

超深地層研究所計画の 第1段階の評価および第2段階の成果

1) 地質・地質構造

東濃地科学研究ユニット 結晶質岩地質環境研究グループ

1

地質・地質構造に関わる「個別目標と課題」

全体目標	個別目標	課題
深部地質環境の調査・解析・評価技術の基礎の整備	安全評価	地質構造の三次元分布の把握
		移行経路として重要な構造の把握
		対象岩盤の分布と形状の把握
		岩盤の地質学的不均質性の把握
		地質／地質構造の長期変化の推定
		地下水流動特性の把握
		地下水流動場の把握
		地下水流動分布の把握
		地下水流動特性の長期変化の推定
		地下水の塩分濃度分布の把握
	EDZの地質環境特性の把握	地下水のpH・Eh環境の把握
		地下水の水質変化の推定
		物質移動場の把握
		岩盤の収着・拡散特性の把握
		コロイド/有機物/微生物の影響の把握
地下施設設計・施工	地下空洞の力学安定性の把握	EDZの範囲の把握
		EDZの透水性、物理・力学特性分布の把握
		EDZの地球化学特性の把握
		EDZの応力状態の把握
		帯水層の分布の把握
	地下空洞への地下水流入状態の把握	帯水層中などにおける流速分布の把握
		応力場の把握
		岩盤の物理・力学特性の把握
		不連続構造などの有無の把握
		地下空洞への地下水流入量の把握
環境影響評価	地下の温度環境の把握	地下空洞への流入地下水水質の把握
		地温勾配分布の把握
		岩盤の熱特性の把握
		地下水位・水圧分布への影響の把握
		地下水の水質への影響の把握
	地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握	排水放流先河川の水質の把握
		振動・騒音の把握
		設計・施工計画技術の開発
		建設技術の開発
		施工対策技術の開発
深部地層における工学技術の基礎の整備	大深度地質環境下における工学技術の有効性の確認	安全性を確保する技術の開発
		掘削影響の修復・軽減技術の開発
		設計・施工計画技術の開発
		建設技術の開発
		施工対策技術の開発
	地下施設の設計・施工	安全性を確保する技術の開発
		掘削影響の修復・軽減技術の開発
		設計・施工計画技術の開発
		建設技術の開発
		施工対策技術の開発

地質構造の三次元分布の把握

- 移行経路として重要な構造の把握
- 対象岩盤の分布と形状の把握
- 岩盤の地質学的不均質性の把握
- 地質／地質構造の長期変化の推定

地下空洞の力学安定性の把握

- 不連続構造の有無の把握

(EDZ: 掘削影響領域)

2

第2段階の段階目標と実施内容（地質・地質構造）

● 段階目標：

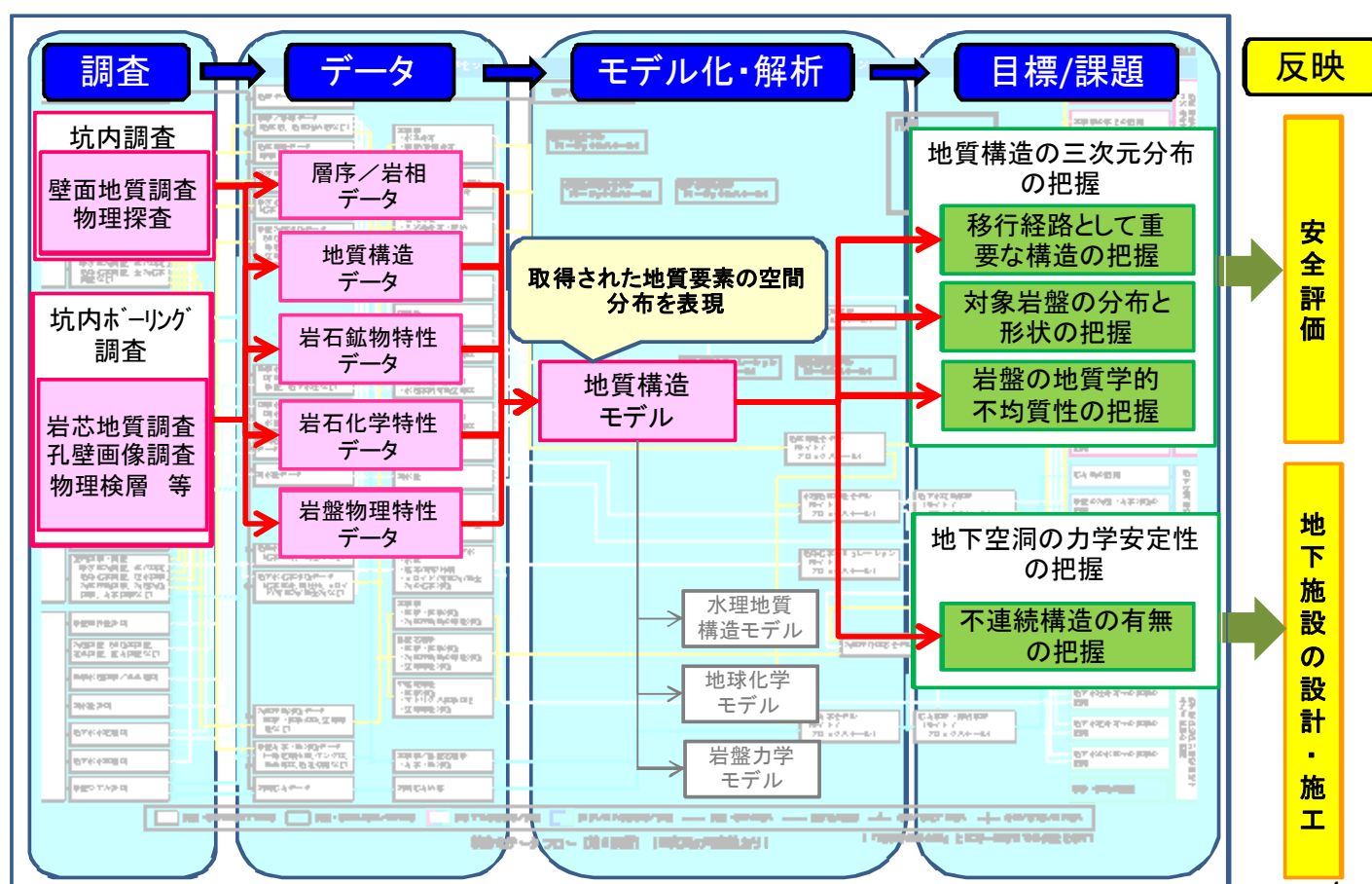
研究坑道の掘削を伴う調査・研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の掘削による深部地質環境の変化の把握

● 実施内容：

- 壁面地質調査、ボーリング調査および物理探査
- 第1段階で構築したサイトスケールの地質構造モデルの妥当性確認及び更新
- ブロックスケールの地質構造モデルの構築

3

第2段階における調査・モデル化・解析の流れ （地質・地質構造の例）

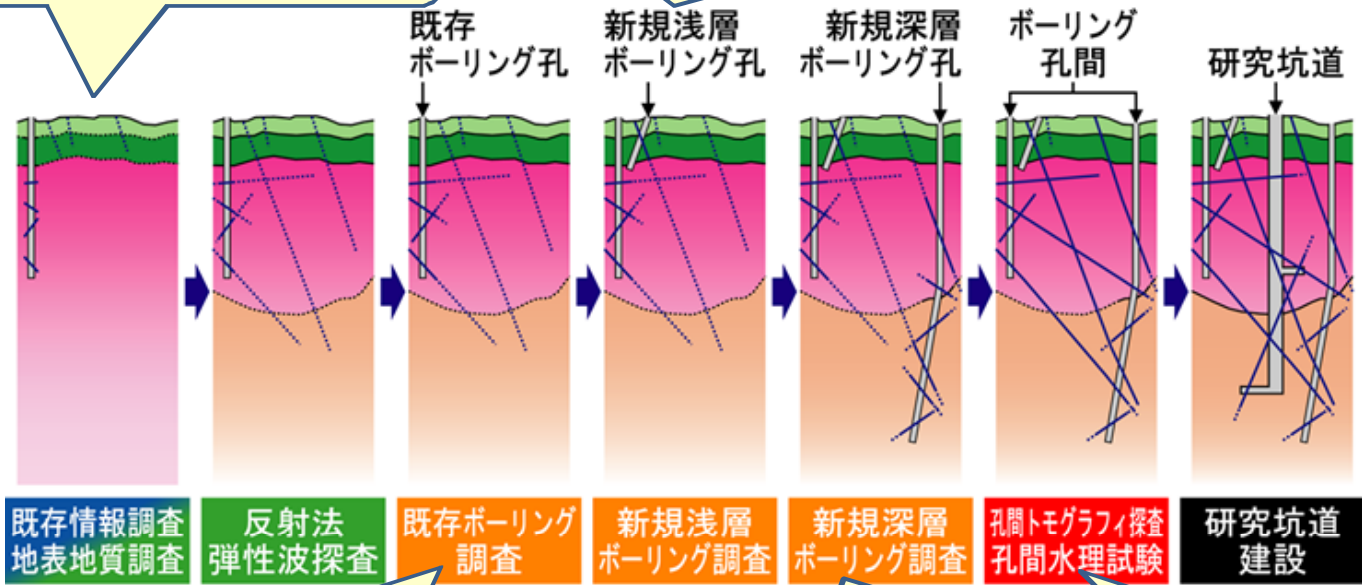


4

第1段階の調査の流れ（地質・地質構造）

- 既存のリアメント判読結果や地質図など
- 地表露頭調査

- 堆積岩を対象としたボーリング孔(MSB1～4号孔)での地質学的調査(コア観察、BTV観察、物理検層など)



- 掘削長500mのボーリング孔(DH-2号孔)での地質学的調査(コア観察、BTV観察、物理検層など)、物理探査(VSP探査)

- 掘削長1300mのボーリング孔(MIZ-1号孔)での地質学的調査(コア観察、BTV観察、物理検層など)、物理探査(VSP探査)

- MIZ-1号孔、DH-2号孔間でのトモグラフィ探査(弾性波、比抵抗)

第1段階で構築した地質構造モデル —断層の分布—

● 断層A

◆ 地表地質調査(確認断層)

種類: 正断層 変位量: 約1m
割れ目帯の幅: 0.3~1.1m
走向傾斜: N22° W78° E

◆ 反射法弾性波探査、VSP探査(推定断層)

◆ MIZ-1号孔ボーリング調査(確認断層)

区間: 918.5~982.6mab
走向傾斜: N38° W74° E

● 断層B(主立抗断層)

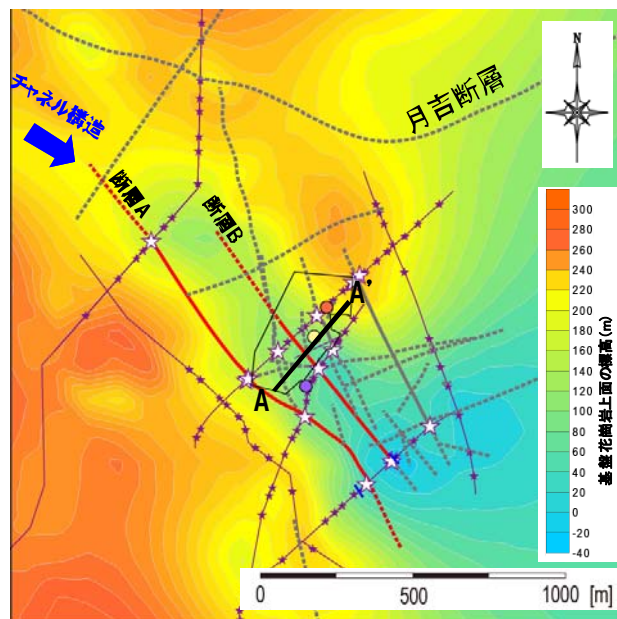
◆ 地表地質調査(確認断層)

種類: 正断層 変位量: 70cm以上
割れ目帯の幅: 5m以上
走向傾斜: N32° W89° E

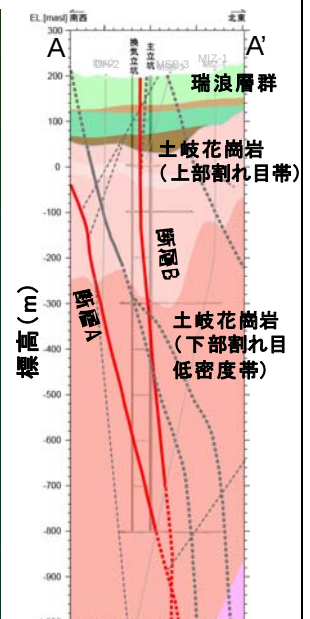
◆ 反射法弾性波探査、VSP探査、孔間トモグラフィ探査(推定断層)

◆ MIZ-1号孔ボーリング調査(確認断層)

区間: 826.00~873.35mab
走向傾斜: N35° W85° E



瑞浪層群と土岐花崗岩の不整合面における断層の分布

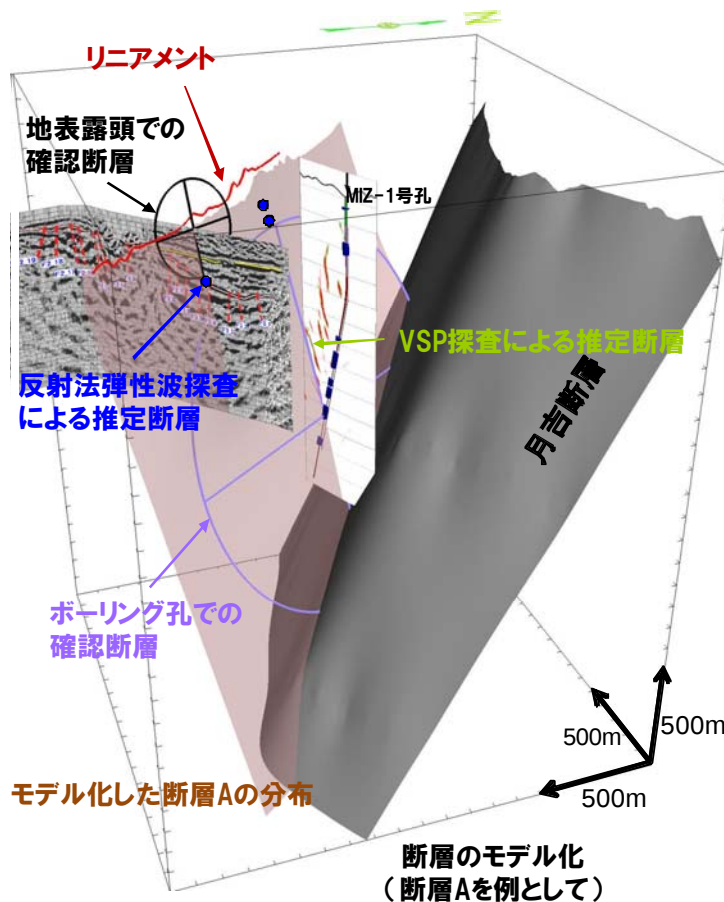


両立坑間断面

凡例

- 推定断層: 確認/推定した位置の連結部
- 推定断層: 確認した断層幅から推定した部分
- 深層ボーリング(MIZ-1)
- 既存ボーリング(DH-2)
- 浅層ボーリング(MSB-3)
- 地表露頭での確認断層
- ★ 反射法弾性波探査測線と断層推定位置
- ☆ 解釈に使用した断層推定位置

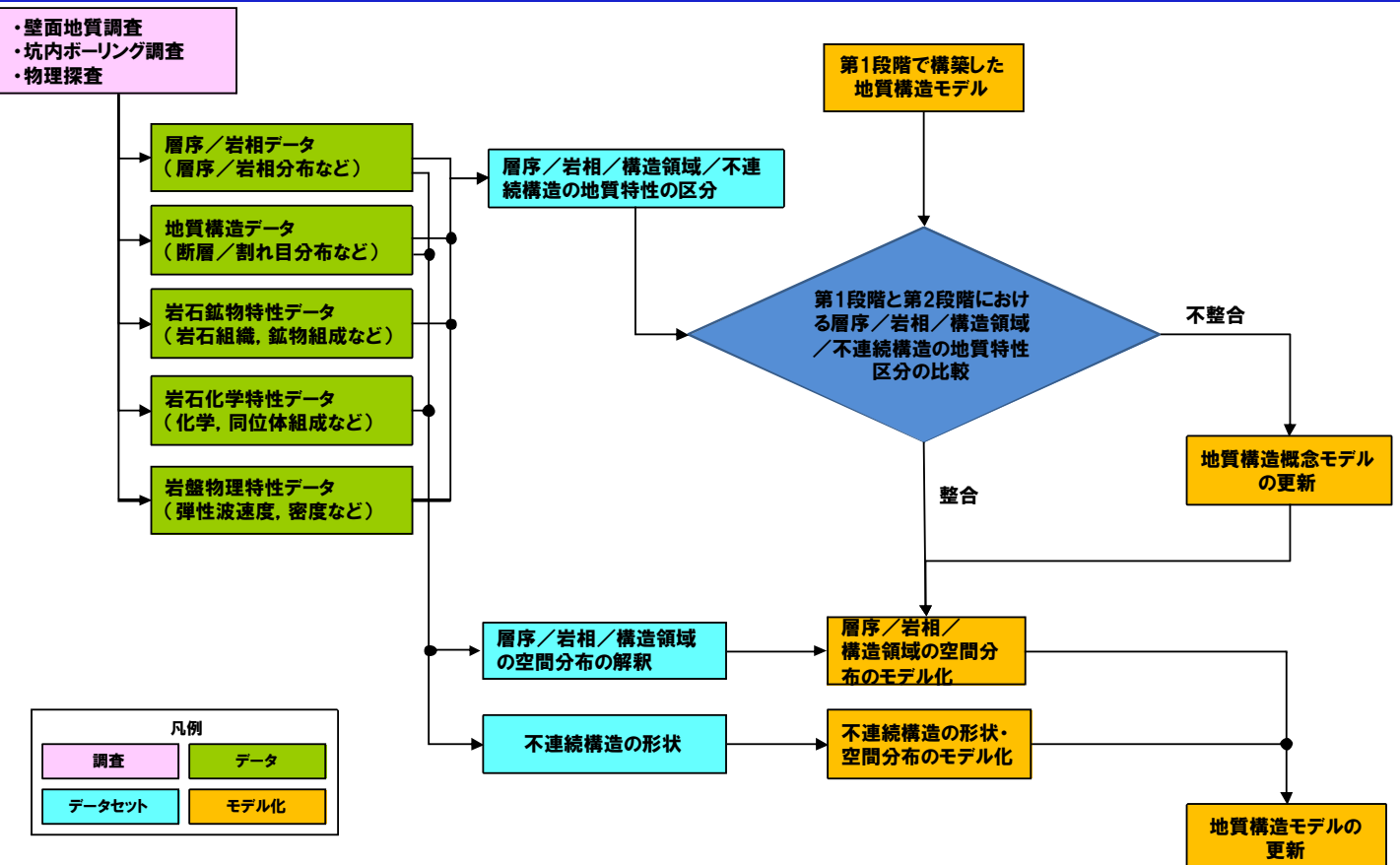
断層のモデル化の流れ



- ◆ リニアメント判読
 - ✓ 位置および走向を参照
- ◆ 地表地質調査(確認断層)
 - ✓ 断層の割れ目帯の幅を測定 (割れ目帯の幅に基づき、断層の長さを推定)
 - ✓ 断層の走向傾斜を測定
- ◆ 反射法弾性波探査(推定断層)
 - ✓ 断層の位置を推定 【基盤花崗岩上面などの反射面の不連続が明瞭で、かつ確認断層の走向や変位センスと一致する傾向にある位置を抽出】
- ◆ ボーリング調査(確認断層)
 - ✓ 断層の割れ目帯の幅を測定 (割れ目帯の幅に基づき、断層の長さを推定)
 - ✓ 断層の走向傾斜を測定
- ◆ VSP探査(推定断層)
 - ✓ ボーリング孔に遭遇する断層の空間分布を推定

7

第2段階での地質構造モデルの更新の考え方



8

第1段階で構築した地質構造モデルの更新 －断層Bに係る調査結果－

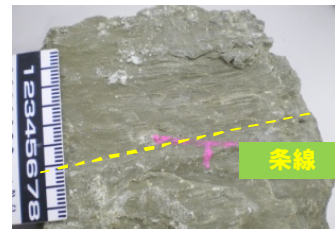
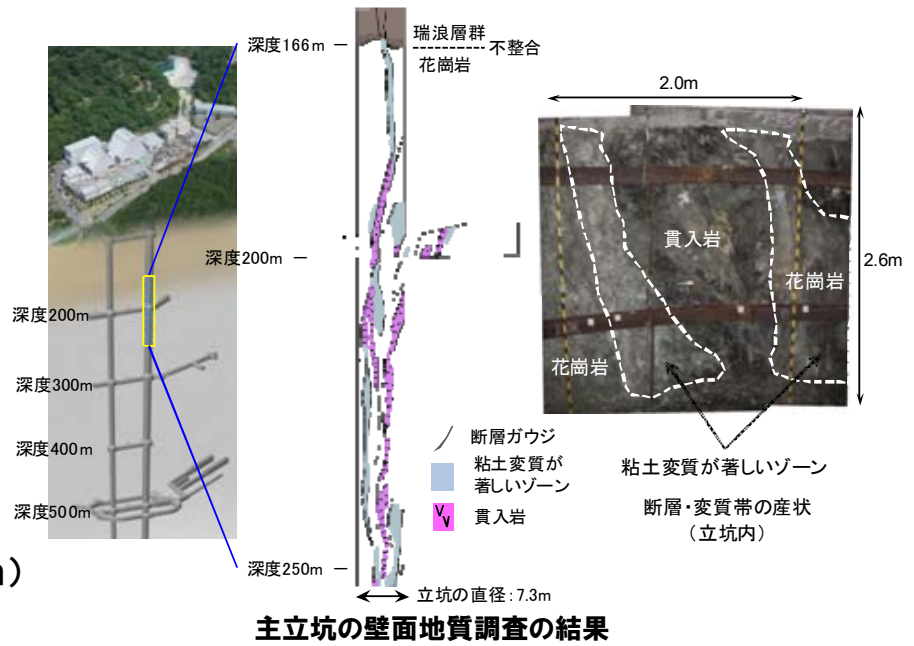
第1段階での推定

分布位置:両立坑間
性状:断層ガウジ1条(幅十数cm)
+割れ目帯(幅15.1m、弱変質)
走向傾斜:N35° W85° E
(※MIZ-1号孔での結果に基づく)

第2段階での調査結果

分布位置:主立坑
性状:断層ガウジ4～5条(幅十数cm)
+強変質帯(幅約15m)
+貫入岩
走向傾斜:NW走向、高角度傾斜
変位センス:右横ずれ(花崗岩部)

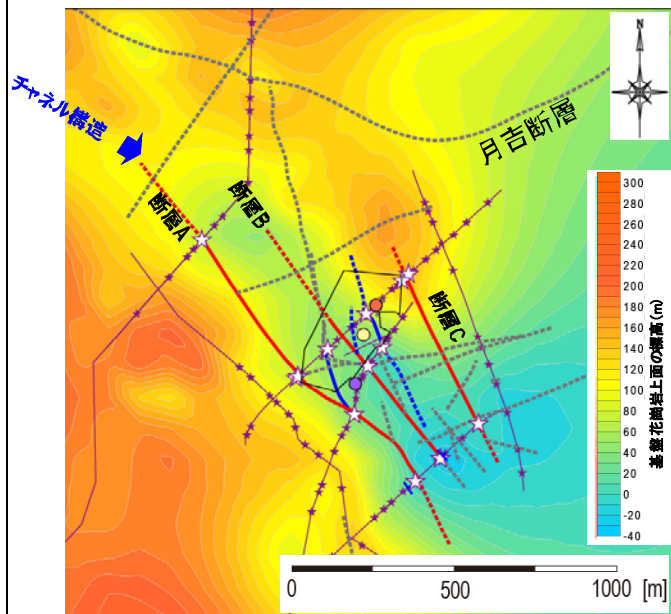
- 第1段階の予測と第2段階の調査結果において、断層の分布は概ね一致
- 断層の性状は異なる結果



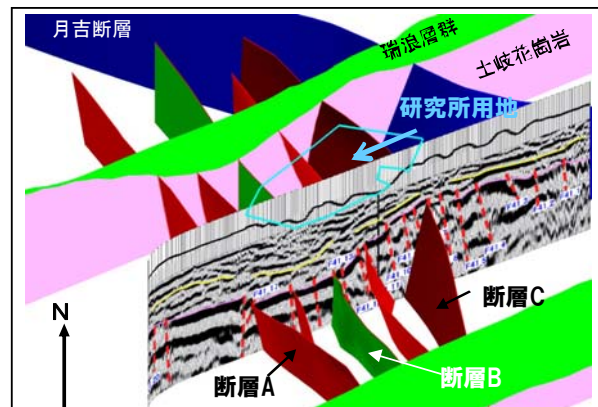
主立坑の断層 ガウジ面に形成された条線構造

第1段階で構築した地質構造モデルの更新 －断層の空間分布の推定－

- 基盤花崗岩のチャンネル構造内には、断層Bを含めて、チャンネルの軸方向(NW走向)に平行する規模の大きな断層群(断層A～C)が分布
⇒チャンネル構造と断層の分布は関連
- 断層Bは、横ずれの変位センスを有する
⇒断層Bの横ずれ運動に伴い、NNW走向の小規模断層(せん断面)が形成



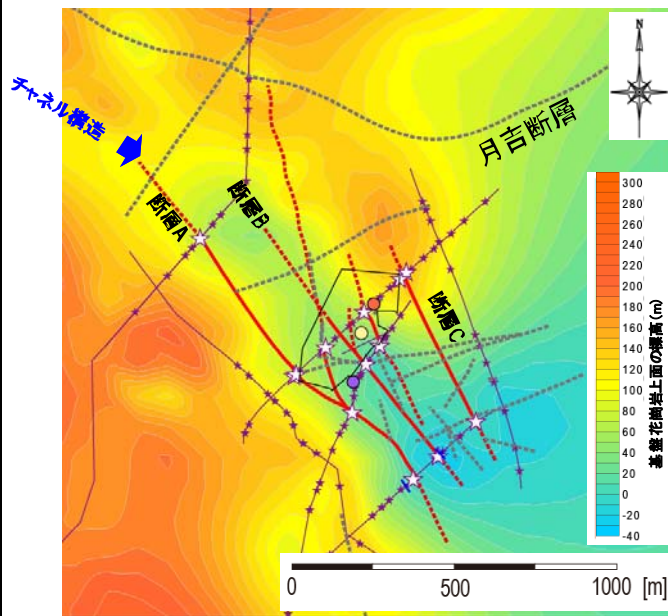
第1段階(終了時)



推定される主要な断層群の分布のイメージ

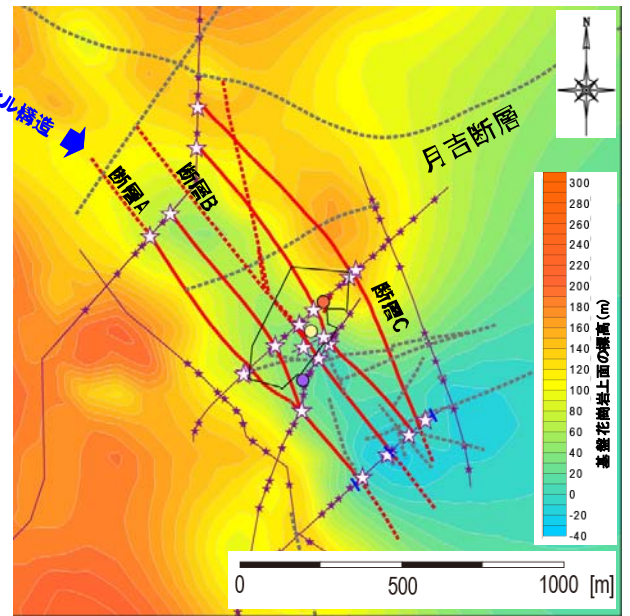
- 凡例
- チャンネルの軸方向(NW走向)に平行する規模の大きな断層群
 - チャンネル構造内に分布するNNW走向の小規模断層
 - その他の断層
 - 深層ボーリング(MIZ-1) ▲ 地表露頭での確認断層
 - 既存ボーリング(DH-2) ★ 反射法弾性波探査測線と断層推定位置
 - 浅層ボーリング(MSB-3) ☆ 解釈に使用した断層推定位置

更新した地質構造モデル



瑞浪層群と土岐花崗岩の不整合面における断層の分布

第1段階(終了時)



瑞浪層群と土岐花崗岩の不整合面における断層の分布

第2段階

(深度460mまでの立坑掘削に伴う調査結果に基づく更新結果)

チャンネル構造を横断する反射法地震探査結果を再解釈し、断層分布を更新

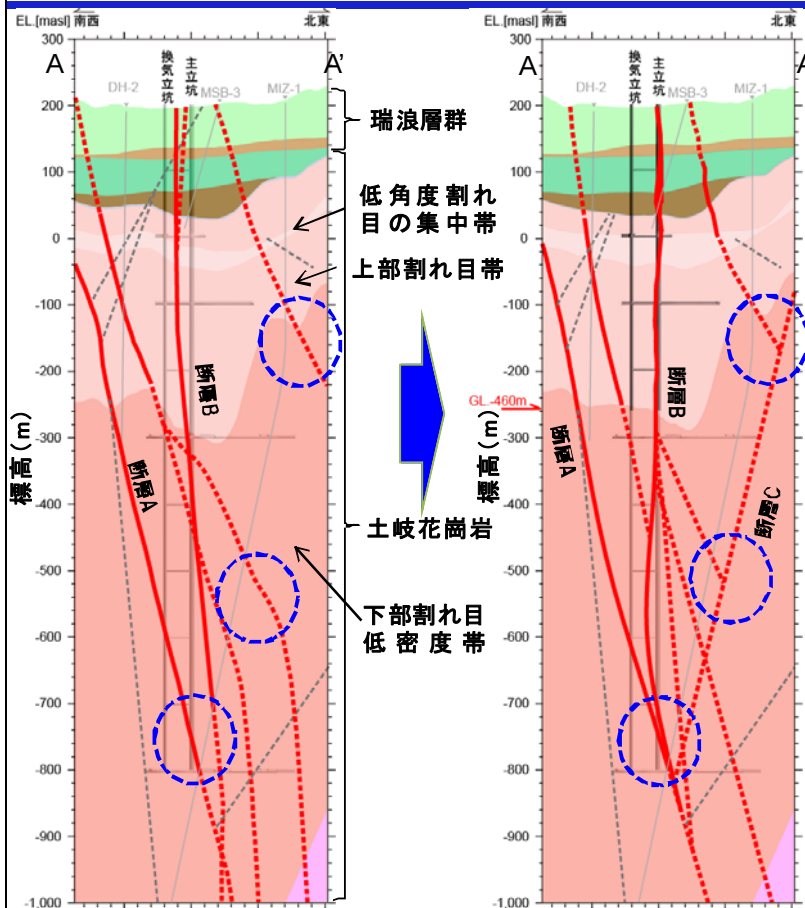
地質構造モデルを更新

11

- 凡例
- 推定断層: 確認／推定した位置の連結部
 - - - 推定断層: 確認した断層幅から推定した部分 (..... 更新なし)
 - 深層ボーリング(MIZ-1)
 - 既存ボーリング(DH-2)
 - 浅層ボーリング(MSB-3)
 - ▲ 地表露頭での確認断層
 - ★ 反射法弾性波探査測線と断層推定位置
 - ☆ 解釈に使用した断層推定位置

更新した地質構造モデル

—断層の分布—



第1段階(終了時)

第2段階での更新結果

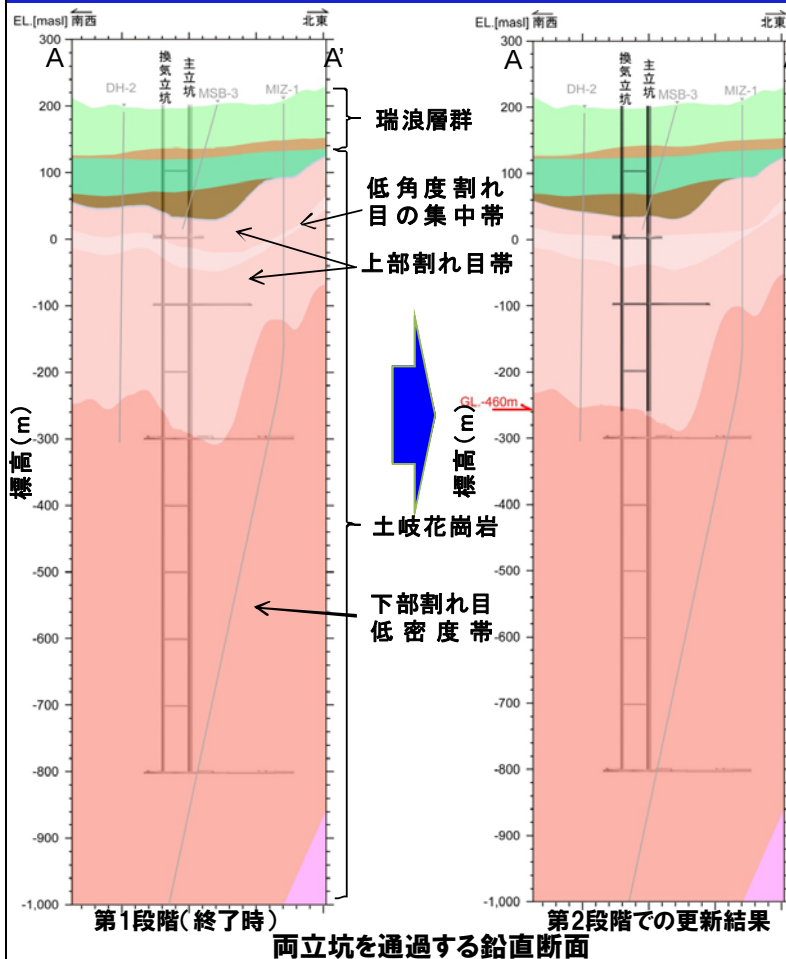
両立坑を通過する鉛直断面

- 主立坑で確認された断層Bの特徴(強変質+貫入岩)は、MIZ-1号孔で確認された断層Aの特徴と類似することから断層Bを断層Aに連結
- NNW走向の小規模な断層は、NW走向の主要断層を切断しない

- 確認／推定した断層の連結部(更新)
- - - 推定分布(更新)
- 推定分布(更新なし)

12

更新した地質構造モデル ー水平構造の分布ー



● 層序、岩相、構造領域の区分と分布は、第1段階の予測と第2段階の調査結果で一致

- 瑞浪層群
- 瑞浪層群と土岐花崗岩の不整合面
- 花崗岩風化部
- 低角度割れ目の集中帯
- 上部割れ目帯

13

第1段階／第2段階における地質構造モデルの比較

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
地質構造の三次元的分布	共通点	・層序、岩相、構造領域の区分 ・層序、岩相、構造領域の分布と形状	—	・地表地質調査, 反射法弾性波探査, ボーリング調査(鉛直およびコントロールボーリング)	・壁面地質調査, 坑道からのボーリング調査(水平ボーリング)	—	—
	共通点	・研究所用地を通過する断層の走向方向の連続性	—	・地表地質調査, 反射法弾性波探査, ボーリング調査(鉛直およびコントロールボーリング)	・壁面地質調査及び坑道からのボーリング調査(水平ボーリング)	—	—
	相違点	・研究所用地を通過する断層の傾斜方向の連続性	・高角度傾斜を有する断層の深度方向の情報の欠如	・地表地質調査, 反射法弾性波探査, ボーリング調査(鉛直およびコントロールボーリング)	・立坑掘削振動を利用した逆VSP探査	【調査プログラムの工夫】 ・断層走向方向に直交した方向での物理探査測線の配置 ・傾斜ボーリング調査	—

*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

14

第1段階／第2段階における地質構造モデルの比較

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
地質構造の三次元的分布	相違点	・断層の地質特性	・岩盤の変質に着目した調査プログラムの欠落	・地表地質調査, 反射法弾性波探査, ボーリング調査(鉛直およびコントロールボーリング)	・壁面地質調査, 坑道からのボーリング調査(水平ボーリング)	【調査プログラムの工夫】 ・地上とボーリング孔を併用した電気探査など) ・傾斜ボーリング調査	—
	相違点	・断層ネットワークの空間分布	・主要な地質構造間の関連性の考慮の有無	・地表地質調査, 反射法弾性波探査, ボーリング調査(鉛直およびコントロールボーリング)	・壁面地質調査, 坑道からのボーリング調査(水平ボーリング) ・立坑掘削振動を利用した逆VSP探査	【調査プログラムの工夫】 ・高密度かつ三次元での物理探査	—

*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