

サイクル機構における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 福島 操

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)が公表した「第2次取りまとめ」を技術的な拠り所として、平成12年には、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」の成立、実施主体である原子力発電環境整備機構の発足、「安全規制の基本的考え方について(第1次報告)」の公表など、処分事業や安全規制の大枠が整備され、わが国の地層処分計画は事業化段階へと進展した。処分事業については、概要調査地区の選定、精密調査地区の選定、最終処分施設建設地の選定と段階的に進められることになっており、既に平成14年12月より、「高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域」の公募が開始されているところである。一方、安全規制については、事業の進展にあわせて、安全審査基本指針、安全審査指針、処分場の技術基準といった指針・基準等の策定が進められることになっている。

サイクル機構では、わが国の地層処分計画が事業化段階へと進展した状況を踏まえて策定した「全体計画(サイクル機構,2001)」に沿って研究開発を進めている。本稿では、サイクル機構の地層処分技術に関する研究開発全体の計画と現状、成果取りまとめなど今後の展開について報告する。

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

最終処分の実施に向けて、今後の研究開発には、上述したような処分事業や安全規制の段階的な進展にあわせて、地層処分技術の信頼性を高め、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。サイクル機構では、引き続き研究開発の中核的な役割を担い、第2次取りまとめまでに蓄積した知見や経験をもとに、深地層の研究施設、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)等を活用した基盤的研究開発を推進していく。これらを通じ、処分事業や安全規制の双方の基盤となる技術や情報を先行的に整備するとともに、あわせて、科学的・技術的な面での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ことが重要である。

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することなく、わが国における地層処分概念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。今後、地層処分技術の信頼性をさらに向上させるためには、実際の地質環境に適用して、技術としての信頼性を確認するとともに、長期にわたる評価手法の信頼性を高めていくことが重要であり、今後のサイクル機構の研究開発目標として、以下の2つを設定している。

➤ 目標 : 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等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 : 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エントリー、クオリティ等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つつ、より現実に応じた評価手法へと改良、高度化を図り、非常に長期にわたる評価の信頼性を高めていく。

これら2つの目標を達成するための研究開発課題を、以下に示す3つの分野に設定・整理して研究開発を進めている。

- 深地層の科学的研究；地質環境の調査・評価技術の実際の地質環境への適用・改良と深部地質環境の不均質性等の理解，地質環境の長期安定性やナチュラルアナログ研究による長期評価の信頼性向上，地下施設の工学技術の適用性
 - 処分技術の信頼性向上；人工バリア長期挙動に関する個別・連成現象のより現実的評価基盤の整備，人工バリア等の工学要素技術の深地層の研究施設等における適用・検証
 - 安全評価手法の高度化；安全評価に係るデータベースの整備，個別現象の理解に基づく安全評価モデルの高度化，実際の地質環境等に起因する不確実性に配慮した評価手法の改良
- これらの研究開発は，深地層の研究施設，エントリーやクオリティを中核施設として，東濃地科学センター，幌延深地層研究センター，東海事業所の3つの研究センターにおいて分担・連携しながら進めている。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・降水系地下水）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。いずれも第1段階「地上からの調査研究」，第2段階「坑道掘削時の調査研究」，第3段階「地下施設での調査研究」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，様々な技術・手法の実際の地質環境への適用性確認の場として，今後の研究開発の中核的な役割を担う施設である。一方，東海事業所は，エントリー・クオリティでの室内・工学試験や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るとともに，深地層の研究施設計画等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の体系的に整備していく役割を担う。

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

深地層の研究施設計画については，地上からの調査研究（第1段階）として様々な調査・評価の技術成果を蓄積するとともに，地下施設の建設工事に着工するなど坑道掘削時の調査研究（第2段階）へ向けた準備を進めつつある。また，具体的な地質環境の長期安定性を調査する技術や，東濃鉱山を活用したナチュラルアナログ研究などの成果が得られている。以下に，その概要を示す。

➤ 超深地層研究所計画（瑞浪；結晶質岩）

研究所用地における地上からの調査研究として，平成14年度の物理探査や浅層試錐調査の成果も踏まえ，平成15年3月より深層試錐調査（1,350m）を進めている。これらの調査研究を通じて，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を段階的に進めてきている。第1段階の調査研究は平成16年度に終了予定であり，今後，研究所用地を包含する広い領域を対象として進めている広域地下水流動研究の成果とあわせて，結晶質岩における一連の地上からの調査・評価技術の適用事例として体系化していく。一方，地下施設の建設に関しては，平成14年度の用地の造成工事を経て，平成15年7月より立坑掘削に着手しており，平成22年度の施設完成を予定している。

➤ 幌延深地層研究所計画（幌延；堆積岩）

平成14年7月に選定した研究所設置地区及びその周辺において，試錐調査（平成14，15年度に各3孔）や物理探査を実施している。これまでの調査を通じて，地下水の流動特性や地球化学特性の不均質性の把握，地質環境モデルの段階的な詳細化や調査技術の改良等を進めてきており，第1段階が終了する平成17年度頃を目処に，堆積岩における地上からの調査・評価技術として体系化していく。また，地下施設の建設については，平成15年7月に用地の造成工事に着手しており，平成22年度の施設完成を予定している。

2) 処分技術の信頼性向上・安全評価手法の高度化

東海事業所のエントリーとクオリティを中心に，「第2次取りまとめ」以降も幅広い地質環境条件を念頭に処分技術や安全評価に関するデータ取得やモデル高度化などを進めてきている。これまでに，特に，塩水系地下水条件やセメント影響を考慮して，人工バリアの長期挙動や放射性核種の移

行挙動に関するデータベースの拡充やモデル改良を進めてきた。また、上記の深地層の研究施設計画等で得られたデータやモデルなどを活用した検討を実施しつつあり、これまでに地上からの調査研究段階において安全評価 / 設計と調査との間で連携すべき重要事項の抽出などを行った。今後の深地層の研究施設計画等の進展にあわせ、さらに実際の地質環境条件を対象とした研究に重点化していく計画である。

4. 研究成果の集約・取りまとめに向けて

研究開発の成果は、処分事業と安全規制の双方にとっての基盤的な技術や情報として寄与できるよう、双方のニーズやスケジュールを勘案しつつ、段階的に取りまとめることとしている。サイクル機構では、処分事業と安全規制の主要なマイルストーンに先行する形で深地層の研究施設計画などの研究開発計画を進めており、この深地層の研究施設計画の各段階の節目に着目して、全体の成果を3つの段階に分けて取りまとめる計画である。成果の取りまとめは、各段階における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、あわせて重点課題を抽出し、以降の研究開発計画の効率的な推進に資することも期待している。

第1段階の取りまとめとして、瑞浪と幌延の深地層の研究施設の地上からの調査研究が終了する時期、及び平成10年代後半を目途とされる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、これらを念頭において、平成17年度頃を目標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取りまとめる。報告書の構成としては、各分野・課題ごとに第2次取りまとめ以降の個別の研究成果を整理した報告書を作成するとともに、分野間にまたがる情報や技術を含めた地上からの調査段階での調査・評価手法等の主要成果のエッセンスを集約した報告書を、以下のように2つの目標とも関連付けつつまとめる計画である。

- ▶ 2つの深地層の研究施設計画等における地上から調査研究段階で得られた成果と、これに基づく設計・安全評価の適用性の検討結果を踏まえて、地上からアプローチする段階における一連の地層処分技術を、適用事例を示しつつ、できるだけ一般化した方法論としてまとめる。
- ▶ 幅広い地質環境も考慮しつつ進めている地層処分システムの長期挙動に関わる様々な現象の理解や個々のデータベース、モデルや評価手法の改良・高度化の進展をまとめる。

また、報告書の信頼性や客観性を高める観点から、外部専門家によるレビューを受けながら作成していく計画である。なお、個別成果については論文等でその都度報告するとともに、全体の進捗・成果については年度毎に成果報告書(平成14年度報告;サイクル機構,2003)として公開していく。

5. おわりに

サイクル機構では、今後とも地層処分技術の信頼性向上のための基盤的な研究開発を、分野間・事業所間で相互に連携を図りながら効率的に進め、第1段階の取りまとめに成果を集約していく。研究開発を進めるにあたっては、信頼性、透明性及び効率性を高める観点から、研究開発成果の公表、深地層の研究施設等の施設の公開、国内外の関係機関や大学との研究協力などを積極的に進める。また、長期にわたる処分事業などの今後の展開を支える観点から、国の研究開発機関として、技術の継承や研究者の育成に努めるとともに、深地層の研究施設等を活用し、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。このような役割は平成17年度に設立される新法人に引き継がれるものであり、両法人の研究資源を相乗的に活用しながら、研究開発の一層の効率化を図っていく。

参考文献

- 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.
- 核燃料サイクル開発機構(2003):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 - 平成14年度報告 -, サイクル機構技術資料,JNC TN1400 2003-004.