

原子力安全委員会の安全審査指針類における  
放射線防護にかかる記載の考え方  
報告書案

原子力安全委員会  
放射線防護専門部会

平成22年6月

## 目次

はじめに	1
1. 放射線防護の基本とすべき考え方	3
(1) 放射線防護の目的	4
(2) 確定的影響の防止と確率的影響の抑制	4
(3) 被ばくの状況	4
(4) 放射線防護の基本原則	4
(5) 国際的な整合性	5
2. 安全審査指針類における放射線防護にかかる記載のあり方	6
(1) 通常被ばく	6
(2) 潜在被ばく	8
(3) 線量評価の対象とする公衆の構成員	10
(4) 安全審査指針類における記載の考え方の整理	11
3. 今後の課題	12
(1) 当面の安全審査指針の見直しにかかる検討	12
(2) 安全審査指針類における放射線防護体系にかかる検討	13
(添付1) 原子力安全委員会における放射線防護の基本的考え方	15
(添付2) 原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的な判断のめやすに係る考え方 の中間整理	19
(添付3) 参考資料	25
1. 諸外国における放射線防護の基本的考え方	26
2. 諸外国で安全審査に適用されている基準等における放射線防護にかかる記載	28
3. 米国、英国における安全目標	38
4. 米国、英国における Frequency-Consequence Curve (F-C 曲線)	39
5. 諸外国の線量拘束値等	42
6. 代表的個人の線量を決定するために使用する方法	44
(付録1) 原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考 え方検討ワーキンググループ 構成員	45
(付録2) 原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考 え方検討ワーキンググループ 検討の経緯	46

## はじめに

原子力安全委員会は、国際的な動向について「放射線防護に係わる国際機関等の活動と国内対応－現状と課題」を2002年12月に取りまとめるとともに、2003年1月には「安全審査指針類における放射線防護の関連規定－基礎調査」を作成しており、2004年以降、これらの報告書及び国際的な動向を踏まえつつ、安全審査指針類における放射線防護にかかる規定について検討を進めてきている。一方、これらの報告書の取りまとめ後、2007年には国際放射線防護委員会（ICRP）から1990年以降はじめてとなる基本勧告が発行されている。

「安全審査指針類における放射線防護の関連規定－基礎調査」は、早期に検討すべき課題として、放射線防護に関し基本とすべき考え方を整理すること及び最新の知見を取り入れることを挙げるとともに、これを踏まえて安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の体系的な整理を進めるべきとし、以下のとおり提言している。

### 「放射線防護の安全原則・要件」の整備と指針類の体系化

我が国における指針類全体にわたって共通する放射線防護の基本的考え方を抽出・整理し、専門家以外にも分かりやすくするために、「放射線防護の安全原則・要件」の整備を検討すべきである。この検討に際しては、ICRPやIAEAなどとの国際調和に配慮する必要がある。

その際、IAEA安全基準文書は我が国の対応を考える上で十分示唆に富むものである。「安全原則」を検討する場合にはIAEA SS120が参考になる。また、「安全要件」については、IAEA SS115「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準：International Basic Safety Standards (BSS) for Protection Against Ionizing Radiation and for The Safety of Radiation Sources」が参考になる。SS115は、既に我が国において免除と除外等の検討に参照されている。また、この作業は指針類の体系化作業の過程の中で放射線防護の専門家による検討を通じて行われることが望ましい。

### 指針類における線量数値等の調査と検討

指針類において放射線防護に関する「具体的な線量の値」を設定した根拠と理由や、その指針類を策定する際の歴史的経緯や適用のされ方等を踏まえた上で、最新の科学的知見を指針類と照らし合わせ、適時的確に取り入れていく必要がある。このような検討に当たっては放射線防護に係る専門家集団が中心となって原子力施設等の専門家等から個々の指針の内容や適用される局面等について十分聴取しながら進めていくべきものと考えられる。

### ICRP 新勧告に向けての検討

ICRP は約 4 年後に新勧告を行うとして作業を進めている。ICRP の検討状況について、その動向を調査する等情報収集に努める必要がある。また、我が国の指針類への反映についてすみやかに検討が進められるよう関係者間で情報を共有するとともに、指針類の放射線防護に関する基本的な考え方や線量数値等について検討を進め、必要に応じて国際的な対応を図るようにすることが重要である。

「安全審査指針類における放射線防護の関連規定－基礎調査」  
(平成 15 年 1 月原子力安全委員会) (抜粋)

原子力安全委員会は、2009 年 6 月 26 日、放射線防護専門部会に対し、放射線防護に関して基本としている現行の考え方について、専門部会において分かりやすい形で取りまとめ、またそれを踏まえて原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考え方について検討し、その結果を報告するようとの指示を行った。

この指示を踏まえ放射線防護専門部会は、新たに、「原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考え方検討ワーキンググループ」(以下、「ワーキンググループ」という。)を設け、最新の知見に留意しつつ放射線防護の基本となる考え方について整理することを念頭に置いて、現行の原子力安全委員会の安全審査指針類(廃棄物埋設施設の管理期間終了後にかかる部分については検討の対象としていない)における原子力施設の通常運転時、事故時における放射線防護に関する記載を中心にその基本となる考え方について議論を行い、結果を取りまとめた。

## 1. 放射線防護の基本とすべき考え方

本章では、原子力安全委員会の定める安全審査指針類における放射線防護に関する記載の考え方を検討するに当たって、踏まえるべき放射線防護の基本的考え方を整理した。原子力安全委員会における安全審査指針類の策定・改訂をはじめとする企画、審議及び決定に当たって、放射線防護の見地から留意すべき事項を「原子力安全委員会における放射線防護の基本的考え方」として添付1に示す。

原子力の利用は、放射線に対する安全を維持する中で発展してきたと言っても過言ではない。また、放射線に対する安全は、国際的に様々な議論が行われ、ICRP 勧告、IAEA 安全基準として、その考え方が示されている。

ICRP 勧告は、1958年のPublication 1に始まり、主委員会としての勧告を1962年のPublication 6、1965年のPublication 9、1977年のPublication 26、1990年のPublication 60と、その発行を積み重ねる中で、放射線防護の基本となる考え方、体系を深化、発展させてきている。そして、最新の2007年に発行された主勧告であるPublication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」（以下、「ICRP2007年勧告」という。）においては、それまでに積み重ねられた様々な議論を踏まえ改めて整理された放射線防護の基礎となる概念とその体系を提示している。その中では、第2章として「勧告の目的と適用範囲」、第5章として「人の放射線防護体系」を設けており、放射線防護の目的、被ばく状況のタイプ（計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況）と被ばくのカテゴリー（職業被ばく、公衆被ばく、患者の医療被ばく）、ならびに、それらに適用する放射線防護の諸原則（正当化、防護の最適化、線量限度）が述べられている。

IAEAは、放射線にかかる安全基準として電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準（以下、「BSS」という。）を定めており、これを含むIAEAの安全基準を、2006年に発行した基本安全原則（Fundamental Safety Principles）のもとに位置付けている。この基本文書である基本安全原則は、「人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護する」との安全目的及び10項目の安全原則を示しており、そこには、ICRP 勧告と同様に施設と活動の正当化（原則4）、防護の最適化（原則5）、個人の放射線リスクの制限（原則6）が示されている。また、BSSは、ICRPにより示された放射線防護体系にかかる勧告を実際の規制に適用できる基準にしたものとされており、ICRP 勧告に示された放射線防護の考え方をその基礎としている。

このように、放射線防護の体系は、ICRP、IAEA等、国際的な組織や機関において検討されていることから、我が国の安全審査指針類における放射線防護の基本とすべき考え方としては、これら国際的な共通認識となっている考え方を踏まえたものとする必要がある。

以下に、安全審査指針類における放射線防護に関する記載の考え方を検討するに当たって、踏まえるべき放射線防護の基本的考え方を示す。

#### (1) 放射線防護の目的

放射線防護の目的は、第一に一般公衆及び放射線業務従事者における放射線被ばくによる有害な健康影響のリスクを低減することである。この目的は、防護の社会的・経済的側面も考慮して、被ばくに関連する可能性のある有益な施設の運転又は活動の実施を過度に制限することなく達成されることが必要である。

#### (2) 確定的影響の防止と確率的影響の抑制

ICRP2007 年勧告は、放射線の人への健康への有害な影響には確定的影響と確率的影響があるとし、それぞれに対する防護について、以下のとおり提示している。

- ・ 確定的影響については、その発生を防止する。
- ・ 確率的影響については、合理的に達成できる限りにおいて、発生するリスクを低減する。

なお、低線量における確率的影響には、放射線以外の様々な因子の影響による不確実性があるが、放射線防護体系の基礎として、確率的影響については、放射線起因の発がん又は遺伝的影響の発生確率が被ばく量に比例するとする直線しきい値なしモデル（以下、「LNTモデル」という。）が仮定されている。

#### (3) 被ばくの状況

ICRP2007 年勧告は、放射線被ばくが発生する状況の特徴付け、その状況に応じた放射線防護の考え方を提示している。具体的には、被ばくが起る状況を計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況に分類して取り扱うとしている。さらに、計画被ばく状況における被ばくは、通常被ばくと潜在被ばくに分類し取り扱うとしている。防護の最適化のための規制上のめやすについては、対象とする被ばくの属する被ばく状況に応じて設定される。

#### (4) 放射線防護の基本原則

ICRP2007 年勧告は、放射線の人への健康への影響について、確率的影響の確率論的な本質及び LNT モデルの特性の故に“安全”と“危険”を明確に区別することは不可能であるとしており、それを踏まえて以下の原則を示している。

- ・ 正当化

新たな線源の導入、被ばく量の低減、被ばくの可能性の軽減等によって被ばくの状況を変化させるときには、新たに導入される線源や活動により

個々人の又は社会の受ける損害を相殺するのに十分な便益を達成すべきである。

- ・ 防護の最適化

経済的、社会的要素を考慮して、被ばくの可能性、被ばくする人の数、及び個人の被ばく線量のいずれをも、合理的に達成できる限り低く抑えるための線源関連のプロセス（以下、「最適化」という。）を実行すべきである。また、必要に応じ、個別の線源に起因する被ばくについて、最適化のめやすを設けるべきである。

- ・ 線量限度の遵守（計画被ばく状況にのみ適用）

計画被ばく状況における個人の被ばく線量は、放射線によるリスクを制限するため法令により設定された線量限度を遵守するように計画するべきである。

これらの基本原則は、ICRP1977年勧告で線量制限体系として示され、現在に至るまでの間に定着してきている。また、IAEA基本安全原則においても、正当化、最適化、放射線リスクの制限を取り上げていることから、我が国における放射線防護においてもこれを基本とすべきである。

#### （5）国際的な整合性

放射線の人々の健康に対する影響の評価、それを踏まえた放射線防護体系の構築と規制への適用については、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）による報告書、ICRP勧告ならびにIAEA安全基準といった国際的な枠組みによる成果があり、それが諸外国において活用されている。我が国においても、放射線安全にかかる規制基準はICRP勧告、IAEA安全基準を参考としてきている。放射線の安全については、科学的根拠に基づく合理的なものであることが求められるところであり、我が国の放射線防護の体系も国際的な共通認識となっている考え方に整合したものとする必要がある。

なお、参考となる諸外国、国際機関における放射線防護にかかる枠組みを参考資料（添付3）に示している。

## 2. 安全審査指針類における放射線防護にかかる記載のあり方

本章では、本報告書が安全審査指針類の策定、改訂に際して参照されることに留意し、「原子力安全委員会における放射線防護の基本的考え方」を踏まえて、安全審査指針類における放射線防護にかかる記載をより整合的なものとするために、その内容を整理した。

前章では、ICRP2007年勧告を踏まえ、被ばく状況を計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況の3つのタイプに分類して示した。原子力安全委員会の安全審査指針類は、原子力施設の設置等の審査に関して安全上の妥当性を判断するための基礎として策定されており、この分類に従えば、安全審査指針類における放射線防護にかかる記載は計画被ばく状況に対するものと整理される。

計画被ばく状況は、通常被ばくと潜在被ばくを生じさせることがある。原子力施設の通常運転時における被ばくは通常被ばくとして整理される。また、原子炉施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認することを目的として想定される事故を含め、確実に生じるとは予想できない確率的性質を持つ事象により生じるおそれのある被ばくは潜在被ばくとして整理される。

以上を踏まえ、安全審査指針類の放射線防護にかかる記載について、通常被ばくと潜在被ばくに対するものとして、それぞれ、その考え方を整理するとともに、防護の対象とする公衆の構成員について、ICRP2007年勧告で示された代表的個人の考え方を基に整理する。

なお、放射線防護にかかる記載については、用語を的確に用いるとともに、理解を容易にする観点から、より適切であると判断される場合を除いて、可能な限りその表現を統一することが望ましい。

### (1) 通常被ばく

現行の安全審査指針類において、原子力施設の通常運転時における放射線防護に関わる規定は、原子力施設ごとに示されている。発電用軽水型原子炉施設の設計審査は、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下、「安全設計審査指針」という。）に基づいて行われる。また、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」（以下、「線量目標値指針」という。）では、「as low as reasonably achievable」（以下、「ALARA」という。）の観点から、発電用軽水型原子炉施設の通常運転時における環境への放射性物質の放出に伴う周辺公衆の受ける線量を低く保つための努力目標として、施設周辺の公衆の受ける線量についての目標値（以下、「線量目標値」という。）が定められている。

通常運転時における放射線防護にかかる安全審査指針類の記載は、ICRP2007年勧告における「通常被ばく」（線源の意図的な導入と運用を伴う計画被ばく状況

における公衆の被ばくのうち、発生が予想される被ばく)<sup>1</sup>に対するものと考えることができる。

線量目標値指針において、線量目標値は「周辺監視区域外の線量限度及び周辺監視区域外における放射性物質の濃度限度のような規制値に代わるものではなく、ALARA の考え方に立って周辺公衆の受ける線量を低く保つための努力目標値であって、この線量目標値が達成できないことをもって運転停止、出力制限等の措置を必要とするような安全上の支障があると解すべきでない」とされており、法的な限度を示すものではない。しかしながら、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」により遵守が求められる保安規定における放射性廃棄物管理にかかる規定では、安全審査における評価を踏まえ、周辺監視区域外の公衆の被ばくが線量目標値を下回るものとなるように放出管理目標値等が設定されている。

線量目標値は、通常被ばくのうち、環境への放射性物質の放出に伴う周辺公衆の受ける線量に対するものであり、直接放射線、スカイシャイン線を含む散乱放射線による被ばくは対象としていない。これは、線源からの距離に応じて減少するという直接放射線、スカイシャイン線を含む散乱放射線の性質により、敷地周辺における場の線量は十分に小さい値となることから、敷地境界外では線量の評価は不要となることを踏まえたものである。

また、線量目標値を判断基準とする通常被ばくの評価については、事業所内の複数の原子炉施設からの線量を合計して評価しているが、隣接する他の事業所の原子炉施設に起因する線量は合算していない。複数の線源を考慮する場合は、線量目標値が最適化の手段であることを踏まえると、線源として一体的な管理が行われる単位で線量目標値を用いて最適化を行うことは妥当である。

ICRP2007 年勧告においては、計画被ばく状況の防護の最適化のプロセスにおける線源に関する予測線量の上限值<sup>2</sup>として線量拘束値<sup>3</sup>が示されているが、我が国では上記のように、これまで発電用軽水型原子炉施設の通常運転時における一般公衆の被ばくの最適化のために線量目標値を用いてきており、この線量目標値は、最適化の上限值ではなく目標値としてそれを下回るよう努めるべき値と位置付けられている。

原子力発電所については、設計段階における被ばく低減の方策が比較的画一化していることに加え、運転経験を通じて最適化の手法についての経験の蓄積も進んでいるため、一律の目標値を設定することによって最適化が見込まれる一方、放射性同位元素の使用施設、核燃料施設については、原子力発電所と比較して施設ごとの違いが大きく、個々の施設の特徴を踏まえた最適化の方策がとられると想定されることから、最適化の出発点となる上限値として線量拘束値を設定する

<sup>1</sup> ICRP2007 年勧告 第 176 段落

<sup>2</sup> ICRP2007 年勧告 第 230 段落

<sup>3</sup> ある線源からの個人線量に対する予測的な線源関連の制限値 (ICRP2007 年勧告 用語解説)

ことが有効と考えられる。

ICRP2007年勧告では、線量拘束値を最適化のツールとして用いるよう、その導入を勧めているが、線量目標値に替えて、線量拘束値の導入を検討するとした場合には、線量拘束値を導入した場合の実質的な利点、線量目標値との関係について、十分検討することが必要である。

## (2) 潜在被ばく

現行の安全審査指針類において、原子力施設の事故時の放射線防護に係わる規定は、各原子力施設の安全評価の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定められた指針類に示されている。例えば、発電用軽水型原子炉施設の「事故」に対する安全設計評価の判断基準は、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（以下、「安全評価審査指針」という。）において、「周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」と示されており、核燃料施設については、「核燃料施設安全審査基本指針」において、「最大想定事故が発生するとした場合、一般公衆に対して、過度の放射線被ばくを及ぼさないこと」とされている<sup>4</sup>。

これらの判断基準が適用される「事故」若しくは「最大想定事故」については、原子力施設の供用期間中に発生する頻度はまれであるが、発生した場合は原子力施設から放射性物質の放出の可能性があると考えられる事象が想定されていることから、「潜在被ばく」（状況は計画されるが、起こることが計画されていない被ばく）<sup>5</sup>に該当する。また、「事故」の判断基準である「著しい放射線被ばくのリスク」については、事故による線量と事故の発生頻度の兼ね合いを考慮して判断するものとし、周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えなければ「リスク」は小さいとしており、放射線による健康への影響を生じる確率が十分に低いレベルにとどまることが要求されている。

一方、安全評価審査指針に規定されている「重大事故」及び「仮想事故」、再処理施設における「立地評価事故」については、「事故」よりもさらに発生する可能性が低いと考えられる事象を想定ないし仮想するものである。「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」（以下、「原子炉立地審査指針」という。）において、重大事故に対し「周辺の公衆に放射線障害を与えないこと」、仮想事故に対し「周辺の公衆に著しい放射線災害を与えないこと」を基本的目標とする現行の線量に関する判断のめやすは、個人ないし集団への放射線による健康への影響の有無を問うレベルのものとなっている。

<sup>4</sup> 核燃料施設のうち再処理施設については、「再処理施設安全審査指針」において「設計基準事象」の判断基準を、運転時の異常な過渡変化については「適切と認められる運転条件の変動幅の中であること」、放射性物質を外部に放出する可能性のある事象については「一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと」としている。

<sup>5</sup> ICRP2007年勧告 第262段落

また、原子力安全委員会は、我が国の原子力安全規制活動によって達成し得るリスクの抑制水準を定量的に示すものとして、事象の発生頻度を考慮して、その影響を評価する確率論的な考え方（以下、「確率論的な考え方」という。）を用い、原子力施設の事故に際しての放射線被ばくに起因する公衆の個人の平均死亡リスクによる安全目標案（以下、「安全目標」という。）を提案している（「安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ」（2003年12月））。この安全目標は、ICRP2007年勧告における計画被ばく状況における公衆の潜在被ばくに対応するものと考えることができる。

ICRP2007年勧告は、潜在被ばくに対し、リスク拘束値<sup>6</sup>に基づく最適化を推奨しており、大規模な原子力施設においては、「潜在被ばくに適用される線量規準は、その事故の発生確率を考慮することによって、リスク拘束値から導かれるべきである。」<sup>7</sup>と提言している。これについては、以下に示すような利点と課題を指摘することができる。

利点としては、潜在被ばくに係わる判断基準をリスクの制限として示すことにより、低頻度から高頻度の事象を統一的に扱うことができ、よりバランスの取れた判断基準の体系を構築することが可能になることが挙げられる。

また、確率論的な考え方をを用いてリスクの水準を示すことにより、様々な原子力施設、放射線利用、さらには原子力以外の分野におけるリスクを横断的に評価・比較することが可能となり、それらのバランスを踏まえて、判断基準をより合理的で整合性の取れたものとすることができる。

さらに、確率論的手法を導入することにより、その平均値と不確かさの幅を評価し、過度な保守性がある場合にはそれを排し合理的な判断基準を設定することが可能になる。

一方、課題としては、リスク拘束値から線量の判断基準を導く場合、例えば、低頻度の事象に対応する基準として、重篤な確定的影響を生じるレベルの線量を許容することになることについての十分な説明が必要となることが挙げられる。

なお、ICRP2007年勧告では、リスク拘束値の値は同じであっても、高線量の場合は事象発生頻度の予測について不確かさが大きく、低線量の場合は放射線影響について不確かさが大きくなることから、意志決定のための情報をより多く得るため事故の発生頻度と結果として生じる線量とを別々に考察する線量／確率分解アプローチ<sup>8</sup>を提案している。

リスク拘束値を適用し、事象の発生頻度に基づいて線量に関する判断基準を設定する方法は様々にあり、現行の安全審査指針類の放射線防護に関する基準にこのような考え方を取り入れることは、十分可能と考えられる。

<sup>6</sup> ある線源に起因する潜在被ばくによる損害の確率としての個人リスクの予測的な線源関連の制限値（ICRP2007年勧告 用語解説）

<sup>7</sup> ICRP2007年勧告 第270段落

<sup>8</sup> ICRP2007年勧告 第269段落、ICRP Pub.81（長寿命放射性固体廃棄物の処分）第58段落

その場合、高頻度の事象については、潜在被ばくとしてリスク拘束値を適用するのではなく、通常被ばくとして線量拘束値を考慮した最適化を実施し、低頻度事象については、潜在被ばくとしてリスク拘束値を考慮するとともに、確定的影響を含む健康リスクを評価する。

なお、リスク拘束値と原子力安全委員会が提案している安全目標は、それぞれ最適化の上限値と努力目標であることからその水準は異なるものの、判断の依拠するところは被ばくしたことによる生涯のがん死亡確率であり、複数選定された代表的シナリオについて、事象の発生頻度と影響の積を足し合わせて年間の死亡リスクで示すという側面において、基本的な考え方は同じものであると考えられる。

### (3) 線量評価の対象とする公衆の構成員

公衆の放射線防護を実現するためには線量評価の対象とする構成員を定義することが必要となる。公衆の被ばくは直接測定できないため、環境中の放射性物質濃度、適切な習慣データ、適切な線量係数等を用いて線量を評価しなければならない。このような、公衆の線量を評価し、ICRP 勧告の遵守を判断する際に用いられる概念として「決定グループ」、「代表的個人」が導かれ、ICRP2007 年勧告においては、このうち代表的個人を用いることが勧告されている。

決定グループ、代表的個人の両概念は類似している。決定グループの概念では、公衆の中で、最も高く被ばくする集団を設定し、その平均線量によって公衆の被ばくを表現する。それに対して代表的個人は、極端な事例を除きながら比較的高い被ばくを受ける生活習慣を持つ集団を設定し、その線量分布を考慮しながら、集団を代表する仮想的な個人の被ばく線量で公衆の被ばくを表現しようとしており、決定グループの概念における平均的な構成員と同等であるとされている。代表的個人は個人の防護を重視する観点を尊重し、また決定グループの概念を用いて ICRP 勧告の遵守を実証する際に指摘されてきた課題（不確実性等）を取り扱うよう、決定グループの概念を発展させ置き換えたものと考えられることができる。

現行の原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護に関する判断基準（線量目標値、安全設計評価指針における事故時の判断基準線量、原子炉立地指針を適用するためのめやす線量）においては、基本的には決定グループを線量評価の対象としている。これらについて、線量評価の対象として代表的個人を適用したとしても、代表的個人と決定グループの考え方に大きな隔たりはないことを踏まえれば、判断基準を見直す必要はない。

なお、公衆の被ばく線量の評価において代表的個人を対象とすることにより、決定グループを対象とする場合には決定論的に単一の値として定められる環境濃度や習慣等の評価パラメータについて、その不確実性をデータの範囲や分布として取り扱うこととなり、確率論的な評価を導入しやすくなる。

#### (4) 安全審査指針類における記載の考え方の整理

安全審査指針類における放射線防護にかかる記載については、(1)、(2)及び(3)を踏まえ、以下のとおりの考え方により整理することができる。

##### ① 通常運転時における被ばく

- ・ 通常運転時における被ばくは、「計画被ばく状況」のうち「通常被ばく」として取り扱う。
- ・ 一般公衆の被ばく、職業被ばくを、合理的に達成できる限り低減する。
- ・ これに加え、発電用軽水型原子炉施設については以下のとおりとする。なお、発電用軽水型原子炉施設と同様の考え方を適用できる原子力施設についても同様とする。
  - － 環境への放射性物質の放出に伴う周辺の公衆の受ける線量を最適化することを目的とし、線量目標値を設計、通常運転時における放射性物質の放出管理の適切性の判断基準として適用する。
  - － 直接放射線、スカイシャイン線を含む散乱放射線については、敷地周辺の空間線量率が人の居住の可能性のある敷地境界外において十分小さな値であれば線量の評価は必要としない。

##### ② 原子力施設の安全評価に際して想定される事故時における被ばく

- ・ 原子力施設の安全評価に際して想定される事故時における被ばくは、「計画被ばく状況」のうち「潜在被ばく」として取り扱う。
- ・ 安全性を評価する観点から想定する必要がある事故（事故、最大想定事故）の発生により、周辺の公衆に対し著しい放射線被ばくによる健康リスクを与えることがないようにする。
- ・ 一般公衆の被ばくに対する年実効線量限度は、一定期間にわたる平均の年当たりの線量が年実効線量限度を超えることがなければ単一年にこれよりも高い実効線量が許されるとされている。事故の発生により周辺公衆に著しい放射線被ばくによる健康リスクを与えないと判断される被ばく線量についても、この考え方が適用できるとする。すなわち、発生事故当たりの周辺公衆の実効線量が年実効線量限度を超えて許されるとされる線量を超えなければ、これによる健康リスクは小さいと判断できる。

### 3. 今後の課題

本章では、安全審査指針類における放射線防護にかかる記載のあり方を踏まえ、現行の安全審査指針類のうち、個別の安全審査指針類にかかる今後の課題と、安全審査指針類全体を通じた放射線防護体系についての今後の課題についてまとめた。

#### (1) 当面の安全審査指針の見直しにかかる検討

##### ① 原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的な判断のめやすの改訂及びプルトニウムめやす線量の廃止

ワーキンググループにおいては、並行して検討が行われている原子炉立地審査指針に規定されている線量についての検討を行い、添付2に示す中間整理を取りまとめた。中間整理においては、安全審査指針類の見直しについて以下に示すような具体的な提案を行っている。

この中間整理においては、原子炉立地審査指針において基本的目標として示される重大事故時において周辺の公衆に「放射線障害を与えない」ことに対応する線量のめやすについて、

- ・ 現行のめやす線量は、放射線による健康影響にしきい値が存在することを前提とする最小限界線量の考え方を参考に設定されており、確率的影響に対してLNTモデルを仮定する最新の放射線防護体系の考え方を踏まえて、見直すことが適切である。
- ・ ICRP2007年勧告<sup>9</sup>に、「100mSvを超える線量では確定的影響とがんの有意なリスクの可能性が高くなる」と示されていることを参考とし、「放射線障害を与えない」に対応するめやすとしての線量について、「確定的影響を防止し、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」ため、実効線量で100mSvとすることが考えられる。
- ・ 現行の全身に対する線量および甲状腺に対する等価線量から実効線量にめやす線量を変更するには、線量評価パラメータの取扱い等の付随する検討課題がある。特に、めやすとして甲状腺等、特定の組織に対する等価線量を設定する必要性の有無については、立地指針等検討小委員会で行われている評価対象事故にかかる検討結果（ソースタームの想定等）を踏まえ、さらに検討することが必要である。

とするとともに、プルトニウムめやす線量について、

- ・ 個人のめやす線量を実効線量により示すこととした場合、そのめやす線量は被ばくをもたらす核種を問わず適用できるため、プルトニウムめやす線量を別に定めておく必要性は乏しい。したがって、原子炉立地審査指針の適用に際しての個人のめやす線量を実効線量により示すことを条件にプルトニウ

<sup>9</sup> ICRP2007年勧告 第236段落

ムめやす線量は廃止するとともに、「原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的判断のめやす」について、ウラン燃料の原子炉を対象とするとの限定を解除し、プルトニウムを燃料とする原子炉についても対象とすることが適当である。

と整理している。なお、プルトニウムめやす線量について、ここでは原子炉のみについて取り上げているが、核燃料施設についても同様に廃止することが適当である。

以上の整理については、現行の原子炉立地審査指針における規定内容に最新の知見等を反映する観点から整理を行ったものと位置付けており、その取扱いについては、原子炉立地審査指針の見直しにかかる検討結果を踏まえて、今後、原子力安全基準・指針専門部会において見直しに向けた検討が行われることを期待する。

## ② 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針の見直し

線量目標値に対応する線量評価方法については、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」に示されるが、現行の評価対象核種、線量評価を行う被ばく経路の妥当性について検討することが望まれる。

また、線量評価のためのソースタームや被ばく評価関連パラメータは最新の科学的知見を取り入れていくことが求められるものであり、安全審査指針類の体系化の一環として、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」では基本的な方法の記述にとどめ、詳細を学協会標準にゆだねることについて検討することが望まれる。

## (2) 安全審査指針類における放射線防護体系にかかる検討

### ① 安全審査指針類における放射線防護に関する判断基準への確率論的考え方の取り入れ

ICRP2007年勧告においては、潜在被ばくに対しリスク拘束値を適用することが示されている。今回の検討においては、リスク拘束値の導入を想定し、確率論的な考え方を放射線防護の体系に導入する際の利点、課題について議論を行った。原子力施設の設計にかかる安全性の評価においては、確率論的手法の導入に向けた検討が着実に進められており、設計評価における確率論的手法の活用にあわせて、その安全性を判断するための基準となる事故時に対する放射線防護に関する判断基準に対して、確率論的な考え方を導入することについて検討していくことが重要である。

一方、現行の原子力安全委員会の安全審査指針類については、確率論的な考え方が一部取り入れられつつあるものの、その基本は決定論的な考え方によっている。

したがって、放射線防護に関する判断基準への確率論的な考え方の導入につい

ては、安全審査指針類が確率論的な考え方にも整合する体系となるよう考慮しつつ進めることが必要である。

## ② ICRP2007 年勧告の取り入れに向けた検討にあわせた安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の整理

2007 年に発行された新しい ICRP 主勧告の我が国の現行規制への反映について、放射線審議会において検討が進められている。原子力安全委員会においても、この放射線審議会における検討結果を踏まえて安全審査指針類への、その取り入れに向けた検討を行うこととなる。その際には、今回取りまとめた放射線防護の基本的考え方に基づいて、現在、ばらつきの見られる用語、表現等についても十分に整理し、より分かりやすく明快なものとしていくことが必要である。また、その際には、以下の視点を踏まえることが望まれる。

- 放射線防護において「リスク」という用語は、放射線による健康リスクを指すことが一般的である。一方、原子力施設等の安全設計における確率論的安全評価等においては、「リスク」は事故等による影響とその発生確率を掛け合わせた期待値を指すことが一般的であることから、「リスク」という用語の使い方に注意を払う。
- 「著しい放射線被ばくのリスクを与えない」、「過度の放射線被ばくを与えない」等の放射線防護に関する判断基準を記載する表現については、そのばらつきにより意味するところに疑義が生じないように、できる限り統一を図る。
- 放射線防護に関する判断基準以外の記載（評価の対象となる線種、発生起源にかかる説明等）におけるばらつきについては、技術的な必然性があるもの、分かりやすさの観点から望ましいものについて、必要があれば容認する。

## ③ 環境の防護

ICRP2007 年勧告は、環境防護への関心が、人間活動のすべての局面に関連して、近年大きく高まってきたとして「環境の防護」について一章を設けている。その一方において、人の放射線防護とは対照的に、環境防護の目的は複雑であり明確に述べることは難しいとして、具体的な防護体系を示すには至っていない。

IAEA の基本安全原則も、その安全目的において「人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護する」としており、人にならびに環境について言及している。

このように、環境の防護については、今後、国際的な検討の進展が見込まれるところであり、その動向を十分に踏まえていくことが必要である。

## 原子力安全委員会における放射線防護の基本的考え方

この基本的考え方は、原子力安全委員会における安全審査指針類の策定・改訂をはじめとする、その企画、審議及び決定に当たって、放射線防護の見地から留意すべき事項を示すことを目的として策定した。

なお、この基本的考え方は、関連する科学的知見の蓄積、国際的な動向等を踏まえ、適宜見直すこととする。

### 1. 原子力安全委員会における放射線防護の目的

放射線防護の目的は、一般公衆及び放射線業務従事者を放射線被ばく（以下「被ばく」という。）による有害な健康影響のリスクを低減することである。この目的は、防護の社会的・経済的側面も考慮して、被ばくに関連する可能性のある有益な施設の運転又は活動の実施を過度に制限することなく達成されなければならない。

### 2. 被ばくが人の健康に及ぼす影響

(1) 被ばくによる人の健康への影響を合理的に達成可能な限り低減することに留意する。

(2) 人の健康への影響は確定的影響と確率的影響に大別して取扱い、それぞれ各号に定めることに留意する。

① 確定的影響と考えるものについては、その発生を防止すること。

② 確率的影響と考えるものについては、発生するリスクを低減すること。その際、国際放射線防護委員会（ICRP）等では、低線量、低線量率の放射線が人の健康に与える影響は、放射線以外の様々な因子の影響により疫学的手法による評価には不確実性が避けられないが、おおむね実効線量 100mSv 以下の被ばく量においても確率的影響の発生確率が被ばく量に比例するモデル（LNT モデル）を仮定していること。

### 3. 被ばくの状況の分類

(1) 被ばくが起こる状況について、計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況の三種類に分類して取り扱うものとする。また、計画被ばく状況における被ばくは、通常被ばくと潜在被ばくに分類して取り扱うものとする。

(2) 防護の最適化のための規制上のめやすについて、超過時の考え方等、その意味合いを定めるに当たっては、対象とする被ばくの属する被ばく状況にも留意するものとする。

- (3) 潜在被ばくに対する防護については、通常被ばくに対して求められる防護との均衡を考慮し、また当該被ばくの発生頻度を考慮しつつ最適化されるべきものとして取り扱う。

#### 4. 放射線防護の基本原則

##### (1) 正当化

新たな線源の導入、被ばく量の低減、被ばくの可能性の軽減等によって被ばくの状態を変化させるときには、新たに導入される線源や活動により個々人の又は社会の受ける便益が、放射線リスクより大きくならなければならないことに留意するものとする。

##### (2) 防護の最適化

経済的、社会的要素を考慮の上で、放射線リスクを生じる施設と活動を過度に制限することなく、その存続期間全体を通じ合理的に達成できる限り、被ばくの発生頻度、被ばくする人数、被ばく量を低減させる措置（以下「最適化」という。）がなされなければならないことに留意するものとする。また、防護の最適化のため、必要に応じて、個別の線源に起因する被ばくについて、規制上のめやすを設けるものとする。

##### (3) 線量限度の遵守（計画被ばく状況にのみ適用）

計画被ばく状況における個人の被ばく量及び一定の区域の線量が、その限度を定めた法令が遵守されるように計画されなければならないことに留意するものとする。

#### 5. 被ばくの評価の対象

直接測定が困難な公衆の放射線被ばくについて、線量を推定し、放射線防護に関する判断基準の遵守を評価、判断する際には、決定グループあるいは必要に応じて代表的個人の概念を用いる。

#### 6. 被ばくの評価に用いる指標

- (1) 被ばくの評価に当たっては、指標として、被ばく量、被ばくの発生頻度、被ばくする人数等の量、及びそれらの組合せによる量（集団実効線量等）を用いる。
- (2) 被ばくの評価に用いる指標の単位については、原則として、国際単位系（SI系）を用いる。

#### 7. 国際機関等との関係

放射線防護対策上の基礎となる知見として、ICRP その他、放射線防護に関連する組織等における放射線防護の考え方を尊重する。

## 用語の解説

この基本的考え方において、次の各号に定める用語の意義はそれぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 「安全審査指針類」とは、規制行政庁の行った原子炉施設の設置等の審査に関して原子力安全委員会が2次審査を実施する際に、安全性の妥当性を判断する際の基礎として策定している「安全審査指針」と、これを補完する専門部会報告書等（専門部会報告書や専門審査会内規）の総称をいう。



図 原子力安全委員会の指針類、安全審査指針類

- (2) 「線源」とは、放射線による被ばくの原因となる物質、機器、施設等をいう。
- (3) 「被ばく」とは、放射線にさらされることをいう。
- (4) 「線量」とは、放射線の照射を受けた物質が、当該照射によって受ける生物的・物理的影響の量をいう。
- (i) 「吸収線量」とは、単位質量の物質が電離放射線の照射を受けて吸収したエネルギー量をいう。
- (ii) 「等価線量」とは、ある組織又は臓器の平均吸収線量と種々の放射線加重係数（放射線の種類ごとにその生物影響を考慮して定められた係数）の積の総和をいう。
- (iii) 「実効線量」とは、組織又は臓器の等価線量と当該組織又は臓器の組織加重係数（臓器の種類ごとにその放射線感受性を考慮して定められた係数）の積の総和をいう。
- (5) 「確定的影響」とは、しきい線量と、線量の増加に伴う反応の重篤度の増加によって特徴付けられる放射線による細胞集団の傷害をいう。

- (6)「確率的影響」とは、発生する影響の確率が、その重篤度ではなく、しきい値なしの線量の関数とみなされるような悪性疾患及び遺伝性影響をいう。
- (7)「被ばく状況」とは、被ばくを伴う、又は被ばくの可能性がある状況をいう。
- (i)「計画被ばく状況」とは、線源の意図的な導入と運用を伴う状況をいう。
- (ii)「緊急時被ばく状況」とは、計画被ばく状況において、又は悪意による行動によって、又は予期せぬ出来事によって生じる至急の対策を要する状況であって、望まない結果を避ける、又は軽減するために至急の措置が必要な状況をいう。
- (iii)「現存被ばく状況」とは、とるべき措置の決定を下す際に、既に存在する被ばく状況をいう。現存被ばく状況には、緊急時被ばく状況が終了した後の被ばく状況を含む。
- (8)「潜在被ばく」とは、確実に発生するわけではないが、発生する可能性がある被ばくをいう。
- (9)「通常被ばく」とは、計画被ばく状況において生じる被ばくのうち、潜在被ばくを除いたものをいう。
- (10)「決定グループ」とは、ある単一の線源による被ばくに関して均質なグループで、その線源から最も高い被ばくを受けるグループの中の典型的なもの。
- (11)「代表的個人」とは、公衆の中で比較的多く被ばくする集団のうち、代表的な線量を受ける個人をいう。
- (12)「集団実効線量」とは、ある集団における各個人の被ばくの実効線量の総和をいう。

なお、ここに挙げた以外の用語の定義については、原則として、各法令における定義によるものとする。

原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的な判断のめやすに係る  
考え方の中間整理

平成21年11月17日

原子力安全委員会の安全審査指針類における  
放射線防護にかかる記載の考え方検討WG

## 1. 経緯・位置付け

原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考え方検討ワーキンググループ（以下「WG」という。）は、安全審査指針類において放射線防護に関して基本としている考え方について検討を行っている放射線防護専門部会のもと、安全審査指針類における放射線防護に係る記載の整理等を行っている。

WGは、原子力安全基準・指針専門部会立地指針等検討小委員会における原子炉立地審査指針の見直しに係る検討に対し、「原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的な判断のめやす」に示されている線量に係る考え方の整理を提示するため、平成21年7月から10月の間に開催された4回の会合において議論を行った。

本報告は、現行の原子炉立地審査指針に述べられている「放射線障害を与えない」等の目標に対応する線量のめやすについて、放射線防護の観点から、国際的な放射線防護の考え方を尊重しつつ行ったWGにおける検討の中間整理をとりまとめたものである。

## 2. 検討の前提、論点

立地指針等検討小委員会では、重大事故（技術的見地からみて、最悪の場合には起こるかもしれないと考えられる重大な事故）、仮想事故（重大事故を越えるような技術的見地からは起こるとは考えられない事故）について、リスクの考え方を取り入れることを含めて、その見直しに係る検討を行っている。

一方、ICRP2007年勧告は、事故等による予め計画されたものではない被ばくを潜在被ばくと定義し、これに対しては、リスクの考え方を取り入れ、被ばくを発生させる事象の発生確率に応じて線量を制約するリスク拘束値を提案している。

このため、重大事故、仮想事故による被ばくを潜在被ばくに分類しリスク拘束値の考え方をを用いてめやす線量を設定することについては、立地指針等検討小委員会における検討結果を踏まえ、今後当WGにおいて行う潜在被ばくに係る検討の一環として検討することとし、現行の原子炉立地審査指針における規定内容に最新の知見等を反映する観点から以下の3点について考え方の整理を行った。

- ・ 個人の被ばく線量のめやす
- ・ 集団線量のめやす

- ・ プルトニウムによる被ばく線量のめやす

### 3. 考え方の整理

#### (1) 個人の被ばく線量のめやすについて

##### ① 「放射線障害を与えない」に対応するめやす線量について

###### 【現行の考え方】

- 技術的見地から見て、最悪の場合には起こるかもしれないと考えられる事故（重大事故）に対し、仮に発生したとしても、周辺の公衆に放射線障害を与えない。
- 「重大事故の発生を仮定しても周辺の公衆に放射線障害を与えない」という目標を達成するため、重大事故の場合、人がいつづけるならば放射線障害を与えるかもしれないと判断される距離までの範囲を非居住区域とする。
- 判断のめやすとなる被ばく線量は、最小限界線量（現在の医学的見地から人間に対する放射線障害を検知し得たという文献的に報告された最小の値）を参考に設定する。

###### 【考慮すべき知見】

- ICRP2007 年勧告において、
  - 約 100mGy（低 LET 放射線又は高 LET 放射線）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。（第 60 段落）
  - 委員会が勧告する実用的な放射線防護体系は、約 100mSv を下回る線量においては、ある一定の線量の増加はそれに正比例して放射線起因の発がん又は遺伝性影響の確率の増加を生じるであろうという仮定に引き続き根拠を置くこととする。（第 65 段落）
  - 100mSv よりも高い線量では、確定的影響と、がんの有意なリスクの可能性が高くなる。（第 236 段落）

と述べられている。

[補足] ICRP は、低線量での人および実験動物において明確な直接的証拠が存在するのは 100-150 mSv 以上の線量領域であることを述べている (ICRP Pub 99, 第 258 段落)。100mSv のリスクを正確に推定することは困難であるが、しきい値のない直線モデル (LNT モデル) を用いた計算によって、ICRP は 100mSv の被ばくがもたらすと考えられる確率的影響（主ながん）の発生率を一般集団で 1.7%と推定している<sup>1</sup>。これは自然発生がんの生涯確率の 3-4%程度に相当する<sup>2</sup>。この大きさの理解のため

<sup>1</sup> 「ICRP2007 年勧告 (ICRP Publication 103)」(ICRP) 表 A.4.2 から計算

<sup>2</sup> 「地域がん登録全国推計によるがん罹患データ」(国立がんセンターがん対策情報センター)2003 年のデータから計算

に、都道府県別の年齢調整がん死亡率の標準偏差は、全国平均の約 7% であること<sup>3</sup>を参考にすることができる。

#### 【当面の対応】

- 現在のめやす線量は、放射線による健康影響にしきい値が存在することを前提とする最小限界線量の考え方を参考に設定されており、確率的影響に対して LNT モデル（“直線しきい値なし”仮説）を仮定する最新の放射線防護体系の考え方を踏まえて、見直すことが適切である。
- ICRP2007 年勧告第 236 段落に、「100mSv を超える線量では確定的影響とがんの有意なリスクの可能性が高くなる」と示されていることを参考とし、「放射線障害を与えない」に対応するめやすとしての線量について、「確定的影響を防止し、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」ため、実効線量で 100mSv とすることが考えられる。
- 現行の全身に対する線量および甲状腺に対する等価線量から実効線量にめやす線量を変更するには、線量評価パラメータの取扱い等の付随する検討課題がある。特に、めやすとして甲状腺等、特定の組織に対する等価線量を設定する必要性の有無については、立地指針等検討小委員会で行われている評価対象事故に係る検討結果（ソースタームの想定等）を踏まえ、さらに本 WG において検討することが必要である。

#### ② 「著しい放射線災害を与えない」に対応するめやす線量について

##### 【現行の考え方】

- 重大事故を越えるような技術的見地からは起るとは考えられない事故（仮想事故）が発生したとしても、周辺の公衆に著しい放射線災害を与えない。
- 「仮想事故の発生を仮定しても周辺の公衆に著しい放射線災害を与えない」という目標を達成するため、非居住区域の外側の地帯は、仮想事故の場合、何らの措置を講じなければ、範囲内にいる公衆に著しい放射線災害を与えるかもしれないと判断される範囲を低人口地帯とする。
- 判断のめやすとなる被ばく線量は、このような指標線量として使われている外国の例を参考とする。

#### 【当面の対応】

- 放射線防護の観点からめやす線量を検討するには、仮想事故が発生したときの要求内容（著しい放射線災害を与えない）における「放射線災害」の定義を明確にする必要がある。これについては、原子炉立地審査指針本文の規定に係

<sup>3</sup> 「人口動態統計による都道府県別がん死亡データ」(国立がんセンターがん対策情報センター)2008 年のデータから計算

る検討となることから、立地指針等検討小委員会での検討結果をうけて、本WGにおいて改めて対応するめやすを検討する。

## (2) 集団線量のめやすについて

### 【現行の考え方】

- 社会的リスクの観点から、原子炉施設の立地に伴う確率的影響の発生の可能性を容認可能な水準に制限するため、「仮想事故の場合に集団線量に対する影響を十分小さくする」こととし、その達成のため、原子炉敷地を人口密集地帯から離れたものとする。
- 判断のめやすとなる集団線量は、外国の例を参考として設定する。

### 【考慮すべき知見】

- ICRP2007年勧告において、
    - 集団実効線量は、放射線の利用技術と防護手順を比較するための最適化の手段である。疫学的研究の手段として集団実効線量を用いることは意図されておらず、リスク予測にこの線量を用いるのは不適切である。その理由は、(たとえばLNTモデルを適用したときに) 集団実効線量の計算に内在する仮定が大きな生物学的及び統計学的不確実性を秘めているためである。(第161段落)
    - 例えば、長期間にわたり広範囲の地域に及ぶ非常に低い個人線量の不適切な集積を避けるため、制限条件を設定する必要がある。線量の範囲と期間を明記すべきである。(第162段落)
- と述べられている。

### 【当面の対応】

- 被ばく線量の積算に当たって、その分布等に係る制限条件が考慮されていない集団線量は、放射線による集団の健康リスクの指標とすることは適切であり、現在行われている立地評価における集団線量及びそれと対比される現行のめやす線量が放射線被ばくによる健康リスクの水準を示す指標とすることはできない。
- 集団線量のめやすは外国の例を参考に設定されているが、本来の目的である原子力施設の人口密集地帯からの離隔を確保し、社会的リスクを制限するためのめやすとするには、我が国の社会状況、国民性、健康についての価値観等を踏まえて検討することが必要となる。立地指針等検討小委員会でも立地を評価するための事故の想定に係る議論が行われていることから、その結果を踏まえて、改めて検討することが適切である。

### (3) プルトニウムによる被ばく線量のめやすについて

#### 【現行の考え方】

- プルトニウムめやす線量は、プルトニウムを燃料とする原子炉の事故で想定される放出核種がウランを燃料とするものと異なることから、ウランを燃料とする原子炉を想定して設けられた原子炉立地審査指針の個人のめやす線量を補完し、事故時の周辺公衆の被ばくのうち、プルトニウムによって生じる内部被ばくを評価するために策定された。
- プルトニウムめやす線量は、「公衆がその線量を被ばくしても身体障害を生じない」ものとして、プルトニウムの内部被ばくによる最小限界線量をもとに設定されており、骨、肺、肝の腫瘍に着目してめやす線量を設定している。

#### 【考慮すべき知見】

- ICRP2007 年勧告において、「委員会が勧告する実用的な放射線防護体系は、約 100mSv を下回る線量においては、ある一定の線量の増加はそれに正比例して放射線起因の発がん又は遺伝性影響の確率の増加を生じるであろうという仮定に引き続き根拠を置くこととする。」(第 65 段落)と述べており、ICRP 等では、確率的影響の発生確率が被ばく量に比例するモデル (LNT モデル) を仮定する立場をとっている。
- 「プルトニウムを燃料とする原子炉の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について」(昭和 56 年 7 月 20 日 原子力安全委員会決定) の解説において、臓器ごとのめやす線量と実効線量との関係について検討されており、骨、肺及び肝の成人の預託線量がそれぞれ 2.4Sv、3 Sv 及び 5 Sv である時の実効線量は、それぞれ、210mSv、550mSv、2.1Sv となるとの試算結果が示されている (参考参照)。

#### 【当面の対応】

- 個人のめやす線量を実効線量により示すこととした場合、そのめやす線量は被ばくをもたらす核種を問わず適用できるため、プルトニウムめやす線量を別に定めておく必要性は乏しい。したがって、原子炉立地審査指針の適用に際しての個人のめやす線量を実効線量により示すことを条件にプルトニウムめやす線量は廃止するとともに、「原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的判断のめやす」について、ウラン燃料の原子炉を対象とするとの限定を解除し、プルトニウムを燃料とする原子炉についても対象とすることが適当である。

(参考)

「放射線障害を与えない」と判断するめやすを実効線量 100mSv とした場合、  
プルトニウムめやす線量が離隔の要求に与える影響について

プルトニウムを燃料とする原子炉の立地評価上必要なプルトニウムに関するめやす線量について（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定）の解説表 4 においては、骨、肺、及び肝の成人の預託等価線量がそれぞれめやす線量である 2.4Sv、3Sv 及び 5Sv であるときの他の臓器（または組織）の預託等価線量を求め、試算した実効線量が示されている。

#### 実効線量（成人）の試算

(単位 Sv)

組織	H <sub>T</sub> (50)	W <sub>T</sub> H <sub>T</sub> (50)	H <sub>T</sub> (50)	W <sub>T</sub> H <sub>T</sub> (50)	H <sub>T</sub> (50)	W <sub>T</sub> H <sub>T</sub> (50)
骨表面	<u>2.4</u>	0.024	6.2	0.062	23	0.23
肺	1.2	0.14	<u>3.0</u>	0.36	11	1.3
肝	0.52	0.026 (0.021)	1.3	0.065 (0.052)	<u>5.0</u>	0.25 (0.20)
赤色骨髄	0.12	0.014	0.31	0.037	1.2	0.14
実効線量	0.21		0.55		2.1	

注 1：核種 <sup>239</sup>Pu、タイプ S、AMAD=1μm

注 2：実効線量については、表中に記載されている組織以外の組織の預託等価線量についても考慮されている。

転記時注：組織荷重係数は当時の値を用いている。現行の係数を用いた場合に等価線量の数値が異なる場合は、現行の係数を用いたものを括弧内に記載。

上記の表のとおり、プルトニウムめやす線量を超えた被ばくが生じる場合には、実効線量も 100mSv を超えるため、「放射線障害を与えない」と判断するめやすとして実効線量 100mSv を定めた場合、現在のプルトニウムめやす線量の存否は、離隔の設定に影響しない。

(添付3)

## 参考資料

## 【参考資料 1】

### 諸外国における放射線防護の基本的考え方

諸外国（米国、英国、ドイツ、フランス）及び参考として国際機関等（国際放射線防護委員会（ICRP）、国際原子力機関（IAEA）、欧州原子力共同体（EURATOM））の示している放射線防護の基本的考え方を取りまとめた。

#### （米国）

米国では原子力法において、原子力利用にかかる基本事項を定めるとともに、原子力安全に関しては公衆の健康と安全について規定している。米国原子力規制委員会（NRC）の規制における具体的な要求事項は、連邦規則（Code of Federal Regulation Chapter 10（10 CFR））等に定められている。放射線防護に関する要求事項は 10 CFR Part 20 に規定されており、これに加え、放射線防護を実現するための原子力施設に対する設計上の要求については 10 CFR Part 50 及び Part 52 に規定されている。同規則においては、放射線防護の最適化、線量限度、線量拘束値及びそのための放射性物質の排出制限等について言及されている。

#### （英国）

保健安全執行部（HSE：Health and Safety Executive）が定める安全評価原則（SAP：Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities）において、原子力施設に関する放射線防護が規定されている。同原則においては、適切な防護の水準（段落 476）、放射線防護の基本原則（正当化の内容は規定せず）（段落 478）、被ばくの最適化の方法（段落 479）、集団線量の最適化（段落 479）、通常運転時の放射線防護（RP.1）、事故時の放射線防護（RP.2）等について言及されている。英国の原子力施設に関する規制は、原子力施設法を根拠として、HSE が実施している。安全規制における許認可プロセスにおいては、HSE が定めた SAP に基づき審査が行われている。

#### （ドイツ）

連邦放射線防護庁（BfS）が定める放射線防護令（Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen）において、放射線防護の基本原則について言及されている。放射線防護令は原子力法（Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren（AtG））のもとに規定されており、BfS はこれらに基づいて規制を実施している。

(フランス)

公衆衛生法 (Code de la santé publique) に電離放射線に関する章があり、放射線防護の基本原則について言及されている。その他、原子力規制、放射線規制に関係する法令としては原子力安全・情報開示法 (TSN 法)、労働法、環境法等がある。原子力安全関係の規制は、主として原子力安全・情報開示法及びそれに基づく文書に規定されている。

(参考：国際機関等)

ICRP は放射線防護に関する多数の勧告を行っており、国際的に尊重されている。全般的、基本的内容の勧告は、2007 年になされたもの (Pub.103) が最新であり、放射線防護の諸原則、被ばく状況の3つのタイプ、線量限度、線量拘束値、リスク拘束値等に言及している。

IAEA は原子力安全について多数の基準、ガイド文書を発行しており、基本安全原則 (SF-1) において、人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護することに言及している。放射線防護に関する規制の枠組みについては、電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準 (BSS) 等で記載している。

EURATOM は電離放射線による危険から作業者と一般公衆の健康を保護するための基本的安全基準 (96/29 EURATOM) を策定している。同基準においては、放射線防護の原則、線量拘束値等が言及されており、IAEA の BSS と内容の不整合がないよう、それぞれの文書の改訂過程で調整が行われている。

## 【参考資料2】

諸外国で安全審査に適用されている基準等における放射線防護にかかる記載

### 米国

米国の発電用原子炉の安全設計基準、放射線防護等に関連する主要な規則は10 CFR として示されている。

- 安全設計基準：10 CFR Part 50 (DOMESTIC LICENSING OF PRODUCTION AND UTILIZATION FACILITIES)  
10 CFR Part 52 (LICENSES, CERTIFICATIONS, AND APPROVALS FOR NUCLEAR POWER PLANTS)
- 放射線防護基準：10 CFR Part 20 (STANDARDS FOR PROTECTION AGAINST RADIATION)
- 立地基準：10 CFR Part 100 (REACTOR SITE CRITERIA)

上記の規則を補完する文書として以下の Regulatory Guide、NUREG がある。

- ・ REGULATORY GUIDE 1.195 (METHODS AND ASSUMPTIONS FOR EVALUATING RADIOLOGICAL CONSEQUENCES OF DESIGN BASIS ACCIDENTS AT LIGHT-WATER NUCLEAR POWER REACTORS (軽水型発電用原子炉で設計基準事故の放射線影響を評価するための方法と仮定)) (2003)
- ・ REGULATORY GUIDE 1.183 (Alternative Radiological Source Terms for Evaluating Design Basis Accidents at Nuclear Power Reactors (発電用原子炉における設計基準事故を評価するための更新ソースターム)) (2000)
- ・ NUREG-0800 (Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition (発電用原子炉の安全解析書の審査のための標準審査プラン: 軽水炉版))

10 CFR Part 50.34a は、原子炉の通常運転時における公衆の被ばくを合理的に達成可能な限り低減する (ALARA) ため、線量限度の他に、排出される放射性物質の放出を管理する設備の運用に対する制限を定めている。

10 CFR Part 50 Appendix I は、軽水炉について ALARA を満足するための設計目標及び運転制限条件の数値ガイドになっており、原子炉一基当たりの設計目標 (表参 2.1)、原子炉 50 マイル以内の公衆に対しての線量低減に効果のある費用対効果の高い技術の導入等について言及している。

表参 2.1 原子炉一基当たりの設計目標

年線量又は線量預託（排水によるもの）全被ばく経路	全身 3mrem、臓器 10mrem
年線量（排気によるもの）	γ線 10mrad、β線 20mrad
年線量（放射性ヨウ素と微粒子状放射性物質の排気）全被ばく経路	臓器 15mrem

設計基準事故については、想定された原子炉事故に関して、プラント設計上、放射線被ばくによる公衆のリスクが低いことを保証するために線量限度を定めている。

表参 2.2 米国の設計基準事故ごとの線量限度<sup>(注1)</sup>

事故、ケース	Regulatory Guide 1.195	Regulatory Guide 1.183
	全身、甲状腺 (rem)	全実効線量当量 (rem)
冷却材喪失事故 (LOCA)	25, 300	25
BWR 主蒸気管損傷－燃料破損 or 事故前スパイク <sup>(注2)</sup>	25, 300	25
－平衡状態よう素 <sup>(注3)</sup>	2.5, 30	2.5
BWR 制御棒落下事故	6.3, 75	6.3
PWR 蒸気発生器伝熱管損傷－燃料破損 or 事故前スパイク <sup>(注2)</sup>	25, 300	25
－よう素スパイク <sup>(注4)</sup>	2.5, 30	2.5
PWR 主蒸気管損傷－燃料破損 or 事故前スパイク <sup>(注2)</sup>	25, 300	25
－よう素スパイク <sup>(注4)</sup>	2.5, 30	2.5
PWR 冷却材ポンプ軸固着事故	2.5, 30	2.5
PWR 制御棒飛び出し事故	6.3, 75	6.3
燃料取扱事故	6.3, 75	6.3

線量限度の線量設定の根拠は、以下のとおり。

- ・ 全身 25rem・・・放射線業務従事者の生涯一度の緊急時線量に数値的に対応するが、事故時に公衆に許容される緊急時線量を意味しない<sup>(注5)</sup>

（仮定された原子炉事故に関して、プラント設計上、放射

注1 Regulatory Guide 1.195 は、事故のソースタームとして TID-14844 を用いる場合に適用。NUREG-1465 の更新ソースタームを用いる場合には、Regulatory Guide 1.183 が適用される。

注2 事故前スパイクは、設計上想定した欠陥を有する燃料棒のギャップからの放出に対応。

注3 平衡状態よう素は、運転上許容される原子炉冷却材中よう素の最大濃度を想定した場合の放出に対応。

注4 よう素スパイクは、原子炉圧力の減少に伴う燃料棒からの追加放出に対応。

注5 出典：NRC 10 CFR Part 50.34 (Contents of applications; technical information)

線照射による公衆のリスクが低いことを保証するための  
 評価に使用できる基準値)<sup>(注5)</sup>

- ・ 全身 2.5rem、甲状腺 30rem・・・全身 25rem、甲状腺 300rem の 10%<sup>(注6)</sup>
- ・ 全身 6.3rem、甲状腺 75rem・・・全身 25rem、甲状腺 300rem の 25%<sup>(注6)</sup>

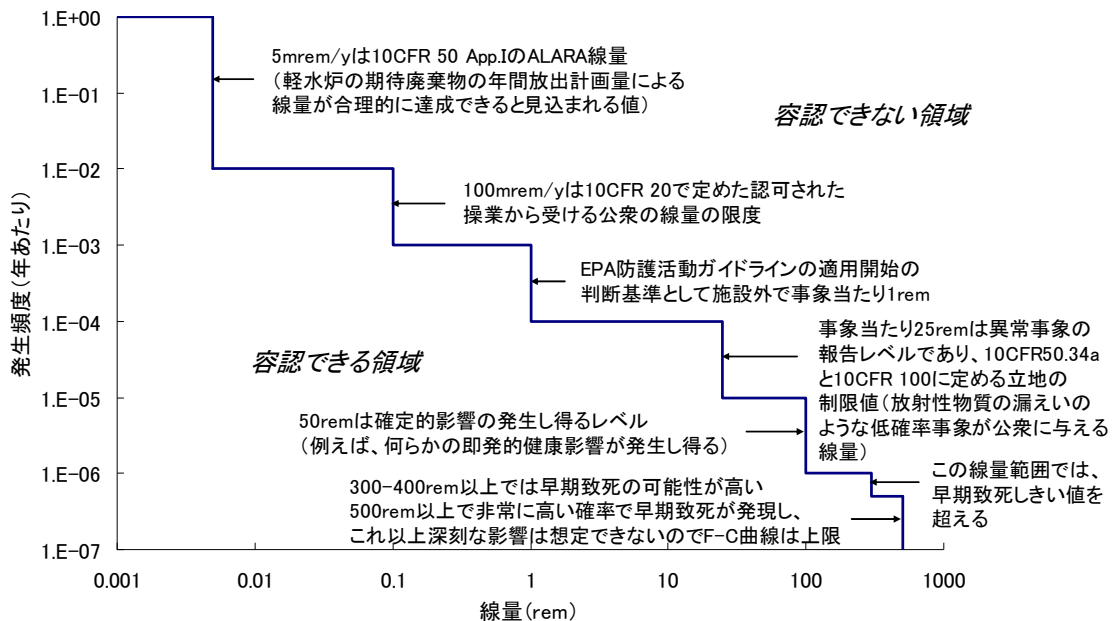
将来炉の審査の基準に関する検討をまとめた報告書である NUREG-1860<sup>(注7)</sup>では、原子炉施設周辺の公衆（個人）に対して過度のリスクを与えないため、事象の発生頻度に対応して基準となる線量範囲を示している。

表参 2.3 事象発生頻度に対応した公衆に対する基準線量範囲

線量範囲	発生頻度 (年当たり)	備考
1mrem- 5mrem	1E+0	5mrem/y は 10CFR 50 App. I の ALARA 線量（軽水炉の期待廃棄物の年間放出計画量による線量が合理的に達成できると見込まれる値）
5mrem- 100mrem	1E-2	100mrem/y は 10CFR 20 で定めた認可された操業から受ける公衆の線量の限度
100mrem- 1rem(1)	1E-3	EPA 防護活動ガイドラインの適用開始の判断基準として施設外で事象当たり 1rem
1rem- 25rem(1)	1E-4	事象当たり 25rem は異常事象の報告レベルであり、10CFR50.34a と 10CFR 100 に定める立地の制限値（放射性物質の漏えいのような低確率事象が公衆に与える線量）
25rem- 100rem	1E-5	50rem は確定的影響の発生し得るレベル（例えば、何らかの即発的健康影響が発生し得る）
100rem-300rem	1E-6	この線量範囲では、早期致死のしきい値を超える
300rem-500rem	5E-7	300-400rem 以上では早期致死の可能性が高い
>500rem	1E-7	500rem 以上で非常に高い確率で早期致死が発現し、これ以上深刻な影響は想定できないので F-C 曲線は上限

注6 出典：Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition — Transient and Accident Analysis (NUREG-0800, Chapter 15) 15.0.3 Design Basis Accident Radiological Consequences of Analyses for Advanced Light Water Reactors)

注7 NUREG-1860 (Feasibility Study for a Risk-Informed and Performance-Based Regulatory Structure for Future Plant Licensing, Volumes 1 and 2 (将来炉の認可のためのリスクインフォームド・パフォーマンスベースの規制枠組みに関するフィージビリティ調査)) (2007)



図参 2.1 米国 NUREG-1860 における Frequency-Consequence Curve (注8)

事象発生頻度に対応した基準となる線量範囲を提案する上で、以下の健康影響を定量的安全目標としている。

- ・ 原子炉事故による原子炉施設周辺の個人の即時死亡リスクが、その他の事故によるリスクの合計の 0.1% を超えないこと。
- ・ 原子炉の運転による敷地外の公衆の晩発性がん死亡リスクが、その他の原因によるがん死亡リスクの合計の 0.1% を超えないこと。

### 英国

英国の原子力施設における規制は、原子力施設法に基づいて、保健安全執行部が実施している。

安全規制における許認可プロセスにおいては、HSE が定めた安全評価原則に基づき審査が行われており、その際、SAP の解釈として技術評価指針 (TAG : Technical Assessment Guides) を用いている。

通常運転中の事象及び設計基準事故について、そのそれぞれの発生頻度に応じ、Basic Safety Limit (BSL) 及び Basic Safety Objective (BSO) に対する目標値を設定している。(注9)

注8 出典 : NUREG-1860 Feasibility Study for a Risk-Informed and Performance-Based Regulatory Structure for Future Plant Licensing, Volumes 1 and 2

注9 BSL は「容認不可 (Unacceptable)」と「受忍可能 (Tolerable)」の境界。BSO は「受忍可能 (Tolerable)」と「広く容認可能 (Broadly acceptable)」の境界。

表参 2.4 事象発生頻度に応じた目標値

	通常運転時（敷地外の個人）	設計基準事故時（敷地外の個人）
BSL	1	年間 1～100mSv（※）
BSO	0.02	年間 0.01mSv

（※）

年間発生頻度	年間実効線量
$1 \times 10^{-4}$ 未満	100mSv
$1 \times 10^{-3} \sim 10^{-4}$	10mSv
$1 \times 10^{-3}$ より大きい	1 mSv

（参考）

- ① 通常運転時における放射線防護と事故時における放射線防護は頻度のスケール上で連続している（極めて頻度の高い事故時と通常運転時に対し、求められる防護のレベルは同等）。
- ② 線源に対して 0.3mSv の線量拘束値が示されている（SAP 2006 Edition, Revision 1, 590 段落）。
- ③ 具体的事象について規定はなく、設計基準解析時の注意事項のみが示されている（SAP 2006 Edition, Revision 1, 512-526 段落）。

## ドイツ

ドイツの原子力施設における通常運転時、設計基準事故時の放射線防護の行政命令は、原子力法に基づいて規定された放射線防護令に基づくことされている。

原子力施設の安全規制の実務は、連邦環境・自然保護・原子力安全省（BMU）が州政府所轄官庁に委託し、実施されている。

通常運転時における公衆の放射線防護を最適化するため、放射線防護令第 47 条により公衆の中で最大の被ばくをするグループの被ばく量が、実効線量、等価線量の上限を上回らないことが要求されている。

表参 2.5 ドイツにおける通常運転時の線量制限<sup>（注 10）</sup>

実効線量（うち排気・排水によるもの）	0.3mSv
等価線量（生殖腺、子宮、赤色骨髄）	0.3mSv
等価線量（大腸、肺、胃、膀胱、肝臓、食道、甲状腺等）	0.9mSv
等価線量（骨表面、皮膚）	1.8mSv

※ 線量限度は実効線量 1mSv。放出物に対して 0.3mSv の割当（線量拘束値相当）。

注<sup>10</sup> 出典：「原子力の安全に関する条約」に基づく報告書

設計基準事故としては、以下の事象が想定されている。<sup>(注11)</sup>

- (1) 運転時の異常な過渡変化 (Transients)
  - － 反応度投入事象
  - － 格納容器貫通部バルブの誤った閉鎖による主蒸気シンの喪失
  - － 主給水流量喪失
- (2) 冷却材喪失事故 (Loss of coolant accidents)
  - － 冷却材圧力バウンダリの典型的な部位の破損による漏えい
- (3) 代表的な放射線事故 (Radiologically representative accidents)
  - － 漏えい等による冷却材喪失
  - － 燃料取扱事故
  - － 補助システム (気体廃棄物処理施設等) の故障
- (4) 内部事象の影響 (Internal impacts)
  - － 原子炉冷却材バウンダリ範囲外のパイプからの漏えいによる溢水
  - － プラント内部における火災
  - － 故障に起因する高熱エネルギー断片 (例: タービンブレードの破損)
- (5) 外部事象の影響 (External impacts)
  - － 自然現象に起因する立地地域に特異的な事象 (地震、水害等)

放射線防護令第49条では、想定された設計基準事故について、事故1回当たりの設計値に対する基準を設けている。

表参 2.6 ドイツにおける設計基準事故に対する設計値 (事故1回当たり)<sup>(注12)</sup>

実効線量	50mSv
等価線量 (甲状腺、水晶体)	150mSv
等価線量 (皮膚、手、前腕、足、足首)	500mSv
等価線量 (生殖腺、子宮、赤色骨髄)	50mSv
等価線量 (骨表面)	300mSv
等価線量 (大腸、肺、胃、膀胱、乳房、肝臓、食道等)	150mSv

## フランス

フランスの原子力施設に対する規制は、公衆衛生法等に基づきフランス原子力安全機関 (ASN) が実施している。ASN は大統領直轄の独立行政府として、原子力安全・情報開示法に基づき 2006 年に発足した。ASN の支援組織として原子力安全・放射線防護研究所 (IRSN) があり、技術的評価及び安全研究を実施

注<sup>11</sup> 出典: 「原子力の安全に関する条約」に基づくドイツの報告書

注<sup>12</sup> 出典: 「原子力の安全に関する条約」に基づくドイツの報告書

している。

ASN は、公衆の放射線防護のため、公衆衛生法に基づき放射線防護の一般原則を定め、原子力活動について実効線量、等価線量の上限を定めている。<sup>(注 12)</sup>

- 放射線防護の一般原則（公衆衛生法法律の部第 L1333-1 条）
  - ・ 正当化の原則  
「原子力活動又は介入は、その健康上、社会的、経済的あるいは科学的な便益が電離放射線に被ばくすることに内在する危険のもとでも正当化されるときに限り、着手又は実行することができる。」
  - ・ 最適化の原則  
「原子力活動の結果としての電離放射線の被ばくは、現時点における技術的、経済的、社会的要因及び該当する場合は医療目的を勘案し、合理的に達成可能な限り低く保たなければならない。」
  - ・ 線量限度  
「原子力活動の結果としての個人の電離放射線への被ばくは、医療又は生物医学的研究目的による被ばくを除き、線量の合計が規則で定めた限度を超えるものであってはならない。」
- 通常運転（公衆衛生法規則の部第 R1333-8 条）  
原子力の活動により、公衆の一人が受ける線量は以下を超えてはならない。

表参 2.7 フランスにおける通常運転時の線量限度

実効線量	1mSv/年
等価線量（水晶体）	15mSv/年
等価線量（皮膚、任意の皮膚 1 cm <sup>2</sup> の平均値）	50mSv/年

ASN のフランス電力（EDF）に対する承認基準は、以下のとおり事象の発生頻度に応じ、敷地境界における最大許容線量として設定されている。

表参 2.8 フランスにおける事象発生頻度に応じた最大許容線量 (注 13)

頻度のカテゴリー	年間の発生頻度	最大許容線量
カテゴリー 1 (通常の運転状況)	1 (通常運転)	1 年間の放出許可制限値の遵守 (10 $\mu$ Sv)
カテゴリー 2 (小さいが度々起きる事象)	事象当たり 1 $\sim$ 10 $^{-2}$	事象当たりの放出許可制限値の遵守 (10 $\mu$ Sv)
カテゴリー 3 (あり得そうもない事象)	事象当たり 10 $^{-2}$ $\sim$ 10 $^{-4}$	全身で 5mSv 以下 甲状腺で 15mSv 以下
カテゴリー 4 (限定的な失敗)	事象当たり 10 $^{-4}$ $\sim$ 10 $^{-6}$	全身で 150mSv 以下 甲状腺で 450mSv 以下

ICRP

ICRP2007 年勧告 (Pub.103) は、計画被ばく状況における公衆の線量限度を年間実効線量で 1mSv とし、「ある特別な事情においては、定められた 5 年間にわたる平均が年 1mSv を超えないという条件付きで、年間の実効線量としてより高い値も許容される。」(第 245、253 段落)としている。また、計画被ばくにおける公衆の放射線防護の最適化のため、代表的個人を評価対象とし、個別の線源に関連した値である線量拘束値 (防護の最適化において個人間の不公平さを制限するために導入する線源関連の限定) を提案しており、年間 1 mSv 以下というバンドを例として示している (第 232、239 段落、表 5)。また、「廃棄物処分に伴う公衆被ばくの管理については年間約 0.3mSv を超えない線量拘束値が適切。」としている (第 260 段落)。

潜在被ばく (計画された操作手順からの逸脱や事故による、被ばくが生じることは合理的に予想できるものの起こることが計画されていない被ばく) について公衆に適用される線量に関する判断基準は、事故の発生確率を考慮することによって、リスク拘束値から導かれるべき (第 270 段落) としており、リスク拘束値 (防護の最適化において個人間の不公平さを制限するために導入する線源関連の制限) として、年間  $1\times 10^{-5}$  (第 232、262、268 段落) を提案している。

注 13 具体的な設計基準事象は以下のとおり。

- カテゴリー 2 : 未臨界・運転中における意図しない制御棒の引抜き、タービントリップ、主給水喪失、加圧器弁の短時間の意図しない開放、二次系弁の意図しない開放、意図しない安全注入の起動等
  - カテゴリー 3 : 全出力での制御棒引抜き、一次系冷却材流量の強制的な減少、冷却材喪失、二次系配管の小破断、化学体積制御系タンクの破裂等
  - カテゴリー 4 : 制御棒飛出し、一次系ポンプ軸固着、冷却材喪失事故、燃料取扱事故等
- 出典 : Elements of Nuclear Safety (Jacques Libmann, 1996)

そして、「潜在被ばくの受容性についての決定は、被ばくが起こる確率とその大きさの両方を考慮すべき」、「1年間にある線量を受ける確率と、その線量による放射線関連死亡の生涯確率との積により得られる確率はリスク拘束値と比較することができる」、「確率がリスク拘束値よりも低い場合、それは耐容できる」（第267段落）としている。

IAEA
------

IAEAでは、原子炉施設の安全設計に対する基準 NS-R-1 において、以下のことを定めている。

- ・ すべての運転状態において、一般公衆及び発電所従業員の被ばくに対する線量が定められた制限値を超えず、かつこれを合理的に達成できる限り低く抑えなければならない。
- ・ （設計基準事故及び選ばれたシビアアクシデントに対して）一般公衆と発電所従業員に対する潜在的放射線被ばく許容値を超えることなく、かつ、これを合理的に達成できる限り低く抑えなければならない。
- ・ 大量の放射線被ばく、又は、原子炉施設において放射性物質の放出に至る可能性のある状態ではその発生頻度は十分低く抑えられなければならない、発生頻度が非常に高い状態では潜在的な放射線影響はほんの小さいものでなければならない。

まとめ

通常運転時の公衆の被ばくについては、日本、米国（現状、NUREG-1860）、フランスは 10~50 $\mu$ Sv の基準値等を設定。英国、ドイツは公衆被ばくの上限として 0.3mSv を設定している。

表参 2.9 諸外国等の基準線量（通常運転時）

日本	アメリカ	アメリカ (基準案)	イギリス	ドイツ	フランス	ICRP
<p>線量限度:年間実効線量1mSv</p> <p>設計時の線量目標値:実効線量で年間50<math>\mu</math>Sv</p> <p>通常運転時の放射性物質の放出管理においては、線量目標値の達成を可能とする範囲内の年間の放出量又は平均放出率を放出管理の目標値(管理目標値)として定め、これを超えることのないように努める。</p>	<p>線量限度:年間全実効線量当量(TEDE)1mSv</p> <p>(設計目標)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排水によるもの 全身3mrem(30<math>\mu</math>Sv)</li> <li>・臓器10mrem(100<math>\mu</math>Sv)</li> <li>・排気によるもの <math>\gamma</math>線10mrad, <math>\beta</math>線20mrad</li> <li>・放射性元素と微粒子状放射性物質の排気 臓器15mrem(150<math>\mu</math>Sv)</li> </ul>	<p>線量限度:年間全実効線量当量(TEDE)1mSv</p> <p>(設計時)</p> <p>年間の発生頻度1の事故(通常運転時に相当)における年間線量範囲1-5mrem(10-50<math>\mu</math>Sv)</p>	<p>BSL: 年間実効線量1mSv</p> <p>BSO: 年間実効線量0.02mSv</p> <p>個別の線源に対しては0.3mSvの線量拘束値をガイダンスとして示している</p>	<p>線量限度:年間実効線量1mSv</p> <p>設計時及び通常運転時の計画被ばくでの放射性物質の放出による公衆被ばくの上 限: 年間実効線量0.3mSv(甲状腺0.9mSv等組織毎に線量を規定)</p>	<p>線量限度:年間実効線量1mSv</p> <p>通常運転時の計画被ばくでの放射性物質の放出による公衆被ばくの上 限: 年間等価線量(水晶体15mSv等組織毎に線量を規定)</p> <p>年間の発生頻度1(通常運転時に相当)における放出許可制限値の遵守(10<math>\mu</math>Sv)</p>	<p>(線量限度)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画被ばく状況における公衆の線量限度:年間実効線量1mSv(特別な事象においては定められた5年間にわたる平均が年1mSvを超えないという条件付きで、年間の実効線量としてより高い値も許容される。)</li> </ul> <p>(線量拘束値)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計画被ばく状況における公衆被ばくの線量拘束値:年間1mSv以下</li> <li>・廃棄物処分に伴う公衆被ばくの管理については年間約0.3mSvを超えない線量拘束値が適切。(第260段落)</li> </ul>

事故時については、日本、米国、ドイツは特定の事故事象を想定して基準線量を設定。英国、米国（NUREG-1860（基準案））、フランスは事故発生頻度ごとに基準線量等を設定している。

表参 2.10 諸外国等の基準線量等（事故時）

	日本	アメリカ	アメリカ (基準案)	イギリス	ドイツ	フランス	ICRP
事故発生頻度	原子炉施設の寿命期間中に予想されるよりも更にまれな頻度	規定なし	年間 ①10 <sup>-2</sup> , ②10 <sup>-3</sup> ,③10 <sup>-4</sup> , ④10 <sup>-5</sup> ,⑤10 <sup>-6</sup> , ⑥5 $\times$ 10 <sup>-7</sup> , ⑦10 <sup>-7</sup>	BSL: 年間 ①1 $\times$ 10 <sup>-4</sup> 未満 ②1 $\times$ 10 <sup>-3</sup> ~10 <sup>-4</sup> ③1 $\times$ 10 <sup>-3</sup> より大きい	規定なし	年間 ①1 $\times$ 10 <sup>-2</sup> 未満 ②1 $\times$ 10 <sup>-2</sup> ~10 <sup>-4</sup> ③1 $\times$ 10 <sup>-4</sup> ~10 <sup>-6</sup>	規定なし
事故内容	放射性気体廃棄物処理施設の破損、主蒸気管破損、制御棒落下事故等	冷却材喪失事故、主蒸気管破損、制御棒落下事故等	規定なし	規定なし	運転時の異常な過渡変化、冷却材喪失事故等	①極端な負荷増加等 ②根本的な冷却材の損失・小さい事故等 ③冷却材喪失事故等	規定なし
発生事故当たりの基準線量	実効線量当量の評価値5mSv(発生頻度が極めて小さい事故の場合は5mSv以上)	線量限度(実効線量当量)2.5rem(25mSv)~25rem(250mSv)	年間線量範囲 ①5-100mrem(50 $\mu$ Sv-1mSv) ②100mrem-1rem(1-10mSv) ③1rem-25rem(10-250mSv) ④25rem-100rem(250mSv-1Sv) ⑤100rem-300rem(1~3Sv) ⑥300rem-500rem(3~5Sv) ⑦500rem(5Sv)より大きい	BSL: 年間実効線量 ①100mSv ②10mSv ③1mSv  BSO: 年間実効線量0.01mSv	実効線量の計画値50mSv(甲状腺150mSv等組織毎に計画値を規定)	年間実効線量 ①事象あたりの放出許可制限値の遵守(10 $\mu$ Sv) ②全身で5mSv、甲状腺で15mSv以下 ③全身で150mSv、甲状腺で450mSv以下	潜在被ばくに適用される線量基準は、事故の発生確率を考慮して、公衆の潜在被ばくのリスク拘束値(年間1 $\times$ 10 <sup>-5</sup> )から導かれるべき(第268,270段落)

### 【参考資料3】

#### 米国、英国における安全目標

米国の安全目標は1986年にNRCから出された政策声明（Policy Statement）に示されている。その定量的安全目標は、それを超えるリスクの付加が直ちに重大なリスクの付加を意味するわけではなく、原子炉施設が近傍にあるからといって人々が特別な懸念を抱かずに済むほどに低い水準<sup>（注1）</sup>とされている。

- ・ 原子炉事故による原子炉施設周辺の個人の即時死亡リスクが、その他の事故によるリスクの合計の0.1%を超えないこと。
- ・ 原子炉の運転による敷地外の公衆の晩発性がん死亡リスクが、その他の原因によるがん死亡リスクの合計の0.1%を超えないこと。

英国では、許認可プロセスを定める保健安全執行部が定めた安全評価原則において、以下を考慮した公衆の個人リスクについての基本安全目標（BSO：Basic Safety Objective）を1年当たり $1 \times 10^{-6}$ と設定している。<sup>（注2）</sup>

- ・ 人間の寿命が100歳程度とした場合の寿命期間中の年間死亡リスクを100分の1とすると、100万分の1というリスクは、寿命期間中の年間死亡リスクと比較して非常に小さい。
- ・ 公衆の個人に対するリスクレベルが100万分の1である領域は「我慢できる領域」と呼ばれており、この範囲にあるリスクが受け入れられるためには、リスクを合理的に実行可能な限り低くする努力がなされていると判断できることが必要とされている。

---

注1 出典：安全目標に関する調査審議状況の中間とりまとめ（2003年12月安全目標専門部会）

注2 出典：安全評価原則（SAP）2006年版（保健安全執行部（HSE））

#### 【参考資料 4】

### 米国、英国における Frequency-Consequence Curve (F-C 曲線)

米国の NUREG-1860 において F-C 曲線を設定した背景は以下のとおり。

- ・ 規制対象の拡大  
現行の規制（10 CFR Part 50）は、主として軽水炉を想定した規定内容となっているが、今後、軽水炉以外の多様な原子炉の審査が必要となる可能性を考慮。
- ・ 技術的目標の設定  
今後の規制を検討する際に①リスク情報の活用、②パフォーマンススペース、③深層防護、④柔軟性の確保、の4つの技術的目標を設定。
- ・ 安全目標(定量的健康目標)への適合  
すべての事象を統合した統一的なリスクに対し、NRC が 1986 年の政策声明で示した健康影響についての定量的目標を満足していることの確認。
- ・ 現行の確率論的リスク評価の問題点  
現行の軽水炉の確率論的リスク評価は、CDF (炉心損傷頻度) 又は LERF (大規模早期放出頻度) により示されるが、これらは軽水炉の設計を想定したものであり、異なる型式の原子炉に対して適用可能ではないこと、また、すべての頻度の事象についてリスクを考慮する必要があるため、CDF や LERF のみでは十分なリスク評価ができない。

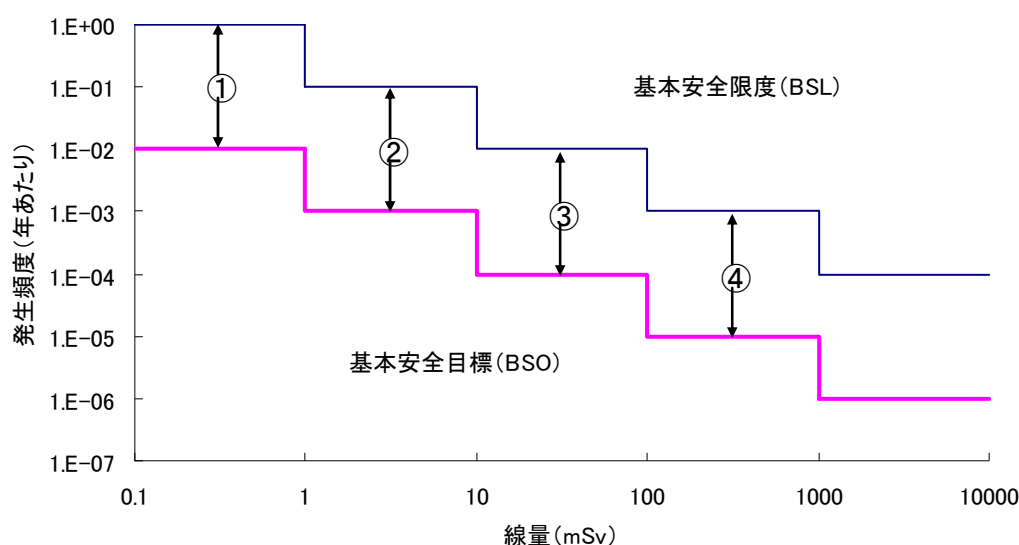
これらのことから、軽水炉を含むあらゆる原子炉に対して、設計許可段階で確率論的リスク評価を用いて軽微な事象から重大な事故までのあらゆる事象のリスクを評価するため、図参 2.1 のような F-C 曲線を設定している。

F-C 曲線は、現行の連邦規則（10 CFR）に記載されている各種の線量限度等から設定されており、高線量域においては早期健康影響（確定的影響）、早期致死を考慮している。なお、安全目標への適合性を判断するための性能目標の設定は、今後の検討課題としている。

英国の安全評価原則の基本的な条件は、安全評価原則（SAP）2006 年版（保健安全執行部（HSE））によると、以下のとおりとされている。

- ・ ALARP (as low as reasonably practicable) の原則：  
リスクは合理的に実行可能な限りできるだけ低くしなければならない。
- ・ 規制対象：  
発電用原子炉の他、研究炉や核燃料物質の貯蔵施設、使用済燃料貯蔵施設などをすべて含む。

- ・ 線量の制限値（基本安全限度（BSL）と基本安全目標（BSO））：  
BSL は線量限度に相当。BSO は線量の目標値に相当し、これを超えてはいけないというわけではないが、超える場合はその理由を ALARP の原則から審査することになる。
- ・ 事故による公衆の個人リスク：  
BSO は 1 年あたり  $1 \times 10^{-6}$ （数値目標や法定限度の基本となる R2P2（Reducing Risk, Protecting People）で広く許容しているレベルと無理なく一致）。BSL は 1 年あたり  $1 \times 10^{-4}$ （社会がより広く関心を持つのは一年当たり 1 万人に一人の頻度<sup>（注）</sup>）



図参 4.1 英国の安全評価原則における個別原子力施設の事故に対する頻度及び線量目標（敷地外の個人）

図参 4.1 は個別原子力施設の事故に対する敷地外の個人を対象にしており、図中の①～④に対応する年間実効線量及び発生頻度と想定される措置は以下のとおり。

- ①事故当たり実効線量：0.1～1mSv、発生頻度（BSL：1、BSO： $10^{-2}$ ）  
→ サイト近傍で生産される食物摂取制限を考慮
- ②事故当たり実効線量：1～10mSv、発生頻度（BSL： $10^{-1}$ 、BSO： $10^{-3}$ ）  
→ 食品使用制限、サイト近傍での遮へい又は安定ヨウ素剤服用を考慮
- ③事故当たり実効線量：10～100mSv、発生頻度（BSL： $10^{-2}$ 、BSO： $10^{-4}$ ）  
→ 数 km における食物摂取制限、遮へい又は安定ヨウ素剤服用、サイト近傍

注 出典：Reducing Risk, Protecting people HSE's decision-making process（HSE, 2001）

からの即時避難を考慮

- ④事故当たり実効線量：100～1000mSv、発生頻度(BSL： $10^{-3}$ 、BSO： $10^{-5}$ )
  - 食物摂取制限の拡大、広範囲に及ぶ遮へい又は安定ヨウ素剤服用、サイト近傍からの即時避難の実施

## 諸外国の線量拘束値等

米国、英国、ドイツにおいては、個人の被ばく線量の制限（線量限度）の他、個別の原子力施設、原子力施設群等ごとに公衆が受ける線量に対する上限を規定している。これらの上限は、ICRP 2007年勧告の線量拘束値に相当、又は類似する概念である。

米国では、連邦規則 10 CFR Part 50（施設の許可）の Appendix I に、以下の軽水炉の設計段階における ALARA の数値ガイドが示されている。

- ・ 非制限区域内に放出される液体廃棄物による非制限区域内の個人の年間線量の見積もりが、いかなる個人についても全身で年間 3mrem (30 $\mu$ Sv)、個別の組織で年間 10mrem (0.1mSv) を超えないこと。
- ・ 大気中に放出される気体廃棄物による年間線量の見積もりが、非制限区域内で個人が居住し得るいかなる地表面付近の場所でも、 $\gamma$  線で 10mrad (0.1mGy)、 $\beta$  線で 20mrad (0.2mGy) を超えないこと。

連邦規則 10 CFR Part 20（放射線防護の基準）の Subpart B, Section §20.1101(d) は、ALARA の要求を実現するために、事業者は排気による放射性物質の環境への放出に起因する公衆の個人の被ばくが年間 10mrem (0.1mSv) 未満になるよう拘束値を設定することが求められており、この拘束値を超過した場合、NRC に直ちに報告するとともに、再発防止のための適切な是正措置をとることとしている。

英国では、放射性物質法（Radioactive Substances Act 1993）に基づく放射性廃棄物放出の許可に際して、線量限度 1.0mSv/y の他、Source constraint 0.3mSv/y<sup>(注1)</sup>、Site constraint 0.5mSv/y<sup>(注2)</sup> を下回ることが要求されている。

ドイツでは、放射線防護令（StrlSchV）47 条において、表参 5.1 のとおり原子力施設の通常運転時の放出制限が、公衆の放射線被ばく線量により示されている。

---

注1 ひとつの施設、又は放射性廃棄物の観点から、一体として最適化することができる 1 グループの施設群を Source と定義。Environment Agency が定めている。

注2 隣接する複数の Source についての拘束値で、operator が異なる場合でも適用。英国政府が定めている。

表参 5.1 ドイツにおける原子力施設の通常運転時の放出制限

適 用	時間単位	放出制限[mSv]
通常運転中の排気又は排水中の放出について		
実効線量	暦年	0.3
組織等価線量：骨表面、皮膚	暦年	1.8
組織等価線量：性腺、子宮、赤色骨髄	暦年	0.3
組織等価線量：大腸、肺、胃、膀胱、乳房、肝臓、 食道、甲状腺、及び上記以外の組織・ 器官	暦年	0.9

## 代表的個人の線量を決定するために使用する手法

ICRP Pub.101 は、代表的個人を、公衆の防護のために特徴付けを行う集団の中で比較的高く被ばくした複数の個人を代表する線量を受ける個人と定義している。また、その線量計算においては、決定論的方法、確率論的方法若しくは両者を混合した方法が適用できるとしている。

表参 6.1 代表的個人の線量を決定するために使用する手法の要約<sup>(注)</sup>

	計算方法	
	確率論的	決定論的
環境濃度のデータ	推定又は測定による濃度の分布	パラメータに与えられる単一の値
習慣データ	習慣データの範囲あるいは固定値	比較的高く被ばくしたグループの平均値、又は適切な国又は地域のデータの95%値
線量係数	年齢に基づいた固定値	年齢に基づいた固定値
代表的個人の線量	事業者又は規制者によって選択された方法。代表的個人は、集団から無作為に抽出された人が比較的高い線量を受ける確率がおよそ5%以下である、と確認されている	上記の値の積

注 出典：公衆の防護を目的とした代表的個人の線量評価（ICRP Pub.101）表 3.2.（2005）

原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる記載の考え方  
検討ワーキンググループ 構成員

- 浅野 智宏 (独) 日本原子力研究開発機構安全統括部 次長
- 大石 哲也 (独) 日本原子力研究開発機構東海研究開発センター  
原子力科学研究所放射線管理部環境放射線管理課  
技術副主幹
- 甲斐 倫明 公立大学法人大分県立看護科学大学理事・大学院看護学研究科長、  
看護学部人間科学講座環境保健学研究室 教授(兼任)
- 梶本 光廣 (独) 原子力安全基盤機構原子力システム安全部 次長
- 神田 玲子 (独) 放射線医学総合研究所放射線防護研究センター  
規制科学総合研究グループ  
リスクコミュニケーション手法開発チーム チームリーダー
- 金子 正人 (財) 放射線影響協会 顧問
- 酒井 一夫 (独) 放射線医学総合研究所放射線防護研究センター  
センター長
- 篠原 邦彦 (独) 日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所  
研究主席
- 下 道國 藤田保健衛生大学医療科学部 客員教授
- 杉浦 紳之 近畿大学原子力研究所 教授
- 本間 俊充 (独) 日本原子力研究開発機構安全研究センター 研究主席
- 山本 英明 (独) 日本原子力研究開発機構東海研究開発センター  
原子力科学研究所放射線管理部 次長

原子力安全委員会の安全審査指針類における放射線防護にかかる  
記載の考え方検討ワーキンググループ 検討の経緯

- 第1回 平成21年7月23日(木)
- (1) 主査の選出について
  - (2) ワーキンググループの進め方について
  - (3) 立地指針のめやす線量に関する検討について
- 第2回 平成21年8月26日(月)
- (1) 立地指針のめやす線量に関する検討について
- 第3回 平成21年9月28日(月)
- (1) 立地指針のめやす線量に関する検討について
- 第4回 平成21年10月20日(火)
- (1) 立地指針のめやす線量に関する検討について
  - (2) 安全審査指針類における放射線防護に係る記載について
- 第5回 平成21年11月26日(木)
- (1) 今後のワーキンググループの進め方について
  - (2) 放射線防護の基本的考え方の検討について
- 第6回 平成21年12月16日(水)
- (1) 事故時における放射線防護の基本的考え方の検討について
- 第7回 平成22年1月29日(金)
- (1) 事故時における放射線防護の基本的考え方の検討について
- 第8回 平成22年2月24日(水)
- (1) 事故時における放射線防護の基本的考え方の検討について
  - (2) 通常時における放射線防護の基本的考え方の検討について
- 第9回 平成22年4月2日(金)
- (1) 代表的個人にかかる考え方の整理について
  - (2) 原子力安全委員会指針類における放射線防護にかかる記載の整理について

(3) 報告書骨子案について

第10回 平成22年4月26日(月)

(1) 報告書案について

第11回 平成22年5月17日(月)

(1) 報告書案について