

表題：ラドン吸入による内部被ばく問題（7）

副題：IAEA の役割り と 世界各国の状況

筆者：SCE-Net 環境研究会 郷 茂夫

（化学工学会 会員， 放射線影響学会 会員）

2021年 9 月 25 日作成

1. IAEA の役割

IAEA（国際原子力機関）は、原子力・放射線利用に関する安全基準を策定するために、安全基準委員会（CSS）を設置し、その下にいくつかの委員会があります。その1つが放射線安全基準委員会（RASSC）です。

IAEA は、他の国際機関等と共同で策定している**国際基本安全基準（International Basic Safety Standards, 略して BSS と呼ばれる）**の1996年版の改定作業を2005年頃に開始しています（多分、テーマごとにやっていると思われます）。その中で、

＜環境防護に関する3件の安全指針の策定＞

BSSにも取り込まれている環境防護の概念を検討した環境関係の以下の安全指針の最終ドラフトが承認されたといえます。

・「公衆と環境の放射線防護」（DS432；ドラフト番号）

安全指針 RS-G-1.7 で規定された値は、多くの加盟国で、クリアランス（※下参照）や自然起源の放射性物質の基準として採用されていますが、この安全指針は、BSS 改定以前に策定されたものであるため、計画被ばく、現存被ばく、緊急被ばくの三つの被ばく状況の概念が考慮されていないので、見直し中です。

※**クリアランス制度とは**； 原子力発電所の運転や廃止措置に伴って発生する**放射性廃棄物**のうち、放射性物質の放射能濃度が低く、人の健康への影響がほとんどないものについて、国の認可・確認を得て、**普通の廃棄物として再利用又は処分できる制度**を「クリアランス制度」といいます。この制度は、「原子炉等規制法」という法律によって定められています。

なお、**一般の廃棄物と同じように処分や再利用ができるよう定められた放射性物質の濃度を「クリアランスレベル」といいます。**

<安全レポートや技術文書（TECDOC）の策定>

前期中に以下の安全レポートまたは TECDOC の作成について検討されたとのこと。

- ・住居のラドンによる被ばく

RASSC の役割の中に、安全基準の使用や適用の支援する活動が含まれるが、その一環として RASSC 会合で、スイスなどの加盟国から BSS の履行状況の報告がなされた。また前期中に BSS 履行に関する地域開催のワークショップを 8 回、一つのテーマに絞った内容での会合を 7 回開催した。

<次期における重要検討課題>

・科学的知見に関する履行における UNSCEAR 等関連国際的組織との協力放射線防護体系は、自然科学と倫理的考察を結合したものであり、また新しい科学的知見の発見が続いているので、この観点からの他の国際機関との協力が重要である。

- ・BSS 改訂版の履行

特に非医療における人体イメージング、飲食物中の放射性核種、ラドン、獣医学分野における放射線防護、目の水晶体における新しい線量限度の履行等が重要である。

・線量評価における不確実性（Uncertainties）と保守性（Conservatism）の課題今後検討される免除やクリアランスの基準の改定において、基準値導出の基礎となる線量評価において、不確実性の大きい被ばくシナリオで過剰な保守性を考慮することにより、過剰に厳しい基準値が導出される懸念があるので、このことについて検討する。

個別課題として、以下の個別課題が、取り上げられた。その一つで以下がある。

- ・**屋内ラドン問題。**

2. IAEA におけるラドン線量換算係数の検討

IAEA におけるラドン線量換算係数の検討は、国際機関 UNSCEAR, ICRP, WHO, ILO などからの報告や各国の状況をまとめて、態度を表明しているものです。

(1) 国際機関からの報告をまとめ

IAEA は自分自身ではラドン問題にかかわる独自の研究や調査をしているわけではなく国際機関からの報告をまとめたものを提示しているわけですので、内容は省略します。

(2) 各国からの報告を受けたまとめ

加盟各国からの報告のまとめたものが、表 1. です。

ラドン環境については、「Bq/m³」単位で、参考レベル、対策レベルの数字を挙げていま

す。これらのレベルの意味については、連載 (6) を参照ください。

日本の平常から考えると、居住環境 (Bq/m³ 表示) の参考レベルが、200~300 となっているのが驚きです。日本では考えられ難い設定です。

従来の UINSCEAR の線量換算係数を使い計算すると、年間実効線量 AED は、

$$ADE = 200 \sim 300 * 0.4 * 7000 * 9 = \mathbf{5 \sim 7.6 \text{ mSv / 年}}$$

このような数字が、世界においては、ごく平常的なものなのでしょうか？ただ、実測の範囲を言っているのではありません。参考レベルの範囲の話です。

表1. 加盟各国からの報告まとめ

国, 期間	レベル	居住環境 (Bq/m ³)	職場環境 (Bq/m ³)	備考
IAEA, 国際原子力 機関	参考レベル	300	1000	
EU, 欧州連合		300	300	
アメリカ合衆国	居住環境の対策レベル	148		
カナダ	参考レベル	200	200	
イギリス	参考レベル	200	300	
ドイツ, EU	(態度を保留, 下表参照)			
スウェーデン	参考レベル	200	200	
オーストラリア	参考レベル	200	200	
			1000	
ブラジル	NORM 産業における対策レベル		1000	
インドネシア	ガイドラインとして	300	1000	
インド	ウラン鉱山における空気中 放射性物質濃度限度 平衡等 価ラドン濃度		1000	
ペルー	対策レベル	200	1000	
中国	報告なし			
日本	決めていないので報告なし、 下表を参照下さい			

<各国からの報告の特記事項>

<p>日本</p>	<p>わが国では、<u>屋内ラドンに対する規制がないものの、放射線管理区域では空気中放射性物質濃度 (3,000 Bq m⁻³ EERC) によって規制されている</u>ことを紹介した。ラドンだけではない。</p> <p>その濃度限度は、年間 50 mSv の実効線量を基準とし、線量換算係数として ICRPPubl.65 の値が用いられていること、新しく提案された換算係数を用いることで限度が 1/2 の 1,500 Bqm⁻³ になることを示した。</p> <p>なお、わが国の規制に関しては、放射線審議会では“引き続き国際動向に注視する”という状況にあることを報告した。</p> <p>ただし、(一社)日本保健物理学会では、ラドンに関する防護のガイドラインについて議論しており、その内容についても紹介した。</p> <p>なお、このガイドラインに法的拘束力はないものの、放射線審議会の報告書内に記載されていることについても触れた。</p>
<p>インド、カナダ等</p>	<p>ICPR Publication 60 と Publication 65 を基本とした規制を行っており、Publication 137 に基づいた IAEA 一般的安全要件 Part3 (GSR part3) は現在も適用されていない (ごく最近のことなので)。</p>
<p>EU, ドイツ</p>	<p>参考レベルである 300Bq/m³ (ラドンガス濃度) を基準として、測定によってこの値を超えているか否かを判断する。その際、参考レベルを超えた場合に線量評価を行う。年間実効線量として 6 mSv が基準であり、超えていれば、計画被ばく状況として低減措置を行う。</p>
<p>共通</p>	<p>職場環境におけるラドン曝露に対して ICRP の新しい線量係数を導入することは現状と比べて、より高い線量を与えることになる。その結果、<u>規制に対してより多くの労力をもたらすことになり、新しい線量係数の導入と運用のために加盟国間での合意が必要となる。</u></p>
<p>共通</p>	<p>住居と職場環境におけるラドン曝露に対する<u>新しい線量係数は、多くの加盟国の規制と放射線防護体系に重要な影響を及ぼす。</u> IAEA からの新しい線量係数の適用に関するガイダンスを期待する。</p>
<p>共通 ; トロン</p>	<p>トロンの被ばくに関する情報が圧倒的に少なく、<u>データの蓄積が重要性である</u> (ICRP、UNSCEAR 担当者のコメント)。</p>
<p>共通 ; トロン</p>	<p>トロン曝露に対する線量評価について、トロンガス濃度に不確かさが非常に大きな平衡係数を乗じる手法は放射線防護上適切ではない。</p>
<p>共通</p>	<p>線量係数はラドン(トロン)子孫核種の粒径に大きく依存する。トロンだけでなくラドンの平衡係数も環境によって代表値とは大きく異なる可能性がある</p>

	る。しかし、これらのデータは非常に少なく信頼できるデータの蓄積が重要である。
<p>これら上記のような不安、不満の背景として、ICRP は放射線防護のための線量換算係数であるが、UNSCEAR は他の線源からの被ばくによる年間実効線量との比較のための線量換算係数であり、それぞれ目的が異なることがあげられる。</p> <p>(筆者：意味がよくわからず。)</p>	

(3) IAEA 主導のラドン線量換算係数に関する技術会合

ラドンに対する新しい線量換算係数の影響に関する技術会合 2019 年 10 月 1 日～4 日 @ウィーン国際センター IAEA、ICRP、UNSCEAR、WHO の国際機関を含む 34 か国から 56 名の参加で行われた。日本からの参加者は、**弘前大学被ばく医療総合研究所の 床次眞司教授** と 細田正洋、弘前大学大学院保健学研究科・講師の 2 名であった。

<技術会合の目的>

ICRP は、2018 年に刊行した Publ.137 の中でラドンの線量換算係数を再評価し、現状の約 2 倍になることを報告した。そこで、IAEA は 2014 年に報告された「Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. **GSR Part3**」に対する、ICRP が提案したラドンに対する新しい線量換算係数の影響について議論することを目的に本技術会合が開催された。

RASSC 会議に向けた技術会合 (TM) での成果のまとめから、主なものを引用します。技術会合では **GSR Part 3 の早急な改定を必要としないことで合意**したとのこと。ただし、加盟国に対して、**以下のコメント**とともに要望を出すよう求めた。

表 3. RASSC 会議に向けた技術会合 (TM) での成果のまとめ

項目	考え方	採用値
住居だけでなく現存被ばく及び計画被ばく状況にある職場環境に対して；	ICRP が新たに提唱した線量換算係数を採用するが、参考レベルは現状の値を維持すること	10 mSv/WLM を使用；連載(6)の 2. 参照
ラドンの管理のために、放射能濃度で右を維持	職場環境では、ほとんどの参加加盟国が ICRP の新しい線量係数を受け入れる予定。	300 Bq/m ³ と 1000 Bq/m ³

	職場環境の増加や 職業被ばくに分類される作業者の増加をもたらすかもしれないことに注意
ICRP と UNSCEAR に対して；	それぞれの線量係数の適用とその際に使用する平衡係数を明らかにするように IAEA から提案してほしい。
IAEA に提出；.	方針説明書を加盟国と共有すること。

理解と根拠は（文献 20）を参照ください。

3. 技術会合後の ICRP と UNSCEAR の状況（2020 年 5 月）

最後に、2つの主要機関の最近の考え方やコメントの結論をまとめます。

<ICRP 変更の結論>

これまでの疫学研究の知見により、ICRP Publication 65 が Publication 137 へと更新され、ラドンの線量換算係数が $9 \text{ nSv/Bq h m}^{-3}$ から $16.8 \text{ nSv/Bq h m}^{-3}$ へと変更された。今回の線量換算係数の変更により、ラドンによる実効線量はこれまでの約 2 倍の値となる。

日本の場合、公衆が受ける自然放射線源からの被ばく 2.1 mSv/年 のうちラドンによる年間実効線量は 0.59 mSv/年 であるが、ラドン換算係数の変更により、 1.21 mSv/年 へと増加する。

一方で、UNSCEAR は、線量学及び疫学的手法それぞれの不確かさを考慮して、住居及び職場環境におけるラドンの線量換算係数は変更しないこととし、引き続き、 9 nSv/Bqhm^{-3} を利用している。

<ラドン被ばくに関わる最新状況です。表 1 を参照>

表 1. 上記の結論的なまとめです。

2つの機関	考え方
ICRP	放射線防護の目的で線量係数を報告している。 線量データに加えて疫学的データが考慮されている。
	疫学的な主な観察結果は、鉱山労働者の研究に基づく肺がんリスクの推定値は、一般的に被曝レベルが低いほど高くなることである（データの質が高いため）。
	疫学データにより、ICRP が使用した名目リスク係数は、 $2.83 \times 10^{-4} \text{ perWLM}$ から $5 \times 10^{-4} \text{ perWLM}$ に変更された。
	実効線量係数は、中央値である $3 \text{ mSv / mJhm}^{-3}$ (10 mSv / WLM) に更新

	<p>され、これは職場や家庭でのほとんどの被ばく状況に適用できる。</p> <p>これは、6.7 nSv / Bqhm-3 に相当し、平衡係数を 0.4 とすれば 16.8 nSv / Bqhm-3EERC となる。</p> <p>職業被ばくの状況がより詳細な検討を必要とし、信頼できる代替データが入手可能な場合は、ICRP が提供する方法論を用いて場所固有の線量を評価することができる。</p>
UNSCEAR	<p>線量換算係数は、他の国際機関の任務である放射線防護目的と UNSCEAR の任務に直接関連する他の放射線源との比較目的のために必要である。</p> <p>ラドンとその子孫核種の吸入に起因する肺がんの疫学研究と線量モデルの結果の包括的なレビューを提供している。これらのデータで観測された範囲は以前の評価で観測された範囲と類似しており、両者に適用される不確実性を認識している。</p> <p>したがって、ラドンの線量換算係数として引き続き 9 nSv / Bqhm-3EEC を公衆および労働者の線量評価におけるラドン被ばくレベルの推定に使用する。</p> <p>UNSCEAR のデフォルトである屋内と屋外の平衡係数をそれぞれ 0.4 と 0.6 として適応すると、ラドン濃度の換算係数は屋内では 3.6 nSv / Bqhm-3、屋外では 5.4nSv / Bqhm-3 となる。</p>

(連載 023 おわり)