

地層処分研究開発工程表 (案)

平成2年6月

動力炉・核燃料開発事業団

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

は じ め に

事業団は、昭和52年度以来原子力委員会の高レベル放射性廃棄物対策に関する基本方針に基づき、地層処分にに関する研究開発を進めてきた。この間、昭和59年の「放射性廃棄物処理処分方策について（中間報告）」（原子力委員会）において我が国における地層処分の技術的見通しが示され、さらに昭和62年の「原子力開発利用長期計画」において事業団は地層処分研究開発の中核推進機関の役割りを与えられた。

その後、平成元年9月26日に事業団の「地層処分研究開発の考え方と進め方」が策定され、また平成元年12月19日には、原子力委員会において「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の重点項目とその進め方」が了承された。これらの中で、我が国における地層処分研究開発は、先ず地層処分の実現可能性を示すことに重点を置いて進めるとの方針が示された。また、このような研究開発には、将来予測のための科学的方法の開発等の長期的研究開発課題が含まれることから今後10数年以上はかかることが見込まれた。

これを踏まえ、今般昭和63年4月に策定された事業団の「地層処分研究開発の実施計画」を見直し「地層処分研究開発工程表」として取りまとめた。

本工程表は、今後の研究開発の実施に当たりその指針を与えるものとして、個々の研究開発毎の目的と位置づけ及びその展開を定めるものである。

本工程表は、現時点で見通すことが可能な期間については詳細かつ広範囲な研究開発計画とし、中長期的には、研究開発の方向性を与えることに重点を置いた。本計画に関しては、今後研究開発の進展に応じて適宜見直すこととする。

〔 目 次 〕

	頁
第1章 総 論	1
I. 地層処分の考え方	3
1. 高レベル廃棄物の特性	3
2. 深部の地層の特性	4
3. 安全確保対策の基本	4
4. 多重バリアシステムによる安全確保	5
II. 研究開発の進め方	9
1. 研究開発の重点	9
2. 研究開発対象の構成	10
3. 成果と経過目標	12
4. 研究開発項目と内容	18
III. 地層処分研究開発工程	28
IV. 推進体制と国際協力	31
V. 資金及び要員の見積り	37
VI. 施設計画	39

第2章 地層処分研究開発実施計画	45
I. 研究の現状と今後の研究計画	47
1. 性能評価研究	49
1.1 シナリオに関する研究	49
1.2 隔離性に関する研究	54
1.2.1 発生確率	54
1.2.2 リスクに関する研究	57
1.3 多重バリアシステム性能に関する研究	59
1.3.1 ニアフィールド現象	59
1.3.2 ファーフィールド現象	97
1.3.3 システム性能	118
2. 人工バリア技術の研究開発	122
2.1 人工バリアデータセット	122
2.1.1 人工バリアシステムの設計研究	122
2.1.2 処分場の設計研究	125
2.2 人工バリア技術	129
2.2.1 人工バリア製作技術	129
2.2.2 処分場建設・閉鎖技術	131
3. 地質環境調査研究	133
3.1 天然バリアデータセット	133
3.2 調査技術	138
4. 参考文献	145
II. 研究項目一覧	151
III. 作業工程一覧	175

第 1 章 総 論

1. 地層処分の考え方

地層処分の目標は、処分された高レベル放射性廃棄物が、いかなる時点においても、人間に影響を与えないようにすることにある。この目標は、高レベル放射性廃棄物と深部の地層が本来的に備える特性を生かした安全確保の仕組みを構築することにより達成できる。

1. 高レベル放射性廃棄物の特性

- ① 我が国において、地層処分を行うことを計画している高レベル放射性廃棄物は、再処理の工程で使用済燃料から分離した核分裂生成物等を含む高レベル放射性廃液を高温でガラスとともに溶融し、ステンレス製キャニスター中にガラス固化体（以下「固化体」という。）として固めたものである。ガラス固化することにより、溶液状の放射性物質は化学的に安定で物理的に動きにくい形態となる。
- ② 我が国においては、10万世帯の家庭が1年間に消費する電力は約3億キロワット時であるが、これは現在の原子力発電では約1トンの燃料を燃やすことによって生産される。この1トンの燃料を燃やすことによって発生する高レベル廃棄物は、容積にして約100リットルの固化体1本である。
- ③ 固化体には、高い放射能を持つ放射性核種と、放射能は低いが継続期間が長い核種が含まれる。その高い放射能レベルは、セリウム-144、セシウム-137、ストロンチウム-90等の半減期が比較的短い核分裂生成物によるものであるが、これらの放射性核種のほとんどは初期の数百年間で壊変し安定元素になる。その結果、固化体の放射能は再処理時点に比べて千年後には約1万分の1程度になる（図I-1参照）。また、高いレベルの放射能が減衰した後に、長期にわたって低いレベルの放射能が残る。これらのうち重要な核種は、アメリシウム-241、ネプチニウム-237などである。

2. 深部の地層の特性

- ① 地層処分の観点からみた深部地層の一般的特徴としては、地下水の動きが極めて小さく、化学的な環境が還元性であるという点があげられる。すなわち、深部の地層中では放射性核種はガラス固化体から溶け出しにくく、かりに微量溶け出したとしてもその放射性核種の人間環境への運び手である地下水の動きが極めて遅いうえ、さらに放射性核種が周辺岩盤や割れ目に詰まっている粘土鉱物等に吸着したり、あるいは移動中に沈澱したりするので、放射性核種の動きは地下水の動きよりさらに小さくなる。
- ② また、深部の地層は一般的に地表に比べて外的要因、たとえば地震、氷河活動、侵食作用、隕石落下等の自然要因や戦争行為などの人的要因による影響を受けにくく、極めて長期にわたって安定に存在しているという特徴も有している。

3. 安全確保対策の基本（図1－2参照）

地層処分の安全性確保の考え方は、もともと安定な固化体を十分な信頼性を有する適切な手段をもって人間環境から離れた安定な地層中に埋設することにより、人間の制度的管理を条件とせずに、処分した固化体及びその中の核種がいかなる時点においても、人間とその環境に影響を与えないようにすることである。固化体を適切に地層処分することにより、

- ① 地層の隆起や浸食等により、固化体が地表に接近または露出すること、あるいは人間が資源の開発等の目的により固化体に接近すること等の事象に起因して、人間が直接固化体からの影響を受ける可能性を避けるようにすること
- ② 我が国のように地層中に地下水がある場合には、その地下水によって固化体中の核種が溶け出し地表に運ばれる過程を想定し、人間に影響を及ぼさないようにすること

が可能である。

すなわち、固化体の埋設場所として、地殻変動等の影響が小さく地下資源の存在する可能性が低い地層及び適切な埋設深度（安定な地層）を選び、このような地質環境が本来備える包蔵性（天然バリア）ならびに地下水による核種への影響と核種の溶出・移行を防ぐ

観点から有効と考えられる人工的な安全防護機能（人工バリア）をさまざまに組み合わせ、多重バリアシステムを構築することにより安全確保を図ることが地層処分の基本的な考え方である。

4. 多重バリアシステムによる安全確保（表１－１参照）

我が国における地層処分は、基本的には、数百万年から数億年という長い地質時代を経て安定に存在する地質環境を、固化体の安全な埋設の場として長期にわたり利用するものである。固化体中の放射能が有意に高い期間については、多重バリアシステムにより人間への影響を抑制し、さらに環境への影響を長期にわたって評価することにより安全性を確認する。この考え方は以下に示す三つの要件からなる。

- ① 固化体と地下水との接触の可能性を十分低く制限しておくこと（地下水浸入作用の抑制・防止）
- ② 固化体が地下水と接触したとしても固化体中の核種が、固化体の外へ溶出しにくいようにし、かつ核種が溶出したとしても埋設場所から移動しないようにしておくこと（溶出・移動の抑制）
- ③ 核種が埋設場所から移動したとしても、それが地質環境を通して人間環境に到る過程で十分減衰すること、及び濃度が十分低くなることにより人間環境に有意な影響を及ぼさないことを確認すること（環境安全の確認）

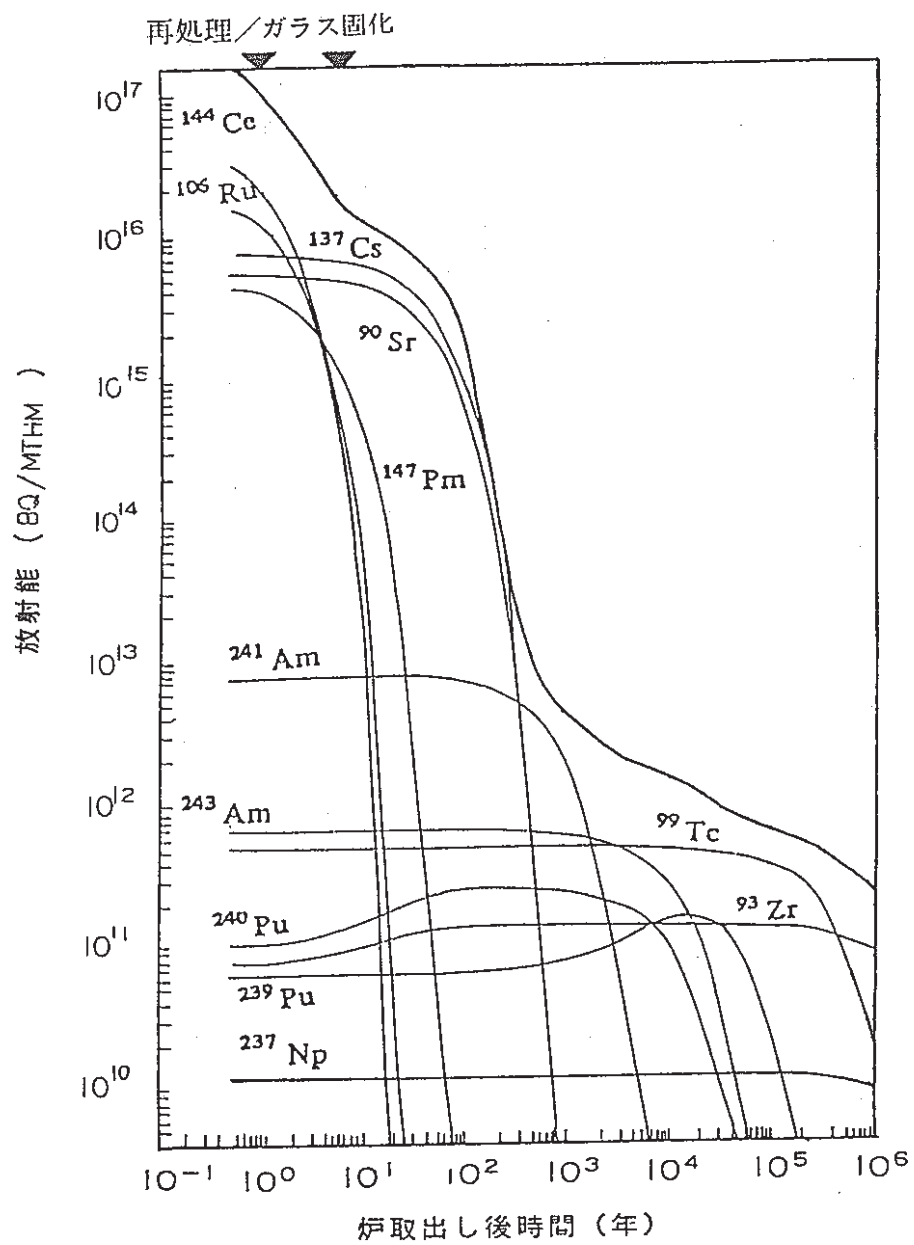
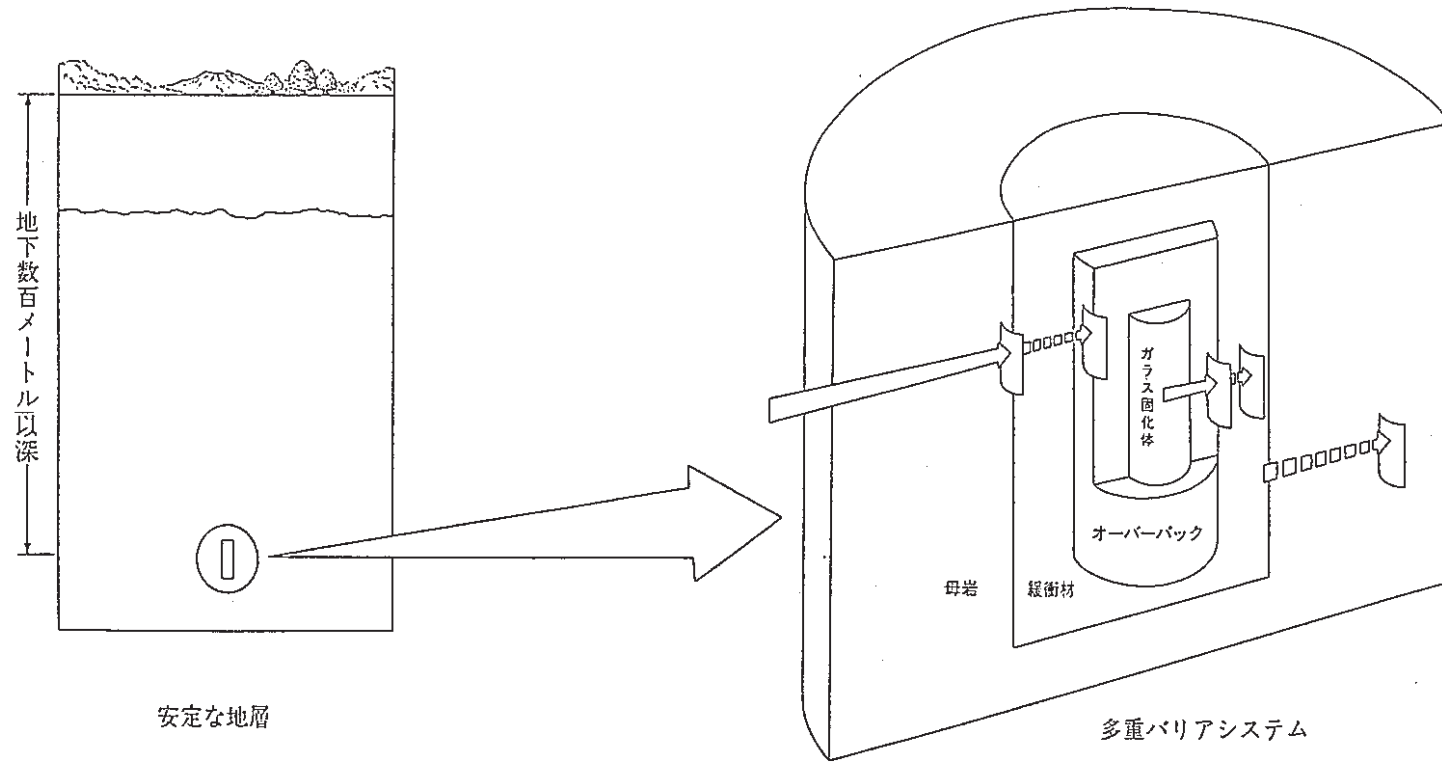


図 I - 1 高レベル廃棄物放射能



ガラス固化体自体が、直接、人間に影響を及ぼさないようにする

ガラス固化体中の放射性核種が地下水を介して人間に影響を及ぼさないようにする

地層処分として適切な条件を持つ深部地層を処分の場所として選定する

- ・地殻変動が少ない
- ・地下資源の存在可能性が低い

安全確保の三要件		
地下水接触の抑制	溶出・移動の抑制	環境安全の確認
・初期の高い放射能を確実に減衰させる	・放射性核種を確実に人工バリア内にとどめる	・人間に影響を及ぼさないことを更に確かなものとする

図 I - 2 地層処分の基本概念

安全確保の要件	地下水浸入作用の防止・抑制		核種の溶出・移動の抑制		環 境 安 全 の 確 認	
想定される事象	緩衝材に地下水が浸入	地下水がオーバーパックと接触	地下水がガラス固化体と接触	核種を含む地下水が緩衝材中を移動	核種を含む地下水が地層中を移動	
多重バリア機能	低透水性により地下水の浸入を制限 地下水透水抑制機能	地下水とガラス固化体の接触防止 放射性核種閉じ込め機能	ガラスが核種の地下水への溶出を制限 核種溶出制限機能	緩衝材の拡散・吸着による移動の制限 核種吸着保持機能	地質環境の吸着作用により移動を制限 核種移動遅延機能	分散・希釈による濃度の低減 核種希釈分散機能
安全確保上の位置づけ	初期の高い放射能を確実に減衰させる		核種を確実にニアフィールド内にとどめる		人間に影響を及ぼさないことをさらに確かなものとする	

表 I - 1 多重バリアシステムによる安全確保

II. 地層処分研究開発の進め方

本章では、第1節で研究開発の重点、第2節で研究開発対象の構成、第3節で成果と経過目標を示したうえで第4節で研究開発項目と内容を述べる。

1. 研究開発の重点

これまでの研究開発の結果、多重バリアシステムの諸機能についての各種の知見と研究成果が蓄積され、地層処分の考え方が技術的に可能であるとの見通しを得ている。今後は、これらの見通しをさらに確かなものとするため、より具体的な定量的データを取得し、システムとしての成立性・実現性を科学的・技術的に実証する研究開発に重点をおくこととする。

地層処分研究開発の特徴は、①“核種と人工バリアならびに地質環境が長期にわたって複合的に影響を及ぼし合うこと”、②“処分の安全が遠い将来にわたって確保されていることを直接経験的に実証するのではなく、科学的な予測手法を用いて証明すること”である。予測の正しさは研究開発の進め方の確かさならびに取得したデータと評価手法の科学的確かさをもって間接的に保証していく必要がある。また、③“研究の対象が地下数百メートルを超える地下深部までの地質環境特性や、そこで発生する現象とその変化であること”から、深地層中の現象を解明するという研究領域を新たに設定して、地層の科学的研究を着実に進めることが重要である。

そこで、深部地層の性状や地下水の動き、人工バリア材と地下水との化学反応等について、これらを支配する法則を見出し、これに基づく解析モデルと信頼性の高いデータを用いた解析によって、地層処分の長期的安全確保のしくみを理論的・科学的に明らかにする「性能評価」を中心とした研究を進める。この際、天然類似現象の観察、対比（ナチュラルアナログ研究）は、これらの予測結果の確かさを裏付けるひとつの重要な方法であるといえる。

さらに、我が国の条件として、地質環境が多岐にわたるものであること、地層処分の対象となる地質環境が特定されていないことのため、まず、我が国を代表する堆積岩系と結晶質岩系の条件に適合し得るよう、それぞれに裕度を持った多重バリアシステムを開発す

る。

このため、性能評価の研究においては、地質環境の特性を幅広く把握し、人工バリア、天然バリアの挙動・性能を正確に評価する研究を行う。

これにより、地質環境の条件あるいは人工バリアの仕様等に対する技術的選択の幅を明らかにし、将来行われる地層処分サイトや深度の選定ならびに地層処分場の設計の技術的基盤を確立していく。

2. 研究開発対象の構成

地層処分研究開発は、多重バリアシステムによる長期的安全確保の仕組みを理論的・科学的に明らかにする「性能評価」を中心とし、その進展に対応して人工バリアに所要の技術を開発し、性能評価に必要な人工バリアに関するデータセットを整備するための「人工バリア技術の研究開発」、及び性能評価の前提となる我が国の地質環境条件を明らかにし、天然バリアに関するデータセットを整備するための「地質環境調査研究」を進める。これらの3項目を基本項目と呼ぶ。以下に基本項目毎の研究対象を詳細化する（図Ⅱ－1参照）。

(1) 性能評価研究

性能評価研究においては、先ず、深部の地層中に定置された高レベル放射性廃棄物が人間に影響を与える可能性のある現象と、それらが時間の経過とともに変化する状態を定量的に定義するもの（シナリオ）が研究対象となる。

このシナリオのうち、急激な地殻変動や人間活動が発端となって高レベル放射性廃棄物自体が直接人間に影響を及ぼし得るシナリオについては、確率的に生起する事象として扱う必要があることから、それぞれの過程についてその発生の可能性の大きさと発生した場合の影響の大きさとからリスクを評価する。そこで、これらのシナリオに対しては、地層により高レベル放射性廃棄物と人間とを物理的に隔離する特性（隔離性）が研究対象となる。

また、高レベル放射性廃棄物中の放射性核種が地下水に溶出し地層中を移行して人間の生活環境に到る可能性についてのシナリオ（地下水シナリオ）については、多重バリアシステムが研究対象となる。

隔離性と多重バリアシステム性能については、それぞれ次の研究開発対象から構成される。

① 隔離性

隔離性に影響を及ぼし得る事象が発生する可能性の大きさ（発生確率）と影響の程度（リスク）が研究対象となる。

② 多重バリアシステム性能

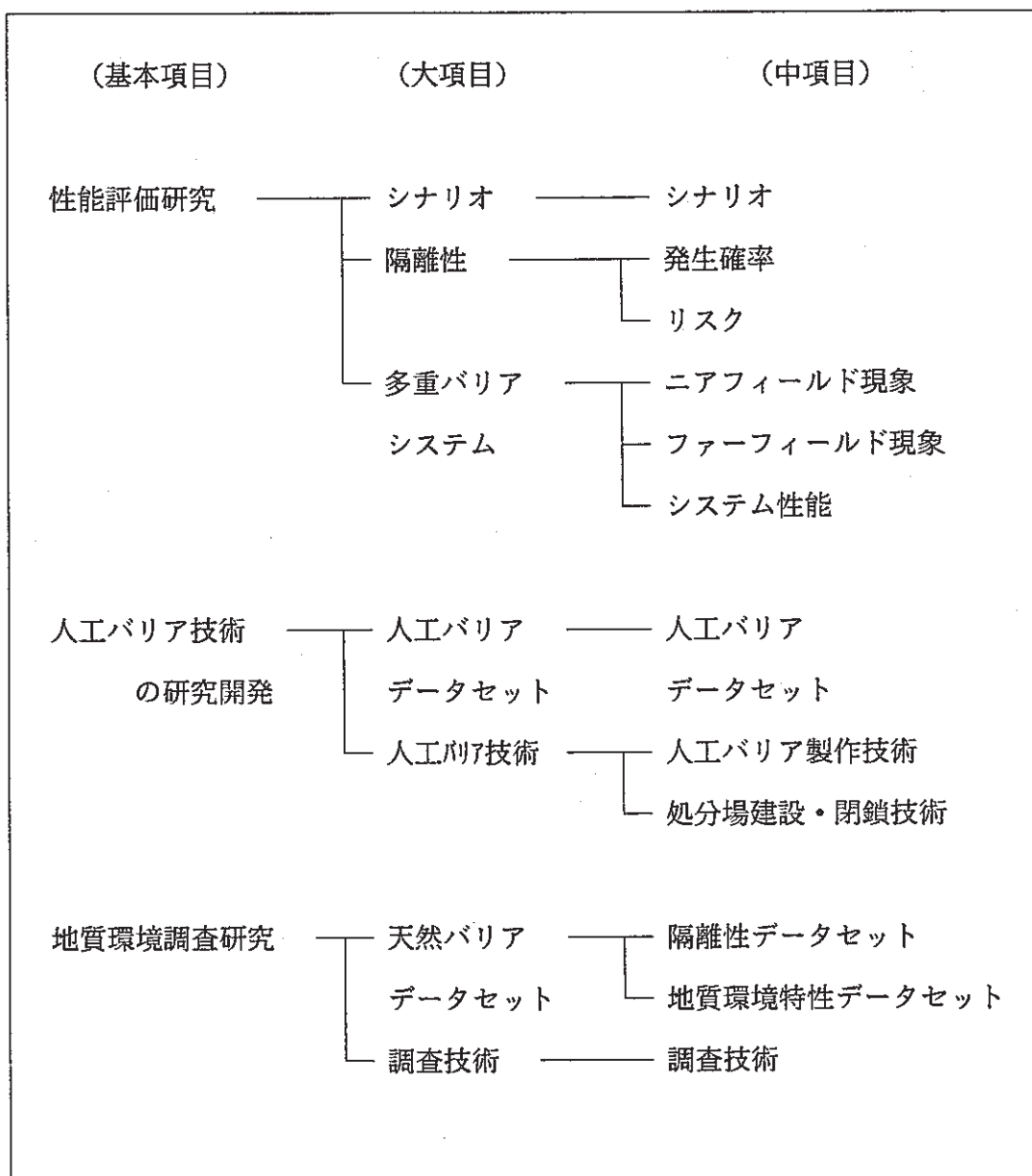
多重バリアシステム性能については、人工バリアと近傍の地質環境からなる系（ニアフィールド）とニアフィールドの外側の天然本来の性質を保つ地質環境から成る系（ファーフィールド）では、前者は工学的研究開発要素が多く、後者は科学的研究要素が多い。そこで、これらを区別し、それぞれの系で生ずる現象（ニアフィールド現象、ファーフィールド現象）を研究対象とする。さらに、これらの現象に対する安全確保上の多重バリアシステムの性能（システム性能）が研究対象となる。

(2) 人工バリア技術の研究開発

人工バリア技術の研究開発においては、性能評価研究へ提供する人工バリアデータセット及びその技術的実現可能性を裏付ける人工バリア技術が研究対象となる。さらに、人工バリア技術は、人工バリア製作技術と処分場建設・閉鎖技術に分類される。

(3) 地質環境調査研究

地質環境調査研究においては、天然バリアデータセットと、データ収集のための地質環境調査に用いる調査技術が研究対象となる。さらに、天然バリアデータセットは、使用目的に応じ、隔離性の研究に必要な地殻変動等に関する隔離性データセットと、多重バリアシステム性能の研究に必要な地質環境特性データセットに分類される。



図Ⅱ－１ 研究開発対象の構成

3. 成果と経過目標

性能評価の展開において、隔離性の研究は、地球科学等の進展に応じて常に最新の知見を地層処分の観点から整理し、リスク評価の信頼性を高めるという研究の展開を図る。

一方、多重バリアシステム性能評価研究は、そこで生ずる現象の理解から解析までの手順と所要のデータ取得とを順序立てて行う必要があり工程と経過目標を設定して進めることが合理的である。

すなわち、地層処分研究開発工程の進展の速さを支配するのは多重バリアシステム性能評価研究であるため、研究計画策定に当たっては、まず多重バリアシステム性能評価研究の基本的手順を明らかにした上で、ニアフィールドとファーフールドの研究対象としての特徴をふまえ多重バリアシステム性能の研究の進め方と経過の目標を定め、これを基軸としてその他の項目の研究開発計画を策定し、全体として調和のとれた計画とする。

(1) 多重バリアシステム性能評価研究の基本的手順（図Ⅱ－２参照）

このような多重バリアシステム性能評価研究は、基本的に次の手順で行うこととする。

- 地質環境や多重バリアシステムの特性を把握し、放射性核種移行過程に主要なプロセスを明確化する（現象理解）



- この処分システムの理解に基づき解析モデルの開発を行う（解析モデル開発）



- 解析モデルの妥当性を証明する（確証）



- 妥当性を証明されたモデルを用いて解析をおこなう（解析）

上記手順において解析モデルの妥当性が不十分な場合は、再び処分システムの理解の段階に立ち帰り解析モデル開発を行う。

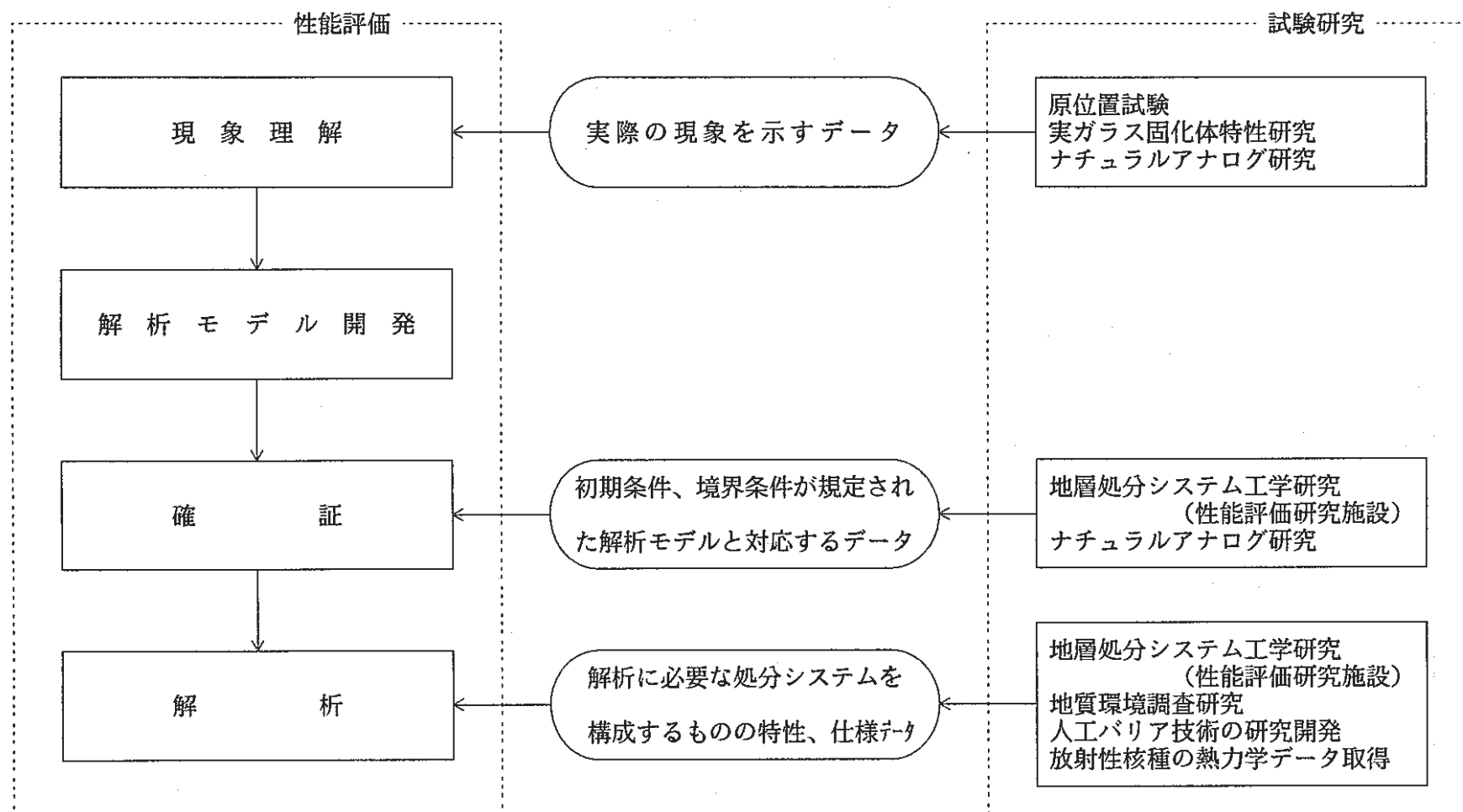
また、処分システムの理解、確証及び解析には、それぞれ実際の現象を示すデータ、解析モデルの予測結果と対応するデータ、及び入力データが必要となる。これらのデータについては以下の手段により採取する。

- （現象理解のためのデータ）

原位置試験、実ガラス固化体の特性研究、ナチュラルアナログ研究等

- （確 証）地層処分システム工学研究（性能評価研究施設）、ナチュラルアナログ研究等

- （解 析）地質環境調査、放射性核種の熱力学データ取得実験、地層処分システム工学研究（性能評価研究施設）等



図Ⅱ－２ 地層処分研究開発の基本的手順

(2) 多重バリアシステム性能評価研究の進め方と経過目標（図Ⅱ－３参照）

多重バリアシステム性能評価研究は、ニアフィールドとファーフィールドの特徴を考慮してそれぞれの系に適した進め方とする。

① ニアフィールドに関する研究の進め方

ニアフィールドの構成要素のうち人工バリアに関するものは、工学的な設計の対象となるために、その仕様から人工バリア材料及び廃棄物の地下水との化学反応や物質移動という多数の基礎的プロセスを想定することが可能である。しかし、ニアフィールド現象は、これら多数のプロセスが温度、化学、応力等の経時的な条件下において、組み合わさって現れるものであることから、研究課題が極めて多い。

従って、まずシステム性能を概括的に把握することによって多数のプロセスあるいはその条件との組み合わせを重要度分類した上で、重要度の高い現象から順次解析モデル開発、確証、解析、及びこれらのためのデータを取得するという展開を図る。

② ファーフィールドに関する研究の進め方

ファーフィールド現象は、地質環境の本来有する特性に起因するものであり、その把握には地質環境の持つ空間的広がり不均質性に起因する不確実性を伴う。

これらの不確実性を低減するための方策として、システム性能上、ファーフィールドにおける天然バリアに委ねる目標を設定し、この性能目標に支配的な現象についてその構成因子と境界条件を規定することにより、研究対象の絞り込みを行うことが必要である。

従って、まずニアフィールド研究によりニアフィールドにおける人工バリアシステムの性能を定量化し、この性能に応じてファーフィールドにおける天然バリア性能に委ねる目標を設定する。これによって、性能評価上必要な地質環境の持つ空間的広がり、地質環境特性を定量化する必要性の程度等を明らかにした上での具体的な研究方策を定め、解析モデル開発、確証、解析、及びこれらのためのデータを取得するという展開を図る。

多重バリアシステム性能の研究の経過目標は、上記の進め方を踏まえて次のように設定する。

- ① 多重バリアシステムの概括的評価を行う



- ② ①の評価結果からニアフィールド研究の詳細計画やファーフィールドの研究対象の範囲を定め、これに基づき、ニアフィールドにおける人工バリア性能（ニアフィールド性能）の定量化を行う。



- ③ ②の評価結果からファーフィールドに期待する性能目標を設定し、ファーフィールドにおける天然バリア性能（ファーフィールド性能）を定量化して多重バリアシステム全体の性能（システム性能）とその裕度を明らかにする。

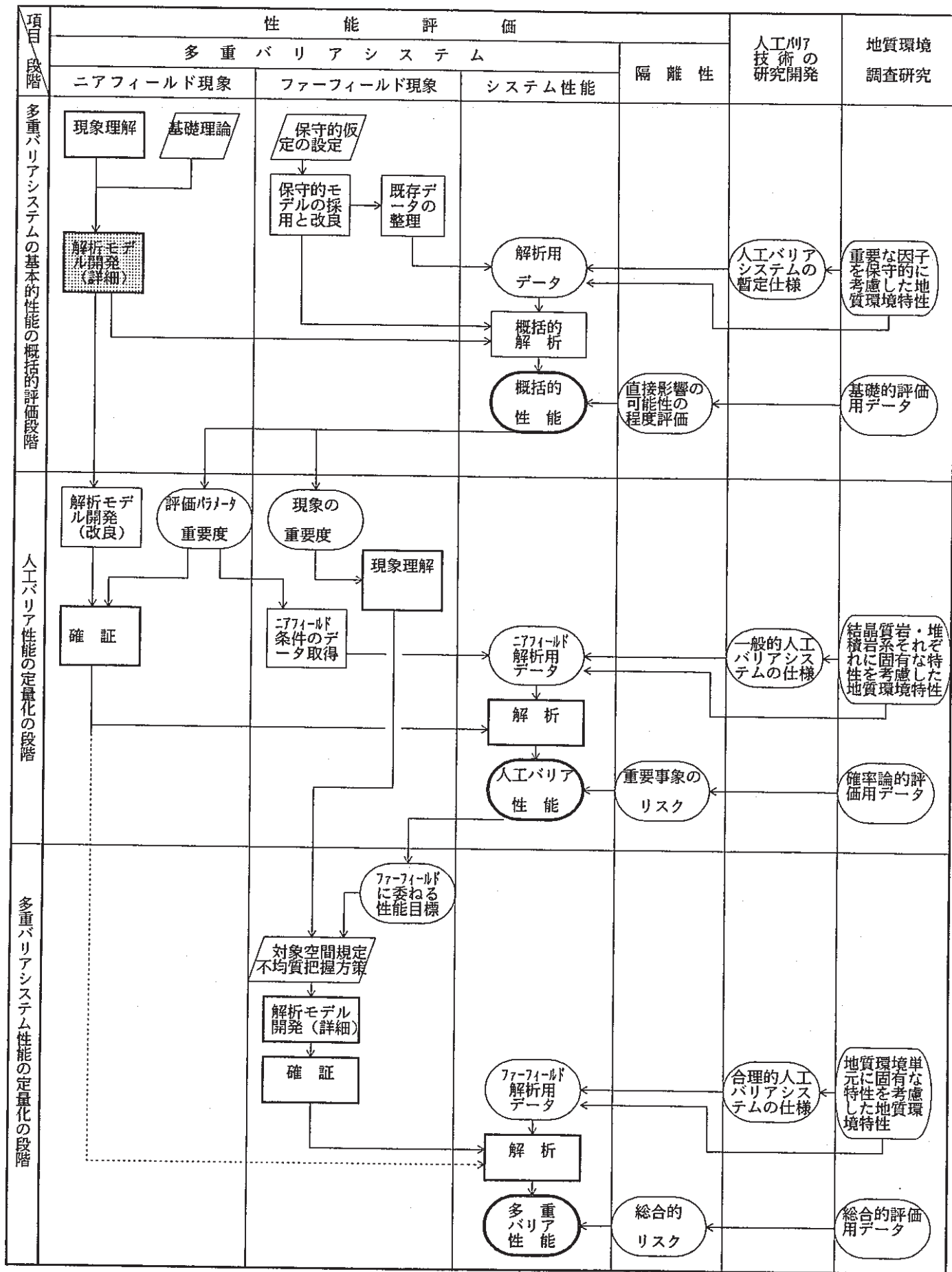


図 II - 3 地層処分研究開発の進展

4. 研究開発項目と内容

(1) 研究開発階層構造

地層処分研究開発の展開に従い、資金・要員・施設計画を含む具体的な実施計画を定めるにあたり、実施内容が詳細に規定され、必要な資金・要員・施設が明確な作業項目にまで研究開発を細分化する。

(i) 作業項目設定の考え方

Ⅱ. 2.において述べた様に、研究開発対象の構成に従い、地層処分研究開発の項目は基本項目、大項目、及び中項目のレベルまで分類されている。

さらに、これらの項目を作業項目にまで細分化するにあたって、まず、上記研究開発対象に対応して必要となる成果を明らかにした上で、それぞれの研究開発の実施にあたって必要な具体的作業項目を網羅的に抽出する。

(ii) 研究開発成果に基づく分類

研究開発対象について目標とする成果を得るための研究開発が全て計画に含まれていることを確認したうえで、その内容を体系化するために、以下の手順で分類を行う。

① 成果の種別

性能評価研究のうちニアフィールド現象、及びファーフィールド現象に関する研究開発については、評価モデル、確証、及び入力データという三種類の成果が必要となること、及びリスクに係わる研究開発には廃棄物隔離性評価の直接的根拠となる成果と、より基礎的な研究開発成果とが含まれることから、これらの中項目について成果の種別に従い分類を行う。

他の中項目については、例えば"システム性能＝システム性能についての評価結果"の様に研究対象により成果の種別が規定されるため、この観点からの分類は行わない。

② 経過目標

Ⅱ. 2.において述べたように、地層処分研究開発の展開は、多重バリアシステム性能評価研究の三つの経過目標（多重バリアシステムの基本的な性能の概括的評価、ニアフィールド性能の定量化、多重バリアシステム性能の定量化）

を基軸として定まる。そこで、上記の分類に続いて、この三つの経過目標に対応する経過目標をそれぞれ定め成果の範囲と程度の特定制と分類を行う。

③ 目標達成に必要な成果物に従う分類

上記の成果は、例えば重要事象の明確化のためには、事象・プロセスリストとイベントツリーが必要となるように、複数の具体的成果物を必要とする場合が多い。そこで上記の分類に続いて成果物との対応の観点から分類を行う。

Ⅲ 研究開発実施上の分類

目標とする研究開発成果を得るために必要な全ての作業が計画に含まれることを確認した上で、その作業項目を体系化するために、以下の手順で分類を行う。

① 作業内容の分類

作業内容の体系は、研究領域によりそれぞれ異なることから、項目の網羅的な抽出と体系化にあたっては、まず、目標とする研究開発成果がそれぞれ適切な研究グループに割り当てられることが重要である。

そこで、(i)の分類に続いて、作業対象（性能評価研究では現象・評価手法、処分技術開発ではハードウェア・技術、及び地質環境調査研究では特性値・調査手法）と行為（試験、調査、解析、設計、装置製作等）からなる作業内容の分類を行う。

② 作業項目の設定

上記のそれぞれの作業内容について、対応する研究領域の特性を考慮しつつ、具体的な作業項目の設定を行う。

以上の考え方をニアフィールドにおける緩衝材との反応による地下水の化学的性質変化に係わる概念モデル作成のための試験装置製作を例として、図Ⅱ－４に示す。

(2) 研究開発内容

(i) 性能評価研究

① シナリオに関する研究

シナリオについての解析は、シナリオ毎の影響の解析（影響解析）に先立ちその範囲と前提条件とを規定するものであり、以下の様に影響解析の進展に対応して研究を進めることとする。

廃棄物隔離性については

- まず、直接放出をもたらし得る過程の発端となる事象の抽出を行う。
- 次に、これらの事象の中から評価上重要な事象を抽出し（重要事象のスクリーニング）
- これを基に放射性核種の放出に影響を与える事象、過程を評価する（イベントツリーの作成）。
- この成果を踏まえ、これらの事象、過程間の全体的な相関図の作成を行う（網羅的相関図の作成）。

多重バリアシステムについては、

- まず、多重バリアシステムの基本的性能の概括的評価の前提として、地下水移行についての基本シナリオを明確化する。
- 次に、人工バリア性能の定量化のために、ニアフィールド現象に影響を与え得る事象を考慮したシナリオ（変動シナリオ）の研究を行う。
- 天然バリア性能による裕度の定量的確認のために、ファーフィールドの変動シナリオの研究を行う。

② 隔離性に関する研究

廃棄物の隔離性についての評価は、

- まず廃棄物が直接人間に影響を及ぼす過程の発端事象の発生確率を評価する。
- 次に、各事象の発生確率と影響の程度の双方を考慮した確率論的影響評価を行う。

- これらの成果を踏まえつつ、上記手法を組み合わせ、より直接的・総合的に事象の生起と帰結を解析する手法（ダイレクトシミュレーション）へ発展させる。

(a) 発生確率に関する研究

隔離性研究の進展に応じて、廃棄物隔離性に係る事象の発生確率についての研究は、

- まず発端事象の生起確率を評価する。
- 次にイベントツリーにおける後続事象の分岐確率の評価を行う。
- 更に各事象の継起確率を網羅した総合的データベースの作成へと進む。

(b) リスクに関する研究

上述したシナリオ解析の成果を反映して、

- まずイベントツリーに対応する重要事象についての影響解析モデルを開発する。
- このモデルに上記の発生確率データを併せて確率論的影響評価を行い重要事象のリスクを定量化する。
- 次に、上記の総合的データベースによるダイレクトシミュレーションを行って、廃棄物が直接人間に及ぼす影響のリスクを総合的に評価する。

なお、隔離性の研究においては、ネオテクトニクス研究等の地層科学研究の成果を適宜取り込むとともに、地質環境調査研究の結果に基づき我が国の多岐にわたる地質環境に対して隔離性の評価が一般的に適用できるようにする。

③ 多重バリアシステム性能に関する研究

(a) ニアフィールド現象に関する研究

ニアフィールド現象についての研究は、地質環境の特性と人工バリアの仕様を幅広く想定し、解析モデルの開発及び確証と、対応する基礎的データの取得を行う。この研究は、多岐にわたる我が国の地質環境の条件を広く想定して行う多重

バリアシステムの全体的性能の解析に対してその中核となる知見を提供する。

研究の手順としては、

- まず、ニアフィールド現象の解析モデルの統合を行う。このうち特に固化体からの核種放出モデルについては確証試験と、対応する入力データの取得を行い、その解析結果をソースタームとしてシステム性能の解析を行い、基本性能の概括的評価を行う。
- 次に、この概括的評価の結果から解析因子の重要度分類に従い、重要度順にそれぞれの因子についての確証試験と入力データの取得を行う。また、シナリオ解析によって設定される変動シナリオに対応した解析モデルの改良を行う。これらの成果を取りまとめて人工バリア性能の定量化を中心とした多重バリアシステム性能の解析に必要な情報を提供する。
- 更に、モデルの変動シナリオを含めた各プロセス間の相互作用についてのシミュレーション試験による総合的確認を行う。また、処分技術開発の進展に伴い確定される人工バリア仕様に対応して補足的に必要な入力データの取得を行い、人工バリア性能の確立に資する。

(b) ファーフィールド現象に関する研究

ファーフィールド現象についての研究は、地質環境調査研究によって段階的に把握、整理される我が国の地質環境特性を反映した地質環境モデル（複数）を作成し、これに対応する解析モデルの開発、確認と対応する入力データの取得を行うものである。

研究の手順としては、

- まず、地質環境特性と水理・核種移行等のファーフィールド現象についての既存データの整理に基づき、データセットを作成する。これに対応して保守的な核種移行経路を考慮した既存の解析モデルの改良を行い、概括的評価用の解析手法として整備する。
- 次に、ニアフィールドの条件設定をする上で必要となる地下水流入量、地下水の化学的性質の推定に必要な広域流動解析、地球化学解析モデルの開

発を行うとともに、これらの解析モデルの室内試験による検証、及び対応する入力データの取得を行い、人工バリア性能の定量化を目的としたシステム性能解析のために必要な情報を提供する。

- 更に、人工バリア性能の定量化によって明確化されるニアフィールドからの核種放出率と放出形態、及びファーフールドにおける移行遅延、分散をもたらす吸着、マトリクス拡散、チャネリング等の具体的プロセスについて詳細な解析モデルの開発を行う。

また、これらのモデルを原位置試験やシミュレーション実験で確認するとともに、地質環境調査の進展に従い作成される地質環境特性についての詳細なデータセットに対応する核種移行、分散に係る入力データを取得して、これらの成果を取りまとめて天然バリア性能の定量的確認を行いシステム性能の総合的解析に必要な情報を提供する。

(c) システム性能に関する研究

システム性能についての解析は、ニアフィールド、ファーフールドそれぞれの研究成果を統合し、多重バリアシステム全体の性能を数値で示すことにより、各時点において、研究開発の重要性や方向性の判断を的確に行うことに役立つ。研究開発の内容を段階的により具体化していくために、以下の手順を進めることとする。

- 多重バリアシステムの概括的評価

地下水シナリオについて決定論的評価を行い、システム性能の概括的評価を行う。また、感度解析を行い評価パラメータの重要度を明確化する。

この際使用するデータセットは、既存データの整理と、重要項目についての新規データの取得により作成する。

- 人工バリア性能の定量化

ニアフィールド研究、及びニアフィールド条件設定のためのファーフールド研究の成果に基づき、基本シナリオの決定論的評価と変動シナリオの確率論的評価とを行い、人工バリア性能を定量化する。さらに、感

度解析を行い、人工バリア性能を補完する天然バリア性能に期待する目標を設定する。

- 天然バリア性能による裕度の定量的確認

天然バリア性能評価のための解析モデル開発、確証、及び入力データ取得の結果に基づき天然バリア性能を定量化するとともに、結果の不確実性についても評価を行い、人工バリア仕様の確定に伴い確立される人工バリア性能と併せて多重バリアシステム全体のシステム性能をその裕度と共に定量的に確認する。

(ii) 人工バリア技術の研究開発

① 人工バリアデータセットに関する研究

人工バリアデータセットは、性能評価の対象となる人工バリアの仕様と処分場の仕様を定めるものであり、処分技術研究開発の進展を踏まえ、性能評価の成果を適宜取り込み、以下の手順でその研究開発を進める。

- 暫定的仕様の設定

地質環境の力学的、熱的特性等についての既存データの整理に基づき既存技術に対応した暫定的な人工バリアを中心とした処分場及び工学設備の概念設計を行い、システム性能の概括的評価の対象を明確化する。

- 基本仕様の設定

システム性能の概括的評価の成果を踏まえ、処分技術開発の進展に応じて、結晶質岩系・堆積岩系それぞれに固有な地質環境特性を考慮して適用可能な人工バリアを中心とする処分場及び工学設備の基本設計を行い、ニアフィールド性能の定量化のための評価対象を明確化する。

- 最適仕様の設定

人工バリア性能の定量的評価の結果を踏まえ、処分技術開発の進展に応じて地質環境単元に固有の特性を考慮して合理的となる人工バリアを中心とした処分場及び工学設備の基本設計を行い、システム性能の確立に資する。

② 人工バリア技術に関する研究

(a) 人工バリア製作技術に関する研究

上記の人工バリアデータセットの設定に対応して、下記研究開発を行い、それぞれの時点において技術的フィージビリティの評価を行う。

- 先ず、暫定的仕様に対応する既存技術を整理する。
- 次に、堆積岩系・結晶質岩にも適用可能な一般的仕様設定のための新たな技術の開発を行う。
- 更に新たな技術開発を踏まえ、地下研究施設等における試験・改良を行う。

これらの研究開発と平行して、人工バリア材料の高度化に関する研究として新素材の研究開発を行う。

(b) 処分場建設・閉鎖技術に関する研究

廃棄物や人工バリアを地下に安定に設置することの技術的可能性について、

- 先ず既存技術の類似例における実績に基づき評価を行う。
- 次に地下研究施設等の建設を通じて技術の試用・改良を行う。

(iii) 地質環境調査研究

① 天然バリアデータセットに関する研究

(a) 隔離性に関する研究

シナリオ解析、及び廃棄物隔離性についての評価研究の進展に対応して、地球科学、ネオテクトニクス、地質学、気象学等の研究成果を整理活用し

- 発端事象の発生確率に係る基礎的データの取得から
- 確率論的影響評価のためのデータ取得、
- ダイレクトシミュレーションのための入力データの一般化のためのデータ取得へと展開する。

(b) 地質環境特性に関する研究

システム性能の評価の進展に対応して、以下の手順で調査を進める。

- 既存データの整理に基づき、重要な項目を保守的に考慮した地質環境特性のデータセットを作成しシステム性能の概括的評価の条件を明らかにする。

- 広域流動解析、地球化学解析に係る地質環境特性について結晶質岩系・堆積岩系それぞれに固有な特性を考慮したデータセットを地下研究施設でのデータ取得を中心として作成し、人工バリア性能の定量化のための条件を明らかにする。
- 核種移行に係る地質環境特性について地質環境単元に固有な特性を考慮したデータセットを深部地質環境調査を中心として作成し、天然バリア性能の定量化とシステム性能の裕度の確認の条件をあきらかにする。

② 調査技術に関する研究

上記のデータセット作成の手順に対応して、

- まず、既存の調査技術の整理・評価をおこない、
- 次に広域流動解析、地球化学解析に係る地質環境特性についてそれぞれ難透水性岩盤中での水理調査技術、及び深部地下水の採水・分析技術の開発と実証を行う。
- 更に、核種移行に係る地質環境特性について、微視的な空隙構造等の調査技術とこれらの特性の空間的分布についての統計的処理の手法を開発・実証する。

Ⅲ．地層処分研究開発工程（図Ⅲ－１参照）

本工程表の対象期間は当面15年とする。この間、３段階で成果を取りまとめることとし、その目標時期と内容については以下のように設定する。

(1) 第１次取りまとめ：平成３年

原子力委員会の策定した「重点項目とその進め方」において「我が国においても現在までの成果をもとに我が国としての地層処分の技術的可能性を総合的に評価すべき段階にきている。」とされていることから現在の研究開発の進捗状況からみて最短で取りまとめ可能な時期として上記を設定する。

本報告書を「概括的性能評価報告書」という。

(2) 第２次取りまとめ：平成８年

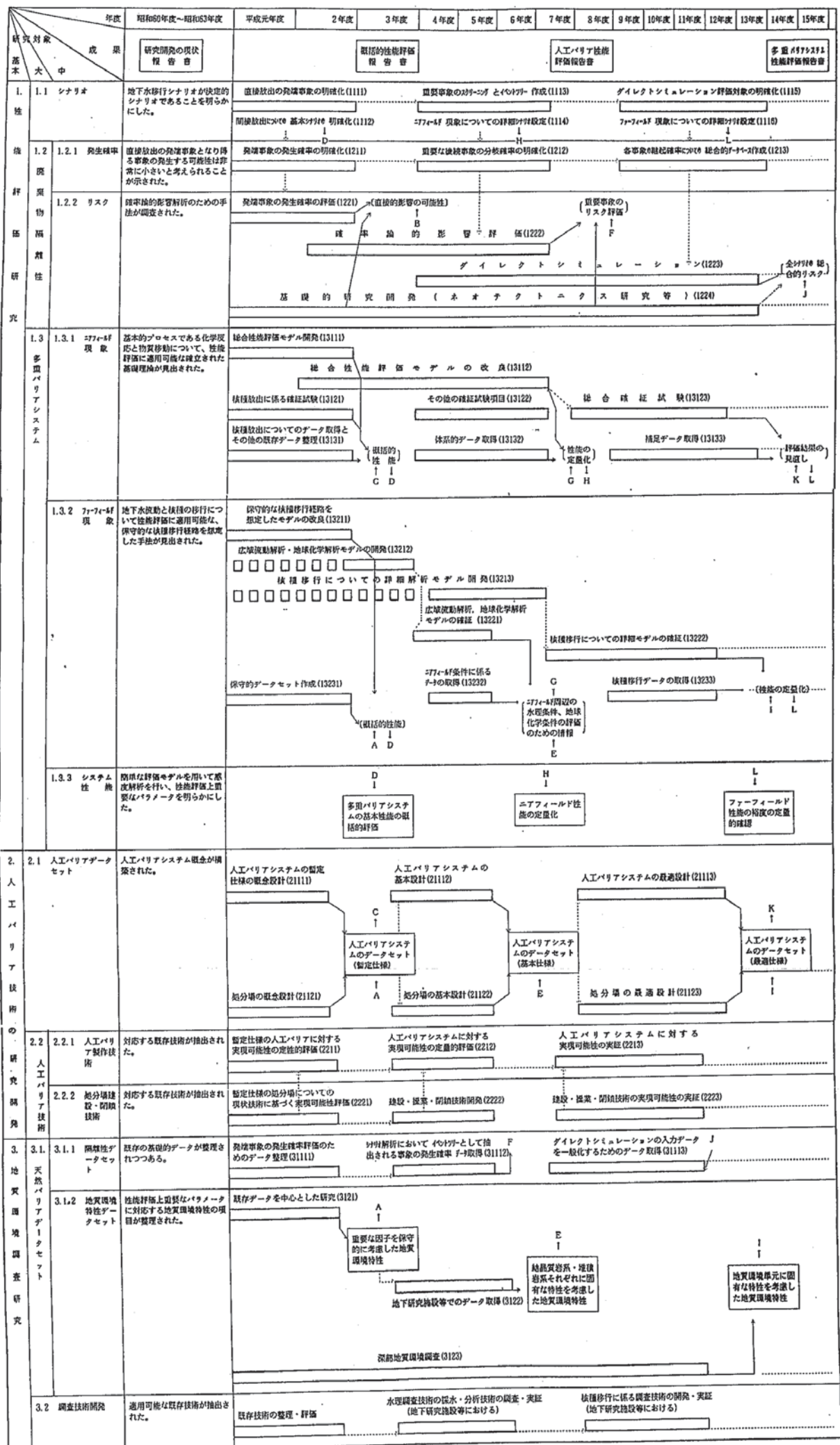
第２次取りまとめにおいては、人工バリア性能の定量的評価を目標とする。そのため、人工バリア解析モデルの開発・確証及び人工バリアの設置環境の把握を行う。また、我が国の天然バリアの性能についての概括的な評価も合わせて行う。これが可能となると見込まれる時期として上記を設定する。

本報告書を「人工バリア性能評価報告書」という。

(3) 第３次とりまとめ：平成15年

天然バリア性能の定量的評価のために必要な、我が国の地質環境条件の的確な把握を行い、人工バリアの性能と合わせて地層処分に関する定量的性能評価を行う。本取りまとめは、「重点項目とその進め方」にいう「当面の期間において特に重点的に進めるべき研究開発」を集大成した成果となり、これが可能と見込まれる時期として上記を設定する。

本報告書を「多重バリアシステム性能評価報告書」という。



IV. 推進体制と国際協力

地層処分研究開発は極めて学際的であり関連する分野の研究開発成果を有機的に総合することにより大きな効果が期待され、また、多くの資金と長期的な研究開発を必要とすることから、国際協力も含めた関係機関との適切な役割分担と密接な協力により効率的に推進することが重要である。

1. 推進体制

事業団は研究開発の中核推進機関として国内外研究開発機関の成果を集約し、我が国における地層処分の安全性、技術的可能性の評価に関する報告書として取りまとめていくことが最も重要な役割であることから、外部関係者の意見等を踏まえつつ総合的な研究開発計画を策定し、これに基づき外部機関の協力を得つつ研究開発を実施し、研究開発成果の評価を適切な形で受けたうえで取りまとめ国に報告するという体制とする。

(1) 国内実施体制

(i) 実施の区分の考え方

① 事業団自ら実施するもの

- (イ) 性能評価のキーテクノロジーである予測手法の開発及び確証
- (ロ) 性能評価の信頼性を保証する上で重要なデータセットの構築
- (ハ) 特殊な研究設備を必要とする研究開発（例、C P Fにおける放射性核種を用いた試験、地層処分システム工学研究、ウラン鉱山におけるナチュラルアナログ研究等）

② 外部機関の協力を得るもの

- (イ) 高度の専門的知見を必要とする特定の科学的研究領域（例：地質構造学、岩盤力学、溶液化学等）
- (ロ) 産業として既に相当成熟しており当該分野の技術を活用して研究開発を進めることが有効な領域（例、材料工学、土木技術）

(ii) 外部機関との協力方法

上記②の(イ)については地質調査所、公害資源研究所、大阪工業試験所、日本原子力研究所等、自ら処分研究に関する個別専門的特定分野で独自の研究開発を実施している機関と共同研究等によって事業団の研究開発にその成果を取り入れる。また大学については、委託等により研究開発を依頼しその成果を取り入れる。

(ロ)については研究機関、電力会社を含む民間企業等、地層処分研究開発に応用し得る知見、技術を有する機関に委託等により研究開発を依頼しその成果を取り入れる。

(iii) 事業団内部の役割分担

本部制を基本とし、計画・実行・評価の内、本社が計画・評価及び報告書の取りまとめを、事業所が研究開発の実行を担当する。

実行については、性能評価研究開発・処分技術開発・地質環境調査研究の内、東海事業所が前2項を、中部事業所が後者を主として担当する。

また、大洗工学センターは、性能評価研究について東海事業所支援する。人形峠事業所は、地質環境調査研究等について中部事業所を支援する。

(2) 評価・取りまとめ体制

事業団は、研究開発成果を取りまとめ国に報告し、国の評価を受けるとともにこれを踏まえてその後の研究開発計画の見直しを行う。

この報告書の基になる個別研究成果は可能な限り内外学会誌等に発表し研究論文として評価を受けておくこととする。事業団以外（海外を含む）の研究成果についても同様な評価を受けた上で報告書に取り入れることとする。

また、報告書は、作成の過程で権威ある国内外の専門家の評価を受けつつ取りまとめることとする。

2. 国際協力（図Ⅳ－１）

地層処分研究分野における国際共同研究について、国内における研究開発の進捗状況に鑑み、主要な研究分野の中で海外から研究資源を補うことによって一層の成果が期待でき

る領域において、国際プロジェクトへの参加、情報の交換、専門家の相互派遣、委託研究等の中から最適な方法を選択し実施してきている。

(1) 性能評価研究

性能評価研究の領域では、米国バテル研究所との間でニアフィールド総合性能評価モデルの開発及び性能評価上重要な核種の熱力学的データの取得を目的とした共同研究（PACE計画）を実施している。

今後、この領域においては高度な実験技術を要する膨大な量のデータ取得が必要とされることから、米国バテル記念研究所のほか、英国ハーウェル研究所等、国際的にも実績のある機関との共同研究等もあわせて実施し、国内研究を補完していく。

(2) 地質環境調査研究

性能評価研究が多重バリアシステムに生じる長期的な変化を研究対象とするのに対し、地質環境調査研究はそのような変化が起こる場所の状況を的確に把握することを最終目的とする。このための技術開発は、予測→測定→評価という段階を繰り返すことによつてのみ可能であり、原位置における試験研究が不可欠である。

このような観点から、これまで下記の国際共同研究を実施し、個別の技術については見通しを得つつある。

- ① 原位置試験の共同実施により、地質環境評価手法の確立を目指したOECD/NEAストリーパ計画
- ② ニアフィールド地質環境に主眼をおいたベルギーとの共同研究
- ③ 条件の異なる地下水移行経路を対象としたカナダ、スイスとの共同研究
- ④ 天然類似現象を対象としたOECD/NEAアリゲーターリバーアナログ

今後は性能評価研究が新たな段階を迎えることから、この領域においてもこれまでの成果を集約し、地層処分に相当する規模の地質環境の特性の把握を目的とした原位置試験の設計→実施→評価を段階的に継続し、十分な信頼性を備えた技術の実用化が急務となる。

このような観点から、今後は現行の共同研究を継続するとともに、諸外国の大規模な地下研究施設における共同研究を積極的に行い、その成果を包括的に把握して我が国に適用可能な技術の開発と導入を図り、国内研究を補完していく。

図IV-1 地層処分研究開発における国際共同研究の位置づけ



V. 資金及び要員の見積り

(1) 資金の見積り

研究開発の実施内容に基づき、外部機関への委託等及び事業団の施設分の2項目について研究開発の作業項目毎に必要な資金の見積りを行った。施設費は建屋、地下構築物等の設計、建設及び維持管理費からなり、研究開発に必要な試験設備の設計、製作、運用に係る費用は研究開発費として計上した。

見積りの結果、平成15年度までに必要な資金総額は約3,000億円、また単年度の必要資金の最大値は約400億円（平成7年度）と見込まれる。これは、平成5年度以降研究開発が本格化することに加え、平成7年度に堆積岩系地下研究施設、結晶質岩系地下研究施設、環境工学試験施設、及びTRU地球化学研究施設の建設に伴う施設費が最大となることによる。

〔参考〕見積り結果（単位 億円）

	平成2年度	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9～15年	（計）
（研究費）（42.6）		60	190	190	220	220	160	約1,100	約2,200
（施設費）（4.7）		8	50	100	150	180	140	約190	約800
									約3,000

(2) 要員の見積り

研究開発の実施内容に基づき、研究開発の作業項目毎に必要な人工の見積りを行った。見積りは、事業団内部の必要人工について行っており、委託に伴う外部機関の必要人員については費用として含まれている。

見積りの結果、単年度の要員の最大値は240人（平成6年度以降）と見込まれる。これはENTRYにおける確証試験、地下研究施設における研究開発及び報告書とりまとめ等が本格化してくるためである。

〔参考〕見積り結果（単位 事業団職員数）

	平成2年度	3年	4年	5年	6～15年
（65）		120	190	240	240

(3) 資金と要員の確保

資金と要員については上記の見積もりに基づき社内外の関係部署との調整を進めることとする。その際、資金と要員には補完関係があり、事業団として要員確保が困難な場合、工程通り研究開発を進めるためには外部への委託研究（資金）を増やし地層処分研究開発全体として要員を確保することを検討することとする。

資金については、事業団の行う研究開発が地層処分にに関する安全性、技術的可能性を評価するものであること及び基盤的な学術的研究が中心であることから、一般会計で予算措置されることが望ましい。

要員については、溶液化学、地質学、評価モデル開発技術（ソフト）等の基盤を有する人材が必要であり、事業団内部における再配置、新卒者の重点配置等により確保するものとする。尚、これらの措置によっても更に不足する場合には産業界等からの出向等を仰ぐこととする。

さらに、地層処分研究開発のように学術的研究要素が強い研究開発については、先行する諸外国の研究体制をみても研究者の考察等ソフト分野が大きく、資金の中で人件費が大きな割合を占めるが、1人当たりの年間予算執行額は数千万円程度であり、資金規模（研究費で年間最大 200億円）からみて我が国でも相当数の研究者、技術者が必要と見込まれるので、今後その確保方策について検討することとする。

VI. 施設計画

研究開発のため以下の施設が新たに必要である。これらの施設の概要は表VI-1に示す。

1. 性能評価研究施設 (ENTRY)

本施設は、地下深部を模擬した工学規模の試験系を構築し、地下の水理、物質移動という個々の現象について原位置試験、地下研究施設における研究を補完するデータの取得を行って解析モデルの確証検証や入力データの整備を行うためのものである。他の研究の成果とここで取得したデータを併せて性能評価を行い、その結果に基づき、長期にわたる複合現象をシミュレーションによって具体的に表現し、その理解の普及を図る。

2. 堆積岩系地下研究施設 (深地層試験場)

本施設は、地質環境に関する地球化学、水理、熱、岩盤力学、地質構造、地殻変動等の総合的な知見を得ため、多孔質媒体の特性を有する地層中に研究施設を設け、地表から地下深部にわたる広範囲な地質環境データを取得するためのものである。

本施設は、天然の地質環境が維持されている堆積岩系の岩種を対象とする。

3. 結晶質岩系地下研究施設

本施設は、地質環境に関する地球化学、水理、熱、岩盤力学、地質構造、地殻変動等の総合的な知見を得るため、亀裂状媒体の特性を有する地層中に研究施設を設け、地表から地下深部にわたる広範囲な地質環境データを取得するためのものである。

本施設は、天然の地質環境が維持されている結晶質岩系の岩種を対象とする。

4. 環境工学試験施設

本施設は、地層の処分環境を模擬した条件下で、実規模の実廃液ガラス固化体を使用した多重バリアシステムの総合的な確証試験を行うためのものである。

5. T R U地球化学研究施設（仮称）

本施設は、ニアフィールド及びファーフィールドにおける核種の移行や固定化の現象解明や評価解析に資するため、深部地下環境下におけるT R U核種等の地球化学的挙動に関する基礎的な研究を行うためのものある。

表 VI - 1 新規施設の概要 (その 1)

施設名	設置場所	主要試験項目とその反映先		施設 / 設備概要	総工費	備考
1. 性能評価研究施設 (ENTRY)	東海事業所	ニアフィールド化学環境変化試験	13122, 13132, 13221, 13232,	① 主要内装機器 ニアフィールド化学環境変化試験設備 (EDAS)	約85億円	放射性物質 は使用しない。
		ニアフィールド性能評価モデル 確認試験	13122, 13123	ニアフィールド物質移動試験設備 (IMAGE-MASTRA) 地下水水質形成過程試験設備 (IMAGE-GEOCHEM)		
		亀裂状媒体水理・物質移動試験	13221, 13222	亀裂状媒体水理・物質移動試験設備 (LABROCK/GEOTEX)		
		多孔質媒体水理・物質移動試験	13221, 13222	多孔質媒体水理・物質移動試験設備 (MACRO-2D/MACRO-3D)		
		性能評価シナリオ確認試験	114	ボアホール剪断試験 (BORE-SHEAR) 緩衝材流出試験 (BENT-FLOW) 緩衝材中水素ガス挙動試験設備 (HYDROGENE)		
		性能評価シミュレーション	13325, 13336 { 第二章 I のタイトル } 番号に対応	シミュレーションシステム ② 建 屋 ・鉄骨造り 延床面積: 4,500㎡ ・鉄筋コンクリート造り 延床面積: 4,500㎡		
2. 堆積岩系地下研究施設 (深地層試験場)	北海道幌延町 を計画	地質構造調査研究開発	322	① 地下施設 ・立 坑 ・主要坑道 ・試験坑道 ・排気坑道 ・立坑試験室	約 250億円	放射性物質 は使用しない。
		地球化学特性調査研究	13212, 13221, 13232, 3122, 3123	② 地上施設 ・岩石試験室 ・事務所 ・分析棟 ・倉 庫 ・立構設備棟, 等		
		地下水流動研究	13212, 13221, 13232, 3122, 3123			
		地下水理特性調査研究	13212, 13221, 13232, 3122, 3123			

表 VI - 1 新規施設の概要 (その 2)

施設名	設置場所	主要試験項目とその反映先		施設 / 設備概要	総工費	備考
		掘削影響試験	1 3 2 3 2, 2 1 2 2, 2 2 2 3			
		地殻変動調査研究	1 2 2 4, 3 1 1 3			
		岩盤の熱特性研究	1 3 2 3 2, 2 1 2 2, 2 1 2 5			
		物質移動研究	1 1 6, 1 3 2 1 3, 1 3 2 2 2, 1 3 2 3 3			
		人工バリア材料特性調査研究	2 1 2 5			
		固化体輸送技術開発	2 2 2 3			
			(第二章 I のタイトル) 番号に対応			
3. 結晶質岩系地下研究施設	未 定	地質構造調査研究開発	3 2 2	① 地下施設 ・立坑 ・主要坑道 ・試験坑道 ・排気坑道 ・立坑試験室	約 320 億円	放射性物質 は使用しない。
		地球化学特性調査研究	1 3 2 1 2, 1 3 2 2 1, 1 3 2 3 2, 3 1 2 2, 3 1 2 3	② 地上施設 ・岩石試験室 ・事務所 ・分析棟 ・倉庫 ・立構設備棟, 等		
		地下水流動研究	1 3 2 1 2, 1 3 2 2 1, 1 3 2 3 2, 3 1 2 2, 3 1 2 3			
		地下水理特性調査研究	1 3 2 1 2, 1 3 2 2 1, 1 3 2 3 2, 3 1 2 2 3 1 2 3			
		掘削影響試験	1 3 2 3 2, 2 1 2 2, 2 2 2 3			
		地殻変動調査研究	1 2 2 4, 3 1 1 3			
		岩盤の熱特性研究	1 3 2 3 2, 2 1 2 2, 2 1 2 5			
		物質移動研究	1 1 6, 1 3 2 1 3, 1 3 2 2 2, 1 3 2 3 3			

表 VI - 1 新規施設の概要 (その 3)

施設名	設置場所	主要試験項目とその反映先		施設 / 設備概要	総工費	備考
		人工バリア材料特性調査研究	2 1 2 5			
		固化体輸送技術開発	2 2 2 3			
			(第二章 I のタイトル) 番号に対応			
4. 環境工学試験施設	北海道幌延町を計画	γ線照射の影響評価試験	1 3 1 2 3, 1 3 1 3 3	① 主要機器 ・γ線照射設備を備えた大型セル ・ガラス固化体浸出及び核種移行評価設備 ・分析設備 ・ガラス固化体試験調整設備	約 110 億円	実ガラス固化体等の放射性物質を使用する。
		実廃液ガラス固化体を用いた浸出及び核種移行試験	1 3 1 2 3, 1 3 1 3 3			
			(第二章 I のタイトル) 番号に対応	② 建 屋 ・鉄筋コンクリート造り ・延床面積 約 2,000 m ²		
5. TRU 地球化学研究施設 (仮称)	未 定	地下深部における核種の存在形態 (化学形態)に関する研究	1 3 1 3 3, 1 3 2 1 3, 1 3 2 2 2, 1 3 2 3 3	① 主要設備 ・雰囲気制御グローブボックス (通常型, 及び大型) ・フード ・雰囲気制御小型セル ・γ線照射セル ・分析設備 ・その他 (排気設備, 核燃料物質・R I 貯蔵施設等)	約 100 億円	TRU 核種等の放射性物質を使用する。
		熱力学データの取得	1 3 1 3 3, 1 3 2 3 3			
		廃棄物固化体からの核種放出挙動の研究	1 3 1 3 3, 1 3 2 3 3			
		コロイド, 生成, 移行挙動に関する研究	1 3 2 1 3, 1 3 2 2 2			
		人工バリア材料と核種の相互作用に関する研究	1 3 1 3 3, 1 3 2 3 3	② 施設規模 ・延床面積 約 4,000 m ²		
		岩石と核種の相互作用に関する研究	1 3 2 1 3, 1 3 2 2 2			
		放射線の影響に関する研究	1 3 1 3 3			
		微生物の影響に関する研究	1 3 1 3 3, 1 3 2 3 3			
			(第二章 I のタイトル) 番号に対応			

第 2 章 地層処分研究開発実施計画

I . 研究開発の現状と今後の研究計画

1. 性能評価研究

1.1 シナリオに関する研究

(1) 研究開発の位置づけ

地層処分による長期的安全性に影響を及ぼし得る事象と、その事象の時間的系列として最終的に人間が廃棄物中の放射性核種に起因する影響を受ける可能性のある機構を表すシナリオを明確にする。その成果は、以下の2点に位置付けられる。

- 性能評価において考慮する事項の網羅性の保証
- 影響解析を目的とした数学モデル作成のための前提条件の提示

(2) 安全性についての知見の現状

① 放出モード

深地層は、本来、極めて長期的な地質学的時間にわたって安定に存在し得るものであり、適切な地点を選ぶことを前提として、廃棄物の直接放出に比して、放射性核種が地質環境中を移動する間接放出が重要である。

② 移行媒体

間接放出における移行媒体としては、我が国の地層中に広く存在する地下水が重要である。

③ シナリオ

地下水移行シナリオは、以下の現象の系列として表される。

- 人工バリアが再冠水し、オーバーパックが腐食することにより廃棄物が地下水と接触を開始する。
- 廃棄物中の放射性核種が地下水に溶出し、緩衝材中を拡散・吸着しつつ移行して地質環境に到る。
- 人工バリアから放出された放射性核種は、地質環境中を移流・分散・吸着しつつ移行して表面に到る。
- 地表に到った放射性核種を飲料水、食物等を経由して人間が摂取する。

(3) 安全性についてのこれまでの研究開発成果

(i) 事象・プロセスリストの作成

関連する分野の専門家の判断を体系的に整理することにより事象・プロセスの網羅的なリストを作成する方法が開発されている¹⁾。また、この方法による標準的なリストが I A E A により作成され²⁾、各国の研究者が評価を行う際の起点として同リストを用いることが可能である。

(ii) シナリオスクリーニングの手法

以下の 3 つの手法が、開発、確立されている¹⁾。

(a) イベントツリー解析

リストアップされた事象、プロセスの相関を検討し、人間の被曝にまで到る系列（ツリー）を作成する。そして、この作業を通じて、もしくはその結果の分析に基づき、物理的に生じ得ない連鎖や著しく確率の低い連鎖を排除して、評価対象とすべきシナリオを明確化する（スクリーニング）方法である。

(b) Judgemental Methods

リストアップされた事象、プロセスを縦軸に、評価すべきバリア性能（もしくはその解析モデル）を横軸に配置したマトリクスを作成し、各事象、プロセスがいずれかのバリア性能に影響を及ぼし得るか否かという観点からスクリーニングを行う方法である。

(c) Delphi法

適切に選ばれた専門家グループに対して、事象・プロセスの取捨に関する質問状をやり取りすることによりスクリーニングを行う方法である。

また、前述のスクリーニングの根拠を定量化するために考え得る全てのシナリオを同時にシミュレーションする手法（ダイレクトシミュレーション）も考案されているが、まだ開発段階にある^{3)・4)}。

(4) 事業団の研究開発の状況

前述の“安全性についての知見”の根拠となる既往の研究例を I A E A の標準リス

トに記載された事象・プロセス間の相関に着目したインフルエンスダイアグラムとして整理した。

また、このインフルエンスダイアグラムに基づき、一部のシナリオ（人間侵入シナリオ）

について、スクリーニングを目的とした発生確率、影響のシミュレーションモデルの開発を行った。

(5) 今後の研究開発内容

前述の“安全性についての知見”を、より確かなものとするために、我が国において考慮すべき事象・プロセスの網羅的リストを確立するとともに、イベントツリー解析、Judgemental Methods、Delphi法等の適用及びダイレクトシミュレーション手法の開発・適用により適切なシナリオスクリーニングを行う。

(i) 直接放出の発端事象の明確化

我が国において考慮すべき事象・プロセスの網羅的リストを作成し、専門家間の合意を得るとともに、さらに直接放出に係るドリリング・探鉱、火山活動及び隕石、隆起・浸食による露出についてイベントツリー解析によるスクリーニングを行う。また、地下水以外の移行媒体については、Delphi法によって可能性ある媒体抽出を行う。

(ii) 間接放出についてのシナリオの明確化

リストアップされた事象・プロセスに対して Judgemental Methods を適用して、多重バリアシステム性能に影響を及ぼし得るもののスクリーニングを行い、地下水移行シナリオの変動ケースを含め基本シナリオとして設定する。

(iii) 重要事象のスクリーニングとイベントツリーの作成

第一次報告書に向けて作成する我が国の事象・プロセスリストを見直すとともに、廃棄物隔離性についての確率論的評価、の前提となるイベントツリーを作成する。

(iv) ニアフィールド現象についての詳細シナリオ設定

イベントツリーを作成することにより、ニアフィールド現象についての変動

シナリオを設定する。また、そのシナリオを確認するためのシナリオ確認試験研究（PASS）を実施し、ニアフィールド現象の中で地下水による核種移行に大きな影響を与える現象として、緩衝材の流出（BENTFLOW）、オーバーパックの腐食により発生する水素ガスの挙動（HYDROGENE）、及び確率的発生事象としての断層発生（BORE-SHEAR）等による人工バリア性能への影響を評価する。

(v) ダイレクトシミュレーション評価対象の明確化

第一次、第二次報告書の成果を踏まえ、事象・プロセスリスト及びイベントツリーを改訂し、ダイレクトシミュレーションの評価対象を明らかにする。

(vi) ファーフィールド現象についての変動シナリオ設定

イベントツリーを作成することにより、ファーフィールド現象についての変動シナリオを設定する。

(6) シナリオに関する研究開発項目

(i) 直接放出の発端事象の明確化（1 1 1 1）

- ① 第一次事象・プロセスリスト作成（1 1 1 1 1）
- ② 第一次事象・プロセスリストについての専門家間の合意形成（1 1 1 1 2）
- ③ 直接放出シナリオの発端事象の明確化（1 1 1 1 3）

(ii) 間接放出についてのシナリオの明確化（1 1 1 2）

- ① 地下水移行についてのシナリオの設定（1 1 1 2 1）
- ② 地下水以外の移行媒体についてのDelphi法によるシナリオ設定

（1 1 1 2 2）

(iii) 重要事象のスクリーニングとイベントツリーの作成（1 1 1 3）

- ① 事象・プロセスリストの見直し(1)（1 1 1 3 1）
- ② 確率論的評価のためのイベントツリー作成（1 1 1 3 2）

(iv) ニアフィールド現象についての詳細シナリオ設定（1 1 1 4）

- ① 第一次インフルエンスダイヤグラムに基づくPASS試験の実施計画と装置設計（1 1 1 4 1）

- ② PASS試験装置製作(11142)
- ③ PASS試験の実施(11143)
- ④ PASS試験結果に基づく詳細シナリオの設定(11144)
- (v) ダイレクトシミュレーション評価対象の明確化(1115)
 - ① 事象・プロセスリストの見直し(2)(11151)
 - ② 事象・プロセス間の第一次インフルエンスダイアグラム作成(11152)
- (vi) ファーフィールド現象についての変動シナリオ設定(1116)

1.2 隔離性に関する研究

地殻変動等の自然現象や人間活動等により、地層処分された高レベル放射性廃棄物自体が直接人間に影響を及ぼすシナリオについて、その発生の確率と影響の程度の双方を評価し、これに基づき地下深部を高レベル放射性廃棄物の安定な埋設場所とするという地層処分の概念の妥当性を確認する。

1.2.1 発生確率

(1) 研究開発の位置づけ

地震等の自然現象や人間活動等の諸事象によって、人間が直接的に高レベル放射性廃棄物による影響を受ける過程について、その発生の可能性を定量的に明らかにする。

(2) 安全性についての知見の現状

地層処分された高レベル放射性廃棄物自体が人間に直接影響を及ぼす過程の発端となり得る事象のうち、これまでの研究開発により指摘されたものについての知見は以下の通りである。

(a) ドリリング・探鉱

有価値資源が有意に見出されない地点において地層処分を行うことを前提とすれば、このような事象の生ずる可能性は非常に小さいと考えられる。

(b) 火山活動

現在、火山帯に位置する地点を避けることにより、火山活動が地層処分の安全性に影響を及ぼす可能性は非常に小さいものになると考えられる。

(c) 露 出

• 隕石による処分場の露出

地層処分の安全性に影響を及ぼすような規模の隕石の飛来確率は非常に小さいと考えられる。

- 隆起・侵食

処分場の深度と、我が国で考えられる隆起・侵食速度との比較から、廃棄物中の放射能が問題となるような期間においては、処分場の露出が生ずる可能性は非常に小さいと考えられる。

(3) 安全性についてのこれまでの研究開発成果

以下の各手法は、これまで事象の発生確率に対して開発・適用されてきたが、その基本的考え方は、影響の評価、あるいはリスク評価にも適用可能である。

(a) Delphi法

シナリオ解析により抽出された事象の発生確率分類についての専門家の統一的判断を、questionnaireと議論を反復的に行うことにより得る手法である。

(b) インベントツリー解析

人間が高レベル放射性廃棄物に起因する影響に到るまでの可能性ある過程を、事象・プロセスの系列（Tree）として表し、各過程を経て人間が影響を受ける確率を各事象・プロセスの発生確率に基づき算出する手法である。

(4) 事業団の研究開発の状況

高レベル放射性廃棄物が直接的に人間に影響を及ぼす過程の発端事象（ドリリング・探鉱、火山活動、露出等）の発生確率に係る基礎データ（我が国の資源の分布、火山帯の分布、隆起・侵食速度等）が集積されつつある。

(5) 今後の研究開発内容

前述の“安全性についての知見の現状”を、より確実、かつ、定量的なものとするために、発生確率についての既存データ、専門家の判断を体系的に整理する。

(i) 発端事象の発生確率の明確化

直接放出の発端事象の発生確率が非常に小さいことを、既存データ、専門家の主観確率を定量的根拠として明らかにする。

(ii) 重要な後続事象の分岐確率の明確化

発端事象から人間への影響にまで到るシナリオを示すイベントツリーに従い、後続事象の分岐確率を明確化する。

また、データ収集を目的としてネオテクトニクス研究等の基礎的研究開発を行う。

(iii) 各事象の継起確率についての総合的データベース作成

上記の基礎的研究開発を継続し、入力データを網羅的に取得する。

(iv) 基礎的研究開発

廃棄物隔離性に関連するネオテクトニクス等の分野において、基礎的研究の拡充を目指す。

(6) 発生確率に関する研究開発項目

(i) 発端事象の発生確率の明確化 (1 2 1 1)

① 発端事象の発生確率についての既存データの整理 (1 2 1 1 1)

② 発端事象の発生確率についての専門家の主観確率の定量化 (1 2 1 1 2)

(ii) 重要な後続事象の分岐確率の明確化 (1 2 1 2)

(iii) 各事象の継起確率についての総合的データベース作成 (1 2 1 3)

1.2.2 リスクに関する研究

(1) 研究開発の位置づけ

上記の諸事象の発生確率に加えて、これらを含む直接放出シナリオの帰結として、人間が受ける可能性のある影響の程度を定量化し、併せて直接放出によるリスクを算出して地層処分の廃棄物隔離性を評価する。

(2) 安全性についての知見の現状

I C R Pの勧告 (Publication 46) によって、事象の発生確率とその事象が人間に及ぼす影響の大きさととの積 (リスク) を基準として用いることにより、地下水移行シナリオのように発生確率が高く影響が小さいと考えられるシナリオと同様に、発生確率が低く影響が大きいと考えられるシナリオ (disruptive scenario) の重要性を評価し得ることが示された。また、この場合のリスク上限値として、 $10^{-6}/y$ が勧告されている。

さらに、同勧告においては、低確率事象の長期にわたる発生確率を定量化するうえで、専門家の判断に基づく“主観確率”を用いることの必要性が示唆されている。

(3) 安全性についてのこれまでの研究開発成果

(a) 確率論的影響評価手法

イベントツリーに対応して、各系列毎にその発生確率と影響の程度を定量化し、これらを併せてリスクを算出する手法。

(b) Simulation Models

シナリオを構成する各事象・プロセスの連鎖をモンテカルロ法によりシミュレートし、リスクを総合的に評価する手法 (ダイレクトシミュレーション)。

(4) 事業団の研究開発の状況

確率論的影響評価手法、及びダイレクトシミュレーション手法の調査を行っている。

(5) 今後の研究開発内容

各事象・プロセスの影響の程度を評価するための手法の開発を行い、より包括的なリスク評価を可能とする。

(i) 発端事象の発生確率の評価

発端事象の発生確率データに基づき、これらが無視し得る程度に小さいものであることを示す。

(ii) 確率論的影響評価

影響評価を目的とした解析モデルを開発して確率論的影響評価を行い、リスクを算出する。

また、解析モデルの開発のためのシステム理解を目的としてネオテクトニクス研究等の基礎的研究開発を行う。

(iii) ダイレクトシミュレーション

上記の基礎的研究を継続し、影響解析モデルを網羅的に開発するとともに、各シナリオを構成する事象・プロセスの生起の連鎖をモンテカルロ法により解析するダイレクトシミュレーションを行う。

(iv) 基礎的研究開発

廃棄物隔離性に関連するネオテクトニクス等の分野において、基礎的研究の拡充を目指す。

(6) リスクに関する研究開発項目

(i) 発端事象の発生確率の評価 (1 2 2 1)

(ii) 確率論的影響評価 (1 2 2 2)

① 影響評価モデル開発(1) (1 2 2 2 1)

② 確率論的影響評価 (1 2 2 2 2)

(iii) ダイレクトシミュレーション (1 2 2 3)

① 影響解析モデル開発(2) (1 2 2 3 1)

② ダイレクトシミュレーションの実施 (1 2 2 3 2)

(iv) 基礎的研究開発 (1 2 2 4)

1.3 多重バリアシステム性能に関する研究

多重バリアシステム性能評価研究は、とくに重要と考えられる地下水移行シナリオにおける多重バリアシステムの性能を定量的に明らかにすることを目的としたものであり、このために、以下に述べるようにニアフィールド、ファーフィールドそれぞれについての研究を行い、その結果を多重バリアシステム全体についての性能評価としてとりまとめる。

1.3.1 ニアフィールド現象

(1) ニアフィールド研究の位置づけ

ニアフィールドは、人工バリア及びその設置環境となる地質環境からなる領域である。この領域においては、地層処分における安全確保の三要件のうち、

- (a) 固化体と地下水との接触の可能性を十分低く制限しておくこと（地下水浸入作用の抑制・防止）
- (b) 固化体が地下水と接触したとしても固化体中の核種が、固化体の外へ溶出しにくいようにし、かつ核種が溶出したとしても埋設場所から移行しないようにしておくこと（溶出・移動の抑制）

という二つの要件について、多重バリアシステムの性能評価を行う。

ニアフィールド研究は、その領域内に含まれる地質環境の特性及び人工バリアの仕様を幅広く想定し、基礎的なデータと適用範囲の広い理論的モデルの開発を行うことを主眼とするものであり、多岐にわたる我が国の地質環境の条件を広く想定して多重バリアシステムによる安全確保の見通しを示すという当面の研究開発の目標を達成するための成果を得る確実性の高い分野である。

ニアフィールドにおける性能評価の実施にあたっては後述する地質環境調査研究及び人工バリア技術の研究開発の各時点での成果に基づき評価対象となる地層処分システム（工学システム及び地質環境）の仕様を想定して解析を行い、その成果をこれら二つの研究方針に適宜提供するという位置づけにある。

(2) 安全性についての知見

前述の二つの安全確保の要件のうち、(a)地下水浸入作用の抑制・防止は緩衝材の透水制限機能と耐食性のオーバーパックスの閉じ込め機能によるものであり、その機能の評価にあたっては、前者は緩衝材の再冠水、後者は金属材料の腐食という現象が重要な評価対象となる。また、(b)溶出・移動の抑制は、ガラスと核種とが本来地下水に極めて溶けにくいものであることや、緩衝材が地下水、核種の移動を制御する機能を有することに起因するものでありその機能の評価にあたっては核種・ガラスの溶解と緩衝材中の地下水・核種の移動現象が重要な評価対象となる。

これまでの研究開発の成果、緩衝材の再冠水、金属の腐食、核種・ガラスの溶解及び地下水・核種の移動という現象はいずれも化学反応と物質移動という基礎的なプロセスに分解して考えることが可能であり、これらのプロセスについては化学、あるいは化学工学において確立された基礎理論が適用可能であることが専門家の間が広く認められるところとなった。そして、この事実がニアフィールド研究の信頼性を保証する重要な根拠となっている。

また、これらの基礎理論に基づきニアフィールドにおける多重バリアシステムの性能についてデータ収集、モデル開発及びこれらを用いた評価が国内、外で行われている。

その結果、地下深部の環境においてはオーバーパックス材料の腐食速度は小さく、高レベル放射性廃棄物中の短半減期（半減期30年程度）ながら放射能レベルの高いCs-137及びSr-90等の核分裂生成物の放射能が十分減衰し、同時に、これらの核種の崩壊熱が減少するまでの期間、廃棄物と地下水との接触を防止すること。また、還元条件である深部地下水に対しては、ガラスと核種とが本来極めて溶解しにくく、かつ透水性の低い緩衝材がわずかに溶出した核種の移動を制御することから放射能レベルは低いながら半減期の長いアクチニド元素等の放出率を長期にわたり極めて小さいものとするとの見通しが得られており、オーバーパックス等の人工バリア材料は地下水と反応することにより、中性に近いpHと低い酸化還元電位という深部地下水の好ましい性質を安定に保つことも示されている。また、緩衝材が核種を吸着することによる移動が遅延の効果により長半減期の核種のうち、半減期が一万年以下

のAm-241、243等の放射能は緩衝材中で十分減衰することを示す評価結果も併せて得られている。

これらの結果に基づき、上述した安全確保の要件がいずれも満足されるものと考えられている。

(3) 安全性についてのこれまでの研究開発成果

(i) モデル開発

① ニアフィールド条件の解析モデル

1) 熱解析

高レベル放射性廃棄物は、主として短半減期のCs-137とSr-90の崩壊に伴い熱を発生する。

この崩壊熱は、ガラス固化体製造後数百年の期間内に急激に低下するものであり、崩壊熱が十分低下するまでの熱に伴う過渡的現象が生じ得るこの期間は、とくにThermal Periodと呼ばれている。

このThermal Periodの間、オーバーパックにより高レベル放射性廃棄物が地下水と接触することは防止されるため、性能評価における熱解析は、主にオーバーパックの腐食速度及び他のバリア材（ガラス、緩衝材等）の熱変質や地下水の化学的変化に対する影響因子としての温度分布の経時変化の予測を目的として行われる。

高レベル放射性廃棄物の崩壊熱によって形成される温度分布は、処分場における廃棄物の定置間隔等に依存するものであり、上述した種々のプロセスに対する影響が十分小さいものとなるよう処分場の設計を行うことが可能と考えられている。

熱解析モデルとしては、熱伝導、対流輻射という熱移動の機構に対して三次元で、廃棄物の発熱量の経時変化や物性値の温度依存性を考慮した計算の可能なものがいくつか開発されている^{5)・6)}。

これらのコードは、一般に、地質環境中の温度分布や大規模な対流の効果を解析するためのスケール、人工バリア中の温度分布を解析するためのス

ケール等、種々の規模の対象に対して適用可能と考えられている。

2) 放射線影響解析モデル

高レベル放射性廃棄物の発する放射線の影響として解析が必要なものとしては、地下水の放射線分解に伴う性質変化が挙げられる。

地下水の放射線分解に対する γ 線の寄与は、比較的短時間のものであり、オーバーパックとして自己遮蔽型のものを採用した場合には、無視し得るものと考えられている。

一方、長半減期核種の崩壊に伴い発生する α 線の寄与は、オーバーパックが腐食しガラス固化体と地下水とが接触を開始して以降、地下水の性質を変化させる可能性がある。

地下水の放射線分解として最も重要なものは還元性、酸化性の同量の物質の発生である。

このうち、還元性の H_2 等は H_2O_2 やその他のラジカル等の酸化性の化学種に比して拡散が速く、このため廃棄物周辺が酸化性の雰囲気となる可能性があり、この場合、アクチニド元素等の溶解度が増大することが示されている。

しかし、この場合においても、酸化性の化学種は周辺の岩石との反応により消費され、酸化雰囲気となる場は一定の範囲内にとどまること、そしてこの場の境界(Redox Front)において、一旦溶解したアクチニド元素等が再沈澱することを示す解析結果が得られている⁷⁾。

また、オーバーパック材に還元剤として作用する鉄等を用いた場合には、放射線分解により生ずる酸化性の物質を速やかに消費し、廃棄物近傍の地下水の還元性に保たれることも示されている⁸⁾。

上述した事項についての解析を行うためのモデルとしては、放射線場解析モデル及び放射線分解解析モデルが用いられる。

放射線場解析モデルとしては、原子炉等における遮蔽計算用に開発されたコードが適用可能である。

これらのコードは、二次元の複数の材料により構成される系における多群

の γ 線、中性子線の減衰をボルツマン輸送方程式等に基づき解析するものである。

放射線分解解析モデルは、地下水の分解に伴う化学種の生成と、二次反応及び消滅の速度を計算するものであるが、現在の適用範囲は、閉じた系で、希薄溶液における主要な反応についての速度論的、かつ、簡単な解析に限られている。

3) 水理・応力解析モデル

ニアフィールドにおける安全確保の二つの要件を満足する上で、緩衝材の止水効果により腐食性物質の流入や溶出した核種の移動が抑制され、いずれも拡散に支配される極めて緩慢なものとなることが重要な前提となる。

緩衝材の止水効果は、地下水の浸入の際に緩衝材の膨潤圧による自己シール性がもたらされることにより生ずるものである。

したがって、緩衝材の止水効果は、膨潤圧と地圧の均衡による応力場形成と、この影響を受けて規定される周囲の岩盤と緩衝材の透水係数に基づく水理条件の解析により定量化される。

応力場の解析においては、二次元、三次元の数値解法に基づく一般的コードが適用可能である。一方、応力の影響を考慮した透水係数値の算出にあたっては、緩衝材について密度－膨潤圧－透水係数の相関に関する実験結果が適用可能であるのに対して、岩盤については直接的測定が困難であるために、掘削に伴う応力解放と膨潤圧の装荷という応力履歴にしたがい、亀裂開口幅の変化とこれに伴う透水性の変化を解析するモデルが開発されている⁹⁾。

しかし、これらの解析モデルは全開口幅と水理に有効な開口幅との相関を明確化していないために、必ずしも信頼性の高いものとは考えられていない。

透水係数分布が推定された場合には、これに基づきファーフィールド研究の項で詳述する多孔質媒体連続体モデルを用いて水理解析が行われる。即ち、広域における地下水流動解析に続いて、その算出結果に基づきニアフィールドスケールに再度水理解析モデルを適用することによって岩盤部と緩衝材中

の地下水流量が算出される。ただし、ニアフィールドという比較的小さい領域において亀裂等を連続体近似するとの妥当性については議論が続けられている⁸⁾。

また、上記の解析は、緩衝材が地下水により飽和した後の定常状態を対象としたものであり、これらの解析の前提条件を確定するために、それ以前の非定常状態の解析を行うことの必要性が示唆されている¹⁰⁾。この非定常状態の解析については、前述の気液二相流水理－熱連成解析コードが適用されているが、これに応力を加えた連成コードの開発例はまだない。

4) 地球化学解析モデル

ニアフィールドにおける安全確保の要件は、オーバーパックスの腐食及び核種やガラスの溶解という現象に関連したものであり、これらの現象は主要プロセスとして廃棄物、人工バリア材と地下水との化学反応を含むものである。

これらの化学反応は、多成分系での平衡と速度論的效果とを同時に計算可能な地球化学解析モデルにより定量的に扱われる。

また、地球化学解析モデルは、複数成分（鉱物）からなる岩石との反応により定まる深部地下水の化学的性質の推定や、この反応の漸進による深部地下水の化学的性質の長期的変化の予測に対して適用可能なものである。

地球化学解析モデルは、性能評価において広い適用範囲を持つものであるため、ニアフィールド研究の最重要課題としてその開発・導入が進められている。

これまで地球化学解析モデルが適用された結果、地表の大気と隔たった地下深部の地下水は岩石に含まれるマグネタイト等の還元性を有する鉱物との反応により低い酸化還元電位を示す等の腐食・核種溶解を抑制する性質のものであること及びこの地下水が還元性のオーバーパックス材、pH緩衝性を有する緩衝材と反応することによりさらに安定に好ましい性質を保持することが示されている⁸⁾。

地球化学解析コードは、ある条件の下の反応系において、

- どのような化学反応が、
- どの程度にまで進むか

を解析するものであり、このために、相互に関連する複数の化学反応からなるシステムについて以下の4種の計算を行う。

(a) 液相中の分種化及び固相（鉱物、核種、人工バリア材）の溶解

地下水の化学的挙動は、そこに溶存する全ての化学種の特性に依存するものである。そして、平衡状態における分種化が液相中での化学種の分布と活量及び固相に含まれる物質の液相中での飽和度を決定する。

分種化の解析においては、個々の反応に対して、各元素の質量と電荷の保存を制約条件として、質量作用の式に基づく計算が行われる。ここで、個々の反応において反応系、生成系に含まれる元素が共通するものとなることから、一般には、複数の質量保存、質量作用式を並行して Newton-Raphson 反復法により解法することとなる。

分種化の解析を目的としたコードは多く開発されているが、多くのものは活量係数の算出にあたって拡張Debye-Huckelの式、もしくは Davisの式を用いており、これらの算出式の適用範囲はイオン強度 1 mol/l 以下の希薄溶液に限られる。

高イオン濃度の溶液に対して、活量係数を求めるためには、Pitzerの式と呼ばれる経験式が用いられるが、これを採用している解析コードは EQ 3/6 等少数のものに限られ、かつ、データベースも十分ではない。

これらの解析コードを用いた場合の主な不確実性の要因として、同定する反応の網羅性の不足、平衡定数の誤差及び上記の活量係数算出式の誤差が指摘されている。

また、酸化還元反応は、一般に他に比して進行が遅い等、各反応が一様に平衡に到るという仮定は多くの場合現実的ではなく、このため、後述する速度論的取り扱いにより、それぞれの反応の進行速度の相違に起因する不均質な平衡状態を解析することが検討されている¹¹⁾。

(b) 固液間の物質移動

一般に、固相の溶解反応は、液相中の化学種同志の反応に比して遅く、固相の反応の進展に伴い、過渡的に生ずる準安定 (Kinetically stable) な状態を推定する必要が生ずる場合が多い (後述のガラスマトリクス溶解等)。

このため、液相中の反応に要する時間を無視して、即ち、液相中の反応は瞬時に平衡に到ると仮定して、固相の溶解、沈澱に伴う変化を経時的に解析する方法 (reaction pathsモデル) が採られる¹²⁾。

reaction pathsモデルにおいては、反応の進行に伴い初期の溶液に対して、固相側からある量の反応物質が供給され、反応が生じるとして、反応後の溶液組成と固相側の沈澱物 (変質層) を算出し、併せて固相から液相への正味の物質移動 (masstransfer) 量を算出することが行われる。

また、系が閉じていない場合には、拡散、移流による系外への物質移動 (masstransport) を並行して計算することも可能である。

reaction pathsモデルを適用した場合の不確実性の要因としては、分種化の場合と同じく熱力学データの不足と誤差が挙げられる。

また、reaction path に沿ってsequentialに計算が進むため反応系設定にあたっての重要な反応の見落としは、大きな誤差となって現れることが示唆されている。

(c) 収着 (sorption)

収着は、核種移行の遅延機構として働く等、液相中の化学種と固相との重要な相互作用である。収着は、以下の三つに分類されている。

• Adsorption (吸着)

三次元的構造を形成することなく液相中の化学種が固液界面に凝集するプロセスの総称

• Absorption (吸収)

液相中の化学種の固相中への拡散、侵入

• Precipitation (析出)

液相中の化学種が固相表面に三次元構造を有する層を形成すること
このうち、吸収及び析出については、物質移動及び分種化・溶解のモデルを適用することが可能である。

吸着については、このうちイオン交換とそれ以外の吸着とが区分される。イオン交換対しては、固相中の交換性イオンと液相中のイオンの交換を、表面電荷の保存を制約条件として、質量作用の式を適用して解析するコードが開発されている¹³⁾。

また、イオン交換以外の吸着に対しては、多くの溶質移動解析に用いられている Henry 則等の経験的モデルと、表面錯体理論に基づく理論的モデルが開発されている¹⁴⁾。

このうち、経験的モデルでは、吸着は個々のプロセスに分類せず、一括して扱われている。また、Henry 則では、液相中の化学種濃度が十分低く、吸着量との間に比例関係が成立することを仮定している。これに対して、Langmuir 及び Freundlich の式においては、それぞれ吸着サイトの飽和及び個々のサイトにおけるポテンシャル分布に起因する非線型性を考慮している。

一方、理論的モデルの前提となる表面錯体理論は、固相表面の電気化学的特性を考慮した上で、水和した液相中の化学種と固相表面の吸着サイトによる錯体生成反応を質量作用式に基づき解析するものである。

表面錯体理論は、吸着に関与する多くの因子とその相関を包括的に説明することが可能と考えられている。

表面錯体理論に基づく解析コードは、固相表面の電気化学的特性として電気二重層（液相中の化学種は固相表面、もしくは拡散層に存在するとし、かつ、それらは表面の電荷分布に影響を及ぼさないとする）、もしくは電気三重層（第一層には、水素イオン及び水酸基が吸着し、表面の電荷分布に影響を及ぼす。また、その多の化学種は第二層、もしくは拡散層に存在するとする）を仮定している。

これらの解析コードは、理論的根拠の明確なものである反面、測定の困難なパラメータを含むことからデータベースの不備が指摘されている。

(d) 速度論的取り扱い

性能評価、とくに後述する核種移行解析においては、溶質移動に比して化学反応が速い仮定であり、瞬時平衡の仮定が成立することを前提としている。

しかし、前述のように固液間の反応や酸化還元反応は遅いものであり、瞬時平衡の仮定は必ずしも妥当なものではないと考えられている。

現在、速度論に係る研究は、解析のための基礎を模索している段階であり、速度論的法則性(Rate Laws)は少数の鉱物についてしか見出されておらず、解析コードの開発状況もこれを反映している。

② 腐食解析モデル

オーバーパック材料としては、各国共に主として金属材料が考えられており、炭素鋼、銅、チタン、チタン合金、高合金ステンレス鋼等を対象に腐食の評価研究が実施されてきている。腐食の概念モデルとしては、

- (a) 酸素等の地下水中に溶存している腐食性物質との反応による腐食
- (b) 水の分解反応による水素発生型の腐食
- (c) バクテリア等の生物による腐食

などが考えられている。炭素鋼については、(a)及び(b)が考えられ、とくに深部地下水のような還元性雰囲気では(b)による水素の発生が腐食に伴う副次的な問題とされている。銅については、(a)が主要反応と考えられている。また、チタンや高合金ステンレス鋼などのような高耐食性材料は、全面的な腐食は問題なく、孔食やすき間腐食のような局部腐食が評価の中心となっている。(c)のバクテリア腐食については、可能性は考えられているが、データの少ない現状では(a)、(b)に比べると重要性は現在のところ不明である。

腐食の評価モデルは、基本的には実験室での試験データを基にした経験式に

よるモデルと理論的モデルとして大別される。前者は温度、地下水組成等の環境条件と時間とをパラメータに腐食量を表したものでいくつかの式の提案がある。局部腐食については発生の臨界条件を環境及び材料側の因子をパラメータに示す場合もある。

理論的モデルは、腐食を各反応に分解し、物質収支をとるように解析するものであるが、入力パラメータの取得が難しいなど現状では実用性に乏しい。

ただし、最も単純なモデルは、腐食性物質の供給律速モデルで、供給律速が成立するならば、保守側の評価となる。スウェーデンのKBS-3において、銅の腐食評価への適用例がある。

③ ガラス固化体からの核種放出

ガラス固化体からの核種放出に対する律速機構としては、

- ガラス固化体の溶解速度
- 核種（もしくはガラス）の溶解度（飽和濃度）と緩衝材中の移動速度によって定まる核種の溶出速度

が考えられており、緩衝材中の移動速度が拡散に支配される極めて小さいものとなるために、難溶性の核種の溶出率は後者の機構によって規定されと考えられている。一般に、深部地下水のように還元性であり、かつ、中性に近いpHを示す溶液に対しては、オーバーパック中で減衰しないような長寿命の核種の多く（アクチニド元素及びPd-107、Tc-99、Sn-126等）は、溶解度が小さく、したがって後者の機構によって律速されと考えられている。他方、長寿命の核種のうちCs-135、I-129等については溶解度が大きく、このためこれらの核種を固溶するガラスマトリクスの保持機能に係る前者の機構が律速となることが示されている。

これまで、上述した二つの律速機構についてそれぞれ以下に示すモデル開発が行われ、これらを用いて難溶性、可溶性いずれの長寿命核種もガラス固化体からの核種放出率は極めて小さいものとなる見通しが得られている。

(a) ガラス固化体の溶解度についての解析モデル

ガラスは、熱力学的に安定なものではなく、複雑なReaction Pathsを経て、非常に緩慢に、より安定な相へと不可逆的に変化している。そして、Cs、I等の可溶性の元素は、地下水との反応に伴うガラスの相変化の際に地下水へと溶出すると考えられるため、ガラスの相変化についてのReaction Pathsを考慮した速度論的解析モデルが必要となる。

現在までにガラス溶解のReaction Pathsを考慮した解析コードがいくつか開発されているが、これらの多くは次の簡単なReaction Pathsを仮定したGeneral Rate Equationと呼ばれている速度式を用いたものである¹⁵⁾。

第一ステップ：ガラスマトリクスの連鎖が一つを残して切断され、

Silanol グループ ($\text{Si}(\text{OH})_3$)が形成される過程

第二ステップ：Silanol グループの最後の連鎖が切断され、ケイ素酸

(H_4SiO_4) として溶解する過程

ここで、第二ステップは、Silanol グループのエネルギー準位とケイ素酸のそれとの間にポテンシャル障壁があり、この障壁を乗り越える速度が全体を律連することとなる。

General Rate Equation は、ポテンシャル障壁を通過する Silanolの速度（即ち、ガラス溶解速度）を、ポテンシャル障壁の高さと溶液側の性状によって定まる Silanolの自由エネルギー（地球化学解析コードを用いて分種化の計算を行うことにより算出される）とから算出するものである。

General Rate Equation は、ガラス溶出試験の結果を理論的に説明し得るものであることが示されているが、以下の点で適用上の限界を有することが示唆されている。

- ケイ素酸濃度が飽和に達した場合、Silanol の自由エネルギーは0となるため、General Rate Equation では溶解の停止を示すが、実際には、ガラスマトリクスと Silanolとの自由エネルギーの差により反応が進行する点
- 一旦溶解したケイ素酸が沈澱する機構が付加された場合、ガラスの正

味の溶解速度が増大し、これに伴い核種の放出率が増す点

(b) 溶解度限界放出解析

難溶性核種の溶出については、地球化学解析コードを用いて分種化の計算を行うことにより算出される核種の溶解度を内側境界条件（一定）として緩衝材中の核種移行を後述の方法により解法することにより解析が行われる（核種の溶解に要する時間は保守的に無視される）。

解析コードとしては、ガラス固化体を無限長さの円筒に近似して定常時の核種放出率を算出する解析解や、一次元の数値解法を適用したものが開発されている^{16), 17)}。

これらの解析コードの適用上の限界としては、下記の点が指摘される。

- コロイドの形態で溶解する核種が存在する場合、実際の核種放出率は解析結果を上回る可能性がある点。
- 地下水の化学的性質や温度条件の変化に伴う溶解度の変化を取り扱えない点（上記の解析コードをニアフィールド条件の解析コードと連成することによりこの限界は排除される。（ニアフィールド総合性能評価コード（後述）参照））

④ 緩衝材中の核種移行

緩衝材中の地下水流速は、核種の拡散速度と比較して無視しえる程度に小さく、事実上静水状態になると考えられている。そこで、緩衝材中の核種移行を拡散と線型可逆吸着の過程の下に解析する数値解法の解析コードが多く開発されている^{18), 19)}。これらの解析コードは、Ⅲに述べたガラス固化体からの核種放出率（もしくは溶解度）を内側境界条件、Ⅳに述べる周辺母岩中の核種移行を外側境界条件として仮定している。

これらの解析コードを用いた計算の結果、 10^3 年オーダー以下の半減期を有するアクチニド元核種（Am-241等）は緩衝材中でほとんど崩壊することが示されている。

また、核種の濃度分布が定常に達すると、吸着は核種移行の遅延に寄与しなくなる。したがって、定常到達時間に比して有意な長さの半減期を有する核種（Np-237等）については吸着による遅延効果がない拡散により定まる定常時の放出率が重要となる。

これらの核種の放出率を、拡散のみを考慮した簡単な外側境界条件（無限遠で核種濃度 = 0）に対する解析解が見出され、利用されている。

これらの解析コードの適用上の問題としては、以下の点が指摘されている。

- 緩衝材中の空隙水に溶解した核種のみが拡散に寄与すると過程している点。表面吸着された核種が脱着することなく拡散する現象（表面拡散）が生ずる可能性が指摘されており、この場合、上記の過程は保守性を失う。
- 線型吸着を仮定している点。吸着の非線型性を示すデータが取得され、この場合、いわゆる Shockwave Propagation の効果により解析結果が実際と異なる可能性がある。
- 瞬時吸着を仮定している点。吸着速度が拡散速度に比して十分速くならない場合、遅延効果が解析結果を下回る可能性がある。
- 吸着の基礎プロセスを同定していない点（地球化学解析コード参照）。このため、地下水の化学的性質の変化や温度変化に伴う吸着量の変化を説明することができない（地球化学解析コードの表面錯体理論を取り込むことにより、この限界は除かれる）。

⑤ 周辺母岩中の核種移行

周辺母岩における核種移行は、それ自体としては核種放出率の軽減に大きく寄与するとは考えられていないが、緩衝材中の核種移行の外側境界条件として拡散の driving force に影響を及ぼす点において重要と考えられている。

周辺母岩中の核種移行としては、最も保守的な（緩衝材中の核種移行に対して）瞬時希釈やゆるみ域中での完全混合 (mixing cell model) という簡単なモデルが開発されている²⁰⁾ 他、廃棄物近傍を横切る亀裂の存在等を考慮した、

より現実的なモデルの開発も行われている²¹⁾。

⑥ ニアフィールド総合解析モデル

ニアフィールドにおいて生ずる化学反応と物質移動の間には、移動する物質が何であるかは化学反応の結果定まり、逆に特定の場所で化学反応に寄与する物質は物質移動の結果もたらされるという分割不能な因果関係が含まれている。また、この共時的な相関に加えて、緩衝材中で地下水が飽和した後に金属の腐食が生じ、金属の腐食が進展した後にガラスの浸出・核種の溶解、移動が生ずるという通時的な相関がある。さらに、これらのプロセスは温度、応力等の周辺条件の下に規定されることとなる。

このように、ニアフィールドの現象が多種のプロセスの複合として現れ、かつ個々のプロセスが分割不能な強い相関を有することから、多重バリアシステムの性能に直接、あるいは間接的に関与する全てのプロセスを統合し、かつプロセス間の相関を定式化したニアフィールド総合性能評価モデルが必要と考えられている。そこで、以下に述べるARESTをはじめとするモデルが開発されている。

ARESTは、使用済燃料を対象として、インベントリー解析コード及び熱、地球化学についてのニアフィールド条件解析コード（サポートコードと呼ばれる）と人工バリア中での核種移行解析コード（オーバーパックによる閉じ込め時間と、溶解度（もしくは燃料近傍のボイド中の核種濃度）と緩衝材中の核種の拡散とによって定まる核種放出率とを算出するコード）とをサポートコードの計算結果を数表化したデータベースを介して連成した解析コードである。このため、ARESTは、ニアフィールド条件の経時変化を支配する廃棄物の発熱の影響と、その影響の下で最も強い相関を有する化学反応（地球化学反応）と物質移動（核種等の移動）の間の双方向のフィードバックを定量化し、現実的、かつ包括的なニアフィールド評価を行うことが可能である。

ARESTに連結されるサポートコードは、インベントリー解析コードの他、三次元有限要素法の熱解析コード（ANSYS等）及び分種化、溶解、固液間

の物質移動、表面錯体生成（吸着）と一部の反応速度についての解析が可能な地球化学解析コード（E Q 3 / 6）であり、これらは開発の進展に伴い逐次改良できるようモジュール型の構成となっている。

また、腐食モデルとしては、均一腐食、孔食、応力腐食割れについての経験的モデルが、廃棄物からの核種放出としては、溶解度限界と使用済燃料についての Inventory limited Releaseモデルが含まれ、緩衝材中の核種移行に対しては、球形一次元無限遠において濃度 0 の非定常時濃度分布と核種放出率が算出可能な解析解を用いている。

(ii) 確 証

ニアフィールド条件解析モデルに対しては、熱解析モデルが十分な精度で温度分布を予測するものであることが米国（N S T F）及びスウェーデン（S T R I P A）における確証試験において示されている²²⁾ のに対し、応力及び水理応力解析コードについては、亀裂を含む岩盤の特性に未知な点が多いことを反映して解析結果と試験結果とが適合しない例が多い。

また、地球化学解析コード及び放射線影響解析コードについての確証研究の例は極めて少ない。

腐食解析モデルに対しては、従来のモデルが経験的なものであることから有効な確証の方法は見出されていない。

ガラス固化体からの核種放出モデルのうち、ガラス溶解解析モデルについては、天然に存在するガラスの浸出層を対象としたナチュラルアナログ研究により、ReactionPaths モデルの妥当性が示されている²³⁾。

溶解度限界放出モデルについては、模擬ガラス固化体と模擬岩体を用いた系において、物質移動を含めた解析解の妥当性が検証されている²⁴⁾。

(iii) 入力データ取得

① ニアフィールド条件

1) 熱解析

熱解析に必要なデータは、人工バリア材料、地下水、周辺母岩の熱伝導率、比熱、熱容量、密度等の熱物理特性である。これらのデータは、測定も比較的容易であり、必要なほとんどの情報は取得されている。

2) 応力解析

ニアフィールドの応力解析に必要なデータは、緩衝材及び周辺母岩の力学的特性で、緩衝材に対しては膨張圧、クリープ係数、岩盤に対しては変形係数、せん断強度、ポアソン比などがある。これらも、熱解析データ同様、多くの測定例があるが、このうち、周辺母岩の応力解析に必要な初期応力やゆるみ領域の力学的特性については、比較的測定例が少なく、また、サイトの特性に依存するデータである。

3) 水理解析

ニアフィールドの水理解析に係るデータは、緩衝材と周辺母岩に対するものとに大別される。緩衝材については、透水係数、空隙率など多くの測定例がある。とくにベントナイト系の緩衝材について、スウェーデンのKBSプロジェクトや国際ストリパプロジェクトを中心に多くのデータが得られている。

周辺母岩に対する水理データは、透水係数や有効空隙率などが必要とされる。各国の原位置試験場において、いくつかの測定例がある。ただし、熱、応力との連成を考慮して取得されたデータは少ない。

4) 放射線の影響

放射線の影響解析上最も重要なデータは、地下水の放射線分解に関するものである。純粋の放射線分解に関する基礎データはすでに取得されているが、

生成したラジカルと地下水溶存物質、人工バリア材料、岩石との反応に係るデータベースは、十分ではない。したがって、現状では計算値よりも実験室での測定データに信頼が置かれる場合がある。

放射線分解生成物によるオーバーパックスの腐食に関しては、いくつかのケースでデータが取得されているが、結果は系によって異なっている。ガラスの浸出に関しては、空気相共存下で生成する HNO_3 や水の分解で生成するラジカルに対する影響が評価されいずれも浸出が増加している²⁵⁾。ただし、ベントナイト共存下では、影響がないという報告がある。酸化還元境界 (redox front) についての実験的なデータはない。

5) 地球化学

ニアフィールドの地球化学的条件の評価に必要なデータは、オーバーパックス材料、緩衝材、周辺母岩の造岩鉱物及び亀裂充填鉱物、地下水間の相互作用に係る熱力学データである。オーバーパックス材料、とくに鉄の腐食に伴う地下水の化学的性質の変化については、腐食の研究の中ですでに必要なデータの一部が取得されている。重要なEh、pHの変化については、直接的な測定データも存在する。

緩衝材については、ベントナイトの主要鉱物であるモンモリロナイトのイオン交換反応に関する基本データが取得されている。

周辺母岩については、主要な鉱物と地下水との反応に関する熱力学的データベースがE Q 3 / 6などの地球化学コードの入力用として、開発されている。しかし、鉱物の溶解、析出に関する速度論的データ、複雑な鉱物の熱力学的データ、鉱物と溶存酸素のとの反応速度に係るデータなどは不十分であり、さらに多くの取得必要データが存在する。

ニアフィールドの地球化学条件に係るデータは、一般に基本反応についてのデータベースが整いつつある段階である。したがって、人工バリア材料と岩石・鉱物との複雑な反応系の解析には、データベースが不十分な状態である。

② 人工バリア再冠水

- 再冠水の時間評価に係るデータは室内試験として緩衝材の水分拡散係数などが取得されている。また、国際ストリパプロジェクトにおいて、原位置試験の実規模大の設備を用いて、再冠水時の温度、応力、水分濃度の時間変化に関する広範なデータが取得されている。
- 一方、再冠水に伴うニアフィールド中の気相の挙動等局所的及びミクロ的な問題については、概念モデルも含めて情報が不足している。

③ オーバーパックの腐食

- 炭素鋼、銅、Ti及びTi合金、ハステロイCなどの高合金鋼について温度、地下水組成、放射線量など（付加応力）などをパラメータに広範な腐食データが実験室試験を中心に一部原位置試験で取得されている。
- 炭素鋼については、とくに英国 Harwell研究所で局部腐食に関する詳細なデータが取得されており、統計的解析評価に用いられている²⁶⁾。
- 銅については、とくにスウェーデンにおいて、考古学的データを含め広範囲なデータ取得が行われている²⁷⁾。
- Ti及びTi合金については、とくにカナダ²⁸⁾、スウェーデン²⁹⁾で広範囲なデータ取得が行われている。
- しかし、低Eh条件及び緩衝材存在下のような処分環境に近い条件下でのデータが十分取得されていない。また、局部腐食の発生及びその進行に係る統計的解析に必要なデータ、数学的モデルに入力する腐食反応の基礎データの取得例は少ない。
- 嫌気性バクテリアによる腐食の可能性も考えられているが、データは極めて少ない。
- 腐食性物質の供給律速による腐食が成立する範囲と供給速度に係る拡散係数等のデータは極めて少ない。

④ ガラス固化体からの核種放出

- ガラス固化体の浸出に関しては、温度、圧力、固化体の放射線損傷、結晶化度、放射線量、溶液組成、pH、Eh、人工バリア材料の共存、溶液の流量、ガラス組成等をパラメータとした比較的短期の試験が各国で行われてきており、数多くの浸出速度のデータが取得されている³⁰⁾。
- 浸出試験による浸出速度のデータのうち、低Eh条件、圧縮ベントナイト共存条件等処分環境を十分考慮した条件でのデータは比較的少ない。また、Pd、Sn、Zr、Se等の長半減期F P核種に関するデータが比較的少ない。
- ガラス固化体の浸出を支配する二次元的ケイ素酸鉱物の生成速度などケイ素酸のシンクに係るデータが十分取得されていない。特にベントナイト、炭素鋼またはその腐食生成物等の人工バリア材あるいはその劣化物とケイ素酸との反応に関するデータが必要である。
- 放射性核種の溶解平衡に基づく、溶出解析に必要な核種の液中の溶解度等の熱力学データに関しては、OECD/NEAのTDBにおいてデータベースの整備が進められている。しかし、アクチニドに関するよく制御された系での取得データは、非常に少ない。特に、Eh/pH、CO₂濃度、有機物質、温度、イオン強度等をパラメータとしたデータが不十分である。

⑤ 緩衝材中の核種移行

- 緩衝材中の核種移行は、圧縮ベントナイトの場合、フィックの拡散方程式によって表現される。したがって、取得すべきデータは、緩衝材中の核種ごとのみかけの拡散係数、吸着等による遅延効果を除いた実行拡散係数、間隙水中の拡散係数、緩衝材の有効空隙率(ϵ)、緩衝材に対する核種の分配係数(Kd)等である。
- みかけの拡散係数は、非定常拡散プロファイルに対するカーブフィッティングにより、ベントナイトの密度、石英砂の混合比、地下水組成などをパラメータに多くの核種についての測定例が報告されている³¹⁾。
一方、定常状態における測定例は、極めて少なく非定常法との比較例も少な

いので、今後のデータ取得が望まれる。

- 実効拡散係数は、通常みかけの拡散係数から、別に測定した K_d 、 ε 等をもとに遅延の効果を除いて求められ、みかけの拡散係数同様、多くの評価例がある³²⁾。
- 既存データはNa-型ベントナイを基本とした緩衝材に対するものが大部分である。測定のほとんどは大気飽和の酸化性環境下で行われている。TRU核種などは酸化性雰囲気により速い拡散挙動を示すと考えられており、大気飽和系でのデータは保守的データと考えられるが、移行の微視的メカニズムを解明し、より詳細なモデル化を行うためには、雰囲気を制御した還元系でのデータ取得が必要である。
- 既存の評価モデルの大部分は、線型吸着を仮定しているが、核種ごとの吸着モデルを規定するためのデータは十分に取得されていない。今後、さらに詳細なモデル化を行うためには、緩衝材の微視的構造、有効空隙水の化学的性質、吸着平衡及び吸着速度に関する基礎データの取得が必要とる。

⑥ 周辺母岩中の核種移行

- 周辺母岩中の核種移行モデルに対応して以下のようなデータが必要となる。

(イ) ミキシングセルモデル

想定するセルの大きさ（容積、表面積）、空隙率、密度、地下水流動、地下水の化学的性質、核種の分配係数等

(ロ) 空隙移行モデル

地下水流入量、地下水の化学特性、空隙特性（亀裂または空隙分布、亀裂幅・開口、有効空隙率、分配係数、マトリクス拡散係数、亀裂充填鉱物等）

- 上記のうち(ロ)に関するデータは、ファーフィールド研究、地質環境調査の中で取得されるものである。（関連項目参照）(イ)のミキシングセルとしては、ゆるみ領域がそれに相当するものと考えられている。したがって、セルの大きさ、水理、物理、地球化学特性に関するデータはニアフィールド条件に関

するデータとして取得される。（関連項目参照）核種移行特性については、特にゆるみ領域を対象にしたデータはなく、通常の室内試験による分配係数等のデータが用いられる。

⑦ コロイド生成・移行

- 一般的に低酸化状態のアクチニドがコロイドを形成しやすいといわれており、Np（IV、V）、Am（III）、Pu（IV）等に関する真性コロイド、擬似コロイド生成についていくつかの報告がなされている³³⁾。しかし、生成したコロイドの粒度分布、表面電位、化学形、移行特性、安定性など詳細かつ定量的なデータは得られていないのが現状である。
- 擬似コロイドの発生源として、オーバーパックの腐食生成物や緩衝材などが考えられているが、定量的な情報は得られていない。
- コロイドの移行に関しては、緩衝材中、周辺母岩中ともに、ほとんどデータがなく、Amについて岩石への吸収挙動に関する研究例がある程度である。

⑧ 微生物・有機物の影響

- 地下水の含まれるフミン酸、フルボン酸などがAm、Pu等のアクチニド元素と有機錯体を形成することが知られており、アクチニドの溶解度への有機酸影響についていくつかの報告がある³⁴⁾。
- ある種のウラン鉱床で、有機物がウランの析出を促進している例も見られるが、定量的なデータは取得されていない。
- ある種の微生物が有機物として核種の移行特性に影響したり、オーバーパックの腐食を促進させる例が報告されているが、事例の収集が行われている段階であり、現状で定量的評価に使えるデータはない。

⑨ ガスの発生

- オーバーパックの金属材料の還元性環境下での腐食に伴う水素の発生が主なガスの発生源と考えられている。炭素鋼の腐食に伴う水素ガスの発生が確認

されているが定量的なデータは十分でない。銅に関するSKB（スウェーデン）の実験では、水素の発生は確認されなかった。

- 水素ガスの緩衝材（圧縮ベントナイト）中の拡散移行については、スウェーデンなどでデータ取得が行われている³⁵⁾。

(4) 事業団の研究開発の状況

腐食試験のデータに基づくオーバーパックによる閉じ込め期間の評価及び後述するニアフィールドからの核種放出率計算コード Releaseを用いた予備的性能評価を行い、前述の二つの安全確保の要件が満足され、ニアフィールドからの核種放出率は非常に小さいものとなることの見通しが得られている。

また、これらの結果に基づき、以下の知見が得られている。

- 化学反応、物質移動について核種の化学形態によってパラメータ値が変動することが、これが評価の不確実性の要因となり得る。このため、ニアフィールド条件に対応した精度の高いデータ取得を行うことが必要である。
- データ取得に関しては、長寿命核種の放出率への寄与の大きいアクチニド元素等の溶解度に係る熱力学的データの重要性が高い。
- 解析コードの根拠となる理論の適用性を、上記の精度の高いデータに基づき確認することが評価の信頼性を向上するものとなる。
- 上記のデータベースに基づき、解析に用いるパラメータ値に定めるためには、ニアフィールド条件の変化と各人工バリアの挙動、核種の挙動とを連成した総合的評価モデルの開発が必要である。
- 総合的評価モデルの妥当性を示すためには、個々には確立された理論が、相互作用の生ずる場で両立し得ることを確認することが重要である。

(i) モデル開発

① ニアフィールド条件の解析モデル

1) 熱解析

有限差分法熱解析コードTRUMP等を用いて、各種のスケールの熱解析

を行い、人工バリア内の各部分で目標となる温度以下となるよう処分場レイアウトを設定できることが示されている。

また、後述するAREST/PNCのサポートコードとして形状の取り扱いについての自由度のより高い有限要素法の解析コードHEATING 6及びTEMPESTの導入を検討している。

不飽和領域での気液二相流、熱－水理連成モデルの開発、導入は行われていない。

2) 放射線影響解析モデル

放射線場解析モデルとして、原子炉等における遮蔽計算用のコードが利用可能である。

自己遮蔽型で、還元性を有するオーバーパックが主要な候補となっているため、放射線分解解析モデルは、現在までのところ、開発・導入されていない。

3) 水理・応力解析モデル

水理モデルとしては、有限要素法二次元のFEMWATERをニアフィールドスケールに適用することが可能である。

応力解析モデルとしては、汎用の有限要素法二、三次元のものが利用可能であり、オーバーパックの耐圧計算等への適用が進められている。

岩盤の応答特性を考慮した水理－応力連成モデルの開発・導入はなされておらず、
緩衝材の止水効果については、小規模室内試験の結果に基づく検討が行われている。

4) 地球化学解析モデル

部分的に解析を行うことが可能な解析コードCHEMTRN、PHREEQEが導入され、オーバーパック、緩衝材の化学的緩衝作用や、吸着の地下水化学的性質への依存性について解析が行われている。

また、全体を網羅する機能を有する解析コードEQ 3/6をAREST-PNCのサポートコードとして導入した。

② 腐食解析モデル

- 炭素鋼の腐食については、温度、溶存酸素濃度、溶存イオン濃度、pH等をパラメータにした経験式による速度論的モデルを開発中である。
- チタン及びチタン合金、温度、塩素イオン濃度等をパラメータとして、すき間腐食発生の臨界条件を表現した平衡論的なモデルを検討中である。

③ ガラス固化体からの核種放出

AREST/PNCのサブモデルとして、前述のReaction Pathsに基づくGeneral Rate Equation と、鉄とケイ素との共沈形成による正味のガラス溶解速度変化についてのモデルを併せた核種放出モデルを、米国バテル記念研究所と共同研究において開発している。

また、AREST本来のサブモデルである溶解度限界放出モデルも利用可能である。

予備的性能評価に用いた Releaseコードにおいては、溶解度限界放出モデルとReaction Pathsを単純化した一次反応式モデルを選択することができる。

④ 緩衝材中の核種移行

予備的性能評価に用いた Releaseコードにおいては円筒座標系一次元、AREST/PNCにおいては球形一次元の拡散についてのそれぞれの数値解、解析解が利用できる。

⑤ 周辺母岩中の核種移行

Releaseコードにおいては、瞬時希釈、ミキシングセルのモデルが採用可能であり、また、AREST/PNCのデザインバージョンにおいては、岩体中の移行を拡散により簡単に表現している。

現在、亀裂の存在等を考慮した現実的なモデルの開発・導入を進めている。

⑥ ニアフィールド総合解析モデル

上述したガラス固化体からの核種放出率解析モデルを付加することにより改良を行ったAREST/PNCコードの開発・導入を進めている。

また、現在のAREST/PNCの物質移動解析部分が、必ずしも保守的ではなく、かつ、周辺の地質環境条件への対応も十分ではないことから、該当箇所の改良も検討されている。

(ii) 確 証

熱解析モデルに対して、細倉鉾山における原位置試験の結果に基づき、その妥当性を確認した他、以下の点についての確証研究を進めている。

- ・富士山周辺等の火山ガラスの浸出層についてReaction Pathsモデルの妥当性を示すためのナチュラルアナログ研究

(iii) 入力データ取得

① ニアフィールド条件

1) 熱解析

人工バリアについては、設計研究の中で必要なデータが収集されている。

岩体の物性については、地質環境調査の中で、データ収集が行われている。

2) 応力解析

緩衝材及び岩体の一般的な力学特性については、処分技術開発及び地質環境調査の中でデータ収集がなされている。一方、岩盤のゆるみに係る情報は、東濃、釜石における原位置試験、一般土木研究からデータを得つつある。

3) 水理解析

緩衝材の水理に係る透水係数等の基本データは、すでに取得されている。

石英砂等の混合物の影響や地下水組成の効果などさらにデータを整備していく必要がある。

周辺母岩の水理データとして、東濃、釜石における原位置試験において基礎データを得つつある。

4) 放射線の影響

関連する国内での研究状況をサーベイするとともに、実験手法を確立するための基礎的な実験を実施している段階である。

5) 地球化学

- 金属材料、ベントナイトと水との反応における溶存物質、Eh、pH等の基礎データを得つつある段階である。

母岩との反応については、PHREEQE、EQ3/6などの地球化学コードに付加されているデータベース以外の情報は得られていない。

② 人工バリア再冠水

緩衝材の水分拡散係数を実験室試験によって取得した。また、大型緩衝材試験設備（BIG BEN）において、再冠水初期の熱－応力－水理の連成挙動に係るデータ取得が現在進められている。

③ オーバーパックの腐食

- 炭素鋼については、濃度、溶存酸素濃度、陰イオン濃度、ベントナイトの共存等の環境条件をパラメータに数ヶ月までの試験期間における腐食速度、腐食形態に関する基礎データを取得した。
- 銅についても炭素鋼に準じた評価を実施している。
- チタン及びチタン合金については、発生する可能性が最も高いと考えられるすき間腐食について、その発生の臨界条件に関する情報を温度、塩素イオン濃度等をパラメータに得つつあり、概略の臨界条件を把握している。

④ ガラス固化体からの核種放出

- ガラス固化体からのガラス成分及び核種の基礎的な溶出データを浸出液の組成及びpH、液の流速、ベントナイトや金属材料の共存、温度、圧力等をパラメータに最高3年までの浸出期間において取得した。これらの試験のうち、大部分は、模擬ガラス固化体によるものであるのでアクチニドやTcなどに関

するデータは少ない。

現在、実ガラス固化体等を用いた試験により、付加的なデータを整備しつつある。

- アクチニド核種の溶解度等の評価に必要な熱力学データは、P A C E計画において取得しつつあり、Amについてのデータベースが完成しつつある。

⑤ 緩衝材中の核種移行

- 圧縮ベントナイト中の重要核種のみかけの拡散係数について、ベントナイトの密度をパラメータにデータを取得した。現在、定常法により評価を実施している。

⑥ 周辺母岩中の核種移行

- ミキシングセルに関する既存データはゆるみ領域の情報として、人工バリア技術の研究開発の中で整備されつつある。水理挙動も含めた総合的なデータは東濃及び釜石における原位置試験で取得されつつある。
- 空隙移行における諸特性についても、東濃及び釜石における原位置試験でデータを得つつある。

⑦ コロイド生成・移行

- Am、Npのコロイド生成について擬似コロイドの成長と粒度分布等の基礎的データを取得した。
- ガラス固化体浸出時のコロイド生成について基礎的知見を得つつある。

⑧ 微生物・有機物の影響

- ベルギーモル研究所との共同研究の一環として、ウラン吸着、析出と粘土中の有機物との相関についてデータを得つつある。

⑨ ガスの発生

- 炭素鋼の低溶存酸素条件での腐食評価の一環として、腐食に伴う水素ガスの発生量の測定を実施しつつある。

(5) 今後の研究開発内容

今後の本分野における研究開発の重点は、前述の見通しをより確かなものとするために、

- 化学反応、物質移動のそれぞれについて理論との対応関係の明確な最も単純なプロセスにいたるまで現象を分割し、それぞれのプロセスを地下で想定される化学、温度等の条件下で観察することにより質の高いデータを網羅的に取得し、併せてこれらのデータに基づく上記の理論の適合性を実際に確認（確証）すること。
- 化学反応、物質移動という個々には確立された理論を有する現象が複合された場合に生ずる相互作用を含めた相互解析モデルを開発するとともに、その妥当性を理論的に確認する検証試験を行うこと

という二点におく必要がある。

(i) モデル開発

① 総合性能評価モデル開発

ニアフィールドの総合的評価を行うために、まず、ニアフィールド条件、人工バリア再冠水、オーバーパック腐食、ガラス固化体からの核種放出、人工バリア中の核種移行及び周辺母岩中の核種移行という基本シナリオの予測のための概念モデルを作成することが必要である。

事業団は、現在（昭和63年度より）米国バテル記念研究所との共同研究においてニアフィールド総合性能評価モデル（AREST-PNC）の改良として、ガラス固化体からの核種放出評価モデル開発を実施してきており（ARESTは元来使用済燃料を対象として開発されたものである。）、本モデル（デザインバージョン）の完成・導入（平成元年度）後、さらにインベントリー解析モ

デル、熱解析モデル、地球化学解析モデルというサポートモデルを整備し A R E S T / P N C と連結し（システムバージョン）、これを用いて第一次報告書に記載するニアフィールド性能評価を実施することとする。

なお、前述したシナリオ解析の成果等を踏まえ、基本シナリオの変動として評価すべきケース（変動シナリオ概念モデル）を設定する。

② 総合性能評価モデルの改良

A R E S T / P N C の適用範囲、信頼性を増すために、物質移動解析への数値解の適用、外側境界条件及び腐食解析モデルといった点について改良を行う。

また、後述する確証研究の成果を踏まえ、上記の概念モデルをみおなし、A R E S T / P N C にコロイド生成・移動、微生物の影響及びガス発生とのその影響等の考慮すべき新たなプロセスを付加し、改良することとする。

さらに、水理・応力解析モデル、放射線影響評価モデル及び気液二相流の熱－水理連成解析モデルを開発・導入することによりサポートモデルの拡充を行う。

(ii) 確 証

ニアフィールド現象として含まれる種々のプロセスは、小規模かつ単独には現実的な時間スケールにおいて試験を行うことが可能であるが、プロセス間の相互作用を含めた複合的現象を工学規模で実際の人工バリア材を用いて試験する場合には、事実上実施困難な試験期間が必要となる。

そこで、ニアフィールド研究における確証の基本的方針として、実際の人工バリア材もしくはその成分を用いて個々の基礎的プロセスについての解析モデルにおける理論の適合性を確認する確証試験を行い、次に、個々には確証された基礎的プロセスを複合した場合の解析モデルにおける仮定の妥当性をプロセスの進行の速い類似した材質を用いた検証試験により確認することとする。

① 核種放出に係る確証試験

長寿命核種の放出率を決定する要因として重要な溶解度限界放出の理論の適合性を確証するため、Am等アクチニド核種を含むガラス固化体の過飽和状態のアクチニド核種含有溶液への浸漬試験を行う。

② その他の確証研究

第一次報告書における性能評価計算に用いる総合性能モデルに含まれる種々の近似の正さを実験的に確認するために、ガラス溶解についての Reaction Paths モデルの仮定及び緩衝材中の核種物質移行についての拡散モデルの確証を目的として表面拡散、吸着の非線型性、瞬時平衡の仮定について小規模の室内確証試験を行う（性能評価研究施設：E D A S 試験及びその他のホット試験）。

また、ニアフィールド水理解析モデル、外側境界条件についての仮定について、緩衝材中の極めて遅い地下水流動条件を模擬した人工的な系における試験研究を行う（性能評価研究施設：I M A G E 試験）。

また、上記の試験を行う上で必要となるデータ取得するために、基礎試験等を行う。このうち、とくに試験の外側環境条件を設定するためにニアフィールドに含まれる掘削等の影響を受けた地質環境の条件を知ることを目的として地下研究施設等のデータを活用することを図る。

③ 総合検証試験

第二次報告書に向けて改良される総合性能評価モデルの改良点（コロイド生成・移動、微生物・有機物の影響、ガス発生とその影響等）について上記と同様の試験研究を行うとともに、上記の I M A G E 試験を改良し、より総合的な検証試験を実施する。

また、B I G B E N を改良した A - B I G B E N（境界の圧力や温度制御が可能）により、熱-水-応力連成モデルの総合確証試験を実施する。

(iii) 入力データ取得

ニアフィールド総合性能評価モデルを用いた計算を行うためには、ニアフィールド条件に対応するサポートコードの入力データに加え、以下に示す多種のデータが必要であり、かつ、これらのデータは系内に含まれる多くの元素、化学種毎に測定される必要がある。

- 核種の溶解度
- 核種の拡散係数
- 核種の緩衝材に対する分配係数
- ガラス、オーバーパック、緩衝材と地下水との反応についてのデータ

これらのデータのうち、従来の研究開発において用いられていたものの多くは、処分条件とは異なる条件下で取得された値の外挿値や推定値であるため、以下に示すように段階的に質の高い実測値を集積することによりデータセット全体としての信頼性の向上を図るものとする。

① 核種放出についてのデータ取得とその他の既存データの整理

- ニアフィールド条件の予測のために、温度分布、放射線強度分布、ニアフィールドに浸入する地下水の化学的性質の解析に必要な入力データ（大気条件下でのデータ）を取得する。
- 人工バリアの再冠水については、緩衝材との反応による地下水の化学的性質変化に係る入力データ（大気条件下）を取得する。
- オーバーパックの腐食については、炭素鋼性オーバーパックの寿命予測のための全面腐食、部分腐食に係る入力データ及びチタン製オーバーパックの寿命予測のためのすき間腐食に係る入力データを取得する。
また、とくに、化学的緩衝性の大きい炭素鋼材料については地下水との反応についての熱力学的データを取得する。
- ガラス固化体からの核種放出についての入力データのうち、ガラス自体の溶解が律連する核種の評価のために、ガラスの飽和濃度、ガラス溶解の反応速度、溶解に伴う地下水の化学的性質、ガラス溶解の温度依存性

に係るデータを整理する。また、ガラスよりも難溶解性の核種については、以下の点に留意して入力データセットを作成する。

放射性核種とくにアクチニドのように複数の原子価をとりうる元素に関するものは、処分環境で想定される還元環境においては、大気条件とは異なる化学形態となるため、従来の研究開発において取得された大気条件での既存データを用いることの信頼性は決して高くはない。

そこで、アクチニド元素のデータ、とくに核種移行のソースタームを規定する重要なパラメータである溶解度について処分環境で想定される化学種に対応する熱力学データの取得を行う。

また、これらのデータの取得計画としては、アクチニド元素をそれぞれの原子価によって分類し、分類された各グループの代表的な元素のデータを還元環境下で新たに測定することによって他の元素の既存データを原子半径の影響等の考慮により理論的に整理するという方針をとる。

人工バリア中の核種移行については、核種の拡散係数、分配係数のデータは原則として既存のデータを整理して用いるが、この際、大気条件での数値が処分環境でのデータに比して保守的なものであることを明確にするための理論的な検討及び必要に応じて一部の核種について比較試験を行うものとする。

② 体系的データ取得

- ニアフィールド条件の予測のために、ニアフィールド水理解析、応力解析のための入力データを取得する。

また、ニアフィールドに浸入する地下水の化学的性質については、雰囲気制御下でより信頼性の高いデータを取得する（性能評価研究設備：EDAS試験設備）。

- 人工バリアの再冠水については、再冠水時間、再冠水の過渡的状況を予測するために、人工バリア中水理・応力・熱連成解析のための入力データを取得する。また、緩衝材との反応によって地下水の化学的性質変化について雰囲気制御下でより信頼性の高いデータを取得する（性能評価

研究設備：E D A S 試験）。

- オーバーパックの腐食については、全面腐食についての理論的モデルに対応して、腐食性物質の供給、オーバーパック材との腐食性物質との化学反応及び腐食生成物の移動に係る入力データを取得する（性能評価研究設備：E D A S 試験）。

また、孔食、すき間腐食、応力腐食等その他の腐食メカニズムについても入力データを取得する。

さらに、腐食に伴うガス発生及び人工バリア内でのガスの挙動について、新たに開発する解析モデルに対応するデータを取得する（性能評価研究設備：H Y D R O G E N E 試験）。

- ガラス固化体からの核種放出については、ガラスとオーバーパック材との反応及び核種の選択的放出に係る入力データを取得する。また、核種の溶解について、引き続き代表元素以外のアクチニドの溶解、難溶解性の核分裂生成物の溶解に係る入力データを取得する。

有機物が核種溶解に及ぼす影響について、新たに開発する解析モデルに対応する入力データを取得する。

- 人工バリア中の核種移行については、緩衝材の微視的特性、核種の化学形態を踏まえた予測が重要であり、このために、放出される核種の化学形態、緩衝材の物理的特性（空隙率、屈曲率等）、各核種の拡散係数、イオン交換・表面錯体生成についての入力データ取得を行う。

また、コロイドの移動、ガス発生が核種移行に及ぼす影響について新たに開発する解析モデルに対応する入力データを取得する。

①において取得したもの以外に必要なデータとして、アクチニド以外の重要核種の溶解度、及び核種拡散係数、分配係数を取得する。特に、ニアフィールドに流入する地下水の量と化学性状に関するファーフィールド研究の成果及び人工バリア材と地下水の反応のデータ（性能評価研究施設：E D A S 試験）に基づきニアフィールドの条件設定に係る不確実性の低減を図る。

③ 補足データ取得

モデルの改良点となるコロイド生成・移動等について対応するデータの取得を行う。

(6) ニアフィールド現象に関する研究開発項目

(i) モデル開発 (1 3 1 1)

① 総合性能評価モデル開発 (1 3 1 1 1)

- 1) ニアフィールド条件概念モデル見直し (1 3 1 1 1 1)
- 2) 人工バリア再冠水時間についてのモデル見直し (1 3 1 1 1 2)
- 3) 炭素鋼オーバーパックの腐食概念モデル見直し (1 3 1 1 1 3)
- 4) ガラス固化体からの核種放出概念モデル見直し (1 3 1 1 1 4)
- 5) 人工バリア中の核種移行概念モデル見直し (1 3 1 1 1 5)
- 6) 周辺母岩中の核種移行概念モデル見直し (1 3 1 1 1 6)
- 7) 変動シナリオ概念モデル作成 (1 3 1 1 1 7)
- 8) ニアフィールド総合性能評価モデル (AREST/PNC) 開発
(1 3 1 1 1 8)

② 総合性能評価モデルの改良 (1 3 1 1 2)

- 1) 概念モデルの見直し (1 3 1 1 2 1)
- 2) ニアフィールド総合性能評価モデル (AREST-PNC) 改良
(1 3 1 1 2 2)
- 3) コロイド生成解析モデル開発 (1 3 1 1 2 3)
- 4) コロイド移動解析モデル開発 (1 3 1 1 2 4)
- 5) 微生物の影響解析モデル開発 (1 3 1 1 2 5)
- 6) 有機物の影響解析モデル開発 (1 3 1 1 2 6)
- 7) ガス発生の影響解析モデル開発 (1 3 1 1 2 7)
- 8) ニアフィールド条件解析モデル (AREST/PNC) 改良
(1 3 1 1 2 8)

(ii) 確 証 (1 3 1 2)

① 核種放出に係わる確証試験 (1 3 1 2 1)

1) 溶解度限界放出仮定についての確証試験(1) (1 3 1 2 1 1)

② その他の確証試験 (1 3 1 2 2)

1) 炭素鋼オーバーパックの腐食モデルの確証 (1 3 1 2 2 1)

2) 銅の腐食モデルについての確証 (1 3 1 2 2 2)

3) 溶解度限界放出仮定についての確証試験(2) (1 3 1 2 2 3)

4) ガラス溶解についてのReaction Pathsモデルの確証試験 (1 3 1 2 2 4)

5) 緩衝材中の核種移行についての拡散モデルの確証試験 (1 3 1 2 2 5)

6) ニアフィールド水理解析モデルの検証試験 (1 3 1 2 2 6)

7) 外側境界条件モデルの検証試験 (1 3 1 2 2 7)

③ 総合検証試験 (1 3 1 2 3)

1) コロイド生成・移動解析モデルの確証試験 (1 3 1 2 3 1)

2) 微生物・有機物影響の解析モデルの確証試験 (1 3 1 2 3 2)

3) ガス発生とその影響解析モデルの確証試験 (1 3 1 2 3 3)

4) ニアフィールド総合性能評価コード検証試験 (1 3 1 2 3 4)

(iii) 入力データ取得 (1 3 1 3)

① 核種放出についてのデータ取得とその他の既存データの整理 (1 3 1 3 1)

1) ニアフィールド条件の予測に係る入力データ取得整理 (1 3 1 3 1 1)

2) 人工バリア再冠水に係る入力データ取得 (1 3 1 3 1 2)

3) オーバーパックの腐食に係る入力データ取得 (1 3 1 3 1 3)

4) ガラスの溶解に係る入力データの整理 (1 3 1 3 1 4)

5) 核種の溶解に係る入力データ取得, 整理 (1 3 1 3 1 5)

6) 人工バリア中の核種移行に係る入力データ整理 (1 3 1 3 1 6)

7) 周辺母岩中の核種移行に係る入力データ整理 (1 3 1 3 1 7)

8) 概括的評価に係る入力データセット整理 (1 3 1 3 1 8)

② 体系的データ取得 (1 3 1 3 2)

1) 熱-水理-応力条件に係る入力データ整理 (1 3 1 3 2 1)

2) 放射線学的条件に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 2)

3) 緩衝材との反応による地下水の化学的性質変化予測に係る入力データ取得
(1 3 1 3 2 3)

4) 緩衝材の熱変質予測に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 4)

5) ニアフィールド中の周辺母岩との反応による地下水の化学的性質変化予測
に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 5)

6) 人工バリアの再冠水に係る入力データの取得 (1 3 1 3 2 6)

7) 炭素鋼・鉄オーバーパックの全面腐食に係る入力データ取得
(1 3 1 3 2 7)

8) 銅オーバーパックのその他の腐食に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 8)

9) チタンオーバーパックの腐食に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 9)

10) 金属の腐食に伴う地下水の化学的性質変化に係る入力データ取得
(1 3 1 3 2 A)

11) 金属の腐食に対する微生物の影響解析入力データ取得 (1 3 1 3 2 B)

12) 金属の腐食に対する有機物の影響解析入力データ取得 (1 3 1 3 2 C)

13) 炭素鋼の腐食に伴い発生する水素ガスの影響解析入力データ取得
(1 3 1 3 2 D)

14) ガラス固化体とオーバーパック材との反応に係る入力データ取得
(1 3 1 3 2 E)

15) ガラス固化体からの核種の選択的放出に係る入力データ取得
(1 3 1 3 2 F)

16) 核種の溶解に係る入力データ取得 (1 3 1 3 2 G)

17) 人工バリア中の核種移行についての入力データ見直し及び追加データ取得
(1 3 1 3 2 H)

18) 周辺母岩中での核種移行に係る入力データ見直し及び追加データ取得

(1 3 1 3 2 I)

③ 補足データ取得 (1 3 1 3 3)

1) 人工バリアの設計変更及びニアフィールド条件データの詳細化等に伴う入力データの見直し及び補足データ取得 (1 3 1 3 3 1)

1.3.2 ファーフィールド現象

(1) ファーフィールド研究の位置づけ

ファーフィールドは、ニアフィールドの外側に位置し、地質環境が本来の性質を保つと考えられる領域である。この領域においては、地層処分における安全確保の三要件のうちのひとつである

「核種が埋設場所から移動したとしても、それが地質環境を通過して人間環境に到る過程で十分減衰すること及び濃度が十分低くなることにより人間環境に有為な影響を及ぼさないことを確認する（環境安全の確認）」

という要件について、多重バリアシステムの性能評価を行う。

ファーフィールドにおいて期待される多重バリアシステムの性能は、ファーフィールドに含まれる地質環境が広大なものであり、かつ、地層処分において問題とされる期間に比しても長い地質学的時間スケールにわたり安定に存在してきたことから地層処分の安全性に大きく寄与するものと考えられる。

ファーフィールド研究は、潜在的に大きな性能を有すると考えられる上記の地質環境の性能を定量的に評価し、地下水浸入作用の抑制・防止及び溶出・移動の抑制というニアフィールドにおける多重バリアシステムの要件により確保される安全性を、より確かなものにするという位置づけのものである。

このために、多岐にわたる我が国の地質環境の特性を、核種の移行遅延、分散・希釈という性能評価上の観点から把握、整理し、上記(Ⅲ)の要件に対応する具体的な現象のメカニズムを定式化することが重要な研究開発課題となる。

そこで、地質環境調査によって段階的に把握、整理される性能評価の観点からの我が国の地質環境特性を適宜反映した地質環境モデルに基づき、これに対して性能評価上必要となるデータ、モデルを取得、開発し解析を行うこととする。

研究の実施にあたっては、まず、第一次報告書の成果を踏まえ、ニアフィールドの条件を設定するうえで必要となる地下水流入量、地下水の化学的性質の条件を推定するために広域流域解析、地球化学の研究を行う。次に、この条件に基づくニアフィールド研究の成果として第二次報告書に対応して算出されるニアフィールドか

らの核種放出率と放出形態（ソースターム）及びファーフールドにおける移行遅延、分散をもたらす吸着、マトリクス拡散、チャネリング等の具体的プロセスについての理解に基づき研究範囲、内容を特定したうえで詳細な研究開発を行い、地質環境中での核種移行を計算し、ファーフールド性能による多重バリアシステムの裕度を定量的に確認する。

(2) 安全性についての知見の現状

地質環境特性のうち多重バリアシステム性能に係るものについて、一般的の傾向の理解に基づき、以下の知見が得られている。

① 放射性核種の移行遅延

一般に、地下深部においては動水勾配が小さく、かつ、地下水の移行経路となる岩体中の空隙が地圧により圧縮され、透水係数が小さいことから、深部地下水の流動は極めて遅く、処分場近傍を通過する地下水が地表に到るまでに多大な時間を要すると考えられる。

また、岩石は多くの放射性核種を吸着する性質を有することから、移行過程で放射性核種は岩石への吸着・脱着を繰り返し、地下水に比しても、さらにその移動は遅延される。

これらのことから、長半減期の放射性核種に対しても、移行途中での崩壊により放射能の減衰が期待できると考えられる。

② 放射性核種の分散・希釈

一般に、処分場近傍を通過する地下水は、さまざまな方向に流動することから、放射性核種の分散による濃度低下が生ずると考えられる。

また、深部地下水の流量に比して、地表近傍では水量が大きいことから、ニアフィールドから放出される放射性核種は希釈され濃度が低下すると考えられる。

上記の①、②によりファーフールドにおける多重バリアシステム性能が、ニアフィールドにおいて確保される安全性を、より確かなものとしうることにしている見通しが得られている。

(3) 安全性に関するこれまでの研究開発成果

(i) モデル開発

① 多孔質媒体に対する連続性モデル

従来の水理地質学における空隙中の地下水の連続体としての仮定を基礎として以下のモデル開発がなされている。これらのモデルが適用可能となるためには、前提として、岩体を構成する鉱物粒による特性のばらつきよりも十分大きく、かつ、それぞれの微分方程式系においては微小要素として取り扱える程度に小さい平均化体積としてのREV (Representative Elementary Volume)が存在すること及び解析対象とする量(流体圧、溶質濃度等)が後述する二種の空隙の間で均衡することが必要である。

1) 地下水流動

ダルシー則を基本式として、これに有限差分法、もしくは有限要素法を適用した二次元、三次元の解析コードが数多く開発されている³⁶⁾。これらの解析コードは、性能評価に関連する多くの問題を十分な精度で解き得るものであるが、透水係数の高い特異箇所を含む媒体に対しては、計算時間が増大するため、準解析解の利用、Telescopic Mesh Refinement及び Multi-Grid Technique の開発・利用が進められている。

2) 溶質移動(核種移行)

分散移流方程式を基本式として、これに有限差分法もしくは有限要素法を適用した二次元、三次元の解析コードが多く開発されている³⁷⁾。

これらの解析コードはいずれも性能評価に対して十分な精度を有するが、濃度勾配が大きく分散係数が小さい問題において生ずる Numerical Dispersionや地下水流動と同様、特異箇所に対しての計算時間の増大が問題点として指摘され、それぞれPrincipal Direction Method及びNetwork Modelsの開発・利用が進められている。

3) 地下水移動と移動現象の連成解析

地下水の温度勾配が有意に大きい場合や塩水の影響等による溶質の濃度差が無視し得ない場合には、地下水の密度差に起因する流動が生じるため、(a)で述べた解析コードの精度は不十分となる。そこで、地下水流動と熱溶質の移動現象を同時に解析する二次元、三次元の連成解析コードが複数開発されている^{38), 39)}。ただし、これらのコードの要する計算時間はいずれも大きい。

4) 統計的解析

地質環境特性、とくに透水係数は同一サイトにおいても空間的分布を有し、REV毎の平均値を与えることが不適当な場合が多い。そこで、透水係数等のパラメータのばらつきを統計的に与え、モンテカルロ法により地下水中の仮想粒子、放射性核種の移動を解析するコードの開発が行われている⁴⁰⁾。また、これらのコードを用いた解析を行うにあたっては、地質環境特性を統計的に把握することが最も重要な課題であり、このため後述する地球統計学的キャラクターゼーション手法の開発・利用が併せて進められている。

5) 地下水流動と地球化学的平衡と連成解析

(b)に述べた溶質移動解析コードにおいては、移行途中での吸着は簡潔な仮定(線型吸着)に基づき計算が行われているが、実際の吸着現象には種々の地球化学的要因に係るため上記の仮定は現実性を失うものとなる場合が多い。

そこで、溶質移動と地球化学的平衡とを並行して解析することが試みられている。

しかし、数値解析手法及び関連する化学反応の知見において研究開発要素が残されている。

② 亀裂状媒体に対するモデル

ほとんど全ての固結岩は、第一種の空隙(岩が生成された際に生じた空隙)

と第二種の空隙（岩の生成以降生じた亀裂等としての空隙）とを有する。

そして、これら二種の空隙の間で解析対象とする量が均衡しない場合には、該当する解析において連続体の仮定を置くことは不適当となる。

これまでの検討では、流体圧力の伝播は速い過程であることから地層処分で問題とする期間において地下水流動は(i)で述べた連続体モデルが適用可能であり、他方、遅い過程である溶質移動においては第一種空隙中の拡散（マトリクス拡散）が移行遅延に重大な効果をもたらす等、連続体モデルが現実性を失うことが指摘されている。

そこで、亀裂中での溶質移動を平行平板中の溶質の移流・分散として、第一種空隙中での溶質移動を亀裂と垂直方向への溶質のマトリクス拡散として解析するコード（二重連続体モデル）が開発されている^{39), 41)}。

二重連続体モデルの適用にあたっては、マトリクス拡散に寄与する第一種空隙の亀裂表面の連続性、亀裂内での地下水のチャネリングを定量化することが必要であり、検討が進められている。

③ その他のモデル開発

1) コロイドの移動

地下水に溶出する放射性核種は、コロイドの形態をとり得ること及びコロイドの形態となった放射性核種は異なる移行挙動を示すと考えられることが指摘され、真性コロイド（放射性核種からなるもの）が岩体の空隙により一定の割合で除去されることを仮定した解析モデル及び擬似コロイド（放射性核種を含まないコロイド粒子に放射性核種が吸着したもの）への放射性核種の線型吸着を仮定した解析モデルの開発が進められている^{42), 43)}。

2) Network Models

このモデルは、核種移行を全領域にわたって解析することによる計算時間の増大を避け、主要な核種移行経路を地質構造の理解もしくは地下水流動解析の結果あるいはこれらの両者にに基づき同定し、この移行経路のネットワー

クについてのみ上限値解析(Bounding Analysis)を行う手法である⁴⁴⁾。カリフォルニア大学バークレー校の研究グループにより、解析解が体系的に見出され広く利用されているが、これらの解析解、とくに崩壊連鎖を考慮したものの形式的複雑さのためにNumerical Dispersionなど数値解法と同様の問題が生ずることが国際的コード比較(INTRACON)の結果、指摘されている。

(ii) 確 証

実際の現象と解析結果とを比較する確証試験においては、解析モデルとこのモデルを適用するにあたっての各パラメータ値の空間的分布の仮定(characterization)とが同時に確証対象となる。これまでの確証試験において実験結果と解析結果とが必ずしも一致するものではないが、この差異は主としてキャラクターゼーション手法の不備に起因するものであると考えられている。これまでの確証試験の結果、解析モデル自体の改良の必要性が指摘されているものは、以下の3点である。

① 核種の吸着に伴う移行遅延の定式化

現在、多くの解析モデルで用いる線型吸着の仮定が必ずしも現実的ではないことが指摘され、この非線型性が移行途中での最大濃度の増大(Shockwave Propagation)をもたらすものであることを示す計算結果が得られている⁴⁵⁾。

また、吸着試験の結果によれば、同一鉱物に同一核種が同一濃度で吸着する場合にも、主として溶液の化学的性質の差異に起因して吸着量が大きく変動することが示されている⁴⁶⁾。

これらの成果は、解析モデルへの非線型吸着の効果の取り込み、さらに吸着現象をイオン交換表面錯体生成等の地球化学的基礎プロセスに細分化することの必要性を示唆するものと考えられている。

② マトリクス拡散に有効な岩体マトリクスの範囲

二重連続体モデルにおいて、長寿命核種の減衰にマトリクス拡散が大きな効果を有するものであることが示され、他方、この効果はマトリクス拡散の有効な岩体マトリクスの範囲（亀裂表面に連続した第一種空隙の範囲）に依存して変動することが示されている⁴⁷⁾。

現在の解析モデルでは、この範囲について簡単な仮定を置いているが、この仮定をより現実的、定量的なものに改良するとの必要性が示されている。

③ 分散と系の大きさ及び媒体の不均質性との関連

従来の解析コードにおいては、分散係数と地下水流速との間には、比例関係が成り立つと仮定されており、その比例係数（分散長さ）は系の大きさに依存しないとされている。

しかし、原位置における確証試験の結果、分散長さは系の大きさにほぼ比例して増大することが示された。

そこで、この事実を透水係数分布の統計的解釈に基づき分散現象の理論的側面から説明する解析モデルや相互に独立な地下水移行経路(channel)を仮定した解析モデルが開発されている^{40), 48)}。

④ 今後の確証研究及びモデル改良についての提言 (HYDROCOIN)

確証研究についての国際的プロジェクトHYDROCOINが行われ、その結果として今後の研究開発に関して以下の点が指摘されている。

- これまでの結果においては、スカラー量に比して、ベクトル量の実験結果と解析結果との差異が大きく、さらに研究開発に注力することが必要である。
- 現在までに開発された数値解法はいずれも非線型性の強い問題に対しては誤差が大きく、この点での改良が必要である。
- いずれの解析モデルも実験結果をフィットできるという trivialな結果を避けるため、今後の確証試験においては、解析の自由度を十分低減す

るため、事前に実験結果を立てることが必要である。

- 確証試験においては、地質環境特性のcharacterizationの過程で、空間的拮がりと不均質性による不確実性が介入するため、今後の比較作業においては、解析結果の持つ不確実性を定量化したうえで、これを行うことが必要である。
- 解析の自由度の低減と不確実性の定量化を行っても、なお、主観的判断の余地が残されるため、独立した複数の研究グループが同一の問題を扱うことが必要である。

(iii) 入力データ取得

ファーフールドの性能評価において、必要となる入力データは、透水係数の分布等の地質環境特性と放射性核種の特性及び吸着に係るデータ等の核種と地質環境との相互作用に係わるものとに区分される。このうち、地質環境特性については、その空間的拮がりと不均質性を考慮して、各パラメータの空間依存性を統計的に把握するcharacterizationの手法が重要な開発課題であり、他方、放射性核種の特性については、地質環境中での核種の化学形態に対応した精度の高いデータの取得を可能とすることが重要である。

また、核種と地質環境との相互作用に係るデータについては、上記の二つの課題がいずれも重要である。

① 手法上の課題に係る研究開発

1) 地質環境特性の空間依存性把握のための統計的characterization

水理地質学における古典的な統計手法は、各地点での調査結果を統計的に独立と見なすものである。しかし、ファーフールドの性能評価において必要となる空隙率や透水係数等のデータには位置を介して明らかに相関を有するものが多い。そこで、近年、これらのデータの規則的相関と不規則さとを明確に区分したうえで、両者を同時に扱う手法が開発され、利用が進められている⁴⁰⁾。(地球統計学的手法)

2) 地質環境中での核種の化学形態を考慮して核種の特性及び核種と地質環境の相互作用についての精度の高いデータを得るための手法

地質環境中での核種移行に係る分散、マトリクス拡散、吸着、沈澱等の現象のうち、とくに、吸着、沈澱は化学的プロセスを主として含むものであるため、その解析にあたっては、当該条件下での核種の化学形態を明確にしたうえで関連する化学反応、電気化学的プロセスの基礎データを取得することが重要である。このようなアプローチを採ることにより、従来、現象論的に定義され不確実性の大きかった分配係数等のパラメータについてデータの信頼性の向上と、種々の岩石、地下水に対しての体系的データの整理が可能になると考えられる。

このようなアプローチを可能とするためには、深部地下水の化学的性質を正確に把握することと、その性質を安定に保った室内試験により上述したデータの測定を行うことが必要である。このうち、室内試験の手法としては、ニアフィールド研究と同様の雰囲気制御技術を適用することが可能である。他方、深部地下水の化学的性質の把握のためには、地下水の性質を乱さないような採水技術と正確な測定機器が必要であり、この目的のために地質環境調査の項で詳述する Umbilical Hose System等が開発されている⁵⁰⁾。また、とくに測定の困難なEh値については、測定機器の開発と並行して深部地質環境のEh値を決定する因子とその機構を解明するための基礎試験の必要性が指摘されている。

② データ集積の状況

ここでは、必要データ項目（地下水の化学的性質、遅延に係るパラメータ、分散係数、地形モデル、透水係数分布、亀裂特性分布、表層水理情報）のうち、ファーフィールド研究の範囲において取得する遅延に係るパラメータと分散係数についてのデータ集積状況をまとめる。（他のものについては、地質環境調査の項参照）

1) 遅延に係るパラメータ

性能評価上重要な元素の種々の岩石への分配係数については、これまで多くの測定例がある。このうち最も包括的な例は、OECD/NEAにより国際的データベースとしてまとめられたものである（ISIRS）。しかし、これに含まれる測定例は、岩石の鉱物組成、溶液の化学的性質を正確に測定していない点及び個々の吸着メカニズムを同定していない点から必ずしも信頼性の高いものではない。

2) 分散係数

分散係数は、媒体中の空隙構造に起因する微視的流速のばらつきと微視的流路長さのばらつきの寄与（微視的分散係数）と、媒体の透水係数等の特性値の空間的分布の寄与（巨視的分散係数）とに区分することが可能と概念的に考えられている⁵¹⁾。しかし、現在までのところこれら二重のパラメータ値が区分されて測定された例は少なく、したがってこれまでの測定例のほとんどは他のより基礎的な地質環境特性との相関の不明な経験的事実を示すものにとどまっている。

(4) 事業団の研究開発の状況

後述する保守的、かつ、簡潔な解析モデルを用いて、各性能評価パラメータが評価結果に対して有する感度の大きさを算出した感度解析の結果として地下水移行時間、遅延係数の重要性に関する知見が整理されている。

また、これまでに開発した解析モデルと入力データを取りまとめ、今後の研究開発の方向性を検討することを目的とした予備的性能評価を行っている。この結果、

- これまで得られた知見の範囲内では、左記の安全確保の要件が満たされる見通しが得られた。

また、この見通しを我が国の地質環境に対して幅広く、かつ、より確実なものとするための研究方策として以下の事項が検討された。

- 解析モデルに関しては、実際に地質環境で生じている現象と照合し得る現実

的なものとするためには、地球化学的現象を理論的に扱うためにより基礎的プロセスに細分化したサブモデルの開発及び地質環境が必然的に有する不規則な特性を定量化するために種々の特性値の空間依存性を定式化したモデルの開発が必要である。

- 入力データ取得に関しては、我が国の多岐にわたる地質環境を幅広く対象として体系的なデータセットを得るために、性能評価の観点から新たな地質環境分類が必要であり、一方、地質環境特性を詳しく理解するためには、各特性値の空間依存性を把握するため上記のモデル開発と対応した地球統計学的手法等の調査手法開発が必要である。

さらに、国際共同研究等を通じて、確証研究に関して、上述した解析モデルと入力データ取得のための手法の拡充を前提として、試験条件の明確な室内試験による検証と、実際の現象が観察可能な地下の研究施設における確証の双方が必要であることが明らかとなった。

以下に、研究項目ごとに事業団における研究開発の状況について記す。

(i) モデル開発

① 多孔質媒体に対する連続体モデル

1) 地下水流動

有限要素法を用いた二次元 (FEMWATER)、三次元 (TAGSAC) の解析コードが導入され、それぞれ予備的性能評価及び東濃地区での水理解析を通じて計算環境が整えられている。

2) 溶質移動

FEMWATERの計算する地下水流速場に基づき、二次元の溶質移動を有限要素法を用いて解析するコードFEMWASTEを導入し、さらに核種の崩壊連鎖を追加するという改良を行っている。(FEMWASTE-PNC) また、計算時間の増大を避けるための手段として、一般座標系を導入した解析コードの開発を併せて実施している。

3) 地下水移動と移動現象の連成解析

地下水移動と熱・溶質移動解析達成可能なコード（3次元有限要素法）を導入し、計算環境の整備を進めている。

4) 統計的解析

統計的解析を目的としたコードの開発・導入は現在までのところ実施されていない。

5) 地下水流動と地球化学的平衡との連成解析

一次元の溶質移動と地球化学的平衡とを連成解析するコード（CHEMTRN）を導入し、試計算を実施している。

② 亀裂状媒体に対するモデル

亀裂部分の一次元の移動・分散と、これに垂直方向の岩体マトリクスの一次元拡散問題を取り扱うための二重連続体モデルの解析コードROCKを開発し、予備的性能評価に用いている。

③ その他のモデル開発

1) コロイドの移動

擬似コロイドへの放射性核種の吸・脱着を考慮した核種移行解析モデルの開発を進めている。

2) Network Models

バークレー研究グループの開発した一次元のNetwork ModelsであるMGRATを導入し、多重バリアシステム性能の感度解析を実施している。

(ii) 確 証

国際的確認研究プロジェクトINTRAVALに参加し、手法上の比較、情報交換等を行ってきている。

(iii) 入力データ取得

放射性核種の特性及び核種と地質環境との相互作用についてのデータのうち、岩石に対する核種の分配係数については、9つの元素の4種の岩石に対するデータを取得し、その整理を行っている。この測定結果は、予備的性能評価のための入力データセットとして用いられた。しかし、このデータセットは広さ（我が国の多岐にわたる地質環境条件への対応）及び詳しさ（溶液、岩石の化学的条件の制御、個々の吸着メカニズムの寄与の同定）の点で今後課題を残すものと考えられている。

なお、分散係数についての測定例は、現在までのところない。

(5) 今後の研究開発内容

今後の研究開発の重点は、地下水の流動及び核種の挙動に關与する地質環境の特性、とくに種々のスケール（地下水の収支に係る巨視的スケールから、核種の挙動に係る微視的なスケールまで）における異方性、不均質性及び不連続性という実際の地質環境が必然的に有する不規則な特性を考慮したうえで上記の経験的な法則の理論的な背景を解明し、多岐にわたる我が国の地質環境に広範に適用可能であり、かつ信頼性を有する解析体系の確立に置くことが必要である。

(i) モデル開発

今後の研究開発においてモデル化の重点項目となる、地質環境の異方性、不均質性及び不連続性といった特性は、個々の地質環境によって種々に異なるものと想定される。他方、地質環境調査によるこれらの特性の把握は、十数年を経て段階的に明らかになるものである。そこで、各時点での地質環境データの集積状況に応じて性能評価を実施可能とするために、当面の研究開発においては、データの不足に起因して不確実性を有する多重バリア性能の下限値を保守的に求めるために現実には考えにくい厳しい条件を想定して行う、いわゆるBounding Analysisの手法を取り入れることとする。また、Bounding Analysisの結果の信頼性、すなわち実際の多重バリアシステムの性能が下限値を上回るものである確率を明ら

かにするために、感度解析及び不確実性解析を並行して行うものとする。

① 保守的な核種移行経路を想定したモデルの改良

後述するように、第一次報告書の取りまとめ時点においては、我が国の地質環境特性について地質環境調査の結果明らかとなる事項は必ずしも多くはない。そこで、調査結果に加え性能の要件を細分化し、深部地下水の化学的性質、広域流動解析及び核種移行のそれぞれについて保守的な仮定に基づく概念モデルを作成して評価対象を明確化する。この際、以下の点を考慮することが重要である。

• 構造的保守性

解析モデルの概念を規定する地質環境パターンとして、たとえば核種移行については、異方性を有するために特定方向への地下水流速が卓越するとともに、核種の分散は小さく、亀裂等の不連続箇所を有するために地質環境の一部しか核種の吸着に寄与しないような地質構造を想定する。

また、この概念モデルに基づき、それぞれ岩石と平衡にある深部地下水の酸化還元電位推定のための解析モデル、多孔質媒体近似広域流動解析モデル、保守的な核種移行経路における移流・分散・吸着・マトリクス拡散解析モデルを開発する。このモデルを用いて評価を行う上では、以下の点に考慮することが重要である。

• 定量的保守性

評価対象とする地質環境のパラメータ（透水係数、分散係数、分配係数等）の平均値及び異方性、不均質性及び不連続性を表現する上記各パラメータの空間的分布を表すパラメータ（層の数、厚さ等の決定論的な数値及び各パラメータの統計的分散等の数値）についていずれも既存のデータに基づき下（上）限とみなせる数値を想定する。

② 広域流動解析、地下化学解析モデルの開発

水理現象の観点から特性を異にする多孔質媒体と、亀裂状媒体とそれぞれ分類される堆積岩系と結晶質岩系の巨視的な特徴（堆積岩系の層状、あるいはブロック状の不均質性、結晶質岩系の亀裂の分布状況及びこれら二つの組合せ等）について、原位置試験、地下研究施設及び性能評価研究施設においてシステム理解のための研究を行う。

また、この結果に基づき、性能評価研究においては層状、もしくはブロック状の不均質性を実際に即して考慮した多孔質媒体中の水理、物質移動概念モデル、亀裂内の構造、及び亀裂の存在状況（亀裂の開口幅、平行する亀裂群、もしくは互いに交差する亀裂ネットワーク等）を実際に即して考慮した亀裂状媒体中の水理、物質移動概念モデル作成を行う（性能評価研究施設：MACRO、GEOTEX、LABROCK）。

さらに、岩石と地下水との化学的反応により地下水の化学的性質が規定される機構についての地下研究施設、性能評価研究施設等においてシステム理解のための研究を行い、この成果に基づき概念モデル（地球化学モデル）を開発する。このモデルと上記の広域流動解析により算出される岩体中での地下水滞留時間とを併せ、地下水の化学的性状についての解析手法を確立する。これらの概念モデルに基づき、岩石との化学反応及び流動による平衡の不完全性を考慮した地下水の化学的性質推定のための解析モデル、連続性／異方性／不均質性を有する媒体の等価透水係数テンソル推定のための解析モデル及び二重空隙構造の媒体中の核種移行についての汎用解析モデルを開発する。

この時点においても、個々の地質環境に応じて異なる後述する微視的な特徴については実際のデータが不足しており、この部分については継続して保守的な想定に基づく評価を行うものとする。

③ 核種移行についての詳細モデル開発

ニアフィールド研究及び地下研究施設、ENTRY等で行うシステム理解の成果により、核種／地下水／岩石の相互作用についての概念モデル及び微視的

不均質性を考慮した核種移行概念モデルを作成し、さらにこれらに基づき、移行途中での核種の化学形態変化及び吸着についての詳細解析モデル及びマトリクス拡散、チャネリング等の実際の地層が有する微視的な特徴（不規則性）が核種移行に及ぼす影響についての解析モデルの開発を行う。

(ii) 確 証

以下の計画においては、解析モデルの妥当性を示すための方法として以下に示す二つの概念を区別して用いる。

- 検 証：モデルの前提条件に対応した理想的な系を実験的に、もしくは検証対象となる当該モデルと独立な手法に基づくモデルにより表し、その結果と当該モデルの計算結果とを比較することによりモデルの妥当性を明らかにすること。
- 確 証：当該モデルが解析対象とする実際の現象を実験的に観察し、その観察結果と当該モデルの計算結果とを比較することによりモデルの妥当性を明らかにすること。

ファーフールド研究における確証研究としては、以下に述べる理由により検証から確証へと段階的に進展することが適当である。

- (i)に述べたように解析モデル自体が保守的（仮想的）なものから段階的に現実的なものに向かうため、初期のモデルは実際の現象と対照可能な具体性を必ずしも備えていないこと。
- 確証に先立って解析モデル自体の仮定と定式化との間の整合性を確証する検証の作業を経なければ、確証にあたって誤差を生じうる事項が多く、解析結果と観察結果との差異の原因を一意に示すことが困難となること。

① 広域流動解析、地下化学解析モデルの検証

地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルにおける瞬時平衡の仮定の適合性の検証試験（I M A G E試験）を行う。

また、亀裂状媒体、多孔質媒体中の水理・物質移動解析モデルで仮定する巨視的な地質環境の特徴とその特徴に基づく巨視的分散挙動の定式化との間の整合性を確かめる（性能評価研究施設：MACRO）とともに、等価透水係数テンソル推定におけるREVの存在の仮定の適合性及び二重空隙中の移流無視の仮定の適合性についての検証試験を行う。

② 核種移行についての詳細モデルの検証／確証

上記の検証試験を継続するとともに、地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデル、等価透水係数テンソル推定のための解析モデル、核種の化学形態変化・吸着についての詳細解析モデル及び微視的特徴を考慮した核種移行解析モデルについて地下研究施設等における確証試験を行う。

Ⅲ 入力データ取得

ファーフィールドの性能評価を行う上で必要となるデータは、核種移行の場となる地質環境特性についてのものと、その場における核種の挙動を規定する核種自体、もしくは核種と地質環境との相互作用についてのものとに区分される。

このうち、前者の地質環境特性についてのデータは、基本的には地質環境調査の結果を整理した地質環境モデルデータセットに基づく。他方、核種自体の特性もしくは核種と地質環境との相互作用についてのデータについてはファーフィールド研究において以下のように取得することとする。

① 保守的データセット作成

• 地球化学に係るデータ

深部地下水の酸化還元電位推定のために必要な入力データを、原位置及び室内試験により取得する。

• 水理（広域流動解析）に係るデータ

後述するように、第一次報告書に用いるデータは、基本的には既存データを中心とするものになり、これらは地層処分の性能評価を実施する観点から

網羅的、整合的なものではない。そこで、東濃鉱山（掘削影響試験を含む）及び釜石原位置試験場における水理データセットを参考として、保守的な数値の設定を行う。

• 核種移行に係るデータ

核種の種々の岩体に対する分配係数のデータは、事業団が過去に取得したデータをはじめ、国内、外の既存データを鉱物組成、地下水の状態等の重要な測定条件にしたがって分類し、各データについて保守的な数値の設定を行う。

同様に、分散係数、マトリクス拡散のデータについては、系の代表長さ、岩種、亀裂周辺の状態にしたがい分類を行い、保守的な数値を設定する。さらに、空隙分布の不均質性については既存データが少ないために、感度解析に基づき保守的な数値を設定する。

② ニアフィールド条件に係るデータ取得

ニアフィールド条件の設定のために重要な地下水の化学的性質変化の解析モデル及び等価透水係数テンソルの解析モデルに対応し、原位置試験地下研究施設等において代表的なデータを取得する。

また、ファーフィールド中の核種移行について、二重空隙構造中核種移行解析のための入力データを同じく、原位置試験、地下研究施設等において取得する。

③ 核種移行データの取得

地質環境の微視的不均質に対応し核種の化学形態、鉱物組成及び吸着メカニズム毎に細分化されたデータ項目を整理し、移行途中での核種の化学形態変化の解析や、吸着の解析のための熱力学的データや微視的不均質に起因する分散等について必要なデータを取得する。

(6) ファーフィールド現象に関する研究開発項目

(i) モデル開発 (1 3 2 1)

① 保守的な核種移行経路を想定したモデルの改良 (1 3 2 1 1)

- 1) 深部地下水の化学的性質についての保守的概念モデル作成 (1 3 2 1 1 1)
- 2) 広域流動解析のための保守的概念モデル作成 (1 3 2 1 1 2)
- 3) 核種移行解析のための保守的概念モデル作成 (1 3 2 1 1 3)
- 4) 岩石と平衡状態にある深部地下水の酸化還元電位推定のための解析モデル開発 (1 3 2 1 1 4)
- 5) 多孔質媒体近似広域流動解析モデル改良 (1 3 2 1 1 5)
- 6) 保守的核種移行経路における移流・分散・吸着・マトリクス拡散解析モデル開発 (1 3 2 1 1 6)

② 広域流動解析・地下化学解析モデルの開発 (1 3 2 1 2)

- 1) 地下水の化学的性能変化の推定のための現実的概念モデルの作成
(1 3 2 1 2 1)
- 2) 結晶質岩系・堆積岩系それぞれの特性を考慮した広域流動解析のための現実的概念モデルの作成 (1 3 2 1 2 2)
- 3) 巨視的不均質性を考慮した核種移行概念モデル作成 (1 3 2 1 2 3)
- 4) 岩石との化学反応及び流動による平衡の不完全性を考慮した地下水の化学的性質推定のための解析モデル開発 (1 3 2 1 2 4)
- 5) 不連続性／不均質性／異方性を有する媒体に対する等価連続体の透水係数テンソル推定のための解析モデル開発 (1 3 2 1 2 5)
- 6) 二重空隙構造を有する媒体中の核種移行についての汎用解析モデル開発
(1 3 2 1 2 6)

③ 核種移行についての詳細モデル開発 (1 3 2 1 3)

- 1) 核種／地下水／岩石の相互作用についての概念モデル作成 (1 3 2 1 3 1)
- 2) 微視的不均質性を考慮した核種移行概念モデル作成 (1 3 2 1 3 2)
- 3) 移行途中での核種の化学形態変化及び吸着についての詳細解析モデル開発
(1 3 2 1 3 3)

- 4) 微視的不均質性の核種移行への影響(分散、チャネリング等)についての統計的解析(132134)

(ii) 確 証(1322)

① 広域流動解析・地下化学解析モデルの検証(13221)

- 1) 地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルの室内試験による確証
(132211)

- 2) 等価透水テンソル推定におけるREVの存在の仮定の適合性の検証
(132212)

- 3) Revに係わるcharacterization手法の検証(132213)

② 核種移行についての詳細モデルの検証/確証(13222)

- 1) 地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルの原位置での確証
(132221)

- 2) 広域流動解析手法の原位置での確証(132222)

- 3) 移行途中での核種の化学形態変化及び吸着についての詳細解析モデルの室内試験での確証(132223)

- 4) 微視的不均質性の核種移行への影響(分散・チャネリング等)についての統計的解析モデルの確証(132224)

- 5) 微視的不均質性についてのcharacterization手法の検証(132225)

- 6) 微視的不均質性についての核種移行の影響についての統計的解析手法の確証(132226)

(iii) 入力データ取得(1323)

① 保守的データセット作成(13231)

- 1) 深部地下水の酸化還元電位推定のための入力データ取得(132311)

- 2) 広域流動解析についての原位置試験(中部、釜石等)結果に基づくデータ項目間の相関の整理と保守的数値の設定(132312)

3) 分散係数データの系の代表長さ等に伴う分類と保守的数値の設定

(1 3 2 3 1 3)

4) 分配係数データの鉱物組成、地下水の状態にしたがう分類と保守的数値の設定 (1 3 2 3 1 4)

5) マトリクス拡散の有効長さについてのデータの岩種・亀裂周辺の状態にしたがう分類と保守的数値の設定 (1 3 2 3 1 5)

6) 不均質媒体中の空隙分布についての感度解析と保守的数値の設定

(1 3 2 3 1 6)

② ニアフィールド条件に係わるデータ取得 (1 3 2 3 2)

1) 地下水の化学的性質変化の解析のための入力データセットの整理 (地質環境調査結果に基づく) (1 3 2 3 2 1)

2) 不連続性/異方性/不均質性を有する媒体の等価透水係数テンソル解析のための入力データセットの整理 (地質環境調査結果に基づく)

(1 3 2 3 2 2)

3) 二重空隙構造中核種移行解析のための入力データセットの整理 (地質環境調査結果に基づく) (1 3 2 3 2 3)

③ 核種移行データの取得 (1 3 2 3 3)

1) 移行途中での核種の化学形態変化の解析のための熱力学データの取得

(1 3 2 3 3 1)

2) 核種の吸着についての入力データの取得 (1 3 2 3 3 2)

3) 微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の解析のための入力データの取得 (地質環境調査の結果に基づく) (1 3 2 3 3 3)

4) 補足データ取得 (1 3 2 3 3 4)

1.3.3 システム性能

(1) 研究開発の位置づけ

システム性能についての解析は、ニアフィールド現象、ファーフィールド現象それぞれについての研究成果に基づき、相互に関連の深い各バリア機能を統合して多重バリアシステム全体の性能を定量的に算出するものである。

システム性能解析の結果は、各時点の最新の知見を統合、反映して、多重バリアシステムの長期的性能の見通しを与えると共に、それ以降の研究開発の重要性や方向性の判断を的確に行うことに資するものである。

(2) 安全性についての知見の現状

諸外国（米、スイス、スウェーデン、バイギー等）において、概括的な評価が行われ、いずれの例も多重バリアシステムの全体性能が十分に基準を満足するものであることを示している。

また、多重バリアシステムの全体性能に対応する各性能評価、パラメータの感度は複雑であり、研究開発項目の重要度分類を行うための適切な感度解析手法が必要であること、地下水移行シナリオの変動については、1.2に述べたものと同様の確率論的評価手法を用いることが有効となり得ることが同時に指摘されている。

さらに、上述した各国の種々の評価の差異を生み出すひとつの要因として、評価にあたっての保守性の程度の問題があり、このことは、現在の評価とは多かれ少なかれ専門家の判断の余地が残されていること、そして、このような差異に対して統一的、整合的な視野を確保するためには、判断の余地を残す要因となっている、長期性、空間的拡がりに主として起因する不確実性の大きさを定量化することにより保守性の程度を客観的に示すことが必要となることを示すと考えられている。

(3) 安全性についてのこれまでの研究開発成果

多重バリアシステムの全体性能を概括的に評価する手法として、ニアフィールド、ファーフィールド現状のうちシステム性能への寄与の大きいものを抽出し、これらを保守的に統合する評価手法（Bounding Analysisの手法）が米国カリフォルニア

大学バークレー校のグループを中心として開発されている。

また、上述した感度解析の手法として、以下のものが開発され、計算効率の向上が図られている。

① Responce Surface法

当該解析コードを、解析対象となるパラメータ空間の中心値まわりの接平面として近似する方法。

② Enhance 法

当該解析コードの支配方程式に対する随伴方程式系を作成することによって、各パラメータの感度（偏等関数）を直接的に求める方法。

不確実性解析の方法としては、各性能評価パラメータの統計的分布がシステム性能と伝播した結果を知るためのパラメータ値の統計的サンプリング手法の開発に力点が置かれ、以下の手法が用いられる。

① S R S (Simple Random Sampling) 法

パラメータの分布にしたがい、ランダムにサンプリングする手法。

② L H S (Latin Hypercube Sampling) 法

比較的少数のサンプリング極値を取り扱うために、パラメータの分布を層別し、サンプリングを行う手法。

③ Imam-Conover法

L H S法において、パラメータ間の相関を考慮して、サンプリングを行う手法。

これらの不確実性解析の手法については、O E C D / N E A に おいて比較・検証が行われている（P S A C O I N）。

(4) 事業団の研究開発の状況

R E L E A S E、F E M W A T E R - F E M W A S T E等の解析コードを用いて予備的性能評価を行い、長期にわたる多重バリアシステム性能の見通しを得ている。

また、L H S法を用いた不確実性解析コードR E L E A S E - P S Aを開発し、P S A C O I NにおけるL E V E L E (Exact Solution との比較) の問題を解法してい

る。

(5) 今後の研究開発内容

システム性能についての解析は、ニアフィールド、ファーフィールドそれぞれの研究成果を統合し、多重バリアシステム全体の性能を数値で示すことにより、各時点において、研究開発の重要性や方向性の判断を的確に行うことに役立つ。研究開発の内容を段階的により具体化していくために、以下の手順で進めることとする。

(1) 多重バリアシステムの概括的評価

地下水シナリオについて決定論的評価を行い、システム性能の概括的評価を行う。また、感度解析を行い評価パラメータの重要度を明確化する。

この際使用するデータセットは、既存データの整理と、重要項目についての新規データの取得により作成する。

(2) ニアフィールド性能の定量化

ニアフィールド研究及びニアフィールド条件設定のためのファーフィールド研究の成果に基づき、基本シナリオの決定論的評価と変動シナリオの確率論的評価とを行い、ニアフィールド性能を定量化する。さらに、感度解析を行い、ニアフィールド性能を補完するファーフィールド性能に期待する目標を設定する。

(3) ファーフィールド性能による裕度の定量的確認

ファーフィールド性能評価のための解析モデル開発、確認及び入力データ取得の結果に基づき、ファーフィールド性能を定量化するとともに、結果の不確実性についても評価を行い、人工バリア仕様の確定に伴い、確立されるニアフィールド性能と併せて多重バリアシステム全体のシステム性能をその裕度と共に定量的に確認する。

(6) システム性能に関する研究開発項目

- ① 基本ケースにおけるニアフィールド性能の概括的評価（１３３１１）
- ② 基本ケースにおけるファーフィールド性能の概括的評価（１３３１２）

- ③ 変動ケースについての概括的評価 (1 3 3 1 3)
- ④ 諸外国の評価結果との比較及び差異の分析 (1 3 3 1 4)
- ⑤ 感度解析 (1 3 3 1 5)
- ⑥ グラフィックシミュレーション (1 3 3 1 6)

- ① 基本ケースにおけるニアフィールド性能の決定論的評価(1) (1 3 3 2 1)
- ② 変動ケースにおけるニアフィールド性能の確率的評価(1) (1 3 3 2 2)
- ③ ファーフィールド性能の概括的評価(2) (1 3 3 2 3)
- ④ 感度解析 (第2次) (1 3 3 2 4)
- ⑤ リアルタイムシミュレーション (1 3 3 2 5)

- ① 基本シナリオにおけるニアフィールド性能の決定論的評価(2) (1 3 3 3 1)
- ② 変動シナリオにおけるニアフィールド性能の確率論的評価 (1 3 3 3 2)
- ③ 基本シナリオにおけるファーフィールド性能の決定論的評価 (1 3 3 3 3)
- ④ 変動シナリオにおけるファーフィールド性能の確率論的評価 (1 3 3 3 4)
- ⑤ 地下水移行シナリオについての不確実性解析 (1 3 3 3 5)
- ⑥ 総合的リアルタイムシミュレーション (1 3 3 3 6)

2. 人工バリア技術の研究開発

2.1 人工バリアデータセット

2.1.1 人工バリアシステムの設計研究

(1) 研究開発の位置付け

性能評価の対象となる人工バリアの仕様を、各時点で利用可能な技術に基づき設定する。

(2) 必要なデータ項目についての知見の現状とこれまでの研究開発成果

(i) 人工バリアシステムの概念構築例

処分対象廃棄物、周辺母岩の特性等を考慮した以下のさまざまなバリアシステムの概念が各国で提案されている。

〔結晶質岩に対して〕

ガラス固化体＋オーバーパック＋緩衝材（例えばスイス）

使用済燃料＋容器＋緩衝材（例えばスウェーデン）

〔堆積岩に対して〕

ガラス固化体＋オーバーパック＋緩衝材（例えばスイス）

使用済燃料（ガラス固化体）＋容器（例えば米国）

(ii) 人工バリア構成材料

〔オーバーパック〕

銅、チタン、鋳鉄、炭素鋼等を主要な候補材料としている。

〔緩衝材〕

ベントナイト、ベントナイト＋ケイ砂を主要な候補材料としている。

(3) 事業団の研究開発の現状

(i) 人工バリアシステムの概念構築例

結晶質岩と堆積岩を対象として、ガラス固化体+オーバーパック+緩衝材の組合せからなる基本概念を構築した。

(ii) 人工バリアシステムを構成する要素の候補材料の設定

〔オーバーパック材料〕

海外における研究例及び腐食試験等の結果から、主要候補材として炭素鋼を、代替候補材としてチタン、銅、セラミックを設定している。

〔緩衝材〕

海外における研究例及び緩衝材に要求される基本特性調査から、候補材としてベントナイト、ベントナイトとケイ砂の混合物を設定している。

(iii) 各材料の特性の把握

① オーバーパック材料特性（力学、熱、遮へい、耐腐食等）について、実験室規模での試験及び評価・解析を行っている。

② ベントナイト、及び混合物の材料特性（透水性、熱、力学、膨潤性等）について、室内試験及び計算機による解析を行っている。

(iv) 上記の候補材を用いて、これまでの性能評価の知見に基づく概念設計を行い、予備的な性能評価のためのデータセットとしている。

(4) 今後の研究開発内容

多岐にわたる地質環境に対応できる人工バリアシステムの仕様を合理的に設定することを目的として他分野（性能評価研究、地質環境調査）の研究成果に応じ研究開発項目を展開していく。

- 処分場の基本設計で設定されている条件（結晶質岩と堆積岩）と同様の設計条件を用い、各バリアの設計を実施し、暫定仕様を提示する。
- 第一次報告書における性能評価研究の成果、及び地質環境データの充実に対

応して、我が国において広範に適用可能な人工バリアシステム基本設計を行うとともに、人工バリア材料の候補材として新素材についての研究開発を進める。

- 第二次報告書における性能評価研究の成果、及び地質環境データの充実に
対して、我が国の地質環境条件に対応する人工バリアシステムについて、候
補材料の研究開発を進め、その成果に基づき材料選定を含めた最適設計を行
う。

(5) 人工バリアシステムの設計研究に関する研究開発項目

- (i) 人工バリアシステムの暫定仕様の概念設計（2 1 1 1 1）
- (ii) 人工バリアシステムの基本設計（2 1 1 1 2）
- (iii) 人工バリアシステムの最適設計（2 1 1 1 3）

2. 1. 2 処分場の設計研究

(1) 研究開発の位置づけ

我が国の地質環境を考慮した処分場の概念を構築し、工学的な実現性の検討を踏まえて、処分場の仕様を決定する。成果は性能評価の進展に応じたモデルデータセットに反映される。研究項目は、

- ① 処分場構成要素の設計
- ② 処分場のレイアウト設計
- ③ 操業設備の設計
- ④ 閉鎖設計

に分類される。

(2) 必要なデータ項目についての知見の現状とこれまでの研究開発成果

(i) 処分場の概念設計は既に多くの国で実施されている。

スウェーデン：K B S レポート (1983)

ス イ ス：Project Gewähr 1985 (1985)

米 国：ユッカマウンテン処分場概念検討 (1985)

(ii) 処分場の構成要素

地上施設、アクセス道（立坑、斜坑）、主要坑道、処分坑道、処分坑、地下施設等

(iii) 設計上の検討項目

- 空洞設計のための空洞の通常時安定性解析（地震時は対象としていない）
と支保工の設計
- 廃棄物定置間隔設定のための熱解析

特定岩種を対象として設計作業が進められたために、岩種の違いによる処分場の形状変化、構成要素の検討項目の系統的な整備は実施されていない。また、いずれも最適化された概念ではない。

(iv) 処分場操業設備の設計

操業の設備は、これまでの建設、鉱業活動でかなり実績があるが、開発要素の残された項目として、

- 廃棄体搬送・定置装置
- 地下空洞における放射線防護設備

がある。

(v) 閉鎖設計

閉鎖設計の対象としては、坑道の埋戻し、アクセス道のプラグ、岩盤損傷部のグラウトがある。閉鎖設計の主たる研究はスウェーデン、ストリパプロジェクトの一環として進められており、設計に必要なデータが集積されている。

(vi) 閉鎖前の安全評価に関しては、テストケースとして確率論的リスク評価手法による検討が実施されている。

(3) 事業団の研究開発の状況

(i) 結晶質岩と堆積岩の代表的な地質環境条件を設定し、概念設計を実施している。

① 処分場の構成要素の抽出を行うとともに、仕様設定のための予備的解析として、空洞の安定性について検討し、また工学的見地からの処分深度を決定する根拠とする試算を実施している。

② 処分場のレイアウトを決定する因子の抽出と定置間隔設定のために、予備的な熱解析を実施している。

(ii) 操業に関する検討として、廃棄物の処分シナリオに基づく物流計画の検討を行うとともに、受入れ施設の概念設計を実施した。

(iii) 閉鎖設計に関する研究として

閉鎖方法について概念的検討を行った。グラウトについては建設に伴う要素技術として、技術開発の項目で行っている。なお、閉鎖に使用する材料の基本特性は人工バリア材の研究において実施している。

(iv) 設計要素技術開発

① 熱伝導解析プログラムの整備

② (コンピューターによるエンジニアリング) C A E (Computer Aided Engineering)システムの基本仕様の設定とシステム設計

(4) 今後の研究開発内容

処分場の地質環境を特定することなく設計研究を進めていくために、まず基本的な設計の流れを明確にし、それを設計システムとして構築することによって、さまざまな地質環境に対応できる処分概念を構築する必要がある。地下深部構造物の設計体系を構築し、必要なデータの集積を計る。工学的実現可能性の実証を念頭においた研究項目の設定を行う。

(i) 処分場の概念設計

結晶質岩と堆積岩の代表的な特性値と、仮想的に設定した地形をモデルデータとする。

① 処分場構成要素の設計検討結果と、決定フローに基づくレイアウトの提示

② 解析的検討により処分場の工学的に実現可能な処分深度等の仕様の提示

③ 操業設備の設計検討

必要機能のみに着目した基本モデルを設定する。

④ 閉鎖に関する概念設計

基本的な閉鎖概念を提示する。グラウト等は要素技術として例示する。

⑤ 設計要素技術開発

- C A E システムの設計と基本サブシステムの開発

- 設計検討に使用する各種解析プログラムの開発

(ii) 処分場の基本設計

地質環境調査結果によるモデルデータセットを用い、C A E システムを適用して、我が国において一般的に適用し得る処分場の基本仕様を設定する。この際、処分場構成要素の力学的安定性に重点を置く。

- ① 熱－水－応力連成による挙動解析（空洞安定評価）
- ② 動的解析による耐震性の予備的評価
- ③ 閉鎖設計

第一次の性能評価結果、及び閉鎖技術開発の成果を踏まえ、閉鎖方法を見直すとともに、その具体化を図る。

- ④ 建設・操業・閉鎖時の安全評価

それぞれの段階に対応した作業手順を作成し、これに基づくリスク評価を実施する。

Ⅲ 地質環境单元に対応した処分場の最適設計

- ① C A Eシステムによる最適設計の実施

(5) 処分場の設計研究に関する研究開発項目

- (i) 処分場の概念設計（2 1 1 2 1）
- (ii) 処分場の基本設計（2 1 1 2 2）
- (iii) 処分場の最適設計（2 1 1 2 3）

2.2 人工バリア技術

2.2.1 人工バリア製作技術

(1) 研究開発の位置づけ

人工バリアの構成要素を試作し、その品質を評価して技術的観点からの実現可能性を示す。

(2) 必要なデータ項目についての知見の現状とこれまでの研究開発成果

① オーバーパックの製作はそれぞれ各国の処分概念に応じて模擬的に製作され、性能確認の実験が実施されている。主要な材料としては、銅、鋳鉄、炭素鋼、チタンで、製作上の問題点としては溶接の信頼性があげられているが技術的に十分対応可能としている。

② 主要な緩衝材材料としてベントナイトについての研究が進められており、所定のベントナイトブロックの製作が可能であることが実証されている。

製作されたベントナイトブロックの定置試験も実施され、緩衝材試験としてその挙動観測も結晶質岩体中で実施されている。

(3) 事業団の研究開発の状況

① オーバーパックの製作技術の実証として、炭素鋼とセラミック材料を用いて工学規模の模型を作成した。その結果、現状技術で実規模大のオーバーパックの製作が可能であるが、蓋部等の溶接、封着技術が課題であることがわかった。

② 緩衝材としてベントナイトを用い、所定密度のベントナイトブロックを製作した。課題としてはブロックの大きさと密度の不均一性が残されているが、圧縮機器の開発で十分対応可能と考えている。

③ 模擬固化体（電熱ヒータ使用）、実規模オーバーパック、及び実規模緩衝材ブロックよりなる人工バリアを製作した（Big Ben）。なお、現在、地下水の再冠水プロセスの評価を進めている（ニアフィールド現象の項、参照）。

(4) 今後の研究開発内容

技術的実現性の、まだ示されていない要素について技術開発を行い、人工バリア製作技術の確実性を向上する。

- 適用可能な現状技術を整理し、実現可能性の定性的評価を行うと共に、今後の開発課題を明確化する。
- 上記の課題について技術開発を行い、この成果を一般的仕様の人工バリアシステムに試用して定量的な実現可能性の評価を行う。
- 合理的仕様となる人工バリアシステムに対して、上記と同様技術開発、試用を通じて実現可能性の定量的評価を行う。

(5) 人工バリア製作技術に関する研究開発項目

- (1) 暫定仕様の人工バリアに対する実現可能性の定性的評価（2 2 1 1）
- (2) 人工バリアシステムに対する実現可能性の定量的評価（2 2.1 2）
- (3) 人工バリアシステムに対する実現可能性の実証（2 2 1 3）

2.2.2 処分場建設・閉鎖技術

(1) 研究開発の位置づけ

処分場の設計研究で得られた処分概念が実際に現有の技術で建設可能であることを以下のアプローチで実証する。

① 各建設工事の実績の延長線上で考えられる範囲の技術が、処分場建設に適用できることを示す。

② 実証を目的とした地下研究施設等の建設を通じて実現性を明示する。

さまざまな地質環境に対応した処分システムの実現可能性を示すには上記2つのアプローチを補完的に組み合わせることによって実証する。

(2) 必要なデータ項目についての知見の現状とこれまでの研究開発成果]

処分場の建設可能性評価に関する見解は、結晶質岩を対象としてGewähr 1985、及びKBS-3において現状技術を適用することにより処分場の建設を行うことが可能と評価している。

また、建設技術の適用試験としては、

- カナダにおける地下研究施設（URL）の建設
- スイスにおけるトンネルボーリングマシン（TBM）による坑道掘削（グリムゼル試験場）
- ベルギーにおける堆積岩（ブーム粘土）内への地下研究施設の建設

等が実施され、その影響の検討を含めて技術開発が進められている。

(3) 事業団の研究開発の状況

我が国においても、現状技術に基づき処分場を建設することの可能性について、中部における立坑掘削影響試験等種々の実績に基づき、その見通しが得られている。

(4) 今後の研究開発内容

現状技術の本分野に対する適用性を、広範な地質環境条件への対応と地層処分に

特に要求される地質環境への影響の低減等という観点から整理し、必要な項目の技術開発・改良を行うとともに、その成果を踏まえて処分場建設の技術的可能性を一層明確なものとする。操業技術に関しては、地上及び既存空洞を利用した搬送、定置装置の開発を進め、地下研究施設によって、その実現性を確認する。閉鎖技術については、閉鎖設計に基づき、プラグ、シーリング、埋戻し、グラウト等の個別の技術を地上の施設及び既存空洞等の原位置試験場で展開し、地下研究施設において、その性能確認を含めて実規模の試験を実施する。

- これまでの工事实績等を分析し、設計研究の解析結果とを総合して実現可能性の見通しを示すとともに、今後の開発課題を提示する。
- 上記の課題のうち特に地層処分に固有のものについて技術開発を行い、この成果を地質環境に対応した、処分場の一般的仕様に適用して、地下研究施設の建設等を通じて実現可能性の評価を行う。
- 地下研究施設の建設実績を科学的観点から分析するとともに、広範な地質環境条件に対応するための技術開発・改良を行い、これらの成果を併せて、地質環境単元に応じた合理的仕様の処分場の建設可能性を示す。

(5) 処分場建設・閉鎖技術研究開発項目

- (1) 暫定仕様の処分場についての現状技術に基づく実現可能性評価 (2 2 2 1)
- (2) 建設・操業・閉鎖技術開発 (2 2 2 2)
- (3) 建設・操業・閉鎖技術の実現性の実証 (2 2 2 3)

3. 地質環境調査研究

3.1 天然バリアデータセット

(1) 研究開発の位置付け

地質環境調査は、地表から地下深部に到る地層とそこに存在する地下水の特性を明らかにし、地層処分の視点から我が国の地質環境の適性を評価するとともに、地層処分システム性能評価に用いるファーフールドに関するデータセットを構築することを目標とするものである。

地質環境調査には、地質環境の特性を傾向として把握するための比較的大きな領域を対象とした調査と微視的スケールにおいて地質環境と核種との相互作用を明らかにするための研究が含まれる。

これに加えて地質環境は、天然物であるが故に研究対象として扱ういずれのスケールにおいても常に、その特性には不均質性・不規則性が含まれることが、工学システムと比較した場合の特徴となる。

我が国における有効な地層を、幅広く対象としてこのような特徴を有する地質環境を明らかにするためには、研究開発を適宜更新しつつ進めることが重要である。

この研究開発計画は、性能評価研究の進展に従い、特にシナリオ解析によって規定される「考慮すべき特性の範囲」、ファーフールド研究におけるシステム理解と確認により具体化されるデータ項目とその重要度分類、及び、ニアフィールド研究によって明らかとなる放射性核種の放出率と放出形態（ソースターム）等に関する知見の蓄積に基づいて策定されるべきものである。

具体的には上記の研究の進展に対応して、既存データに基づく保守的データの整理から、地下研究施設における代表的データの取得、さらに、地質環境単位の中で有意な分類についての深部地質環境データの取得へと進むものとする。

(2) 必要なデータ項目についての知見の現状とこれまでの研究開発成果

地層処分において地質環境に要求される重要な特性について定めた、I A E A

(1983)の「固体放射性廃棄物の地層処分のための地質環境に対する規準」の基本的条件に基づいて調査を進めている。その項目は、次の通りである。

- G 1 サイトの空間的拡がり
- G 2 地質工学特性
- G 3 水理地質特性
- G 4 放射性核種の移行特性
- G 5 構造運動と地震
- G 6 人工的および自然的特徴
- G 7 資源の可能性
- G 8 地表への配慮

(3) 事業団の研究開発の状況

地質環境の評価は、地域や岩種等を特定することなく全国的な視点において行われるべきものであることから、研究開発の効率を重視し、地層処分の観点から共通した地質環境特性を持つと思われる地域毎に区分（地質環境单元）し、その地域全体に適用できるデータを最大限に引き出すことが合理的であると言える。

地層処分における地質環境は、地層の空間的拡がり、地質工学特性、水理地質特性及び地球化学特性等によって、その特性が構成されている。これらは、岩石そのものが持つ各種特性に加えて、過去に受けた物理的、化学的条件によって、現在の地質環境が形成されたと考えられる。このような観点から地質環境調査においては、地質学や土木工学における従来の区分とは別に「地質環境单元」と呼ばれる分類が必要であると考えられる。

この「地質環境单元」は、地層（岩石）の種類、地質時代、地質構造区によって分類され、現段階では34单元に区分されている。この区分は、地質環境調査を実施する際の作業仮説として用いるものであり、今後の地質環境調査の成果及び性能評価研究の進展に伴い、見直される可能性がある。

① サイトの空間的拡がり

文献調査や現地調査により、処分場の母岩と成りうる空間的拡がりを有する

地層が多数分布することが確認された。リモートセンシング調査では、同一岩種でも分布する地域によってその地質学的性質に差のあることが明らかになっている。

② 地質工学特性

全国の岩盤の物性値や力学特性に関するデータの解析から、地層処分システムに反映される地質工学特性の幅が、明らかにされつつある。また地表物理探査では、比抵抗の著しく高い岩盤が、我が国にも分布することが認められている。

③ 水理地質特性

試錐調査により地表付近で発達する割れ目が、地下では極度に少なくなる岩盤が分布することが判明した。試錐孔を利用した研究や地下深部の地質環境調査において、透水係数・間隙水圧等、水理地質のモデル化に必要なデータが得られつつある。

④ 放射性核種の移行特性

深部地質環境調査によって、データを取得しつつある。既存文献の中にも利用できるデータがあり、その収集を行っている。地下水の地球化学的特性については、約1万件にのぼるデータが得られる見通しである。

⑤ 構造運動

航空写真による断裂系の調査の結果、特定地域に活断層やリニアメントの密度が集中することが確認された。

(4) 今後の研究開発内容

今後の研究開発は、次のような点に重点を置いて進める。

- ① 安全確保の第一の要件（「地下水接触の抑制」）に対応して、腐食挙動に影響を及ぼす地下水成分の調査。
- ② 安全確保の第二の要件（「溶出・移動の抑制」）に対応して、核種の溶解に影響を及ぼす地下水のEh, pH, 化学組成の調査。

人工バリア中の核種移行の外側境界条件を規定する水理解析のためのデータ

の取得。

- ③ 安全確保の第三の要件（「環境安全の確認」）に対応して、核種移行解析のための地質の不均質性を考慮した核種移行経路（破碎帯、断層、亀裂、空隙率分布）の特性の把握。

(5) 天然バリアデータセットに関する研究開発項目

研究開発項目は、廃棄物隔離性能評価のための影響解析に必要なデータの取得と、多重バリアシステム性能評価研究に必要な地質環境特性データの取得とに大きく分けられる。

(i) 隔離性データセット（3 1 1）

① 発端事象の発生確率に係る基礎データ整理（3 1 1 1 1）

(a) 有価値資源に関するデータ整理（3 1 1 1 1 1）

(b) 火山活動に関するデータ整理（3 1 1 1 1 2）

(c) 隕石に関するデータ整理（3 1 1 1 1 3）

(d) 隆起・侵食に関するデータ整理（3 1 1 1 1 4）

(e) その他の現象に関するデータ整理（3 1 1 1 1 5）

② シナリオ解析においてイベントツリーとして抽出される事象の発生確率データ取得（3 1 1 2 1）

③ ダイレクトシミュレーションの入力データ取得（3 1 1 3 1）

(ii) 地質環境データセット（3 1 2）

① 既存データを中心とした研究

(a) 熱解析に用いる地質工学分野のデータ整理（3 1 2 1 1）

(b) 熱解析に用いる水理地質学分野のデータ整理（3 1 2 1 2）

(c) 応力解析に用いる地質工学分野のデータ整理（3 1 2 1 3）

(d) 水理解析に用いる地質学分野のデータ整理（3 1 2 1 4）

(e) 核種移行解析に用いる地質学分野のデータ整理（3 1 2 1 5）

- (f) 水理解析に用いる水理地質学分野のデータ整理 (3 1 2 1 6)
- (g) 地下水の化学的性質に係わる地球化学分野の整理 (3 1 2 1 7)
- ② 地下研究施設等でのデータ取得 (3 1 2 2)
 - (a) 応力解析に用いる地質工学分野のデータ取得 (3 1 2 2 1)
 - (b) 水理解析に用いる地質学分野のデータ取得 (3 1 2 2 2)
 - (c) 核種移行解析に用いる地質学分野のデータ取得 (3 1 2 2 3)
 - (d) 水理解析に用いる水理地質学分野のデータ取得 (3 1 2 2 4)
 - (e) 表層水理解析に用いる水理地質学分野のデータ取得 (3 1 2 2 5)
 - (f) 地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ取得 (3 1 2 2 6)
 - (g) その他の地質環境に係わるデータの取得 (3 1 2 2 7)
 - (h) 地質環境データベースシステムの整備 (3 1 2 2 8)
- ③ 深部地質環境調査 (3 1 2 3)
 - (a) 水理解析用地質学分野のデータ (3 1 2 3 1)
 - (b) 核種移行解析のための地質学分野のデータ取得 (3 1 2 3 2)
 - (c) 地下水の化学的性質に係る地球化学分野のデータ取得 (3 1 2 3 3)
 - (d) その他の地質環境に係わるデータの取得 (3 1 2 3 4)
 - (e) 地質環境データベースシステムの整備 (3 1 2 3 5)

3.2 技術開発

(1) 研究開発の位置づけ

天然バリア中における性能評価を実施するには、深部岩盤の水理学的特性及び地球化学的特性を評価することが必要不可欠である。

水理学的特性の評価には、難透水性大深度岩盤の透水係数、間隙水圧等の水理定数を求め、その値の信頼性を確保することが必要不可欠である。

地球化学的特性の評価には、深部岩盤中に賦存する地下水のEh、pH、水質等を分析することが特に重要であり、そのために地下水の地球化学的調査機器開発を実施する。

(2) 安全性についての知見の現状とこれまでの成果

技術開発の主要項目としては、水理試験用機器、地下水地球化学調査用機器などの機器開発と、地球化学モデル等の開発・確証ならびに地質現象の発生確率論的影響等を調査・評価するための天然現象の長期予測に資する解析評価手法の開発がある。

(i) 機器開発

① 水理試験用機器

性能評価のためのデータ取得において、水理試験用機器に必要とされる性能は、ボーリング孔において深地層で難（低）透水性とされている岩盤中の透水係数・間隙水圧が測定できることである。トンネルやダムで用いられた従来の測定方法は、比較的透水性の高い岩盤（透水係数 10^{-5} cm/s程度以上）を対象としたもので、地層処分の分野に対しては、その適用性に欠けていた。

② 地球化学調査用機器

地球化学調査用機器として必要なものは、深地層において、

(a) 化学組成把握のため、試錐等により外部から流入したものではなく対象となる岩盤中の真の地下水を採水する機器

(b) 原位置でのEhを正確に測定する機器である。

(ii) 解析評価技術開発

① 地表探査機器

対象とする地質環境をできるだけ乱さないためには地表からの調査をできるだけ活用する必要がある。調査機器の多くはエネルギー資源探査や土木調査分野に用いられてきたものを応用することができる。測定される物理量により、弾性波探査、電気探査、磁気探査、重力探査等に分類されるが、対象とする岩盤の水理学的特性の把握という視点を重視した技術開発を行っている。

② 試錐孔を利用した地球物理学的調査法の開発

試錐孔を利用して限られた範囲により詳細に調査する手法である。その代表的な方法として各種物理検層があるが、さらに最近では試錐孔間で実施するクロスホール法や試錐孔と地表または坑壁等の間の調査を行う手法（トモグラフィー）が盛んに用いられるようになった。

③ 深部地質環境調査のための技術・手法の開発・改良

(iii) 天然事象の長期予測手法の開発

複雑な天然事象の発生の確率論的影響モデルの開発検証に資するため、岩盤の性状、地下水の流動状況、地下水の地球化学的性質の長期的変動様式を把握する。

これまで、気候変動の研究、ネオテクトニクスの研究等について多くの知見があるが、地層処分の観点から地下深部における岩盤の性状、地下水の流動状況、地下水の地球化学的な性質が、気候変動やテクトニクスの変化により、どのような影響を受けるか解析した例はない。

① 年代決定技術開発

年代決定は、天然現象の発生時期を決定する手法で、放射性同位体等を用いた物理・化学的手段と、層序学的・古生物学的手段に分けられる。両者ともこれまでに多くの研究例があるが地層処分の視点に立った研究例は少ない。

② 地球化学的調査法の開発

環境同位体、岩石－水反応の解析によって、地下水の地層中における流動についての知見があるが、地層処分研究において必要とされる地下深部の3次元流

動状況の解析例は少ない。

(a) 環境同位体による調査手法

酸素 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$)、水素 (D/H) の安定同位体比及びトリチウムによる調査が主であり、その他に $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 ^{14}C 、 $^{36}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$ 等が考えられる。

(b) 岩石－水反応の解析

岩石－水反応のメカニズムを熱力学的に評価し、地下水の水質形成のプロセスを解明する研究が行われている。

③ 地質環境変動解析評価技術開発

地質環境の変動の解析については、これまで、地史学、岩石学、鉱床学、第四紀学等において多くの知見が集積されているが、地層処分の視点に立った研究例は少ない。

(3) 事業団の研究開発の状況

(i) 水理試験用機器

地層処分の分野において要求される性能を満たす機器の開発に取り組み、従来まで超難透水性とされ、測定範囲外とされていた 10^{-9}cm/s オーダーの透水係数の測定に成功している。現在のその機器の測定可能深度は、500 m である。

(ii) 地球化学調査用機器

- 採水機器は現在開発中で、既に深度 500m の地下水を採取可能な装置の製作が完了しており、その適用試験を実施している。
また、不活性・被圧条件下で採水可能な機器の実用化の目途もたっている。
- 地下深部における地下水の Bh 測定は、極めて困難であることから、現在 Bh 測定に与える因子決定のための基礎試験とボーリング孔における原位置測定機器の開発に取り組んでいる。

(iii) 地表探査機器

既存調査法の積極的適用を行いつつ、地質環境調査専用の機器開発を行う方針である。これまでに商業用送電線を用いた地磁気地電流法であるPLMT法を開発している。本手法は、これまでに深部地質構造の調査手段（特に岩体の比抵抗調査）として有効であることがわかっている。

また、岩盤中の割れ目分布をできるだけ精密に知るための電磁法の解析ソフトウェアの開発を行っている。

(iv) 年代決定技術開発

東濃、人形峠地域において従来法を適用し、知見が得られつつある。しかし、精度については、十分とは言えず、新たな技術の開発に向けた基礎調査を開始したばかりである。

(v) 地球化学的調査法の開発

① 環境同位体による調査手法

東濃地域月吉鉱床周辺において深度約 150m以浅の酸素、水素の同位体比及びトリチウムについての知見が得られつつある。しかし、深部のデータが不足していることなどにより3次元的なこれら同位体組成の分布状況の把握及び得られたデータの解析は十分には行われていない。

② 岩石－水反応の解析

一部の地下水データについて解析が始まった段階であり、深部の地下水組成データは不足している。

③ 地質環境変動解析評価技術開発

東濃、人形峠地域において従来法を適用し、知見が得られつつある。しかし、精度については十分とは言えず、新たな技術の開発に向けた基礎調査を開始したばかりである。

(4) 今後の研究開発内容

信頼性のある性能評価を行うためには、精度の高いデータが必要であり、このデータ取得のためには、その調査技術が極めて重要である。

性能評価との関係において着目すると、地質環境調査に要求される技術開発のポイントは、下記の通りである。

- 深部の難透水性岩盤を対象とすること。
- 対象とする地質環境をできるだけ乱さない状態で調査することが要求されること。
- 従来の類似分野での調査研究以上に精度の高いデータが要求されること。

したがって、水理調査技術、採水分析技術の開発・実証に際して、以下の機器・手法を開発するとともに、これらを実地に適用しその信頼性を確認する。

(i) 水理試験用機器開発

最終的には、1,000 m深度において 10^{-10} cm/sオーダーの透水係数・間隙水圧の測定可能な性能を持つ機器を開発する。

(ii) 地球化学調査用機器開発

- 最終的には、1,000 m深度の水を採取可能な機器を開発する。
- 最終的には、1,000 m深度の原位置で、Eh、ph、電気伝導度、水温の測定が可能な機器を開発する。

(iii) 地表調査法の開発

できるだけ既存の手法を活用する、数多くある物理探査手法のうち対象とする地層の水理的性質を最もよく捉える探査法を実用化するという視点からシステムの改良や調査手法の改良を行って行く。

(iv) 試錐孔を利用した調査法の開発

クロスホール調査手法などのデータから予想される岩盤物性の空間的分布をより現実的な割れ目や透水係数の分布に近づける一手法として地球統計学の適用が考えられる。これを可能にするデータ取得や取得したデータの解析手法開発を第三次報告書に向けて行う。

(v) 調査技術・手法の開発改良

既存の調査や解析技術を統合し、地下水の水理定数や地球化学データを収集するための調査技術や水理モデル構築のための解析ソフトウェアの開発を行う。

(vi) 年代決定技術開発

放射性同位体を用いた物理・化学的手段としては、既存手法の精度向上、適用範囲の拡大を図るとともに新手法について技術開発を行う。層序学的古生物的手法については、陸成層を対象とした技術開発と、割れ目や岩脈を対象とした共生関係を精度良く明らかにすることを目的とする。

(vii) 地球化学的調査手法の開発

水理学的観点からの調査だけでなく、地球化学的アプローチからも地下水の流動状況及び地球化学の変化等を把握する。

- 環境同位体による調査手法

最終的には、ある地域（例えば東濃地域）の地下深部までの種々の同位体及びトリチウム濃度の3次元分布を把握し、地球化学の観点からの流動モデルを開発・確証する。

- 岩石－水反応の解析

最終的には、地下深部までの地下水組成、岩石組成を把握し、かつ室内実験等を実施して、水質形成機構を解明する。

(viii) 地質環境変動解析評価技術開発

地質環境の長期的変化を予測・評価するために、テクトニクス、気候変動、熱流動、鉱化作用などの天然現象及びその影響を解析・評価するための手法を開発する。

(5) 調査技術に関する研究開発項目

(i) 機器開発 (3 2 1 1)

① 水理試験用機器の開発 (3 2 1 1 1)

② 地下水地球化学調査用機器開発 (3 2 1 1 2)

(ii) 解析評価技術開発 (3 2 2 2)

① 地表調査法の開発 (3 2 2 2 1)

(イ) 精密電磁法の開発 (3 2 2 2 1 1)

(ロ) 精密地下調査法研究 (3 2 2 2 1 2)

② 試錐孔を利用した調査法の開発 (3 2 2 2 2)

(イ) クロスホール法の開発 (3 2 2 2 2 1)

(ロ) 水理モデル構築 (3 2 2 2 2 2)

③ 深部地質環境調査のための技術・手法の開発、改良 (3 2 2 2 3)

④ 天然現象の長期予測解析評価手法の開発 (3 2 2 2 4)

4. 参考文献

- (1) C. M. Koplic, M. F. Kaplan and B. Ross, The Safety of repositories for highly radiative wastes, Rev. Mod. Phys. Vol.54, pp.269-310, 1982.
- (2) International Atomic Energy Agency, Concepts and examples of safety analysis for radioactive waste repositories in continental geological formations, Safety Series No.58, 1983.
- (3) G. M. Petrie et al., Geologic simulation model for a hypothetical site in the Columbia Plateau, Pacific Northwest Laboratory Report PNL-4427, 1981.
- (4) INTERA Environmental Consultants, Inc., GSM; Geologic simulation model for a hypothetical site in the Columbia Plateau large computer version, Office of Nuclear Waste Isolation Report ONWI-447, 1983.
- (5) Swanson Analysis System, Inc., ANSYS-engineering analysis system, revision 4.2., Houston, Pennsylvania, 1986.
- (6) K. Pruess, TOUGH user's guide, Lawrence Berkeley Laboratory Report LBL 20700, 1986.
- (7) I. Neretnieks, The movement of a redox front downstream from a repository for nuclear waste. Nucl. Techn., Vol.62, pp.110-115, 1983.
- (8) I. G. Mckinley., The geochemistry of the near-field, Swiss Federal Institute for Reactor Research Technical Report 84-48, 1985.
- (9) P. S. Huyakorn and G. F. Pinder, Computational Methods in Subsurface flow, Academic, New York, 1983.
- (10) T. Chan, J.A.K. Reid, and V. Guvanasen, Numerical modelling of coupled fluid, heat and solute transport in deformable fractured rock, Coupled Processes Associated with Nuclear Waste Repositories, Academic, pp.605-625, 1987.

- (11) R. D. Lindberg and D. D. Runnells, Groundwater Redox Reactions: An analysis of equilibrium state applied to Eh measurements and geochemical modelling, Science, Vol.225, pp.925-927, 1984.
- (12) H. C. Helgeson, Evaluation of irreversible reactions in geochemical processes involving minerals and aqueous solutions- I. Thermodynamic relations, Geochim, Cosmochim, Acta, Vol.32, pp.853-877, 1968.
- (13) J. A. Davis and K. F. Hayes, Geochemical processes at mineral surfaces: an overview, Geochemical Processes at Mineral Surfaces, Amer. Chem. Soc. Symp. Series No.323, 1986.
- (14) J. A. Davis et al., Surface ionization and complexation at the oxide/water interface; I. Computation of electrical double layer properties in simple electrolytes: J. Colloid Interface Sci., Vol.63, pp.480-499, 1978.
- (15) B. Grambow, A general rate equation for nuclear waste glass corrosion, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.44, pp.15-27, 1985.
- (16) P. L. Chemlre and T. H. Pigford, Prediction of waste performance in a geologic repository, Scientific Basis for Nuclear Waste Management VII, North-Holland, New York, pp.985-1008, 1984.
- (17) N. C. Garisto and F. Garisto, The effect of precipitation on the long-term release of radionuclides from used fuel, Ann. Nucl. Energy, Vol.13, pp.591-596, 1986.
- (18) G. Andersson, A. Rasmuson, and I. Neretnieks, Model for near field migration, Scientific Basis for Nuclear Waste Management V, Elsevier, New York, pp.539-548, 1982.
- (19) D. J. Jensen and C. J. Radke, Steady radionuclide release rates from a bentonite-protected waste canister, Coupled Processes Associated with Nuclear Waste Repositories, Academic, Orlando, pp.299-307, 1987.
- (20) R. J. Hopkirk, D. J. Gilby, and W. M. Wagner, Modelling of solute transport in the near field of a high level waste repository, NAGRA NTB 85-26, 1985.

- (21) NAGRA, Project Gewaehr 1985, 8 Vols 1985.
- (22) R. Pusch et al., Final Report of the Buffer Mass Test-Volume II: Test results, Stripa Project Technical Report, TR 85-12, 1985.
- (23) B. Grambow et al., Weathered basalt glass: A natural analogue for the effects of reaction progress on nuclear waste glass alteration, Scientific Basis for Nuclear Waste Management IX, Materials Research Society, Pittsburgh, pp.263-272, 1986.
- (24) B. P. McGrail et al, Initial results for the experimental evaluation of a nuclear waste repository source term model, Nucl. Technol., Vol.69, pp.114-118, 1985.
- (25) G. L. McVay and L. R. Pederson, Effects of gamma radiation on glass leaching, J. Am. Ceram. Soc., Vol.64, No.3 pp.154-158 (1981).
- (26) G. P. Marsh et al., : Statistical Study of Pit Propagation in Carbon Steel under Nuclear Waste Disposal Conditions, Br. Corros. J., Vol.23, No.3, pp. 157-164 (1988).
- (27) SKBF/KBS, : Final Storage of Spent Nuclear Fuel-KBS-3 (1983).
SKB, : Handling and Final Disposal of Nuclear Waste, R&D-Programme 89 (1989).
- (28) K. Nuttall et al., : Engineered Barrier Research in Canada, IAEA-SM-289/21, p.431.
- (29) 例えば、H. Mattsson, : Titanium Exposed in Waste Saturated Bentonite Clay, Exposures Ranging up to Six Years, to be published. SKB Technical Report TR 89-xx.
SKBF/KBS, : Handling of Spent Nuclear Fuel and Final Storage of Vitrified High Level Reprocessing Waste (KBS-1), 1977.
- (30) 例えば、PNL-5157, : Final Report of the Defense High-Level Waste Leaching Mechanisms Program (1984).
R. Grauer, : Synthesis of Recent Investigations on Corrosion Behavior of Radioactive Waste Glasses, Nagra TR 85-27 (1985).

- (31) 例えば、B. Torstenfelt et al., : Radionuclide Diffusion and Mobilities in Compacted Bentonite., SKBF/KBS TR 83-34.
I. Neretnieks, : Diffusivities of Some Dissolved Constituents in Compacted Wet Bentonite Clay MX-80 and the Impact on Radionuclide Migration in the Buffer. KBS TR 82-27.
- (32) 例えば、Factors Influencing Mass Diffusion in Bentonite and Mixture of Bentonite and Sand, S.C.W. Cheung et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.26., 1984.
- (33) 例えば、U. Olofsson et al., : Formation and Properties of Actinide Colloids, SKBF/KBS TR 83-08.
- (34) 例えば、U. Olofsson, B. Allard, : Complexes of actinides with naturally occurring organic substances-Literature Survey, SKBF/KBS 83-09.
- (35) 例えば、Pusch, R., Ranhagen, L. & Nilsson, K. Gas Migration through MX-80 Bentonite, Final Report. Technical Report 85-36, NAGRA, 1985.
Pusch, R. & Hökmark, H. Megapermeameterstudie av Gastransport genom SFR-buffertar. Arbetsrapport SFR (In press).
- (36) P. van der Heijde et al., Groundwater Management : The use of Numerical Models, American Geophysical Union, Washington, 1985.
- (37) L. M. Abrida, Modelling contaminant transport in the subsurface: An interdisciplinary challenge, Reviews of Geophysics, Vol.25, pp.125-134, 1987.
- (38) INTERA Environmental Consultants, Inc., SWENT: A three-dimensional finite difference code for the simulation of fluid, energy, and solute radionuclids transport, Office of Nuclear Waste Isolation Report ONWI-457, 1983.
- (39) M. Reerre et al., Theory and implementation for SWIFT II: The Sandia waste-isolation flow and transport model for fractured media, U.S. Nuclear Regulatory Commission Report NUREG/CR-3328, 1986.
- (40) G. de Marsily, Quantitative Hydrogeology, Academic, Orlando, 1986.

- (41) A. Rasmuson, T. N. Narasiman, and I. Neretnieks, Chemical transport in a fissured rock: verification of a numerical model, *Waste Resour. Res.*, Vol.18, 1982.
- (42) L. M. McDowell-Boyer et al., Particle transport through porous media, *Water Resour. Res.*, Vol.22, pp.1901-1921, 1986.
- (43) Y. Hwang et al., Analytical Solution of Pseudo-colloid Migration in Fractured Rock, Lawrence Berkeley Laboratory Report, LBL-27429, Jun 1989.
- (44) M. Harada et al., Migration of radionuclides through sorbing media analytical solutions-I, Lawrence Berkeley Laboratory Report LBL-10500, 1980.
- (45) A. Jakob, J. Hadermann, and F. Rösel, Radionuclide chain transport with matrix diffusion and non-linear sorption, PSI-Bericht Nr.54, 1989.
- (46) D. Langmuir, Overview of coupled processes with emphasis in geochemistry, *Coupled Processes Associated with Nuclear Waste Repositories*, Academic, Orlando, 1987.
- (47) J. Hadermann and F. Roesel., Radionuclide chain Transport in Inhomogeneous Crystalline Rocks-Limited Matrix Diffusion and Effective Surface Sorption, EIR-Bericht Nr.551, Würenlingen, 1985.
- (48) A. Rasmuson, Analysis of hydrodynamic dispersion in discrete fracture networks using the method of moments, *Water Resour. Res.*, Vol.21, pp.1677-1683, 1985.
- (49) J. P. Delhomme, Kriging in the hydrosiences, *Adv. Water Resour.*, Vol.1, pp.251-266, 1976.
- (50) K. E. Almén, Site investigation equipment for geological, geophysical, hydrogeological and hydrochemical characterization, SKB Technical Report TR 86-16, 1986.
- (51) L. W. Gelhar and C. L. Axness, Three-dimensional stochastic analysis of macrodispersion in aquifers, *Water Resour. Res.*, Vol.19, pp.161-180, 1983.

Ⅱ . 研 究 項 目 一 覽

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
1	性能評価研究
11	シナリオ
111	シナリオ
1111	直接放出の発端事象の明確化
11111	第1次事象・プロセスリスト作成
111111	我が国の特徴に起因する事象・プロセスについての情報収集
111112	第1次事象・プロセスリストの作成
11112	第1次事象・プロセスリストについての専門家間の合意形成
111121	専門家による第1次リストのレビュー
111122	De l p h i 法による専門家のコメント集約と第1次事象・プロセスリストの改訂
11113	直接放出シナリオの発端事象の明確化
111131	事象・プロセス間の関連についての文献調査(1)
111132	直接放出についてのインフルエンスダイアグラムの改訂
111133	De l p h i 法による専門家の判断の集約
111134	第1次イベントツリー作成
111135	発端事象の明確化
1112	間接放出についてのシナリオ明確化
11121	地下水移行についてのシナリオの設定
111211	各事象・プロセスと多重バリアシステム性能との関連についての文献調査
111212	Judgemental Methodによる専門家の判断の集約
111213	地下水移行について第1次インフルエンスダイアグラムの作成
111214	第1次シナリオにおける解析ケースの設定
111215	その他のケースについての検討
11122	地下水以外の移行媒体についてのDe l p h i 法によるシナリオ設定
1113	重要事象のスクリーニングとイベントツリー作成
11131	事象・プロセスリストの見直し(1)
111311	専門家グループによる第1次評価結果のレビュー
111312	第1次事象・プロセスリスト改訂についてのコメント集約のためのDe l p h i 法の実施
111313	第2次事象・プロセスリストの作成
11132	確率論的評価のためのイベントツリー作成
111321	新たに抽出される事象・プロセスについての既往の研究例の整理(2)
111322	新たに抽出される事象・プロセスについての専門家知見のDe l p h i 法による集約(2)
111323	新たに抽出される事象・プロセス第2次インフルエンスダイアグラムの作成
111324	第2次イベントツリーの作成
111325	確率論的評価のための重要な直接放出シナリオの明確化

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
1114	ニアフィールド現象についての詳細シナリオ設定
11141	第1次インフルエンスダイアグラムに基づくPASS試験の実験計画と装置設計
11142	PASS試験装置製作
11143	PASS試験の実施
11144	PASS試験結果に基づく詳細シナリオの設定
1115	ダイレクトシミュレーション評価対象の明確化
11151	事象・プロセスの見直し(2)
11152	事象・プロセス間の第3次(網羅的)インフルエンスダイアグラム作成
1116	ファーフールド現象についての詳細シナリオ設定
11161	ファーフールドシナリオの詳細化のための検討
11162	ファーフールドシナリオについての原位置試験計画、装置設計
11163	原位置試験の実施
11164	原位置試験結果に基づくファーフールド詳細シナリオの設定
12	隔離性
121	発生確率
1211	発端事象の発生確率の明確化
12111	発端事象の発生確率についての既存データの整理
121111	文献調査
121112	調査結果の体系化とデータベース作成
12112	発端事象の発生確率についての専門家の主観確率の定量化
121121	Probability Encoding法による主観確率の定量化
1212	重要な後続事象の分岐確率化
12121	文献調査
12122	Probability Encoding法による主観確率の定量化
12123	結果のとりまとめとデータベース作成
1213	各事象の後起確率についての総合的データベース作成

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
12131	文献調査
12132	Probability Encoding法による主観確率の定量化
12133	動態的解析手法に対応する総合的データベースの作成
122	リスク
1221	発端事象の発生確率の評価
1222	確率論的影響評価
12221	影響解析モデル開発 (1)
122211	既往の研究例の調査
122212	モデル開発
12222	確率論的评价
1223	ダイレクトシミュレーション
12231	影響解析モデル開発 (2)
122311	ダイレクトシミュレーション手法の調査
122312	モデル改良
122313	その他のモデル開発
122314	ダイレクトシミュレーション手法の決定
122315	ダイレクトシミュレーションの開発
12232	ダイレクトシミュレーションの実績
1224	基礎的研究開発
12241	第1期
12242	第2期
12243	第3期
13	多重バリアシステム性能
131	ニアフィールド現象
1311	モデル開発
13111	総合性能評価モデル開発

管理コード	名称
1311111	直し
13111111	直し
13111112	直し
13111113	直し
13111114	直し
13111115	直し
13111116	直し
1311112	直し
1311113	直し
1311114	直し
13111141	直し
13111142	直し
1311115	直し
13111151	直し
13111152	直し
1311116	直し
1311117	直し
1311118	直し
1311181	直し
1311182	直し
13112	直し
131121	直し
1311211	直し
1311212	直し
13112121	直し
13112122	直し
1311213	直し
13112131	直し
13112132	直し
13112133	直し
13112134	直し
1311214	直し
13112141	直し
13112142	直し
13112143	直し
13112144	直し
1311215	直し
13112151	直し
13112152	直し
13112153	直し
13112154	直し
1311216	直し
13112161	直し
13112162	直し
13112163	直し
13112164	直し
1311217	直し
13112171	直し
13112172	直し
1311218	直し
13112181	直し
13112182	直し
1311219	直し

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

131121A	金属の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル作成
131121B	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
131121B1	ガスの発生メカニズムの把握
131121B2	水素の発生メカニズムの把握
131121B3	水素の発生メカニズムの把握
131121B4	水素の発生メカニズムの把握
131121B5	水素の発生メカニズムの把握
131121C	金ガスの発生メカニズムの把握
131121D	金ガスの発生メカニズムの把握
131121E	金ガスの発生メカニズムの把握
131121E1	金ガスの発生メカニズムの把握
131121E2	金ガスの発生メカニズムの把握
131121F	金ガスの発生メカニズムの把握
131121F1	金ガスの発生メカニズムの把握
131121F2	金ガスの発生メカニズムの把握
131121G	金ガスの発生メカニズムの把握
131122	金ガスの発生メカニズムの把握
1311221	金ガスの発生メカニズムの把握
1311222	金ガスの発生メカニズムの把握
1311223	金ガスの発生メカニズムの把握
131123	金ガスの発生メカニズムの把握
131124	金ガスの発生メカニズムの把握
131125	金ガスの発生メカニズムの把握
131126	金ガスの発生メカニズムの把握
131127	金ガスの発生メカニズムの把握
1311271	金ガスの発生メカニズムの把握
1311272	金ガスの発生メカニズムの把握
1312	確証
13121	核種放出に係わる確証試験
131211	溶解度限界放出仮定についての確証試験 (1)
1312111	C O ₂ が存在しない場合のA _m 及びリン酸塩添加ホウケイ酸ガラスの溶解度試験
131212	理論の適合性について科学的判断の明示 (1)
131213	時間に依存せず成り立つ評価手法の明示 (1)
131214	相互作用を無視できるプロセスの組合せの明示 (1)
13122	その他の確証試験
131221	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312211	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312212	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
131222	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
131223	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
131224	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312241	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312242	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312243	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312244	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312245	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312246	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
131225	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312251	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312252	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル
1312253	炭素の鋼の腐食に對する伴る有機物の影響の概念モデル

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
1312254	表面拡散モジュールの設計・製作
1312255	表面拡散モジュールの設計・製作
1312256	表面拡散モジュールの設計・製作
1312257	表面拡散モジュールの設計・製作
1312258	表面拡散モジュールの設計・製作
131226	表面拡散モジュールの設計・製作
1312261	表面拡散モジュールの設計・製作
1312262	表面拡散モジュールの設計・製作
1312263	表面拡散モジュールの設計・製作
1312264	表面拡散モジュールの設計・製作
1312265	表面拡散モジュールの設計・製作
1312266	表面拡散モジュールの設計・製作
1312267	表面拡散モジュールの設計・製作
131227	表面拡散モジュールの設計・製作
1312271	表面拡散モジュールの設計・製作
1312272	表面拡散モジュールの設計・製作
1312273	表面拡散モジュールの設計・製作
1312274	表面拡散モジュールの設計・製作
1312275	表面拡散モジュールの設計・製作
1312276	表面拡散モジュールの設計・製作
1312277	表面拡散モジュールの設計・製作
13123	総合試験・移動解析モデル確認試験
131231	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312311	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312312	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312313	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312314	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312315	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312316	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312317	総合試験・移動解析モデル確認試験
131232	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312321	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312322	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312323	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312324	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312325	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312326	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312327	総合試験・移動解析モデル確認試験
131233	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312331	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312332	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312333	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312334	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312335	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312336	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312337	総合試験・移動解析モデル確認試験
131234	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312341	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312342	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312343	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312344	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312345	総合試験・移動解析モデル確認試験
1312346	総合試験・移動解析モデル確認試験

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
1312347	結果のとりまとめ
1313	入力データ取得
13131	核種放熱応放水緩衝TARA
131311	種放熱応放水緩衝TARA
1313111	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313112	放熱応放水緩衝TARA
1313113	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313114	放熱応放水緩衝TARA
1313115	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313116	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313117	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313118	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131312	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131313	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313131	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313132	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313133	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131314	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131315	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131316	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313161	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313162	出イ条件係数変質TPN水の腐食
1313163	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131317	出イ条件係数変質TPN水の腐食
131318	出イ条件係数変質TPN水の腐食
13132	体系熱放熱地補緩衝等天
131321	体系熱放熱地補緩衝等天
131322	体系熱放熱地補緩衝等天
1313221	体系熱放熱地補緩衝等天
1313222	体系熱放熱地補緩衝等天
131323	体系熱放熱地補緩衝等天
131324	体系熱放熱地補緩衝等天
1313241	体系熱放熱地補緩衝等天
1313242	体系熱放熱地補緩衝等天
131325	体系熱放熱地補緩衝等天
131326	体系熱放熱地補緩衝等天
131327	体系熱放熱地補緩衝等天
1313271	体系熱放熱地補緩衝等天
1313272	体系熱放熱地補緩衝等天
1313273	体系熱放熱地補緩衝等天
1313274	体系熱放熱地補緩衝等天
1313275	体系熱放熱地補緩衝等天
1313276	体系熱放熱地補緩衝等天
131328	体系熱放熱地補緩衝等天
131329	体系熱放熱地補緩衝等天
13132A	体系熱放熱地補緩衝等天
13132B	体系熱放熱地補緩衝等天
13132C	体系熱放熱地補緩衝等天
13132D	体系熱放熱地補緩衝等天
13132D1	体系熱放熱地補緩衝等天
13132D2	体系熱放熱地補緩衝等天

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
13132E	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132F	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G1	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G2	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G3	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G4	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132G5	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132H	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13132I	ガラスの溶け出しによる核種移行の解析モデルの開発
13133	補足データ取得
131331	人工バリア設計変更・ニアフィールド条件詳細化に伴うデータ見直し・補足データ取得
132	ファーフールド現象
1321	モデル開発
13211	保守的核種移行解析モデルの開発
132111	保守的核種移行解析モデルの開発
1321111	保守的核種移行解析モデルの開発
1321112	保守的核種移行解析モデルの開発
1321113	保守的核種移行解析モデルの開発
132112	保守的核種移行解析モデルの開発
1321121	保守的核種移行解析モデルの開発
1321122	保守的核種移行解析モデルの開発
1321123	保守的核種移行解析モデルの開発
132113	保守的核種移行解析モデルの開発
1321131	保守的核種移行解析モデルの開発
1321132	保守的核種移行解析モデルの開発
1321133	保守的核種移行解析モデルの開発
132114	保守的核種移行解析モデルの開発
132115	保守的核種移行解析モデルの開発
132116	保守的核種移行解析モデルの開発
13212	広域流動解析モデルの開発
132121	広域流動解析モデルの開発
1321211	広域流動解析モデルの開発
1321212	広域流動解析モデルの開発
1321213	広域流動解析モデルの開発
132122	広域流動解析モデルの開発
1321221	広域流動解析モデルの開発
1321222	広域流動解析モデルの開発
1321223	広域流動解析モデルの開発
1321224	広域流動解析モデルの開発
1321225	広域流動解析モデルの開発
132123	広域流動解析モデルの開発
1321231	広域流動解析モデルの開発
1321232	広域流動解析モデルの開発
1321233	広域流動解析モデルの開発
1321234	広域流動解析モデルの開発

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

1321235	現実的概念モデルの構築
132124	岩石と化学反応・流動による平衡不完全性を考慮した地下水性質変化用解析モデル開発
1321241	G H C解析手法の調査
1321242	G H C解析手法の調査
1321243	G H C解析手法の調査
132125	不連続性・不均質性・異方性の媒体に対する等価連続体の透水係数推定用解析モデル開発
1321251	FRACTURE FLOW TASK FORCEにより開発される解析モデルの導入
1321252	G解析モデルの適用性の検討、モデル改良点の明確化
1321253	G解析モデルの改良
132126	二重空隙構造を有する媒体中の核種移行についての汎用解析モデル開発
1321261	MULTI-GRID TECHNIQUE, TELESCOPE MESH REFINEMENT等の数値解析法の調査
1321262	数値解析法の決定
1321263	解析コード開発
13213	核種移行についての詳細解析モデル開発
132131	核種・地下水・岩石の相互作用についての概念モデル作成
1321311	MOLとの共同研究による亀裂中での吸着に寄与する鉱物の解明の手法の確立
1321312	MOLとの共同研究による岩体マトリックスへの吸着に寄与する鉱物の解明の手法の確立
1321313	わが国岩石サンプリングの室内試験による亀裂中の吸着遅延に寄与する鉱物、メカニズムの同定
1321314	わが国岩石サンプリングの室内試験による亀裂中の吸着遅延に寄与する鉱物の同定
1321315	ナチュラルアナログの研究による岩体マトリックスへの吸着遅延の把握
1321316	ナチュラルアナログの研究による岩体マトリックスへの吸着遅延の把握
1321317	室内試験による亀裂中での吸着プロセスの不可逆性の把握
1321318	室内試験による亀裂中での吸着プロセスの不可逆性の把握
1321319	室内試験による亀裂中での吸着プロセスの不可逆性の把握
132131A	岩体マトリックスへの吸着の概念モデル作成
132132	微視的不均質性を考慮した核種移行概念モデル作成
1321321	MOLでの多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321322	東濃での多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321323	NAGRAでの多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321324	釜石での多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321325	釜石での多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321326	釜石での多孔質媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明の為に原位置試験
1321327	現実的概念モデルの構築
132133	移行途中での核種の化学・吸着についての詳細解析モデル開発
1321331	G H C解析手法のイオン交換、表面錯体生成モデルとの結合方法の調査
1321332	モデル結合方法の決定
1321333	コード開発
132134	微視的不均質性の核種移行への影響についての統計的解析モデル開発
1321341	統計的解析手法の調査
1321342	地質環境調査による核種移行への影響の可否の検討と解析手法改良点の明確化
1321343	解析コード開発
1322	確証
13221	広域流動解析、地球化学解析モデルの確証
132211	地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルの室内試験による確証
1322111	確証試験計画
1322112	事前解析
1322113	試験設計
1322114	設備設計
1322115	設備製作
1322116	確証試験の実施
1322117	結果の取りまとめとモデル改良

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

132212	等価試験計画	テンソル推定のための解析
1322121	事前解析	
1322122	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322123	GEOTECHNICAL試験設備製作	
1322124	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322125	GEOTECHNICAL試験設備製作	
1322126	MICRO2D試験設備設計	
1322127	MICRO2D試験設備製作	
1322128	MICRO2D試験設備設計	
1322129	MICRO2D試験設備製作	
132212A	結果の取りまとめとモデル改良	
132212B	結果の取りまとめとモデル改良	
132213	確証試験計画	CHARACTERIZATION手法の確立
1322131	事前解析	
1322132	MACRO試験設備設計	
1322133	MACRO試験設備設計	
1322134	MACRO試験設備設計	
1322135	設備製作	
1322136	確証試験の実施	
1322137	結果の取りまとめとモデル改良	
13222	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	確証試験の解析モデルの原位置での確証
132221	地下水中の核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	
132222	広域移動中の核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	
132223	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
132224	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
132225	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
132226	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
1322261	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322262	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322263	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322264	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322265	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322266	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322267	GEOTECHNICAL試験設備設計	
1322268	MICRO2D試験設備設計	
1322269	MICRO2D試験設備設計	
132226A	MICRO2D試験設備設計	
132226B	MICRO2D試験設備設計	
132226C	MICRO2D試験設備設計	
132226D	MICRO2D試験設備設計	
132226E	MICRO2D試験設備設計	
132227	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	確証試験の解析モデルの原位置での確証
1322271	地下水中の核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	
1322272	広域移動中の核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	
1322273	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
1322274	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
1322275	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
1322276	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
1322277	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証
132228	核種移行の化学的挙動に関する基礎的検討	詳細解析モデルの室内試験での確証

1323

入力データ取得

133

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

1331	多重バリアシステムの基本性能の既括的評価
13311	基本的シナリオにおけるニアフィールド性能野既括的評価
133111	RELEASE によるニアフィールド性能の評価計算
133112	AREST-PNC (PARバージョン) によるニアフィールド性能のパラメトリックな評価計算
133113	改良したFEMWASTE-PNCもしくはCFEST による評価計算
13312	基本シナリオにおけるファーフールド性能の既括的評価
133121	FEMWATER/FEMWASTE-PNC による評価計算
133122	ROCKによる評価計算
13313	変動シナリオについての既括的評価
133131	変動シナリオに応じたRELEASE の計算
133132	変動シナリオに応じたAREST-PNの計算
133133	変動シナリオに応じたFEMWATER/FEMWASTE-PNC の計算
13314	諸外国の評価結果との比較及び差異の分析
133141	諸外国の評価方法、評価結果のとりまとめ
133142	第一次評価結果のとりまとめ
133143	比較・分析
13315	感度解析
133151	コード間のインターフェイス開発
133152	感度解析手法、及び範囲の決定
133153	感度解析の実施によるニアフィールドに関するパラメータの重要度分類
13316	グラフィックシュミレーション
133161	グラフィックシュミレーションシステムに整備
133162	ソフトウェアの開発
133163	基本ケース、主要な変動ケースについてのグラフィックシュミレーションの実施
1332	ファーフールド性能の定量化
13321	基本シナリオにおけるニアフィールド性能の決定論的評価
13322	変動シナリオにおけるニアフィールド性能の確率論的評価
133221	A R E S T - P N C による評価
13323	ファーフールド性能の概括的評価
13324	感度解析 (2)
133241	解析モデル群の統合
133242	全体システムの感度解析によるファーフールド性能の明確化とパラメータ重要度分類
13325	リアルタイムシュミレーション
133251	高速アレイプロセッサの整備
133252	対応するソフトウェアの改良
133253	ニアフィールド性能についてのリアルタイムシュミレーション
1333	ファーフールド性能の余裕度の定量的確認
13331	基本シナリオにおけるニアフィールド性能の決定論的評価

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
13332	変動シナリオにおけるニアフィールド性能の確率論的評価
13333	基本シナリオにおけるファーフールド性能の決定論的評価
13334	変動シナリオにおけるファーフールド性能の確率論的評価
13335	地下水移行シナリオについての不確実性解析
133351	不確実性解析手法の調査検討
133352	不確実性解析手法の選定
133353	不確実性解析用アプリ・ポストプロセッサの開発
133354	対象とするパラメータの分布決定
133355	不確実性解析の実施
133356	ファーフールド性能の余裕度の定量的確認
13336	総合的リアルタイムシュミレーション
133361	ソフトウェアの開発
133362	総合的リアルタイムシュミレーションの実施
2	人工バリア技術の研究開発
21	人工バリアデータセット
211	人工バリアデータセット
2111	人工バリアの設計
21111	人工バリアシステムの暫定使用の概念設計
211111	設計条件の整備
2111111	要求機能の抽出
2111112	バリア材の力学、熱、水理特性のデータ採取
2111113	候補材の選出
211112	設計解析手法の解析・既存コードの改良
2111121	人工バリアシステム挙動解析手法の開発 (既存コード改良・適用、パラメータ連成解析)
21111211	既存コードの改良
21111212	3連成コードの開発
211113	設計検討
2111131	設計解析 (熱、応力、水理、放射線量解析)
2111132	仕様設定
21112	人工バリアシステムの基本設計
211121	設計条件の整備
2111211	候補材の選定
2111212	バリア材の熱、応力、水理連成データの取得
2111213	処分場の基本設計に必要なデータ項目の抽出及び選定
211122	設計解析手法の開発

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

2111221	熱、力、水理連成コードの開発と確証
211123	応力、水理連成コードの開発と確証
2111231	データ解析検討
2111232	データ解析による設計検討
211124	基礎試験
2111241	事前調査
21112411	条件の把握
21112412	機器の調査
2111242	小規模試験
21112421	抽出 (腐食試験、緩衝材膨潤試験、岩盤変異試験、加熱試験、沈下特性試験)
21112422	試験項目の検討
21112423	計画の作成
21112424	データ取得、及び解析
2111243	中規模試験
21112431	抽出 (腐食試験、緩衝材膨潤試験、岩盤変異試験、加熱試験、沈下特性試験)
21112432	試験項目の検討
21112433	計画の作成
21112434	データ取得、及び解析
2111244	大規模試験
21112441	抽出 (腐食試験、緩衝材膨潤試験、岩盤変異試験、加熱試験、沈下特性試験)
21112442	試験項目の検討
21112443	計画の作成
21112444	データ取得、及び解析
21113	人工バリアシステムの最適設計
211131	設計条件
2111311	環境単元のデータ整備
2111312	実験データ整備
211132	設計開発手法の開発
2111321	人工バリアの最適設計手法の開発
2111322	人工バリアの動的解析手法の開発
211133	設計検討
2111331	データの分析・解析・確証
2111332	設計仕様
211134	実験規模
211135	現場処分のシステム設計スペックの作成
2112	処分場の設計研究
21121	処分場の暫定仕様の概念設計
211211	設計条件の整備
2112111	機能抽出・整備
2112112	環境条件の設定
2112113	人工バリアの仕様開発
211212	設計解析手法の開発
2112121	評価手法の開発
2112122	設計手法の開発 (モデルコード開発)
2112123	検証
211213	設計検討
2112131	設計解析
2112132	設計仕様
21121321	処分場の仕様
21121322	操業システム仕様
21121323	閉鎖仕様

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
211214	建設・操業・閉鎖安全性評価
211215	経済性評価
211216	C A E システム開発
21122	処分場の基本設計
211221	条件の整備
2112211	地質環境特性データの収集整備
211222	設計・解析手法の開発
2112221	設計・解析手法の開発
2112222	設計・解析手法の開発
2112223	設計・解析手法の開発及び確認
211223	設計・解析手法の開発
2112231	設計・解析手法の開発
2112232	設計・解析手法の開発
211224	建設・操業・閉鎖の安全性評価
2112241	建設・操業・閉鎖の安全性評価
211225	経済性評価
2112251	経済性評価
211226	C A E システムの導入・運用
21123	処分場の最適設計
211231	条件の整備
2112311	地質環境単元のデータの収集整備
211232	設計・解析手法の開発
2112321	設計・解析手法の開発
2112322	設計・解析手法の開発
211233	設計・解析手法の開発
2112331	設計・解析手法の開発
2112332	設計・解析手法の開発
2112333	設計・解析手法の開発
211234	建設・操業・閉鎖の安全性評価、及び実証（エレベータ等）
211235	建設・操業・閉鎖の安全性評価
2112351	建設・操業・閉鎖の安全性評価
211236	C A E システムの導入・運用
211237	実規模試験による処分場設計の確認
211238	処分場バックアップの作成
22	人工バリア技術
221	人工バリア製作技術
2211	暫定仕様の人工バリアに対する実現可能性の定性的評価
22111	人工バリアの試作
221111	オーバーパックの試作
2211111	炭素鋼溶接技術の開発
2211112	炭素鋼溶接技術の開発
221112	緩衝材の試作

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
2211121	ベントナイトとケイ砂の混合比を変えたベントナイトブロック作成
2211122	ブロック寸法を変えたものの作成
22112	人工バリアの施工
221121	施工手順の検討と使用機器の検討 (設置手順条件の整備)
2212	人工バリアシステムに対する実現可能性の定量的評価
22121	人工バリアの製作技術の開発
221211	オーバーバックの試作
2212111	チタン製のオーバーバックの試作
2212112	ファイレンセラミック製のオーバーバックの試作
2212113	その他の候補材での試作
221212	緩衝材の試作
2212121	混合材をパラメータにして試作
2212122	セメントを使用した場合の試作
2212123	他の材料での試作
22122	人工バリアの施工技術の開発
221221	小規模試験での人工バリアの検討及び解析
2212211	オーバーバック
2212212	緩衝材
221222	中規模試験での人工バリアの検討及び実証
2212221	オーバーバック
2212222	緩衝材
2213	人工バリアに対する実現可能性の実証
22131	人工バリアの製作
221311	オーバーバックの試作 (機能確認試験)
221312	緩衝材の試作 (機能確認試験)
22132	人工バリアの施工
221321	オーバーバックの設置方法の実証 (実規模試験)
221322	緩衝材の設置方法の実証 (実規模試験)
22133	人工バリアスベックの作成
221331	人工バリアスベックの作成
222	処分場建設・閉鎖技術
2221	暫定仕様の処分場について現状技術に基づく実現可能性評価
22211	建設に関する施工検討
22212	操業に関する施工検討
22213	閉鎖技術の開発
2222	建設・操業・閉鎖技術開発

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
22221	処分の建設に係る検討
222211	掘削に関する検討
222212	支保に関する検討
222213	掘作、支保の施工機械の検討
222214	施工管理システムの開発
22222	操業に関する検討
22223	閉鎖技術の開発
222231	埋め戻し、プラグ、グラウトの検討
2222311	E N T R Y 中規模試験
2222312	地下研での小規模試験
2222313	地下研での中規模試験
2222314	地下研での大規模試験
222232	機能確認モニタリング計画
2223	建設・操業・閉鎖技術の実現性の実証
22231	建設に関する検討
222311	実規模試験の実施
2223111	実施計画
2223112	試験実施
2223113	計測による解析結果の実証
2223114	掘削工法、支保工法の最適化
2223115	施工管理システムの最適化
222312	建設スベックの作成
22232	操業に関する検討
222321	実規模試験の実施
2223211	E N T R Y で行った中規模試験結果の解析検討
2223212	実施計画
2223213	システムの最適化
222322	操業スベックの最適化
22233	閉鎖に関する検討
222331	実規模試験の実施
2223311	実施計画
2223312	試験実施
2223313	計測による解析結果の実証
222332	閉鎖スベックの最適化
3	地質環境調査研究
31	天然バリアデータセット

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
311	隔離性データセット
3111	隔離性データセット
31111	発端現象の発生基準評価のためのデータ
311111	有価資源に関するデータ整理
311112	火山活動に関するデータ整理
311113	隕石に関するデータ整理
311114	隆起・侵食に関するデータ整理
311115	その他の現象に関するデータ整理
3112	隔離性データセット (2)
31121	シナリオ解析のイベントツリーとして抽出される事象の発生確率、影響に係るデータ取得
3113	隔離性データセット (3)
31131	ダイレクトシミュレーションの入力データ取得
312	地質環境データセット
3121	地質環境データセット
31211	熱解析に用いる地質工学分野のデータ整理
31212	熱解析に用いる水理地質分野のデータ整理
31213	応力解析に用いる地質工学分野のデータ整理
31214	水理解析に用いる地質工学分野のデータ整理
31215	核種移行解析に用いる地質工学分野のデータ整理
31216	水理解析に用いる水理地質分野のデータ整理
31217	地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ整理
3122	地質環境データセット (2)
31221	応力解析に用いる地質工学分野のデータ取得
312211	地下研究施設等でのデータ取得
312212	堆積岩系のデータ取得
312213	結晶質岩系のデータ取得
312214	文献調査等によるデータ取得
312215	取得データの総合的解析・評価
31222	水理解析に用いる地質工学分野のデータ取得
312221	地下研究施設等でのデータ取得
312222	堆積岩系のデータ取得
312223	結晶質岩系のデータ取得
312224	リモートセンシング調査

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

312225	文献調査等によるデータ取得
312226	取得データの総合的解析・評価
31223	核種移行解析に用いる地質学分野のデータ取得
312231	地下研究施設等でのデータ取得
312232	堆積岩系のデータ取得
312233	結晶質岩系のデータ取得
312234	文献調査等によるデータ取得
312235	取得データの総合的解析・評価
31224	水理解析に用いる水理地質学分野のデータ取得
312241	地下研究施設等でのデータ取得
312242	堆積岩系のデータ取得
312243	結晶質岩系のデータ取得
312244	文献調査等によるデータ取得
312245	取得データの総合的解析・評価
31225	表層水理解析に用いる水理地質学分野のデータ取得
312251	地下研究施設等でのデータ取得
312252	堆積岩系のデータ取得
312253	結晶質岩系のデータ取得
312254	文献調査等によるデータ取得
312255	取得データの総合的解析・評価
31226	地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ取得
312261	地下水の研究施設でのデータ取得
312262	堆積岩系のデータ取得
312263	結晶質岩系のデータ取得
312265	文献調査等によるデータ取得
312266	取得データの総合的解析・評価
31227	その他の地質環境に係わるデータの取得
312271	地下水の研究施設でのデータ取得
312272	堆積岩系のデータ取得
312273	結晶質岩系のデータ取得
312275	文献調査等によるデータ取得
312276	取得データの総合的解析・評価
31228	地質環境データベースシステムの整備
312281	システム開発
312282	データ入力
312283	システム運用
3123	地質環境データセット (3)
31231	水理解析に用いる地質学分野のデータ取得
312311	地下水研究施設でのデータ取得
312312	堆積岩系のデータ取得
312313	結晶質岩系のデータ取得
312314	深部地質環境調査によるデータ取得
3123141	物理探査
3123142	物探調査
312315	文献調査等によるデータ取得
312316	取得データの総合的解析・評価

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード

名称

31232	核種移行解析のための地質学分野のデータ取得
312321	地下水研究施設でのデータ取得
312322	堆積岩系データの取得
312323	結晶質岩系データの取得
312324	深部地質環境調査によるデータ取得
3123241	試錐調査等によるデータ取得
312325	文献調査によるデータ取得
312326	取得データの総合的解析・評価
31233	地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ取得
312331	地下水の研究施設でのデータ取得
312332	堆積岩系データの取得
312333	結晶質岩系データの取得
312335	深部地質環境調査によるデータ取得
3123351	水理・採水試験によるデータ取得
312336	文献調査によるデータ取得
312337	取得データの総合的解析・評価
31234	その他の地質環境に係わるデータの取得
312341	地下水の研究施設でのデータ取得
312342	堆積岩系データの取得
312343	結晶質岩系データの取得
312345	深部地質環境調査によるデータ取得
312346	文献調査によるデータ取得
312347	取得データの総合的解析・評価
31235	地質環境データベースシステムの整備
312351	システム改良
312352	データ入力
312353	システム運用
32	調査技術
321	調査技術
3211	機器開発
32111	水理試験機器開発
321111	シングルホール水理試験機の開発 (国内)
321112	シングルホール水理試験機の開発 (国内)
321113	孔開水理試験機の開発 (国内)
321114	トレーサー試験装置の開発 (アンビリカルホースシステム (海外より導入))
32112	地下水地球化学調査用機器開発
321121	探水装置の開発 (国内)
321122	原位地球化学特性計測装置の開発 (国内)
321123	上記の1、2コンバインド装置の開発 (アンビリカルホースシステム)

<< 研究項目の構成 (管理コード順) >>

管理コード	名称
321124	移動式分析車の開発
3212	解析評価技術開発
32121	地表調査法の開発
321211	精密電磁法の開発
321212	精密地下調査法研究
32122	試錐孔を利用した地球物理調査法の開発
321221	クロスホール法の開発
3212211	測定機器開発
32122111	レーダー法
32122112	サイスミックス法
3212212	処理技術開発
321222	水理モデル構築
3212221	クロスホール調査結果からのアプローチ
3212222	水理試験結果からのアプローチ
3212223	地球統計学的アプローチ
32123	深部地質環境開発のための技術・手法の開発・改良
321231	水圧破砕法の技術開発と適用試験
321232	地殻応力測定技術開発と適用試験
32124	天然現象の長期予測解析評価手法の開発
321241	年代決定技術開発
321242	地球化学的調査手法の開発
321243	地質環境変動解析評価技術開発

869 records selected.

Ⅲ . 作 業 工 程 一 覽

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
1.性能評価研究 1.1シナリオ 同左

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1111	(1)放射性放出の発端事象の明確化																								
11111	①第1次事象・プロセスリスト作成																								
111111	(i)食料の特性に応ずる事象・プロセスについての情報収集																								
111112	(ii)第1次事象・プロセスリストの作成																								
11112	②第1次事象・プロセスリストについての専門家間の合意形成																								
111121	(i)専門家による第1次リストのレビュー																								
111122	(ii)Delphi法による専門家間のコメント集約と第1次事象・プロセスリストの改訂																								
11113	③放射性放出シナリオの発端事象の明確化																								
111131	(i)事象・プロセス間の関係についての文献調査(i)																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
—	20	東 海	Tt	—
—	10	“	Tt	—
—	5	東 海	Tt	—
—	7	“	Tt	—
—	15	“	Tt	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1.性能評価研究

〔大項目〕
1.1シナリオ

〔中項目〕
同 左

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
111132	⑥直接放出につい てのインフルエ ンスダイアグラ ムの改訂																								
111133	⑦Delphi法による 専門家判断の 集約																								
111134	⑧第1次イベント ツリー作成																								
111135	⑨発端事後の明確 化																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
-	2	東 海	Tt	—
-	2	"	Tt	—
-	5	"	Tt	—
-	0	"	-	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1.性能評価研究
【大項目】 1.1シナリオ
【中項目】 同 左

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1112	(2)同位体出についてのシナリオの明確化																								
11121	①地下水移行についてのシナリオの設定																								
111211	(i)客事象・プロセスと多重バリアシステム性能との関連についての文献調査																								
111212	(ii)Judgemental Methodによる専門家の判断の集約																								
111213	②地下水移行について第1次インフルエンスダイアグラムの作成																								
111214	③第1次シナリオにおける解析ケースの設定																								
111215	④その他のケースについての検討																								
11122	⑤地下水以外の移行媒体についてのDelphi法によるシナリオ設定																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
—	12	東 海	En	—
—	7	—	En	—
—	5	—	En	—
2.5	0	本 社	—	—
8	0	東 海	—	—
—	7	東 海	Tt	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 1.性能評価研究
 〔大項目〕 1.1シナリオ
 〔中項目〕 同左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度		人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期					
1113	(3) 重要事象のスクリーニングとイベントツリー作成																			
11131	(1) 事象・プロセスリストの見直し(1)																			
111311	(i) 専門家グループによる第1次評価結果のレビュー															12	10	本 社	原安協	—
111312	(ii) 第1次事象・プロセスリストの改訂についてのコメント集約のためのDelphi法の実施															2	2	東 海	Tt	—
111313	(iii) 第2次事象・プロセスリストの作成															2	2	"	Tt	—
11132	(2) 確率論的評価のためのイベントツリー作成																			
111321	(i) 新たに抽出される事象・プロセスについての既往の研究例の整理(2)															4	5	東 海	Tt	—
111322	(ii) 新たに抽出される事象・プロセスについての専門家の知見のDelphi法による集約(2)															4	2	"	Tt	—
111323	(iii) 直接放出についての第2次インフルエンシダイアグラムの作成															2	2	"	Tt	—
111324	(iv) 第2次イベントツリーの作成															2	2	"	Tt	—
111325	(v) 確率論的評価のための重要な直接放出シナリオの明確化															2	2	"	Tt	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
1.性能評価研究 1.1シナリオ 同 左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1114	(4) ニアフィールド現象についての詳細シナリオ設定														
11141	① 第1次インフルエンスダイアグラムに基づくPASS試験の実験計画と装置設計														
11142	② PASS試験装置製作														
11143	③ PASS試験の実施														
11144	④ PASS試験結果に基づく詳細シナリオの設定														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
541	140	東 海	Hi	――
36	2,200	東 海	Hi	――
78	350	東 海	Hi	PASS試験設備
36	0	"	―	――

地 図 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
1. 性能評価研究 1.1 シナリオ 同 左

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1115	④ ディレクトリ・コミュニケーション評価対象の 明確化																30	東 海	Tt	—
11151	① 事象・プロセスの見直し②																30	“	Tt	—
11152	② 事象・プロセス間の第3次（間接的） インフルエンスタグラム作成																			

地層処分研究開発作業工程表

1. 性能評估研究

(大項目)
1.1 シナリオ

〔中填目〕
同左

[illegible]

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
24	250	中 部	Cs, Gc	——
144	850	中 部	Cs, Gc	地下研
228	1,260	中 部	Cs, Gc	地下研
48	80	中 部	Cs, Gc	地下研

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
1.性能評価研究 1.2 隔離性 1.2.1 発生確率

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1211	(1)発生事象の発生確率の明確化																								
12111	①発生事象の発生確率についての既存データの整理																								
121111	(i)文献調査																								
121112	(ii)調査結果の体系化とデータベース作成																								
12112	②発生事象の発生確率についての専門家の主観確率の定量化																								
121121	(i)Probability Encoding法による主観確率の定量化																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
3	80	東 海	Tt	—
1	20	"	"	—
2	3	東 海	Tt	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
1.性能評価研究 1.2 隔離性 1.2.1 発生確率

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
1212	(2) 重要な後継事象の分岐確率の明確化														
12121	① 文献調査														
12122	② Probability Encoding法による主観確率の定量化														
12123	③ 結果のとりまとめとデータベース作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
15	160	東 海	Tt	—
5	190	〃	Tt	—
12	160	〃	Tt	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1.性能評価研究
【大項目】 1.2 隔離性
【中項目】 1.2.1 発生確率

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1213	(3) 各市象の発生確率についての総合的データベース作成														
12131	① 文献調査														
12132	② Probability Encoding法 による主観確率の定量化														
12133	③ 助想的解析手法に対応する総合的データベースの作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
36	420	東 荷	Ti	—
24	260	"	"	—
60	560	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目)
1.性能評価研究

〔大項目〕

1.2 隔離性

(中項目)
1.2.2 リスク

管理コード	1.性能評価研究 1.2 陽性 1.2.2 リスク	平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1221	(1)発端事象の発生確率の評価 シナリオ、発生確率についての第1次の研究成果																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
12	0	東 海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1.性能評価研究

〔大項目〕
1.2 隔離性

〔中項目〕
1.2.2 リスク

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度		人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期					
1222	(2) 確率論的影響評価																			
12221	① 影響解析モデル開発(i)																			
122211	(i) 既往の研究例の調査															—	20	東 海	Ti	—
122212	(ii) モデル開発															—	220	"	"	—
12222	② 確率論的評価															24	200	東 海	Ti	—

地層処分研究開発作業工程表

管理コード		(基本項目) 1.性能評価研究	(大項目) 1.2.隔離性	(中項目) 1.2.2.リスク	平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1223	(3) ダイレクトシミュレーション																	
12231	① 影響解析モデル開発(2)																	
122311	(i) ダイレクトシミュレーション手法の調査																	
122312	(ii) モデル改良																	
122313	(iii) その他のモデル開発																	
122314	(iv) ダイレクトシミュレーション手法の決定																	
122315	(v) ダイレクトシミュレーションシステムの開発																	
12232	② ダイレクトシミュレーションの実施																	

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
—	15	東 海	Tt	
—	310	"	Tt	
18	430	"	Tt	
6	0	"	—	
24	790	"	Sw	・地層処分システム 工学研究施設 ・コンピュータシステム
144	110	東 海	Tt	"

地層処分研究開発作業工程表

管理コード	[基本項目] 1.性能評価研究	[大項目] 1.2.隔離性	[中項目] 1.2.2リスク	平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1224	(4) 基礎的研究開発																
12241	① 第1期																
12242	② 第2期																
12243	③ 第3期																

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 投 備
12	280	中 郵	学 会 Cs, Gc	—
180	2,500	“	“	地下研究施設
252	3,200	“	“	“

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1. 性能評価研究〔大項目〕
1.3 多相バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1311	(1)モデル開発																								
13111	①総合性能評価モデル開発																								
131111	(i)ニアフィールド条件想定モデル見直し																								
1311111	(i)静的条件に係る想定モデル見直し																								
1311112	(ii)応力条件に係る想定モデル見直し																								
1311113	(iii)放射線学的条件に係る想定モデル見直し																								
1311114	(iv)水理条件に係る想定モデル見直し																								
1311115	(v)掘削材との反応による地下水の化学的性質変化に係る想定モデル作成																								
1311116	(vi)掘削材の熱変質に係る想定モデル																								
131112	②人工バリア閉鎖水時間についての想定モデル見直し																								
131113	③浸出漏れオーバーバックの貯留想定モデル作成																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
2	0	東 海	—	—
2	0	"	—	—
2	0	"	—	—
2	0	"	—	—
2	0	"	—	—
2	5	"	上 越 教育大	—
2	0	"	—	—
2	20	"	Na	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) 1.性能評価研究 (大項目) 1.3多重バリアシステム性能 (中項目) 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
131114	①ガラス固化体からの核種放出概念モデル見直し																								
1311141	①a)ガラス溶解の概念モデル見直し																								
1311142	①b)核種の溶解の概念モデル見直し																								
131115	②人工バリア中の核種移行の概念モデル見直し																								
1311151	②a)緩衝材中の核種拡散の概念モデル見直し																								
1311152	②b)緩衝材中の核種の吸着の概念モデル見直し																								
131116	③周辺地層中の核種移行概念モデル作成																								
131117	④変動シナリオ概念モデル作成																								

PARバージョン作成へ

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
2	50	東 海	BPSL	—
2	0	"	—	—
2	0	東 海	—	—
2	0	"	—	—
2	0	"	—	—
1	30	東 海	BPSL Tc	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 1.性能評価研究
〔大項目〕 1.3 多重バリアシステム性能
〔中項目〕 1.3.1 エアフィールド現象

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
131118	①AREST-PSC 開発																								
1311181	②AREST-PNC (7440 M-300) の試算																								
1311182	③PAR バージ ン作成																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
2	0	東 海	—	—
3.5	200	"	BP&L	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1.性能評価研究
【大項目】 1.3多相バリアシステム性能
【中項目】 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13112	② 適合性能評価モデルの改良														
131121	(i) 概念モデルの見直し														
1311211	(a) 熱-応力-水理条件に係る概念モデルの見直し														
1311212	(b) 放射線学的条件に係る概念モデルの見直し														
13112121	(a) 地下水の放射線分解に係る予備的試験														
13112122	(b) Redux-front に関する概念モデル作成														
1311213	(c) 緩衝材との反応による地下水の化学的性質変化に係る概念モデル作成														
13112131	(i) 試験設計														
13112132	(ii) 装置製作														
13112133	(iii) 試験の実施														
13112134	(iv) 試験結果と第1次解析モデルとの比較による改良点の明確化														
1311214	(d) ニアフィールド中の周辺母岩との反応による地下水の化学的性質変化に係る概念モデル作成														
13112141	(i) 試験設計														
13112142	(ii) 装置製作														
13112143	(iii) 試験の実施														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
8.4	0	東 海	—	—
12	200	大 洗	En, Ma	—
4.8	60	"	En, Ma	—
3	90	東 海	Ma	EDAS
3	250	"	Ma	"
48	60	"	Ma	"
12	10	"	Ma	"
3	50	東 海	Ma	EDAS
3	100	"	Ma	EDAS
24	20	"	Ma	—

地図処分研究開発作業工程表

(基本項目)
1.性能評価研究(大項目)
1.3多量パラメータシステム性能(中項目)
1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13112144	(c) 実験結果と第1次解析モデルとの比較による改良点の明確化														
1311215	(c) 炭素膜オーバーパックの局部腐食概念モデルの改良														
13112151	(c) バクテリア腐食の影響に関する文献調査と検討														
13112152	(c) SCCの影響に関する応力負荷腐食試験														
13112153	(c) マクロセル形成の影響に関する大型試験														
13112154	(c) 炭素膜の局部腐食詳細概念モデル作成														
1311216	(f) チタンオーバーパックの腐食概念モデルの作成														
13112161	(c) 再不動電位法によるすきり腐食発生限界条件測定														
13112162	(c) 浸漬試験との一致性試験														
13112163	(c) 雰囲気制御下でのすきり腐食限界														
13112164	(c) チタンの腐食についての概念モデル作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
6	0	東 海	Ma	—
12	5	"	Ma	—
12	5	"	—	—
72	150	"	"	—
12	30	"	"	—
18	150	東 海	Hi 大 学 (注用)	・再不動電位 測定装置
36	30	"	"	・電位測定装置
36	60	"	Hi 大 学	・雰囲気制御下 再不動電位 測定装置
12	30	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) 1.性能評価研究 (大項目) 1.3多量バリアシステム性能 (中項目) 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1311217	(4) 銅オーバーパックの腐食概念モデルの作成														
13112171	(4) 海外の研究事例の調査														
13112172	(4) 影響因子パラメータ試験														
1311218	(4) 人工バリア耐冠水モデル作成														
13112181	(4) 熱-水圧浸透試験														
13112182	(4) 気液二相流の概念モデル作成														
1311219	(4) 金属の腐食に対する微生物の影響の概念モデル作成														
131121A	(4) 金属の腐食に対する有機物の影響の概念モデル作成														
131121B	(4) 炭素鋼の腐食に伴い発生する水素ガスの影響モデル														
131121B1	(4) ガス発生概念モデル作成														
131121B2	(4) 水素放出メカニズムの把握														
131121B3	(4) 水素ガス存在下での炭素鋼の挙動把握														
131121B4	(4) 水素ガス放出後の水理への影響の把握														
131121B5	(4) 水素ガス発生の影響についての概念モデル作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
31	10	東 海	Ma	—
24	80	"	Ma	—
36	90	"	—	—
24	60	東 海	En	—
48	40	東 海	BPSL Ma	—
48	40	東 海	Ma	—
60	30	"	"	—
12	180	"	"	—
12	20	"	"	—
12	50	"	"	—
12	100	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1.性能評価研究〔大項目〕
1.3多相バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
131121C	(1) 金属の腐食に伴う地下水の化学的性質の変化に係る概念モデル見直し														
131121D	(2) ガラス固化体からの核種放出モデルの改良、見直し														
131121E	(3) 人工バリア中の核種移行概念モデル見直し														
131121F1	(4) 有効空間に着目したベントナイト中定常拡散概念モデル作成														
131121F2	(5) 吸着平衡を考慮したベントナイト中非定常拡散概念モデル作成														
131121F	(6) コロイド生成・移動概念モデル作成														
131121F1	(7) コロイド生成メカニズムとその基本物性の調査・研究														
131121F2	(8) コロイド移動機構のモデル化														
131121G	(9) 周辺岩中の核種移行概念モデル見直し														
131122	(10) AREST-PNCの改良														
1311221	(a) EQ3/6と物質移動解析モデルとの連成														
1311222	(b) AREST-PNCシステムバージョン作成														
1311223	(c) 第2次AREST-PNCのコード化														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
72	40	東 海	Mn	EDAS
72	10	"	—	EDAS
48	100	"	Mn	—
48	100	"	"	—
18	60	東 海	En	—
18	60	"	"	—
24	40	東 海	—	—
48	72	東 海	BPXL	—
24	200	"	"	—
18	200	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1.性能評価研究
 【大項目】 1.3多重バリアシステム性能
 【中項目】 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
131123	60 コロイド生成解析モデル開発														
131124	61 微生物の影響解析モデル開発														
131125	62 有機物の影響解析モデル開発														
131126	63 ガス発生の影響解析モデル開発														
131127	64 ニアフィールド条件解析モデル(サポートコード)改良														
1311271	(a) 遠成解析モデル改良とコード化														
1311272	(b) 概念モデルに基づく放射線分解モデルの改良とコード化														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
36	60	東 海	En	—
36	30	東 海	En	—
36	30	"	"	—
36	100	"	"	—
48	200	"	"	—
18	75	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多重バリアシステム性能 1.3.1 ニュアフィールド現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1312	20年度 地																								
13121	①核種放出に係る確 証試験																								
131211	(i)溶解度限界放出 仮定についての 確認試験(i)																								
1312111	(i)CO ₂ が存在し ない場合のAm 及びリン酸塩 添加物4種ガ ラスの溶解度 試験																								
131212	(ii)理論の適合性 についての科学的 判断																								
131213	(iii)時間依存性 に成立する評価 手法の明示(i)																								
131214	(iv)相互作用を無視 できるプロセス の組み合わせの 明示(i)																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
2	100	東 海	BNFL	—
2	20	"	En	—
2	20	"	En	—
2	20	"	En	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1. 性能評価研究〔大項目〕
1.3 多相バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13122	② その他の確認試験														
131221	(i) 炭素膜オーバーパックの腐食モデルの確認														
1312211	(ii) 腐食性物質供給体速の確認のための腐食試験														
1312212	(iii) 片端ベントナイト共存下での腐食メカニズム理解のためのベントナイト共存下腐食試験														
131222	(iv) 鋼の腐食モデルについての確認														
131223	(v) 腐食限界線放出設定についての確認試験②														
131224	(vi) ガラス溶解についてのReaction Pathモデルの確認試験														
1312241	(a) 天然ガラスナチュラルアナログ研究														
1312242	(b) 確認試験計画														
1312243	(c) 確認試験設備設計														
1312244	(d) 確認試験設備製作														
1312245	(e) 素反応の設定に対する確認														
1312246	(f) 複合系での確認試験														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
48	20	東 海	—	EDAS
102	260	"	Ma	—
36	120	"	"	—
36	300	"	En Ma	—
3	15	東 海	Cs	—
3	20	"	Ma	—
18	20	"	"	—
18	60	"	"	—
48	20	"	—	—
96	80	"	—	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1. 性能評価研究 【大項目】 1.3 多重バリアシステム性能 【中項目】 1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
131225	(b) 緩衝材中の核種移行についての拡散モデルの検証試験														
1312251	(a) 線型の吸着モデルの妥当性の検証試験計画														
1312252	(b) 線型の吸着モデルの妥当性の検証試験設備の設計・製作														
1312253	(c) 線型の吸着モデルの妥当性の検証試験実施														
1312254	(d) 表面拡散モデルの妥当性検証試験計画作成														
1312255	(e) 表面拡散モデルの妥当性検証試験設備の設計・製作														
1312256	(f) 表面拡散モデルの妥当性検証試験実施														
1312257	(g) 核種吸着についての結果のとりまとめ														
1312258	(h) 表面拡散についての結果のとりまとめ														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
12	10	東 海	—	—
12	60	"	En	・ RI取扱施設の拡充 ・ 雰囲気制御型グローブボックス
24	10	"	En	"
6	10	"	Ma	—
12	50	"	En	—
24	10	"	"	・ RI取扱施設の拡充 ・ 雰囲気制御型試験設備
12	5	"	"	—
12	5	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1.性能評価研究 【大項目】 1.3多量バリアシステム性能 【中項目】 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
131225	h) ニアフィールド水理解析モデルの検証試験														
1312261	(a) 検証試験計画作成		→												
1312262	(b) 事前解析			→	→										
1312263	(c) 装置設計			→	→										
1312264	(d) 試験設計			→	→										
1312265	(e) 試験設備製作					→	→	→	→						
1312266	(f) 実施試験							→	→	→	→				
1312267	(g) 結果のとりまとめ								→	→	→	→			
131227	h) 外側境界条件モデルの検証試験														
1312271	(a) 検証試験計画作成		→												
1312272	(b) 事前解析			→	→										
1312273	(c) 装置設計			→	→										
1312274	(d) 試験設計			→	→										
1312275	(e) 試験設備製作							→	→	→	→				
1312276	(f) 検証試験											→	→	→	→
1312277	(g) 結果のとりまとめ													→	→

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
3	20	東 海	Na	—
9	40	"	Na	—
6	40	"	Na	—
6	30	"	Na	—
36	3,000	"	Na	ENTRY 建屋
90	200	"	—	ENTRY 建屋 IMAGE 試験設備
36	0	"	—	—
3	20	東 海	—	—
9	40	"	Na	—
6	40	"	Na	—
6	30	"	Na	—
36	3,000	"	Na	ENTRY 建屋
90	200	"	"	ENTRY 建屋 IMAGE 試験設備
36	20	"	"	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 (大項目) (中項目)
 1.性能評価研究 1.3多重バリアシステム性能 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13123	㉑ 総合検証試験														
131231	(i) コロイド生成・移動解析モデル検証試験														
1312311	(a) 検証試験計画の作成														
1312312	(b) 事前解析														
1312313	(c) 試験設計														
1312314	(d) 設備設計														
1312315	(e) 設備製作														
1312316	(f) 試験実施														
1312317	(g) 結果のとりまとめ														
131232	㉒ 微生物・有機物影響の解析モデル検証試験														
1312321	(a) 検証試験計画の作成														
1312322	(b) 事前解析														
1312323	(c) 試験設計														
1312324	(d) 試験設備設計														
1312325	(e) 設備製作														
1312326	(f) 試験実施														
1312327	(g) 結果のとりまとめ														
131233	㉓ ガス発生影響解析モデルの検証試験														
1312331	(a) 検証試験計画の作成														
1312332	(b) 事前解析														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
24	20	東 海	En	—
24	50	"	En	ENTRY 建屋 計算設備
24	70	"	En	"
24	60	"	En	"
12	500	"	En	ENTRY 建屋
30	300	"	—	ENTRY 建屋 試験設備
24	0	"	—	—
24	20	東 海	En	—
24	50	"	En	ENTRY 建屋 計算設備
24	30	"	En	—
24	40	"	En	—
12	300	"	En	ENTRY 建屋
216	180	"	"	ENTRY 建屋 試験設備
24	0	"	—	—
24	20	東 海	—	—
24	50	"	—	ENTRY 建屋 計算設備

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1.性能評価研究〔大項目〕
1.3 多重バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1312333	(c) 試験設備設計														
1312334	(d) 試験設計														
1312335	(e) 試験設備製作														
1312336	(f) 確証試験実施														
1312337	(g) 結果のとりまとめ														
131234	(h) ニアフィールド総合性能評価コード 確証試験														
1312341	(a) 確証試験計画の作成														
1312342	(b) 事前解析														
1312343	(c) 試験設備設計														
1312344	(d) 試験設計														
1312345	(e) 試験設備製作														
1312346	(f) 確証試験実施														
1312347	(g) 結果のとりまとめ														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
24	40	東 海	En	—
24	30	"	"	—
12	300	"	"	ENTRY 建屋
120	25	"	"	ENTRY 建屋 試験設備
24	0	"	—	—
24	50	東 海	En	—
72	50	"	En	ENTRY 建屋 計算設備
12	50	"	En	—
12	30	"	En	—
68	35,000	"	En	ENTRY 建屋
600	500	"	—	ENTRY 建屋 試験設備
48	0	"	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1. 性能評価研究〔大項目〕
1.3 多重バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1313	③入力データ取得																								
13131	①核種放出についてのデータ取得とその他の既存データの整理																								
131311	(i) プラント条件の予測に係る入力データ取得、整理																								
1313111	(ii) 熱的条件に係る入力データ整理																								
1313112	(iii) 電力条件に係る入力データ整理																								
1313113	(iv) 放射線学的条件に係る入力データ整理																								
1313114	(v) 水理条件に係る入力データ整理																								
1313115	(vi) 緩衝材との反応による地下水の化学的性質変化予測に係る入力データ整理																								
1313116	(vii) 緩衝材の熱変質予測に係る入力データ整理																								

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
0.2	0	東海	-	—
0.2	0	"	-	—
0.2	0	"	-	—
0.2	0	東海	-	—
0.2	0	"	-	—
0.2	0	"	-	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕
1. 性能評価研究〔大項目〕
1.3 多重バリアシステム性能〔中項目〕
1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1313117	②TEMPERATURE ORIG 及びEO3 ／6を用いた計算																								
1313118	③AREST-PSC に よる評価のため の270-4F 条件データ 計算																								
131312	④人工バリア再 水に係る入力 データ整理																								
131313	⑤オーバーバック の腐食に係る人 力データ取得																								
1313131	(a)既存データの 整理																								
1313132	(b)断続的評価に 係るデータ取 得																								
1313133	(c)1-60%の腐食 に伴う地下水 性状変化につ いての入力デ ータ整理																								
131314	(d)ガラス溶解に係 る入力データの 整理																								
131315	(e)塩類の溶解に係 る入力データの 取得、整理																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
6	30	東 海	BPXL, En. Ma	—
4	30	東 海	BPXL, En. Ma	—
0.2	0	東 海	—	—
6	0	東 海	—	—
10	25	"	Ma	—
2	0	"	—	—
0.2	0	東 海	—	—
8	150	東 海	BPXL, En. Ma	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1. 性能評価研究
【大項目】 1.3 多重バリアシステム性能
【中項目】 1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
131316	60人工バリア中の核種移行に係る入力データ整理																								
1313161	60a既設材中の核種拡散に係る入力データ整理																								
1313162	60b既設材中の核種吸着に係る入力データの整理																								
1313163	60c既設材中の核種移行に係る補足データ取得																								
131317	60d周辺材料中の核種移行に係る入力データ整理																								
131318	60e掘削入力データセット整理																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
0.2	20	東 海	Ma	—
0.2	20	"	En	—
4	40	"	En	—
1	0	"	—	—
1.4	135	"	En	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多重バリアシステム性能 1.3.1 エアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13132	② 体系的データ取得														
131321	(i) 熱-水理-応力条件に係る入力データ整理														
131322	(ii) 放射線学的条件に係る入力データ取得														
1313221	(a) 地下水化学に及ぼす放射線分解効果予測に係る既存データ整理														
1313222	(b) 補足データ取得														
131323	(iii) 核断材との反応による地下水の化学的性質変化予測に係る入力データ取得														
131324	(iv) 核断材の熱変質予測に係る入力データ取得														
1313241	(a) 等温反応試験による変質速度評価														
1313242	(b) 天然ベントナイト鉱床における変質評価														
131325	(v) エアフィールド中の周辺母岩との反応による地下水の化学的性質変化予測に係る入力データ取得														
131326	(vi) 人工バリア閉鎖水に係る入力データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1.2	0	東 海	—	—
12	5	大 洗	En 大 学	—
24	50	(東海 大洗	"	—
103	30	東 海	"	EDAS
24	40	東 海	Cs 大 学	—
24	80	"	Cs	—
72	150	東 海	Un, Cs	EDAS
36	30	東 海	Cs	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
 1.性能評価研究 1.3多重バリアシステム性能 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
131327	60 炭素鋼・鉄オーバーパックの腐食に係る入力データ														
1313271	(a) 炭素消費型全面腐食データ取得														
1313272	(b) 水素発生型全面腐食データ取得														
1313273	(c) 炭素消費型孔食データ取得														
1313274	(d) 水素発生型孔食データ取得														
1313275	(e) SCC発生条件に係るデータ取得														
1313276	(f) バクテリア腐食評価に係るデータ取得														
131328	60 銅オーバーパックの腐食に係る入力データ取得														
131329	60 チタンオーバーパックの腐食に係る入力データ取得														
13132A	60 金属腐食に伴う地下水の化学的性質変化予測に係る入力データ取得														
13132B	60 金属の腐食に対する微生物の影響解析入力データ取得														
13132C	60 金属腐食に対する有機物の影響解析入力データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
48	100	東 海	Ma	EDASの拡充
48	100	"	Ma	"
72	90	"	Ma	"
72	50	"	Ma	"
48	50	"	Ma	SCC試験装置
48	20	"	Ma	EDASの拡充
4.8	20	東 海	—	—
36	70	東 海	Hi, Ma, En	—
108	150	東 海	Hi, Ma, En	EDAS
24	60	東 海	Hi, Ma, En	微生物腐食試験装置
24	40	東 海	SAGRA Ma	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 1.性能評価研究
〔大項目〕 1.3多相バリアシステム性能
〔中項目〕 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
131320	(a) 炭素鋼の腐食に伴い発生する水素ガスの影響解析入力データ取得														
1313201	(a) 水素ガスの発生速度評価														
1313202	(a) 水素ガスの影響評価														
13132E	(a) ガラス固化体とオーバーパケットとの反応に係る入力データ取得														
13132F	(a) ガラス固化体からの核種の選択的放出に係る入力データ取得														
13132G	(a) 核種の溶解に係る入力データ取得														
13132G1	(a) 代表アクチニド系に関する熱力学的データ取得														
13132G2	(a) その他のアクチニド系に関する熱的データ取得														
13132G3	(c) 難溶性の核分裂生成物の溶解に関する熱力学データ取得														
13132G4	(d) コロイド生成について入力データ取得														
13132G5	(e) 微生物・有機物が核種溶解に及ぼす影響について入力データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
24	10	東 海	Na	—
24	20	“	Na	—
36	30	東 海	“	EDAS RI試験施設 拡充
36	30	東 海	“	—
36	150	東 海	BPXL	—
108	75	東 海	BPXL En	高濃度制御型カーブ シフト
108	200	東 海	BPXL En	RI取扱試験施設 拡充
48	20	東 海	BPXL En	—
72	150	東 海	BPXL En	RI取扱施設拡充

地 層 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

(基本項目) (大項目) (中項目)
 1.性能評価研究 1.3 多相バリアシステム性能 1.3.1 ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
13132H	6a 人工バリア中の故障移行に係る入力データ見直し及び追加データ取得														
13132I	6a 周辺岩体中での故障移行に係る入力データ見直し及び追加データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
180	330	東 海	En	R I 施設拡充
96	200	"	En	R I 取扱施設 拡充 雰囲気制御設備 等

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1.性能評価研究 1.3多重バリアシステム性能 1.3.1ニアフィールド現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13133	㊦ 補足データ取得														
131331	(i) 人工バリアの設計変更及びニアフィールド条件データの詳細化等に伴う入力データの見直し及び補足データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
2400	18,000	東 海	En. Ma Ri. BPNL	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多山町7233L 1.3.271-74-4F現象

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1321	(1)モデル開発																								
13211	①保守的な浸透移行経路を設定したモデルの改良																								
132111	(1)深部地下水の科学的性質についての保守的概念モデルの作成																								
1321111	(a)Ehの決定因子及び代表的地下水組成についての文献調査																								
1321112	(a)Ehの決定因子についての基礎試験の実施																								
1321113	(c)保守的概念モデルの作成																								
132112	(1)浸透流動解析のための保守的概念モデル作成																								
1321121	(a)多山町7233L 性能への影響について保守的となる条件の明確化																								
1321122	(b)日本全国を対象とした地形、水理地質構造、土壌境界条件、側方・下部境界条件、地下水流出域の初エーションの文献調査による整理																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
1	2	中 部	Cs	—
4	5	"	環境技術研	—
3	0	"	—	—
1	0	東 海 中 部	—	—
2	0	東 海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1321123	(c)保守的、かつ我が国に存在すると考えられる概念モデルの構築																								
132113	(d)移行解析のための保守的概念モデル作成																								
1321131	(a)多相物質の性能への影響について保守的となる条件の明確化																								
1321132	(a)異方性、不連続性、不均質性タイプの文書調査による抽出・整理																								
1321133	(c)保守的、かつ我が国に存在すると考えられる概念モデルの構築																								
132114	(a)岩石と平衡状態にある深部地下水の酸化還元電位推定のための解析モデル開発																								
132115	(a)多孔質媒体近傍に浸透流動解析モデル改良																								
132116	(a)保守的移行解析路における浸透・分散・吸着・マトリックス溶解解析モデル開発																								

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
1.5	0	東海中部	—	—
0.5	0	東海	—	—
1	0	中部	—	—
1.5	0	東海中部	—	—
2	0	東海	—	—
3	7	東海	Sw	—
7	1	本社 東海	En	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1. 性能評価研究
 【大項目】 1.3 多重バリア現象
 【中項目】 1.3.2 バリアの形成

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13212	② 地層流動解析、地球化学解析モデルの開発														
132121	(i) 地下水の化学的性質変化の推定のための現実的概念モデルの作成														
1321211	(a) 文献調査														
1321212	(b) 東濃、人形、笠石等の深部地下水の補収係数及び地下水と岩石との組成変化の相関解析														
1321213	(c) 現実的概念モデルの構築														
132122	(ii) 結晶質岩系・堆積岩系それぞれの特徴も考慮した地層流動解析のための現実的概念モデルの作成														
1321221	(a) 文献調査														
1321222	(b) 東濃地域での広域地下水流動調査														
1321223	(c) 笠石における "														
1321224	(d) 地下研究施設での "														
1321225	(e) 地形、水理地質構造、上部境界条件側方・下部境界条件、地下水流出の相関の検討及び現実的概念モデルの作成														
132123	(iii) 巨視的不均質性を考慮した核種移行概念モデル作成														
1321231	(a) No1 共同研究での原位置試験による巨視的不均質性の把握と核種移行経路、関連する現象の同定														
1321232	(b) AECI共同研究 "														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
12	40	東 海 中 部	Mn, Cs	—
54	220	中 部	Mn, Cs	・ 深部試水 ・ 分析機器
18	0	東海 中 部	—	—
12	20	中 部	Cs	—
96	1,000	中 部	Cs	・ 調査用機器 ・ 大深度試水孔 (1,000m) 5本
24	300	(本社 中 部)	Mn	・ 大深度試水孔 (500m) 3本 ・ 調査用機器
96	3,000	(本社 中 部)	Gc	・ 大深度試水孔 (1,000m) 15本 ・ 調査用機器
27	100	東 海 中 部	Cs, Gc	—
36	150	中 部	No1	—
36	150	中 部	AECL	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】
1. 性能評価研究

【大項目】
1.3 多相の挙動

【中項目】
1.3.2 フロー・フィールド現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
1321233	(c) 室内試験による巨視的不均質タイプの抽出と伝播移行経路、関連する現象の同定														
1321234	(d) No1 共同研究での室内試験による														
1321235	(e) 現実的概念モデルの構築														
132124	(f) 岩石との化学反応及び流動による界面の不完全性を考慮した地下水の化学的性質推定のための解析モデル開発														
1321241	(a) GHC解析手法の調査														
1321242	(b) GHC解析手法の決定														
1321243	(c) GHC解析モデルの開発														
132125	(d) 不連続性／不均質性／異方性を有する媒体に対する等価連続体の透水係数テンソル推定のための解析モデル開発														
1321251	(a) Fracture Flow Task Forceにより開発される解析モデルの導入														
1321252	(b) G解析モデルの適用性の検討、解析モデル改良点の明確化														
1321253	(c) G解析モデルの改良														
132126	(d) 二重空隙構造を有する媒体中の伝播移行についての汎用解析モデル開発														
1321261	(a) Multi-Grid Technique、Telescopic Mesh Refinement 等の数値解法の調査														
1321262	(b) 数値解法の決定														
1321263	(c) 解析コード開発														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
36	300	東 海 中 部	Gc	LAB ROCK予震試験
12	50	(東海 中部)	No1	—
12	50	(東海 中部)	Gc	—
6	20	東 海	En	—
4	0	東 海	—	—
24	34	東 海	En	—
24	0	(東海 中部)	—	—
12	0	(東海 中部)	—	—
48	84	(東海 中部)	Sw	—
—	30	東 海	Sw	—
6	0	東 海	—	—
—	84	東 海	Sw	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】
1. 性能評価研究

【大項目】
1. 3 多重のバリア性能

【中項目】
1. 3. 2 ファーフィニッシュ現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13213	⑤ 核種移行についての詳細解析モデル開発														
132131	(i) 核種/地下水/岩石の相互作用についての概念モデル作成														
1321311	(a) Mol との共同研究による亀裂中の吸着遅延に寄与する経路の解明のための手法の確立														
1321312	(b) " 岩体マトリクスへの "														
1321313	(c) 我が国の様々な岩石種についての室内試験による亀裂中の吸着遅延に寄与する経路、及び個々の吸着メカニズムの寄与の同定														
1321314	(d) " 岩体マトリクスへの "														
1321315	(e) 水質汚濁 研究による亀裂中の鉱物化プロセスの把握														
1321316	(f) " 岩体マトリクスへの "														
1321317	(g) 室内試験による亀裂中の吸着プロセスの不可逆性の把握														
1321318	(h) " 岩体マトリクスへの "														
1321319	(i) 亀裂中の概念モデルの作成														
132131A	(j) 岩体マトリクスへの "														
132132	(ii) 微視的不均質性を考慮した核種移行概念モデル作成														
1321321	(a) 多孔質内試験媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の検証・解明を目的とした原位観察見 (No1)														
1321322	(b) " (東濃)														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1.5	60	中 部	Mol	—
1.5	60	"	Mol	—
1.5	60	"	Mol	—
1.5	60	"	Mol	—
3.5	140	"	Cs	—
3.5	140	"	Cs	—
1.5	100	東 海	En, Ma	—
1.5	100	"	"	—
0.5	20	"	—	—
0.5	20	"	—	—
24	30	東 海 中 部	Mol	—
72	600	中 部	Cs	100t試験用機器

地層処分研究開発作業工程表

管理コード	〔基本項目〕 1.性能評価研究	〔大項目〕 1.3 多重バリアシステム性能	〔中項目〕 1.3.2 フォールアウト現象	平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1321322	(c) 亀裂状媒体の微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明を目的とした原位置試験 (NAGRA)																
1321323	(d) " (釜石)									見直し							
1321324	(e) " (地下研究施設)																
1321325	(f) 微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響の機構解明を目的とした種々の岩体についての室内試験																
1321326	(g) 現実的健全モデルの構築																
132133	(h) 移行途中での核種の化学形態変化及び吸着についての詳細解析モデル開発																
1321331	(a) GPC解析手法とイオン交換、表面錯体生成モデルとの結合方法の調査																
1321332	(b) モデル結合方法の決定									見直し							
1321333	(c) コード開発																
132134	(h) 微視的不均質性の核種移行への影響についての統計的解析モデル開発																
1321341	(a) 統計的解析手法の調査																
1321342	(b) 地質環境調査による対応の可否の検討と解析手法改良点の明確化									見直し							
1321343	(c) 解析コード開発																

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
24	50	(東海中部)	NAGRA	—
24	200	(東海中部)	Mn	• 単一亀裂レーザ試験用機器
72	600	(東海中部)	Gc	地下研究施設
120	3,000	(東海中部)	Gc, En	• 地層処分システム工学研究施設 • LABROCK試験設備
1	100	(東海中部)	Gc, En	—
—	30	東 海	Sw	—
12	0	東 海	—	—
—	30	東 海	Sw	—
—	40	東 海	Co, Sw	—
12	0	(東海中部)	—	—
—	300	東 海	Co, Sw	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多量体処理 1.3.2 フェーズ4F現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1322	(2) 確 証														
13221	① 広域流動解析、地球化学解析モデルの確証														
132211	(i) 地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルの室内試験による確証														
1322111	(a) 確証試験計画														
1322112	(b) 事前解析														
1322113	(c) 試験設計														
1322114	(d) 設備設計														
1322115	(e) 設備製作														
1322116	(f) 確証試験の実施														
1322117	(g) 結果のとりまとめとモデル改良														
132212	(ii) 等価係数テンソル推定のための解析														
1322121	(a) 確証試験計画														
1322122	(b) 事前解析														
1322123	(c) GEOTEX試験設備設計														
1322124	(d) GEOTEX試験設計														
1322125	(e) GEOTEX試験設備製作														
1322126	(f) MICRO2D試験設備設計														
1322127	(g) MICRO2D試験設計														
1322128	(h) MICRO2D試験設備製作														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
—	12	東 海	En	—
—	12	東 海	En	—
12	50	東 海	En	—
12	50	東 海	En	—
12	360	東 海	En	地層処分システム工学 研究施設
180	300	東 海	—	・地層処分システム 工学研究施設 ・確証試験設備 ・地層処分システム 工学研究施設 モデルシステム
21	0	東 海	—	—
12	10	東 海	En, Gc	—
24	20	東 海	En, Gc	—
24	20	東 海	En, Gc	—
24	10	東 海	En, Gc	—
42	2,200	東 海	En, Gc	—
24	20	東 海	En, Gc	—
24	10	東 海	En, Gc	—
42	2,200	東 海	En, Gc	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多重のバリア 1.3.2 バイオフィーバー現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1322129	(i) GEOTEX試験の実施														
132212A	(i) MICRO2D "														
132212B	00 結果のとりまとめとモデル改良														
132213	(ii) REVに依るCharacterization 手法の検証														
1322131	(a) 確証試験計画立案														
1322132	00 事前解析														
1322133	(c) MACRO試験設備設計														
1322134	(d) MACRO試験設計														
1322135	(e) 設備製作														
1322136	(f) 試験の実施														
1322137	00 結果のとりまとめと手法改良														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
180	300	東 海	—	地層処分システム工学 研究施設, GEOTEX
180	300	東 海	—	地層処分システム工学 研究施設, MICRO2D
24	0	東 海	—	地層処分システム工学 研究施設, バイオフィーバー
12	10	東 海	En	—
24	20	東 海	En	—
24	20	東 海	En	—
24	20	東 海	En	—
—	1,300	東 海	En	地層処分システム工学 研究施設
306	600	東 海	—	地層処分システム工学 研究施設, MACRO 試験設備
24	0	東 海	—	地層処分システム工学 研究施設, バイオフィーバー

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
1. 性能評価研究 1.3 多重のバリア性能 1.3.2 フェーズ4B現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13222	② 核種移行についての詳細モデルの検証														
132221	(i) 地下水の化学的性質変化の推定のための解析モデルの原位置での検証														
132222	(ii) 広域流動解析手法の原位置での検証														
132223	(iii) 移行途中での核種の化学形態変化についての詳細解析モデルの室内試験での検証														
132224	(iv) 亀裂中での吸着について														
132225	(v) 岩体マトリクスへの吸着についての														
132226	(vi) 微細的不均質性の核種移行への影響についての統計的解析モデルの検証														
1322261	(a) GEOTEXに関する検証試験計画立案														
1322262	(b) GEOTEXに関する事前解析														
1322263	(c) GEOTEXに関する試験設備設計														
1322264	(d) GEOTEXに関する試験設計														
1322265	(e) GEOTEXに関する試験設備改良														
1322266	(f) GEOTEXに関する試験の実施														
1322267	(g) GEOTEXに関する結果のとりまとめ、及びモデル改良														
1322268	(h) MICRO2Dに関する試験計画立案														
1322269	(i) MICRO2Dに関する事前解析														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
840	5,000	中 部	—	地下研究施設
240	7,500	中 部	Gc	—
108	150	東 海	En, Ma	キャパシタ 拡充
108	150	—	—	—
108	150	—	—	—
12	10	東 海	Gc	—
24	40	東 海	Gc	—
24	40	東 海	Gc	—
12	36	東 海	Gc, En	—
—	150	東 海	Gc, En	地層処分システム工学研究施設 GEOTEX試験設備
162	150	東 海	—	—
12	0	東 海	—	地層処分システム工学研究施設
12	20	東 海	En	—
24	40	東 海	En	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多価イオン交換 性能 1.3.2 7-7-4-4F現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
132225A	(j) MICRO2Dに関する試験設備設計														
132225B	(k) MICRO2Dに関する試験設計														
132226C	(l) MICRO2Dに関する試験設備改良														
132226D	(m) MICRO2Dに関する試験の実施														
132226E	(n) MICRO2Dに関する結果のとりまとめ、及びモデル改良														
132227	(o) 微視的不均質性についてのCharacteristic value手法の検証														
132227f	(p) 検証試験計画立案														
132227g	(q) 事前解析														
132227h	(r) 試験設備設計														
132227i	(s) MACROの試験設計														
132227j	(t) 設備改良														
132227k	(u) 試験の実施														
132227l	(v) 結果のとりまとめと手法改良														
132228	(w) 微視的不均質性の塩移行の影響についての統計的解析手法の検証														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
24	40	東 海	En	—
12	36	東 海	Gc, En	—
—	150	東 海	Gc, En	地層処分システム工学研究施設 MICRO試験設備
162	150	東 海	—	—
12	0	東 海	—	地層処分システム工学研究施設
12	20	東 海	En	Entry
24	80	東 海	"	"
24	40	東 海	"	"
24	120	東 海	"	"
62	1,000	東 海	"	"
180	600	東 海	—	—
24	200	東 海	—	地層処分システム工学研究施設 コンピュータシステム
240	2,700	東 海 中 部	Gc, En	地下研究施設

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕		〔大項目〕		〔中項目〕																					
1.性能表研究		1.3 多重円筒貯蔵		1.3.27a-7a-4F現象																					
管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1323	③入力データ取得																								
13231	①保守的データ作成																								
132311	(i)深部地下水の酸化還元電位値定のための入力データの整理																								
1323111	(a)文献調査による既存データの収集																								
1323112	(b)文献調査による既存データの欠けている項目について専門家の意見の集約																								
1323113	(c)保守的データの作成																								
132312	(ii)地層流動解析についての原位置試験結果に基づくデータ項目間の相関の整理と保守的数値の推定																								
1323121	(a)既存データの測定方法や測定地点の分布の検討に基づく各データ値の組み合わせの範囲の明確化																								
1323122	(b)各データと他の地質学的条件等との相関についての検討に基づくデータ値の組み合わせの範囲の明確化																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
4	0	(中部 人形	—	—
2	0	(中部 人形	—	—
2	0	(中部 人形	—	—
4	0	中 部	—	—
4	0	中 部	—	—

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
4	0	(中部人形)	—	—
2	0	(中部人形)	—	—
2	0	(中部人形)	—	—
4	0	中部	—	—
4	0	中部	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 1.性能表研究
〔大項目〕 1.3 多重のバリア
〔中項目〕 1.3.27 バリアの現状

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1323123	(c)保守的バリアの作成																								
132313	分散係数 D の系の代表長さ等に従う分類と保守的数値の設定																								
1323131	(a)既存データの長さ等に従う分類																								
1323132	(b)回帰分析																								
1323133	(c)保守的数値の設定																								
132314	分散係数 D の建物組成、地下水の状況に従う分類と保守的数値の設定																								
1323141	(a)既存データ測定例における建物組成、地下水の状況の整理																								
1323142	(b)回帰分析																								
1323143	(c)保守的数値の設定																								
132315	(a)バリア性能の有効長さについてのデータの整理・地層周辺の状況に従う分類と保守的数値の設定																								
1323151	(b)既存データの整理・地層周辺の状況の分類に従う類・検討																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
2	0	中 部	—	—
2	0	東 海	—	—
2	0	—	—	—
2	0	—	—	—
—	4	東 海	En	—
—	4	—	En	—
3	0	—	—	—
4	0	東海 中部	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕

1.性能表研究

1.3 多量のアルミニウム

1.3.277-74-4F現象

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1323152	①保守的数値の設定																								
132316	②不均質媒体中の空隙分布についての感度解析と保守的数値の設定																								
1323161	(a)感度解析																								
1323162	③保守的條件の設定																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1	0	東 海	—	—
6	2	東 海	Ed	—
1	0	東 海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】
1. 性能評価研究

【大項目】
1. 3 多量体/ガス

【中項目】
1. 3. 2 7a-7e-MF現象

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
13232	② ニアフィールド条件に係わるデータ取得														
132321	(i) 地下水の化学的性質変化の解析のための入力データセットの整理														
1323211	(a) データ取得項目の明確化														
1323212	(b) データ取得														
1323213	(c) データベースの改訂														
132322	(ii) 不透水性/不均質性/異方性を有する媒体等透過水係数テンソル推定のためのデータセットの整理														
132323	(iii) 二相空間構造中伝播移行解析のための入力データセットの整理														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1	0	(東海中部)	—	—
42	700	"	Mn, Cs Gc, En	ENTRY 地下研究施設
6	0	"	—	—
12	20	東 海 中 部	Gc	—
12	20	東 海 中 部	Gc	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1. 性能評価研究
 【大項目】 1. 3 多重のガラス 性能
 【中項目】 1. 3. 2 ガラスの劣化現象

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13233	CD 核種移行データの取得														
132331	(i) 移行途中での核種の化学形態変化の解析のための熱力学的データの取得														
1323311	(a) 地下水条件との比較によるデータ取得項目の明確化														
1323312	(b) データ取得のための実験														
1323313	(c) データセット作成														
132332	GD 核種の吸着に関する入力データ取得														
1323321	(a) 亀裂中での吸着に関する試験計画														
1323322	(b) 岩体マトリクスへの試験計画														
1323323	(c) 亀裂中での吸着に関する吸着試験の実施														
1323324	(d) 岩体マトリクスへの吸着試験の実施														
1323325	(e) 亀裂中での吸着に関するデータセット作成														
1323326	(f) 岩体マトリクスへのデータセット作成														
132333	GD 微視的不均質性が核種移行に及ぼす影響解析のための入力データ取得														
1323331	(a) トレーサ試験、及び微視的分散係数算出のための解析手法の確立														
1323332	(b) トレーサ試験の実施														
1323333	(c) データセット作成														
132334	GD 補足的データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
12	100	東 海 中 部	En, Ma	—
144	300	東 海	En, Ma	核種試験スペースの拡大
12	0	東 海	—	—
30	50	東 海	En, Ma	核種試験スペースの拡大
30	50	東 海	En, Ma	"
216	300	東 海	En, Ma	"
216	300	東 海	En, Ma	"
12	0	東 海	—	—
12	0	東 海	—	—
72	60	(東海 中部)	En, Ma	—
216	300	(東海 中部)	En, Ma	核種試験スペースの拡大
24	0	(東海 中部)	—	—
2,880	14,400	(東海 中部)	Gc, Cs En, Ma	核種試験スペースの拡大

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】
1. 性能研究【大項目】
1.3 多重システム【中項目】
1.3.3 システム性能

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1331	(1) 多重システムの基本性能の総合評価																								
13311	① 基本シナリオにおける FFW-4F 性能の総合評価																								
133111	(i) RELEASE による FFW-4F 性能の評価計算																								
133112	GOAST-PSC (PARA-5) による FFW-4F 性能の総合評価計算																								
133113	GO改良した FFWASTE-PSC もしくは ECEST による評価計算																								
13312	② 基本シナリオにおける FFW-4F 性能の総合評価																								
133121	(i) FFWATER/FFWASTE-PSC による評価計算																								
133122	GO ROCK																								
13313	③ 変動シナリオについての総合評価																								
133131	(i) 変動シナリオに応じた RELEASE の計算																								
133132	(ii) 変動シナリオに応じた ANEST-PSC の計算																								
133133	(iii) 変動シナリオに応じた FFWATER/FFWASTE-PSC の計算																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
4	10	東 海	En	—
12	60	東 海	BPVL	—
10	90	東 海	BPVL	—
8	35	東 海	En	—
8	35	東 海	En	—
4	30	東 海	En	—
20	20	東 海	—	—
3	0	東 海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能表研究 1.3 多重円筒システム 1.3.3 システム性能

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
13314	④諸外国の評価結果との比較及び差異の分析																								
133141	(1)諸外国の評価結果との比較及び差異の分析																								
133142	(2)第一次評価結果のとりまとめ																								
133143	(3)比較・分析																								
13315	⑤感度解析																								
133151	(1)コード間のインターフェイス開発																								
133152	(2)感度解析手法、及び範囲の決定																								
133153	(3)感度解析の実施によるマージンに関するデータの不安定分類																								
13316	⑥グラフィックシミュレーション																								
133161	(1)グラフィックシミュレーションシステムの整備																								
133162	(2)ソフトウェアの開発																								
133163	(3)基本ケース、主要な変動ケースについてのグラフィックシミュレーションの実施																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
4	7	東 海	En	—
5	0	東 海	—	—
10	0	東 海	—	—
4	10	東 海	Sw	—
4	7	東 海	En	—
6	20	東 海	Sw	—
24	160	東 海	—	デュアルリ- CPM ワークステーション
24	50	東 海	Sw	—
36	200	東 海	Sw	グラフィックシミュレーションシステム

地 層 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 1. 性能評価研究 1.3 多量のデータ 1.3.3 システム性能

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1332	② ニアフィールド性能の定量化														
13321	① 基本シナリオにおけるニアフィールド性能の決定論的評価														
13322	② 変動シナリオにおけるニアフィールド性能その感度論的評価														
133221	④ AREST-PNCによる評価														
13323	③ ファーフィールド性能の感度論的評価														
13324	④ 感度解析②														
133241	(i) 解析モデル間の統合														
133242	(ii) 全体システムの感度解析による ファーフィールド性能目標の明確化 とパラメータに関する重要度分類														
13325	⑤ リアルタイムシミュレーション														
133251	(i) 高速アレイプロセッサの整備														
133252	(ii) 対応するソフトウェアの改良														
133253	(iii) ニアフィールド性能についてのリアルタイムシミュレーション														

入 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
72	0	東 海	-	ENTRY 建屋 計算機設備
288	0	東 海	-	"
72	0	東 海	-	"
144	150	東 海	-	"
72	170	東 海	-	"
-	3,600 (300/年)	東 海	Sw	高速マイクロー 地層処分システム工学
-	600	東 海	Sw	"
288	0	東 海	-	"

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 1. 性能評価研究
 【大項目】 1.3 多量体貯蔵性能
 【中項目】 1.3.3 貯蔵性能

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1333	(4) ファーフィールド性能の格度の定量的確認														
13331	① 基本シナリオにおけるニアフィールド性能の決定論的評価														
13332	② 変動シナリオにおけるニアフィールド性能の確率的評価														
13333	③ 基本シナリオにおけるファーフィールド性能の決定論的評価														
13334	④ 変動シナリオにおけるファーフィールド性能の確率的評価														
13335	⑤ 地下水移行シナリオについての不確実性解析														
133351	(i) 不確実性解析手法の調査検討														
133352	(ii) " の選定														
133353	(iii) 不確実性解析用アプリ、ポストプロセスの開発														
133354	(iv) 対象とするパラメータの分布決定														
133355	(v) 不確実性解析の実施														
133356	(vi) ファーフィールド性能の格度の定量的確認														
13336	⑥ 総合的リアルタイムシミュレーション														
133361	(i) ソフトウェアの開発														
133362	(ii) 総合的リアルタイムシミュレーションの実施														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
144	0	東 海	-	ENTRY建設
192	0	東 海	-	計算設備
72	0	東 海	-	"
144	0	東 海	-	"
18	10	東 海	Ti	"
24	0	東 海	-	"
24	40	東 海	Sw	"
18	0	東 海	-	"
72	0	東 海	-	ENTRY建設
36	0	東 海	-	計算設備
120	500	東 海	Sw	高速7470test- 地層処分システム工 学研究施設
504	1,880	東 海	Sw	"

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2111	(1)人工バリアシステムの設計研究																								
21111	①人工バリアシステムの概念設計																								
211111	(i)設計条件の整備																								
2111111	(a)要求機能の抽出																								
2111112	(b)バリア材の力学、熱、水理特性データの採取																								
2111113	(c)候補材の選出																								
211112	(ii)設計解析手法の解析																								
2111121	(a)人工バリア挙動解析手法の開発(既存コード、改良・適用、熱-応力-水理パラメータの連成解析)																								
2111122	(b)3次元コードの開発																								
211113	(iii)設計検討																								
2111131	(a)設計解析(熱、応力、水理、放射線量解析)																								
2111132	(b)仕様設定																								

モデルデータセット提供

人工(人月)	予算(百万円)	事業所	委託先	新規設備
8	10	東海	Gc	—
3	10	"	Gc	—
3	10	"	Gc	—
9	20	東海	Gc	—
10	20	"	Gc	—
18	25	東海	Gc	—
6	25	"	Gc	—

地 層 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
21112	㉔ 人工バリアシステムの基本設計														
211121	(i) 設計条件の整理														
2111211	(a) 被覆材の選定														
2111212	(b) バリア材の熱-応力-水理連成データの採取														
2111213	(c) 処分場の基本設計に必要なデータ項目の抽出及び選定														
211122	㉕ 設計解析手法の開発														
2111221	(a) 熱-応力-水理連成コードの開発・検証														
211123	㉖ 設計検討														
2111231	(a) 基礎試験データの解析検討														
2111232	(b) 熱-応力-水理連成解析による設計検討														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
64	60	東 海	Gc	—
96	70	"	Gc	—
32	70	"	Gc	—
324	250	"	Gc, Ri	・ENTRY ・原位試験
262	150	"	Gc	—
170	150	"	Gc	—

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
211124	(a) 地下研究施設等での基礎試験														
2111241	(a) 事前調査														
21112411	(i) 試験地層条件の把握			○						○					
21112412	(ii) 設計機器の調査			○						○					
2111242	(b) 小規模試験														
21112421	(i) 試験項目の抽出 (荷重試験、破断材料強度試験、圧 縮変位試験、加熱試験、沈下・ クラック試験等)					○		○							
21112422	(ii) 計測方法の検討					○		○							
21112423	(iii) 試験計画の作成					○		○							
21112424	(iv) データの取得及び解析							○				○			
2111243	(c) 中規模試験														
21112431	(i) 試験項目の抽出 (荷重試験、破断材料強度試験、圧 縮変位試験、加熱試験、沈下・ クラック試験等)							○		○					
21112432	(ii) 計測方法の検討							○		○					
21112433	(iii) 試験計画の作成							○		○					
21112434	(iv) データの取得及び解析									○				○	

人 工 予 算 (人月)	(百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
72	100	東海 中部	Gc, Cs	・環境試験 計測装置
72	100	"	Gc, Cs	・ボーリング 等
43	75	東海 中部	Gc	・小規模 試験装置
43	75	"	Gc	・計測機器 等
43	75	"	Gc	
25	75	"	Gc	
58	100	東海 中部	Ht, Gc	・中規模 試験装置
58	100	"	Ht, Gc	・ボーリング 等
58	100	"	Ht, Gc	
115	100	東海 中部	Ht, Gc	

地 居 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

〔基本項目〕
2.人工バリア技術の研究開発

〔大項目〕
2.1人工バリア技術

〔中項目〕
同左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
2111244	(d) 実規模試験														
21112441	(i) 試験項目の抽出 (荷重試験、緩衝材圧縮試験、質量変化試験、加熱試験、沈下・クレー試験等)									○	○				
21112442	(ii) 計測方法の検討									○	○				
21112443	(iii) 試験計画の作成									○	○				
21112444	(iv) データの取得及び解析											○			

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
58	100	東海 中部	Gc, Hi	実規模 試験装置 ・計測装置等
58	100	"	Gc, Hi	
58	100	"	Gc, Hi	
116	100	"	Gc, Hi	

地層処分研究開発作業工程表

管理コード		平成2年度														人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
21113	③ 人工バリアシステムの最適設計																			
211131	(i) 設計条件																			
2111311	(a) 地質環境単元のデータ整備																			
2111312	(b) 実験データの整備																			
211132	(ii) 設計開発手法の開発																			
2111321	(a) 人工バリアの最適設計手法の開発																			
2111322	(b) 人工バリアの動的安定解析手法の確率																			
211133	(iii) 設計検討																			
2111331	(a) 実験データの分析・解析・確認																			
2111332	(b) 設計条件の設定																			
211134	(iv) 実規模試験の実施																			
	(a) 地質構造の異なる場所での実施																			
	(b) 岩体の異なる場所での実施																			
	(c) 深度の異なる場所での実施																			
	(d) 各試験でのデータの取得・分析																			
211135	(v) 地層処分システム設計スペックの作成																			

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
163	70	東海 中部	Cs	—
72	70	"	Gc	—
235	140	東海	Gc	—
235	140	"	Gc	—
373	250	東海	Gc	—
466	250	"	Gc	—
3360	2,000	東海 中部	Gc	・実規模試験施設 ・計測機器
96	20	東海 中部	Gc	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2112	(2)処分場の設計研究																								
21121	①処分場の概念設計																								
	(i)設計条件の整備																								
211211	(i)要求機能の抽出・整理																								
2112111	(i)地質環境条件の設定																								
2112112	(i)人工バリアの仕様																								
2112113	(i)設計解析手法の開発																								
211212	(ii)評価手法の開発																								
2112121	(ii)設計手法の開発																								
2112122	(ii)設計手法の開発(検証・開発)																								
	(iii)検証																								
2112123	(iii)設計検証																								
211213	(iv)設計解析																								
2112131	(iv)仕様設定																								
2112132	(v)処分場の仕様																								
21121321	(v)掘削機の仕様																								
21121322	(v)掘削機の仕様																								
21121323	(v)掘削機の仕様																								
2112133	(vi)建設・掘削・閉鎖																								
211214	(vii)建設・掘削・閉鎖																								

人工予算 (人月)	事業所 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
19	40	東海 中部	Gc	—
19	40	"	Gc	—
19	40	"	Gc	—
46	40	東海	Gc	—
46	40	"	Gc	—
23	40	"	Gc	—
12	30	東海	Gc	—
12	30	"	Gc	・スーパー コンピュータ
12	30	"	Gc	・ソフト
12	30	"	Gc	—
12	30	"	Gc	—
19	40	東海	Gc	—

地層区分研究開発作業工程表

(基本項目)	(大項目)	(中項目)
2.人工バリア技術の研究開発	2.1人工聴覚デバイス	同左

[illegible]

人 工	予 算	事業所	委託先	新 規 設 備
(人月)	(百万円)			
19	40	東 海	—	—
43	100	東 海	Gc. Sw	ハード ソフト

地層処分研究開発作業工程表

(基本項目) (大項目) (中項目)
 2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
21122	㉞ 処分場の基本設計														
211221	(i) 設計条件の整備														
2112211	(a) 結晶質岩系、堆積岩系の地質環境特性データの収集整備														
211222	㉟ 設計解析手法の開発		定 性 的 検 討					開 発				改 良			
2112221	(a) 設計手法の開発 (耐震設計手法の開発)														
2112222	(b) 設計評価手法の開発 (非線形設計手法の開発)														
2112223	(c) 熱-応力-水理-化学連成解析手法の開発及び検証														
211223	㊱ 設計検討														
2112231	(a) 設計解析														
2112232	(b) 処分場仕様の設定、操業システム仕様の設定、閉鎖仕様の設定														
211224	㊲ 建設・操業・閉鎖の安全性評価														
2112241	(a) ソフト解析、安全評価の実施														
211225	㊳ 経済性評価														
2112251	(a) 結晶質岩系、堆積岩系岩盤でのコスト解析														
211226	㊴ CAEシステムの導入・運用						導 入				運 用				

人 工 予 算 (人月) (百万円)	事業示	委託先	新 規 設 備
130 150	東海 中部	Gc	—
168 100	東 海	Gc	—
50 50	—	Gc	—
66 50	—	Gc	—
90 75	東 海	Gc	—
90 75	東 海	Gc	—
180 150	東 海	Gc	—
60 50	東 海	—	—
120 100	東 海	—	・解析ソフト ・ハードの改良 追加

地図処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
2.人工バリア技術の研究開発 2.1人工バリア技術 同左

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21123	㊟ 処分場の最適設計														
211231	(i) 設計条件の整備														
2112311	(a) 地質環境単元のデータの収集・整備														
211232	(ii) 設計解析手法の開発														
2112321	(a) 最適設計手法の開発														
2112322	(b) 処分場の動的解析手法の開発														
211233	㊞ 設計検討														
2112331	(a) 処分場の設定、供集システム仕様の設定、閉鎖仕様の設定														
2112332	(b) 設計解析（最適設計）														
2112333	(c) 実規模試験結果の解析検討														
211234	㊟ 建設・供集・閉鎖の安全性評価及び実証（エレベータ等）														
211235	㊞ 経済性評価														
2112351	(a) 各単元のコスト解析														
211236	㊞ C A E システムの運用・確立														
211237	㊞ 実規模試験による処分場設計の検証														
211238	㊞ 処分場設計スペックの作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
588	350	東海 中部	Gc	—
588	350	東 海	Gc	—
588	350	"	Gc	—
252	150	東 海	Gc	—
335	200	"	Gc	—
588	350	"	Gc	—
840	1,000	東 海	Gc	・実証試験設備 ・計測機器 等
19	50	東 海	—	—
192	200	東 海	Gc, Sw	—
3360	2,000	東海 中部 本社 東海 中部	Gc, En	・実証試験設備 ・計測機器 等
96	200	"	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.2人工バリア技術 2.2.1人工バリア製作技術

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2211	(1)想定仕様の人工バリアに対する実現可能性の定性的評価																								
22111	①人工バリアの試作																								
221111	(i)オーバーパックの試作																								
2211111	(a)炭素材の溶接技術の開発																								
2211112	(b)その他の材料の溶接技術の開発																								
221112	(ii)断面積材の試作																								
2211121	(a)セメントと砂の混合比を変えたコンクリートの作成																								
2211122	(b)カークの寸法を変えたものの作成																								
22112	②人工バリアの施工																								
221121	(i)施工手順の検討と使用機器の検討（選定手順条件の整備）																								

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
5	10	東海	Hi	—
5	10	—	Hi	—
5	10	—	Gc, Wa	—
8	20	—	Gc, Wa	—
24	50	東海	Gc	—

地 層 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

(基本項目) (大項目) (中項目)
 2.人工バリア技術の研究開発 2.2人工バリア技術 2.2.1人工バリア製作技術

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期	上 期	下 期
2212	(2) 人工バリアシステムに対する実現可能性の定量的評価														
22121	① 人工バリアの製作技術の開発														
221211	(i) オーバーバックの試作														
2212111	(a) チタン製のオーバーバックの試作														
2212112	(b) ファインセラミック製のオーバーバックの試作														
2212113	(c) その他の候補材の試作の検討														
221212	(ii) 緩衝材の試作														
2212121	(a) 混合材をバラノックにして試作														
2212122	(b) セメントを使用した場合の試作														
2212123	(c) 他の材料での試作														
22122	② 人工バリアの施工技術の開発														
221221	(i) 小規模試験での人工バリアの検討及び解析														
2212211	(a) オーバーバック														
2212212	(b) 緩衝材														
221222	(ii) 現場での人工バリアの設置方法の検討及び実証														
2212221	(a) オーバーバック														
2212222	(b) 緩衝材														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
40	50	東 海	Hi	溶接機械の製作
40	50	"	Ma	
40	50	"	Hi, Ma	
40	50	"	Gc, Ma	
40	50	"	Ma	ENTRY 等
40	50	"	Gc, Ma	
34	250	東 海	Hi	
34	250	"	Hi	
85	250	東 海	Hi	
85	250	"	Gc, Ma	

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.2人工バリア技術 2.2.1人工バリア製作技術

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2213	(3) 人工バリアシステムに対する実現可能性の実証														
22131	① 人工バリアの製作														
221311	(a) オーバーバックの試作 (機能確認試験)								検 討			実 施			
221312	(b) 緩衝材の試作 (機能確認試験)								検 討			実 施			
22132	② 人工バリアの施工														
221321	(a) オーバーバックの設置方法の実証 (実規模試験)								検 討			実 施			
221322	(b) 緩衝材の設置方法の実証 (実規模試験)								検 討			実 施			
22133	③ 人工バリアスペックの作成														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
252	300	東 海	Hi	ENTRY 等
252	300	"	Gc, Ma	
252	500	東 海	Gc, En	地下研究施設
252	500	"	Gc, En	
43	100	東 海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.2人工バリア技術 2.2.2処分場建設・閉鎖技術

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2221	(1)指定仕様の処分場について現状技術に基づく実現可能性評価																								
22211	①建設に関する施工検討																								
22212	②採掘に関する検討																								
22213	③閉鎖技術の開発																								

人工 (人月)	予算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
24	30	東海	Gc	—
7	30	東海	—	—
10	20	東海	Gc	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕	〔大項目〕	〔中項目〕
2.人工バリア技術の研究開発	2.2人工バリア技術	2.2.2処分場建設・閉鎖技術

[illegible]

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
98	120	東 海	Gc	
98	120	"	Gc	・ 掘削設備
98	120	"	Gc	・ 支保、機械等
70	140	"	Gc	
438	600	東 海	Gc, En	・ 試験設備 ・ 計測機械
308	230	東 海	Gc	
471	430	"	Gc	
471	430	"	Gc	・ 試験設備
908	780	"	Gc	・ 計測機器 等
291	230	"	Gc	

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 2.人工バリア技術の研究開発 2.2人工バリア技術 2.2.2処分場建設・閉鎖技術

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2223	(3) 建設・廃棄・閉鎖技術の実現性の検証														
22231	① 建設に関する検討														
222311	(i) 実規模試験の実施														
2223111	(a) 実施計画									○	○				
2223112	(b) 試験実施									○	○	○			
2223113	(c) 計測による解析結果の実証											○	○	○	
2223114	(d) 掘削工法、支保工の最適化												○	○	○
2223115	(e) 工管理システムの最適化												○	○	○
222312	(a) 建設スベックの作成												○	○	○
22232	② 廃棄に関する検討														
222321	(i) 実規模試験の実施														
2223211	(a) ENTRYで行った中規模試験結果の解析検討									○	○				
2223212	(b) 実施計画									○	○	○			
2223213	(c) システムの最適化											○	○	○	
222322	(a) 廃棄スベックの最適化												○	○	○
22233	③ 閉鎖に関する検討														
222331	(i) 実規模試験の実施														
2223311	(a) 実施計画									○	○				
2223312	(b) 試験実施									○	○	○			
2223313	(c) 計測による解析結果の実証											○	○	○	
222332	(a) 廃棄スベックの最適化												○	○	○

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
120	140	東 海	Gc	・試験設備 ・計測機器 等
120	140	"	Gc	
240	140	"	Gc	
120	140	"	Gc	
120	140	"	Gc	
48	50	本社 東海	—	—
244	240	東 海	En, Gc	・実規模 試験設備 ・計測機器 等
388	330	"	En, Gc	
488	330	"	En, Gc	
48	50	本社 東海	—	—
144	140	東 海	Gc	・施工機器 ・計測機器
238	230	"	Gc	
238	230	"	Gc	
48	50	本社 東海	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3.地質環境調査研究 3.1天然資源データセット 3.1.1隔離性データセット

管理コード		平成2年度												平成3年度											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
3111	3.1.1 隔離性データセット																								
31111	①発露現象の発生確率 評価のためのデータ 整理																								
311111	(i)有価資源に関す るデータ整理																								
311112	②火山活動に関する データ整理																								
311113	③崩石に関するデー タ整理																								
311114	④浸出・浸食に関す るデータ整理																								
311115	⑤その他の現象に関 するデータ整理																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
2.4	10	中 部	Cs	—
2.4	10	"	Cs	—
2.4	10	"	極地研	—
2.4	10	"	Cs	—
2.4	10	"	Tl	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】 【大項目】 【中項目】
3.地質環境調査研究 3.1天然の777-944 3.1.1隔離性データセット

管理コード			平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
			上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期		
3112		3.1.1 隔離性データセット														
31121		② シナリオ解析においてイベントフリーとして抽出される事象の発生確率データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
144	240	中 部	—	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
3.地質環境調査研究 3.1天然利用データセット 3.1.1隔離性データセット

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3113 31131	3.1.1 隔離性データセット ① ダイレクトシミュレーションの入力 データ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
1536	720	中 部	—	—

地 層 処 分 研 究 開 発 作 業 工 程 表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3. 地質環境調査研究 3. 1 天然(地)データ 3. 1. 2 地質環境特性データセット

管理コード		平成 2 年 度												平成 3 年 度											
		4	5	6	7	8	9	11	10	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	10	12	1	2	3
3121	3.1.2 地質環境データセット																								
31211	(1)既存データを中心とした研究																								
31212	①熱解析に用いる地質工学分野のデータ整理																								
31213	②熱解析に用いる水理地質分野のデータ整理																								
31214	③圧力解析に用いる地質工学分野のデータ整理																								
31215	④水理解析に用いる地質工学分野のデータ整理																								
31216	⑤圧力解析に用いる地質工学分野のデータ整理																								
31217	⑥水理解析に用いる水理地質分野のデータ整理																								
	⑦地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ整理																								

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—
0.28	2	中部	Cs	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3.地質環境調査研究 3.1天然閉じ込め 3.1.2地質環境特性データセット

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
3122	3.1.2 地質環境データセット														
	(2) 地下研究施設等でのデータ取得														
31221	① 応力解析に用いる地質工学分野のデータ取得														
312211	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312212	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312213	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312214	(iv) 文献調査等によるデータ取得														
312215	(v) 取得データの総合的解析・評価														
31222	② 水理解析に用いる地質工学分野のデータ取得														
312221	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312222	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312223	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312224	(iv) リモートセンシング調査														
312225	(v) 文献調査等によるデータ取得														
312226	(vi) 取得データの総合的解析・評価														
31223	③ 浸透移行解析に用いる地質工学分野のデータ取得														
312231	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312232	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312233	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
-	30	中 部	Gc	地下研究施設
-	30	"	Gc/Cs	—
-	30	"	Na	—
-	20	"	Gc	—
20.15	24	"	-	—
-	60	中 部	Gc	地下研究施設
-	30	"	Gc/Cs	—
-	30	"	Na	—
-	100	"	航測会社	—
-	20	"	Cs	—
20.16	24	"	-	—
-	30	中 部	Gc	地下研究施設
-	30	"	Gc/Cs	—
-	30	"	Na	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3. 地質環境調査研究 3.1 天然のデータセット 3.1.2 地質環境特性データセット

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
312231	(a) 文献調査等によるデータ取得														
312235	(b) 取得データの総合的解析・評価														
31224	(c) 水理解析に用いる水理地質学分野のデータ取得														
312241	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312242	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312243	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312244	(a) 文献調査等によるデータ取得														
312245	(b) 取得データの総合的解析・評価														
31225	(c) 水理地質学に用いる水理地質学分野のデータ取得														
312251	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312252	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312253	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312254	(a) 文献調査等によるデータ取得														
312255	(b) 取得データの総合的解析・評価														
31226	(c) 地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ取得														
312261	(i) 地下研究施設等でのデータ取得														
312262	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312263	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
—	20	中 部	Cs	—
20.16	24	—	—	—
—	80	中 部	Gc	地下研究施設
—	80	—	Gc/Cs	—
—	80	—	Mn	—
—	40	—	Cs	—
20.16	24	—	—	—
—	80	中 部	Gc	地下研究施設
—	80	—	Gc/Cs	—
—	40	—	Mn	—
—	40	—	Cs	—
20.16	24	—	—	—
—	80	中 部	Gc	地下研究施設
—	80	—	Gc/Cs	—
—	80	—	Mn	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3. 地質環境調査研究 3. 1 天然の777-act 3. 1. 2 地質環境特性データセット

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
312265	6) 文献調査等によるデータ取得														
312266	6) 取得データの総合的解析・評価														
31227	7) その他の地質環境に係わるデータの取得														
312271	6) 地下研究施設でのデータ取得														
312272	6) 堆積岩系のデータ取得														
312273	6) 結晶質岩系のデータ取得														
312275	6) 文献調査等によるデータ取得														
312276	6) 取得データの総合的解析・評価														
31228	8) 地質環境データベースシステムの整備														
312281	(i) システム開発														
312282	(ii) データ入力														
312283	(iii) システム運用														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新規設備
—	40	中 部	Cs	—
20.16	240	"	—	—
—	40	中 部	Gc	地下研究施設
—	40	"	Gc/Cs	—
—	40	"	Un	—
—	40	中 部	Gs	—
20.16	240	"	—	—
15.84	240	中 部	Sw	周辺機器
15.84	120	"	Cs	—
23.76	90	"	Cs	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3. 地質環境調査研究 3.1 天然/人工データ 3.1.2 地質環境特性データセット

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3123	3.1.2 地質環境特性データセット														
31231	(C) 深部地質環境調査														
312311	(D) 水理地質学分野のデータ取得														
312312	(i) 地下研究施設でのデータ取得														
312313	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312314	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312315	(iv) 深部地質環境調査によるデータ取得														
312316	(v) 物理探査														
312317	(vi) 試験調査														
312318	(vii) 文献調査等によるデータ取得														
312319	(viii) 取得データの総合的解析・評価														
31232	(E) 長寿命放射性廃棄物のための地質学分野のデータ取得														
312321	(i) 地下研究施設でのデータ取得														
312322	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312323	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312324	(iv) 深部地質環境調査によるデータ取得														
312325	(v) 試験調査														
312326	(vi) 文献調査等によるデータ取得														
312327	(vii) 取得データの総合的解析・評価														

人 工 予 算	事業所	委託先	新規設備
(人月)	(百万円)		
-	120	中 部	Gc
-	60	"	Gc
-	60	"	Un
-	475	中 部	Cs
-	9,750	"	Un/Cs
-	30	"	Cs
-	70	"	-
-	120	中 部	Gc
-	60	"	Gc/Cs
-	60	"	Un
-	9,700	中 部	Un/Cs
-	30	"	Cs
153	70	"	-

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
 3. 地質環境調査研究 3.1 天然例/デヘット 3.1.2 地質環境特性データセット

管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
31233	(3) 地下水の化学的性質に係わる地球化学分野のデータ取得														
312331	(i) 地下研究施設でのデータ取得														
312332	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312333	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312335	(iv) 深部地質環境調査によるデータ取得														
3123351	(a) 水理・降水試験														
312336	(b) 文献調査等によるデータ取得														
312337	(c) 取得データの総合的解析・評価														
31234	(4) その他の地質環境に係わるデータの取得														
312341	(i) 地下研究施設でのデータ取得														
312342	(ii) 堆積岩系のデータ取得														
312343	(iii) 結晶質岩系のデータ取得														
312345	(iv) 深部地質環境調査によるデータ取得														
312346	(a) 文献調査等によるデータ取得														
312347	(c) 取得データの総合的解析・評価														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
—	120	中 部	Gc	地下研究施設
—	60	"	Gc/Cs	—
—	60	"	Mn	—
—	9,700	中 部	Cs	—
—	30	"	Cs	—
163	70	中 部	—	—
—	120	中 部	Gc	地下研究施設
—	60	"	Gc/Cs	—
—	60	"	Mn	—
—	9,700	中 部	Mn/Cs	—
—	30	"	Cs	—
153	70	中 部	—	—

地層処分研究開発作業工程表

管理コード		[中項目] 3.1.2 地質環境特性データセット													
		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
31235	⑤ 地質環境データベースシステムの整備														
312351	(i) システム改良														
312352	(ii) データ入力														
312353	(iii) システム運用														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
23.6	180	中 部	Sw	周辺機器
39.6	600	"	Cs	—
31.7	120	"	Cs	—

地層処分研究開発作業工程表

〔基本項目〕 〔大項目〕 〔中項目〕
3.地質環境調査研究 3.2 調査技術 同 左

管理コード		平成2年度		平成3年度		平成4年度		平成5年度		平成6年度		平成7年度		平成8年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
3211	(H) 機器開発														
32111	① 水理試験機器開発														
321111	(i) シングルホール水理試験機の開発 (国内)														
321112	(ii) シングルホール水理試験機の開発 アンビリアルホースシステム (海外より導入)														
321113	(iii) 孔間水理試験機の開発														
321114	(iv) トレーサー試験装置の開発														
32112	② 地下水地球化学調査用機器開発														
321121	(i) 採水装置の開発 (国内)														
321122	(ii) 原位置地球化学特性計測装置の開発 (国内)														
321123	(iii) 上記の①、②コンバインド装置の開 発 (アンビリアルホースシステム)														
321124	(iv) 移動式分析車の開発														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
36	2,200	中 部	Cs	—
18	1,600	"	SRB	—
30	1,000	"	Cs	地下研究施設
30	1,000	"	Cs	"
11.9	1,210	中 部	Cs	—
19.5	1,300	"	Cs	—
19.2	600	"	SRB	—
60	1,060	"	Cc/Wi	—

地層処分研究開発作業工程表

【基本項目】		【大項目】		【中項目】											
3.地質環境調査研究		3.2調査技術		同 左											
管理コード		平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3222	(2) 解析評価技術開発														
32221	① 地質調査法の開発														
322211	(i) 精密電磁法の開発														
322212	(ii) 精密地下調査法研究														
32222	② 試験孔を利用した地球物理調査法の開発														
322221	(i) クロスホール法の開発														
3222211	(a) 測定機器開発														
32222111	(i) レーダー法														
32222112	(ii) サイスマイク法														
3222212	(b) データ処理技術開発														
322222	(ii) 水理モデル構築														
3222221	(a) クロスホール調査結果からのアプローチ														
3222222	(b) 水理試験結果からのアプローチ														
3222223	(c) 地球統計学的アプローチ														
32223	③ 深部地質環境調査のための技術・手法の開発・改良														
322231	(i) 水圧収斂法の技術開発と適用試験														
322232	(ii) 地殻応力測定技術開発と適用試験														

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
72	560	中 部	Sv, Cs	—
144	50	"	Sv, Cs	—
16	40	中 部	Cs	地下研究施設
20	45	"	Cs	"
36	30	中 部	Sv, Cs	"
120	35	中 部	Cs	地下研究施設
144	60	"	Cs	地下研究施設
168	70	"	Cs	地下研究施設
120	360	中 部	Cs	水圧収斂装置
84	620	"	Cs	—

地層処分研究開発作業工程表

管理コード		(基本項目) 3.地質環境調査研究	(大項目) 3.2調査技術	(中項目) 同左	平成2年度	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32224	④ 天然現象の長期予測解析評価手法の開発																	
322241	(i) 年代決定技術開発																	
322242	(ii) 地球化学的調査手法の開発																	
322243	(iii) 地質環境変動解析評価技術開発																	

人 工 (人月)	予 算 (百万円)	事業所	委託先	新 規 設 備
84	1.110	中部 人形	Un/Cs	・フラスコトポグラ ・イソトポメトリ
120	860	中部 人形	Un/Cs	・レーザースキャン
336	2.510	中部 人形	Un/Cs	地下研究施設