

第2期中期計画とりまとめ

地質環境の長期安定性に関する研究

- ① 調査技術の開発・体系化
- ② 長期予測・影響評価モデルの開発
- ③ 年代測定技術の開発

地層処分研究開発部門
東濃地科学研究ユニット

第2期中期計画における達成度(地質環境の長期安定性)

反映先	達成すべき技術要件	技術要件を満たすための研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
サイト選定に関する意思決定	対象地域の隆起・侵食量を評価し、著しい変動が生ずるおそれがある地域については、これを概要調査地区には含めないこと(環境要件)	内陸部の隆起・侵食速度の算出に係る調査技術	✓ 環状旧河谷堆積物を用いた隆起・侵食速度の調査技術を提示 ✓ 閉鎖温度が低い放射年代測定法を利用した岩体の削剥速度の調査技術を整備	○
	処分施設を合理的に配置することが困難となるような活断層の存在が明らかな場合は、これを概要調査地区には含めないこと(環境要件)	変動地形が明瞭でない活断層に係る調査技術	✓ 断層ガスのヘリウム同位体比を指標とした活断層の調査技術を提示	◎
	第四紀に活動したことのあ る火山がある場合は、これを概要調査地区には含めないこと(環境要件)	地殻内の震源断層等に係る調査技術	✓ 微小地震の震源決定精度の高度化 ✓ MTデータの三次元比抵抗解析法の提示	◎

第2期中期計画における達成度(地質環境の長期安定性)

反映先	達成すべき技術要件	技術要件を満たすための研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
建設に関する意思決定	対象地層等内に活断層, 破碎帯または地下水の水流があるときは, これらが坑道その他の地下の施設に悪影響が少ないと見込まれること(法定要件)	地下で遭遇した断層の活動性に係る調査技術	✓ 熱年代学的手法による断層の上盤・下盤の削剥速度に基づく断層の活動性(垂直変位速度)の調査技術の提示 ✓ 断層充填物質中の自生粘土鉱物のK-Ar年代測定手法の開発 ✓ 複数の放射年代測定に加えて条線方向, 変位量, 変位マーカの切断関係等の総合的なデータによる評価手法の検討(高速増殖原型炉「もんじゅ」の敷地内破碎帯調査の事例)	○

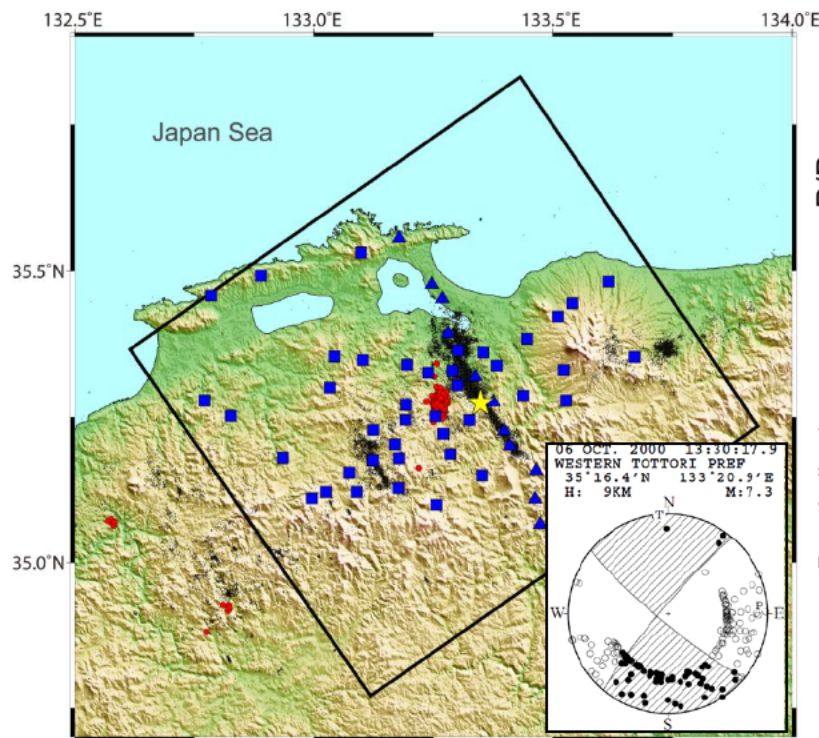
第2期中期計画における達成度(地質環境の長期安定性)

反映先	達成すべき技術要件	技術要件を満たすための研究開発項目	具体的成果(ノウハウなどの一例)	達成
処分開始に関する意思決定	一般公衆に対する評価線量が最大となる時期(10^5年以上)においても、基準値として定められた放射線防護レベルを超えていないこと等を確認。 評価期間が長いことによって派生する不確実性等については、シナリオの発生の可能性を踏まえた放射線防護の基準を検討することが重要。	地形変化シミュレーション技術の高度化	✓ 古地形を起点としたシミュレーションに基づく現地形の再現性を検討	○
		断層運動に伴う地殻応力・歪、地下水理の変化に関する評価技術	✓ 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻歪・地下水圧の予測・評価手法の提示および観測値による検証	◎
		超長期における予測・評価手法に関する検討	✓ 地殻変動の一樣継続性および線形外挿法による予測・評価の信頼性の検討 ✓ 外挿法、確率論的予測に伴う不確実性の評価手法の検討	◎

成果ダイジェスト A1)地質環境の初期状態の理解

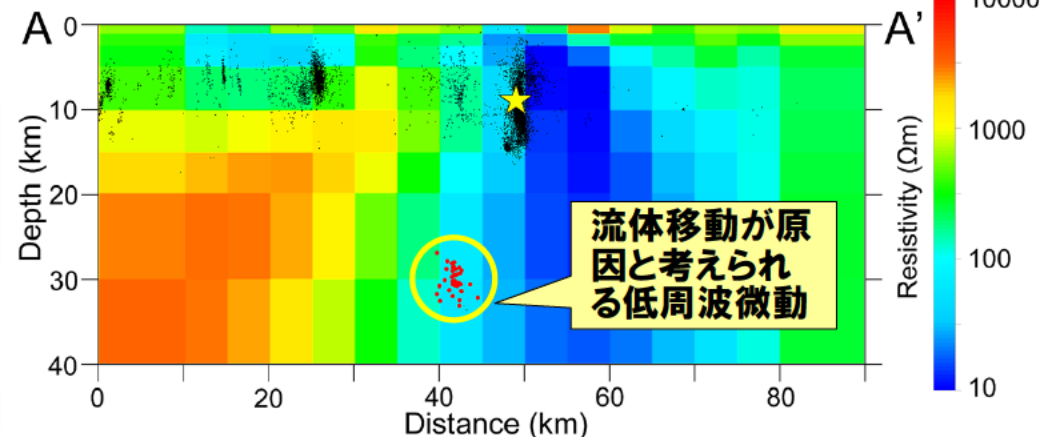
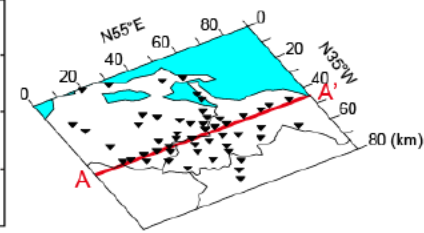
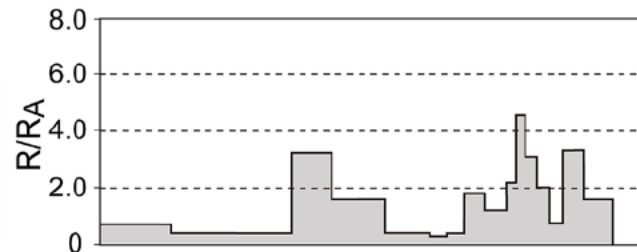
— 地殻内の震源断層等に係る調査技術 —

地磁気・地電流データの三次元比抵抗構造解析プログラムを開発するとともに、2000年鳥取県西部地震の震源断層への適用事例を提示。



- MT Station (JAEA)
- ▲ MT Station (Tottori prefecture, 2004)
- Low-frequency event (JMA, 2006)

2000年鳥取県西部地震の震源分布とメカニズム解および地磁気・地電流観測地点



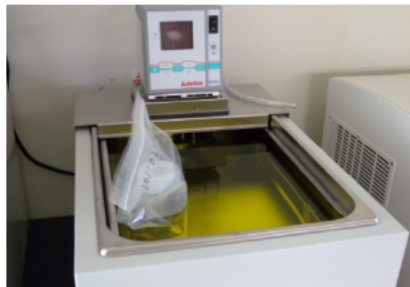
三次元比抵抗構造のA-A'鉛直断面およびHe同位体比の分布
地震を引き起こした震源断層は低比抵抗体と高比抵抗体の境界部に分布する。また、震源断層付近の地下水溶存ガスには高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が観測される。

将来の地層処分の安全性に影響を及ぼす可能性があるサイト周辺の震源断層等の存否や構造を把握するためには、三次元比抵抗構造解析が有効であることを示唆。

成果ダイジェスト A1)地質環境の初期状態の理解

—地下で遭遇した断層の活動性に係る調査技術—

上載地層法が適用できない断層の活動性を検討するため、断層充填鉱物のうち自生雲母鉱物のK-Ar年代測定システムを開発した。

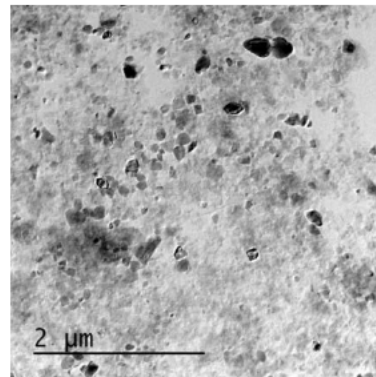
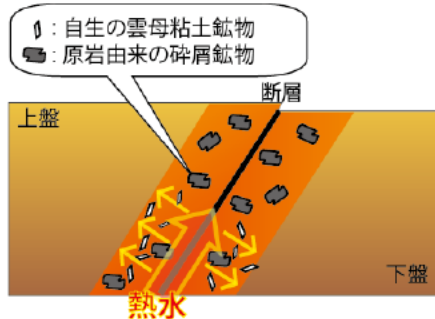


凍結・融解粉碎

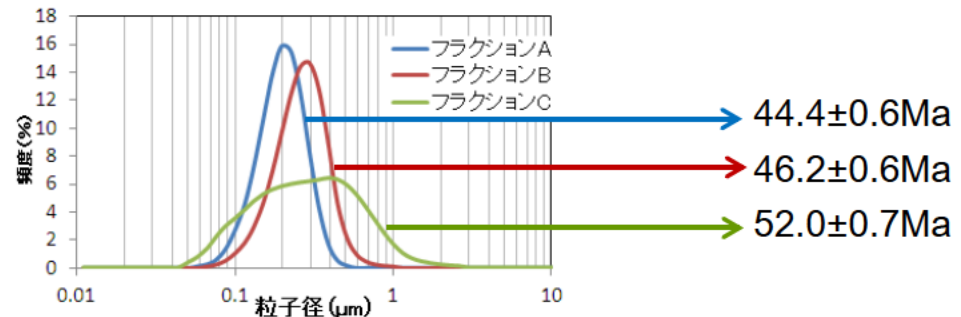
→ 高速遠心分離

→ TEM解析

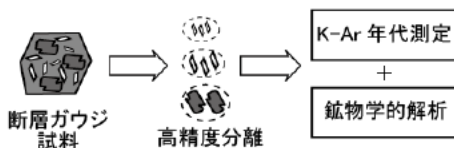
→ ^{40}Ar 質量分析



もんじゅ破砕帯のTEM画像
断層運動に伴って晶出する
針状イライトが存在しない。



● 当該年代測定システムを用いて「もんじゅ」敷地内破砕帯中の粘土鉱物を測定した結果、これらは5000万年前頃の高温の熱水活動によって生成されたと考えられる。

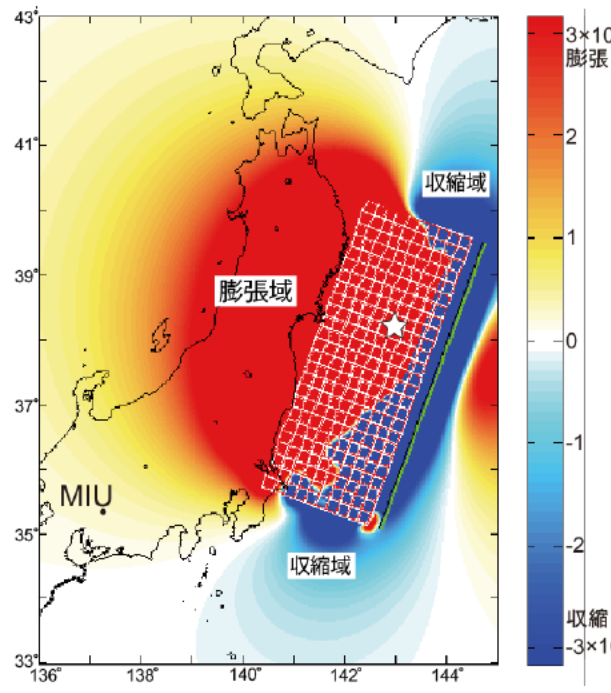


第四紀の断層の活動性の評価を行うためには、複数の放射年代測定に加えて、条線方向、変位量、変位マーカの切断関係等の総合的なデータによる評価手法が重要。

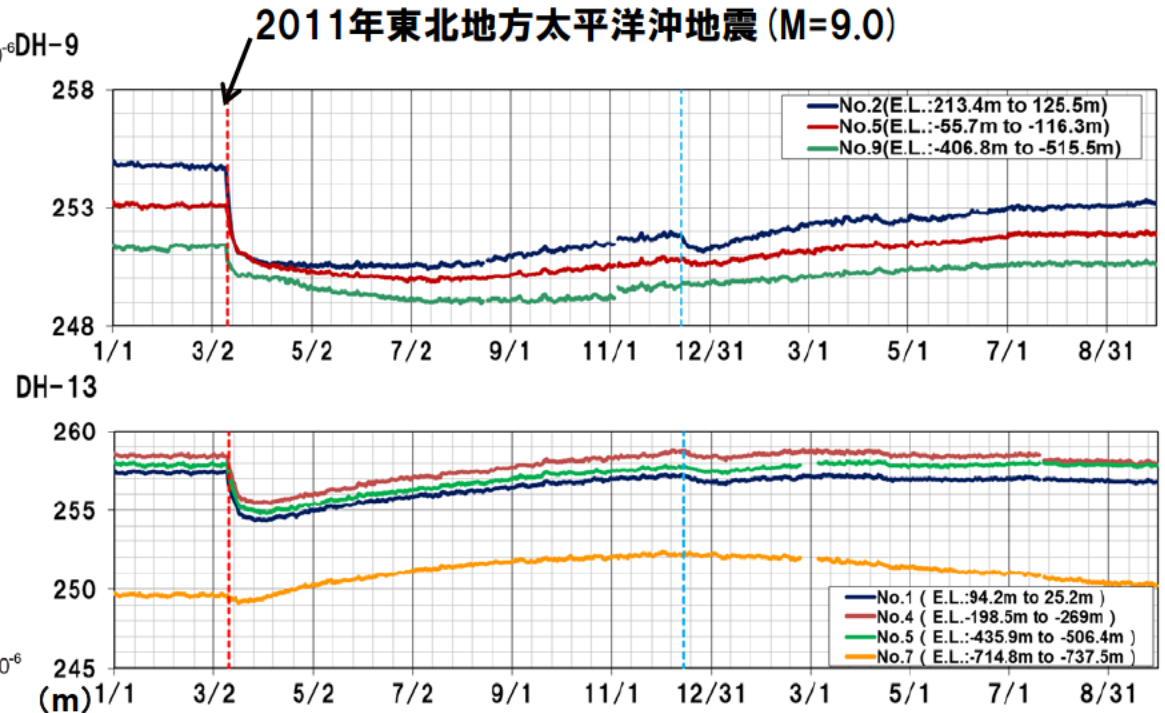
成果ダイジェスト A3)地質環境の長期変動・回復挙動の理解

—断層運動に伴う地殻応力・歪, 地下水理の変化に関する評価技術—

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻歪・地下水圧の予測・評価手法の提示するとともに、地震前後の地下水圧観測データによってその信頼性を評価。



2011東北地方太平洋沖地震に伴う
体積歪のシミュレーション結果



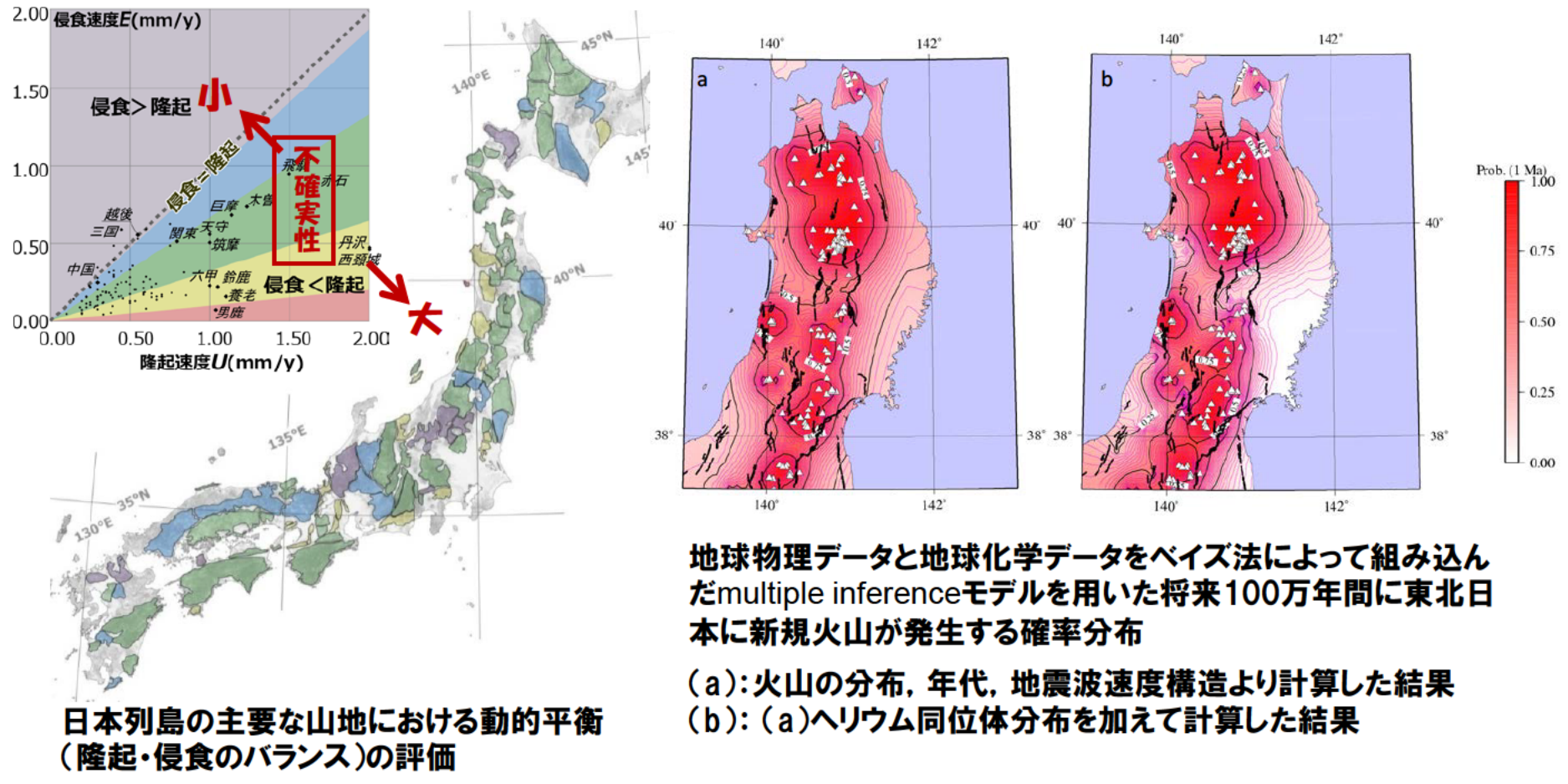
東濃地域の地下水圧の経時変化(2011.1.1~2012.9.30)

- 地震前後に観測された地下水位の変化は、断層モデルによる体積歪に基づく予測結果と整合的。
- 地震後に変化した地下水圧も、時間の経過につれて変化前の状態に回復していく傾向。

地層処分の安全性の検討に際しては、東北地方太平洋沖地震のように千～万年オーダの稀頻度の地質イベントを考慮した評価シナリオと解析手法の開発が不可欠。

成果ダイジェスト A3)地質環境の長期変動・回復挙動の理解 —超長期における予測・評価手法に関する検討—

線形外挿による隆起量の予測・評価および確率論的手法による新規火山の発生の予測・評価に伴う不確実性の検討事例を提示。



超長期の予測・評価では、不確実性が著しく増大することから、対象とする自然現象や地域に応じた手法の開発や予測期間に応じた不確実性の評価手法の提示が重要。

成果ダイジェスト メッセージ案(地質環境の長期安定性)

A1) 地質環境の初期状態の理解:

サイト選定に係る様々な要件を確認するための主に地上からの調査技術を開発

➤ 変動地形が明瞭でない活断層に係る調査技術

✓ 地下水中の溶存ガスの希ガス同位体のうちヘリウム同位体比($^3\text{He}/^4\text{He}$ 比)を指標とした地球化学的アプローチを提示。

➤ 地下で遭遇した断層の活動性に係る調査技術

✓ 断層の上盤と下盤について、閉鎖温度の低い放射年代測定法によって数百万年オーダの断層の平均変位速度を求める方法を提示。

✓ 断層充填鉱物のうち、自生粘土鉱物のK-Ar年代測定システムを開発するとともに、代表的な活断層・地質断層を事例に粘土の形成年代を提示。

➤ 地殻内の震源断層などに係る調査技術

✓ 地殻浅所の不均質性を考慮した微小地震の震源再決定法を提示。

✓ 地磁気・地電流データのS/N比を向上させるためのスタッキング法(特許第4512790号)および三次元比抵抗構造解析プログラムを作成。

➤ 内陸部の隆起・侵食速度の算出に係る調査技術

✓ 内陸部の岩体において、閉鎖温度の低い放射年代測定法によって数百万年オーダの隆起・削剥速度を求める方法を提示。

成果ダイジェスト メッセージ案(地質環境の長期安定性)

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解:

数万年以上の長期に及ぶ自然現象(例えば, 新たな断層・火山の形成, 隆起・侵食の大きさ)とそれに伴う地質環境の変化を予測・評価するための手法を開発

➤ 地形変化シミュレーション技術の高度化

✓ 復元した古地形を起点としたシミュレーションによる現地形の再現性に基づくシミュレーション技術の信頼性を提示。

➤ 断層運動に伴う地下水流動系の変化に関する評価技術

✓ 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻歪・地下水圧の予測・評価手法の提示するとともに, 地震前後の地下水圧観測データによってその信頼性を評価。

➤ 超長期における予測・評価手法に関する検討

✓ 地殻変動の一樣継続性および線形外挿法による予測・評価の信頼性を評価。

✓ 確率論的手法による新規火山・断層の発生の予測・評価を提示。

➤ その他(年代測定技術の開発)

✓ 宇宙線生成核種による年代測定法の整備

✓ (U-Th) / He法, K-Ar法, FT法等の年代測定法の整備

✓ 流体包有物の化学組成に基づくテフラ同定手法の提示

次の研究計画において対象とすべき課題

反映先	達成すべき技術要件	技術要件を満たすための研究開発項目	課題	重要度
最終閉鎖に関する意思決定	超長期の防護基準については、天然の放射能濃度との相対的比較等の補完的指標も考慮すべき。	超長期における予測・評価手法に関する検討	✓ 超長期の予測に伴う不確実性の評価手法の開発	◎
追加対策に関する意思決定	処分場においては立地段階から事業廃止に至るまで、各段階に応じたモニタリングや巡視・点検等を実施することが必要。	閉鎖後の自然現象のモニタリング技術	✓ モニタリング期間に応じた技術開発が必要	○

今後の課題 メッセージ案(地質環境の長期安定性)

A2) 地質環境の短期変動・回復挙動の理解(処分開始～最終閉鎖に関する意思決定ポイントへの反映):

- 超長期における予測・評価手法および不確実性の評価手法の開発

A3) 地質環境の長期変動・回復挙動の理解(処分開始～追加対策に関する意思決定ポイントへの反映):

- 施設閉鎖時後の自然現象による影響を把握するためのモニタリング技術の整備