



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

2000年11月に改訂された原子力長期計画を踏まえ、経済産業省を始めとした関係機関との協議に基づく役割分担の下、「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」として、「地層処分研究開発」とその基盤となる「深地層の科学的研究」を両者の連携を図りつつ進めることとし、サイクル機構の中長期事業計画を見直した。また、課題評価委員会に全体計画の見直しを諮ることとした。

1. 地層処分研究開発

1.1 処分技術の信頼性向上

人工バリア周辺でのガス移行挙動に関する研究では、ガスの移行経路を評価するため、X線CTを用いた可視化手法に関する事前調査を継続した。

緩衝材の連成挙動に関する研究では、これまでの熱水応力の三連成挙動を基として、更に化学現象を考慮できるように熱水応力化学の四連成挙動評価モデルの開発を開始した。

緩衝材の流出に関する研究では、緩衝材流出試験設備を用い、亀裂幅をパラメータとして、緩衝材の流出挙動を把握するための試験を継続するとともに、流出密度を把握するための予備試験を実施した。また、コンクリートを処分場を使用することを想定し、高pH溶液によるベントナイトの変質挙動評価のため、アルカリ溶液中でのモンモリロナイト溶解速度把握試験を継続した。

オーバーバック材料の腐食評価に関する研究では、セメントの使用を想定し、高pH環境での炭素鋼の腐食試験を開始した。また、チタンの不動態皮膜の安定性に関して、主に還元性環境での実験的研究を継続した。

ナチュラルアナログ研究〔地層処分想定される現象（廃棄体からのウラン核種の移行挙動等）

と類似した自然界での現象（天然ウランの移行挙動等）についての研究〕では、オクロ鉱床等の鉱物分析を継続した。

1.2 安全評価手法の高度化

水理・物質移行に関する研究では、多孔質媒体水理試験装置（MACRO II）を用いた二孔間でのトレーサー試験を実施した。また、亀裂ネットワーク水理試験設備（NETBLOCK）については、釜石岩体中交差亀裂を対象とした高粘性流体を用いた透水試験を実施し、ダルシー則に従った流れの状態にあることを確認した。

性能評価研究に関しては、沿岸海域を核種放出域とする生物圏評価の代替モデルに関する検討結果を、日本保健物理学会（2001年5月25日）で口頭発表した。また、IAEA主催「地層処分に関わる安全基準文書の作成のための専門家会議」の「安全指標」のセッションにおいて、第2次取りまとめにおける線量/リスク以外の指標の適用例を論文発表した（2001年6月19日）。

地層処分放射化学研究施設においては、緩衝材中のPbの拡散試験、緩衝材中のCsの拡散に及ぼすイオン強度の影響評価試験、還元条件下での緩衝材中のNpの拡散試験、Npの溶解度に及ぼすフミン酸及び炭酸の影響評価試験、Npの溶解度積に関する試験を継続した。

博士研究員による研究、先行基礎工学研究及び核燃料サイクル公募型研究では、各々、以下の成果が得られた。

博士研究員による研究では、「セグメント構造を考慮した割れ目系の三次元形態の推定法および水理モデルの構築手法に関する研究」において、野外の割れ目調査や室内におけるアナログ試験などを実施した。一方、「人工・天然バリアにおける核種拡散過程の定量解析と放射性廃棄物処分安全評

価への応用」において、イオン強度をパラメータとしたスメクタイトに対するSr及びIの透過拡散試験を継続するとともに、これまでに得られた成果を地球惑星科学関連学会2001年合同大会（2001年6月8日）で発表した。

先行基礎工学研究で実施している「緩衝材特性モデルの高度化に関する基礎研究」においては、緩衝材中の溶質の拡散挙動を分子動力学と均質化法を組み合わせた手法によりモデル化するため、スメクタイト水系での分子動力学計算及び緩衝材の間隙構造モデルを仮定した均質化計算を継続した。

核燃料サイクル公募型研究で実施している「固液界面におけるアクチノイドイオンの酸化還元反応メカニズム」においては、アクチノイドイオン、特にNp(V)のFe(II)含有鉱物界面での酸化還元メカニズムを解明するための予備的実験を継続するとともに、Npを用いた実験を開始した。また、「沿岸部帯水層内の古海水の地球化学的分析とその挙動に関する調査研究」においては、原位置で採取した岩石コア資料分析のための準備を開始するとともに、2001年度の研究実施計画を作成した。

1.3 国際共同研究

スイスNAGRA(スイス放射性廃棄物管理共同組合)との共同研究の一環として、グリムゼル原位置試験場における核種移行挙動等に関する試験研究及び解析モデルによる評価、超深地層研究所計画に関する技術的検討を継続するとともに、廃棄物中のインベントリにかかわる相互評価を開始した。Mt. Terriプロジェクトでは、サイクル機構が参加している原位置試験及び地球化学モデリングの取りまとめを継続するとともに、技術検討委員会及び管理委員会へ出席した。また、2001年度の研究計画に関するNagraからの提案を検討した。

スウェーデンSKB(スウェーデン核燃料廃棄物管理会社)との共同研究では、原位置における工学技術の実証試験や、HRL(Hard Rock Laboratory)でのプロトタイプ処分場プロジェクト(PRPP)における連成挙動に関する予測解析、TRUE(Tracer Retention Understanding Experiments)ブロックスケールにおける試験結果の解析を継続して実施している。熱水応力連成モデルの開発に関する研究(DECOVALEX)では調整会議に参加し、研究成果に関する議論を行った。

米国DOE(エネルギー省)とは、本年度からの研究協力内容について、LBNL(ローレンスバークレー国立研究所)、LLNL(ローレンスリバモア国立研究所)、PNL(パシフィックノースウェスト国立研究所)及びSNL(サンディア国立研究所)の四つの各研究所との間で、研究内容の調整、研究計画の策定を進めた。この一環として、本年5月及び6月にLBNL、3月にSNLとの間で研究協力会議を行い、2001年度の研究計画に対する提案の検討等を行った。

カナダAECL(カナダ原子力公社)との共同研究については、AECLの地下研究施設(URL)でのトンネルシーリング性能に関する試験(TSX)においてフェーズ1試験が終了し、過去5カ年の成果の取りまとめを進めている。また、同公社との協力協定の延長を6月に行うとともに、フェーズ2試験開始のための研究計画の策定等を行っている。

フランスANDRA(放射性廃棄物管理機関)との研究協力については、ビュール地下研究所における岩盤クリープ及び地球化学にかかわる共同研究協力について技術協力協定の締結作業を実施中である。

1.4 研究成果の公的資源化

地層処分研究開発成果を取りまとめた報告書「第2次取りまとめ」に関しては、希望者や全国の図書館のうち要望のあった箇所への報告書の配布、学会を通じた提供(地盤工学研究発表会、2001年6月12日~14日)、サイクル機構ホームページへの掲載(和文・英文)等により、国内外への情報提供を継続した。報告書の概要を一般向けに解説したビデオやパンフレット等についても、希望者や関係機関への提供を継続した。

また、雑誌「科学」の昨年11月号と本年3月号に掲載された、第2次取りまとめへの批判論文に対して、サイクル機構の見解を公開論文として投稿する方針とし、ドラフトを作成した。

ヴァーチャルリアリティ技術を応用した「体感型」の情報普及システムとして東海事業所の展示館で運用している地層処分体験システム「ジオフューチャー21」については、当四半期の入場者数が1,500名にのぼり、運用を開始した1999年12月からの累計がのべ1万2千名を超えた。この地層処分体験システムの上映内容をパソコン上で視聴で

きるよう、映像と音声（日本語，英語）を収録したCD ROMについては、国内外の関係機関等への配布を継続した。

2. 深地層の科学的研究

2.1 地質環境の長期安定性に関する研究

天然事象が地質環境へ与える影響の事例研究のうち、火山活動の熱的影響調査については、火砕流の熱的影響に関する現地調査を実施した（2001年5月28日～31日）。断層周辺の岩盤影響に関する文献調査を実施した。また、今年度業務の起案及びその準備作業を行った。

将来予測手法システムの構築のうち、水理モデル・地球化学モデルの統合化については、モデル統合解析のためのデータベースを作成した。また、東濃地域におけるナチュラルアナログ研究に関する打合せを行った。

「地質環境の長期安定性研究検討部会」の設置に関する手続きを実施した。

2.2 地質環境特性に関する調査研究

(1) 東濃鉱山における試験研究

岩盤の力学的安定性に関する研究については、3次元応力場の同定手法に関する研究及び双設坑道安定性評価試験の実実施計画・仕様の検討を行った。長期クリープ試験の3回目の性能試験を開始した。岩盤の長期観測については、定期観測を実施し、データのまとめを行った。試錐孔の劣化調査として、月1回の定期観察を実施した。

坑道周辺の地質環境特性に関する研究については、坑道周辺の水理学的掘削影響に関する研究として、坑道周辺の3本の試錐孔において間隙水圧のモニタリングを実施した。不飽和領域に関する研究及び産業技術総合研究所との共同研究（岩盤の力学特性に関する計測・評価方法の研究）の契約手続きを実施した。坑道周辺の地球化学的調査では、4本の試錐孔を掘削して調査用の岩芯を採取し、前処理及び分析の準備を実施した。

岩盤中の物質移行に関する研究では、東濃ナチュラルアナログ研究の実実施計画・仕様の検討を行った。

月吉断層に関する研究では、断層部の地球化学的研究の仕様を検討した。

任期付研究員による「月吉断層が土岐花崗岩中の空隙構造へ与える影響に関する研究」では、月

吉断層を貫いて掘削した試錐孔の岩芯試料を利用して、ヘリウムピクトメーターによる空隙率測定、蛍光樹脂注入法による空隙構造の可視化、透水試験を行った。その結果、断層部分は花崗岩健岩部に比べて空隙率が高いこと、鉱物粒界及び鉱物中の破断面に空隙が認められることなどが明らかとなった。

(2) 広域地下水流動研究

地質構造調査として、試錐調査結果（2孔）の取りまとめを実施するとともに、2002年度に計画している弾性波探査の測線設定作業を実施した。また、リニアメントを対象とした高密度電気探査の仕様を検討した。

水理調査では、既存の1,000m級試錐孔における水理試験の契約手続きを実施した。表層水理定数観測システムによる観測を開始した。2001年度の表層水理調査の仕様を検討した。ポイントデータである気象観測データ等を広域スケールへ拡張する方法に関する検討を行った。

地下水の地球化学調査では、既存の1,000m級試錐孔における採水試験の仕様を検討した。

長期観測では、既存の試錐孔（9本）における水位観測を開始した。既存の試錐孔（2本）へのMPシステム（多点式間隙水圧測定装置）の設置に関する手続きを行った。また、既存の試錐孔（1本）における水圧・水質観測装置の設置の仕様を検討した。

地質環境のモデル化・解析については、2000年度に行った地下水流動解析結果の取りまとめを実施し、2001年度の水理地質構造のモデル化及び地下水流動解析の詳細計画を検討した。

2.3 調査技術開発

(1) 調査技術研究

アクロス(Accurately Controlled Routinely Operated Signal System:精密制御定常信号システム)技術を活用した地表調査法の開発として、電磁アクロス最適化信号送信機の仕様を検討した。アクロスアレイ観測試験として、主受振器アレイ用受振器の検定準備を行った。

弾性波トモグラフィ解析に関する報告書を作成した。

(2) 年代測定技術開発

ベレトロン年代測定装置により、試料の¹⁴C定常分析を実施した[120試料(社外からの依頼分な

し) Beの同位体分析技術開発として、装置調整後の¹⁰Beのビームテストを実施し、結果の取りまとめを行った。

資料前処理技術開発として、骨・歯試料の前処理試験を行った。前処理ラインにおける微量グラフアイト定量技術の開発では、CO₂ガス圧変化による定量試験及び微量試料用反応管による反応試験を実施した。

タンデム加速器及びその周辺技術の研究会を開催した(2001年6月28, 29日; 詳細は本号の記事を参照)。

2.4 超深地層研究所計画

(1) 超深地層研究所における調査研究

岐阜県瑞浪市の東濃地科学センター用地内(正馬様)において「地表からの調査予測研究段階」の研究を行っている。

試錐調査では、1,000m級試錐孔の掘削パイプの切断トラブル回収作業を終了し、掘削を再開した。また、水理試験及び採水試験を実施した。

地質構造調査として、VSP (Vertical Seismic Profiling) 探査の調査位置、調査項目等の詳細について検討した。超深地層研究所計画用地における反射法地震探査の再解析結果の取りまとめを実施した。

水理調査として、モデル流域への電磁流量計の設置に関する手続きを行うとともに、長期揚水試験の仕様を検討した。また、表層水理定数観測システムによる観測を開始した。

地下水の地球化学調査として、2001年度の河川水・雨水の水質モニタリングの仕様を検討した。

長期観測として、現在掘削中の1,000m級試錐孔へのMPシステムの設置に関する手続きを行った。既存の試錐孔における水位(水圧)のモニタリングを開始した。

地質環境のモデル化・解析については、2000年度に行った地下水流動解析結果の取りまとめを実施し、2001年度の水理地質構造のモデル化及び地下水流動解析の手続きを行った。また、力学的掘削影響予測解析及び応力集中に伴う岩盤破壊のモデル化の契約手続きを行った。岩芯を用いた室内試験(DSCA試験、ジョイント剪断試験)の結果から、岩盤力学モデルを作成した。

(2) 研究計画の情報普及化技術

研究計画の理解促進のためのヴァーチャルリア

リティ技術適用については、2001年度に実施するソフトウェアの整理・改良、視覚以外の感覚を活用したヴァーチャルリアリティシステムの検討及びシステム活用方策の検討を実施した。

(3) 施設設計及び建設管理

地下施設設計では、研究坑道における調査研究、掘削スケジュール、坑道断面の支保設計、通気防災、坑道の維持管理及び詳細設計に必要な設定条件について検討した。地上施設設計では、設計の基本条件を整理した。また、研究坑道建設工事に必要となる設備配置を考慮した造成レイアウトの検討を行った。

用地内の整備では、正馬様ため池取水口整備工事のうち、魚道工、落差工、河川護岸工、取水路工、付帯設備工及び仮設撤去工を行い、工事を完了した。また、環境調査、用地内整備作業を実施した。

2.5 幌延深地層研究計画

本計画は、北海道幌延町において堆積岩を対象とし、地下約500m以深を目途に試験坑道を展開し、地層科学研究や地層処分研究開発を行うものである。2000年11月に「幌延町における深地層の研究に関する協定」を締結し、2001年4月には、幌延深地層研究センターを開設した。同センターは、総務グループ、深地層研究グループの2グループと札幌事務所からなり、約20名体制を整備した。

2001年4月、「幌延町における深地層の研究に関する協定」の第8条に従い、2001年度の事業計画内容を北海道及び幌延町に説明し、本格的な第1段階の調査研究を開始した。2001年度は、地質環境データの取得のため、空中物理探査、地上物理探査、地質調査、試錐調査を行う計画であり、6月13日にヘリコプターによる空中物理探査に着手し、6月22日現地調査を終了した。また、地上物理探査、地質調査、及び環境調査の実施にむけて土地状況調査などを行った。

2.6 陸域地下構造フロンティア研究

2001年度より第2フェーズに移行し、研究目標を「内陸地震の発生メカニズムの解明」に一元化して下記の研究を実施した。

(1) 地震発生に関する研究

固定型アクロスによる東濃鉦山内での観測を実施した。電磁アクロスについては、東濃鉦山内の

送信電極の特性調査及びセンター内での受信実験を実施した。

(2) 地震と地下水挙動に関する深地層総合研究

第1フェーズで得られた成果を地層科学研究に移転することとなり、その準備作業と打合せを実施した。

(3) 活断層帯での地殻活動研究

跡津川断層帯の研究及び地下浅部における岩石

の挙動の研究について、準備作業を実施した。

本社：経営企画本部

バックエンド推進部

東海：環境保全・研究開発センター

処分研究部

東濃地科学センター

幌延深地層研究センター