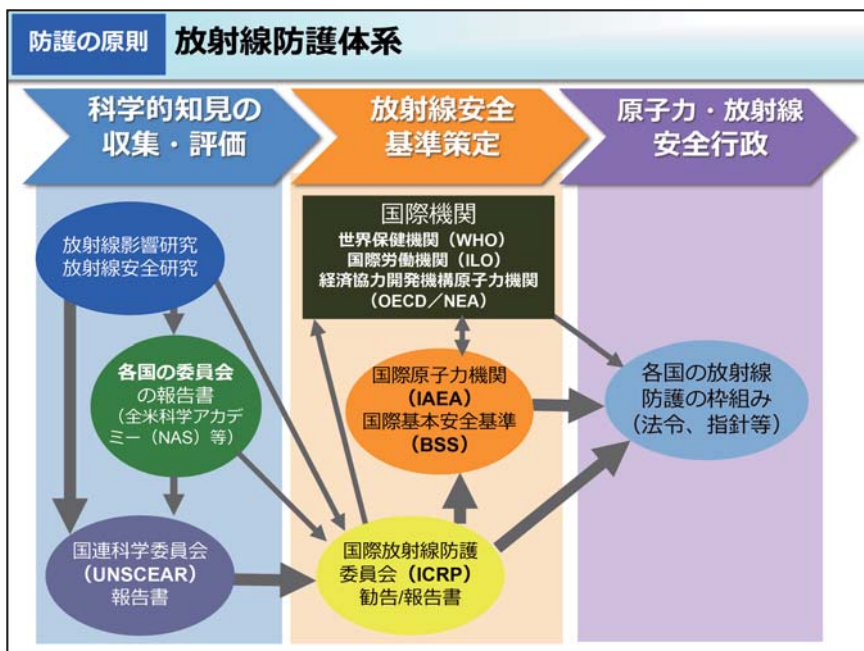




毎年、世界の研究者から、放射線の線源や影響に関する研究が多数発表されます。原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）は、幅広い研究結果を包括的に評価し、国際的な科学コンセンサスを政治的に中立の立場からまとめ、定期的に報告書の形で見解を発表しています。

民間独立の国際学術組織である国際放射線防護委員会（ICRP）は、UNSCEARの報告等を参考にしながら、専門家の立場から放射線防護の枠組みに関する勧告を行っています。ICRPの勧告や、国際原子力機関（IAEA）が策定した国際的な合意形成による基本安全基準を踏まえ、日本でも放射線防護に関する法令や指針等が定められています。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

防護の原則

国際放射線防護委員会（ICRP）

国際放射線防護委員会（ICRP）

放射線防護の基本的な枠組みと防護基準を勧告することを目的とする。主委員会と4つの専門委員会（放射線影響、線量概念、医療被ばくに対する防護、勧告の適用）で構成されている。

（参考）ICRPの勧告より、線量限度について抜粋

	1977年 勧告	1990年 勧告	2007年 勧告	
線量限度 (職業人)	50mSv/年	100mSv/ 5年 かつ 50mSv/年	100mSv/ 5年 かつ 50mSv/年	2007年 勧告
線量限度 (一般公衆)	5 mSv/年	1 mSv/年	1 mSv/年	1990年 勧告
				1977年 勧告

mSv：ミリシーベルト

1928年、医療従事者を放射線の障害から防ぐために国際X線ラジウム防護委員会が設立されました。1950年に、国際X線ラジウム防護委員会は、国際放射線防護委員会（ICRP）に改組され、放射線防護の基本的な枠組みと防護基準を勧告する機関という重要な役割を担うことになりました。近年では1977年、1990年、2007年に勧告を行っています（上巻 P161 「勧告の目的」）。ICRP が勧告を発表すると、多くの国では放射線防護関係の法令の見直しが行われます（上巻 P171 「国際放射線防護委員会（ICRP）勧告と我が国の対応」）。

ICRP の勧告の骨格は、原爆被爆者の疫学調査を始めとする広範な科学的知見を基にしており、1990年以降、確定的影響（組織反応）と確率的リスクの総合的な推定値は基本的には変わらないとして、これまでの防護体系がほぼ踏襲されています。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2021年3月31日

防護の原則 勧告の目的

勧告の目的（国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告）

1) 人の健康を防護する

- 放射線による被ばくを管理し、制御することにより、**確定的影響（組織反応）を防止し、確率的影響のリスクを合理的に達成できる程度に減少させる**

2) 環境を防護する

- 有害な放射線影響の発生の防止、又は頻度の低減**

出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告の目的は、「放射線被ばくに関連して、望ましい人間の努力及び行動を不当に制限せずに、放射線被ばくによる有害な影響から人間と環境を守るための適正な水準の防護に寄与すること」とされています。

この目的達成には、「放射線被ばくとその健康影響に関する科学的知見は必要な前提条件ではあるが、防護の社会的・経済的側面にも考慮しなければならず、この点は、危険の管理に関する他の分野と異なるものではない」と、2007年勧告には記載されています。

勧告の主目的は、人の健康の防護にあります。2007年勧告では、新たに環境を防護するという目的が追加されました。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2021年3月31日

防護の原則 被ばく状況と防護対策

放射線による人の被ばく状況

計画被ばく状況

被ばくが生じる前に防護対策を計画でき、被ばくの大きさと範囲を合理的に予測できる状況

線量限度

(一般公衆) 1 mSv/年
(職業人) 100mSv/5年
かつ50mSv/年

対策

放射性廃棄物処分、長寿命放射性廃棄物処分の管理等

現存被ばく状況

管理についての決定がなされる時点で既に被ばくが発生している状況

参考レベル

1～20mSv/年のうち低線量域、
長期目標は1mSv/年

対策

自助努力による放射線防護や放射線防護の文化の形成等

緊急時被ばく状況

急を要するかつ、長期的な防護対策も要求されるかもしれない不測の状況

参考レベル

20～100mSv/年の範囲

対策

避難、屋内退避、放射線状況の分析・把握、モニタリングの整備、健康調査、食品管理等

mSv：ミリシーベルト

出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

国際放射線防護委員会（ICRP）は人の被ばく状況を、計画的に管理できる平常時（計画被ばく状況）、事故や核テロ等の非常事態（緊急時被ばく状況）、事故後の回復や復旧の時期等（現存被ばく状況）の3つの状況に分けて、防護の基準を定めています。

平常時には、身体的障害を起こす可能性のある被ばくがないようにした上で、将来起こるかもしれないがんのリスクの増加もできるだけ低く抑えるように防護の対策を行うこととされています。そのため、放射線や放射性物質を扱う場所の管理をすることで、一般公衆の線量限度が年間1ミリシーベルト以下になるように定めています。また、放射線を扱う職業人には、5年間に100ミリシーベルトという線量限度が定められています。

一方、放射線事故のような非常事態が起こった場合（緊急時被ばく状況）、平常時には起こり得ない身体的障害の可能性があることから、平常時の対策（将来起こるかもしれないがんのリスクの増加を抑えること）よりも、重大な身体的障害を防ぐための対策を優先することとされています。このため、線量限度は適用せず、一般公衆の場合、年間20～100ミリシーベルトの間の参考レベルを定め、被ばく低減を進めることが定められています。緊急措置や人命救助に従事する人の場合、状況に応じて1,000または500ミリシーベルトを制限の目安とすることもあるとされています。

その後、回復・復旧の時期（現存被ばく状況）に入ると、緊急時の参考レベルよりは低く平常時の線量限度よりは高い、年間1～20ミリシーベルトの間に設定されるべきとされています。

（関連ページ：上巻 P171 「国際放射線防護委員会（ICRP）勧告と我が国の対応」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2022年3月31日

放射線の健康影響には、 確定的影響（組織反応）と確率的影響がある

- ・ 約100ミリグレイまでの吸収線量域では、どの組織も臨床的に意味のある機能障害を示すとは判断されない
- ・ 約100ミリシーベルトを下回る線量域では、確率的影響の発生率は臓器や組織の等価線量の増加に比例して増加すると仮定する
（直線しきい値なしモデル＝LNTモデルの採用）
- ・ 固形がんに対する線量・線量率効果係数は「2」
- ・ 低線量において、直線的反応を仮定すると、がんと遺伝性影響による致死リスクは1シーベルト当たり約5%

出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告の目的の一つは、放射線に対する防護体系を構築するための考察や仮定を与えることによって、確定的影響（組織反応）の発生を防止することにあります。そこで、しきい値の最小値である100ミリグレイ（≒100ミリシーベルト）近くまで年間線量が増加した場合には、防護対策を導入すべきと考えられています。

年間およそ100ミリシーベルトを下回る場合は、確率的影響の発生の増加は低い確率であり、バックグラウンド線量を超えた放射線量の増加に比例すると仮定する「直線しきい値なし（LNT）モデル」が、低線量・低線量率での放射線防護の管理に実用的で、予防原則の観点からもふさわしいとされています。

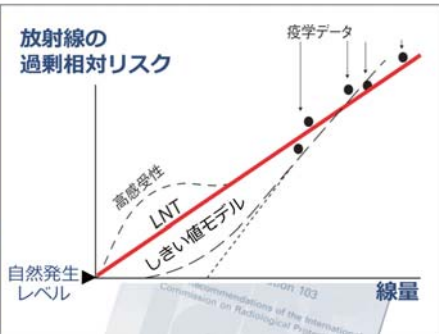
ICRP が根拠としている原爆被爆者のデータは、1回の被ばくである一方で、管理すべき被ばくのほとんどは、長期間の少しずつの被ばくです。そのため、低線量・低線量率による影響軽減分の補正が行われています。動物実験やヒトの細胞における染色体異常や突然変異誘発の結果等から、様々な数値が報告されていますが、防護のためには係数として2を使うと定められています（上巻 P116「低線量率被ばくの発がんへの影響」）。つまり1回被ばくに比べ、少しずつの被ばくでは、同じ総線量を受けた場合の影響の出方が半分になるということです。

こうした補正を行った結果、致死的ながんリスクの増加は、低線量や低線量率の場合1シーベルト当たり約5%になると考えられています。

（関連ページ：上巻 P86「確定的影響（組織反応）と確率的影響」）

防護の原則 LNTモデルをめぐる論争

- 支持：
 - 全米科学アカデミー（2006）
 - 放射線被ばくには「これ以下なら安全」と言える量はない
- 批判的：
 - フランス医学・科学アカデミー（2005）
 - 一定の線量より低い放射線被ばくでは、がん、白血病等は実際には生じず、LNTモデルは現実には合わない過大評価



⇒国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射線防護の目的上、単純かつ合理的な仮定として、直線しきい値なし（LNT）モデルを採用

科学的な議論としては、100ミリシーベルト以下の確率的影響のリスク評価に直線しきい値なし（LNT）モデルが妥当であるかどうかということについての決着はついてはいません。例えば、全米科学アカデミー（NAS）では、2006年に LNT モデルは科学的にも妥当との見解を発表しました。100ミリシーベルト以下でもがんリスク上昇が見られる疫学的証拠があるとしています。2017年以降には、100ミリグレイ以下の低線量域での線量効果関係を示すとともに^{1,2}、しきい値モデルも排除できないとする論文¹が公表されています。

一方、フランスの医学アカデミーと科学アカデミーは共同で、一定の線量より低い被ばくでは、がん、白血病等は実際には生じず、LNT モデルは現実には合わない過大評価である、という見解を2005年に発表しています。ここでは、インドや中国の高自然放射線地域の住民のデータに発がんリスクの増加が見えないこと、低線量放射線に特異的な防御的生物反応が次々と見つかったことが根拠となっています。

国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告では、LNT モデルと線量・線量率効果係数の2を用いることで、放射線防護の実用的目的、すなわち、低線量被ばくのリスクの管理においてより単純かつ合理的な仮定を提供するとしています。一方で同勧告では、「低線量における不確実性を考慮すると多数の人々がごく小さい線量を長期間受けることによるがんまたは遺伝性疾患の仮想的な症例数を計算することは、公衆の健康を計画する目的には適切ではないと判断する」ともしています。

（関連ページ：上巻 P86 「確定的影響（組織反応）と確率的影響」）

1. Lubin et al.: J. Clin. Endocrinol Metab. 102 (7) : 2575-2583, 2017.

2. Lene H. S. Veiga et al.: Radiat. Res. 185 (5) : 473-484, 2016.

出典

- The National Academy of Sciences, "Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2", 2006.
- Aurengo, A. et al., "Dose-effect relationships and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation", Académie des Sciences - Académie nationale de Médecine, 2005.
- ICRP Publication 103 「国際放射線防護委員会の2007年勧告」, ICRP, 2007.

国際放射線防護委員会（ICRP）の防護の三原則

- 正当化
- 防護の最適化
- 線量限度の適用



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

がんや遺伝性影響では、影響の現れ方が確率的です。また現在の放射線防護では、低線量域でも直線しきい値なし（LNT）モデルを適用していますので（上巻 P164「LNT モデルをめぐる論争」、安全と危険を明確に区分することはできません。そこで、どんなに小さくとも有限のリスクがあるものとして、「リスクを容認できる」ことを基準に、防護のレベルが考えられています。これが放射線防護の原則として「正当化」「防護の最適化」「線量限度の適用」が重要であると考えられる基盤になっています（上巻 P166「防護の正当化」、上巻 P167「防護の最適化」、上巻 P169「線量限度の適用」）。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日

防護の原則 防護の正当化

防護の正当化

正当化とは



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

放射線防護の原則の1つ目は正当化です。放射線を使う行為は、もたらされる便益（ベネフィット、メリット）が放射線のリスクを上回る場合のみ認められるという大原則です。

正当化は「放射線を扱う行為」に対してのみ適用されるものではなく、被ばくの変化をもたらす活動全てが対象となります。別の言い方をすれば、計画被ばく状況だけでなく、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況にも適用されます。例えば、汚染地域の除染を検討する場合にも、正当化が求められます。

（関連ページ：上巻 P98「放射線健康影響におけるリスク」）

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日

防護の最適化

個人の被ばく線量や人数を、
経済的及び社会的要因を考慮に入れた上、
合理的に達成できる限り低く保つことである。

この原則を**ALARA (As Low As Reasonably Achievable)**
アララの原則という



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

放射線防護の原則の2つ目は防護の最適化です。放射線を伴う行為のメリットが放射線のリスクを上回る場合は、合理的に達成可能な限り被ばく量を減らして、放射線を利用します。この原則は、英語の頭文字から「ALARA（アララ）の原則」と呼ばれています。防護の最適化とは、社会・経済的なバランスも考慮しつつ、できるだけ被ばくを少なくするよう努力するということで、必ずしも被ばくを最小化することではありません。

防護の最適化を進めるために利用されるのが、線量拘束値や参考レベルです。例えば、除染等によって特定の線源からの個人に対する線量を制限する際の目安として、参考レベルが用いられています。

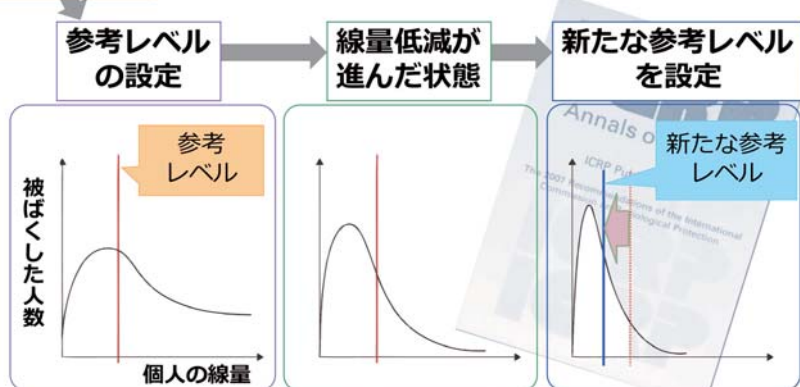
本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日

防護の原則 参考レベルを用いた被ばくの低減

参考レベルを用いた防護の最適化

最初の状態



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007 より作成

原子力発電所事故等による被ばくを合理的に低減する方策を進めるときには、国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告における参考レベルという概念が用いられています。事故や核テロのような非常事態が起こった場合には、緊急時被ばく状況として、重大な身体的障害を防ぐことに主眼をおいて対応します。このため、線量限度（計画被ばく状況における全ての規制された線源からの被ばくに対するもの）は適用せず、一般人の場合で年間20～100ミリシーベルトの間に参考レベルを定め、それ以下に被ばくを抑えるように防護活動を実施します。平常時には起こり得ない身体的障害が、非常時には起こり得ます。そこで、その防護対策が、平常時の対策（将来起こるかもしれないがんのリスクの増加を抑えること）より優先して行われます。その後、回復・復旧の時期（現存被ばく状況）には、一般人の場合で年間1～20ミリシーベルトの間に参考レベルが定められ、防護の最適化が行われます。

一人一人が受ける線量がばらついている状況において、不当に高い被ばくを受ける人がいないようにすることが参考レベルの目的です。全体の防護のための方策を考える際に、参考レベルを超えて被ばくするおそれのある人がある場合には、それらの人々に重点的に対策を講じます。その結果、集団内の線量分布が改善し、参考レベルよりも高い線量を受ける人がほとんどいない状況が達成されたときには、必要に応じて、さらに低い参考レベルを設定して線量低減を進めます。このように、状況に合わせて適切なレベルを設定することで、被ばく低減を効率的に進めることができます。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2019年3月31日

線量限度は計画被ばく状況に適用される

○職業人（実効線量）

1 年間 50 ミリシーベルト

5 年間 100 ミリシーベルト

○一般公衆（実効線量）

1 年間 1 ミリシーベルト

（例外）医療被ばくには適用しない

- ・ 個々のケースで正当化
- ・ 防護の最適化が重要



出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

放射線防護の原則の3つ目は、線量限度の適用です。国際放射線防護委員会（ICRP）の2007年勧告では、放射線作業（緊急時の作業を除く）を行う職業人の実効線量の限度は5年間で100ミリシーベルト、特定の1年間に50ミリシーベルトと定められています。

一般公衆の場合、実効線量限度が年間1ミリシーベルトと定められています。

線量限度は、管理の対象となるあらゆる放射線源からの被ばくの合計が、その値を超えないように管理するための基準値です。線量限度を超えなければそれでよいのではなく、防護の最適化によってさらに被ばくを下げる努力が求められます。このことから、線量限度はそこまで被ばくしてよいという値ではなく、安全と危険の境界を示す線量でもありません。

また、健康診断の際や、医療において患者が受ける医療被ばくには線量限度を適用しません。これは、医療被ばくに線量限度を適用すると、必要な検査や治療を受けられないケースが生じ、患者の便益を損なうおそれがあるからです。そのため、3つのレベル（医療における放射線の利用は患者に害よりも便益を多く与えること、特定の症状の患者に対する特定の手法の適用、個々の患者に対する個々の手法の適用）についての正当化と、診断参考レベルの適用等による線量の最適化を行うこととされています。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2016年3月31日