

日本原子力学会 2024 年秋の大会バックエンド部会企画セッション 幌延国際共同プロジェクトの現状と今後の展開

宮嶋篤海*1

1 はじめに

日本原子力学会 2024 年秋の大会 1 日目の 9 月 11 日 (水) に、バックエンド部会の企画セッション「幌延国際共同プロジェクトの現状と今後の展開」が開催された。本セッションでは、はじめに幌延国際共同プロジェクト (Horonobe International Project: HIP) の概要や重要性について説明があったのち、現在実施中の 3 つのタスク「物質移行試験」、「処分技術の実証と体系化」、「実規模の人工バリアシステムの解体試験」の内容と現状に関する講演が行われた。その後、日本の参画機関である原子力発電環境整備機構、電力中央研究所、原子力環境整備促進・資金管理センターから HIP への意見が述べられ総合討論が行われた。座長は、東北大学の桐島陽教授が務められた。

2 各講演の概要

講演 1「幌延深地層研究計画における国際共同プロジェクトの重要性」

(日本原子力研究開発機構 青柳和平氏)

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現は原子力を利用するすべての国の共通課題である。地層処分に取り組む国々との国際協力が重要となり、地下研究施設を活用した研究協力等が進められてきた。経済協力開発機構/原子力機関の協力のもと、2023 年 2 月に HIP を立ち上げ、5 か国 11 機関の参加を得て、研究協力を開始した。

HIP の目的は、アジア地域の地層処分に関わる国際研究開発拠点として、地下施設を利用した研究開発を国内外の機関と協力して推進し、参加国における先進的な安全評価技術や工学技術に関わる研究開発の成果の最大化と次世代の研究者、技術者を育成し、知識を継承することである。研究期間は 2022~2028 年度である。2024 年度までのフェーズ 1 においては、現地会合などを実施し、研究成果の創出がなされており、今後フェーズ 1 の各タスクの成果レポートの公表や学会・論文発表、広報がなされる予定である。なお、3 つのタスク A~C に関する詳細な報告は後述の講演 2~4 でなされた。

講演 2「タスク A: 物質移行試験」

(日本原子力研究開発機構 尾崎裕介氏)

タスク A の物質移行試験では、地下研究施設における原

位置試験を通じ、より現実に即した地下深部での物質移行挙動を再現可能なモデルの構築/検証方法を整備することにより、長期かつ大規模なスケールにおける物質移行挙動の予測精度の向上に貢献することが期待される。

これまでは、主に深度約 350 m において物質移行試験を実施しているが、タスク A ではこれまで物質移行試験の実施例が少なく、より割れ目の発達した深度約 250 m において物質移行試験を実施する。

タスク A では、プロジェクトを通じて物質移行データの取得およびモデルの構築と検証に取り組む。現在実施しているモデル構築では、数値解析、室内試験、原位置試験を参加機関が分担して実施している。原位置試験案の検討にあたっては、350 m の試験解析を 250 m の値に差し替えた解析を実施することで、試験条件の違いによる影響を比較した。室内試験では、各国の参加機関で実施した試験結果の比較による妥当性・不確実性の評価を実施した。原位置試験では、物質移行試験のための事前試験を実施し、結果に基づいた原位置試験案の再検討を行っている。数値解析では、ベンチマーク試験実施による解析コードの特性把握や原位置試験で取得したデータの解析によるモデル構築がなされる。

2025 年度からはじまるフェーズ 2 では、フェーズ 1 とは異なる条件で取得した検証用データをフェーズ 1 で構築したモデルを適用し、モデルの妥当性を評価する見込みである。

講演 3:「タスク B: 処分技術の実証と体系化」

(日本原子力研究開発機構 早野明氏)

高レベル放射性廃棄物処分場の配置にあたっては、交差する断層、割れ目の分布や特徴・人工バリアの品質への影響・影響に対して取りうる対策を検討する必要がある。タスク B では、処分坑道や処分孔を配置するための指標や考え方の整備、施工・操業に貢献する技術オプションの開発、技術オプションの体系的融合を目的とする。サブタスクは、①設計概念・基準および体系的統合アプローチの整備、②技術オプションの体系的融合の実証、③処分場の操業に関する技術の実証、④ボアホールテストの 4 件であり、本講演では、2 点目の技術オプションの体系的融合の実証について主に説明がなされた。

断層、割れ目に対処する際に、処分孔の掘削、緩衝材や埋め戻し材の施工の関連から、湧水量が多いなど好ましくないケースがいくつかある。検討中の事象としては、次の内容が挙げられた。

構成要素: 緩衝材

設計要件: 坑道掘削の容易性、坑道/孔の掘削容易性、空洞安定性

今後は、500 m 試験坑道の掘削に先立つボーリング調査

Report on "Current Status and Future Prospects of the Horonobe International Project (HIP)" by Atsumi MIYAJIMA (miyajima9933@ihi-g.com)

*1 株式会社 IHI 技術開発本部 技術基盤センター 物理・化学技術部

Applied Physics & Chemistry Department, Technology Platform Center, Corporate Research and Development Division, IHI Corporation

〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町 1 番地

を開始し、順次、各施工・調査、試験を実施する予定である。

講演 4「タスク C：実規模の人工バリアシステムの解体試験」

(日本原子力研究開発機構 大野宏和氏)

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、廃棄体の放熱、地下水の浸潤とそれに伴う緩衝材の膨潤応力の発生、間隙水の化学的特性の変化、オーバーパックの腐食など複数の現象が相互に影響し合う複雑な系となることが予想される。地層処分の安全評価においては、熱-水-力-化学連成現象（THMC 連成現象）を予測するための解析コードの整備が重要である。タスク C は、解体試験を実施することで、緩衝材など各材料界面における THMC 連成現象のデータを取得し、現象理解と数値解析を行う。現在は計測されたデータを基に解体試験のサンプリング案などについて参加機関と議論している。

緩衝材の分析および人工バリア、埋め戻し材、コンクリート材料の界面現象調査等を実施する解体試験は 2026 年度に計画している。今後は解体試験で得られる情報も用いて、THMC 連成現象の理解と評価技術の高度化を目指す予定である。

3 おわりに

高レベル放射性廃棄物は、その半減期からも超長期的な目線で安全性を評価しなければならず、その評価自体の難しさも感じた。また、地層処分サイトごとに特性は大きく異なり、各サイトにおける試験の結果や解析の正しさも重要であるが、他方に展開するためのモデリングの重要性も理解した。一方で、講演中にも言及があったが、日本のみならず、世界的に原子力技術者が減少している中、各国が連携し、効率的にリソースを活用することで成果を最大化することや技術伝承・人材育成の必要性を強く感じた。その観点からも HIP の取り組みが重要であることを認識し、国際的連携の良好事例となることを期待する。