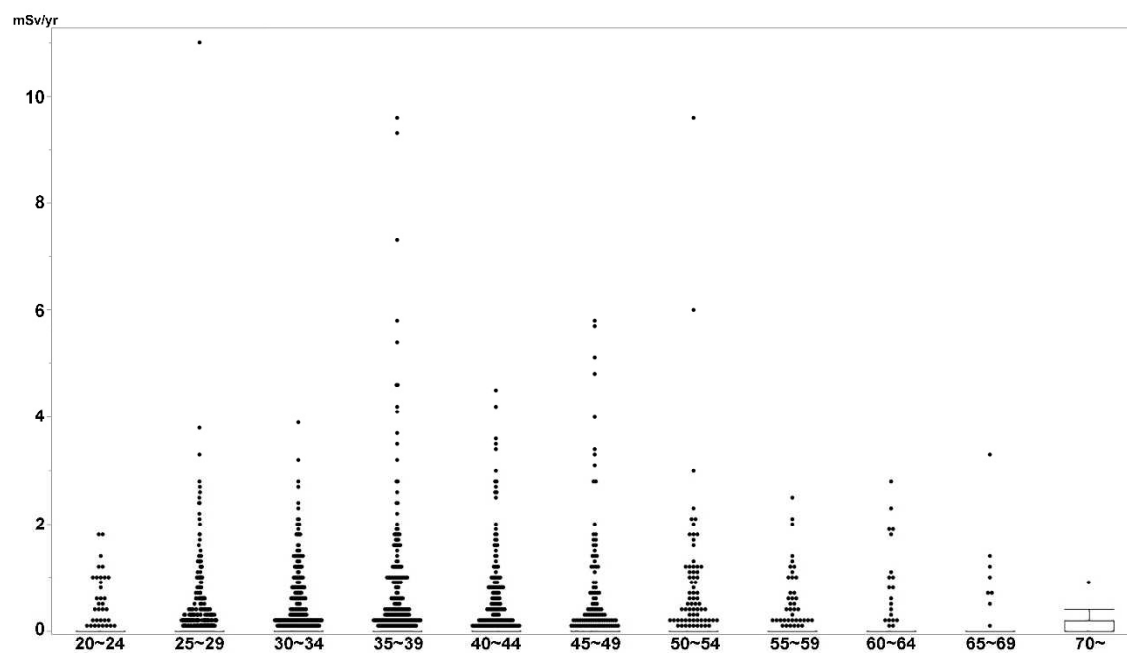
なお、不均等被ばくで管理されている者と、管理されていない者の男女別の分布について、2018年度は男女に有意な関係は認めていなかったが、2020年、2021年調査では、女性においてより不均等被ばくで管理される割合が高いことが観察された。 ($p<0.01$)



2-4：年齢階層内訳、及び年齢階層間の比較

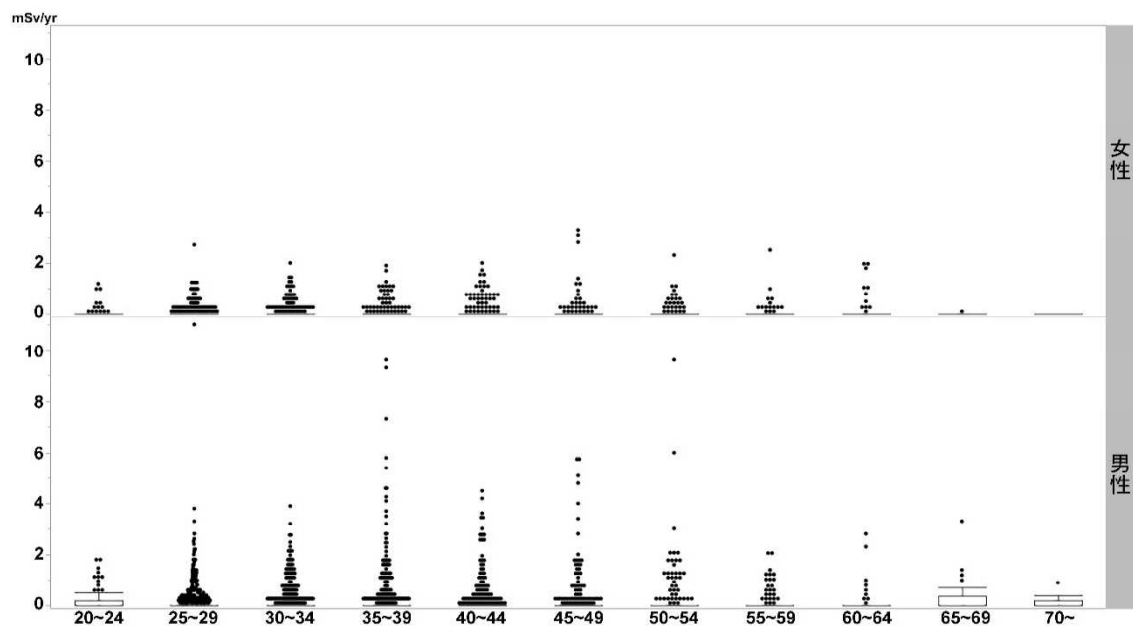
2-4-1：全データ

	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	29	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

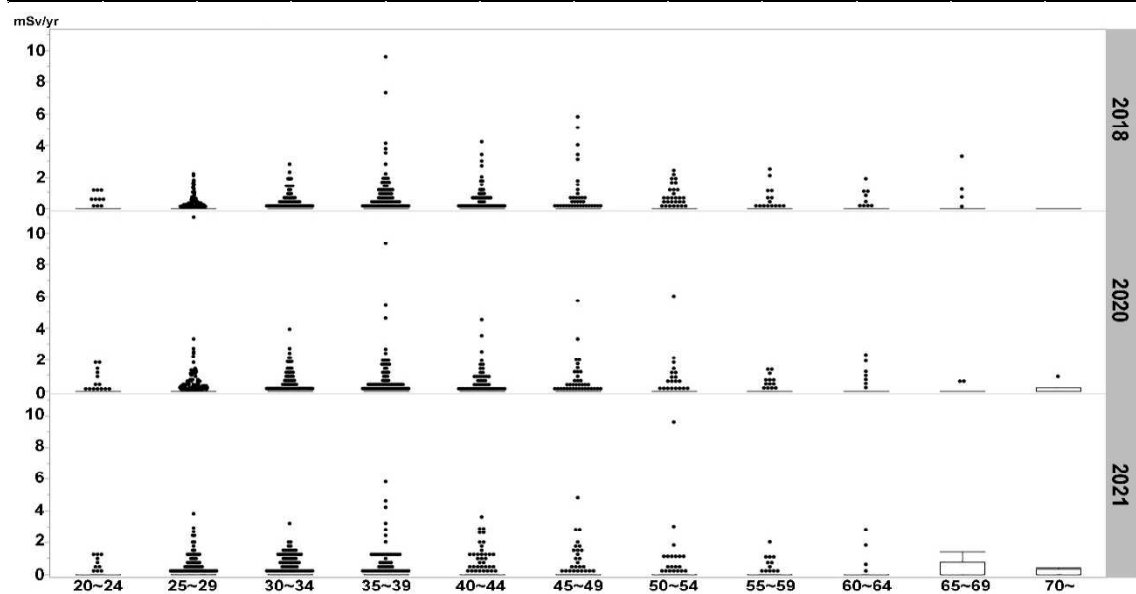
	20～24	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69	70以上
n	85	715	664	560	387	271	194	103	54	21	2
平均	0.07	0.05	0.05	0.13	0.10	0.13	0.11	0.09	0.10	0.25	0.00
標準偏差	0.24	0.22	0.25	0.64	0.41	0.62	0.38	0.36	0.33	0.76	0.00
最大	1.2	2.2	2.8	9.6	4.2	5.8	2.3	2.5	1.9	3.3	0
75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中央値	0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

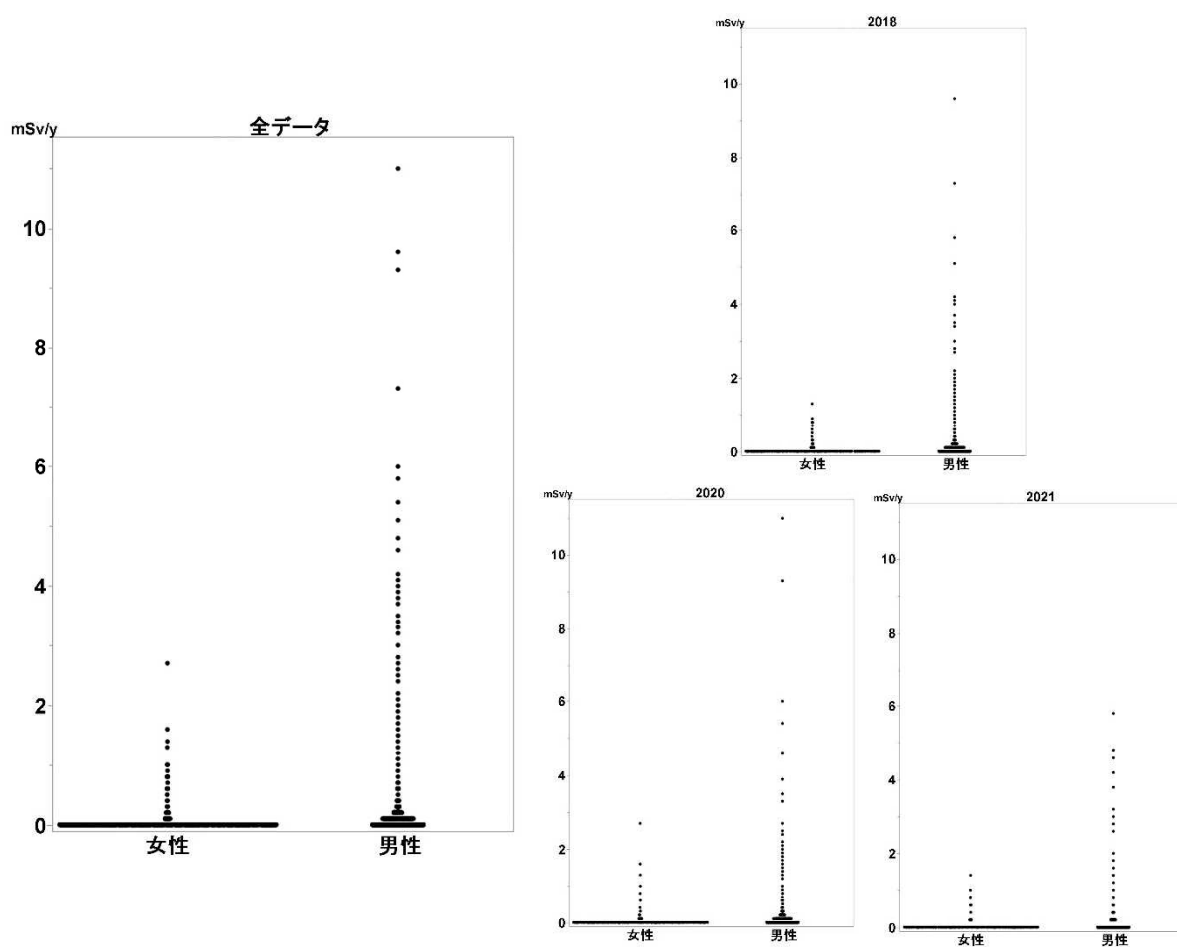
2-5-1：医師

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。

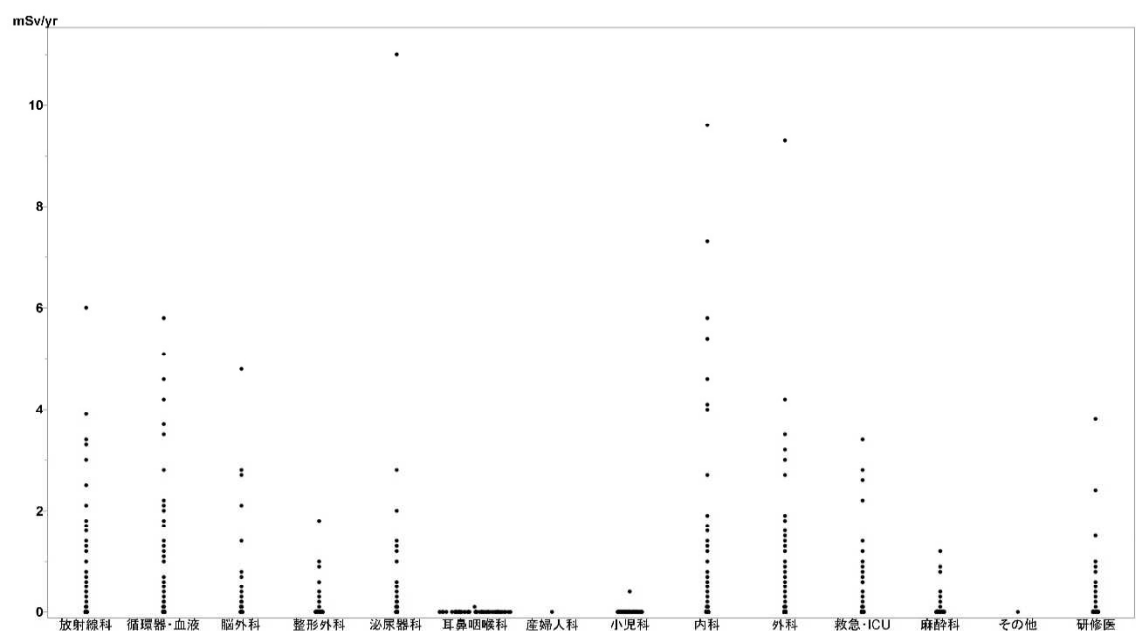


2-5-1-2：医師：所属科・部署

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、その他に対して有意）
- 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、その他に対して有意）
- 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、その他に対して有意）
- 7) 外科（小児科、産婦人科に対して有意）
- 8) その他（内科に対して有意）
- 9) 内科（小児科に対して有意）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、その他に対して有意）
- 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。

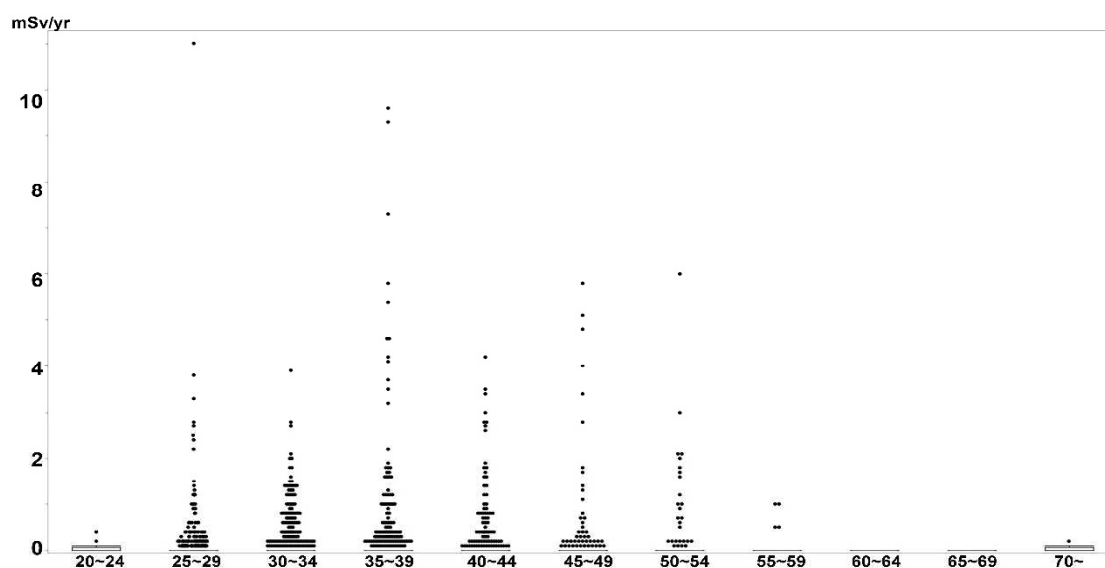
全期間を通しての傾向として、他科よりも被ばく量が高いことが統計的に頑強である科・部門は

- 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

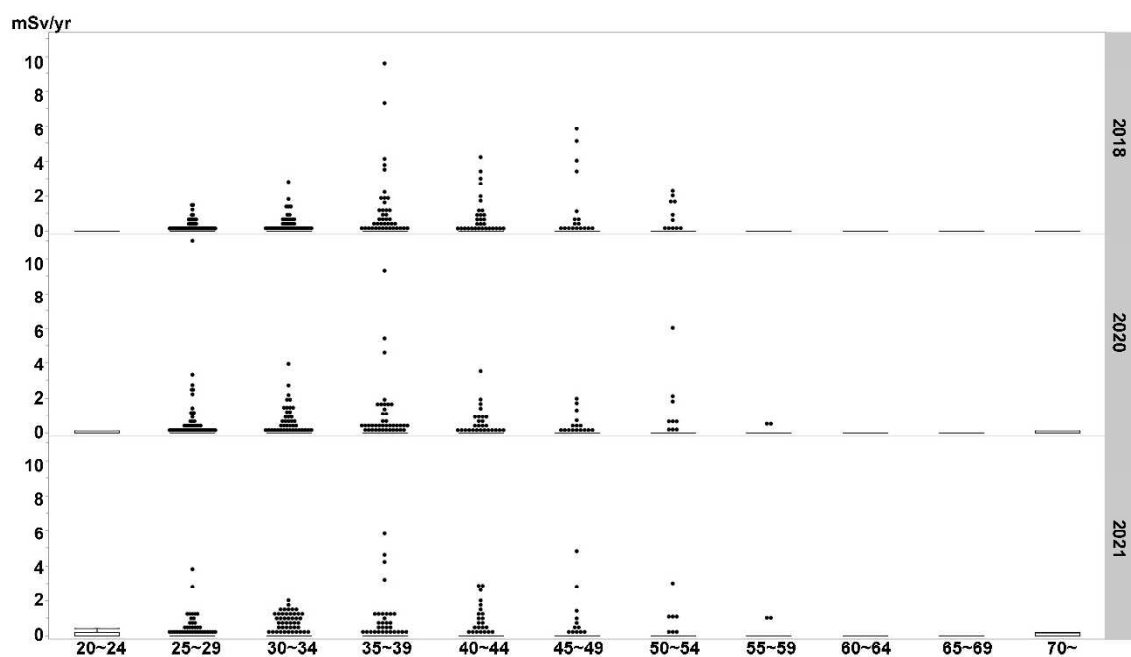
50～54 の階層が、55～64 に対して、 $p < 0.05$ で 高い値であった。

2-5-1-3-2：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	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	
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。

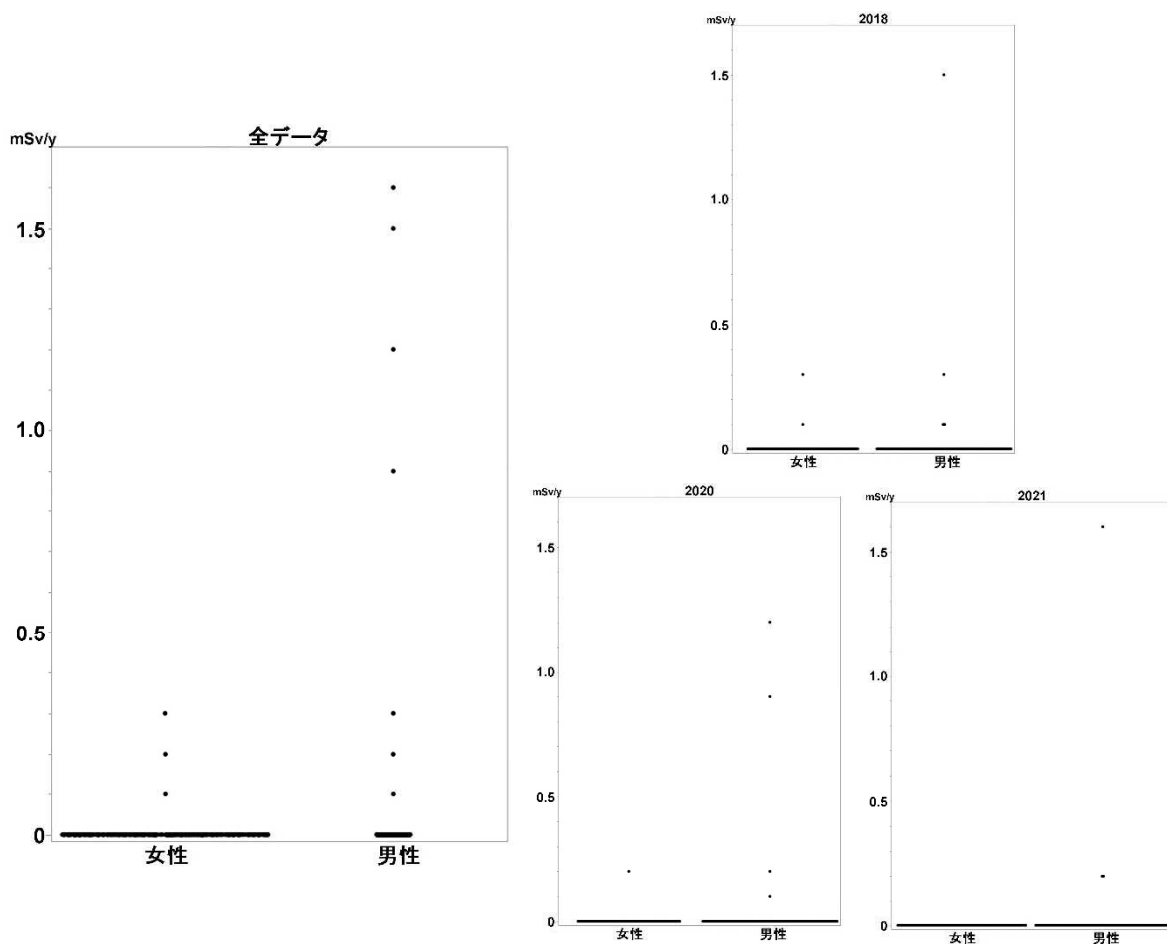
総合的に見て、55 歳以上は低く、他はやや若年者で被ばく量が高くなる傾向が見られる

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。



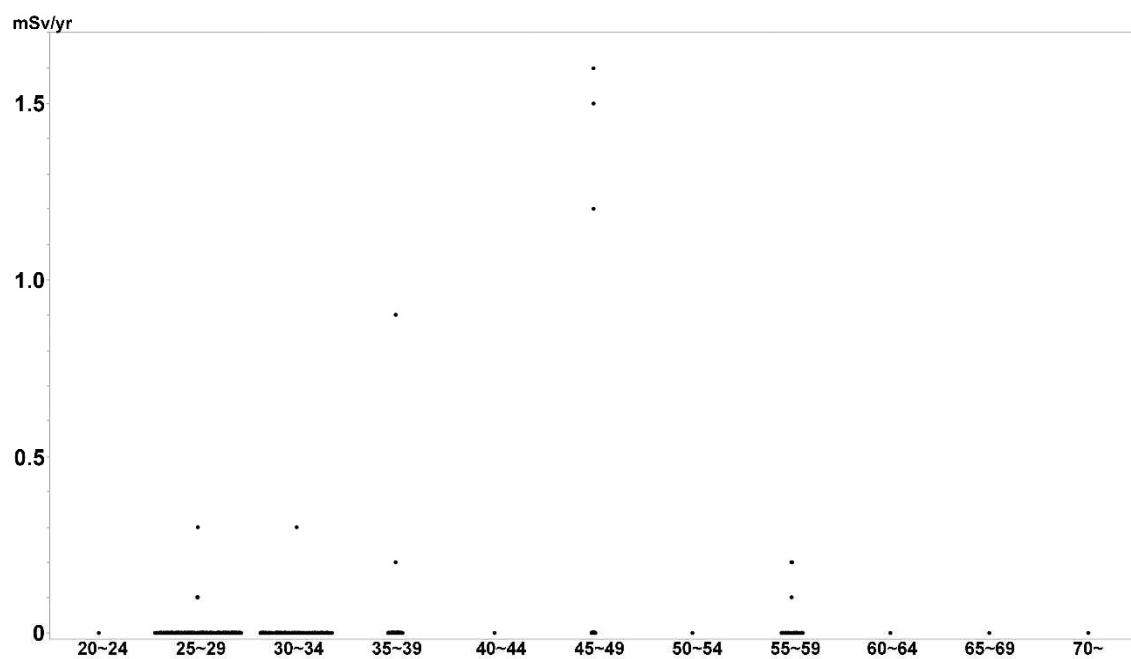
2-5-2-2：歯科医師：所属科・部署

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。

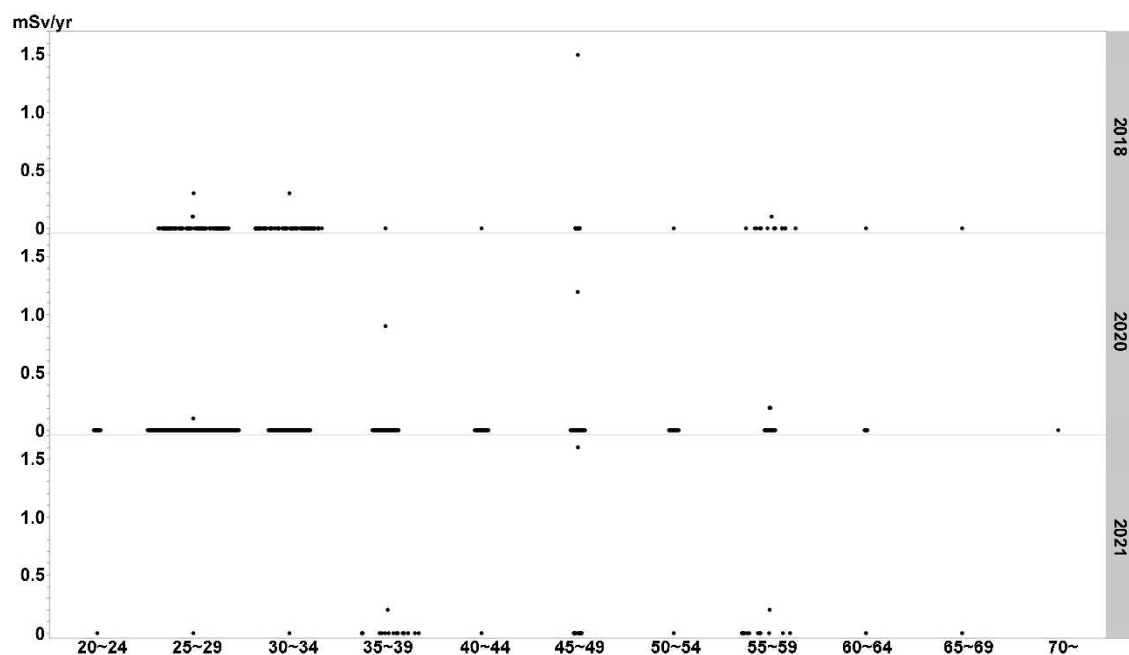
55～59歳の階層が25～34に対して $p < 0.01$ で、40～44, 50～54に対して $p < 0.05$ で、45～49歳の階層が、25～34に対して、 $p < 0.05$ で大きい。

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
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



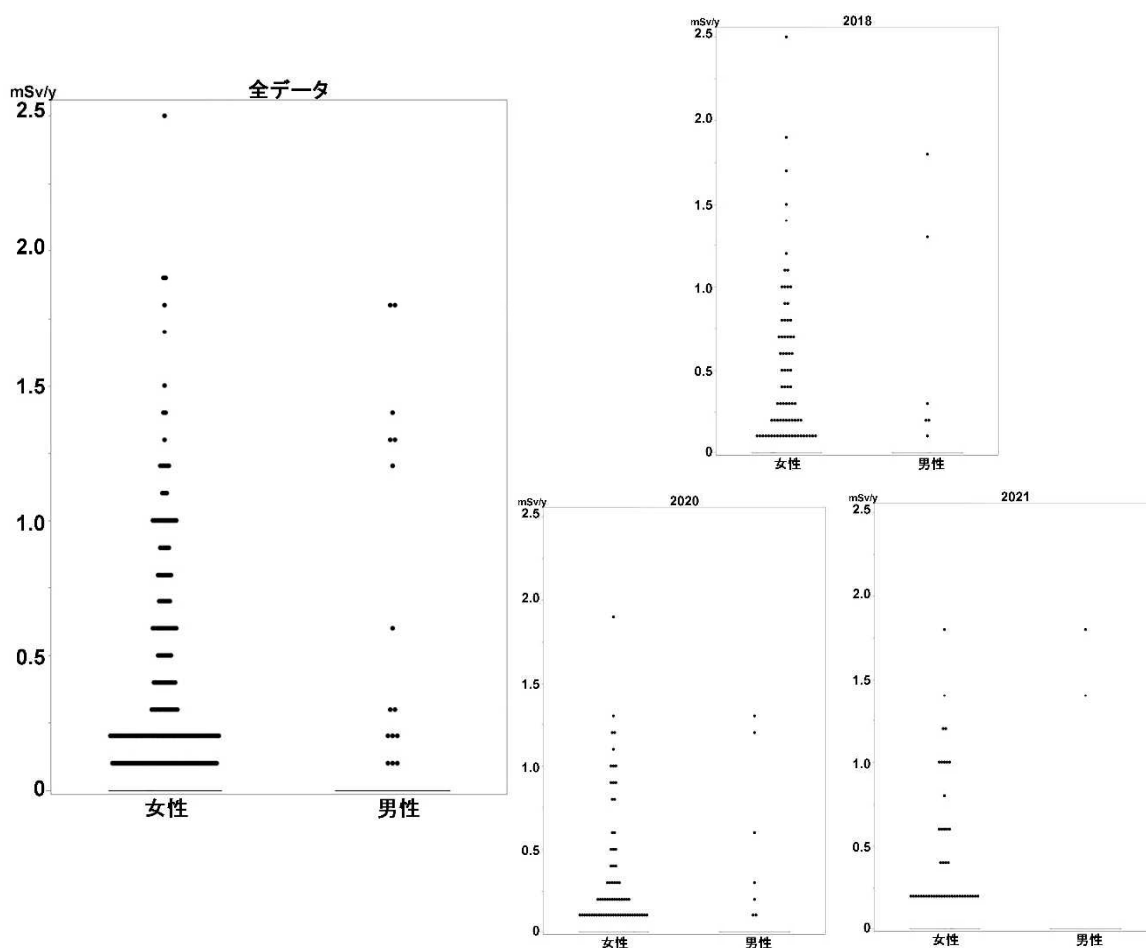
調査年ごとの解析では有意差は認められない。

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

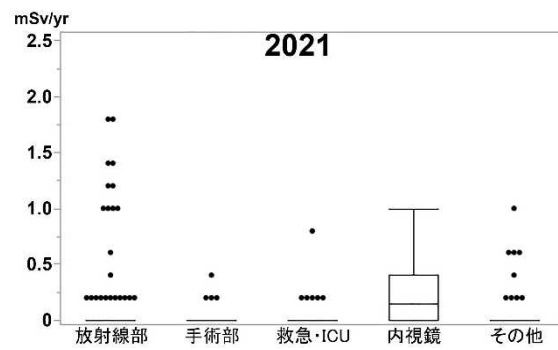
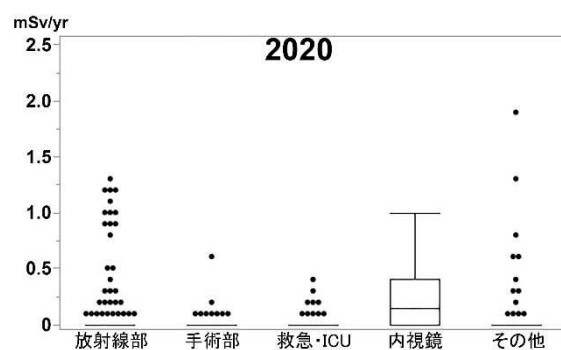
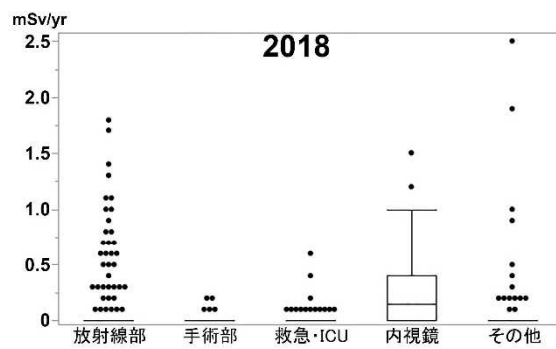
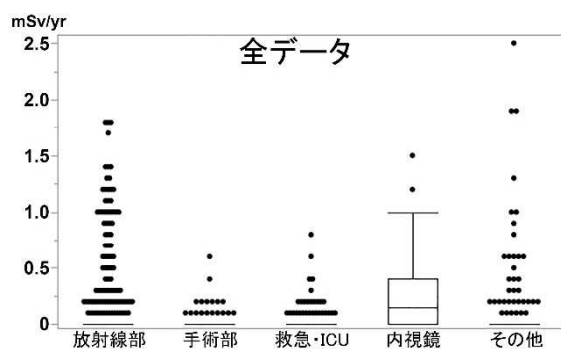
全体では $p < 0.05$ で女性が大きいが、調査年ごとの解析では有意差に至らない。



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	2018	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	390	624	1051	46	1045	n	142	212	309	12	244
平均	0.142	0.005	0.006	0.263	0.019	平均	0.159	0.003	0.007	0.667	0.036
標準偏差	0.343	0.037	0.043	0.357	0.144	標準偏差	0.351	0.023	0.046	0.458	0.223
最大	1.8	0.6	0.8	1.5	2.5	最大	1.8	0.2	0.6	1.5	2.5
75%	0	0	0	0.4	0	75%	0	0	0	0.25	0
中央値	0	0	0	0.15	0	中央値	0	0	0	0.7	0
25%	0	0	0	0	0	25%	0.1	0	0	0.95	0
最小	0	0	0	0	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	2021	放射線部	手術部	救急ICU	内視鏡	その他
n	138	212	395	18	506	n	138	212	395	18	506
平均	0.122	0.007	0.005	0.128	0.013	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	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	最大	1.3	0.6	0.4	0.5	1.9
75%	0	0	0	0.2	0	75%	0	0	0	0.2	0
中央値	0	0	0	0.1	0	中央値	0	0	0	0.1	0
25%	0	0	0	0	0	25%	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	最小	0	0	0	0	0

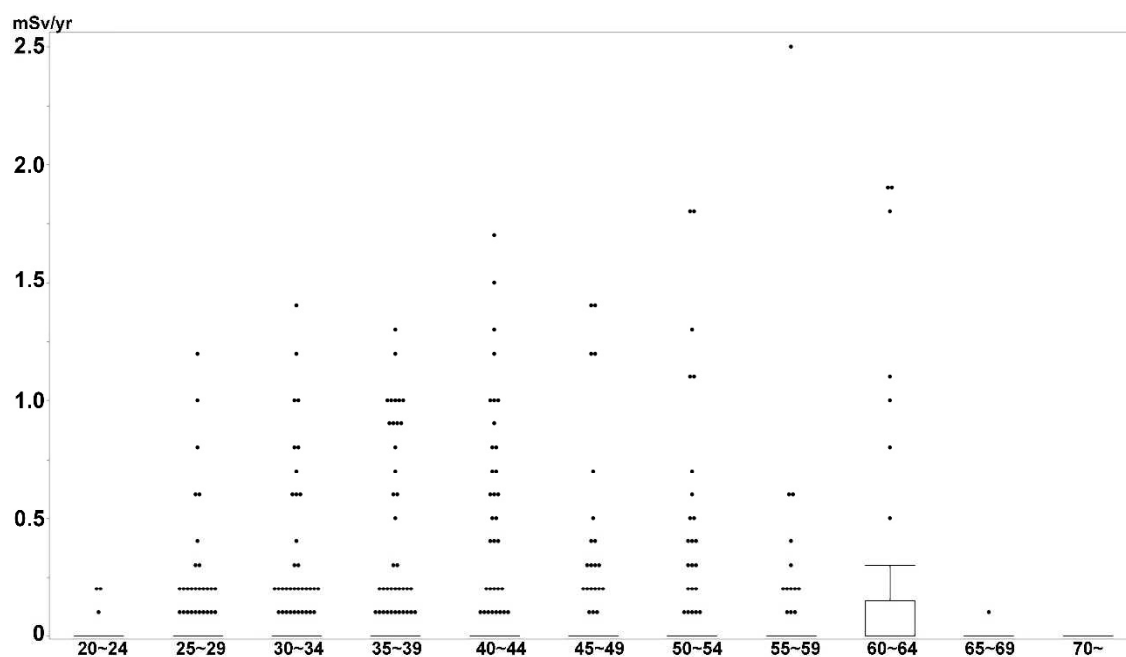


全データ、調査年ごとのデータのいずれにおいても、内視鏡室・放射線部所属が残る3部署に対して常に $p < 0.01$ で高い。極めて頑強な差である。

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 $p<0.05$

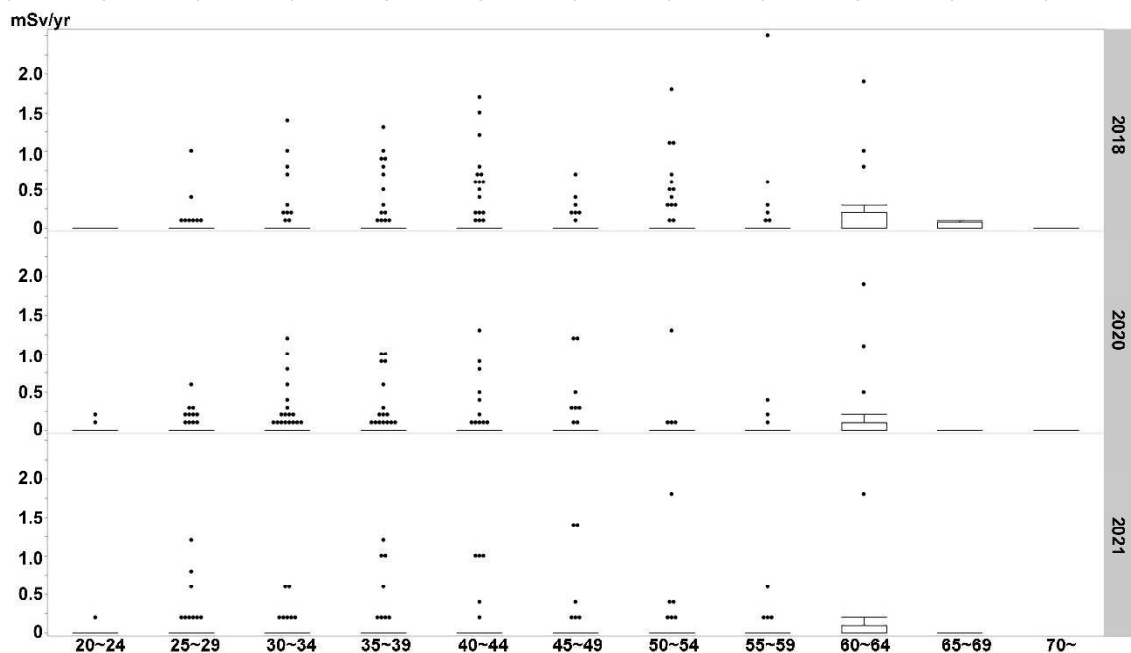
25～29 の階層が 20～24 の階層に対して $p<0.05$ で大きい。

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 の階層が、20～24 の階層に対して $p<0.01$, 25～29 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 20～40, 45～49 に対して $p<0.01$

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

45～49 の階層が 20～29 に対して $p<0.05$

40～44 の階層が 20～34 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 $p<0.05$ 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 に対して $p<0.01$, 30～49, 55～59 に対して $p<0.05$

35～39 の階層が 20～29 に対して $p<0.05$,

30～34 の階層が、20～29 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 に対して $p<0.01$, 30～34, 40～44 に対して $p<0.05$

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

50～54 の階層が 20～24 に対して $p<0.01$,

45～49 の階層が 20～24 に対して $p<0.05$

35～39 の階層が 20～24 に対して $p<0.05$ で大きい。

。

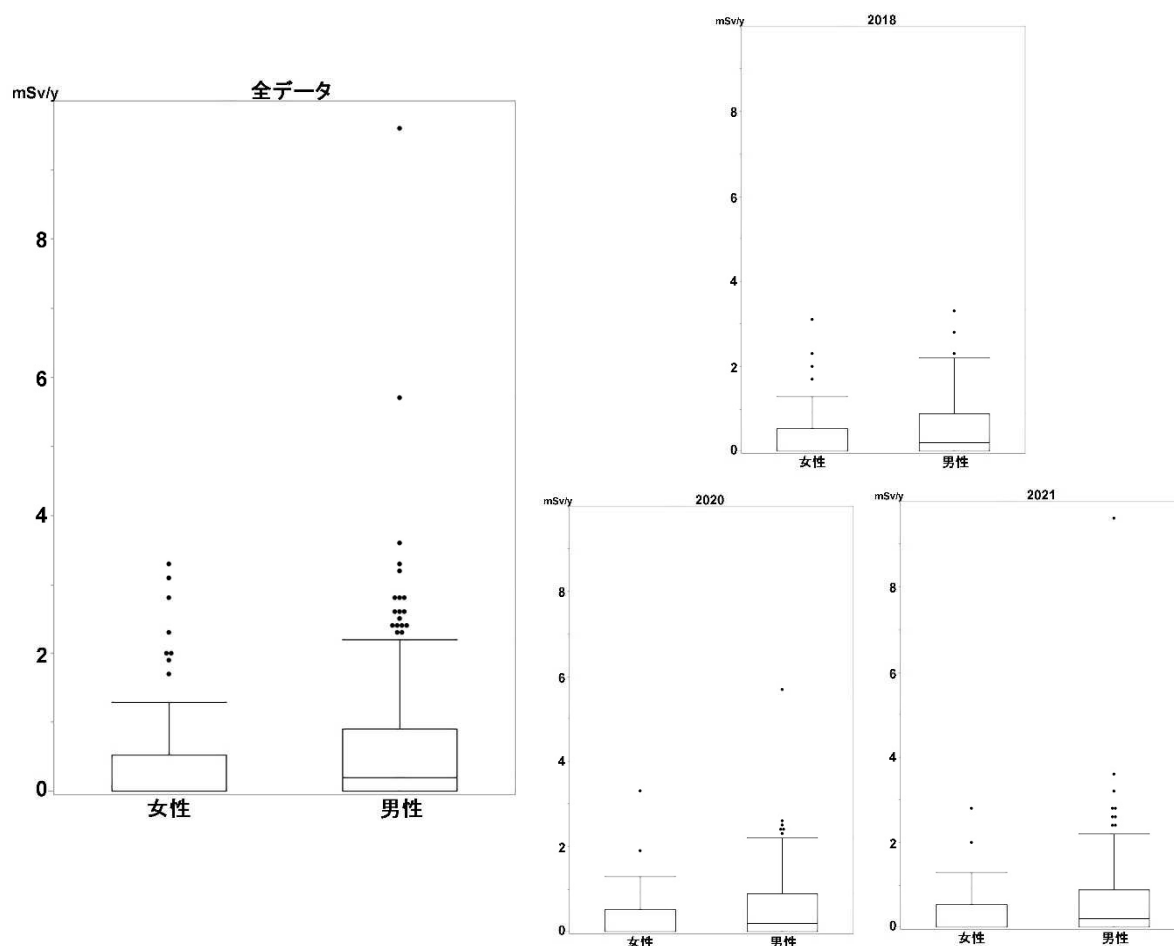
全体的傾向として、若年者が高齢者よりも被ばく量が抑えられているという傾向が見られる。

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。



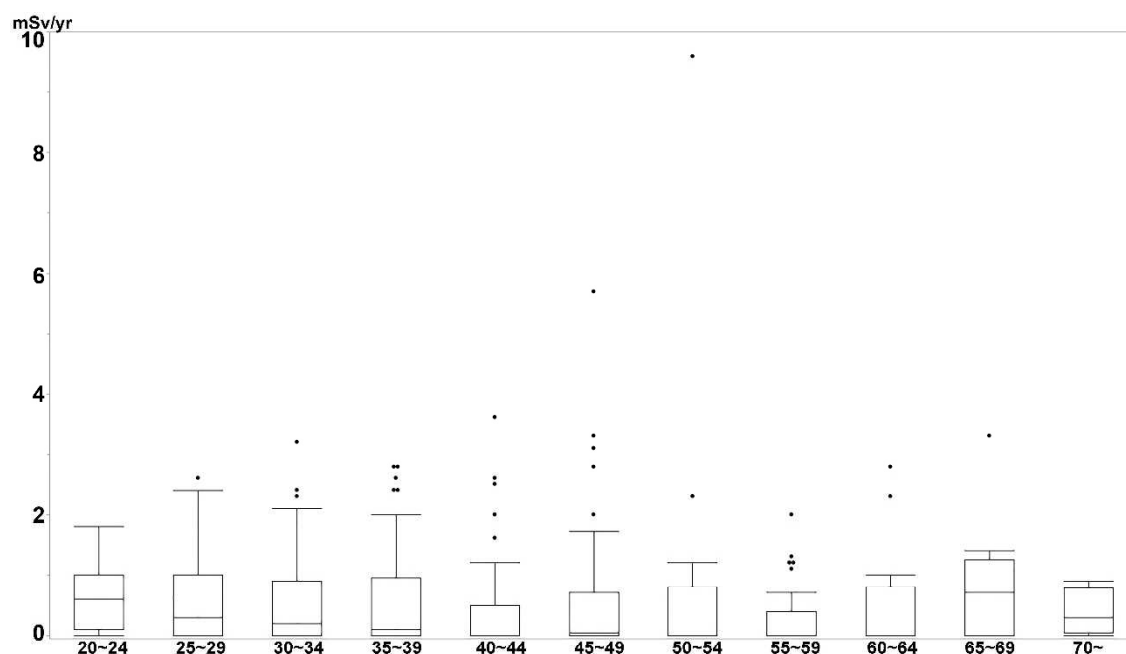
2-5-4-2：所属科・部署

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 $p<0.01$

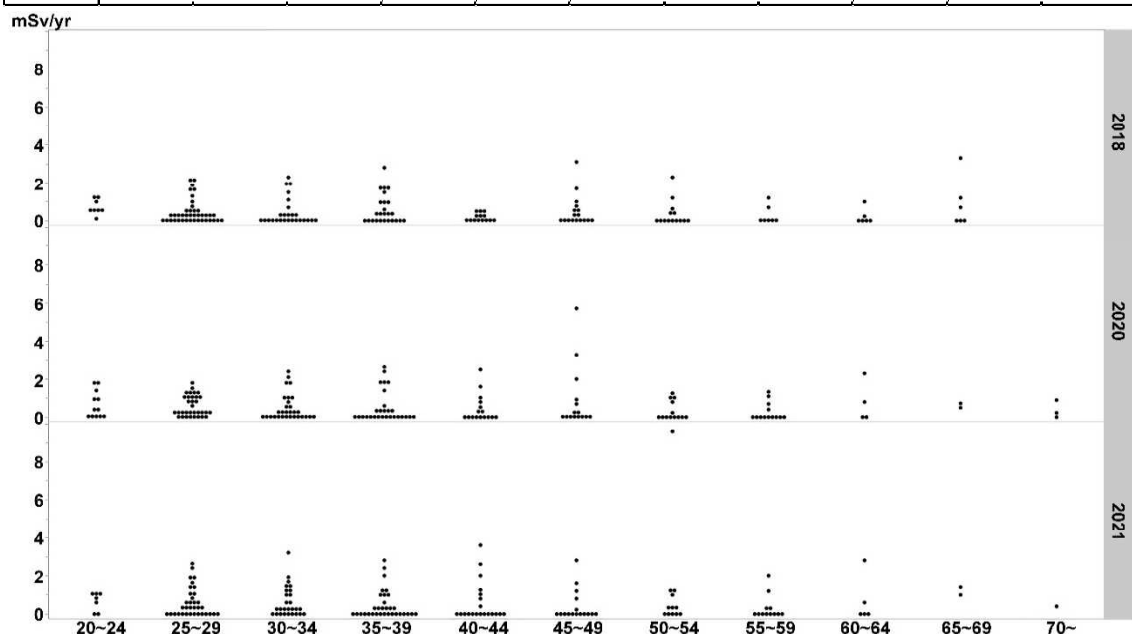
30～34 の階層が 55～59 に対して $p<0.05$

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

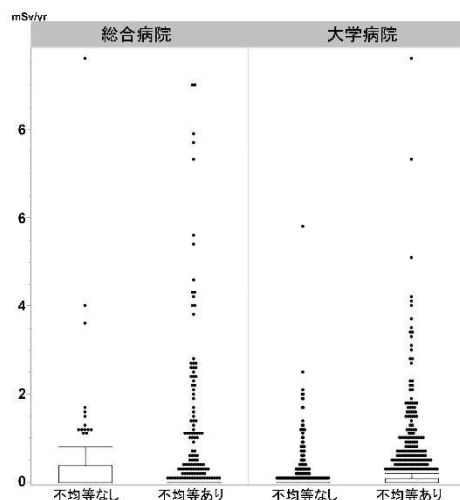
年別	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	601	3056	100	2000	501	1056
平均	0.343	0.088	0.410	0.031	0.329	0.197
標準偏差	0.024	0.011	1.136	0.213	0.036	0.025
最大	9.6	9.6	9.6	5.8	9	9.6
75%	0	0.1	0.375	0	0	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0
0の割合	73.7%	86.9%	58.0%	93.8%	76.8%	73.8%

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。

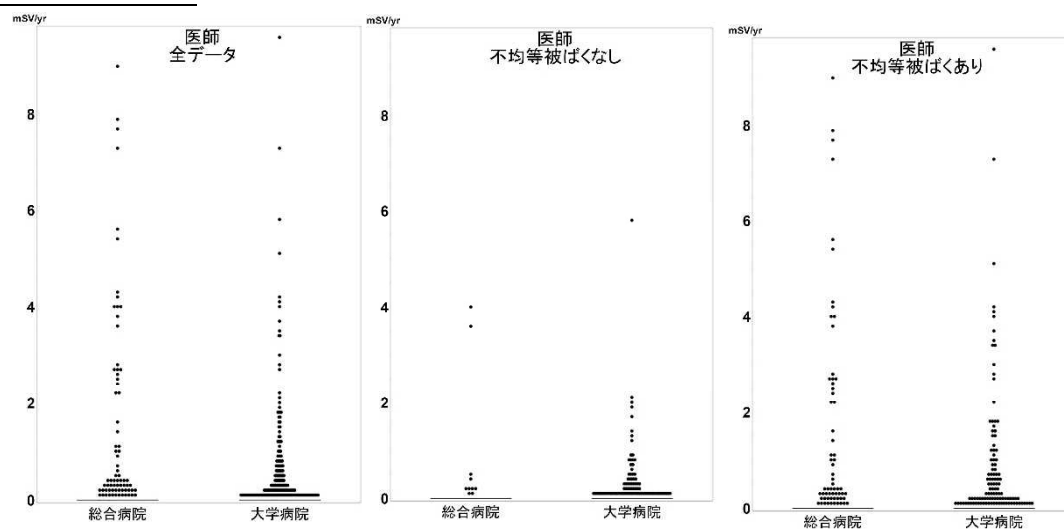
これは、大学病院とは逆の関係となっている。

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

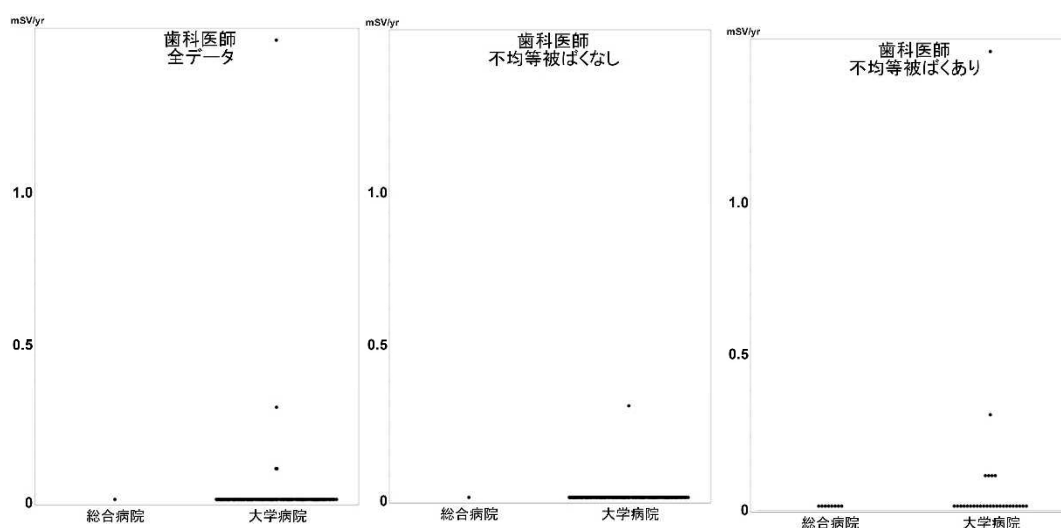
全データ解析、及び不均等被ばくで管理されていない群の解析において、総合病院が $p<0.01$ で高い。



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

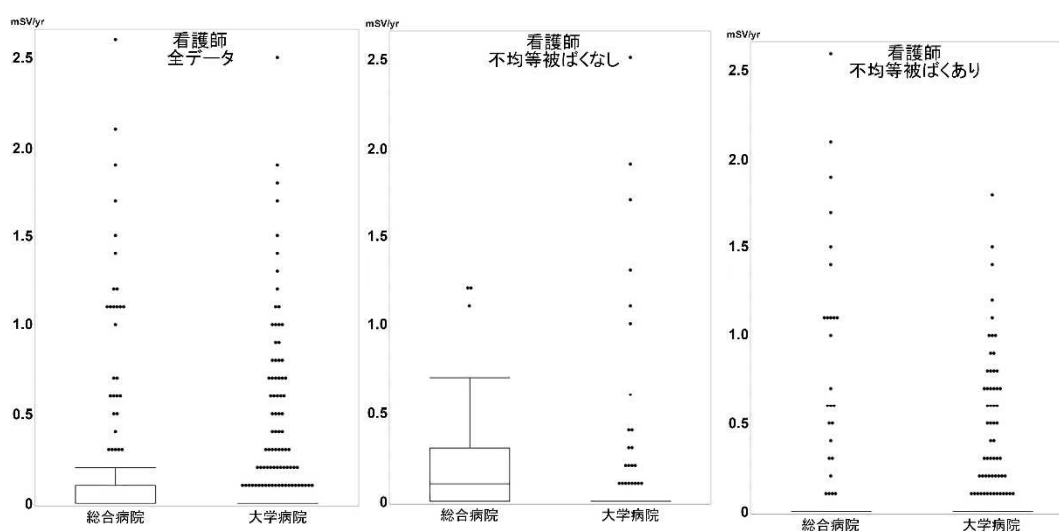
歯科医師	全体		不均等なし		不均等有り	
	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院	総合病院	大学病院
n	9	311	1	282	8	29
平均	0	0.008	0	0.001	0	0.076
標準偏差	0	0.089		0.018	0	0.281
最大	0	1.5	0	0.3	0	1.5
75%	0	0	0	0	0	0
中央値	0	0	0	0	0	0
25%	0	0	0	0	0	0
最小	0	0	0	0	0	0



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

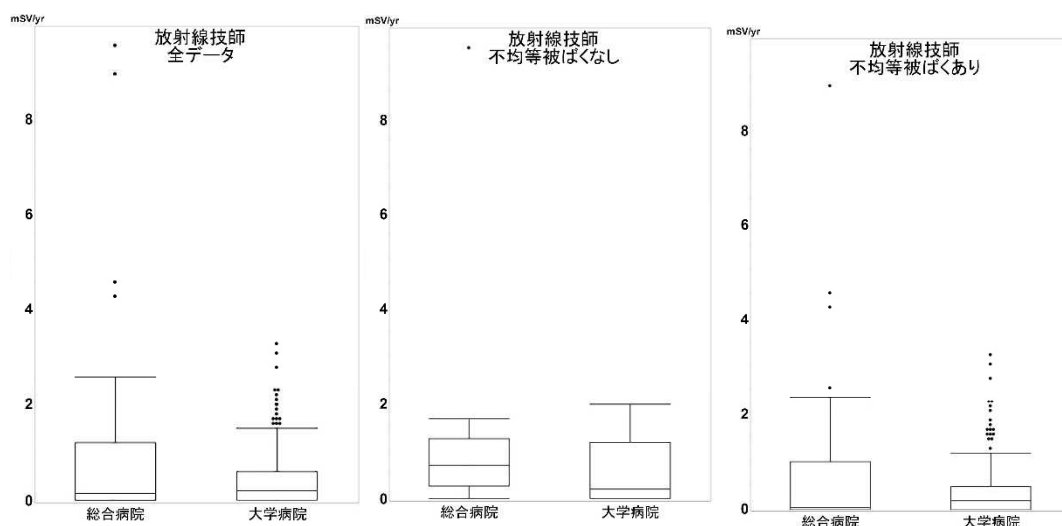


全データ解析、及び不均等被ばくで管理されていない群において、総合病院が大学病院に比べて $p < 0.01$ で高い。

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

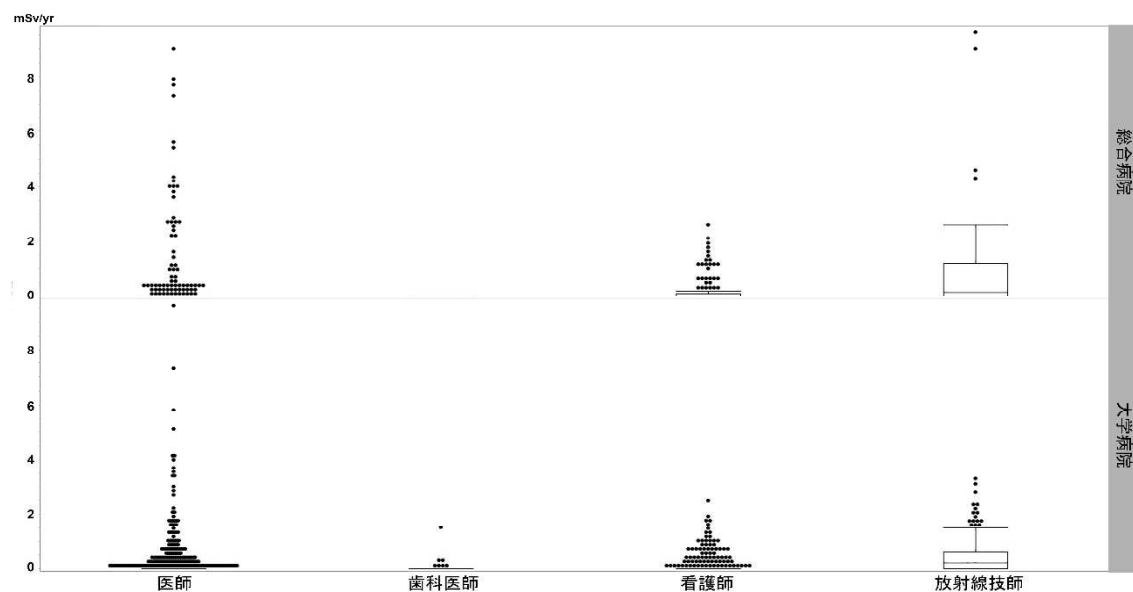
ケース数が少ないため、統計的解析は行わなかった。

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

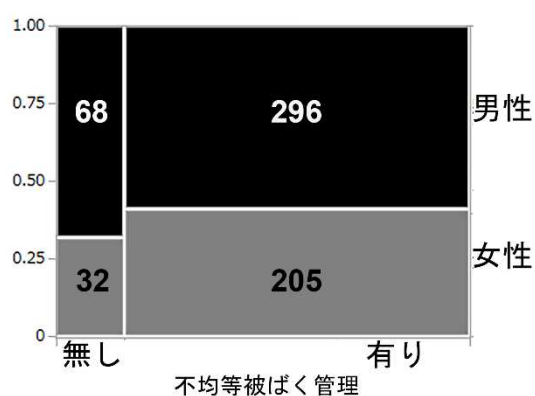


総合病院においては、大学病院と同様、放射線技師の被ばく量が他職種に比べて有意に高かったが ($p<0.01$)、大学病院で見られた医師、看護師と他職種の有意な差は、総合病院では観察されなかった。

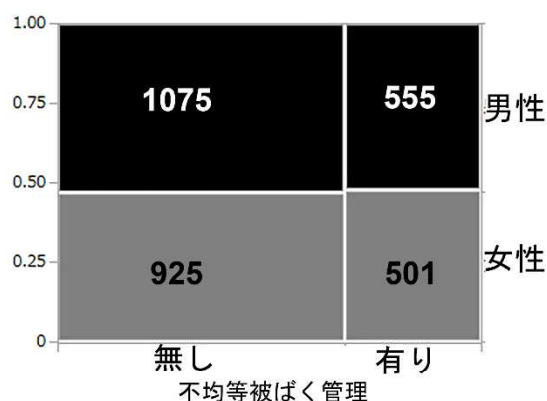
3-5：性別被ばく量の大学病院/総合病院比較

	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	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	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

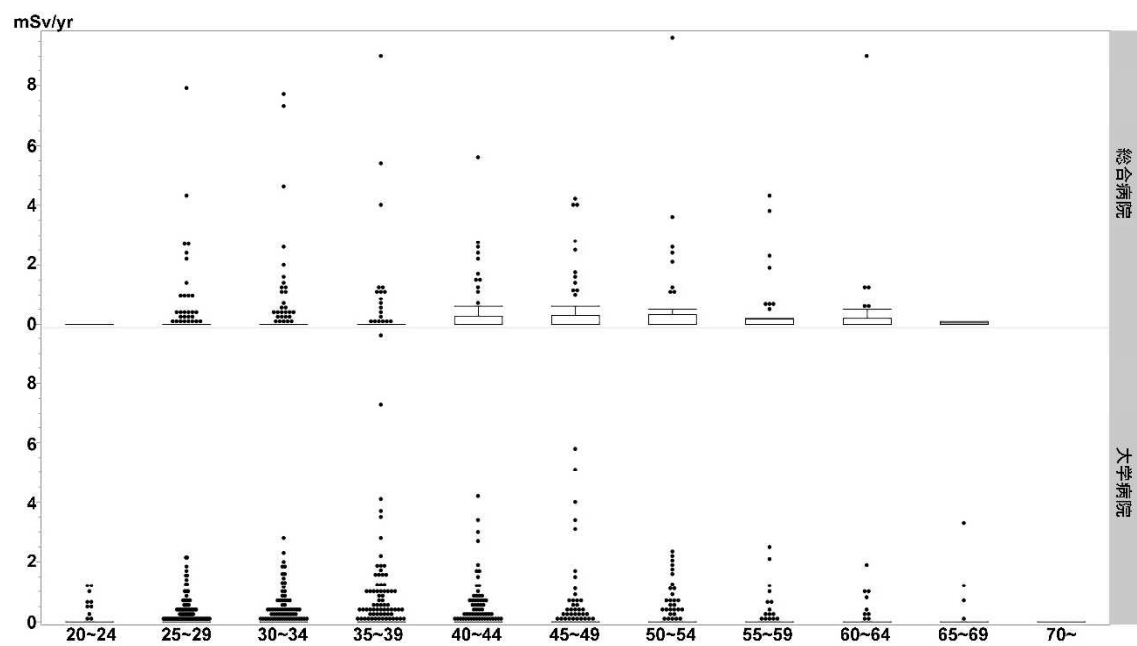
なお、今回の調査施設では、大学病院に比べて、総合病院では不均等被ばくで管理される割合が高かった。

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



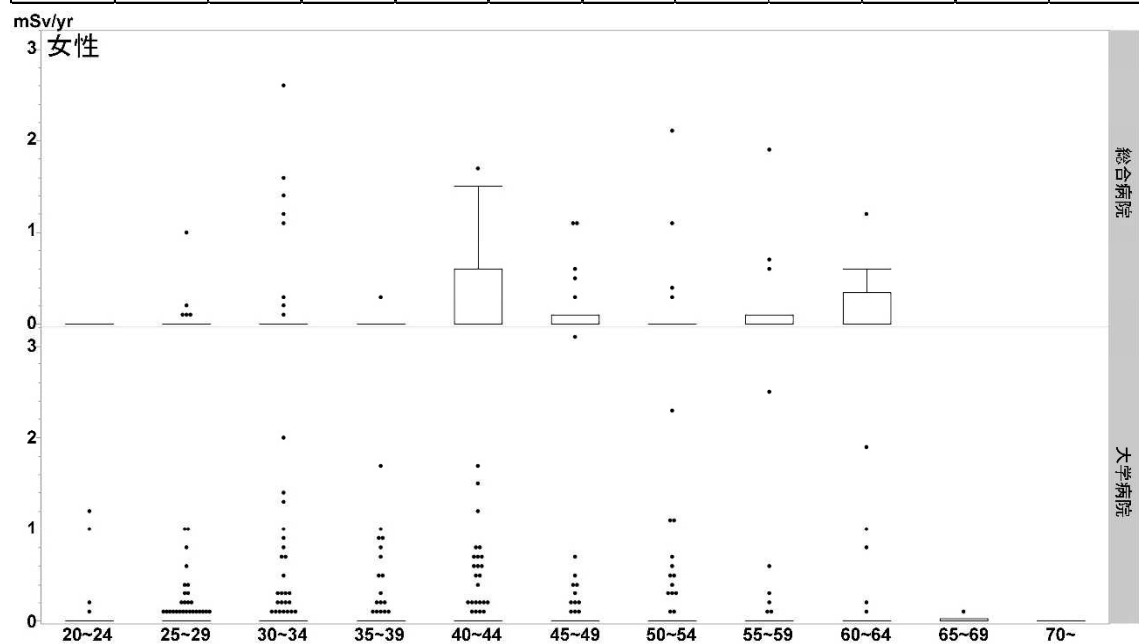
大学病院、総合病院とも、2018 年データの解析では年齢階層と被ばく量に有意な関係は認められない。

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。

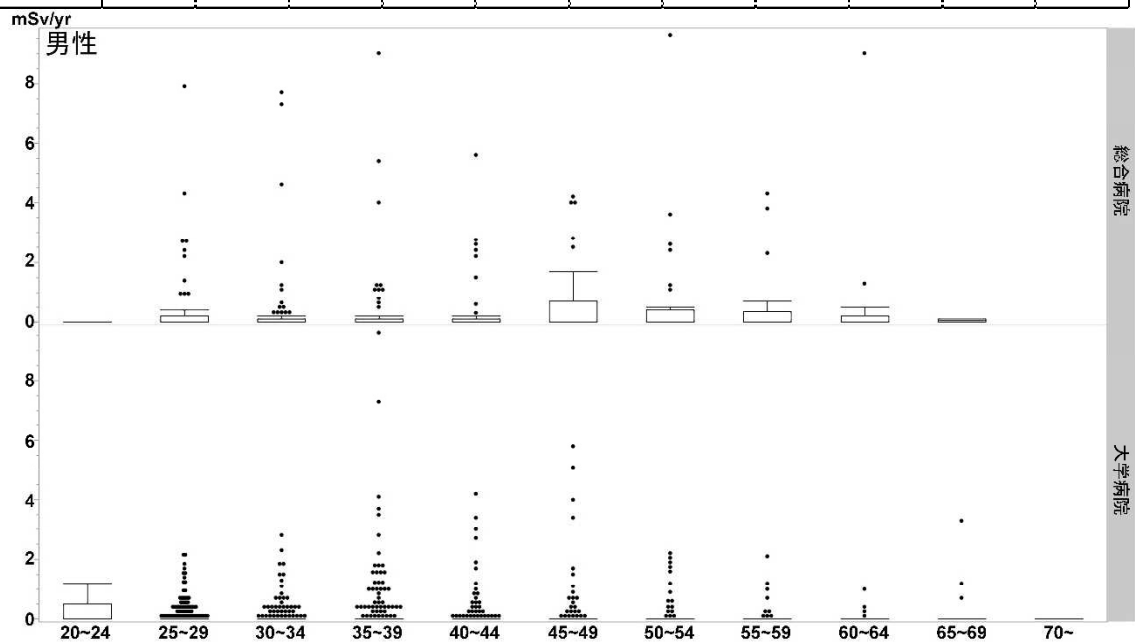
40～44 歳の階層が、25～29 に対して $p<0.01$ で、20～24, 30～39 に対して $p<0.05$ で高い。

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



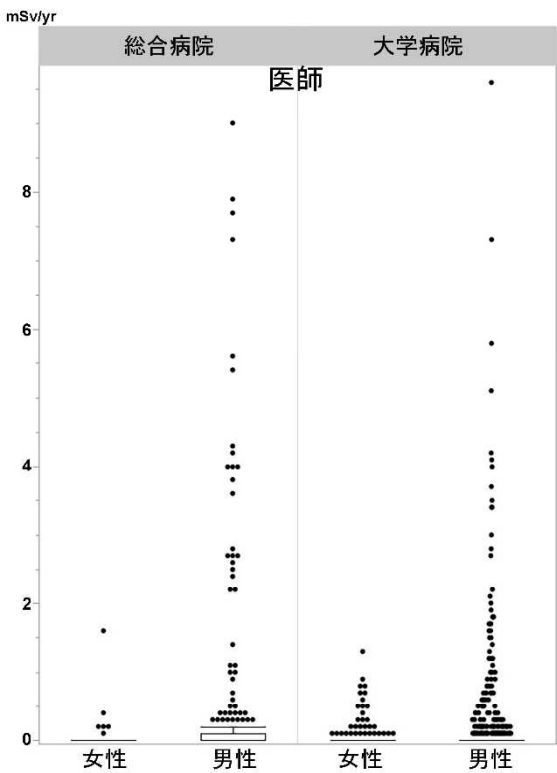
総合病院、大学病院とも；年齢階層間の差を認めない。

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



年別	総合病院		大学病院	
男女	女性	男性	女性	男性
n	62	247	370	1127
平均	0.044	0.447	0.030	0.118
標準偏差	0.212	1.349	0.131	0.586
最大	1.6	9	1.3	9.6
75%	0	0.1	0	0
中央値	0	0	0	0
25%	0	0	0	0
最小	0	0	0	0

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

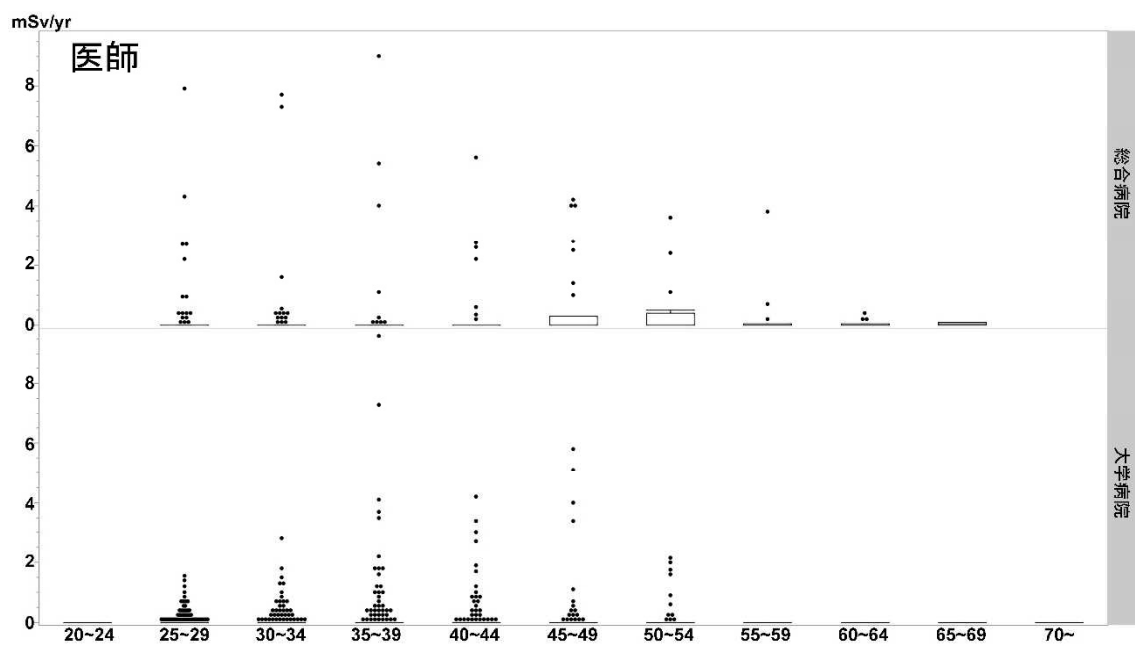
他科に対して有意に高い科・部門は（大学病院で認めていなかった有意差が総合病院では認められた部門は斜体で示す）

- 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

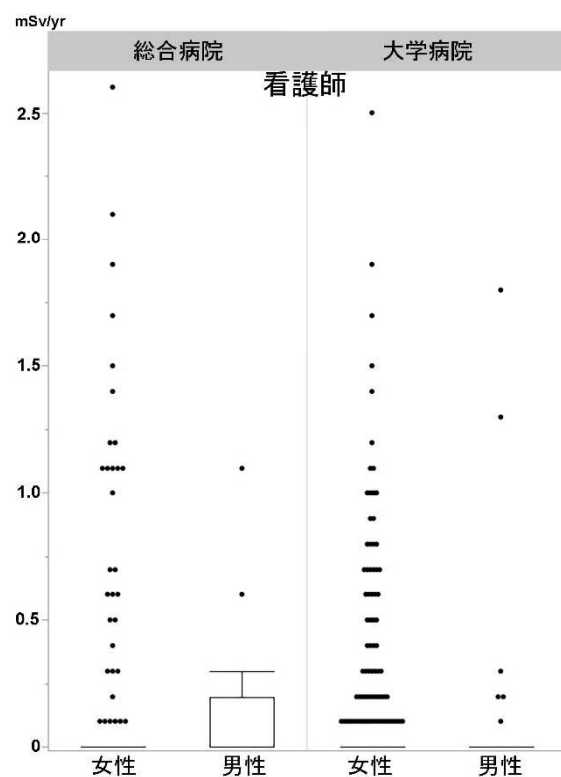
医師	25～29	30～34	35～39	40～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69
n	69	76	44	32	31	27	14	14	2
平均	0.34	0.25	0.46	0.44	0.66	0.36	0.34	0.06	0.05
標準偏差	1.18	1.22	1.66	1.20	1.33	0.82	1.01	0.12	0.07
最大	7.9	7.7	9	5.6	4.2	3.6	3.8	0.4	0.1
75%	0	0	0	0	0.3	0.4	0.05	0.05	0.1
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
25%	0	0	0	0	0	0	0	0	0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



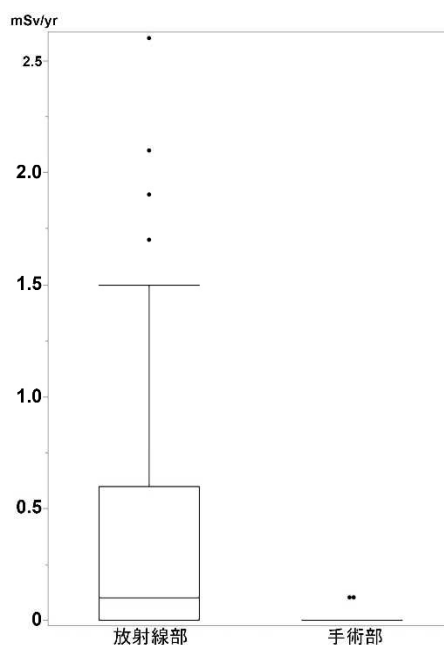
年別	総合病院		大学病院	
男女	女性	男性	女性	男性
n	131	26	799	120
平均	0.202	0.115	0.048	0.033
標準偏差	0.477	0.248	0.209	0.205
最大	2.6	1.1	2.5	1.8
75%	0	0.2	0	0
中央値	0	0	0	0
25%	0	0	0	0
最小	0	0	0	0

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

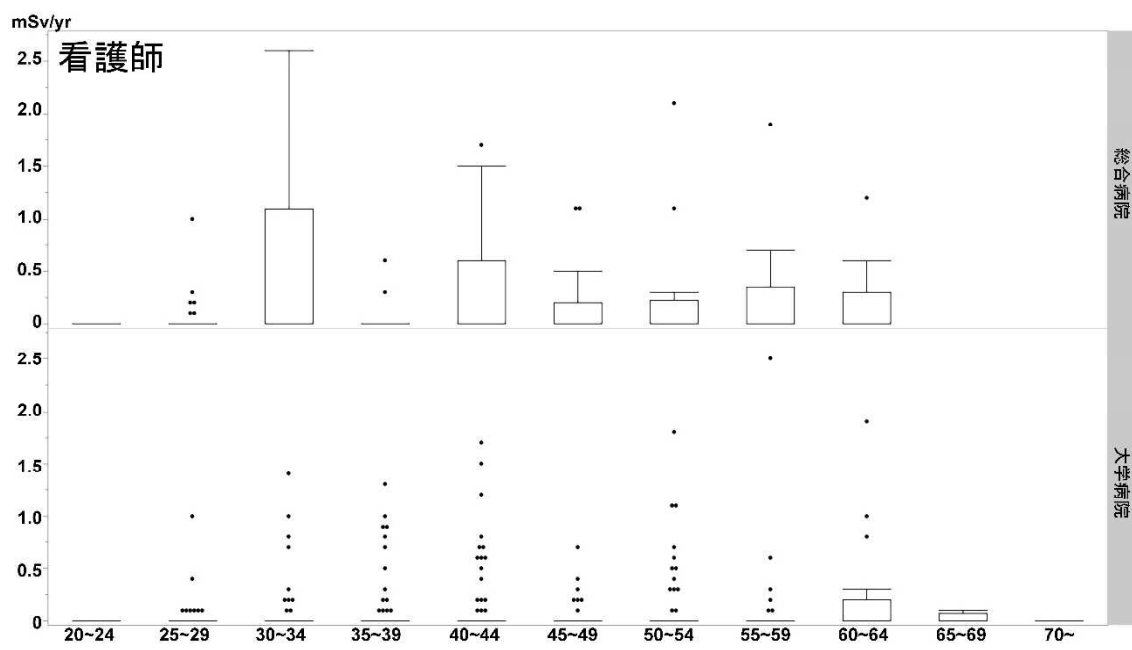
総合病院	放射線部	手術部
n	75	82
平均	0.389	0.002
標準偏差	0.586	0.016
最大	2.6	0.1
75%	0.6	0
中央値	0.1	0
25%	0	0
最小	0	0



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

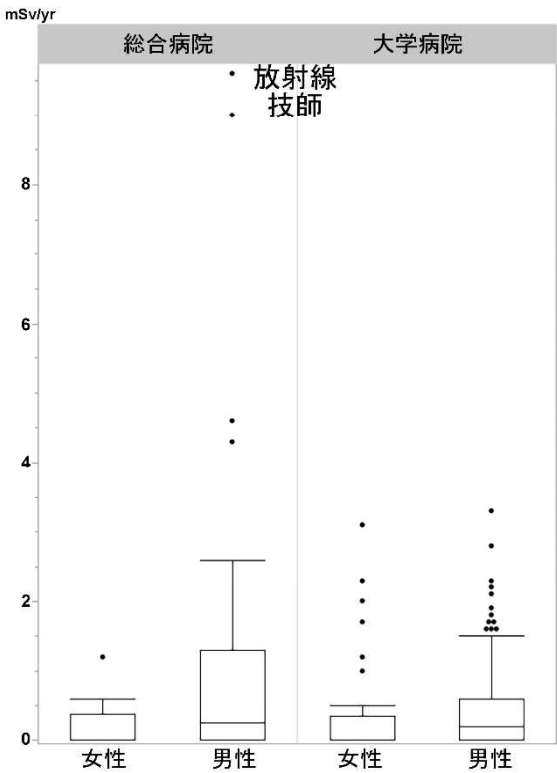
看護師	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44	45~49	50~54	55~59	60~64
n	12	32	19	16	19	21	12	13	13
平均	0.00	0.06	0.41	0.06	0.32	0.17	0.29	0.25	0.18
標準偏差	0.00	0.19	0.73	0.16	0.55	0.34	0.65	0.55	0.36
最大	0	1	2.6	0.6	1.7	1.1	2.1	1.9	1.2
75%	0	0	1.1	0	0.6	0.2	0.225	0.35	0.3
中央値	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
25%	0	0	0	0	0	0	0	0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

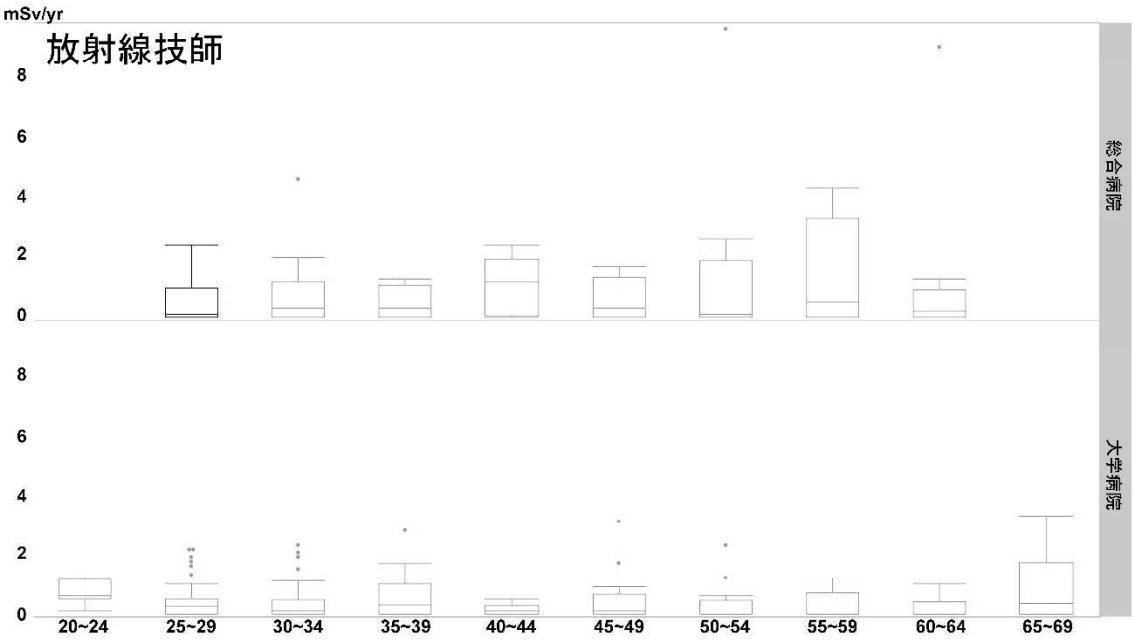
大学病院では有意差を認めなかったが、総合病院では $p<0.05$ で男性の方が高い被ばく量であった。

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

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

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

研究責任者 教授 工藤 崇

作成年月日：2021 年 3 月 16 日
第 2.0 版

1. 研究の目的、意義及び研究の科学的合理性の根拠
2. 研究の方法及び期間
3. 研究対象者の選定方針
4. インフォームド・コンセントの方法
5. 個人情報等の保護の方法（匿名化する場合にはその方法を含む。）
6. 倫理的問題点等
7. 予測されるリスク及び利益、これらの総合的評価並びに当該負担及びリスクを最小化する対策
8. 研究等の期間及び当該期間終了後の試料・情報（研究に用いられる情報に係る資料を含む。）
の保管及び廃棄の方法
9. 研究の資金源等、研究機関の研究に係る利益相反及び個人の収益等、研究者等の研究に係る
利益相反に関する状況
10. 研究に関する情報公開の方法
11. 研究対象者等及びその関係者からの相談等への対応
12. 研究対象者等に経済的負担又は謝礼について
13. 侵襲（軽微な侵襲を除く。）を伴う研究の場合には、重篤な有害事象が発生した際の対応
14. 侵襲を伴う研究の場合には、当該研究によって生じた健康被害に対する補償の有無及びその
内容
15. モニタリング及び監査の方法

1. 研究の目的、意義及び研究の科学的合理性の根拠

医療における放射線利用は、患者の診断・治療のために不可欠な診療行為の一つとなっているが、同時に被ばくに伴うリスクも生じる。医療における放射線被ばくのリスクは患者のみでなく、放射線を取り扱う医師・技師・看護師などの医療関係者にも存在するが、患者の被ばくリスクに比べて、その検討は極めて少ない。医療関係者の被ばくは職業被ばくに分類され、法令に基づき線量限度が定められ管理されているが、どのような医療行為・職種が高い職業被ばくに結びついているかについては、定量的な研究はほとんど無く、現状の把握が極めて不十分である。2020年には電離則の改定に伴い、水晶体の線量限度の引き下げがおこなわれ、2021年4月より施行となっている。これに伴って、被ばく低減の対策が必要となっているが、2020年の電離則改定を挟んで職業被ばくの低減が図られているか、また低減の有無に影響をあたえている因子にどのようなものがあるかの調査が対策策定のために必要である。これらの背景に基づいて、本研究では病院における職業被ばくの現状を把握し、職業被ばくの増減に影響を与える要因を同定することを目的とする。

2. 研究の方法及び期間

1) 研究者

研究責任者

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

研究分担者

原爆後障害医療研究所 国際保健医療福祉学研究分野 教授 高村 昇
原爆後障害医療研究所 放射線生物・防護学分野 教授 松田尚樹
広島大学 医歯薬保健学研究科 放射線診断学 教授 栗井和夫
福島県立医科大学 放射線医学講座 教授 伊藤 浩
福島県立医科大学 ふくしま国際医療科学センター先端臨床研究センター
教授 織内 昇
県立広島病院 放射線治療科放射線治療室 診療放射線技師 守本京平
JA 広島総合病院 放射線科 診療放射線技師 山口裕之
広島市立広島市民病院 放射線技術部 診療放射線技師 西原精人
長崎医療センター 診療放射線科 診療放射線技師 島本 惟

2) 研究期間

倫理委員会承認後～2023 年 3 月 31 日

3) 症例数

約 2500 名（1 施設あたり約 250～500 例、参加施設数により増減する）

4) 解析・評価方法

本研究は侵襲はなく、治療介入は行わない。
既存の情報のみを用いる。方法は以下の通りである。

【方法】

2020年の電離則改定をまたぐ、2019年度～2021年度の計36か月における長崎大学病院（および研究協力施設の医療従事者）のうち、放射線取扱業務従事者として個人線量計で線量が管

理されている正規職員（派遣職員は除く）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（胸部。頭部の測定が行われている場合は頭部も）の情報を収集。各職員には連結可能匿名化IDを振り分けた上で、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する。

年齢・性別・所属部署・線量については、放射線取扱者の既存の個人線量計の管理データの保管が法令により義務づけられているため、これより抽出を行う。

職種については、職員録より抽出を行う。放射線取扱業務の種類については放射線を取り扱う管理区域の入室記録・管理区域において行われた検査の検査記録より抽出を行うことで、既存データ以外の新たなデータ収集は行わない。

これらのデータについて下記表のごとく、職員番号（ないしは個人線量計管理ID）をキーとした**原票**を作成する。

職員番号	年齢	性別	職種	所属	業務	線量
12345678	54	M	医師	放射線科	核医学	1.2 μ Sv
87654321	41	F	技師	放射線部	血管造影	0.5 μ Sv
〇〇〇〇	〇〇〇〇					

一方、それとは別に、職員番号と匿名化IDの**対応表**を作成する。個人の同定を防ぐため、年齢は5年区切りの単位に変換する。

職員番号	匿名化ID	年齢
12345678	NG-00001	51-55
87654321	NG-00002	41-45

最終的に、職員番号を匿名化IDに置き換えた**データ表**を下記のように作成する。

匿名化ID	年齢	性別	職種	所属	業務	線量
NG-00001	51-55	M	医師	放射線科	核医学	1.2 μ Sv
NG-00002	41-45	F	技師	放射線部	血管造影	0.5 μ Sv
〇〇〇〇	〇〇〇〇					

原票、および**対応表**は、ハードウェア暗号化USBメモリーの中に保存した上で、鍵のかかる保管庫の中に保存して、解析には利用しない。

データ表を用いて、線量を従属変数、それ以外の変数を独立変数とした回帰分析、および多変量解析を行うことで、線量の増減に影響を与える因子を抽出する。

3. 研究対象者の選定方針

長崎大学病院および研究協力施設の個人線量計で管理されているすべての放射線取扱従事者を対象とする。

研究施設・研究協力施設は長崎大学・広島大学・福島県立医科大学・県立広島病院・JA広島総合病院・広島市立広島市民病院・長崎医療センター。

今後追加も考えられるため、追加の場合は随時倫理審査にて追加申請を行う。

各施設ごとに約250～500名。計約2500名（参加施設の追加、参加施設内の放射線取扱従事者数により増減する）。

4. インフォームド・コンセントの方法

本研究は既存情報を用いる観察研究である。研究の概要を長崎大学医歯薬学総合研究科ホームページに公開し、研究対象者等が情報等を研究に使用されることについて拒否できる機会を保障する。研究対象者等より情報の利用拒否の申し出があった場合はその旨を記録に残し、その研究対象者の研究に関する情報は解析対象からはずす。

得られた情報は当該研究の解析及び成果発表以外の目的で使用しない。

調査資料等は、研究期間の終了まで管理・保存する。データや情報を保存した電子媒体、電子機器類はパスワードで保護するとともに、情報交換プログラムのインストールを禁止し、情報の漏洩を防止する。データはキャビネットなどの施錠可能な場所に保管し、情報漏洩については十分配慮する。研究期間終了後には、個人情報に関わるデータ等のすべての情報は、コンピューター上のデータは復元できないような状態で完全に消去し、その他の資料は細かく裁断の上、廃棄する。

5. 個人情報等の保護の方法（匿名化する場合にはその方法を含む。）

本研究に関わる関係者は、研究対象者の個人情報保護について、適用される法令、条例を遵守する。また研究関係者は、研究対象者の個人情報およびプライバシー保護に最大限の努力を払い、本研究を行う上で知り得た個人情報を正当な理由なく漏らさない。研究関係者がその職を退いた後も同様とする。

また、研究結果を公表する際は個人情報を含まないように十分配慮する。

個人情報を含むデータ原票、および対応表は、ハードウェア暗号化USBメモリーの中に保存した上で、鍵のかかる保管庫の中に保存して、解析には利用しない。USBのパスワード、および保管庫の鍵については、原爆後障害医療研究所の原研情報室で保管し、情報管理者は本研究の研究責任者および研究分担者は管理しない。研究期間中、質問紙を含むすべての資料は施錠可能な場所に保管する。鍵は情報管理者が保管し、管理する。情報の保護に細心の注意を払い、調査情報を処理するコンピューター及ファイルのパスワードを設定し、研究関係者以外のアクセスを制限する。また、ファイル交換プログラム導入禁止等情報漏洩の危険性を可逆的に排除し、情報を適切に管理する。

6. 倫理的問題点等

本研究はヘルシンキ宣言、及び、文部科学省・厚生労働省による「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠して実施するが、倫理的問題点として、個人情報を用いて分析を行うため、個人のプライバシーを侵す危険性がある。このため、対象者の研究参加に伴う危険・不利益から可能な限り保護するために、長崎大学医歯薬学総合研究科ホームページにて、研究内容の公表を行い、同意撤回の機会の保障、個人情報の保護に努める。

7. 予測されるリスク及び利益、これらの総合的評価並びに当該負担及びリスクを最小化する対策

倫理的問題点として、個人情報を用いて分析を行うため、個人のプライバシーを侵す危険性がある。このため、データの解析はすべて匿名化IDに置き換えられたデータで行い、本研究で得られるいかなる個人情報も本研究以外の目的には用いない。すべての情報を記録したコンピューターのパスワード保護、ファイル交換プログラム導入禁止等情報漏洩の危険性を可及的に排除し、情報を適切に管理する。

8. 研究等の期間及び当該期間終了後の試料・情報（研究に用いられる情報に係る資料を含む。）の保管及び廃棄の方法

個人情報を含むデータ原票、および対応表は、ハードウェア暗号化USBメモリーの中に保存した上で、鍵のかかる保管庫の中に保管する。USBのパスワード、および保管庫の鍵については、原爆後障害医療研究所の原研情報室で保管し、研究責任者の責任のもと、研究期間の終了まで管理・保存する。個人情報を含まないデータや情報を保存した電子媒体、電子機器類についてもパスワードで保護するとともに、情報交換プログラムのインストールを禁止し、情報の漏洩を防止する。これらの手段によって、情報漏洩については十分配慮する。研究期間終了後には、個人情報に関わる記録データ等のすべての情報は、コンピューター上のデータは復元できないような状態で完全に消去し、その他の資料は細かく裁断の上、廃棄する。

9. 研究の資金源等，研究機関の研究に係る利益相反及び個人の収益等，研究者等の研究に係る利益相反に関する状況

本研究の資金源には厚生労働省「労災疾病臨床研究事業費補助金」を用いる。本研究課題にかかる利益相反事項は生じない。

10. 研究に関する情報公開の方法及び研究結果の帰属

- ・ 研究の概要及び結果の登録について（介入を行う研究が対象）
該当なし
- ・ 研究成果の公表方法，方針及び帰属について（全ての研究が対象）
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の学術成果として公表する。
また、本研究は厚生労働省「労災疾病臨床研究事業費補助金」の班研究「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」として行われるため、厚生労働省への報告書の形で公表される。

11. 研究対象者等及びその関係者からの相談等への対応

本研究に関する相談等のために、以下の連絡先を情報公開文書に記載する。

問い合わせ先：

〒852-8523 長崎市 坂本1丁目12-4

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（研究責任者）

電話095-819-7101

12. 研究対象者等に経済的負担又は謝礼について

なし

**13. 侵襲（軽微な侵襲を除く。）を伴う研究の場合には，重篤な有害事象が発生した際の対応
侵襲・介入を伴わないため，該当なし**

14. 侵襲を伴う研究の場合には，当該研究によって生じた健康被害に対する補償の有無及びそ

の内容

侵襲・介入を伴わないため、該当なし

15. モニタリング及び監査の方法

侵襲・介入を伴わないため、なし

Radiation protection of cardiac SPECT and PET imaging

Takashi Kudo

Dept.of Radioisotope Medicine,
Atomic bomb disease institute,
Nagasaki University.

Disclosure of Conflict of Interest

Name of first author: Takashi Kudo

Matters requiring disclosure of COI
with regard to our presentation are as follows;

Research founding :

FUJIFILM Toyama Chemical Co., Ltd
Nihon Medi-physics Co., Ltd

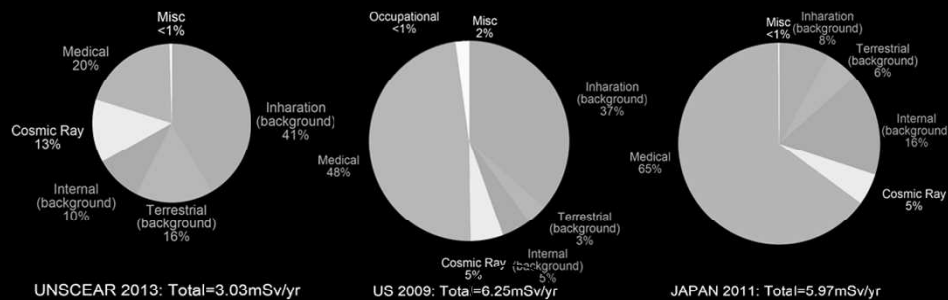
Contents

- Why medical radiation is important.
 - Issues regarding low dose radiation.
- Why cardiology is important in radiation protection.
- How to manage radiation protection in nuclear cardiology
 - Eight best practices.

Why medical radiation is important?

Why Medical radiation is important?

- Because the medicine is the largest source of radiation burden in public.



In US half, In Japan 2/3 of radiation burden of public is related to medicine.
If you want to reduce burden, most straight and practical way is reduce the medical radiation.

From:

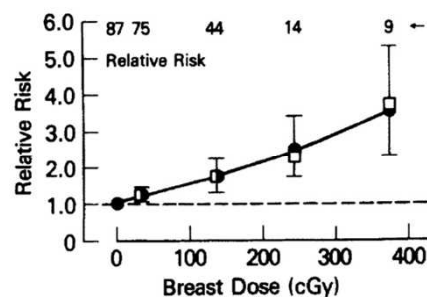
UNSCEAR 2013 Report Vol.1 SOURCES, EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION
Einstein AJ. J Am Coll Cardiol. 2012;59(6):553-565

公益財団法人 原子力安全研究協会 新版 生活環境放射線(国民線量の算定)

5

Is there evidence in clinical practice? : Breast ca.

- Old report from Massachusetts
 - Breast cancer risk after fluoroscopy for tuberculosis performed in 1925-1954
 - Not performed in recent days due to high radiation dose.
- 147 breast cancer cases.
During 30 year follow up.
- Mean fluoroscopy freq: 88
- Mean summed dose 7.9Gy



Boice JD Jr. et al. Radiat Res 1991; 125: 214-222

Very clear linear relationship.

However, note the X axis range is very large (0-40Gy). **It is hardly "low dose".**

Does the low dose medical radiation result cancer occurrence?

Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians

OPEN ACCESS

Mathews JD. et al. BMJ. 2013 May 21;346:f2360

CT during adolescence resulted in increased cancer risk

Although controversy exists in those studies, we have to admit the risk from medical radiation is the public interest.

Radiation
substance
a retrospective cohort study

Mark S Pearce, Jane A Scahill, Mark P Little, Kieran McHugh, Choonik Lee, Kwang Pyo Kim, Nicola L Houn, Cedric M Ronckens, Preethu Rajaraman, Sir Alan W Croft, Louise Parker, Amy Bermingham de Gonzalez

Pearce MS, et al. Lancet. 2012 Aug 4;380(9840):499-505

Pediatric CT increased brain tumor and leukemia risk 2~3 times higher than normal subjects (UK)

7

Is the low dose medical radiation causes DNA damage: YES.

- DNA double strand break can be measured by counting γ -H2AX

DNA DSB caused by low dose radiation from CT will be repaired in 24 hr (in most of subjects)

Löbrich M, et. al, PNAS 2005; 120: p8984-8989

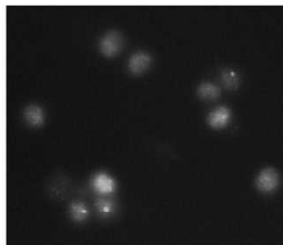
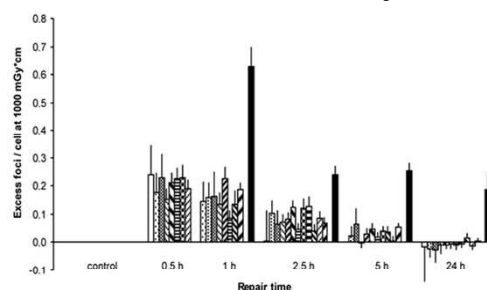


Fig. 1. Exemplary microscope image of γ -H2AX foci in blood lymphocytes (100 \times magnification objective) of a patient undergoing coronary CTA using a low-pitch protocol. The tiny green dots are termed foci, each focus represents one DNA DSB.

Brand M, et al. Eur J Radiol (2012)
; 81: e357–e362



DNA damage occur with medical low dose radiation, but the damage will be repaired.

8

LNT theory is still under debate.

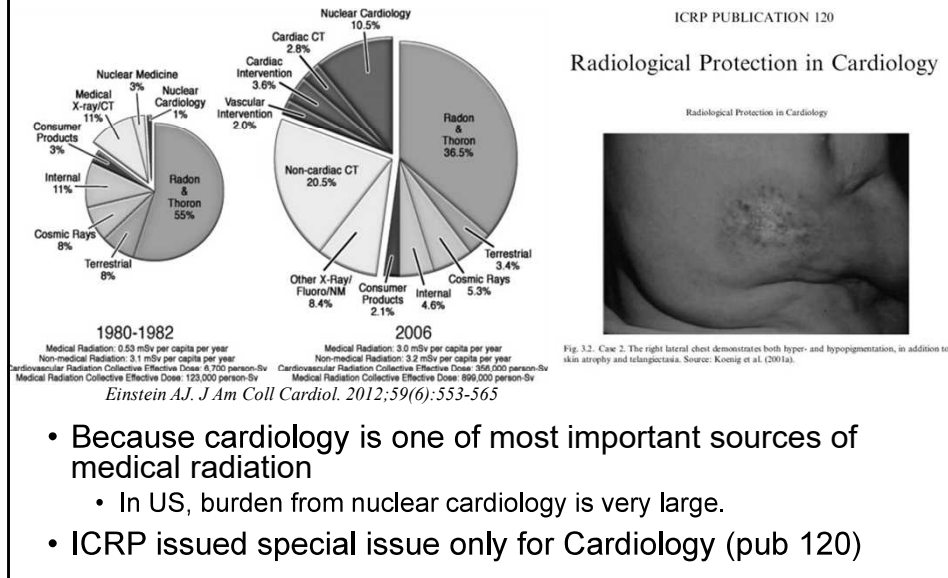
TABLE 1.1—Ratings of the degree of support for the LNT model by the cancer studies reviewed.

Study (or groups of studies) ^{a,b,c}	Support for LNT Model	
LSS, Japan atomic bombs (Grant <i>et al.</i> , 2017)	Strong	Strongly supportive
INWORKS (French, United Kingdom, United States combined cohorts) (Richardson <i>et al.</i> , 2015)	Strong	
Tuberculosis fluoroscopic examinations and breast cancer (Little and Boice, 2003)	Strong	
Childhood Japan atomic-bomb exposure (Preston <i>et al.</i> , 2008)	Strong	Moderately supportive
Childhood thyroid cancer studies (Lubin <i>et al.</i> , 2017)	Strong	
Mayak nuclear workers (Sokolnikov <i>et al.</i> , 2015)	Moderate	
Chernobyl fallout, Ukraine and Belarus thyroid cancer (Brenner <i>et al.</i> , 2011)	Moderate	
Breast cancer studies, after childhood exposure (Eidemüller <i>et al.</i> , 2015)	Moderate	
<i>In utero</i> exposure, Japan atomic bombs (Preston <i>et al.</i> , 2008)	Moderate	Weakly supportive.
Techa River, nearby residents (Schonfeld <i>et al.</i> , 2013)	Moderate ^d	
<i>In utero</i> exposure, medical (Wakeford, 2008)	Moderate ^d	
Japan nuclear workers (Akiba and Mizuno, 2012)	Weak-to-moderate	
Chernobyl cleanup workers, Russia (Kashcheev <i>et al.</i> , 2015)	Weak-to-moderate	
U.S. radiologic technologists (Liu <i>et al.</i> , 2014; Preston <i>et al.</i> , 2016)	Weak-to-moderate	Not supportive
Mound nuclear workers (Boice <i>et al.</i> , 2014)	Weak-to-moderate	
Rocketdyne nuclear workers (Boice <i>et al.</i> , 2011)	Weak-to-moderate	
French uranium processing workers (Zhivin <i>et al.</i> , 2016)	Weak-to-moderate	
Medical x-ray workers, China (Sun <i>et al.</i> , 2016)	Weak-to-moderate ^e	
Taiwan radiocontaminated buildings, residents (Hsieh <i>et al.</i> , 2017)	Weak-to-moderate ^e	Inconclusive
Background radiation levels and childhood leukemia (Kendall <i>et al.</i> , 2013)	Weak-to-moderate	
<i>In utero</i> exposures, Mayak and Techa (Akleyev <i>et al.</i> , 2016)	No support ^f	
Hanford ¹³¹ I fallout study (Davis <i>et al.</i> , 2004)	No support ^f	
Kerala, India, HBRA (Nair <i>et al.</i> , 2009)	No support ^f	
Canadian worker study (Zablotska <i>et al.</i> , 2014a)	No support ^f	Inconclusive
U.S. atomic veterans (Caldwell <i>et al.</i> , 2016)	No support ^f	
Yangjiang, China, HBRA (Tao <i>et al.</i> , 2012)	Inconclusive ^g	
CT examinations of young persons (Pearce <i>et al.</i> , 2012)	Inconclusive ^g	
Childhood medical x rays and leukemia (aggregate of >10 studies) (Little, 1999; Wakeford, 2008)	Inconclusive ^g	
Nuclear weapons test fallout studies (aggregate of eight studies) (Lyon <i>et al.</i> , 2006)	Inconclusive ^g	

From NCRP Commentary No.27

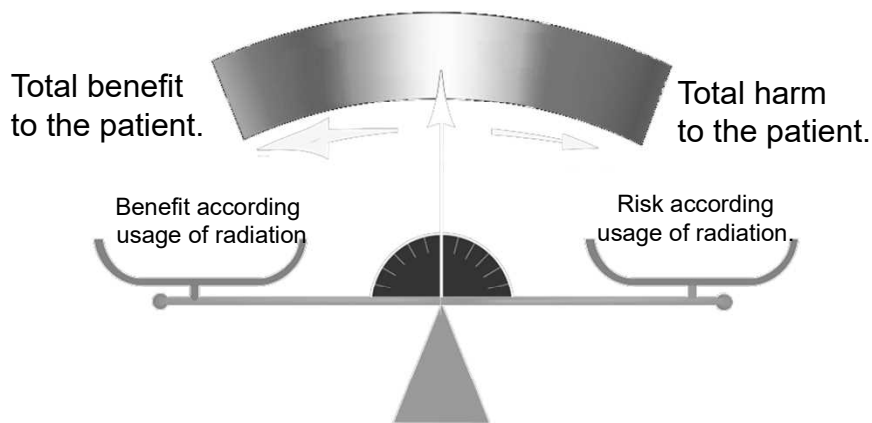
Why cardiology is important in radiation protection?

Why cardiology is important in radiation protection



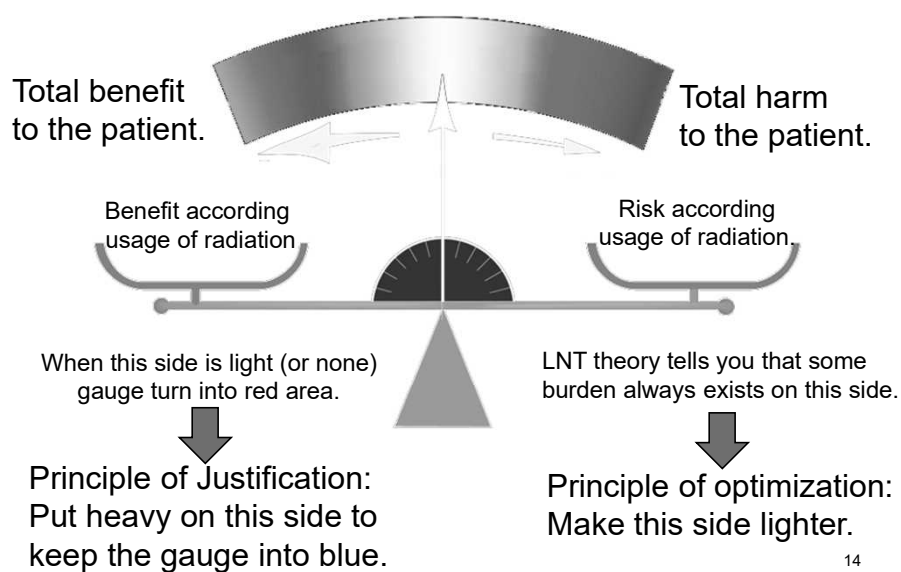
How to manage radiation protection in nuclear cardiology?

Balance between risk and benefit.



Put this balance in your mind always.
Everything starts here.

Justification and Optimization



14

Optimization: "Best practice" proposed in INCAPS study.

1. Avoid thallium stress usage
2. Avoid dual isotope usage
3. Avoid too much Tc usage
4. Avoid too much Tl usage
5. Perform stress-only imaging
6. Use camera-based dose reduction
7. Do weight based dosing
8. Avoid "shine through"

Table 2 Best practice adherence by region

	Number (%) of laboratories adhering to best practice							P-Value
	Africa	Asia	Europe	Latin America	North America	Oceania	Total	
Laboratories	12	69	102	36	55	34	308	n/a
Best practices								
Avoid thallium stress	12 (100)	52 (75)	97 (95)	35 (97)	55 (100)	31 (91)	282 (92)	<0.001
Avoid dual isotope	12 (100)	64 (93)	101 (99)	34 (94)	53 (96)	34 (100)	298 (97)	0.2
Avoid too much technetium	11 (92)	64 (93)	101 (99)	23 (64)	33 (60)	31 (91)	263 (85)	<0.001
Avoid too much thallium	12 (100)	68 (99)	102 (100)	35 (97)	55 (100)	34 (100)	306 (99)	0.48
Perform stress-only imaging	8 (67)	16 (23)	47 (46)	7 (19)	9 (16)	6 (18)	93 (30)	<0.001
Use camera-based dose-reduction strategies	8 (67)	48 (70)	71 (70)	16 (44)	33 (60)	30 (88)	206 (67)	0.005
Weight-based dosing for technetium	6 (50)	8 (12)	48 (47)	11 (31)	10 (18)	5 (15)	88 (29)	<0.001
Avoid 'shine through'	7 (58)	26 (38)	66 (65)	14 (39)	8 (15)	15 (44)	136 (44)	<0.001

Einstein AJ. et al. Eur Heart J (2015) 36, 1689–1696

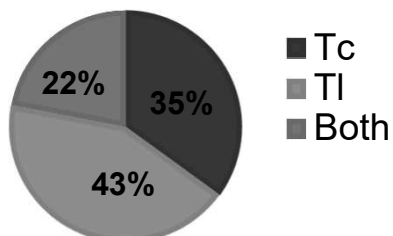
15

How to optimize: INCAPS 8 best practices 1

• 1: Avoid thallium stress.

- Definition: Avoid thallium usage in patients 70 years old or less.

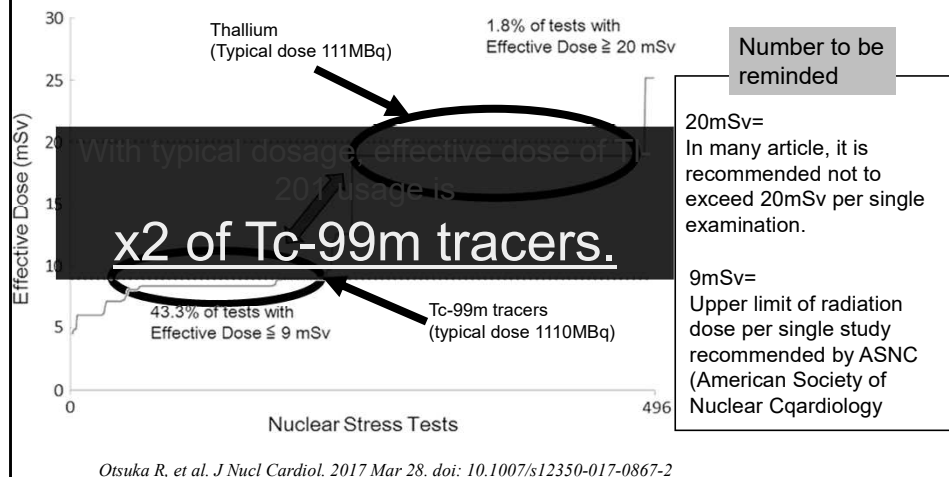
Ratio of MPI
radioisotope usage in JAPAN



- In Japan, Thallium is still widely used.
 - Typical dose of Thallium in Japan: 111~74MBq
 - Typical dose of Tc-99m MPI tracers: 1100MBq
- In US and Europa, Thallium is not so widely used.
 - Germany: 2%
 - US: 5.6%

Otsuka R, et al. J Nucl Cardiol. 2017 Mar 28. doi: 10.1007/s12350-017-0867-2

Radiation dose in JAPAN according to MPI



17

Thallium has higher effective dose per unit administration.

	Tl-201	Tetrofosmin		MIBI	
		Ex	Rest	Ex	Rest
Effective dose (mSv/MBq)	0.14	0.0069	0.0080	0.0079	0.0090

From ICRP publication 128

- Note: Tl effective dose is keep renewed. It tend to be calculated as lower in new publication.

	ICRP pub 53	ICRP pub 80	ICRP pub 53 addendum 5	ICRP pub 106	ICRP pub 128
Year	1988	1998	2001	2008	2015
mSv/MBq	0.23	0.22	0.17	0.14	0.14

Many article uses 0.17mSv/MBq on ICRP pub 53 addendum 5
But newest ICRP pub showed new number.
You have to keep renew the knowledge.

Pediatrics...

- According to ICRP pub128 data, Thallium has higher effective dose compared to Tc-99m agents.

	Ratio of effective dose of each age over that of Adults				
	Adult	15yo	10yo	5yo	1yo
Thallium	1	1.429	4.000	5.643	9.286
Tetrofosmin (stress)	1	1.275	1.884	3.043	5.652
Tetrofosmin (rest)	1	1.250	1.875	3.000	5.750
MIBI (stress)	1	1.266	2.205	2.911	5.696
MIBI (rest)	1	1.333	2.000	3.111	5.896

From ICRP publication 128

- It is common knowledge that children are more susceptible to radiation risk. Note the magnitude of susceptibility is higher in Thallium than in Tc-99m agents.

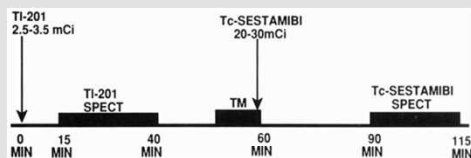
In Pediatric study, it is strongly recommended to use Tc-99m agents.

How to optimize: INCAPS 8 best practices 2

• 2: Avoid dual isotope

- Definition: Avoid dual isotope (rest Tl/stress Tc) usage in patients 70 years old or less.

What is dual isotope imaging ?



Using energy difference of gamma-ray from Tl and Tc-99m, make protocol very short to be finished within 2 hour.

But dose became large.
(in this study 22.8mSv)

Berman DS. et al. J Am Coll Cardiol (1993); 22 1455-1464

How to optimize: INCAPS 8 best practices 3, 4

- **3: Avoid too much Tc.**

- Definition: Do not use over 1332MBq in single study.
- This resulted in effective dose less than 15mSv

- **4: Avoid too much Thallium**

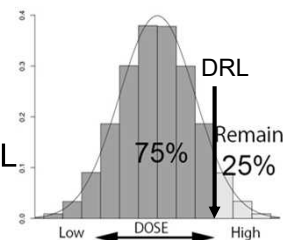
- Definition: Do not use over 129.5MBq(3.5mCi) in single study.



To maintain this rule, **DRL** (Diagnostic Reference Level) in each country is useful.

- **DRL:** Perform the country level survey and determine the radiation dose, injected activity distribution.

- Usually, 1st quartile of is defined as DRL



COMPARISON to DRL: INCAPS 8 best practices 3, 4

- **3: Avoid too much Tc.**

- Definition: Do not use over 1332MBq in single study.



- DRL in JAPAN (at 2015 and 2020): 1200mBq for Tc-99m MPI
- It means, when we follow DRL, best practice #3 is maintained

- **4: Avoid too much Thallium**

- Definition: Do not use over 129.5MBq(3.5mCi) in single study.



- DRL in JAPAN at 2015: 180MBq for Tc-99m MPI
- Many Japanese institute did not follow best practice #4

Einstein AJ, et al, Eur Heart J

(2015) 36, 1689–1696

Avoid too much thallium

Number (%) of laboratories adhering to best practice

Africa	Asia	Europe	Latin America	North America	Oceania	Total	P-Value
12 (100)	68 (99)	102 (100)	35 (97)	55 (100)	34 (100)	306 (99)	0.48

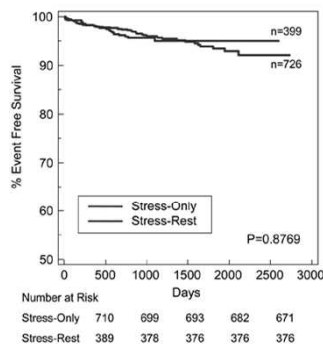
Now, DRL at 2020 became 120MBq

It means most of Japanese institutes now follow best practice #4

How to optimize: INCAPS 8 best practices 5

• 5: Perform stress only imaging

- Definition: Do the stress image first then check the result. When image is completely normal, subsequent rest image can be (should be) omitted.
- In Japan, there is a report that mentioned that rest image can be omitted in 2/3 of total MPI tests.



Ueyama T. *Circ J.* 2012; 76 : 2386-2391

- There is no difference of prognosis between patients diagnosed as normal with stress only image and that with stress/rest protocol

There is no disadvantage to the patient when switching to stress only.

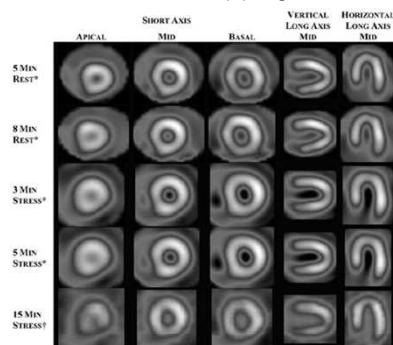
However, image quality of stress image should be well maintained.

In this study, attenuation correction was performed.

How to optimize: INCAPS 8 best practices 6

• 6: Use camera-based dose-reduction strategy

- Definition: Perform one of following four
 - (1) attenuation correction.
 - (2) imaging multiple position (supine + prone, etc.)
 - (3) high-tech software (resolution recovery etc.)
 - (4) high-tech hardware (PET, solid-state SPECT camera)



* CZT SPECT
† Conventional SPECT

- Dose reduction using solid-state camera
- Even with half dose(from 10(stress)/30(rest)MBq to 5(stress)/15(rest)MBq), and short acquisition, image quality is well maintained.

Duvall WL. *et al. J Nucl Cardiol* 2011; 18: 847-857

Milisievelt study

		Short axis			Long axis		Image assessment				Received dose	
		Apical	Mid	Basal	Vertical	Horizontal	Study quality	Extracardiac activity	SRS	Total perfusion defect (%)	Activity (MBq)	Effective dose (mSv)
Brigham and Women's Hospital: case 003	HE-SPECT						Excellent	None	18	27.2	134	1.15
	A-SPECT						Good	Mild and probably without any interference with scan interpretability	14	23.2	497	4.29
Cedars-Sinai Medical Center: case 033	HE-SPECT						Excellent	None	5	6.3	134	1.16
	A-SPECT						Good	None	4	4.4	248	2.14

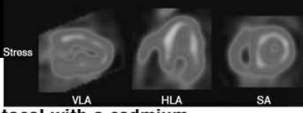
Comparison of representative images between ULD HE SPECT and SLD A-SPECT imaging.
Einstein AJ. et al. J Nucl Med 2014;55:1430-1437

- Solid state camera + Stress only protocol
- >>: Effective dose became roughly 1mSv

Advanced camera and TI usage

Original article

Low-dose thallium-201 protocol with a cadmium-zinc-telluride cardiac camera
Bernard Songy, Mohamed Guernou, David Lussato, Mathieu Queneau and Ricardo Geronazzo



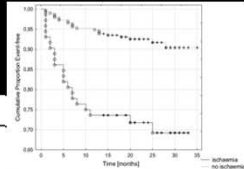
Reducing administration dose to 0.028mCi/kg (60kg: 1.68mCi)

Image quality is maintained
Effective dose: about 12mSv
(average body weight was 78kg in this study)

The International Journal of Cardiovascular Imaging (2019) 35:1163–1167
<https://doi.org/10.1007/s10554-019-01535-7>

ORIGINAL PAPER

The prognostic value of ultra low-dose thallium myocardial perfusion protocol using CZT SPECT
Veronika Bednářová^{1,2} · Vladimír Kindl^{1,2} · Milan Kaminek^{2,3} · Jiří Vašínská^{2,4} · Roman Panovsky^{1,2} · Jan Máchal⁵



Dose reduction to 0.014mCi/kg (60kg: 0.84mCi)

Still enough quality to risk stratification.
Effective dose: 4.5mSv

Using advanced solid-state gamma camera.
reduction of radiation dose can be achieved even with Thallium usage.

How to optimize: INCAPS 8 best practices 7, 8

- **7: Do weight-based dosing for Tc.**
 - One size does not fit all.
- **8: Avoid shine through**
 - For the one day protocol, second injection should be x3 or more of first injection.

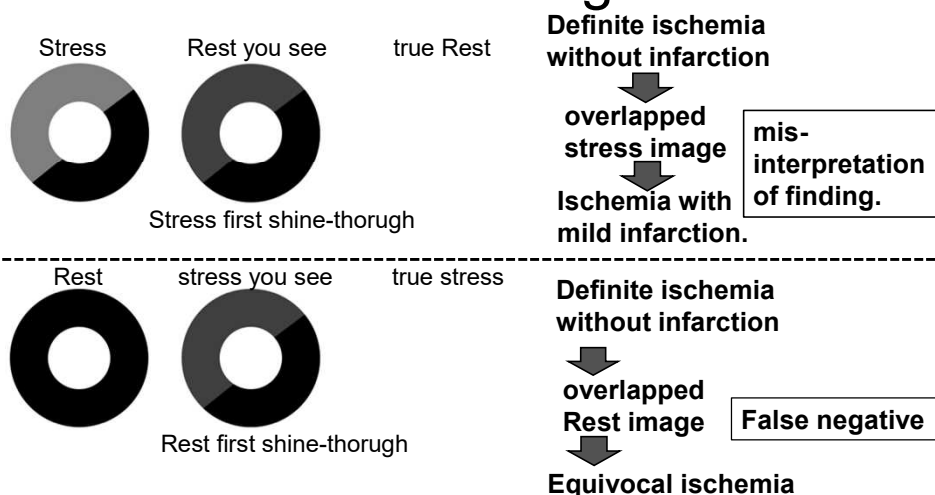
Table 4 Relationship between laboratory best-practice adherence and predicted patient effective dose of radiation

Best practice/factor	Reduction in predicted effective dose (mSv)	95% confidence interval	Standard error	P-Value
Avoid thallium stress	2.54	1.39 to 3.69	0.58	<0.001
Avoid dual isotope	5.42	3.77 to 7.06	0.84	<0.001
Avoid too much technetium	3.12	2.19 to 4.06	0.48	<0.001
Avoid too much thallium	1.05	-2.81 to 4.91	1.97	0.595
Perform stress-only imaging	2.28	1.57 to 2.98	0.36	<0.001
Use camera-based dose-reduction strategies	1.23	0.58 to 1.88	0.33	<0.001
Weight-based dosing for technetium	0.84	0.13 to 1.57	0.37	0.021
Avoid 'shine through'	-1.03	-1.66 to -0.39	0.32	0.002
Age (years)	-0.004	-0.009 to 0.001	0.003	0.142
Female	0.30	0.18 to 0.43	0.06	<0.001
Weight (kg)	-0.04	-0.04 to -0.03	0.002	<0.001
Intercept (predicted effective dose, mSv)	20.5	16.5 to 24.5	2.05	<0.001

Results of the final hierarchical regression model.

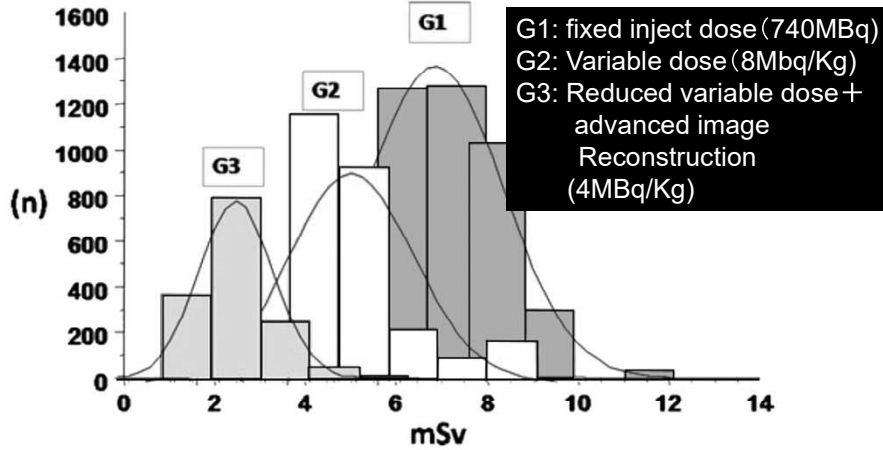
Note: Actually "avoid Shine Through" does not resulted in dose reduction.

What is Shine-through?



- It is recommended to 3:1 ratio for 1st : 2nd injection.
 - When rest first, more than 3:1 (probably 5:1) is better.

Do not rely on single method.
Do multiple method



Marcassa C. et al. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* (2013) 40:325–330

- With reduced injection dose and advanced technology, incremental dose reduction can be achieved.

How about PET?

Four of Best practices are regarding tracers.

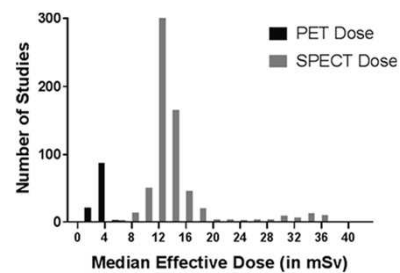
1. Avoid thallium stress usage
2. Avoid dual isotope usage
3. Avoid too much Tc usage
4. Avoid too much TI usage

How about PET usage?

- Using PET instead of SPECT resulted in clear dose reduction.

Data in US

	Tracer	Effective dose (mSv/MBq)	Median injected dose (MBq)
	Tl-201	0.14	
Tc	MIBI	0.009	1480 → Around 13mSv
	Tetrofosmin	0.008	
	Rb-82	0.0011	3330 → Around 4mSv
	N-13 NH ₃	0.0027	



Desiderio MC et al. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018 Dec;11(12):e007565.

Instead of “Dose limit” principle : Principle of “Responsibility”

- When the radiation is used, three principle of “Justification”, “Optimization”, “Dose limit” should be applied. However, “Dose limit” is usually not applied to “Medical radiation”, because making “Dose limit” to medical radiation may resulted in harm for patient.
- Einstein et al (*J Am Coll Cardiol* 2014;63:1480–9), proposed principle of “Responsibility” for the medical radiation.
- Principle of Responsibility: both the referrer and the imager are responsible for justification of the test involving exposure to ionizing radiation
 - Practically, It should be better to take informed concent when expected dose may exceed 20mSv/exam.

Take home message.

- We should pay attention to low dose radiation according to medical procedure, including cardiology.
 - However, LNT is still just theory and under debate.
- Optimization of radiation dose is essential task for nuclear cardiologists.
 - Eight best practice in INCAPS
 - Practices regrading tracer usage (#1-4) are well followed.
 - Other practices (#5-8) is not so well followed.
 - Avoid "shine through" (this does not result in dose reduction)
 - Switching from SPECT to PET will resulted significant dose reduction.

Thank you for your attention.

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

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

研究分担者	工藤 崇	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	松田尚樹	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	高村 昇	長崎大学	原爆後障害医療研究所	教授
研究分担者	織内 昇	福島県立医科大学	先端臨床研究センター	教授
研究分担者	伊藤 浩	福島県立医科大学	医学部	教授
研究分担者	栗井和夫	広島大学	医歯薬保健学研究科	教授

研究要旨

【目的】職業被ばくのうち、年間平均線量限度である 20mSv/年を超えるものの大多数は医療関係者の被ばくである。さらに、ICRP の勧告で水晶体被ばくの線量限度を 5 年間で 100, 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）改正が行われた。一方、医療施設における医療行為に伴う被ばくの管理実態の把握は十分ではなく、管理の不徹底が、水晶体被ばくをはじめとする医療者の被ばくの低減を妨げる可能性が否定できない。本研究では管理・教育・研修の現状把握と、電離則改正が与えた影響の検証を目的とする。【方法】医療機関における放射線管理および教育研修の実態を把握するために、Web アンケートの手法を用いた情報収集を行った。日本医学放射線学会指定の教育研修施設に対して 2020 年度に引き続き Web アンケートを行った。(2020 年度 895 施設、2021 年度 774 施設)【結果】2021 年度は 239 施設(30.9%)より回答が得られた(2020 年度は 336 施設(37.5%))。2020 年度と 2021 年度の比較を行ったところ、病院種別では総合病院が最大(2020 年度 73.5%, 2021 年度 69.5%), 次に多いのが大学病院であった(2020 年度 15.8%, 2021 年度 18.8%)。病院規模では 600 床以上, 600-400 床, 400-200 床にほぼ均等に分布した。病院種別・病院規模に 2020 年度と 2021 年度間に有意な違いは認められなかった。2020 年度と 2021 年度の調査結果で有意な変化が見られたのは、「被ばく可能性のある医療従事者の管理状況（医師・看護師）」（全員管理が増加）「被ばく可能性のある従事者数」（ゼロが減少）「被ばく限度を超える可能性のある従事者への措置」（実施が増加）「研修に被ばく低減のための方策を含むか」（増加）「水晶体専用測定機の利用」（顕著に増加）等であった。施設規模との関係においては、透視室と手術室における放射線防護眼鏡の配備率について、2020 年度調査では見られなかった施設規模との関連が、2021 年度調査では認められるようになった。これは大規模病院での防護眼鏡配備率の改善によるものであった。一方、内視鏡室における放射線技師配備率は、2020・2021 年度とも大規模病院ほど配備率が悪いという明確な傾向が継続してみられた。【考察】多くの施設で良好な管理状況にあると思われた。水晶体に特化した線量測定が大きく改善していること、全員管理の施設が増えていくことは、改正電離則施行が一定の効果を生じていることを示すと考えられた。

A. 研究目的

職業被ばくのうち、年間平均線量限度である 20mSv/年を超えるものの大多数は医療関係者の被ばくである。特に、水晶体被ばくについては、令和 3 年度の電離放射線障害防止規則（電離則）改正により、線量限度が 5 年間で 100mSv、1 年間で 50mSv を超えない、と大幅に引き下げられた。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。引き下げのためには実態の把握と、線量の管理、防護措置の充実が必要であるが、実態としての管理状況が、線量限度の引き下げに対応できる状況であるかは明らかでない。水晶体線量の低減のためには実態把握のための線量測定、低減のための防護眼鏡の利用などの対応が必要であるが、このよう対応が十分にとられているとはいいがたく、その基礎となる放射線利用・被ばくの管理・研修が十分に行われているかを把握する必要がある。今回の研究の目的は、大規模なアンケート調査によって、医療現場における放射線業務従事者の管理の状況を把握すること、および改正電離則施行による効果が見られるかを検討することである。2021 年度は改正電離則施行後の調査であるが、改正電離則施行前との比較が必要であるため、前後のデータを全て解析した。

B. 研究方法

アンケートは Web アンケートの形式をとった。これは回答の簡便性を高くし、回収率を向上させることが目的である。アンケート調査の内容については、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たが、Web アンケートであることを考慮して主に管理状況の調査項目に回答数を絞り込んだ。質問項目は、2020 年度の調査項目である医療機関のタイプ・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」、研修受講率などの「研修・指導」、放射線防護具・防護眼鏡の配布状況・量などの「作業環境」、の項目：48 問に加え、2021 年度については、調査対象施設の管理学会である、日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会の要望に従い、設備に関する 4 つの設問を追加した。2019 年度策定の研究計画書には、上記 4 設問、及び 2021 年度のアンケート実施の項目が含まれていなかったため、これらの追加、および前年度アンケートで判明した不備の修正を行った研究計画修正を行い、再度の研究許可を取得した。

実際のアンケートについては、別紙の通りの内容である。対象者は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）とした。日本医学放射線学会の理事会での許可の後、改正電離則施行以前の調査として令和 3 年 1 月 17 日より 2 月 15 日にかけて行った調査と比較するため、改正電離則施行後の調査として、令和 3 年 12 月 1 日より令和 4 年 1 月 14 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。

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、影響を与える要因は何であるかの検討を行った。

(倫理面への配慮)

2020年度調査より一部変更を加えたため、長崎大学医歯薬学総合研究科において再度倫理審査を受け、変更承認を得た。(許可番号:20082802-3)。侵襲を伴う研究ではないが、アンケートの第一問を施設名称の入力欄とし、この入力を持って同意とする形式をとった。個人情報の収集は行っていない。

C. 研究結果

最終結果の全データは別紙の通りである。

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) 基本事項

病院の種別、規模は下表の通りである。

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。

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。

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。

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なかった（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%）

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%, $p=n.s.$ ）。

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は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

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%）。

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。

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（シールド）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。

7) 施設規模の影響

2020 年度調査で、一部の項目について施
設規模との関係が見られたため、2021 年度
調査でもその関連を調査した。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。

昨年度調査において、興味深い結果とし
て、施設規模が大きいほど内視鏡室への放
射線技師配備率が悪いというデータが得ら
れていたが、この傾向は今年度の改正電離
則施行後の調査においても、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。

D. 考察

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、本年度顕著な変化として、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体専用測定機が、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、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)こと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、施行前調査と同様、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。施行前調査でみとめた、透視を伴う内視鏡室における放射線技師配備率が規模が大きい病院ほど不良である特異なパターンは施行後も同様であり、むしろ施行前が $p<0.05$ であったのに対し、施行後は $p<0.01$ とより顕著な関係性となっていた。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。

本年度行った施行後調査については、日本医学放射線学会放射線安全管理委員会の要望を受けて、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。

本アンケート調査については、同一研究事業費補助金を得ている「細野班」でも同様の調査が行われている。細野班では、全国の労災病院に対しての調査が行われ、当研究班では、日本医学放射線学会の教育研修施設が対象で、調査対象の性格がやや異なっている。細野班の対象と当班の対象は補完的である。研究期間は終了したが、細野班の研究結果との対比を行い、より広範な対象者に役立つデータとする予定である。

E. 結論

Web アンケートによる医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況調査を、日本医学放射線学会教育研修施設を対象に行い、電離則施行前・施行後での比較を行った。基本的な被ばく管理の状況については、施行前に引き続き施行後も良好な状態であるが、管理体制の全員管理への移行、水晶体専用線量測定器の利用増加、など管理体制の強化・厳格化が一部の項目で観察され、電離則改正が医療現場における放射線管理に対してポジティブな影響を与えていることが示唆された。一方、実際の被ばく状況については、明らかには変化して居ない者と思われた。一部、内視鏡室など管理の不十分な状況も観察されるため、それらに対する重点的対策が必要と思われる。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書に記載)

G. 研究発表

1. 論文発表

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

2. 学会発表

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)

H. 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

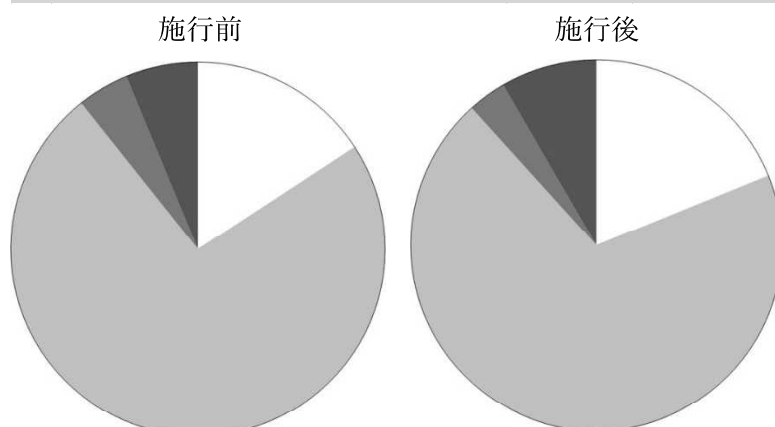
無し

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

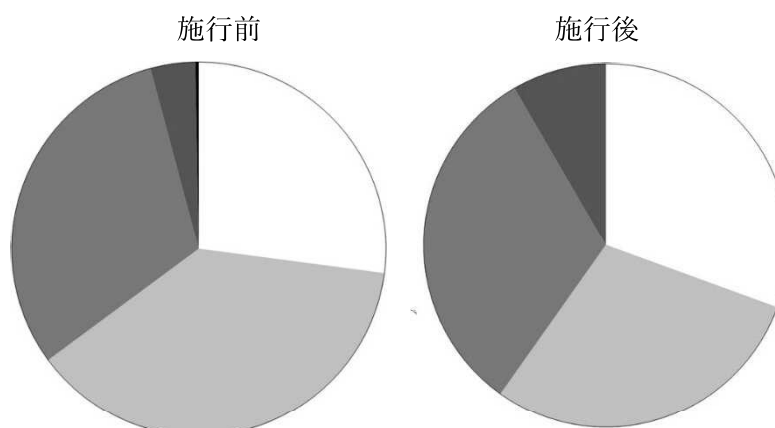
Q2	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 大学病院	53	15.77%	45	18.83%
2 総合病院	247	73.51%	166	69.46%
3 循環器センターなどの専門病院	15	4.46%	8	3.35%
4 その他	21	6.25%	20	8.37%
小計	336		239	



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	

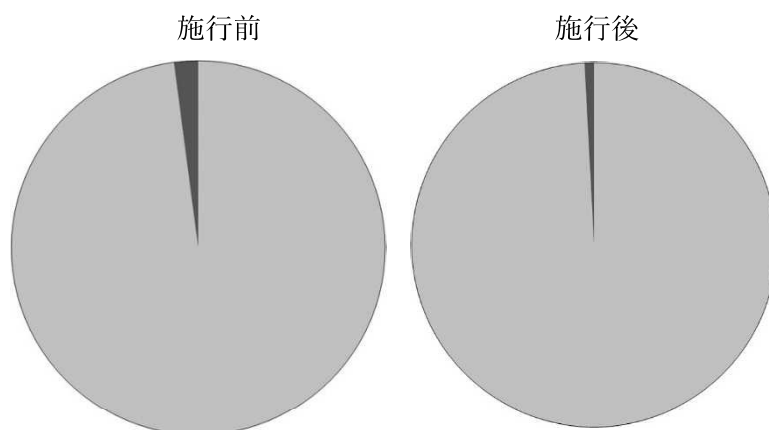


二つの調査期間の間で、病床数（病院規模）に明らかな分布の差は認められない。

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。

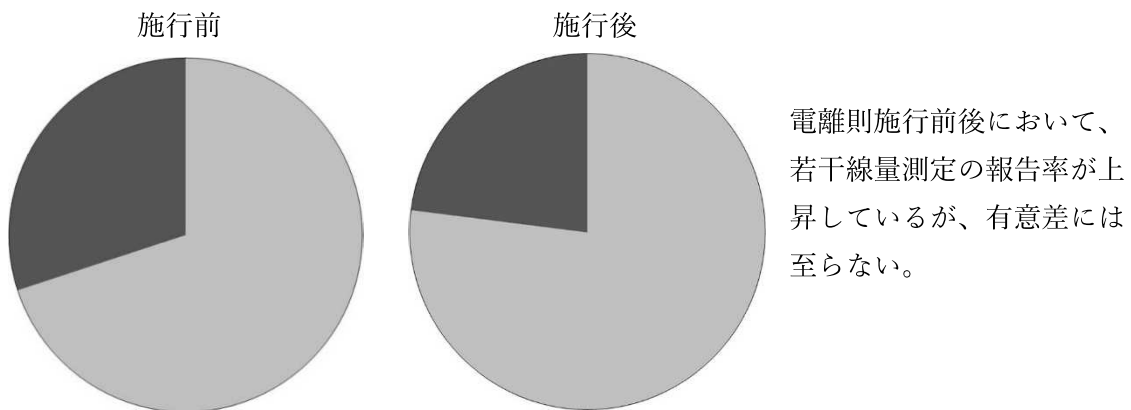
確認している方の職種を教えてください。(複数回答可)

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	



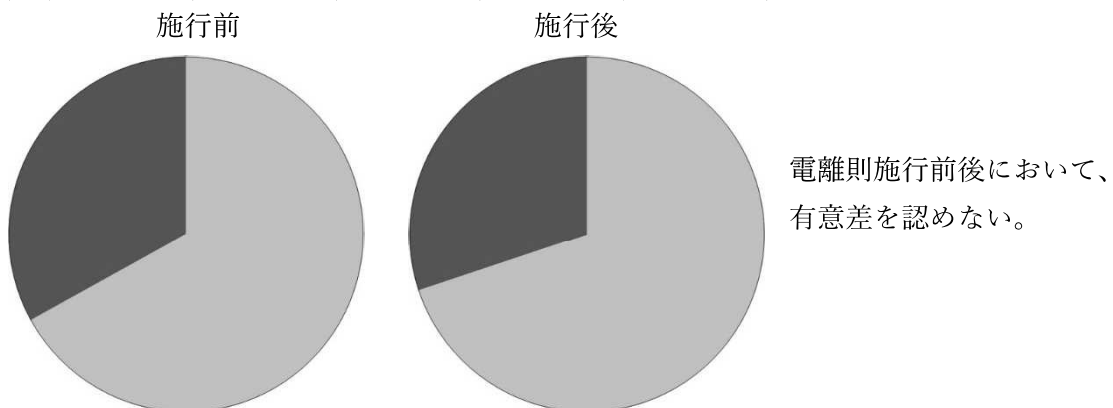
Q8：Q7で「はい」と回答された方へ。報告している委員会等を教えてください。（複数回答可）

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）

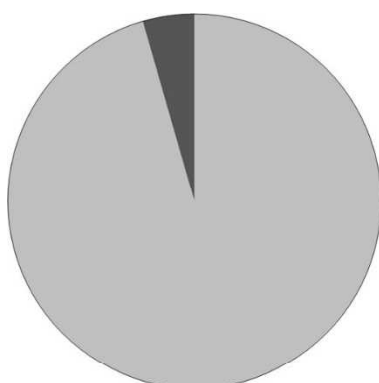
Q11		2020年度（施行前）		2021年度（施行後）	
		n	%	n	%
1	メール	34	15.11%	32	19.16%
2	FAX	150	66.67%	109	65.27%
3	電話	34	15.11%	28	16.77%
4	LINE等のSNS	0	0.00%	0	0.00%
5	他	37	16.44%	21	12.57%
	小計	225	100	167	100

FAX の利用が施行前・後ともに中心的である。

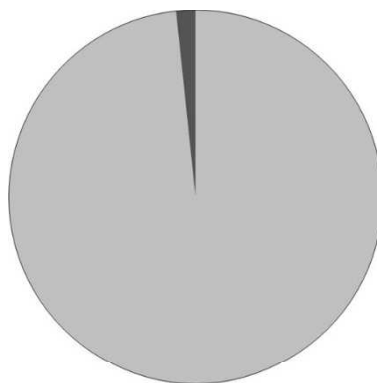
Q12：職業被ばく線量が高い従事者に対して被ばく低減を図るために注意喚起を行っていますか。

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。

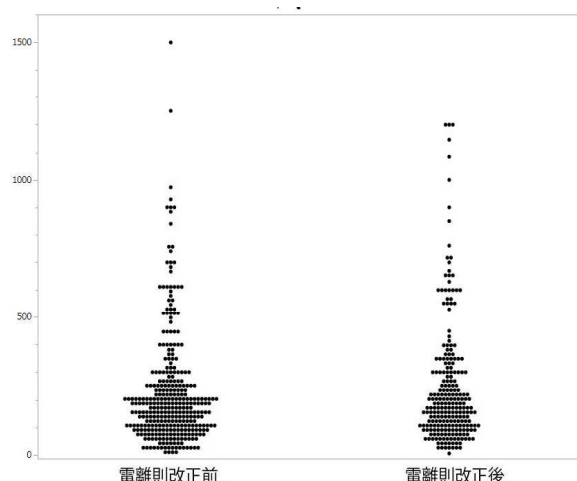
Q13：Q12で「はい」と回答された施設の方へ。

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%

	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
その他	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。

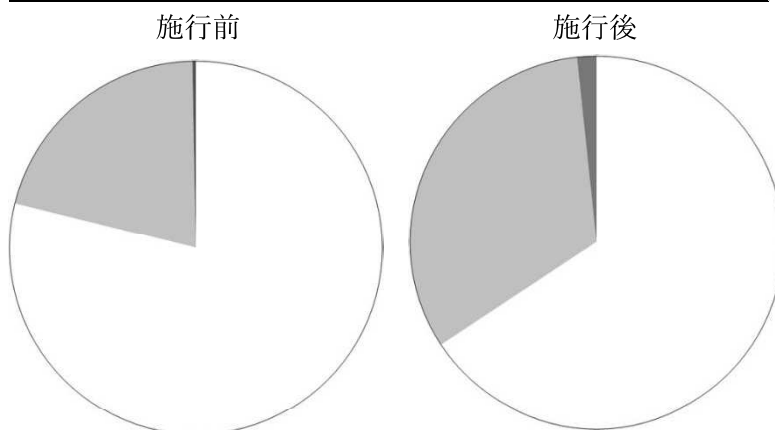
医師： $p<0.05$ で増加

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	

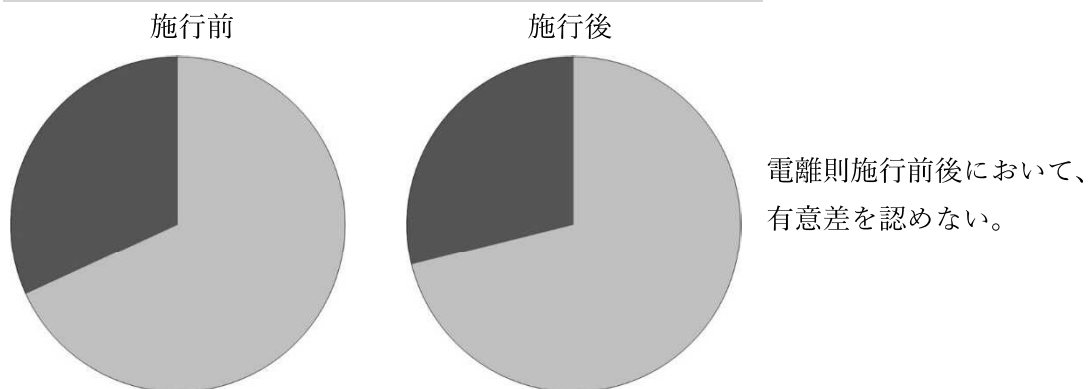


電離則施行後に、1-5名の群が有意に増加している。 $(p<0.01)$

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：

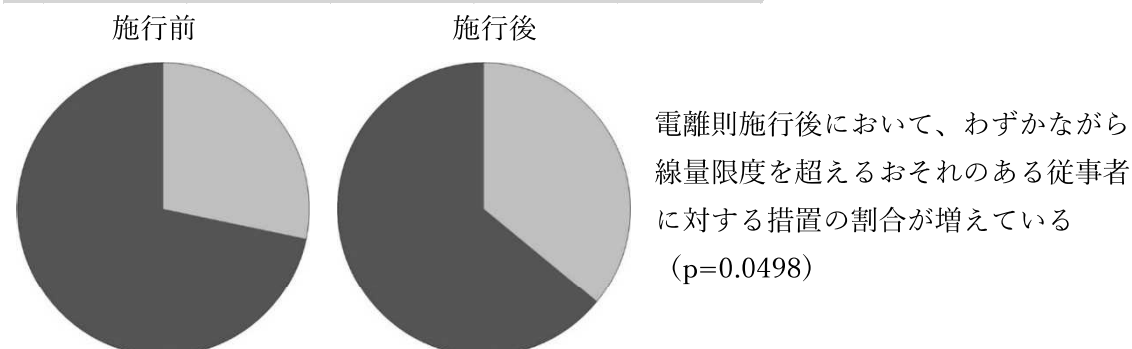
Q22 で「はい」と回答された施設の方へ。措置や手順を教えてください。(複数回答可)

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。

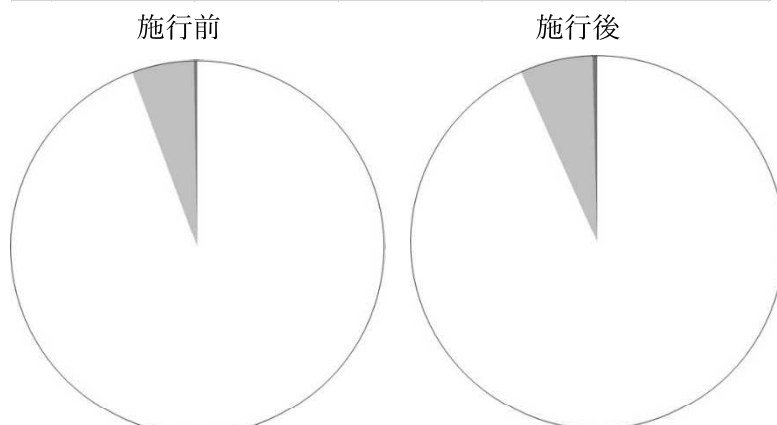
Q24：実際に職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を講じたことがありますか。

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。

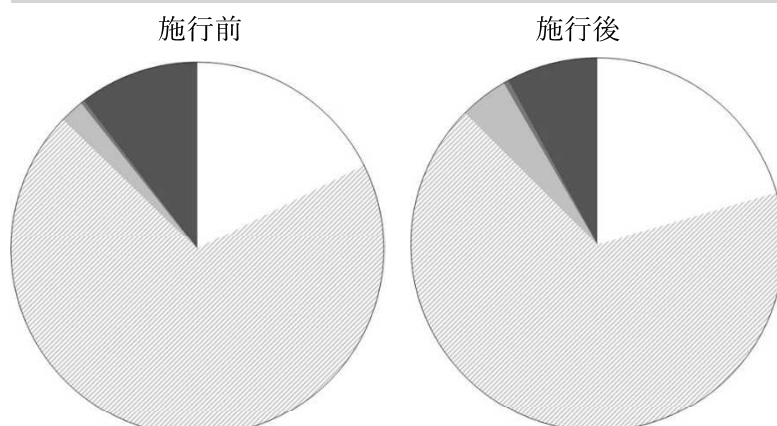
Q25	2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
	n	%	n	%
1 いない	317	94.35%	223	93.31%
2 1～5名	18	5.36%	15	6.28%
3 6～10名	1	0.30%	1	0.42%
4 11名以上0	0	0	0	0
小計	336		239	



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。

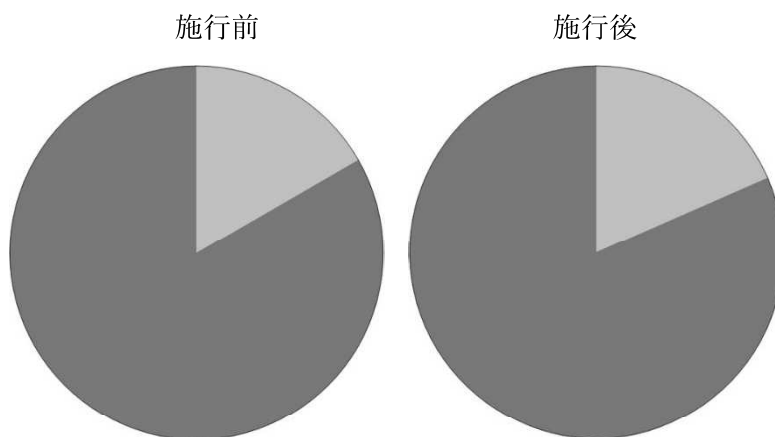
	n	%	n	%
1 事務局	59	17.56%	49	20.50%
2 放射線部門(診療放射線技師)	234	69.64%	160	66.95%
3 放射線科等(医師)	7	2.08%	10	4.18%
4 医学物理部門	0	0.00%	0	0.00%
5 決まっていない	1	0.0029762	1	0.0041841
6 その他	35	10.42%	19	7.95%
	336	100	239	100



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	

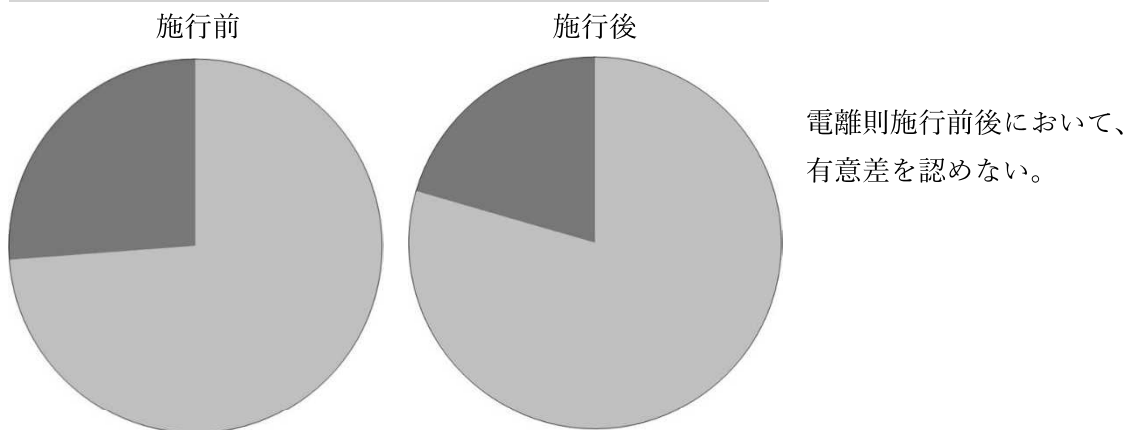
小児科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	280	83.33%	142	81.61%
2	1～2名	27	8.04%	11	6.32%
3	3～5名	19	5.65%	12	6.90%
4	6名以上	10	2.98%	9	5.17%
	小計	336		174	
その他内科・外科					
		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
		n	%	n	%
1	いない	276	82.14%	159	77.94%
2	1～2名	20	5.95%	14	6.86%
3	3～5名	14	4.17%	13	6.37%
4	6名以上	26	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が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。

		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
Q30		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	



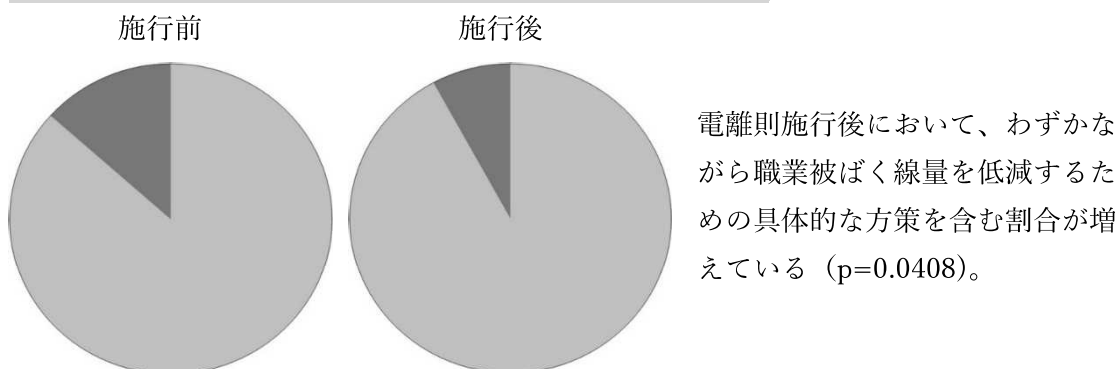
Q31：Q30 で「はい」と回答された施設の方へ。方策を教えてください。（複数回答可）

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。

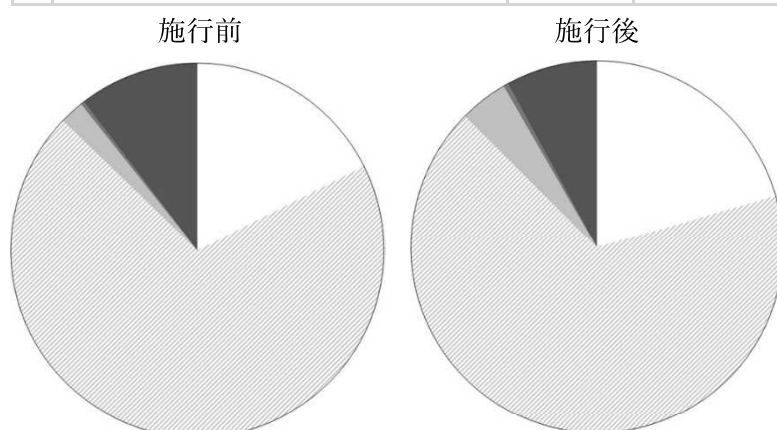
Q32：放射線診療従事者に対する研修では、職業被ばく線量を低減するための具体的な方策が含まれていますか？

		2020年度(施行前)		2021年度(施行後)	
Q32		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	



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%	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。

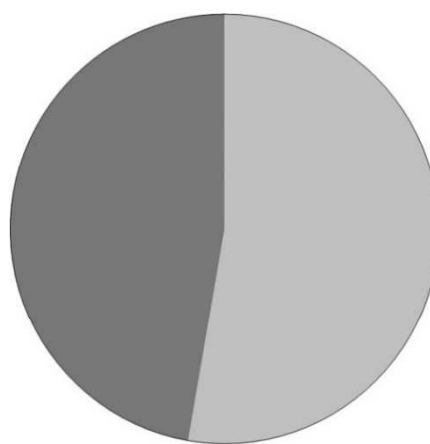
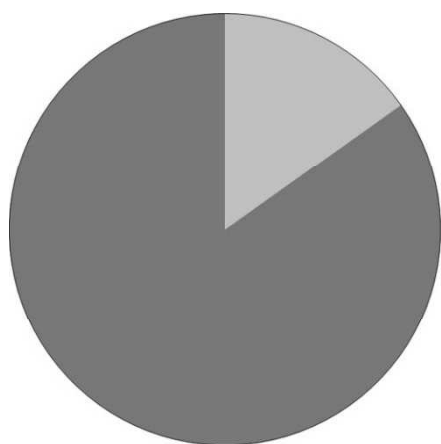
全ての群において、電離則施行前後において、有意な変化は認めない。

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		
施行前	n	%	n	%	n	%	n	%	
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	n	%	n	%	n	%	n	%	
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		
施行前	n	%	n	%	n	%	
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	n	%	n	%	n	%	
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

	十分ある		十分ではないがある		ない		
施行前	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
	十分ある		十分ではないがある		ない		
施行前	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

	十分ある		十分ではないがある		ない		
施行前	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
	十分ある		十分ではないがある		ない		
施行前	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。

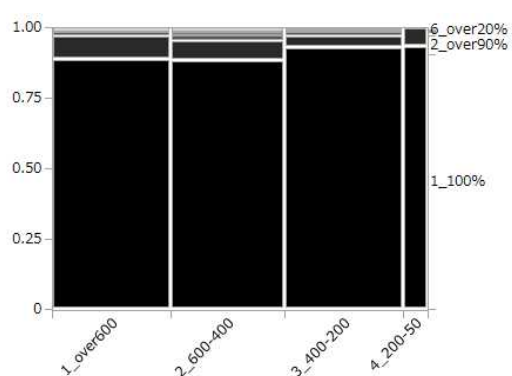
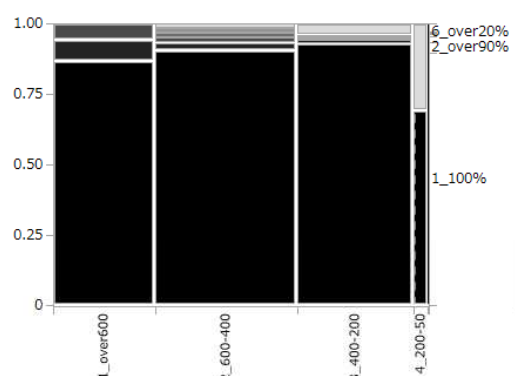
施設規模と放射線技師配備率の関係

Q45：血管造影室における診療放射線技師配備率

	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		
施行前	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	小計
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	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	小計
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

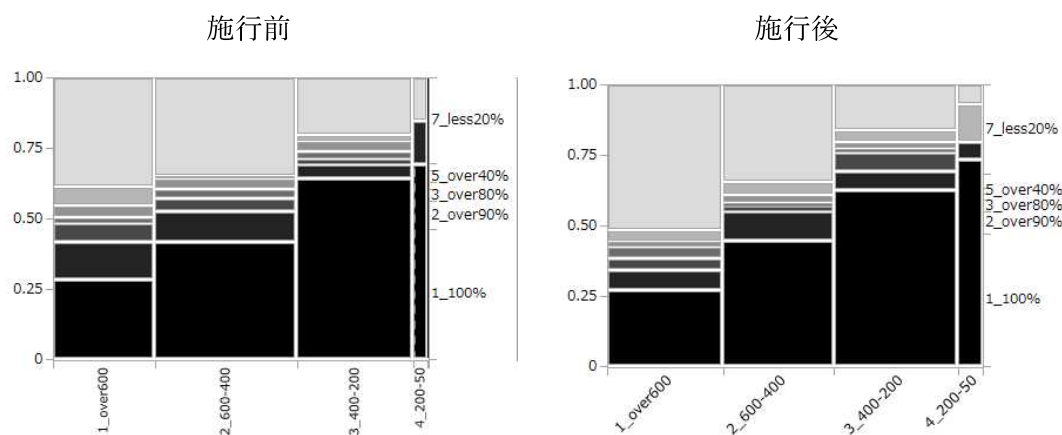
施行後



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%未満が多いとい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

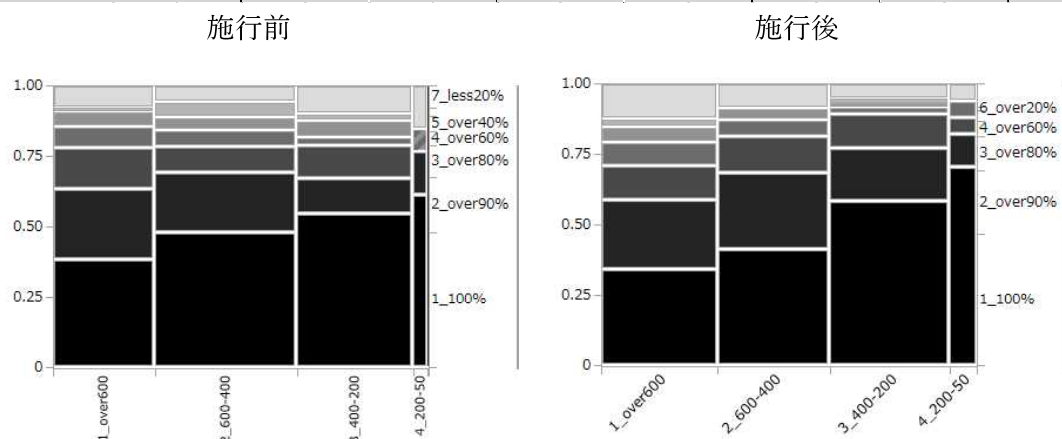
	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		
施行前	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	小計
600以上	26	29%	12	13%	6	7%	2	2%	4	4%	6	7%	35	38%	91
600－400	53	42%	14	11%	6	5%	4	3%	5	4%	1	1%	44	35%	127
400－200	67	64%	5	5%	2	2%	3	3%	4	4%	2	2%	21	20%	104
200－50	9	69%	2	15%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	15%	13
50未満	1	100%	0	0%	0	0%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



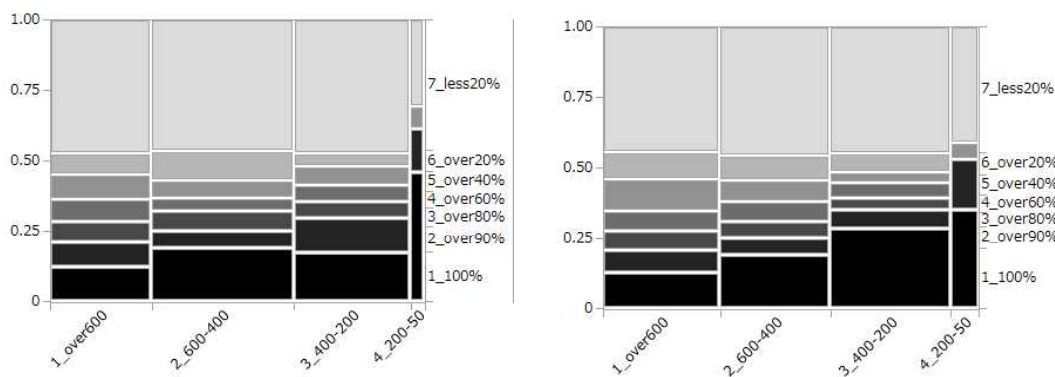
X 線透視室における配備率は若干大規模病院で悪い傾向を認めるものの、統計学的有意差は認められない。

Q48：手術室における診療放射線技師配備率

	100%		～90%		～80%		～60%		～40%		～20%		20%未満		
施行前	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	小計
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	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	小計
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、病院規模との統計学的に有意な関係は認められない。

医療従事者の職業被ばくに関する 医療施設における管理・教育状況 実態調査の後向き研究

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

研究責任者 教授 工藤 崇

作成年月日：2021 年 4 月 8 日
第 2.0 版

1. 研究の目的、意義及び研究の科学的合理性の根拠
2. 研究の方法及び期間
3. 研究対象者の選定方針
4. インフォームド・コンセントの方法
5. 個人情報等の保護の方法（匿名化する場合にはその方法を含む。）
6. 倫理的問題点等
7. 予測されるリスク及び利益、これらの総合的評価並びに当該負担及びリスクを最小化する対策
8. 研究等の期間及び当該期間終了後の試料・情報（研究に用いられる情報に係る資料を含む。）
の保管及び廃棄の方法
9. 研究の資金源等、研究機関の研究に係る利益相反及び個人の収益等、研究者等の研究に係る
利益相反に関する状況
10. 研究に関する情報公開の方法
11. 研究対象者等及びその関係者からの相談等への対応
12. 研究対象者等に経済的負担又は謝礼について
13. 侵襲（軽微な侵襲を除く。）を伴う研究の場合には、重篤な有害事象が発生した際の対応
14. 侵襲を伴う研究の場合には、当該研究によって生じた健康被害に対する補償の有無及びその
内容
15. モニタリング及び監査の方法

1. 研究の目的、意義及び研究の科学的合理性の根拠

医療における放射線利用は、患者の診断・治療のために不可欠な診療行為の一つとなっているが、同時に被ばくに伴うリスクも生じる。医療における放射線被ばくのリスクは患者のみでなく、放射線を取り扱う医師・技師・看護師などの医療関係者にも存在するが、患者の被ばくリスクに比べて、その検討は極めて少ない。医療関係者の被ばくは職業被ばくに分類され、法令に基づき線量限度が定められ管理されているが、管理体制や教育研修については各施設に任されており、必ずしも統一的な基準で行われているとはいえない。このため、一部の施設では個人線量計未装着での放射線取扱などの不適切な事例も生じていると考えられる。2020年には電離則の改定に伴い、水晶体の線量限度の引き下げが行われ、今後、より厳密な管理・教育研修が必要となった。このため、現在の実態と電離則改訂後の改善状況を把握することが急務となっている。本研究では、放射線を取り扱う医療施設における、管理・教育研修の実態を把握することを目的とする。

2. 研究の方法及び期間

1) 研究者

研究責任者

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

研究分担者

原爆後障害医療研究所 放射線生物・防護学分野 教授 松田尚樹
広島大学 医歯薬保健学研究科 放射線診断学 栗井和夫
福島県立医科大学 放射線医学講座 伊藤 浩
福島県立医科大学 ふくしま国際医療科学センター先端臨床研究センター 織内 昇

2) 研究期間

倫理委員会承認後～2023年3月31日

3) 症例数

人を対象とはしない。施設を対象とする。約900施設

4) 解析・評価方法

本研究は人ではなく施設を対象とする。このため、個人に対する侵襲はなく、治療介入は行わない。個人情報も収集されない

方法は以下の通りである。

【方法】

2020年10月および2021年10月ごろに別紙の通りの内容のアンケート調査を行う（2020年分は既に終了）。アンケートの入力については、入力者の利便性を図るため、Web形式のアンケートフォームを利用する。

アンケートの内容は「基本事項（施設のベッド数等）」「従事者管理（個人線量計装着率等）」「研修（研修内容等）」「作業環境（防護具配備率等）」「その他」の大項目に分かれる。

収集された原データは、施設名を含むデータと含まないデータに分割し、それぞれ別の暗号化USBメモリーの中に保存した上で、鍵のかかる保管庫の中に保存する。必要な場合以外は施

設名を含まないデータを用いて、解析を行う

集められたデータをもとに各項目の記述的統計、および各大項目間の相関関係を統計的に求め、日本の平均的な施設における管理・教育研修の状況が適切なレベルにあるか、積雪でない場合は、どのような要因が不適切な状況に結びついているか（施設規模など）を検討する。

3. 研究対象者の選定方針

日本医学放射線学会の教育研修施設を対象とする。このため、日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会での承認を必要とする。研究分担者の栗井和夫は令和2年度～3年度の日本医学放射線学会・放射線安全管理委員会委員長、研究協力者の工藤崇は同委員会の委員である。対象は施設であり、個人ではない。

日本医学放射線学会の教育研修施設数は約900施設である

4. インフォームド・コンセントの方法

本研究は個人情報収集しないため、個人におけるインフォームド・コンセントは発生しない。

組織としてのアンケートへの参加の意思は、アンケート入力を持って確認されたものとする。得られた情報は当該研究の解析及び成果発表以外の目的で使用しない。

5. 個人情報等の保護の方法（匿名化する場合にはその方法を含む。）

本研究の対象は医療施設であり、本研究では個人情報は一切収集されない。

本研究に関わる関係者は、研究対象施設の情報保護について、適用される法令、条例を遵守する。また研究関係者は、研究対象施設の保護に最大限の努力を払い、本研究を行う上で知り得た情報を正当な理由なく漏らさない。研究関係者がその職を退いた後も同様とする。

収集された原データは、施設名を含むデータと含まないデータに分割し、それぞれ別の暗号化USBメモリの中に保存を行う。施設名を含むデータのUSBは鍵のかかる保安庫に保管し、必要な場合以外は利用しないこととする。パスワード、および保管庫の鍵については、原爆後障害医療研究所の原研情報室で保管し、情報管理者は本研究の研究責任者および研究分担者は管理しない。研究期間中、質問紙を含むすべての資料は施錠可能な場所に保管する。鍵は情報管理者が保管し、管理する。情報の保護に細心の注意を払い、調査情報を処理するコンピューター及ファイルのパスワードを設定し、研究関係者以外のアクセスを制限する。また、ファイル交換プログラム導入禁止等情報漏洩の危険性を可逆的に排除し、情報を適切に管理する。

6. 倫理的問題点等

本研究は、個人を対象として行われるものではないが、ヘルシンキ宣言、及び、文部科学省・厚生労働省による「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠して実施する。

個人に対する利益・不利益は生じないが、長崎大学医歯薬学総合研究科ホームページにて、研究内容の公表を行う。

7. 予測されるリスク及び利益、これらの総合的評価並びに当該負担及びリスクを最小化する対策

倫理的問題点としては、個人情報は収集されないため、個人に対する倫理的問題は生じない

が、施設の情報が明らかになることによって各施設の診療運営に影響を与える可能性は否定できない。このため、データを、施設名を含むデータと施設名を含まないデータの二種類の形式で保存する。原則として、施設名を含まないデータで解析を行い、施設名を含むデータは必要と時のみ利用することとする。本研究で得られるいかなる施設情報も本研究以外の目的には用いない。すべての情報を記録したコンピューターのパスワード保護、ファイル交換プログラム導入禁止等情報漏洩の危険性を可及的に排除し、情報を適切に管理する。

8. 研究等の期間及び当該期間終了後の試料・情報（研究に用いられる情報に係る資料を含む。）の保管及び廃棄の方法

施設名を含むデータは、ハードウェア暗号化USBメモリーの中に保存した上で、鍵のかかる保管庫の中に保管する。USBのパスワード、および保管庫の鍵については、原爆後障害医療研究所の原研情報室で保管し、研究責任者の責任のもと、研究期間の終了まで管理・保存する。施設名を含まないデータや情報を保存した電子媒体、電子機器類についてもパスワードで保護するとともに、情報交換プログラムのインストールを禁止し、情報の漏洩を防止する。これらの手段によって、情報漏洩については十分配慮する。研究期間終了後には、個人情報に関わる記録データ等のすべての情報は、コンピューター上のデータは復元できないような状態で完全に消去し、その他の資料は細かく裁断の上、廃棄する。

9. 研究の資金源等，研究機関の研究に係る利益相反及び個人の収益等，研究者等の研究に係る利益相反に関する状況

本研究の資金源には厚生労働省「労災疾病臨床研究事業費補助金」を用いる。本研究課題にかかる利益相反事項は生じない。

10. 研究に関する情報公開の方法及び研究結果の帰属

- ・ 研究の概要及び結果の登録について（介入を行う研究が対象）
該当なし
- ・ 研究成果の公表方法，方針及び帰属について（全ての研究が対象）
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の学術成果として公表する。
また、本研究は厚生労働省「労災疾病臨床研究事業費補助金」の班研究「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」として行われるため、厚生労働省への報告書の形でも公表される。

11. 研究対象者等及びその関係者からの相談等への対応

本研究に関する相談等のために、以下の連絡先を情報公開文書に記載する。

問い合わせ先：

〒852-8523 長崎市 坂本1丁目12-4

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（研究責任者）

電話095-819-7101

12. 研究対象者等に経済的負担又は謝礼について

なし

13. 侵襲（軽微な侵襲を除く。）を伴う研究の場合には、重篤な有害事象が発生した際の対応

侵襲・介入を伴わないため、該当なし

14. 侵襲を伴う研究の場合には、当該研究によって生じた健康被害に対する補償の有無及びその内容

侵襲・介入を伴わないため、該当なし

15. モニタリング及び監査の方法

侵襲・介入を伴わないため、なし

WEBアンケート

研究課題名：

第2回 医療従事者の職業被ばくに関する医療施設における
管理・教育状況実態調査の後向き研究

1. 研究の対象

本研究は2021年度に放射線を医療行為で取り扱う病院が対象となります。

調査対象として放射線を扱う医療の中心的な役割を担う、日本医学放射線学会の承認の元、日本医学放射線学会の教育研修施設を対象に調査をご依頼するものです。

昨年度の調査に引き続き、電離則改正に伴う状況の変化を捉えることも目的としています。

病院が対象で有、個人を対象とした研究ではありません。

2. 研究目的・方法

医療関係者の被ばくは法令に基づき線量限度が定められ管理されていますが、そのためには管理とともに教育研修が必要です。しかし、管理、及び教育研修がどのように行われているかの詳細な把握は十分に行われていません。2020年には水晶体の線量限度の引き下げが行われました。今後、被ばく低減の対策が必要であり、改善状況の把握が必須です。

本研究では、放射線を取り扱う医療施設における、管理・教育研修の実態を把握することを目的とし、施設対象のアンケート調査を行います。

3. 研究期間

長崎大学医歯薬学総合研究科長許可日～2023年3月31日

4. 研究に用いる情報の種類

2021年度の管理態勢、教育研修体制に関して、「基本事項（施設のベッド数等）」「従事者管理（個人線量計装着率等）」「研修（研修内容等）」「作業環境（防護具配備率等）」「その他」の大項目、の大項目に分けて、アンケートの形で情報を収集します。

5. 外部への情報の提供

外部への情報提供は行いません。

6. 研究組織

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

原爆後障害医療研究所 放射線生物・防護学分野 教授 松田尚樹

広島大学 医歯薬保健学研究科 放射線診断学 栗井和夫

福島県立医科大学 放射線医学講座 伊藤 浩

福島県立医科大学 ふくしま国際医療科学センター先端臨床研究センター 織内 昇

7. お問い合わせ先

本研究に関するご質問等がありましたら下記の連絡先までお問い合わせ下さい。

照会先および研究への利用を拒否する場合の連絡先：

〒852-8523 長崎市 坂本1丁目12-4

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 (研究責任者)

電話095-819-7101

本アンケートは研究目的で行われるものであり、アンケートに回答されなくても施設への不利益は生じません。

本アンケートは厚生労働省 労災疾病臨床研究事業「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」に基づき、医療関係者の被ばく実態とその管理実態の調査研究の一貫として行われるものです。

昨年度の調査に引き続き、電離則改正に伴う状況の変化を捉えることも目的としています。

データは研究用として用いられ、法的な規制・処罰などに用いられることはありません。

本アンケートの記載内容が回答者・施設の不利益になることはありませんので、正直にお答えください。

本アンケートの研究責任者は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 崇です。

本アンケートの調査対象は医療法の管理対象となる医療施設における放射線診療従事者です。

動物実験施設などにおける放射線を用いる研究者は含みません。

Q1：以下に施設名・施設回答者の役職名（放射線科部長・等）をご記入ください。

記入を持って、ご協力の同意が確認できたものといたします。

施設名 ()

施設回答者役職名 ()

Q2：医療機関のタイプをお教えてください。

① 大学病院 ② 総合病院 ③ 循環器センターなどの専門病院

④ その他 ()

Q3：病床数はどの範囲ですか。

① 600床以上 ② 600未満400以上 ③ 400未満200以上 ④ 200未満50以上

⑤ 50未満

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？

① はい → Q5, Q6を記載ください。それからQ7へ

② いいえ → Q7へ

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）

① 事務職 ② 診療放射線技師 ③ 医師 ④ 医学物理士

⑤ その他 ()

Q6：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位（教授、技師長、主任、部長、等）を教えてください（複数回答可）

職位：(自由記載)

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？

- ① はい → Q8を記載ください。それからQ9へ
- ② いいえ → Q9へ

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)

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

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

- ① はい → Q10、Q11を記載ください。それからQ12へ
- ② いいえ → Q12へ

Q10：Q9で「はい」と回答された方へ。その基準を教えてください。
(実効線量何mSv以上の場合、等)(複数記述可)

(自由記載
)

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)

- ① メール ② FAX ③ 電話 ④ LINE等のSNS
- ⑤ その他()

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

- ① はい → Q13を記載ください。それからQ14へ
- ② いいえ → Q14へ

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)

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

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。

()人

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。

	全員管理	管理区域に立ち入る頻度による	被ばく線量による	その他
医師（研修医除く）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →Q16 に記載ください
研修医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →Q17 に記載ください
放射線技師	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →Q18 に記載ください
看護師	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →Q19 に記載ください
その他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> →Q20 に記載ください

Q16： Q15の**医師(研修医除く)**について、「その他」と回答された方へ。
管理状況を教えてください。

管理状況（自由記載 _____）

Q17： Q15の**研修医**について、「その他」と回答された方へ。
管理状況を教えてください。

管理状況（自由記載 _____）

Q18： Q15の**診療放射線技師**について、「その他」と回答された方へ。
管理状況を教えてください。

管理状況（自由記載 _____）

Q19： Q15の**看護師**について、「その他」と回答された方へ。
管理状況を教えてください。

管理状況（自由記載 _____）

Q20： Q15の**その他**について、「その他」と回答された方へ。
管理状況を教えてください。

管理状況（自由記載 _____）

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。

- ① いなし ② 1～5名程度いる ③ 6名～10名程度いる ④ 11名以上いる

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。

- ① はい → Q23に記載ください。それからQ24へ _____
② いいえ → Q24へ

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）

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

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。

- ① はい ② いいえ

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。

- ① いない → Q27へ

- ② 1～5名程度いる ③ 6名～10名程度いる ④ 11名以上いる

②・③・④はQ26を記載ください、その後Q27へ



Q26：Q25で「いない」以外の回答をされた方への質問です。

線量限度を超えた業務従事者はどの部署でしたか。

医師であれば科、技師・看護師・その他であれば担当部署をお答えください。

(_____)

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。

- ① 事務局 ② 放射線部門（診療放射線技師） ③ 放射線科等（医師）

- ④ 医学物理部門 ⑤ 決まっていない

- ⑥ その他 (_____)

Q28：放射線管理業務を専門に行う部署がありますか。

- ① はい ② いいえ

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ていながら、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。

	いない	1～2 名いる	3～5 名いる	6名以 上いる	該当部 署なし
放射線診断医 (IVR、核医学を含む)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
放射線治療医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
循環器内科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
心臓外科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
脳外科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
整形外科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
消化器外科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
消化器内科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
泌尿器科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
小児科医	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
その他の内科＋外科	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線業務に従事する 看護師	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
放射線技師	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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。

- ① はい → Q31を記載ください。それからQ32へ
② いいえ → Q32へ

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）

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

① はい ② いいえ

①100%着用しているので該当事例なし

③時々促している →Q34とQ35を記載ください。その後Q36へ

⑤促していない →Q35を記載ください。その後Q36へ

①研修
③文書回覧（デジタル文書を含む）
⑤上司や院長からの指導
⑦放射線診療従事者個々に指導
⑨部署担当技師からの指摘
⑩その他（

②院内掲示
④院内会議
⑥放射線安全委員会等からの指導
⑧技師長からの指導

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

①院内組織（放射線安全委員会等）は把握している。

②放射線診療従事者の管理担当部署は把握している。

③一緒に業務する他の医療従事者は把握している。

④誰も把握していない。

⑤その他（ ）

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。

	100%	80%以上	60%以上	40%以上	20%以上	20%未満	分からない	該当部署無し
放射線科医 IVR業務								
放射線科医 治療業務								
放射線科医 診断業務								
放射線科医 核医学業務								
心臓外科・循環器医 血管造影業務								
脳神経内科・外科 血管造影業務								
消化器内科・外科 透視業務								
整形外科 透視業務								
泌尿器科 透視業務								
小児科 透視業務								
看護師 血管造影業務								
看護師 透視業務								

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。

	100%	80%以上	60%以上	40%以上	20%以上	20%未満	分からない	該当部署無し
放射線科医 IVR業務								
放射線科医 治療業務								
放射線科医 診断業務								
放射線科医 核医学業務								
心臓外科・循環器医 血管造影業務								
脳神経内科・外科 血管造影業務								
消化器内科・外科 透視業務								
整形外科 透視業務								
泌尿器科 透視業務								
小児科 透視業務								
看護師 血管造影業務								
看護師 透視業務								

Q39：放射線業務の被ばく管理のために、防護眼鏡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。

- ① 利用していない →Q40を記載ください。その後Q41へ
② 利用している →Q41へ

Q40：Q39で「利用している」と回答された施設の方へ質問です。
どのような業務・条件の場合に利用していますか。

(業務・条件： _____)

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。

- ① 十分ある ② おおよそある ③ かなり足りない ④ まったくない
⑤ 該当する設備・室がない

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。

- ① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない
④ 該当する設備・室がない

Q43：一般X線透視室には防護眼鏡が配備されていますか。

- ① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない
④ 該当する設備・室がない

Q44：手術室には防護眼鏡が配備されていますか。

- ① 十分にある ② 十分ではないがある ③ 一つもない
④ 該当する設備・室がない

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。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上
④ 60%以上 ⑤ 40%以上 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満
⑧ 該当する設備・業務がない

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。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上
④ 60%以上 ⑤ 40%以上 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満
⑧ 該当する設備・業務がない

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。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上
④ 60%以上 ⑤ 40%以上 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満
⑧ 該当する設備・業務がない

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。

- ① 100% ② 90%以上 ③ 80%以上
- ④ 60%以上 ⑤ 40%以上 ⑥ 20%以上 ⑦ 20%未満
- ⑧ 該当する設備・室がない

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）

- ① 病院・大学等の全体予算 ② 所属科・放射線部の予算
- ③ 利用者個人 ④ 防護眼鏡は使用していない

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？

- ① すべて設置 ② ほとんど設置 ③ 一部設置 ④ すべて設置していない
- ⑤ 該当する設備・室がない

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？

- ① ある ② ない ③ 該当する設備・室がない

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？

- ① はい ② いいえ ③ 該当する設備・室がない

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？

- ① はい ② いいえ ③ 該当する設備・室がない

以上でアンケート回答は終了です。ご協力ありがとうございました。