解 説

自然放射性核種を含む廃棄物の放射線防護に関する
専門研究会の活動報告齋藤 龍郎^{*1, #}, 小林 慎一^{*2}, 財津 知久^{*3}, 下 道 國^{*4}, 麓 弘 道^{*5}

(2019 年 12 月 20 日受付)

(2020 年 3 月 13 日採択)

Activity Report of the Task Group of Radiation Protection about Wastes Containing Natural Radioactive Nuclides

Tatsuo SAITO,^{*1, #} Shin-ichi KOBAYASHI,^{*2} Tomohisa ZAITSU,^{*3} Michikuni SHIMO^{*4} and Hiromichi FUMOTO^{*5}

Safety cases for disposal of uranium bearing waste and NORM with uranium has not yet been fully developed in Japan, because of safety assessment of extraordinary long timespan and uncertainty in unexpected incidents with uncompleted radon impact evaluation measures arising from uranium waste disposal facility in far future. Our task group of radiation protection for wastes with natural radioactive nuclides studied some safety cases with disposal of uranium bearing waste and NORM in terms of nuclides, ²³⁵U, ²³⁸U and their progenies, and comprehensively discussed the current state of their disposal in comparison to the ideas of international organizations such as ICRP and IAEA. We developed our ideas with the knowledge of experts in each related area of direction, repeating discussions, focusing out the orientation of each directions, and outlined the recommendations with our suggestions of solving important issues in the future to be addressed.

1. As for the exemption, for the dose levels for NORM and NORM waste, it is desirable that 10 μ Sv per year is not applicable and the dose shall not exceed approximately 1 mSv/year, considering the regional differences of natural background in Japan.
2. Regarding safety assessment of waste disposal, establishing radiological protection criteria is desirable, which divides the assessment period in two stages, namely, with relatively small uncertainty period (previous period) and a large uncertainty period with less accurate prediction phase (latter period).
3. The following three points are suggested as the most important issues that should be urgently resolved.
 - 1) Safety assessment for radon from disposal facility in uranium waste mainly with regard to the potential exposure, exemption by low activity specific concentrations, or existing situation as combination of natural radon at the disposal site and radon generated from the waste.
 - 2) Examination of the clearance level for disposal in uranium bearing waste.
 - 3) Consideration to the sociological aspect.

KEY WORDS: radiation protection, natural radioactive nuclides, radioactive waste, uranium, radon, exemption, disposal, uncertainty, safety assessment of long time scale, planning situation and existing situation, present and future generation.

^{*1} (国研) 日本原子力研究開発機構バックエンド統括本部; 茨城県那珂郡東海村村松 4-49 (〒319-1112)

Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office, Japan Atomic Energy Agency; 4-49 Muramatsu Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1112, Japan.

^{*2} (一社) 新金属協会; 東京都港区芝公園 1-1-12 芝公園電気ビル 3F (〒105-0011)

Japan Society of Newer Metals; 1-1-12 Shiba-koen, Minato-ku, Tokyo 105-0011, Japan.

^{*3} 元 (国研) 日本原子力研究開発機構バックエンド統括本部; 茨城県那珂郡東海村村松 4-49 (〒319-1112)

Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office,

Japan Atomic Energy Agency; 4-49 Muramatsu Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1112, Japan. (Retirement)

^{*4} 藤田医科大学; 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1 番地 98 (〒470-1192)

Fujita Health University; 1-98 Dengakugakubo, Kutsukake-cho, Toyoake-shi, Aichi 470-1192, Japan.

^{*5} 日本検査 (株); 東京都中央区八丁堀 2-9-1 RBM 東八重洲ビル 10 階 (〒104-0032)

Japan Inspection Co., Ltd.; 2-9-1 Hatchobori, Chuo-ku, Tokyo 104-0032, Japan.

[#] Corresponding author; E-mail: saito.tatsuo@jaea.go.jp

I はじめに

廃棄されたウラン鉱石や鉱さい等、人工放射性核種が含まれず、自然に生成された核種が規制対象となるような有意な濃度以上の放射性物質を含む場合、その物質は自然起源放射性物質（Naturally Occurring Radioactive Materials: NORM）と呼ばれている。これらウランを含む NORM を廃棄する場合（以下、NORM 廃棄物とする）その放射能は長期にわたり時間と共に減衰することがない。一方、製錬以降のウラン利用では、子孫核種が除去されていることから、初期の段階では放射能は小さいが、濃縮ウランの場合は数十万年後に、劣化ウランの場合には百万年以降にピークを迎える子孫核種の生成が認められ¹⁾、それに伴い放射能が増大する。このため製錬以降のウランを含む廃棄物（以下、ウラン廃棄物とする）の処分は、長期にわたり放射能の減衰が期待できず、かつ、安全性の判断に当たり自然環境中の放射能との関連等も考慮する必要があると考えられ、現在も第二種廃棄物埋設の事業の安全規制の対象外²⁾となっている。

本稿は、“自然放射性核種を含む廃棄物の放射線防護に関する専門研究会”の活動を解説し、広く研究者各位に報告趣旨を共有すべく書かれたものである。

本専門研究会は、上記の認識の下に、核燃料サイクル施設から発生するウラン廃棄物の本質的な放射線防護は、NORM 廃棄物中のウランおよびこれらと深い関係にある自然放射性核種の放射線防護のあるべき姿を無視しては、その解決はあり得ないと考えた。まず、この両者の違いをどのように把握し、放射性防護基準が同一であるべきか、あるいは異なるべきかを基本的な課題として設定した。そして、自然放射性物質を含む廃棄物として、特に ^{235}U 、 ^{238}U およびそれらの子孫核種を検討対象とし、わが国の処分の在り方について今後の方向性や議論の進展を期待する論点を総合的に提示した。

本専門研究会は平成29年度から30年度の活動期間中、全5回の会合開催および電子メールによる意見交換を主体として進めた。具体的な方法は本専門研究会委員自身による海外情報の分析、関連情報の収集をもとに分析を進め、会合で調査内容を相互に交換した。

初年度は諸外国の過去の自然放射性物質の取り扱いを分析し、計3回の専門研究会を開催して、わが国の放射線防護体系に組み込んでいく場合の課題と解決策を議論した。

次年度にはシンポジウムを開催し、これまでの本専門研究会の議論を紹介するとともに、検討課題を抽出して

外部専門家に広く意見を求めた。その結果を踏まえ、わが国および海外の自然放射性物質の放射線防護の考え方を参考にしつつ、最終的にわが国に適用可能と考えられる提言を、その検討根拠と趣旨とともに委員による報告書案執筆および意見交換を通じ確認し、専門研究会報告書として最終第5回専門研究会で取りまとめた³⁾。

以下に報告書の概要を示す。

II 「自然放射性核種を含む廃棄物の放射線防護に関する専門研究会報告書」の概要

1. 活動状況

本専門研究会の活動は以下のとおりである。

(1) 活動履歴

平成29年6月29日～平成31年2月12日	全5回の専門研究会を開催
平成30年6月29日	専門研究会企画セッション（ホテルライフォート札幌）開催
平成30年9月20日	専門研究会シンポジウム（東京大学）開催
令和元年12月5日	専門研究会企画セッション（東北大学）開催（専門委員会終了後実施）

(2) 「自然放射性核種を含む廃棄物の放射線防護に関する専門研究会」委員

専門研究会委員：

主査	下 道國	藤田医科大学
	岩岡 和輝	（国研）量子科学技術研究開発機構
	大越 実	（公社）日本アイソトープ協会
	国分 保訓	東京電力ホールディングス（株）
	小林 慎一*	（一社）新金属協会
	財津 知久*	（国研）日本原子力研究開発機構
	齋藤 龍郎*	（国研）日本原子力研究開発機構
	杉山 大輔	（一財）電力中央研究所
	麓 弘道*	日本検査（株）
	古田 定昭	（株）ベスコ
	吉永 信治	国立大学法人広島大学
	米原 英典	（公財）原子力安全研究協会
	笠井 篤**	（株）環境技術センター

* 幹事

** 元委員

委員所属は第5回専門研究会開催日
（平成31年2月21日現在）

2. 検討した事項

(1) 計画被ばく状況と現存被ばく状況の考え方

ウラン廃棄物および NORM 廃棄物の処分後の遠い将来の時点で、処分場の情報が失われた後に人間活動その他の事象により被ばくが発生した場合、現存被ばく状況が想定されるが、それを決定し対策を決めるのは将来世代である。それゆえ、処分場設計段階においては将来世代に対策を任せるのではなく、このような管理期間終了後の被ばくシナリオの想定は計画被ばく状況のなかで行うことが原則である。その一方で、自然線源を含む物質の利用は、IAEA の基本安全基準 (BSS) (GSR Part3)⁴⁾において、原則的に現存被ばく状況として防護することを規定している。ただし、IAEA は、自然線源が通常環境には存在しないレベルを超える濃度の物質については、特に定めるものを除き計画被ばくの対象としている。

遠い将来においては、ウラン廃棄物に含まれるウランに子孫核種が生じて放射能が増大し、NORM 廃棄物における放射平衡と同様の核種組成を持つ放射性物質となる。

平衡に達した ^{226}Ra から散逸する ^{222}Rn の吸入被ばくは、密閉された空間内に人が居住するなどの特殊な条件下では、被ばく線量が高くなる可能性がある。このような被ばくシナリオについては、生起確率の低い潜在被ばくとして扱うか、周辺に自然に存在する ^{226}Ra から散逸する ^{222}Rn と区別がつかないこともあるので、合計した濃度で、現存被ばく状況として扱うことも考えられるが、被ばく状況をどのように扱うべきかは今後の検討課題である。

超長期評価による不確実性に伴う、想定を超える防護性能の喪失による被ばくは、潜在被ばくとして、その生起確率に応じた線量基準を設定すべきである。また、ICRP Publ. 122⁵⁾は、廃棄物の地層処分の施設設計段階において、将来偶発的な人間侵入事象が起きた際に、緊急時または現存被ばく状況の参考レベルで防護措置ができるかシステムの頑健性を確認する提言をしている。これは、事象が起こっても将来の世代が現存被ばく状況として対応が可能なことを確認すべきであることを意味している。

(2) 除外・規制免除およびクリアランスに関する放射線防護基準

自然起源の放射性核種によって汚染された物の計画被ばく状況の中での規制免除、およびクリアランスのための基準線量については、双方ともに自然起源の放射性核種を線源とするため、自然放射線バックグラウンドの自然変動よりも小さいわずかな増加に対して管理計画を実

践することは、一般的には実現可能ではない。すなわち、「どんな合理的規模の規制も、ほとんどあるいはまったく改善をもたらさない」ことに基づいた免除が適切となる。

「鉱物加工産業の典型的な施設または操業」からの自然起源の放射性核種の放出により、公衆の構成員の受ける最大の実効線量は $0.1 \sim 300 \mu\text{Sv}/\text{年}$ の幅であることが報告されており、さらにより高い線量を受ける個人が作業員であるため、作業員が受ける線量が公衆の構成員の線量限度である $1 \text{ mSv}/\text{年}$ を超えないなら、これは NORM による被ばくに関わる状況を規制から免除する判断基準として適切であるといえるかもしれない (ICRP Publ. 104⁶⁾)。これらの理由から、自然起源の放射性核種による計画被ばく状況の中での規制免除、およびクリアランスのための基準線量については、人工放射性核種に適用されている「年に $10 \mu\text{Sv}$ 」という判断基準を適用することは適切でなく、おおむね $1 \text{ mSv}/\text{年}$ を超えないことを用いることが望ましい。

核原料・核燃料物質の規制免除や、ウラン廃棄物の再利用に限定したクリアランスについては、 ^{234}U 、 ^{235}U および ^{238}U に対する国際基準の 1 Bq/g の採用は妥当であると考えられる。この基準は、金属の再利用サイクルに等による希釈により、子孫核種の影響が顕在化せず、人工核種に対する判断基準「年に $10 \mu\text{Sv}$ 」がウランにも適用できることが考慮されている。一方、今後の検討課題であるクリアランスにおける産業廃棄物としての埋設シナリオについては、子孫核種の影響を考慮せざるを得ない。その場合、 ^{234}U 、 ^{235}U および ^{238}U に対する国際基準の 1 Bq/g は IAEA が指摘している考え方 (RS-G-1.7) に沿って、自然起源の放射性元素においては、崩壊系列の親核種の濃度と考えるべきである。この値の妥当性確認のために線量との比較が必要な場合には、親核種である ^{234}U 、 ^{235}U および ^{238}U のみの影響については人工核種と同様の $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ 、それらの子孫核種を含めた影響については天然バックグラウンドレベルに相当する $1 \text{ mSv}/\text{年}$ オーダーの線量を考えること等により、自然起源の放射性元素として子孫核種影響を含めたウランを扱う IAEA の考え方と、親核種である精製ウランを人工放射性核種として扱う現行の規制との整合と、天然賦存性の考慮を検討すべきである。

なお、例えば産業廃棄物埋設のような場合においては対象物を計画的に配置することにより処分場平均で 1 Bq/g とするなど、管理方法に制限を加えることにより安全性を担保できるという条件付きクリアランスの考え方もある。この場合、条件付きクリアランスレベルの設

定に関しては親核種である ^{234}U 、 ^{235}U および ^{238}U のみの影響については人工核種と同様の $10\mu\text{Sv/年}$ 、それらの子孫核種を含めた影響については天然バックグランドレベルに相当する 1mSv/年 オーダーの線量を判断基準とすることが考えられるが、このような考え方については今後の検討課題である。

(3) 長期の時間スケールと不確実性の扱い

ウラン廃棄物では、NORM廃棄物と異なり、処分後数千年から数万年を経て子孫核種の放射能が蓄積するため、処分後の安全評価では数10万年後以降に線量のピークが生じる可能性がある。このような安全評価では、将来事象の予測には不可避な不確実性が残ることになる。

代表的な放出シナリオによる被ばく線量と線量拘束値を比較するとともに、その他のあまり起こりそうにないシナリオについては、被ばく線量とそれらの発生確率を別々に評価する線量/確率分解アプローチをとるにしても、将来の自然事象や処分システムの健全性等に対する科学的知見や、人間の生態系等の社会学的知見の面で、時間とともに線量評価の正確性が薄れていく。このため、時間枠を設定して安全評価を行うのが合理的である。

埋設後の初期は、能動的な制度的管理により確実に一般公衆に対する線量限度の 1mSv/年 を担保する期間である。ウラン廃棄物については段階管理の概念は使えないが、原子力発電所等から発生する廃棄物等のピット処分に適用されている300年～400年などを参照してウラン廃棄物の制度的管理期間を検討することは合理的であると考ええる。また、処分された廃棄物の埋設区画、量、核種、残留放射能濃度等の情報が能動的な制度的管理の期間以降も確実に伝承されるような制度（受動的制度的管理）を整えることも重要である。

管理期間を超えた期間の安全評価に関しては、可能な限り長期にわたって正確に予測することが重要である。しかしながら、年代の経過に伴う不確実性の増大と予測の精度の著しい低下は避け得ない事実であり、このような場合には、定量的な基準値を定めて安全性を確認するという方法の意味が、正確性の観点で変化するものと考ええるべきである。このため、不確実性の比較的小さい期間（前期）と不確実性が大きくなり予測の精度が低下していく期間（後期）に区分した放射線防護基準を提案する。この期間の設定に関しては、対象廃棄物、処分方法、サイト条件などさまざまな因子により変わりうるため、ケースバイケースで判断すべきである。前期区分の放射線防護基準としては、一般公衆の防護に関しては線量拘束値（例えば 0.3mSv/年 ）を、偶発的な人間侵入に関して

は、現存被ばく状況に適用する参考レベル（例えば $1\sim 20\text{mSv/年}$ ）が考えられる。一方、後期の放射線防護の在り方に関しては、線量拘束値の遵守を精度よく要求するよりも、潜在被ばくを考慮してもなお、参考レベルの範囲に影響がおさまることを示すことに重点をおくべきと考える。

(4) 安全評価におけるリスク論的考え方

長期の被ばくに関しては、一般公衆に対する潜在被ばくと、偶発的な人間侵入による侵入者自身の被ばくがあり、これらは一般的には確率を伴うリスク論的な考え方で扱う分野である。しかしながら、少なくとも数千年を超える期間では、不確実性により線量評価に必要な事象の発生確率を正確に提示することができない場合が多い。事象の発生確率と被ばくにとまなう確率的影響の積を求めることが困難となる場合には、発生確率の定量評価に代えて、この数千年あるいはそれ以降に生起する事象を、線量/確率分解アプローチを用いて、現時点で検討できるシナリオを包含する様式化した代表的なシナリオを設定し、そのシナリオにしたがって、被ばく線量を評価することが有効である。

(5) ラドンの扱い

まずNORM廃棄物からのラドンの扱いについては、文部科学省「ウラン又はトリウムを含む原材料、製品等の安全確保に関するガイドライン」⁷⁾により、NORM廃棄物を産業廃棄物として埋め立て処分（中間処理を経由する場合を含む）することを意図として第三者に引き渡すときは、引き渡し先における被ばく線量が、おおむね 1mSv/年 を超えないことを確認することになっている。引渡し後のNORM廃棄物からの被ばくは、現存被ばく状況という整理になるであろう。

次にウラン廃棄物からのラドンの扱いに関する放射線防護の考え方としては、以下の3通りが考えられる。

① 潜在被ばくとしてのラドンの影響を含めた線量/確率分解アプローチないしは統合アプローチ¹⁾

不確実性によりラドン発生の正確な評価が困難であるが、潜在被ばくを考慮した屋内ラドン被ばくシナリオでは、ラドンの影響を含めて線量/確率分解アプローチないしは統合アプローチにより特定の基準を超えることの無いように放射線防護性能の想定

¹⁾ 当該廃棄物処理システムに係る全てのもらしい将来公衆への被ばくプロセスによるリスクの総和をリスク拘束値と比較する方法。検討中の期間内のすべての関連する被ばく状況とそれらに関連する確率の包括的な評価を必要とする（ICRP Publ. 81）⁸⁾。

が行われる。なお、潜在被ばく評価では、平成 15 年 10 月の放射線審議会報告書「自然放射性物質の規制免除について」⁹⁾の「ラドンについては、一般住居および職場に関する調査の展開を待って、対策レベルを検討することが適切である。」との記載を踏まえ、国内外のラドン指針・規制に準じ、屋内ラドン被ばくの合理的な低減について放射線防護性能の評価をすることが妥当と考える。

②ラドン影響への部分的な条件付きクリアランスレベル導入

ラドン発生までの数万年の間、ラドンバリア等の防護措置を維持するための仕組みには、経済性のみならず技術開発・制度維持の側面を含め相当なコスト発生が想定される。処分場区画における平均ウラン濃度が天然賦存性の変動範囲である 1 Bq/g 以下となると合理的に評価される場合、ラドン影響が有意に発生する前に、様式化された潜在被ばくが高々周辺に自然に存在するウラン系列核種からの現存被ばく程度と評価される前提では、ラドン防護措置は正当化されないだろう。

③周辺環境を含む全ラドンを現存被ばくとする考え方

廃棄物から発生するラドンは、周辺に自然に存在する ^{226}Ra から散逸するラドンと識別できないので、常に全ラドン濃度で、現存被ばく状況として扱うことも考えられる。これは NORM 廃棄物を対象とした現存被ばく状況として参考レベルを設定する考え方と基本的には同じである。

(6) 化学的毒性等の放射性毒性以外の扱い

まず、ウランの化学毒性と放射性毒性を腎臓への影響で比較すると、化学物質としてのウランのヒトについての最大許容量 (ICRP Publ. 78¹⁰⁾ より 0.0285 mg/kg-body/day) からの被ばく線量は 0.85 mSv/年に相当し、有意な被ばく影響の基準値（ここでは確定的影響基準として 100 mSv）と比較すると、有意な化学毒性による影響は、有意な放射線による影響に比べ少量で発生することがわかる。

次に、処分場における化学物質と放射性物質の管理方法を比較する。

放射性物質の場合、例えば現在実施されているコンクリートピット処分場の管理方法では、管理期間では処分場への立ち入りを制限し、周辺住民の線量評価結果が線量限度を超えないこと、また解放後の処分場に対しても線量評価結果が線量限度を下回ることが定められている。

他方、化学物質等一般作業廃棄物処分場の管理方法で

は、「閉鎖」と「廃止」という概念がある。「閉鎖」は処分場への受け入れが終了し、今後の搬入がない状態である。また「廃止」では一定の基準を満たせば、自由に土地の形状等の形状変更が可能になる。しかしその際は、廃止以後も都道府県知事への届出が義務付けられている。

(7) 社会学的側面

「世代間倫理」とは、年齢の異なる世代や生存していない過去・未来の世代の間で、義務や権利、倫理を主張する考え方とされている。

ウラン廃棄物の処分に関しては、将来における毒性の上昇が世代間倫理の問題となっている。一方で、地球上のウランは普遍的に存在し、われわれはすでにウランと共存していることは間違いないことである。

したがって、ウランの存在自体を否定することではなく、その利用に伴い、より人間社会に近い場所へ多くの量を移動してきたことについて、現代人は責任を負うことになる。

ウラン廃棄物の処分においても、NORM 廃棄物の管理を参考に、ウラン鉱床と同じように安定した形状にして埋設処分することが、長期安定型処分法の一つのとして考えてもよいかもしれない。その場合、埋設標識を設置して、それ以降は天然のウラン鉱床と同じように位置づけ、元のウラン鉱床に似た状態にして自然に返すという考えであれば、環境防護において倫理的に矛盾することはないと考えられる。

なお、社会学的側面への配慮に関して、特に世代間倫理・公平性に関する議論は本専門研究会では必ずしも十分ではなかったので、今後は、社会学、倫理学、さらには心理学などの分野を交えて、ウラン廃棄物についてより深化した議論が必要な分野である。とりわけ放射線被ばくの健康影響に関する科学的事実に対するリスク認知に関しては、時としてステークホルダー間で大きな乖離を生じる場合があり、この乖離をなくすための取り組みが今後ますます重要となることを指摘しておきたい。

3. 提言

本専門研究会としては、以上の議論・検討、ならびにそれらをまとめた総括から要点を抽出して、以下の 3 点を提案する。

- ① NORM, NORM 廃棄物の計画被ばく状況の中での規制免除あるいはクリアランスのための判断線量については、自然バックグラウンドからの線量の地域差が「年に数百 μSv 」であること等から、人工放

放射性核種に適用されている「年に10 μ Sv」という判断基準を適用することは適切でなく、おおむね1 mSv/年を超えないことを用いることが望ましい。

- ② 処分の安全性評価に関しては、不確実性の比較的小ない期間（前期）と、不確実性が大きくなり予測の精度が低下していく期間（後期）に区分した放射線防護基準を制定することが望ましい。

この期間の設定に関してはケースバイケースで判断すべきである。なお、放射線防護基準値の選定については、処分後のラドン含む被ばく状況の扱い、不確実性の扱いおよび時間スケールの扱いについての精力的な検討を期待する。

- ③ 本専門研究会は、上記の提言2件に加えて、以下の3点を今後取り組むべき重要な課題であると結論づける。

- 1) ウラン廃棄物埋設処分に関わるラドンの評価では、線量/確率分解アプローチないしは統合アプローチで対応する考え方、部分的な条件付きクリアランスレベルを導入した考え方、全ラドン濃度で現存被ばく状況として扱う考え方があるが、いずれによるのが適切かについて、更に議論を詰めて決定すべきである。
- 2) ウラン廃棄物の一般産業廃棄物としての埋設処分に対するクリアランスレベルとして国際基準の1 Bq/gを採用するに当たっては、親核種の濃度として考えるべきである。また自然起源の放射性元素として子孫核種影響を含めたウランを扱うIAEAの考え方と、親核種のみが分離されたウランを人工放射性核種として扱う現行の規制との整合を図るべきである。
- 3) 社会学的側面への配慮に関しては、遠い将来の増加するかもしれない潜在被ばくへの対応を未来世代に託すことは、現在世代が現時点で真摯な対応をすることにより世代間倫理に大きくは反しないと考えられるが、今後、さらに社会学、倫理学、心理学などの分野を交えて、特に、ウラン廃棄物についてより深化した議論をすることが必要である。

III お わ り に

本専門研究会では、自然放射性物質を含む廃棄物として、特に ^{235}U 、 ^{238}U およびそれらの子孫核種を検討対象とし、ICRPやIAEA等国際機関の考えを尊重しながら、わが国の処分の在り方について統括的に議論した。各方面の専門家の知見を求め、討論を重ねて一つの方向性を打ち出し、今後取り組むべき重要な課題の提示を含め、

提言として提示したものである。本件に興味を持っていた各位の諸氏はぜひ、学会ホームページで公開されている本専門研究会報告書³⁾をもご確認頂きたい。そして、残された重要な課題についての今後の議論を深めて頂ければ幸いである。

参 考 文 献

- 1) AESJ; “Disposal concept of uranium bearing waste by special committee on what a treatment and disposal of low level radioactive waste should be after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident” FY2014 Report—Proposal for regulation on trench-style near surface disposal—, 2015 (In Japanese).
- 2) NSC Japan; “Basic Guideline for Safety Review of Category 2 Radioactive Waste Disposal”, 2010 (In Japanese).
- 3) Task Group Radiation Protection for Waste Disposal Containing Natural Radioactive Nuclides; Task Group Report “Radiation Protection for Waste Disposal Containing Natural Radioactive Nuclides”, Japan Health Physics Society Task Group Report Series, Vol. 11, No. 2, ISSN 1881-7297, 2019 Oct. (In Japanese).
- 4) IAEA; Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, 2014.
- 5) ICRP; Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 122. *Ann. ICRP*, **42** (3), 2013.
- 6) ICRP; Scope of Radiological Protection Control Measures. ICRP Publication 104. *Ann. ICRP*, **37** (5), 2007.
- 7) MEXT; “Guideline for Ensuring Safety of Raw Materials and Products Containing Uranium and Thorium”, 2009 (In Japanese).
- 8) ICRP; Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste. ICRP Publication 81. *Ann. ICRP*, **28** (4), 1998.
- 9) The General Administrative Group of Radiation Review Council; “Exemption of NORM from Regulations”, publ. 2003, amdt. 2004 (In Japanese).
- 10) ICRP; Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers (preface and glossary missing). ICRP Publication 78. *Ann. ICRP*, **27** (3-4), 1997.