

地質環境の長期安定性に関する研究

長期予測・影響評価モデルの開発

— 第2期中期計画における研究成果 —

独立行政法人日本原子力研究開発機構

バックエンド研究開発部門

地質環境の長期安定性に関する研究(第2期中期計画)

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

⇒ サイトの選定や安全性の検討に必要なデータの取得

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

⇒ 変動シナリオに基づく安全評価に必要な技術

③ 年代測定技術の開発

最先端の機器分析装置を用いた放射年代測定技術を含めた編年技術の高度化

⇒ ①, ②の信頼性の向上するための技術基盤
(データの品質・解釈等の妥当性を評価するための技術的能力の蓄積)

2. 長期予測・影響評価モデルの開発

2-1 地形変化シミュレーション技術の高度化

第1期中期計画において開発した地形変化シミュレーション技術の妥当性の検討

2-2 断層運動に伴う地下水流動系の変化に関する評価技術

数値シミュレーションによる地震時の地殻応力・歪、地下水圧の変化などの評価

2-3 超長期における予測・評価手法に関する検討

予測結果の不確実性に起因する過去の地質イベントの分解能の提示

2-4 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

超長期の地質環境を再現するための調査・解析・評価手法に係る技術基盤の整備

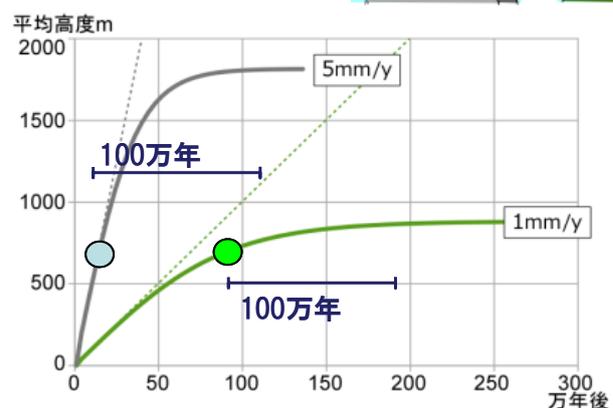
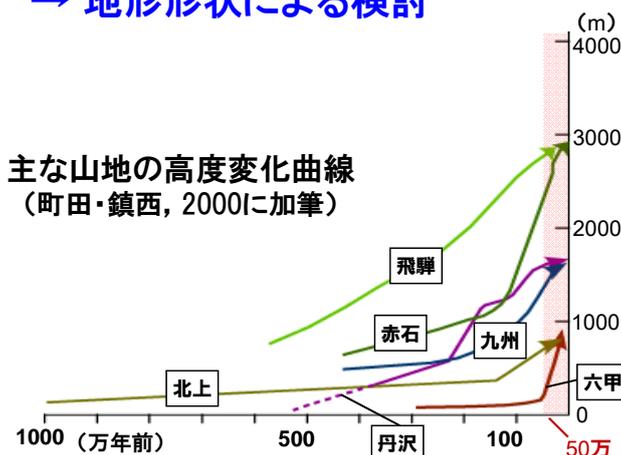
2-3 超長期における予測・評価手法に関する検討

【目標】

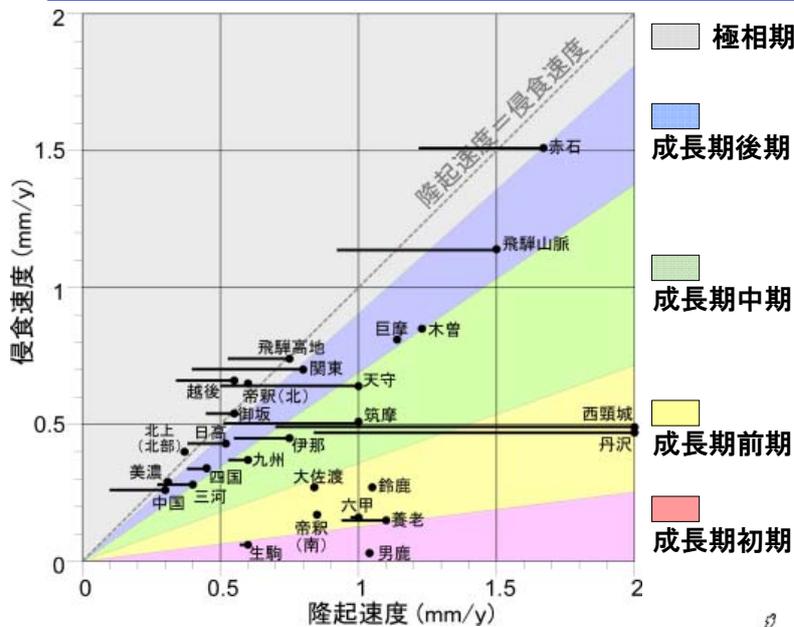
より長期の変動シナリオを考慮した安全評価に反映するため、外挿法や確率論等の既存の予測・評価に伴う不確実性を検討する。

【実施項目】

- 日本列島の山地発達段階の検討
 - 山地成長曲線による検討
 - 地形形状による検討

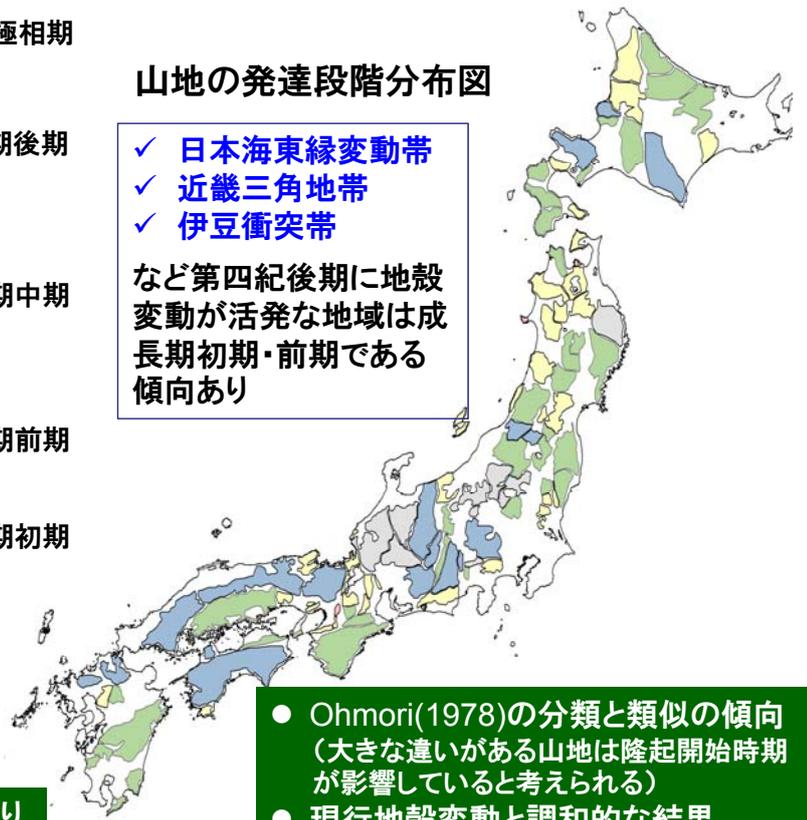


山地成長曲線による検討



山地の発達段階分布図

✓ 日本海東縁変動帯
 ✓ 近畿三角地帯
 ✓ 伊豆衝突帯
 など第四紀後期に地殻変動が活発な地域は成長期初期・前期である傾向あり



- Ohmori(1978)の分類と類似の傾向 (大きな違いがある山地は隆起開始時期が影響していると考えられる)
- 現行地殻変動と調和的な結果
- 本分布図は概ね妥当と考えられる

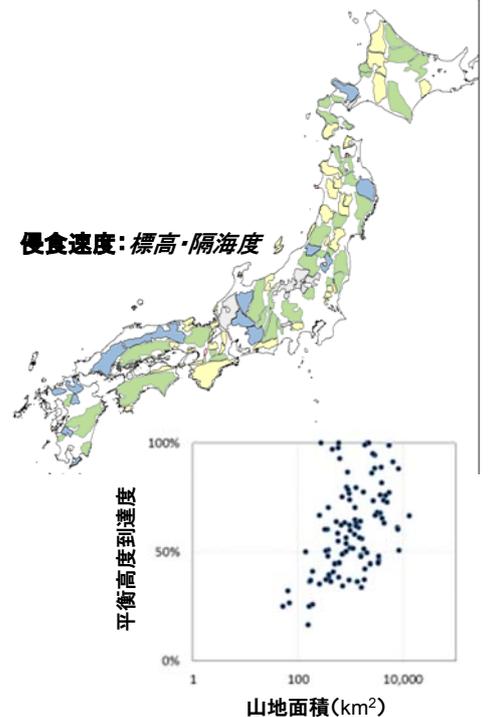
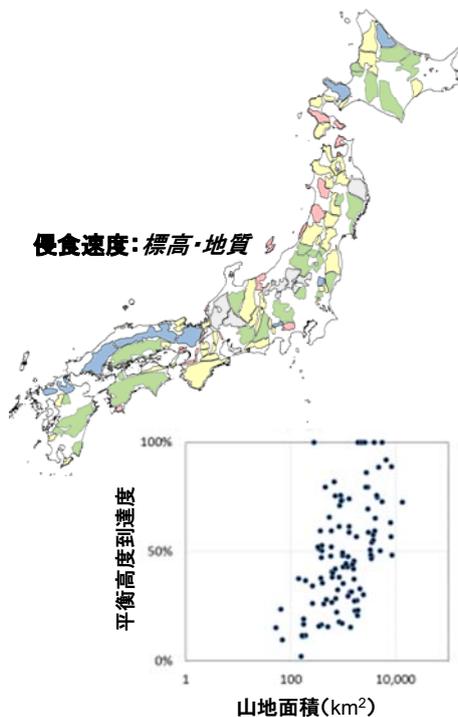
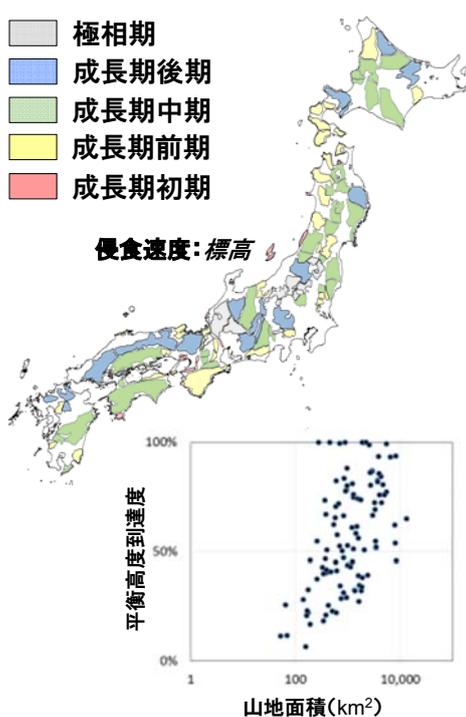
主な山地における侵食速度-隆起速度散布図及び山地の発達段階区分

侵食速度 標高・隔海度・地質を考慮
隆起速度 文献における最大値を使用

- 文献から複数の隆起速度が得られている山地あり
- 隆起速度の幅を考慮した発達段階区分が可能

山地成長曲線による検討(山地サイズの検討)

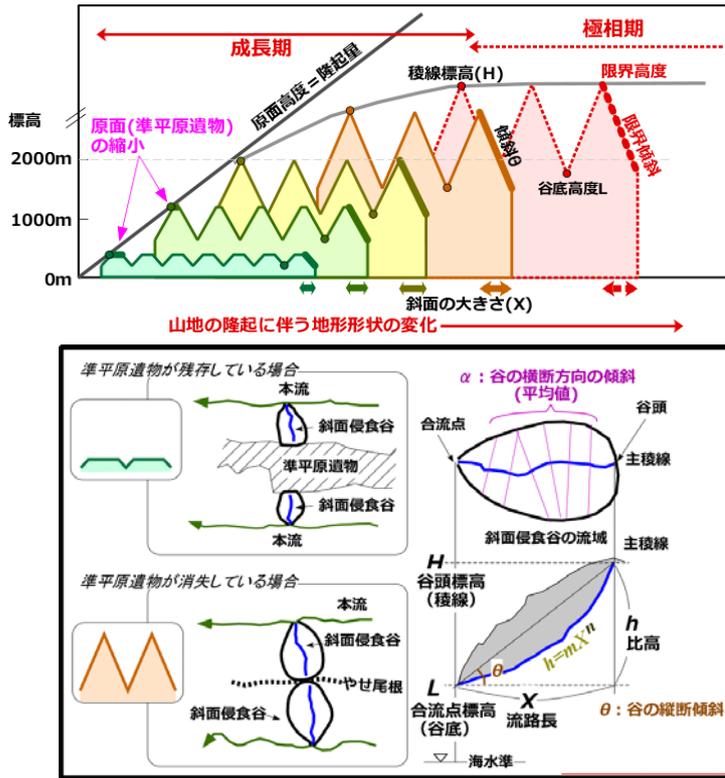
- 極相期
- 成長期後期
- 成長期中期
- 成長期前期
- 成長期初期



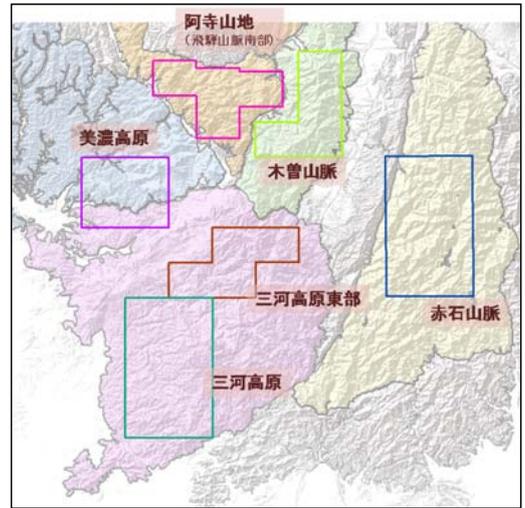
- これまでに作成した図は山地面積が大きくなるに連れて平衡高度到達度が大きくなる傾向がある。
- 山地サイズを考慮するため隔海度を踏まえて検討したが、大きな改善は認められなかった。
- 山地発達モデルを高度化するために、山地サイズを考慮できる方法の検討が必要

地形形状による検討

既往研究 (Sugai and Ohmori, 1999)



Sugai and Ohmori (1999)に加筆



枠の中のβ支流について検討
(β支流: 小起伏面外にのみ流路がある支流)

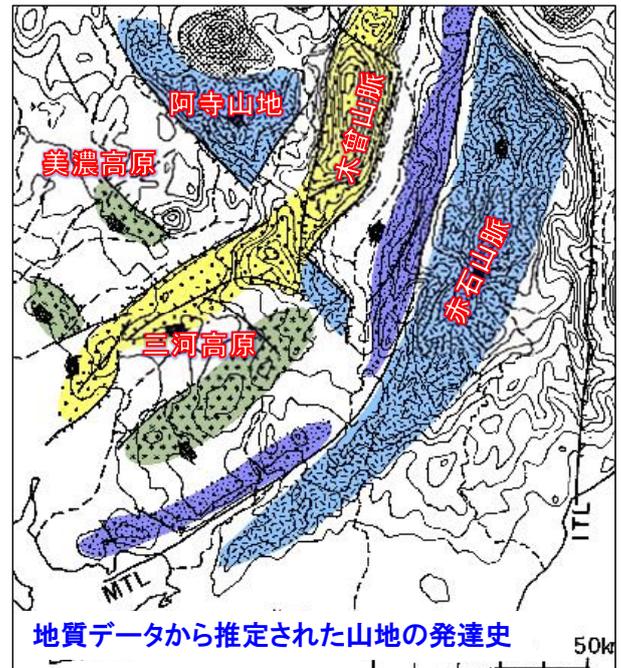
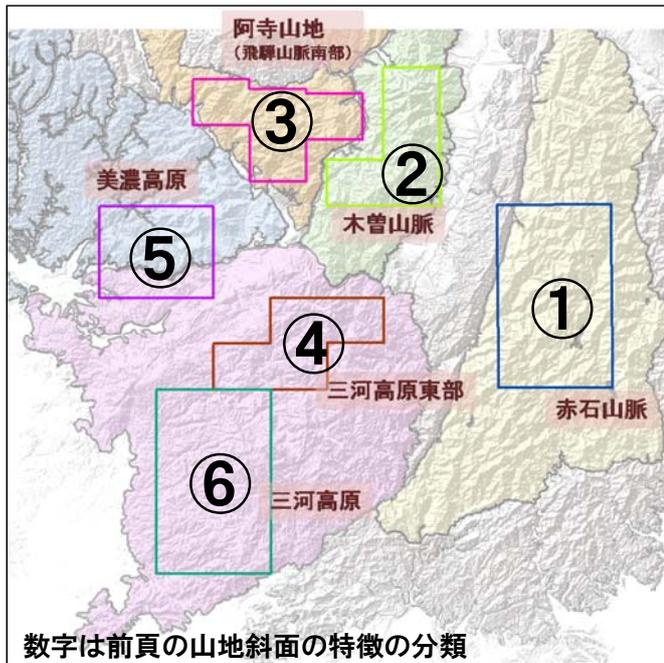
- 山地の成長とともに、谷底高度、斜面の大きさ、傾斜等は増加
- 広範囲を効率的に検討できる方法が必要
- 中部地方の山地を事例に、DEMを用いてβ支流の河川地形計測を行い、その結果と既往研究を比較

地形形状による検討

| 山地名 | 三河 | 美濃 | 三河東部 | 阿寺 | 木曾 | 赤石 |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 抽出β支流総数 | 177 | 135 | 230 | 328 | 406 | 829 |
| 小起伏面標高の最低値(EL. m) | 200 | 300 | なし | 800 | 1000 | 1400 |
| 谷頭標高(EL. m) | 135-1105 | 121-1084 | 535-1904 | 641-1934 | 854-2905 | 852-3107 |
| 比高 (m) (標高に対する増加率) | 100-400 (0.21) | 100-600 (0.48) | 200-600 (0.24) | 200-700 (0.38) | 300-800 (0.32) | 300-800 (0.30) |
| 流路長 (標高に対する増加率) | 1000-1700 (0.65) | 1000-2000 (1.25) | 700-2200 (1.09) | 900-2000 (1.04) | 1200-1800 (0.35) | 800-1800 (0.60) |
| 流路凹形度 平均値 | 1.41 | 1.33 | 1.35 | 1.32 | 1.32 | 1.21 |
| 流路縦断傾斜(°) 平均値 | 13 | 15 | 16 | 19 | 23 | 28 |
| 集水域横断傾斜(°) 平均値 | 26 | 25 | 28 | 30 | 36 | 38 |

- 山地斜面の特徴(縦断・横断傾斜)は、①赤石山脈→②木曾山脈→③阿寺山地→④三河高原東部→⑤美濃高原→⑥三河高原の順に分類可能

地形形状による検討



- 既往研究(森山, 1990)では, ②を除き, 山地斜面が急な①③の山地は相対的に早く隆起を開始し, その後により緩やかな④⑤⑥が隆起を開始している
- DEMを用いて山地形状を調べることで, 隣接する複数の山地の発達段階の関係を検討することが可能と考えられる。
- その他の地形形状を踏まえて隆起速度を考慮しつつ特徴を整理する必要あり

- 森山(1990)に加筆
- 鮮新世後期～更新世前期
 - 更新世～現在
 - 更新世中期
 - 更新世中期～現在
- ※時代観は検討が必要

2-3 まとめ

【第2期中期計画の研究成果】

- 日本列島の山地発達段階の検討について, 山地成長曲線による検討と地形形状による検討を実施
 - ✓ **山地成長曲線による検討**
標高・隔海度・地質を考慮して算出した侵食速度と, 既存情報から設定した隆起速度を用いた山地の発達段階の検討法では, 日本列島規模での山地発達段階の把握, 山地発達段階と現行地殻変動等の関係を検討することが可能と考えられる。
 - ✓ **地形形状による検討**
中部地方の山地を事例に行った, DEMを用いたβ支流の縦断・横断傾斜等の地形的特徴を考慮した方法では, 隣接する複数の山地の発達段階の関係を検討することが可能と考えられる。
 - ✓ 山地の発達段階を検討する際には, 列島規模の傾向については**山地成長曲線による検討**, よりスケールの小さい隣接する山地発達の傾向については**地形形状による検討**が有効と考えられる。

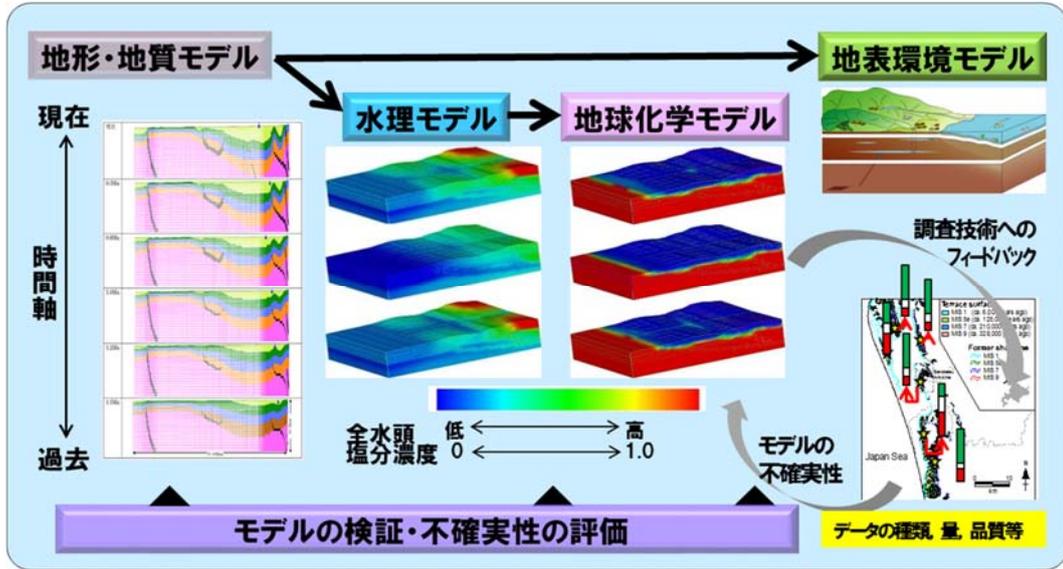
2-4 古水理地質学的アプローチによる地質環境の変化の予測・評価手法の開発

【目標】 過去から現在までの地形・地質構造の復元およびそれに基づく地下水の流れや水質の変化を再現するための一連の調査・評価・解析手法を提示する。

【実施項目】

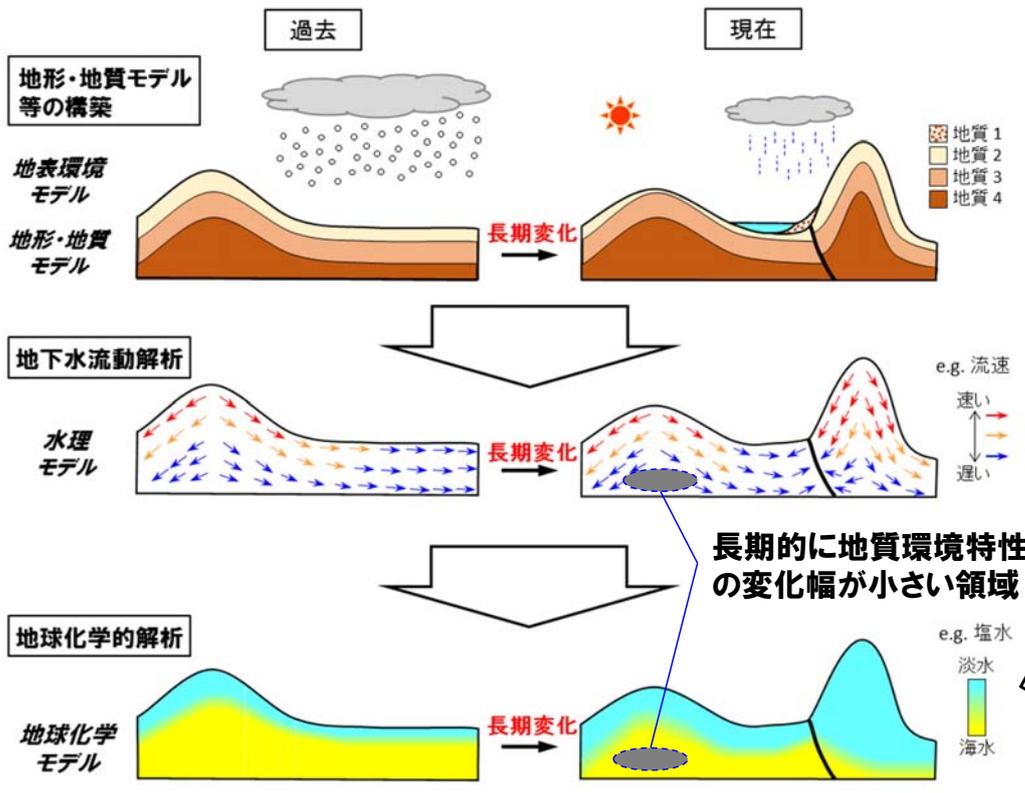
➤ 地質環境長期変動モデルの開発

過去から現在までの地質環境の長期的な変化を表現できる三次元地質環境長期変動モデルの開発



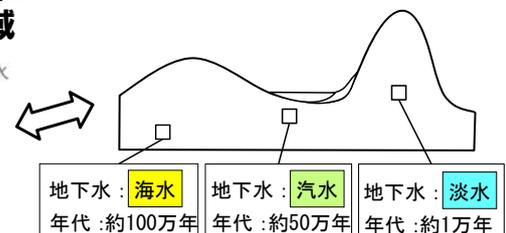
統合モデルのイメージ

様々なシナリオを検討した上で、内陸部・沿岸部を代表するような蓋然性の高いシナリオを設定

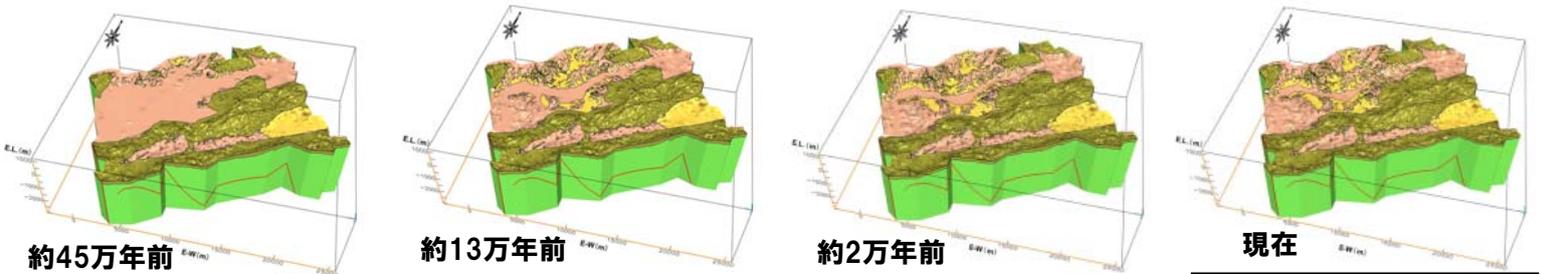


- 内陸部・沿岸部における地質環境特性の長期的な変動を示す方法論の整備
- 長期的な時間変動の違いを空間的に把握する技術の提示
- 地下水年代を含めた地球化学的指標を利用したモデル検証

化学的指標によるモデル検証

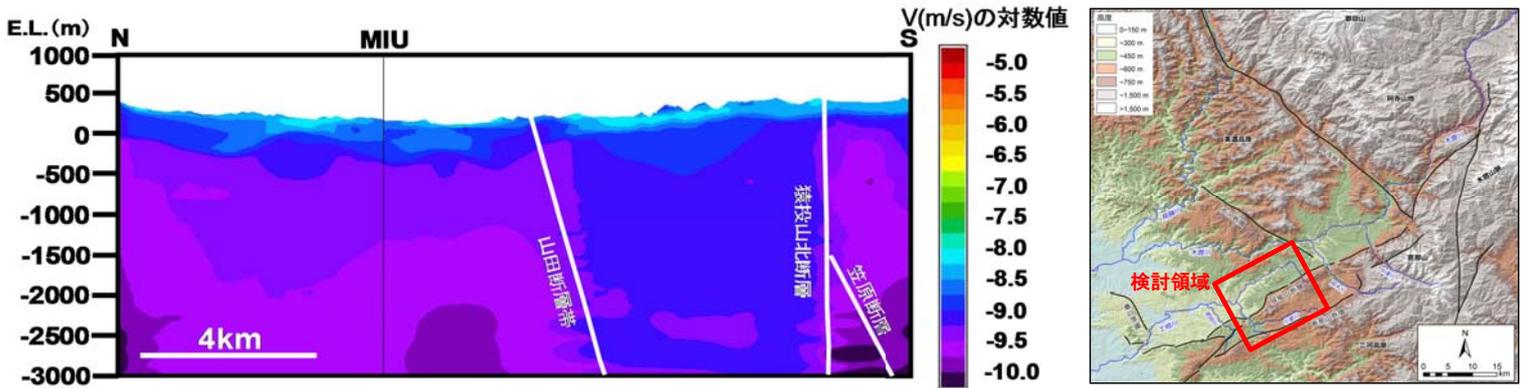
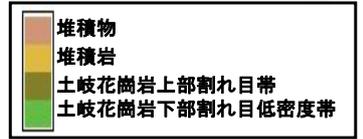


地形・地質モデル及び水理モデルの構築例



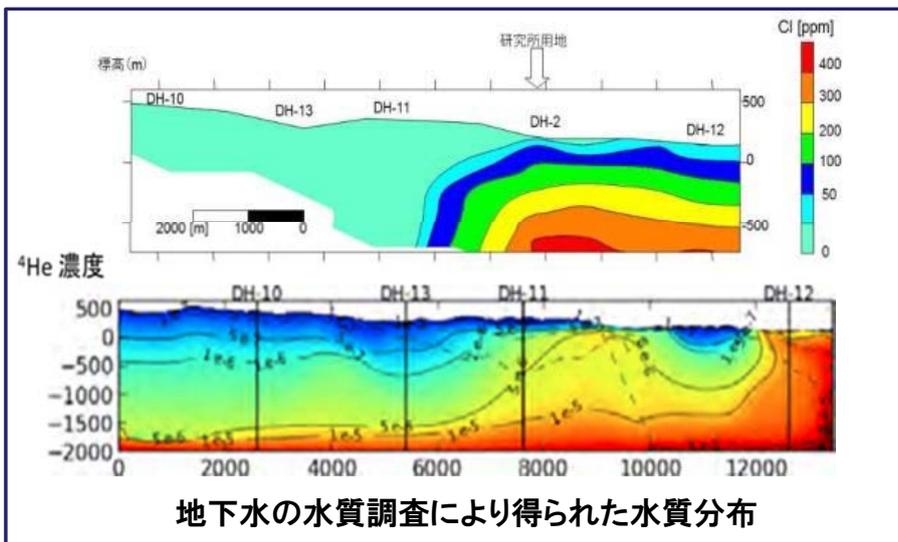
河成段丘及び地質・地質構造の分布を参考に作成した地形・地質モデル

現在

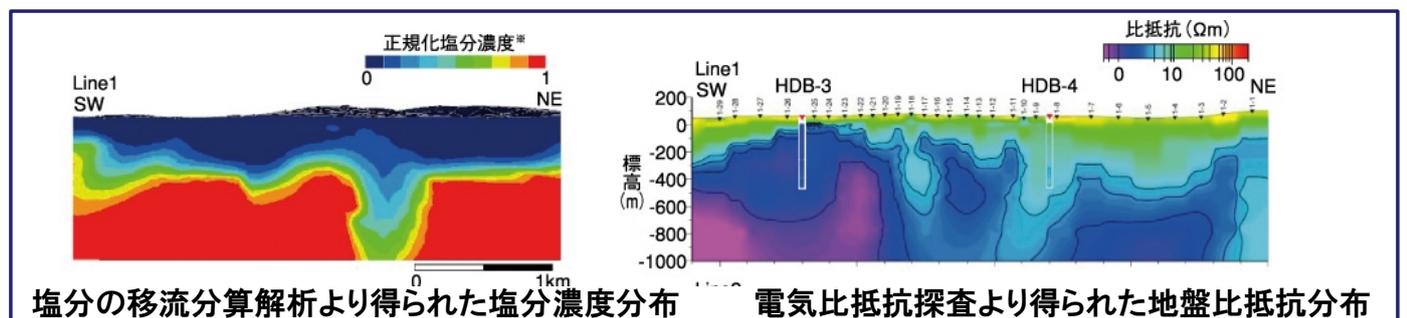


地形・地質モデルから構築した水理地質構造モデルを用いた地下水流動解析

モデル検証のイメージ



●地下水年代を含めた地球化学的指標を利用したモデル検証



2-4 まとめ

【第2期中期計画の研究成果】

- ✓ 過去から現在までの地質環境の長期的な変化を表現できる三次元地質環境長期変動モデルの開発に着手
- ✓ 個別モデルを統合するだけでなく、過去～現在の長期的な時間変化を反映した地質環境のモデル化手法の構築を目的に実施中
- ✓ 地形・地質モデルから構築した水理地質構造モデルを用いた地下水流動解析によって長期的に地下水流動の変化幅が小さい領域を把握し、地球化学データによってその妥当性を検討する統合数値モデルの一連の流れを例示