

深地層の研究施設計画の進捗と今後の展開 超深地層研究所計画(瑞浪)

平成22年3月15日

地層処分研究開発部門

東濃地科学研究ユニット

説明内容

- **超深地層研究所計画**
 - 背景・目的及び位置付けなど
 - URLの建設状況
- **平成21年度調査研究の成果**
 - 進捗状況
- **今後の計画**
 - 第2, 3段階の調査研究計画(案)
 - 平成22年度調査研究計画(案)

超深地層研究所計画の展望

- 結晶質岩サイトにおける**処分地選定の段階に応じて必要となる体系的な調査・解析・評価手法**と関連する**技術的ノウハウ**(失敗事例, 成功事例など)の整備
- 結晶質岩サイトにおける**地下施設の設計・施工に関わる技術的ノウハウ**(失敗事例, 成功事例など)の整備
- 幌延深地層研究計画での研究成果と組み合わせることにより, 日本の様々な地質環境に適用できる**技術基盤(方法論)**を整備
- 日本のURL, アジアのURLとしても活用

3

MIU計画

- MIU計画は…
 - 原子力長計および原子力政策大綱に示された「**深地層の研究施設**」計画の一つで, **結晶質岩, 淡水系地下水, 硬岩**を対象に, 3段階/20年程度で実施
 - **Purpose-built off-site generic URL**
 - ✓ 処分施設の計画とは区分し, 処分事業・安全規制を支援する情報を提供するための研究開発を実施する目的で建設する施設
 - ✓ 段階的に研究を進めることにより, 人工的な擾乱を受けてない地質環境と, その地質環境が研究坑道の掘削により変化していく状況を把握することが可能
 - 事例を通じた**知識の積み重ね**と**技術基盤の整備**が成果であり, 原環機構の処分事業や国の安全規制, 国民理解の促進などに寄与

4

期待される具体的な成果

- 目標達成に向け、様々な技術を実際の地質環境へ適用して調査研究を展開することによって…

- ✓ 地質環境モデルの妥当性確認と更新，前段階に適用した手法の有効性確認といった**フィードバック的評価**
- ✓ 解析・評価手法と理解度の関係を整理（空間スケールおよび調査段階に応じて整理）
- ✓ 工学技術の有効性の確認

…することが可能

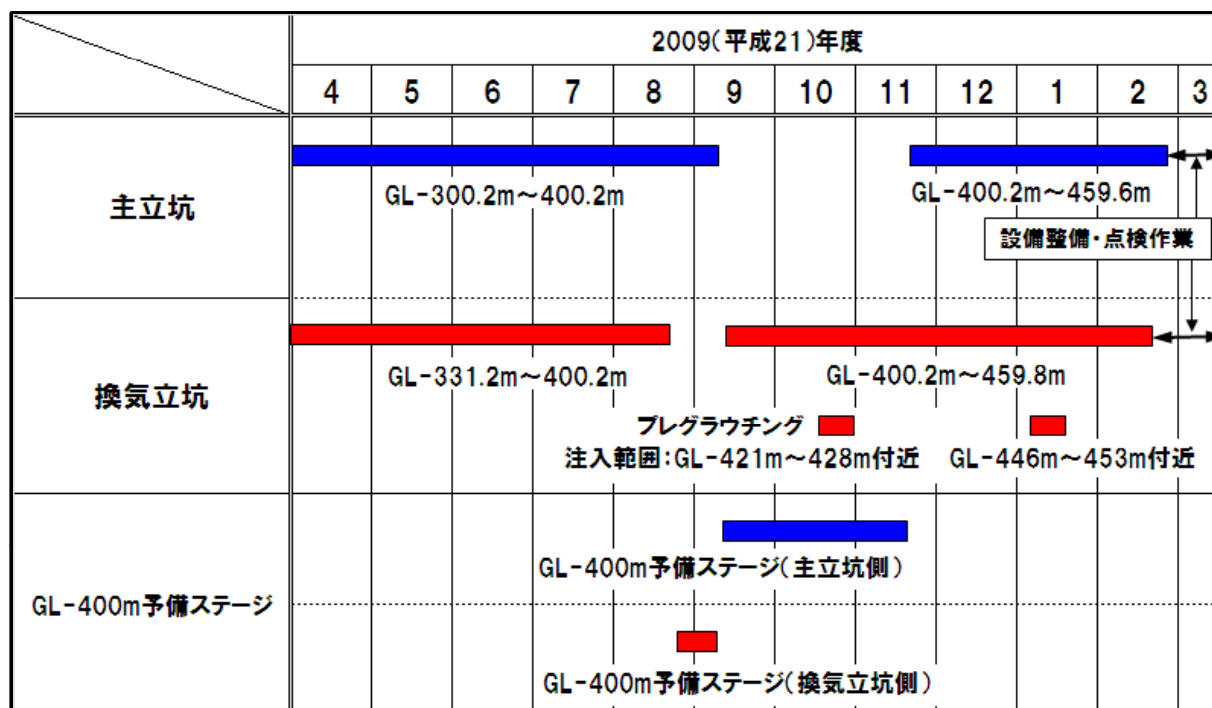
- 処分地選定の段階に応じて必要となる体系的な調査・解析・評価手法，および地下施設の設計・施工技術と関連する技術的ノウハウ（失敗事例，成功事例など）の整備

⇒（言い換えると）

- **設計・性能評価を見据えた地質環境特性の段階的な調査・解析・評価に関する方法論の構築**
- **地下施設の建設と安全な研究活動の実証**

瑞浪超深地層研究所研究坑道掘削工事(その3)

2009(平成21)年度概略工程



主立坑 ■
換気立坑 ■

2010(平成22)年3月15日
その3工事竣工予定

瑞浪超深地層研究所 研究坑道掘削工事の進捗とレイアウト

現在の進捗

2010(平成22)年3月1日作業終了時点
 ・主立坑深度459.6m, 換気立坑深度459.8m
 (両立坑とも本年度分の掘削作業を終了)



2003(平成15)年7月
 地上部
 立坑坑口掘削工事着工

2009(平成21)年1月

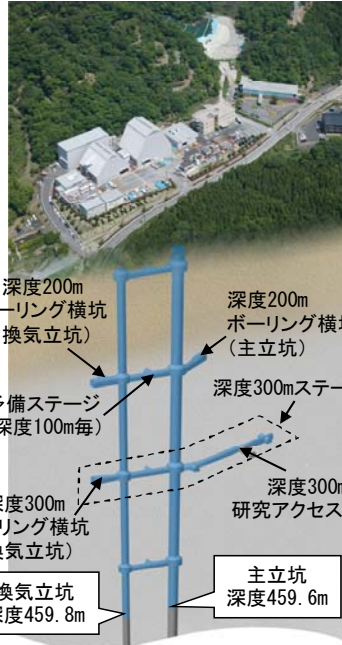


深度300m予備ステージ貫通

2009(平成21)年1月



深度300mボーリング横坑(換気立坑)
掘削完了



2009(平成21)年3月



深度300m研究アクセス坑道
掘削完了

2009(平成21)年10月



深度400m予備ステージ貫通

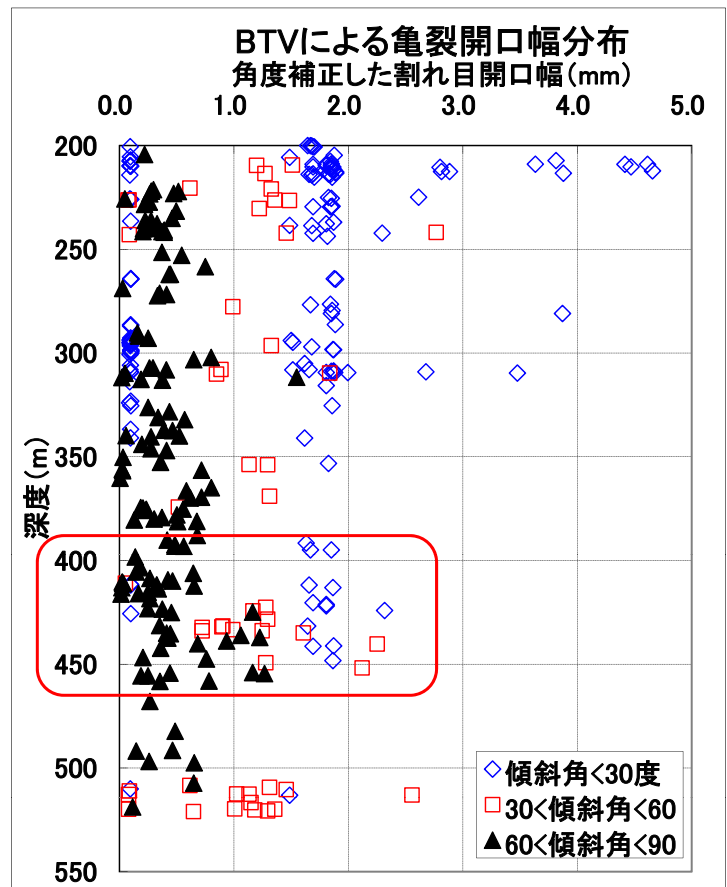
換気立坑深度約400m～450m付近の地質, 地下水状況

パイロットボーリングによる結果

- ・深度400m～450m付近には, 開口幅の極端に大きな割れ目はないが, 傾斜角が60°を超える高角度の割れ目が他区間に比べてやや卓越している(右図参照)。
- ・フローメータ検層, 透水試験結果から, 比較的透水性の高い区間(10⁻⁷～10⁻⁶m/secオーダー)が認められた。
- ・パイロットボーリング掘削時, 深度約410m～440mにかけてロッド挿入時の湧水量が約30リットル/分から約100リットル/分に増加。

以上のことから, 深度400m以深の換気立坑掘削においては, より一層湧水に留意する必要がある。

従来通り探り削孔を実施し, プレグラウチングの要否を把握する。

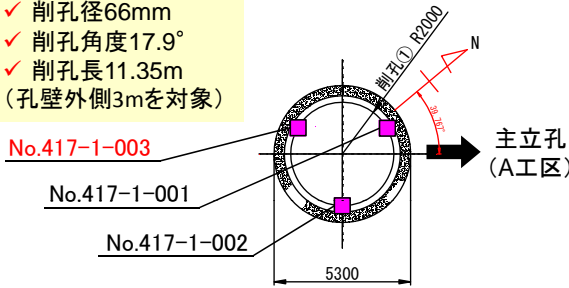


探り削孔の結果 (GL-417.8mから実施)

■ GL-417.8mからの探り削孔の結果

削孔配置図 (GL-417.8m平面図)

- ✓ 削孔径66mm
- ✓ 削孔角度17.9°
- ✓ 削孔長11.35m (孔壁外側3mを対象)



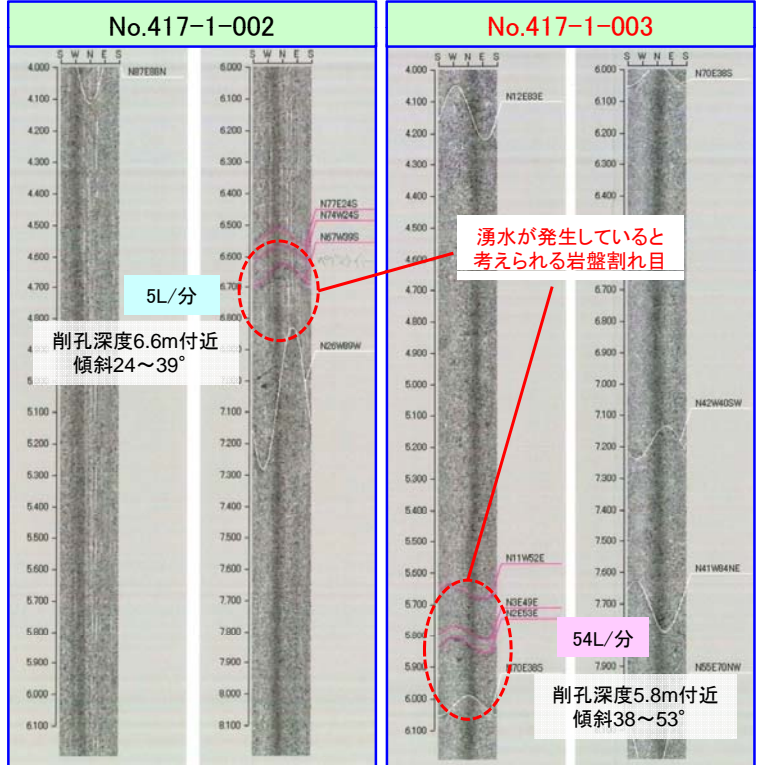
湧水量・湧水圧測定結果 (GL-417.8mから)

| 孔No. | 湧水量 (L/min) | 湧水圧 (MPa) | 換算ルジオン値 (水押し試験結果) |
|-----------|-------------|-----------|-------------------|
| 417-1-001 | 0.075 | 2.77 | 0.003 |
| 417-1-002 | 5 | 2.73 | 0.219 |
| 417-1-003 | 54 | 2.75 | 2.352 |

参考 GL-400以深の探り削孔結果一覧

| 深度 | 換算ルジオン値 (探り削孔時の湧水量、湧水圧から算定) | | | |
|----------------|-----------------------------|------|------|------|
| | 001 | 002 | 003 | 004 |
| -400.7~ -413.0 | 0.16 | 0.01 | 0.17 | - |
| -410.0~ -420.8 | 0.44 | 0.04 | 0.14 | - |
| -417.8~ -428.6 | 測定不可 | 0.18 | 1.92 | - |
| -425.4~ -436.2 | 0.00 | 0.14 | 0.12 | 0.05 |

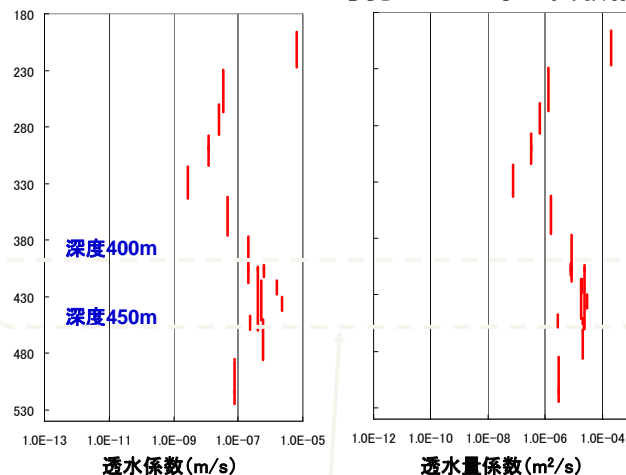
BTV観察結果 (GL-417.8mから)



- 孔内深度6m付近を削孔時に湧水が発生
- BTV観察から、中角度割れ目からの湧水の可能性がある

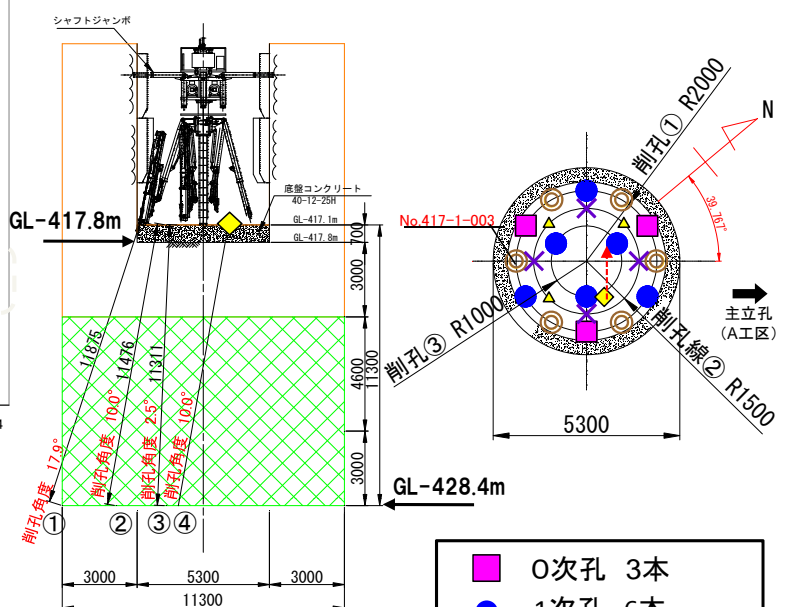
換気立坑の深度417.8m~428.4mにおける プレグラウチング計画

パイロットボーリング06MI03号孔における水理試験結果



プレグラウチング実施の可能性が高い区間
・探り削孔で得られる湧水量、湧水圧、ルジオン値等にもとづき実施について判断

プレグラウチング1シフトの対象範囲と削孔長



| ルジオン値 | 注入開始配合 | 配合切替基準 | | | | | 配合比 (C:W) | | 合計 |
|----------|--------|--------|-----|-----|-----|-------|-----------|-------|----|
| | | 1:8 | 1:6 | 1:4 | 1:2 | 1:1.5 | 1:1 | | |
| Lu<5 | 1:8 | 400 | 400 | 400 | 400 | 600 | 800 | 3,000 | |
| 5≤Lu<10 | 1:6 | - | 400 | 400 | 400 | 800 | 1,000 | 3,000 | |
| 10≤Lu<20 | 1:4 | - | - | 400 | 800 | 800 | 1,000 | 3,000 | |
| 20≤Lu | 1:2 | - | - | - | 800 | 1,000 | 1,200 | 3,000 | |

深度200m付近(接続部, ボーリング横坑, 一般部)において 実施したプレグラウチングとの相違点

施工の合理化を図った内容

- ステージ長を5mから7.8mに延長
- 探り削孔をグラウチングにおける注入孔として利用

地質, 地下水状況に応じて設定した内容

- 割れ目の開口幅や透水係数などの対象地山状況を踏まえ, 超微粒子セメントを使用
- 1Luから最大で10Lu程度という地山の透水性を踏まえ, 超微粒子セメントの止水性に期待し, プレグラウチングの適用基準を2Luから1Luとした
(工学技術開発テーマを念頭に, より低透水性の改良を実施することも目的の一つとした)
- 亀裂の走向傾斜を考慮したチェック孔を配置

グラウト材料の選択

換気立坑深度418.7m~428.4m区間の特徴

- 割れ目の開口幅は深度200m付近に比べて小さい。
- 透水係数 $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{m/sec}$ オーダー, ルジオン値1Luから最大で10Lu程度であり, 深度200m付近より透水性は低い。
- 高角度の割れ目が深度200m付近より比較的多く存在していることから, 注入孔を割れ目に直交する方向に削孔することが困難である。



- 以上のことから, グラウト材が割れ目に浸透しにくいと考えられ, 普通ポルトランドセメントよりも浸透性に優れる**超微粒子セメント**を使用。

まとめ

坑道掘削において得られた割れ目に関する情報

- ・壁面観察では、グラウトの狭在が確認された割れ目のほとんどは、深度400m以深で卓越しているNE方向の高角度割れ目であり、これが「水みち」と考えられる。
- ・一方、坑道掘削前に実施した探り削孔のBTV観察では、中角度割れ目が湧水発生源として推測されており、上述の高角度割れ目と水みちとして連結している可能性が考えられる。

プレグラウチングの注入結果

単位セメント注入量：

- ・探り削孔で54リットル/分の湧水が確認された孔でのみ100kg/m超（約2800リットル）
- ・普通ポルトランドセメントよりも単位セメント注入量が大きい傾向
- ・他の孔においては、ほとんどが数kg/m以下

ルジオン値：

- ・チェック孔では1Lu以下となっており、目標ルジオン値を満足している。

前回委員会（12月5日）時点での 評価結果と残された課題 と その後の主な進捗状況

H21年度の進捗状況 (深地層における工学技術の基礎の開発)

| 中期計画（抜粋） | 平成21年度計画 | 平成21年度実績 (平成21年11月30日現在) |
|---|---|--|
| 坑道掘削に係る工学技術や影響評価手法についても検討を行い、適用性や信頼性を確認するとともに、その後の調査研究に向けて最適化を図る。 | <ul style="list-style-type: none"> 岩盤の変位・応力観測を実施し、掘削の影響や坑道設計・覆工技術等の妥当性を評価し、以深の掘削工事、対策工事の最適化を検討 | <ul style="list-style-type: none"> 岩盤のひずみ、変位、応力観測を継続・データ解析中。今後、解析結果を踏まえて、深度400m程度までの設計や施工の妥当性を検討 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 湧水抑制対策（グラウチング）の有効性を確認 | <ul style="list-style-type: none"> 坑道掘削に先立ち取得した地質環境情報から設定した注入仕様に基づいてグラウチングを実施した結果、設定した目標値以下に湧水抑制が可能であることを確認 |

- 中期計画に対する評価（平成21年11月30日現在）
- 研究坑道掘削工程に遅延が生じたものの、掘削した深度までに適用した技術の妥当性を概ね確認

深地層の工学技術の基礎の開発(1/2)

健全な土岐花崗岩中を掘削している換気立坑においては、

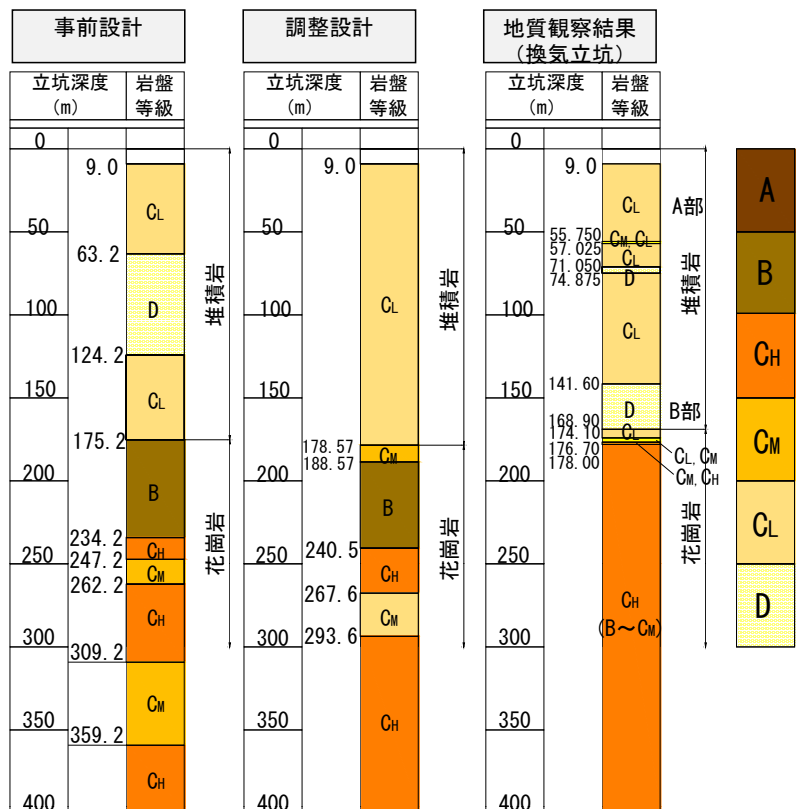
- 調整設計時の岩盤分類と実際の壁面観察における岩盤分類はほぼ整合
- 掘削ずりによる一軸圧縮試験結果と地上からの調査段階で設定したそれはほぼ一致



事前設計深度400mまでの範囲で事前設計時に適用した岩盤モデルは、ほぼ妥当と判断

設計と掘削ずりの試験結果の比較

| | 事前設計 | 掘削ずりを用いた岩石試験 | |
|--------------------------|-------|--------------|-------------|
| | | GL-200~300m | GL-300~400m |
| 湿潤密度(g/cm ³) | 2.65 | 2.62 | 2.62 |
| 一軸圧縮強度(MPa) | 173.3 | 174.6 | 166.0 |
| 破壊ひずみ(%) | 0.33 | 0.31 | 0.30 |
| 変形係数(GPa) | 53.1 | 57.2 | 58.2 |
| P波速度 Vp(km) | 5.48 | 4.52 | 4.68 |



設計と壁面観察結果の比較(電中研式岩盤分類)

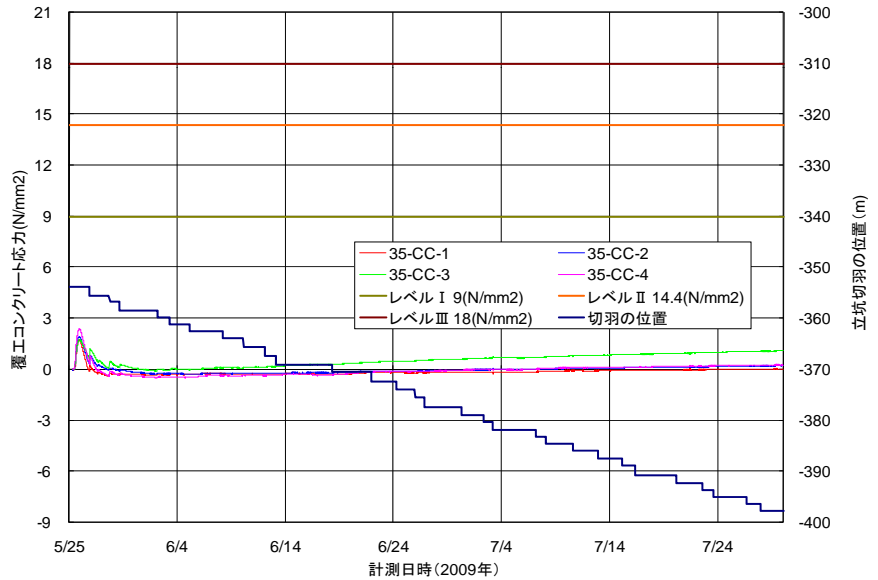
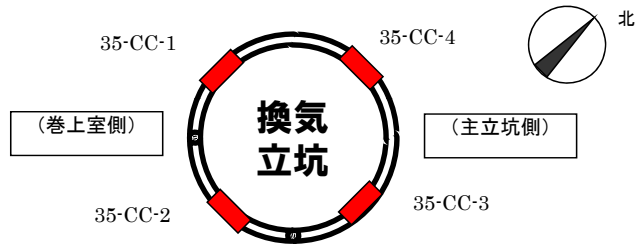
深地層の工学技術の基礎の開発(2/2)

健全な土岐花崗岩中を掘削している換気立坑においては、

・岩盤変位、覆工応力等は、設計時の予測とくらべ非常に小さい

支保工の健全性については、当初設計は安全側の評価

健全な土岐花崗岩中を掘削している換気立坑においては、やや安全側に偏りつつも当初設計に適用した技術は妥当と判断



覆工応力計測結果(換気立坑深度350m地点)

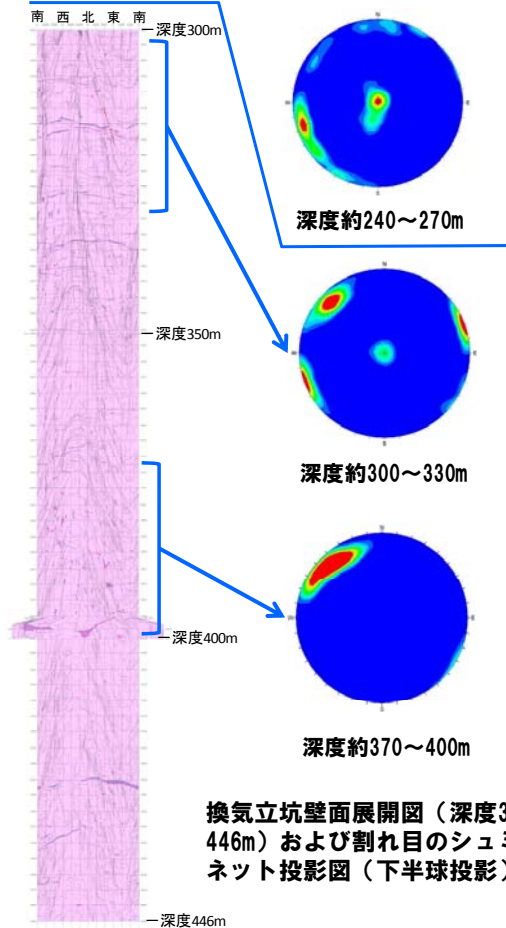
H21年度の進捗状況 (深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備)

| 中期計画(抜粋) | 平成21年度計画 | 平成21年度実績 (平成21年11月30日現在) |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 岐阜県瑞浪市において結晶質岩と淡水系地下水を研究対象とした深地層の研究計画を進める。 中間深度(瑞浪市:地下500m程度)までの坑道掘削時の調査研究を行う。 得られた地質環境データに基づき、地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性の評価を行う。 これらを通じ、精密調査における地上からの調査で必要となる技術の基盤を整備する。 | <ul style="list-style-type: none"> 坑道壁面の地質観察 | <ul style="list-style-type: none"> 用地中央部の遮水性を有する断層の存在などを確認 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 湧水観測装置を用いた湧水量及び水質の経時変化の観測 | <ul style="list-style-type: none"> 湧水量に関しては、取得データの信頼性について検討中 水質に関しては、掘削の進捗や断層を隔てた水質の変化を把握 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 地上および既設の水平坑道から掘削したボーリングにおける地下水観測装置を用いた地下水の水圧及び水質の変化の観測の継続 | <ul style="list-style-type: none"> 水圧および水質観測の結果、断層を隔てた異なる傾向の変化を確認 坑道近傍のスキン効果の程度を確認 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認し、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価 | <ul style="list-style-type: none"> 上記の調査結果から、地上からの調査で推定した地質環境モデルの構成要素の一部についての妥当性を確認 地上からの調査技術へのフィードバックを考慮した地質環境モデルや調査手法の妥当性評価方法を検討 |

● 中期計画に対する評価(平成21年11月30日現在)

- 研究坑道掘削工程に遅延が生じたものの、掘削した深度までに取得された情報に基づき、地質環境モデルの構成要素の一部についての妥当性を確認
- 地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価の考え方を要検討

深部地質環境の調査・解析・評価技術 (壁面地質調査)



実施内容

- 深度約300~460mの研究坑道の壁面地質調査

主な成果

➤ 主立坑：

- ・断層ガウジは深度約460mにおいてもNNW走向を有し、立坑内にはほぼ鉛直に分布
- ・深度の増加に伴い変質帯の規模(幅、程度)が小さくなる
- ・貫入岩の分布は深度350mまでに限られ、この区間で変質が強い傾向

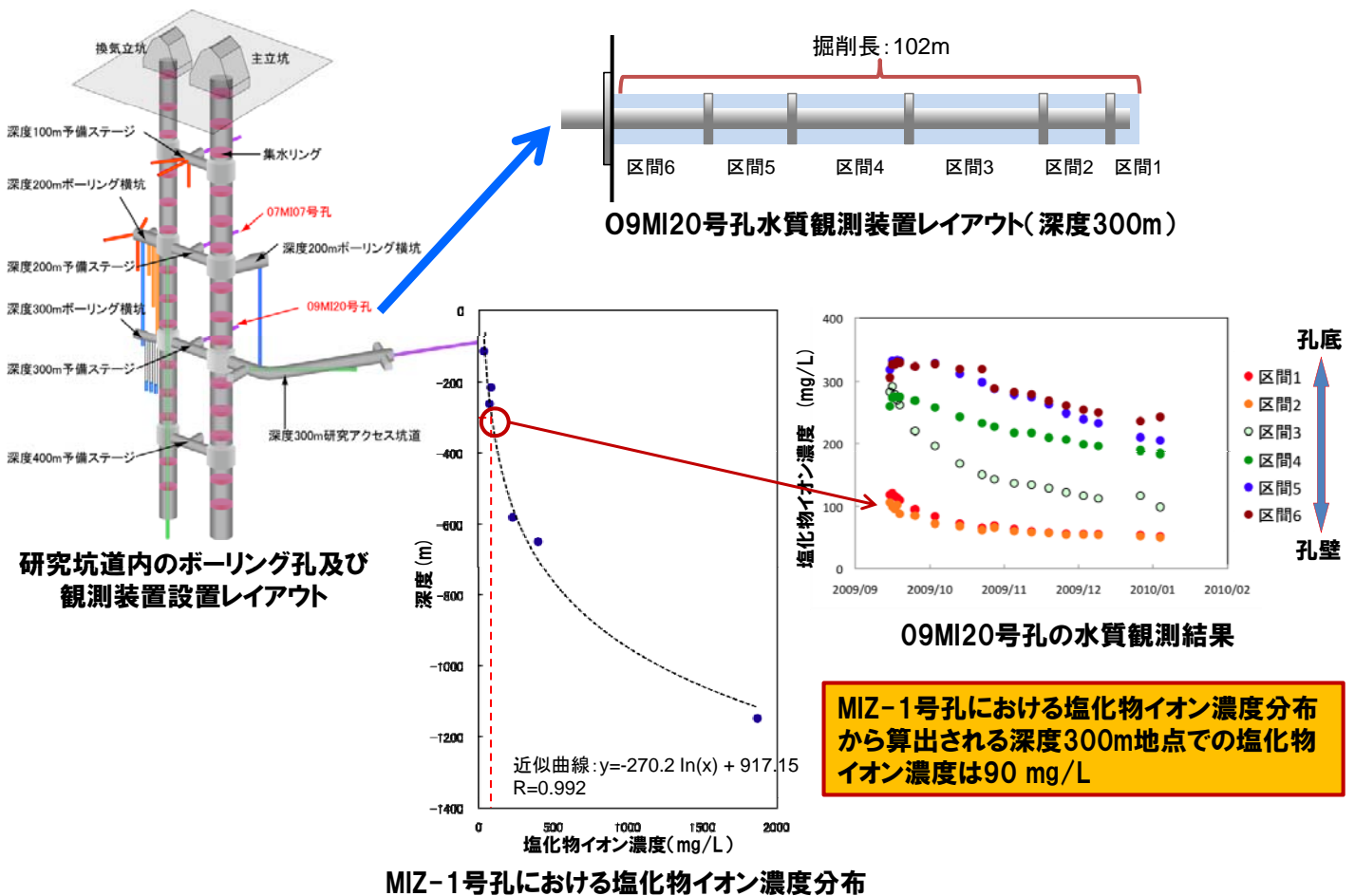
➤ 換気立坑：

- ・高角度傾斜の割れ目の走向が深度の増加に伴いNNW系からNE系に変化(左図)
- ・プレグラウチング^(*)によるグラウト材はNE系の割れ目に介在

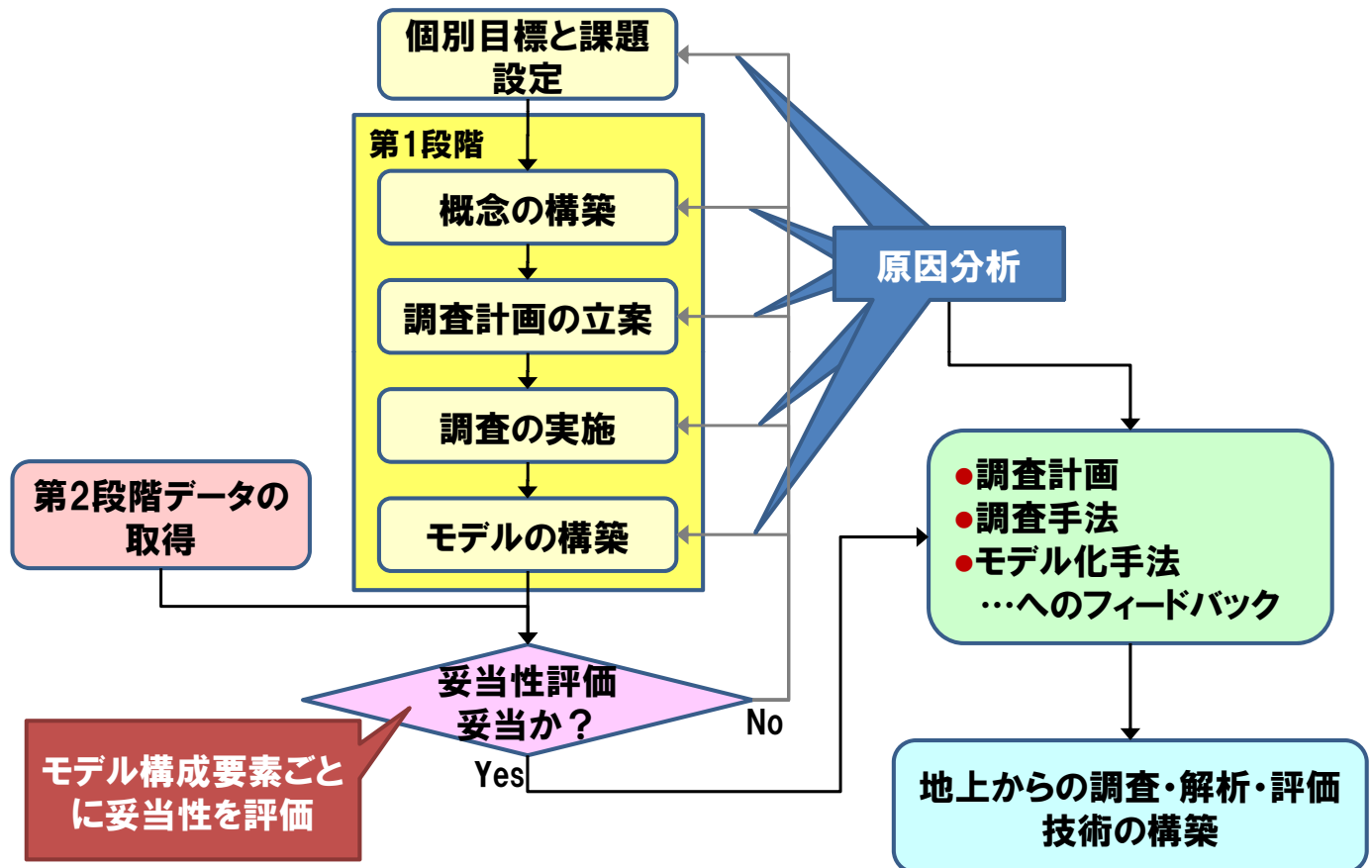
⇒湧水割れ目(帯)の地質構造モデルへの反映について検討中

[*：グラウト注入区間：深度約421~428m及び446~453m]

深部地質環境の調査・解析・評価技術 (研究坑道内における地下水水質観測の現状)



地上からの調査技術の妥当性評価の考え方(案)



21

地質環境モデルの妥当性確認の考え方

- 研究坑道や坑道からのボーリング孔で直接観察／測定…
 - ✓ **できる**モデル構成要素（断層の形状や地質学的性状など）
 - 位置や性状の実測値（観察結果）と第1段階での予測結果とを比較
 - ✓ **できない**モデル構成要素（サイトスケール全体の空間分布（例えば、断層分布や水理特性分布、水質分布）など）
 - 第2段階データに基づき更新した地質環境モデルと第1段階で構築した地質環境モデルとを比較
 - ⇒各分野のデータを整合的に説明できる地質環境モデルの構築が重要
- 比較した結果、相違がある場合は、それが設計・施工や安全評価のそれぞれの観点で許容できるかどうかを評価

22

地質環境モデルの妥当性確認の考え方 — 直接観察／測定できるモデル化要素の例 —

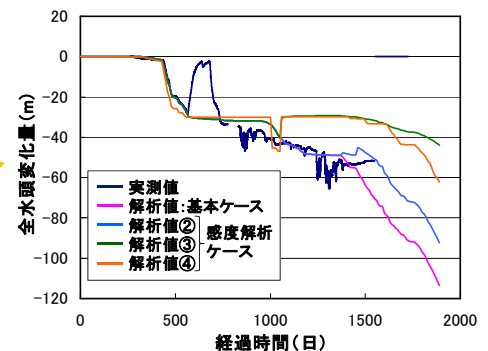
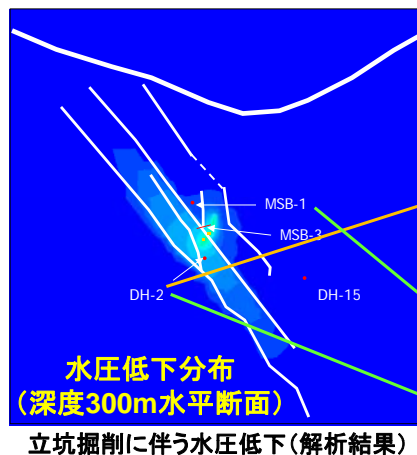
主立坑沿いの北北西走向の断層の場合

| 着眼点 | 課題 | 予測結果 (第1段階終了時点) | 調査結果 (現時点まで) | 妥当性 | フィードバック |
|----------|-------------------------------------|---|---|--|--|
| 設計 施工 | 地下空洞周辺 における 不連続構造などの 有無の把握 | 位置 ✓両立坑間に分布 特性 ✓断層主要部とその周辺 に割れ目を伴う 断層帯の幅 ✓堆積岩部：約1m ✓花崗岩部：約15m ✓変質：予測せず | 位置 ✓主立坑沿いに高角度で 分布 特性 ✓断層主要部とその周辺 に割れ目帯を伴う 断層帯の幅 ✓花崗岩部：約15m ✓変質：主立坑直径を超 える程度の幅 | 位置 ：× ✓設計・施工に 影響を及ぼす程 度のずれ 特性 ：○ 断層帯の幅 ：× ✓設計・施工に 影響を及ぼす変 質を予測できず | 位置 ： ✓調査計画 の見直し 断層帯の 幅 ： ✓調査計画 の見直し |
| 安全評価 | 移行経路として 重要な構造の把握 | 位置 ✓両立坑間に分布 特性 ✓断層主要部とその周辺 に割れ目を伴う 断層帯の幅 ✓堆積岩部：約1m ✓花崗岩部：約15m | 位置 ✓主立坑沿いに高角度で 分布 特性 ✓断層主要部と周辺に割 れ目帯を伴う 断層帯の幅 ✓花崗岩部：約15m | 位置 ：○ ✓10m程度のずれ 特性 ：○ 断層帯の幅 ：○ | |
| | 岩盤中の透水性 分布の把握 | 特性 ✓透水異方性を有する | 特性 ✓透水異方性を示唆（水 圧変化や壁面観察より） | 特性 ：○ | 特性 ： ✓より高度 の調査手 法の提案 |

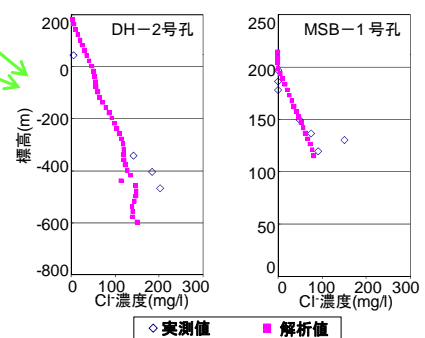
地質環境モデルの妥当性確認の考え方 — 直接観察／測定できないモデル化要素の場合 —

● これまでは…

深度約460mまでの掘削に伴って取得された情報に基づき、第1段階で構築した地質環境モデルの妥当性確認作業を、**分野毎に実施**



立坑掘削に伴う水圧低下の経時変化



立坑掘削深度200m到達時の
塩化物イオン濃度

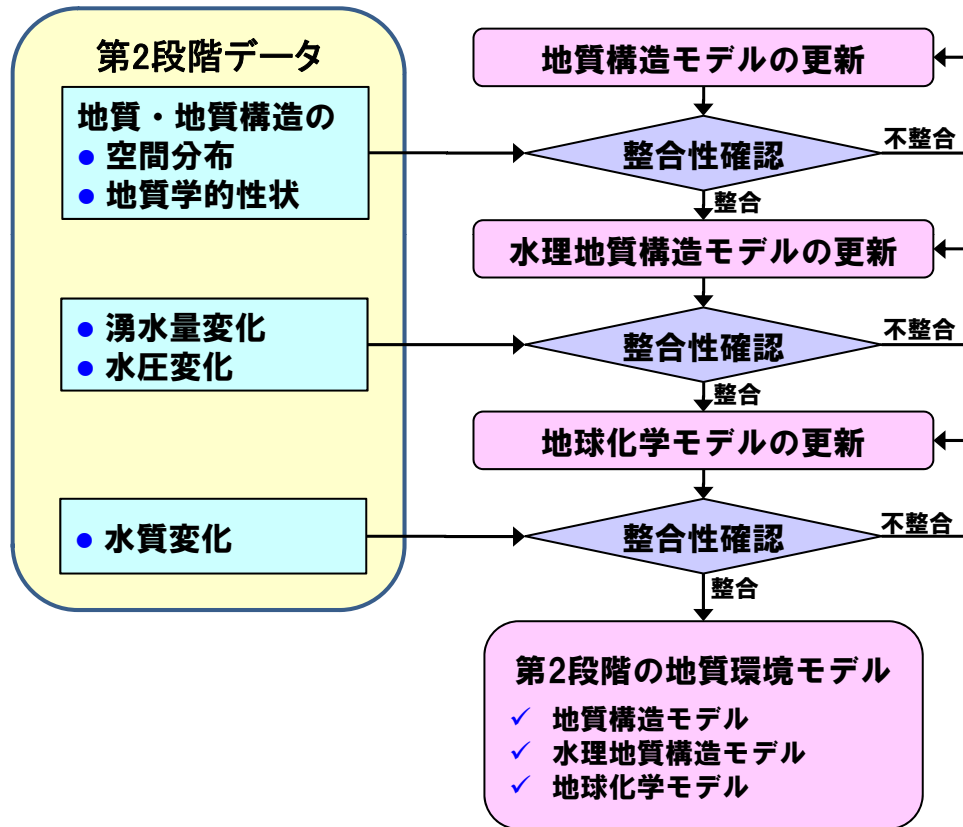
● その作業を通じて…

- ✓ **第1段階モデルの更新の考え方**
(第2段階で取得した各分野のデータを整合的に説明できる地質環境モデル構築の考え方)
- ✓ **第1段階モデルの妥当性確認の考え方**

…を整理

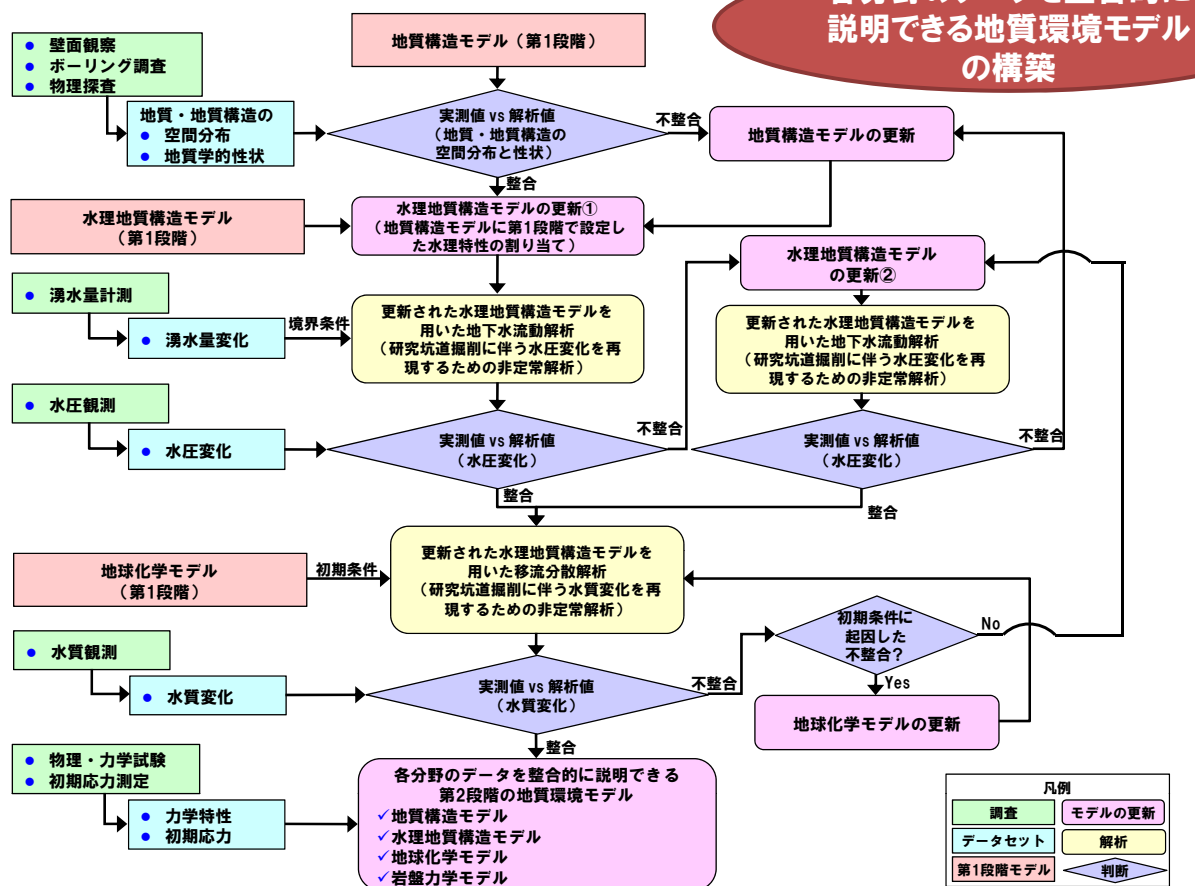
地質環境モデルの妥当性確認の考え方 — 直接観察／測定できないモデル化要素の例 —

- 研究坑道掘削に伴う水圧変化及び水質変化（塩化物イオン濃度の変化）を説明できる地質環境モデルの構築

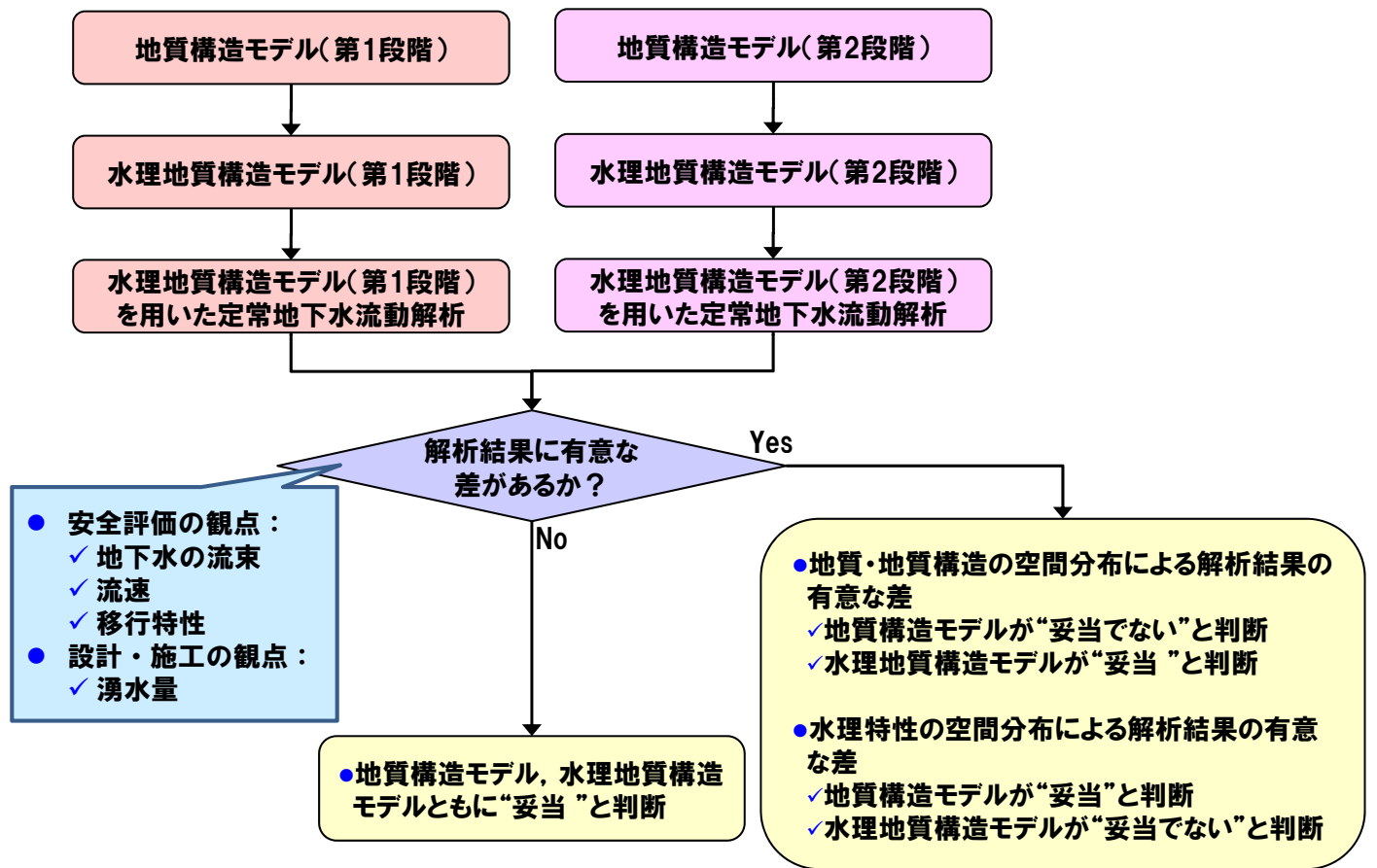


地質環境モデルの妥当性確認の考え方 — 直接観察／測定できないモデル化要素の例 —

地質環境モデルの更新フロー(案)



地質環境モデルの妥当性確認の考え方 — 直接観察／測定できないモデル化要素の例 —



27

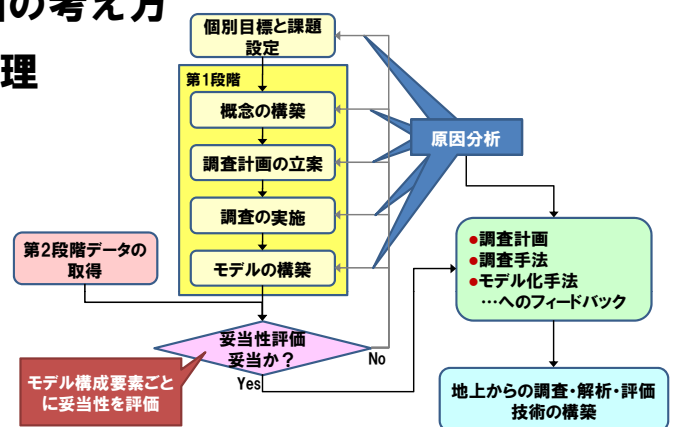
中期計画に対する評価（H21年度末）

● 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備

➢ これまで分野毎に実施してきた第1段階モデルの妥当性確認作業を通じて、総合的／体系的な…

- ✓ 第1段階モデルの更新の考え方
- ✓ 第1段階モデルの妥当性確認の考え方
- ✓ 地上からの調査技術の妥当性評価の考え方

…を整理



● 深地層における工学技術の基礎の開発

➢ 深度約460mまでの掘削に適用した工学技術の妥当性を確認

28

残された課題

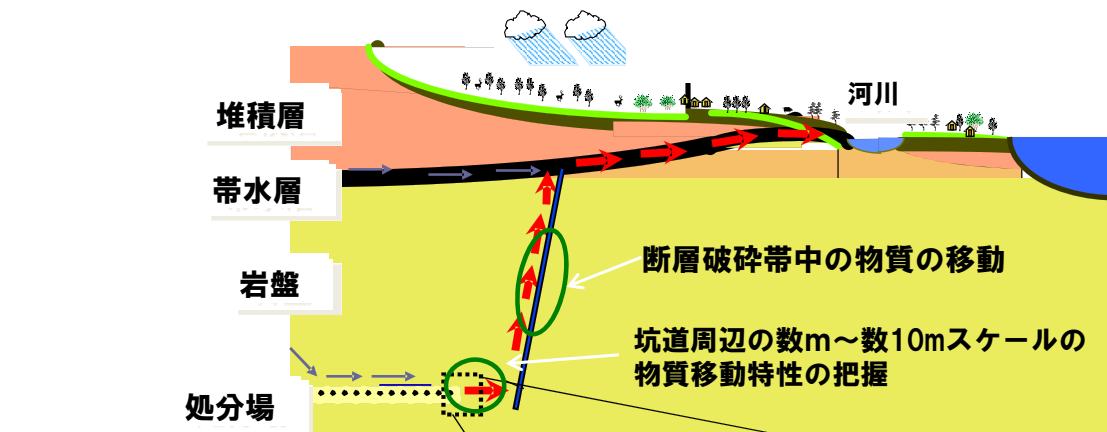
- 地上からの調査技術の妥当性評価の実施
 - 第1段階の地質環境モデルの妥当性の確認
 - 妥当性確認結果のフィードバック
 - 妥当性確認の考え方の適用性の確認
- 第1段階の地質環境モデルの妥当性の確認に必要な新規データの取得
 - 研究坑道周辺に分布する不連続構造（北北西断層）の透水不均質性の評価
 - 北北西断層以外の地質構造の調査の必要性の検討
 - ✓ 換気立坑沿いの割れ目帯の重要性の評価
 - ✓ 研究所用地南西端を通る推定断層の評価
- 地質環境の長期変化に関する研究

29

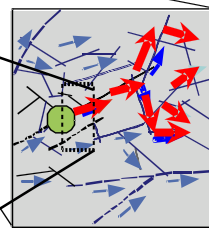
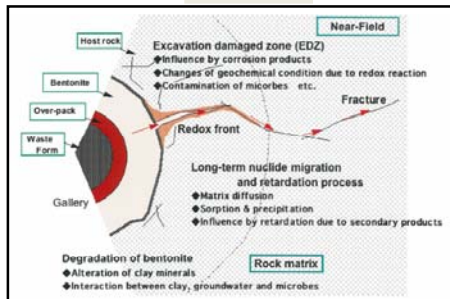
今後の計画

30

第2段階・第3段階の調査研究の考え方



JNC (1999) に加筆



- 単一亀裂
- ▶ 開口幅など
- ネットワーク
- ▶ 水理学的有効空隙率など

- 掘削に伴う坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価
- 人工材料や埋め戻しによる坑道周辺の岩盤の変化
- 水理-力学-地球化学-熱に関わる連成現象が地質環境特性に与える影響の把握

「個別目標と課題」 マイナーチェンジと調査段階／空間スケールの対比

| 全体目標 | 個別目標 | 課題 | 第1段階 | | 第2段階 | | 第3段階 | |
|-------------------------|----------------------|-------------------|------|---|------|---|------|---|
| | | | S | B | S | B | S | B |
| 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備 | 地質構造の三次元的分布の把握 | 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 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 地下水の流動特性の把握 | 地質/地質構造の長期変化の推定 | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| | | 地下水流動場の把握 | ○ | - | ○ | - | - | - |
| | | 地下水流束分布の把握 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 地下水の地球化学特性の把握 | 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 | ○ | - | ○ | - | - | - |
| | | 地下水のpH・Eh環境の把握 | ○ | - | ○ | - | - | - |
| | 物質移動の遅延効果の把握 | 地下水の水質変化の推定 | ○ | - | ○ | - | - | - |
| 物質移動場の把握 | | - | ○ | - | ○ | - | ○ | |
| 岩盤の吸着・拡散特性の把握 | | - | ○ | - | ○ | - | ○ | |
| EDZの地質環境特性の把握 | コロイド/有機物/微生物の影響の把握 | - | - | - | ○ | - | ○ | |
| | EDZの範囲の把握 | - | ○ | - | ○ | - | ○ | |
| | EDZの透水性、物理・力学特性分布の把握 | - | ○ | - | ○ | - | ○ | |
| 希釈効果の把握 | 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 | ○ | - | - | - | - | - | |
| 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備 | 地下空洞の力学安定性の把握 | 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 | ○ | - | ○ | ○ | - | - |
| | 地下空洞への地下水流入状態の把握 | 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 | - | - | - | ○ | - | - |
| | | 地下空洞への流入地下水水質の把握 | - | - | - | ○ | - | - |
| | 地下の温度環境の把握 | 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 | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| | 地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握 | 地下水の水質への影響の把握 | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| 排水放流先河川の水質の把握 | | ○ | - | ○ | - | ○ | - | |
| 振動・騒音の把握 | | ○ | - | ○ | - | ○ | - | |
| 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備 | 地下施設の設計・施工 | 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 | - | ○ | - | ○ | - | - |
| | | 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 | - | - | - | - | - | ○ |

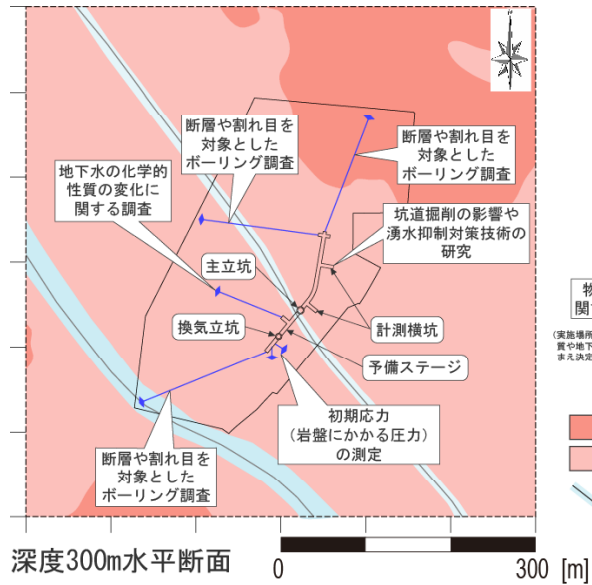
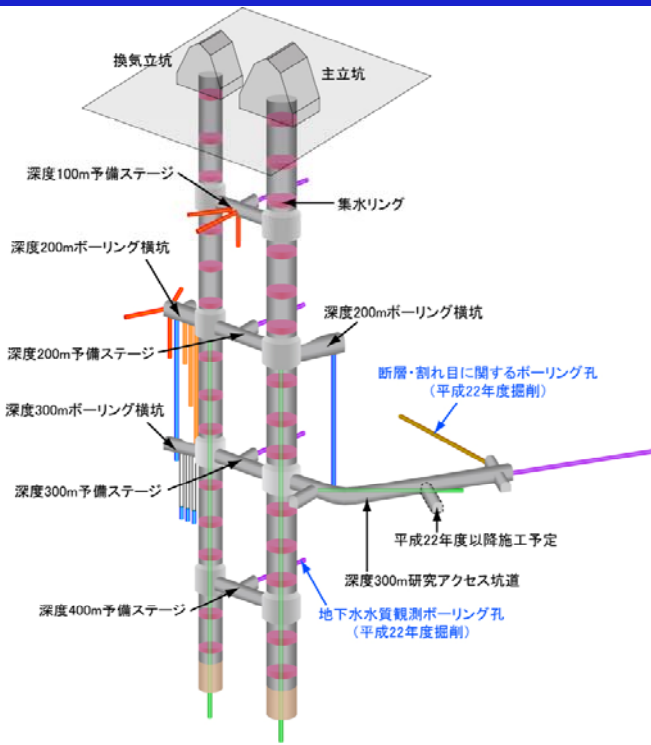
- 安全評価、地下施設の設計・施工および環境影響評価の観点から重要な地質環境の特性を把握することを調査研究の個別目標と課題として整理

- これまでの調査研究から得られた知見や、地層処分に関わる最近の動向を考慮して修正

- 主な修正点
 - ✓ 地質環境の長期変化を考慮
 - ✓ 「EDZの地質環境特性の把握」を安全評価の観点の個別目標として設定
 - ✓ 「地下空洞への地下水流入状態の把握」を地下施設の設計・施工の観点の個別目標として設定

(EDZ:掘削影響領域) (S:サイトスケール, B:ブロックスケール)
○: 主な研究対象の段階/スケール ○: 補助的な研究対象の段階/スケール

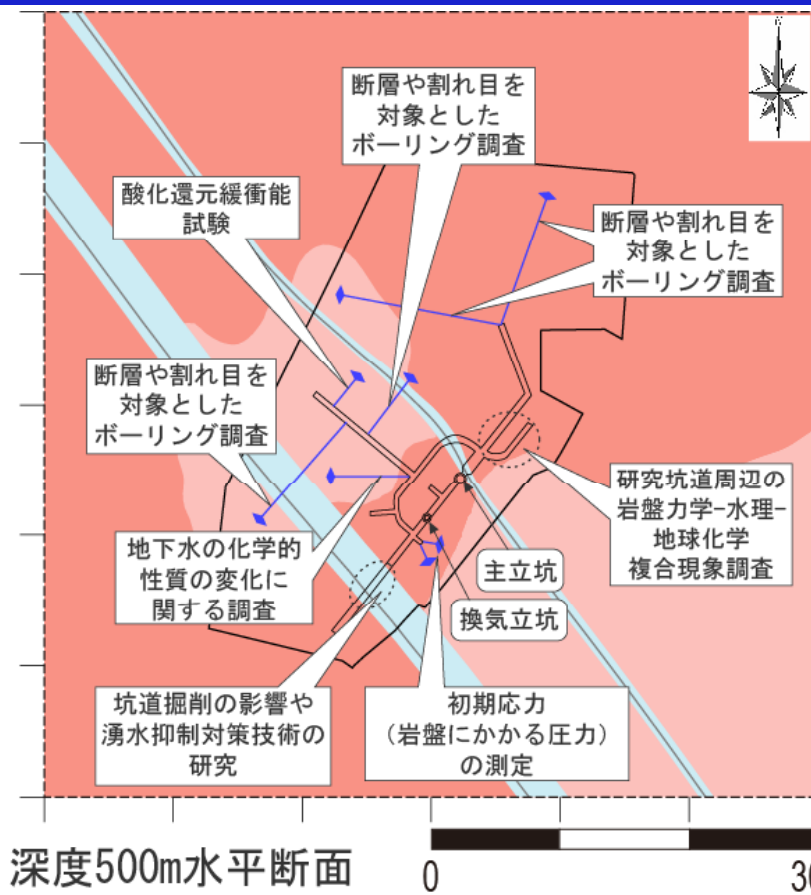
深度300mステージにおける調査計画(案)



- 地下水水圧観測ボーリング孔
- パイロットボーリング孔
- 初期応力測定ボーリング孔
- 平成21年度までの掘削範囲
- 地下水水質観測ボーリング孔
- ひずみ計測・先行変位計測ボーリング孔
- 断層・割れ目に関するボーリング孔
- 平成22年度までの掘削範囲

研究坑道におけるボーリング調査などのレイアウト

深度500mステージにおける調査計画(案)



※研究坑道のレイアウトの詳細については、今後検討予定

深度500m水平断面

第3段階の段階目標と主な実施内容

- 研究坑道からの調査・研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の拡張による深部地質環境の変化の把握
- 深地層における工学技術の有効性の確認

物質移動関連の特性評価手法※

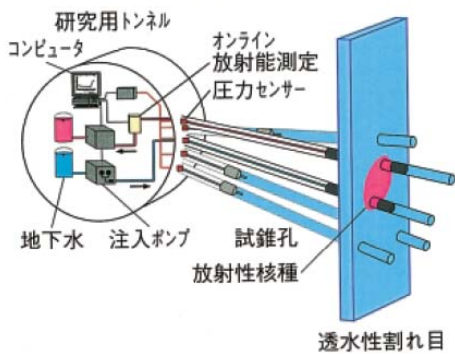
- ✓ 水理学的有効空隙率
- ✓ マトリクス拡散深さ
- ✓ ブロック試料を用いた室内試験
- 坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価
 - ✓ 性能評価・設計の観点を踏まえた坑道周辺岩盤の概念構築
 - ✓ 部分的な埋め戻しによる再冠水挙動の研究

※地質環境の長期変化評価の観点を含む

| 個別目標 | 課題 | 評価項目 | |
|------------|--------------------------------|---|-----------------|
| 安全評価 | 地質構造の三次元的分布の把握 | 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 | 物質移動特性の評価に関する研究 |
| | 地下水の流動特性の把握 | 地下水流動場の把握 地下水流束分布の把握 地下水流動特性の長期変化の推定 | |
| | 地下水の地球化学特性の把握 | 地下水の塩分濃度分布の把握 地下水のpH・Eh環境の把握 地下水の水質変化の推定 | |
| | 物質移動の遅延効果の把握 | 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 | |
| | EDZの地質環境特性の把握 | 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 | |
| 希釈効果の把握 | 帯水層の分布の把握 帯水層中などにおける流速分布の把握 | | |
| 地下施設の設計・施工 | 地下空洞の力学安定性の把握 | 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状態の把握 | 地下空洞への地下水流入量の把握 地下空洞への流入地下水水質の把握 | |
| | 地下の温度環境の把握 | 地温勾配分布の把握 岩盤の熱特性の把握 | |
| 環境影響評価 | 地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握 | 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 排水放流先河川の水質の把握 振動・騒音の把握 | |
| | 地下施設の設計・施工 | 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 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 (EDZ, 掘削影響領域) | |

物質の移動に関する調査研究

Nagra/JNC (JAEA) 国際共同研究 (Grimsel test site)

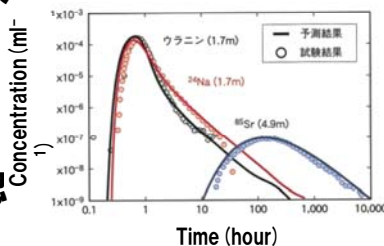


オーバーコアリング

原位置トレーサー試験の概要

- トレーサーとレジンの注入

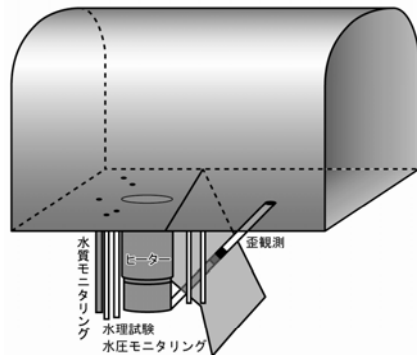
- 破過曲線の取得
- 予測解析結果の信頼性の確認



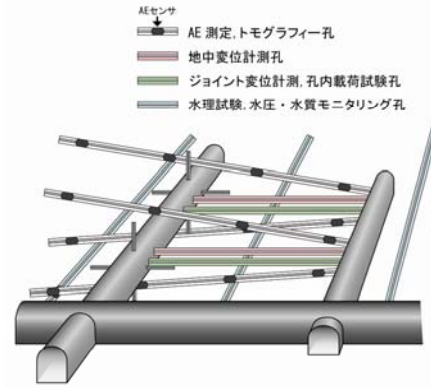
- 放射性核種の分布
- 単一の透水割れ目の可視化
- 間隙率の計測

➡ 概念や経験をMIUへ適用

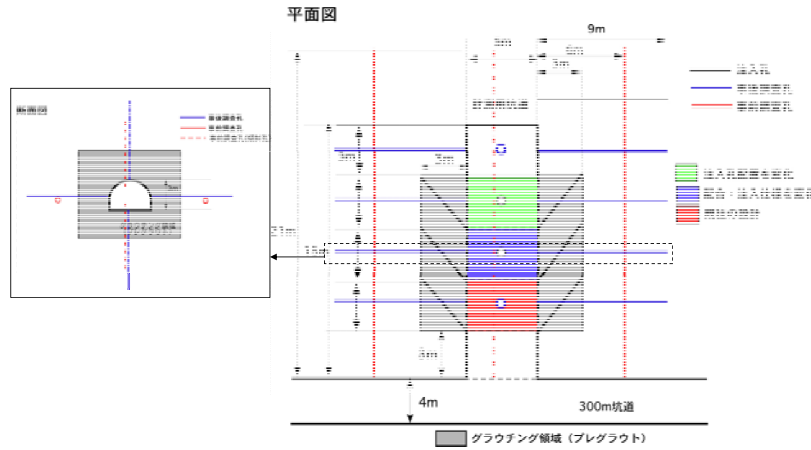
坑道周辺岩盤の地質環境特性に関する調査研究



熱応力下の水理試験



研究坑道周辺の岩盤力学-水理-地球化学複合現象調査



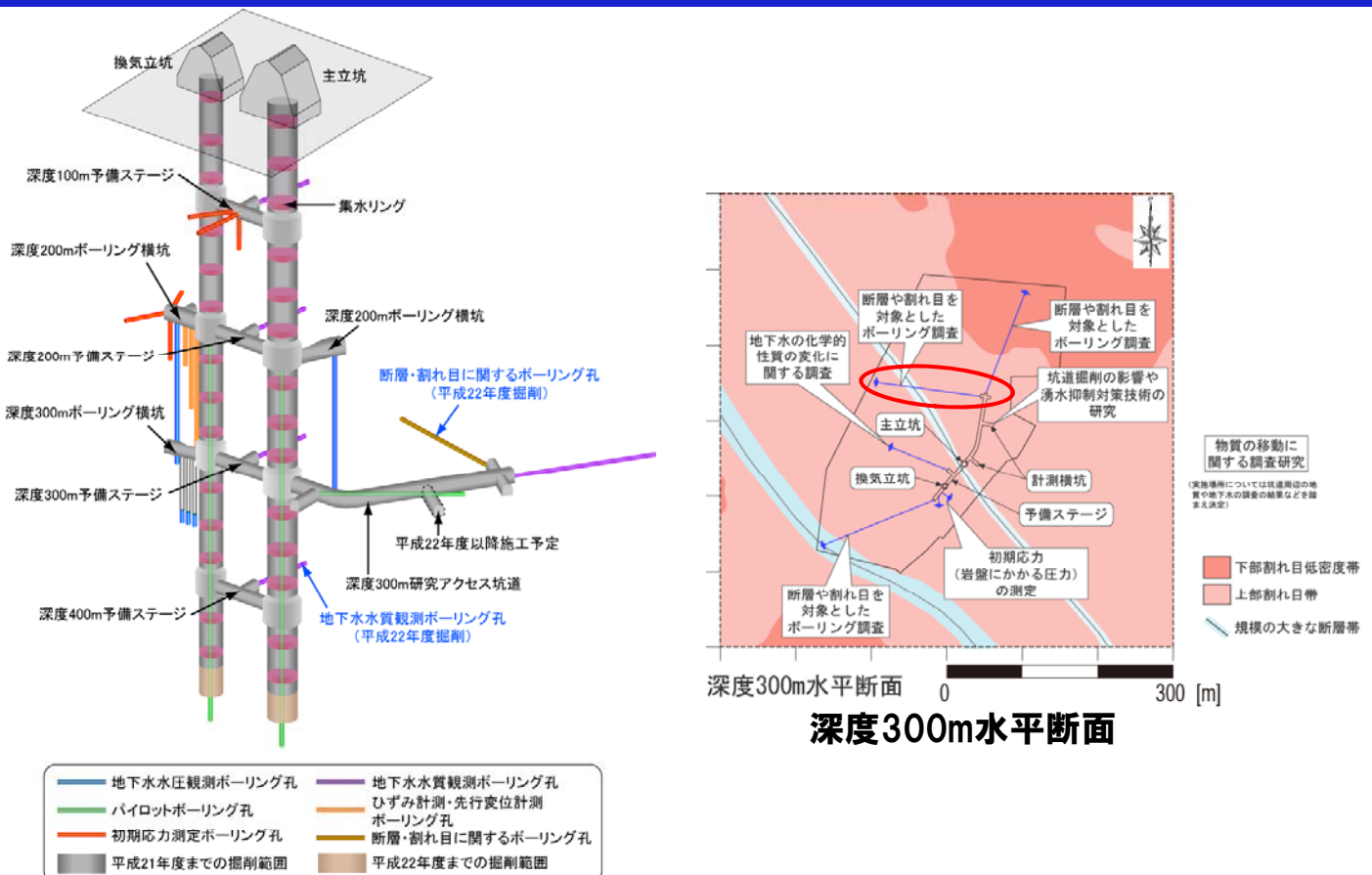
施工対策影響評価試験レイアウト案

H22年度の計画

平成22年度の主な実施項目

| 平成22年度の主な実施項目 | |
|---------------|---|
| 地質 | <ul style="list-style-type: none"> 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 深度300m研究アクセス坑道でのボーリング孔掘削及び、地質調査 地質構造モデルの構築・更新 |
| 岩盤水理 | <ul style="list-style-type: none"> 立坑の集水リングを用いた湧水量計測 既存ボーリング孔での間隙水圧モニタリングおよび表層水理観測 深度300m研究アクセス坑道でのボーリング孔を利用した水理試験及び、地下水水圧観測 水理地質構造モデルの構築・更新 データベース・地質環境データ解析・可視化システムの構築 |
| 地球化学 | <ul style="list-style-type: none"> 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 予備ステージボーリング孔における地下水水質観測 深度400m予備ステージでのボーリング孔掘削及び、水質観測 既存ボーリング孔における地下水水質観測 地球化学モデルの構築・更新 |
| 岩盤力学 | <ul style="list-style-type: none"> 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 岩盤力学モデルの構築・更新 岩盤の長期挙動評価手法の構築 |
| 物質移動 | <ul style="list-style-type: none"> 既存の調査結果を用いた物質移動の調査試験計画の策定 |

深度300mおよび400mステージにおける主な調査計画



ご清聴ありがとうございました