

平成27年4月21日

<平成27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 27 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	..... 4
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	..... 5
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	..... 7
③モニタリングデータの取りまとめ・評価	..... 8
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 27 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 27 年度の事業は、新たな中長期計画期間の初年度として、原子力機構改革において抽出された 3 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 27 年度の主な調査研究としては、止水壁^{*1}の止水性を確認したうえで、冠水坑道を地下水で満たす試験を開始するとともに、冠水坑道周辺に掘削したボーリング孔に設置した観測装置を用いて、地下水の水圧や水質の変化および岩盤変位^{*2}の観測を継続します。また、従来から行っている、深度 300m 研究アクセス坑道における物理探査(自然電位測定^{*3})による地下水流动のモニタリング、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、地下水の水圧や水質の長期観測を継続します。なお、研究開発の一部については、平成 26 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 27 年度の研究坑道の工事としては、深度 500m 研究アクセス北坑道の冠水坑道への止水壁の設置を継続して行います。

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適切に処理し、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く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、清水建設株式会社、東京大学、東京都市大学、静岡大学、京都大学、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、研究所では周辺施設と連携し、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:冠水坑道内に湧出する地下水を貯めるため、坑道の入口を塞ぐコンクリート製の栓のような構造物。

*2:岩盤にかかる圧力によって生じる岩盤の変形量をいう。

*3:天然に存在する電気の流れを測定する調査。

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、坑道に流れ出てくる地下水の量(湧水量)を低減する技術(グラウト^{*4}技術)を開発します。

特に坑道への湧水量をプレグラウト^{*5}とポストグラウト^{*6}の組み合せによって制御可能とするウォータータイグラウト^{*7}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グラウト技術の開発

プレグラウトとポストグラウトを併用することにより、グラウトによる改良範囲の拡大あるいは透水係数^{*8}のさらなる低減により湧水量を抑制します。

平成27年度は、坑道湧水量の変化を把握することで抑制効果を評価するとともに、岩盤の透水係数に応じたグラウト材料の選定や注入方法、効果的な注入孔の配置、改良範囲外への湧水の回り込みを抑制する方策について、昨年度実施したポストグラウトの結果の評価をもとに検討します。

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ります。また、これまでに、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、各種室内分析を実施してきました。

平成27年度は引き続き、岩盤への影響に関する経年変化を把握する試験を実施します。なお、この試験は、国からの受託研究として実施する予定です。

2)地下水管理技術の開発

研究所の湧水には自然由来のフッ素、ホウ素が含まれており、凝集沈殿処理およびイオン交換処理によって環境基準値以下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壤汚染が問題視され、その対策が求められています。

平成27年度は、これらの事例について文献調査を行うとともに、調査の結果を踏まえて、今後の技術開発方策を検討します。

*4:地下水の水みちとなる割れ目に溶液を注入し、湧水を低減する方法。

*5:坑道掘削前に実施するグラウト。

*6:坑道掘削後に実施するグラウト。

*7: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トとポストグラウトを組みあわせた技術の適用性を評価する。

*8: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および地下水の流動や水質の長期変化や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や分析を継続します。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ボーリング調査を行う予定です。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、研究坑道内において掘削したボーリング孔から採取した地下水を用いて、コロイド^{*9}、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、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検討します。

*9: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。

(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、地下水の水圧や水質および坑道周辺岩盤の化学的変化や力学的变化を観察し、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実施します。

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

坑道閉鎖に伴う力学・水理・化学特性の長期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、坑道を閉鎖し繰り返し冠水させる再冠水試験を行います。

平成27年度は、冠水坑道に構築した止水壁^{*1}の止水性を確認するとともに、冠水坑道内を地下水で満たし、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を用いて、地下水の水圧や水質の変化、岩盤変位^{*2}や透水性の変化の観測を行います(図1)。

また、平成26年度に埋め戻し材(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において、埋め戻し材の水理・化学・力学的な変化の計測を継続します(図1)。

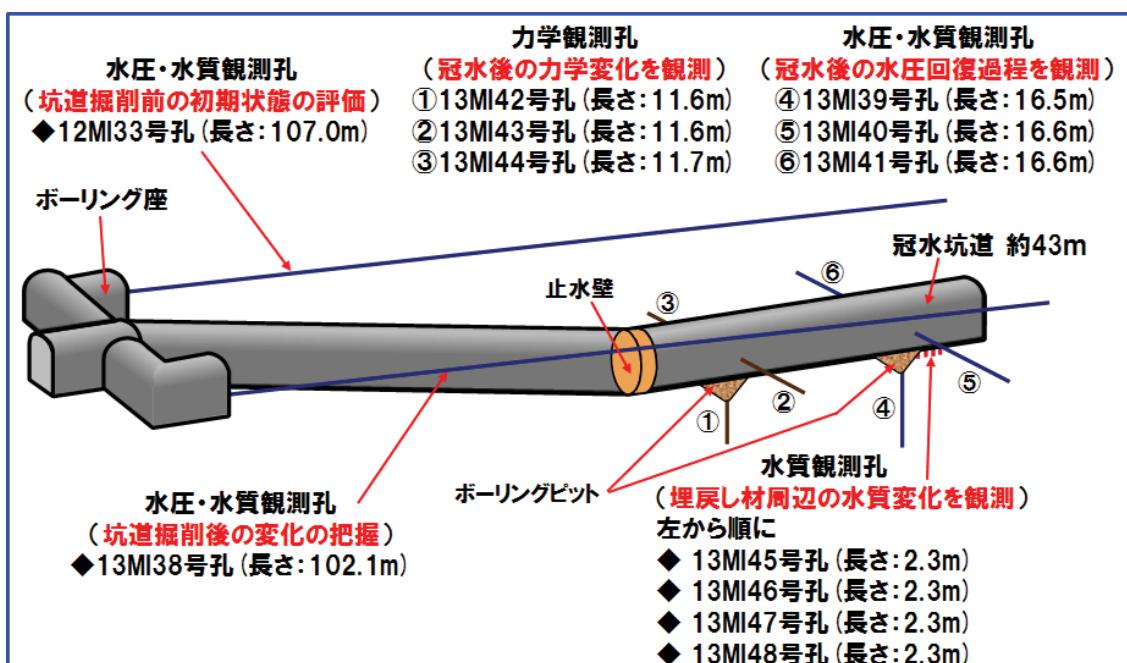


図1 冠水坑道周辺における観測孔の概要

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の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 27 年度は、トンネルの破壊に関する事例調査を行います。また、ボーリング孔における粘性流体の注入試験により岩盤の破壊現象を観察します。この注入試験は京都大学との共同研究として実施する予定です。

③埋め戻し試験

ボーリングピットや坑道の埋め戻し試験を実施し、埋め戻しの施工管理に関する留意点や地質環境への影響等を把握します。

上記①②の調査研究の成果とあわせて、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 27 年度は、埋め戻し試験の計画を立案します。立案にあたっては、再冠水試験の一環として実施しているボーリングピットの埋め戻し材の計測結果や、Nagra(スイス放射性廃棄物管理共同組合)との共同研究として実施している埋め戻し材の密度計測に関する研究の成果を参考にします。

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

研究所用地内に設置した降水量等の観測、ボーリング孔(04MI01 号孔)を利用した地表付近の地下水の水位の観測、土壤水分量の観測を継続して行います(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や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、地下水の水圧や水質の観測を継続します(図 2)。

研究坑道の維持管理、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観測を継続します(調査位置は図 3)。

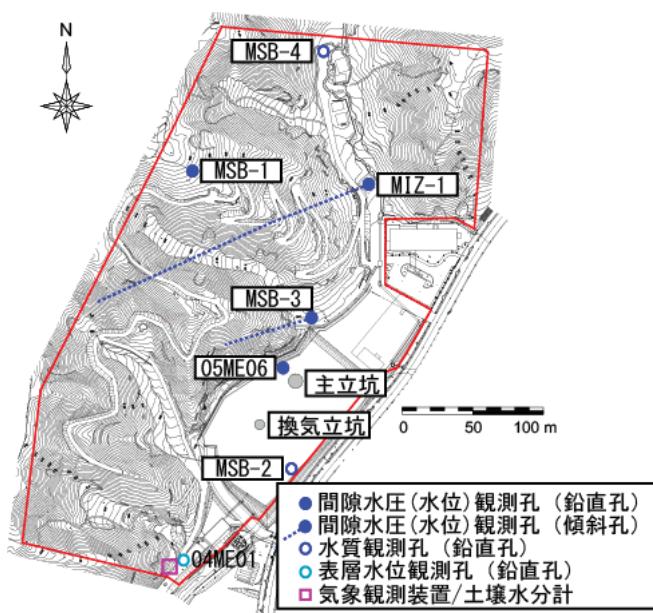


図 2 地上から掘削されたモニタリング

表 1 水圧観測孔

設置場所	孔の名称	孔の方向	掘削の長さ
深度 200m ボーリング横坑(主立坑側)	07MI08 号孔	鉛直下向き	125.0m
深度 200m ボーリング横坑(換気立坑側)	07MI09 号孔	鉛直下向き	125.0m
深度 300m ボーリング横坑(換気立坑側)	09MI17-1 号孔 09MI18 号孔 09MI19 号孔	鉛直下向き	51.0m
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

また、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質分布やその長期変化を把握するため、表 2 に示すボーリング孔において水圧や水質の観測を継続します(調査位置は図 3)。

表 2 水圧・水質観測孔

設置場所	孔の名称	孔の方向	掘削の長さ
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 研究アクセス南坑道	12MI32 号孔	水平から約 3° 下向き	106.4m
深度 500m 研究アクセス北坑道	12MI33 号孔 13MI38 号孔	水平から約 1° 下向き	107.0m 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 13MI41 号孔	水平から約 4° 下向き	16.6m
	13MI45 号孔 13MI46 号孔 13MI47 号孔 13MI48 号孔	鉛直下向き	2.3m

さらに、坑道壁面や集水リング^{*10}で採取した地下水の分析を継続して行います。

モニタリング技術として、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^{*3}による地下水流動のモニタリングを引き続き実施します。

* 10:立坑内の坑壁から染み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。

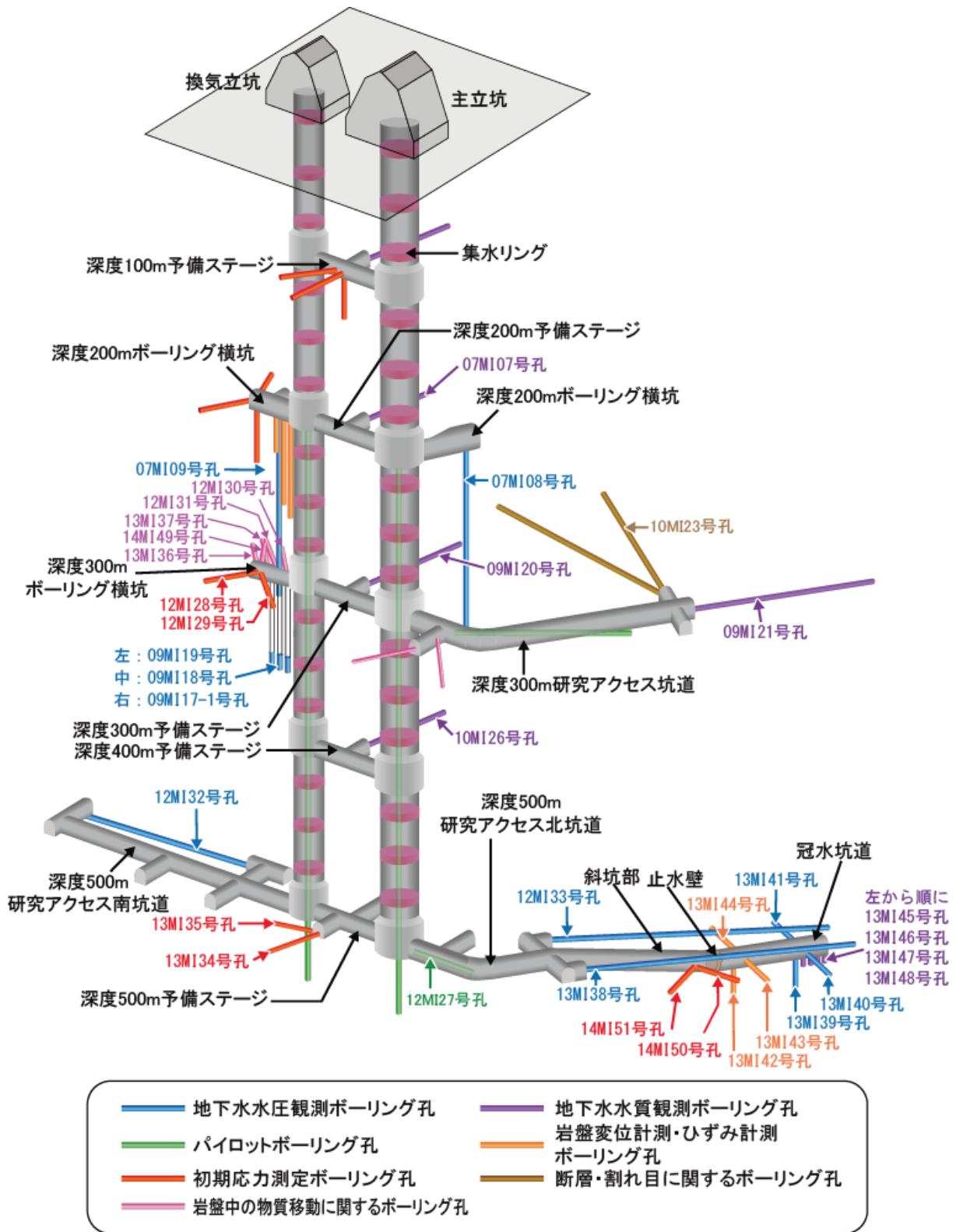


図3 平成27年度における研究坑道での主な調査位置図

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水圧や水質、岩盤変位^{*2}をモニタリングする装置を活用して、地上から地下水の水圧や水質、岩盤変位を長期モニタリングする方法、地中無線によるデータ伝送方法(原子力環境整備促進・資金管理センターとの共同研究)、レーザー光による給電技術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や水質のモニタリングデータを取りまとめ、評価します。

2. 施設計画

研究坑道の工事としては、深度 500 m 研究アクセス北坑道の冠水坑道への止水壁^{*1}の設置を継続して行います。

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適切に処理し、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く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 27 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、清水建設株式会社、東京大学、東京都市大学、静岡大学、京都大学、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

岐阜県先端科学技術体験センター（サイエンスワールド）との連携や、中・高校生等を対象とした科学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ます。