公益財団法人 放射線影響協会

放影協ニュース

RADIATION EFFECTS ASSOCIATION

2021. 10, No.108

ICRP委員退任にあたって

東京医療保健大学　酒井　一夫

1．第５専門委員会へ

2006年に急逝された土居雅広前委員の後継として、第５専門委員会（環境防護担当）に加わることとなったのは同年11月のことであった。当時筆者は生物の放射線感受性を規定する仕組みに関心を持っていたが、環境の放射線防護に直接携わっていたわけではなかった。しかしながら、「環境の専門家はすでにいるので、生物種を越えた感受性の違いを議論できる専門家を」というPentreath委員長（当時）の意向もあり、お引き受けすることになった。

2．環境の放射線防護をめぐる状況

話は1970年代にさかのぼる。人類の活動が環境に及ぼす影響に関する関心の高まりの中で、放射線防護の分野でも「環境の防護」が取り上げられるようになった。ICRPの1990年勧告では、「現在望ましいと考えられている程度に人を防護するのに必要な環境管理の基準は、他の生物種をリスクにさらさないことを保証するものと信じている。」と記載されている。しかしながら、環境保護の流れの中で、放射線が環境に影響を与えていないことを「信じる」だけでなく、体系的に評価し、示すことが求められるようになった。

こうした中、ICRPでは環境防護に関するタスクグループが設置され、刊行物91「放射線影響からのヒト以外の生物の防護」が刊行された。刊行物91により、環境防護の重要性

◆◆◆目　次◆◆◆

●ICRP委員退任にあたって …… 1
●令和元年度（2019）研究奨励助成金交付研究の紹介 …… 4
●米国保健物理学会2021年次大会（ハイブリッド開催）への参加報告 …… 6
●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２年度（2020））…… 8
●自由さんぽ　近くの丘陵ラン …… 17
●「放射線の影響がわかる本」改訂版について …… 18
●（公財）放射線影響協会からのお知らせ …… 19
●主要日誌 …… 20

が再認識され、環境防護を取り扱う専門委員会として第5専門委員会が2005年に設置されたところであった。

2007年勧告では、ICRPの主勧告としては初めて環境の防護が、独立した1章として取り上げられた。ページ数としては3ページほどではあるが、放射線防護の対象をヒト以外の生物種に拡大したという意味で画期的なことであった。

2007年勧告の時点では、環境の防護へのアプローチとして「標準動物および標準植物」という概念を導入することは決まっていたが、具体的な生物種名等は記載されていなかった。その後の第5専門委員会の検討の中で、具体的な生物種(12種)が決定され、影響指標の検討（刊行物108）や異なる被ばく状況における環境の防護の考え方（刊行物124）などについて防護の枠組みが整備された。

3．第5専門委員会会合の日本開催

ICRPでは2年に一度、主委員会とすべての専門委員会が一堂に会して会合を開く(2011年からは、「ICRPシンポジウム」も同時開催されている)。筆者が最初に参加した合同会合は2007年(ベルリン)であった。その後2009年(ポルト)、2011年(ベセスダ)、2013年(アブダビ)、2015年(ソウル)、2017年(パリ)、2019年(アデレード)と続いている。合同会合の間の年には専門委員会ごとに開催地を決めて個別委員会会合が開催される。2008年には南仏のポルクロール島、2010年はウィーン、2012年はバルセロナ、2014年はシドニーで第5専門委員会会合が開催された。第5専門委員会会合を日本でという声もあったが、東京電力福島第一原子力発電所事故などの事情もあり、なかなか実現しなかった。2016年になって、(公財)環境科学技術研究所主催の国際シンポジウムとタイアップする形で青森にて開催することができた。今から思うと、第5専門委員会としての最後の会合をわが国で開催したことになる。ご尽力いただいた同研究所の皆様とICRP事務局に改めて感謝したい。

4．第5専門委員会の解散

2017年からの任期(2017－2021)を迎えるにあたり、第5専門委員会は「発展的に解散」することとなった。標準動物と標準植物およびこれらに対する影響を反映した「誘導考慮参考レベル」を軸とした環境防護の枠組みが構築され、環境の防護が放射線防護体系の中に位置づけられた、すなわち、第5専門委員会の所期の設置目的が達成された、というのが主委員会の判断であった。

第5専門委員会のメンバーはその専門性に応じて、主委員会、第1専門委員会（影響)、第2専門委員会(線量)、あるいは第4専門委員会(勧告の適用)に分かれて活動を継続することとなった。筆者は第1専門委員会に移籍することとなった。第5専門委員会の課題で未完成のものは第1専門委員会に引き継がれた。標準動物・標準植物の概念の拡張と地域特有の生物への適用などである。第1専門委員会は「放射線の影響」を担当する専門委員会であるが、疫学の専門家も多く、ヒト以外の生物が話題になるときも、ヒトにおける影響を推定するための基礎データという位置づけの場合が多かった。環境生物における影響の視点とは距離があるように感じられた。

環境防護の枠組みが構築され、ICRP以外の国際機関・組織等の文書の中で従来「人間を防護する」とされていた文言が「人間と環境を防護する」と記載されるようになったとい

第５専門委員会会合の様子（ベセスダ 2011 年）
筆者は画面右端。

第５専門委員会青森会合（2016 年）集合写真
六ケ所ビジターセンターにて。
左より　Alexander Ulanovsky（ドイツ）、筆者、Kathy Higley（米国）、Almudena Real（スペイン）、David Copplestone（英国）、Jacqueline Garnier-Laplace（フランス）。

う点では「環境の防護が放射線防護体系の中に位置づけられた」と言えるのかもしれないが、人間と環境生物の防護を統一的に考えるという視点からは、いまだに課題が残っているように思われる。

５．残された課題

(1)対象の違い

人の防護は個人ごとに確定的影響の発生を防ぎ、確率的影響の発生を容認できる程度に抑えるというように、個人を対象に防護の枠組みが設定されている。これに対して環境の防護は「種の保存」、「生物多様性の維持」という具合に「生物種」という「集団」が対象となる。

人の場合にはその感受性の個人差までが議論される中、ヒト以外の生物種をどう扱うかが重要な課題の一つであろう。

(2)「横軸」の違い

人の場合には、被ばく線量と影響の関係が議論され、防護基準等は線量で与えられている。これに対し、環境生物では、誘導考慮参考レベルという形で、「線量率」が影響を考える上での横軸となっている。「線量・時間」を新たな評価指標とするなど工夫が必要かもしれない。

６．おわりに

振返ってみると16年間にわたり、ICRP にかかわらせて頂いたことになる。この間、「環境の防護」という大きな課題が提唱され、放射線防護体系の中に組み込まれるという過程を現在進行形で眺めるという非常に貴重な経験をさせて頂いたと感じている。

2007年勧告の改訂作業が進む中で、環境の防護は大きな構成要素の一つとして位置づけられている。一方、人間と環境の統一的な防護体系を考えるのであれば、解決しなければならない課題が残っていると思われる。総合的な新勧告へ向けて何らかの形で貢献できればと考えている。

放射線体外照射による致死性心室不整脈抑制作用における交感神経除神経効果を明らかにする

東海大学循環器内科
量子科学技術研究開発機構 量子医学研究所 重粒子線治療研究部
網野　真理

研究の背景

ワシントン大学の不整脈専門医 Dr Phill Cuculichと放射線治療医 Dr Cliff Robinsonらは「難治性心室頻拍（ventricular tachycardia、VT）に対する体幹部定位放射線治療（stereotactic body radiotherapy：SBRT）による低侵襲性の高精度放射線アブレーション」の効果について2017年NEJMに発表した（1）。本治療は優れた効果を発揮し、抗不整脈薬の中止をも可能とした。最大の利点は、覚醒状態かつ無麻酔にて治療可能で、照射時間も平均14分（11-18分）と短時間であることから、患者の負担を大幅に軽減できることである。

自験例における自律神経解析

我々の施設ではVTに対する本治療を本邦で初めて実施した（東海大学ニュースリリース。https://www.tokai.ac.jp/news/detail/_4_1.html）。治療前後における非侵襲的な心電学パラメータについて新たな知見を得たので紹介する（2）。症例は75歳の女性、陳旧性心筋梗塞（MI）で左室駆出率は27%である。ワシントン大学のフローに準じて治療計画を作成し、立案した計画をワシントン大学にて評価して頂いた上で、より良い計画にするために何度もコンツーリング作業を実施した。最終的に標的体積（gross target volume、GTV）は8.3cm^3、標的体積に心拍動や呼吸変動を加味して5mmのマージンを追加した計画標的体積（Planning Target Volume、PTV）は49.7cm^{3}となった。本工程においては不整脈専門医、放射線腫瘍医、医学物理士の綿密な連携が必須であり、いずれかが欠けると最善の治療計画は出来ないことを痛感した。

6ヶ月間のフォローアップ期間で、安全性と抗不整脈作用を前向きに評価した。患者はアミオダロンに対する肺毒性の既往があったため、SBRT前後で使用した抗不整脈薬はβ遮断薬のみである。植え込み型除細動器（ICD）の記録によるエピソード解析では、放射線治療後に検出されたVTの総秒数は99%減少し、抗頻拍ペーシングやショックの作動記録は認められなかった。身体活動評価では、照射から1週間後の時点で6分間歩行距離が改善し（350m、min SpO_2 92%→400m、min SpO_2 96%）、1か月後にQOLスコアが改善した（87→109ポイント）。血液検査項目（BNP、KL-6、GOT/GPT etc）および呼吸機能検査において有意な変化は認められなかった。現時点で1年7か月が経過したが、有害事象は見られず経過良好である。

高分解能ホルター心電図検査では、通常の不整脈イベント解析に加え、二次解析として①心室脱分極異常指標であるVentricular late potential（VLP）、②心臓自律神経指標であるHeart rate variability（HRV）、③圧反射受容体機能指標であるHeart rate turbulence（HRT）を検討した。これらの非侵襲的パラメータは古くから心臓突然死の予知に使用されており、例えばVLP陽性所見はMI患者における不均一な伝導を反映することからICD適応の有力な因子である。逆にVLPが陰性であることはVT発生や突然死リスクが低いことと関連する。HRV解析では迷走神経機能を把握する複数の指標（HF、RMSSD、pNN50など）が存在するが、自然発生VTを伴うMI例ではHFに象徴される迷走神経緊張が低下している。 迷走成分の低下は虚血性心疾患における総死亡率と心血管死亡の独立した予後指標として意義が高い。 HRT解析は、致死性心室不整脈に対する迷走神経と交感神経の調節機能を反映し、陳旧性MI患者における長期的な心血管死亡の

強力な予測因子である。 HRT指標のうちタービュランスオンセット（TO）は心室期外収縮（PVC）後に心拍数を増加させる圧反射の能力を反映し、タービュランススロープ（TS）はその後のストレッチにおける心拍数を減少させる能力を反映する。例えばβ遮断薬内服患者においては、過剰な交感神経活性が抑制されることで心拍応答経路における圧反射受容体の制御が改善され、TS値の増加が認められる。自験例においては、総心拍数は3か月時点で減少し、心室期外収縮は3～6か月/非持続性心室頻拍は6週間で減少していた。VLPは6週間で正常化、HRVは3か月で改善、HRTは6か月で正常化した。 すなわち、①照射後早期におけるVLP陰転化は脱分極異常の改善、②HRV解析によるHF成分の増加は迷走神経機能の優位性、③HRTにおけるTSの正常化は圧受容体反射を介した心拍減少における調節機能の回復、などを示唆している。

さらに123I-MIBG（メタヨードベンジルグアニジン）シンチグラフィー解析では、照射前と照射3か月後の比較において、初期画像と後期画像のミスマッチの減少、心縦隔比の増加、washoutの低下が認められた。これらの所見が交感神経の亢進を改善させたか否かは明確ではないものの、放射線による交感神経分布の器質的変性やアドレナリン神経支配の機能的変化を反映している可能性がある。

動物実験

目的）

臨床研究で得られたVLPの改善と迷走神経機能の回復過程に関わる基礎的メカニズムとして、心筋ギャップ結合（コネキシンCx40、Cx43）と神経過増生に対する放射線の作用を明らかにする。

方法）

3歳のNZWウサギ16匹に対して高脂肪/高コレステロール食を14週間与え、神経リモデリングによる易不整脈誘発モデルを作成した。8匹のモデルウサギに重イオン医療用加速器を用いて15Gyの左室を標的とする重イオン照射（targeted heavy ion irradiation: THIR）を単回施行した（HC+THIR群）。THIRを受けなかった8匹のウサギを対照（HC群）とした。

結果）

加算平均心電図を用いたLPの解析では、HC群よりHC+THIR群のウサギの方がVLP/ALP指標がいずれも健全であった（p＜0.05）。心房性不整脈は、HC群とHC+THIR群でそれぞれ100％と25％誘発された（持続時間：62.4±28.3 vs 5.1秒）。心室性不整脈は、HC群とHC+THIR群で100％と25％誘発された（持続時間：>30秒 vs 2.2秒）。免疫組織染色による右房・左房組織におけるCx40密度は、HC群よりもHC+THIR群においてそれぞれ2.4倍および1.8倍高値であった（p＜0.01）。右室・左室組織におけるCx43密度は、HC群よりもHC+THIR群において1.9倍および1.6倍高値であった（p＜0.01）。いっぽうチロシン水酸化酵素（TH）で標識された交感神経密度は、右房・左房組織にて、HC群よりもHC+THIR群においてそれぞれ0.7倍および0.4倍低値であった（p＜0.01）。右室・左室組織におけるTH密度はHC群よりもHC+THIR群において0.4倍および0.4倍低値であった（p＜0.01）。

結論）

THIRは心伝導性を改善することにより、HCウサギの心房/心室頻脈性不整脈に対する脆弱性を減少させた。このメカニズムは、ギャップ結合蛋白の発現亢進と、交感神経の増殖抑制に起因すると考えられた（論文投稿中）。

謝辞）

本研究の実施にあたり、奨励助成に採択頂きました公益財団法人放射線影響協会に深く感謝申し上げます。

参考文献

1. Cuculich PS, et al. Supple- mentary Appendix - Noninvasive Cardiac Radiation for Ablation of Ventricu- lar Tachycardia. N Engl J Med 2017; 377: 2325-36.
2. Amino M, et al. Analysis of depolarization abnormality and autonomic nerve function after stereotactic body radiation therapy for ventricular tachycardia in a patient with old myocardial infarction. Heart Rhythm Case Rep. 2021; 7: 306-311.

米国保健物理学会2021年次大会（ハイブリッド開催）への参加報告

放射線影響協会　古田　裕繁

2021年７月25日から29日まで米国アリゾナ州フェニックスでHPS（Health Phisics Society、保健物理学会）年次大会が開催されました。コロナ禍の時節柄、発表形式も現地参加（in-person）、Web参加（virtual）、事前録画（pre-recorded）を選べるハイブリッド方式で行われました。当協会からは古田が、「再構築された臓器吸収線量を用いた部位別がん死亡リスクの再解析：観察期間1991－2010年の日本の原子力施設労働者コホート」のタイトルで、事前録画方式で口頭発表をしました。事前録画であっても、当日は質疑セッションにはWebに接続してリアルタイム参加を要請されました。全体の参加者数の状況は分かりませんが、Webの視聴からは、発表者の約４分の３が現地参加と判断できました。米国ではコロナワクチンの接種が進んでいることを伺わせました。

私の発表内容は、既に作成した臓器吸収線量換算係数を実際に当協会のJ-EPISODE調査の第Ⅴ期調査（2010－2014年度）の記録線量データに適用して、臓器吸収線量を再構築し、それを用いて部位別がん死亡リスクを再計算することでした。さらに、記録線量を用いた先行解析でわかっている、喫煙調整によって過剰相対リスクERR/Svが減少するという傾向が、臓器吸収線量を用いた解析でも同様に見られることを確認したことでした。質問はフロアからは特になく、座長から、記録線量のH_p（10）は過大評価となっていることはよくわかるとのコメントがありました。

Virtual参加なので、残念ながら食レポなどの現地報告はありませんが、大会Webのバナーにサボテンがあるように、フェニックスは砂漠の中に形成された工業都市・観光都市です。会期中の最高気温は40℃を超えて非常に暑いが、乾燥しているため過ごしやすいと言われています。現地の時間はロサンゼルスと同じ、太平洋夏時間で、日本（JST）との時差は16時間あります。会議は現地時間8:00－17:00に設定されています。これはJSTでは翌日の0:00－9:00 amに相当し、深夜～早朝のWeb視聴となります。海外の学会への現地参加の場合、航空機の中から時差調整が始まり、そのうち時差に慣れてきますが、日本の環境の中にいて、強制的に１週間の時差生活をするのはかなり厳しいものがあります。特に、家庭内での食事時間、睡眠時間の事前調整も、時差の異なる学会へのWeb参加を成功させるためには重要です。

個人的には欧州で開催される国際学会には何度か現地参加したことがありますが、米国の国内学会への参加は初体験で、浅学のため種々驚かされることがありました。順不同で記します。

(1) 日本の場合、まず放射線防護に関する国際基準があって、それに準拠して国内基準を定めるのがこの業界の慣例と理解しています。しかしHPSでは国際基準と米国国内基準を同列に議論しているのに驚きました。それだけの自負があるのだろうと思います。例えば、目の水晶体の線量限度は今も15 rem（150 mSv）と、国際基準とレベルが大きく異なるし、未だremという歴史的単位を用いているのにも驚かされました。

(2) 数値計算に関する多くの発表がありましたが、そのほとんどに日本原子力研究開発機構（JAEA）の開発した輸送計算コードPHITSが用いられていました。米国でも日本の技術が使われていることになぜか誇らしい気分になりました。妊婦・胎児

のモデルの精緻化や、放射性医薬品の局在的線量評価のための多領域脳モデルの開発の他、長崎の工場労働者原爆被爆者について、工場設備をモデル化した上で線量評価システムDS02の精緻化を行ったなどの発表がありました。

(3) NASA（航空宇宙局）は有人火星探査を本気で考えていると思わせる発表がいくつかありました。宇宙飛行士の生涯キャリア放射線量限度の要求に対して、現状の火星への最短往復ミッションでは限度を超える可能性があり、各種パラメータや放射線リスクモデルの修正等を検討していました。また、宇宙探査を念頭に置いた生物実験を行うために^{241}Am-Beを利用した照射用中性子線源を開発したという報告もありました。別の発表では、職業被ばくや医療被ばくなど他の分野では歴史的に被ばく線量は減少しているのに対して、宇宙飛行士の被ばく線量は減少していないという興味深い話もありました。

(4) DOE（エネルギー省）傘下にUSTUR（US Transuranium and Uranium Registry、超ウラン・ウラン登録機関）があり、プルトニウム内部被ばく者の組織を登録し、保存していることに驚かされました。19体の全身骨格と190の骨の標本の情報を利用した分析について８題の発表がありました。情報の記録や保存を大切にする国民性に改めて驚きました。原爆開発のマンハッタン計画の作業者の1人について、骨組織から吸収時の預託実効線量を推計したとか、時計の文字盤のダイヤルペインターについて末梢血スライドを調べ、赤血球の突然変異に由来する偽Pelger-Huet細胞の出現を指標として赤血球線量を推計したというように、歴史的事柄と思っていたことが、改めて研究対象となっていることにも驚きました。

(5) 発表には中性子やプルトニウムに関連する研究が多い気がします。話の中で「核兵器放射線作業環境」とか「軍関連」とかの用語が淡々と出てくる度に私はギクッと驚かされたものですが、おそらくHPSの人には核兵器産業や軍需産業は普通のことなのだろうと想像します。

(6) HPSは設立当初の1959年に認定保健物理技術者（仮約）(Certified Health Physicist, CHP）資格制度を発足させています。若手に資格取得を促すためのセッションもありました。CHP資格保持者と無資格者の給与比較の他、各分野で活躍している人の具体的・魅力的な活動内容の話が聞けました。話の内容からは、業種の垣根を超えたCHPの仲間としての連携があることが伺えました。

耳学問ではありますが、HPS参加によって、有益な情報を得ることができました。

次回開催は2022年７月16－24日ワシントン州スポケーンの予定です。

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2年度(2020)）

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２年度(2020)の統計資料です。

また、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 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 北海道電力株式会社（泊）
④ 東北電力株式会社（女川、東通）
⑤ 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）
⑥ 中部電力株式会社（浜岡）
⑦ 北陸電力株式会社（志賀）
⑧ 関西電力株式会社（美浜、高浜、大飯）
⑨ 中国電力株式会社（島根）
⑩ 四国電力株式会社（伊方）
⑪ 九州電力株式会社（玄海、川内）
⑫ 日本原子力発電株式会社（東海、東海第二、敦賀）
⑬ 原子燃料工業株式会社（熊取、東海）
⑭ 住友金属鉱山株式会社（東海）
⑮ 株式会社グローバル・ニュークリア・フユエル・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３年(2021) ６月29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３年(2021) 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年間線量限度の集計は、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。今期は平成28年度 (2016) ～令和２年度(2020)の５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２年度(2020)の関係事業所総数は33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。

(5) **５年間の関係事業所数**：放射線業務従事者が所定の期間 (平成28年度 (2016) ～令和２年度 (2020)) 内に放射線業務を行った原子力事業所の数を示します。平成28年度 (2016) ～令和２年度 (2020) の関係事業所数は34です。なお、5年間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。

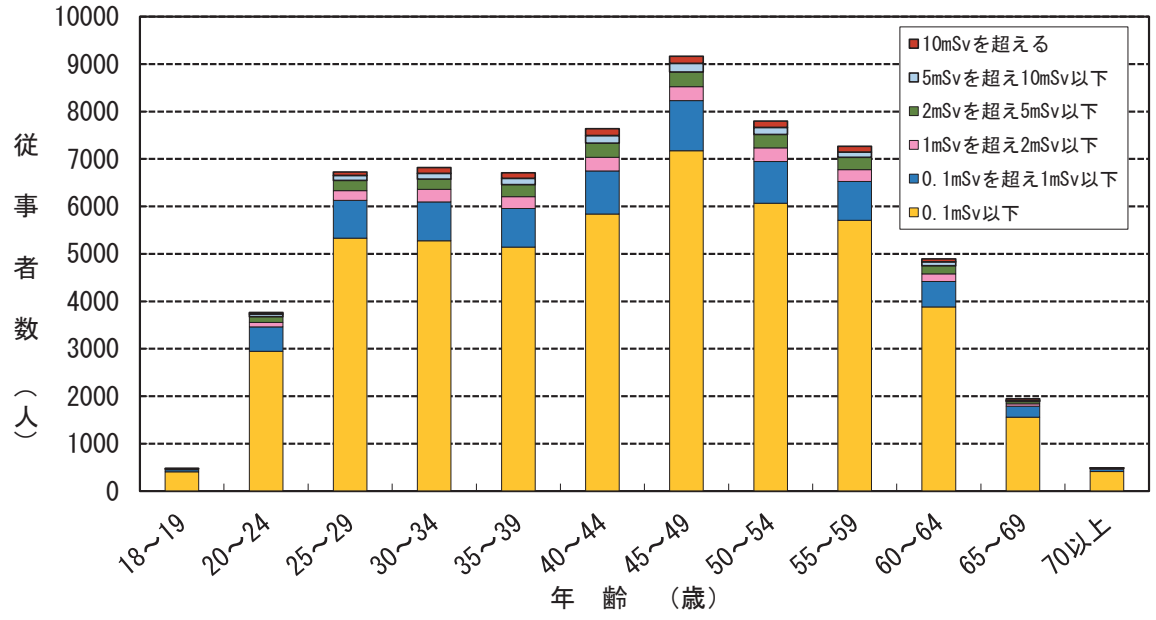
4．令和２年度統計資料

１．放射線業務従事者の年齢別線量［令和２年度（2020）］

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	408	45	11	11	2	0	0	0	477　(0.7)	85.3	0.2	9.7
20 ～ 24	2,947	514	97	117	57	24	7	0	3,763　(5.9)	1,575.0	0.4	17.8
25 ～ 29	5,330	798	204	218	101	63	13	0	6,727 (10.6)	3,096.4	0.5	18.7
30 ～ 34	5,277	817	264	217	123	88	33	0	6,819 (10.7)	3,994.2	0.6	18.7
35 ～ 39	5,141	815	251	255	128	86	31	0	6,707 (10.5)	4,073.3	0.6	19.3
40 ～ 44	5,840	907	287	300	158	106	38	0	7,636 (12.0)	4,880.0	0.6	19.3
45 ～ 49	7,173	1,058	293	309	184	111	36	0	9,164 (14.4)	5,207.5	0.6	19.3
50 ～ 54	6,069	877	288	280	151	89	46	0	7,800 (12.2)	4,709.2	0.6	19.1
55 ～ 59	5,709	820	245	262	112	78	39	0	7,265 (11.4)	4,005.3	0.6	19.3
60 ～ 64	3,879	537	165	171	81	41	19	0	4,893　(7.7)	2,460.2	0.5	19.0
65 ～ 69	1,557	231	50	51	18	25	11	0	1,943　(3.1)	978.7	0.5	18.7
70以上	413	50	14	9	1	3	2	0	492　(0.8)	150.3	0.3	18.8
合計人数（%）	49,743 (78.1)	7,469 (11.7)	2,169 (3.4)	2,200 (3.5)	1,116 (1.8)	714 (1.1)	275 (0.4)	0 (0.0)	63,686(100.0)	－	－	－
集団線量（人･mSv）	340.5	3,222.6	3,154.9	7,007.9	8,101.1	8,759.9	4,628.7	0.0	－	35,215.4	0.6	19.3

［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「204」という値は、令和２年度（2020）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、204人であったことを示します。
・年齢の集計方法は、令和３年（2021）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２年度（2020）］



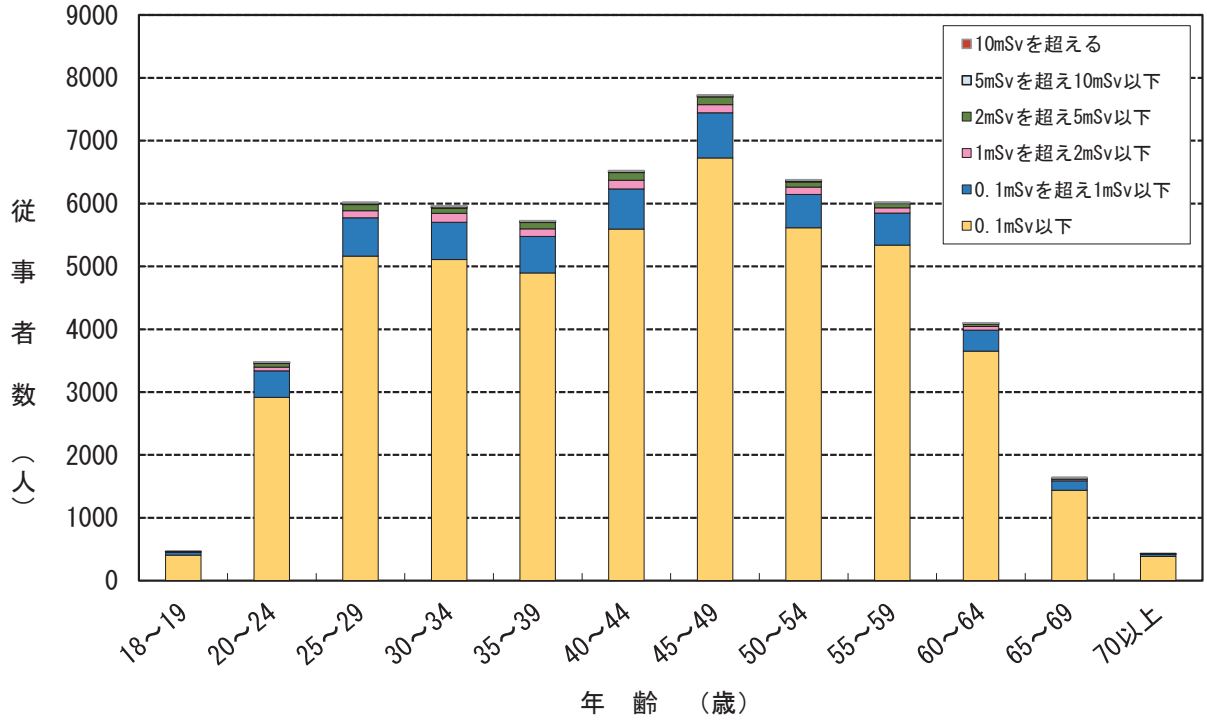
＊この図は「１．放射線業務従事者の年齢別線量［令和２年度（2020）］」の表を図化したものです。

3．放射線業務従事者の年齢別線量［令和２年度(2020)］
(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)									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	407	41	6	5	1	0	0	0	460　(0.8)	53.7	0.1	9.7
20～24	2,917	419	60	62	16	6	0	0	3,480　(6.4)	655.2	0.2	13.4
25～29	5,164	609	114	98	28	10	0	0	6,023 (11.1)	1,053.3	0.2	14.8
30～34	5,110	594	139	86	26	5	1	0	5,961 (10.9)	1,021.1	0.2	15.4
35～39	4,895	583	120	103	21	2	2	0	5,726 (10.5)	958.7	0.2	17.2
40～44	5,595	637	138	125	21	6	1	0	6,523 (12.0)	1,107.4	0.2	15.6
45～49	6,725	719	131	123	22	7	0	0	7,727 (14.2)	1,145.4	0.1	13.2
50～54	5,613	530	118	86	27	3	0	0	6,377 (11.7)	918.5	0.1	14.7
55～59	5,337	511	84	71	14	2	1	0	6,020 (11.1)	702.5	0.1	16.8
60～64	3,650	334	61	40	12	3	0	0	4,100　(7.5)	504.9	0.1	14.1
65～69	1,437	151	25	19	5	1	0	0	1,638　(3.0)	218.1	0.1	12.2
70以上	384	33	7	1	1	0	0	0	426　(0.8)	33.7	0.1	7.4
合計人数(%)	47,234 (86.7)	5,161 (9.5)	1,003 (1.8)	819 (1.5)	194 (0.4)	45 (0.1)	5 (0.0)	0 (0.0)	54,461(100.0)	－	－	－
集団線量(人･mSv)	285.9	2,113.6	1,470.8	2,532.2	1,350.1	539.2	80.7	0.0	－	8,372.5	0.2	17.2

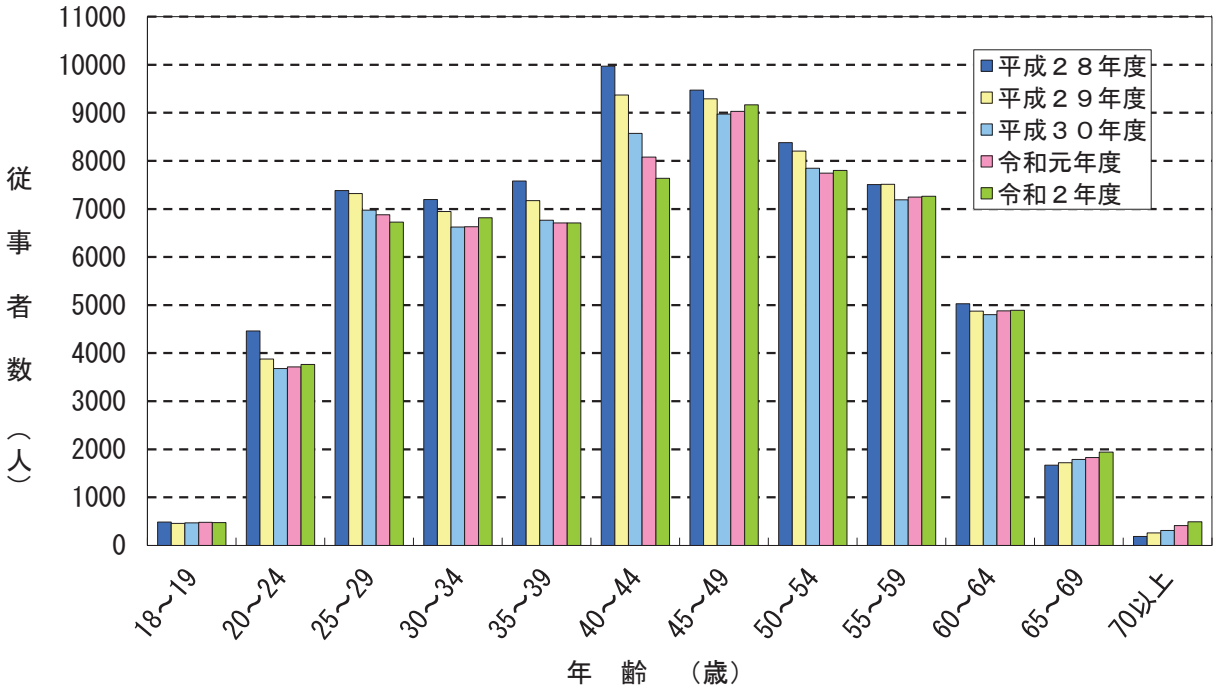
［表の見方］
・本表は、福島第一原子力発電所の登録データを除外して作成したものです。福島第一原子力発電所のみの被ばく線量データは東京電力ホールディングス(株)のホームページで閲覧できます。
・例えば、表における線量1を超え2以下の25～29歳「114」という値は、令和２年度(2020) １年間に25～29歳の者で放射線業務を行い、その線量が1mSvを超え2mSv以下であった者が、114人であったことを示します。
・年齢の集計方法は、令和３年(2021) ３月31日現在の満年齢です。

4．放射線業務従事者の年齢別線量［令和2年度(2020)］
(福島第一原子力発電所を除く)



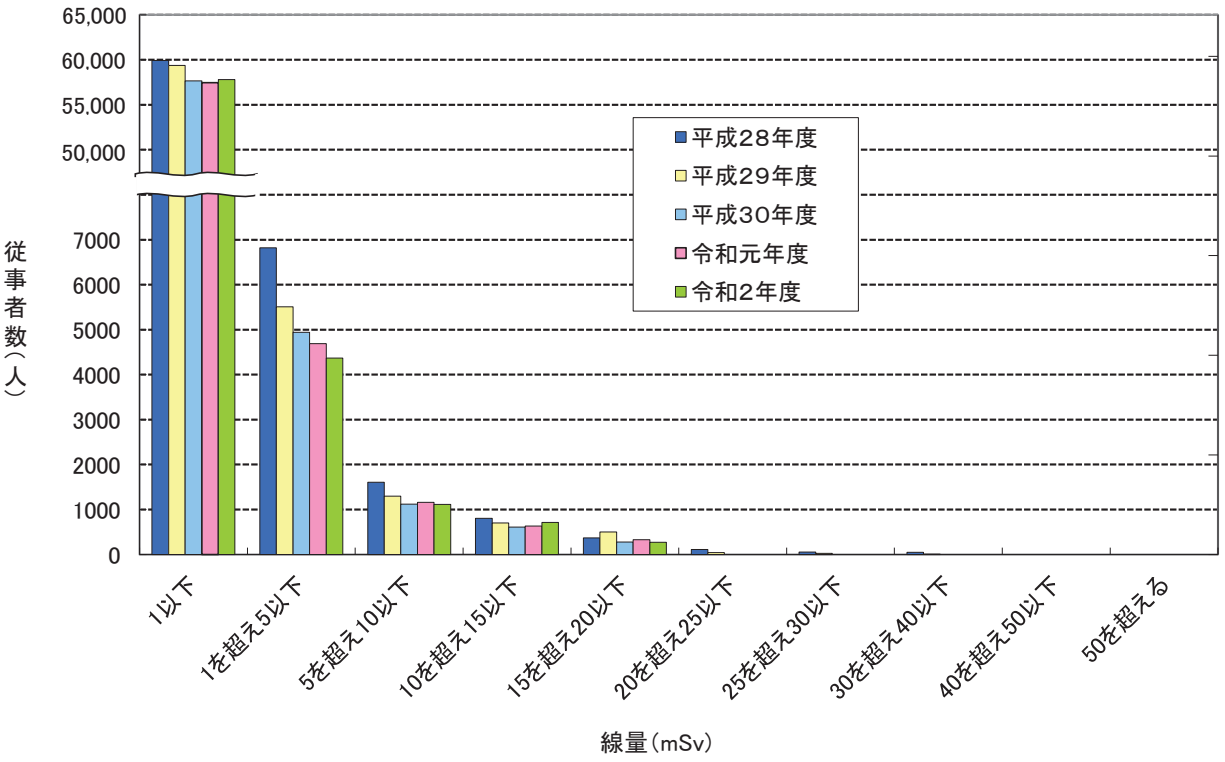
＊この図は「３．放射線業務従事者の年齢別線量［令和２年度(2020)］(福島第一原子力発電所を除く)」の表を図化したものです。

5．放射線業務従事者の年齢別従事者数の年度推移[平成28年度(2016)～令和２年度(2020)]



＊この図は「１．放射線業務従事者の年齢別線量[令和２年度(2020)]」の表と過去４年間(平成28年度(2016)～令和元年度(2019))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[平成28年度(2016)～令和２年度(2020)]



＊この図は「１．放射線業務従事者の年齢別線量[令和２年度(2020)]」の表と過去４年間(平成28年度(2016)～令和元年度(2019))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２年度(2020)］

性別 / 線量(mSv)	放射線業務従事者数 人数(%) 男子	女子	合計人数	集団線量 人・mSv (%)
0.1以下	48,872 (77.8)	871 (96.2)	49,743 (78.1)	340.5 (1.0)
0.1を超え1以下	7,438 (11.8)	31 (3.4)	7,469 (11.7)	3,222.6 (9.2)
1を超え2以下	2,167 (3.5)	2 (0.2)	2,169 (3.4)	3,154.9 (9.0)
2を超え5以下	2,200 (3.5)	0 (0.0)	2,200 (3.5)	7,007.9 (19.9)
5を超え10以下	1,115 (1.8)	1 (0.1)	1,116 (1.8)	8,101.1 (23.0)
10を超え15以下	714 (1.1)	0 (0.0)	714 (1.1)	8,759.9 (24.9)
15を超え20以下	275 (0.4)	0 (0.0)	275 (0.4)	4,628.7 (13.1)
20を超える	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0.0 (0.0)
合計人数(%)	62,781(100.0)	905(100.0)	63,686(100.0)	－
男女の割合(%)	98.6	1.4	100.0	－
集団線量(人・mSv)	35,192.0	23.4	－	35,215.6(100.0)
平均線量(mSv)	0.6	0.0	0.6	－
最大線量(mSv)	19.3	6.5	19.3	－

［表の見方］

・例えば、表における線量1を超え2以下の男子「2,167」という値は、令和２年度（2020）１年間に放射線業務を行った男子で、その線量が1mSvを超え2mSv以下であった者が2,167人であったことを示します。

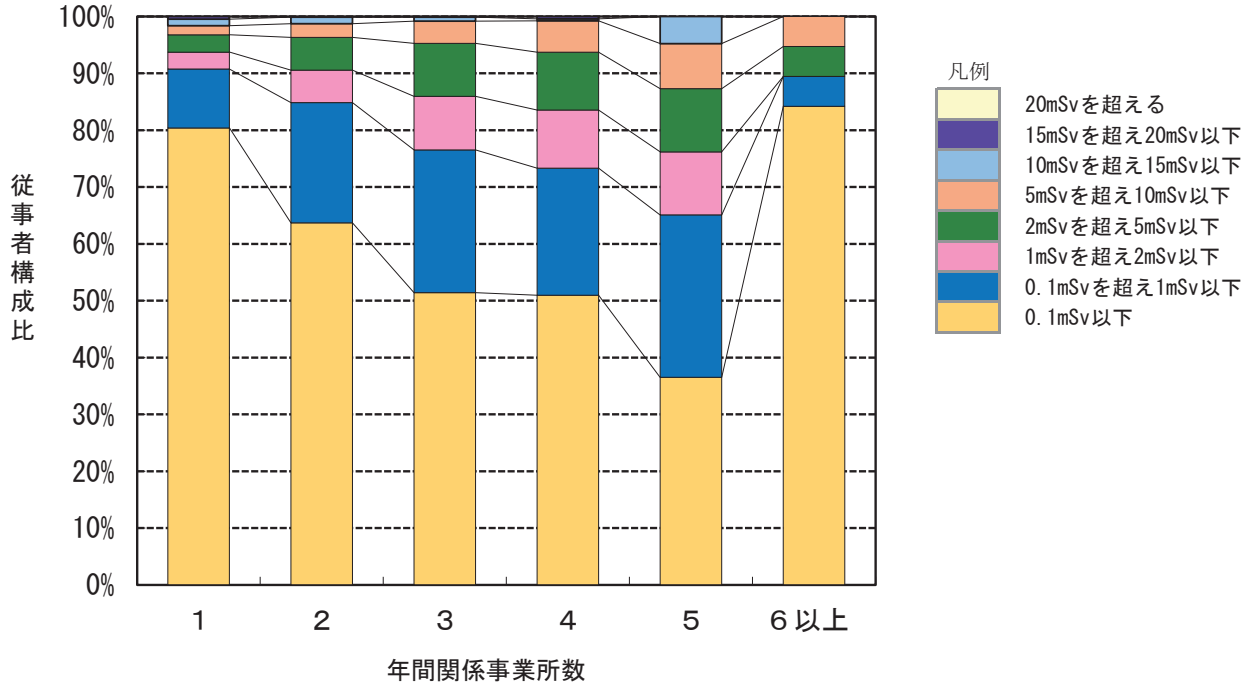
8．放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量［令和２年度(2020)］

年間関係事業所数 / 年間線量(mSv)	放射線業務従事者数(人数) 1	2	3	4	5	6以上	合計人数(%)
0.1以下	45,066	3,952	556	130	23	16	49,743 (78.1)
0.1を超え1以下	5,810	1,312	271	57	18	1	7,469 (11.7)
1を超え2以下	1,679	355	102	26	7	0	2,169 (3.4)
2を超え5以下	1,708	357	101	26	7	1	2,200 (3.5)
5を超え10以下	904	150	42	14	5	1	1,116 (1.8)
10を超え15以下	632	70	8	1	3	0	714 (1.1)
15を超え20以下	265	8	1	1	0	0	275 (0.4)
20を超える	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
合計人数 (%)	56,064 (88.1)	6,204 (9.7)	1,081 (1.7)	255 (0.4)	63 (0.1)	19 (0.0)	63,686(100.0)
平均線量(mSv)	0.5	0.7	0.9	1.1	1.7	0.6	0.6

［表の見方］

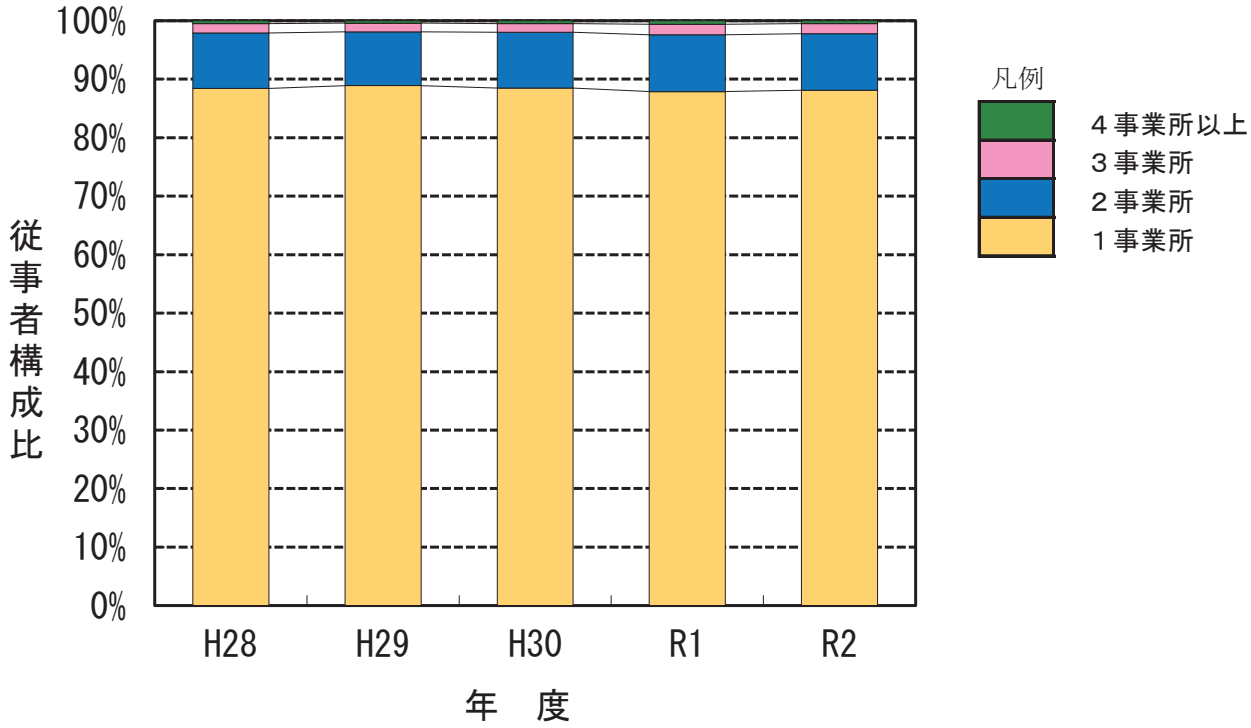
・例えば、表における年間関係事業所数が5、年間線量が0.1以下の「23」という値は、令和２年度（2020）１年間に5ヵ所の事業所で放射線業務を行い、その線量の合計が0.1mSv以下であった者が23人であったことを示します。

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２年度(2020)］



＊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２年度(2020)］」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
［平成28年度(2016)～令和２年度(2020)］



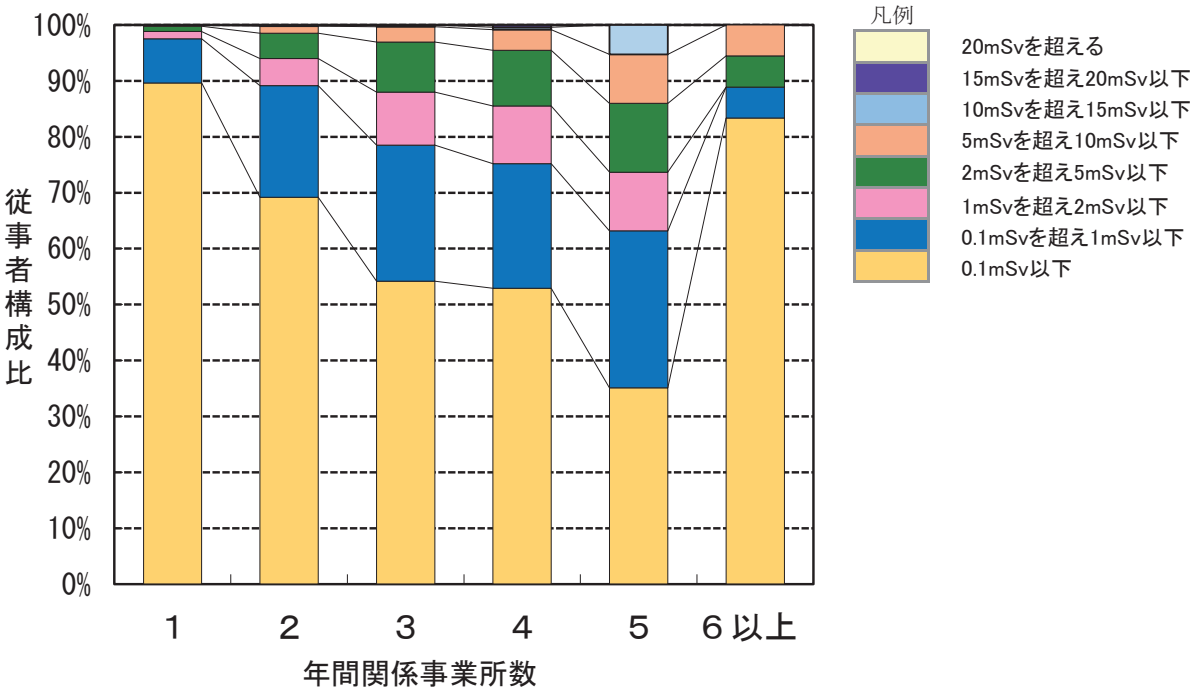
＊この図は「８．放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量［令和２年度(2020)］」の表と過去4年間（平成28年度(2016)～令和元年度(2019)）のデータを基に図化したものです。

11. 放射線業務従事者の年間関係事業所数及び線量[令和２年度(2020)]
(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)						
	1	2	3	4	5	6以上	合計人数(%)
0.1以下	42,788	3,756	527	128	20	15	47,234 (86.7)
0.1を超え1以下	3,767	1,086	237	54	16	1	5,161 (9.5)
1を超え2以下	618	262	92	25	6	0	1,003 (1.8)
2を超え5以下	454	246	87	24	7	1	819 (1.5)
5を超え10以下	84	68	27	9	5	1	194 (0.4)
10を超え15以下	28	10	3	1	3	0	45 (0.1)
15を超え20以下	1	3	0	1	0	0	5 (0.0)
20を超える	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
合計人数 (%)	47,740 (87.7)	5,431 (10.0)	973 (1.8)	242 (0.4)	57 (0.1)	18 (0.0)	54,461 (100.0)
平均線量(mSv)	0.1	0.4	0.8	0.9	1.9	0.6	0.2

[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「20」という値は、令和２年度(2020)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20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2年度(2020)]
(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２年度(2020)](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５年間の関係事業所数及び線量
［平成28年度(2016)～令和２年度(2020)］

5年間関係事業所数 / 線量(mSv)	放射線業務従事者数(人数)								合計人数(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8以上	
1以下	71,094	12,160	3,193	1,101	428	161	65	70	88,272 (80.5)
1を超え5以下	7,008	2,508	1,012	500	236	117	32	19	11,432 (10.4)
5を超え10以下	2,537	821	338	173	91	46	21	10	4,037 (3.7)
10を超え15以下	1,284	381	147	83	44	26	7	7	1,979 (1.8)
15を超え20以下	893	232	87	47	24	12	9	4	1,308 (1.2)
20を超え25以下	508	149	54	21	9	6	3	3	753 (0.7)
25を超え30以下	373	105	38	17	5	5	2	0	545 (0.5)
30を超え40以下	449	118	38	13	6	4	1	1	630 (0.6)
40を超え50以下	227	82	22	8	2	0	2	0	343 (0.3)
50を超え60以下	154	35	7	2	0	0	0	0	198 (0.2)
60を超え70以下	83	20	4	0	0	0	0	0	107 (0.1)
70を超え80以下	78	13	3	0	0	0	0	0	94 (0.1)
80を超え90以下	12	0	0	0	0	0	0	0	12 (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 (%)	84,700 (77.2)	16,624 (15.2)	4,943 (4.5)	1,965 (1.8)	845 (0.8)	377 (0.3)	142 (0.1)	114 (0.1)	109,710 (100.0)
平均線量(mSv)	1.6	2.4	2.9	3.2	3.4	4.3	5.4	3.3	1.9

［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５年間関係事業所数4「173」という値は、平成28年度(2016)から令和２年度(2020)５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173人であったことを示します。

自由さんぽ

近くの丘陵ラン

放射線従事者中央登録センター　山谷　祐二

新型コロナの影響から遠出が難しくなったこともあり、体力温存のため散歩やジョギングをしていた。同じところばかりだと飽きてくるので少しだけ範囲を広げることにした。

私の住む青梅の近くには多くの丘陵がある。いずれも何回かは訪れていたが、この１年半で回数が増えている。幸いなことに、それほど有名なところでもなく、人で密になることもない。加治丘陵、狭山丘陵、霞丘陵、青梅丘陵が比較的近く、車で行くこともあるが自転車やジョギングでも行ける範囲である。

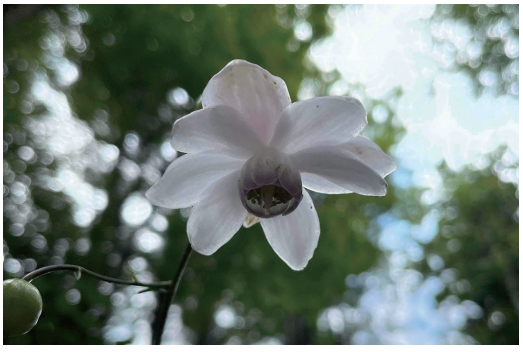
加治丘陵には桜山展望台があり、富士山の絶景が望める。天気が良いときは、日光連山も見える。ここは、東京と埼玉の県境であり、北側にムーミンをモチーフにしたあけぼの子どもの森公園がある。東には西武池袋線の仏子駅があり、ここから歩いて来る人たちも見かける。仏子駅から桜山展望台まで４km程度であり丁度よいハイキングコースなのであろう。私も散歩したり、ジョギングしたりすることもあるが、南に面した斜面に木製のテーブルと椅子もあり、空いているときはコーヒーを飲んだりすることもある。もちろんコーヒーは自分で挽いた豆を使ったドリップコーヒーである。昨年はコースの途中で日本カモシカに出会うことができた（立ち去るまで立ち止まっていたが・・）。

狭山丘陵には六道山展望台があり、ここから見る富士山もよいが、広い丘陵内を歩いていたときに、別の綺麗に富士山が見える場所を発見した。後からパソコンで検索すると夕日台展望公園と呼ばれる場所で、2019年の秋にできていた。高低差が少しあるため、トレランの練習場として走っている人や、MTBの人も見かける。自宅から六道山展望台まで約６キロあるが、私も主にここことの往復をジョギングすることが多い。なお、ここは西多摩郡瑞穂町であり、埼玉県と接する米軍の横田基地の北側に位置する。犬の散歩をしたりする人も多く、桜が咲く時期は桜祭りも行われているが、昨年・今年と実施が自粛されているようだ。

霞丘陵は、青梅市の北東部に位置する丘陵で、つつじで有名な塩船観音がある。また、某宗教団体の施設があり、中に入ることができ、素敵な自然豊かな道がある（道路ではない）。そこをジョギングして通り抜けた先で右側に入って行くと塩船観音に抜けることもできる。昨年は、ここでも日本カモシカに出会うことができた。塩船観音の丘の観音像から富士山を見ることもできる。

青梅丘陵は、青梅市の北西に位置する広い丘陵である。たくさんのコースがあるが、青梅鉄道公園の近くに駐車場があり、そこをスタートに尾根沿いを西側に行くハイキングコースを走ることが多い。とても多く人が散歩やジョギングをしている。ここでは、一度猪に出会ったことがある（しばらくにらめっこをしていたら立ち去ってくれた）。

追加だが、青梅市の御岳神社有する御岳山にハイキングする機会も増えたが、下りは走って下ることも多い。８月のレンゲショウマはぜひ一度は見て頂きたい。



レンゲショウマの花

「放射線の影響がわかる本」改訂版について

公益財団法人 放射線影響協会

1996年（平成８年）に発行された「放射線の影響がわかる本」について、2000年（平成12年）の増補改訂を経て、2020年（令和２年）10月から改訂版を公開しています。

放射線影響の研究は、マウスなどに放射線を照射して調べる放射線動物実験に加え、近年、細胞や遺伝子の研究（分子生物学）の発展に伴って生命の設計図といわれるDNA（デオキシリボ核酸）が放射線影響研究の対象となってきました。DNAの研究の進展によって、放射線によるDNAの傷の修復や突然変異の発生メカニズムが徐々に明らかになってきています。

放射線の影響と「がん」は切り離せない関係にあります。この「がん」についての研究も遺伝子（ゲノム）解析技術の発展に伴って飛躍的に進歩しています。

本改訂版では、こうした放射線影響やがんについての最新の研究成果を取り入れて、放射線影響についてこれまでに分かってきたことをできるだけ平易なことばで詳しく紹介しています。

本書は、第１章と第２章で放射線の正体やさまざまな被ばくについて、第３章から第７章で細胞や人体への放射線の影響、がんとはなにか、がんはどのようにしてできるのか、がんや遺伝・妊娠・出産と放射線との関係について紹介し、第８章では第１章から第７章までの内容を要約して放射線影響について科学的に分かっていることをまとめました。第９章では放射線の利用と管理について科学的にはまだ影響が明らかとなっていない100ミリシーベルト以下の低線量域を含む放射線防護の考え方を紹介し、第10章では放射線影響を中心に放射線被ばく事故について紹介しています。

本書は、より多くの方々に読んでいただけるように、協会ホームページ上で公開する形をとっています。

なお、改訂版の公開以降１年が経過し、統計データなどが更新されたものについては、2021年（令和３年）10月に反映しています。

本書は、こちらでご覧いただけます。

http://www.rea.or.jp/wakaruhon/kaitei2020/wakaruhon_main_.html

お近くの方にも是非ご紹介ください。

（公財）放射線影響協会からのお知らせ

１．助成・顕彰事業（公募）に係るお知らせ

当協会は、我が国の科学技術の進展及び国民保健の増進に寄与することを目的として、以下の３つの助成・顕彰事業を行っています。皆様のご応募をお待ちしております。

(1)研究奨励助成金交付事業

研究奨励助成では、大学及び研究機関等において、放射線科学研究の分野における調査・研究を実施している研究者の研究課題に対して、研究費（図書、消耗品の薬品、器具、実験材料などの購入費用等）を助成しています。

(2)国際交流助成事業

国際交流助成では、放射線影響に関する国際研究集会等における研究発表等のため海外出張する研究者、調査研究のため海外の研究機関に派遣される研究者及び我が国に招へいされる優れた外国人研究者に対して、旅費を助成しています。

(3)顕彰事業（放射線影響研究功績賞・放射線影響研究奨励賞）

①放射線影響研究功績賞では、放射線科学研究の分野において顕著な業績をあげた研究者を、副賞を添え顕彰しています。

②放射線影響研究奨励賞では、放射線科学研究の分野において活発な研究活動を行い将来性のある若手研究者を、副賞を添え顕彰しています。

なお、詳細は協会ホームページ（http://www.rea.or.jp/）の「助成・顕彰」の項でご確認下さい。

２．放射線管理記録の引渡しについて

RI等使用事業者は、法令により従事者の被ばく線量の測定記録および健康診断記録の保存が法令により義務付けられています。ただし、当該記録の対象者が従事者でなくなった場合又は当該記録を５年以上保存した場合には、国の指定した記録保存機関である当協会へ記録を引渡すことにより法令上の記録保存の義務が免除されます。また、RI等使用事業所で、RI等の使用を廃止した場合は、当協会へ記録を引渡すことが義務付けられています。

当協会では、引渡しを受けた記録を、厳正な管理の下に保管するとともに、記録に関わる本人からの開示請求等に対応しています。

なお、廃止措置での記録の引渡しの際に、保存しておくべき記録が紛失のため引渡せないケースが発生しておりますので、５年以上保存の記録については当協会へ順次引渡すことをお勧めいたします。

「RI 等記録引渡しの手続き、料金等」のお問合せ先
（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
URL：http://www.rea.or.jp/chutou/hikiwatashi.htm

主　要　日　誌

【人事異動】

○放射線疫学調査センター

9月30日　退職（事業推進担当部長）石沢　昇

【活動日誌】

○企画部

8月30日　令和3年度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19日　第54回統計データ評価委員会（令和2年度「標準統計資料」及び「参考統計資料」について等）（Webミーティング形式）

8月5日　第127回被ばく線量登録管理制度推進協議会（令和2年度事業報告及び決算報告について等）（Webミーティング形式）

○放射線疫学調査センター

7月25日－29日　第66回米国保健物理学会年次総会にWeb参加「Reanalysis of Site Specific Cancer Mortality Using Reconstructed Organ Absorbed Dose: A Japanese Nuclear Facility Worker Cohort 1991-2010（再構築された臓器吸収線量を用いた部位別がん死亡リスクの再解析：観察期間1991-2010年の日本の原子力施設労働者コホート）」のタイトルで発表

放影協ニュース　2021.10, No.108

編集・発行　公益財団法人　放射線影響協会
URL：http://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