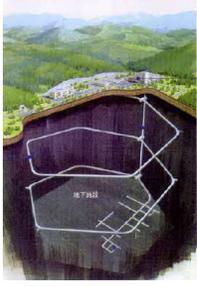
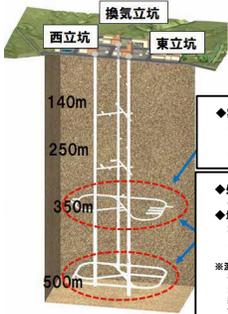


# 幌延深地層研究計画の経緯(研究対象深度)

主な研究計画	概要	研究坑道レイアウト
<p>深地層研究所(仮称)計画 (H10年10月)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 軟岩における坑道の掘削、支保等の土木工学的観点から、<u>500m以深を目途に展開する試験坑道を主とし、これと地表を結ぶ連絡(アクセス)坑道、通気立坑等の建設を進めます。</u></li> <li>● 堆積岩を対象とした500m以深の地下の研究施設は、国際的にも例を見ないため、国際共同研究の実施や海外の研究者の招へい等を積極的に推進し、国際的に中核となり得る総合的な研究センターとしての発展を目指します。</li> </ul>	
<p>日本原子力研究開発機構の改革計画に基づく「地層処分技術に関する研究開発」報告書 (H26年9月30日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水平坑道展開深度については、深度による地質環境条件の変化を考慮した技術開発、特に温度・圧力条件を考慮した処分概念オプションの実証や地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証に取り組むため、「<u>深地層研究所(仮称)計画</u>」を踏まえ研究坑道を展開することとする。</li> <li>● <u>深度500mレベルでの研究内容については、深度350mでの調査研究の成果や地層処分に関する国の方針などを踏まえて検討する。</u></li> <li>● <u>深度500mの坑道展開については必須の課題がより明確になった場合において、必要最小限のレイアウトで検討していく。</u></li> </ul>	 <p>◆実際の地質環境における人工バリアの適用性確認</p> <p>◆処分概念オプションの実証</p> <p>◆地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証</p> <p>※深度500mレベルでの研究内容については、深度350mでの試験の結果や地層処分に関する国の方針などを踏まえて検討。</p> <p>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。</p>
<p>令和2年度以降の幌延深地層研究計画 (R2年1月28日)以降</p>	<p>【令和元年度の確認会議での確認事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 第3期及び第4期中長期目標期間において、350m調査坑道で各研究に取り組む中で、<u>深度500mでも研究を行うことが必要とされた場合には、500mの掘削を判断すること。</u></li> </ul> <p>【令和2年度の確認会議での確認事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 機構は、<u>500mの研究を実施するかどうかについて検討するのは、内部で議論した結果、必須の課題の研究を進め、技術基盤を整備していくために有効な可能性がある」と判断したためであること。</u></li> <li>● 今年度、<u>500mでの研究等を実施するかどうかについて判断材料を集めるための設計を開始し、その検討を踏まえ、今年度中を目途に実施するかどうかを判断すること。</u></li> </ul>	

## 2. 研究の必要性の補足

### 【令和元年度までの知見】

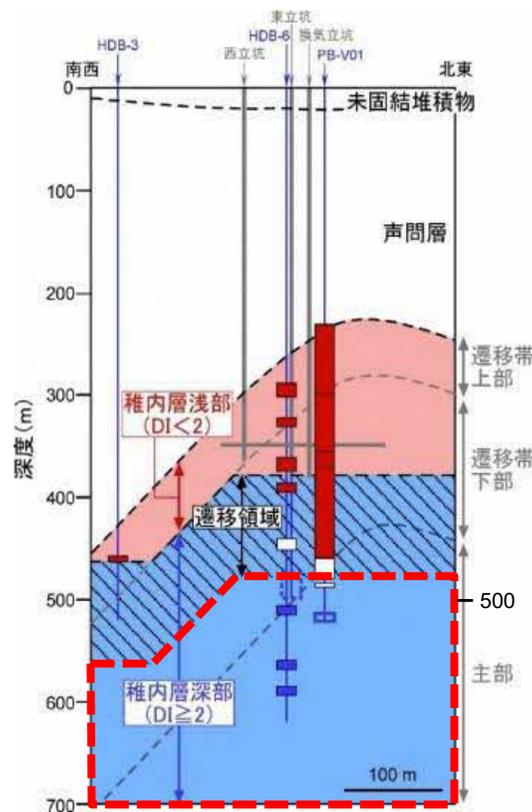
- 稚内層は、地層の中の割れ目が開きやすく、水が流れやすい浅部領域と割れ目が閉じており水が流れにくい深部領域に区分できることがわかっていました。ただし、地下施設周辺でのこれらの領域の境界深度については、まだ不確実な部分がありました。
- これまでに行った地表からの調査(電磁探査)は、深度500m程度を調査範囲としていたため、深度500mより深い部分については、空間的な広がりに不確実な部分がありました。この深い部分は、水質分析の結果も考慮すると、化石海水※が分布する領域と推測されていました。

※ 化石海水の存在は、地下水が長期にわたって流れにくいことを表す指標の一つと考えられています。

## 2. 研究の必要性の補足

### 【令和2年度の研究により新たに得られた知見(1/2)】

- 令和元年度までに得られた水の流れやすさを調べる調査(水圧擾乱試験など)のデータを解析しました。
- この結果、相対的に水が流れやすい浅部領域と流れにくい深部領域との境界には水の流れやすさが徐々に変化する領域(厚さ約100m(図中の斜線部分))が存在することがわかりました。
- このことから、地下施設の深度500m以深はこの領域を超えた、水が流れにくい領域(図中の赤点線部)であることがわかりました。



水が流れにくい領域

#### ボーリング孔調査結果からの解釈

- 相対的に水が流れやすいと判断した部分
- 解析的には水が流れにくいと判断されるが、ボーリング孔調査からは相対的に水が流れやすいと判断した部分
- 水が流れにくいと判断した部分

#### 水圧擾乱試験結果からの解釈

- ⊙ 地下水の流れがほとんど生じていないと判断した断層の部分

#### ボーリング孔の直接観察の結果

- 地下水がボーリング孔内に流れ出していない断層の部分

遷移領域: 浅部領域と深部領域の境界部で、相対的に水の流れやすい所と流れにくい所が共存する領域

#### 稚内層中の割れ目の水の流れやすさの解釈の比較

## 2. 研究の必要性の補足

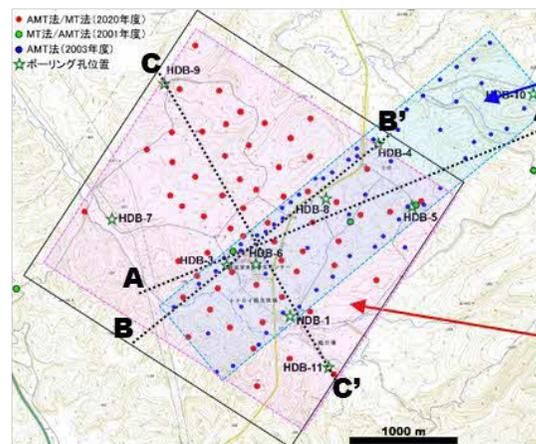
### 【令和2年度の研究により新たに得られた知見(2/2)】

- 存在が推測されていた化石海水の地下の空間的な分布をより精度良く把握するために、令和2年度に実施した地表からの調査※の結果、三次元比抵抗分布を精度よく取得できました。

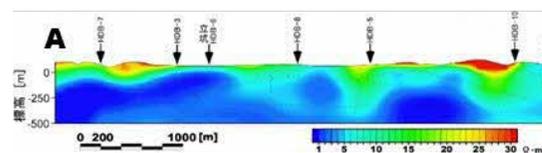
※ より深いところの調査が可能である高密度三次元電磁探査

- これまでに取得した水質データを合わせて評価\*\*すると、化石海水の地下深部での分布が、より精度良く把握できました。

\*\* 図の青色部分が比抵抗値が小さく、化石海水の分布領域と推定されます



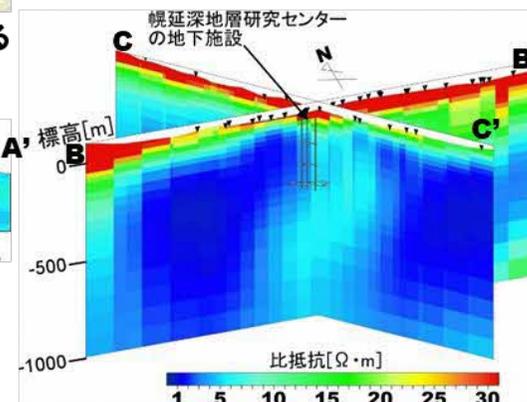
幌延深地層研究センター周辺における電磁探査の測点配置



既往の電磁探査結果(比抵抗の3次元解析結果から断面を切り出し)

既往測点(青):  
探査深度の浅いAMT法の測点を直線状に配置

今年度測点(赤):  
探査深度の深いMT法とAMT法の測点を格子状に配置

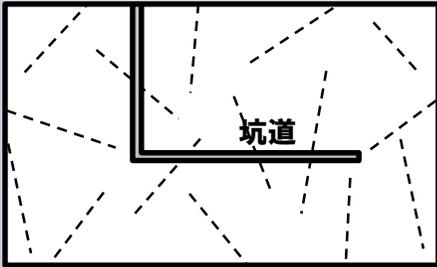
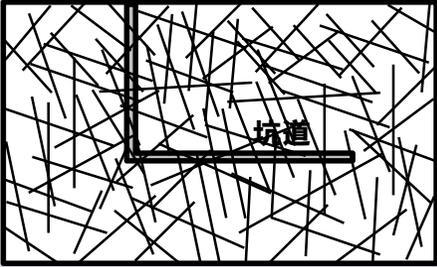


令和2年度の電磁探査結果

(比抵抗の3次元解析結果から2断面を切り出し)

## 2. 研究の必要性の補足

### 【異なる地質環境を対象とした研究により得られる成果】

ポイント	深度500m	深度350m
処分技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧が大きく、岩石が軟らかい</li> <li>・地下水圧が高い</li> </ul> <p>⇒ 高い地圧がかかり坑道の設計・施工上の難易度が高い地質条件下で、処分技術に関わる基盤技術を実証できる</p> <p>⇒ 堆積岩の深度500mでの研究事例は海外においても少なく、大規模処分場の安全確保に貢献できる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土圧が小さく、岩石が硬い</li> <li>・地下水圧が低い</li> </ul> <p>⇒ 地圧が低く坑道の設計・施工上の難易度が低い地質条件下で、処分技術に関わる基盤技術を実証できる</p>
安全評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水や物質が割れ目内を流れにくい</li> <li>・岩盤中の割れ目が少なく、坑道の掘削により掘削損傷領域がより広く発達すると考えられる</li> </ul> <p>⇒ 物質が動きにくい環境で、岩盤が有する物質を閉じ込める性能が実証でき、人工バリア等の技術仕様が精緻化できる</p> <p>⇒ 水の流れに大きな影響を及ぼす掘削影響領域も含めた安全評価技術を体系的に実証できる</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水や物質が割れ目内を流れやすい</li> <li>・岩盤中の割れ目が多く、坑道の掘削による掘削損傷領域の発達度合いは小さい</li> </ul> <p>⇒ 水が流れやすい割れ目が多くつながる領域を対象とした安全評価技術を体系的に実証できる</p>
イメージ図	<p>立坑</p>  <p>坑道</p> <p>----- 水が流れにくい割れ目</p>	<p>立坑</p>  <p>坑道</p> <p>———— 水が流れやすい割れ目</p>

## 2. 研究の必要性の補足

「坑道スケール～ピットスケール(数十～数mスケール)での調査、設計・評価技術の体系化」では、深度350mに至るまでに遭遇した異なる地質環境において、培ってきた様々な技術を効果的に選択し組み合わせ、地質環境の調査・評価に基づく坑道の設計・施工、安全評価のためのオプションも含めた一連の技術を実証します。

- 現在までに経験している深度350m迄とは異なり、より難易度が高く未経験の地質環境に対して、設計・施工、安全評価技術の適用を行うことにより、技術の実証性を確かなものとすることができるとともに、より幅広い地質環境を対象とした技術や経験を得ることができます。
- これらにより、処分事業において想定される様々な地質環境に適用できる、一連の技術を体系的に示すことができ、成果の最大化につながります。このことは、処分事業における様々な判断の技術的根拠を提供することや、人工バリアの設計の精緻化が可能となるなど、実施主体と規制機関の双方に大きく貢献することとなり、技術基盤の整備に、より一層寄与します。

# 幌延の地下研究施設の国際的価値の向上

わが国は変動帯に位置しており、変動帯の堆積岩を対象とした深度500mの地下研究施設は海外でも例がありません。隆起・侵食や地震・断層活動にかかわらず地下深部に地下水や物質が流れにくい特性が長期的に維持されている事例や、そのような場を対象として整備した一連の技術体系は、極めて価値が高いものです。

また、今後海外の機関が新たに地下深部を対象とした地下施設の建設計画を検討する上で、幌延での地下施設の建設で得られる技術（方法論や手法、ノウハウなど）は、価値が高いものです。このため、国際共同研究等を通じ、地下施設を活用して効率的に研究を進めていきます。

### 3. 研究課題の範囲の補足

# 体系化の研究の内容

【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日確認会議説明資料より)】

- 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策技術を考慮した、地下施設及び人工バリアの設計評価技術の体系化
- 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術及び処分孔支保技術の適用事例の提示、緩衝材流出・侵入現象評価手法及び抑制対策技術の提示
- 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要となる情報の整理

## 稚内層深部領域(深度500m)での研究の具体化

### 【研究課題】

- 廃棄体の設置方法等の実証試験を通じた、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

### 【実施概要】

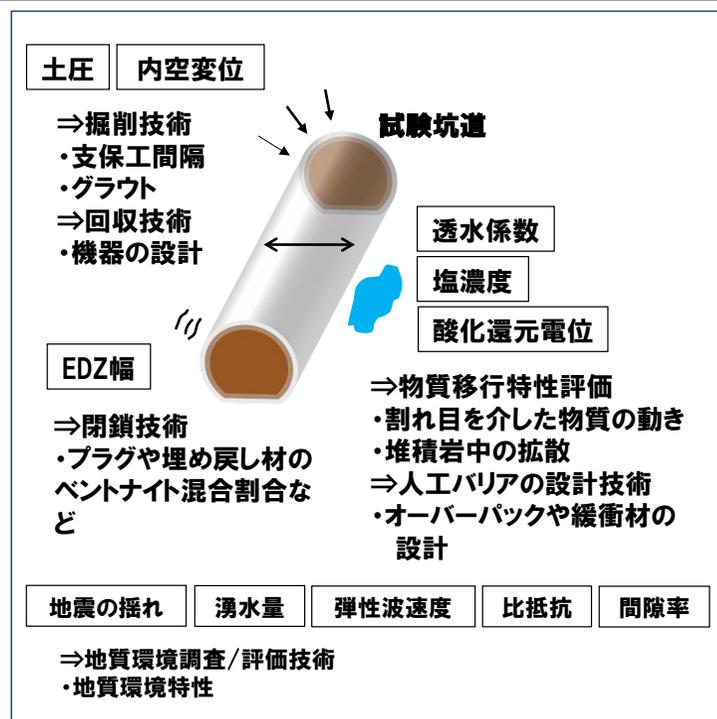
- 人工バリアの品質を踏まえて、これまで実証してきた要素技術を体系的に適用し、廃棄体の設置方法(間隔など)を確認する

### 【実施内容】

- 先行ボーリングによる地質環境特性調査ならびに工学的対策技術を考慮した、地下施設及び人工バリアの設計評価技術の確認
- 多連接坑道を考慮した湧水抑制対策技術及び処分孔支保技術の整備、緩衝材流出・侵入現象評価手法及び抑制対策技術の整備
- 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要となる情報の整理

### 【得られる成果】

- 幌延を事例とした地質環境条件下での、坑道掘削時の調査・設計・評価技術の実証
- 処分孔配置の判断指標、適切な対策技術の選定方法の提示



## 対象とする技術の一覧

### 3. 研究課題の範囲の補足

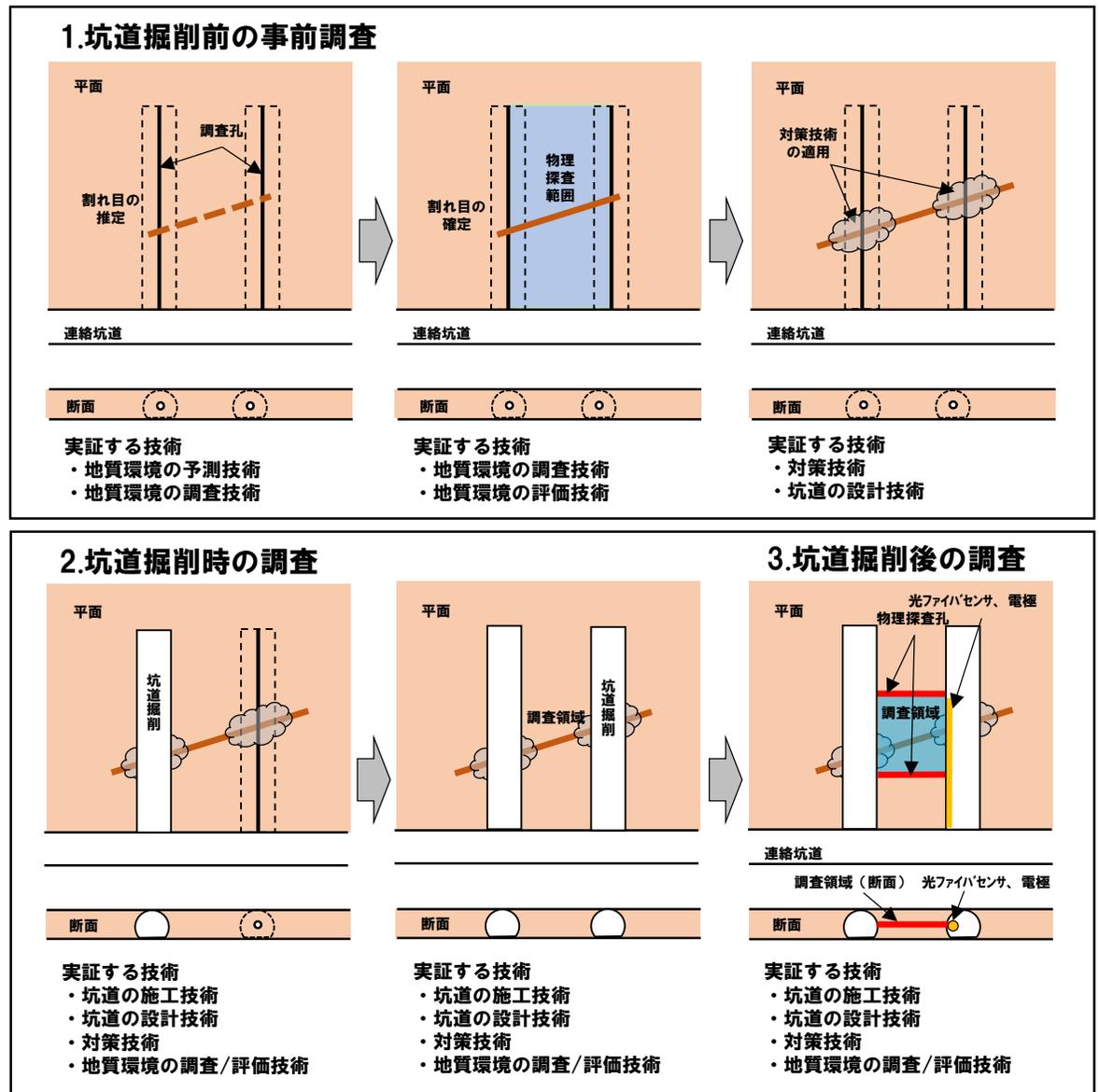
### 4. 研究工程の補足

- 体系化の研究は、令和6年度から令和10年度にかけて行うものです。
- 体系化の研究の原位置試験は、右図のように、坑道を掘削しながら行います。
- 500m調査坑道のうち、体系化の研究で使う2本の研究坑道は、令和7年度に掘削する予定です。



深度500mのレイアウト

# 体系化の研究の内容



## 研究の実施手順、実証する技術