

市有地における超深地層研究所計画

研究坑道を利用した研究段階（第3段階）における調査研究の概要

平成 22 年 4 月 21 日

独立行政法人

日本原子力研究開発機構

東濃地科学センター

超深地層研究所計画は、下記のような 3 つの段階で進める計画としています。

第 1 段階では、地表からのボーリングなどで地下を調べ、その結果を基に地質環境のモデル化を行い、地層の分布や地下水水質の分布などの地質環境を推定しました。

第 2 段階では、研究坑道の掘削による地下水の水圧や水質などの変化を観測するとともに、第 1 段階の推定結果の妥当性を確認してきました。

第 3 段階では、調査研究用に整備する水平坑道などを利用して、地下深部において生じる様々な現象(坑道の掘削が周辺岩盤に与える影響、物質の移動など)について調査研究を実施します。また、研究坑道の維持・管理をとおして、長期間にわたる坑道の維持や補修技術、研究坑道内の安全確保のための技術の有効性を確認します(図 1、2)。また、第 2 段階で実施した調査のうち、河川流量観測、地表から掘削したボーリング孔における地下水の水圧や水質のモニタリング、研究坑道から掘削したボーリング孔における各種モニタリングなどについては、第 3 段階においても引き続き実施していきます。

なお、第 3 段階の計画については、超深地層研究所計画や国の地層処分計画の進展などを踏まえて、今後も適宜見直していくこととしています。

1. 第 3 段階における調査研究の目標

- ① 研究坑道を利用した調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の拡張による深部地質環境の変化の把握
- ② 深地層における工学技術の有効性の確認

2. 調査研究の概要

(1) 地質構造の三次元分布の把握

① 第 2 段階までの推定結果の確認のための地質構造調査

地下水流動などに影響を与える主要な断層、割れ目、変質帯などの地質構造について、その位置や特性を確認するためのボーリング調査を実施します(図 3)。

② 坑壁地質調査

拡張する研究坑道について壁面観察(図 4)や画像撮影などを行い、地質構造

要素(岩相、風化帯、変質帯、水が通りやすい割れ目、断層など)の分布を詳細に把握します。また、岩盤や割れ目に充填されている鉱物などの詳細な特徴を把握するために、岩石試料を採取し、顕微鏡観察、化学分析、X線回折などを実施します。

③深部領域地質調査

研究坑道から深度方向へ1000m程度のボーリング孔を掘削し、深度1000m以深の情報を直接的に取得します。また、複数のボーリング孔において、弾性波や電磁波を用いた調査(孔間トモグラフィ調査)を実施し、調査技術の有効性を確認します。

(2)地下水の流動特性の把握

①表層水理調査および地表からのボーリング孔を用いた地下水長期モニタリング

研究坑道の拡張による地下水流動場の変化などを把握するため、気象要素(気温、降水量など)、河川流量、土壌水分などの表層水理に関する調査、およびボーリング孔に設置した多点式パッカーシステム、傾斜計などを利用した地下水の長期観測などを継続して実施します。

②研究坑道から掘削したボーリング孔を用いた水理調査および地下水長期モニタリング

研究坑道の拡張に伴う地下水流動場の変化などを把握するため、研究坑道から掘削したボーリング孔での水理調査(流体検層や水理試験など)を実施するとともに、ボーリング孔内に設置した観測機器などによる間隙水圧などの長期観測などを行います。

③坑道規模水理試験

花崗岩体中の不均質な水の通りやすさを評価する手法を検討するため、ブロックスケール(数百メートル四方、深さ1キロメートル程度)での水の通りやすさやそれに影響を及ぼす割れ目の特性を評価します。このため、研究坑道周辺領域を対象として複数本のボーリング孔を掘削し、各種の水理調査を実施します(図5)。

④地下水流動を規制する断層や割れ目の水理調査

地下水の流れにおいて重要な役割を果たす断層や割れ目などを対象に、研究坑道から掘削したボーリング孔を利用した水理試験、ボーリング孔間の水圧応答試験、トレーサーを用いた水理試験などを実施し、断層内部や割れ目中の水の流れ方、割れ目の交わり方の様子と地下水の流れ方の関連などを評価します。

(3) 地下水の地球化学特性の把握

① 地下水の地球化学調査

地下水の地球化学特性の三次元的な分布を把握するため、研究坑道および地表から掘削したボーリング孔における地下水採水、物理化学パラメータ(pH、水温など)の計測および化学分析(主要溶存成分濃度、微量溶存成分濃度、溶存ガス、環境同位体、微生物など)を実施します。また、研究坑道内で確認される割れ目からの湧水についても同様の地球化学調査を実施します。さらに、岩石、地下水などが有している、坑道を掘削した場合などに生じる地球化学的な環境の変化を和らげる能力を把握することを目的として、ボーリング孔を利用する調査(酸化還元緩衝能試験)を実施します。

② 水-岩石反応による水質形成機構の調査

研究坑道の拡張に伴い、坑道壁面や研究坑道から掘削するボーリング孔などから岩石試料を採取し、鉱物の組み合わせ、割れ目に充填されている鉱物や変質している鉱物などの化学組成や同位体組成などの分析を行います。さらに、採取した岩石試料を用いた水と岩石の化学的な反応を確認するための室内試験などを実施します。

(4) 物質移動の遅延効果の把握

① 岩石試料を用いた物質移動試験

水の通りやすい割れ目を含むボーリングコアや数十センチメートル四方の岩体試料を採取し、水の通りやすさ、物質の動き、鉱物の組み合わせなどの調査を実施します。

② 単一透水性割れ目における物質移動試験

水平坑道と交差する単一透水性割れ目(水が通りやすく 1 枚の面からなる割れ目)を対象にトレーサー試験を実施します(図 6)。また、単一透水性割れ目を含む数十センチメートル四方の岩体試料を採取し、採取した試料中のトレーサーの分布などを調査します。

③ 断層の影響範囲における物質移動試験

断層に伴う破砕帯や変質帯などの影響範囲での物質の動きを把握するためにトレーサー試験を実施します。

(5) 地下空洞周辺の力学・水理状態の把握および地下の温度環境の把握

① 岩盤の力学特性に関する調査

研究坑道の拡張やセメントなどの工学材料の使用による坑道周辺の力学物性(変形や強さなどの特徴)の変化や、初期応力(岩盤にかかる力)の分布などを確認するため、研究坑道からボーリング孔を掘削し、岩石の力学試験、初期応力測定などを実施します。

②研究坑道周辺の岩盤力学—水理—地球化学複合現象調査

研究坑道の掘削に伴い変化する周辺岩盤の強さや水の流れ、化学的な状態などを把握するため、新規水平坑道を掘削して、坑道周辺岩盤の性質や状態を調査・解析する試験を実施します(図7)。

③坑道長期安定性調査

坑道周辺の岩盤の長期的な安定性を解析する手法を評価するため、上記②の研究坑道に設置した機器による計測を継続します。さらに、坑道周辺の状態の長期的な変化を評価するため、坑道掘削後、一定期間を経た時点で、弾性波を用いた調査などを実施します。

④熱-応力下の水理試験

常温時から高温下における岩盤の水の流れやすさの変化を評価するため、研究坑道から採取した岩石試料を用いた室内試験のほか、数メートル四方位程度の岩盤を対象として、研究坑道に熱源を設置し、その近傍に掘削するボーリング孔を用いた水理試験、水圧・水質モニタリングや岩盤の動きについての計測などを実施します(図8)。

(6) 深地層における工学技術に関する研究

地下深部における、研究坑道の施工工程や品質などの管理体系を構築し、研究坑道内の研究環境を適切に維持・管理し安全を確保するための技術を整備します。また、研究坑道の健全性の確認、大深度立坑の耐震設計手法の確立を目的として、研究坑道の異なる深度に地震計や湧水量計などを設置し、地下深部における地震動やその影響の観測を行います。

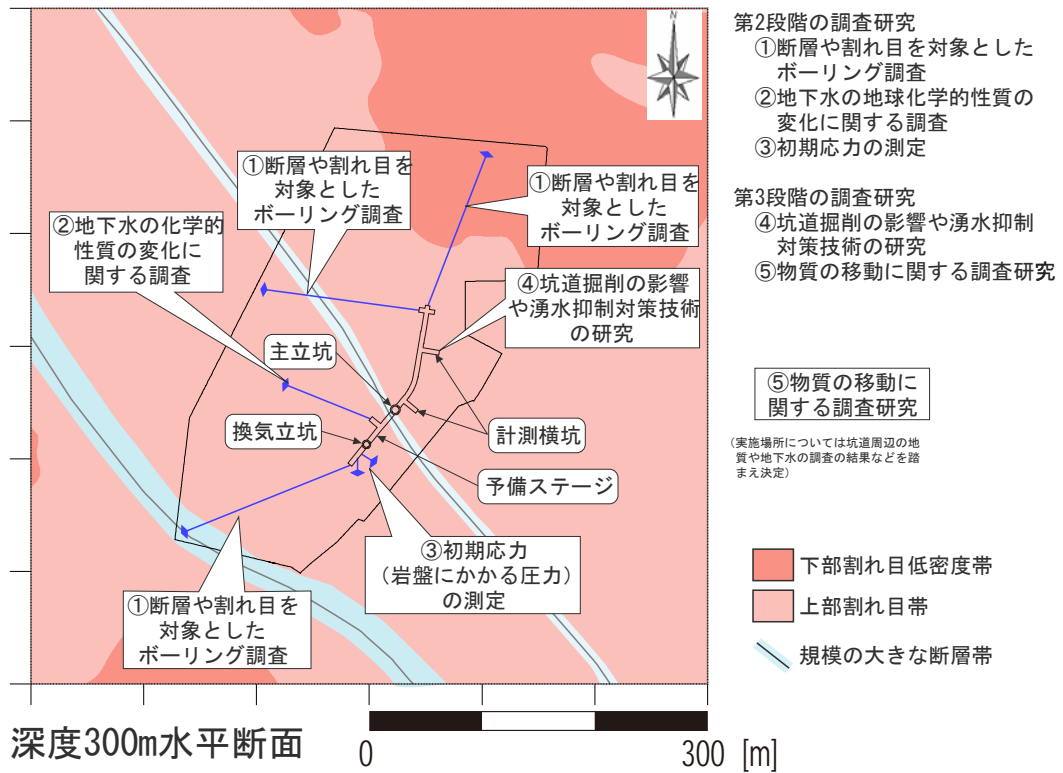


図1 深度300mにおける調査計画

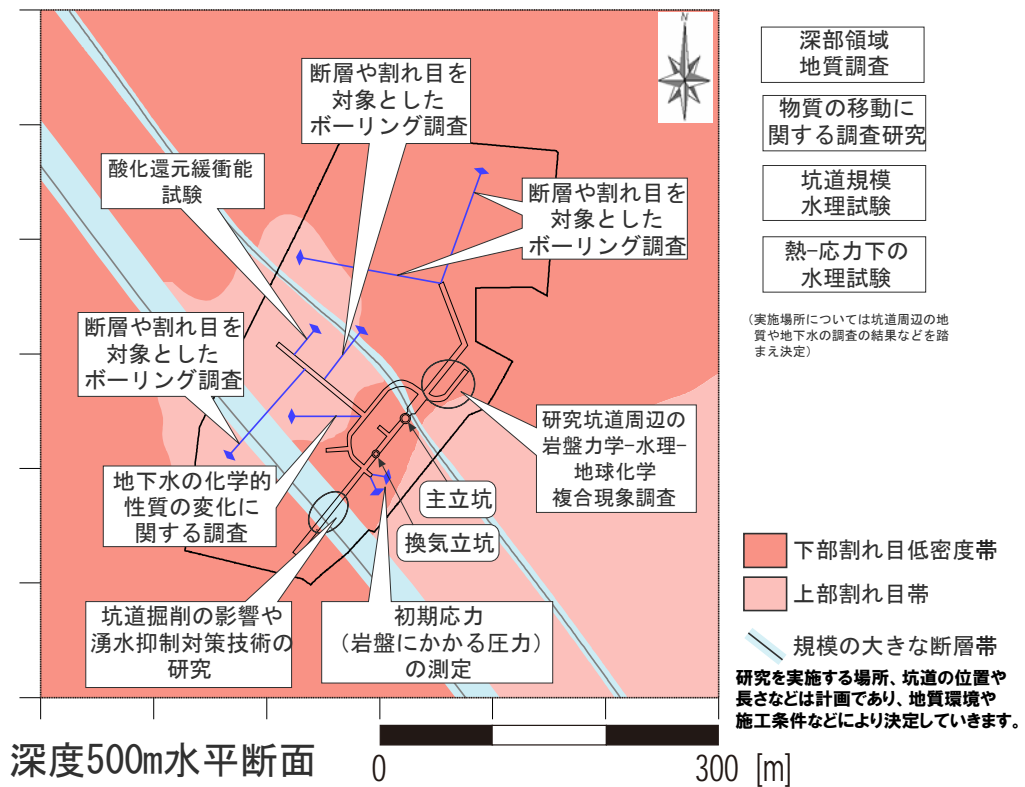


図2 深度500mにおける調査計画

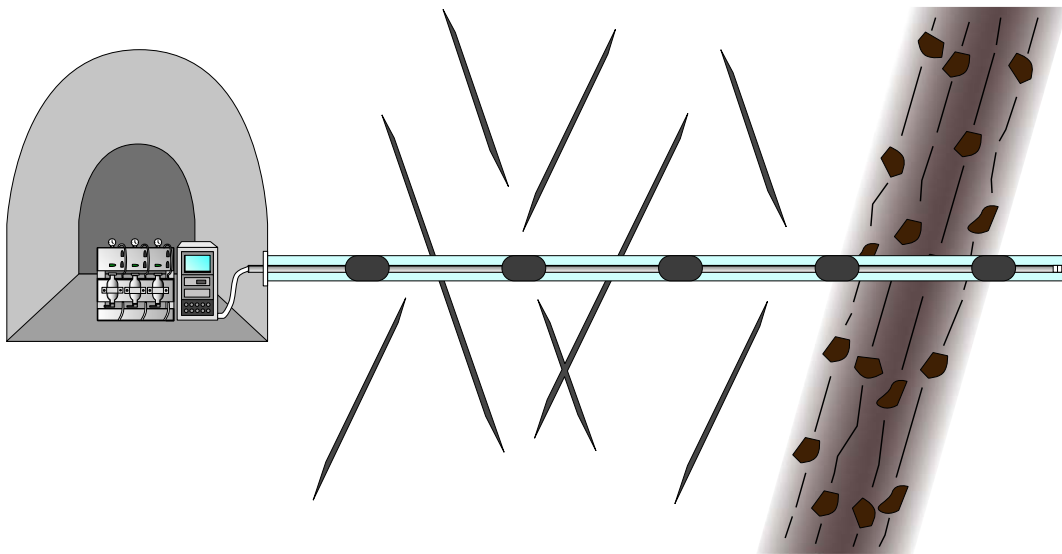


図3 ボーリング調査の概念



図4 研究坑道の壁面観察

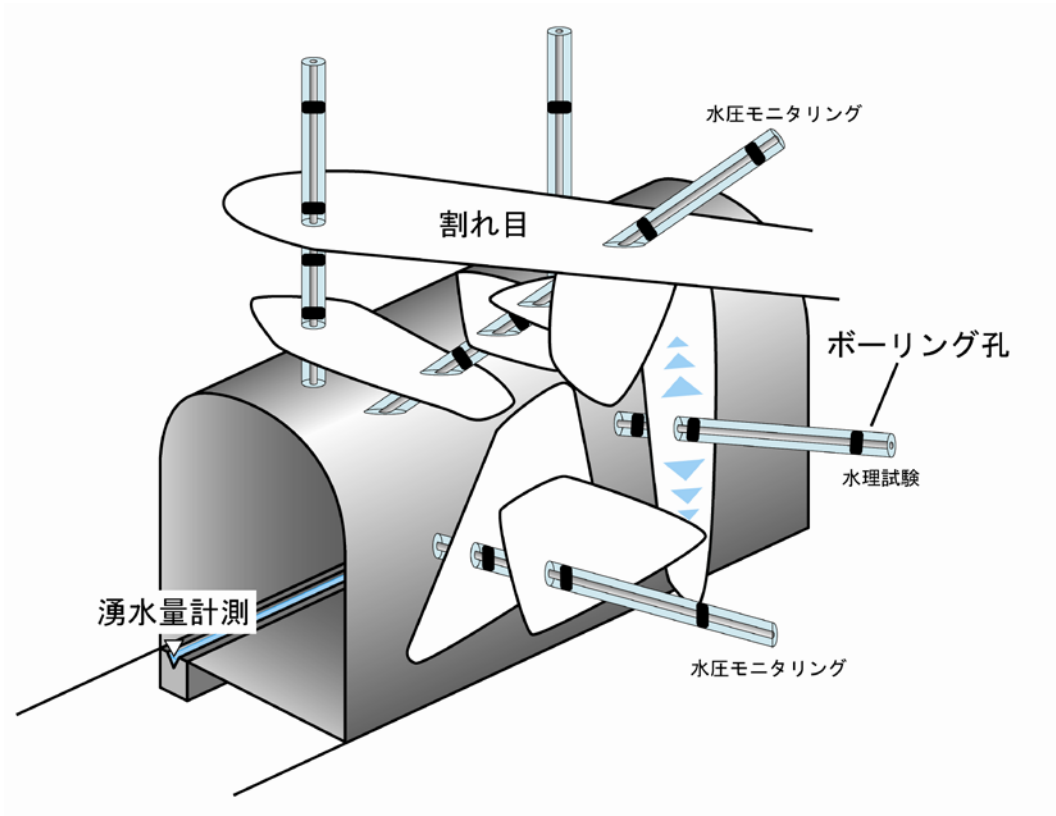


図5 坑道規模水理試験の概念図

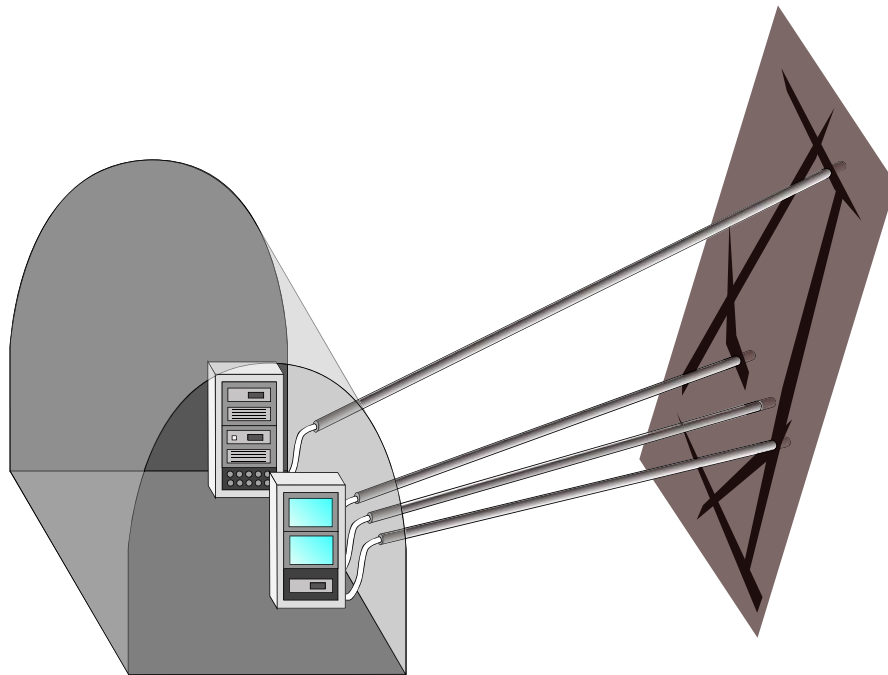


図6 物質移動試験の概念

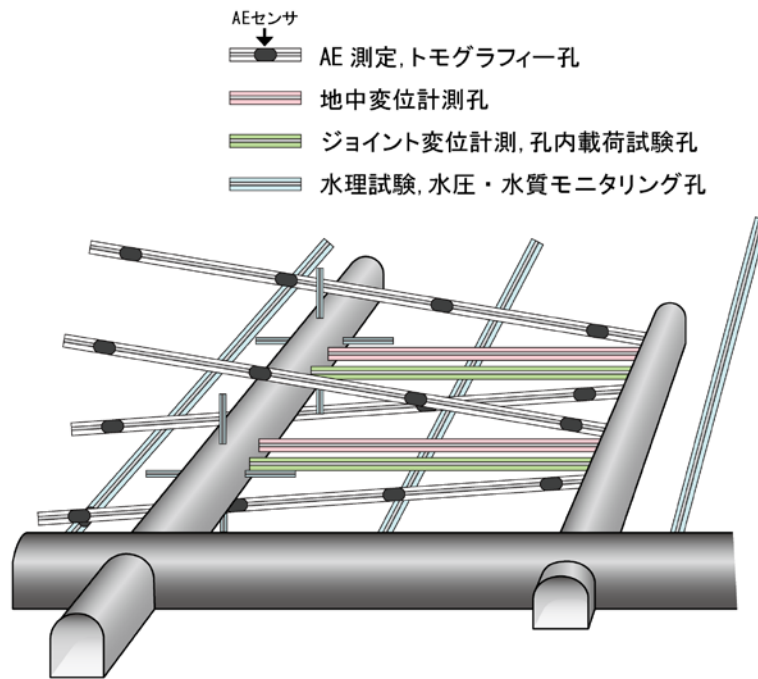


図7 岩盤力学—水理—地球化学複合現象調査の概念

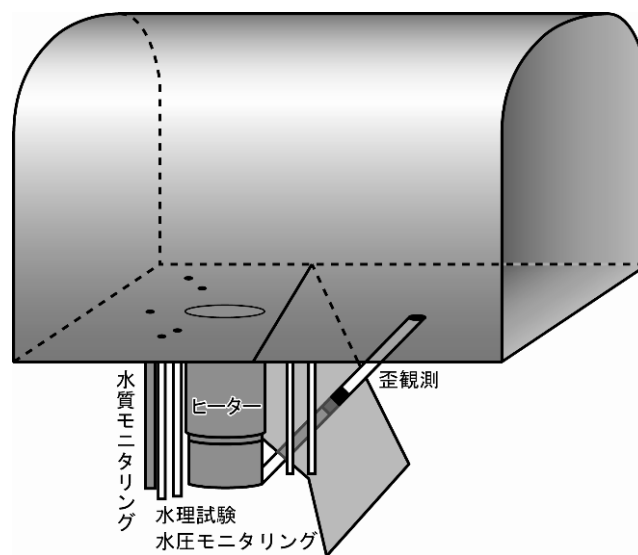


図8 熱-応力下の水理試験の概念