

＜平成30年度＞

# 瑞浪超深地層研究所 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)

平成 30 年度の事業計画概要 .....	1
1 研究計画 .....	2
(1) 地下坑道における工学的対策技術の開発 .....	2
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 .....	2
2) 地下水管理技術の開発 .....	2
(2) 物質移動モデル化技術の開発 .....	3
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 .....	3
2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発 .....	3
3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解 .....	3
(3) 坑道埋め戻し技術の開発 .....	3
1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発 .....	4
① 再冠水試験 .....	4
② 岩盤の破壊現象評価 .....	4
③ 埋め戻し試験 .....	5
2) 長期モニタリング技術の開発など .....	5
① 長期モニタリング .....	5
② 長期モニタリング技術の開発 .....	6
③ モニタリングデータの取りまとめ・評価 .....	6
2. 研究所の工事、環境保全、安全管理 .....	8
3. 開かれた研究施設としての取り組み .....	8
(1) 共同研究・施設利用 .....	8
(2) 理解促進活動・情報発信 .....	8

## 【平成 30 年度の事業計画概要】

瑞浪超深地層研究所(以下、研究所)の平成 30 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(平成 27 年 4 月 1 日～平成 34 年 3 月 31 日)に基づき、機構改革で抽出し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)についての調査研究を進めていきます。また、これまでに得られた研究成果に基づく地質環境モデル\*1 の更新、調査技術や解析手法の有効性の評価・体系化及び研究坑道の工事に適用された各種工学技術の評価等の研究成果の取りまとめ作業も併せて実施していきます。

平成 30 年度の主な調査研究としては、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\*2 を平成 29 年度に引き続き実施します。本試験においては、冠水坑道内の地下水を全て排水した後の坑道周辺岩盤の地下水の水圧・水質の経時変化の観測を継続するとともに、冠水坑道周辺に掘削したボーリング孔と冠水坑道間の割れ目の連続性等を詳細に確認するための試験を実施します。このほか、平成 29 年度までに掘削したボーリング孔を利用し、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での地下水の水圧・水質の長期観測等を継続するとともに、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整備を進めます。なお、研究開発の一部については、国からの受託研究の活用を検討します。

平成 30 年度の研究坑道の工事としては、坑内外仮設備の補修、交換等の通常の維持管理に加えて、主立坑のスcaffolding やズリキブルのワイヤーロープ及び制御盤の交換を実施するとともに、坑道埋め戻しの検討を進めます。

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す。排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。また、研究所周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す。

研究所における調査研究や工事にあたっては、環境に配慮しながら、安全第一で進めていきます。

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、東北大学、大林組、清水建設、東京測器、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予定しています。

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す。

---

\*1: 地質環境(地下深くの地下水の流れや水質等)の状態や現象を模式的に表現したり、数式化したもの。

\*2: 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。

## 1. 研究計画

### (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>\*3</sup>技術)を開発します。

特に坑道への湧水量をプレグラウチング<sup>\*4</sup>とポストグラウチング<sup>\*5</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技術<sup>\*6</sup>を実証します。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す。

### 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

プレグラウチングとポストグラウチングを併用することにより、グラウチングによる改良範囲の拡大及び透水係数<sup>\*7</sup>のさらなる低減により湧水量を抑制します。

本研究については、開発してきたグラウト技術の成果取りまとめに着手します。

一方、研究坑道の掘削ではグラウチングや支保として、セメントや鋼材等の人工材料が使用されます。人工材料の使用による、岩盤の長期的な劣化や地下水への化学的な影響(施工対策影響)が発生する可能性があるため、グラウト材(セメント)が坑道周辺の地質環境に及ぼす影響を把握・評価するための技術開発を目的として、各種室内分析をこれまで実施してきました。

平成 30 年度は、深度 500m 研究アクセス南坑道において平成 25 年度に使用した低アルカリ性瞬結吹付けコンクリートが周辺の岩盤や地下水に及ぼす影響を評価するための技術開発として、室内での長期浸出試験を継続します。

### 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、その対策が求められています。そのため、排水中のふっ素、ほう素処理技術の現状を把握するとともに、自然由来の重金属による汚染事例や対策技術を調査します。

平成 30 年度は、これまでに実施した最新の地下水排水処理技術等の文献調査結果等の成果取りまとめに着手します。

---

\*3: 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。

\*4: 坑道掘削前に実施するグラウチング。

\*5: 坑道掘削後に実施するグラウチング。

\*6: 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する。

\*7: 岩盤中の水の流れやすさを示す指標。

## (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調査解析を実施します。また、物質の移動経路となる割れ目の透水性、地下水の流動や水質の長期変化及び地下水流動の緩慢さを明らかにするための調査を実施します。

### 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 の研究坑道において、ボーリング孔を用いた割れ目の特性把握や物質移動試験等を実施するとともに、得られたデータを基に割れ目分布のモデル化といった解析を実施します。

平成 30 年度は、ボーリング孔の掘削等により採取した岩石試料や、地下水を用いた物質移動に関する室内試験及び分析を継続します。既存のデータや室内試験等の結果に基づいて、物質移動に関するモデル化や解析を行います。

また、研究坑道内のボーリング孔を利用した水理試験やトレーサー試験等を行います。なお、調査研究の場所については、これまでの研究成果や研究坑道の工事状況等を踏まえて検討します。また、研究坑道内のボーリング孔から採取した地下水を用いて、コロイド\*<sup>8</sup>、有機物、微生物に関する調査や、それらと地下水中の元素の相互反応に関する調査等を行います。

### 2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発

地下水の流動や水質等の地質環境の長期変化を推定するため、主な地下水の流動経路となる割れ目の形成履歴と充填鉱物を調べます。

平成 30 年度は、地下水の流動や水質等の地質環境の長期変化を推定するため、既存のデータや室内試験等の結果に基づいて、結晶質岩において主な地下水の流動経路となる断層や割れ目の形成過程等を検討します。

### 3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解

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、地下水の採水や分析を実施します。

平成 30 年度は、研究坑道内からの大深度ボーリング孔の掘削・調査について、既存技術の情報収集を継続します。また、地下水の滞留時間の推定を目的とした年代測定手法について、既存技術の情報収集を行います。

## (3) 坑道埋め戻し技術の開発

坑道の一部を埋め戻し、地下水を自然に冠水させることによって、地下水の水圧・水質及び坑道周辺岩盤の化学的変化や力学的変化を観察し、地質環境の回復能力等を評価するとともに、地質環境に応じた埋め戻し技術の構築を目指します。また、長期観測に必要なモニタリング技術の開発を行います。

---

\*8: 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物質。

## 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

坑道閉鎖に伴う地質環境の力学・水理・化学特性の変化を複合的に把握する技術の開発を目的として、深度 500m 研究アクセス北坑道の冠水坑道において、冠水及び排水に伴う坑道内外の環境変化を確認する試験を行います。

平成 30 年度は、冠水坑道内の地下水排水後の周辺岩盤の水圧・水質及び岩盤変位や透水性の変化を把握するため、冠水坑道周辺に掘削したボーリング孔 (12MI33、13MI38～48 号孔) に設置した観測装置による観測を継続します (図1)。また、ボーリング孔と冠水坑道間の割れ目の連続性等を詳細に確認するための試験を実施するとともに、埋め戻し材 (砂、粘土等) で埋め戻した冠水坑道床面のボーリングピットから採取した埋め戻し材及び坑道壁面のセメント材料を用いた試験・分析を行い、これらの物性変化や周辺岩盤、地下水等への影響に関する解析を実施します。

また、観測結果を利用した解析技術の開発を国際共同プロジェクト (DECOVALEX2019) の課題として海外の研究機関と連携して行います。

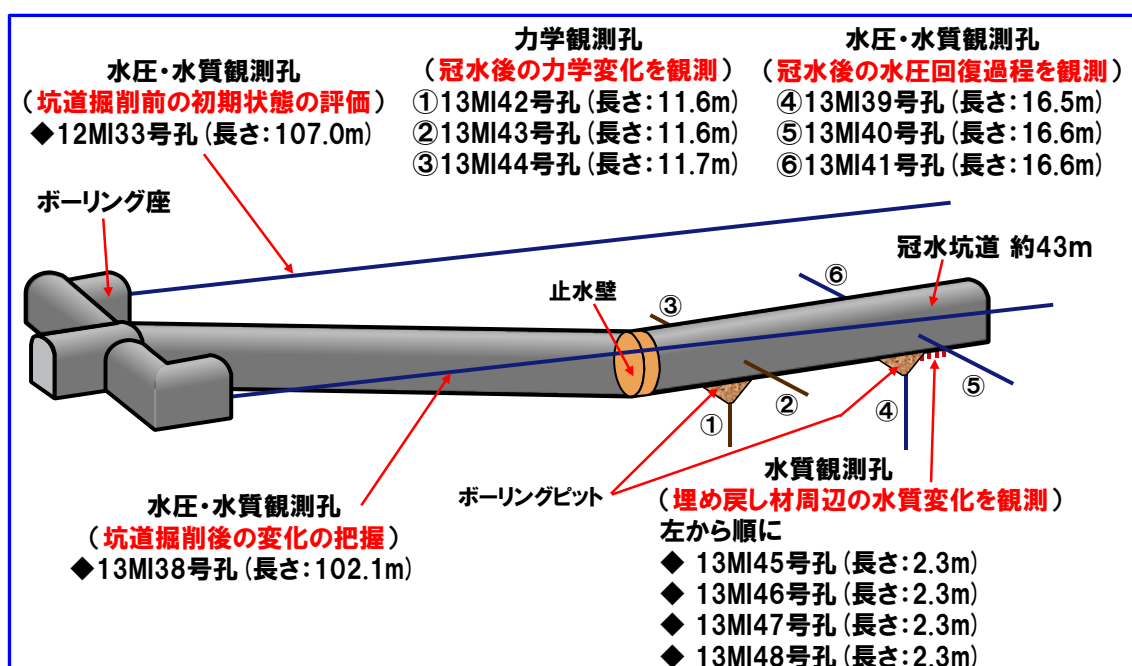


図 1 冠水坑道周辺における観測孔の概要

### ②岩盤の破壊現象評価

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の開発を行い、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挙動とその後の変化を評価する方法を整備します。

平成 30 年度は、成果の取りまとめに着手します。



### ③埋め戻し試験

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、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を把握します。また、上記①②の調査研究の成果と併せて、地質環境の回復能力等を評価する技術を整備します。

平成 30 年度は、坑道の一部を利用した埋め戻し試験の実施に向けた検討を行います。

## 2) 長期モニタリング技術の開発など

### ①長期モニタリング

#### 地上におけるモニタリング

研究所用地内に設置した気象観測装置による降水量等の観測、ボーリング孔 (04ME01 号孔) を利用した地表付近の地下水の水位の観測を継続します (図 2)。また、研究坑道周辺における、坑道掘削・維持管理に伴う地下水の水圧・水質の変化の把握を目的として、地上のボーリング孔 (MSB-1~4 号孔、MIZ-1 号孔、05ME06 号孔) において、地下水の水圧・水質の観測を継続します (図 2)。

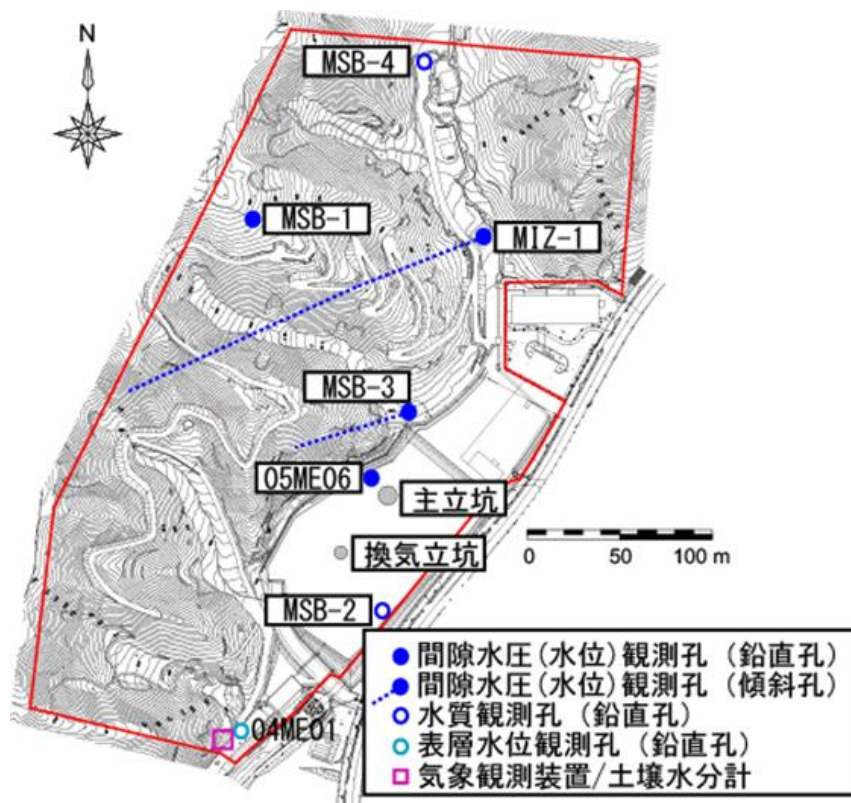


図 2 地上から掘削されたモニタリング孔

## 研究坑道におけるモニタリング

研究坑道の掘削・維持管理、再冠水試験における冠水坑道からの地下水排水に起因する坑道周辺の地下水の水圧・水質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す(調査位置は図 3)。また、坑道壁面や集水リング\*<sup>9</sup>(図 3)で採取した地下水の分析を継続します。

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			

### ②長期モニタリング技術の開発

研究坑道内に設置された地下水の水圧・水質及び岩盤変位のモニタリング装置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整備を進めます。また、国からの受託研究を活用して、モニタリング孔の閉塞技術の検討を開始します。

### ③モニタリングデータの取りまとめ・評価

調査研究で得られるデータや地上から掘削したボーリング孔及び研究坑道から掘削したボーリング孔を利用した地下水の水圧・水質のモニタリングデータを取りまとめ、評価します。

\*9: 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。





## 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、坑内外仮設備の補修、交換等の通常の維持管理に加えて、主立坑のスcaffoldやズリキブルのワイヤーロープ及び制御盤の交換を実施するとともに、坑道埋め戻しの検討を進めます。

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、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。

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す。研究所における研究や研究坑道の工事に当たっては、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。

## 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す。

平成30年度においては、産業技術総合研究所、岡山大学、東京大学、東北大学、大林組、清水建設、東京測器、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予定しています。

### (2) 理解促進活動・情報発信

児童・生徒の地層の科学に関する学習施設としての活用とともに、見学者の受け入れ等を積極的に進めます。また、ホームページや広報紙(地層研ニュース)において、調査研究や研究成果、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、情報発信に努めていきます。