

【仮訳】ICRP 勧告を目的に適合させる

Keeping the ICRP Recommendations Fit for Purpose

C. Clement et al (MC メンバー), 2021

J. Radiol. Prot. オープンアクセス : <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac1611>

翻訳協力者 杉浦紳之

監修協力 一般社団法人日本保健物理学会 国際対応委員会

この日本語仮訳は、ICRP の公式的な翻訳ではありません。そのため、ICRP 及び一般社団法人日本保健物理学会はその正確性を保証するものではなく、またその解釈や使用がもたらすいかなる結果についても、一切責任を負いません。

なお仮訳を公開するにあたり<<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>>ライセンスの下で実施できることを JRP 誌 Copyright & Permissions Team に確認済みです。

【仮訳】 ICRP 勧告を目的に適合させる

Keeping the ICRP Recommendations Fit for Purpose

C. Clement et al (MC メンバー), 2021

J. Radiol. Prot. オープンアクセス : <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac1611>

【要旨】

国際放射線防護委員会 (ICRP) は、放射線防護体系のレビューと改訂に着手した。これにより 2007 年基本勧告 (ICRP Publication 103) が更新される。これは、世界中の組織や個人のオープンで透明性のある関与を含む、数年かかるプロセスの始まりである。防護体系は堅牢で良好に機能しているが、目的に適合し続けるためには、科学と社会の変化に対応するよう適応していく必要がある。この論文の目的は、防護体系のどの領域がレビューによって最大の利益を得るのかについての議論を促し、関係者での共同作業を開始することにある。明快さと一貫性の向上は最優先事項である。防護体系がよく理解されればされるほど、それをより効果的に適用することができ、その結果、防護が改善され調和が増すこととなる。

以下の通り、レビューのための多くの分野が潜在的に特定されている。

- ・組織反応に特に焦点を当てた影響の分類、
- ・非がん疾患を含めたデトリメント（損害）の再定義、
- ・デトリメントと実効線量との関係の再評価、および年齢別の男性と女性のデトリメントを定義する可能性、
- ・放射線被ばくの影響の個人差、
- ・遺伝性（経世代）影響、
- ・ヒト以外の生物相と生態系における影響とリスク

そして、人と環境の防護を統合するためのフレームワーク、正当化と最適化の基本原則の段階的な改善、個人の防護へのより広範なアプローチ、および 2007 年に導入された被ばく状況の明確化など、いくつかの基本概念も検討されている。さらに、ICRP は、防護体系の倫理的基盤を明示的に組み込むことが有益である場合、コミュニケーションとステークホルダーの関与の重要性をより適切に反映する方法、および教育とトレーニングに関するさらなるアドバイスを特定することを検討している。

ICRP は、放射線防護体系のレビューについて、これらの分野およびその他の分野からのコメントを募集している。

1. 背景と目的

国際放射線防護委員会 (ICRP) は、イングランドおよびウェールズ慈善委員会の下で慈

善団体として登録されている独立した非政府組織であり、ほぼ1世紀にわたって科学と政策の接点として活動してきた。世界中から集まったメンバーの専門知識と主に自発的な作業のおかげで、電離放射線の有害な影響からの人の健康と環境の防護に関するICRP勧告は、世界中の放射線防護の基準、規制、法律、および実践の基礎を形成している。

時折、ICRPは、放射線防護体系全体（「防護体系」）を定めた基本勧告を発表する。最初の基本勧告は1928年に作成された(ICR、1929)。その後の更新は、現在の出版のナンバリングの慣行の前では、1931年(ICR、1931)、1934年(IXRPC、1934)、1937年(IXRPC、1938)、1950年(ICRP 1951)、1954年(ICRP、1955)、および1956年(ICRP、1958)に、そして、ICRP Publication 1 (ICRP、1959)、6 (ICRP、1964)、9 (ICRP、1966)、26 (ICRP、1977)、60 (ICRP、1991)、および103 (ICRP、2007)で行われた。

ICRP Publication 103 (ICRP、2007)につながったICRP Publication 60 (ICRP、1991)をレビューする取り組みは、20年以上前に始まり、完了するまでに約10年間かかった。このタイミングと、ICRP Publication 103の基本勧告に関する10年間以上の経験を踏まえ、ICRPは、ステークホルダーと協議し、過去10年間の教訓、科学的知識の進歩、社会的価値の進化、および放射線防護の実際の履行の進歩を踏まえて、どの領域にさらに注意を払う必要があるかを評価するために、現在の防護体系のレビューを開始している。

防護体系は堅牢であり、防護の目的に照らして良好に機能していると結論付けることは間違いではないが、防護体系は目的に適合し続けるように科学と社会の変化に適応していく必要がある。

この論文では、注目すべき課題を特定するために、防護体系の中核となる要素についてICRP主委員会と科学秘書官（著者ら）の最初の考えを示した。表明された見解は、ICRPの立場として位置づけられるものではなく、委員会全体のICRPメンバーの経験と、ICRPと正式な関係にある30の組織の代表者を含む、世界中の専門家との最初の議論から得られたものである。出発点は、2007年基本勧告であるICRP Publication 103であって、いくつかの防護体系やそのコンポーネントの変更の可能性として、ICRP Publication 103 (ICRP、2007)以降に刊行されたICRP Publicationに伏線として示されたものではない。

この論文は、数年かかり、世界中の組織や個人とのオープンで透明性のある関与を伴うプロセスの始まりと見なされるべきである。このプロセスでは、防護体系がどのように機能しているか、明確さと調整が必要な領域およびこれらの課題に対処するための提案について、すべての当事者（interested party）が関与することを目指している。したがって、この論文の目的は下記のとおりである。

- ・放射線防護コミュニティ全体およびそれを超えて、防護体系のどの領域が詳細なレビューと改良から最大の利益を得る可能性があるかについての議論を奨励すること、
- ・優先分野を調査し、改善を進めるための共同作業を開始および形成すること、および

・今後数年間の ICRP の作業プログラムの定義を支援すること。

計画されているアプローチは、防護体系をレビューして注意が必要な要素を特定し、その後、ステークホルダーの幅広い関与を通じてこれらの要素のそれぞれに詳細に対処することである。このプロセスが完了すると、防護体系全体を改訂し、ICRP Publication103 (ICRP、2007) に取って代わる改訂された基本勧告を作成することが可能となる。並行して、ICRP は、改訂される基本勧告に先立って短期的な要件を長期的な目標とともに考察して、研究ニーズの分析を公開する。

改訂された基本勧告の作成は、ICRP Publication103 (ICRP、2007) 以降に追加された更新を組み込んだ内部的に一貫したレファレンス、ならびにこの論文で説明されているようなその他の考察を作成する機会と考えられる。

ステークホルダーはまた、防護体系を説明する際の言語の明確さを求めている。一貫性と明快さの向上は最優先事項である。防護体系がよく理解されればされるほど、より多く効果的に適用することができ、その結果、放射線防護が改善され、世界的な調和が増す。実質的に異なり複雑で予期しない状況进行处理し続けなければならないため、防護体系を過度に単純化してしまうと危険を伴うが、いくつかの明快さは単純化によって達成される可能性がある。さまざまに広がる状況、適用およびシナリオに対処するため、可能な限り単純であるべきではあるが、必要に応じて複雑である必要がある。

2. 防護体系の目的と原則

2.1 目的

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) に示されているように、防護体系の目的は、「被ばくに関連する可能性のある人の望ましい活動を過度に制限することなく、放射線被ばくの有害な影響に対する人と環境を適切なレベルの防護に貢献することである」。この主要な目的を達成するために、ICRP は 2 つの包括的な防護の目的を述べており、1 つは人の防護に関連し、もう 1 つは環境の防護に関連している。

2.2 人の防護

人の健康を防護する目的は、「電離放射線への被ばくを管理および制御して、組織反応を防止し、確率的影響のリスクを合理的に達成可能な程度に低減させること」である (ICRP、2007)。ICRP Publication 103 (ICRP、2007) (例えば、ICRP、2012、6.1 節以降) の放射線健康影響の理解における科学的進歩を利用して、確率的なエンドポイントと組織反応(以前は「確定的影響」と呼ばれていた) の違いを検討する必要がある。

組織反応を防止する目的は変わらず妥当であるが、特定の活動の望ましい利益を達成するために組織反応が許容される特定の状況がある。医療の、例えば、高線量の電離放射線

を伴う救命治療などは、組織反応は望ましくないが許容できる副作用である。同様の判断は、特に緊急時対応において、職業被ばくのいくつかの側面に適用される。別の例をあげれば、月よりも遠い有人宇宙探査は、それほど深刻ではない組織反応を起こさずには不可能かもしれない。このような場合、組織反応を完全に回避するよりも、医学的フォローアップの強化といった対策が望ましい場合がある。

確率的影響の大きさは、いくつかのがんの重症度で重み付けされた生涯リスクの合計に基づいた放射線デトリメントに反映され、遺伝性影響の可能性を統合している。このデトリメントの概念は ICRP Publication 60 (ICRP, 1991) で詳しく説明されており、リスクに関する科学的知識の進化、致死性、生活の質 (QOL)、および寿命損失に関する専門家の判断を反映するように改訂および更新する必要がある。さらに、特に、小さな子供のリスクは成人のリスクよりも大きいこと、高齢者のリスクが小さいことを示すなど、被ばく時年齢や性別によるデトリメントの違いを明確に認識することにより、防護体系の適用の明快さは改善される。

防護は、良く確立された線量の量、つまり組織反応の防止においては臓器・組織の吸収線量と等価線量、および低線量および低線量率での確率的影響に対する防護の最適化においては実効線量を使用することにより達成される。これらの量の使用は ICRP Publication 147 (ICRP, 2021a) に示され、器官及び組織に対する低 LET 放射線で 100mGy 未満が低線量、5mGyh⁻¹ 未満が低線量率と呼ばれる。

防護体系は、主になんや組織反応など、放射線被ばくから直接生じる健康影響を扱う。世界保健機関の健康の定義を「完全な身体的、精神的、社会的幸福の状態であり、単に病気や虚弱がない状態」(WHO, 1946) として、人間の健康目標にどのように反映できるかを検討することも価値がある。

2.3 環境とヒト以外の生物相の防護

ICRP Publication 103 (ICRP, 2007) では、防護の目的は「...生物多様性の維持、種の保全、又は自然の生息環境、群集及び生態系の健康と状態についてインパクトが無視できるレベルになるように、有害な放射線影響の発生を防止又は頻度を低減すること」と述べている。しかし、ICRP Publication 103 が刊行された時点では、環境防護に関する ICRP の取り組みはまだ始まったばかりであった。したがって、ICRP Publication 103 は、この目的と環境防護に関するいくつかの考察以上のものを提供していなかった。

それ以来、かなりの量の作業が完了し、新しい基本勧告に統合する準備ができています。ICRP は、人の防護と同様の方法で、つまり、防護対象の特性を確立することによって[幅広い一般性と科のレベルで定義された 12 の標準動植物 (RAP) のデータベースを確立することによって]、また、シナリオ、線量と影響の関係、および特定の RAP でいくつかの

有害な影響が予想される吸収線量率バンドを示す誘導考慮参考レベル（DCRL）を定義することによって（ICRP、2008、2009d、2014a）、環境防護に取り組んできた。

ICRP は、環境の放射線防護へのアプローチを発展する際に、自然環境中の生物に焦点を当て、出発点として種の保全への既存のアプローチを主に採用した。しかし、この方法は、商品、サービス、文化的価値を人に提供する目的で人によって作られおよび管理されている生態系を検討する場合には十分ではない可能性がある。これらの考察は、家畜化された種にまで及び、獣医診療における放射線防護に関する ICRP タスクグループ 110 のテーマである獣医患者（つまりペット）を含む。すでに ICRP によって行われている作業は引き続き基礎となるものであるが、防護措置の実施の影響と同様に、環境や生態系によって提供されるサービスを含めて、「持続可能な発展」と「生活の質（QOL）」についての関心の文脈における環境防護のよりグローバルな考察を、将来の基本勧告に含めるよう検討がなされる可能性がある。

2.4 正当化の基本原則

防護体系に固有の倫理的価値の最近の評価（ICRP、2018）は、放射線防護の 3 つの基本原則を再検討するのに役立った。特に、正当化をさらに明確にして、正味の利益は善を行うこと（善行）と害を避けることの両方が不可欠なことを反映していることを強調することができた。

現存被ばく状況に関連する一連の最近の刊行物、特に ICRP Publication 126（ICRP、2014b）、142（ICRP、2019）、および 146（ICRP、2020b）は、意思決定の多くの正当化において生活の質（QOL）を考慮することが強調された。医学において、正当化に関連する課題は、より幅広いステークホルダーの期待、参加、および要求に伴う医療の複雑さの増大と画像使用の増大から生じている。医学における人工知能の使用の増加は、研究と臨床実践の間の境界線を変え曖昧にした。例えば、臨床照会ガイドラインと電子意思決定支援の関係については、明確にする必要がある。

臨床使用を超えた放射線を含む生物医学研究における正当化の原則の適用も検討する必要がある。

2.5 最適化の基本原則

防護と安全の最適化の原則については、「被ばくする可能性、被ばくする人の数、およびその人たちの個人線量の大きさは、すべて、経済的および社会的な要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保たれるべきである」と述べられている（ICRP、2007）。

防護と安全の最適化において、社会的、経済的、およびその他の要因のバランスをとる方法について、より多くのガイダンスが求められており、多くの専門分野からのインプッ

トが必要である。ICRP Publication 101b (ICRP、2006)には、一般的な最適化の最新の調査が含まれており、ICRPは、要因のバランスをより透明にするのに役立つ可能性のあるさまざまな取り組みを認識している。ICRP Publication 146 (ICRP、2020b)は、考慮すべき要素の1つとして環境を特定しており、環境放射線防護の最適化に関するガイダンスはICRP Publication 124 (ICRP、2014a)で提供されている。ICRPは特定の状況を判断することはできないが、考察すべき要素と採用される可能性のあるプロセスに関する追加のアドバイスが役立つ場合がある。

放射線防護体系の合理性と耐容性に関するICRPタスクグループ114は、すでに最適化の重要な要素を検討している。「ALARA」(社会的および経済的要因を考慮して、合理的に達成可能な限り低く)に集中することが多すぎるため、防護と安全の最適化は、可能な限り最小の被ばくまたはリスクを一貫して追求するべきではなく、線量、リスクおよびその他の考察を含んだ要因のバランスを追求する必要がある。ICRPタスクグループ114は、社会的、環境的、経済的、および一般的な幸福を含むこれらの他の考察をどのように考慮するかを明確にすることを目的としている。

医療の文脈では、防護の最適化は、医療目的に見合った被ばくに保つことと見なされ、必要な医療目的を達成するために患者の被ばくを必要最小限に保つことを意味する。医用画像からの集団線量の増加および医療の複雑さの増大を考慮して、医用画像におけるデジタルラジオグラフィ、透視、およびCTの放射線防護の最適化に関するICRPタスクグループ108は、統合、チームワーク、ピアラーニングおよび意思決定科学の使用の必要性に関するガイダンスを開発している。

防護と安全に等しく関連する原則の二重性、および被ばくのレベルと被ばくを引き起こすイベントの起こりやすさ(潜在被ばく)に関連するリスクを暗黙に考慮しながら、最適化について全体的にアプローチする方法を含めて、いくつかの主要な課題が発生する。防護体系のレビューは、線源、施設、および行為の安全性を検討し、この分析をリスクに基づいて行い、リスク(安全性)評価の役割を強調するときに、最適化の原則の適用性と使用法をさらに調査する可能性がある。

全体的アプローチとは、防護体系とその履行の範囲内において、過度の安全側の仮定を回避しながら合理的な注意喚起をする方法を含む、放射線学を超えた要因を考慮することでもある。線量が非常に低く(例えば、自然バックグラウンドの通常の変動の範囲内であるような)、人と環境に対して推定されるリスクが非常に低い場合、意思決定について、さらなるガイダンスが必要になる場合がある。同様に、(潜在的な)被ばくを引き起こす事象の可能性が低く、その事象に起因する被ばくが重大である可能性があるにもかかわらず、結果として生じるリスクが低い場合、意思決定に関してさらなるガイダンスが必要になることもある。

近年、無意識・間違い、過失、悪意のある行為などによる放射線被ばくにつながるセキュリティイベントが高い注目を集めている。このようなイベントの可能性は評価することは困難であり、脅威レベルおよび関連するシナリオは時間の経過とともに変化するか、可能性の見積もりは本質的に予測不可能かつ定量化できない可能性がある。ただし、イベントが発生した場合に放射線学的影響を管理および低減するように設計された最適化は、そのようなイベントの可能性および放射線学的影響を管理および低減する役割を果たす。これらの側面は、リスクのおおよその大きさに関する情報を提供するために、単独で、または集約された方法で検討することができる。

2.6 線量限度適用の基本原則

防護の正当化と最適化は、広く社会にとって最良の解決策を模索する原則であるが、個人を防護する義務を十分に考慮していない可能性があるため、個人の線量制限の概念は防護体系において重要である。

現在の防護体系では、この原則は、計画被ばく状況での職業被ばくおよび公衆被ばくのみ適用される。それは、他の領域で厳密に適用するとしたとき、社会または特定の個人にとって最良の結果をもたらさない可能性があるためである。ただし、あらゆる状況下で個人を防護するという倫理的な義務がある。

緊急時被ばく状況および現存被ばく状況では、これは、防護措置の実施から生じるかもしれない個人の被ばくの不平等を制限することを目的として参考レベルを使用して達成されるが、限度が使えないこれらの状況において必要とされる柔軟性をもたらす。

個人を防護する義務は、より広い原則に反映され、すべての被ばく状況に適用されるように一般化され、限度、拘束値、および参考レベルの概念を包含する可能性がある。後者の2つの概念を組み合わせることで、さらに単純化することも可能である。参考レベルはすべての被ばく状況に適用され、線量限度は計画被ばく状況にのみ適用される。また、環境防護のための ICRP の線量基準である DCRL は、事実上の参考レベルであり、ICRP Publication 124 (ICRP、2014a) に概説されているように、そのように適用する必要があることにも注意すべきである。

個人を防護するための基本原則を定義すると、被ばく状況やカテゴリーに関係なく、3つの基本原則すべてがすべての状況下で適用される防護体系になる。この変更には、限度、拘束値、および参考レベルの違いを再検討して明確にする必要がある。年間、5年累積、生涯などに基づく、さまざまな状況で線量基準がどのように適用されるかを再検討する必要がある。限度と参考レベルのバンドの現在の仕様を継続する必要があるかどうかなど、これらの基準値の選択に関する追加のアドバイスを提供することも役立つ場合がある。これは現在、放射線防護体系の合理性と耐容性に関する ICRP タスクグループ 114 および標

準動植物（RAP）に関する ICRP タスクグループ 99 のモノグラフによって検討されている。

リスク基準は、廃棄物処理など、潜在被ばくのいくつかの状況で使用される。Publication 103（ICRP、2007）は、被ばくの可能性を理解し取り入れるためのメカニズムとして、潜在被ばくについて説明している。これらの考察は、多くの場合、原子力安全に関連しているが、基礎となる概念はより広く適用可能である。

リスク基準は、有人宇宙飛行の放射線防護のように高度に専門化された分野で計画被ばく状況の場合にも使用されており、現在、宇宙飛行士の放射線防護のためのリスクと線量評価に関する ICRP タスクグループ 115 によって検討されている。これらのアプローチは、リスク基準が潜在被ばくの状況を超えてより広い適用をする可能性があるかどうかを確認するためにさらに検討する価値がある。

2.7 被ばくのカテゴリーと被ばく状況

被ばくのカテゴリー（医療、職業および公衆）は、放射線防護の枠組みを支えるために長い間使用されてきたが、被ばく状況（計画、現存および緊急時）が 2007 年の基本勧告（ICRP、2007）で導入された。被ばく状況に関する 10 年以上の経験から、明快さを改善するために定義を再検討し、それらを最適に適用する方法を検討する必要があることが明らかになった。

被ばくのカテゴリーは一般的には理解されているものの、緊急事態などの異常な状況では、より明確なガイダンスが必要になる。いくつかのガイダンスは、ICRP Publication 146（ICRP、2020b）に記載されている。さらに、ICRP Publication 124（ICRP、2014a）で示唆されているように、現在の 3 つのカテゴリーは特に人のために設計されているため、ヒト以外の生物相の防護を体系的に統合するには、少なくとも 1 つの被ばくのカテゴリーを追加する必要がある。たとえば、米国の NCRP（放射線防護審議会）は、緊急時作業者とヒト以外の生物相に新しいカテゴリーを導入した（NCRP、2018a）。

3 つの被ばく状況の間には、いくつかのグレーゾーンがある。これは、線源がすでに存在し、特定の状況における被ばくが新しいという現存被ばく状況について特に当てはまる。被ばく状況の解釈と使用、およびそれらの間の移行については、さらに明確にする必要がある。潜在被ばくあるいは安全性といったことがこのスキームにどのように適合するかを検討することも価値がある。

3 つの被ばく状況を伴うまとまった防護体系の進展にもかかわらず、人間活動によって作られたものと比較して、環境中に自然に存在する線源を効果的に扱うことは依然として困難である。多くの自然起源の線源の場合、航空機または宇宙飛行中の宇宙線、エネルギー効率の高い（つまり密閉性の高い）建物建設によるラドン濃度、または産業による放射

性物質の濃度の増加など、人間活動により何らかの形で被ばくが修飾される。事例はすでにいくつかの ICRP 刊行物で扱われており、事故後の状況の防護(ICRP Publications 111 および 146 (ICRP、2009b、2020b))、ラドン被ばく (ICRP Publication 126 (ICRP、2014b))、航空機被ばく(ICRP Publication 132 (ICRP、2016))、NORM 産業 (ICRP Publication 142 (ICRP、2019))がある。これらの Publication は、すべての被ばく状況にわたる一貫性を促進するという、より統一されたアプローチを示しているが、これらの例を通じて開発された原則は、さらに統合され、明確化される必要がある。たとえば、問題となっているのは線量限度の使用であるが、これは現在、計画被ばく状況のみに適用可能である。

3. 包括的考察

3.1 放射線防護の倫理的観点

ICRP Publication 138 (ICRP、2018) は、防護体系の倫理的基盤に関する ICRP の最初の包括的なレビューであった。防護体系の開発と進歩に必要な価値判断の背後にある概念を明確にし、基礎となる倫理的価値の問題に関するコミュニケーションと議論をサポートするためのフレームワークと共通の語彙を設定した。

診断・治療の放射線防護における倫理に関する ICRP タスクグループ 109、および放射線防護体系の合理性と耐容性に関する ICRP タスクグループ 114 など、他の関連する取り組みがこの基盤ですでに拡大している。例えば、ICRP タスクグループ 109 は、ICRP Publication 138 (ICRP、2018) において詳しく説明されている倫理的価値観と、医療行為で確立された倫理的価値観を組み合わせ、日常業務で遭遇するシナリオの幅広い価値観を開発し、医療専門家の教育訓練のケーススタディとして伝えた。ICRP は、さまざまな状況で防護体系を履行するための実践的なアドバイスを提供するのに役立つ追加のイニシアチブを歓迎する。

防護体系のレビューでは、科学的根拠と一緒に倫理的根拠を明示的に組み込むことが有益である領域を特定する必要がある。

課題は、放射線リスクのコミュニケーションと理解、および防護体系の適用の両方に現れる。リスク認知は、それがどのくらい理解され知られているか、活動が有益であると認識されているか、リスクを負うのが自発的か非自発的であるかに関連していることはよく知られている。物理的に同じであっても、認知と倫理的視点では異なる。例えば、一部のステークホルダーは、放射線被ばくによるリスクについてのコミュニケーションの際に「通常の」自然バックグラウンド被ばくが有用な状況を提供できると示唆したが、他のステークホルダーはそのようなアプローチに対して警告した。

3.2 コミュニケーションとステークホルダーの関与

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) は、コミュニケーションとステークホルダーの関与が防護体系の履行にとって重要であると認識している。コミュニケーションとエンゲージメントは、ステークホルダーの知識と専門知識にアクセスして共有し、状況やさまざまな視点を考慮して、すべての人にとって可能な限り最良で持続可能な結果を達成するためのメカニズムである。具体的には、ICRP は、「ステークホルダーの関与は、意思決定への価値観の組み込みを確実にするための実証済みの手段、意思決定の実質的な質の向上、競合する利益間の対立の解決、共通の理解の構築…、および機関への信頼の構築」と考えている。(ICRP、2006)。

ICRP は最近、ICRP Publication 138 (ICRP、2018) において防護体系の倫理的基盤を明確にした。包括性、説明責任、透明性の手続き上の価値は、放射線被ばくの直接的な影響を超えた考察を強調するなど、意思決定プロセスをサポートおよび拡大できるステークホルダーの関与に直接関係している。

委員会はまた、ICRP Publication 146 (ICRP、2020b) で、防護の最適化の原則の実践的な履行の不可欠な部分として、ステークホルダーの関与とエンパワーメントに基づく「共同専門知」プロセスを導入した。専門家 (expert)、専門職 (professional) およびステークホルダー間のこの協力プロセスは、放射線状況の評価と理解の向上、人と環境の防護措置の開発、および生活と労働条件の改善を目的として、ステークホルダーの知識と科学的専門知識を共有することを目的としている。

共同専門知はまた、放射線防護文化の発展を促進する。そこでは、十分な情報に基づいた選択を行うため、電離放射線への潜在的または実際の被ばくを伴う状況で賢明に行動するために、知識とスキルが発展される。これにより、人々は放射線測定値を解釈し、日常生活に存在する放射能に関連して独自のベンチマークを構築し、自分自身と愛する人を防護するための独自の決定を下し、当局、組織または彼ら自身によって実施される防護措置の関連性と有効性を評価することができる。

明確化された倫理的枠組みと共同専門知プロセスは、特に論争的となる施設や活動、医療応用における放射線の使用、事故の管理、および修復に関連する最適化に適用されるため、すべてのステークホルダーの関与とコミュニケーションに関する ICRP からのより具体的なアドバイスにつながることを期待される。

3.3 教育・訓練

人、動物、環境の健康を守ることは放射線防護の実践であると認識することが重要である。放射線技術の不適切な使用はリスクを高め、患者、作業員、または一般の人々に害を及ぼす可能性がある。放射線防護の教育と訓練は、関連分野の学部およびその他の研究の

重要な部分でなければならない。

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) は、一般の人々のための教育、および放射線防護と安全を確保するための作業者のための教育と訓練に言及している。その後、ICRP は、ICRP Publication 113 (ICRP、2009c) で、医療分野に固有の教育と訓練に関する勧告を作成した。教育と訓練に関するさらなる検討は有益かもしれない。

放射線防護に関する現代の教育と訓練は認定されるべきであり、彼らのキャリアを通して作業者の知識、技能、および能力の測定可能な評価を含むべきである。これには、教師など、教育と情報を掛け合わせて機能する専門家の教育とトレーニングが含まれる場合がある。

自然科学に興味のある学生にとって、関連する分野を魅力的にする必要がある。放射線防護に関連するトピックに関する長期研究プログラムの確立は、魅力的な博士号プロジェクトを促進することができる。

マルチメディア通信、文化的能力、および安全文化に関する教育と訓練は、放射線の防護と安全性を向上させる。これは、共通の理解と信頼を構築するのに役立ち、放射線と放射線による健康への影響の基本を理解することに関心のある一般市民をサポートすることができる。

4. 線量

4.1 線量の量

新しい基本勧告は、組織反応と確率的影響に対する防護の線量の単位を単純化する機会を与えることになる。Publication 147 (ICRP、2021a) で、ICRP は、組織反応の回避または最小化する際に個々の臓器および組織への線量を管理するために吸収線量 (グレイ、Gy) を使用することを提案している。この変更の導入は、組織反応に関連する制限を設定するために等価線量 (シーベルト、Sv) が使用されなくなることを意味するが、実効線量の計算の中間ステップとして残ることになる。その場合、放射線の重み付けは、組織反応では放射線加重吸収線量 (Gy)、確率的影響では実効線量 (Sv) とそれぞれ別々に検討することとなる。これらの予想される変化は、臓器/組織線量 (Gy) と実効線量 (Sv) の明確な区別をもたらし、科学的知識をより適切に適用し、放射線防護を簡素化することとなる。同様の結論が NCRP (2018a) によっても得られている。

国際放射線単位測定委員会 (ICRU) は、外部線源への職業被ばくの実用量の変更を提案している。ICRP と共同で発行された最近の報告書 (ICRU、2020) で議論されているように、その意図は、実効線量を評価するための測定量は、標準ファントムにおける実効線量と直接関連するようにし、「線量当量 (dose equivalent)」ではなく「線量量 (dose quantity)」(周辺線量および個人線量) に名称が変更された。皮膚と眼の水晶体の線量を測定するた

めの実用量は、「吸収線量量(absorbed dose quantity)」になる。実用量の変更は、新しい ICRP 基本勧告が発行された後、防護量の変更と同じタイムスケールで導入される。

4.2 年齢、性別、個人の特性を含んだ実効線量

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) は、医用画像に基づく人体解剖学的ファントムの使用を紹介し、標準成人ファントムは ICRP Publication 110 で提供されている (ICRP、2009a)。吸収線量と等価線量が標準男性と女性について別々に計算され、性平均された標準人に対する実効線量が計算され平均化される。さらに、ICRP は、さまざまな年齢の子供の一連の標準ファントムを開発し (ICRP、2020a)、妊婦と胎児用の標準ファントムも提供する。

実効線量は依然として中心的な防護量であるが、その計算の側面は変わる可能性があり、他の側面も検討される。これらの計算に簡略化を適用する必要がない場合もある。簡略化は、防護体系の適用の手順の最後の方で行うことができる。したがって、科学的根拠を現在の知識の範囲内で適用する放射線加重係数を指定できる。同じことが、相対的なデトリメントまたはその代替をより正確に表すことができる組織加重係数にも当てはまる。さらに、年齢層と男女の平均で、作業者と一般公衆のデトリメントと相対的デトリメントの 2 つの値だけを計算するのではなく、異なる年齢層の男性と女性に別々にデトリメントと相対的デトリメントを指定することができる。次に、最高の科学を使用して、実効線量とそれに関連する損害をグループごとに個別に計算し、透明性を高めることができる。たとえば限度のような適切に平均化された線量基準を設定するといった単純化をプロセス全体の最後に行うことができる。これにより、防護体系と防護の最適化を駆動する実効線量と確率的リスクとの関連がより明確になる。そのような進化は明らかに、特定され評価されるべき放射線リスクの管理に影響を与える。

これに関連して、ICRP (2021a) は、「起こりうる健康リスクのおおよその指標」を提供するために、現在の枠組みにおける実効線量を評価した。実効線量の計算方法の改訂により、リスク評価への適合性が向上する可能性がある。健康リスクの最良の推定値は、臓器／組織への吸収線量の推定値と、個々のタイプのがんの年齢および性別固有のリスクモデルを使用して計算する必要があるが、低線量でのリスク推定値は、リスク予測モデルに固有の不確実性の影響を受ける。

4.3 医療における実効線量の使用

実効線量の当初の、あるいは受け入れられた目的は、医療スタッフを含む作業者と一般公衆の放射線被ばくを定量化し、線量限度が遵守され、主としてがんの確率的影響に対する防護が最適化されていることを実証することである (ICRP、2007、2021a)。この目的

のために、すべての作業員または公衆の構成員に適用可能な、すべての線源からの線量を測定および合計するための単一の量が必要である。実効線量は現在、患者ケアでの使用がかなり制限されているが、主に核医学線量測定で使用され、画像検査のさまざまな選択肢間で線量推定値を比較するために使用されている。ただし、より個人固有の数値の方が便利な場合がある。ICRP は、実効線量係数を参照して男性と女性の標準ファントムを開発したが、これらの計算では、個人の身体と臓器の重さと大きさの違いはまだ考慮されていない。最新の線量測定ファントムは、異なる患者のサイズと寸法に合わせて簡単に調整でき、サイズ固有または患者固有に導かれる実効線量の計算に使用できる（一般的な診断用 X 線画像検査のための標準臓器および実効線量係数に関する ICRP タスクグループ 113 を参照）。被ばく時年齢ごとに男性と女性で分けられたデトリメントの表は被ばくによる潜在的なリスクを検討する際に使用できる。放射線リスクのより正確な推定値は患者個人についてさらに具体的な情報があれば得られることを認識すれば、これらのデータは患者固有の線量評価を可能なものとする。

4.4 実効線量係数

ICRP は、外部放射線源への被ばく、吸入および経口からの放射性核種の摂取、および放射性医薬品の投与についての一連の線量係数（単位被ばくまたは摂取量あたりの線量）を提供している。方法論の変更は必然的に、新しい基本勧告に従ってすべての線量係数の修正が必要であることを意味する。ICRP Publication 103 (ICRP, 2007) の方法論に基づいて線量係数を提供するために現在進行中の作業も、次の基本勧告の後のより迅速な再計算を容易にするはずである。線量測定ファントムのフルセットが事前に準備されることが意図されており、吸入および経口摂取された放射性核種の体内動態モデルを改訂する必要はないか、または非常に限られていると予想されている。多くの臓器／組織の線量は再計算する必要がない可能性がある。

線量係数の提供におけるギャップは、コンピューター断層撮影を含む診断用 X 線検査における患者の被ばくの値であった。一般的な診断用 X 線画像検査の標準臓器および実効線量係数に関する ICRP タスクグループ 113 は、現在、診断用途の放射性医薬品の線量係数に関する作業を並行して行うために、さまざまな検査の標準実効線量係数を開発している。

線量係数は、発育中の胎児を含むすべての年齢の被ばくに対して提供され、母親による放射性核種の摂取および放射性医薬品の使用後の被ばくが含まれる。

進行中のさらなるイニシアチブは、確率的影響と組織反応の両方を評価するために前向きおよび後向き線量測定を検討する必要がある緊急時線量測定（緊急時線量測定に関する ICRP タスクグループ 112）の方法論の開発である。

4.5 ヒト以外の生物相と生態系に関する線量

ヒト以外の生物相と生態系を暗黙のうちに防護する目的での線量測定は、ICRP Publication 108 (ICRP、2008) で委員会によって最初に検討され、その後、ICRP Publication 136 (ICRP、2008、2017) で改良された。サイズと形状、解剖学的構造と密度、周囲の媒体のばらつき、そして、多くの場合、ライフサイクル中の重要な変化（例えば、卵、幼虫、変態）など、いくつかの課題があった。測定データが利用可能でない限り、被ばく分析には放射性核種の環境レベルと環境中の生物へのそれらの移行の推定も必要であり、これは ICRP Publication 114 (ICRP、2009d) で検討された。

実行可能な線量測定アプローチを開発するためには、以下のことを含む単純化と一般化を行う必要があった。

- ・線量を影響（およびリスク）に関連付ける際に吸収線量に基づくこと - 現在、人々の放射線防護のための実効線量などのような、線量に関連してリスクの理解を提供する代替手段はない。
- ・球体や楕円体などの単純化された形状で表される、海洋、水生、および陸生環境に典型的な 12 の RAP（標準動植物）の線量係数の開発すること、および
- ・内部線量測定の目的で解剖学的構造と放射性核種の臓器分布を考慮せずに、12 の RAP のさまざまな環境媒体における放射性核種の移行の評価を支援するために、さまざまな元素の定常状態の濃度比のデータセットを確立すること。

一般に、線量係数の計算についての現在のアプローチは、合理的かつ実行可能であると考えられている。環境中の放射性核種の移行、外部放射線場と被ばくグループの描写、生物と環境の濃度比などの要因は、多くの場合、線量係数の不確実性よりも大きな線量評価における不確実性をもたらす可能性がある。ICRP は、計画されている国際作業に協力して、さまざまな被ばく状況に最適な技術を追求する予定である。

動物を獣医学での患者と見なす場合は、より詳細な線量測定が必要になる可能性がある。人の線量測定で使用される解剖学的モデルのように洗練されていることを常に保証するものではないが、そのようなモデルのいくつかの簡略化されたバージョンは、必要に応じて開発および改良することができる（例えば、技術移転研究の目的で）。

5. 影響とリスク

5.1 放射線誘発影響の分類

防護目的で、放射線で誘発される健康への有害な影響を「確率的影響」（がんおよび遺伝性疾患）と「有害な組織反応」に分類することが、目的に依然として適合していることを確認するために再検討すべきである。たとえば、防護目的で、重度の組織反応と他の組織反応を区別したり、短期間の健康影響と長期間の健康影響を区別することが役立つことが

ある。一部の健康影響は、どちらの категорияにも当てはまらない場合がある（白内障、循環器系の疾患など）。どの分類を採用する場合でも、他のリスクを視野に入れ、リスクの許容性の観点から、放射線リスクの管理への影響を評価し、検討する必要がある。いかなる再分類も、重度の組織反応（臓器／組織線量を使用）を防止し、低線量および低線量率での影響、主にかん（実効線量を使用）に対する防護を最適化するための基本的な要件に影響を与えない。

5.2 組織反応

急性および長期の被ばくに対する高い全身線量 (> 0.5 Gy) (ICRP、2012) では、臓器および組織に重度の不可逆的損傷が発生する。「組織反応」と呼ばれるこれらの高線量の影響には、造血臓器(骨髄)、腸管、脳(中枢神経)に不可逆的な損傷をもたらす可能性のある急性放射線症が含まれるが、他の臓器や組織への直接的な損傷も含まれる。現在の防護体系では組織反応を防止する必要があると規定しており、重度の不可逆的な組織反応（通常、子宮内被ばく以外の 0.5 Gy を超える線量で発生する）が防止されることが明確化される必要がある。このような考察では、発生中の胚／胎児は、より低いしきい線量が適用される特殊なケースと見なされるべきである (ICRP、2003、2007)。

細胞機能の損傷に起因する組織反応は、急性および長期の被ばくに対して、より低い線量 (<0.5 Gy) でより軽度の組織反応をもたらす可能性がある (ICRP、2012)。白内障の形成と循環器系の疾患の両方について、約 0.5 Gy のしきい線量が適用される可能性があることを示唆する証拠があり、データはしきい値なしの線量反応関係を示唆すると解釈することもできる (ICRP、2012; Little et al、2012; Bouffler et al、2015; Tapio et al、2021)。ICRP Publication 103 (ICRP、2007) は、等価線量で設定された、職業被ばくについて眼の水晶体で 150 mSv、皮膚および手と足で 500 mSv、公衆被ばくでは眼の水晶体で 15 mSv、皮膚で 50 mSv の計画された被ばく状況に関連する組織反応の以前に勧告された年間線量限度に変更を加えなかった。その後、ICRP (2012) は、組織反応に関する声明を発表した。職業被ばくのための眼の水晶体への線量は、20 mSv、5年間の平均でどの年も 50 mSv を超えない線量に低減されるべきである。この声明はまた、心臓または脳の 0.5Gy という低い線量で医療従事者の循環器系に影響を与える可能性があることを示した。これは、いくつかの複雑な IVR で、この大きさの線量に達する可能性があるためである。

科学的証拠によって裏付けられていない可能性のある、作業者と一般公衆の構成員に異なる限度を設けることの正当性を考慮する必要がある。たとえば、皮膚への 500 mGy と眼の水晶体への 20 mGy といった単一の限度が、作業者および一般公衆のすべての被ばくに適用される。

5.3 低線量・低線量率の発がん

低線量・低線量率でのがんのリスクを定量化する際に、いくつかの仮定と判断がなされている（ICRP、2007）。1990年代の疫学分析に基づいて、原爆被爆者の研究から導き出された固形がんのリスクに線量・線量率効果係数（DDREF）として2が適用された。現在、疫学は、ヒトの固形がんについて $DDREF > 1$ であるいくつかのエビデンスを提供しているが、その推定にはかなりの統計的および方法論的不確実性が含まれており、そのため、分析は継続されている（Rühm et al, 2016; Shore et al, 2017）。動物実験と *in vitro* のデータは、 $DDREF > 1$ の使用をサポートする曲線の線量反応関係を示している。ICRP Publication 131（ICRP、2015）で説明されているように、DDREFの構成要素、すなわち線量効果係数と線量率効果係数は、機械的に異なるものと見なされ、前者は急性の低線量に適用され、後者は標的幹細胞の長期的動態の応答がどのように変化するかに適用される。

現在の防護体系では、線量と固形がんのリスクとの関係について線形モデルを使用し、線量と白血病のリスクとの関係について線形二次モデルを使用している（ICRP、2005、2007）。近年、多くの疫学的結果が発表され、特定のがん部位の線量とリスクの関係、およびこの関係の要因（性別、被ばく時年齢、到達年齢など）の違いによる影響に関する知見が向上している。低線量でまだ大きな不確実性があるが（UNSCEAR、2012）、最近のいくつかの結果は、0.1 Gy未達の線量でしきい線量の存在の証拠をわずかに示している（Lubin et al, 2017; Little et al, 2018; Hauptmann 2020）。

関連するすべての疫学研究のレビューで、NCRPは、現在の疫学データが、放射線防護目的でのしきい値なしの線形モデル（LNT）の線量反応関係の継続的な使用を支持し、より実用的な解釈を表す他のモデルはないと結論付けた（NCRP、2018b）。低線量および低線量率の放射線からのがんリスクの推定に関連する生物学的メカニズムの最近のレビューでも、放射線防護目的のリスク推定にしきい値なしモデルを使用することには十分な正当性があると結論付けられている（UNSCEAR、2021b）。線量-リスク曲線の形と、線量率の影響に関する最近の科学的結果の批判的レビューは、放射線防護目的の低線量および低線量率被ばくでの放射線リスク推定に関するICRPタスクグループ91によって行われている。これは、LNTが放射線防護の目的で使用するのに最も適切な証拠に基づく仮定であることを保証するために必要である。

LNTの線量反応の仮定は、防護量としての実効線量の使用を裏付けており、異なる時間的および空間的な被ばくパターンで、異なる大きさの外部線量と内部線量の追加と比較を可能にする。ただし、低線量は妥当な信頼性で測定または推定できるが、確率的影響に関連するリスクは不確実であり、線量が減少するにつれてますます不確実になることを認識しておく必要がある。

5.4 人の個々の反応

電離放射線に対する人の個々の反応を支配する要因に関する ICRP タスクグループ 111 は、組織反応と確率的影響の両方に関連する科学文献をレビューして、防護体系への潜在的な影響を評価している。喫煙、年齢、性別の影響など、いくつかの要因はすでにかなり明らかになっている (ICRP、2021a)。遺伝的要因やライフスタイル要因を含む他の要因は、反応の潜在的な修飾因子として浮上しているが、これらはあまり明確に定義されていない。現在の防護体系では、このような要因に基づいて人々を正式に区別していないが、放射線防護の最適化では、子供を優先的に防護するなど、場合によってはこれらの要因が考慮される。

防護体系において作業者と一般公衆を防護する方法を根本的に変えるための科学的証拠が、今後数年間で十分になるかどうかは明らかではない。しかし、科学的、倫理的、および実面的側面を考慮に入れて、防護体系のレビューで考察されるべき患者の放射線防護を個別化するための努力がすでにある。より一般的には、個人の特性と反応についての情報がより広く利用可能になるにつれて、議論する必要のある倫理的な課題がある。

5.5 遺伝性影響

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) は、放射線の有害な遺伝性影響に関する人の疫学研究からの信頼できる直接的な証拠はないと述べているが、全体的な確率的リスクに遺伝的リスクを含めていることは、動物実験における遺伝性影響の証拠の賢明な解釈であると考えている。UNSCEAR (2001) および ICRP (2007) による詳細な分析に引き続いて、2 世代にわたる遺伝的リスクの推定値が放射線デトリメントの計算に適用された。20 年後のこの仮定の妥当性は、遺伝的およびエピジェネティック (変異が DNA の塩基配列の変化なしに起こる) のメカニズムに関する新しい知識を考慮して検討する必要がある。子孫および次世代における電離放射線被ばくの影響に関する ICRP タスクグループは、防護体系への潜在的な影響を評価するために科学文献をレビューすることを検討している。

5.6 異なる影響についての放射線の重みづけ

物理的特性と一致して、放射線の種類が生物学的影響を引き起こす際の Gy あたりの効果が異なるという良い証拠がある。2007 年の基本勧告 (ICRP、2007) では、主に放射線発生がんのリスクに関連する証拠を使用して、この違いを説明するために放射線加重係数の簡単な表を使用している。

ただし、現在の放射線加重係数は、さまざまな種類の放射線の生物学的効果比 (RBE) の利用可能な証拠を完全には反映していない。たとえば、低エネルギーの光子と電子は、がん関連のエンドポイントを考慮した場合、基準 ^{60}Co ガンマ線よりも最大 2~3 倍、Gy あ

たりの効果が高いという限られた証拠がある (NCRP、2018c)。アルファ粒子の RBE はがんの種類によって異なり、白血病の値は低く、肺がんと肝臓がんの値は高いという証拠もある。重イオンに単一の値 20 を使用すると、多くの場合リスクが過大評価される。宇宙空間での線量を検討する場合は、より高度なアプローチが必要である。議論を促すためにこの論文で提示されている全体的なアプローチに沿って単純化を適用するのではなく、防護量の計算において最新の科学を使用することが適切である。生物学的効果比 (RBE)、線質係数 (Q)、および放射線加重係数 (w_R) に関する ICRP タスクグループ 118 は、防護体系への潜在的な影響を評価するために科学文献をレビューしている。

一般に、組織内の多くの細胞死を含む高線量での組織反応の RBE 値は、低線量でのがん関連のエンドポイントの値よりも低くなる。組織反応と放射線加重吸収線量の計算のために、放射線加重係数の別のセットが開発されることが期待される (セクション 4.1 を参照)。医学におけるアルファ、プロトンおよび重イオン放射線の潜在的、臨床的使用の増加、およびそれらの幅広い用途に伴い、これらの用途のための値を提供する必要がある。

5.7 放射線デトリメント

デトリメントは、致死性、生活の質 (QOL)、および寿命損失の観点から疾病の重症度を考慮して、健康に対する低線量または低線量率での放射線被ばくの有害な影響を定量化するために使用される概念である。現在、がんや遺伝性影響を含む確率的影響に適用されている。防護体系は、実効線量と放射線障害との間に直接比例する関係があるという仮定に基づいている。この量についての進展に関する計算方法と展望は、最近、デトリメントの計算方法に関する ICRP タスクグループ 102 によってレビューされた。

ICRP Publication 103 (ICRP、2007) で提供されている名目上のリスクとデトリメントの係数は、年齢、性別、および人口の平均値である。それらは、全人口 (被ばく時 0~89 歳) と就業年齢人口 (被ばく時 18~64 歳) の両方について計算されている。リスクは一般的に若い年齢での被ばくの方が大きく、平均余命は成人よりも大きいため、一般集団のリスクはやや大きくなる。

次の基本勧告では、疫学コホートのより長いフォローアップとさらなる分析により、生涯リスク値を推定するための基礎が改善されるであろう。より多くの臓器/組織およびがんの種類について、特定のリスク推定値が利用可能になる可能性がある。さまざまな年齢層、および男性と女性で別々にがんの発生率を定量化することも可能なはずである。したがって、デトリメントは、男性と女性、および被ばく時の異なる年齢で別々に計算でき、相対的デトリメントの対応する値は、現在のように年齢および性について単純に平均された組織加重係数を使用するのではなく (セクション 4.2 を参照)、実効線量の計算に直接使用できる。がんの考察を超えて、眼の水晶体混濁や循環器系の疾病など、その他の晩発影

響は、デトリメントの形で評価される必要がある。子宮内照射による治療のデトリメントについて明示的に再評価ができる。

害の表現として、デトリメントの代替案が検討される。たとえば、Breckow (2020) は、死亡者の使用がより単純で明確であり、他の発がん物質との比較がより簡単になることを示唆している。障害調整生存年 (Shimada and Kai, 2015; WHO, 2021) などのその他の害の尺度も議論されており、放射線誘発の害の尺度として、それらの使用について調査する必要がある。

5.8 ヒト以外の生物相と生態系における影響とリスク

ICRP Publication 108 (ICRP, 2008) には、12 の RAP の既存の影響データのレビューが含まれている。このレビューは、環境防護に最も関連すると考えられている死亡率、罹患率、および生殖の成功に対する放射線の影響に焦点を当てている。レビューには、実験室での実験、試験照射場の観察または汚染された環境（事故後など）からのデータが含まれる。

このレビューにより、特定の RAP について、何らかの有害な影響が予想される吸収線量率の「バンド」である DCRL の定式化が可能となった。DCRL は、(慣行による) 規範的なものではなく、環境への放射線の望ましくない影響がすでに差し迫っているのか、または予想されるのかを検討し、意思決定プロセスでその情報を検討することが賢明な時期について意思決定者に通知するガイダンスを提供する。これは、人を防護するための行動を導くために参考レベルが設定されるのと同じ方法で、最適化プロセスを導くのに役立つ (ICRP, 2014a)。

生物相の影響データを吸収線量 (率) に関連付ける目的で、さまざまな線質の放射線加重係数を確立するために、実験データのさらなる分析が行われた (ICRP, 2021b)。その根拠に基づき、アルファ線の吸収線量加重係数が 10 であることは一般的に適用可能であると考えられている。

DCRL は新しいデータと矛盾していないが(例えば、2011 年の日本の原子力事故の観測 (UNSCEAR, 2021a))、生態系の文脈および環境への人の影響の文脈における関連性について、さらに分析を行う必要があるかもしれない。(例えば、Brechignac et al, 2016; Vandenhove et al, 2018)。これはすべて、標準動植物 (RAP) モノグラフに関する ICRP タスクグループ 99 の進行中の作業の一部である (セクション 4.5 を参照)。さらに、セクション 2.3 で示唆したように、環境防護に関する ICRP の作業の範囲の拡大は、自然の生態系から人類から大きな影響を受けた生態系まで、人々にさまざまな不可欠なサービスを提供するすべての生態系をカバーすると見なすことができる。これには、環境防護に関する ICRP の作業の新しい目標、そしてエンドポイントと影響のカテゴリーの再評価が必要

になるかもしれない。

6. 結論

放射線防護体系の最後のレビューは 23 年前に開始され、現在の基本勧告（ICRP、2007 年）は 14 年前に発表された。防護体系は良好に機能し、堅牢なままであり、防護体系の安定性には大きな実用上の利点がある。それにもかかわらず、社会が発展し、科学的理解が進み、電離放射線の新しい用途が出現するにつれて、目的に適合し続けるために進歩しなければならない。

まとめると、防護体系の最良の要素が残っていることを確認することが重要であり、洗練する必要のある領域は、広範なコラボレーションの恩恵を受ける。防護体系は、実用的でありながら、最高の科学的知識と堅固な倫理原則に忠実であり続ける必要がある。

その努力において、放射線防護に関心のある人なら誰でも防護体系がどのように機能するかを理解できるように、明快さが合言葉でなければならない。専門家は通常防護体系を履行するが、それは患者、作業員、およびそれらから利益を得る他の人々にとって基礎となるものである。明快さは、防護体系が世界中で理解され、コミュニケーションされ、適用されることを保証するのに役立つ。原子力機関（NEA、2021）が最近指摘したように、放射線リスクに取り組む上での効果的なコミュニケーションの役割は、控えめに言うことはできない。「信頼されるためには、うまくコミュニケーションをとる必要があり、うまくコミュニケーションするためには、信頼されている必要がある。」