

令和5年度における個別課題の現状および今後の予定

① 深地層の研究施設計画
b) 超深地層研究所計画

令和6年3月13日

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 地層科学研究部

本日の内容

- 第4期中長期計画及び年度計画
- 令和2年度以降の超深地層研究所計画
- 令和5年度の実施結果と今後の計画
 - ① 地下水の環境モニタリング調査
 - ② 研究所周辺の環境影響調査
 - ③ ボーリング孔の閉塞
 - ④ 立坑の沈下について
- その他:データ等の公表

第4期中長期計画及び年度計画

(3) 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発

1) 深地層の研究施設計画（超深地層研究所計画）

中長期計画（令和4年4月1日～令和11年3月31日）

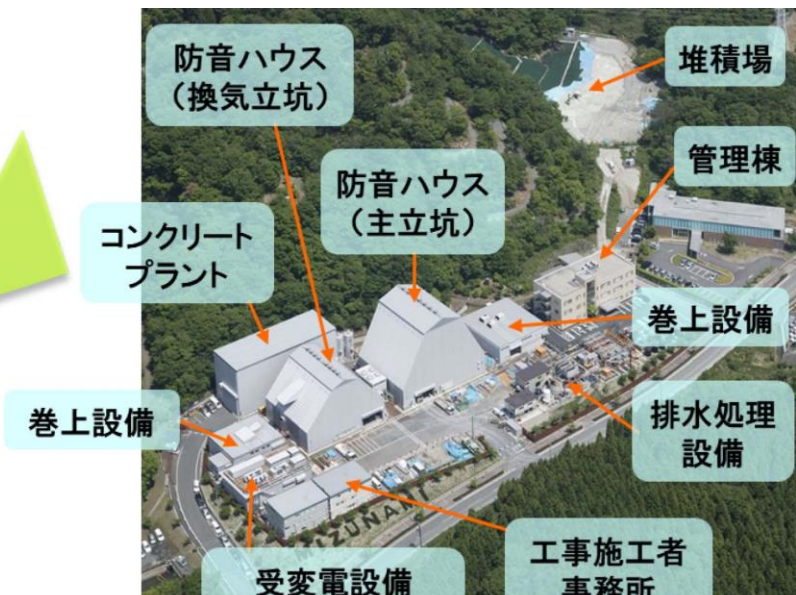
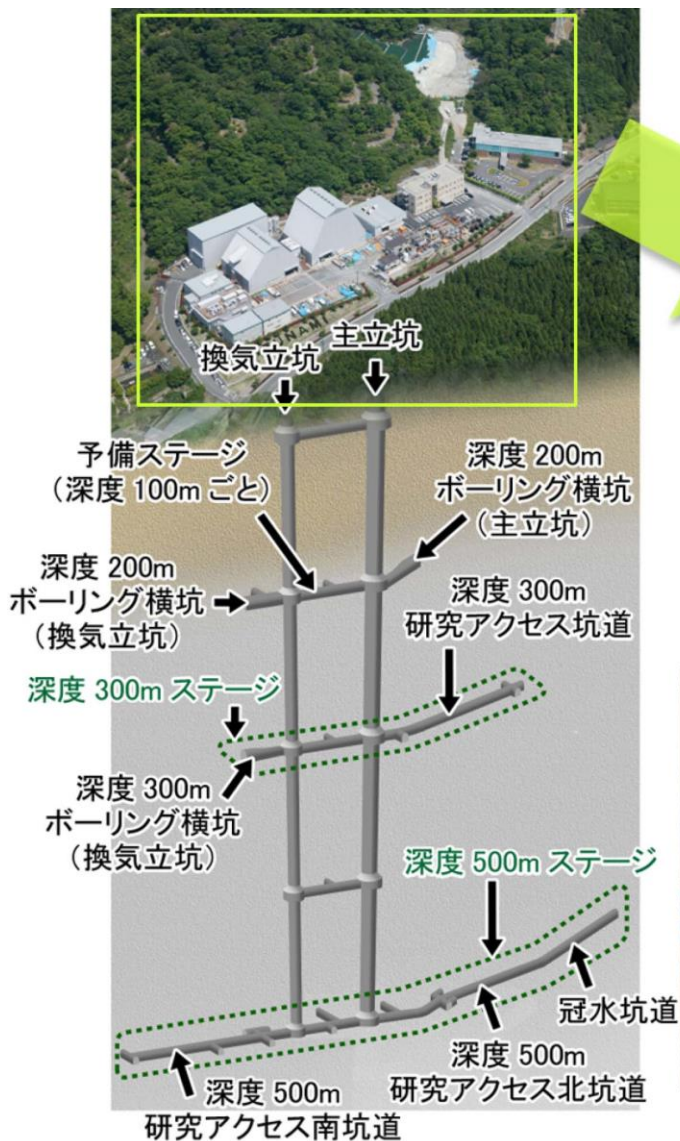
超深地層研究所計画については、「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、有効性を確認したモニタリングシステムを用いた地下水の調査と地上観測孔による地下水調査を環境モニタリング調査として、坑道の埋め戻し後5年程度継続して実施する。地下水の環境モニタリング調査終了後は速やかに、地上施設の基礎コンクリート等の撤去及び地上から掘削したボーリング孔の埋め戻し、閉塞を行う。その後、用地の整地を行い、全ての作業を完了する。また、坑道埋め戻し及び地上施設の撤去等の作業に伴う研究所周辺の影響の有無を確認するため、研究開始当初より実施している河川水等の水質分析及び騒音・振動測定といった環境影響調査を継続して実施する。

年度計画（令和5年4月1日～令和6年3月31日）

超深地層研究所計画については、「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、坑道の埋め戻し後の地下水の環境モニタリング調査及び観測の終了したボーリング孔の埋め戻し、閉塞を着実に進める。また、河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続する。

令和2年度以降の超深地層研究所計画

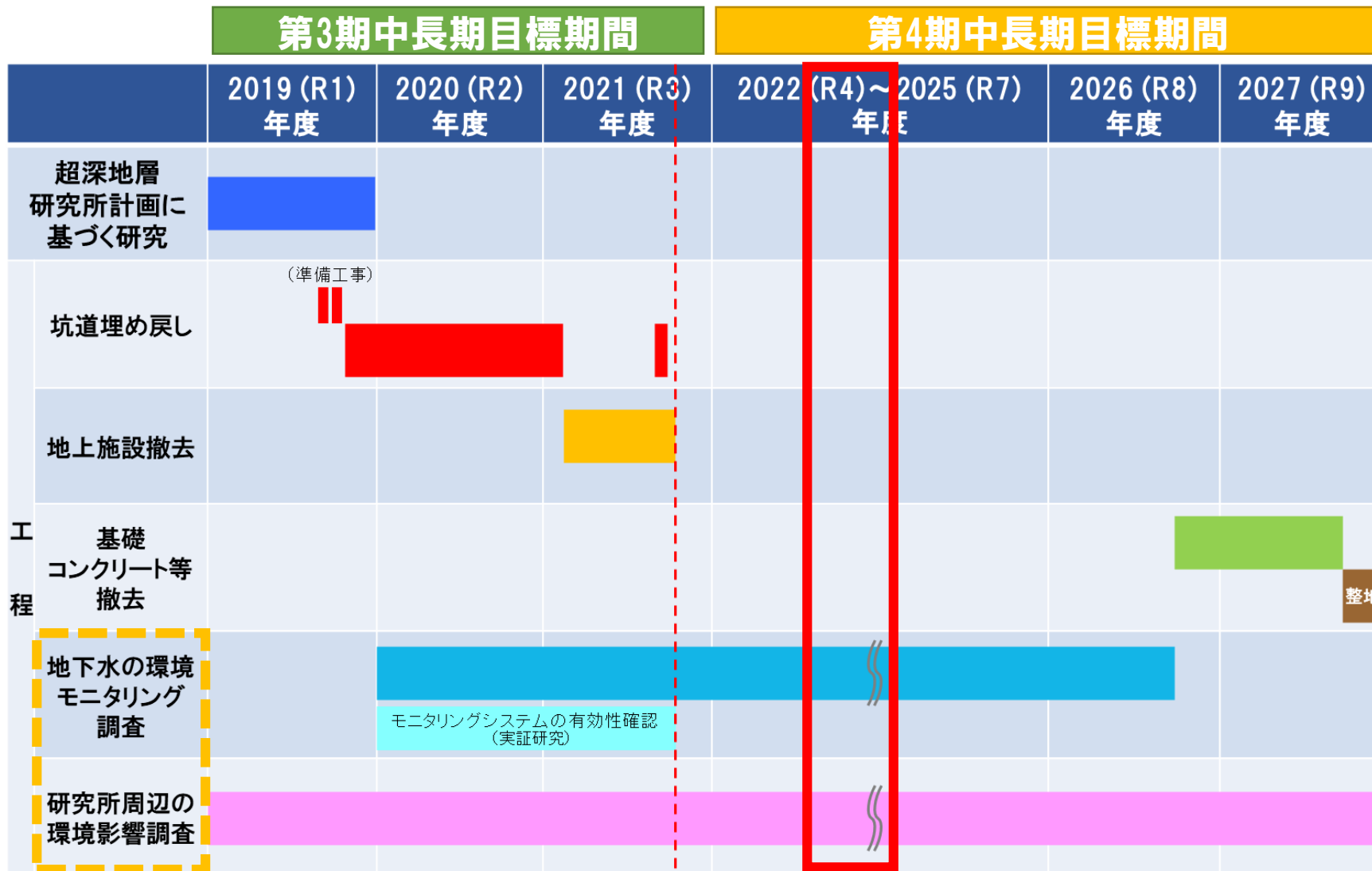
瑞浪超深地層研究所



坑道埋め戻し及び地上施設撤去:2022 (R4) 年1月14日完了

令和2年度以降の超深地層研究所計画

令和5年度の状況



地下水の環境モニタリング調査

【令和5年度の実施内容】

坑道の埋め戻し後の地下水の環境モニタリング調査を実施

- ・水圧観測：連続観測
- ・水質観測：51項目×2回/年

【令和5年度の結果】

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継続し、

- ✓ 研究坑道周辺では地下水位が埋め戻しに伴って上昇する傾向を確認した。
- ✓ 地下水の水質は埋め戻しの前後で大きな変化は認められないことを確認した。

【今後の計画】

令和5年度と同様のモニタリングを継続

各観測点でのモニタリング実施期間(予定)

	R4	R5	R6	R7	R8	R9
DH-2	■	■	■	■	■	■
DH-15	■	■	■	■	■	■
MIU-3	■	■	■	■	■	■
MIU-4	■	■	■	■	■	■
AN-1	■	■	■	■	■	■
MSB-1	■	■	■	■	■	■
MSB-2	■	■	■	■	■	■
MSB-3	■	■	■	■	■	■
MSB-4	■	■	■	■	■	■
MIZ-1	■	■	■	■	■	■
05ME06	■	■	■	■	■	■

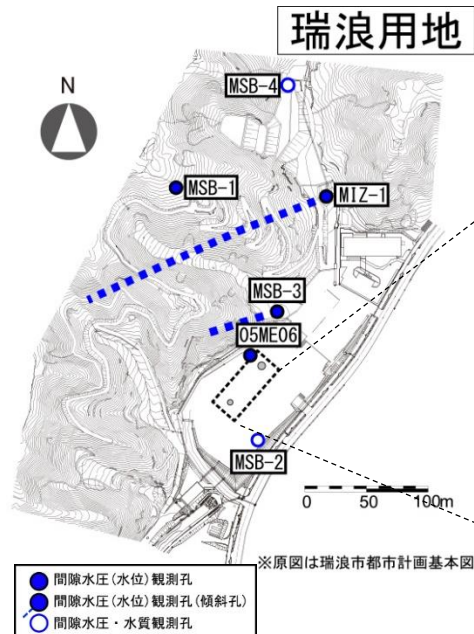
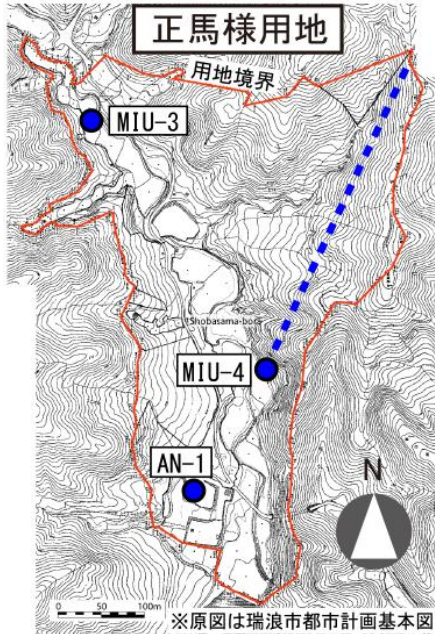
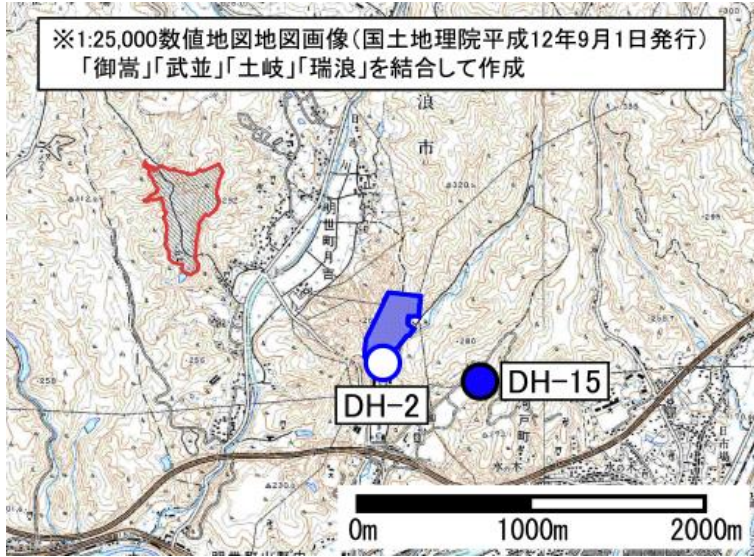
令和5年度の実施結果と今後の計画

令和5年度の主な成果

- 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継続し、研究坑道周辺では地下水位が埋め戻しに伴って上昇する傾向を、また地下水の水質は埋め戻しの前後で大きな変化は認められないことを確認した。
- 河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続し、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た。
- 地下水の環境モニタリング調査を終了したDH-7号孔などで設置されていた観測装置の撤去及びボーリング孔の閉塞作業を開始し、DH-7号孔、DH-11号孔、MIU-1号孔で作業が完了した。
- 立坑内で沈下が確認され、埋め戻しを行った。

地下水の環境モニタリング調査

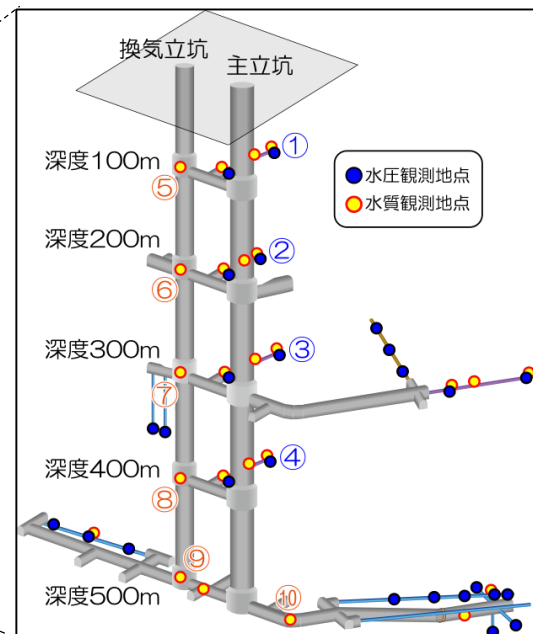
地下水の環境モニタリング調査における地上観測点



各観測点でのモニタリング実施期間(予定)

	R4	R5	R6	R7	R8	R9
DH-2	■	■	■	■	■	■
DH-15	■	■	■	■	■	■
MIU-3	■	■	■	■	■	■
MIU-4	■	■	■	■	■	■
AN-1	■	■	■	■	■	■
MSB-1	■	■	■	■	■	■
MSB-2	■	■	■	■	■	■
MSB-3	■	■	■	■	■	■
MSB-4	■	■	■	■	■	■
MIZ-1	■	■	■	■	■	■
05ME06	■	■	■	■	■	■

実線の期間は連続観測を実施
連続観測終了後、順次、ボーリング
孔を閉塞

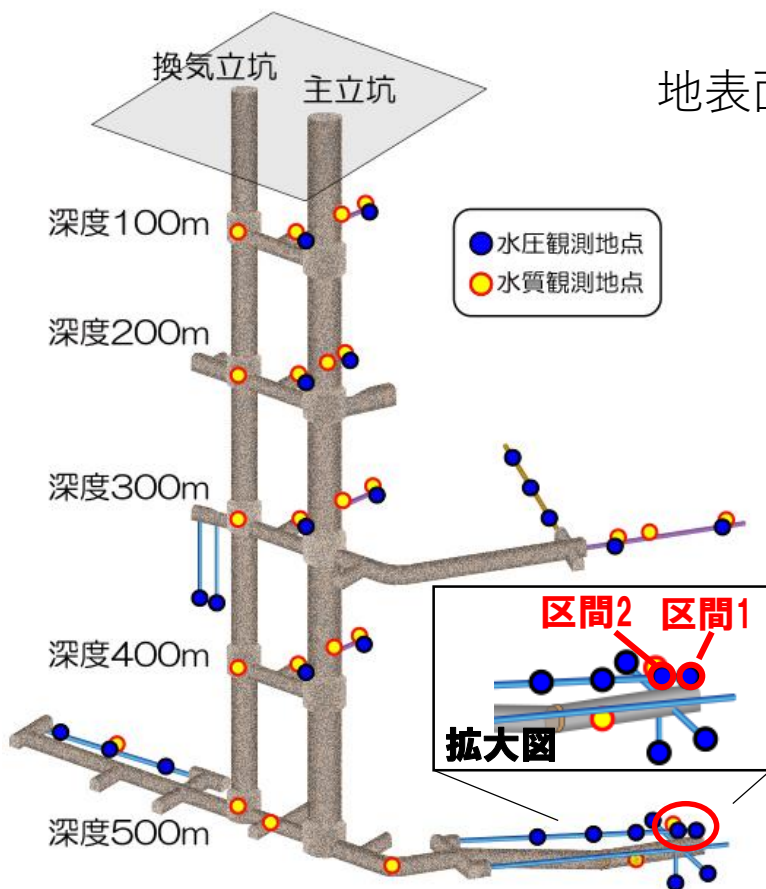


地下水の環境モニタリング調査

【実施結果】水圧観測結果

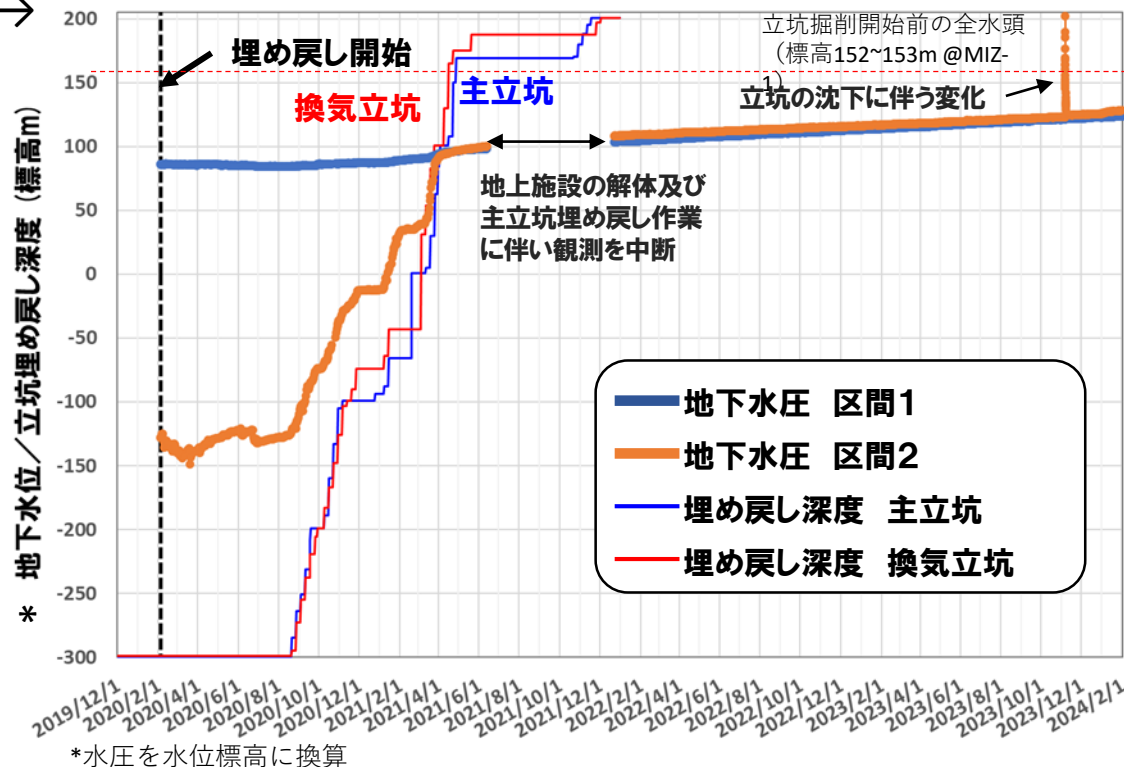
一例として深度500m研究アクセス北坑道の結果を示す

観測頻度：≥1回/日



12M133 区間1および区間2

地表面→



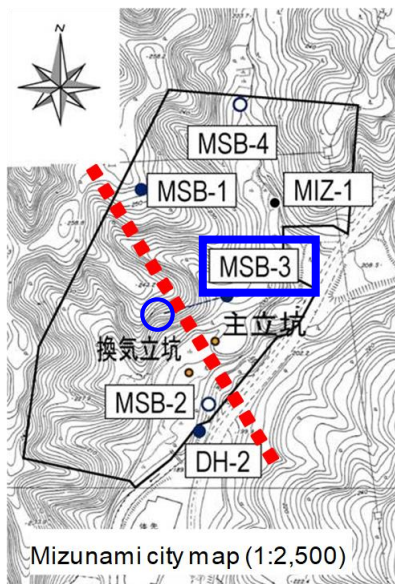
12M133号孔の観測区間(mabh:ボーリング孔沿いの距離)

- ・区間1:105.4~107(mabh)
- ・区間2:85.7~104.5(mabh)

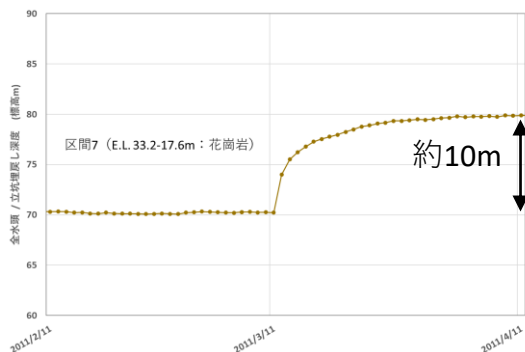
➤ 地下水の水圧は坑道の埋め戻しに伴い回復中

地下水の環境モニタリング調査

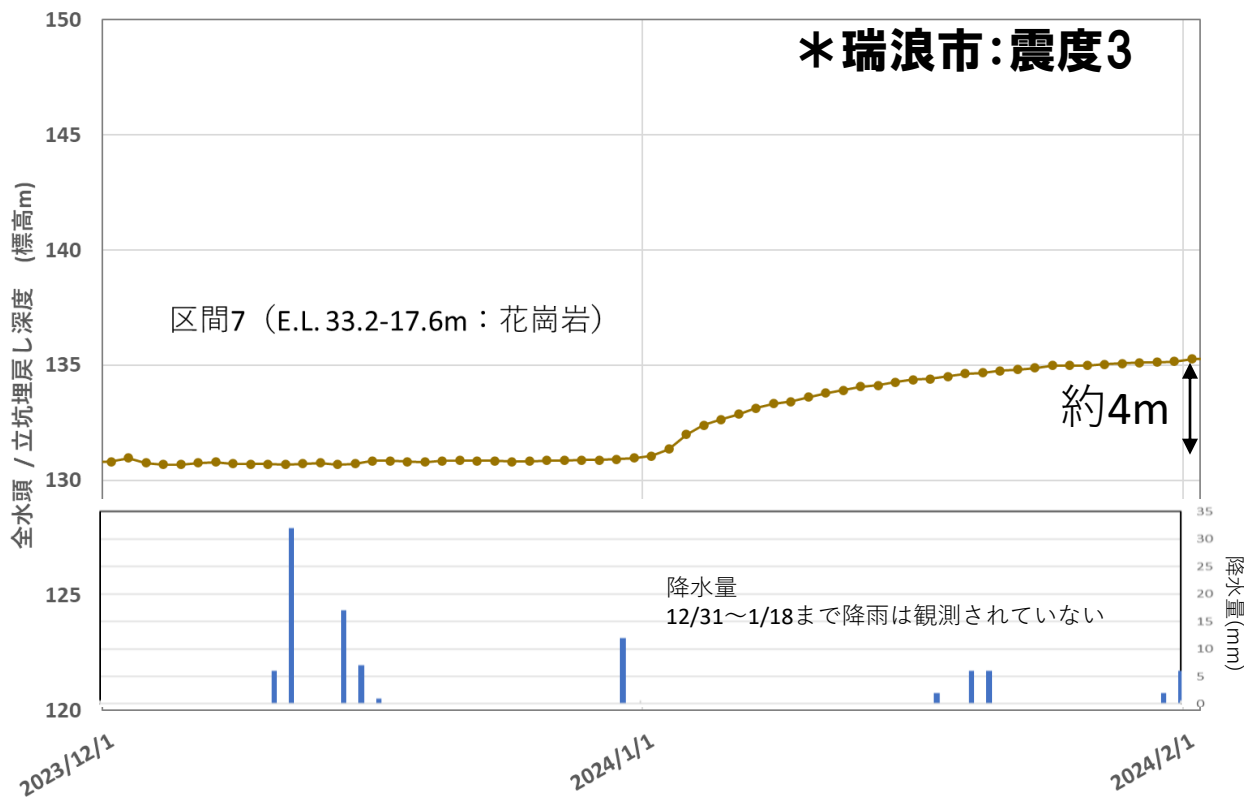
一例としてMSB-3号孔区間7(花崗岩)の結果を示す



MSB-3号孔は傾斜孔であり、区間7(主立坑断層の南側に位置する



2011年東北地方太平洋沖地震
(2011. 3. 11)の影響が見られた結果



➤ 令和6年能登半島地震以降、水圧が変化

地下水の環境モニタリング調査

【実施内容】分析項目および分析方法

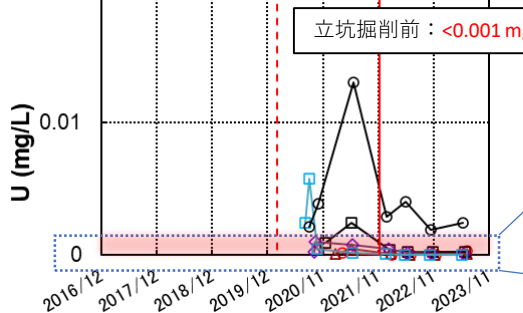
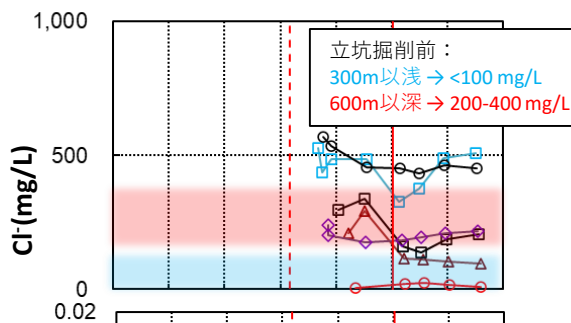
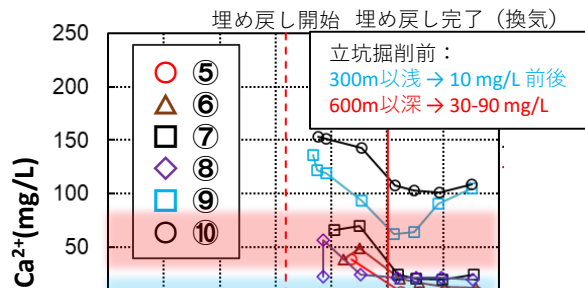
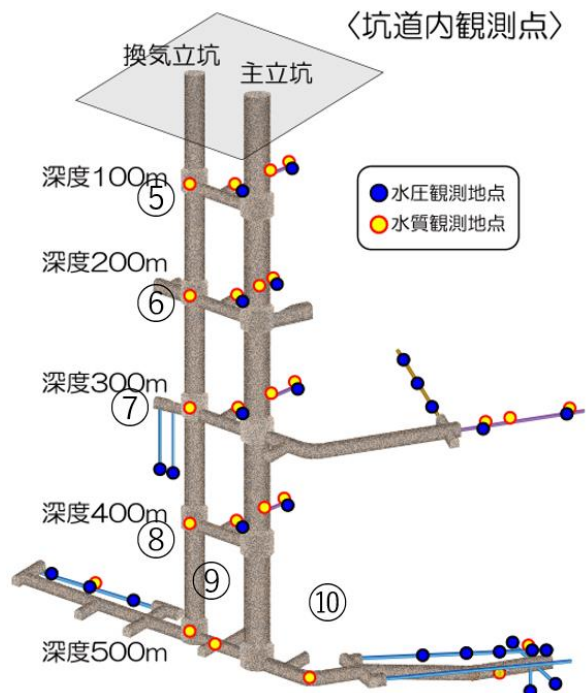
- 一般的な水質分析項目と環境基本法に基づいた環境計量項目の計51項目について分析を実施
- 採水試料を地上にて分取した後に全ての項目の分析を実施

水素イオン濃度 (pH)	全炭素 (TC)	クロロエチレン
水温 (pH測定時)	溶存無機炭素 (DIC)	ジクロロメタン
電気伝導度	溶存有機炭素 (DOC)	1,2-ジクロロエタン
ナトリウムイオン (Na ⁺)	水素同位体 (δD)	1,1,1-トリクロロエタン
カリウムイオン (K ⁺)	酸素同位体 (δ ¹⁸ O)	1,1,2-トリクロロエタン
アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	トリチウム	1,1-ジクロロエチレン
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	カドミウム (Cd)	1,2-ジクロロエチレン
塩化物イオン (Cl ⁻)	全シアン	1,3-ジクロロプロペン
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	鉛 (Pb)	チウラム
硫化物イオン (S ²⁻)	六価クロム (Cr(VI))	シマジン
マグネシウム (Mg)	砒素 (As)	チオベンカルブ
マンガン (Mn)	総水銀	ベンゼン
全鉄 (T-Fe)	アルキル水銀	セレン (Se)
けい素 (Si)	PCB	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素
アルミニウム (Al)	トリクロロエチレン	ふっ素 (F)
ウラン (U)	テトラクロロエチレン	ほう素 (B)
アルカリ度	四塩化炭素	1,4-ジオキサン

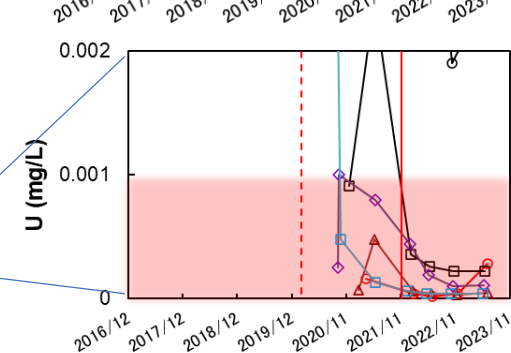
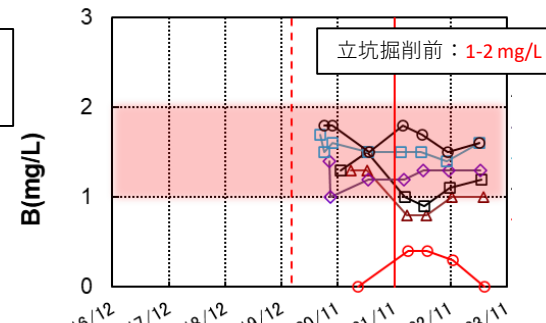
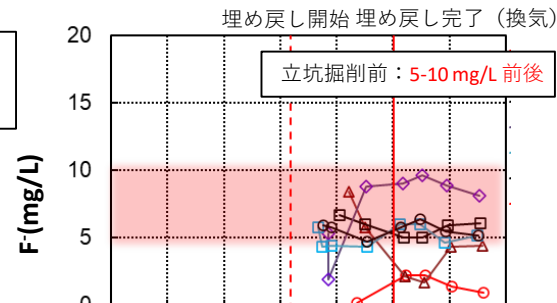
地下水の環境モニタリング調査

【実施結果】観測箇所 18 地点(地上 3 地点、坑内 15 地点)で 溶存成分 等51項目の測定

水質観測結果の一例として坑道内から掘削した観測孔の結果を示す



R5年度上期までの結果 *下期分は現在分析中



➤ 埋め戻し土内の地下水は、埋め戻し終了後、一部を除き、変化が小さくなる傾向にある

➤ 坑道の埋め戻し後、5年程度継続して実施予定

➤ すべて項目の分析結果は、年度毎に報告書として取りまとめて公表する予定

研究所周辺の環境影響調査の概要

【令和5年度の実施内容】

河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続

- ・研究所用地周辺騒音・振動調査:4回/年
- ・瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定に基づく測定
放流先河川水 1回/月
- ・日常の排水管理状況:塩化物イオン濃度測定 1回/週

【令和5年度の結果】

河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続し、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た。

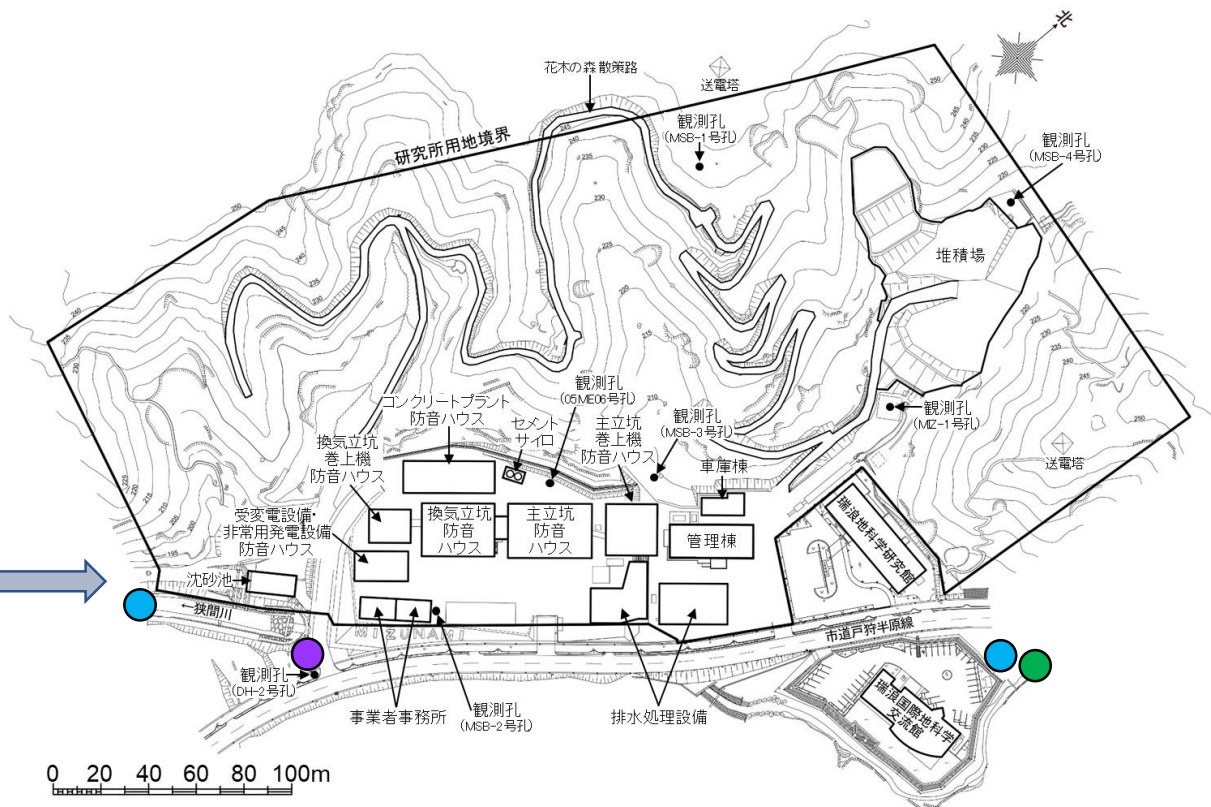
【今後の計画】

令和5年度と同様の環境影響調査を継続

研究所周辺の環境影響調査の概要



本図は電子国土Webを用いて原子力機構が作成



- 研究所用地周辺騒音・振動調査: 4回/年
- 瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定に基づく測定
放流先河川水 1回/月
- 日常の排水管理状況
狭間川上流、明世小学校前取水口 (左図))

➤ 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

ボーリング孔の閉塞の概要

【令和5年度の実施内容】

観測の終了したボーリング孔の埋め戻し、閉塞の着実な実施

実施対象：DH-7、DH-11、DH-13、AN-3、MIU-1、MIU-2

【令和5年度の結果】

地下水の環境モニタリング調査を終了したDH-7号孔などで設置されていた観測装置の撤去及びボーリング孔の閉塞作業を開始し、DH-7号孔、DH-11号孔、MIU-1号孔で作業が完了した。

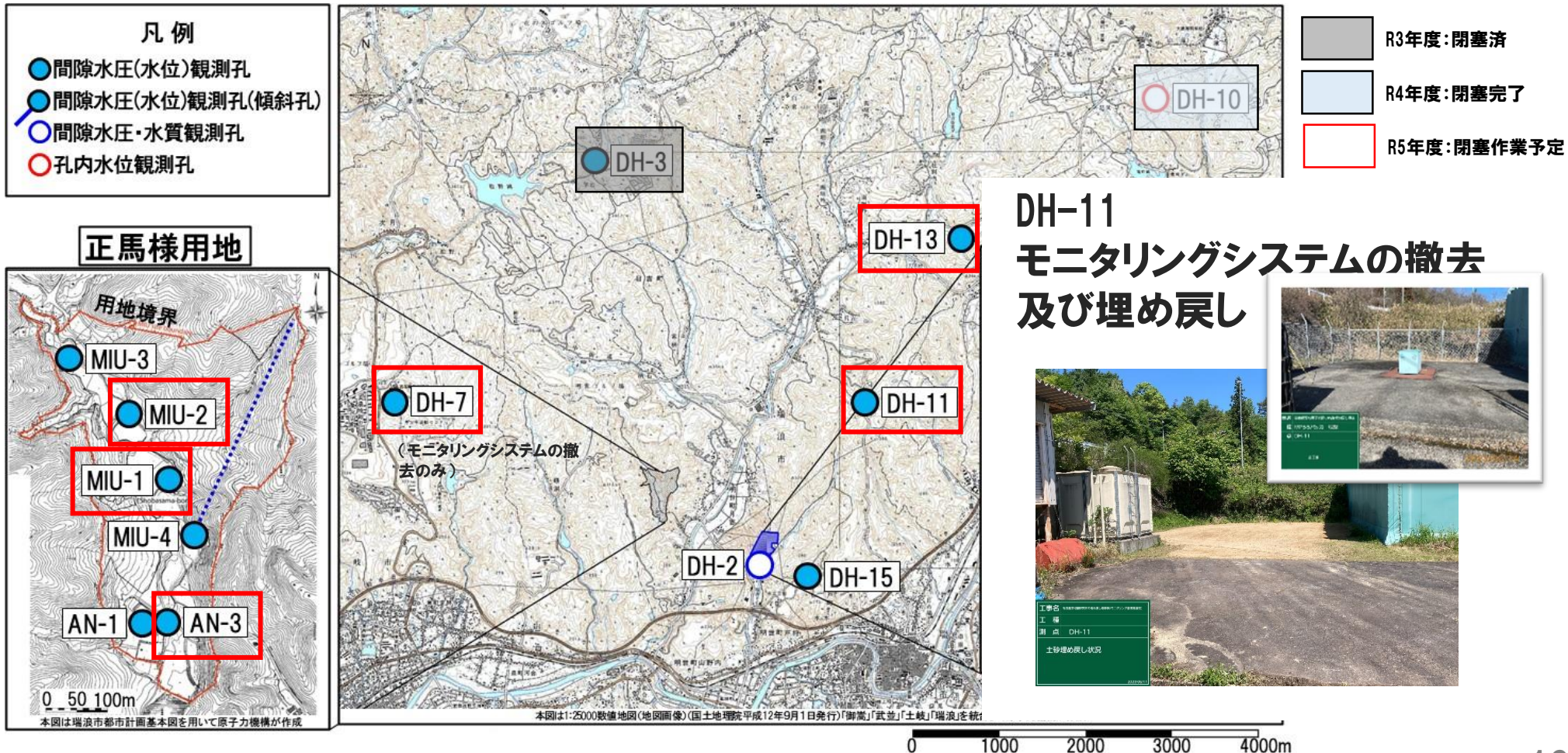
【今後の計画】

引き続き着実にボーリング孔の閉塞を継続

ボーリング孔の閉塞に関する状況

【実施内容】観測を終了したボーリング孔は随時閉塞

R5年度対応ボーリング：DH-7、DH-11、MIU-1：**完了**、DH-13：**用地整備準備中**、AN-3、MIU-2：**装置回収・埋め戻し手順再検討中**



立坑の沈下について

R5.11.6 立坑の沈下確認



2/26 (埋め戻し前)
主立坑:12.9 m
換気立坑：27.7 m

R5.11.20 県と連名でプレス発表

<https://www.city.mizunami.lg.jp/shisei/keikaku/1004623/1003675/1001382/1009362.html>

R5.11.24 第1回安全確認委員会 開催

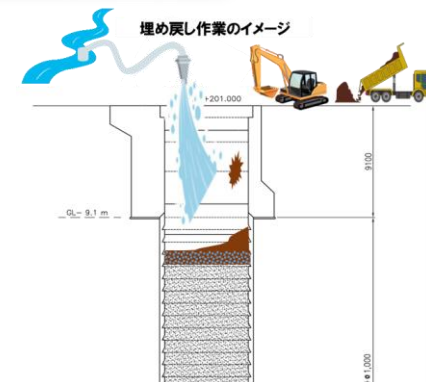
<https://www.city.mizunami.lg.jp/shisei/keikaku/1004623/1003675/1001382/1006278/1009466.html>

R5.12.8 立坑坑口落下防止措置



R6.2.13 第2回安全確認委員会 開催

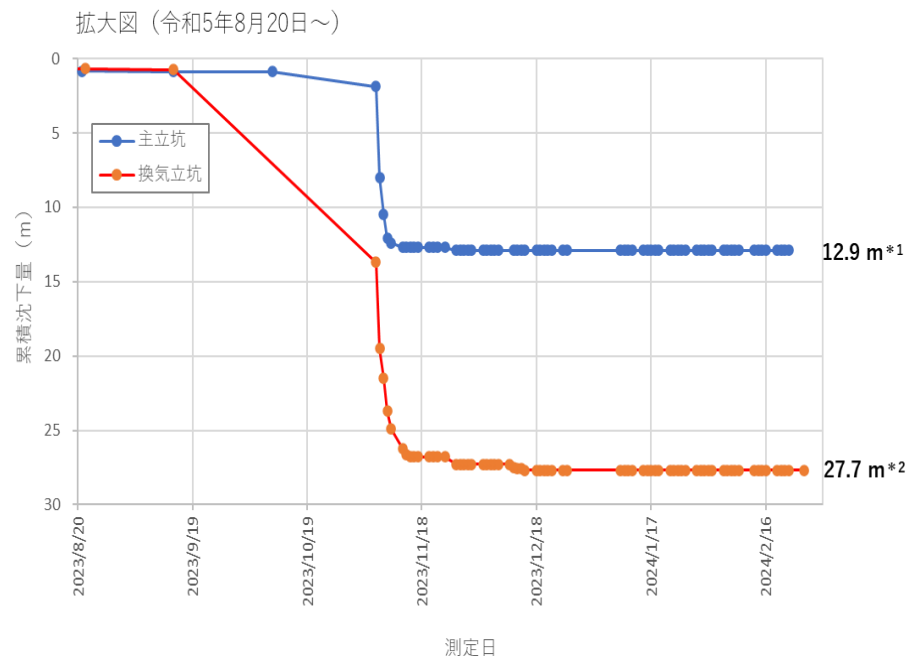
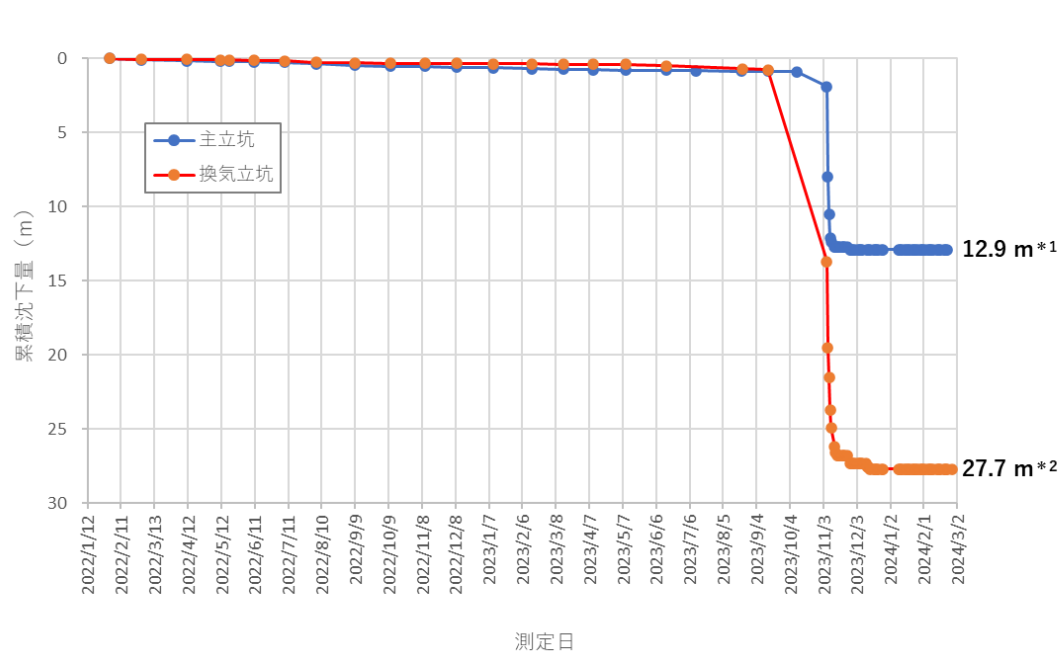
R6.2.26～3.8 沈下部の埋め戻し



立坑の沈下について

(1) 立坑の沈下の状況

主立坑及び換気立坑の坑道埋め戻し完了後からの累積沈下量変化（2/26：埋め戻し前）



* 1 主立坑：立坑坑口への転落防止ネット設置のため、令和5年12月11日は測定中止

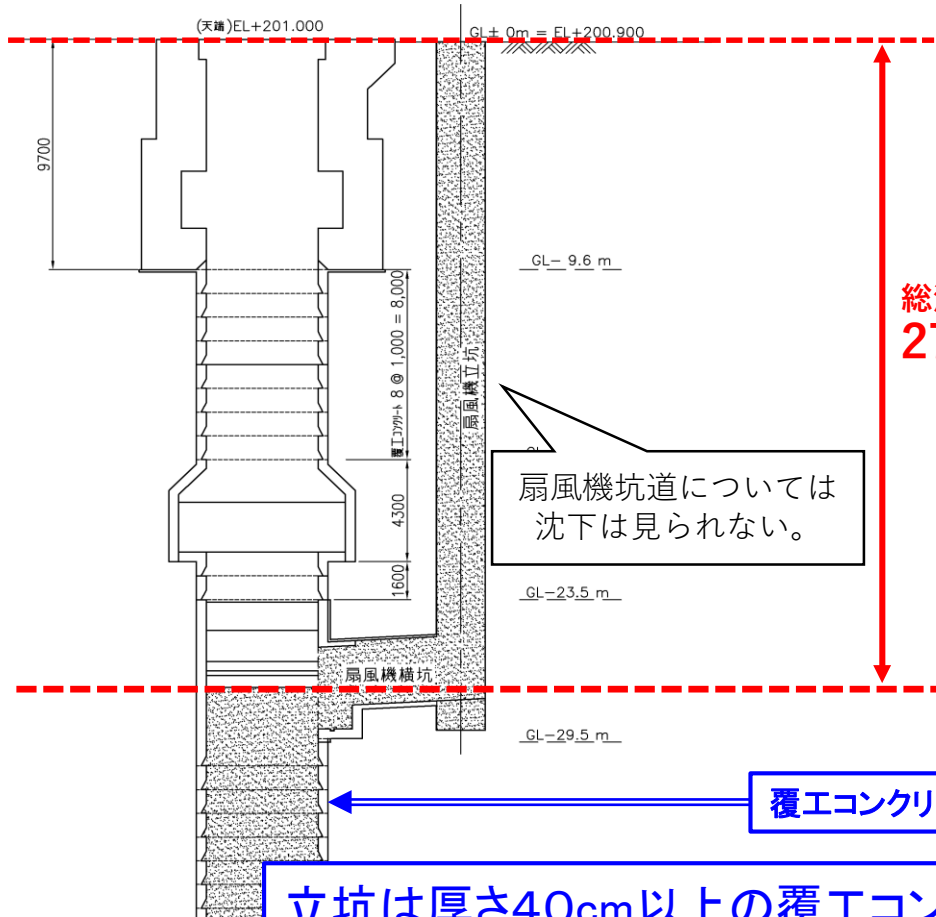
* 2 換気立坑：令和5年7月、10月データ欠損

12/15より沈下量に変化がないことから、沈下は落ち着いている状況と考えられる

立坑の沈下について

(1) 立坑の沈下の状況

換気立坑 沈下深さ



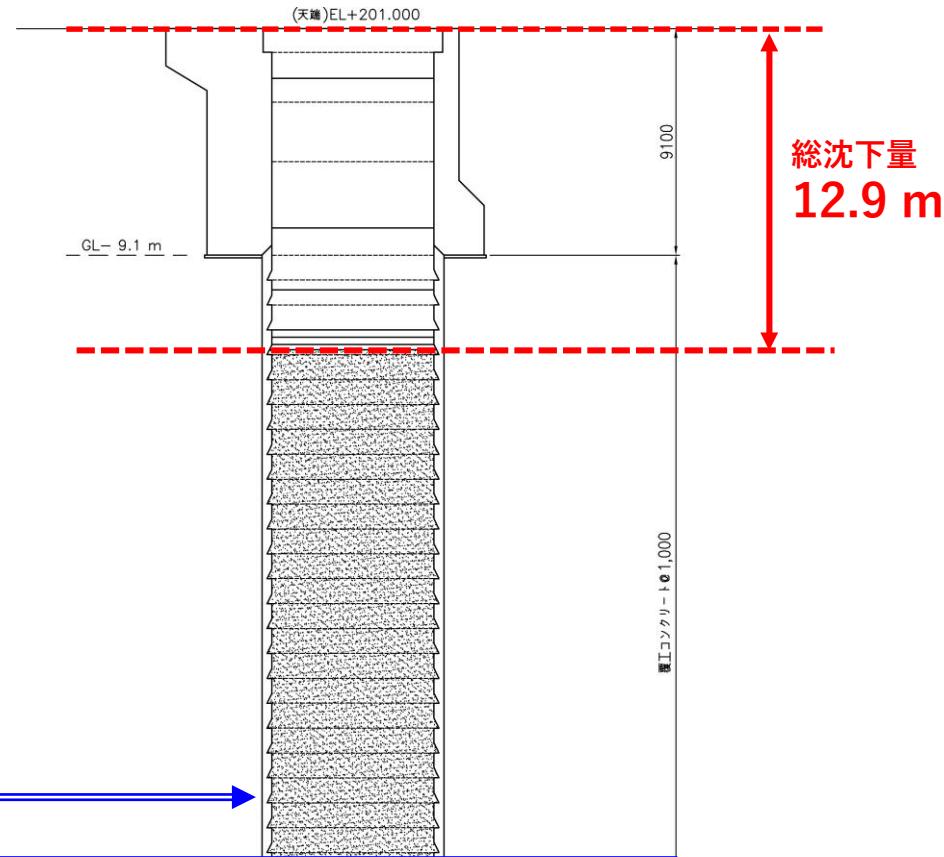
総沈下量
27.7 m

扇風機坑道については
沈下は見られない。

覆エコンクリート

立坑は厚さ40cm以上の覆エコンクリートでライニングされ、その周りは岩盤である。また、坑道内に設置した光ファイバー式水圧観測等に問題がないことから、坑道の崩壊はないと考えられる。

主立坑 沈下深さ

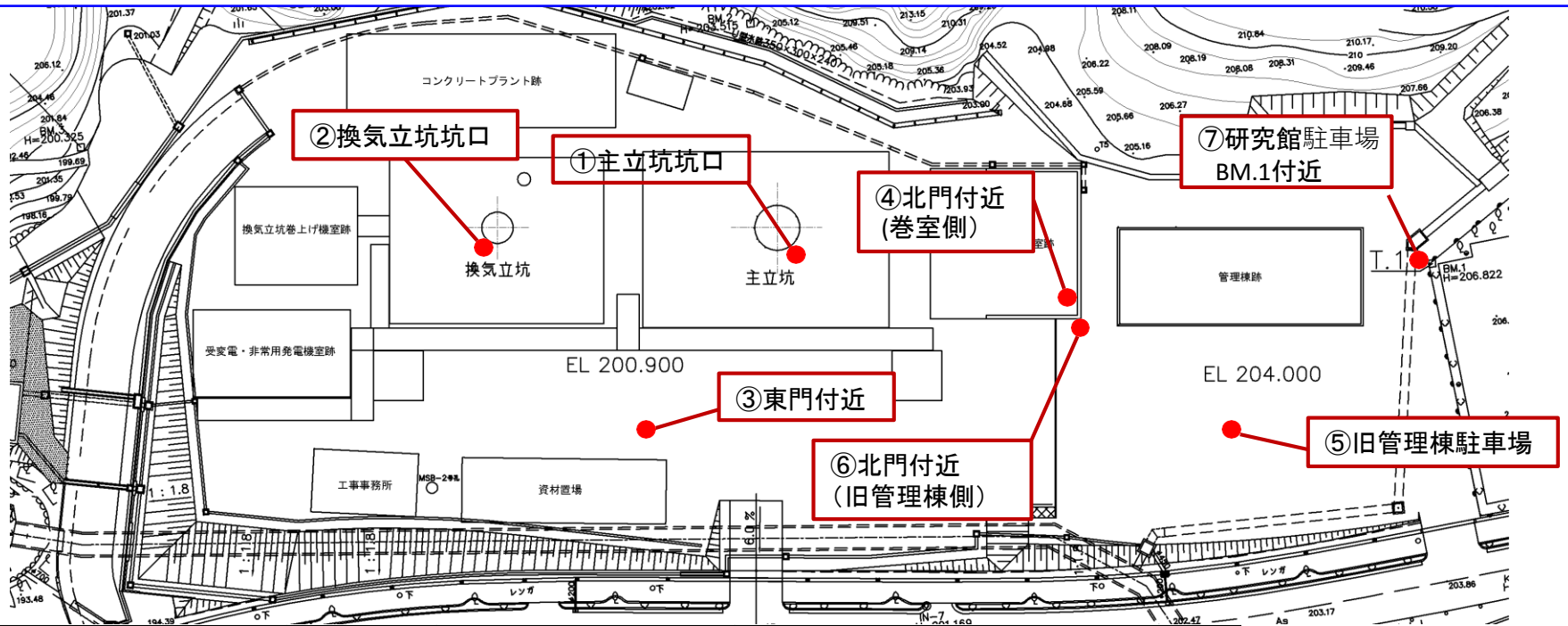


総沈下量
12.9 m

立坑の沈下について

(2) 周辺地盤の状況

水準測量を11/20に実施。結果、設計値との差はなく、立坑周辺地盤に沈下は確認されなかった。



測点箇所	設計値 標高(m)	R5.11.20 測量		備考
		標高(m)	差 (m)	
① 主立坑坑口	201.00	201.00	0.00	
② 換気立坑坑口	201.00	201.00	0.00	
③ 東門付近	200.90	200.83	-0.07	当初より下がっていた可能性が高い
④ 北門付近 (巻室側)	201.00	201.00	0.00	
⑤ 旧管理棟駐車場	204.00	204.00	0.00	
⑥ 北門付近 (旧管理棟側)	204.00	203.86	-0.14	当初より下がっていた可能性が高い
⑦ 研究館擁壁 (旧管理棟側)	204.00	204.00	0.00	

● 測点

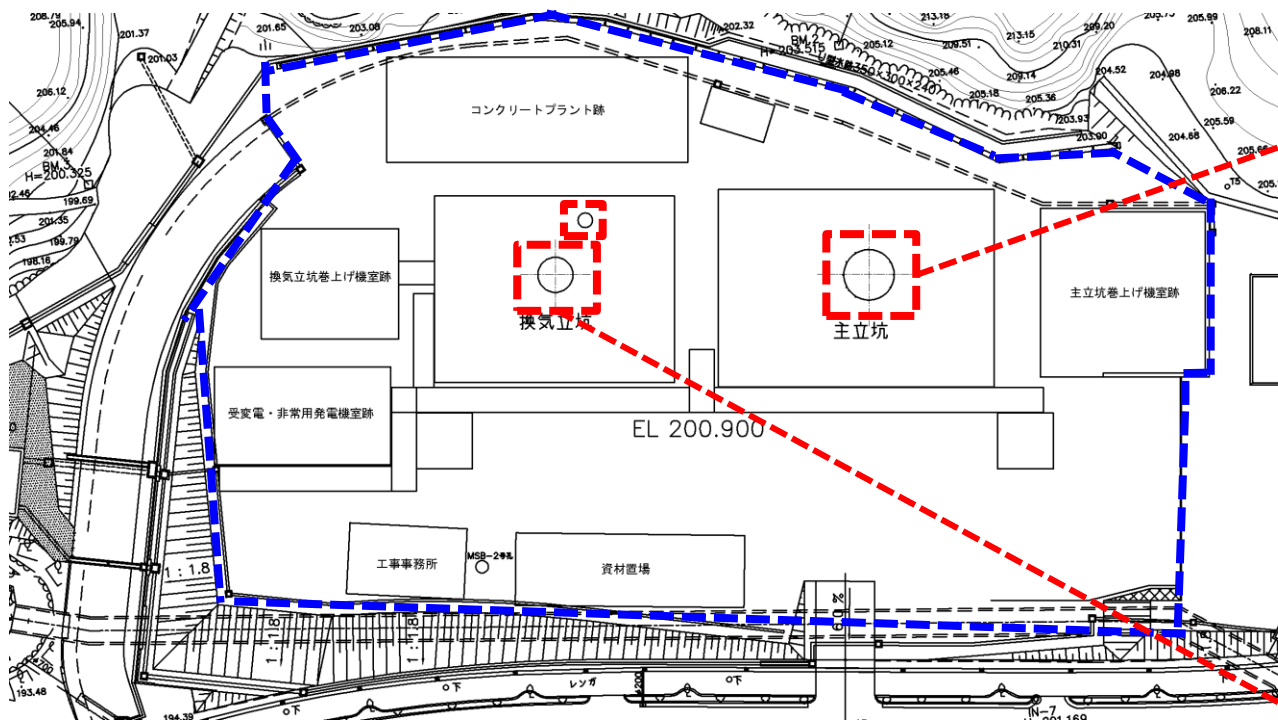
アスファルト舗装の際、水勾配を設けたことから、元から下げて施工されていたと思われる

※) 測量値はBM.1 (H=206.822) より計測

立坑の沈下について

(3) 立入制限及び立坑坑口落下防止措置

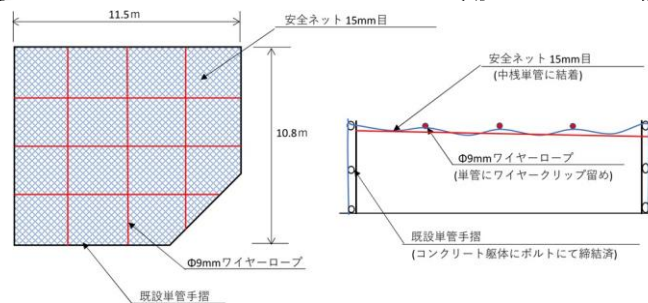
- ・ 外周フェンスによる立入制限（青破線）
- ・ 坑口上部に安全ネット設置による落下防止（赤破線）



主立坑口 安全ネット設置状況



換気立坑口 安全ネット設置状況

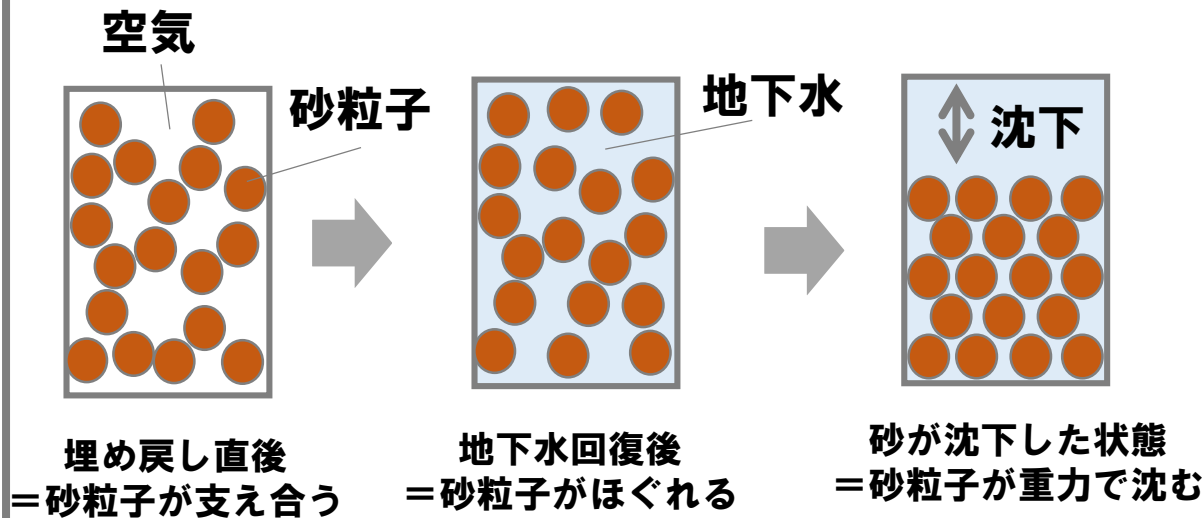


立坑の沈下について (4) 沈下の現象理解及び原因

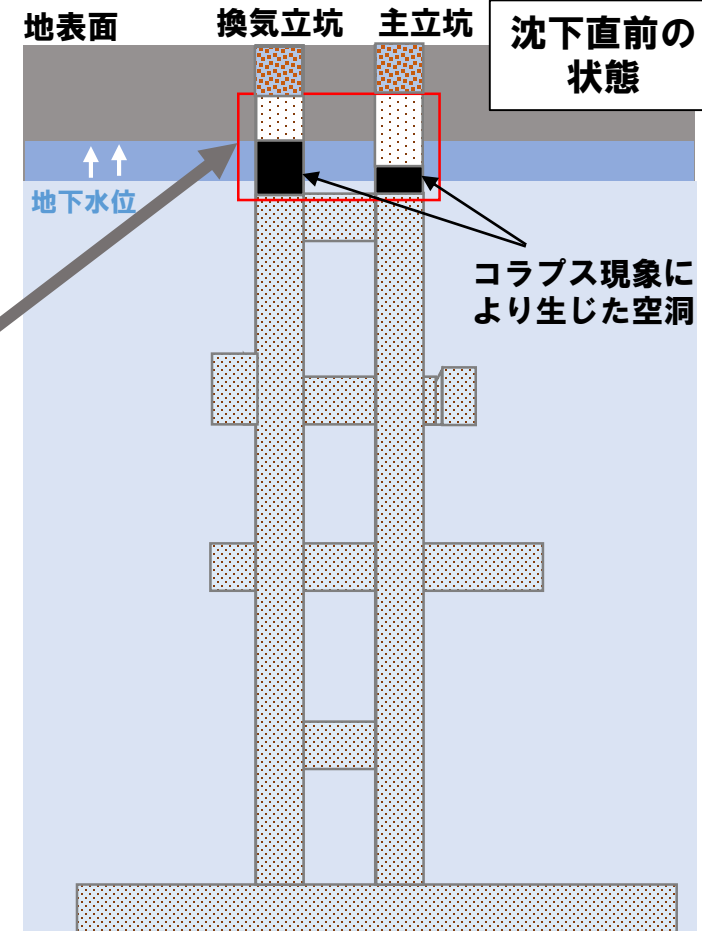
沈下の主な原因は、地下水位の回復（上昇）に伴い埋め戻し土が水締め（コラプス現象）された結果、立坑内に空洞が形成され、空洞より上部の埋め戻し土が沈下したことによると考えられる。

コラプス現象

水浸時に生じる体積圧縮現象

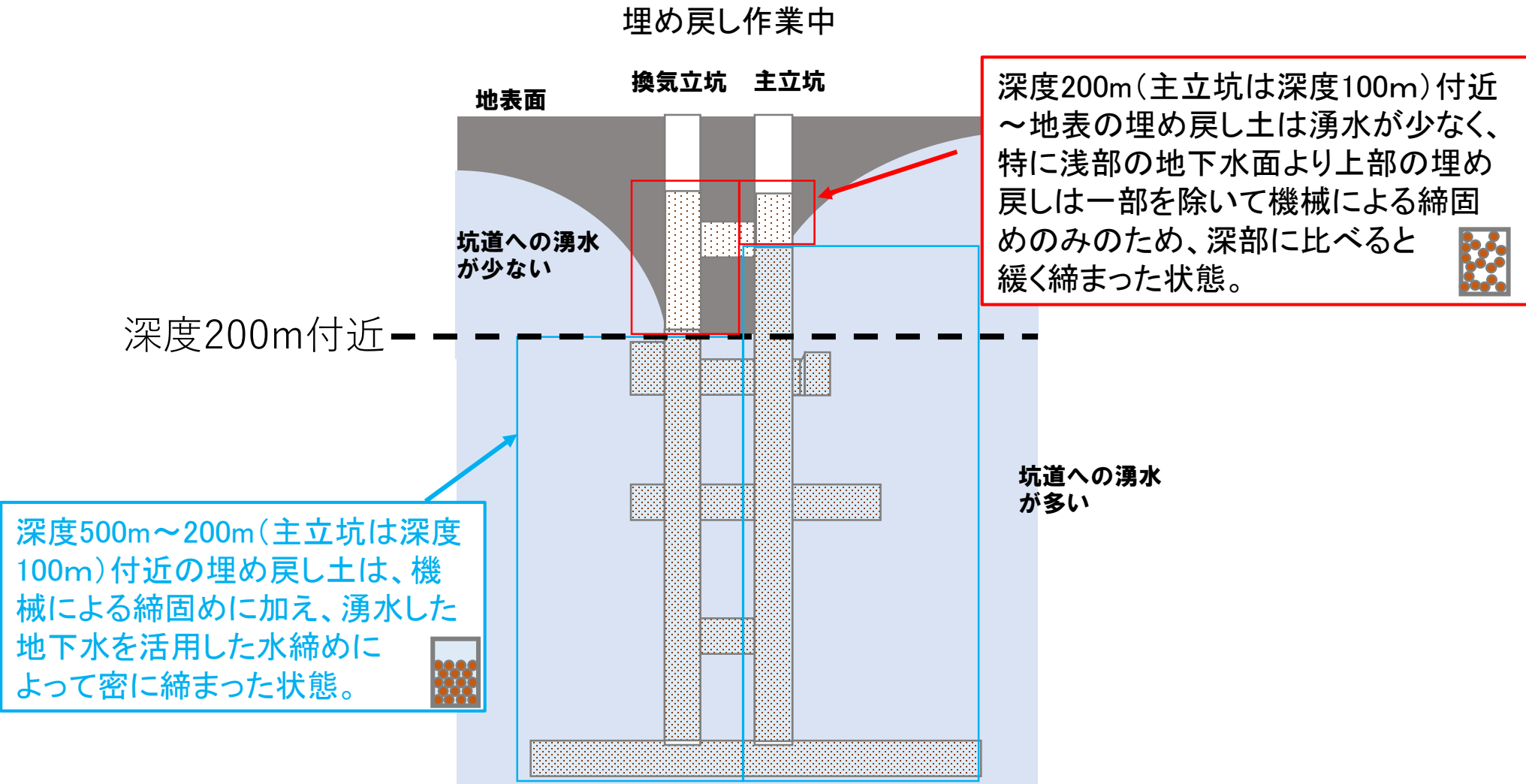


さらに、沈下によって起きた一時的な水圧上昇が更なる水締めを促進し、その後の沈下に繋がった可能性も考えられる。



立坑の沈下について (4) 沈下の現象理解及び原因

①埋め戻し作業時の坑道への湧水量の違いにより、埋め戻し土の締まり方に差が生じていた。

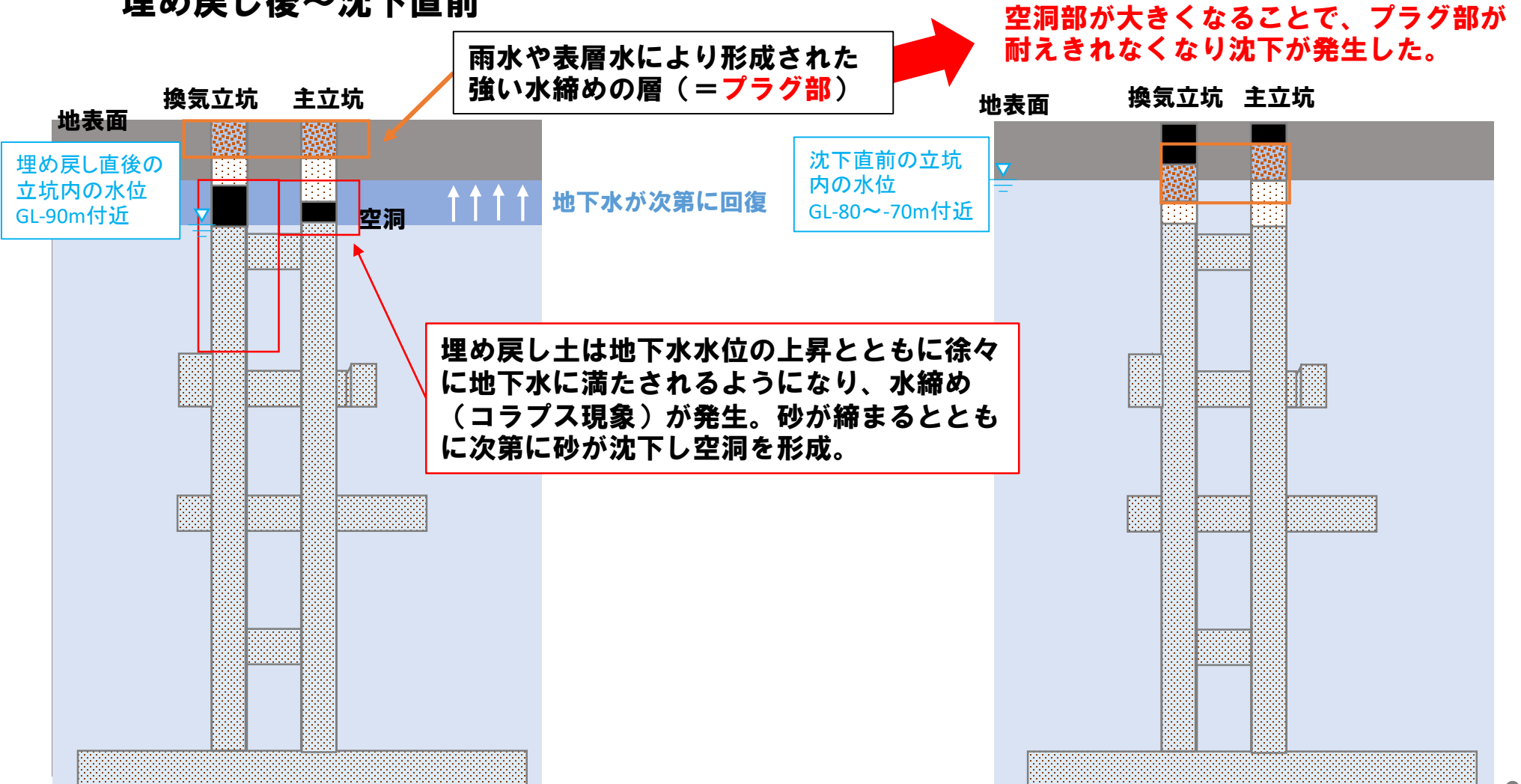


※地下水面は周辺観測孔等のデータから算出したもの（模式図）

立坑の沈下について (4) 沈下の現象理解及び原因

②埋め戻し土は地下水水位の上昇とともに徐々に地下水に満たされるようになり、水締め（コラプス現象）が発生。砂の体積圧縮が生じ、雨水等により水締めされた表層部との間に空洞が形成された。

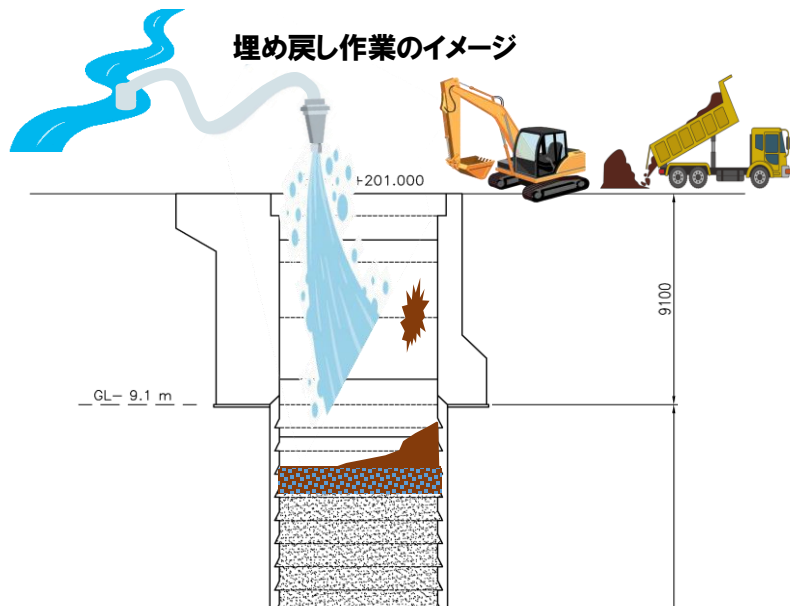
埋め戻し後～沈下直前



※地下水面は周辺観測孔等のデータから算出したもの（模式図）

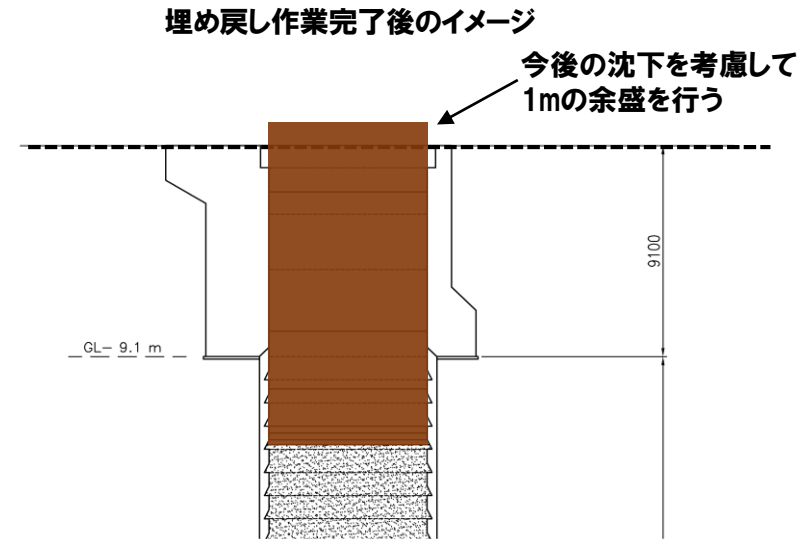
埋め戻しの方法と期間

- 安全確保の観点から、人が埋め戻し面に立ち入らない方法で埋め戻しを行う。また、専門家のアドバイスも踏まえ、立坑坑口から放水を行い、水締めによる締固めを順次行いながら埋め戻す。



- 手順①: 地上からショベルカー(0.45 m³級)により立坑内に購入土(山砂)を投入(100~160m³/日)
- 手順②: 水中ポンプで河川から取水し立坑に放水を行い、水締めを実施(最大56m³/日)
- 上記①、②を繰り返す

※水締めに使用する水は毎月水質を確認している狭間川河川水を取水・運搬する

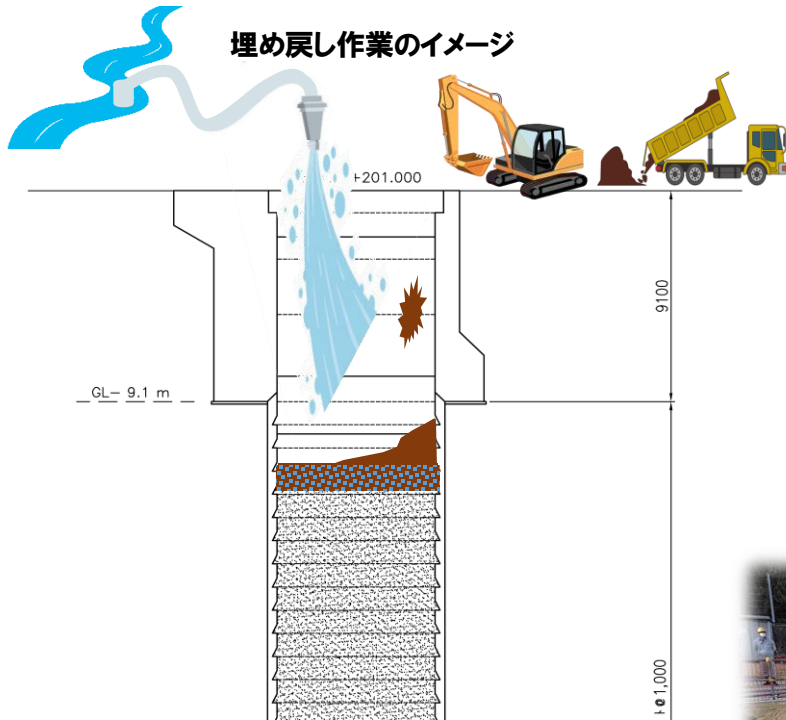


	主立坑	換気立坑
埋め戻し材	購入土(山砂)	
土量	550m ³	570m ³

※沈下土量×1.1 [ほぐし土量率](余盛を含む)で計算

立坑の沈下について

埋め戻し作業: 2/26~3/8



作業中:
地上からショベルカーにより山砂を投入

埋め戻し後



主立坑: 3/1



換気立坑: 3/7

その他：データ等の公表

学会での紹介



第33回社会地質学シンポジウム

2023/11/24(金)~2022/11/25(土)
日本大学文理学部 2号館3階2304教室

「第55回日本原子力学会中部支部研究発表会」
2023年12月14、15日
名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリー



日本地球惑星科学連合2023年大会での紹介例




超深地層研究所計画の成果の取りまとめと データ・コア等の利活用について

笹尾 英嗣
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


JAEA データ・コア等の利活用

←提供可能なコアの例(深度500mで掘削されたコア)
➢ 多くの孔でコア記載やBTV画像、換層データも合わせて提供可能。
ただし、コア箱は倉庫に積み上げられており、取り出し作業が必要。
また、既に試料採取した箇所もあり、全てが揃っている訳では無い。



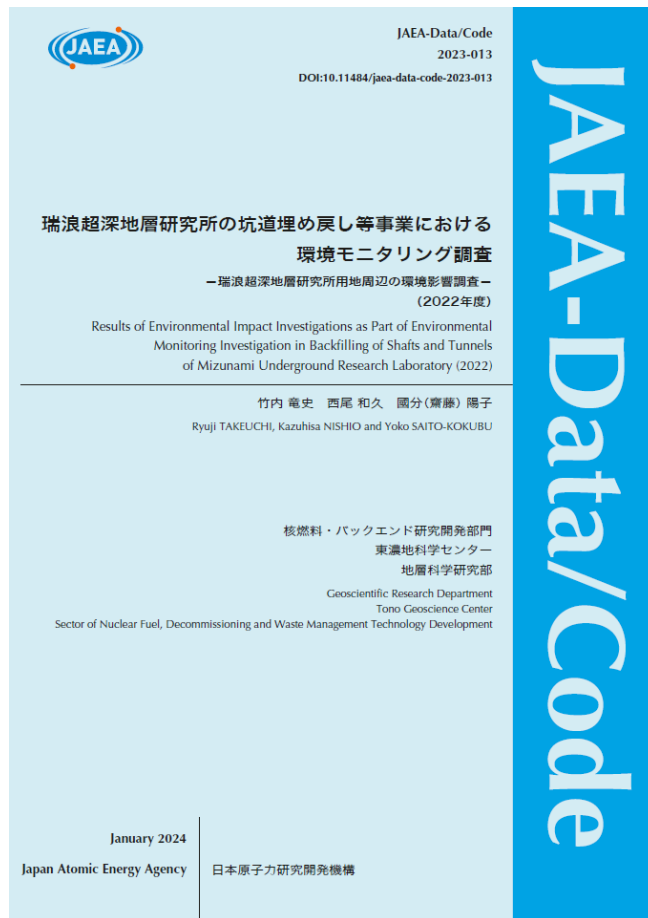
JAEA データ・コア等の利活用

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



その他：データ等の公表

- ・環境影響調査結果(2022年度):公開(2024年1月)
- ・水質・水圧モニタリングデータ集(2022年度):公開(2024年2月)



令和5年度の成果のまとめと今後の計画

成果のまとめ

- 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継続し、研究坑道周辺では地下水位が埋め戻しに伴って上昇する傾向を、また地下水の水質は埋め戻しの前後で大きな変化は認められないことを確認した。
- 河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続し、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た。
- 地下水の環境モニタリング調査を終了したDH-7号孔などで設置されていた観測装置の撤去及びボーリング孔の閉塞作業を開始し、DH-7号孔、DH-11号孔、MIU-1号孔で作業が完了した。
- 立坑内で沈下が確認され、埋め戻しを行った。

今後の計画

超深地層研究所計画については、「令和2年度以降の超深地層研究所計画」に基づき、引き続き坑道の埋め戻し後の地下水の環境モニタリング調査を実施するとともに、観測の終了したボーリング孔の埋め戻し、閉塞を着実に進める。また、河川水等の水質分析及び騒音・振動測定等の環境影響調査を継続する。