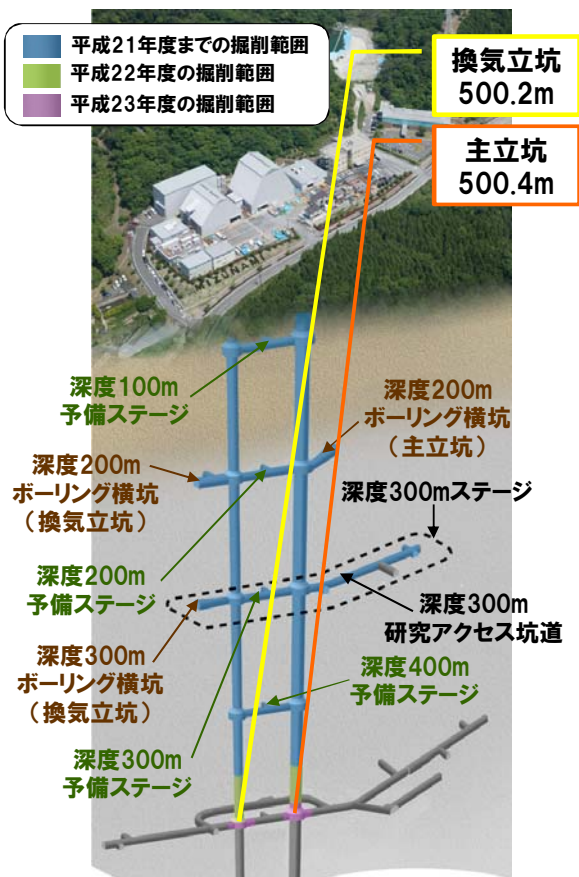


# 超深地層研究所計画および 地質環境の長期安定性研究の 現状と展開

平成23年11月9日  
日本原子力研究開発機構  
地層処分研究開発部門

## 超深地層研究所計画：施設建設の現状



※坑道の位置や長さなどは計画であり、地質環境や施工条件などにより、決定していきます。



【主立坑(深度500.2m)】



【換気立坑(深度500.2m)】

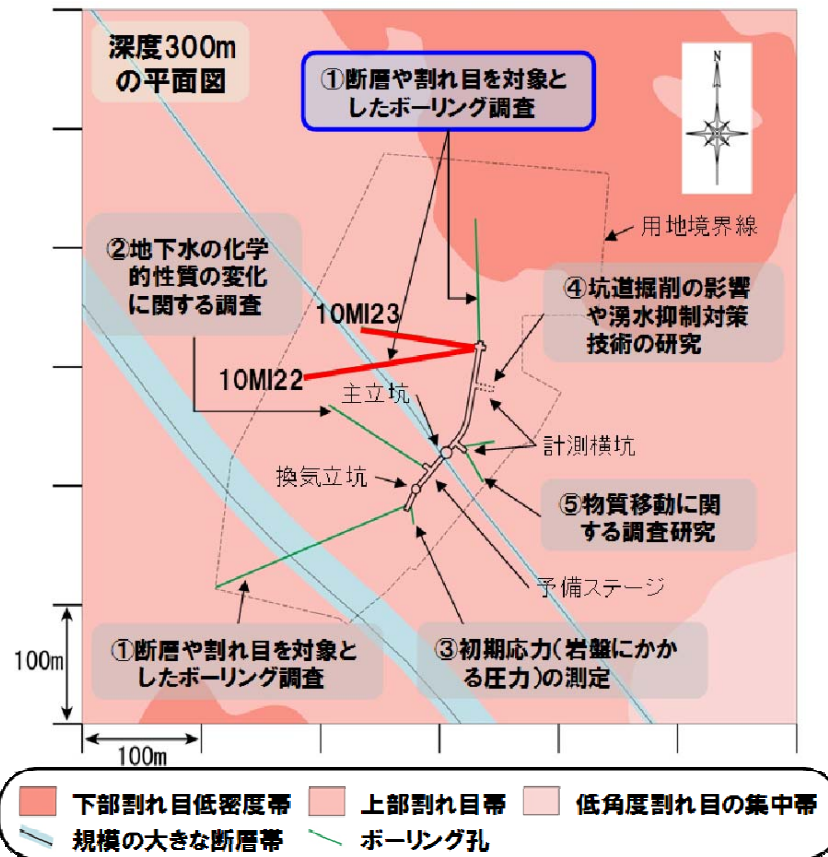
平成22年度掘削範囲	平成23年度掘削範囲
<b>【立坑掘削】</b> 主立坑： 深度459.6m⇒深度481.3m 換気立坑： 深度459.8m⇒深度497.7m	<b>【立坑掘削】</b> 主立坑： 深度481.3m⇒深度500m程度 換気立坑： 深度497.7m⇒深度500m程度
	<b>【水平坑道掘削】</b> 深度500mにおいて着手

## 平成22年度の実施内容

- 深度300m 研究アクセス坑道におけるボーリング調査により
  - 断層・割れ目の分布，水理特性および地下水の水質分布等を把握
  - 坑道周辺岩盤の物質移動特性に係わる情報を取得
- これまでに構築した地質環境モデルと調査で取得される情報の対比による，地質環境の調査技術やモデル化手法の妥当性を評価する考え方を検討
- 研究坑道掘削に伴う地質環境特性の変化を把握(モニタリング)
- 2本の立坑(主立坑および換気立坑)を深度 480m 程度まで掘削
- 第3段階の調査研究を開始

## 主要な成果

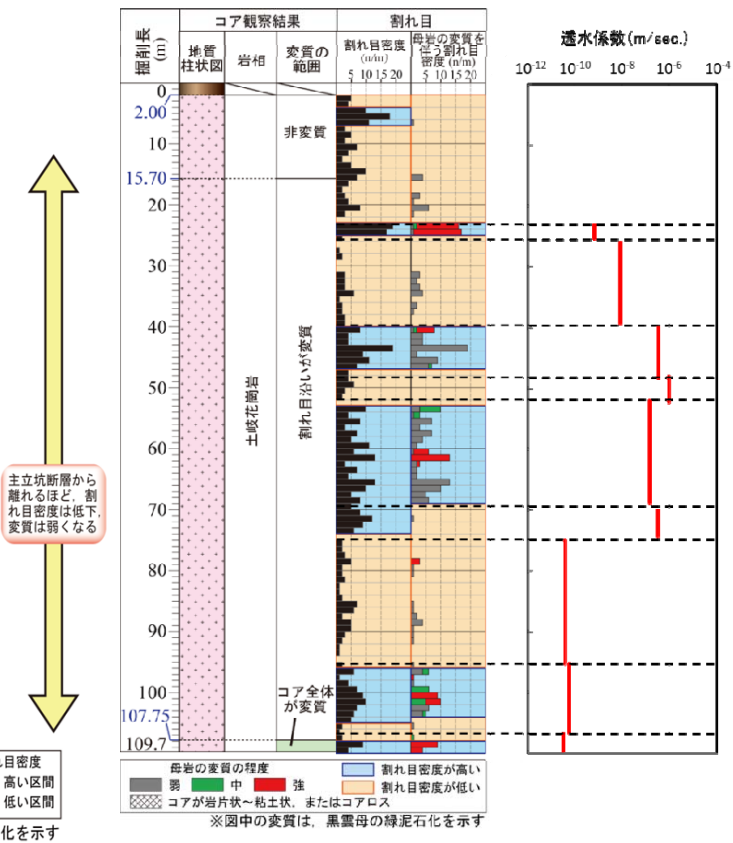
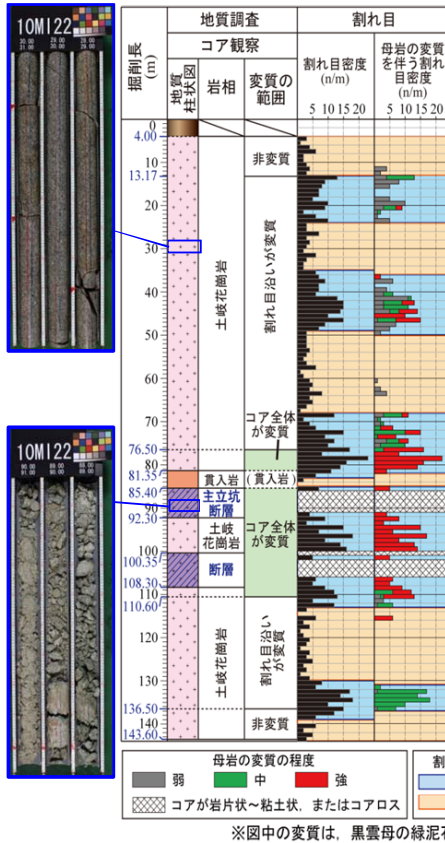
- 既存情報に基づく地質環境特性分布の予測・推定，調査試験計画の立案，データ取得の考え方と適用性の検討
  - トラブルを想定したボーリング調査計画立案の考え方を検討
  - 断層の遭遇位置は，ほぼ予測通り→モデルの妥当性を確認
  - 断層の割れ目密度や変質帯の分布に関して新たな知見を取得→モデルを更新
  - 断層が低透水性(遮水構造)であることを確認→モデルの妥当性を確認
    - 性能評価や地下施設の設計・施工への反映を念頭に整理
- 立坑掘削を通じた坑道の設計・施工技術等の適用性を確認



## 調査・試験項目

- 10MI22号孔
  - 岩芯観察 (以下、一部実施)
  - BTV、検層
  - 水理試験(長期揚水)
  - 採水・分析
- 10MI23号孔
  - 岩芯観察、BTV、検層
  - 水理試験(単孔式)
  - 採水・分析
  - 水圧モニタリング装置の設置・観測

- 主立坑断層に近い位置で、変質が岩盤全体に及ぶ区間が存在
- この区間の透水係数は  $10^{-11} \text{m/sec}$  オーダー

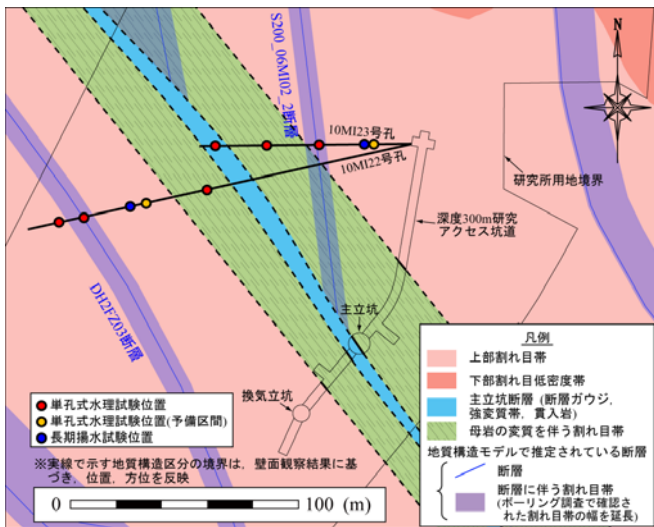


地質柱状図(10MI22号孔)

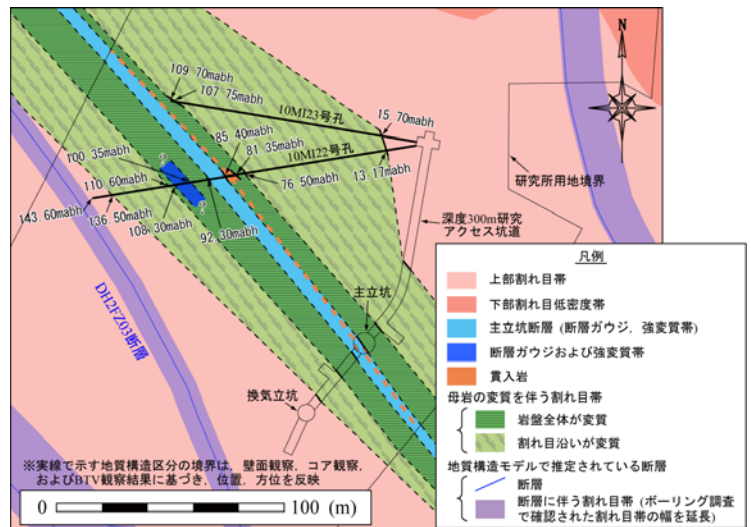
地質と透水係数の関連(10MI23号孔) 4

- 地質構造モデルの更新：変質の範囲に基づく見直し

調査前



調査後



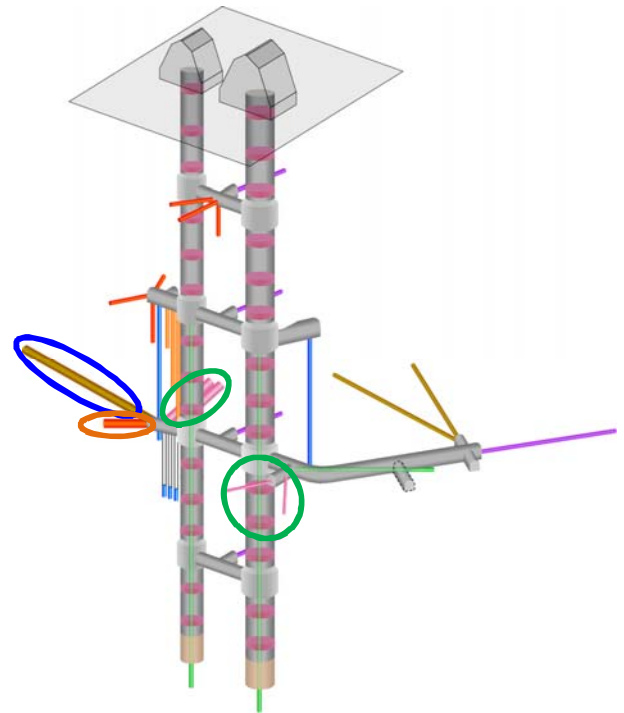
今後の予定

- 地質構造モデル
  - 割れ目密度の空間分布を推定
  - 変質鉱物の定性・定量により変質区分を見直し
- 水理地質構造モデル
  - 割れ目や変質の特徴と水理特性の関連を検討
  - 揚水試験による水圧応答データを用いたモデルキャリブレーション

## 平成23年度の実施内容

- 深度300mボーリング横坑(換気立坑)における**ボーリング調査**により
  - 断層・割れ目の分布, 水理特性および地下水の水質分布等を把握
  - 岩盤応力の状態を把握
  - 坑道周辺岩盤の物質移動特性に係わる情報を取得
- これまでに構築した地質環境モデルと調査で取得される情報の対比による, 地質環境の調査技術やモデル化手法の妥当性を評価する考え方の検討を継続(**机上検討**)
- 研究坑道掘削に伴う**地質環境特性の変化を把握(モニタリング)**
- 2本の立坑(主立坑及び換気立坑)を**深度 500m まで掘削し, 水平坑道掘削に着手**

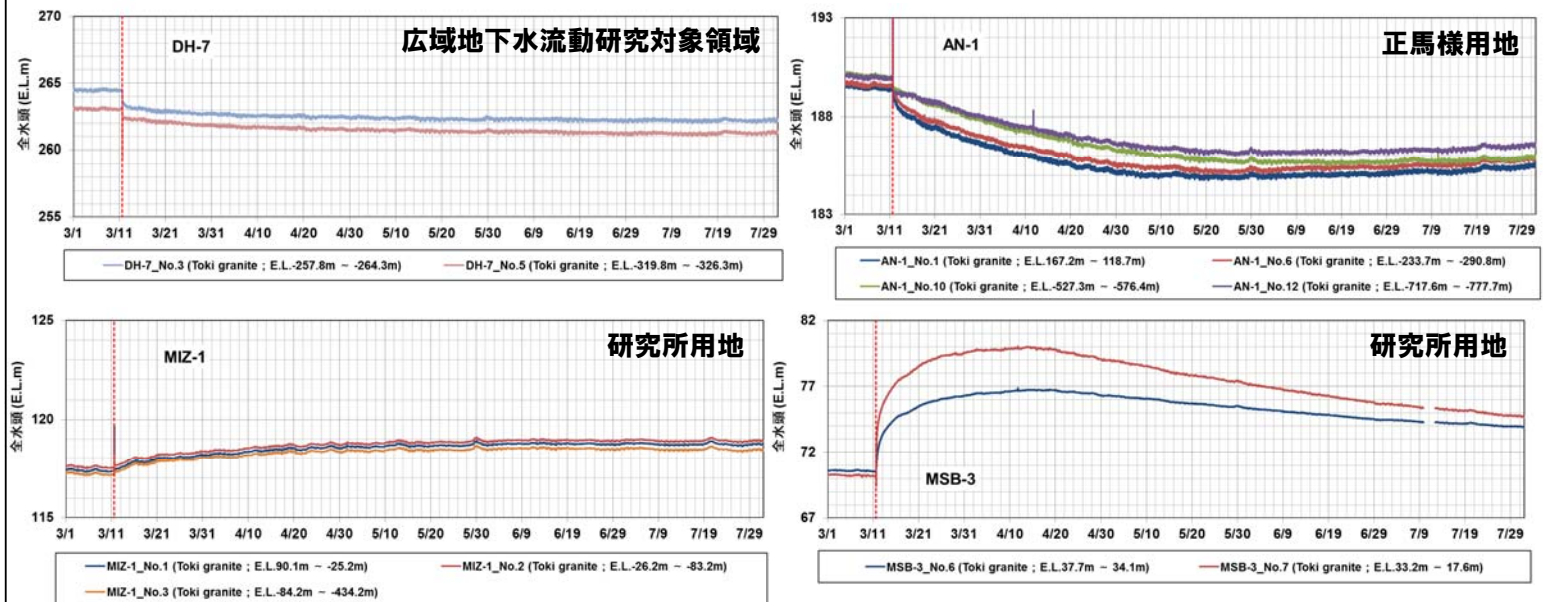
次年度に延期



ボーリング調査

- 断層・割れ目, 水理特性, 水質分布調査
- 物質移動特性調査
- 岩盤応力測定

## ● 東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日)に伴う地下水圧の変化



地震発生に伴う顕著な全水頭の変化を確認

- 広域地下水流動研究対象領域および正馬様用地では, **低下**(地震に伴う日本列島の体積歪の変化と**整合**)
- 研究用地およびその近傍では, **上昇**(**不整合**)

➡ 不整合の要因としては・・・(検討中) ・ 研究坑道掘削に伴う人為的な影響？  
 ・ 研究用地周辺の水理地質構造の不均質性による影響？ 7

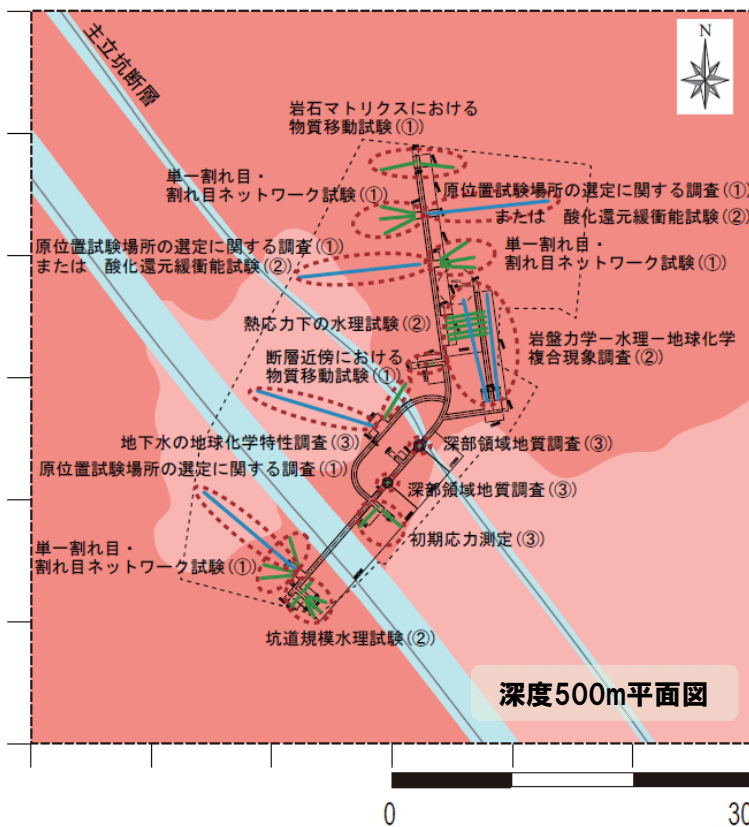
- 第1段階の調査研究が終了し、平成19年3月に成果報告書を公開
- 第2段階で得られた調査研究の成果により、第1段階で用いた一連の調査・解析・評価手法の妥当性の確認が進みつつある
- 第3段階の調査研究が本格化(平成22年度～)
- 平成23年4月に研究坑道が深度500mに到達



## 第2段階の研究成果の取りまとめ

- ✓ 原子力発電環境整備機構が実施する最終処分事業の精密調査
- ✓ 国が進める安全規制に係る指針・基準等の策定  
に必要となる技術基盤を整備し提供する（第2期中期計画の目標）

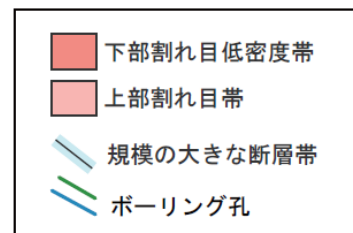
- 深度500mステージの坑道配置・調査研究レイアウト案



- ①：物質移動現象・特性の評価に関する調査研究
- ②：坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価に関する研究
- ③：個別の地質環境評価

### ※施工対策影響評価試験(②)

(実施場所については、湧水状況などに基づき決定)



(研究を実施する場所、坑道の位置や長さなどは計画であり、地質環境や施工条件などにより決定していく。)

考慮すべきわが国の地質環境の特徴

環太平洋変動帯に位置  
噴火・地震など地殻変動が活発

・生活環境との離間距離の短縮  
(接近シナリオ)

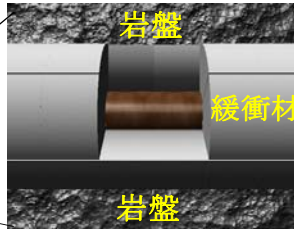
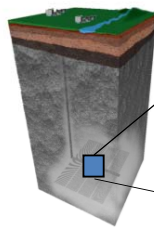
地層処分の長期的な  
安全性への影響

・自然現象による地下水の変化  
(地下水シナリオ)

対策

地層処分システムの性能が著しく損なわれないよう長期にわたって安定な地質環境を選定

(サイト選定)



想定される自然現象の変動を見込んで処分施設を適切に設計・施工および長期的な安全性を評価

(工学的対策・安全評価)

① 調査技術の開発・体系化  
過去の自然現象の記録や現在の状況を調査するための体系的な技術の整備

② 長期予測・影響評価モデルの開発  
将来の自然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価するための手法の整備

③ 年代測定技術の開発  
最先端の機器分析装置による放射年代測定技術(世界初)を含めた編年技術の高度化

## ① 調査技術の開発・体系化

- 変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術
- 断層の発達段階の評価に係る調査技術
- 地下で遭遇した断層の活動性に係る調査技術
- 地殻内の震源断層等に係る調査技術
- 内陸部の隆起・侵食速度の算出に係る調査技術

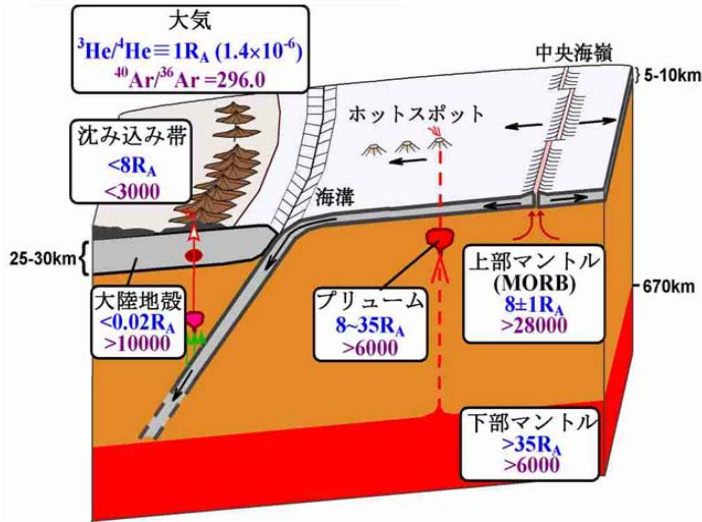
## ② 長期予測・影響評価モデルの開発

- 地形変化シミュレーション技術の高度化
- 地質断層の再活動等に係るシミュレーション技術
- 地殻変動に伴う熱水活動の形成に係るモデルの開発
- 超長期における予測・評価手法に関する検討
- 古水理地質学的アプローチによる地質環境の変化の予測・評価手法の開発

## ③ 年代測定技術の開発

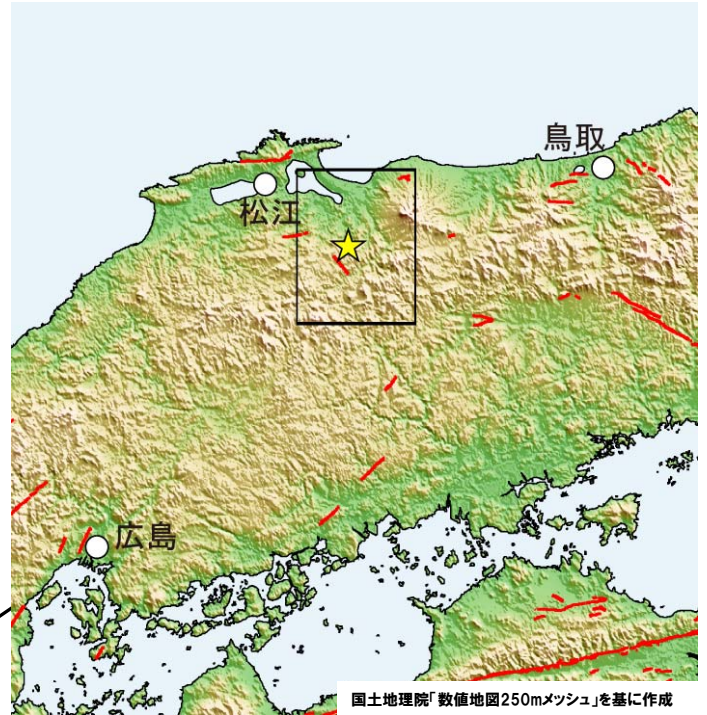
- 加速器質量分析計を用いた<sup>10</sup>Be年代測定法の実用化
- 四重極型質量分析計等を用いた(U-Th)/He年代測定法の実用化
- 希ガス質量分析計等を用いたK-Ar年代測定法の実用化
- 高分解能のテフラ同定手法の開発

# 変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術 — 地下水中の希ガス同位体を指標とした断層の検出 —



大気・地殻・マントルの希ガス同位体比の特徴

鳥取県西部地震震源域のHe同位体比の分布  
(Umeda and Ninomiya, 2009)



- 2000年鳥取県西部地震の震源域で採取した地下水中の溶存ガスのヘリウム同位体比は著しく高い値を示す(震源断層がマントルヘリウムの通路になっている)
- 変動地形が明瞭でない活断層の地球化学的な調査技術として有効性を示唆

# 地形変化シミュレーション技術の高度化 — 古地形の復元に基づくシミュレーション技術の検証 —

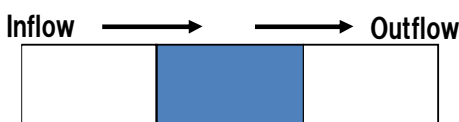
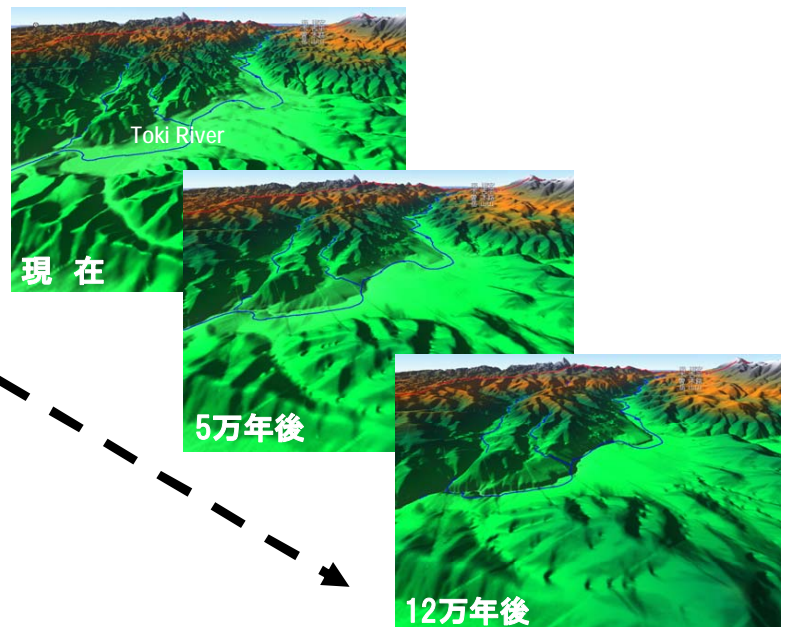
## 必要性・目標

隆起・侵食に伴う埋設物の地表への接近やそれに伴う地下水流動や水質への影響を検討するためには、将来の地形の起伏とそれに伴う地下水流動の変化の幅を概括的に予測・評価するための手法が不可欠

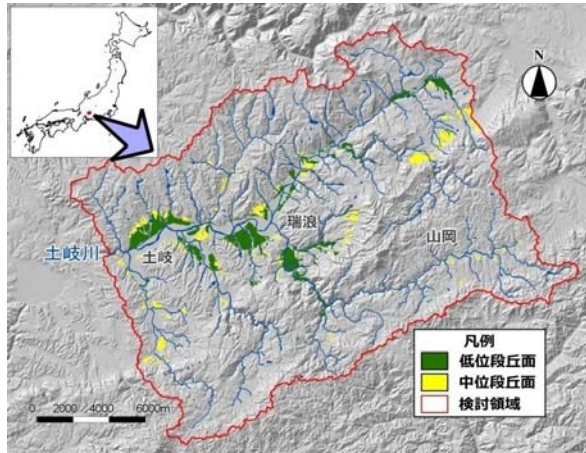
$$\frac{\partial u}{\partial t} = k \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right)$$

< 時間 t における位置 x の高度を u >

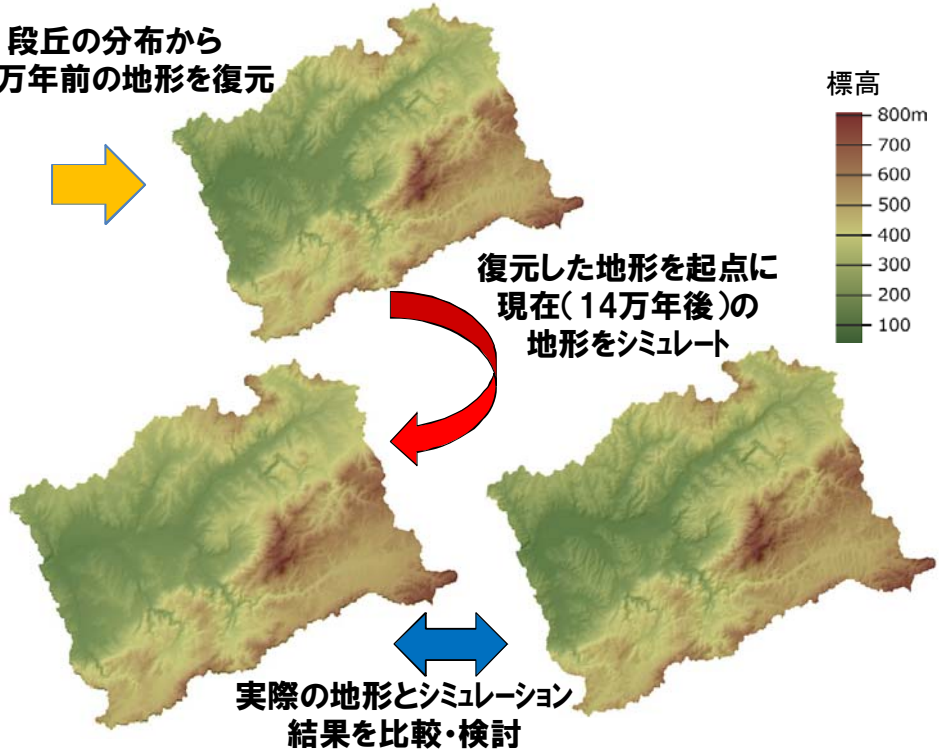
- 地形勾配に応じた拡散現象によるフラックスを計算
- 高度の変化速度が曲率に比例するモデル
- k(従順化係数)は、解析対象地域における地質、気候条件等に依存
- 実際の計算にはデジタル標高モデル(水平方向5m, 鉛直方向0.1m)を使用



段丘の分布から  
14万年前の地形を復元



土岐川流域の河成段丘分布



- 河成段丘の標高と分布に基づいて復元した古地形を起点として14万年後(現在)をシミュレーションした結果と現在の地形を比較・検討
  - 将来十万年程度の地形(=地下水流動)の予測・評価手法としての有効性を示唆

- 第1期中期計画の研究開発が終了し、平成22年10月に5ヵ年の成果報告書を公開
  - ⇒ 概要調査等に必要な技術を提供( NUMO2010技術レポートに反映 )
  - ( e.g., 地下深部のマグマ等の調査技術, 河成段丘を用いた隆起量の調査技術 等 )
- 第2期中期計画における具体的な研究計画書を平成22年5月に公開
- ✓ サイト選定等で必要とされる技術基盤の整備
  - ( e.g., 変動地形が明瞭でない活断層の調査技術, 地下で遭遇した断層の活動性の調査技術 )
- ✓ 変動シナリオを考慮した安全評価に係る技術基盤のうち、将来の地質環境の変化の幅を予測・評価するための手法の整備
  - ( e.g., 地形変化シミュレーション技術の高度化, 超長期の予測・評価に伴う不確実性の検討 )

## 第2期中期計画における研究成果の取りまとめ

- ✓ 原子力発電環境整備機構が実施する最終処分事業の精密調査
- ✓ 国が進める安全規制に係る指針・基準等の策定
  - に必要となる技術基盤を整備し提供する

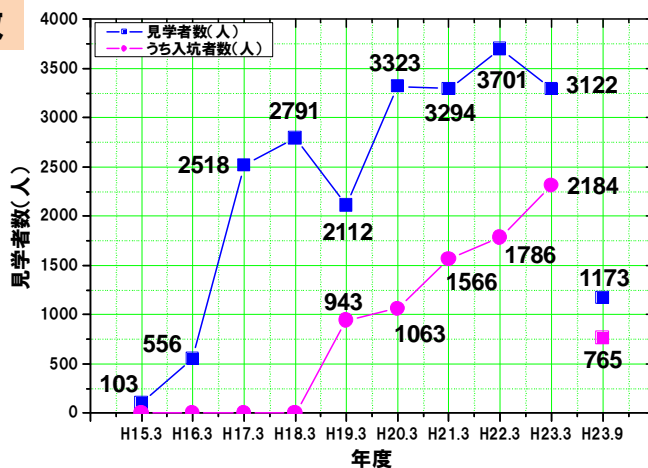


## ● 平成23年度のTV取材・放映

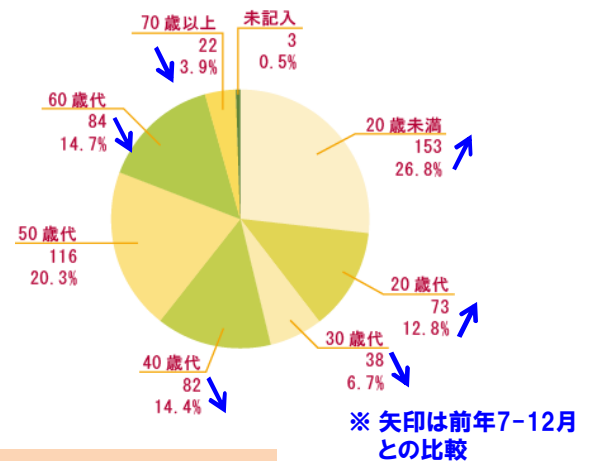
放映日	放送局・番組名	タイトル
H23. 6. 7	名古屋テレビ「ドデスカ！」	10万年後の安全… “原発のゴミ”どこへ？
H23. 8. 2	読売テレビ「ニュースten！」	特集 40年間「行き場がない」「核のゴミ」どこへ行く？
H23. 8.11	中京テレビ「news every.」	原発 『核のゴミ』の行方は…
H23. 9.11	中京テレビ「週刊☆コダワリタイム」	放射性廃棄物の行方は？
H23.10.12	日本テレビ「NEWS ZERO」	原発を考える
未定	テレビ朝日「報道ステーションサンデー」	

※ その他： 新聞10件、雑誌2件

## 見学者数



## 見学者の年齢 (H23.4~H23.9)



## 高レベル放射性廃棄物の地層処分を知っていた人の見学前後での意識の変化

