

公益社団法人 日本放射線技術学会

放射線防護部会誌

Vol.21 No.1 (通巻 52)

●卷頭言 「放射線防護学」はどうあるべきか

金沢大学医薬保健研究域保健学系 松原 孝祐

●教育講演

医療用放射線の安全管理に関する研修と有害事例等発生時の
対応の概要

九州大学 藤淵 俊王

●第 52 回放射線防護部会

シンポジウム「医療法施行規則に関する施設の取り組み事例」

1. 医療用放射線の安全管理に関する研修の実例
2. 過去の有害事例と有害事例等発生時の対応体制の構築
3. 医療従事者と患者様との情報共有の実際

広島大学病院 木口 雅夫
秋田県立循環器・脳脊髄センター 加藤 守
小張総合病院 笹崎 俊宏

●専門部会講座⑫ 放射線防護(入門編)

シミュレーションのススメ

藤田医科大学 小林 正尚

●専門部会講座⑬ 放射線防護(専門編)

リニアック放射化物管理状況と今後の課題

帝京大学 川村 慎二

●世界の放射線防護関連論文紹介

No significant association between stable iodine intake and thyroid dysfunction in children after the Fukushima nuclear disaster: An observational study

福島県立医科大学 大葉 隆

Biological effects of low-dose chest CT on chromosomal DNA

広島大学病院 西丸 英治

●放射線防護部会誌／分科会誌インデックス



「放射線防護学」はどうあるべきか

放射線防護部会 部会長 松原 孝祐
金沢大学 医薬保健研究域 保健学系

最近、「放射線防護学」という呼称がようやく使われるようになってきた。

前号の特集記事で、放射線防護学は「放射線量等の情報を基に、人や環境への影響を評価し、防護の実践につなげる」ことに主眼を置いた学問であるという私見を書かせていただいた。そういう意味では、放射線防護学はかなり現場に密接した学問であり、放射線計測学、放射線影響学、医療情報学といった学問とも密接に関連した学問であるといえるが、これまで放射線防護学という呼称はあまり使われてこなかったような気がしている。最近では、検索エンジンで「放射線防護学」と入力して検索すると、多くの検索結果が表示されるようになったが、以前は全くと言っていいほどヒットしなかったのがその証左である。

では、なぜこれまで「放射線防護学」という呼称があまり使われてこなかつたのであろうか。そもそも、保健物理学や放射線管理学という学問領域に放射線防護も含んでいるから、その呼称が必要なかつたという理由かもしれない。放射線防護はそれだけで完結するものではなく、その背景にさまざまな学問領域が関連しているから、という理由もあるかもしれない。もしかすると、放射線防護を学問として取り扱うという考え方自体がなかつたのかもしれない。真相はよくわからないが、初代分科会長の砂屋敷忠先生をはじめとする諸先輩方が、「放射線防護学」の発展を願いながら、1995年に放射線防護部会の前身である放射線防護分科会を設立されたであろうことを考えると、それから25年以上が経過した現在、こうして「放射線防護学」という呼称がようやく市民権（？）を得つつあることを、大変喜ばしく思う。

本年3月には東日本大震災から10年という節目を迎え、また、新型コロナウイルス感染症のパンデミックも2年目に突入した。いろいろな意味で変革を求められる時期に来ているように感じるが、人類が放射線を取り扱う以上、そして放射線と人類が関わり続ける以上、放射線防護の必要性や重要性は今後も変わらないであろう。「放射線防護学」という呼称自体はようやく使われるようになってきたが、この学問領域が今後どうあるべきかという問い合わせに対する明解な回答は、残念ながらまだ持ち合わせていない。しかし、今後本部会の活動を通して少しでもその答えを示していくよう、これからも会員諸氏のご期待に沿えるような活動を続けてまいりたい所存である。

本部会は4月29日に開催予定の理事会での承認を経て、2名の部会委員が交替となり、新たな体制で2021・2022年度の放射線防護部会の業務運営を行っていく予定である。今後とも会員諸氏からの叱咤激励の程、よろしくお願ひ申し上げたい。

目次

●卷頭言 「放射線防護学」はどうあるべきか 金沢大学 医薬保健研究域 保健学系 松原 孝祐	1
●目次	2
●第 52 回放射線防護部会 2021 年 4 月 16 日 (金) 9:00~9:50 (F201+202 室)	
●教育講演 医療用放射線の安全管理に関する研修と有害事例等発生時の対応の概要 九州大学 藤淵 俊王	4
シンポジウム「医療法施行規則に関する施設の取り組み事例」 日時 2021 年 4 月 16 日 (金) 10:00~12:00 (F201+202 室)	
1. 医療用放射線の安全管理に関する研修の実例 広島大学病院 木口 雅夫	13
2. 過去の有害事例と有害事例等発生時の対応体制の構築 秋田県立循環器・脳脊髄センター 加藤 守	25
3. 医療従事者と患者様との情報共有の実際 小張総合病院 笹崎 俊宏	35
●専門部会講座⑫ 放射線防護(入門編) 日時 2021 年 4 月 16 日 (金) 8:00~8:45 (F201 室+202 室) シミュレーションのススメ 藤田医科大学 小林 正尚	43
●専門部会講座⑬ 放射線防護(専門編) 日時 2021 年 4 月 17 日 (土) 8:00~8:45 (502 室) リニアック放射化物管理状況と今後の課題 帝京大学 川村 慎二	47
●世界の放射線防護関連論文紹介	
1. No significant association between stable iodine intake and thyroid dysfunction in children after the Fukushima nuclear disaster: An observational study (福島原発事故後の子供たちにおける安定ヨウ素剤の摂取と甲状腺機能障害に有意な関係性が見られず: 観察研究) 福島県立医科大学 大葉 隆	52
2. Biological effects of low-dose chest CT on chromosomal DNA (低線量胸部 CT が染色体 DNA に及ぼす生物学的影響)	
広島大学病院 西丸 英治	58
●防護分科会誌インデックス ・部会内規	64 77

・編集後記	78
・入会申込書	79
・防護部会委員会員名簿	80

医療用放射線の安全管理に関する研修と有害事例等

発生時の対応の概要

藤淵 俊王
九州大学大学院医学研究院保健学部門

1. はじめに

令和2年4月より医療被ばくを適正に管理していくために医療法施行規則が改正され、その中で放射線診療従事者等に対する医療放射線に係る安全管理のための職員研修の実施が義務付けられるようになった¹⁾。研修の対象者は医療被ばくの正当化・最適に付随する業務に従事する者で、放射線診療を行う医師、歯科医師、診療放射線技師等が該当する。内容として、医療被ばくの基本的な考え方、放射線診療の正当化と防護の最適化、放射線障害が生じた場合の対応、患者への情報提供が挙げられている。研修企画のポイントとして、対象となる医師、診療放射線技師、看護師等は多岐にわたり、患者との情報共有のあり方、限られた研修時間の中での有効な研修の実施、対象者の受講率向上のための検討が求められる。また放射線診療の一部ではIVR等で有害事例を発生する可能性もある。事例発生時の対応について学会等で出されているガイドラインを参考にし、診療用放射線の被ばくに関連した事例の報告及び有害事象と医療被ばくの関連性に関する検証を踏まえ、同様の医療被ばくによる事例が生じないよう、改善・再発防止のための方策を立案し実施することが求められる。本講演では、医療法施行規則改正の経緯、医療放射線の安全管理に関する研修と有害事象発生時の対応、さらに医療従事者と放射線診療を受ける者との間の情報の共有に関する概要について述べる。

2. 医療法施行規則改正の経緯

日本での医療分野を含む放射線の取り扱いは、国際放射線防護委員会（ICRP: International Commission on Radiological Protection）の勧告の関係法令へ取り入れ等により国際水準に沿った管理がされてきた。医療被ばくは、意図的に人体に対して放射線が照射される、正当化及び最適化が担保される限り線量限度が設定されない、という特殊性から、明確な規制は導入されていなかった。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）の2008年報告書によると、人類が受ける放射線量は、世界の平均としては自然放射線が約2.4mSvに対し、人口放射線である医療被ばくが0.6mSvであった²⁾。それに対し、日本では、自然放射線は約2.1mSvと世界平均とほぼ同等な値に対して、医療被ばくが3.87mSvと6倍以上の高い値を示している（図1）³⁾。医療被ばくは先進国で高いことも報告されており、これは放射線診療機器が普及し、放射線検査を受けやすい環境にあることを示している。また経済協力開発機構（OECD: Organization for Economic Co-operation and Development）の資料によると、CTの

人口当たりの検査数は日本とアメリカが最も多く、フランス、ドイツ、カナダが続いている^{4,5)}。多くの国で年々検査数は増加しているが、アメリカに関しては2010年頃をピークに横ばいに転じている。

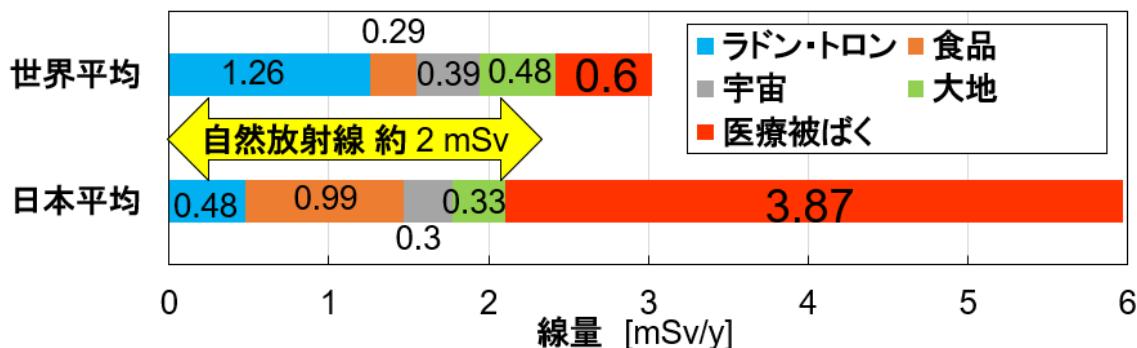


図1 1年間あたりに国民が受ける放射線量 (UNSCEAR 2008年報告書)

また国際原子力機関 (IAEA : International Atomic Energy Agency) と世界保健機構 (WHO: World Health Organization) は 2012 年 12 月にボンで開催した「International Conference on Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade(医療における放射線防護に関する国際会議: 次の 10 年に備えて)」の成果として、次の 10 年の医療放射線防護に関する責務について提示した (ボン宣言) ⁶⁾。この概要として、①正当化の原則の実行を増強、②防護および安全の最適化の原則の実行を増強、③安全体制への貢献における製造業者の役割を強化、④医療従事者への放射線防護教育および訓練を強化、⑤医療における放射線防護に対する戦略的研究課題を形作り促進、⑥医療被ばくと医療における職業被ばくに関する有益な包括的情報の利用可能性を高めるなどがあり、医療における正当化と最適化が一層求められていることを示している。

さらに国内では、2017年に、日本学術会議から「CT 検査による医療被ばくの低減に関する提言」が公表された⁷⁾。放射線診療は国民の健康に多大な恩恵をもたらす一方、特に CT 検査に伴う医療被ばくが多いことに対し、①CT 診療実態の把握と診断参考レベルの利用促進、②医療被ばく教育の充実、③CT 検査の検査適応基準の充実と活用、④低線量高画質 CT 装置の開発と普及を今後の進めるべきこととして挙げている。

これらの経緯や宣言、提言を受け厚生労働省は、医療被ばくの適正管理に関する検討会を開催した⁸⁾。その結果などを踏まえて、医療被ばくの適正管理のために 2020 年 4 月 1 日に改正医療法施行規則(改正省令)が施行された¹⁾。改正通知により医療機関に求められた項目を下記に列挙する。

- ① 診療放射線に係る安全管理責任者の配置
- ② 診療用放射線の安全管理のための指針作成
- ③ 放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修の実施
- ④ 放射線診療を受ける者の当該放射線による被ばく線量の管理および記録

この改正に基づき、該当する医療機関には診療用放射線の安全管理のための指針の策定が求められ、

厚生労働省からの技術的な助言として、「診療用放射線の安全利用のための指針策定に関するガイドライン」（以下、指針策定ガイドライン）が定められた⁹⁾。この中で、診療用放射線の安全管理に関する基本的考え方、放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の利用に係る安全な管理のための研修に関する基本方針、診療用放射線の安全利用を目的とした改善のための方策に関する基本方針、放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する有害事例等の事例発生時の対応に関する基本方針、医療従事者と放射線診療を受ける者との間の情報の共有に関する基本方針、その他留意事項等について示されている。

さらに、日本医学放射線学会（以下 JRS）でも「診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン」を発行し、関係する医療機関の診療用放射線に係る安全管理体制の確保ための留意事項を定めている¹⁰⁾。合わせて JRS では「診療用放射線の安全利用のための指針に関する参考資料」¹¹⁾を、日本医師会では「診療用放射線の安全利用のための指針モデル ver.2.0」¹²⁾、日本診療放射線技師会では「診療用放射線の安全利用のための指針モデル」¹³⁾をそれぞれウェブサイトに公開し、指針を策定する医療機関の一助としている。ただしこれらの指針案は一般的なひな形として提案されているものであり、各施設の設備や状況に応じて検討を行い、修正して使用する必要がある。

3. 医療用放射線の安全管理に関する研修

3. 1 研修の概要と項目

診療用放射線に係る安全管理を行うためには、放射線診療に関連する業務に従事する者が、その業務の内容に応じて従事者ごとに必要な放射線の安全管理に関する知識を習得する必要がある。そのための研修内容として、①医療被ばくの基本的考え方、②放射線診療の正当化、③放射線診療の防護の最適化、④放射線障害が生じた場合の対応、⑤放射線診療を受ける者への情報提供の 5 項目が示され、1 年に 1 回以上の受講が求められている。指針策定ガイドラインに示された医療被ばくに関する研修の対象となるスタッフの業務範囲と研修内容の関係対応表を表 1 に示す。

表 1 研修の対象となる従事者の業務範囲と研修内容の関係対応表⁹⁾

放射線検査を依頼する医師及び歯科医師	IVR や X 線透視・撮影等を行う医師及び歯科医師	放射線科等放射線診療に広く従事する医師、医療放射線安全管理責任者	診療放射線技師	放射線診療を受ける者への説明等を実施する看護師	放射性医薬品を取り扱う薬剤師
医療被ばくの基本的考え方	○	○	○	○	○

放射線診療の正当化	○	○	○			
放射線診療の防護の最適化		○	○	○		○
放射線障害が生じた場合の対応	○	○	○	○	○	○
放射線診療を受ける者への情報提供	○	○	○	○	○	○

指針策定ガイドラインに示されている具体的な研修の内容を、表2に示す。JRSのガイドラインでは、同様の内容でかつより踏み込んだ内容となっている。

表2 項目別研修内容の例⁹⁾

項目	内容例
医療被ばくの基本的な考え方に関する事項	放射線に関する基本的知識、放射線の生物学的影響に関する基本的知識、組織反応（確定的影響）のリスク、確率的影響のリスク等を習得する
放射線診療の正当化に関する事項	放射線診療のベネフィット及びリスクを考慮してその実施の是非を判断するプロセスを習得する
医療被ばくの防護の最適化に関する事項	放射線診療による医療被ばくは合理的に達成可能な限り低くすべきであること（as low as reasonably achievable : ALARAの原則）を考慮し、適切な放射線診療を行うに十分となるような最適な線量を選択するプロセスを習得する
放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項	被ばく線量に応じて放射線障害が生じるおそれがあることを考慮し、放射線障害が生じたおそれのある事例と実際の放射線被ばくとの関連性の評価、放射線障害が生じた場合の対応等を習得する
放射線診療を受ける者への情報提供に関する事項	検査・治療の必要性、当該検査・治療により想定される被ばく線量及びその影響、医療被ばく低減の取組の内容等の説明に関するこ

この研修は、過去の医療法改正で義務付けられている「医療に係る安全管理のための基本的な事項及び具体的な方策についての職員研修」、「医療機器の安全使用のための研修」等の他の研修と組み合わせて実施することも可能であり、各医療機関において行うほか、医療機関外で開催される外部の研修を研

修対象者に受講させることでも代用可能となっている。各医療機関で研修を行う場合、既に研修を受講しているなど放射線診療について十分な実務経験及び知識を有する者が研修の講師役や説明役を担当する。ただし、放射線診療の正当化に関する事項に係る研修については、医師又は歯科医師が講師役や説明役を担当する必要がある。また、研修の内容（開催日時、受講者氏名、研修項目等）を記録する必要がある。

3. 2 学会内外の研修に関する支援

2020年度からの研修の義務化について、診療用放射線を用いる全ての医療機関が対象となるが、医療機関の規模によっては、研修受講対象者が数名の限られた職員のみとなり、研修の実施のための独自の企画が難しいことが予想される。そこで厚生労働科学研究「新規及び既存の放射線診療に対応する放射線防護の基準策定のための研究班」の分担研究「放射線診療従事者等に対する研修プログラムの作成」により、「診療用放射線の利用に係る安全な管理の研修」の動画（監修：日本医師会）が作成され、日本医師会公式you tubeから視聴できるようになっている¹⁴⁾。本動画を視聴し、動画中に出される問題に解答することによって研修を受講したこととするための「日本医師会様式 解答記入書兼研修修了証」もホームページに公開され、研修の記録として使用する¹⁵⁾。

日本放射線技術学会（関係法令委員会、医療安全委員会、放射線防護委員会、放射線防護部会）では、同厚労科研の協力を受けて、適切な放射線診療の適正施行に向けた「診療用放射線の利用に係る安全な管理のための研修」に活用していただくために、pdf形式で研修のサンプルスライド（説明文付）を公開した¹⁶⁾。その他、JRSでは、会員施設専用ビデオ教材（30分）を会員サイト上に用意している¹⁷⁾。

4. 放射線診療に関する事例発生時の対応

4. 1 放射線診療に関する事例発生時の対応の必要性

診療用放射線に係る安全管理において、過剰被ばくを代表例とする放射線診療に関する有害事例等の事例発生時にも適切に対応できるよう、あらかじめ報告体制の整備、報告された情報を踏まえた有害事例等の事例と医療被ばくの関連性の検証や改善・再発防止の方策について医療機関内で検討することが必要である。

放射線障害が生じた過去の事例として、IVR や CT 透視による皮膚障害（皮膚紅斑や脱毛）が国内外で報告されている。血管造影等の手技によっては、皮膚の組織反応が懸念されるしきい値（皮膚紅斑のしきい線量：3-6 Gy）を超えることがあり、ICRP では Publ.85, 120 など複数の勧告で紹介されている^{18,19)}。装置の設定の問題はないが、短期間に複数回の CT perfusion 血管造影による包帯状の脱毛が生じた症例が紹介されている²⁰⁾。頭部 CT perfusion の過剰照射による脱毛の事例では、18か月にわたって、アメリカのある医療機関の 206 名の患者が撮影プロトコルの設定ミスにより、通常レベルの約 8 倍の線量を受け、最大でも頭部への線量が 0.5 Gy であるべきところが、これらの患者は 3-4 Gy の線量を受けたという報告もある²¹⁾。手技や装置の操作、保守管理など様々な対策が求められる。

X線を使用する場合、入射する皮膚の線量が最も高くなり、放射線障害として皮膚障害が発生しやすい。どの程度の被ばくでそのような障害が出るかを関係するスタッフは理解しておく必要がある。ICRP publ.120 に掲載されている、頸部、体幹、骨盤、臀部または腕の皮膚への単回組織照射による組織反応を図2に示す¹⁹⁾。

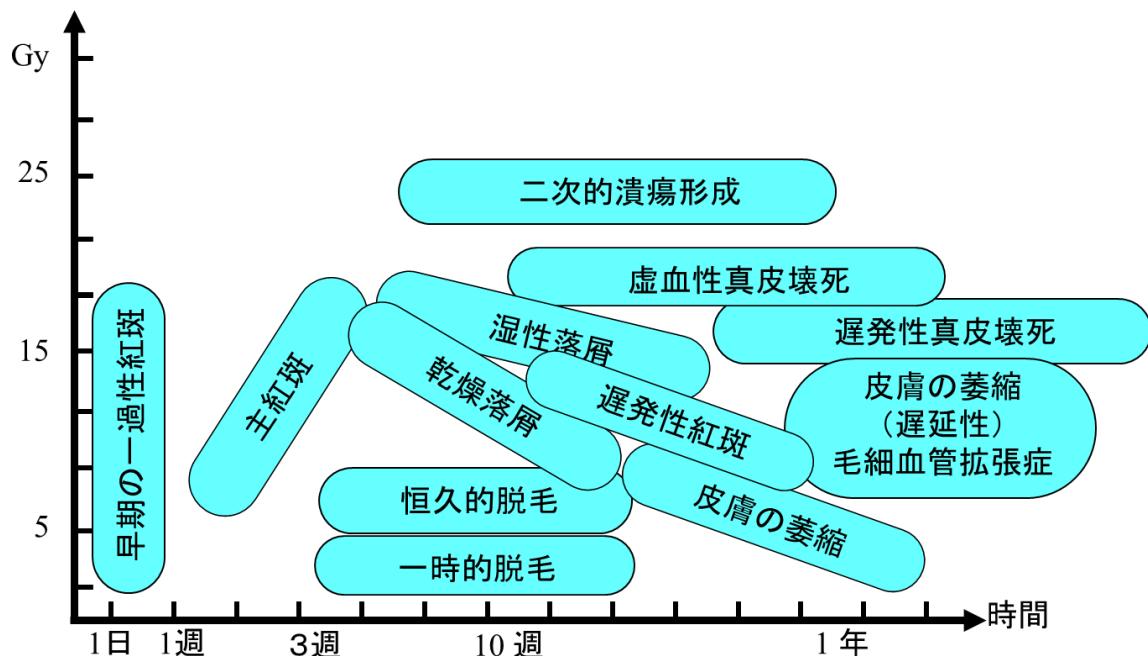


図2 頸部、体幹、骨盤、臀部または腕の皮膚への単回組織照射による組織反応¹⁹⁾

4. 2 皮膚障害発生時の処置方法

放射線皮膚障害のしきい線量を超えたと考えられる場合、「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」等を参考にして、患者の健康維持に努める²²⁾。ガイドラインに示されている、皮膚被ばく線量と患者対応基準（例）を表3に示す。

表3 皮膚被ばく線量と患者対応基準²²⁾

レベル0	1 Gy 未満	特別な対応は不要
レベル1	1 Gy 以上 3 Gy 未満	被ばく線量と部位を診療録などに記載する
レベル2	3 Gy 以上 5 Gy 未満	一過性の脱毛、発赤の可能性を説明する
レベル3	5 Gy 以上	脱毛、発赤、びらんなどの可能性を説明する (18-20 Gy で皮膚壊死、潰瘍形成の可能性)

4. 3 医療機関における報告体制

医療被ばくに関連して放射線診療を受ける者に何らかの不利益が発生した場合又は発生が疑われる場合に、当該診療を受ける者の主治医又は主治の歯科医師、医療放射線安全管理責任者等が迅速に報告を受けることができるよう、具体的な報告手順を含めた報告体制を整えておく。診療用放射線の被ばくによる医療事故が発生した場合については、医療に係る安全管理のための指針に基づいて対応する必要がある。報告を受けた医療放射線安全管理責任者が、必要に応じて、管理者、関係委員会等へ報告する体制を確保する。

4. 4 有害事例等と医療被ばくの関連性の検証

医療被ばくに起因する組織反応（確定的影響）を生じた可能性のある有害事例等の報告を受けた主治医又は主治の歯科医師及び医療放射線安全管理責任者は、放射線診療を受ける者の症状、被ばくの状況、推定被ばく線量等を踏まえ、当該診療を受ける者の有害事例等が医療被ばくに起因するかどうかを判断する。その上で、医療放射線安全管理責任者は、医療被ばくに起因すると判断された有害事例等について下記の観点から検証を行う。また、必要に応じて、検証に当たっては当該放射線診療に携わった主治医又は主治の歯科医師、放射線科医師、診療放射線技師等とともにに対応する。

- ・ 医療被ばくの正当化（リスク・ベネフィットを考慮して必要な検査であったか否か）及び最適化（ALARA の原則に基づき必要最小限の被ばく線量となるよう努めたか否か）が適切に実施されたか。
- ・ 組織反応（確定的影響）が生じるしきい値を超えて放射線を照射していた場合は、放射線診療を受ける者の救命等診療上の必要性によるものであったか。

さらに、医療放射線安全管理責任者は、有害事例等と医療被ばくの関連性の検証を踏まえ、同様の医療被ばくによる有害事例等が生じないよう、改善・再発防止のための方策を立案し実施する。

関連学会、団体等が放射線診療時の安全運用指針やガイドラインを出しており、対策案の参考になる。

5. 医療従事者と放射線診療を受ける者との間の情報の共有

放射線診療を受ける者との情報の共有をする上で、説明方法大事であるが、当該検査・治療により想定される被ばく線量とその影響についての知識が基本なる。被ばくに関する人体への影響については、まだ不明確なこともあります、説明する側は最新の知見を入手する必要がある。研修は、新しい情報を入手するよい機会となる。

5. 1 小児CTの健康影響に関する最近の疫学研究

放射線の医学利用が拡大する状況において、最近では CT 検査を受けた小児における被ばくに関連した脳腫瘍や白血病リスク増加が示唆されている。それらの疫学研究結果を見る限り、がんリスク増加があったとしても、線量に応じた増え方は他の調査研究からの知見と大きな食い違いがなさそうである。診療放射線技師や医師など放射線検査を実施する側にとって、低線量放射線への被ばくの健康影響について患者に過度な不安を与えることは避けるべきであるが、健康へのリスクがないと片付けるのではなく

く、放射線量に応じて健康へのリスクが少しずつ高まる可能性があることを認識し、検査の必要性や便益を説明することが望まれる。

5. 2 腹部・骨盤部単純X線撮影時の慣例的な生殖腺遮蔽の廃止に向けた米国放射線審議会（NCRP：National Council on Radiation Protection and Measurements）の勧告

放射線検査において医療被ばくによる遺伝的影響の可能性を最小限にするために、生殖腺への防護板による遮蔽は1950年代から導入され、広く推奨されてきた。このことに対し、NCRPは科学的証拠に基づき、生殖腺遮蔽の推奨について再考した結果、大半の場合、生殖腺を遮蔽しても、被ばくによるリスクはあまり低減しない上に、被ばくの増加と価値ある診断情報の喪失という意図せぬ結果をもたらすかもしれません、生殖腺遮蔽の使用は放射線防護の慣例として正当化されないと結論づけ2021年に声明を発表した。これまでの慣例を変更するには、多くの関係者を巻き込むことから容易ではなく、整形外科や小児科、婦人科等含めた関連学会との協議の上、統一された見解が求められ、さらに放射線診療を受ける者やその関係者への説明をどうするかなども検討事項になる可能性がある。現状では、このような声明が出されていることを把握しておき、今後の動向に注目する必要がある。

参考文献

1. 厚生労働省医政局長：医療法施行規則の一部を改正する省令の施行 医政発0312第7号、2019年3月12日
2. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes Volume I: (Sources) Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B, 2009
3. 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）、2011
4. Organization for Economic Co-operation and Development : OECD Statistics 2018
5. 厚生労働省：医療施設調査(平成20-29年)
6. International Atomic Energy Agency and World Health Organization : Bonn call for action: 10 actions to improve radiation protection in medicine in the next decade. 2012
7. 日本学術会議 臨床医学委員会 放射線・臨床検査分科会：CT検査による医療被ばくの低減に関する提言、2017
8. 厚生労働省 医療放射線の適正管理に関する検討会、2017.4-2019.3 計8回
https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-isei_436723.html
9. 厚生労働省医政局地域医療計画課長：医政局診療用放射線の安全利用のための指針策定に関するガイドライン 医政地発1003第5号、2019年10月3日
10. 日本医学放射線学会：診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン、2019年11月改訂
11. 日本医学放射線学会：診療用放射線の安全利用のための指針に関する参考資料、2019年11月改訂
12. 日本医師会：診療用放射線の安全利用のための指針モデルver.2.0、2020年5月改定

13. 日本診療放射線技師会：診療用放射線の安全利用のための指針モデル 2020年11月22日版
14. 日本医師会公式 youtube <https://www.med.or.jp/doctor/sien/sien/009621.html>
15. 日本医師会：医療機関での診療用放射線の安全利用の研修（動画を用いた研修）について、2020.11
16. 日本放射線技術学会：「診療用放射線の利用に係る安全な管理のための研修」サンプルスライドの公開 <https://www.jsrt.or.jp/data/news/44807/> 2021年3月
17. 日本医学放射線学会：診療用放射線の安全利用のための研修ビデオの公開のお知らせ http://www.radiology.jp/member_info/news_member/20200630_01.html 2020年6月
18. ICRP : ICRP Publication 85 Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures, 2000
19. ICRP : ICRP Publication 120 Radiological Protection in Cardiology, 2013
20. Y Imanishi et al. Radiation-induced temporary hair loss as a radiation damage only occurring in patients who had the combination of MDCT and DSA. European Radiology, 15(1), 2005, 41-46
21. Food and Drug Administration: Safety Investigation of CT Brain Perfusion Scans: Initial Notification, 2009
22. IVR 等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会：IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン
23. National Council on Radiation Protection and Measurements; Statement No. 13 – NCRP Recommendations for Ending Routine Gonadal Shielding During Abdominal And Pelvic Radiography, 2021.

1. 医療用放射線の安全管理に関する研修の実例

木口 雅夫
広島大学病院

1. はじめに

医療法施行規則の一部を改正する省令の施行により、放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修が、年1回以上の受講を義務付けられた。

安全管理研修としての内容は、①患者の医療被ばくの基本的な考え方に関する事項、②放射線診療の正当化に関する事項、③患者の医療被ばくの防護の最適化に関する事項、④放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項、⑤医療従事者と患者間の情報共有に関する事項である。また、研修の対象となる従事者の業務範囲は、職種ごとに研修内容を分けられているが、実運用上の事項は、各施設の実態にあわせて柔軟に実施するとされている。

本稿では、医療用放射線の安全管理に関する研修の実例・実践について、アンケート調査を基にした病床規模別の実施状況、問題点について報告し、今後の対応について検討する。

2. 診療用放射線の安全利用のための研修に関する基本の方針

放射線診療の正当化または患者医療被ばくの防護の最適化に付随する業務従事者に対し、診療用放射線の安全利用のための研修(医療放射線研修)を行わなくてはならない。その研修は、年1回以上開催(受講)が義務付けられている。受講対象者は、①医療放射線安全管理責任者、②放射線診療を依頼する医師等(放射線検査目的で他の医療機関に患者を紹介する医師等を含む)、③血管造影またはエックス線透視・撮影等を行う医師等、④放射線科医師、⑤診療放射線技師、⑥放射性医薬品等を取り扱う薬剤師、⑦放射線診療を受ける者への説明等を実施する看護師などが対象になる。

医療放射線研修の項目は、次に掲げる5項目である。詳細は別表に記載する(表1)。

- (1) 患者の医療被ばくの基本的な考え方に関する事項
- (2) 放射線診療の正当化に関する事項
- (3) 患者の医療被ばくの防護の最適化に関する事項
- (4) 放射線の過剰被ばくその他放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項
- (5) 医療従事者と患者間の情報共有に関する事項

医療放射線安全管理責任者は、研修を実施した際に実施記録(①開催日時、②講師、③出席者、④研修項目を含む)を作成しなければならない。

自施設以外で開催される医療放射線研修、学会・関連団体などが主催する医療放射線研修を受講した場合には、自施設の研修の受講に代えることができる。ただし、医療放射線安全管理責任者に研修の開

催場所、開催日時、受講者氏名、研修項目等が記載された受講証明書の提出が必要になる。

研修は e ラーニングで受講も問題ないが、受講確認のために確認試験などで学習効果測定することが必須となる。また、職員研修の講師は、診療用放射線の安全管理に関する十分な知識をもつ医師または歯科医師がするとしているが、診療放射線技師が補助することが認められている。ただし、放射線診療の正当化に関する事項については、医師または歯科医師が行わなければならない。

研修は e ラーニングで受講も問題ないが、受講確認のために確認試験などで学習効果測定することが必須となる。また、職員研修の講師は、診療用放射線の安全管理に関する十分な知識をもつ医師または歯科医師がするとしているが、診療放射線技師が補助することが認められている。ただし、放射線診療の正当化に関する事項については、医師または歯科医師が行わなければならない。

表 1 医療放射線研修の項目

事 項	内 容
1 患者の医療被ばくの基本的な考え方に関する事項	放射線の物理的特性、放射線の生物学的影響、組織反応（確定的影響）のリスク、確率的影響のリスク等に関する基本的知識を習得するもの
2 放射線診療の正当化に関する事項	診療用放射線の安全利用に関する基本的考え方を踏まえ、放射線診療の便益及びリスクを考慮してその実施の是非を判断するプロセスを習得するもの
3 患者の医療被ばくの防護の最適化に関する事項	放射線診療による医療被ばくは合理的に達成可能な限り低くすべきであることを踏まえ、次に掲げる事項を習得するもの ・適切な放射線診療を行うに十分となる限りで線量（放射線診療においては正常組織の線量）を低くすべきであること ・放射線照射の条件や放射性同位元素の投与量に加え、撮影範囲、撮影回数、放射線照射時間等の適正化が必要であること
4 放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項	被ばく線量に応じて放射線障害が生じるおそれがあることを考慮し、次に掲げる事項を習得するもの ・放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の報告 ・放射線障害が生じるおそれのある事例と実際の放射線被ばくとの関連性の評価 ・放射線障害が生じた場合の対応
5 医療従事者と患者間の情報共有に関する事項	放射線診療の必要性、当該放射線診療により想定される被ばく線量及びその影響、医療被ばく低減の取り組み等の患者への説明に関するもの

3. アンケート調査結果

アンケート調査は、2021年1月14日～2月28日（46日間）に全国の診療放射線技師に協力を依頼し、Webアンケート調査とした。181名から回答をいただき、重複施設からの回答10件を除いた有効回答数は171件（施設）であった。公益社団法人 日本放射線技術学会地方支部単位で集計したものを示す（図1）。

JSRT地方支部別回答数

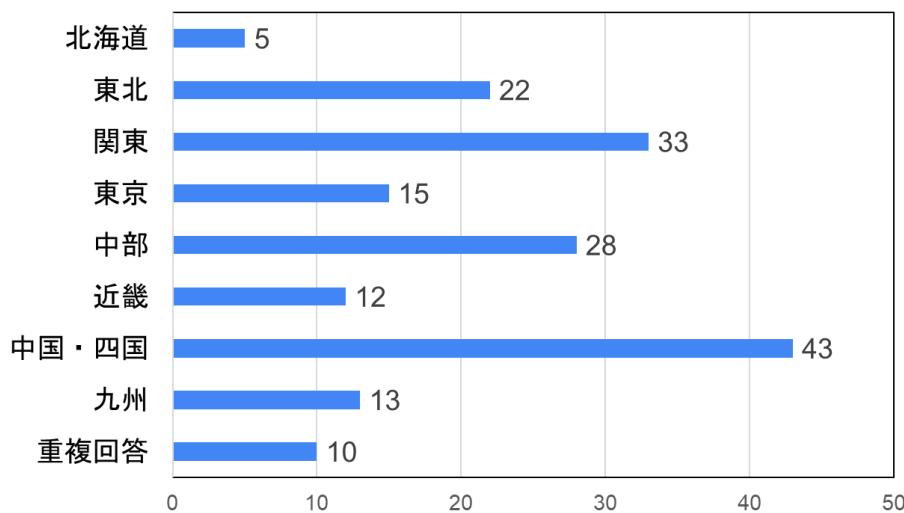


図1

- 回答施設について

アンケート回答施設の詳細を示す。

医療施設の種類は、民間病院・一般病院、公立病院（国立・県立・市立など）、大学病院の3種類で87%を占め、その割合は同程度であった（図2）。病床数は、無床～200床以下 38、300床以下 21、500床以下 42、700床以下 35、701床以上 35と比較的大規模施設からの回答が多く、若干の偏った集計結果となった（図3）。

医療施設の種類

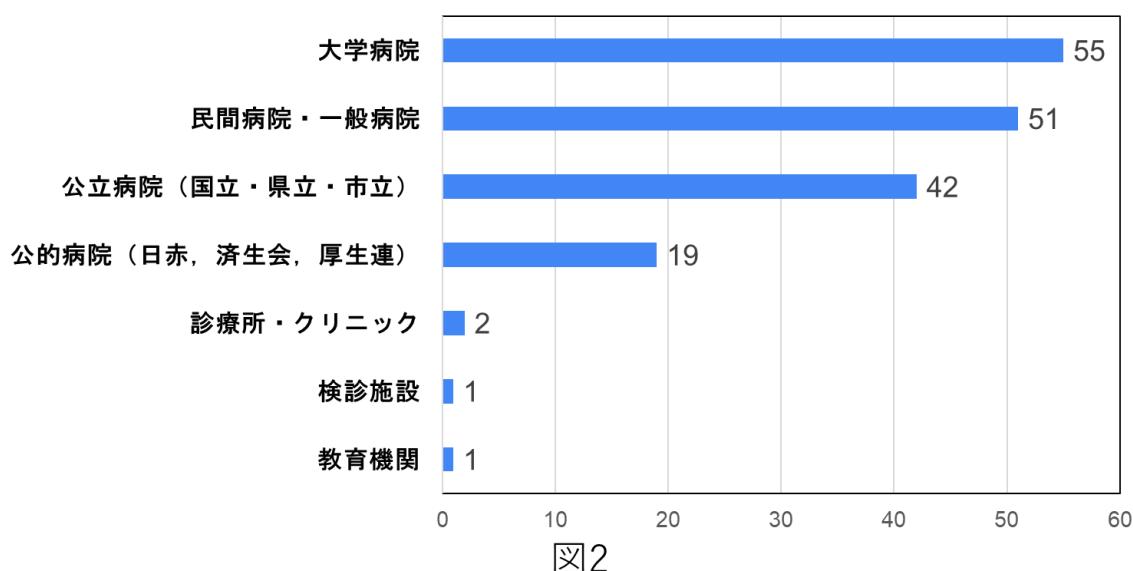


図2

病床数

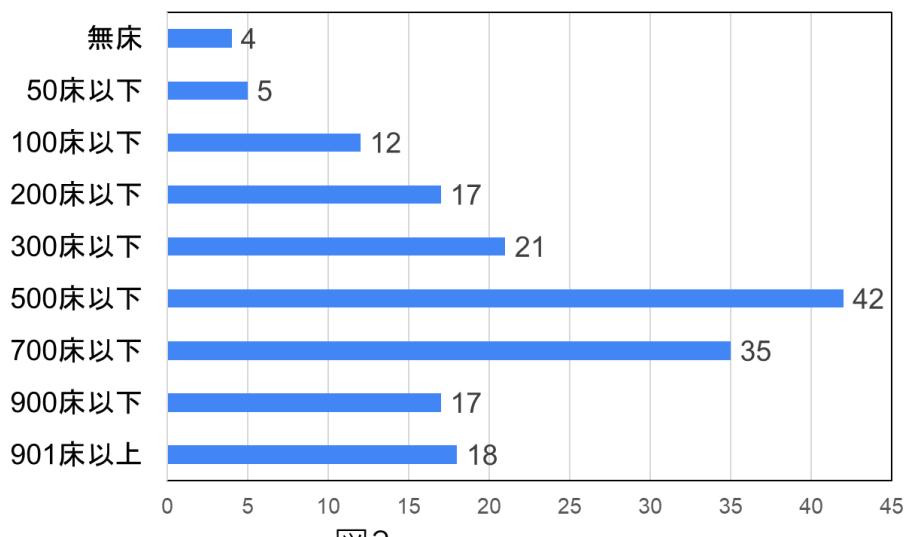


図3

- 医療用放射線の安全管理に関する内容

診療用放射線の安全利用のための指針には、安全利用に関する基本的考え方について記載が必要になり、診療用放射線の安全管理対象には放射線診療全般が含まれる。また、医療放射線安全管理責任者を配置しなくてはならないため、指針策定は必須とされる。

医療放射線管理委員会は、「設置することが望ましい」とされているため設置については、努力義務と考える。

診療用放射線の安全利用のための指針を策定（図4）

策定した 164, 策定途中 4, 策定していない 3

診療用放射線安全管理委員会の設置（図5）

設置した 151, 設置していない 20

診療用放射線の安全利用のための指針を策定

診療用放射線安全管理委員会の設置

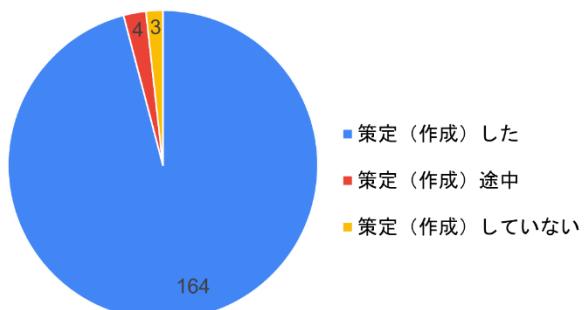


図4

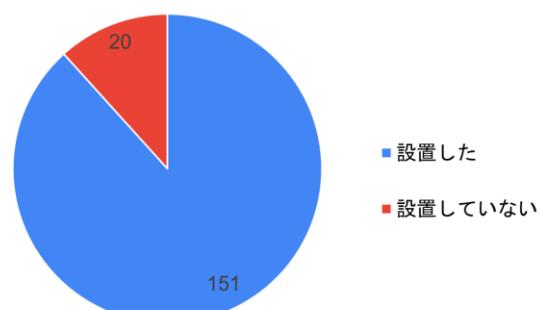


図5

- 医療用放射線安全管理研修（職員研修）に関する内容

医療放射線安全管理責任者は、診療用放射線の安全利用のための研修を実施しなくてはならない。必要に応じて研修する項目を職種別に実施しても良いが、基礎的な内容は、全職種受講が必須とされている。職員研修の実施状況、実施内容の詳細について調査した。

安全管理のための職員研修の実施（図6）

実施した・実施している 117, 今後実施予定 46, 実施していない 8

安全管理のための職員研修の実施

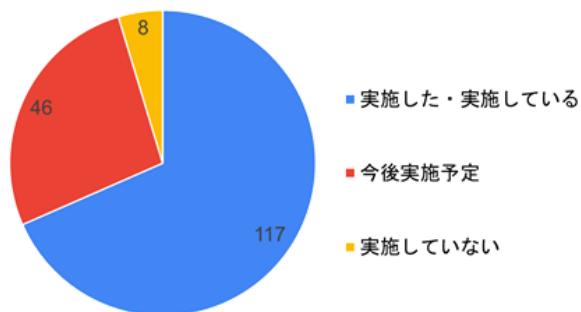


図6

職員研修の開催方法：複数選択（図7）

e ラーニング 88, e ラーニング, 会場参集型 31, 会場参集型 22,
メール開催（資料配布のみ）9, 会場参集型・メール開催（資料配布のみ）6,
e ラーニング・会場参集型・メール開催（資料配布のみ）1,
e ラーニング・メール開催（資料配布のみ）2, 実施していない 12

職員研修の開催実数（図8）

e ラーニング 100, 会場参集型 52, メール開催（資料配布のみ） 15

職員研修の開催方法

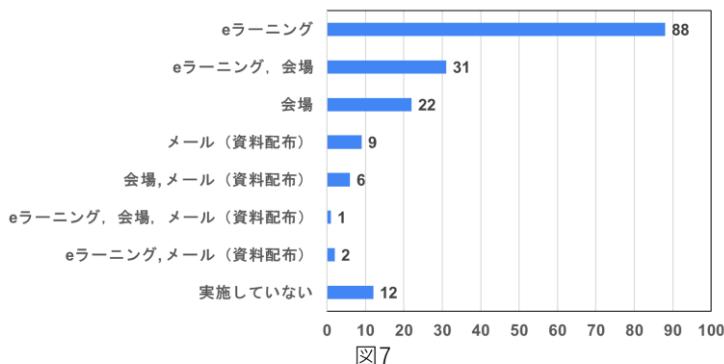


図7

職員研修の開催実数

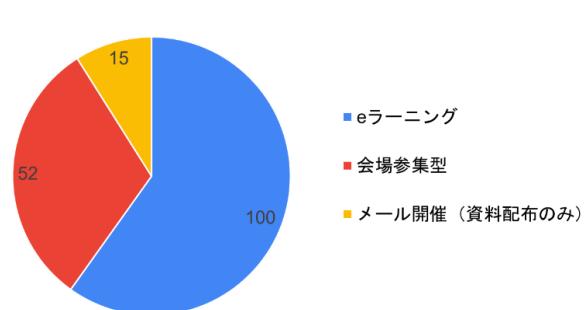


図8

職員研修の開催実施時期（図9）

4月～6月 23, 7月～9月 24, 10月～12月 58, 1月～3月 52,
実施予定をしていない 14

職員研修の実施主体（図10）

医療放射線安全管理室・委員会 62, 医療安全管理室・委員会 44,
 放射線科・放射線部門 43, 放射線安全管理室・委員会 17, 病院・事務部 3,
 実施していない 2

職員研修の開催実施時期

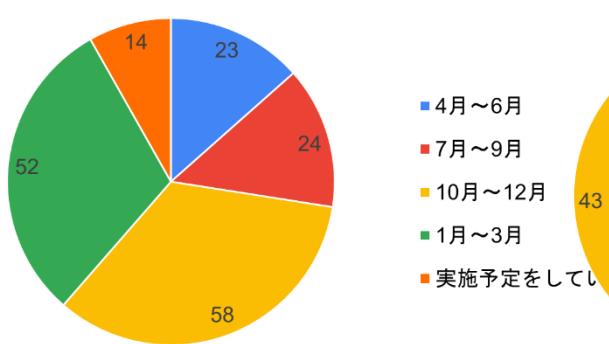


図9

職員研修の実施主体

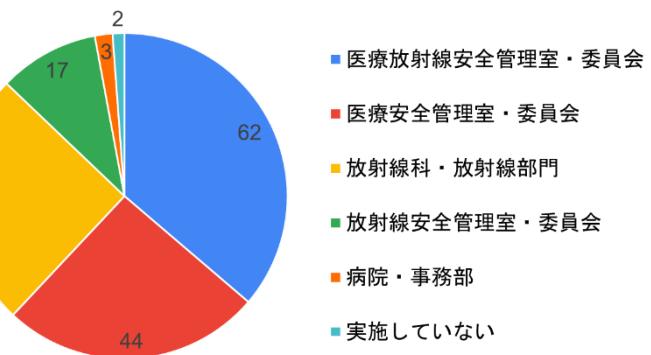


図10

職員研修受講時間（図11）

30分以内 91, 45分以内 31, 60分以内 30, 61分以上 6, 実施していない 13

職員研修の講師（図12）

放射線科医師 51, 診療放射線技師 46, 放射線科医師・診療放射線技師 40,
 動画コンテンツ（補足説明） 14, 放射線科医師・診療放射線技師・医学物理士 3,
 診療放射線技師・正当化のみ医師 2, その他 4, 診療放射線技師・医学物理士 1,
 実施していない 10

職員研修受講時間

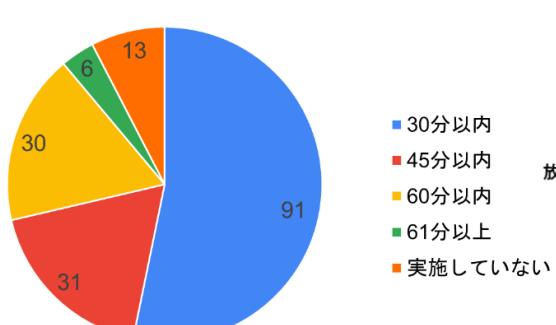


図11

職員研修の講師

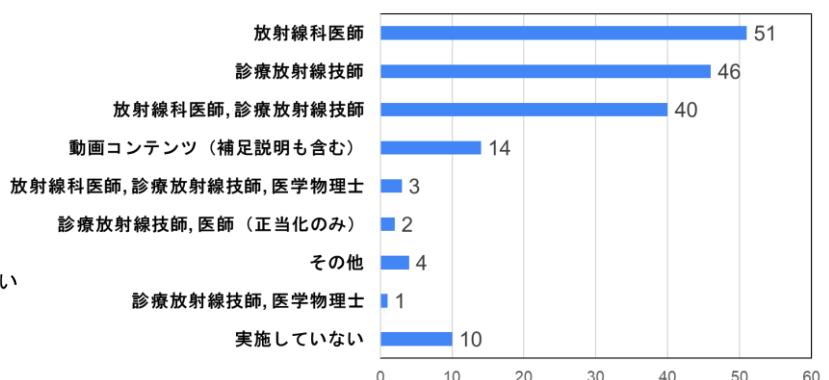


図12

研修対象とした医師の範囲（図 13）

施設所属する全医師 121, 検査依頼を行う医師 40, 個別に決定 9,
放射線科・放射線部門に所属する医師 1

研修対象とした看護師の範囲（図 14）

施設所属する全看護師 101, 検査依頼を行う診療部門に従事する看護師 41,
個別に決定 16, 放射線部門に従事する看護師 13

研修対象とした医師の範囲

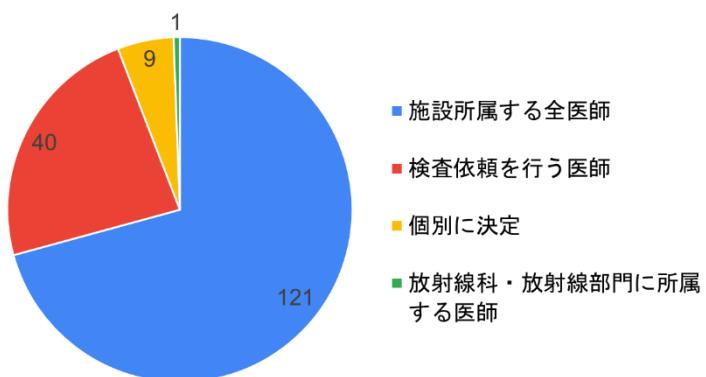


図13

研修対象とした看護師の範囲

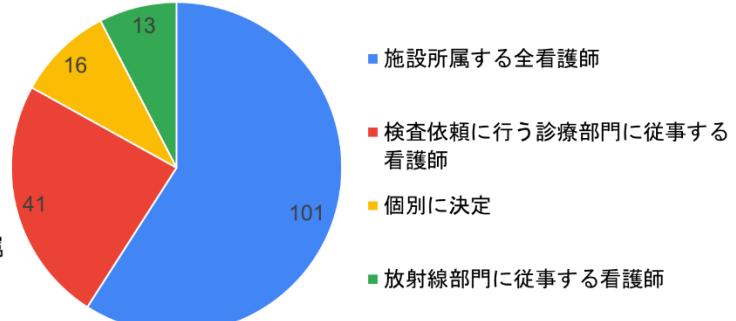


図14

研修対象者の総数（図 15）

50名以下 22, 100名以下 18, 200名以下 16, 300名以下 6, 400名以下 8,
500名以下 15, 501名以上 62, 把握できていない 13, 実施していない 11

研修会受講率（図 16）

30%以下 3, 50%以下 9, 70%以下 25, 80%以下 7, 81%以上 100%未満 42,
100% 11, 把握できていない 40, 実施していない 34

研修対象者の総数

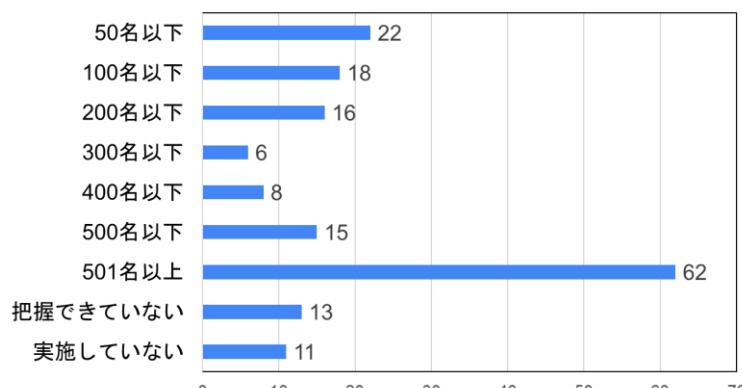


図15

研修会受講率

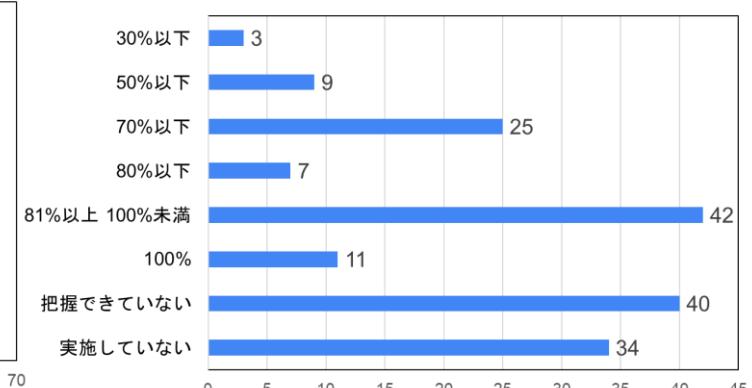


図16

研修の実施記録の作成（図17）

作成している 148, 作成していない 23

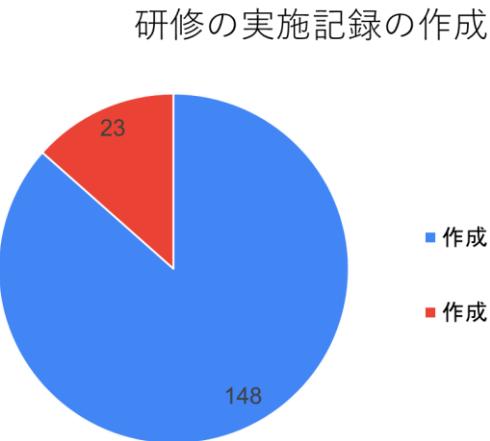


図17

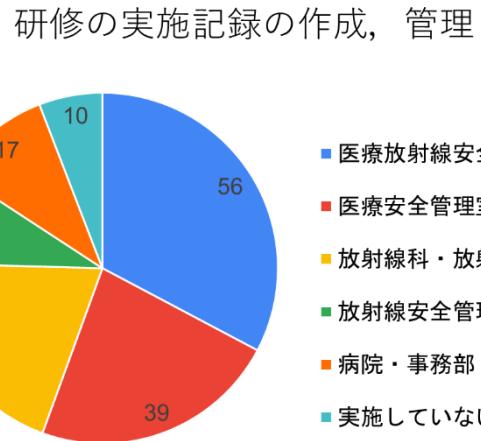


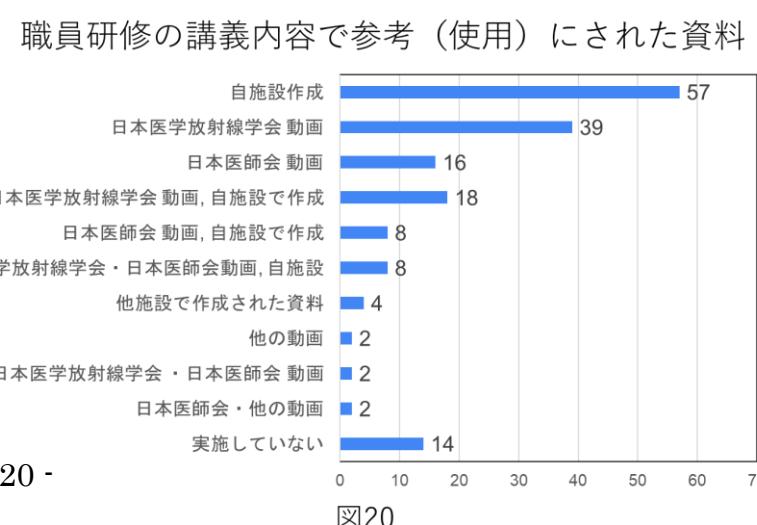
図18

確認試験の実施（図19）

実施している 80, 実施していない 91



図19



職員研修の講義内容で参考（使用）にされた資料：実数（図21）

自施設で作成した 83, 日本医学放射線学会動画 67, 日本医師会動画 36,
他の動画 4, 他施設で作成された資料 4

職員研修の講義内容で参考（使用）にされた資料

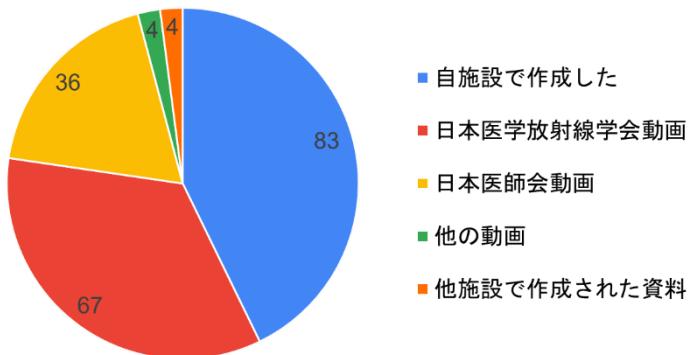


図21

日本医師会作成の動画コンテンツについて（図22）

知っている 119, 知らなかつた 52

日本医師会作成の動画コンテンツ使用について（図23）

使用している 25, 今後、使用を検討する 89, 使用してみたい 32,
参考にした・参考にしたい 6, 未定 1, 使用しない 18

日本医師会作成の動画コンテンツについて

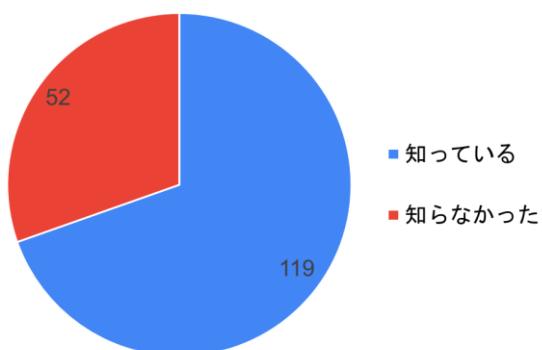


図22

日本医師会作成の動画コンテンツ使用について

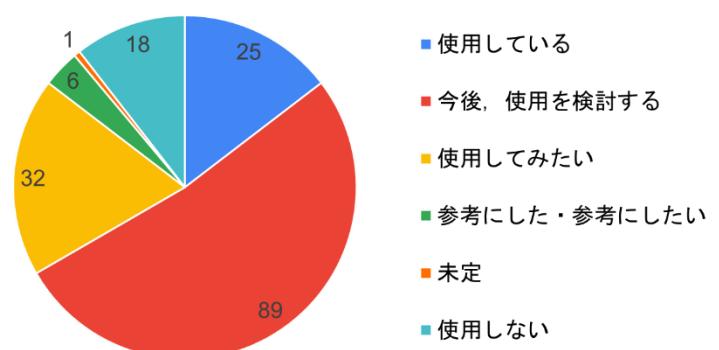


図23

- アンケート調査の総括

診療用放射線の安全利用のための指針を策定（作成）し、医療放射線安全管理責任者を設置することが必須とされている。指針策定は、98%の施設で策定していたが、策定していない施設が若干数あった。診療用放射線安全管理委員会の設置は、必須ではないが、88%の施設で設置されていた。

安全管理のための職員研修の実施は、95%が実施済み・実施予定であったが、1、2月に実施した調査から考えると若干実施が遅れている傾向が見られた。職員研修の開催方法は、コロナ禍の影響で会場開催が困難と考えられ、e ラーニング、メール開催（資料配布のみ）、会場参集型と多様であった。また、複数の実施形態で開催されている施設も 20%程度あった。開催実数で見ると職員研修実施施設の 60%が e ラーニングを使用し、会場開催も 31%あった。今年度については、厚生労働省は、「職員研修の実施について新型コロナウイルス感染症の影響で委員会・研修等の実施に支障が生じている場合には、休止等の措置をして差し支えない」と通知されている（厚生労働省 令和 2 年 5 月 12 日事務連絡；新型コロナウイルス感染症の影響に伴う医療法等において定期的に実施することが求められる業務等の取扱いについて）。ただし、支障がなくなり次第、速やかに当該措置を見直すように注意を促している。

職員研修の開催時期は、61%の施設が 12 月までに実施されていたが、1 月から 3 月と開催時期が遅れている施設が 30%程度あった。職員研修の実施主体は、医療放射線安全管理委員会が 36%、医療安全管理員会 26%、放射線科 25%であり、病院や事務部管理としている施設は少数であった。研修受講時間は、53%が 30 分以内であり、30 分を越える施設は、40%程度であった。研修会講師は、放射線科医師が 30%、診療放射線技師が 27%、放射線科医師・診療放射線技師が 23%あった。正当化のみを医師が担当している施設も少数あった。

研修対象とした医師の範囲は、施設に所属する全医師 71%、検査依頼を行う医師 23%、両方を合わせると全体の 94%を占めた。研修対象とした看護師の範囲は、施設に所属する全看護師 59%，検査依頼に行う診療部門に従事する看護師 24%，個別に決定 9%，放射線部門に従事 8%と施設によって対応が分かれた。

研修受講率は、把握できていない施設が、23%あり、把握できている施設の中で受講率 50%以下が 12%，受講率 51～80%が 33%，受講率 81～100%が 55%で受講率が高い施設と受講が遅れている施設で 2 分化された。研修の実施記録（研修対象者の名簿作成）は、保存しておくことが望ましいとされている。作成されている施設は、86%と高かったが、未作成の施設もあった。

確認試験の実施は、e ラーニングの場合は、確実に受講をしたことを確認し、理解度を把握するために試験実施をすることが必須とされている。実際に実施している施設は 50%弱であった。確認試験未実施の回答数には、会場開催分も含まれているため、若干過小評価しているものと思われる。

職員研修の講義内容で参考にされた資料は、自施設で作成したものが 33%，日本医学放射線学会動画コンテンツ 23%，日本医師会動画コンテンツ 9%，複数参考にしたもののが 22%であった。日本医師会作成の動画については、70%の施設が認識されていて、既に使用済みや今後に使用や参考される施設は、約 90%と高い評価となった。

4. 各施設で抱える問題点・課題について

アンケート調査にて、各施設で職員研修（教育訓練）を実施する上で困っていること、問題・課題についてフリーコメントで記載していただいた。多くの施設で研修会の受講率の悪さを危惧しており、受講率を上げることが課題とされている。特に医師の受講が低く、研修医は入れ替わりが激しいため、把握や対応が困難とされている。また、医師・看護師などの他職種においては、研修の必要性が伝わりにくい、放射線診療に関わらない職員についてはかなり無関心である、受講時間が長いと受講率が下がるなどといった放射線に関する研修の必要性が理解されない、意識が低いなどの問題が顕在化された。

多くの施設で医師、看護師など受講者の選定にも苦労している。また、受講対象者が1千名、2千名を超える施設もあり、受講の周知が行き届かない、受講者が異動して不在など受講対象者が多くなると管理も難しくなっている。

研修会運営においては、会場開催の際にコロナ禍で密にならないように開催回数を増やした施設やeラーニングへの移行など工夫が見られた。eラーニングした場合にWeb対応など受講環境が整わないといった問題も挙がっている。

講師の選定では、放射線診療の正当化に関する事項の研修は、診療放射線技師だけの対応は不可で、医師または歯科医師が行うこととしている。放射線科以外の医師が講師をした、正当化のみeラーニングを行ったなど講師の確保が難しい施設もあった。

5. まとめ

医療用放射線の安全管理は、医療法により放射線診療を行う各施設で管理することが義務付けられた。放射線診療に関わる医療従事者は、有効で安全な診療を実現するため、受診される患者の放射線防護を踏まえて放射線の安全利用に努める必要がある。

職員研修の初年度の対応について全国の施設にアンケート調査を行い、職員研修の実例・実態を確認した。研修の実施方法については、各病院などの実情に応じて定められているため、各施設において柔軟に対応されていた。しかし、施設規模や院内の体制の違いで研修の実施方法は様々であった。今後は、前年の実施状況を踏まえて問題点を更新しながら実施することで受講率を上げることが一番の取組むべきことである。このためにも受講方法や開催形態など受講しやすい環境整備も必要である。この事から、職員の放射線診療における理解が高まることが期待される。

学会や関連団体が主体となって介入していくことで施設規模に影響しないような標準的、統一した研修会の開催形態も必要と思われ、今後検討いただきたい。また、動画コンテンツ無償提供やWeb公開は、研修を開催運営する支援となる。加えて、自施設で開催が困難な場合には、学術団体から講師派遣や参加型研修会の開催など新たな職員研修実践方法の検討が必要と考える。

今後、患者さんに安心して放射線診療を受けていただくためにも職員研修を通じて多職種の放射線に対する知識のレベルアップ、意識のボトムアップが必要である。

最後にアンケートにご協力いただきました全国の先生方には、心より厚くお礼も申し上げます。

参考文献

診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン（2019年11月改訂）：公益社団法人 日本医学放射線学会ホームページ

http://www.radiology.jp/content/files/20191128_01.pdf

診療用放射線の安全利用のための指針に関する参考資料（2019年11月改訂）：公益社団法人 日本医学放射線学会ホームページ http://www.radiology.jp/member_info/guideline/20191129_01.html

公益社団法人 日本医師会公式チャンネル

診療用放射線の安全利用の研修（2020年版A）

<https://www.youtube.com/watch?v=Ykbyd9Iem6k>

診療用放射線の安全利用の研修（2020年版B）

<https://www.youtube.com/watch?v=DjWLG0NeLBY>

診療用放射線の安全利用の研修（2020年版C）

<https://www.youtube.com/watch?v=MCc4fE2J62c>

厚生労働省 事務連絡（令和2年5月12日） 新型コロナウイルス感染症の影響に伴う医療法等において定期的に実施することが求められる業務等の取扱いについて：厚生労働省ホームページ

<https://www.mhlw.go.jp/content/000629524.pdf>

2. 過去の有害事例と有害事例等発生時の 対応体制の構築

加藤 守
秋田県立循環器・脳脊髄センター

1. 過去の有害事例と発症時の対応

1996 年の RadioGraphics に Thomas B. Shope, PhD により投稿された放射線皮膚障害の経過写真 (図 1) に驚愕した覚えがある。1990 年代から IVR による放射線皮膚障害が報告され始め、当初は線量管理が適切に行われていないか、偶発的な装置の故障で高線量となったのが原因ではないかと考えていた。

約 10 年後の 2005 年 11 月、循環器科外来診察中の医師から呼び出された。診察室には図 2 の如く肩甲骨下角周囲の皮膚の発赤を認める患者が座っていた。当初、医師は PCI 施行後 1 カ月も経過しており、PCI による紅斑を否定的であった。主紅斑と呼ばれる放射線皮膚障害は 1 か月以上後に発症することが多く、見逃しの原因となることを説明し、PCI による影響を検証するために、PCI 時の照射野と被ばく線量の確認を行った。当時線量情報としては、透視時間が 123.0 分、装置表示値 (AK) が 8.8 Gy だけの記録であった。血管造影検査の照射録として、撮影方向に関しては全てシートに記録してあるので、撮影データの角度情報を東北循環器撮影研究会が作成した入射線量推定ソフトに入力し、照射野の確認を行った。結果は図 2 に示す通り紅斑の位置が、RCA に対する PCI の主なワーキングアングルである LAO 50° と LAO 30°+ Caudal 20° の照射野が重複する部位と一致した。皮膚紅斑に関して、PCI による皮膚障害以外に他の要因が考えられなかった。当時の装置は検出器に I.I. を用いたシステムで、5 年以上使用し輝度が半減し高線量となっていたことも要因の一つと考えた。この患者さんは 4 年後に胸痛を自覚するようになり、再狭窄が疑われた。PCI の備え事前に背部の状態を確認したところ、紅斑を生じた箇所は周囲の皮膚と比べて違和感のない状態に回復していた (図 3)。冠動脈造影を行うと、4 年前と同部位に狭窄が認められ PCI が施行された。前回の教訓から透視・撮影に十分配慮し初期紅斑のしきい線量である 2 Gy を下回る AK 値で終了することが出来た。しかし、PCI の翌日にはワーキングアングルとして用いた LAO 50° と一致する皮膚面に発赤を確認した。1 週間後の退院時までに徐々に消失し、早期の一過性紅斑と考えられた。

2 年後の 2008 年 8 月、循環器科外来診察中の医師から再度呼び出された。前回と同様に背中に紅斑を伴った患者が診察中で、PCI による皮膚障害を考慮し、直ぐに照射野と被ばく線量を推定した。RCA に対する PCI を施行した患者で、透視時間が 166 分、AK が 9.9 Gy であった。入射線量推定ソフトを用いてシミュレーションを行った結果、紅斑の位置とワーキングアングルの LAO 30°+ Cranial 20° の照射野が一致した。

このような放射線皮膚障害を経験し、当施設では以下の様な対応を行った。

- 看護部が患者さんと家族に説明する心臓カテーテル検査の資料に被ばくに関する記載を追加した。
- 主治医が PCI の同意書を得る際に、正当化を含めた被ばくと放射線皮膚障害に関する説明を適切に行うこととした。
- 術中は透視 30 分毎、あるいは 1 Gy 毎に術者に伝える。
- カルテの手技記録に被ばく情報（透視時間・AK 値）を記載する。
- 高線量（3 Gy）を要した患者の退院後の初外来時に、医師と技師で背中（皮膚障害）のダブルチェックを行う。
- 皮膚障害を呈した患者さんは、外来通院ごとに医師と技師で背中（皮膚障害）の経過観察を行う（図 4）。

放射線皮膚障害を複数経験した当時の装置線量に関し、PCI 連続 400 症例で検討したところ、AK 値の平均は 2.0 ± 0.19 Gy で、中央値は 1.4 Gy であった（図 5）。DRLs2020 と比較しても 50 パーセンタイル値に近い値である。しかし、400 症例中 73 症例は 3 Gy を超える手技となっていた。図 6 に当施設で経験した皮膚障害 6 症例の発症サイクルを示す。痛みや痒みを伴わない症例もあり、術後 1 週間および 1 か月後の背部の確認が必須と思われた。また、遅発性の皮膚障害もあり、長期にわたって背部の観察も必要である。

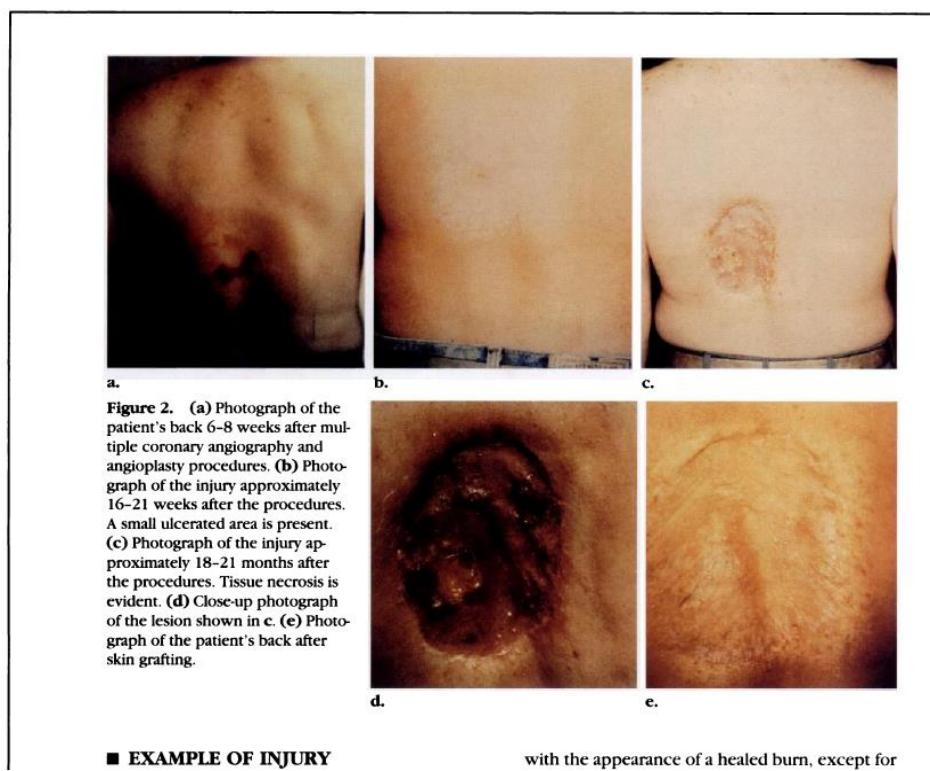


図 1. Thomas B. Shope, PhD. "Radiation-induced skin injuries from fluoroscopy" RadioGraphics Vol. 16, No. 5 (1996)

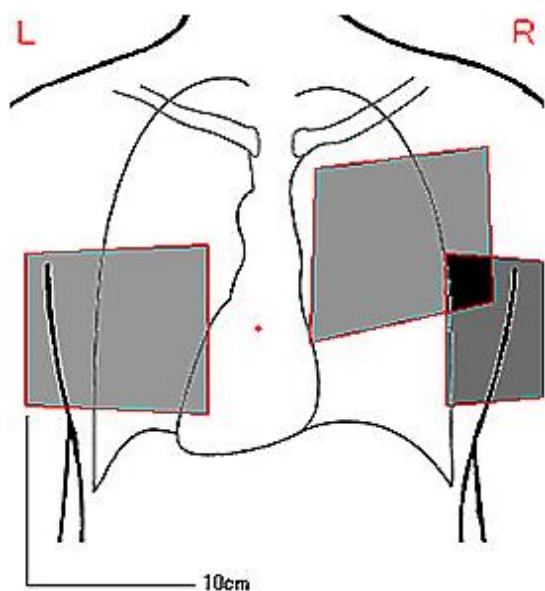


図2 東北循環器撮影研究会作成 入射線量推定ソフトを使用した照射野の確認



4 years later



The day after 2nd-PCI



7 days after 2nd-PCI

図3 皮膚障害の経過

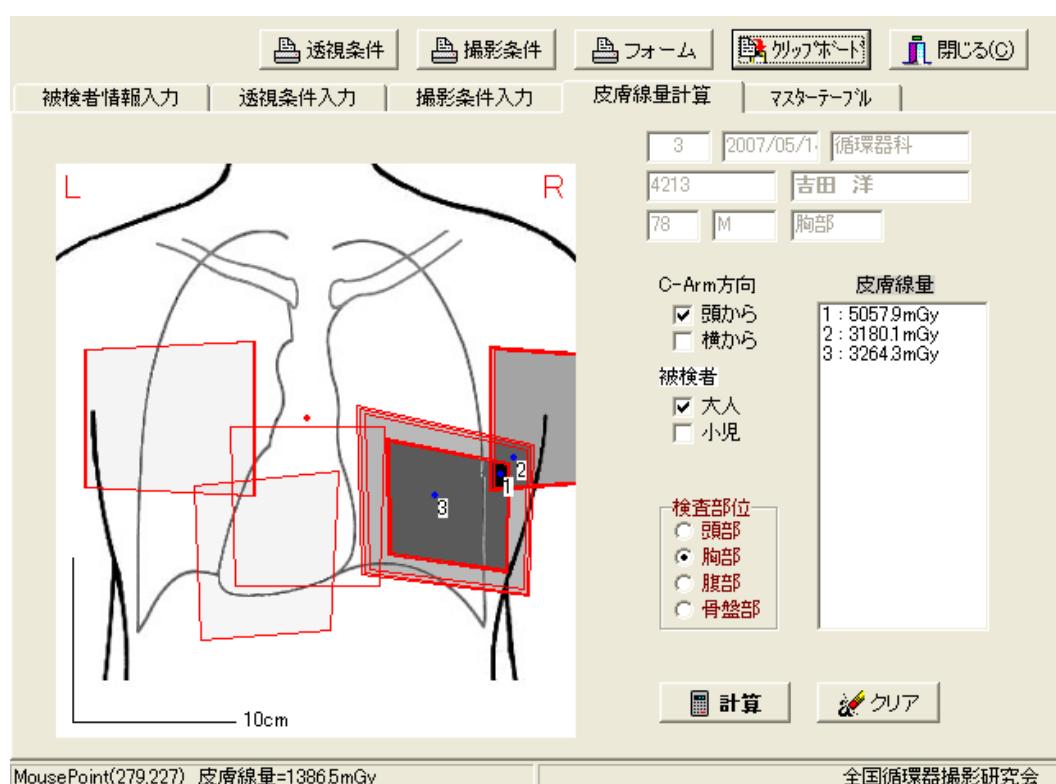


図 4 皮膚障害の 2 症例目

AK(Gy)

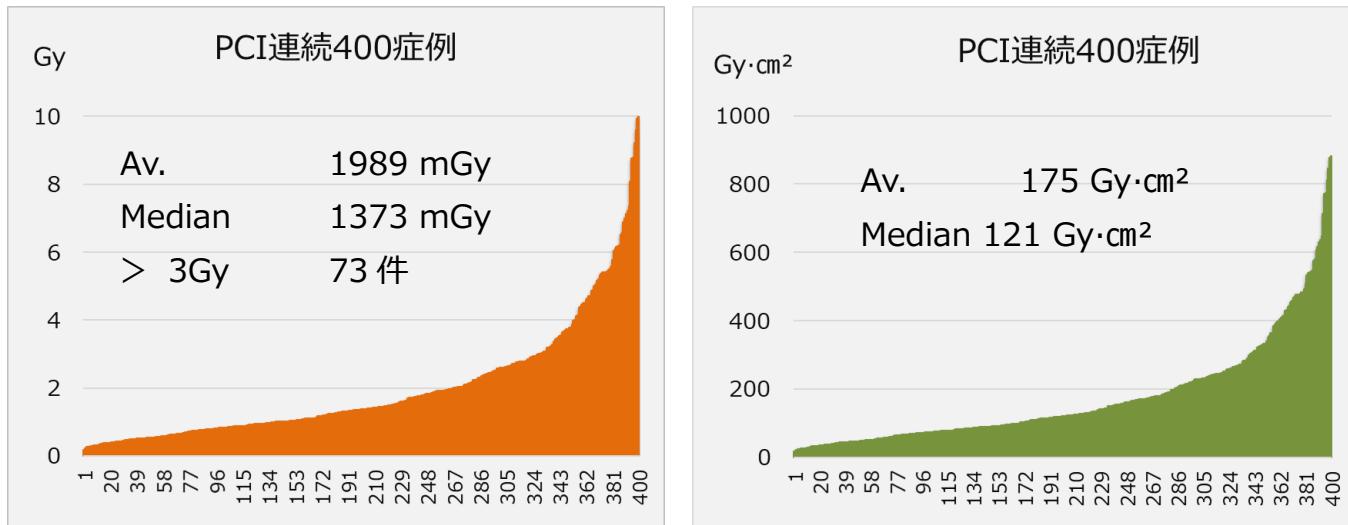
KAP(Gy·cm²)

図 5 当時の装置線量

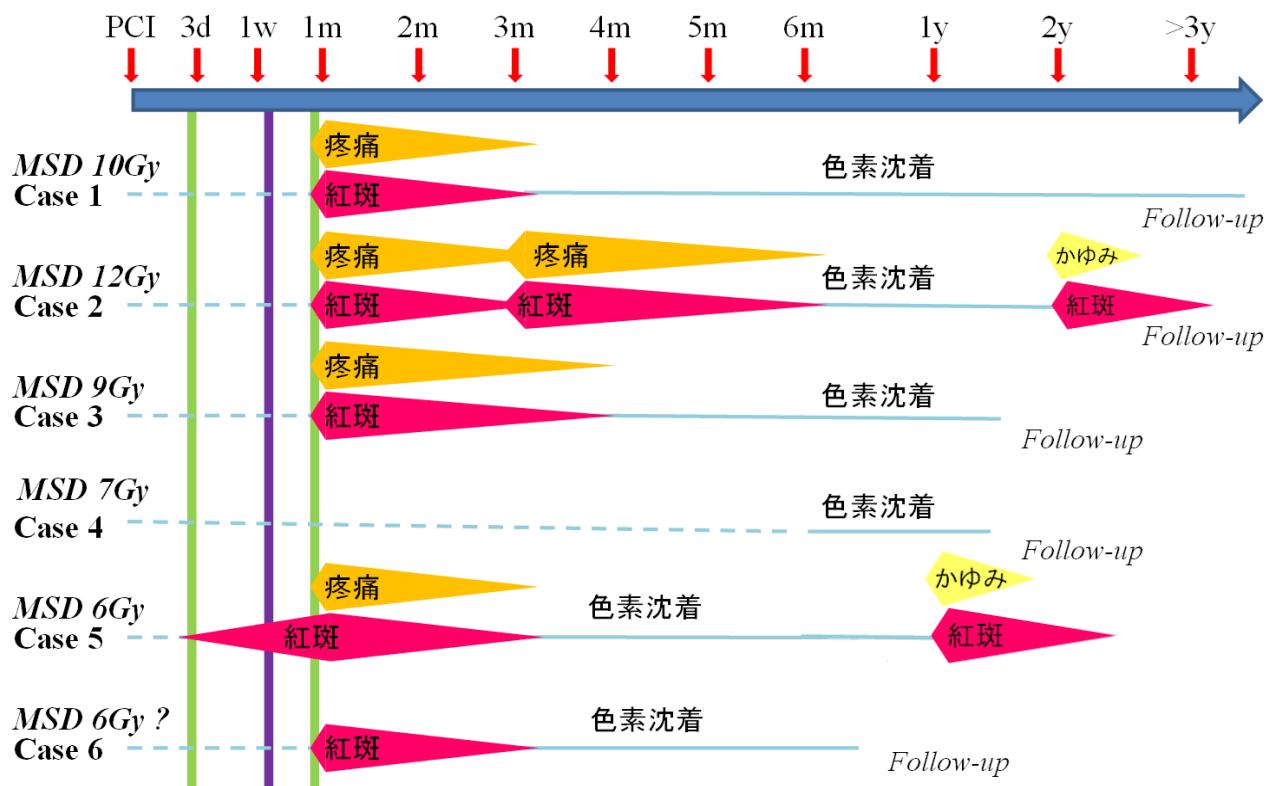


図 6 当施設で経験した皮膚障害発症サイクル

2. 診療用放射線安全管理体制構築後の対応

放射線診療の正当化または患者医療被ばくの防護の最適化に付随する業務従事者に対し、診療用放射線の安全利用のための研修(医療放射医療法施行規則第1条の11 第2項 第3号の2において、診療用放射線に係る安全管理体制の確保に係る措置として、診療用放射線の安全管理責任者を配置し、次に掲げる事項の取り組みが必要となった。

- イ 診療用放射線の安全利用のための指針の策定
- ロ 放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修の実施
- ハ 放射線診療を受ける者の当該放射線による被ばく線量の管理及び記録その他の診療用放射線の安全利用を目的とした改善の方策の実施

我々は、新たな規則が施行される前に、厚労省や日本医学放射線学会のガイドラインを参考に診療用放射線の安全利用のための指針案を策定し、施設における指針として承認を得た。同時に責任者を放射線科診療部長とし、副責任者を放射線科診療部技師長とする医療放射線安全管理委員会を組織し、病院の新たな委員会組織として承認を得、診療用放射線の安全利用研修の実施や被ばく線量管理・記録の統一化、診療用放射線の安全利用に関する様々な事案を取り扱う委員会とした。

指針の中には、過去の放射線皮膚障害や脱毛等の経験から、

- ① 放射線の過剰被ばく、その他の放射線診療に関する“有害事例等の事例発生時”の対応に関する基本方針
- ② 医療従事者と放射線診療を受ける者との間の情報の共有に関する基本方針
- ③ IVR 等の放射線診療における放射線量が放射線障害（皮膚障害や脱毛等）発生の注意喚起レベルを超えた放射線診療を受けた者への対応

を明文化した。

1.1 有害事例等の発生時の対応

有害事例発生、もしくは発生が疑われた場合の報告体制についてフロー図を用いて整理した（図7）。血管造影検査後は電子カルテに被ばく線量情報を記載しているが、高線量を要したIVR後には、術者および看護師に皮膚障害発生の可能性を伝え、病棟看護師に背部の観察を行うよう申し送っている。この時、紅斑が発生する可能性のある部位についてワーキングアングルを参考に具体的に指示している。病棟で皮膚障害等を認識した従事者は、主治医と所属長に報告し、所属長は医療放射線安全管理責任者へ報告する流れとなっている。

報告を受けた医療放射線安全管理責任者は医療放射線安全管理委員会を招集し、主治医とともに放射線診療を受けた者の症状、被ばくの状況、推定被ばく線量等を踏まえ、当該放射線診療を受けた者の有害事例等が医療被ばくに起因するかどうかを検証する。更に、医療被ばくの正当化および最適化が適切に実施されていたか、高線量を照射していた場合は、患者の救命等のやむを得ない必要性によるものであつたかを検証する。

検証結果、放射線に起因する有害事例と認定された場合、病院長と放射線障害防止委員会に報告す

る。医療放射線安全管理責任者は、有害事例発生の改善・再発防止のために、放射線障害防止委員会と協議し、同様の医療被ばくによる事例が生じないように方策を立案し実施することとしている。

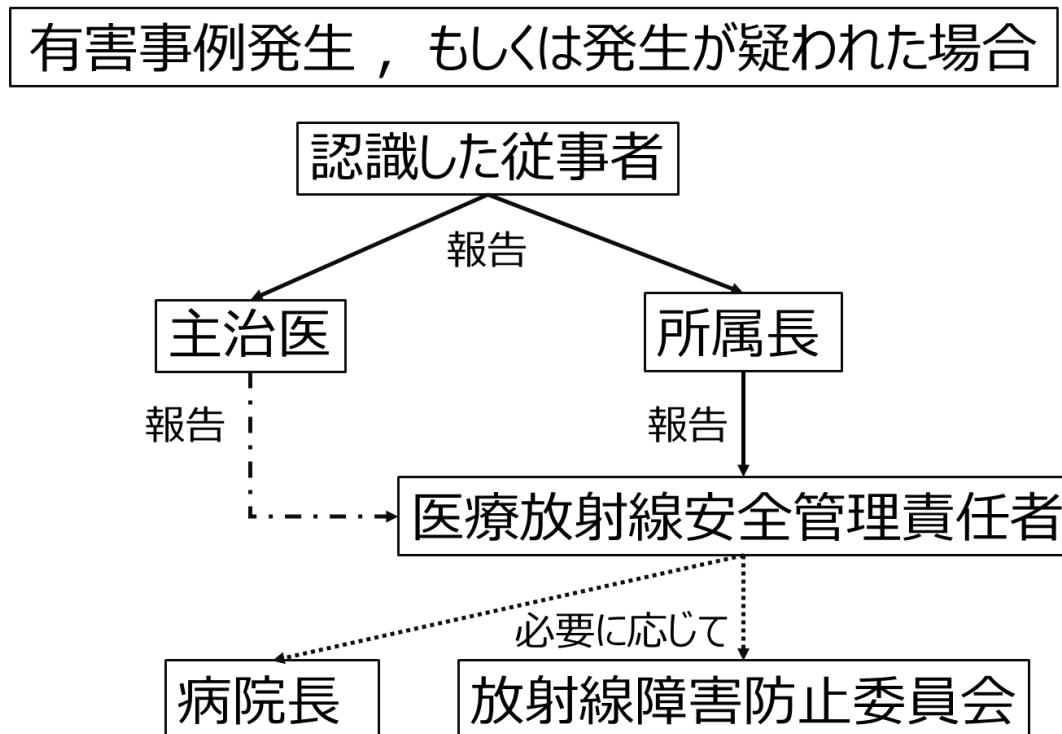


図 7 報告体制

1.2 医療従事者と放射線診療を受ける者との間の情報の共有に関する基本方針

放射線診療を受ける者に対する説明は、依頼した主治医が責任を持って実施することとし、診療実施前の説明は、

- 当該検査・治療により想定される被ばく線量とその影響（組織反応及び確率的影響）
- リスク・ベネフィットを考慮した検査・治療の必要性（正当化に関する事項）
- 病院で実施している医療被ばくの低減に関する取り組み（最適化に関する事項）

について、放射線診療を受ける者にとって判りやすい説明になるよう、平易な言葉を使った資料（図8）を準備して行っている。また、CT検査・血管造影検査・核医学検査等の線量が高い検査・治療に関し、依頼医は実施前の説明と同意に関する事項をカルテに記録することが望ましいとし、救命等のためにやむを得ず十分な実施前の説明ができない場合はその旨記載することが望ましいとした。これまでには、例えば頭部単純CT検査に関して、依頼医は実施前の説明と同意を口頭で行っても、電カルにその

旨を記載することは少なかった。そこで、日本医学放射線学会のホームページに記載されている、診療用放射線に係る安全管理体制に関する Q&A を参考に以下の対応を行った。Q&A には、『電子カルテ上から説明文書を発行でき、その発行履歴が電子カルテ上に残る場合は、その発行履歴を以てカルテ記載とみなしてもよい。』とある。これを基に、CT 検査・血管造影検査・核医学検査が電カル上でオーダーが発生した時に、実施前説明と同意用の資料を出力するようにした（図 8）。資料は 2 枚組で、1 枚目は全てのオーダーに共通し、被ばく線量とその影響（組織反応及び確率的影響）と、検査・治療の必要性（正当化に関する事項）を図入りで作成した。2 枚目は心臓カテーテル検査・頭部血管造影検査・CT 検査・核医学検査それぞれの医療被ばく低減に関する取り組み（最適化に関する事項）と DRLs2020 と当施設の中央値を比較し、当施設の被ばく線量は適切に管理されている記載とした。

診療実施後に説明を求められた場合についても、実施前に行った説明に沿って対応することとした。救命のために高線量を要した場合、当該診療を実施したことによるベネフィット及び当該診療を中止した場合の不利益を含めて説明し、カルテにその内容を記載することとした。放射線診療を受ける者及びその家族等から「診療用放射線の安全利用のための指針」の閲覧の求めがあった場合は、医療放射線安全管理責任者が対応することとした。

1.3 IVR 等の放射線診療における放射線量が放射線障害（皮膚障害や脱毛等）発生の 注意喚起レベルを超えた放射線診療を受けた者への対応

ICRP Publication120 を参考に、放射線障害発生が疑われる線量を注意喚起レベルとして設定した。注意喚起レベルは AK で 5 Gy もしくは KAP で 500 Gy·cm²とした。注意喚起レベルに関し、頭部 IVR 装置および PCI 装置はバイプレーンシステムとなっており、正側の合計値とした。IVR 等の放射線診療を受けた者の放射線量が、注意喚起レベルを超えた場合、担当した診療放射線技師は、実施医に放射線診療を受けた者の AK 値と KAP 値を報告すると共に、カルテに記録することとした。

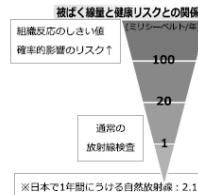
注意喚起レベルを超えた者への対応として、主治医は放射線障害が起こる可能性について再度説明し、慎重な経過観察および必要な対応を行いカルテに記載する。また、担当看護師は、放射線障害が起こる可能性を考慮し慎重な経過観察に努めるとし、必要に応じ皮膚・排泄ケア認定看護師の協力を仰ぐこととした。

医療放射線被ばく説明書① 検査を受けられる方へ

このたび放射線を用いた検査を行うことになりました。
放射線検査により、わずかですが放射線被ばくを受けることになります。

放射線がからだに及ぼす影響について

放射線の影響には、局所的な影響に関係する組織反応と全身のリスクに関係する確率的影響があります。
組織反応は、一定の線量（しきい線量）を超えた場合に1%の確率で身体に反応が現れる現象です。通常の放射線検査でしきい線量を超えることはありません。
一方、確率的影響は主に発がんについて示されたものです。100ミリシーベルトの被ばくでがんのリスクが高まると言われていますが、通常の放射線検査ではそれに比べてかなり低い被ばく線量になります。



※日本で1年間にうける自然放射線：2.1

検査の正当化

放射線検査は、医学的な情報によるメリットが被ばくによるデメリットより十分に大きいと医師により判断される場合に行われます。
必要最小限の被ばくでより多くの医学的な情報が得られるように検査を行っています。
放射線検査について質問がある場合は遠慮なくお申し出ください。



秋田県立循環器・脳血管センター
作成：医療放射線安全管理委員会
連絡先：放射線科診療部
TEL:018-833-0115

医療放射線被ばく説明書② 心血管カテーテル検査・治療を受けられる方へ

心血管カテーテル検査・治療を受けられる方へ

放射線による影響

通常、心血管カテーテル検査では被ばくによる影響はほとんどありません。
しかし、高度なカテーテル治療の際には医師が必要性を判断し、長時間の治療となる事もあります。この際は被ばく線量がしきい線量に達し皮膚癌や脱毛等の放射線障害が起こる場合があります。しきい線量とは「この線量を被ばくした人の1パーセントに障害が発生する可能性がある線量」のことです。この放射線による影響は組織反応と呼ばれます。

影響	しきい線量	発生時期
初期紅斑	2000mGy	数時間後
一時的な脱毛	3000mGy	3週後前後
主紅斑	6000mGy	10日後前後

表1 組織反応としきい線量

放射線による影響

通常、脳血管撮影の検査では被ばくによる影響はほとんどありません。
しかし、治療の必要性から医師の判断により長時間の治療となった場合には被ばく線量がしきい線量に達し皮膚癌や脱毛等の放射線障害が起こる場合があります。しきい線量とは「この線量を被ばくすると約1パーセントの人に障害が発生する可能性がある線量」のことです。この放射線による影響は組織反応と呼ばれます。

影響	しきい線量	時期
初期紅斑	2000mGy	数時間
一時的な脱毛	3000mGy	3週
主紅斑	6000mGy	10日

表1 組織反応としきい線量

被ばく線量の適正化

心血管カテーテル検査・治療では上記に示した組織反応に加えて、他の放射線検査と同様に確率的影響（発がんリスクの増加）によるリスクがあります。当センターではこれらの放射線障害の発生のリスクを小さくするために開進学会のガイドライン・国内標準値（DRLs2020）を活用し被ばく線量の適正化を行っています。検査・治療中も随時被ばく線量のモニタリングを行い被ばく線量低減に努めています。当センターで主に行われている心血管カテーテル検査・治療の表記表示線量を（表2）示します。

また検査・治療ごとに被ばく線量の記録を行い放射線障害の発生が疑われる場合はその旨を説明し慎重な経過観察および必要な対応を行います。

患者照射基準点線量[mGy]		
	国内標準値	当センター
カテーテル検査	700	511
冠動脈治療	1800	1620
不整脈治療（心房細動）	645	326

表2 当センターにおける国内標準値との比較

患者照射基準点線量[mGy]		
	国内標準値	当センター
脳動脈瘤術前	590	193
脳動脈瘤術後	510	194
脳動脈瘤IVR	3100	1488

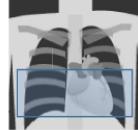
表2 当センターにおける国内標準値との比較

CT検査を受けられる方へ

検査による被ばくの説明「必要なところに必要な分だけ」

・必要なところに

検査をすこと（部位）はあらじめ決められていますが、その中でも検査目的に応じて必要以上に広がらない様に心がけています。



冠動脈CT
胸部全体では無く、冠動脈が入る範囲



頭部CT
頭部全体では無く、脳だけが入る範囲

・必要な分だけ

体の大きさは年齢・性別などによって異なります。CT検査で正確な診断を行うためには、体格に見合った線量での撮影が必要となります。撮影の際は、患者様の体格に合わせて至適な線量を保つ機構を使いつながら、被ばくが多くなり過ぎないように心がけています。

・「必要なところに必要な分だけ」を考えることによって

当センターのCT検査での線量は、全国的な調査結果から公表された一般的な線量指標（国内標準値）よりも低いことが確認されています。これからも見直しを行いながら、至適な線量での検査を心がけています。

当センターの値	国内標準値
冠動脈CT 39 mGy	66 mGy
頭部CT 70 mGy	77 mGy

*更に詳しい情報を知りたい方は、検査時にスタッフへお尋ねください。

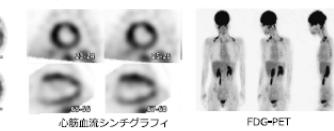
核医学検査を受けられる方へ

核医学検査とは

核医学検査では、微量の放射性同位元素を含む薬品を体内に投与します。

投与された薬品は目的の臓器に取り込まれて放射線を放出します。

それを体外から撮影することで臓器の機能や代謝を調べます。



核医学検査による被ばく

微量の放射性同位元素を含む薬品を投与するため、放射線被ばくを受けます。

しかし、放射線被ばく量は時間とともに減少し、尿や便と一緒に体外に排泄されいくので、

身体への影響を過度に心配する必要はありません。

当センターにおける薬品の投与量

薬品の投与量に応じて被ばくは増減しますが、投与量が少ないほど正確な検査ができます。

当センターでは、

○過剰な被ばくがない

○臓器の機能・代謝を正しく評価できるように

体重に応じた適切な投与量での検査を心がけています。



	国内標準値	当センター
脳血流シングラフィ 123[I]	200 MBq	179 MBq
心筋シングラフィ 99m[Tc]	880 MBq	384 MBq
FDG-PET 18[F]	240 MBq	205 MBq



図8 説明・同意用資料

3. まとめ

診療用放射線の安全利用のための指針策定が法令で規定された。指針には放射線による有害事例等の報告・検証など、院内のルールを確立し明記することが出来た。また、過去の放射線障害の経験をもとに、注意喚起レベルを用いた患者管理も明記した。医療放射線の安全管理において、放射線防護の正当化と最適化のもと、患者利益を追求する医療提供体制を構築する良い機会になった。

3. 医療従事者と患者様との情報共有の実際

笹崎 俊宏

医療法人社団 圭春会 小張総合病院 放射線科

1. はじめに

みなさま、ご承知の通り、2019年3月11日に医療法施行規則の一部を改正する省令が公布され、2020年4月1日から診療用放射線の安全管理体制整備についての医療法施行規則が施行されています。このことにより、エックス線装置などを備える全ての病院・診療所は「医療放射線安全管理責任者」を配置すること、医療放射線の安全管理のための指針を策定すること、医療放射線に係る安全管理のための職員研修の実施、放射線診療を受ける者への情報共有、さらに保有する装置により、医療被ばくの線量管理・線量記録を2020年4月1日までに準備することが求められました。その中の、「放射線診療を受ける者への情報共有」という部分について、お話しさせていただきます。

コロナ渦で講習会や勉強会が中止され、情報収集も難しかったと思います。また、施設の状況に合わせた柔軟な対応が認められている為、実運用では施設間に差が生じている事も予想されます。当院においても昨年度の保健所の立ち入り検査の見送りなどもあり、医療放射線安全管理責任者講習会やガイドラインを基に放射線安全管理指針を策定しました。指針と一緒に当院での取り組みを紹介させていただきます。

2. 当院について

千葉県北西部の野田市にあり、千葉県のマスコット「ちーばくん」のちょうど黒い鼻の部分に位置します。二次救急の350床の民間病院で、グループ内にはクリニックや老人保健施設なども併設しております。

10年前、東日本大震災の福島第一原子力発電所事故後、当院付近はホットスポットと呼ばれ、住民からの相談が相次ぎました。そこで、当院は放射線量を計測し、ホームページにて掲載をしてきました。2016年よりホームページで放射線被ばく相談を開始し、地域住民の方々をはじめ、全国の方々から相談を受けています。2018年からは千葉県診療放射線技師会放射線被ばく相談員、日本診療放射線技師会放射線被ばく相談員講習会の講師をさせていただいております。医療従事者と患者様との情報共有の取り組み事例という事で、放射線被ばく相談などの話を交えながらお話をさせていただきたいと思います。

3. 医療従事者と患者様との情報共有

放射線診療は、身体に対する長期的影響への懸念から診療実施後に当該診療を受けた者からあらめて説明を求められる場合も多いといわれます。また、説明に当たっては、研修等を経て教育、訓練を受け、放射線に関する専門的知識を有する者が対応に当たることが必要とされます。

基本方針

1) 患者様に対する説明の対応者について

患者様に対する説明行為は、先ほどもありましたが、放射線に関する専門的知識を有する者が適任ですので、診療の実施を指示した主治医が責任を持って実施するという事になります。また、放射線診療の正当化については、主治医が説明する必要があります。その他、具体的な検査の説明などは、放射線科医師、看護師、診療放射線技師が対応する場合もあると思います。他職種の職員が説明に当たることも考えられますので、検査説明マニュアルを基に統一された内容で説明する必要があります。

当院は、このような書式を基に検査の案内をし、造影剤使用時は副作用についての説明もします（図1.図2）。

2) 患者様に対する診療実施前の説明方針について

患者様に対する診療実施前の説明は、患者様にとって分かりやすい説明となるよう、平易な言葉を使った資料を準備するなど工夫しつつ次の点に留意して行う必要があります。

- ・組織反応（確定的影響）及び確率的影響

- ・検査・治療により想定される被ばく線量とその影響

- ・正当化に関する事項

- ・リスク・ベネフィットを考慮した検査・治療の必要性

- ・放射線診療が病気の発見・治療に必要不可欠であることの説明

- ・最適化に関する事項

- ・当院で実施している医療被ばくの低減に関する取り組みなど

- ・「正当化」「最適化」を実践していることの説明

- ・医療被ばく低減施設認定（日本診療放射線技師会）を受けている場合、診療用放射線の被ばく低減について第三者機関の評価を受けていることの説明

当院においても現在申請中ですので、今後医療被ばく低減施設認定を取得した場合は診療用放射線の被ばく低減について第三者機関の評価を受けていることを説明でき、患者様に安心して検査を受けていただけると思います。

このような内容を、どの年齢層の方にも分かりやすく説明する必要があります。年配の方々にもわかりやすく説明するのはとても大変な事だと思われます。

心臓CT検査を受ける皆様へ

月 日 () 時 分に来院して下さい。

案内票と検査の説明用紙と診察券を小張総合病院受付に出して下さい。
CT終了後、病院にてお会計を済ませてください。
造影剤の使用があります。検査は、 時 分からです。
担当は () 医師です。

＜注意事項＞

★食事、薬は通常どおりにしてください。

- ★ この検査は、脈が遅く安定しているほど良い画像が得られます。
脈が速い場合は、薬剤を使用することがあります。薬の効果が現れるまでに30~40分程かかります。
- ※ 造影剤を使用するにあたり、回復室にて点滴をします。
検査後造影剤は、尿と一緒に排泄されますので、水分(水、お茶、ジュース等)を多めに摂るようにしてください。
- ★ ベースメーカーを植え込みの方は検査当日に機械にて一時的に脈を遅くします。
ベースメーカー挿入 (有 ・ 無)

検査当日には、必ずベースメーカー手帳をお持ち下さい。

★ ビグアナイド系糖尿病薬

(メデット、メタクト、メトグルコ、メトホルミン、グリコラン、ジベトンS、ジベトス、ネルビス、メトロイオン、メルビンなど)内服中の方は、検査の2日前から検査後2日間の内服を中止しないと検査が出来ません。

※ / ~ / () 中止してください。

☆ 検査に関するご質問等は、ご遠慮なく看護師にお尋ねください。

☆ 検査のキャンセルは必ずご連絡くださいますようお願い致します。

☆ 息止め、15秒間(可・不可)

()科 患者様 () 看護師 ()
医療法人社団圭春会 小張総合クリニック
TEL 04-7126-1166

図1：心臓 CT 検査案内

造影剤(ヨード剤)の副作用について

- ・吐気、嘔吐、熱感、じん麻疹、くしゃみなど (5%以下)
 - ・ごくまれに呼吸困難、ショック、アナフィラキシー反応などの重い副作用が出ることがあります (2500人に1人)
- これらの副作用の発生は、事前に予測することはできませんが、当院ではもし副作用が発現しても直ぐに適切な処置ができる体制を作っております。ご安心ください。
- ・授乳中の患者さまは、薬の特性上検査後24時間、授乳を控えて頂くようお願いします

□なんらかのアレルギーがあるかたは通常の3倍、

喘息の方は10倍副作用の危険が高まるといわれていますので、担当者にお伝えください。

□当院の検査に限らず、以前に造影検査を受け、副作用があつた方は必ず申し出してください。

□ビグアナイド系糖尿病薬

(メデット、メタクト、メトグルコ、メトホルミン、グリコラン、ジベトンS、ジベトス、ネルビス、エクメット、イニシングなど)

内服中の方は、検査の2日前から検査後2日間の内服を中止しないと検査が出来ません。

※ / ~ / () 中止してください。

小張総合クリニック
電話 04-7126-1166

図2：造影剤副作用の説明

線量が高い放射線診療について

当院の場合は、CT検査、血管造影の検査時になりますが、CT検査、血管造影・RIなど線量が高い放射線診療については、当該放射線診療の依頼医は放射線診療実施前にきちんと説明し、説明と同意に関する事項を診療録に記録します。救命等のためにやむを得ず十分な実施前の説明ができない場合は、その旨も記録します。

基本的には、「診察ベース」や「検査説明」で説明を受けて放射線科に来る流れになります。しかし、放射線診療前に患者様から相談された場合は、もう一度放射線科で検査説明を行います。どうしても納得されない場合は、もう一度「診察ベース」で医師とお話をすることになります。私たち放射線科では、安心して検査を受けていただけるように患者様の不安を取り除くようなお話をさせていただきます。

当院の対応

CT検査のオーダーを入れると、「CT検査を受けられる方へ」という説明文がプリントされます(図3)。医師は、この説明文を見ながら、患者様にCTの正当化等の説明をします。説明文を見ながらですでの、非常勤の医師も統一した内容で患者様に説明していただけます。

院外オーダーについては、CTの検査説明をホームページに載せ、各開業医の先生に説明をしていただいております。

また、説明同意の項目を診療録に記載することにしました。CT検査をオーダーすると、このような「同意コメントをカルテに記載」というポップアップを出るようにしました（図4）。

診療録に入るコメントについても、「簡易所見」という欄に記載事項を登録し、この文で問題のない場合は選択し使用していただきます。

記載事項

「CT検査：放射線のリスク・ベネフィットを説明し、同意済」

「CT検査：急変時のため、検査施行、説明・同意未」

急変時の為、説明・同意が行われていない場合は、説明・同意が行える時点で行っていただきます。

以前は診療録の記録漏れがありました、ポップアップを出すこと、簡易所見より選択していただくことで、記録漏れがなくなり検査施行時の効率が改善されました。また、タブルチェックの意味で、メディカルクラークが診療録の記載漏れをチェックしています。

血管造影については、医療行為説明書・同意書にて、放射線診療・造影剤の使用の為の同意を取っており、その中に放射線被ばくについての説明があります。血管造影検査に関しましては患者様・ご家族に説明・サインをしていただき同意書をスキャナーする運用となっております。

CT検査を受けられる方へ

☆CT検査とは

体の周りからX線を当て、体を通過したX線情報をコンピュータで解析し連続した断層像（輪切りの画像）を得る検査です。全身を一度に検査することが可能です。たくさんの薄い断層像を得ることで、あらゆる方向の画像を作ることができ、3D画像（立体像）を作ることも可能です。

☆CT検査にかかる時間

通常検査の時間は、5～10分程度です。

また、撮影する部位により、10～20秒程度の息止めをしていただくことがあります。

☆CT検査の必要性

さまざまな疾患の早期発見や適切な治療を進める上でCT検査は欠くことができません。放射線検査で期待される利益が、放射線被ばくに伴うリスクを上回る場合にのみ検査を行っております。放射線被ばくのリスクより、病気の現状を把握できない方が、明らかに健康に悪影響を及ぼすと考えられるためです。

当院の撮影条件は、全国の病院の条件を標準とした診断参考レベルを基に比較検討し決定しています。これにより、必要最小限の被ばくで診断に適した画像を提供できます。小児の場合は、小児用の撮影条件を設定し、放射線量の最適化をしています。通常の放射線診療での被ばくリスクは十分に低いので、安心して検査を受けてください。不明な点などございましたら、診療科または放射線科（放射線被ばく相談員）にご相談ください。

☆検査の注意点

妊娠中または妊娠の可能性がある場合は、必ずお知らせください。

心臓ペースメーカーや除細動装置（ICD）を装着している方は必ず事前にお知らせください。

医療法人社団 圭春会 小張総合病院

図3：CT検査を受けられる方へ

図4：電子カルテポップアップ

3) 患者様から診療実施後に説明を求められた場合などの対応方針について

患者様から放射線診療実施後に説明を求められた場合及び有害事例等が確認できた際の説明は、次の点に留意して行う必要があります。

先ほどの、「1) 患者様に対する説明の対応者について」、及び「2) 患者様に対する診療実施前の説明方針について」に沿って対応します。

・急変時のために放射線診療を実施し、被ばく線量がしきい線量を超えていた等の場合は、当該診療を続行したことによるベネフィット及び当該診療を中止した場合のリスクを含めて説明する必要があります。また、その事項についての説明も必要となり対応の体制の構築が大切となります。

・説明を実施したときは、説明記録を作成し保存します。

・各検査等を実施したときの被ばく線量等、説明に必要な資料をあらかじめ準備しておく必要があります。

当院の場合は、各診察ブース、病棟に主要な検査の被ばく線量の表を配布し、放射線診療実施前の説明に使用しています（図5）。放射線についての質問・相談については、各診療科より、放射線科放射線被ばく相談員に連絡が入り対応する形をとっています。また、このような説明や相談に使用する表や資料を配布しました（図6）。

放射線検査等に関する説明・相談は2010年4

月、厚生労働省医政局長からの「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の推進について」の通知が発せられ、その中で診療放射線技師のさらなる役割として、画像診断における読影の補助を行うこと、放射線検査等に関する説明・相談を行うことが診療放射線技師の業務として認められています。

「医療従事者と患者様との情報の共有」及び「放射線の過剰被ばくその他放射線診療に関する有害事象等の事例発生時の対応」については、日本診療放射線技師会が認定する放射線被ばく相談員や放射線管理士、放射線機器管理士が主治医・看護師等と協働で対応する事としました。

当院の放射線検査における被ばく線量

検査名	検査部位	被ばく線量(mGy)		実効線量(mSv)
		診断参考レベル	当院	
一般撮影	頭部（正面）	3.0	1,000 ¹⁾ （射表面線量）	0.015
	胸部（正面）	0.3	0.215	0.033
	腹部（正面）	3.0	2.456	0.323
	腰椎（正面）	4.0	2.889	0.200
	骨盤（正面）	3.0	2.456	0.225
	足踝部	0.2	0.108	0.000
	前腕骨	0.2	0.075	0.000
	0~1歳	0.2	0.081	0.019
	2~4歳	0.2	0.099	0.021
	5~6歳	0.2	0.118	0.025
小児胸部（正面）	0~1歳	0.3	0.251	0.087
	2~4歳	0.5	0.327	0.074
	5~6歳	0.7	0.363	0.082
	7~10歳	1.0	0.448	0.132
	11~15歳	1.5	0.582	0.174

検査名	検査部位	被ばく線量(mGy)		実効線量(mSv)
		診断参考レベル	当院	
ポータブル撮影	胸部（正面）	0.169 ¹⁾ （入射表面線量）	0.043	
	腹部（正面）	1.186	0.206	

検査名	検査部位	被ばく線量(mGy)		実効線量(mSv)
		診断参考レベル	当院	
CT	頭部	85	94.39 (CTDIvol)	1.99
	胸部	15	18.43	14.58
	腹部	20	16.68	13.81
	1歳未満	38	36.54	2.55
	1~5歳	47	24.27	1.79
	6~10歳	60	29.00	1.66
	11~15歳	75	33.75	2.44
	16~20歳	90	37.50	2.78
	21~25歳	105	41.25	3.23
	26~30歳	120	45.00	3.58

※診断参考レベルは平均mGy値におけるCTDIvol

当院は最大mA値におけるCTDIvol

検査名	検査部位	被ばく線量(mGy)		実効線量(mSv)
		診断参考レベル	当院	
マンモグラフィー	2.4	1.1 (平均乳房線量)		

検査名	検査部位	透視線量率(mGy/min)		実効線量(mSv)
		ガイドライン	当院	
透視検査	上部消化管	25	15.90	100
	25	15.90	73.15 (入射表面線量)	8.26

検査名	検査部位	被ばく線量(mGy)		実効線量(mSv)
		診断参考レベル	当院	
血管造影	頭部	20	18.5 (透視検査率)	7.57
	心臓（診断）	20	15.7	8.10
	心臓（治療）	20	18.5	37.92
	心臓	20	18.5	54.30
	腹部	20	18.5	
	四肢	20	18.5	
	頭部	20	18.5	
	心臓	20	18.5	
	心臓	20	18.5	
	心臓	20	18.5	

すべての放射線検査において、放射線検査で期待される利益が、放射線被ばくに伴うリスクを上回る場合にのみ検査を行っております。放射線被ばくのリスクより、病気の現状を把握できない方が、明らかに健康に悪影響を及ぼすと考えられるためです。

当院の撮影条件は、全国の病院の条件を基に比較検討し決定しています。小児の場合は、小児用の撮影条件を設定し、放射線量の最適化をしています。放射線を安全に管理するために、少ない線量でも厳しく管理しております。

血管造影というカテゴリーを利用した治療を行う場合は、X線を当てる時間が長くなるため皮膚への影響が考えられます。患者様の安全を第一に考え、検査に必要な最小限の被ばくで済むよう行っております。

通常の放射線治療での被ばくリスクは十分に低いので、安心して検査を受けてください。

不明な点などございましたら、放射線科（放射線被ばく相談員）内線1130までご相談ください。

患者様だけでなく、職員の皆様からの相談も受け付けております。

放射線科・放射線被ばく相談員 2020.4.1

図5：当院検査の被ばく線量



図 6：被ばく説明資料

4. 説明と相談

昨年4月からの運用で、色々な情報を集めながら、当院において最善の運用となるように取り組んでいます。どの年代の方にも分りやすく説明することは大変な事です。ここで、放射線被ばく相談で学んだ事が、患者様への説明・相談に役立つのではないかと思っています。

2018年より千葉県診療放射線技師会の放射線被ばく相談も担当しています。国際医療福祉大学成田病院の五十嵐先生に教えていただきながら相談を進めております。五十嵐先生は、「回答のスピードは相談者との信頼につながる」という考え方で、日本一の解決スピードを誇ると思います。沢山のエビデンスを基に相談者の方々にとても分かりやすく説明してくださいます。すべての方に相談できる環境が必要という事ではありませんが、きちんと相談できる環境が、いつでも身近にあるという安心感こそが必要なのではないかと考えます。

こちらは、松下記念病院の小松先生のスライドです（図7）。当院もこのような形式で患者様との情報共有をしております。主治医の被ばく説明で納得いただけたら、そのまま放射線診療の実施に移ります。そこで納得いかない場合、説明が理解できたかどうかによってもう一度被ばく説明をするか、必要に応じて被ばく相談をする形をとっています。心理的不安を伴っている場合は被ばく相談対応が望ましいと思われます。

実施後も、不利益が発生したまたは不利益の発生が疑われる場合や不安が生じた場合に被ばく説明や被ばく相談をする形をとっています。

患者様が放射線被ばく説明を求めているとき、被ばくに対して少なからず不安を抱いているという事になります。その質問に対していきなり答えを出したり、「大丈夫ですよ」と決めつけたりすることは望ましくありません（図8）。それらは専門家が安心を押し付ける行為に等しく安心できないばかりか、かえって不安を煽ってしまいます可能性があります。患者さんは「大丈夫ではない」と思っているから質問しているのであり、患者様自ら納得できない限り、眞の安心を得られることはないとということです。しかし、日常業務の中でなかなか時間を取り、きちんと相談に応じることは厳しいと思われます。患者様は、十分に理解・納得したうえで検査をしたいと考えていて、医師に言えないこと部分もあると思います。放射線検査等に関する説明・相談を行う事が、診療放射線技師の業務に認められているという周知がもっと必要であると考えます。

専門家による説明は、「専門的で詳細な内容を多く提供する」というのが、“良い説明”と考えがちです。このように専門家が実施する説明には陥りやすい説明の盲点が多く存在し、我々診療放射線技師も放射線検査説明を実施する際には十分に注意しなければなりません。検査説明は誰のために？何のために？実施するのか、という事を意識しなくてはなりません。放射線被ばく相談員の講習では、傾聴・受容・共感の3点を重視しています。相談者の方に寄り添い安心して放射線診療を受けていただけるように取り組んでおります。今回の法改正の「患者様との情報共有」の部分は、こういった放射線被ばく相談の部分も取り入れると取り組みやすいのではないかと思います。

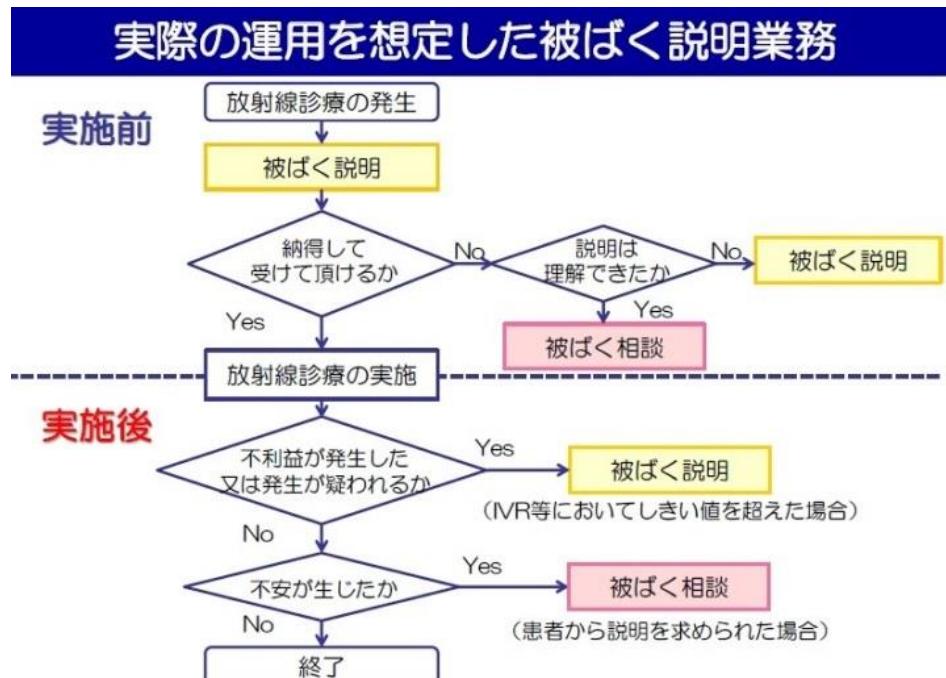


図7：被ばく相談チャート（松下記念病院：小松裕司先生）

説明と相談の違い



図 8：説明と相談の違い（松下記念病院：小松裕司先生）

5. 最後に

患者様とのやりとりの中で放射線に対する理解や説明が非常に重要で必要性があると感じました。原発事故後、国民の「放射線」に対する不安は大きくなり、患者様は十分に理解・納得したうえで検査をしたいと考えています。毎日放射線を取り扱う私たち診療放射線技師が放射線検査の説明や被ばく相談を行うことで、患者様・地域住民の方々の不安も解消され安心した生活を送ることができると思います。そして、安心して放射線検査を受けていただけるように日々活動していくことが私たち診療放射線技師の役割なのではないかと考えます。

当院も、最善の方法を常に考えながら取り組んで行きたいと考えております。学会や講習会等で、ご意見をいただけましたら幸いです。

ありがとうございました。

参考文献

「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成 30 年度版」：環境省

「診療用放射線の安全利用のための指針モデル 2020 年 2 月 1 日（第 2 版）：日本診療放射線技師会

「放射線検査説明に関するガイドライン」（令和元年 8 月版）：日本診療放射線技師会

シミュレーションのススメ

小林 正尚
藤田医科大学 医療科学部 放射線学科

シミュレーションとは、物理的・生態的・社会的なシステムの挙動をこれとほぼ同じ法則に支配される他のシステムまたはコンピュータによって模擬することを意味する。シミュレーションによって我々は、実験や観測で得ることができないような事象に対する「解」を得ることができるために、これまでにない理論や法則への気付きに繋がり新たな創造の架け橋となる。

放射線防護の分野では確率的要素を含んだ事象を乱数（確率が明確で順番が不規則な事象）を用いた数値実験で再現できるモンテカルロ・シミュレーション（MC）が広く利用されている。放射線が物質と相互作用を起こす過程には、光子エネルギー、入射点、入射角度、自由行程長、相互作用（光電効果、干渉性散乱、非干渉性散乱など）など、すべての事象がある確率分布に従ってランダムに起こため MC で再現可能である（図 1）。汎用 MC コードの代表には、PHITS(Particle and Heavy Ion Transport code System), EGS5 (Electron Gamma Shower,) GEANT 4 (Geometry And Tracking) などがある。近年、PHITS は電磁カスケードを評価可能な EGS5 をサポートすることで拡張し、計算結果を図表にする操作も簡便であることからユーザー数を伸ばしている。一方、GEANT4 はツールキットを提供しているためそれらを組み合わせることで簡便に評価が可能である特徴を持つ。その他、GamBet や ImpactMC など商用の MC コードもあるため、どれを利用して良いか判断が難しいところである。しかし、画像診断 X 線検査で利用されるようなエネルギー帯であればどの MC コードを利用しても著しく不適切とはならないため、利用者との相性や使用している PC 環境に応じて決定しても問題はない。特に、Apple 社製の mac を日常的に利用している場合においては PHITS を扱うことができる。しかし、MC には、GPU (Graphics Processing Unit) による並列計算が有利となる場合が多いため Windows や Linux 環境が推奨される（Apple 社製の独自 CPU(Central Processing Unit)「M1」は、現在、外付け GPU の利用が制限されている）。また、CPU に関しては同価格帯で比較すると Intel Core i よりも AMD Ryzen でコア数が多くなる傾向にあるため計算速度に影響する可能性がある。

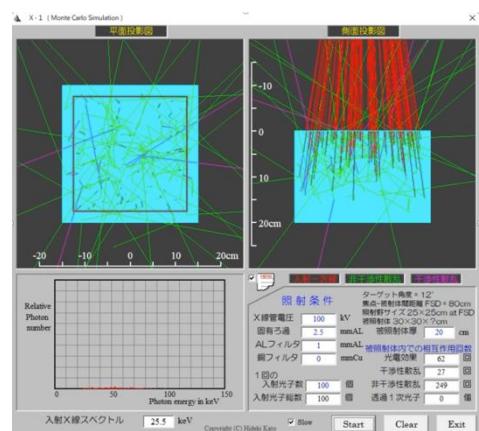


図 1.相互作用の MC

このような MC コードに関しては計算原理についての理解と計算で得られる結果についての理解が必要である。その利用範囲は、実測が必須の評価（受入試験、不变性試験）には向きであり、評価したい現象が実測できるのであれば要検討、実測できない現象であれば推奨される。また、被ばく線量評価において患者相談等で迅速性が

求められる場合や線量管理において多くの患者に対する評価が求められる場合には向きであると言える。従って、研究向けの強力なツールと言っても過言ではない。一方で、MC 結果を参照して線量を評価する簡易ソフトウェアがある（表 1）。例として挙げた全てのソフトウェアは一般的な CT 検査に対する患者の臓器吸収線量と実効線量を評価可能である。注目すべきはファントム形状（Stylize, Voxel, Hybrid）の変遷である。国際放射線防護委員会 110¹⁾で勧告された標準人は Voxel ファントムである。近年ではボクセルではなく曲面形成による Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS) による Hybrid ファントムが開発・利用され、次期標準人として期待されている。ImPACT は、National Radiological Protection Board (NRPB)

SR-250（当初€50：現在は無料配布²⁾）のデータセットを読み込むことで動作するエクセルベースの線量推定ソフトウェアである。特徴は、ファントムにおいて Stylize(Medical Internal Radiation Dose : MIRD)を採用しているため形状が荒く、2011 年にソフトウェアの開発が終了しているため以前の X 線 CT 装置のみに対応している。しかし、無料で永久ライセンスであり、エクセルのマクロで構築されているためソフトウェアをカスタマイズできるユーザーにとっては有用である（図 2）。CT-Expo は、ファントム形状において成人 Stylize (EVA/ADAM) と小児 Voxel (Baby/Child) を採用しているため小児は形状が詳細である。また、複数条件のベンチマークを評価することが可能である利点を備えている。

Impact Dose は成人・小児 Stylize(ORNL)と成人 Voxel(ICRP110)を採用しているため国際規格に準拠した標準人に対しての線量評価が可能である。しかし、永久ライセンスで約 20 万円と高額である。その他、特にシーメンス社製の X 線 CT 装置を意識したソフトウェア構成となっている。VIRTUAL DOSE CT は成人 Hybrid (RPI/UF) と小児 Hybrid(UF)を採用しているためより詳細な線量評価を行うことができる。そのため、学会発表や論文投稿に有用である。同じように NCI CT も成人・小児に

表 1. 線量推定ソフトウェア

Software	開発機関	価格	特徴	成人ファントム	小児ファントム
ImPACT CT patient dosimetry calculator	Impact scan (イギリス)	€50	PC	Stylize MIRD	-----
CT-Expo	SASCRAD (ドイツ)	€50	PC, App	Stylize EVA/ADAM	Voxel Baby(6w)/Child(7y)
Impact Dose	CT imaging (ドイツ)	¥200,000	PC (販売中止)	Stylize or Voxel ORNL/ICRP110	Stylize ORNL
Virtual Dose CT	VIRTUAL PHANTOMS (アメリカ)	¥50,000 /年・装置	Web	Hybrid RPI/UF	Hybrid UF
NCICT	NCI (アメリカ)	Free (許可申請)	PC	Hybrid RPI/UF	Hybrid UF
WAZA-ARI	QST (日本)	Free (登録)	Web	Voxel JM/JF	Hybrid UF

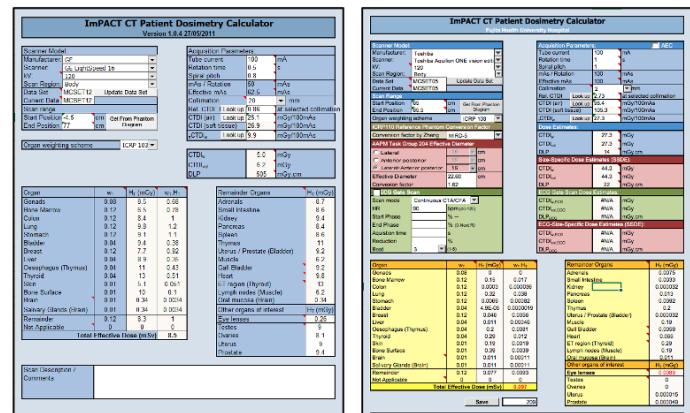


図 2. Impact のカスタマイズ

Hybrid(UF)ファントムを採用しており、特に胎児の被ばく線量を評価可能という利点を備えている。利用許可申請が必要である煩わしさがあるものの無料であるため学会発表や論文投稿、臨床利用などオールラウンドで活躍できるソフトウェアである。

WAZA-ARI は成人 Voxel(JM/JF)と小児 Hybrid

(UF) を採用している。JM/JF は日本人の体型を基準としているため国内での学会発表・論文投稿には問題ないが海外雑誌に投稿する際には検討の余地があるかもしれない。また、国立研究開発法人量子化学技術開発研究機構放射線医学総合研究所が開発に携わっているため認知度と信頼性が高く、インフォームドコンセントにも有用である。これらのソフトウェアは対象となるファントムが異なるため得られる線量も異なる。Y.Zhang ら²⁾ (図 3) や C.D.Mattia ら³⁾ (図 4) はソフトウェア間の線量の違いについて報告している。近年、これらソフトウェアの線量推定概念は、線量管理システムに応用されている。線量管理システム導入施設では蓄積した線量データを管理・精査すると同時に評価する機会がある。その際には、線量管理システムが異なれば、採用している線量推定法が異なるため線量値にある程度の差を含むことを当然のものと理解したうえでの議論が求められることに注意しなければならない。現在、シミュレーションはさまざまな利用形態において放射線防護の分野で活躍している。ユーザーはそれらのツールから得られる数値の本質を理解して慎重に扱う必要がある (図 5)。

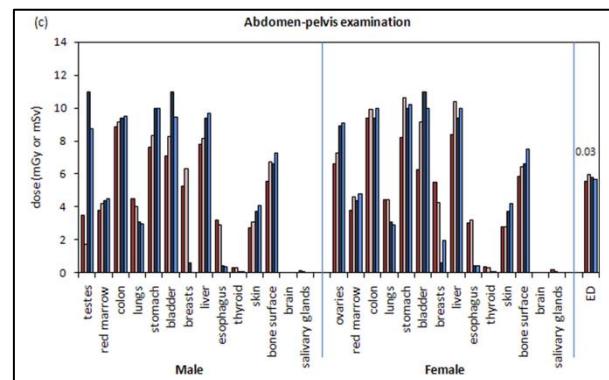


図 3. ファントム間の線量比較 (Y.Zhang)

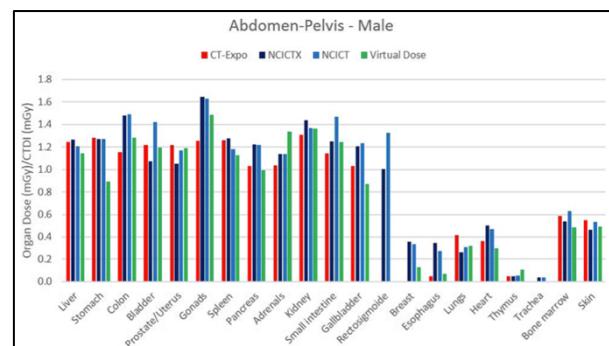


図 4. ファントム間の線量比較 (C.D.Mattia)

モンテカルロシミュレーションコード

- シミュレーションなので実測が必須の評価には不向き (受入試験, 不変性試験)
- 解きたい現象が実測できるのであれば検討, 実測できない物理現象であれば推奨
- **被ばく線量評価**において患者相談等で迅速性が求められる場合, **線量管理**において多くの患者に対する評価が求められる場合には不向き

モンテカルロシミュレーション結果を参照して線量評価する簡易ソフトウェア

- モンテカルロ・シミュレーションの結果を参照するだけで評価が迅速
- **線量管理**において多くの患者に対する評価が求められる場合には不向き
- ソフトウェアによって利用している**ファントム**が異なるため線量も異なる

線量評価する簡易ソフトウェアを応用して線量管理するシステム

- **線量管理**において多くの患者に対する評価を実施することができる
- 線量評価システムによって採用している評価方法 (線量推定ソフトウェア: ファントム) が異なるため線量も異なる
- **線量評価システムの線量評価方法は把握する必要がある**



把握しないと上手に
活用できない!!

- 某メーカー線量管理ソフト ⇄ WAZA-ARI
- 某メーカー線量管理ソフト ⇄ ImPACT CT 改変

図 5. MC の活用の連続性

参考文献

- 1) ICRP110 Adult Reference Computational Phantoms. ICRP Publication 110. Ann. ICRP39(2).2009.
- 2) NRPB SR-250 (<https://www.gov.uk/government/publications/computed-tomography-ct-data-analysis-software-to-assess-radiation-doses/normalised-organ-doses-for-x-ray-computed-tomography-calculated-using-monte-carlo-techniques-professionals>)
- 3) Yakun Zhang, Xiang Li, W Paul Segars, Ehsan Samei. Organ doses, effective doses, and risk indices in adult CT: comparison of four types of reference phantoms across different examination protocols. 2012. Med Phys. 2012. 39(6):3404-23.
- 4) Cristina De Mattia, Federica Campanaro, Federica Rottoli. Patient organ and effective dose estimation in CT: comparison of four software applications. European Radiology Experimental. 2020. 4:14.

リニアック放射化物管理状況と今後の課題

川村 慎二
帝京大学

1. はじめに

平成 24 年に放射線障害防止法（現：放射性同位元素等の規制に関する法律（RI 規制法））の一部改正（放射化物の規制対象への追加）事務連絡 1)に伴って、医療用直線加速装置（リニアック）の廃棄部品については装置のエネルギーごとに放射化物部品が規定され、管理されている。装置廃棄を行う医療施設では、事務連絡 1)に従い適切なサーベイメータ（検出器）を用いて、部品ごとの 1 cm 線量当量率値 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) を測定し、換算表から放射能値 (Bq) へ換算し、記帳することで放射性廃棄物として取り扱われている。

このような状況の中、2019 年 12 月から 2020 年 1 月に、「放射線治療装置における放射化物の管理に関する学会標準 2)」を作成した関係学会・団体で廃棄状況調査を行なった。主に光子最大エネルギー 10 MeV の装置について主な部品の調査データの分析結果が報告された 3)。今回、この調査結果から得られた放射化物管理の現状と今後の課題について報告する。

2. 放射化物廃棄状況アンケート調査概要

アンケート調査は、平成 24 年の法改正以降の 2012 年 3 月以降に 6 MeV 以上のエネルギーのリニアック装置を廃棄した施設を対象に実施した。調査概要を以下に記す。

調査名：リニアック装置放射化物廃棄状況調査

目的：放射化物廃棄状況の確認や放射化物管理における課題の収集

対象：2012 年 3 月以降リニアック装置を廃棄した 333 施設

方法：web 調査（Google フォーム）；施設担当者回答 + メール送信；線量率データ

調査期間：2019 年 12 月 12 日（施設依頼書送付）～2020 年 1 月 31 日

回答状況：回答施設数；177 施設（装置数 198 台）、回答率：53.2%（有効回答）

3. アンケート調査結果の分析

3.1 光子エネルギー別装置数

廃棄リニアック装置数の最大光子エネルギー別内訳グラフを Fig.1 に示す。6 MeV 装置は 28 台、10 MeV 装置は 159 台、15 MeV 装置は 3 台、18 MeV 装置は 3 台、20 MeV 装置は 1 台、その他が 4 台であった。

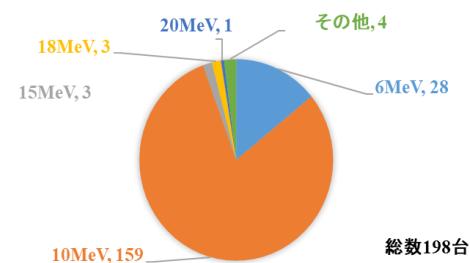


Fig.1 エネルギー別廃棄装置

3.2 メーカ別装置数

廃棄装置のメーカ別内訳を Fig.2 に示す。Varian が 67 台、三菱電機が 54 台、SIEMENS が 42 台、東芝が 17 台、Elekta が 7 台、ACCURAY が 6 台、その他 5 台 (NEC, BrainLAB 等) であった。

3.3 サーベイメータによる線量率測定者

装置廃棄時の測定者の内訳を Fig.3 に示す。測定業者が 137 台 (69.2%)、自施設での測定が 20 台 (10.1%)、業者と施設協同実施が 25 台 (12.6%)、未回答 16 台 (8.1%) であった。

2.1 保管廃棄設備設置状況

施設内に保管廃棄設備の設置状況 (設置場所) の調査結果を Fig.4 に示す。リニアック治療室内に設置 (放射化物保管廃棄設備) が 66 施設 (37.3%)、治療室外が 22 施設 (12.4%)、保管廃棄設備の設置がない施設が 78 施設 (44.1%)、その他が 11 施設 (6.2%) であった。

2.2 放射化物廃棄ドラム缶数 (エネルギー別)

廃棄した装置のエネルギー別の一一台あたりの平均廃棄ドラム缶数 (50 L 換算) と標準偏差を Fig.5 に示す。10 MeV 装置 134 台の平均は 3.9 個、15 MeV 装置 3 台の平均は 25.3 個、18 MeV 装置 3 台の平均は 22.7 個、20 MeV 装置 1 台のドラム缶数は 28 個であった。

2.3 放射化物廃棄費用 (エネルギー別)

エネルギー別の平均廃棄費用と標準偏差を Fig.6 に示す。10 MeV 装置 110 台の平均は 64 万円、15 MeV 装置 1 台で 291 万円、18 MeV 装置 3 台の平均は 307 万円、20 MeV 装置については費用の回答はなかったためグラフには記載を控えたが、28 個のドラム缶廃棄から単純に費用計算すると、326 万円余りとなる。

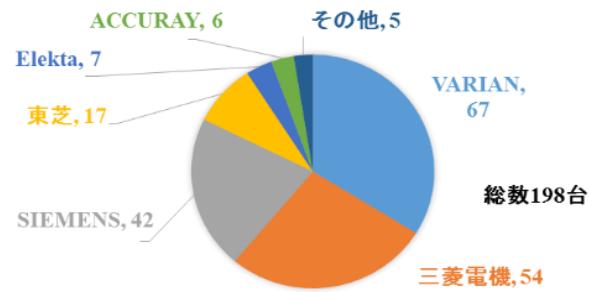


Fig.2 メーカ別廃棄装置



Fig.3 測定担当者

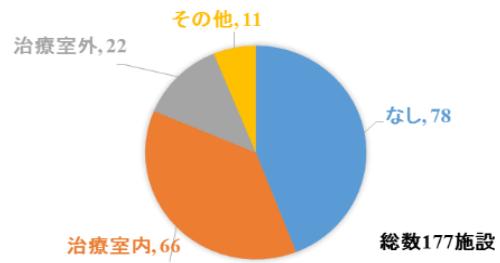


Fig.4 保管廃棄設備設置

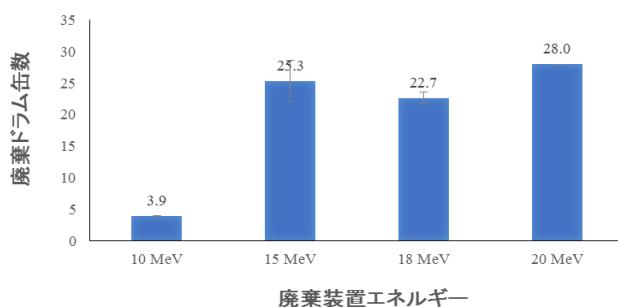


Fig.5 エネルギー別廃棄ドラム缶数

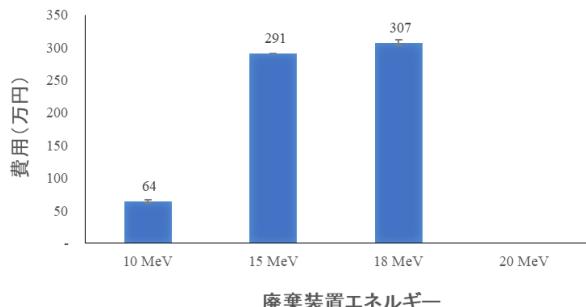


Fig.6 エネルギー別廃棄費用

2.4 10 MeV 装置における部品別線量率・放射能・放射能濃度

ここでは、線量率値、放射能値、部品材質・重量、廃棄日の直近 1 年間の装置使用線量 (Gy)、および装置停止から線量率測定までの期間 (日) のすべてが記載されたデータを分析した。10 MeV エネルギーの装置について、線量率測定データから主な部品 (ターゲット: 短半減期、ターゲット: 長半減期、フラットニングフィルタ、1 次コリメータ、アッパーJAW、ローワーJAW) 別の線量率値 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) や放射能換算値 (Bq)、および放射能濃度 (Bq/g) の値を計算した。なお、放射能のみの記載データについては、部品の材質や重量から補正係数を求めて線量率値を算出した。部品別の測定線量率値 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)、放射能換算値 (Bq)、放射能濃度 (Bq/g) の平均値と標準誤差を Fig.7 (a), (b), (c) に示す。

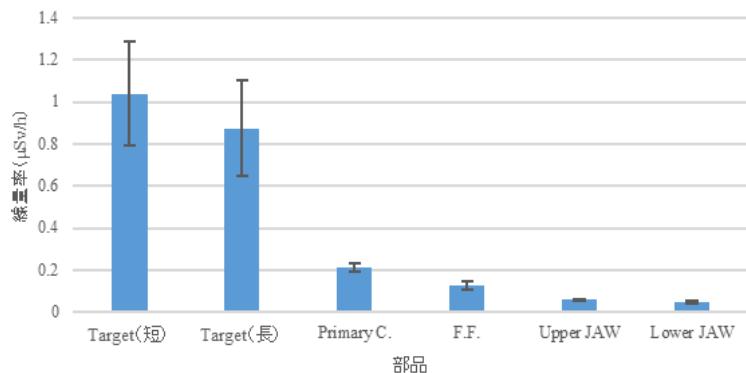


Fig.7 (a) 部品別線量率測定値

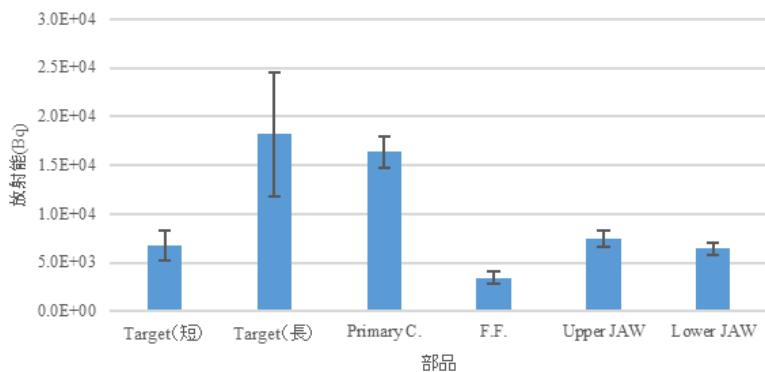


Fig.7 (b) 部品別放射能換算値

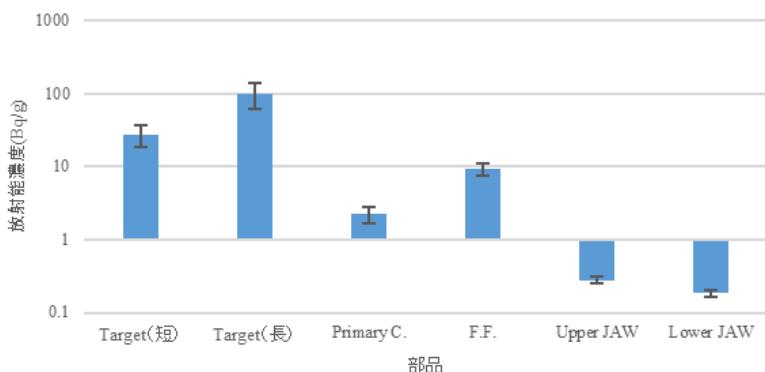


Fig.7 (c) 部品別放射能濃度

線量率値については、ターゲット（短半減期）、ターゲット（長半減期）の順番に値が大きいことがわかる。続いて、1次コリメータ、フラットニングフィルタ、アップーJAW、ローワーJAWの順番に線量率値が低下している。放射能換算値は、換算係数（Bq/（ μ Sv/h））や重量補正係数を乗じているため安全側に評価されたものであるが、ターゲット（長半減期）が最も大きく、フラットニングフィルタの評価が最小となった。

4. 放射化物の廃棄に関する意見

アンケート調査回答施設から、現在の放射化物の廃棄に関する意見を収集した。以下にその意見を集約する。

【費用に関する意見】

- ✓ 廃棄に係る費用負担のために 10 MeV 以上のエネルギー導入を敬遠するなど患者への不利益が及ぶ可能性もある。
- ✓ 廃棄物そのものの削減、管理コストの削減、資源の有効活用に取り組むべきである。
- ✓ 放射化物を廃棄するためだけに高額費用が必要であったため備品の購入も控えざるを得なかつた。
- ✓ 放射化物として管理する部品を減らして欲しい。
- ✓ 廃棄物引き取りを定期集荷できない場合、臨時集荷となり費用負担も増える。
- ✓ 放射化物保管廃棄設備に入れられる 50 ℥ ドラム缶（標準容器）一つにして欲しい。

【廃棄の手続きに関して】

- ✓ 廃棄の手続き方法など簡便明瞭にして欲しい。
- ✓ 放射化物の廃棄の記録に関する共通のファイルがあると良い。
- ✓ ドラム缶梱包の重量制限がある。効率的に収納できる廃棄容器にして欲しい。
- ✓ リニアック装置の廃棄の際にリニアックメーカや廃棄業者経由でスムーズに放射化物が流れるシステムを作成できないか。
- ✓ リニアック装置の移設や輸出など、有効利用の方法も検討して欲しい。

5. アンケート調査から得られた今後の課題

5.1 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる線量率測定値の利用

今回の結果から、規制対象に定められている部品でもターゲットは 1.127 μ Sv/h の線量率を示しているが、ローワーJAW の線量率は 0.048 μ Sv/h 程度となっており、ターゲットから物理的に遠くに位置している部品ほど線量率は低くなっている。このような線量率測定値に基づく放射化物の分別は今後の課題であると考える。

5.2 放射化物廃棄記録様式の統一化

今回の調査から、放射化物廃棄の記録は、測定機器の情報やバックグラウンド値などの情報が洩れることもあった。統一化された記録書式の必要性が示唆される。

5.3 適切な保管廃棄設備の利用

適切な容量の保管廃棄設備を設置することで、短半減期核種の減衰や廃棄手続きにおける定期集荷

を有効に利用できる。

5.4 費用低減の検討

費用負担に関するユーザの意見が多く出された。今後、放射化物の減量化や廃棄費用の地域格差を是正する取り組みが必要である。

5.5 新しい装置への対応の検討

学会標準²⁾発行当時に比べて、新しい装置の廃棄が行われている。これらの装置に関する情報収集も必要。また、学会標準自体の見直しを含めて検討を行う。

5.6 関係団体との情報連携協力

今回はリニアック装置の放射化物の廃棄に関する取り組みであるが、粒子線治療装置やサイクロotronなどの対応を検討されている学会・団体との連携を図る

6. まとめ

平成 24 年以降に装置を廃棄した施設を対象に放射化物廃棄状況のアンケート調査を実施した。放射化物廃棄に必要なドラム缶数と費用は、10 MeV 装置でそれぞれ平均 3.8 個、67 万円であった。10 MeV を超えるエネルギーの装置では多くの廃棄用ドラム缶や費用が必要であった。保管廃棄設備（放射化物保管廃棄設備を含む）は約 50% の施設で設置されていた。今回の調査から、10 MeV リニアック装置の場合、50ℓ ドラム缶 4 つ分の保管廃棄設備が必要なことがわかった。適切な容量の保管廃棄設備を設置することで、放射化物の廃棄における臨時集荷を回避し、費用負担の軽減にもつながるものと考える。

部品別線量率・放射能・放射能濃度分析データによると、線量率測定値は、ターゲット、1 次コリメータ、フラットニングフィルタ、アッパーJAW、ローワーJAW の順番に低下する傾向が確認された。装置廃棄時には適切に線量率測定や記録が実施されており、この線量率測定値に基づく放射化物の分別が可能となれば、放射性廃棄物の減量化にもつながるものと考える。

この度、アンケート調査を通して、医療施設における管理状況や放射化物廃棄時の評価状況について確認することができた。各医療施設では事務連絡内容に則り、適正に管理が実施されていた。放射化物の廃棄には、装置停止から廃棄までの速やかな対応や手続き、および費用の負担など、さまざまな課題があることが理解できた。また、リニアック装置の部品によって、放射線量率値の平均値や標準誤差を評価することができた。費用を含め、今後、廃棄を行う施設に有益な情報を与えるものと考える。

【参考文献】

- 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の一部を改正する法律並びに関係政令、省令及び告示の施行について、事務連絡（平成 24 年 3 月）（2012）。
- クリアランスおよび放射化物に関する医療関係学会等団体合同ワーキンググループ. 放射線治療装置における放射化物の管理に関する学会標準. 2014
- 放射化物廃棄状況調査関係団体：放射化物廃棄状況に関するアンケート調査報告書（1 次報告）。
2020 : 1-18(<https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/safety/20200622.pdf>)

No significant association between stable iodine intake and thyroid dysfunction in children after the Fukushima Nuclear Disaster: an observational study.

（福島原発事故後の子供たちにおける安定ヨウ素剤の摂取と甲状腺機能障害に有意な関係性が見られず：観察研究）

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Nishikawa Y. / Journal of Endocrinological Investigation. 2021, in press.

文献の英文表記：著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

Nishikawa, Y, Suzuki, C, Takahashi, Y, et al. No significant association between stable iodine intake and thyroid dysfunction in children after the Fukushima Nuclear Disaster: an observational study. Journal of endocrinological investigation. 2021, in press.

論文紹介著者

大葉 隆（福島県立医科大学）

論文解説

論文の要約

本論文は、「原子力災害時の子供たちの安定ヨウ素剤の服用は、その後の子供たちの甲状腺機能へ影響を及ぼすのか」について、福島第一原発事故後の子供たちの甲状腺機能を2012年から2017年にかけて、福島県内のひらた中央病院で集積したデータを解析した。結論として、今回の調査より、子供たちへの甲状腺機能へ安定ヨウ素剤の摂取の有無について、影響を認めることが無かった。しかしながら、将来的な原子力災害に対応する準備としては、医学的なフォローアップを含めた子供たちへの安定ヨウ素剤の服用を検討すべきと本論文は示していた。

論文における背景と目的

安定ヨウ素剤の予防服用は、原子力災害において、事前に安定ヨウ素で血中のヨウ素濃度を上げることによって、甲状腺の放射性ヨウ素の取り込みを阻害する。原子力災害において、多くの放射性物質が放出されるが、その代表的な放射性物質が放射性ヨウ素となる。住民の屋内退避や避難時に、住民は安定ヨウ素剤を服用することによって、甲状腺の線量低下を図る。安定ヨウ素剤の服用量は、成人の場合100 mg, 3歳以上, 13歳未満が50 mg, 3歳未満は年齢に合わせ、内服液に溶解した安定ヨウ素剤を服用する。基本的に、住民の安定ヨウ素剤の服用は、原則1回である。

甲状腺機能は血中にヨウ素が過剰な場合、負の影響を受けることが知られている。その代表的な影響がWolff-Chaikoff effect（ウォルフ-チャイコフ効果）である。この影響は過剰なヨウ素が甲状腺細胞の中に蓄積されるため、ヨウ素から甲状腺ホルモンを作る過程が妨害され、その結果、甲状腺ホルモン產生

が低下してしまうと考えられている。その結果、細胞内のヨード濃度を調整する機構が障害されると細胞内ヨード濃度が高いままであるためにヨード有機化の抑制が続き、甲状腺機能低下症になると考えられる。この現象はエスケープ現象と表現され、この現象はヨウ素の摂取量が一定量を上回ると要素を摂取するほど甲状腺機能は低下するという形でみられる。

過去の原子力災害より、チェルノブイリ原発事故に関するポーランド国内の研究では、安定ヨウ素剤の摂取による子供たちの血清 T3 および T4 レベルと抗体は予防群と非予防群の間に有意差なしであり、成人の場合においてアレルギー、皮膚の発疹、唾液腺の腫れ、甲状腺機能障害などの報告していた。福島第一原発事故時の安定ヨウ素剤の服用に関する規定は、当時の原子力安全委員会より「予想される甲状腺線量が 100 mGy を超える場合に安定ヨウ素剤を服用」という指示であった。しかし、一部の自治体では、被暗示の空間放射線量率がわからず、安定ヨウ素剤の服用のタイミングがわからない中、各避難所で医師の立ち合いが無かったが、放射線防護の観点からヨウ素剤を配布/服用を実施していた。安定ヨウ素剤の成人の摂取について、国会事故調の報告より、安定ヨウ素剤を摂取した直後に、「吐き気がする」、「ヨウ素剤のアレルギーがあるのに服用してしまった」、「気分が悪くなった」などの意見が出たが、いずれの住民も軽症であったと記載がある。その他、安定ヨウ素剤の服用支持を行った自治体において、住民に重篤な副作用が発生したという報告はない。

本論文は、チェルノブイリ原発事故時にポーランドの研究報告でも明らかになっていない点として、Wolff-Chaikoff effect (ウォルフ-チャイコフ効果) を含めて、子供への安定ヨウ素剤投与と甲状腺の機能変化があるのか？という疑問を示している。日本において、将来の原子力災害に備え、行政側は被ばく低減手法として、子供たちへ安定ヨウ素剤の投与を推進している。そのため、本論文は医療対応を含めた原子力災害時の安定ヨウ素投与を実施することに関する重要な薬理学的情報の提供を目的とする。本論文は、データとして、福島第一原発事故後に安定ヨウ素を摂取した小児および青年の甲状腺ホルモン状態と甲状腺自己免疫を調査した。

論文が示している方法

本論文の対象者は、福島県石川郡平田村に位置するひらた中央病院で実施された甲状腺スクリーニングプログラムの参加者であった。このプログラムは、2012 年から 2017 年にかけて実施された 18 歳以下の子供たちが対象であった。対象者は、福島県「県民健康調査」の対象者を含んだ福島県民と自費にて受診した茨城県の住民であった。このプログラムの対象者は 2 つのパターンに分かれた。①個別対応調査：ひらた中央病院を個人的に訪れ検査を希望した対象であった。②学校健診：福島県「県民健康調査」の一環にてひらた中央病院で健診を受けた対象者であった。検査項目は、甲状腺の超音波検査と血液検査、尿検査になった。また対象者へはアンケート調査を実施した。アンケート調査は、個別対応調査も場合、ひらた中央病院にて保護者が記載して、学校健診の場合、自宅へ子供が持ち帰り保護者が記載して、子供が健診時に病院へ提出した。本研究はひらた中央病院と京都大学の倫理委員会の承認を得ている。研究のインフォームドコンセントは対象者と保護者へ実施された。

図 1 に本論文のデータマネジメントフローを示す。全体の対象者は、5,318 名であった。そのうち、安定ヨウ素剤の服用に関する回答は、5,171 名であった（安定ヨウ素剤の服用に関する回答が無い対象者は 147 名）。安定ヨウ素剤を服用した対象者は 1,225 名であり、同じく服用していない対象者は、3,946 名であった。血液検査の結果が無い対象者は、3,826 名であった。ここから、最終的な解析対象者

は、144名（安定ヨウ素剤服用あり+血液結果あり）、1,201名（安定ヨウ素剤服用なし+血液結果あり）であった。

Fig. 1 Flow diagram showing the number of participants in different outcome groups of the study

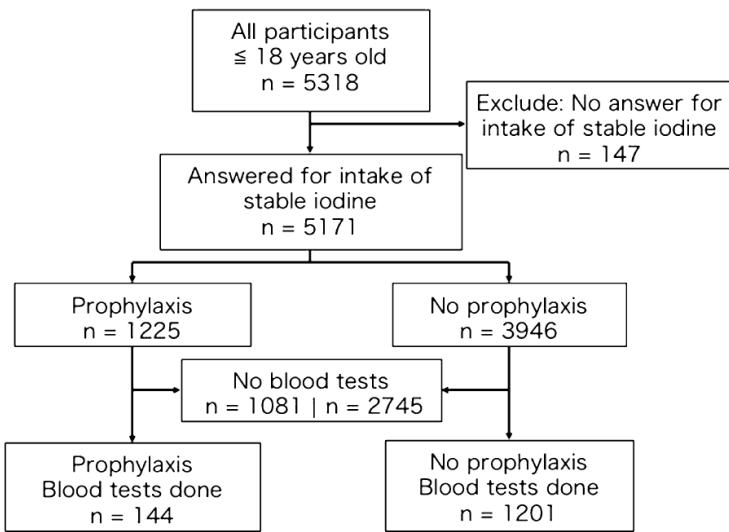


図1 甲状腺スクリーニングプログラムにおけるデータマネジメントフロー

論文の結果

表1に安定ヨウ素剤の服用の有無における全体のパラメーターの解析結果を示す。安定ヨウ素剤服用ありの対象者が1,225名であり、同じく服用していない対象者は、3,946名であった。パラメーターは、上から、対象者数、性別、甲状腺スクリーニングプログラム参加時の年齢、福島第一原発事故から甲状腺スクリーニングプログラムまでの期間、福島第一原発事故時の年齢、甲状腺の体積（超音波検査時に計測した体積）、学校健診の対象者数、安定ヨウ素剤の対象エリアの該当者数、避難者数、甲状腺疾患の家族歴となる。これらのパラメーターは、甲状腺の体積以外、アンケート調査の項目から抽出された。安定ヨウ素剤服用の服用は性別に有意差がなかった。表1にて注目するパラメーターは安定ヨウ素剤の対象エリアの該当者数と避難者数であり、これらは両方とも、安定ヨウ素剤服用ありにおいて、有意に高い割合を示した。

表1 安定ヨウ素剤の服用の有無における全体のパラメーターの解析結果

Table 1 Participant characteristics overall and stratified by stable iodine prophylaxis

Parameter	Total	Prophylaxis	No prophylaxis	p value
N	5,171	1,225	3,946	
Female/male	2,522/2,649 (48.8/51.2)	591/634 (48.2/51.8)	1,931/2,015 (48.9/51.1)	0.697
Age at the time of screening (mean ± SD) (median (range))	9.66 ± 3.91 9 (1–24)	10.27 ± 3.26 10 (2–24)	9.47 ± 4.08 9 (1–23)	< 0.001
Age at the time of the disaster (mean ± SD) (median (range))	6.35 ± 4.11 6 (0–18)	7.09 ± 3.71 7 (0–18)	6.12 ± 4.21 6 (0–18)	< 0.001
Years since the disaster (mean ± SD)	3.31 ± 1.19	3.18 ± 1.29	3.35 ± 1.15	< 0.001
Thyroid volume (mean ± SD)	6748.84 ± 3700.34	7124.76 ± 3467.56	6631.61 ± 3762.74	< 0.001
School screening	2,751 (53.2)	1,046 (85.4)	1,705 (43.2)	< 0.001
Areas with instruction of stable iodine intake	2,013 (38.9)	1,202 (98.1)	811 (20.6)	< 0.001
Evacuation	1,984 (38.4)	517 (42.2)	1,467 (37.2)	0.002
Family history of thyroid diseases	397 (7.7)	80 (6.6)	317 (8.1)	0.095

All values are expressed as N (percentage), unless otherwise indicated

Data on thyroid volume were missing for 22 participants (Yes, n = 1; No, n = 21)

Data on evacuation were missing for five participants (Yes, n = 0; No, n = 5)

Data on family history of thyroid diseases were missing for 20 participants (Yes, n = 4; No, n = 16)

また、表2は血液検査ありの安定ヨウ素剤服用の有無におけるパラメーターの比較を示している。パラメーターの項目は、表1と同じである。その結果、パラメーターの安定ヨウ素剤の対象エリアの該当者数と避難者数は両方とも、安定ヨウ素剤服用ありにおいて、有意に高い割合（98.6%，88.9%）を示した。

表2 血液検査ありの安定ヨウ素剤服用の有無におけるパラメーターの比較

Table 2 Comparison of participant characteristics among those with blood test data stratified by stable iodine prophylaxis

Parameter	Total	Prophylaxis	No prophylaxis	p value
N	1,345	144	1,201	
Female/Male	672/673 (50.0/50.0)	75/69 (52.1/47.9)	597/604 (49.7/50.3)	0.652
Age at the time of screening (mean \pm SD)(median (range))	11.57 \pm 4.29 11 (4–24)	12.37 \pm 4.10 12 (6–24)	11.47 \pm 4.30 10 (4–23)	0.018
Age at the time of the disaster (mean \pm SD)(median (range))	8.73 \pm 4.17 8 (0–18)	9.10 \pm 3.98 9 (3–18)	8.68 \pm 4.19 8 (0–18)	0.261
Years since the disaster (mean \pm SD)	2.84 \pm 0.98	3.27 \pm 1.22	2.79 \pm 0.94	< 0.001
Thyroid volume (mean \pm SD)	8,002.73 \pm 4,077.13	8,470.33 \pm 3,906.08	7,946.66 (4,095.14)	0.145
School screening	43 (3.2)	24 (16.7)	19 (1.6)	< 0.001
Areas with instruction of stable iodine intake	308 (22.9)	142 (98.6)	166 (13.8)	< 0.001
Evacuation	842 (62.7)	128 (88.9)	714 (59.5)	< 0.001
Family history of thyroid diseases	142 (10.6)	20 (13.9)	122 (10.2)	0.226

All values are expressed as N (percentage) unless otherwise indicated.

Data on evacuation were missing for two participants (Yes, n = 0; No, n = 2)

Data on family history of thyroid diseases were missing for six participants (Yes, n = 0; No, n = 6)

表3は表2の対象者群における血液検査と尿検査の結果を示す。ここでカタゴライズされたパラメーターのWNL (within nominal limit)の基準は、TSHが0.5～5.0 μ IU/mL、FT3が2.30～4.00 pg/mL、FT4が0.90～1.70 ng/dL、TgAbが28.0未満 IU/mL、TPOAbが16.0未満 IU/mLであった。ここでのポイントはすべての血液検査と尿検査の結果に安定ヨウ素剤服用の有無で有意差が見られないことであった。また、下から2つ目のパラメーターで甲状腺機能低下症疑

表3 表血液検査と尿検査の結果

Table 3 Comparison of thyroid hormones, autoantibodies, and urinary iodine levels stratified by stable iodine prophylaxis

Parameter	Total	Prophylaxis	No prophylaxis	p value
N	1,345	144	1,201	
<i>Continuous</i>				
TSH (median (range))(μ IU/mL)	1.70 (0.10, 10.50)	1.79 (0.20, 6.40)	1.70 (0.10, 10.50)	0.814
FT4 (median (range))(ng/dL)	1.30 (0.80, 5.80)	1.30 (1.00, 1.70)	1.30 (0.80, 5.80)	0.91
FT3 (median (range))(pg/mL)	4.00 (2.10, 19.60)	4.05 (2.68, 5.40)	4.00 (2.10, 19.60)	0.753
Tg (median (range))(ng/mL)	16.80 (0.00, 260.20)	14.50 (0.40, 65.20)	17.10 (0.00, 260.20)	0.002
TgAb (median (range))	11.70 (10.00, 1541.00)	11.55 (10.00, 1297.00)	11.80 (10.00, 1541.00)	0.409
TPOAb (median (range))	6.80 (1.90, 600.00)	7.00 (5.00, 433.10)	6.80 (1.90, 600.00)	0.683
Urinary iodine (median (range))(μ g/L)	182.00 (25.00, 21100.00)	190.00 (25.00, 6300.00)	181.00 (25.00, 21100.00)	0.775
<i>Categorical</i>				
TSH				0.258
Low	3 (0.2)	0 (0.0)	3 (0.2)	
WNL	1293 (96.1)	142 (98.6)	1151 (95.8)	
High	49 (3.6)	2 (1.4)	47 (3.9)	
FT3				0.94
Low	1 (0.1)	0 (0.0)	1 (0.1)	
WNL	806 (59.9)	86 (59.7)	720 (60.0)	
High	538 (40.0)	58 (40.3)	480 (40.0)	
FT4				1
Low	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
WNL	1,342 (99.8)	144 (100.0)	1,198 (99.8)	
High	3 (0.2)	0 (0.0)	3 (0.2)	
TgAb positive	70 (5.2)	10 (6.9)	60 (5.0)	0.426
TPOAb positive	81 (6.0)	11 (7.6)	70 (5.8)	0.498
Autoantibodies positive	118 (8.8)	16 (11.1)	102 (8.5)	0.372
TSH high or FT4 low*	49 (3.6)	2 (1.4)	47 (3.9)	0.196
TSH high and FT4 low	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	NA
Possible hypothyroidism** or autoantibodies positive	163 (12.1)	17 (11.8)	146 (12.2)	1
Possible hyperthyroidism (%)	3 (0.2)	0 (0.0)	3 (0.2)	1

All values are expressed as N (percentage) unless otherwise indicated

WNL within normal limit, TSH thyroid-stimulating hormone, FT4 free thyroxine, FT3 free triiodothyronine, Tg thyroglobulin, TgAb anti-thyroglobulin antibody, TPOAb anti-thyroid peroxidase antibody

Data on urinary iodine were missing for 127 participants (Yes, n = 3; No, n = 124)

*There were no low FT4 cases in this study.

**Possible hypothyroidism: TSH high or FT4 low

いも安定ヨウ素剤服用の有無で有意差が無いことが示された。

最後に、表4は甲状腺機能低下症疑いの有無に関するロジスティック解析の結果となる。この結果の解釈としては、下記の通りであった。

- 福島第一原発事故時の年齢が1歳増加すると4%の低下
- 事故後の検査時の経過年数が1歳増えると19%の増加
- 女性は男性より1.62倍
- 学校健診は個別対応調査より2.64倍
- 安定ヨウ素剤服用は関連せず
- 家族の甲状腺病歴があった場合、1.63倍

論文の考察

本論文の結果をまとめると、安定ヨウ素剤摂取と甲状腺機能低下症との関連性は見られなかった。また、甲状腺機能に関する疾患のレベルは一般の子供たちの発生レベルと同じであった。ウォルフ-チャイコフ効果のような甲状腺への負の影響は甲状腺機能低下症となり、心疾患や精神遅滞など小児へ影響を及ぼす。他に、甲状腺の機能不全は年齢や生活状況、普段のヨウ素摂取に影響する。しかしながら、本論文の結果、安定ヨウ素剤は比較的安全な状況で摂取されていたのかもしれない。

ポーランド国内におけるチェルノブイリ原発事故後の研究において、新生児の安定ヨウ素剤の摂取の有無に関して、TSHのレベルに変わりなかったと報告されている。このような新生児期の安定ヨウ素剤摂取における甲状腺機能に関する情報は乏しい。本論文は、福島第一原発事故時に新生児であった子供たちの甲状腺スクリーニングプログラムの結果が含まれていない。また、福島第一原発事故時に安定ヨウ素剤を摂取した直後の急性期の甲状腺に関する情報を持ち合わせていない。従って、安定ヨウ素剤摂取における急性期の甲状腺機能に関する負の影響を見ることができなかった。そして、本論文は小児の甲状腺機能低下症に付随する神経学的な影響や精神遅滞について検討していなかった。最近の研究では妊娠期に繰り返しヨウ化カリウムを摂取することにより児の脳の発達に影響を及ぼすとの報告もある。ここかあ、安定ヨウ素剤の摂取は子供たちの心理面に関する医学的なフォローアップが必要なのかもしれない。

安定ヨウ素剤の摂取は、原子力災害時の住民の不安感を低減する可能性も考えられる。一方で、安定ヨウ素剤の摂取に関する負の影響も一緒に住民へ知らせるべきである。フランスでは、原発から10km圏内の住民へは安定ヨウ素剤を事前配布している。そして、原発から20kmの住民については、安定ヨウ素剤の備蓄庫を設けて配布の可能な状態を維持している。フランスにおいて安定ヨウ素剤に関する薬理学的な作用は準備の段階で対象者へ十分に通知されるべきとしている。

表4 甲状腺機能低下症疑いの有無に関するロジスティック解析の結果

Table 4 Multivariable logistic regression model for possible hypothyroidism (subclinical hypothyroidism, hypothyroidism, or positive for antibodies)

Parameter	OR	95% CI	p value
<i>Continuous variables</i>			
Age at the time of the disaster	0.96	0.92–1.00	0.034
Years since the disaster	1.19	1.02–1.40	0.029
<i>Categorical variables</i>			
Sex			
Male	Reference		
Female	1.62	1.16–2.27	0.005
School screening			
No	Reference		
Yes	2.64	1.20–5.80	0.015
Iodine prophylaxis			
No	Reference		
Yes	0.72	0.40–1.28	0.262
Family history of thyroid diseases			
No	Reference		
Yes	1.63	1.02–2.62	0.042

OR Odds ratio, CI Confidence interval

本論文の限界点は以下の 7 点になる.

1. 甲状腺機能低下症疑いの対象者数が少なく解析結果の信頼性が低い. 安定ヨウ素剤服用の有無に関して, 甲状腺機能低下症疑いとなるオッズ比が 1.60 であることから, 安定ヨウ素剤服用で 60% の甲状腺機能低下症疑いになると考えられるが, 対象者数が少ないので, このオッズ比の数値の解釈には更なる大きな規模の調査が必要である.
2. 血液検査の結果における代表性の問題. 安定ヨウ素剤服用あり+血液検査ありの対象者が安定ヨウ素剤服用ありの全体の対象者の 12% であり, どこまで安定ヨウ素剤服用に関する血液検査の結果における代表性があるか不明である.
3. 対象者の偏りの問題. 表 1 のように甲状腺スクリーニングプログラム参加時の年齢, 福島第一原発事故から甲状腺スクリーニングプログラムまでの期間, 福島第一原発事故時の年齢などに安定ヨウ素剤服用の有無で偏りが見られた. これは, 安定ヨウ素剤の服用自体が, 福島第一原発周辺の自治体のみで実施された行為であり, 地域的な偏りが影響している可能性がある.
4. 血液検査の実施件数の問題. 血液検査は保護者が許可した場合のみの対応であり, 自主的な行為であるため, 実施件数が少なくなった. 特に学校健診の場合, 血液検査の募集プロセスがその対象者の集団ごとに異なるため, 血液検査の実施が難しい状況にあった. また, 血液検査によって, 福島第一原発事故時に摂取した安定ヨウ素剤の痕跡を見つけることができなかった. これは, 血液検査が福島第一原発事故から数年後に実施されていたためと考える.
5. 甲状腺の超音波検査画像の問題. 甲状腺検査では甲状腺のびまん性低エコー性などの超音波検査による変化を系統的に測定できなかった. これは検査方法を具体的に定めて, 解析用のデータを残すべきであると考える.
6. 甲状腺スクリーニングプログラム用の解析データは 1 か所の医療機関のみ. 本論文のデータの代表性は, 解析データが 1 か所の医療機関のみのため, 信頼性が低い可能性がある.
7. 甲状腺線量は考慮していない. 放射線治療を受けた場合, 甲状腺機能低下症になることが報告されているが, 福島第一原発事故の甲状腺線量は限りなく低く, 甲状腺線量は問題にならないだろう.

論文の結論

本論文は様々な限界点があるが, 今回の調査の場合では, 安定ヨウ素剤服用による甲状腺機能への負の影響が見られなかった. 子供の甲状腺機能低下は精神的な負の影響がみられる可能性があり, 安定ヨウ素剤の一時的な服用であっても, 医師によるフォローアップが必要であると考える. 本論文の情報は将来的な原子力災害への安定ヨウ素剤服用に関する準備へ資することを願う.

論文への感想

本論文は世界的にも興味がある安定ヨウ素剤の服用後の甲状腺機能に関する部分に焦点を当てていた. 私の意見は日本人の普段からのヨウ素摂取量が大きいため, 安定ヨウ素剤の甲状腺機能への影響が小さいのではないかと考える. 日本人の血中から甲状腺へのヨウ素取り込み率は 18.6% とされており, ICRP が示している 30% より十分に低い. この状況下であれば, 安定ヨウ素剤の効果はそれほど大きくない. このように, 日本人の日常的なヨウ素摂取量を考慮の中で議論をすることで, さらに, 深みのある論文になったのかもしれない.

Biological effects of low-dose chest CT on chromosomal DNA.

(低線量胸部 CT が染色体 DNA に及ぼす生物学的影響)

第一著者名・掲載雑誌・号・掲載年月

Sakane H./ Radiology 295.2 (2020): 439-445.

文献の英文表記:著者名・論文の表題・雑誌名・巻・号・ページ・発行年

Sakane, H., Ishida, M., Shi, L., Fukumoto, W., Sakai, C., Miyata, Y., Ishida, T., Akita, T., Okada, M., Awai, K., Tashiro, S. (2020). Biological effects of low-dose chest CT on chromosomal DNA. Radiology, 295(2), 439-445.

論文紹介著者

西丸 英治 (広島大学病院 診療支援部)

論文解説

論文解説

本論文は、肺がん検診時の低線量の被ばくにおける生物学的影響について検討した内容である。肺がん検診 CT 用の低線量 (Low dose CT: LDCT) の撮影条件群 (平均 1.5 mSv) と標準線量 (Standard dose CT: SDCT) の撮影条件群 (平均 5.0 mSv) の末梢血リンパ球の日本鎖切断および染色体異常 (chromosome aberration : CA) を比較した結果、低線量の群について DNA 二本鎖切断と染色体異常は認められず、標準線量の群ではその影響が認められた。

方法

・前向き研究の参加者

この研究への登録者は、2016 年 3 月から 2018 年 6 月の間に呼吸器外科に紹介された 519 人の無症候性の外来患者において造影剤未使用の胸部 CT を施行された患者群である。この中で、白血病またはリンパ腫の病歴があり以前に放射線療法または化学療法を受けた 18 歳未満および 3 日以内に単純 X 線撮影または核医学検査を受けた個人は除外された (図 1)。

LDCT, SDCT を受けた参加者の潜在的な違いの影響を排除するために、数ヶ月の間に LDCT と SDCT の両方の胸部イメージングを受けた 63 人の参加者からの末梢血リンパ球サンプルを使用した。

・CT 検査

CT 装置は、Aquilion One; Canon Medical Systems を使用した。撮影条件は、管電圧 : 120 kV, X 線管回転速度 : 0.5 s/rot., 検出器配列 : 0.5 mm×80 列, LDCT の管電流は 100 mA に固定, SDCT は, automatic exposure control (AEC) を使用し SD index は 12.0 HU に設定した。検討した血液量は、撮影条件から Waza-Ari; <https://waza-ari.nirs.qst.go.jp/> を使用して臓器線量を計算し、ICRP (International

International Commission on Radiological Protection) publication 89 から推定し決定した。

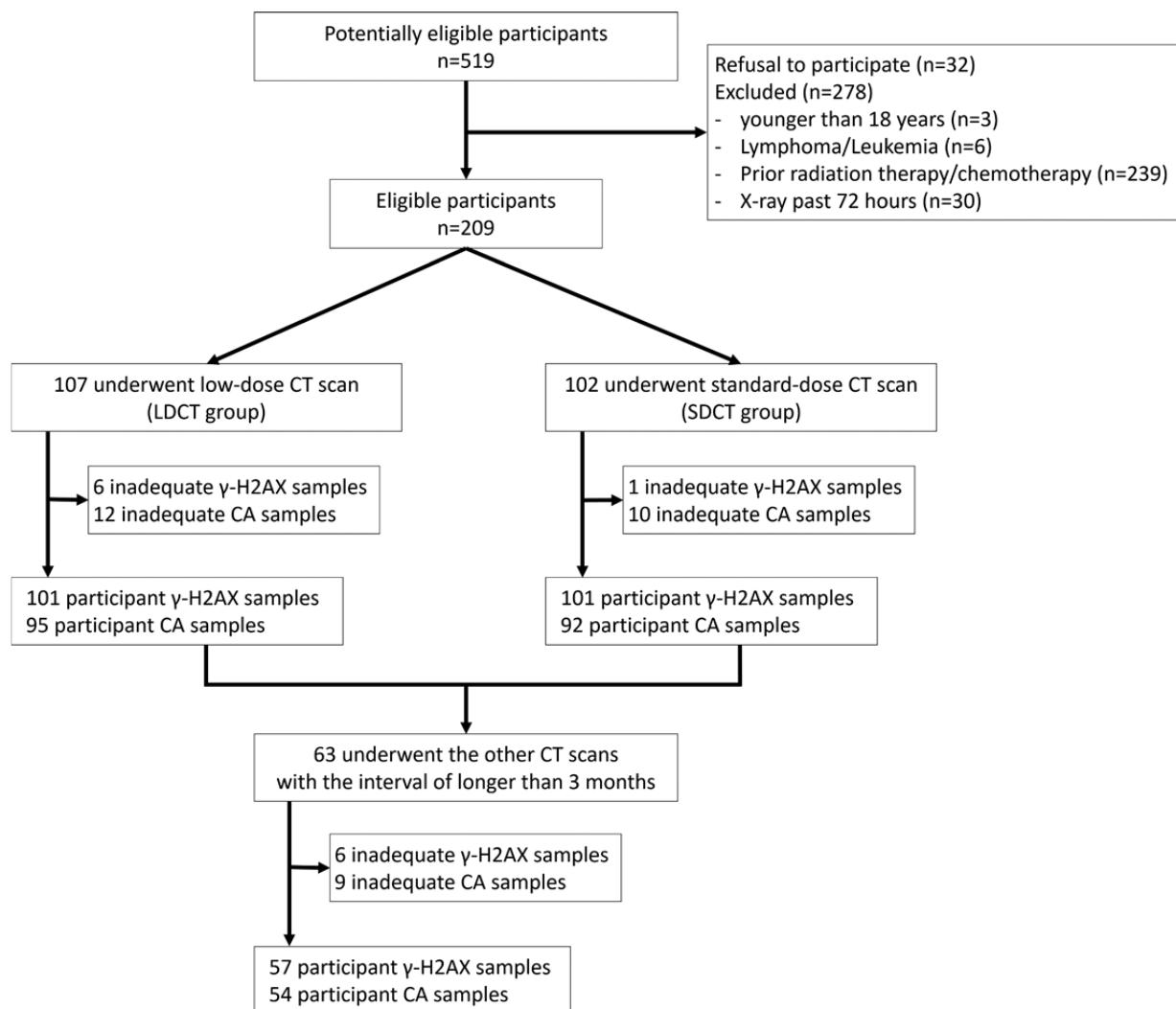


図 1. 研究参加者の登録フローチャート. DNA 二本鎖切断のマーカーである γ -H2AX は、リン酸化型のヒストン H2AX である. CA=染色体異常, LDCT=低線量 CT, SDCT=標準線量 CT.

・採血と処理

末梢血サンプルは、検査の直前および検査終了後 15 分後に採取された。二本鎖切断の数を数えるため γ -H2AX の免疫蛍光染色によって染色された間期リンパ球を調べた（図 2）。CT 検査後の二本鎖切断修復エラーの検出は、テロメアーセントロメアペプチド核酸プローブを使用して蛍光 in situ ハイブリダイゼーションで染色された中期リンパ球を分析した（図 3）。分析者は、すべての臨床データと画像パラメータを知らざる状態で分析を行った。分析者の経験年数は、 γ -H2AX 分析については 9 年と 15 年の経験を持つ C.S. と M.I. と CA 分析はそれぞれ 2 年と 8 年の経験を持つ H.S. と L.S. であった。

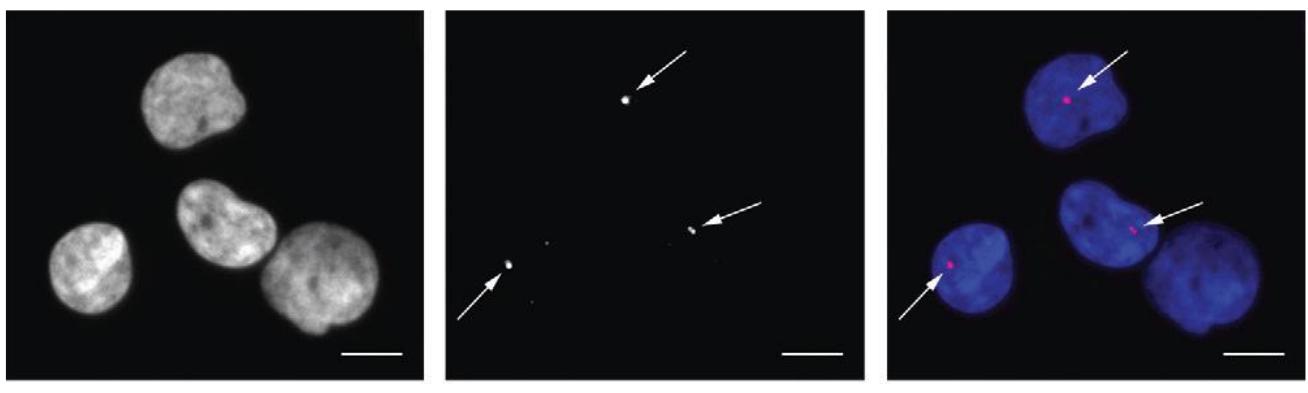


図 2 : γ -H2AX 病巣を描写するために施行された免疫蛍光染色. SDCT で検査した 82 歳の女性の末梢血リンパ球における γ -H2AX 病巣の代表的な画像.

- (a) 4 つのリンパ球の核 DNA
- (b) γ -H2AX 病巣 (矢印)
- (c) DNA 二本鎖切断のマーカー

このマージされた画像では, DNA は青色, γ -H2AX 病巣は赤色 (矢印は小さな病巣を示す).

DNA 二本鎖切断のマーカーである γ -H2AX は, リン酸化型のヒストン H2AX である.

スケールバー : 5mm

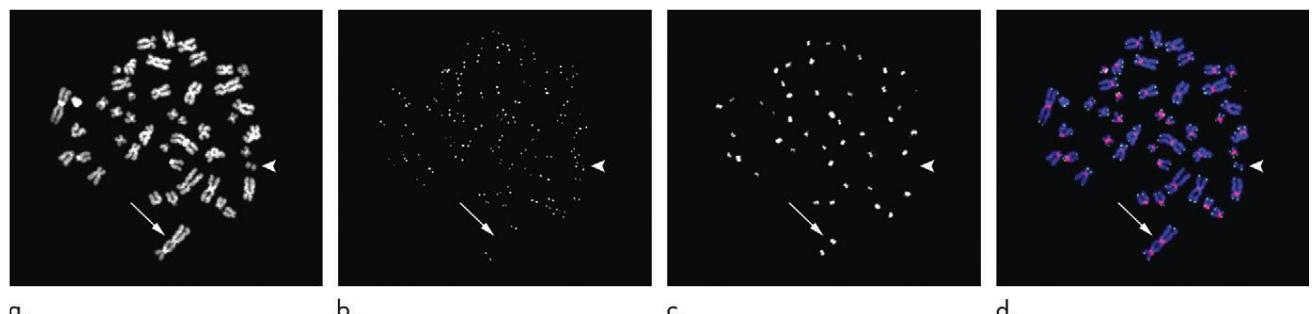


図 3 : 染色体異常を描写するために施行されたペプチド核酸蛍光 in situ ハイブリダイゼーション分析. SDCT の 15 分後に分析した 87 歳の男性の中期リンパ球.

2 つのセントロメア (矢印) を持つ二動原体染色体と非動原体フラグメント (矢じり) の代表的な画像を示す. アセントリックフラグメントは, 二動原体染色体の形成によって作成された.

- (a) 染色体 DNA
- (b) テロメア
- (c) セントロメア
- (d) マージされた画像

青色=NA, 緑色=ロメア, 赤色=セントロメア

・DNA 損傷と染色体の定量分析収差

DNA 損傷と染色体異常の定量分析 γ -H2AX は, 末梢血リンパ球サンプルにおいて少なくとも 1000 個の細胞で自動的にカウントした. 分析されたリンパ球の数が 1000 未満の場合には, サンプルはそれ以

上処理をしなかった。サンプルにおいて分析されたリンパ球の平均数は 3906 であった。6 つの LDCT サンプルと 1 つの SDCT サンプルについては、それ以上の処理が不可能であった。その結果、202 のサンプルが γ -H2AX 分析に利用可能であった。二動原体および環状染色体は、サンプルあたり少なくとも 1000 の分裂中期で半自動的にカウントされた。セントロメアの数に基づきソフトウェアは数千の CA 候補をピックアップした。分析者は、手動検査により実際の CA を特定した。分析された分裂中期の数が 1000 未満の場合、サンプルはそれ以上処理されなかった。分析された中期の平均数は、サンプルあたり 1095 であった。12 個の LDCT サンプルと 10 個の SDCT サンプルはそれ以上の処理を受けず、最終的に 187 のサンプルが CA 分析に利用可能であった。

・統計分析

ソフトウェア (MedCalc) を使用して統計分析を行った。

・結果と考察

低線量 (LD) 胸部 CT による肺がん検診は、肺がんによる死亡率を低下させる可能性があるがスクリーニングの検査による生物学的効果は不明である。LD CT イメージング (1.5 mSv) は、有意な生物学的 DNA 变化 [CT 前後の γ -H2AX, 細胞あたりそれぞれ 0.15 および 0.17 [$P = .45$] (図 4), CT 前後の染色体異常 [CA], は 1000 分裂中期ごとにそれぞれ 6.7 と 7.2 [$P = .69$] (図 5)] であった。標準線量 (SD) 胸部 CT (5 mSv) は、DNA 二本鎖切断 (CT 検査前, 細胞あたり 0.11, CT 検査後, 細胞あたり 0.16, $P < .001$) および CA (CT 検査前, 7.6 / 1000 分裂中期; CT 後, 1000 分裂中期あたり 9.7; $P = .003$) となり有意に増加した。SDCT が LDCT よりも大きな DNA 損傷をもたらすことについて個体差を確認するため、LDCT と SDCT の両方を受けた 63 人のサンプルを追加分析した。この検討より、SDCT 後の γ -H2AX と CA の数は LDCT よりも多いことが確認された (図 6)。

他の研究 (12, 19, 20) と同様に、SDCT は不安定な CA の数を大幅に増加させる。不安定な CA は、染色体の誤分離による有糸分裂死を誘発するため、直接発がんには関連していないが (21), いくつかの疫学研究では、末梢血リンパ球における不安定な CA の発生率とがんリスクとの関連が示されている (22, 23)。電離放射線は、発がんの引き金となる可能性のある他の種類の CA (乗換えなど) を誘発する。乗換えは、放射線被ばく後に二動原体染色体よりもわずかに高いレベルで誘発されることが示されており (24), 我々の結果は SDCT が染色体異常のために癌リスクを高める可能性を支持する。我々の知見では、CT によって誘発される生物学的な有害変化とがんリスクとの直接的な関連は確立されないが、しきい値なしの仮説は放射線被ばくを最小限に抑える必要があることを示している (25)。

本研究参加者の特徴として、LDCT および/または SDCT 群の間に有意差はなかった。しかし、CT 検査前の CA 数のわずかな違いはあった。したがって、Shi et al (28) によって報告された研究に基づき、参加者間の放射線感受性の違いを反映している可能性を排除することはできなかった。

私たちの研究にはいくつかの制限があった。CT プロトコルはランダムに割り当てられておらず、1 回の LDCT 検査の生物学的効果は低いが、毎年行う LDCT スクリーニングの場合においては不明である。最後に、末梢血リンパ球の DNA 損傷を評価したが、固形臓器組織では評価していない。リンパ球は全身を循環するため全身の影響を反映することができるが、肺組織の DNA 損傷の程度はリンパ球で検出されるものとは異なる場合が考えられる。

結論として、ヒトDNAに対する低線量CTの影響は検出されなかった。しかし、標準線量CT後は、DNA二本鎖が切断され染色体異常は増加した。

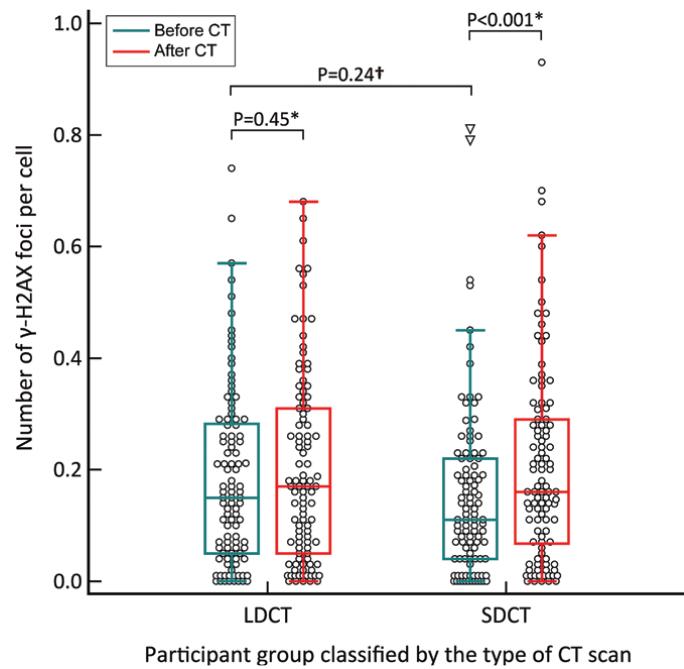


図4：箱ひげ図は、2つの独立したグループにおけるCT検査前後の γ -H2AX病巣の絶対数を示す。 γ -H2AX病巣の数は、標準線量CT(SDCT)後に有意に増加した。低線量CTスキャンの前後で有意差は認められなかった(LDCT)。*ウィルコクソン符号順位検定。†マンホイットニーのU検定。DNA二本鎖切断のマーカーである γ -H2AXは、リン酸化型のヒストンH2AXである。

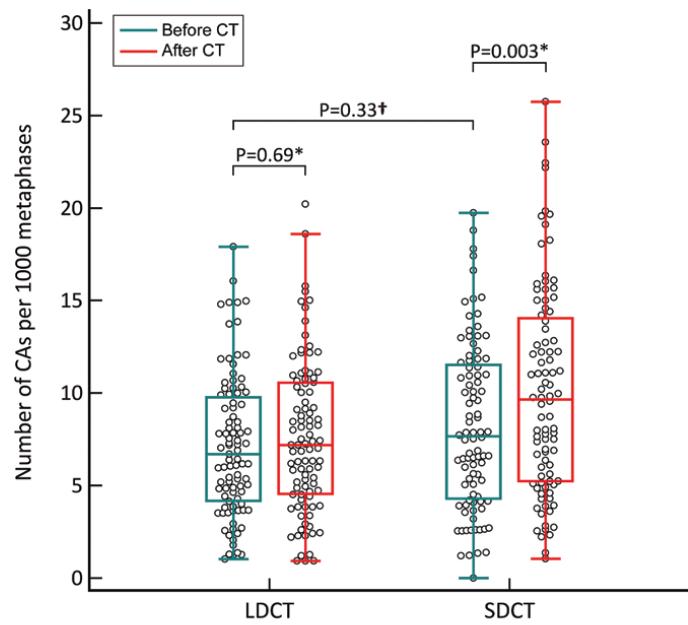


図 5：箱ひげ図は、2つの独立したグループにおけるCT前後の染色体異常(CA)の絶対数を示す。CAの数は、標準線量CT(SDCT)後に有意に多かった。低線量CTの前後で有意差は認められなかつた(LDCT)。*ウィルコクソン符号順位検定。†マンホイットニーのU検定。

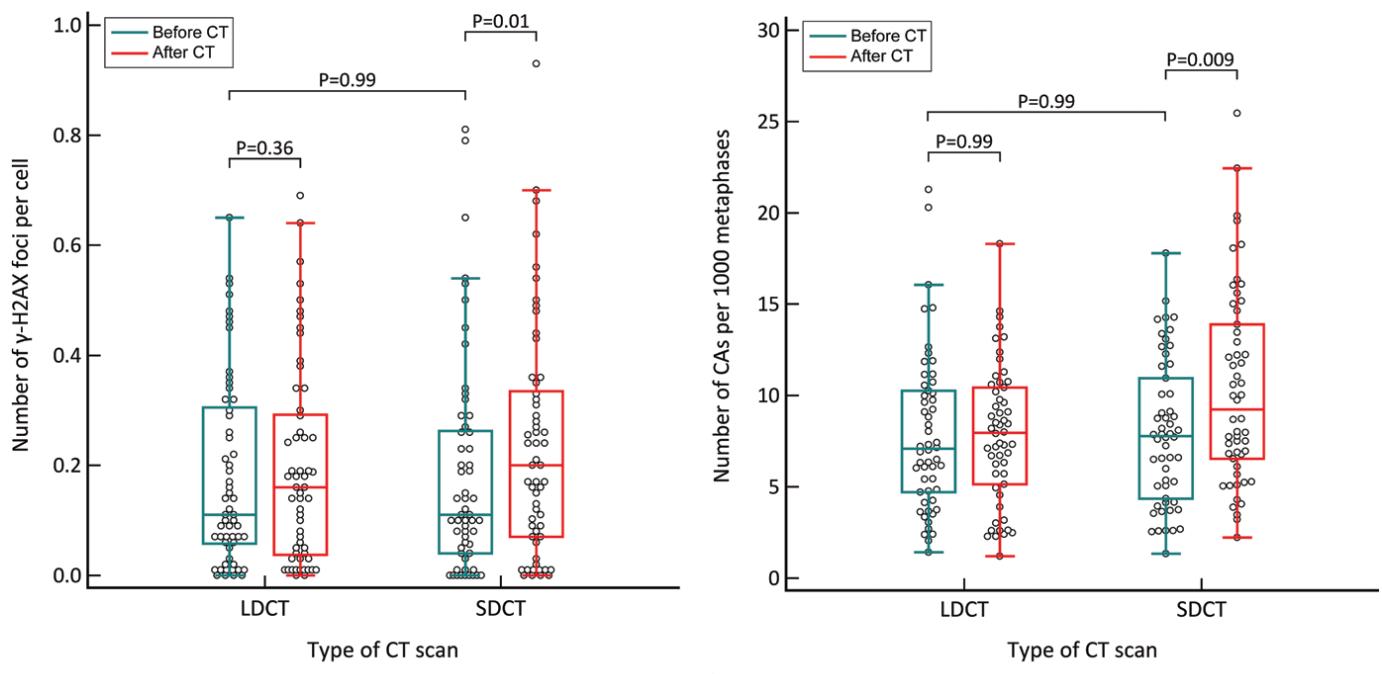


図 6：箱ひげ図は、低線量CT(LDCT)と標準線量CT(SDCT)の両方を受けたDNA損傷の絶対数。

(a) γ -H2AX病巣分析。 (b) 染色体異常(CA)分析。

γ -H2AX病巣とCAの両方の数は、標準線量CT検査後に有意に増加した。低線量CTの前後で有意差は認められなかつた。ウィルコクソン符号順位検定で検討した。DNA二本鎖切断のマーカーである γ -H2AXは、リン酸化型のヒストンH2AXである。

放射線防護部会誌／分科会誌インデックス

第1号(1995.10.20 発行)

放射線防護分科会 発足式並びに研究会
あいさつ 放射線防護分科会の発会を祝して／川上壽昭
放射線防護技術の発展に会員のご協力を／砂屋敷忠記念講演要旨 医療における放射線の利用と防護－放射線防護分科会への期待－／佐々木康人
討論要旨 テーマ「医療放射線防護を考える」
(1) なぜいま医療放射線防護なのか／森川薫
(2) X線撮影技術の分野から／栗井一夫
(3) 核医学検査技術の立場から／福喜多博義
(4) 放射線治療技術の立場から／遠藤裕二

第2号(1996.4.1 発行)

第52回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「ヒトから考える医療放射線防護／赤羽恵一
特別講演要旨「ICRP1990年勧告 その後・吉賀佑彦
パネルディスカッション要旨
テーマ「放射線利用における公衆の防護」
(1) 公衆の放射線防護 序論／菊地 透
(2) 病室におけるX線撮影時の室内散乱線量分布／小倉 泉
(3) 放射線医薬品投与後の周囲への安全性と現状／中重富夫
(4) 放射線施設の遮蔽条件／砂屋敷忠
(5) 診療の立場から／飯田恭人
(6) 現在の施設の防護状況報告／木村純一
文献紹介 放射線防護に関する著書の紹介／西谷源展
最近の海外文献紹介／菊地 透

第3号(1996.9.26 発行)

第24回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「放射線防護と画像評価」／栗井一夫
パネルディスカッション要旨
テーマ「ボランティアの被曝と防護を考える」
(1) ボランティアの放射線被曝とは／菊地透
(2) 新技術・装置開発での問題点／辻岡勝美
(3) 学生教育の立場から／三浦正
(4) 診療現場での事例／平瀬清
教育講演要旨 宮沢賢治百年と放射能100年「医療放射線の被曝と防護をめぐって」序文／栗冠正利
資料 厚生省「医療放射線管理の充実に関する検討会」報告書

第4号(1997.4.5 発行)

第53回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「21世紀に向けた節目の時代」／菊地透

第4回放射線防護分科会 パネルディスカッション要旨

テーマ「診療用X線検査における患者の被曝線量を知る方法」

(1) 被曝線量の実用測定－個人線量計を利用する場合／福本善巳

(2) 診療現場の問題－簡易換算法による被曝線量の推定／山口和也

(3) 診療現場の問題－自作線量計による患者被曝線量の測定／重谷昇

(4) 診療現場の問題－線量測定の位置と単位について／鈴木昇一

会員の声 放射線防護に対する認識－ある放送から感じたこと／平瀬清

資料 X線診断による臓器・組織線量、実効線量および集団実効線量 RADIO ISOTOPE誌転載

第5号(1997.10.30 発行)

第25回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「IAEAガイドンスレベルと線量評価法の混乱」／鈴木昇一
第5回放射線防護分科会パネルディスカッション要旨
テーマ「医療放射線被曝とは何か」
(1) 被曝のとらえ方－医療被曝を中心に／菊地 透
(2) 内部被曝－線量評価／赤羽恵一
(3) 外部被曝－計る／前越久
(4) 被曝の混乱－アンケートによる原因と対策／森川薫
(5) 討論 司会／砂屋敷忠
会員の質問
(1) 個人被曝線量計の精度
(2) 施設線量の測定法
資料 放射線防護分科会アンケート集計報告

第6号(1998.4.9 発行)

第54回総会学術大会 放射線防護分科会特集
第6回研究会プログラム
教育講演要旨
「医用放射線と保健福祉」／森光敬子
「ICRPの国内法令取り入れをめぐって／菊地 透
会員の声 医療放射線の「リスク論議考」／輪嶋隆博
質問欄 カテーテルアブレーションの被曝低減法／委員会
論文紹介
国際放射線防護委員会 ICRP1997年オックスフォード会議／松平寛通（放射線科学から転載）

第7号(1998.10.29発行)

第26回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
第7回研究会プログラム パネルディスカッション要旨
テーマ「医療被曝(X線検査)のガイダンスレベルは制定できるか」
(1) ガイダンスレベルとは何か／菊地透
(2) 一般撮影での問題点／佐藤齊
(3) 乳房撮影(歯科も含む)の注目点／加藤二久
(4) 病室・在宅医療での考え方／加藤英幸
会員研究発表リスト 1998年 春・秋

第8号(1999.4.5発行)

第55回総会学術大会 放射線防護分科会特集
放射線防護研究一分科会の活動／砂屋敷忠
第8回研究会プログラム 教育講演資料
(1) 放射線防護 過去・未来／館野之男
(2) 医療法施行規則改正の動き／諸岡健雄
第26回秋季学術大会分科会報告
医療被ばく(X線検査)のガイダンスレベルは制定できるか／菊地透
防護分科会印象記／輪嶋隆博
学術大会防護関連座長印象記
X線検査装置-2／江口陽一
X線質評価／久保直樹
放射線管理測定技術／大釜昇
放射線管理-IVR 従事者被曝／水谷宏
討論室 続 防護エプロン論争／輪嶋隆博

第9号(1999.10.28発行)

第27回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「これから放射線防護に求められるもの-21世紀の活動」／栗井一夫
第9回放射線防護分科会
パネルディスカッション要旨
テーマ「放射線管理における西暦2000年問題について」
病院における西暦2000年問題／谷重善
医療用具製造業者等のコンピュータ西暦2000年問題への対応状況について／田村敦志
病院における西暦2000年問題への対応について／水谷宏
西暦2000年問題への対応と現状／泉孝吉
放射線治療装置における西暦2000年問題／大野英
第55回総会学術大会防護関連座長印象記
放射線管理-IVR・乳房撮影／栗井一夫
放射線管理-スペクトル・フィルタ／大釜昇
放射線管理-RI管理／菊地透
X線検査-DR被曝／千田浩一
放射線管理-測定器／新開英秀
放射線管理-CT被曝・測定器／鈴木昇一
ニュース

低線量放射線影響に関する公開シンポジウム／加藤英幸
放射線防護に関する関係省庁への要請書および要望書の提出について／菊地透
質問欄 放射線管理のQ&A／菊地透

第10号(2000.4.6発行)

第56回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「新たなる世紀を迎える前に放射線防護論(防護学)の問題点を考える」／加藤英幸
第10回放射線防護分科会
基調講演要旨 「放射線防護関連法令の改正について」／菊地透
シンポジウム要旨
テーマ「放射線安全規正法改正と新しい放射線医療技術の対応」
放射線診療施設・管理区域の対応／鈴木昇一
個人被曝管理の対応／寿藤紀道
新しい放射線医療技術の対応／諸澄邦彦
第27回秋季学術大会防護関連座長印象記
核医学-被曝／中田茂
放射線管理-被ばく低減／有賀英司
放射線管理-IVR・DSA／三宅良和
X線撮影-血管撮影被曝・その他／阿部勝人
討論室 ウラン加工工場臨界事故に学ぶ／菊地透
クラーク論文を読んで／水谷宏
ニュース 平成11年度公開シンポジウム「医療における放射線被曝と対策」印象記／富樫厚彦

第11号(2000.10.20発行)

第28回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「モラル・ハザードと放射線防護のプロ」／寿藤紀道
第16回計測、第11回放射線防護合同分科会要旨
「診断領域における線量標準測定法の確立」-より安全な放射線防護を目指して-
医療被曝測定の意義／菊地透
X線診断領域における較正場について／加藤二久
標準測定法の確立／小山修司
現場における被曝線量測定／熊谷道朝
第56回総会学術大会防護関連座長印象記
CT検査-被曝低減技術／新木操
マルチスライスCT-被曝低減技術／村松禎久
小児のための放射線検査1／増田和浩
放射線管理-患者被曝1／梅酢芳幸
放射線管理-患者被曝2／加藤英幸
放射線管理-術者被曝／山口和也
核医学-RI管理／工藤亮裕
放射線管理-測定器／小山修司
討論室 原子力時代のバイオニア 武谷三男氏の死去に際して／富樫厚彦
ニュース IRPA-10に参加して／有賀英司

国際放射線防護学会 第 10 回国際会議(IRPA-10)参加
印象記／富樫厚彦
資料 密封小線源の紛失事例分析と防止対策／穴井重男
書評 「緊急被ばく医療の基礎知識」／西谷源展

第 12 号(2001.4.6 発行)

第 57 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「これから放射線防護分科会」／栗井一夫
第 12 回放射線防護分科会要旨
テーマ「法令改正で貴方の施設は大丈夫ですか？」－
これからでも間に合う現場対応－
基調講演要旨 医療施設の放射線防護関係法令改正の
要点／菊地透
話題提供要旨 管理区域境界等における測定と評価方
法について／山口和也
放射線診療従事者の被曝管理について／加藤英幸
診療用 X 線装置等の防護基準の測定について／水谷宏
第 28 回秋季学術大会防護関連座長印象記
放射線管理－被曝線量評価・QC／越田吉郎
放射線管理－乳房撮影／小山修司
放射線管理－法令改正・環境測定／鈴木昇一
資料 平成 12 年度公開シンポジウム 一般公衆から
の質問と回答- 1
医療法施行規則の一部を改正する省令新旧対比表
書評 「被ばく線量の測定・評価マニュアル 2000」と
「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2000」／
山野豊次

第 13 号(2001.11.10 発行)

第 29 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
教育講演要旨「緊急被曝医療の展望」／青木芳朗
フレッシャーズセミナー要旨 「低線量の健康影響」
／米井脩治
第 13 回放射線防護分科会要旨
テーマ「どうしてますか、あなたの施設の放射線管理
－法令改正半年を経て－」
(1) 放射線従事者の管理／水谷宏
(2) 治療施設の管理／穴井重男
(3) 核医学施設の管理／山村浩太郎
(4) 医療現場の対応状況／加藤英幸
第 57 回総会学術大会防護関連座長印象記
放射線管理－教育・危機管理／石田有治
放射線管理－装置管理／吉村浩太郎
放射線管理－IVR 被曝／梅津芳幸
放射線管理－一般撮影、乳房／山口和也
放射線管理－測定器／熊谷道朝
放射線管理－測定評価／小山修司
放射線管理－CT 被曝／五十嵐隆元
放射線管理－被曝管理／千田浩一
学術大会印象記 「放射線安全管理の基礎・放射線管
理フォーラム」／福田篤志

資料 IVR に伴う放射線皮膚傷害報告症例から放射線
防護を考える／富樫厚彦
文献紹介 「塩化タリウムの放射線皮膚炎」／防護分
科会

第 14 号(2002.4.4 発行)

第 58 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「医療現場の放射線安全管理は大丈夫か」／穴
井重男
教育講演要旨 「IVR における皮膚傷害発生の現状と
今後の展開」／西谷 弘
第 14 回放射線防護分科会要旨
テーマ「血管撮影領域における放射線皮膚傷害の現状
と対策」
(1) 皮膚傷害事例とその治療にあたって／大和谷淑子
(2) 循環器科医の立場から／角辻 晓
(3) 被曝の現状と対策／水谷 宏
(4) 放射線防護の対応について／菊地 透
第 29 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 15 号(2002.10.17 発行)

第 30 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「100mGy の意味するもの」／新井敏子
教育講演要旨 「女性の放射線被曝について」／大野
和子
第 15 回放射線防護分科会要旨
テーマ「ICRP Publ.84－妊娠と医療放射線－を考える」
(1) ICRP Publ.84 の意図するもの／富樫厚彦
(2) 女性と放射線被曝：医療被曝／安友基勝
(3) 女性と放射線被曝：職業被曝／新井敏子
(4) 女性と放射線被曝：公衆被曝／穴井重男
第 13 回放射線防護分科会(第 29 回秋季学術大会)抄録
集
「どうしてますか、あなたの施設の放射線管理－法令
改正半年を経て－」
放射線従事者の管理／水谷宏
治療施設の管理／穴井重男
医療現場の対応状況／加藤英幸
座長集約／鈴木昇一
第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録

第 16 号(2003.4.11 発行)

第 59 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
巻頭言「放射線防護分科会の役割」／前越久
第 16 回放射線防護分科会要旨
テーマ「医療従事者への放射線防護教育」
(1) 放射線診療従事者への教育訓練／穴井重男
(2) 医療従事者への教育／富樫厚彦
(3) 技師養成期間における防護教育／鈴木昇一
(4) 患者さんへの対応／新井敏子
岩手高校生被曝事故に関する考察／加藤英幸／鈴木昇

一／富樫厚彦／西谷源展
ニュース 医療放射線防護連絡協議会第 16 回フォーラム印象記／磯辺智子
第 30 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 17 号(2003.10.10 発行)

第 31 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「よろしくお願ひします」／塚本篤子
教育講演要旨 「医療被曝とその影響」／阿部由直
第 17 回放射線防護分科会要旨
「ディベート：胸部撮影における患者さんの防護衣は必要か」
(1)「必要な立場から」／相模 司
(2)「必要な立場から」／加藤英幸
(3)「不要の立場から」／松下淳一
(4)「不要の立場から」／輪嶋隆博
ニュース IVR に伴う放射線皮膚傷害の防止に関するガイドラインおよびIVR の患者の受ける線量測定マニュアル作成状況報告／放射線防護分科会
フォーラム印象記 第 17 回「医療放射線の完全使用研究会」フォーラム印象記／塚本篤子
第 59 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 18 号(2004.4.9 発行)

第 60 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「医療放射線防護とリスクコミュニケーション」／松下淳一
第 18 回放射線防護分科会要旨
テーマ「IVR における患者皮膚障害防止」
(1)「IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインの趣旨」／菊地透
(2)「IVR における患者皮膚線量の測定マニュアルの概要」／水谷宏
(3)「心臓領域における IVR の現状」／石綿清雄
ニュース 国政免除レベル等の取り入れに伴う放射線同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（障害防止法）改正について—経緯と現況—／加藤英幸
トピックス “医療”解剖学～インターネット情報から今の医療を考える～／三上麻里
印象記 “医療における放射線安全・防護についてのパネル討論会”／塚本篤子
放射線免疫学調査講演会「低線量放射線の健康影響」に参加して／加藤英幸
平成 15 年度市民公開シンポジウム（富山市）／伊藤祐典
平成 15 年度医療放射線安全管理講習会に参加して／小林正尚
文献紹介 X 線診断被ばくによる発がんのリスク：英 国及び 14 カ国の推計／藤淵俊王
訃報 斎藤岩男氏を偲ぶ
第 31 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 19 号 (2004.10.21 発行)

第 32 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「今どきの ICRP 報告書」／栗井一夫
第 19 回放射線防護分科会要旨
テーマ「医療における放射線防護関連法令の改正とその運用について」
(1)「加速器使用施設における対応」／松下淳一
(2)「密封線源使用における対応」／石井俊一
(3)「放射線廃棄物への対応」／青木功二
(4)「放射線完全管理規制の課題」／山口一郎
ニュース 分娩前の歯科 X 線撮影と出生時低体重児を読んで／宮田あきこ
資料 CT 検査における線量測定／鈴木昇一
第 60 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 20 号 (2005.4.8 発行)

第 61 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「公衆と放射線」／三田創吾
第 20 回放射線防護分科会要旨
テーマ「X 線診断領域の被曝でがんは増えるのか」
(1)「放射線影響の立場から」／坂井一夫
(2)「放射線管理の立場から」／菊地透
(3)「放射線被曝に対する市民の不安」／中島久美子
資料 ICRP Publication 86「放射線治療患者に対する事故被曝の予防」の要約／松下淳一
第 32 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第 21 号 (2005.10.20 発行)

第 33 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「分科会長に就任して」／加藤英幸
第 21 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療における Gy と Sv の考え方」／加藤和明
テーマ「医療現場での線量評価を考える」
(1)「胸部撮影における線量評価の現状」／船橋正夫
(2)「乳房撮影における線量評価の現状」／安友基勝
(3)「CTにおける線量評価の現状」／村松禎久
(4)「線量評価ガイドラインの提示」／菊池 透
トピックス 放射線関係法令改正対応記／富樫厚彦
第 61 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 22 号 (2006.4.7 発行)

第 62 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「放射線防護 雜感」／五十嵐隆元
第 22 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療放射線防護と最近の ICRP の動向」／米倉義晴
テーマ「PET 検査における放射線被ばくを考える」
(1)「PET 検査室における被ばく」／五十嵐隆元
(2)「被検者の被ばく線量評価」／赤羽恵一

(3)「法整備の現状と問題点」／渡辺 浩
トピックス「ICRPの新体制と新勧告の動き／菊地透
平成17年度市民公開シンポジウム印象記／小林剛
第33回秋季学術大会放射線防護管理関連演題後抄録

第23号 (2006.10.19 発行)

第34回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「アララ！小惑星と電離性放射線」／富樫厚彦
第23回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療をとりまく放射線災害の現状と課題」／高田 純
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」／菊地透
合同分科会シンポジウム「マンモグラフィの精度管理について」
学術交流委員会報告プレリリース
第62回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第24号 (2007.4.13 発行)

第63回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「防護計測の愚痴、自戒」／鈴木昇一
第24回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「放射線安全とヒューマンファクター」／石橋 明
テーマ「放射線安全教育の現状と課題」
(1)「学生教育では」／福士政弘
(2)「医療従事者に対して」／中里 久
(3)「一般公衆に対して」／西田由博
技術活用セミナー1 「医療被ばくの説明とリスク仮説—LNT仮説を中心に—」／輪嶋隆博
モーニングセミナー「患者さんの不安に答えた経験から言えること」／大野和子
「医療被曝相談—この事例にあなたはどう答えますか—」／五十嵐隆元
第23回防護分科会後抄録
テーマ「もしも放射線災害が起きたら…」
(1)「緊急被ばく医療の実際」／神 裕
(2)「緊急被ばく医療の病院における放射線管理の実際」／武田浩光
(3)「医療用放射線源のセキュリティ対策の課題」／菊地 透
トピックス「ICRP-2007新勧告案についての私見」／富樫厚彦
印象記 第3回お茶の水アカデミシンポジウム「医療被ばくを考える」に参加して／三反崎宏美
第34回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第25号 (2007.10.26 発行)

第35回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「手と放射線」／水谷 宏
第25回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療従事者における外部被曝の現状と課題」—個人被曝線量測定サービス機関のデータから／石山 智
テーマ「手指の被曝を考える」
(1)「放射線診療従事者の手指被曝の実態調査（アンケート報告）」／塚本篤子
(2)「Vascular（血管系）IVRでは」／坂本 肇
(3)「Vascular（血管系）IVRでは」／藤淵俊王
(4)「CT撮影では」／小林正尚
合同分科会（画像・放射線撮影・計測・放射線防護・医療情報）シンポジウム
「X線CT撮影における標準化—”GuLACTIC 2007”胸部疾患（びまん性疾患および肺がん）のガイドライン作成にあたって—」
(1) GuLACTIC 2007 肺がんのガイドラインについて／萩原 芳広
(2) CT画像の画質特性と臨床適応／市川勝弘
(3) 造影理論と臨床応用／山口 功
(4) CTの線量特性と被曝線量／小山修司
(5) CT検査の放射線防護の考え方とその評価方法／加藤英幸
(6) データ保存と画像配信／山本勇一郎
第24回防護分科会後抄録 パネルディスカッション
テーマ「放射線安全教育の安全と課題」
「一般公衆に対して」／西田由博
印象記 第24回放射線防護分科会「放射線安全教育の安全と課題」を拝聴して／松崎正弘
第63回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第26号 (2008.4.4 発行)

第64回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「本年は放射線防護における変革の年となるのか」／広藤 喜章
第26回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療放射線における放射線防護の最新動向 -ICRP新勧告とIAEA国際基本安全基準について／米原 英典
テーマ「放射線防護の観点からのデジタル画像」
(1) ICRP Publ.93（デジタルラジオロジーにおける患者線量の管理）の概要と課題／富樫 厚彦
(2) 医療現場におけるデジタル画像の現状—学術調査研究班調査研究の中間報告から—／鈴木 昇一
(3) デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
(4) デジタル撮影における画像評価／西原 貞光
モーニングセミナー「医療放射線防護の常識・非常識—私たちが伝えたかったこと」／大野和子・栗井一夫

技術活用セミナー「循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」-技術学会の果たした役割-／栗井 一夫
第 35 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 27 号 (2008.10.23 発行)

第 36 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「科学技術の発達と融合」／藤淵 俊王
第 27 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「医療被曝の国際動向と課題」／菊地 透
テーマ「患者以外の医療被曝を考える」
(1)患者以外の医療被曝の住み分け／富樫厚彦
(2)ボランティア被曝の現状／小寺吉衛
(3)介護被曝の現状／祖父江由紀子
部会・分科会合同シンポジウム
テーマ：「X線診断領域におけるデジタル化と被曝防護を考える」
(1)X 線診断領域での被曝と防護の考え方／加藤英幸
(2)我が国での診断領域の患者被曝の現状—X線診断時に患者が受ける線量の調査研究より—
1. 調査概要／近藤裕二
2. 一般撮影での傾向／能登公也
3. マンモ、CTでの傾向／小林謙一
(3)個人線量計を用いたX線装置の出力測定調査について／塚本篤子

分科会合同シンポジウム
テーマ「救急検査のクオリティーを考える—救急専門技師に求められるもの—」
(1)救急撮影の基礎（一般撮影）／渡辺啓司
(2)救急診療におけるCT撮影の在り方／山本浩司
(3)救急診療におけるMR撮影の在り方／松村善雄
(4)救急診療における放射線防護の在り方／五十嵐隆元
(5)救急診療における医療情報の活用／原瀬正敏
第 26 回防護分科会後抄録
学術調査研究班調査研究の中間報告から／鈴木昇一
デジタル撮影における放射線防護／小林 剛
デジタル撮影における画像評価／西原貞光
第 64 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 28 号 (2009.4.17 発行)

第 65 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「放射線安全管理と不景気」／鈴木 昇一
第 28 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨「胎児、小児期被ばくによる発がん影響」／島田 義也
テーマ「小児の医療被曝を考える」
(1) 小児放射線検査の現状／宮崎 治
(2) 小児放射線検査の現状調査報告／田邊 智晴
(3) 小児医療被曝の捉え方／五十嵐隆元

フレシャーズセミナー
「放射線防護のいろは」-患者の線量管理-／小林 剛
「放射線防護のいろは」-従事者の線量管理-／藤淵 俊王
技術活用セミナー
「医療用線源のセキュリティ管理」／富樫 厚彦
「ICRP Publ.102 の概要と課題」／鈴木 昇一
第 36 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録

第 29 号 (2009. 10.22 発行)

第 37 回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「実効線量に関する問題点」／松原 孝祐
第 29 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「日本人ボクセルファントムの開発と線量評価について」／斎藤 公明
ST 講座要旨
「被ばくによる発がん影響について」／島田 義也
テーマ「我が国の診断参考レベル（DRL）を考える」
(1) DRLとは？／五十嵐隆元
(2) 各モダリティのDRLについて／鈴木 昇一
(3) 放射線診療における線量低減目標値／笹川 泰弘
(4) 国際動向について／大場 久照
第 65 回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
市民公開シンポジウムのお知らせ

第 30 号 (2010. 4.8 発行)

第 66 回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「クリアランス制度の法整備と本学会の貢献」／渡辺 浩
第 30 回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「放射線防護における最近の国際動向」／細野 真
ST 講座要旨
「実効線量を理解しよう」／五十嵐 隆元
入門講座要旨
「医療従事者の被ばく管理と低減対策」／藤淵 俊王
技術活用セミナー
「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典
テーマ「オールジャパンで考える小児医療」
(1) オールジャパンとしてどう取り組むか？／赤羽 恵一
(2) 小児被曝把握の必要性／宮崎 治
(3) 小児医療被曝の現状と評価／松原 孝祐
(4) 小児CT撮影のプロトコルを考える／大橋 一也
第 37 回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後抄録
防護分科会誌インデックス

第31号（2010.10.14発行）

第38回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「猛暑日…熱帯夜…太陽からのエネルギー」
／広藤 喜章
第31回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「研究の倫理を考える」／栗原 千絵子
テーマ「放射線研究の倫理を考える」
(1)ICRPにおける倫理の考え方／赤羽 恵一
(2)各施設での倫理委員会の現状 一調査報告—
／広藤 喜章
(3)技術学会編集委員会の現状と事例／土井 司
(4)放射線技術学分野における研究倫理とその実情／
磯辺 智範
WORLD MEDICAL ASSOCIATION [訳] (

専門講座要旨
「放射線施設の管理と設計」／渡辺 浩
入門講座要旨
「よくわかる関係法令」／笹沼 和智
技術活用セミナー
「放射線防護の国際的な動向」／米原 英典
第66回総会学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第32号（2011.4.8発行）

第67回総会学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「オールジャパンでの放射線防護分科会の役
割」／鈴木昇一
入門講座要旨
「医療法施行規則を理解しよう！」／大場久照
技術活用セミナー
「CT検査で患者が受ける線量」／鈴木昇一
第32回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「医療被ばく管理の国際的な動向」／赤羽 恵一
テーマ「救急患者の撮影における防護と問題」
(1)救急専門医が必要とする画像／船曳知弘
(2)救急撮影認定技師とは／坂下恵治
(3)救急撮影における放射線防護／五十嵐隆元
(4)救急撮影で患者、術者等の受ける線量／松原孝祐
専門講座要旨
「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」／吉永 信治
専門講座要旨
「ICRPについて学ぼう」／山口和也
38回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第33号（2011.10.28発行）

第39回秋季学術大会 放射線防護分科会特集
卷頭言「就任の挨拶」／五十嵐 隆元

入門講座要旨 「放射線装備機器および放射線発生装
置の安全取扱い」／磯辺 智範
専門講座要旨 「放射線災害時の防護」／武田 浩光
第33回放射線防護分科会要旨
教育講演要旨
「福島原発事故における内部被ばくを考える」／下
道國
テーマ「放射線防護に関連した数値を考える」
(1)規制値の経緯とその考え方／広藤 喜章
(2)リスクについて／島田 義也
(3)医療における放射線防護の考え方／松原 孝祐
入門講座要旨 「X線管理学（X線の管理・防護・
測定）」／坂本 肇
専門分科会合同シンポジウム要旨
「デジタル画像を再考する—検像について—」
(1)単純X線撮影領域における検像について／川本
清澄
(2)画像情報の確定に関するガイドラインからみた検
像／坂本 博
(3)検像における画像品質の確保について／陳 徳
峰
(4)核医学領域における検像システムの役割／対間
博之
(5)検像における線量指標の活用／有賀 英司
防護分科会関連行事参加報告
防護分科会誌インデックス

第34号（2012.4.12発行）

卷頭言「放射線防護対策チームの結成」／磯辺 智範
専門講座要旨「疫学データから学ぶ放射線誘発がん」
／吉永 信治
技術活用セミナー 要旨「被曝説明の核心に迫る」
／松原 孝祐
入門講座要旨「医療法施行規則を理解しよう」
／浅沼 治
第34回放射線防護分科会要旨
教育講演
「原発事故と医療放射線～放射線のリスクコミュニケーションの課題～」／神田 玲子
テーマ：「福島原発事故後の医療におけるリスクコミュニケーション」
(1)福島での市民とのやりとりを通じて
／加藤 貴弘
(2)医療現場におけるリスクコミュニケーション
／竹井 泰孝
(3)マスメディアから見たリスクコミュニケーション
／田村 良彦
専門講座要旨
「ICRPを学ぼう」／山口 和也
第39回秋季学術大会放射線防護管理関連演題発表後
抄録
防護分科会誌インデックス

第35号（2012.10.4発行）

巻頭言「掛け値のない放射線知識を市民へ」

／丹治 一

専門講座要旨「診療放射線技師の役割と義務」

／塚本 篤子

入門講座要旨「放射線影響論」

／竹井 泰孝

専門分科会合同シンポジウム要旨

テーマ：「CT検査における線量低減技術」

1.撮影：CTにおける被ばく低減技術のソリューション／村松 穎久

2.画像：線量低減技術と画質への影響／市川 勝弘

3.計測：線量低減技術の線量測定の注意点／庄司 友和

4.防護：線量低減技術による臓器線量からみたリスク評価／広藤 喜章

5.核医学：SPECT/CT装置における被ばく線量（X線）の評価／原 成広

6.医療情報：線量低減技術と医療情報／柄原 秀一
第35回放射線防護分科会要旨

教育講演

「CRP2007年勧告について－第2専門委員会の取り組みー」／石榑 信人

テーマ：「医療における非がん影響を考える」

(1)ICRP1990年勧告からの変更点と今後－医療被ばくに関して－／赤羽 恵一

(2)原爆被爆者における放射線と非がん疾患死亡との関連／小笠晃太郎

(3)頭部IVRによる医師と患者の水晶体被ばく／盛武 敬

(4)医療従事者の被ばく状況について／大口 裕之
市民公開講座参加報告

第68回総合学術大会放射線防護・管理関連演題発表
後抄録

防護分科会誌インデックス

第36号（2013.4.11発行）

巻頭言「福島復興と高橋信次先生」／島田 義也

入門講座要旨「妊娠と放射線」／島田 義也

専門講座要旨「国際機関の取り組みと国際的動向」

／赤羽 恵一

第36回放射線防護分科会要旨

教育講演

「海外における医療放射線管理の動向について」

概要および診断装置の立場から／伊藤 友洋

管理システムの立場から／鈴木 真人

テーマ：「線量管理はできるのか？できないのか？」

(1)精査施設画像評価における画質と線量の評価／西出 裕子

(2)Exposure Indexの有効な使用法と当面の問題について／國友 博史

(3)CTの線量評価：現状と今後の展開／村松 穎久

(4)血管撮影装置における線量管理／塚本 篤子

第40回秋季学術大会放射線防護・管理関連演題発表
後抄録

防護分科会誌インデックス

第37号（2013.10.17発行）

巻頭言「みんなの力の結集を！！」／塚本 篤子

入門講座「放射線の人体への影響」／水谷 宏

専門講座「診断領域での患者線量評価と最適化」

／鈴木 昇一

第37回放射線防護分科会

教育講演

「国内外の医療施設における放射線防護教育事情」

／松原 孝祐

テーマ：「放射線防護における診療放射線技師の役割とは？」

1.医療施設における放射線防護教育（医療従事者に対して）／磯辺 智範

2.被ばく相談にどう向かい合うべきか（患者に対して）／竹井 泰孝

3.養成施設における防護管理者としての技師教育（学生に対して）／佐藤 齊

4.福島原発事故に対する診療放射線技師の役割（公衆に対して）／大葉 隆

専門分科会合同シンポジウム：「デジタル化時代の被ばく管理を考える」

1.線量指標の取扱いと注意点／庄司 友和

2.医療情報分野からの被ばく線量管理／柄原 秀一

3.一般撮影領域における被ばくと Exposure Index (EI)／中前 光弘

4.知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／野村 恵一

5.核医学検査領域の被ばくとの関係／原 成広

6.放射線被ばくリスク評価／広藤 喜章

世界の放射線防護関連論文紹介

1.小児腹部 CTにおける診断参考レンジ／松原 孝祐

2.小児から青年期 680,000 人による CT 検査のがんリスク：豪州 1,100 万人の研究データから／土居 主尚

第4回放射線防護セミナー参加報告

／倉本 卓／石橋 徹／井上 真由美

砂屋敷忠先生を偲んで／西谷 源展

防護分科会誌インデックス

第38号（2014.4.10発行）

巻頭言「柔軟な発想とノーベル賞の素」／藤淵 俊王

専門講座2要旨「患者への放射線説明 診療放射線

技師の役割」／石田 有治

第38回放射線防護分科会要旨

教育講演「放射線影響の疫学調査」／鍊石 和男

テーマ：「血管系および非血管系 IVR における術者の水晶体被ばくの現状と管理方法」

1.従事者の水晶体被曝の現状と管理方法／大口 裕之

2. non-vascular IVR における現状と管理／森 泰成

3. vascular IVR における現状と管理／小林 寛
合同企画プログラム要旨
テーマ「医療被ばくの低減と正当化・最適化のバランス」
1. 小児 CT における正当化と最適化／宮崎 治
 2. CT 検査で患者さんが受ける線量の現状と低減化の状況／鈴木 昇一
 3. 低線量放射線の発がんリスクに関するエビデンス／島田 義也
 4. 放射線撮影：知っておきたい CT 検査領域における被ばく管理／赤羽 恵一
- 入門講座要旨「リスクコミュニケーションの考え方 -低線量長期被ばくを見据えて-」／広藤 喜章
- 専門講座要旨「放射線による人体への影響 -急性障害と晚発障害-」／松原 孝祐
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Dose distribution for dental cone beam CT and its implication for defining a dose index／吉田 豊
 2. Establishment of scatter factors for use in shielding calculations and risk assessment for computed tomography facilities／藤淵 俊王
 3. Ultrasonography survey and thyroid cancer in the Fukushima Prefecture／広藤 喜章
- 防護分科会誌インデックス

第 39 号 (2014.4.10 発行)

- 巻頭言「放射線防護分科会が担うこととは」／加藤 英幸
- 専門分科会合同シンポジウム要旨「撮影技術の過去から未来への継承～画質と線量の標準化を目指して～」
1. 防護：診断参考レベル (DRLs) 策定のための考察／鈴木 昇一
 2. 計測：患者線量の測定および評価／能登 公也
 3. 画像：X 線画像における感度と画質／岸本 健治
 4. 放射線撮影：画質を理解した撮影条件の決定／中前 光弘
 5. 放射線撮影：X 線撮影装置と AEC の管理／三宅 博之
 6. 医療情報：デジタル画像時代の検像と標準の活用／坂野 隆明
 7. 教育：デジタル化時代における洞察力の必要性／磯辺 智範

学術委員会合同パネルディスカッション要旨「病院における非常時の対応～医療機器対策と緊急時対応～」

[座長提言] 土井 司／佐藤 幸光

1. 撮影：撮影装置の対応と管理 (X 線 CT を含む) ／柏樹 力
2. 撮影：MR 装置の対応と管理 (強磁性体, クエンチなど) ／引地 健生
3. 核医学：核医学検査装置と非密封放射性物質・放

- 射化物の管理／山下 幸孝
4. 放射線治療：放射線治療装置の管理と患者の治療の継続／原 潤
 5. 医療情報：災害時のネットワーク管理 (自施設対応と地域連携) ／坂本 博
 6. 放射線防護・計測：安全管理のための計測と再稼働のための確認／源 貴裕
 7. 医療安全対策小委員会：法的規制の立場からの注意点／小高 喜久雄
 8. JIRA：医療機器メーカーが提唱する緊急時対策～医用システムについて～／鈴木 真人
- 入門講座 3 要旨「内部被ばく線量評価と防護」／五十嵐 隆元

専門講座 3 要旨「従事者被ばくの概要と被ばく管理」／加藤 英幸

第 39 回放射線防護分科会【計測分科会 / 放射線防護分科会 / 医療被ばく評価関連情報小委員会 合同分科会】要旨

教育講演「医療放射線防護と診断参考レベル」

／五十嵐 隆元

合同シンポジウム テーマ：「診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を考える」

1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司
2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男
3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男
4. 我が国の画像診断装置、医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Estimation of mean glandular dose for contrast enhanced digital mammography: factors for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols.／五十嵐 隆元
2. Reducing radiation exposure to patients from kV-CBCT imaging.／森 祐太郎

第 5 回放射線防護セミナー参加報告

横町 和志／田丸 隆行／甲谷 理温

防護分科会誌インデックス

第 40 号 (2015.4.16 発行)

巻頭言「日本の医療放射線防護」／赤羽 恵一

専門講座要旨「水晶体の線量限度引き下げの概要と今後の課題／松原 孝祐

教育講演要旨「福島第一原子力発電所事故後の現状」／遊佐 烈

第 40 回放射線防護部会要旨

テーマ「知っておきたい中性子の知識－基礎から応用まで－」

1. 中性子の特徴－物理学的観点から－／磯辺 智範
2. 中性子の人体への影響／米内 俊祐

3. 中性子の把握／黒澤 忠弘
 4. 中性子の医学利用／佐藤 英介
 5. 医療機関における中性子に関する法令／藤淵 俊王
- 入門講座要旨「診断参考レベル (DRLs) を理解しよう」／五十嵐 隆元
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Secondary neutron doses received by pediatric patients during intracranial proton therapy treatments.／松本 真之介
 2. Size-specific, scanner-independent organ dose estimates in contiguous axial and helical head CT examinations／松原 孝祐
 3. Radiation Dose and Cataract Surgery Incidence in Atomic Bomb Survivors, 1986–200／広藤 喜章
- 第 42 回秋季学術大会後抄録 放射線防護分科会/計測分科会/医療被ばく評価関連情報小委員会 合同シンポジウム
- ・テーマ「診断参考レベル (diagnostic reference level : DRL) を考える」
1. 装置表示線量値の持つ意味とその精度／小山 修司
 2. Dose-SR を利用した医療被ばく管理は出来るのか／奥田 保男
 3. 医療被ばく管理に対する日本医学放射線学会からの提言／石口 恒男
 4. 我が国の画像診断装置、医療情報システムにおける Dose-SR 対応の現状／佐藤 公彦
- 第 6 回放射線防護セミナーのご案内
- 防護分科会誌インデックス

第 41 号 (2015.10.8 発行)

- 巻頭言「放射線防護委員会&日本の診断参考レベル元年」／塚本 篤子
- 第 41 回放射線防護部会要旨 (撮影部会, JIRA 共催)
- テーマ「CT 撮影における標準化と最適化～次のステップに向けた取り組み」
- 教育講演「医療被ばくの放射線防護～正当化および最適化の現状と課題～」／赤羽 恵一
- パネルディスカッション「CT における線量最適化の現状と課題」
1. 「X 線 CT 撮影における標準化～GALACTIC～」の改訂／高木 卓
 2. DRL 構築のための線量管理「装置から提供される情報」／山崎 敬之
 3. DRL 構築のための線量管理「線量情報管理システム」／伊藤 幸雄
 4. CT における診断参考レベルの設定について／西丸 英治
 5. 小児 CT における撮影条件設定の考え方／坪倉聰
 6. 我が国的小児 CT で患児が受ける線量の実態／竹

- 井 泰孝
- 専門講座要旨「日本の診断参考レベルと活用方法」／五十嵐 隆元
- 入門講座要旨「放射線防護で扱う単位と用語の活用法」／磯辺 智範
- 市民公開講座要旨
- テーマ「放射線と食の安全～日本の食文化を守るために～」
1. ここがポイント！放射線と放射能～医療での利用を含めて～／塚本 篤子
 2. 食品に含まれる放射性物質～内部被ばくと外部被ばくは違うの？～／広藤 喜章
 3. 放射線と食品のリスク～食の安全を確保するためには～／畠山智香子
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Effect of staff training on radiation dose in pediatric CT／西丸 英治
 2. Units related to radiation exposure and radioactivity in mass media: the Fukushima case study in Europe and Russia／大葉 隆
- 第 6 回放射線防護セミナー参加報告
- 高橋 伸光／角田 和也
- 防護分科会誌インデックス

第 42 号 (2016.4.16 発行)

- 巻頭言「放射線防護と画質の関係について」／西丸 英治
- 教育講演要旨「Worldwide Trend in Occupational Radiation Protection in Medicine」／Kwan-Hoong Ng
- 「The Current Status of Eye Lens Dose Measurement in Interventional Cardiology Personal in Thailand」／Anchali Krisanachind
- 第 42 回放射線防護部会要旨
- テーマ「放射線診療従事者の不均等被ばくを考える」
1. 「1cm 線量当量の定義と意味」／広藤 喜章
 2. 「一般撮影での不均等被ばく」／竹井 泰孝
 3. 「血管造影・透視での不均等被ばく」／横山 須美
 4. X 線 CT での不均等被ばく／宮島 隆一
- 専門講座要旨「原子力発電所事故における放射線防護」／長谷川 有史
- 入門講座要旨「CT 検査の被ばくを考える」／西丸 英治
- 第 7 回放射線防護セミナーを受講して／関口 美雪
- 廣澤 文香
- 防護分科会誌インデックス

第 43 号 (2016.10.13 発行)

- 巻頭言「2 年目を迎えた我が国の診断参考レベル」／竹井 泰孝
- 第 43 回放射線防護部会要旨

教育講演

疫学データの解釈に必要な基礎知識／橋本 雄幸
テーマ「日常診療に有用な放射線防護の知識」
1.「放射線生物学—被ばくの理解のために—」／鍵谷 豪
2.「X線 CT 検査での被ばく評価」／松原 孝祐
3.「医学検査での被ばく評価」／津田 啓介
4.「放射線治療における被ばく」／富田 哲也
入門講座要旨「放射線リスクの基本的な考え方-デトリメント（被ばくに伴う損害）とは？」／広藤 喜章
専門講座要旨「中性子の防護に必要な基礎知識と有効利用」／磯辺 智範
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Radiation Exposure of Patients Undergoing Whole-Body Dual-Modality 18F-FDG PET/CT Examination／富田 哲也
2. Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project—／高橋 英希
寄稿 「ヨーロッパにおける放射線災害への準備と対応に関する取り組み」／大葉 隆
第8回放射線防護セミナー報告／鈴木 貢
防護分科会誌インデックス

第44号(2017.4.13発行)

巻頭言「偉人の言葉」／塚本 篤子
基礎から学べる放射線技術学 2「放射線防護の基本的な考え方」／広藤 喜章
第44回放射線防護部会要旨
教育講演
「血管撮影領域におけるコーンビーム CT の臨床と被ばく線量」／瀬口 繁信
テーマ「コーンビーム CT の被ばくを考える」
1.「歯科用 CBCT の現状と線量評価」／鑓田 和真
2.「血管撮影領域における CBCT の被ばく線量について」／山田 雅亘
3.「Current Approach for Dosimetry for Area Detector CT」／庄司 友和
4.「放射線治療における CBCT の被ばくについて」／日置 一成
入門講座要旨「被ばくの種類と基準値の理解」／藤淵 俊王
専門講座要旨「医療被ばくへの不安に向き合うために」／五十嵐 隆元
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Tetrahedral-mesh-based computational human phantom for fast Monte Carlo dose calculations.／佐藤直紀
2. Optimization of Scatter Radiation to Staff During CT-Fluoroscopy: Monte Carlo Studies.／松原 孝祐

第9回放射線防護セミナー報告／上野 博之

第2回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／田村 恵美, 田頭 吉峰
第3回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／高橋 弥生
第4回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／伊藤 照生, 伊藤 等, 小野寺 桜
防護分科会誌インデックス

第45号(2017.10.19発行)

巻頭言「従事者の水晶体被ばくと管理者の義務」／五十嵐 隆元
第45回放射線防護部会要旨
教育講演
「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」／大葉 隆
テーマ「放射線災害への対応～その取り組むべきポイントとは～」
1.「新しい原子力災害医療体制の現状と問題点」／廣橋 伸之
2.「原子力災害時における初期内部被ばく線量の測定と評価」／栗原 治
3.「福島県川内村における放射線健康リスクコミュニケーション～長崎大学川内村復興推進拠点での取り組み～」／折田 真紀子
入門講座要旨「個人線量管理（職業被ばく）」／千田 浩一
専門講座要旨「世界の放射線災害から学ぶ-放射線事故対策の重要性-」／広藤 喜章
放射線防護フォーラム
テーマ「今から考えておこう 従事者の水晶体被ばくについて」
「今なぜ従事者の水晶体被ばくが話題になっているか」／松原 孝祐
「各種国内法令見直しの現状」／藤淵 俊王
世界の放射線防護関連論文紹介
1. Exposure to low dose computed tomography for lung cancer screening and risk of cancer: secondary analysis of trial data and risk-benefit analysis／広藤 喜章
2. Subjecting Radiologic Imaging to the Linear No-Threshold Hypothesis: A Non Sequitur of Non-Trivial Proportion.／西丸 英治
第10回放射線防護セミナー(最終開催)の参加報告／石倉 諒一／關原 恵理
第5回診断参考レベル活用セミナーの参加報告／中田 朋子／尾野 倫章
防護分科会誌インデックス

第46号(2018.4.12発行)

巻頭言「リスクコミュニケーション教育プログラムの必要性」／磯辺 智範
第46回放射線防護部会要旨

教育講演

「診断参考宇宙放射線とバイオドシメトリ」／鈴木健之

テーマ「放射線防護・管理のフロンティア」

1.「放射線防護の線量概念—線量当量、等価線量、実効線量—」／広藤 喜章

2.「不均等被ばく管理の重要性」／五十嵐 隆元

3.「CT撮影による被ばく線量を評価するWEBシステム WAZA-ARI の紹介」／吉武 貴康

4.「放射線防護ピットフォール」／大葉 隆

専門部会講座（入門編）要旨

原子力災害医療における役割とは？／西丸 英治

放射線の人体への影響

専門部会講座（専門編）要旨

—エビデンスから探る放射線健康リスク—／磯辺智範

放射線防護フォーラム

テーマ「CT検査の線量最適化に向けた取り組み」

CT検査における線量最適化の必要性／松原 孝祐

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Benchmarking pediatric cranial CT protocols using a dose tracking software system: a multicenter study／竹井 泰孝

2. Polonium-210 poisoning: a first-hand account／大葉 隆

診断参考レベル活用セミナーの参加報告／服部正明／大嶋 友範／小浴 恵／勝部 祐司

防護分科会誌インデックス

第47号（2018.10.4発行）

巻頭言「原子力災害医療とチーム医療」／大葉 隆

第47回放射線防護部会要旨

教育講演

テーマ「診断参考レベル次のステップへ」「CT撮影による被ばく線量評価システム WAZA-ARI の活用と展開」／古場 裕介

テーマ「CT検査の被ばく線量評価を考える」

1. CT検査の線量管理—RDSRの活用と現状の問題点—／西田 崇

2. シミュレーションによるCT線量評価—活用法および問題点—／松原 孝祐

3. 実測によるCT線量評価の必要性／庄司 友和

専門部会講座（入門編）要旨

原子力災害時の住民対応（避難退域時検査及び簡易除染方法と被ばく線量評価）／大葉 隆

専門部会講座（専門編）要旨

ICRP Pub.135 (Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging) の概要／五十嵐 隆元

世界の放射線防護関連論文紹介

1. DNA double strand breaks induced by low dose mammography X-rays in breast tissue: A pilot study

（マンモグラフィの低線量X線により乳房組織内に誘発されたDNAの二重鎖切断：パイロット研究）／五十嵐 隆元

2. BUILDING RISK COMMUNICATION CAPABILITIES AMONG PROFESSIONALS: SEVEN ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF RISK COMMUNICATION

（リスクコミュニケーションにおいて専門家に求められる7つのエッセンス）／森 祐太郎

防護分科会誌インデックス

第48号（2019.4.11発行）

巻頭言「2020年は医療放射線防護イヤー」／竹井 泰孝

第48回放射線防護部会要旨

教育講演

「線量管理計算システムの近未来」／山本 修司

テーマ「線量管理システムを利用した医療被ばく管理の実際」

1. 「1. 線量管理システムの使用経験と今後の課題」／山下 祐輔

2. 「国立成育医療研究センターにおける線量管理システムを利用した医療被ばく管理の実際」／今井 瑠美

3. 「医療クラウドサービスを用いた線量管理システムの使用経験」／赤木 憲明

4. 「線量管理システムの活用について」／上野登喜生

専門部会講座（放射線防護部会：入門編）放射線防護の基本的な考え方と主要な組織／松原 孝祐

専門部会講座（放射線防護部会：専門編）リスクコミュニケーションの考え方／竹井 泰孝

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Procedure-specific CT Dose and Utilization Factors for CT-guided Interventional Procedures／塚本 篤子

2. Occupational radiation exposure and risk of cataract incidence in a cohort of US radiologic technologists.／松原 孝祐

書評 放射線のリスクを学ぶ 保健師のためのテキスト／藤淵 俊王

第2回医療放射線リスクコミュニケーションセミナー参加報告／大久保 玲奈／井手 隆裕

防護分科会誌インデックス

第49号（2019.10.17発行）

巻頭言「新しい時代に求められる放射線防護部会を目指して」／松原 孝祐

第49回放射線防護部会要旨

教育講演

「医療被ばくに対するICRPの考え方」／五十嵐 隆元

テーマ「新しいJapan DRLsに向けて」

1. 「一般撮影」／浅田 恭生
 2. 「マンモグラフィ・歯科口内法 X 線撮影」／根岸 徹
 3. 「CT」／竹井 泰孝
 4. 「透視」／加藤 英幸
 5. 「IVR」／坂本 肇
 6. 「核医学」／対間 博之
- 専門部会講座（放射線防護部会：入門編）医療被ばくの共通認識／磯辺 智範
- 専門部会講座（放射線防護部会：専門編）線量概念の 3 つのエッセンス／森 祐太郎
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. Dosimetric assessment of the exposure of radiotherapy patients due to cone-beam CT procedures.
(放射線治療におけるコーンビーム CT の患者被ばく線量評価)／森 祐太郎
 2. Influences of operator head posture and protective eyewear on eye lens doses in interventional radiology: A Monte Carlo Study. (IVR における水晶体線量に対するオペレーターの頭の姿勢と防護眼鏡の影響：モンテカルロ研究)／平田 悠真
- 防護分科会誌インデックス

第 50 号 (2020.4.1 発行)

- 巻頭言「いつか来た道」／五十嵐 隆元
- 第 50 回放射線防護部会要旨
- 寄稿
- 「コーチング型マネジメントの可能性」／黒川 信哉
- テーマ「医療現場におけるコミュニケーションの重要性」
1. 医療現場に求められる専門職者間のコミュニケーションスキルと効果／岡本 華枝
 2. 被検者を対象とした医療放射線リスクコミュニケーションに必要なスキル／五十嵐 隆元
 3. 医療スタッフを対象とした医療放射線の取り扱い研修に必要なコミュニケーションスキルと実際／越智 悠介
- 専門部会講座（放射線防護部会：入門編）一問一答、放射線被ばくに関するよくある質問／磯辺 智範
- 専門部会講座（放射線防護部会：専門編）発がんのメカニズム：時代遅れにならないために／島田 義也
- 世界の放射線防護関連論文紹介
1. New evidence supporting lung cancer screening with low dose CT & surgical implications.
(低線量肺がん CT スクリーニングを支持する新しいエビデンスと外科的意義)／西丸 英治
 2. Quantification of Avoidable Radiation Exposure in Interventional Fluoroscopy With Eye Tracking Technology
(アイトラッキング技術を用いた透視下 IVR における回避可能な放射線被ばくの定量化)／塚本 篤子

防護分科会誌インデックス

第 51 号 (2020.10.1 発行)

巻頭言「10 年目を迎える福島第一原発事故からの原点回帰」／大葉 隆

第 51 回放射線防護部会要旨

特別誌上講座

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

テーマ「歴代部会長による寄稿 ～今後の放射線防護部会に期待する事～」

1. 放射線防護部会に期待する事／水谷 宏
2. 医療放射線被ばくの世界に関わって／鈴木 昇一
3. 放射線防護部会に期待すること／五十嵐 隆元
4. リスクと放射線防護／塚本 篤子
5. 放射線防護部会の役割と今後の取り組みについて／松原 孝祐

世界の放射線防護関連論文紹介

1. Monte Carlo simulations of different CT X-ray energy spectra within CTDI phantom and the influence of its changes on radiochromic film measurements. (CTDI ファントム内の異なる CT X 線エネルギースペクトルにおけるモンテカルロシミュレーションがラジオクロミックフィルム測定に及ぼす影響)／小林 正尚
 2. Simulation of scattered radiation during intraoperative imaging in a virtual reality learning environment. (仮想現実学習環境での術中イメージング中の散乱放射線のシミュレーション)／西 和紀
 3. Gonad shielding in pelvic radiography: modern optimized X-ray systems might allow its discontinuation. (骨盤 X 線撮影における生殖腺防護：最新の最適化された X 線システムにより中止を可能にするかもしれない)／竹井 泰孝
 4. Investigation of the cumulative number of chromosome aberrations induced by three consecutive CT examinations in eight patients. (8 人の患者における 3 連続 CT 検査により誘発された染色体異常の調査)／森 祐太郎
- 防護分科会誌インデックス

日本放射線技術学会放射線防護部会内規

1. 目的

この内規は、専門部会設置規定第1条ならびに専門部会規約第4条に基づき、放射線防護部会の事業を円滑に運営するための細部について定める。

2. 適用範囲

この内規は、定款ならびに専門部会設置規定および専門部会規約に定めるもののほか、放射線防護部会ならびに必要により放射線防護部会内に設置された分科会あるいは班の業務遂行にかかる必要事項について適用する。

3. 放射線防護部会の編成と運営の基本

放射線防護部会はもとより、分科会ならびに班の構成、業務運営にかかるすべては、放射線防護部会長の所管とし責任とする。

4. 放射線防護部会委員の構成および任期

- (1) 放射線防護部会の委員構成は、部会長、部会委員、分科会長、班長（分科会、班が設置された場合のみ）とする。
- (2) 放射線防護部会の委員構成には、放射線防護部会が対象とする調査・研究分野に関して、十分な専門知識と研究経験を持つものを含めることとする。
- (3) 分科会の委員ならびに班の班員の構成は、分科会、班の実務内容への対応を考慮した構成を原則とし、経済性を含め必要最低限とする。
- (4) 分科会長ならびに班長は、部会長が任命する。
- (5) 分科会の委員ならびに班の班員の選任は、分科会長、班長の推薦を得て部会長が行う。
- (6) 部会委員および分科会委員の任期は2年とし、再任を妨げない。
- (7) 班員の任期は1年で、再任を妨げない。

5. 放射線防護部会の業務

- (1) 放射線防護、放射線安全管理、リスクコミュニケーション等に関する調査・研究の促進。
- (2) 総会および秋季学術大会における放射線防護部会の開催。
- (3) 総会および秋季学術大会における教育講演・シンポジウム・教育のための講座・講習会等の講師の推薦。
- (4) 放射線防護に関連した、研究支援や臨床応用を目的としたセミナーの開催。
- (5) 地方支部主催の講演会、研修会、セミナー等への支援。
- (6) 理事会承認による各委員会からの要請事項の遂行。
- (7) その他、放射線防護部会が担務すべき事項。

6. 放射線防護部会の業務運営

放射線防護部会の委員会は、部会業務に合わせて必要回数とし、部会長はそれを事業計画に盛り込む。

付 則

1. この内規は、運営企画会議の議決により改訂することができる。
2. この内規は、平成27年度事業より適用する。

皆様いかがお過ごしでしょうか？2020年は新型コロナウイルスの影響により、すべての日常を奪われてしまいました。2021年になっても病院では、毎日多数の軽傷、重症の新型コロナ感染者が入院し、まだまだ新型コロナウイルスの影響は途絶えることはありません。いつまで続くのかと考えたりすることも多くなってきました。また、最近では家庭内感染、職場内感染が多くニュースとして取り上げられています。皆様も非日常からストレスを多く感じることも多いと思います。体調にはお気を付けください。最近の明るい話題として、医療従事者が先行的に新型コロナウイルスに対応したワクチンの接種がスタートしました。私の先週第1回目を受けました。ワクチン接種後は、インフルエンザワクチンと同様に1~2日痛みがありましたが今は改善しております。今後、ワクチン接種者の増加により重傷者が一人でも多く減っていく事を願ってやみません。

さて、前置きが長くなりましたが、今回の部会誌は

第77回日本放射線技術学会総会学術大会の開催内容を中心に掲載しております。今大会の第52回放射線防護部会では、本年度から改正された医療法施行規則に関する施設の取り組み事例と題してシンポジウムが行われます。医療法の改正は小規模～大学病院まで規模に関わらず対応が必要になっています。会員の皆様方には多く参加して頂き、活発な意見交換をしたいと考えております。たくさんのご参加をお待ちしております。

今後、この新型コロナウイルスの現状が一日でも早く収束しいつもの日常に戻ることを国民の一人として願っております。

放射線防護部会委員 西丸 英治
(広島大学病院 診療支援部)

放射線防護部会誌 第52号

発行日：2021年4月1日

発行人：公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会
部会長 松原 孝祐

発行所：公益社団法人 日本放射線技術学会

〒600-8107 京都市下京区五条通新町東入東屋町167

ビューフォート五条烏丸 3F

TEL 075-354-8989

FAX 075-352-2556

日本放射線技術学会
放射線防護部会入会申込書

支部名	支部	技術学会会員番号		
フリガナ 氏 名				
性別・生年月日	男・女	昭	・	平 年 月 日
所属・機関名				
所在地	〒			
自宅の場合は住所 (任意)	〒			
電話番号(任意)	() -			
メールアドレス (携帯不可)				
専門分野	放射線防護に関する得意とする分野を学会研究区分コード番号で御記入下さい。			
※事務所記入欄 (会費受付)				

公益社団法人 日本放射線技術学会 放射線防護部会委員 (50 音順)

部 会 長	まつばら こうすけ 松原 孝祐	金沢大学 医薬保健研究域保健学系 matsuk@mhs.mp.kanazawa-u.ac.jp
委 員	いがらし たかゆき 五十嵐 隆元	国際医療福祉大学成田病院 igarashi@iuhw.ac.jp
	おおば たかし 大葉 隆	福島県立医科大学 tohba@fmu.ac.jp
	こばやし まさなお 小林 正尚	藤田医科大学 masa1121@fujita-hu.ac.jp
	たけい やすたか 竹井 泰孝	川崎医療福祉大学 ytakei@mw.kawasaki-m.ac.jp
	つかもと あつこ 塙本 篤子	NTT 東日本関東病院 放射線部 tukamoto@kmc.mhc.east.ntt.co.jp
	にしまる えいじ 西丸 英治	広島大学病院 診療支援部 eiji2403@tk9.so-net.ne.jp
	ふじぶち としう 藤淵 俊王	九州大学大学院 医学研究院保健学部門 fujibuch@hs.med.kyushu-u.ac.jp
	もり ゆうたろう 森 祐太郎	筑波大学医学医療系 ymori@md.tsukuba.ac.jp

放射線防護部会オリジナルホームページ

<http://www.jsrtrps.umin.jp/>

(日本放射線技術学会 HP の専門部会からでもご覧いただけます)