

放射性廃棄物処分関連分野
(複数課題プログラム)
中間評価 補足説明資料

2022年10月20日
資源エネルギー庁 電力・ガス事業部
放射性廃棄物対策課

I . 複数課題プログラムの概要

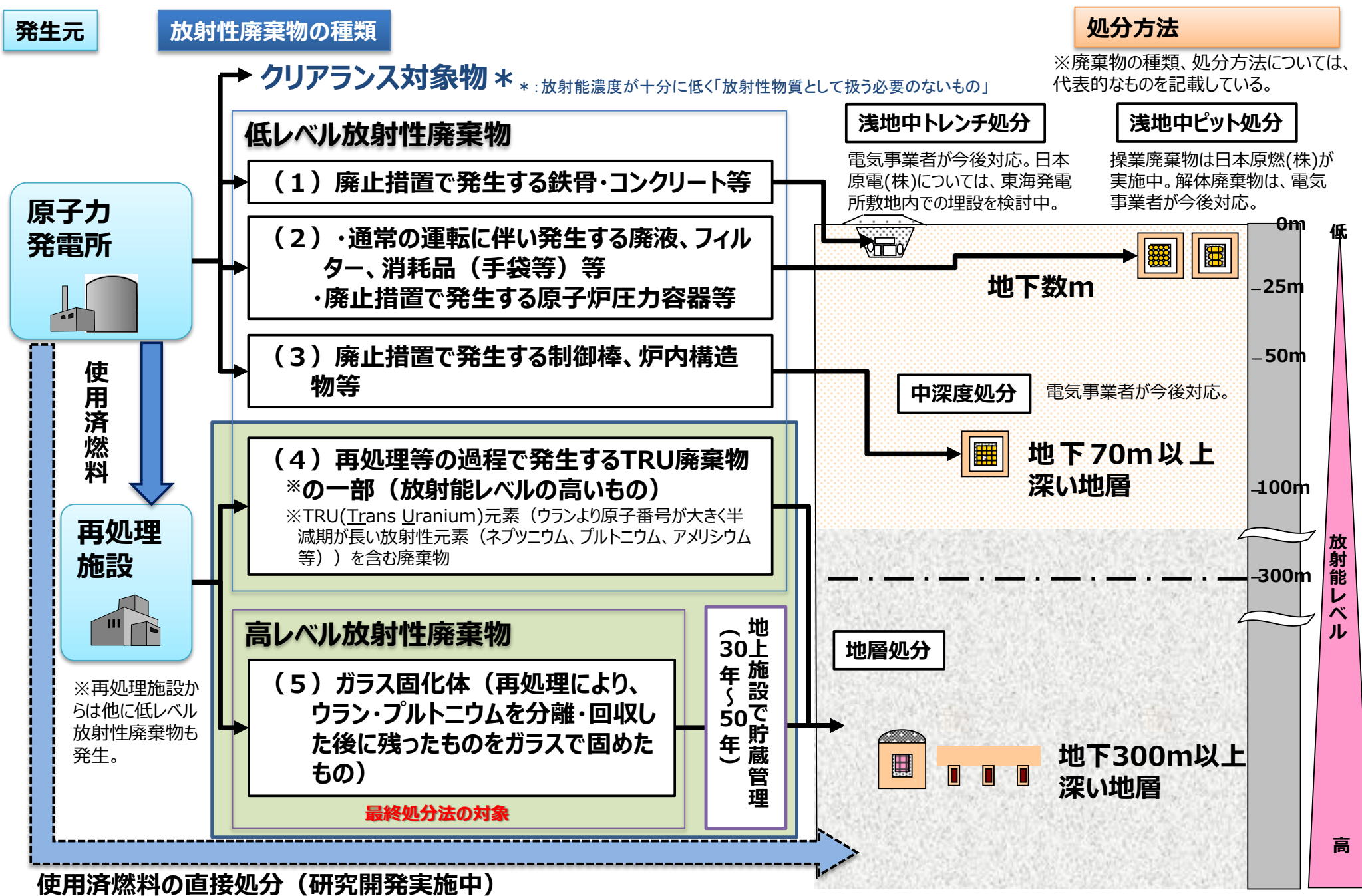
II . 研究開発課題（プロジェクト）の概要

A 低レベル放射性廃棄物の処分に関する
技術開発委託費

B 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する
技術開発委託費

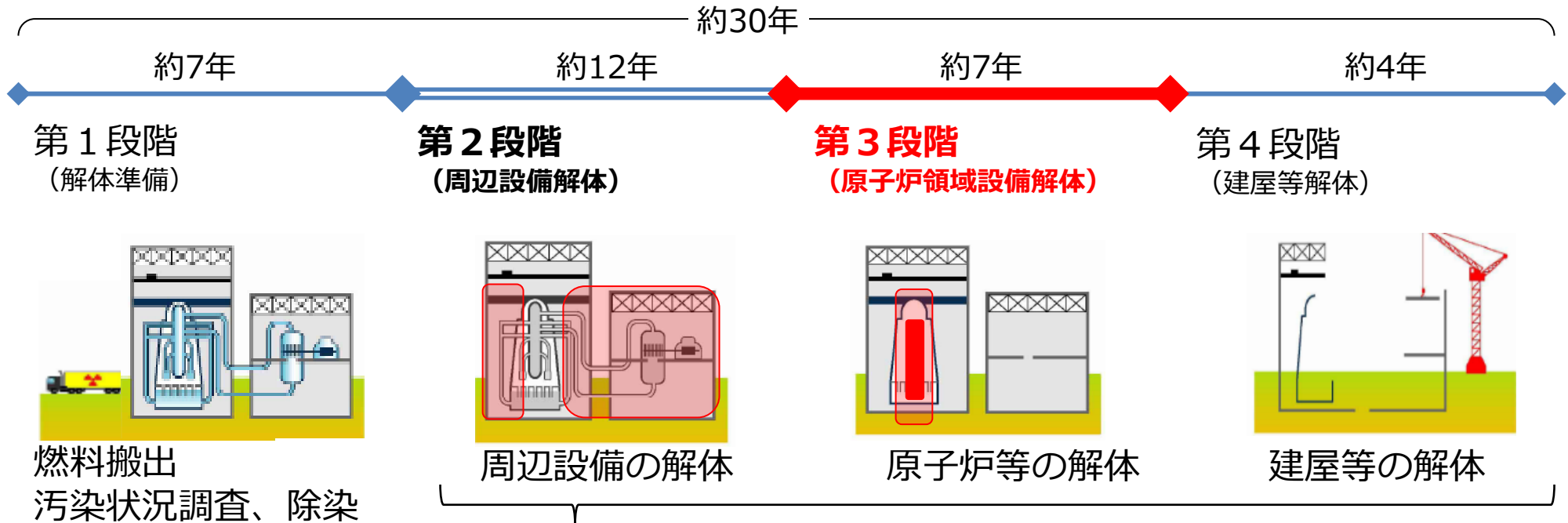
事業の目的	放射性廃棄物の着実な処分の実施、処分候補地選定の推進や安全性の向上を通じた国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成を目的として、処分事業の推進に必要な基盤技術（調査技術や評価技術）の整備及び高度化を実施する。これらを通じて、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分の実施を、以下の事業の遂行により推進する。						
	A. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費 B. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発委託費						
類 型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究開発資金制度						
実施期間	1987年度～2027年度（予定）（40年間）				会計区分	一般会計 / エネルギー対策特別会計	
評価対象時期	2019年度～2021年度（3年間）						
執行額 （百万円）	2017FY	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	総執行額	総予算額
	3,657	3,710	3,744	3,737	3,804	18,652	19,806

原子力発電に伴って生じる放射性廃棄物の種類

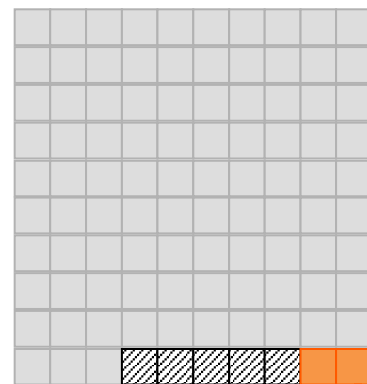


- 廃炉のプロセスは4ステップ。1基につき、**約30年をかけて廃炉を完了**させる。
- 設備を解体し、放射性廃棄物が本格的に発生する「**第2段階**」及び「**第3段階**」が**作業のピーク**であり、重要なプロセスとなる。

廃止措置計画の認可



98%
放射性廃棄物
ではないもの
(重量ベース、
クリアランス対
象物を含む)

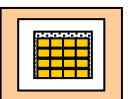
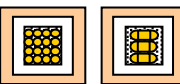
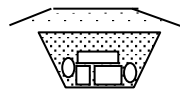


うち5% 2% 低レベル放射性廃棄物
クリアランス対象物

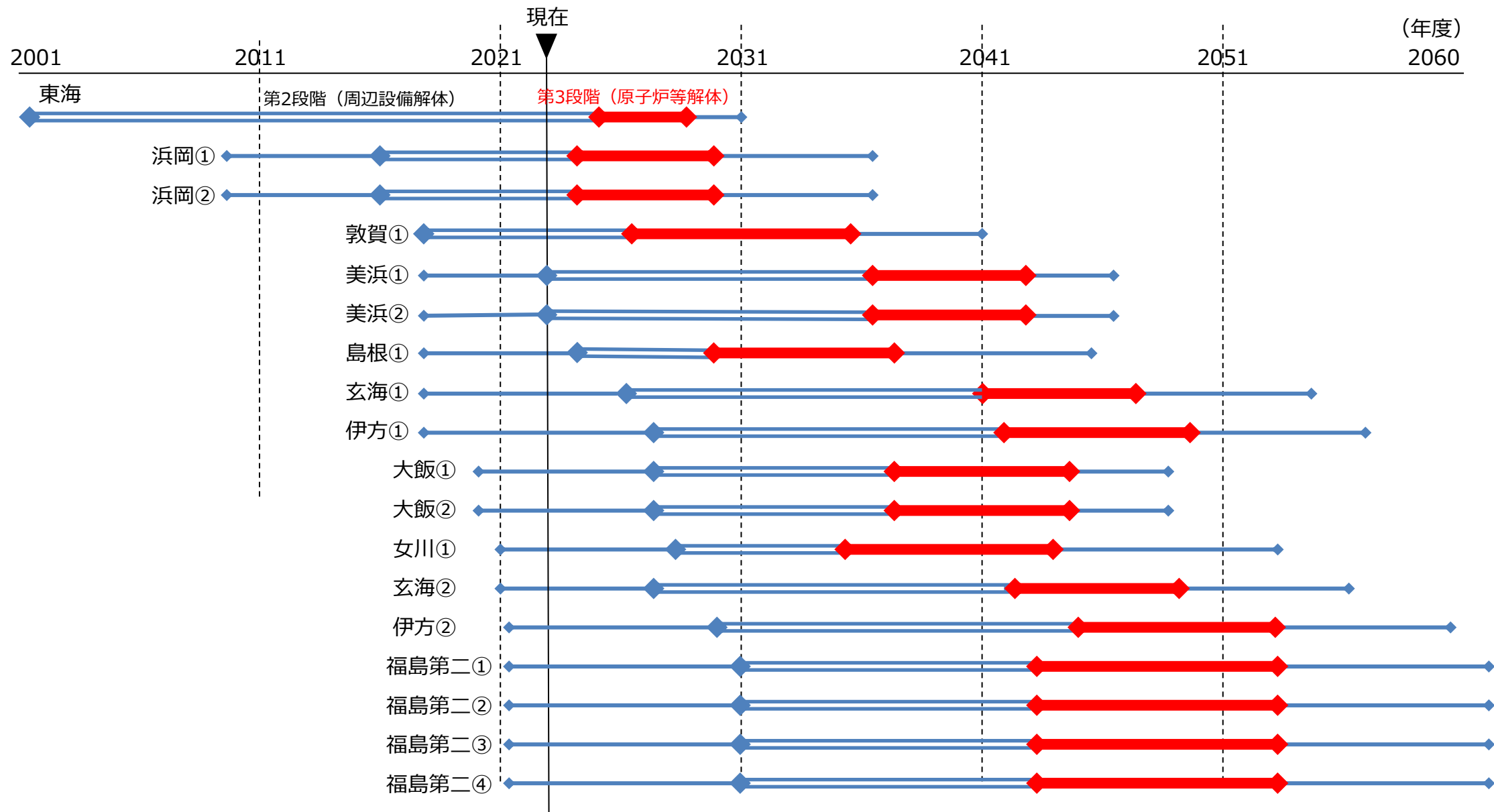
83% **L3廃棄物** → トレンチ処分
解体コンクリート、金属など

15% **L2廃棄物** → ピット処分
原子炉圧力容器など

2% **L1廃棄物** → 中深度処分
制御棒、炉内構造物など (70m以深)

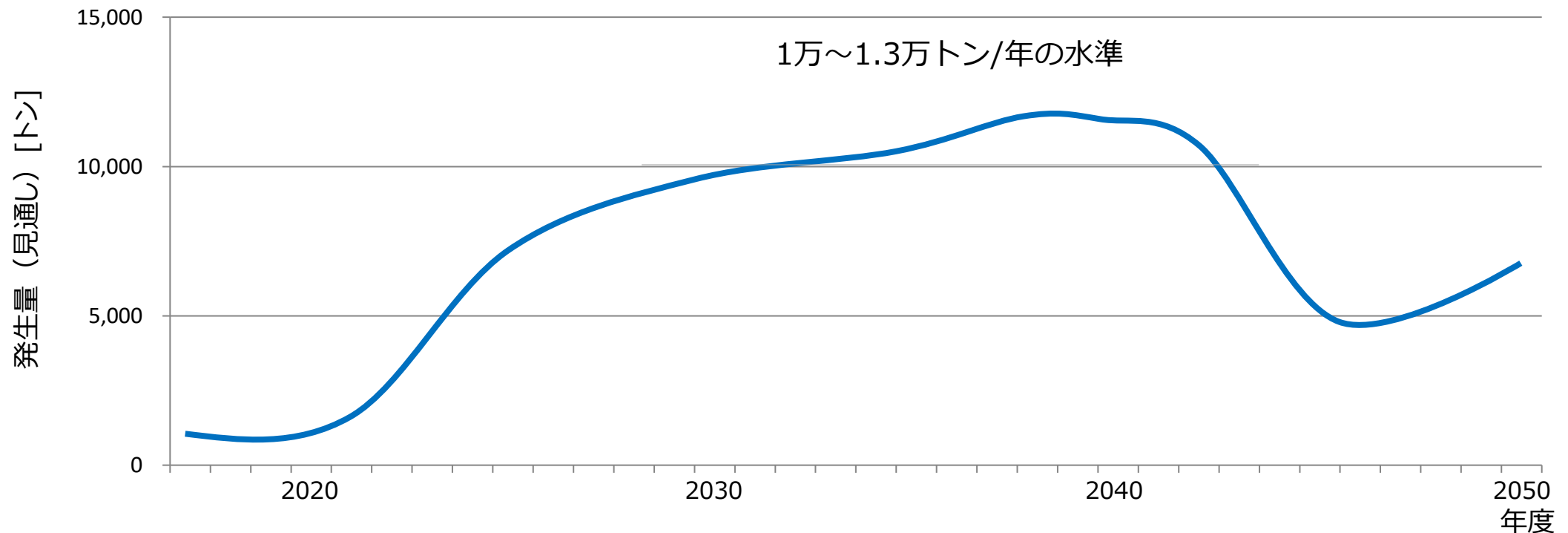


- 廃炉決定済の18基のうち、周辺設備を解体する**第2段階にあるのは6基**。
- 原子炉等を解体する**第3段階は、2020年代半ば以降に本格化**する見通し。



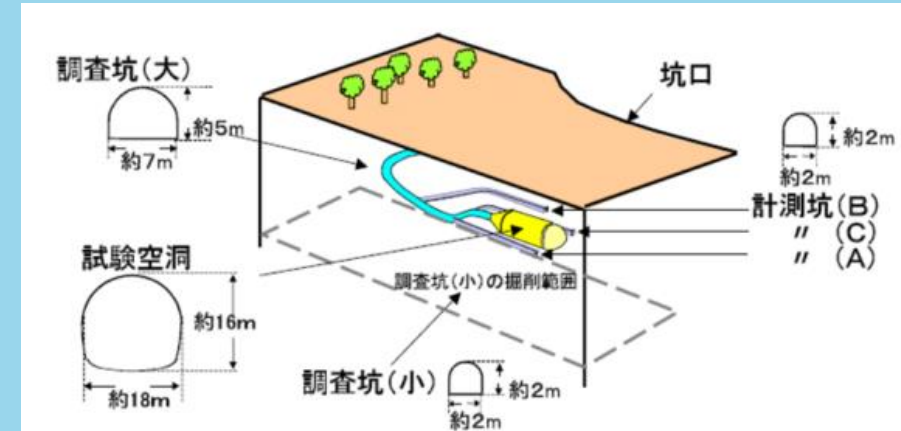
- クリアランス対象物（原子力規制委員会の確認後、有価物もしくは産業廃棄物として扱えるもの）のうち、例えば、金属は、現状では年間1,000トン程度発生。今後、廃炉が増加するにつれて、約10年後には**10倍**程度発生する見通し。
- 今後**増加するクリアランス対象物を**テーブル、ベンチ、ブロック等だけでなく、**一定のボリュームの需要が期待できる建材に活用**する等して、**再利用を促進**するとともに、クリアランス制度の社会定着に向けて、**制度や安全面等に関する理解活動**を引き続き行う。

クリアランス対象物のうち金属の発生量の見通し（電気事業連合会試算）



① 試験空洞を活用したデータ取得や実証

- 青森県六ヶ所村に、中深度処分の技術開発に適切な試験空洞（深度約100m；右図）が存在する。
- 処分場を決めるプロセスにおいては、地元自治体等に対して、**安全性や実現可能性の説明が必須**。そのため、**必要な研究開発（データ取得や実証など）を国が実施**する必要がある。

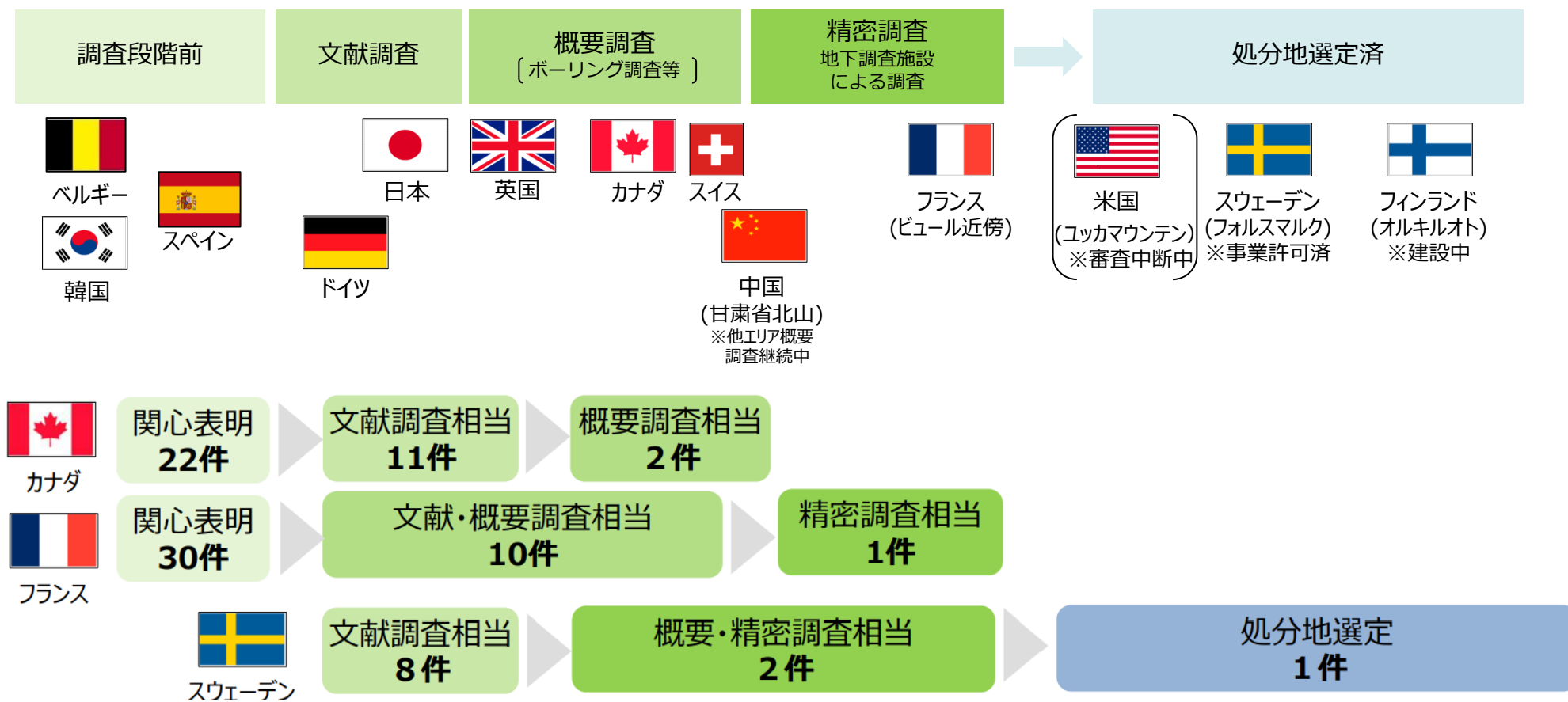


② 規制基準への対応

- 規制当局（原子力規制庁）において、**中深度処分の規制基準や審査ガイドが策定**され始めており、その後、処分場の選定状況等に合わせて、**審査に必要な規程類が整備されていく**見通し。
- 今後、こうした規制基準へ対応していく上でも、**研究開発で得られた成果などを示しながら**取り組む必要がある。

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は、原子力を利用する全ての国の共通の課題であり、国際社会から現時点で最も安全で実現可能な処分方法は、地層処分とされている。
- 世界で唯一処分場の建設を開始しているフィンランドにおいても、地層処分の実施を決めてから30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきた。
- 処分地選定プロセスでは、10件程度以上の関心地域から長い年月をかけて絞り込み。

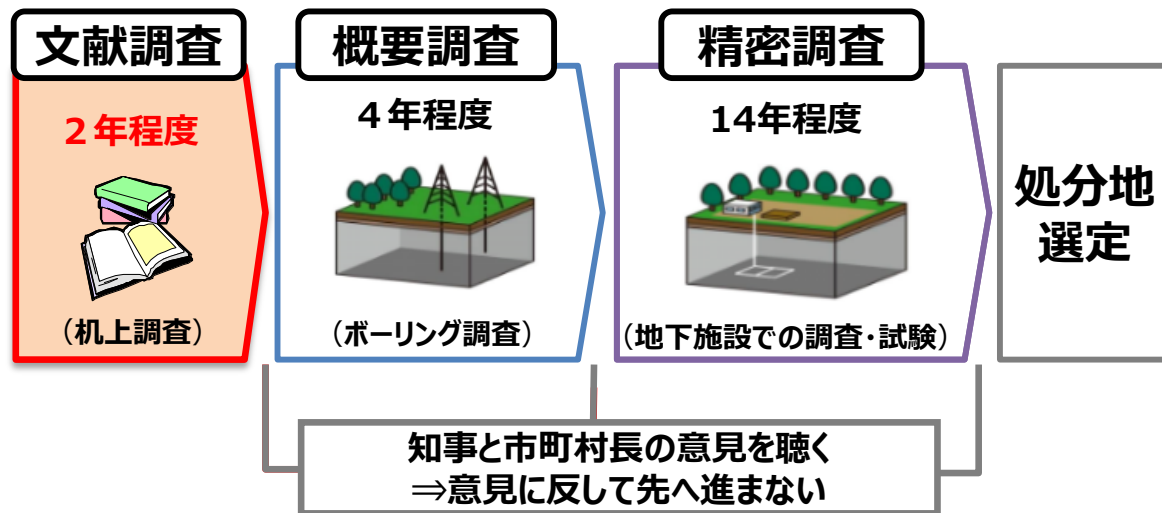
諸外国の状況



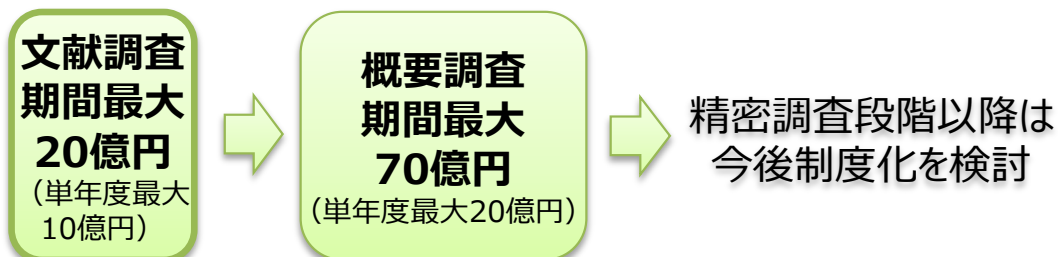
- 最終処分の実現に向け、^{ニューモ}国とNUMO（事業主体）は全国約150カ所で説明会を展開。
- 2020年11月、北海道の^{すつちよう}寿都町、^{かもえないむら}神恵内村において文献調査を開始。現在、NUMOにおいて調査を実施中。調査結果等については、国も審議会を活用して丁寧に評価していく予定。
- 引き続き、全国できるだけ多くの地域での文献調査の実施を目指す。

【参考1】処分地選定プロセス等

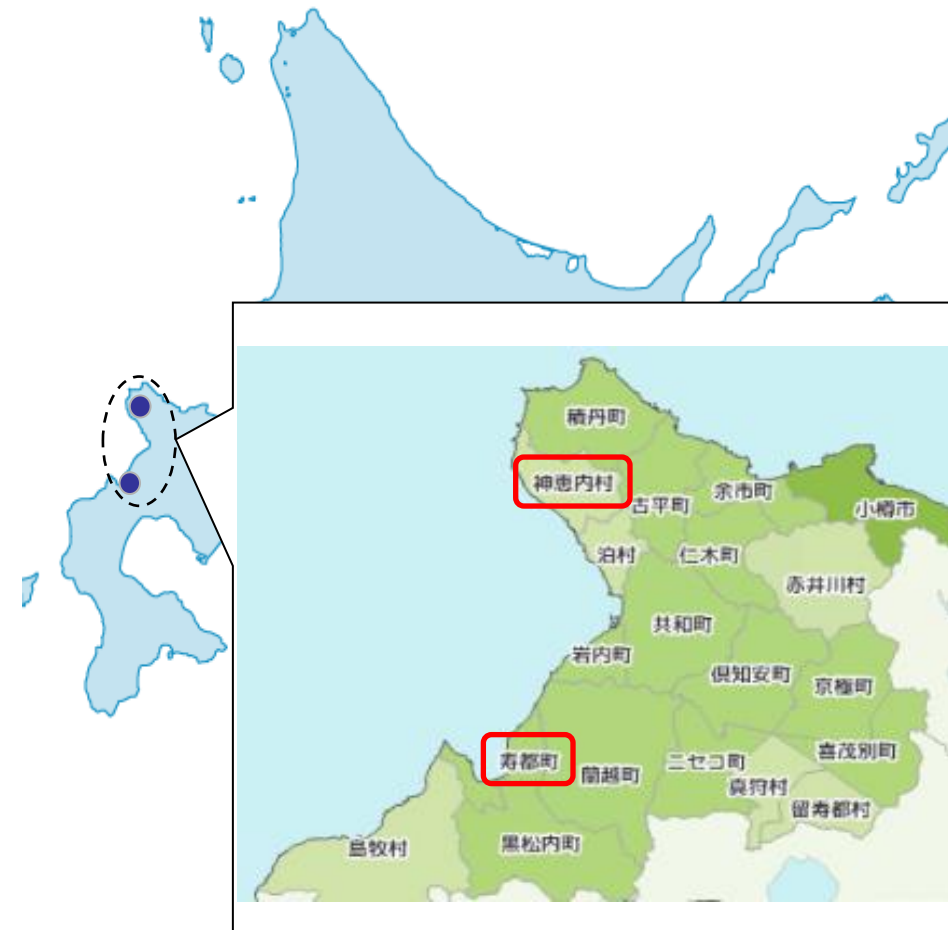
○処分地選定プロセス



○電源立地交付金（金額は地点毎）



【参考2】北海道内の立地状況



2017年

10/17 (火) 昼 東京都千代田区	10/31 (土) 昼 大阪府大阪市	11/13 (火) 昼 福岡県福岡市	11/29 (水) 昼 佐賀県佐賀市	12/12 (火) 昼 山口県山口市
10/18 (水) 昼 栃木県宇都宮市	11/1 (水) 昼 奈良県奈良市	11/14 (水) 昼 熊本県熊本市	11/30 (木) 昼 長崎県長崎市	12/13 (水) 昼 大分県大分市
10/19 (木) 昼 群馬県前橋市	11/2 (木) 昼 兵庫県神戸市	11/16 (木) 昼 岩手県盛岡市	12/5 (火) 昼 三重県津市	12/19 (火) 昼 鹿児島県鹿児島市
10/24 (火) 昼 静岡県静岡市	11/6 (月) 昼 埼玉県さいたま市	11/17 (金) 昼 秋田県秋田市	12/6 (水) 昼 宮城県仙台市	12/20 (水) 昼 宮崎県宮崎市
10/25 (金) 昼 愛知県名古屋市中区	11/8 (水) 昼 神奈川県横浜市	11/20 (月) 昼 岡山県岡山市	12/7 (木) 昼 長野県長野市	
10/30 (月) 昼 和歌山県和歌山市	11/10 (金) 昼 山梨県甲府市	11/21 (火) 昼 広島県広島市	12/8 (金) 昼 山形県山形市	

2018年

2/21 (水) 昼 東京都港区	5/25 (金) 昼 兵庫県神戸市	7/9 (月) 昼 北海道札幌市	↓県庁所在地以外も含めた開催	11/18 (日) 昼 兵庫県豊岡市
2/24 (土) 昼 埼玉県さいたま市	5/26 (土) 昼 香川県高松市	7/14 (金) 昼 青森県青森市	10/13 (土) 昼 石川県七尾市	11/18 (日) 昼 山口県下関市
2/25 (日) 昼 東京都国分寺市	6/2 (土) 昼 沖縄県那覇市	7/15 (土) 昼 秋田県秋田市	10/13 (土) 昼 鳥取県米子市	11/21 (水) 夜 高知県四万十市
3/1 (木) 夜 神奈川県横浜市	6/10 (日) 昼 富山県富山市	7/21 (土) 昼 石川県金沢市	10/14 (日) 昼 島根県浜田市	12/26 (月) 夜 秋田県能代市
3/4 (日) 昼 千葉県千葉市	6/16 (土) 昼 徳島県徳島市	7/28 (土) 昼 群馬県前橋市	10/20 (土) 昼 熊本県八代市	12/1 (土) 昼 京都府京丹後市
5/10 (木) 夜 大阪府大阪市	6/17 (日) 昼 岡山県岡山市	7/29 (日) 昼 新潟県新潟市	10/21 (日) 昼 岩手県釜石市	12/8 (土) 昼 愛知県豊橋市
5/17 (木) 昼 茨城県水戸市	6/30 (土) 昼 高知県高知市	7/30 (月) 昼 京都府京都市	10/28 (日) 昼 岐阜県岐阜市	12/9 (土) 昼 静岡県浜松市
5/19 (土) 昼 島根県松江市	7/1 (日) 昼 千葉県千葉市	7/31 (火) 昼 福井県福井市	11/1 (木) 夜 熊本県熊本市	12/18 (火) 夜 神奈川県平塚市
5/20 (日) 昼 鳥取県鳥取市	7/8 (日) 昼 愛知県名古屋市中区	8/1 (水) 昼 滋賀県大津市	11/10 (土) 昼 京都府綾部市	

2019年

1/19 (土) 昼 長野県松本市	2/24 (日) 昼 山形県鶴岡市	5/30 (木) 夜 北海道旭川市	9/7 (土) 昼 愛知県岡崎市	10/23 (水) 夜 茨城県つくば市
1/19 (土) 昼 兵庫県姫路市	3/2 (土) 昼 愛媛県新居浜市	6/2 (日) 昼 山口県周南市	9/8 (日) 昼 新潟県上越市	10/27 (日) 昼 山梨県富士吉田市
1/26 (土) 昼 大分県佐伯市	3/3 (日) 昼 愛媛県松山市	6/4 (火) 夜 北海道函館市	9/12 (木) 夜 福岡県久留米市	10/30 (水) 夜 熊本県天草市
2/3 (日) 昼 岡山県倉敷市	3/4 (月) 夜 宮城県白石市	6/4 (火) 夜 三重県四日市市	9/18 (水) 夜 北海道帯広市	12/11 (水) 夜 兵庫県西宮市
2/4 (月) 夜 広島県広島市	3/9 (土) 昼 福岡県北九州市	6/19 (水) 夜 北海道北見市	9/26 (木) 夜 宮崎県延岡市	12/21 (土) 昼 青森県八戸市
2/5 (火) 夜 佐賀県唐津市	3/10 (日) 昼 滋賀県長浜市	8/22 (木) 夜 長崎県佐世保市	9/28 (土) 昼 大阪府堺市	12/22 (日) 昼 青森県弘前市
2/13 (水) 夜 埼玉県熊谷市	3/14 (木) 夜 徳島県阿南市	8/26 (月) 夜 北海道釧路市	9/29 (日) 昼 島根県出雲市	
2/15 (金) 夜 香川県丸亀市	5/22 (水) 夜 高知県安芸市	8/27 (火) 夜 富山県高岡市	10/3 (木) 夜 秋田県横手市	
2/16 (土) 昼 和歌山県新宮市	5/26 (日) 昼 鹿児島県霧島市	9/1 (日) 昼 広島県福山市	10/16 (水) 夜 福井県敦賀市	

2020年

1/22 (水) 夜 静岡県沼津市	2/19 (水) 夜 山口県山口市	9/15 (火) 夜 奈良県奈良市	11/10 (火) 夜 和歌山県海南市	12/10 (木) 夜 神奈川県横浜市
1/25 (土) 昼 北海道室蘭市	8/23 (日) 昼 兵庫県洲本市	10/14 (水) 夜 広島県東広島市	11/25 (水) 昼 千葉県木更津市	12/19 (土) 昼 沖縄県那覇市
2/5 (水) 夜 埼玉県川越市	8/27 (木) 夜 東京都墨田区	10/21 (水) 夜 愛媛県宇和島市	12/2 (水) 夜 鳥取県倉吉市	

2021年

5/27 (木) 夜 愛知県名古屋市中区	9/15 (水) 夜 北海道札幌市	11/11 (水) 夜 福井県福井市	12/9 (木) 昼 京都府舞鶴市
7/8 (木) 夜 鹿児島県鹿屋市	10/14 (木) 夜 栃木県宇都宮市	11/23 (祝) 昼 長崎県対馬市	12/14 (火) 夜 茨城県ひたちなか市
7/15 (木) 夜 香川県観音寺市	10/27 (水) 夜 岩手県盛岡市	12/4 (土) 昼 高知県須崎市	12/4 (土) 昼 高知県須崎市

2022年

1/20 (木) 夜 静岡県静岡市	2/26 (土) 昼 岡山県岡山市	6/7 (火) 夜 愛媛県今治市	8/30 (火) 夜 富山県富山市	10/5 (水) 夜 秋田県秋田市
1/27 (木) 夜 宮城県仙台市	3/3 (木) 夜 東京都新宿区	6/16 (木) 夜 群馬県高崎市	9/8 (木) 夜 石川県小松市	10/13 (木) 夜 長野県飯田市
2/8 (火) 夜 佐賀県鳥栖市	3/5 (土) 昼 山形県酒田市	7/12 (火) 夜 東京都立川市	9/15 (木) 夜 千葉県銚子市	10/20 (木) 夜 宮崎県宮崎市
2/16 (水) 夜 徳島県鳴門市	5/31 (火) 夜 大阪府東大阪市	7/27 (水) 夜 青森県青森市	9/28 (水) 夜 福岡県福岡市	

※合計157回

●NUMO「文献調査計画書※」（2020年11月17日）から抜粋

※公表URL https://www.numo.or.jp/press/bunken_keikakusho_suttu.pdf
https://www.numo.or.jp/press/bunken_keikakusho_kamoenai.pdf

6 文献・データに基づく評価

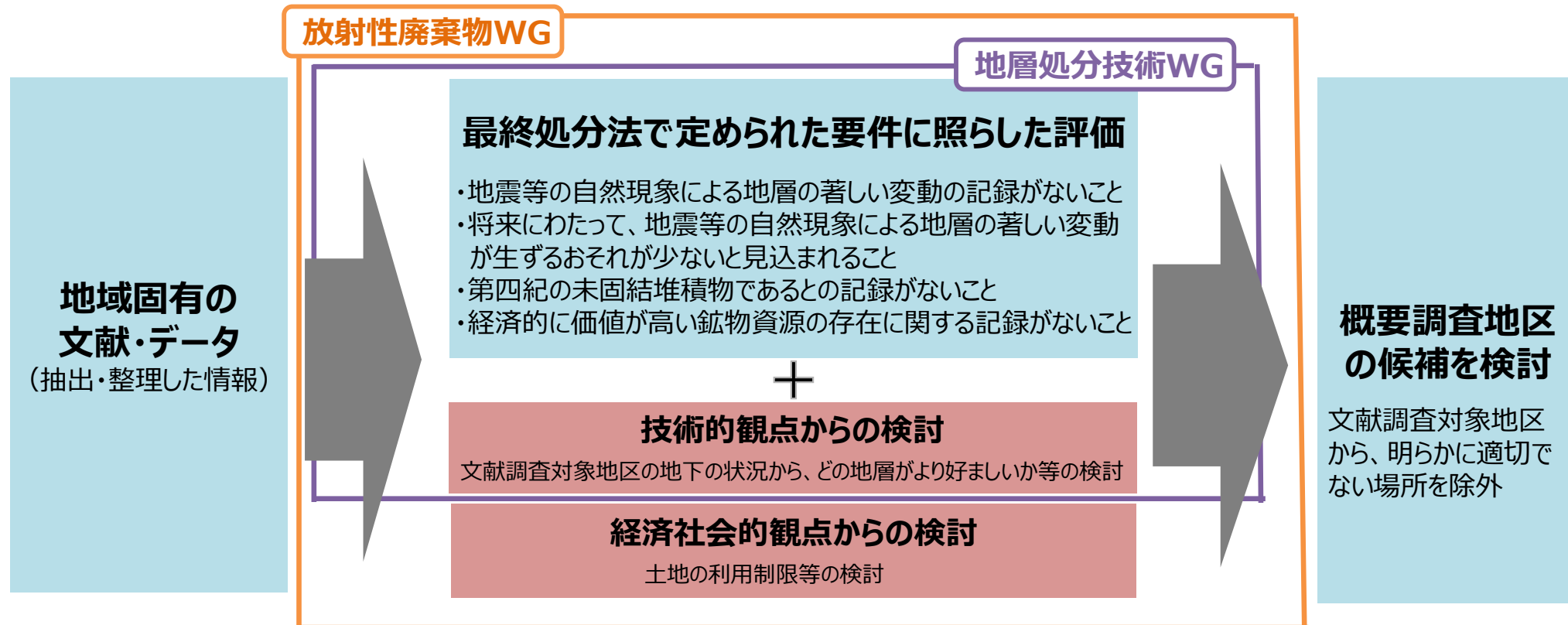
文献調査では、最終処分法に定める文献調査で評価する要件を満足せず、明らかに適切でない場所を除外する作業を中心に、概要調査地区の候補を検討します。

さらに、技術的な観点、経済社会的な観点からの検討も実施します。例えば、上記の評価の過程で文献調査対象地区の地層や岩体、断層などの分布といった地下の状況について整理し、どの地層がより好ましいと考えられるかなどの検討や、土地の利用制限などの検討を実施します。

以上の検討結果は、報告書に取りまとめ、その要約とともに公表します。

<イメージ>

文献調査の評価に関するWGの進め方としては、下図の評価・検討に当たっての考え方（文献調査段階の評価の考え方としてNUMOが案を整理）について、**地層処分技術WG**で技術的/専門的な議論・評価の後、**放射性廃棄物WG**に全体をお諮りすることを想定。



- 高レベル放射性廃棄物等の処分にあたっては、N U M Oの段階的な調査によって処分地を選定したのちに、原子炉等規制法に基づいて原子力規制委員会による審査が行われることとなっている。
- 平成27年に閣議決定された基本方針では、「調査の進捗に応じ、概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を順次示すことが適当である。」とされていることを踏まえ、原子力規制委員会は、今年1月から本件に関する検討を開始し、8/24に決定。

廃棄物によって公衆に著しい被ばくを与えるおそれがある事象のうち、処分場の設計による対応が困難であり、処分場の設置を避けることによって対応する必要がある事象を対象として検討。具体的には、自然現象（断層運動・地滑り、火山現象、侵食）と人為事象（鉱物資源等の採掘）。「概要調査地区等の選定時において、それぞれの時点で得られている情報に基づき、適切に考慮されるべき」とされている。

項目	概要
断層等	活断層やその活動に伴う損傷領域、規模が大きい断層などを避けること。
火山現象	第四紀火山の火道、岩脈等、火山の中心からおおむね15km以内の場所を避けること。新たな火山が生じる可能性のある場所を避けること。
侵食	将来、侵食を受けても一定の深度を確保すること。
鉱物資源等	経済性が高い鉱物資源の存在の記録がないこと。地温勾配が著しく大きくないこと。

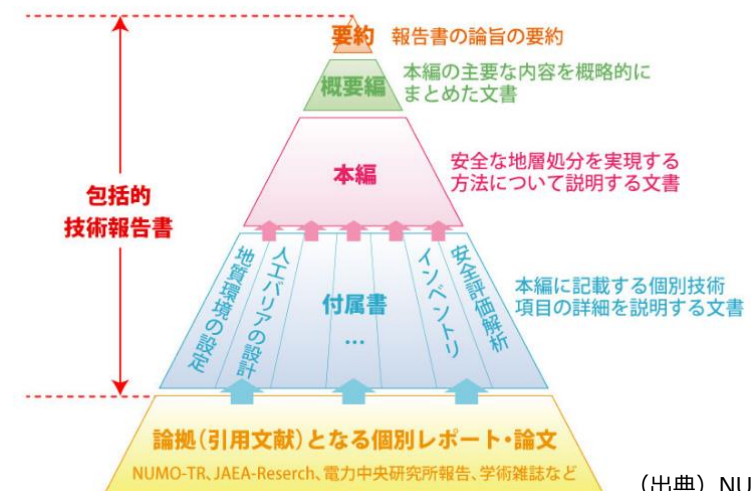
- 地層処分に係る技術開発については、国、NUMO、JAEA等の関係機関が、全体を俯瞰して、総合的、計画的かつ効率的に進められるよう連携・協力していくことが重要。引き続き、技術的信頼性の更なる向上を目指す。
- こうした観点から、「地層処分研究開発調整会議」により、取り組むべき技術的課題を「地層処分研究開発に関する全体計画(平成30年度～令和4年度)」（令和2年3月改訂版公表）として整理し、これに沿って技術開発を実施。現在、次期計画の策定に向けた準備を進めているところ。NUMOのリーダーシップの下、「包括的技術報告書」の作成過程で明らかとなった課題を網羅的に設定する想定。
- また、将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究も着実に実施する。

【参考】「地層処分研究開発調整会議」の概要

- 地層処分の研究開発等における、関係行政機関等の間の一層の連携強化等の観点から、設置されたもの。
- 研究開発の対象としては、高レベル放射性廃棄物の地層処分、TRU廃棄物の地層処分等とし、主に以下に取り組む。
 - ①研究開発全体計画の策定
 - ②研究開発の連携に関する調整
 - ③成果の体系化に向けた調整
 - ④研究開発の重複排除の調整
- 国、NUMO、JAEA等関係機関を構成員とし、外部有識者による議論・審議もいただく。

【参考】「包括的技術報告書」の概要

- NUMOが、どのようにサイトの調査を進め、安全な処分場の設計・建設・操業・閉鎖を行い、閉鎖後の長期間にわたる安全性を確保しようとしているのかについて、これまでに蓄積された科学的知見や技術を統合して包括的に説明するもの。
(2021.2.24公表、2021.11～OECD/NEAによるレビュー中)



【深地層の研究施設の役割】

- 地層処分の技術が実際の地質環境で機能することを確認／わが国固有の地質環境の理解
- 深地層の環境を体験・理解

「深地層の研究施設は、学術的研究の場であるとともに、国民の地層処分に関する研究開発の理解を深める場としての意義を有し、その計画は、処分施設の計画と明確に区分して進めることが必要。」【原子力長期計画（平成12年11月24日：原子力委員会）より】

超深地層研究所計画（岐阜県瑞浪市）



花崗岩
(結晶質岩)
硬岩
淡水系

立坑掘削
深度約500m



地下施設（研究実施中）

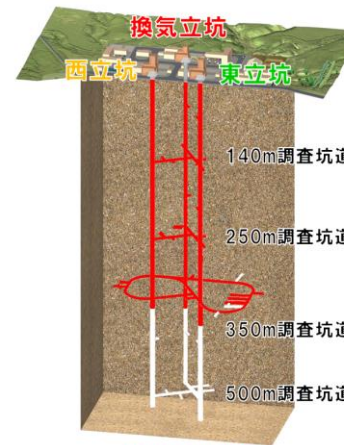


埋め戻し後の状況

（イメージ図）

- 平成 7年 8月：超深地層研究所計画を公表。一部住民から反対の動き
- 平成 7年12月：岐阜県、瑞浪・土岐両市及び動燃で、放射性廃棄物を持ち込まないことなどを定めた4者協定を締結
- 平成13年10月：建設予定地（月吉区）での研究坑道等設置を断念
- 平成14年 1月：瑞浪市有地の賃貸借契約を締結（建設地の変更）
- 平成14年 4月：瑞浪超深地層研究所開所
- 平成15年 7月：立坑の掘削を開始
- 平成26年 2月：深度500mの水平坑道の掘削終了
- 令和2年 2月：坑道の埋め戻しに着手
- 令和4年 1月：埋め戻し完了（モニタリングは令和8年度まで継続）

幌延深地層研究計画（北海道幌延町）



地下施設イメージ図

泥 岩
(堆積岩)
軟岩
塩水系

立坑掘削
深度約350m



立坑坑内

- 昭和59年 8月：貯蔵工学センター計画の公表。北海道知事や周辺自治体等の反対により十数年間膠着状態
- 平成10年 9月：同計画の白紙撤回を北海道知事が確認
- 平成12年10月：北海道における特定放射性廃棄物に関する条例の制定
- 平成12年11月：北海道、幌延町及びサイクル機構で、放射性廃棄物を持ち込まないことなどを定めた3者協定を締結
- 平成13年 3月：幌延深地層研究センター開所、調査開始
- 平成17年11月：立坑の掘削を開始
- 平成26年 6月：深度350m調査坑道の掘削終了
- 令和2年 1月：令和2年度以降の幌延深地層研究計画の確定
- 令和4年 11月：国際共同プロジェクトの契約締結（予定）
- 令和5年度～：深度500mに向けた掘削開始

- 最終処分分野における国際協力は、地層処分の技術的実効性や信頼性を高めていく上でも重要。
- ラウンドテーブルを主導した日本としても、幌延地下研究所を中心に、こうした国際協力を推進すべく、各国間での議論の深化を目的として幌延における国際ワークショップの開催を計画中。
- また、幌延の地下研究施設を有するJAEAは、新たな国際共同研究プロジェクトを立ち上げるべく、関係国機関を集めた準備会合を実施していく予定。

地下研究施設の共同利用に関する国際ワークショップ

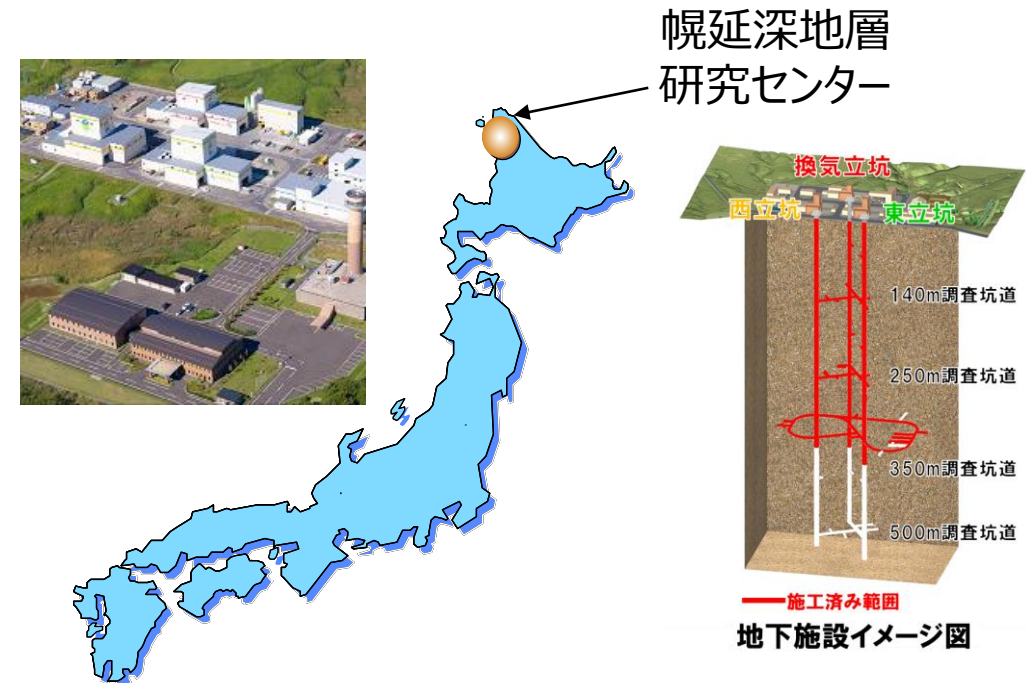
日時：2022年11月

場所：JAEA幌延深地層研究センター

参加者：各国の研究機関・実施主体の専門家

内容：

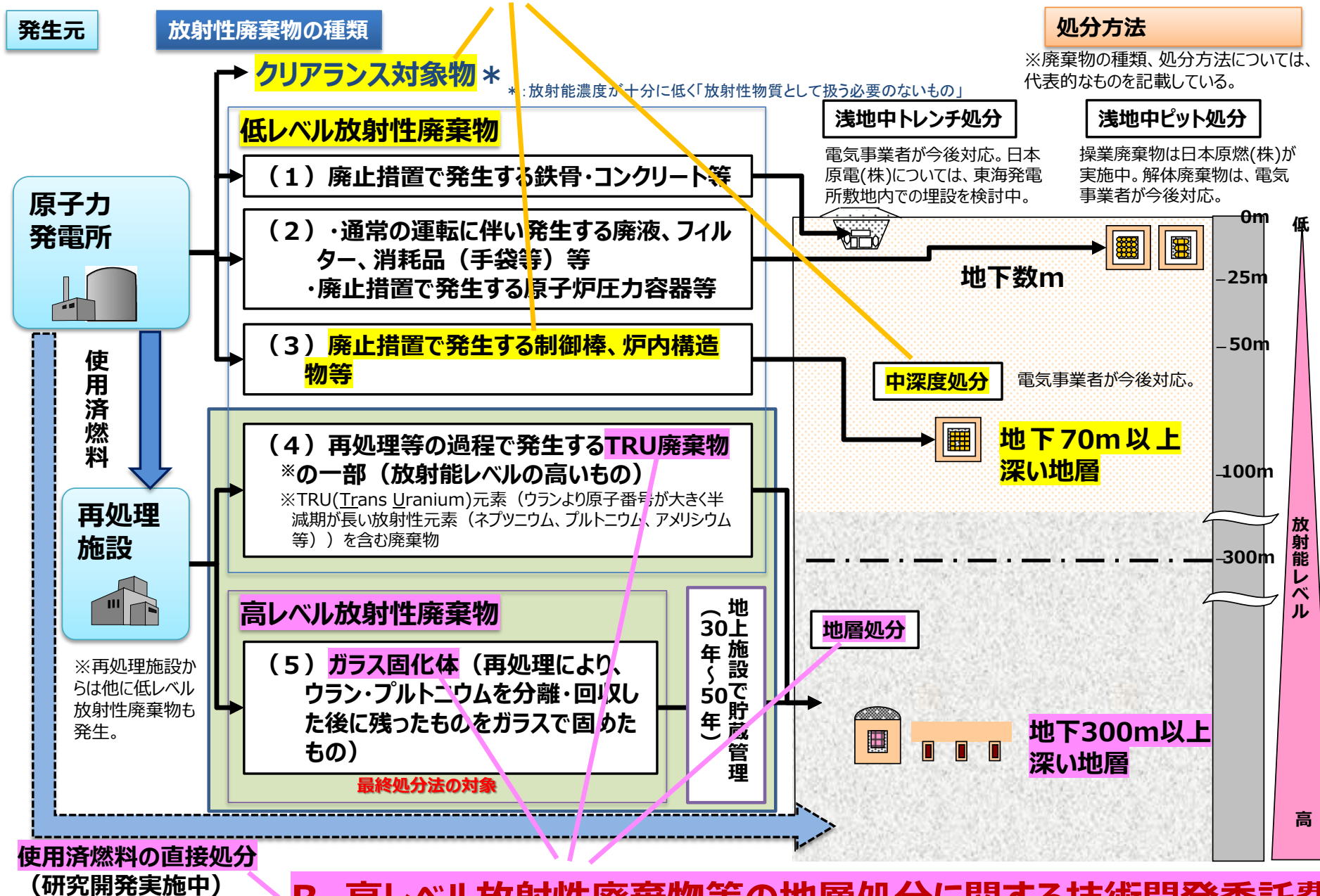
- ✓ 各国研究施設における取組共有
- ✓ 幌延地下研究所視察
- ✓ 地下研究施設の共同利用等、今後の国際協力について議論



- 原子力発電所等の廃炉等に伴って生じる放射性廃棄物の処分（中深度処分を対象）について、円滑な実現に向けて国として必要な研究開発を推進。
- クリアランス対象物については、廃止措置の円滑化や資源の有効活用の観点から、更なる再利用促進や、今後のフリーリリースを見据えたクリアランス制度の社会定着に向けた取り組みが不可欠。
- 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関して、これまでの構築してきた技術の信頼性の向上、高度化に向けて、わが国の地下深部の地質環境特性を考慮した調査・評価技術の適用性などの最新の科学的知見を、定期的かつ継続的に評価・反映する必要がある。
- 将来に向けて幅広い選択肢を確保し、柔軟な対応を可能とする観点から、使用済燃料の直接処分など代替処分オプションに関する調査・研究、処分場を閉鎖せずに廃棄物を回収できるよう維持した場合の影響等について、国が主体的に調査・研究を推進。

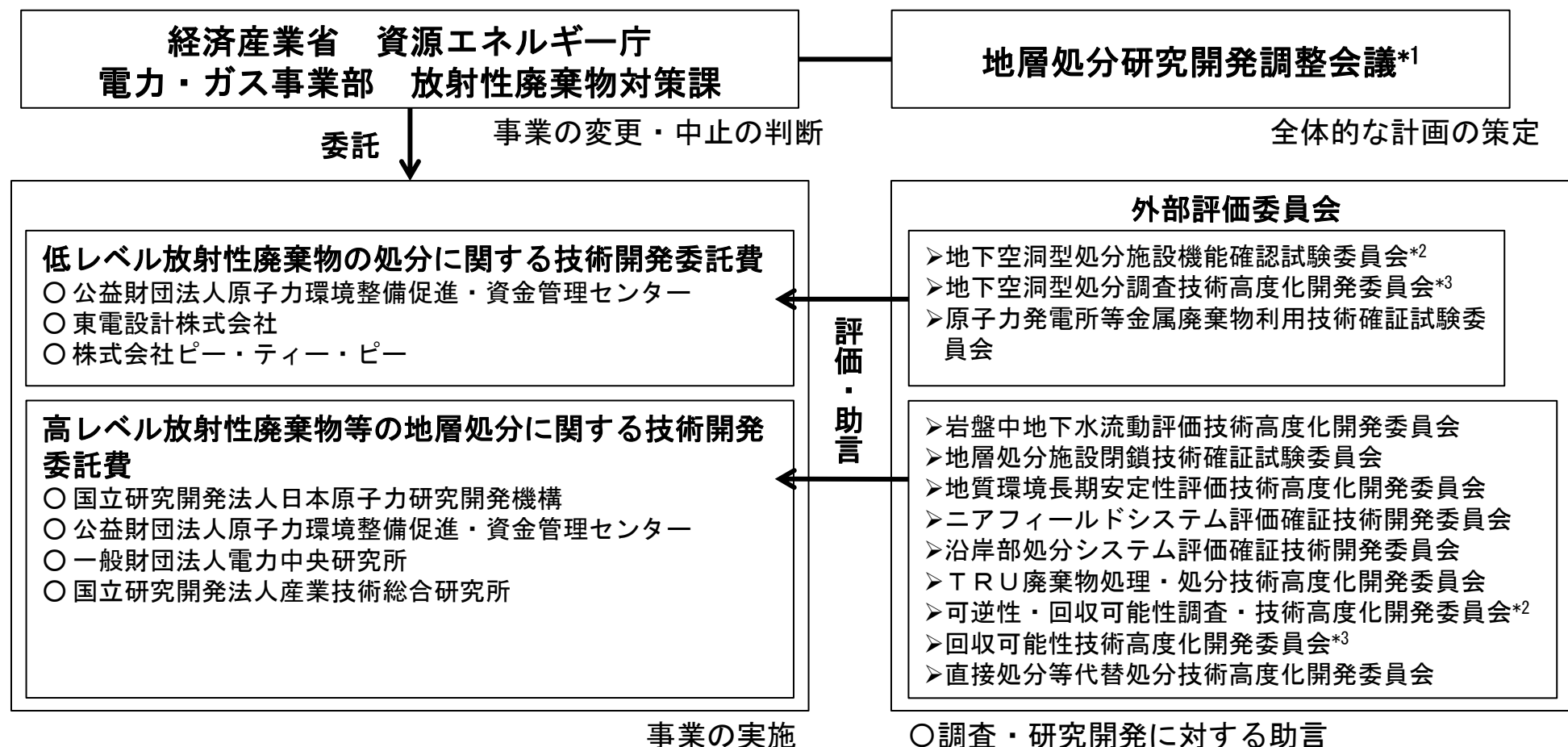
- 原子力発電に伴い必然的に発生する放射性廃棄物の処分は、公益性が極めて高く、国民全体の利益から見ても重要な課題。
- 低レベル放射性廃棄物のうち、中深度処分については、事業者（廃棄物発生者）が円滑に処分を進められるよう、処分場の立地活動を事業者が中心となっていつつ、並行して国としても中深度処分に特化した課題については基盤技術開発を推進する必要がある。
- クリアランス対象物については、一定のボリュームの需要が期待できる建材に活用する等して、再利用を促進するとともに、クリアランス制度の社会定着に向けて、制度や安全面等に関する理解活動を国が引き続き行う必要がある。
- 高レベル放射性廃棄物の地層処分については、わが国の処分計画の着実な推進に向けて、国としても先導性と継続性をもって基盤的な研究開発を着実に進め、国民各層の理解を得ていくことが重要。
- 地下研究施設等の現場を活用した実証的な試験は、実際の概要調査、精密調査や、建設、操業、閉鎖において信頼性を確保した技術を開発するためには不可欠であるが、処分実施主体（NUMO）が主体的に実施することが困難であるため、国が実施する必要がある。

A. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費



※低レベル放射性廃棄物のうちウラン廃棄物に関連する研究は、原子力立地・核燃料サイクル産業課の委託事業で実施。

- 各研究開発項目の単位で外部専門家等（5～9名）により構成される評価委員会を設置し、研究計画や成果をレビュー。
- 高レベル放射性廃棄物等の地層処分関係の研究項目については、資源エネルギー庁放射性廃棄物対策課が開催している地層処分研究開発調整会議で審議・調整された結果を受けて実施することにより、実施内容の抜け落ちや重複がないように調整。
- 処分の実施主体や関係者もオブザーバーとして参加し、それぞれのニーズを踏まえた研究開発を実施。



*1 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発委託費のみ対象

*2 平成31年度まで

*3 令和2,3年度

A. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費

低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費の各研究開発項目の定性的なアウトプットや成果については、プロジェクトの概要で説明。
定量的な指標として、ここでは外部発表実績を記載。

アウトプット指標・目標		達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
(中間目標) 2021年度	技術開発により得られた 成果の外部発表数	2019～2021年度で27件。 うち、査読付論文4件、 国際会議発表3件。	—
(最終目標) 2024年度	//	—	—
(目標の設定(変更)理由・根拠等) アウトプットを定量的に評価できる指標として、外部発表数を設定した。特に、技術のコンセンサスを得るには、査読付論文の掲載を経て信頼性を向上させることが重要であること、また、国際的な情報発信も重要な位置を占めることから、この2件についても活動指標として活用した。			

B. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分にに関する技術開発委託費

高レベル放射性廃棄物等の地層処分にに関する技術開発委託費の各研究開発項目の定性的なアウトプットや成果については、プロジェクトの概要で説明。
定量的な指標として、ここでは外部発表実績を記載。

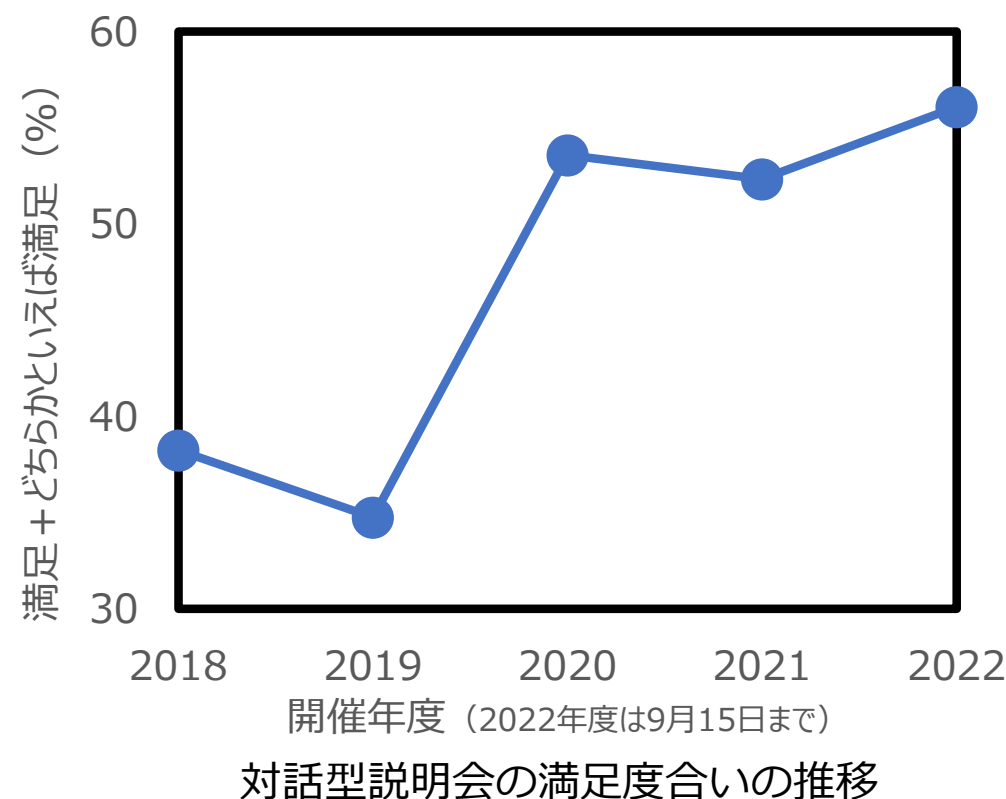
アウトプット指標・目標		達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
(中間目標) 2021年度	技術開発により得られた 成果の外部発表数	2019～2021年度で332件。 うち、査読付論文54件、 国際会議発表45件。	—
(最終目標) 2024年度	//	—	—
(目標の設定(変更)理由・根拠等) アウトプットを定量的に評価できる指標として、外部発表数を設定した。特に、技術のコンセンサスを得るには、査読付論文の掲載を経て信頼性を向上させることが重要であること、また、国際的な情報発信も重要な位置を占めることから、この2件についても活動指標として活用した。			

事業目的を踏まえたアウトカムの内容

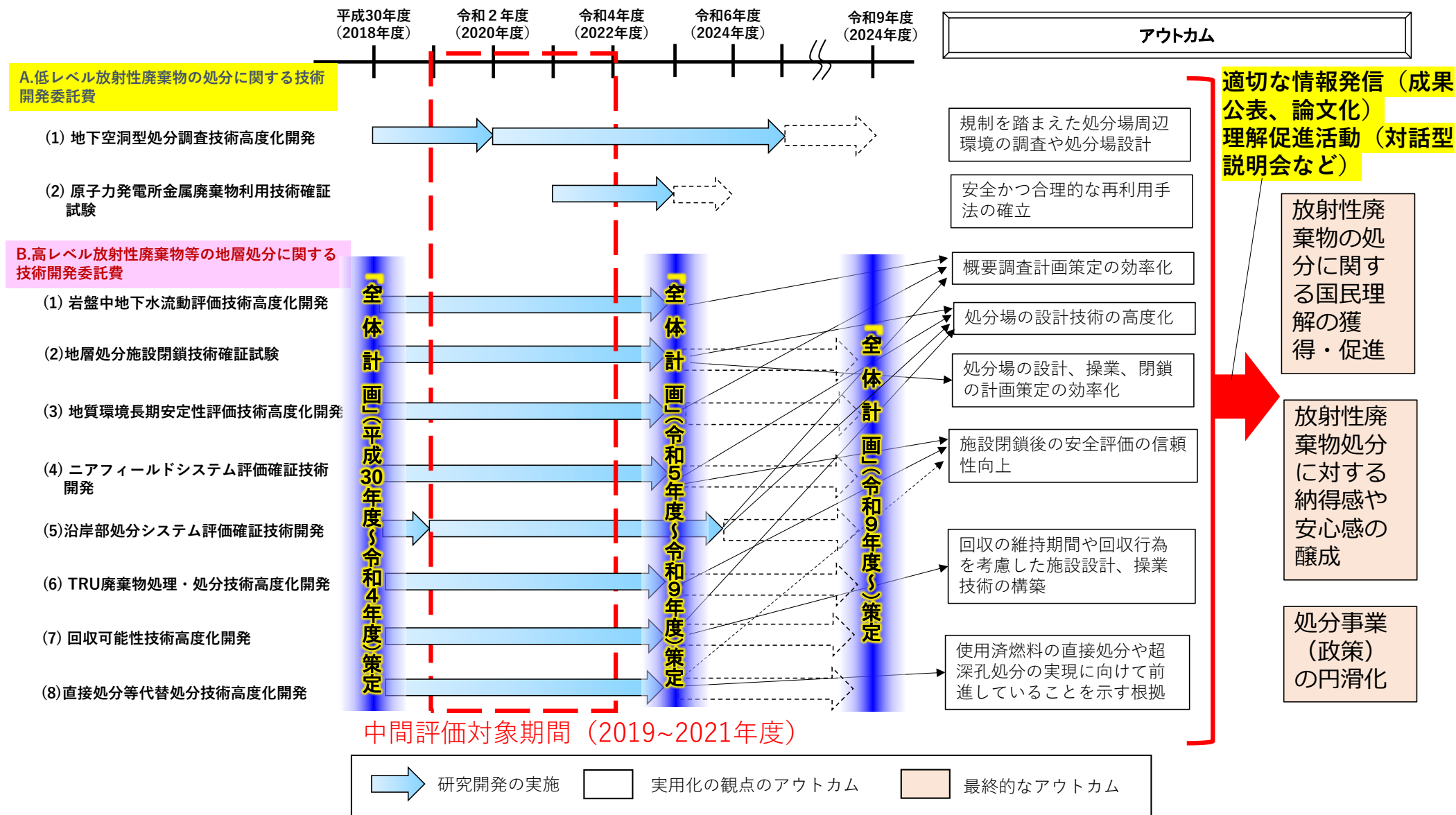
放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進により、**放射性廃棄物処分に対する納得感や安心感を醸成**する。また、それにより**処分事業の円滑化**を図る。

アウトカム指標・目標		目標達成の見込み
2019～2021年度	低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費 中深度処分に関して、 <u>規制を踏まえた処分場周辺環境の調査や処分場設計を行う技術基盤を整備</u> 。また、原子力発電所金属廃棄物に関して、 <u>安全かつ合理的な再利用法を確立</u> 。	中深度処分については令和6年度に、原子力発電所金属廃棄物に関しては令和4年度に目標達成の見込み。
	高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発委託費 地層処分事業のうち、 <u>概要調査計画策定効率化、処分場設計高度化、施設の設計～操業～閉鎖計画策定効率化、安全評価の信頼性向上、廃棄体の回収の維持や回収行為を考慮した設計、操業技術構築、使用済燃料の直接処分や超深孔処分の実現に向けた取り組み</u> に資する技術基盤を整備。	令和4年度までに、現行の研究開発項目のアウトカム目標を達成見込み。 令和5～9年度の期間で策定される地層処分研究開発全体計画に則り研究を進めることにより、処分技術のさらなる信頼性の向上を図る。
(目標の設定(変更)理由・根拠等) 放射性廃棄物の処分を円滑に進めていくためには、種々の検討項目を段階的に達成する必要があるとあり、着実に各検討項目を実施することで信頼性のある技術が構築される。そこで、各種技術開発を実施する上で必要な検討項目数を、低レベル・高レベル放射性廃棄物の両事業において、研究開発項目ごとにアウトカム目標として設定。		

- 最終的に国が目標としている事業の円滑化のためには、得られた成果を専門家集団のみならず一般の国民にも広く対外的に発信していく必要がある。
- 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関しては、全国を対象として一般の方向けに実施している対話型説明会の資料でも、本複数課題プログラムで開発された要素技術の成果を盛り込む形で作成し、適宜説明に用いている。
- 説明会内容について、「満足した」、「どちらかと言えば満足した」と答えた割合は、2018～2019年度が36.5%程度であったのに対し、2020年度以降は52～55%で推移しており、満足度合いが向上している。
- このように、地道かつ積極的な広報活動により、高レベル放射性廃棄物の技術面も含めて地層処分に対する理解度が深まってきている。
- 低レベル放射性廃棄物関連では、原子力発電金属廃棄物利用確証試験において、経済産業省こどもデーにも出展し、広く一般の方への理解促進を行っている。
- 少しずつではあるが、一般への理解促進も進んでいる状況にあり、アウトカム目標に少しずつ近づいている状況にある。引き続き、理解促進活動を進めていき、放射性廃棄物処分に対する納得感や安心感の醸成により事業の円滑化が図れるよう取り組んでいく。



- ・ 現行の研究開発項目を進めていく中で、令和4～6年度にアウトカムに資する取りまとめを実施。
- ・ 得られた成果を適宜公表し、**各種放射性廃棄物処分の実施主体等関係者に技術移転。**
- ・ **得られた成果を国民への理解促進活動に活用し、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進に寄与すると共に、処分事業の円滑化を推進。**



- 2019～2021年度で、「A. 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発委託費」で **5.6億円**、「B. 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発委託費」で **107.3億円**の国費を投入。
- 外部発表件数は、**Aで27件（うち査読付論文が4件）、Bで332件（うち査読付論文が54件）**。
- 多くの研究開発項目は、2022年度までに成果を取りまとめることとなっており、2019～2021年度の3年間は、事業の中間にあたる期間ではあるものの、十分な数の成果発信をしており、**当該分野の国内外の技術者・研究者への理解促進に寄与**していると考えられる。
- 外部発表の結果として得られるフィードバックにより、技術開発成果が高度化されており、**アウトプットという観点では妥当な費用対効果が得られている**。
- 「放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進」に対する効果については、全国各地での説明会の実施や子供向けイベントでの出展等により理解促進を進めており、少しずつではあるが、理解が深まってきている状況にあることから、**アウトカムの観点からも投入費用に対する効果が現れている**。

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
放射性廃棄物処分関連分野プログラムでは技術的信頼性を向上させることが主な目的となっていることから、放射性廃棄物の処分についてはいまだに技術的に問題点が多いかのような印象を与え、一見して「国民の地層処分に対する納得感や安心感の醸成」に反するようにも捉えられる。このため、研究開発成果を国民へ効果的に発信するためのコミュニケーション技術の向上、技術的進展によってコストを削減する取組の拡大、人工知能やビッグデータなどの他分野の技術の取り込み、研究開発を取り巻く状況変化への配慮などを通じて、アウトカムの達成に向けて継続的に取り組むことが必要である。	継続的に他分野の技術の進展など研究開発を取り巻く状況の変化に柔軟に対応できるように取り組む。また、当課で実施している別の枠組みの委託事業において、技術者のコミュニケーション技術の向上も視野に入れた人材育成プログラムを検討している。これらの取組も通じて、アウトカム達成に向けて継続的に取り組む。なお、コスト削減に関する検討は、地層処分事業の実施主体の技術開発として鋭意取り組んでいく。

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
今後は、各プロジェクトの成果の統合化と人材育成も必要となることから、年度単位の研究成果を情報共有する場を設定するなど、マネジメント体制の具体化を進めるべきである。また、個々の技術開発内容は世界的にも貴重なデータや知見を生み出す内容であり、今後日本が地層処分技術をもって海外に技術協力や輸出などを行う際にも重要な支援情報となり得る。したがって、これらの点を踏まえたアウトカム指標及び目標の設定が必要となろう。	事業者間での研究成果を定期的に共有する仕組みの構築などを通じてマネジメント体制を強化する。また、各プロジェクトの技術開発成果は、海外への技術協力や輸出に資するものである。実際に、いくつかの成果は、国際共同研究の枠組みにより得られたものである。また、前回に引き続き積極的な国際学会での発表や、国際誌への受理実績も多い。このような成果は、国際的にコンセンサスが得られたものにもなるので、ユーザーにとっても信頼性のある技術として適用できる。また、成果を適切に発信していくことで、アウトカムである国民の納得感や安心感の向上・醸成にも資すると考えられる。 なお、前回の指摘を踏まえ、今回の技術評価では、国際学会での発表件数もアウトプット指標として活用した。今後もアウトプット指標の一つとして、海外への外部発表を推進する。

評価WG（中間評価）

所見	対応状況
アウトカム目標に近づける方策について、様々な手法等を用いて努力することを期待する。	今後も継続的に改善を重ねながら、日本全国でのきめ細やかな対話活動を続け、アウトカムに掲げる「放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進」の達成に向けて尽力する。加えて、「総合資源エネルギー調査会 放射性廃棄物ワーキンググループ」での議論に基づき、幅広い層に向けた新たなコミュニケーションツールも活用した情報発信の強化や「より深く知りたい」層のニーズに応じたきめ細やかな情報提供の場の構築等の取組強化などを検討していく。さらに、現在文献調査が進んでいる寿都町や神恵内村において実施されている対話の場でも地層処分技術開発の現状を説明し、文献調査実施地域の理解促進活動に役立てていく。
アウトカム目標に向けて一般向けの理解を得る努力を今後も続けること。	今後も当該複数課題プログラムで得られた成果を活用しつつ全国での対話活動等を継続し、理解獲得に向けて尽力する。なお、高レベル放射性廃棄物関連については、対話型説明会の年度ごとの満足度推移が2019年度までは36.5%程度であったのに対し、2020年度以降は54%程度で推移しており、徐々に説明会に対する満足度が高まっている。引き続き地道な広報活動の継続、積極的な学会発表や論文投稿を進め、理解促進、技術の信頼性向上を図っていく。

I . 複数課題プログラムの概要

II . 研究開発課題（プロジェクト）の概要

A 低レベル放射性廃棄物の処分に関する
技術開発委託費

B 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する
技術開発委託費

事業の目的	原子力発電に伴って発生する低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的高い廃棄物を対象とする中深度処分（地下70m以深）に関し、地下空洞型処分施設の閉鎖後の人工バリアの長期健全性を確認するためのモニタリング技術を開発し、中深度処分事業の円滑化を図ることを目的とする。 また、今後廃炉の本格化に伴い発生量の増加が見込まれる、放射能レベルが極めて低く、人の健康に対する影響を無視できるレベルであるクリアランス金属に関し、廃炉の円滑化や資源の有効活用の観点から、適切な再利用手法の実証及び確立を通じ、更なる再利用の促進を図ることを目的とする。						
類 型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究開発資金制度						
実施期間	1987年度～2024年度（予定）（37年間）			会計区分	一般会計 / エネルギー対策特別会計		
評価時期	中間評価：2005年度、2008年度、2010年度、2013年度、2016年度、2019年度、2022年度、 終了時評価：2025年度（予定）						
実施形態	国 → 民間企業等（委託）						
プロジェクトリーダー	マネジメント体制のスライドに記載。						
執行額 （百万円）	2017FY	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	総執行額	総予算額
	209	167	179	177	204	936	974

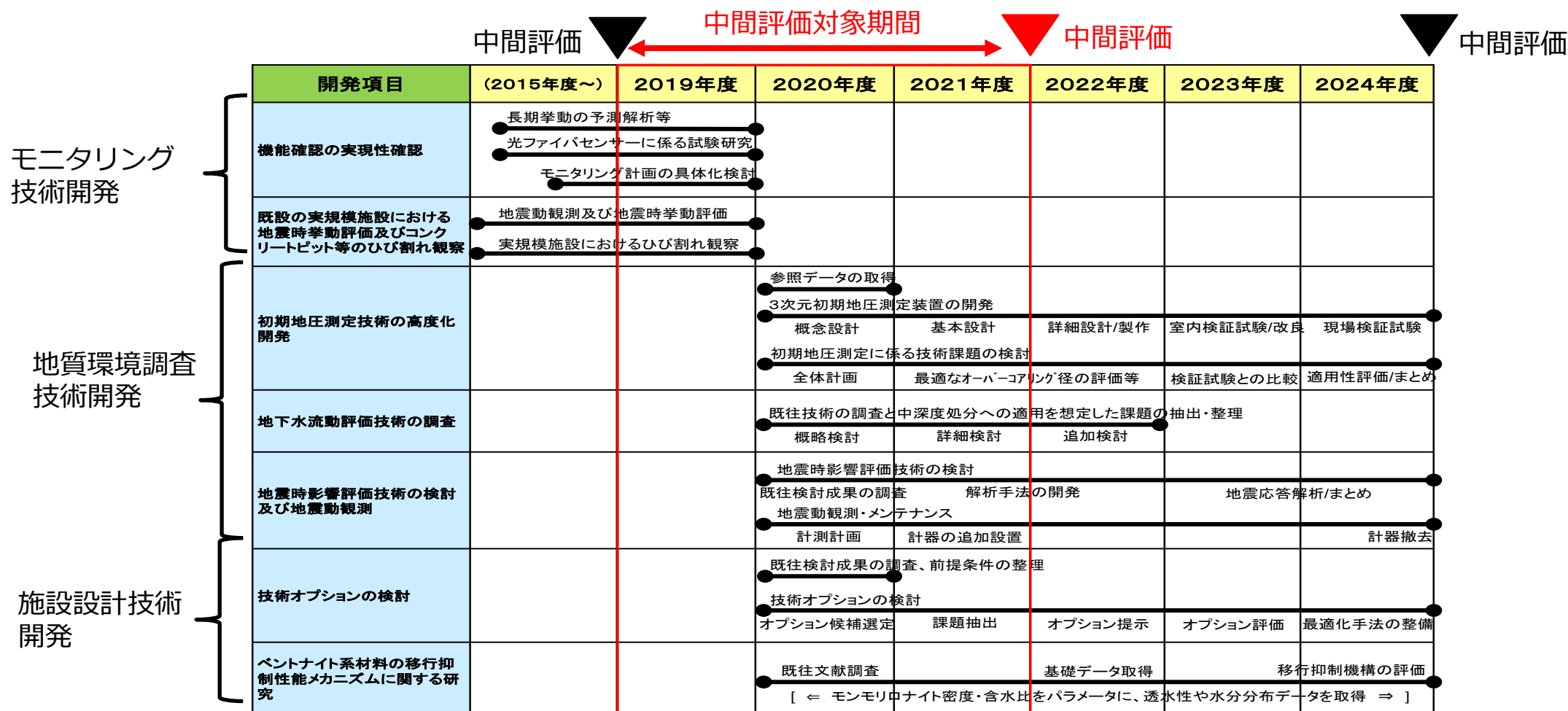
- 多くの国々（例：フィンランド、スウェーデン、カナダ、アメリカ、フランスなど）で、すでに処分場が操業中、もしくは計画中の状況にあり、研究開発も並行して実施されている状況
- 日本では、青森県六ヶ所村に有する実規模の試験空洞を活用して、処分場の設計や、地質環境調査に資する研究等が実施されてきているが、現状としては事業者による処分場選定はまだ進んでいない。
- クリアランス対象物については、電力事業者と製造事業者の民間同士の契約により日本各地でクリアランス金属の加工が行われてきているが、事業者の自主的ルールにより電力業界内での再利用となっている。再利用先拡大のためには実績の積み上げや業界の外での利用におけるルール等について検討の必要がある。

下記 2 件の研究開発項目を実施

研究開発項目	実施者
(1) 地下空洞型処分調査技術高度化開発 (2019年度は地下空洞型処分施設機能確認試験)	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) 東電設計株式会社 (以下、東電設計) ※2019年度は原環センターの単独実施、 2020~2021年度は原環センター、 東電設計共同受託
(2) 原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験	株式会社ピー・ティー・ピー (以下、 ピー・ティー・ピー)

研究開発項目1 地下空洞型処分調査技術高度化開発

- 中深度処分に係る規制基準では、処分施設は10万年後の将来にわたって地表から70メートル以上の設置深度が確保できること、複数の技術オプションの中から最適な組合せを選択して施設設計すること、廃止措置の開始までの期間（300～400年程度）におけるモニタリング等の能動的な管理が求められる方向。
- このことを踏まえ、モニタリング技術開発、中深度処分特有の留意事項を考慮した地質環境調査技術開発、施設設計における人工バリア構成の最適オプション検討の3つを目的とする。
- 2024年度まで現行の研究開発を実施していく予定（モニタリングは2019年度で取りまとめ済み）。



研究開発項目2 原子力発電所金属廃棄物利用技術確証試験

- 原子力発電所から発生するクリアランス金属のさらなる再利用先の拡大を推進するとともに、今後のフリーリリースを見据え、クリアランス制度の社会定着に向けた取組を進める取組を2020年度～2022年度までの3年間で実施。
- 2021年度は、原子力施設から発生したクリアランス金属を一次資材（インゴット）に溶融加工するまでのプロセスにおける安全性の実証するとともに、適切な加工プロセスの検討を行った。また、クリアランス制度の社会定着に向けた今後の取組等について、有識者もを交えた検討を行った。

中間評価

中間評価対象期間

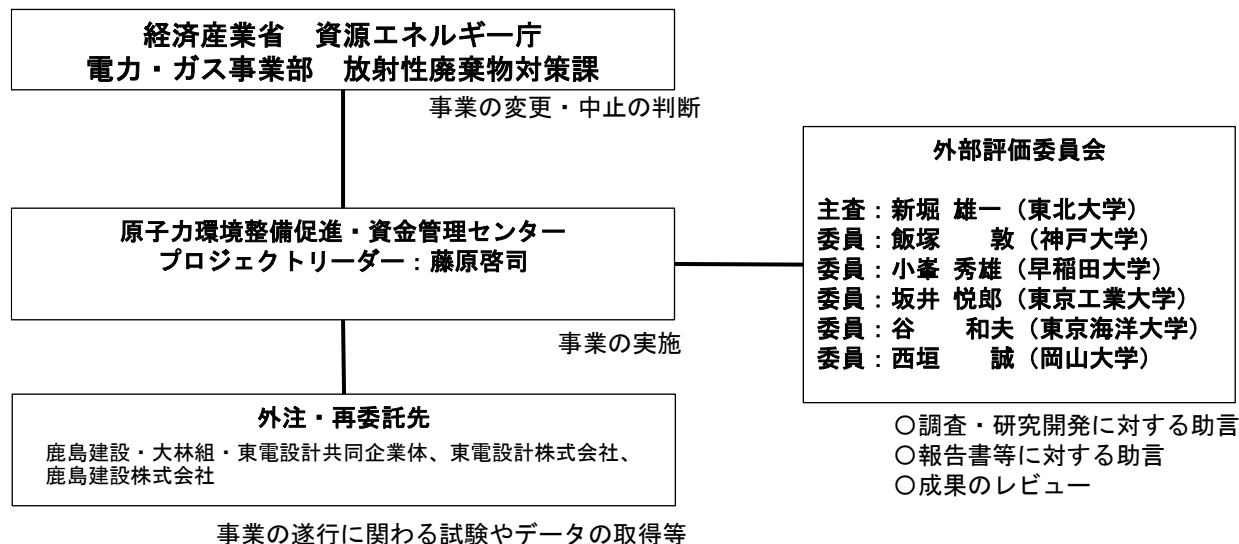
	令和3年度	令和4年度	令和5年度
加工実証	 クリアランス金属調達・ インゴット製造	 インゴットから一般 製品等製造	今後要検討
再利用モデル検討	 実証結果も踏まえた適切な 再利用モデルの検討		
有識者検討委員会	 年3回実施	 年3回実施	今後要検討

(単位：百万円)

研究開発項目	内訳	2019FY	2020FY	2021FY	合計
(1) 地下空洞型処分調査 技術高度化開発 (2019年度は地下空洞型処 分施設機能確認試験)	原環センター	179	150	144	473
	東電設計	-	27	28	55
	合計	179	177	172	528
(2) 原子力発電所等金属 廃棄物利用技術確証試験	ピー・ ティー・ピー	-	-	32	32
計		179	177	204	560

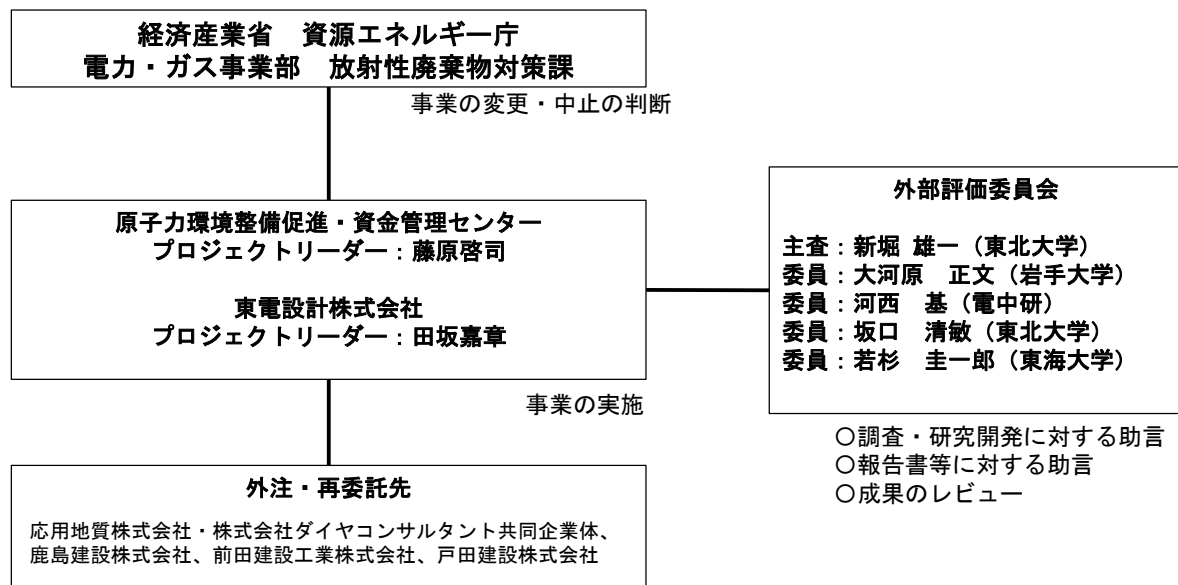
(1) 地下空洞型処分調査技術高度化開発

2019年度まで



事業の遂行に関わる試験やデータの取得等

2020年度～

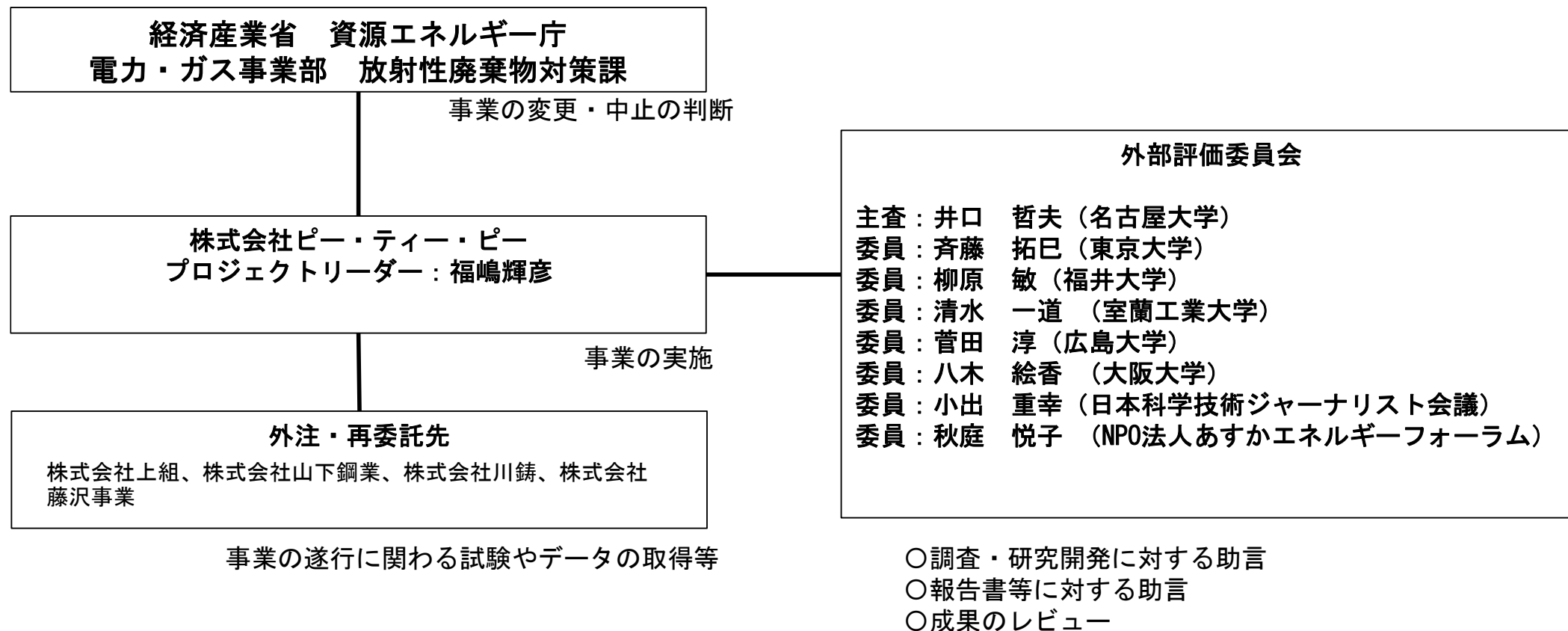


事業の遂行に関わる試験やデータの取得等

- ・オブザーバーとして原子力規制庁、日本原燃株式会社、電気事業連合会といった、廃棄物処分に関係する機関が参加し、適宜意見交換を行いつつ事業に資するとりまとめが出来るよう方向付けを行っている。

- ・高レベル放射性廃棄物の地層処分とも共通する技術開発テーマも存在することから、NUMOもアドバイザーとして参加。

(2) 原子力発電所金属廃棄物利用技術確証試験



- ・ クリアランス金属の再利用先拡大を進めるため、金属関連団体、建設事業者、商社等が有識者委員会にオブザーバーとして参加。

- 日本版バイ・ドール制度の目的（知的財産権の受託者帰属を通じて研究開発活動を活性化し、その成果を事業活動において効率的に活用すること）及び本プロジェクトの目的を達成するため、本プロジェクトにおいては、知的財産マネジメントを実施することを原則とする。
- 本方針に記載のない事項については、本プロジェクトの目的を踏まえ、プロジェクト参加者間の合意により必要に応じて定めるものとする。
- プロジェクト参加者は、本方針に従い、原則としてプロジェクト開始（委託契約書の締結）までに、プロジェクト参加者間で知的財産の取扱いについて合意するものとする。

研究開発項目	中間目標（2021年度）	最終目標（2024年度）	設定（変更）理由
（１）地下空洞型処分調査技術高度化開発 （2019年度は地下空洞型処分施設機能確認試験）	地下空洞型処分施設の閉鎖措置まで並びに閉鎖措置後廃止措置までに取り組むことが可能なモニタリングの課題に資する、人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法を確立する。 また、処分施設を建設する上で必要となる、岩盤にかかる初期地圧の三次元的な分布を測定する技術の開発等、地下環境を把握するための技術整備を行うと共に、最適な施設設計支援技術の整備を行う。	処分施設を建設する上で必要となる、岩盤にかかる初期地圧の三次元的な分布を測定する技術の開発等、地下環境を把握するための技術整備を行うと共に、最適な施設設計支援技術の整備を行う。	平成31年度で地下空洞型処分施設機能確認試験が完了したことを受けた目標の修正。
（２）原子力発電所等金属廃棄物利用技術確認試験	一次製品までの加工プロセスを実証する。	二次加工以降のプロセスを含めた、再利用モデルの構築を達成する。	令和3年度事業で一次製品までの加工プロセス実証を達成したため、次年度以降は一次加工以降の実証を実施する。

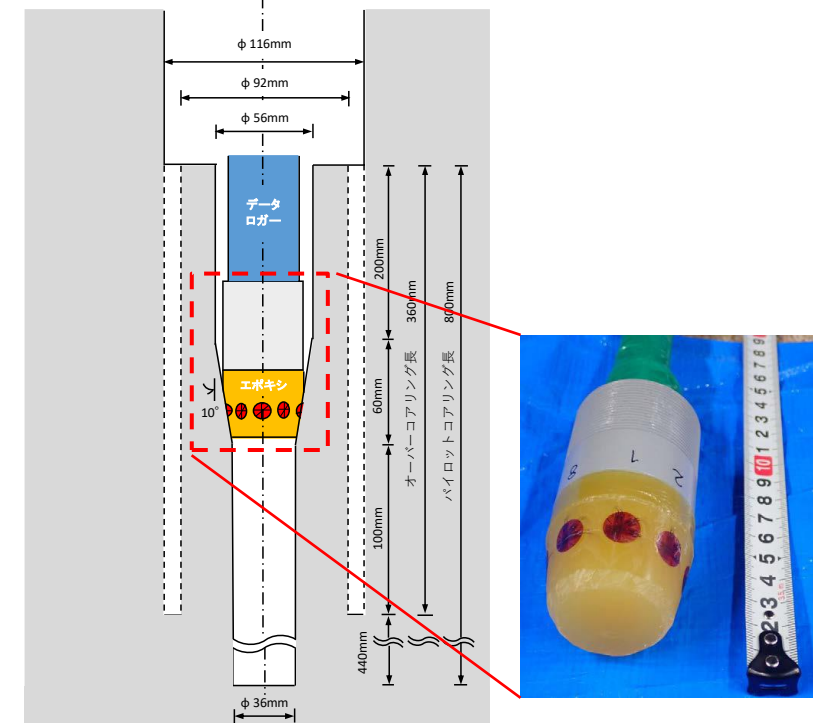
研究開発項目	中間目標（2021年度）	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
（１）地下空洞型処分調査技術高度化開発 （2019年度は地下空洞型処分施設機能確認試験）	地下空洞型処分施設の閉鎖措置まで並びに閉鎖措置後廃止措置までに取り組むことが可能なモニタリングの課題に資する、人工バリアや周辺岩盤の長期にわたる機能確認方法を確立する。 また、大規模な坑道や地下空洞型処分施設などを建設する上で必要となる、岩盤にかかる初期地圧の三次元的な分布を測定する技術の開発等、地下環境を把握するための技術整備を行うと共に、最適な施設設計を支援するための技術整備を行う。	本事業で得られた中深度処分のモニタリング技術、地質環境調査技術、設計技術に関する成果は、将来処分実施事業者が中深度処分の規制で求められる事項を踏まえ実施する、処分場周辺環境の調査や処分場設計に役立つ。	一部達成	○三次元的な応力場の測定装置については、実際の地質環境での適用性を検討する必要がある。 2024年度までに現場での実証を行い、目標を達成できる見込み。 ○設計オプション提示については一手法の有効性を示したのみであるため、2024年度までに、オプション検討、提示を継続したうえで最適化手法を提示できる見込み。
（２）原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験	令和４年度までに一次製品までの加工プロセスを実証する。	クリアランス金属を一次資材（インゴット）に熔融加工するまでの安全性の実証と加工実証を踏まえ、クリアランス金属の取り扱いに関する留意事項を作成した。	達成	—

(1) 地下空洞型処分調査技術高度化開発

- 光ファイバー式センサーが放射性廃棄物処分のモニタリングへの適用性が非常に高いことを明らかにし、いつ・どこで・何を・どのように計測するのか、加えて、その計測結果をどのように利用するかという観点でモニタリングの具体例を提示。中深度処分施設のモニタリングを計画する際に活用できる成果である。**
- 比較的浅い深度で三次元地圧状態を測定できる「円錐孔壁ひずみ法」を開発。測定器の設計を行い、現場での測定の実現性を確認。事業者が中深度処分の天然バリアを評価する際の調査技術として活用できる成果である。**
- 設計技術開発として、人工バリアの低拡散層と低透水層の部材厚、処分空洞断面あたりの廃棄体数及び岩盤の透水係数を変動パラメータとした核種移行解析を実施し、人工バリア仕様の違いが線量評価結果に及ぼす影響度を明らかにした。規制基準に則した設計プロセスに係る評価技術として反映できる成果である。**



六ヶ所村の地下空洞での光ファイバー式センサーの実証試験



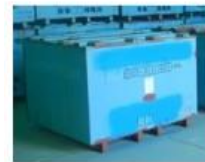
円錐孔壁ひずみ法概念図と測定装置 (ストレインセル)

(2) 原子力発電所金属廃棄物利用技術確証試験

- ・ クリアランス金属約10tを調達、インゴットを102個（約100kg/個、300mm×300mm×155mm）製造。
- ・ 製造したインゴットについて、試料重量当たりの放射能濃度は、すべての試料について5核種（Co-60、Eu-152、Eu-154、Cs-134、Cs-137）全てで検出限界値未満であり、クリアランスレベル（0.1Bq/g）以下であることを確認した。また、トレーサビリティの確保も確認した。
- ・ 有識者を交えた検討会を開催し、下記の提言をまとめた。

調達

東海発電所（茨城）、ふげん（福井）からクリアランス金属5tづつ計10t調達



上：調達
下：運搬

前処理、一時保管

クリアランス金属の切断、一時保管
@山下鋼業（福井市）



切断前



切断



切断後

一次加工、保管

クリアランス金属（SS400）から、インゴット（FC300）を約100個（100kg/個）製造し、倉庫で保管 @川鉄（坂井市）



上：溶融
中：出湯
下：注湯

上：解砕
下：ショットブラスト後
上：保管

トレーサビリティの確保、分別管理、線量測定等安全性の確認、自治体・周辺エリアへの説明・理解

【中長期を見据えた取組】

国として「制度の社会定着」の示すところを明確化し、社会定着の判断に必要な要件や、理解を求める対象範囲等についても検討し、フリーリリースまでに必要なステップとそれに応じた一定の条件や運用方法を具体的に設定し、着実に進めるべき。将来的には、クリアランス金属が一般のスクラップ金属と同様に扱われ、調達・再利用されることが望まれる。

【当面の取組】

電力業界内での再利用実績をこれまで以上に積み重ねることに加えて、幅広い層への周知が必要。電力業界外でクリアランス金属を利用するに当たっての運用について更に整理する必要がある。

年度	査読付論文数	国際学会発表	国内学会発表	特許出願	その他
2019年度	1	3	7	0	1
2020年度	1	0	6	0	2
2021年度	2	0	2	0	2
計	4	3	15	0	5

＊その他には、各研究開発機関が発行している研究開発報告書類、広報誌への掲載や、基調講演、報告会での発表、プレスリリース、受賞の件数を含む。

国際標準への寄与

—

プロトタイプ作成

新たな初期地圧測定手法である「円錐孔壁ひずみ法」の計測装置の試作品の開発

事業目的を踏まえたアウトカムの内容

- ・ 中深度処分施設の人工バリアや周辺岩盤の長期に亘る機能を確認する技術、方法論の構築
- ・ クリアランス金属の運搬から前処理、溶接加工といった再利用までのプロセスにおける安全かつ合理的な再利用手法の確立

これらのアウトカム達成により得られた成果の情報発信により、**放射性廃棄物の処分に対する国民理解の促進、安心感、納得感の醸成**につなげる。

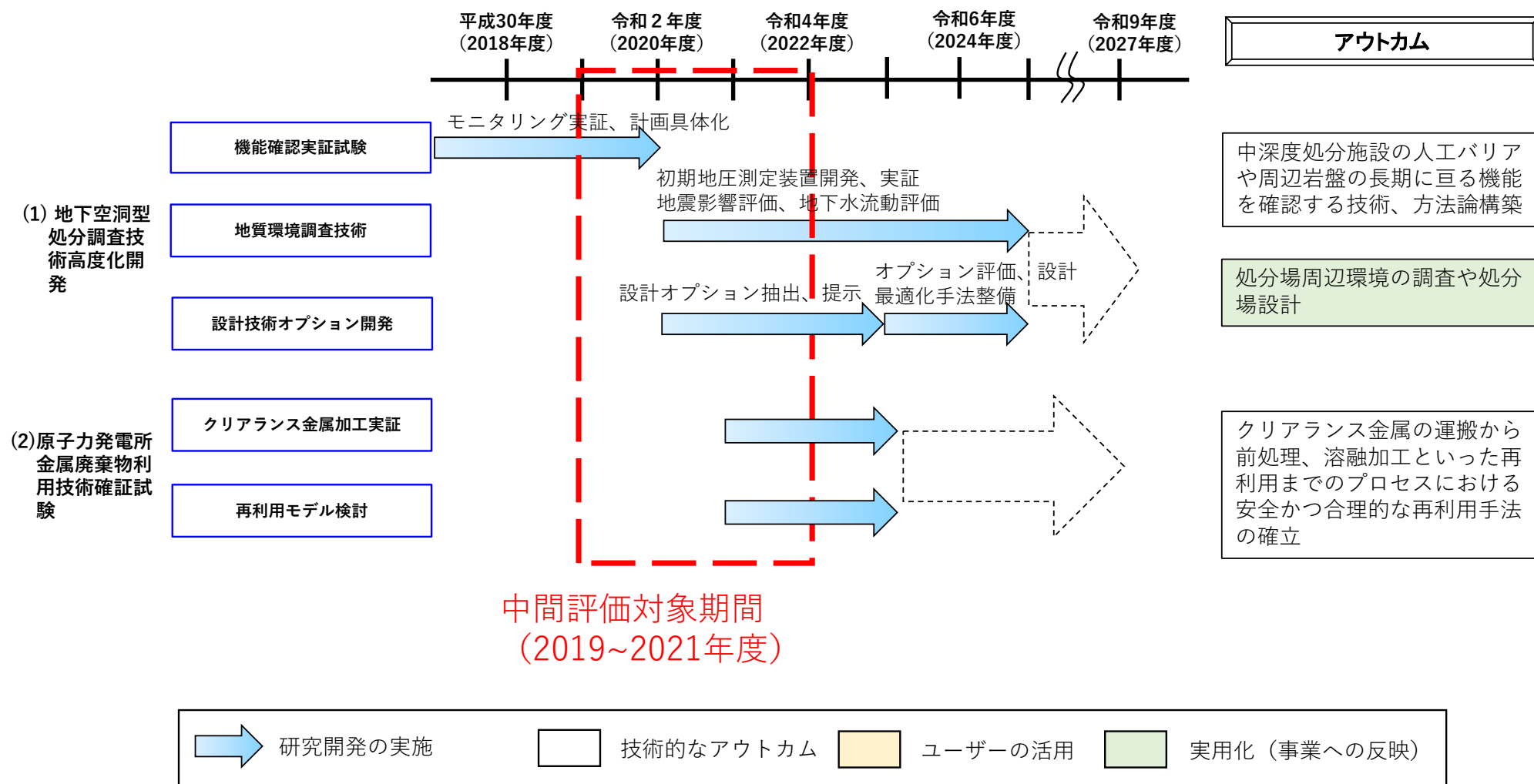
アウトカム指標・目標		目標達成の見込み
2019年度 ～2021年度	(1) 地下空洞型処分調査技術高度化開発（平成31年度は地下空洞型処分施設機能確認試験） 将来建設される中深度処分施設の人工バリアや周辺岩盤の長期に亘る機能を確認する技術や方法論を開発するために必要な検討項目として、2015～2019年度で24項目の（2019年度で24項目達成済）、2020年度～2024年度に15項目の技術開発を実施。	2021年度時点での実績：6項目 （全15項目中）
	(2) 原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験 原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験において、クリアランス金属の再利用促進に必要となる適切な再利用手法の確立のために対応すべき項目として、2021～2023年度に3項目の技術開発を実施。	2021年度時点での実績：1項目 （全3項目中）

（目標の設定（変更）理由・根拠等）

(1)中深度処分の規制動向等を踏まえ、研究すべき項目を抽出したうえでアウトカム目標を設定した。各研究開発項目における技術開発の過程において、種々の検討項目を達成する必要があるが、これらを着実に実施することで、中深度処分の実現に資するための信頼性のある技術が開発できるため。中深度処分の規制動向等を踏まえ、研究すべき項目を抽出したうえでアウトカム目標を設定した。各研究開発項目における技術開発の過程において、種々の検討項目を達成する必要があるが、これらを着実に実施することで、中深度処分の実現に資するための信頼性のある技術が開発できるため。

(2)クリアランス物の再利用促進に向けて、原子力発電所外への搬出から業界内再利用までのサプライチェーンにおける、クリアランス物の特殊性を鑑みた再利用モデルを構築する必要がある。各項目を実施することで、再利用モデルを構築するため。

- 地下空洞型処分技術高度化開発については2024年度まで、原子力発電所金属廃棄物利用技術確証試験については2022年度まで現行の研究開発を継続。
- 現行研究開発終了時まで技術的なアウトカム達成を目指す。
- 中深度処分については、規制条件を踏まえた処分場設計や調査を進めていく技術基盤の整備に資する成果として提示することを目標とする。



- 2019年度は1.8億円、2020年度は1.8億円、2021年度は2.0億円の国費を投入。
- アウトプットに関しては、査読付論文が2019～2021年度で4件掲載。総じて国費投入に見合ったアウトプットがなされている。さらに多くの成果を論文化できるよう働きかけていく。
- 地下空洞型処分調査技術高度化開発については、2019年度に5カ年のアウトカム目標を達成できている。
- 原子力発電所金属廃棄物利用技術確証試験については、一次加工を通じてクリアランス金属の取り扱いに関する留意事項をまとめており、アウトカム目標である安全かつ合理的な再利用手法の確立に向けて着実に進展している。
- 一般層への理解促進活動も積極的に実施しており、放射性廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進に寄与すると共に、処分事業の円滑化に向けた取り組みも進めている。
- アウトカムの観点からも費用対効果の高い事業。

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
本プロジェクトは工学技術開発であることから、研究成果を論文化することが難しいことは理解できるものの、成果の公表が重要な項目と捉え、これまで以上に成果の公表に注力することが必要である。加えて、アウトカムとの関係では、廃棄物の処分技術を体感する機会を増やすことを通じて国民の理解促進に積極的に貢献していくこと、他のプロジェクトと緊密な連携を図ることが不可欠である。	本提言を受けて、受託者へ学会等への投稿などの成果の公表を促進した。その結果、2021年度までに4本の査読付論文が受理されるに至った。引き続き、放射性廃棄物の処分技術を体感できる場を確保し、国民の理解促進に貢献していく。また、他のプロジェクトと、緊密な連携を図ることができる体制の構築は引き続き検討していくが、成果を取りまとめるにあたっては、高レベル放射性廃棄物の地層処分関係の事業者との連携により効率的に進めているので、最終年度まで継続していく。
地下空洞型処分施設機能確認試験については、実規模大の施設を利用した長期モニタリング技術を開発しており、着実に進展している。例えば、コンクリート構造物における不測の事態として、ひび割れの発生を検知できる仕組みを構築しつつある。なお、実規模施設を利用した技術の実証においては、原位置試験において必要となる時間とコストに配慮した今後の研究開発の継続が望まれる。	原位置試験においては、その結果について実用化に向けて試験等に掛る時間などの観点も考慮し、他事業との連携を図るなど効率的に取り組んだ。その結果、地下空洞型処分施設機能確認試験については平成31年度に当初のアウトカム目標を達成することができた。原位置試験については、引き続き令和2年度以降も地下空洞型処分調査技術高度化開発において初期地圧測定装置の開発、実証のテーマで実施しているので、事業内容を効率的に実施する方法等を検討し、最小限の業務量となるように計画を策定したうえで成果を取りまとめていく。

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発については、実際のクリアランス金属を用いて金属廃棄物利用技術を実証できたことは評価できる。研究プロセス及びロードマップの設定が明確であるとともに、廃炉問題を抱える地域の住民への安心感、信頼性の醸成に実際に役立つものであり、アウトカムに照らして妥当と判断する。	原子力発電所等金属廃棄物利用技術開発については、所期の目的を達成した。今後は、得られた成果も活用し、継続的にクリアランス金属の加工実証を進めて再利用モデルを構築するとともに、理解促進活動を進めていく。

評価WG（中間評価）：コメントなし

I . 複数課題プログラムの概要

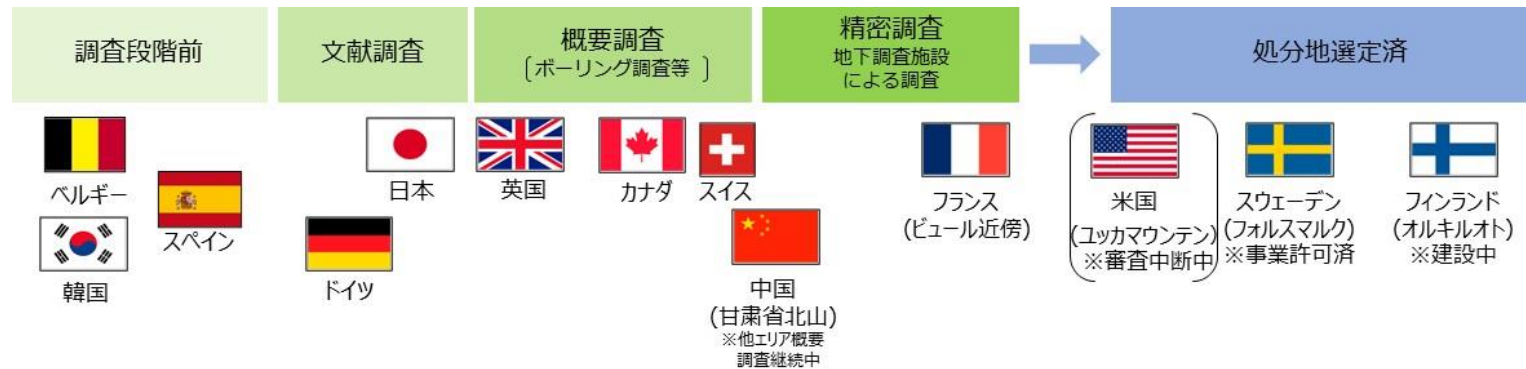
II . 研究開発課題（プロジェクト）の概要

A 低レベル放射性廃棄物の処分に関する
技術開発委託費

B 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する
技術開発委託費

事業の目的	高レベル放射性廃棄物等の地層処分は、将来世代へ負担を先送りしないためにも、着実に実施する必要がある。処分事業の操業開始までの長期的な展開を視野に入れ、具体的な地点を対象とした調査評価のための基盤となる技術を先行的に整備し、処分事業等の円滑化を図る。また、将来世代が最良の処分方法を選択できるよう、代替オプションに関する技術開発を並行して進める。 具体的には、地質調査技術、地下水移行評価、操業技術等の工学技術及び安全評価技術の信頼性向上を図るとともに、海域における地質環境調査技術や、巨大地震等の天然現象による地層処分システムへの影響評価、操業期間中の安全対策に係る技術開発を行う。また、長半減期低発熱放射性廃棄物（TRU廃棄物）の処理・処分技術の高度化開発等を行う。さらに、最終処分について幅広い選択肢を確保する観点から、廃棄体の回収技術や代替処分オプションに関する技術開発を行う。これらを通じて、高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物の処分に関する国民理解の獲得・促進と着実な処分事業の円滑化を図る。						
類 型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究開発資金制度						
実施期間	1998年度～2028年度（予定）（31年間）			会計区分	一般会計 / エネルギー対策特別会計		
評価時期	中間評価：2003年度、2006年度、2010年度、2013年度、2016年度、2019年度、2022年度、 終了時評価：2029年度（予定）						
実施形態	国 → 民間企業等（委託）						
プロジェクトリーダー	研究開発項目ごとに異なる。4－1を参照。						
執行額 （百万円）	2017FY	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	総執行額	総予算額
	3,448	3,543	3,565	3,560	3,600	17,716	18,832

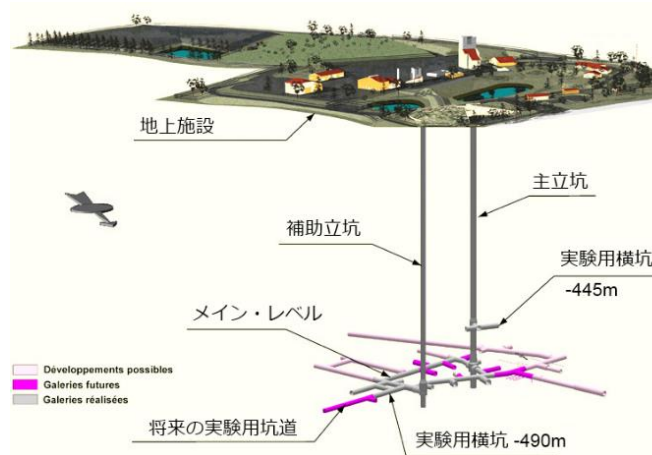
- 地層処分事業が比較的進んでいる、フィンランド、スウェーデン、スイス、フランスなどでは、地下研究施設等も活用しつつ、国や処分の実施主体が地層処分に関する研究開発を実施。
- 日本では、国が地層処分研究開発調整会議を立ち上げ、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）のリーダシップの下、研究機関とともに地層処分研究開発全体計画を5年ごとに策定し、それぞれの役割分担を定めた上で研究を実施。
- 各国の地下研究施設等で得られた成果を活用しつつ、日本特有の地質環境、自然事象等を考慮した地質環境調査・評価技術、処分場設計技術、安全評価技術を開発する必要がある。



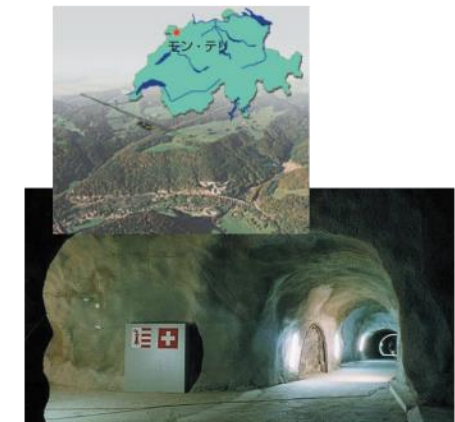
諸外国における地層処分の状況（資源エネルギー庁、2022を編集）



オルキルオト（フィンランド）地下坑道



ビュール地下研究所（フランス）

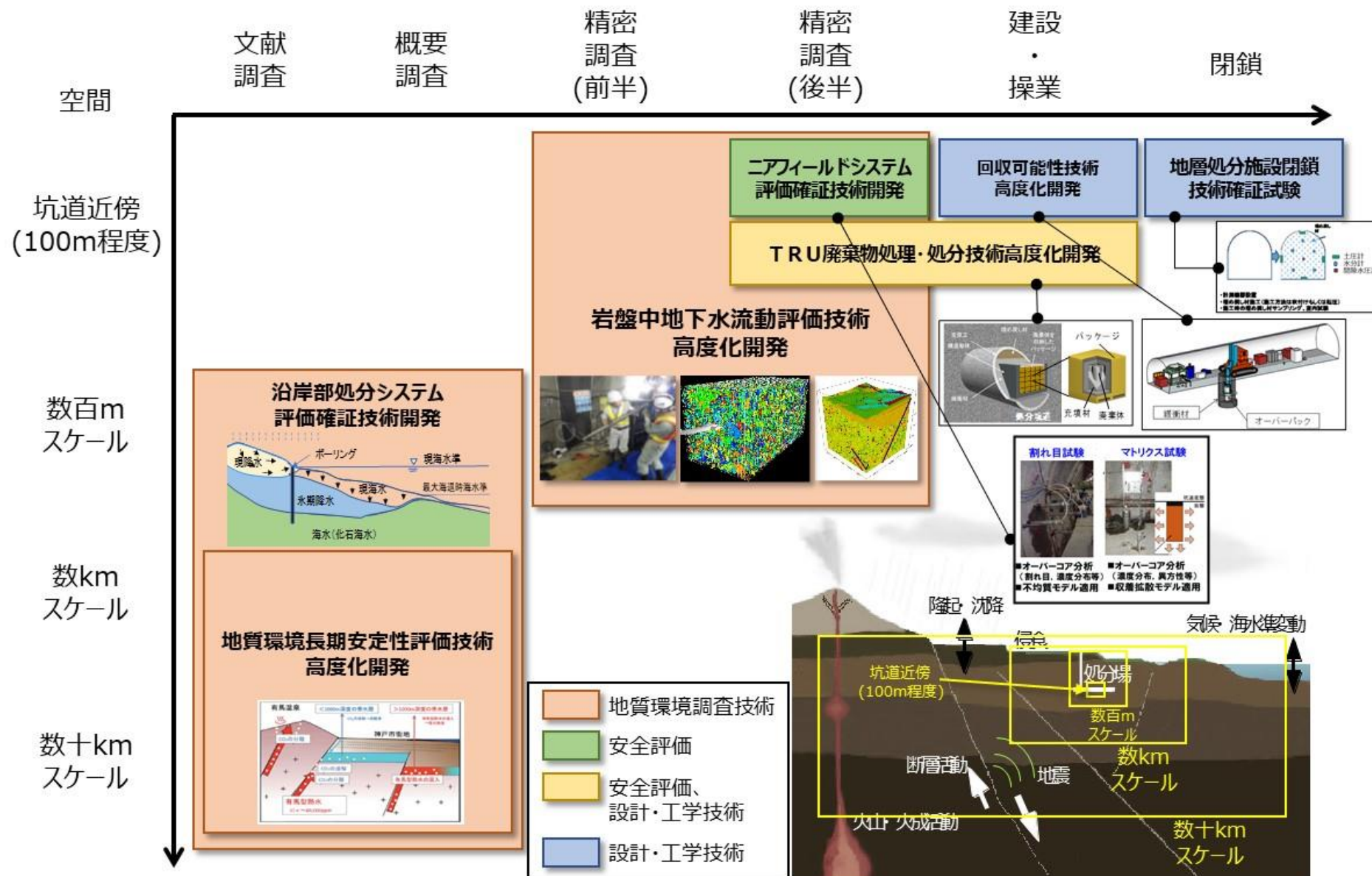


モン・テリ岩盤研究所（スイス）

諸外国の地下研究施設（原子力環境整備促進・資金管理センター、2022）

研究開発項目	実施者
(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 (以下、JAEA) 一般財団法人電力中央研究所 (以下、電中研)
(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験	JAEA 原環センター
(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発	JAEA 電中研
(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発	JAEA 原環センター
(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所 (以下、 産総研) 原環センター 電中研
(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	原環センター JAEA
(7) 回収可能性技術高度化開発 (2019年度は 可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発)	原環センター JAEA
(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発	JAEA

- ・ **地質環境調査、処分場設計・工学技術、安全評価の3分野を網羅**する形で研究開発項目を設定。
- ・ 坑道近傍から広域（数十キロ）のスケールを網羅。
- ・ 処分場選定～操業～閉鎖～閉鎖後長期に至る各プロセスへ成果を反映。
- ・ 各研究開発項目を統合することにより、**俯瞰的に地層処分事業に資する成果を創出**。



(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発

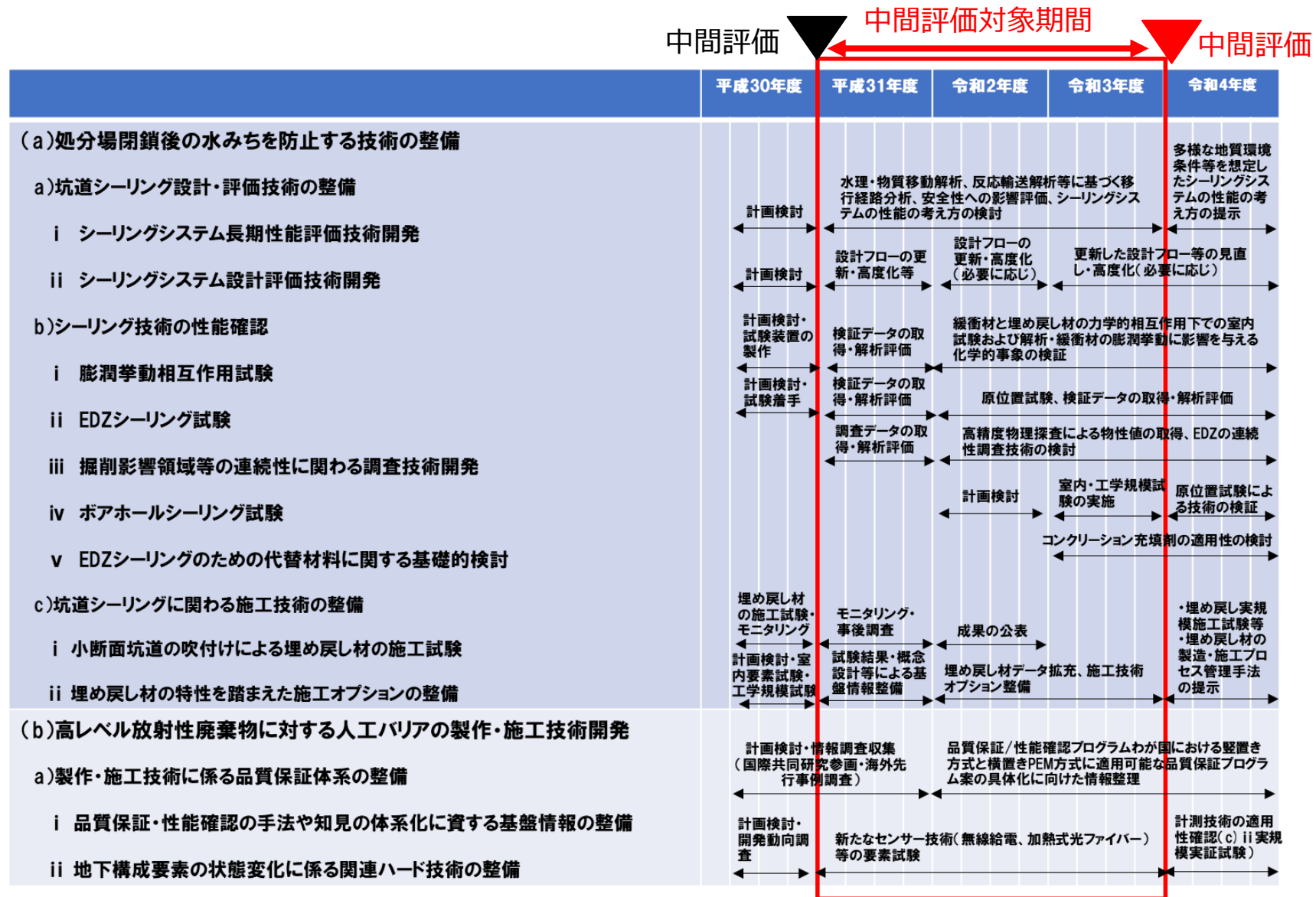
- 概要調査において重要となる涵養域から流出域までの広域的な地下水流動（移流場）や、地下水が長期にわたり滞留する領域（拡散場）の三次元分布に係る調査・評価の信頼性向上に向け、これまでに整備された水理・物質移行場の特性に係る調査・評価技術の妥当性の確認を通じて、長期的に安定な水理場・化学環境の三次元分布を地上から把握する調査・評価技術を体系化する。
- 瑞浪及び幌延の地下研究施設を活用した研究を実施。
- 2022年度まで現行の研究開発を実施。2022年度で研究完了の予定。

研究開発項目		平成30年度	平成31年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
瑞浪における研究開発	内陸部の広域的な地下水流動（移流場）を評価するための技術の高度化					
	広域的な地下水流動・物質移行解析技術の高度化	水みちのネットワークによる水理・物質移動特性の調査・評価技術の開発 亀裂性岩盤の透水不均質性の調査・評価技術の開発	広域的な地下水年代を対象とした地下水流動・物質移行解析技術の開発 水理パラメータ設定手法開発 物質移行パラメータ設定手法開発			
	地下水年代測定技術の高度化					
幌延における研究開発	内陸部の地下深部に存在する長期的に安定な水理場・化学環境（拡散場）を評価するための技術の高度化					
	低流動域の分布を概要調査で効率的に把握するための技術の高度化	既存の物理探査およびボーリング調査データを用いた低流動領域の分布の検討 既存孔を使用した長期注水試験	施設スケールを対象とした物理探査	ボーリング調査、地下水調査		
	低流動域の存在を確認するための技術の開発		拡散で分離・分別する指標を用いた拡散場調査の有効性の検討 ⁸¹ Krを用いた地下水年代測定の有効性の検討 地史を踏まえた水質形成機構の検討			
	長期的に安定な水理場・化学環境の三次元分布を地上から把握する調査・評価技術の体系化		低流動域を対象としたモデル化・解析手法の整備 低流動域の三次元分布の推定方法の検討（地球統計学的手法）	方法論の体系的整理		事業全体を対象とした方法論のとりまとめで実施
移流場と拡散場に応じた調査・評価技術の整備						

2022年度で
研究完了

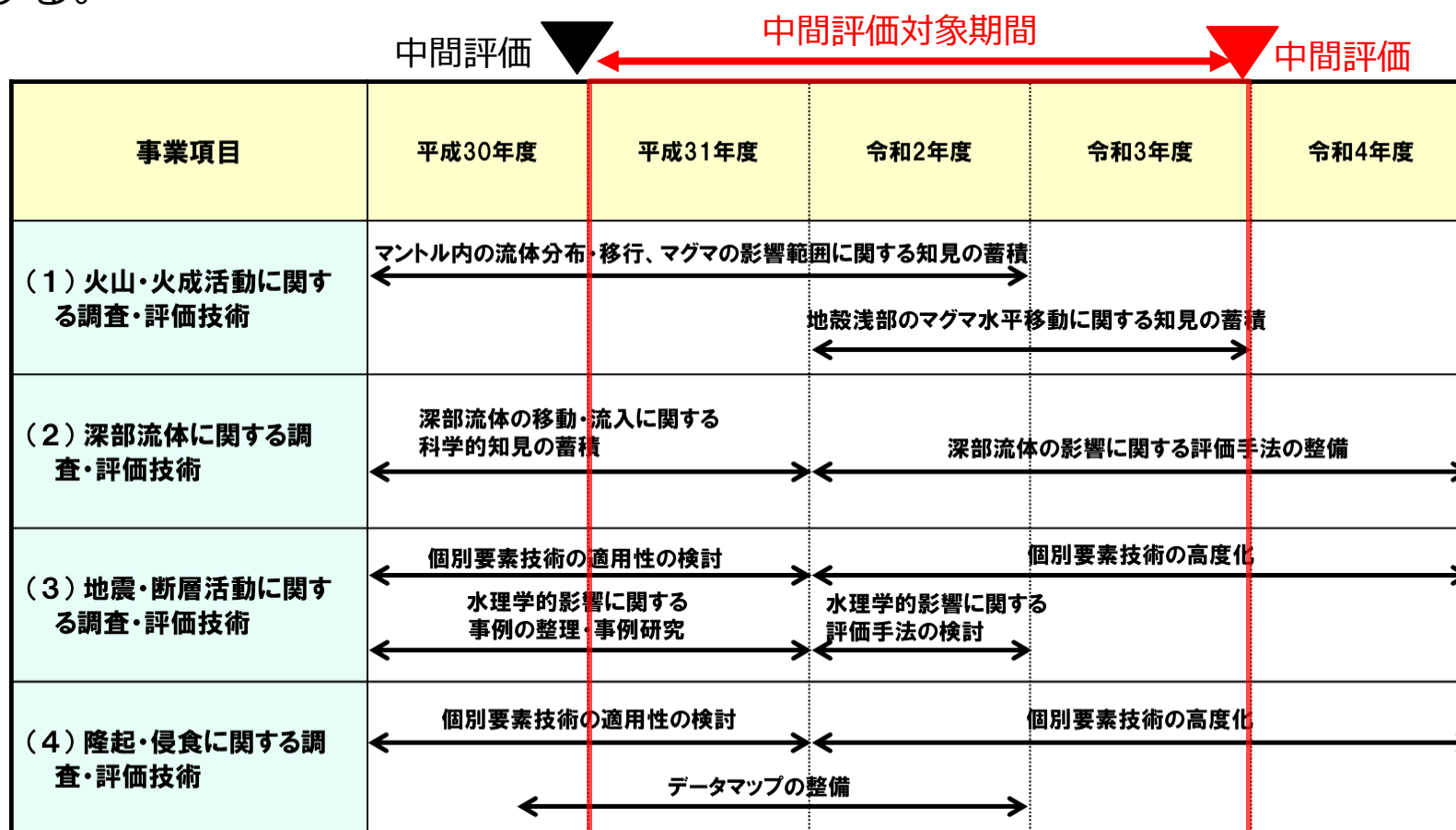
(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験

- 処分場の閉鎖後に、坑道自体や掘削損傷領域が地下～地上まで直結する水みちとなることを防止するためのプラグや埋め戻し（坑道シーリング）技術開発やその品質管理手法（品質管理やその性能確認の具体的な方法論の検討およびそれらを支える計測技術）の構築を目的とする。



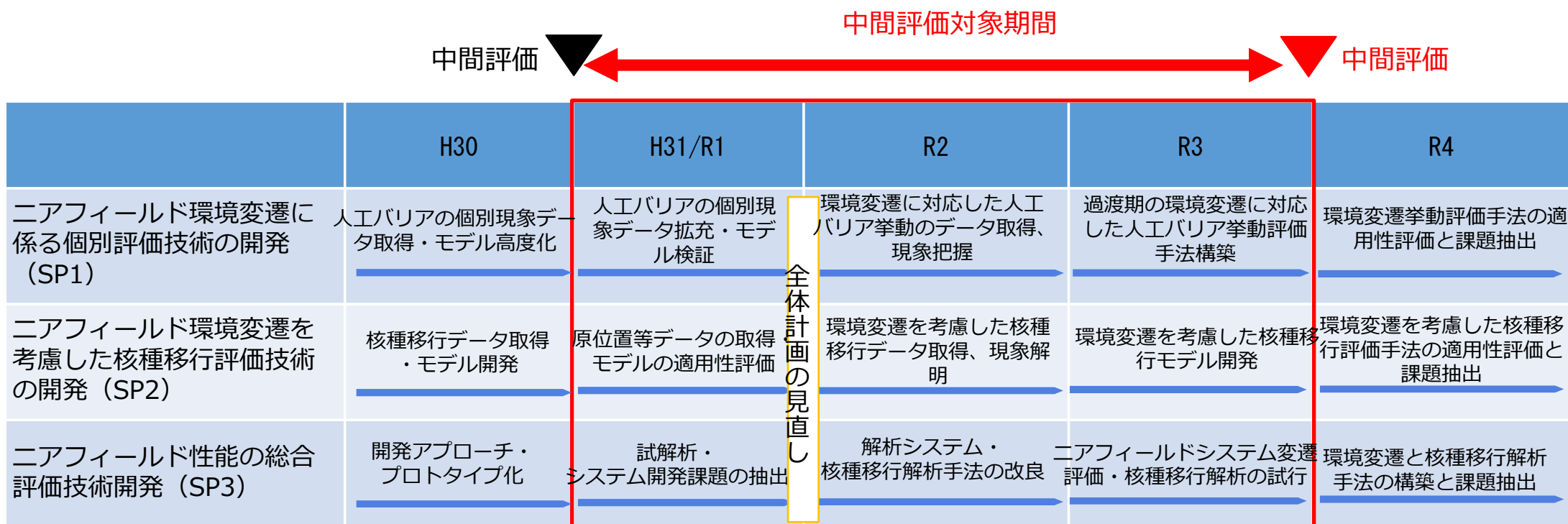
(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発

- 様々な地質環境に対して、地層処分に適したサイトを選定するための自然現象の影響評価に着実に対応できるよう、幅広い調査・評価技術を整備することを目的として、自然現象の影響把握及びモデル化に係る課題を解決するための研究開発に取り組む。
- 地層処分システムにおける火山・火成活動、深部流体、地震・断層活動、隆起・侵食の影響を評価するため、地質学、地形学、地震学、地球年代学といった各学術分野における最新の研究を踏まえた技術の適用による事例研究を通じて、課題の解決に必要な知見の蓄積や調査・評価技術を高度化する。



(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発

- ・廃棄体定置後の過渡的な時期から閉鎖後長期にわたる期間を対象に、ニアフィールドの環境変遷とそれらを考慮した核種移行をより現実的に評価するための技術を、最先端の科学的知見や手法を駆使して開発し、ニアフィールドシステムの評価の妥当性を示すことを目的とする。
- ・実際のサイトにおける地質環境の特徴、バリア構成要素間の相互作用を含むニアフィールド環境の過渡期から長期にわたる変遷などをより現実的かつ精緻に取り扱うことが可能な評価モデルを整備する。



(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発

- 沿岸部における地形や地質ごとの塩水の特徴や、その動きを決定する要因など沿岸特有の地質環境特性、沿岸部特有の多様な地下水の水質特性がセメント系材料や緩衝材などの性能に及ぼす影響を評価するため、沿岸部特有の地質環境特性の把握と、それにとりまなうセメント系材料や緩衝材の性能評価試験による知見の拡充に取り組む。
- 沿岸部特有の研究課題に対して、地質環境分野ならびに工学技術分野で連携しつつ、調査・評価技術の高度化や知見の拡充に取り組む。

中間評価	中間評価対象期間			中間評価	
事業項目	平成31年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
1) 海陸3連続3次元地質環境モデルの構築の高度化	全国モデルの検討・構築				
	駿河湾モデルの検討・構築				
2) 地質環境モデルの検証のためのデータ取得方法の高度化	ボーリング調査による沿岸部深部地下水の挙動の把握				
	海底湧出地下水に関する知見や調査技術の開発				
	浅海域における3次元海上音波探査技術の開発				
3) 沿岸海底下に着目した工学技術の高度化	沿岸部地下水を想定したセメント系材料と緩衝材の性能評価試験によるデータ拡充				
	緩衝材の性能評価手法の整備と体系化				
	緩衝材とオーバーパックの相互作用把握のためのデータ取得とモデリング				
分野間（内）連携	データフローダイアグラムの作成（地質－工学）				
	地下水データや実地下水試料の提供（地質－工学）				
	データ共有や試験条件の調整（工学）				
	ボーリングデータの共有と地質モデルの統合（地質）				

(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発

- TRU廃棄物はヨウ素等の収着性に乏しい放射性核種を含有するとともに、ガスや有機物、硝酸塩など安全評価に影響を及ぼす多様な影響因子を含むことから、人工バリアの閉じ込め機能の向上、処分坑道の閉鎖前安全性の評価技術の整備および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を目的とした研究開発を実施する。

	平成30年度	平成31年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
		中間評価対象期間			中間評価
① 人工バリアの閉じ込め機能の向上		遠隔溶接技術等廃棄体パッケージの製作技術の整備			
1) 廃棄体パッケージの閉じ込め性能に係る試験と評価	落下時の堅牢性の検討	内部充填材の水素ガス発生抑制の対策、施工性の確認			実規模廃棄体パッケージ製作確認試験
2) 陰イオン核種に対する閉じ込め技術の開発		廃棄体パッケージの長期的性能評価に係る構造健全性評価及び腐食試験			
		ヨウ素閉じ込め技術の開発			
		陰イオン吸着材の開発			
② 閉鎖前安全性の評価技術の整備		硝酸塩と有機物の反応評価に関わるデータ取得			
1) アスファルト固化体の発熱特性の評価	発熱速度モデルの見直し、妥当性の確認	発熱速度モデルの改良、妥当性検討			
③ 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		C-14等のハル等廃棄体中の分布評価			
1) 廃棄体からの核種溶出モデルの高度化		ハル・エンドピースの溶出試験			
2) ニアフィールド構成要素の現象解析モデルの構築・高度化		エンドピースの溶出モデルの構築			
3) 廃棄体由来の発生ガスに関する現象解析モデルの妥当性検討		先進的セメント系材料の地下水との反応挙動評価			
		先進的セメントー緩衝材相互作用評価モデルの高度化			
		ナチュラアナログによる緩衝材の長期安定性の検証			
		小規模モックアップによるガス移行試験			
		力学連成ガス移行評価モデルの高度化、ガス移行解析			
		長期変遷を考慮したガス移行場の状態設定			
		ガス発生量の評価			核種移行への影響評価
4) 有機物の影響評価モデルの高度化		ISA等の共存条件での溶解度試験			
		ISA等の有機配位子の収着への影響評価			
5) 硝酸塩の現象解析モデルの妥当性検討		硝酸イオンの化学的変遷モデルの信頼性向上			
		硝酸塩等の人工バリアの長期特性および核種移行データに及ぼす影響調査			

(7) 回収可能性技術高度化開発（2019年度は可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）

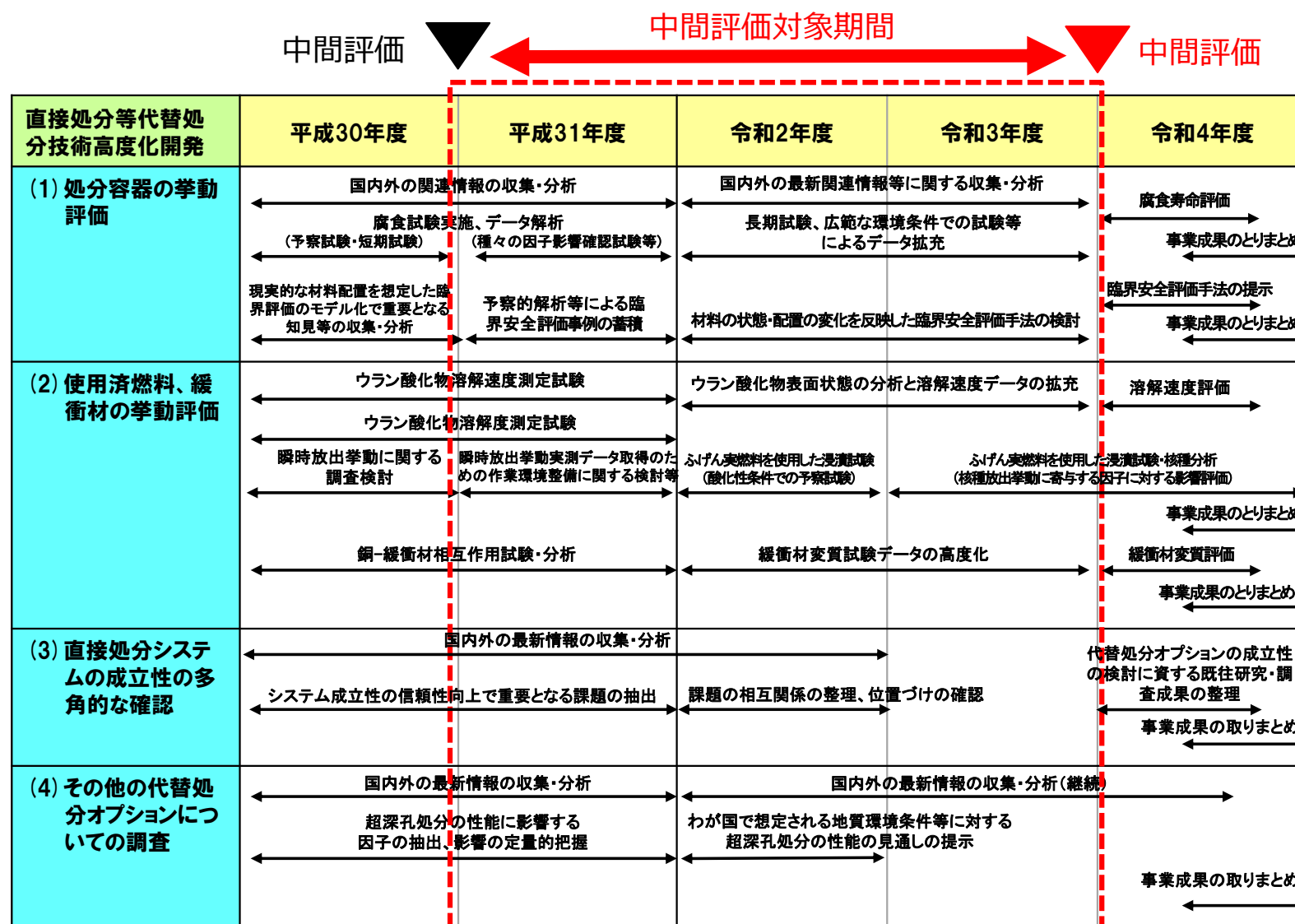
- 最終処分施設閉鎖までの間の廃棄物の搬出の可能性（回収可能性）を確保するために、回収技術の実現性を示すとともに、回収可能性の維持期間に関する調査研究などの課題に対する技術的検討を着実に進める。
- 現行の2つの候補概念に対して、廃棄体を回収するための技術を実証した。また、現実的な期間内での回収作業の完了や、作業安全上の不確実性の低減のため、回収作業の迅速化に向けた技術開発を実施する。
- 処分施設を最終閉鎖せずに回収可能性を維持した場合の影響の定量化に向け、建設・操業期間中からの地下環境や構造物に生じる事象や状態変遷を体系的に把握するための検討を実施する。

中間評価 ▼ 中間評価対象期間 ▼ 中間評価

事業項目	平成30年度	平成31年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
(a) 高レベル放射性廃棄物の回収技術の高度化	幌延URLでの回収実証試験（横置きFEM方式）		除去作業の迅速化に向けた技術開発（流体的除去技術、機械的除去技術）		〔縦向き除去実証試験〕
	回収作業時間の短縮に向けた詳細設計オプションの開発	回収容易性を高める技術的方策の整理	現行の2つの候補概念を起点とした設計オプションの技術的成立性検討		
(b) 回収可能性の維持に伴う安全性への影響評価技術の整備	PIDから抽出した事象による影響に着目した、力学、水理、化学解析手法の検討		建設・操業期間中からの閉鎖までのストーリーボードの整備		
			幌延URL試験坑道を活用した物性値の取得、予察的解析		
※事業名称	可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発（平成27年度～平成31年度）		回収可能性技術高度化開発（令和2年度～令和4年度）		

(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発

- ・使用済燃料の直接処分に関して、施設設計・安全評価手法の高度化のための技術基盤を整備する。
- ・その他の代替処分オプションとして、超深孔処分を対象に、諸外国の事例調査を通じて最新の技術動向や技術的課題等を把握したうえで、わが国における成立性や課題の検討に資する調査を実施する。

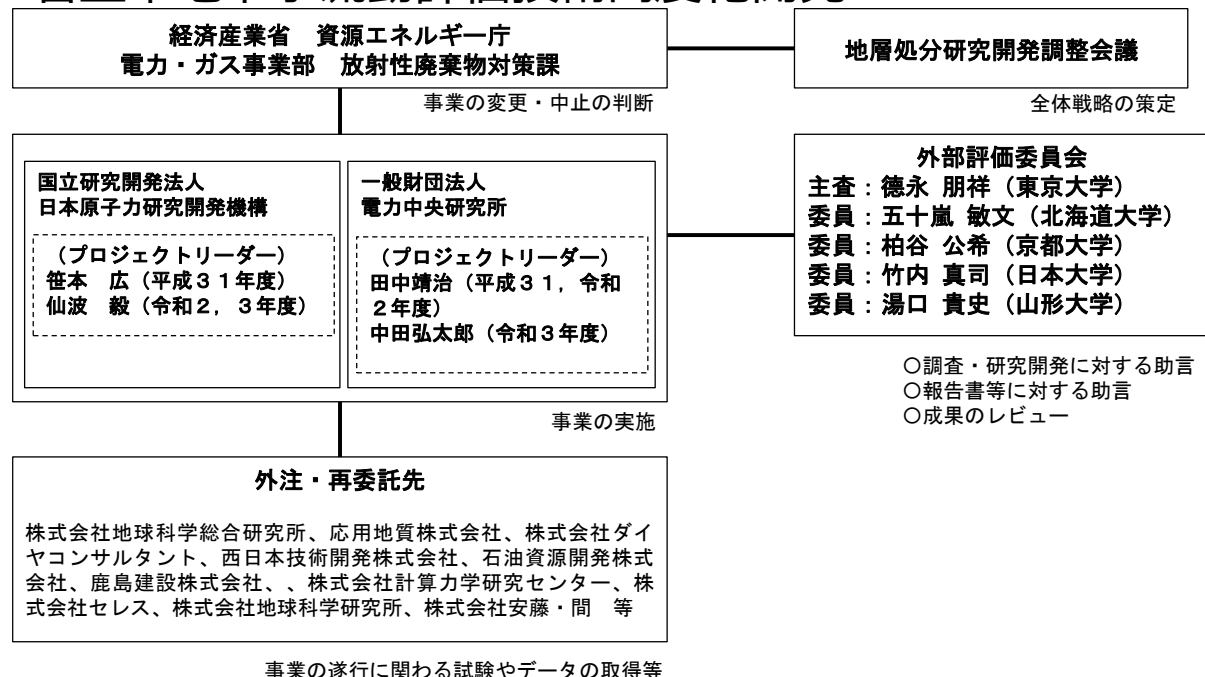


事業名	内訳	執行額（百万円）		
		2019年度	2020年度	2021年度
(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	JAEA	243	186	269
	電中研	290	195	199
	合計	533	381	468
(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験	JAEA	238	252	270
	原環センター	269	291	273
	合計	507	543	542
(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発	JAEA	257	315	309
	電中研	80	79	76
	合計	337	394	390
(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発	JAEA	226	234	224
	原環センター	129	128	121
	合計	355	361	344
(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発	産総研	282	314	439
	原環センター	84	92	88
	電中研	100	102	94
	合計	466	508	622
(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	原環センター	461	480	443
	JAEA	86	114	110
	合計	547	594	553
(7) 回収可能性技術高度化開発	原環センター	621	547	459
	JAEA		24	37
	合計	621	572	496
(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発	JAEA	199	208	190
合計		3,565	3,561	3,601

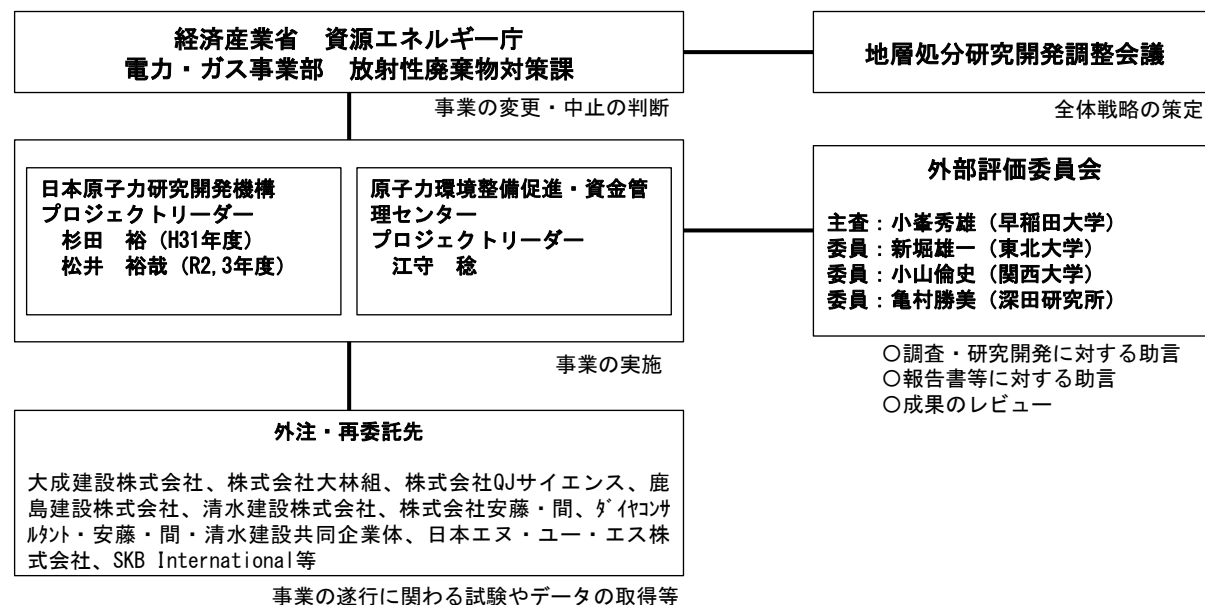
※端数処理の関係で、各研究開発項目予算の和と合計額が合致していないことに留意。詳細な予算額は資料-7を参照

- すべての研究開発項目について、実際に処分事業を行うNUMOがアドバイザーとして参加。これにより、NUMOは国の研究開発成果に関する情報を得ることができ、なおかつ各研究開発項目担当者も、NUMOのニーズを踏まえた技術開発を行うことができる。このように、地層処分事業に直接貢献する成果の創出を効率的に行える体制とした。
- 分野をまたいだコミュニケーションの充実化を図ることにより各研究機関（特にプロジェクトリーダー）が報告書作成時に俯瞰的な視点を持ちつつ取りまとめを実施できるよう、2021年度に8件の研究開発項目受託者を集めた情報交換会を開催。分野間連携の取り組みの強化の一環として、引き続きこのような意見交換会を定期的に開催していく。
- 各研究開発項目のマネジメント体制図は以降に示すとおり。

(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発

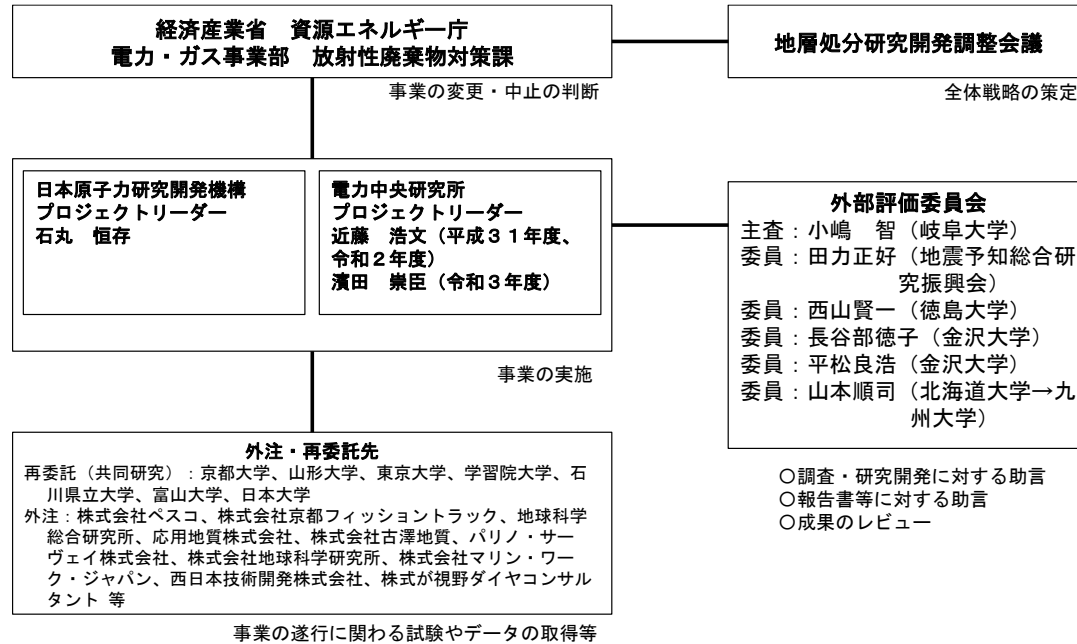


(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験

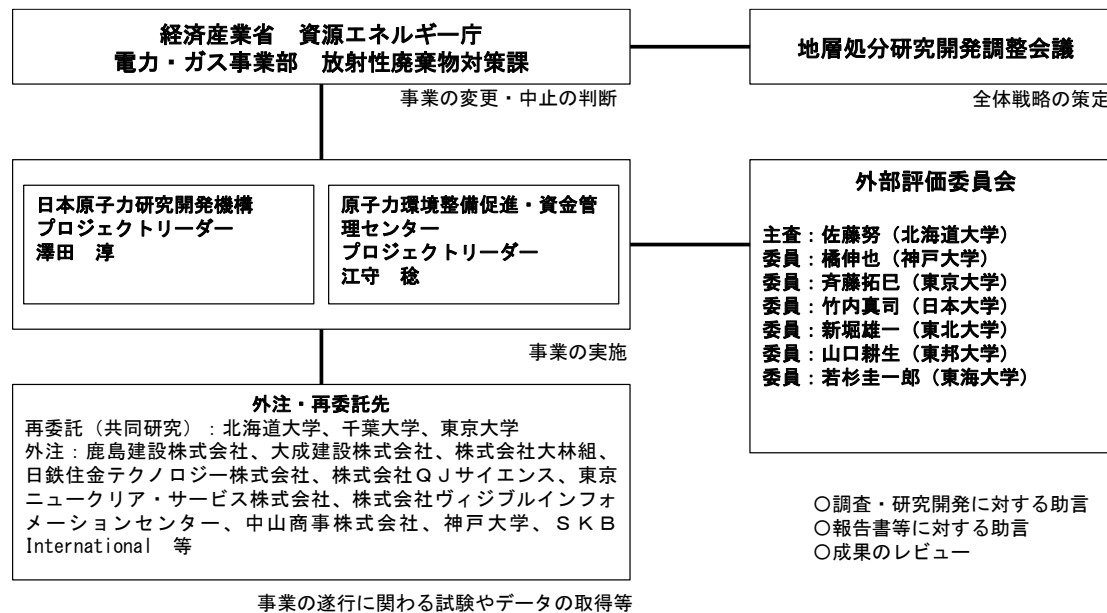


- 再委託・外注先の企業も外部評価委員会に参加しており、**再委託・外注企業が適切に地層処分事業のニーズに即した技術開発が行えるよう育成する取り組み**を実施。

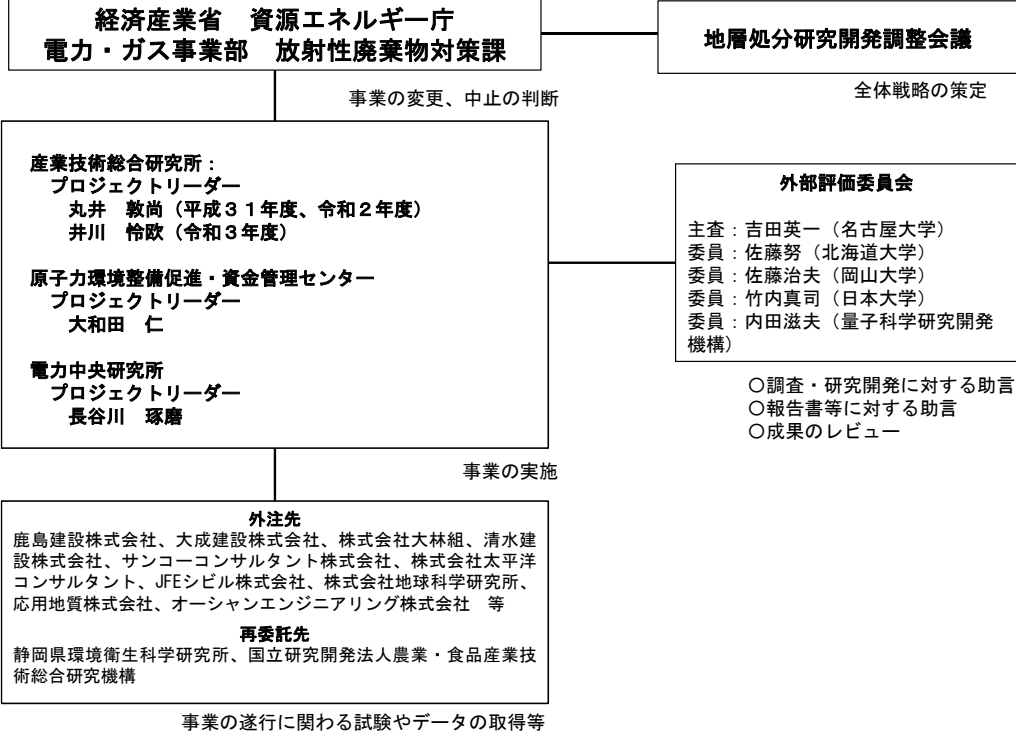
(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発



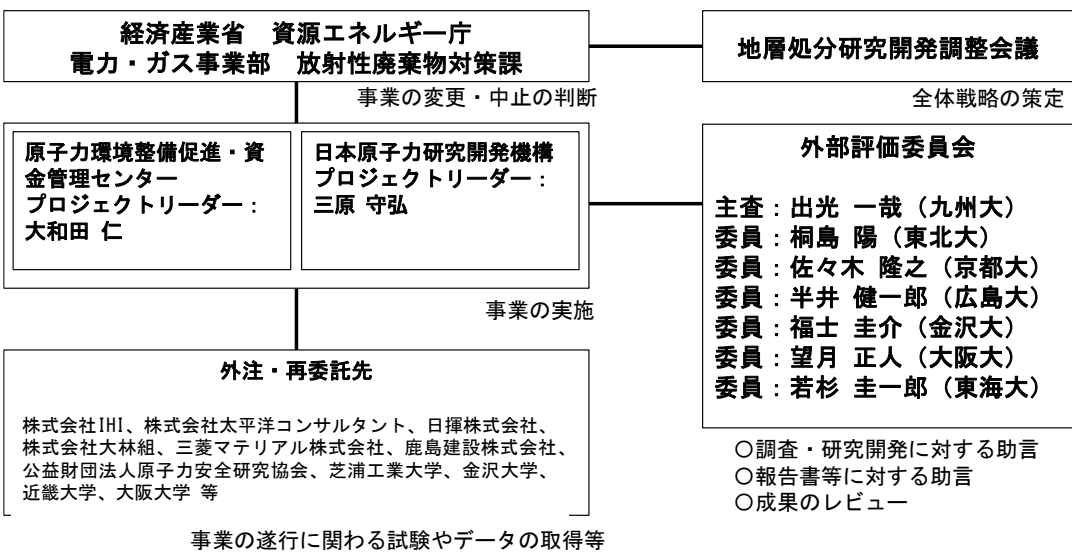
(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発



(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発



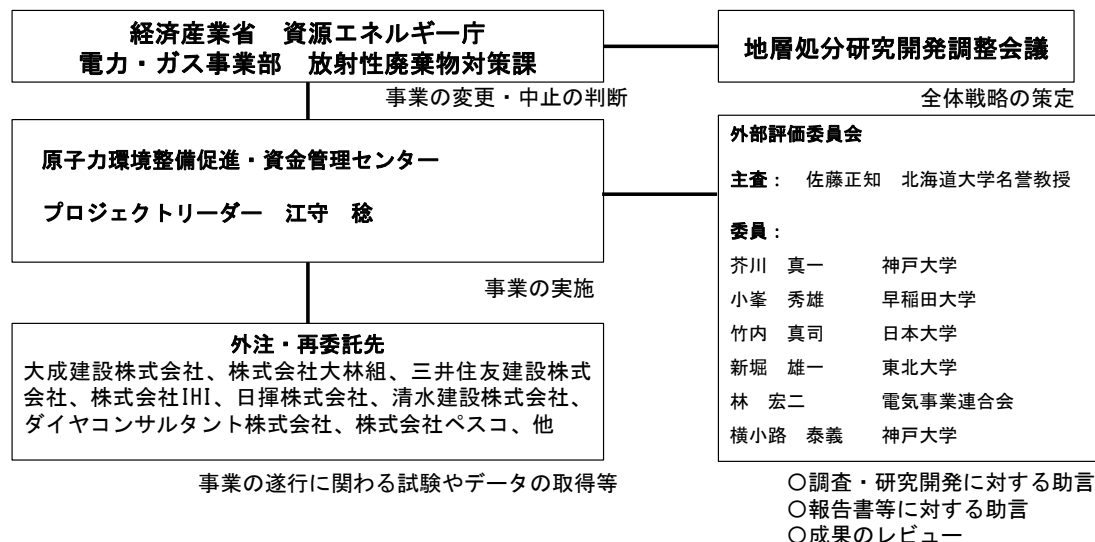
(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発



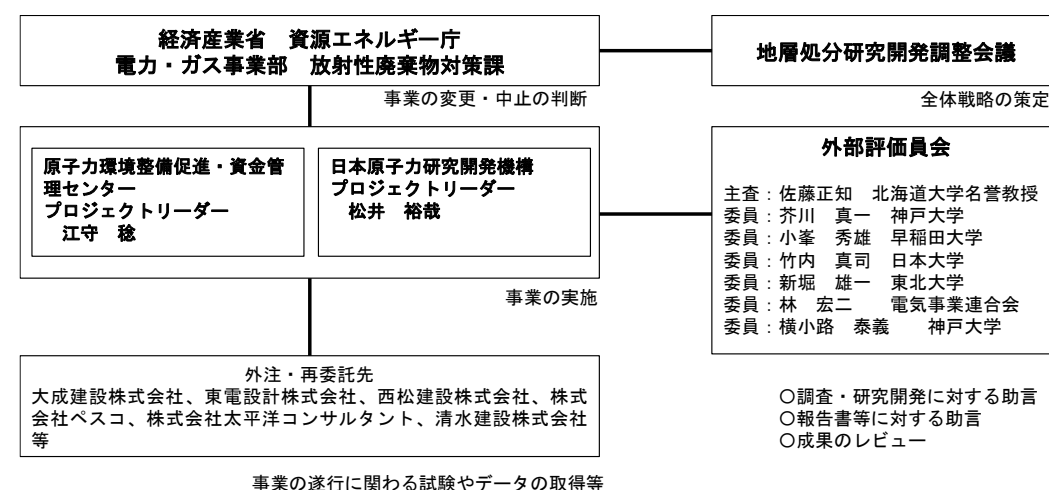
- ・オブザーバーとして、原子力規制庁、電気事業連合会、廃棄物発生者である日本原燃株式会社が参加し、TRU廃棄物処分関係の研究開発に関する情報を得るとともに、規制動向、廃棄物発生者からの意見を聞きつつ研究を実施。

(7) 回収可能性技術高度化開発

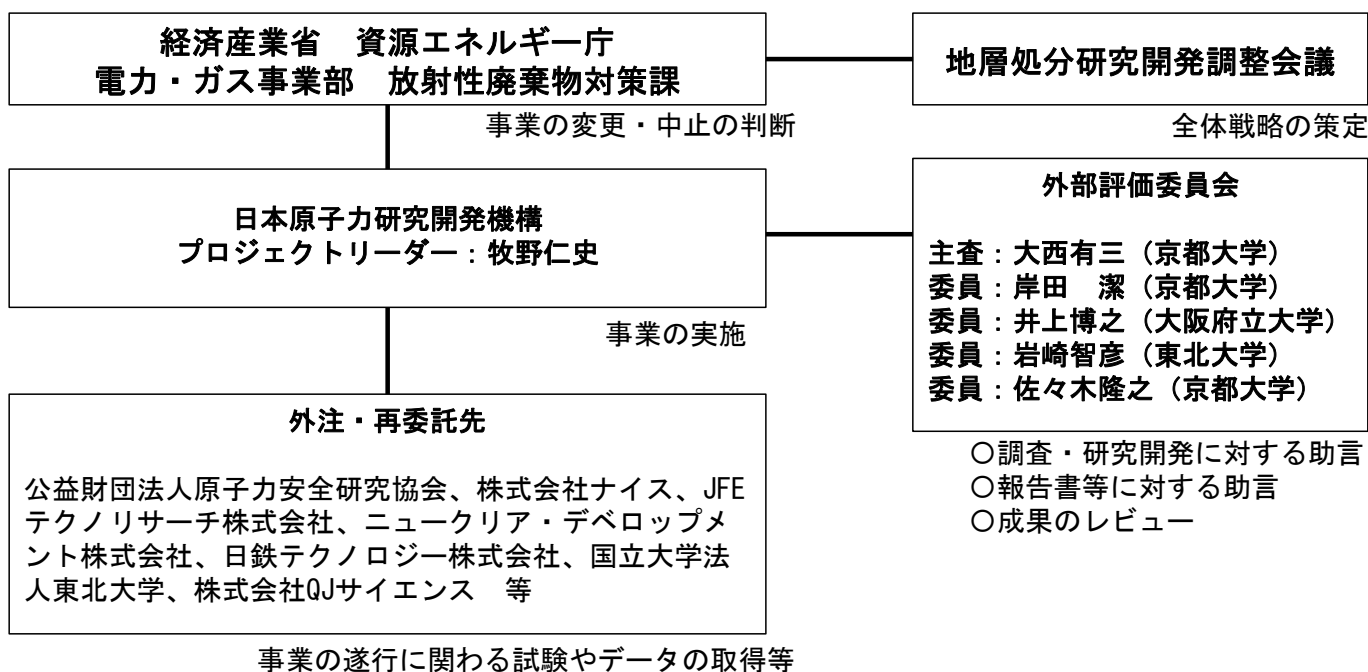
2019年度まで（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）



2020年度～



(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発



- ・（回収可能性技術高度化開発）再委託・外注先の企業も外部評価委員会に参加しており、**再委託・外注企業が適切に地層処分事業のニーズに即した技術開発が行えるよう育成する取り組み**を実施。

- 日本版バイ・ドール制度の目的（知的財産権の受託者帰属を通じて研究開発活動を活性化し、その成果を事業活動において効率的に活用すること）及び本プロジェクトの目的を達成するため、本プロジェクトにおいては、知的財産マネジメントを実施することを原則とする。
- 本方針に記載のない事項については、本プロジェクトの目的を踏まえ、プロジェクト参加者間の合意により必要に応じて定めるものとする。
- プロジェクト参加者は、本方針に従い、原則としてプロジェクト開始（委託契約書の締結）までに、プロジェクト参加者間で知的財産の取扱いについて合意するものとする。

研究開発項目	中間目標（2021年度）	最終目標 （2022,2023年度）
（1）岩盤中地下水流動 評価技術高度化開発	地層処分場選定における概要調査で重要となる地下水流動場や、地下水 流れの安定した場の調査・評価に向け、これまでに整備された手法の妥 当性の確認を通じて、評価するスケールや岩盤、流動場の特徴に応じた 方法論として体系的に整備する。	2022年度まで継続して 実施するため、目標変更 の予定はない。
（2）地層処分施設閉鎖 技術確証試験	地層処分施設の閉鎖後に坑道や周辺の損傷領域が水みちとなることを防 止するための止水壁や埋め戻しといった坑道閉鎖技術やその施工品質を 評価する手法を、地下研究施設での実証等を通じて整備する。	2022年度まで継続して 実施するため、目標変更 の予定はない。
（3）地質環境長期安定 性評価技術高度化開発	地層処分に適した地質環境の選定に係る自然現象（火山、活断層、隆 起・侵食）の影響把握及びモデル化に係る課題の解決に必要な知見の蓄 積や調査・評価技術の高度化を図る。	2022年度まで継続して 実施するため、目標変更 の予定はない。
（4）ニアフィールドシ ステム評価確証技術開発	廃棄体定置、埋め戻し後の再冠水に至るまでの過渡的な時期から閉鎖後 長期にわたる期間を対象に、ニアフィールド（人工バリアとその近傍の 岩盤）の環境変遷とそれらを考慮した核種移行をより現実的に評価する ための技術を、最先端の科学的知見や手法を駆使して開発し、ニア フィールドシステムの評価の妥当性を示す。	2022年度まで継続して 実施するため、目標変更 の予定はない。

研究開発項目	中間目標（2021年度）	最終目標 （2022,2023年度）
（5）沿岸部処分システム評価確証技術開発	沿岸海底下の地下環境の評価技術の確証を得ることを目的に、沿岸海底下特有の塩淡水境界付近の水質や地下水流動特性等を解明する。また、沿岸海底下の地下環境の調査・評価手法として、陸域から海域をつなぐ領域を連続的に調査する手法を開発する。沿岸部を対象とした工学技術として、塩淡水境界の変遷や様々な海水条件において適用可能なセメント系材料や緩衝材の材料仕様選定方法、人工バリアの海水中での挙動を検討する。	2023年度まで継続して実施するため、目標変更の予定はない。
（6）TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	TRU廃棄物処理・処分に特化した研究課題として、回収を維持する期間の核種の閉じ込めや、岩盤への収着が期待できない陰イオンの長期閉じ込めのための処分容器や廃棄体固化技術の開発、廃棄体から発生するガスや、硝酸塩の影響を考慮した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を図る。	2022年度まで継続して実施するため、目標変更の予定はない。
（7）回収可能性技術高度化開発 （2019年度は可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）	廃棄体の回収可能性について、実際の地質環境において廃棄体1体を回収できることを示したうえで、回収を現実的な時間で実施できるよう、回収技術の高度化を図る。また、回収可能性を維持した場合の影響の定量化に向け、建設・操業期間中からの地下環境や構造物に生じる事象や状態変遷を体系的に把握するための検討を実施する。	廃棄体の回収を現実的な時間で実施できるよう、回収技術の高度化を図る。また、回収可能性を維持した場合の影響の定量化に向け、建設・操業期間中からの地下環境や構造物に生じる事象や状態変遷を体系的に把握するための検討を実施する。
（8）直接処分等代替処分技術高度化開発	わが国における使用済燃料の直接処分に特有の技術課題のうち、処分容器の耐食性評価、臨界安全評価、使用済燃料からの核種溶出、緩衝材の挙動評価を実施し、設計・安全評価手法の高度化のための技術基盤を整備する。また、その他の代替処分オプションとして、超深孔処分のわが国における成立性や課題を検討する。	2022年度まで継続して実施するため、目標変更の予定はない。

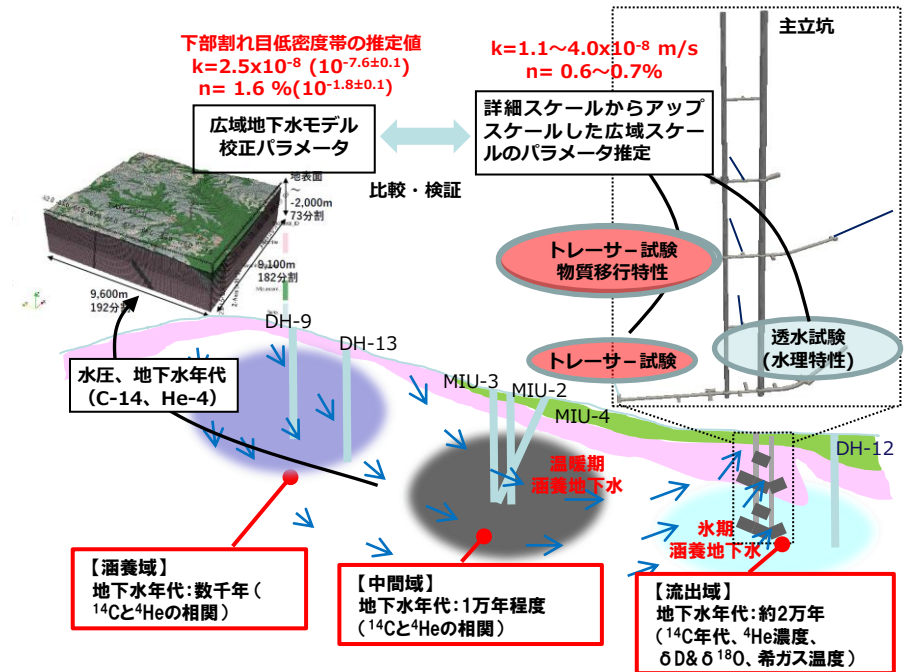
研究開発項目	中間目標（2021年度）	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
（１）岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	地層処分場選定における概要調査で重要となる地下水流動場や、地下水流れの安定した場の調査・評価に向け、これまでに整備された手法の妥当性の確認を通じて、評価するスケールや岩盤、流動場の特徴に応じた方法論として体系的に整備する。	地下研究施設での現場試験や解析を通じ、地質構造や地下水流動場を評価する方法論を提示するなど、 <u>概要調査における地下水流動評価の効率的な実施に資する成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：31件（うち査読付論文3件）	—	2022年度までに、瑞浪地域、幌延地域で実施した調査手法を体系的に取りまとめ、概要調査においてNUMOが活用できる信頼性が確保された技術として整備することで目標達成の見込み。
（２）地層処分施設閉鎖技術確証試験	地層処分施設の閉鎖後に坑道や周辺の損傷領域が水みちとなることを防止するための止水壁や埋め戻しといった坑道閉鎖技術やその施工品質を評価する手法を、地下研究施設での実証等を通じて整備する。	実際に廃棄体定置後に施設を埋め戻す際の <u>止水壁の設計、施工手順提示、埋め戻し仕様および施工方法選定等の効率的な実施</u> に役立つ成果が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：27件（うち査読付論文0件）	—	開発した要素技術を取りまとめ、俯瞰的に坑道閉鎖に係る技術として取りまとめる作業が2022年度で完了する。これにより目標達成の見込み。
（３）地質環境長期安定性評価技術高度化開発	地層処分に適した地質環境の選定に係る自然現象（火山、活断層、隆起・侵食）の影響把握及びモデル化に係る課題の解決に必要な知見の蓄積や調査・評価技術の高度化を図る。	自然現象に係る現地調査等を通じ、 <u>概要調査において安定した地質環境を効率的に把握するための調査の仕様選定に役立つ成果</u> が得られた。 活断層関係の成果は、 <u>地域防災の観点からも有意義な成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：115件（うち査読付論文9件）	—	2022年度まで各自然現象に対する事例蓄積を継続し、俯瞰的に概要調査の方法論を取りまとめる。これにより目標達成の見込み。

研究開発項目	中間目標（2021年度）	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
（４）ニアフィールドシステム評価確証技術開発	廃棄体定置、埋め戻し後の再冠水に至るまでの過渡的な時期から閉鎖後長期にわたる期間を対象に、ニアフィールド（人工バリアとその近傍の岩盤）の環境変遷とそれらを考慮した核種移行をより現実的に評価するための技術を、最先端の科学的知見や手法を駆使して開発し、ニアフィールドシステムの評価の妥当性を示す。	<u>処分場閉鎖後長期の安全評価</u> において、 <u>実際の地質環境の特徴やニアフィールドの長期環境変遷を考慮した、より現実的かつ信頼性の高い核種移行挙動を評価する際に役立つ成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：61件（うち査読付論文25件）	—	過渡期のニアフィールド状態変遷に係る室内試験や解析の継続、核種移行研究の継続、それらを統合した複合的な視点での核種移行に及ぼす影響について2022年度に検討し、取りまとめる。それによって目標達成の見込み。
（５）沿岸部処分システム評価確証技術開発	沿岸海底下特有の塩淡水境界付近の水質や地下水流動特性等を解明する。また、陸域から海域をつなぐ領域を連続的に調査する手法を開発する。さらに、塩淡水境界の変遷や様々な海水条件において適用可能なセメント系材料や緩衝材の材料仕様選定方法、人工バリアの海水中での挙動を検討する。	<u>陸域とは条件が異なる海域を含む領域で概要調査を実施する際の調査・評価の仕様選定や、沿岸海底化での処分事業実施時の処分場設計時に役立つ成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：25件（うち査読付論文4件）	—	2023年度までに沿岸部を対象とした場合の概要調査の方法論を取りまとめる作業を実施。これにより目標達成の見込み。
（６）TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	TRU廃棄物処理・処分に特化した研究課題として、回収を維持する期間の核種の閉じ込めや、岩盤への収着が期待できない陰イオンの長期閉じ込めのための処分容器や廃棄体固化技術の開発、廃棄体から発生するガスや、硝酸塩の影響を考慮した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を図る。	<u>TRU廃棄物の地層処分システムの状態設定のためのモデルの高度化</u> に資する成果が得られた。これは、 <u>実際に閉鎖後長期の安全評価に反映</u> できる。 外部発表実績（2019～2021年度）：45件（うち査読付論文9件）	—	個別成果を統合し、俯瞰的な視点でTRU廃棄物処分における工学技術、安全評価技術の進展について2022年度に取りまとめる。これにより目標達成の見込み。

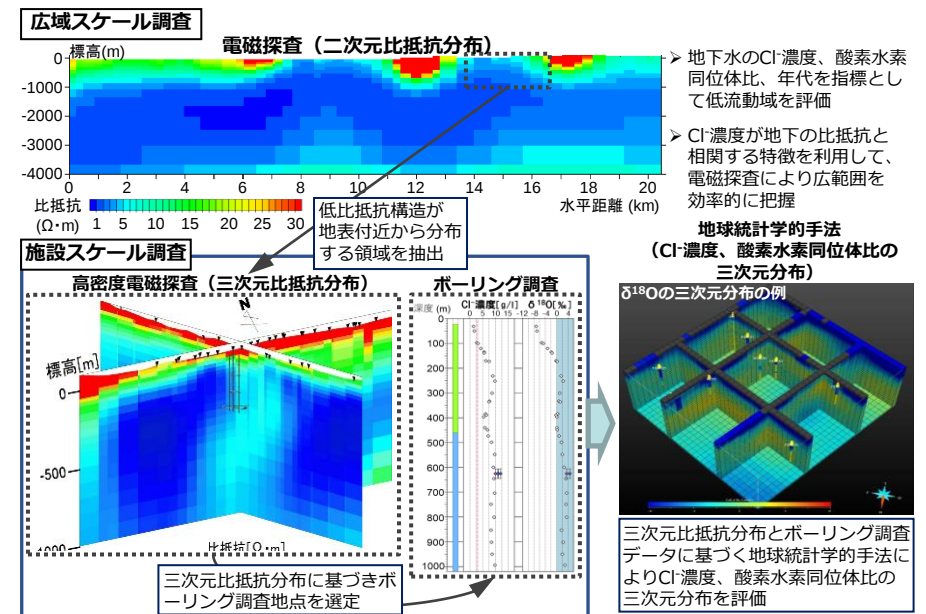
研究開発項目	中間目標（2021年度）	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/ 今後の見通し
（7）回収可能性 技術高度化開発 （2019年度は可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）	廃棄体の回収可能性について、実際の地質環境において廃棄体1体を回収できることを示したうえで、回収を現実的な時間で実施できるよう、回収技術の高度化を図る。回収可能性を維持した場合の影響の定量化に向け、建設・操業期間中からの地下環境や構造物に生じる事象や状態変遷を体系的に把握するための検討を実施する。	操業～埋め戻しに至るまでに回収を行う判断根拠となる、回収維持期間の設定や、地下研究施設での現場実証試験により、 <u>実際に廃棄体が回収できることを、信頼を持って説明できる成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：13件（うち査読付論文0件）	—	回収の迅速化に向けた実規模の試験を2022年度に実施。また、回収可能性維持を考慮したストーリーボードが2022年度に完成。これにより、回収技術、回収可能性の維持を考慮した場合の留意事項の取りまとめが完了し、目標が達成できる見込み。
（8）直接処分等代替処分技術高度化開発	処分容器の耐食性評価、臨界安全評価、使用済燃料からの核種溶出、緩衝材の挙動評価を実施し、設計・安全評価手法の高度化のための技術基盤を整備する。また、その他の代替処分オプションとして、超深孔処分のわが国における成立性や課題を検討する。	使用済燃料の直接処分や超深孔処分について、 <u>国が幅広い選択肢の確保に向けて前進していることを示す成果</u> が得られた。 外部発表実績（2019～2021年度）：15件（うち査読付論文4件）	—	2015年に実施した直接処分第1次取りまとめ以降の研究開発の進展について、個別要素技術を統合して2022年度に取りまとめる。これにより目標達成見込み。

(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発

- 瑞浪地域（移流場）を事例として、**スケールに応じた最適な水理・物質移行パラメータ設定の手法を提示**するとともに、地下水年代を考慮して広域地下水モデルで使用するパラメータ（透水係数 k や間隙率 n ）を校正する方法を例示し、**地下水年代の考慮が効果的**であることを確認した。
- 幌延地域（拡散場）を事例として、物理探査とボーリング調査を組み合わせ、**広域スケールの範囲から長期的に安定な水理場・化学環境が存在する施設スケールを絞り込み、その三次元分布を調査・評価する方法**を例示した。
- 塩素濃度とCl-37同位体比を用いて場の物質移行が拡散か移流かを判別する方法や、Kr-81による地下水年代測定の採取・分析方法を整備し、その有効性を確認した。



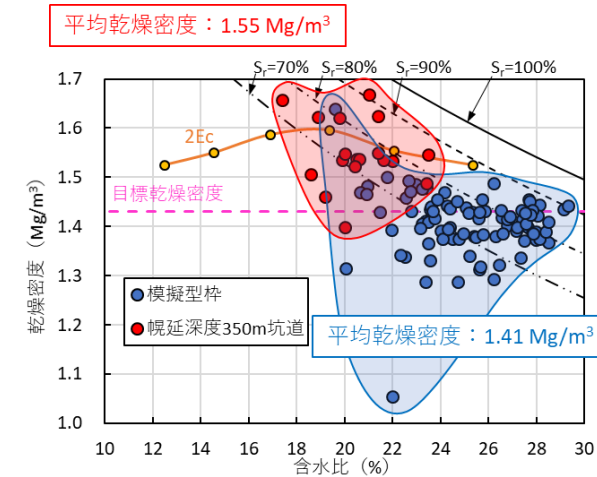
地下水年代分布と広域地下水流動モデルの校正イメージ



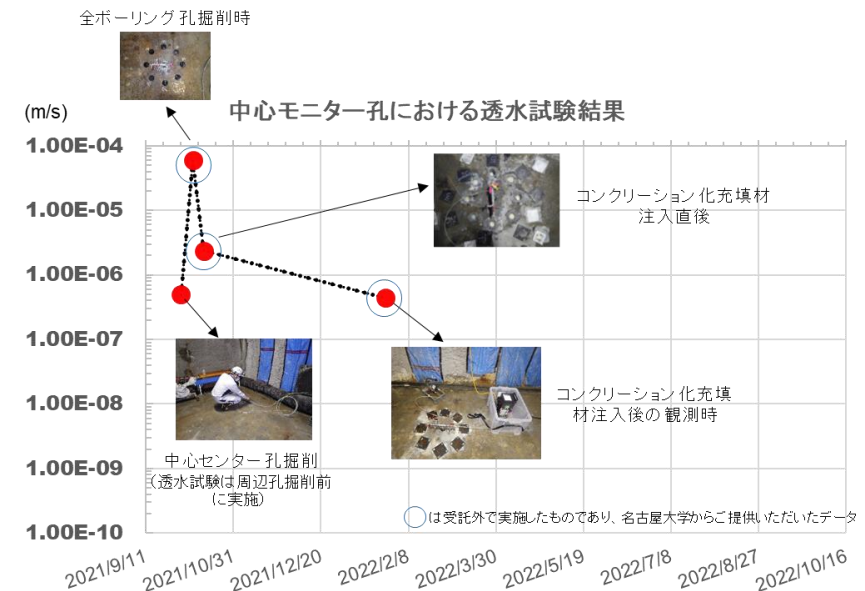
電磁探査とボーリング調査を組合わせた低流動域の三次元分布評価の例

(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験

- 幌延地下施設の坑道側壁部岩盤に設けた切欠き部を対象に、止水プラグ施工のためのベントナイト吹付け試験を実施し、**目標の乾燥密度よりも高く施工可能であることを確認**した。
- 止水プラグ構築のための岩盤掘削により生じる損傷領域（EDZ）の拡大などの影響を避ける方策として、人工的にコンクリーションを生じさせることが可能な充填材をEDZに注入した結果、注入後3か月程度で透水係数が2桁程度低下し、**代替材料・工法として有望である結果**を得た。
- 岩種や配合に応じた埋め戻し材の材料特性に係る技術情報や、**環境条件や処分場設計のバリエーションに応じて柔軟かつ適切な技術選択を可能とする複数の埋め戻し施工技術**を整備した。
- 埋め戻し材の品質保証に向けて、乾燥密度の測定や坑道界面の隙間の検知技術としての**光ファイバー等の適用性**の**見通しを得る**とともに、測定や電力供給等に必要なケーブルが水みちになる可能性を防止するための**無線技術における長期運用性や給電効率を確認**した。



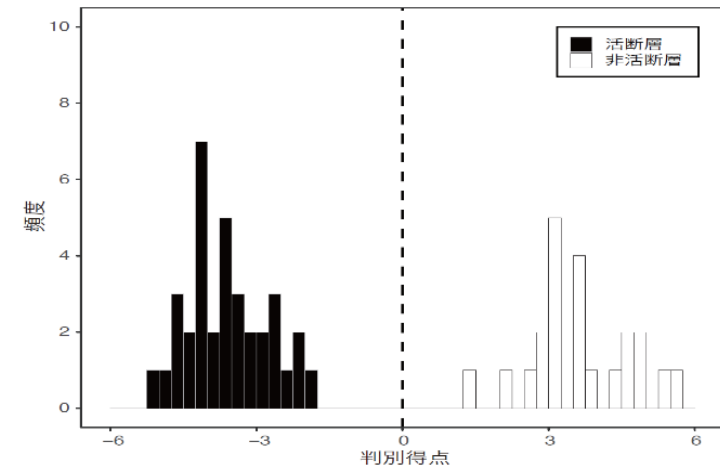
止水プラグの切欠き部に対する吹付けによる施工試験
(左) と、施工部の含水比・乾燥密度の関係



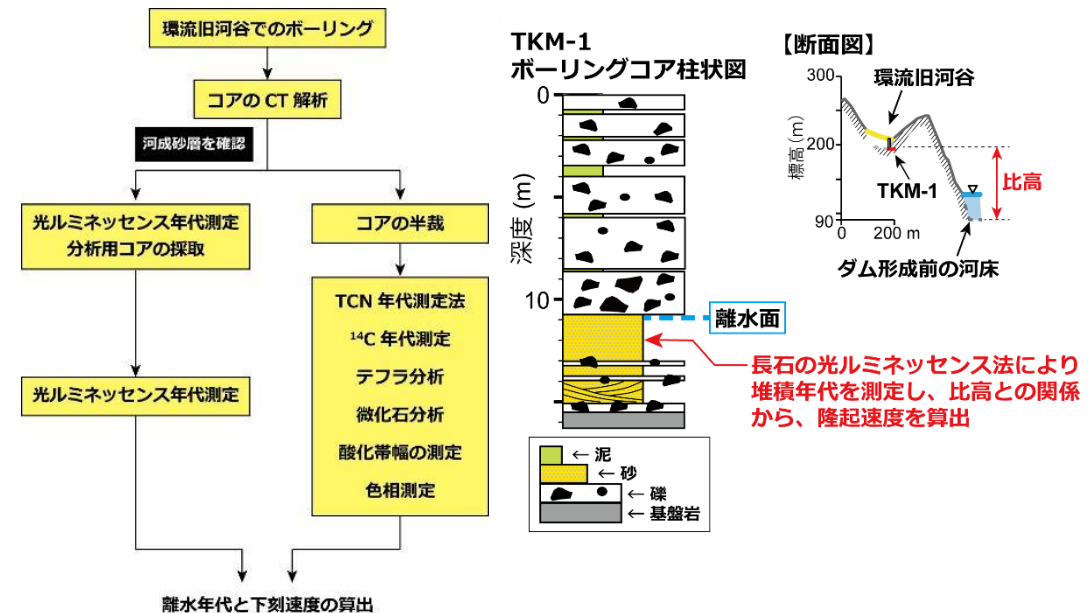
コンクリーション化充填剤注入後のEDZの透水係数の経時変化

(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発

- 深部流体を識別する指標の1つとして、ヨウ素の同位体比が挙げられる。同位体比の過去数十年間の変動が克明に保存されている浅海サンゴ試料を事例対象とした加速器質量分析計を用いた分析により、ヨウ素の同位体比を高精度で把握する手法を構築。
- 断層内物質(断層破碎に伴う水-岩石反応によって生成された粘土鉱物等)の化学組成データを用いた多変量解析に基づき活断層と非活断層とを識別するための手法を新たに提示。
- 内陸部の隆起量を高い信頼性で推定するための手法として、環流旧河谷(蛇行する河川において流路の短絡が発生することで形成される昔の河川の痕跡)に着目し、その堆積物中に含まれる長石の光ルミネッセンス年代測定(時間経過とともに鉱物に蓄積されたエネルギーが光の刺激によって放出される現象を利用した年代測定) に基づき、隆起量を計算する手法を確立。



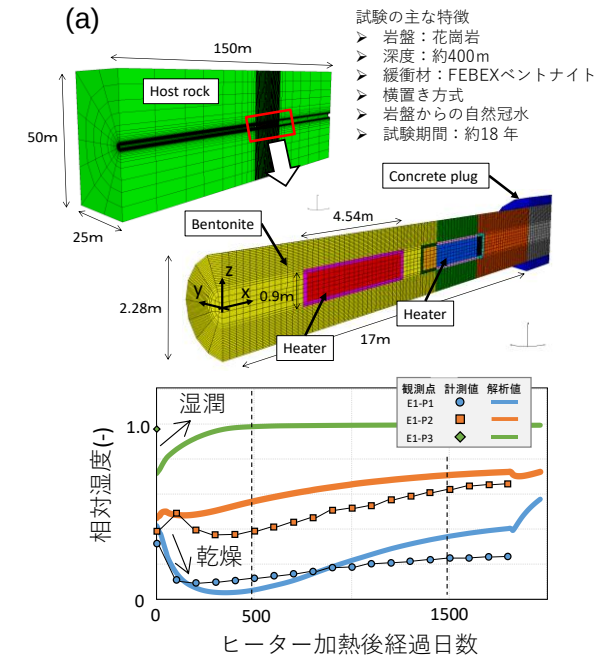
断層内物質の化学組成データを用いた多変量解析による活断層と非活断層の分類結果の例
(立石ほか, 2021)



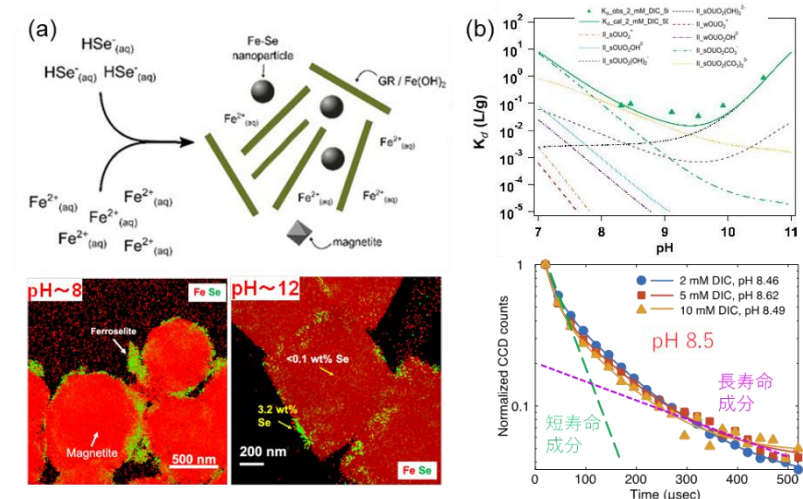
環流旧河谷の堆積物のルミネッセンス法に基づき隆起・侵食速度を推定する場合の調査フロー(左)及び適用事例(右) (小形ほか, 2021)

(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発

- 緩衝材の熱(T)-水(H)-応力(M)-化学(C)連成挙動について、スイスのグリムゼル試験場におけるFEBEX試験で得られたデータを活用し、過渡期のTHM連成挙動に関する現象解析モデルの検証を行った結果、**温度、相対湿度、全応力等の熱-水理-力学連成挙動を概ね再現できた。**
- バリア材料の共存による核種移行影響評価として、処分環境のオーバーパック領域で生成・変遷する鉄鉱物に対し、**重要核種であるSeが取込まれる現象のメカニズムを実験と分析から明らかにした。**
- 地下水中の高炭酸濃度が核種移行に及ぼす影響評価について、U(VI)の炭酸共存下でのイライトへの収着データを取得し、時間分解レーザー蛍光分析により炭酸濃度やpHの変化に伴うスペクトル形状の変化から収着形態の情報を得つつ、**多様な炭酸濃度条件での収着評価を可能とする収着モデルを構築。**
- 異なる材料の相互作用を含むニアフィールド複合環境の**長期変遷の解析手法と、その環境変遷に応じた核種移行特性の変化を考慮した核種移行評価技術**を構築。



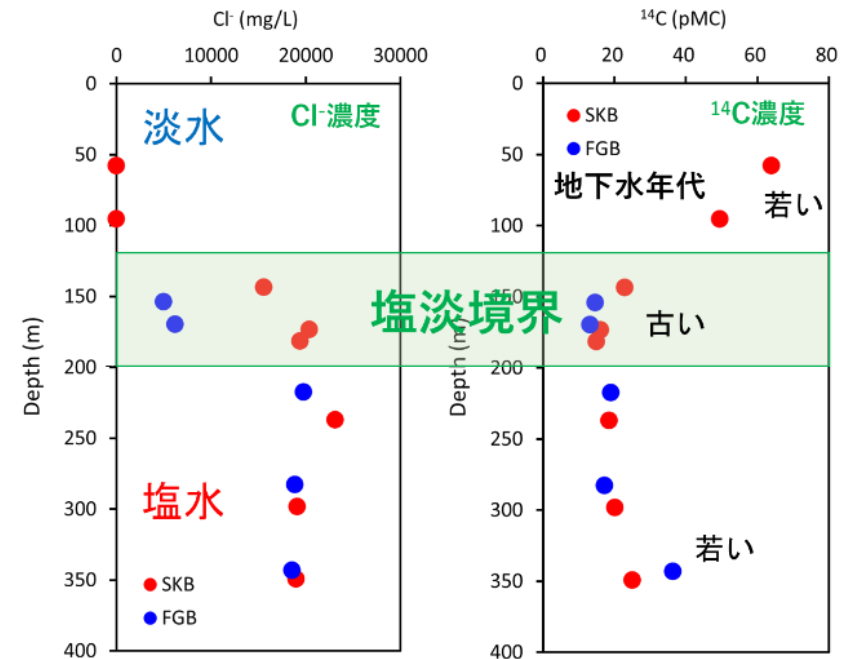
FEBEX試験の解析モデル体系と再現解析結果
(Takayama et al. 2020)



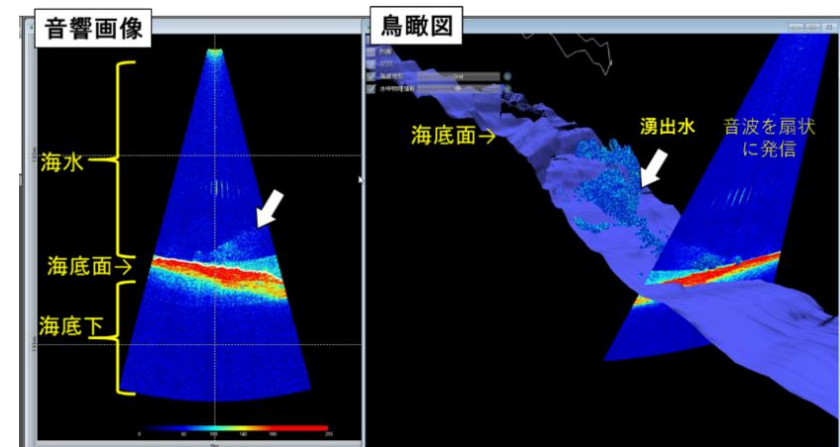
(a)鉄鉱物へのSeの取り込みに関する試験結果
(Francisco et al., 2022) ,
(b)炭酸共存下でのU(VI)のイライトへの収着試験・
分析とモデル化 (Mei et al., 2021)

(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発

- 駿河湾における深度400mまでの掘削により、**塩淡水境界の位置、地下水年代の深度方向の変化、塩淡水境界より下位の地下水の流速を測定**した。この知見により、**地質環境モデルにおける解析結果の検証と精度の高度化**が期待される。
- 海底湧出地下水調査では、採水器の改良や流出量の測定手法の高度化により、**陸域地下水の割合が90%以上の高精度の採水が可能**となった。また、高感度の音響カメラの画像解析を利用した流出量測定手法を開発したことにより、駿河湾全体における**海底湧出地下水の湧出量を定量的に把握**することができた。
- 多様な沿岸部の地下水組成を対象に、緩衝材の自己シール性にかかわる膨潤量についての知見を拡充するため、**異なる陽イオン種をもつ溶液等で最大膨潤率とイオン強度の関係を調べ、最大膨潤率はイオン種によらずイオン強度の平方根に反比例する関係で近似**でき、概略の挙動を把握できた。



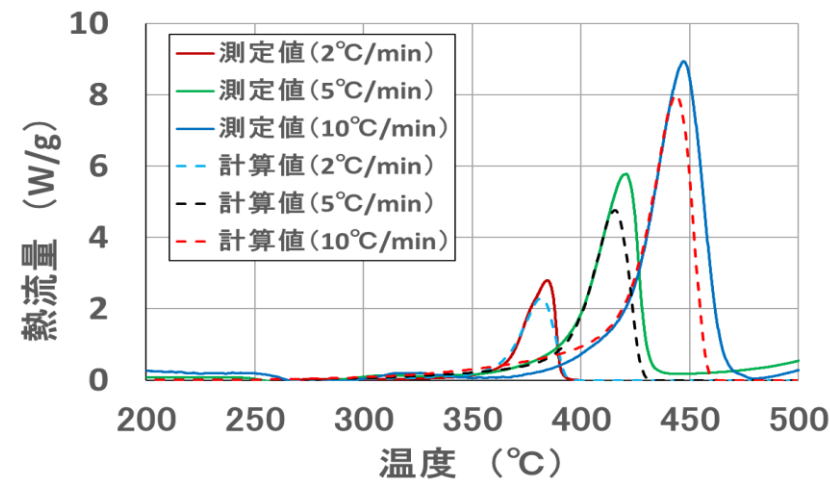
淡水、塩淡水境界、塩水領域の深度分布と地下水年代の関係



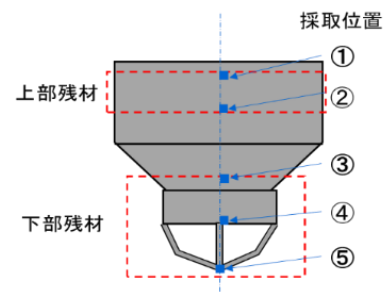
新たに開発した音響カメラ画像を使った海底湧出地下水の測定結果

(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発

- ヨウ素129への対策技術の一つであるBPIガラス固化技術に関して、ヨウ素放出予測の根拠となるガラスの溶解過程の理論計算のためのガラスの微細構造モデルを構築した。
- アスファルト固化体の発熱特性の評価では、熱流量の測定結果に基づきアスファルト固化体の発熱速度モデルを整備し、熱流量測定値を概ね再現できることを確認した。
- エンドピース（燃料集合体末端片）中の核種濃度とその分布を詳細に把握するため、加速器質量分析（AMS）によりC-14濃度を定量し従来手法との整合性を確認するとともに、従来手法では検出できなかったCl-36についても十分な感度で定量値を得た。
- セメントと緩衝材の相互作用についてアルカリ地下水の流出がみられるナチュラルアナログ研究により、アルカリ変質による二次鉱物生成反応と鉄、マグネシウムに富む環境でのスメクタイト化の反応プロセスを明らかにした。



模擬アスファルト固化体の熱流量測定値と整備した発熱速度モデルによる計算値との比較



	放射能濃度 (AMS)		放射能濃度 (従来手法)	
	Bq/g		Bq/g	
STEP-1	1.00E+02	± 2.30E+00	1.16E+02	± 8.80E+00
STEP-3	1.08E+01	± 1.94E-01	1.17E+01	± 9.19E-01
採取位置①	1.81E-02	± 1.63E-04	< 8.51E-02 (検出限界以下)	
採取位置③	3.69E-03	± 5.53E-05	< 8.64E-02 (検出限界以下)	
採取位置⑤	2.70E-03	± 5.67E-05	< 1.06E-01 (検出限界以下)	

エンドピース試料の採取位置とAMS及び従来の放射線測定によるCl-36の定量結果

(7) 回収可能性技術高度化開発（可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発の成果も含む）

- 処分坑道横置き・PEM方式に対して、隙間充填材の除去技術には機械的除去技術と流体的除去技術を適用し、**PEMの坑道外への搬出（回収）技術にはエアベアリング方式の定置装置を逆動線で動作させることで、既に定置されたPEMを搬出できることを確認した。**
- 流体的除去技術については、噴射する塩水の高圧化、機械的除去技術については既存の軟岩用切削ツールの粘土材料への適用に向けて、装置設計や除去手順などを要素試験等で取得した。これにより、**廃棄体 1 体あたりの除去作業時間を、第一段階の技術開発成果である 70 時間から数時間程度に短縮できる見通し**を得た。
- 回収可能性の維持期間中の開放坑道の安全性への影響評価手法の構築に資するため、低アルカリ性吹付けコンクリートを再現した供試体を作成し、**養生条件（乾燥、地下水養生）の違いによる変質（中性化）の程度の違い等を把握した。**



機械的除去技術

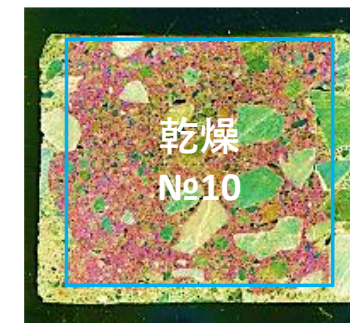


流体的除去技術

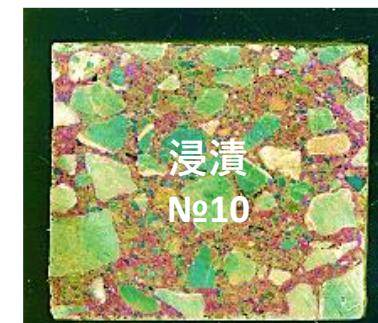


搬送・回収技術

幌延における横置き・PEM方式の回収実証試験



乾燥
No10



浸漬
No10

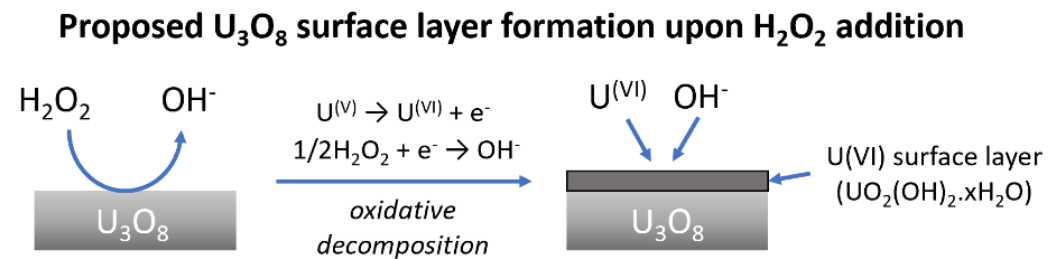
吹付けコンクリートの中性化の進行度の例

（左：乾燥養生、右：地下水養生）

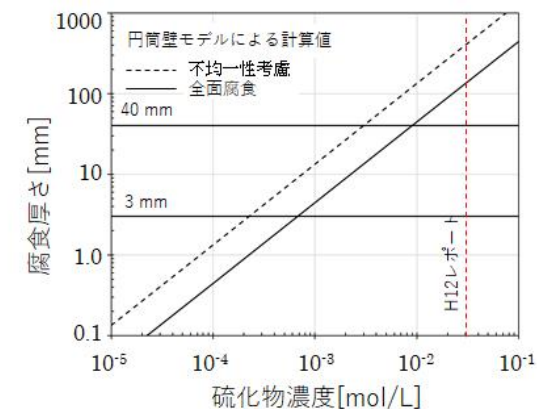
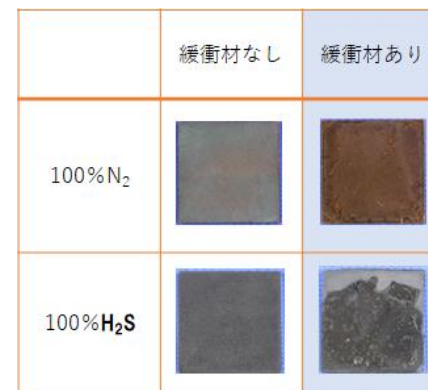
乾燥養生の方が中性化の進行度が高く、劣化が進んだ。

(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発

- 使用済燃料の長期溶解速度評価のために、ウラン酸化物 (U_3O_8 等) の浸漬試験試料表面のラマン分光分析等により溶解挙動を詳細に検討した結果、過酸化水素の反応メカニズムが炭酸塩濃度に強く依存し、**高炭酸塩濃度では H_2O_2 による酸化とウランの溶解が進むが、炭酸塩濃度の減少に伴ってウランの溶解は進みにくくなり、低炭酸塩濃度の条件では H_2O_2 の酸素 (O_2) への分解が主要な反応経路となる**ことを明らかにした。
- 処分容器の長寿命化が期待できる銅材料について、腐食を促進しうる環境因子である硫化物が共存する条件での腐食試験やその結果に基づく簡易的なモデルによる寿命評価を実施し、仮想的な腐食条件 (3および40 mm) において**5万年以上の腐食寿命が期待できる硫化物濃度を把握することができた**。
- 超深孔処分については、**掘削の可否に岩盤の力学条件が大きく影響する可能性**が示唆される等の成果を得た。



U_3O_8 への固相析出による H_2O_2 反応経路の変化の概念 (McGrady et al., 2021)



腐食評価の成果の例

(左：浸漬試験後の試験片外観 (試験期間100日)、
右：長期腐食量の評価結果の例)

年度	査読付論文数	国際学会発表	国内学会発表	特許出願	その他
2019年度	9	19	60	0	21
2020年度	20	11	48	1	19
2021年度	25	15	69	0	15
計	54	45	177	1	55

＊その他には、各研究開発機関が発行している研究開発報告書類、広報誌への掲載や、基調講演、報告会での発表、プレスリリース、受賞の件数を含む。

国際標準への寄与

—

プロトタイプの実成

- ・ 高分解能を有する孔内物理検層装置の試作品の実成
- ・ 異なる材料の相互作用を含むニアフィールド複合環境の長期変遷に応じた核種移行解析ツールのプロトタイプの実成

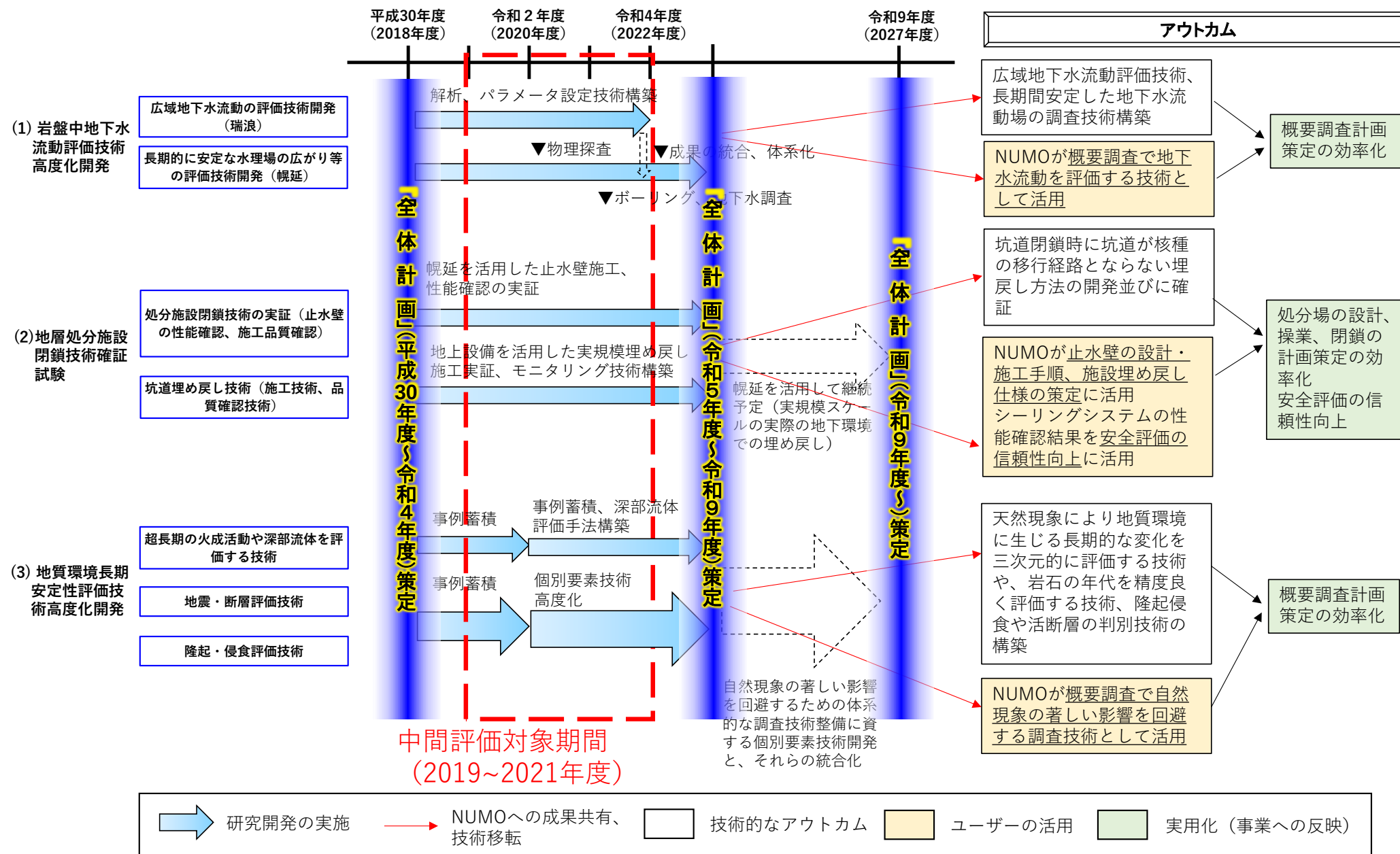
事業目的を踏まえたアウトカムの内容

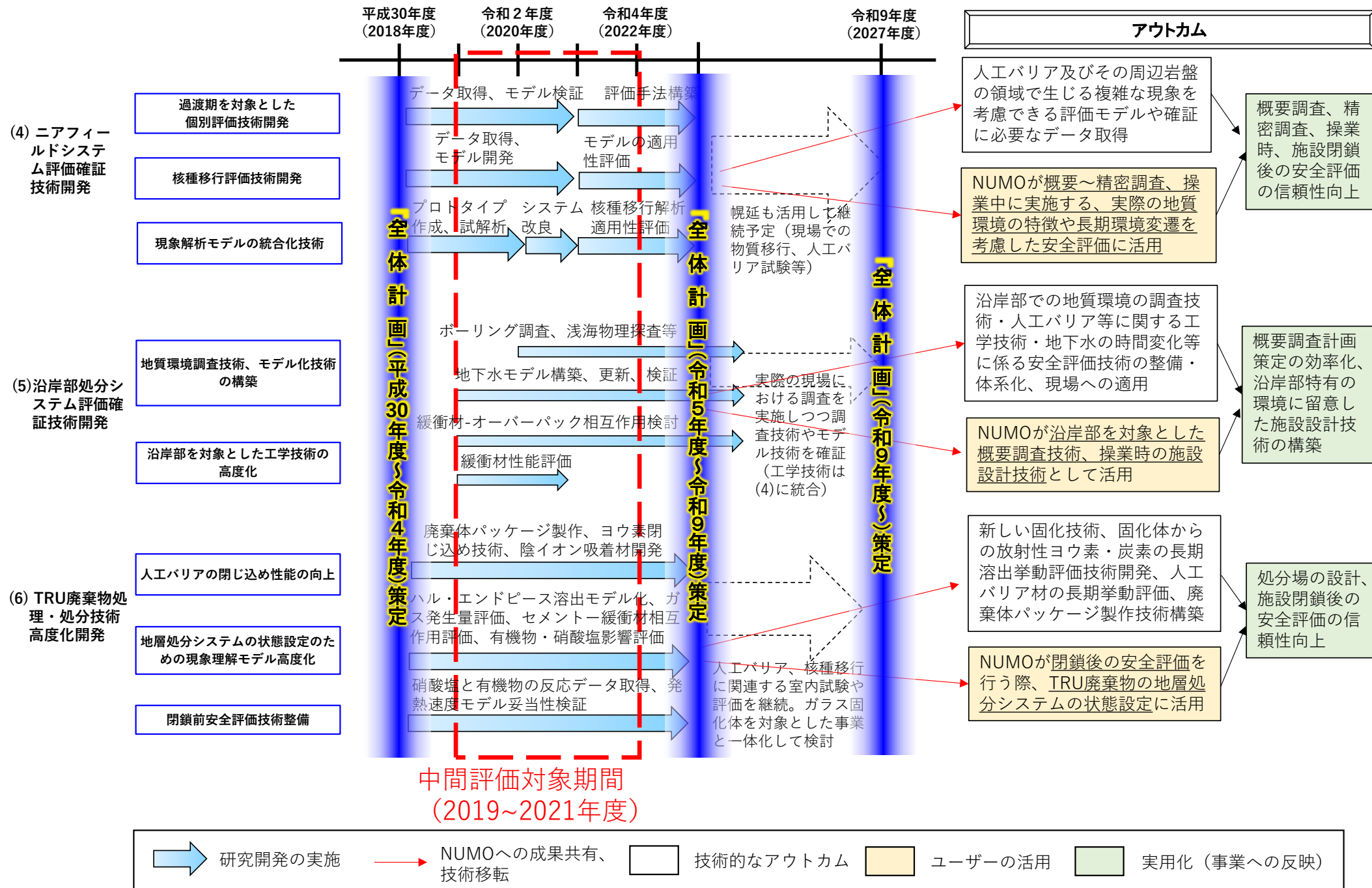
各研究項目で設定したアウトカム目標を達成することにより、地層処分事業に資するための信頼性のある技術が開発され、これを適宜理解促進活動等で発信していくことにより、地層処分に対する納得感・安心感の醸成につなげる。

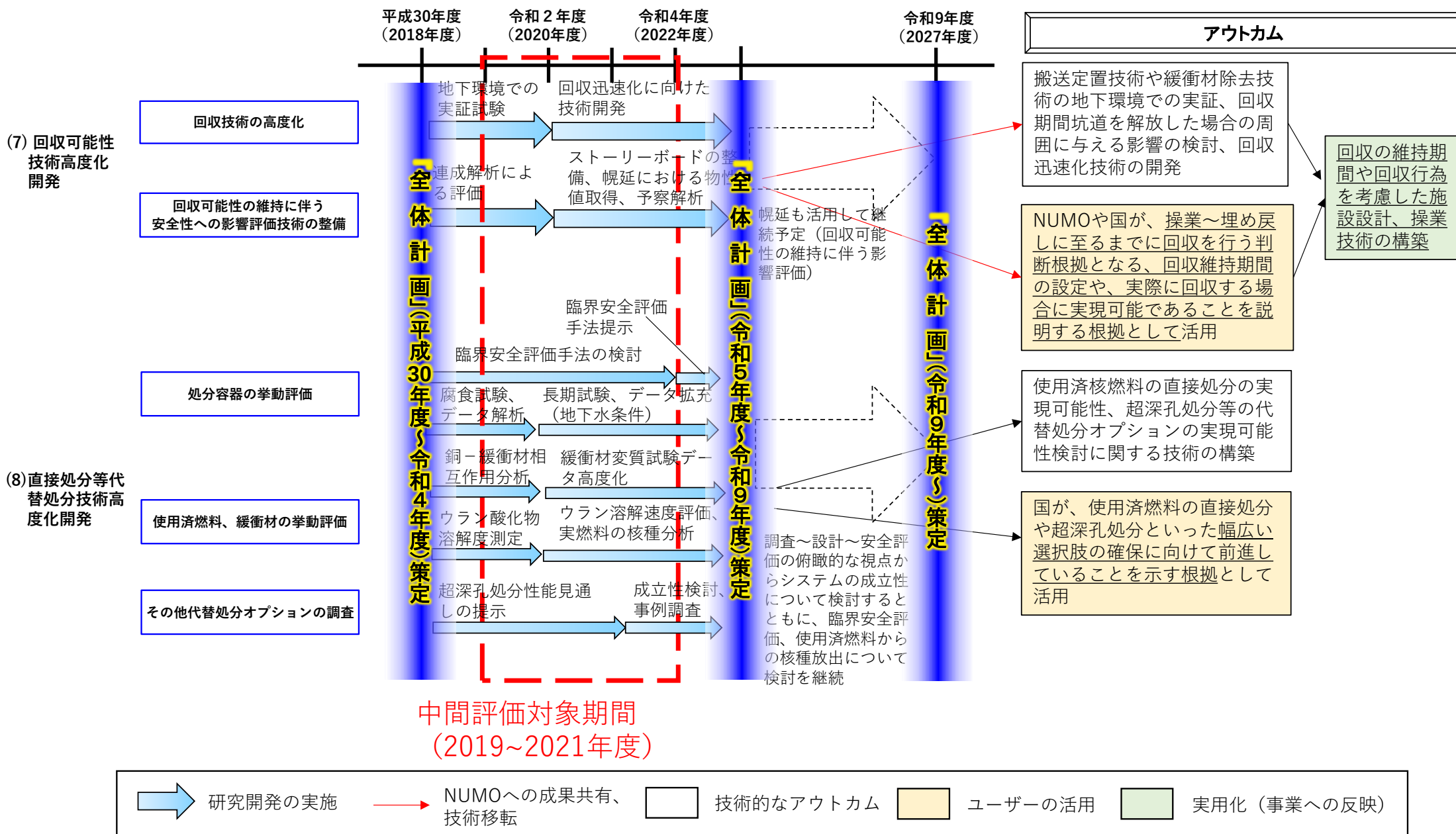
アウトカム指標・目標		目標達成の見込み
2019～ 2021 年度	(1) 岩盤中地下水流動評価技術高度化開発 地質環境中の地下水流動について、複数の指標（原位置のモデル・解析や地下水年代など）で整合的に評価可能な手法を構築するために必要な項目として、2018～2022年度で25項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 20項目（全25項目中）
	(2) 地層処分施設閉鎖技術確証試験 深地層の研究施設を活用し、坑道閉鎖時に坑道が核種の移行経路とならない埋戻し方法の開発並びに確証を得るために必要な項目として、2018～2022年度で30項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 24項目（全30項目中）
	(3) 地質環境長期安定性評価技術高度化開発 天然現象により地質環境に生じる長期的な変化を三次元的に評価する技術や、岩石の年代を精度良く評価する技術、隆起侵食や活断層の判別技術等を開発するために必要な項目として、2018～2022年度で50項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 40項目（全50項目中）
	(4) ニアフィールドシステム評価確証技術開発 地下研究施設等を利用した試験を通じて人工バリア及びその周辺岩盤の領域（ニアフィールド）で生じる複雑な現象を考慮できる評価モデルや確証に必要なデータの取得等を行うために必要な項目として、2018～2022年度で40項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 32項目（全40項目中）

アウトカム指標・目標		目標達成の見込み
2019～ 2021 年度	(5) 沿岸部処分システム評価確証技術開発 沿岸部での地質環境の調査技術・人工バリア等に関する工学技術・地下水の時間変化等に係る安全評価技術の整備・体系化を行うために必要な検討項目数。ならびに、構築してきた要素技術の実フィールドへの適用に向けて必要な項目として、2019～2023年度で77項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 43項目（全77項目中）
	(6) TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発 TRU廃棄物処分における新しい固化技術や固化体からの放射性ヨウ素や炭素の長期溶出挙動評価のための技術の開発、人工バリア材の長期挙動等に関する研究開発や、廃棄体パッケージの試作等を行うために必要な項目として、2018～2022年度で45項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 36項目（全45項目中）
	(7) 回収可能性技術高度化開発（2019年度は可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発） 定置した廃棄体の回収技術の実現性や信頼性を示す上で必要な検討項目として、2015～2019年度までに41項目の技術開発を実施し、目標を達成済みである。 搬送定置技術や緩衝材除去技術を地下環境で実証するとともに、回収期間坑道を解放した場合の周囲に与える影響の検討、回収を迅速に行うための技術の開発を確認するために必要な項目として、2020～2022年度まで30項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 17項目（全30項目中）
	(8) 直接処分等代替処分技術高度化開発 使用済核燃料の直接処分の実現可能性に関する技術開発を行うとともに、超深孔処分等の代替処分オプションの実現可能性についての検討を行うために必要な項目として、2018～2022年度まで29項目の技術開発を実施する。	2021年度時点での実績： 23項目（全29項目中）
（目標の設定（変更）理由・根拠等） 処分事業に資する技術開発の過程では、種々の検討項目を段階的に達成する必要がある。着実に各検討項目を実施することで信頼性のある技術が構築される。そこで、各種技術開発を実施する上で必要な検討項目数を研究開発項目ごとに次節にてアウトカム目標として設定することとした。		

- ・ 現行の研究開発を令和4年度まで（沿岸部処分システム評価確証技術開発は令和5年度まで）継続。
- ・ ユーザーであるNUMOが地層処分事業で活用できる成果として技術移転。
- ・ 令和5年度以降も一部事業の統廃合、合理化によりさらなる信頼性の向上に向けて取り組む。





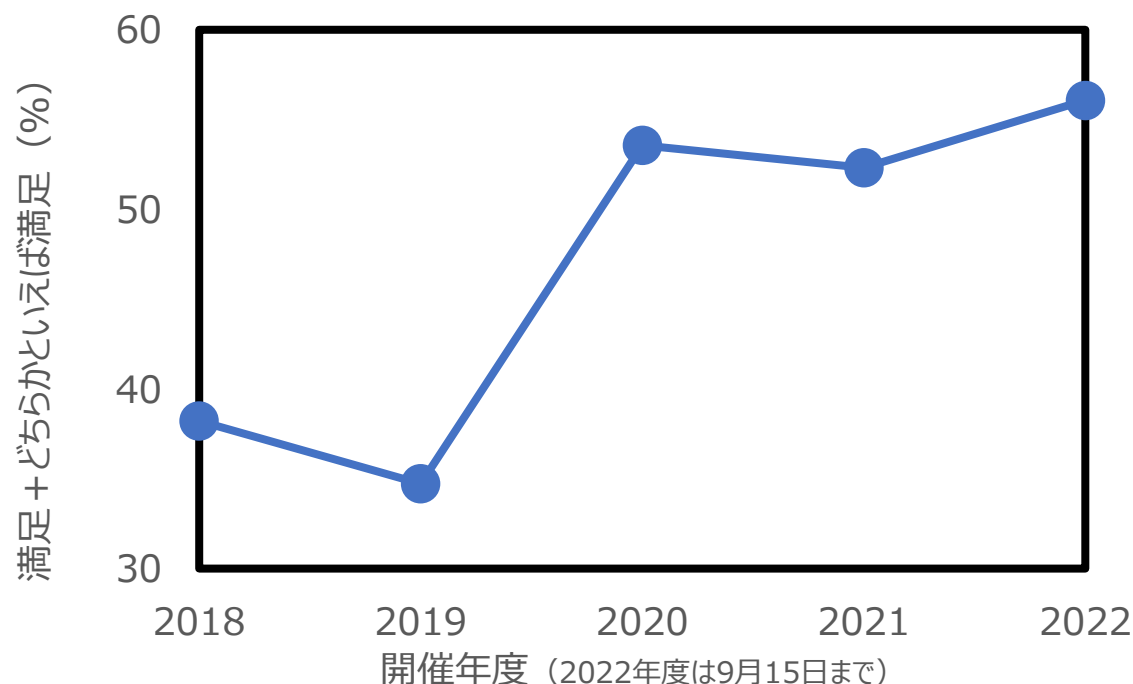


・直接処分事業については、国が幅広い選択肢の確保に向けて引き続き研究開発を進める必要があるため、令和5年度以降も含めて取りまとめを進める。

- **2019年度は35.7億円、2020年度は35.6億円、2021年度は36.0億円**の国費を投入。
- アウトプットに関しては、査読付論文が2019年度に9本、2020年度に20本、2021年度に25本掲載。**総じて国費投入に見合ったアウトプットがなされている。**
- 地層処分施設閉鎖技術確証試験、回収可能性技術高度化開発については、査読付論文数が0件であった。2022年度以降はこれらの研究課題成果を取りまとめて査読付論文に掲載し、信頼性の高い技術として構築できるよう受託者に働きかけていく。
- その他については、査読付論文受理実績があるため、費用対効果が高いといえるが、さらに多くの成果を論文化できるよう働きかけていく。

研究開発項目	支出予算額（2019～ 2021年度合計） （億円）	外部発表数	査読付論文数
岩盤中地下水流動評価技術高度化開発	13.8	31	3
地層処分施設閉鎖技術確証試験	15.9	27	0
地質環境長期安定性評価技術高度化開発	11.2	115	9
ニアフィールドシステム評価確証技術開発	10.6	61	25
沿岸部処分システム評価確証技術開発	16.0	25	4
TRU廃棄物処理・処分技術高度化開発	16.9	45	9
回収可能性技術高度化開発 （2019年度は可逆性・回収可能性調査・技術高度化開発）	16.9	13	0
直接処分等代替処分技術高度化開発	6.0	15	4

- アウトカム達成の観点では、適宜ユーザーであるNUMOが事業に使えるように取りまとめを進めており、アウトカム達成を目指して特段遅延なく研究開発が進んでおり、**国費投入に対して妥当なアウトカムが得られている**といえる。
- 一般向けの理解促進として、国およびNUMOが全国各地で実施している対話型説明会の年度ごとの満足度推移が、2019年度までは36.5%程度であったのに対し、2020年度以降は52~55%で推移しており、説明会に対する満足度が高まっている。
- **技術的な面も含めて国民への理解が少しずつではあるが着実に進んでいる**状況にあり、**一般向けの理解促進の観点からも国費投入による技術開発の効果が現れている**と考えられる。



対話型説明会のアンケートで「満足」「どちらかといえば満足」と回答した割合の推移

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
計画を着実に進めることは大切な事であるが、他分野の科学技術の進捗も勘案して取り入れていくことも重要と考える。合わせて、同時並行で進められている他の個別要素技術の開発で得られている成果も、他の個別要素技術開発にとっても相互に有用なものであり、それらのタイムリーな情報共有ができるような場を検討することも必要と考える。	地層処分のみならず、関連する他分野（土木工学、資源工学、地質学、放射線学、地球化学など）で開発が進められている技術の適用可能性についても検討し、プロジェクトの取りまとめに柔軟に取り入れていく。また、個別要素技術開発で実施している内容や成果を定期的に共有できる仕組みとして、2021年度に受託している事業者を一同に介した情報交換会を実施した。今後もタイムリーな情報共有が出来る場を設置して、事業者同士の連携を図っていく。
アウトカムに掲げている「国民の地層処分に対する納得感や安心感の向上・醸成」に向けて、プロジェクトリーダーや実際に研究開発を行っている技術者自らが、その研究の意義や成果などを広く国民に分かりやすく情報提供・公開していくことが今後重要になると思われる。	アウトカムの達成に向けて、当課が別途委託事業として実施している人材育成プログラムの構築に向けた調査事業なども活用し、技術者自身による情報発信の意識を高めるよう検討を進めるとともに、若手の技術者も、本プロジェクトで得られた成果や、実施している現場での試験等に触れて、地層処分技術開発の最先端を理解する場を提供していく。一般の国民に対する広報については、当課がNUMOと共催で実施している対話型説明会での説明に本プロジェクトで得られた成果を資料に盛り込むなどして、地層処分技術の信頼性について広報を続けていく。

評価検討会（中間評価）

今後の研究開発の方向等に関する提言	対応状況
深地層の研究施設を活用した検討に重きが置かれているが、深地層の研究施設にのみこだわらず、研究分野の特性に応じて国内の様々な地質環境も想定した検討が必要である。	継続的に、研究分野の特性に応じて、深地層の研究施設以外の現場も活用した技術開発を実施していく。たとえば、地質環境長期安定性評価技術高度化開発では、日本全国を対象とした地下水や岩石試料の採取、沿岸部処分システム評価確証技術開発では、静岡県駿河湾や神奈川県金田湾沖を対象とした研究を展開しており、このように深地層の研究施設以外の現場も積極的に活用して、技術の汎用性や適用可能性を検討している。

評価WG（事前評価／中間評価）

所見	対応状況
アウトカム目標に向けて一般向けの理解を得る努力を今後も続けること。	今後も当該プロジェクトで得られた成果を活用しつつ全国での対話活動等を継続し、理解獲得に向けて尽力する。なお、対話型説明会の年度ごとの満足度推移が2019年度までは36.5%程度であったのに対し、2020年度以降は52～55%で推移しており、徐々に説明会に対する満足度が高まっている。引き続き地道な広報活動の継続、積極的な学会発表や論文投稿を進め、理解促進、技術の信頼性向上を図っていく。