

(4) 深地層の研究施設計画に関する 第2期中期計画取りまとめ案について

②個別の成果の取りまとめ案について

—b. 岩盤中の水理—

**地層処分研究開発部門
東濃地科学研究ユニット
幌延深地層研究ユニット**

A1) 取りまとめの着眼点(水理分野)

A1) 地質環境の初期状態の理解:

- **地下水流動特性を適切に理解するために必要な個別技術, およびそれらを組み合わせた調査・解析・評価技術**
- **施設建設・操業時の地下水流入量を予測するための調査・解析技術**

➤ 着目した地質環境の特性とプロセス

- ・ 地下水流動場
- ・ 地下水の流束分布
- ・ 帯水層中の流束分布
- ・ 地下空洞への地下水流入量

➤ 達成目標

- ・ 地下水の流束分布が小さく, 移動距離の長い領域を選定できる
- ・ 地下水流動が地下施設の建設及び維持に支障を及ぼさないことを判断できる

A1) 地質環境の初期状態の理解:

地下水流動特性を適切に理解するために必要な個別技術を構築するとともに、それらの組み合わせた調査・解析・評価技術を構築

➤ 地下水流動場

- ✓ 地下水流動場に影響を与える不連続構造の把握のためには、地下水の主流動方向にほぼ直交する断層の水理特性を優先的に調査する必要があることが明らかとなった。
- ✓ 地下水の主流動方向は地形に支配されており、標高の高い領域では涵養傾向、標高の低い河川部や沿岸部で流出傾向、それ以外はおおむね静水圧分布であることが明らかとなった。

➤ 地下水の流束分布

- ✓ 地下水の主流動方向とほぼ直交し遮水性を有する断層部においては、その上流側と下流側で異なる水頭分布を示し、このような水理特性を有する断層で挟まれた領域の動水勾配は小さくなる傾向であることが明らかとなった。
- ✓ 水理地質学的コンパートメント毎に観測孔を配置し、地下水圧応答を観測することによって、水理地質構造の連続性や水理地質学的コンパートメントを構築している水理地質構造の水理特性を把握することが可能となった。
- ✓ 幅広い透水性を有する岩盤を対象とした水理試験技術を開発し、試験データの品質を確保した合理的な試験を実施することが可能となった(瑞浪と幌延の相違点:ガス対策の有無)。
- ✓ 電気伝導度検層の適用性を確認した結果、一般的な流体検層と比較して2桁程度低い透水性割れ目まで抽出することが可能となった(瑞浪と幌延の相違点:孔内置換水の種類)。

A1) 地質環境の初期状態の理解:

地下水流動特性を適切に理解するために必要な個別技術を構築するとともに、それらの組み合わせた調査・解析・評価技術を構築

➤ 帯水層中の流束分布

- ✓ 帯水層中などにおける流速分布を把握するための個別技術や、調査・解析・評価技術としては、地下水の流束分布を把握するための技術と同様であることが明らかとなった。

➤ 共通

- ✓ 面的に調査できる手法を適用して広い領域において、地下水流動に影響を及ぼしている大規模な不連続構造を概略的に把握・概念モデル化した上で、詳細な情報を必要とする項目を抽出し、それらをボーリング調査などにより更に精緻化する(モデルの更新を含む)といった手順が有効であることが明らかとなった。
- ✓ 調査を展開する際には、当該時点において地下水流動解析結果に与える影響の大きい不確実性要因を優先的に調査することが合理的であることが明らかとなった。
- ✓ 地質環境モデル構築支援ツールを開発し、情報量の増加等に伴うモデルの修正や解析の実行を短期間で行うことが可能となった。
- ✓ モデル化・解析に関わる専門家の意思決定に関わるノウハウ・判断根拠等を表出化し、他の技術者が閲覧することが可能となった。

施設建設・操業時の地下水流入量を予測するための調査・解析技術

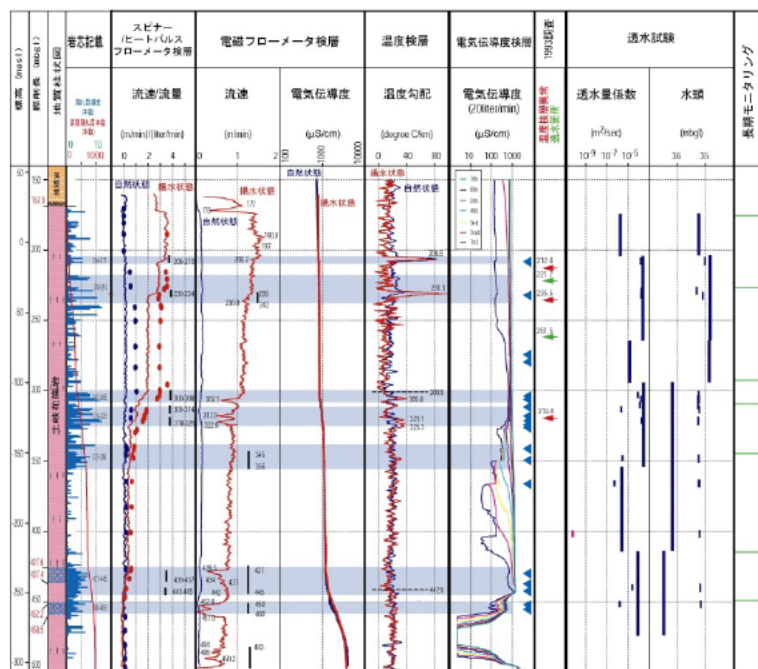
➤ 地下空洞への地下水流入量

- ✓ パイロットボーリング孔を用いた調査をすることによって、地下水流入量の予測精度が向上することが明らかとなった。

成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解 —地下水の流束分布を把握するための調査方法—

電気伝導度検層の適用性を確認した結果、
一般的な流体検層と比較して2桁程度低い透水性割れ目まで抽出することが可能

(瑞浪／幌延)



DH-2孔における流体検層結果

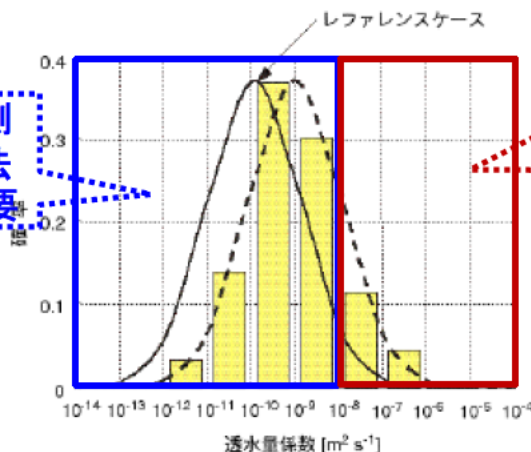
●観察により得られた知見

深層ボーリング孔を利用した電気伝導度検層により、 $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ よりも大きい透水量係数を有する透水性割れ目を検出することが可能であることを確認

●残された課題

高透水性から核種の遅延効果が期待できる低透水性に至る幅広い透水性の割れ目を坑内からのボーリング孔を用いて連続的に調査可能な技術の開発が必要

この範囲を測定できる手法の開発が必要



既存技術で測定可能

高透水性から低透水性に至る幅広い透水性の割れ目を連続的に調査可能な技術の開発が必要
→A2で検討し、A1へフィードバック

A2) 取りまとめの着眼点(水理分野)

A2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解:

- 施設建設・操業時の地下水流動特性の変化を合理的かつ精度よく把握するためのモニタリング手法や、調査・解析・評価技術
 - 処分坑道近傍の地下水流動特性を把握するための調査・モデル化・解析技術
-
- 着目した地質環境の特性とプロセス
 - 地下空洞への地下水流入量
 - 地下水位・水圧分布への影響
 - 地下水の流束分布
 - 達成目標
 - 地下水流動が地下施設の建設及び維持に支障を及ぼさないことを判断できる
 - 施設閉鎖後に、好ましい地下水流動特性の回復・維持が見込まれることを判断できる
 - 処分坑道近傍の透水性や流束分布を予測・確認できる

A2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解:

施設建設・操業時の地下水流動特性の変化を合理的かつ精度よく把握するためのモニタリング手法や、調査・解析・評価技術を構築

➤ 地下空洞への地下水流入量

- ✓ パイロットボーリング孔を用いた調査をすることによって、地下水流入量の予測精度が向上することが明らかとなった。
- ✓ 区間湧水量を測定することによって、水理特性の不均質性を評価することが可能となった。
- ✓ スキン効果(人工構造物やグラウト、亀裂の透水性変化など)が地下水流入量に影響を与えていることが把握できた(瑞浪と幌延の相違点:スキン効果の程度)。
- ✓ 観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積および品質管理の考え方を構築することができた。

➤ 地下水位・水圧分布への影響

- ✓ 水理地質学的コンパートメントを含む水理地質構造分布の不均質性を考慮した観測孔や観測区間を設置することによって、水理地質構造の水理特性を把握することが可能となった。
- ✓ ガス対策を含む観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積および品質管理の考え方を構築することができた。

処分坑道近傍の地下水流動特性を把握するための調査・モデル化・解析技術の課題を抽出

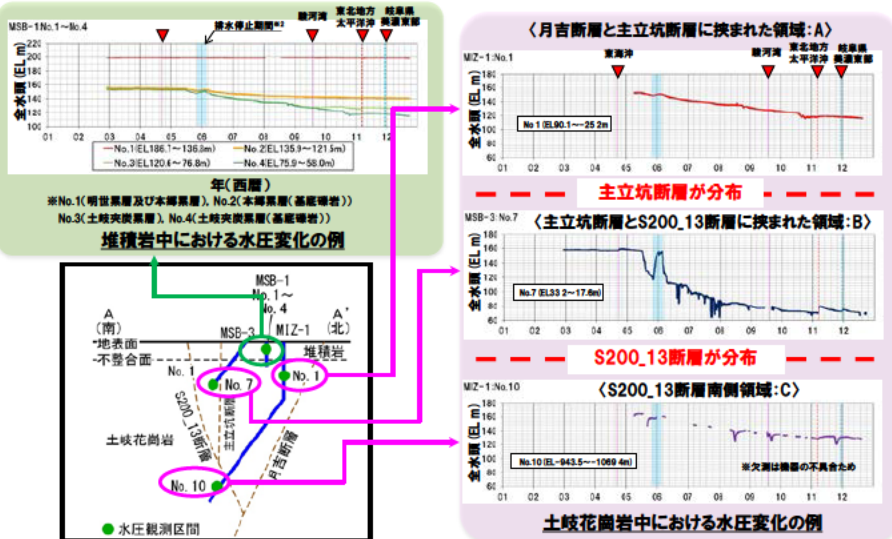
➤ 地下水の流束分布

- ✓ 坑内からのボーリング孔を用いて、処分環境に近い低透水性岩盤中の水理特性の不均質性や地下水流動特性を評価する技術を開発する必要があることが明らかとなった。

成果ダイジェストA2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解 —地下水位・水圧分布への影響の観測技術—

水理地質学的コンパートメントを含む水理地質構造分布の不均質性を考慮した
観測孔や観測区間を設置することによって、水理地質構造の水理特性を把握することが可能

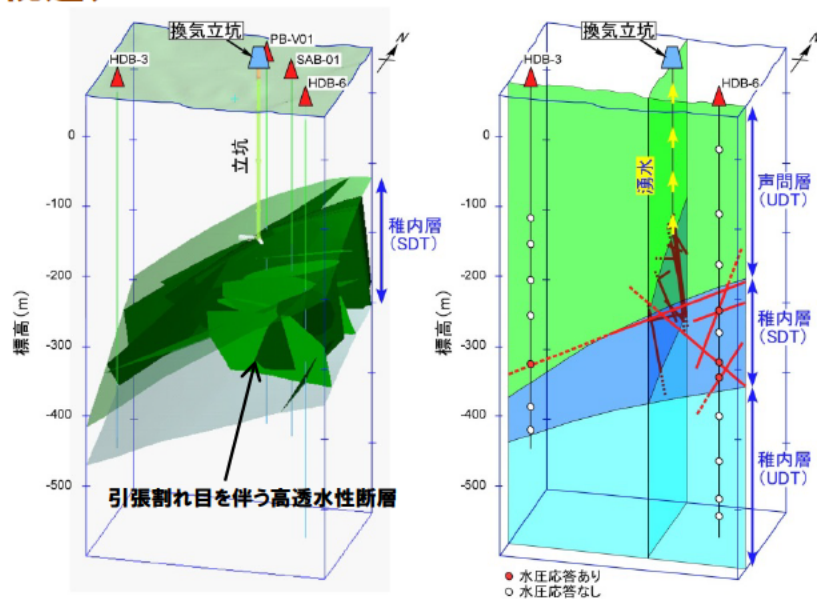
(瑞浪)



坑道湧水に伴う水圧応答

- 断層面に直交方向が低透水性の断層を境に、水圧変動の傾向が大きく異なることを確認

(幌延)



換気立坑湧水に伴う水圧応答と水理地質構造モデル

- 断層運動に伴って引張割れ目が発達しやすい領域(図中のSDT)では水圧応答が認められるが、発達しにくい領域(図中のUDT)では認められない

今後の課題 メッセージ(水理分野)

A2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解(処分開始～最終閉鎖に関する意思決定への反映):

施設閉鎖に伴う地下水流動特性の変化を予測するための調査技術やモデル化・解析技術の構築

- 再冠水試験や坑道埋戻し試験によって、湧水量の空間的不均質性が埋戻し材に及ぼす影響について、調査技術やモデル化・解析技術の適応性の確認
- 観測機器の耐久性向上, 遠隔モニタリング技術の開発, ガス対策を含む観測機器の維持管理方法の構築, 関連するノウハウの蓄積, および品質管理の考え方の構築
- 坑道閉鎖(埋戻し)後の地質環境特性の回復, 定常化過程に関わる知見の蓄積

処分環境に近い低透水性岩盤中の水理特性の不均質性や地下水流動特性を評価する技術の開発

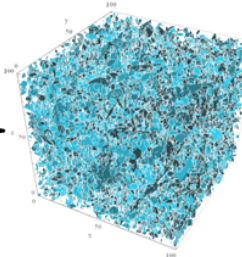
- 高透水性から低透水性に至る幅広い透水性の割れ目を連続的に調査可能な技術の開発
- 実際の割れ目の性状を考慮した亀裂ネットワークモデル化技術の開発

空間分布

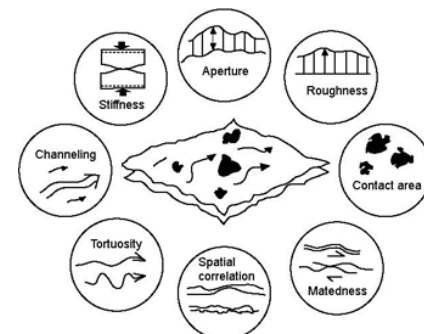
- ・ 方向
- ・ 形状
- ・ 半径
- ・ 頻度

物性分布

- ・ 透水量係数
- ・ 開口幅



亀裂ネットワークモデル



亀裂空隙構造特性
(Olsson & Barton, 2000)

A3) 取りまとめの着眼点(水理分野)

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解:

- **地質学的時間スケールにおける地下水流動特性の長期変動幅を推測するための個別の調査技術や観測技術, モデル化・解析技術**

- **着目した地質環境の特性とプロセス**
 - **地下水流動場の長期変化**
 - **地下水の流束分布の長期変化**

- **達成目標**
 - **水理特性や地下水流動特性の長期安定性を推定できる**

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解:

地質学的時間スケールにおける地下水流動特性の長期変動幅を推測するための個別の調査技術や観測技術, モデル化・解析技術を構築

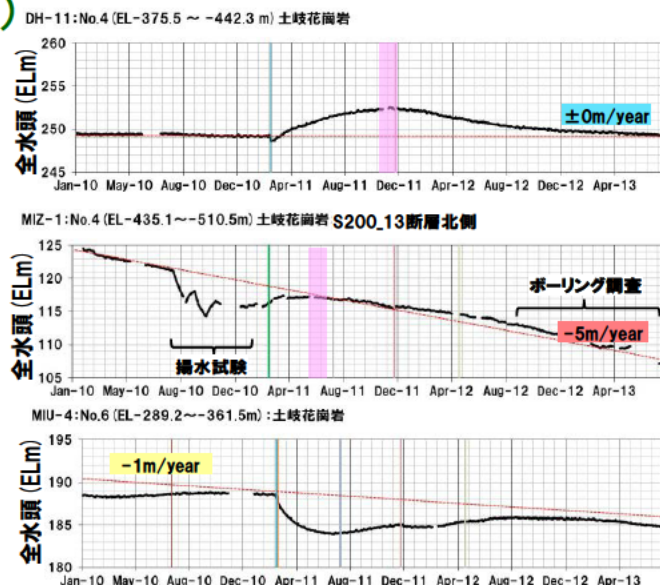
➤ 地下水流動場および地下水流束分布の変化

- ✓ 自然事象等に伴う地下水流動特性の長期変化に及ぼす影響を概括的に理解するためには, 地形変化や気候変動を考慮した地下水流動解析が有効であることが明らかとなった。
- ✓ 地震に伴い地下水水圧が短期的に変化するものの, 2年程度で初期状態に回復することや動水勾配は大きく変化しないことが確認できた。

成果ダイジェストA3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解 —地下水流束分布の長期的な変動幅を推定するための調査方法や解析手法—

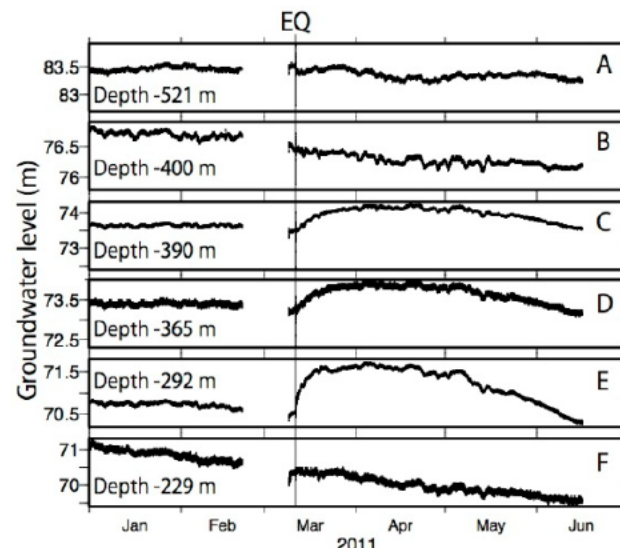
地震に伴い地下水水圧が短期的に変化するものの、
2年程度で初期状態に回復することや動水勾配は変化しないことを確認

(瑞浪)



- 地震の発震機構から推定される岩盤の体積歪みに整合した地下水の水圧変化が地震直後に発生
- 地震後の水圧値および水圧の変化の傾向は、1.5年～2年程度で地震前の状態に回復
- 動水勾配は鉛直方向、水平方向ともに大きく変化していないことを確認
- 水圧の変化傾向の違いから、断層が地下水流動場の境界となる可能性を示唆

(幌延)



Groundwater level change from Jan, 2011 to Jun, 2011.
EQ: Earth quake, Hydraulic conductivity (m/sec): A 2.0×10^{-11} ,
B 4.0×10^{-9} , C 1.6×10^{-6} , D 1.6×10^{-6} , E 3.0×10^{-6} , F 1.0×10^{-9} .

HDB-6孔における間隙水圧モニタリング結果

- ボーリング孔を用いた間隙水圧の長期モニタリングの結果、比較的高い透水性領域($\geq 10^{-6}$ m/sec: 図中のC, D, E)で地震に伴う地下水位変化が認められ、その後、水位は回復傾向を示す
- 水位の回復に要する時間と透水性との間に明確な関連性は認められない

地下水圧変化の発生メカニズムや、それが水理特性や地下水流動特性に与える影響の把握

今後の課題 メッセージ(水理分野)

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解(処分開始～追加対策に関する意思決定への反映):

地下水流束分布の長期的な変動幅を推定するための体系的な調査・解析・評価技術の開発と地震に伴う地下水圧変化に関わる現象理解

- 考慮すべき自然事象や、それらが影響を及ぼす地下水流動特性の抽出に関わる体系的な調査・解析・評価技術の構築
- 地震に伴う地下水圧変化の発生メカニズムや、それが水理特性や地下水流動特性に与える影響の把握

まとめ

A1) 地質環境の初期状態の理解(サイト選定～処分開始に関する意思決定への反映):

- 地下水流動特性を適切に理解するために必要な個別技術, およびそれらを組み合わせた調査・解析・評価技術開発を**概ね完了**
- 施設建設・操業時の地下水流入量を予測するための調査・解析技術開発を**概ね完了**

A2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解(処分開始～最終閉鎖に関する意思決定への反映):

- 施設建設・操業時の地下水流動特性の変化を合理的かつ精度よく把握するためのモニタリング手法や, 調査・解析・評価技術開発を**概ね完了**
- 施設閉鎖に伴う地下水流動特性の変化を合理的かつ精度よく予測するための調査・解析・評価技術開発が**必要**
- 処分環境に近い低透水性岩盤中の水理特性の不均質性や地下水流動特性を評価する技術開発が**必要**

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解(処分開始～追加対策に関する意思決定への反映):

- 地質学的時間スケールにおける地下水流動特性の長期変動幅を推測するための個別の調査技術や観測技術, モデル化・解析技術開発を**概ね完了**
- 地下水流束分布の長期的な変動幅を推定するための体系的な調査・解析・評価技術の開発と地震に伴う地下水圧変化に関わる現象理解が**必要**

瑞浪における必須の実施項目	幌延における必須の実施項目
坑道閉鎖試験(再冠水・埋戻し)	坑道閉鎖試験(埋戻し)
長期モニタリング技術の開発	長期モニタリング技術の開発
低透水領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発	亀裂ネットワークモデルを用いた安全評価手法の開発
地質環境の長期変遷解析技術	

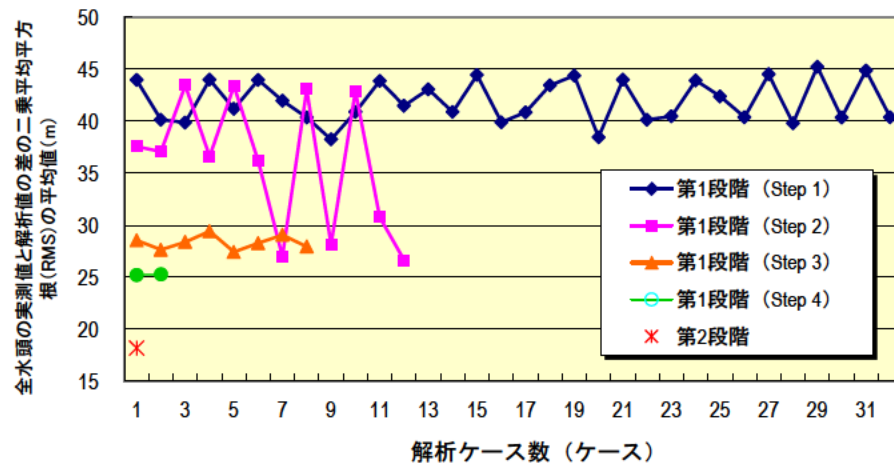
付録

成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解

ー水理特性や地下水流束の三次元分布を推定するための調査方法ー

調査を展開する際には、当該時点において地下水流動解析結果に与える影響の大きい不確実性要因を優先的に調査することが合理的

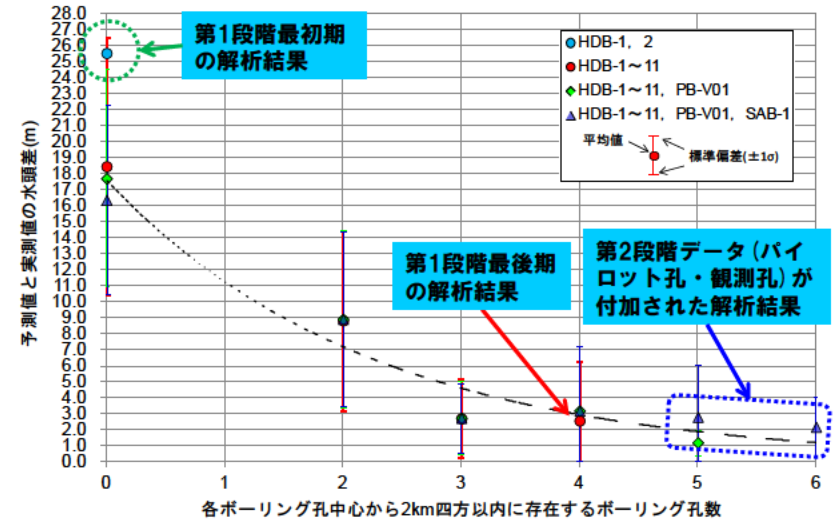
(瑞浪)



調査の進展と地下水流動解析による水頭分布の再現性の変遷

- 第1段階では、調査のステップごとに断層の水理特性の不確実性に着目した感度解析を実施し、解析結果に与える影響の大きい断層を抽出し、次期調査計画へ反映
- 第2段階では、湧水量や水圧低下に基づきモデルを更新

(幌延)



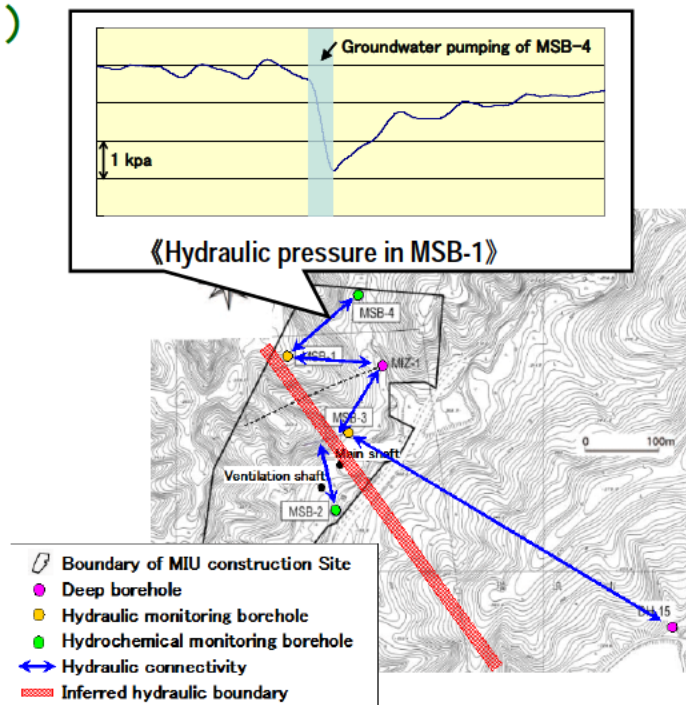
調査の進展と地下水流動解析による水頭分布の再現性との相関

- 調査の進展に伴い、水頭分布の予測値と実測値の差は低減するが、一定以上のボーリング調査の情報を追加しても、誤差の低減に与える影響は小さい
- 調査数量の増加により、地下水流動解析による水頭分布の再現性がどのように変化するかについて検討し、現在の調査解析技術を用いた際の予測精度と、その精度を達成するために必要なボーリング孔数について明らかにした

成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解 —水理特性や地下水流束の三次元分布を推定するための調査方法—

地下水圧応答を観測することによって、水理地質構造の連続性や水理地質学的コンパートメントを把握することが可能

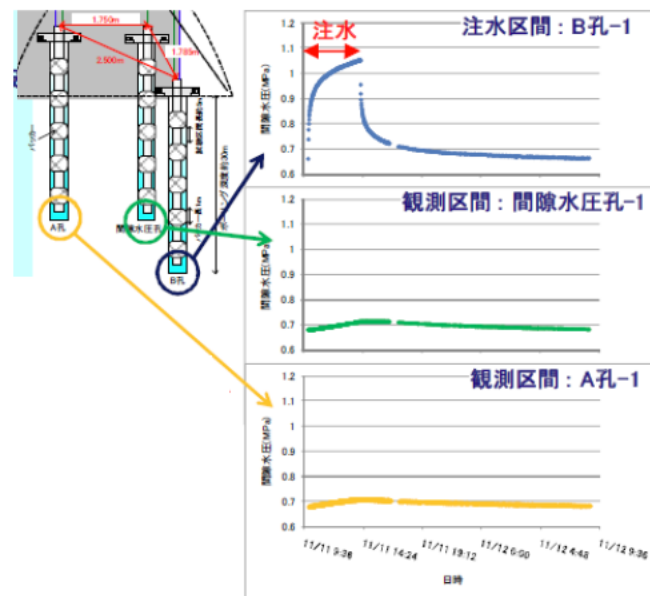
(瑞浪)



- ボーリング調査時の水理的擾乱に伴う水圧応答に基づき、ボーリング孔間に分布する断層の水理特性を推定

(幌延)

- 地上からの孔間水理試験：幌延なし
→140m坑道で実施

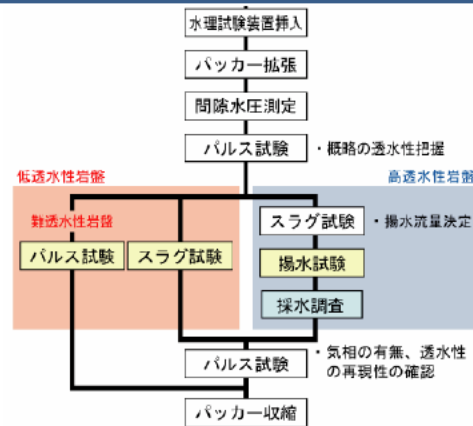


- 透水性が低いことから、明瞭な水圧応答は認められない。声間層のような比較的均質で低透水性の岩盤においては、単項式の透水試験で十分と予想

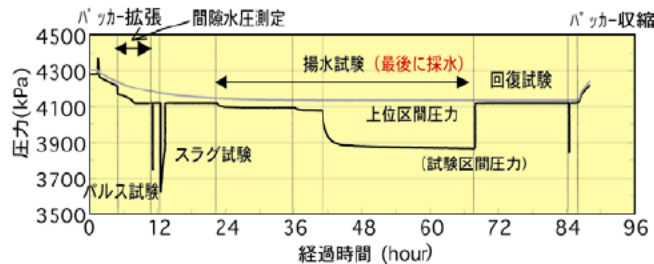
成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解 —水理特性や地下水流束の三次元分布を推定するための調査方法—

幅広い透水性を有する岩盤($10^{-12} \sim 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ オーダー程度)に対して、
試験データの品質を確保して取得可能な水理試験手法を整備

(瑞浪)



高透水性岩盤の例



- 試験結果の品質を確保するために試験区間の透水性に相応した試験手法を適切に選択でき、効率的な試験の実施が可能な試験手法(シーケンシャル試験)を構築
- 試験装置の改良, 試験手法の構築, データ評価手法の改良からなる一連の試験技術を構築
- 開発, 構築した試験手法の現場での適用性を確認

(幌延)

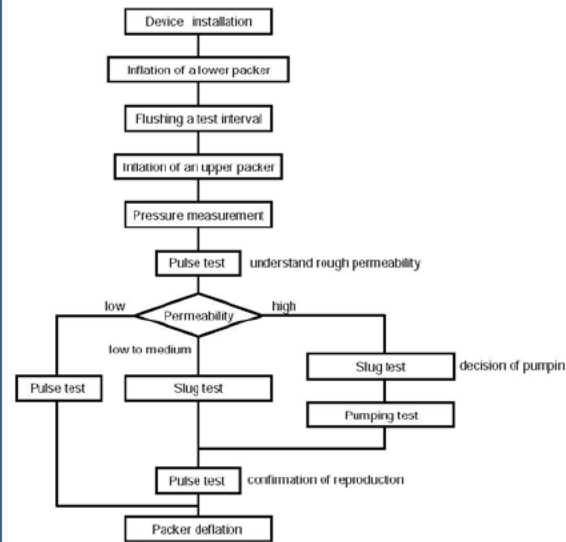


Fig. 4.7.3-2 Sequential method for hydraulic packer test

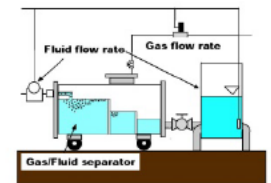
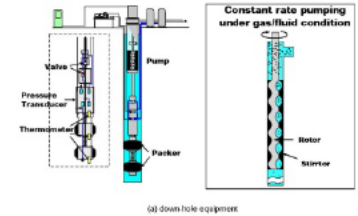


Fig. 4.7.3-3 Schematic of hydraulic test equipment

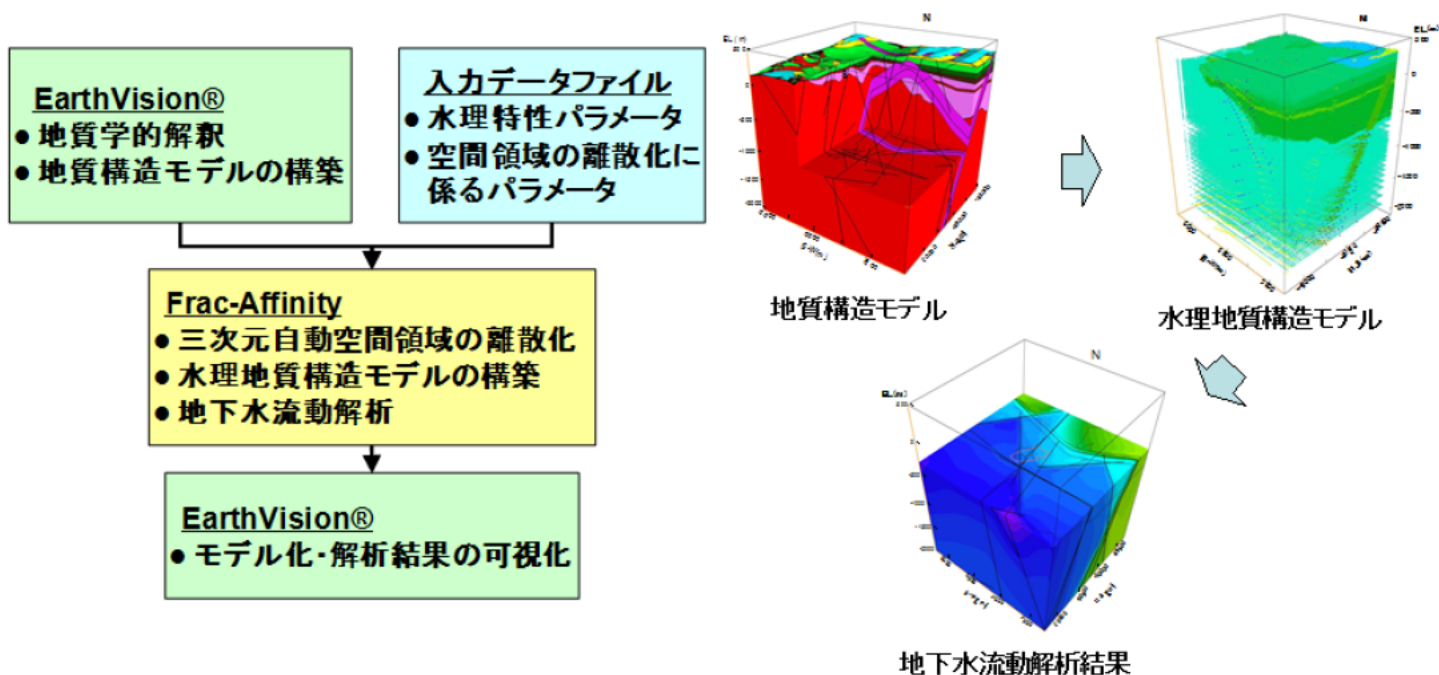
- ガスの胚胎層中における水理試験手法の適用性や有効な調査手法に係る技術的知見を蓄積

地質環境の初期状態を理解することを目的としたボーリング調査計画立案に反映

成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解 —水理特性や地下水流束の三次元分布を推定するための調査方法—

地質環境モデル構築支援ツールを開発し、情報量の増加等に伴うモデルの修正や解析の実行が
短期間で行うことが可能

(瑞浪)



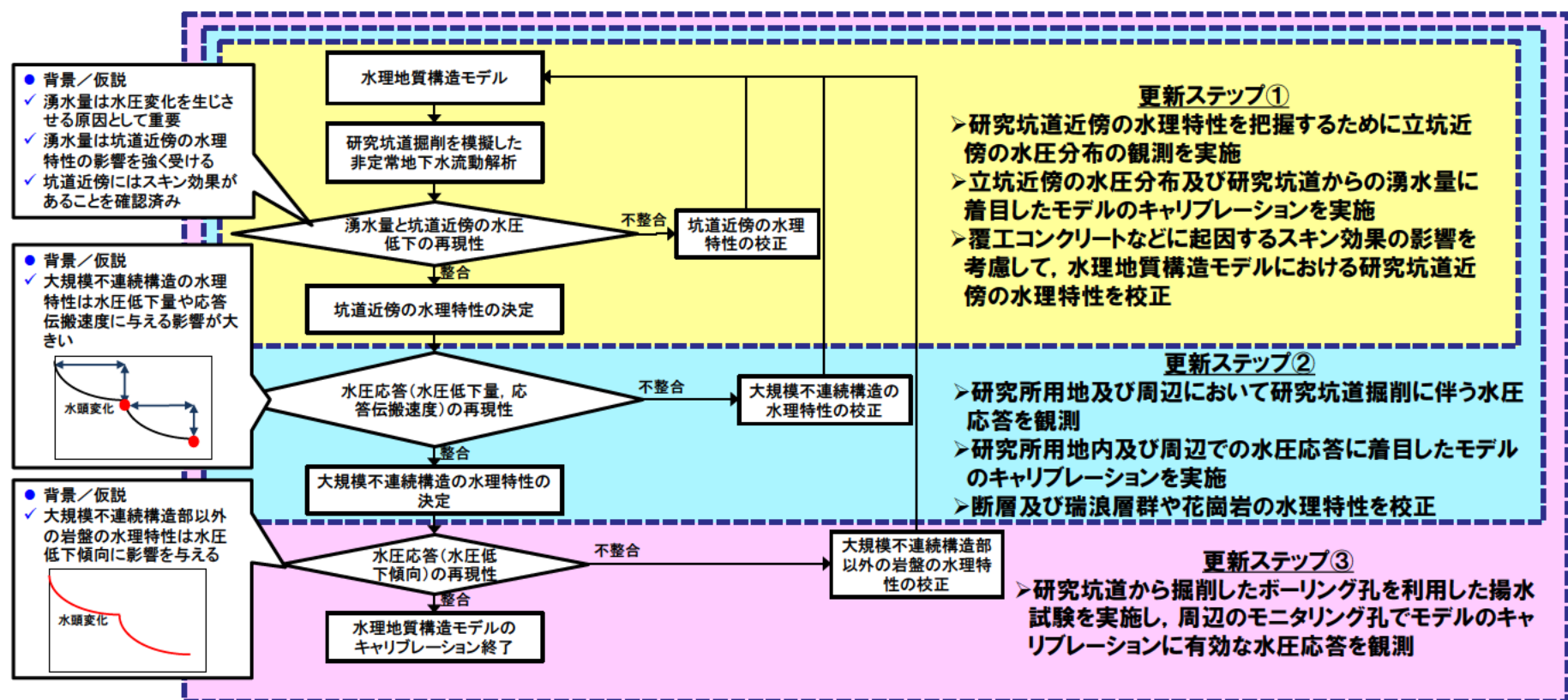
- 岩盤中の地下水流動を現実的に表現するための水理地質構造モデルを迅速に構築可能な解析コードやプレポスト処理システムを開発

成果ダイジェストA1) 地質環境の初期状態の理解

ー水理特性や地下水流束の三次元分布を推定するための調査方法ー

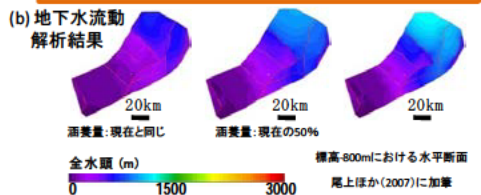
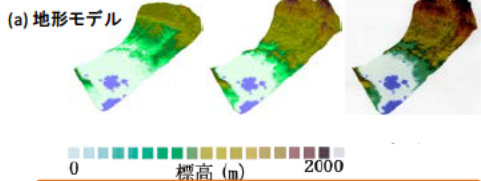
作業仮説として整理した短期変動データを用いた水理地質構造モデル更新の考え方の
妥当性や適用性を確認中(取りまとめまでに完了予定)

(瑞浪)

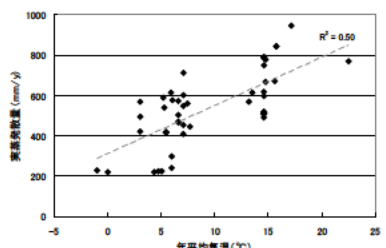


自然事象等に伴う地下水流動特性の長期変化に及ぼす影響を概括的に理解するためには、
地形変化や気候変動を考慮した地下水流動解析が有効

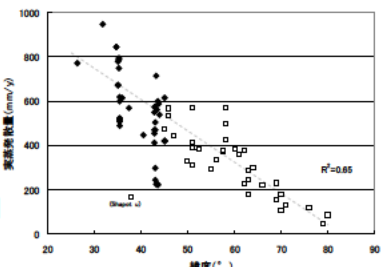
(瑞浪)



既存情報に基づいて概括的に推定した木曽山脈から伊勢湾までの古地形(時間断面)とそれを用いた地下水流動解析結果(水頭分布)



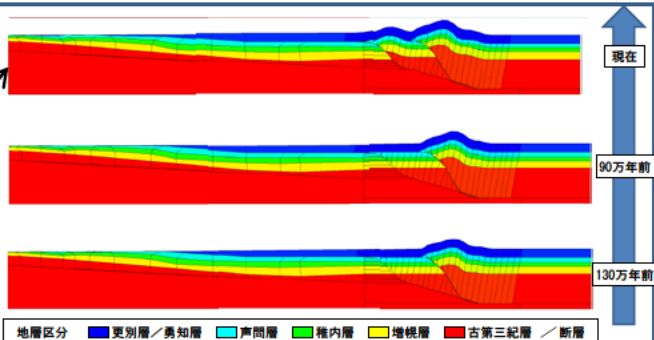
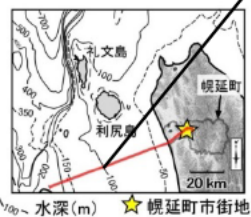
緯度と年間実蒸散量の関係



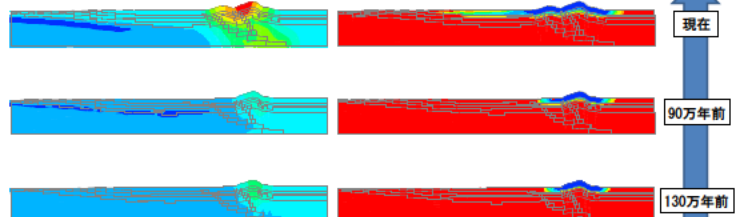
年平均気温と年間実蒸散量の関係

- 地下水流動特性に対する影響因子の一つである地形変化に着目し、主要な山地や平野の発達過程を考慮して広範囲の古地形変化を概略的に推定。また、古地形変化と他の影響因子である涵養量の変化や断層の水理特性を考慮した地下水流動解析を実施し、地下水流動特性の長期変化に与える影響を概括的に評価

(幌延)



地形・地質構造の変遷モデル



解析結果の一例

- 地下水流動に影響を与える天然現象を地下水流動解析に取り込む枠組みとして、三次元地質構造モデルおよび複数の時間断面における変動を考慮できる解析手法を開発し、海水準の変動と地下水涵養量を連動させた地下水流動と塩分濃度の長期的な変遷を評価が可能であることを確認

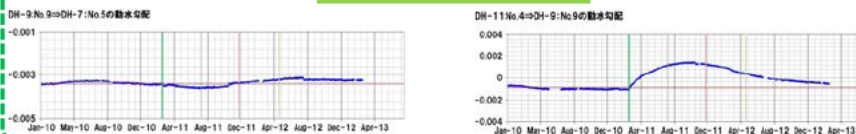
幌延深地層研究所計画 平成23年度調査研究成果報告

考慮すべき自然事象や、それらが影響を及ぼす地質環境特性の抽出に関わる体系的な調査・解析・評価技術の構築が必要

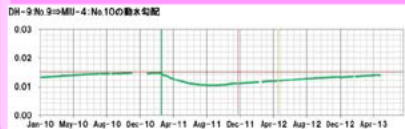
地震に伴い地下水水圧が短期的に変化するものの、
2年程度で初期状態に回復することや動水勾配は変化しないことを確認

(瑞浪)

測線Ⅲ(月吉断層北側)



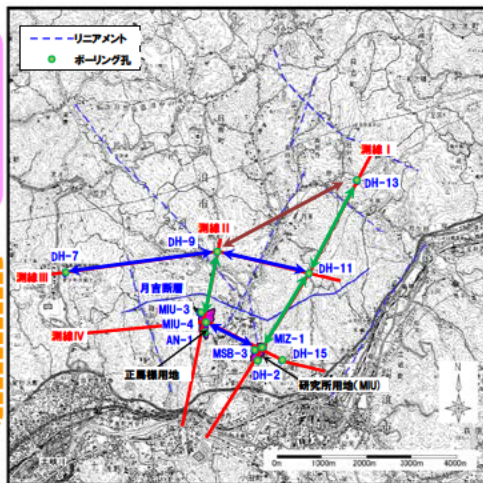
測線Ⅱ(正馬様用地を通る南北方向)



測線Ⅳ(月吉断層南側)



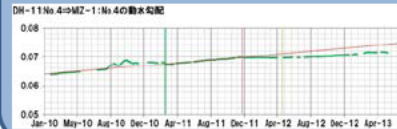
東濃県 東北地方駿河湾 東濃県 愛知県 西部 年月



測線Ⅰ(MIUを通過する南北方向)



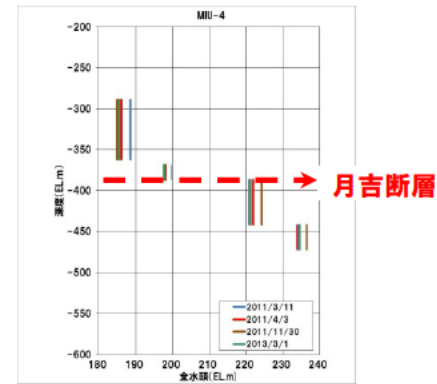
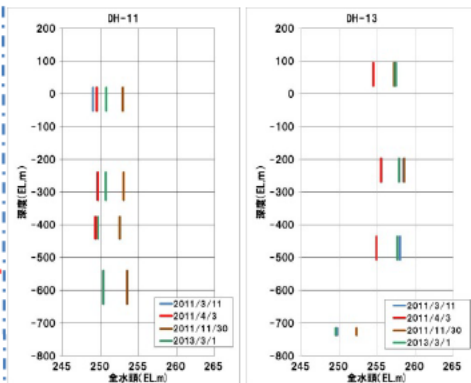
月吉断層



その他(月吉断層北側)



東濃県 東北地方駿河湾 東濃県 愛知県 西部 年月



- 地震前後の動水勾配の変化量は±0.01の範囲内
- 地震から2年以内に地震前の動水勾配(の変化傾向)に回復
- 動水勾配の小さな地域(DH-11号孔⇔DH-9号孔)では、流動方向が一時的に変化する可能性あり(2年以内に地震前の流動方向に回復)

水平方向の動水勾配

水平方向の動水勾配

- 動水勾配は鉛直方向、水平方向ともに大きく変化していないことを確認

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な 研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
サイト選定 に関する 意思決定 (その1)	地下水の 流束分布 が小さく、 移動距離 の長い領 域を選定 できる	地下深部にお ける水理特性 や地下水流束 の三次元分布 を推定するた めの調査技術 や観測技術	✓ 調査を展開する際には、当該時点において地下水流動解析結果に与える影響の大きい不確実性要因を優先的に調査することが合理的であることが明らかとなった。 ✓ 地下水圧応答を観測することによって、水理地質構造の連続性や水理地質学的コンパートメントを把握することが可能となった。 ✓ 水理地質学的コンパートメント毎に観測孔を配置することによって、地下水流束の空間分布やコンパートメントを構築している水理地質構造の水理特性を評価することが可能となった。 ✓ 幅広い透水性を有する岩盤を対象とした水理試験技術を開発し、試験データの品質を確保した合理的な試験を実施することが可能となった。 ✓ 電気伝導度検層の適用性を確認した結果、一般的な流体検層と比較して2桁程度低い透水性割れ目まで抽出することが可能となった。	◎

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な 研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
サイト選定 に関する 意思決定 (その2)	地下水の 流束分布 が小さく、 移動距離 の長い領 域を選定 できる	各分野の調査 結果を網羅的 に整理し、地下 水流動モデル を構築するた めの技術	✓地質環境モデル構築支援ツールを開発し、情報量の増加等に伴うモデルの修正や解析の実行を短期間で行うことが可能となった。 ✓モデル化・解析に関わる専門家の意思決定に関わるノウハウ・判断根拠等を表出化し、他の技術者が閲覧することが可能となった。	○
			✓作業仮説として整理した短期変動データを用いた水理地質構造モデル更新の考え方の妥当性や適用性を確認中(取りまとめまでに完了予定)	○

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
建設に関する意思決定 (その1)	地下水流動が地下施設の建設及び維持に支障を及ぼさないことを判断できる	地下施設建設に伴う地下水流入量や地下水圧の変化を予測するための調査技術やモデル化・解析技術	✓パイロットボーリング孔を用いた調査をすることによって、地下施設建設の前に地下水流入量の予測精度を向上できることが明らかとなった。 ✓水理地質学的コンパートメントを含む水理地質構造分布の不均質性を考慮した観測孔や観測区間を設置することによって、水理地質構造の水理特性を把握することが可能となった。	○
		地下水流入量や地下水圧の変化を最小化するための施設設計・施工技術	✓パイロットボーリング調査結果に基づきグラウチング計画を策定することによって、適切なグラウチング区間設定やグラウチング手法の選択が可能となった。	○

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
建設に関する意思決定 (その2)	地下水流動が地下施設の建設及び維持に支障を及ぼさないことを判断できる	地下施設建設に伴う地下水流入量の観測技術	✓ 区間湧水量を測定することによって、水理特性の不均質性を評価することが可能となった。 ✓ スキン効果(人工構造物やグラウト、亀裂の透水性変化など)が地下水流入量に影響を与えていることが把握できた。	○
			✓ 観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積および品質管理の考え方を構築中(取りまとめまでに完了予定)	○
		地下施設建設に伴う地下水压の変化の観測技術	✓ 水理地質学的コンパートメントを含む水理地質構造分布の不均質性を考慮した観測孔や観測区間を設置することによって、水理地質構造の水理特性を把握することが可能となった。	○
			✓ ガス対策を含む観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積および品質管理の考え方を構築中(取りまとめまでに完了予定)	○

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
処分開始に関する意思決定 (その1)	施設閉鎖後に、好ましい地下水流動特性の回復・維持が見込まれることを判断できる	施設閉鎖に伴う地下水流動特性の変化を予測するための調査技術やモデル化・解析技術	✓ 水理地質学的コンパートメントを含む水理地質構造分布の不均質性を考慮した観測孔や観測区間を設置することによって、水理地質構造の水理特性を把握することが可能となった。	○
			✓ 再冠水試験や坑道埋戻し試験によって、湧水量の空間的不均質性が埋戻し材に及ぼす影響について、調査技術やモデル化・解析技術の適応性の確認が必要であることが明らかとなった。	△
			✓ 観測機器の耐久性向上、遠隔モニタリング技術の開発、観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積、および品質管理の考え方の構築が必要であることが明らかとなった。	△
	処分坑道近傍の透水性や流束分布を予測・確認できる	処分坑道近傍(EDZを含む)の透水性や流束分布を予測するための調査技術やモデル化・解析技術	✓ 坑内からのボーリング孔を用いて高透水性から低透水性に至る幅広い透水性の割れ目を連続的に評価可能な調査技術の開発が必要であることが明らかとなった。 ✓ 実際の割れ目の性状を考慮した亀裂ネットワークモデル化技術を開発する必要があることが明らかとなった。	△

個別研究成果における達成度(水理分野)

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
処分開始に関する意思決定 (その2)	水理特性や地下水流動特性の長期安定性を推定できる	地下水流束分布の長期的な変動幅を推定するための調査技術やモデル化・解析技術	✓ 自然事象等に伴う地下水流動特性の長期変化に及ぼす影響を概括的に理解するためには、地形変化や気候変動を考慮した地下水流動解析が有効であることが明らかとなった。 ✓ 地震に伴い地下水圧が短期的に変化するものの、2年程度で初期状態に回復することや動水勾配は大きく変化しないことが確認できた。	○
			✓ 考慮すべき自然事象や、それらが影響を及ぼす地質環境特性の抽出に関わる体系的な調査・解析・評価技術を構築する必要があることが明らかとなった。 ✓ 地震に伴う地下水圧変化の発生メカニズムや、それが水理特性や地下水流動特性に与える影響を把握する必要があることが明らかとなった。	△

次の研究計画において対象とすべき課題

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	課題	重要度
処分開始に関する意思決定	施設閉鎖後に、好ましい地下水流動特性の回復・維持が見込まれることを判断できる	施設閉鎖に伴う地下水流動特性の変化を予測するための調査技術や解析技術	✓再冠水試験や坑道埋戻し試験によって、湧水量の空間的不均質性が埋戻し材に及ぼす影響について、調査技術やモデル化・解析技術の適応性の確認が必要であることが明らかとなった。 ✓観測機器の耐久性向上、遠隔モニタリング技術の開発、観測機器の維持管理方法の構築、関連するノウハウの蓄積、および品質管理の考え方の構築が必要であることが明らかとなった。	◎
	処分坑道近傍の透水性や流束分布を予測・確認できる	処分坑道近傍（EDZを含む）の透水性や流束分布を予測するための調査技術や解析技術	✓坑内からのボーリング孔を用いて高透水性から低透水性に至る幅広い透水性の割れ目を連続的に評価可能な調査技術の開発が必要であることが明らかとなった。 ✓実際の割れ目の性状を考慮した亀裂ネットワークモデル化技術を開発する必要があることが明らかとなった。	◎

次の研究計画において対象とすべき課題

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	課題	重要度
処分開始に関する意思決定	水理特性や地下水流動特性の長期安定性を推定できる	地下水流束分布の長期的な変動幅を推定するための調査技術やモデル化・解析技術	✓ 考慮すべき自然事象や、それらが影響を及ぼす地質環境特性の抽出に関わる体系的な調査・解析・評価技術の構築が必要 ✓ 地震に伴う地下水圧変化の発生メカニズムや、それが水理特性や地下水流動特性に与える影響の把握が必要	◎

次の研究計画において対象とすべき課題

反映先	達成目標	必要な研究開発項目	課題	重要度
部分的埋戻しに関する意思決定	坑道で得られる情報に基づき,	部分的埋戻し時の地下水流入量や地下水位の変化の観測方法・解析手法	✓坑道閉鎖を模擬した試験研究による知見のフィードバックが必要	◎
	部分的埋戻しの利点や必要性を提示できる	部分的埋戻し時の地下水流入量や地下水位の変化を考慮した設計・施工方法(優先的パネル閉鎖の考え方など)		
廃棄体定置終了、最終閉鎖に関する意思決定	前段階までの情報に基づき, 施設後の流束分布の回復、長期的安定性の蓋然性を判断できる	URL閉鎖後の観測及び解析による事例の提示	✓URL全体閉鎖時のモニタリングによる実証や解析技術に関わる事例研究が必要	○