



# 令和2年度以降の幌延深地層研究計画(案) について

令和元年9月10日

令和元年8月27日開催 地域の皆様方への説明会 及び  
令和元年8月29日開催 札幌説明会 における説明資料より抜粋

日本原子力研究開発機構  
核燃料・バックエンド研究開発部門  
幌延深地層研究センター

# 目次

## これまでの幌延深地層研究計画の概要

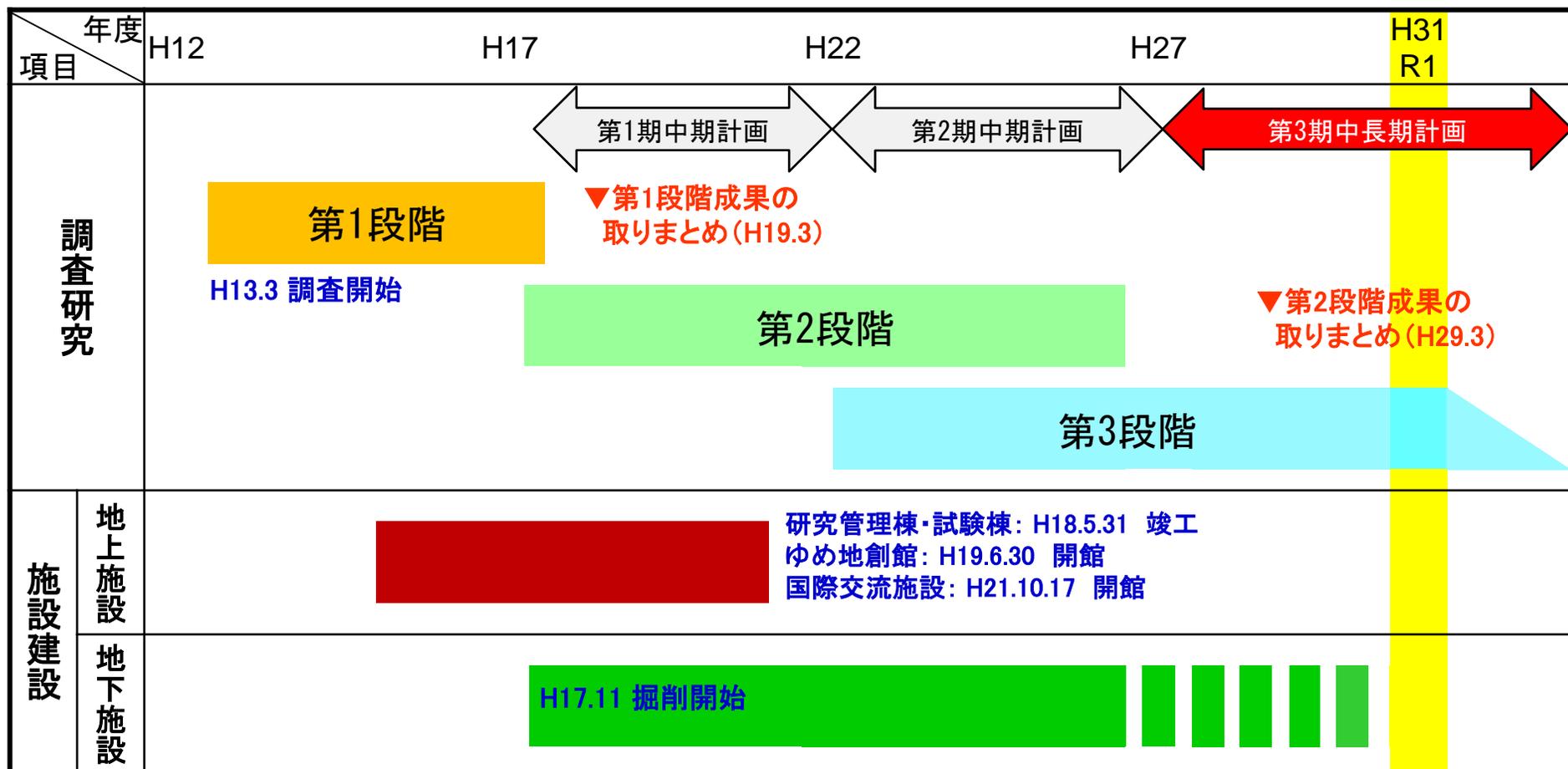
1. 全体スケジュール
2. 地下施設の状況
3. 必須の課題への取り組み

## 令和2年度以降の幌延深地層研究計画（案）

1. はじめに
2. 必須の課題と研究成果に対する評価について
3. 今後の進め方について

## **これまでの幌延深地層研究計画の概要**

# 幌延深地層研究計画の全体スケジュール



**第1段階：地上からの調査研究段階**

**第2段階：坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究段階**

**第3段階：地下施設での調査研究段階**

※平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する。

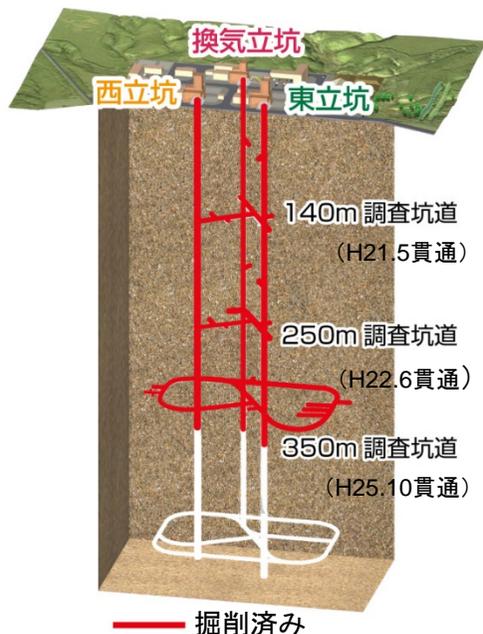
# 幌延町における深地層の研究に関する協定書（抜粋）

平成12年11月：科学技術庁原子力局長立会いの下、サイクル機構と北海道及び幌延町との間で「幌延町における深地層の研究に関する協定（三者協定）」を締結

- 第2条：丙は、研究実施区域に、研究期間中はもとより研究終了後においても、放射性廃棄物を持ち込むことや使用することはしない。
- 第3条：丙は、深地層の研究所を放射性廃棄物の最終処分を行う実施主体へ譲渡し、又は貸与しない。
- 第4条：丙は、深地層の研究終了後は、地上の研究施設を閉鎖し、地下施設を埋め戻すものとする。
- 第5条：丙は、当該研究実施区域を将来とも放射性廃棄物の最終処分場とせず、幌延町に放射性廃棄物の中間貯蔵施設を将来とも設置しない。
- 第6条：丙は、積極的に情報公開に努めるものとする。
- 第7条：丙は、計画の内容を変更する場合には、事前に甲及び乙と協議するものとする
- 第10条：丙は、深地層の研究に当たっては、雇用その他を地元優先で行うなど地域振興に積極的に協力するものとする。

※丙：日本原子力研究開発機構（締結当時は、核燃料サイクル開発機構）

# 地下施設の建設状況



## 立坑掘削状況

東立坑 : 掘削深度 380.0m

換気立坑 : 掘削深度 380.0m

西立坑 : 掘削深度 365.0m

## 調査坑道掘削状況

深度140m調査坑道 : 掘削長 186.1 m

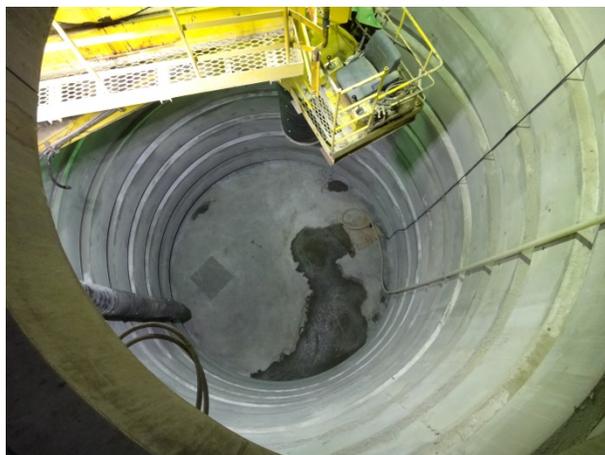
深度250m調査坑道 : 掘削長 190.6 m

深度350m調査坑道 : 掘削長 757.1 m



深度350m調査坑道  
試験坑道4  
人工バリア性能確認試験実施箇所  
(平成27年1月13日撮影)

※ このイメージ図は今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。



西立坑  
(平成26年3月26日撮影)



東立坑  
(平成26年3月26日撮影)



深度350m調査坑道  
(平成26年2月25日撮影)

# 第3期中長期計画（平成27年度～令和3年度）

Ⅱ. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

6. 核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等

(3) 高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発

《中略》

1) 深地層の研究施設計画

超深地層研究所計画（結晶質岩：岐阜県瑞浪市）と幌延深地層研究計画（堆積岩：北海道幌延町）については、機構が行う業務の効率化を図りつつ、改革の基本的方向を踏まえた調査研究を、委託などにより重点化し、着実に進める。研究開発の進捗状況等については、平成31年度末を目途に、外部専門家による評価等により確認する。なお、超深地層研究所計画では、土地賃貸借期間も念頭に調査研究に取り組む。

超深地層研究所計画については、（略）。

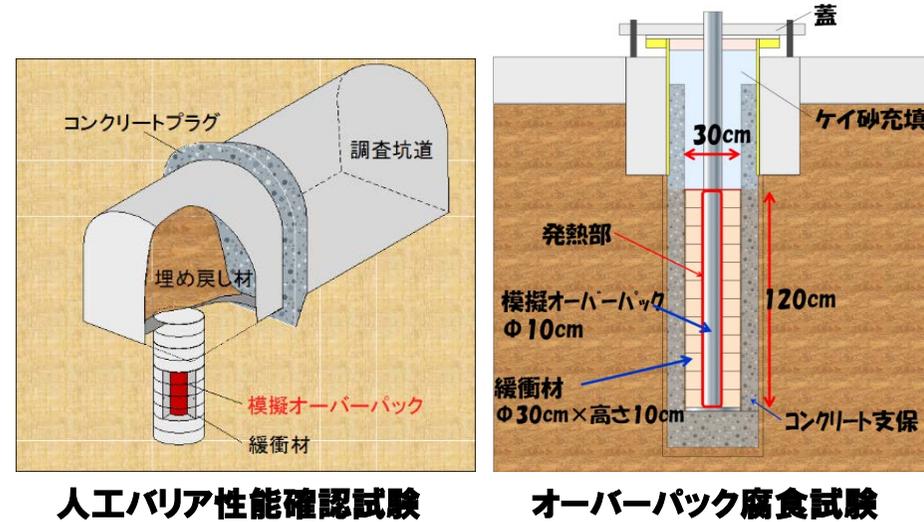
幌延深地層研究計画については、実際の地質環境における人工バリアの適用性確認、処分概念オプションの実証及び地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証に重点的に取り組む。また、平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する。

# 平成26年度に設定した必須の課題

## ①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

平成26年度から深度350m調査坑道で実施している人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、物質移行試験を通して、実際の地質環境において、人工バリアや周辺岩盤中での熱-水-応力-化学連成挙動や物質移行現象などを計測・評価する技術の適用性を確認し、「精密調査後半」に必要となる実証試験の技術基盤を確立する。

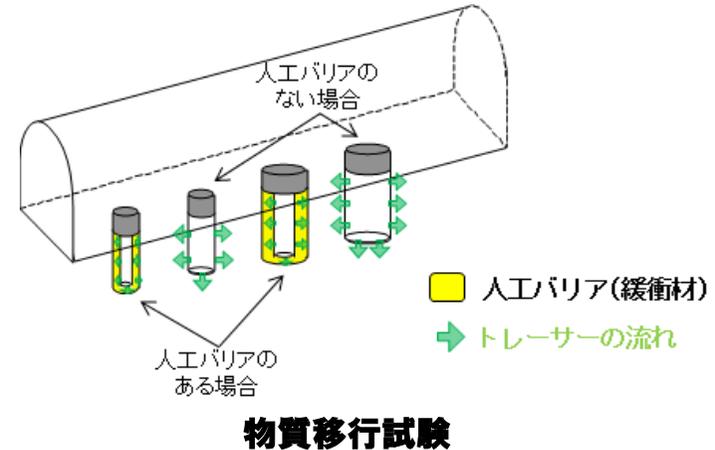
- **人工バリア性能確認試験**
- **オーバーパック腐食試験**
- **物質移行試験**



## ②処分概念オプションの実証

人工バリア設置環境の深度依存性を考慮し、種々の処分概念オプションの工学的実現性を実証し、多様な地質環境条件に対して柔軟な処分場設計を行うことを支援する技術オプションを提供する。

- **処分孔等の湧水対策・支保技術などの実証試験**
- **人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験**
- **高温(100℃以上)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験**

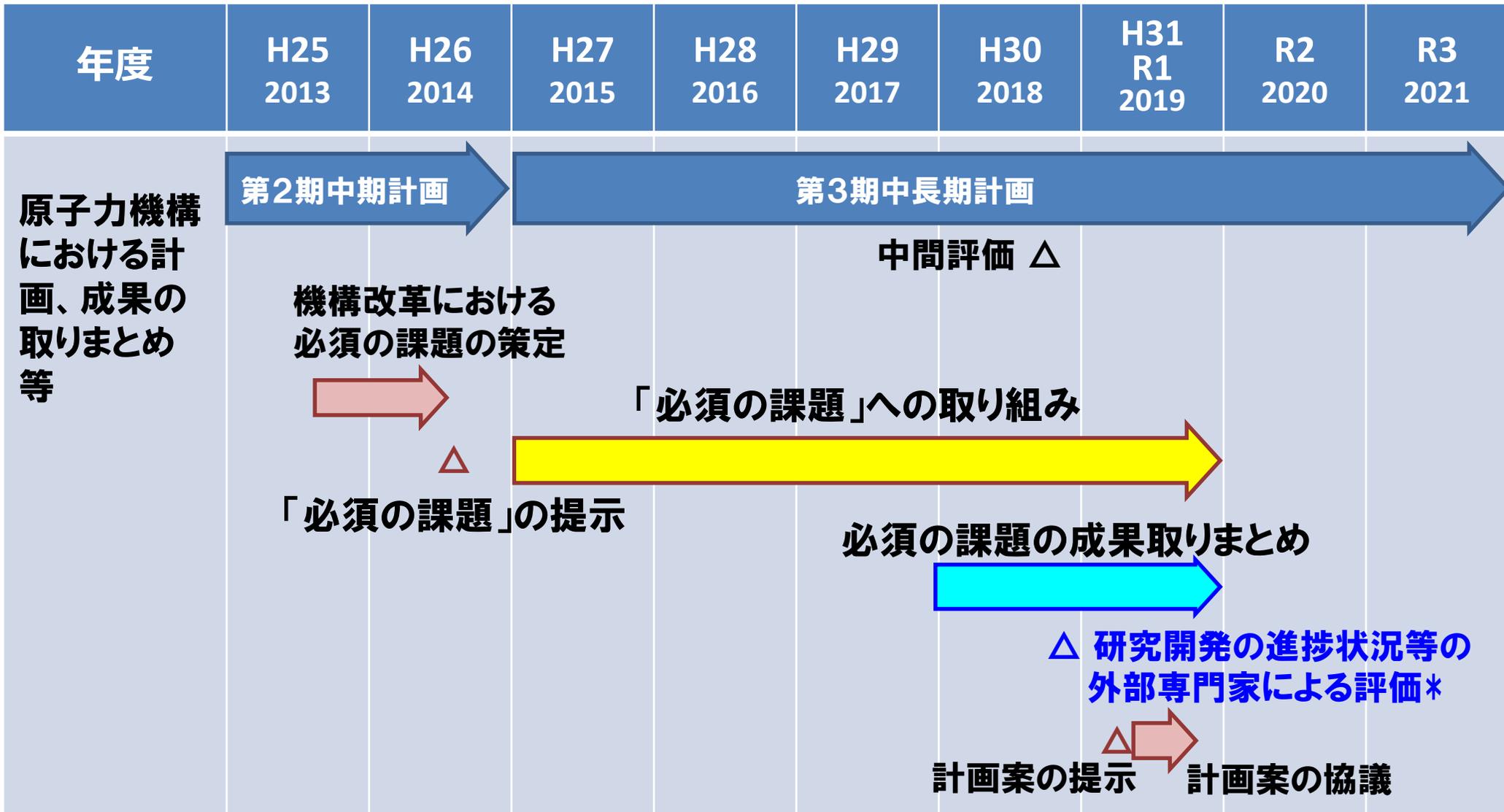


## ③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

地震・断層活動等の地殻変動に対する力学的・水理学的な緩衝能力を定量的に検証し、堆積岩地域における立地選定や処分場の設計を、より科学的・合理的に行える技術と知見を整備する。

- **水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化**
- **地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験**

# 計画、成果の取りまとめと外部専門家による評価



\*外部専門家による評価

「地層処分研究開発・評価委員会」及び「深地層の研究施設計画検討委員会」

# 「地層処分研究開発・評価委員会」の評価結果（抜粋）

## 【総括】

全体として概ね適切に研究が遂行され、当期5カ年の目標を達成できたと評価します。今後は、技術の確立が可能な水準に達するまで、人工バリア性能確認試験および処分概念オプションの実証に関する試験を継続するとともに、本地下研究施設を最先端の地層処分技術を実証するプラットフォーム（共通基盤）として国内外の関係者に広く活用されることを期待します。

## 【個別課題についての今後の期待】

### 【実際の地質環境における人工バリアの適用性確認】

今後は、人工バリア性能確認試験を継続し、人工バリア内の過渡的な現象を再現する予測モデルの妥当性を検証するとともに、得られた研究成果を余す所無く国内外の論文等に公表し、海外の先行URLと比肩しうる先進的な試験サイトとして広く世界にアピールすることを期待する。

### 【処分概念オプションの実証】

今後は、プレハブ式人工バリアモジュール（PEM：Prefabricated Engineered Barrier System Module）を用いた搬送定置・回収技術で計画されている試験の内、まだ実施されていない隙間充填材やPEMの回収試験を着実に実施することを期待する。また、光ファイバーを用いたモニタリング技術や塩水環境下のグラウト材・工法に関する継続的な検討に加え、地層処分事業等において実用性のある形での知識の蓄積、技術の継承が望まれる。

### 【地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の実証】

今後は、堆積岩他地域や結晶質岩への展開・比較、地層処分事業における処分場の設計・施工や安全評価とリンクした形での指標活用に向けた具体化を期待する。

# 今後の研究課題を設定するにあたっての背景

## 【国内】

- 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針
  - ⇒ 研究の重要性
- エネルギー基本計画
  - ⇒ 可逆性・回収可能性の担保
- 放射性廃棄物WG（国の審議会）
  - ⇒ 科学的特性マップ・・・沿岸部
- 沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会（国の研究会）
  - ⇒ 沿岸部海域における調査・評価技術の適用性確認および事例の蓄積 等
- NUMOの包括的技術報告書（レビュー版）
  - ⇒ 実施主体としてのニーズ

## 【海外】

- 処分事業が進んでいるフィンランドの取り組み
  - ⇒ 実施主体ポシバ社の、処分場建設許可段階のセーフティケースに関する規制機関(フィンランド：STUK)のレビュー報告書に示された操業許可申請に向けた課題との対比

# 地下施設を有する幌延での研究開発の必要性

## 実際の地質環境における試験の必要性

- 地下深部は、高い圧力、低酸素などの条件下で地下水や地層が存在しており、地上の環境とは大きく異なります。すなわち、様々な要素が複雑に関係して地下の環境は成り立っています。このような環境下で地下水の流れや物質の移動、それらに対する微生物やコロイドの影響度合い、更には設置した人工物の機能はコントロールされます。
- 一方、地上における試験では、ある限られたパラメータをコントロールした予察的な試験や特定のプロセス・現象の理解には有効ですが、上記のような地下の環境全体を再現した試験は困難です。さらには、同環境下で実際の処分スケール（例えば幌延の人工バリア単体での性能確認試験は、(W)5m×(H)10m×(L)5m）の試験を地上において実施するのも困難です。
- したがって、地上の試験と並んで、地層処分システムの信頼性の向上の検証には実際の地質環境下およびスケールでの試験が必要不可欠です。

## 幌延の地質環境特性

- わが国の地質環境は、海外の安定大陸と比較すると、割れ目の発達や地層の侵食、隆起・沈降など、様々な変動履歴を有しています。
- 幌延は、わが国を代表する岩種の一つである多孔質な岩石が分布していると同時に、この地質環境の特徴を有しています。
- すなわち、地殻変動に伴い発達した地質構造（断層や亀裂）や、過去の海水準変動の影響による沿岸域に特徴的な地形や高塩分濃度地下水の分布が認められます。
- わが国での地層処分システムの信頼性の向上に資するために、このような地質環境を有する場所で研究開発を進めることは重要です。

**以上のことに加え、データ、知識、技術、人材が蓄積されている幌延において研究開発を実施することにより、合理的かつ効率的に信頼性の高い技術基盤の整備が可能です。**

# これまでの必須の課題の成果と今後の研究課題

必須の課題		主な成果（～令和元年度末）	令和2年度以降の研究課題
①実際の地質環境における人工バリアの適用性確認	1.人工バリア性能確認試験	湧水がある実際の環境下で人工バリアを施工できることを確認するとともに、加熱時の緩衝材の挙動に関するデータ取得を終了。連成解析で現象を再現	減熱時の緩衝材の挙動に関するデータを取得するとともに、施工した人工バリアの解体および緩衝材の飽和度の確認を実施
	2.オーバーパック腐食試験	実際の地下環境でオーバーパック腐食試験を行い、解体調査を実施。これまでの地上での腐食試験結果の妥当性を確認	(令和元年度で研究を終了)
	3.物質移行試験	堆積岩の健岩部（緩衝材の有無を含む）および割れ目・断層を対象とした物質移行試験の手法を確立	確立した手法を用いて、掘削影響領域、有機物、微生物に着目したデータを取得
②処分概念オプションの実証	1.処分孔等の湧水対策・支保技術などの実証試験	堆積岩に対して、処分孔掘削技術、湧水抑制技術、支保技術等の有効性を確認	(令和元年度で研究を終了)
	2.人工バリアの定置・品質確認などの方法論に関する実証試験	処分坑道横置き定置方式について、エアベアリングを用いた搬送定置・回収技術等の要素技術を実証	施工方法、プラグの有無、回収方法に応じた埋戻材の特性把握 廃棄体の設置方法等の処分技術の実証実験
	3.高温(100℃超)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験	100℃超の高温環境下における人工バリアの閉じ込め機能を確認する研究に関する机上検討	緩衝材が100℃超になった状態を想定した解析手法の開発
③地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証	1.水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化	堆積岩の緩衝能力を表現できるパラメータを提案。第一段階として、小規模な断層（幅数cm）で試験を行い、地震動が断層の透水性に与える影響等を確認	より大型の断層に展開して、地震動の影響等を把握 地下水が動いていない領域を調査する技術の実証
	2.地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験	地震や断層活動に起因する岩盤の損傷により、人工バリアの自己治癒能力（ひび割れの修復）を確認する研究の机上の検討	人工バリアのひび割れに対する自己治癒能力を解析する手法の開発

# 令和2年度以降の幌延深地層研究計画（案）

# 令和2年度以降の幌延深地層研究計画（案）

## 1. はじめに

- 国の政策における位置づけ
- 機構の第3期中長期計画の記載
- 研究開発の経緯、外部評価、今後の計画立案
- 当初計画「深地層研究所（仮称）計画」との関係

## 2. 必須の課題と研究成果に対する評価について

- 設定した必須の課題
- 研究成果
- 「地層処分研究開発・評価委員会」の評価結果

## 3. 今後の進め方について

- 研究課題と研究期間
- 研究終了後の扱い
- 研究協力・人材育成・資金
- 北海道および幌延町との協定

# はじめに

## ➤ 国の政策における位置づけ

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」（平成27年5月）

「国及び関係研究機関は、最終処分の安全規制・安全評価のために必要な研究開発、深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び最終処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を積極的に進めていくものとする」

「エネルギー基本計画」（平成30年7月）

「我が国としても、科学的知見の蓄積を踏まえた継続的な検討を経て、地層処分することとされている。他方、その技術的信頼性に関する専門的な評価が国民に十分には共有されていない状況を解消していくことが重要である」

## ➤ 機構の第3期中長期計画の記載

- ・ 必須の課題に重点的に取り組む
- ・ 平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する

## ➤ 研究開発の経緯、外部評価、今後の研究課題の検討

今後の研究課題について、以降、説明

## ➤ 当初計画「深地層研究所（仮称）計画」との関係

今後の研究課題は、「深地層研究所（仮称）計画」の範囲内において実施

# 今後の研究課題

## 1. 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

### 1.1 人工バリア性能確認試験

これまでの人工バリア性能確認試験では、実際の地下環境における加熱・注水時のデータを取得しましたが、浸潤時・減熱時のデータが取得されていません。今後は、注入する地下水の圧力や量を増加させ緩衝材に地下水を浸潤させた場合のデータを取得します。その後、減熱時のデータを取得します。加えて、人工バリアの解体作業および緩衝材の飽和度の確認を実施します。

### 1.2 物質移行評価手法の高度化

これまでの研究結果から、幌延の堆積岩において、微生物や有機物が、放射性物質の岩盤への吸着を妨げ、閉じ込め効果を低下させる可能性が確認されており、今後は、確立した試験手法を用いて掘削影響領域での物質移行に関するデータ取得を実施するとともに、有機物や微生物が放射性物質を取り込んで移動する影響が限定的であることを確認するためのトレーサー試験を実施します。

# 今後の研究課題

## 2. 処分概念オプションの実証

### 2.1 操業・回収技術等の技術オプションの実証、閉鎖技術の実証

これまでの試験では、実際の環境下において、坑道の埋め戻し方法の違い（締固め、ブロック方式等）による埋め戻し材の基本特性（密度や均一性）を把握しましたが、緩衝材の施工方法や坑道閉鎖に関する様々なオプションの検討には至っていません。今後は、注入する地下水の圧力や量を増加させ、緩衝材に十分に水を浸潤させた状態を確保して施工方法（締固め、ブロック方式等）の違いによる緩衝材の品質の違いを把握するとともに、埋め戻し方法（プラグの有無等）・回収方法による埋め戻し材の品質の違いを実証試験で明らかにします。

### 2.2 高温(100℃以上)などの限界的条件下での人工バリア性能確認試験

人工バリアシステムの安全裕度の検証に向けて、緩衝材が100℃超になった状態を想定した解析手法を開発します。

### 2.3 坑道スケール～ピットスケールでの調査・設計・評価技術の体系化

人工バリアの品質を踏まえて、廃棄体の設置方法（間隔など）を実証試験で確認します。

# 今後の研究課題

## 3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

### 3.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握

これまでの検討では、まずは小規模な断層（幅数cm）に着目し、試験を行い、断層への地震動の影響などを確認しました。これまでの研究開発で手法の妥当性が確認できたため、この手法を使って、処分場の設計・施工や安全評価とリンクした形で研究を進めることが可能となりました。今後は、より大型の断層における地震動や坑道掘削に伴う、割れ目における地下水の流れの変化に関して、堆積岩の緩衝能力（自己治癒能力）の作用に関する実証試験を実施します。

### 3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

人工バリアのひび割れに対する自己治癒能力を解析する手法を開発します。

### 3.3 地下水流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化

地下水が動いていない環境を調査してモデル化する技術を実証します。

# 今後の進め方について

## ➤ 研究課題、研究期間、研究終了の扱い

これらの研究課題については、令和2年度以降、第3期及び第4期中長期目標期間を目途に研究開発に取り組みます。

※第3期中長期目標期間：平成27年度～令和3年度

第4期中長期目標期間：令和4年度～令和10年度

### ➤ 前半の取り組み：

必須の課題のうち、継続的な課題への対応に3～5年程度を想定

### ➤ 後半の取り組み：

必須の課題のうち、継続的な課題の成果をふまえて体系化して取り組む課題で5年程度を想定

**国内外の技術動向を踏まえて、地層処分の技術基盤の整備の完了が確認できれば、埋め戻しを行うことを具体的工程として示します。**

# 今後の進め方について

## ➤ 研究協力・人材育成・資金

当初の計画の研究対象の範囲内において、国内外の関係機関の資金や人材を活用することを検討します。

※当初の計画：深地層研究所（仮称）計画（平成10年10月）  
研究対象の範囲内：地層科学研究・地層処分研究開発

## ➤ 北海道および幌延町との協定

幌延深地層研究センターでは、これまでどおり、北海道および幌延町との協定を遵守するとともに、安全確保を第一に調査研究を進めていきます。

A wide-angle photograph of a lush green field. In the foreground, three deer are visible: one on the left with large antlers, one in the center, and one on the right. In the background, a line of utility poles stretches across the horizon, and a large, dark-colored windmill stands on the right side. The sky is a clear, pale blue.

ご静聴有難うございました。

## 参考資料

# 地域との交流と理解活動



「国際交流施設」(平成21年10月17日開館)  
地域への説明会, 国内外の研究機関との会議等を開催



「ゆめ地創館」(平成19年6月30日開館)  
地下深部での研究内容を紹介

\* 地下施設の工事状況等をリアルタイムでご覧いただけます。



「一般施設見学会」  
冬期を除き毎月開催



「青少年のための科学の祭典  
ほろのべ大会」  
(平成30年10月20日開催)

## ゆめ地創館の来館者数

- 平成28年度・・・ 7,635名
- 平成29年度・・・ 7,891名
- 平成30年度・・・ 7,433名
- 累計・・・ 110,038名 (H31.3月末現在)

## 主な見学者

- 一般(地域の方々など)
- 自治体関係者
- 電気事業関係者
- 国内外の研究機関及び学会関係者  
など