

放射線防護の基本的考え方の整理 -放射線審議会における対応- (案)
 に対する岸本委員からのコメント

2. 基本的事項

②放射線の人体への影響

- 放射線被ばくによる健康影響は、放射線防護の観点から確定的影響（組織反応）^{※6}と確率的影響^{※7}に大別される。確定的影響には、しきい線量^{※8}と呼ばれる閾値があり、特異的に感受性が高い個人を除いて、それを超える被ばくがない限り発症することはない。他方、確率的影響は、低線量域の影響が明確でないため、線量がゼロでない限りリスク^{※9}（がんや遺伝性影響の発生確率の程度）はゼロではないと放射線防護体系では見なしている（LNTモデルについては後述）。具体的には、がんと遺伝性影響^{※10}が確率的影響と考えられており、それ以外はすべて確定的影響に分類される。なお、確率的影響は、実験科学上の根拠をもとにした生物反応ではなく、放射線防護体系を構築する上で創出された考え方であることに注意すべきである。
- 確定的影響のうち、最も低い線量で生じる可能性があるのは、男性の精子数低下に伴う一時的不妊と、妊娠初期の被ばくによる胚死亡・奇形発生であり、いずれも、しきい線量は100 mGy^{※11}程度と推定されている。全身症状につながる最初に現れる影響としては白血球減少等の造血系の機能低下であり、全身被ばくによるしきい線量は短時間の被ばくで500 mGy程度である。
- 確率的影響の一つであるがんについては、広島・長崎の原爆被爆生存者をはじめとして、様々な集団に対する疫学調査が行われている。多くの調査において、線量とともに罹患率・死亡率が増加することが確認されているが、およそ100 mSv以下の、いわゆる低線量における影響の有無について^{※12}は、現在の科学的知見からは明確になっていない。この線量域では放射線によるがんの増加があったとしても、その程度は被ばくしない者と比べて疫学研究でも有意な増加として認められないほどであり、生活習慣等の放射線以外の要因によるがんの変動に紛れてしまうために、低線量の影響の有無が明確でないからである。
- 遺伝性影響についても、原爆被爆者の子どもや小児期に放射線治療を受けた患者の子ども等に対して疫学調査が行われているが、これまでに遺伝性の疾患が増えたというヒトでの証拠は得られていない。
- 放射線防護では、確定的影響の発生を防止し、確率的影響のリスクを合理的に減少させ容認できるレベルに抑えることを目的とする。

(コメント)

・2②の1つ目の矢羽根について

確定的影響については「…ことはない。」と断定しているのに対して、確率的影響については「…見なしている」と書かれています。しかし、※8「しきい線量」にも書かれているように、集団では感受性のばらつきがあるため、線引きを行うためには、「1%発生率」などをしきい値とみなす、というプロセスが入らざるを得ません。

そのため、確定的影響についても、「…閾値があり」のところを「…閾値があるとみなし」とするか、「…発症することはない」を「…発症することはないと見なしている」とするかとしてはどうでしょうか。

→<事務局対応案>

ご指摘の内容を修正することについて審議会でご確認いただきたい。

2. 基本的事項

③放射線防護の前提としての LNT モデル

- がん及び遺伝性影響については、しきい線量の存在が判明していない。そこで、放射線防護を考える上で、低線量域の線量反応関係として、LNT (Linear Non-Threshold) モデル^{※13}を仮定として採用している。これは、線量に比例して過剰リスクが増加することを仮定した統計モデルである。
- 低線量域における LNT モデルは科学的に証明された真実として受け入れられているものではなく、線量とリスクの関係を直線近似で表すものであるが、放射線防護の施策はこのモデルに基づいて展開される。ICRP は、低線量域での放射線防護に係る「慎重な基礎 (prudent basis)」として LNT モデルを採用している。このアプローチは、ICRP のみならず IAEA、WHO 等の国際機関においても基本となっている。
- LNT モデルに従えば、線量当たりのリスクが常に一定であるため、個々の被ばくを独立に管理することができ、しかも線量を相対的なリスクの指標とすることができる。
- LNT モデルは精緻な予測モデルではなく、とくに低線量における不確かさが大きいいため、わずかな線量を多数の人々が受けた状況において、LNT モデルを用いて被ばくにより増加が見込まれるがんや遺伝的疾患の症例数の計算は避けるべきである。
- LNT モデルを採用する限り、いわゆる安全と危険の境界を定めることはできない。健康影響の有無ではなく、影響発生の可能性を定量的に評価し管理するリスクベースの考え方が必要になる。

(コメント)

・ 2③の 2 つ目の矢羽根

ここの「科学的に証明された真実として受け入れられているものではなく」と 2②の 1 つ目の矢羽根の「創出された考え方である」だけだと、LNT モデルに科学的根拠が全く無いように読めてしまう懸念があります。「ニセ科学」とまでは言いませんが、LNT モデルを支持する科学的な考え方もあることをひとこと書いておかないとバランスが悪いように思います。

また、「真実」とまでハードルをあげなくても「事実」くらいで十分ではないでしょうか。

→<事務局対応案>

ご指摘の内容を修正することについて審議会でご確認いただきたい。

・ 2③の 4 つ目の矢羽根について

日本語の問題として、最後のところは「…症例数を計算することは避けるべきである。」

→<事務局対応案>

ご指摘の通り修正いたします (反映済み)。

2. 基本的事項

④リスクベースの考え方と防護の最適化

- LNT モデルを前提とするならば、理論上はどんなに少ない被ばくでもリスクはゼロにならないが、一方で、あらゆる被ばくをゼロにするという施策も現実的ではない。そこで放射線防護においては、「防護の最適化」によって、全体のバランスを考えながら、被ばくをできるだけ少なくするというアプローチをとる。
- 防護の最適化の原則は、「被ばくの生じる可能性、被ばくする人の数及び彼らの個人線量の大きさは、すべての経済的及び社会的要因を考慮に入れながら、合理的に達成できる限り低く保つべきである」と ICRP 2007 年勧告において定義されており、原文“*As Low As Reasonably Achievable*”の頭文字をとって、ALARA の原則とも呼ばれる。
- 被ばくする可能性、被ばくする人の数、個人線量の大きさを低減しようとするれば、作業の効率性が損なわれたり、放射線以外の労働衛生・公衆衛生上の問題が発生したりする可能性がある。ALARA とは、それらのデメリット^{※5}やリスクと放射線リスクとのバランスをとるプロセスであり、単に厳しい基準を設定することで最小線量を追求するものではないことに注意する必要がある。
- ごくわずかな被ばくを避けるために多大な社会的リソースを投入することは、作業の効率性が損なわれるなどの問題が発生するため、ALARA の原則に馴染まない。そのため、一定レベル以下の放射線・放射能（ベクレル）しか有さず、実質的に被ばくに寄与しない放射線源（以下、線源と呼ぶ）は、規制の対象としないのが合理的である。これを規制からの免除と呼ぶ。一方、自然界に存在し、食物摂取を通じて常に体内で一定量が維持されるカリウム 40^{※14}のように、管理することが現実的でないため規制になじまないものもあり、このようなものは量の多寡によらず、規制から除外される。

(コメント)

・ 2④の3つ目の矢羽根について

「デメリットやリスク」とありますが、※5の定義上、この「リスク」は「デメリット」の中に入っているのではないのでしょうか。同じ表現が3⑥の5つ目の矢羽根にも出てきます。

→<事務局対応案>

ご指摘を踏まえ、「それらのデメリット^{※5}やリスクと放射線リスクとのバランスをとる」を「それらのデメリットと放射線リスク低減によるメリットとのバランスをとる」に、3⑥の5つ目の矢羽根の「リスクやデメリットが」を「デメリットが」にそれぞれ修正いたします（反映済み）。

・ 4つ目の矢羽根について

1 文目の「作業の効率性が損なわれる」が前の矢羽根の部分的な繰り返しなので、この部分をカットして、1 文目は「ごくわずかな被ばくを避けるために多大な社会的リソースを投入することは、ALARA の原則に馴染まない。」だけで良いのではないのでしょうか。

→<事務局対応案>

例示を含めて1つのパラグラフの中で完結したいので、このような記載ぶりとなっております。

3. 立案のプロセスと考慮すべき事柄

④放射線防護原則の適用—防護の最適化

- 防護の最適化は、本質的には、現在の事情の下で最善が尽くされているかどうかを常に問い続けることであり、結果ではなくプロセスに対する要求である。
- あらゆるメリットとデメリットを同一の尺度で定量化できれば、最適化プロセスは単純な数学の問題に帰着するが、現実には定量化が困難な多数の要因が存在する。定量化した場合にも付随する不確実性を記述するとともに、定量化が困難な場合は定性的な手法をとる。
- 防護の最適化においては、取り得るオプションをいくつか設定した上で、過去の経験や現在の技術水準等を踏まえつつ、オプション間の比較を行う。社会的に重大な問題を対象とする場合には、社会的な合意形成のプロセスを踏む観点から、状況に応じて可能な限り、ステークホルダー ※²² の参加の下で、意思決定プロセスを透明化・文書化する必要がある。
- 防護の最適化の主体は、政策立案者及び事業者である。政策立案者は、事業者が防護の最適化を図れるように制度を設計する。事業者はその制度の下で自らの防護方策により最適化に取り組む。政策立案者は、リスクの程度や事業者の規模を踏まえ、事業者のこのような取組を奨励し、必要に応じて適切な指針を提供する。
- また、政策立案者は、着目する線源の利用や活動の形態が画一的で事業者の裁量の余地が少ない場合や明確な事業主体が存在しない場合、政策立案者による最適化の結果として、防護方策を具体的な仕様や基準として定めることが考えられる。
- 防護の最適化を行う場合、規制上の一律の限度とは異なり、計画被ばく状況では線量拘束値、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況では参考レベルと呼ばれる指標（⑥で後述）を活用することも考慮する。

(コメント)

・ 3④の2つ目の矢羽根について

定量化する項目を具体的に示すべきかどうかという議論がありましたが、その前に、定量化できるところはちゃんと定量化する、というメッセージが弱く、このままだと定性的表現ばかりになってしまい、最適化がなされているかどうか客観的な判断が困難になることが容易に予想されます。できるだけ定量的な予測をするためのインセンティブを付けることが肝要です。

2文目を（少なくとも）次のようにしてはどうでしょうか。

「線量やコストなど、定量化できる項目は、付随する不確実性や推計根拠も記述したうえで、原則として定量的に示すとともに、定量化が困難な項目については定性的な手法をとる。」

→<事務局対応案>

ご指摘の内容を修正することについて審議会でご確認いただきたい。

3. 立案のプロセスと考慮すべき事項

⑥数値基準の意味と役割

- ▶ 放射線防護では LNT モデルを採用しており、一定の数値基準を下回ることを以て安全である、つまり放射線による障害が全く生じないという考え方をとっていない。また、基準を満足することで十分とするアプローチは、リスクベースに基づき考える防護の最適化、すなわち継続的な安全向上のための取り組みを阻むことになりかねない。政策立案者は、線量限度を含む数値基準を遵守することのみを安全確保の根拠とするのは適切でなく、他方で単に厳しい基準を設定し最小線量を追求することも適切ではない。
- ▶ 放射線防護において用いられる数値基準は、線量限度と線量拘束値（または参考レベル）に大別される。線量限度は規制上の一律の限度であり、それを超過することは違反と見なされる。この限度の遵守にとどまらず継続的な安全向上を促すために、線量拘束値（または参考レベル）は防護の最適化の PDCA サイクルのためのベンチマークとして用いるが、それを超過することは計画・運用に改善が必要であることを意味する。
- ▶ 線量拘束値は政策立案者が設定する場合と事業者が設定する場合がある。通常、公衆被ばくに対しては、必要に応じて政策立案者が線量拘束値を設定するが、職業被ばくに対しては事業の種類や規模が異なるため線量拘束値は事業者が設定する。
- ▶ 事業者が線量拘束値を設定する場合、不確かさを含めて個別の事情を考慮すべきであり、一律の固定的な数値を設定することは適切ではない。政策立案者は、必要に応じ適切な指針（必ずしも数値基準だけに限らない）を提供し、事業者による防護の最適化の取組を奨励することがある。その際、政策立案者は、事業者の設定する線量拘束値の意味を理解し、数値設定に関与するとしても上限を定めるにとどめ、事業者の運用状況を注視すべきである。上限の設定が意味を持つのは、制限を加えなければ一部の者に被ばくが集中するおそれがある場合、及び政策として線量低減を主導する場合である。
- ▶ 線量拘束値が線量限度より低く設定されることは明らかであるが、緊急時被ばく状況及び現存被ばく状況の参考レベルについては、線量限度よりも高い値を用いることがある。これは、年あたりの線量率で示す線量限度が安全と危険の境界を定めるものではないため、事故等における短期間の被ばくにその遵守を求めると、放射線以外の要因に起因するリスクやデメリットが明らかに大きくなる場合があるからである。
- ▶ 確定的影響を防止し、がんリスクの有意な上昇を避ける観点から、緊急時被ばく状況における職業被ばくの参考レベルの最大値は、短期間に 100 mSv、あるいは 1 年に 100 mSv であることを、ICRP は勧告している^{※25}。
- ▶ ICRP は、現存被ばく状況の参考レベルを、20 mSv/年～1 mSv/年の範囲で設定すべきとしている。ただし、原子力事故後の汚染地域に居住する公衆の被ばくについては、時間の経過とともに線量が漸減していくことから、参考レベルを 1～20 mSv/年のバンドの下方部分^{※26}から選択すべきとし、長期的には 1 mSv/年を目指すことを勧告している。
- ▶ 現場で実務を効率的に行うため、Sv 単位の線量ではなく、放射能濃度 (Bq/m³ 等) や空間線量率 (μSv/h 等) 等、直接計測可能な量で政策立案者は数値基準を定めることがある。そのような場合、政策立案者は当該基準値の位置づけ及び導出過程 (シナリオや仮定) を明確にし、根拠を示す必要がある。

(コメント)

・ 3⑥の 5 つ目の矢羽根について

「安全と危険の境界」の「安全」の前に、2③の 5 つ目の矢羽根のところと同様、「いわゆる」をつけてください。(これは例えば、ISO/IEC Guide 51 では Safety は、“freedom from risk which is not tolerable”と、リスクベースで定義されているので、ここでいう「安全」とは「100%安全」のような「いわゆる安全」を意味していることを強調する必要があります)

→<事務局対応案>

ご指摘の通り「いわゆる安全と危険の境界」に修正いたします (反映済み)。