

動燃事業团における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の
進捗状況と今後の進め方

平成10年5月28日

動力炉・核燃料開発事業团

はじめに

動燃事業团は、平成4年9月に「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—」（第1次とりまとめ）をとりまとめた。第1次とりまとめの成果を受けて、地層処分の技術的な信頼性を示すとともに、処分事業を進める上での処分予定地の選定、安全基準の策定に資する技術的拠り所を与えるための第2次とりまとめに向けた、集約的研究開発および2000年以降の研究開発の基盤となる施設計画等を推進する体制をとり、本社、事業所相互の連携のもと、関係機関との情報の共有化を図りつつ研究開発を進めている。

1. 第2次とりまとめの作業状況

平成9年4月に公表された当専門部会の報告書（以下、専門部会報告書）に従って、関連する研究課題に対して網羅的に応えることができるよう、第2次とりまとめの構成を「地質環境条件の調査研究」、「処分技術の研究開発」、「性能評価研究」という3つの研究分野に対応する分冊1～3及び各研究領域の成果を横断的に取りまとめた総論レポート（仮称）並びに地層処分に関する基本的な事項や知見に関する情報をとりまとめた「地層処分の背景」（分冊4）とし、このうち現在、総論レポート（仮称）のドラフトの作成を進めている。

第2次とりまとめは、わが国の地層処分の技術的信頼性を示し、2000年以降実施される処分予定地の選定、および安全基準策定のための技術的拠り所となるという目標が与えられており、この目標に対する研究開発の達成度を明らかにしつつ、とりまとめ作業を進めている。総論レポート（仮称）については、専門部会報告書で示されているように研究の進捗に合わせてドラフトの段階から公表することとし、各層の意見を適宜取り込んでいく。

平成9年9月、関係機関の間で研究開発に関する情報の共有化を図るとともに、全体の研究調整を行うことを目的として発足した「地層処分研究開発協議会」（参加機関：日本原子力研究所、地質調査所、防災科学技術研究所、電力中央研究所、原子力環境整備センター、高レベル事業推進準備会、電力会社、大学、動燃事業团、座長：鈴木篤之

東京大学教授)のもとに、具体的な検討を行うための「検討部会」が設けられ、本年2月から活動を開始している。この検討部会に総論レポート(仮称)骨子案を提出し、これに基づくレポート全体の構成や論点に関する議論を踏まえつつ、関係機関の具体的成果を取り込むための作業を進めている。これまでに検討部会の会合を4回、さらに検討部会メンバーが個別の課題に絞った議論を行うためのタスクフォースを2回開催している。

併せて、動燃事業団における国際共同研究の枠組みを活用して、個々の技術的課題の取り扱い方や報告書の取りまとめ方に対し、国際的な専門家によるレビューを受けつつ、作業を進めているところである。最終的には、第2次とりまとめ報告書は、国際レビューを受けることとしている。

第2次とりまとめの進捗状況については、次回の当専門部会で、より詳細に報告させていただきたい。

なお、2000年以降、国による第2次とりまとめの評価に備え、評価側専門家に対し、詳細なレベルでのモデルやデータ、解析手順など第2次とりまとめ報告書の根拠となるすべての情報の開示を行うためのシステム整備（「関係機関間の情報共有化による総合評価と有機的統合の促進」）、及び国が策定する安全基準の検討にも資することを目的に地層が有する不均質性を考慮した核種移行モデルの信頼性をさらに向上させるため、種々の異なる概念のモデルとの比較検討によりそれらが有する利点を取り込むためのモデルの改良（「高レベル放射性廃棄物処分研究におけるコア研究協力」）、並びに地層処分概念に対する国民の理解の促進を目的とした双方向体験型の地層処分体験シミュレーターの開発（「深地層の処分施設や安全確保の仕組みを示す双方向体験型シミュレーションシステムの整備」）について、平成10年度補正予算において要求しているところである。

2. 東海事業所における地層処分研究開発

東海事業所においては、地層処分基盤研究施設(ENTRY: Engineering Scale Test and Research Facility)を中心に地層処分システムの性能評価研究および処分技術の研究開発を進めている。

これまでに、高レベル放射性物質研究施設(CPF: Chemical Processing Facility)等で実ガラス固化体等放射性物質を用いた研究により、基礎データを取得してきたが、さらに深部地下環境条件を模擬した環境でのデータ取得のために地層処分放射化学研究施設(QUALITY: Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility)の建設を進めている。

(1) 地層処分放射化学研究施設 (QUALITY)

地下深部の環境である還元環境下で、地下水、人工バリア及び天然バリアにおける放射性物質の溶解、移行挙動に関する詳細なデータを取得するための放射性同位元素(RI)使用施設として建設中である。平成10年1月に着工し、放射性同位元素使用許可申請を平成10年3月に行い、平成11年7月に完成予定である。

本施設では、雰囲気制御したグローブボックス中で性能評価上重要な核種の化学特性や移行特性等のデータを取得する。

なお、建設工程を見直し、平成11年度に係る内装設備製作の一部を平成10年度に前倒して実施する他、より信頼性の高いデータを早期に取得するため、後年度に計画していた分析機器の導入についても、平成10年度に前倒して実施できるよう平成10年度補正予算において要求している。

(2) 地層処分基盤研究施設 (ENTRY)

性能評価モデルの確証及び性能評価上重要な現象を明らかにするために、放射性物質を用いない工学規模の試験施設として、平成5年8月から運用を開始した。

これまでに、雰囲気制御条件下で地球化学データの取得、多孔質媒体及び亀裂媒体中の水理・物質移行モデルの開発、緩衝材及び周辺岩盤中の連成モデルの開発等を実施してきた。

平成7年度及び平成8年度に新規試験設備を増設し、ベントナイト及び岩盤中のガス移行挙動評価、亀裂中のコロイド移行特性評価、深部地下構造物の変形評価等に関する試験を行っている。これまでの試験研究により、人工バリアや周辺岩盤性能に関するシナリオ情報、モデルの適用性評価及び基礎データの蓄積が図られてきており、第2次とりまとめに反映させている。

3. 地層科学研究

深部地質環境の長期安定性に関する研究として、地震・断層活動、火山・火成活動などの天然現象について、事例研究を含めてわが国におけるそれらの特徴や地質環境への影響に関する調査研究を進めている。

深部地質環境の調査技術及び関連の機器の開発に関しては、深度1,000m対応の地下水調査技術・機器の開発をはじめとする要素技術・機器の開発を実施中である。

深部地質環境特性に関する研究については、第2次取りまとめにおける地質環境モデルの設定のため、東濃鉱山およびその周辺、釜石鉱山において、地表から地下深部までの実測データの取得を行っている。

深部地質環境の総合的な研究の場として、花崗岩を対象とした超深地層研究所計画を推進するとともに、北海道幌延町における堆積岩を対象とした深地層試験計画の具体化に取り組んでいく。

(1) 東濃鉱山およびその周辺における地層科学研究(岐阜県土岐市、瑞浪市ほか)

東濃鉱山において、地圧の把握、坑道掘削影響試験や堆積岩中や月吉断層周辺の地下水とウランの動きに関する調査研究等を継続中である。また、東濃鉱山を中心とした、主に約10km×10kmの領域を対象に、広域の地質構造、水理、水質のモデルを開発するため、1,000m級のボーリング孔を利用した地質構造と地下水の調査研究を実施中である。

(2) 釜石原位置試験(岩手県釜石市)

平成10年3月25日をもって10年間にわたる全ての試験を終了した。

その成果については、これまでに129編の論文や学会発表として公表してきており、現在、10年間の成果を総括報告書としてとりまとめ中である。本試験によって、地下深部における岩盤の応力状態、地下水水質形成、坑道周辺の掘削影響領域、水理地質、物質移行特性及び地震特性とその影響等に関する知見やデータを得ることができた。

なお、釜石市民への報告会と国際ワークショップを8月に釜石市で開催する予定である。

(3) 超深地層研究所計画(岐阜県瑞浪市)

結晶質岩を対象として平成7年度より計画を開始。これまでに物理探査(電気探査)を実施するとともに、浅い試錐孔での水位観測を開始した。また、現在、1,000m級のボーリング孔の掘削/地下水調査を実施中であり、2本目の1,000m級のボーリング孔の掘削を準備中である。

(4) 深地層試験計画(北海道幌延町)

平成10年2月26日、科学技術庁より北海道に対して「先の貯蔵工学センター計画は取り止めて新たに幌延町における深地層試験を早急に推進したい。」旨の申入れが行われた。動燃事業団としては、新法人への改組を踏まえ、この申入れの趣旨に沿った計画の具体化に取り組んで行く。

4. 体制

高レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発およびそれに必要な研究は、5月13日に法案が成立した「核燃料サイクル開発機構」の重要業務と定められている。これを踏まえて新法人設立時には、第2次取りまとめ及び2000年以降の研究開発を推進するため、体制を強化することとされている。

第2次取りまとめについては、核燃料サイクル開発機構において、その作成、公表を含めた作業の完結までを所掌する独立した組織が設置されることとなっており、この新法人への移行時に中断なくその実施が継続して行なえるよう、現在の取りまとめ状況等に鑑み、5月1日付けで地層処分研究開発分野の組織替えを行い、第2次取りまとめに特化した地層処分研究開発プロジェクト(4グループ)を設置した。

併せて、幌延における深地層試験の計画を含めた2000年以降の研究開発の基盤となる施設の計画を推進するグループを設置した。

なお、幌延町に予定している深地層試験計画の推進に当たっては、地元の理解と信頼を得られるよう、計画の展開、具体化にあわせて体制の整備を図っていくこととする。

(1) 地層処分研究開発プロジェクト

① 研究調整グループ

第2次取りまとめに向けた研究開発計画の立案、調整、評価等を担当

② 統合化グループ

個々の研究開発成果の統合、報告書の作成、地層処分研究開発協議会等におけるレビュー対応等を担当

③ 情報化グループ

報告書及びその背景にあるコンピュータシミュレーションや地球科学分野の知識等をわかりやすく映像資料等に加工を行うための計画の立案、調整、情報化等を担当

④ 情報普及グループ

情報化グループの情報を広報、公聴、情報の普及活動を担当

(2) 2000年以降の研究開発の基盤となる施設の計画等を推進するグループ

① 計画管理グループ

瑞浪市の超深地層研究所計画、幌延町における深地層試験計画、東海の地層処分放射化学研究施設等の計画推進を担当

以 上

地層処分研究開発の展開

研究開発の目標

放射性廃棄物が人間に影響を与える可能性

接近シナリオ

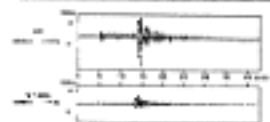
地層処分の技術的信頼性

地下水シナリオ

対策

地下数10m以上

安定な地層の選定

地層処分の成立性の見直し
(平成4年、第1次取りまとめ)

地層による地下への影響は小さい



火山の影響を受けない地域が存在



多重バリアシステムの構築



ガラス固化体



地下深部の地下水の動きは遅く、物質を溶かしにくい



緩衝材中の物質の動きは遅い



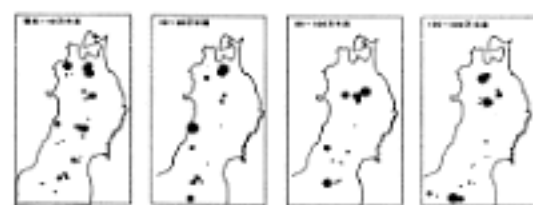
オーバーバックは地下深部の圧力に耐え、地下深部の環境では腐食しにくい



放射性物質はガラス化されることによりほとんど溶けない

地層処分の技術的信頼性
(平成12年、第2次取りまとめ)

全国を対象とした主要な断層の調査



全国を対象とした主要な火山地域の調査



地層科学研究による広域の地下水流動調査研究



東海事業所ENTRYでの天然の断層を模擬した試験



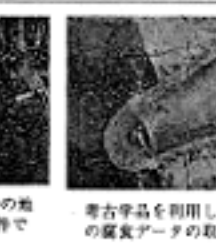
地層科学研究による安曇野山における実規模の人工バリアの試験



実規模の人工バリア試験 (防災科学技術との共同)



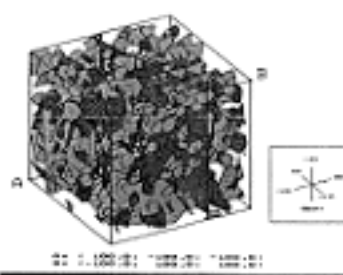
東海事業所ENTRYでの地下深部を模擬した条件下でのデータ取得



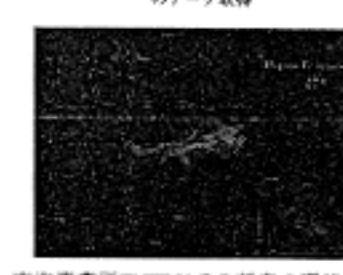
考古学品を利用した金属の腐食データの取得



東海事業所QUALITYでの放射性物質の溶離データの取得



亀裂ネットワークモデル



東海事業所ENTRYでの将来の環境の状態と放射性物質の動きを予測

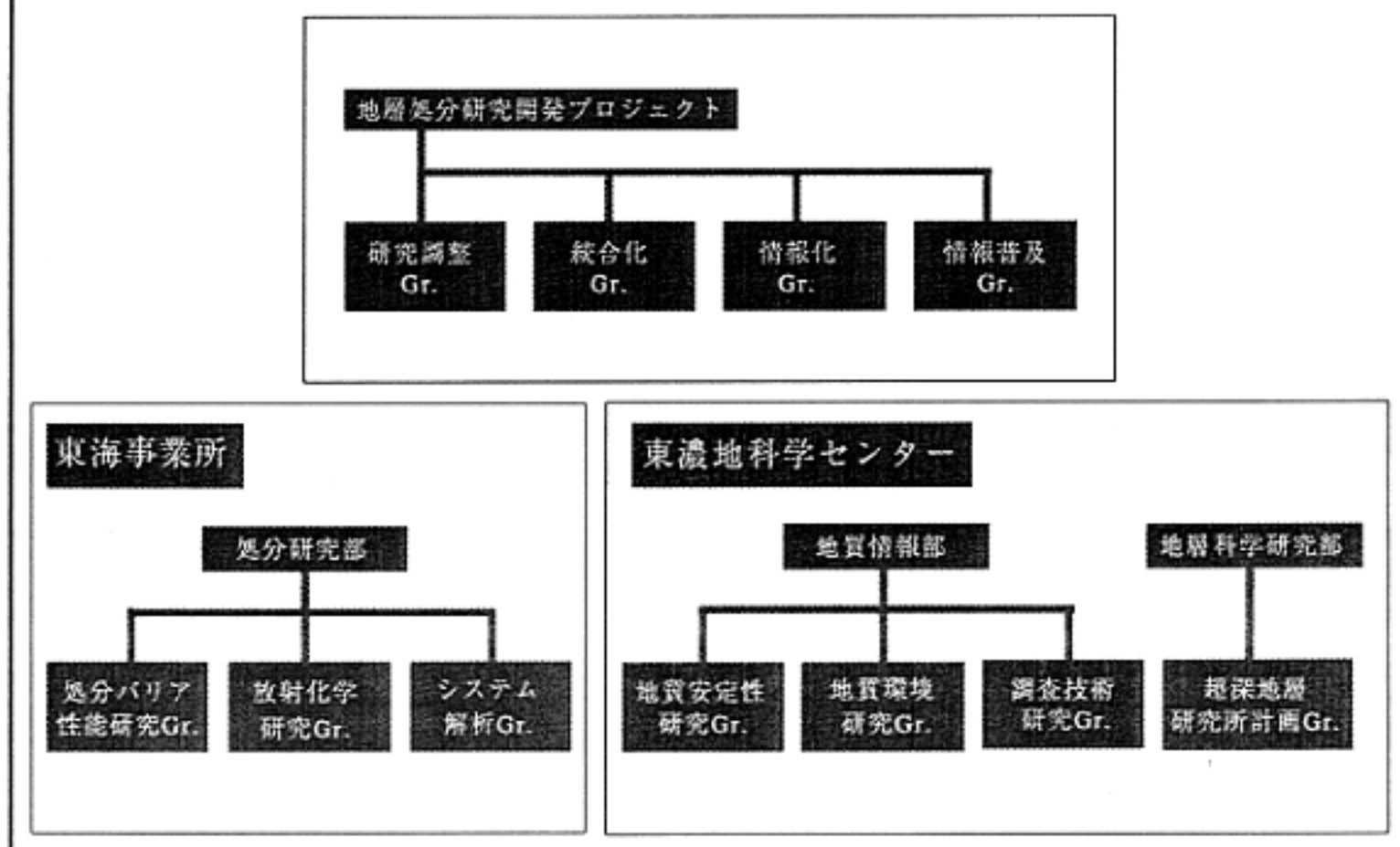
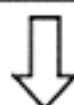
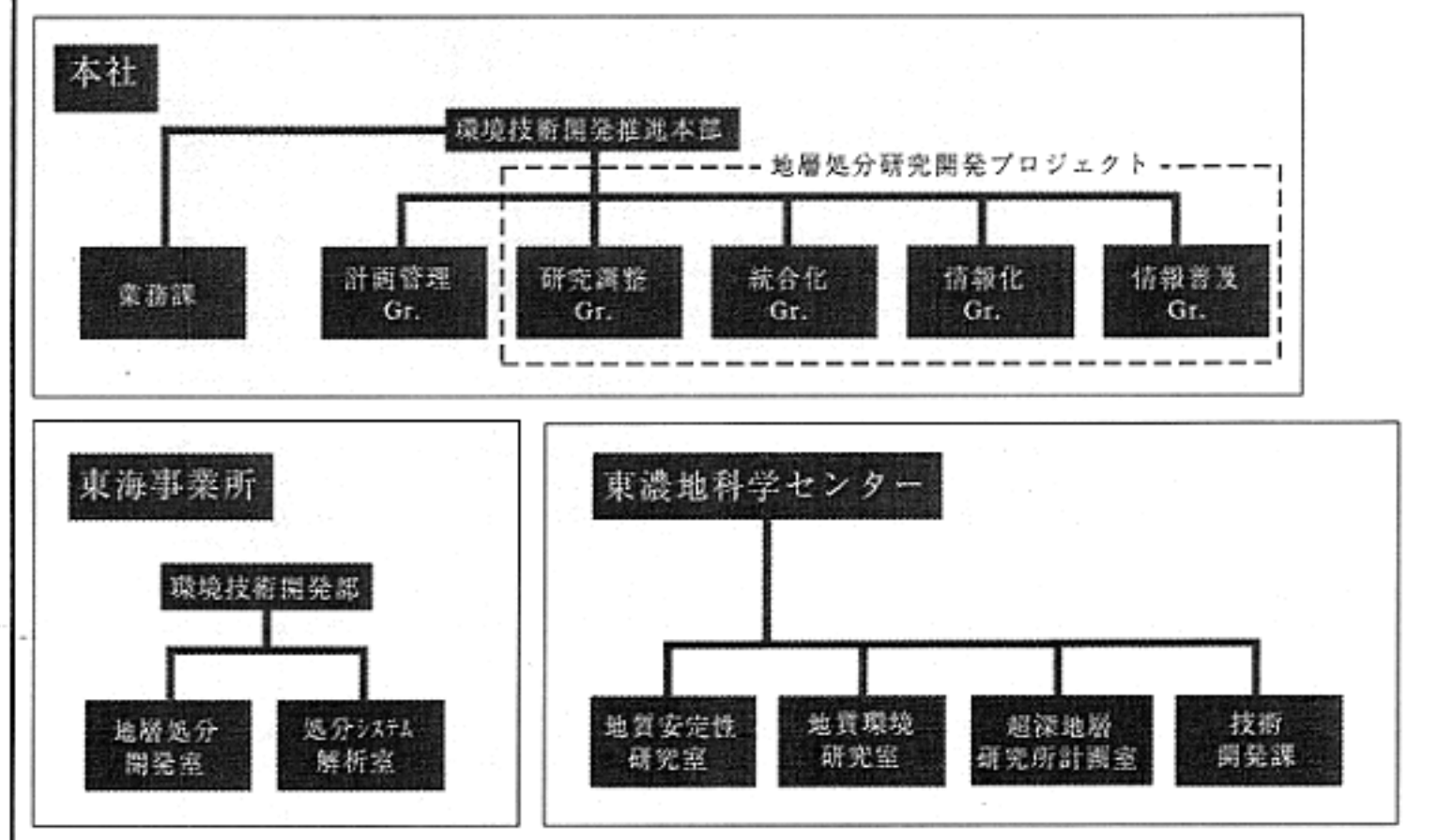
安全規制も含めた地層処分の実施への協力
(平成12年以降の研究開発)

具体的な地域において、将来の自然現象の発生の可能性やその影響を評価



超深地層研究所 (岐阜県瑞穂市) や計画中の深地層試験を行う研究施設 (北海道網走市) を活用し、体系的なデータ整備による地下深部の理解増進

東海事業所ENTRYやQUALITYなどを活用し、放射性物質の挙動に関する予測手法の整備とデータベースの拡充
・人工バリアや処分場の設計建設技術の蓄積化



幌延町における深地層試験の進め方

はじめに

幌延町における深地層試験(以下「深地層試験」と言う。)について、試験対象となる堆積岩が厚く存在することなどの地下深部の特徴に基づいた試験の進め方についての検討状況を報告する。

1. 深地層試験の目的・位置づけ

2000年に予定している地層処分研究開発成果の「第2次取りまとめ」では、地層処分の技術的な信頼性が示されるとともに、処分予定地の選定と安全基準の策定に資する技術的拠り所が示されることとなる。

深地層試験では、広域の具体的な地質環境条件に関する情報を体系的に整備できるとともに、地下坑道を利用した連続的な深度の地質環境条件での試験が可能であることから、上記の技術的な信頼性や技術的拠り所を実際の深地層での試験を通じて具体的に確認していく。

深地層試験で得られる成果は、岐阜県の東濃地科学センターや茨城県の東海事業所で実施している研究、あるいは国際共同研究等の成果と合わせて、実施主体が行なう処分地選定のための調査、処分技術の実証、及びこれと並行して国が進める安全基準や指針の策定に反映される。深地層試験は、このような処分予定地の選定から安全審査に至るまでの処分事業の進展に対して、時宜を得た役割を果たしていけるよう、計画を進めていく。とくに重要な展開として、当面のマイルストーンを、処分候補地での予備的調査及び処分予定地でのサイト特性調査の開始に置き、これらの時期を目標に、それぞれに必要な調査技術を段階的に整備していく。

深地層試験は、地層処分に対する国民の理解と信頼を醸成していくという社会的な観点からもきわめて重要な役割を担っている。深地層試験を行う施設については、研究のみならず、一般の人々が実際に深地層の環境を体験し、また、研究者との直接的な対話を通じて深地層への理解を深める場として整備していく。

2. 深地層試験の内容

幌延町で行う深地層試験の内容は、地層科学研究及び地層処分研究開発からなる。その実施にあたっては、岐阜県で進めている地層科学研究や茨城県で進めている地層処分研究開発との連携を図りつつ進めていく。

また、深地層試験を行う施設には、放射性廃棄物を持ち込まないし、深地層試験では、放射性同位体を用いた試験は実施しない。その理由としては、国際的に「地層処分システムが及ぼす長期間にわたる人間環境への影響については、適切なモデルとデータの組合せによる現在の安全評価手法を用いて評価できる。」との集約意

見が得られており、ガラス固化体を用いた直接的な試験に対して、モデルとデータに基づく高度の計算技術による解析的な方法の合理性が指摘されている。さらに、分析技術の向上により、地下水や岩石中の極微量の元素濃度分析ができるようになってきており、放射性同位体を用いなくても、安定同位体を用いて試験が可能となっている。

2.1 地層科学研究の内容

研究の対象となる岩盤は、比較的軟らかい堆積岩であること、地下水が塩水であること等が特徴であり、このような特徴を持った岩盤の熱的・力学的な特性や地下水の流動・水質及び物質移動等を明らかにしていくことが主要な研究課題となる。また、これらの研究に必要となる軟岩及び塩水に適した調査技術・機器等を開発、整備することも重要な課題となる。

深地層試験においては、地下の岩盤や地下水の特徴を効率的かつ的確に調べる手法を整備するため、

「調査試験によるデータの取得」



「取得データによる解析評価と予測」



「新規データによる予測結果の検証」

というステップを繰り返しながら、

「広域を対象として地表から行う調査研究」



「坑道を掘削しながら行う調査研究」



「坑道を利用して行う調査研究」

へと進展させていく。

このような進め方は、海外の地下研究施設でも一般的に採用されている。たとえばスウェーデンのエスポ硬岩研究所(HRL)では、エスポ島を中心とした領域を対象とした地表からの調査(広域スケール: 数kmオーダー)によって地下の地質構造や水理等を予測した上で、実際にエスポ島の地下に坑道を掘削しながら予測の結果を確認していく(中規模スケール: 数百mオーダー)とともに掘削された坑道を利用したより詳細な調査(ブロックスケール: 数10mオーダー)が進められている。

すなわち、調査研究の進展に応じて取得されてくるより詳細なデータに基づき、深地層の地質環境への理解を深めていくとともに、その過程で調査→予測→検証のステップを何度も繰り返すことを通じて、調査手法や解析手法の改良及び妥当性の確認を行っていく。このことにより、「第2次取りまとめ」で示されることになる地層処分に適切な地質環境の要件をもとに、実施主体が行う処分地の選定に必要なデータの種類や精度を具体化していく。また、同様に「第2次とりまとめ」までに整備されることになる地上及び地下での物理探査技術やボーリング調査技術を、深

地層試験へ適用することにより、地表からの調査技術の信頼性の検討及び地下における体系的調査技術の信頼性の検証を行っていく。これらをもとに、実施主体が実際の処分候補地や処分予定地で行うべき調査の内容や精度等が検討されることになる。

(1) 地表から行う広域スケールでの調査研究

まず、本地域の岩盤や地下水に関する基本的な情報を取得するため、10km四方程度の広域を対象に、空中及び地表からの物理探査やボーリング調査を主体とする広域的な調査を実施する。このような地表からの調査で得られたデータをもとにモデル解析等を行って、地下における地層や断層の分布状況といった地質構造、そこでの地下水の流れ、あるいは坑道を掘削したときの変化などを概略的に予測する。

(2) 坑道を掘削しながら行う中規模スケールでの調査研究

実際に地下に坑道を掘削することによって、地層や断層の分布、地下水の性質等を直接調べる。この結果に基づき、地表からの調査で予測したことを確認し、調査手法や解析評価手法の妥当性を検証していく。

また、坑道を掘削することに伴う周辺の岩盤や地下水の変化とその範囲などを調べる。

(3) 坑道を利用して行うブロックスケールでの調査研究

地下に掘削された坑道の中で、数10m程度の領域を対象に、精密な物理探査やボーリング調査を行うことにより、断層の詳細な特性や掘削影響領域を含む坑道周辺の岩盤と地下水の性質及びそれらの長期的な変化を詳細に調べる。また、岩盤中にトレーサーを注入してその動きを観察することにより、岩盤中での水や物質の挙動を実際に確認する。

なお、坑道の掘削に合わせて、これらの調査を順次異なる場所や深度で行い、予測と検証のステップを繰り返すことにより、岩盤や地下水の性質の空間的な違いを調べるとともに、調査解析手法の妥当性を確認していく。

2.2 地層処分研究開発の内容

第2次取りまとめにより、地層処分の概念について、合理性のある人工バリア・処分施設の設計と信頼性のある処分システムの性能評価手法が示されることとなる。

先にも述べたように、深地層試験では、広域の具体的な地質環境条件に関する情報を体系的に整備できるとともに、地下坑道を利用した連続的な深度の地質環境条件での試験が可能である。

この特徴を活かし、実施主体が行う処分事業に反映させるため、第2次取りまとめで示されることとなる人工バリア及び処分施設の設計・施工要件を基に、それらの構築技術に関する検証やこれを踏まえた設計の最適化のための研究開発を行う。併せて、国が進める安全基準・指針の策定に反映させるため、具体的な地

質環境条件に対し、第2次取りまとめの安全評価手法を適用して、地下深部における現象を予測評価するモデル、解析手法の検証を行い、安全評価手法の信頼性を確認する。

3. 施設計画

深地層試験を行う研究施設は、地下の施設と、地上の施設からなる。

地下の施設は、軟岩における坑道の掘削、支保等の土木工学的観点から、深度500m以上を目途に展開する試験坑道を主とし、この他、連絡（アクセス）坑道、通気立坑等の建設を計画する。

地上の研究施設としては、地下深部の雰囲気を持続したままでの試験が可能な室内試験設備を含む研究施設、機器整備施設、岩芯倉庫、坑口建屋及び研究管理棟および展示館等の付帯施設を建設する。

4. 予算及び人員計画

(1) 予算

深地層試験を行うための予算としては、研究に必要な施設の設計・建設に約310億円（地上施設：約110億円、地下施設：約200億円）、及び調査研究に年間約35億円を見込んでいる。また、展示館、国際交流施設及び厚生施設等に係る予算について約30億円を見込んでいる。

(2) 人員

深地層試験に従事する研究者及び研究施設の建設や維持管理に必要な技術者を合わせて、約100名程度を見込んでいる。この他に、施設運営に必要な人員として約30名程度の管理部門要員と、同じく約30名程度の施設構内保全要員が必要である。なお、これらの人員については、地域からの雇用にも負うことを考えている。

5. 地震に関する研究

科学技術庁が進める『地震総合フロンティア研究』の一環として、事業団は、岐阜県の東濃鉾山や神岡鉾山において、地震発生機構の解明や観測手法の開発を目的とした『陸域地下構造フロンティア研究』を進めている。

北海道北西部は、ユーラシアプレートと北米プレートという2つのプレートの境界に位置し、過去に比較的大きな地震が発生しており、また、最近では局地的な群発地震が観測されている。このような地域は、地震発生機構の解明を目的とした研究の場としても重要な地域と言えることから、地震防災科学技術の発展にその成果を活用していくとの構想の下、当地での『陸域地下構造フロンティア研究』の実施について、今後、関係機関との協議を進めて行く。

本研究については、地震や地震に関連する地殻の変動のみならず、地震の発生に関与していると考えられている地下水等の地殻内流体の動きや化学的性質の変化にも着目して、総合的に進めていくことが重要である。

6. 開かれた研究の進め方

6.1 学際的研究の展開

地下深部を対象とした研究は、極めて学際的であるため、広く関連する分野の研究機関や専門家の参加を得つつ総合的に進めていく。また、堆積岩を対象とした大深度の地下の研究施設は、国際的にも整備されていないため、国際共同研究の実施やアジア地域の研究者の招へい等を積極的に推進し、国際的に中核となり得る総合的な研究センターとしての発展を目指す。

このための施設として、国際交流施設の建設を計画する。

6.2 情報及び施設の公開

深地層試験の目的や施設の位置付けを明確化し、地域の人々をはじめとする一般の人々の理解と信頼を得るため、深地層試験を行う研究施設で実施する研究の計画や成果に関する情報及び施設自体を広く公開する。このため、情報ネットワークの整備や展示館の設置等、広報メディアの充実を図っていく。

6.3 学界、産業界等への場の提供

深地層試験を行う研究施設周辺の地質学的特徴や地下深部の環境を活用した種々の研究を並行して行うための場を提供する。

並行研究として、現時点では宇宙線ミュオンによる地下構造解析の研究等が考えられる。その他、地下深部に特徴的な環境（超低振動、超低電磁気、完全暗室、恒温・定湿度、無風等）を生かした様々な先端的実験研究への利用の可能性が想定される。

6.4 地域との共生

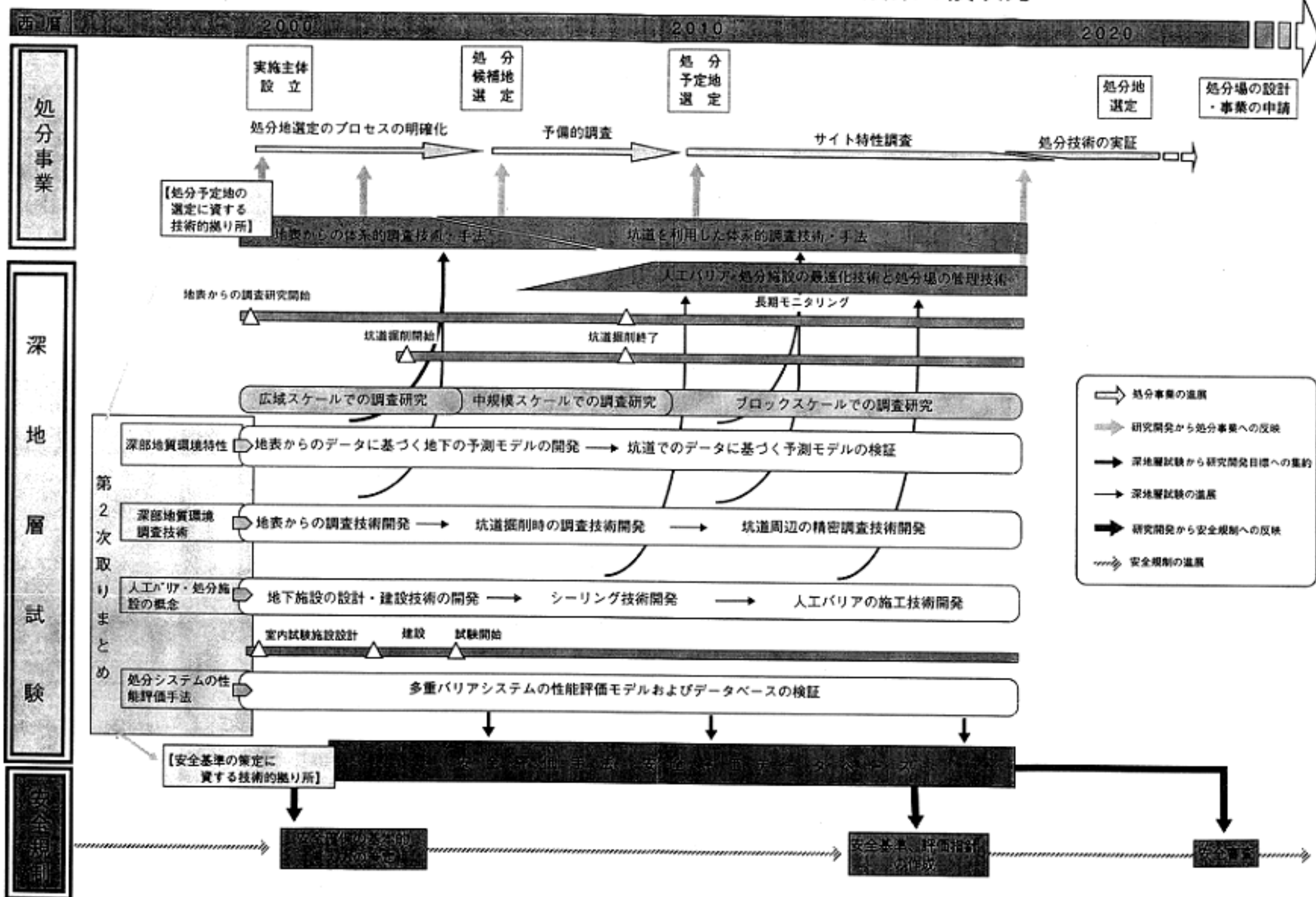
深地層試験を行う研究施設の運営方法、計画管理及び厚生施設の計画等に関しては、関係地元自治体等とご相談しつつ、地元雇用を優先するなど地元地域の振興に協力しながら、地域との共生を最優先に進める。

地下の施設については、多くの方々に地下深部の環境を実際に体験していただけるように、整備・運営していく。例えば、地下の探索や北海道の生い立ちなども実感できる地下体験ホール等が考えられる。また、地下体験ホールへの低公害の輸送手段によるアクセスや地層の様子の変り変わりなどが直接目で観察できるような施設整備なども考えられる。

7. 今後の検討の進め方

本構想の全体内容については、現在、事業の評価を行う外部の有識者から構成される研究開発課題評価委員会での評価を受けており、この評価結果を受けて計画の具体化を図っていく。

幌延町における深地層試験のスケジュールと成果の反映先



幌延町における深地層試験のイメージ

深部地質環境特性に関する研究
(物理探査)



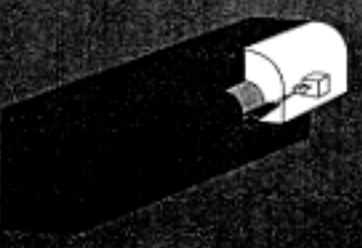
深部地質環境特性に関する研究
(岩盤の透水試験)



処分施設の設計・施工技術の開発
(試験斜坑掘削施工性試験)



処分施設の設計・施工技術の開発
(粘土充填・熱負荷試験)



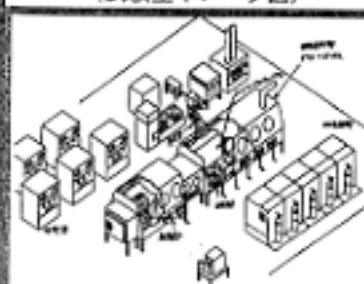
深部地質環境特性に関する研究
(坑道における調査試験研究)



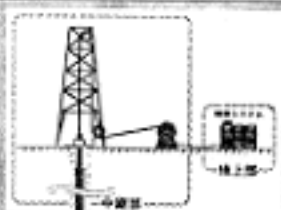
処分施設の設計・施工技術の開発
(坑道シーリング試験)



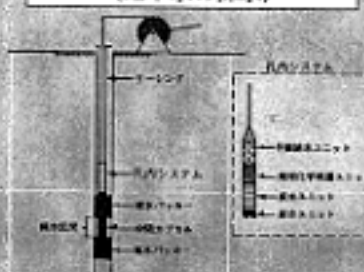
多重バリアシステムの性能評価
モデルの開発
(試験室イメージ図)



深部地質環境特性に関する研究
(地表からのボーリング調査)



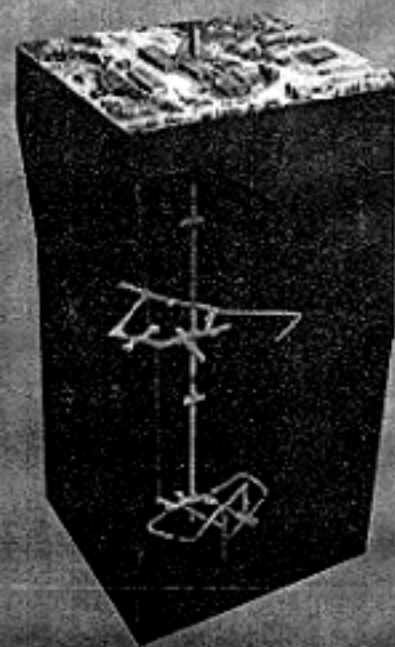
深部地質環境特性に関する研究
(地下水の探水)



深部地質環境特性に関する研究
(坑道掘削影響試験)



深地層の研究施設の例

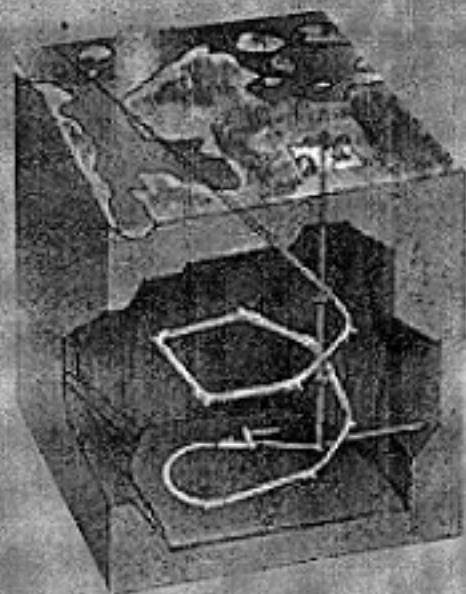


ホワイトシェル (URL)

カナダ原子力公社 (AECL)

花崗岩、深度約430m

(1980年～、建設費：約100億円、研究費：約15億円/年)

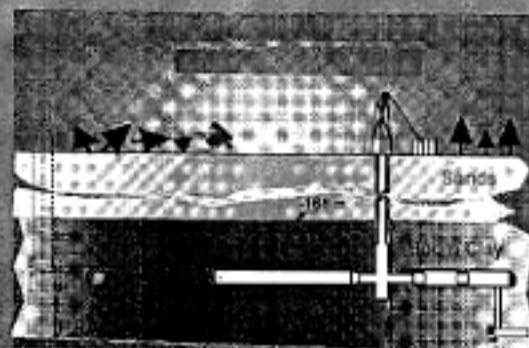


エスポ (HRL)

スウェーデン核燃料廃棄物管理会社 (SKB)

花崗岩、深度約450m

(1986年～、建設費：約80億円、研究費：約15億円/年)

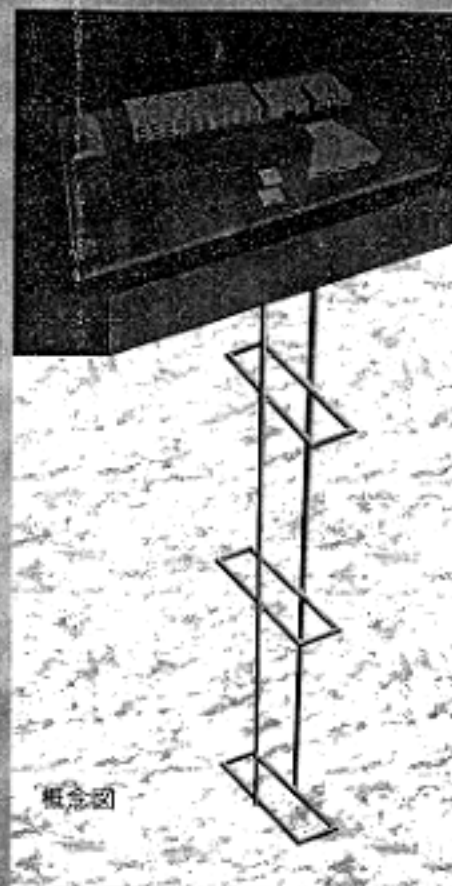


モル (URF)

ホルキョー原子力研究センター (SKR/CEN)

粘土層、深度約220m

(1974年～、建設費：約40億円、研究費：約10億円/年)



超深地層研究所 (MIU)

動力炉・核燃料開発事業団 (PNC)

花崗岩、深度約1000m

(1997年～、建設費(予算)：約200億円、

研究費(予算)：約20億円/年)

**深地層試験を行う施設にガラス固化体を持ち込まなくてもよい理由
及び、深地層試験において放射性同位体を用いなくてもよい理由**

1. 深地層試験を行う施設にガラス固化体を持ち込まなくてもよい理由

先の貯蔵工学センター計画では、環境工学試験施設において実ガラス固化体を用いて、地層の処分環境を模擬した条件下で、ガラス固化体からの放射性核種浸出メカニズム、天然バリア及び人工バリアの隔離性能等を解明するための以下のホット試験を行う計画でした[1]。

- (a) ガンマ線照射試験
- (b) 核種移行試験
- (c) 実固化体ホット試験

これらの試験は、ガラス固化体を用い、人工バリアや天然バリアの組合せにより処分環境をできるだけ模擬した複雑な条件でデータを取得することに焦点をあてたものでした。また、深地層試験場にガラス固化体を持ち込んで実証的な試験を行うことは、当初より計画していませんでした。

これに対して現在、国際的には「地層処分システムが及ぼす長期間にわたる人間環境への影響については、適切なモデルとデータの組合せによる現在の安全評価手法を用いて評価できる」との集約意見[2]が得られています。すなわち、当初の構想にあったガラス固化体と地層との様々な相互作用を直接試験するという方法に対して、地層処分の長期的な安全性の評価については、モデルとデータに基づく高度の計算技術による解析的な方法の合理性が指摘されています。したがって、現在の研究開発の進め方では、相互作用に関連すると考えられる個々の現象ごとにデータを取得して、計算プログラムを用いて統合し、総合的な現象の解析を行うという方針に転換しています。

この方針に沿って、環境工学試験施設の試験で取り扱う予定だった現象については、別添の対照表に示すように、目的とする現象に分けて動燃事業団の既存あるいは計画中の施設を活用してデータを得ることとしています。

2. 深地層試験において放射性同位体を用いなくてもよい理由

物質移行試験においては、放射能を測定することにより濃度を知ることが可能なため、従来、トレーサーとして放射性同位体が使用されてきました。しかし、近年の分析技術の向上により、地下水や岩石中の極微量の元素濃度分析が可能となってきました。このことにより、安定同位体を用いて同様の試験を行えることとなったため、深地層試験においては、放射性同位体を用いた試験は実施しません。

[参考文献]

[1] 動燃事業団（1984）：貯蔵工学センター計画の概要。

[2] OECD/NEA（1991）：Can Long-Term Safety be Evaluated?, OECD/NEA Paris, France.

表 環境工学試験施設での試験と対応する既存・計画中の施設での試験

環境工学試験施設での試験	既存・計画中の施設での試験 (カッコ内：試験場所／設備名)	得られるデータ
・ガンマ線照射試験	・実固化体試料を用いた放射線環境下での浸出試験 (CPF) ・人工バリアへの熱影響試験 -熱-水-応力連成試験 (地層処分基盤研究施設/COUPLE) -原位置粘土充填・熱負荷試験 (釜石鉱山)	・ガラスからの核種溶出速度 ・温度分布、ベントナイト水分量、圧力
・核種移行試験	・人工バリア中の核種移行試験 -ベントナイト中の核種移行試験 (CPF, Pu 使用施設, 地層処分放射化学研究施設 (建設中)) ・天然バリア中の核種移行試験 -岩石中の核種移行試験 (CPF, Pu 使用施設, 地層処分放射化学研究施設 (建設中)) -亀裂媒体中の物質移動試験 (地層処分基盤研究施設/LABROCK, NETBLOCK) -多孔質媒体中の物質移動試験 (地層処分基盤研究施設/MACRO) -非収着性トレーサー試験 (釜石鉱山)	・ベントナイト中の拡散係数／分配係数 ・岩石中の拡散係数／分配係数 ・物質移動経路 ・分散係数 ・物質移動経路、分散係数
・実固化体ホット試験	・ガラス固化体試料を用いた浸出試験 -核種浸出試験 (CPF, Pu 使用施設) -ベントナイト中の核種移行試験 (CPF)	・ガラスからの核種溶出速度 ・ガラスからの核種溶出速度、拡散係数／分配係数
	・個々の試験データの統合に基づく計算プログラムによる現象の総合的なシミュレーション (地層処分基盤研究施設)	・深部地層中でのガラス固化体の挙動

高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵の取組みについての考え方

東海再処理工場において固化される高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の中間貯蔵については、その必要性、計画の概要、安全性について継続的に情報公開し、主に以下の点について理解活動を実施する。

○東海再処理工場で発生するガラス固化体は、中間貯蔵施設へ運搬。ガラス固化体は30年から50年間、冷却のため安全に貯蔵管理された後、最終処分場へ搬出。

○中間貯蔵施設の計画概要。

○ガラス固化体の輸送及び中間貯蔵施設の安全性。

また、中間貯蔵については、廃棄物政策上その必要性に変わりはないことから、さらに理解を得るための努力を進めつつ、全国的な見地という考え方を十分に踏まえて取り組む。

○高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵について、計画の取りまとめ。

○全国的見地から、自然環境（気象、地盤、水利、地震等）に関するデータや、社会的環境（インフラ整備状況、危険物の存在等）に関するデータについて、各種既存資料（既測定データ、気象情報、行政情報等）に基づき調査を実施し、中間貯蔵施設を立地する上で、明らかに不適切な立地条件を明確にする。

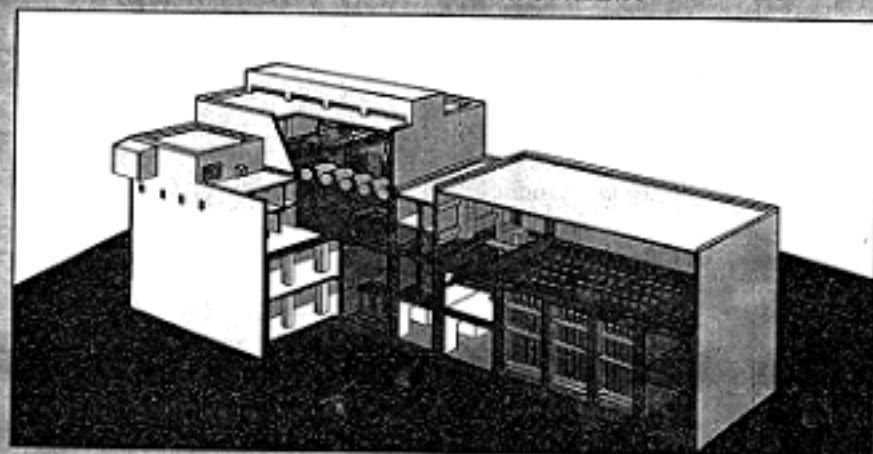
○全国的見地からの調査結果を勘案し、適切であると判断する地点について、地元の意向（誘致）を十分に踏まえながら、立地環境調査を自治体へ申し入れる。

○立地環境調査を実施し、中間貯蔵施設の立地点を決定する。

高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵について

- 東海再処理工場で発生するガラス固化体は、高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設へ運搬。
- ガラス固化体は30年から50年間、冷却のため安全に貯蔵管理された後、最終処分場へ搬出。

高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設のイメージ



＜動燃事業団のガラス固化体の仕様＞

重量：約400kg
高さ：104cm
直径：43cm



ガラス固化体

＜施設の安全性＞

(1) 遮へい

一般公衆や施設内の従事者が、法令等で定められた線量当量限度を十分下回るよう、厚いコンクリートや鉄等の壁で放射線を遮へいします。

(2) 耐震

立地地域の過去の最も大きな地震を上回る地震にも耐えられるよう、施設を設計、建設します。

(3) 閉じ込め

ガラス固化により放射性核種を容器内に封じ込めたり、冷却空気が直接ガラス固化体に触れない設計にすること等により放射性核種を施設内に閉じ込めます。

(4) 輸送

ガラス固化体の輸送においては、ガラス固化体や輸送容器の落下試験等により安全性が確認されます。

(参考) 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター
(日本原燃株式会社、青森県六ヶ所村)



青森県六ヶ所村において返還ガラス固化体の貯蔵管理センターが、平成7年4月から安全に操業中。ガラス固化体の貯蔵は、平成10年2月現在68本。今後3千数百本が返還される予定。

- ① 建設費：約800億円（1440本分）
- ② 電源三法交付金の適用を受けるとともに、青森県が核燃料物質等取扱税を新設。