

平成29年4月21日

＜平成29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  
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 29 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 .....	3
① 再冠水試験 .....	3
② 岩盤の破壊現象評価 .....	4
③ 埋め戻し試験 .....	4
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. 施設計画 .....	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 29 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 29 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\*<sup>1</sup>の更新、調査技術や解析手法の有効性の評価・体系化、およ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 29 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、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確認する再冠水試験を平成 28 年度に引き続き実施します。本試験においては、冠水坑道内の水圧を変動させて坑道周辺の岩盤の透水性を測定する試験を実施するとともに、冠水坑道周辺のボーリング孔に設置した観測装置を用いて、地下水の水圧・水質の変化および岩盤変位\*<sup>2</sup>の観測を継続します。また、冠水坑道内の地下水を排水し、再冠水による坑道周辺の岩盤の状態変化等を調べます。このほか、平成 28 年度までに掘削したボーリング孔を利用し、岩盤中の物質移動に関する調査研究を行うとともに、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・水質の長期観測等を継続するとともに、地上からのモニタリングを可能とする要素技術開発に着手します。なお、研究開発の一部については、平成 28 年度に引き続き、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する予定です。

平成 29 年度の研究坑道の工事としては、坑内外仮設備の補修、交換等の維持管理を実施します。

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 月に岐阜県およ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、電力中央研究所、産業技術総合研究所、原子力環境整備促進・資金管理センター、清水建設、東京大学、静岡大学、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、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: 岩盤にかかる圧力によって生じる岩盤の変形量。

## 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(グラウト技術<sup>\*3</sup>)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<sup>\*6</sup>技術を実証します。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あるいは透水係数<sup>\*7</sup>のさらなる低減により湧水量を抑制します。

平成 29 年度は、平成 28 年度までに開発してきたグラウト技術の取りまとめを継続します。

一方、研究坑道の掘削ではグラウトや支保として、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、グラウト材料(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 29 年度は、引き続き、国からの受託研究として、グラウト材料による岩盤への影響を把握する試験を実施する予定です。また、平成 25 年度に深度 500m 研究アクセス南坑道において使用した低アルカリ性瞬結セメン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、室内での長期湿潤試験を開始します。

### 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およ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。

平成 29 年度は、平成 28 年度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を報告書等に取りまとめ公表します。

---

\*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、グラウト技術としている。

\*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およ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**

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およ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。

物質移動試験の一部については、電力中央研究所との共同研究として、研究坑道内において、深度 500m までの既存ボーリング孔を利用したトレーサー試験を行うとともに、ボーリング孔周辺の岩盤を採取してトレーサーの分布を把握する予定です。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、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**

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等を行い、実施計画等についての検討を継続します。

## **(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・水質およ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継続します。

### **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、一部排水による水圧減圧と、排水の停止による水圧の回復を生じさせ、坑道内外の環境変化を確認する試験を継続します。

---

\*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。

平成 29 年度は、地下水で満たした冠水坑道内および周辺岩盤において、冠水坑道内の水圧を変動させることによって生じる地下水の水圧・水質の変化およ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するとともに、冠水坑道内の水圧を変動させて坑道周辺岩盤の透水性を測定する試験を実施します。また、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において、埋め戻し材および周辺岩盤での水理・化学・力学的な変化の計測を継続します（図 1）。さらに、冠水坑道内の地下水を排水して坑道内からの調査を行い、周辺岩盤や地下水等への影響を把握します。

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。

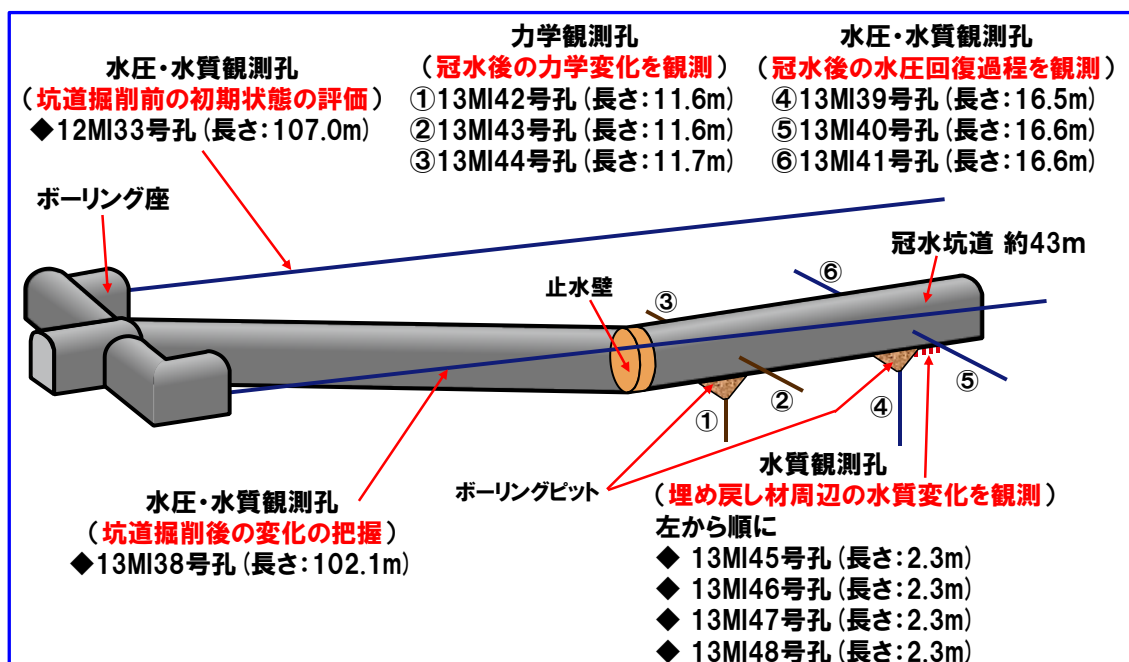


図 1 冠水坑道周辺における観測孔の概要

## 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 29 年度は、平成 28 年度に終了した京都大学・大林組との共同研究で掘削したボーリング孔を利用した研究計画の検討を実施します。

## 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 29 年度は、坑道の一部を利用した埋め戻し試験に関する計画検討を引き

続き実施します。

## 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)。

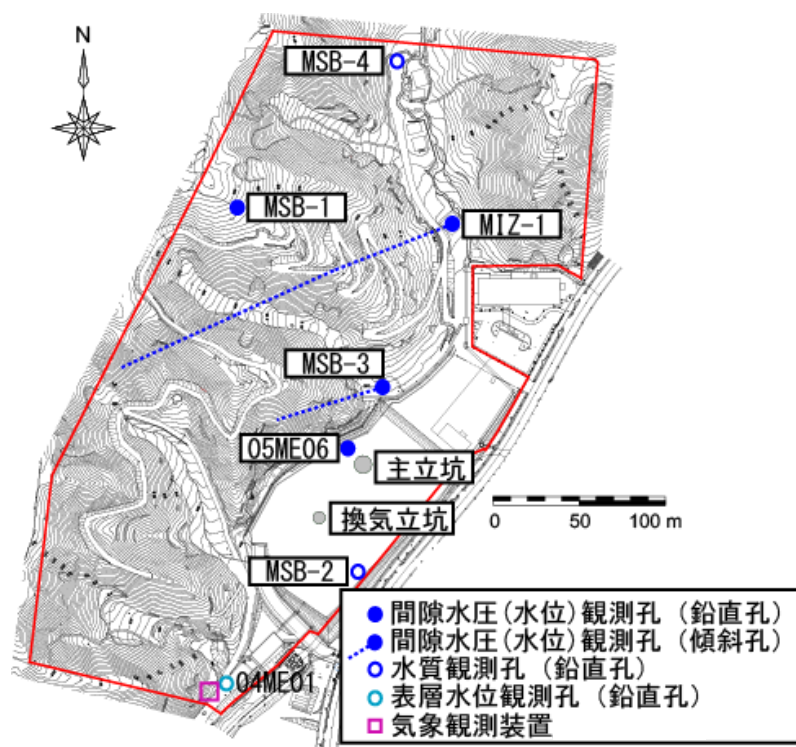


図2 地上から掘削されたモニタリング孔

#### 研究坑道におけるモニタリング

研究坑道の掘削や維持管理、再冠水試験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。

加えて、地下水の流動方向や範囲を推定する技術を開発するため、深度300mステージにおいて自然電位測定\*<sup>10</sup>による地下水流動のモニタリングを継続します。

\*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。

\*10: 地中に自然に存在する電圧の高さ(電子)を測定する調査。

表1 水圧観測孔および水圧・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・水質および岩盤変位のモニタリングを行う装置を活用して、地上からの長期モニタリングを行う方法、地中無線によるデータ伝送システムの長期耐久性(原子力環境整備促進・資金管理センターとの共同研究)等の検討を行います。

## 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およ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。



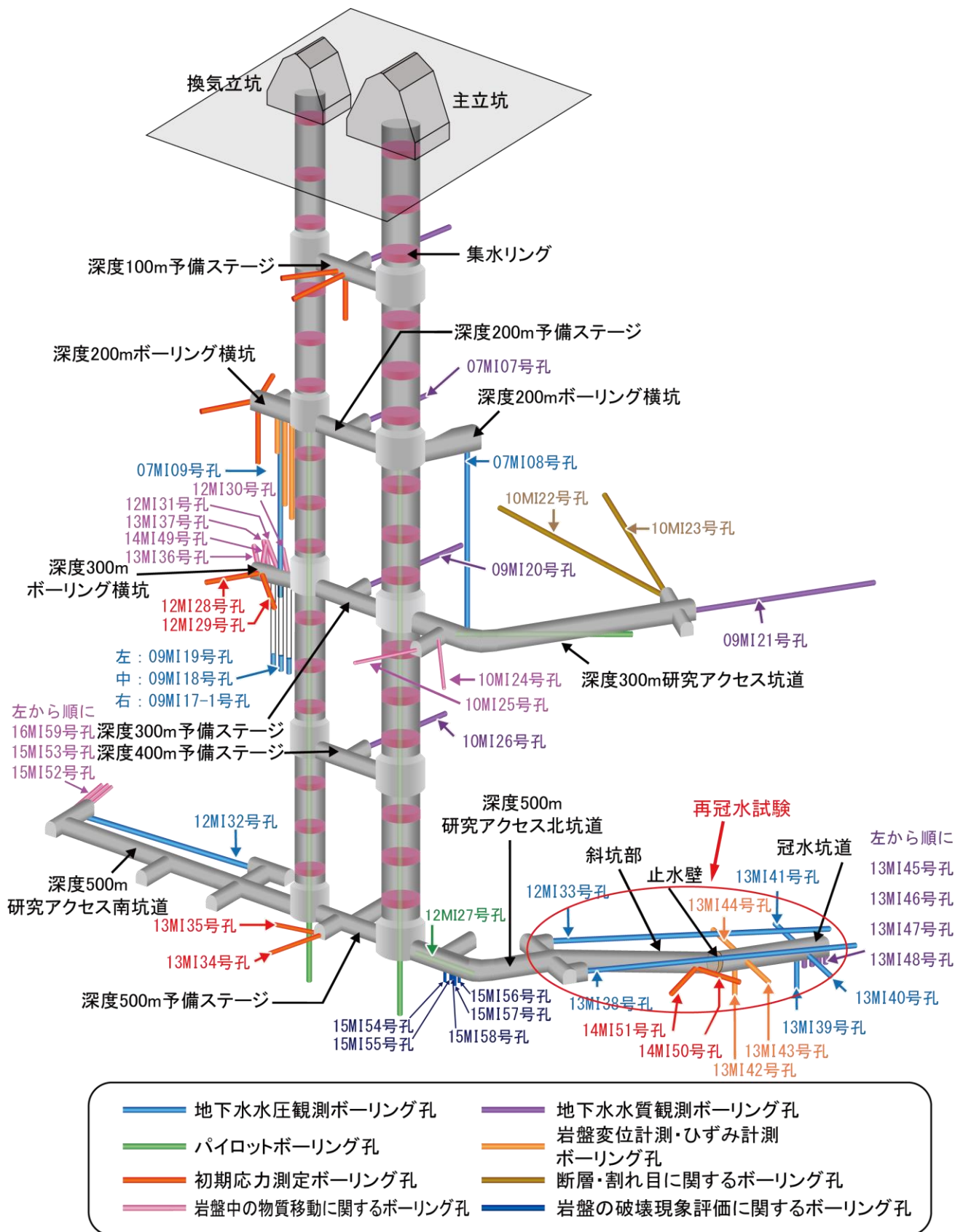


図3 平成29年度における研究坑道での主な調査位置図

## 2. 施設計画

研究坑道の工事としては、坑内外仮設備の補修、交換等の維持管理を実施します。

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、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あたっては、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 29 年度においては、電力中央研究所、産業技術総合研究所、原子力環境整備促進・資金管理センター、清水建設、鹿島建設、大林組、東京大学、静岡大学、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

中・高校生等を対象とした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。