

参考資料

技術開発 一 業務実施状況に対する自己評価一

Ⅲ 地層処分に関する技術開発等

1. 地層処分の技術的信頼性の向上

事業計画	自己評価と今後の取組み
Ⅲ-1	<p>地層処分の技術的信頼性の向上（包括的技術報告書）</p> <p>（自己評価）</p> <ul style="list-style-type: none">• 包括的技術報告書については、業務実施状況に記載の通り、わが国の多様な地質環境に対する安全な地層処分の実現性を示すための記述方針を確定するとともに、セーフティケースとしての構造を具体化し、主要な検討成果を反映した1次ドラフトとして取りまとめた。• 上記の作成過程においては、ワークショップを2回開催するなどして、国内外の有識者や関係機関の専門家から広く意見を聴取し、適切な構成となっていることを確認しながら検討を進めた。以上により、所要の目的に合う包括的技術報告書としての骨格を作成できたことから、来年度の完成に向けて、本年度の目標を達成した。• 個別の技術開発成果などを国民や地域のみなさまに説明する分かりやすい資料については、今年度は包括的技術報告書本体の作成を優先させたことから、具体的な資料の作成までは行わなかった。ただし、有識者ワークショップで得たご指摘を踏まえて、社会への発信力が高い他分野の専門家などを対象とした「地層処分の現状と展望（仮称）」の作成を追加するなど、報告書本体の読者層・内容・訴求ポイントとの相互補完性に配慮した非専門家向けの資料群の構成や作成方針等を定めることができた。これにより、来年度の資料整備と対話活動に向けた準備を整えたことから、目標を達成できた。 <p>（今後の取組み）</p> <ul style="list-style-type: none">• 2015年度は、処分場の設計や安全評価に関わる残りの検討ケースを1次ドラフトに追加するとともに、これらの詳細情報を反映した付属書の整備、2016年度以降に予定している海外レビューに向けた報告書の英語化、そして国民のみなさまに対するわかりやすい説明資料の整備など、関連する情報や資料の整備と併せて、公表に向けた品質の高い報告書の取りまとめを行う。このため、報告書プロジェクトチームのさらなる体制強化を行うとともに、関係機関の協力も得ながら、2015年度末の完成・公表に向けて、計画的に作業を進める。

2. 長期にわたる事業展開を見据えた技術開発

事業計画	自己評価と今後の取組み
Ⅲ-2.1	<p>1 地質環境の調査・評価</p> <p>① 精密調査地区選定上の考慮事項の検討 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地層処分技術 WG では地層処分の安全機能に著しい影響を与える自然現象およびそれら事象の段階的なサイト選定における回避の考え方が示された。考慮事項は、これらに関して、概要調査段階の地質環境調査の適用範囲に基づき、地層の著しい変動、活断層・破砕帯・地下水の水流が好ましい地質環境特性に与える影響と程度について再整理し、記載内容を修正・変更できていることから、実際の現地調査を鑑みて、精密調査地区を選定する基本的な考え方について、2014年度の目標を達成した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後は、地層処分技術 WG など、国の審議が継続していることから、2014年度の検討範囲を超えた部分の提言や、自然現象の回避や地質環境特性の評価基準について、最新の科学的知見を反映して、適宜考慮事項を見直していく。 地層処分技術 WG で提言された、事前確認段階において避けるべき活断層影響範囲として、活断層の長さの約100分の1という目安が示された。しかし、WGからは、考慮すべき活断層の破砕帯や影響範囲等についての具体的な提言はなく、今後の課題として残された。よって、活断層などの自然現象の影響範囲については、実際に文献調査および概要調査等で取得可能な調査データおよび具体的な評価・解析手法、その精度の現実的な範囲での設定、判断基準を検討し、考慮事項に反映していく。 <p>② 概要調査計画の検討 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 精密調査地区選定上の考慮事項の記載内容変更に伴う概要調査段階での調査対象の見直し作業を終え、概要調査計画策定に向けた実務手引書の記載内容を整備できたことから、2014年度の目標を達成した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後は、具体的な概要調査計画の作成検討にとりかかるが、調査手順の組み立ての中で、考慮事項の修正・変更、品質マネジメントシステムの取り込み方や、工学技術、性能評価に関わる手法の取りまとめの進捗を受けて、今後項目立てや記述内容に修正が必要となることが考えられる。また、実際の概要調査計画策定に向けて、機構職員のトレーニングや机上プラン作成など、概要調査への準備が今後必要となる。そこで、概要調査計画策定の手引書に基づいて、調査工程や調査費用も含めた計画策定の机上検討を行う。 そのため、地表からの調査によって現実的に取得可能な調査データおよびそれらの評価・解析手法に基づき、活断層の影響範囲（破砕帯、変形帯、影響範囲、分岐・伸展・連動の可能性等）、火山・火成活動の影響範囲（熱、火山性熱水・ガス、火山性地震、将来の発生可能性等）等、自然現象の影響範囲について、精密調査地区選定上の考慮事項に示された具体的な判断基準等の検討を行う。調査技術や判断基準の検討に際しては、最新の科学的知見を反映し、必要に応じて適宜手引書の記載内容の見直しを行う。 地層処分技術 WG で「広域的現象の理解に関する研究課題」として示された、マグマ成因論に関する知見の収集およびマントル内の熱対流モデルの評価手法、プレートシステムの変遷と地質学的イベントの関係の整理および検討等に関連する最新の関連研究調査については、継続して検討を進める。

事業計画	自己評価と今後の取組み
	<p>③ 調査・評価技術の体系化・実証 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 既存の調査・評価技術により、破碎された地質性状に伴う掘削トラブルなどを伴いつつも、付加体に対する地質環境特性を評価できることを確認した。その結果、沿岸域の付加体に特徴的な、塩水系の地下水を含む破碎された地質性状に対する調査・評価技術の課題を明らかにすることができた。 本成果を取りまとめることで、JAEAが進める結晶質岩および堆積岩を対象にした調査・評価技術を補完する形で、わが国の主要な地質環境を網羅する調査・評価技術の体系化について見通しが得られたことから、2014年度の目標を達成した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> ボーリング調査で遭遇した付加体のような不均質な岩相、崩壊性の岩盤を対象とした掘削技術(泥水の選定など)と塩水系地下水への影響および計測機器の改良の必要性が課題として残った。さらに、ボーリング孔は地下深部からの放射性核種の移行経路となり得るため、確実な孔閉塞技術の確立が未解決の課題として残った。今後は、国内外の関連技術情報を調査し、海外の放射性廃棄物処分の実施主体との連携の上、わが国の地質環境に最適な手法の確立を目指す。 調査・評価技術の体系化・実証において取得したノウハウ、判断根拠などの情報をとりまとめ、包括的技術報告書の作成、既存の品質管理手引書の更新などに反映する。また、地質環境調査において取得したデータに関する品質評価を行い、国内外のサイト特性調査に関する事例などを参考に、地質環境調査・評価技術の課題の抽出や、品質マネジメントシステムの構築を進める。さらに、国内外の有識者による技術レビュー会議を実施し、その結果などを踏まえて上記の総括報告書の最終版を作成する。また、ボーリング孔閉塞技術については、国内外の関連技術情報を調査し、海外の放射性廃棄物処分の実施主体との連携の上、わが国の地質環境に最適な手法の確立を目指す。
III-2.2	<p>2 工学的対策</p> <p>① バリア材の長期挙動評価を踏まえた人工バリアの設計手法の整備 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 人工バリアに要求される機能から、その機能を確保するための設計要件に加えて、外的な影響要因に対して機能が維持されているかどうかを確認するための設計要件を体系的に整備することができたので、目標を達成できた。 設計要件に適合する設計および性能の評価をオーバーパックスの遮蔽代の設定において行った際に、2014年度は緩衝材の吸収係数を適切に見直したことから、説明性向上に寄与できた。また、東北地方太平洋沖地震における観測波等を使用して巨大地震に対する人工バリアの構造健全性を確認したことから、安全の説明性の向上に寄与できた。 これらの検討により、現在のオーバーパックスの仕様は、最新の科学的知見に基づいても、安全性を確保でき、さらに、今後、サイトの地質環境の条件が特定されれば、安全性を確保しつつ合理的に薄くできる見通しを得ることができた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後は、地質環境、地下水ならびに定置方式といった異なる条件への展開、さらにTRU廃棄物に対しても同様の検討を行い、設計要件に適合した人工バリアの仕様の設定と性能評価を実施し、包括的技術報告書への反映等を行う。 オーバーパックスの材料として、これまで鍛造品を中心に検討が進められてきたが、経済的で溶接性に優れる鋳鋼の成立性を評価するための技術開発計画を策定する。

事業計画	自己評価と今後の取組み
	<p>また、緩衝材には、これまでクニゲルV1を中心に検討が進められてきたが、経済性を指向し、海外産のイオン型の異なるベントナイトや硅砂混合率を変更した場合の性能等を評価するための技術開発計画を策定する。</p> <p>② 回収技術の整備 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国の基盤研究開発で実施した高レベル放射性廃棄物の縦置き・ブロック方式による処分を対象とした技術開発と、機構が実施した横置き・PEM方式による処分を対象とした技術開発を、計画当初から適切に分担し、効率よく成果を上げることができた。横置き・PEM方式については、回収装置の概念的な設計を行うとともに、平常時に加えて異常状態からの回収手順を具体的に設定して、分かりやすいCGを作成できたので目標を達成できた。 • 処分場を閉鎖せずに回収を維持した場合の影響について、基盤研究開発機関と情報交換を行いつつ、回収可能性を維持する状態の場合分けに加えて、それぞれの場合分けに対して影響の程度を定性的に把握し、課題を整理できたので、目標を達成できた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後は、基盤研究開発との役割分担や連携のもとで要素技術の実証的な適用性の確認などが必要となる。実際に回収技術が必要となる時期あるいは処分場の設計に反映すべき時期が先となることなどを勘案しつつ、2015年度末までに、これまでの国の基盤研究開発および機構の技術開発の成果に基づいて、長期的な回収技術の整備計画を検討する予定である。 <p>③ 地下施設の設計技術 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 断層破砕帯が存在することによる影響事象に対して、地下施設のレイアウトの設計要件を整理できたことから、目標を達成できた。 • 坑道シーリングについては、これまで十分な検討がされていなかったため、2014年度は、坑道周辺の透水性上昇領域を考慮して埋め戻し材の透水性や止水プラグの配置をパラメータとした感度解析を実施し、設計要件を明確にしたことから目標を達成できた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後は、これまでに整理した地下施設レイアウトの設計要件に適合させるように、わが国の代表的な複数の岩盤モデルに対して処分パネルの仕様を設定する。さらに、地下坑道の設置による地下水流動場への擾乱を低減するための坑道シーリングの設計を実施し、地下施設の一通りの具体的な仕様設定を示し、包括的技術報告書や概念設計手引書の更新に反映する。
Ⅲ-2.3	<p>3 閉鎖後長期の安全評価</p> <p>① 安全評価の技術 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 安全評価のための基盤となるシナリオ区分や目安とする線量基準については、国内外の考え方と整合的であり妥当な成果と考えられる。また、1次ドラフトに反映することができ、当初の目標は達成したと考えている。 • 安全評価の実施は、地質環境条件の設定とそれに対応した処分場の設計の結果を受けて実施すべき内容である。地質環境や設計との連携は、それぞれの検討が並行して実施されていることから完全ではなく、2015年度において一部の手直しが必要

事業計画	自己評価と今後の取組み
	<p>となる。深成岩類については概ね手法と手順が確立できた。</p> <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後、深成岩に関する手直しを実施する一方で新第三紀堆積岩や先新第三紀堆積岩に関する検討結果を受け、ジェネリックな段階での安全評価を実施し、包括的技術報告書に反映していく。 <p>② 安全性の論拠の拡充 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 論拠の拡充・整備に関する 2014 年度の作業結果のうち FEP リストについては、今後の処分場候補が決定した後においても利用可能であり、目標を達成できた。 解析用データセットの準備については、2014 年度目標とした降水系地下水に対して、核種移行解析の実施に反映させることができ、前提とした地下水中の溶存種の濃度の確認を除き、目標を達成できた。 地層処分システムの安全機能の時間的変遷を、透明性・追跡性、さらに客観性をもって説明するための討論モデルの検討を、専門家との議論をもちながら進めた。実用性や妥当性の点から、今後見直しを行うものの、安全機能の時間的変遷を記述するにあたっての検討過程における種々の判断と、その論拠と繋げて説明するツールとして提示できたことから、目標を達成した。 旧原子力安全委員会の余裕深度処分の評価の考え方等の既往の情報を整備し、リスク論的安全評価の考え方に基づいてシナリオ区分に対応する安全基準の線量めやす値や評価期間の考え方を取りまとめた。また、感度解析を実施して感度の高い事象の抽出を計画通り実施して、その内容を包括的技術報告書に反映することができた。これにより、所定の目標を達成した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2015 年度の包括的技術報告書の完成に向け、FEP 辞書の拡充や、想定する地質環境に対応するデータセットを揃えていく。 構築した討論モデルに関しては、論証・反証を拡充して十分性を検討しながら、緩衝材以外の人工バリア構成材料についても同様に検討を進めていく。 シナリオ区分のうち、人為シナリオに関して、事象抽出の論拠や様式化における事象の取り扱いについて、国内外の調査を実施し、体系的にまとめていく。 <p>③ 適切な地質環境特性の設定にかかわる情報整理と解析 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 候補母岩のモデル化方針の設定、一部の岩種に関する先行的なデータセットの整備やモデル化・解析を実施した。その結果、包括的技術報告書の 1 次ドラフトに花崗岩のモデル化・解析の結果を提示することができた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後は、新第三紀堆積岩のモデル化・解析結果を提示し、さらに残った課題の先新第三紀堆積岩類について、データ収集を行い、モデル化・解析を実施する。 <p>④ 将来の地質環境特性が自然現象により将来的に影響を受ける変動幅の検討 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> 隆起・侵食量の見積り、新規火山の発生確率と発生時期の予測については、検討結果を包括的技術報告書の 1 次ドラフトに反映できたことから、断層の分岐・伸展を除き、当初の目標を達成した。

事業計画	自己評価と今後の取組み
	<p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後は、断層の分岐・伸展の影響発生時期の検討を進める。また、地層処分技術WGで技術開発の必要性を指摘された、火山の分布および地熱活動の評価に反映するための、マグマ成因論に関する知見の収集およびマントル内の熱対流モデルの評価手法の整備、天然現象の将来予測を行う上での前提となる、プレートシステムの継続性評価のための、プレートシステムの変遷と地質学的イベントとの関係の整理について、基盤研究開発機関の協力を得ながら順次調査・検討する。
<p>Ⅲ-2.4</p>	<p>4 事業期間中の安全確保</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地上施設については、事業を先行している日本原燃株式会社や原燃輸送株式会社から、新規制基準の解釈や、評価方法、関連分野の評価事例などに対する情報を収集し、設計要件を明確にするとともに、包括的技術報告書に反映したので目標を達成できた。 • 地下施設については、異常事象として火災時の廃棄体の状態の評価のためのモデル設定の考え方を明確にするとともに、火災に対する廃棄体の健全性を確認することができたので、目標を達成できた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後は、廃棄体パッケージの落下時の状態について定量的な評価を行うとともに、これまでに検討した成果に基づいて、地上施設の概念の具体化の検討を実施する。これらの成果は包括的技術報告書に反映する。
<p>Ⅲ-2.5</p>	<p>5 廃棄体とインベントリ</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2カ年に亘る検討の結果、核種インベントリの設定と重要核種候補の抽出について、計画通り、現時点の情報の整理と今後の技術開発課題を整理することができたことから、目標を達成できた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後も関係機関と共同して、整理した技術開発課題へ取り組んでいく。
<p>Ⅲ-2.6</p>	<p>6 モニタリング</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 観測データから地球潮汐や大気圧変動等の影響成分を数値解析的に除去して、地層の透水性や、降水の影響に依存する地下水圧の変動を抽出し、長期にわたり地下水圧ベースラインの把握ができることが確認できた。地下水モニタリングは所期の目的を達成したため、3月でデータ取得作業を終了した。以上から当初の目標を達成した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 約4年間の連続計測により、モニタリング技術の適用性確認および技術の実証について目的を達成したので、今後は、取得したノウハウを調査・評価技術の実証に関する総合評価報告書にまとめ、概要調査以降で想定している実際のモニタリング開始に備える。

3. 技術開発のマネジメント

事業計画	自己評価と今後の取組み
Ⅲ-3	<p>技術開発のマネジメント</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 技術開発評価会議、技術成果報告会の開催、技術開発成果等の国民との共有など、技術開発のマネジメントを計画どおり実施できた。 • 技術開発評価委員会設置の検討、技術アドバイザー委員会の改組の検討を実施することで、2015年度に第三者による評価などが的確に行えるよう準備することができた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 技術開発の成果については、引き続き、機構の技術開発成果報告会や学会・論文での発表、個別技術報告書の発行など、地層処分の専門家に向けて積極的に公表する。更に、これらの技術的な情報が、多様な方々に容易に、かつ、わかりやすく提供できるよう、平易な表現とするなどの工夫や検討を進めてHPに掲載する。 • 包括的技術報告書の作成過程で収集した技術情報や技術開発等の成果を体系的に整理した閲覧システムについて検討する。 • 技術アドバイザー委員会 (DTAC・ITAC) を改組し、「包括的技術報告書」の具体的な記載内容を中心として、指導、助言を頂く。 • 2015年度も引き続き実施予定のNUMO シンポジウムへの参画など、技術開発成果等の国民との共有を図る。

4. 地層処分にに関する技術協力

事業計画	自己評価と今後の取組み
Ⅲ-4.1	<p>1 国内関係機関との技術連携の強化</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 基盤研究開発機関へのニーズの提供、共同研究の実施、包括的技術報告書の体制整備などを通して、国内関係機関との技術連携が図られた。 • 計画通り、技術系新卒社員が採用できた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 引き続き、JAEA、電力中央研究所との共同研究を実施するなど、国内関係機関との技術連携を強化していく。 • JAEA の東海施設を活用した人材育成、技術移転については、具体的に検討を進めていく。 • 業務の推進状況などを踏まえ、必要に応じて中途採用を実施するなど、人材を適切に確保する。
Ⅲ-4.2	<p>2 海外関係機関との技術協力</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 海外実施主体やその支援研究機関に対してわが国の最新動向を発信するとともに、今後協力の可能性のある具体的な課題（知識マネジメント、ガラスの長期溶解モデリング等）を挙げることができた。また、海外の地下研究所における国際共同プロジェクトに関しては、国内情報交換会の開催により、JAEA・電中研とともにプロジェクトの成果全般を共有するとともに、個別課題としてボーリング孔閉塞技術に関するワークショップにおいて、今後わが国において高度化して適用するための技術情報を得た。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 包括的技術報告書の作成過程における検討結果等を勘案しながらさらに NUMO のニーズを抽出するとともに、海外関係機関との技術協力に関する全体的な枠組みや国内活動との両立に配慮した実施体制を検討した上で、共同研究等の具体的な取組みに結び付けていく。
Ⅲ-4.3	<p>3 国際機関等との協力</p> <p>(自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地層処분을巡る国内政策に進展が見られる中で、NUMO の活動や関連政策の動向等を国内から発信するとともに、国際機関の動きや諸外国の地層処分計画の状況に関する情報（サイト選定プロセス、ステークホルダー関与、稀頻度地質事象への取組み、OECD/NEA の関係プロジェクトの動向等）を NUMO 内で共有し、必要に応じて次段階の活動の計画に反映することができた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 今後も、国際機関が主導するプロジェクトなどに継続的に参加するが、国内の活動度が高まる中で NUMO にとってより有益な国際協力を目指しながら、国際機関や諸外国との連携を強化していく。

IV 概要調査地区等の選定

事業計画	自己評価と今後の取組み
IV	<p>文献調査の準備</p> <p>(1) 科学的有望地選定への対応 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有望地の要件・基準等についての議論が開始された放射性廃棄物WG、地層処分技術WGにおいて、NUMOより要件・基準案を説明することとなったが、年度当初より基準の設定に必要な全国規模の文献・データなどの情報の収集・整理を進めてきたため、適切に説明資料を作成し両WGにおいて説明することができた。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・両WGにおける科学的有望地に関する議論は 2015 年度も継続するため、残された事業実現性に係る要件・基準の候補の説明資料の作成・説明等を適宜実施する。 <p>(2) データベースの整備 (自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査及びその事前準備に必要である全国規模の文献・データや地理情報システム(GIS)の定期的整備と、調査・解析情報の登録・管理と地質環境モデル作成等を担うシステム構築を当初に予定した通り完了した。 ・これまで情報が乏しかった広域地下水流動に関し全国を対象とした情報の拡充について、太平洋側の整備を予定通り完了した。 <p>(今後の取組み)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定期的整備を終えた全国規模の文献・データや地理情報システム(GIS)を文献調査及びその準備に適宜活用していく。 ・調査・解析情報の登録・管理と地質環境モデル作成等を担うシステムのうち、地質図登録やモデル作成機能など文献調査段階から活用可能である機能について、使いやすさ等の向上を進め文献調査の開始に備える。 ・2015年度は主に日本海側および島嶼を対象として残された領域の広域地下水流動状況の情報を整備する。
IV-1	<p>1. 文献調査の実施 － (文献調査の実施には至らなかった)</p>
IV-2	<p>2. 応募区域に対応した処分場概念等の検討 － (文献調査の実施には至らなかった)</p>