

2. 勧告の目的と範囲

2.1 勧告の目的

- (26) 委員会勧告の第一の目的は、そのような被ばくに関係するかもしれない人の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の適切な防護レベルに貢献することである。
- (27) この目的は、放射線被ばくと健康影響に関する科学的な知見のみに基づいて達成されるものではない。放射線から人と環境を防護するためのモデルを必要とする。勧告は、科学的知見と専門的判断に基づいている。放射線被ばくに起因する健康リスクに関するデータのような科学的データは必要条件ではあるが、社会的及び経済的な防護の側面も考慮される必要がある。放射線防護に関するそれら全てが、異なる種類のリスクの相対的重要度及び危険と利益のバランスに関する有用性の判断を行う必要がある。この中で放射線防護は、リスク管理に関するその他の分野と違いはない。透明性を高め、判断がどのように下されてきたかを理解するために、委員会は科学的な推定と有用性の判断に関する基盤との区別を可能な限り明確にすべきであると考えている。
- (28) 放射線防護は、2種類の危険な影響に対応している。高線量では、線量が閾値を超える場合のみ現れる深刻な性質であることが多い確定的影響（有害な組織反応。第3章を参考）を引き起こすことになる。高線量及び低線量が、被ばく後、長時間経過後に生じるこれらの影響の有害な事象中に、統計的に検出できる増加として観察されることがある確率的影響（癌又は遺伝的影響）を引き起こすかもしれない。
- (29) 委員会の放射線防護システムは、主に人の健康を守ることを目的としている。委員会の健康に関する目的は比較的単純である。すなわち、確定的影響を防ぎ、確率的影響のリスクを合理的に達成可能な範囲にまで低減させるために、電離放射線による被ばくを管理し、抑制することである。
- (30) 逆に、「環境上の防護」の単純な又は単一の一般的な定義は無く、その概念は国や状況によって異なる。従って、放射線の影響を考慮する別の方法は、早死にや病的状態あるいは繁殖成功の低下を引き起こすような、人以外の生命体にとってより役立つことを立証するように思われる。現在の委員会の目的は、放射線の有害な影響頻度を防ぐこと、又は生物学的な多様性の持続、生命体の維持又は自然環境、コミュニティ及びエコシステムの健康と状態に対し、ほとんど影響を与えないと思われるレベルにまで、低減することである。しかし、この目的を達成する場合に、委員会は放射線による被ばくは考慮すべき一つの要因にすぎず、しばしば軽微なものである可能性が高いと認識している。従って、委員会は、主に指針と助言を与え、委員会の取り組みがリスクレベルにふさわしくなるよう、また、他の全の人的活動により生じる影響から環境を保護するために取り入れら

れているその他の努力と確実に一致するよう、努める予定である。

2.2 防護システムの基盤と構造

- (31) 放射線被ばく状況の多様性と幅広い適用にわたって一貫性を得る必要性、故に、委員会は、防護の実現可能で、且つ体系的な取り組みを推進する目的で放射線防護の整ったシステムを確立してきた。このシステムは、多数の被ばく線源を扱う必要がある。ある線源は既に配備されており、またある線源は社会によって熟慮のうえ選択されたり、緊急時の必要に迫られて導入されたりするかもしれない。これらの線源は、現在及び未来における個人、集団、又は全人口に被ばくをもたらす相互関係を持つ様々な事象と状況に関連付けられている。防護システムは、この複雑なネットワークが論理的枠組みにより扱われるよう開発されてきた。
- (32) 人の防護システムは、a) 線量評価に関する人の解剖学的及び生理学的な参考モデル、b) 分子及び細胞レベルでの研究、c) 実験動物における研究、及びd) 疫学的研究、によって築かれている。モデルの使用により、内部被ばくに対する様々な放射性核種の預託「単位摂取あたりの線量」と、作業員、患者、公衆の外部被ばくに対する「単位空気カーマ又はフルエンスあたりの線量」に関して、一覧にした標準化データを得ることができた。疫学的及び実験的研究により、外部及び内部放射線被ばくと関連するリスクの推定が行われた。生物学的影響については、データは実験的生物学によって裏付けられ、人における経験から得られた。癌と遺伝的影響に関しては、委員会の出発点は疫学と動物及び人類遺伝学に関する研究の結果である。さらに、放射線防護において関心を持たれている低線量リスクを推定するために、発癌と遺伝のメカニズムに関する実証研究からの情報も用いた。
- (33) 組織荷重係数の数値と損害の推定を取り巻く不確実性を考えると、委員会は放射線防護に関しては年齢及び性別ごとに平均化した組織荷重係数と数値のリスク推定を使用することが適当であると考えている。放射線防護システムは、男女に対する適切な防護を実現するに足るしっかりとしたものである。さらに、これにより不必要に差別的になりかねない性別及び年齢に特異的な放射線防護基準を避けることができる。しかし、疫学的研究のような放射線関連リスクのさかのぼった研究の目的は、性別及び年齢別のデータを使用し、性別及び年齢別のリスクを計算するのが適切である。委員会による損害の計算方法の詳細は、附属書AとBで議論されている。
- (34) 委員会のリスク推定は「名目」と呼ばれている。何故なら、推定は一般的な年齢分布で女性と男性の名目人口の被ばくに関連しており、年齢集団と男女を平均化することで計算されるからである。放射線防護の線量評価の量である実効線量も同様に、年齢と性別を平均化して計算される。実効線量を評価する名目係数の定義は、多くの不確実性が内在する。致死係数及び損害係数の推定は、放射線防護の目的に適してはいるが、疫学から導

出された全ての推定と同様に、名目リスク係数は具体的な個人には適用されない。個人や既知の集団の起こりうる被ばく結果の推定については、被ばくした個人に関する確率係数の推定値を使用する必要がある。

- (35) 委員会が既に勧告しているように (ICRP, 1999a)、ある臓器・組織において確定的影響に関する線量の閾値を超える状況は、ほとんどいかなる場合にも防護措置の対象となるべきである。確定的影響に関する閾値の現在の推定における不確実性を考慮に入れることは、特に長期間にわたる被ばくを伴う状況においては賢明である。従って、100mSv を超える年間線量は、常に防護措置の導入を正当化することになる。
- (36) 年間 100mSv を下回る被ばく線量においても、バックグラウンド線量を超える放射線量の増加に比例して、低率で確率的影響の有害な事象の増加が生じていると委員会は想定している。委員会は、このいわゆる閾値のない線形 (LNT) モデルを使用することは、放射線被ばくによるリスク管理に向けた最も実用的な取り組みであり、また「予防原則」(UNESCO, 2005) にふさわしいと考えている。委員会は、LNT モデルは依然として低線量・低線量率における放射線防護の賢明な基盤であると勧告している (ICRP, 2005b)。
- (37) 単一の種類の被ばくでさえ、個人は幾つもの線源によって被ばくすることがあるので、全体的な被ばく評価を試みる必要がある。この評価は「個人関連」と呼ばれている。単一あるいは複数の線源により被ばくしたあらゆる個人の被ばくを考慮する必要もある。この手順は「線源関連」評価と呼ばれている。単一の線源に対処すれば、それによって複数の個人の防護を実施することができるので、委員会は線源関連の評価がより重要であるとの立場を取っている。
- (38) 確率的影響の確率論的な性質と LNT モデルの特性のために、「安全」と「危険」との間の明確な区別は不可能であり、これにより放射線リスク管理の説明がやや難しくなる。LNT モデルの主な方策上の含意は、わずかではあるが有限のリスクを前提とし、受け入れ可能と思われるものに基づいて、あるレベルの防護を確立しなければならないということである。これが、防護の 3 原則と共に委員会の防護システムにつながる。

- 正当化
- 防護の最適化
- 線量限度の適用

これらの原則は、第 5.6 項でより具体的に討議されている。

- (39) 電離放射線の危険な影響から個人を防護する際に、どのような線源であっても重要なのは被ばく線量の管理 (制限という意味で) である。

(40) 放射線防護システムの主な要素は、以下のように要約される。

- 放射線被ばくが生じるかもしれない、起こり得る状況の評価（計画された状況、緊急時状況、及び現存状況）。
- 被ばくの種類の分類（起きることが確かである被ばくと潜在被ばく、あるいは職業被ばくや患者の医療被ばく及び公衆被ばく）。
- 被ばくする個人の同定（従事者、患者、一般公衆）。
- 評価の種類の分類、すなわち線源関連と個人関連。
- 防護原則の明確な系統的表示：正当化、防護の最適化、及び線量限度の適用。
- 防護措置又は評価を必要とする個人線量レベルの記述（線量限度、線量拘束値及び参考レベル）。
- 線源の安全確保と緊急事態の準備と対応に関する要件を含む、放射線源の安全性に関する条件の記述。

(41) これらは勧告に記載され、且つ上記で要約されているように、放射線防護システムの実施をモニタし、評価すべきである。経験から学び、改善が必要な分野を特定することを視野に入れ、定期的に見直すことが重要である。

(42) これらの勧告の中で、委員会は線源関連の防護に同様の概念的な取り組みを用いており、線源、被ばく状況又は被ばくした個人の種類に関係なく防護の最適化を強調している。線源やリスクに関する線源関連の制限は、防護の最適化の中で用いられる。基本的には、そのような制限レベルを上回る線量を意味する防護上の選択は拒否されるべきである。委員会は以前、行為に対するこのような制限に関して「拘束値」という用語を使用してきた。一貫性を保持するために、委員会は計画被ばく状況の中ではこの用語を継続して使用するが、これはこの被ばく状況では被ばくを生じる行為が正常のこととして行われるからである。しかし委員会は、「拘束値」という用語は多くの言語において厳密な限度値として解釈されていることを認識している。委員会はそのような意味を意図しているわけでは決してなく、そのような意味で使われるのはそれぞれの地域の事情によるものであろう。

(43) 防護措置に関するレベルは、委員会の基本勧告（6.5項の表8を参考）や最優良な事例などを包括的に考慮して選択されることがある。どのような条件下でも、特に緊急時や現存被ばく状況下での特異的な条件においては、いかなる実行可能な防護の方法を取っても包括的に考慮して選択した防護レベルに達しないことがあり得る。このように拘束値を厳密に限度という形で解釈することは、最適化の過程の結果を著しく、そして不利に歪めることになりかねない。このような理由で委員会は、緊急時又は現存被ばく状況では、線量やリスクに関する制限について「参考レベル」という用語を使用することを提案している。参考レベルを上回る被ばくを発生させる計画は不適切と見なされ、防護の最適化は参考レベル以下で実施しなければならない。しかし、委員会は計画被ばく状況とその

他 2 つの被ばく状況との中で名称における違いが、防護システムの適用の基本的な違いを意味する訳ではないと強調することを望んでいる。計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況に最適化の原則を適用させるためのさらなる指針は、第 6 章に掲載されている。

2.3 勧告の範囲

- (44) 委員会の放射線防護システムは、大きさや由来に関係なく全ての線源からの放射線被ばくに適用される。委員会は、一般的な意味で、放射線や放射性核種に曝される過程を表すために「放射線被ばく」（又は手短に言えば「被ばく」という用語を使用してきたが、被ばくの大きさはそれが由来する被ばく線量によって決まる（ICRP, 1991b）。「線源」という用語は、被ばくの原因を示すのに使用され、必ずしも放射線の物理的線源ではない（5.1 項を参考）。一般的には勧告を適用するために、線源とはそれに対して放射線防護と統合された全体として最適化できる存在である。
- (45) 委員会はできるだけ幅広く、そして一貫して勧告を適用できるようにすることを目的としている。特に委員会の勧告は、自然と人工線源の両方による被ばくを取り上げている。被ばく線源あるいは個人が受ける線量の経路のいずれかを、ある合理的な手段により管理できる状況のみに、勧告の全体を適用することが可能である。そのような状況における線源は、*管理可能な線源*と呼ばれている。
- (46) 多くの線源があり得る。2 つ以上の放射源から被ばくする者もいる。仮に線量が確定的影響（有害な組織反応）の閾値を下回るのであれば、その状況による線量の増加と確率的影響の可能性の増加は比例するであろうから、総被ばくの各々の要因を別々に取り扱い、放射線防護のために重要な要因を選択することができる。さらに、これらの要因を様々な目的のために群分けすることができる。
- (47) 委員会は以前、線量を増加させる行為と線量を低減させる介入とを区別してきた（ICRP, 1991b）。委員会は現在、状況に基づいた取り組みを行い、放射線被ばくが起こりうる状況を、*計画被ばく状況*、*緊急時被ばく状況*、及び*現存被ばく状況*として分類し、一式の防護の基本原則をこれら全ての状況に適用させている（5.6 項を参考）。
- (48) しかし、「行為」という用語は、放射線防護で幅広く使用されてきた。委員会は、放射線被ばくあるいは放射線被ばくリスクの増加をもたらす活動を示すために、この用語を使用し続けている。
- (49) 行為とは、実業、貿易、工業、あるいはその他の生産活動といった活動である。政府の事業や慈善事業も行為になり得る。行為の概念については、行為によって導入又は維持される放射線源を、線源に関する措置により直接管理できることが絶対的である。

- (50) 「介入」という用語も、放射線防護において幅広く使用されるようになり、国内及び国際的な基準の中で被ばくを低減する措置を講じられるべき状況を指してきた。委員会はこの用語を、被ばくを低減する防護の行動を意味することだけに使うのがより適していると考えており、一方で被ばくの低減に向けたそのような防護措置が必要とされる放射線被ばく状況を記述するのに、「緊急時被ばく状況」又は「現存被ばく状況」という用語が使用されることになる。

2.4 除外と免除

- (51) 委員会の勧告は、あらゆるレベル、あらゆる種類の放射線被ばくに取り組んでいるが、その事実は、被ばく、線源、及び人的行為の適用に対する法体制や規制システムを確立する際に、それら全てを同等に考慮できうる、又はそうする必要があるという意味ではない。それよりはむしろ、特定の線源あるいは被ばく状況が規制管理に適応する程度に応じ、段階的な責務を予見しなければならない。また、被ばく/リスクレベルは、その線源や状況に関連したものでなければならない。
- (52) 放射線防護の管理範囲を定義する概念は、2つある。つまり、(i)規制手段による管理に適さないという前提で、放射線防護の法律から特定の被ばく状況を除外すること（規制できない）、及び(ii)関連するリスクと比較して、管理を行う試みが行き過ぎた場合など、こうした管理が不当と見なされた状況では一部又は全ての放射線防護の規制要件を免除すること（規制不要）である。放射線防護に関する法的システムはまず、法的システムの枠内がどうあるべきで、法的システムの枠外はどうあるべきなのか、従って法律や規制から何が除外されるべきであるかを制定すべきである。次に法的システムは、規制措置が正当化されないとの理由で一部又は全ての規制要件から何を除外できるのかも定めるべきである。この目的のためにも、特定の規制要件、特に届出や承認、又は被ばく評価や調査などの行政的な要件から、規制当局がある状況を免除することを法的枠組みの中で許可すべきである。管理システムの範囲を定義するのに、除外が深く関連しているものの、除外は単に一つのメカニズムにすぎないので、十分ではないかもしれない。一方で免除は、規制当局の権限によって、線源や行為が規制管理の一部あるいは全ての対象になる必要がないと決めることである。除外と免除の区別は絶対的なものではない。国が異なれば、特定の線源や状況を免除又は除外する規制当局の判断も異なるからである。
- (53) 放射線防護の法令から除外してもよい被ばくとは、制御できない被ばくと、規模に関係なく基本的に管理に適さない被ばくを含む。制御できない被ばくは、人体に含まれる放射性核種カリウム-40による被ばく等、考えられる如何なる状況下でも規制措置により制限することができない被ばくである。管理に適さない被ばくは、地上での宇宙線等、管理が明らかに実行不可能な被ばくである。被ばくが管理に適さないかどうかについての判断は立法者が行うが、文化的背景に左右される。例えば、自然由来の放射性物質によ

る被ばくの規制は、国によって非常に異なる。

- (54) 除外と免除に関するさらなる指針は、*Publication 104* (ICRP, 2007a) に掲載されている。

2.5 参考文献

ICRP, 1991b. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1-3).

ICRP, 1999a. Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure. ICRP Publication 82. Ann. ICRP 29 (1-2).

ICRP, 2005d. Low dose extrapolation of radiation-related cancer risk. ICRP Publication 99. Ann. ICRP 35 (4).

ICRP, 2007a. Scope of radiological protection control measures. ICRP Publication 104. Ann. ICRP 37 (5).

UNESCO, 2005. The Precautionary Principle. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, France.

3. 放射線防護の生物学的側面

(55) 放射線被ばくが健康に与える最大の悪影響は、2つの一般的なカテゴリに分類することができる。

- 主に高線量による細胞の破壊/機能不全を原因とする確定的影響（有害な組織反応）。
- 確率的影響、すなわち体細胞の変異による被ばくした個人の癌の進行、又は生殖（幼芽）細胞の変異による子孫への遺伝性疾患などの癌及び遺伝的な影響。

胚と胎児への影響及び癌以外の疾患に対する考慮もなされる。

(56) *Publication 60* (ICRP, 1991b) の中で委員会は、確定的影響として組織反応をもたらす放射線影響を分類し、放射線誘発の癌と遺伝性疾患に対しては確率的影響と言う用語を使用した。細胞群の障害により生じる影響は、*Publication 41* (ICRP, 1984) では非確率的と呼ばれており、これは *Publication 60* (ICRP, 1991b) では「先行する事象が原因で決まる」という意味である確定的という用語に置き換えられた。確定的及び確率的影響という一般名称は、放射線防護分野以外の人には常によく知られている訳ではない。こうした理由及びその他の理由で（附属書 A に記載）、第 3 章及び付属書 A では、直接的な記述用語である組織反応及び癌/遺伝的影響をそれぞれ使用している。しかし委員会は、確定的及び確率的影響という一般名称が防護システムの中に根付いており、文脈によっては一般的で直接的な記述用語を同意語として使用することになると認識している。

(57) この点において、委員会は一部の放射線に関連する健康状態、特に癌以外の影響（3.3 項を参考）が一般的なカテゴリのどちらかに割り振るには十分には理解されていない点に留意している。1990 年以來、委員会は放射線の生物学的影響に関する多くの側面を見直してきた。委員会により構築されてきた見解は、この章に要約されており、単一線量として投与された、又は年間に集積された 100mSv（又はおよそ 100mGy の低 LET 放射線の吸収線量）までの実効線量について強調している。この章で作成された勧告を裏付ける判断の説明と共に、放射線生物学及び疫学における 1990 年以降の進展に対するより詳細な概要が、付属書 A 及び *Publication 99* (ICRP, 2005d) に掲載されている。

3.1 確定的影響（有害な組織反応）の誘発

(58) 組織反応の誘発は、通常、閾値線量により特徴付けられる。この閾値線量が存在する理由は、特定の組織における細胞の臨界個体数の放射線障害（重傷の機能不全や致死）、損害が臨床的に適切な形で表れる前に維持される必要があるからである。閾値線量を超えると、組織を回復する機能の障害を含む損害の重症度が、線量と共に高くなる。

- (59) 閾値線量を超える場合の放射線に対する早期の組織反応（数日から数週間）は、細胞内因子の放出により生じる炎症の種類、あるいは細胞損失により生じる反応の可能性がある（*Publication 59*, ICRP, 1991a）。晩発性の組織反応（数ヶ月から数年）は、それがその組織への損傷の直接的な結果として生じる場合は、一般的な種類の反応である可能性が高い。一方、その他の晩発性の反応が既述の早期細胞損傷の結果として生じる場合は、それらの反応は恐らく間接的なものであろう（Dörr 及び Hendry, 2001）。これらの放射線による組織反応の例は、付属書 A に掲載されている。
- (60) 生物学的及び臨床上のデータ文献は、組織反応の根拠となる細胞と組織のメカニズム、及び主要な臓器・組織に適用する閾値線量に関する委員会の判断をさらなる発展へと導いてきた。しかし、およそ 100mGy までの吸収線量の範囲（低 LET 又は高 LET）においては、組織が臨床的に関連する機能障害を示すとは判断されていない。この判断は、単回急性被ばく線量、及びこれらの低い線量が繰り返される年間被ばくのように、長期に渡って体験される状況の両方に適用される。
- (61) 付属書 A は、様々な臓器・組織に関する閾値線量（約 1%の有害な事象をもたらす線量に相当する）の情報を最新化したものである。現在のデータに基づいて委員会は、*Publication 60* (ICRP, 1991b) に掲載されている皮膚、手/足及び目の等価線量に関する限度を含む職業及び公衆の線量限度が、確定的影響（組織反応）の発生を防止するのに依然として適用できると判断している。5.10 項及び表 6 を参考すること。しかし、眼の放射線感受性に関する新しいデータが求められており、委員会はこうしたデータが利用可能になった時点で考慮することになる。さらに付属書 A では、皮膚への等価線量に関する線量限度に適用される臨床上の基準について照会されている。

3.2 確率的影響の誘発

- (62) 癌に関しては、疫学及び実験的研究が、およそ 100mSv 以下の線量において不確実性にも関わらず、放射線リスクを裏付ける証拠を提供している。遺伝性疾患については、実験観察が、たとえ人に対する放射線リスクの直接的な証拠がなくても、子孫へのそうしたリスクを防護システムに含めるべきであると、説得力のある議論を行っている。

3.2.1 癌のリスク

- (63) 1990 年以來、放射線の腫瘍形成に関連する細胞及び動物の集積されたデータは、単一細胞における DNA 損傷の応答過程が、被ばく後の癌の進行に非常に重要であるという見解を強めてきた。一般的な癌の進行に関する知識の進歩と共に、これらのデータは DNA 損傷反応/修復と遺伝子/染色体の突然変異の誘発に関する具体的な情報が、低線量において放射線関連の癌発生率の増加に関する判断に大いに貢献できるという確信を強めている。この知見は、生物効果比 (RBE)、放射線荷重係数、及び線量と線量率効果に関

する判断にも影響している。特に重要なことは、複雑な形の DNA 二重らせん構造切断の誘発など、DNA に対する放射線の影響、これらの複雑な形の DNA の損傷を正確に修復する際に細胞が直面する問題、及び遺伝子/染色体突然変異の結果として生じる、理解が深まったことである。放射線誘発による DNA 損傷の側面に関する極めて少ない線量測定知識は、この件の理解にも大いに貢献してきた（付属書 A 及び B を参考）。

- (64) 公認されている例外もあるが、癌や遺伝的影響の発生率は、関連する臓器・組織の等価線量の増加に正比例して上昇するという想定は 100mSv 以下の低線量域では科学的に理にかなっていると思われ、そうした見解は基本的な細胞過程とそれに付随する線量反応データに関する証拠の重さによって裏付けられていると、放射線防護の目的から委員会は判断している。
- (65) 従って、委員会が勧告する放射線防護の実用的なシステムは、およそ 100mSv を下回る線量では、線量の一定の増加が放射線に起因する癌や遺伝的影響を誘発する可能性の増加と正比例することになるという推定に引き続き基づくことになる。この線量反応モデルは、一般的には「閾値なしの直線仮説」、あるいは LNT として知られている。こうした見解は UNSCEAR(2000)による見解と一致している。その他の推定は、UNSCEAR の見解に賛同する団体（NCRP 2001、NAS/NRC 2006 など）を含む様々な国内組織が提供しているが、一方で、フランス学会（2005）による報告書は、放射線による癌リスクに関する実用的な閾値の支持を主張している。しかし、委員会が実施した分析（*Publication 99*, ICRP 2005d）から、委員会は、線量・線量率効果係数（DDREF）の判断値と組み合わせた LNT モデルの採択は、放射線防護の実際の目的、すなわち低線量放射線被ばくのリスク管理に関する慎重な基盤を与えていると見なしている。
- (66) しかし、委員会は LNT モデルが科学的に説得力のある要素を放射線防護の実際のシステムに残している一方で、モデルを裏付ける仮説を明確に立証していると思われる生物学的/疫学的情報をすぐには入手できそうにはないと強調している（UNSCEAR, 2000 及び NCRP 2001 も参考のこと）。低線量における健康影響がこのように不確実であるため、委員会は公衆衛生計画の目的として、非常に長期間にわたり多数の人々が受ける極微量の被ばく線量に関連しているかもしれない癌や遺伝性疾患の仮説上の数値を計算するのは適切ではないと判断している（4.4.7 項及び 5.8 項も参考のこと）。
- (67) LNT モデルに関する実用的な判断に到達する際に、委員会は、細胞適応反応、自然発生及び低線量によって誘発された DNA 障害の相対存在量に関する情報、及び誘発ゲノム不安定性とバイスタンダー信号経路の被ばく後に生じる細胞現象の存在に関連する潜在的な課題を考慮してきた（*Publication 99*, ICRP, 2005d）。委員会は、遷延被ばく及び免疫現象によって起こり得る腫瘍を促進する影響と共にこれらの生物学的要因が、放射線による癌リスクに影響を及ぼすかもしれないが（Streffer 他, 2004）、実用的な判断を進めるには、上記の過程のそれらの機序と発癌性の因果関係に関する現時点での不確

実性があまりに大きいと認識している。この証拠は Publication 99 及び UNSCEAR (2008) で再検討されている。委員会はまた、名目癌リスク係数の予測は直接的な人の疫学的データに基づいているので、これらの生物学的機序による何らかの寄与がその予測の中に含まれているであろう、との言及も委員会はしている。癌リスクにおけるこれらの過程の役割に関しては、癌の生体内での進行に対するそれらの妥当性が示され、関連する細胞機序の線量依存に関する知識があるまで、依然として不確実なままとなる。

- (68) 1990 年以來、放射線被ばくに伴う臓器特異の癌のリスクに関して、疫学的な情報がさらに多く収集されてきた。この新しい情報の多くは、1945 年の日本における原爆生存者の追跡調査、寿命調査 (LSS) を継続することで得られたものである。癌の死亡率 (Preston 他、2003) についての追跡調査は、47 年間 (1950 年 10 月～1997 年 12 月)、癌の発生率 (Preston 他、2007) についての追跡期間は 41 年間である (1958 年 1 月～1998 年 12 月)。1990 年には入手できなかったこれらのデータは、主に癌の発生率がより正確な診断を可能にしているため、リスクについてより信頼できる予測を与えることができる。従って、委員会は、現在の勧告に関して発生率のデータを強調したのである。さらに、LSS からの疫学的データは、放射線による癌リスクの一時的及び年齢依存性の傾向に関するさらなる情報、特に若年時に被ばくした者のリスク評価を提供している。全体として、LSS から導出した現在の癌リスクの推定は、1990 年以來大きくは変わっていないが、癌発生データを含めたことにより、付属書 A に記述されているリスクのモデル化のための基礎がより強固なものとなっている。
- (69) しかし、LSS は放射線による癌リスクの唯一の情報源ではなく、委員会は、医療、職業、及び環境研究からのデータを考慮してきた (UNSCEAR 2000, NAS/NRC 2006)。ある部位の癌に関しては、LSS によるデータと他の情報源によるデータとの間で適度な互換性がある。しかし、委員会は、多くの臓器・組織のリスクと全体的なリスクについて、様々なデータセットの中で、放射線リスクの推定に違いがあることを認識している。環境の放射線被ばくに関する殆どの研究は、現時点では委員会によるリスクの予測に直接貢献するには線量測定及び腫瘍の確認に関するデータが不足しているが、それらの研究は将来的には様々なデータ源になる可能性を秘めている。
- (70) 低線量と低線量率で適用されるリスクに対し、高線量と高線量率で決定される癌のリスクを推定するために、線量・線量率効果係数 (DDREF) が UNSCEAR により使用されてきた。一般的には、これらの低線量と低線量率における癌のリスクは、DDREF に帰する係数により小さくするために、疫学的、動物及び細胞のデータを組み合わせて判断される。1990 年勧告の中で委員会は、放射線防護の一般的な目的のために、2 の DDREF が適用されるべきであるという広範な判断を下した。
- (71) 原則的に、環境上及び職業上の状況による被ばく等、長期間被ばくに関する疫学的なデータは、DDREF の判断に直接有益であるべきだ。しかし、これらの研究及び交絡因子の

管理不能に付随するその他の不確実性により生じた統計上の精度(付属書Aを参考)は、現時点ではDDREFを正確に推定できるものではない。それ故、委員会は、実験データの線量反応特性、LSS及び他者により実施された確率的な不確実性分析の結果に基づいたDDREFの選択において、幅広い判断を使用し続けることを決めてきた(NCRP 1997、EPA 1999、NCI/CDC 2003、付属書A)。

表1. 低線量率における放射線被ばく後の確率的影響に対する
損害調整済み名目リスク係数 (10^{-2} Sv^{-1})

被ばく人口	癌		遺伝的影響		計	
	現在 ¹	Publ.60	現在 ¹	Publ.60	現在 ¹	Publ.60
全体	5.5	6.0	0.2	1.3	5.7	7.3
成人	4.1	4.8	0.1	0.8	4.2	5.6

¹ 付属書Aの値

- (72) BEIR VII委員会(NAS/NRC 2006)は最近、ベイズ統計分析によって、DDREFに関する放射線生物学及び疫学的証拠を統合した。使用したデータは、a) LSSの固形癌、及びb) 動物における癌と寿命短縮である。これらの分析からのDDREFのモデル値は、1.1から2.3までの範囲内の平均1.5で、BEIR VII委員会はここから1.5という値を選択した。BEIR VII委員会は、こうした特定の選択につきものの主観的及び確率的な不確実性を認識した。2のDDREFは、依然として使用したデータと実施した分析に適合している。これに加え、委員会は付属書Aにより、遺伝子及び染色体突然変異の誘発については、DDREFの値は一般的に2~4の範囲に収まり、動物の癌と寿命短縮の誘発については、DDREFの値は一般的に2~3の範囲に収まると指摘した。
- (73) 上述されている全てのデータを考慮する際、及び長期に及ぶ被ばく後の発癌性の影響と寿命短縮の減少を示す実験的動物データの広さを認識する際に、委員会には2のDDREFの1990年勧告を変更する説得力のある理由がない。しかし、委員会はこれは不確実性の要素を具体化する放射線防護の実用的な目的のための、幅広い整数の判断であり続けると強調している。このリスクの軽減の係数である2は、表1に掲載されているすべての癌の名目リスク係数を導出するために委員会が使用しているが、委員会は実際には、異なる線量と線量率効果が、様々な臓器・組織に十分適用されるかもしれないと認識している。

3.2.2 遺伝的影響のリスク

- (74) 患者の放射線被ばくが子孫に過剰な遺伝性疾患をもたらすという直接的な証拠は依然としてない。しかし委員会は、放射線が実験動物に遺伝的影響を引き起こすという、説得力のある証拠はあると判断している。従って、委員会は遺伝的影響のリスクを、委員会の

放射線防護システムに慎重に含めている。

- (75) 委員会は、また、原爆の生存者とマウスの遺伝データに基づき、遺伝性疾患のリスクが過去に過大評価された傾向にあったことを論じている報告書(UNSCEAR, 2001 の中で見直されている)についても指摘している。次世代に発症する遺伝性疾患の誘発リスクについて、委員会の判断に影響を与える放射線誘発性の胚細胞変異の定量的側面に関しては、1990年以降の人と動物のデータが幾つかある。さらに、人の遺伝病や被ばく後に発生するものも含めた生殖細胞系の突然変異生成の過程に対する基本的な理解において、大幅な進歩もあった。多因子遺伝病のリスクを含む遺伝的リスクを予測するために、委員会は *Publication 60* の中で使用されている方法論を再評価してきた(*Publication 83*, ICRP, 1999b)。
- (76) 現在、委員会は人とマウスの研究によるデータを採用した遺伝的リスクの予測を行うために、新しい枠組みを採択している(UNSCEAR 2001, NAS/NRC 2006)。また、多因子の遺伝病のリスクを予測するために、科学的に正当化された方法も盛り込んだ。放射線により生じた生殖細胞系の変異が、子孫に実証できる遺伝的影響をもたらすという証拠が、人においては明らかでないため、遺伝的リスクを推定するのにマウスの研究が継続して使用されている。
- (77) *Publication 60* で用いられている疾病に関連した突然変異については、倍加線量(DD)(生物の一代間に自然に発生する突然変異の割合を2倍に)の概念に基づいた遺伝的リスクに対する新しい取り組みが継続して行われている。しかし、出産における突然変異の修復性が、倍加線量の予測の中で容認されているという点で、方法論は異なる。さらに異なるのは、マウスの研究から得た放射線による突然変異率と併せて、人の自然突然変異率に関する直接的なデータが使用されている点である。この新しい方法(付属書A、囲み2を参考)は、UNSCEAR 2001に基づいたもので、最近ではNAS/NRC(2006)でも使用されている。*Publication 60*では、遺伝的リスクは突然変異と選択間の理論的均衡で表現された。さらなる知見を踏まえて、委員会はそのような計算に内在する推定の多くは、もはや維持不可能であると判断している。UNSCEAR(2001)及びNAS/NRC(2006)でも同じ見解が示されてきた。従って、委員会は、現時点では第二世代までの遺伝的リスクのみを示している。
- (78) 委員会は、この手法が遺伝的リスクの著しい過小評価にはつながらないと判断している。この問題はUNSCEAR(2001)で討議されており、また、第二世代と第十世代で見られる遺伝的リスク間には大きな差はないと論じる付属書Aの中でも詳しく討議されている。
- (79) 第二世代までの遺伝的リスクは、Gy 当たりおよそ0.2%であるとする委員会の現在の推定は、UNSCEAR(2001)が述べたものと本質的に同じである(付属書A及びUNSCEAR 2001の表46を参考のこと)。しかし、方法論における大きな変化から判断すると、現在

の第二世代のリスクと、*Publication 60*のそれが酷似しているのは偶然である。現在の数値は、これら2つの世代における継続的な低線量率の被ばくに関するものである。

3.2.3 癌と遺伝的影響に関する、損害調整済みの名目リスク係数

- (80) 性別で平均化した名目リスク係数を予測するために、リスクのモデル化及び疾病損害の算出において、放射線誘発による癌と遺伝的影響のリスクに関する新しい情報が用いられている。
- (81) 委員会の勧告する名目リスク係数が、個人ではなく全ての人々に適用されるべきであるとする委員会の考え方のままとされている。委員会はこの考え方が、単純で十分に強固な防護システム全般を規定すると確信している。しかし、この考え方を実行し続けるにあたり、委員会は男性と女性（特に乳房に関して）及び被ばく時の年齢については、リスクにおける差が大きいと認識している。付属書Aでは、これらの違いに関するデータと計算を掲載している。
- (82) 性別で平均化した癌に関する名目リスク係数の計算には、様々な臓器・組織に関する名目リスクの推定、DDREF、致死性、生活の質に関するこれらのリスクの調整、及び最終的には生殖腺被ばくによる遺伝的リスクを含む、相対損害の部位特異的な数値の導出が伴う。これらの相対的損害は、付属書A（BoxA.1）で説明され、第4章で要約されている委員会の組織荷重システムの基礎をもたらしている。
- (83) これらの算出に基づいて委員会は、全集団に対しては $5.5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ 、成人作業者に対しては $4.1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ の損害調整済み癌リスクに関する名目確率係数を提案している。遺伝的影響については、全集団における損害調整済みの名目リスクは、 $0.2 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ 、成人作業者においては $0.1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ と予測されている。*Publication 60*からの最も大きな変更は、遺伝的影響に関する名目リスク係数を6~8分の1に減少させたことである。これらの予測は表1に掲載されており、*Publication 60*の1990年勧告の中で使用されている損害の予測と比較されている(ICRP, 1991b)。修正された遺伝的リスクの推定は、生殖腺に対する組織荷重係数の判断値を大幅に減じている（第4章、及び付属書Aの詳細な論拠を参考のこと）。しかし、委員会は生殖腺の組織荷重係数におけるこの減少により、管理可能な生殖腺被ばくの規模を増大させることが正当化されることはないことを強調している。
- (84) 表1に掲載されている癌に関する現在の名目確率係数は、*Publication 60*のそれとは異なる方法で計算されてきた。*Publication 60*では、損害が非癌致死に対して加重された癌致死リスク、癌致死のための相対的な寿命損失、及び非癌致死のための生活障害に基づいているのに対して、現在の推定は、死亡率と生活の損害に対して加重された癌の発生率に関するデータに基づいている。

- (85) 表1の全ての係数は小数値として記載されているが、この記載は付属書Aのみと比較できるようにする目的で使用されており、正確さのレベルを意味するものではない点に留意する（パラグラフ81及び82を参考のこと）。
- (86) 癌のリスクデータ及びそれらの処理の変更にも関わらず、現在の名目リスク係数は *Publication 60* (ICRP, 1991b) で委員会が提示した係数に完全に適合している。付属書Aで討議されている不確実性を前提として、委員会は1990年以降の名目リスクの推定において若干の差は、実際には取るに足りないと思なしている。
- (87) 従って、現在の国際安全基準 (BSS) の基となっている Sv あたり 5%の近似された全体リスク係数が、放射線防護の目的に対し、適切であり継続することが委員会の勧告である。

3.2.4 癌に対する遺伝的感受性

- (88) 放射線誘発癌に対する個人遺伝子への感受性の違いに関する問題は、*Publication 60* で言及され、*Publication 79* (ICRP, 1998a) で再検討された。1990年以来、過剰な自然発生癌が、高い割合で保因者に発症する場合（過剰癌として発現しうる高浸透度の遺伝子と呼ばれる）、様々な単一遺伝子の遺伝性疾患に関する知見において著しい進歩があった。培養された人細胞と遺伝的に組み替えられた実験用の齧歯動物を用いた研究もまた、知見に大いに貢献し、より限定された疫学/臨床データを用いた研究は、稀な単一遺伝子、癌疾患の殆どが放射線の発癌性の影響に対し、基準を上回る感受性を示すであろうと示唆している。
- (89) 一部の限定された支持データにより、遺伝子-遺伝子及び遺伝子-環境との相互関係を通して低浸透度の変異体遺伝子が、放射線被ばくに伴う実に様々な癌発症を促すという認識も高まっている。
- (90) *Publication 79*で構築されたデータ及び判断、及び UNSCEAR (2000, 2001) と NAS/NRC (2006) の報告書で再検討されたさらなる情報に基づき、委員会は、発生率の高い高浸透度の癌遺伝子は希少すぎるため、人口統計に基づいた低線量放射線癌リスクの予測を大幅に曲解することはできないと確信している。委員会は、低浸透度の変異癌遺伝子は、原理上は人口統計に基づく放射線癌のリスク予測への影響に十分に共通しているものと認識しているが、入手できる情報では、この問題に関する有意な定量的判断をするには不十分である。

3.3 癌以外の疾患の誘発

- (91) 1990年以来、癌以外の疾病頻度が一部の被ばく集団で増加しているという証拠が収集さ

れている。1Sv 程度の実効線量における癌以外のこうした影響の誘発に関する最も有力な統計上の証拠は、1968 年以降の日本の原爆被害者に関する最近の死亡率の解析 (Preston 他、2003) から得ている。この研究は、線量に関連する統計に基づく証拠、特に心臓疾患、脳卒中、消化器疾患、及び呼吸器疾患の証拠を強固なものにしてきた。しかし、委員会は低線量における線量反応の形態に関する現在の不確実性を述べ、疾病死亡率のリスクに関して線量閾値がないところと、およそ 0.5 Sv の線量閾値があるところに、LSS データが一致していると述べている。高線量にもかかわらず、放射線による癌の影響がないという付加的な証拠は、放射線治療を受けている癌患者の研究から得ているが、これらのデータは起こり得る線量閾値の問題を明確にはしていない (付属書 A)。また、どのような形態の細胞及び組織のメカニズムが、こうした癌以外の様々な疾患の根底にあるのかは判っていない。

- (92) 癌以外の疾病に関するこうした観察の潜在的な重要性を認識する一方で、委員会はこの利用できるデータが、それらの疾病をおよそ 100mSv 未満の低放射線量に伴う損害の予測に含めることを認めるものではないと判断している。これは 1Gy 以下においてリスク増加の証拠を発見できなかった UNSCEAR (2008) の判断と一致している。

3.4 胚・胎児における放射線影響

- (93) 被ばくを受けた胚や胎児における組織反応と奇形リスクが、*Publication 90* で再検討されてきた (ICRP, 2003a)。幾つかの問題に関しては、新しいデータが見解の説明となっているが、大部分においてこの再検討は、*Publication 60* に掲載されている子宮リスクに関する判断を強めた。*Publication 90* に基づき、委員会は、およそ 100mGy の低 LET 放射線を下回る線量について組織障害と奇形の子宮リスクに関して、以下のような結論に達している。
- (94) 新しいデータは、胚発育の着床前期における被ばくの致死的な影響に対する胚の過敏性を確認している。100mGy を下回る線量では、そのような致死的な影響は非常に稀である。
- (95) この新しいデータは奇形誘発の点について、主な臓器形成の期間中に示される最大感度を伴う子宮の放射線感受性には妊娠時期に依存パターンがあるという見解を強めている。動物のデータに基づいて、奇形誘発に関しては、およそ 100 mGy の正確な閾値線量があると判断されているので、實際上、委員会は 100mGy をはるかに下回る線量による子宮被ばく後の奇形リスクは、予想されないと判断している。
- (96) 最も過敏な出生前期 (受胎後 8~15 週) の被ばく後の重度知的障害の誘発に関する被ばく者データを *Publication 90* (ICRP, 2003a) で見直すことで、この影響に関する少なくとも 300 mGy の正確な線量閾値を立証することが可能であり、従って低線量ではリスクに至らない。Gy あたりおよそ 25 ポイントで予測された IQ の損失に関するデータは、

説明するにはさらに難しく、閾値のない線量反応の可能性を除外することはできない。しかし、正確な線量閾値が存在しない場合でさえも、100mGy を下回る子宮の線量に伴う IQ への影響は実際には取るに足りないものと思われる。この判断は、*Publication 60* で明らかにされている判断と一致したものである (ICRP, 1991b)。

- (97) *Publication 90* では、胎内被ばくに伴う癌リスクに関するデータも見直されている。子宮の医学的照射に関する最大の症例対照研究では、増加するあらゆる種類の小児癌の証拠も示した。委員会は、子宮被ばくに伴う放射線誘発固形癌のリスクに関して特別な不確実性があることを認識している。委員会は、子宮被ばくに伴う生涯癌リスクは幼児期の被ばくに伴う癌リスクと同様、すなわち集団全体における生涯癌リスクの多くても約 3 倍であると推測することは理にかなっていると見なしている。

3.5 判断と不確実性

- (98) 委員会は、放射線と他の薬剤との相乗効果の潜在的な重要性を認識しているが、現段階では、低線量におけるそうした相互作用に対し、現在の放射線リスク推定の修正を正当化するような確固たる証拠はない (UNSCEAR, 2000)。
- (99) 本項で論じた情報を踏まえた上で、委員会が推奨する実用的な放射線防護システムは、引き続き、おおよそ 100mSv より低い線量に線量を一定量引き上げると、放射線に起因する癌や遺伝的影響の発生率も正比例して上昇するという前提に基づくことになる。委員会は、DDREF (線量-線量率効果係数) の判断値と組み合わせた LNT モデルを継続して適用することで、放射線防護の実際的な目的、すなわち予想される状況において、低線量の放射線被ばくによるリスクを管理するための良識的な基盤が確立されると考えている。

3.6 参考文献

Dorr, W., Hendry, J.H., 2001. Consequential late effects in normal tissue. *Radiation Oncology*, 61, 223-231.

EPA, 1999. Estimating Radiogenic Cancer Risks. Addendum: Uncertainty Analysis. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

French Academies Report, 2005. La relation dose-effet et l'estimation des effets cancérogènes des faibles doses de rayonnements ionisants.
(http://www.academie-sciences.fr/Publications/rapports/pdf/dose_effet_07_04_05.pdf).

ICRP, 1984. Non-stochastic effects of ionising radiation. ICRP Publication 41. Ann. ICRP

14 (3).

ICRP, 1991a. The biological basis for dose limitation in the skin. ICRP Publication 59. Ann. ICRP 22 (2).

ICRP, 1991b. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1–3).

ICRP, 1998a. Genetic susceptibility to cancer. ICRP Publication 79. Ann. ICRP 28 (1–2).

ICRP, 1999b. Risk estimation for multifactorial diseases. ICRP Publication 83. Ann. ICRP 29 (3–4).

ICRP, 2003a. Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus). ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33 (1/2).

ICRP, 2005d. Low dose extrapolation of radiation-related cancer risk. ICRP Publication 99. Ann. ICRP 35 (4).

NAS/NRC, 2006. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2. Board on Radiation Effects Research. National Research Council of the National Academies, Washington, D.C.

NCI/CDC, 2003. Report of the NCI-CDC Working Group to Revise the 1985 NIH Radioepidemiological Tables. NIH Publication No. 03–5387. National Cancer Institute, Bethesda, MD.

NCRP, 1997. Uncertainties in Fatal Cancer Risk Estimates used in Radiation Protection. NCRP Report 126. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.

NCRP, 2001. Evaluation of the Linear-Non threshold Dose-Response Model for Ionizing Radiation. NCRP Report No. 136. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.

Preston, D.L., Shimizu, Y., Pierce, D.A., et al., 2003. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and non-cancer disease mortality 1950–1997. Radiat. Res. 160, 381–407.

Preston, D.L., Ron, E., Tokuoka, S., et al., 2007. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. *Radiat. Res.* 168, 1–64.

Streffer, C., Bolt, H., Follesdal, D., et al., 2004. *Low Dose Exposures in the Environment: Dose-Effect Relations and Risk Evaluation.* Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, Band 23. Springer, Berlin, Germany.

UNSCEAR, 2000. *Sources and Effects of Ionizing Radiation.* United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Vol. II: Effects. United Nations, New York, NY.

UNSCEAR, 2001. *Hereditary Effects of Ionizing Radiation.* United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York, NY.

UNSCEAR, 2008. *Effects of Ionizing Radiation.* United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York, NY.

4. 放射線防護で用いる量

4.1 序

- (100) 放射線被ばくによる線量を評価するために、特殊な線量測定の方法が作成されてきた。委員会により採択された基本的な防護量は、人体の臓器・組織に集積したエネルギー量に基づいている。放射線量を放射線リスク（損害）に関連させるためには、電離放射線に対する臓器・組織の様々な感受性の他にも、線質の異なる放射線の生物学的影響における違いも考慮する必要がある。
- (101) *Publication 26* (ICRP, 1977) では、人体の臓器・組織に関する防護量の線量当量、及び実効線量当量が取り入れられた。線量を等価線量及び実効線量と規定するために、これらの量の定義と計算方法が *Publication 60* (ICRP, 1991b) の中で修正された。線量の実効線量当量及び実効線量の作成は、様々な種類の外部被ばくと放射性核種の摂取による全身及び局所的な身体被ばくから線量を合計することができるので、放射線防護に大きく貢献してきた。
- (102) 実効線量と等価線量は、体内組織中で直接測定することはできない。従って防護システムには測定が可能な実用量があり、等価線量と実効線量はこれによって評価できる。
- (103) 実効線量が一般に受け入れられることと、放射線防護における実効線量の使用を提示することは、実効線量を放射線防護における線量評価の中心的な線量として維持するための重要な理由となる。しかし、*Publication 60*に掲載されている線量測定システムには、下記に要約され、付属書 B で詳細に記載されているように、取り組みと分類される必要のある側面が多くある。実効線量を使用されるべき状況、あるいは使用されるべきではない状況を記述するには配慮も必要となる。ある状況においては、組織の吸収線量や等価線量がより適切な量である。

4.2 健康影響の考慮

- (104) 低線量領域における放射線防護は、主に放射線誘発癌や遺伝性疾患に対する防護に取り組んでいる。これらの影響は、閾値がない場合には本質において確率的であり、放射線量に比例して頻度が増加する（第3章及び付属書 A を参考）。実効線量の定義と計算については、組織荷重係数である w_T が確率的影響の誘発に対し、異なる臓器や組織の放射線感受性における多様性を可能にする一方で、推奨される放射線荷重係数である w_R は、確率的影響を引き起こす様々な放射線影響において多様性を可能にする（4.3.4 項及び付属書 B を参考）。高 LET 放射線（4.3.3 項を参考）と呼ばれる高い線エネルギー付与により特徴付けられる放射線に関する荷重係数が、低線量において確率的影響に対し導出される。