

放影協 ニュース



2025. 10, No.124

放射線影響研究の様々な手法と疫学調査(第Ⅶ期調査を終えて)

放射線影響協会 放射線疫学調査センター
センター長 三枝 新



放射線影響を含め、人を含む生き物が営む生物学的事象の解析には様々な手法があります。例えば研究対象に対するアプローチの仕方で区分すると、実験研究と観察研究に分けることができます。

読者の皆様には釈迦に説法となりますが簡単にご紹介させていただきます。

実験研究とは、仮説を立てその仮説を証明するのに適した様々な指標と実験計画を組み立て行なう研究で、放射線影響研究では、実験動物への放射線の影響を調べる動物実験、シャーレで育つ細胞への影響を調べる細胞生物学的実験、細胞への影響を司るDNAや蛋白質の働きを調べる分子生物学的実験などが行なわれています。実験研究は生物現象の因果関係(=メカニズム)を証明するのに適しています。

これに対し疫学調査は観察研究と呼ばれ、既に起きてしまった現象に対して人集団にこのよ

うな影響が起きる(あるいは起きない)ということ調べる研究手法で、立てた仮説との相関を調べます。放射線影響研究では、放射線の被ばくとその結果生じる健康への影響との関係を調べるのに適しています。中でもコホート調査と呼ばれる手法は人集団を将来にわたって観察するもので、十数年から数十年と長い期間を要します。

当協会が国からの委託で1990年に開始した放射線業務従事者の疫学調査(コホート調査)では、現職あるいは既に退職された従事者の方々の調査へのご協力を得て、2025年3月に第Ⅶ期調査を終了し、4月より第Ⅷ期調査、36年目の調査を開始しました。この間、2014年度までの5期25年間の調査で得られた知見を踏まえた新たな調査計画を定め、第Ⅶ期はこの調査計画に基づく初めての成果を得ることが出来ました。今号の放影協ニュースでは、この調査を取りまとめた成果報告書の概要をご紹介します。どうか今後とも調査へのご理解、ご協力をよろしくお願い致します。

◆◆◆目

- 巻頭言 放射線影響研究の様々な手法と疫学調査(第Ⅶ期調査を終えて)..... 1
- 国際交流助成の概要紹介(令和7年度(2025)第1期)..... 2
- 令和元年度(2019)研究奨励助成金交付研究の紹介..... 7
- 事業所訪問記 放射線医学研究所基幹高度被ばく医療センター..... 10
- 低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査

次◆◆◆

- (第Ⅶ期調査)の報告..... 15
- 原子力業務従事者被ばく線量登録管理制度における統計資料の公表について(令和6年度(2024))..... 21
- 自由さんば 赴任先での心に残る風景..... 29
- (公財)放射線影響協会からのお知らせ..... 31
- 主要日誌..... 32

国際ワークショップ「SMR and our ecosystem」への参加報告

福島県立医科大学 准教授 有吉 健太郎

はじめに

2025年5月25日～31日にかけて、カナダのオンタリオ州ハミルトンにあるMcMaster大学(写真1)でワークショップ「SMR and our ecosystem」が開催されました。今回、公益財団法人放射線影響協会の国際交流助成による旅費援助をいただき参加して参りましたので、ここにご報告いたします。



写真1 開催地となったMcMaster大学

McMaster 大学

McMaster 大学はカナダのオンタリオ州ハミルトンに存在する歴史ある大学であり、経営学部、工学部、医学部、健康科学部、人文科学部、社会科学部、理学部等の学部を有しています。カナダの研究重視型の大学として分類され、物理学と経済学に於いてノーベル賞受賞者を輩出しています。同大学の原子力との関わりについては、研究用原子炉(1959年に火が灯って以来、現在も操業が続いている)を有し、RI製造、放射化分析、中性子ラジオグラフィーなど多目的に活用されています。

International Union of Radioecology (IUR)

本ワークショップは私が委員を務める国際シンクタンクIURの活動の一環として開催されました。IURは非政治的・非営利の、主に研究者からなる団体ですが、現在の委員はカナダ、アメリカ、イギリス、フランス、ベルギー、ノルウェー、日本、中国、オーストラリアからなり、その活動目的は「放射線生態学(Radiationecology)」の分野を推進する(研究活動や社会的アウトリーチを含め)事を主な目的としています(<https://www.iur-uir.org/en/>)。

「放射線生態学」という名前に馴染みがない方もおられると思いますが、その成り立ちは1950年代に始まる米ソを中心とした核実験によるグローバルフォールアウト(フォールアウトといえば日本では第五福竜丸の被ばく事件を思い出す方もいるかと思いますが)が環境中に拡散し、土壌や海洋、動植物への汚染が広がり、環境中の放射性物質が非常に深刻な社会問題を及ぼした時代に遡ります。また、ちょうどその頃、James Lovelockによって提唱された「ガイア仮説(ガイア理論)」(ある意味で地球そのものを一つの生命体と捉える仮説)が提唱され、その仮説とグローバルフォールアウトによる地球環境問題と相まった形で環境放射線の生態系(ヒトを含む)への影響・環境移行等を調べる分野が立ち上がってきました。現在の「放射線生態学」は、放射性物質の生物個体・個体群への移行と影響、また環境生物やヒト細胞への放射線影響、そして環境放射線の持つ社会的インパクトとどう向き合うか等、人文学的なテーマも包含しており

ます。私自身は自らを放射線生物学者と思っているのですが、実際に「放射線生態学」に触れる中で(ぼんやりとはありますが)、「放射線生物学」も「放射線生態学」の範疇の中に含まれる分野と言えるのだらうと思っています。また、私自身はこれまでIUR関連の会議として、ダブリン工科大でのワークショップ(於アイルランド:2023年)およびNATOワークショップ(於アルメニア:2025年)に参加して参りましたが、数日間に渡って様々なトピックについて発表・評価・審議し、そこで話し合われた内容をもとにポジションペーパーを作成、公表(論文として)することがひとつエンドポイントとなります。年に数回開催されるこうした会議は長時間に渡るとともに、その後の論文作成作業も含めて多くの作業が必要になります。また、評議委員はおよそ2か月に1度、ネット会議に参加して様々な議題(2025年現在、コロナ禍で停止・中止したタスクグループの見直しと再構築を行っている最中です)を話し合い、IURとしての報告性と予算獲得(最も重要な事柄かもしれません)に向けての審議を行なっております。

会議の概要

今回のワークショップはIURの委員長であるMothersill教授のおられる大学が開催地となり、IUR、カナダ自然科学・工学研究会議(Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada: NSERC)、カナダ原子力安全委員会(Canadian Nuclear Safety Commission: CNSC)、McMaster 大学、Northern Ontario医科大学等の研究者や職員が中心となって開催されました。

ワークショップのテーマは「SMR and our ecosystem」。諸々の議題の核は小型モジュール炉(Small Modular Reactors: SMR)、あるいは超小型モジュール炉(Micro Modular Reactors: MMR)と呼ばれる小型の原子炉(小さなもの

はトラックや列車、船で運搬可能なサイズの原子炉)に関するものでした。これは、ワークショップの主な原資がカナダ政府による「SMR実現プログラム(Enabling Small Modular Reactors Program)」であるとともに、依然多くの課題を抱えるSMR敷設・運用を話し合うことが目的であるためです。(写真2)

日本では福島原子力発電所の事故以降、原子炉の稼働停止が決定、その後段階的に再稼働の流れとなっておりますが、その間アメリカを中心とした西欧諸国は、温暖化問題の中での脱炭素、AIの発展とともに必要となるデータセンターの設置、ますます電化される社会事情と、ロシア・ウクライナ間の戦争によって顕在化した安全保障問題を背景として、電力政策の変更・推進と、福島事故を教訓とした原子炉の事故リスクの最小化を目指す意味で、電力ソースとしてSMRやMMRの新設置が実施、あるいは電力不足の問題を抱える多くの国で検討されています。

このような社会情勢の中で、本ワークショップは、(テーマ1)「SMRの設計と開発に伴う技術上の課題は何か?」、(テーマ2)「環境面および放射線生物学的な課題は何か?」、(テーマ3)「SMRの持つ社会的・大衆的な認識や倫理的な課題は何か?」等、3つのテーマに纏わる発表と討議(1日目と2日目)、そしてテーマごとにグループに別れた



写真2 開催場所の風景(こちらの会場で30人ほどが3日に渡り議論しました)

議論とそのまとめ(3日目)といった順番で進行されました。

発表の内容

1日目、最初のテーマである「SMRの設計と開発に伴う技術上の課題は何か?」(テーマ1)の中で、まず工学的な見地からの小型原子炉の紹介が行われ、出力(SMR:20-300MWe,MMR:<20MWe)や設計コンセプト、カナダにおけるSMR敷設計画が紹介されました。SMR自体は新しい技術という訳ではなく、1950年代からソ連で稼働した5MWeの装置に端を発し、以来、原子力船や砕氷船、中性子源として設計・建設・運用されてきており、現在は第四世代(持続可能性、安全性・信頼性、経済性、核不拡散性・核物質防護等を実装した)の実証炉が米国に建設中とのことです。(Stephan Marshall, Ph.D student, McMaster 大学)また、公衆衛生の見地からのSMR・MMRがもたらすリスクの問題が紹介され、原子炉の規模が小さくなると、小さくなった分だけ事故による環境汚染のリスクは下がりますが、小型であるが故、中性子の遮蔽に関する問題が生じてくることになります。SMRの稼働・運用のなかで中性子被ばくを抑制することを心がける必要性を強調されるとともに、設計思想が異なる様々なタイプのSMRそれぞれに対し、“緊急事態”のシナリオを準備する必要性が述べられました。(Dr. Soo hyun Byun, McMaster 大学)

また、カナダの持つ国内事情として、電力の消費量のうち、およそ半分が家屋やビルを温める目的で使用されており(特に厳冬期)、熱を生み出すための電力を抑制するために、SMRの冷却水をビル・家屋等に循環させる「サーマルネットワーク」を建設することで暖をとるアイデアと、それを実現化させるための現在の技術とコストが紹介されました。(Dr. James Cotton, McMaster 大学)

続いて「環境面および放射線生物学的な課題は何か?」(テーマ2)の中で、私の方から放射線による環境へのダメージを測ることが可能な、指標たり得る生物由来の何らかの物質(いわゆる「バイオマーカー」)は果たして存在しうるのかという話題を提供しました(写真3)。環境中の動植物はお互いに様々な形で影響し合うネットワークを形成して存在しておりますが、我々の身体を形成する細胞同士もまた、様々な影響し合うネットワークとして存在しております。この細胞ネットワークに目を向けると、放射線被ばくの後、このネットワークを通じて様々な影響が出現してくることがこれまでに報告されており、その注目すべき一つとして「バイスタンダー効果」の存在があります。「バイスタンダー効果」は、被ばくしてダメージを受けた細胞から何らかの因子が放出され、被ばくしていない周囲の細胞にダメージが伝播する奇妙な現象として見つかったのですが、細胞間ネットワークの中で、依然どのような意義を持つのかははっきりしておりません。そこで我々は様々な野生哺乳類から樹立した細胞を用いて、このバイスタンダー効果が出現(ダメージが伝播)するのか、そしてヒトデの卵を用いてバイスタンダー効果が発生するのかを、これまでに検討してきました。その結果、哺乳類(ヒト、ニホンザル、アライグマ、アカネズミ)細胞では共通した伝達物質が存在していることが判明し、またヒトデの卵においてもバイスタンダー効果が認められました。加えて、我々のデータではありませんが、ある種の線虫にDNA損傷を与えた後、別種の線虫と共飼育した際、バイスタンダー効果が生じる報告があります。この発見は、バイスタンダー効果が、種を超えた個体間で出現することを示しています。これらの結果から、放射線によるエコシステム中のバイスタンダー効果の存在とメカニズムを詳らかにすることで、環境中

のバイオマーカーを発見できる可能性を示しました。(Dr. Kentaro Ariyoshi, 福島県立医大)



写真 3 「エコシステム中のバイスタンダー効果の探索」

また、原子力潜水艦の事故等、これまでに生じた様々なSMR関連の事故の事例が挙げられるとともに、チェルノービルの事故(SMRではありませんが)後、広域に拡散した放射性物質の生物濃縮、特にスカンジナビアで生じたトナカイへの体内汚染(フォールアウト→地衣類→トナカイ)が例として挙げられ、トナカイを常食する北欧の遊牧民サーミ人への生活面・精神面への影響の重大性が紹介されました。カナダではトナカイの近縁であるヘラジカの狩猟と食用が一般的であるため、こうした動物体内の放射性物質の蓄積が、社会的インパクトを持つとともに、動物自体への影響を考慮する必要性が説かれました。(Dr. Trevor Stocki, オタワ医学物理研究所)

続いて、Mothersill教授の方から、放射線の環境影響を考える上で、(1)不測の事態にどのように備えるか？(2)エコシステムを捉えるために、どのような方法が考えられるか？-AOP (Adverse Outcome Pathway) 解析、マイクロコズムのアプローチ、モデル構築の模索の必要性、(3)エンドポイントはどのよう測りうるか？(高線量と異なり、低線量では疫学的調査やDNA損傷がエンドポイントとし

て採用しにくい中)、(4)バイオマーカーの存在性、等に関して多くの疑問が投げかけられました。(Dr. Carmel Mothersill, McMaster 大学)

(テーマ3)「SMRの持つ社会的・大衆的な認識や倫理的な課題は何か？」の中では、SMRなどの原子力施設がもたらす利点とリスクをどのように捉えて伝える必要があるかについて、特にカナダ先住民族の「知恵」(社会の協調のための様々な知恵)を借り、それをSTEM教育のなかに組み込ませることで、原子力政策への意見の対立を、科学的・非西洋的社会構築といった面からのアプローチ(実際の社会活動を含めて)の紹介が行われました。(Rhea Desai/ James LeMoine, BS, McMaster 大学)社会的・大衆的な認識を扱うテーマの中では特に、カナダの先住民との関わり方(施設建設の際の居住地への立ち入りと建設への理解等を含め)に注意が払われていることが、カナダの持つユニークな国内事情であることが伺われました。実際に僻地の小さなコミュニティへの電料供給のためにSMRは有用であることが考えられ、先住民を意識したテーマになるのは当然とも思えました。

2日目は、カナダ原子力安全委員会(CNSC)の職員の方々から、CNSCの組織紹介と権限、様々な企業とのライセンスに至るステップ等(環境アセスメントから建設実施、運用に至る間で)、SMRを政府がどのように取り掛かりから運用に至るまでモニターし、権限を付与するかの紹介が行われました。福島原子炉事故と安全保障、増え続ける電力需要は喫緊の課題であり、今後の政府の政策の中でも重要な位置を占めていることが窺い知れました。

また、IUR委員のOughton教授からは、ノルウェーにおける将来的な原子力発電所建設の可能性について述べられました。現在ノル

ウェーは大規模水力発電所を有し、豊富な天然ガス・原油産出国であることから原子力施設は有していません。しかし、近年の地球温暖化問題が人々の意識変革を促し、脱炭素社会の構築のために、SMRを含む原子力施設の将来的な重要性が意識されるようになってきているとのことでした。加えて、NATOの軍備拡張化の必要性の中でSMR・MMRの軍事利用の可能性についても言及されました。

2日目の後半と3日目は、上記報告・紹介されたそれぞれのテーマ毎にグループで分かれてテーマの持つ問題点、不明点、解決策などを個々人、意見を披露しながら討議してま



写真 4 McMaster大学の原子炉

とめる作業が続きました。最後にグループ毎にまとめを報告し、それをまたまとめ上げる作業に十分な時間をかけ、ポジションペーパーの担当割などが決められました。3日目の夕方、植物園のツアーと、生物学棟のラボツアーが行われました。

おわりに

これまで筆者はIUR委員を2年ほど勤めてまいりましたが、2ヶ月に一度ほどのネット会議(通常日本の深夜帯に開催)と異なり、対面型の会合では肩肘はらず、身近な話題から哲学的なテーマまで、様々に議論をすることが出来ました。今回の会合でも「放射生態学」が内包する学問的な深度と広がりを感じるとともに、普段の研究とはガラリと趣を異にするこうした経験は私の財産であるとも思っております。

謝辞

IURワークショップ「SMR and our ecosystem」の参加にあたり、旅費を助成いただいた放射線影響協会に感謝申し上げます。

新規生体機能チップを用いた 神経細胞に対する放射線のバイスタンダー効果の解析

執筆者 新潟医療福祉大学 医療技術学部 診療放射線学科 教授
花村 健次

1. 背景

転移性脳腫瘍に対する全脳照射による放射線治療が、認知機能低下を引き起こすことが知られる。欧米での臨床研究から、アルツハイマー病治療薬であるメマンチンが、この認知機能低下を軽減することが報告されている。さらなる欧米の臨床研究において、転移脳腫瘍への全脳照射の際に海馬への線量を低下させて照射することは、メマンチンが投与されている患者において認知機能低下を軽減することが報告されてきた。放射線の全脳照射による認知機能低下には海馬のシナプスの機能異常が関わる可能性がある。これまでにラット海馬から調製した培養神経細胞に対するX線照射がシナプスタンパク質であるドレブリンの集積を減少させること [1]、マウス脳へのX線照射による海馬歯状回のドレブリン陽性シグナルの低下が、メマンチンと同様にNMDA型グルタミン酸受容体の活性を低下させるMK801の前投与により抑制されること [2]などを報告してきた。これらの結果より、放射線の全脳照射による認知機能低下はシナプスタンパク質のドレブリンの変化を伴うシナプス機能異常と関係していると考えられてきた。ドレブリンは、シナプスの中でも興奮性シナプスの後部に存在し、アクチン結合タンパク質として興奮性シナプス後部が作られる樹状突起スパインの形態形成や興奮性シナプスの可塑性において重要であることが知

られる。また、ドレブリンはアルツハイマー病のヒト脳で減少しているだけでなく、アルツハイマー病発症前の軽度認知障害の段階でも少なくなっていることが知られており、放射線の全脳照射による認知機能低下だけでなく、軽度認知障害やアルツハイマー病による認知機能低下に付随するシナプス機能異常と密接に関わっていると考えられる。ドレブリンを指標とした培養系での解析において、抗がん剤としても用いられるメトトレキサートの神経毒性についても解析してきた [3]。このように放射線による神経障害に関連した研究は進みつつあるが、現状では、ヒトへの放射線の全脳照射による認知機能低下に対して、メマンチンを前投与し、海馬の照射線量を減少させたとしても、その認知機能低下は完全には防げない。このことから、放射線照射による認知機能低下のメカニズムを理解し、認知機能低下をさらに軽減するアプローチを探索することは、非常に重要であると考えられてきた。

電離放射線や紫外線による細胞傷害は直接に照射されていない細胞にも影響を与える。このようなバイスタンダー効果は、電離放射線や紫外線の効果を理解する上で重要である。これらは、放射線治療の際の副作用を軽減させ、紫外線照射による視細胞の細胞死が直接に紫外線照射されていない細胞にも広がることを防ぐことに結びつく可能性がある。

る。バイスタンダー効果は、直接に接している細胞間のギャップ結合を介して起こるメカニズムと、直接照射された細胞から放出される液性因子を介して起こるメカニズムが想定されている。後者を解析するために、細胞を培養したミリセルやトランズウェルなどのインサートを移動したり、分泌された培養液を別の培養容器に移す操作などが行われてきたが、操作に手間がかかることなどが、短所であった。

2. これまでの経過

近年、生体機能チップ (Organ-on-a-chip) と呼ばれる、異なる組織から採取した細胞を配置し、生体機能を模倣した培養環境を作る試みが行われてきている。本研究課題の共同研究者で現・神戸大学の未来医工学研究開発センターの上野秀貴先生らは、肝細胞、消化管細胞、骨髄細胞、腎細胞を微量液量環境で培養するプラットフォーム [4] や、消化管組織と肝臓組織を共培養して機能を評価するプラットフォーム [5] を開発してきた。このようなプラットフォームを作製するには、微細加工技術が必要となる。本研究課題の共同研究者である群馬大学大学院理工学部の鈴木孝明先生の研究室では、これまでに γ -H2AX を指標とした放射線の生体影響評価のためのマイクロ流体チップの開発 [6] を行うなど微細加工技術の研究を行っており、本研究を開始した時点において、主な所属が群馬大学であった筆者と共同研究を行いやすい状況であった。

鈴木孝明先生や上野秀貴先生 (研究開始当時は鈴木先生の研究室に所属) に協力して頂き、神経細胞に対する放射線のバイスタンダー効果を効率的に解析するための新規生体機能チップを作製してきた。培養液をポンプなしで循環可能なその生体機能チップの基本的な性能のうち細胞株を用いた解析については国際会議で発表してきた [6]。神経細胞を

培養し、放射線を局所的に照射することで得られた解析結果については、現在、論文投稿中である。

3. 今後の計画

本研究で作製した新規生体機能チップを用いて、神経細胞に対する放射線のバイスタンダー効果の解析を進めたいと考えている。放射線を直接に照射された癌細胞や神経細胞、グリア細胞、血管内皮細胞などから放出される液性因子が、放射線が照射された領域の周辺の神経細胞に与えるバイスタンダー効果の中でも、特に樹状突起スパイン上に形成される興奮性シナプス後部に与える影響 (図 1) について、そのメカニズムを明らかにしたいと考えている。

4. 謝辞

本研究課題のご支援を頂いております公益財団法人放射線影響協会と、筆者が現在客員教授として所属している群馬大学大学院医学系研究科の薬理学分野の皆様、現・アルメッドの白尾智明先生、群馬大学大学院理工学部の鈴木孝明先生の研究室の皆様、神戸大学の未来医工学研究開発センターの上野秀貴先生には心より感謝いたします。

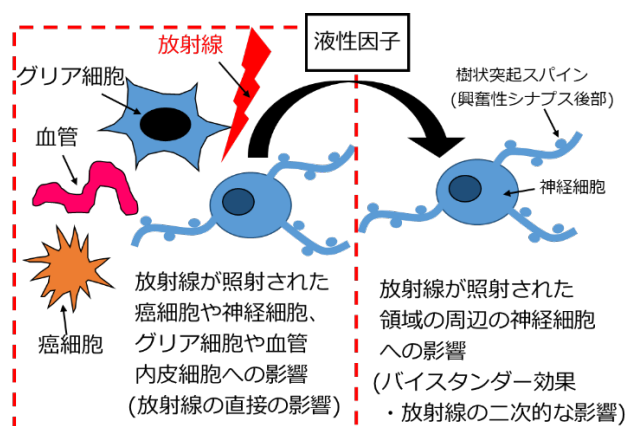


図 1 液性因子を介した神経細胞に対する放射線のバイスタンダー効果

5. 参考文献

1. Shirai K, Mizui T, Suzuki Y, Okamoto M, Hanamura K, Yoshida Y, Hino M, Noda SE, Al-Jahdari WS, Chakravarti A, Shirao T, Nakano T “X Irradiation Changes Dendritic Spine Morphology and Density through Reduction of Cytoskeletal Proteins in Mature Neurons”, *Radiation Research*, 179: 630-6 (2013)
2. Miao S, Koganezawa N, Hanamura K, Puspitasari A, Shirao T “N-methyl-D-aspartate receptor mediates X-irradiation-induced drebrin decrease in hippocampus”, *Kitakanto Medical Journal*, 68: 111-115 (2018)
3. Yamamura M, Hanamura K, Koganezawa N, Furubayashi S, Shirao T, Kawabe H, “Impacts of methotrexate on survival, dendrite development, and synapse formation of cortical neurons”, *Genes Cells*, 28: 563-572 (2023)
4. Chen L, Yang Y, Ueno H, Esch MB, “Body-in-a-Cube: a microphysiological system for multi-tissue co-culture with near-physiological amounts of blood surrogate”, *Microphysiol Syst*, 4: 10.21037 (2020)
5. Esch MB, Ueno H, Applegate DR, Shuler ML, “Modular, pumpless body-on-a-chip platform for the co-culture of GI tract epithelium and 3D primary liver tissue”, *Lab Chip*, 16: 2719-2729 (2016)
6. Ueno H, Aoki Y, Hanamura K, Yamamura M, Shirao T, Suzuki T, “Development of closed and pumpless platform for co-culture in minimized space”, *Proc. 24th Int. Conf. Miniat. Syst. Chem. Life Sci. (μTAS 2020)*. 2020, 973-974.

(国研)量子科学技術研究開発機構(QST) 放射線医学研究所基幹高度被ばく医療センター

(公財)放射線影響協会 伊藤 公雄、澤 民樹

国の基幹高度被ばく医療支援センターに指定された量子科学技術研究開発機構(QST)は、その前身となる放射線医学総合研究所(放医研)のときから、ウラン加工工場の臨界事故や東京電力福島第一原子力発電所事故(福島事故)、日本原子力研究開発機構大洗研究開発センター(JAEA大洗)でのプルトニウム内部被ばく事故など、様々な原子力災害等の際し、被ばく医療の最前線での活動を提供されています。

今回QSTの基幹高度被ばく医療支援センター(写真1)を訪問し、施設を見学する機会を得ましたので、その内容を報告します。



写真1 QST正門入口(後ろに見える建屋は量子生命科学研究所)

はじめに

当日は、8月中旬の厳しい残暑の中、計測・線量評価部の栗原部長、金さんのお出迎えを受け(写真2)、高度被ばく医療線量評価棟のご説明と施設見学、質疑応答までご対応いただきました。



写真2 線量評価棟(左から金さん、栗原部長、訪問者(伊藤))

基幹高度被ばく医療支援センターの概要

最初に栗原部長から、基幹高度被ばく医療支援センターの概要について説明いただきました。

現在国内では、原子力災害時に高度かつ専門的な被ばく医療を行う機関として「高度被ばく医療支援センター」が設置されています。

同センターは原子力規制委員会の指定により設置されており、現在指定を受けているのは、QST、弘前大学、福島県立医科大学、福井大学、広島大学、長崎大学の6機関です(図1)。

QSTは、これらの高度被ばく医療支援センターの中で中心的・先導的役割を担う機関として、平成31年4月1日より「基幹高度被ばく医療支援センター」の指定を受けています。

QSTは基幹高度被ばく医療支援センターとして、被ばく医療を担う専門人材を育成する中核拠点となり、主に高度被ばく医療支援センターの医師や看護師、技術者などの専門家

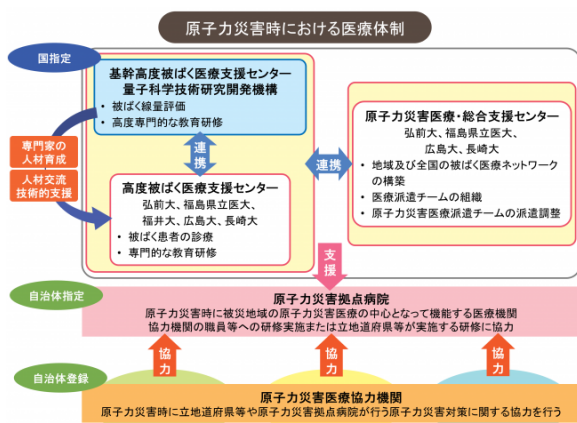


図1 原子力災害時における医療体制

出典：QSTホームページ

の育成を実施しています。また、内部被ばくに関する線量評価等でも中心的な役割を担っています。

案内いただいた高度被ばく医療線量評価棟（線量評価棟）は令和3年3月末に竣工した新しい建屋であり、国内では数少ない、内部被ばく線量計測に重点をおいた、核燃料物質及び放射性同位元素の使用が可能な研究施設です（写真3）。内部被ばくの線量評価には、体外計測法、バイオアッセイ法があり、線量評価棟では、各々以下のような取り組みを実施しています。



写真3 高度被ばく医療線量評価棟の外観

出典：QSTホームページ

統合型体外計測装置

体外計測法は、被測定者の外部からの測定により、体内の放射性核種を測定する方法で

す。統合型体外計測装置は、高度被ばく医療における線量評価のため、体内に取り込んだ放射性核種を高精度に計測する装置で、環境中の放射線の影響を低減するため鉄室の中に各種の検出器が設置されています（写真4）。被測定者は中央のベッドに横たわり、上部の3つのGe検出器の位置を変えることで計測部位を全身と腹部・胸部に切り替えて測定することが可能です。装置の下部にはNaI検出器も設置されていて全身のスキニング計測もできます。



写真4 統合型体外計測装置（ご説明頂いた栗原部長（左）と訪問者（伊藤））

バイオアッセイ

バイオアッセイ法は、尿中や便中の放射性核種量を測定して内部被ばく線量を測定する方法です（写真5）。



写真5 バイオアッセイエリア

バイオアッセイ法の手順概略ですが、まず、前処理で便の場合は灰化し、尿の場合は、蒸発乾固します。それを共沈、イオン交換によって測定対象となる核種だけに分離します。その後、プレートに電着し、放射性核種に応

じた測定器で放射能測定を実施します(写真6)。JAEA大洗研究所での被ばく事故の際に採取されたヒト試料(尿、便)については、線量評価棟の冷温室に保管されており、今後新たな知見が得られた際に再測定することもできることを知り、驚くとともに研究に対する姿勢を垣間見た気がしました。



写真6 α線検出装置と金さん(左は訪問者(伊藤))

小児用甲状腺モニタ

福島事故における甲状腺測定の実験と反省を踏まえ、計測・線量評価部では、乳幼児を含む幅広い年齢の被検者に適用可能な軽量コンパクトな甲状腺モニタの開発を行い、令和6年1月より販売開始となりました(写真7)。

甲状腺に集積した放射性ヨウ素に対し、既存の据置式の甲状腺モニタと同等な検出感度を有し、放射性核種の区別を必要とする詳細測定をどこでも行うことが可能となります。

本製品の市販化により、原子力災害時の小児の甲状腺被ばく線量モニタリングの測定精度及び実効性の向上への貢献が期待されています。

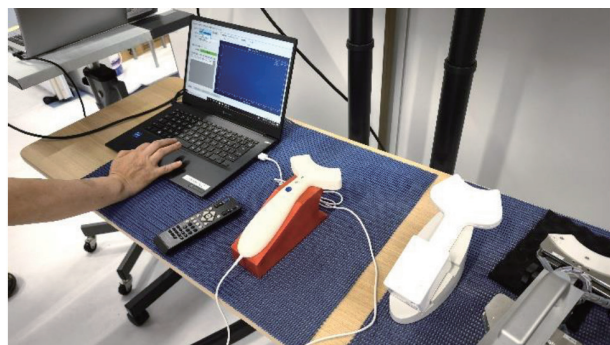


写真7 小児用甲状腺モニタ

緊急被ばく医療支援チームREMAT (Radiation Emergency Medical Assistance Team)

線量評価棟に続いて、緊急被ばく医療施設に伺いました。

この施設は、放射線事故が発生した際に被ばくや汚染を伴う傷病者を受け入れ、診療や汚染検査、除染等をおこなう施設です。平時には国内外の被ばく医療に関する研修を行う施設としても使用されています。QSTでは、その前身である放射線医学総合研究所のときから、ウラン加工工場臨界事故(1999年)や2011年の東電福島第一原子力発電所事故をはじめ、さまざまな放射線被ばく事故の際に患者さんを受け入れてきました。

放射線被ばく事故が発生した際には、放射性物質の特定や被ばく線量の推定等の情報をもとに迅速に診断および治療を行うため、被ばく医療の専門医師、線量評価や放射線防護に関する専門家が、緊密に連携して活動する必要があります。

2010年には、万が一の放射線被ばく事故や原子力災害の発生に備えて、被ばく医療の専門医師、線量評価や放射線防護の専門家を事故・災害対応の現場や関連施設、医療機関等に派遣するため、緊急被ばく医療支援チーム(REMAT; Radiation Emergency Medical Assistance Team)が発足しました。これは世界初の被ばく医療のチームです(写真8)。

派遣されるチームは、被ばく医療、線量評価、放射線防護といった、各分野の専門知識・技術を有する職員で構成され、原子力災害に限らず、国内外の放射線被ばく事故、放射性



写真8 背中に“REMAT”が描かれた制服

物質による汚染事故等に対応します。

緊急被ばく医療施設にある傷病者の診療エリアは、放射性物質の汚染拡大防止対策と放射線管理が行えるように、傷病者が汚染のある区域とない区域を交差しないよう一方向の動線となるようなエリア設定をします(写真9)。

また、診療エリアには、汚染検査やトリージ、除染を行うスペースを設定します。ホットゾーンは汚染が存在する場所として、汚染のある傷病者の処置室や汚染物の一時保管場所などとして設定します(写真10)。



写真9 汚染検査機器(ご説明頂いた北村さん(左)と訪問者(伊藤))

放射線被ばく事故等では、二次災害の予防として、傷病者に対しても安全確保、汚染拡大防止、被ばく線量管理を行います。

傷病者への対応としては、医療優先が原則です。傷病者の全身状態の評価と安定化は、汚染検査や除染よりも優先されます。これは、放射線障害による症状は一般的には被ばく直後には発症しないのに対して、不安定なバイタルサインの状況を放置すると生命の危険が増すためです。



写真10 診療エリア

放射性核種の内部汚染が疑われる場合は、被ばく線量や状況に応じて、体内から放射性核種の排出を促す薬剤を投与します。内部被ばくの治療に使用する薬剤としては、体内からCs-137の排出を促進する「プルシアンブルー」、ウランやプルトニウムなどの超ウラン元素の排出を促進する「Ca-DTPA」、「Zn-DTPA」があります。また、放射性ヨウ素が甲状腺に集積するのを予防もしくは低減する「ヨウ化カリウム」も用意されています(写真11)。



写真11 除染薬剤

REMATは災害等が起きている現場に出向いて活動することを想定して、以下に示す2台の車両を維持管理しています。

支援車：約40台の放射線計測機を装備し、被災者や環境の放射線サーベイを展開することができます。また現場における REMAT の指揮機能も有しています。シャワー設備も備えていて、放射性物質で汚染した被災者の除染も可能です(写真12)。

大型救急車：汚染の可能性のある複数の傷病者を搬送することが可能です(写真13)。

この他、REMAT隊員の過剰な被ばくを防ぐため、遠隔地からでも活動場所の放射線量を確認できるラジプロブシステムや複合災害時でも通信を確保するための衛星通話通信装置を装備しています。



写真12 支援車外観



写真13 大型救急車内装

おわりに

今回QST基幹高度被ばく医療支援センターの担っている、様々な放射線被ばく事故・原子力災害に際する、被ばく医療の最前線での活動に実際に触れることができて、大変身が引き締まる思いがしました。

原子力災害等が起こらないことがなにより

ですが、万一の発災時に向けてしっかり備えていくフロントランナーとしてQST基幹高度被ばく医療支援センターがますます貢献されることを期待して、帰りの途につきました(写真14)。

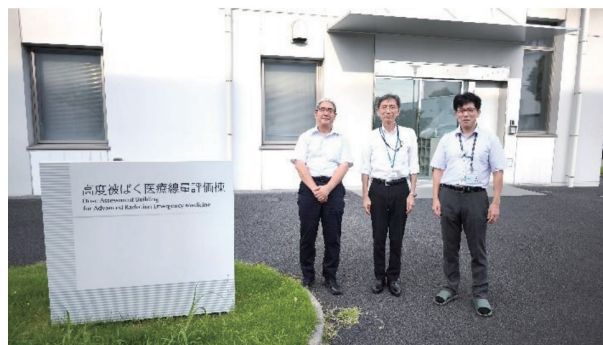


写真14 高度被ばく医療線量評価棟前(左から訪問者(澤、伊藤)、栗原部長)

【謝辞】

当日は残暑厳しい中、また施設利用や他の視察と重なって多忙のところ、計測・線量評価部の栗原部長、金さん、被ばく医療部の北村さん、村松さん、高館さんをはじめ、大変お世話になりました。

また、日程調整等の段階では、放医研及び千葉管理部の皆様にもお世話になりました。

ここに記して感謝の意を表します。

ありがとうございました。

低線量放射線による人体への影響に関する 疫学的調査(第Ⅶ期調査)の報告

放射線影響協会 放射線疫学調査センター センター長 三枝 新

1. はじめに

公益財団法人放射線影響協会（以下「当協会」という。）では、低線量放射線の慢性被ばくによる健康影響に関する科学的知見を得るために、1990年度から科学技術庁、2005年度から文部科学省、2013年度からは原子力規制委員会原子力規制庁からの委託事業として、原子力発電施設等での放射線業務従事者を対象とする疫学調査（J-EPISODE: Japanese Epidemiological Study On low Dose radiation Effects）を実施し、1期5年間の調査が終了するごとに調査を総括し総合報告として取りまとめを行ってきました。2014年度末に取りまとめた第Ⅴ期報告書では、1990年12月から2015年3月末までの5期25年間で明らかとなった生死調査に基づく結果の取りまとめを行いました。この5期25年の調査をPhase 1、続く2015年4月より開始した第Ⅵ期調査以降をPhase 2と名付けています。Phase2の第Ⅵ期調査では、Phase1の結果を踏まえた新たな調査計画に基づき、調査対象者になることの同意と生活習慣に関する情報を取得したおよそ8万人の新たな調査対象集団を設定すると共に、実効線量から臓器線量への換算係数を構築しました。また、2016年に発足したわが国の全国がん登録を用いたがん罹患データの利用が可能となりました。

2025年秋に公開する第Ⅶ期成果報告書は、2020年度から2024年度に実施した第Ⅶ期調査の結果を取りまとめたもので、第Ⅵ期調査において更新された調査対象集団から設定した解析対象集団に基づいたがん罹患調査、及び生死調査の解析結果に関する初めての報告となります。

2. 第Ⅶ期調査の目的

Phase2の第2期目の調査となる第Ⅶ期調査では、原子力発電施設等の放射線業務従事者を対象として、低線量放射線の慢性被ばくによる悪性新生物疾患（がん）罹患リスク、死亡リスクへの影響を評価しました。

3. 第Ⅶ期調査の概要

3.1 解析に使用したデータ

①インフォームド・コンセント

第Ⅵ期調査の期間中を通じて実施した意思確認調査において、約8万人から疫学調査の対象者となる同意を取得しました。

②調査対象集団

被ばく線量調査、がん罹患調査、死因調査の対象となる調査対象集団は、第Ⅶ期調査開始時点で78,798人でした。

③生活習慣、社会経済状態

意思確認調査と同時に生活習慣、社会経済状態に関する自記式アンケート調査を行い、がんの罹患率、がん及び非がん疾患の死亡率に影響を与えと考えられる要因のデータを取得しました。これらのデータは解析の際の調整に利用され、より偏りの少ない放射線関連リスクの推定に用いました。

④被ばく線量

第Ⅴ期調査までのPhase1における死亡の評価において線量計指示値である個人線量当量 (mSv) を用いていたのに対し、第Ⅵ期調査からのPhase2におけるがん罹患・死亡の評価には国際的な放射線疫学調査において採用されている臓器吸収線量 (mGy) を用いることとし、外部被ばくの個人線量当量

及び内部被ばくの預託実効線量から組織・臓器、年度別吸収線量への変換方法を確認しました。臓器吸収線量を推計するために、調査対象集団について当協会の放射線従事者中央登録センターに登録されている個人被ばく線量データを取得しました。これには通常作業に伴う線量データに加え、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う緊急作業に従事した約4,000人の緊急作業による外部及び内部被ばく線量データも含まれています。

⑤生死状況

第Ⅶ期の生死追跡可能な対象者の生死確認は、調査対象者の居住する市区町村長への住民票の写し等の交付請求により行いました。交付請求の結果、住民票の写しまたは転出による除票（住民基本台帳法において消除された住民票）の写しが交付された場合には生存と判断し、死亡による除票の写しが交付された場合には死亡と判断しました。また、転出があった場合、翌年に転出先へ住民票の写し等の交付請求を行いました。

⑥がん罹患情報

がん罹患情報は、2016年1月に開始された全国がん登録から取得しました。当協会は、がん登録等の推進に関する法律において、全国がん登録情報を利用できる機関として指定されていることから、当協会から調査対象者の氏名、生年月日、性別、住所を全国がん登録情報との照合のために申請窓口機関である国立研究開発法人国立がん研究センターへ提供し、同研究センターにおいて全国がん登録データベースとの照合が行われました。調査対象者におけるこれらの情報と一致する方が全国がん登録データベースに登録されていれば、その方ががんの診断年月日、部位等の情報を当該対象者のがん罹患情報としました。

⑦死因情報

⑤で実施した生死状況の確認により死亡が判明した対象者については、厚生労働省

より提供された人口動態調査死亡票との照合により死因を調査しました。死因の照合には生年月日、死亡年月日、性別、死亡時住所コードを用い、調査対象者におけるこれらの情報が一致する方が死亡票にあれば、その方の原死因を当該対象者の死因としました。

3.2 解析手法

3.2.1 内部比較によるがん罹患解析、死亡解析

着目する集団の罹患率（または死亡率）と累積線量との関連を、当該対象集団の線量群別罹患率（または死亡率）を用いて検討することを内部比較といいます。原爆被爆者を対象とした研究を含め、多くの放射線疫学研究ではリスク指標として過剰相対リスク（Excess Relative Risk、以下「ERR」という。）を用いることが多く、本調査の内部比較の指標もこのERRを用いました。ERRは疫学全般で用いられる相対リスク（ここでは、被ばくした集団における罹患率（または死亡率）を、被ばくしていない集団における罹患率（または死亡率）で割った値（比）を意味します。）から1を引いた値であり、ERRが1である場合、罹患率（または死亡率）が2倍であることを示します。本調査報告においては、最低線量群を基準とした線量群ごとのERRを算出し、併せて1 Gy当たりのERRをERR/Gyとして算出しました（注）。がん罹患（または死亡）は放射線の被ばくがない場合でも一定数発生し、着目する集団の総人数に対するこれらの発生数をバックグラウンド罹患率（または死亡率）と言います。ERR/Gyとは1 Gyの放射線を被ばくした集団の罹患率（または死亡率）が、バックグラウンド罹患率（または死亡率）、即ち被ばくがゼロの場合と比べて何倍上乗せされるのかを示す値です。

（注）調査対象者には1Gyを超える被ばくをした方はいませんが、諸外国等、他の研究成果との比較のために、ERR/Gyで表記することにしました。

3.2.2 外部比較によるがん罹患解析、死亡解析
 着目する集団の罹患率（または死亡率）を、別の対象集団の罹患率（または死亡率）と比較することを外部比較といいます。本調査の外部比較の指標には、Phase2における解析対象集団の罹患率（または死亡率）を、年齢を合わせた一般の日本人男性集団の罹患率（または死亡率）と比較した値である標準化罹患比（以下「SIR」という。）（または標準化死亡比（以下「SMR」という。））を用いました。

3.3 結果

3.3.1 解析対象集団

男性の調査対象集団77,993人のうち、解析条件を満たさない方を解析から除外した結果、罹患解析では76,766人が、死亡解析では77,954人が最終的な解析対象集団となりました。女性の調査対象集団は805人と少数で、このうち被ばく線量が0 mSvであった方が罹患解析では593人、死亡解析では602人と女性の調査対象集団全体の4分の3であったため、前述した内部比較は著しく精度が悪いことが予想されました。このため女性従事者に

については日本人女性との外部比較のみを行うこととしました。

以上から、これ以降は、特記しない限り罹患・死亡解析対象集団とは、男性の集団のみを指します。

3.3.2 内部比較（解析対象集団における線量群別の比較）

罹患解析対象集団76,766人において、ERR/Gy及び90%信頼区間は白血病を除く全悪性新生物では、0.31 (-0.65, 1.26)、慢性リンパ性白血病を除く白血病では-1.75 (-8.77, 5.27)となり、いずれも統計的に有意ではありませんでした。また、罹患した部位別に見た場合も統計的に有意に高い部位はありませんでした。（表1参照）

死亡解析対象集団77,954人において、ERR/Gy及び90%信頼区間は全死亡では-0.87 (-1.93, 0.20)、白血病を除く全悪性新生物では-0.09 (-1.95, 1.77)となり、いずれの場合も点推定値は負の値でしたが、観察期間が短く、信頼区間の幅が広いことから統計的に有意ではありませんでした。また、慢性リンパ性白血病

表1 罹患部位別 ERR/Gy 及び 90% 信頼区間

部位	使用臓器線量	観察罹患数	ERR/Gy	90%信頼区間
白血病を除く全悪性新生物	結腸	3,303	0.31	(-0.65, 1.26)
慢性リンパ性白血病を除く白血病	赤色骨髄	38	-1.75	(-8.77, 5.27)
胃	胃	530	0.19	(-2.00, 2.37)
結腸	結腸	300	-1.31	(-3.84, 1.22)
肺	肺	439	-0.01	(-2.31, 2.30)
前立腺	前立腺	697	0.48	(-2.05, 3.02)
喫煙関連がん	肺	2,162	0.02	(-1.05, 1.09)
非喫煙関連がん	結腸	1,002	0.82	(-1.09, 2.72)

観察罹患数が300以上の部位を記載しました。ただし慢性リンパ性白血病を除く白血病は、放射線疫学において着目される部位であるため記載しました。

表 2 死因別 ERR/Gy 及び 90% 信頼区間

死因	使用臓器線量	観察死亡数	ERR/Gy	90%信頼区間
全死亡	結腸	1,895	-0.87	(-1.93, 0.20)
白血病を除く全悪性新生物	結腸	799	-0.09	(-1.95, 1.77)
慢性リンパ性白血病を除く白血病	赤色骨髄	26	NC	—
胃がん	胃	109	-0.78	(-5.05, 3.48)
肺がん	肺	209	1.85	(-2.13, 5.83)
喫煙関連がん	肺	658	-0.47	(-2.33, 1.39)
非喫煙関連がん	結腸	110	2.78	(-3.74, 9.30)
非新生物疾患	結腸	926	-1.75	(-3.19, -0.31)
循環器系疾患	結腸	408	NC	—
呼吸器系疾患	肺	229	-1.10	(-4.23, 2.02)
喫煙関連非新生物疾患	肺	318	NC	—
非喫煙関連非新生物疾患	結腸	386	0.74	(-2.25, 3.74)
外因死	結腸	116	-0.81	(-4.97, 3.35)

NC：収束せず (No Convergence)

観察死亡数が100以上の死因を記載しました。ただし慢性リンパ性白血病を除く白血病は、放射線疫学において着目される死因であるため記載しました。

を除く白血病ではERR/Gyは収束しませんでした。これらを含め、解析対象とした全ての死因において統計的に有意に高い死因はありませんでした。(表 2 参照)

3.3.3 外部比較 (解析対象集団と標準的な日本人集団との比較)

図 1 に示すように、白血病を除く全悪性新生物や胃がん、肺がん等の罹患部位別SIRは、日本人男性と比べて有意に低い値となりました。前立腺がんでは1.10 (1.02, 1.18) と、日本人男性と比べて統計的に有意に高いSIR

が示されましたが、これは検診がより多く実施された集団において、より高い有病割合が見られる、いわゆる検診効果の結果であると考えられました。その他には日本人男性と比べて統計的に有意に高い部位はありませんでした。

図 2 に示すように、全死亡、白血病を除く全悪性新生物等の死因別SMRは、日本人男性と比べて統計的に有意に低い値となりました。また、解析対象とした全ての死因において日本人男性と比べて統計的に有意に高い死因はありませんでした。

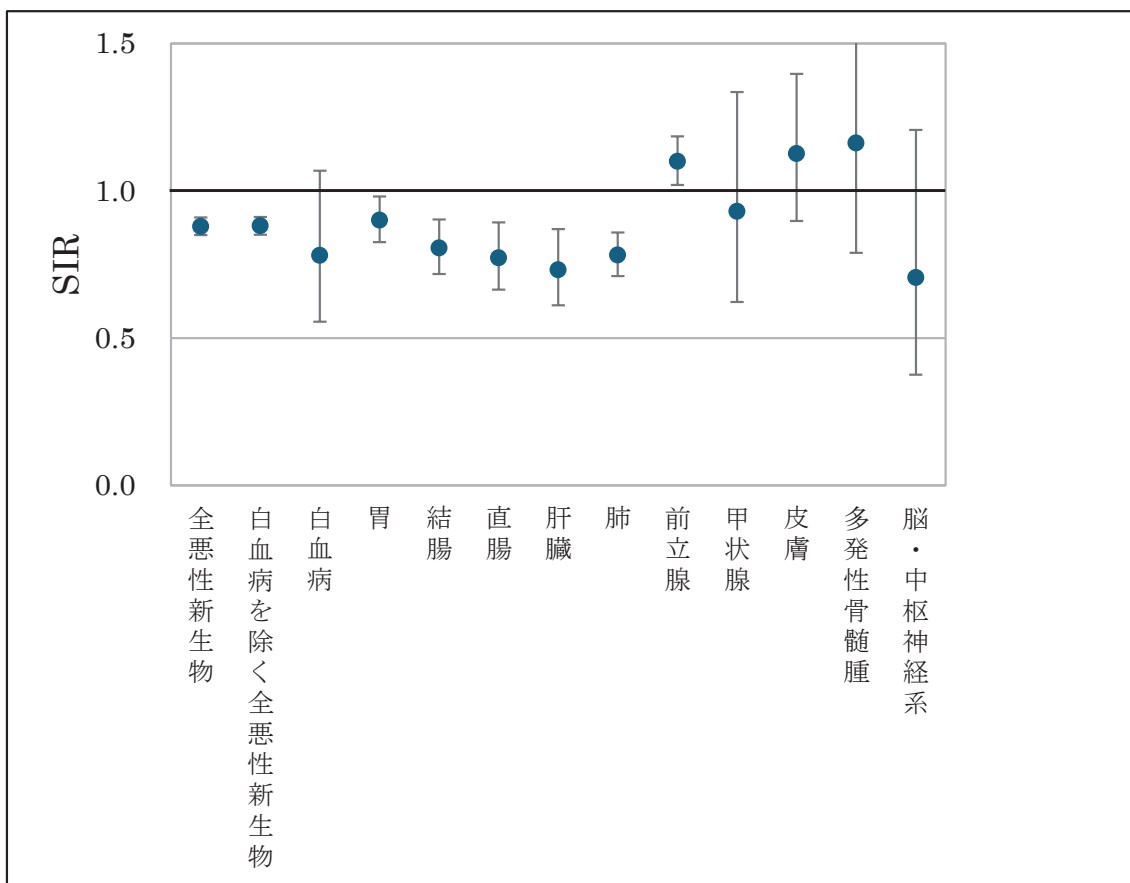


図1 罹患部位別 SIR 及び 95% 信頼区間

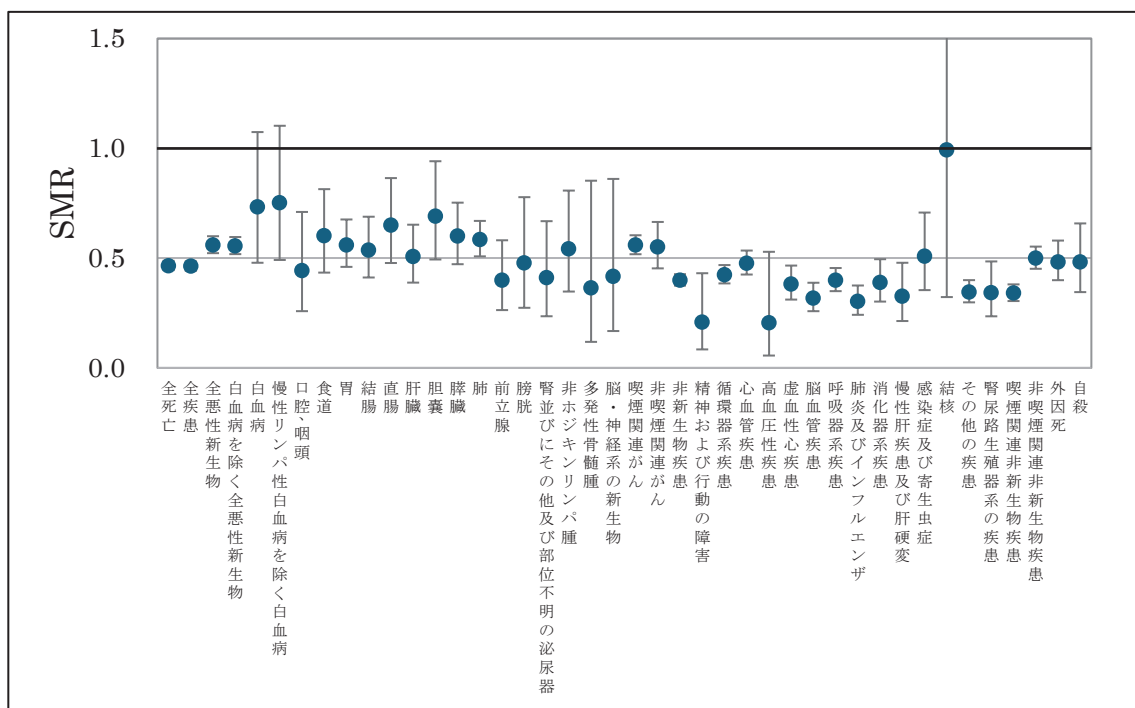


図2 死因別 SMR 及び 95% 信頼区間

4. 結論

本調査において、全がんリスク解析の基準線量として用いる結腸吸収線量の平均が罹患解析対象集団では12.6mGy、死亡解析対象集団では12.4 mGy でした。平均結腸吸収線量がこの水準である慢性的な低線量を被ばくした職業集団の第Ⅶ期調査における解析結果からは、悪性新生物疾患(がん)の罹患、並びに、がんによる死亡、非新生物疾患(非がん)による死亡、及び外因死に低線量放射線が影響を及ぼしていると結論付けることはできませんでした。

5. 成果の公表

Phase1で得られたデータの追加解析及びPhase2の第Ⅵ期、第Ⅶ期において実施した調査に関連して、第Ⅶ期調査期間中に国内外における学会等で34件の発表を行なうと共に、計14報の査読論文を公表しました。

6. 今後の課題

信頼区間を狭めてより精度の高い結果を得るためには、引き続き調査を継続し、より長期にわたる観察期間が必要です。

謝辞

調査への参加にご同意いただいた多くの放射線業務従事者の皆様、新たな調査対象集団の設定にご協力いただいた関係事業所の方々に深く感謝の意を表します。また、本調査の実施にあたり、専門的立場からご指導、ご助言をいただきました各界の方々に感謝申し上げます。

本調査は原子力規制委員会原子力規制庁のエネルギー対策特別会計委託事業「原子力施設等防災対策等委託費(低線量放射線による人体への影響に関する疫学的調査)」による委託業務として実施されました。

本報告は、上記委託業務の第Ⅶ期成果報告書の主要な部分を取りまとめたものです。

放射線影響協会のJ-EPISODE調査の各報告書は、協会ホームページでご覧いただけます。

<https://www.rea.or.jp>

以上

原子力業務従事者被ばく線量登録管理制度における 統計資料の公表について (令和6年度(2024))

放射線従事者中央登録センター

1. 統計資料の公表について

(公財)放射線影響協会 放射線従事者中央登録センター(以下「中央登録センター」という。)は、「原子力業務従事者被ばく線量登録管理制度」に加入する原子炉設置者や核燃料物質の加工事業者等の原子力事業所に従事する、放射線業務従事者一人ひとりに中央登録番号を付与して登録し、その者の被ばく線量(以下「線量」という。)を一元的に管理しています。従って、放射線業務従事者が複数の原子力事業所を移動して放射線業務に従事した場合であっても、当該従事者の全事業所における線量を正確に把握することが可能です。

中央登録センターでは、登録されたデータを基に、原子力事業所における放射線業務従事者の放射線管理状況を示す統計資料を公表しています。

本号において公表するのは令和6年度(2024)の統計資料です。

なお、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所での廃炉作業による被ばく線量の寄与が大きく、他の原子力施設での被ばく管理の実態が見えにくいことから、福島第一原子力発電所の線量データを除外した統計資料も併せて作成しました。

2. 被ばく線量登録管理制度に加入している 原子力事業者一覧

公表する統計資料は、以下の原子力事業者から中央登録センターに登録された線量データを基に作成したものです。()内は事業所を示します。

- ① 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(原科研、核サ研、大洗、東濃、人形、ふげん、もんじゅ、むつ)
- ② 日本原燃株式会社(濃縮・埋設事業所、

再処理事業所)

- ③ リサイクル燃料貯蔵株式会社(リサイクル燃料備蓄センター)
- ④ 北海道電力株式会社(泊)
- ⑤ 東北電力株式会社(女川、東通)
- ⑥ 東京電力ホールディングス株式会社(福島第一、福島第二、柏崎刈羽)
- ⑦ 中部電力株式会社(浜岡)
- ⑧ 北陸電力株式会社(志賀)
- ⑨ 関西電力株式会社(美浜、高浜、大飯)
- ⑩ 中国電力株式会社(島根)
- ⑪ 四国電力株式会社(伊方)
- ⑫ 九州電力株式会社(玄海、川内)
- ⑬ 日本原子力発電株式会社(東海、東海第二、敦賀)
- ⑭ 原子燃料工業株式会社(熊取、東海)
- ⑮ 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン(横須賀)
- ⑯ 三菱原子燃料株式会社(東海)
- ⑰ 株式会社ジェー・シー・オー(東海)

3. データの集計方法

「原子力業務従事者被ばく線量登録管理制度」に加入している原子力事業所における放射線業務従事者の線量を、中央登録センターが集計したものです。

- (1) 本統計資料は、令和7年(2025)6月30日現在の原子力事業者からの登録データに基づき作成しました。
- (2) 「最大線量」は小数点以下第2位を四捨五入し記載しています。「合計線量」、「平均線量」、及び「%」は、数値を算出後に小数点以下第2位を四捨五入しています。このため、表中の合計が合わない場合や100.0%にならない場合があります。
- (3) 「放射線業務従事者の年齢」は、令和

7 年 (2025) 3 月31日現在の満年齢として
います。

(4) 放射線業務従事者の「合計人数」につ
いては、実際の人数で集計したもので
す(複数の原子力事業所に従事した場合
でも重複して集計していません)。

【放射線業務従事者の線量限度】

放射線業務従事者の線量限度は、5 年間に
つき100ミリシーベルト及び1 年間につき50
ミリシーベルト(女子(妊娠不能と診断された
者、妊娠の意思のない者及び妊娠中の者を除
く)については、前述の規定のほか、3 月間
につき5 ミリシーベルト)。なお、5 年間は
平成13年(2001) 4 月 1 日以後5 年毎に区分し
た各期間。

【用語の解説】

(1) 放射線業務従事者：原子炉等規制法に
基づき定められた放射線業務従事者で

あって、業務上管理区域に立ち入る者
(一時的に立ち入る者を除く)です。

- (2) **線量**：放射線業務従事者の関係各事業
所における線量を年度(4 月 1 日から翌
年 3 月31日まで)で集計したものです。
- (3) **5 年間線量**：放射線業務従事者の 5
年間線量の集計は、法令により平成13
(2001) 年 4 月 1 日を始期とし、以後 5
年毎の線量を集計することとなってい
ます。今期は令和 3 年度(2021) ～令
和 6 年度(2024)の 4 年間の線量です。
- (4) **年間関係事業所数**：放射線業務従事者
が所定の期間(年度)内に放射線業務を
行った原子力事業所の数を示します。
令和 6 年度(2024)の関係事業所総数は
34です。なお、年度内に同一人が同一
事業所で複数回の放射線業務に従事し
た場合であっても事業所数は 1 として
数えています。

4. 令和 6 年度(2024)統計資料

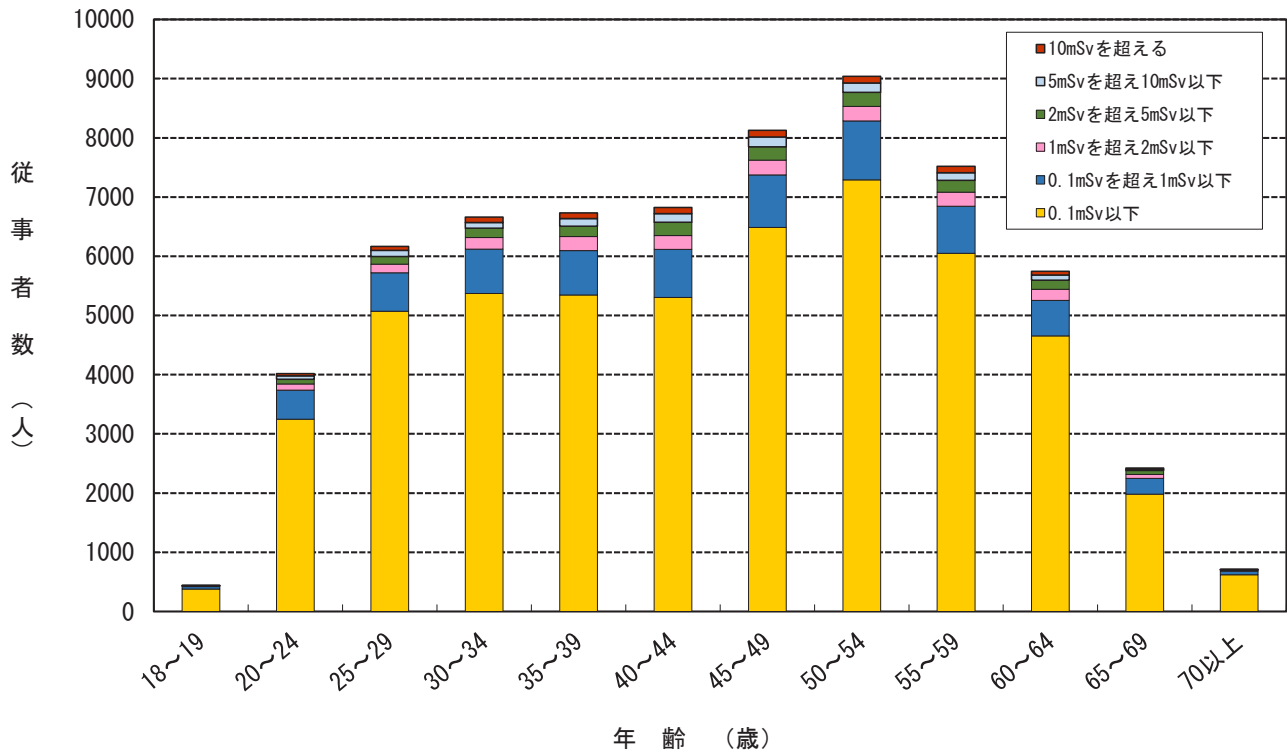
1. 放射線業務従事者の年齢別線量[令和 6 年度]

線量(mSv) 年齢(歳)	放射線業務従事者数(人数)								線 量			
	0.1以下	0.1を超え 1以下	1を超え 2以下	2を超え 5以下	5を超え 10以下	10を超え 15以下	15を超え 20以下	20を 超える	合計人数 (％)	集団線量 (人・mSv)	平均 (mSv)	最大 (mSv)
18～19	381	40	10	2	3	1	0	0	437 (0.7)	74.2	0.2	13.8
20～24	3,247	494	104	79	56	37	2	0	4,019 (6.2)	1,527.3	0.4	15.4
25～29	5,073	648	147	126	104	62	6	0	6,166 (9.6)	2,536.6	0.4	16.1
30～34	5,371	749	197	156	99	88	4	0	6,664 (10.3)	3,052.7	0.5	16.1
35～39	5,348	747	238	173	130	86	9	0	6,731 (10.4)	3,475.4	0.5	16.5
40～44	5,305	811	233	227	145	92	12	0	6,825 (10.6)	3,855.0	0.6	16.6
45～49	6,485	890	248	226	167	106	7	0	8,129 (12.6)	4,193.6	0.5	16.3
50～54	7,292	992	249	236	158	104	9	0	9,040 (14.0)	4,197.4	0.5	16.4
55～59	6,048	799	235	199	129	98	13	0	7,521 (11.7)	3,799.7	0.5	16.6
60～64	4,653	601	188	152	88	63	2	0	5,747 (8.9)	2,498.3	0.4	16.8
65～69	1,982	266	67	66	23	18	1	0	2,423 (3.8)	840.2	0.3	15.4
70以上	620	64	7	11	5	7	0	0	714 (1.1)	210.4	0.3	14.5
合計人数 (％)	51,805 (80.4)	7,101 (11.0)	1,923 (3.0)	1,653 (2.6)	1,107 (1.7)	762 (1.2)	65 (0.1)	0 (0.0)	64,416(100.0)	—	—	—
集団線量 (人・mSv)	343.1	3,133.4	2,799.5	5,346.2	8,133.4	9,488.4	1,016.8	0.0	—	30,260.8	0.5	16.8

[表の見方]

- 例えば、表における線量 1 を超え 2 以下の25～29歳「147」という値は、令和 6 年度 1 年間に25～29歳の者で放射線業務を行
い、その線量が 1 mSvを超え 2 mSv以下であった者が、147人であったことを示します。
- 年齢の集計方法は、令和 7 年 3 月31日現在の満年齢です。

２．放射線業務従事者の年齢別線量[令和６年度]



＊この図は「１．放射線業務従事者の年齢別線量[令和６年度]」の表を図化したものです。

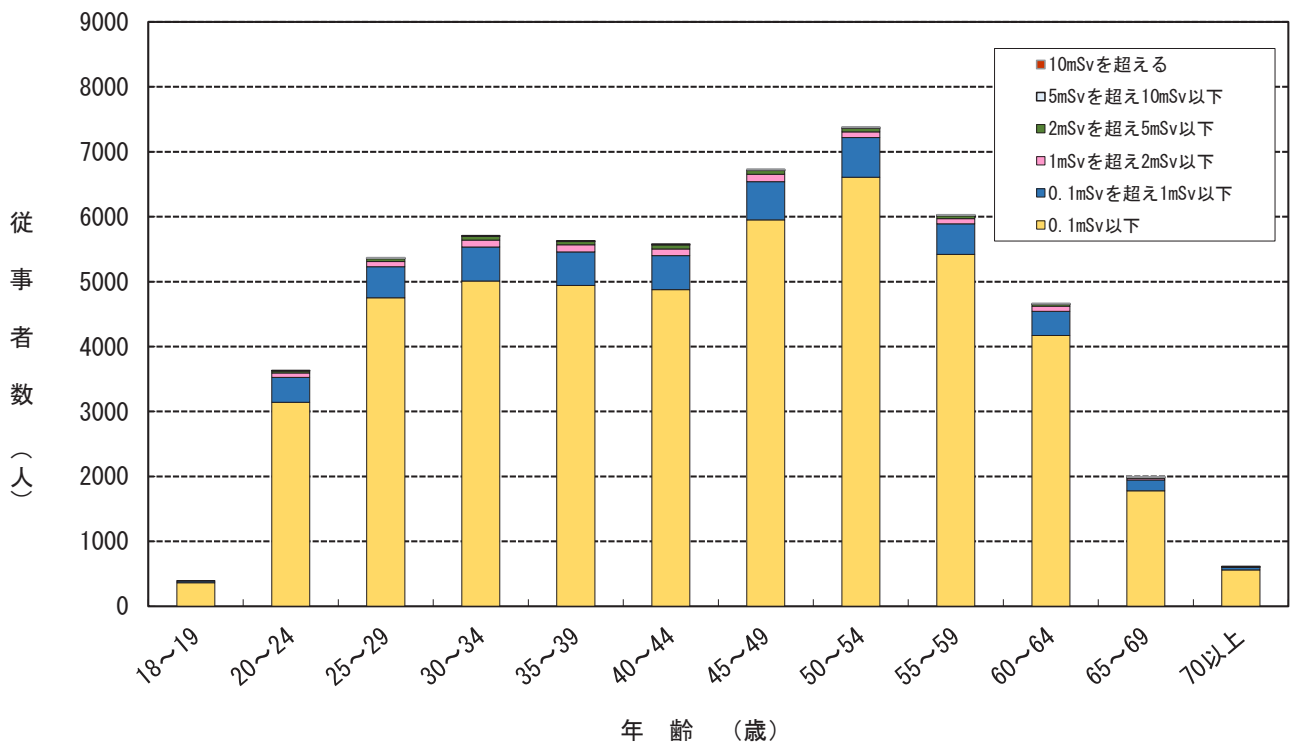
３．放射線業務従事者の年齢別線量[令和６年度] (福島第一原子力発電所を除く)

線量(mSv) 年齢(歳)	放射線業務従事者数(人数)								合計人数 (%)	線 量		
	0.1以下	0.1を超え 1以下	1を超え 2以下	2を超え 5以下	5を超え 10以下	10を超え 15以下	15を超え 20以下	20を 超える		集団線量 (人・mSv)	平均 (mSv)	最大 (mSv)
18～19	362	29	7	0	0	0	0	0	398 (0.7)	23.2	0.1	2.0
20～24	3,143	384	66	34	4	0	0	0	3,631 (6.8)	401.8	0.1	7.0
25～29	4,750	479	79	46	10	4	1	0	5,369 (10.0)	613.6	0.1	15.9
30～34	5,011	522	106	61	7	0	0	0	5,707 (10.6)	633.3	0.1	7.2
35～39	4,941	518	109	54	7	0	0	0	5,629 (10.5)	603.9	0.1	7.0
40～44	4,878	523	103	65	10	0	0	0	5,579 (10.4)	648.0	0.1	8.9
45～49	5,951	588	113	64	8	1	0	0	6,725 (12.5)	708.4	0.1	10.6
50～54	6,607	611	87	62	8	3	0	0	7,378 (13.7)	662.0	0.1	12.6
55～59	5,419	471	81	46	9	1	1	0	6,028 (11.2)	563.6	0.1	16.0
60～64	4,169	375	78	32	7	1	0	0	4,662 (8.7)	437.2	0.1	10.5
65～69	1,781	167	24	15	3	1	0	0	1,991 (3.7)	184.0	0.1	11.4
70以上	560	39	5	6	1	0	0	0	611 (1.1)	48.6	0.1	5.9
合計人数 (%)	47,572 (88.6)	4,706 (8.8)	858 (1.6)	485 (0.9)	74 (0.1)	11 (0.0)	2 (0.0)	0 (0.0)	53,708 (100.0)	—	—	—
集団線量 (人・mSv)	273.4	1,912.2	1,245.0	1,455.7	481.4	128.0	31.9	0.0	—	5,527.6	0.1	16.0

[表の見方]

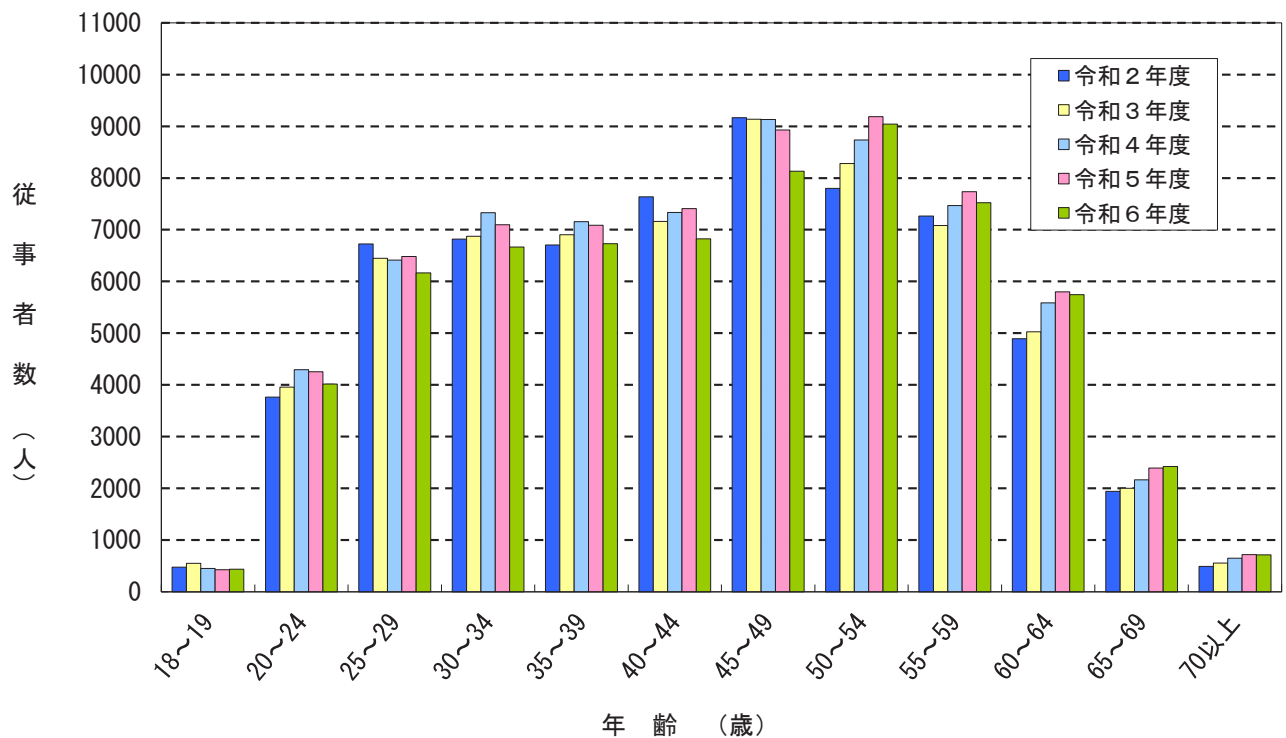
- ・本表は、福島第一原子力発電所の登録データを除外して作成したものです。福島第一原子力発電所のみの被ばく線量データは東京電力ホールディングス(株)のホームページで閲覧できます。
- ・例えば、表における線量1を超え2以下の25～29歳「79」という値は、令和6年度1年間に25～29歳の者で放射線業務を行い、その線量が1mSvを超え2mSv以下であった者が、79人であったことを示します。
- ・年齢の集計方法は、令和7年3月31日現在の満年齢です。

4. 放射線業務従事者の年齢別線量[令和6年度] (福島第一原子力発電所を除く)



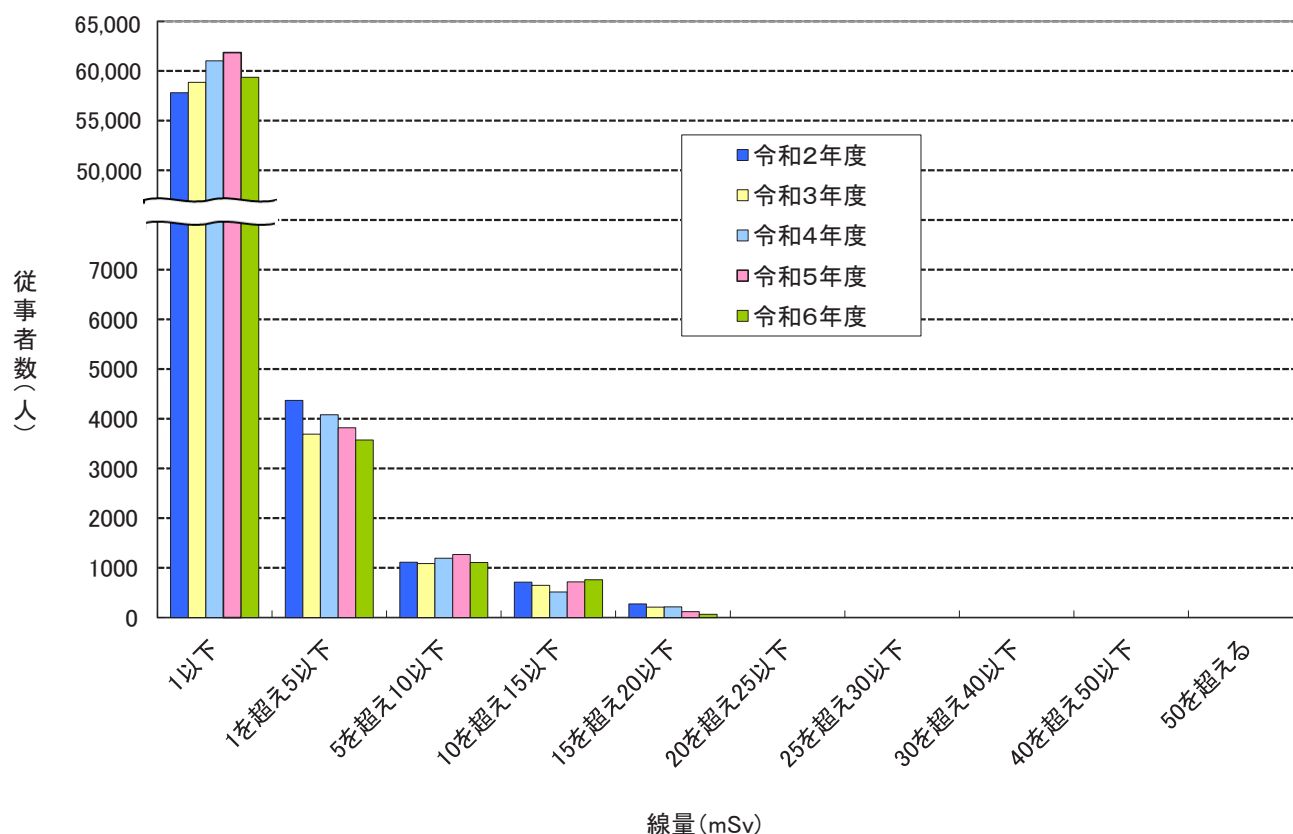
* この図は「3. 放射線業務従事者の年齢別線量[令和6年度] (福島第一原子力発電所を除く)」の表を図化したものです。

5. 放射線業務従事者の年齢別従事者数の年度推移[令和2年度～令和6年度]



* この図は「1. 放射線業務従事者の年齢別線量[令和6年度]」の表と過去4年間(令和2年度～令和5年度)の表を基に図化したものです。

6. 放射線業務従事者の線量別従事者数の年度推移[令和2年度～令和6年度]



* この図は「1. 放射線業務従事者の年齢別線量[令和6年度]」の表と過去4年間(令和2年度～令和5年度)の表を基に図化したものです。

7. 放射線業務従事者の男女別線量[令和6年度]

線量(mSv) \ 性別	放射線業務従事者数 人数(%)			集団線量 人・mSv (%)
	男子	女子	合計人数	
0.1以下	50,430 (80.0)	1,375 (97.4)	51,805 (80.4)	343.1 (1.1)
0.1を超え1以下	7,069 (11.2)	32 (2.3)	7,101 (11.0)	3,133.4 (10.4)
1を超え2以下	1,918 (3.0)	5 (0.4)	1,923 (3.0)	2,799.5 (9.3)
2を超え5以下	1,653 (2.6)	0 (0.0)	1,653 (2.6)	5,346.2 (17.7)
5を超え10以下	1,107 (1.8)	0 (0.0)	1,107 (1.7)	8,133.4 (26.9)
10を超え15以下	762 (1.2)	0 (0.0)	762 (1.2)	9,488.4 (31.4)
15を超え20以下	65 (0.1)	0 (0.0)	65 (0.1)	1,016.8 (3.4)
20を超える	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
合計人数(%)	63,004 (100.0)	1,412 (100.0)	64,416 (100.0)	—
男女の割合(%)	97.8	2.2	100.0	—
集団線量(人・mSv)	30,237.8	23.0	—	30,260.8 (100.0)
平均線量(mSv)	0.5	0.0	0.5	—
最大線量(mSv)	16.8	1.7	16.8	—

[表の見方]

・例えば、表における線量1を超え2以下の男子「1,918」という値は、令和6年度1年間に放射線業務を行った男子で、その線量が1 mSvを超え2 mSv以下であった者が1,918人であったことを示します。

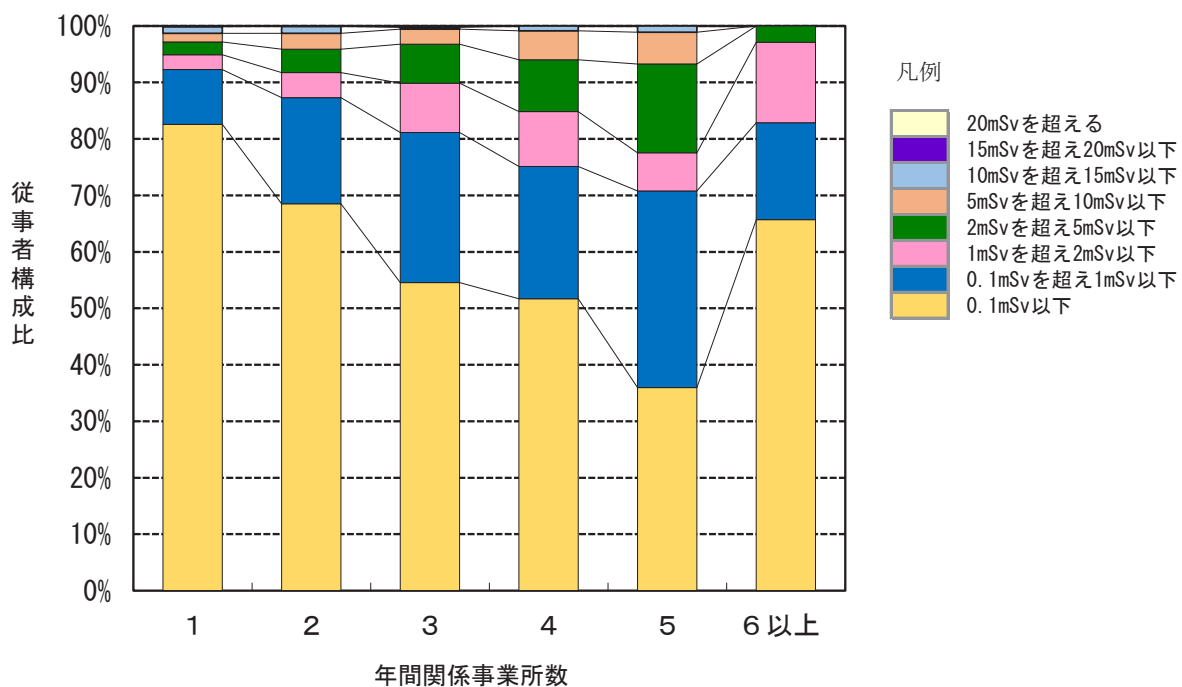
8. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和6年度]

年間関係事業所数 年間線量(mSv)	放射線業務従事者数(人数)						合計人数(%)
	1	2	3	4	5	6以上	
0.1以下	46,594	4,301	674	181	32	23	51,805 (80.4)
0.1を超え1以下	5,472	1,182	328	82	31	6	7,101 (11.0)
1を超え2以下	1,491	279	108	34	6	5	1,923 (3.0)
2を超え5以下	1,263	258	85	32	14	1	1,653 (2.6)
5を超え10以下	873	178	33	18	5	0	1,107 (1.7)
10を超え15以下	677	77	4	3	1	0	762 (1.2)
15を超え20以下	58	4	3	0	0	0	65 (0.1)
20を超える	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
合計人数(%)	56,428 (87.6)	6,279 (9.7)	1,235 (1.9)	350 (0.5)	89 (0.1)	35 (0.1)	64,416 (100.0)
平均線量(mSv)	0.4	0.6	0.7	1.0	1.3	0.4	0.5

[表の見方]

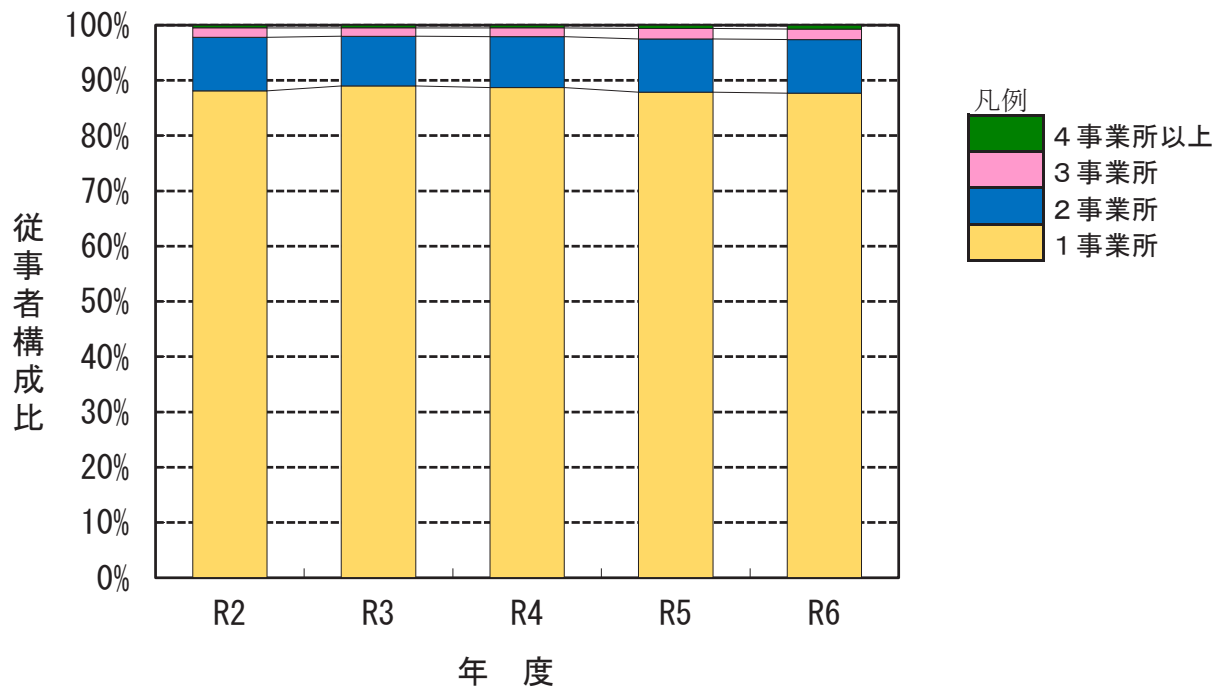
- 例えば、表における年間関係事業所数が5、年間線量が0.1以下の「32」という値は、令和6年度1年間に5ヵ所の事業所で放射線業務を行い、その線量の合計が0.1mSv以下であった者が32人であったことを示します。

9. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量に対する従事者構成比[令和6年度]



*この図は「8. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和6年度]」の表を基に図化したものです。

10. 放射線業務従事者の年間関係事業所数に対する従事者構成比の年度推移 [令和2年度～令和6年度]



* この図は「8. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和6年度]」の表と過去4年間(令和2年度～令和5年度)のデータを基に図化したものです。

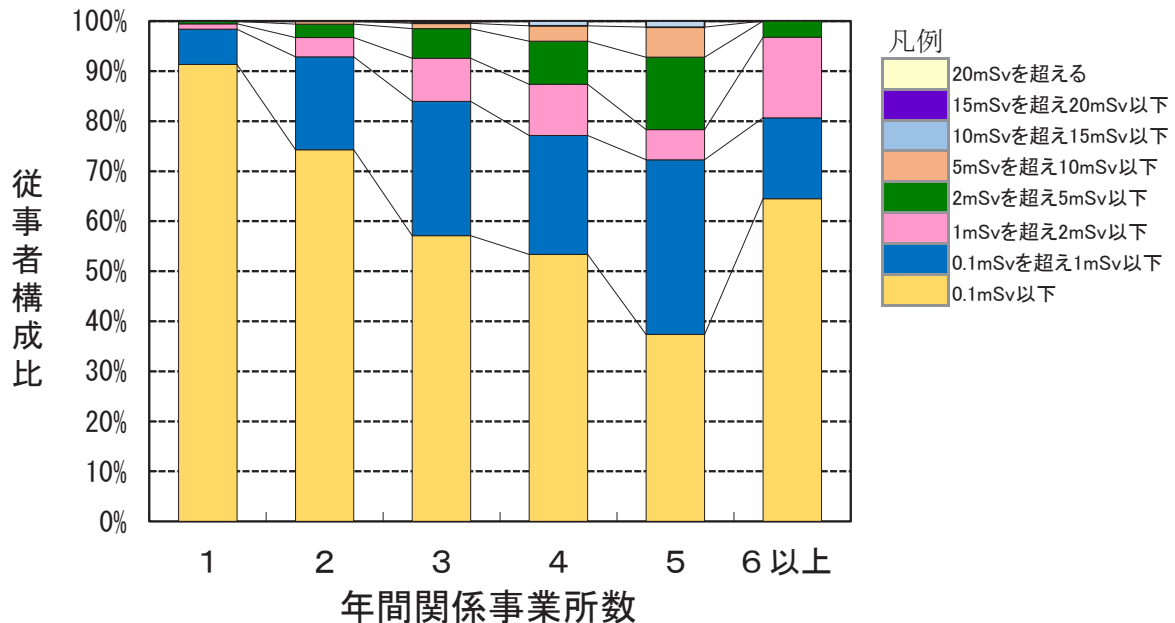
11. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和6年度] (福島第一原子力発電所を除く)

年間関係事業所数 年間線量(mSv)	放射線業務従事者数(人数)						合計人数(%)
	1	2	3	4	5	6以上	
0.1以下	42,680	4,016	652	173	31	20	47,572 (88.6)
0.1を超え1以下	3,285	1,004	306	77	29	5	4,706 (8.8)
1を超え2以下	510	207	98	33	5	5	858 (1.6)
2を超え5以下	230	146	68	28	12	1	485 (0.9)
5を超え10以下	17	30	12	10	5	0	74 (0.1)
10を超え15以下	2	2	3	3	1	0	11 (0.0)
15を超え20以下	0	0	2	0	0	0	2 (0.0)
20を超える	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
合計人数(%)	46,724 (87.0)	5,405 (10.1)	1,141 (2.1)	324 (0.6)	83 (0.2)	31 (0.1)	53,708 (100.0)
平均線量(mSv)	0.1	0.3	0.6	0.9	1.3	0.4	0.1

[表の見方]

- ・ 本表は、福島第一原子力発電所の登録データを除外して作成したものです。
- ・ 例えば、表における年間関係事業所数が5、年間線量が0.1以下の「31」という値は、令和6年度1年間に5ヵ所の事業所で放射線業務を行い、その線量の合計が0.1mSv以下であった者が31人であったことを示します。

12. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量に対する従事者構成比 [令和6年度] (福島第一原子力発電所を除く)



*この図は「11. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和6年度](福島第一原子力発電所を除く)」の表を基に図化したものです。

13. 放射線業務従事者の4年間の関係事業所数及び経過線量 [令和3年度～令和6年度]

線量(mSv) \ 4年間関係事業所数	放射線業務従事者数(人数)								
	1	2	3	4	5	6	7	8以上	合計人数(%)
1以下	68,607	11,896	3,133	1,007	328	128	61	58	85,218 (85.9)
1を超え5以下	4,432	1,552	744	360	155	89	35	20	7,387 (7.4)
5を超え10以下	1,698	540	238	114	69	28	10	10	2,707 (2.7)
10を超え15以下	1,060	292	101	57	21	12	10	3	1,556 (1.6)
15を超え20以下	586	155	46	19	7	11	3	1	828 (0.8)
20を超え25以下	379	85	24	12	1	3	2	2	508 (0.5)
25を超え30以下	269	70	14	3	1	2	2	1	362 (0.4)
30を超え40以下	283	74	14	4	2	0	0	0	377 (0.4)
40を超え50以下	137	33	5	0	0	0	0	0	175 (0.2)
50を超え60以下	91	12	1	0	0	0	0	0	104 (0.1)
60を超え70以下	14	0	0	0	0	0	0	0	14 (0.0)
70を超え80以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
80を超え90以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
90を超え100以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
100を超える	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
合計人数(%)	77,556 (78.2)	14,709 (14.8)	4,320 (4.4)	1,576 (1.6)	584 (0.6)	273 (0.3)	123 (0.1)	95 (0.1)	99,236 (100.0)
平均線量(mSv)	1.1	1.6	1.8	2.2	2.5	3.3	3.6	2.7	1.3

[表の見方]

- 放射線業務従事者の線量限度は、5年間につき100mSv及び1年間につき50mSv。なお、5年間は平成13年4月1日以後5年毎に区分した各期間。
- 例えば、表における線量5を超え10以下の4年間関係事業所数4「114」という値は、令和3年度から6年度の4年間に4ヶ所の事業所で放射線業務を行い、その線量が5mSvを超え10mSv以下であった者が114人であったことを示します。

赴任先での心に残る風景

放射線従事者中央登録センター

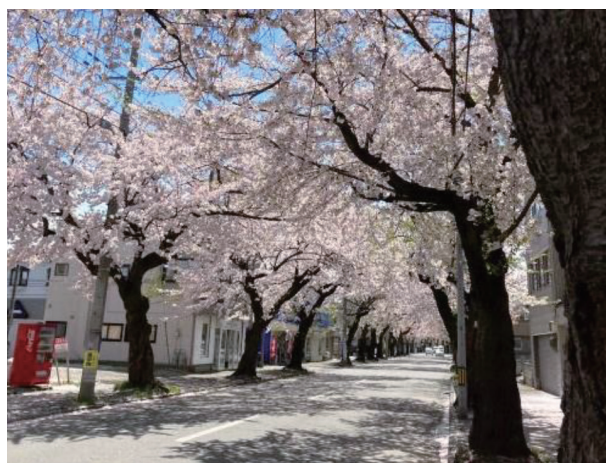
佐藤 暢秀

数年前、青森県で勤務することになり、せっかくの機会なので休日には県内を巡り歩き、春の桜や秋の紅葉を堪能しました。今回はその中でも特に心に残った場所をご紹介します。

春といえばまず弘前公園の桜が有名ですが、私のお気に入りには五所川原市の「芦野公園」です。ストーブ列車で有名な津軽鉄道に揺られ、芦野公園駅に近づくと、車窓の外に桜並木が現れます。公園には約1500本もの桜が咲き誇り、その中を列車が走り抜けていく光景は全国でも珍しいものです。とりわけ、桜のトンネルを「走れメロス号」が駆け抜ける姿は美しく、桜とローカル線とのコラボはまさに映えスポットです。気をつけたいのはローカル線ゆえ列車本数が少なく、時刻表の確認は必須です。私はその足で弘前公園の桜も見に行く予定でしたので、1時間弱の散策となりましたがそれでも十分満喫することができました。私は食べることができませんでしたが、旧駅舎を利用した喫茶店では名物の「激馬かなぎカレー」も味わえるので、時間があれば立ち寄りたいところです。



青森市内の「桜川中央通り」も印象に残っているところです。団地造成の際に植えられた街路樹の桜が約1kmにわたって続き、まるで桜のトンネルのよう。地元ではよく知られており、満開となったときの桜は見応え十分です。夜桜まつりでは道路が歩行者天国となり多くの市民が訪れますが、それ以外では比較的人は少なく、混雑を避けてのんびりと桜を楽しめます。穴場的なスポットとしておすすめします。



秋になると紅葉狩り。八甲田の南麓、蔦温泉の奥にある蔦七沼の一つ、蔦沼は格別でした。おすすめは早朝。朝日に照らされた紅葉が湖面に映り込み、鏡のように輝く光景はまるで一幅の絵画です。紅葉シーズンは5:00から7:30の間、蔦沼の展望デッキへの入場や駐車場利用の事前予約が必要となりますので注意が必要です。私は予約が取れなかったため、7:30の一般入場の時間に合わせて現地に到着し、ほとんど待つことなく駐車場、展望デッキに入り、幻想的な景色を堪能することができました。また、すぐそばにある千

年の秘湯と言われる蔦温泉は、日本でも大変珍しい湯船の底からぷくぷくと源泉が湧き出してくる「源泉湧き流し」の温泉となっていますので、温泉で疲れを癒してはいかがでしょう。



また、八甲田ロープウェイからの眺めも忘れられません。奥入瀬溪流や十和田湖をまわり、せっかくなので八甲田ロープウェイにも乗ってみようと思い、上りの最終のロープウェイになんとか乗車して、その車窓から撮影したのがこの写真です。夕焼けに照らされて燃え上がるように真っ赤に染まった紅葉には素晴らしかったです。だんだん山頂に近づくと、それまでの景色とは全く異なり濃い霧に包まれた状態で、最終のロープウェイでしたのですぐに山を下りることになりましたが、帰りのロープウェイではほとんど太陽が



沈みかけており、上りのロープウェイから見た夕日に照らされた紅葉が一番美しい時間帯だったかもしれません。

最後は青森県内ではありませんが、番外編として「八幡平ドラゴンアイ」を紹介します。八幡平は秋田県と岩手県にまたがる山と周囲の高原台地で、この八幡平にある鏡沼の雪解けの様子が龍の眼に見えるというものです。5月中旬から6月中旬くらいにかけて見ることができますが、綺麗に見られる期間はとても短く、雪解けの状況や天候によっては見られない年もあることから、雪解けしたエメラルドグリーンの沼の中央部分に雪が目玉のように丸く残っているのを見ることができれば幸運です。私が見に行ったときは、空が曇っていたため鮮やかというところまではいきませんでした。比較的よく見えたほうではないかと思います。



青森に赴任するまでは、これらの景色の多くを知りませんでした。しかし実際に訪れてみると、写真では伝えきれない迫力や空気感がありました。機会があればぜひ足を運び、現地でその美しさを味わってください。

(公財) 放射線影響協会からのお知らせ

放射線管理記録の引渡しについて

放射線業務従事者の被ばく線量記録や健康診断記録は、各人の放射線管理を実施する上で重要な記録であり、適切な管理が必要です。放射線管理を規定している各法令では、被ばく線量や健康診断の結果を個人ごとに記録し、それらを長期間保存することが定められています。また、法令では、これらの記録について、事業者による保存義務と併せて、「指定記録保存機関」への引渡しについても規定されています。以下では、この記録引渡しについてご案内します。

1. 指定記録保存機関

当協会は、「指定記録保存機関」として指定された国内で唯一の機関です。

(公財)放射線影響協会は、法令に基づき原子力規制委員会及び関係大臣から「指定記録保存機関」として指定を受けた国内で唯一の機関です。この指定に基づき、当協会の放射線従事者中央登録センターでは、事業者から被ばく線量記録及び健康診断記録の引渡しを受け、長期間にわたり保存する業務を行っています。受領した記録は容易に検索できるように管理しています。

2. 記録の引渡しについて

(1) 放射性同位元素等の使用廃止に伴う記録引渡し

廃止措置を行う場合には、これまで保存してきた全ての被ばく線量記録及び健康診断記録の引渡しが必要です。

放射性同位元素等の使用廃止など法令に基づく廃止措置を行う場合は、事業者はこれまで保存してきた放射線業務従事者全員分の被ばく線量記録及び健康診断記録を指定記録保存機関(当協会)へ引渡すことが義務づけられています。

(2) 従事者でなくなった者の記録又は従事中でも5年以上保存した記録の引渡し

記録引渡しによって事業者には当該記録の保存義務がなくなります。紛失等の防止のためにも5年以上保存した後の早期の記録引渡しをお勧めします。

記録の対象者が従事者でなくなった場合又は従事中でも記録を5年以上保存した場合には、指定記録保存機関(当協会)へ引渡すことが可能です。記録を引渡すことによって、事業者においては当該記録の保存義務がなくなります。また、廃止措置に伴う記録引渡しでは、事業所での長期保存中に紛失し引渡せないケースや記録が破損、劣化してしまうケースも発生しています。これらを防止するためにも早期の記録引渡しをお勧めします。

3. 引渡し手続きについて

記録引渡しは、所定の申請手続きに従って行います。具体的な手続きについては、当協会のホームページ及びパンフレットに記載されていますのでご参照ください。

- (公財)放射線影響協会ホームページ
<https://www.rea.or.jp/>
- パンフレット「法令に基づく被ばく線量の測定の記録及び健康診断の記録の指定記録保存機関への引渡しについて」
<https://www.rea.or.jp/chutou/ri/hikiwatashi-Pamphlet.pdf>
- 本件に関する問合せ
(公財)放射線影響協会
放射線従事者中央登録センター
RI等記録管理課 電話：03-5295-1790
e-mail：ri@rea.or.jp

主 要 日 誌

【活動日誌】

○企画部

9月26日 ICRP調査・研究連絡会(ICRP委員
間会合)(Webミーティング形式)

○放射線従事者中央登録センター

7月11日 第58回統計データ評価委員会(令
和6年度「標準統計資料」及び「参
考統計資料」について等)(対面及
びWebミーティング形式)

7月29日 第135回被ばく線量登録管理制度
推進協議会(令和6年度事業報告
及び決算報告について、令和6年
度「標準統計資料」及び「参考統計
資料」について等)(対面及びWeb
ミーティング形式)

○放射線疫学調査センター

7月7日 令和7年度第1回調査研究評価委
員会(対面及びWebミーティング
形式)

7月11日 令和7年度第1回あり方検討会
フォローアップ委員会(対面及び
Webミーティング形式)

7月29日 令和7年度第1回倫理審査・個
人情報保護委員会(対面及びWeb
ミーティング形式)

放影協ニュース 2025. 10, No.124

編集・発行 公益財団法人 放射線影響協会

URL : <https://www.rea.or.jp>

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1丁目9番16号 丸石第2ビル5階

電話 : 03(5295)1481(代) FAX : 03(5295)1486

●放射線従事者中央登録センター

電話 : 03(5295)1788(代) FAX : 03(5295)1486

●放射線疫学調査センター

電話 : 03(5295)1494(代) FAX : 03(5295)1485