

# 地層処分技術に関する研究開発の 進捗状況

## ② 深地層の科学的研究 地質環境の長期安定性に関する研究

平成23年3月16日  
日本原子力研究開発機構  
地層処分研究開発部門

### 長期安定性に関する研究の必要性と研究課題

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

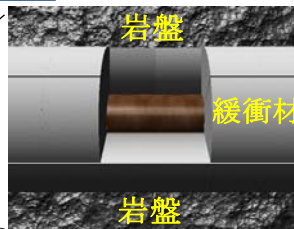
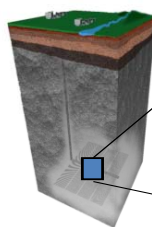
・生活環境との離間距離の短縮  
(接近シナリオ)

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

- 自然現象に関する過去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(調査技術の開発・体系化)

→サイトの選定や安全性の検討に必要なデータの取得

- 変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術
- 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 等

- 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(長期予測・影響評価モデルの開発)

→自然現象による影響を考慮した安全評価への反映

- 地形変化シミュレーション技術の高度化
- 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 等

### ① 伏在断層

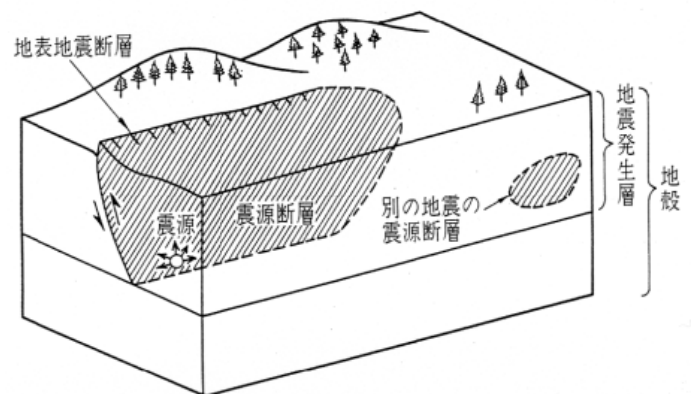
最近1万年に形成された沖積層等、新しい地層に厚く覆われた断層のため、変動地形が地表に現れない断層。

### ② 低活動性の断層

活動性が低い(再来間隔が長い)ため、侵食等によって明瞭な変動地形の特徴を有さない断層。

### ③ 未成熟な断層

地表にまで断層面が達していない未成熟な断層。



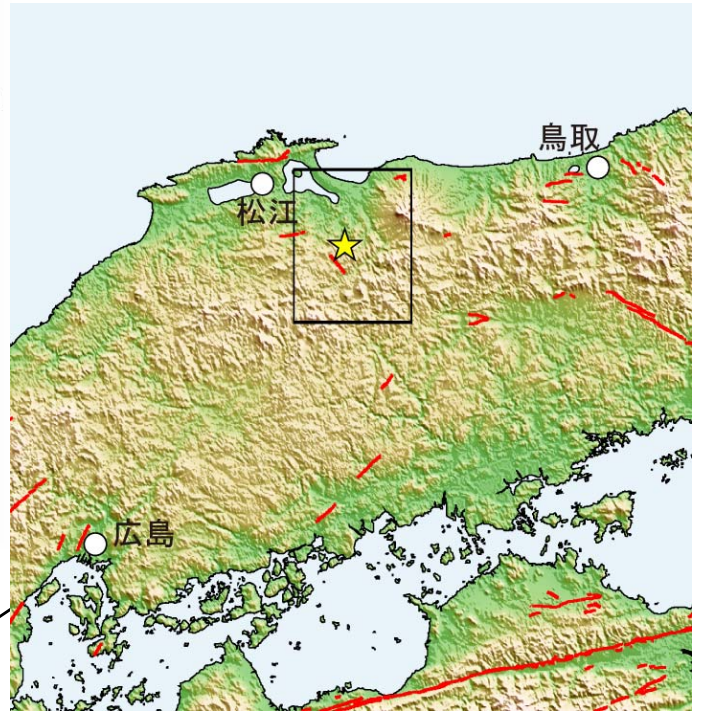
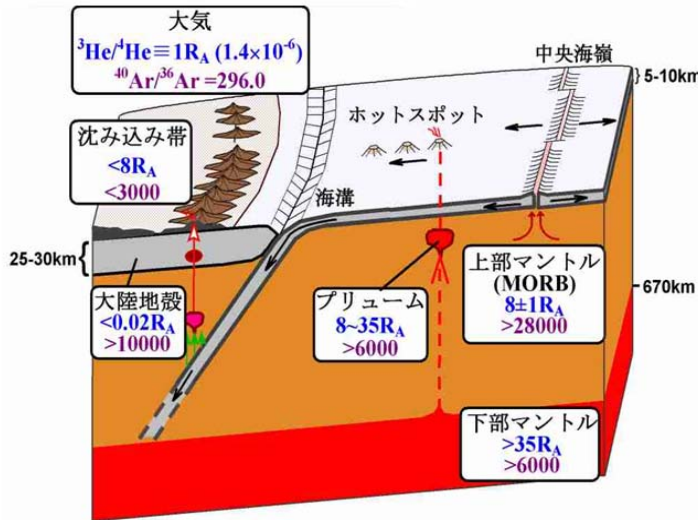
地表にまで断層面が達していない未成熟な断層

### 必要性・目標

- 低活動性の断層や未成熟な断層等は、変動地形学的なアプローチを適用することが困難。そのため、これらの活断層(主に結晶質岩)を識別するための地上からの調査技術を提示。

# H22年度の研究開発の成果とその重要性

## —変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術—



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。

# H22年度の研究開発の成果とその重要性

## —地形変化シミュレーション技術の高度化—

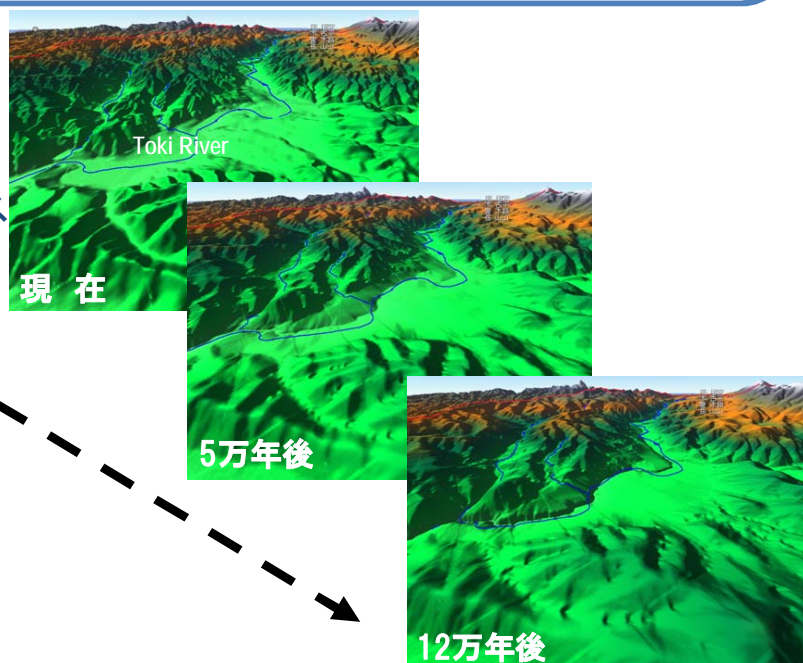
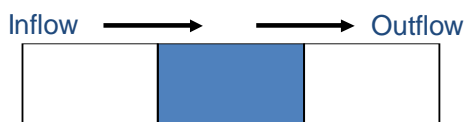
### 必要性・目標

- 隆起・侵食に伴う廃棄体の地表への接近や地下水流動や水質の変化の幅を推定するためには、過去の隆起・侵食・沈降に係る情報が不可欠。
- 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・評価するための技術基盤を整備。

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

<時間 t における位置 x の高度を u>

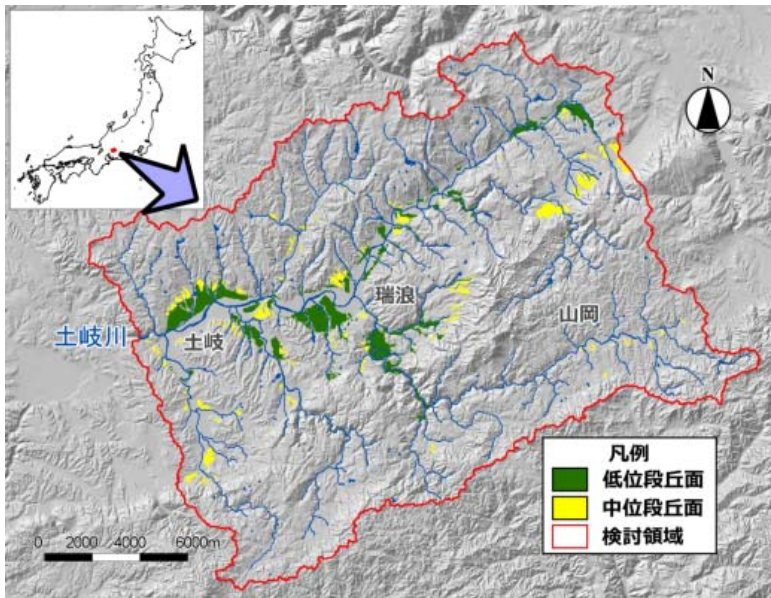
- 地形勾配に応じた拡散現象によるフラックスを計算。
- 高度の変化速度が曲率に比例するモデル。
- $k$ (従順化係数)は、解析対象地域における地質、気候条件等に依存。
- 実際の計算にはデジタル標高モデル(水平方向5m, 鉛直方向0.1m)を使用。



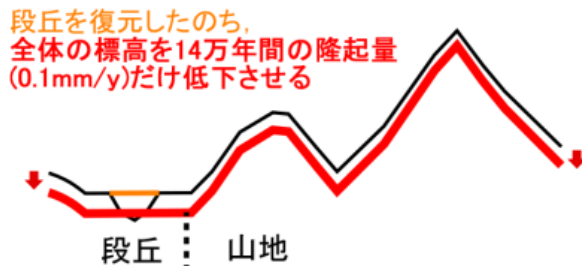
12万年後

# H22年度の研究開発の成果とその重要性

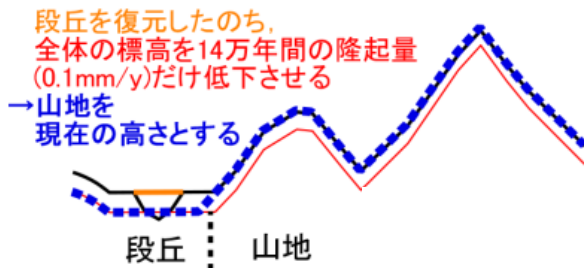
## —地形変化シミュレーション技術の高度化—



土岐川流域の河成段丘分布



ケース①（隆起量 ≫ 侵食量）



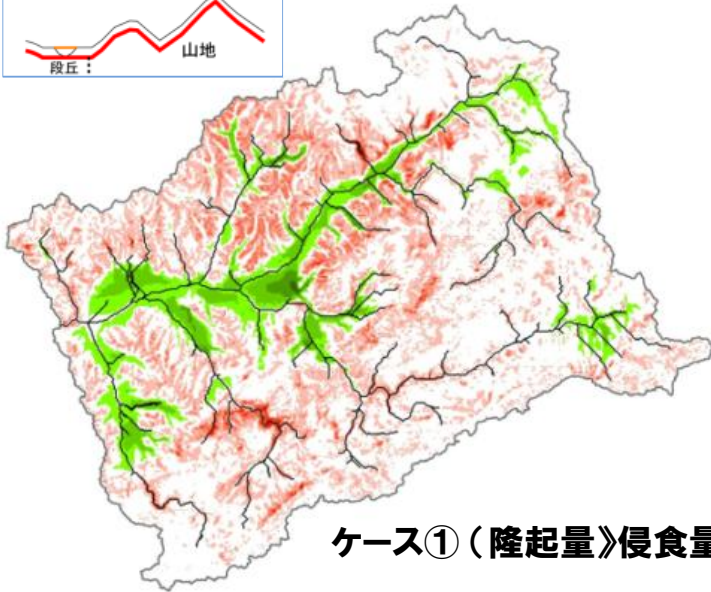
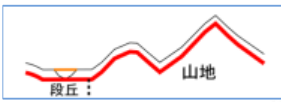
ケース②（隆起量 = 侵食量）

MIS6(約14万年前)の古地形の復元の考え方(両極端なケースを設定)

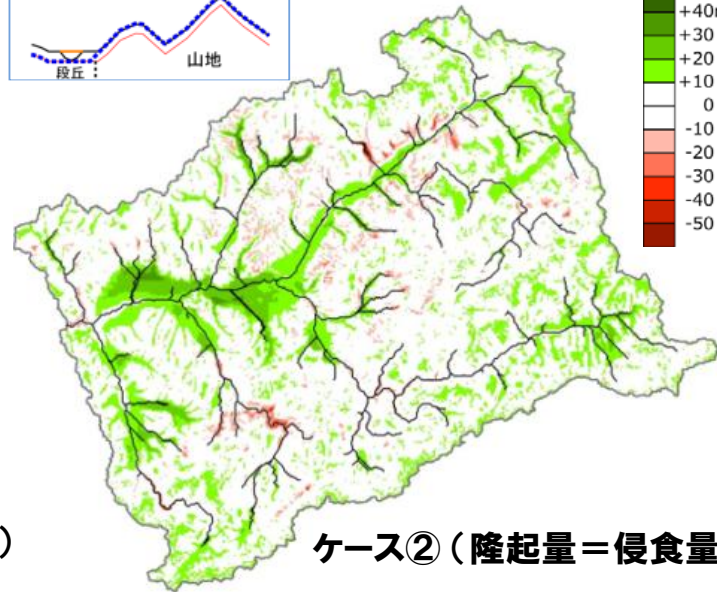
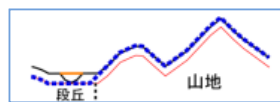
- ① 山地の隆起量 ≫ 侵食量(≒0m)としたケース
- ② 山地の隆起量 = 侵食量としたケース

# H22年度の研究開発の成果とその重要性

## —地形変化シミュレーション技術の高度化—



ケース①（隆起量 ≫ 侵食量）



ケース②（隆起量 = 侵食量）

古地形とそれに基づきシミュレーションを行った現地形の高度差

- 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)を予測・評価手法として有効性を示唆。

- 自然現象に関する過去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(調査技術の開発・体系化)

→サイトの選定や安全性の検討に必要なデータの取得

- 変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術
- 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 等

- 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(長期予測・影響評価モデルの開発)

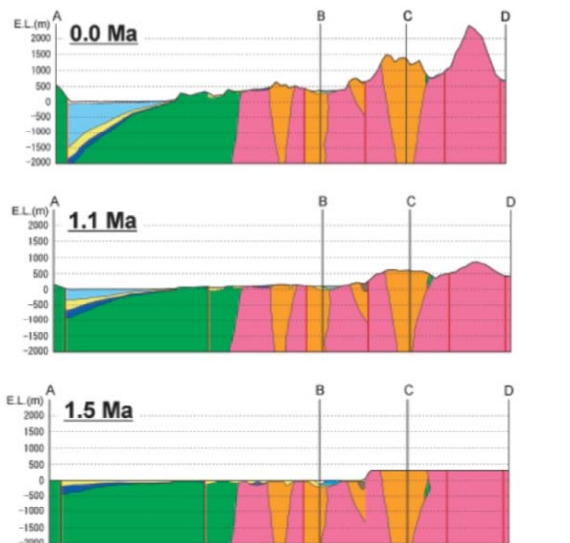
→自然現象による影響を考慮した安全評価への反映

- 地形変化シミュレーション技術の高度化
- 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 等

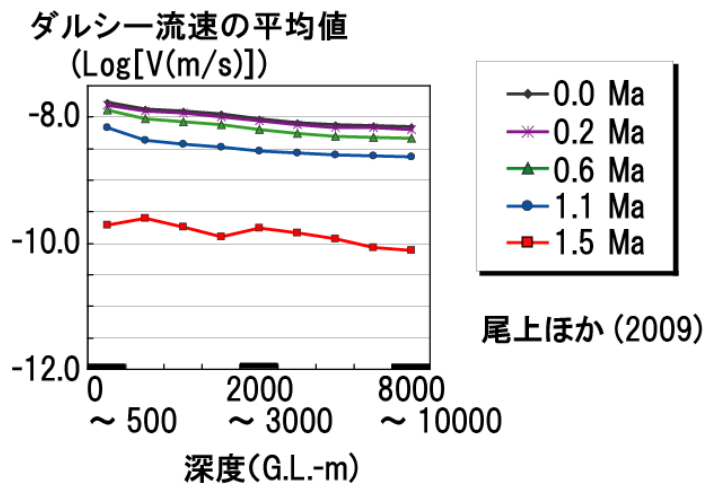
# H23年度の研究開発の期待される成果

—超長期における予測・評価手法に関する検討—

外挿法に基づくより長期の予測・評価を行う際の問題点

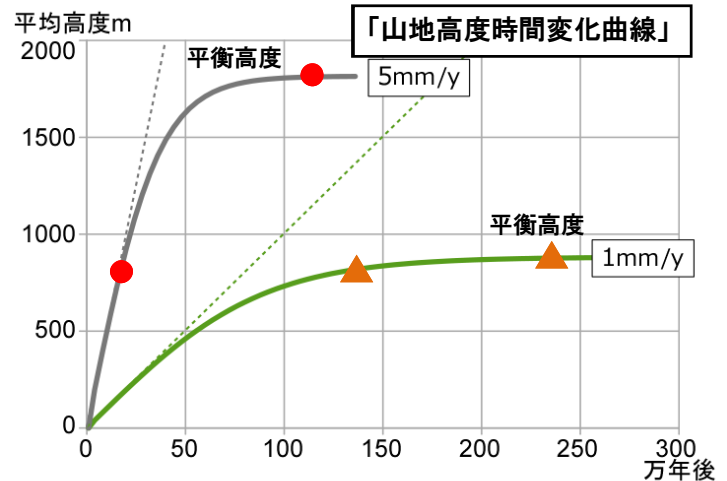
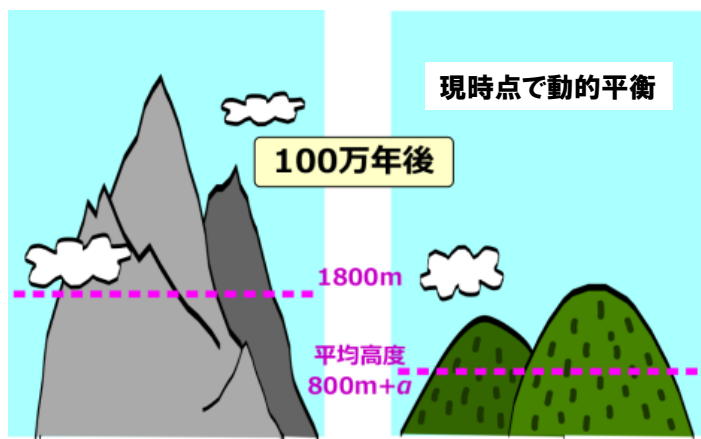


過去150万年間の地形・地質の復元  
(伊勢湾～木曾山地までの領域)



過去150万年間の地形変化に伴う  
ダルシー流速の平均値の変化

- 東濃地域を事例として1.5, 1.0, 0.5Maおよび現在の地下水流動解析を実施。
  - 過去数百万年においては、木曾山地の隆起、濃尾平野の沈降等の現象が顕著。
  - これらの長期的な自然現象によって地下水の流動はオーダーで変化。



隆起開始後の経過時間の違いによる将来の山地の高度変化(概念図)

山地平均高度Hの変化速度:  $\Delta H / \Delta t = \text{隆起速度} U - \text{侵食速度} E$

侵食速度  $E = \alpha D(\text{起伏})^\beta$ , 起伏  $D = aH^b \Rightarrow \Delta H / \Delta t = U - \delta H^\gamma$

- 六甲山地や屋久島等は最近数十万年に隆起を開始した山地であり、動的平衡に達していないことから、今後も山地が成長すると考えられる。
  - 長期的な地質環境の変化を検討する際には、テクトニクスの転換期を考慮することが重要