



超深地層研究所計画（瑞浪）

平成19年度上期の進捗と下期の計画 について

平成19年11月8日

深地層の研究施設計画検討委員会

第1段階報告書

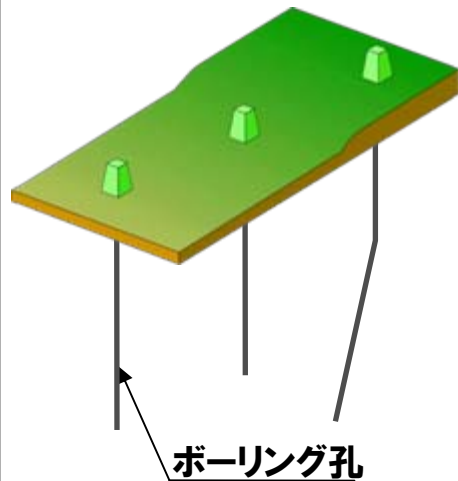
- ・ 平成19年3月完成
- ・ 現在、英語版作成準備中
- ・ 日本原子力学会バックエンド夏季セミナー【上斎原ヴァルトホール(7/27)】で報告
- ・ 瑞浪, 幌延における地上からの調査研究の成果報告
—地層処分の技術と信頼を支える研究開発: 概要調査への技術基盤の確立—【JAホール(東京)(9/18)】で報告
- ・ 情報意見交換会【瑞浪市陶磁器会館(10/19)】で報告
- ・ 原子力安全委員会特定放射性廃棄物処分安全調査会で報告
予定(11月)

超深地層研究所計画の進め方

全体目標

- 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備
- 深地層における工学技術の基盤の整備

第1段階



地表からの調査予測
研究段階

第2段階



研究坑道の掘削を
伴う研究段階

第3段階



研究坑道を利用した
研究段階

第2段階の目標

○深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備

- ➡ 研究坑道の掘削を伴う調査・研究による地質環境モデルの構築
および研究坑道の掘削による深部地質環境の変化の把握



＊第1段階の調査研究により構築した地質環境モデルや、地質環境の変化の推定結果の確認

・・・地上からの調査解析評価手法の妥当性の確認と、高度化

＊坑道スケールの地質環境特性のモデル化

○深地層における工学技術の基盤の整備

- ➡ 研究坑道の施工・維持・管理にかかわる工学技術の有効性の確認



＊施設建設を通じた、設計・施工技術の妥当性の確認、高度化

平成19年度の概略スケジュール

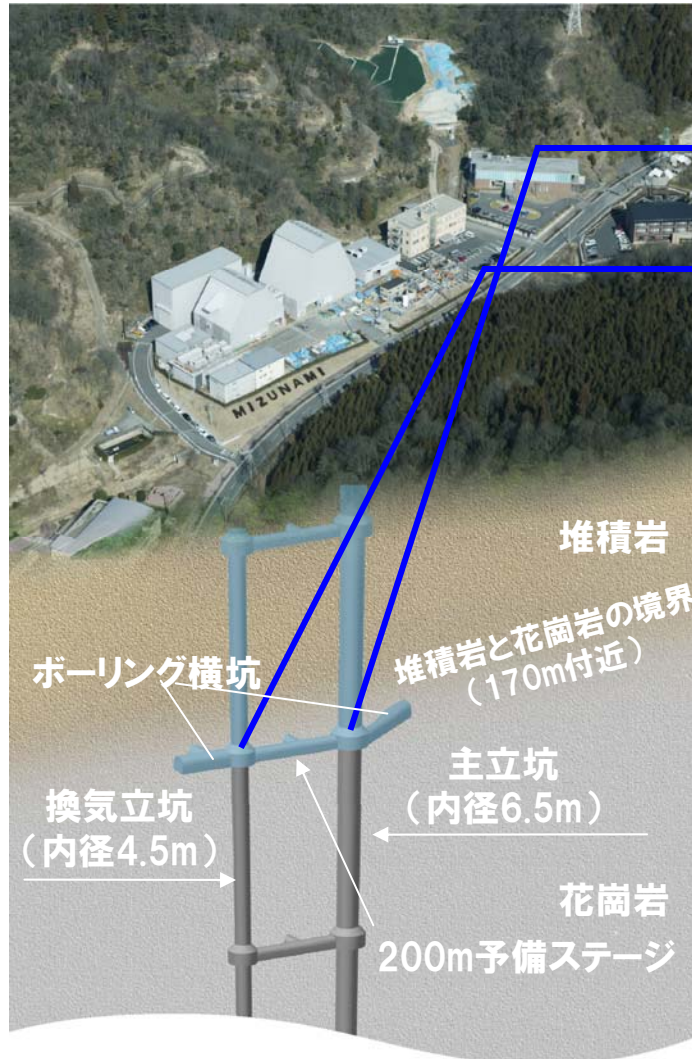
		平成19(2007)年度												
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
	立坑一般部 掘削工									200m~	////			
										200m~		////		
	接続部 掘削工	■				■								
	予備ステージ・ ボーリング横坑 掘削工	■												
調 査 研 究	研究所用地周辺									逆VSP探査	////			
										流体流動電位法	////			
	100m予備ステージ													
	200m予備ステージ	地下水採水用ボーリング調査、 採水装置設置(予備ステージ)						■						
									メモリ式ひずみ計設置(主)	■				
									水理調査ボーリング(主)	■				
									孔間トモグラフィ(主-換気)	■				
									水理調査ボーリング(換気)	////				
									メモリ式ひずみ計設置(換気)	////				
									先行変位ボーリング(換気)	////				
									ひずみ計ボーリング(換気)	////				

■ 主立坑 ■ 換気立坑
 スケジュールは現場の状況に応じて変更の可能性があります
 掘削工にはプレグラウトを含みます

施設計画と実績の概要

	平成18年度実績	平成19年度計画	平成19年度実績 (平成19年10月末)
主立坑	<ul style="list-style-type: none"> 立坑掘削(200.2mまで) 200m予備ステージ・ボーリング横坑掘削着手 パイロットボーリング調査(深度500m程度まで) 	<ul style="list-style-type: none"> 200m予備ステージおよびボーリング横坑掘削 (進捗状況により)深度200m以深の立坑掘削 	<ul style="list-style-type: none"> 200m予備ステージおよびボーリング横坑掘削完了
換気立坑	<ul style="list-style-type: none"> 立坑掘削(193.7mまで) パイロットボーリング調査(深度500m程度まで) 	<ul style="list-style-type: none"> 200mまでの立坑掘削 200m予備ステージおよびボーリング横坑掘削 	<ul style="list-style-type: none"> 200mまでの立坑掘削完了 200m予備ステージおよびボーリング横坑掘削完了

瑞浪超深地層研究所掘削工事の現状



主立坑
200.2m

換気立坑
200.2m



【200m主立坑側試錐座奥の露岩部】

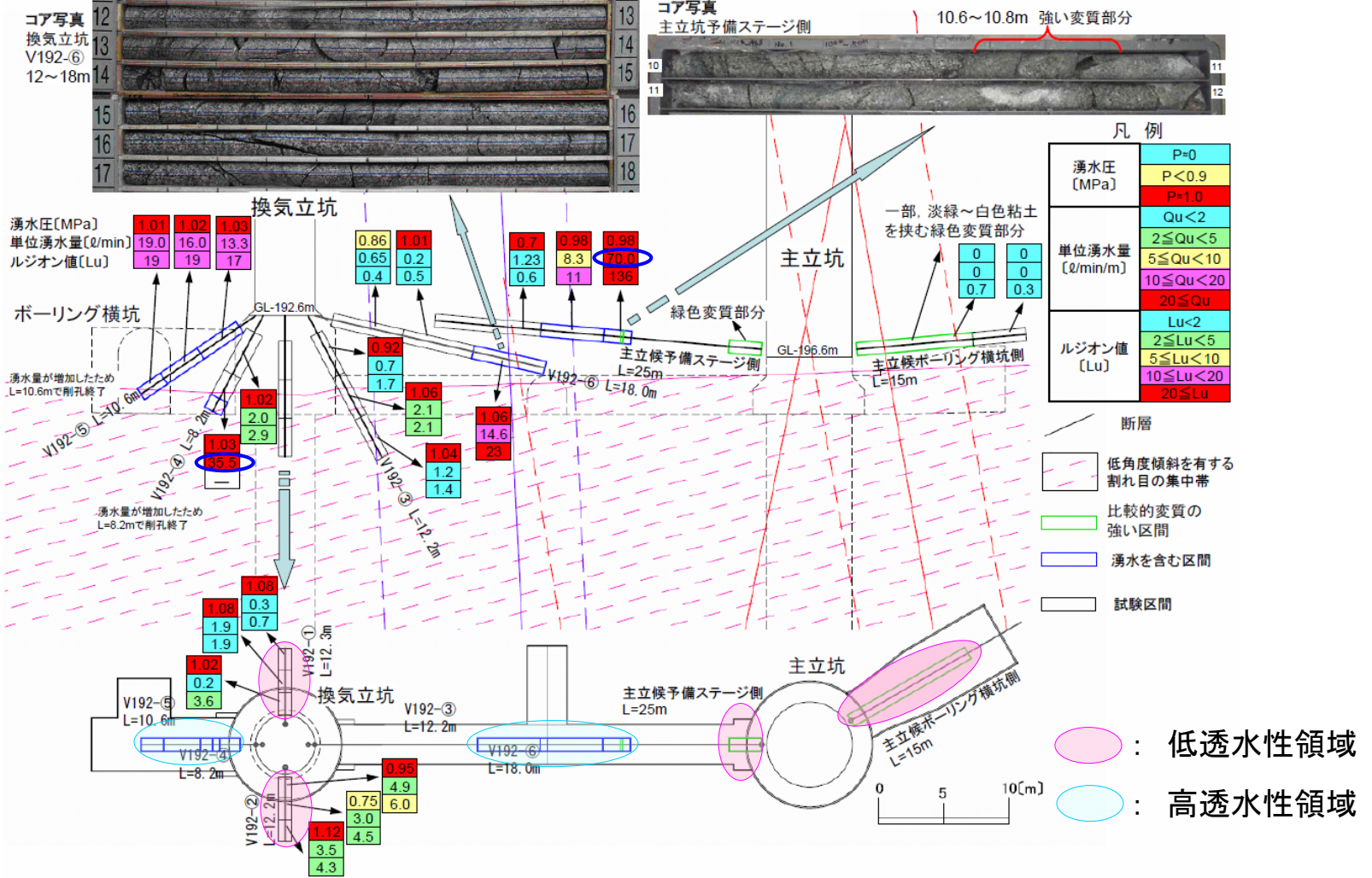


【200m予備ステージ】

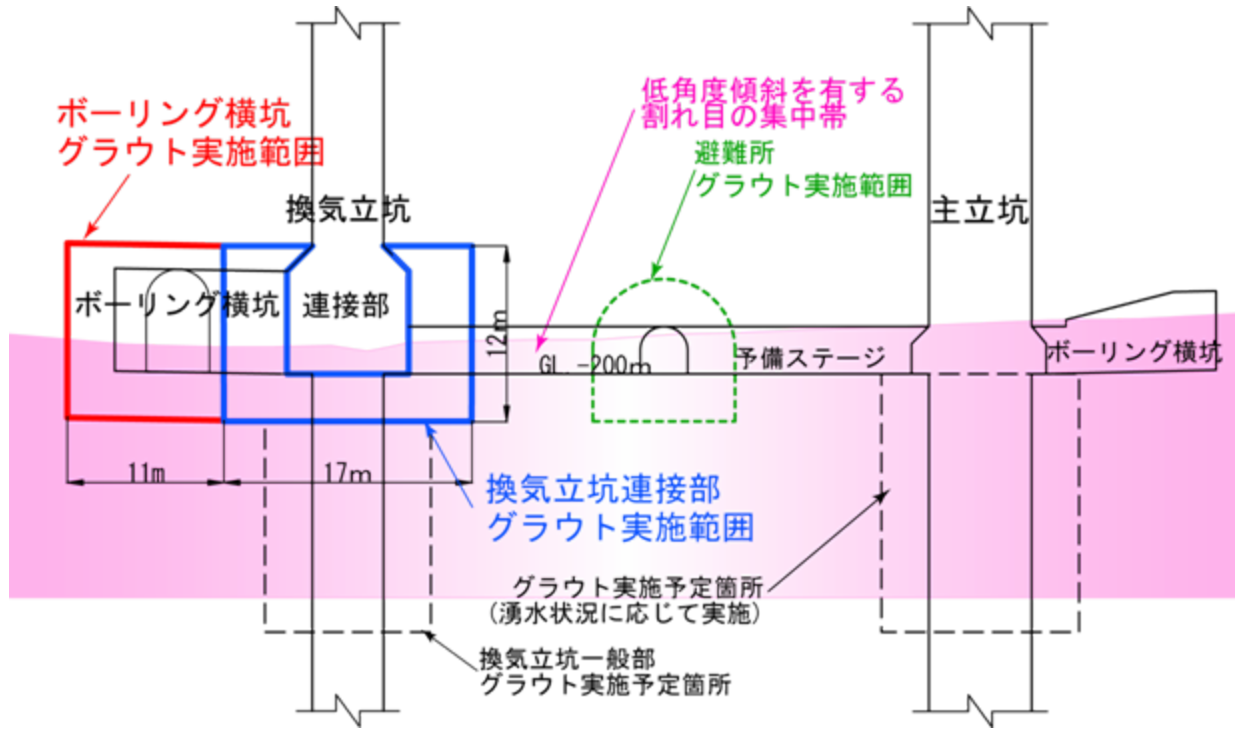
平成19年度上期工事のトピックス さぐり孔、プレグラウト

さぐり削孔の結果

探り削孔概要図

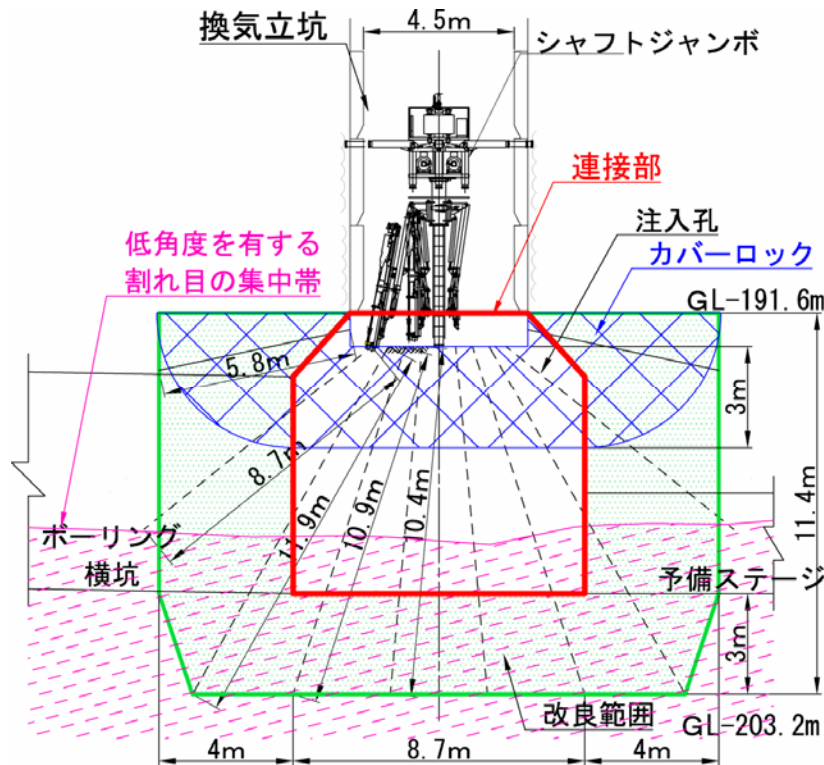


グラウトの実施範囲



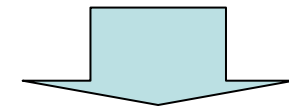
- 換気立坑ボーリング横坑および換気立坑の200～230mの立坑の低角度傾斜を有する割れ目の集中帯の掘削中に多量の湧水が発生することが想定される
- 対策としてプレグラウトを計画。立坑における湧水量の低減目標にもとづき、改良幅と透水係数を設定

換気立坑連接部



改良対象範囲の概要

- ・ 湧水圧: 1MPa
- ・ 湧水量: 40~100ℓ/min
- ・ ルジオン値: 17~230Lu



透水係数の設定

10^{-6} m/sオーダー

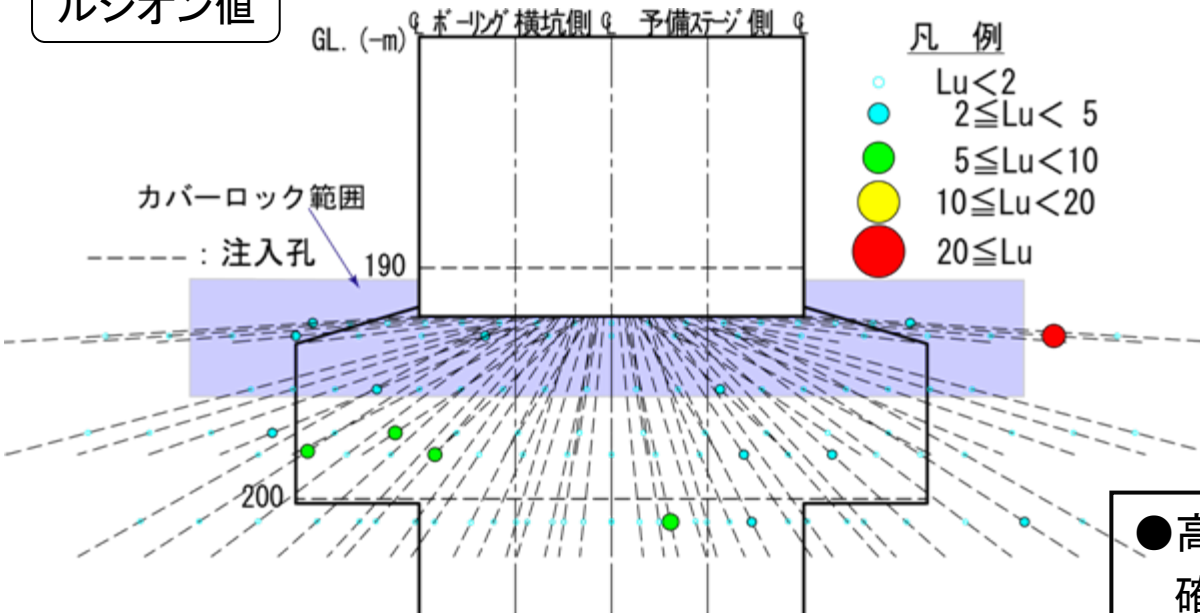


10^{-7} m/sオーダー(2Lu以下)

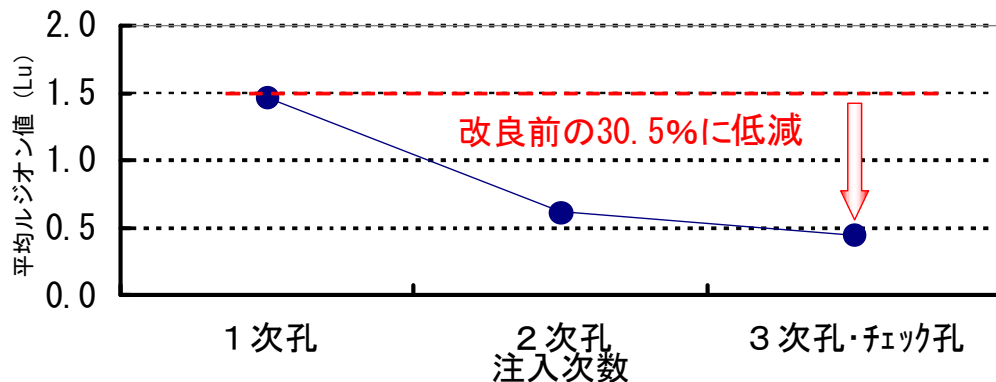
- 改良範囲と透水係数: 接続部周辺3m以上を改良範囲とし、改良範囲の透水係数を 10^{-7} m/sオーダーまで低下
- 注入孔: グラウト技術指針や施工性等を考慮し、先端で3m以内の間隔で配置
- 使用材料: 既往施工実績等を考慮し、C:W=1.8~1:1の普通セメントミルク(3,000ℓ/孔)を使用

プレグラウトの施工結果：換気立坑接続部

ルジオン値



接続部における削孔状況



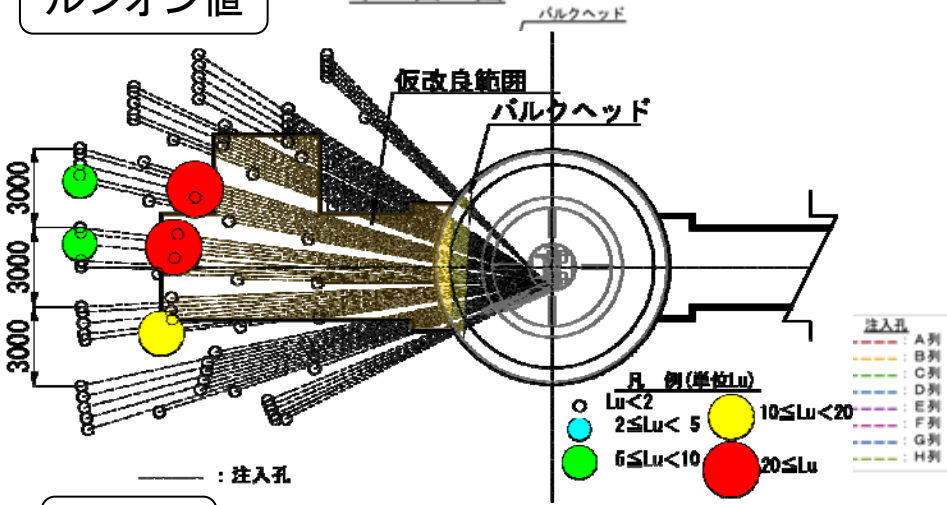
- 高角度亀裂で注入材の浸透・固化を確認
- 深度192.6～200.2mまでの接続部掘削において**顕著な湧水なし**

- ルジオン値は、最大25Lu、全孔平均1.1Lu
- 注入完了後、ルジオン値は改良目標値(2Lu)以下となっていることを確認

換気立坑ボーリング横坑掘削前の湧水状況

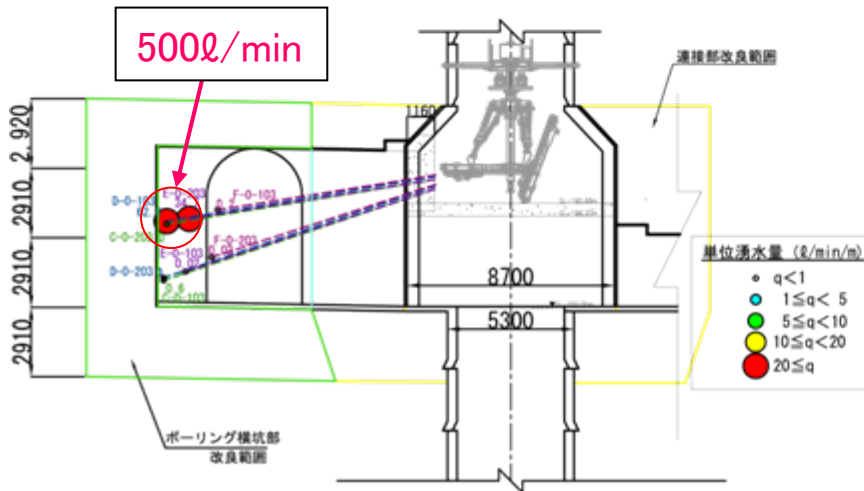
ルジオン値

平面図



湧水量

縦断図-1(単位湧水量)



- 横坑掘削予定箇所にて大量湧水(約500l/min)
- 湧水圧は1MPa程度

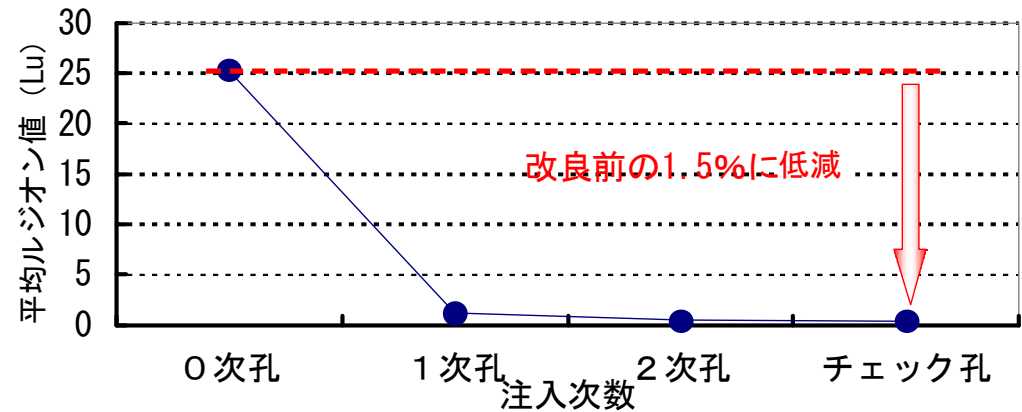


湧水状況(湧水量500l/min)

プレグラウトの施工結果：換気立坑ボーリング横坑



グラウト注入状況



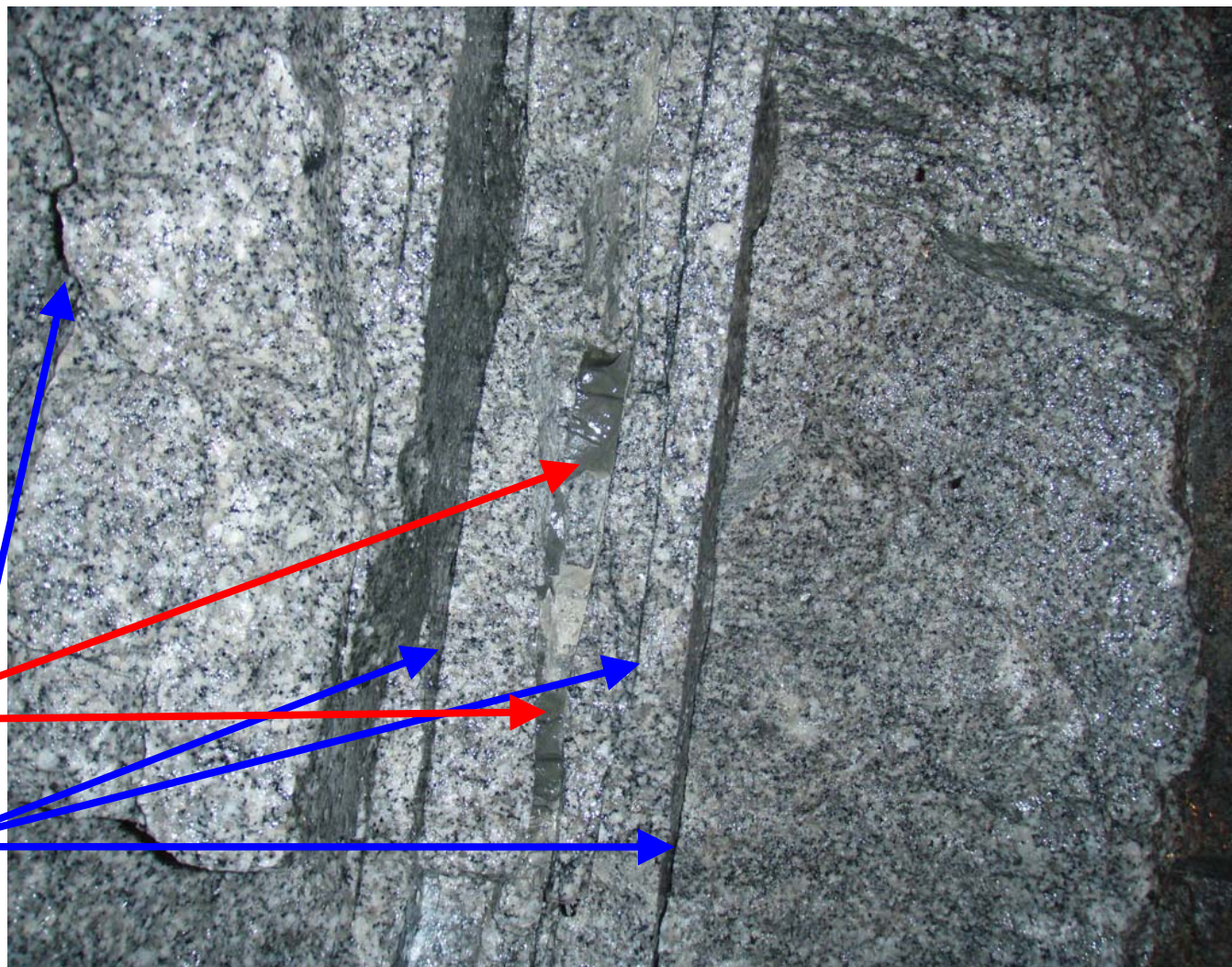
ルジオン値は、最大100Lu以上、全孔平均2.7Lu

平均ルジオン値は、低減傾向を示し、
改良目標値(2Lu)を達成

- 注入領域を透水構造の一部分だけに設定した場合、
透水経路が変化して湧水が回り込んで発生する可能性がある
- ⇒ 透水構造全体を対象としてグラウト注入することで
十分な効果が得られると考えられる

注入材の浸透・固化状況

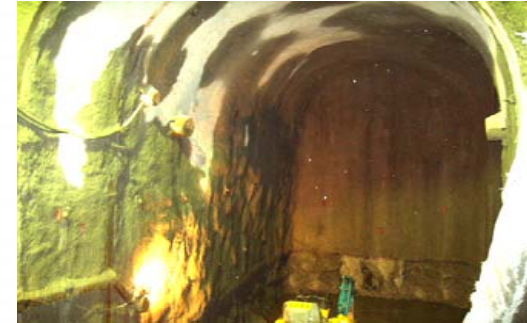
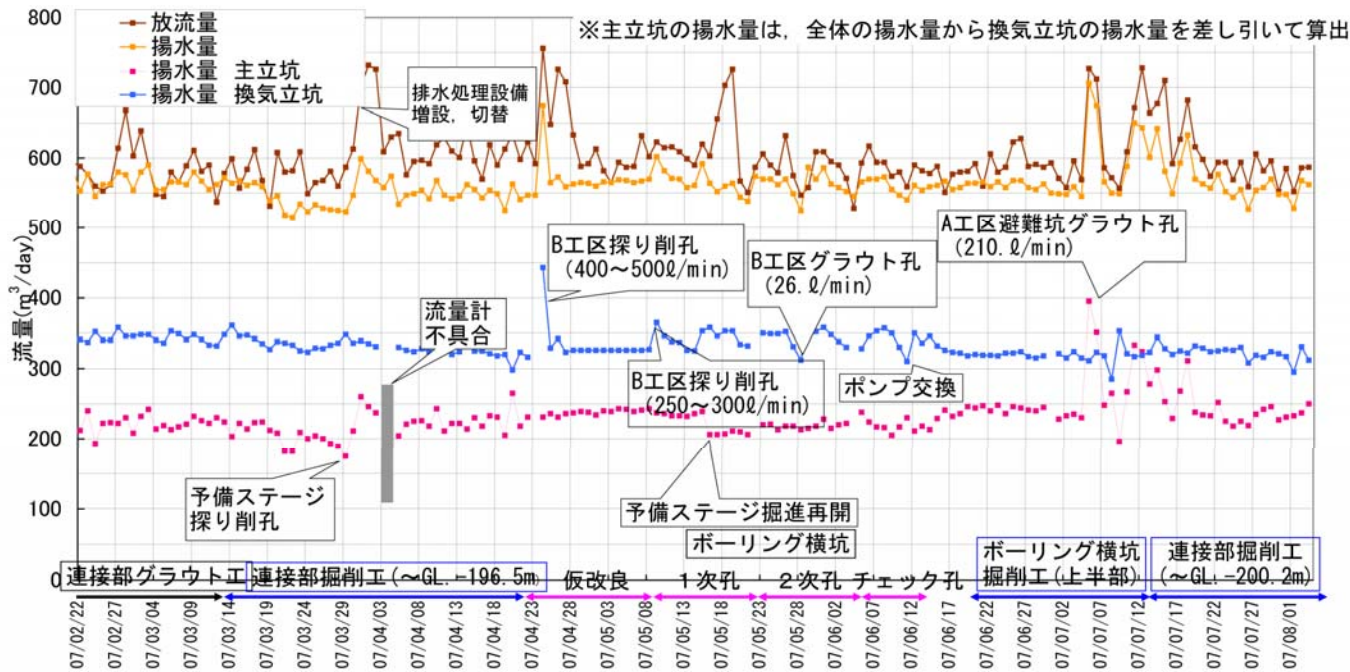
注入材の浸透・固化した亀裂を確認。
注入材は全ての亀裂に浸透しているわけではない



注入材が浸透・
固化した亀裂

注入材が浸透
していない亀裂

湧水量の変化



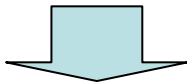
ボーリング横坑

※ロックボルトからの滴水あり



接続部

掘削時の換気立坑からの湧水量はほぼ一定



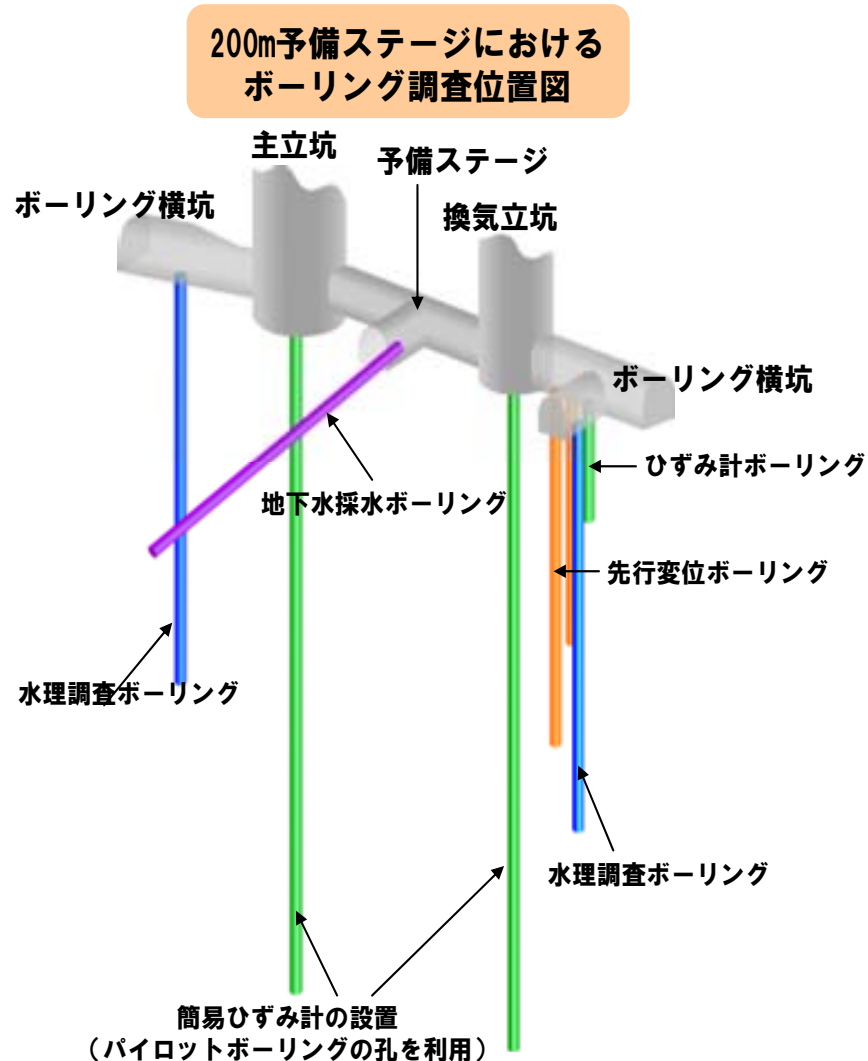
今回のグラウト実施にて湧水抑制に効果あり

平成19年度上期の調査研究の 進捗

研究計画と実績の概要

	平成18年度実績	平成19年度計画	平成19年度実績 (平成19年10月末)
深部地質環境	<ul style="list-style-type: none"> 壁面調査 研究坑道および周辺ボーリング孔を利用した水理・水質観測 100m予備ステージにおける初期応力測定 施設建設を利用した物理探査 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面調査の継続 水理・水質観測の継続 200m水平坑道におけるボーリング調査(水理、地化、ひずみ計測) 200m水平坑道におけるトモグラフィー等の物理探査 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面調査の実施 水理・水質観測の継続 200m水平坑道におけるボーリング調査に着手 200m水平坑道におけるトモグラフィーの実施
工学技術	<ul style="list-style-type: none"> パイロットボーリング調査結果に基づく湧水抑制対策計画立案 既検討技術の適用 	<ul style="list-style-type: none"> 既検討技術の適用 先行変位ボーリング 	<ul style="list-style-type: none"> 既検討技術の適用の継続

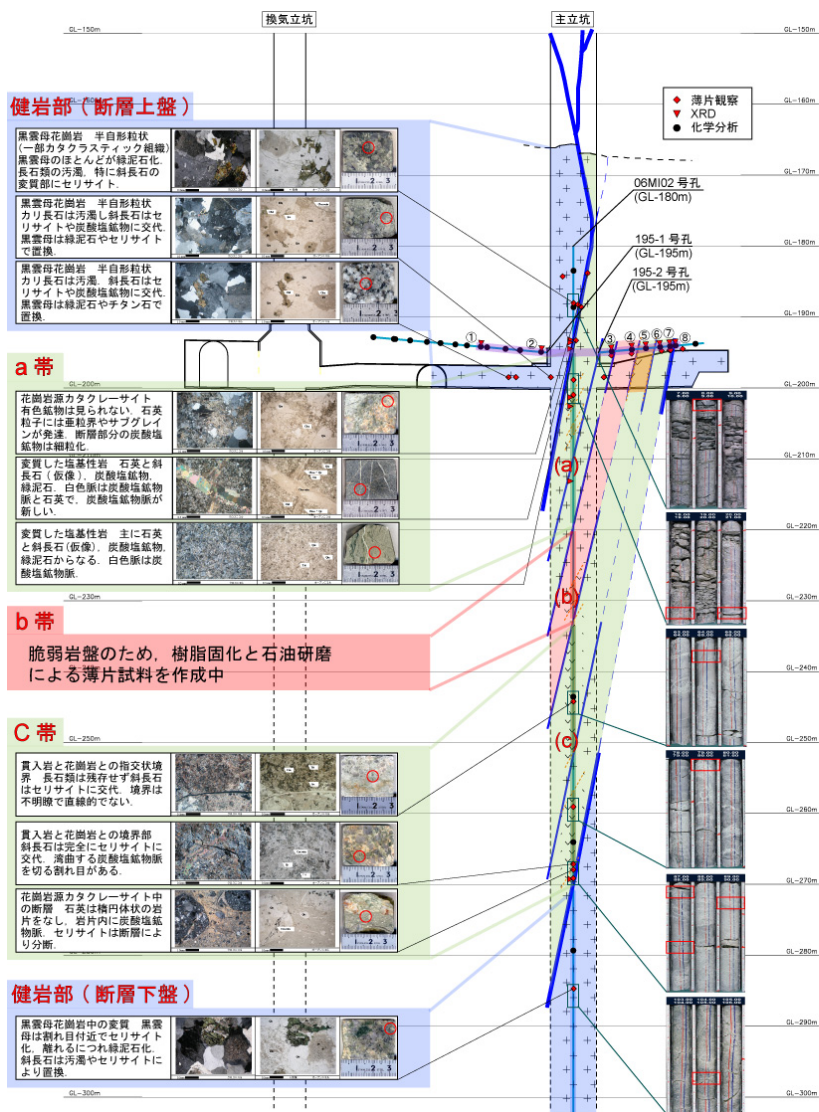
200m予備ステージからの各種調査



平成19年度上期の調査研究の進捗

①地質

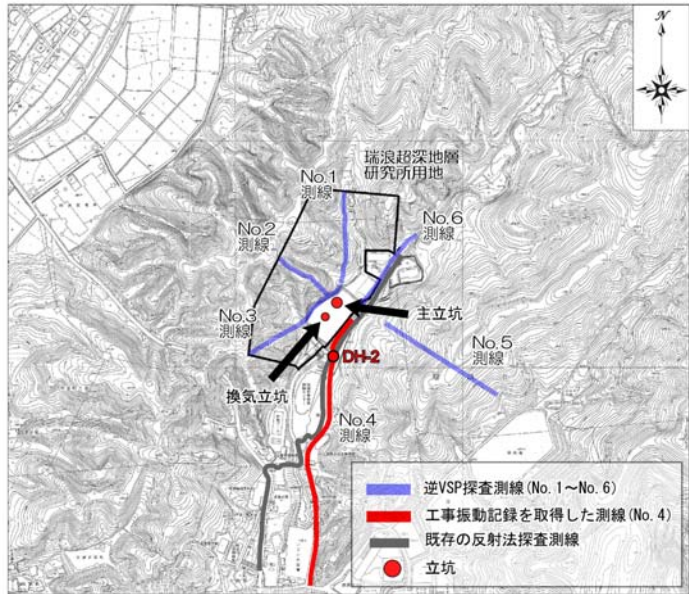
主立坑近傍に分布する断層の地質学的性状



主立坑近傍に分布する遮水性断層の地質学的性状 (断層の内部構造、変形・変質作用など) の把握

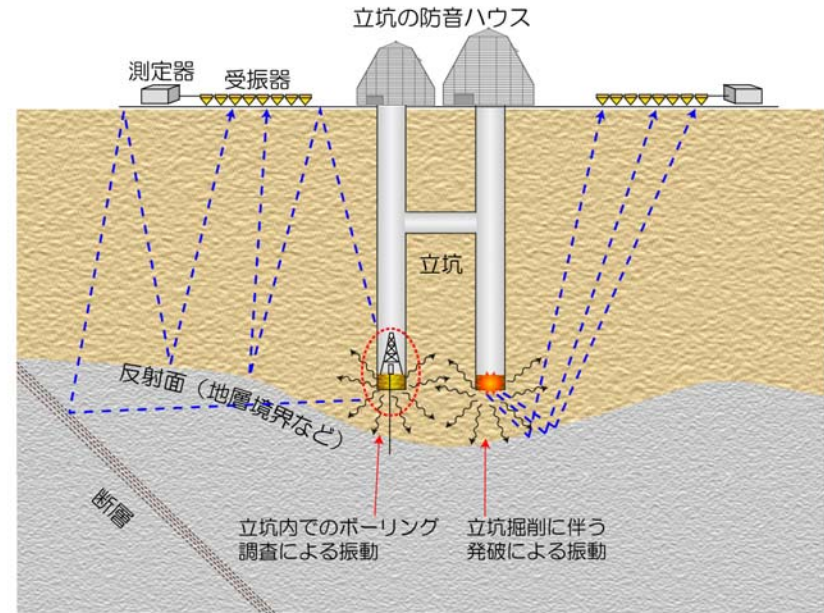
- 断層内部は構造的に3つのゾーンに区分され、ほぼ全体が粘土変質した断層核 (b帯) とその周囲に分布するダメージゾーン (a, c帯) と解釈
- 研究所用地周辺で確認されている断層と比較して、セリサイトを生成するような強い変質作用や岩脈の貫入のほか、ダメージゾーンまで粘土変質が及んでいることが特徴
- 断層上盤側ではカオリナイトが生成されており、より低温の岩石-水反応が進行

雑音信号測定



1:2,500瑞浪市都市計画基本図(平成11年測量)に加筆
0m 100m 200m 300m 400m

測線レイアウト



測定イメージ

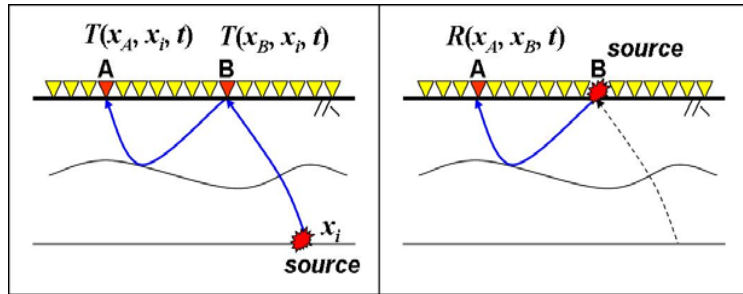
○調査研究目的

立坑切羽前方を含む研究所周辺の地質構造を三次元的に推定可能な調査技術の開発

○実施内容

地表において、パイロットボーリング孔の掘削中の振動を、合計21時間分取得(地震波干渉法のデータ取得)

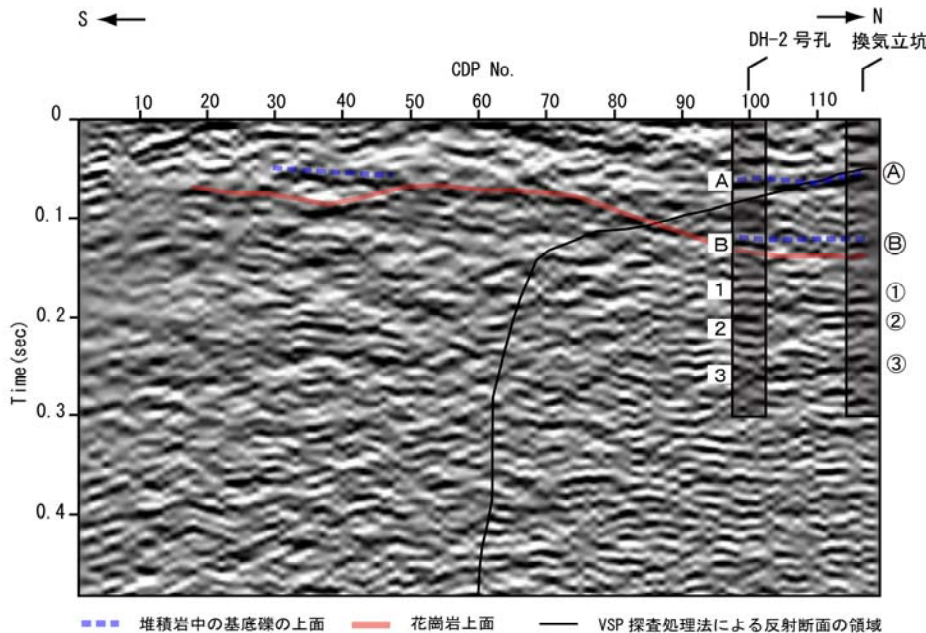
雑音信号測定



地震波干渉法

○地震波干渉法

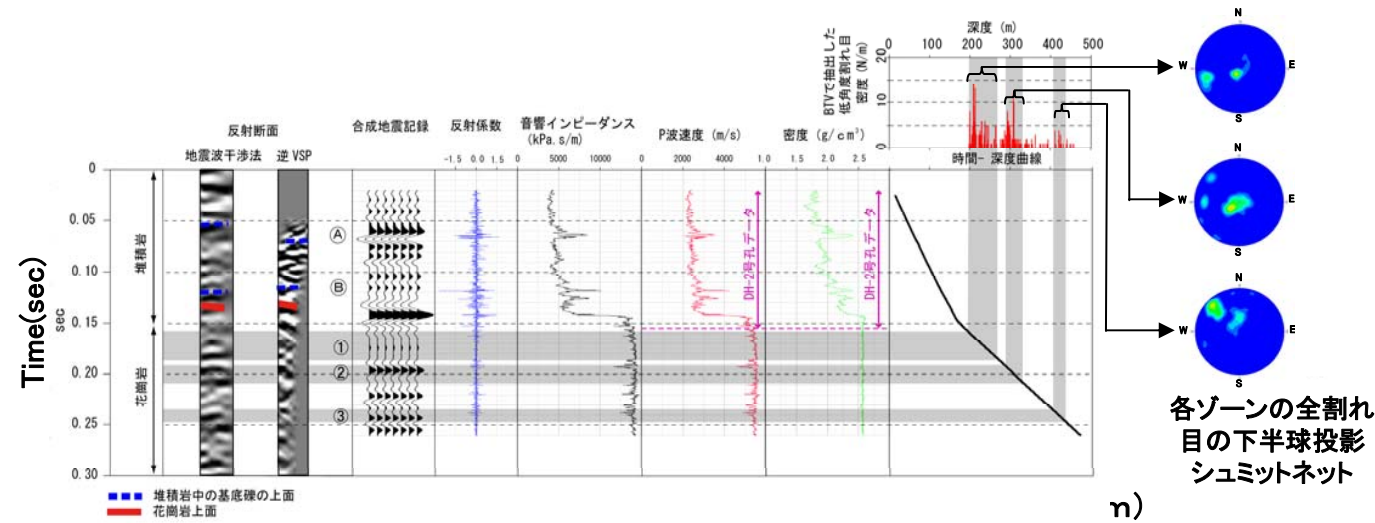
- 地中で発生するランダムな波動場を複数の受振点において受動的に観測した波形データを用いて行う地震波探査法
- 波形データの相互相関関数を計算することで通常の反射法地震探査と同様の反射波記録を合成することが可能



○処理結果

- 0.1~0.15sec付近に北へ傾斜する連続的かつ明瞭な反射イベント(図中のB)
- 深部においても水平方向に連続する明瞭な反射イベントが確認可能(図中の1~3)

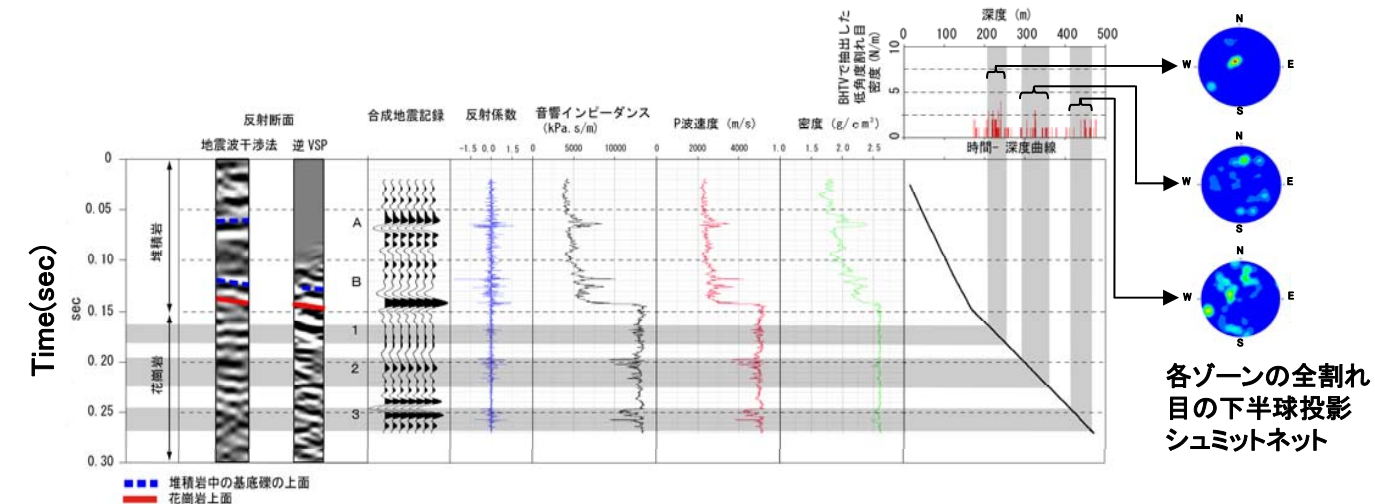
雑音信号測定



○結果の概要

- ボーリング孔データで確認される花崗岩中の水平な割れ目帯と対応付けられる反射イベントが抽出されていることを確認(図中の灰色部分)

データ処理断面と換気立坑のパイロットボーリング孔データの対比



データ処理断面とDH-2号孔データの対比

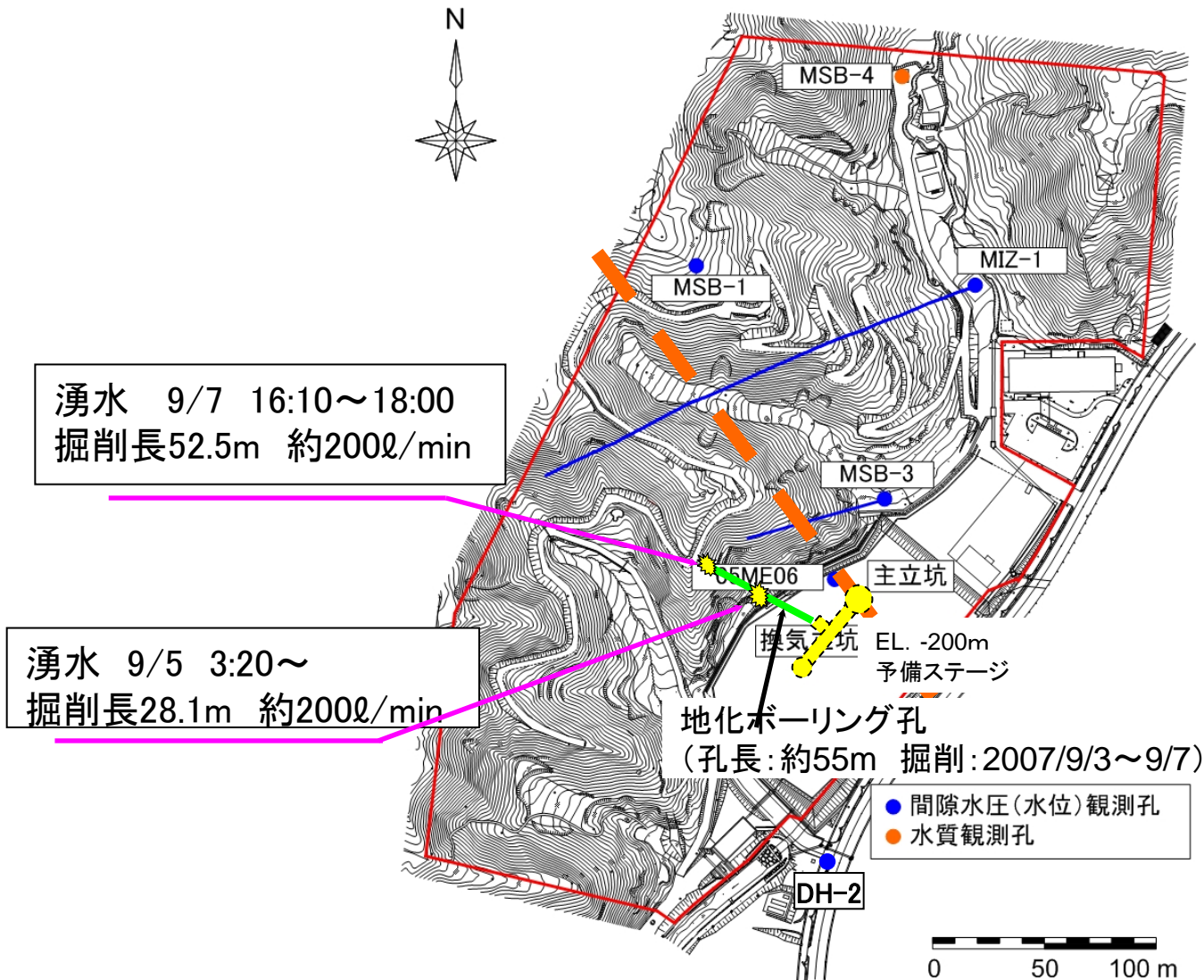
- 花崗岩中の長時間(今回は21時間)におよぶ振動記録を利用することにより、堆積岩内で起振した逆VSP探査に比べて花崗岩内部の構造をより明瞭に可視化できる可能性

平成19年度上期の調査研究の進捗

②水理

長期水圧モニタリング

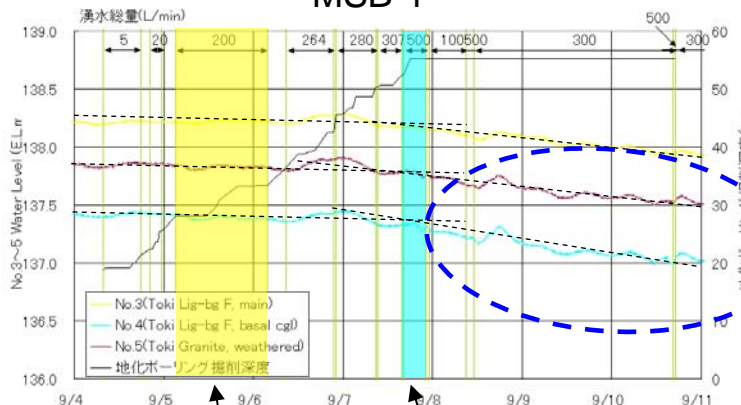
-地化ボーリング掘削時の湧水の発生状況-



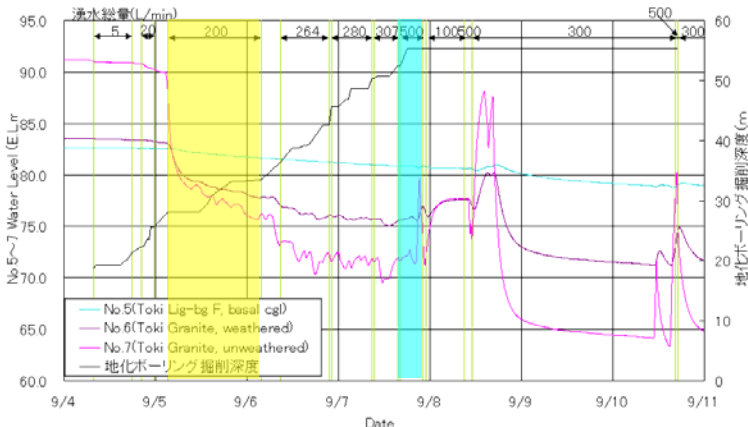
長期水圧モニタリング

- 地化ボーリングの湧水発生時の水位変動（9/5掘削長28.1m, 9/7掘削長52.5m）
- 北北西断層の反対側に位置するMSB-1でも水位低下発生

MSB-1



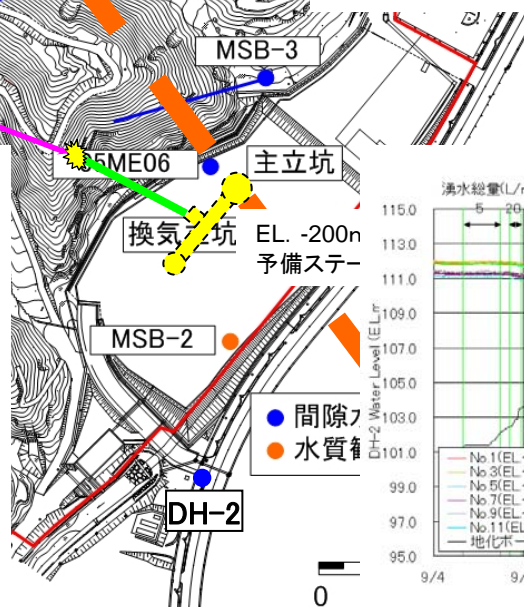
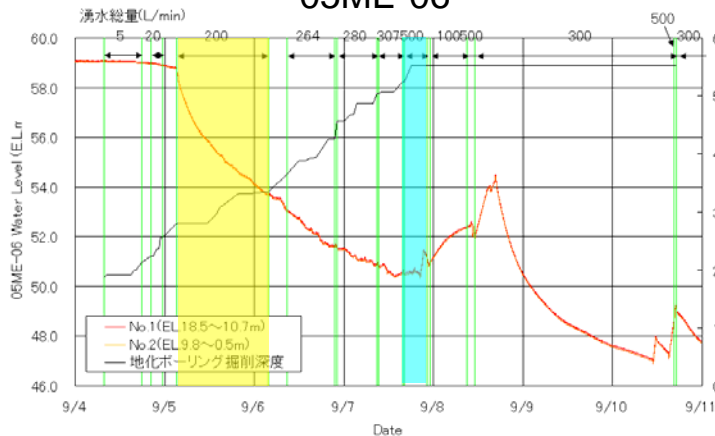
MSB-3



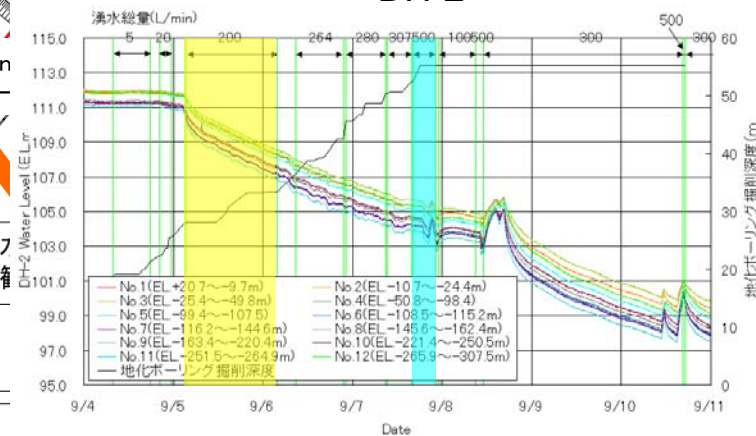
湧水 9/5 3:20~
掘削長28.1m 約200ℓ/min

湧水 9/7 16:10~18:00
掘削長52.5m 約200ℓ/min

05ME-06



DH-2



平成19年度上期の調査研究の進捗

③地下水化学

地下水の地球化学特性に関する研究

ボーリング調査（07MI07号孔）の主目的

- 第1段階の予測結果の妥当性の確認
 - ・ 地下水の水質分布
 - ・ 研究坑道掘削に伴う影響

地下水採水・水質モニタリング装置の概要

- 5連装パッカーにより孔内を6区間に区分
- 自動切り替えによる各区間の物理化学パラメータ連続測定が可能
- 被圧不活性状態での地下水試料採取が可能

主な調査内容

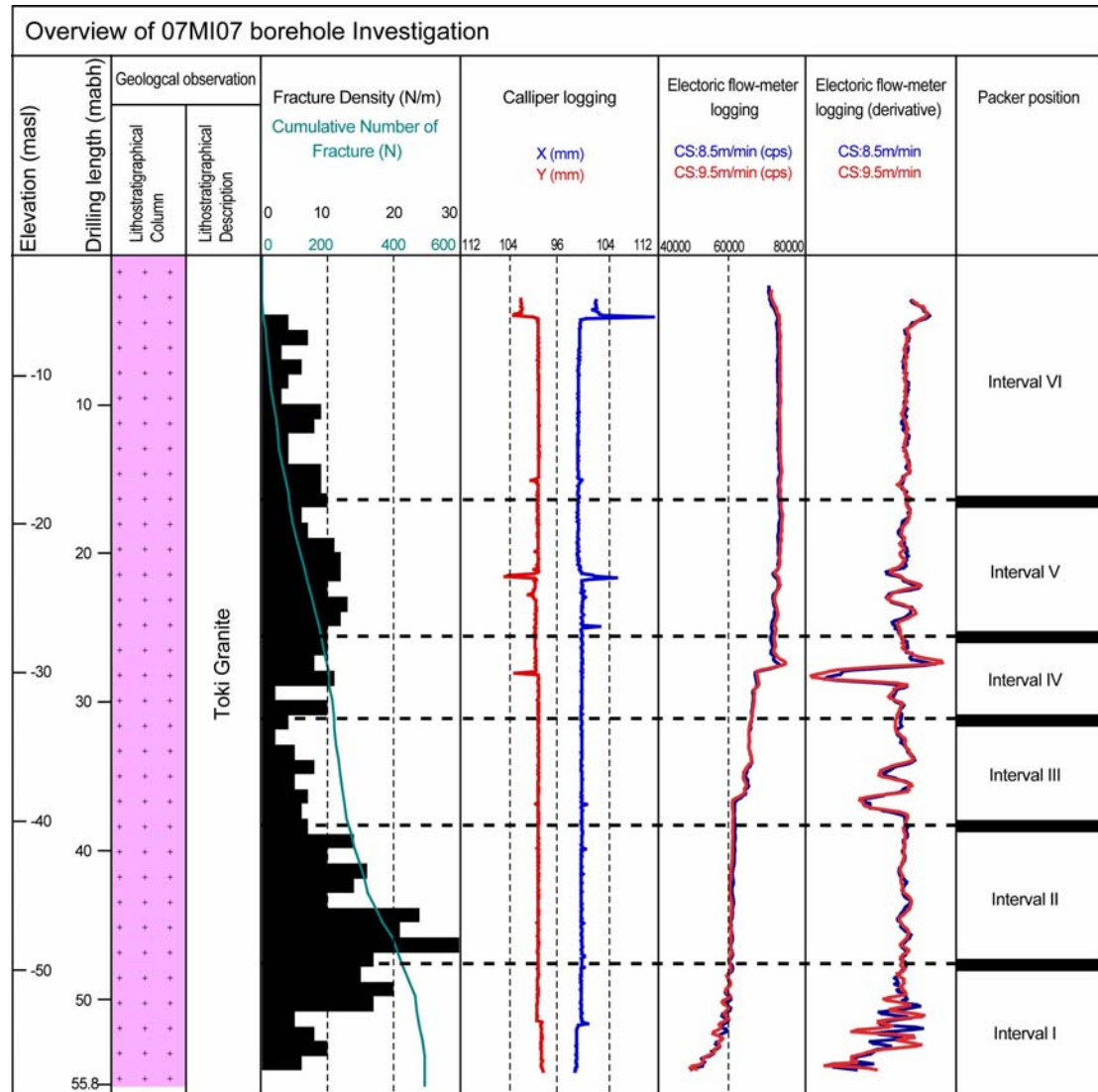
- 物理化学パラメータ（pH, ORP, Temp., DO, EC）の連続モニタリング
- 主要元素分析：1回/週程度
- 水素・酸素・炭素・塩素同位体：1回/月程度
- 有機物・微生物・コロイド調査：適宜
- 溶存ガス分析：適宜



水質連続モニタリング装置

地下水の地球化学特性に関する研究

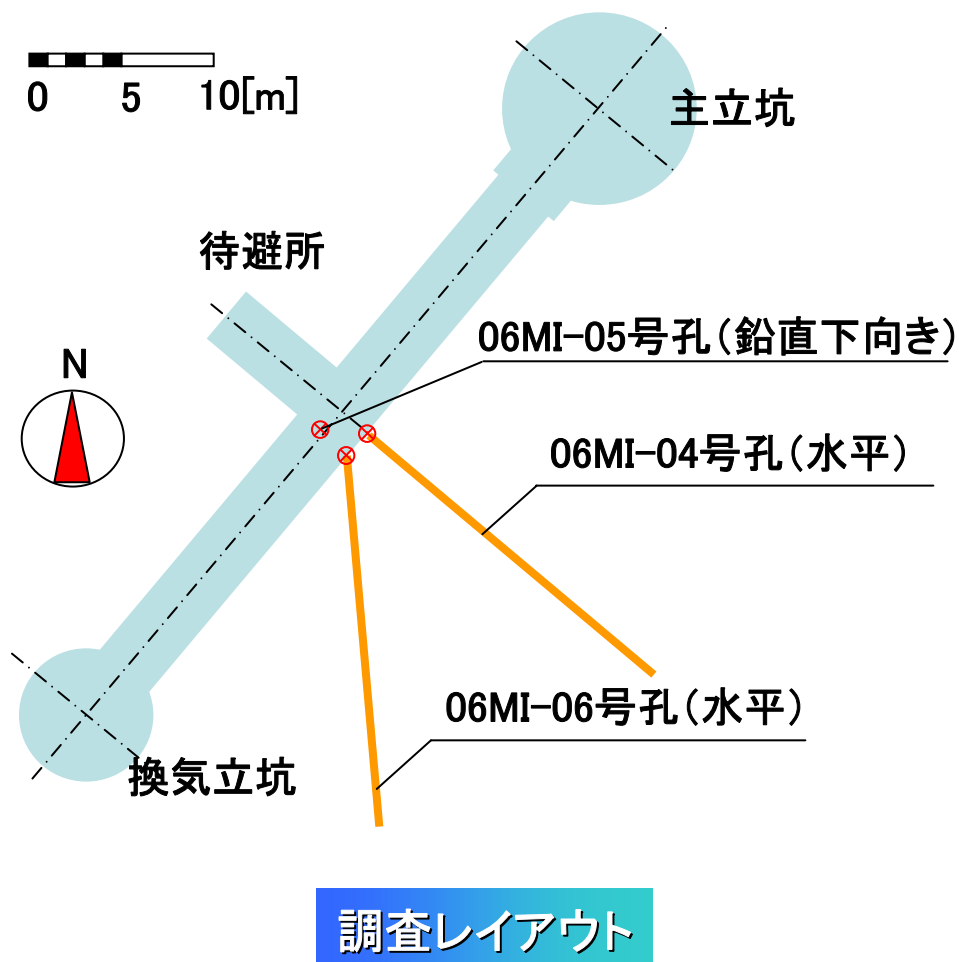
ボーリング柱状図 (07MI07号孔) と 測定区間



平成19年度上期の調査研究の進捗

④岩盤力学

100m予備ステージにおける岩盤力学調査



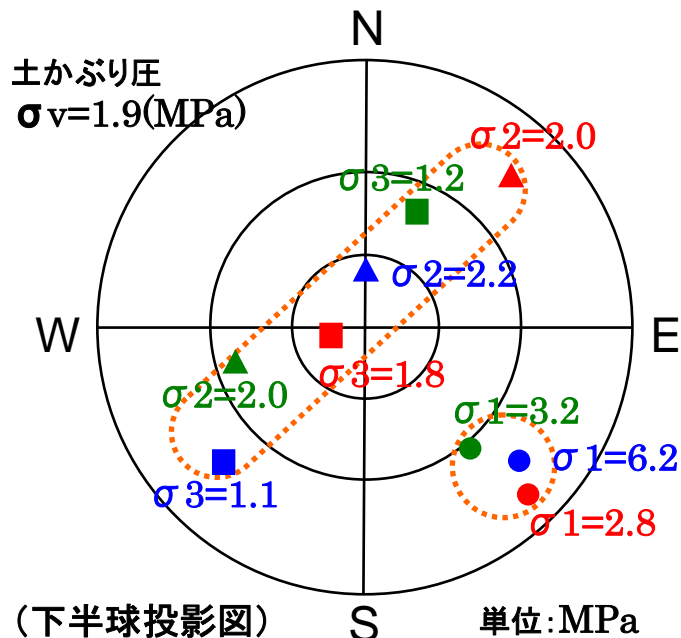
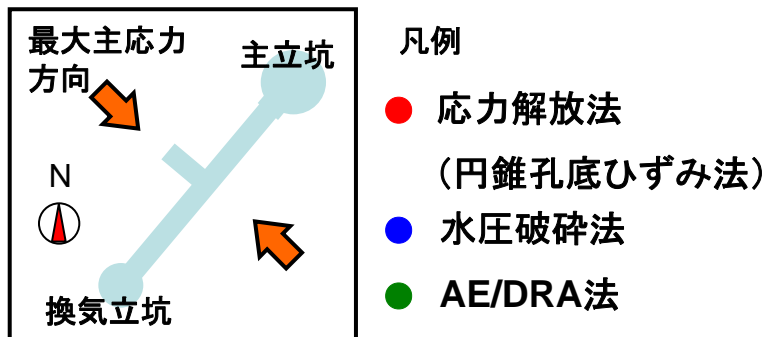
調査研究目的

- 研究坑道(100m予備ステージ)周辺の力学的な初期状態(応力場, 岩盤物性)の把握
- 地表からの調査研究段階(第1段階)での調査研究成果の評価
- 開発した初期応力測定装置(孔壁貼付けタイプ)の適用性評価

調査内容

- 初期応力測定(応力解放法, 水圧破碎法, AE/DRA法)
- 室内物理・力学試験

100m予備ステージにおける岩盤力学調査



初期応力測定結果

調査結果

室内物理・力学試験

平均値は研究所用地内の地表からのボーリング孔(MIZ-1号孔)における調査結果とほぼ同様

初期応力

最大主応力(σ_1)の方向(北西-南東方向)は、地殻ひずみのデータから推定される東濃地域の応力状態や、MIZ-1号孔における調査結果と同様

第一段階で構築した
岩盤力学モデルの妥当性確認

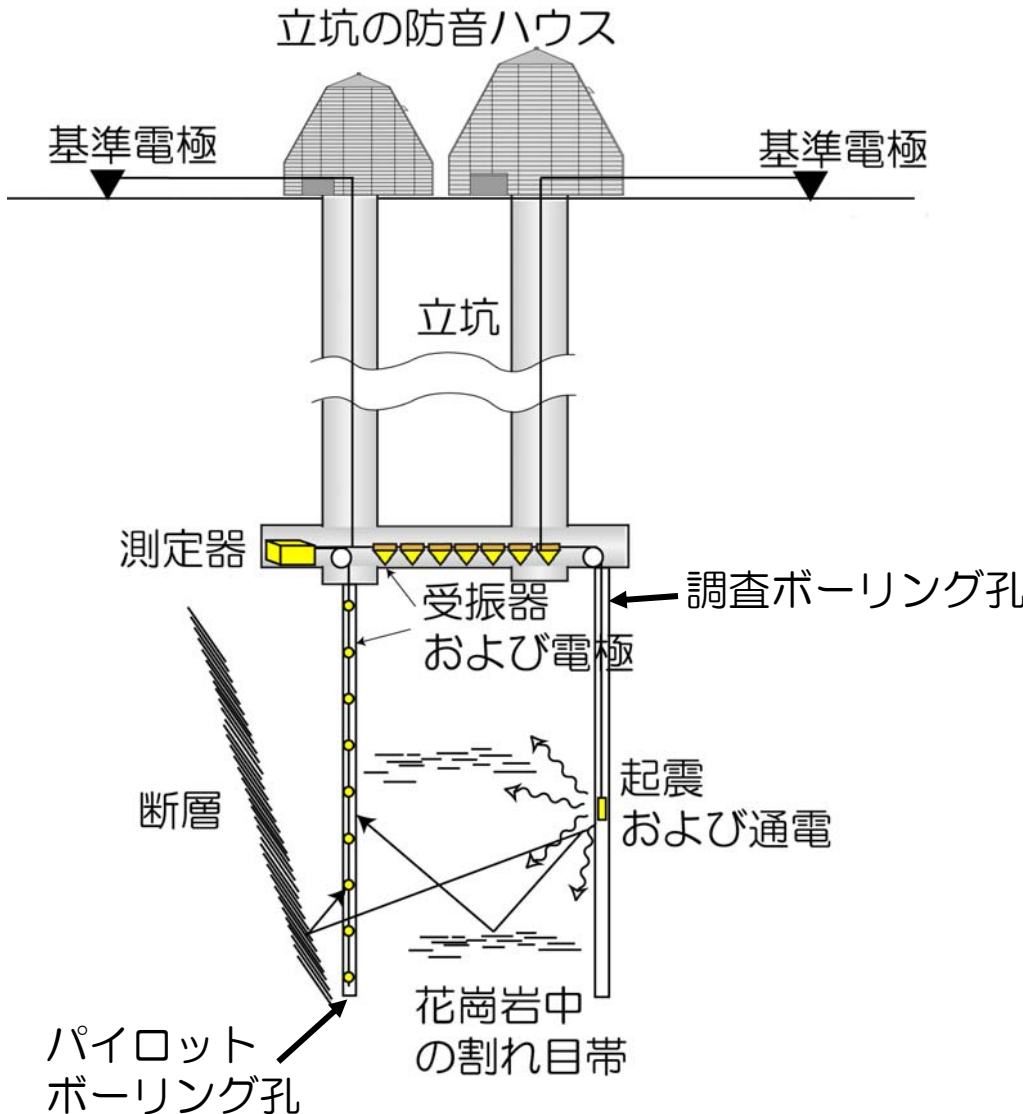
ボーリング孔を利用した初期応力測定法の評価

応力解放法

- ・孔壁貼り付け法: 水平孔での測定に課題
- ・円錐孔底ひずみ法: 今回の条件*では適切
- 水圧破砕法: 不均質岩盤では誤差が大

平成19年度下期の計画

立坑間のボーリング孔を利用したトモグラフィ探査



○調査研究目的

立坑間の岩盤の状態を精度よく把握する技術の開発

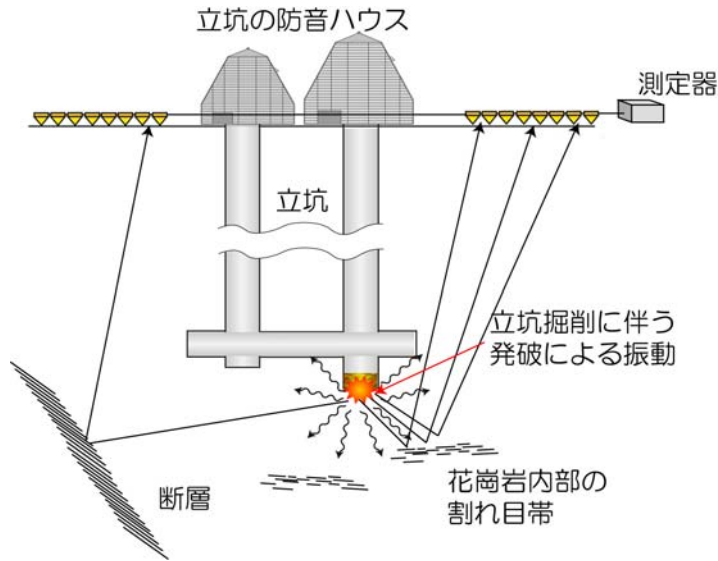
探査は、深度200mの横坑と2本の鉛直ボーリング孔を利用して、弾性波および比抵抗トモグラフィ探査を実施

○平成19年度調査研究計画

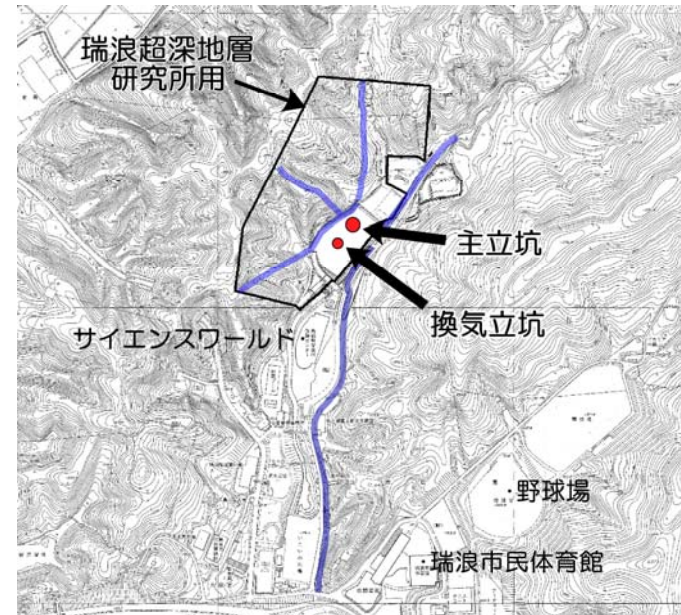
10/22～11/14まで測定を実施予定

測定イメージ

逆VSP探査



測定イメージ



受振器レイアウト

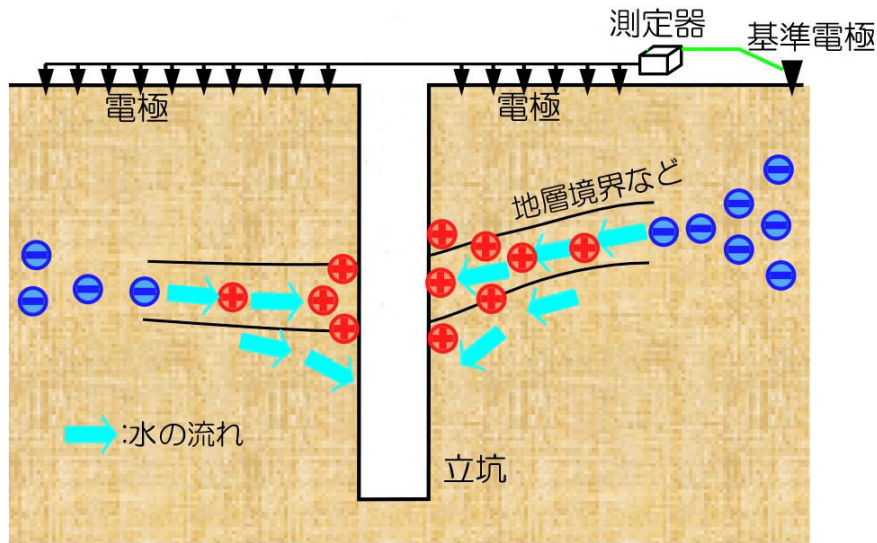
○調査研究目的

研究坑道内での発破や工事に伴う様々な振動を震源に利用して、立坑切羽前方や周辺の地質構造(断層や割れ目など)を三次元的に把握する技術の開発

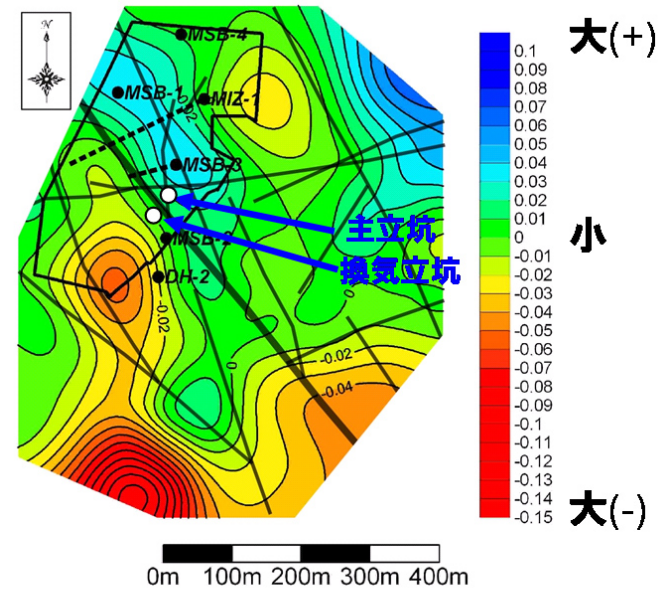
○平成19年度調査研究計画

平成19年12月下旬～平成20年3月末の間で1～2回程度測定を実施予定

自然電位(流動電位)測定



調査の概念



— 確認・推定されている断層の地表投影

昨年の成果

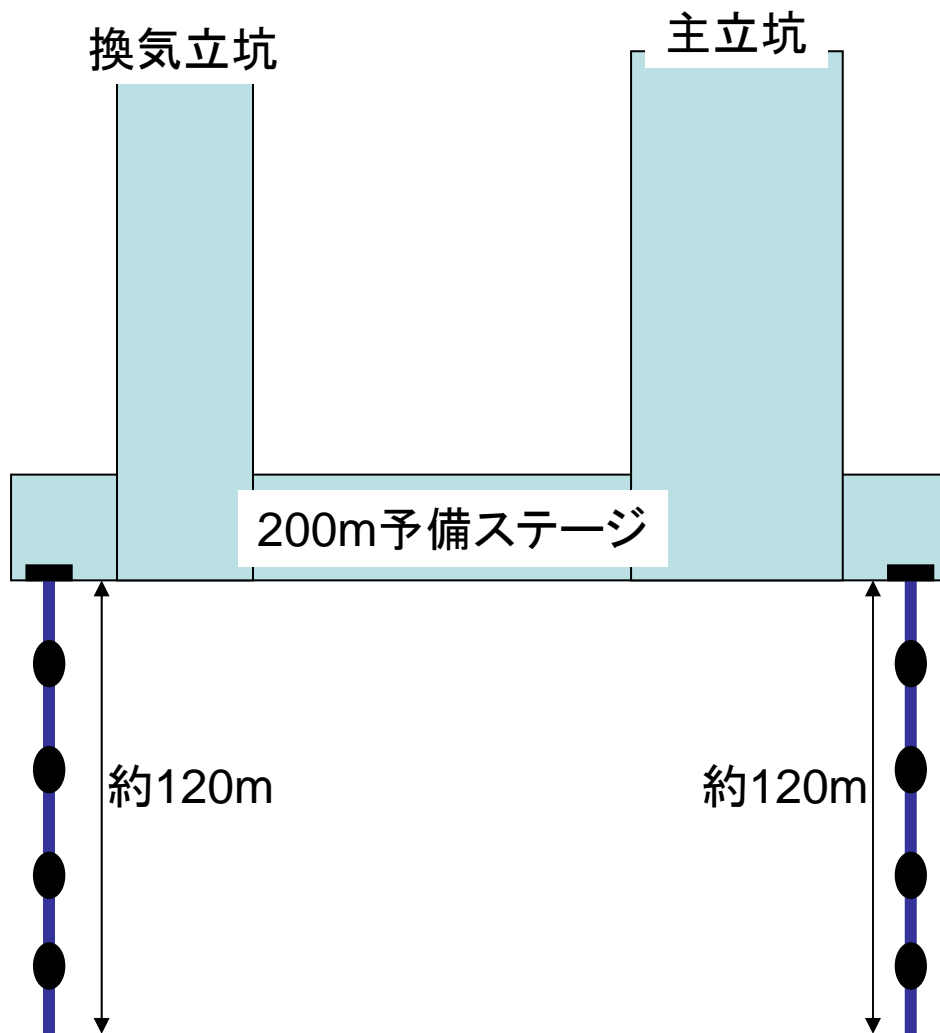
○調査研究目的

地下水の流れに影響を与える地質構造の位置や広がり、地下水の流れの変化などを把握する技術の開発

○平成19年度調査研究計画

平成19年11月中旬から平成21年度末頃まで測定予定

水理調査ボーリング



目的：立坑掘削に伴うスキン効果の影響を把握するために、立坑近傍の水圧分布とその水圧変化の把握

調査位置：主立坑ボーリング横坑
換気立坑ボーリング横坑
(掘削長はともに約120m)

調査項目：岩芯観察, 物理検層
BTV検層, 流体検層
水圧の連続観察

観測区間数：5区間程度

200m予備ステージ(ボーリング横坑)における 岩盤力学/工学技術調査

調査研究目的

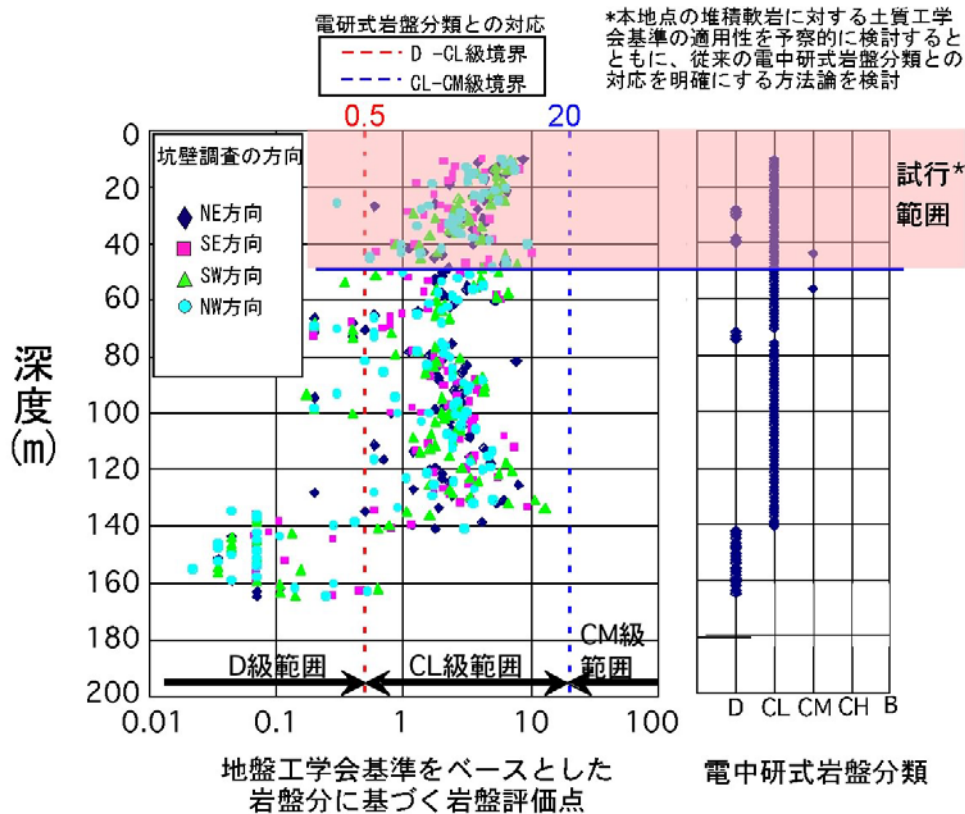
岩盤ひずみ計測

- プレグラウトの実施, および立坑の掘削により立坑周辺岩盤に生じる力学的な影響(ひずみ・応力の変化)の程度, 範囲を把握する。

先行変位計測

- 切羽が到達前から通過後までの全期間の立坑周辺岩盤のひずみと傾斜を連続的に計測することにより、切羽到達前を基準とした掘削解放率を把握する。
- 先行変位計測の方法としての光ファイバー計測システムの有効性を検証する。

深地層における工学技術の基礎の開発



調査研究目的

- ・ 第1段階で実施した設計等の妥当性の検証
- ・ 適用した技術の有効性の検討

平成19年度 調査研究計画（実施中）

- ・ 計測結果に基づく設計等の妥当性確認
- ・ 岩盤等級評価
- ・ 掘削技術の有効性の検討
- ・ 湧水抑制対策技術開発
- ・ グラウト技術開発・高度化
- ・ リスクマネジメント手法構築
- ・ 坑道健全性評価に関するACROSS技術の適用性
- ・ 地下深部岩盤の歪変化のメカニズムに関する研究

調査研究結果の一例 （岩盤等級評価：換気立坑堆積軟岩部）

主な共同研究・施設供用(平成19年度)

共同研究

東北大学：傾斜計を用いたモニタリング技術開発

熊本大学：亀裂分布のマルチスケールモデリング技術の開発

名古屋大学：瑞浪超深地層研究所における地下深部岩盤の歪変化のメカニズムに関する研究

武蔵工業大学：放射化分析手法を用いた微量元素分布に関わる研究

電力中央研究所：安定同位体や放射性同位体等による地下水年代測定

施設供用

東濃地震科学研究所：坑内への地震計の設置