

# **稚内層深部(深度500m)における 研究の実施に関する検討結果について**

**令和3年4月**

**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

- 1. これまでの確認会議の結果**
- 2. 研究の必要性**
- 3. 研究課題の範囲**
- 4. 研究工程**
- 5. 結論**

# 1. これまでの確認会議の結果

## 【令和元年度の確認会議での確認事項】

- 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、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。

## 【令和2年度の確認会議での確認事項】

- 今年度、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。
- 実施については、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の研究課題の範囲内であることを前提に令和2年度以降の研究期間の研究工程におさまるかといった観点から判断すること。

## 2. 研究の必要性

### ● 深度500mでの研究の必要性について

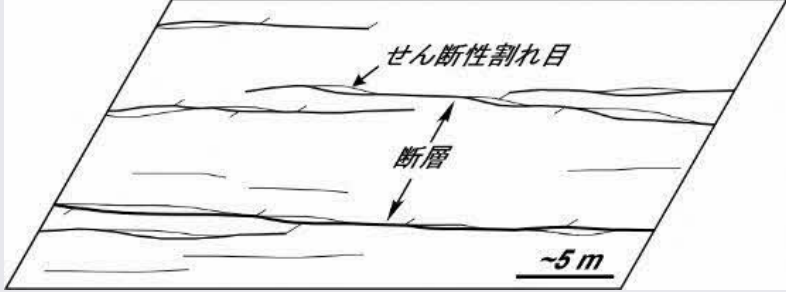
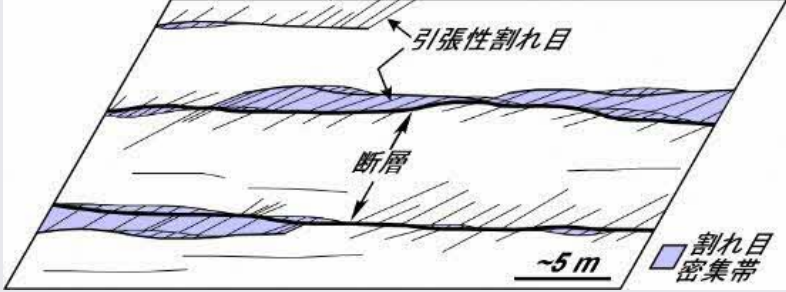
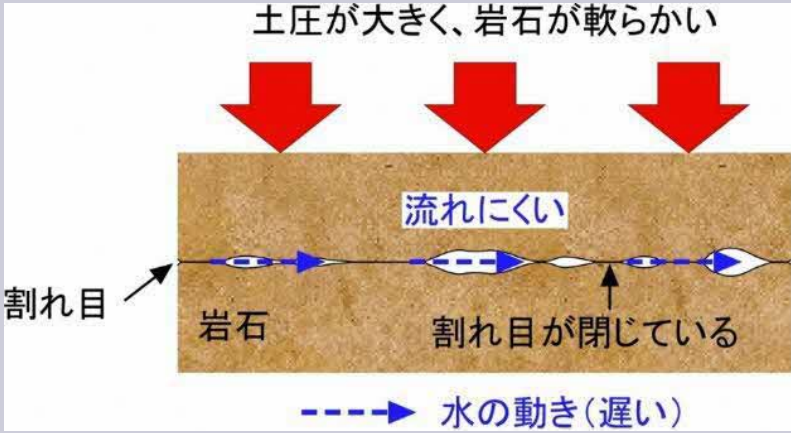
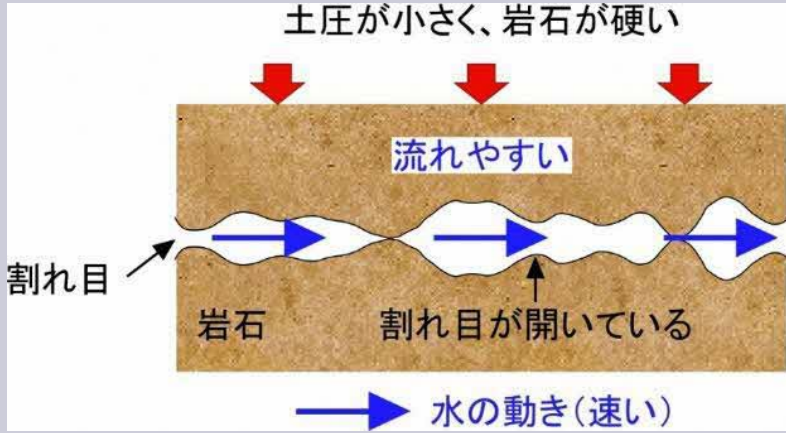
➡ 令和2年度の研究成果によって、深度500mには深度350mとは異なる性質の地層が存在していることが、より確かになりました。

地下坑道の設計・施工上の観点などから、より難しいと考えられる稚内層深部(500m)を対象として、坑道を展開して研究に取り組むことで、技術の信頼性向上を目的に、主に以下の成果が得られ、技術基盤の整備に、より一層貢献できるため、必要と判断しました。

- 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します。
- 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の精緻化が提案できます。
- 水の流れに大きな影響を及ぼす掘削影響領域を含めた安全評価技術を体系的に実証可能になります。

# 2. 研究の必要性

## より確かになった、深度500mの異なる性質の地層における地質環境の特徴

ポイント	深度500m	深度350m
土圧・地下水圧	<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>	<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>
地質の状態 (分布する割れ目の特徴)	 <p>断層沿いに割れ目の発達が乏しく、断層内を水が流れにくい</p>	 <p>断層沿いに多数の割れ目が発達し、断層内を水が流れやすい</p>
割れ目の開口状況	 <p>割れ目が閉じており、水や物質が流れにくい</p>	 <p>割れ目が開いており、水や物質が流れやすい</p>

# 3. 研究課題の範囲

## —深度500mでの研究が「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の研究課題の範囲内であるか—

- 深度500mの坑道においては、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」のうち、主として「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」の研究を実施します。

※体系化の研究では、実際に坑道を掘削して、地質環境の調査、設計・施工、物質移動に関わる解析等を実施し、廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報等を整理するなど、処分技術や安全評価技術を実証していきます。

- 「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の範囲以外の研究は行いません。

### 令和2年度以降の幌延深地層研究計画における必須の研究課題

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
  - 1.2 物質移行試験
2. 処分概念オプションの実証
  - 2.1 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
    - 2.1.1 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
    - 2.1.2 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
  - 2.2 高温(100℃以上)等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
  - 3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化
    - 3.1.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握
    - 3.1.2 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
  - 3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

# 4. 研究工程

– 深度500mでの研究を行ったとしても、令和2年度以降の研究期間の研究工程におさまるか –

- 深度500mで研究を行うために必要となる立坑及び研究坑道の掘削に必要な期間は、2年3カ月です。
- 工事の準備期間を考慮すると、令和7年末までに坑道整備が終了する予定です。
- このため、深度500mで研究を行ったとしても、令和2年度以降の研究期間の研究工程におさまります。

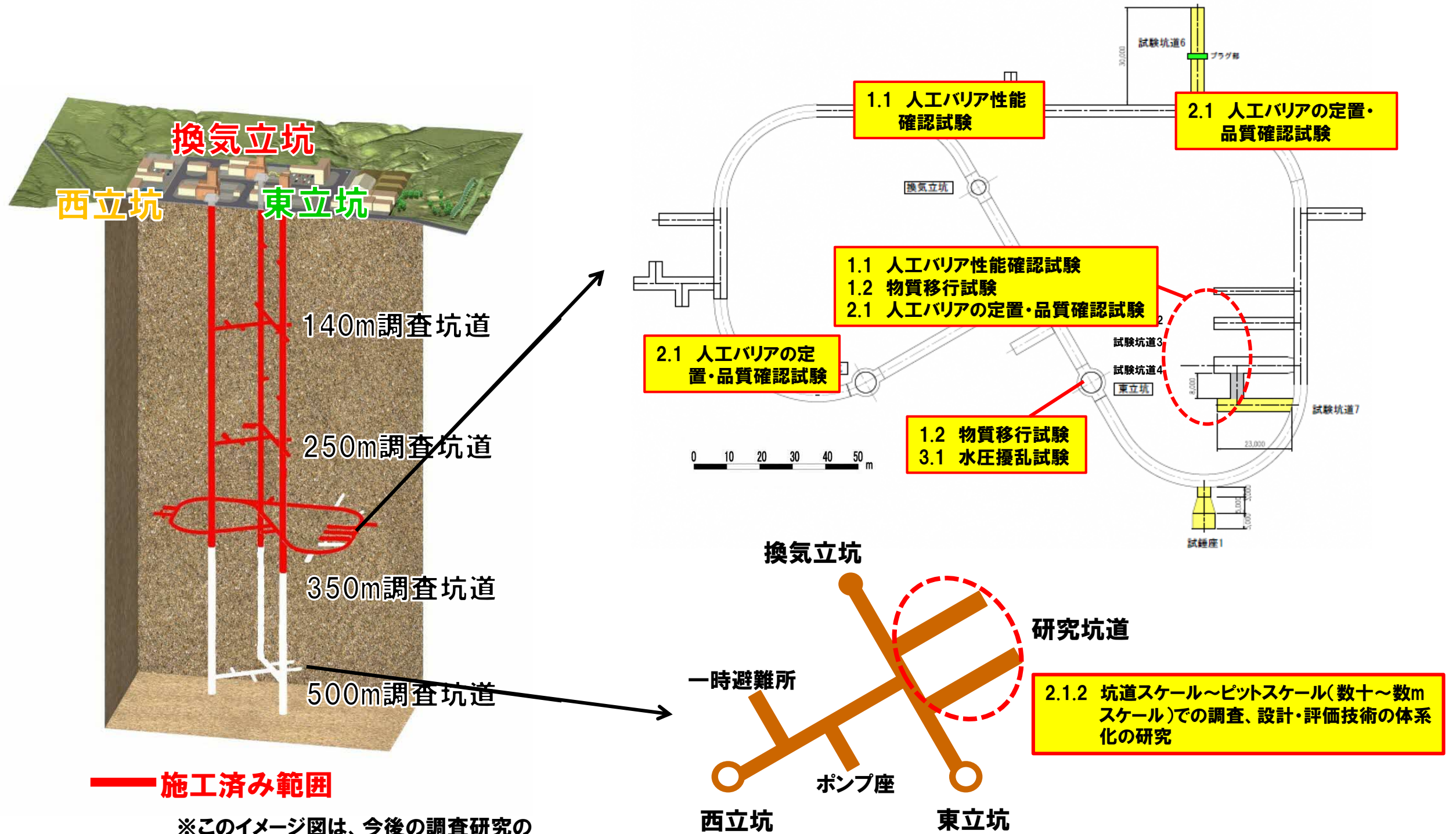
見直した令和2年度以降のスケジュール

	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
	第3期		第4期中長期目標期間						
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	浸潤時・減熱時のデータ取得、連成モデルの適用性確認 国際プロジェクトにおける解析コード間の比較検証、改良・高度化				※				
1.2 物質移行試験	掘削影響領域での物質移行に関するデータ取得 有機物、微生物、コロイドの影響を考慮した物質移行試験、等								
2. 処分概念オプションの実証									
2.1 人工バリアの設置・品質確認などの方法論に関する実証試験									
2.1.1 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	搬送設置・回収技術、閉鎖技術の実証								
2.1.2 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					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 廃棄体設置の判断や間隔の設定に必要な情報の整理、等				
2.2 高温(100℃以上)等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験	100℃超の階にニアフィールドにおいて発生する現象の整理 国際プロジェクト情報の収集・整理、等								
3. 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証									
3.1 水圧擾乱試験などによる緩衝能力の検証・定量化									
3.1.1 地殻変動が地層の透水性に与える影響の把握	数10cmの幅の断層を対象とした水圧擾乱試験 断層の活動性評価手法の整備、等								
3.1.2 地下水の流れが非常に遅い領域を調査・評価する技術の高度化	地下水の流れが非常に遅い領域(化石海水領域)の調査・評価技術の検証、等								
3.2 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験	人工バリアの緩衝材や坑道埋め戻し材が掘削影響領域の力学的・水理的な緩衝能力に与える影響を把握する解析手法の開発								
【施設計画】									
坑道掘削	<p>掘削準備 (R2-R3) 350m調査坑道 (R3-R4) 立坑(西、東、換気) (R4-R5) 500m調査坑道 (R5-R6)</p>								
【維持管理】									
※本資料は現段階で想定するスケジュールであり、年度ごとに得られた研究成果を評価し見直していく							<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 個別の要素技術の課題については、期間の前半で実施し、後半は体系化して取り組む課題(2.1.2)に統合して実施する。</li> <li>■ 2.1.2を実施する中で、情報の不足等があった場合に追加で試験や解析を実施する。</li> </ul>		

※ 人工バリア性能確認試験については、材料の水分量や密度、腐食の度合いなど詳細なデータ取得するための解体調査を当初令和5、6年度に予定していたが、500m掘削中(令和5～7年度)は、安全管理上、作業が2箇所(2切羽)までに限定され、規模の大きな作業が困難になるため、令和8、9年度に実施することとしました。

# 4. 研究工程

## 【設計の結果示された坑道のレイアウト・試験実施場所(案)】



※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。

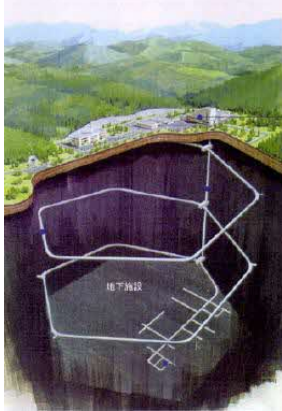
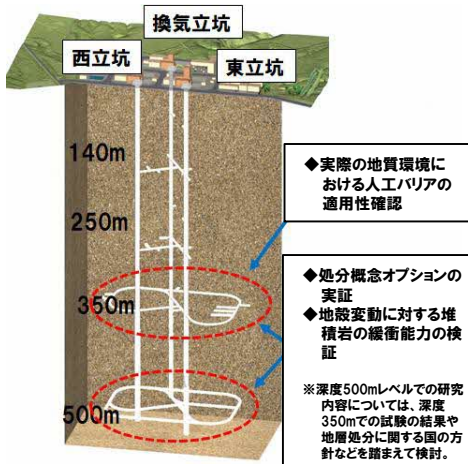


## 5. 結論

- 稚内層深部(深度500m)で研究に取り組むことで、技術の信頼性向上を目的に、技術基盤の整備に、より一層貢献できるため、必要と判断しました。
- 深度500mで実施する研究内容を具体的に示し、「令和2年度以降の幌延深地層研究計画」の必須の研究課題の範囲内であるという前提を確認しました。
- 深度500mにおける「研究の工程」を検討した結果、「令和2年度以降の研究期間の研究工程におさまること」が確認できました。

これらを踏まえて、原子力機構の判断として、稚内層深部で研究する方針としました。

# 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>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>	