

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費

(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)」

第 17 回代表者会合 議事概要

1. 日 時 : 2021 年 6 月 15 日(月) 15:00~17:10

2. 場 所 : Web 会議

3. 出席者(敬称略)

・放射線防護アンブレラ参加団体代表

甲斐倫明(PLANET)、児玉靖司(JRRS)、小林純也(JRRS)、酒井一夫(PLANET)、佐々木道也(実効線量と実用量に関する WG)、中島覚(JRSM)、細井義夫(JARADM)、松田尚樹(JRSM)、横山須美(JHPS)

JRSM:放射線安全管理学会/JRRS:放射線影響学会/JARADM:放射線事故・災害医学会/JHPS:保健物理学
/PLANET:放射線リスク・防護研究基盤

・原子力規制庁

高橋知之(本事業 PO、京都大学)、

高山研・大町康・三浦弘靖・荻野晴之・角田潤一(放射線防護企画課)

・事業実施主体

神田玲子・岩岡和輝・山田裕・石黒千絵(QST)、高田千恵・百瀬琢磨・吉澤道夫(JAEA)、
杉浦紳之(NSRA)

4. 議題:

議題 1 議長の選出

議題 2 前回議事概要案の承認

議題 3 今年度のネットワークの事業について(審議)

・今年度のスケジュール案について

・国内の放射線防護対策の推進に関する検討(=アカデミアの活動)

・実効線量と実用量に関する WG による提言のとりまとめについて

・国際動向報告会の計画について

・緊急時放射線防護 NW の活動と今年度のゴールについて

・職業被ばくの最適化推進 NW の活動と今年度のゴールについて

議題 4 2021 年度国際的機関主催会合等への若手派遣者選考について(報告)

議題 5 今後の予定について(審議)

議題 6 その他審議・報告事項等

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

5. 資料

- 資料 1 代表者会議の運営に関する内規 (ver 3)
- 資料 2 第 16 回代表者会議議事概要案
- 資料 3-1 令和 3 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)事業計画書
- 資料 3-2 令和 3 年度アンブレラ活動年間スケジュール(案)
- 資料 3-3-1 令和 3 年度放射線防護アカデミアの活動について
- 資料 3-3-2 低線量放射線リスクコンセンサスレポートに関するウェビナー企画
- 資料 3-3-3 2021 年度日本放射線影響学会の人材育成に係る取り組み
- 資料 3-3-4 令和 3 年度人材育成に関する取り組み(日本放射線安全管理学会)
- 資料 3-3-5 人材育成に関する企画及び予算の支援についての提案(日本保健物理学会)
- 資料 3-4 実効線量と実用量に関する WG 提出資料:骨子の骨子案
- 資料 3-5 令和 3 年度 放射線防護に関する「国際動向報告会」の計画
- 資料 3-6 原子力防災体制を支援する「緊急時放射線防護ネットワーク」今年度の活動とゴールについて
- 資料 3-7 職業被ばくの最適化推進ネットワークの活動計画とゴールについて
- 資料 4 事業終了後の学会連携について

- 参考 1 令和 3 年度具体的な活動案(第 15 回会合のまとめ)
- 参考 2 NEA 国際放射線防護スクール(IRPS)について
- 参考 3 リスク研究ネットワーク 規約
- 参考 4 労災疾病臨床研究事業費補助金研究 放射線防護分野研究班
合同連絡会議(2021 年 5 月 31 日)

6. 議事内容

議題 1: 議長の選出

事務局より、「議長の選出」について、資料 1 を用いて説明がされた。メンバーの互選により、児玉氏が議長として選出された。

議題 2: 前回議事概要案の承認

事務局より、前回の議事概要案(資料 2)を用いて前回の議事概要が説明された。事前にメールでも確認済みであることから、議事概要案は承認された。

議題 3: 今年度のネットワークの事業について(審議)

事務局より、「今年度のネットワークの事業について」について、資料 3-1、3-2 を用いて説明が

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

された。

事務局より、「アカデミアの活動」について、資料 3-3-1 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】 提言の部分は、事務局が作成するのか。

【事務局(神田)】 すでに各学会で提言がまとまってきている。それに基づいて、事務局で作文する。最終的に代表者会議でチェックしていただく予定である。

【甲斐】 ウェビナー企画のためのアンケートは、どのように行ったか。

【事務局(神田)】 前回のウェビナーの最後にアンケート(google form)の宣伝を行った。

【高橋 PO】 ウェビナーのアナウンスは、どのように行うのか。

【事務局(神田)】 色々な選択肢(事前登録の廃止など)を考えて調整しながら進める。ひとまず、ウェビナー第 1 回目は昨年度同様、学会を通じてアナウンスすることを考えている。2 回目、3 回目については、やり方(時間、質疑応答など)も含めて、企画側とともに検討したい。

小林氏より、「低線量放射線リスクコンセンサスレポートに関するウェビナー企画」(ウェビナー2回目、3回目)について、資料 3-3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【事務局(神田)】 質疑応答をしなければ座長は不要と考える。当日の飛び入り参加が可能な場合、参加者は匿名となるので慎重な対応が必要かもしれない。

【甲斐】 福島関係が論争になる場合がある。演者側で準備が必要である。

【事務局(神田)】 折衷案として、基本、事前登録制とする。一方で報道機関や行政関係者についてはあらかじめ URL を伝えるのはいかがか。

【佐々木】 そのようなことで良いと考える。

【小林】 事務局(神田氏)の案で良いと考えているが、改めて検討する。

【事務局(神田)】 第 2 回目ウェビナーはオリパラの間に、第 3 回目ウェビナーはオリパラの後に行いたい。

【児玉議長】 学生はあまり放射線防護を理解していない。それもあり、第 4 回目のウェビナーとして「放射線防護のいろは」が提案された。

【甲斐】 海外の人が講演する場合、通訳はつけられるのか。また対象は誰か。

【事務局(神田)】 通訳をつけることは可能である。提案段階では、対象は若手やニューカマーということであった。

【児玉議長】 若手に対して放射線防護用語の入門的な話をしていただくのが良いと考える。日本語訳の ICRP 刊行物を読んでも理解が難しい。

【横山】 各学会の若手が参加できるような会となると良い。適した演者を探す。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

【事務局(神田)】保物(横山氏)と相談して進めたい。

【児玉議長】第5回目ウェビナーは「廃棄物」がテーマであるので、管理学会で検討していただくのはいかがか。

【中島】検討する。

【事務局(神田)】管理学会でウェビナーなどの企画がすでにあれば、それとコラボすることも可能である。

【松田】クリアランスの話まで含めると管理学会では難しいかもしれない。放射線管理学会的な観点で、テーマになりそうなものを検討する。

【事務局(神田)】第6回目ウェビナー(利用と防護)を実施するかどうかは、次回以降に議論したい。

事務局より、「影響学会と管理学会の人材育成の取り組み」について、資料 3-3-3、3-3-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【事務局(神田)】今のところ、量研は対面でのイベントに制限を設けている。

【松田】管理学会提案の「対面での座談会」は1月2月ぐらいを想定している。

【事務局(神田)】会場費はキャンセル料が発生する可能性があるため、大学などでの開催をお願いすることになるかもしれない。

横山氏より、「保物学会の人材育成の取り組み」について、資料 3-5 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【事務局(神田)】量研の会計上、広告費のための予算の支出は難しいと考える。動画コンテンツの作成費については支出可能と思う。成果物(動画コンテンツ)の公表については、規制庁の承諾が必要になるかもしれない。規制庁と検討させていただく。

【規制庁(荻野)】動画コンテンツ作成は、若手の意見を踏まえて提案されたものか。人材育成の観点では、若手が動画コンテンツを作成していくのが望ましい。

【横山】コンテンツの作成の企画は若手が考える。編集の部分を外部に発注する。

佐々木氏より、「線量 WG の骨子の骨子案」について、資料 3-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【高橋 PO】アンブレラ事業は今年度で終わる。その後、どのような形で提言が残るのか。

【事務局(神田)】報告書にまとめていただく予定である。アンブレラ HP 閉鎖後も量研の HP に報告書を掲載することは可能である。

杉浦氏より、「国際動向報告会の計画」について、資料 3-5 を用いて説明がされ、計画通りに承認された。主な議論は下記の通り。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

【児玉議長】新しい論点はどんなものになりそうか。

【甲斐】例えば、「最新の科学的知見から、確定的影響、確率的影響というカテゴリーはまだ有効であるか」といった論点である。

高田氏より、「緊急時放射線防護ネットワークの今後の活動とゴール」について、資料 3-6 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】実施することがたくさんあるように感じる。

【高田】これまで実施してきたことのまとめであり、実施可能である。

【甲斐】保物の WEB シンポジウムや発表会などで成果発表を考えているのか。

【高田】成果の発表を検討したい。

吉澤氏より、「職業被ばくの最適化推進ネットワークの活動計画とゴール」について、資料 3-7 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【甲斐】制度の提案について、費用の負担はどうなるのか。

【吉澤】学術会議では国の負担を想定していたが、実現していない。今回は複数の制度案を検討しており、制度案に応じた費用負担の考え方を整理したい。

【細井】医療現場の管理を知っている者の意見も重要と考える。

【吉澤】医療分野から岡崎氏がメンバーに入っている。

【事務局(神田)】厚労省の研究班が実施した医療従事者の線量調査の結果について、参考 4 として本会資料に添付している。

議題 4: 2021 年度国際的機関主催会合等への若手派遣者選考について(報告)

事務局より、「国際的機関主催会合等への若手派遣者選考」について、今回応募者がいなかったことが説明された。

議題 5: 今後の予定について

事務局より、「事業終了後の連携」について、資料 4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【事務局(神田)】任意団体を形成する場合、数年以内に成果が創出できる計画があると良い。このアンブレラ事業の中で、何を継続するのが良いか考えるのが良いと思う。

【児玉議長】次回以降に、色々と議論できれば良いと考える。

議題 6: その他審議・報告事項等

なし

以上

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費

(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)」

第 18 回代表者会合 議事概要

1. 日 時 :2021 年 10 月 15 日(金) 15:30~18:30

2. 場 所 :Web 会議

3. 出席者(敬称略)

・放射線防護アンブレラ参加団体代表

甲斐倫明(PLANET)、児玉靖司(JRRS)、小林純也(JRRS)、酒井一夫(PLANET)、佐々木
道也(実効線量と実用量に関する WG)、富永隆子(JARADM)、中島覚(JRSM)、細井義夫
(JARADM)、松田尚樹(JRSM)、横山須美(JHPS)

JRSM:放射線安全管理学会/JRRS:放射線影響学会/JARADM:放射線事故・災害医学会/JHPS:保健物理学
/PLANET:放射線リスク・防護研究基盤

・原子力規制庁

高橋知之(本事業 PO、京都大学)、

三橋企画官・大町康・三浦弘靖・荻野晴之・野島久美恵(放射線防護企画課)

・事業実施主体

神田玲子・岩岡和輝・山田裕・石黒千絵(QST)、高田千恵・百瀬琢麿・吉澤道夫(JAEA)、
米原英典(NSRA)

4. 議題:

議題 1 前回議事概要案の承認

議題 2 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

・今年度のスケジュール案について

・代表者会議が主催する活動について

・国際動向報告会について

・Webinar について

・学会主催の若手支援の活動と支援

・他の学会との連携(報告のみ)

・代表者会議が取りまとめる提言の取りまとめ状況について

・実効線量と実用量に関する WG による提言のとりまとめ

・学会の報告書からの抜粋

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

- 議題 3 事業終了後、継続すべき事業について
- 議題 4 今年度の NW の活動と今後の事業について
- ・職業被ばく NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体について
 - ・緊急時 NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体について
- 議題 5 その他審議・報告事項等
5. 資料
- 資料 1 第 17 回代表者会議議事概要案
- 資料 2-1-1 令和 3 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの成) 事業計画書
- 資料 2-1-2 令和 3 年度アンブレラ活動年間スケジュール(案)
- 資料 2-2 令和 3 年度 放射線防護に関する「国際動向報告会」の計画案
- 資料 2-3-1 放射線防護を理解するための Webinar(第 1~3 回)の開催報告
- 資料 2-3-2 放射線防護を理解するための Webinar(第 4~5 回)の開催企画
- 資料 2-4 学会主催の若手支援の活動と支援(報告)
- 資料 2-5 放射線防護アカデミア外の学会との連携
- 資料 2-6 放射線に関わる量に対する正しい理解に向けたとりまとめと提言(案)
- 資料 2-7 提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(素案)
- 資料 3 学会連携の様々な取り組み
- 資料 4-1 原子力防災体制を支援する「緊急時放射線防護ネットワークの活動とゴールについて
- 資料 4-2 職業被ばくの最適化推進ネットワークの活動計画とゴールについて
- 参考 1 日本放射線安全管理学会 令和 2 年度報告書(HP 公表版)
- 参考 2 日本放射線影響学会 令和 2 年度報告書(HP 公表版)
- 参考 3 日本保健物理学会 緊急時モニタリングに関する検討
- 参考 4 日本保健物理学会 安全文化醸成のための提言素案

6. 議事内容

議題 1: 前回議事録案の承認

事務局より、前回の議事概要案(資料 1)を用いて前回の議事概要が説明された。事前にメールでも確認済みであり、本会議中に意見がなかったため承認することとなった。

議題 2: 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

事務局より、「今年度の放射線防護アカデミアの事業」及び「今年度のスケジュール(案)」について資料 2-1-1、2-1-2 を用いて説明がされた。また、国際動向報告会を担当していた杉浦氏の後任として、米原氏が今後担当する旨の紹介があった。主な議論は下記の通り。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

【児玉議長】今年度の国際動向報告会は12月23日か。

【米原】その日を予定している。

米原氏より、「国際動向報告会」の活動について資料 2-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】提案されたプログラムをアンブレラとして承認する。

事務局より、「Webinar」について資料 2-3-1、2-3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】5 回目の準備を引き続きお願いする。

事務局より、「学会主催の若手支援の活動と支援(報告)」について資料 2-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】本件について、今後も支援いただけるのか。

【事務局(神田)】イベントについては、開催の1か月前にはご相談いただきたい。イベントを含めて何かあれば11月中にご相談いただきたい。

事務局より、「放射線防護アカデミア外の学会との連携」について資料 2-5 を用いて説明がされた。

佐々木氏より、「実効線量と実用量に関するWGによる提言のとりまとめ」について資料 2-6 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】提言案の学会への報告や意見募集はどのように行うのか。

【事務局(神田)】各学会のHPを利用するつもりか。

【佐々木】アンブレラHPに提言案を掲載して、そのリンク先を各学会から会員用のメーリングリストを使って、1回情報を流していただきたい。

【高橋PO】次回の代表者会議(12月上旬)までに完成されたバージョンとなるのか。

【佐々木】今回の代表者会議の後に、各学会に見てもらい意見を反映する予定であり、次回の代表者会議までに完成版を作成したい。

【小林】文書内の内容を踏まえると、タイトルの提言という言葉に違和感がある。

【佐々木】タイトルを変更するなど修正したい。

【酒井】人以外の生物種の防護には線量率が用いられる。人以外の生物についての説明があると良いかもしれない。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

【佐々木】検討したい。

【吉澤】課題②の提言先の研究開発とは具体的に何か。

【佐々木】校正・装置開発など研究開発を行っている組織・個人を提言先として想定している。

事務局より、「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(素案)」について資料 2-7 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】提言を学会連名とすることについて、各学会の連絡状況は如何。

【事務局(神田)】学会として合意を得る手続きについて伺ったが全部の学会からまだ連絡いただいていない。

【小林】影響学会は了承される見込みである。

【甲斐】災害時の自治体の生物線量評価について、高度被ばく医療支援センター等がどのような支援を行うのかまだ明確に決まっていないように思う。それに関連する提言をするのはいかがか。

【事務局(神田)】検討したい。

【小林】X線装置の云々の箇所です少し違和感がある。冒頭のX線装置の被ばくは「社員」ではなく外部の人だったように思う。外部の人が被ばくしないような情報の共有を提言すると良いように思う。

【事務局(神田)】検討したい。

【吉澤】密封線源の健全性の云々の箇所は、安全管理学会に確認いただくと良いかもしれない。

【高橋 PO】この後、代表者会議メンバーならびに学会の関係者が提言案を確認し、コメントを事務局に連絡する。次回の代表者会議までに完成バージョンが出来上がる。このようなスケジュールを想定しているか。

【事務局(神田)】その通りである。

【高橋 PO】中長期的提言の内容は、線量WGの提言書をまとめたものになるのか。

【事務局(神田)】線量WGの提言部分を中心にまとめた内容となる。

議題 3: 事業終了後、継続すべき事業について

事務局より、「学会連携の様々な取り組み」について、資料 3 を用いて説明がされた。主な議論

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

は下記の通り。

【児玉議長】 次回代表者会議でも議論する予定か。

【事務局(神田)】 第20回代表者会議までに、事業終了後も続けるものを具体的に決めて合意したい。

【酒井】 アンブレラ設立時の大きな目的は「学会間の交流」、「規制側との交流」であった。「規制側との交流」は何らかの形で残すと良い。ICRP2023のシンポジウムに向けて、「学会間の交流」として何らかの連携が取れると良い。

【事務局(神田)】 ICRP2023のシンポジウムに関しては、各学会にご協力をお願いする。

【児玉議長】 他に何かあれば、次回代表者会議までに事務局に連絡いただきたい。

議題4: 今年度のNWの活動と今後の事業について

吉澤氏より、「職業被ばくの最適化推進ネットワークの活動計画とゴール」について、資料4-2を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【酒井】 本事業のスコープに、健康影響の調査は含まれているのか。

【吉澤】 基本的に線量管理のみである。健康影響の調査は「3.登録制度の必要性」のところに含まれている。

【甲斐】 これに関連して、整形外科領域で労災として認められたケースがある。なんかか形で健康影響の調査も検討すると良い。

【甲斐】 JAEA、QSTを中心にネットワークを続けていける状況にあるのか。海外でのコストは如何か。

【吉澤】 どこが運営主体となるのか明確に定まっていない。海外のコストのデータは存じていない。

【甲斐】 ネットワークの構築について、何かあれば協力したい。

【児玉議長】 今後の方針はまだ決まっていないということか。

【吉澤】 12月のグループ会合までにはある程度見えてくる。

高田氏より、「原子力防災体制を支援する「緊急時放射線防護ネットワークの活動とゴール」について、資料4-1を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【甲斐】 感想として、日本の緊急時への対応に不安を感じている。人材をデータベース化して、緊急時には派遣できるような仕組みが理想的であると個人的に思っている。

【規制庁(大町)】 福島原発事故のときは放出後に避難したため膨大な住民に対する汚染検査が必要であった。事故の教訓を踏まえた現在の指針では放出前にPAZの住民が避難を開始するなど防護措置のタイミングに改良が図られている。自治体の要

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

請に基づき QST、JAEA などが避難退域時検査などに参画するが、必要に応じて大学の専門家への協力要請も有り得る。避難退域時検査などに必要な知識や技能が緊急時緊急時放射線防護ネットワークでまとめられるので、それは大学の専門家も活用できると思う。

【松田】人材を育成するような仕組みを維持するようがあると良いと思う。

【規制庁(野島)】専門家の窓口的なところ(何かあったときに相談できるところ)があると有難い。

【事務局(神田)】次回の代表者会議の際に、万が一事故があった際の学会の対応を教えてほしい。

【児玉議長】次回以降、各学会での緊急時の対応について情報を頂きたい。

議題 5: その他審議・報告事項等

なし

以上

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費

(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)」

第 19 回代表者会合 議事概要

1. 日 時 : 2021 年 12 月 10 日(金) 15:30~18:10

2. 場 所 : Web 会議

3. 出席者(敬称略)

・放射線防護アンブレラ参加団体代表

飯本武志(JHPS)、甲斐倫明(PLANET)、児玉靖司(JRRS)、小林純也(JRRS)、酒井一夫(PLANET)、佐々木道也(実効線量と実用量に関する WG)、中島覚(JRSM)、細井義夫(JARADM)、松田尚樹(JRSM)、横山須美(JHPS)

JRSM:放射線安全管理学会/JRRS:放射線影響学会/JHPS:保健物理学/PLANET:放射線リスク・防護研究基盤

・原子力規制庁

高橋知之(本事業 PO、京都大学)、
三橋企画官・大町康・荻野晴之(放射線防護企画課)

・事業実施主体

神田玲子・岩岡和輝・山田裕・石黒千絵(QST)、高田千恵・百瀬琢麿・吉澤道夫(JAEA)、
米原英典(NSRA)

4. 議題:

議題 1 前回議事概要案の承認

議題 2 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

- ・今年度のスケジュール案について
- ・代表者会議が主催する活動について
 - ・Webinar について
 - ・他の学会との連携(報告のみ)
- ・代表者会議が取りまとめる提言について
 - ・実効線量と実用量に関する WG による提言のとりまとめ(報告)
 - ・「提言我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」

議題 3 今年度の NW の活動と今後の事業について

- ・緊急時 NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体について
- ・職業被ばく NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体について

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

- 議題 4 NW 合同報告会について
- 議題 5 事業終了後、継続すべき事業について
- 議題 6 その他審議・報告事項等

5. 資料

- 資料 1 第 18 回代表者会議議事概要案
- 資料 2-1 令和 3 年度アンブレラ活動年間スケジュール(案)
- 資料 2-2 放射線防護を理解するための Webinar(第 1~5 回)の開催報告
- 資料 2-3 放射線防護アカデミア外の学会との連携(リスク学会の TG による
原子力災害の防護方策の意思決定に関する議論)
- 資料 2-4-1 放射線に関する線量の現状と課題-課題解決に向けた提言-(案)
- 資料 2-4-2 線量 WG 提言コメントと対応案
- 資料 2-5 提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)
- 資料 3-1 原子力防災体制を支援する「緊急時放射線防護ネットワークの活動と
ゴールについて
- 資料 3-2 職業被ばくの最適化推進ネットワークの活動計画とゴールについて
- 資料 4 第 5 回 NW 合同報告会 プログラム案
- 資料 5-1 学会連携の在り方(これまでの議論の整理と提案)
- 資料 5-2 放射線防護アカデミア会則案および覚書案

6. 議事内容

議題 1: 前回議事録案の承認

事務局より、前回の議事概要案(資料 1)を用いて前回の議事概要が説明された。事前にメールでも確認済みであり、本会議中に意見がなかったため承認することとなった。

議題 2: 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

事務局より、「今年度のスケジュール案」、「Webinar」、「他の学会との連携」について資料 2-4-1、2-4-2 を用いて説明がされた。

佐々木氏より、「実効線量と実用量に関する WG による提言のとりまとめ」について資料 2-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】 本日の会議で承認することになるのか。

【事務局(神田)】 本日は提言内容について議論をいただきたい。ご異議がなければ、文言等の詳細についてはメールでご意見を頂きたいと思っている。

【児玉議長】 課題①の提言 1 について、「構造的に整理」とはどういうことか。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

【佐々木】医療や放射線管理など、それぞれの現場での使われ方を横並びで整理するという意味である。

【甲斐】提言ごとに重みが異なるので、表を用いて個別に具体的に示すことに違和感がある。

【佐々木】セクション分けの文章にするなど修正を検討したい。

【児玉議長】その場合、各提言の提言先を明記しないことになるか。

【佐々木】文章の中に組み込みむなど修正を検討したい。

【規制庁(大町)】提言先の「国」という表現よりは、具体的に省庁を示した方が提言先の対象を明らかにできると思う。

【甲斐】具体的な省庁名まではいらぬのではないか。

【佐々木】具体的に示すのかぼやかした表現にするのか難しいところであるが、規制関連省庁といった表現にするなど検討したい。

【児玉議長】課題②の提言 2 について、「生物学的効果比(RBE)の情報を整理」とあるが、これは治療における情報も含めるのか。

【佐々木】特段、限定していないが、幅広い情報の整理を想定している。

【甲斐】RBE の情報を収集・整理するのか。

【佐々木】それに加え、現場に与える影響についての情報も想定している。

【高橋 PO】提言 3 の提言先が「研究開発」となっている。もう少し具体的に示せるか。

【佐々木】修正したい。

【児玉議長】内容について意義はない。他にコメントあれば今月 20 日までにはいただきたい。それらのコメントを反映して、WG 主査、議長、事務局で承認するか判断したい。

事務局より、「提言我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」について、資料 2-5 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】p12 に、「国としてのネットワークや会議体は存在していない。」とあるが、生物学的線量評価分科会が立ち上がれば、それが国としてのネットワークになるのではないか。

【事務局(神田)】支援センターの連携会議の位置づけが微妙であり、「国としてのネットワーク」と言えるか微妙なところである。

【児玉議長】例えば、血液の採取方法など、マニュアルを統一して、同じ規格でやる必要がある。規格や情報が共有されるようなネットワークになっているのか。

【事務局(神田)】支援センター5 機関で共有検量線の作成が進められている。生物学的線量評価分科会が立ち上がり、議論が進めば、様々な問題が解決されると思う。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

- 【甲斐】緊急時に各研究者が協力できる体制を構築することが重要であり、その辺りを提言すると良いように思う。
- 【酒井】旧放医研に染色体ネットワークがあった。その活動での問題点が、国としてのネットワークの構築にどのように活かせるのか分析が必要である。
- 【児玉議長】支援センター間で連携がなされているが、生物学的線量評価分科会がまだ構築されていないのが問題である。
- 【松田】生物学的線量評価に携わる人材が少ない。人材を育成することが重要である。平時については、訓練を通じてネットワークが構築されてきているが、人も予算も限られている。
- 【酒井】「旧放医研に染色体ネットワークがあった。それには不足している部分があった。だからそこを改善する。」という文章の構成にすると良いかもしれない。
- 【松田】現在の支援センター連携では、平時の研修については、ネットワークが構築されてきている。緊急時にどのように活動するのかというネットワーク(緊急時に対応できる体制)はまだ構築されていない。
- 【細井】しっかりした形でのネットワークが形成されるのが好ましい。
- 【事務局(神田)】いただいた意見を踏まえ、「国としてのネットワークや会議体は存在していない。」「染色体分析の専門家によるネットワークを再構築する。」の個所について、それぞれ修正を検討したい。
- 【児玉議長】次のステップは、各学会での承認か。
- 【事務局(神田)】修正したバージョンを先生方に送る。2月中旬までに各学会で承認していただきたい。
- 【児玉議長】2月中旬までに承認をお願いしたい。

議題 3: 今年度の NW の活動と今後の事業について

高田氏より、「緊急時 NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体」について、資料 3-1 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

- 【児玉議長】今後、万が一事故が起こったら、学会として、学会に所属する個人としてどのような対応をするのか教えてほしい。また連携・協力が可能か教えてほしい。
- 【中島】管理学会について。福島原発事故の時、食品班などを編成し対応した。Q&A を作成し一般向けに発信した。今後、事故が起これば同様の対応や連携を行うと思う。
- 【小林】影響学会について。過去の放射線事故を踏まえた提言書を作成した。その提言を踏まえて、緊急時に必要なことを整理する。また、必要に応じて、住民の不安を解消するような活動を行うと思う。現在、福島で活動しているようなメンバーが中心になると思う。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

- 【細井】事故災害学会について。原子力災害時に関連した国の委員会等に関与している会員が多い。そのような関与により、原子力災害時に貢献すると思う。平時の活動について、要請があれば参加する会員はいると思う。
- 【横山】保健物理学会について。平時には、緊急時のための委員会は組織されていない。一般向けの Q&A の支援や情報発信に貢献できると思う。
- 【高田】「緊急時の際は、学会独自というよりは、所属元の立場で対応することになる。」ことを理解した。

吉澤氏より、「職業被ばく NW の活動と今年度のゴール、その後の活動/主体」について、資料 3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

- 【児玉議長】医療の現場では、放射線被ばく管理組織の体制がないとのことであるが、被ばく管理の責任者はいないということか。
- 【吉澤】統一的に被ばく管理する体制になっていない。
- 【細井】体制を改革するには、医師に重要性を認識してもらう必要がある。
- 【酒井】医療現場でどのような人を管理の対象とするのか。
- 【吉澤】議論が必要な部分である。
- 【事務局(神田)】医療現場での被ばくをどのように管理するかについては、保健物理学会報告書「放射線安全文化の醸成に関する専門研究会」活動報告書が参考になるかもしれない。

議題 4: NW 合同報告会について

事務局より、「NW 合同報告会」について、資料 4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

- 【児玉議長】指定発言者は決まっているのか。
- 【事務局(神田)】未定である。アカデミア内に適任者がいればご推薦をお願いする。

議題 5: 事業終了後、継続すべき事業について

事務局より、「事業終了後、継続すべき事業」について、資料 5-1、5-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

- 【細井】資料 5-2 について。「放射線防護アカデミア」という文言に違和感がある。
- 【小林】すべての参加団体が代表者会議のメンバーになれるようであるが、それは基準が緩いように思った。また、Webinar を行いやすくするのはいかがか。
- 【松田】代表者会議メンバーはきちんとした団体が構成した方が良い。
- 【事務局(神田)】まだ作成中のものである。文言はいかようにも変えられえ。引き続きコメントいただきたい。
- 【児玉議長】各自、一度持ち帰って検討していただき、次回議論したい。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

議題 6: その他審議・報告事項等

米原氏より、「放射線防護に関する国際動向報告会」が 12 月 23 日に開催されることが説明された。また、その開催報告を学会誌のニュースレター等で掲載したいため各学会と今度相談したい、との説明がされた。

以上

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform
in the field of radiation protection research

原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費

(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)」

第 20 回代表者会合 議事概要

1. 日 時 : 2022 年 1 月 18 日(火) 15:30~17:30

2. 場 所 : Web 会議

3. 出席者(敬称略)

・放射線防護アンブレラ参加団体代表

飯本武志(JHPS)、甲斐倫明(PLANET)、児玉靖司(JRRS)、小林純也(JRRS)、酒井一夫(PLANET)、佐々木道也(実効線量と実用量に関するWG)、富永隆子(JARADM)、中島覚(JRSM)、松田尚樹(JRSM)、横山須美(JHPS)

JRSM:放射線安全管理学会/JRRS:放射線影響学会/JARADM:放射線事故・災害医学会/JHPS:保健物理学
/PLANET:放射線リスク・防護研究基盤

・原子力規制庁

高橋知之(本事業 PO、京都大学)、

三橋企画官・大町康・荻野晴之・三浦広靖(放射線防護企画課)

・事業実施主体

神田玲子・岩岡和輝・山田裕・石黒千絵(QST)、高田千恵・百瀬琢麿・吉澤道夫(JAEA)、
米原英典(NSRA)

4. 議題:

議題 1 前回議事概要案の承認

議題 2 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

・今年度のスケジュール案について

・国際動向報告会開催の報告

・代表者会議が取りまとめる提言について

・実効線量と実用量に関するWGのとりまとめと提言について

・「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」について

議題 3 NW 合同報告会について

議題 4 事業終了後、継続すべき事業について

議題 5 その他審議・報告事項等

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

5. 資料

資料 1	第 19 回代表者会議議事概要案
資料 2-1	令和 3 年度アンブレラ活動年間スケジュール(案)
資料 2-2	国際動向報告会開催報告
資料 2-3	放射線に関わる量に対する正しい理解に向けたとりまとめと提言(案)
資料 2-4	提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)
資料 3-1	第 5 回 NW 合同報告会 プログラム案
資料 3-2	今後の緊急時 NW の在り方: ディスカッション(30 分)のシナリオ案
資料 3-3	今後の職業被ばく NW の在り方: ディスカッション(30 分)のシナリオ案
資料 3-4	パネルディスカッション: アカデミアの今後(30 分)のシナリオ案
資料 4-1	放射線防護・健康科学アカデミア会則(案)
資料 4-2	放射線影響機関協議会と医療被ばく研究情報ネットワークの歩み～放射線防護・健康科学アカデミアの成立するための条件を考える～

6. 議事内容

議題 1: 前回議事録案の承認

前回の議事概要案(資料 1)は、事前にメールで確認済みであり、本会議中に意見がなかったため承認することとなった。

議題 2: 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

事務局より、「今年度のスケジュール案」について資料 2-1 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】 次回 3 月 4 日の会議は対面での開催が予定されているが WEB での開催になる可能性はあるか。

【事務局(神田)】 その可能性は高い。

【児玉議長】 対面か WEB どちらにするのかいつごろ決めるのか。

【事務局(神田)】 2 月中旬までに決める。

【高橋 PO】 対面と WEB どちらでも参加できるようにする予定はあるか。

【事務局(神田)】 機器操作等が複雑になるので、どちらか一方にする。

米原氏より、「国際動向報告会開催報告」について資料 2-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【事務局(神田)】 一般参加者の質問はどのような内容で、どのように回答する予定であるか。

【米原】 WEB 会議システムに不備があったため、一般参加者の質問をメールで受け付

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

けた。その結果、1 件のメール(質問 2 件)があり、質問の一つが「線量限度がすべての被ばく状況下でも適用される防護体系が ICRP で検討されている。これについての背景と問題点に関するもの」であり、もう一つが「NCRP と ICRP の基準が違う理由」である。これらの質問の回答を演者に依頼しており、最終的にアンブレラ HP に掲載したい。

【事務局(神田)】承知した。

佐々木氏より、「実効線量と実用量に関する WG のとりまとめと提言」について資料 2-3 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【佐々木】てにをはの部分や表のデザインを修正する予定。

【児玉議長】修正後の提言を承認する。

【事務局(神田)】アンブレラ HP で掲載するので、修正後に事務局にお送りいただきたい。

【佐々木】承知した。

事務局より、「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」について資料 2-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】この提言案について、各学会の承認状況は如何か。

【中島】管理学会について。理事会に諮っているところである。2 月中旬までお待ちいただきたい。

【小林】影響学会について。次回の理事会で審議され承認される予定である。2 月中旬までに間に合うと思う。

【富永】事故災害医学会について。理事会で確認し、この案で承認済みである。

【横山】保物学会について。メールで審議し、いくつかコメントがあったが承認済である。

【高橋 PO】保物学会でのそれらのコメントは軽微なものか(再確認は不要なものか)。

【横山】その通りである。

【児玉議長】それぞれの学会で承認後に公表する。この提言案の実現に向けて、事務局から何かコメントはあるか。

【事務局(神田)】この提言案は研究者や国際機関などとの意見交換に役立てたい。生物学的線量評価については具体的な提言がされている。1 月 11 日に開催された支援センターの連携会議の線量評価部会において、その提言内容がすでに検討されている。

【児玉議長】線量評価部会はこの提言案をすでに意識していたのか。

【事務局(神田)】多少は影響したと思う。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

議題 3: NW 合同報告会について

事務局より、「第 5 回 NW 合同報告会 プログラム案」について資料 3-1 を用いて説明がされた。

高田氏より、「今後の緊急時 NW の在り方: ディスカッション(30 分)のシナリオ案」について資料 3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】 指定発言者の横山先生、松田先生は何かコメントあるか。

【横山】 保物の緊急時の対応に関する発言を検討したい。

【松田】 管理学会としてどのようなことが言えるのか発言を検討したい。

【小林】 緊急時 NW に影響学会も関与すればよかったと思っている。

【高田】 当方も気にしていた部分であった。今回、指定発言でご意見いただき今後に繋がられればと思っている。指定発言を検討いただけないか。

【小林】 発言する方向で検討したい。

【高田】 各学会からコメントいただくのも良いように思う。事故災害医学会についても指定発言を検討いただけないか。

【富永】 代表理事に相談させていただきたい。

事務局より、「パネルディスカッション: アカデミアの今後(30 分)のシナリオ案」について資料 3-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【富永】 指定発言するにあたって、資料は不要か。

【事務局(神田)】 発言だけで、資料は不要である。

【吉澤】 自身の発言部分は、自分が話したいことを児玉先生にあらかじめ連絡する。

【児玉議長】 他の方も何かあれば、私と事務局に連絡いただきたい。

吉澤氏より、「今後の職業被ばく NW の在り方: ディスカッション(30 分)のシナリオ案」について資料 3-4 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【児玉議長】 指定発言者の承諾は得られているか。

【吉澤】 承諾は得られている。

【百瀬】 来年度以降のことも提示できればと良いと思っている。

【吉澤】 最初の 5 分のところで、医療放射線防護連絡協議会などにアプローチして様々な進んでいくことを説明する予定である。

【事務局(神田)】 学術会議の WG でも職業被ばく NW の検討結果を報告している。現在、学術会議においても医療従事者の被ばくに関する提言がまとめられているところである。医療従事者の被ばく防護について、医療関係者も前向きに考えている。

【児玉議長】 今回の議論等で修正されたシナリオは共有されるのか。

【事務局(神田)】 NW 合同報告会開催日前日までに共有する。

議題 4: 事業終了後、継続すべき事業について

事務局より、「放射線防護・健康科学アカデミア会則(案)」について資料 4-1 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【小林】 影響学会について。現理事会メンバーから賛成頂いている。次期の理事会メンバーがこの連携に実際に加わるか決めることになる。

【横山】 保物について。この案について、理事会で確認いただき、承認されている。

【中島】 管理学会について。まだ理事会に諮っていない。内容を検討したい。

【富永】 事故災害医学会について。まだ理事会に諮っていない。内容を検討したい。

【山田】 PLANET について。メンバーに確認いただき、「学協会の定義」や「代用者会議の名称」についてコメントがあった。

【甲斐】 「代表者会議」より「連絡者会議」の方が良いように思う。また、「学協会」という定義では、法人格を持たない様々な組織が連絡者会議のメンバーになれてしまうので、場合によっては悪用される可能性があり心配である。

【事務局(神田)】 事故災害医学会は法人格を持っていないので、「学術団体」にするのも良いかもしれない。

【松田】 どこまで連携を広げるかは、ひとまず始めてからが良いよう思う。

【高橋 PO】 原子力学会の場合は 4 つの部会がアンブレラ事業に関与している。これらの部会がそれぞれ連絡者会議のメンバーになれば、それだけで大きなボリュームになると思う。

【事務局(神田)】 まずは、みんなで同じ方向を向けるようなネットワークになれば良いと思う。

事務局より、「放射線影響機関協議会と医療被ばく研究情報ネットワークの歩み～放射線防護・健康科学アカデミアの成立するための条件を考える～」について資料 4-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【甲斐】 連携して取り組む課題を設定するのは難しいと感じる。個人的には、緊急時の人材育成や職業被ばくの一元化が安定したテーマだと思う。

【酒井】 規制庁の意向を伝える場の一つとしてアンブレラが作られたと思う。

【規制庁(大町)】 平成 28 年の IRRS において、「国内研究機関の連携が必要である」という評価がなされたのがアンブレラ事業の出発点である。このアンブレラ事業で、放医研や学会などに活力を与えることで防護に関する活動が盛んになり、20 年後に専門家として活躍できるような若手が育てば良いと思っている。そうなることで、規制行

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

政の諸問題の解決にも繋がっていくと思っている。

【酒井】アカデミアも規制行政も向かっている方向は同じだと感じた。今後も応援いただきたい。

【規制庁(大町)】応援する。来年度に規制庁に研究部門が立ち上がり、また JAEA や QST の次期中期計画も来年度や再来年度に始まり、いろんなことが新しくなる。これらを追い風にして国内の防護関連の活動の活性化に繋がればと思う。

【兎玉議長】今回の議論を踏まえて、次回の代表者会議でも引き続き議論する。

議題 5: その他審議・報告事項等

【事務局(神田)】本事業についての学会発表や誌上発表があれば事務局にご連絡いただきたい。

以上

原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費

(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)」

第 21 回代表者会合 議事概要(案)

1. 日 時 :2022 年 3 月 4 日(金) 15:00~16:55

2. 場 所 :Web 会議

3. 出席者(敬称略)

・放射線防護アンブレラ参加団体代表

飯本武志(JHPS)、甲斐倫明(PLANET)、児玉靖司(JRRS)、小林純也(JRRS)、酒井一夫(PLANET)、佐々木道也(実効線量と実用量に関する WG)、富永隆子(JARADM)、中島寛(JRSM)、細井義夫(JARADM)、松田尚樹(JRSM)、横山須美(JHPS)

JRSM: 日本放射線安全管理学会/JRRS: 日本放射線影響学会/JARADM: 日本放射線事故・災害医学会/JHPS: 日本保健物理学会/PLANET: 放射線リスク・防護研究基盤

JRSM:放射線安全管理学会/JRRS:放射線影響学会/JARADM:放射線事故・災害医学会/JHPS:保健物理学/PLANET:放射線リスク・防護研究基盤

・原子力規制庁

高橋知之(本事業 PO、京都大学)、

三橋企画官・大町康・荻野晴之(放射線防護企画課)

・事業実施主体

神田玲子・岩岡和輝・石黒千絵(QST)、高田千恵・百瀬琢麿・吉澤道夫(JAEA)、米原英典(NSRA)

4. 議題:

議題 1 前回議事概要案の承認

議題 2 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

・今年度のスケジュール案について

・今年度の評価結果について

・「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」について

議題 3 事業終了後、継続すべき事業について

議題 4 その他審議・報告事項等

5. 資料

資料 1 第 20 回代表者会議議事概要案

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

資料 2-1	令和 3 年度アンブレラ活動年間スケジュール
資料 2-2	次評価結果
資料 2-3-1	提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)
資料 2-3-2	「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」に対する学会 の承認と修正対応
資料 2-4	放射線防護に関する国際動向報告会報告書
資料 2-5	放射線に関わる量に対する正しい理解に向けたとりまとめと提言
資料 2-6	第 5 回 NW 合同報告会 報告書
資料 3-1	放射線防護・健康科学アカデミア会則(案)
資料 3-2	放射線防護・健康科学アカデミアの活動 具体例
参考資料	Advisory Opinions for Improving Radiation Protection Measures in Japan

6. 議事内容

議題 1: 前回議事録案の承認

前回の議事概要案(資料 1)は、事前にメールで確認済みであり、本会議中に意見がなかったため承認することとなった。

議題 2: 今年度の放射線防護アカデミアの事業について

事務局より、「今年度のスケジュール案」、「今年度の評価結果」について、資料 2-1、2-2 を用いて説明がされた。

主な議論は下記の通り。

【児玉議長】本事業の評価委員は、事業終了後の継続について不安を感じているのか。

【事務局(神田)】その通り。この後の議題で議論できればと思う。

事務局より、「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて(案)」について資料 2-3-1、2-3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【小林】影響学会のコメントの反映については、この提言内容で問題ない。

【中島】管理学会のコメントの反映については、この提言内容で問題ない。

【児玉議長】他の学会からはすでに承認いただいている。したがって、アンブレラ代表者会議として承認する。この提言の公開はいつか。

【神田(事務局)】月曜日(3月7日)以降に HP で公開したい。

議題 3: 事業終了後、継続すべき事業について

事務局より、「事業終了後、継続すべき事業」について資料 3-1、3-2 を用いて説明がされた。主な議論は下記の通り。

【小林】影響学会ではこの後役員交代もある。新しいアカデミア組織はいつ発足する

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

のか。また、資料 3-1 に誤り(代表者会議総会決定と書かれている)がある。

【事務局(神田)】 誤りについて修正する。影響学会の新理事が決定した後、すなわち 6 月～7 月以降を考えている。他の学会で役員の改選などあるか(6～7 月以降で良いか)。

【中島】 管理学会の新理事は 6 月に決まるので問題ない。

【横山】 保物学会の役員はしばらく変わらないので問題ない。

【富永】 災害医学会では 9 月に役員の選挙がある。6 月であれば、メール審議等で対応可能である。

【事務局(神田)】 新しいアカデミア組織が何を行うのか決めておいた方が、学術団体等が参加を検討しやすいと思う。ちなみに J-RIME は、発足後 3 年間は情報共有がメインで、その後に実際の活動が始まった。

【酒井】 資料 3-2 活動の具体例の「関連知識の体系化」に関連するものとして、放射線影響・放射線防護のナレッジベース(QST 運営)がある。このナレッジベース構築の活動を新しいアカデミア組織に組み込むと良いように思う。

【事務局(神田)】 このナレッジベースは WEB で公開されている。規制庁の委託事業として 5 年間かけて構築してきたあと、量研が自主事業として運営とコンテンツの追加を行っている。コンテンツの執筆を新しいアカデミア組織にお願いできると良いかもしれない。現状、情報セキュリティ上の問題から新しいコンテンツが公開できずにいる。

【規制庁(荻野)】 [チャットによる発言] 最終更新日はいつか。

【事務局(神田)】 情報セキュリティ上のトラブルが発生しており、最後の更新は 1 年半前である。この 1 年半分の活動を今年度中にアップする予定である。

【児玉議長】 ナレッジベースも新しいアカデミア組織の活動の一つとしても良いかもしれない。

【酒井】 ナレッジベースは認知度があまり高くない。ナレッジベースの認知度を向上させることも大切である。

【児玉議長】 新しいアカデミア組織の活動について、他のメンバーからもご意見いただきたい。

【吉澤】 すぐに活動のテーマを決めるのは難しいと思う。放射線防護と言っても職種(医療系、理工系など)で感覚が違う。様々な活動が相互で作用するためにも Webinar は良い取り組みになると思う。

【高田】 緊急時の専門家の確保のためにも、認定制度が必要である。認定制度の設定に、新しいアカデミア組織を活用できるかもしれない。作業が発生することを新しいアカデミア組織で行うのは難しいと感じる。

【米原】 新しいアカデミア組織が、国際的な動き(例えば、ICRP 次期主勧告)に一体とな

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

って対応していけるようなものになると良い。

【中島】学生が必ずしも放射線防護の人材になってくれるわけではない。新しいアカデミア組織で放射線防護の人材を育成していけると良い。

【小林】人材育成に新しいアカデミア組織を活用していければと思う。Webinar で、幅広い知識を持つ若手を育成できるかもしれない。持ち回りでできることを提案しあうのも良いと思う。

【横山】人材育成や ICRP 次期主勧告は重要と思う。これらに関連した活動に、Webinar などが活用できると思う。

【飯本】保物の若手研究会が様々な学会と一緒に勉強会を行っている。若手の得意なテーマを扱いながら学会誌などで公表していくと活動がさらに広がると思う。

【富永】資料 3-2 の具体例に「消防、警察組織等への放射線防護教育支援」と書いているが、このような初動対応者も関連させていくと良いと思う。

【細井】様々な学会と合同シンポジウムなどを開催していくと良いと思う。

【甲斐】ある 1 つのテーマを立ち上げるよりは、情報共有するだけでも良いと思う。新しいアカデミア組織が規制当局のパイプ役(アカデミア側の窓口)となると良いと思う。様々なことに若い人を混ぜて検討していけば、人材育成にもつながると思う。

【佐々木】線量 WG の岩井先生の Webinar に関係するが、線量の歴史についての情報共有が重要である。資料 3-2 の具体例の「ICRP 次期主勧告」や「福島第一原発事故」も重要な課題と思う。若手以外の人でも学び直すことも重要と思う。Webinar に加えて直接交流するようなイベントもあると良いと思う。

【規制庁(荻野)】2023 年の ICRP シンポジウムについて、新しいアカデミア組織の中で議論されると良いと思う。また、ICRP 次期主勧告に向けて取り組む課題について、各学会で重複しないように新しいアカデミア組織の中で情報を共有すると良い。

【事務局(神田)】今回議論いただいた内容を新しいアカデミア組織のキックオフのときに議論していただくことになる。

【事務局(神田)】これらのテーマに関連した趣旨書を 6 から 7 月ぐらいに各学会等へ送り、参加の意向を伺う。参加の意向が 3 学会ぐらいからあれば新しいアカデミア組織を設置できると思う。

【児玉】3 学会は最低でも必要と思う。PLANET は新しいアカデミア組織に参加することを予定しているか。

【甲斐】PLANET は ICRP 次期主勧告を意識して活動している。新しいアカデミア組織に参加する予定である。

【小林】放射線技師会では生殖腺の防護が話題になっている。放射線技師会にも声をかけると良いと思う。

【事務局(神田)】会則では、放射線技師会も参加可能である。

Formation of problem-solving network and umbrella-type integrated platform in the field of radiation protection research

【高橋 PO】3 学会から参加の意向があれば新しいアカデミア組織を設置するのか。その後、他の学術団体等に声をかけるのか。

【事務局(神田)】放射線技師会は趣旨書を見てすぐに参加を検討してくれるだろうか。

【小林】高橋 PO を言われているように、まずは身近な団体だけで発足すると良い。

【事務局(神田)】ICRP2023 のサテライトイベントに関しては、28 団体に声をかけた。

【細井】放射線に関連するものとして、医学放射線学会、IVR 学会がある。どこまで声をかけるか検討が必要と思う。

【事務局(神田)】何をやるのかで声をかける団体先が決まると思う。今日の議論ではいろいろと案が出たが優先順位はないようなので、リスト化して本事業の報告書にも記載し、事業終了後の活動に引き継ぐこととする。

議題 4: その他審議・報告事項等

事務局より、報告書用の会議画面の撮影が行われた。その他の報告事項等については下記の通り。

【事務局(神田)】情報提供として、NEA の防護スクールが 8 月に開催される。

【高橋 PO】5 年間の活動に感謝する。今後も新しいアカデミア組織が幅広い活動を行っていくことを期待する。

以上

放射線防護・健康科学アカデミア会則(案)

第1章 総則

(名称)

第1条 本組織は、放射線防護・健康科学アカデミア(以下、「アカデミア」と言う。)と称する。その英文名は、Japan Science Academy on Radiation Protection and Health Effects とする。

第2章 目的及び事業

(目的)

第2条 人間や環境の放射線被ばくに関連ある研究情報の収集及び共有化をはかり、国内外の放射線防護の研究の発展に学際的に寄与するために、(i) 低線量被ばく(公衆、職業被ばく)ならびに緊急時被ばくの科学的知見の創出と収集、(ii) 防護体系・安全基準の策定の提言、(iii)放射線防護の人材育成を行う。

(事業)

第3条 前条の目的を達成するため、次の事業を行う

- (1) 人間や環境の放射線被ばくに関わる科学的研究並びに放射線防護に関わる社会活動を促進するための行事
- (2) 人間や環境の放射線被ばくに関わる科学的研究並びに放射線防護に関わる社会活動を促進するためのプロジェクト協力事業
- (3) 人間や環境の放射線被ばくに関わる科学的研究並びに放射線防護に関わる社会活動を促進するための広報活動
- (4) その他、人間や環境の放射線被ばくに関わる研究並びに放射線防護に関わる社会活動にとって有用な事

第3章 会員

(会員資格)

第4条 アカデミアを構成する会員は、第2条の目的を共有し科学的研究を行う以下の組織とする。

- (1) 国内の学術団体、またはその下部組織
- (2) 国内外の研究・教育機関、またはその下部組織
- (3) 国内外の行政機関、またはその下部組織

なお学術団体とは、日本学術会議協力学術研究団体もしくはこれに準ずる組織とする。

(加入の成立)

第5条 第2条の目的に賛同し、会員資格を有する団体が以下の情報をアカデミア事務局に送付し、連絡者会議が加入を承認した場合、加入が成立する。

- (1) 加入希望団体名ならびにその活動概要。

(2) 加入希望団体の代表者名の連絡先

(3) 加入希望団体からの推薦により連絡者会議に参加する者(2名以内)の連絡先

(退会の成立)

第6条 会員からの退会通告、会員である団体の解散、連絡者会議の決議により、退会が成立する。

第4章 組織運営

(連絡者会議)

第7条 連絡者会議は、会員からの被推薦者から構成され、アカデミアの運営に関わる案件を審議する。

2 連絡者会議は体面形式(オンラインを含む)の会合を年1回以上開催し、アカデミアの運営に関わるビジョン、活動方針、規定などを議論・整備し、決定する。

(連絡者会議 議長)

第8条 連絡者会議の議長は、会員からの被推薦者からの互選により選出される。議長は、連絡者会議の議事を運営するとともに、任期の間、アカデミアを代表する。

(招集)

第9条 連絡者会議は、代表が招集する。会員は、代表に対し、連絡者会議の目的である事項及び招集の理由を示して、連絡者会議の招集を請求することができる

(ワーキンググループ)

第10条 連絡者会議は、必要な下部組織として、ワーキンググループを構築し、アカデミア活動の一部を委託することができる。

(事務局)

第11条 本組織の事務局は別途定める。

第5章 活動

(行事協力)

第12条 行事協力とは、会員からアカデミアに協力要請があった場合、当該会員が主催し、アカデミアの目的に合致する研究集会・啓発活動などについてアカデミアの会員全体あるいは一部が様々なレベルで可能な限り協力することをいう。

2 会員がアカデミアに協力要請する場合は、次の協力レベルを具体的に明らかにし、他の会員に支援を要請するものとする。

(1) レベル1とは、一般的な広報支援(ポスター張り出し、WEBなど会員が管理している媒体での広報)をいう。

- (2) レベル2とは、協賛団体としての名義使用許諾をいう。
- (3) レベル3とは、講師・講演者派遣を含む企画支援を行うことをいう。
- (4) レベル4とは、資金支援を含む共催を行うことをいう。

3 各レベルに対する支援要請された会員の対応は次のとおりとする

- (1) レベル1、2の協力要請に対しては、支援要請された会員は、自身が主催する事業との利害衝突がない限り原則として協力を受諾するものとする。
- (2) レベル3、4の要請に対しては、支援要請された会員の個別判断で協力の可否を決定することができるものとする。

(プロジェクト協力事業)

第13条 プロジェクト協力事業とは、会員が企画あるいは主導する研究・調査・科学的助言・社会活動プロジェクトに関してアカデミアに対して協力要請があった場合、アカデミアの会員全体あるいは一部が様々なレベルで可能な限り協力することをいう。

2 会員がアカデミアに協力要請する場合は、次の協力レベルを具体的に明らかにし、他の会員に支援を要請するものとする。

- (1) レベル1とは、プロジェクトからの調査協力や成果発表等の広報を行うことをいう。
- (2) レベル2とは、プロジェクトに参加する専門家を派遣することをいう。
- (3) レベル3とは、プロジェクトの共同実施者になることをいう。

3 各レベルに対する支援要請された会員の対応は次のとおりとする。

- (1) レベル1の協力要請に対しては、支援要請された会員は、自身が主催する事業との利害衝突がない限り原則として協力を受諾するものとする。
- (2) レベル2、3の要請に対しては、支援要請された会員の個別判断で協力の可否を決定することができるものとする。

(情報発信活動)

第14条 情報発信活動とは、アカデミアとして Webinar を企画・開催することや、アカデミアのサイトを事務局が管理し、会員から協力要請のあった行事・プロジェクトについての広報の支援を行うことをいう。

2 アカデミアとして行う情報発信の対象は、原則、アカデミア会員に閉じないこととする。

(規約の変更)

第15条 この会則は、連絡者会議の決議によって変更することができる。

附則

1. 本組織の活動に係る費用は、原則、それぞれの活動に参加する会員が負担する。

(論文解説)

タイトル	論文解説「Biological Effects of Low-Dose Chest CT on Chromosomal DNA」
説明	<p>CTは、現代医療において最も重要な検査のひとつである。CT装置の進歩に伴い、心臓CTやCT検診等も普及しており、その件数は増加傾向にある。また、異なったエネルギーのX線を用いることで物質の分別が可能なDual energy CTや従来CTの2倍の空間分解能を有する超高精細CTなど新しい技術も登場し、今後も幅広い領域での応用が期待される。しかしながら、CTは放射線を用いるため、放射線被ばくによる発がんなどの生物学的影響が懸念されている [Berrington de Gonzalez A and Darby S, 2004., Brenner DJ and Hall EJ., 2007]。本稿では、Sakane, Hら [2020] の論文を中心に、CT検査の放射線被ばくによるDNA損傷の研究について解説する。</p> <p>近年、CTの放射線被ばくによるDNA損傷について、DNA損傷の生物学的指標であるγ-H2AXフォーカスや染色体異常を用いて検討する研究が行われている [Brand M, et al., 2012, Fukumoto W, et al. 2016, Rothkamm K, et al., 2007]。γ-H2AXフォーカスは、リン酸化されたヒストンH2AXが構築する球状の細胞核内高次構造体で、切断された二本鎖DNAの修復過程初期に認められ、1つのγ-H2AXフォーカスに1つのDNA二本鎖切断が含まれている (図1)。また、染色体異常は、切断された二本鎖DNAが誤って再結合された染色体で、緊急被ばく医療分野では、二動原体染色体や環状染色体が直近の放射線被ばくの線量評価の指標となっている (図2)。</p> <p>これら生物学的指標の増加は、1回のCT検査による放射線被ばくでも確認されており、CTによる放射線被ばくは可能な限り線量を低くすることが求められている [Brand M, et al., 2012, Fukumoto W, et al. 2016, Rothkamm K, et al., 2007]。一方、放射線量を低減するとCT画質の劣化が生じる。このため近年では、逐次近似再構成法や豊富なデータから自動的に特徴を見つけ出すDeep learning技術を用いた再構成法により画質を担保しながら線量を低下させる低線量CT技術が発展してきている。低線量CTを用いた肺がん検診は、重喫煙者における肺がんの死亡率を約20%低下させる非常に有効なスクリーニング法であることが知られている [National Lung Screening Trial Research T, et al., 2011]。しかし、CT検査による被ばく線量をどの程度まで下げるべきかについては定まった見解はなく、長年の研究課題となっている [Higaki T, et al., 2019., Tatsugami F, et al., 2019., Tatsugami F, et al., 2017]。</p> <p>そこで、Sakaneら [2020] はγ-H2AXフォーカスと染色体異常を用いて、通常の線量で撮影した胸部CTと低い線量で撮影した低線量CTで生じたDNA損傷の違いについて検討した。</p> <p>広島大学病院胸部外科で胸部CTが撮影された症例のうち3か月以内に放射線を用</p>

	<p>いた検査歴がある人などを除いた 209 人を対象としている。低線量 CT と通常線量 CT の平均実効線量はそれぞれ 1.5mSv、5.0mSv であり、低線量 CT の実効線量は通常線量 CT の 30%程度であった。これらの症例について、CT 撮影直前と撮影 15 分後に採血を行い、末梢血リンパ球の γ-H2AX フォーカスと染色体異常の数を測定した。1 細胞当たりの γ-H2AX フォーカス数は、通常線量 CT では平均 0.11 個から 0.16 個に増加していたが、低線量 CT では有意な増加が認められなかった。染色体異常数についても、通常線量 CT では 1000 細胞あたり平均 7.6 個から 9.7 個に増加していたが、低線量 CT では γ-H2AX フォーカスと同様に有意な増加が認められなかった。今回の研究に参加した 209 人中 63 人は、3 か月以上の期間を空けて通常線量 CT と低線量 CT 撮影を受けていたので、同一症例についてそれぞれの検査の前後で γ-H2AX フォーカスと染色体異常を解析し結果の検証を行った。その結果、同一症例についても、通常線量 CT では γ-H2AX フォーカス数と染色体異常数の増加が認められたが、低線量 CT では認められなかった。これらの結果から、通常線量 CT による放射線被ばくの染色体 DNA 損傷を鋭敏に検出できる検査法を用いても、低線量 CT の放射線被ばくによる染色体 DNA 損傷は検出できないほど低いレベルであることが示された。本研究では、異なる症例と同一症例で、γ-H2AX フォーカスと染色体異常という 2 つの異なった生物学的指標を用いて DNA 損傷の定量化を行って、同様の結果が得られており、信頼性の高い結果が得られていると考えられる。</p> <p>ただし、肺がん CT 検診などでは、繰り返し CT 検査を受けることもあり、頻回の CT 撮影による DNA 損傷の誘導やその蓄積についても検討する必要がある。また、年齢や性別、喫煙歴、放射線感受性などの個人差や造影剤使用の有無などが DNA 損傷に与える影響についても考慮すべきであり、今後の更なる検討が望まれる。</p> <p>本研究では、低線量 CT による有意な DNA 損傷の増加は認められておらず、低線量 CT による肺がん CT 検診での放射線被ばくは、生物学的観点からは許容されるレベルであると考えられる。CT の放射線量低減において、どの程度まで低減すべきかが長年の研究課題であったが、本研究の結果は今後 CT の線量をどの程度まで下げるべきか議論するうえで重要な指標になると考えられる。DNA 損傷の新しい生物学的指標が、被ばく影響を考慮した新しい医療放射線管理体制の確立に資する重要な指標となる可能性が示された。</p>
キーワード	CT、DNA 損傷、 γ -H2AX フォーカス
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Berrington de Gonzalez A and Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. Lancet 363, 345-351 (2004) • Brenner DJ and Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med 357, 2277-2284 (2007)

	<ul style="list-style-type: none"> • Brand M, et al. X-ray induced DNA double-strand breaks in coronary CT angiography: comparison of sequential, low-pitch helical and high-pitch helical data acquisition. <i>Eur J Radiol</i> 81, e357-362 (2012) • Fukumoto W, et al. DNA damage in lymphocytes induced by cardiac CT and comparison with physical exposure parameters. <i>Eur Radiol</i>. 10.1007/s00330-016-4519-8 (2016) • Higaki T, et al. Improvement of image quality at CT and MRI using deep learning. <i>Jpn J Radiol</i> 37,73-80 (2019) • National Lung Screening Trial Research T, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. <i>N Engl J Med</i> 365,395-409 (2011) • Rothkamm K, et al. Leukocyte DNA damage after multi-detector row CT: a quantitative biomarker of low-level radiation exposure. <i>Radiology</i> 242, 244-251 (2007) • Tatsugami F, et al. Deep learning-based image restoration algorithm for coronary CT angiography. <i>Eur Radiol</i>. 10.1007/s00330-019-06183-y (2019) • Tatsugami F, et al. Coronary Artery Stent Evaluation with Model-based Iterative Reconstruction at Coronary CT Angiography. <i>Acad Radiol</i> 24,975-981 (2017)
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> • Sakane, H. et al. Biological Effects of Low-Dose Chest CT on Chromosomal DNA, <i>Radiology</i>. 295(2), 439-445 (2020) https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2020190389

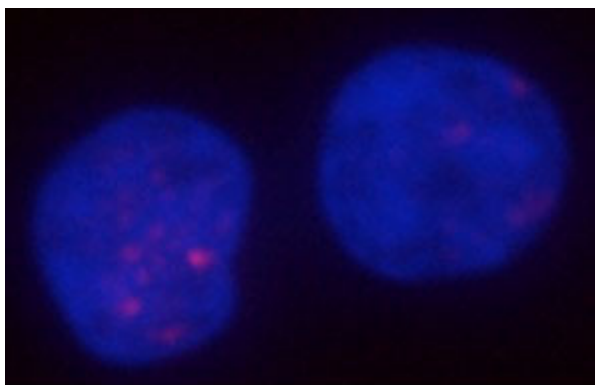


図1 γ -H2AX

赤く標識される点が DNA 損傷後の初期の修復過程でヒストン H2AX がリン酸化された γ -H2AX フォーカスである。これを測定することにより DNA 損傷の定量化が可能である。

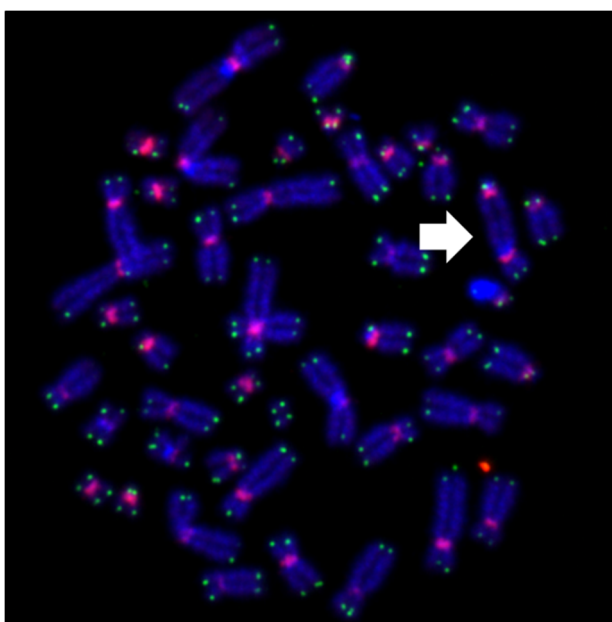


図2 染色体異常

矢印はセントロメアを2つ有する染色体異常の二動原体染色体である。DNA 損傷の修復ミスにより生じる変化であり、DNA 損傷の古典的な生物学的指標として用いられている。

(論文解説)

タイトル	論文「Properties of Radioactive Cs-Bearing Particles Released by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident and Trace Element Analysis. (東京電力福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウム含有粒子の性質と微量元素分析)」の解説
説明	<p>2011年3月に起こった東京電力福島第一原子力発電所の事故により、環境中に大量の放射性物質（核種）が放出された。この事故では、過去の原子力事故では報告の無い、放射性セシウムを濃集した粒子が放出されたことが分かっている。これらの粒子は環境中で安定に存在しており、人体に摂取した場合長期的な被ばく影響が懸念されている。本論文ではこれまでの研究で明らかとなった、これらの粒子の性質について解説している。</p> <p>過去の原子力事故、また事故を模擬した実験から得られた知見から、原子力事故において放射性物質は核燃料体の破損に伴い、揮発した放射性物質が環境中に放出されると考えられていた。こうして放出された放射性物質は、水溶性のエアロゾルに吸着して大気中を移動し沈着する。つまり沈着した放射性物質は雨などで一度は溶けるはずである。しかしながら福島事故においては、放射能分布のイメージング分析（イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィ実験）から、放射能を濃集した粒子状の汚染があることが指摘されていた【田野井ら、2011、Nakanishi TM, et al. 2013】。これらの汚染は水や酸に不溶であり、環境中である程度安定に存在していると考えられた。</p> <p>2013年になって、2011年の事故直後に気象研究所（茨城県つくば市）で採取されていた大気試料から、放射性セシウムを濃集した粒子が分離され、詳しい性質が調べられた（Adachi K. et al., 2013）。走査型電子顕微鏡とエネルギー分散型X線分析装置による解析から、この粒子は直径数マイクロメートルであり、シリカ(SiO₂)を主成分としており、他にセシウム(Cs)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)、塩素(Cl)を数%含んでいることが分かった。この粒子に含まれているセシウムは数ベクレルであり、粒子の大きさを考慮すると粒子に含まれているセシウムはほとんどすべてが放射性セシウム(¹³⁴Cs および ¹³⁷Cs)であり、放射性物質の重量当たりの濃度（比放射能）が極めて高く、事故時に原子炉内で形成されたものであると考えられた。さらに放射性セシウムの質量数134と137の二つの同位体の含有比から、この粒子は福島第一原子力発電所の二号機に由来すると考えられた（タイプA粒子）。一方で福島原発から北北西方向に数kmの限られた領域には、直径数百マイクロメートルの、放射性セシウムを数百・数万ベクレル含むような粒子が存在していることも分かった。この大きな粒子は、放射性セシウムの同位体比から、事故時に水素爆発を起こした一号機に由来すると考えられた（タイプB粒子）【Satou Y., et al. 2018】。</p>

	<p>タイプ A 粒子については、透過型電子顕微鏡を用いたより詳細な分析が行われ、粒子に含有されている元素は粒子内でほぼ均一であることが分かった。ただし放射性セシウムについては外側のほうが内側より 2 倍程度高いと報告されている [Kogure T, et al. 2016]。また二次イオン質量分析により微量に含まれる U の同位体比が調べられ、ウランの由来は環境中に存在する天然ウラン ($^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ が 0.00729) ではなく、核燃料に由来するということが報告されている [Imoto J., et al. 2017]。一方でタイプ B 粒子については、タイプ A 粒子とは異なり元素の分布は不均一であり、多数の空孔を含むものがあると報告されている。また粒子の化学分析により微量に含まれる放射性ストロンチウム (^{90}Sr) やプルトニウム (^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{241}Pu) の定量が行われており、これらの放射性物質が微量であるが粒子中に含まれていることが報告されている [Igarashi J., et al. 2019]。</p> <p>このような粒子が事故によりどれだけ放出されたのか、その存在量についても、土壌や河川中の浮遊粒子の分析から調べられている。しかしながらその量については手法により大きなばらつきがあり、福島事故で放出された放射性セシウムのうち粒子として放出されたものの割合は、8.53 - 31.8%、0.2%程度、1.3 - 67%と報告されており、今後の研究が待たれる。環境中では粒子はある程度安定に存在しているが、雨水や風化作用により少しずつ分解されており、その寿命は数十年程度であると考えられている。また粒子を 900℃で加熱することで分解できることも報告されている [Okumura T., et al. 2018]。</p> <p>粒子は非常に高い濃度で放射性セシウムを含むため、事故時に原子炉の建屋内で生成したと考えられている。このため、粒子の生成過程を明らかにすることは事故時の炉内の情報を得る手段のひとつとして、研究が進められている。特に主成分であるシリカの由来については多くの研究があり、コンクリートや鋼材に含まれているシリコンが母材として考えられているが、粒子の形成過程についてはいまだ解明されておらず、今後の課題となっている。</p>
キーワード	不溶性セシウム粒子
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Adachi K., et al. Emission of spherical cesium-bearing particles from an early stage of the Fukushima nuclear accident. <i>Sci. Rep.</i>, 3, 2554 (2013) • Igarashi J., et al. First determination of Pu isotopes (^{239}Pu, ^{240}Pu and ^{241}Pu) in radioactive particles derived from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, <i>Sci. Rep.</i>, 9, 11807 (2019) • Imoto J., et al. Isotopic signature and nano-texture of cesium-rich micro-particles: Release of uranium and fission products from the Fukushima Daiichi Nuclear

	<p>Power Plant. Sci. Rep., 7, 5409 (2017)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kogure T., et al. Constituent elements and their distribution in the radioactive Cs-bearing silicate glass microparticles released from Fukushima nuclear plant. <i>Microscopy</i> 65, 451-459. (2016) • Nakanishi TM, et al., Radioactive cesium deposition on rice, wheat, peach tree and soil after nuclear accident in Fukushima. <i>J. Radioanal. Nucl. Chem.</i>, 296, 985–989 (2013) • Okumura T., et al. Loss of radioactivity in radiocesium-bearing microparticles emitted from Fukushima Daiichi nuclear power plant by heating. <i>Sci. Rep.</i>, 8, 9707 (2018) • 田野井ら、福島県に降下した放射性物質のコムギ組織別イメージングとセシウム 134 およびセシウム 137 の定量 <i>Radioisotopes</i> 60, 317–322 (2011) • Satou Y., et al. Analysis of two forms of radioactive particles emitted during the early stages of the Fukushima - Nuclear Power Station accident. <i>Geochem. J.</i>, 52, 137-143 (2018)
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> • Ninomiya, K., Properties of Radioactive Cs-Bearing Particles Released by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident and Trace Element Analysis, <i>Low-Dose Radiation Effects on Animals and Ecosystems</i>. Fukumoto M. (eds), Springer, Singapore, 195 - 204 (2019) https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-8218-5?page=2#toc

(Q&A)

タイトル	Q トリチウム水を大量に飲んでしまった場合、どうしたらよいですか？
説明	<p>A トリチウム水を大量に摂取し、被ばく低減化の治療を要する状況となった場合の治療法について記します。</p> <p>トリチウム（化学形を「水」とする）の摂取は、経口摂取、吸入、傷口または正常皮膚からの吸収が考えられています。体内に摂取されたトリチウムは、97%が体内の水と平衡し、実効半減期約 10 日で減っていきます。残りの3%は、有機分子に取り込まれ、実効半減期約 40 日で減っていきます。したがって、トリチウムの物理学的半減期は 12.3 年ですが、実効半減期ははるかに短く、10 日以下とされています。</p> <p>多量に摂取した場合の治療法は、通常の水（実質的にはトリチウムが入っていない水）を体内に負荷することです。</p> <p>IAEA のマニュアル、EPR-Internal Contamination 2018 [IAEA, 2018] によると、摂取の場合の治療法は、トリチウムの代謝を速める目的で、1 日 3 - 4L の水を摂取させます。これにより、希釈効果があり、また利尿を促進することで排泄を促進します。飲水の増量により、実効半減期は、10 日から 2.4 日に短縮できます。多量の摂取の場合、経静脈的水負荷と利尿剤の使用が考えられますが、この治療のリスクとの兼ね合いになります。治療の前後で、尿のバイオアッセイにより、体内のトリチウム量をモニターし、治療の効果を確かめます。トリチウムの場合、尿中のトリチウム濃度が、そのまま体内水中のトリチウム濃度と考えられます。</p> <p>NCRP Report 161I [NCRP, 2008] でも推奨されている治療は、1 日 3 - 4L の水負荷であり、多量摂取の場合時に 1 日 6 - 10L まで増量することもあるとされます。この治療を 5 日間連続するとされています。多量摂取の場合、経静脈投与と利尿剤も可能とされます。これらの場合も、心不全などの禁忌に注意が必要です。</p> <p>効果についての評価はされていないが、トリチウムの急性摂取に対して、上記の水負荷と利尿剤での治療例が報告されています。[Chen W, 2019]</p> <p>従って上述のように、摂取時の治療法は、飲水または時に経静脈的による水負荷と利尿剤により体内のトリチウムを希釈、置換していくことになります。</p>
キーワード	緊急時
参考文献	・ International Atomic Energy Agency (IAEA), Medical Management of Persons Internally Contaminated with Radionuclides in a Nuclear or Radiological Emergency ---A Manual for Medical Personnel---, EPR-Internal Contamination 2018. IAEA, Vienna, Austria, (2018)

	<ul style="list-style-type: none"> • National Council on Radiation Protection & Measurements (NCRP), NCRP Report No. 161I: Management of persons contaminated with radionuclides: Handbook, NCRP, Bethesda, MD, USA, (2008) • Chen W., Medical Treatment and Dose Estimation of a Person Exposed to Tritium. Dose-Response, 17(4):1-5, (2019)
参照サイト	

(解説)

タイトル	トリチウムの物理的・化学的性質
説明	<p>トリチウムは水素の仲間である。図 1 に水素の仲間を示す。図に示すように自然界の水素には 3 種類の仲間が存在する。一つ目は陽子が 1 個と電子が 1 個で、質量数が 1 の (軽) 水素と呼ばれる水素である。自然界に存在する水素の仲間のうち 99.985%がこの (軽) 水素 (Hydrogen、H) で、水素と言えばこの軽水素を指す。この水素は安定同位体で放射線は出さない。二つ目は陽子が 1 個、中性子が 1 個と電子が 1 個で質量数が 2 の重水素 (Deuterium、D) である。自然界に存在する水素の仲間のうち重水素は 0.015% を占める。重水素も安定同位体で放射線を出さない。三つ目は三重水素である。トリチウム (Tritium、T) ともいう。トリチウムは陽子が 1 個、中性子が 2 個と電子が 1 個で構成されており、質量数は 3 になる。トリチウムは自然界に存在する水素の仲間の中ではごく微量しか存在しせず、放射線を出す。トリチウムは水素の放射性同位体である。</p> <p>図 2 にトリチウムの壊変の詳細を示す。トリチウムの場合には多すぎる中性子を陽子と電子とニュートリノに分解して、電子とニュートリノを放出する性質がある。この時に放出する電子を β-線と呼び、この現象を β-壊変という。トリチウムはこの壊変により安定な ${}^3\text{He}$ に変わる。この時に放出される β-線のエネルギーは一定ではなく、図 3 に示すように、最大エネルギーが 18.6keV で、平均エネルギーが 5.69keV の連続したエネルギーである。この β-線のエネルギーは放射性核種から放出される放射線の中でもエネルギーが非常に小さく、最大エネルギーでも、水中では 6 μm 程度しか透過できない。そのため、皮膚や容器の壁を通り抜けることができない。</p> <p>トリチウムの半減期 (T) は 12.3 年である。つまり 1 日後には 99.985% に、1 年後には 0.945% に減少し、12.3 年後には 50% に減少する。</p> <p>先に述べたとおり、水素、重水素、トリチウムは質量数がそれぞれ 1、2、3 であり、重水素と三重水素の質量は、水素と比べて 2 倍、3 倍となっている。重水素とトリチウムの化学的性質は水素と全く同じだが、重水素とトリチウムの質量が水素と比べて 2 倍、3 倍となっているため、物理的性質に若干の違いがある。例えば沸点を比較すると水素 (H_2)、重水素 (D_2)、トリチウム (T_2) は、20.6K、23.87K、25.04K というように、少しずつ異なる (同位体効果)。この同位体効果を用いることにより、水素、重水素、トリチウムを分離することができる。水素の同位体効果は、水素が水の形でも発現し、表 1 のように、水 (H_2O) は、0°C で氷から水に融解するが、D_2O は 3.79°C、T_2O は 4.49°C となり、融点が異なる。水状の水素同位体の同位体効果を用いることにより、ガス状と同じく水素、重水素、トリチウムを分離することができる。</p>

	<p>トリチウムは身の回りにたくさん存在する。図 4 に示すように、環境中には天然のトリチウムと人為起源のトリチウムが存在する。天然のトリチウムは、主に宇宙線（中性子）と大気中の窒素との核反応により生成する。他にも地殻に含まれる ^{238}U や ^6Li から生成するトリチウムが存在する。人為起源のトリチウムは、ほとんどが原子力施設から放出されており、^{235}U の三体核分裂や制御用のホウ素と中性子との核反応や、重水素と中性子の核反応により生じる。環境中に存在するトリチウムの化学形は、ガス状（HT、DT、T₂）や水状（HTO、DTO、T₂O）、ヒドロカーボン（C_xH_yT）がある。この中でガス状と低分子のヒドロカーボンは大気成分よりも分子量が小さいため、環境中に存在したとしても大気上層に速やかに運ばれる。そのため生活圏にはごく少量しか存在しない。従って、人間の生活圏に存在するトリチウムのほとんどはトリチウム水（HTO）である。</p> <p>図 5 に地球上に存在するトリチウムを示している。1945 年～1980 年に核実験が行われ、この時に大量のトリチウムが大気圏内に放出された。その量は 186EBq と見積もられた。大気圏内核実験の停止後は実験起因のトリチウムの環境放出が止まったため、トリチウムは壊変により減少しており、百島 [1990] によれば核実験由来の推定トリチウム量は 1990 年で 52 EBq である。半減期から計算すると、この量は 2021 年現在で 9.1 (=52×0.5^[(2021-1990)/12.3]) EBq、地球上に残存していると思われる。天然のトリチウムの起源として宇宙線と大気との核反応による生成、太陽フレアにより加速された粒子との核反応による生成、太陽から飛来するトリチウムの沈着があり、1 年で 72PBq のトリチウムが生成していると言われている [UNSCEAR, 2000]。1998 年から 2002 年にかけて、世界の原子力施設から気圏および水圏へのトリチウム年間平均放出量は、UNSCEAR は 2016 年の報告書において、それぞれ 11.7 PBq および 16.0 PBq と見積もっている。</p>
キーワード	水素、重水素、同位体効果
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • P. Clark Sours, Hydrogen Properties for Fusion Energy, University of California Press, 1985.
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> • UNSCEAR, UNSCEAR 2000 Report: "Sources, effects and risks of ionizing radiation" ANNEX B Exposures from natural radiation sources, 84-156 (2000) https://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR_2000_Annex-B.pdf • UNSCEAR, UNSCEAR 2016 Report: "Sources, effects and risks of ionizing radiation" ANNEX C Biological effects of selected internal emitters–Tritium, 245-359 (2016) https://www.unscear.org/docs/publications/2016/UNSCEAR_2016_Annex-C.pdf

表 1 : トリチウムの同位体効果

	H ₂	D ₂	T ₂
沸点(K)	20.28	23.87	25.04

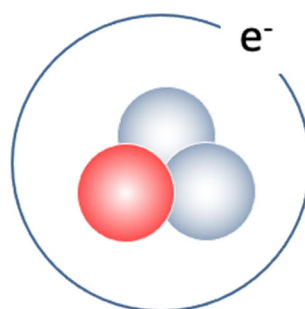
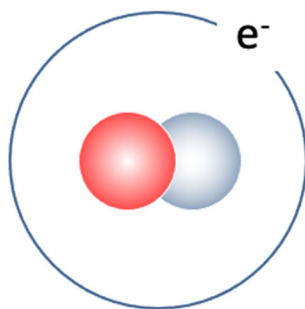
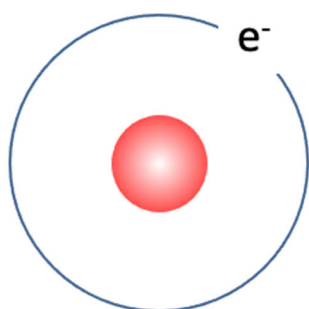
	H ₂ O	D ₂ O	T ₂ O
分子量	18. 0153	20. 0275	22. 0315
融点(°C)	0	3. 79	4. 49
沸点(°C)	100	101. 4	101. 5
密度(g/ml)	1. 000	1. 105	1. 215

文献) P. Clark Sours, Hydrogen Properties for Fusion Energy, University of California Press, 1985.

(軽)水素

重水素

三重水素



Protium (H)

Deuterium (D)

Tritium (T)

質量数:1
 陽子 1個
 中性子 0個
 電子 1個
 安定同位体
 存在比 99.985%

質量数:2
 陽子 1個
 中性子 1個
 電子 1個
 安定同位体
 存在比 0.015%

質量数:3
 陽子 1個
 中性子 2個
 電子 1個
 放射性同位体
 極微量



: 陽子



: 中性子

図1: 水素の仲間

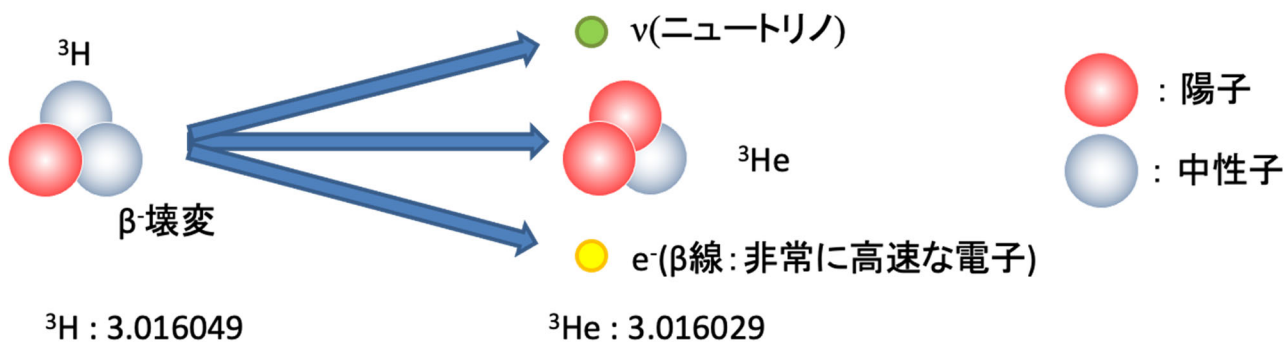
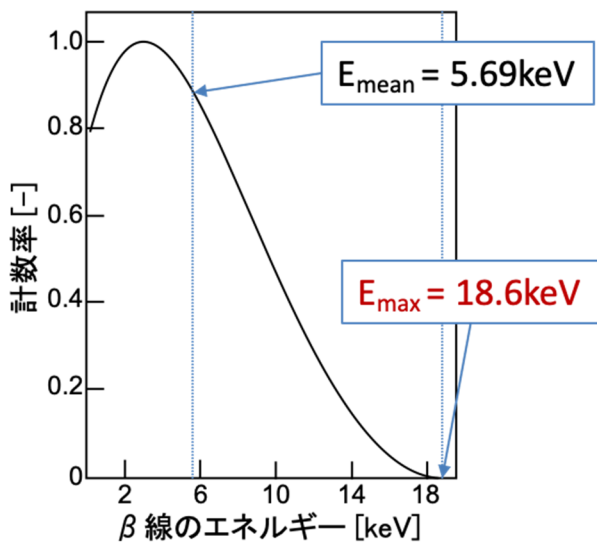


図2: トリチウムの壊変



放射性核種から放出される放射線の中でも、非常に小さいエネルギーの放射線を放出する。

水中で6μmぐらいしか透過せず、皮膚や容器の壁を通り抜けることはできない。

図3：トリチウムの壊変時のベータ線のエネルギー

★天然のトリチウム

- ・宇宙線(陽子)と大気中の窒素との相互作用により生成



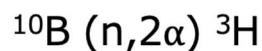
- ・地殻に含まれる ^{238}U や ^6Li からの生成 (ごくわずか)

★人為起源トリチウム (主に原子力施設)

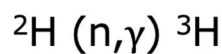
- ・ ^{235}U の三体核分裂



- ・制御棒中ホウ素と中性子の反応



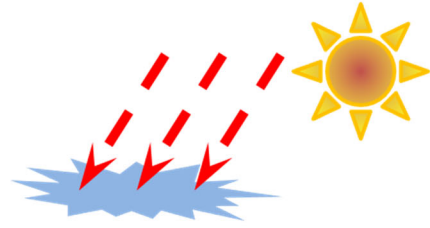
- ・重水素(D)と中性子との反応



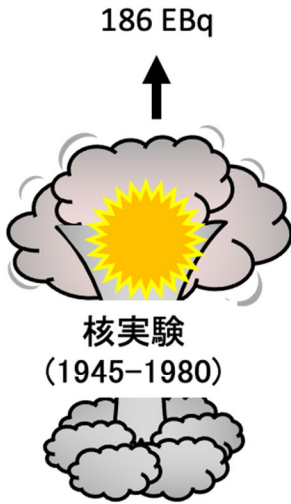
★環境中に存在するトリチウムのほとんどは水状(HTO)

図4：身の回りに存在するトリチウム

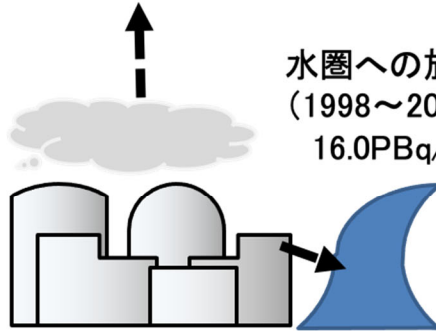
全球存在量(1990)
1-1.3 EBq + 52EBq
(百島、2000)



宇宙線生成量
72 PBq/y
(UNSCEAR 2000 付属書B Table 4)



気圏への放出
(1998~2002)
11.7PBq/y



水圏への放出
(1998~2002)
16.0PBq/y

原子力施設

0.4EBq/y(百島、2000)



消費財

E(エクサ): 100京 10^{18}
P(ペタ) : 1,000兆 10^{15}

図5：地球に存在するトリチウム

(解説)

タイトル	トリチウム化生化学物質の影響 (UNSCEAR2016 報告書を中心に)
説明	<p>この解説では、トリチウム化生化学物質 (biochemical substrates) の影響について UNSCEAR による 2016 年の報告書 [UNSCEAR, 2016] (以下、「UNSCEAR2016 報告書」と記載) を中心にまとめる (文末の括弧内の数字は、UNSCEAR2016 報告書における見出し番号を示す)。</p> <p>1. トリチウム化生化学物質の代謝</p> <p>本項における「トリチウム化生化学物質」とは、分子中の一部の水素がトリチウムに置換されたブドウ糖、アミノ酸、ホルモン、DNA および RNA 前駆体などを示す (特に断りのない限り、光学異性体は、生体内で主として存在する化学形とする)。(45、95)</p> <p>UNSCEAR は、「放射性医薬品の製造施設では、トリチウム化生化学物質を生成し、病院での健康診断や医学・生物学の研究活動に使用している。」(95) の記述のように、トリチウム化生化学物質の起源として人工的に合成する放射性医薬品製造施設について述べている一方で、光合成などの代謝による生合成については詳しく記載していない。実際、植物可食部中の OBT の濃度変化についての研究 [天野ら、1997] はあるものの、化学形まで詳しく調べたものは少なく、Moses と Calvin [1959] は、代謝研究目的で、クロレラの光合成などによって短時間にトリチウム水のトリチウムが種々の有機物に取り込まれる実験をしているが、その際に使用している濃度は 1ml 中に 1Ci (3.7×10^{10}Bq) で、日本の放射線関連施設排水中のトリチウム水の規制濃度である 60Bq/ml と比較して量が桁違いに大きい条件、しかも短時間での結果であり、低濃度での取り込み・長期間の蓄積については不確定である。</p> <p>トリチウム化生化学物質は、吸入や皮膚汚染、意図しない経口摂取などを行うことによって、体内に取り込まれ、内部被ばくする危険性がある。(95)</p> <p>体内に取り込まれた生化学物質は、一般的に、血流中に入り込み、細胞内の代謝が活性化部位に到達すると、体内組織の有機分子として直接取り込まれる。これは、トリチウム水 (HTO) などの無機トリチウム化合物にない特徴でもある。有機分子に取り込まれたトリチウムは、体内の滞留時間が HTO よりも長くなるが、最終的には、トリチウム化生化学物質が部分的に酸化され、体内の水分 (HTO) に移行するか、低分子量の有機分子として排出される。(95)</p> <p>特にトリチウム化 DNA 前駆体 ($[^3\text{H}]$ チミジン、$[^3\text{H}]$ デオキシチジン) がヒト体内に摂取される、または動物に投与されると、大部分は HTO または代謝された生化学物質となるが、一部のトリチウム化 DNA 前駆体は、DNA を複製する S 期に直接 DNA に</p>

取り込まれる。分裂細胞の DNA に取り込まれたトリチウム化 DNA 前駆体は、選択的に増殖細胞の細胞核をベータ線で被ばくさせる。(46、95)

トリチウム化 DNA 前駆体の急性摂取および慢性摂取の両方の場合について、増殖細胞の細胞核における吸収線量は、同量の HTO を摂取した場合の線量よりも 1 - 2 桁高くなる。トリチウムのベータ線の水中における平均飛程は 0.56 μm 、最大飛程でも 6 μm であり、(38) ベータ線の飛程は哺乳類細胞の細胞核の直径 (6 - 15 μm) に比べて大幅に短いため、DNA 結合トリチウムの分布のみならず、局所の吸収エネルギーは臓器、組織、細胞内で極めて不均質となると判断される。そのため、UNSCEAR2016 報告書では「有機結合型トリチウム (OBT) について ICRP が提示する預託実効線量係数は、トリチウム化 DNA 前駆体の摂取に対しては直接適用すべきではない」としている。さらに、トリチウム化 DNA 前駆体のような場合に臓器や組織に均一線量を当てはめる考え方を適用するには、慎重な考慮が必要とし、参考として、細胞核内のトリチウム局所化を考慮して線量を計算する文献 (NCRP、1979 など) を挙げている。(137, 171)

2. 影響研究

トリチウム化生化学物質に関する生物影響を個別に調査した研究は少なく、そのほとんどが DNA 前駆体およびアミノ酸を使ったものである。

UNSCEAR2016 報告書には、げっ歯類の個体を用いた動物実験及び細胞レベルの実験が取り上げられており、動物実験では、トリチウム化生化学物質の投与が確定的及び確率的影響の両方を誘発することを報告している。(242) ここでいう確定的影響とは致死性のことであり、確率的影響とは動物では発がんや突然変異であるが、細胞では発がんではなく、染色体の相互転座、遺伝子突然変異である。一連の実験により、 $[^3\text{H}]$ L 型リジンおよび $[^3\text{H}]$ デオキシシチジンなど細胞核親和性化合物 (nucleotropic form) の影響が大きいことが証明され、摂取放射能あたりでは、 $[^3\text{H}]$ チミジンは HTO よりも 5 - 10 倍影響が高いとされる一方、「 $[^3\text{H}]$ 標識ヌクレオシドについては、哺乳動物細胞の分布に関するデータが不足しているため、組織と細胞の線量の考え方を適用することはできない」としている。(242)

また、トリチウム化生化学物質を含む培地中での哺乳動物細胞や胚の培養実験報告の結果から、UNSCEAR2016 報告書は「培地中のトリチウム標識生化学物質の単位放射能濃度あたりで評価した放射線生物学上の影響は、HTO と比較して最大 1,000 倍まで、物質間で最大数十倍まで変化する」とまとめている。(250) なお ANS のトリチウム白書では、Müller (2010) が *in vitro* の研究に対し代謝の影響が無視されていることを指摘している。

最後に UNSCEAR2016 報告書は、「HTO または OBT の摂取の結果として現れる OBT

	<p>の影響は、ICRP モデルが予測するよりも大きい可能性がある」という指摘の存在を認めつつも、いくつかの研究者グループ (Takeda、1991 など) による、HTO 摂取後の線量に対する OBT の影響は小さく (10%未満)、OBT 摂取による線量もそれほど大きくならないという報告を引用し、「OBT の摂取による合計線量が HTO の摂取より約 2 倍大きくなるとした ICRP の結論には合理性がある」と結論付けている。(87)</p> <p>なお、UNSCEAR2016 報告書で引用されていた Takeda の論文では、ラットを用いて HTO のほかに [³H] ロイシン、[³H] リジン、[³H] グルコース、[³H] グルコサミン、[³H] チミジン、[³H] ウリジンを飲料水に混ぜて慢性的に摂取させ、投与開始から 22 日後に肝臓、腎臓、精巣、脾臓、肺、心臓、小腸、筋肉、脳の湿組織中の総トリチウム濃度と乾燥組織中の OBT 濃度を調べるという実験を行っている。この研究では、飼育期間中に尿中のトリチウム濃度を測定し、約 10 日目以降にほぼ一定の値になることを確認したのち、個々の組織について過去に求められた含水量データを使用して、臓器ごとのトリチウム放射能濃度およびベータ線の平均エネルギーから線量率を求めている。その結果、トリチウム水を経口摂取したラット臓器における OBT の線量への寄与割合は肝臓が最大で 10.6%であることや、[³H] リジン、[³H] チミジン、[³H] ウリジンによる線量率はトリチウム水摂取による線量率と比較して少し高かったのに対し、[³H] ロイシン、[³H] グルコース、[³H] グルコサミンによる線量率はトリチウム水とほぼ同じか少し低いこと、さらには臓器ごとの OBT 摂取による線量率はトリチウム水摂取による線量率の 2 倍以下である、という結果を得ている。</p> <p>参考までに、ICRP Publication 72 における、ヒト成人のトリチウムに対する預託実効線量係数は、HTO が $1.8 \times 10^{-11} \text{Sv Bq}^{-1}$ であり、OBT が $4.2 \times 10^{-11} \text{Sv Bq}^{-1}$ である。</p>
キーワード	UNSCEAR2016、チミジン
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Moses, V and Calvin, M, Photosynth studies with tritiated water, Biochim. Biophys. Acta, 33, 297 (1959). • NCRP. Tritium and other radionuclide labeled organic compounds incorporated in genetic material. NCRP Report No. 63. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, (1979) • Takeda, H. Incorporation and distribution of tritium in rats after chronic exposure to various tritiated compounds. Int J Radiat Biol 59(3): 843-853 (1991).
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> • UNSCEAR, UNSCEAR 2016 Report: "Sources, effects and risks of ionizing radiation" ANNEX C Biological effects of selected internal emitters-Tritium, 245-359 (2016) <p>https://www.unscear.org/docs/publications/2016/UNSCEAR_2016_Annex-C.pdf</p>

	<ul style="list-style-type: none">• 天野 光ら、IV-4 植物中におけるトリチウムの挙動、日本原子力学会誌 39, 929 - 930 (1997) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesj1959/39/11/39_11_914/_pdf/-char/ja• ICRP. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 1. Publication 56. (1990) https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_20_2• Müller, WU, Cell nucleus seeking OBT: a still neglected problem? TOL et noyau de la cellule: un probl me encore negligé? Livre Blanc du tritium, ed. ASN, 245-250 (2010) https://www.asn.fr/l-asn-informe/publications/rapports-d-expertise/livre-blanc-du-tritium2
--	---

(解説)

タイトル	人体組織内の有機結合型トリチウム
説明	<p>この解説では、人体組織内の有機結合型トリチウムについて UNSCEAR による 2016 年の報告書 [UNSCEAR, 2016] (以下「UNSCEAR 2016 報告書」) を中心にまとめる。</p> <p>トリチウムは宇宙線と大気中の窒素原子との核反応などによって生成されるため、もともと自然界にも一定量が存在している。また 1960 年代の大気圏内核実験では大量に放出され、現在でも世界中の核施設から放出されている。</p> <p>そのため、自然環境中のトリチウムを測定した研究報告は多いが、人体組織内のトリチウム挙動についての報告は少なく、UNSCEAR 2016 報告書においても 3 編の調査報告を取り上げているだけである。そのうち有機結合型トリチウムについて取り上げているものは 2 編で、うち 1 編はアメリカでの調査、もう 1 編は日本での調査に基づくものである。</p> <p>UNSCEAR は、これらの調査報告に基づき、結論として、人体組織内の有機結合型トリチウム (OBT) の量は、環境中のトリチウム量に応じて変化すること、環境中のトリチウムを 1 としたとき、人体組織内の OBT の量は、1-2 の間で変化することを述べている。</p> <p>アメリカでの調査報告 [Bogen, D.C. and Welford, G.A., 1976] は、1972 年のニューヨークで調査されたもので、肺、肝臓、腎臓組織中のトリチウム濃度を測定した値が記載されているのみで、臓器提供者の年齢や性別など詳しいことは記載されていない。なお、自由水型トリチウム (HTO) は試料を凍結乾燥して得られた水を測定し、OBT は乾燥試料を燃焼して測定した。</p> <p>肺、肝臓、腎臓の HTO はそれぞれ、320、310、290pCi/L (1pCi = 0.037Bq で計算すると、12、11、11Bq/L)、OBT は 530、450、470 pCi/L (1pCi = 0.037Bq で計算すると、20、17、17Bq/L) となり、OBT/HTO 比は 1.7、1.5、1.6 であった。OBT/HTO 比は食品でも調べられており、根菜で 4.4、新鮮な野菜で 2.9、肉で 1.4、卵で 2.2 と、農産物の方が畜産物より高い傾向があった。</p> <p>日本における調査報告 [Hisamatsu, S., et al., 1989, 1992] は、1986 年に秋田県で突然死した 11 遺体 (男性 10 名、女性 1 名、平均年齢 \pm SD = 46 \pm 16 歳) から摘出した臓器および組織について、トリチウム濃度測定を行ったものであり、脳、肝臓、肺、心臓、および腎臓試料から蒸留した自由水型トリチウム (HTO)、および酸素雰囲気内で乾燥試料を燃焼して得られた燃焼水中のトリチウム (組織結合型トリチウム: OBT と</p>

	<p>ほぼ同意) 濃度を測定している。種々の臓器および組織から採取した 7 試料の自由水型トリチウムの平均濃度は 1.5 - 1.9 Bq/L とほぼ同様であり、組織結合型トリチウムの平均濃度も類似した数値範囲でのばらつきが観察された。</p> <p>また、これとは別に、健康診断で採取された血液を集めて血清および全血中のトリチウム濃度も測定しており、血清および血液中の自由水型トリチウムおよび組織結合型トリチウムの濃度はほぼ同じであった。</p> <p>なお、5 つの臓器および血清・血液の自由水型トリチウム濃度および組織結合型トリチウム濃度の平均値は 1.7 Bq/L であった。</p> <p>この論文に引用されているイタリアでの調査は UNSCEAR 2016 報告書に取り上げられていないが、組織結合型トリチウムと自由水型トリチウムの放射能比が日本のデータと比較して非常に高く、この高い比率がイタリアの食品におけるトリチウム濃度比率に起因する可能性があるとしている。</p> <p>HTO を投与した動物実験でも臓器ごとの有機結合型トリチウムが研究されており、UNSCEAR 2016 報告書では、Takeda と Kasida (1979) によるラットにおける HTO の体内動態研究が取り上げられている。トリチウム水摂取後の自由水型トリチウムおよび組織結合型トリチウムを分析し、「初期の総トリチウム量に対する組織結合型トリチウムの割合は腎臓で約 3%、その他の組織では 1 - 5%であった」ことを発見している。</p> <p>なお ICRP Publication 56 (1990) に臓器および年齢ごとのトリチウムの実効線量係数が提示されているが、ICRP Publication 89 (2002) では基本となった体内動態モデルが改定されており、数値もわずかに変更されることが予定されている。新しいモデルでは、トリチウム水として投与された場合(吸入・経口を問わず)は、急速に血液に移行し全身の水と混合され、94%~95%は HTO として残留し、5%~6%が急速に OBT に移行すると仮定している。成人では、HTO は生物学的半減期 10 日で滞留すると仮定し、OBT は化学形に応じて生物学的半減期 40 日の短期コンパートメントと生物学的半減期 350 日の長期コンパートメントに分かれて滞留すると仮定している。</p>
キーワード	UNSCEAR2016、OBT
参考文献 (日本語の アイウエオ 順、英語の ABC 順に並 べて下さい)	<ul style="list-style-type: none"> • Takeda, H. and Y. Kasida. Biological behavior of tritium after administration of tritiated water in the rat. J Radiat Res 20(2): 174-185 (1979). • Hisamatsu, S., et al. Fallout 3H in human tissue at Akita, Japan. Health Phys 57(4): 559-563 (1989). • Hisamatsu, S., et al. Tritium level in Japanese diet and human tissue. J Radioanal Nucl Chem 156(1): 89-102 (1992).

	<ul style="list-style-type: none"> • Bogen, D.C. and G.A. Welford. "Fallout tritium" distribution in the environment. Health Phys 30(2): 203-208 (1976).
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> • UNSCEAR, UNSCEAR 2016 Report: "Sources, effects and risks of ionizing radiation" ANNEX C Biological effects of selected internal emitters–Tritium, 245-359 (2016) https://www.unscear.org/docs/publications/2016/UNSCEAR_2016_Annex-C.pdf • ICRP. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 1. Publication 56. (1990) https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_20_2 • ICRP. Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection reference values, Publication 89. (2002) https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_32_3-4

(解説)

タイトル	告示濃度限度
説明	<p>我が国における、放射線業務従事者が作業する管理区域内における空気中の放射性物質の濃度、公衆の居住する空気中の放射性物質の濃度、または水中の放射性物質の濃度の上限値を濃度限度という。濃度限度は、告示「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（以下「RI 数量告示」という）の「別表第2」、及び「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示（以下「線量限度等告示」という）」の「別表第一」等で定められている。前者は放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則、後者は核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下、「炉規法」という）に係る諸規則に規定する濃度限度を定めている。以下に示すように、それぞれで対応している項目の数値は同一である。</p> <p>1. 空気中に存在する放射性物質からの被ばく線量</p> <p>空気中に放射性物質（不活性ガス等を除く）が存在する場合、放射性物質が呼吸によって体内に取り込まれ、体内の臓器に移行、蓄積して被ばくをもたらす経路が主な被ばく経路となる。この場合、吸入による実効線量は以下の式で与えられる。</p> <p>実効線量=空気中濃度×線量係数×呼吸率×呼吸時間</p> <p>ここで、線量係数は、放射性物質を単位量吸入した場合の実効線量である。現在の告示において、この線量係数は、ICRP1990年勧告に基づく線量推定モデルを用いて計算されている。</p> <p>また、不活性ガスの放射性物質は、呼吸によって体内に取り込まれ、臓器に蓄積することはない。よって、線量率係数を用いて計算を行う。</p> <p>実効線量=空気中濃度×線量率係数×滞在時間</p> <p>ここで、線量率係数は、単位濃度の放射性物質が空気中に均一に存在する場合の、単位時間当たりの実効線量である。</p> <p>2. 空気中濃度限度（放射線業務従事者）</p> <p>放射線業務従事者が作業する管理区域内における空気中の放射性物質の濃度は、RI数量告示では「第四欄 空気中濃度限度(Bq/cm³)」、「線量限度等告示」では、「放射線業務従事者の呼吸する空気中の濃度限度(Bq/cm³)」として定められている。</p> <p>不活性ガス以外の空気中濃度は、以下の式で算出される。</p> <p>空気中濃度(Bq/cm³)</p> <p>= 1 (mSv/週) / [線量係数 (mSv/Bq) × 呼吸率(cm³/時間) × 作業時間 (時間/週)]</p> <p>呼吸率は作業員に対する呼吸率で、1.2×10⁶(cm³/時間)が用いられる。作業時間は作業</p>

者の作業時間で、40 時間/週が用いられる。すなわち、この空气中濃度は、作業者がその環境において 40 時間/週作業した場合に、実効線量が 1mSv/週となる値である。なお、トリチウム水については、呼吸に加えて、皮膚を通じての吸収も考慮し、この式で求められた空气中濃度の3分の2の値が用いられている。

不活性ガス等の空气中濃度は、以下の式で算出される。

空气中濃度(Bq/cm³)

$$= 1 \text{ (mSv/週)} / [\text{線量率係数 ((mSv/時間)/(Bq/cm}^3\text{))} \times \text{作業時間 (時間/週)}$$

不活性ガス等以外の場合と同様に、作業時間は 40 時間/週が用いられる。この方法で計算された放射性物質は、告示別表の「化学形等」の欄に「サブマージョン」と記載されている。

なお、放射線業務従事者に対する空气中濃度限度は、一週間についての平均濃度に対して用いられる。

3. 空气中濃度限度 (公衆)

公衆が居住する地域における空气中の放射性物質の濃度は、RI 数量告示では「第五欄排気中又は空气中の濃度限度(Bq/cm³)」、「線量限度等告示」では、周辺監視区域外の空气中の濃度限度(Bq/cm³)」として定められている。これは、炉規法に係る関係法令においては、周辺監視区域内には公衆が居住できないことが定められているためである。

これらの空气中濃度は、対象者が公衆であることから、年齢依存性を考慮して以下の式で算出される。

$$\text{空气中濃度(Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)} /$$

$$\sum_{\substack{\text{成人} \\ \text{3月児}}} \text{(各年齢層の線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{各年齢層の呼吸量(cm}^3\text{/年)} \times \text{適用年数 (年))$$

この式は、年齢依存性を考慮して、ある一人の人が誕生してから 70 歳になるまでの期間について、この空气中濃度の環境で生活して、年平均の実効線量が 1mSv となる濃度である。

各年齢層とその呼吸量、及び適用年数は以下のように与えられている。

年齢層	各年齢層の呼吸量	適用年数
0 歳 ≤ 3 月児 < 1 歳	2.86 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1 年間
1 歳 ≤ 1 歳児 < 3 歳	5.16 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2 年間
3 歳 ≤ 5 歳児 < 8 歳	8.72 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5 年間
8 歳 ≤ 10 歳児 < 13 歳	1.53 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5 年間
13 歳 ≤ 15 歳児 < 18 歳	2.01 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5 年間
18 歳 ≤ 成人 < 70 歳	2.22 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	52 年間

不活性ガス等については、年齢依存性を考慮せず、以下の式で評価している。

$$\text{空气中濃度(Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ 年} / [\text{線量率係数 ((mSv/年)/(Bq/cm}^3\text{))} \times 70 \text{ 年}]$$

なお、公衆に対する空气中濃度限度は、三月間についての平均濃度に対して適用される。

4. 水中に存在する放射性物質による被ばく線量

水中に放射性物質がある場合、放射性物質が飲用水として経口摂取されて体内に取り込まれ、体内の臓器に移行、蓄積して被ばくをもたらす経路が主な被ばく経路となる。この場合、経口摂取による実効線量は以下の式で与えられる。

$$\text{実効線量} = \text{水中濃度} \times \text{線量係数} \times \text{摂水量} \times \text{摂水期間}$$

ここで、線量係数は、放射性物質を 1Bq 経口摂取した場合の実効線量である。現在の告示において、この線量係数は、ICRP1990 年勧告に基づく線量推定モデルを用いて計算されている。

5. 水中濃度限度（公衆）

放射線業務従事者が管理区域内で水を摂取することは禁止されているため、水中濃度限度は公衆に対してのみ設定されている。この水中濃度は、RI 数量告示では「第六欄 廃液中又は排水中の濃度限度(Bq/cm³)」、「線量限度等告示」では、「周辺監視区域外の水中の濃度限度(Bq/cm³)」として定められている。これらの水中濃度は、対象者が公衆であることから、年齢依存性を考慮して以下の式で算出される。

$$\text{水中濃度(Bq/cm}^3\text{)} = 1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)} /$$

$$\sum_{\text{3月児}}^{\text{成人}} (\text{各年齢層の線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{各年齢層の摂水量(cm}^3\text{/年)} \times \text{適用年数(年)})$$

この式は、年齢依存性を考慮して、ある一人の人が誕生してから 70 歳になるまでの期間について、この水中濃度の水を飲み続けて、年平均の実効線量が 1mSv となる濃度である。

各年齢層とその摂水量、及び適用年数は以下のように与えられている。

年齢層	各年齢層の摂水量	適用年数
0歳 ≤ 3月児 < 1歳	1.4 × 10 ³ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1年間
1歳 ≤ 1歳児 < 3歳	1.4 × 10 ³ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2年間
3歳 ≤ 5歳児 < 8歳	1.6 × 10 ³ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間
8歳 ≤ 10歳児 < 13歳	1.8 × 10 ³ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間
13歳 ≤ 15歳児 < 18歳	2.4 × 10 ³ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間

	<p>18歳≦成人<70歳 2.65×10^3 (cm³/日)×365 (日/年) 52年間</p> <p>なお、公衆に対する水中濃度限度は、三月間についての平均濃度に対して適用される。</p> <p>6. 複数の放射性物質に対する適用など</p> <p>濃度限度は、放射性物質の種類（核種及び化学形等）毎に、上記の方法によって算出され、上述した告示別表に記載されている。放射性物質の種類が明らかでない場合は、当該空気あるいは水に含まれている可能性のある放射性物質の中から、最も低い値を適用する。また、放射性物質の種類が2種類以上の場合は、それぞれの濃度の濃度限度に対する割合の和（分数和）が一となるような濃度が濃度限度となる。</p> <p>放射性物質の種類（核種及び化学形等）が明らかで、上述した告示別表に記載されていない場合の濃度限度は、アルファ線放出の区分及び物理的半減期の区分毎に、濃度限度が与えられている（RI数量告示別表第3及び線量限度等告示別表第二）。</p>
キーワード	数量告示、線量限度等告示
参考文献	
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> ・河井勝雄ら、ICRPの内部被ばく線量評価法に基づく空气中濃度等の試算、JAERI-Data/Code 2000-001, 87p (2000). https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-Data-Code-2000-001.pdf ・吉澤道夫、水下誠一、「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」について、保健物理、34(3), 319-322 (1999) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhps1966/34/3/34_3_319/_article ・放射線を放出する同位元素の数量等を定める件 https://www.nsr.go.jp/data/000045581.pdf ・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示 https://www.nsr.go.jp/data/000306810.pdf ・外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針（平成11年4月放射線審議会基本部会） （第1回眼の水晶体の放射線防護検討部会（平成29年7月25日、原子力規制委員会開催）にて参考資料3として使用） https://www.nsr.go.jp/data/000197226.pdf

(用語解説)

タイトル	年齢別呼吸量																					
説明	<p>ここでは「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」の「第五欄 排気中又は空気中の濃度限度(Bq/cm³)」、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」の、「周辺監視区域外の空気中の濃度限度(Bq/cm³)」として定められている公衆が居住する地域における空気中の放射性物質（年齢依存を考慮しない不活性ガスを除く）の濃度を求める際に使用されている年齢別呼吸量を示す。</p> <p>各年齢層とその呼吸量、及び適用年数は以下のように与えられている。</p> <table border="1" data-bbox="360 734 1324 1093"> <thead> <tr> <th>年齢層</th> <th>各年齢層の呼吸量</th> <th>適用年数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0歳 ≤ 3月児 < 1歳</td> <td>2.86 × 10⁶ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>1年間</td> </tr> <tr> <td>1歳 ≤ 1歳児 < 3歳</td> <td>5.16 × 10⁶ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>2年間</td> </tr> <tr> <td>3歳 ≤ 5歳児 < 8歳</td> <td>8.72 × 10⁶ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>8歳 ≤ 10歳児 < 13歳</td> <td>1.53 × 10⁷ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>13歳 ≤ 15歳児 < 18歳</td> <td>2.01 × 10⁷ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>18歳 ≤ 成人 < 70歳</td> <td>2.22 × 10⁷ (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>52年間</td> </tr> </tbody> </table> <p>「各年齢層の呼吸量」の根拠は ICRP Pub. 71 Table. 6 による呼吸量である。</p>	年齢層	各年齢層の呼吸量	適用年数	0歳 ≤ 3月児 < 1歳	2.86 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1年間	1歳 ≤ 1歳児 < 3歳	5.16 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2年間	3歳 ≤ 5歳児 < 8歳	8.72 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	8歳 ≤ 10歳児 < 13歳	1.53 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	13歳 ≤ 15歳児 < 18歳	2.01 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	18歳 ≤ 成人 < 70歳	2.22 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	52年間
年齢層	各年齢層の呼吸量	適用年数																				
0歳 ≤ 3月児 < 1歳	2.86 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1年間																				
1歳 ≤ 1歳児 < 3歳	5.16 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2年間																				
3歳 ≤ 5歳児 < 8歳	8.72 × 10 ⁶ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
8歳 ≤ 10歳児 < 13歳	1.53 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
13歳 ≤ 15歳児 < 18歳	2.01 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
18歳 ≤ 成人 < 70歳	2.22 × 10 ⁷ (cm ³ /日) × 365 (日/年)	52年間																				
キーワード																						
参考文献																						
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> ・「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」 https://www.nsr.go.jp/data/000197226.pdf http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3537352/www.nsr.go.jp/archive/mext/b_menu/shingi/housha/sonota/990401.htm ・「ICRP Publication 71 Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 4 Inhalation Dose Coefficients (1995)」 https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_25_3-4 																					

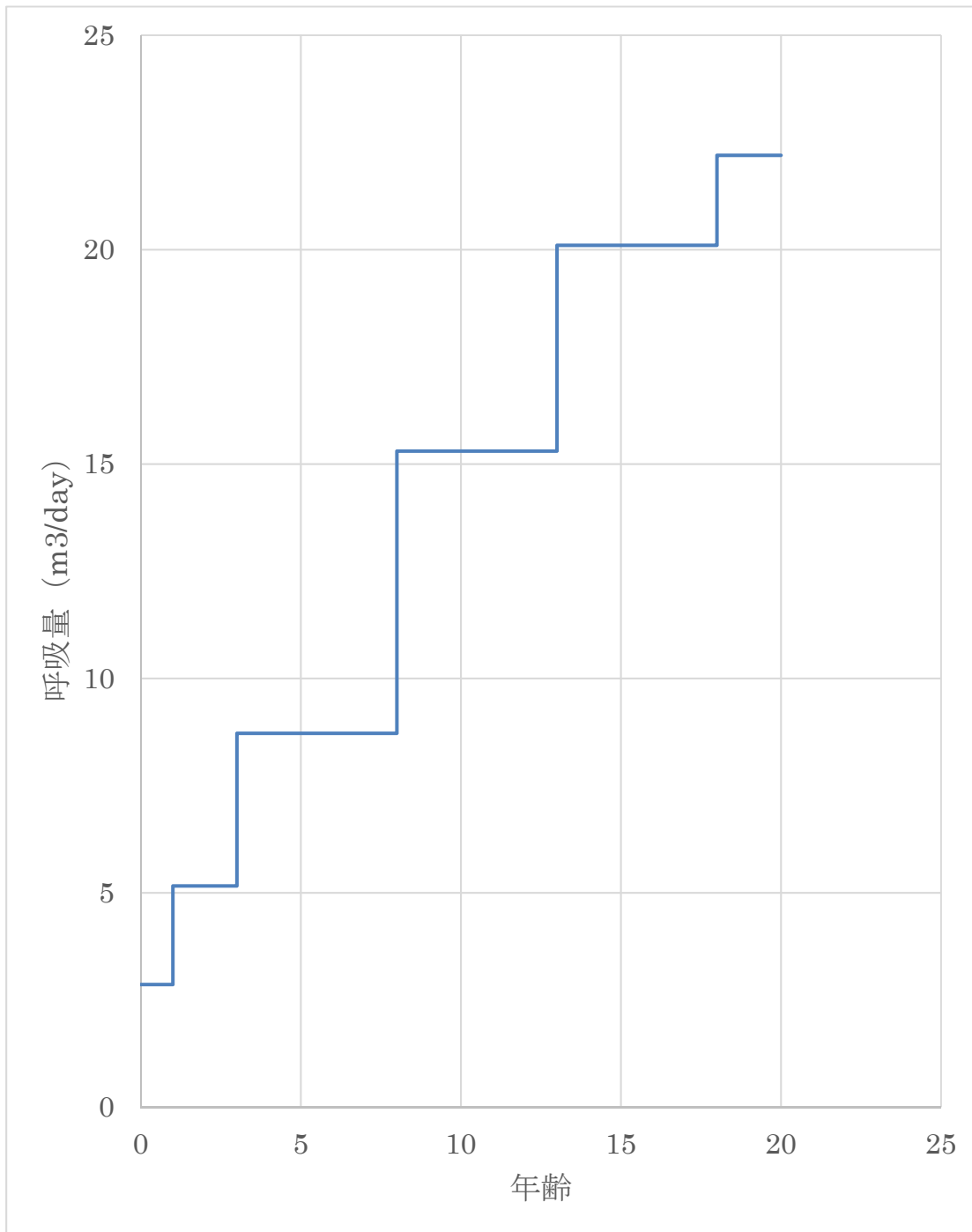


図1：年齢別呼吸量

「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」より

(用語解説)

タイトル	年齢別摂水量																					
説明	<p>ここでは「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」の「第六欄 廃液中又は排水中の濃度限度(Bq/cm³)」、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」の「周辺監視区域外の水中の濃度限度(Bq/cm³)」として定められている水中濃度限度を求める際に使用されている年齢別摂水量を示す。</p> <p>各年齢層とその摂水量、及び適用年数は以下のように与えられている。</p> <table border="1" data-bbox="363 622 1324 985"> <thead> <tr> <th>年齢層</th> <th>各年齢層の摂水量</th> <th>適用年数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0歳 ≤ 3ヶ月児 < 1歳</td> <td>1.4×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>1年間</td> </tr> <tr> <td>1歳 ≤ 1歳児 < 3歳</td> <td>1.4×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>2年間</td> </tr> <tr> <td>3歳 ≤ 5歳児 < 8歳</td> <td>1.6×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>8歳 ≤ 10歳児 < 13歳</td> <td>1.8×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>13歳 ≤ 15歳児 < 18歳</td> <td>2.4×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>5年間</td> </tr> <tr> <td>18歳 ≤ 成人 < 70歳</td> <td>2.65×10^3 (cm³/日) × 365 (日/年)</td> <td>52年間</td> </tr> </tbody> </table> <p>10歳児および成人の数値の根拠に用いられた文献として ICRP Publication 23 [1975] が、1歳児の数値の推定の参考に用いられた文献として IAEA, Safety Series No.81 [1986] が記載されている。3ヶ月児は1歳児と同じ数値であり、5歳児と15歳児はそれぞれ1歳児と10歳児、10歳児と成人の数値から求めたものと考えられる。</p>	年齢層	各年齢層の摂水量	適用年数	0歳 ≤ 3ヶ月児 < 1歳	1.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1年間	1歳 ≤ 1歳児 < 3歳	1.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2年間	3歳 ≤ 5歳児 < 8歳	1.6×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	8歳 ≤ 10歳児 < 13歳	1.8×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	13歳 ≤ 15歳児 < 18歳	2.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間	18歳 ≤ 成人 < 70歳	2.65×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	52年間
年齢層	各年齢層の摂水量	適用年数																				
0歳 ≤ 3ヶ月児 < 1歳	1.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	1年間																				
1歳 ≤ 1歳児 < 3歳	1.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	2年間																				
3歳 ≤ 5歳児 < 8歳	1.6×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
8歳 ≤ 10歳児 < 13歳	1.8×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
13歳 ≤ 15歳児 < 18歳	2.4×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	5年間																				
18歳 ≤ 成人 < 70歳	2.65×10^3 (cm ³ /日) × 365 (日/年)	52年間																				
キーワード																						
参考文献																						
参照サイト	<ul style="list-style-type: none"> ・ IAEA, Safety Series No.81 Procedures and Data "Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency" (1986) https://gnssn.iaea.org/Superseded%20Safety%20Standards/Safety_Series_081_1986.pdf ・ ICRP Publication 23 Report of the Task Group on Reference Man (1975) https://journals.sagepub.com/pb-assets/cmscontent/ANI/P_023_1975_Report_on_the_Task_Group_on_Reference_Man_rev0.pdf 																					

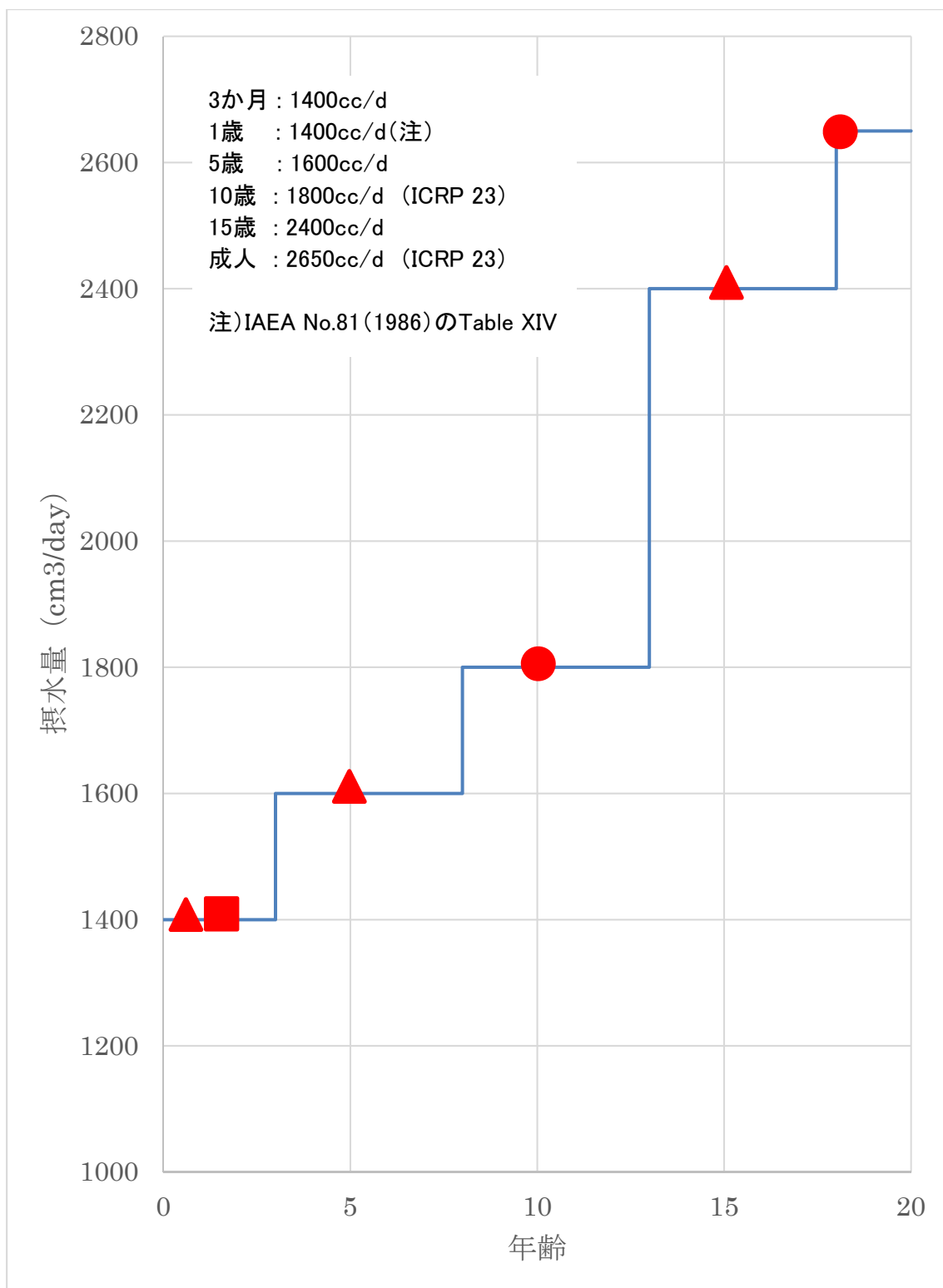


図 1 : 年齢別摂水量

「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」より

令和3年度公表資料集(一般公開されているもののみ)

- ・角山雄一ら、海外の放射線施設の放射線事故に係る最新知見の収集、日本放射線安全管理学会誌 20(2)、68-73 (2021)
- ・桧垣正吾ら、放射線事故が発生した際の放射線施設の緊急時対応の調査と提言、日本放射線安全管理学会誌 20(2)、74-77(2021)
- ・神田玲子、放射線防護分野を元気にするために、保健物理 5(1)、3-4(2022)
- ・令和3年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)事業における放射線防護に関する国際動向報告会の開催について(第153回放射線審議会、令和3年6月23日、報告資料)
- ・放射線安全規制研究戦略的推進事業 成果発表会(令和4年2月14日) 発表資料

海外の放射線施設の放射線事故に係る最新知見の収集

京都大学環境安全保健機構

角山 雄一

自然科学研究機構核融合科学研究所

佐瀬 卓也

国立保健医療科学院生活環境研究所

山口 一郎

広島大学原爆放射線医学研究所

保田 浩志

放射線や放射性物質の不適切な取り扱い、あるいは放射線関連施設管理に関する事故等は、海外においても毎年のように報告されており、中には計画外被ばくを伴う事象も散見される。これらの事故に関する報告の中には、我が国における放射線規制行政の充実向上を目指す上で参照すべき情報も含まれるものと思われる。これまでも海外における放射線関連事故の実態調査が実施されているが¹⁻³⁾、最近の事故事例に関してまとまった調査資料は知られていない。そこで、本ワーキンググループでは、海外における近年の放射線関連事故事例の情報を収集し、我が国における放射線安全管理や放射線規制行政に有益な情報を抽出して分析、その分析結果を共有することを念頭に当該テーマを選択することとした。

1. 知見の収集方法

2000年以降に各国の研究機関や医療施設、産業関連施設などの放射線施設内外で発生した、国際原子力・放射線事象尺度(INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale)レベル2以上の放射線安全管理関連事故について、その経緯や事故原因の概要等について調査し、さらに一部の事例については事故の収束に向けた対応等についても情報収集を実施した。尚、核関連の事故等については当学会が扱う規制研究の範疇にはないため調査の対象から除くこととした。

2. 得られた知見と考察

2.1. 2000年以降における INES 報告の概要

まずは、海外における近年の放射線関連事故について、その傾向と概要を把握するための情報収集を実施した。INES レベル2以上を該当する国際的な放射線関連事故の情報は、国際原子力機関(IAEA)がインターネット上で公開しており、その情報は常に更新されている(<https://www-news.iaea.org/Default.aspx>)。しかし、このサイトに掲載される情報は直近1年間にに関するものであり、それ以前の情報については示されていない。そこで、オランダのLAKA(Landelijk Kernenergie Ar-

INES		2020年12月4日時点							
		0	1	2	3	4	5	7	total
欧州	核燃	9	25	48	2				84
	RI	5	68	68	9	2			152
北米	核燃	8	4	8	2				22
	RI	4	18	89	4				115
南米	核燃	4	2	1					7
	RI	6	3	4					13
アフリカ	核燃			1					1
	RI			1		1			2
オセアニア	核燃			1					1
	RI			2	2				4
アジア (日本以外)	核燃	3	8	7					18
	RI	4	14	15	4	1			38
(日本)	核燃 ^{*1}	2		2	6		3	1	14
	RI			1	1				2
total		45	143	248	29	4	3	1	473

*1: 日本の核関連INES3以上は、すべて東京電力福島第一・第二原子力発電所事故に関する報告

データ引用元: IAEA-database of nuclear and radiological incidents, the Laka Foundation, Netherland (<https://www.laka.org/docu/ines/>)

図1: 2000年以降における INES 報告件数(核燃・RI 関連/地域別)

chief)財団が公開するデータベース(<https://www.laka.org/docu/ines/>)から2000年以降に発生した事故に関する情報を網羅的に抽出することとした(2020年12月公表分までを対象)。その結果、欧州や北米からの報告が大半を占め(図1)、その多くが INES レベル2であること(図1, 2)、また地域に関わらず「異常被ばく」に関する事故報告が多数を占めていること(図3)などが読み取れた。各事故事例について調査すると、複数の事象においてその発生経緯においていくつかの共通要素が見受けられ、またこれら事象は我が国の放射線安全管理においても十分に参考とすべきものであることが判明した。そこで、これらの事象を以下の4つの課題に分類し、さらなる調査を実施することとした。

- ① 線量・リスク評価に関する課題
- ② インターベンショナルラジオロジー(IVR)従事者の線量限度を超える放射線曝露に関する課題
- ③ 紛失密封線源による被ばく事故に関する課題
- ④ 作業中の非密封 RI 飛散事故に関する課題

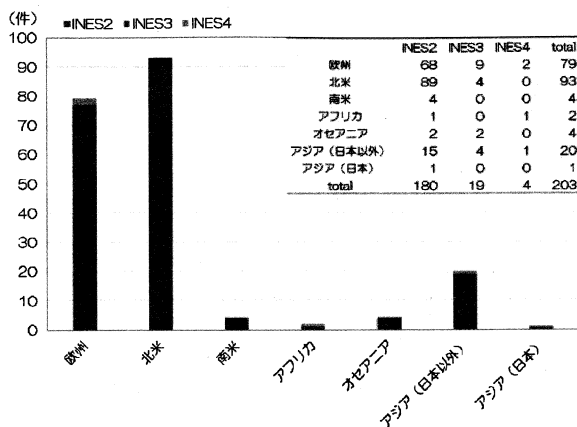


図2：RI 関連施設・INES レベル 2 以上の事故報告件数(地域別)

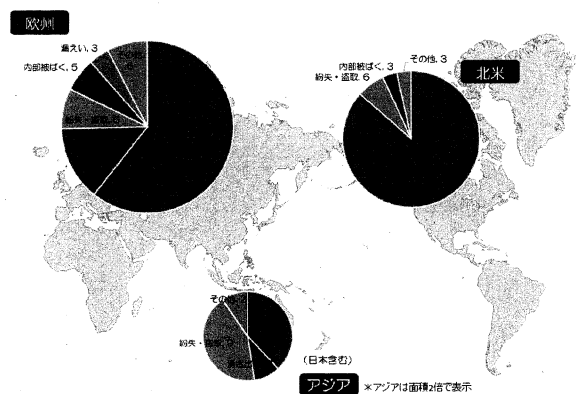


図3：RI 関連施設・INES レベル 2 以上の事故の報告件数(種類別)

2.2 線量・リスク評価に関する課題

海外での放射線被ばく事故において、発生当初に被ばく線量やリスクを過少に評価していたケースは少なくない。初期に当事者を診た医師が、放射線被ばくの可能性に気づかず、将来発現する健康影響を予測できず適切な医学的処置がなされなかったケースも散見される。例えば、1987年9月にブラジル国ゴイアニア市で発生した¹³⁷Cs線源による被ばく事故(INESレベル：5)では、被ばく後に体調に異常を感じて来院した人々を診断した現地の医師は、それをアレルギー反応等と診断して対処していた。当該事故では、それらの症状が放射線被ばくであることが判明するまでに2週間以上を要し、その間に汚染が拡大して被害が増大した⁴⁾。また、1999年2月にペルー国ヤナゴ市で発生した¹⁹²Ir線源による被ばく事故(INESレベル：3)では、最初に被ばく者を診察した現地の医師は、それを虫刺され(insect bite)と診断した⁵⁾。当然ながら、被ばくの実態が認識されなければ、

被ばく線量の評価は行われず、その間に線量の再構築に有用な情報が失われていき、被ばくの実態を正確に把握することが難しくなっていく。

そこで、規制行政に有益な知見を提供していると思われる最近の施設内被ばく事象として、2017年にオーストラリア国で発生した品質管理分析者の手の被ばく事象について取り上げ、そこから学べる教訓を抽出した。2017年8月22日、オーストラリア国の原子力科学技術機構(Australian Nuclear Science and Technology Organisation: ANSTO)傘下の組織「ANSTO Health」の品質管理の分析者(以下「作業員」という)が、日常的な品質管理手順中に皮膚を⁹⁹Moで被ばくする事象(INES 3)が発生した。この事故では、作業員が定められた手順に従って⁹⁹Mo(4.5 GBq, 0.6 ml)を含む溶液が入ったバイアルの圧着シールを外そうとしたところ、誤って落下させ、溶液が飛散したことによって、手の部位が汚染され被ばくを受けたものである。このとき作業員は二重の手袋をしていたが、手袋のみならず手も汚染していた。この事象の発生を受けてANSTOが行った初期の線量評価では、作業員の手の被ばく線量は等価線量で0.85 Svと算出された。これは皮膚への法定等価線量限度(0.5 Sv/年)を超えるレベルであったが、皮膚の確定的影響(紅斑や潰瘍等)のしきい線量を超えるものではなかった。しかし、被ばくから2週間以上経って、作業員の手に紅斑と水泡の発生が認められ、先述の線量評価レベルとの矛盾が生じた。その後、作業員の手に観察された組織反応の状態に係る医学的観察結果等に基づいて、ANSTOにより再度線量が評価され、被ばくした組織の等価線量は10~20 Sv(皮膚への法定年間等価線量限度の約20~40倍)に相当すると評価された。オーストラリア放射線防護・原子力安全庁(ARPANSA)は、規制当局として、ANSTOから提出された報告内容を精査するとともに、独自に調査を実施して、被ばくの状態や放射線障害の症状等から、作業員の被ばくした部位における等価線量は~20 Svと評価することが妥当であると結論付けるとともに、これをINESのレベル3(重大な異常事象)として分類した⁶⁾。一方、ARPANSAは当該被ばく事象の背景にある人的および組織的要因についても分析・特定し、ANSTOに対して、事故現場が適切に保存されておらず個人用防護具の汚染レベルに関する重要な情報が収集されていなかったこと、又、被ばくのリスクが事業者によって十分に理解されておらず適切な対応(線量評価のシステム、被ばく低減策の準備、作業員の教育訓練、ニアミス(学習等)が採られていなかったこと等を指摘し、それらに係る指導を行った。

上記のANSTOで起きた事象から得られる主な教訓として、以下の3点を挙げるができることと考える。

- 身体のごく一部(四肢や臀部など)が高い線量を受けた場合、等価線量(組織に付与されたエネルギーを組織

全体の重量で平均化した量を放射線加重係数で補正)を用いると、対象とする組織の体積を広く取れば線量値が小さくなることから、一部の組織の線量レベルを過小に評価する恐れがある。局所的な被ばくに対しては、被ばくした身体部位の吸収線量の分布をできるだけ正確に把握して、リスク(将来起こり得る炎症や壊死などの確定的影響の程度)の予測評価に供することが肝要である。

- 局所的な被ばくが生じた(恐れがある)場合には、痛みや嘔吐などの前駆症状が明確に現れない場合もあり、相当の経験がある医師であっても初期の診断でそのリスクを見逃す可能性がある。こうした場合には、患者の行動や周囲の状況に関する情報を広範に収集して放射線被ばくの可能性を確認し、それに応じた医学的処置(感染症予防や組織移植の準備等)を判断することが望まれる。
- 被ばく事象の発生後、時間が経つにつれ、被ばく状況の検証に要する情報が失われ、線量の再構築が正確に行えなくなる。この問題を防ぐには、事象が発生した時点で、線量評価に有用な情報(現場の写真、モニタリングデータ、関係者の供述/行動記録、衣類や爪など遡及的な線量推定に役立ち得る試料等)をできるだけ詳しく収集・保存し、規制当局や独立した専門機関による遡及的な検証を容易に行えるようにしておく必要がある。

2.3 IVR 従事者の線量限度を超える放射線曝露に関する課題

海外では、IVR 従事者の医療従事者の異常被ばくの報告が INES を利用してなされている(表 1)。一方、国内では、個人線量測定協議会のデータでは年間の実効線量が 50 mSv を超えた労働者がいることが、毎年、示されている。例えば平成 29 年度は 9 名で内訳は一般医療 8 名、獣医療 1 名となっている。皮膚等価線量限度を超えた労働者数は、個人線量測定協議会では公表していないが、長瀬ランダウア社によると令和元年度に皮膚等価線量が 500 mSv を超えた労働者は 4 名で全て医療従事者となっている。また、引き下げ前の眼の水晶体の等価線量限度である年間 150 mSv を超える労働者が厚労省の検討会での資料では平成 29 年度には 7 名おり、うち 6 名は医療従事者である⁷⁾。RI 規制法施行規則第 39 条第 1 項で規定されている報告義務のある計画外被ばくは、2020 年度に医療機関から報告があったが、2.2 で言及した事例とも類似し、PET 薬剤を生成中に 11C が入った小瓶が落下し室内に漏えいした事例である⁸⁾。IVR 従事による事例は本制度の対象外と考えられるものの、電離則第 44 条により事業主は、放射線業務従事者が受ける線量が線量限度を超えたときはその旨を所轄労働基準監督署長に報告しなければならないとされている。しかし、この制

表 1 海外で報告された事例のうち該当する事故。

INES	国	場所	事象発生日	事象名
2	英国	ウエールズにある医療機関	2019年12月31日	IVR 従事者における水晶体過剰被ばく
2	フランス	サン・ドニにあるドラフォンテーヌ病院	2017年10月20日	IVR 従事者における皮膚過剰被ばく

度により報告された線量限度を超えた労働者に関する発表はなく、INES への通報事例も、2021年1月現在公表されていない。

2.3.1 それぞれの事例の詳細

◎事例 1: UK, 2019年 IVR 従事者における水晶体過剰被ばく

管理システムの不具合、個人用防護具(PPE)の誤用、水晶体の等価線量の測定に適さない線量計の使用など、いくつかの不具合が確認された事例である。水晶体における等価線量は推定 25.8 mSv とされている。欧州連合は、欧州基本安全基準 Basic Safety Standards: 欧州 BSS の法制化を加盟国に求めている。このため、IAEA の General Safety Requirements (GSR) part 3 で規定されている眼の水晶体の等価線量限度を 5 年間で 100 mSv を超えないようにすることなどが法的拘束力を持ち、少数の例外となっている国があるものの英国では既に規制に反映済みである³⁾。従事者の PPE 使用の記憶に基づき現実的な仮定で線量が推定された。この事例は英国の安全衛生行政機関によって調査され、現在は不起訴の決定を受けて事件としての扱いは終了している。

◎事例 2: フランス, 2017年 IVR 従事者における皮膚過剰被ばく

2017年の第 1 四半期に、放射線科医の手の被ばくが年間の等価線量限度(500 mSv)を超過した事例である。2018年1月24日、フランス原子力安全局(ASN)はこの事例を検査した。環境法第 125 条の 13 の透明性確保と情報公開の考えに基づき、検査報告書は ASN のウェブサイトに掲載されている。この検査報告書は詳細なもので参考になる。なお、ASN は、多くの利害関係者(AFIB (Association Française des Ingénieurs Biomédicaux), AFPPE (Association française du personnel paramédical d'électroradiologie), G4 (le Conseil National Professionnel de radiologie (4 つの団体から構成されている)), SFPM (la Société Française des Physiciens Médicaux), SNITEM (le Syndicat National de l'Industrie des Technologies Médicales), ANSM (l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé))と協力して、2016年6月13日に、線量最適化機能をよりよく利用できるように、新しい機器を設置する際にオペレータに提供

される訓練を強化することを目的とした勧告を発表している。

2.3.2 国内の事例との比較

個人線量測定協議会などのデータから日本でも線量限度を超過している事例があると考えられる。しかし、線量限度の超過が判明した事例は労災申請がなされたり、勤務時間管理などの問題での労働基準監督署の立入時の調査での判明にはば限られており、データ間で事実関係の乖離がある。線量限度超過の事例に対する調査報告書は日本では公開されていない。ただし、関係学会での取り組みは日本でも進められており¹⁰⁾、行政機関により事業所への幅広い援助もなされている^{11,12)}。また、放射線治療での事故では関係学会による事故調査を踏まえた対策が講じられている¹³⁾。

事例1では事業所の責任を問うかどうかが課題となっていたが、日本では個人線量測定が未実施だとした書類送検事例がある^{14,15)}。放射線管理は線量評価にも基づき行われるが、IVR で用いる X 線は相対的にはエネルギーが低いので素子の装着法によっては、人体での X 線の減弱により線量を過小評価することが考えられる¹⁶⁾。このため、測定会社から注意が促されているが¹⁷⁾、線源利用時にも、線源からの距離が遠くなるために、手背側に装着した素子は手掌側の線量を過小評価する。また日本では指輪タイプの素子は商業サービスではフリーサイズのみとなっており、指が細い労働者では線量が過小評価される可能性がある¹⁸⁾。なお、対策を効果的に行うには資源の機能的な配分も必要となるが、英国では規制整備に向けた規制影響分析がなされていた¹⁹⁾。日本でも行政機関が行う政策の評価に関する法律施行令により規制整備の事前評価が義務付けられており、本件はこの義務付けの対象外ではあるものの経済的な検討が検討会で示された例がある²⁰⁾。

2.3.3 検討から得られた提言

- ・リスクに応じた管理を行い、資源配分を最適化できるように IAEA GSR part3 や IAEA Safety Standards Series (GSG)-7 Occupational Radiation Protection の段階的な放射線管理の規制への導入を目指して関係学会でも検討を進める。また、規制影響分析を行いより機能的な規制整備に役立てる。
- ・各事業所は電離則第44条を遵守する。行政機関は、電離則第44条に基づき報告された事例を集計して INES 通報し、公開する。
- ・報告された事例に対して、専門的な定見を持つ学会など関係機関が協力して、当該事業所の背景も踏まえて課題解決の援助を行う。

表2 Ir-192線源による異常事象または事故の事例(INES 3以上)。

年	国	概要	INES
1971	日本	造船所で使用していた非破壊検査用の線源が脱落し、知らずに拾った作業員と同僚の計6名が外部被ばく。線源に直接接触した者が放射線熱傷を発生した。	3相当
2000	エジプト	40Ciの線源が紛失し、その後に民家で発見される。少なくとも7名が被ばくし、うち2名が死亡した。	4
2014	ペルー	脱落によってガイドチューブ先端に引っかかっていた線源に気づかず、3名の作業員が被ばく。作業員1名の股関節に発赤。推定全身被ばく線量0.5 Gy 未満。	3
2015	イラン	格納ミスによってガイドチューブ内に残った線源を気づかず自動車内に放置。2名が車内にて長時間の被ばく。推定全身被ばく線量1.6~3.4 Gy。	3
2018	イラン	脱落によってガイドチューブ内に残った線源に気づかず、2名の作業員が被ばく。手指の局所放射線障害が発生した。推定全身被ばく線量0.3~0.4 Gy。	3

2.4 紛失密封線源による被ばく事故に関する課題

海外では¹⁹²Ir線源による異常事象または事故が度々発生している(表2)²¹⁾。また、我が国においても INES 導入以前の1971年に非破壊検査装置からの¹⁹²Ir線源の脱落による比較的重大な被ばく事象が発生している^{22,23)}。

これら殆どの事例は、作業後のサーベイを確実にしていれば防げた事象であった。また多くの事例で個人被ばく線量計の未装着がみられ、被ばく線量の正確な評価に手間を要した。高線量率の密封線源の使用に際しては、これらについて徹底することが必須であることがあらためて示唆された。

2.5 作業中の非密封 RI 飛散事故に関する課題

作業者が不安全な操作により飛散した RI 溶液等を被り目や手などを汚染させる事故が世界でも散発的に発生している(表3)。非密封 RI を取り扱う作業に従事する現場において、今後、参考となる対策等がないか調査した。

2.5.1 各事例の詳細と事故後に提示された原因と対策

◎事例1：スイス、2019 ⁶⁸Ga 溶液による眼の汚染

放射性薬剤を取扱う従事者が、ドラフト内で品質管理のため700 MBq の⁶⁸Ga 溶液を含む密閉バイアルからサ

表3 作業中の非密封 RI 飛散事故例。

INES	国	場所	事象発生日	事象名
2	スイス	病院の薬剤部	2019年 6月21日	⁶⁸ Ga 溶液の飛沫による眼の汚染
3	オーストラリア	オーストラリア原子力科学技術機構	2017年 8月22日	品質管理分析者(QC Analyst)の手の被ばく

ンプルを取り出す操作を行っていた。パイアルの開口部を注射器で突き刺したところ、液滴が飛び散り右眼を汚染した。作業員は保護眼鏡をかけていなかった。作業終了8分後に目に布をあててから流水で洗眼した。放射線防護担当者が測定を行ったが少量の汚染が検出されたため追加洗浄。眼の水晶体の等価線量は27 mSv と計算された(スイスの線量限度を各年度に単純に割り当てた場合の年間割当値となる20 mSv を超える)。作業員はその後2週間以内に眼科医の診察を受けた。右眼の角膜に軽度のびらんを伴う炎症が認められ人工涙液の定期的な塗布が処方された。なお、4日後の再検査ではこれらの病変の大部分は寛解しており追加のケアやフォローアップは必要ないとの結論に至った。事故後、再発防止のため以下の対策を講じた。：①保護眼鏡の着用を徹底する。②早急な除染を徹底する。③ドラフト内の鉛シールドを人間工学に基づいて調整する。

◎事例2：オーストラリア，2017 品質管理分析者(QC Analyst)の手の被ばく

本事例は1.1.3.2「線量・リスク評価に関する課題」でも取り上げた。事故の経緯についてはそちらを参照のこと。事故後の報告書には、発生原因について、①軽微なトラブルやヒヤリハット事例から効果的に学ぶ仕組みが組織に欠如していた。②作業員の事故時のリスクに関する認識が不十分であった。③当該研究所のマニュアル等において、作業に危険性に対する注意喚起が記載されていない。④作業の安全性に関する訓練は、訓練者の指導能力に過度に依存しており、また訓練の有効性についての検証はなされていなかった。等の分析がなされている⁶⁾。また、中長期的な再発防止策として、①リスク低減のため、従来の作業員の手動による作業を自動化するなど、品質管理工程の見直しを行う。②品質管理サンプル中の放射性物質濃度を低くする。等が提示されている⁶⁾。

以上の事例を俯瞰すると、その発生原因は凡そ共通しており、

- 作業員が作業中に発生し得るリスクを十分に認知していなかった。
- 事故が発生する可能性について施設全体として情報を共有しておらず、何ら対策をとっていなかった。

の二点に集約される。事故前にも軽微なトラブルやヒヤリハットが発生しており、飛散や落下等の可能性がありえることが事前に十分想定できたはずである。にもかかわらず作業への慣れ等から作業環境の改善やマニュアルの整備等を怠っていた。

我が国においても常に同様の事故が発生する可能性がある。RI 規制法の施行に伴い、我が国の放射線施設ではヒヤリハット事例から学び、定期的に安全管理体制を更新し続けるといった、いわゆる PDCA の仕組みの導入が始まっている。今後もこのような仕組みの徹底と充実が求められる。

3. 最近の INES 報告事象について

本ワーキンググループが調査対象とした海外事例は、2000年以降に発生し、2020年12月時点までに INES に報告されていた事象(Laka のデータベース及び IAEA の NEWS に掲載された事象)であるが、その後も何件かの異常事象が IAEA の NEWS に掲載されている。それらの中には本調査報告において課題として取り上げた密封線源や非密封線源の取扱いに関する事象も含まれている。例えば、2020年6月、米国テキサス州の化学工場では故障した装置から外れ落ちた ¹³⁷Cs 密封線源(3.5 GBq)を従業員が単なる部品と思ひ込み、拾ってポケットに入れて持ち運んだために400 mSv 前後の被ばくをするという密封線源による過剰被ばく事象が発生している。また、2020年11月米国ルイジアナ州のパイプ製造会社において発生した事象では、放射線技師が撮像中に誤って ¹⁹²Ir 線源由来の放射線を過剰に被ばくしている。これも密封線源の取扱いに関する事象である。あるいは、2020年8月、独バイエルンの放射性薬剤研究所において、¹⁷⁷Lu 製造工程で従業員が使用済みのカニューレを指に刺し、6.7 Sv(保守的に見積もった穿刺部位における皮膚局所線量)の被ばくをするという、飛散によるものではないが非密封 RI の不安全な取扱いに起因する事象が発生している。このように、散発的ではあるものの本ワーキンググループで取り上げた課題に関する異常事象が依然として発生し続けており、日本も含め密封線源及び非密封 RI の取扱いや管理について、安全対策や管理体制強化などが求められるところである。

また、新たに精査すべき課題が本ワーキンググループ調査終了後に顕出している。

2021年5月、我が国の民間製鉄所において社員2名が非正常業務において気づかれないままに X 線を被ばくする事象が発生している(INES レベルは未発表)。線量評価や、被ばくされた方のその後の経過、事象発生背景などについては調査中とのことであり、その結果の公表が待たれるところであるが、このような X 線の過剰被ばく事象は2020年7月にドイツでも INES2 レベルの事象が2件発生している。喫緊の課題のひとつとして、

これら国内外の事象を精査比較し、X線装置についても異常事象の発生を繰り返さないための防止策等を打ち出して行く必要がある。

参考文献

- 1) UNSCEAR2008年報告, 第2巻, 附属書C「事故における放射線被ばく」
- 2) JERI-Data/Code 98-023 「国際原子力事象尺度(INES)に基づく事故・故障事例集:和訳版」, 日本原子力研究所, 1998年9月
- 3) 平成19年内閣府委託事業「放射性物質の輸送に関する実態及び放射線源に関する事故事象の調査」別冊「放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブル 国内・海外事例データベース」, 原子力安全技術センター
- 4) International Atomic Energy Agency (IAEA). The Radiological Accident in Goiania. STU/PUB/815, IAEA, Vienna, 1988.
- 5) International Atomic Energy Agency (IAEA). The Radiological Accident in Yanango. STU/PUB/1101, IAEA, Vienna, 2000.
- 6) Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). Report to Parliament—Radiation exposure of a worker at ANSTO Health, Lucas Heights on 22 August 2017. <https://www.arpansa.gov.au/about-us/corporate-publications/reports-parliament/report-parliament-radiation-exposure-worker-ansto> (accessed on 5 February 2021) (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 7) 厚生労働省: 眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会報告書, 2019.
- 8) 原子力規制委員会: 原子炉等規制法または放射性同位元素等規制法に基づく報告, 2020. Available from: https://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/houkoku_new/220000042.html (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 9) 樺田尚樹: 不均等被ばくを伴う放射線業務における被ばく線量の実態調査と線量低減に向けた課題評価に関する研究, 労災疾病臨床研究事業費補助金研究報告書, 2019.
- 10) 医療分野のガイドライン作成委員会. 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン～水晶体の被ばく管理を中心に～, 2020. Available from: <https://www.kyoto-msc.jp/news/suishoutai2020/> (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 11) 厚生労働省安全衛生部労働衛生課電離放射線労働者健康対策室. 被ばく線量低減設備改修等補助金事業, 2020. <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11628248/www.jsrt.or.jp/data/news/42641> (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 12) 電離放射線労働者健康対策室厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課. 放射線被ばく管理に関する労働安全衛生マネジメントシステム導入支援事業, 2020. Available from: https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/enzen/0000186714_00003.html (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 13) 放射線治療品質管理機構: 2001年-2004年に公表された放射線治療における誤照射事故の調査報告のまとめ, 2020.
- 14) 労働新聞社. 北海道労働局, 被ばく測定せず送検医療法人で電離則違反, 2012. <https://www.rodou.co.jp/news/81887/> (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 15) 労働新聞社: 放射線基準値超える被曝で送検保護具付けず30年間土浦労基署, 2019
- 16) 山口一郎, 大西世紀: 放射線診療における手指の不均等被ばく線量の推計, 日本保健物理学会第39回研究発表会要旨集, 2005
- 17) 株式会社千代田テクノ: ガラスバッジサービス取扱説明書, 2021
- 18) 山口一郎, 南佑子, 塚本豊浩, 中井康博, 三宅実, ゴンザレスクリーゼル, et al.: スペシャルニーズ歯科での放射線管理, 第53回日本保健物理学会研究発表会講演要旨集, 64, 2020
- 19) The Health and Safety Executive: Implementation of the occupational exposures elements of the Council Directive 2013/59/Euratom laying down the basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation—The Ionising Radiations Regulations [Internet], 2017. https://www.legislation.gov.uk/ukia/2017/161/pdfs/ukia_20170161_en.pdf (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 20) 樺田尚樹: 眼の水晶体の等価線量限度を意見具申どおりに見直す際の留意事項, 第2回 眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会資料, 2019.
- 21) M. H. Shabon: “Heath Effects Sequence of Meet Halfa Radiological Accident After Twelve Years”, XI Radiation Physics & Protection Conference, p.351-365, Nasr City-Cairo, Egypt, 2012
- 22) ATOMICA: 千葉市におけるイリジウムによる放射線被ばく事故(09-03-02-11) https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_09-03-02-11.html (閲覧日 Oct. 25, 2021)
- 23) 文部科学省: 非破壊検査装置イリジウム192の盗難に対する対応. <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/bougo/siryo/bougo12/siryo12-1.pdf> (閲覧日 Oct. 25, 2021)

放射線事故が発生した際の放射線施設の緊急時対応の調査と
提言 WG 報告書

東京大学アイソトープ総合センター

桧垣 正吾

北海道大学アイソトープ総合センター

久下 裕司

京都大学医学部附属病院

志水 陽一

東京工業大学放射線総合センター

富田 悟

聖マリアンナ医科大学大学院アイソトープ研究施設

廣井 朋子

東京ニュークリア・サービス株式会社

古澤 哲

はじめに

日本放射線安全管理学会では、令和2年度に原子力規制庁の放射線安全規制研究戦略的推進事業の一部を成す「放射線影響分野における放射線防護対策の推進に関する調査と提言ならびに放射線防護人材の確保・育成に関連する業務」の業務の一部を請け負い、その業務を円滑に遂行することを目的として、学会内に「放射線施設の放射線事故に係る最新知見の収集WG」と「放射線事故が発生した際の放射線施設の緊急時対応の調査と提言WG」の2つの小委員会を設け、関連する知見の効率的な収集に取り組んだ。このうち、後者の本WGでは、国内の法令報告事象を対象として、原子力規制庁がwebで公開している事業者から提出された情報から、これらの原因や対処における問題点を明らかにし、各事業所の放射線障害予防規程や緊急時対応マニュアルに、事態を想定した対応を予め準備するよう提言をまとめることを目的とした。

委員の構成は以下の通りであった。

WG長：桧垣正吾，委員：久下裕司，志水陽一，
富田 悟，廣井朋子，古澤 哲

実施方法

本WGでは以下のように調査活動を行った。

1. 原子力規制庁webサイトに公開されている法令報告事象に該当する事故トラブル情報¹⁾、また危険時の措置の届出のうち、2013年4月から2020年11月までの29件について、事業者の報告書を精査し、類型ごとに分類して事故の原因や対応に関する問題点を抽出した。表1に概要の一覧を示す。
2. 法令報告事象に該当する事象を、以下のように通常の管理業務で「予防(発生を制御)できそうなもの」、

「予防(発生を制御)できないもの」に分類した。

予防できそうなもの：計画外被ばく、所在不明、漏水、汚染の拡大を含む漏洩

予防できないもの：悪意のある盗取、墜落による所在不明、線源製造上の不具合を含む漏洩、火災

3. 事故トラブル事象のうち、類型ごとの代表的な、すなわち多くの放射線施設で起こりうる可能性のある問題点8点を4件の事例から抽出した。これらの問題点について、WG委員が所属する放射線施設で事前に整備されている放射線障害予防規程や緊急時対応マニュアルのままで、「予防できそうなもの」については予防方法は十分か、「予防できないもの」については問題なく対処することは可能かを確認した。また、WG委員だけではなく、会員有志の協力を募るため、アンケート調査を行った。
4. 予防方法が十分ではない、あるいは対処できないとの回答が多い事項は、同じ事象が起こった際に対応が不十分となる可能性が高いことを意味する。そのため、放射線障害予防規程や緊急時対応マニュアルに、事態を想定した対応を予め準備するよう提言をまとめた。

また、第19回学術大会で中間報告として上記3.時点までの活動内容についての報告を行い、アンケートへの協力を呼びかけた。第17回JRSMS 6月シンポジウムにて最終報告を行った。

調査結果

調査に使用した4件の事例の概要および抽出した問題点8点を以下に示す。

1. 非密封RIの所在不明(2017年12月21日発生、企業)
概要：滅菌処理後、保管廃棄するまでの間に、保管中

表1 原子力規制庁 web サイトに公開されている RI 法に関する事故・トラブル情報の概要.

No.	事業所	類 型	発生日	最終報告日	備 考
28	企業(消防設備点検)	所在不明	2020/11/30	2020/12/10	表示付認証機器 Cs-137
27*	病 院	計画外被ばく	2020/11/27	2020/12/7	PET 検査用 C-11線源の漏洩
26	公立大学(病院)	所在不明	2020/6/10	2020/6/17	シード線源 I-125
25	企業(研究・測定器製造)	所在不明	2019/12/16	2020/4/30	表示付認証機器 Cs-137
24	企業(研究)	火災による漏洩(疑い)	2019/9/3	2019/9/13	表示付認証機器 Ni-63(ECD)
23	国立大学(研究)	所在不明	2019/8/21	2020/5/11	表示付認証機器 Co-57
22	企業(非破壊検査)	計画外被ばく	2019/4/24	2020/5/7	非破壊検査作業時
21	企業(空港)	所在不明	2019/4/10	2019/4/22	表示付認証機器 Ni-63(爆発物検査装置)
20	企業(研究)	管理区域外漏洩(排水)	2018/12/11	2020/4/27	
19	企業(消防設備)	所在不明	2018/12/5	2020/5/19	表示付認証機器 Cs-137
18	自治体(消防ヘリ)	墜落による所在不明	2018/9/20	2018/11/9	密封線源 H-3
17	自治体(警察)	破損による漏洩	2018/9/7	2018/9/13	密封線源 H-3
16	企業(航空機)	漏洩(線源製造上の不具合)	2018/7/2	2018/9/28	密封線源 Kr-85
15	自治体(消防ヘリ)	墜落による所在不明	2018/5/14	2018/5/24	密封線源 H-3
14	企業(製造)	誤廃棄による所在不明	2018/4/27	2018/9/20	特定表示付認証機器用の線源 Am-241
13	企業(研究)	所在不明(マウス死骸)	2017/12/21	2018/5/23	
12	国立大学(研究)	管理区域外漏洩(排水)	2017/10/13	2018/5/31	
11	自治体(警察)	所在不明	2017/10/18	2017/10/26	密封線源 H-3
10	企業(研究)	所在不明	2016/5/16	2017/1/27	表示付認証機器 Ni-63(ECD)
9	企業(消防設備)	盗 取	2016/4/21	2017/2/6	表示付認証機器 Cs-137
8	国立大学(研究)	管理区域外漏洩(排水)	2016/3/15	2016/3/25	
7	企業(建設)	所在不明	2015/6/2	2015/10/8	表示付認証機器 Co-60, Cf-252
6	企業(建設)	所在不明・盗取	2014/12/25	2015/3/31	表示付認証機器 Co-60, Cf-252
5	企業(ECD洗浄)	管理区域外漏洩(汚染)	2014/12/24	2016/6/3	Ni-63, H-3
4	国立大学(研究)	管理区域外漏洩(持ち出し)	2014/3/24	2014/9/30	
3	国立大学(研究)	管理区域外漏洩(排水)	2013/12/19	2014/4/1	
2	公立大学(研究)	破損(経年劣化)による漏洩	2013/10/29	2014/3/20	密封線源 H-3
1	国 研	管理区域外漏洩	2013/5/23	2013/8/12	大型加速器

* その後の線量評価で法令報告事象に該当する線量を超えないことが判明

の¹⁴C 投与動物死体を紛失。他の動物サンプルと共に処理されたと考えられた。

問題点①：保管中の動物死体および動物乾燥用金属カゴを定期的に在庫確認する仕組みがなく、RI 管理上、使用中である動物死体を一時的に冷凍庫へ保管あるいは冷凍庫から持ち出す際に、記録を残していなかった。

2. 表示付認証機器の所在不明(2019年12月16日発生、企業)

概要：放射線量率標準ガンマ線源¹³⁷Csの所在不明。

問題点②：管理手順書がない、出入庫の記録がホワイトボードへのメモ程度しかなく、装備機器の説明書にあった専用容器への収納、施錠付き金庫への収納が行われ

ていなかった。

3. 破損(経年劣化)による漏洩(2013年10月29日発生、大学)

概要：保管していたトリチウム密封線源から汚染が拡大した。

問題点③：古い線源から経年劣化によりトリチウムを含む金属が剥落、あるいは、吸蔵合金から常温でのゆっくりとしたガス状トリチウムの放出があったため、線源に対する情報の不足と認識の誤りがあった。また、密封線源から汚染が発生すること自体が異常事態であったが、密封線源施設、通報判断基準に対する認識の誤りがあり、異常事象に対する行動基準が整備されていなかっ

表2 委員および会員有志の施設における検討結果の取りまとめ。

	①投与動物の使用記録	②表示付認証機器の管理	③密封線源に対する認識	④線量率測定	⑤非密封 RI の使用記録	⑥情報公開	⑦管理体制	⑧主任者の代理者
対応できる	5	7	7	11	11	9	11	11
どちらとも言えない	3	2	4	3	3	3	2	3
対応できない	2	3	3	1	1	3	1	1
該当しない	6	4	2	—	—	—	—	—
対応できる割合(%)	50	58	50	73	73	60	79	73

た。

4. 火災(2016年7月1日発生, 大学病院)

概要: 管理区域内で実験用のヒーターから火災が発生。緊急時対応について安全管理体制の問題等が指摘された。詳細は第14回 JRSM12月シンポジウムのプロシーディングス²⁾などを参照されたい。

問題点④: すぐに正しい線量率を測定できるか。

(注) 消防は、高い線量を想定して電離箱式サーベイメータを持参することがある。ただ、線量が1μSv/h未満と低い場合には有意な値が計測されない。この例では0.5μSv/hが計測された。数字だけ見るとバックグラウンドの10倍の線量があるように見え、正しくない数字だけが一人歩きし、混乱をもたらす可能性がある。

問題点⑤: 非密封 RI 使用記録の作成は本当にいつも十分なされているか。

(注) 使用記録と、実際の使用との不整合があった。

問題点⑥: すぐに情報公開ができる体制にあるか。

(注) 使用していた核種・数量の把握ができず情報公開が遅れた。その結果、規制庁への通報・近隣住民への説明(情報公開)が遅れた。

問題点⑦: 管理組織体制は適切か。

(注) 火災があった施設の場合、建屋の管理、RI 室の管理、放射線取扱主任者の部局がバラバラであったため、緊急時に情報共有が遅れ組織としての対応が難しかった。

問題点⑧: 放射線取扱主任者の代理者は設定されており、連絡体制が整っているか。

(注) 火災時、主任者は短期出張のため不在で、代わりの対応者が決められていなかったため、規制庁への連絡が遅れた経緯がある。

委員およびアンケートによる会員有志の施設において検討結果を取りまとめたものを表2に示す。なお、施設によっては、当該線源を所持していない等の理由により無回答の設問がある。そのため、件数の合計は一致しない。

提言

上記の結果より、対応できるとの回答の割合が低かつ

た点、すなわち、放射線障害予防規程や緊急時対応マニュアルに、事態を想定した対応を準備するよう提言すべき項目を順に示す。

- ① 投与動物の使用記録
- ③ 密封線源に対する認識
- ② 表示付認証機器の管理
- ⑥ 情報公開

具体的な提言は以下の通りとなる。

1. 非密封 RI では、その全ての使用を追うために適切な記録が残されているか、盲点となっている取り扱いはないか、記録を付けるユーザーに周知が徹底されているか、を確認することが必要である。
2. 密封線源では、線源の健全性が保たれなくなったことによる汚染拡大が起りうる。定期的に漏洩の有無を確認することが必要である。また、発生した場合の対処について通報判断基準を含めて定めておく必要がある。
3. 認証付装備機器は、法令の規制が緩やかなため管理が手薄になりやすい。装備機器の説明書に従い専用容器への収納、施錠付き金庫への収納が行われていることを確認することが必要である。また、使用する者や管理する者の全てが、線源に対する正しい認識を持つことが必要である。
4. 速やかな情報公開は、事故の対処として必須である。多くの事業所では Web サイトを利用した情報公開が行われると想定されるが、ネガティブな事象であっても必要な情報が速やかに公開が出来るよう、予め担当者と相談しておくことが必要である。

まとめ

上記の提言は、規制側ではなく事業所側に向けたものである。放射線に関する事故に対する対応が上手いかない事態が多発した場合、規制側では規制を強化せざるを得ないとの風潮になることが想定される。過度な規制に繋がらないよう、全ての事業所において事故の予防に努め、また、適切な対応ができるよう自主的な管理体制を見直す必要があると考えられる。

謝辞

アンケートにご回答くださった本学会会員有志の方、
本 WG の報告書を査読いただいた一般社団法人日本放射線影響学会の会員有志の方にお礼申し上げます。

2) 角山雄一：6-2 管理区域火災時の対応—事故報告(第14回 JRSM12月シンポジウム), 日本放射線安全管理学会誌, 17 (1), 84-86, (2018).

文 献

1) 原子力規制委員会 HP 「原子炉等規制法または放射性同位元素等規制法に基づく報告」.

<https://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/houkoku/> (閲覧日：Aug. 20, 2021).

巻頭言



放射線防護分野を元気にするために

神田 玲子*1

私が所属する（国研）量子科学技術研究開発機構の量子生命・医学部門では、がん死ゼロ健康長寿社会実現に向けた「量子医学・医療」と安全・安心な社会実現に向けた「放射線安全」に関する研究開発を行っています。放射線医学の両輪とは言われますが、前者に比べて後者は地味な研究分野で、「戦略的・革新的」よりも「淡々・粛々・着実に」といった修飾語が似合います。そんなところが私は性に合っているのですが、それでも論文を書いてもインパクトファクターが低いと言われたり、社会から「胡散臭く」思われているのでは、と不安になって落ち込んだりします。

言わずもがなではありますが、放射線利用と放射線被ばくの現場の数だけ放射線防護のニーズはあります。例えば、患者さんと医療従事者の放射線防護がしっかり行われぬ医療現場では、放射線の医学利用は制限され、医療レベルが大きく後退することになります。このように、放射線防護が持つ社会的責務や影響度は大きいと思っています。しかしこれからも「淡々・粛々・着実に」「縁の下の力持ち」を続けているだけでは、社会からの評価は変わりません。その結果、中堅や若手研究者が放射線防護を魅力の乏しい研究分野と認識して、どんどん元気がなくなることを危惧しています。

そこで、放射線防護の研究者が、研究分野としての放射線防護を自ら活性化する方策を2つご提案したいと思います。

一つは、これまでも多くの先生がおっしゃっていることですが、外に意識を広げて、自然科学の基礎から応用、人文科学、社会学、法学などさまざまな視点からの考え方や意見を交えながら議論していくことです。その場合のアプローチは、放射線防護分野に他分野の専門家に参加してもらう、あるいは放射線防護の専門家が他分野に出向くの2択となります。今、「コロナ感染」「生殖医療」「自動運転」「AI」といった喫緊のリスクや新興リスクがいろいろあって、人文科学、社会学、法学の専門家が議論したい/しなくてはいけない問題が目白押しです。放射線防護に関心を持ってくれる専門家もいるでしょうが、さほど多くはありません。そこで、ぜひ若手や中堅研究者には、本学会の中に議論の場ができるのを待たず、上記のような放射線以外のリスクにも関心を持ち、議論に加わり、学んだことを放射線防護に持ち帰っていただきたいと思います。

もう一つの活性化の鍵は、放射線防護が社会から見える存在になることにあります。放射線防護方策の決定に、ステークホルダーの合意形成が必要な場面が増えています。こうしたリスクコミュニケーションやステークホルダー会合の場には、通常専門家が参加しますが、他の分野では専門家の関与がまずくて合意形成がうまくいかなかったという例もあります。これは、学術コミュニティ内で十分検討していない段階で専門家個人が対応せざるを得なかったことによります。またテーマによっては、当学会だけでなく、関係する学会が連携してより包括的な議論が必要になることもあります。

私は、平成29年度から原子力規制委員会委託事業として、放射線防護関連学会のネットワーク形成を実施し（通称、アンブレラ事業）、放射線防護の喫緊の課題の解決にふさわしいネットワークをつくりながら、放射線防護のアカデ

*1 量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所副所長

ミアと放射線利用の現場をつなぐ活動をしてきました。アンブレラ事業の名前の由来は、放射線防護関連学会等の連合体である「放射線防護アカデミア」、緊急時対応人材の確保をめざす「緊急時放射線防護検討ネットワーク」、職業被ばくの国家線量登録制度構築を目指す「職業被ばくの最適化推進ネットワーク」が独自に活動しつつ、一つの傘（アンブレラ）の下で連結したことによります。

この5年間の活動を通じて、先に記した2つの活性化方策のベースづくりができたと思っています。Webinarや国際動向報告会には多くの方が関心を持って参加くださり、情報共有に効果的であることがわかりました。また、連携には複数団体による合同委員会や団体からの推薦者から成るワーキンググループを、協調には様々な立場や考え方の人が参加する課題解決型ネットワークを設置し、中立的な検討の場とすることが効率的であるということがわかりました。さらに日本リスク学会の活動にアンブレラ関係者が参加し、異分野の研究者や非専門家、海外の専門家と一緒に、原子力災害の防護方策の意思決定に関する検討を進めるという経験もしました。

こうした実効性の高い仕組みづくりや経験の蓄積にあたり、本学会をはじめ多くの専門家の協力をいただきました。また原子力規制委員会からも有形・無形のご支援をいただきました。今後もアンブレラ事業の成果を活用かつ継承し、放射線防護分野の活性化に繋げていくことができればと思っています。

神田 玲子（かんだ れいこ）

東京大学理学部生物学科動物学教室卒業、東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所副所長。UNSCEAR 日本代表代理、日本学術会議第二部（生命科学）幹事、放射線審議会委員、疾病・障害認定審査会委員などを歴任。

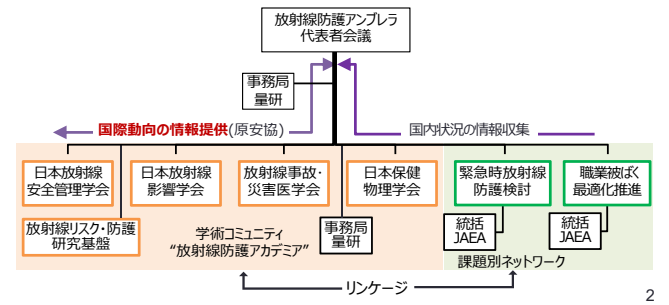
令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業における放射線防護に関する国際動向報告会の開催について

令和2年度放射線防護研究ネットワーク形成推進事業『放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成』（放射線防護アンブレラ事業）

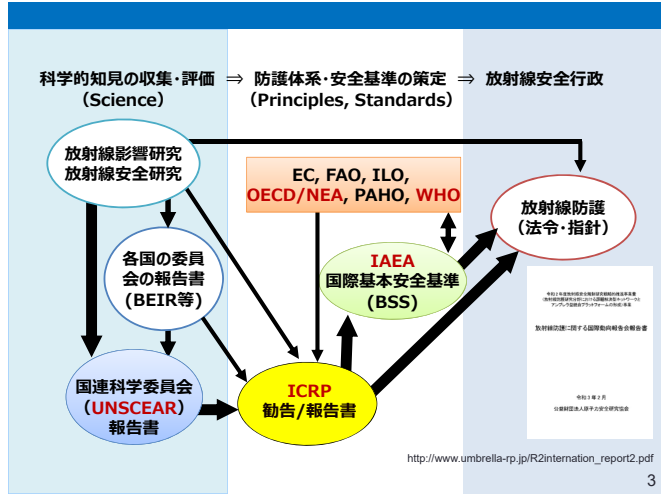
ネットワーク代表者 量子科学技術研究開発機構 神田玲子

アンブレラ事業の概要

分野別の組織と課題別に組織されたネットワークを統合し、アンブレラ型プラットフォームを形成。当面の課題として、①放射線安全規制研究の重点テーマ、②緊急時対応人材の育成、③職業被ばくの最適化、に関する検討を実施
アンブレラ内の情報共有を目的として、年に一度放射線影響・防護に関係する**国際的機関等の動向に関する報告会**を開催する。



科学的知見の収集・評価 (Science) ⇒ 防護体系・安全基準の策定 (Principles, Standards) ⇒ 放射線安全行政



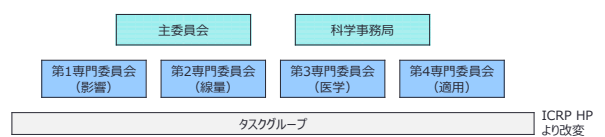
第4回 国際動向に関する情報共有のための報告会

日時 令和3年1月8日 (金) 13:00~17:00
形式 「Zoomウェビナー」によるライブ配信 (一般参加者 100名)
テーマ 放射線防護の基礎となる放射線リスク評価に関する国際動向

時間	内容
13:10~13:15	開会 高山 研 (原子力規制庁)
13:15~13:30	講演「UNSCEAR におけるリスクに関する検討状況」 講師：川口 勇生 (量子科学技術研究開発機構)
13:30~13:45	講演「ICRP 第1専門委員会における検討状況」 講師：酒井 一夫 (東京医療保健大学)
13:45~14:00	講演「米国放射線防護審議会(NCRP)での放射線リスクに関する最近の検討状況」 講師：浜田 信行 (電力中央研究所)
14:00~14:15	講演「IAEA 放射線安全基準委員会(RASSC)における最近の検討状況」 講師：荻野 晴之 (原子力規制庁)
14:15~14:30	講演「OECD/NEA 放射線防護・公衆衛生委員会(CRPPH)における最近の検討状況」 講師：本間 俊充 (原子力規制庁)
14:40~16:55	パネルディスカッション「放射線リスク評価に関する国際動向」 ファシリテーター：甲斐 倫明 (大分県立看護科学大学) パネリスト：上記の講師/佐藤 達彦 (日本原子力研究開発機構) 伴 信彦 (原子力規制委員会)/神田 玲子 (量子科学技術研究開発機構)
16:55~17:00	閉会 高橋 知之 (京都大学、アンブレラ事業PO)

国際放射線防護委員会 (ICRP) の活動状況 (1)

- 主委員会からの報告
 - 2020年末に刊行されたPublication
 - Publ.146 Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident
 - 2021年に刊行されたPublication
 - Publ. 147 The Use of Dose Quantities in Radiological Protection
 - Publ. 148 Radiation Weighting for Reference Animals and Plants
 - ICRU Report 95 Operational Quantities for External Radiation Exposure Prepared jointly with ICRP
 - 今後刊行予定
 - Detriment Calculation Methodology
 - Cancer Risk from Exposure to Plutonium and Uranium
- 現在25のタスクグループが活動しており、日本からはのべ27人の専門家が参加している (2021年1月現在)



国際放射線防護委員会 (ICRP) の活動状況 (2)

- 第1専門委員会 (影響) からの報告
 - タスクグループ (TG) による検討事項
 - TG64 プルトニウムおよびウランによるがんリスク
 - TG99 標準動物・標準植物モニタリング
 - TG111 放射線感受性を制御する個人的要因
 - TG115 宇宙飛行士の放射線防護に係る線量とリスクの評価
 - TG91 低線量・低線量率放射線によるリスク
 - TG102 デトリメントの算定の方法論
- 第2専門委員会 (線量) からの報告
 - 最近刊行されたPublication
 - Publ.141 Occupational Intakes of Radionuclides: Part 4. ランタノイド・アクチノイドの線量係数
 - Publ.143 Paediatric Computational Reference Phantoms
 - Publ.144 Dose Coefficients for External Exposures to Environmental Sources
 - Publ.145 Adult mesh-type reference computational phantoms.
 - 主な議論
 - OIR Part 5(職業被ばくの残り全ての核種)がPublic Consultationまで進んだ(2021年1月15日まで)
 - X線イメージングに対する線量係数を評価するTG113を第3専門委員会と共同で立ち上げられた
- 第4専門委員会 (適用) からの報告
 - タスクグループ (TG) による検討事項
 - TG97 浅地中での放射性廃棄物の処分。報告書ドラフトは主委員会の査読者のコメントを受け修正中
 - TG98 レガシーサイトからの被ばく
 - TG109 (第3専門委員会と共同) 医療分野に放射線防護における倫理
 - TG110 (第3専門委員会と共同) 獣医療における放射線防護
 - TG114 放射線防護体系におけるReasonablenessとTolerability

各国際機関におけるリスクに関する最近の検討状況 (1)

リスク：(放射線に関連した)健康影響の文脈では、リスクとは、ある期間(例えば、被ばく後の残りの人生)に関心のある事象(例えば、がんの発症など)が起こる確率(すなわち、前向きなもの)を意味する。リスクは、以前に被ばくした集団における疾病率の疫学的調査から得られた証拠を用いて推定することができる(すなわち、過去の観察に基づく)。このようなretrospectiveな分析の結果は、線量反応関係に関する直接的な疫学的データが得られない異なる集団を含む他の被ばく状況のリスクを推論するために、適切な修飾因子および調整因子を用いて使用されることが多い。【UNSCEAR 2012年 報告書用語集】。

原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)
 2012年報告書において、放射線と健康影響の帰因性やリスク推論についてレビューを実施。
 ・現在の被ばくから将来的なリスクを予測する場合：科学的手法で検証可能なリスク推定と、条件付きのリスク予測を区別することを推奨。
 ・リスク推定や他の集団でのリスク予測について、様々な不確実性が存在するため、評価の際には不確実性について明示し、検討材料として提供することが重要との見解を表明。

国際放射線防護委員会 (ICRP) 第1専門委員会
 放射線の作用のメカニズムと確率的影響の誘発のリスクを検討。次期基本勧告を見据えた構成要素の整備が進んでいる。
 ・フルトウラムおよびウラン等、α核種のがんのリスクの検討：報告書にパブリックコメントを反映中。
 ・低線量や低線量率の放射線によるリスク推定：報告書が完成し、第1専門委員会内で共有中。
 ・予備的検討中のテーマは、放射線による循環器疾患、子孫への影響および継世代影響、異なる線種の影響、デトリメント算定のためのパラメータの検討の4つである。

各国際機関におけるリスクに関する最近の検討状況 (2)

米国放射線防護審議会 (NCRP)
 2018年以降、LNTモデル/仮説の疫学的観点から更新したコメントリーや、中枢神経系への宇宙放射線影響に関する報告書を刊行。
 ・循環器疾患に関して、ICRP (2011年)は、しきい線量を線量率によらず約0.5 Gyと勧告したが、NCRPは0.5Gy以下でのリスクは不明と判断している。
 ・医療従事者、原子力作業員、工業放射線技師、核兵器実験作業員など、31コホートを対象としたがん/非がんの疫学調査(「100万人研究」)は、数年以内に各コホートの解析が終了予定。

国際原子力機関 (IAEA) 放射線安全基準委員会 (RASSC)
 放射線安全に関する国際会合や個別安全指針の議論において、科学的根拠に基づくリスクをベースにした資源配分(グレーデッドアプローチ)などを検討。
 ・LNTモデルは低線量領域で選択的に放射線の規制をするために長年にわたって有効に機能してきた。しかし、仮説ではなく科学的事実であると信じて誤用されることにより問題が生じていると指摘。
 ・ラド線量換算係数に関しては、ICRPが2018年に発表した10 mSv/WLMを支持。一方、2019年にはUNSCEARが5.7mSv/WLMを発表。

経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA) 放射線防護・公衆衛生委員会(CRPPH)
 リスクコミュニケーションや最適化のための合理性の議論の中で、放射線リスクを検討
 ・2019年、公衆とのコミュニケーションとして適切なリスクの指標が議論された。
 ・被ばくの最適化は、多くの場合放射線防護方針に焦点が絞られ、残留被ばくの最小化になっていると指摘。
 ・最適なwell-beingの達成に焦点を当てた防護の最適化が必要であり、それには多様なリスクと便益のパラメータをツール開発が必要と判断。

パネルディスカッション「放射線リスク評価に関する国際動向」

- ✓ 目的：最近の動向を踏まえ、今後どのような分野で知見が変わる可能性があるのか、また我が国での期待される取組みについて、それぞれ研究や規制の観点から意見交換を行う。
- ✓ ファシリテーターが6つのテーマを提示し、テーマごとに議論
- ✓ 質疑応答機能を用いた一般参加者からの質問・コメントも受付



パネルディスカッションのテーマ	キーワード
1. 低線量・低線量率のがんリスク評価	DDREF：疫学と動物実験の差異、線量率効果と低線量効果の区別
2. がんリスクの修飾因子	デトリメント評価での治療率の考慮、自然罹患率が異なるのに世界平均に均する意味
3. ラドン・子孫核種の線量評価とリスク評価	ICRPの線量評価手法の変更、ICRPとUNSCEARとの線量換算係数の違い
4. 不確かさ、リスク推定とリスク予測	不確かさの原因の区別、その上での防護のための単純化、真の値の継続的追及
5. Graded approach、合理性、規制免除	ReasonablenessやWell-beingという概念
6. リスクコミュニケーション	線量やリスクを伝えるための手法開発と汎用性(誰向け、どの国にとって適当か)

(参考) パネルディスカッション「放射線リスク評価に関する国際動向」の要点 (1)

- テーマ1：低線量・低線量率のがんリスク評価
 - ✓ 疫学と生物学の統合に向けて、動物実験と人間の疫学データに関する情報共有が行われている。
 - ・放射線防護に関心のある線量率や線量での動物実験のデータの見直し結果からは、DDREFとしてはあまり大きくないことが報告されている。
 - ・疫学データの解析は線量率効果(DREF)と低線量効果(LDEF)に分けて議論されている。慢性被ばくのデータ(例：マヤック)からは、DREFが2を超えるような疫学情報は少ない。
 - ・DDEFは生物データを基礎として、2よりも大きい数値が示唆されていたが、ICRPのTGによる発がん実験データと疫学データの分析からは、2を超える値を示す情報は少ない。日本の研究者グループは、環境研と放医研の動物実験のデータのフル解析の結果、DREFを3と推定した。
- テーマ2：がんリスクの修飾因子
 - ✓ デトリメント評価ではがんの致死性が考慮されているが、がん治療により治療率が向上している。
 - ・従来、疫学のエンドポイントはがん死亡であったが、現在原爆調査でもがんの罹患のデータが主流。放射線リスク評価に罹患のデータが用いられ、デトリメント評価にはがんの致死率を加えている。
 - ・被ばくしていない集団のベースラインの罹患率が重要になってくる。ベースラインの健康統計の充実度は国によって異なる。現在は充実した地域のデータが活用されており、今後はデータを世界で平均化することの意味を考えることが重要
 - ・規制の観点からは、線量限度を設定する上でDDREFは複数ある考慮すべき要素のあくまで1つ。ICRPの防護体系は、科学、倫理、経験から構成されており、Prudent (Act wisely) なアプローチを確立していくことが重要。

(参考) パネルディスカッション「放射線リスク評価に関する国際動向」の要点 (2)

- テーマ3：ラドン・子孫核種の線量評価とリスク評価
 - ✓ ラドンの線量換算係数に関して、最近、いくつかの国際機関が見解を発表している。
 - ・疫学はウラン鉱山に関するデータでリスク評価がなされている。ICRPは、放射線防護のための線量評価を疫学データ(原爆疫学とラドン疫学)の比較から行ってきたが、最新のPublicationでは呼吸気道モデルをベースとする方法に変更。その結果、不確かさの範囲であるが、ラドン濃度からの線量換算係数にICRPとUNSCEARとで違いが生じている。今後、線量評価の点から注視が必要になる。
 - ・UNSCEAR2019年レポートでのラドンの線量評価は、ICRPのレポートを含めた包括的にレビューを行い、線量換算係数に関して従来を値を変更する必要はないという結論
 - ・2019年10月のIAEA技術会合「ラドンの線量換算係数」では、GSR Part 3の要件が作業員に対するラドン222の参考レベルを1,000Bq/m³を超えない値という幅で示しているため、直ちに基準に関する要件を変更する必要はないと結論。
- テーマ4：不確かさ、リスク推定とリスク予測
 - ✓ 防護上のリスク予測には不確かさが伴う。リスク予測は、過去に起きた事例に対するリスク推定と混同されがち。
 - ・リスク予測全体に与える不確かさとして捉えるべきである。不確かさは知識の不足によるもの、統計データのばらつきに起因する変動、性差や年齢などの取り扱いの影響などがあり、整理が必要。
 - ・防護ではある程度シミュレーションにせざるを得ない。精緻化すると実務を複雑化しかねない。
 - ・従来、不確かさを避けるために防護上は安全側をとってきた。それとは別に真の値を探すアプローチの継続も必要になっている。
 - ・リスク予測にはリスクの背後にあるメカニズムの理解が必要。一方で、低線量における生物学的な実証の難しさがあることも認識しておくことが必要。

(参考) パネルディスカッション「放射線リスク評価に関する国際動向」の要点 (3)

- テーマ5：Graded approach、合理性、規制免除
 - ✓ 被ばく状況の違いによるReasonablenessの違いに関する議論が始まっている
 - ・NEAでは放射線だけでなくwell-beingを視野に入れるようになってきた。次の勧告の改定に向けたICRP委員会の議論が気になること。
 - ・ICRPはReasonablenessとTolerabilityのTGをEthicsに位置付けたことから、防護の根本的な考え方の一つとして取り入れるのではないかと。
 - ・Reasonableにはpracticalやfairnessといった意味もある。今後は方法論のfairnessが重要になり、より倫理面での議論が必要になる。
- テーマ6：リスクコミュニケーション
 - ✓ リスクコミュニケーションに関する指針や推奨が実際の社会でどこまで機能するか議論する余地がある
 - ・IAEAは、緊急時におけるパブリックコミュニケーションに関する共通安全指針GSG-14を2020年に発行。放射線帰因性に関するUNSCEAR2012年レポートを踏まえ、放射線の健康影響を3つの色に分けて、尺度を示しているが、これらの指針の内容が実際の社会でどこまで機能するのか、議論する余地がある。
 - ・WHOは、緊急時のコミュニケーションに関する報告書を公開した。過去に平常時のリスクコミュニケーション(ラドンや小児の医療被ばく)についてレポートをまとめており、これらは日本でも利用可能。しかし緊急時のコミュニケーションの一般化がどこまで可能かは疑問。
 - ・放射線のリスクの観点から線量の比較を誰が判断するか、一般化できるものを今後検討する必要がある。

放射線安全規制研究戦略的推進事業費 『放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークと アンブレラ型統合プラットフォームの形成』

成果報告

ネットワーク形成事業代表者

量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 神田 玲子

ネットワーク形成事業分担者

日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門 高田 千恵
日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 吉澤 道夫
原子力安全研究協会 米原 英典

1

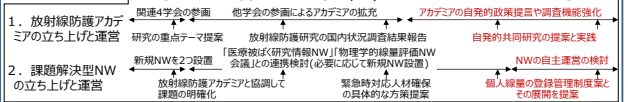
研究事業全体の概要

課題名 放射線防護研究分野における課題解決型ネットワーク(NW)とアンブレラ型統合プラットフォームの形成 研究期間：平成29年～令和3年(5年間)

背景・目的

- ▶ 近年、放射線防護方策の決定に、**ステークホルダーの合意形成**が必要な場面が増えているが、課題が生じた際に、専門家が適切にステークホルダーの合意形成に参与するためには、事前に「**情報共有/調整の場「協議関係**」の構築が必要である。
- ▶ 上記の条件を満たす環境を整えるため、様々な性格のネットワーク(NW)を統合したアンブレラ型プラットフォーム(=アンブレラ)を形成するとともに、特定の課題を調査・分析するNWを設置し、ステークホルダーとともに議論し、解決案を提示する。

実施状況



各NWの具体的な成果

- ▶ **アカデミア**: ①放射線防護の重点研究のリスト化と推進、放射線防護人材の育成、育成の取り組み、②線量の新概念と緊急時対応に関する提言、緊急時対応放射線防護NW、緊急時に様々な活動を行う専門家、技術者のネットワーク構築、NWの自律的運営の提案、職業被ばく(最適化)推進NW: ①実効性の高い個人線量登録制度を複数提案と医療分野での実装企画、②測定機関の認定の良質な運用・精製の議論収集した情報や検討結果は、放射線防護WG(4回)、研究推進委員会(4回)、線量の新概念(限定的見直し)に関する検討会(1回)で発表
- ▶ **議論・合意形成プロセスの確立**: 規制イテビ/カワコとの意見交換、製分野の専門家との議論、合意形成の場が定着(代表者会議、報告会、学会合同委員会、学会主催イベント等)学会間向け調査の実施や既存NWとの連携によりアンブレラの知名度・求心力が向上→アカデミアの自律的共有研究やNWの自主運営の必要条件

期待される成果:

放射線防護上、必要な調査や政策提言、およびステークホルダー関与が必要な課題の設定やNWの設置・運営などを、放射線防護の学術コミュニティが自律的かつ学際連携により実施する環境の整備

2

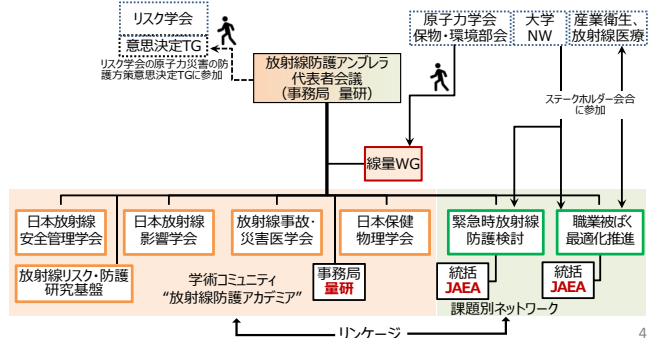
研究事業体制①

事業	担当	会議およびNWに参加する研究協力者
総括	神田玲子 (主任研究者)	
1-(1)国内の放射線防護対策の推進に関する検討	神田玲子 (主任研究者) 若岡和輝 (研究参加者) 山田 裕 (研究参加者)	代表者会議 飯本武志・横山須美 (放射線学会)、児玉靖司・小林純也 (放射線影響学会)、富永隆子・堀井義夫 (放射線事故・災害医学会)、中島寛・松田尚樹 (放射線安全管理学会)、甲斐倫明・酒井一夫 (放射線リスク・防護研究基盤) 1)実効線量と実用量に関するWG: 若岡和輝(基研)、佐々木道也(電中研)、床次真司(弘前大)、橋本剛(JAEA)、堀井義夫(東北大)、保田浩志(広島大)
1-(2)緊急時放射線防護に関する検討	高田千恵 (分担研究者) 百瀬球磨 (研究参加者) 宗像雅広 (研究参加者) 中野政尚 (研究参加者) 吉田忠義 (研究参加者) 渡邊裕美 (研究参加者) 吉野直美 (研究参加者) 栗原 治 (研究参加者) 立崎亮太 (研究参加者)	緊急時放射線防護ネットワーク 佐藤勝(原安協)、床次真司(弘前大)、松田尚樹(長崎大)、宮澤晃(東電HD)、渡部浩司(東北大)、木内伸幸(JAEA原研)、住谷秀一(JAEA核研)、清水勇(JAEA大洗)、橋本剛(JAEA)、中根佳弘(JAEA J-PARC) 緊急時放射線防護ネットワークサブグループ(JAEA) 1)環境モニタリングサブGr: 主査は中野政尚 幹事: 山田純也、前田英太 2)放射線管理サブGr: 主査は吉田忠義、幹事: 橋本剛、高岡啓史 3)個人線量評価サブGr: 主査は高田千恵、幹事: 渡邊裕美
1-(3)職業被ばくの最適化推進に関する検討	吉澤道夫 (分担研究者) 木内伸幸 (研究参加者) 高橋 聖 (研究参加者) 山口和謙 (研究参加者) 合村嘉多 (研究参加者)	職業被ばく(最適化)推進ネットワーク 1)国家線量登録制度検討グループ: 飯本武志(東大)、浅野智宏(放射協)、岡崎龍史(産業医大)、渡部浩司(東北大学) 巨瀬球磨 2)線量測定機関認定制度検討グループ: 黒澤忠弘(産総研)、壽藤紀彦(産総研)、辻村憲雄(JAEA)、中村吉秀(R1協会)、宮澤弘一(放射協)、植本剛(産総研)
1-(1)国際動向に関するアンブレラ内の情報共有	米原英典 (分担研究者) 野村裕之 (研究参加者)	国際動向報告会の登壇者
2-(2)放射線防護に関するアンブレラ内の意思決定	神田玲子 (主任研究者) 若岡和輝 (研究参加者)	代表者会議
2-(3)アンブレラから社会への情報発信	若岡和輝 (研究参加者) 坂内定明 (研究参加者) 渡邊遊人 (研究参加者)	放射線影響・放射線防護ナレッジベース運用委員会 山口裕一(防災研)、岡崎龍史(東工大)、酒井一夫(東医大)、佐々木道也(電中研)、田内 広(茨城大)、山口一郎(国保研院) 1)編集委員会(運用委員会以外) 石井伸昌(基研)、小野田真(基研)、勝部孝則(基研)、久保田善久(基研)、児玉嘉明(放射研)、立崎亮太(基研)、橋本 剛(九州大)、細谷純子(東大)、橋本 剛(JAEA)、吉永倫治(広島大)

3

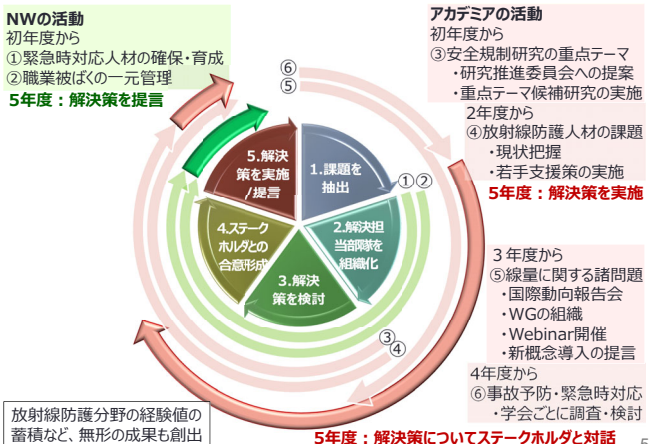
研究事業体制②

分野別の組織と課題別に組織されたネットワークを統合し、アンブレラ型プラットフォームを形成
当面の課題として、①放射線安全規制研究の重点テーマ、②緊急時対応人材の育成、③職業被ばくの個人線量管理、に関する検討を実施
アンブレラ内の情報共有を目的として、年に一度、放射線影響・防護に関する国際的機関等の動向に関する報告会やネットワーク合同報告会を開催する。



4

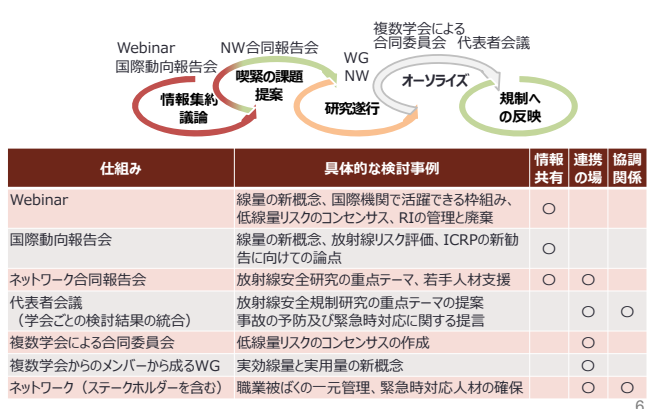
今年度事業の概要①：事業の流れと最終年度



5

今年度事業の概要②：アカデミアの役割と仕組み

科学的知見の規制への取込みに係るアカデミアの役割



6

進捗: 事故・緊急時対応に関する課題抽出と検討

放射線防護アカデミア全体が関わるテーマとして「緊急時対応」を設定 (令和2年度)

学会の専門性と関心で具体的なテーマを選択

「海外の知見収集」
確定的影響のRBEと線量評価
「国内の課題の調査・提言」
大規模災害時の線量推定
放射線影響学会

「海外の知見収集」
海外の放射線施設の事故・
「国内の課題の調査・提言」
放射線施設の緊急時対応
放射線安全管理学会

「海外の知見収集」
緊急時モニタリングの測定と体制
「国内の課題の調査・提言」
放射線防護文化醸成の仕組み
保健物理学会

アカデミア参加4学会による相互レビュー

レビュー結果を反映し、学会それぞれのレシットで発表 (放射線防護アンブレラHPに掲載)

線量WGによる報告書のとりまとめ

アカデミア参加4学会が合意する提言を抽出

提言の要旨

「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて」

4学会と代表者会議との連名で公表

80名の専門家が作成の過程に協力

放射線防護関連の学会は専門性と問題意識により細分化しており、専門家の見解統一が困難⇒合意形成するプロセスが確立し、学会が規制に関与しやすくなった

進捗: 提言内容と名宛先の明確化

(1) 放射線施設における事故・事象発生予防および収束に向けた方策

- 事業者に対する提言
 - 新照射機器の新規導入やヒヤリット事例発生の際、作業工程や訓練内容、マニュアルを見直すなど、きめ細かい規程やマニュアルを整備する
 - 事故の原因究明や影響の検証ができるように常に情報共有する
- 規制当局に対する提言
 - 事故の情報公開や専門機関による分析や検証を進め、結果を全事業者へフィードバックする

(2) 大規模放射線災害発生時の線量推定の高度化に向けた方策

- 高度被ばく(医療支援センター)に対する提言 (主に生物学的線量評価分野)
 - センター同士の連携体制の強化。設備や人員に不足があれば、人材育成や交流による底上げ。支援センター以外の機関レベルの連携を行う。
 - 多数のトリアージ手法について引き続き検討する。多様な被ばくに対応できるように準備する。
 - 全国の専門家が協力して正確かつ迅速な線量評価をえるネットワークを再構築する
- 専門家に対する提言
 - 高度被ばく(医療支援センター)の制度とリンクした技術開発に協力する
 - 国・地方自治体に対する提言
 - 原子力防災訓練に線量評価の訓練を組み込む

3 我が国の放射線防護方策のグローバル化に向けた中長期的提言

(1) 実効線量と実用量に関する新概念の国内導入に向けた方策

- 研究開発及び放射線管理の実務者に対する提言
 - メーカーやサービス機関と連携して、線量計や校正手法等の規格化に取り組む
- 放射線防護と放射線診療に関する学会
 - 放射線量の意味や制約等に関する共通認識を形成する
- 放射線関係行政機関
 - 実効線量の意味や制約等に関する共通認識を社会全体で共有させる。

今後、提言は、規制者や事業者、国際的機関の関係者等との意見交換を行う際のベースとして活用

進捗: 事業終了後の放射線防護アカデミアの形

検討の経緯

- 昨年度の代表者会議メンバーがアンブレラ事業を評価し、事業終了後に実施を継続する活動を選別
 - 評価が高かったもの
 - 学会単位あるいは共同での同じテーマでの検討や調査、2) 国際動向報告会
 - 若手の国際的機関のイベントへの派遣、4) Webinar、5) 規制庁とのクロズドの場での対話
 - 学会の活動や目的と合致しやすいもの
 - 学会単位あるいは共同での同じテーマでの検討や調査、4) Webinar
- 今年度の代表者会議で、事業終了後の連合体の制度設計を協議
 - 参考となる連合体事例を調査 (地球惑星科学連合、防災学連合体、リスク研究NWなど)
 - もともとも緩やかな連合体を参考に、会則案を作成
 - ネットワークの求心力を持続的に維持するために必要な条件として、主軸事業に関して審議中

放射線防護・健康科学アカデミア会則 (案)

(目的・名称)

第1条 人間や環境の放射線被ばくに関連する研究情報の収集及び共有化を目的とし、国内外の放射線防護の研究の発展に学際的に寄与することを目的とし、放射線防護・健康科学アカデミア (以下、「アカデミア」と言ふ。) を設置する。英文名は Japan Science Academy on Radiation Protection and Health Effectsとする。

(中略)

(会員)

第3条 アカデミアを構成する会員は、第1条の目的を共有する科学的研究を行う次のような組織 (以下「参加団体」という。) とする。

- 国内の学術団体、またはその下部組織
- 国内外の研究・教育機関、またはその下部組織
- 国内外の行政機関、またはその下部組織

主要事業

- 行事協力
- 広報、名義使用許諾、企画支援、共催
- プロジェクト協力 (学会の共同検討に相当)
- 調査協力や広報、参加者派遣、共同実施
- 情報発信活動

Webinarの企画・開催、WEBページ運営

組織 (現アカデミアをベースに検討) アカデミアの運営のために、連携者会議並びに事務局を置く

進捗: 課題解決型NWの検討プロセス

	緊急時放射線防護検討ネットワーク	職業被ばく最適化推進ネットワーク 国家線量登録制度検討グループ
検討主体	指定公共機関、大学、大学NW、高度被ばく医療支援センター、研修実施事業者、JAEA	産業医、大学、大学NW、線量登録機関、JAEA
ステークホルダーとの対話	<ul style="list-style-type: none"> シンポジウム・パネル討論会形式で意見を聴取 放射線事故・災害医学学会学術集会 (平成30年9月) 保健物理学会研究発表会 (令和2年6月) 放射線安全管理学会学術大会 (令和2年10月) 安全管理学会・保健学会合同大会 (令和3年12月) 原子力学会学術大会 (令和4年3月 (予定)) 記述による聴取 <ul style="list-style-type: none"> 原子力事業者 (電気事業連合会放射線管理委員会) その他 <ul style="list-style-type: none"> 原子力規制庁 (上防衛庁専門官含む) 地方公共団体の関係部署の担当者等 	<ul style="list-style-type: none"> シンポジウム・パネル討論会形式で意見を聴取 保健物理学会研究発表会 (令和2年6月) 放射線安全管理学会学術大会 (令和2年10月) 安全管理学会・保健学会合同大会 (令和3年12月) 医療放射線防護連絡協議会学術大会 (令和3年12月) 原子力学会学術大会 (令和4年3月 (予定)) その他 <ul style="list-style-type: none"> 関連省庁担当者 日本学術会議 放射線・臨床検査・病理分科会 (科学的助言を発出する機関)

対象者が想定可
全対象者が協力
対象となる、着目された研修が必要

放射線防護の専門家

職業被ばく最適化分野
対象: 地方公共団体職員等

放射線防護の専門家
指定公共機関 (JAEA, QST, 電力事業者) ⇒ 機関毎に研修を実施

職業被ばく最適化分野
対象: 地方公共団体職員、医療関係者
個人線量評価分野
対象: 医療機関、高度被ばく医療支援センター等

既存の教育研修の枠組み

- 大学 (支援センター以外)
- メーカー

【医療分野】

放射線診療を複数施設で実施している医師

⇒現在又は1年間では22%、5年間では43%

アンケート結果に基づき、医師で線量登録管理
制度登録対象者数を推定

- 全員: 17万5000人 (個協協データ)
- 5年間で複数勤務有者: 75000人
- 有意な被ばくがある者: 53000人
- 有意な被ばく有者数値不明: 37000人

進捗: 緊急時対応人材の育成確保 (研修)

放射線に関して相応の知識を持った者が、原子力緊急時に専門家として力を発揮するための平常時の活動を実施

①「原子力緊急事態対応ガイド」の作成

準備1. 人材確保・育成における共通的な課題の整理

準備2. 活動者として求められる力量の把握

- 関係者への聞き取りから目安をとりまとめた
- 構成
 - 学習素材リスト: 学習素材例と呈取表
 - 学習素材カード ※現時点83件

↑ ガイドの構成

↑ 学習素材カード

↑ 学習素材リスト

② 若手を対象とした教育の試行

目的: ガイド案の有効性等の確認

① 教育対象者 (必ず提示)

・年齢: ~30代半ばまで

・知識: 第2種主任者、放射線技師以上

② 教育内容

- 共通編 (原則全員受講)
- 事前学習 (基本事項を自習、テスト)
- EMC / 避難遅延時検査 (選択制) 各約2時間
- 事前学習 (基本事項を自習、テスト)
- ウェビナー (講師による講義又はその録画の視聴のち、理解度テスト)

③ 研修会の試行

JAEA, QST, 電力事業者、大学等から

EMC活動者編: 約70名

避難遅延時検査活動者編: 約80名の参加を得た。

④ 分野別ネットワークの取り組み (= 若手のOJTの一環)

(例) 環境モニタリングサブグループの活動として、茨城県東海・大洗地区の4つの事業所 (JAEA原研、核燃料、大洗研ならびに日本原電東海・東海第二発電所) における環境放射線モニタリングデータを収集・統合して福島第一原発事故による環境影響を検討。

⇒積極的に課題解決に向けた検討に参加することで、研修会ではへない対応能力を身に付けることと、シニアの経験やナレッジを若手が引き継ぐ機会とする

進捗: 緊急時対応人材の育成確保 (理想形)

放射線防護関連学会

原子力防災における中核機関

国

放射線防護の専門家及び専門機関

立地道府県等の自治体

各所属機関・所属学会が人員や予算が十分でなく、NW活動をボランティアベースで継続していくことは困難。年齢層も若年層も、この分野の人材不足は根柢に不要を欠いており、専門家のネットワークに依存する傾向は大変。

事業終了後の当面の活動: できることから実施

- JAEAが開催する分野別Web研修会 (= 今回も試行教育) とWebミーティングの外部への限定公開 (指定公共機関を中心にオブザーバ参加)
- 緊急事態対応ガイドの維持や更新
- NW登録のオンラインアピを検討する (例: スキルを有していることの証明)
- JAEA内の取り組みを紹介し、国の事業・予算化に向けて、原子力防災関係者に対して「ネットワーク」の認知度を上げ、有用性をアピールする
- 事業終了後のアカデミア検討すべきテーマの一つと位置付け、後なる機関と引き続き連携する

