

－2019 事業年度業務実施結果等に対する評価・提言－ (2) 技術開発

■はじめに

評議員会は、2019 事業年度業務実施結果（本資料別紙参照）に対し、評議員会としての評価・提言をとりまとめるよう機構理事長から諮問を受けたことを踏まえ、以下のとおり、機構の技術開発に係る評議員会による評価・提言の内容を報告する。

評価・提言にあたっては、機構の技術開発に係る取組みを事業計画の目次を基に、関連性等を考慮して評価のためのカテゴリー（以下、評価カテゴリー）を設定した。「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信」と「技術マネジメントの一層の強化」をまとめ、また、「処分場の設計検討」を「処分場の設計と工学技術の開発」と合わせて一つの評価カテゴリーとすることにより、以下のとおり評価カテゴリーA から E を並べ直したうえで、それぞれのカテゴリーに属する業務毎に実施結果と自己評価を参考に評価・提言を行った。

事業計画 目次		評価カテゴリー
Ⅱ. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発と技術的信頼性の一層の向上		評価カテゴリーA 技術マネジメント
1. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発		
(1) 地層処分に適した地質環境の設定及びモデル化技術の高度化	→	評価カテゴリーB 地質環境の調査・評価
(2) 処分場の設計と工学技術の開発	→	評価カテゴリーC 処分場の設計と工学
(3) 閉鎖後長期の安全性の評価に関する技術開発	→	評価カテゴリーD 閉鎖後長期の安全評価
2. 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信	→	
3. 処分場の設計検討	→	
4. 技術マネジメントの一層の強化	→	
Ⅲ. 文献調査を受け入れていただいた場合のその地域における円滑な調査着手に向けた取組み	→	評価カテゴリーE 文献調査に向けた準備

■評議員会による評価・提言（技術開発）

1) 全般的評価

上記5つのカテゴリーに関して、中期技術開発計画に沿って業務が着実に進行し、所定の成果を上げているものと評価する。また、業務遂行の取り組み方についても、「包括的技術報告書（レビュー版）」（以下、包括的技術報告書）の取りまとめとレビュー対応の経験を通じて、従来の縦型から、概要調査などの今後の調査段階を意識した横の連携を伴う取組みに深化しつつあると評価する。一方で、次年度以降の業務遂行に対して、留意すべき事項を指摘する。この指摘を次年度以降に考慮すべき点と捉えていただきたい。

2) カテゴリー別の評価

評価カテゴリーA 技術マネジメント

本カテゴリーは、①2018年度に刊行した「包括的技術報告書」等を活用して信頼獲得のための情報発信を行うこと、②技術改善によって安全性と信頼性を不断に高めるための仕組みを整備すること——の2つの共通目的をもつ業務群である。

セーフティケースの構築という、これまでに機構において経験のない目的を持った包括的技術報告書の刊行を通して培われた技術力向上および組織連携の意識が、2019年度も継続的に発揮され、中期技術開発計画に沿って技術力が向上してきたと評価する。さらに、次の点を、次年度以降の活動に向けた留意事項として提言する。

#### ・中期技術開発計画における業務関連に対する図式化

2019年度に行われた技術部の全業務を、中期技術開発計画に関連つけて図式化した資料は、業務の位置づけ、業務相互の関連性を見るうえで非常に分かりやすく、有効活用が期待される。また、このような可視化は技術部門に限らず、機構の全ての業務においても有効であり、今回の資料のような単年度の活動の位置づけに留まらず、横軸を年度で展開して、実行待機中のもの、実施の可否を検討中のもの、などを整理して記述しておけば、機構の任務の推進に向けて、各々の業務がどのような状態にあり、どのようなスケジュールで解決に向けて取り組んでいるのか、が担当部署以外でも明示的に把握できるであろう。業務全般にわたって、このような業務相互の関連性を可視化する工夫を検討するよう提言する。

#### ・知識マネジメントシステム

地層処分事業という長期的な活動を技術の観点から支えるうえで、暗黙知・経験知などの知識を保存し次世代に継承することの重要性を認識し、Knowledge Management System（以下、KMS）として整理していく試みは重要であり、先行事例である日本原子力研究開発機構（以下、JAEA）のKMSを参考として、事業化を念頭に「安心感」、「納得感」のキーワードを取り入れたことは、技術的観点から社会のニーズを受け入れるうえでは新しい試みであり、これを評価する。ただし、参考としたJAEAのKMSは、これまで十分活用できていたとは言えないので、その長短を十分理解したうえで、知識を体系づけた手法として活用しやすいものとする視点が必要である。例えば、AIを用いた手法などの適用も考えられる。

KMSの骨格として「環境適合性」、「社会受容性」、「経済合理性」の3つ意思決定要素を据えたことはよいが、これらの要素を基に、事業を最適に進めてゆく具体的方法については未知な部分が多い。今後とも、分野横断的に意思決定するための方法論を継続して検討することを提言する。

#### ・人材育成

国内外を含めた人的交流は積極的であり、若手層に自発的な活動提案（「安全文化知ってるかい？（会）」）が見られるなど、若手層のやる気を引き出すことにも成果が見られることから、綿密なプログラムの下で育成が図られているものと判断する。一方で、技術部門での新規採用者数が計画よりも少ないことは、今後の人員配置と技術継承への懸念を生じるので、将来どのような技術の開発と継承が必要かを整理して、必要とする人材像を明確にした上でインターンシップ制度などを有効活用しリクルート活動を推進することを期待する。

包括的技術報告書に関連する成果の公表については、人材育成のうえからも、機構自らの技術的能力に関するエビデンスを増やす観点からも重要であるため、国内外での論文投稿・学会発表等による成果の発信を加速することを提言する。

### 評価カテゴリーB 地質環境の調査・評価

本カテゴリーは、至近の対応が求められる可能性が高い「概要調査」の技術的信頼性を高めることを目的とした業務群である。

地質環境の調査・評価手法の整備は「概要調査」以降の一連の調査段階において不可欠なものであり、分野を横断しての包括的技術報告書の取りまとめ経験に加え、堆積岩体における大深度ボーリング実証試験という実地演習の場も加えて、「概要調査」に向けてより現実的な準備体制が整備されつつあるものと評価する。そのうえで、個別の業務に対して次の点を提言あるいは期待として指摘する。

#### ・将来における自然現象の発生と地質環境への影響の予測技術の高度化

当該業務の中に、確率論的評価手法の整備が重点課題として挙げられている。自然現象と地質環境の超長期の変遷を考慮するうえで、将来予測の不確実性を

踏まえて確率論的評価手法を整備ならびに高度化することは重要と考えるが、著しい影響を与える自然現象の発生が起こり得る地域を最初に排除したうえで立地が行われるという前提に対して、なぜ将来を予測するのか、その意味を十分に説明する必要がある。確率論的評価手法は文献調査で対象とする広域的な領域への適用はよいが、概要調査や精密調査で対象とする領域への適用は難しい面があり、今後、「文献調査」に資源を重点的に投入することになると、次の段階の概要調査までに、確率論的評価手法の高度化を図ることは極めて難しいと考える。確率論的評価手法開発に果敢に挑戦することは了解するが、中期技術開発計画における開発目標のレベルをより明確化し、目標設定に見合った資源の投入を提言する。

- 地質環境特性の長期的な変化に係るモデル化技術の高度化

四次元（三次元＋時間）地質環境モデルを構築するための技術整備は着実に進展していると評価できる。また、工学・安全評価との連携を意識しながら地下水流動解析に係る技術的知見やノウハウ等を蓄積する姿勢も、分野横断的な取組みとして評価できる。一方、今後、重点的に取り組もうとしている地形変化と地表水系の変遷に関する評価技術は、変化形態のサイト依存性が極めて大きいと考えられ、いくつかの事例分析から帰納法的に類型化して整理した情報を特定地域に適用するアプローチが有効かどうかについて、十分留意する必要がある。地表水系の変遷を評価することが、処分システムの安全性、特に、様式化された生活圏の評価にどのような形でインパクトを与えるのか、業務の意味付けについてより丁寧な説明を期待する。

- ボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術の最適化

大深度ボーリング実証試験を実施し、技術職員が実地経験できたことは、機構のマネジメント能力を向上させるものとして評価する。同試験は、自ら試験計画を立案し実施するという一連の作業を行うことができる試験フィールドを持たない機構にとっては大きな意味があり、これまで蓄積してきた知見の有用性を、他の経験を有する研究機関（JAEA など）等の成果と比較することで、より確かなものにするよう期待する。なお、ボーリングに際して高 pH の掘削泥水を使うことで苦勞しているようだが、セルロース系の掘削泥水もあるので検討してはどうかと考える。

- 地質環境に係る科学的知見や地質環境調査・評価に係る技術的知見の拡充

我が国に広く分布する付加体<sup>注)</sup>の地質環境情報が乏しいことから、付加体にある既存の地下坑道を利用したボーリング孔掘削・孔内試験等の実施について目途をつけたことは、「文献調査」以降の段階において有用となる知見の拡充につながるものと期待する。

注) 海溝やトラフにおいて海洋プレートが沈み込むときに、海洋底にたまっていた堆積物がはぎとられて陸側へ押しつけられる。その結果、陸側斜面先端部に付け加えられた（多くの逆断層が積み重なった）くさび状の断面を持つ堆積体を付加体という。（新版地学事典より）

## 評価カテゴリーC 処分場の設計と工学

本カテゴリーは、安全性の向上と安全確保のもとでの設計の合理化に向けた技術開発と、それに応じた試設計の実施に集約される業務群である。

本カテゴリーは安全性と経済性という、ある意味で相反する性質に対して、安全を最優先にしながら如何に接点を見出すのか、という目的を持った業務である。そして、目的を達成するうえでは試設計とコスト評価を繰り返して改良を重ねる方法が適している。試設計を積み重ねることで、地質条件や水理条件の影響を機構自身が十分把握することができ、「概要調査」においてカ点を置くべき調査ポイントがどこにあるかを早めに理解しておくことで、調査の進展に際して実効性の高い対応が可能となる。機構がこれらの留意点を理解したうえで業務を着実に遂行しているものと評価する。そのうえで、各業務について、下記のように提言ならびに期待の指摘を行う。

- 処分場の設計と工学技術の開発

人工バリア材の代替オプションの検討については、可能性のある様々なオプションを提示している段階、いわばメニュー作りの段階であり、各オプションの長所、短所を整理して、今後の相互比較を客観的に行うための技術が整備されつつあると評価する。しかし、人工バリア材の選定については、これまで長い間候補材料として検討されてきた材料には相当量の情報が集積されている一方で、新規材料のそれは乏しい。新規材料の採用にあたっては、コストの視点だけで

なく、相応の技術的メリットを説明できるだけの情報の蓄積と対社会への十分な説明努力を期待する。

回収可能性の維持に係わる湧水量評価手法の開発については、解析結果をアニメーションとして可視化し、担当部署以外でも分かりやすい形で表現されており、当該成果を他分野の業務に連携させることが容易になる方法を示す好例である。ただし、解析に用いた透水係数が非現実的設定になっていないかどうか、可視化以前に、結果の質について十分な検討を怠らないよう期待する。

#### ・処分場の設計検討

処分場の合理化検討においては、安全性、回収可能性、工学的成立性、経済的合理性等の設計因子の感度を評価して重要な因子を抽出する手法によって最適化の試行を始めたことは、設計作業の効率化をもたらすものと評価する。

処分場の設計は、「文献調査」の段階においてさえも重要な役割を担うものと考えられる。それは、情報量の制約があったとしても、比較的短時間に概略設計が行われれば、それを起点として地質調査部門も性能評価部門も処分場イメージを共有することができ、各部門が整理すべき内容もより具体性を帯びてくると考えられるからである。処分場設計部門が処分場の具体的なイメージをいち早く掲げることによって事業全体を牽引することを期待する。

### 評価カテゴリーD 閉鎖後長期の安全評価

本カテゴリーは、①閉鎖後長期の安全性の評価の信頼性の向上、②安全評価結果のサイト調査および処分場設計へのフィードバック——を目的とした業務群である。

本カテゴリーにおいては、安全評価に必要な複雑かつ大規模な解析が可能となり、これまで得られなかった新しい結果が出ている。計算資源の増強や、セミナー等への参加を通じて機構職員自らが計算を行う体制が整いつつある点を高く評価する。なお、今回の評価・提言では、個別課題のトピック的説明を若手職員にお願いすることとしたが、新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言下という特殊事情でもあったため、本カテゴリーでは、それは叶わなかった。今後とも、若手職員の成長ぶりをうかがう機会を設定するよう期待する。

個別の業務に対しては、次の点を提言あるいは期待として指摘する。

#### ・シナリオ構築

地下水流動解析の信頼性向上のため、データの不確実性が核種移行解析結果にどのような影響を与えるかを評価するために、確率密度関数を設定してランダムにパラメータを抽出する、いわゆる確率論的評価が行われている。例えば、透水係数の確率密度関数として対数一様分布を仮定した解析が行われた場合、分布の上下限を設定すれば、結果は得られるが、実環境でそのような分布が必ずしも見られることはない。今回の計算結果は試行的なものであることを承知しつつも、この計算結果を調査・設計にフィードバックすると、調査・設計が誤った方向に進む可能性もある。これまでの努力によって、複雑かつ大規模な計算を行える環境整備に注力し、その成果が出始めている点を認める。一方、計算は実行できるが、複雑な計算結果に誤りがないかどうかを判断することは難しくなっており、計算結果の妥当性をチェックする具体的方法や手順を明確にする必要がある。複雑な解析の計算結果が持つ意味を常に確認し、修正できるようマネジメントシステムを充実・補完することを提言する。

#### ・核種移行解析モデル開発

核種移行解析モデルの前提となっている移流・分散場は、動水勾配が極めて小さいと考えられる沿岸海底下では拡散場によって十分近似できるのではないかと。そうすると、移流・分散場に比べて格段に計算負荷が減るはずである。計算資源の拡充は本質的な解決策ではあるが、従来の常識を敢えて見直し、別の視点から解決策を探ってみることを期待する。

地下水流動解析については複雑かつ大規模な計算が可能となった半面、岩盤亀裂のモデル化や、放射性核種の化学的挙動など、地下水流動解析に付加する解析部分はまだまだ粗い近似などで済ませている。従って、実現象と解析結果との間には近似に伴う乖離が生じ得ることを常に留意し、その結果を取り扱うべきである。計算を高度化すればするほど、計算結果の妥当性の確認が困難になることは避けられない。このことを克服するために、解析のためのマネジメントシステムを活用することは組織としては有効であるが、高度化した解析をブラックボックスのままにすることは本質的な解決にはならない。人材育成のための諸

プログラムが、機構職員自らが現象の本質を理解し、複雑な解析結果の妥当性を見抜く実力を養うための実効的な方策となっているかを常に確認することを期待する。

・解析パラメータ等に関するデータ整備

包括的技術報告書の作成において、核種移行に係るデータ不足が明らかにされた高炭酸還元環境におけるデータを拡充することは重要であると認識する。一方、炭酸塩濃度が高い場合、岩盤中ではフルボ酸やフミン酸が同時に存在する可能性があり、核種がフルボ酸錯体やフミン酸錯体となった天然有機コロイドそれ自身が鉱物表面に収着し、結果として核種が収着したように見える。高炭酸条件だけを考えた実験系では非保守的結果ともなり得るので、条件設定についても柔軟な対応を期待する。

**評価カテゴリーE 文献調査に向けた準備（対話活動協働部分を含む）**

本カテゴリーは、文献調査に向けた準備として部門横断的に行われた活動のうち、技術部門に係わる業務を述べたものである。

・調査計画の具体化

パンフレット「地層処分にに関する文献調査について」は技術的観点から見ても、平易で、非常に分かりやすいものとなっている。しかし、機構のホームページからこの資料を得ようとしても、そこに辿り着くまでの手順が判りにくく、アクセス性は良くない。機構の情報発信については、廃止措置と放射性廃棄物管理に関する情報発信を統一しようと原子力委員会が提案している廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォームにおいても、機構自らホームページの見にくさを課題として挙げており、情報発信ツールのさらなる改善を期待する。

ある市町村が応募あるいは国が調査を申し入れたたり、市町村が調査の受入れに積極的に向き合い始めたとき、自治体の中での調整や説明に利用できる資料が必要になると考えられるが、「地層処分にに関する文献調査について」では必ずしも十分とはいえないであろうことから、より多くの技術情報を平易な形で記載する必要がある。「文献調査」に向けて、「地層処分にに関する文献調査について」の次の段階に向けた説明資料を早めに準備することを提言する。

・地域への対話に向けた体制等の整備

対話型全国説明会に積極的に出向き、技術系職員も対話スキルを身に付けようとする積極的姿勢が伺われる。また、分かりやすい資料作りを意識したパンフレット「地層処分にに関する文献調査について」の作成過程からも判るように、かつては、広報と技術の連携の拙さを指摘する意見もあったが、協同作業を通じて、部門間の連携がスムーズになったと評価する。今後とも横の連携を密にする体制づくりの継続を期待する。

**3) まとめ**

2019年度の技術開発に関する業務実施結果について、従来のSABCによる評点方式を改め、次の3つの観点から評価を行い、中期技術開発計画の目標達成に資する提言を行った。また、機構自身がすでに認識したうえで業務を遂行している場合であっても、今後の業務の実施に向けさらなる期待を込めて指摘した。

- 1 中期技術開発計画に即した取り組みがなされ、成果を上げているか
- 2 業務遂行に際して、組織間の連携・成果の共有が行われているか
- 3 業務遂行にあたって障害となっていることがないか

提言は下記の表にまとめて示す。

今年度の技術開発評価委員会は、新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の下での開催であったため、ウェブ形式の変則的開催であった。それにも拘らず、従来通りの活発な議論の下で、評価・提言が行われたものとする。ウェブ形式の実施は、機構も初めての経験であったが、準備万端のもと滞りなく開催でき

たことに対し、謝意を表明する。また、若手職員から個別課題のトピックス的説明があり、若手職員の成長ぶりをうかがうことができたことも収穫であった。一方で、このコロナウイルス禍後の社会状況の大変化の中において、国民が地層処分に抱く関心にも相当な違いが現れるものと考えられる。機構は社会のニーズとそれに応えるための確かな技術力の蓄積に向けて、今後も予断無く、柔軟に対応できる組織力を持つための努力を継続することを期待する。

今回の提言、そして業務の更なる質の向上のための指摘が、次年度以降の機構の活動に寄与することを望むものである。

表 提言一覧

	提言
中期技術開発計画における業務関連の図式化	技術部の全業務を中期技術開発計画に関連づけて図式化した資料を毎年継続して改定すること
知識マネジメントシステムの活用	セーフティケース構築の要であり、事業を継続するうえで必要な一連の科学技術的知識を管理する知識マネジメント手法を活用する際に、「環境適合性」、「社会受容性」、「経済合理性」の3つの意思決定要素から最適な方針を見出す方法論を分野横断的に検討すること
人材育成の継続	機構自らの技術的能力に関するエビデンスを増やす観点からも、国内外での論文投稿・学会発表等による成果の発信を加速すること
地質環境の長期安定性に係る事象の確率論的評価手法の開発	中期技術開発計画における開発目標のレベルをより明確化し、目標設定に見合った資源の投入をすること
安全評価におけるシナリオ構築、核種移行モデルとパラメータの整備	複雑な解析の計算結果が持つ意味を常に確認し修正できるようにマネジメントシステムを充実・補完すること
文献調査に向けた準備	自治体内部での検討に資する「地層処分にに関する文献調査について」の次の段階の説明資料を早めに準備すること

以上

## -2019 事業年度業務実施結果等にかかる機構からの説明- (2) 技術開発

## &lt;目次&gt;

○総括	・・・2~24
• 評価カテゴリー-A	・・・2
• 評価カテゴリー-B	・・・6
• 評価カテゴリー-C	・・・12
• 評価カテゴリー-D	・・・16
• 評価カテゴリー-E	・・・20
• 対話活動協働部分（対話活動評価委員会の資料の抜粋）	・・・21~24
• 地域交流部の取組み	・・・21
• 技術部の取組み	・・・23
○（参考）個別業務の詳細	・・・25~74
• 評価カテゴリー-A	・・・26
• 評価カテゴリー-B	・・・39
• 評価カテゴリー-C	・・・48
• 評価カテゴリー-D	・・・62
• 評価カテゴリー-E	・・・72

## 【評価カテゴリーA】技術マネジメント

計画（検討の目的）	
<p>1 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信            2018年11月に原子力発電環境整備機構（以下、「機構」という。）が公表した包括的な技術報告書「わが国における安全な地層処分の実現ー適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築ー（レビュー版）」（以下、「包括的技術報告書」という。）の技術的妥当性について、日本原子力学会「NUMO 包括的技術報告書レビュー特別専門委員会」（以下、「レビュー委員会」という。）によるレビューを受ける。このレビューを通じて機構の技術的能力を示すとともに、包括的技術報告書を活用した各種説明会・講演・勉強会等を通じて幅広く地層処分の安全確保の考え方に関する理解を得る。</p> <p>2 技術マネジメントの一層の強化            地層処分事業を推進するための技術的基盤（地層処分場の実現に必要な、立地、設計、許認可取得、建設、操業（廃棄物の受け入れから埋設）、閉鎖に係る全ての関連科学技術）をより確かなものとするため、技術人材の育成と技術の体系的な整備に引き続き取り組む。このため、国及び国内外の関係機関等と緊密な連携を図り、国内外の共同研究プロジェクト等への参画や職員の派遣・人的交流を通じて、技術の蓄積や知識・経験の継承を進める。また、我が国で蓄積した技術や経験を国際社会に発信する等、国際貢献にも努めていく。</p>	
業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信            2019年12月にレビュー委員会からレビュー結果の報告書（以下、「レビュー報告書」という。）を受領した。レビュー委員会の評価や助言を反映して包括的技術報告書を公表するため、技術的根拠の補強や、より伝わりやすい表現への修正等を進め、2020年3月末までにほぼ完了した（新型コロナウイルス感染症の広がりによる作業への影響を勘案しつつ、公表は2020年6月予定）。機構が地層処分技術集団として国際的な信頼を得るために、国際機関である経済協力開発機構／原子力機関（以下、「OECD/NEA」という。）によるレビューを受ける（2020年12月頃開始予定）ため、2020年秋頃を目途に包括的技術報告書の英語版の作成を進めており、全体のおおよそ7割程度まで作成を行うことができた。</p> <p>レビュー報告書と国及び関係研究機関が進めている研究開発の進捗状況に基づいて、「地層処分研究開発調整会議」（以下、「調整会議」という。）を、メンバーである国及び関係機関とともに1月から計2回開催し、平成29年度に作成された「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～平成34年度）」（以下、「全体計画」という。）について、当初から予定されていた見直しについて検討を行った。この間、機構はメンバー間の調整を牽引し、外部有識者のご意見をいただきつつ、全体計画の枠組みは変更せず現状を反映した計画内容の記載の具体化・修正を</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>1 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信            包括的技術報告書についてレビュー委員会からは、「包括的技術報告書が多様なサイト環境条件を考慮して、現段階でのセーフティケースとしての信頼性を確保しており、サイト特定後のセーフティケースの基本形としての妥当性を有している。」と評価され、地層処分事業者として一定水準の技術力を有するものと認知された。</p> <p>中期事業目標に掲げる「我が国において地層処分事業が確実に実現できること及びその安全性が確保されることを体系的に示し、（中略）機構の有する技術力への信頼性の一層の向上を図る」に対して、包括的技術報告書のレビューを通じて技術集団としての一定の信頼が得られたこと、また、国内外の学会等を通じて包括的技術報告書の成果を広く情報発信しその技術的妥当性について確認することができたことから、機構の技術力への信頼性は専門家の間では着実に向上しているといえることができる。併せて、一般の方々を対象とする報告会や地層処分に関わる幅広い分野の専門家を対象とする説明会の他、技術士会、セミナー、学生等への講演・勉強会等において包括的技術報告書について幅広く発信するとともに、安全確保の考え方や地層処分が選択された背景等について、平易な文章で解説した冊子「なぜ、地層処分なのか」を作成する等（包括的技術報告書と併せて2020年6月公表予定）、より分かりやすく事業内容を発信するための工夫や配慮を行うことで、機構の技術力への信頼性をより広く浸透させるための取組みを進めることができた。</p> <p>中期事業目標に掲げる「内外の関係機関の協力を得ながら、実施主体としてのリーダーシップと企画力をもって我が国における処分技術に係る技術開発全体を俯瞰し、</p>



実施することで改定を行うとの結論を得た。全体計画の改訂版は、3月に国のホームページにて公表された。

一般の方を対象とする報告会や地層処分に関わる幅広い技術分野の専門家を対象とする説明会を開催して、包括的技術報告書の作成意義や主要メッセージ、主な検討成果について広く情報を発信するとともに、個々の技術開発成果について、日本原子力学会、土木学会及び日本保健物理学会等、国内の様々な学会や国際会議等で講演や論文投稿を行った。また、地層処分についての情報に触れる機会の少なかった分野の専門家や学生等に対しても、技術士会、セミナー、講演・勉強会等の機会を通じ、地層処分の安全確保の考え方、それを支える技術等について理解促進を図った。

## 2 技術マネジメントの一層の強化

多岐に及ぶ個別の技術開発を適切に進め、これらの成果を関係研究開発機関による成果も反映しながら適宜統合して、技術の体系的整備に資するための技術マネジメントをより強化するため、以下の項目に取り組んだ。取組みにあたっては、適宜技術アドバイザー委員会から指導・助言をいただき、これを踏まえて技術開発の進め方の適正化等に努めた。

2019年度末には新型コロナウイルス感染症等の影響により2020年度も継続する委託業務等の遅延等が顕在化したが、こうしたマネジメントの仕組みに基づいて対応し、技術開発計画に対する影響の規模等を確認したうえで工程変更等の調整を行うことで原子力発電環境整備機構 中期事業目標（以下、「中期事業目標」という。）を達成するうえで問題は生じていない。

### 1) プロジェクトマネジメント等の強化

地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価という地層処分に係る主要な3つの分野を緊密に連携させることによって包括的技術報告書を取りまとめるとともに、レビュー報告書を受けた修正等を各分野の整合性を確保して進めた。こうした業務における連携の在り方を活かし、文献調査及び概要調査計画の策定に関わる実践的能力の強化のために机上演習を継続して実施した。

並行して、3つの分野に関わる数値シミュレーションで用いる解析コード及びデータの品質管理の向上や重要な解析について機構が自ら実施できる能力を拡充することを目的として、解析手順書等の体系的整備を進めるとともに若手技術系職員を中心に解析演習に取り組み、技術力の向上に努めた。

また、2018年度に発生したような委託業務の不適切事案に関する再発

その整備と向上を牽引する」及び「長期にわたる地層処分事業を的確に遂行するため、文献調査、概要調査等の事業展開の各段階に備えた技術開発に関する総合的な計画を随時見直し、これを着実に推進する」ことに対しては、調整会議による全体計画の見直しにあたり、機構が、外部有識者のご意見も反映しつつ、会議における議論やその取りまとめを主導することによって、計画どおり2019年度末までに同計画書の改訂版をとりまとめた。こうしたリーダーシップを発揮するために、例えば、研究開発課題間の関係や研究開発工程についてより明確化すべきとの外部有識者からのご意見に対し、基盤研究から実用化・高度化といった、技術開発における検討の段階に応じた役割分担等を示す樹形図や技術の使用時期を想定した研究開発工程等を追加する等、事業者として必要な研究開発が計画的に関係研究機関で展開され、事業者の技術開発に統合される枠組みであることをより明確に示すことができるよう、改訂の進め方を機構から提案し円滑な改訂作業に結び付けた。

## 2 技術マネジメントの一層の強化

中期事業目標には、「事業基盤の高度化を目指す人材育成」、「技術的信頼性向上を目指す技術開発」が示されている。

昨年度から引き続き、文献調査及び概要調査計画の策定に関わる実践的能力の強化（机上演習等）を進めることや共同研究等への派遣・人的交流を通じてさらに技術的知見の蓄積を図ったことで、機構職員の技術的能力や技術的信頼性が着実に向上している。また、文献調査及び概要調査計画の策定に関する作業を進めるにあたり、技術部内の分野間の連携を整理して業務プロセス化するとともに、技術部の業務展開が機構大の事業展開と整合するよう、各部の主要業務に過不足なく関連付けをした。さらに、こうした関係性を理解しながら技術業務を進めることを支援するため、PCベースの汎用マネジメントツール等を積極的に導入し情報の共有化を確実にしながら分野間の連携を強化することができた。また、若手技術系職員を中心に機構内での解析業務の経験を増やすことで技術力の向上が図ることができた。さらに品質マネジメントシステムの継続的改善に取り組む過程で、分かりやすい業務フローの作成、作成する書類とその様式、作成時期等を明確にするとともに、QC工程表に基づく品質管理とその記録保存、人身安全に係る作業を含むものについては、作業手順とリスクアセスメントに基づく安全対策の共有が定着しつつある。これら一連の取り組みを通じて、着実にプロジェクトマネジメント力を強化することができた。

力量管理においては、地層処分技術が様々な科学技術分野から構成されること、また、技術のみならず、対話等事業を進めるうえで重要な能力を考慮して、力量の評価軸を構成する要素を明らかにし、これを用いた力量評価をもとに人材育成計画を立案するための運用基盤を整備することができた。

防止の管理強化の観点から、技術部内で是正処置プログラム（CAP：Corrective Action Program）の運用を本格化し、ヒヤリハット事象の収集・分析を行いつつ、これまでに整備してきた品質マネジメントシステムを構成する要領書の継続的改善に取り組むこととともに、こうした活動を機構のリスクマネジメントに反映した。

また、これまで国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）が研究開発機関として開発を行ってきた知識マネジメントシステム（以下、「JAEA KMS」という。KMS：Knowledge Management System）を参考としつつ、段階的な事業の推進において、その時点で考慮すべき様々な要件に応じ、最新の科学技術的知見を取り込みながら進める実施主体としての知識マネジメントの概念を構築した。これにあたっては、事業の持続可能性を確保するうえで必要とされている「環境適合性」・「社会的受容性」・「経済合理性」の観点から最適な処分場を構築することに資するものとなるように検討を行った。JAEA KMSと同様、この知識マネジメントの基軸となるものとしてセーフティケースを位置づけ、包括的技術報告書に基づき、地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価というセーフティケースを構成する主要な3つの分野に関する知識の体系化を目的とした作業プロセスの抽出と関係性に関する整理を進めるとともに、この枠組みに沿ってセーフティケースへ統合するために利用可能な知識工学的手法や必要となる知識ベースの設計検討に着手した。これらの技術開発を効果的・効率的に進めるため、新たにスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（以下、「SKB」という。）との共同研究を開始するとともに、OECD/NEA や国際原子力機関（以下、「IAEA」という。）等が実施する国際プロジェクトへの参加を通じて知識の統合の考え方や次世代への継承に関する取組みについて情報を収集するとともに機構における取組みを紹介した。

機構における知識マネジメントを進める一環として、包括的技術報告書で用いた参考文献の情報をホームページから閲覧可能とするための準備を進めるとともに、原子力委員会の主導により、根拠に基づく原子力情報の社会への発信を促進するための活動の一つとして進められている廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォームの構築に継続的に参加している。

## 2) 共同研究等への派遣・人的交流による技術力の向上

技術的課題に対応するため、地下研究施設や放射性物質を扱える試験設備等の研究インフラを有する国内外の関係機関との共同研究プロジェクト（38件、詳細はカテゴリーB～D参照）を進めるとともに、これを通じて若手職員の育成を目的とした派遣・人的交流による協働や現場経験の機

知識マネジメントについては、長期にわたり事業を維持（持続可能性）するために必要な視点（「環境適合性」・「社会的受容性」・「経済合理性」）を考慮して、機構としての知識マネジメントの概念を示すことができた。知識マネジメントを適切に実行していくには、その意義や目標を組織内で共有することが肝要であり、知識マネジメントの在り方を具体化したことは、その基盤として意義のあるものである。また、JAEAが開発している知識マネジメントのツールや知識ベース、あるいはIT分野での最新の技術等の機構の知識マネジメントへの適用性を検討するとともに国際的な動向に関する情報を反映しながら、知識マネジメントシステムの設計検討に着手することができた。また、地層処分に関連する知識として、包括的技術報告書で用いた参考文献をホームページで閲覧可能とするための作業や、原子力委員会の提言している廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム構築に参加することを通じて、科学技術情報を社会に提供する手段の拡充を図っており、機構の技術力に対する社会の信頼性向上に資するための業務を進めることができた。

IAEA や OECD/NEA 等の活動・国際共同プロジェクトや放射性物質環境安全処分国際協会（EDRAM：International Association for Environmentally Safe Disposal of Radioactive Materials）の活動への参加、各国の実施主体との共同研究を推進するとともに、韓国や台湾の関係機関との情報交換・技術交流、新たな協力の可能性の検討を通じて国際協力を着実に進め、地層処分に関する技術的信頼性の国際レベルでの向上に寄与することができた。

## 【今後の取組み】

### 1 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信

包括的技術報告書や冊子「なぜ、地層処分なのか」を活用して国内外の幅広い分野の専門家や一般の方々に対して、地層処分技術や安全確保の考え方に関する理解を深めていただくことによって、社会全体に地層処分事業への関心を広げるための取組みを継続する。その背景として、我が国の技術開発状況が国際的にも評価されていることが重要であり、OECD/NEA による包括的技術報告書の国際レビューに向けて英語版の作成を継続するとともに、想定される技術的な論点、質問に対応できるよう準備を進める。

今後の対話活動においては、地層処分の安全確保の全体像が直感的に分かりやすく伝わるようにさらに配慮し、一般の方々の目線を最優先に説明の仕方や資料の改善をしていくとともに、技術系職員の対話力のより一層の向上のために実践的な対話訓練を計画的に実施する。

以上の取組みを通じて、中期事業目標の達成を着実に進める。

会の充実を図った。

### 3) 長期的事業展開を見据えた人材確保・育成

上記共同研究等への職員の派遣や人的交流に加え、計画的な技術人材の確保（年度で計 8 名増）を実施するとともに、国の支援を受けた関係 5 機関（JAEA、公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター（以下、「原環センター」という。）、国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）、一般財団法人 電力中央研究所（以下、「電中研」という。）、及び機構）の協力による地層処分技術に関する研修をはじめとする様々な研修への参加や若手・中堅職員による概要調査計画の策定に関する机上演習等を通じて実践的能力を向上させた。また、PDCA サイクルを組み込んだ人材育成計画の実行において、継続的な力量管理の仕組みを導入した運用を開始した。

### 4) 国際協力・貢献

引き続き、国際機関等の進める国際協力プロジェクト（詳細は、カテゴリ-B~D を参照）や活動への参加、各国の実施主体との共同研究を促進するとともに、IAEA 主催のトレーニングコースへの講師派遣や「最終処分国際ラウンドテーブル」を含む OECD/NEA 主催の会合等への参加の他、日本のベントナイト鉱床での新たな国際共同プロジェクトへの参加や米国の国立研究所との新たな協力についての検討、韓国・台湾の関係機関との情報交換・技術交流等を行った。

## 2 技術マネジメントの一層の強化

技術マネジメントは、信頼性のある技術基盤の整備のための技術開発やその成果である知識の保存や更新、技術系人材の確保といった、長期にわたる事業を時間的に変遷する周辺状況を反映して柔軟に対応しながら進めるために不可欠なものである。これまでに、技術マネジメントに係る重要な項目を明らかにし、具体的な施策によってこれらに着実に取り組んできている。今後も、引き続き、地層処分を取り巻く事業環境に適切かつ時宜を得て対応していくため、マネジメント対象を明確にしつつ、これまでに蓄積したマネジメント能力を高めていく。データ及び解析コードの品質管理技術の整備や解析実施能力の向上については、スーパーコンピュータの使用、昨年度導入したワークステーションの活用を進め、引き続き解析業務における実践を通じて、さらなる機構内の技術力向上を図る。品質マネジメントシステムの整備については、引き続き、業務実施におけるプロセス管理を徹底するとともに、これまでに整備した要領書の運用状況の継続的なモニタリングを行い改善に努める。

知識マネジメントについては、国内外の関係機関と連携しつつ、実施主体の観点から必要となる科学技術的知識をセーフティケースに統合して次世代に継承していくマネジメント手法の整備とシステム化を進め、段階的なサイト選定に活かせるよう、早期に業務へ実務的な反映を図っていく。人材育成に関しては、これまでの関係機関との連携を拡充し、大学や産業界も含めて、例えば、若手技術者の参加を奨励し、技術分野ごとに関係機関、大学、産業界と機構が一堂に会して意見交換を行うことで横断的に研究開発の進捗や方向性を議論するような場を創設すること等を検討する。こうした取組みについては、IAEA 等の国際的な人材育成ネットワークとの連携についても視野に入れていく。また、機構の技術力に対する社会の信頼性向上に資するため、包括的技術報告書で用いた参考文献をホームページで閲覧可能とするための作業や、原子力委員会の提言している廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム構築への参加を継続するとともに、地層処分に関連する知識、科学技術情報を社会に提供する手段の拡充を図る。

新型コロナウイルス感染症対策の経験を通じて、Web 会議の常態化や様々な通信機器・モバイルコンピュータを活用したテレワークに対応しつつ、業務の効率化と品質・安全の更なる向上をめざした新たな業務形態を確立していく。

【評価カテゴリーB】地質環境の調査・評価

計画（検討の目的）	
<p>これまでに国や関係研究機関等により進められてきた研究開発を通じて整備された地質環境調査・評価技術を有効に組み合わせることにより、我が国の多様な地質環境を対象に、陸域及び沿岸部海域において概要調査を展開し地層処分に適した地質環境を選定することは基本的に可能となっている。概要調査の技術的信頼性をより高めていくためには、地層処分技術 WG 中間取りまとめで示された技術課題や包括的技術報告書の取りまとめの過程で明らかになった技術課題に対応しつつ、最新の科学技術的知見を統合・反映することにより、処分場の設計及び安全評価との連携を念頭に置いた地質環境の調査から自然現象による処分場への著しい影響の回避及び地質環境モデルの構築までの一連のプロセスに適用する技術の高度化及び最適化を図っていくことが必要である。これを当該分野全体の目的として設定したうえで、中期事業目標に対応した本技術分野の中期的な目標を以下の①～④のように設定し、その達成に向けた技術開発を進める。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 将来における自然現象の発生とその地質環境への影響の予測技術の高度化</li> <li>2 地質環境特性の長期的な変化に係るモデル化技術の高度化</li> <li>3 ボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術の最適化</li> <li>4 地質環境に係る科学的知見や地質環境調査・評価に係る技術的知見の拡充</li> </ol>	
業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1 将来における自然現象の発生とその地質環境への影響の予測技術の高度化</p> <p>ボーリング孔や坑道の掘削において遭遇すると想定される断層について、将来の断層の活動性を考慮した工学的対策の設計検討やそうした活動による断層の透水性の将来的な変化を考慮した核種移行解析といった安全評価の信頼性向上等への成果の反映を念頭に置いて、断層の変位とその変位が周辺岩盤に及ぼす水理学的影響を解析的に評価するためのシミュレーション技術の整備を目的として業務を進めた。</p> <p>2019 年度は、米国ローレンスバークレー国立研究所（以下、</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>2019 年度は、概要調査に必要となる地層処分に適した地質環境の選定及びモデル化技術の高度化に向けて、地質環境の調査から自然現象の著しい影響の回避及び地質環境モデルの構築までの一連の作業プロセスに適用する技術の高度化及び最適化に加えて、それらの技術の基盤となる知見・ノウハウの強化を図った。特に、③で進めた「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」及び④における「付加体堆積岩類の地質環境特性データ取得」をより重要度の高い業務と位置づけて優先的に対応した。当該業務は、今後の概要調査と同様に、実際の地質環境を対象にボーリング孔掘削・孔内試験を実施して地質環境情報を取得するものであり、概要調査に向けて、技術部職員がボーリング孔掘削・孔内試験に係る技術やノウハウ等の習得を通じて技術力の向上を図るだけでなく、現場作業の安全・品質管理等の経験を通じてマネジメント能力の向上を図る機会として重要である。</p> <p>1 将来における自然現象の発生とその地質環境への影響の予測技術の高度化</p> <p>機構がこれまでに実施したボーリング孔掘削・孔内試験等の経験に基づいて検討した品質管理の方法等を適用して、LBNL 担当者との議論を通じて、断層を貫いて掘削したボーリング孔内で断層の微小変位とそれに伴う間隙水圧の経時変化等を観測するための、原位置試験に係る実効性の高いレイアウトや手法等の具体化を図り共同研究計画に反映した。これにより、今後取得する断層の微小変位とそれに伴う間隙水圧の経時変化等のデータの信頼性及びそれを用いた解析コードの検証に関する信頼性の確保を図ることができた。</p> <p>概要調査の段階で適用することを想定して、ITM-TOPAZ 手法を 2021 年度末まで</p>

「LBNL」という。)との3年間の共同研究契約を締結したうえで、断層の変位に伴う周辺岩盤の水理・力学連成挙動を解析可能なコードの整備に加えて、その検証データ(断層の微小変位とそれに伴う間隙水圧の経時変化等)を取得するための試験装置の改良を進め、実際の断層を対象にボーリング孔を掘削して行う原位置試験に係る実施計画を共同で策定した。

また、自然現象の著しい影響を回避したサイトにおける、将来10万年を超える長期的な自然現象の発生可能性に係る確率論的評価に適用するITM-TOPAZ手法の高度化を目的として、2019年度は、自然現象やプレート運動に係る最新の科学的知見を収集して、自然現象の発生傾向に係る時間的・空間的な変遷に係る地域的な特徴の類型化を実施した。さらに、2021年度末までに対応すべき最優先課題をITM-TOPAZ手法に係る技術的信頼性の向上と位置づけ、機構内部で今後の計画を再検討した。

## 2 地質環境特性の長期的な変化に係るモデル化技術の高度化

長期にわたる地形の変化や気候・海水準変動等に伴う地表から地下深部までの水理場や化学場といった地質環境特性の変化を考慮した、より現実的な安全評価の実施(「現実的な処分場の状態設定」及び「現実的な核種移行解析モデル」への反映)に向け、利用可能なモデル化技術の整備を目的として業務を進めた。

2019年度は、2018年度に新第三紀堆積岩類を対象として整備した四次元地質環境モデルの構築技術に係る技術的知見やノウハウ等を活用して、深成岩類を対象に四次元地質環境モデルを構築するための技術を整備した。具体的には、機構内部において深成岩類が分布する地域の地形や地質構造に係る最新の科学的知見を全国規模で収集したうえで、沿岸域を含む地形及び地質構造に対する将来100万年間の時間変化を概念化した。これに基づき、地形、地質構造、水理地質構造の時間変化を含む三次元モデルを構築したうえで、深成岩類の割れ目の中の水頭差及び塩水の密度差に起因した地下水流動並びに移流分散及びマトリクス部での拡散による塩分の移動について、解析条件等の連続的な変化を考慮した非定常状態における地下水流動・物質移行解析を実施して、モデルの適用性を確認するとともに特性を把握した。

また、上記の「四次元地質環境モデル化技術の高度化」における2021年度以降の検討に反映するため、2019年度は、山地発達に係る情報を整理したうえで、河川縦断図の作成や水系変遷に関連すると考えられる地形の抽出等を行い、将来の地表水系変遷の推定方法を取りまとめた。

により効果的・効率的に整備するために、2019～2020年度に計画していた委託業務を機構内部における検討に変更して今後の計画の見直しを図り、計画の最適化を図ることができた。

## 2 地質環境特性の長期的な変化に係るモデル化技術の高度化

機構内部での検討として、深成岩類が分布する地域の地形や地質構造に係る最新の科学的知見を全国規模で収集したうえで、深成岩類の岩種ごとの岩体の規模・方向性及び隆起・侵食の傾向を統合的に解釈しつつ、将来100万年間の時間変化を概念的に示し、四次元地質環境モデルを構築するための基盤を整備することができた。また、安全評価に反映するため、地質環境の時間変化を把握するうえで必要となる、三次元地質環境モデルに基づく解析条件等の連続的な変化を考慮した非定常解析については、沿岸域を含む広域スケールにおける塩分の移動が水みちにおける移流分散及び基質におけるマトリクス拡散というコントラストの大きな岩盤を対象に実施された先行事例がなく解析の負荷も極めて大きいことから、数値解析に用いる時間ステップやメッシュについて試行錯誤を繰り返しながら解析条件等の最適化を図った。以上のような作業プロセスを経て、深成岩類に対する四次元地質環境モデルの構築及び安全評価との連携を考慮した地下水流動解析に係る技術的知見やノウハウ等を蓄積した。

上記の安全評価との連携と併せて、処分場の設計との連携については、2018年度に構築した新第三紀堆積岩類の四次元地質環境モデルにおける褶曲に伴う地層の変形等を考慮した坑道レイアウトの検討を実施(評価カテゴリーC)し、分野間の連携を図りながら業務を進めることができた。また、2021年度以降に実施する地表水系の変遷に伴う広域的な地形変化を考慮したモデル化技術の整備に必要となる、長期的な地形変化や地表水系の変遷に係る最新の科学的知見とともに、将来の地表水系変遷の推定方法を取りまとめたことから、2019年度の目標を達成したといえることができる。

### 3 ボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術の最適化

陸域における、膨潤性・崩壊性を有する脆弱な地層を挟在する岩盤を対象としたボーリング孔掘削・孔内試験手法の最適化を目的に業務を進めた。

2019年度は、電中研・横須賀地区において深度約400m（YDP-4a孔）及び深度約600m（YDP-4b孔）の掘削及び孔内試験を伴う大深度ボーリング実証試験を開始して、付帯整備工事、YDP-4a孔の掘削（3月末時点で深度207m）や孔内試験等を実施した。

電中研・横須賀地区における上記の作業にあたり、機構は、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めて構成した分野横断のチームによる実証試験計画の策定や作業手順書等の確認に加えて、全ての技術部職員が交代で現場に駐在して作業の安全・品質確認等を行うことを通じて実戦経験を蓄積した。また、スイス放射性廃棄物管理共同組合（以下、「Nagra」という。）との共同研究を通じて、現在スイスにおいて実施中のサイト調査（ボーリング調査）を実例として、掘削泥水を伴うボーリング調査の品質管理手法や取得した地質環境データの運用に係るノウハウ等を習得した。

サイトの初期状態や地下施設の建設に伴う状態変化の把握等に必要な地下水モニタリング技術について、最先端の光ファイバーセンシング技術を応用しつつ、原位置における数十年スケールの適用を念頭に置いた高度化を目的として、2019年度は、地下水モニタリング装置の主要部位の性能試験及び装置全体の基本設計に係る委託業務の計画や品質管理方法等について機構内部で検討を行い技術審査・入札を実施したが、応札者不在のため不調となった。

国際的な課題となっている、サイトにおいて地表から掘削したボーリング孔が地下水・核種移行の短絡経路等とならないように効果的に閉塞するための技術の整備を目的として、2019年度は、室内試験を通じてボーリング孔の閉塞材料を選定したうえで、実規模の模擬試験、閉塞材料の施工性や安定性に係る室内試験等の委託業務契約を締結した。また、英国放射性廃棄物管理会社（以下、「RWM」という。）及びNagraとボーリング孔閉塞に係る実証試験、閉塞材の運搬・設置装置の改良、金属プラグの開発に係る国際協力に係る協定を締結した。

### 4 地質環境に係る科学的知見や地質環境調査・評価に係る技術的知見の拡充

特にサイト選定において現実的に想定される地質環境のうち、情報量が極めて乏しい付加体堆積岩類を対象とした地質環境特性データの取得を目

### 3 ボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術の最適化

業務実施上の優先順位を高く設定した「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」では、概要調査と同様の作業が発生することを念頭に置いて、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めた分野横断のチームを編成したうえで、機構としての実証試験計画の策定を行った。また、ボーリング孔掘削・孔内試験等の個別作業に係る業務受託先の実施計画書、作業手順書及び品質保証計画書について、包括的技術報告書の取りまとめにおける分野間の連携の経験等を踏まえて、処分場の設計及び安全評価それぞれの観点から必要とされる地質環境情報を提供するための手法や手順、安全・品質管理項目等に係る適切性の観点から確認等を行った。さらに、現場において、孔内試験やコア試料採取等の区間設定に係る協議等に対応するとともに、全ての技術部職員が交代で現場に駐在して作業の安全・品質確認等を経験した。ボーリング孔掘削・孔内試験等に係る経験を有していなかった技術部職員も含め、上記の取組みにおける経験者による指導を通じたOJTにより、孔内・室内試験等に係る技術力及び現場作業の品質・安全等に係るマネジメント能力が機構全体として向上した。

ボーリング孔掘削技術については、予測した地質（岩相）に対応する掘削泥水を用いつつ、コア回収率と掘削パラメータとの相関関係に係る最新情報に基づき、掘削パラメータを見直ししながら掘削を進めることにより、2012～2014年度に実施したボーリング孔掘削と比較してコア回収率が大幅に向上したことに加えて、孔径拡大が抑制できたことから最適化を達成した。

ボーリング孔の掘削・調査と並行して実施する地下水モニタリング技術については、光ファイバーセンサーケーブルや採水ポート等の主要部位に係る技術課題の検討を通じて、概要調査に必要となるモニタリング技術に係る技術的知見を拡充した。また、ボーリング孔の閉塞技術については、2018年度の委託業務の成果を踏まえて2019年度の委託業務の実施計画の具体化を図り、計画の最適化を図ることができたことに加えて、RWM及びNagra担当者との国際協力協定に係る調整を通じて、国際的な技術課題に係る技術的知見を拡充した。

したがって、上記の技術力やマネジメント能力等の向上と併せて、2019年度の目標を達成したといえることができる。

### 4 地質環境に係る科学的知見や地質環境調査・評価に係る技術的知見の拡充

2019年度においてより優先度の高いものとして位置づけた「付加体堆積岩類の地質環境特性データ取得」については、関係各所との調整を経て、2020年度に機構が付加体堆積岩類を対象としたボーリング孔掘削・孔内試験等を実施できるようになっ

的とした、既存の地下坑道を利用したボーリング孔掘削・孔内試験等の実施について、関係各所との調整を経てご了解をいただくに至った。また、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めた分野横断のチームを編成して、機構としての実施計画の検討・策定を行った。

また、文献調査以降のサイト調査において活用するために、これまでに作成した全国を対象とした地質環境特性データベースの品質管理の一環として、格納されている全ての数値データ（約 24 万件）についてダブルチェックやクロスチェック等の手法を重畳的に組み合わせて文献どおりに入力されたことを確認したうえで、データの品質を管理・保証するためのより実効性の高い手法の検討を進めた。

たことは大きな進展である。また、実施計画の立案にあたっては、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めた分野横断のチームを編成したうえで、目的及びそれを達成するための考え方や手法等を共有しつつ、③で述べた「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」で強化し得た計画立案に係る技術力を活用して対応した。これにより、概要調査を念頭に置いた実践経験をさらに蓄積することができた。

これまでに整備した地質環境特性データベースについては、ダブルチェックやクロスチェック等の手法を重畳的に組み合わせて適用して、約 24 万件の全ての数値データが文献どおりに入力されたことを確認したことによって、文献調査以降のサイト調査において技術的信頼性をもって同データベースを活用することができるようにした。

以上から、サイト調査の技術基盤を強化したことから、2019 年度の本目標を達成したといえることができる。

#### 【今後の取組み】

現在の取組みは、概要調査の実施を念頭に置いて、実戦経験の蓄積を通じた機構の技術力やマネジメント能力等の向上、処分場の設計及び安全評価との連携の強化を通じた、地質環境の調査から自然現象の影響の回避及び地質環境モデルの構築までの一連のプロセスに適用する技術の高度化及び最適化を図るものであり、これに引き続き取り組む。

#### 1 将来における自然現象の発生とその地質環境への影響の予測技術の高度化

LBNL との共同研究については、2020 年度から本格的に実施する原位置試験について、実施計画をより具体化したうえで、原位置試験の進捗状況の確認や結果の評価、それに基づく実施計画の見直し等の意思決定を迅速に行うことにより、改訂された全体計画における完了期限に影響しないよう工程管理する。原位置試験の実施にあたっては、2018 年度までに整備した、断層変位、地震波形、間隙水圧及び電気伝導度を同時にかつ高精度で観測可能な装置について、処分場近傍における地質環境の安定性に係る長期的なモニタリングへの適用を視野に入れて、耐久性や機能拡張等の観点からの高度化を検討する。

2019 年度に当該年度以降の計画を見直した「長期的な自然現象の発生可能性及び地質環境の状態変遷の評価技術の高度化」については、2021 年度末までに対応すべき最優先課題として設定した ITM-TOPAZ 手法に対する技術的信頼性の向上を図るため、国内関係学会から選任する自然現象の各分野の専門家の協力をいただきながら、過去に試行した火山・火成活動の将来予測に対する同手法の妥当性の確認に適用した方法を参考にして、火山・火成活動も含めて、地震・断層活動や隆起・侵食の将来予測に対する同手法の妥当性について検討を進める。

## 2 地質環境特性の長期的な変化に係るモデル化技術の高度化

引き続き処分場の設計及び安全評価との連携、特に将来の地質環境の変遷を考慮した処分場の設計に係る検討からのフィードバックに基づく四次元地質環境モデルに表現する地質環境情報の内容の検討や、時間変遷を考慮した地下水流動・物質移行解析結果を三次元核種移行解析の条件として設定する方法の検討等を進める。

また、2018～2019 年度に整備した技術を活用して先新第三紀堆積岩類を対象とした四次元地質環境モデルの構築を通じて、さらにこの技術の高度化を図る。そのうえで、水系の長期変遷を伴う地形変化を考慮した検討を行い、これまでに JAEA によって実施された瑞浪地域及び幌延地域を事例とした過去から現在までの地形及び地質環境の変遷に係る研究によって得られている科学的知見に基づいて、四次元地質環境モデル化技術の検証を行い、我が国の多様な地質環境に対応可能なモデル化技術として整備する。

## 3 ボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術の最適化

「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」及び④に述べる「付加体堆積岩類の地質環境特性データ取得」において、引き続き技術部職員が現場作業の安全・品質確認等を行うことを通じたマネジメント能力の向上を図るとともに、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めて構成した分野横断のチームによるボーリング孔掘削・孔内試験及び室内試験の結果の評価やそれに基づく今後の試験計画の見直し等を通じた技術力の向上や技術的知見の拡充等を図る。

また、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」において掘削した 2 本のボーリング孔を利用して実施する「地質環境の長期モニタリング技術の高度化」及び「閉塞技術の検討」におけるそれぞれの技術の実証試験に可能な限り早期に着手できるように、これらのボーリング孔の掘削・調査から閉塞に至る一連の技術開発に係る業務の工程を管理する。このうち、長期モニタリング技術については、光ファイバーの適用に関し、これまでに要求性能を満足することが確認できた主要部位を組み合わせた装置全体の製作や性能試験等を経て、サイトにおける数十年スケールの適用性の確認を可能とする実証試験の考え方や進め方等を検討する。

## 4 地質環境に係る科学的知見や地質環境調査・評価に係る技術的知見の拡充

「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」においてより向上した技術力及び習得したノウハウ等を活用して、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めて構成されるチームにより、付加体堆積岩類を対象としたボーリング孔掘削・孔内試験等を実施して、概要調査に必要な技術力の向上やノウハウの蓄積等をさらに進める。

また、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」及び「付加体堆



	積岩類の地質環境特性データ取得」を通じて取得した技術的知見を踏まえてサイト調査の技術的な基盤となる科学的知見を拡充する。
--	--

【評価カテゴリーC】 処分場の設計と工学

計画（検討の目的）	
<p>1 処分場の設計と工学技術の開発</p> <p>包括的技術報告書等で示した処分概念や人工バリアの仕様、地下施設の設計を出発点として、処分場の設計検討（下記の②）に反映するため、1)安全性の更なる向上と、2)工学的成立性、経済性を考慮した設計の合理化を目的として、処分場の安全機能に係る設計要件の変更に伴う技術的成立性の検討、代替材料の適用性検討、及び有望な設計オプションの拡充を通じた体系的な設計手法の整備を進める。整備した設計手法は、段階的に進めるサイト調査に応じて実施する各段階の設計業務に反映する。また、これらの成果を処分場の設計検討において集約・統合し、設計検討書として取りまとめるとともに、実証試験に向けて必要な要素技術の整備や品質保証体系の具体化について課題を明らかにし、次期中期技術開発計画作成に反映する。</p> <p>2 処分場の設計検討</p> <p>処分場の設計・建設・操業・閉鎖の各段階において、安全確保を最優先に着実な事業運営を目的として、現時点における処分場設計の最適化・合理化の検討を進める。設計検討の成果は、今後の技術開発計画、並びにサイト調査の進展に応じて実施する各段階の設計の最適化・合理化に反映する。</p>	
業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1 処分場の設計と工学技術の開発</p> <p>1) 安全性の更なる向上</p> <p>地層処分相当低レベル放射性廃棄物（以下、「TRU 等廃棄物」という。）による水の放射線分解によって操業中及び閉鎖後に発生する水素ガスによる廃棄体パッケージ容器内の圧力の増加等に対して、放射性物質の閉じ込め性を向上させるという観点から、廃棄体パッケージ容器の構造健全性の向上に係わる検討を進めた。</p> <p>処分場の建設・操業時において処分場施設内で発生する火災等の異常事象リスクへ対応するため、国内外の地下研究施設での火災事例や作業員・見学者の避難用具・設備について調査する等、火災リスク対策に関する考え方について整理した。</p> <p>また、処分場建設・操業時における作業員の安全性を向上させるという観点から遠隔操作化・自動化に関わる技術を整備するため、国内外の様々な産業における地下施設での適用事例や先端的な技術開発に関する情報収集に取り組んだ。</p> <p>廃棄体の回収可能性の維持に伴う閉鎖後長期の安全性への影響について評価するための技術開発として、建設・操業期間中における地下施設の湧水量変化や、地下施設周辺の地質環境の化学的特性の変化の理解に係る解析技術の整備に取り組んだ。解析技術の開発においては、四次元地質環境モデルの開発成果を利用し、新第三紀堆積岩類を対象として様々な地下施設レイアウトを検討して、適用性を確認しながら、これを進めた。</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>1 処分場の設計と工学技術の開発</p> <p>1) 安全性の更なる向上</p> <p>従来の角型容器では、閉じ込め性能を高めるために大幅な板厚増加が課題となり、耐圧性に優れた円筒形を TRU 等廃棄物の廃棄体パッケージ容器に適用し、構造健全性、製作性の検討を行い、包括的技術報告書で設計した厚さと同程度の仕様で安全性を確保できることを確認できた。</p> <p>建設、操業時の安全性については、原子力関連施設や鉱山等の類似産業での実績や技術開発状況を調査し、地下施設での火災リスク対策の整理、作業従事者の安全性向上に貢献する遠隔操作化・自動化技術の適用性について検討を進めることができた。</p> <p>解析手法を用いた建設・操業期間中の湧水量評価技術を用いて、沿岸海底下等の多様な地質環境や、多層配置等の様々な地下施設レイアウトにおける湧水量評価を実施し、湧水量抑制に有効な地下施設レイアウトの設計やグラウト計画に反映できる技術として有効である見通しを得た。またこの検討では、地質環境モデルの設定にあたり地質調査・評価に係るグループと連携して進めることができた。</p> <p>これらの成果は、今後制定される規制要求事項への対応や、段階的に進められるサイト調査の進展に応じて実施する設計業務（概念設計、基本設計、詳細設計）に反映し、柔軟な設計を可能にするうえで重要なものである。</p>

## 2) 設計の合理化に向けた取組み

設計の合理化に向けた取組みについては、国内外の関係機関との共同研究等を通じて、人工バリア材料を対象として、安全機能の確保を最優先に、要求事項の充足に必要な性能や製作性等に関する技術的な成立性と、経済性に関する検討を進め、地層処分事業への適用性について評価を進めた。

オーバーパックについては、鋳鋼製や銅コーティング容器等を対象に耐食性、製作性、溶接性に係る各種試験及び構造健全性、経済性に係る検討を実施した。また、種類の異なる国内の複数のベントナイト材料を対象に、透水性や力学特性、微生物活動に関するデータ取得を実施し、緩衝材及び埋め戻し材としての適用性を評価した。

TRU 等廃棄物の廃棄体パッケージに関する検討については、廃棄物の発生から廃棄体化、輸送、廃棄体パッケージ容器への封入までの一連の工程における全体最適化に向けて、廃棄物発生者等関係者と情報や取り組むべき課題を共有した。

また、高レベル放射性廃棄物処分における PEM (Prefabricated Engineered Barrier System Module) 方式を対象に、地上施設での製作・組立てから、地下施設への搬送・定置、定置後の処分坑道の埋め戻しに至るまでの一連の操業工程について、年間の処分数量も考慮しつつ、操業方法と使用する機械・装置等に関する検討を進めた。

## 2 処分場の設計検討

包括的技術報告書で示した処分場の設計・建設・操業・閉鎖の考え方を出発点に、処分場に持たせようとする性質と能力として設定した設計因子（閉鎖後長期の安全性、閉鎖前安全性、工学的成立性、回収可能性、経済的合理性、環境保全、モニタリング等）に基づく要求性能を全て考慮したうえで、安全確保を最優先に、経済的合理性に着目した設計の最適化について検討を行った。

地層処分事業の技術開発計画（2018 年度～2022 年度）（以下、「中期技術開発計画」という。）に基づく処分場の設計と工学技術の開発（上記①参照）において進めている代替材料を含めた人工バリアの設計オプションに関する検討の成果を踏まえ、人工バリア材料の選定、地下施設設計、湧水対策を経済性への影響が大きい重点項目として抽出し、処分場の安全かつ着実な建設・操業を前提条件として、処分場の建設工事や操業工程に係る経済性の合理化に関する検討を進めた。また、更なる合理化に向けて、緩衝材の設計要件の一つである制限温度に着目し、廃棄物の集積

## 2) 設計の合理化に向けた取組み

オーバーパックの製造方法の違いを含めた代替材料の適用性を評価するための各種試験結果から、鋳鋼品の適用可能性、銅コーティングオーバーパックの製作性並びに日本の地質環境への適用性を検討し、多様な地質環境への対応等、設計の柔軟性を高めるとともに設計合理化に向けた見通しを得ることができた。検討過程で明らかとなった鑄造により発生する欠陥部の評価、銅コーティングオーバーパックの生産性向上等、今後取り組むべき課題を明らかにした。

6 種類のベントナイトを対象とした各種試験結果により、緩衝材として 5 種類のベントナイト、埋め戻し材として 6 種類全てのベントナイトが、安全機能を満足する仕様を設計することが可能であることを確認でき、将来の調達が多様性に加え、経済性の観点からも最適化を行う見通しを得ることができた。一連の試験を通じて、これまでベントナイトの標準的なものとして試験や設計に用いてきた仕様の材料の一部が、塩水条件で膨潤性能の低下が生ずる傾向が確認された。ベントナイトは、天然の材料から構成されることから品質に変動がありうるものとして、設計時に実際に使用する緩衝材の品質の幅を確認することの必要性や、今後の品質基準の設定等に反映する必要があることを明らかにしたことも大きな成果である。

ベントナイトの適用性検討のうち、緩衝材中の微生物活動に関する試験については、国際プロジェクト会議への参加や JAEA 専門家によるレビューを受ける等、国内外の最新動向を注視しつつ進めることができた。また、試験対象とした 6 種類のベントナイトの鉱物組成を確認し、閉鎖後長期の安全性の評価にあたって必要となるパラメータ（例えば、収着係数）への影響等、安全評価に係る課題について、安全評価技術の担当者と連携して検討を進めた。

TRU 等廃棄物の廃棄体パッケージについては、閉じ込め性の向上に加え、廃棄物の発生から廃棄体化、輸送、廃棄体パッケージ容器への封入までの一連の工程における全体最適化に向けて、容器の兼用や地上施設での積替えの合理化等について、廃棄物発生者等関係者と情報や取り組むべき課題を共有し、総合的な検討を開始することができた。

以上の成果により、設計の選択肢を広げ、サイトが特定された時に、その環境条件に応じて柔軟かつ合理的な設計を進めるための技術の開発を着実に進めることができた。また、サイト環境条件への適合性、技術開発成果の有効性を確認するために今後実施する実証試験に向けた検討を行うための準備を進めることができた。

代替材料の適用性検討では、機構職員が委託先工場や共同研究を実施している実験室に向き、自ら作業を実施することで技術力を高め、また、技術開発の成果を土木学会等への発表を通じて外部に発信することで、技術的信頼性の向上にも努めることができた。

「安全性の更なる向上と、工学的成立性、経済性の確保を考慮した設計の合理化」

配置や地下施設の占有面積縮小に関する検討にも着手した。

という目的に対し、計画どおり代替材料の適用性検討や有望な設計オプションの拡充を通じて体系的な設計手法の整備を進めることができた。

## 2 処分場の設計検討

「設計検討の結果は、今後の技術開発計画、並びにサイト調査の進展に応じて実施する各段階の設計の最適化・合理化に反映する」という目的に対しては、高レベル放射性廃棄物の処分場の設計について、安全確保を最優先に経済的合理性に着目した現時点における最適化・合理化の検討を進めた。

並行して実施している人工バリア代替材料と設計オプションの整備等の技術開発成果（①参照）を本検討にて集約、統合することで反映しつつ、事前の分析結果に基づき、人工バリア材料の選定、地下施設設計、湧水対策を経済性への影響が大きい重点項目として着目して、合理化検討を進めることができた。この技術開発成果により、段階的なサイト調査の進展に応じて実施する設計の最適化・合理化に反映する準備ができた。

### 【今後の取組み】

#### 1 処分場の設計と工学技術の開発

技術開発にあたっては、将来の規制も視野に入れ、引き続き、設計因子を総合的に勘案しつつ設計の柔軟性を確保するための検討を進めていくことが必要である。

安全性向上の観点でこれまでに検討した TRU 等廃棄物の廃棄体パッケージ容器を対象に、実規模での製作を通じた製作性の確認と、落下試験等による異常時の堅牢性の確認が必要である。また、回収可能性の観点で有利と考えられる TRU 等廃棄物の PEM 化概念等、設計オプションの拡充を進める。併せて、閉じ込め性の向上に加え、廃棄物の発生から廃棄体化、輸送、廃棄体パッケージ容器への封入までの一連の工程における全体最適化に向けて、引き続き、廃棄物発生者等関係者と容器の兼用や地上施設での積替えの合理化等について検討を進める。

閉鎖前の安全性向上については、国内の原子力施設を対象とした火災影響評価のガイドラインの適用等を通じて、地下火災対策の具体化や、作業従事者の安全性に加え、作業の効率化、将来の技能者不足対策も視野に入れた遠隔操作化・自動化の最新動向の調査を継続し、地層処分事業への適格性を確認するための実証試験に向けた準備を進める。湧水評価技術については、サイト固有条件での有効性確認が課題であり、海外の地下研究施設（エスポ地下岩盤研究施設を予定）のデータを用いた検証を実施する。また、回収可能性の維持に伴う処分場周辺の地下水化学環境の変化と閉鎖後の回復過程を評価可能な解析技術への拡張を進め、閉鎖後長期の安全性への影響を評価するための技術として整備する。

設計の柔軟性向上や合理化の観点で進めている代替材料の技術開発について、オーバーパックについてはこれまでの検討を継続するとともに電炉品（スクラップ）の適

用性や、板厚の合理化による板巻鋼管の適用性について評価を進める。銅コーティングオーバーパックについては、引き続き国内外の共同研究を通じて、溶接技術の合理化や高度化、生産性の向上等について検討を進めるとともに、日本のガラス固化体に対応した実規模での製作性等を検討するための技術開発を進める。

ベントナイト材料については、微生物影響によるオーバーパックの腐食防止や緩衝材厚さの合理化といった設計上の要求事項に対応するため、ベントナイトの配合率や密度を高めることや、高温環境下でのベントナイトの性能に係るデータを取得すること等によって、さらに検討を進める。微生物活動に関する試験については、引き続き、大学や JAEA 等の専門家による指導、海外の最新知見等を踏まえて進める。

以上の技術開発成果を基に、所要の安全機能を確保するための処分場の設計の考え方、手順及び方法を手引書や検討書の形で体系的に取りまとめるとともに、サイト環境条件への適合性、技術開発成果の有効性を確認するための準備を進める。併せて、今後の主要な課題として取り組む、品質保証体系の整備、実証試験に向けた計画の具体化を着実に実施していく。また、技術開発の成果を技術報告書や、学術論文として取りまとめ、外部に発信することで、技術的信頼性を高めるための取組みを継続する。

## 2 処分場の設計検討

高レベル放射性廃棄物処分場については、地質環境特性やステークホルダーからの要求事項等に係る不確実性を考慮して、地上施設設計、アクセス坑道の設計等の合理化検討を実施する。また、TRU 等廃棄物処分場に対しても、安全確保を最優先に、2019年度までの技術開発成果を反映した合理化の検討を進め、事業費への影響を把握することで、合理化の有効性を評価する。また、前提条件の変更や、将来のリスクや不確実性に対する影響評価について経済性の観点から概略評価を実施する。

包括的技術報告書で示した処分場の概念や要求事項における制約条件について、合理化の観点で検討し、緩衝材制限温度緩和等の条件変更の可能性とその場合の概略的な設計を試行し、今後の技術開発において取り組むべき課題を抽出する。

処分場の設計検討の成果は、サイト調査の進展に応じて実施する設計の最適化の準備として、早期に見通しを立てるため、2020 年度中に「設計検討書」として取りまとめ、機構内での完成を目指す。

【評価カテゴリーD】 閉鎖後長期の安全評価

計画（検討の目的）	
<p>本技術開発は、包括的技術報告書の作成にあたって整備した閉鎖後長期の安全性の評価技術をさらに発展させ、主として概要調査の段階以降における閉鎖後長期の安全性の評価（以下、簡単のため「安全評価」と記す。）の技術的信頼性の向上と安全評価結果のサイトの調査・評価や設計へのフィードバックによる処分場の最適化に資することを目的とする。包括的技術報告書の作成においては、サイトを特定せず想定される幅広い地質環境条件を念頭に安全評価を行うための技術の検討を進めてきたが、上記の目的を達成するためには、今後、文献調査を受け入れていただいた地域の地質環境条件が明らかになった後に備えて、処分場の特徴（地形、地質、処分場の仕様等）とその長期的な時間変遷をより忠実に反映した現実的な状態設定を行うための技術の整備、核種移行解析モデルの開発及び核種移行パラメータ設定技術の整備を目標として技術開発を進めることが必要である。このため、以下に示す取組みを関係機関と連携しながら実施する。また、技術開発にあたり、上記目的に照らして新たな要素が大きいと考えられる手法等の開発と概要調査の早い段階までに対応しなければならない開発課題について優先度を上げて対応する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 シナリオ構築 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地層処分システムの状態設定のための現象解析モデルの高度化</li> <li>・ リスク論的考え方に則したシナリオの構築手法の高度化</li> </ul> </li> <li>2 核種移行解析モデル開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地層処分システムの状態変遷等を反映した核種移行解析モデルの高度化</li> <li>・ 施設設計等を反映した核種移行解析モデルの高度化</li> </ul> </li> <li>3 核種移行解析に用いるパラメータ等に関するデータの整備 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 核種移行等に関するデータの取得及びデータベース整備</li> </ul> </li> <li>4 規制への対応のための検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各国における規制基準の評価、中深度処分に関する規制基準の情報収集、必要に応じて関係省庁等との情報交換等の実施</li> </ul> </li> </ol>	
業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 シナリオ構築 <p>JAEA との共同研究でニアフィールドの構成要素を対象とした変質挙動に関する長期の室内試験（試験期間：10 年以上）について、経時的な変質の推移を把握するために実施している短期間の試験データを段階的に取得し、閉鎖後の処分場の状態の時間的変遷を把握するために用いる現象解析モデルの妥当性の確認に資する情報の整備を進めた。また、スウェーデンのエスポ地下岩盤研究施設で取得された原位置試験データを用いて、地</p> </li> </ol>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>中期事業目標には、「事業基盤の高度化を目指す人材育成」、「技術的信頼性向上を目指す技術開発」が示されている。機構主導でまとめた地層処分に関する研究開発の全体計画に沿って、機構は関係研究機関等と連携を取りながら技術開発を進めている。これまでの左記の業務実施結果から、中期事業目標に向けて以下のような着実に進捗していると評価した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 シナリオ構築 <p>現象解析モデルの妥当性の確認に資する室内試験データを蓄積することができ、概要調査段階における安全評価の信頼性の向上に有効な成果が得られた。</p> <p>ストーリーボードの高度化については、知識マネジメントシステムと統合した概念の検討を進めた。これに基づき、現行の中期技術開発計画の目標として 2022 年度を目途に進める閉鎖後長期の安全性評価体系の整備までに実用的なシステムを構築できるよ</p> </li> </ol>

下水流動解析モデルによる坑内湧水量の計算結果と実測データの比較を行い、処分場の設計に係る業務（評価カテゴリーC【今後の取組み】①参照）に資するための情報を準備するとともに、モデルの妥当性評価における今後の課題を取りまとめた。

シナリオの発生可能性の議論をより効果的かつ効率的に進めるため、処分場の状態変遷を表すストーリーボードを、シナリオ構築から核種移行解析ケース設定に用いる情報を一元的に管理するためのツールとして高度化するにあたり、知識マネジメントの強化の取組みと協働して、システムの概念設計に向けた概略の計画案を作成した。

概要調査データを用いた広域スケールの水理地質構造モデルの構築の準備として、パラメータの不確実性が地下水流動解析の結果に与える影響を低減するために、取得すべきデータに優先順位を付け、概要調査計画に反映する方法論を構築した。具体的には、地表までを含めた広域スケールの水理地質構造モデルを設定し、地下水流動に係る不確実性要因を特定した後、それらを不確実性の分布を有するパラメータとして表現したうえで設定してモンテカルロ法を用いた感度解析を行い、地下水流動結果に対して感度の高い不確実性要因を抽出した。不確実性要因の特定においては、水理地質構造モデルの作成者と協働作業でこれを行った。本検討は、概要調査の早い段階までに対応しなければならないものであり、業務の優先度を上げて対応した。

## 2 核種移行解析モデル開発

地下深部から地表までを含めた広域スケール（数十 km×数十 km）を対象とし、地質環境の特徴や処分場の設計仕様をより忠実に反映して解析を行うことが可能な三次元核種移行解析モデルの作成に向けて、2018年度までに作成したパネルスケール（約 1km×1km）のモデルを処分場スケールに拡張する準備として、このモデルの中核となっているランダムウォーク法を適用した三次元地下水流動・物質移行解析コードを並列計算が可能となるよう改良した。本検討は、新規の開発要素が大きな手法を構築するものであることから、業務の優先度を上げて対応した。また、2022年度までに成果を統合する予定である「四次元地質環境モデルの構築技術の高度化に係る検討」（評価カテゴリーB②参照）及び「湧水に伴う化学影響評価技術の整備」（評価カテゴリーC①参照）の業務担当者と核種移行パラメータの設定に係る情報を共有しながら検討を進めた。

## 3 核種移行解析に用いるパラメータ等に関するデータの整備

包括的技術報告書の作成において今後取り組むべき課題として抽出され

う、より詳細な計画を検討する準備を整えることができた。

概要調査計画への反映を目的とするモンテカルロ法を用いた地下水流動の感度解析については、安全評価の観点から概要調査へのニーズを抽出するための方法の案を作成し、概要調査計画策定の準備に資することができた。また、こうした大規模計算について、並列計算が可能なソフトウェアの導入からスーパーコンピュータを用いた計算及び計算結果のポスト処理までの一連の作業を全て内部実施で実施することにより、職員の技術力を大きく向上させることができた。

## 2 核種移行解析モデル開発

2022年度の完成を目指す、地表を含めた広域スケールまでを対象とした時間変遷を考慮可能な三次元核種移行解析モデルの構築に向けて、空間スケールに対し段階的に解析モデルの拡張を進めることができた。作業の実施にあたっては、地質環境の調査・評価及び処分場の設計の担当者と将来の成果の統合を念頭に置いた議論を重ねることで、それぞれの分野の技術への理解が深まり、職員の技術力を向上することができた。

## 3 核種移行解析に用いるパラメータ等に関するデータの整備

これまで技術的に容易ではなかったと考えられていた、高炭酸かつ還元条件を実現する試験方法を、大学との共同研究によって構築することができ、当該条件に適用可能な収着モデルの作成に資するデータ取得の見通しが得られたことから、2022年度までの目標達成に向けて着実に進捗しているといえる。

想定される様々なサイト環境条件を反映した核種移行パラメータを設定するための手法の構築に資するデータを取得し、概要調査段階における安全評価の信頼性を向上させる成果が得られた。

データ取得試験の手順書のうち、概要調査の早い段階で取得が可能になると想定される、土壌の分配係数の手順書案を優先的に作成し、事業のスケジュールに的確に対応できるよう準備した。

## 4 規制に対応するための検討

現時点において、原子力規制委員会から地層処分に関して立地に係る要件や施設設計に関する要件、放射線防護上の規制基準等が示されていないことから、関連する中深度処分に関する審議の動向把握を行うとともに、包括的技術報告書で適用した国際的な指針や諸外国の規制要件に加え、特に立地に係る要件や施設設計に関する要件に焦点をあて、それらの背景となる、より詳細な情報について効果的に調査するための計画の検討、OECD/NEA の新規プロジェクトである「地層処分における規制者と実施主体の建設な対話の在り方（以下、「RIDDD」という。）RIDDD：Expert Group on Building Constructive Dialogues Between Regulators and Implementers in Developing Disposal Solutions for Radioactive Waste）」への参加等、実施可能

ている高炭酸かつ還元条件における収着モデルの構築に資するため、大学との共同研究によって試験方法を確立しデータ取得の準備を進めた。また、この方法を適用して U（ウラン）の収着試験と試料の分析を実施し、その結果を踏まえて U の収着に関する概念モデルを作成した。

JAEA との共同研究において、安全評価上重要な元素に対し温度依存性を考慮した溶解度の設定に資するデータ等を蓄積した。

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所との共同研究において、生活圏評価で重要となるとなる核種に対し、移行パラメータである土壌の分配係数の取得を継続し、データを拡充するとともにこれを取得するための試験手順書案を作成した。

#### 4 規制への対応のための検討

安全評価に係る各国の規制基準や国際機関における考え方や具体的な指針、基準については、包括的技術報告書の作成においてそれらを参照すること等を通じて収集を行った。また、中深度処分に関する原子力規制委員会における審議動向等、国内の廃棄物関係の規制基準についてその動向を把握するとともに関連する事業者との情報や意見交換等を行い、現状について適宜機構内での共有を図った。

な作業を着実に進めた。

#### 【今後の取組み】

##### 1 シナリオ構築

現象解析モデルの妥当性の確認に資する室内試験データを継続的に蓄積するとともに、これを用いて現象解析モデルの妥当性の評価を進める。

ストーリーボードの高度化については、引き続き知識マネジメントに関する SKB との共同研究を活用しながら、2022 年度までの実施工程の詳細化を行い、着実に作業を進める。

サイト調査・評価へのニーズ抽出のための解析作業については、委託業務を活用した解析作業の品質保証も含め、これまでのベストプラクティスを手順書として取りまとめ、今後の作業に活かしていく。

##### 2 核種移行解析モデル開発

これまでに開発を行ってきたより現象に忠実な三次元地下水流動・核種移行モデルについて、パネルスケールから処分場スケールへの接続方法の検討が必要である。また、各スケールに応じた、解析モデル/コードの妥当性確認のより精緻な方法論の構築を進める。2022 年度には、開発を進めている四次元地質環境モデルを用いて、処分場の建設・操業の影響を考慮した閉鎖後の処分場の状態変遷の設定を行い、これを条件として与えて上記核種移行モデルによる解析を行うことができるよう開発を行う予定であり、各分野の成果の統合が円滑に進むよう、随時分野間で調整しながら検討を進める。

##### 3 核種移行解析に用いるパラメータ等に関するデータの整備

U（ウラン）の収着モデルに関して、収着係数のデータと元素の収着状態を分析したデータを拡充するための試験を継続し、これに基づきモデルの改良と妥当性の確認を進める。

JAEA との共同研究における核種移行パラメータに関するデータ取得については、安全評価において算出される線量への寄与が大きい元素の優先度を上げ、不確実性の把握も含めてデータ取得試験を継続する。

生活圏評価に用いる土壌に対する分配係数の取得に関しては、試験手順書案の詳細度を高めたうえで、日本原子力学会を活用し標準化に向けた作業を実施する。

##### 4 規制への対応のための検討

2019 年度策定した計画に基づき、2020 年度より 3 年間をかけて、委託の活用や原環センターとの協定に基づく分析を実施しながら計画的かつ包括的に規制に関する情報の整備を進めていく予定である。

また、日本保健物理学会への参加や関係事業者との情報共有を継続して実施する。さ



	<p>らに、国際動向を把握するために、OECD/NEA の RIDD プロジェクトに継続して参加し、各国の規制機関と事業者との対話のあり方に関する情報を収集するとともに国際レベルでの検討に貢献する。</p>
--	---

【評価カテゴリーE】 文献調査に向けた準備

計画（検討の目的）	
<p>文献調査を受け入れていただいた場合に、その地域における円滑な調査の着手に向けて、</p> <p>1 調査計画の具体化（事業計画の 1. 文献調査計画を提示し、調査に着手及びその準備の部分）</p> <p>2 地域への対話に向けた体制等の整備（事業計画の 2. 地域に根差した対話・交流活動の実施の部分）</p> <p>を目的として準備を進める。</p>	
業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1 調査計画の具体化</p> <p>全国一般向けのツールとして、関連する部署との協働によりパンフレット「文献調査について」を作成し、自治体説明会（12月～）、対話型全国説明会（1月～）で使用を開始した。</p> <p>文献調査から概要調査開始までの具体的な工程案を検討し、円滑な概要調査開始に向けて、機構内で課題の認識と対策に関する共有に努めた。</p> <p>2 地域への対話に向けた体制等の整備</p> <p>文献調査に向けた対話及び、広報活動への支援として、対話型全国説明会や、出前授業等に技術部員も対応し、分かりやすい技術の説明資料案の作成等を協働で進めた。</p> <p>文献調査を受け入れていただいた地域に設置される「対話の場」について、機構全体での検討に技術部からも参加し準備を進めた。</p> <p>概要調査に向けたボーリング用地の確保や環境アセスメントの実施に備えた機構全体の協働体制について、技術部も参加して機構内で検討を開始した。</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>1 調査計画の具体化</p> <p>関係個所との様々な調整、読み手の視点に立った構成、表現の工夫等を経てパンフレット「文献調査について」を関連部署との協働により作成し公表に至ることができ、技術や調査に係る作業の観点からのみでなく、社会一般への発信の観点からも、文献調査への準備を具体的な形で進めた。</p> <p>必要となる様々な作業を工程と組み合わせて検討し、関係者と意見交換を行うことによって、俯瞰的に具体化を進めることができた。また、「概要調査計画策定の机上演習」（評価カテゴリーA②1）の実施結果の活用等により、文献調査のみならず次の段階である概要調査も見据えた準備を進めることができた。</p> <p>2 地域への対話に向けた体制等の整備</p> <p>対話型全国説明会や出前授業において、例えば前者の例では業務の調整が可能であった技術部職員全員が1回以上参加するように配慮するとともに、若手に関しては経験を積ませた結果、その中の数人を補助員から要員化する等、対話・説明能力を向上させることができ、文献調査に向けた地域対応のための体制の強化に資することができた。実際の対話を通して、例えば、対話型全国説明会への参加が初めての方と地層処分に関する一定程度の知識を基に慎重な意見を持つ方等、対話相手に応じたわかりやすい説明の事例や反省点を把握し、技術部だけでなく機構全体で共有した。こうした振り返りにより、対話において留意すべき点や対応の仕方について継続的に反映することができた。</p> <p>文献調査を受け入れていただいた場合に、その地域における対話活動について、中心となる「対話の場」について、機構大の検討に文献調査の、技術的事項の説明担当部として積極的に貢献するとともに、技術部としての地域への説明体制の検討等を行い、具体的な準備を進めることができた。</p> <p>概要調査に向けたボーリング用地の確保や環境アセスメントの実施に備えた機構全体の協働体制についても機構内で連携し検討を開始している。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>1 調査計画の具体化</p>

	<p>引き続き、関係部署と連携し、調査対象となる市町村において一般的に考えられる様々な条件を想定することによって、文献調査に係る作業を具体化しながら「文献調査計画書」や工程等について検討を進める。</p> <p>2 地域への対話に向けた体制等の整備</p> <p>これまでに分析を行って把握した対話におけるわかりやすい説明の事例や反省点を基に、また今後の対話における経験を活かし、引き続き対話における説明の方法や資料の改善を進めていく。</p> <p>「対話の場」については、実際の立ち上げに向けて引き続き具体化のための検討を進めていく。</p> <p>概要調査に向けた新たな業務（用地確保、環境アセスメント等）に対応しうる機構全体の協働体制について、機構大で引き続き検討を進めていく。</p>
--	---

## ○対話活動協働部分（対話活動評価委員会の資料の抜粋）

### ＜広報部・地域交流部の取組み＞

計画	業務実施結果	課題分析・今後の取組み
◎ 文献調査に向けた準備に関する事項 ＜部門横断的な活動＞		
I. 1. 文献調査の受け入れと調査の着手を目指した対話活動の拡充		
(3) 文献調査の受け入れを目指した地域での取組み		
<p>複数地域での文献調査の受け入れを目指して、自治体当局や地方議会等への情報提供、訪問説明、学習会等を行う。学習会等においては、文献調査の進め方を提示するほか、機構が行う地域への情報提供や合意形成に向けた取組み等、文献調査の受け入れに至る道筋や文献調査の受け入れ後に自治体や機構が地域で行う「対話の場」の設置、経済社会影響調査、概要調査に係る許認可等各種行政手続き、地域の将来構想等と事業との関わり方、地域共生の在り方等、社会的側面に関わる取組みについて、自治体当局等と共に考え、相互に理解を深める。こうした相互理解とコミュニケーションを積</p>	<p>○「対話の場」設置に向けた準備</p> <p>地域における「対話の場」（※）の設置について、どのような設置方法が考えられるかの整理を行った。</p> <p>※対話の場とは「地域住民が自らの地域の問題として判断していくために冷静に議論を行う場」として、多様な関係住民（地元有識者、地元代表者、各種団体代表等）が参画し、意見・情報を継続的に共有し、独立性、中立性、透明性のある対話を行う場と位置付ける。</p> <p>○パンフレット「文献調査について」【他部門との協働】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の公募関係資料（主に自治体向け）を見直し、科学的特性マップの考え方や要件基準を反映して、一般向けのパンフレットとして改訂した。</li> <li>・パンフレットには、文献調査の進め方や対象となる文献の例示、概要調査地区を選定するための考え方等についても記載すること</li> </ul>	<p>（自己評価）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・文献調査に向けた諸準備を着実に進めている。</li> </ul> <p>（課題）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域で冷静に議論いただくため、「対話の場」の独立性、中立性を確保するとともに、参加者に適切に判断いただくべく、正確な知識・情報を入手・共有いただく必要がある。</li> <li>・地域住民の疑問や関心に対応するために、さらなる調査レベルの向上が必要である。</li> <li>・文献調査受け入れ検討に向けて、自治体の一層の関心喚起を図るため、様々な機会を捉えて自治体との関係づくりとその継続に努める必要がある。</li> <li>・経験の浅い機構職員（新規出向者、中途採用者、新入</li> </ul>

計画	業務実施結果	課題分析・今後の取組み
<p>み重ねる中から、文献調査の受け入れに向けた検討を重ねていただける地域が出てくるよう取り組む。</p> <p>また、自治体や団体等の意向を踏まえて、地域のみなさまに更なる情報提供を幅広く行い、意見交換等を重ねるとともに、周辺自治体や都道府県当局等にも広域的な情報発信を行う。</p> <p>こうした取組みを円滑に実施できるよう、文献調査の受け入れを検討する地域のみなさまの関心や要望を想定して、文献調査の進め方など、相手目線で分かりやすく情報を提示できるよう準備する。</p> <p>また、その結果を踏まえて取組み内容の改善と対応体制の強化を進め、自治体からの文献調査への「応募」や、機構が行う調査や対話活動等への理解と協力に係る国から自治体への「申入れ」に向けて環境を整える。</p>	<p>で、よりわかりやすいものとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>完成したパンフレットは、12～2月の国主催の自治体向け説明会や1月からの対話型全国説明会で配布するとともに、2月に機構ホームページに掲載した。</li> </ul> <p>○自治体への情報提供</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>対話型全国説明会の開催都市及びその周辺の自治体を事前に訪問し、開催の案内（自治体内周知やチラシの窓口設置等）をお願いする等、説明会開催の周知活動を行った。</li> <li>国主催の自治体向け説明会（41回）にも参加し、機構として事業の説明を実施した。</li> </ul> <p>○経済社会影響調査・地域共生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地域から求められる影響の有無の質問が予想される項目を想定し、「地域からの想定質問に対する回答」をとりまとめた。</li> <li>地層処分事業受入による経済波及効果の算定手法を整理した。</li> <li>地層処分場設置に係る土地規制等に関する行政手続き（農地法、都市計画法上の規制等）についてとりまとめた。</li> <li>機構の地域共生の考え方、電源三法交付金、地域共生の事業例（国内、海外）等、地域共生に係るシネリックな内容を整理した説明資料を作成。</li> </ul> <p>○地域と対話できる人材の育成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>専門家を招き、ファシリテーション研修（計2回）とプレゼンテーション研修（計2回）を開催するとともに、地域と密接に関係する産業（農業、漁業）の基礎を学ぶ研修を開催（計6回）。農業や漁業を取り巻く課題と各地の対応事例を学ぶことで、地域の方と対話する際に必要な知識の習得に努めた。</li> </ul>	<p>職員等）が、地層処分事業の基本的知識を学ぶとともに、担当業務の迅速なキャッチアップを行う必要がある。</p> <p>（今後の取組み）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>文献調査を受け入れる地域が出た場合の対話活動のより具体的な進め方について検討する。</li> <li>地域住民の疑問や関心に対応できるよう、よりわかりやすい資料を作成するとともに、外部の専門家や調査会社の活用も含め検討する。</li> <li>ニュースレター等の広報ツールを電力各社を通じて配布する等、自治体向けへの情報提供を強化する。</li> <li>研修やOJTの実施により、機構職員のさらなる対話力（プレゼンテーション・ファシリテーション等）の向上に取り組む。</li> </ul>

## <技術部の取組み>

計画	業務実施結果	課題分析・今後の取組み
Ⅲ. 文献調査を受け入れていただいた場合のその地域における円滑な調査着手に向けた取組み（技術部対応分を記載）		
1. 文献調査計画の提示と調査への着手		
<p>文献調査を受け入れていただいた場合には、その市町村（以下、「調査市町村」という。）をはじめ地域で説明会等を開催し、調査の手順、収集を想定している文献、評価の概要のまとめ方等を取りまとめた「文献調査計画」について分かりやすく情報提供するとともに、地域のみなさまへ文献調査への協力を要請する。</p> <p>そのうえで、最終処分法に定められた、断層活動、火山・火成活動等に関する要件に関する調査・評価等を実施し、概要調査地区を選定していく。</p> <p>なお、文献調査の開始等に伴い必要となる場合は、本事業計画を改定する。</p>	<p>○パンフレット「文献調査について」【地域交流部との協働】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全国一般向けのツールとして、文献調査の手順、収集資料、評価等をわかりやすく説明した文献調査パンフレットを作成し、自治体説明会（12月～）、対話型全国説明会（1月～）で使用開始した。</li> <li>・文献・データから得られた情報をどのように用いるかについてパンフレットの巻末に活断層、火山の例を示した。</li> </ul> <p>○文献調査工程の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・文献調査から概要調査開始までの工程について、関係各部と協力しながら検討した。</li> <li>・その結果、文献調査から概要調査開始に向けた課題や認識を機構内で共有でき、要員計画等、今後の機構内の連携や必要な検討課題の共有に寄与できた。</li> </ul>	<p>（課題） 上記Ⅰ. 1. (3)と同様</p> <p>（今後の取組み） 地域交流部と協力して取り組む。</p> <p>（課題）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・文献調査の工程について、応募地域の特徴に適合できるように、今後さらに検討を進める必要がある。</li> </ul> <p>（今後の取組み）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実務での活用を想定し、応募地域の様々な条件に対応できるケーススタディーを行う等、さらに改善に取り組む。</li> </ul>
2. 地域に根差した対話・交流活動の実施		
<p>調査市町村やその周辺地域のみなさまと事業に関する情報を共有し、対話を重ね、機構の事業活動等について理解を一層深めていただくとともに、地域の一員として信頼していただけるよう、活動の拠点として必要に応じて現地事務所を開設し、きめ細かく丁寧な対話・交流活動を行う。具体的には、事業の内容や安全確保策、文献調査や経済社会影響調査の進め方等に関する情報提供のほか、地層処分事業によってもたらされるプラス面・マイナス面の影響や地域の諸課題・将来ビジョン、地域産業や経済状況等を踏まえて、当該地域に即した地域共生に係る具体案を検討する。検討に際しては、産業活性化やまちづくりに係る知見や</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「対話の場」については、部門横断で検討を行った。</li> <li>・文献調査に伴い設置を想定している現地拠点について、その在り方や体制、必要となるインフラの洗い出し等、組織運営部門と協働して検討を進めた。</li> <li>・現地拠点開設以降、技術部員は出張ベースで地域への説明を進める予定であるが、その対応活動が円滑に進むよう、体制等の検討を機構全体の動きと併せて実施した。</li> </ul>	<p>（課題）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「対話の場」において、地域の方々の理解を得るため、地域の方々の目線に立った説明を心掛ける一方、技術的正確性や調査方針との整合性を図る必要がある。</li> </ul> <p>（今後の取組み）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「対話の場」については、引き続き、関係部署と緊密に連携して、実際の立ち上げに向けて具体化を進めていく。</li> <li>・文献調査受け入れ後、必要に応じて速やかに現地拠点設置を可能とすべく、より細やかな検討を行う。</li> </ul>

計画	業務実施結果	課題分析・今後の取組み
<p>先進事例等を調査・分析しながら地域のみなさまと一体となって地域振興プランを作成し、地域の未来像を取りまとめる。こうした取組みのアウトラインについても、上記 1 に記述した地域で行う説明会等の場で「文献調査計画」とともに情報提供する。</p> <p>また、こうした事業と地域の将来像等について地域のみなさまに議論していただけるよう、調査市町村をはじめ国及び関係機関等との協議を踏まえて設置された「対話の場」においては、文献調査や経済社会影響調査の進捗状況等、様々な情報提供を行うとともに、みなさまのご意見やご要望を伺い、地域における事業活動に反映する。更に、地域イベントへの参加や共催等を通じて地域のみなさまとフェイス・トゥ・フェイスの交流を深め、地域の一員として受け入れていただけるよう努める。</p>		

## (参考) 個別業務の詳細

事業計画 目次		評価カテゴリー
Ⅱ. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発と技術的信頼性の一層の向上		
1. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発		
(1) 地層処分に適した地質環境の設定及びモデル化技術の高度化	→	評価カテゴリーA 技術マネジメント
(2) 処分場の設計と工学技術の開発	→	評価カテゴリーB 地質環境の調査・評価
(3) 閉鎖後長期の安全性の評価に関する技術開発	→	評価カテゴリーC 処分場の設計と工学
2. 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての	↑	評価カテゴリーD 閉鎖後長期の安全評価
信頼獲得のための情報発信	→	
3. 処分場の設計検討	→	
4. 技術マネジメントの一層の強化	→	
Ⅲ. 文献調査を受け入れていただいた場合のその地域における円滑	→	評価カテゴリーE 文献調査に向けた準備
な調査着手に向けた取組み		

※次ページ以降の項目番号及びタイトルは事業計画と同じ。

【評価カテゴリーA】技術マネジメント

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>Ⅱ. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発と技術的信頼性の一層の向上</p> <p>2. 「包括的技術報告書」等を活用した地層処分技術集団としての信頼獲得のための情報発信</p> <p>「包括的技術報告書」に対する日本原子力学会及び国際的専門機関であるOECD/NEAによるレビューへの確に対応し、必要に応じて技術的根拠の補強や情報の追加、同「報告書」の修正等を行い、地層処分技術の信頼性を一層高める。</p> <p>また、レビュー結果については広く社会へ情報発信する。</p> <p>その他の技術開発成果に関しても学会等へのタイムリーな公表はもとより、その高度化・向上の意義や効果等の丁寧な説明を添えて社会に分かりやすく情報発信する等により、地層処分の技術的信頼性に関する専門的な評価が社会のみならず共有されるよう努める。</p> <p>更に、レビュー結果を基に今後の研究課題を整理し、「全体計画」へ反映すべき点が見出された場合には、関係機関と協議してこれを反映するとともに、機構の2020年度以降の「中期技術開発計画」の見直しに取り組む。</p>	<p>(1) 包括的技術報告書のレビュー対応</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「わが国における安全な地層処分の実現ー適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築ー（レビュー版）」（以下、「包括的技術報告書」という。）については、日本原子力学会「NUMO 包括的技術報告書レビュー特別専門委員会（以下、「レビュー委員会」という）におけるレビュー委員会や分野別（地質環境の調査・評価、処分場の設計・工学技術、閉鎖後長期の安全評価等）ワーキンググループにオブザーバーとして参加して委員からの質問に対応し、12月20日に同委員会よりレビュー結果の報告書（以下、「レビュー報告書」という。）を受領した。</li> <li>これを受け、レビュー報告書で示された評価や助言を踏まえて、技術的根拠の補強やより伝わりやすい表現となるよう、包括的技術報告書概要編・本編・付属書の修正を進め、2020年3月末までにほぼ完了した（新型コロナウイルス感染症の影響による作業への影響を勘案しつつ、2020年6月公表予定）。また、包括的技術報告書の要旨を簡潔にまとめた「要約」、並びに包括的技術報告書を理解するための基本情報として、セーフティケースを用いて地層処分の安全性を説明するための考え方や包括的技術報告書の役割等を解説した冊子「なぜ、地層処分なのか」を作成した（包括的技術報告書と併せて2020年6月公表予定）。なお、受領したレビュー報告書については、第三者が確認できるよう機構ホームページに掲載した。</li> <li>包括的技術報告書を通して地層処分技術の信頼性と機構に対する国際的な信頼を獲得するため、国際的専門機関である経済協力開発機構/原子力機関（以下、「OECD/NEA」という。）によるレビュー（2020年12月頃開始予定）に向けて、2020年秋頃を目途に包括的技術報告書の英語化を進めている。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>日本原子力学会レビューによって、包括的技術報告書が「現段階でのセーフティケースとしての信頼性を確保しており、サイト特定後のセーフティケースの基本形としての妥当性を有している」と評価された。セーフティケースのひな型を整えたことは、今後のサイト調査を効果的に進めることに貢献する。また、「日本において選定されると想定されるサイト条件を概括的に描写する地質環境モデルを岩種の分類に基づいて構築したうえで処分場設計と安全評価を実施する進め方は、第2次取りまとめから大きく進展している点であるとレビュー委員会は高く評価する」とされる等、機構の技術力に対して一定の信頼を得ることができた。</p> <p>広範な分野の知識を統合して安全な地層処分の実現性を論理的に説明するという共通の目標に向けて、地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価の各グループが協働し、相互の検討内容を理解しながら一つの成果物を作り上げた経験、及び、国内外の最新知見を取りまとめる作業を通じて職員の知識と思考力の底上げを図ることができたことは、今後、サイト選定の適切な実施に向けて、機構職員の技術力向上に大きく寄与した。</p> <p>一方、報告書の完成までに約5年を要したが、これはセーフティケースの作成経験を有する職員が少なかったこと、技術報告書の蓄積が十分ではなかったことで多くの付属書を新規に作成しなければならなかったこと等が原因と考えており、反省とともに次に活かす点である。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>今後は、日本原子力学会レビューに基づき修正した報告書（日本語）に対する英語版の作成とともに、国際レビューにおいて質問が想定される技術的な論点の整理等、2020年12月頃にOECD/NEAの国際レビューが開始できるよう準備を進める。仮に文献調査が始まった場合にも、リソースを</p>



計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>適切に配分してレビューに対応する。</p> <p>また、次期セーフティケースに向けて、包括的技術報告書作成を通じた反省点を踏まえて、技術開発成果を逐次技術報告書として取りまとめて計画的な根拠資料の整備と若手職員の技術力向上を図ること、並びに品質マネジメントや知識マネジメントにかかわる体制の拡充やシステムの構築を行う。</p>
	<p>(2) 技術開発成果の学会等へのタイムリーな公表、社会に分かりやすく情報発信（一般向け報告会、専門家 WS、分かりやすい情報発信）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括的技術報告書に関する一般向け報告会（4月20日：東京）、専門家向け説明会（5月22日：大阪、24日：東京）を開催して、包括的技術報告書の作成意義や主要メッセージ、主な検討成果について広く情報を発信するとともに、個々の技術開発成果について、日本原子力学会、土木学会及び日本保健物理学会等、国内の様々な学会や国際会議等で講演や論文投稿を行った。また、地層処分についての情報に触れる機会の少なかった分野の専門家や学生等に対しても、技術士会、セミナー、講演・勉強会等の機会を通じ、地層処分の安全確保の考え方、それを支える技術等について理解促進を進めた。</li> <li>• 機構ホームページを通じて、包括的技術報告書の技術的信頼性の根拠となる科学・技術情報（学術論文、技術開発成果報告書等）を閲覧できるように、ホームページ構成の改良について検討を進めた。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>包括的技術報告書の説明を、受け手（参加対象者）を意識し、一般向けと専門家向けと別にし、また内容も一般向けにはパネルディスカッションを加えること等、しっかりと伝わるような進进行を工夫した。また、広報部と協力してライブ中継を取り入れた。専門家説明会では、東京と大阪の2か所で開催し、できる限り多くの専門家に出席していただけるようにした。</p> <p>情報発信のOJTとして、若手・中堅が学会発表や論文投稿を行う際には、事前の説明内容検討、作成資料の確認・指導、発表後の反省、上司のフォローアップを行い、対話能力の向上につなげた。</p> <p>その他、地層処分分野の専門家を含めて、それ以外の専門家の方にも学会、技術士会等の機会を見つけて説明することができた。</p> <p>また、技術報告書の発行、論文投稿等積極的に進めた結果、学会への発表、投稿では、目標とした40件に満たないものの、技術報告書、講演会を併せると40件以上の技術情報の発信を実施した。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>2019年3月中にレビューを踏まえた包括的技術報告書の説明会を予定していたが、新型コロナウイルス感染症の影響で延期した。説明会の実施にあたっては、前回の説明会アンケート結果を踏まえるとともに、まだ説明が十分でない分野の専門家も対象とするような工夫を行う。</p> <p>引き続き、若手、中堅に発表の機会があるものに対しては、経験させ、対話力向上を図る。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(3)「全体計画」への反映、「中期技術開発計画」の見直し [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>レビュー報告書と国及び関係研究機関が進めている研究開発の進捗状況に基づいて、地層処分研究開発調整会議（以下、「調整会議」という。）を、メンバーである国及び関係機関とともに1月から計2回開催し、「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～平成34年度）」（以下、「全体計画」という。）について、当初から予定されていた見直しについて検討を行った。この間、機構はメンバー間の調整を牽引し、外部有識者のご意見をいただきつつ、全体計画の枠組みは変更せず、現状を反映して計画内容の記載の具体化・修正を行うことで改定を行うとの結論を得た。全体計画の改訂版は、3月31日に国のホームページにて公表された。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>調整会議による全体計画の見直しにあたり、機構が、外部有識者のご意見も反映しつつ、会議における議論やその取りまとめを主導することによって、計画どおり2019年度末までに同計画書の改訂版をとりまとめた。こうしたリーダーシップを発揮するために、例えば、研究開発課題間の関係や研究開発工程についてより明確化すべきとの外部有識者からのご意見に対し、基盤研究から実用化・高度化といった、技術検討の段階に応じた役割分担等を示す樹形図や技術の使用段階を想定した研究工程等を追加する等、事業者として必要な研究開発が計画的に関係研究機関で展開され、事業者の技術開発に統合される枠組みであることを機構から説明・提案し、円滑な改訂作業に結び付けた。</p> <p>なお、改訂作業においては、新型コロナウイルス感染症の影響により調整会議を書面審議で開催する等の対応が必要だったものの、限られた期限内に公表することができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>全体計画の改訂を受け、機構の2020年度以降の「中期技術開発計画」の見直しを行い、技術報告書として公表する。</p>
4. 技術マネジメントの一層の強化		
<p>技術開発の成果を地層処分事業に反映していくためには、長期に亘る事業全体はもとより海外を含む廃棄物処分に関連する様々な関係機関の取組みや多岐に亘る技術分野の動向も幅広く見通して、必要となる最新の技術や知見を見極め、それらを的確に吸収・統合して地層処分事業の実施主体としての技術力を着実に高めていくことが重要である。そのため、以下の取組みにより、事業を推進するプロジェクトマネジメント力を主体とする技術マネジメントを一層強化する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>多岐に及ぶ個別の技術開発を適切に進め、これらの成果を関係研究機関による成果も反映しながら適宜統合して技術の体系的整備に資するための技術マネジメントをより強化するため、以下の項目に取り組んだ。2019年度末には新型コロナウイルス感染症の影響等により2020年度も継続する委託業務等の遅延等が顕在化したが、こうしたマネジメントの仕組みに基づいて対応し、技術開発計画に対する影響の規模等を確認したうえで工程変更等を調整することで中期事業目標に対する影響は生じていない。</li> </ul>	

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>また、こうした取組みを支える人材の確保・育成と実施体制の整備を推進する一方、我が国で蓄積した技術や経験を国際社会に提供する等により国際協力・貢献にも努めていく。</p>		
<p>（１）プロジェクトマネジメント等の強化</p> <p>文献調査、概要調査地区選定、概要調査の円滑な実施に向けた一連のプロジェクトマネジメント、技術マネジメントを一層強化するため、文献調査及び概要調査の計画策定に係る実践的能力を強化する。</p> <p>更に、処分場の設計・安全評価に関する技術要件の整理及び科学技術的知識・情報・データの管理に関する技術マネジメントを円滑に展開するための仕組みとそれを支援するツールの開発・整備に取り組む。</p> <p>こうした技術マネジメントを円滑化する仕組みと支援ツールの構築にあたっては、機構や関係機関間のデータベースの連携等を進め、関連する技術的情報が広く社会と共有されるよう努める。</p> <p>更に、「中期技術開発計画」に基づく技術開発の着実な推進や成果の品質・信頼性の向上を図るため、評議員会による評価・提言、技術アドバイザリー委員会からの助言を踏まえ、以降の技術開発における取組みの改善に繋げていく。</p>	<p>①文献調査及び概要調査の計画策定に係る実践的能力の強化（机上演習）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価の地層処分に係る主要な 3 つの分野が緊密に連携することによって包括的技術報告書を取りまとめるとともに、レビュー報告書を受けた修正等を各分野の整合性を確保して進めた。この連携を活かし、文献調査及び概要調査計画の策定に関わる実践的能力の強化のために机上演習を継続して実施した。</li> <li>机上演習では、仮想の調査地域を設定して、文献調査で入手できる地上及び地下の情報を基に概要調査計画策定の検討を実施した。初めに概要調査の範囲と目標を設定するための法定要件のほか、次段階の精密調査地区の選定を見据えて、地上及び地下施設の設計、閉鎖後長期の安全評価に必要な調査要件を抽出した。さらに、調査計画に地域の社会的観点を加えることにより、地層処分場の建設に伴う環境影響評価及び生活圏の安全評価に関する検討も実施することとし、このうち環境影響に関する検討では、仮想地域の環境配慮書案を作成して、概要調査への要求事項を抽出した。上記の各分野からの調査への要求事項は、相互に関連するものであり、見落としや抜け落ち防止の観点から、仮想地域の三次元地質環境モデルを作成して、モデル上に調査要件を展開し、要求事項の相互の関連を確認できるように工夫した。また、並行して、国内の調査技術の現況を調査し、沿岸域での概要調査を想定して、現存する調査技術の適用性を考慮した現実的な調査計画案の策定を行った。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>調査への要求事項をモデル上に集約することで、地質環境の長期変遷、施設設計、安全評価及び環境アセスメントからの調査要件の相互の関連を確認できたこと、具体的な仮想地域の条件を背景に、国内の有限な調査資源を有効に調査計画案へ反映できた。</p> <p>演習遂行の中で、機構の職員自らの地質環境モデル作成、設計検討、解析評価、自然災害からの影響、生活環境への影響や社会情勢の考慮等を踏まえた調査への要求事項の抽出、そして各分野の相互の関連を確認できたことで、今後想定される概要調査の実施に向けた経験と知見を得られたことが本演習の成果である。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>演習の成果を反映して、陸域と海域の調査技術を網羅的に反映できる、沿岸域の汎用的な概要調査計画案の検討に移行し、技術部内の体制を構築して、精密調査地区の選定方法及び概要調査計画策定に向けた準備を行うこととする。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>②処分場の構築に関する要件マネジメント・知識マネジメントの強化 [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国際原子力機関（以下、「IAEA」という。）主催の地層処分における知識マネジメントの課題に関する専門家会議及び技術検討会議に出席し、各国における知識マネジメントに対する取組みの現状、他産業分野における知識マネジメントの動向、今後の課題について把握した。OECD/NEA 主催の地層処分における知識マネジメントに関する作業部会（以下、「WP-IDKM」という。）のキックオフミーティングに参加し、同作業部会における 2020～2022 年度の取組み方針を検討した。以上の海外動向等を参考に、実施主体における知識マネジメントのあり方を整理した。さらに業務のプロセスやルールとしての具体化を実施している。</li> <li>概要調査計画机上演習を通して地質環境の調査・評価、処分場の設計、安全評価の連携プロセス及びデータ・情報の連携について整理を試みた。</li> <li>実施主体における知識マネジメントの活動体系を業務のプロセスやルールとして具体化すること、及び事業の先行する海外の実施主体のノウハウや知見の取り込みを目的として、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社（以下、「SKB」という。）との共同研究（2019～2021 年度）を開始し、機構としての知識マネジメントに関する課題について整理した。3 月 23～25 日にワークショップを開催し、セーフティケースの共有、沿岸海底下低中レベル廃棄物処分場（SFR）等に関わる知識の表出化を実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響のため延期とした。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>地層処分に必要な膨大かつ多様な知識を世代を跨いで的確に継承するため、実施主体が知識マネジメントとして実施すべき活動の体系（以下、「知識マネジメントシステム（KMS）」という。）の概念を取りまとめた。KMS についてはこれまでに国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）が研究開発機関としての KMS を開発している。JAEA の KMS は、地層処分の安全性に対する信頼性の向上に資するために、地層処分事業におけるステークホルダー（実施主体、規制機関、専門家、一般の方々等）に対して要求や要望に沿うように研究開発を実施して知識を提供することを役割としている。</p> <p>これに対して、機構は実施主体として、環境に影響を与えないこと（安全確保）に加え、社会的な受容性や経済合理性の観点も考慮して、事業に対する安心感や納得につながる知識をステークホルダーに対して提供するとともに、100 年にわたる事業を持続するために必要な知識を蓄積・継承することが必要である。このような役割を果たしていくために、段階的に事業を進めるなかで、ステークホルダーから提示されるその時点の要件に応じて、最新の科学的知見を取り込みながら、「環境適合性」・「社会的受容性」・「経済合理性」を考慮して処分場を最適化していく視点を KMS の概念に取り入れた。取りまとめた概念について WP-IDKM の会合で提示し、参加した各国の専門家から、実施主体における知識マネジメントのあり方を明確にしたものとして共感が得られた。知識マネジメントを適切に実行していくには、その意義や目標を組織内で共有することが肝要であり、機構としてあるべき KMS の概念を具体化したことは、その基盤となる。</p> <p>以上のような KMS の概念を業務のプロセスやルールとして具体化するため、SKB と共同研究を実施することとし、2019 年度より検討に着手した。SKB は現在、事業フェーズが処分場の建設認可申請段階にあり、これまでにセーフティケースを複数回にわたり作成していることから、サイト調査の段階から知識を拡充・継承しつつ、セーフティケースとし</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>で統合するノウハウを有する。段階的なサイト選定を経て地域社会から事業が受け入れられてきた経験から処分場の「社会的受容性」に関連する知見も有する。また、包括的技術報告書では検討対象としていない沿岸海底下における放射性廃棄物処分場の建設・操業に関わる知見を有する。このようなSKBの有するノウハウや知見を取り入れることで、KMSの具体化を効率的に進めることができる。</p> <p>段階的に事業を進めるうえでの一連の活動（①ステークホルダーから提示される要件への対応、②新たな科学技術的知見の活用、③処分システムの検討・最適化、④技術開発課題の抽出、⑤サイトの選定・処分場の構築に関する意思決定）を支える知識ベースは、セーフティケースが基盤となる。セーフティケースに統合される知識を異なる分野・世代・組織の関係者が共有し、次のセーフティケースの更新に向けて拡張を行いやすくするため、セーフティケースの論証構造（要件－主張－論拠－根拠情報の連関など）の可視化に取組むことを計画した。この取組みは、経験豊富なSKBと機構の専門家同士がワークショップ形式で議論しながら実施することで有用な成果物を得るとともに、若手職員を議論に参加させることで知識伝承の効果も期待できる。また、セーフティケースの論証構造を体系的に整理することにより、現段階で整備できている知識と今後補強すべき知識がより明確になり、技術課題選定の説明性の向上にも寄与する</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>2020年度は新型コロナウイルス感染症の影響で延期したワークショップを秋頃に実施し（事態の収束に関する見通しが不透明であることからWeb会議による実施も検討）、セーフティケースの論証構造の可視化等、セーフティケースを構成する知識・情報・データの連関の整理に取り組む。また、整理した結果を活用して、分野間の連携に係る業務の体系（プロセスやルール）を具体化していく。</p> <p>2021年度以降は、セーフティケースを構成する知識・情報・データの連関を整理した結果を活用して、次世代の職員に継承が必要な知識の特定や継承方法の検討、事業終了まで</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>の期間等の比較的長期間にわたり保存すべき情報・データの特定や保存の方法の検討に順次取り組む。これには、OECD／NEA 等の国際的な取組みに参画し、各国の最新動向を参考にする。また、JAEA の KMS の成果（例えば、暗黙知をエキスパートシステムを用いて表出化する考え方等）に最新の情報処理技術を反映して取り入れること等も検討する。</p> <p>後述の評価カテゴリーC「処分場の設計」では、設計因子（閉鎖後長期の安全性、閉鎖前安全性、工学的成立性、回収可能性、経済的合理性、環境保全等）のうち、経済的合理性に着目した設計の最適化に関する検討を進めている。今後、全ての設計因子及び社会的な受容性も考慮した要件を設定し、これに対応したセーフティケースの論証構造について知識マネジメントの一環として検討を進め、処分場設計の最適化に資する。</p>
	<p>③機構と関係機関間のデータベースの連携等による関連技術情報の社会との共有</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括的技術報告書の本編・付属書に用いた参考文献情報（約 2000 件）を機構ホームページ上で閲覧可能とするための準備を進めた。また、機構ホームページにおける技術情報（報告会開催結果、技術報告書、学会発表等）が分かりやすく閲覧できるようにホームページ構成の改良を実施した。</li> <li>• 原子力委員会廃止措置・放射性廃棄物連携プラットフォーム会合に出席し、技術情報の発信に関する機構の取組み状況について報告した。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>包括的技術報告書の参考文献を拡充し、機構ホームページ上で閲覧者が知りたい根拠に深くたどれる体系的な情報整備を実施したことは、網羅性・追跡性・取り出し容易性を確保した機構の KMS の整備に資する。</p> <p>ただし、現状では機構のホームページから閲覧できる参考文献の数は限定的であり、体系的に整備した根拠情報を社会に発信する観点では、各機関への許諾の取得をさらに進める必要がある。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>包括的技術報告書の公表後、社会への根拠情報発信に向けて機構のホームページ上から関係機関の参考文献を閲覧可能とするための許諾の依頼を進める。</p> <p>一般の方に向けて技術を分かりやすく伝えるための資料整備等は引き続き進めるとともに、機構の最新の技術開発に関する要点等をホームページで専門家に発信するページの工夫等も進める。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>④数値シミュレーションに用いるモデル、データ及び解析コードの品質管理技術の整備</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地質環境の長期変遷、処分場の設計、閉鎖後長期の安全性等の評価に関わる数値シミュレーションで用いる解析コード及びデータの品質管理の向上を目的に、解析手順書等の体系的整備を進めるとともに、概要調査計画策定に関わる実践的能力の強化を通じて若手技術系職員を中心に解析演習に取組み、技術力の向上に努めた。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>工学技術及び性能評価技術で行う解析に求められる性能を踏まえてワークステーションを導入したことにより、解析の順番待ちが解消され、業務を効率的に進めることができるようになった。また、機構内での業務の蓄積、経験を増やすことになり、ハード面、ソフト面の強化に繋がった。</p> <p>解析のスペシャリストの育成に繋げるため、社外研修を活用した解析ソフトの基礎的なことを学ばせ、また機構内での実務をさせることで、机上、実務の両面を相互に関係づけることを工夫している。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>原子力発電所の認可申請、埋設での事業許可申請等の先行例を踏まえ、今後行うことになる地層処分の埋設事業許可申請を見据えて、必要な品質保証、品質管理を確立する。</p> <p>ハード面はスーパーコンピュータの使用、2019年度導入したワークステーションを活用して、引き続き実践での解析業務を通じて、さらなる機構内の技術力向上を図る。</p> <p>社外の情報も含め、最新の解析評価の動向も踏まえ解析業務に取り入れる。</p> <p>データの受け渡しにエラーが発生しないような工夫を行う。</p>
	<p>5 品質マネジメントシステム（以下、「QMS」という。）の整備</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2018年度に発生した委託業務の不適切事案の再発防止の管理強化の観点から、是正措置プログラム（CPA）会合の運用状況を踏まえて外部委託等要領書及び不適合等管理要領書の改訂を進める等、QMSの整備に継続して取り組んだ。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>外部委託管理については、分かりやすい業務フローを作成し、作成する文書類とその様式、作成時期等を明確にすることができた。また、QC工程表に基づく品質管理とその記録保存、人身安全に係る作業を含むものについては、作業手順とリスクアセスメントに基づく安全対策の共有が定着しつつある。</p> <p>不適合管理については、組織運営上のベースとなる業務であることから、今後の育成の観点を含めて、ベテラン職員の指導のもと若手を中心にヒヤリハット事例の収集、傾向の分析等の議論を進め、再発防止に向けたルール作成・発信ができた。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>【今後の取組み】</p> <p>これまで整備した要領書類の運用状況を継続的にモニタリングを行い、外部委託管理に関する要領書、不適合管理に関する要領書、また、計画、変更、実施等設計管理に関する要領書は重点的に改善を図る。</p> <p>引き続き、業務実施におけるプロセス管理の徹底、人材育成の観点から QMS 整備業務を実施していく。</p> <p>QMS 導入と運用に関して機構内では先行したため、これまでの知見、成果等を、機構全体の QMS 導入時に反映する。</p>
	<p>⑥評議員会による評価・提言、技術アドバイザー委員会からの助言を踏まえた技術開発における取組みの改善</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>評議員会による評価・提言と技術アドバイザー委員会による機構の技術開発の実施状況に対する指導・助言を踏まえて、地層処分技術の信頼性確保に向けた技術開発の進め方の適性化を図るとともに、包括的技術報告書の OECD/NEA レビューに向けた改善点等に関して助言を得て、同報告書の技術的信頼性の向上に取り組んだ。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>事業計画と 2020 年度の業務の関係、2019 年度と 2020 年度との関係、地質調査、工学技術、性能評価技術の相互の関係を示す等工夫して、2020 年度の業務計画の説明を説明することができた。</p> <p>また、2020 年度の業務が中期事業目標の何に反映されるか相関図にする等工夫できた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>評議員会の評価・提言や技術アドバイザー委員会による指導・助言を踏まえて、継続的に取組の改善を行う。</p>
<p>(2) 共同研究等への派遣・人的交流による技術力の向上</p> <p>研究インフラを有する国内外の関係機関等との技術連携の一層の強化のもと、共同研究や国際共同プロジェクトへの職員の派遣・人的交流を積極的に行い、協働を通じて、地層処分事業の先進国をはじめ各機関等の有する暗黙知も含めた知識・経験を学び、着実な継承・発展を図る。</p> <p>また、地層処分に類似した関連業界との連携を模索し、若手職員を中心に現</p>	<p>①国内外の関係機関等との技術連携の強化</p> <p>(A) 国内関係機関との情報交流、共同研究による技術開発の効果的・効率的推進</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国の委託事業（9事業）の委員会にアドバイザーとして参加（技術系職員12名）し、研究成果を共有するとともに、地層処分技術の一層の信頼獲得に向けた効率的な研究開発に向けて機構の技術開発ニーズを提示した。</li> <li>JAEA 核燃料サイクル工学研究所の研究施設における JAEA との共同研究により、鋳鋼製オーバーパックの長期腐食試験、緩衝材の長期圧密試験、ガラス長期溶解試験、オーバーパックと緩衝材の相互作用及びセメント系材</li> </ul>	<p>(A) 国内関係機関との情報交流、共同研究による技術開発の効果的・効率的推進</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>関係機関との間で情報交換を進め、資源エネルギー庁の委託事業の成果を、処分事業の実現や機構が進める技術開発に効果的に活用できるようにした。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>各機関との運営会議は新型コロナウイルス感染症の影響で延期中。2020 年度状況が整い次第実施する。</p>



計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>場経験の機会の付与等による実践的な人材育成に努める。</p>	<p>料と緩衝材の相互作用による長期変質試験、多様な地下水水質条件での放射性核種の溶解度、収着分配係数等の核種移行に関するデータ取得等に継続して取り組んだ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電中研との共同研究により、大深度ボーリング調査を通じて掘削、孔内試験等に係る技術の品質管理の実践等に着手するとともに、緩衝材としての安全機能の確保を最優先に調達性や経済性も考慮して、複数のベントナイト材の地層処分への適用性の評価に関する試験を継続して実施した。</li> <li>・基盤研究に関する情報交換及び人材交流等の協力を目的に、原環センターと協力協定を締結した。</li> </ul> <p>(B) 海外実施主体との共同研究や国際共同プロジェクトへの参加による技術力の強化</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・銅コーティングオーバーパックの適用性に関するカナダ核廃棄物管理機構（以下、「NWMO」という。）との共同研究により、実規模スケールの連続製造試験に取組み、課題を共有するとともに、定例会議を通じて今後計画的にこの課題に取り組むこと等を調整した。</li> <li>・欧州原子力共同体（EURATOM）が欧州連合（EU）域内の地層処分場計画を支援するために進めている「放射性廃棄物処分における微生物影響検討プログラム」（以下、「MIND」という。）に参加し、地下環境下に存在する微生物活動による地層処分システムの長期的健全性への影響に関する情報収集を行い、人工バリア中での微生物代謝に関する試験を開始した。</li> <li>・Nagra グリムゼル試験場（以下、「GTS」という。）で実施しているコロイド生成・核種移行試験（以下、「CFM」という。CFM：Colloids Formation and Migration）、長期拡散試験（以下、「LTD」という。LTD：Long Term Diffusion）、長期変質セメント中の移行挙動試験（以下、「CIM」という。CIM：Carbon and Iodine Migration）、金属材料腐食試験（以下、「MaCoTe」という。MaCoTe：Materials Corrosion Test）の各国際共同プロジェクトに継続的に参加し、原</li> </ul>	<p>(B) 海外実施主体との共同研究や国際共同プロジェクトへの参加による技術力の強化</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>日本では実施できない放射性トレーサーを用いた現場試験等により、国内では取得困難な試験データを海外の地下研究所で実施する国際共同研究によって取得することや、検討が先行する海外実施主体と協働することにより技術開発を効果的に進め、国内で実施している技術開発成果と結びつけて、機構として必要な技術の整備に寄与した。また、新しい共同研究（SKB との知識マネジメントに関する共同研究等）の開始や、研究フェーズの進展にあわせて、取組みを円滑に進めるための協力協定やプロジェクト協定等の整備も並行して行った。</p> <p>OECD/NEA が主催する国際プロジェクトへの新たな参加（RIDD、MIND）等、国際プロジェクトに積極的に関与し、国際的な最新動向を把握している。また、知識の継承を見据えた若手職員の育成にも寄与している。</p> <p>これらの国際プロジェクトへの参加や海外出張で得られた海外の最新動向は、部全体の知識の底上げに資することから、出張報告として速やかに部内ないしは機構大に共有しているが、さらに、国内と海外の動向を俯瞰しながら技術整備を戦略的に検討していく必要がある。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>機構、国内関係機関、海外の技術動向を俯瞰して知識を集</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>位置データを科学的に説明する解析モデルに関して情報収集を実施するとともに、プロジェクト全体の運営会議（ISCO：International Steering Committee）に参加し、ベントナイト熱変質試験（以下、「HotBENT」という。HotBENT：High Temperature Effects on Bentonite Buffers）プロジェクトの今後の試験計画に対して、機構のニーズを提示して調整を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地震に伴う断層及び断層破砕帯における水理・力学連成挙動の調査、解析技術の高度化に関する（米国ローレンスバークレー国立研究所（以下、「LBNL」という。）との共同研究において、個別実施項目とその内容を調整して実施計画書を作成し、合意を得た。</li> <li>ボーリング調査孔が地上・地下間や断層間を短絡する水みちとならないよう閉塞技術の整備を進めるため、英国放射性廃棄物管理会社（以下、「RWM」という。）・Nagraとの国際共同研究契約の締結に向けて調整を進めた。</li> <li>地質調査・処分場設計・安全評価の連携に関する知識マネジメントの強化に取り組むため、SKB と共同研究契約を締結した。</li> <li>研究インフラを有する国内外の関係機関との技術連携の強化の一環として、米国サンディア国立研究所（SNL）と情報開示制限契約について合意した。</li> <li>SKB の地域コミュニケーション担当者との意見交換、RWM の英国サイティング担当者による講演会や米国カリフォルニア大学バークレー校の Muller 名誉教授による超深孔処分に関する講演会を開催し、多方面での情報収集にも努めた。</li> </ul>	<p>約し、戦略を検討する体制を整備する。部内の横断的なプロジェクトや各国際共同研究の担当者と連携を取りつつ、技術情報に係るニーズの整備と取りまとめ結果の共有を機構内で広く行っていく。</p>
<p>（3）長期的事業展開を見据えた人材確保・育成 長期に亘る地層処分事業の進展段階を見据えた人材確保・育成に資する取組みとして、「調整会議」に参加した関係機関の協力のもと、主要な技術分野地質環境の調査・評価、処分場の設計と工学技術、閉鎖後長期の安全性の評</p>	<p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地層処分事業が長期に亘る事業であることを見据え、計画的な技術人材の確保に取組み、新卒 3 名及びキャリア4名の技術系職員を採用（異動を含め計8名増）するとともに、2021 年度入構希望者を対象に機構の技術開発業務に関心をもってもらうべく、理工系学生向けのインターンシップを初めて開催した。</li> <li>職員の技術能力の強化及び研究インフラを有する国内外の</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】 育成計画 PDCA の試行と改善について、地層処分技術は様々な技術分野から構成されることから、力量評価するための評価軸とするために、地層処分技術を構成要素としての技術要素に分解する必要がある、また、研究開発ではなく事業を進める視点で技術要素を検討する必要がある、この技術要素の整理が難航したが、技術部内で議論を重ねて整備した。 5 機関研修は国の事業として関係機関と検討を進めながら</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>働等に関する効果的な人材育成プログラムとその運用方法の開発に継続的に取り組み、関係機関のみならず大学・専門学校・関連業界等との連携等に努める。</p> <p>また、地層処分事業の進展に応じて各段階で必要となる技術者の専門性や要員数を見通して長期的な人材確保方を検討するとともに、新卒・キャリアの計画的な採用に組み込み、技術人材の確保に努める。</p>	<p>関係機関との一層の連携強化の観点から、若手中心に、JAEA や Nagra との共同研究に技術系職員を派遣し、OJT を通じて技術能力の向上に取り組んだほか、放射線管理や原子力安全等の基礎的知識に関する教育研修機会の充実に取り組んだ。また、2018 年度に引き続き、国と地層処分に関する研究開発機関（JAEA、電中研、国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）、原環センター）と連携して、地質調査、処分場設計・建設・操業、安全評価に亘る専門的知識の習得のための研修（以下、「5 機関研修」という。）により、地層処分に携わる幅広い分野の若手技術者の人材育成に取り組んだ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 技術系職員の人材育成を効果的に進めるため、力量管理の仕組みを導入し、力量評価をもとに人材育成計画を立案する運用基盤（育成計画 PDCA）を試行・整備し実施した。</li> <li>• 処分地選定の調査計画へ展開するための実践的能力の強化の取組みに技術部門の若手職員から一定レベルの経験を積んだ職員まで参加することにより、職場総合力とチーム意識の向上に努めた。</li> <li>• 「対話型全国説明会」の少人数グループに分かれた意見交換に技術系職員も参加して技術的な説明を行うとともに、同説明会の後に機構内の振り返りを行い、説明時の課題と次回以降の改善策を共有する取組みを行ったり、説明資料において包括的技術報告書に示した安全確保の考え方を追加したりする等、機構の対話活動を支援した。また、機構内のロールプレイング研修等の受講を通じて対話能力の向上に積極的に取り組んだ。</li> </ul>	<p>実施している。技術部職員はもとより事務系職員の育成にも貢献できるものと期待できる。</p> <p>【今後の取組み】  一年サイクルでの力量評価の方法、技術要素については、継続改善していくこととする。  5 機関研修は 2020 年度以降も関係機関と継続的に改善し、スパイラルアップを図る。</p> <p>人材育成と関係機関の連携では、特に、関係研究機関との連携だけでなく、大学や産業界も含め、例えば、若手技術者を含めて技術分野ごとに関係研究機関、大学、産業界と機構が一堂に会して意見交換を行うことで横断的に研究開発の進捗や方向性を議論するような場を創設すること等を検討する。</p> <p>現場経験を得ることができる研修は現在技術開発のフィールドを持たない機構としては重要な機会であることから、現在実施している JAEA 核燃料サイクル工学研究所や電中研との共同研究の他にも機会を拡大すべく、2020 年度以降積極的に検討していく。</p>
<p>（4）国際協力・貢献</p> <p>各国との共同研究を実施するとともに、我が国で蓄積した技術や経験を国際社会に提供すること等により、地層処分技術の信頼性を国際レベルで高めるための取組みを進める。特に、今</p>	<p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 各国の地層処分の実施主体で構成される放射性物質環境安全処分国際協会（EDRAM）の議長国として定例会議を主導するとともに、これに合わせて開催される処分コスト評価に関するワーキンググループの会議に出席し、処分コスト評価に関わる各国の活動状況について意見交換を実施し</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>OECD/NEA や IAEA が主催するプロジェクトや専門分野別の国際会議等に参加し、技術整備と対話活動について、機構の取組みが国際的にスタンダードな考え方に整合しているかをチェックするとともに、日本のこれまでの取組みや地層処分事業の進捗、及び 2018 年に公表した包括的技術報告書</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>後、地層処分計画に本格的に取り組もうとしている国々に対して情報提供を行い、意見交換等を通じて貢献していく。また、地層処分技術に関して、地域住民の理解を深めるためには、地域コミュニティ等とどのように対話を重ねるかなど、各国とも知見共有を目指していく。</p>	<p>た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IAEA の地層処分における知識マネジメントに関する専門家会議及び技術検討会議に参加し、TECDOC（Technical Document）の作成や新規安全ガイドのレビューに協力するとともに、JAEA 幌延深地層研究所で開催されたサイト調査に関わる IAEA トレーニングにおいて講師を務めた。</li> <li>OECD/NEA の放射性廃棄物管理委員会（以下、「RWMC」という。）の議長として定例会合やビューロ会議に参加するとともに、リスクコミュニケーションに関するワークショップ、原子力規制活動に関する会議等に参加し、地層処分事業の取組みに関する議論を通じて、各国の活動状況の把握に努めた。また、国際的な重要課題に関する会議体や関係プロジェクトとして、セーフティケース統合グループ（IGSC）の定例会合、操業安全性に関する検討（以下「EGOS」という。）、堆積岩に関する検討（Clay Club）や結晶質岩に関する検討（Crystalline club）の取組みに参加して、活動状況に把握に努めた。更に、新規プロジェクトとして、WP-IDKM、放射性廃棄物処分に関する規制当局と実施主体の対話に関する会議（以下、「RIDD」という。）に参加するとともに、RWMC 議長として世界の原子力主要国政府が参加する「最終処分国際ラウンドテーブル」に参加する等、OECD/NEA の取組みに積極的に参加した。</li> <li>日本のベントナイト鉱床において長期間にわたり地下水や河川水と接触した状況でベントナイトが安定状態にあるナチュラルアナログ研究に関する国際共同プロジェクトへの参加を検討し、同プロジェクトの協定に合意した。</li> <li>その他、韓国産業通商資源部と地層処分事業に関する現状について情報交換を行うとともに、同国で開催された使用済燃料戦略地域ワークショップに参加して情報交換を行う等、海外関係機関との連携や技術交流を積極的に進めた。</li> </ul>	<p>（レビュー版）について情報提供することにより、国際的な地層処分の進展に貢献している。</p> <p>一方で、対応者が特定の役職員に偏っており、サイト調査が始まれば国際協力に向けた人的リソースの不足が懸念される。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>機構内への海外動向の共有や国際動向の把握等、諸外国における地層処分の進捗に関する活動を継続して行うことで、機構内における国際協力の関与を維持向上するよう努める。また、各会合への参加に適する職員の把握・育成を行っていくため、部内の技術研修担当との連携強化を進める。対外的には、各地層処分実施主体との友好関係を維持し、機構が参加・貢献することがふさわしいプロジェクトの有無や進捗状況について情報収集を行う。</p>

【評価カテゴリーB】地質環境の調査・評価

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発            (1) 地層処分に適した地質環境の設定及びモデル化技術の高度化</p> <p>自然現象の発生とその影響に係る将来予測に関する技術の信頼性や、サイトの調査・評価技術の信頼性を一層向上させる観点から、地震・断層活動の活動性及び影響の調査・評価技術の高度化に取り組むとともに、ボーリング孔を活用した調査・モニタリング・閉塞技術の体系的な整備に継続的に取り組む。</p> <p>また、国により行われてきたこれまでの基盤研究の成果や事例研究を通じて得られた科学・技術的な知見等を統合して地層処分技術としての実用化を進める。この観点から、自然事象の長期的な発生可能性及び地質環境の状態変遷の評価技術や処分場の設計及び閉鎖後長期の安全評価との連携に必要な技術の整備を進める。加えて、「包括的技術報告書」で集約した知見に基づき、広域スケールの水理場や化学場などの地質環境特性が、将来百万年といった時間スケールにおいて想定される変遷についてモデル化する技術の高度化を図る。</p>	<p>①自然現象の影響            (A)地震・断層活動の活動性及び影響の調査・評価技術の高度化            (a)上載地層がない場合の断層の活動性及び地質断層の再活動性を把握するための技術の高度化            i)断層及び断層破碎帯における水理・力学挙動に関する調査・解析・評価技術の構築（LBNL 共同研究）</p> <p>[実施内容]            ・LBNL との 2019～2021 年度の共同研究計画について、LBNL からの同計画の提案に対して、機構より断層の掘削計画や解析に係る品質管理方法等に係る追加提案を行って合意を得た。これを踏まえて、知的財産権や費用分担等に係る契約内容の調整を進めつつ、実施計画書における個別項目（数値解析、原位置試験、国内の地質環境への適用性等）及び契約条項（知的財産権や費用分担等）を確認して、LBNL と共同研究契約を締結したが、約 5 カ月の遅延が発生した。</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】            機構のこれまでに実施したボーリング孔掘削・孔内試験等の経験に基づいて検討した品質管理の方法等を適用して、LBNL 担当者との議論を通じて、断層を貫いて掘削したボーリング孔内で断層の微小変位とそれに伴う間隙水圧の経時変化等を観測するための、原位置試験に係る実効性の高いレイアウトや手法等の具体化を図りつつ、それを調査計画の立案に反映した。これにより、今後取得する断層の微小変位とそれに伴う水圧等の経時変化に係る取得データの信頼性及びそれを用いた解析コードの検証の信頼性の確保を図ることができた。また、LBNL との技術的な調整を通じて、上記の断層を対象にボーリング孔を掘削して行う原位置試験に係る技術的知見を拡充した。</p> <p>約 5 カ月の遅延は、共同研究の契約条項（知的財産権や費用分担等）に係る機構の弁護士及び LBNL の法務担当による法的確認に時間を要したことが原因であり不可避である。同様の国際共同研究を実施する場合は、このプロセスが業務全体の進捗に大きな影響を及ぼす場合があることから、その進め方に留意する必要があることを機構内に水平展開する。</p> <p>【今後の取組み】            本共同研究は、2020 年度から本格的に実施する原位置試験について、実施計画をより具体化したうえで、原位置試験の進捗状況の確認や結果の評価、それに基づく実施計画の見直し等の意思決定を迅速に行うことにより、改訂された全体計画における完了期限に影響しないように工程を管理する。</p> <p>原位置試験の実施にあたっては、2018 年度までに整備した、断層変位、地震波形、間隙水圧及び電気伝導度を同時にかつ高精度で観測可能な装置について、処分場近傍における地質環境の安定性に係る長期モニタリングへの適用を視野に入れて、耐久性や機能拡張等の観点からの高度化を検討する。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(B) 自然現象の長期的な発生可能性及び地質環境の状態変遷の評価技術の整備</p> <p>(a) 長期的な自然現象の発生可能性及び地質環境の状態変遷の評価技術の高度化</p> <p>i) 自然現象の影響シナリオの設定及び起因事象の発生可能性に係るケーススタディー（直営・委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 契約期間を 6 月 21 日まで延長した 2018 年度委託業務について、見直した工程表及び品質保証体制に基づき、国内有識者の技術指導を受けつつ自然現象やプレート運動に係る情報の収集及び自然現象の発生傾向に係る時間的・空間的な変遷に係る地域的な特徴の類型化を完了した。</li> <li>・ 2018 年度の委託業務の成果や包括的技術報告書の日本原子力学会レビュー等を踏まえたうえで、概要調査への ITM-TOPAZ（確率論的評価）手法の適用を念頭に置いて、自然現象に係る国内の有識者の技術的助言をいただきつつ、2021 年度末までに解決すべき最優先課題をこれまでに整備した ITM-TOPAZ 手法に対する国内関係学会等からの技術的信頼性の獲得と位置づけ、機構内部で今後の計画を再検討した。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>概要調査の段階で適用することを想定して、ITM-TOPAZ 手法を 2021 年度末までにより効果的・効率的に整備するために、2019～2020 年度に計画していた委託業務を機構内部における検討に変更したものの、担当者間の役割分担が適切に実施できなかった等の理由により、内部検討に時間を要したことは今後の改善点である。</p> <p>内部検討の結果を踏まえて今後の計画の見直しを図り、計画の最適化を図ることができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>2021 年度末までに解決すべき最優先課題として設定した ITM-TOPAZ 手法に対する技術的信頼性の向上を図るため、国内関係学会から選任する自然現象の各分野の専門家の協力をいただきながら、ITM-TOPAZ 手法の技術課題を再確認したうえで、過去に試行した火山・火成活動の将来予測に対する同手法の妥当性確認に適用した方法論を参考にして、火山・火成活動も含めて、地震・断層活動や隆起・侵食の将来予測に対する同手法の妥当性について検討を進める。</p>
	<p>②地質環境の特性</p> <p>(A) 地質環境特性の長期変遷のモデル化技術の高度化</p> <p>(a) 生活圏を考慮した地質環境特性の長期変遷をモデル化する技術の整備（直営・委託）</p> <p>i) 深成岩類を対象とした四次元地質環境モデルの構築技術の高度化に係る検討（直営・委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2018 年度の新第三紀堆積岩類を対象とした四次元地質環境モデルの構築を通じて向上を図った技術を活用して、解析対象時間断面を設定した。</li> <li>・ 地形モデル、地質構造モデル、水理地質構造モデルを構築したうえで、地下水流動・物質移行解析を実施し、深成岩類を対象とした四次元地質環境モデルの構築技術の整備を完了した。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>機構内部で深成岩類が分布する地域の地形や地質構造の特徴に係る最新の科学的知見を全国規模で収集したうえで、試行錯誤を繰り返しながら深成岩類の岩種ごとの岩体の規模・方向性及び隆起・侵食の傾向を整合的に解釈しつつ、将来 100 万年間の時間変化を概念的に示した。これにより、四次元地質環境モデルを構築するための基盤を整備することができた。また、安全評価に反映するため、地質環境の時間変化を把握するうえで必要となる三次元地質環境モデルに基づく解析条件等の連続的な変化を考慮した非定常解析については、沿岸域を含む広域スケールでの塩分の移動が水みちにおける移流分散及び基質におけるマトリクス拡散というコントラストの大きな岩盤を対象に実施された先行事例がなく解析の負荷も極めて大きいことから、数値解析に用いる時間ステ</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>ii)長期にわたる地形変化に係る基盤情報の整備（委託） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 山地等の中地形の発達時期、範囲、隆起量・隆起速度等に関する情報を整理し、山地発達が地表水系に及ぼす影響の検討及び地形解析手法を具体化した。</li> <li>• 上記の結果を踏まえ詳細検討エリアを抽出し、地表水系の変遷プロセスを検討し、結果を取りまとめた。</li> <li>• 上記の結果を踏まえ、将来の地表水系変遷の推定方法を取りまとめた。</li> </ul>	<p>ップやメッシュを変えた試解析を繰り返して試行錯誤を繰り返しながら解析条件の最適化を図った。以上のような作業プロセスを経て、深成岩類に対する四次元地質環境モデルの構築及び安全評価との連携を考慮した地下水流動・物質移行解析に係る技術的知見やノウハウを蓄積した。</p> <p>【今後の取組み】 本技術開発に当たっては、引き続き処分場の設計及び安全評価との連携、特に将来の地質環境の変遷を考慮した処分場の設計に係る検討結果のフィードバックに基づく四次元地質環境モデルに表現する地質環境情報の内容の検討や、時間変遷を考慮した地下水流動・物質移行解析結果を三次元核種移行解析の条件として設定する方法の検討等を進める。</p> <p>2018～2019 年度に整備した技術を活用して先新第三紀堆積岩類を対象とした四次元地質環境モデルの構築を通じて、本技術のさらなる高度化を図る。そのうえで、水系の長期変遷を伴う地形変化を考慮した検討に加えて、これまでに JAEA によって実施された瑞浪地域及び幌延地域を事例とした現在までの地質環境の変遷に係る科学的知見に基づいて、四次元地質環境モデル化技術の検証を行い、わが国の多様な地質環境に対応可能なモデル化技術として整備する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】 地質環境特性の長期変遷のモデル化技術の高度化に向けて実施している「四次元地質環境モデルの構築」における 2021 年度以降の追加的な検討に反映するための情報が整備できた。</p> <p>検討に当たっては、地表水系の変遷には造構運動、火山活動等様々な原因が絡んでいるが、それをできるだけ区分けして整理した。また、勾配が小さな河川については、このような原因の規模が小さくても与える影響が大きいことに留意して検討した。</p> <p>【今後の取組み】 河川争奪等に至るようなプロセスについてとりまとめた</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>が、河川争奪等が与える流域の侵食や地形変化等についての検討が不足しているため、これらを実施し、「四次元地質環境モデルの構築」における 2021 年度以降の追加的な検討に反映する情報を拡充する。</p>
	<p>(B) ボーリング孔における体系的な調査・モニタリング・閉塞技術の整備</p> <p>(a) 脆弱層を対象としたボーリング孔の掘削・調査技術の整備</p> <p>i) 概要調査に向けた地質環境調査・評価技術の体系化及び高度化（電中研共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電中研と 2019～2021 年度の共同研究として、電中研・横須賀地区において実施する大深度ボーリング実証試験について、機構が電中研との共同研究契約を更改したうえで、電中研は鹿島建設株式会社と委託業務の契約を締結した。</li> <li>・今後の全体工程や実施体制等について、電中研及び委託先の担当者との打合せ、委託先による全体実施計画、仮設作業に係る安全・品質管理・作業手順計画書の説明会を実施した。また、安全管理の一環として技術部内において通報連絡訓練を繰り返し実施した。</li> <li>・付帯設備の設営作業と並行して、深度約 400m のボーリング孔（YDP-4a 孔）掘削・孔内試験に係る技術検討会議や安全事前評価会議等を通じた技術的及び安全・品質の観点からの検討・確認を経て同孔の掘削を開始し、それを継続するとともに（3 月末時点で深度 207m）、深度 28～140m 区間を対象に水理試験を実施した。なお、3 月末時点で YDP-4a 孔掘削・孔内試験の工程に約 2 カ月の遅延が発生した。</li> <li>・コアからの間隙水の抽出及びガス採取やコアを用いた力学試験等の室内試験に供するコア試料の採取を行い、分析や測定を行うための前処理を継続した。</li> <li>・委託先が作成する安全・品質管理・作業手順計画書の修正や現場作業の品質管理等を通じて、主に水理試験に係る品</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>概要調査と同様の作業が発生することを念頭に置いて、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めた分野横断のチームを編成したうえで、機構としての実証試験計画の策定を行った。また、契約締結以降に準備すべき資料、工程や実施体制等に係る関係者との調整を実施するとともに、ボーリング孔掘削・孔内試験等の個別作業に係る実施計画書、作業手順書及び品質保証計画書について、包括的技術報告書の取りまとめにおける分野間の連携を踏まえて、処分場の設計及び安全評価のそれぞれの観点から必要とされる地質環境情報を取得するための手法や手順、安全・品質管理項目等に係る適切性の観点からの確認等を行った。さらに、現場において、地質構造や水理地質構造等を考慮した水理試験区間やコア試料採取区間の設定に係る協議等に対応するとともに、全ての技術部職員が交代で現場に駐在して作業の安全・品質確認等の経験を経験した。ボーリング孔掘削・孔内試験等に係る経験を有していなかった技術部職員も含め、上記の取組みにおける経験者による指導等を通じた OJT により、孔内・室内試験等に係る技術力及び現場作業の品質・安全等に係るマネジメント能力が機構全体として向上した。特に品質マネジメントについては、コア試料の採取・保管・前処理方法等に係る技術的知見の拡充に加えて、品質管理の手引書を参考に、委託先が作成する安全・品質管理・作業手順計画書の修正や現場作業の管理等を通じて、品質管理の基本的な考え方や実施方法に係る技術的知見の拡充を図った。以上の実務を通じて獲得した技術力やマネジメント能力等は概要調査に不可欠である。</p> <p>ボーリング孔掘削技術については、予測した地質（岩相）に対応する掘削泥水を用いて、コア回収率と掘削パラメータとの相関関係に係る最新情報に基づき、掘削パラメータを見</p>



計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>質管理の手引書の有効性を確認するとともに同手引書を更新した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>海外の技術者との技術検討会議を開催し、ボーリング孔掘削・孔内試験に係る各種の作業の具体的な実施内容の妥当性、合理性及び最適化に資する知見を取得した。なお、3月に予定していた国際技術検討会議は、新型コロナウイルス感染症の影響を考慮して中止した。</li> </ul> <p>ii) ボーリング調査で取得される地質環境データの評価手法の高度化（Nagra 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nagra との共同研究計画案の策定等を経て、協力協定書付属書の締結を完了した。その後、具体的な実施工程の調整、Nagra での技術検討会議等を通じて、Nagra のサイト調査を実例として、掘削泥水を伴うボーリング調査で実施する各種検層及び力学特性評価に係る品質管理・保証手順のフローを含む実施手法やボーリング調査で取得される物理特性及び力学特性データの具体的な運用に係るノウハ</li> </ul>	<p>直しながらボーリング孔の掘削を進めることにより、2012～2014 年度に実施したボーリング孔掘削と比較してコア回収率が大幅に向上したことに加えて、孔径拡大が抑制できたことから、ボーリング孔掘削技術の最適化を達成した。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>引き続き技術部職員が YDP-4a 孔掘削・孔内試験に係る安全・品質確認等を行うことを通じたマネジメント能力の向上を図るとともに、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めて構成した分野横断のチームによる YDP-4a 孔掘削・孔内試験及び室内試験の結果の評価やそれに基づく今後の試験計画の見直し等を通じて、概要調査に不可欠な技術力の向上や技術的知見の拡充等を図る。</p> <p>現状の約 2 カ月の遅延については、概要調査においても発生する可能性が想定されることから、例えば、次フェーズの実施計画等の確認や承認、トラブル時の対策案の検討や意思決定等を迅速に行う等の遅延回復策の立案に取り組み、概要調査に向けてノウハウを蓄積する。</p> <p>掘削した YDP-4a 孔及び YDP-4b 孔を利用して実施する「地質環境の長期モニタリング技術の高度化」及び「閉塞技術の検討」における技術の実証試験に可能な限り早期に着手できるように、ボーリング孔掘削・孔内試験等に係る各作業及び全体の工程に遅延が生じないように管理する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>共同研究における具体的な実施内容に係る Nagra の各分野の担当者との調整を通じて、概要調査に必要なとなる、地質環境データの管理・運用や掘削泥水影響下で実施する各種検層、力学特性評価のための原位置・室内試験等に係る技術的知見を拡充できた。</p> <p>Nagra のサイト調査を実例として、概要調査におけるボーリング調査で実施する各種検層及び力学特性評価に係る品質管理・品質保証の手法や現場で取得される地質環境データの管理・運用に係るノウハウ等を習得した。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>ウ等を習得して、それらに係る技術の整備を完了した。</p> <p>(b) 岩盤の力学的・水理学的変化及び地下水の地球化学的変化の長期モニタリング技術の高度化 i) ボーリング孔を利用した地質環境の長期モニタリング技術の高度化（委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水モニタリング装置の光ファイバーセンサーケーブルや採水ポート等の性能試験及びモニタリング装置全体の基本設計に係る委託業務の計画や品質管理方法等について検討を実施し、技術審査・入札を実施したが、応札者不在のため不調となった。</li> </ul> <p>(c) ボーリング孔の閉塞技術の整備 i) ボーリング孔の閉塞技術の検討（委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>契約期間を6月14日まで延長した2018年度の委託業務について、室内試験の品質・安全管理の立会検査等を実</li> </ul>	<p>以上の実務を通じて獲得した技術力や技術的知見等は概要調査に不可欠である。</p> <p>【今後の取組み】 高度化を図った採水調査、水理試験、物理検層・流体検層及び力学的特性評価に係る品質管理・品質保証の手法について、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」に適用して、それらの有効性等を確認する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】 2018年度の成果に基づく光ファイバーセンサーケーブルや採水ポート等の主要部位に係る技術課題の検討を通じて、概要調査に必要なモニタリング技術に係る技術的知見を拡充した。 入札不調となった主たる原因は、委託業務の仕様内容及び作業量の精査が不十分であったことであると分析しており、2020年度の委託業務の準備においてはこの点に留意する。</p> <p>【今後の取組み】 2018年度までに整備を進めて要求性能を満足することが確認できた主要部位（光ファイバーセンサーケーブル、パッカーシステム、地下水採水ポート）を組み合わせた装置全体の製作や性能試験等を進めるとともに、原位置における数十年スケールの適用性の確認ができるようにするための実証試験の考え方や進め方等を検討する。 計画全体を見直したうえで、2020年度より複数年契約で本技術開発を実施するとともに作業工程の合理化を図ることにより、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」で掘削したボーリング孔を利用した適用試験に可能な限り早期に着手できるように工程を管理する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】 契約期間を延長した2018年度委託業務で実施した、作業手順書及び品質保証計画書に基づく室内試験の安全・品質・工程管理等の立会い検査を通じて、品質管理及び安全意識が向上した。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>施し、試験結果及び報告書の内容確認を経て完了した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2018年度の成果に基づきボーリング孔の閉塞材料の選定を進めるとともに、詳細な性能試験、ボーリング孔内での施工性確認、化学的な変質確認試験等の委託業務計画等を検討し、契約を締結したが、約2カ月の遅延が発生した。</li> </ul> <p>ii) ボーリング孔閉塞技術に係る国際共同プロジェクト（国際共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国際協力協定について、RWM及びNagraの法務担当者も含めた協定書案の調整等を経て、機構、RWM及びNagraの三機関で締結した。また、技術整備に係る具体的な内容について関係機関との調整を図り、技術の整備に係る付属書案について、「ボーリング孔の閉塞技術の検討（委託）」（II 1.(1)②(B)(a)ii）における実施内容を踏まえつつ、その詳細に係るNagraとの調整を進めた。</li> </ul>	<p>2018年度の委託業務の成果を踏まえた2019年度の委託業務の実施計画の具体化を図り、計画の最適化を図ることができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>現状の約2カ月の遅延については、具体的な実施計画の立案や原位置試験及び室内試験の並行実施、トラブル時の対策案の検討や意思決定等を迅速に行う等の遅延回復策の立案に取り組み、概要調査に向けてノウハウを蓄積する。</p> <p>「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」で掘削したボーリング孔を利用した実証試験に可能な限り早期に着手できるように、室内試験や模擬ボーリング孔を利用した実規模試験等の工程を管理する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>RWM及びNagra担当者との国際協力協定書案の調整を通じて、ボーリング孔閉塞技術の国際情勢に係る技術的知見を拡充し、国際的な技術課題を整理した。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」で掘削したボーリング孔を利用した実証試験に可能な限り早期に着手できるように、「閉塞技術の検討」における室内試験や模擬ボーリング孔を利用した実規模試験等の結果を踏まえつつ、室内試験や原位置試験等の工程を管理する。</p>
	<p>(C) サイト調査のための技術基盤の強化</p> <p>(a) 多様な地質環境の特性に係る科学的知見の拡充</p> <p>i) 付加体堆積岩を対象とした地質環境情報の整備（委託・直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>坑道内での採水試験、ボーリング孔の掘削及び各種の孔内試験に係る実施計画を具体化したうえで、委託業務の技術仕様の策定及び費用積算を実施した。4月上旬の契約締結に向けて、契約手続きを進めた。</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>関係各所との調整を経て、2020年度に機構が付加体堆積岩類を対象としたボーリング掘削・孔内試験等を実施できるようになったことは大きな進展である。また、ボーリング孔掘削・孔内試験等の実施に当たり重要な技術検討プロセスの一つである実施計画の立案にあたっては、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めた分野横断のチームを編成したうえで、目的及びそれを達成するための考え方や手法等を共有しつつ「電中研・横須賀地区における大深度ボーリン</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(b)陸域～海域を対象とした地質環境調査・評価に係る技術基盤の拡充</p> <p>i)陸域～海域を対象とした地質環境調査・評価に係る情報の収集・整理（直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Ⅱ.4.(1)①「概要調査計画策定の机上演習」の検討を踏まえて、関係会社等への聞き取りや現場視察等を通じた情報収集として、聞き取り調査（2件）及び現場視察（2件）を実施し、その結果を取りまとめた。</li> <li>・整理した情報とⅡ.4.(1)①「概要調査計画策定の机上演習」において収集した情報（ボーリング調査及び地上物理探査を同時に実施する可能性等）とを合わせて、調査技術シートを更新した。</li> </ul> <p>(c)サイト調査に向けた品質管理手法の整備</p> <p>i)数値データの取り扱いに係る品質管理手法の整備（委託・直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・委託業務に係る市場調査（10社）、地質環境データの品質確認の方法に係る検討等を経て、契約を締結した。仕様書で指定した文献の収集、地質環境特性に係る数値データ（約24万件）やそれに関連する地質情報等の抽出、抽出した数値データの入力作業及びダブルチェックやクロスチ</li> </ul>	<p>グ実証試験」で強化した計画立案に係る技術力を活用して対応した。これにより、概要調査を念頭に置いた実践経験を蓄積することができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>概要調査を念頭に置いて、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」においてより向上した技術力及び習得したノウハウ等を活用して、処分場の設計及び安全評価の各分野の担当者を含めて構成されるチームにより、付加体堆積岩類を対象としたボーリング孔掘削・孔内試験等を実施して、概要調査に必要な技術力の向上やノウハウの蓄積等をさらに進める。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>当初計画どおりに情報収集及び取りまとめを実施して、地質環境調査・評価に係る技術的知見を蓄積して、サイト調査に必要な技術基盤を拡充した。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>サイト調査に必要な技術基盤については、適宜、最新の科学技術的知見に加えて、「電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験」及び「付加体堆積岩類の地質環境特性データ取得」を通じて取得した技術的知見を踏まえて拡充を図る。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>これまでに整備した地質環境特性データベースに格納されている、地質環境特性に係る約24万件のすべての数値データについて、データの抽出、入力、差分確認、文献との照合等においてダブルチェックやクロスチェック等の手法を重畳的に組み合わせるとともに、機構の担当者による立会い検査や任意サンプリングによる確認等を経て、文献どおりに入力されたことを確認した。この作業には多大な時間及び労力を要した。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>エック等の手法を重疊的に組み合わせることで文献どおりに入力されたことの確認を進めたが、新型コロナウイルス感染症の影響対策として工期を4月24日まで延長した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地質環境データやそれに関連する地質情報等の抽出及び抽出した地質環境データの入力作業の結果に基づき、地質環境データの品質管理手法の検討を進めたが、上記に連動して工期を4月24日まで延長した。</li> </ul>	<p>品質確認作業を通じて、これまでに入力データに誤りが無い地質環境特性データベースの整備を進めることができている。この結果、文献調査以降のサイト調査において、技術的信頼性をもって同データベースを活用することができるようにした。</p> <p>また、サイト調査に必要なデータの入力や確認の方法の検討及び品質確認結果の分析を通じて、データ管理に係る技術力が向上した。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>地質環境特性データベースについては、本技術開発を通じて提示する実効性のより高い品質管理手法を適用して、定期的に最新の科学的知見を追加して更新を図り、サイト調査に供する。</p>

【評価カテゴリーC】 処分場の設計と工学

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発                      (2) 処分場の設計と工学技術の開発</p> <p>処分場の設計と工学技術に関し、安全性の更なる向上を図るとともに、安全確保を最優先に設計の合理化に向けて技術開発を進める。</p> <p>安全性の向上に資する取組みとして、地層処分相当低レベル放射性廃棄物（TRU 廃棄物）の操業中及び閉鎖後における閉じ込め性能の一層の向上を図った廃棄体パッケージ仕様の開発を進める。閉鎖前の安全性の評価については、評価の信頼性向上を図る観点から、処分場の地上・地下施設で発生する可能性のある異常事象として火災や廃棄体周辺の放射性分解による水素ガス発生への対策をより堅牢にするための検討を進める。また、回収可能性を維持することに伴う閉鎖後長期の安全性への有意な影響を評価するための技術について整備を進める。処分場の建設・操業技術については、作業従事者の安全性の向上を図る観点から、遠隔操作化・自動化に関する技術開発に取り組む。この際、効率性や品質向上に資することもあわせて検討する。</p> <p>安全確保を最優先に設計の合理化に向けた取組みとして、人工バリア（オーバーパック及び緩衝材）の様々な代替材料の適用性に関する技術的な成立性の検討を進める。また、人工バリアの有効な設計オプションの一つと考えられる PEM 方式を対象に、人工バリアの製作・施工技術について、適用</p>	<p>①人工バリア                      (A)人工バリア代替材料と設計オプションの整備                      (a)人工バリア代替材料の成立性の検討</p> <p>i)合理的なオーバーパック等材料のオプションの整備                      1) 鋳鋼製オーバーパックの適用性に関する検討                      [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>還元性環境における1年間（2018年9月開始）の浸漬試験を終了し、鍛鋼品と鋳鋼品で腐食速度に有意な差がないことを確認した。</li> <li>これまでの試験結果より、耐食性、構造健全性、製作性、溶接性の観点では、鍛鋼品と鋳鋼品で有意な差がないことを確認した。ただし、次項イ)2)での分析により、鋳鋼品では欠陥が多数存在することが分かった。欠陥の形状や大きさを詳細に検査するためには、当初予定した検査方法（パルス反射法）よりも高精度な検査方法（開口合成法）が必要となる。鋳鋼製オーバーパックの適用により材料コストは削減できるものの、検査コストが増加するため、鋳鋼品によるコストメリットは期待したほど得られない可能性を確認した。</li> </ul> <p>2) 鋳鋼製オーバーパックの長期腐食挙動に関する研究（JAEA 共同研究）                      [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>酸化性環境における鋳鋼品の腐食速度測定のため、30日、90日及び180日にわたり、人工海水あるいは人工淡水中に大気を吹き込みながら浸漬試験を実施し、腐食後の表面形状の不均一性を測定した。その結果、不均一性は鍛鋼品と同程度であり、腐食形態に大きな差はなかった。これまで不足していた酸化性環境における鋳鋼品の腐食データを拡充できた。</li> <li>還元性環境における鋳鋼品の腐食速度測定のため、1～</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>中期技術開発計画に示した「人工バリア材料の合理的な選定や仕様設定を進めるために、様々な代替材料の特性データを多様な環境条件を考慮して取得し、代替材料の技術的な成立性を確認する」という目的に対して、様々なオーバーパックの代替材料の技術的な成立性の確認を進めることができた。</p> <p>鋳鋼品については、腐食試験により、鍛鋼品と鋳鋼品で腐食速度に有意な差がないことを示す等、国際的にみて不足していた鋳鋼品の耐食性に関する知見を拡充することができた。しかし、マイクロフォーカス X 線 CT 装置による調査の結果、鋳造欠陥が腐食代に相当する領域にも分布することが判明し、全面腐食を前提とした腐食速度に基づいた腐食代の評価方法を鋳鋼製オーバーパックに適用することは適切ではないと考えられる。JAEA、及び Nagra で現在も実施中の長期耐食性試験の結果も踏まえて、今後、適用性を判断する必要があり、鋳鋼品の設計における鋳造欠陥部の取り扱いについては今後の課題である。</p> <p>また、今後オーバーパックの仕様の合理化による薄肉化を進めた場合には、鋳造に伴う微細な気泡の影響による鋳造欠陥の発生が顕著となる等、欠陥部の検査や発生抑制等の対策、対策に伴う経済性が課題となると評価している。</p> <p>銅コーティング容器の生産性向上を目的とした連続製造試験は、これまでに開発してきた銅コーティング製造技術の適用性の総合的な評価において必須の情報であり、変更したスケジュールにしたがって次年度も継続して試験を実施し、適用性を確認する必要がある。</p> <p>電炉品については、経済合理性の観点だけでなく、将来の鉄鋼市況の変化を鑑み、電炉品を調達して、オーバーパックを製造することを想定して、耐食性等の安全性に係るデータを取得しておく必要があると判断し、安全性に係るデータを</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>性・実用性の観点から段階的な技術の実証に向けて、関係する施設・設備の設計検討を進める。</p>	<p>10年にわたり、人工海水中で浸漬試験を実施している。1年間の浸漬試験を完了し、鍛鋼品と比較して腐食速度に差がないこと、及び生成した腐食生成物も同じであることを確認した。鋳鋼品及び鍛鋼品の3年及び10年間の浸漬試験は継続中である。試験片製作時、欠陥を複数確認したため、鋳鋼製オーバーパックの複数個所において欠陥の形状や分布等を超音波探傷試験（UT）、及びマイクロフォーカスX線CT装置で調査した。その結果、1～2mm程度の欠陥が多く、最大14mmの欠陥が含まれていた。欠陥は耐食層となる表面付近に多く、内部に向かって少なくなる傾向があった。前項ア）では、腐食試験前後の重量変化で腐食速度を求めていたため、見かけ上腐食速度に差がなかったが、欠陥が表面付近に多いことから、欠陥を含む材料では、腐食速度に基づいて腐食代を算定することに加え、欠陥の大きさに応じて鍛鋼よりも厚い腐食代を設定する必要があることが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 鋳鋼品の応力腐食割れ感受性を確認するために、炭酸塩水溶液（0.5mol/L 炭酸塩相当の濃度）及び人工海水中において、鋳鋼品の低ひずみ速度引張試験（SSRT 試験）を実施し、破断面の形状や面積から、応力腐食割れ感受性を評価した。その結果、鋳鋼品と鍛鋼品の応力腐食割れ感受性は同程度であり、設計の変更が必要ないことを確認した。</li> <li>• 水素脆化の評価のため、上記の試験片を用いて水素吸収量を測定する予定であったが、測定会社を探したところ、水素吸収量測定装置を有するも、試料に吸着した水分由来の水素を除去する装置が取り付けられておらず、年度内に測定を終えることができないことが分かった。このため、水素吸収量の測定は、契約期間内（2021年3月まで）に成果が得られるよう、2020年度に、水分除去装置を取り付け、その効果を確認の上、測定を実施することとした。</li> </ul> <p>3) MaCoTe プロジェクト（Nagra 共同研究） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GTS において、埋設期間1年及び3年の原位置腐食試験</li> </ul>	<p>取得に向けた試験に着手できた。</p> <p>このように、複数のオーバーパックの製造技術と代替材料の耐食性等適用性評価に関するデータを拡充することができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>現在検討を進めている代替材料について試験を継続的に実施するとともに、板巻鋼管といった新たな製作方法にも着目し、設計や材料選定に必要なデータの拡充を図る。</p> <p>また、サイト調査の進展に応じて実施する設計において、設計の最適化を進めて行く中で、製造方法を含めた代替材料を選定するために、設計因子に基づく選定の要件を整備するとともに、複数の地質環境条件を想定した評価等を試行的に実施する。</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>を開始した。また、MaCoTe プロジェクトの定例会議に出席し、諸外国の試験結果に係る情報を入手。2020年4月に取り出し予定の埋設期間1年の試験モジュールに対する腐食分析項目について、Nagra 担当者と調整を行った。</p> <p>4) 銅コーティングオーバーパックの適用性に関する共同研究（NWMO 共同研究、大学共同研究）  [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• これまでに NWMO が開発した銅コーティング技術（銅メッキ及び銅スプレーコーティング技術）の実用性を確認するため、2019～2021年度の計画で、実規模大の処分容器の連続製造試験を実施中（20本の容器を製造予定）。これまでに、銅コーティング容器本体、及び半球蓋のメッキ工程が複数個完了し、順次、溶接試験を進めている。なお、新型コロナウイルス感染症の影響で試験は中断。契約期間を2020年3月から12月まで延長した。</li> <li>• 日本の処分環境条件における銅メッキ材の耐食性を評価するため、複数の地下水（海水系、高塩化物淡水系、淡水系）を対象に、圧縮ベントナイト中における銅メッキ試験片の分極測定及び交流インピーダンス測定を実施した。再現性の確認を今後も継続するが、純銅品に比べ、NWMO が技術開発を進めている電気メッキ品の方が、腐食電位がやや低く、より耐食性が高いことが示唆された。</li> <li>• 日本銅学会において、日本の銅-炭素鋼複合オーバーパックの開発状況と耐食性の評価等に基づいた銅コーティング技術を用いたオーバーパックの設計の成果を2件発表した。フランスで開催された国際ワークショップ（LTC：Long Term Corrosion）に参加し、日本の取組みとこれまでの成果について2件発表した。</li> </ul> <p>5) その他の材料オプションの検討（直営、大学共同研究）  [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 国内の代表的な電炉品メーカーより、電炉品の市況、製品の特徴等についてヒアリングを実施した。</li> </ul>	



計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<ul style="list-style-type: none"> <li>大阪府立大学にて電炉品を対象とした電気化学試験を実施し、同一の鋼材規格（例えば、SM400 という規格）であれば、高炉品と電炉品で腐食特性に有意な差がないことを確認した。鋼材規格に規定されていない微量成分の影響については、さらに成分分析等を実施して、確認する必要がある。</li> </ul>	
	<p>ii) 合理的な緩衝材オプションの整備</p> <p>1) ベントナイトオプションに関する検討（電中研共同研究、委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>塩水系の地下水組成条件におけるベントナイトの性能確認試験（透水性や膨潤性等ベントナイトの基本性能に係る試験）、力学特性試験、熱特性試験を完了した。塩水系地下水環境下におけるベントナイトの膨潤過程を連続写真で記録する実験（自己シール試験）を完了し、塩水環境下においてもベントナイトが隙間を充填することが可能であることを確認した。塩水条件の供試体作製方法については、複数の方法（試料の含水比調整を人工海水で行う場合と蒸留水で行う場合等）で試行した結果を示して、専門家のアドバイスを受けた。</li> <li>試験結果の整理と分析を進め、低透水性等の設計要件に対するオプション材料の技術的成立性の検討を開始した。塩水系地下水条件を含む全ての試験結果を対象とした検討を完了し、試験した 6 種類のベントナイトのうち、緩衝材としては 5 種類、埋め戻し材としては 6 種類全てが、それぞれの材料に適用可能であることの見通しを得た。</li> <li>人工バリアの安全性及び合理性向上に資するベントナイトオプションの検討に関する技術開発計画に資することを目的として、設計、安全評価の観点から電中研との意見交換、日本原燃株式会社（JNFL）との意見交換及び、地盤工学の専門家との意見交換を実施した。これらにおける意見を反映して、安全性の向上と処分場の合理化検討に資するベントナイトの特性データの拡充に向けて、高密度の緩衝材製作のための締固め特性、高温履歴を受けたベントナ</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>中期技術開発計画に示した「緩衝材に用いるベントナイトについては、Na 型ベントナイトのクニゲル V1 を候補材料として、さまざまな材料特性の取得が実施されてきたが、経済合理性や調達の多様性を確保する観点からは、上記のベントナイト以外についてもその適用性を確認していく。」という計画に対し、種類の異なる複数のベントナイトの透水性や膨潤性等の性能に係るデータを淡水及び塩水の水質条件等多様な環境条件を考慮して取得し、これまで優先的に研究開発されてきた材料であるクニゲル V1 以外の複数のベントナイトについて緩衝材及び埋め戻し材として使用するために必要な性能を有していることを明らかにすることができた。これにより、本業務の目的としたベントナイト材料の技術的な成立性を明らかにして、将来のベントナイトの調達に係る選択肢の拡充を図ることができたと考える。</p> <p>2019 年度の上記の検討においては、人工海水を用いた塩水条件での試験方法の妥当性の確保に苦心した。例えば、低透水性材料の透水試験では供試体側面と容器内側面の境界近傍の流れ（側壁漏れ）が生じる場合がある。人工海水を用いた場合ベントナイトは凝集しやすく側壁漏れが起きやすい条件になる可能性が考えられた。そこで、供試体の流出側断面を内側と外側で分割した透水セルを用いて、人工海水条件における側壁漏れの影響を検討し、内外で差異はあるものの透水試験の精度として問題のない範囲であることを確認した。この他、試験期間や装置構成の制約から供試体中の間隙水の置換（蒸留水→塩水）が難しい試験（圧密試験、三軸圧縮試験、加圧板法による保水性試験）に用いる供試体の作成方法について、試料の含水比調整を蒸留水で行う場合と人工海水</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>イトの性能に係るデータ取得等の試験計画を策定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ベントナイトオプションを対象に実施した熱特性試験、力学試験や透水試験等の成果を取りまとめ、土木学会にて発表した（計 4 件）。また、フランスで開催される Clay Conference（当初 2020 年 6 月の予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響により 1 年程度延期となる予定）に力学試験や透水試験等の研究成果を発表するため、予稿を 4 件提出した。共同研究成果の取りまとめに向けては、試験及び検討の結果を示して専門家との意見交換会を開催した。いただいた意見を反映して 2 年間の試験及び検討の結果を取りまとめた。結果として、標準的な材料としていたクニゲル V1 以外のベントナイトについても緩衝材及び埋め戻し材に利用できる性能を有しているとの見通しを得た。これにより、本業務の目的とした将来のベントナイトの調達に係る選択肢の拡充を図ることができた。</li> </ul> <p>2) 緩衝材の長期圧密挙動に関する研究（JAEA 共同研究） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 昨年度開始した長期圧密試験を継続して実施中。これまでのところ二次圧密が加速的に増大するような現象は認められておらず、計測を継続中である。また、昨年度実施したベントナイトとカオリン粘土の材料試験（透水試験、膨潤圧試験）および多段階の圧密試験の結果を取りまとめ、土木学会にて発表した。</li> <li>• 2019 年度末に開始する新条件の試験内容（試験期間 10 年、試験材料 Ca 型ベントナイト等）を、二次圧密の状態が確認できた 2018 年度から継続中の試験データの分析を行った上で確定した。また、新条件での長期圧密試験に向けた動作確認を共同で実施した後に、新条件の長期圧密試験（3 ケース）を開始した。</li> </ul> <p>3) 緩衝材中における微生物活動の評価（委託） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MIND 会議に参加し、緩衝材中における微生物影響を抑制</li> </ul>	<p>を用いた場合で、塩水条件の試験結果に与える影響をそれぞれの場合の膨潤変形や膨潤力の違いを比較する等した結果を取得、本試験の実施前に有識者にデータを示して相談する等の対応を行った。</p> <p>緩衝材中の微生物活動に関する試験においては、国際プロジェクト会議への参加や JAEA 専門家によるレビューを受ける等、国内外の最新動向を注視しつつ試験を進めることができた。</p> <p>また、閉鎖後長期の安全性評価の観点から、試験の対象とした複数のベントナイトにおいて、課題がないか等、性能評価技術グループ連携して確認した。鉱物組成の結果においては、現時点で評価上問題がないことを確認できた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>緩衝材の長期的な挙動については、10 年を超えるようなベントナイトの長期圧密試験や微生物影響に関する試験に今後取り組むことにより不確実性の低減を図る。これらの試験結果については、大学や JAEA 等の専門家による指導、海外の最新知見等を踏まえ評価を進める。</p> <p>また、ベントナイトオプションに関しては、さらなる安全性の向上と人工バリアや地下施設の設計の検討の幅を広げ様々な環境条件に対してもより柔軟な対応を可能にすることを期待して、現時点で緩衝材の制限温度として設定する 100℃を超えるような高温履歴を長期間受けた場合にも、ベントナイトが緩衝材に求められる性能を発揮できることを確認するため、高温履歴（200℃程度までを想定）を与えたベントナイトの膨潤性や低透水性等の基本的な性能の変化に係るデータを取得する。</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>するための当機構の取組み状況をポスター発表するとともに、各国の最新の知見、取組みについて情報交換を実施した。また、大学の専門家に試験状況を報告し意見交換を実施し、併せて、JAEA の専門家に試験状況のレビューを受けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ベントナイト中の生菌数（増殖が可能な微生物の数）について試験結果から、試験条件とした乾燥密度の範囲において、乾燥密度が高いほど、生菌数が減少する傾向を確認した。この結果から、ベントナイトの産地によって生菌数の減少量が異なるものの、一般に緩衝材の密度を高くすることで、微生物の活動を抑制できる見通しが得られた。ただし、2 カ月の試験期間では微生物が死滅しておらず、今後、より長期の試験で微生物の活動性がなくなるかどうか確認が必要である。</li> <li>• 放射性トレーサーを用いる試験の開始に先立ち、安全管理の一環として、機構職員が電中研の施設へ立ち入り、安全管理が計画どおり実施されていることを確認した。</li> <li>• 試験期間 3 カ月及び 6 カ月の炭素鋼の腐食量及び生菌数を測定したところ、硫酸還元菌の植菌の有無によって、腐食量が異なることはなかったが、上記の増殖活性試験と同様に、密度が高いほど生菌数が減少する傾向が観測された。</li> <li>• 試験開始前に、北海道大学を含めて安全管理体制、作業手順等を確認した。さらに、緊急時通報訓練を行い、連絡体制及び通報時間等を確認した。試験開始後は、安全管理の一環で機構職員が北海道大学の研究室へ立ち入り、安全管理が計画どおりであることを確認した。現在、試験継続中。微生物活動を考慮した金属腐食量の算定に必要な硫酸イオン、硫化物イオンのアナログ核種であるヨウ化物イオン及び標準物質であるトリチウム水の拡散係数を、①(A)(a)ii)ア「ベントナイトオプションに関する検討」で対象としている複数のベントナイト材料に対して取得し、微生物が関与したオーバーパックの腐食量の評価の準備を進めている。</li> </ul>	

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(b)人工バリア設計オプションの整備</p> <p>i) TRU 等廃棄物処分場の人工バリア設計オプションの概念検討（直営・委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>埋め戻し方法、装置の設計に必要となる処分坑道内の温度条件を設定するため、TRU 等廃棄物からの発熱と坑内の空気の対流及び輻射を考慮した熱解析を実施した。また、埋め戻し装置の設計を進めた。検討の結果、地下施設設置深度を 500 m に設定し、坑道壁面の温度を 30℃（地温勾配 3℃/100m、地表温度 15℃の場合）として、処分坑道内の空気の対流と輻射を考慮した熱解析を実施したところ、廃棄体パッケージ定置 30 日後の処分坑道内の温度は最高 40℃程度であり、特殊な埋め戻しの施工技術や装置は不要であることを確認した。また、処分坑道内の隙間埋め戻し方法として、吹き付け工法、ペレット充填工法等 5 種類の工法を検討した結果、狭隘部でも施工可能であり、設計要件を満たす埋め戻し材の仕様が適用できる見通しを得た。このようにどの埋め戻し方法でも、所期の性能が確保できるため、本業務では経済性の観点から、ペレット充填工法を対象に埋め戻し装置の概念設計を行った。</li> <li>直営にて、高レベル放射性廃棄物処分場を対象とした検討成果等を活用して実施する方針を決定。</li> </ul> <p>(B) TRU 等廃棄物に対する人工バリアの閉じ込め機能の向上</p> <p>(a)閉じ込め性能を高めた廃棄体パッケージ容器の設計</p> <p>i) TRU 等廃棄物処分に対する廃棄体パッケージ容器の設計（直営、委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原環センターと廃棄体パッケージに係る昨年度までの成果及び 2019 年度の計画について情報交換を実施。</li> <li>円筒形容器の半径と厚さの比、容器に作用する外力、容器</li> </ul>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>TRU 等廃棄物処分場の人工バリアに関する新たな設計オプションとして PEM 方式を採用した場合の工学的な実現性を処分坑道の埋め戻しの観点から検討し、狭隘な空間（最小 17cm 程度）でも施工可能な埋め戻し方法とその装置を具体化した。これにより、現段階での目標とした「実現可能な設計オプションの拡充」を進めることができたと考える。埋め戻し方法は、複数の方法の技術的な得失と経済性を比較評価した上でペレット充填工法を採用したが、今回採用しなかった吹き付け工法等他の工法も含め本来は実証的な試験を実施して絞り込みを行う必要があると考えられた。これについては、高レベル放射性廃棄物処分場の場合と関連させて効率的に試験が実施できるよう次段階の開発計画を策定する必要がある。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>本件の成果を 2020 年度のⅡ.3.(1)「処分場の設計検討」に反映する。また、TRU 等廃棄物処分場の人工バリア設計オプションについては、Ⅱ.1.(2)①(B) (a)で検討した閉じ込め性能を高めた円筒型の廃棄体パッケージを対象として PEM 化した場合の設計をそれぞれの廃棄体グループに適用できるように検討を拡げる。TRU 等廃棄物を対象とした PEM の仕様の検討が進んだ段階で、地上施設での製作・組立方法、地下施設での搬送・定置方法について、製作・施工の実現性を検討する。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>中期技術開発計画に示した「内部ガス圧に対する構造健全性等の課題に対する対策を具体化し、閉鎖後長期の放射線核種の閉じ込め性能の一層の向上を図った廃棄体パッケージ仕様の開発を進める」に対して、円筒形容器による廃棄体パッケージ容器の適用を検討し、仕様を設定することができた。</p> <p>今後開発を進める上での課題として、落下による堅牢性の確認、製作を含めた経済性の検討等を抽出することができ</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>の真円度、容器の厚さの部位による変化（偏肉）をパラメータとして、有限要素解析により容器に発生する応力を求めた。解析結果に基づいて、別途設定した破損確率分布も反映させ、必要耐圧代（半径と厚さの比）と各パラメータの関係を多項式近似し、強度評価式とした。強度評価式を用いて、キャニスタ（Gr.2）あるいはドラム缶（Gr.1、3、4L、4H の一部）に対して、容器当たりの廃棄体の入数を変えて、円筒形容器の内径、厚さ、長さ、蓋形状を設計した。それぞれの設計結果に対して円筒形容器の製作方法を検討し、コストを試算した結果を報告書に取りまとめた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>落下解析に必要となる廃棄体パッケージの材料物性、寸法、重量を決定した。</li> </ul> <p>(C)高レベル放射性廃棄物に対する人工バリアの製作・施工技術の開発</p> <p>(a)PEM（Prefabricated Engineered Barrier System Module）の製作・施工技術の開発</p> <p>i)高レベル放射性廃棄物処分に対する PEM の製作・施工技術に関する概念検討（委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PEM の組立方法、組立手順、必要となる装置・設備の設計を進め、PEM 製作の組立手順、組立装置及び建屋の基本的な設計を現時点の技術で実施可能な方法で示すことができた。</li> <li>容器の構造・仕様及び解析方法について検討し、予備解析の結果を踏まえて再冠水過程の PEM の解析計画書を確定した。当初設定した条件では、解析時間が著しく長くなること分かり、解析モデルの再構築と入力データの再設定等の変更に必要な期間を考慮すると、工期内の完了は難しいと判断し、工期を8月末までに延長することとした。</li> <li>埋め戻し方法、装置の設計に必要な処分坑道内の温度条件を設定するため、TRU 等廃棄物からの発熱と坑内の空気の対流及び輻射を考慮した熱解析を実施した。埋め戻し装置の設計について埋め戻し材料、埋め戻し方法の検討</li> </ul>	<p>た。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>設定した仕様に基づき、TRU 等廃棄物の PEM 化の適用検討に反映し、廃棄体パッケージ容器の製作から廃棄物の封入、緩衝材の設置等、地上施設における一連の PEM 組立・製作工程の検討を実施する。作業工程の中で想定される落下高さに対して、落下解析の実施等により廃棄体パッケージ容器の堅牢性を確認する。さらに、実規模の廃棄体パッケージ容器の製作及び落下試験等の計画を進め、設計オプションの整備、拡充を図っていく。</p> <p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>中期技術開発計画に示した「PEM 容器は閉鎖後も残置されるため、容器の水密性や緩衝材の再冠水挙動に関する検討を実施して、緩衝材の安全機能に支障を生じないように設計仕様を決定していく。合理化した PEM の設計仕様に対しては、組み立て試験を実施して、製作性や品質を確認する」という計画にしたがい、検討を進めることができた。</p> <p>地上施設における PEM の製作・組立てにおいては、様々な既存技術を組み合わせた合理的な施工方法と、一般産業分野で既に適用されている装置類が適用できる見通しが得られた。加えて、定置後の処分坑道埋め戻し方法の見通しが得られたことから、ガラス固化体受入・検査・オーバーパック封入（2015 年度実施）、PEM 容器封入（2019 年度実施）、地下施設での搬送・定置（2018 年度実施）、処分坑道埋め戻し（2019 年度実施）の一連の操業工程における工学的実現性を確認することができた。これにより、高レベル放射性廃棄物に対する PEM 方式における人工バリア構築技術の実用化と信頼性向上に向けた実証試験の準備を整備できた。</p> <p>なお、再冠水過程の解析において一部の解析ケースで計算に大幅な時間を要しており、工期変更による計画の変更を行</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>を進めた。検討の結果、地下施設設置深度を 500m に設定し、坑道壁面の温度を 30℃（地温勾配 3℃/100m、地表温度 15℃の場合）として、処分坑道内の空気の対流と輻射を考慮した熱解析を実施したところ、廃棄体パッケージ定置 30 日後の処分坑道内の温度は最高 50℃程度であり、特殊な埋め戻しの施工技術や装置は不要であることを確認した。また、①(A)(b)「人工バリア設計オプションの整備」と同様に処分坑道内の隙間埋め戻し方法として、吹き付け工法、ペレット充填工法等 5 種類の工法を検討した結果、狭隘部でも施工可能であること、設計要件を満たす埋め戻し材の仕様が適用できる見通しを得た。このようにどの埋め戻し方法でも、所期の性能が確保できるため、本業務では経済性の観点から、ペレット充填工法を対象に埋め戻し装置の概念設計を行った。</p> <p>(b) オーバーパックの製作技術の開発  i) 銅コーティングオーバーパックの適用性に関する共同研究（NWMO 共同研究）  ・ II.1.(2)①(A)(a) i) 工) に記載</p>	<p>った。これについては、問題を早く検知し、解析策を検討すべきであった。</p> <p>【今後の取組み】  PEM の組立て手順等を合理化、実証性を確認するため、PEM の組立て試験を実施する。また、定置後の狭隘な空間でも施工可能との見通しが得られたが、実証試験等を実施し確認する必要がある。実証試験を踏まえて、さらなる経済性を考慮した合理的な PEM 組立手順、定置後の埋め戻し方法の改良を行う。</p> <p>—</p>
	<p>②地上・地下施設  (A) 処分施設の設計技術の向上  (a) 設計技術の体系的整備</p> <p>i) 処分場の設計検討書作成  ・ II.3.(1)「処分場の設計検討」に記載</p> <p>ii) 地上施設の設計検討  ・ 高レベル放射性廃棄物処分場は、II.1.(2)①(C)(a) i) に記載。  ・ TRU 等廃棄物処分場は、II.1.(2)①(B)(a) i) に記載。</p> <p>(b) 建設・操業システムの設計技術の整備  i) 地下火災リスクへの対応策検討（直営）  [実施内容]  ・ 国内外の地下研究施設での火災事例、作業従事者と見学者</p>	<p>—</p> <p>【中期的な視点からの自己評価】  中期技術開発計画に示した「異常事象に対する安全対策の</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>を対象とした避難用具や避難設備について文献情報に基づく調査を実施した。JAEA 幌延深地層研究センターにおいて、地下施設における安全対策に関する情報交換会を実施し、同センターにおけるケーブル火災現場及びその後の対策の実施状況を見学した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（原子力規制委員会）を参考に、地下施設における火災対策立案に向け、安全保護系に相当する火災防護対象機器の特定、火災区域・区画の設定を課題として抽出し、次年度計画を作成した。</li> </ul> <p>(B) 処分場建設・操業の安全性を確保するための技術の高度化</p> <p>(a) 処分場建設技術の高度化</p> <p>i) 遠隔操作化・自動化に係る要素技術の整備（直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔操作化・自動化に関する情報収集として建設機械メーカーへのヒアリング及び操業技術に関する講演会を開催した（カプセル搬送、ベントナイト混合土の吹付け）。また、建設ロボット研究連絡協議会主催の建設ロボットシンポジウムに出席し、国内の建設ロボットの開発状況及び実用化に関して最新の情報を収集した。その他、OECD/NEA EGRRS (Expert Group on the Application of Robotics and Remote Systems in the Nuclear Back-end) 発足に向け、OECD/NEA 事務局と TV 電話会議にて意見交換を実施した。さらに、国際ロボット展に参加し、国内外主要メーカーによる溶接ロボット等先端的な自動化技術の情報を収集した。</li> <li>操業技術として廃棄体搬送システム、建設技術として地下</li> </ul>	<p>具体化」に向け、これまで直営作業にて、情報収集、課題整理を進めることができた。</p> <p>今後、諸外国においても閉鎖前の安全性の観点での様々な安安全対策が検討、設計される中で、国際的な議論の場となる EGOS において、主導的な役割を担うべく、機構職員が議長として選出されたことは、これまでの機構の取組みが評価されたものである。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>引き続き、国内外の事例や最新情報収集を継続し、地下火災リスクへの対策の拡充を図る。具体的には、JAEA との情報交換を通じて、幌延深地層研究センターにおける避難訓練計画、EGOS の活動を通じて、諸外国の様々な火災リスク対策を参考に、地層処分における火災対策のベンチマーク作成に取り組む。</p> <p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>これまでの情報収集、昨年度までの課題整理に基づきシステム検討として焦点を当てる項目を、建設技術については地下掘削、操業技術については廃棄体の搬送システムに設定し、それぞれについて国内外の知見の拡充を図ることができた。例えば、地下掘削に関しては、海外で急速に進む建機のバッテリー化等は地下の作業環境及び安全性の向上に資する技術として、搬送技術に関しては、フリクションホイスト方式の立坑搬送、インクライン設備やフニクラシステムによる斜坑搬送等は重量物の搬送効率の向上やアクセス坑道の合理化に資する搬送技術の設計オプションとして、いずれも現在進行中の処分場の設計検討にも反映可能な時勢を得た情報であった。</p> <p>情報収集の結果から、地下施設の建設技術、廃棄体の搬送技術は、既存の技術の適用及び更なる各産業界での技術革新に期待することにより、将来実現可能であると評価した。よって、中長期的な視点では、現時点より地層処分事業に特化して技術開発を進めるのではなく、引き続き情報収集を継続</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>施設掘削システムを対象に検討を実施するための 2019 年度の計画を整理した。廃棄体搬送システムについては、ドイツ連邦放射性廃棄物機関（BGE）が運営するコンラッド処分場の見学及び意見交換、フランス放射性廃棄物機関（ANDRA）が設計した斜坑搬送設備に関する意見交換を実施した。また、大深度地下で操業中の鉱山の搬送設備について、スウェーデンのキルナ鉱山の現地エンジニアと意見交換を実施した。その他、黒部ダムインクライン設備見学、現場管理者との意見交換を実施した。地下施設の掘削システムについては、SKB の主催による地下施設掘削技術をテーマとしたワークショップに参加するとともに、スウェーデンのエピロック社の実証施設、自動化機械、遠隔操作制御室の見学及び現地エンジニアとの意見交換を実施して知見を拡充した。</p>	<p>し、地下特性調査施設において実施する実証試験の段階で、その時点の最新技術を導入することが合理的であると考えられる。</p> <p>【今後の取組み】 引き続き、操業技術についてはアクセス坑道（斜坑または立坑）における搬送システム、建設技術に関しては地下掘削システムに着目し、海外の施設・設備の見学（WIPP 等）や国際建設ロボットシンポジウムへの参加を予定に加え、国内外の先進的な技術情報の収集と処分場設計への取り込みについて検討を進める。</p>
	<p>③回収可能性 (A) 廃棄体の回収可能性を確保する技術の整備 ・廃棄体の回収可能性を確保する技術の整備を、①回収の容易性、②閉鎖後長期の安全性への影響、③建設・操業期間中の施設管理の容易性の観点から実施している。</p> <p>(a) TRU 等廃棄物に対する廃棄体回収技術の開発 i) TRU 等廃棄物に対する廃棄体回収技術の開発 ・Ⅱ.1.(2)①(A)(b) i)の中で検討。</p>	<p>【中期的な視点からの自己評価】 TRU 等廃棄物に対する廃棄体回収技術の開発に関しては、中期技術開発計画に示した「回収可能性に関わる技術的実現性を示すため、設計オプションとして整備する処分概念に対応した廃棄体回収技術の開発を進める」にしたがい、2018年度に引き続き、PEM 方式を適用した処分概念を検討し、円筒型の廃棄体パッケージにも PEM を適用することで、回収の容易性を向上させることができた。</p> <p>【今後の取組み】 人工バリア設計オプションの整備（Ⅱ.1.(2)①(A)(b) i)）において、閉じ込め性能を高めた円筒型の廃棄体パッケージ（Ⅱ.1.(2)①(B)(a) i)）で設計）を対象として PEM 化した場合の設計をそれぞれの廃棄体グループに適用する検討の中で、</p>



計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(b)回収可能性の維持に伴う影響評価技術の整備 i)湧水に伴う化学影響評価技術の整備（委託） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018 年度までの成果を取りまとめ、土木学会に論文を投稿した。</li> <li>• 2018 年度は、全ての処分区画を同一の深度に設置する平面配置を対象に検討を実施した。2019 年度は、地層が大きく傾斜している場合や高角度の断層が分布している場合等、母岩の広がり小さく、複雑な水理地質構造を有する場合にも、サイトの地質環境の様々な特徴に応じて柔軟に対応して、処分場を設置することが可能となるよう、処分区画を 2 つの異なる深度に設置する多段配置のレイアウトでの検討を直営業務で実施した。多段配置には、地下施設の広がり地表面に投影した領域（フットプリント）が、平面配置と比較して縮小できるというメリットがある。2019 年度は深成岩類及び新第三紀堆積岩類の地質環境モデルを対象に、内陸、あるいは沿岸海底下に設置することを想定して、多段配置の地下施設を設計した。その結果、処分場のフットプリントが平面配置と比較して 1/2 程度に縮小でき、平面配置では、検討対象母岩に十分な広がりを持った領域が得られない場合にも、多段配置とすることで、地下施設の配置が可能となった。また、沿岸海底下に地下施設を設置する場合にも、多段配置とした方が、平面配置よりも連絡坑道の延長を短くできるので、湧水量低減に効果がある。以上の多段配置の検討結果を含む 13 ケースのレイアウト案から、多段配置としたことによる湧水量の低減効果の確認等、検討したレイアウト間で湧水量を比較する際に必要となるケースとして、解析対象となる 10 ケースを選定した。上記 10 ケースを対象として、湧水量解析を実施し、坑内湧水量を比較した。平面配置に比べ、多段配置の方が湧水量を約 30%低減できること及び沿岸海底下の方が内陸よりも湧水量が約 30～</li> </ul>	<p>合わせて回収技術の開発も進めて行く。</p> <p>【中期的な視点からの自己評価】 中期技術開発計画に示した「処分施設の閉鎖までの間の廃棄物の管理の在り方を具体化するため、回収可能性の維持による処分場の安全性に与える影響等に対する評価技術を整備する」という目的に対して、2018 年度までに整備した解析技術の適用範囲を拡張し、様々な条件における影響等の結果を確認することができた。</p> <p>検討の準備過程で、解析対象とする処分場の配置設計において、地質環境モデルに応じた処分区画とアクセス坑道の配置、作業動線の確保、勾配の設定等新たな課題への取組みが多かった。実施においては、地質環境モデルを構築するグループとの連携を図るとともに、若手職員が中心となって、処分場の配置設計等を直営業務で実施することで、ベテラン職員の包括的技術報告書で培った知識の伝達を図った。例えば、新第三紀堆積岩類の新たなモデルでは、設置対象の母岩の利用可能な領域が狭く、新たに多段配置の適用を検討する必要があった。また、沿岸海底下に配置するケースでは、アクセス坑道（立坑）が海上に設置できないため、アクセス坑道（斜坑）の配置に工夫が必要であった。これらの工夫を通じて、設計要件の設定の理由、地質学上注意しなければならない地層や構造等の知識を共有することができ、実際の設計に向けたトレーニングとなり、技術力の向上が図られた。また、新たな気づきとして、本解析手法が環境保全対策の検討（地下水位の低下の防止）にも活用できることを確認できたことも成果である。</p> <p>【今後の取組み】 更なる適用性の確認を目的に、2019 年度に新たに開発された深成岩類の四次元地質環境モデルに本手法を適用し、異なる地質環境への適用性への確認を実施する。</p> <p>坑内湧水に伴う化学影響評価については、2019 年度までの湧水量の解析結果から得られた地下水流動場の結果を用い</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>60%増加すること等を確認した。また、地表における地下水位の低下範囲を調べたところ、らせん状のアクセス坑道の周辺で著しい地下水位の低下が起こることも分かった。らせん状のアクセス坑道設計時は、地下水位の低下を抑制を考慮する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 処分場の回収可能性を維持することによる処分場周辺の地下水化学環境の変化と、処分場を閉鎖後に酸素が消費され元の還元的な環境が回復する過程を定量的に推定するために、化学反応輸送解析技術について国内外の評価事例を調査し、解析対象となる現象を①地下水混合、②岩石－水反応、③微生物・有機物反応に分類して解析技術の現況を整理した。②岩石－水反応の事例として、地層中の黄鉄鉱あるいは黒雲母による酸素消費過程を解析した事例等の情報が得られた。</li> </ul> <p>④閉鎖前の安全性の評価 (A) 閉鎖前の処分場の安全性の評価技術の向上</p> <p>i) 地下火災リスクへの対応策検討 • II.1.(2)②(A)(b) i)に記載</p> <p>ii) TRU 等廃棄物の閉鎖前安全性の評価技術の整備 • II.1.(2)①(A)(b) i)に記載</p>	<p>た影響解析手法の開発を進める。</p> <p>これまでに開発した湧水量の評価技術が様々な条件に適用可能であることを確認したが、解析結果の確からしさについて検証が必要である。このため、異なる解析コードを用いた結果の比較、及びエスポ地下岩盤研究施設の建設工程と湧水量モニタリングデータとの比較を実施し、概要調査段階以降に実施するモデリングとデータ設定のプロセスの品質保証方法の整備を進める。</p>
<b>3. 処分場の設計検討</b>		
<p>安全の確保を最優先に、事業者の観点から「包括的技術報告書」で示した処分場の設計・建設・操業・閉鎖の考え方に関して、安全かつ着実な事業運営の観点から現時点における最適化・合理化の検討を進める。</p> <p>具体的には、処分場の安全かつ着実な建設・操業を目標に、経済合理性を考慮した地下施設レイアウトの最適化、処分場の建設工事や操業（放射性廃棄物の受け入れ時の検査や搬送・定</p>	<p>(1) 処分場の設計検討（直営）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括的技術報告書で提示した様々な設計オプションに対して、安全確保を最優先に、経済性の観点から、最適化・合理化を図った処分場を設計する。</li> <li>• サイト選定前の現時点における様々な不確実性に対する将来の経済性への影響度を評価するための情報を整理する。</li> </ul> <p>1 処分場の設計検討（ステップ1） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 技術部内で、今後の進め方、スケジュールの見直しを実施した。</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>中期期技術開発計画に示した「人工バリア設計オプションの整備等を踏まえつつ、事業期間中の安全対策を含め実用性と合理性を高めより最適化された処分場の設計を示す」という目的に対して、安全確保を最優先に、経済合理性に着目した合理化の検討手順を設定し、手順にしたがって検討を進めることができた。ただし、技術部内でのレビューや確認作業が遅れており、業務分担と工程の見直しが必要である。</p> <p>事前に分析した経済合理性への影響の優先度、並行して技術開発を進めている人工バリア代替材料と設計オプションの整備の成果を適宜取り入れる等、連携を図りながら検討を進</p>

計画（「事業計画からの抜粋」）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>置の遠隔操作化・自動化に関する検討等、「包括的技術報告書」における検討内容からより一層の最適化及び合理化の検討を進める。また、上記1.（に記述した「中期技術開発計画」に基づく処分場の設計と工学技術の開発において進める人工バリアの代替材料の適用性や技術的成立性の検討を踏まえ、人工バリアの設計オプションに関する検討に取り組む。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計検討書の作成目的、目次構成及び高レベル放射性廃棄物処分場の設計を試行した結果の概要を記載した骨子案を作成した。</li> <li>• 設定した前提条件に基づき、高レベル放射性廃棄物処分場を対象とした人工バリアの合理化設計（案）を取りまとめ、技術部内で議論した。</li> <li>• 地下施設の合理化設計（案）の取りまとめを実施中。地上施設の合理化設計（案）の検討に着手した。</li> <li>• 委託を活用した廃棄体パッケージ容器の検討（Ⅱ.1.(2)①(B)(a)i 参照）及び直営で TRU 等廃棄物に対する PEM 概念について検討（Ⅱ.1.(2)①(A)(b)ii 参照）した。</li> <li>• 2018 年度取りまとめた設計の前提条件とその設定根拠に対して、「設計で考慮すべき変動要因と変動幅の設定」（案）を作成した。</li> <li>• 変動要因（岩盤等級、岩盤透水性、有害化学物質の有無）に対する経済性への影響を検討した。</li> <li>• 設計検討書の骨子に沿って文書化し、処分場の設計検討書のドラフト版を取りまとめ中。</li> </ul> <p>2 処分場の設計検討(ステップ2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 経済性の観点から、ステップ 1 から更なる合理化を指向するため、包括的技術報告書で設定した設計要件の緩和の成立性について検討するとともに、緩和による設計合理化への影響を検討する。</li> </ul> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 更なる合理化に向け、緩衝材の制限温度の拡張等に着目し、廃棄物の集積配置や地下施設の占有面積縮小に伴う効果について、予察的評価を実施した。</li> <li>• 設計要件の柔軟性向上のための技術開発計画の策定のため原環センターの協力を得て検討会を組織することとして、準備作業会を開催した。</li> </ul>	<p>めることができた。</p> <p>現時点で、包括的技術報告書で提示した設計仕様から、経済的合理性の観点で、30～40%程度の合理化が達成できる見通しを得ており、検討の成果は評価できるものとする。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>高レベル放射性廃棄物については、経済合理性への影響は小さいと考えるものの、将来の不確実性を考慮して、安全確保を最優先に、地上施設設計、アクセス坑道の設計等の合理化検討も実施する。また、TRU 等廃棄物処分場に対しても、2019 年度までの技術開発成果を反映した合理化の検討を進めて行く。</p> <p>また、前提条件の変更や、将来のリスクや不確実性に対する影響評価について経済性の観点から概略評価を実施する。</p> <p>ステップ 2 の検討では、緩衝材の制限温度緩和以外に、更なる設計合理化に貢献できる項目がないかを検討するとともに、制限温度緩和等の条件変更時の概略的な設計を実施し、今後の技術開発計画への課題を抽出する。また、緩衝材の制限温度変更による影響については、閉鎖後長期の安全性評価上の課題がないか等、安全評価のグループと連携して進めていく。</p>

【評価カテゴリーD】 閉鎖後長期の安全評価

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>1. 「中期技術開発計画」に基づく技術開発            (3) 閉鎖後長期の安全性の評価に関する技術開発</p> <p>安全評価のシナリオ構築に必要となる処分場閉鎖後の長期に亘る地層処分システムの状態変遷を評価するための二アフィールドを対象に熱-水理-力学-化学の相互影響により生起する現象を対象とした解析（以下、「現象解析」という。）モデルの妥当性の確認を進める。また、現象解析の結果などにに基づき設定される安全評価のシナリオと、核種移行解析ケース設定の判断の経緯とその論拠を体系的に管理するためのツールの開発に取り組む。</p> <p>また、安全評価における核種移行解析モデルに関して、地層処分システムの状態変遷や処分場の設計仕様等を反映した核種移行解析モデルの高度化に取り組むとともに、この解析に必要な放射性核種の熱力学データ及び収着・拡散等の核種移行データの拡充・整備や、実際のボーリング調査により得られるサイト固有の地質環境情報に基づき核種移行データを設定する手法の構築に取り組む。</p> <p>更に、地層処分事業が長期に亘る事業展開となることを見据え、地層処分技術の持続的な改善と向上を図るため、諸外国のセーフティケースの進展状況に関する情報収集を継続的に行う。加えて、文献調査の期間に進める概要調査地区選定と概要調査計画の立案の円滑な実施に向けて、各国における地層処分に関する安全規制基準、安全審査</p>	<p>①シナリオ構築            (A)地層処分システムの状態設定のための現象解析モデルの高度化</p> <p>(a)廃棄体からの核種溶出モデルの高度化            i)多様な環境下でのガラスの長期溶解挙動に関する研究（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2018 年度に明らかになった、長期試験の成立性に影響する変質層の剥離の対応方法を検討するための 91 日間の浸漬試験及び試料の分析を実施。分析結果に基づき、分析試料の作成方法を改善し、試験手順書に反映した。</li> <li>ガラスの溶解挙動評価モデルの信頼性向上に向けた新たな試験系を専門家の意見を聴取しつつ検討し、ガラスに接触する溶液の組成を制御可能な試験系での実施を決定した。当該試験系を用いた概略の計画案を作成した。</li> <li>2017 年度に開始した鉄影響及び変質層の保護的効果に関する長期浸漬試験を継続。</li> </ul> <p>(b)二アフィールド構成要素に関する現象解析モデルの構築・高度化            i)オーバーバックと緩衝材との相互作用による長期変質挙動の研究（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>長期の試験条件を検討するために試験期間約5か月の短期カラム試験と試料の X 線回折分析を実施し、試験条件の設定に資する情報を蓄積。これらの情報に基づき、試験条件案を作成した。本試験条件案について専門家から意見を聴取し、これを反映したうえで、試験の実行可能性確認のための予備試験を実施。この結果に基づき長期試験の計画案を策定した。</li> <li>浸漬試験を継続（試験期間：約 10 年間）。</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>JAEA との共同研究で実施している室内試験及び GTS で の原位置試験において、現象解析モデルの妥当性の確認に用いる試験データを蓄積し、概要調査段階における安全評価の信頼性の向上に有効な成果が得られている。</p> <p>二アフィールドの THMC 連成現象解析モデルの妥当性確認を目的とした HotBENT プロジェクトに参加し、当該技術を高度化する仕組みをつくることができた。このことは、処分場の閉鎖後から再冠水に至る過渡的な期間の二アフィールドの状態変遷の設定に関する知識ベースを強化することになり、概要調査段階における安全評価の信頼性の向上につながる成果である。</p> <p>概要調査計画への反映を目的とするモンテカルロ法を用いた地下水流動の感度解析については、安全評価の観点から概要調査へのニーズを抽出するための方法の案を作成し、概要調査計画策定の準備に資することができた。また、こうした大規模計算について、並列計算が可能なソフトウェアの導入からスーパーコンピュータを用いた計算及び計算結果のポスト処理までの一連の作業をすべて内部実施で実施することにより、職員の技術力を大きく向上させることができた。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>室内試験及び GTS での原位置試験においてデータ取得を継続する。また、取得データと現象モデル解析結果との比較-モデルの信頼性向上に向けた課題の抽出-モデル及び/または試験の改良、というプロセスを繰り返し、現象解析モデルの信頼性を向上させる。</p> <p>HotBENT プロジェクトへの参加を通じて、THMC 連成現象解析を機構職員が実施できるまでに技術力を高めていく。これにより、概要調査の段階において、高い信頼性をもって当該解析評価を実施可能とする。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>における論点の評価を行うとともに、関連する中深度処分事業に関する規制基準の整備状況（中深度処分に関する規制基準の動向）等に関する情報収集を継続的に行い、必要に応じて関係省庁との情報交換等を模索する。</p>	<p>ii)セメントと緩衝材との相互作用による長期変質挙動の研究（JAEA 共同研究） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 準備段階の試験として実施していた純水の通液を高アルカリ溶液に変化させ、本試験に移行し、試験を継続した。</li> <li>• 圧縮ベントナイトとセメント系材料の接触試料を用いた長期試験を開始した。また、追加試料を作製し、試験を開始した。</li> <li>• ベントナイト懸濁系浸漬試験期間 16 ヶ月の試料の取り出し後、液相の分析と固相の分析を実施し、変質層に関するデータを取得した。</li> </ul> <p>iii)原位置試験データを用いた熱-水-応力-化学（以下、「THMC」という。）連成現象評価技術の高度化に関する研究（JAEA 共同研究に追加（11/25 契約変更完了）） [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nagra と個別プロジェクトに関する協定を締結し、GTS における HotBENT プロジェクトへ新規参入した（9 月 24 日）。スイスで開催される” 3rd HotBENT Detailed design Meeting” に参加し、最終的な原位置試験デザインを参加機関の間で議論した。原位置試験を対象とした THMC 連成解析に向けた準備として、機構内で熱-水連成解析を実施可能とした。</li> <li>• 「（2）処分場の設計と工学技術の開発①(A) (a) ii) ア)ベントナイトオプションに関する検討（電中研共同研究）」の中で、100℃を超える条件におけるベントナイトの性能確認試験の概略計画を作成した。また、室内試験の条件設定に資する情報を取得するための原位置試験を対象とした熱-水連成解析による緩衝材中の温度場及び水分量の分布状況の評価に向けた二層流モデルを準備した。</li> </ul> <p>(c)コロイドの影響評価手法の高度化 i)ベントナイトコロイドによる核種移行への影響評価モデルの構築（JAEA 共同研究）</p>	<p>サイト調査・評価へのニーズ抽出のための解析作業については、外部委託を活用した解析作業の品質保証も含め、これまでのベストプラクティスを手順書として取りまとめ、今後の作業に活かしていく。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ベントナイトコロイド生成試験に関する予察試験結果の評価を踏まえて、試験条件を調整後、ベントナイトに接触させる溶液の流速を変化させた試験を実施。試験結果よりコロイド生成量の流速依存性が小さいことを確認し、コロイドが生成する Na 濃度の閾値を得るための試験を開始した。</li> <li>• ベントナイトコロイドへの収・脱着速度の評価のための試験計画の検討として、岩-ベントナイトコロイド-核種の三元系における核種移行の概念モデルに関し、包括的技術報告書で想定しているニアフィールド状態において生起し、核種移行に影響を与えると考えられる現象のモデル上の取り扱いについて検討を開始。モデル化の対象とする現象の抽出と、当該現象に関するデータを取得可能な試験に関して、現状の問題点と課題を整理したうえで試験計画案を作成した。</li> <li>• GTS における CFM プロジェクトで得られたボーリング試料の分析を共同プロジェクトのパートナーである Nagra が開始した。</li> </ul> <p>(d) 地下水流動解析モデルの不確実性低減に向けた概要調査への二ーズ抽出の方法論の整備</p> <p>i) モンテカルロ法を用いた感度解析による地下水流動結果に感度の高い不確実性要因の抽出（直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大規模の計算を多数回実施するために並列計算が可能な地下水流動解析ソフトウェアを導入した。また、スーパーコンピュータを使用可能な環境を整えた。</li> <li>• 地表までを含めた広域スケールの水理地質構造モデルを設定し、地下水流動に係る不確実性要因を特定した後、それらを不確実性の分布を有するパラメータとして表現したうえで設定してモンテカルロ法を用いた感度解析を行い、地下水流動結果に対して感度の高い不確実性要因を抽出した。</li> </ul>	

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(B)リスク論的考え方に則したシナリオの構築手法の高度化</p> <p>(a)シナリオ構築から核種移行解析ケース設定までのプロセスに用いる情報管理ツールの整備</p> <p>(b)様々なデータを利用可能とするストーリーボードの高度化</p> <p>i)地層処分システムの状態理解、シナリオ作成、核種移行解析ケース設定に至るプロセスの追跡性の向上（直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Ⅱ.4.(1)②の「処分場の構築に関する要件マネジメント・知識マネジメントの強化」と連携し、電子化するストーリーボードの概念設計を継続。</li> <li>・知識マネジメントの取組みと同様に、SKB との共同研究で実施するよう計画を変更し、知識マネジメントシステムと高度化ストーリーボードを統合したシステムの概念設計に向けた計画案を作成した。</li> </ul> <p>(c)人間侵入シナリオと稀頻度事象シナリオに関する検討</p> <p>i)人間侵入シナリオ、稀頻度事象シナリオの様式化に関する最新の知見の収集と様式化方法の検討（直営）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中深度処分における人間侵入シナリオの考え方が地層処分に適用された場合を想定し、その際に考えられる課題（ボーリング孔放置シナリオにおける水理場の評価及び井戸水利用を想定した生活圏の評価）についての対応に資するため、関連する海外情報の整理・分析を実施。また、上記課題に関してボーリング孔を明示的にモデルに取り込んだ地下水流動解析の実施方法を検討した。その結果、地表までを含めた広域スケール（数十 km×数十 km）を対象とした核種移行解析モデルの作成検討の中で設定する水理地質構造モデルを対象としてモデル解析を実施することとした。</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>ストーリーボードの高度化については、知識マネジメントシステムと統合した概念の検討を進めた。これに基づき、現行の中期技術開発計画の目標として 2022 年度を目途に進める閉鎖後長期の安全性評価体系の整備までに実用的なシステムを構築できるよう、より詳細な計画を検討する準備を整えることができた。</p> <p>ボーリング孔放置シナリオの評価に関して、地表までを含めた広域スケール（数十 km×数十 km）を対象とした核種移行解析モデルの作成検討に包含させることとし、合理的に検討が進むようマネジメントできたと考える。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>ストーリーボードの高度化については、引き続き知識マネジメントに関する SKB との共同研究を活用しながら、2022 年度までの実施工程の詳細化を行い、着実に作業を進める。</p> <p>ボーリング孔放置シナリオの評価に関して、地表までを含めた広域スケール（数十 km×数十 km）を対象とした核種移行解析モデルの作成検討の中で、影響評価の方法論を構築する。</p>
	<p>②核種移行解析モデル開発</p> <p>(A)地層処分システムの状態変遷等を反映した核種移行解析モデルの高度化</p>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>i) (a)のニアフィールドスケールのモデル、及び i) (b)の微細スケールのモデルの改良成果については、2022 年度まで</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>(a) ニアフィールドにおける状態変遷を考慮した核種移行解析モデルの構築</p> <p>i) セメント系材料中における核種移行解析モデルの構築（JAEA 共同研究、委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>セメントの水和反応が進んだ状態のセメント硬化体中の元素の拡散挙動に関するデータを取得するため、材令が 5 年程度の試料をセメント硬化体の拡散試験及び浸漬試験を 2018 年度から継続し、データを取得した。取得した室内試験データを用いた物質移行解析モデルの妥当性の確認方法を検討し、必要な追加データを取得した。</li> <li>廃棄体パッケージ内／外の充填材の幾何学形状をより忠実に表現した三次元の地下水流動・物質移行解析モデルを作成し、改良の効果を確認した。</li> <li>GTS における CIM プロジェクトの原位置試験のデータをモデルの妥当性確認に用いるため、原位置に敷設されているセメント硬化体のコア試料の分析を実施し、空隙の分布等の基礎物性を取得した。</li> </ul> <p>(b) 水みちの微細透水構造等を反映した核種移行解析モデルの構築・高度化</p> <p>i) 原位置データを用いた核種の母岩マトリクスへの拡散モデルの妥当性確認（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2018 年度に実施した GTS における原位置試験（LTD プロジェクト：Long-Term Diffusion）におけるマトリクス拡散モデルの妥当性の評価結果に基づきモデルを改良した。</li> <li>新たに天然の割れ目から母岩マトリクスへの拡散を表現するモデルの妥当性確認に資する情報を取得するための試験計画を参加機関の担当者と議論しつつ進めた。さらに、原位置試験を対象とした予察解析を実施し、改良モデルの妥当性の確認に資するデータの取得ができるように試験への要件を抽出した。</li> </ul>	<p>に地表までを含めた広域スケール（数十 km×数十 km）を対象とした時間変遷を考慮可能な核種移行解析モデルに統合する予定であり、これに向けて各スケールのモデルの高度化を着実に進めることができている。</p> <p>ii) については、地下水流動モデルの妥当性の評価において取得すべきデータの品質等に関して、今後の課題を明確にすることができており、概要調査段階の安全評価への適用に向けて着実に成果が得られている。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>i) (a) のニアフィールドスケールのモデルの高度化については、さらなる高度化をはかるとともに、地表までを含めた広域スケールを対象とした時間変遷を考慮可能な核種移行解析モデル開発の検討の中で、ニアフィールドスケールからの核種の移行率をパネルスケール、処分場スケールさらには広域スケールに受け渡す方法を作成する。</p> <p>i) (b) の微細スケールのモデルの改良については、岩実質部と割れ目が混在する状態における核種の移行挙動に関するデータを原位置試験で取得し、これを用いて当該スケールの核種移行解析モデルの妥当性を確認する。</p> <p>ii) については、これまでに明確にされた課題の解決に向けて、信頼性を向上させるという観点から、複数の機関が同時に取り組み共同プロジェクトの枠組みを整備し検討を進める予定である。</p>



計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>ii) 地下水流動・物質移行モデルの妥当性評価に係る方法論の検討（JAEA 共同研究、委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スウェーデンのエスポ地下岩盤研究施設の原位置データを用いて複数の地下水流動解析モデル化手法を適用して構築したモデル（ニアフィールド～パネルスケール）による解析結果と実測値の比較・評価や、複数のモデルによる解析結果どうしの比較・評価を行い、本検討において用いた3つのモデルの開放系かつ不均質な場に対する適用の可能性を提示した。</li> <li>解析結果と実測値及び解析結果間の比較・評価による原位置データやそれを用いて構築した概念モデルの不確実性が解析結果のばらつきに与える影響の確認を通じて、地下水流動解析モデル構築において考慮すべき点及びモデルの妥当性評価における今後の課題を取りまとめた。また、国際プロジェクト“SKB Task Force on Modelling of Groundwater Flow and Transport of Solutes”において検討成果を報告し、海外の専門家の意見を聴取。本取組みが国際的にも重要課題であるとの認識を共有した。</li> </ul>	
	<p>(B) 施設設計等を反映した核種移行解析モデルの高度化</p> <p>(a) 施設設計を反映した核種移行解析モデルの構築・高度化</p> <p>i) 処分場スケールを対象とした粒子追跡解析手法の構築（委託）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>空間スケールが数 km×数 km 程度のモデルの作成に向けて、計算規模の増大に対応すべく、並列計算が可能となるようソフトウェアの改良と検証を行った。</li> </ul> <p>(b) 地質環境の変遷に応じた生活圏評価手法の高度化</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>空間情報及び時間変遷を考慮した生活圏評価に関する国内外の事例の調査を実施。</li> <li>上記調査の一環として、SKB と生活圏評価に関するワークショップを開催し、サイトが特定された後の生活圏評価</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>(a) について、2022 年度の完成を目指す、地表を含めた広域スケールまでを対象とした時間変遷を考慮可能な三次元核種移行解析モデルの構築に向けて、空間スケールに対して段階的に解析モデルの拡張を進めることができた。作業の実施にあたっては、サイト調査及び処分場設計の担当者と将来の成果の統合を念頭に置いた議論を重ねることで、それぞれの分野の技術への理解が深まり、職員の技術力を向上させることができた。</p> <p>(b) について、国内における既往の生活圏評価において取り扱われてこなかった、サイトの環境に応じて GBI の空間分布を考慮可能なモデルを作成し、概要調査段階以降の安全評価への適用に向けた見通しを得ることができた。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>において反映すべき情報を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⅱ. 4(1)①「概要調査計画策定の机上演習」において、広域の地下水流動解析結果に基づいて、GBI（Geosphere-Biosphere Interface）の空間分布（位置情報）を考慮した生活圏評価モデルを作成した。</li> </ul>	<p>【今後の取組み】</p> <p>(a)について、パネルスケールからの核種の移行率を処分場スケールに接続する方法の検討に取り組む。また、各スケールに応じた、解析モデル/コードの妥当性確認のより精緻な方法論の構築を進める。2022年度には、開発を進めている四次元地質環境モデルを用いて、処分場の建設・操業の影響を考慮した状態変遷の設定を行い、これを条件として与えて上記核種移行モデルによる解析を行うことができるように開発を行う予定であり、各分野の成果の統合が円滑に進むよう、随時調整を取りながら検討を進める。</p> <p>(b)について、作成したモデルを用いて、パラメータのデータの不確実性に対する感度解析を実施し、概要調査の段階において、優先的に取得すべきパラメータを抽出し地質環境調査へのニーズとして取りまとめる。また、2020年度の上期を目標に、「概要調査計画策定の机上演習」で実施した生活圏評価モデルの作成から地質環境調査へのニーズの提示までの一連の方法を手順書として取りまとめ、概要調査計画の策定に速やかに対応できる状態にする。</p>
	<p>③核種移行解析に用いるパラメータ等に関するデータの整備  (A)核種移行等に関するデータの取得及びデータベース整備  (a)想定される様々な処分場環境を対象とした核種移行パラメータ設定に資するデータの拡充  i)高無機炭素濃度の地下水環境等における核種移行パラメータに関するデータの取得と収着モデルの検討（JAEA共同研究、東京大学、京都大学との共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大学と共同研究において、高炭酸かつ還元条件における収着試験の方法を構築し、収着モデル構築に資するデータ取得の準備を進めた。</li> <li>U（ウラン）の収着試験と試料の分析を実施し、その結果を踏まえてUの収着に関する概念モデルを作成した。また、東京大学との共同研究において得られた成果（U（VI）の緩衝材や母岩の構成鉱物中のFe(III)による還元）について、日本地球惑星科学連合大会（2020年5月開</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>(a) i)、ii)について、これまで技術的に容易ではなかったとされていた、高炭酸かつ還元条件を実現する試験方法を、大学との共同研究によって構築することができ、当該条件に適用可能な収着モデルの作成に資するデータ取得の見通しが得られたことから、2022年度までの目標達成に向けて着実に進捗しているといえる。また、想定される様々なサイト環境条件を反映した核種移行パラメータの設定するための手法の構築に資するデータを取得し、概要調査段階における安全評価の信頼性を向上させる成果が得られた。</p> <p>(a) iii)について、Amを対象とした拡散試験において、試験容器への収着の問題により予定のデータが取得できなかった。速やかに対策を講じることが必要である。</p> <p>(b)について、これまで不十分であった国内の水田及び畑地土壌の分配係数を拡充することができ、概要調査段階における安全評価の信頼性の向上に資する成果が得られている。ま</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>催)に発表要旨を投稿した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JAEA との共同研究において 2018 年度に実施した Pb についての収着挙動のモデル化手法に倣い、Sn（スズ）の収着モデルを作成した。また、Nb（ニオブ）についてはモデル化に必要な情報を補充するための追加試験を実施し、中性～pH12 領域での収着モデルを作成した。</li> </ul> <p>ii) 温度依存性を考慮した溶解度設定に資するデータの取得（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施結果]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 温度 45℃における FeSe<sub>2</sub>（セレン化鉄）の溶解度試験を継続し、適宜サンプリングを実施。溶解度試験を継続（浸漬期間 2 年程度）。</li> </ul> <p>iii) セメント系材料の共存系を考慮した核種移行データの調査・取得（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca 型化ベントナイトを製作し、Am（アメリシウム）を対象として拡散試験を開始したが、Am の試験容器への収着により精度よく実効拡散係数を取得することが困難であることが判明し、残りの試験ケースの実施を取りやめた。試験系の改良に向けて、現状の試験系の問題点を明確にするための予備試験方法を検討した。</li> </ul> <p>(b) 様々な生活圏を想定した生活圏評価に係るデータの拡充</p> <p>i) 生活圏評価に係るパラメータ設定のためのデータ取得（国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構（以下、「量研機構」という。）共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018 年度に引き続き、水田土壌を対象とした土壌の分配係数の取得を継続した。本成果を IAEA の TECDOC に投稿した（2020 年末公表予定）。</li> <li>• 畑地土壌を対象とした試験条件の検討のための予察試験のサンプリングを完了し、データの評価を実施。</li> <li>• 分配係数の取得試験の手順書の構成を検討し、機構が目次</li> </ul>	<p>た、データ取得試験の手順書のうち、概要調査段階で早期に取得が可能になると想定される、土壌の分配係数の手順書案を優先的に作成し、事業スケジュールを見据えた的確な対応ができた。</p> <p>(c) について、実際のボーリングデータを対象とした、これまでに作成した核種移行パラメータ設定手法の検証を通じて、課題を明確にすることができたことから、概要調査段階における安全評価の信頼性の向上に資する成果が得られている。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>(a) i)、ii) について、U の収着モデルに関して、収着係数のデータと元素の収着状態を分析したデータを拡充するための試験を継続し、これに基づきモデルの改良と妥当性の確認を進め、収着モデルの信頼性を向上させる。(a) iii) について、Am の試験容器への収着の問題についての対策として予備試験を実施し、代替の試験方法を検討する。これと並行して、安全評価の信頼性の向上に資するデータの拡充が滞らないよう、その他の評価上重要な元素で、容器収着の影響が無視できるものを対象としたデータ取得試験の実施を検討する。</p> <p>(b) について、引き続きデータの拡充を継続するとともに、試験手順書案の詳細度を高め、日本原子力学会を活用し標準化に向けた作業を実施する。</p> <p>(c) について、現在進行中の、電中研・横須賀地区における大深度ボーリング実証試験で得られるデータを用いた検討を実施する予定である。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響により、試験データの取得に遅れが出ることを想定して、国内外の地下研究施設で得られたボーリングデータの活用を念頭に代替案の準備を進める。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<p>案を作成した。これに基づき機構と量研機構で手順書の構成について議論しドラフト案を作成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地表土壌における I（ヨウ素）-129 の移行挙動に関するデータ取得試験を継続した。試験結果の解釈に資するために、熱力学平衡計算を行い実施中の試験条件におけるヨウ素の安定な化学形態に関する情報を熱力学平衡計算により算出し、量研機構に提供した。</li> </ul> <p>(c) サイト調査を反映した核種移行パラメータの設定方法の構築</p> <p>i) 原位置データに対応した核種移行パラメータ設定手法の構築（JAEA 共同研究）</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 作成した収着分配係数の設定手法案について、過去の横須賀実証試験ボーリングで得られたデータを用いた適用性を検討した。また、実効拡散係数を対象とした設定手法案を作成した。</li> </ul>	
	<p>④各国における規制基準の評価、中深度処分に関する規制基準の情報収集、必要に応じて関係省庁等との情報交換等の実施</p> <p>[実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 各国規制等の情報調査を 2020 年度以降に体系的に実施するため、調査方法を検討。</li> <li>• 電気事業連合会（以下、「電事連」という。）との基準等に関する情報共有の実施。</li> <li>• 安全評価手法に関連して保健物理の専門家との意見交換実施（5月21日ほか）。</li> <li>• 日本保健物理学会における発表と情報収集を実施（12月7日）。</li> <li>• 規制動向に関して新たな動きがあれば適宜機構内で共有。</li> </ul>	<p>【中期的な視点からの自己評価】</p> <p>各国における規制基準や国際機関の考え方について、包括的技術報告書の作成等の経緯から、現在、安全評価に関する規制関係の情報はかなり収集できている。また、国際会議の出席をはじめ諸外国の実施機関との情報交換協定等を通じて得られる情報を追加して常に最新化している。ただし、立地に係る要件や工学設計に関する要件は十分とはいえないこと、及び安全評価に関する情報を今後定期的にメンテナンスすることが必要と考えられる。</p> <p>機構自身として行っている中深度処分に対する規制基準の情報や、電事連等他機関から得られる関係情報は適宜機構内に概要をまとめて共有している。</p> <p>日本保健物理学会は安全基準の考え方として重要な文書である国際放射線防護委員会（ICRP）出版物の解釈等を専門家が議論する場であることから、2019年12月に開催された学会に発表すること等を通じて専門家との意見交換を実施した。この取組みは一時的なものではなく継続することが必要と</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
		<p>考えられる。</p> <p>原子力規制委員会と直接に機構がコミュニケーションをすることについては、申請前の状態である機構の立場として現在のところ困難であるが、今後における事業者と規制機関との関係性について、国際動向を把握するために、OECD/NEA の RIDD プロジェクトに積極的に参画することとし、事前調査について NEA 事務局と調整を行った。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>2019 年度策定した計画に基づき 2020 年度より 3 年間をかけて、委託の活用や原環センターとの協定に基づく分析を実施しながら計画的かつ包括的に規制に関する情報の整備をすすめていく予定である。</p> <p>また、日本保健物理学会への参加や関係事業者との情報共有を継続して実施する。さらに、国際動向を把握するために、OECD/NEA の RIDD プロジェクトに継続して参加し、各国の規制機関と事業者との対話のあり方に関する情報を収集するとともに国際レベルでの検討に貢献する。</p>

【評価カテゴリーE】 文献調査に向けた準備

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
Ⅲ 文献調査を受け入れていただいた場合のその地域における円滑な調査着手に向けた取組み		
1. 文献調査計画の提示と調査への着手		
<p>文献調査を受け入れていただいた場合には、その市町村（以下、「調査市町村」という。）をはじめ地域で説明会等を開催し、調査の手順、収集を想定している文献、評価の概要のまとめ方等を取りまとめた「文献調査計画」について分かりやすく情報提供するとともに、地域のみなさまへ文献調査への協力を要請する。</p> <p>そのうえで、最終処分法に定められた、断層活動、火山・火成活動などに関する要件に関する調査・評価等を実施し、概要調査地区を選定していく。</p> <p>なお、文献調査の開始等に伴い必要となる場合は、本事業計画を改定する。</p>	<p>(1)「文献調査計画」の取りまとめ [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 全国一般向けのツールとして、調査手順、収集資料、評価等を分かりやすく説明したパンフレット「文献調査について」を作成し、自治体説明会(12月～)、対話型全国説明会(1月～)で使用開始した。</li> <li>• 文献・データから得られた情報をどのように用いるかについてパンフレットの巻末に活断層、火山の例を示した。</li> <li>• 加えて、上記パンフレットの説明方法、文献調査報告書の構成、文献調査の品質計画、業務分担、調査に必要なPC類整備の検討等を進めている。</li> <li>• パンフレット「文献調査について」を基に、文献調査への応募や国からの申し入れを受け入れる自治体が現れた場合に、当該地域を対象とした「文献調査計画」の具体化を検討中。</li> </ul> <p>(2)説明会 [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「説明会」の設定に至っておらず、作成すべき資料の内容が具体化していない。</li> <li>• 「説明会」の設定に至っていない。</li> </ul> <p>(3)調査の着手 [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 主要な文献・データを用いた初期評価計画案をできるだけ具体化した。</li> <li>• Ⅱ.4.(1)①「概要調査計画策定の机上演習」（評価カテゴリーA）における模擬検討地を対象とした作業等を活用して、2018年度当初に作成した具体的手順案の確認、必要な修正等を実施した。</li> <li>• 文献調査着手に至っていない。</li> </ul> <p>(4)その他 ①文献調査から概要調査開始までの具体的な工程の検討 [実施内容]</p>	<p>【中期的視点からの自己評価】</p> <p>文献調査を受け入れていただいた場合の情報提供も視野に、調査の概要を説明したパンフレット「文献調査について」を完成し、使用開始することができた。</p> <p>パンフレット「文献調査について」については、読み手の観点からの構成とすることを第一として、機構内関係各部の多くの意見を聞きながら作成を進めた。</p> <p>一方で技術的正確性や調査方針との整合性を失わないような内容、表現の工夫に苦労した。</p> <p>品質を確保した円滑な調査の実施に向けて、調査報告書構成や調査品質の検討、業務の分担や体制、必要な機器類の検討と整備等を地域交流部等と機構内で連携しながら進めている。</p> <p>工程や手順についてはⅡ.4.(1)①「概要調査計画策定の机上演習」（評価カテゴリーA）を活用しながら、文献調査のみでなくその後の概要調査着手までを見据えて、具体化を進めることができた。</p> <p>工程表案については、他部の理解と協力を得て調整し、ひな型の案として完成できた。今後は実務において使用性を確認しつつ改善することが課題。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>パンフレット「文献調査について」については、引き続き、文献調査への応募や国からの申し入れを受け入れる自治体が現れた場合に、当該調査市町村の状況を反映した版の作成等、調査の具体化を関係者と調整して進める。</p> <p>品質を確保した円滑な調査の実施に向けて、引き続き関係部門と連携して具体化を進める。</p> <p>工程表案については、実務での活用を通じて様々な検討への適用性を高める等の改善に取り組む。</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・文献調査から概要調査開始までの工程について、技術部が作成した原案を関係各部と共有し、想定すべき課題やその対応方策等について検討した。</li> <li>・法定要件と最低限の総合的評価による工程表案を作成し、課題と対応について整理した。</li> </ul>	
2. 地域に根差した対話・交流活動の実施		
<p>調査市町村やその周辺地域のみならずと事業に関する情報を共有し、対話を重ね、機構の事業活動等について理解を一層深めていただくとともに、地域の一員として信頼していただけるよう、活動の拠点として必要に応じて現地事務所を開設し、きめ細かく丁寧な対話・交流活動を行う。</p> <p>具体的には、事業の内容や安全確保策、文献調査や経済社会影響調査の進め方等に関する情報提供のほか、地層処分事業によってもたらされるプラス面・マイナス面の影響や地域の諸課題・将来ビジョン、地域産業や経済状況等を踏まえて、当該地域に即した地域共生に係る具体案を検討する。検討に際しては、産業活性化やまちづくりに係る知見や先進事例等を調査・分析しながら地域のみならずと一体となって地域振興プランを作成し、地域の未来像を取りまとめる。こうした取組みのアウトラインについても、上記 1 に記述した地域で行う説明会等の場で「文献調査計画」とともに情報提供する。</p> <p>また、こうした事業と地域の将来像等について地域のみならずと議論していただけるよう、調査市町村をはじめ国及び関係機関等との協議を踏まえて設置された「対話の場」においては、文献調査や経済社会影響調査の進捗状況</p>	<p>(1) 広報・立地支援</p> <p>① 広報活動支援等 [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対話型全国説明会に派遣（30 回）。テーブルトークにおけるベテランの説明を学ぶとともに、質疑応答の経験を積ませるため、若手職員も派遣。技術部 47 名のうち 40 名（説明要員 26 名＋若手 14 名）が参加、1 人あたり 2～4 回程度の説明会を経験。</li> <li>・各種団体の勉強会等に技術部職員を派遣し、地層処分の安全確保の考え方等について説明を実施（報道関係者（2 回）、大学等（15 回）、技術士会への説明（3 回）、機構が支援する学習団体への説明（12 回）、その他の学会や団体への説明（6 回））</li> <li>・初めて地層処分を聞く方に対して地層処分の安全確保の考え方を理解いただくため、一般の方がイメージしづらい事項を中心に、広報部と共同で平易な言葉とイラストで直観的に分かりやすく伝える説明資料案を 10 テーマについて作成。地層処分の技術的な説明に触れた経験が少ない機構職員（総務部職員、派遣職員）から感想等をヒアリングし、得られた意見を踏まえて資料の分かりやすさを改善し、今後の対話型説明会におけるテーブルトーク等において、相手の疑問点に応じた説明に活用していくこととした。</li> <li>・広報部の依頼に基づきメルマガ掲載用に科学技術に関連したコラムを作成（2019 年度：10 回分）。</li> </ul>	<p>(1) 広報・立地支援</p> <p>1 広報活動支援等 【中期的視点からの自己評価】</p> <p>対話型全国説明会への対応については、各会場における参加者からの事前質問への回答、地域の地質的な特徴に関する基本情報等、機構参加職員が現場で的確に答えられるよう必要な情報を迅速に整理し、機構内で共有した。これにより、対話型説明会の円滑な推進に貢献した。また、技術開発業務の進捗を維持しながら、各グループから対話型全国説明会に多数の職員を説明要員として派遣し、参加者の理解促進に貢献した。</p> <p>若手職員の経験値や説明スキルも向上したことで、今後の地点を対象とした説明会等に向けて準備が進められたと考えている。説明会の終了後は、既存の説明資料や説明ぶりにて、相手に伝わった感触を得たか、反省点は何か等を説明会後に振り返りシートに記入することをルール化し、全員での振り返りを行い、技術部さらに地域交流部をはじめとした機構大でも共有するとともに、良好事例や改善点の抽出を実施した。この結果、例えば説明会参加が初めての方と比較的知識のある慎重な意見を持つ方等、受け手の違いに応じた対応の必要性等を留意点として抽出した。説明ぶりや資料等について改善の余地はあると認識しているが、それらの具体的な改善までには十分に至っていない。</p> <p>各種団体の勉強会等に技術部職員を派遣すること、メルマガコラムの作成支援等は、広報部・地域交流部の要請に遅滞なく対応し、地層処分技術の理解促進に貢献していると考えている。特に大学等への説明においては、できる限り若手職員を講師役として起用し、説明能力の向上を図っている。</p> <p>【今後の取組み】 引き続き地域交流部・広報部と緊密に連携し、受け手に応</p>

計画（「事業計画」からの抜粋）	業務実施結果	中期的視点からの自己評価と今後の取組み
<p>等、様々な情報提供を行うとともに、みなさまのご意見やご要望を伺い、地域における事業活動に反映する。</p> <p>更に、地域イベントへの参加や共催等を通じて地域のみなさまとフェイス・トゥ・フェイスの交流を深め、地域の一員として受け入れていただけるよう努める。</p>	<p>(2)「対話の場」の準備 [実施内容]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「対話の場」については、部門横断で検討を行った。</li> <li>・文献調査に伴い設置を想定している現地拠点について、その在り方や体制、必要となるインフラの洗い出し等、組織運営部門と協働して検討を進めた。</li> <li>・現地拠点開設以降、技術部員は出張ベースで地域への説明を進める予定であるが、その対応活動が円滑に進むよう、体制等の検討を機構全体の動きと併せて実施した。</li> </ul>	<p>じた部員の派遣と的確な技術情報を提供する。対話型説明会については、準備、実施、振り返りと次回への反映を繰り返し実施し、業務（説明資料、説明方法、説明能力等）の品質を向上するとともに、若手の要員化を進める。また、説明の文脈の改善、直観的に分かりやすく伝える説明方法等多様な説明材料の整備を行い、実践への活用と改善点へのフィードバックを進める。</p> <p>(2)「対話の場」の準備 【中期的視点からの自己評価】</p> <p>文献調査を受け入れていただいた場合の情報提供の主な場となる「対話の場」について、機構大の計画に参画し準備を進めることができた。</p> <p>「対話の場」において、地域の方々との理解を得るため、地域の方々の目線に立った説明を心掛ける一方、技術的正確性や調査方針との整合性を図る必要がある。</p> <p>【今後の取組み】</p> <p>「対話の場」については、引き続き、関係部署と緊密に連携して、実際の立ち上げに向けて具体化を進めていく。</p> <p>文献調査受け入れ後、必要に応じて速やかに現地拠点設置を可能とすべく、より細やかな検討を行う。</p>

以上