

**TRU廃棄物の
地層処分基盤研究開発に関する
全体基本計画**

**2009年7月
(平成20年度版)**

**資源エネルギー庁
(独)日本原子力研究開発機構**

TRU廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体基本計画

～ 国の基盤研究開発を中心とした研究開発の基本戦略と全体マップの策定～

～ 目次 ～

はじめに	1
1. TRU廃棄物地層処分の政策と研究開発を取り巻く状況と経緯	3
1.1 わが国のTRU廃棄物処分に関する経緯・状況	3
1.2 TRU廃棄物地層処分の研究開発を取り巻く状況	4
1.3 平成20年度の全体基本計画の改訂	7
2. TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本戦略	11
2.1 TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本的枠組みと役割分担	11
2.2 国の基盤研究開発の役割と処分事業等との関係	12
2.3 研究開発分野と課題の設定	14
2.4 研究開発の中長期的戦略と当面の重点課題	15
2.5 高レベル放射性廃棄物等との関連と連携	17
3. TRU廃棄物地層処分に係る研究開発計画～研究開発全体マップ～	19
3.1 研究開発全体マップの概念・構成と作成方針	19
3.2 研究開発全体マップの作成～当面5年程度の計画等の具体化～	21
3.3 平成20年度の全体基本計画の改訂内容のポイント	25
< 研究開発全体マップ概括版 >	29
< 研究開発全体マップ詳細版 >	30

はじめに

わが国において原子力エネルギーを継続的に利用していく上で、核燃料のリサイクル工程である再処理やMOX燃料加工に伴って発生する「超ウラン核種を含む放射性廃棄物（TRU廃棄物）¹」の処理処分対策を着実に進める必要がある。このため、この処理処分に係る技術的信頼性や安全性を高めるための研究開発を継続的に進め、国民の理解と信頼を得ていくと同時に、今後の処分事業や安全規制の基盤となる技術を確立していくことが重要である。

これまで、TRU廃棄物の処分については、先行的に進められた高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の成果等を踏まえながら、長年にわたり研究開発が進められてきた。平成17年9月には、核燃料サイクル開発機構（現在の日本原子力研究開発機構；以下、JAEA）と電気事業連合会が、これまでの研究開発成果の集大成として「TRU廃棄物処分技術検討書 - 第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ -」（以下、第2次TRUレポート）を公表した。この第2次TRUレポートは、原子力委員長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会によって評価がなされ、高レベル放射性廃棄物との併置処分を含めた地層処分の技術的成立性の判断がなされた²。これを受け、総合資源エネルギー調査会原子力部会の放射性廃棄物小委員会において、併置処分の可能性を含めたTRU廃棄物地層処分の制度化のあり方が検討された³。

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関しては、平成12年に成立した「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（以下、最終処分法）に基づいて、処分の実施主体（以下、実施主体）として原子力発電環境整備機構（以下、NUMO）が設立され、平成14年からはNUMOによる全国市町村を対象とした「最終処分施設の設置可能性を調査する区域」の公募が実施されている。これと並行して、平成12年の原子力長期計画等に示された役割分担に沿って、JAEAによる深地層の研究施設計画など国の基盤研究開発⁴が着実に進められてきた。国の基盤研究開発やNUMOの計画等がそれぞれ進展する中、地層処分の研究開発を一層効率的に進め、実施主体や国の安全規制への効果的な成果の反映がなされるよう、関係研究機関の連携の強化も念頭に、体系的かつ中長期的な視点で研究開発計画を検討・調整する必要性が認識されてきた。平成17年度に取りまとめられた原子力政策大綱や総合科学技術会議等においても、この点が大きな課題として指摘された。このような状況に鑑み、国の基盤研究開発の効果的かつ効率的な推進のための調整を継続的に行うための「地層処分基盤研究開発調整会議」（以下、調整会議）を平成17年7月に発足させ、国の基盤研究開発の全体基本戦略や研究開発全体マップ等の検討が進められた。

¹ ウランより原子番号が大きい超ウラン核種を含む廃棄物（TRUはTransuraniumの略）。比較的半減期が長い核種を含み、高レベル放射性廃棄物に比較して発熱が低いことから長半減期低発熱放射性廃棄物とも呼ばれる。様々な核種を含み、また、幅広い放射能レベルを有するため、適切に分類・管理し、浅地中処分、余裕深度処分、地層処分される。

² 原子力委員会 長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会（2006）：「長半減期低発熱放射性廃棄物の地層処分の基本的考え方 - 高レベル放射性廃棄物との併置処分等の技術的成立性 - 」。

³ 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会（2006）：「原子力部会報告書～原子力立国計画～」及び、同部会放射性廃棄物小委員会（2006）：「放射性廃棄物小委員会報告書」。

⁴ 高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発は、「日本原子力研究開発機構（地層処分研究開発部門）の研究開発と資源エネルギー庁の調査等事業を包括して国の基盤研究開発と称する。実施主体の技術開発と安全規制関係機関の安全規制関連研究等とは区別される。」と定義されている。

TRU廃棄物の地層処分に係わる研究開発については、TRU廃棄物単独での処分と高レベル放射性廃棄物との併置処分の双方の可能性を踏まえ、高レベル放射性廃棄物地層処分の研究開発との一層の整合と連携を念頭に進めていく必要がある。原子力部会が平成18年に取りまとめた上記「原子力立国計画」³においても、TRU廃棄物の地層処分に関する技術開発について、「TRU廃棄物の特性等に留意し、高レベル放射性廃棄物の処分の研究開発と連携して効率的に進めていくことが重要であり、国及び研究開発機関、発生者並びに実施主体がそれぞれの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下での着実な推進が重要」とされている。

このような状況に鑑み、調整会議の設置にあたっては、TRU廃棄物ワーキンググループを設け、先行的に進められている高レベル放射性廃棄物地層処分に係る国の基盤研究開発の考え方や、研究開発全体マップ等の枠組みを活用しつつ、国の基盤研究開発で実施すべきTRU廃棄物の地層処分研究開発に係る方針や計画の検討が進められてきた⁵。平成18年度に取りまとめた「TRU廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体基本計画」(以下、(TRU廃棄物)全体基本計画)は、この調整会議の検討活動の成果として、別途取りまとめられた「高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画」⁶を踏まえつつ、TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本戦略を設定するとともに、5年程度の研究開発目標や基本計画を、役割分担や連携等の視点も含めて提示したものである。同全体基本計画は、調整会議の構成機関のうち、国の基盤研究開発を担う関係機関(資源エネルギー庁及びその調査等事業実施機関並びにJAEA)を中心として、原子力安全・保安院及び原子力安全基盤機構、更にはTRU廃棄物発生者及びその関連機関としての電気事業者連合会(電気事業者)と日本原燃(以下、電気事業者(日本原燃)と略す)等の協力を得て策定されたものである。

以上のような、TRU廃棄物の地層処分に関する研究開発やそれらに関する評価、更には、事業化に向けた制度検討等を経て、平成19年6月に最終処分法の一部が改正され、地層処分の対象廃棄物にTRU廃棄物等が追加され、平成20年4月より施行されている。

TRU廃棄物全体基本計画は調整会議において定期的に見直しを行うこととしており、本書は、上述した平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画について、その後の研究開発の進捗状況や研究開発を取り巻く最近の状況等を考慮して改訂を行い、平成20年度版として取りまとめたものである。

⁵ TRU廃棄物の地層処分については、処理と処分の関連性に留意することが重要であり、TRU廃棄物の地層処分に係る日本原子力研究開発機構(地層処分研究開発部門及びバックエンド推進部門)の研究開発と資源エネルギー庁の調査等事業を包括して「国の基盤研究開発」と称する。なお、処分実施主体や廃棄物発生者が進める事業化技術開発や、安全規制関係機関の安全規制関連研究とは区別される。

⁶ 資源エネルギー庁・日本原子力研究開発機構他(2006):「高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画」。

1. TRU廃棄物地層処分の政策と研究開発を取り巻く状況と経緯

1.1 わが国のTRU廃棄物処分に係る経緯・状況

TRU廃棄物の地層処分については、原子力委員会での方針等を受けて、また、先行的に進められた高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の成果等を踏まえながら、長年にわたり様々な研究開発が進められてきた。これらの研究開発の成果は、核燃料サイクル開発機構(現JAEA)と電気事業連合会によって段階的に取りまとめがなされ、平成12年3月には「TRU廃棄物処分概念検討書」(以下、第1次TRUレポート)として、平成17年9月には「TRU廃棄物処分技術検討書 - 第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ - 」(以下、第2次TRUレポート)として公表されている。これらのレポートについては原子力委員会によって評価が行われ、技術的成立性が確認されるとともに、以降の政策及び技術課題の提示がなされた。これらの段階的な研究開発と政策検討に係る主要な経緯を図1に示す。

平成12年3月の原子力委員会による第1次TRUレポートの評価⁷においては、TRU廃棄物地層処分の技術的成立性が示されるとともに、引き続き検討等を行うべき制度的課題並びに合理化や詳細化といった観点での技術開発課題が提示された。第2次TRUレポートでは、これらの課題に対応した研究開発を行いつつ、経済的合理性等に資する高レベル放射性廃棄物との併置処分についても技術検討が加えられた。こうした状況も踏まえ、平成17年10月の原子力政策大綱では、政策課題として、併置処分の技術的成立性並びに制度化について検討を行うという方針が示された。この方針に沿って、原子力委員長半減期低発熱放射性廃棄物処分技術検討会によって平成18年4月に公表された第2次TRUレポートの評価²では、併置処分の技術的成立性とともに、継続して取り組むべき技術開発等が示された。

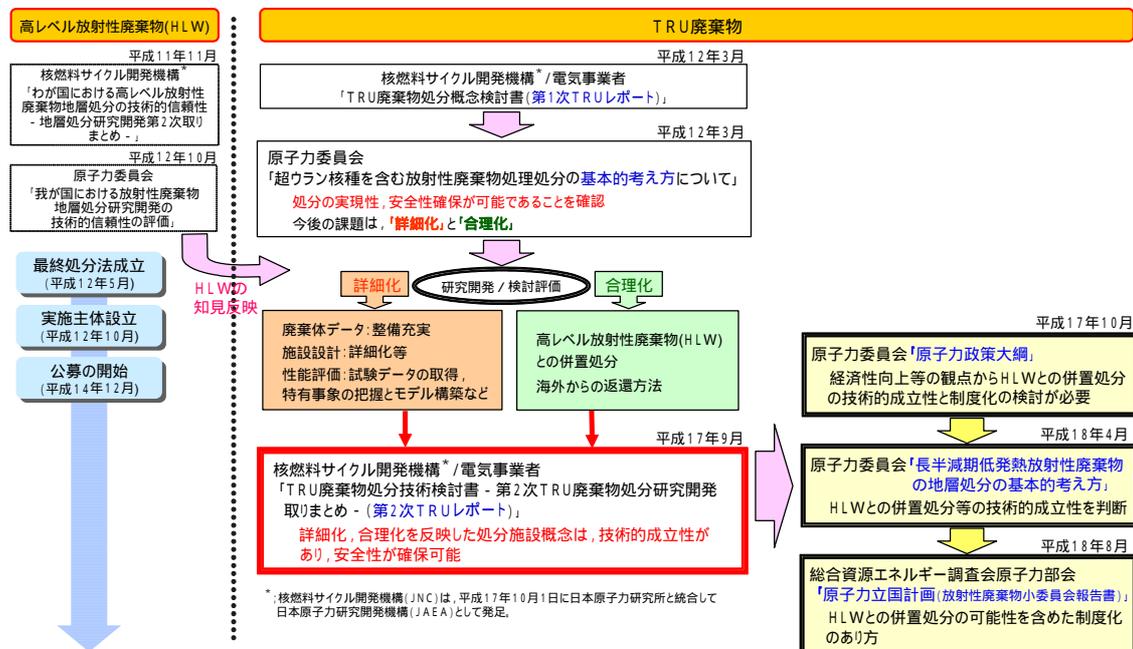


図1 わが国のTRU廃棄物の地層処分に係る政策検討等の経緯

⁷ 原子力委員会 原子力バックエンド対策専門部会(2000):「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」.

これらを受け、総合資源エネルギー調査会原子力部会の放射性廃棄物小委員会において、併置処分の可能性を含めたTRU廃棄物地層処分の制度化のあり方が検討され、平成18年8月の「原子力部会報告書～原子力立国計画～」では、法制度や実施主体のあり方などの制度化に向けての方針等が示された³。こうした検討や示された方針等に基づき、平成19年6月には最終処分法の一部が改正され、地層処分の対象廃棄物にTRU廃棄物等が追加された。これに伴い、平成20年3月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(以下、最終処分計画)の改定が閣議決定されている。同改正法は平成20年4月より施行され、NUMOが高レベル放射性廃棄物の地層処分に加え、TRU廃棄物の地層処分の実施主体としての認可を受けている。

一方、安全規制の制度面では、平成19年6月に「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」が改正され、同法施行に必要となる埋設規則や技術基準等の整備が行われた。現在、原子力安全委員会においては、精密調査地区選定段階の環境要件や安全審査基本指針の策定に向けた検討が進められており、また、原子力安全・保安院では、地層処分事業の立地選定段階における調査結果のうち安全性に係る結果の妥当性レビューに向けた検討等が行われている。

1.2 TRU廃棄物地層処分の研究開発を取り巻く状況

地層処分基盤研究開発調整会議発足の経緯

TRU廃棄物の地層処分に関する段階的な研究開発成果の取りまとめと原子力委員会での評価、制度化や規制検討が進められる中で、それぞれの報告書等において、研究開発に係る方針や課題等が以下のように示されてきた(研究開発の方針・課題に係る記載を抜粋例示する)。

【原子力委員会「TRU廃棄物処理処分の基本的考え方」(平成12年3月)】⁷

処分施設設計の合理化及び詳細化、並びに安全性の評価の信頼性を目指して、試験データの取得、特有な現象(例えば、セメント変質、アルカリ/緩衝材及び岩反応、硝酸塩影響及びガス発生影響)のより正確な把握と評価モデルの構築
ヨウ素の閉じ込め性能を向上するための基礎研究を通じた処分合理化や安全性の一層の向上
廃棄体データベースの整備、充実及び製作された廃棄体に対する信頼性の高い品質管理及び検認手法の整備

【第2次TRUレポートにおける「今後の技術開発課題」(平成17年9月)】

第2次TRUレポートに集約された研究開発成果を技術的拠り所として、処分実施を進めるための技術的基盤をより確かなものとするを目的に、今後の技術開発課題を以下の2つに分類し、それらの実施方法等について検討を行った。

(1)基盤的研究

(目標:評価手法の高度化・信頼性向上,知見の拡充及び具体的な地質環境への適用性確認)

(2)事業化技術

(目標:事業化に向けた詳細化及び合理化)

基盤的研究開発は、今後の処分事業及び安全規制双方の基盤となる研究開発の位置づけであり、地層処分基盤研究施設(ENTRY)や地層処分放射化学研究施設(QUALITY)をはじめとする室内試験施設、国内外の地下研究施設等を用いて研究開発を行うことが考えられる。

一方、事業化技術は処分事業に向けて実施主体が中心となって、今後の制度化ならびにサイト選定等の段階に合わせて一層の合理化や詳細化を図る事項である。

今後、第2次TRUレポートの成果をもとに、基盤的研究開発等の進展と合わせて、合理的な処理技術の検討、選択を図るなど、TRU廃棄物処理処分全体での最適な対策技術を確立していくことが重要である。

【原子力政策大綱(平成17年10月11日原子力委員会)】⁸

～「3-3. 放射性廃棄物の処理・処分」のうち地層処分等の研究開発方針に係る部分の抜粋～
…(略)…このことを踏まえて、研究開発機関等は、放射性廃棄物の効果的で効率的な処理・処分を行う技術の研究開発を先進的に進めるべきであり、発生者等の関係者にはこうして生まれた新知見や新技術を取り入れて、今後の社会における廃棄物の処理・処分の範となる安全で効率的な処理・処分を行っていくことを期待する。国は、このことを促進することも含めて、上記原則等に基づき、引き続き適切な規制・誘導の措置を講じていくべきである。

…(略)…

低レベル放射性廃棄物のうち超ウラン核種を含む放射性廃棄物(以下「TRU廃棄物」という)の中には地層処分が想定されるものがある。地層処分が想定されるTRU廃棄物を高レベル放射性廃棄物と併置処分することが可能であれば、処分場数を減じることができ、ひいては経済性が向上することが見込まれる。このため、国は、事業者による地層処分が想定されるTRU廃棄物と高レベル放射性廃棄物を併置処分する場合の相互影響等の評価結果を踏まえ、その妥当性を検討し、その判断を踏まえて、実施主体のあり方や国の関与のあり方等も含めてその実施に必要な措置について検討を行うべきである。

【原子力委員会「長半減期低発熱放射性廃棄物の地層処分の基本的考え方」(平成18年4月)】²

「第2次TRUレポート」は、具体的な処分実施に向けた技術基盤整備の観点から、「地下深部の原位置でのデータ取得・確証」、「さらなる現象の解明や技術的知見の拡充」、「事業化技術の開発」及び「代替技術の開発」を行っていくことが有効としている。これらの技術開発については今後も継続的に、長半減期低発熱放射性廃棄物の特性等に留意しつつ、諸外国との情報交換等による技術共有を図りながら、着実に取り組んでいくべきである。その際、地層処分に関する研究において、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)と共通する点については効率的かつ効果的に研究開発を実施していくことが重要である。また、国、研究開発機関、発生者及び実施主体は、それぞれの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、廃棄物処理及び地層処分に係る研究開発を着実に進めていくことが重要である。

「第2次TRUレポート」の地層処分における線量試算結果は、諸外国の安全基準(0.1～0.3mSv/年)に比べ十分低いことが示されている。しかし、長半減期低発熱放射性廃棄物特有の放射性核種のI-129やC-14については、半減期が長く、セメント系材料、ペントナイト系緩衝材、母岩などへの収着性が小さく、地中を移行しやすいため、線量評価上の重要な放射性核種となっていることから、「第2次TRUレポート」に示された代替技術を含め、廃棄体からの放射性核種放出抑制及び放射性核種移行への影響緩和について、さらなる技術開発を継続的に実施することが重要である。

【総合資源エネルギー調査会原子力部会「原子力立国計画」(平成18年8月)等】³

TRU廃棄物地層処分事業の長期的な安全性を確保し、もって国民や関係者との相互理解や協力を得るために、引き続き、TRU廃棄物の特性等に留意しつつ、高レベル放射性廃棄物の処分の研究開発と連携して効率的に技術開発を進めていくことが重要である。

国及び研究開発機関は基盤的な研究開発、発生者は廃棄物の安全かつ合理的な処理等を目的とした研究開発、処分実施主体は処分事業の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする研究開発を行うとの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下、研究開発を着実に進めていくことが重要である。

特に処分実施主体が決まるまでの間においては、国及び研究開発機関並びに発生者が継続的に技術開発を行い、技術的知見の充実を図っていくことが求められる。

⁸ 原子力委員会(2005):「原子力政策大綱」.

これらの指摘は、国及び研究開発機関、発生者並びに実施主体の役割分担と密接な連携、高レベル放射性廃棄物との併置処分の可能性も想定した高レベル放射性廃棄物処分の研究開発との連携等を念頭に、研究開発を着実に進めて行くことを求めるものであり、このためには、関係機関等との連携も含め、体系的かつ中長期的な視点に基づく研究開発計画を策定するとともに、適宜研究開発の成果を確認し状況の変化に応じて柔軟に対応できるような仕組みを構築することの必要が示された。このような経緯を踏まえ、平成17年7月に「地層処分基盤研究開発調整会議」（以下、調整会議）が設置され、この枠組みを活用して、平成18年12月には「TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の全体基本計画」（以下、（TRU廃棄物）全体基本計画）が策定された。

調整会議は、地層処分基盤研究開発を全体として計画的かつ効率的に進め、実施主体や国の安全規制への効果的な成果の反映がなされるよう、中長期的な観点で研究開発計画の策定、関係研究機関の連携や成果の体系化に係る調整等を継続的に行うことを目的としたものである。調整会議を設置するに至る過程で、並行して原子力委員会における第2次TRUレポートの評価を通じて検討がなされていたTRU廃棄物地層処分の併置処分の可能性等も念頭に、高レベル放射性廃棄物との一層の整合と連携を考慮して、TRU廃棄物の地層処分に係る研究開発を進める必要性が認識された。このような状況に鑑み、調整会議の設置にあたっては、TRU廃棄物ワーキンググループを設け、従来の地層処分基盤研究の分野を担う関係機関に加え、TRU廃棄物の発生者である電気事業者（日本原燃）等の協力を得て、TRU廃棄物地層処分に係る研究開発をより体系的かつ効率的に進めることとなった。調整会議の設置経緯と枠組みについては、「高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画」⁹（以下、HLW全体計画）にも記載しているので併せて参照されたい。

研究開発を取り巻く最近の状況

調整会議のもとで平成18年12月に策定された平成18年度版（TRU廃棄物）全体基本計画は、同時に策定されたHLW全体計画と同様、地層処分の研究開発を計画的かつ効率的に進めるために、PDCAサイクル（Plan, Do, Check, Action）に基づく柔軟なマネジメントスキームを提示している。これらの計画のもとで国の基盤研究開発が着実に進められるなか、実施主体による技術開発及び安全規制関係機関による安全規制関連研究が、調整会議の枠組みに基づく相互の情報共有のもとで展開されている（国の基盤研究開発の位置付けや役割については第2章を参照されたい）。

このように、調整会議の枠組みが構築され、国の基盤研究開発並びに処分事業や安全規制の関連研究が全体として計画的かつ効率的に進められるなか、総合資源エネルギー調査会原子力部会放射性廃棄物小委員会における最終処分事業を推進するための強化策の検討では、安全性等に関する研究開発の、より一層効果的な実施に加えて、地層処分技術を体系化する方策、国民・社会とのコミュニケーション、人材育成等について中長期的な観点から検討することの必要性が示された。

また、原子力委員会政策評価部会報告書「原子力政策大綱に示している放射性廃棄物の処理・処分に関する取組の基本的考え方に関する評価について」（平成20年9月）では、結論として、放射性廃棄物の処理・処分全般に関する研究開発の継続的な実施が求められている。また、研究開発にあたっては、事業者が進める研究開発と基礎・基盤部分と安全規制面に関して国が実施する研究開

⁹ 資源エネルギー庁・日本原子力研究開発機構他（2009）：「高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画（平成20年度版）」：本書と同時に、平成18年度版のHLW全体計画の改訂も行われており、改訂されたHLW全体計画にも調整会議の設置経緯と枠組みの詳細が記されている。

発の分担の必要性とともに、研究開発ロードマップの共有による効果的かつ効率的な推進の必要性が示されている。

地層処分対象のTRU廃棄物(原子力委員会の上記報告書では「長半減期低発熱放射性廃棄物」と表現)については、「国、NUMO及び研究開発機関は、当該放射性廃棄物の処分の安全確保の考え方を、技術的課題に対する取組の進捗状況や将来の見通し等についての説明とともに、国民に分かりやすく伝えていくことが必要」としている。また、高レベル放射性廃棄物の処分事業については、安全性に関する国民の信頼確保の観点から実施主体であるNUMOのリーダーシップのもとでの研究開発機関等との連携による研究開発や技術開発の実施及びそれらの国民への分かりやすい説明の必要性が指摘されている。こうした指摘は、NUMOの事業対象となったTRU廃棄物の地層処分の研究開発に対しても念頭に置いておく必要がある。

調整会議では、平成18年度のTRU全体基本計画策定から2年が経過した平成20年度に、この間の進捗を踏まえたPDCAサイクルに基づく計画の見直しと、最終処分法の改正に伴う最終処分計画の改定や上記の原子力部会や原子力委員会における評価等への対応について検討を行い、その結果に基づいて平成18年度版全体基本計画を改訂し、平成20年度版全体基本計画として本書を取りまとめた。

1.3 平成20年度の全体基本計画の改訂

既に述べたように、TRU廃棄物全体基本計画は平成17年に設置された調整会議の下で平成18年12月に初版として策定された。初版の整備以降2年が経過した平成20年度に、当初より国の基盤研究開発のマネジメントスキームとして導入したPDCAサイクルに基づく改訂を含めて、下記～の作業を行っている。本書には、平成20年度版の全体基本計画として、すでに完了した次の及びの作業が反映されている。1)及び2)に示したNUMOのニーズの把握による国の基盤研究開発への反映や国の基盤研究開発の成果の安全規制への活用については現在、引き続き検討・調整作業を進めており、その結果については、今後、適宜反映し、全体基本計画をさらに改訂していく予定である。

PDCAサイクルに基づく改訂

全体基本計画の策定(Plan)、研究開発の実施(Do)、研究開発の進捗・成果の相互確認(Check)、相互確認を踏まえた全体基本計画の見直し(Action)というPDCAサイクルに基づきCheck及びActionを行う。平成18年度版全体基本計画に沿って実施された研究開発の2年間の進捗などを踏まえた、個々の研究開発課題の達成度や問題点、連携・体系化の取り組み状況等の相互確認に基づく全体基本計画の調整や新規課題等の取り込みなどが改訂の主要な視点である。

最終処分計画の改定への対応

既に述べたように、大きな状況変化として、平成20年3月の最終処分計画の改定がある。同改定は、精密調査地区及び最終処分施設建設地の選定時期を見直したものであるが、この改定された最終処分計画及びJAEAが進めている地下研究所での研究計画(深地層の研究施設計画)との整合を図りながら、地層処分基盤研究開発の全体的な進め方を議論するなかで全体基本計画

の見直しを行う。具体的には、平成18年度版全体基本計画のフェーズ2の終了時期を、当初平成22年頃までとしていたものを平成24年頃までとすることで、全体基本計画のもとで、5年を計画期間として進められている現在の資源エネルギー庁の調査等事業(平成19年度-平成23年度)の成果をすべて取り込むことを可能とするとともに、JAEAにおける深地層の研究施設計画(第2段階)と相互にその成果を活用しあうことによって、調整会議全体としてのフェーズ2の成果をより包括的かつ体系的なものとする。更に、これが実施主体による精密調査へと時宜を得て円滑に反映されるようにすることで、フェーズ2の国の基盤研究開発と精密調査がより整合的かつ効果的にリンクすることが期待される。

研究開発の進め方に関する提言への対応

前節で研究開発を取り巻く最近の状況として述べたように、放射性廃棄物の処理処分全般に関する研究開発の継続的な実施、事業者によるそれらの研究開発と基礎・基盤部分と安全規制面での国の研究開発との適切な分担、研究開発ロードマップの共有による効果的かつ効率的な推進が求められている。また、高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物の地層処分事業の円滑な推進のため、実施主体であるNUMOのリーダーシップのもとに、NUMOと研究開発機関等とが連携して研究開発や技術開発を実施することが重要であるとされている。

これらの指摘は、平成18年度版全体基本計画に示された、調整会議における国の基盤研究開発、NUMOの技術開発、並びに、規制支援研究の位置付けや役割分担等の大幅な見直しを迫るものではないものの、研究開発間でのより綿密な連携とNUMOのリーダーシップの発揮に留意して改訂を行うことが必要であることを示唆している。平成20年度の全体基本計画の改訂では、これらに対応するために以下に示すような取り組みを開始している。

1) 実施主体のニーズの把握による国の基盤研究開発への反映

次章に示すように、国の基盤研究開発と実施主体(NUMO)の技術開発にはそれぞれの役割や目的があり、それらの違いを踏まえれば、両者の計画や実施レベルでの内容は必ずしも全てが一致するものではない。しかしながら、国の基盤研究開発が事業推進に貢献するという意味で、それらの成果はNUMOが目的とする技術開発等へ適切に反映されることが重要である。このため、個々の研究開発の成果が上記反映という観点でどの様な意味を持つものであるかを精査して重点化等を行い、効果的かつ効率的な事業の展開に貢献する(NUMOの技術開発に直接的に寄与するもの、或いは、基礎・基盤等の部分で間接的な成果として寄与するもの等、その役割や重要性に応じて研究開発を実施する)。

これを可能とするためには、調整会議の場においてNUMOのニーズに関する詳細情報が明確に示され、国の基盤研究開発を実施する関係機関との間でこれを共有することが不可欠である。NUMOはこのような要求に応えるべく、平成20年度の全体基本計画の改訂にあたって、国の基盤研究開発に対するニーズを明確に示し、それらと国の基盤研究開発の内容との関連等についての整理を開始している。こうしたNUMOの取り組みは、国の基盤研究開発のうち処分事業や技術開発に活用できるものは取り込んで行くという、上記指摘以前までの立場から、ニーズを提示した上で国の基盤研究開発をリードするという調整会議への積極的な関与への転換を具体的に示

すものである。このようなNUMOの取り組みによって、国の基盤研究開発の連携や成果の体系等を加速させ、より効果的かつ効率的な研究開発の推進に資することが期待される。

2) 国の基盤研究開発成果の安全規制への活用

安全規制関連研究としては、原子力安全・保安院が総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会のもとで、平成20年11月より放射性廃棄物規制支援研究ワーキンググループを設置し、原子力安全委員会における原子力の重点安全研究計画とも整合を図りながら、次期規制支援研究計画(平成22年度～平成26年度)が策定されつつある。原子力の重点安全研究計画については、平成17年度～平成21年度を対象とした「重点安全研究計画」が平成20年6月に改訂され、また、次期重点安全研究計画(平成22年度～平成26年度)が取りまとめられつつある。

安全規制関連研究と、NUMOの技術開発及び国の基盤研究開発との位置付けや役割の違いは2章に示すとおりであるが、事業者と、国や関連研究開発機関、双方での研究開発ロードマップの共有による効果的かつ効率的な推進が必要であるとする原子力委員会政策評価部会の指摘も踏まえ、安全規制の独立性の問題等も念頭に置いて、国の基盤研究開発等の研究成果を安全規制に活用することについて検討が進められる予定となっている。

本全体基本計画で示される国の基盤研究開発は、安全規制関連研究(原子力安全委員会における重点安全研究や原子力安全・保安院の規制支援研究など)に直接的に資することを必ずしも目的とはしていないが、上記のような取り組みが結果として、安全規制関連研究側での効果的かつ効率的な研究開発の推進に寄与することが期待される。

すでに平成18年版の全体基本計画策定の際にも、NUMOや安全規制機関のニーズについて当時の状況に基づく検討を行い、国の基盤研究開発の位置づけや内容を明らかにするうえでこれを反映している。これらは、今回取りまとめを行った平成20年度版の全体基本計画に、ほぼそのまま記載されている。現在進行中の、以上1)、2)に示した取り組みの成果は反映されていないものの、引き続き調整会議等の場を活用して検討や調整が図られ、その結果に基づいて本全体基本計画もさらに改訂される予定である。なお、平成20年度の全体基本計画の改訂に際しては、NUMOを調整会議の構成機関に加え、より効果的かつ効率的な研究開発の実施に向けた体制整備を行っている(図2参照)。従来の調整会議では、国の基盤研究開発そのものを実施する主体か否かという観点から、NUMOはオブザーバー機関として位置付けられていた。実際には、平成17年度の調整会議の発足以降、このような位置付けの問題よりも、それぞれが実質的に連携して、効果的かつ効率的な研究開発を推進して行くことが重要であることが共通の認識となっていたが、今回の体制整備は、調整会議の取り組み、特に上記1)に示した取り組みにそれぞれがより主体的に関与して行くことを明示したものである。

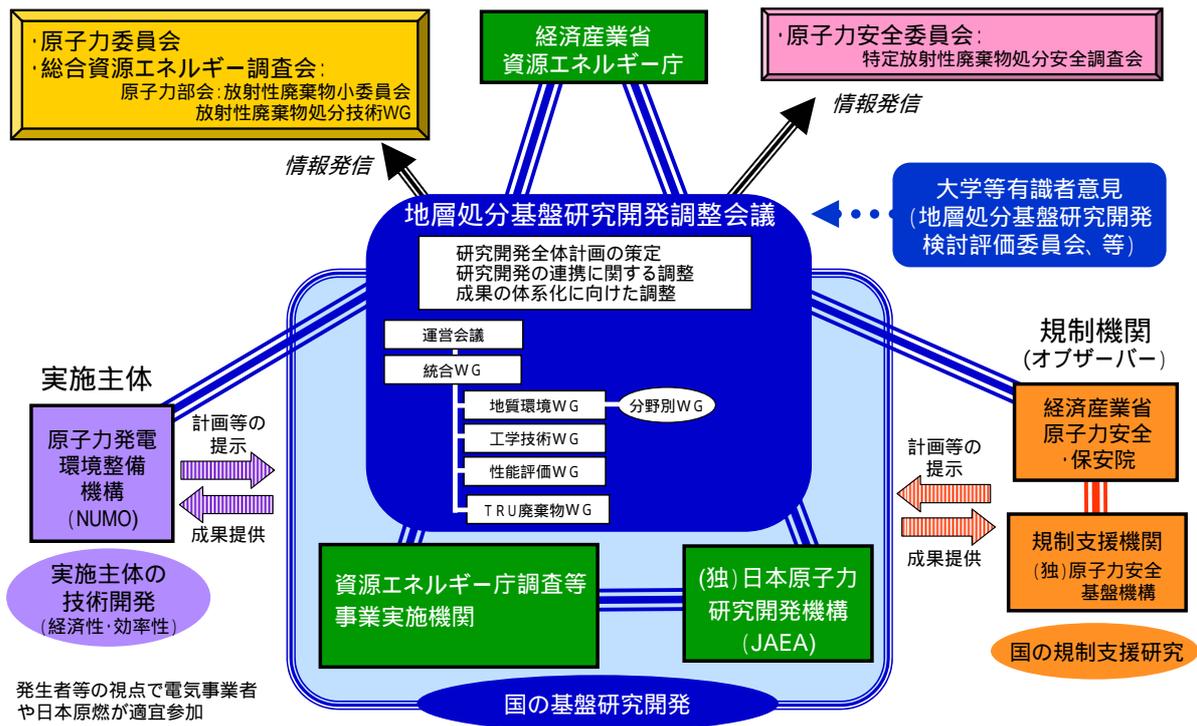


図2 地層処分基盤研究開発調整会議の仕組み

2. TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本戦略

2.1 TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本的枠組みと役割分担

1.2節に既述したように、TRU廃棄物地層処分に係る研究開発については、図3に示すように高レベル放射性廃棄物と同様の考え方にに基づき、国及び研究開発機関は基盤的な研究開発、発生者は廃棄物の安全かつ合理的な処理等を目的とした研究開発、実施主体は処分事業の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする研究開発を行うこととしている。

ここで、廃棄物の発生と処理に係る技術開発課題への取り組みと、処理と処分の連携した取り組みが必要であるという点は、TRU廃棄物の研究開発における重要な特徴である。このため、第2次TRUレポートに示されている事業化技術の開発については、発生・処理に係る部分は再処理等を実施する廃棄物発生者が行い、処分に係る部分は実施主体であるNUMOが担うこととなる。一方で、国の基盤研究開発については、処理と処分の双方を含め、国として処分事業と安全規制の双方の基盤の先行的な整備を目指す。また、地層処分ににおける事業等の長期性に鑑み、長期的かつ継続的な視点で取り組む。

すでに述べたように、研究開発の効率的かつ効果的な実施の観点から、国及び研究開発機関、発生者並びにNUMOはそれぞれの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、研究開発を進めていくことが重要である。

こうした点に加えて、最終処分法の改正とこれに続く最終処分計画の改定によって、地層処分対象のTRU廃棄物がNUMOの事業対象となるとともに事業のスケジュールが一部変更されたことから、平成18年度版では別々に作成していたHLW全体計画とTRU廃棄物全体基本計画の改訂にあたっては、より一層の連携に配慮することが重要である。平成20年度版HLW全体計画における大きな具体的変更は、フェーズ2の研究開発期間を平成24年度まで2年間延長することである。このようなHLW全体計画の改定の主要点は、TRU廃棄物全体基本計画の改訂においても取り入れることが必要である。

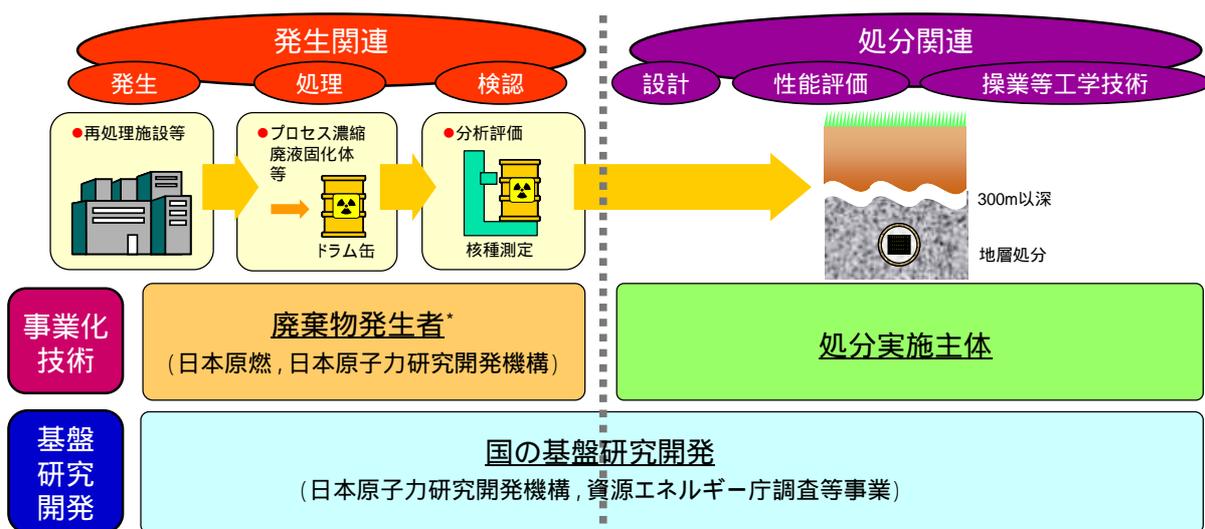


図3 TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の基本的な枠組み

(*; 海外からの返還廃棄物は電気事業者が担う)

2.2 国の基盤研究開発の役割と処分事業等との関係

平成18年度版HLW全体計画⁶に示した地層処分に関する国の基盤研究開発の役割や全体目標、処分事業や安全規制との関連についての考え方は、TRU廃棄物地層処分にも共通的なものとして平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画に適用した。このような基本的考え方は、今回の改訂にあたって引き続き地層処分の国の基盤研究開発の計画有を策定するうえで有効なものであるとされ、改訂された平成20年度版HLW全体計画⁹において踏襲されている。これは、TRU廃棄物全体基本計画の改訂についても同様であり、この基本的考え方に基づいてTRU廃棄物地層処分に係る今後の国の基盤研究開発の計画や役割分担等を具体化する。ここでは、基本的考え方の主要点を以下にまとめておく。より詳しい説明は、平成20年度版HLW全体計画を参照されたい。

【地層処分に係る国の基盤研究開発の役割と全体目標】

地層処分の安全確保の長期性と処分事業の長期性、それに伴って国の監督や規制についても長期的な関与が必要になることを踏まえれば、国としても先導性と継続性をもって基盤的な研究開発を推進する役割を担い、国民各層の理解を得つつ、わが国の地層処分計画の着実な進展のための基盤を整備していくことが重要である。国の基盤研究開発の役割と目標は、国の責任のもとで技術基盤の継続的強化を図ることにより、客観性をもって技術的信頼性や安全性を高め、国民の理解を促進するとともに、処分事業や安全規制に先行する形で技術基盤の整備を進め、これによって処分事業や安全規制を含むわが国の処分計画全体の着実な進展に資することである。このような国の基盤研究開発の役割と目標は図4のように整理することができる。国の基盤研究開発は、同図右側に示した全体目標の具体的視点である 科学的知見の拡充、技術的実現性の提示、先進的新技术の導入に重点をおいた取り組みであることに留意して、研究開発の課題やそれに対応した目標設定を行うことが重要である。

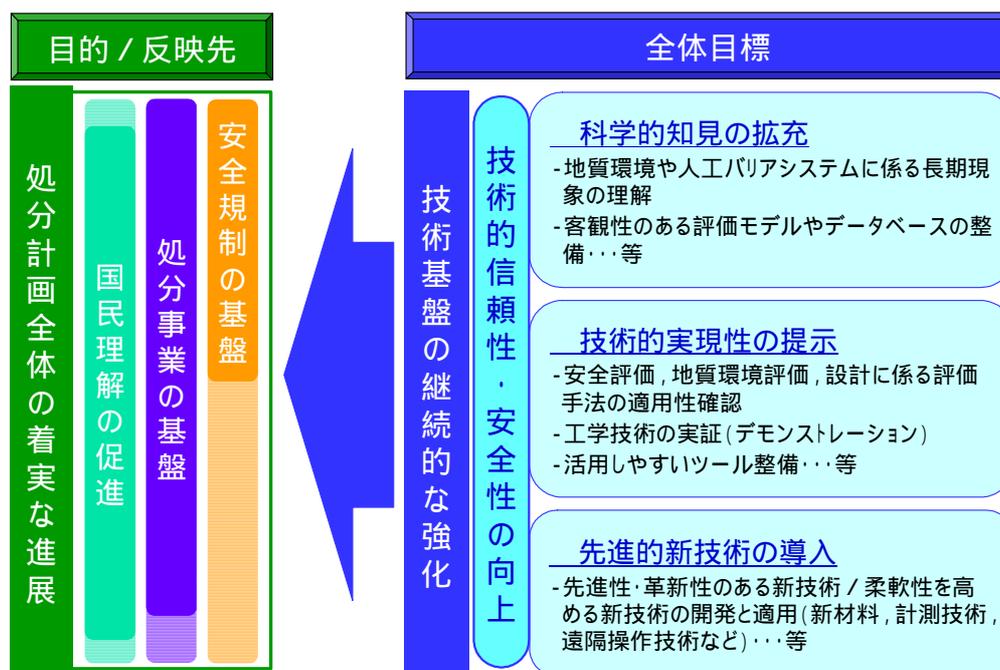


図4 国の基盤研究開発の全体目標の設定

【処分事業と安全規制のニーズ / 研究開発との関係】

原子力立国計画等に示されている通り、実施主体や安全規制機関等の関係機関と役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、国の基盤研究開発を進めることが重要である。高レベル放射性廃棄物の地層処分に関しては、処分事業と安全規制のそれぞれの活動と研究開発の視点で図5のように整理し、同図に示す役割分担や関係性を踏まえて、処分実施と安全規制双方の観点からのニーズやそれぞれが進めている研究開発との分担等について、具体的な調整等を行っている（平成20年度版HLLW全体計画参照）。また、国の基盤研究開発と実施主体との技術開発の視点の違いについては、同じく平成20年度版HLLW全体計画において、例示的に図6のように示されている。上述した国の基盤研究開発の視点に加え、現時点では特定の地質やサイトが選定されていないことから、ジェネリックな視点とサイトスペシフィックな条件への対応も念頭におきつつ、検討・調整する必要がある。なお、処分事業と安全規制の研究開発との関係や役割分担の検討にあたっては、各研究開発課題を国の基盤研究開発と処分事業及び安全規制主体のそれぞれの間で分担しあうという性格のものではなく、それぞれの視点やアプローチの違いを念頭において検討・整理がなされることが重要である。

以上に述べた高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する国の基盤研究開発の考え方は、TRU廃棄物の地層処分に対しても同様である。1.3節で述べたように、現在NUMOと安全規制機関において、国の基盤研究開発に対するニーズの具体化に関する検討が進められており、それらを反映して本書として取りまとめた平成20年度版TRU廃棄物全体基本計画も、さらに見直しを進める予定である。その際には、平成20年度版HLLW全体計画との、より一層の連携や統合の促進も含めて、綿密な検討を行うこととしている。

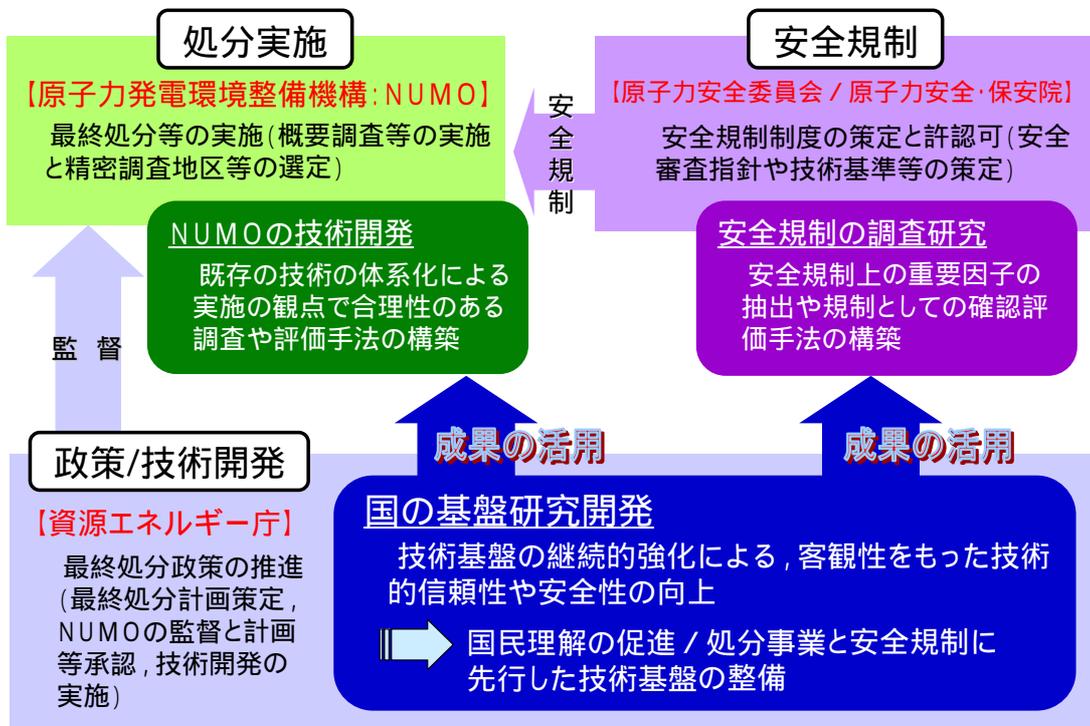


図5 わが国の処分実施体制と国の基盤研究開発の位置付け
(平成20年度版HLLW全体計画より)

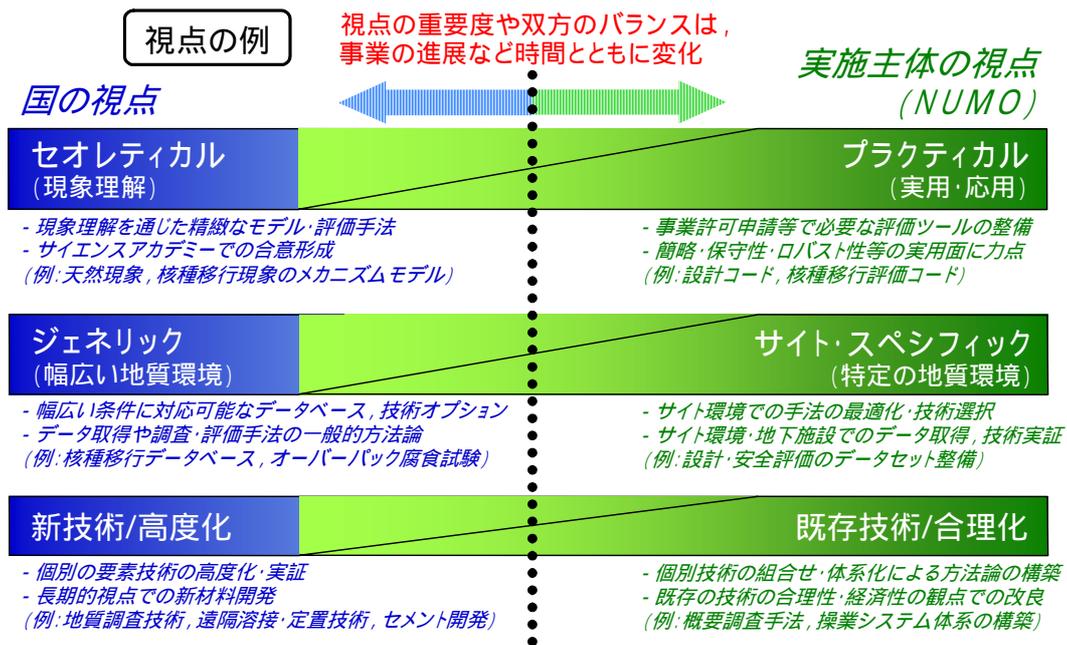


図6 国の基盤研究開発と実施主体の技術開発の視点の違い[例示]
(平成20年度版HLW全体計画より)

2.3 研究開発分野と課題の設定

TRU廃棄物地層処分の研究開発分野の枠組みについては、第2次TRUレポートまでの研究開発や検討の取り組み、また、1.2節で述べたような国の報告書等で示された方針等を念頭におけば、引き続き、併置処分の検討や代替技術の開発を含む第2次TRUレポートを参考として設定した平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画を踏襲することが適当である。表1にその構造を示す。

TRU廃棄物については、図3に示したとおり、発生から処理に至るプロセスの多様性を勘案すると「(1)廃棄体技術」を継続的に取り組むべき重要な分野として挙げる事ができる。TRU廃棄物の地層処分に關しても、そのシステムの基本概念は、高レベル放射性廃棄物の地層処分と同様に、天然の地質環境である天然バリアに、人工的な構築物である人工バリアを組み合わせた「多重バリア」に基づいている。したがって、地層処分の長期的な安全性を確保するためには、「地層処分にとって適切な場所を選定し」、「選定した場所に人工バリアや処分施設を適切に構築し」、「十分に信頼できる手法によって安全性を評価」することが基本となる。この流れに沿って、高レベル放射性廃棄物と共通的な取り扱いが可能である天然バリアを対象とする地質環境関連の研究開発を除き、TRU廃棄物の地層処分に關する国の基盤研究開発においては、「(2)設計・工学技術」、「(3)性能評価」の2分野を設定する。また、既に述べたように処分の合理化の観点から高レベル放射性廃棄物との併置処分に係る相互影響や工学的対策など「(4)併置処分に係る検討」、さらに、幅広い地質環境や安全裕度を高めるための工学的対策に係る「(5)代替技術の開発」については、今度の併置処分の可能性も含めた制度化や原子力委員会による第2次TRUレポート評価で示された課題等を考慮すれば、引き続き重要な研究開発が分野である。

以上に述べたとおり、TRU廃棄物の地層処分研究開発として引き続き5つの研究開発分野を設定した。

表1 TRU廃棄物地層処分の研究開発分野と主要課題

研究開発分野(第2次TRUレポートの章)	主な課題例
(1) 廃棄体技術 (2章)	廃棄物の特性データ, 廃棄体化・検認技術 等
(2) 設計・工学技術 (3章)	人工バリアや処分場の設計, 建設・操業・閉鎖等の工学技術 等
(3) 性能評価 (4章)	シナリオ開発, 変質や核種移行等モデル化, 不確実性評価 等
(4) 併置処分に係る検討 (6章)	相互影響評価, 処分概念の合理化・最適化 等
(5) 代替技術の開発 (7章)	ヨウ素固定化, 炭素閉じ込め, 低アルカリ性セメント, 硝酸塩分解技術 等

なお, 第2次TRUレポートの5章では, 浅地中ビット処分と余裕深度処分に係る安全性が検討されている。

2.4 研究開発の中長期的戦略とフェーズ2の重点課題

2.2節に述べた国の基盤研究開発の役割を考慮すれば, 国民理解に資するべき課題も念頭におきつつ, 処分事業と安全規制の展開に応じ, 研究開発のマイルストーンや目標を具体的に設定しながら段階的に展開し, 着実に目標を達成していくことが重要である。平成18年度版及び平成20年度版HLW全体計画で一貫して示しているように, 長期にわたる処分事業の考え方として, 段階的な意思決定を経つつサイト選定や処分概念の具体化を進めていくという段階的アプローチを考慮して, 研究開発自体に「フレキシビリティ(柔軟性)」をもたせるとともに, 一方で, 当面の研究開発計画を合理性や効率性の観点を含めて具体性をもった計画として提示することが重要である。このことは, TRU廃棄物全体基本計画においても同様であり, 本改訂版においても平成18年度版に引き続き, これら2つの視点である中長期的な「柔軟性」と当面の「具体性」を, 全体としてどう整合的に示すかが, 計画を検討するうえで留意すべき課題である。

平成18年度版HLW全体計画の策定にあたっては, 処分事業の3段階の処分地選定プロセスやスケジュール, それに合わせて展開される安全規制の制度や基準の整備等を念頭において, 10~20年程度の長期的・段階的戦略を明らかにしフェーズ2の計画を具体化している。また, 節目毎に成果の評価と処分事業や安全規制整備に反映するための体系化を行い, これによって以降の研究開発課題と方向性を見直しながら進めるという考え方をとった。具体的には, 平成12年の高レベル放射性廃棄物処分の事業化を出発点に, 5年程度を一つの節目として捉え, 段階的な研究フェーズ(フェーズ1~3)を設定するとともに, 段階的戦略に基づく各フェーズ目標を設定した。

この考え方に従い, 平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画においては, TRU廃棄物の地層処分についても高レベル放射性廃棄物と同様の3段階の処分地選定プロセスを念頭に置き, 図7に示すような処分地選定プロセスの開始から併置処分の可能性判断へと至る, 当面数年~10年程度の基本的な展開として想定している。本改訂にあたっては, このような展開を引き続き想定することは合理的である。

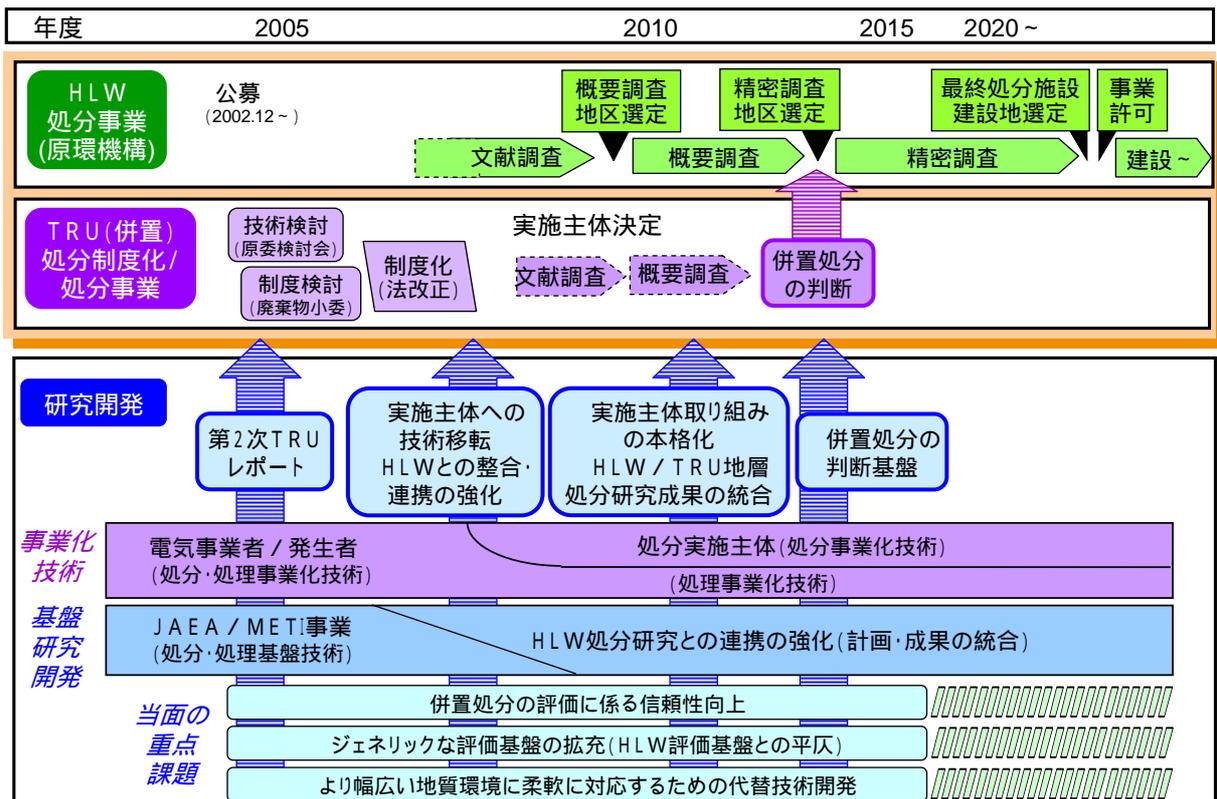


図7 TRU廃棄物地層処分に係る当面の研究開発の目標

処分地選定プロセスの開始から併置処分の可能性判断へと至る今後数年～10年程度の展開を想定した場合、平成18年度版TRU全体基本計画において設定した研究開発で考慮すべき以下の段階的マイルストーンを本改訂においても引き続き踏襲することができる。

- 実施主体への技術移転、高レベル放射性廃棄物(HLW)との整合・連携の強化
- 実施主体のプログラムの本格化とHLW/TRU廃棄物の研究成果の統合
- 併置処分の判断基盤の整備

ここで、平成18年度版TRU全体基本計画では、平成22年度までのフェーズ2に対して 及び を想定していたが、本改訂においてHLW全体計画と整合を取り、フェーズ2の期間を2年延長する。このような変更に関する利点は、1.3節に述べたとおりである。

平成18年度版TRU全体基本計画の策定以降、上記マイルストーンを念頭に、実施主体、電気事業者や廃棄物発生源(処理事業者)、関係研究機関が連携しつつ、技術移転や研究開発の展開等を調整していくとともに、国の基盤研究開発成果が安全規制の検討に貢献できるようにするよう活動が進められてきた。最終処分法の改正により、NUMOの事業に地層処分TRU廃棄物が加えられ、実施主体としての取り組みが本格化しつつあり、それとともに安全規制に関する検討も進められている。こうしたなかで、これまで以上に上記関連機関間の連携やHLW全体計画との調整を図っていくこととする。

このような展開と国の基盤研究開発の役割とを考慮すれば、高レベル放射性廃棄物の研究開発との技術的整合性を図るとともに、高レベル放射性廃棄物との併置処分の成立性をより確かなものとし、また、より幅広い地質環境への柔軟な対応を可能としていくといった視点が重要である。したがって、本

改訂においてもフェーズ2の2年間の延長を念頭に、引き続き以下のような課題に重点的に取り組むこととした。

なお、この内容については、現在進められているNUMOや安全規制関係機関による国の基盤研究開発に対するニーズの明確化に基づいて、HLW全体計画との、より一層の連携や統合の促進も含めさらに見直しを行う。

【TRU廃棄物地層処分に係るフェーズ2の重点課題】

併置処分の評価に係る信頼性向上

- 硝酸塩等の影響に係る現象理解とデータ・評価モデルの信頼性向上
- 性能評価技術の体系化・高度化(処分場スケールでの相互影響評価の考慮など)

ジェネリックな評価基盤の拡充(HLW評価基盤との平仄)

- 塩水環境下でのデータやモデルの整備など、多様な地質環境を対象とした評価基盤の拡充
- 高アルカリ環境での人工バリア等の長期健全性に関するデータ拡充と評価モデルの信頼性向上

より幅広い地質環境に柔軟に対応するための代替技術開発

- ヨウ素固定化・浸出抑制技術の実現性の提示
- C-14の放出・移行評価の信頼性向上と閉じ込め容器の開発
- 硝酸塩影響の不確実性低減のための硝酸塩分解技術

2.5 高レベル放射性廃棄物等の研究開発との関連と連携

TRU廃棄物の地層処分に係る研究開発については、すでに述べたように、従来より先行的に進められた高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の成果等を踏まえながら進めてきた。また、TRU廃棄物や発電所廃棄物の余裕深度処分(一般的な地下利用に対して十分な余裕をもった深度[例えば50~100m]への処分)に関する研究開発とも、相互に知見を活用しながら検討等を進めてきた。こうした連携の重要性については平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画においても示しており、その策定以降これまでに進めてきた研究開発のなかで適切に実施されてきている。TRU廃棄物地層処分と、高レベル放射性廃棄物地層処分や余裕深度処分との研究開発上の関連性と共通性を図8に示す。

TRU廃棄物の地層処分システムに係る地質環境、工学技術、性能評価の基本分野は、いずれも高レベル放射性廃棄物地層処分の研究開発において蓄積されてきた成果や知見を活用している。特に地質環境分野に関しては高レベル放射性廃棄物の研究開発の枠組みで得られた成果をそのまま活用し、工学技術や性能評価については、共通的なものは高レベル放射性廃棄物の知見を最大限活用しつつ、TRU廃棄物特有の課題に対応する研究開発を行っている。効率的な研究開発の推進を図るため、引き続きTRU廃棄物と高レベル放射性廃棄物の処分システムに共通的な課題については協力して取り組むとともに、併置処分の信頼性向上及び両システムの整合性や最適化の観点等を念頭に、双方の研究開発を一層有機的に連携させていくことが重要である。さらに、今後の処分事業が実際の地質環境を対象としたスペシフィックな調査評価へと展開していくこと、また、体系的な取り組みへ注力していくという観点からは、国内外の地下研究施設等の活用や、双方の連携も含めた地層処分全体としての体系化を検討する必要がある。

また、TRU廃棄物地層処分システムと余裕深度処分システムには、廃棄物の特性、大空洞処分システム、セメント系及びベントナイト系人工バリアなど設計・施工といった共通的な事項が多いことから、引き続き、余裕深度処分で先行的に実施される実規模実証試験の成果の参照など、空洞型処分に係る処分技術や安全評価に係わる知見を適切に相互活用することが合理的である。

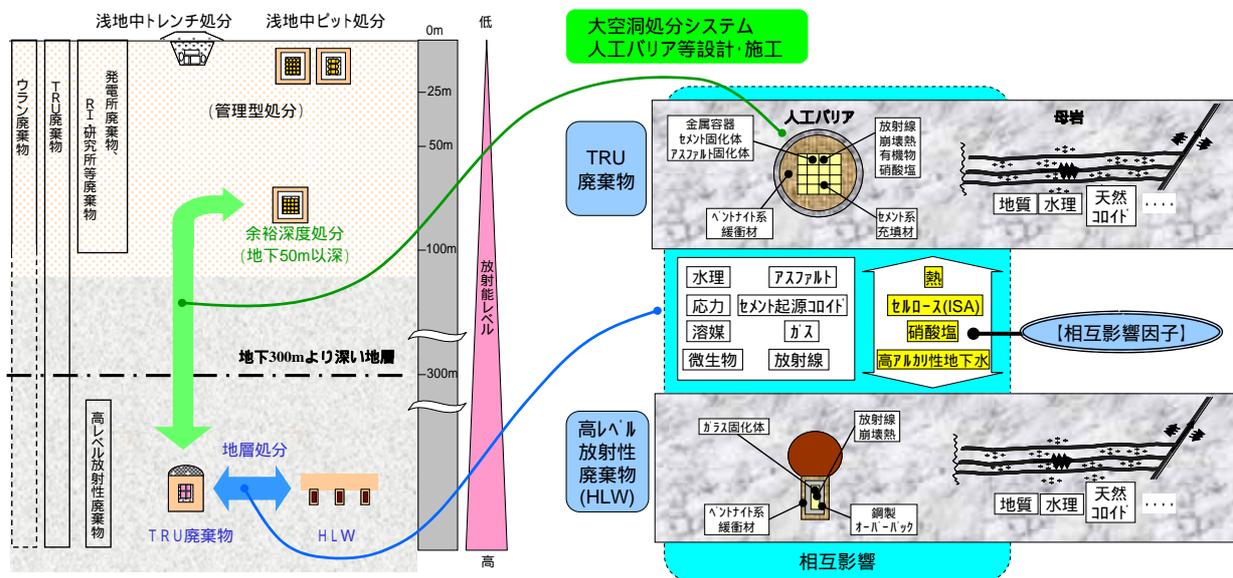


図8 TRU廃棄物地層処分と高レベル放射性廃棄物地層処分 / 余裕深度処分との関連性と共通性

3. TRU廃棄物地層処分に係る研究開発計画～研究開発全体マップ～

3.1 研究開発全体マップの概念・構成と作成方針

2.4節で記述したように、地層処分基盤研究開発の目的に照らせば、事業と規制の双方の段階的な展開に応じて「柔軟性」をもった対応、現時点での研究開発の合理性や効率性に配慮して「具体性」をもった課題や計画を、全体として整合的に設定し、適切にマネジメントしていく方策が重要となる。このことを達成することを目指して、高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る国の基盤研究開発において先行的に構築してきた「研究開発全体マップ」の枠組みを活用し、平成18年度版TRU廃棄物地層処分の研究開発全体マップを策定した。研究開発全体マップは、「概括版」と「詳細版」から構成される。改訂された平成20年度版HLW全体計画においても、このような研究開発全体マップの構造は継承されており、TRU廃棄物全体基本計画に関してもこの枠組みを踏襲する。ここでは、1.3節に述べた視点にしたがって前章までに行った検討に基づき、TRU廃棄物地層処分としての研究開発全体マップの改訂について論ずる。

すでに述べたように、今回のTRU廃棄物全体基本計画の改訂において特に留意すべき点は、最終処分法の改正とそれに続く最終処分計画の改定によって、地層処分対象のTRU廃棄物がNUMOの事業対象となったことである。これによってTRU廃棄物地層処分に係る全体基本計画についても、フェーズ2の研究開発期間を平成24年度まで2年間延長する。

【研究開発全体マップ概括版】

研究開発全体マップ概括版は、国の基盤研究開発の体系的かつ中長期的な展開を俯瞰することを目的とするものである。その目的に沿って、研究開発全体マップ概括版には、中長期にわたる処分事業等のスケジュールを念頭に、これらにタイムリーに成果を資するため、国の基盤研究開発としての段階毎の全体目標、さらには、この段階目標の達成のための個別研究開発要素(概括的構成)毎の目標を整理するものであり、フェーズ2の期間を2年間延長することを念頭に、2.4節の図7に示した段階戦略を具体化しつつ改訂を行った。

処分事業等の想定スケジュール

TRU廃棄物地層処分に係る事業等スケジュールは、2.4節に示した通り、3段階の処分地選定プロセスの開始～併置処分の可能性判断へと至る当面数年～10年程度の展開が想定される。

研究開発のマイルストーン

すでに述べたように、本改訂では平成18年度版全体基本計画において第1次TRUレポート、第2次TRUレポートを踏襲して定めた研究開発のマイルストーンに、最終処分法の改正や最終処分計画の改定に基づく制度化と事業化の具体的プロセスを加味し、フェーズ2を平成24年度まで延長することを考慮したうえで、段階的マイルストーンを引き続き以下のように設定している。これらについては、現在進められているNUMOや安全規制機関によって国の基盤研究開発に対するニーズの明確化を待って、今後見直しを行うこととしている。

実施主体への技術移転、HLWとの整合・連携の強化

実施主体のプログラムの本格化、HLW/TRU廃棄物の地層処分研究成果の統合
併置処分の判断基盤の整備

研究開発フェーズ毎の目標・課題の設定

平成18年度TRU廃棄物全体基本計画においては、平成12年を起点として、第2次TRUレポートまで(平成17年度まで)をフェーズ1、以降5年程度(平成17年度～平成22年度頃まで)をフェーズ2とし、それに続くフェーズ3の展開を考慮しつつ、フェーズ1の成果(第2次TRUレポート)に基づき、特に、フェーズ2を中心に研究開発要素毎の達成目標を、上記の想定スケジュールや研究開発のマイルストーンに対応して概括的に整理した。本改訂にあたっては、フェーズ2の期間を平成24年度まで延長したことを考慮して、高レベル放射性廃棄物の研究開発全体マップの改訂内容(平成20年度版HLW全体計画参照)や、平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画に沿って進めてきたこれまでのフェーズ2の研究開発成果を勘案して、概括版の見直しを行った。

【研究開発全体マップ詳細版】

研究開発全体マップ詳細版では、改訂した研究開発全体マップ概括版を念頭において、表2に示すように、分野から分類・細目へと細分化された研究開発要素毎に、段階的な達成レベルを整理しつつ、平成24年度まで延長したフェーズ2に対して、達成目標・計画を設定する。平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画の策定にあたっては、第1次TRUレポートと第2次TRUレポートの達成度を整理し、特に、フェーズ1に対応する第2次TRUレポートにおける達成レベルと具体的な成果を確認したうえで、平成22年度頃までを対象としたフェーズ2で目指すべき達成目標、取り組むべき課題、更にはその実施に係る役割分担と内容、研究開発を効果的に進めていく上での留意事項等を整理(備考欄に記載)した。

本改訂では、この平成18年度版研究開発全体マップを基に進めてきたこれまでのフェーズ2の研究開発進捗状況と平成24年度までの期間延長を考慮して内容の見直しを行う。

表2 研究開発全体マップ詳細版の構造と記載事項

研究開発要素			第1次TRUレポートまでの知見と評価上の取扱い	第2次TRUレポートの成果(フェーズ1/H17頃まで)		フェーズ2(H24頃まで)		備考
分野	分類	細目	全体達成レベル	課題と成果	全体達成目標	課題と目標		
			TRU廃棄物地層処分研究としての課題やアプローチの特徴を明確化 第1次TRUレポート 第2次TRUレポートの進展・達成度を明確化 これまでの成果と役割分担(視点やアプローチの違い)の明確化		第2次TRUレポートまでの成果を踏まえた課題の具体化 役割分担と個別実施項目(視点やアプローチの違いの明確化)		役割分担(今後の見直し含む) 研究開発の方向性・留意点 HLW等との関係や連携・体系化の方針	

3.2 研究開発全体マップの作成～フェーズ2の当面の計画等の具体化～

3.1節に示した研究開発全体マップ概括版と詳細版の作成に関する基本的考え方にしたがって、平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画、特に当面のフェーズ2における研究開発に関し、以下の点について見直しを行った。

研究開発分野から分類・細目への展開と研究開発課題設定及び各課題への対応の明確化
研究開発の役割分担と国の基盤研究開発の役割
制度化～処分事業化のプロセスを踏まえた重要性や方向性等の留意事項
高レベル放射性廃棄物等との関連性／共通性と、連携や体系化の方針

上記で設定した研究開発要素を、それぞれの詳細度で研究開発全体マップの概括版と詳細版の構造へ反映した。また、概括版における段階目標の設定、詳細版における細目毎のフェーズ2の計画の具体化にあたっては、～の視点での検討を行うとともに、詳細版の備考欄にそのポイントを記載した。これらの視点のうち、～、～に関する具体的な考え方や検討内容について以下に記載する。～については、すでに述べたように最終処分法の改正と最終処分計画の改定に基づいて、フェーズ2の期間を平成24年度まで延長することとしている。

なお、TRU廃棄物地層処分に係る研究開発全体マップの作成にあたっては、高レベル放射性廃棄物との併置処分も念頭においた処分地の選定プロセスへの展開といった処分事業の計画が具体化されていく状況を考慮すれば、2.4節に述べたように、現時点では、国の基盤研究開発を中心としつつも発生・処理と処分に係る事業化技術開発との連携を図るために、これらについても併せて検討しておくこととした。また、TRU廃棄物の単独での処分と高レベル放射性廃棄物との併置処分の双方を念頭に、高レベル放射性廃棄物処分に係る研究開発等との関係や連携についても引き続き留意した。この目的のため、調整会議TRU廃棄物ワーキンググループにおいて研究開発全体マップの検討を行うにあたっては、第2次TRUレポートまでの研究開発の実施体制も考慮しつつ、発生者たる電気事業者（日本原燃）からも事業化技術開発に係る情報提供を得て検討を進めた。また、調整会議統合ワーキンググループ等の場を通じ、HLW全体計画の改訂における全体基本戦略との整合、工学技術分野等の高レベル放射性廃棄物とTRU廃棄物との関連性が高い課題の連携など、双方の計画全体の整合性を確認しつつ作業を進めた。

3.1節に示した研究開発全体マップの構成と作成方針、3.2節に示した計画等の具体化を経て策定した研究開発全体マップの概括版と詳細版を本章の末尾に添付する。添付に示すように、平成18年度版TRU廃棄物研究開発全体マップ概括版との大きな相違は、フェーズ2の期間を延長したことである。

研究開発の分野・課題の構造

2.3節で設定した分野構造に基づき、研究開発全体マップの概括版と詳細版に展開するため、平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画に基づくこれまでの研究開発の進展を考慮し、フェーズ2の期間を2年間延長することを念頭に検討を行った結果、引き続き以下のような「分類」と「細目」を設定した。これによって、研究開発計画の内容を研究開発全体マップの形式で表現するうえで、分類や細目間での偏りや過不足が生じないように配慮している。

表3 TRU廃棄物地層処分の研究開発に関する研究開発要素(分野 - 分類 - 細目)の構成

研究開発要素		
分野	分類	細目
(1) 廃棄体技術	種類・発生量(データベース整備・拡充)	-
	処理・廃棄体化技術	-
	廃棄体の品質管理 / 検認手法	-
(2) 設計・工学技術	人工バリア材料物性	a) セメント材料
		b) ベントナイト系材料
	ニアフィールド構造解析	-
	処分施設的设计	a) 人工バリア設計
		b) 坑道設計
		c) 処分場の基本概念
	建設・操業・閉鎖等の工学技術	a) 建設技術
		b) 操業技術
		c) 閉鎖技術
		d) 管理技術(品質・安全)
e) モニタリング・回収技術		
(3) 性能評価	核種移行データ取得・整備	a) ソースターム(核種溶解挙動)
		b) 金属溶解・核種放出挙動
		c) 移行パラメータ(分配係数など)
		d) コロイド・微生物影響
	セメント変質	a) 化学的変遷
		b) 力学影響
	アルカリ環境下ベントナイト・岩反応	a) ベントナイト系材料
		b) 岩盤変質
		c) 連成評価モデル
	硝酸塩 / 有機物影響	-
	ガス発生影響	a) ガス発生評価
		b) ガス移行評価
	システム性能評価	a) シナリオ解析
		b) 核種移行評価
c) 生物圏評価		
d) 総合評価 / 不確実性解析		
(4) 併置処分に関する検討	相互影響評価	-
	併置処分概念の合理化・最適化	-
(5) 代替技術の開発	放射性ヨウ素固定化	-
	放射性炭素の閉じ込め	-
	低アルカリ性セメント	-
	硝酸塩分解技術	-
	アスファルト分解技術	-

研究開発の役割分担と国の基盤研究開発の役割

TRU廃棄物の地層処分研究開発の基本的枠組みと役割分担の考え方は、2.1節及び2.2節に示した通り、発生・処理と処分の視点、国の基盤研究開発と事業化技術開発の視点で整理することができる。国の基盤研究開発と事業化技術の役割分担については、成果の反映や技術移転といった観点も含め、具体的な調整が進められているが、基本的には、先行して事業化がなされた高レベル放射性廃棄物地層処分の考え方に沿うものとなっている。このような状況等を踏まえ、国の基盤研究開発の役割と、実施主体が行う処分関連の事業化技術開発、発生者(日本原燃及びJAEA)による発生や処理関連の技術開発等も含めて、それぞれの役割分担を確認しつつ研究開発全体マップを改訂した。

具体的には、研究開発要素毎に、平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画に沿ったこれまでの研究開発の取り組み状況、高レベル放射性廃棄物における研究開発の役割分担の状況等を念頭に、国の基盤研究開発の役割を踏まえた課題と目標、対応する計画等を明らかにするとともに、事業化関連の技術開発についてもあわせて研究開発全体マップに概括的な記載を行った。また、将来的に実施主体であるNUMOの関与が想定される課題など、今後の見通しも含めた形で、研究開発全体マップ詳細版の備考欄に役割分担を示した。主要な研究開発要素(分類レベル)毎の役割分担は、2.1節に示した研究開発の枠組みに基づいて、平成18年度版TRU全体基本計画同様、図9のように整理することができる。

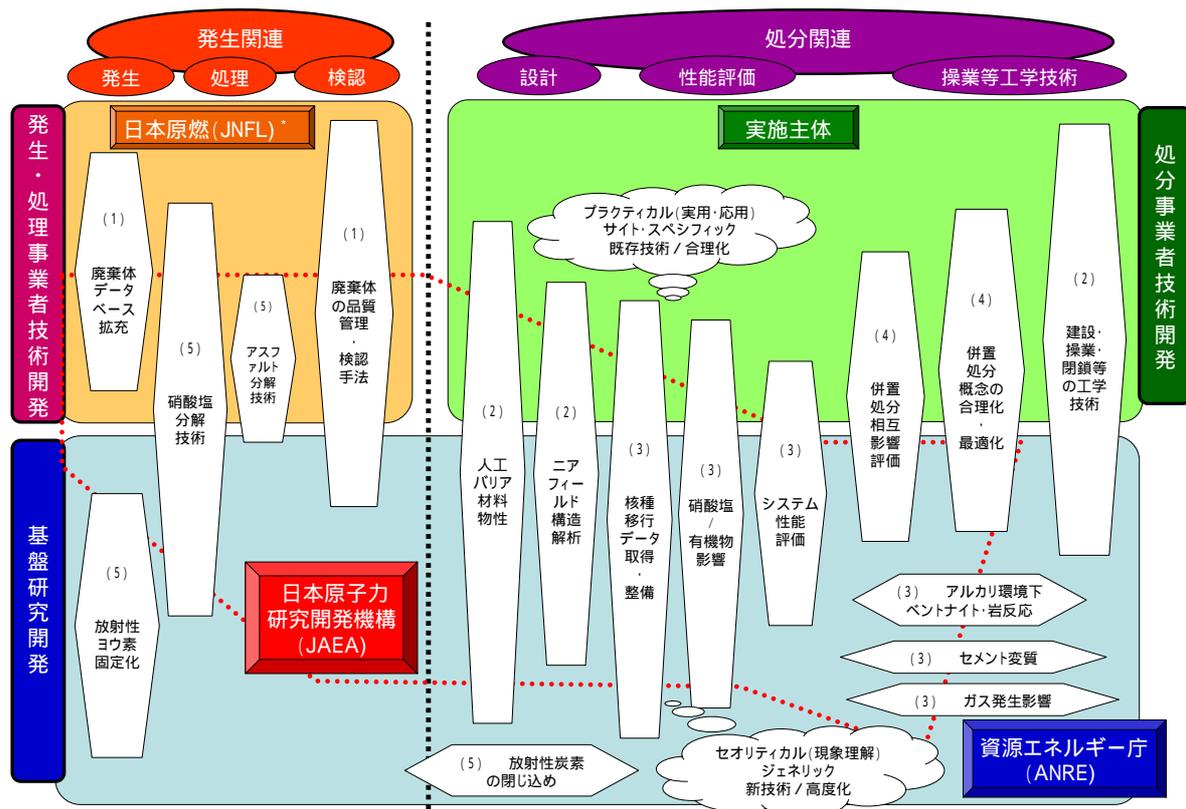


図9 TRU廃棄物の地層処分に係る研究開発の主要分類の当面の役割分担
 (*;海外からの返還廃棄物は電気事業者が担う)

高レベル放射性廃棄物等との研究開発との関連性 / 共通性と、連携や体系化の方向性

2.5節において、TRU廃棄物地層処分に係る研究開発の効率的な実施、また、特に併置処分の可能性も視野に入れた高レベル放射性廃棄物処分の研究開発との整合性の確保や連携の強化等の観点から、関連する処理処分関係の成果を相互活用しながら研究開発を進める基本的な考え方を示した。本全体基本計画の改定にあたっては、平成18年度TRU廃棄物全体基本計画に基づくこれまでの研究開発成果や、高レベル放射性廃棄物地層処分並びに余裕深度処分に関わる研究開発の最新状況を考慮して、国の基盤研究開発との関連性や連携の可能性について検討を行い、必要に応じて平成18年度版全体基本計画の修正を行って、研究開発要素毎に研究開発全体マップ詳細版の備考欄に記載した。また、TRU廃棄物の地層処分研究を進めるうえで、先行する高レベル放射性廃

棄物地層処分と余裕深度処分に係る研究開発に依存する部分が大いテーマについては、平成18年度版全体基本計画における関係性を確認し、必要に応じて修正し研究開発全体マップ概括版に示した。

なお、ここで示した連携や体系化の方向性や具体的な進め方についても、現在NUMOと安全規制関係機関によって進められている国の基盤研究開発に対するニーズの明確化を受けて、引き続き検討を行っていくこととしている。

TRU廃棄物地層処分と、高レベル放射性廃棄物地層処分及び余裕深度処分との間で、研究開発成果の相互活用や研究開発の連携を考慮すべき関連性について、平成18年度版TRU廃棄物全体基本計画においては、その代表的な例を図10のように整理している。これらの関連性は本改訂における検討の結果、引き続き有効であり、今後も以下のような観点から一層の連携の強化を図っていくことが重要であることを確認している。

TRU廃棄物分野を中心に進めるセメント影響評価やガス発生影響評価のHLW分野等への反映
 併置処分も念頭においた高レベル放射性廃棄物とTRU廃棄物の地層処分に係る性能評価データ・手法の高度化開発の統合的な展開
 余裕深度処分の研究開発として先行的に進められている大空洞型処分の施工・性能試験成果のTRU廃棄物地層処分の研究開発への展開等

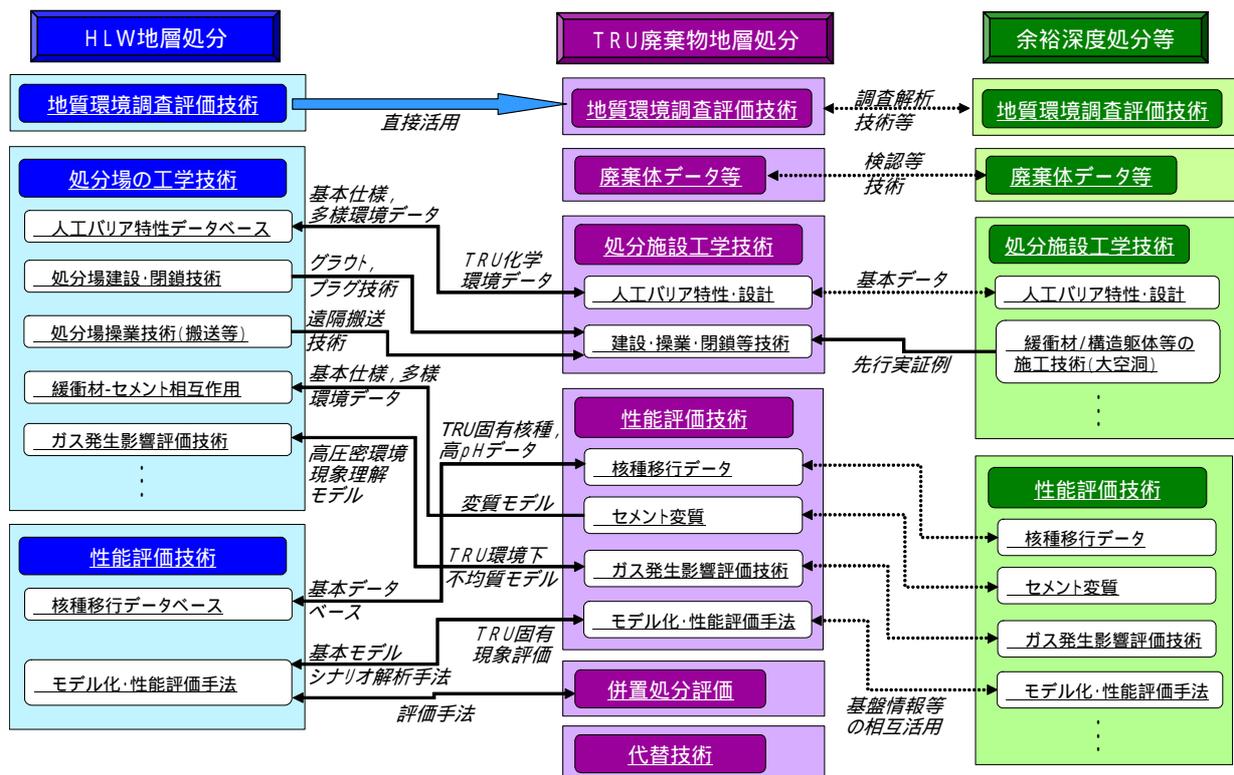


図10 TRU廃棄物地層処分と、高レベル放射性廃棄物地層処分及び余裕深度処分との研究開発における関連性

3.3 平成 20 年度の全体基本計画の改訂内容のポイント

1.3 節で記述したように、初版の整備以降 2 年が経過した平成 20 年度には、P D C A サイクルに基づく改訂、最終処分計画の改定への対応、研究開発の進め方に関する提言への対応を行っている。平成 20 年度版として取りまとめた本全体基本計画では、これらのうち、の作業が反映されている。

以上に述べた、に関する平成 20 年度の改訂内容のポイントは次のようにまとめることができる。フェーズ 2 の取りまとめ時期を H L W 全体計画の改訂に合わせ、その終期を平成 24 年頃までとし、これに伴い、一層の信頼性向上に寄与できる研究項目を新たに研究開発全体マップ詳細版に盛り込んだ。

T R U 廃棄物地層処分研究開発では、平成 18 年度版全体基本計画に示された研究開発の基本的枠組みと役割分担を踏襲した。ただし、その研究課題のうち、「実施主体の設立までは電気事業者が担う」とされていたものについては、平成 20 年 4 月に原子力発電環境整備機構が地層処分対象の T R U 廃棄物の処分の実施主体としての認可を受けたことに伴い、マップ内では「電気事業者」から「実施主体」へと記載を見直した。

平成 18 年度版全体基本計画を踏襲して、引き続き高レベル放射性廃棄物処分の研究開発との連携や整合性に配慮し、フェーズ 2 においては T R U 廃棄物と高レベル放射性廃棄物の処分研究成果の統合を行う必要がある。そのための具体的検討課題として、T R U 廃棄物と高レベル放射性廃棄物の地層処分の設計、安全評価の考え方、評価に使用するツールの開発に関し平仄を合わせる点について追記した。

各関係機関が独自に実施している研究開発課題を再調査し、そのことを明示して新たに研究開発全体マップ詳細版に記載した。

< TRU廃棄物地層処分にに関する研究開発全体マップ >

(平成20年度版)

【研究開発全体マップ概括版】

【研究開発全体マップ詳細版】

研究開発全体詳細版に示した関係機関の略称

[国の基盤研究開発]

資源エネルギー庁 (ANRE) [放射性廃棄物等対策室]

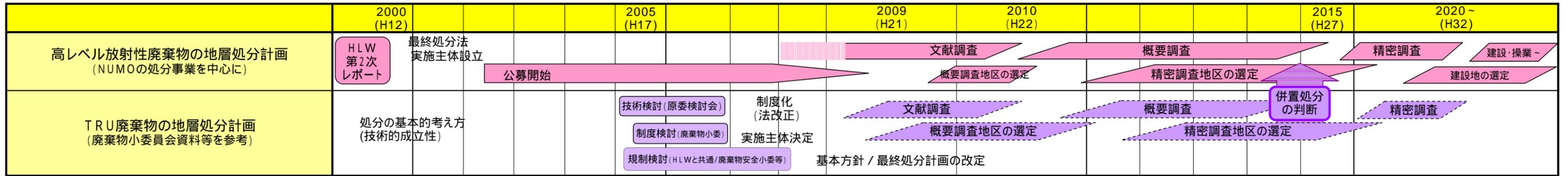
日本原子力研究開発機構 (JAEA) [地層処分研究開発部門,バックエンド推進部門]

[事業化技術開発関連等]

実施主体 / 電気事業者 (フェーズ1においては電共研:電力共通研究)

日本原燃 (JNFL)

電力中央研究所 (CRIEPI)



TRU廃棄物の地層処分に係る研究開発のマイルストーン		2000 (H12)	2005 (H17)	2009 (H21)	2010 (H22)	2015 (H27)	2020~ (H32)
		第1次 TRU レポート	第2次 TRU レポート	制度化 実施主体設立	実施主体への技術移転 HLWとの整合・連携の強化	実施主体取り組みの本格化 HLW/TRU研究成果の統合	併置処分の 判断基盤
			詳細化/合理化				
(1) 廃棄体技術	廃棄体データベース	発生量の設定/放射性核種濃度の現実的評価		実データの拡充に基づく(発生量・核種濃度の試算値の精度向上)		実データに基づく(発生量と廃棄体情報)	
	検認・品質管理技術	品質管理・検認手法の課題抽出		実廃棄物に適用可能な検認技術の整備(難測定核種や非破壊測定技術)		実廃棄物での検認・実証	
(2) 設計・工学技術	人工バリア材料物性	緩衝材やセメント等に係わる基本データ取得(変質影響を含む)		海水系環境,人工バリア仕様,変質影響等のデータ拡充		想定されるサイト条件でのデータ整備	
	処分施設の設計	幅広い現実的な地質条件に対応した人工バリアや坑道等の設計技術	[HLW] [余裕深度] 緩衝材やセメント等の仕様設計に係わるデータ取得	多様な環境に対応した設計評価手法と根拠の具体化		想定されるサイト条件での設計手法の適用性確認	
	建設・操業・閉鎖技術	幅広い現実的な地質条件等を考慮した操業等基本概念と要素技術の提示	[HLW] 遠隔操業技術, URL等での建設・閉鎖技術の適用性等	実際の作業条件や操業安全等を考慮した建設・操業等技術の具体化		工学技術の実証と適用性確認	
(3) 性能評価	核種移行データ・モデル	TRU固有核種や処分環境での実測データ整備(溶解度,分配係数等) 放射化金属からのC-14放出速度・放出形態等の短期基礎データの取得	[HLW] 核種移行の現象理解やデータベースに係る共通基盤の高度化	多様な地下水条件や廃棄物性状をより現実的に評価するためのデータベース拡充 放射化金属の実験・長期試験に基づくC-14挙動の信頼性向上		実廃棄物データ,長期試験,実際のサイト条件の考慮等のデータベースの継続的拡充	
	セメント変質 アルカリ環境下ベントナイト・岩反応	普通ポルトランドセメント(OPC)・降水系地下水での変質モデル 高アルカリ環境での鉱物溶解・沈殿反応を考慮したベントナイト変質モデル		塩水系など環境条件,多様な材料仕様等に対応できる評価モデルの構築 時間・空間の変遷,ひび割れ等の現実的考慮,化学・力学連成等の評価手法高度化		想定されるサイト条件での確認試験	
	硝酸塩/有機物影響	硝酸塩や有機物の分解生成物の影響を考慮した核種移行基礎データ取得		多様な環境条件,化学的変遷過程,有機物/硝酸塩の相互作用等の知見の拡充と現実的な影響範囲評価		想定されるサイト条件での確認試験	
	ガス発生影響	非放射性ガスを対象とした知見の取得,ガス移行挙動の評価手法		ガス発生長期データ取得,放射性ガス発生知見 粘土系材料,亀裂性岩盤のガス移行特性データの拡充とモデルの高度化		想定されるサイト条件での確認試験	
	システム性能評価	HLWの性能評価をベースとしたシナリオ,概念モデル,核種移行評価 多様な不確実性要因を考慮可能な包括的感度解析手法	[HLW] シナリオ,モデル,不確実性評価等の性能評価方法論に係る共通基盤の高度化	TRU廃棄物の処分システムの特徴を考慮した核種移行・生物圏評価,不確実性解析手法の高度化		想定されるサイト条件での検討可能な性能評価手法の体系的整備	
(4) 併置処分に 関する検討	相互影響評価	HLWとの併置により相互影響因子の抽出と影響範囲の評価		相互影響の知見拡充とより合理的な相互影響クライテリアの構築			
	併置処分概念の合理化・最適化			サイト条件に応じた離隔距離,配置,プラグ等の工学的対策を含む合理的な処分概念/施設設計手法			
(5) 代替技術の 開発	ヨウ素固定化技術	基礎試験による浸出モデル開発,固化処理プロセス検討による複数固化技術の成立性見通し(技術の絞り込み)		固化体の長期性能モデルの検証,処理プロセスデータの整備	工学規模実証試験(コールド) [技術選定] 処理施設設計へ反映		
	放射性炭素(C-14)の閉じ込め	高強度高緻密コンクリートとチタン合金の2種類の容器について6万年程度の長期閉じ込めの成立性見通し		長期性能モデルの検証,製作性や品質に係る知見の整備	工学規模実証試験(コールド) [技術選定]		
	低アルカリ性セメント	低アルカリセメントの技術と適用可能性の例示		施工性や長期変質等に係るデータ取得とモデル構築による信頼性向上			
	硝酸塩分解技術	基礎的検討と候補技術の抽出		基礎的試験等による工学的実現性(処理技術・二次廃棄物など)や経済性の確認			

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素		第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い	各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考
			フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]		
分野	分類	細目	全体としての達成レベル	具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標	
(1) 廃棄体技術	種類・発生量 (データベースの整備・拡充)	旧核燃料サイクル開発機構(JNC)は設計値と実測値、日本原燃(JNFL)は設計値や国内外の既存の再処理施設の実績値、その他、放射化計算をもとに含有放射性核種量等を設定 第1次レポートでは、施設運転に伴い発生し、既に固化されたもの、当時未処理のものに対して処理を想定したものを評価	JNFL解体廃棄物を含めるなど最新情報に基づく発生量の設定。 構造材不純物量や中性子束分布等の見直しによる現実的評価。	旧JNC、JNFLの最新データ(発生量、処理方法)に基づき廃棄物量を新たに積算 施設の稼働期間を変更しJNFLの再処理・MOX燃料加工施設の解体廃棄物を追加 発電所廃棄物と同等の性状と考えられるチャンネルボックス(CB)及びバーナブルボイラー(BP)についても、再処理施設から発生するものとして発生量に追加 英国BNGS返還廃棄物データを追加 構造材の不純物量及び中性子束分布等を見直すことによりC-14等の放射性核種濃度を現実的に評価	今後発生する廃棄物の実データの拡充に基づく、発生量や放射性核種濃度の試算値の精度向上	[JNFL] JNFLの施設の稼働に伴って今後発生する廃棄物や廃止措置に伴う廃棄物についての発生量、含有放射性核種量等の取得、データの拡充 [JAEA] JAEAの再処理施設、MOX燃料施設から発生する廃棄物に含まれる放射性核種濃度(組成)の分析データの取得・拡充を継続 設備の保守・更新時の除染、廃棄物データ等を収集し、廃止措置の方法物量評価に反映を継続	[役割分担]JNFL, JAEA(発生者) [方向性・留意事項] 実廃棄物の発生に応じた時期に処分施設の設計・評価の前提となる廃棄体データについて、実廃棄物に基づいたデータ整理、将来予測を行うことは必要、かつ重要課題である。 発生や処理の違いによる廃棄物・廃棄体の多様多様性への対策として、データ取得等による見積りの現実化とともに、保守的設定やトレーサビリティの考え方の提示が必要である。 旧JNCとJNFLの廃棄体物量試算条件について必要に応じて整合を図る。 JAEAとJNFLの処理プロセス等の相違が廃棄物性状へ与える影響についても整理し、発生量及び放射性核種濃度の試算値の精度向上を目指す必要がある。 将来の廃止措置に向けた解体、除染方法の検討と発生量評価が必要である。
	処理・廃棄体化技術	従来固化体製作技術によるセメント固化体、アスファルト固化体、金属圧縮体(ハル・エンドピース)を想定 除染、焼却、溶融、圧縮による減容を想定(既に処理実施中～実機導入～設計済みまで様々)	処理技術として既存技術を想定(代替技術については(5)に記載)	廃棄物の減容、固形化処理方法として、実績のある処理技術を想定	処理技術の実証	[JNFL][JAEA] 性能試験による処理技術の実証(代替技術については(5)に記載)	[役割分担]JNFL, JAEA(発生者) [方向性・留意事項] 従来技術に関しては、稼働開始前に性能試験により処理性能等の確認を実施する必要があるもの、新たな技術開発要素はないため、緊急性は低い、但し処分に関係するため重要性は高い。 現状のレファレンス概念の処理技術については、技術として完成したものであり、既に実機に導入済み、あるいは設計段階にある。 廃棄体の大型化などに対応した、輸送適合性などの要件についての検討が別途必要。
	廃棄体の品質管理 / 検認手法	多量の対象廃棄物に対し多くの放射性核種を合理的に測定、検認する手法が未確立	測定、検認手法について課題として整理	既存濃縮廃液固化体については核種濃度の実測値等に基づき放射性核種量等を設定 廃棄物の基となる構造材の不純物量及び中性子束分布等を見直すことによりC-14等の放射性核種濃度を現実的に評価 破壊分析法等による確認実施	放射性核種濃度や非破壊測定技術等を考慮した実廃棄物に適用可能な検認技術の整備	[JNFL][JAEA] 実際のTRU廃棄物の性状に応じた非破壊外部測定法の開発 難測定核種の測定・評価手法の整備等 [電気事業者] TRU廃棄物の地層処分に関する安全確保の考え方や及び廃棄体の技術基準案の検討	[役割分担]JNFL, JAEA(発生者) [方向性・留意事項] 実廃棄物の発生に応じてTRU廃棄物を適切に区分し処分するため、廃棄体に含まれる放射性物質量を適切に把握することは必要かつ重要課題である。 トレーサビリティや品質確保の考え方の提示が必要である。 廃棄物多様性(特に核種組成)に対する現状の技術レベルと課題の整理・確認が必要である。 測定、評価誤差、保守性を考慮した実体的な処分区分とそれに伴う検認・処分コストの総合評価が必要である。 処分の観点から廃棄体に要求する制限事項(有機物含有量、アルミニウム含有量など)の提示が必要である。 [関連事項] TRU廃棄物の放射能濃度の評価方法、廃棄確認の手法を検討するために必要な、実廃棄物の測定等によるインベントリデータの蓄積については発生者(JNFL)が平成19年より実施。
(2) 設計・工学技術	人工バリア材料物性						
	a) セメント材料	第1次レポートでは、当時の知見の範囲内で劣化セメントの物性を安全側に設定	緩衝材に係わる基本データ取得(変質影響含む)	変質セメントや変質ベントナイトを含む試料の透水係数、拡散係数を取得 セメントクランカー調整及びボゾラン材料の多量添加による低アルカリ性セメントの開発の現状の整理	海水系環境、人工バリア仕様、変質影響等のデータ拡充	[JAEA][ANRE] 海水系地下水など地下水組成の異なる環境下での透水係数、拡散係数データの拡充 低アルカリ性セメントの変質や特性変化に係るデータの取得とモデル化(低アルカリ性セメントの変質や特性変化に係るデータの取得とモデル化については(3) セメント変質において実施)	
	b) ベントナイト系材料	Ca型化ベントナイトの物性はNa型ベントナイトと同程度と判断。	セメントに係わる基本データ取得(変質影響含む)	変質セメントや変質ベントナイトを含む試料の透水係数、拡散係数を取得 Ca型化ベントナイトの膨潤特性データを取得 諸特性の変化を間隙率やモンモリロナイト部分密度を指標として定式化し、評価に適用	海水系環境、人工バリア仕様、変質影響等のデータ拡充	[JAEA][ANRE] 海水系地下水など地下水組成の異なる環境下での透水係数、拡散係数データの拡充 海水系地下水におけるCa型化ベントナイトの膨潤特性データの拡充(海水系地下水などの環境下での透水係数や膨潤特性(自己シール性)については、HLWの地層処分基盤研究開発の全体計画(B)(2) b)緩衝材(a)基本特性データの整備における成果を活用。拡散係数についても、同計画(c)(2)人工バリア中の核種移行c)緩衝材中の核種移行における成果を活用)	
ニアフィールド構造解析	第1次レポートでは、大空洞長期クリープ変形解析を実施 既存のモデル・コードを用いて、人工バリア構造力学安定性解析を実施(緩衝材の圧密、クリープ変形など) 人工バリア及び周辺岩盤の力学安定性は、力学特性の変化、粘性挙動及び発熱等による圧力の上昇によって時間の経過とともに変化、地下水シナリオを主体とした安全評価にはバリアの長期健全性を評価する必要あり。	評価条件及び評価方法の信頼性を向上	人工バリアの力学特性の時間的な変化を考慮した力学挙動評価モデルの開発 上記モデルと既存のモデルを用いて、長期的な力学安定性を解析評価(岩盤の長期クリープ、緩衝材の膨潤など)	施設設計・評価手法の具体化、適用性、妥当性の検証(解析モデルの信頼性向上)	[JAEA] 人工バリア長期変形評価モデルの高度化とその検証 地下深部における原位置での岩盤クリープに係るデータの取得(HLWの地層処分基盤研究開発の全体計画(b)(3) 岩盤(a)岩盤の長期力学挙動における成果を活用)	[役割分担]JAEA, 処分実施主体 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、これまで開発してきた人工バリア長期変形評価モデルの信頼性の向上を図り、処分実施主体が使用できるように評価手法を確立する。 [連携・体系化の進め方] 現象理解やジェネリックな方法論の観点ではJAEAのHLW研究成果を活用。 大空洞については、JNFL余裕深度の知見やANRE空洞型試験を活用。	
処分施設の設計							<分類共通> [役割分担]処分実施主体(一部JAEA+ANRE) [方向性・留意事項] 実設計までに深地層での設計技術の検証が必要。 時期は地点選定が進捗してからの方が効果的。 [連携・体系化の進め方] JNFL余裕深度、ANRE空洞型試験やHLWでの原位置試験との連携が効果的。 代替技術の開発とも関連する。
a) 人工バリア設計	第1次レポートでは、廃棄体の特性(核種の濃度・組成、含有化学物質)に基づいて4グループに分類し、グループ毎に人工バリアの仕様を概略的に例示	幅広い、現実的な地質条件を想定して適切な人工バリア設計が可能なレベル	[電共研] 人工バリアの要求機能及び設計要件の整理 海水影響、ベントナイト系材料のCa型化、現実的に可能な施工技術等最新の知見を踏まえた緩衝材仕様設計	多様な環境下における人工バリアシステムの構成、仕様が具体的な根拠に基づき設計できるレベル	[処分実施主体] 各人工バリアの詳細設計 サイトの地質環境条件等を考慮した各人工バリア仕様の提示、詳細化(廃棄体パッケージ、充填材、緩衝材、構造躯体等を対象) 廃棄物特性を踏まえたバリアシステムの合理化 各廃棄物の物量、特性に応じたバリア構成・仕様の合理化	[方向性・留意事項] バリア機能の最適化の余地あり。(4) 参照) [連携・体系化の進め方] 大空洞処分設計や操業等技術は、JNFL余裕深度の先行知見やANRE空洞型試験を活用。 一部要素技術については、JAEAやANREのHLW研究成果を活用する。	

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素		各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考			
分野	分類	細目	第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い		フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]		
			全体としての達成レベル		具体的な研究開発課題と成果		全体としての達成目標		具体的な研究開発課題と目標
(2) 設計・工学技術	処分施設の設計	b) 坑道設計	建設時を対象とした弾塑性FEM解析による坑道掘削可能径の検討	幅広い、現実的な地質条件に対して、適切な坑道設計が可能なレベル	[電共研] 掘削時安定性評価 - 亀裂が空洞安定性に及ぼす影響を考慮し、実際の施工手順をモデル化した上での掘削可能な空洞規模/処分坑道形状を提示(亀裂の影響が小さい岩盤では電中研式、亀裂の影響が大きい岩盤ではMBC解析手法を適用) 地震時安定性評価 - エルセントロ地震波を用いた操業時の空洞安定性評価により、地震時にも処分坑道の安定性が確保できることを提示	[電共研] 施設設計・評価手法の具体化、適用性、妥当性の検証(解析モデルの信頼性向上)	[処分実施主体] 掘削時安定性評価 - 大断面地下坑道掘削時における周辺岩盤挙動(岩盤変位、支保工応力等)計測結果との比較分析、安定性評価手法の適用性、妥当性の検証 建設、操業時の坑道の地震動に対する力学的安定性評価手法の構築 耐震評価における入力地震動の設定 評価対象部位の選定、各部位の重要度分類、解析モデルの構築	[方向性・留意事項] 亀裂性岩盤の調査・評価手法の検討では、現場データを使用する必要があり、例えば原位置での試験現場データを使用することも検討する。 坑道交差部等の特殊形状部について注意が必要である(処分坑道-連絡坑道取り付け部等)。 [連携・体系化の進め方] 既往の研究では、トンネル等一般地下構造物設計の考え方にに基づき検討を実施しているが、原子力関係施設として特殊な基準等を必要とする必要性の有無について検討が必要があるため、余裕深度処分及びHLWの動向を注視し連携する必要がある。	
		c) 処分場の基本概念	廃棄物の特性に応じた4つのグループ設定に基づく、処分場レイアウト、操業に関する基本概念の提示	廃棄物グループ間の相互影響を考慮したより現実的な処分場レイアウトと操業システムの提示	[電共研] [処分場の基本概念構築] - 廃棄物グループ間の影響を考慮し、硝酸塩を含むグループ3を他のグループに影響しない位置で処分を行う地下施設レイアウトの提示 1次レポートでの検討内容に加え、円形処分坑道、幌型処分坑道それぞれにおける操業システム及び技術オプションの提示	多様な環境を想定した処分概念、処分場操業システムが具体的な根拠に基づき構築できるレベル	[処分実施主体] [処分場の基本概念構築] - 各廃棄物の特性及び地上施設、地下施設における一連の作業を考慮した合理的な処分場操業システムの構築 - 物流システム、換気、排水システムの構築、諸条件(廃棄物量、スケジュール等)の変更に対する柔軟性の確保 - 総合的なシステムとしての合理性、妥当性を備えた操業システムの構築	[方向性・留意事項] 操業時の経時的な環境の変化(例えば廃棄物熱による温度上昇、クレーン、湧水量の変化、緩衝材含水比増減に伴う体積変化等)に留意した操業形態を構築する必要がある。	
	建設・操業・閉鎖等の工学技術								<分類共通> [役割分担] 処分実施主体(一部JAEA+ANRE) [方向性・留意事項] 実設計までに深地層での設計技術の検証が必要である。 時期は地点選定が進捗してからの方が効率的である。 [連携・体系化の進め方] JNFL余裕深度、ANRE空洞型試験やHLWでの原位置試験との連携が効率的である。
		a) 建設技術	坑道掘削技術の例示 緩衝材施工技術の基本概念の提示 構造躯体施工の基本概念の提示	現実的な処分サイト条件の幅を考慮し、技術の提示が可能なレベル	[電共研] [坑道掘削技術] - アクセス坑道、連絡坑道、主要坑道の坑道形状を考慮し、それぞれに適した掘削方法を提示 [緩衝材施工技術] - 国内外におけるベントナイト系材料の施工技術に関する最新の知見の調査・整理及び各施工部位毎の要求性能、施工作業上の制約条件を考慮した緩衝材施工技術の例示 [構造躯体構築技術] - 構造躯体施工技術の概念及び技術オプションの提示	実際の作業環境、時間軸、操業安全性を考慮した、より現実的な建設・操業・閉鎖技術の提示 多様なサイト条件、操業条件に対する各種対応技術の準備	[処分実施主体] [処分坑道掘削技術] - 大断面地下坑道等の掘削影響領域の形成の抑制及び工期短縮等を考慮とした坑道掘削技術の高度化 [緩衝材施工技術] - 地下環境、空間的制約、廃棄物特性等を考慮した合理的な緩衝材施工技術の構築 [構造躯体構築技術] - 空間的制約、工程を考慮した施工技術の構築 - 施工欠陥・内継ぎ目等の低減など、施工方法の最適化(核種移行遅延機能を期待できるコンクリート部材の施工方法の検討)	[方向性・留意事項] 要求仕様が異なるものの、緩衝材施工時の空間的制約や作業条件は余裕深度処分と共通性があり、施工手順等の考え方の知見は共有可能である。 施工規模が大きいこと並びに処分坑道の共用期間が長いことから施工管理並びに共用時の維持管理がHLWに比べ難しく、十分な検討が必要である。 [連携・体系化の進め方] 低アルカリ性セメントを適用する場合は、施工方法などにおいてHLWの該当する検討との連携が必要である。 建設技術の実証において、HLWでの原位置試験との連携が必要である。	
		b) 操業技術	フォークリフト/クレーンによる廃棄物のハンドリング・定置技術の提示	同上	[電共研] [廃棄物ハンドリング・定置技術] - 1次レポートで提示された定置技術に加え、廃棄物定置に関する技術オプションの提示	同上	[処分実施主体] [廃棄物パッケージ製作技術] - 廃棄物パッケージの具体的な製作技術及び成り立ちの提示 [廃棄物ハンドリング・定置技術] - 各廃棄物及び廃棄物パッケージの特性、形状を考慮したアクセス坑道～処分坑道における搬送技術 - 処分坑道内における廃棄物定置技術の構築 [充填材施工技術] - 廃棄物定置後のセメント系材料等による充填技術の構築	[方向性・留意事項] セメント系材料の充填技術については余裕深度処分との共通性が高く、技術の共有が可能である。 HLW同様、周辺技術(建設、閉鎖等)との連携を深めていなければならない。 一部の廃棄物表面線量はオーバーバックされたHLWよりも高いため、遠隔操作による定置作業の検討が必要である。 - 廃棄物パッケージの適合性、ガスバンプの必要性、影響等について具体的な評価・検討が必要である。 核種移行抑制機能を付加した廃棄物の開発と関連する。	
		c) 閉鎖技術	坑道埋め戻しの基本概念の提示 粘土及びコンクリートプラグの施工概念の提示	同上	[電共研] [埋め戻し技術] - 埋め戻し材の材料仕様及び施工方法の提示 [プラグ構築技術] - 緩衝材施工技術を応用するものとして、プラグ施工技術を例示 [グラウト技術] - エタールベントナイトを用いたグラウト等の最新技術の調査	同上	[処分実施主体] [埋め戻し技術] - 使用材料(ベントナイト系、セメント系材料)及び施工部位の空間的制約等を考慮した埋め戻し材の施工技術の構築 掘削ずり等の利用等の合理化検討 [プラグ構築技術] - ベントナイト系、セメント系材料による水理プラグ、力学プラグの各設置対象部位に応じた施工技術の構築 [グラウト技術] - 長期的な止水性能を期待したベントナイト系材料によるグラウト技術の開発	[方向性・留意事項] 坑道以外にボーリング孔のベントナイト系材料による閉塞技術開発も地層処分長期安全確保を説明する上で必要である。 施工技術に加え、掘削ずり等を利用した場合の透水係数、膨潤圧、機能的安定性等についてデータの取得が必要である。 プラグ止水性については、EDZ改良の効果の評価も必要であることから、原位置での試験が望ましい。 [連携・体系化の進め方] 基本的に、HLW、余裕深度処分と共通技術であるため、HLW及び余裕深度処分との連携が必須である。	
		d) 管理技術(品質・安全)	現実的な処分場条件に合わせて今後検討	HLWとの整合性を考慮した品質管理・安全確保の考え方の整理	[電共研] [処分場の管理] - 人工バリアの品質管理方法の構築 - 空調管理による緩衝材品質確保技術の例示 [操業安全] - 安全性を考慮した操業概念の構築 HLW処分場の考え方に基づく、地下施設における管理区域の設定	TRU廃棄物処分場の特性を考慮した品質管理、安全確保技術の検討	[処分実施主体] [坑道の維持・管理技術] - 大断面坑道等の維持・管理の方法、技術の構築 [人工バリアの維持・管理] - 各人工バリア施工時及び処分場閉鎖までの期間における品質管理方法及び技術の構築 [操業安全技術] - 地上施設、地下施設における操業時の事故防止技術及び放射線影響を考慮した設備設計、管理区域の設定 - 事故時復旧技術の検討 [ANRE] [緩衝材の膨潤挙動に関する検討] - 施設閉鎖後から再冠水に至る段階での緩衝材の膨潤が緩衝材の性能に与える影響の評価及び、遠隔操業技術により施工される緩衝材の施工品質が緩衝材の性能に与える影響の評価 - 建設・操業・閉鎖に伴い発生する様々な環境が与える影響の検討	[方向性・留意事項] 坑道の共用期間を考えると操業中の維持・補修について考慮しておく必要がある。 坑道の経過年数、操業時のアクセス制限等を考慮した維持・管理方法の検討が必要である。 事故が発生した場合でも、回復可能な状態が維持できるような操業形態、安全確保技術の検討が必要である。 [連携・体系化の進め方] 基本的な品質管理の考え方は余裕深度処分、HLWと共通化する必要がある。	
	e) モニタリング・回収技術	モニタリング・回収に関する考え方に応じて今後検討	HLWとの整合性を考慮したモニタリング・回収可能性の考え方の整理		TRU廃棄物処分場の特性を考慮したモニタリング・回収技術の検討	[処分実施主体] 建設・操業・閉鎖及び処分場閉鎖後のモニタリング技術の開発 TRU廃棄物の回収技術に関する検討 事業フェーズ(定置作業中～定置作業後～閉鎖後)に応じた廃棄物の状態評価技術の開発	[方向性・留意事項] モニタリングについてはHLWと共通であるが、回収についてはHLWとTRUとでソースチームなどの相違があるため、回収の必要性及び位置づけについては国内の議論を待つ必要がある。		
(3) 性能評価	核種移行データ取得・整備							<分類共通> [役割分担] ANRE, JAEA, (一部CRIEPI)	
	a) ソースターム(核種溶解挙動)	第1次レポートでは、HLWのデータベースと評価手法や既存文献をベースとして、溶解度を保守的に設定	高アルカリ領域での溶解度データの取得等によるデータベースの拡充	[JAEA] 熱力学データベース(JNC-TDB)の整備 高アルカリ環境、有機物影響(セルロース分解生成物)を考慮するための溶解度データの取得	多様な地下水条件や廃棄物性状を考慮してより現実的な評価を行うためのデータベースの拡充	[JAEA] 海水系地下水や廃棄物成分等の影響を考慮した条件下での核種溶解度データの取得/熱力学データベースの拡充(アスファルト・セメント混和剤、その他有機物の化学的/微生物的分解生成物といった有機配位子、硝酸・アンモニウム・リン酸イオンといった無機配位子の核種溶解度に対する影響の知見拡充) 熱力学データベースの拡充についてはHLWの地層処分基盤研究開発の全体計画(c)(3) 放射性元素の熱力学データベースの整備における成果を活用、硝酸錯体、アンモニウム錯体の核種溶解度に対する影響の知見の拡充については(4) 硝酸塩影響(ANRE公事業)の成果を活用	[方向性・留意事項] ジェネリックな核種移行関連のデータベースについてはJAEAにて整備を継続(HLWと連携)。 C-14関連の一連のデータ取得はANRE事業にて継続。 C-14の移行・放出挙動等のデータは、代替技術の選択の基礎となるため、精密調査に入る前に整備しておく必要がある。 多様な地質環境及び材料に対応するためのデータは精密調査に入る前に整備しておく必要がある。		

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素		各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考
		フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]		
分野	分類	細目	全体としての達成レベル	具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標
(3) 性能評価	核種移行データ取得・整備	b) 金属溶解・核種放出挙動	ハル・エンドピース圧縮体(グループ2)からの核種放出は保守的想定により評価 - ジルカロイ酸化皮膜中のC-14は瞬時放出として評価 - 金属マトリクス中のC-14は腐食と調和的に放出するとして、類似環境での腐食速度の文献データに基づき評価 - 金属製容器の核種封じ込め性は考慮せず	処分環境模擬条件下での実測値に基づきC-14放出速度及び放出形態を評価 [JAEA] 低酸素のセメント間隙水模擬条件下でのジルカロイの微量な腐食速度を酸素発生速度から測定(水素吸収量も考慮) [ANRE/RWMC] 金属母材から浸出するC-14の有機化学形態を実測により確認	多様な環境条件を考慮した長期データの蓄積等に基づく信頼性向上	[ANRE] 長期浸出試験による放出挙動など、より現実的な評価を行うための有機及び無機C-14に関するデータの取得 - 実照射された試料によるC-14の放出挙動の把握(照射材/非照射材の比較) - 実ハル(母材、酸化皮膜)及び放射化ステンレス鋼の長期浸出試験によるC-14放出速度の取得及び化学形態測定 - ジルカロイ、ステンレス鋼を用いた、長期浸出試験による放出仮定とC-14の放出機構評価
		c) 移行パラメータ(分配係数など)	第1次レポートでは、HLWのデータベースと評価手法や既存文献をベースとして、溶解度を保守的に設定 - I-129やC-14の分配係数は文献データや化学アナログで設定 - C-14の化学的は有機/無機の双方を保守的に想定 - 高アルカリ環境の影響は傾向性に基づく推定	処分環境模擬条件下での実測値に基づくパラメータの設定 [JAEA] ヨウ素(I-129)、炭素(C-14)の岩石やセメントに対する吸着分配係数を実測し評価に反映 セメント環境下での核種移行データの取得と評価への反映 [ANRE/RWMC] C-14の有機形態の分配係数等の取得	多様な地下水条件や廃棄物性状を考慮してより現実的な評価を行うためのデータ整備	[JAEA] 化学類似性で設定した核種に対するセメント系材料への核種吸着データの取得 海水系地下水や廃棄体成分等の影響を受けた条件下での核種吸着データの取得 アスファルト・セメント混和剤・その他有機物の化学的/微生物的分解生成物(配位子)が核種吸着に及ぼす影響の知見の拡充 硝酸錯体・アンモニア錯体の核種吸着に及ぼす影響の知見の拡充 (硝酸錯体・アンモニア錯体の核種吸着に対する影響の知見の拡充については(4) 硝酸塩影響(ANRE公募事業)の成果を活用) [ANRE] 有機C-14の安定性などを考慮した試験手法の標準化と、それに基づく分配係数データの取得 [CRIEPI] 種々のセメント系材料に対する有機炭素等重要核種の拡散・吸着データの取得 種々のセメント系材料を対象とした重要核種の拡散・吸着データの取得を継続し、信頼性が高く現実的な評価パラメータを拡充整備 間隙径分布等の変化をさらに蓄積し、拡散移行遅延機構を解明。これにより、長期的な拡散移行遅延性能モデルを構築 <凡例> 青字: 国の基盤研究以外の枠組みで進められている課題
		d) コロイド・微生物影響	第1次レポートではコロイドや微生物影響は考慮せず。	コロイド・微生物影響の基礎的な知見に基づき、HLWのモデルをベースとして評価 [JAEA] コロイドが核種移行に及ぼす影響に関する知見を整理し、HLWモデルをベースとした核種移行影響評価 [CRIEPI] セメントを起源としたコロイドの安定性と間隙水中カルシウム濃度との関連性を評価	TRU廃棄物処分システムの特徴を考慮したコロイド・微生物影響評価の検討	[JAEA] 微生物活動による硝酸塩の変遷による影響の評価 (微生物代謝産物による錯体形成及びコロイド形成現象の解明・評価については、担当機関未定の留保課題) [CRIEPI] コロイド形成、輸送現象の実験的解明、原位置コロイド試験データ取得と安定性・移行挙動の評価 - 岩石-コロイド-水相間での核種の分配挙動を明らかにし、核種の価数により整理、核種分配挙動を価数ごとにモデル化し、コロイドの影響を考慮した核種移行モデルに反映 - 特殊環境下における核種の移行挙動に及ぼす微生物の影響把握 - 硝酸塩や有機物などが存在するTRU処分特殊環境下における微生物群集の分離 - 分離微生物がI-129などKey核種の化学形態変化や吸着特性に及ぼす影響把握 <凡例> 青字: 国の基盤研究以外の枠組みで進められている課題
		セメント変質	a) 化学的変遷	第1次レポートでは、普通ポルトランドセメント(OPC)と降水系地下水の化学反応による変質モデルを構築し、化学的変遷を評価 化学的変遷評価における廃棄体溶出成分の影響は、セメント系材料の物質移動抑制機能を無視することで対処	OPC水和物とリファレンス地下水の化学反応による変質モデルへの、主たる廃棄体溶出成分の影響及び変質に伴う物質輸送パラメータ変化の反映 [JAEA] - OPC水和物の化学的変質に伴う物質移動特性を整理・定式化及び評価 - OPC水和物及びセメント変質に伴う2次鉱物の選定と熱力学データ収集 [電共研] - OPC水和物の化学的変質に伴う物質移動特性に関するデータを取得 - OPC水和物への硝酸塩による化学的変質(液・固相分析)及びOPC水和物の吸着特性への影響確認 [ANRE/RWMC] - OPC水和物に対する種々の地下水及び廃棄体由来の化学成分、熱等の環境因子の影響に関する知見を整理 - OPC水和物等と降水系地下水との反応に関するモデル確認データ取得/海水系地下水データの取得に着手 [CRIEPI] - セメント水和物主成分であるC-S-Hゲルの溶解・沈殿モデルの開発	地下水組成及びセメント系材料の多様性を考慮したセメント系材料の化学・物質移動モデルの構築とそれに伴うデータベース整備
	b) 力学影響	変質に伴う力学影響については仮想的なパラメータスタディーにより影響を概略評価 力学影響によるひび割れ等の局所欠陥の影響による物質輸送パラメータ変化についてはセメント系材料の物質移動抑制機能を無視することで対処	変質によるセメント系材料の力学特性変化に伴う構造的変化(空隙率等)とそれによる物質移行特性変化の評価手法を整備し、評価を実施 [JAEA] - OPC水和物の化学的変質に伴うセメント系材料の強度・弾性係数など力学特性変化に関するデータの整備 - OPC水和物の化学的変質に伴うセメント系材料の力学強度を評価する歪み軟化モデルを構築 - OPC水和物の化学的変質に伴うセメント系材料の力学変化及びそれに伴う物質移動特性変化を評価 [電共研] - 主たる廃棄体溶出成分(硝酸塩)による化学的変質(液・固相分析)及びOPC水和物の吸着特性への影響確認 [関連する成果] [CRIEPI] - C-S-Hゲル溶解・沈殿モデルを組み込んだ物質移動・化学平衡カップリングモデル(多孔質媒体、亀裂媒体モデル)の開発	ひび割れ等の局所欠陥の生起及び修復過程のモデル化並びに物質輸送過程の変化の把握	[ANRE] セメント系材料のひび割れ等の局所欠陥の長期的挙動を調査し、自己修復性やセメント系材料の止水性の長期評価に反映する。これらの評価を行うことにより現実的なセメント系材料の物質移動抑制機能を安全評価に反映することで、処分施設の合理性・安全裕度の向上を図る。 - ひび割れの長期的挙動を調査し、ひび割れ近傍での溶解や閉塞が生じる条件(ひび割れに沿った二次鉱物の生成等)の確認及びひび割れ閉塞のモデル化・ひび割れ形成、開口・閉塞に伴う物質輸送特性(透水性・拡散性)の変化に関するデータの取得 - 上記検討による知見や工学スケールでの検証に基づく(変質モデル)の高度化	

セメント種類	主として担当する機関	ワークの種類	主として担当する機関
OPC	CRIEPI, JAEA, ANRE (リファレンスとして各機関で扱う)	変質事例の調査 (アナログ)	ANRE
混合セメント	ANRE	TDB等の整理	JAEA
HFSC (ポゾラン多量添加型 低アルカリセメント)	JAEA	モデルの集約	JAEA
その他の低アルカリ セメント	CRIEPI	熱力学データの収集及びモデル検証・評価等は、材料の分担等に応じて、各機関が担当する。	
その他	内容に応じて検討		

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素		各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考			
		第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い		フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]			フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]		
		分野	分類	細目	全体としての達成レベル		具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標
(3) 性能評価	アルカリ環境下 ベントナイト・岩反応	a) ベントナイト系材料(緩衝材,埋め戻し材) [化学的変質]	第1次レポートでは、化学的変質としてベントナイトの陽イオン交換のみを考慮し、緩衝材がCa型化し、間隙水が高いイオン強度になると評価	高アルカリ環境における鉱物の溶解・沈殿を考慮し、ベントナイトの化学的変質挙動及びそれに伴う物質輸送特性の変化を反映	ベントナイトと降水系地下水の変質シナリオ(ゼオライトやC-S-Hの生成を含む)及び化学反応・物質輸送モデルを構築。このモデルを用いてイオン交換挙動、緩衝材構成鉱物の溶解・二次鉱物の生成挙動を解析評価 ベントナイト変質に伴う実効拡散係数等の物質輸送パラメータの変化を評価し、安全評価に反映 [JAEA] - セメント由来のアルカリ性条件におけるベントナイトの鉱物学的変質挙動を既往の知見に基づき変質シナリオとして整理 - 簡易解析体系での予備解析により二次鉱物の種類及び組み合わせ、反応速度、TDB等の変質挙動への影響評価を実施 - 変質に伴う物質移動パラメータの変化をスメクタイトゲル密度、当量イオン濃度及び層間イオン型の関数として定式化 - 各種不確実性(境界条件、鉱物変遷、二次鉱物による空隙閉塞の有無等)を考慮した、化学反応・物質輸送解析とバリエーション維持期間の評価 [ANRE/RWMC] - アルカリ性条件における圧縮ベントナイトの変質挙動確認データの取得/溶解量の観点から溶解速度に関するモデルの保守性を確認 [電共研] - ベントナイト変質に対する硝酸塩影響の評価 (関連する成果) [CRIEPI] - モンモリロナイトのイオン交換/表面錯体モデルの基礎データ取得と、Ca型化の割合や高アルカリ水のpH緩衝効果を試算	海水環境などの多様な環境条件下でのデータ整備、評価手法の高度化 鉱物の熱力学データや変質モデル等により現実的評価を行うための基盤整備	地下水組成の多様性を考慮した緩衝材の時空間的な化学的変遷挙動及び間隙水化学を評価するために必要な知見の拡充と化学反応モデルへの反映と確認 [JAEA] - ナチュララアナログ(NA)研究情報反映を含む長期変遷シナリオの拡充・高度化 - 緩衝材変質に関する初期鉱物(スメクタイト等)及び二次鉱物(C-S-H鉱物、ゼオライト等)の溶解・沈殿反応に関する熱力学データベース及び速度論データの拡充・信頼性向上 - 緩衝材の変質過程及び間隙水の化学的変遷に対する人工バリア材料/廃棄体等由来の化学物質を含む多様な影響に関する知見の拡充 [ANRE] - 地下水組成の多様性を考慮したセメント系材料と接触したベントナイト系材料の界面近傍における長期変質挙動の確認 - 二次鉱物の分離・分析手法の高度化による変質挙動の確認/変質反応の可逆性等の現象生起の確認 - モデル検証に必要な長期変質資料に関するデータ(透水係数、拡散係数、膨潤特性)の取得 [CRIEPI] - 圧縮ベントナイトの間隙水物理化学特性のモデル化 - 圧縮ベントナイトの変質挙動の実験的把握(セメント-ベントナイト相互作用)ならびに膨潤特性等への影響 - 圧縮ベントナイトの間隙水物理化学特性のモデル化(HLW研究と共通課題、放射性廃棄物処分安全研究のためのネットワークの枠組みも活用して実施) - 変質モデルの2次元化・最新知見(狭隙間隙での固相影響、高イオン強度、セメンテーション、超長期データでの確認)の反映 [JAEA] - 上記の化学反応・物質輸送モデルの2次元化 - 狭隙間隙における固相表面の影響(P-Bモデル)や高イオン強度条件下での活量補正手法の反映 - セメンテーション挙動の評価 [ANRE] - 緩衝材のアルカリ変質に関するNA研究による天然環境での長期データの取得・確認・改良 - セメント及びベントナイト系材料の変質に関する情報管理ツールの完成、運用 <凡例> 青字: 国の基盤研究以外の枠組みで進められている課題	[役割分担]JAEA + ANRE [方向性・留意事項] 多様な環境条件及び多様な処分場仕様(材料選定)への対応は、サイト選定の要件となりうることから、精密調査地区の選定までに目処をつけておく必要がある。 ジェネリックな現象理解とモデル開発についてはJAEAにて継続(URLプロジェクトを含む)HLW研究と連携)。評価結果の確認及び情報管理ツールの整備についてはANREで継続する。 モデルの妥当性の検証には、長期変遷時のデータが必要だが、長期試験には限界がある。そのため、変遷時に対応するデータ取得のための試験体作成等の手法について、標準的な手法の検討が必要である。 [連携・体系化の進め方] 実験手法や長期的な変質試料、変質データ、水理・力学特性の変遷に関する知見の共有、体系化を行っていくために、JAEA、ANRE、CRIEPI等の各機関の情報交換による連携を行う(特に長期変遷事例に関する情報)。また、先行事業(余裕深度処分)との知見の整合の観点から、JNFLとの意見交換や情報交換を実施する。 緩衝材の変質および力学挙動に関する研究はHLWを中心にJAEAで実施されており、ANREはその確認試験を実施することから、JAEAで実施する研究との連携を考慮しながら実施する。 - HLWとの関係・連携 セメント系材料に起因する緩衝材の変質劣化評価はHLW研究と共通の課題である。TRU処分の方がセメント系材料を多量に用いることが考えられ、またこれまでに開発されてきた影響評価手法を踏まえて、今後の実験的研究、関連熱力学データ整備、評価手法の整備等について、TRUでの検討を中心として連携を行うこととする。 - 余裕深度処分との関係・連携 余裕深度処分においても、セメント系材料の変質、及びそれを起点とするベントナイト系材料の変質に関する知見の共通は課題であることから、相互に意見交換や情報交換を実施している。	
			ベントナイト変質に伴う力学影響として、圧密変形や流出等の個別現象につき概略的影響評価検討を行い、緩衝材の長期挙動に与える影響は小さいと判断 なお、物質輸送パラメータ変化については無視することで対応	膨潤挙動を反映した長期力学挙動及び物質輸送パラメータ変化の評価実施	[JAEA] - 非線形の膨潤挙動を実験的に評価し、開口・太田モデルへの組み込みを行い、長期的力学挙動評価及び力学影響による物質輸送パラメータ変化も併せて評価 - 非線形の膨潤挙動に関する力学パラメータの実験的評価 - 非線形の膨潤挙動を開口・太田モデルへ組み込むための構成方程式の改良 - 上記改良モデルによる長期的膨潤挙動の評価及びそれに伴う物質輸送パラメータの評価	地下水組成の多様性を考慮した緩衝材の力学挙動及び物質移動特性変化の評価	地下水組成の多様性を考慮し、Ca型化以外のイオン型の変化、当量イオン濃度変化による力学パラメータを取得して、力学評価及び力学変化に伴う物質移動特性変化を評価 - スメクタイトのイオン型の変化(K型化、Mg型化)、間隙水の当量イオン濃度変化による力学パラメータの評価 - 上記を反映した力学挙動評価及び力学影響による物質移動特性変化の評価 - 鉱物変質と膨潤性との関係の把握、及び水理、力学特性に関する長期変遷挙動の評価手法の検討 - 変質によりセメンテーションした場合の力学挙動評価 [ANRE] - モデル検証に必要な長期変質試料に関するデータ(透水係数、拡散係数、膨潤特性)の取得	[JAEA] - 地下水組成の多様性を考慮した緩衝材の力学挙動及び物質移動特性変化の評価 - スメクタイトのイオン型の変化(K型化、Mg型化)、間隙水の当量イオン濃度変化による力学パラメータの評価 - 上記を反映した力学挙動評価及び力学影響による物質移動特性変化の評価 - 鉱物変質と膨潤性との関係の把握、及び水理、力学特性に関する長期変遷挙動の評価手法の検討 - 変質によりセメンテーションした場合の力学挙動評価 [ANRE] - モデル検証に必要な長期変質試料に関するデータ(透水係数、拡散係数、膨潤特性)の取得	[役割分担]JAEA 処分実施主体 [方向性・留意事項] 岩盤の変質に関しては、適切なモデル岩盤を置くことが難しいため、ジェネリックな研究として扱うよりもサイトスペシフィックな課題として取り扱うことが適切である。 代表的な岩種に関しては、ジェネリックな研究として先行させる。 [連携・体系化の進め方] 実験手法や長期的な変質試料、変質データ、水理・力学特性の変遷に関する知見の共有、体系化を行っていくために、JAEA、ANRE、CRIEPI等の各機関の情報交換による連携を行っている(特に長期変遷事例に関する情報)。また、先行事業(余裕深度処分)との知見の整合の観点から、JNFLとの意見交換や情報交換を実施していく。 - HLWとの関係・連携 セメント系材料に起因する岩盤の変質劣化評価はHLW研究と共通の課題である。TRU処分の方がセメント系材料を多量に用いることが考えられ、またこれまでに開発されてきた影響評価手法を踏まえて、今後の実験的研究、関連熱力学データ整備、評価手法の整備等について、TRUでの検討を中心として連携を行うこととする。 - 余裕深度処分との関係・連携 余裕深度処分においても、セメント系材料の変質、及びそれを起点とする岩盤の変質に関する知見の共通は課題であることから、相互に意見交換や情報交換を実施している。
			均質媒体近似の岩盤に対するセメント由来のアルカリブルーム影響の時間的・空間的な広がりを評価する手法を提示	化学的変質に伴う力学影響変化に応じた長期力学挙動及び物質輸送パラメータ変化の評価実施	セメント由来の高pHブルームの天然バリア中における時間的・空間的広がりを評価するため、既往の知見に基づき変質過程を例示し、この例示に基づき多孔質媒体近似の岩盤に対して、1次元の化学反応・物質移動連成モデルを構築して、鉱物学的変化、地下水組成の変化及び岩盤の物質移動特性の変化を評価した。 [電共研] - アルカリ骨材反応及び諸外国の岩アルカリ性溶液/岩石反応実験の知見に基づく知見の整理 - 既往の知見に基づき(二次鉱物の整理 - 岩石変質に対する硝酸塩影響の評価 - 1次元の化学反応・物質移動連成モデルの構築/評価 [JAEA] - 熱力学データベースの整備	岩盤の類型化及び岩盤構成鉱物の変質シナリオの構築、変質に伴う岩盤の物質移行特性への影響に関する知見の拡充	[JAEA] - 具体的な地質媒体を対象にアルカリ影響評価のための、天然事例調査や試験データに基づく、岩石・地下水の類型化及び包括的な変質シナリオの構築 - 岩石との反応機構に関する試験等を実施し、鉱物変遷及び化学反応過程に関する知見の拡充を実施 - 岩-アルカリ反応に関する天然事例調査 - 岩盤や地下水組成の類型化(廃棄体由来の化学物質影響を含む) - 岩-アルカリ反応による岩盤の変質過程の包括的シナリオの構築 - アルカリ変質による岩盤の物質移行特性変化を定式化するとともに、地質媒体の不均質性(亀裂等)を考慮した評価へ適用し、妥当性を検討する。 - 初期鉱物及び二次鉱物に関する熱力学データベース及び速度論データの整備 - 通水実験等による物質移行特性変化の評価、間隙率等を関数とした定式化 - 亀裂の反応寄与面積の設定、亀裂充填鉱物の反応への寄与、二次鉱物の生成による亀裂の充填及びマトリクス中の空隙閉塞の影響を考慮した亀裂性媒体としての変質解析の実施 - 地下水組成やセメント量などの境界条件を考慮した解析評価の実施 - アルカリ-岩反応機構に関する試験結果を反映した解析手法の高度化	[JAEA] - 人工バリア及び天然バリア領域における力学・化学・物質移動連成評価手法の開発 - 2次元化された人工バリア及び天然バリアの化学・物質移動連成モデルカップリング - 上記化学・物質移動連成モデルと力学モデルの連成	[役割分担]JAEA [方向性・留意事項] 多様な環境条件及び多様な処分場仕様(材料選定)への対応は、サイト選定の要件となりうることから、精密調査地区の選定までに目処をつけておく必要がある。 ジェネリックな現象理解とモデル開発については、JAEAにて継続(URLプロジェクトを含む)HLW研究と連携)。 [連携・体系化の進め方] 実験手法や長期的な変質試料、変質データ、水理・力学特性の変遷に関する知見の共有、体系化を行っていくために、JAEA、ANRE、CRIEPI等の各機関の情報交換による連携を行っている(特に長期変遷事例に関する情報)。また、先行事業(余裕深度処分)との知見の整合の観点から、JNFLとの意見交換や情報交換を実施していく。 - HLWとの関係・連携 セメント系材料に起因する各バリア材の変質劣化評価はHLW研究と共通の課題である。TRU処分の方がセメント系材料を多量に用いることが考えられ、またこれまでに開発されてきた影響評価手法を踏まえて、今後の実験的研究、関連熱力学データ整備、評価手法の整備等について、TRUでの検討を中心として連携を行うこととする。 - 余裕深度処分との関係・連携 余裕深度処分においても、セメント系材料の変質、及びそれを起点とする各バリア材の変質に関する知見の共通は課題であることから、相互に意見交換や情報交換を実施している。
第1次レポートでは連成モデルは取り扱わず。	化学反応・物質移動、及び力学・物質移動の2連成評価	化学反応・物質移動連成評価の実施 [JAEA] - 人工バリアについては、変質に伴う物質輸送パラメータの変化を反映させ、化学反応・物質移動連成評価を実施し、化学場の変化及び物質移行特性の変化を評価 [電共研] - 天然バリアについては、変質に伴う物質輸送パラメータの変化を反映させ、化学反応・物質移動連成評価を実施し、化学場の変化及び物質移行特性の変化を評価 力学・物質移動連成評価の実施 [JAEA] - ニアフィールドに関して岩盤クリープによる力学的変位とそれに伴う物質移動特性の変化を評価。 - 化学反応・物質移動連成の結果に基づき、場の力学評価を逐次行い物質輸送パラメータの変化を評価	力学・化学・物質移動連成評価手法の開発	[JAEA] - 人工バリア及び天然バリア領域における力学・化学・物質移動連成評価手法の開発 - 2次元化された人工バリア及び天然バリアの化学・物質移動連成モデルカップリング - 上記化学・物質移動連成モデルと力学モデルの連成	[役割分担]JAEA [方向性・留意事項] 多様な環境条件及び多様な処分場仕様(材料選定)への対応は、サイト選定の要件となりうることから、精密調査地区の選定までに目処をつけておく必要がある。 ジェネリックな現象理解とモデル開発については、JAEAにて継続(URLプロジェクトを含む)HLW研究と連携)。 [連携・体系化の進め方] 実験手法や長期的な変質試料、変質データ、水理・力学特性の変遷に関する知見の共有、体系化を行っていくために、JAEA、ANRE、CRIEPI等の各機関の情報交換による連携を行っている(特に長期変遷事例に関する情報)。また、先行事業(余裕深度処分)との知見の整合の観点から、JNFLとの意見交換や情報交換を実施していく。 - HLWとの関係・連携 セメント系材料に起因する各バリア材の変質劣化評価はHLW研究と共通の課題である。TRU処分の方がセメント系材料を多量に用いることが考えられ、またこれまでに開発されてきた影響評価手法を踏まえて、今後の実験的研究、関連熱力学データ整備、評価手法の整備等について、TRUでの検討を中心として連携を行うこととする。 - 余裕深度処分との関係・連携 余裕深度処分においても、セメント系材料の変質、及びそれを起点とする各バリア材の変質に関する知見の共通は課題であることから、相互に意見交換や情報交換を実施している。				

化学的変遷挙動		力学変遷挙動	
ワークの性質	主として担当する機関	ワークの性質	主として担当する機関
現象解明	JAEA	現象解明	JAEA
評価モデルの集約	JAEA	評価モデルの集約	JAEA
TDB、KOB整備	JAEA	力学パラメータ評価	JAEA
確認/確立/共有系構築/手法調整	ANRE	確認	ANRE
情報管理ツール開発	ANRE	検証(手法検討含む)	ANRE

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素		各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考				
		第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い		フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]			フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]			
		分野	分類	細目	全体としての達成レベル		具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標	
3	性能評価	硝酸塩/有機物影響	[硝酸塩影響] 第1次レポートでは、硝酸イオンの拡がり予想される範囲において、強イオン強度条件を考慮して、海水系でのデータを適用し、核種の収着分配係数を設定 再処理プロセスから発生する廃液には、硝酸塩(主に硝酸ナトリウム)が含まれるが、1次レポート段階では、硝酸塩の影響については知見が不十分 [有機物影響] 天然有機物(フミン物質)の影響は収着分配係数の保守的な設定で評価 アスファルトに核種封じ込め性は考慮せず	硝酸塩影響下での核種の収着データ取得とそれに基づく保守的にパラメータ設定	硝酸塩の化学的変遷を化学反応モデルにより検討。その結果を踏まえて、アンミン錯体の影響、ガス発生への影響、セメントの溶解挙動への影響、放射性核種の溶解度や収着分配係数への影響を検討 グループ3の処分施設内及びその周辺は酸化性雰囲気前提とした溶解度及び収着分配係数を設定 [電共研][JAEA] - 硝酸塩影響下におけるセメント系材料及びベントナイト系材料、岩石への分配係数を取得	地下水や岩石等の多様性並びに廃棄体及び人工バリア由来の化学物質の影響の考慮	(4)併置処分に関する検討 相互影響評価の成果を活用 地質媒体中での硝酸イオンの化学的変遷過程に関する知見の拡充及び現実的な硝酸塩影響範囲評価の実施 地下深部の原位置での硝酸塩等物質移行挙動の知見の拡充 硝酸塩による高イオン強度等による核種移行パラメータ等への影響の程度に関する知見の拡充 [JAEA] - 多様なセメントとその変質物及び変質岩石に対する収着データ拡充 - 廃棄体由来成分(硝酸塩)影響及び高イオン強度影響に関する知見を反映したデータの拡充	[役割分担]JAEA, 処分実施主体 [方向性・留意事項] 実サイト候補地の地質環境条件によっては工学的措置が必要な可能性もあり重要性は高い。 硝酸塩のバリア材や核種移行への影響評価の個別知見の拡充はJAEAにて継続(硝酸塩含有廃棄物発生者の立場も考慮)。 併置処分の相互作用影響評価を含めて、硝酸塩対策の重点化アプローチ、役割分担について整理が必要である。 関連する事項として、(5)に代替技術としての硝酸塩分解技術を整理。 廃棄体由来成分のうち硝酸、硫酸、有機物等については、実施機関未定課題。		
				ガス発生影響						
				a) ガス発生評価	第1次レポートでは、金属の腐食速度を既存データの範囲内で保守的に設定して水素ガス発生量を計算 既存の微生物による有機物分解モデル/データを適用してCH4,CO2,ガス等の発生量を計算	非放射性ガス、及び気体状放射性ガスを対象とした、最新知見を反映した発生量評価結果の例示	微生物による金属腐食、有機物分解及び放射性分解を考慮したガス発生速度・量の算出 気体状放射性物質として、C-14を含有するCH4(14CH4)を考慮し、廃棄体グループ2, 3を対象とした発生量の評価	ガス発生速度の長期データの取得	-] 金属からのガス発生長期データ取得 微生物分解作用による処分環境下におけるガス発生速度データの取得と長期評価モデルの検討 シルカロイ吸蔵水素の再放出の可能性評価	[役割分担]JAEA+ANRE [方向性・留意事項] 多様な環境条件及び多様な処分場仕様(材料選定)への対応は、サイト選定の要件とならうことから、精密調査地区の選定までに目処をつけておく必要がある。 ガス移行評価については、室内/原位置試験やモデル開発を、HLWとの連携や国際協力を活用しつつ継続するが、今後の方向性や役割分担については整理が必要である。 ガス発生に係る課題への対応については、現状手当てがなされていない(ANRE事業としての立ち上げ検討要)。
				b) ガス移行評価	均質多孔質媒体を仮定した二相流モデルによるガス移行を計算、排水量を評価 圧力の上昇によるバリアへの力学的影響、及び放射性核種によって汚染された間隙水の早期排出を評価対象とし、ガス移行と力学挙動を独立したものとして検討を実施	非放射性ガスを対象としたガス移行挙動解析によるガス移行挙動の評価 ガス状放射性核種を対象としたガス移行評価解析によるガス移行挙動の評価	非放射性ガスを対象としたガス移行挙動に関して、適用性が高いと考えられる手法による移行解析結果を例示し、モデル化と解析上の比較を実施 [JAEA] - ガス発生量の評価結果、及び原位置試験の知見を反映した二相流モデル(TOUGH2)によるガス移行解析の実施 - 解析に基づく間隙圧力変動の評価による人工バリア健全性の確認(緩衝材破壊、掘削影響領域の力学的破壊) [ANRE/RWMC] - 原位置試験データに基づき、各種相流解析コードの比較検討を実施し、原位置試験結果を基にコードの有効性について、TOUGH2を中心として整理 ガス状放射性核種を対象として、ガス発生量評価結果に基づいたガス移行解析を実施、評価結果を例示 [JAEA] - ガス状核種(14CH4)に関して、堆積岩系岩盤を対象にガス移行解析を実施し、核種の地表への到達可能性について評価 - ガス状核種の移行評価結果より、生物圏に到達する線量評価を実施、地下水移行による線量に比較して十分小さいことを確認 ガス内圧による緩衝材からの排水速度及び排水量を設定し核種移行解析を実施 [関連する成果] [ANRE/RWMC] スイスグリムゼル試験場において、実規模レベルの人工バリアシステム(EBS)を構築し、ガス注入原位置試験を実施、ガス移行モデルの構築・評価とガス移行メカニズムについて考察 - 試験期間を通じたガス移行関連データ(圧力挙動、含水量変化等)の取得 - 原位置水理試験結果に基づく(人工バリアシステム特性の把握 - TOUGH2モデル化による、再冠水及びガス移行挙動評価 - 計測データ及び解体調査に基づく、ガス移行メカニズムの提示(界面における優先的移行経路の存在可能性の認識等)	粘土系材料及び亀裂性岩盤を中心としたガス移行特性データの拡充、モデルの高度化及び確証	[ANRE] 地質環境や施設条件等の多様な条件下における評価手法の適用性拡大を目指し、各種材料のガス移行特性(透気特性、透水特性等)に関する基礎的データを拡充 - EBS材料の配合、形状(層構成、界面の有無)、施工方法をパラメータとした、室内試験、モックアップ試験等の実施によるガス移行特性関連データの拡充 - 処分施設の応力条件を考慮した各バリア材料に対するガス移行データの取得 - 実スケールへの対応(形状、寸法、材料配合、施工方法等)の観点からのガス移行入力値の設定方法の評価 種々のモデル化手法・解析コードについての再評価の実施、及びコードの改良による精度と信頼性の向上 - 粘土系材料におけるガス移行モデルの高度化(粘土系媒体中のガス移行と応力を連成させたモデルの開発) - 亀裂性母岩中におけるガス移行モデルの開発及びモデルの構築 - 力学連成、ガス移行に伴う変形、破壊、自己修復挙動等を考慮可能なモデル化手法、解析コードの改良・開発 - 多様な条件下に対応したガス移行挙動評価のための統合解析ツールの開発 ガス移行に関する材料特性データの取得 - 基礎的データ拡充試験 - 基本特性要素試験:試験設備及び試験体の作成を行い、緩衝材の飽和挙動に関する基礎的データを取得。 - 工学規模特性試験 寸法効果評価試験:予備試験に基づいた試験条件、試験手順の最終評価を実施。 複合要素システム試験:試験計画の最適化に関する情報収集、及び基本特性要素試験、寸法効果評価試験からの飽和挙動に関する基礎的データを踏まえて試験内容の見直し。 モデル化・解析手法の高度化 - 選定したモデル化・解析手法に対する適用性の検証。 - 長期変遷の考慮に向け、水理(H)と温度(T)との連成を考慮したモデル化とガス発生・移行への影響因子に関する検討。 - 構成モデルやパラメータ等の共通利用が可能なデータライブラリの構築。 ガス移行挙動評価手法の構築 - 処分施設の長期変遷過程におけるガス発生・移行に係るシナリオの整備。 ガスの発生と核種移行の情報や知見の取得、拡充に向けた検討。	[役割分担]JAEA, ANRE等、関係各機関との連携を進めていく。 - HLWとの関係・連携 HLWにおけるガス移行評価解析との、データや知見の共有、体系化の観点から連携を行う。 スイスグリムゼルでのガス移行原位置試験での知見に関して、HLWガス移行評価手法開発や原位置試験計画立案への反映を図る観点から連携を行う。 - 余裕深度処分との関係・連携 余裕深度処分においても、EBS設計上あるいは安全評価上、共通となる知見については、相互に意見交換や情報交換を実施していく。
				システム性能評価						
				a) シナリオ解析	TRU廃棄物処分に特有な現象を考慮して基本シナリオを設定 1次レポートでは、地下水シナリオの変動シナリオや接近シナリオは今後の課題として評価せず。	包括的FEPリストの作成と、それに基づくシナリオ解析の実施 変動・接近シナリオについては、HLW2次レポートをベースとした評価	HLW2次レポート、OECD/NEAのInternational FEPs Databaseを参考に包括的FEPリストを作成し、安全評価において考慮するFEPのスクリーニングを実施(スクリーニングにおいては、それらの除外の根拠について明確化) スクリーニングにより選定されたFEPsに基づきシナリオを構築 [電共研][JAEA] - FEP辞書を作成し、TRU廃棄物処分に関する重要事象等の関連情報を網羅的に取りまとめた。 HLW2次レポートをベースに、隆起・侵食、気候・海水準変動、シーリング結果や井戸の掘削・採水などの変動ケース及び接近シナリオの評価を実施	シナリオ開発におけるシナリオ/解析ケースの導出過程の論理構築 わが国固有の特徴を考慮した変動シナリオ及び接近シナリオにおける様式化アプローチの構築	[JAEA] 包括的FEPとシナリオ/解析ケースとの演繹的・帰納的関連付け (HLWの地層処分基盤研究開発の全体計画(c)(1)シナリオ解析技術における成果を活用) [JAEA] 国際的に共通する部分とわが国固有の部分の整理を踏まえた様式化アプローチ(シナリオの評価方法、生物圏等)	[役割分担]JAEA他 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、多様な地質環境におけるシナリオの解析、それに基づく解析ケースの設定を行い、処分システムの安全性を評価しておく必要がある。 [連携・体系化の進め方] 性能評価のシナリオ、モデル等を含む方法論については、HLW研究との連携も含め、引き続きJAEAを中心に継続(TRUとして独自に検討すべき課題を明確化)。 ただし、生物圏評価については、TRU廃棄物固有核種の取り扱いなど、方向性や役割分担につき、HLWとの連携も含め整理が必要である。
				b) 核種移行評価	人工バリアについては、1次レポートでは、ベントナイト/セメントともに均質多孔質媒体の移流・拡散モデルとして評価 天然バリアについては、堆積岩は均質多孔質媒体の移流・分散モデルを、結晶質岩は単一平行平板亀裂モデルを適用	HLW2次レポート等を踏まえた概念モデルや解析モデルの具体化	HLW2次レポートの方法論をベースに、3次元亀裂ネットワークモデルとの比較を行った上で、1次元平行平板の重ね合わせの核種移行評価モデルの適用可能性を確認	人工バリア変質や天然バリアの地下水環境の変遷などを考慮した概念モデルや評価モデルの高度化	[JAEA] 処分施設閉鎖後の過渡的条件、人工バリアの長期挙動に対応した核種移行評価手法の高度化(核種移行パラメータの変遷、概念モデル及び解析モデルの詳細化など) 個別事象に関する最新の知見を反映したモデルの高度化とデータ設定	[役割分担]JAEA他 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、安全評価上重要な放射性核種(C-14やI-129)などの生物圏評価手法の信頼性を向上させる必要がある。 [連携・体系化の進め方] C-14の安全評価構築を検討するにあたり、現状の知見及び課題点等の共有、体系化を行っていき、JAEA, ANRE等、関係各機関との連携を進めていく。
				c) 生物圏評価	簡易な河川水利用シナリオによる評価	HLW2次レポート等を踏まえたコンパートメントモデルによる保守的评价	HLW2次レポートをベースとしたコンパートメントモデルによる評価(河川水利用シナリオや井戸水利用シナリオなど) C-14の同位体希釈等は考慮せず。	わが国固有の特徴やTRU廃棄物固有の課題を考慮した生物圏評価モデルやデータベースの構築	[JAEA][ANRE] 有機形態を含むC-14、I-129などTRU廃棄物固有核種の特徴を考慮した現実的生物圏評価手法の構築(モデルの高度化やデータベースの拡充) (C-14及びI-129の生物圏評価についてのANRE公募事業の成果も必要に応じて引用) [ANRE] 生物圏評価におけるC-14やI-129のデータ(土壌等への収着分配係数)の拡充	[役割分担]JAEA他 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、安全評価上重要な放射性核種(C-14やI-129)などの生物圏評価手法の信頼性を向上させる必要がある。 [連携・体系化の進め方] C-14の安全評価構築を検討するにあたり、現状の知見及び課題点等の共有、体系化を行っていき、JAEA, ANRE等、関係各機関との連携を進めていく。

主として分担する機関について

ワークの性質	主として担当する機関
データ取得	JAEA(HLW)、ANRE
モデル(改良)	JAEA(HLW)、ANRE
検証	ANRE
評価	-

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素			各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考	
			フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]			
分野	分類	細目	第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い		フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]	
			全体としての達成レベル	具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標		
(3)	性能評価	d) 総合評価 / 不確実性解析	各個別事象毎に独立に解析評価や、母岩の透水性係数や吸着分配係数等のパラメータの不確実性を考慮した解析を実施	地質環境の多様性、処分における種々の事象及びパラメータの不確実性の重畳を考慮した包括的感度解析を適用	安全評価上重要な人工バリアの変質、ガス発生の影響、母岩への高pHフールームの影響を考慮しつつ、各プロセスの重畳及びパラメータの不確実性を考慮した感度解析(包括的感度解析)を実施し、安全評価に大きな影響を与える重要度の高いパラメータを抽出	核種移行パラメータ間の相関など不確実性をより現実的に考慮した評価手法の構築 リスク論的考え方による不確実性の定量化とリスク論的安全評価手法の適用性評価	[JAEA] 核種移行パラメータの相関性の検討及び相関を反映した不確実性解析の実施 モデルバリエーションを反映した核種移行解析 TRUとHLW地層処分の設計・安全評価の考え方・使用ツールに関する平仄合わせ [CRIEPI] 重要事象を対象とした専門家の知見や判断に起因する不確実性の定量化(含手法の検討) 専門家の知見、及びパラメータ分布に起因する不確実性を考慮したリスク論的安全評価の実施(統合アプローチ、分解アプローチ) 開発したリスク論的安全評価手法を用いて、余裕深度処分、地層処分を題材とした解析を実施し、段階的な安全基準への適用性と有用性を提示 <凡例>青字:国の基盤研究以外の枠組みで進められている課題	[役割分担]JAEA他 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、多様な地質環境における処分システムの安全評価の頑健性を高めるために、不確実性解析を実施するとともに、HLW処分の総合評価と平仄を合わせながら研究を進める必要がある。 [連携・体系化の進め方] 性能評価のシナリオ、モデル等を含む方法論については、HLW研究との連携も含め、引き続きJAEAを中心に継続(TRUとして独自に検討すべき課題を明確化)、ただし、生物圏評価については、TRU廃棄物固有核種の取り扱いなど、方向性や役割分担につき、HLWとの連携も含め整理が必要である。 不確実性の定量化手法、及びリスク論的安全評価での不確実性の取り扱いの方法論は、地層処分以外の処分概念、他の放射性廃棄物処分にも適用できる。
		相互影響評価	地層処分が想定されるTRU廃棄物をHLW(ガラス固化体)と併置処分することが可能であれば、処分場数の減少、経済性向上の見込みあり。	成立性評価として、HLWとTRUの相互に影響のないような配置が可能であることを提示	併置処分を想定した場合に、両処分施設間で相互に影響を及ぼす可能性のある因子として、熱、有機物、硝酸塩、高pHを抽出し、影響範囲を評価	より合理的な相互影響クライテリアの構築	[処分実施主体] 離隔距離を律する硝酸塩等によるHLW(ガラス固化体)処分システムのバリア材に及ぼす影響の知見の拡充による離隔距離や配置の合理化 [ANRE] (JAEA) 硝酸塩処理・処分技術高度化開発:併置処分における硝酸塩影響評価システムの構築(地質媒体中での硝酸イオンの化学的変遷過程に関するモデル化及び硝酸イオンやその変遷物の核種移行パラメータ等への影響評価)並びに廃液からの硝酸塩除去システムの構築	[役割分担] 処分実施主体(一部JAEA+ANRE) [方向性・留意事項] 多様な地質環境条件に対してHLWと併置の成立性について、より確固にする必要がある。 性能評価(3) 硝酸塩影響)と関連し、TRU自己だけでなく(HLWへの影響の観点から)検討する。 [連携・体系化の進め方] 本質的にHLWとの連携が必須。
(4)	併置処分に 関する 検討	併置処分概念の 合理化・最適化	同上	相互に影響があってもレイアウトの工夫や工学的措置により影響を小さくすることが可能であるが、第2次TRUレポートではそこまでは踏み込んでいない。	相互影響への対応の見直し及び併置処分の見直しを示す。	併置における総合的な処分概念の構築	[処分実施主体] 様々なサイト条件に応じた離隔距離、配置、プラグ等の工学的対策を含めた合理的な併置処分施設設計の高度化 TRU廃棄物とHLWの特徴を踏まえた人工バリア構成の最適化 TRU廃棄物とHLWを合わせた地層処分技術の一本化 [JAEA] TRUとHLW地層処分の設計・安全評価の考え方・使用ツールに関する平仄合わせ	[役割分担] 処分実施主体(一部JAEA+ANRE) [方向性・留意事項] 特性の違う廃棄物を同一の処分概念で取扱う際における設計要件や要求機能について最適化を図り、両廃棄物全体での処分概念を構築する必要がある。 工学的対策の詳細検討は処分サイトにも依存し長期的な検討が必要。 [連携・体系化の進め方] 本質的にHLWとの連携が必須。
		放射性ヨウ素固定化	I-129は半減期が長く、セメント系材料、ベントナイト系材料、岩石などへの吸着性が小さく(地中を移行しやすい)ため、I-129濃度の高い廃銀吸着材は地層処分対象 第1次レポートでは、廃銀吸着材についてセメント固化体でも安全な処分が可能との見直しを示す。 わが国の幅広い地質環境条件に柔軟に対応する上で有効となる固化体性能の向上を目指した固化処理技術の高度化を課題として提示	第1次TRUレポートで示された課題(固化処理技術の高度化)に対し、複数の技術オプションと実現可能性を提示	[ANRE/RWMC] 具体的なヨウ素固定化方法として8つの技術を示し、開発の現状と取得されているデータを取りまとめ、(固化体のヨウ素保持性能、処理プロセスにおけるヨウ素回収率など) 4つの固定化技術についてヨウ素放出期間を10万年以上にする可能性の見直しを示す。 ヨウ素固定化の機構に応じた長期予測モデルの構築	長期浸漬試験等の実施による長期予測モデルの検証 固化処理プロセスデータ取得、実規模固化体サイズの評価 ヨウ素固定化技術を適用した際の合理的な処分概念の検討	[ANRE] [長期性能] 処分場環境を想定した条件下での長期浸漬試験により浸出データや固化体物性データを取得し、H18までに構築したヨウ素放出モデルを検証 固化体マトリクスの変質に関する解析技術の構築(ヨウ素の浸出モデルの信頼性を確保し、その効果を検証するには、長期試験が必要である、そのための検討期間の延長が必要) (処理プロセス) 固化体サイズをパラメータにした固化処理試験及び解析により固化体性状や浸出データを取得し、実規模固化体サイズを評価 中規模或いは工学試験規模の固化処理プロセス試験(コールド)によりヨウ素回収率(目標>95%)を評価 実用化を想定した機器設計・開発 廃銀吸着材の性状調査と、調査結果に伴う施設設計の見直し 工学規模試験設備による施設設計の妥当性の確認(実規模での確認に先だって、工学規模での十分な検討を実施するため、数年程度の期間の延長が必要) [電気事業者] ANRE技術開発中のヨウ素固定化技術を反映した廃棄体の概念設計を行うとともに、反映した合理的な処分概念を検討(平成19年まで)	[役割分担] 当面はANRE+JAEA(発生者)(JNFLへの展開を考慮) [方向性・留意事項] I-129はTRU廃棄物の地層処分において最も線量に寄与する核種である。 レファレンスケースよりも地質環境が劣る場合にその影響が顕著であるため、その対策のためのオプションとして重要である。当該核種について、オプションとしてより多様な地質環境に対応するなど現状の設計を代替する処分概念を構築しうる。 固化技術の絞り込み、工学試験、ホット試験も含めた開発シナリオスケジュールの整理が必要である。 その他のヨウ素対策、グループ3との関係も含めた戦略検討が必要である。 次期5年以降に“実廃棄物を用いた固化体性能の検証”試験を実施する必要がある。また、確認試験までに実廃棄物性状に関する調査を実施しておく必要がある。 [連携・体系化の進め方] 実施者はJNFLであり、また、実廃棄物のデータ等も今後必要になることから、JNFLとの情報交換等を密に実施する。 固化処理技術の選定にあたっては、固化処理を実施するJNFLに加え、固化体を処分するNUMOとも連携を取りつつ進める。
(5)	代替技術の 開発	放射性炭素の閉じ込め	C-14は半減期が長く、セメント系材料、ベントナイト系材料、岩石などへの吸着性が小さく(地中を移行しやすい)ため、C-14濃度の高いHLW・エンドピスは地層処分対象 C-14による線量提言対策として代替技術を検討することが課題として提示	第1次TRUレポートで示された課題に対するオプションとして、C-14長期閉じ込め型容器を提案し、容器のハンドリング、配置に必要な機械的強度、落下強度等を考慮した具体的な設計を示すとともに、その実現可能性を提示	[ANRE/RWMC] C-14が十分減衰するまで閉じ込めるための廃棄体容器の開発の現状を取りまとめ 高強度高緻密コンクリート製とTi-Pd合金を用いた金属容器に関する開発状況を整理し、両容器とも十分な耐久性(6万年間の閉じ込め可能性)を有することの見直しを示す。 -高強度高緻密コンクリートは、ひび割れ/打ち継ぎのない一体成型法の成立性、水浸透挙動データの蓄積とモデル化による止水性能の評価を実施 -チタン合金については、TRU処分環境での腐食データの取得とモデル化により、長期閉じ込め性を評価するとともに、炭素鋼との複合容器の概念を提示 TRU廃棄物処分用の廃棄体容器について、ハンドリング、配置に必要な機械的強度、落下強度等を考慮した設計例を提示 -廃棄体容器に求められる設計要件を提示 -設計要件に基づきコンクリート容器2種、金属容器2種の具体的な設計例を提示	長期閉じ込め型容器について、長期性能や製作性に係る信頼性向上のためのデータ取得とモデル構築	[ANRE] [長期性能] コンクリート容器 コンクリート容器のひび割れ進展・閉塞のモデル化 コンクリート容器の化学劣化評価モデルの性能評価モデルとの整合(水浸透挙動、溶脱挙動に関する長期浸漬試験の継続) 金属容器 -金属容器の加工及び熱影響部の長期健全性の評価 -長期腐食挙動評価の信頼性の向上(長期自然浸漬試験の継続、試験期間の確保のための期間延長が必要) 製作性=共通 閉じ込め型容器(特に金属容器)の製作手法の詳細化と具体化 遠隔操作による製作方法の検討 長期閉じ込めを担保するための製作時の工程及び品質管理手法の構築 非破壊検査技術の構築 [RWMC] 実規模容器の製作や実規模容器を用いた非破壊検査技術の確認試験 [電気事業者] ANRE研究開発中のC-14長期閉じ込め技術を反映した処分概念を検討するとともに、廃棄体性能を発揮するための処分概念の検討を実施(平成19年まで)	[役割分担] ANRE [方向性・留意事項] C-14はTRU廃棄物の処分において、I-129に次ぐ支配核種である。 レファレンスケースよりも地質環境が劣る場合に、その影響が顕著であるため、その対策のためのオプションとして重要である。当該核種について、オプションとしてより多様な地質環境に対応するなど現状の設計を代替する処分概念を構築しうる。 C-14の廃棄物からの放出挙動や人工バリア及び地質媒体中の移行挙動等を含む様々な観点での炭素対策の総合的評価や重点化戦略が必要である。 グループ3との関係も含めた戦略検討が必要である。 [連携・体系化の進め方] 6年閉じ込め概念や金属腐食については、HLWとの連携が重要。 C-14の長期閉じ込めに関しては、HLWにおけるオーバーバックの耐久性との整合を図る必要がある。そのため、HLWとTRUとの環境の違い(想定する温度及びpHの違い)に起因する腐食形態の違い、それに伴う腐食モデルの考え方の相違について、整合の取れた取り扱い、説明に向けて、相互に情報を交換していく。 金属容器に用いるチタン合金の水素化物生成挙動に関しては、HLWでの知見との整合を計るため、JAEAとの情報交換によって確認していく。 別途実施しているC-14の放出に係る金属腐食試験等の結果との比較検討により、C-14対策の重要度の見直しを実施する。 実規模容器の製作検討等については、NUMOとの連携が必要である。

【研究開発全体マップ詳細版】TRU廃棄物地層処分に関する基盤研究開発の全体マップ(平成20年度版)

研究開発要素			各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考	
			フェーズ1:第2次TRUレポート(2005年9月)の成果[平成17年度頃まで]		フェーズ2:当面7年程度の計画[平成24年度頃まで]			
分野	分類	細目	第1次TRUレポート(2000年3月)までの知見と評価上の取扱い		各研究開発要素の研究開発目標と課題		備考	
			全体としての達成レベル	具体的な研究開発課題と成果	全体としての達成目標	具体的な研究開発課題と目標		
(5) 代替技術の開発		低アルカリ性セメント	高アルカリブルームへの対策として、低アルカリ性セメントの使用について言及	具体的な低アルカリ性セメントの例を提示し、その適用可能性を提示	セメントクリンカー調整型低アルカリ性セメント(LAC)及びボロン材料の多量添加型低アルカリ性セメント(HFSC)の開発の現状の整理 低アルカリ性セメントの力学特性及び施工性等の提示 [JAEA] -HFSCの機械的特性及び施工性を提示し、OPCと同様の適用可能性を示す。 [CRIEPI] -LACの機械的特性を提示 低アルカリ性セメントの化学特性の取得とモデル化 [JAEA] -HFSCの変質特性評価を行うとともに、化学反応モデルを提示 [CRIEPI] -LACの変質特性評価を行い、pH低下を確認した。	低アルカリ性セメントの施工性及び施工時の特性、長期変質や特性変化に係るデータの取得とモデル化に関する信頼性向上	低アルカリ性セメントの施工性、施工時の特性の把握 [JAEA] -HFSCを用いた処分場設計及び低アルカリ性セメントの使用部位の検討 -実規模試験及びURLを利用したHFSCの施工性の確認(HLWの地層処分基盤研究開発の全体計画(B)(2) b)支保 低アルカリ性セメントにおいて実施する) [CRIEPI] -LAC等を用いた処分場設計及び低アルカリ性セメントの使用部位の検討 -実規模試験及びURLを利用したLAC等の施工性の確認 セメントにおける核種の吸着特性及び実効拡散係数を求めるための室内実験を継続実施 -実規模試験及びURLを利用したLAC等の施工性の確認 変質過程のモデル評価手法の高度化、解析実施 低アルカリ性セメントに関する諸データの取得とモデルの構築 [JAEA] -HFSCの海水系地下水環境での変質に関わるデータの取得とモデルの構築 -HFSCの変質時を含む水理・核種移行パラメータの整備 [CRIEPI] -LACの変質過程のモデル化(降水系、海水系とも) -LACの変質時を含む水理・核種移行パラメータの整備 <凡例> 青字:国の基盤研究以外の枠組みで進められている課題	[役割分担] JAEA, CRIEPI+ 処分実施主体 [方向性・留意事項] 精密調査地区の選定までに、高アルカリの影響による処分の安全評価の不確実性を低減させるための手段として、低アルカリ性セメントを使用できるように技術を確認する必要がある。 [連携・体系化の進め方] 当面は現象理解、ジェネリックな観点を中心に、HLW研究とも連携しつつ基盤的研究開発を継続する。 余裕深度処分との連携を含む合理化設計やサイトスペシフィック検討については処分実施主体にて検討する。
		硝酸塩分解技術	塩分解技術については未検討	候補技術を抽出するレベル	硝酸塩影響の抜本的な解決策(硝酸塩の分解・除去方法)として例示	工学的実現性の確認	[JAEA/JNFL] 分解処理技術 -低レベル濃縮廃液に含まれる硝酸イオンをN2ガスに分解処理する技術の開発 -分解処理した後の廃棄体処理方法の検討 -二次廃棄物発生量、性状の調査 -硝酸イオン分解処理によって発生する二次廃棄物の処理方法の確認 [CRIEPI] ソースタームとしての廃棄体からの硝酸塩影響の低減を目的とした処理方法の検討	[役割分担] JAEA, JNFL(発生源), CRIEPI [方向性・留意事項] 安全評価上の不確実性の低減、信頼性向上に資するための重要課題である。 多様な地質環境にも柔軟に対処するためにも本技術を用意しておく事は重要である。 当面は、今後発生する低レベル濃縮廃液中の硝酸イオンを対象とする。 技術開発目標は性能評価技術分野と連携しプロセス側の目標を設定する。 経済性はプロセス側の目標が設定できた段階で検討する。 技術開発はJNFLと協力して実施する。
		アスファルト分解技術	アスファルト分解技術については未検討	アスファルト固化体を地層処分した場合の評価を実施、実現可能性を提示	評価の不確実性を低減する手段の一つとして分解処理技術の検討も必要(原委会処分技術検討会)	技術的成立性の検討	[JAEA] 分解処理技術 -アスファルト固化体からアスファルト成分と硝酸塩成分の分離技術等調査検討 -模擬試料等による分離基礎試験 -分離した硝酸塩成分の分解処理方法の検討	[役割分担] JAEA [方向性・留意事項] 地層処分の安全評価の不確実性を低減する手段の一つとして検討が必要である。 現状で安全評価上問題ないと考えられるもの、評価の不確実性を低減するための手段の一つとして検討する。

