

令和2年4月21日

# 瑞浪超深地層研究所

## 令和元年度 事業報告

## 令和2年度 事業計画



 国立研究開発法人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 東濃地科学センター

## (目次)

令和元年度の事業報告概要 .....	1
1. 研究報告 .....	3
(1) 地下坑道における工学的対策技術の開発 .....	3
1) 大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術の開発 .....	3
2) 地下水管理技術の開発 .....	3
(2) 物質移動モデル化技術の開発 .....	5
1) 低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発 .....	5
2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発 .....	6
3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解 .....	6
(3) 坑道埋め戻し技術の開発 .....	8
1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発 .....	8
① 再冠水試験 .....	8
② 岩盤の破壊現象評価 .....	11
③ 埋め戻し試験 .....	11
2) 長期モニタリング技術の開発など .....	12
① 長期モニタリング .....	12
② 長期モニタリング技術の開発 .....	15
③ モニタリングデータの取りまとめ・評価 .....	16
2. 研究所の工事、環境保全、安全管理 .....	17
3. 開かれた研究施設としての取り組み .....	18
(1) 共同研究・施設利用 .....	18
(2) 理解促進活動・情報発信 .....	18
令和2年度の事業計画 .....	19

## 【令和元年度の事業報告概要】

瑞浪超深地層研究所(以下、研究所)の令和元年度の事業は、日本原子力研究開発機構(以下、機構)の中長期計画期間(平成 27 年 4 月 1 日～令和 4 年 3 月 31 日)の 5 年目として、機構改革において抽出された三つの必須の課題(地下坑道における工学的対策技術の開発、物質移動モデル化技術の開発、坑道埋め戻し技術の開発)について調査研究を継続するとともに、研究成果の取りまとめを行いました。

令和元年度の主な調査研究としては、物質移動モデル化技術の開発として、深度 300m ボーリング横坑(換気立坑)及び深度 500m 研究アクセス北坑道において、ボーリング調査を実施しました。

坑道埋め戻し技術の開発として、坑道閉鎖に伴う地質環境の回復現象の把握等を目的として、再冠水試験<sup>\*1</sup>を平成 30 年度に引き続き実施しました。また、坑道の埋め戻し時の施工管理に関わる留意点の把握等を目的として実施した、坑道の一部埋め戻し試験の結果の取りまとめを行いました。さらに、従来から実施している、地上や研究坑道から掘削したボーリング孔等に設置した観測装置を用いた地下水の水圧・水質の観測を継続するとともに、研究坑道から掘削したボーリング孔に設置した地下水の水圧・水質観測装置の一部について、地下で取得したデータを地上でモニターするためのシステムの設置作業を継続しました。

なお、研究開発の一部については、国からの受託研究として、あるいは茨城県にある当機構の核燃料サイクル工学研究所の協力を得て実施しました。

超深地層研究所計画における研究開発は、三つの必須の課題について十分な研究成果をあげることができたことから、令和元年度をもって終了することとしました。

令和元年度の研究坑道の工事としては、坑内外仮設備の維持管理のほか、老朽化した配管等の交換や撤去、立坑巻上設備のワイヤーロープ(主立坑のズリキブル、換気立坑のズリキブルとスカフォード)の交換を実施しました。土地賃貸借期間の終了(令和 4 年 1 月)までに、坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を完了するため、坑道埋め戻し工程等の検討を実施し、やぐら設備の改造等の坑道埋め戻しに向けた準備作業を行った後、坑道埋め戻しに着手しました。

坑道内に湧出する地下水は、地上に設置している排水処理設備により処理し、平成 17 年 11 月に岐阜県及び瑞浪市との間で締結した「瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定」(以下、環境保全協定)に基づき定めた管理基準値を満たす水質で近隣の河川へ放流しました。排出水等の測定結果については、関係自治体へ毎月報告するとともに、ホームページ等で公表しました。

---

\*1:深度 500m 研究アクセス北坑道の冠水坑道の入口に止水壁を設置し、坑道を冠水させた際の地質環境の変化を評価する試験。

また、研究所用地の美化等の環境整備を継続するとともに、周辺の河川や井戸等への影響の有無を確認するため、研究所周辺の環境の現況調査を継続しました。その結果、研究所の事業が周辺環境へ問題となるような影響を与えていないことを確認しています。

開かれた研究施設としての取り組みにおいては、産業技術総合研究所、岡山大学、東京大学、清水建設、西松建設、地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所、名古屋大学等との間で、研究坑道等を活用した共同研究を含む研究協力や施設利用を行いました。

また、研究所では、児童・生徒の地層の科学に関する学習施設として活用していただけるよう努めるとともに、見学者の受け入れ等を積極的に進めました。さらに、地元住民の方々を対象にサイエンスカフェを開催しました。

## 1. 研究報告

### (1) 地下坑道における工学的対策技術の開発

坑道周辺の割れ目にセメントミルク等を注入して、坑道に湧出する地下水の量(湧水量)を低減する技術(グラウト<sup>\*2</sup> 技術)の実証、特に坑道への湧水量をプレグラウチング<sup>\*3</sup>とポストグラウチング<sup>\*4</sup>の組み合わせによって制御可能とするウォータータイトグラウト<sup>\*5</sup> 技術の実証を目的として研究開発を行いました。また、地下水排水処理技術等の地下水管理技術の高度化に取り組みました。

#### 1) 大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術の開発

令和元年度は、プレグラウチングとポストグラウチングを併用して、グラウチング改良範囲を拡大し岩盤の透水係数<sup>\*6</sup> を低減することにより湧水量を抑制する技術に関わる成果の取りまとめを行いました。これまでに得られた成果は以下のとおりです。

深度 500m 研究アクセス南坑道(図 1)において、以前実施したプレグラウチングとポストグラウチングから得られた知見等を基に、グラウチング仕様(坑道周辺の透水性を低下させる割合や注入範囲等)の設定方法や湧水抑制効果について整理を行いました。プレグラウチングによる湧水抑制効果としては、プレグラウチング未実施の場合の湧水量予測値(1,380m<sup>3</sup>/日)に比べて、約 50m<sup>3</sup>/日まで大幅に低減できることが確認されました。また、プレグラウチング実施区間のうち比較的湧水が多い区間で実施したポストグラウチングによる湧水抑制効果を確認したところ、当該区間の湧水量をポストグラウチング実施前の 3 割程度(15m<sup>3</sup>/日)に低減できました。この湧水量は、グラウチングを全く実施しない場合の予測値に対して約 1/100 の湧水量です。

以上のグラウト技術の開発では、プレグラウチング範囲の外側を対象とし、より高い浸透効果が発揮されるグラウト材と注入方法(グラウト材:溶液型グラウト、注入方法:複合動的注入工法)の技術的有効性を実証することができました。

#### 2) 地下水管理技術の開発

研究所の湧水には自然由来のふっ素、ほう素が含まれており、これらを凝集沈殿処理及びイオン交換処理によって環境保全協定に基づき定めた管理基準値を満たす水質になるまで除去して河川に放流しています。また、近年、公共工事等で自然由来の重金属による地下水汚染や土壌汚染が問題視され、その対策

---

\*2: 地下水の水みちとなる割れ目に溶液を注入し、湧水を低減する技術。ここでは、グラウトに使う材料(グラウト材)と岩盤へのグラウト材の注入(グラウチング)を総称し、グラウトとしている。

\*3: 坑道掘削前に実施するグラウチング。

\*4: 坑道掘削後に実施するグラウチング。

\*5: 坑道への湧水量を限りなく少なくするための技術で、研究所ではプレグラウチングとポストグラウチングを組み合わせた技術の適用性を評価している。

\*6: 岩盤中の水の流れやすさを示す指標。

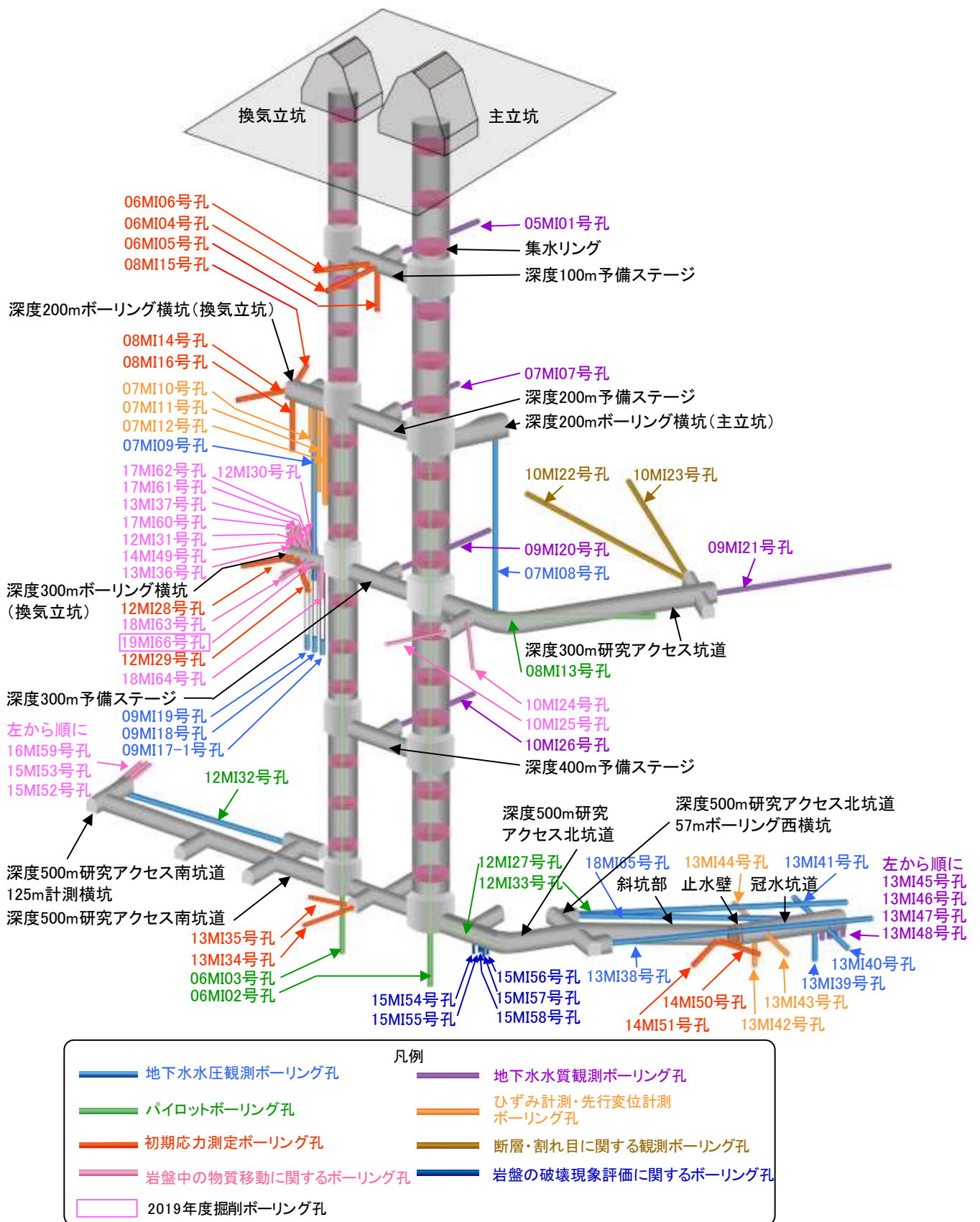


図1 令和元年度における研究坑道での主な調査位置図

が求められています。令和元年度は、地下水排水中のふっ素、ほう素を処理するための管理技術について取りまとめを行いました。

研究所では、排水処理量 1,500m<sup>3</sup>/日対応の設備を用いて約 800m<sup>3</sup>/日の地下水排水を約 10 年間にわたって連続処理しており、排水処理技術の実証を行ってきました。これらの知見により、大量の排水からふっ素、ほう素濃度を環境基準値以下まで除去する方法として、現行の処理方法(ふっ素:凝集・沈殿処理、ほう素:イオン交換樹脂による吸着処理)が実用的な技術であることが確認されました。

## **(2) 物質移動モデル化技術の開発**

花崗岩中の物質の移動現象を理解し、モデル化するための技術の開発を目的として、低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法、地質環境の長期変遷解析技術、深部塩水系地下水の起源・滞留時間に関わる研究開発を実施しました。

### **1) 低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発**

深度 500m 研究アクセス北坑道の冠水坑道周辺岩盤を対象として、割れ目の位置、方向や透水性等の空間分布を再現するためのモデル化手法について検討を行いました。また、国からの受託研究を活用して、上記モデルの妥当性確認に必要となる岩盤の水理特性に関する情報を取得するため、深度 500m 研究アクセス北坑道 57m ボーリング西横坑(図 1)において、平成 30 年度に掘削したボーリング孔(18MI65 号孔:水平から約 8° 下向き、長さ約 103m)を利用して、水理試験を実施しました。

岩盤中の水みちを検出する技術の高度化を目的として、国からの受託研究を活用して、深度 300m ボーリング横坑(図 1)において、ボーリング孔(19MI66 号孔:水平から約 40° 下向き、長さ約 29m)を掘削し、既存の水みち調査技術の適用性について検討しました。その結果、割れ目密度が高い岩盤においても岩盤内の水みちを検出できることを確認しました。ボーリングコアから作成した地下水の水みちとなる割れ目を含む岩石試料等を用いた室内試験を実施し、水みちとなる割れ目のモデル化に必要な割れ目幅などの基礎情報を取得しました。取得した基礎情報については、これまでに実施した試験結果と合わせて解析・評価を進めました。

令和元年度は、これまでに深度 500m までの研究坑道において得られた割れ目特性データや物質移動試験等の知見を基に、花崗岩中の物質の移動現象をモデル化するための技術の取りまとめを行いました。

これまでに取得した岩盤中の割れ目方位や単位面積当たりの割れ目の本数や長さ等の空間分布を確率論的にモデル化し、地下水流動状態の解析を行い信頼性の向上を試みた結果、岩盤の透水性分布を統計的に再現することが可能と

なりました。また、割れ目のない健岩部においては、岩石を構成する鉱物中の微細な空隙に物質が拡散することで全体的に物質の移動量が少なくなることが確認されました。さらに、地下水中のコロイド\*7の存在量や各種元素との相関について調査・解析を行うことで、物質の移動に関与するコロイドの種類を同定する手法や、その移動量を熱力学的に推測する手法を構築しました。

坑道周辺にグラウチングや吹付け等でコンクリート材料が使用された場合は、希土類元素等の物質がセメントに吸着したり、コロイドに吸着されることで、物質の移動が抑制(遅延)される環境になることが確認されました。

以上の知見の取りまとめにより、花崗岩中の物質の移動経路や移動プロセスに関わる概念を整理することができました。

## 2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発

令和元年度は、地下水の流動や水質等の地質環境の長期変化に関わる地下水の流動経路(主に割れ目)の形成履歴を推定するための技術の取りまとめを行いました。

花崗岩中の割れ目や鉱物中の物質移動特性の形成履歴について、割れ目の形成原因と透水性の調査を行った結果、微細割れ目を含む割れ目の充填鉱物の特徴から、それらの形成温度、形成年代、透水性等を推定する手法を構築することができました。土岐花崗岩においては、700℃程度までの高温流体による鉱物変質、割れ目形成プロセス、その結果形成される透水特性等が明らかになりました。この結果、高温流体に伴う高透水性構造の分布について、岩体形成時以降の応力場に従った貫入岩の分布と偏在に基づいて推定できる可能性が示されました。

以上の研究開発により、長期的な地下水の流動経路の変遷を推定するための技術を提示することができました。

## 3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解

令和元年度は、これまでに得られた深部地下水の起源・滞留時間に関わる知見に基づき、深部花崗岩の地下水の水質や起源等から地下水流動の緩慢さを明らかにするための技術の取りまとめを行いました。

一般的に、地下水の起源・滞留時間を推定する方法として、天然の放射性炭素を利用する方法があります。研究所周辺の地下水には炭素があまり含まれておらず、従来の方法では放射性炭素を利用して年代を測定することができませんでした。そのため、低炭素濃度の地下水の滞留時間を推定するために、地下水の前処理方法を改良するなどの年代測定技術を開発しました。これにより、研究所の深度500m研究坑道には、約3万年前に地下に浸透した雨水が湧水していることが明らかになりました。

---

\*7: 地下水中に存在している1ミクロン(1,000分の1ミリ)以下の大きさの固体粒子。



また、研究所周辺には塩化物イオンに富む地下水が分布しており、100 万年前から現在にかけての研究所周辺の地形変化を考慮した移流分散解析を行うことで、地下水流動の緩慢さについて考察を行いました(図 2)。その結果、地下水の流速や流向によって、長期的に塩化物イオンが残留する場所が形成されることが示されました。研究所周辺の地下深部は塩化物イオンが残留する場所に位置しており、相対的に地下水流動の緩慢な領域であると考えられました。

以上の研究開発により、地下水の滞留時間や地下水流動の緩慢さを確認するための技術を構築することができました。

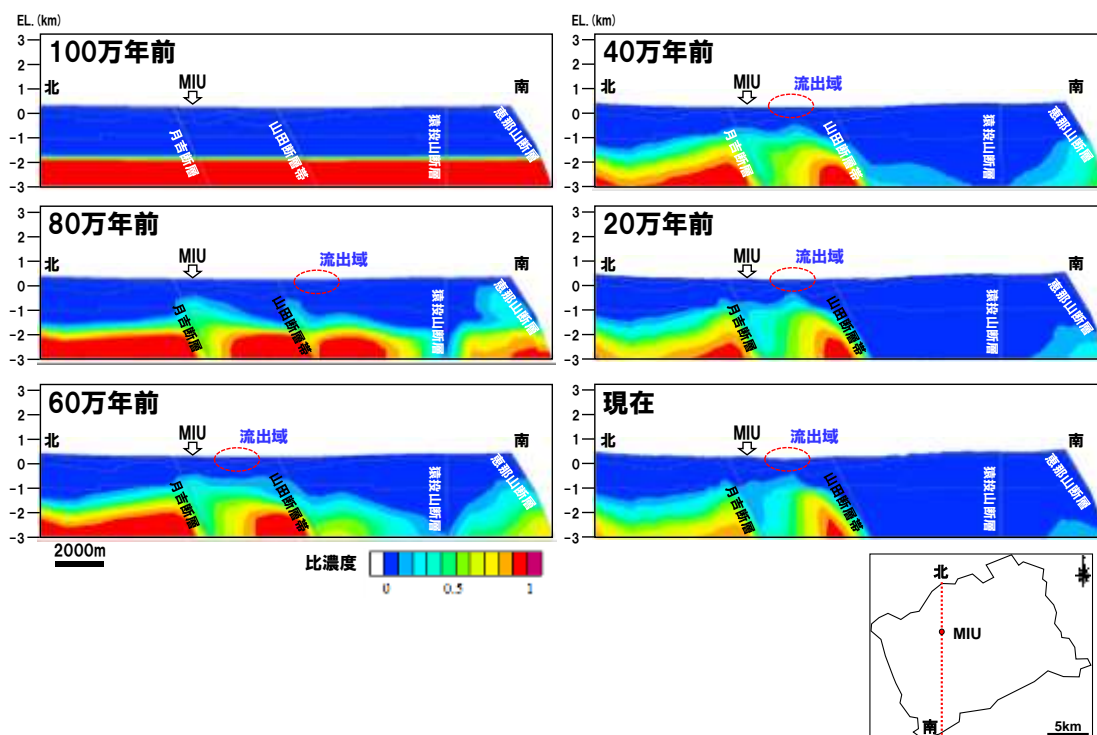


図 2 100 万年前～現在の地下水中の塩化物イオン比濃度の長期変遷解析例

### (3) 坑道埋め戻し技術の開発

坑道埋め戻し後の地質環境の回復能力等の評価手法や、地質環境に応じた埋め戻し技術の構築を目的として、再冠水試験、坑道の一部埋め戻し試験、長期観測に必要なモニタリング技術の開発を実施しました。

#### 1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発

##### ①再冠水試験

平成 28 年 1 月から平成 29 年 9 月にかけて、冠水坑道の閉鎖・冠水を行い、その後坑道内の地下水を排水し、排水後の力学・水理・化学特性の観測を続けてきました(図 3)。令和元年度は、冠水坑道周辺のボーリング孔において、それらの観測を継続しました。また、国際共同プロジェクト(Decovalex-2019)の検討テーマとして、海外の研究機関と連携して観測結果を利用した解析技術の開発を行うとともに、これまでに得られた知見に基づき、環境回復過程に関わる解析技術の取りまとめを行いました。

長期的な観測結果の例を図 4 に示します。このような観測データに基づいて、花崗岩に坑道を掘削し閉鎖する過程における周辺環境条件の変化について、温度特性(T)、地下水流動特性(H)、力学特性(M)、化学特性(C)、微生物特性(B)に関わる現象を図 5 のように整理することができました。また、整理された諸プロセスに基づいて、坑道閉鎖後の環境回復過程に関わる連成解析の開発を行いました。その結果、冠水坑道周辺の 100m 程度の空間スケールを対象として、岩盤の不均質性を高解像度で数値モデルに考慮できるように解析プログラムを改良するとともに高速化処理を行い、汎用性の高い解析ツールを整備することができました。また、坑道掘削～閉鎖時の環境条件を予測する手法を構築することができました(図 6)。

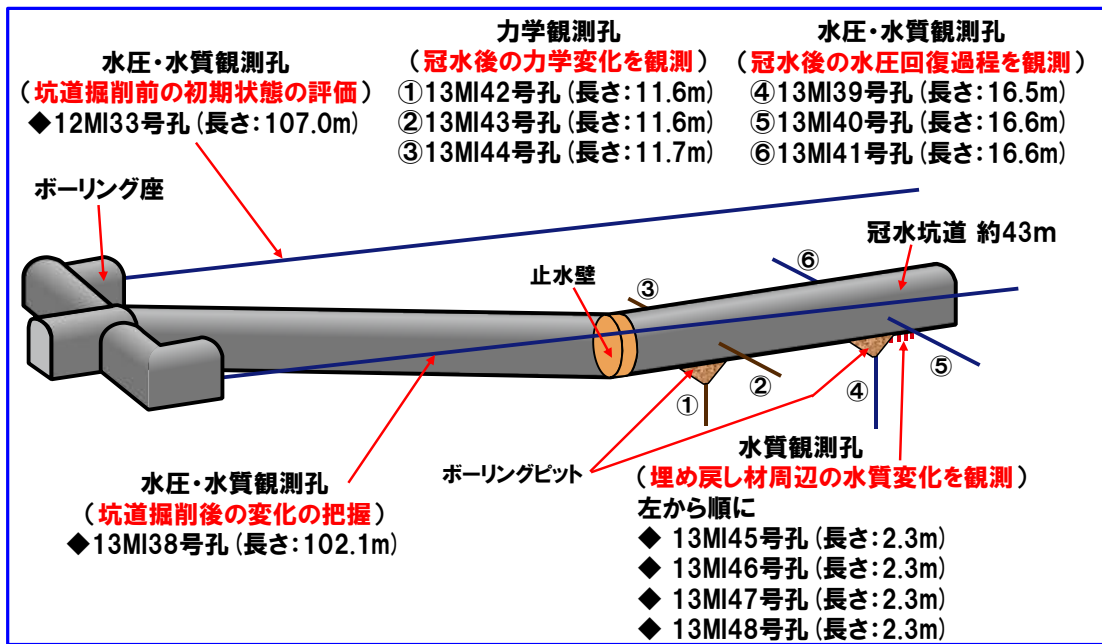


図3 冠水坑道周辺における観測孔の概要

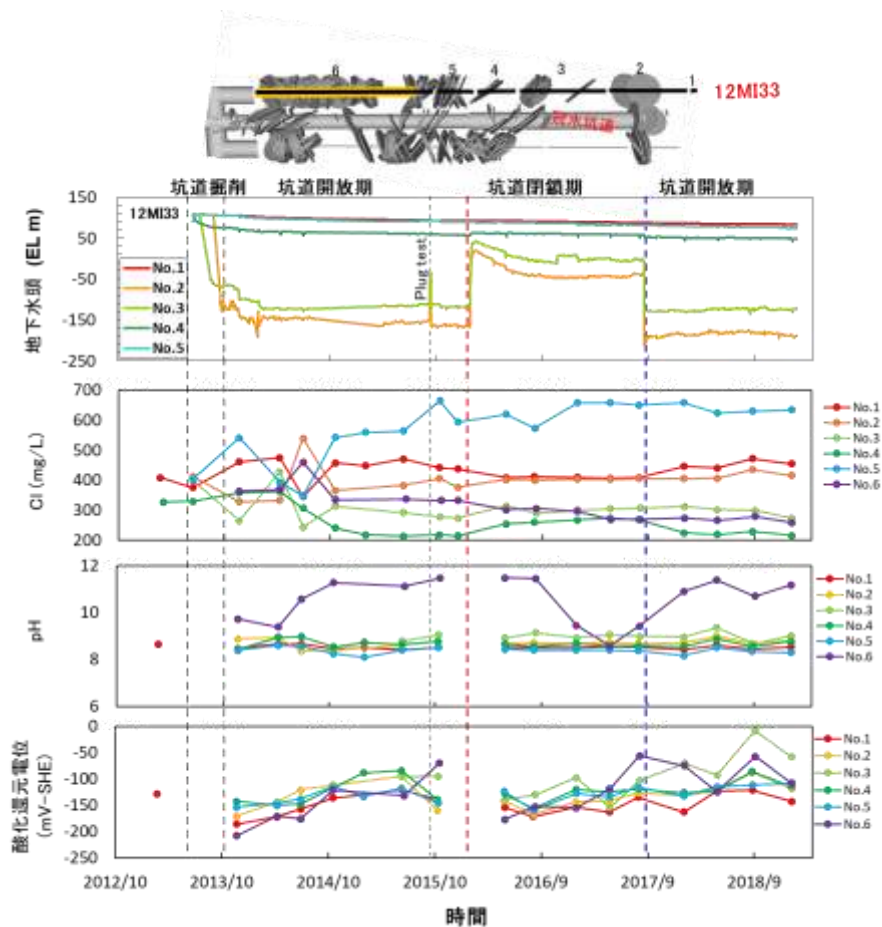


図4 坑道掘削～閉鎖時の環境変化観測例

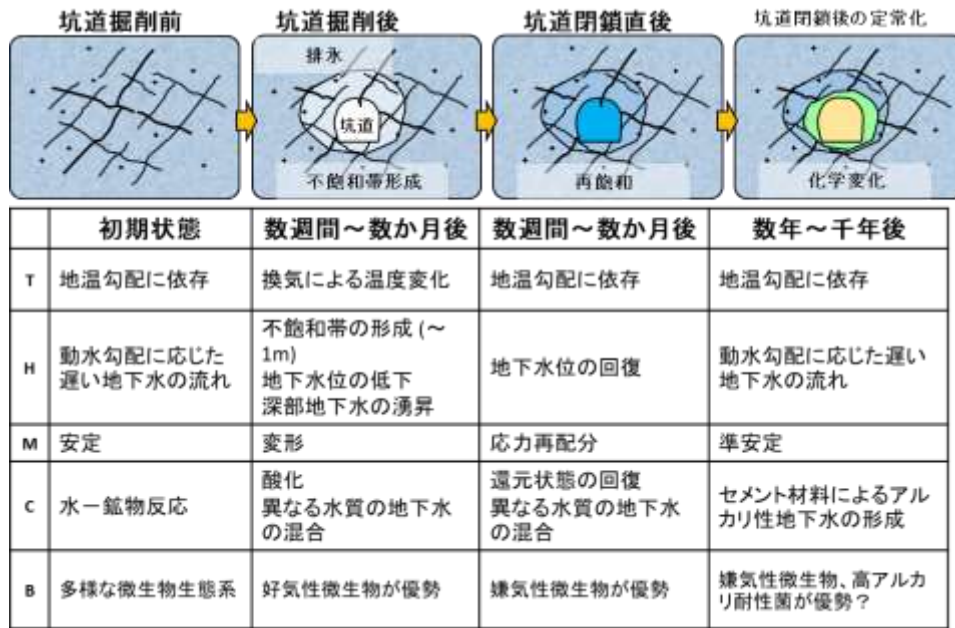


図 5 坑道掘削～閉鎖時の環境変化に関わる諸プロセスの概要

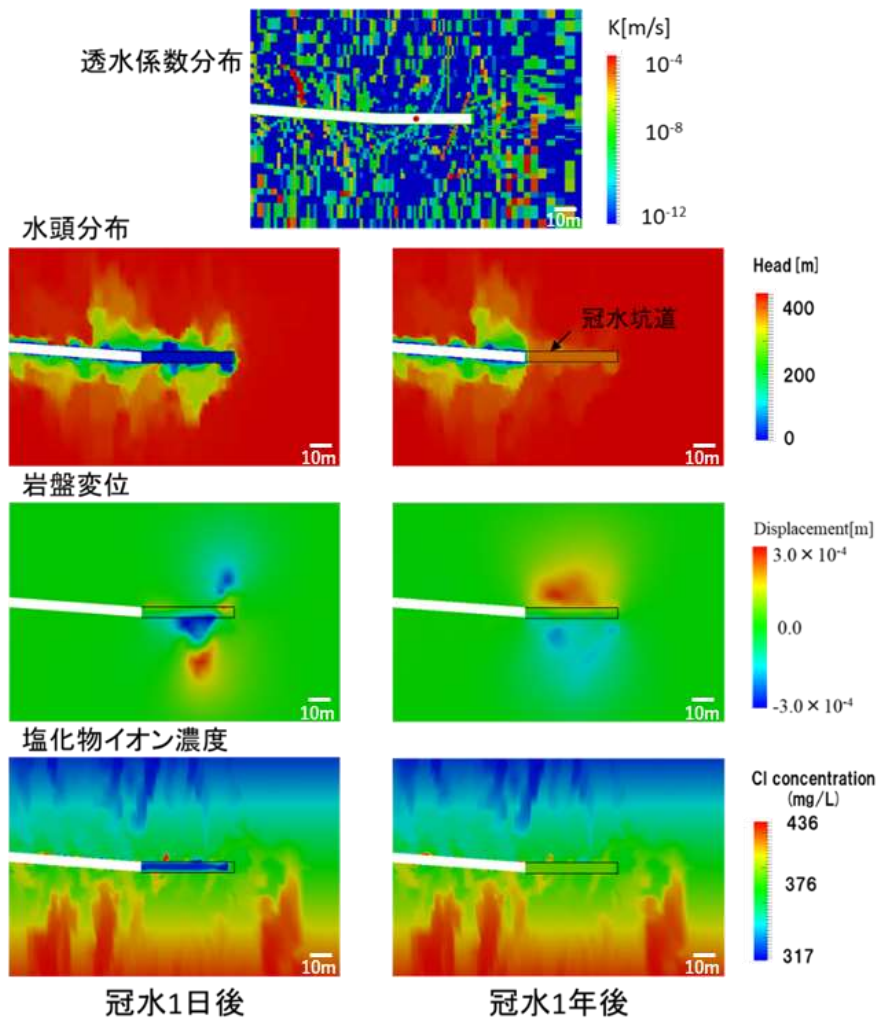


図 6 坑道閉鎖後の環境回復に関わる解析結果の一例

## ②岩盤の破壊現象評価

令和元年度は、坑道掘削から埋め戻しまでを想定した周辺岩盤における破壊現象と、その後の変化を評価する方法の整備を目的として、大口径ボーリング孔の掘削による孔壁破壊現象の調査や岩盤の破壊現象を含む長期岩盤挙動の評価手法について、これまでに得られた知見の取りまとめを行いました。

その結果、掘削影響領域の範囲については、土木工学や資源工学分野で保守的に予測する方法が存在していますが、初期状態からの変化の程度の予測には大きな不確実性を伴うため、空洞掘削後に直接的な調査により変化の程度を把握することが重要であると考えられました。また、アコースティック・エミッション(AE)を利用し、破壊領域の範囲や破壊の前兆を把握することが、掘削損傷領域の物性の把握や施工の安全確保の観点から非常に有効と考えられました。

## ③埋め戻し試験

埋め戻しの施工管理に関わる留意点や地質環境への影響等の評価技術の構築を目的として、ボーリングピットや坑道の一部を利用した埋め戻し試験を実施しました。

令和元年度は、国からの受託研究を活用して実施した、埋め戻し材の施工試験(図 7)の結果の取りまとめを行いました。この施工試験により、全断面吹付け工法の適用性を確認することができました。また、吹付け施工は、転圧締固めやベントナイトブロックによる施工方法と比較して、坑道側壁や天端付近等の狭い場所での施工も比較的容易ですが、吹付け条件や環境によっては施工性や品質が低下することもあり、それらの留意点を整理することができました。



図 7 埋め戻し試験の様子(右は 3D スキャナーによる坑道内側形状の計測)

## 2) 長期モニタリング技術の開発など

地下施設建設前から建設中、施設閉鎖後の地質環境の変化プロセス等を把握するための技術の構築を目的として、地表及び研究坑道から掘削されたモニタリング孔等において長期モニタリングを継続しました。また、これまでに得られた知見の取りまとめを行いました。

### ①長期モニタリング

#### 地上におけるモニタリング

令和元年度は、研究所用地内の気象観測装置による降水量等の観測、ボーリング孔を利用した地下水の水圧の観測(図8)、研究坑道周辺における地下水の水圧・水質の変化の観測を継続するとともに、長期モニタリングにより得られた地質環境特性について取りまとめを行いました。

堆積岩及び花崗岩中の地下水の水圧の長期観測の結果、堆積岩中の低透水性の粘土層を境として水圧分布、水圧変化が異なることが確認されました(図9)。これらの結果から、低透水性の地層や断層が、地下施設建設中の水圧変化に影響を与える重要な構造であることが確認されました。また、これらの地質構造を境として地下水の水質変化の傾向が異なっていることも確認されました。

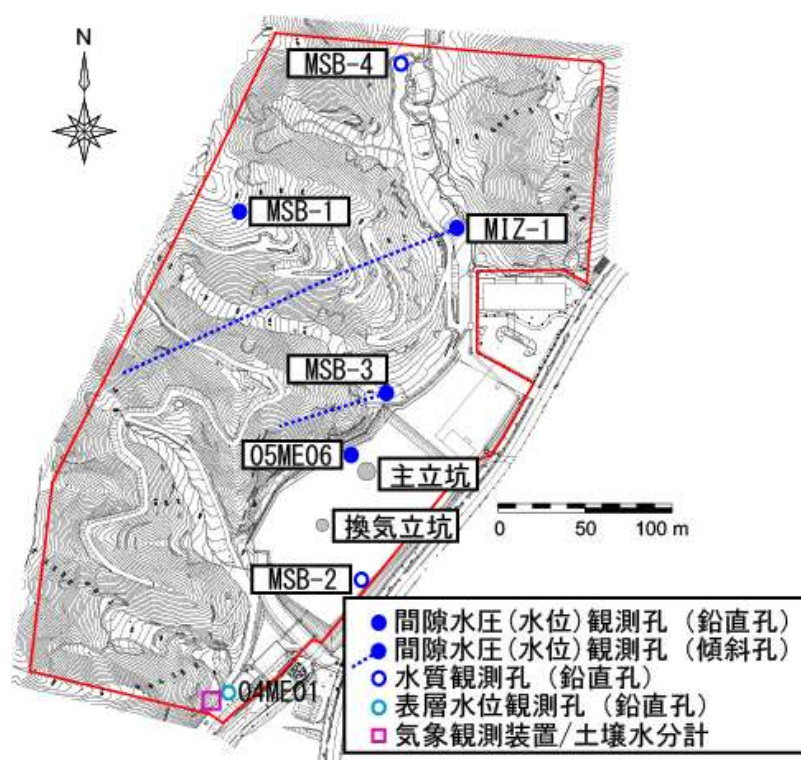


図8 地上から掘削されたモニタリング孔

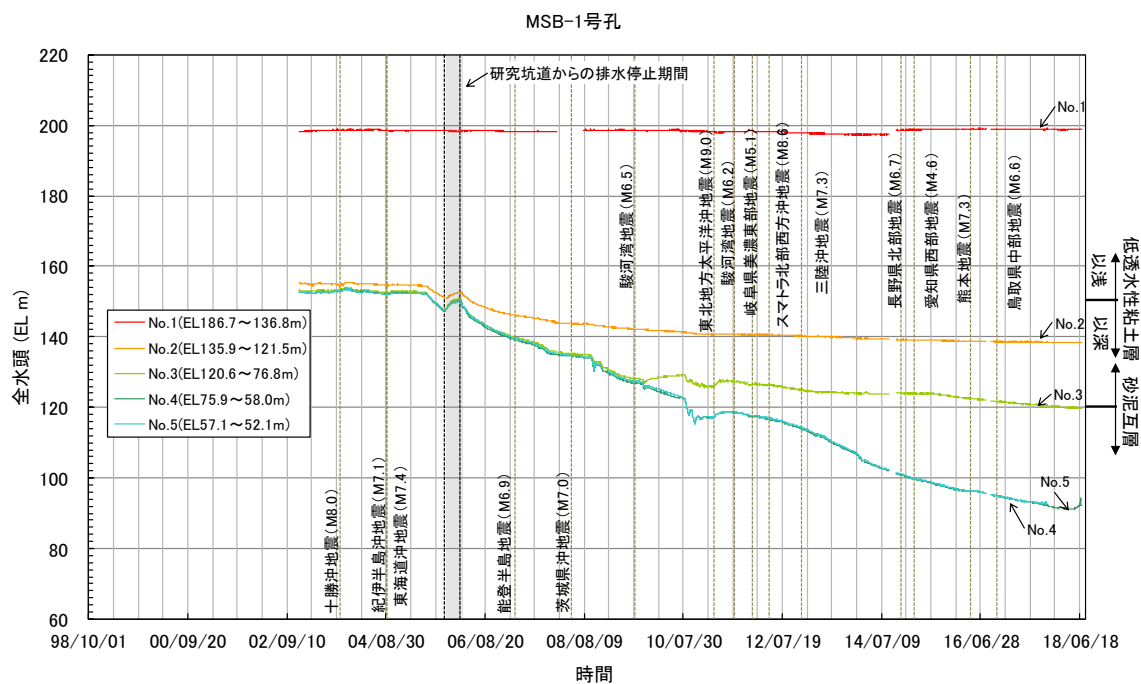


図9 地上からのモニタリング孔における地下水の水圧変化(MSB-1号孔の例)

### 研究坑道におけるモニタリング

研究坑道の掘削や維持管理等に起因する坑道周辺の地下水の水圧分布やその長期変化を把握するため、表1に示すボーリング孔において地下水の水圧・水質の観測を継続しました(調査位置は図1)。また、坑道壁面や集水リング(図1)\*8で採取した地下水の水質分析と解析を継続するとともに、長期モニタリングにより得られた知見について取りまとめを行いました。

その結果、立坑周辺の水圧には低下傾向が認められるものの(図10)、研究坑道から十数m離れた位置では、坑道近傍よりも高い水圧を保持し続けていることが確認されました。花崗岩中の地下水の水質は、花崗岩浅部と花崗岩深部の水質の異なる地下水の混合により経年変化しており、時間の経過とともに花崗岩浅部の地下水が深部に浸透していると推察されました。また、その経年変化率に基づいて数十年後には研究坑道周辺の地下水の水質がNa、Ca、Cl濃度が低く、硫酸イオンや無機炭素イオンに富む組成に変化すると予測されました。

\*8: 立坑内の坑壁から湧出した地下水を回収・採取するために、立坑壁面に約25mごとに設置されている集水設備。

表 1 水圧観測孔及び水圧・水質観測孔

設置場所	孔の名称	孔の方向	掘削長
水圧観測孔			
深度 200m ボーリング横坑(主立坑)	07MI08 号孔	鉛直下向き	125.0m
深度 200m ボーリング横坑(換気立坑)	07MI09 号孔	鉛直下向き	125.0m
深度 300m ボーリング横坑(換気立坑)	09MI17-1 号孔	鉛直下向き	51.0m
	09MI18 号孔		
	09MI19 号孔		
深度 300m 研究アクセス坑道	10MI23 号孔	水平方向	109.7m
深度 500m 研究アクセス南坑道	12MI32 号孔	水平から約 3° 下向き	106.4m
水圧・水質観測孔			
深度 200m 予備ステージ	07MI07 号孔	水平から約 5° 下向き	55.3m
深度 300m 予備ステージ	09MI20 号孔	水平から約 3° 下向き	102.0m
深度 300m 研究アクセス坑道 (産総研との共同研究において掘削)	09MI21 号孔	水平から約 3° 下向き	103.0m
深度 400m 予備ステージ	10MI26 号孔	水平から約 2° 上向き	70.6m
深度 500m 研究アクセス北坑道	12MI33 号孔	水平から約 1° 下向き	107.0m
	13MI38 号孔		102.1m
深度 500m 研究アクセス北坑道 冠水坑道	13MI39 号孔	鉛直下向き	16.5m
	13MI40 号孔	水平から約 4° 下向き	16.6m
	13MI41 号孔		
	13MI45 号孔	鉛直下向き	2.3m
	13MI46 号孔		
13MI47 号孔			
13MI48 号孔			



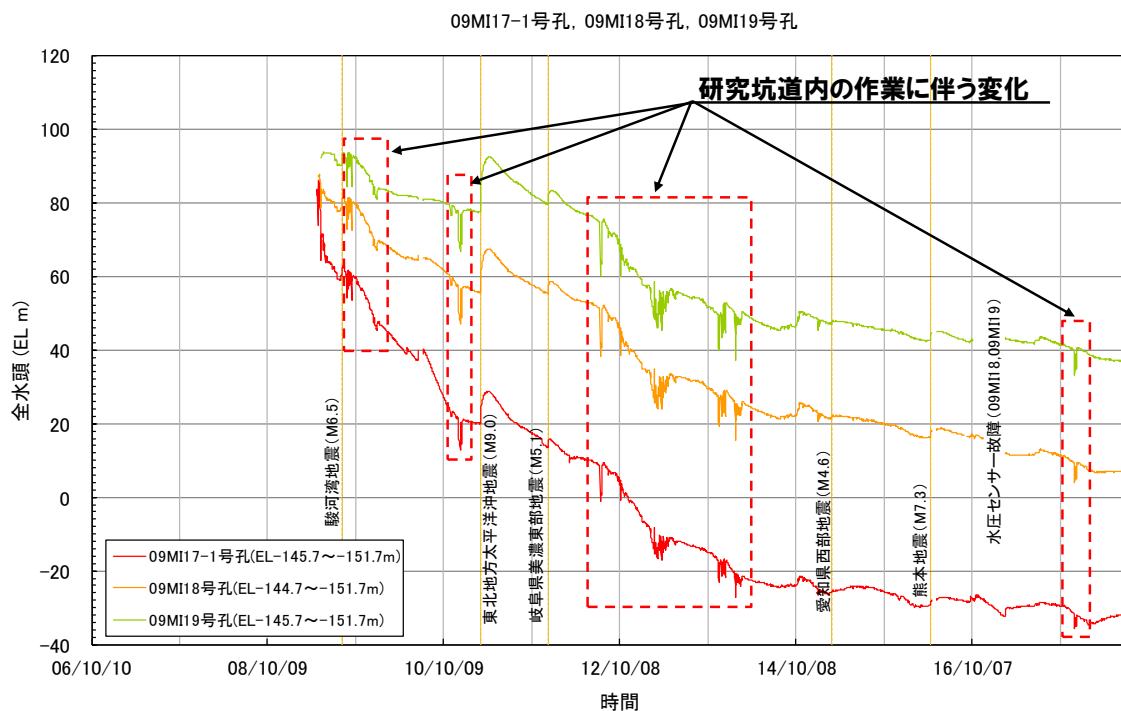


図 10 研究坑道の観測孔における水圧変化 (09MI17-1、18、19 号孔の例)

## ②長期モニタリング技術の開発

坑道近傍及び地下施設周辺でのモニタリングについては、地下水の水圧・水質モニタリングともに、地下施設建設前から建設・維持管理中の地上及び坑道からのモニタリングで用いたボーリング孔において、モニタリングシステムの実用性を確認することができました。一方で、地下施設埋め戻し後は坑道へのアクセスが不可能なことから、令和元年度は、地上から坑道のモニタリングシステムを利用して観測する技術の検討を行いました(図11)。

地中への長期的な電力供給には未だ課題があり、センサーのメンテナンス・交換は不可能であるため、電力供給が不要であり、かつセンサーの長期耐久性が期待される光ファイバ水圧センサーによる水圧モニタリング技術について、基本システムを設計・設置し、その作動確認を行いました。また、水質モニタリングについては、立坑内にモニタリング用配管を設置し、坑道の既存の水質モニタリングシステムと連結して観測するシステムを考案するとともに設置を行いました。

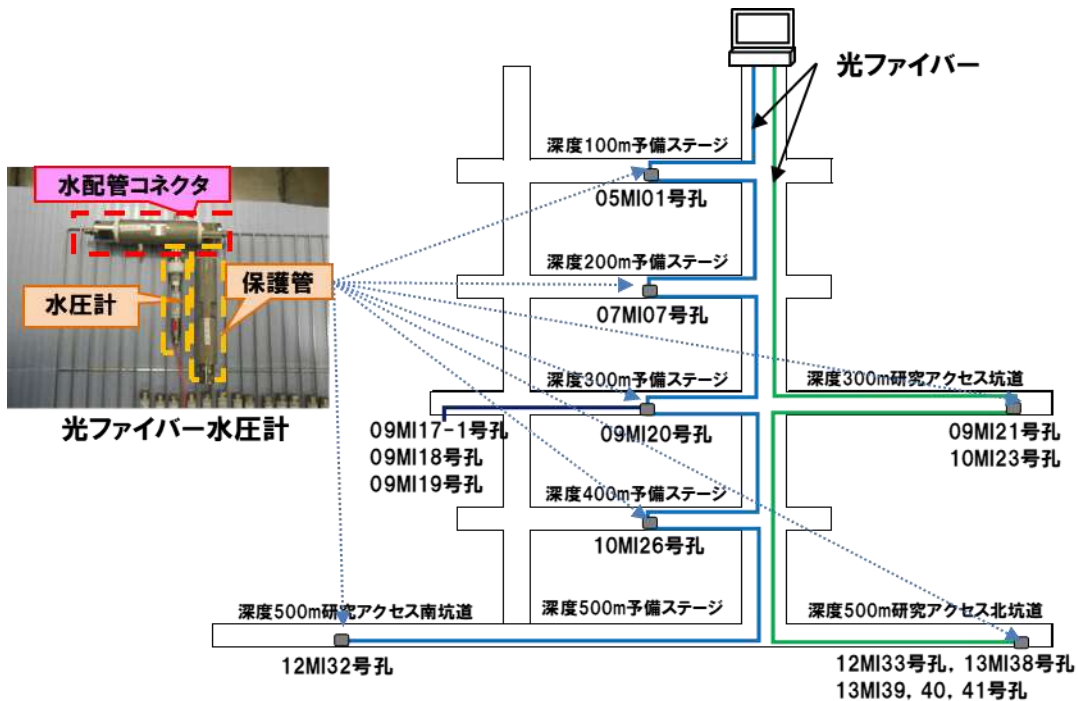


図 11 地下水水圧モニタリングシステムの地上化イメージ

### ③モニタリングデータの取りまとめ・評価

これまでに得られたデータに基づいて、長期モニタリング技術に関わる評価を行いました。

地下施設建設前から建設中における地下水流動変化の評価については、水理地質構造の不均質性を考慮した地下水流動解析と、施設建設に伴う水圧変化や湧水量の観測データを組み合わせることで、施設建設の影響の程度や範囲を推定することが可能であることが示されました。その際に、断層等の水理地質構造で囲まれた領域ごとに施設建設の影響が異なる可能性に留意するとともに、水圧変化だけではなく水質変化の観点から解析結果の妥当性を確認することが重要であると考えられました。水質変化の解析技術については、経年変化データを用いた解析を行い、①水質変化に対する寄与が大きい地下水の明確化、②当該地下水の寄与割合の経年変化に基づく変化速度の見積もり、③将来の地下水水質の外挿、という手順で施設建設・操業中の将来的な地下水水質を推定することが可能であることが示されました。

施設埋め戻し中及び埋め戻し後の長期的な地下水の水圧変化については、上述の施設建設前から施設建設中の地下水流動変化の評価において構築された水理地質構造モデルを用いて、地下水流動解析により評価することが可能であると考えられました。一方で、地下水の水質変化については、地下水流動が滞留し混合プロセスの前提が成り立たなくなるとともに、閉鎖系での水-鉱物-微生物

物反応が主要なプロセスとなる可能性があり、地下施設周辺の地下水滞留環境における水質変化プロセスを明らかにしていくことが課題と考えられました。

## 2. 研究所の工事、環境保全、安全管理

研究坑道の工事としては、坑内外仮設備の維持管理作業のほか、老朽化した配管等の交換や撤去、立坑巻上設備のワイヤーロープ（主立坑のズリキブル、換気立坑のズリキブルとスカフォード）の交換を実施しました。

土地賃貸借期間の終了（令和4年1月）までに、坑道の埋め戻し及び地上施設の撤去を完了するため、坑道埋め戻し工程等の検討を実施し、やぐら設備の改造等坑道埋め戻しに向けた準備作業を行った後、坑道埋め戻しに着手しました。令和元年度には、深度500m冠水坑道の埋め戻しを実施しました（図12）。

坑道内に湧出する地下水は、地上に設置している排水処理設備により処理し、環境保全協定に基づき定めた管理基準値を満たす水質で近隣の河川へ放流しています。排出水等の測定結果については、関係自治体へ毎月報告するとともに、ホームページ等で公表しています。

また、研究所用地の美化等の環境整備を継続するとともに、周辺の河川や井戸等への影響の有無を確認するため、研究所周辺の環境の現況調査を継続しました。その結果、研究所の事業が周辺環境へ問題となる影響を与えていないことを確認しています。

安全管理としては、研究所における研究や工事等について、日常の巡視や安全パトロールを実施するとともに、研究や工事等の関係者間での情報共有を目的として安全連絡会議を毎月開催し、事故・災害防止を図りました。



埋め戻し材(砂)の運搬  
(深度500m研究アクセス北坑道)



深度500m冠水坑道への埋め戻し材の充填  
(手前の黄色の装置は埋め戻し材の圧送装置)

図12 坑道埋め戻し作業

### 3. 開かれた研究施設としての取り組み

#### (1) 共同研究・施設利用

わが国における地下深部の地質環境を研究できる貴重な研究施設として、研究坑道等を外部の研究機関等にも活用していただくため、共同研究を含む研究協力や施設利用を進めました。

令和元年度は、産業技術総合研究所、岡山大学、東京大学、清水建設、西松建設、地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所、名古屋大学等との間で、研究坑道等を活用した共同研究を含む研究協力や施設利用を実施しました。

#### (2) 理解促進活動・情報発信

研究所では、地層科学研究における研究開発の成果や状況等を報告する情報・意見交換会の開催や見学者の受け入れ(令和元年度見学者数：2,080名)、児童・生徒を対象とした科学教育に関する学習支援(スーパーサイエンスハイスクールへの協力)等を行いました(図13)。また、ホームページや広報紙(地層研ニュース)を活用して、調査研究の内容や成果、工事の進捗状況、環境保全協定に基づく環境管理測定の結果を公表する等、情報発信に努めました。

さらに、地元住民の方々を対象としたサイエンスカフェを開催し、多くの地元の方々にご参加いただきました。



図13 開かれた研究施設としての取り組み

## 【令和2年度の事業計画】

令和元年度に策定した「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、坑道埋め戻し作業等を実施します。坑道埋め戻し作業等に当たっては、環境保全協定に基づく環境管理測定を行う等環境に配慮しながら、安全第一で進めていきます。また、ホームページや広報紙(地層研ニュース)において、坑道埋め戻し作業等の進捗状況、環境管理測定の結果を公表する等、情報発信に努めていきます。

### 1. 坑道埋め戻し

令和2年度は、深度500m研究アクセス坑道の埋め戻しを進め、その後、立坑とその上位の水平坑道の埋め戻しを実施します(図14)。埋め戻しには、砂及び掘削土を使用しますが、坑道の接続部等においては、必要に応じ、流動化処理土やコンクリート等を使用します。

### 2. 地下水の環境モニタリング調査

坑道の埋め戻し期間中及び坑道の埋め戻し後5年程度は、埋め戻しに伴う地下水の回復状況を確認するため、坑道内及び地上から掘削した既存のボーリング孔を利用し、地下水の水圧及び水質を観測する環境モニタリング調査を実施します(図14、15、16)。

また、坑道の埋め戻し期間中は、坑道内のボーリング孔を利用し、地上で地下水の水圧や水質に関するデータを取得可能なモニタリングシステムにより、坑道埋め戻し作業中の地下水の水圧・水質の変化を実際に観測し、実証研究を兼ねてモニタリングシステムの有効性を確認します。

なお、地上のボーリング孔を利用した坑道周辺の地下水の水圧・水質の観測については、研究所用地の他、正馬様用地や広域地下水流動研究対象地域における既存のボーリング孔も利用し、地下水の環境モニタリング調査として引き続き実施します。

### 3. 研究所周辺の環境影響調査

坑道埋め戻し等の作業に伴う研究所周辺の環境への影響の有無を確認するため、研究開始当初より実施している河川水等の水質分析及び騒音・振動測定といった環境影響調査を継続して実施します。

坑道内に湧出する地下水は、地上に設置している排水処理設備により処理し、平成17年11月に締結した環境保全協定に基づき定めた管理基準値を満たす水質で近隣の河川へ放流します。排出水等の測定結果については、関係自治体へ毎月報告するとともに、ホームページ等で公表していきます。

	2019 (R1) 年度	2020 (R2) 年度	2021 (R3) 年度	2022 (R4)~2025 (R7) 年度	2026 (R8) 年度	2027 (R9) 年度
超深地層 研究所計画に基 づく研究						
坑道埋め戻し	(準備工事)					
地上施設撤去						
基礎 コンクリート等 撤去						整地
地下水の環境 モニタリング 調査		モニタリングシステムの有効性確認 (実証研究)				
研究所周辺の 環境影響調査						

\* 地上観測孔を利用した坑道周辺の地下水の水圧・水質観測については、研究所設置当初から継続しています。

図 14 埋め戻し作業の工程計画案

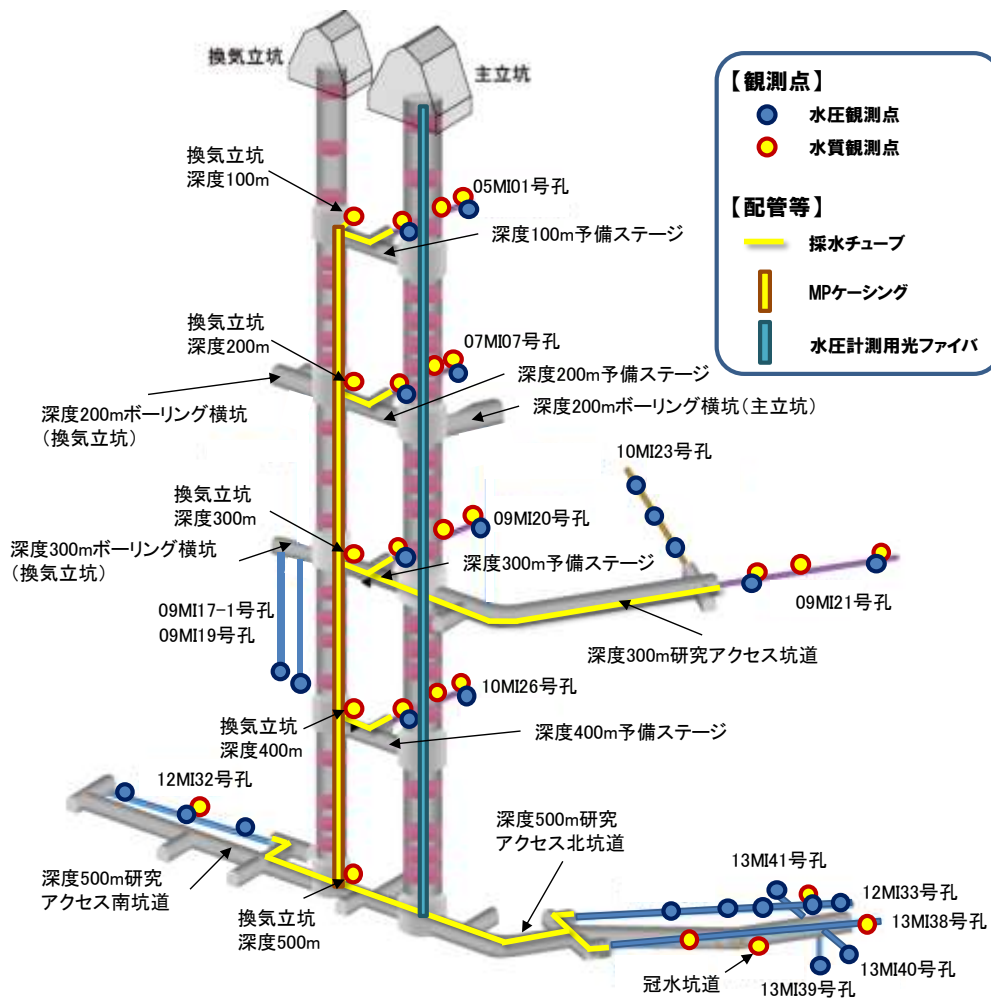


図 15 水圧・水質モニタリング位置(坑道内ボーリング孔)

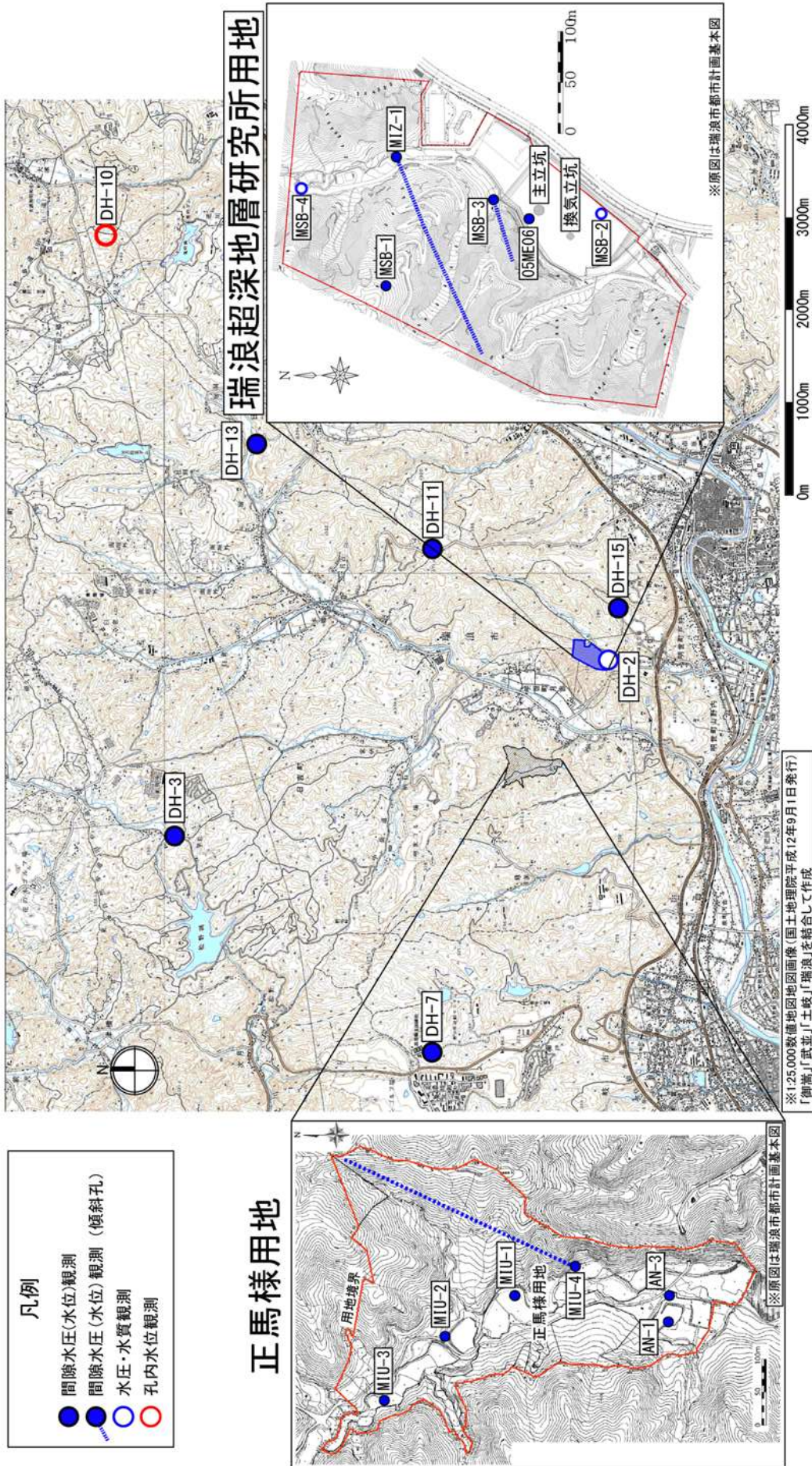


図 16 水圧・水質モニタリング位置(地上ボーリング孔)