

# 「幌延地域における地質環境 の長期安定性に関する研究」 の研究成果および今後の計画について

独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
地層処分研究開発部門

## 関係法令・報告（要求事項） < 地震・断層活動，火山・地熱活動， 隆起・侵食，気候・海水準変動 >

➤地震・断層活動による地質環境への影響は，活断層の有無からだけでは判断できないことを想定し，取り扱いを審議。

➤火山フロントより日本海側や単成火山の周辺地域での新たな火山の発生の可能性，マグマによる地温上昇，熱水対流の発生，地下水の水質変化等の影響については，設計・施工・処分システム全体の安全性能との関連も踏まえ，取り扱いを審議。

➤隆起・沈降・侵食により地下水の流動特性や水質が変化し，廃棄体中に含まれる放射性廃棄物が漏出し，周辺の地質環境中を移行し易くなること等の影響については，設計・施工での対応や処分システム全体の安全性能との関連も踏まえ，その取り扱いを審議。

*概要調査地区選定段階以降の段階で考慮すべき環境要件（原子力安全委員会，2002）*

➤地震・地質構造の変化による水文地質学的変化分野，気候変動による水文地質学的変化分野では，水文地質学的変化をその原因となる要因から解明することよりも，処分システム領域にどのように影響を与えるかを優先して研究を進めることが必要。

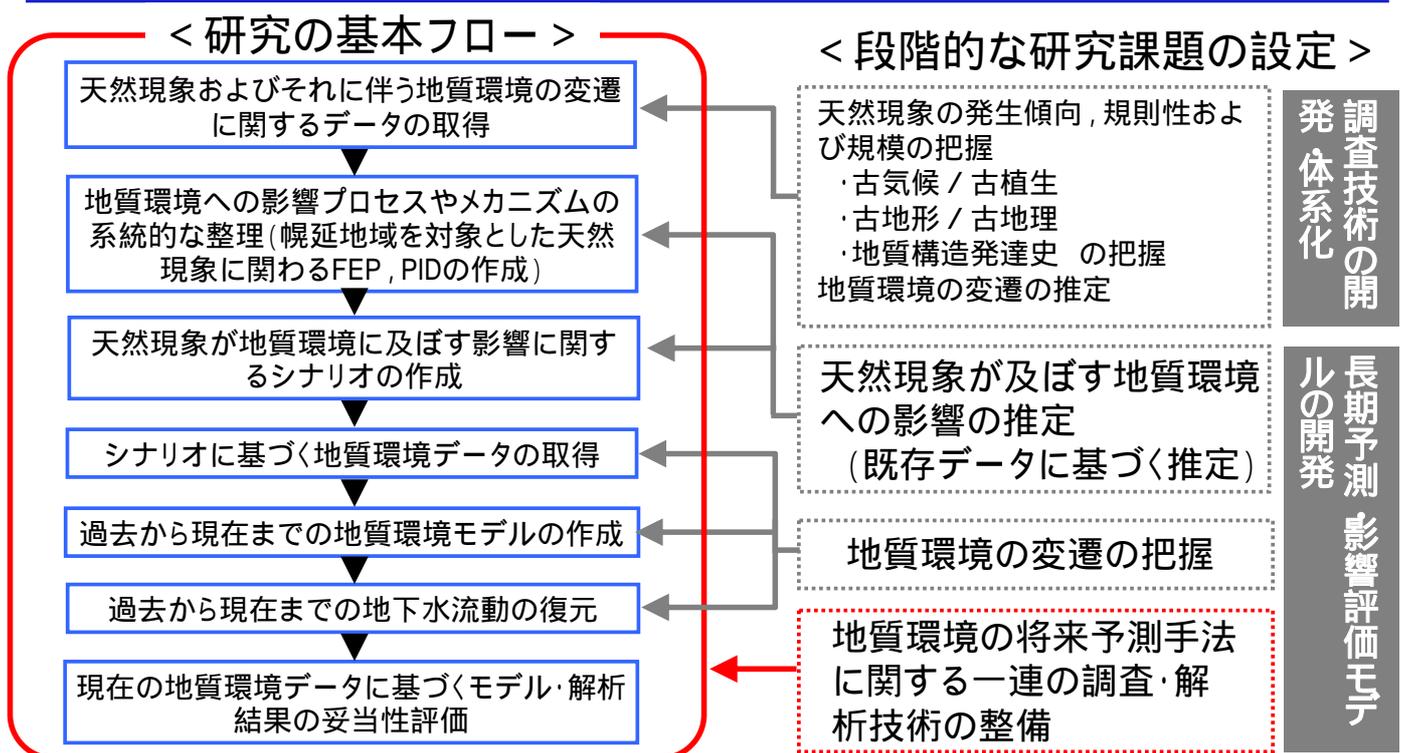
*廃棄物安全小委員会報告（総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会，2003）*

# 達成目標

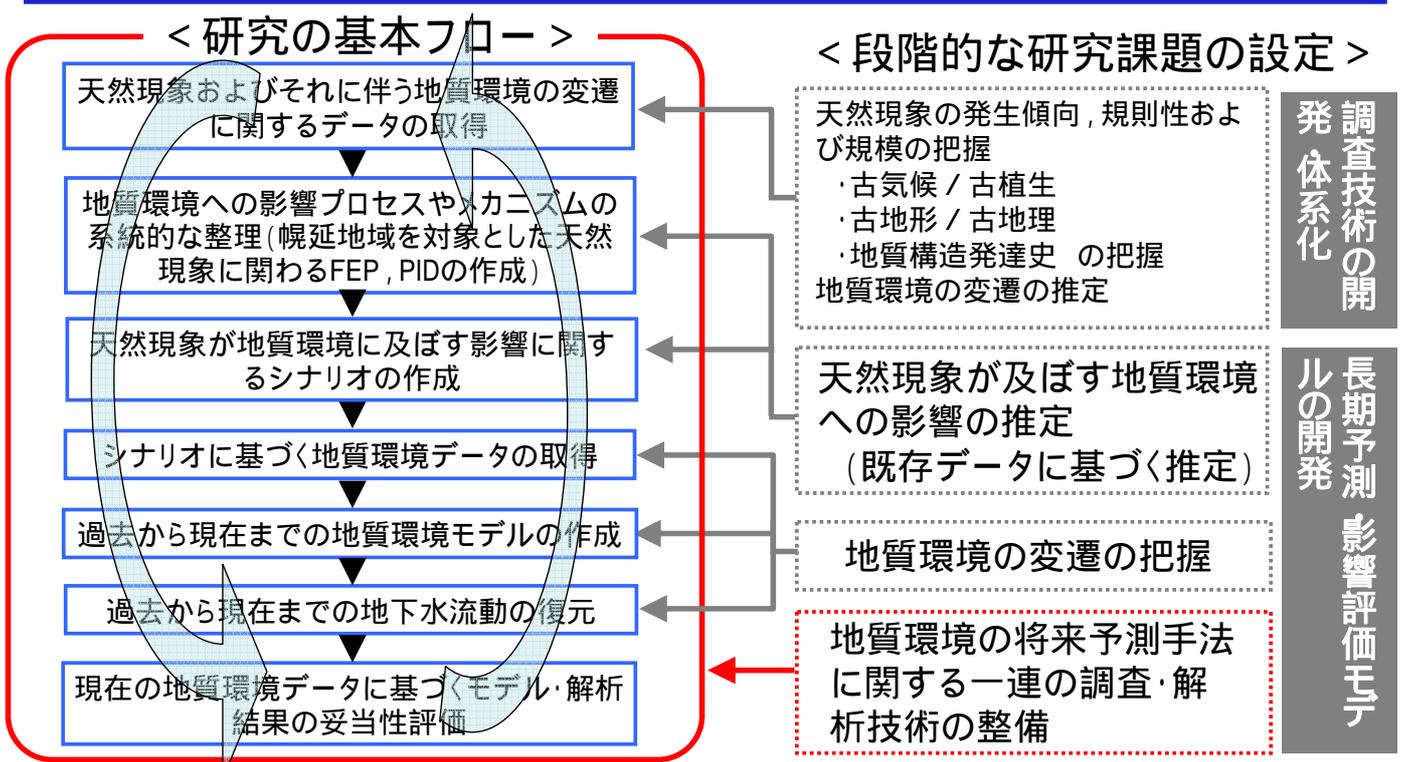
- 幌延地域を事例として、地層処分に関わる地質環境特性\*の現在から将来にわたる長期的な挙動を予測しモデル化・解析するための一連の調査・解析技術を整備する。  
\*例えば、地下水流動、地下水水質、物質移動特性
- この過程を通じて、ある与えられた場における地質環境の長期挙動を予測し評価するための方法論を構築する。
- 具体的には・・・  
過去から現在までに生じた天然現象とそれに伴う地質環境の変遷を把握し、天然現象が及ぼす地質環境への影響に関するプロセス、メカニズムおよびその程度を把握する。それらの結果に基づき、将来における天然現象とそれに伴う地質環境の変化を予測する。

➡ 古水理地質学的アプローチ

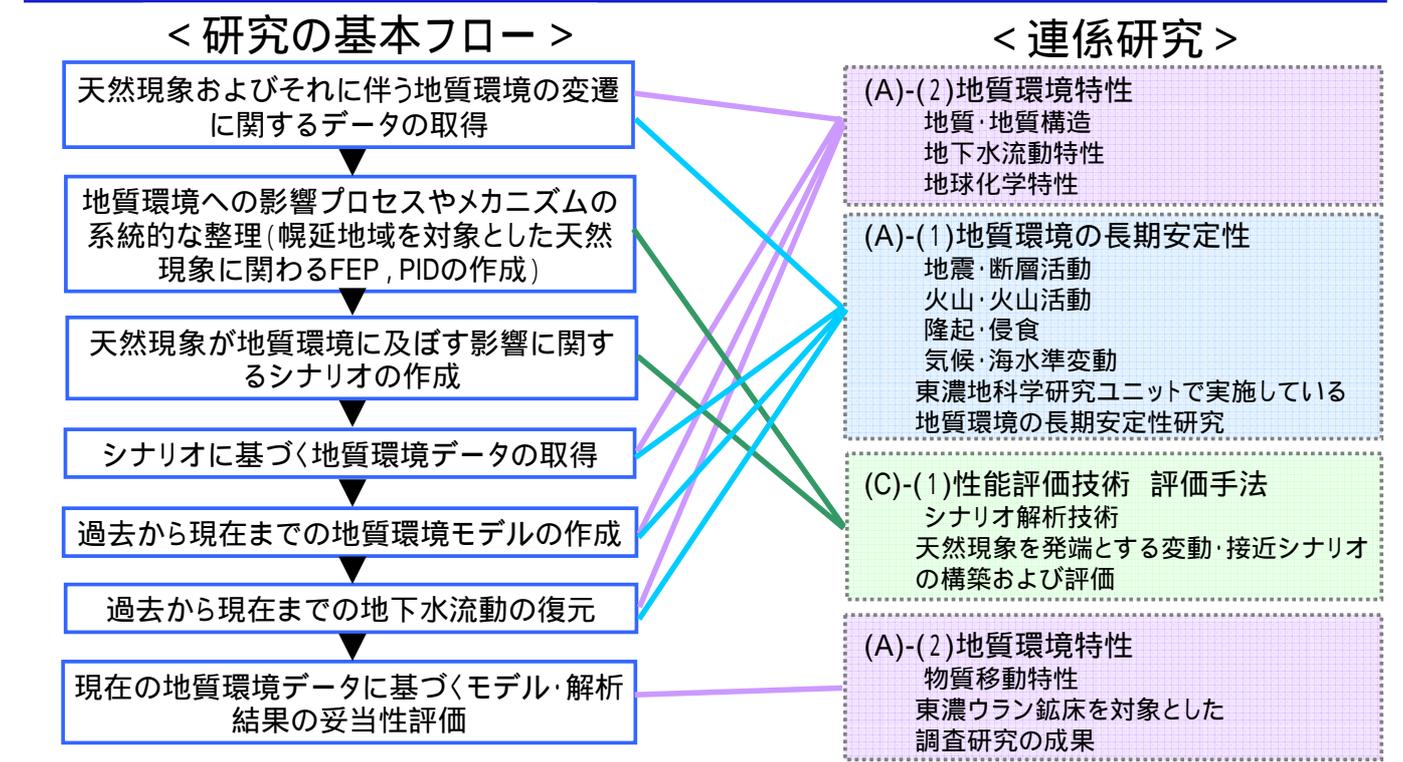
## 研究課題 (1 / 2)



# 研究課題 ( 1 / 2 )



# 研究課題 ( 2 / 2 )



# 天然現象の発生傾向，規則性および規模の把握（研究課題）

## < 調査技術の開発・体系化 >

### 将来の地殻の活動性評価

➢ 微小地震分布，活構造分布，陸域の移動，広域地質構造の変遷などに基づき，幌延地域における地殻変動場の変化に関する基本的な考え方を提示。

### 侵食速度に関する調査技術

➢ シリカ鉱物相の変化および有機物組成の変化を指標とし，過去100万年程度の地層の削剥量から侵食速度を推定する手法を提示。

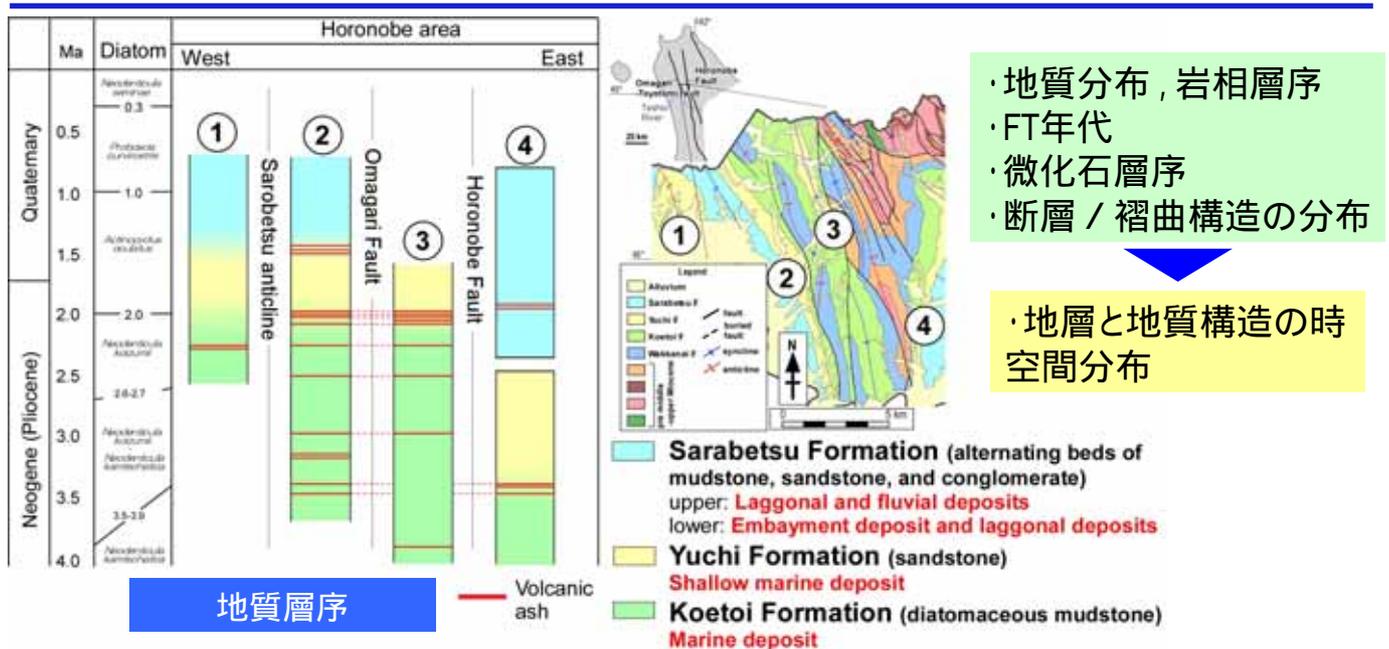
### 隆起・沈降等に関する調査技術

➢ 海成段丘を指標とした垂直変動量や地下地質構造断面図を用いた地殻短縮量の解析などといった地質学的手法が有効であることを例示。

### 気候・海水準変動に関する調査技術

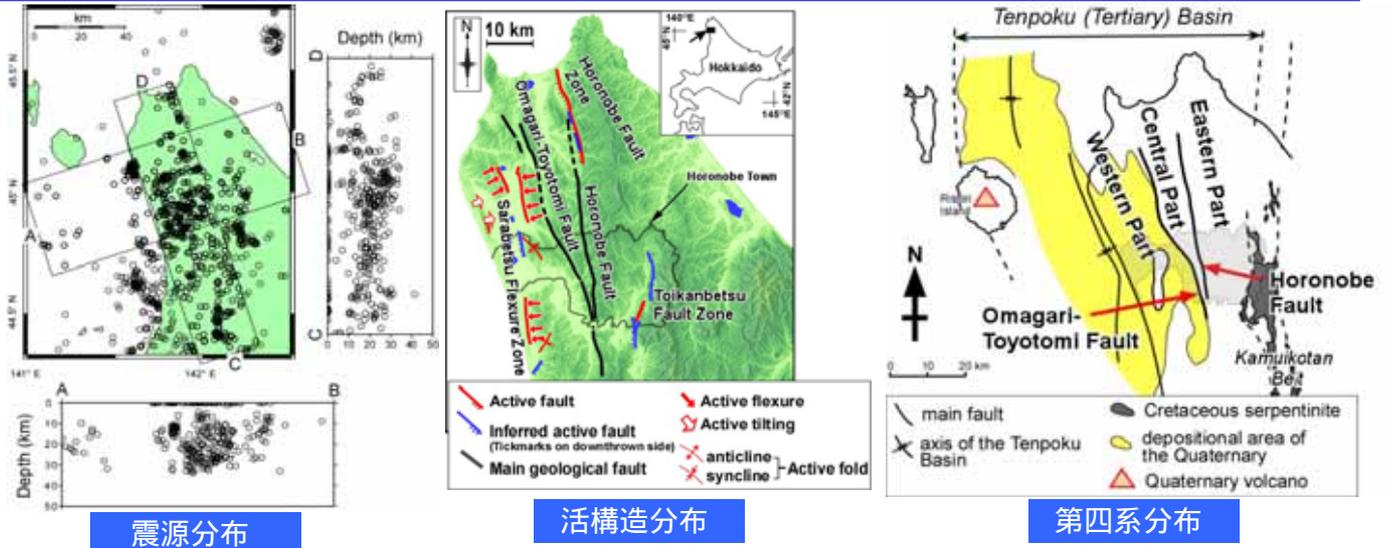
➢ 海成段丘の形成時期と分布とに基づき，第四紀における海岸線の移動範囲等を推定する手法を例示。

## 将来の地殻の活動性評価（1 / 3）



後期鮮新世以降から現在に至るまで，陸域が東から西に向かい順次拡大したことを示し，この拡大には断層活動や褶曲作用が関与した可能性が示唆される。

# 将来の地殻の活動性評価 ( 2 / 3 )



震源分布

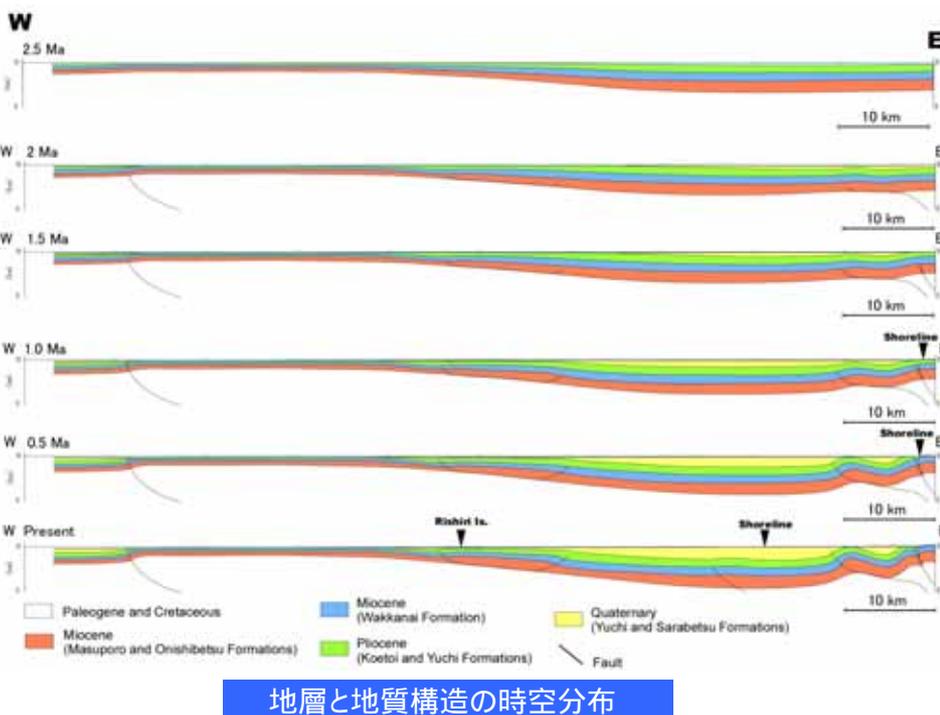
活構造分布

第四系分布

- ・震源分布
- ・活構造分布
- ・地層と地質構造の時空分布

現在陸域において地殻変動が最も活発である地域は幌延地域の西部と推定される。

# 将来の地殻の活動性評価 ( 3 / 3 )



地層と地質構造の時空分布

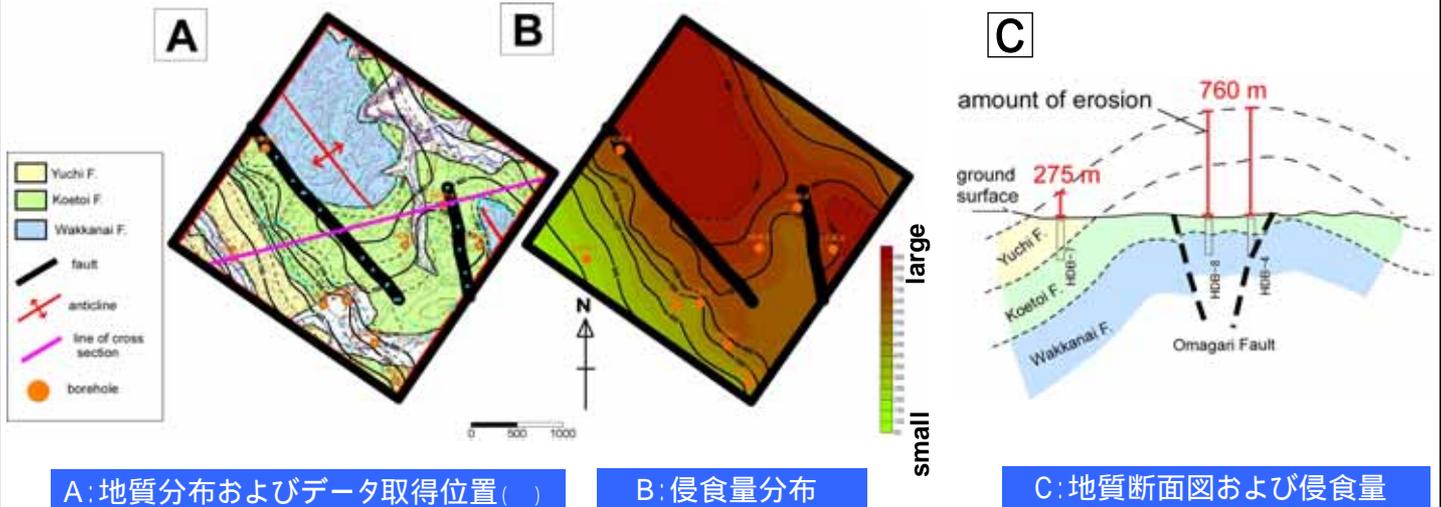


- ・現在における地殻変動活動域の分布
- ・地層と地質構造の時空分布

現在陸域において地殻変動が最も活発である地域は幌延地域の西部であり、断層活動・褶曲作用は東から西へ順次進行。

地殻変動の活発な地域は天北堆積盆内をさらに西部へと移動することが推測される。

# 侵食速度に関する調査技術(1 / 2)



A: 地質分布およびデータ取得位置 ( )

B: 侵食量分布

C: 地質断面図および侵食量

- ・岩相 / 年代 / 層序データ
- ・岩石鉱物特性データ  
 鉱物組成、シリカ鉱物相など
- ・地球化学特性データ  
 全岩化学組成、有機物組成など

侵食量 =

(基準面の最大埋没深度) - (基準面の現在の深度)

\* オパールA / CT境界を基準面とする。

\* 文献データに基づき、地表温度、シリカ鉱物相の鉱物相転換温度を仮定する。

# 侵食速度に関する調査技術(2 / 2)

## 最大埋没深度の見積もり結果

surface condition	opal A/CT depth(m)	opal CT/Qtz depth(m)	opal A/CT temperature ( )	opal CT/Qtz temperature ( )	paleogeothermal gradient ( /100 m)	buried depth of ref. plane (opal CT) depth (m)
temperature of ground surface 15			45	69	3.2	932
			22	72	6.7	104
			38	106	9.1	252
			50	80	4.0	870
			50	110	8.0	435
temperature of ground surface 6.2 *	250	996	45	69	3.2	1205
			22	72	6.7	236
			38	106	9.1	349
			50	80	4.0	1088
			50	110	8.0	544

\* averaged temperature at Teshio wether station from 1979-2000

地表面温度やシリカ鉱物相の相転換温度の差異に起因して、見積もり結果に最大10倍の差異が生じる。

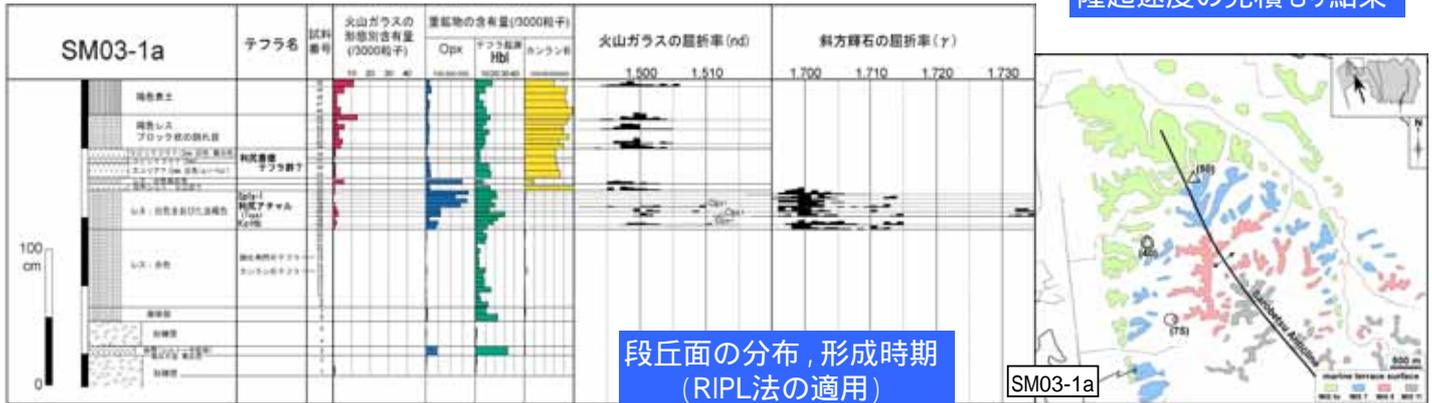
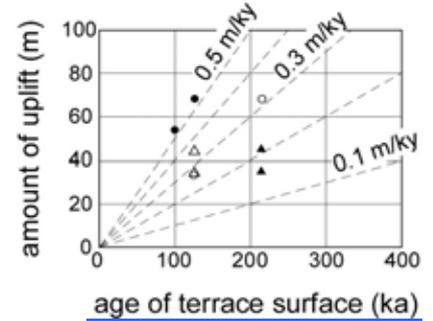
- ・地表面温度や鉱物相変化の温度に関する地質学的に妥当な推定値の再検討。
- ・他手法による推定値との比較による妥当性の検証。

# 隆起・沈降等に関する調査技術(1 / 3)

- ・段丘面の分布, 標高
- ・段丘面構成層の岩相 / 層序
- ・**段丘面の形成時期**
- ・段丘面形成時の海面高度

< 段丘面形成時期の推定 >  
 ・RIPL法を用いたテフロクロノロジー  
 ・段丘面の開析度  
 ・段丘面被覆層(レス)の層厚  
 ・段丘面被覆層の岩相などに基づく推定。

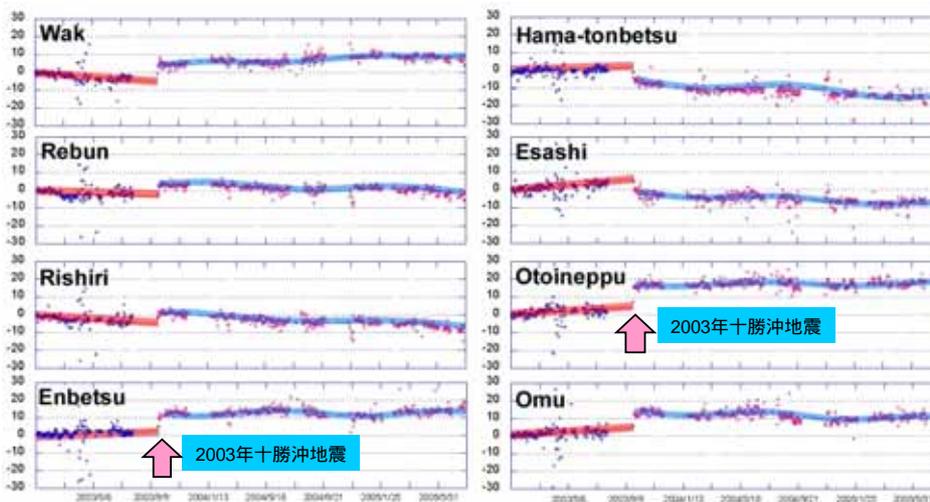
幌延町北西部における過去約21万年間の隆起速度



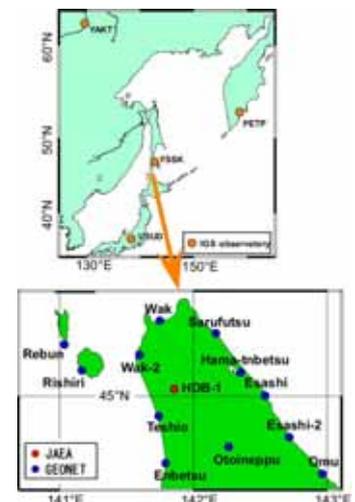
# 隆起・沈降等に関する調査技術(2 / 3)

- ・三角測量データ
- ・**GPS観測データ**
- ・活断層の変位と活動期間
- ・層序, 地下地質構造データ

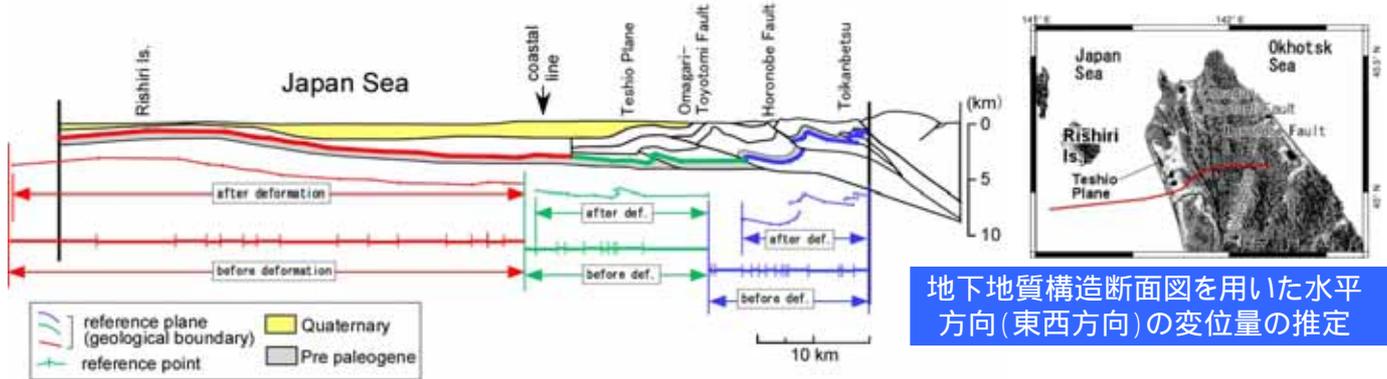
時間尺度の異なるデータを用いて, 地殻水平短縮量および歪速度を推定。



GPS観測データより求めた水平方向の変位量  
 縦軸, 変位量 (mm; マイナスを短縮, プラスを伸長); 横軸, 日付



# 隆起・沈降等に関する調査技術(3 / 3)



地下地質構造断面図を用いた水平方向(東西方向)の変位量の推定

測地学的手法により求めた地殻の変動傾向や歪速度は、2003年十勝沖地震の発生前後で変化しており、余効変動等の地殻の弾性変形を反映している可能性がある。

異なる手法により求めた水平方向(東西方向)の歪速度 (year<sup>-1</sup>; マイナスを短縮, プラスを伸長)

	GPS	Triangulation	Active fault	Geological cross section
	10 <sup>-8</sup> ~ 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup> ~ 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-9</sup> ~ 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup> ~ 10 <sup>-8</sup>
	before 2003 Tokachi EQ	before 2003 Tokachi EQ	northern part of Hokkaido	
HDB-1 - Rishiri	-1.02 × 10 <sup>-7</sup>	-6.59 × 10 <sup>-8</sup>	-1.5 × 10 <sup>-7</sup> scale error : 5.0 × 10 <sup>-6</sup>	Horonobe area
HDB-1 - Hama-tonbetsu	7.94 × 10 <sup>-8</sup>	1.29 × 10 <sup>-7</sup>		section1 - 7.81 ~ -8.12 × 10 <sup>-9</sup>
HDB-1 - Esashi	1.63 × 10 <sup>-7</sup>	-6.32 × 10 <sup>-8</sup>		section2 - 2.29 ~ -2.43 × 10 <sup>-8</sup>
				section3 - 4.00 ~ -4.15 × 10 <sup>-8</sup>

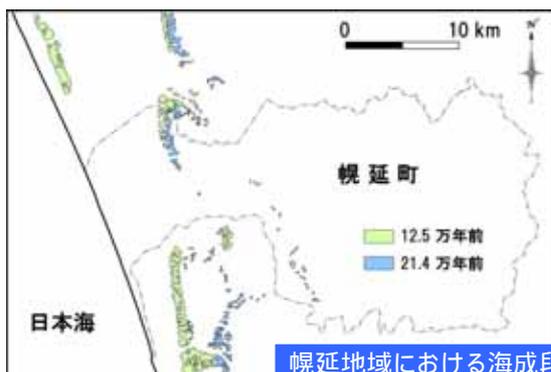
数百万から数万年の期間を対象とした場合、海成段丘を指標とした垂直変動量や地下地質構造断面図を用いた地殻短縮量の解析などといった地質学的手法が有効。

# 気候・海水準変動に関する調査技術

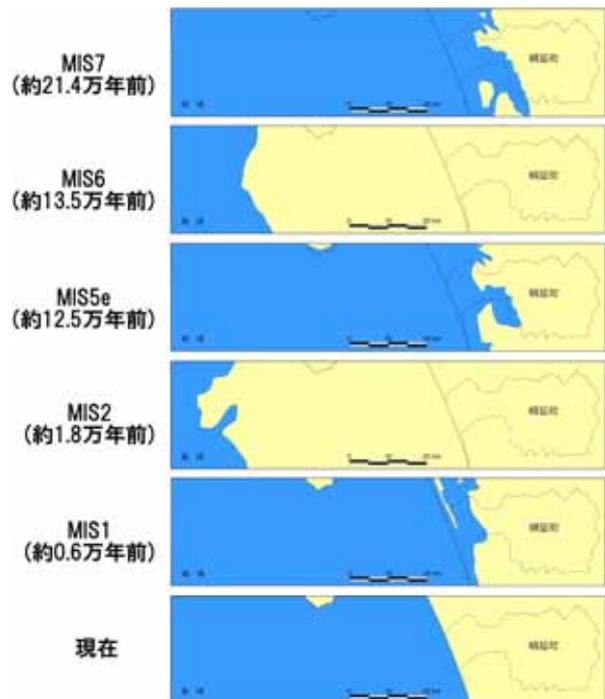
- ・段丘面の分布
- ・段丘面の形成時期
- ・海底地形

< 段丘面形成時期の推定 >  
 ・RIPL法を用いたテフロクロノロジー  
 ・段丘面の開析度  
 ・段丘面被覆層(レス)の層厚  
 ・段丘面被覆層の岩相などに基づく推定

過去約21万年間の海陸分布



幌延地域における海成段丘の分布



過去約21万年間の海陸分布

# H18以降の計画

## < 調査技術の開発・体系化 >

### ▶ 天然現象の発生傾向、規則および規模の把握

- ・現行地形変化プロセスの把握(標高-起伏量-地すべり-地質分布の相関性の把握)
- ・幌延町北進地区を対象とした古地形、古気候、古地理の復元(浅層ボーリング調査、花粉分析、堆積相解析)
- ・有機物組成に基づく100万年スケールの期間を対象とした侵食量の推定
- ・地震発生周期の検討
- ・地下深部のマグマ・高温流体の存在可能性の検討

## < 長期予測・影響評価モデルの開発 >

### ▶ 天然現象が及ぼす地質環境への影響の推定

- ・過去に生じた天然現象が及ぼした地質環境への影響について、THMC(熱-水理-力学-化学)形式による整理

### ▶ 地質環境の変遷の推定

- ・気候・海水準変動および地質構造発達史を考慮した地下水流動解析の試行

### ▶ 古水理

- ・モデルや解析結果の妥当性評価に関する研究計画の立案

# H17までの成果発表

## (1) 天然現象の発生傾向、規則性および規模の把握(1 / 2)

### < 論文・プロシーディング・報告書等 >

- 新里忠史, 安江健一(2004): 幌延地域における地質環境の長期安定性に関する研究 - 地域特性を考慮した地質環境の長期安定性, 第14回環境地質学シンポジウム論文集, 101-106.
- 新里忠史, 安江健一(2005): 幌延地域における地質環境の長期安定性に関する研究 - 長期安定性の評価・予測における地域特性の考慮, 原子力バックエンド研究, 11, 125-138.
- Birkhäuser, P., Lacave, C., Ohara, H. and Niizato, T.(2005): Computation of amplification functions in the Wakkanai Formation, Horonobe area, JNC Technical Document, JNC TY5410 2005-001.
- 安江健一, 石井英一(2005): 北海道北部, 幌延町における大曲 - 豊富断層の正確な位置の特定, 活断層研究, 25, 39-46.
- 高橋一晴, 新里忠史, 安江健一, 石井英一(2005): 北海道北部幌延町における地球化学的特徴を用いた侵食量の推定, サイクル機構技術資料, JNC TN5400 2005-011.
- 新里忠史, 重野聖之, 高清水康博(2006): 北海道における地震に関するアイヌの口碑伝説と歴史記録, 歴史地震, 21, 121-136.
- 安江健一, 秋葉文雄, 大平寛人, 石井英一(2006): 北海道北部, サロベツ背斜付近に分布する声問層上部の鮮新統上部珪藻化石帯とフィッシュン・トラック年代, 地質学雑誌, 112, 284-293.

### < 学会講演要旨等 >

- 安江健一, 石井英一, 浴信博, 福島龍朗(2004): 北海道北部, 幌延町北進地区の段丘堆積物の特徴, 地球惑星科学関連学会2004年合同大会予稿集, Q042-P004.
- 新里忠史, 安江健一, 石井英一(2004): 幌延町における地質環境の長期安定性に関する研究, 日本地質学会第111年学術大会講演要旨, p.189.
- Yasue, K., Ishii, E. and Niizato, T. (2005): Neotectonics of the Tenpoku Sedimentary Basin in northern Hokkaido, Japan: a case of the Horonobe area, Hokudan 2005 International Symposium Active Faulting, 176-177.
- 新里忠史, 安江健一, 高橋一晴(2005): 幌延地域における地質環境の長期安定性研究 - 地殻変動の特徴 -, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集, G018-P009.
- 高橋一晴, 新里忠史, 安江健一, 舟木泰智, 石井英一, 福島龍朗, 鈴木徳行, 天羽美紀(2005): 北海道幌延町新第三紀珪質岩の地球化学的特徴から見た侵食量および隆起時期, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集CD-ROM, G018-P008.
- 安江健一, 秋葉文雄, 石井英一(2005): 珪藻化石種を用いた堆積物の後背地解析の試み: 北海道北部, 幌延地域を例として, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集CD-ROM, G016-003.

# H17までの成果発表

## (1) 天然現象の発生傾向, 規則性および規模の把握(2 / 2)

< 学会講演要旨等 >

- 安江健一, 新里忠史, 石井英一, 高橋一晴, 舟木泰智 (2005): 北海道北部, 幌延地域における鮮新世後半以降の地殻変動場の移動, 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集CD-ROM, G018-P010.
- 新里忠史, 安江健一(2005): 幌延地域における水平方向の地殻歪速度の推定, 日本地質学会第112年学術大会講演要旨, p.211.
- 安江健一, 石井英一, 古澤明 (2005): 北海道北部, サロベツ背斜周辺における海成段丘の形成時期, 日本地質学会112年学術大会講演要旨, p.326.
- 高橋一晴, 新里忠史, 石井英一, 安江健一, 舟木泰智, 福島龍朗, 鈴木徳行, 天羽美紀(2005): 北海道北部幌延地域の地球化学的特徴による侵食量の推定, 第23回有機地球化学シンポジウム講演要旨集, 36, P-13.
- 安江健一, 新里忠史, 津久井朗太 (2005): 北海道北部におけるGPS観測と基線長解析, 日本地震学会講演予稿集2005年度秋季大会, p.169.
- 安江健一, 新里忠史(2006): 地中レーダー探査による極浅部の地質構造調査: 北海道北部, 大曲-豊富断層の例, 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, O106-P007.
- 瀬尾昭治, 新里忠史, 操上広志, 安江健一, 藪内聡, 原稔, 國丸貴紀, 中山雅, 舟木泰智, 山口雄大(2006): 浮流土砂流量に基づく侵食量の予測手法の検討 - 北海道北部幌延町における調査事例 -, 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, G150-P001.
- 高橋一晴, 新里忠史, 安江健一, 天羽美紀, 鈴木徳行(2006): 北海道北部幌延町新第三紀珪質岩の地球化学的特徴からみた侵食量および隆起時期(2), 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, G150-P002.
- 新里忠史, 重野聖之, 高清水康博(2006): 北海道周辺地域における歴史地震について - アイヌの口碑伝説と歴史記録に基づく検討 -, 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, G150-P006.

## (2) 天然現象が及ぼす地質環境への影響の推定

< 学会講演要旨等 >

- 川村淳, 牧野仁史, 大井貴夫, 梅田浩司, 新里忠史, 石丸恒存(2006): 放射性廃棄物処分に係わる天然現象影響評価に関する影響解析パラメータの設定手法の検討, 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, G150-012.
- 川村淳, 牧野仁史, 梅田浩司, 大井貴夫, 新里忠史, 石丸恒存(2006): 「火山活動」を例とした放射性廃棄物処分に係わる影響解析パラメータの設定, 日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集CD-ROM, G150-P019.