

日本原子力学会 2023 年秋の大会バックエンド部会企画セッション 廃棄物管理のバリデーション・性能担保の考え方

田中真悟*1

1 はじめに

日本原子力学会 2023 年秋の大会 2 日目の 9 月 7 日（木）に、バックエンド部会の企画セッション「廃棄物管理のバリデーション・性能担保の考え方」が開催された。浅地中処分・中深度処分・地層処分・原子炉運転の 4 テーマについて、それぞれの安全性を確保するための考え方や取り組みに関する講演が行われた。その後、安全評価および性能評価のバリデーション（検証、証明、妥当性確認）を切り口として、分野横断的な課題の認識とその解決に向けて、事業者側と規制側の専門家を交えたパネルディスカッションが行われた、座長は小畑政道氏が務められた。

2 各講演の概要と主な質疑

講演 1：浅地中処分の性能の検証および妥当性確認の事例 （日本原燃 小澤孝氏）

日本原燃では原子力発電所の運転に伴い発生する低レベル放射性廃棄物のうち放射能濃度が比較的低いものを対象に浅地中ピット処分を実施している。埋設事業を進めるためには、廃棄物埋設施設に期待される移動抑制機能（収着性、低透水性）を 1,000 年程度の長期的な変化を考慮した上で評価する必要があるが、廃棄物埋設地で直接監視・測定することは容易ではない。そこで、類似環境下における原位置試験にて移動抑制機能の変化を監視・測定する計画が紹介された。

質疑では、操業中の 1 号および 2 号埋設施設と増設予定の 3 号埋設施設との違いについて質問があり、3 号埋設施設では漏出防止機能を強化しているとの回答があった。また、移動抑制機能の監視に関する具体的計画について質問があり、ミニチュアの試験体を埋設し、10 年に一度（300 年間で 30 回程度）取り出してデータ（収着分配係数、透水係数、地下水組成等）を取得する予定である一方で、極めて緩慢な機能変化をどのように監視するのが課題である、との回答があった。

講演 2：中深度処分の規制基準の考え方 （原子力規制庁 青木広臣氏）

原子力規制庁で検討が進められている中深度処分の許可基準規則とその解釈における要求事項について情報提供があった。具体的には、中深度処分では事業者に対し、廃棄物埋設地の埋戻しが完了する時点において、人工および天

然バリアに期待される性能が発揮されていることを確認し、性能評価のために必要なデータ取得を行うことを要求している。また断層については、事業の進展に伴い情報が増えていくことから、事業許可段階よりも建設・施工時での検証を重視した規制基準となっている。

質疑では、長期の安全性をどのように事業者要求するののかについて質問があった。中深度処分では安全性を担保すべき期間は数万年に及ぶ一方で、事業者が存続する期間はもっと短い可能性がある。原子炉等規制法は現在の事業者を規制するものであるため、事業許可の段階で安全に処分できる見通しがあることを事業者に示してもらうことで、事業許可の判断を行う方針である、との回答があった。

講演 3：長期間を対象とした高レベル廃棄物の管理 （NUMO 梅木博之氏）

高レベル放射性廃棄物処分では、安全性を考慮する期間が数万年を超える極めて長期に及ぶことから、人間の監視による安全確保を保証することが困難であり、地下深部を利用した受動的な安全系（地層処分システム）を構築することが考えられている。安全性は地層処分システムの機能に関わる説明論拠（セーフティケース）とその信頼性によって判断され、安全評価はセーフティケースの重要な役割を担う。安全評価に内在する不確実性に対処するためには、保守主義に立ってシナリオ、モデル、データセットを設定することが有効となる。

地層処分の根本的な課題として、長期の安全評価結果を実験との対比によって検証することは事実上不可能であることが指摘された。不確実性をゼロにはできないため、継続的な研究による不確実性低減が重要であるとともに、2 段階の階層的な評価モデル（すなわち、詳細な現象解析モデルと簡略的なシステム評価モデル）を用意するアプローチが合理的であり、これらを適切に組み合わせることで、十分な保守性を考慮して不確実性に対処した安全評価が可能となる、との説明があった。

質疑では、地層処分システムの性能を検証するためのモニタリングについて質問があった。基本的には、処分場閉鎖前までのモニタリングにより閉鎖後の安全性について適切な説明をしなければならないこと、閉鎖後長期のモニタリングについては社会的合意の問題でもあり、その役割は安心のためとは単純に割り切れず、技術的な必要性や規制の枠組みも含めて今後更なる議論が必要である、との回答があった。

講演 4：原子炉の運転についての安全確保の考え方 （東京大学 糸井達哉氏）

原子力発電所の安全確保において、事故のリスクがゼロであることを証明できないことを踏まえれば、合理的に達

Report on "Validation and Performance Assurance Approach to Waste Management" by Shingo TANAKA (tanaka.shingo@rwmc.or.jp)

*1 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター FE・BE イノベーション研究部 兼地層処分バリアシステム研究開発部
Radioactive Waste Management Funding and Research Center
〒104-0044 東京都中央区明石町 6 番 4 号ニチレイ明石町ビル 12 階

成可能な範囲でリスクを小さく保つ努力が不可欠である。不確かさは、認識論的不確かさと偶然的不確かさに分類され、前者は現状の知識や情報の欠落によって生じるため、リスクマネジメントにおいて特に重要である。リスク論は不確かさを不確かなままに扱おうとするものであり、決定論は安全率などにより不確かさを包含して考慮するものである。原子力発電所の安全確保は、リスク論と決定論の協調により実現できる、との説明があった。

また、確率論的リスク評価（PRA）は起こりえる事故を可能な限り探索する分析ツールである一方で、分析者や意思決定者の間に理解の溝が生じることは避けられないため、複数の専門家によるピアレビューによりバイアスを排した評価が重要である。このことは、多くの安全評価に共通する考え方である、との指摘がなされた。

質疑では、原子力施設と放射性廃棄物処分における安全の考え方には、共通点があることが改めて確認された。

3 パネルディスカッション

システムの性能を評価するためにバリデーションに求められることについて、工学的プラント（特に原子力発電所）と放射性廃棄物処分の相違点、共通点について議論があった。工学的プラントは動的、放射性廃棄物処分は静的であるため、直接的な比較は不適切という意見があった。一方で、原子炉格納容器は静的な側面があり、設計だけではなく実際の性能のモニタリングが重視されていること、新知見を反映した定期的な見直しが必要なことは、特に低レベル放射性廃棄物処分と共通する部分がある、との意見もあった。

また、原子力発電所の過酷事故や地層処分の稀頻度事象のような突発的な事象について、想定するシナリオの範囲をどのように定めるのかについて議論が交わされた。よりリアリティのあるシナリオにするためには、最新のデータに基づいた専門家間の議論によりコンセンサスを得ることが重要であり、納得感を得ていくところに共通点があるとの意見があった。

次にソフト面、すなわち人や組織のバリデーションについて議論があった。規制側からは、施設設計プロセスの最適化やBAT（Best Available Technique）の概念に基づく漠然とした要求事項を適切に審査できる技術力を持つ人材の育成が急務であるとの意見があった。事業者側からは、長期にわたる事業を適切に実行するための技術継承や、各分野の最先端の科学的知見をセーフティケースに統合する過程の難しさについて言及があった。セーフティケースに携わることが人材育成に繋がるため、事業の進展による段階的なセーフティケースの作成と長期的な人材確保が重要である、との指摘があった。

4 おわりに

原子力発電所や放射性廃棄物処分の安全性を説明するためには、評価の不確実性低減に対する継続的な努力や、専門家間のコンセンサスを得ることが重要であると改めて認

識した。また事業者側と規制側がそれぞれの役割を果たし、互いに切磋琢磨することが、原子力事業全体の安全性や信頼性向上に繋がることを強く感じた。最後に、事業の進展が人材育成、すなわちソフト面のバリデーションに繋がるという指摘は、放射性廃棄物処分のみならず、原子力発電所の再稼働、再処理工場の操業開始、高速炉を含めた新型炉の開発など、原子力事業全般に通じるところがある。本企画セッションを好循環の起点として、原子力事業全体の更なる発展に期待しつつ、自身の役割を全うすることに注力したい。