

深地層の研究施設計画検討委員会（第12回）

超深地層研究所計画 第1段階研究成果の妥当性評価

平成24年3月15日

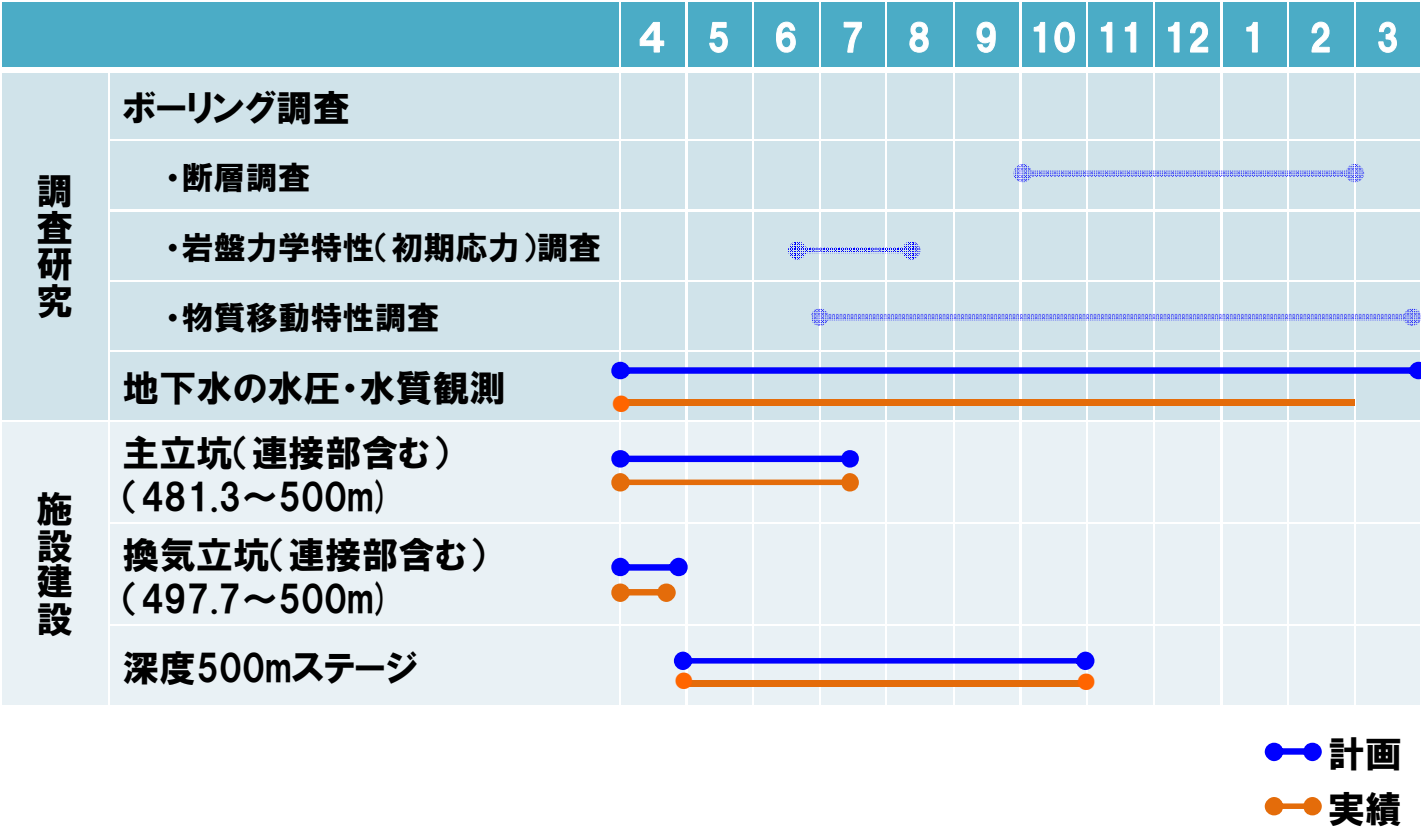
東濃地科学研究所

本日の報告内容

2

1. 研究坑道の掘削状況・調査研究の現状
2. 第1段階で適用した研究の進め方の評価
3. 第2段階成果の取りまとめ
4. 前回委員会でのコメントと対応状況
5. その他

平成23年度の調査計画および実績



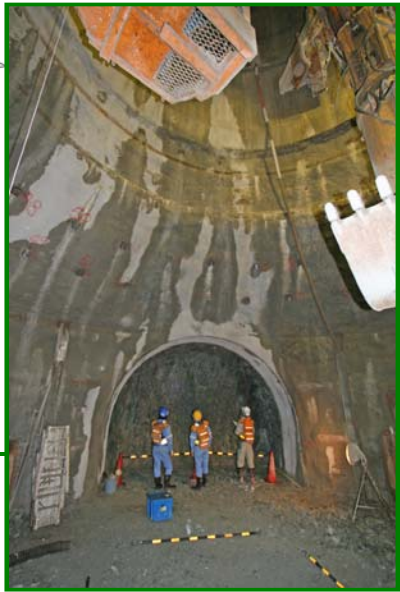
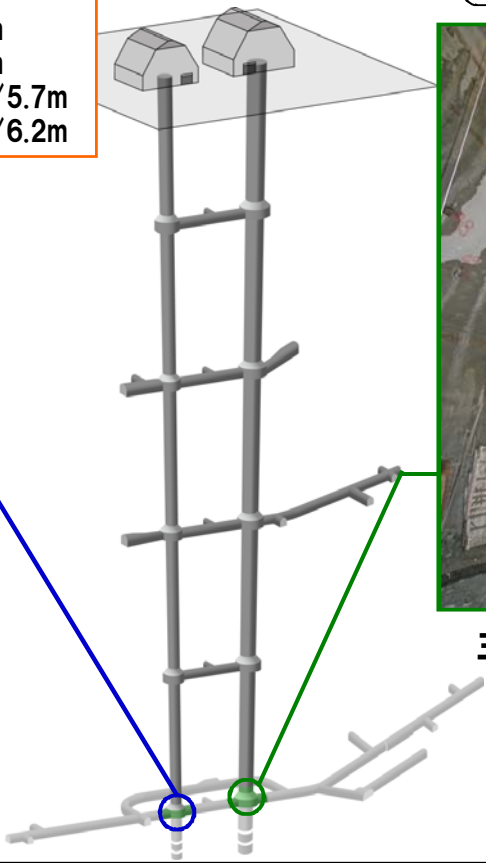
研究坑道の掘削状況

- 主立坑 : 500.4m
- 換気立坑 : 500.2m
- 深度500mステージ
- 500m予備ステージ: 主立坑から 5.0/5.0m
換気立坑から 5.4/5.4m
- 500m研究アクセス北坑道: 主立坑から 5.7/5.7m
- 500m研究アクセス南坑道: 換気立坑から 6.2/6.2m

- 平成22年度までの掘削範囲
- 平成23年度の掘削予定範囲
- 平成24年度以降の掘削範囲



換気立坑(深度500m)



主立坑(深度500m)

平成23年度の主な調査

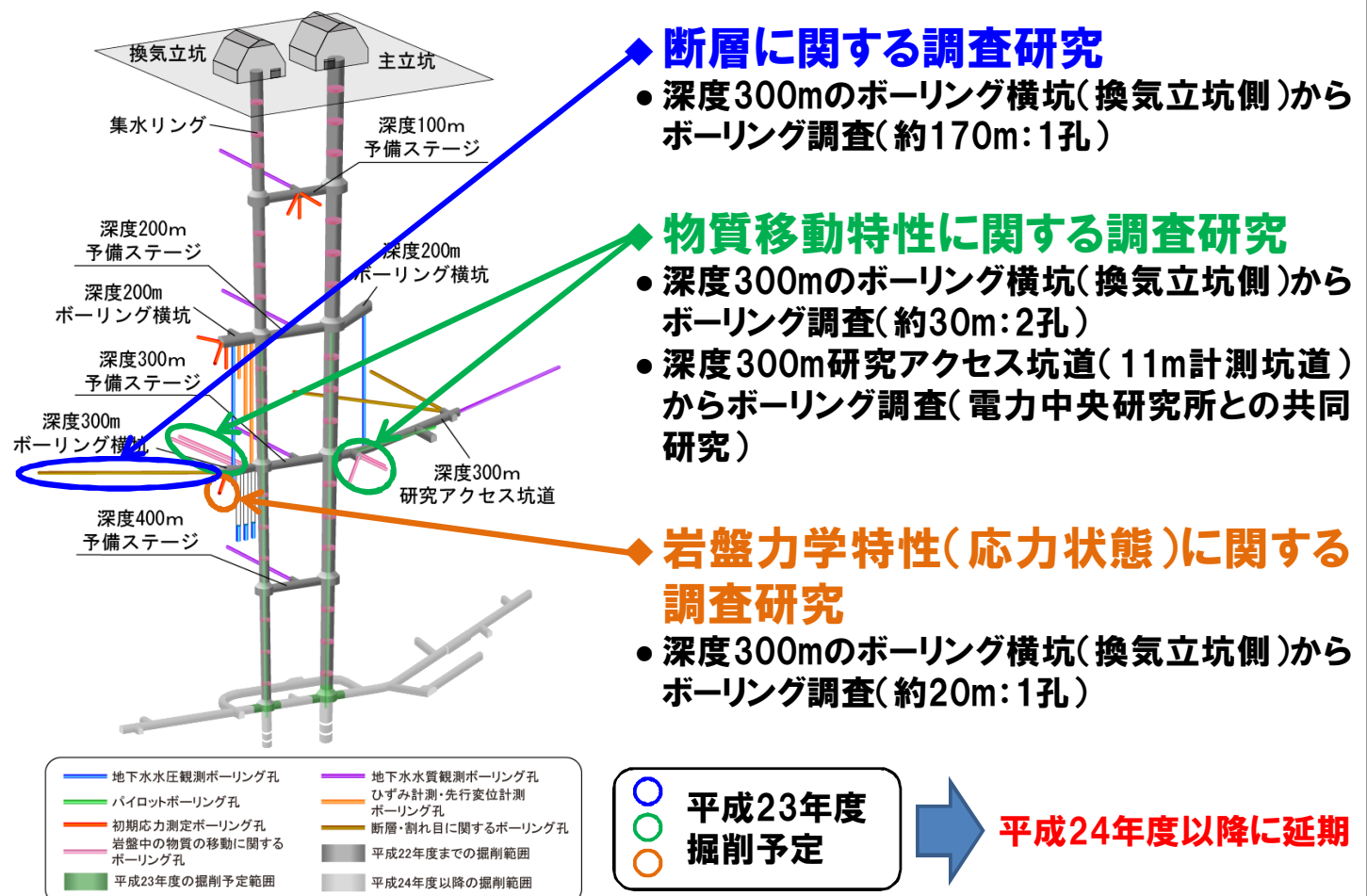
5

平成23年度の主な調査計画

地質	●地質構造モデルの構築・更新 ・深度300mボーリング横坑(換気立坑)でのボーリング調査 ・物理探査(逆VSP探査, 流体流動電位法探査) ・研究坑道の壁面地質調査および壁面物性計測
岩盤水理	●水理地質構造モデルの構築・更新 ・深度300mボーリング横坑(換気立坑)でのボーリング調査 ・立坑の集水リングを用いた湧水量計測 ・既存(地表/研究坑道)のボーリング孔での地下水の水圧モニタリング ・表層水理観測
地球化学	●地球化学モデルの構築・更新 ・深度300mボーリング横坑(換気立坑)でのボーリング調査 ・立坑壁面および集水リングを用いた坑内湧水の採水・分析 ・既存(地表/研究坑道)のボーリング孔での地下水水質観測
岩盤力学	●岩盤力学モデルの構築・更新 ・深度300mボーリング横坑(換気立坑)でのボーリング調査 ・ボーリングコア等を用いた岩盤物性, 初期応力等の測定・分析 ・岩盤の長期挙動評価手法の構築
物質移動	●物質移動概念モデルの構築及び予察的な物質移動解析 ・深度300mボーリング横坑(換気立坑側)でのボーリング調査 ・コアを用いた室内試験

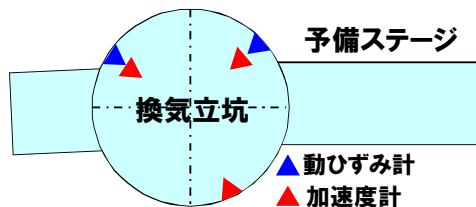
平成23年度の主な調査

6



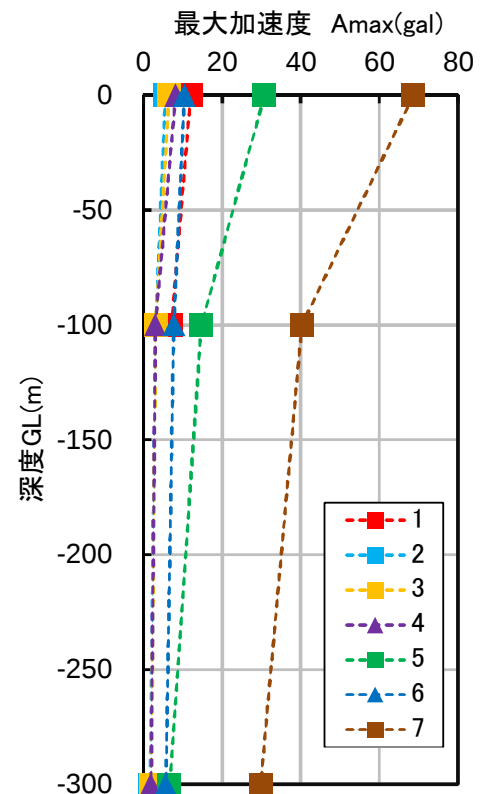
主な観測結果

Data No.	発生日時	震源	瑞浪市震度	最大加速度 (gal) [計測成分]		
				地表部	GL-100m	GL-300m
1	2008年11月24日 06:15	岐阜県美濃東部 深さ 11km, M:3.9	1	12 [E-W]	7.1 [E-W]	-----
2	2009年5月25日 20:26	静岡県西部 深さ 26km, M:4.7	2	5.6 [E-W]	3.1 [E-W]	1.8 [N-S]
3	2009年7月14日 03:57	岐阜県美濃東部 深さ 50km, M:3.4	2	6.5 [E-W]	3.1 [E-W]	2.0 [E-W]
4	2009年7月27日 09:44	愛知県西部 深さ 40km, M:4.0	2	8.2 [N-S]	3.0 [N-S]	1.9 [E-W]
5	2009年8月11日 05:07	駿河湾 深さ 23km, M:6.5	3	30.8 [E-W]	14.7 [N-S]	6.7 [E-W]
6	2011年3月11日 14:46	三陸沖 深さ 24km, M:9.0	3	10.4 [N-S]	7.7 [N-S]	5.7 [U-D]
7	2011年12月14日 13:11	岐阜県美濃東部 深さ 50km, M:5.2	3	68.7 [U-D]	40.3 [E-W]	29.8 [E-W]



地震動計測器の配置図(深度300mの例)

加速度の深度分布

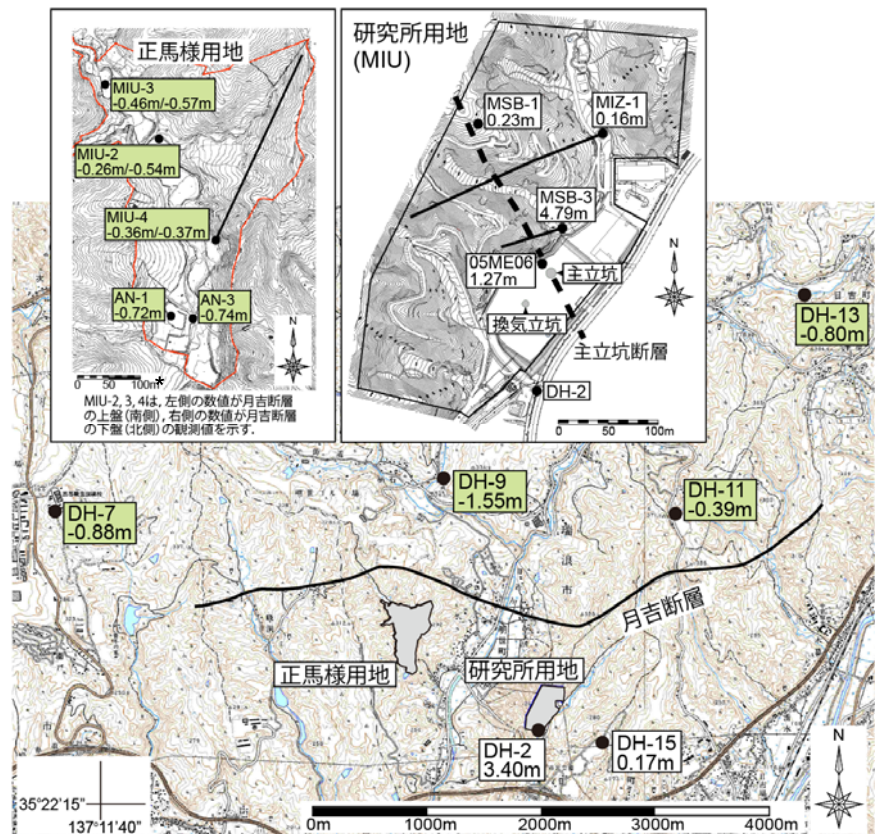


東北地方太平洋沖地震に伴う水圧変化

地下水の水圧モニタリング

- ・2011年現在, 15本のボーリング孔で間隙水圧の観測を実施中
- ・掘削深度は約200m~1,300m
- ・5分または30分間隔で連続観測
- ・地震前後の1日の変化量を算出

- 花崗岩中の全ての観測区間において, 地震発生に伴う顕著な地下水圧の変化を確認
- 広域的には水圧低下の傾向を示す(ただし, 研究用地及びその近傍では上昇の傾向)



観測データの例

※赤矢印は3月11日の東北地方太平洋沖地震

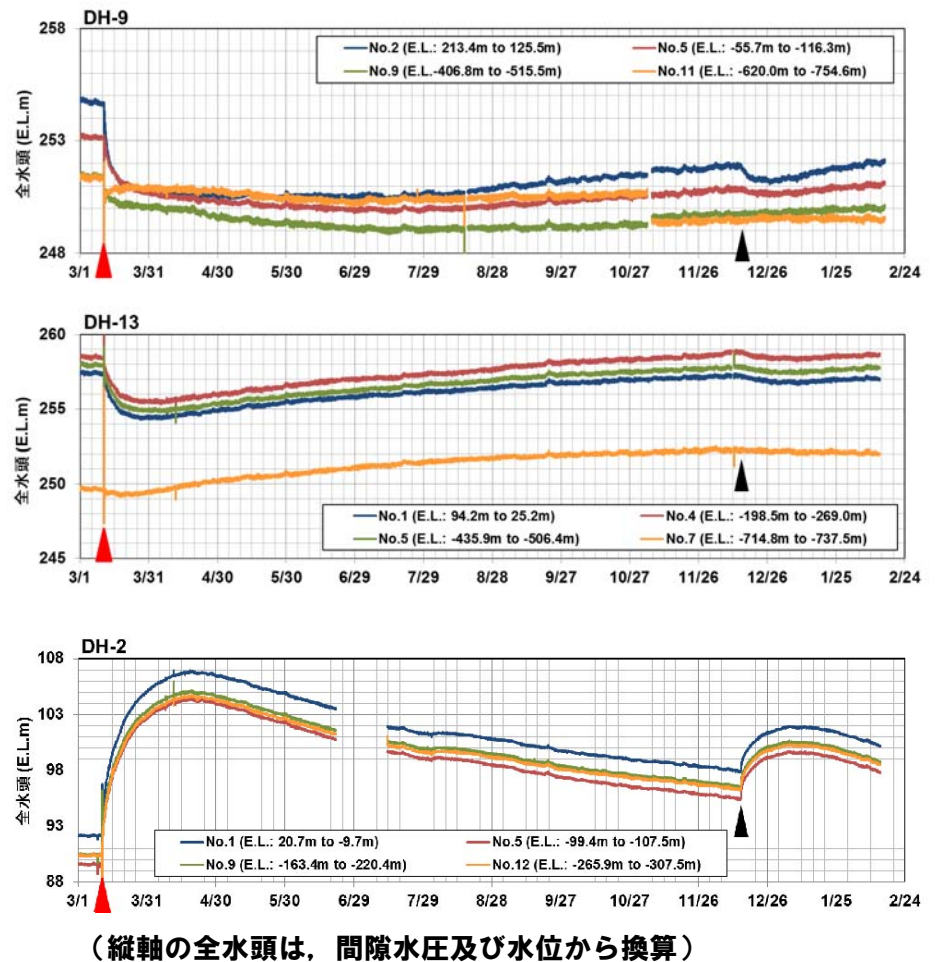
※黒矢印は12月14日の美濃東部での地震 (M5.2)

- 東北地方太平洋沖地震 (赤矢印)の直後に数十cm～数mの水圧低下

- その後は緩やかに回復

- 研究用地内及びその近傍では水圧上昇

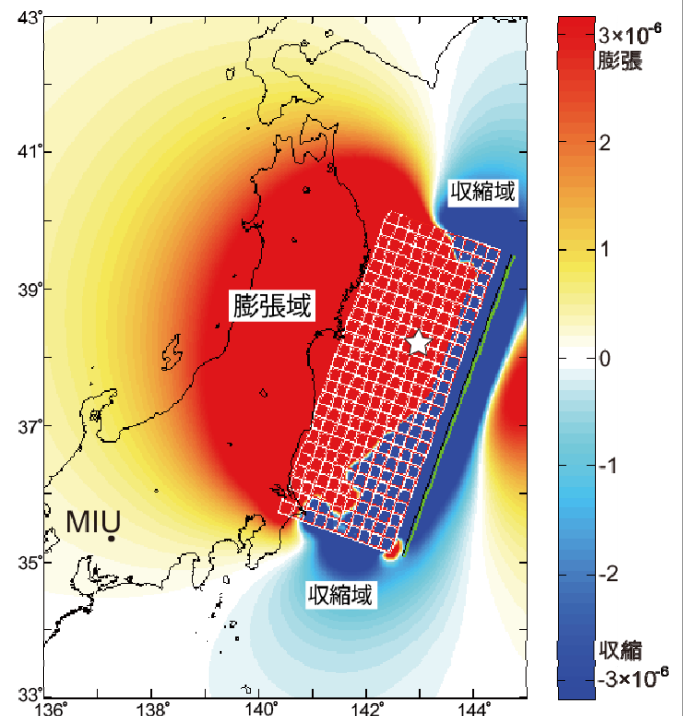
- その後は緩やかに回復



東北地方太平洋沖地震に伴う水圧変化

- 2011年東北地方太平洋沖地震に伴い観測された地下水圧変化は、地震に伴う体積歪の変化の計算結果から推定される地下水圧変化(低下傾向)と大局的に整合的
- ただし、研究用地及びその近傍では、明らかな地下水圧の上昇
- 美濃東部の地震でも同様の地下水圧変化の傾向を確認
- 研究用地及びその近傍の局所的な変化の要因としては、研究用地周辺の不均質な水理地質構造の影響の可能性

➤ 地層処分の観点としては、変化しても回復していくことを確認するのが重要

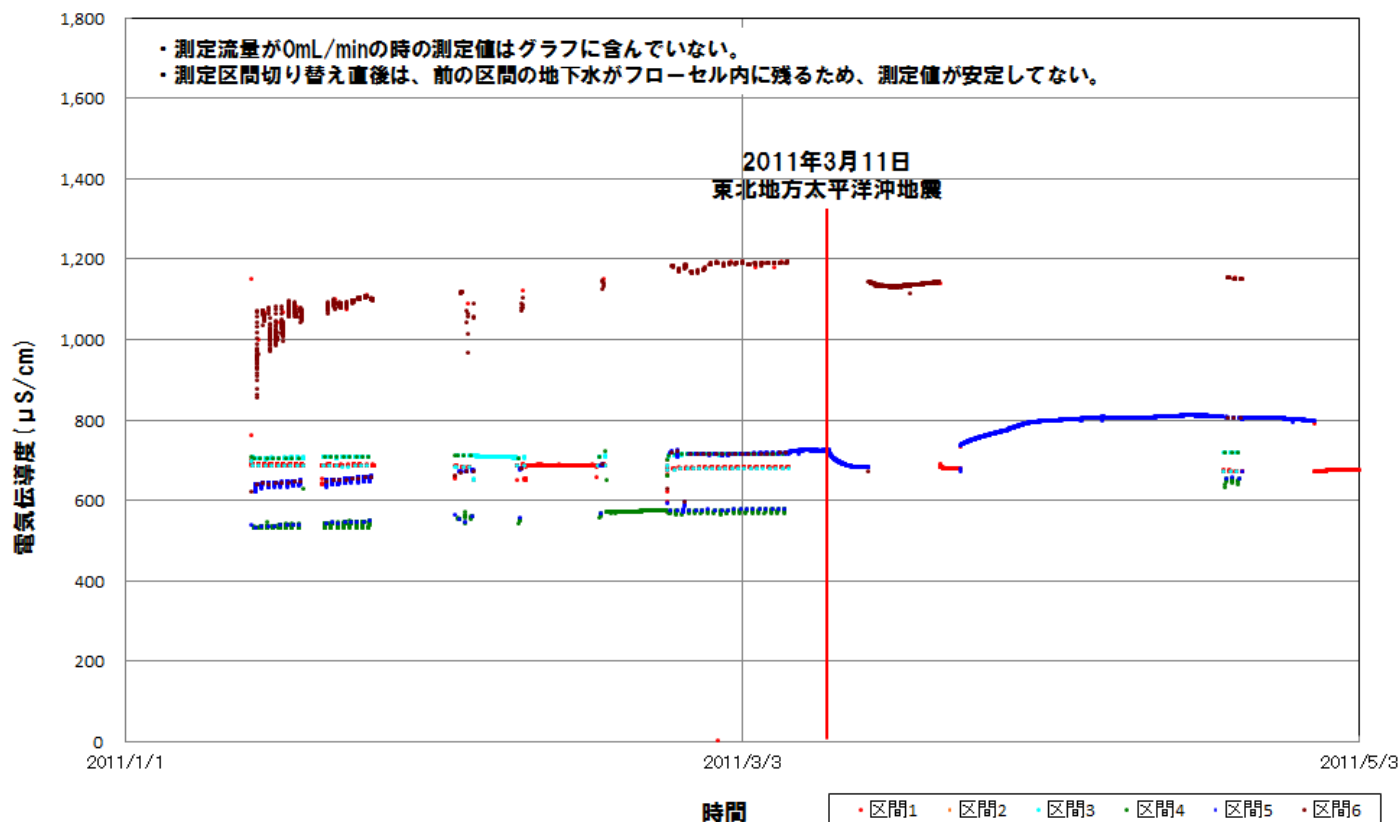


筑波大学八木研究室の断層モデルによる体積歪計算結果

水質モニタリングの結果

11

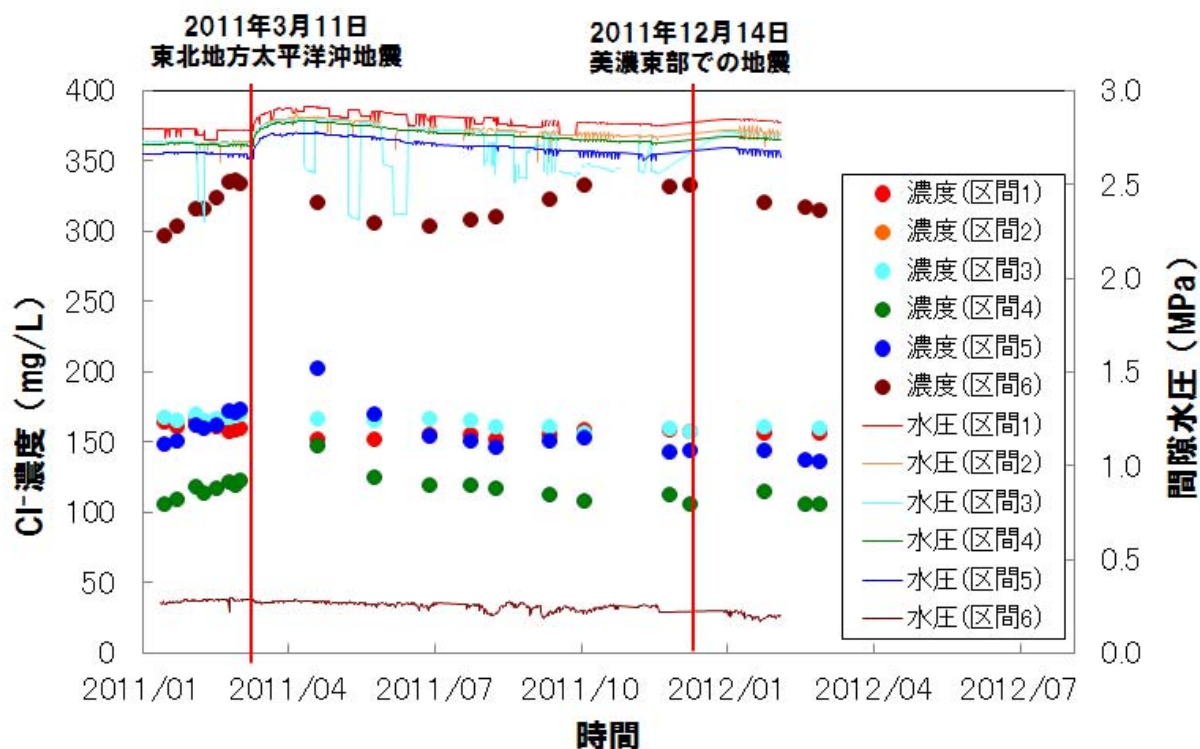
10MI26号孔（深度400m）



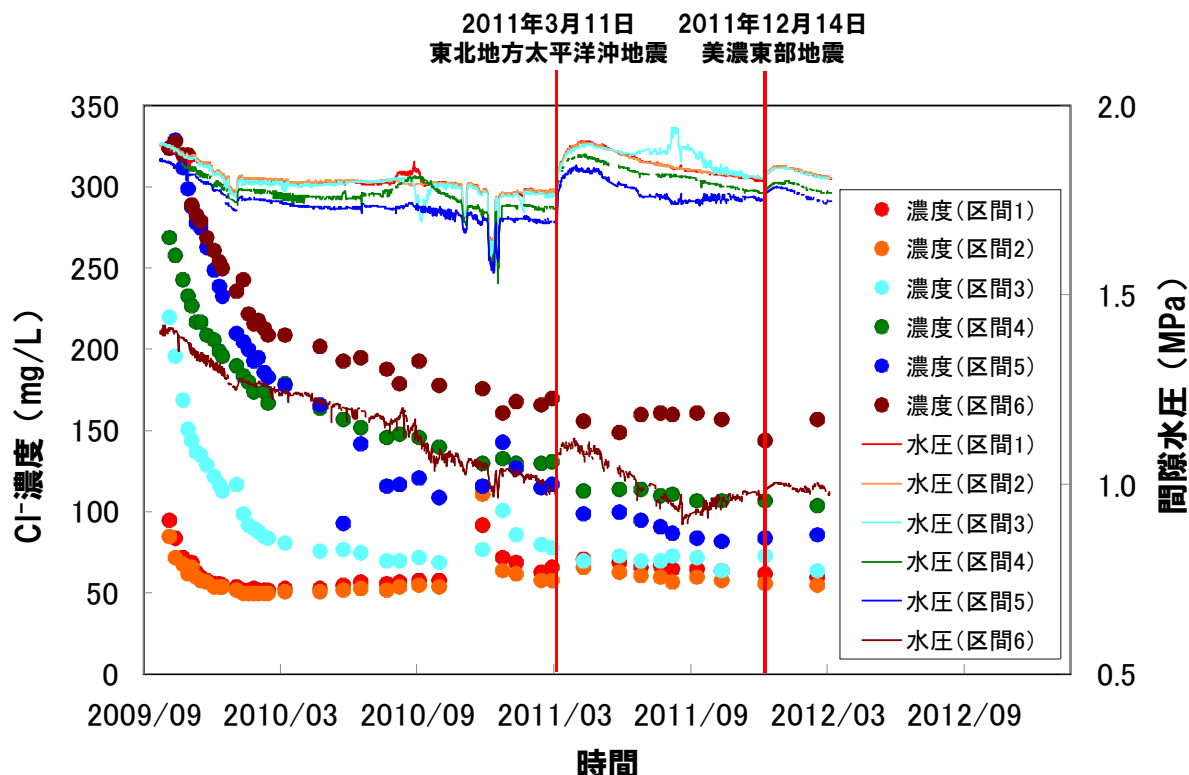
水質モニタリングの結果

12

10MI26号孔（深度400m）

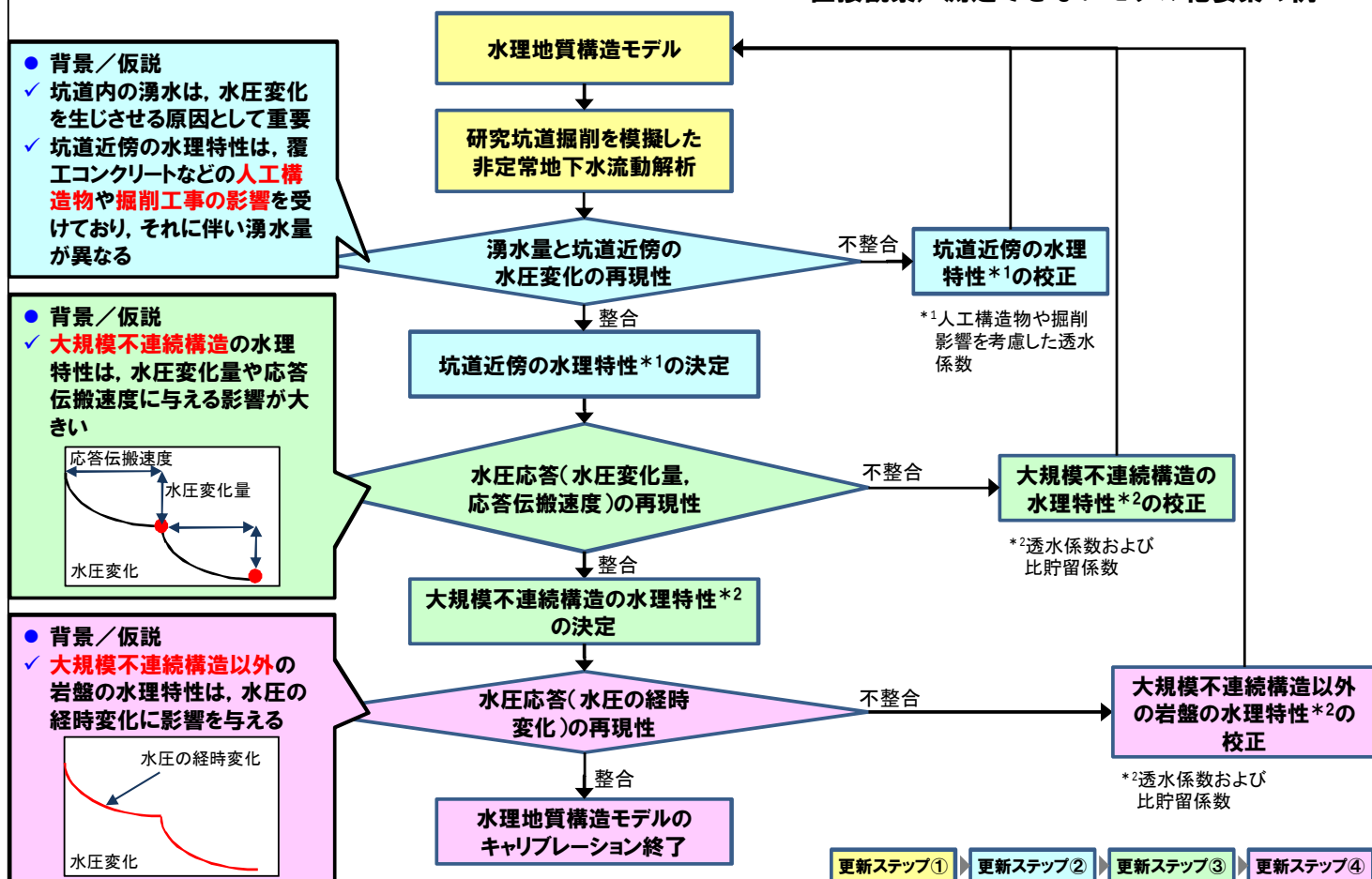


09MI20号孔（深度300m）

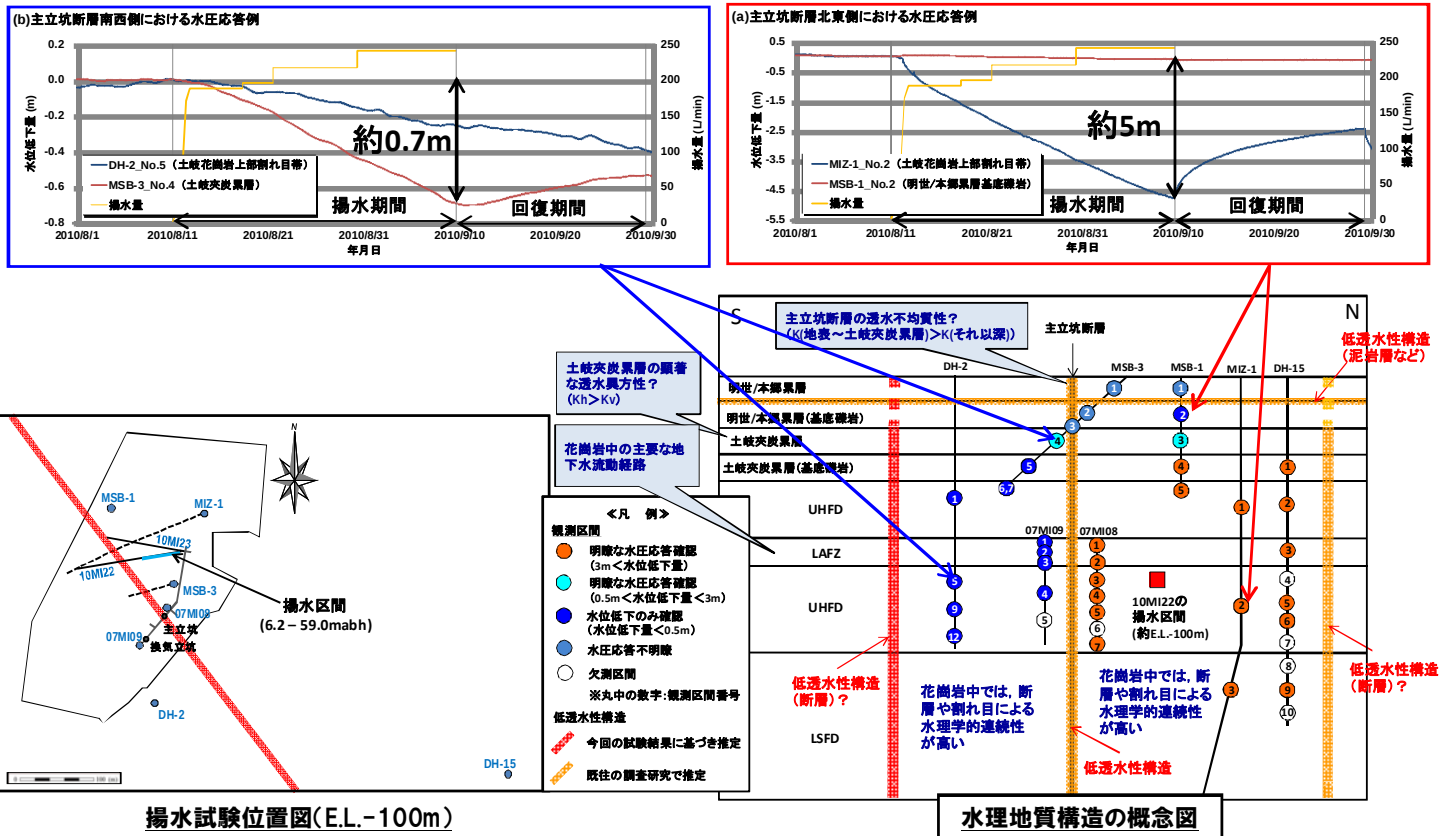


水理地質構造モデルの更新・地下水流動解析

—直接観察／測定できないモデル化要素の例—



- 深度300m研究アクセス坑道から掘削したボーリング孔で実施した揚水試験結果に基づき、研究所用地周辺の水理地質構造を概念化し、第1段階の水理地質構造モデルの妥当性を確認



➤ H23までの成果

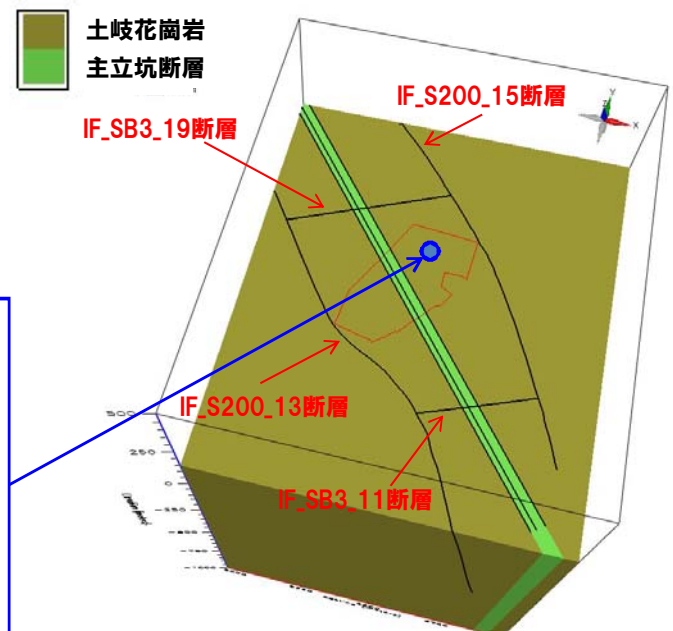
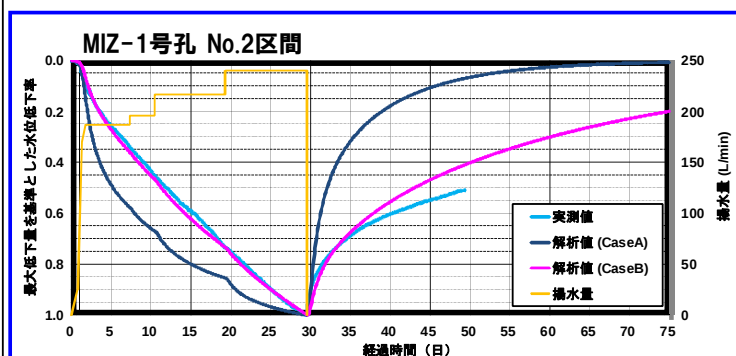
- ✓ 簡易モデルを用いた地下水流動解析により、揚水試験結果に基づき解釈した水理地質構造の概念(主立坑断層の北東側・南西側でのコンパートメント構造)の妥当性を確認

➤ H24の実施内容

- ✓ 深度500mまでの研究坑道掘削に伴う湧水量および水圧変化データに基づき、水理地質構造モデルを更新

解析ケースの一例

解析ケース	水理地質構造の透水係数(m/s)					
	土岐花崗岩	主立坑断層	IF_S200_13断層	IF_S200_15断層	IF_SB3_11断層	IF_SB3_19断層
CaseA	3.2E-08	5.0E-11	3.2E-08	3.2E-08	3.2E-08	3.2E-08
CaseB	3.2E-08	5.0E-11	1.0E-11	1.0E-11	1.0E-11	1.0E-11



第1段階／第2段階における水理地質構造モデルの比較

17

比較項目	比較結果		相違点の 主な要因	実際に適用した調査解析項目		相違点の解決が必要な場合に有効と考えられる調査解析項目*	
				第1段階	第2段階	第1段階	第2,3段階
地下水の流動特性	共通点	・大局的な地下水流動方向 ・ダルシー流速の平均値および深度分布	—	・地下水流動方向や地下水流速分布に影響を及ぼす水理地質構造を対象としたボーリング調査		—	—
	相違点	・研究用地周辺の水頭値	・境界条件に影響を及ぼす(ローカルスケール領域に分布する)推定断層などの大規模構造の分布および水理特性の相違	・ローカルスケール領域に分布する大規模構造のうち、一つの構造の水理地質構造を対象としたボーリング調査	・ボーリング孔を利用した水圧モニタリング ・湧水量計測	【調査プログラムの工夫】 ・推定断層の存在を確認するための物理探査  断層の存在を確認した場合 ・断層を対象としたボーリング調査(水理特性の把握)	—

*相違点の重要度を、「性能評価」と「地下施設の設計・施工」の観点から評価し、その重要度に応じて「やらなければならないこと」、「やる必要のないこと」を分類していく方針

※ 第10回委員会(2011.3.7於瑞浪)の資料を再掲

第1段階／第2段階における水理地質構造モデルの比較

18

比較項目	比較結果		相違点の 主な要因	実際に適用した調査解析項目		相違点の解決が必要な場合に有効と考えられる調査解析項目*	
				第1段階	第2段階	第1段階	第2,3段階
地下空洞への地下水流入量	共通点	・換気立坑からの湧水量およびその経時変化	—	・地下水流動方向や地下水流速分布に影響を及ぼす水理地質構造を対象としたボーリング調査	・スキニング効果を把握するための調査 ・ボーリング孔を利用した水圧モニタリング ・湧水量計測	—	—
	相違点	・主立坑からの湧水量およびその経時変化	・主立坑断層の分布および水理特性の相違			【調査プログラムの工夫】 ・湧水量に影響を与える水理地質構造を対象としたボーリング調査	—

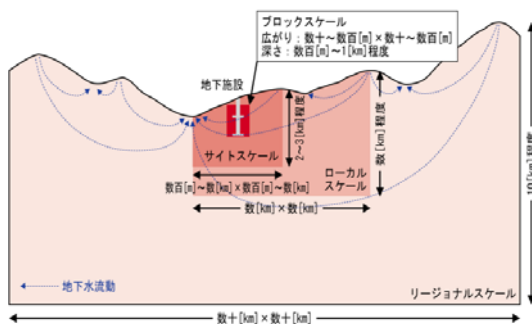
*相違点の重要度を、「性能評価」と「地下施設の設計・施工」の観点から評価し、その重要度に応じて「やらなければならないこと」、「やる必要のないこと」を分類していく方針

※ 第10回委員会(2011.3.7於瑞浪)の資料を再掲

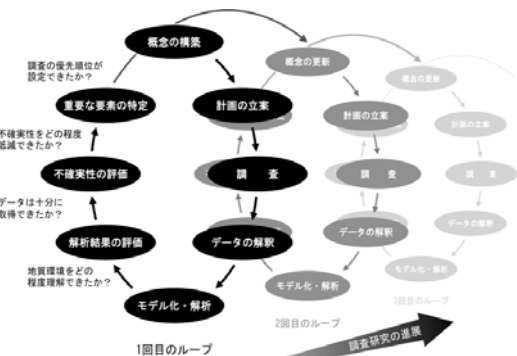
1. 研究坑道の掘削状況・調査研究の現状
2. 第1段階で適用した研究の進め方の評価
3. 第2段階成果の取りまとめ
4. 前回委員会でのコメントと対応状況
5. その他

第1段階で適用した研究の進め方の評価

20



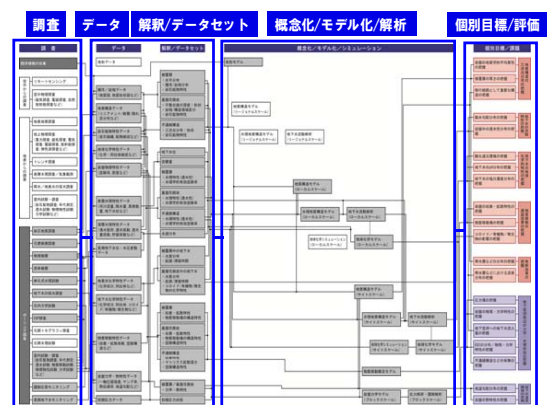
➤ 研究対象スケール



➤ 繰り返しアプローチ

安全評価					地下施設の設計・施工		環境影響評価
個別目標	地質構造の三次元分布の把握	地下水の流動特性の把握	地下水の地球化学的特性の把握	物質移動の遅延効果の把握	放射性影響の把握	地下空間周辺の力学・水理状態の把握	地下の温度環境の把握
課題	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握	地質構造の不均質性の把握 地質構造の不均質性の把握

➤ 個別目標と課題



➤ 統合化データフローダイアグラム

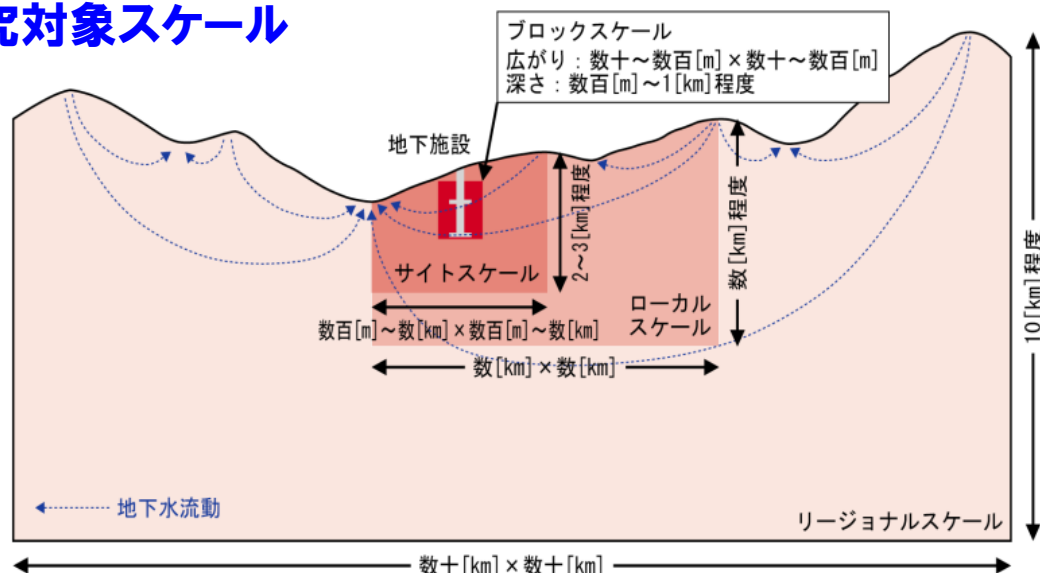
評価の観点（例）

進め方	評価の観点(例)
個別目標と課題	・設定した目標と課題は適切であったか ・不要な目標や課題が存在したか ・抜け落ち事項が存在したか
研究対象スケール	・設定したスケールは適切であったか ・研究領域/境界条件を適切に設定できたか ・スケールに対応した調査が行われたか
ボーリング孔の配置	・重要な地質構造が把握できたか ・モニタリング孔として適切であったか
繰り返しアプローチ	・繰り返しアプローチがうまく回ったか ・不確実性が評価できたか ・重要な要素が特定できたか
統合化データフローダイアグラム	・調査、モデル化、解析の際に活用されたか

研究対象スケール : 後述

第1段階で適用した研究の進め方の評価

➤ 研究対象スケール



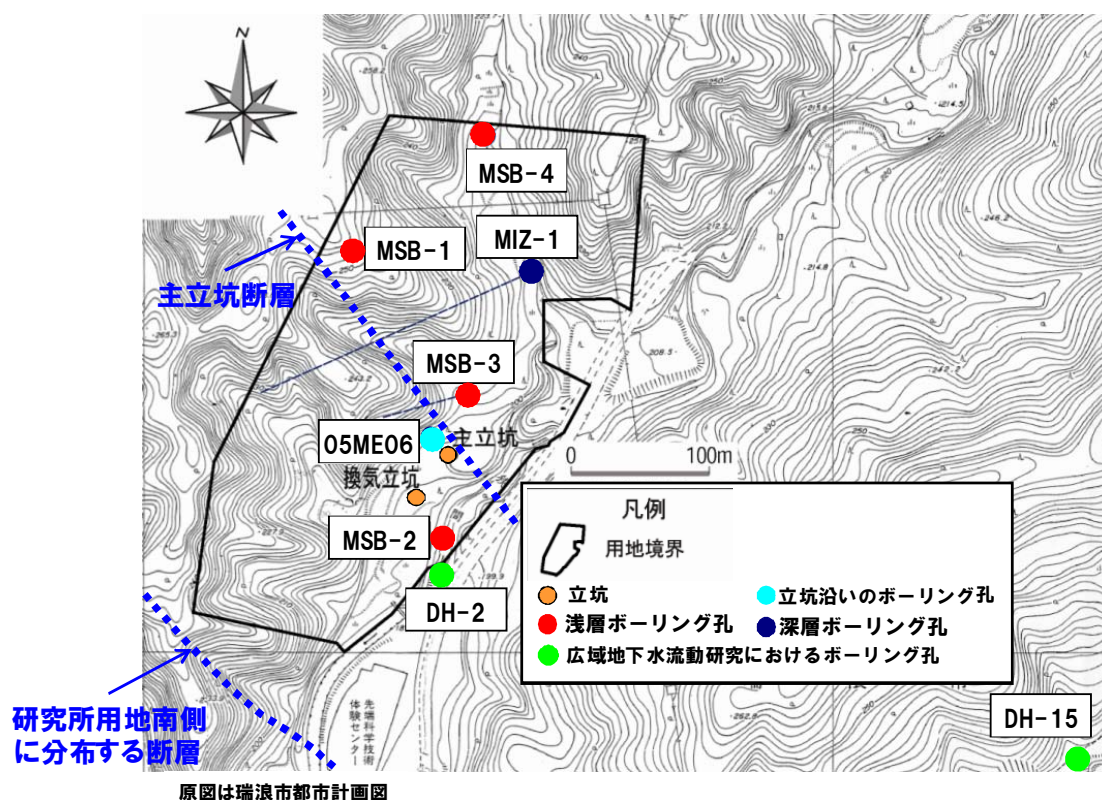
研究対象スケール	地層処分技術に関する研究開発における位置付け	
リージョナルスケール	包含する次の小スケールの研究領域/境界条件の設定	
ローカルスケール		・地層処分全体システムの安全評価 ・地下施設の設計のための基礎情報の収集
サイトスケール		・人工バリア周辺から大正岩盤全体の安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測
ブロックスケール		・人工バリアから生物圏までの一部における安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測

第1段階で適用した研究の進め方の評価

進め方	評価の観点	評価の例
研究対象スケール	・設定したスケールは適切であったか	・第2段階、第3段階における調査・解析・評価の実施を通じて評価
	・研究領域/境界条件を適切に設定できたか	・第2段階、第3段階における調査・解析・評価の実施を通じて評価 ✓立坑掘削影響解析などに必要な境界条件は設定することが可能 ✓Cl ⁻ の起源については、深度1,000m以上のデータを手入れすれば評価ができる可能性
	・スケールに対応した調査が行われたか	・ボーリングの配置において後述

第1段階で適用した研究の進め方の評価

➤ ボーリング孔の配置

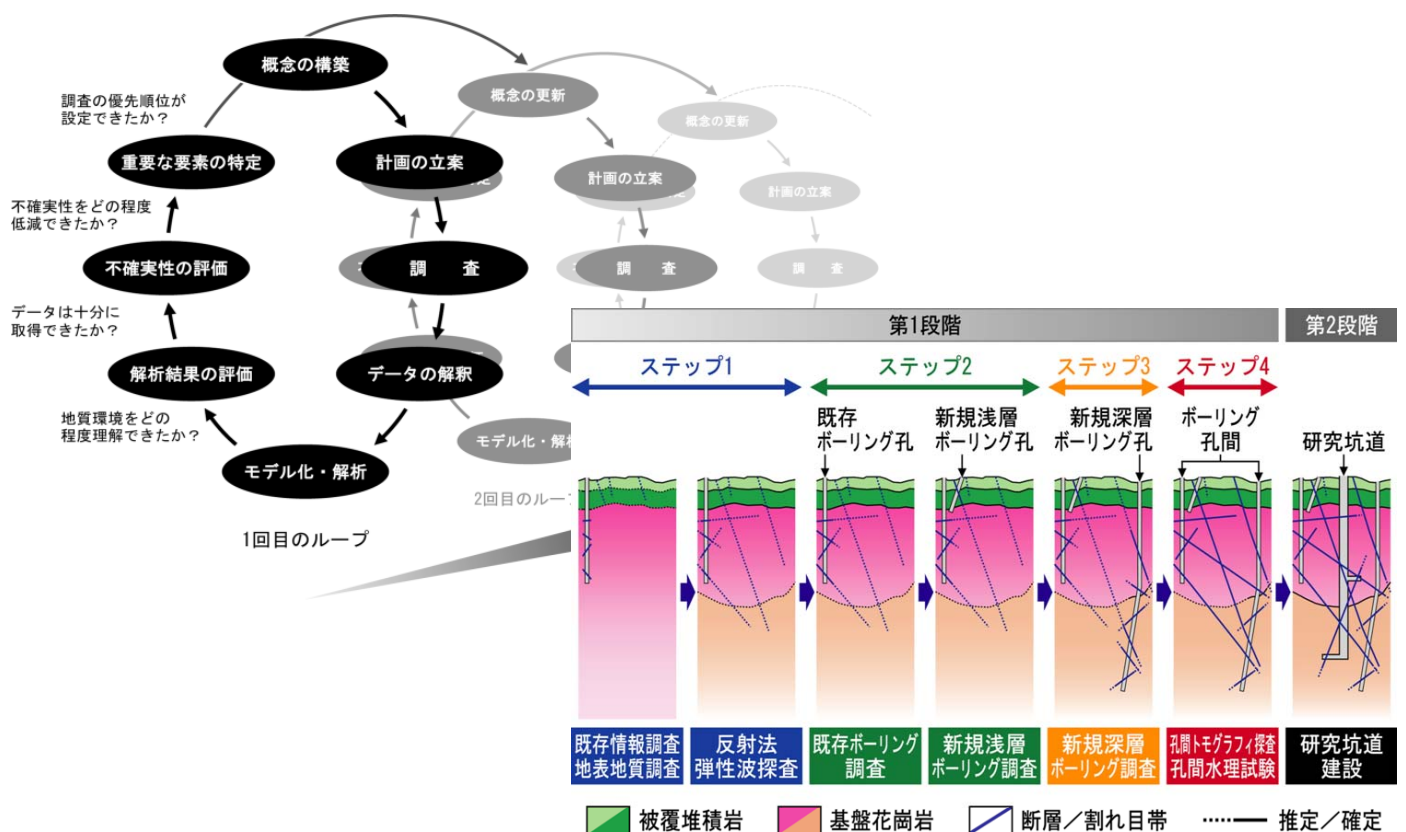


第1段階で適用した研究の進め方の評価

進め方	評価の観点	評価の例
ボーリング孔の配置	・重要な地質構造を把握できたか	・遮水性の断層(主立坑断層)が、地下水流動場を規制する重要な構造であることを把握 ・第2段階の調査・解析・評価により、第1段階評価の妥当性を確認
	・モニタリング孔として適切であったか	・堆積岩と花崗岩、主立坑断層を境とした水圧応答の違いを把握 ・地下水流動解析のパラメータスタディーにより、コンパートメント構造を構成する大規模不連続構造の水理特性を把握することの重要性が明らかになりつつある ・第2段階の調査・解析・評価により、第1段階評価の妥当性の確認を継続
	・パイロットボーリング孔を第1段階で実施すべきであったか	・施工の観点からは有益な情報が取得できる ・モニタリングの観点からは費用対効果は低い

第1段階で適用した研究の進め方の評価

➤ 繰り返しアプローチ(調査のステップ)



進め方	評価の観点	評価の例
繰り返しアプローチ	・繰り返しアプローチがうまく回ったか	・第2段階で実施した繰り返しアプローチの評価 ・第2段階の調査・解析・評価に基づく、第1段階で実施した繰り返しアプローチの評価
	・不確実性が評価できたか	・第2段階の調査・解析・評価によって、地質環境の理解が深まり、不確実性が低減したことを評価 ・第2段階の調査・解析・評価により、第1段階評価の妥当性を確認
	・重要な要素が特定できたか	・第2段階の調査・解析・評価によって、地質環境の理解が深まり、重要な要素が抽出されたことを評価(例:主立坑断層) ・第2段階の調査・解析・評価により、第1段階評価の妥当性を確認

本日の報告内容

1. 研究坑道の掘削状況・調査研究の現状
2. 第1段階で適用した研究の進め方の評価
3. 第2段階成果の取りまとめ
4. 前回委員会でのコメントと対応状況
5. その他

第1段階の調査研究の成果

瑞浪の結晶質岩を対象事例とした地表からの調査研究に基づき、

「地層処分の観点から重要な地質環境特性を調査・解析・評価していくための段階的な方法論を提示」

具体的には以下を提示

- 繰り返しアプローチを実践する過程で採用した考え方やそこで得られた知見
- 一連の調査を進める過程で整備してきた 個別の調査・解析・評価技術
- 処分事業や規制指針の策定に利用できる様々なノウハウ



第2段階成果の取りまとめ

主要メッセージ(案)

①第2段階目標に対する達成度の提示

○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2段階の調査、解析、評価結果に基づく、第1段階で適用した調査、モデル化、解析手法の妥当性の確認

= 坑道掘削による周辺岩盤への影響の把握



地表からの調査予測研究段階(第1段階)において提示した地質環境を段階的に調査・評価するための一連の調査手法の妥当性を評価する

(全体マップ, 2010)



②第2段階取りまとめ以降の地層処分技術の信頼性向上

○瑞浪の地質環境を把握していくなかで、第2次取りまとめで想定した地質環境との類似点・相違点を抽出

○日本の地質環境の特徴(諸外国と比較して)を考慮したうえで、日本における地層処分概念の成立性を改めて確認することができる情報を整備

1. 研究坑道の掘削状況・調査研究の現状
2. 第1段階で適用した研究の進め方の評価
3. 第2段階成果の取りまとめ
4. 前回委員会でのコメントと対応状況
5. その他

前回委員会での主なコメントと対応状況

- (前略)空洞掘削に伴う坑道周辺環境、特に坑壁近傍岩盤の不飽和特性とその変化の把握は、還元的雰囲気の中で活動する微生物生息環境に著しく影響を与える要因と考えられ、**不飽和域の実態把握**とその**時間的变化**および**不飽和域拡大に対する制御法**の検討は、URLにおいて実施すべき重要な研究課題と思われる。(中略)是非ともしっかりした調査計画に基づくモニタリングを検討頂きたい。(後略)



- ✓ 過去に東濃鉦山における調査研究において、坑道周辺の不飽和領域の把握を目的とし、室内および原位置(東濃鉦山)にて比抵抗計測を実施してきた。坑道周辺の不飽和特性の評価については、今後瑞浪の第3段階で実施予定の掘削影響試験においても重要な検討事項と考えている。東濃鉦山や幌延の調査事例も踏まえ、瑞浪での原位置試験への反映も視野に入れた検討を進めていく。

1. 研究坑道の掘削状況・調査研究の現状
2. 第1段階で適用した研究の進め方の評価
3. 第2段階成果の取りまとめ
4. 前回委員会でのコメントと対応状況
5. その他

地層処分にに関する理解醸成活動：マスコミ取材対応

● 平成23年度のTV取材・放映

放映日	放送局・番組名	タイトル
H23. 6. 7	名古屋テレビ「ドデスカ！」	10万年後の安全… “原発のゴミ”どこへ？
H23. 8. 2	読売テレビ「ニュースten！」	特集 40年間「行き場がない」「核のゴミ」どこへ行く？
H23. 8.15	中京テレビ「news every.」	原発『核のゴミ』の行方は…
H23. 9.11	中京テレビ「週刊☆コダワリタイム」	放射性廃棄物の行方は？
H23.10.12	日本テレビ「NEWS ZERO」	原発を考える
H23.12.16	中京テレビ「ミヤネ屋」	核のゴミ 高レベル放射性廃棄物10万年後の安全は(H23.8.15の内容の再放映)
H24.3.9	NHK名古屋「震災に係る特集番組」	忘れない未来のために 原発とどう向き合うか どうする最終処分
H24.3.11	テレビ朝日「報道ステーションSUNDAYスペシャル」	どうする？ 原発と日本のエネルギー

※ その他： 新聞15件、雑誌4件

委員の皆様にご意見を頂きたい点

- 第1段階の妥当性評価の考え方、観点としての過不足
- 第2段階の取りまとめに向けて、論点の過不足
- 分野間の連携をどのように評価へ結び付けるか