

「ICRP 国際シンポジウムサテライトイベント」参加報告

河内山真美*1

1 はじめに

ICRP 国際シンポジウムサテライトイベント“Radiological Protection in Radioactive Waste Disposal — How we manage long-term uncertainties?”（放射性廃棄物処分に関する放射線防護～長期の不確実性への対処を考える）が 2023 年 11 月 11 日にハイブリッド形式（グランドニッコー東京 台場会議室での対面と Zoom を用いたウェビナー）で開催された。参加者は対面で 27 名、オンラインで 23 名であった。

本イベントは、廃棄物の処分に係る放射線防護の考え方について、ICRP TG97 の座長をはじめ原子力規制庁、埋設事業者といった異なる立場の専門家の講演の後、パネルディスカッションが行われた。本イベントの概要について報告する。

2 各講演の概要と主な質疑

座長：京都大学 佐々木隆之氏

講演 1：TG97 報告書の概要

（ICRP TG97 主査 John Takala 氏）

ICRP TG97 では、Publication 122「長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護」と対をなす形として浅地中処分を対象としたタスクグループ TG97 報告書「Radiological protection in Surface and Near-Surface Disposal of Solid Radioactive Waste」を策定中であり、その概要に関して説明があった。放射線防護の原則を浅地中処分のライフサイクルにわたってどのように適用すべきかについて勧告を行うものであり、廃棄物のハザードと隔離の程度に基づく段階的アプローチ（graded approach）の適用を検討している。また、早い段階から規制、事業者及びステークホルダー間で対話を行い、共通の理解を促進することが重要だと指摘していた。ICRP Pub.122 との違いとして、地層処分に比べて想定しうる外的要因を受けやすいところやタイムフレームが短いところなどを挙げ、浅地中処分であっても長半減期核種を扱う以上は長期的な観点が必要であるとコメントした。

講演 2：日本における放射性廃棄物処分の安全規制

（規制庁 真田祐幸氏）

日本における地層処分、中深度処分及び浅地中処分に関する廃棄物埋設処分の規制及び埋設処分の実績について紹介があった。

地層処分については、サイトの選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を示したこと、また、中深度処

分については、人為事象シナリオの指針について特にボーリングシナリオを例に挙げて詳しく紹介があった。規制期間終了後の人為事象シナリオの不確実性を盛り込むべきだが、被ばく評価のシナリオのどのパラメータに不確実性を持たせるのかが難しい点であるとコメントしていた。

講演 3：地層処分における施設閉鎖後の放射線安全性評価への ICRP 勧告の適用

（NUMO 石田圭輔氏）

日本の地層処分の安全基準はまだ決まっていないが、NUMO が ICRP 勧告を考慮して構築した、サイトを特定しない一般的なセーフティケース（NUMO-SC）について紹介された。セーフティケースでは、サイトの選定、処分場の設計、線量評価で評価が行われ、各段階で NUMO がどのような設定を行ったかが具体的に紹介された。安全評価においては、Pub.122 を始めとする ICRP 勧告の考え方をどのように導入したか紹介され、例えば、自然事象シナリオのうち低確率シナリオの線量目標は Pub.122 の処分施設の状態の設計基準外の変遷に基づき設定したこと、被ばくを考慮する際に Pub.103 や Pub.72 の考え方が用いられていることなどに触れた。また、自然事象シナリオの不確実性は、変動シナリオの中で評価したことを説明した。このようにして作成したシナリオで線量評価を行ったところ、最大線量が、自然事象シナリオ及び人間侵入シナリオについて目標線量を下回っており、OECD/NEA 国際レビューチームから、NUMO は国際的な勧告を満たすセーフティケース作成の能力を有しているとの評価を得たことを報告した。

講演 4：六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける浅地中処分の長期放射線安全性確保

（JNFL 佐々木泰氏）

六ヶ所の低レベル放射性廃棄物のピット埋設施設の設計における、安全性確保の検討結果に関して紹介があった。設計においては、廃棄物中の放射性物質の核種や濃度の制限、火山や地震活動で大きな影響を受けないサイト選定、覆土完了後の処分場からの核種の移行抑制機能が考慮されている。長期安全性については、埋設処分場のバリア性能の経時変化について不確実性を含めて保守的に設定し、処分場とその周囲の状態が 1,000 年後も同じであると仮定した上で、1 万年後のバリア性能を設定した。また、覆土の透水性の条件については、物理的影響や化学的影響を考慮して設定したとのことであった。線量評価の結果、最も可能性の高いシナリオ、最も厳しいシナリオ及び人為事象シナリオのいずれのシナリオにおいても基準線量を下回っており、人間侵入によってバリア機能が一部失われたとしても、その影響は限られているということであった。また、人工バリアの設計では BAT の視点でチェックを行っていること、地元自治体や他のステークホルダーの理解を得る

Report on the ICRP International Symposium Satellite Event by Mami KOCHIYAMA (kochiyama.mami@jaea.go.jp)

*1 日本原子力研究開発機構

Japan Atomic Energy Agency

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村村松 4-49

ためのコミュニケーションを図ってきたことを報告した。

3 パネルディスカッション

講演者の Takala 氏、真田氏、石田氏、佐々木氏に加え、ICRP Committee 4 主査の Thierry Schneider 氏がパネリストとして参加し、最適化と不確実性の2つのテーマで意見交換が行われた。パネリストの発言の概要を以下に示す。

モデレーター：電力中央研究所 杉山大輔氏

テーマ1：最適化について

(規制庁 真田祐幸氏)

自然事象シナリオに関する安全評価は長期にわたり、線量評価にも大きな不確実性が伴うため、規制庁では、規制期間終了後にわたって放射性物質の移動を抑制する観点から設計プロセスを示すことを要求している。例えば、埋設する場所や人工バリアの設計にかかわる複数の選択肢の中から比較選定し、放射性物質の移動を抑制する性能に優れた設計を策定することを求めている。また、ピット処分についても人工バリアの設計について、設計時点において利用可能かつ合理的な設計技術であることを求めている。欧州では、ALARA や BAT に基づく埋設施設の設計の前例があると思われるので、日本でも教訓にしていくことが望まれる。

(JNFL 佐々木泰氏)

六ヶ所のピット処分の設計では、大規模掘削の人為事象の評価結果が年間 $50 \mu\text{Sv}$ を下回る状況で、さらに通常の被ばくをどこまで合理的な範囲で下げることについて苦労をした。TG97 レポートでは、計算で得られた被ばく線量が同等レベルで十分低ければ、最も線量が低い設計を必ずしも選ぶ必要はなく、他の視点で最適な設計を選ぶことができるという理解でよいのかと質問をした。

(ICRP Thierry Schneider 氏)

佐々木氏の質問に対して、必ずしも最も低い線量となるものを選ぶのではなく、他の要素の検討が必要であると回答した。また、長期的なスパンで見て社会がどのような進化をしているかの正確な予想は不可能であること、TG97 に定めているのはあくまで指標であり、従っていればよいという数値ではないことを念頭に置くことが必要である。また、BAT に基づいて根拠を明確にすること、基準の裏付けとなる諸問題について規制側やステークホルダーとの対話が肝要である。

テーマ2：「長期安全性について」

(規制庁 真田祐幸氏)

地層処分や中深度処分の対象廃棄物は、トレンチやピットに比べて長半減期核種を多く含み、長期にわたる被ばくの評価をする必要がある。この際、埋設処分場の設計だけでは対応が困難であり、例えば、火山活動の影響や鉱物資源の掘削の可能性がある場所を避けるなど、適切なサイトを選定する必要がある。自然活動については、国ごとにその地理的特性を踏まえて適切に設定する必要があるのに対し、線量評価の基準策定の際には ICRP や IAEA の基準を

参考に進めており、今後も国際基準の動向を注視することが重要となる。また、我が国の経験や知見を世界に発信し、国際社会に貢献していくことも重要だとした。

(NUMO 石田圭輔氏)

地層処分の閉鎖後の長期安定性に関しては、不確実性を考慮することによって、セーフティケースの信頼性を高めることが重要である。また、処分場の建設・操業・閉鎖の一連の活動が、閉鎖後の安全機能に影響を与えないことを確認するために、安全機能に影響を与えないモニタリング法の技術開発が必要。最終処分法の中で規定されているように、将来、計画変更をすることが起こった際に、意思決定の自由度が確保できるように、閉鎖前までの計画の可逆性とそれを実現する回収可能性が担保される必要がある。

これら不確実性、安全機能への影響、将来世代への伝達などを考慮して、セーフティケースを作成し、最新の知見や社会的な要請を反映して信頼性を高めていくことが重要である。また、作成したセーフティケースを規制側やステークホルダーに説明し、社会的な合意を得ることも必要である。

(ICRP Thierry Schneider 氏)

Pub.122 や TG97 の課題は、放射線防護の問題を放射性廃棄物のコミュニティと結びつけることであり、放射線基準の意味について考え、人や環境保護への対処について検討しなければならないと主張した。

長期安全においては、人と環境に同等の保護を与えるということ、将来においても現在の世代と同等の保護を担保することが基本的な考え方であるが、現在も1万年後も同じ線量基準以下であることを担保すればよいというわけではなく、例えば年間 $300 \mu\text{Sv}$ という線量拘束値は、どんな意味を持つかを考えていく必要がある。

不確実性の問題は、Pub.122 では、サイトの選定や堅牢性に関するものだけでなく、社会的な不確実性についても述べている。監視管理については、ただ規制を遵守することだけでなく、どのようにすれば「監視」が規制要件を満たすために、世代を超えて継承されるツールとなるのかを考えることが必要である。

ステークホルダーとの対話では、情報を共有し、共に管理の意味を考えていくことが重要で、フランスでは、将来の地層処分に向けて、サイトの初期の段階から話し合いやステークホルダーによる環境の質の変化の監視を考えており、これがよい手本となる。また、環境の質という観点で放射線防護を考慮することは、持続可能な社会の実現においても重要であると締めくくった。

4 まとめ

(電中研 杉山大輔氏)

パネルディスカッションの内容を次のように取り纏めた。線量低減などさまざまな見解をバランスよく反映することが重要であるが、最終的な目的は放射性廃棄物の長期安全性の確保である。最新の科学的・技術的知見、社会的要因や倫理的要素について、放射線防護の最適化を検討し、処分を含めた長期的廃棄物管理を実施することが重要。また、

今回のようなステークホルダーを含めたディスカッションと対話をこの先続けていくことが重要であり、我々は安全かつ実効的な放射性廃棄物処分のスタート地点に立ったばかりである。

5 感想

今回、放射線防護の専門家と規制庁、事業者のディスカッションを通して、地層処分から浅地中処分にわたる放射性廃棄物の埋設処分について、放射線防護の考え方をどのように適用するのかについて理解を深めることができた。また、勧告で意図した内容を理解した上で埋設処分場の設計や運用を考えていく難しさと、事業者だけでなく地元住民も含むステークホルダーと関わりながら、管理終了後の被ばくの考え方などについて、方針を考えていくことが大事だと感じた。埋設処分場の安全評価や設計を行う際に、提示された線量基準を満たすことを第一目標とするのでは



Fig.1 パネルディスカッションの様子

なく、その背景にある考え方を理解して業務を進めていくとともに、地元自治体の方々にも説明できるように考え方を整理していければと思う。

最後に、貴重な機会を設けて下さった関係者の皆様に御礼申し上げます。