

地層処分技術に関する研究開発の全体概要

核燃料サイクル開発機構
バックエンド推進部
部長 石川 博久

1. はじめに

わが国では、使用済燃料の再処理でウラン、プルトニウム等の有用物質を分離したのちに発生する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化したのち、30年から50年間冷却のための貯蔵を行い、その後地層処分することとしている（原子力委員会、2000）。核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）およびその前身である動力炉・核燃料開発事業団は、この基本方針に基づいて研究開発を進め、平成4年度に「第1次取りまとめ」（動力炉・核燃料開発事業団、1992）を、平成11年度に「第2次取りまとめ」（核燃料サイクル開発機構、1999）を公表し、地層処分の技術的な信頼性を示した。その後、処分事業や安全規制の枠組みが整備され、わが国の地層処分計画が事業段階へと進展した状況を踏まえ、サイクル機構では平成13年度に策定した「全体計画」（核燃料サイクル開発機構、2001）に沿って研究開発を進めている。この「全体計画」においては、研究開発成果を「処分事業・安全規制の主なマイルストーンに先行する形で段階的に取りまとめしていく」こととしている。その第1段階として、「第2次取りまとめ」を公表してから約5年が経過し、深地層の研究施設計画における地上からの調査段階がほぼ完了する平成17年度に、研究開発成果の取りまとめを予定している。本報告では、「全体計画」で示した研究開発計画への取り組みの現状、平成17年度の成果取りまとめや今後の展開について、概要を報告する。

2. サイクル機構における研究開発計画

1) サイクル機構の役割

地層処分の実施に向けた今後の研究開発には、処分事業や安全規制の段階的な進展に合わせて、地層処分技術の信頼性をさらに高め、処分事業や安全規制の技術基盤をより堅固なものとしていくことが求められる。サイクル機構は、「第2次取りまとめ」までに蓄積した知見や経験をもとに基盤的な研究開発を推進し、処分事業や安全規制の基盤となる技術や情報を整備するとともに、科学的・技術的な側面から専門家を含む国民各層の地層処分に対する信頼感・安心感の醸成に寄与していく。

2) 研究開発目標・課題と進め方

「第2次取りまとめ」までの研究開発は、具体的な地質環境を特定せず、わが国の地層処分システムの成立性を科学的根拠に基づき概括的に示すことを目標として進めてきた。地層処分技術の信頼性をさらに向上させるためには、その技術を実際の地質環境に適用して実用性や信頼性を確認するとともに、地層処分システムへの理解を深め、長期にわたる評価の信頼性を高めていくことが重要である。そのため、サイクル機構では、以下の2つの目標を設定して研究開発を進めている。

・目標①「実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認」:

「第2次取りまとめ」までに整備してきた様々な要素技術を深地層の研究施設などにおいて実際の地質環境での調査研究に適用することを通じて、その技術の信頼性を確認しつつ、調査の進展に応じた段階的な地層処分技術として体系化していく。

・目標②「地層処分システムの長期挙動の理解」:

実際の地質環境での調査研究や地層処分基盤研究施設（エントリー）、地層処分放射化学研究施設（クオリティ）などでの試験研究を通じて、地層処分システムに関連する現象への理解をさらに深め、より現実に即した評価手法へと改良、高度化をはかり、長期にわたる評価の信頼性を高めていく。

これらの目標を達成するため、サイクル機構では、「深地層の科学的研究」「処分技術の信頼性向上」「安全評価手法の高度化」の3つの分野について、東濃地科学センター、幌延深地層研究センターの深地層の研究施設や東海事業所の室内試験施設を活用して、分担・連携しながら研究開発を進めている。深地層の研究施設については、わが国の地質環境の多様性を考慮して、その特徴が大きく異なる瑞浪（結晶質岩・硬岩・淡水系地下水）と幌延（堆積岩・軟岩・塩水系地下水）の2つの計画を進めている。いずれも、地上からの調査研究（第1段階）、坑道掘削時の調査研究（第2段階）、地下施設での調査研究（第3段階）と、段階的に調査・予測・検証を繰り返す、全体で20年程度の計画である。これらの深地層の研究施設は、地層処分に関連する様々な技術・手法を実際の地質環境へ適用し、信頼性を確認する場として、研究開発の中核的な役割を担う施設である。一方、東海事業所では、エントリーでの室内・工学試験やクオリティでの放射性核種を用いた試験などを中心に、処分技術や安全評価手法に関する基盤的なデータ整備やモデル開発を進めている。また、東海事業所は、深地層の研究施設などから得られる地質環境情報を活用して、設計・安全評価手法の適用性を確認しつつ、多分野にわたる技術情報を体系的に整備していく役割も担っている。

3. 研究開発の取り組みの現状と当面の計画・課題

1) 深地層の科学的研究

① 東濃地科学センターにおける研究開発

超深地層研究所計画では、結晶質岩を対象に、平成8年度から第1段階である地上からの調査研究を開始し、平成14年度からは現在の瑞浪超深地層研究所用地（市有地）において調査研究を実施している。平成15年3月からは、深層ボーリング調査（掘削長1,300m）を実施し、それまでの浅層ボーリング調査の結果などとあわせ、花崗岩中の割れ目の分布や地下水の水質・起源などを把握するとともに、地質環境モデルの構築・改良を行ってきた。平成16年度末には、第1段階の調査研究を終了する予定である。また、施設計画については、平成14年7月に用地造成に着手し、平成15年7月に研究坑道の掘削を開始した。平成16年9月には地表から50mまでの基礎部の掘削を終え、平成17年2月より櫓（やぐら）を用いた本格掘削を開始した。

広域地下水流動研究では、平成4年度から超深地層研究所計画の実施場所を含む広いスケールにおける地下水流動系を対象に調査・解析を実施してきている。主要な現地作業は平成16年度に終了し、平成17年度以降はモニタリングを継続していく。

地質環境の長期安定性に関する研究については、地殻変動や火山活動などを調査する技術や長期予測・影響評価の手法の開発を進めているほか、それぞれの現象のプロセスに関わる最新の学術的知見など基盤情報の整備をはかっている。

② 幌延深地層研究センターにおける研究開発

幌延深地層研究計画では、堆積岩を対象に、平成12年度から深地層の科学的研究と地層処分研究開発を進めている。平成14年7月に主たる調査研究の展開場所として研究所設置地区を選定し、地上からの調査として、これまで、地質調査や物理探査、11孔の深層ボーリング調査を実施してきている。また、地層処分研究開発として、処分技術の信頼性向上（例えば、低アルカリ性セメントの開発）や安全評価手法の高度化を目的とした原位置試験のための事前検討を行っている。これまでの調査研究を通じて、研究所設置地区周辺の地質環境を把握するとともに、その結果に基づき地質環境モデルの詳細化や調査技術の適用性の確認などを行った。地上からの調査研究は、平成17年度に終了する予定である。また、施設計画については、平成15年7月に造成工事に着手しており、平成17年度からは地下施設の建設を開始する予定である。

2) 処分技術の信頼性向上・安全評価手法の高度化（東海事業所における研究開発）

東海事業所（処分研究部）では、「第2次取りまとめ」以降も幅広い地質環境条件を前提に、

「処分技術の信頼性向上」と「安全評価手法の高度化」に関する試験研究を進めている。特に「第2次取りまとめ」以降は、塩水環境とセメント水環境（高pH環境）に重点を置いて、データの拡充やモデルの高度化をはかってきている。また、深地層の研究施設計画などで得られた地質環境に関するデータやモデルを活用して、安全評価手法や地下施設の設計手法などの適用性確認を行っている。今後は、深地層の研究施設計画の進展にあわせ、実際の地質環境条件を対象とした研究に重点を置いていく予定である。

4. 研究成果の取りまとめについて

サイクル機構では、処分事業と安全規制のニーズやスケジュールを勘案しつつ、段階的に地層処分技術に関する研究開発成果を取りまとめることとしている。この取りまとめにおいては、個々の研究成果を体系化することで現状の技術・知見レベルを確認するとともに、重点課題を抽出して、以降の研究開発の方向性を明確化していく役割も期待されている。

その最初の取りまとめとして、「第2次取りまとめ」から5年間の経過し、また2つの深地層の研究施設計画における地上からの調査研究がほぼ完了することを踏まえ、概要調査地区の選定とそれに続く概要調査や安全審査基本指針の策定のための基盤技術を提示することを念頭において、平成17年度上期に地上からの調査研究と処分技術や安全評価に関する成果を報告書として取りまとめる。報告書は、分野レポートと知識化レポートから構成される。分野レポートでは、上述した3つの分野ごとに、第2次取りまとめ以降の個別の研究成果を体系的に整理する。一方、知識化レポートでは、個別の研究成果や一連の調査・解析・評価プロセスなどの分野間にまたがる研究の成果について、地質環境の調査から処分システムの設計・安全評価までを包含した地層処分技術全体に関わる知識として構造化することを目指す。

実際の地質環境情報に基づく設計手法や安全評価手法に関する検討については、調査が進展し得られる地質環境情報が詳細化されるのに応じて、繰り返し進めることが重要となる。これにより、地層処分技術全体としての適用性を確認することができ、また検討結果を調査側へフィードバックすることにより、地質環境の理解度と安全評価上の感度や必要な調査量との関係などを検討することができる。このような作業を体系的に進めるためにも、地層処分技術の知識基盤を構築するための枠組みが重要となる。

5. おわりに

平成17年10月には、サイクル機構と日本原子力研究所との統合によって、独立行政法人日本原子力研究開発機構が発足するが、地層処分技術に関する研究開発は、統合後の新法人においても主要業務として位置づけられている（原子力二法人統合準備会議, 2003）。今後とも中核的な研究開発機関として、瑞浪および幌延の深地層の研究施設やクオリティなどを活用した基盤的な研究開発を進めるとともに、成果の公表、深地層の研究施設などの施設の公開、国内外の関係機関や大学との研究協力などを通じて、長期にわたる処分事業を支えていくための技術の継承や研究者の育成、国民各層の地層処分に対する理解の増進に寄与していく。

参考文献

- 動力炉・核燃料開発事業団(1992)：高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書－平成3年度－，動力炉・核燃料開発事業団技術資料，PNC TN 1410 92-081.
- 原子力委員会(2000)：原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画，平成12年11月24日.
- 原子力二法人統合準備会議(2003)：原子力二法人の統合に関する報告書，平成15年9月19日.
- 核燃料サイクル開発機構(1999)：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－，サイクル機構技術資料，JNC TN1410 99-020～024.
- 核燃料サイクル開発機構（2001）：平成13年度研究開発課題評価（中間評価）報告書 研究課題「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の全体計画」，サイクル機構技術資料，JNC TN1440 2001-008.