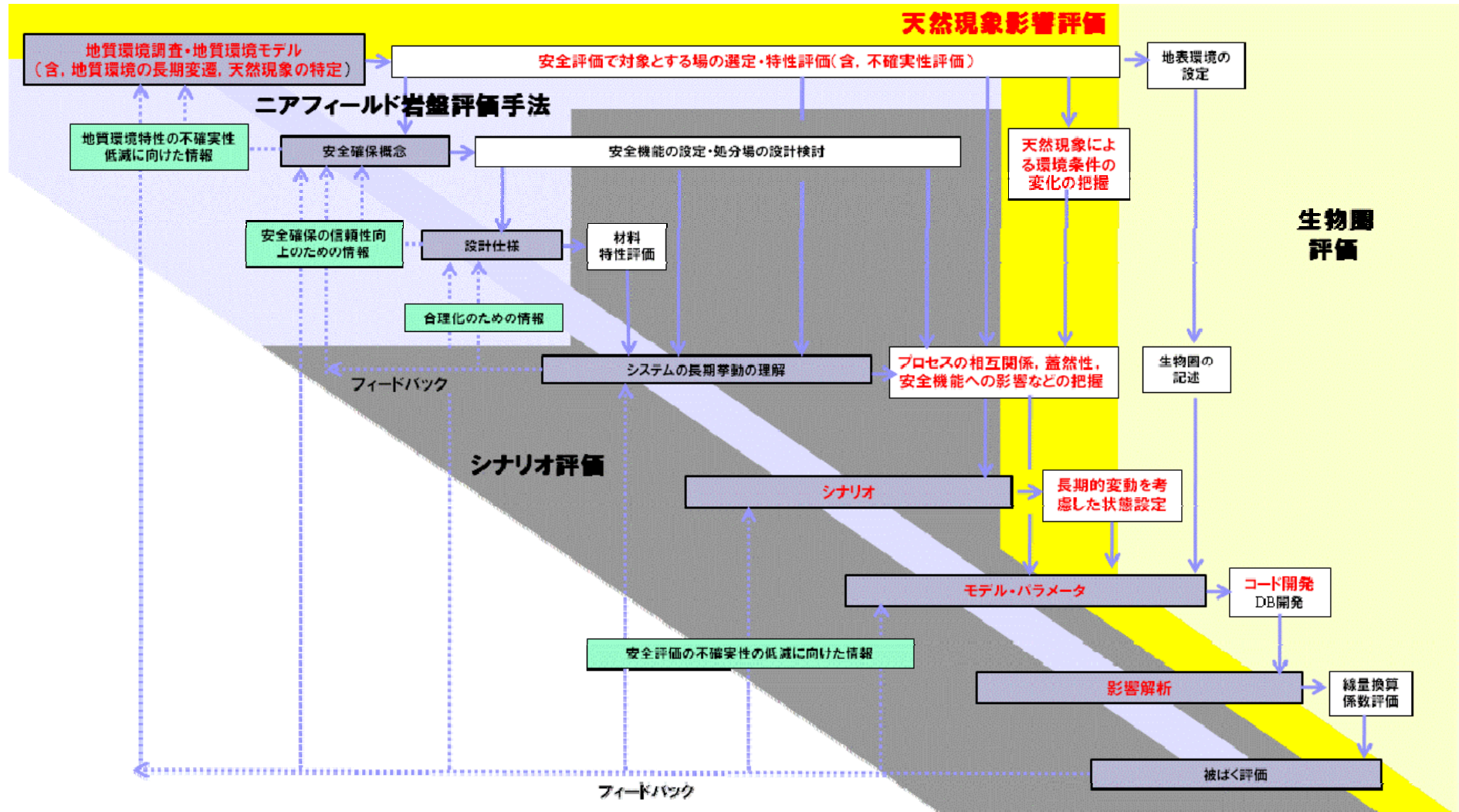


**実際の地質環境条件に適用するための
性能評価手法
—天然現象の影響評価—**

平成22年8月5日

**地層処分研究開発部門 システム性能研究グループ
柴田 雅博**

総合性能評価の枠組みと 天然現象の影響評価研究との関係



◆地質環境に係る長期変動事象の状態設定

過去の変動傾向とその要因が今後も継続するとみなし、それらを外挿して設定する。

基本設定(基本シナリオにおける状態設定): 過去の変動傾向とその要因を踏まえ **できるだけ確からしいもの。**

変動設定(変動シナリオにおける状態設定): 過去の変動傾向とその要因に関する **不確かさを考慮する。**

- ・プレート運動に起因する事象

火山・火成活動, 地震・断層活動, 隆起・沈降運動

- ・気候変動に起因する事象

海水準変動, 気温・降水量変化, 涵養量変化

- ・プレート運動と気候変動の両者に起因する事象

地形変化, 地下水流動, 表流水流動

◆稀頻度事象シナリオ(発生の可能性が著しく低い自然事象)

①地震・断層活動による力学的破壊の影響評価

②火山・火成活動による力学的破壊及び熱的・化学的な劣化の影響評価

(⇒「基本的立地条件」で避けるとしている事象)

天然現象の影響評価研究における課題

● 状態設定の具体的な方法論と技術の整備

将来発生することが想定される天然現象を、具体的にどのような情報に基づいてどのように設定すべきか。

● 状態設定に基づく安全評価シナリオ及びパラメータ設定手法の整備

原安委「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」を受けての課題

- ◆ それぞれの事象についての基本と変動の区分の考え方
- ◆ 時間段階(期間区分)と、シナリオ区分の関係
(特に、地層処分で考慮すべき超長期の取り扱いについて)

本研究の目的とアプローチ

目的:天然現象に起因する影響を過度な保守性を排除してより現実的に評価するための一連の技術を整備する

地質環境調査評価技術分野

①天然現象の特性とTHMCの関係の定量化

②事象の発生確率, 時間依存性

Step1:天然現象プロセスの記述

Step2:対応する地質環境条件
(THMCG:温度-水理-力学-化学-幾何形状)の変化に関する情報の整理

性能評価技術分野

③THMCの変化(時間的変遷を含む)と安全評価上の重要パラメータとの関係整理

④安全評価上重要なパラメータに基づく変動シナリオの重要度特性に関する情報整理

Step3:地質環境条件の変化に基づくシナリオの類型化

Step4:それぞれのシナリオについてのモデル・解析条件の設定

Step5:影響解析

状態設定へのアプローチ

天然現象に起因する地質環境の変化およびそのシステム性能への影響を, 空間的な位置関係, 時間的な変遷を含めて図等で記述したモデル

⇒ 概念モデル

作業フレーム (川村ほか(2007)を一部修正・加筆)

第1期中期計画の成果

- ◆ 作業フレームに従って,
 - ・火山・火成活動
 - ・地震・断層活動
 - ・隆起・侵食／沈降・堆積, 気候・海水準変動のそれぞれについて, Step1からStep3までを実施
⇒ 状態設定の試行

状態設定に関する基本的手法を整備

- ・天然現象の理解とTHMCGをパラメータとしたマトリックス型式での影響伝播の整理
 - ・過去の変動傾向(＝地史)の理解と将来への外挿
 - ・モダンアナログ的思考方の適用
- ⇒ 概念モデルとしての整理 ➔ 現象に応じた概念モデルの提示

状態設定に基づく, 影響評価解析の試行
(Step4, 5の一部実施)

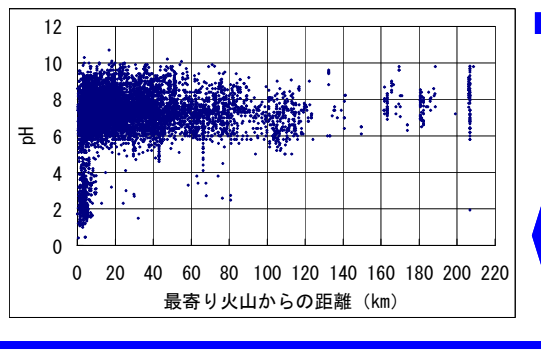
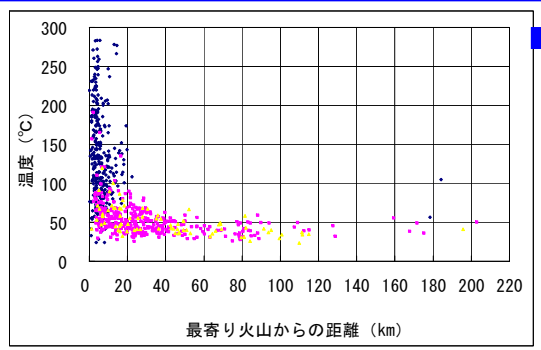
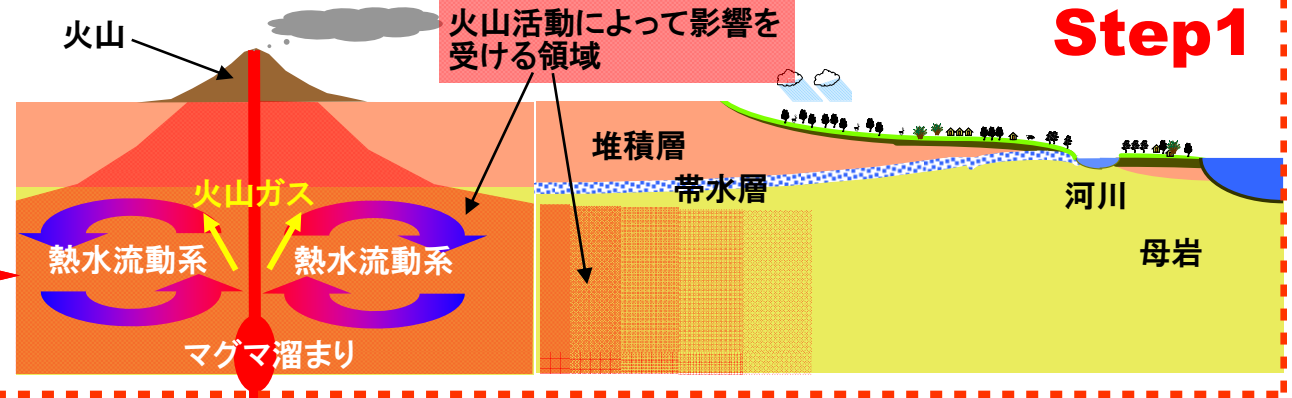
- ◆ What if 解析の考え方, アプローチの構築と例示

火山・火成活動の影響

Step1

天然現象、地質構造および地球科学に関する研究成果など

「天然現象が発生したらどうなるか？」の記述



解析図などの統合

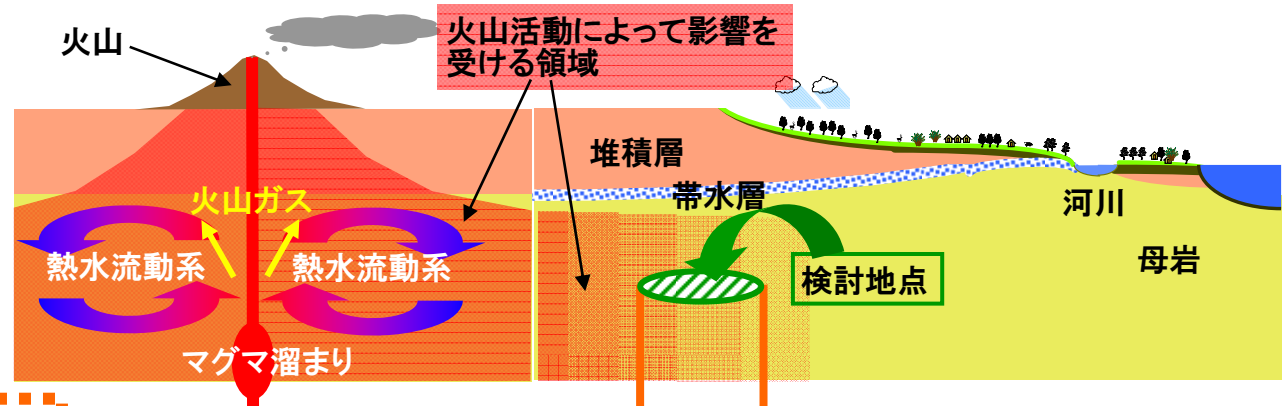
T: 温度	300~100 °C (10 °C/100m以上の地温勾配)	50 °C ~ (3 °C/100m程度の地温勾配による温度)	
H: 水理	300 °C超, 600 °C程度まで上昇	10 ⁻⁹ m s ⁻¹ オーダー	
M: 力学	岩盤が著しく劣化		
C: 水質	SO ₄ ²⁻ 卓越	Cl ⁻ 卓越	HCO ₃ ⁻ 卓越
C: pH	酸性: pH 4.8以下	中性~弱アルカリ	

例えば、
 ・第四紀火山の位置情報
 ・温泉やボーリングの位置情報、
 温度データ、水質データ
 など

Step2

- ・温度-水理-力学-化学 (THMC) で分類・把握し、整理 (THMC情報)
- ・いろいろな解析図の作成

火山・火成活動の影響



Step3

「検討地点」の地質環境条件の抽出と設定
 T: 50~100 °C程度(地表下1,000 m)
 → 保守的に90°Cに設定
 H: 10^{-10} m/sオーダーの流速(平均的な岩盤よりも1桁程度速い流速を推定)
 → 保守的に透水性をレファレンスケースに対して最大3桁高い側に設定
 M: 変化無し、あるいは透水性を高める程度の割れ目あり
 → 変化なしとする
 C: Cl⁻あるいはHCO₃⁻タイプ、pHは弱酸性~中性
 → 上記の記述のとおり、弱酸性でCl濃度が比較的高い水質を設定

T: 温度	300~100 °C (10 °C/100m以上の地温勾配)		50 °C ~ (3 °C/100m程度の地温勾配による温度)
H: 水理	10 ⁻⁹ m s ⁻¹ オーダー		
M: 力学	岩盤が著しく劣化		
C: 水質	SO ₄ ²⁻ 卓越	Cl ⁻ 卓越	HCO ₃ ⁻ 卓越
C: pH	酸性: pH 4.8以下		中性~弱アルカリ

Step4&5

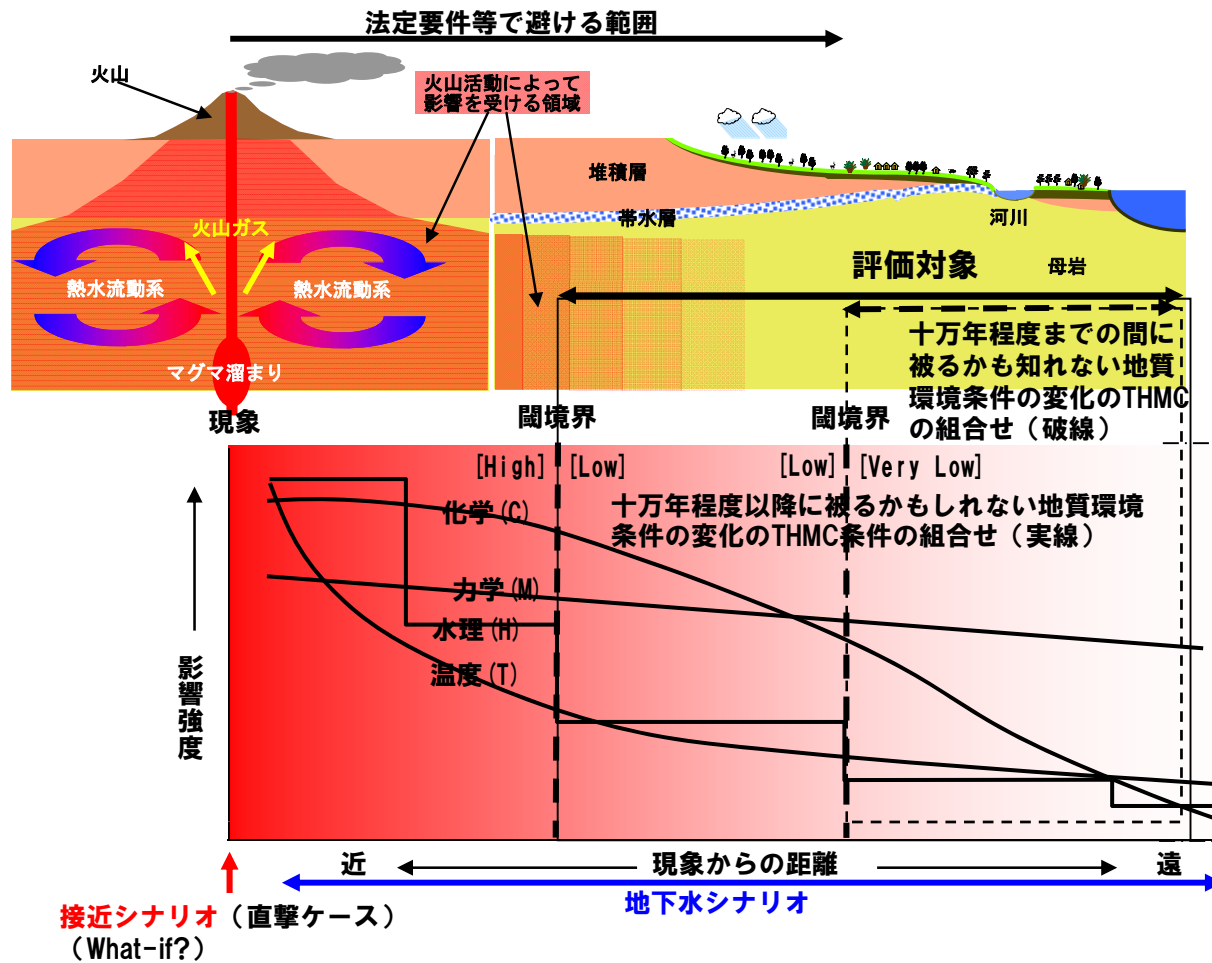
「検討地点」に処分場があった場合どのような影響が及ぶのかを評価する。
 具体的には、抽出/設定されたTHMC情報を介して、システム性能への影響の伝播等を整理し、解析用の数値(例えば、核種移行パラメータなど)を設定し、影響評価を実施。

火山・火成活動の影響

時間変化の取扱いの考え方

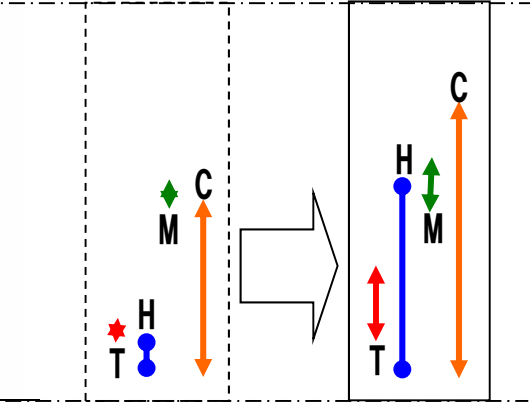
火山シナリオの例

前提：法定要件等により既存の第四紀火山からある程度離れた場所を選定
(ある一定期間は著しい影響を被ることは考えにくい)



- 火山活動に関する現在の研究知見に基づき、将来予測に関する期間を設定。その期間を以降、活動の不確実性が増加するものとして取り扱う。
- 現在の地球科学的な知見に基づき、モダンアナログ的に将来予測されるTHMCの組合せを抽出する。
- 火道直撃（接近シナリオ）はWhat-ifとして取り扱う？

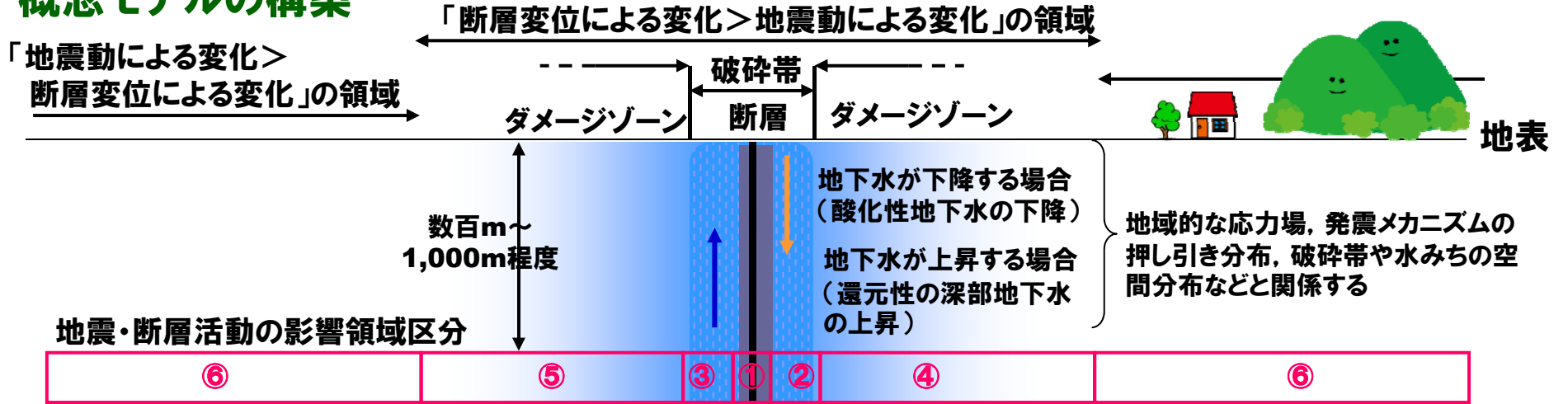
十万年程度まで 十万年程度以降



THMCの変動範囲の時間的変遷

地震・断層活動の影響

概念モデルの構築



ウルトラカタクレーサイト, 断層ガウジなど

カタクレーサイト, 断層角礫など

上流 広域的な地下水流れの方向 下流

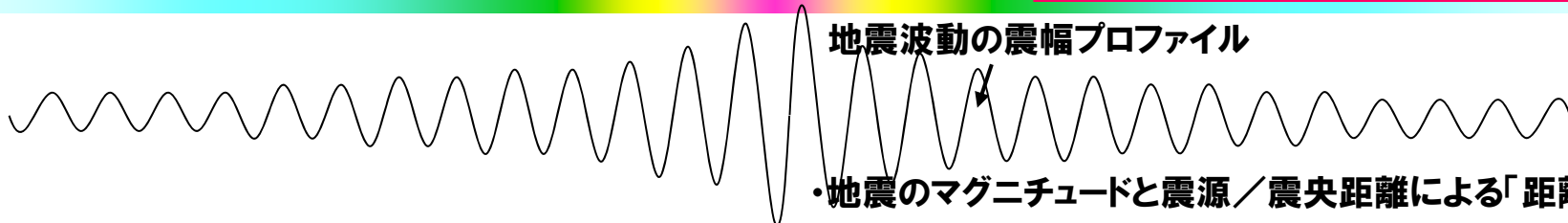
地震・断層活動の影響領域区分:

- ①断層領域
- ②破砕帯領域(地下水流れの下流側)
- ③破砕帯領域(地下水流れの上流側)
- ④主に断層変位による変化が卓越する領域 (地下水流れの下流側)
- ⑤主に断層変位による変化が卓越する領域 (地下水流れの上流側)
- ⑥主に地震動と岩盤歪みによる変化が卓越する領域

岩盤の変位/歪みのプロファイル

- ・地震のマグニチュードと震源/震央距離の関数
- ・断層の長さ・幅・変位量などと断層からの距離の関数

地震波動の振幅プロファイル

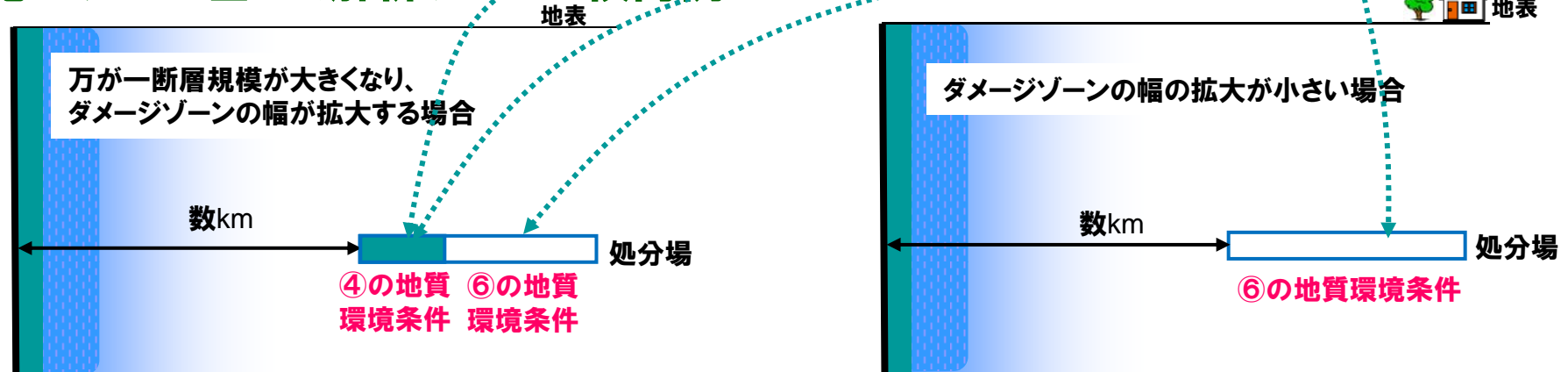


地震・断層活動の影響

地震・断層活動に起因する地質環境条件の変化の情報整理(THMCG)

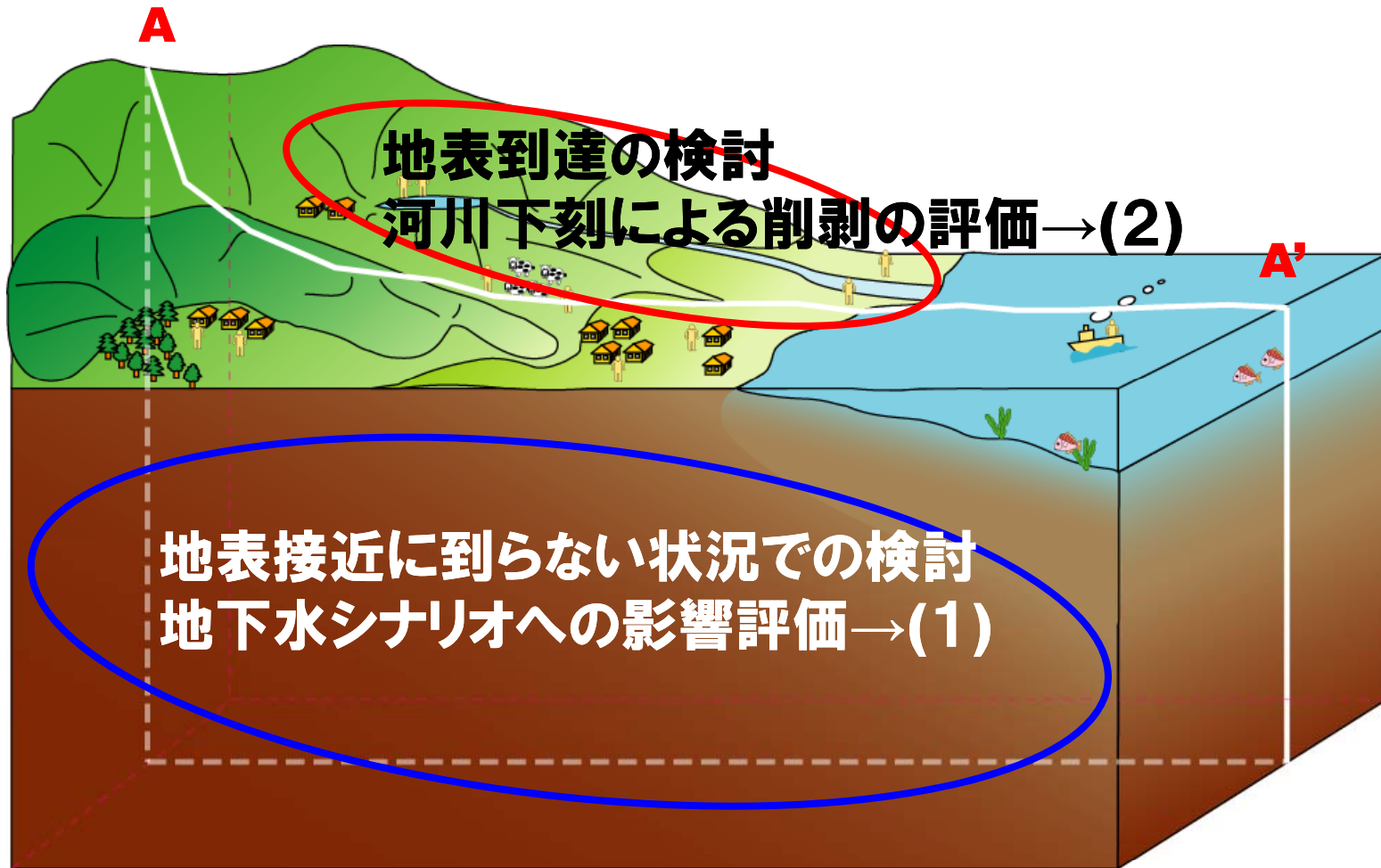
① 断層	② 破砕帯		④ ダメージゾーン		断層変位による変化の卓越		⑥ 地震動による変化の卓越	
	T	地中温度: 50~100℃		T	地中温度: 50~100℃	T	地中温度: 50~100℃	T
H	断層角礫により 高透水, 上昇流		H	やや高透水, 側方~上昇流	H	透水係数: 10 ⁻⁹ m/s オーダー	H	透水係数: 10 ⁻⁹ m/s オーダー
M	断層運動により 岩盤が劣化		M	断層運動により 岩盤がやや劣化	M	堅岩部	M	堅岩部
C	地下水	断層を通じて異なる 起源の地下水成分が混入	地下水	異なる起源の地下 水成分が若干混入	地下水	影響なし	地下水	影響なし
	岩盤	熱による岩盤の 変質	岩盤	影響なし	岩盤	影響なし	岩盤	影響なし
G	破砕帯		G	ダメージゾーン	G	断層変位卓越域	G	地震動卓越域

概念モデルに基づく解析ケースの検討例



既存の研究成果等から概念モデルとして情報を整理しておくことで、
様々な地震・断層活動シナリオや解析ケースの構築が可能となった。

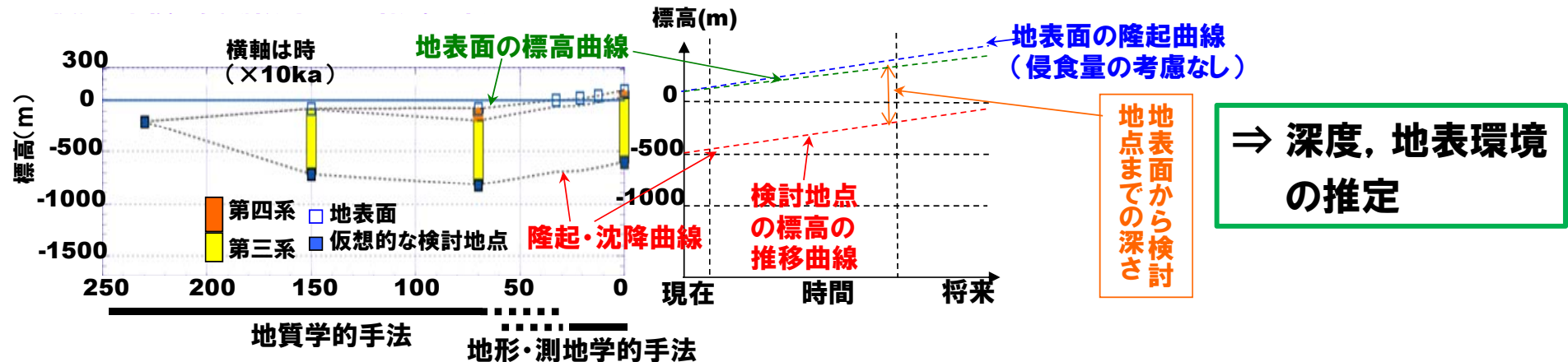
隆起・侵食の影響評価



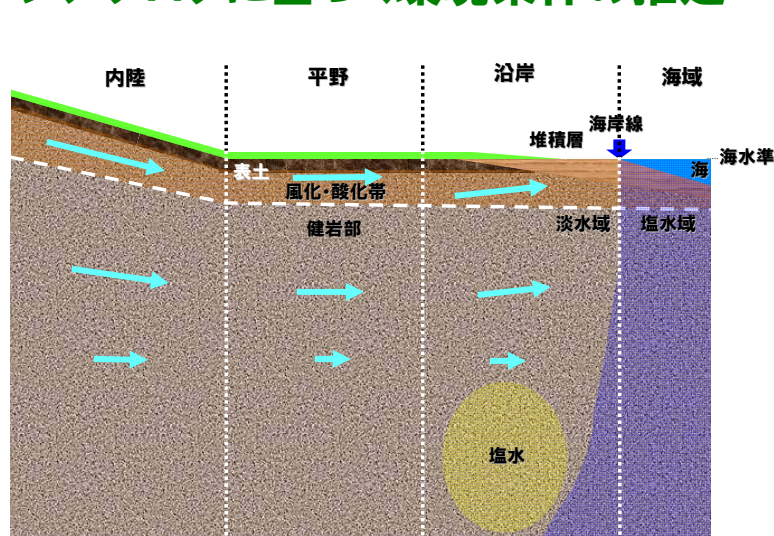
隆起・侵食の影響評価

(1) 地表接近に到らない状況での検討: 地下水シナリオへの影響評価

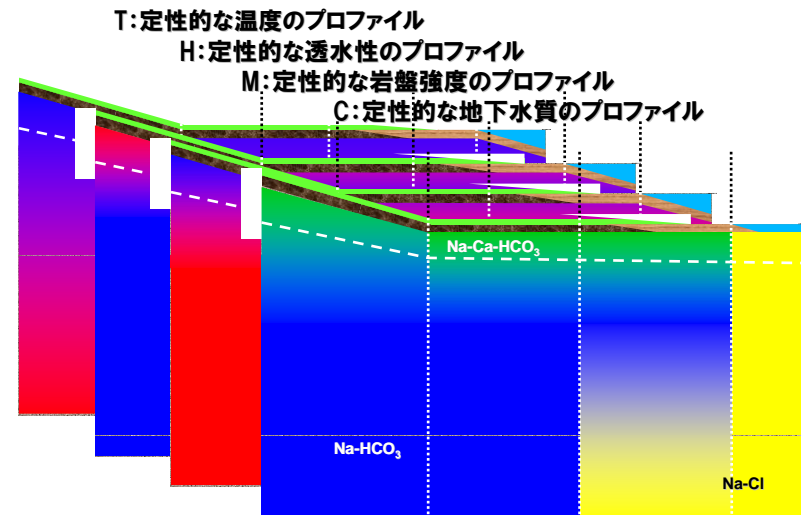
地史に基づく過去の隆起・沈降/侵食・堆積の変動傾向の把握と将来の推定



モダンアナログに基づく環境条件の推定

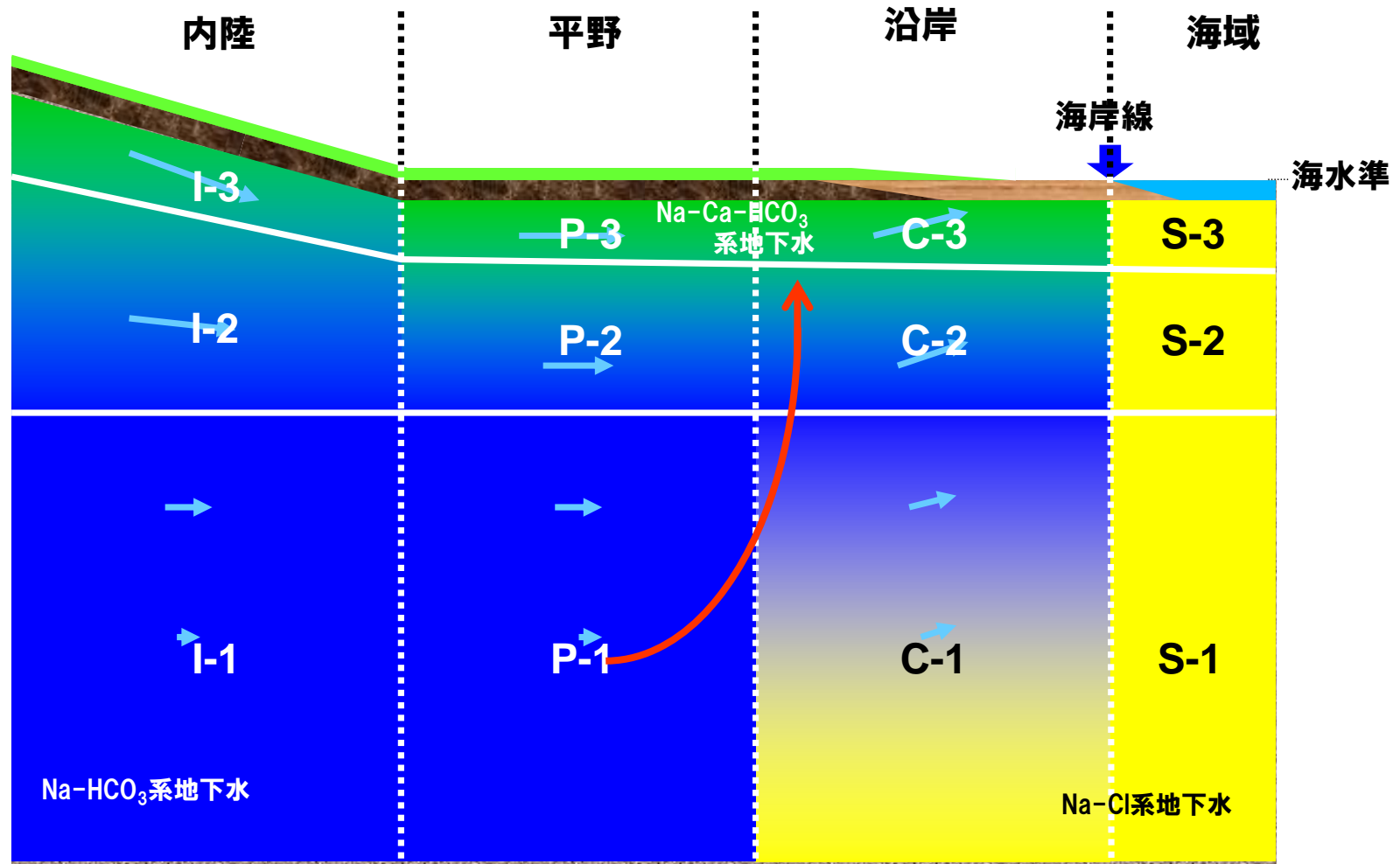


① 検討対象領域の設定と場の情報の整備



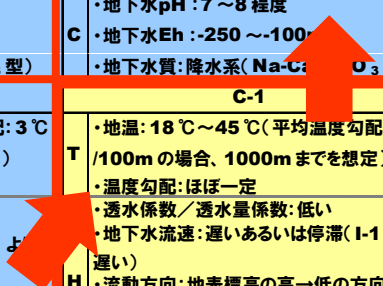
② 検討領域に対する地質環境条件: THMCの検討

隆起・侵食の影響評価



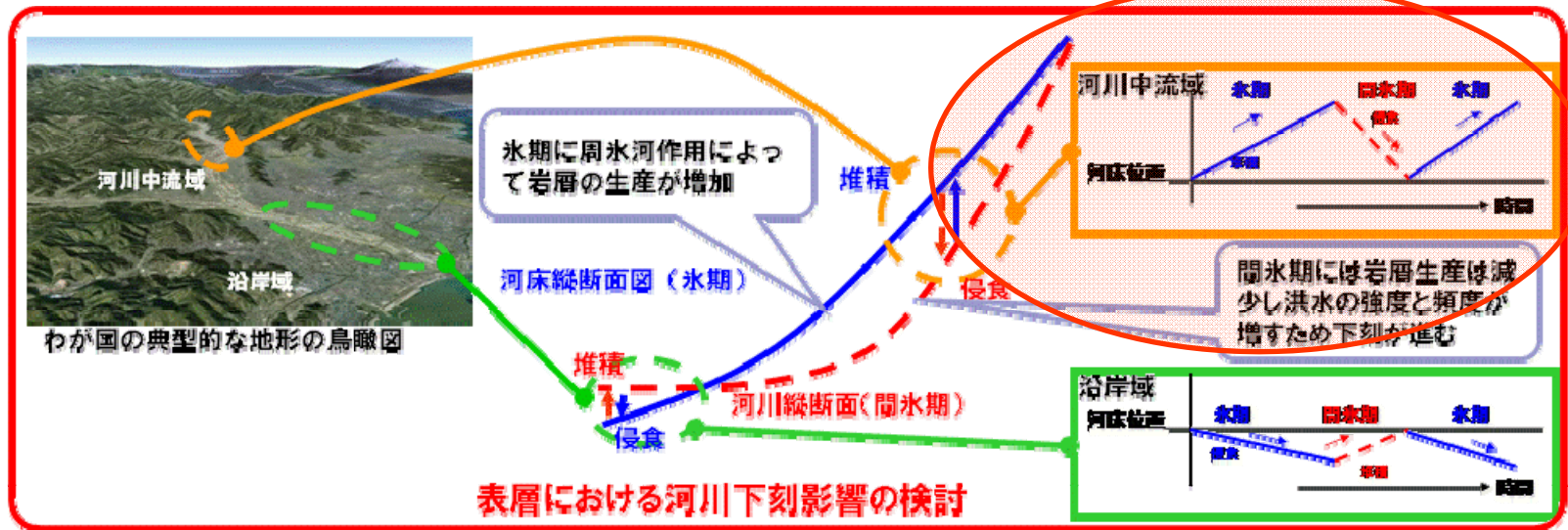
地質環境条件(THMC)の検討に基づく対象領域の分割

	内陸		平野		沿岸		海域	
	I-3		P-3		C-3		S-3	
3 地表～深度 20m程度 (風化部/ 酸性帯)	T	・地温:地表の年平均気温程度 ・温度勾配:地表の条件によって変化する	T	・地温:地表の年平均気温程度 ・温度勾配:地表の条件によって変化する	T	・地温:地表の年平均気温程度 ・温度勾配:地表の条件によって変化する	T	・地温:海水の年平均温度程度 ・温度勾配:海水の条件によって変化する (但し、地表よりは安定)
	H	・透水係数/透水量係数:比較的高い ・地下水流速:比較的最早い ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存	H	・透水係数/透水量係数:比較的高い ・地下水流速:比較的最早い(I-3よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存(I-3よりも緩い)	H	・透水係数/透水量係数:比較的高い ・地下水流速:比較的最早い(I-3よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低/陸域→海、塩淡水境界に沿った上昇流 ・動水勾配:地形起伏(I-3よりも緩い)および塩淡水境界形状に依存	H	・透水係数/透水量係数:比較的高い ・地下水流速:不明 ・流動方向:不明 ・動水勾配:不明
	M	・岩石密度:比較的低い ・有効間隙率:比較的高い ・岩石強度:比較的低い	M	・岩石密度:比較的低い ・有効間隙率:比較的高い ・岩石強度:比較的低い	M	・岩石密度:比較的低い ・有効間隙率:比較的高い ・岩石強度:比較的低い	M	・岩石密度:比較的低い ・有効間隙率:比較的高い ・岩石強度:比較的低い
	C	・地下水pH:6.4～7程度 ・地下水Eh:0～プラスの値 ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:6.4～7程度 ・地下水Eh:0～プラスの値 ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:6.4～7程度 ・地下水Eh:0～プラスの値 ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7程度 ・地下水Eh:0～プラスの値 ・地下水質:海水系(Na-Cl型)
2 深度20～ 100m程度 (健岩部/ 還元性帯の 浅部)	T	・地温:15℃～18℃(平均温度勾配が3℃/100mの場合) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:15℃～18℃(平均温度勾配が3℃/100mの場合) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:15℃～18℃(平均温度勾配が3℃/100mの場合) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:15℃～18℃(平均温度勾配が3℃/100mの場合) ・温度勾配:ほぼ一定
	H	・透水係数/透水量係数:比較的低い ・地下水流速:比較的最遅い ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存(I-3よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:比較的低い ・地下水流速:比較的最遅い(I-2よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存(P-3よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:比較的低い ・地下水流速:比較的最遅い(I-2よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低の方向、塩淡水境界に沿った上昇流 ・動水勾配:地形起伏および塩淡水境界形状に依存(C-3よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:比較的低い ・地下水流速:不明 ・流動方向:不明 ・動水勾配:不明
	M	・岩石密度:比較的高い ・有効間隙率:比較的低い ・岩石強度:比較的高い	M	・岩石密度:比較的高い ・有効間隙率:比較的低い ・岩石強度:比較的高い	M	・岩石密度:比較的高い ・有効間隙率:比較的低い ・岩石強度:比較的高い	M	・岩石密度:比較的高い ・有効間隙率:比較的低い ・岩石強度:比較的高い
	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-250～-100mV ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-250～-100mV ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-250～-100mV ・地下水質:降水系(Na-Ca-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-250～-100mV ・地下水質:海水系(Na-Cl型)
1 深度100m 程度以深 (健岩部/ 還元性帯の 深部)	T	・地温:18℃～45℃(平均温度勾配:3℃/100mの場合、1000mまでを想定) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:18℃～45℃(平均温度勾配:3℃/100mの場合、1000mまでを想定) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:18℃～45℃(平均温度勾配:3℃/100mの場合、1000mまでを想定) ・温度勾配:ほぼ一定	T	・地温:18℃～45℃(平均温度勾配:3℃/100mの場合、1000mまでを想定) ・温度勾配:ほぼ一定
	H	・透水係数/透水量係数:低い ・地下水流速:遅いあるいは停滞 ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存(I-3, I-2よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:低い ・地下水流速:遅いあるいは停滞(I-1よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低の方向 ・動水勾配:地形起伏に依存(P-3, P-2よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:低い ・地下水流速:遅いあるいは停滞(I-1よりも遅い) ・流動方向:地表標高の高→低の方向、塩淡水境界に沿った上昇流 ・動水勾配:地形起伏および塩淡水境界形状に依存(C-3, C-2よりも効果は小さい)	H	・透水係数/透水量係数:低い ・地下水流速:不明 ・流動方向:不明 ・動水勾配:不明
	M	・岩石密度:高い ・有効間隙率:低い ・岩石強度:高い (但し、I-2と大きな差はない)	M	・岩石密度:高い ・有効間隙率:低い ・岩石強度:高い (但し、P-2と大きな差はない)	M	・岩石密度:高い ・有効間隙率:低い ・岩石強度:高い (但し、C-2と大きな差はない)	M	・岩石密度:高い ・有効間隙率:低い ・岩石強度:高い (但し、S-2と大きな差はない)
	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-350～-250mV ・地下水質:降水系(Na-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-350～-250mV ・地下水質:降水系(Na-HCO ₃ 型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-350～-250mV ・地下水質:海水系+降水系(Na-Cl型)	C	・地下水pH:7～8程度 ・地下水Eh:-350～-250mV ・地下水質:海水系(Na-Cl型)



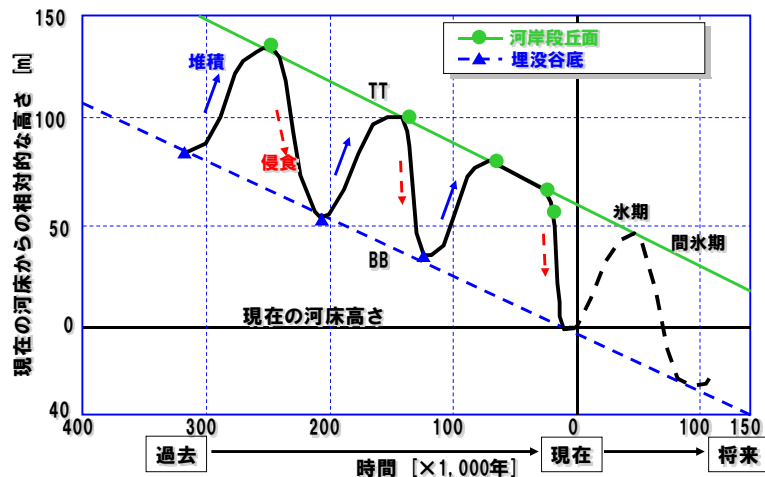
隆起・侵食の影響評価

(2) 地表到達の検討: 河川下刻による削剥の評価



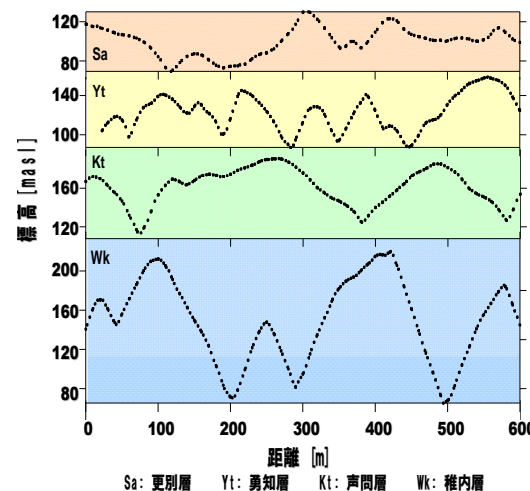
1. 主要な現象, プロセスの明確化

● 地史に基づく河川下刻パターンと将来予測の検討



相模川における河床高度変化

● 地形のプロファイルの検討

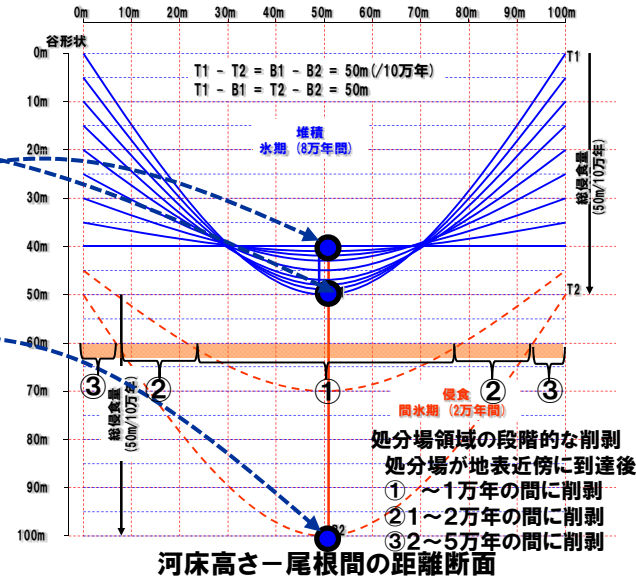
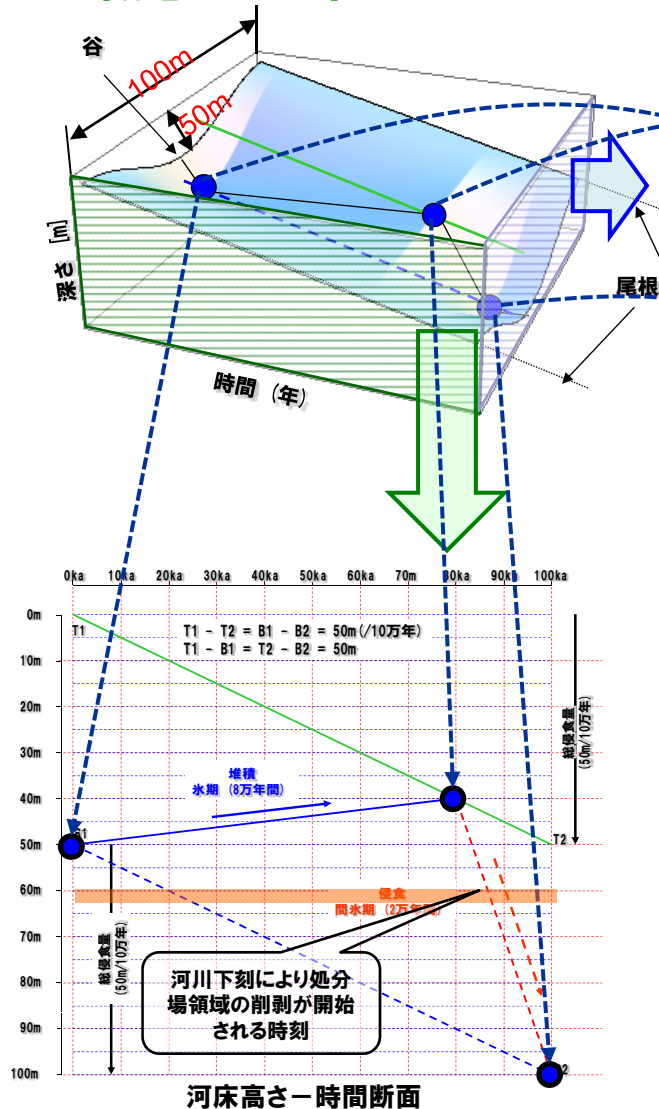


それぞれの地層での谷の幅や深さは概ね一定であり、尾根の間のピッチと谷の深さは領域全体にわたりそれぞれ100mと50mである

幌延における異なる地層の地形プロファイルの例

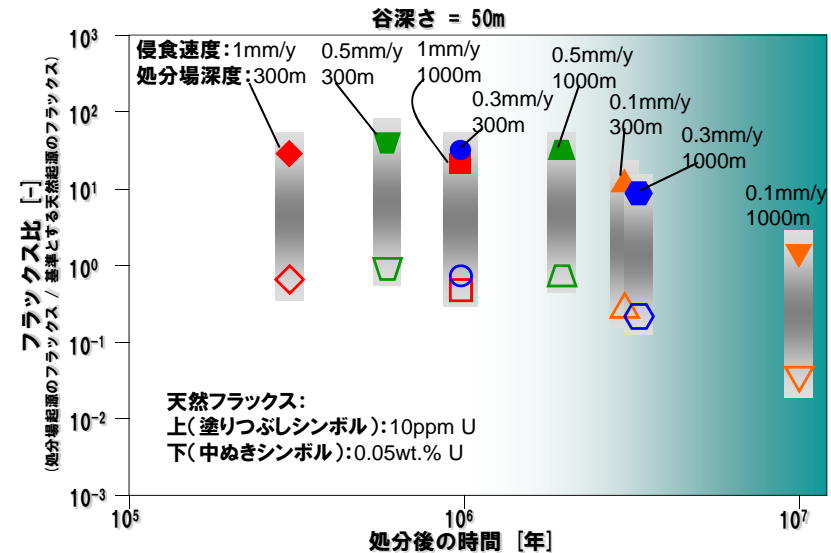
隆起・侵食の影響評価

2. 概念モデル化



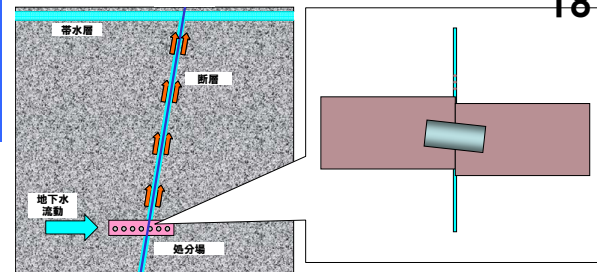
過去からの変動傾向と現在認められる過去からの地形の特徴を用いて、評価のための概念モデルを構築

3. 解析結果(天然Uとのフラックス比)



What if 解析手法の例示

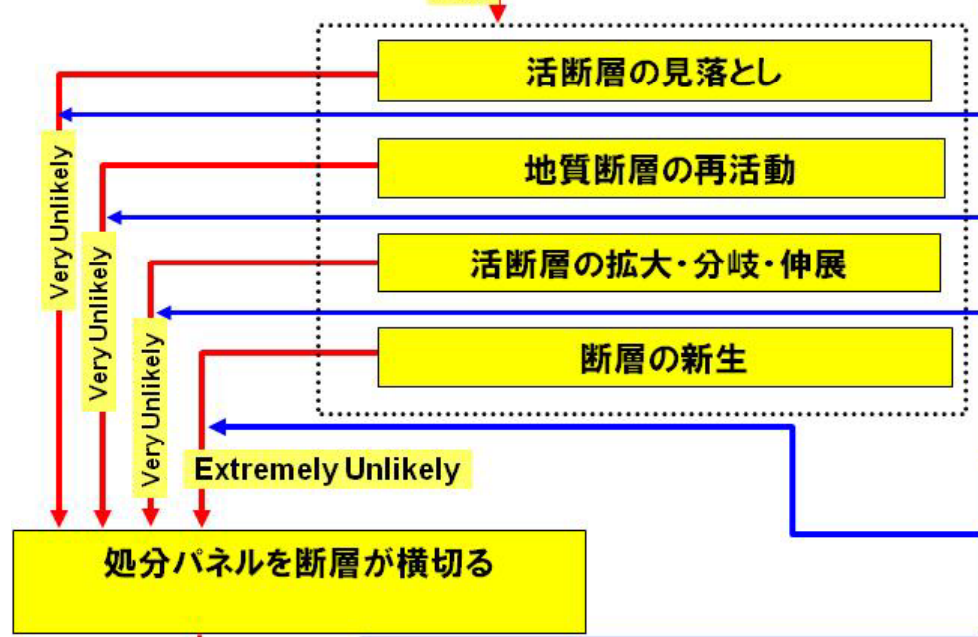
想定する発端事象の仮定の検討 (実際にこのような破壊的事象は起こりえるのか?)



処分場を横切る断層活動の可能性

陸域では空中写真判読等、海域では海上音波探査等に基づいて全国的に調査された文献に示されている活断層がある場所を含めないように、概要調査地区を選定する: NUMO TR-04-02

But



C級活断層、伏在断層の文献調査段階での見落としの可能性がある。ただし、概要調査及びそれ以降の対応は可能であり地域的な詳細検討がなされる。:土木学会

現在とほぼ同じ造構応力状態が持続する限りは、今後 10 万年以内にも、基本的にこれまでに形成された既存の活断層が継続して活動すると考えられる: H12, 地下環境部会報告書

活断層が分岐する可能性や、活断層が長さ方向に伸展する等の可能性が明確に認められた場合には、そのような範囲は含めないように、概要調査地区を選定する: NUMO TR-04-02

断層の発生及び成長のプロセスからみても、これまでに既存の活断層の存在を示す兆候の全くなかったところに新たに地質環境に大きな影響を及ぼすような断層が新たに発生することは考えられない: 地下環境部会報告書

活褶曲や活撓曲の構造の分布や変形の及ぶ領域に関する情報が得られた場合には、これらの範囲は含めないように、概要調査地区を選定する: NUMO TR-04-02
活断層等の存在が文献調査から明確に判断できない場合には、概要調査あるいはそれ以降の調査において、最終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等の有無を検討していく: NUMO TR-04-02

Very Unlikely
Very Unlikely
Very Unlikely
Extremely Unlikely

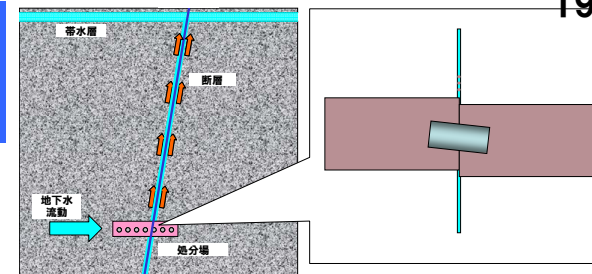
処分パネルを断層が横切る
Exceedingly Unlikely
変位が想定される力学的弱部は調査により把握可能で、廃棄体の定置を避ける等工学的な対処が可能。処分場近傍の地層断層の性能は把握される

However

「もし」処分場を横切り、断層が生じるとする場合には?

What if 解析手法の例示

事象の想定と喪失する安全機能との関係の整理



もし処分場を横切る断層が生じる場合

仮定 1 (A1)
断層中の地下水流動により処分場から移行した核種が生物圏に到達
・断層中、周辺岩盤とも還元条件 (A1-a)
・断層に沿って酸化条件 (A1-b)

ニアフィールド母岩がせん断

変位の生じる部分は、力学的弱部であり、廃棄体の定置を工学的に避ける事は可能である。

However **Very Unlikely**

+

仮定 2 (A2)
緩衝材のせん断
・緩衝材の収着、拡散機能の喪失 (A2-a)
・さらにベントナイトコロイド移行 (A2-b)

緩衝材がせん断

緩衝材は、可塑性を有することから変位の程度によっては、自己修復する。

However **Very Unlikely**

+

仮定 3 (A3)
オーバーパックのせん断
・処分後100年で断層が発生しオーバーパック破損(A3)

オーバーパックがせん断

模擬試験結果では、オーバーパックは回転し移動するものの破壊はされない。また、解析的検討においてH12でのオーバーパック仕様における評価では、オーバーパックが破断する可能性が小さいことが示唆されている:平井ほか2003

However **Very Unlikely**

+

仮定 4 (A4)
ガラス固化体の破砕: 表面積増加によるガラス溶解量の増加
・H12レファレンスケースの10倍 (A4-a)
・H12レファレンスケースの100倍 (A4-b)

ガラス固化体が破砕

オーバーパックの変形または破断によりガラス固化体は破砕されること考えられるが、製造時の冷却による割れに加え新たな割れが大幅に増えることは考えにくい。さらにガラス固化体全体が粉末状に粉砕されたと考えることは合理的ではなく、また、ガラス溶解に伴う溶存ケイ酸濃度の上昇により、ガラス固化体の溶解速度は、制限される可能性がある。

However **Extremely Unlikely**

第1期中期計画期間で得られた成果

成果

- ◆ 天然現象に起因する地質環境の変化およびそのシステム性能への影響を、空間的・時間的に分類・整理する基本的手法を構築し試行（影響評価のための「概念モデル」）
- ◆ 概念モデル化を通じたシステム性能への影響評価事例の提示
 - ⇒ 評価の対象とする場について、各段階で得られる情報のレベルや想定などに応じた具体的な影響解析のケース設定に有効に利用可能
- ◆ What if 解析の考え方、アプローチの構築と例示

課題と今後の研究の進め方(1)

地質環境調査評価技術分野

①天然現象の特性と
THMCの関係の定量化

②事象の発生確率, 時
間依存性

Step1:天然現象プロセスの記述

Step2:対応する地質環境条件
(THMCG:温度-水理-力学-化学
-幾何形状)の変化に関する情報の整理

性能評価技術分野

③THMCの変化(時間
的変遷を含む)と安全評
価上の重要パラメータと
の関係整理

④安全評価上重要なパ
ラメータに基づく変動シ
ナリオの重要度特性に関
する情報整理

Step3:地質環境条件の変化に基づくシ
ナリオの類型化

Step4:それぞれのシナリオについてのモ
デル・解析条件の設定

Step5:影響解析

作業フレーム (川村ほか(2007)を一部修正・加筆)

状態設定の具体的な方法論と
技術の整備

重要な天然現象(e.g. 隆起・
侵食)についての検討の継続

状態設定に基づくシナリオ及び
パラメータ設定手法の整備

パラメータの環境条件依存性
に関する情報の整理

評価結果のパラメータへの感
度情報の整理

⇒状態設定における重点項目
の抽出

シナリオの包絡性検討

⇒ 安全機能・性能への影響を踏まえた天然現象に関する
分析・整理(天然現象影響評価のカタログ化)

課題と今後の研究の進め方(2)

原安委「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」を受けての課題

- ◆ それぞれの事象についての基本と変動の区分の考え方
- ◆ 時間段階(期間区分)と、シナリオ区分の関係
(特に、地層処分で考慮すべき超長期の取り扱いについて)

⇒ ・時間と事象の発生可能性に関する情報の整理

・シナリオ分類の考え方の検討

システムの機能への影響を考慮した、シナリオの包絡性・保守性などに留意

余裕深度処分と地層処分との安全確保の考え方の類似点と相違点について、天然事象の評価の観点から整理

参考文献リスト(1)

- ◆ 川村 淳, 牧野仁史, 梅田浩司, 瀬尾俊弘, 石丸恒存, 大澤英昭: “高レベル放射性廃棄物処分における天然現象影響評価技術の高度化”, サイクル機構技報, No.28, pp.53-64 (2005).
- ◆ 川村 淳, 梅田浩司, 牧野仁史: “高レベル放射性廃棄物処分に関わる「地震・断層活動」シナリオの構築”, 日本地震学会2005年秋季大会講演予稿集, P152, p.238 (2005).
- ◆ 川村 淳, 大井貴夫, 牧野仁史, 梅田浩司, 新里忠史, 安江健一, 河内 進, 石丸恒存, 瀬尾俊弘, 蛭名貴憲, 宮原要, 中司 昇, 茂田直孝: “高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる天然現象影響評価研究に関する計画書(当面5ヵ年の計画:H18年度版)”, JAEA-Review 2006-039 (2007).
- ◆ 川村 淳, 島田耕史, 丹羽正和, 黒澤英樹, 石丸恒存, 大井貴夫, 安江健一, 新里忠史, 浅森浩一, 河内 進, 牧野仁史: “高レベル放射性廃棄物処分における地震・断層活動に起因する変動シナリオのための情報整理の考え方”, 日本地震学会2007年秋季大会講演予稿集, P3-083, p.295 (2007).
- ◆ 川村 淳, 大井貴夫, 新里忠史, 安江健一, 常盤哲也, 丹羽正和, 島田耕史, 黒澤英樹, 浅森浩一, 河内 進, 江橋健, 北村 暁, 石丸恒存, 牧野仁史, 梅田浩司, 瀬尾俊弘: “高レベル放射性廃棄物地層処分における天然現象影響評価に関する研究”, JAEA-Research 2008-018 (2008).
- ◆ 川村 淳, 柳川玄永, 大久保博生, 大井貴夫, 江橋 健, 牧野仁史: “地層処分安全評価における重要な変動シナリオの同定に関する手法の検討”, 日本原子力学会「2008年秋の大会」予稿集, M09, p.705 (CD-ROM) (2008).
- ◆ M. Kawamura, K. Yasue, T. Niizato, T. Tokiwa, T. Ebashi, T. Ohi, H. Makino, T. Ishimaru and K. Umeda : “Study on Perturbation Scenario for Uplift and Denudation in Performance Assessment of a HLW Disposal System”, 2008 East Asia Forum on Radwaste Management Conference, 5A (2008).
- ◆ K. Miyahara, M. Inagaki, M. Kawamura and T. Ebina : ““What-if?” Calculations to Illustrate Fault-Movement Effects on a HLW Repository”, Proceedings of International High-Level Radioactive Waste Management Conference, Las Vegas, Nevada, September 7-11, 2008, pp.593-599 (2008).

参考文献リスト(2)

- ◆ 川村 淳, 江橋 健, 牧野仁史, 新里忠史, 安江健一, 大井貴夫: “高レベル放射性廃棄物処分における隆起・侵食／沈降・堆積に起因するシナリオの検討”, JAEA-Research 2008-119 (2009).
- ◆ 江橋 健, 川村 淳, 稲垣 学, 小尾 繁, 柴田雅博, 板津 透, 仲島邦彦, 宮原 要: “仮想的な堆積岩領域における地層処分の地下水シナリオを対象とした隆起侵食の影響評価手法の例示”, JAEA-Research 2008-117 (2009).
- ◆ 川村 淳, 江橋 健, 牧野仁史, 稲垣 学, 柴田雅博: “高レベル放射性廃棄物処分における隆起・侵食に起因する影響評価”, 日本地質学会第116年学術大会講演要旨, P-177, p.206 (2009).
- ◆ K. Miyahara, M. Inagaki, M. Kawamura, T. Ebina and I. G. McKinley: “Disruptive Effects on a HLW Repository due to Uplift-erosion in the Distant Future”, Materials Research Society Symposium Proceedings of The 33rd International Symposium “Scientific Basis for Nuclear Waste Management” ed. By B. E. Burakov and A. S. Aloy, vol. 1193, pp.177-184 (2009).
- ◆ 川村 淳, 大井貴夫, 加藤智子, 安江健一, 新里忠史, 常盤哲也, 牧野仁史, 石丸恒存, 梅田浩司: “高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる気候変動に起因する変動シナリオ構築手法の検討”, 日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集(CD-ROM), G121-P004 (2008).
- ◆ 江橋 健, 川村 淳, 稲垣 学, 柴田雅博, 千葉 保: “堆積岩分布域における地層処分の地下水シナリオを対象とした地震・断層活動の影響評価手法の検討”, 第25回バックエンド夏期セミナー (2009).
- ◆ 川村 淳, 牧野仁史, 笹尾英嗣, 新里忠史, 安江健一, 浅森浩一, 梅田浩司, 石丸恒存, 大澤 英昭, 江橋健, 小尾 繁, 柴田雅博, 稲垣 学: “高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる天然現象影響に関する研究” JAEA-Research 2010-027 (2010)

2. 地質環境に係る長期変動事象の状態設定（抜粋、要約）

事象	基本的立地条件	基本設定	変動設定	
プレート運動起因	火山・火成活動	将来の活動による埋設施設の力学的な破壊や極端な熱的・化学的な劣化の影響が想定される地点には設置しない。	周辺火山の溶岩、火砕流、火山泥流等による地表からの影響が想定される場合には設定	同左。火口位置の移動や活動規模の変動傾向を考慮して設定
	地震・断層活動	将来の活動による埋設施設の力学的な破壊の影響が想定される地点には設置しない。	①地下水流動への影響は、周辺で観察される活断層の変位・変形構造の影響範囲に基づいて設定（距離と影響範囲との関係に留意）。 ②地震動	①同左。影響範囲の時間的・空間的変動幅を考慮 ②地震動 規模，繰り返しの程度の不確かさを考慮
	隆起・沈降運動	-	過去の隆起・沈降速度範囲内で設定	過去の変動の範囲を考慮しつつ保守性を適切に勘案
気候変動起因	海水準変動	-	過去の周期性や海水準，温暖化等を含めた気象システムに関する知見等を踏まえ，適切に設定	変動幅等を考慮 不確かさを考慮する等，保守性を適切に勘案
	気温・降水量変化	-	①気温：過去の気温の変動や温暖化等を含めた気象システムに関する知見の範囲内で行う ②降水量：基本設定における気温に対する降水量を想定する等の方法に基づく	①気温：過去の最低値や温暖化等の気象システムに関する知見を考慮した最高値等，保守性を適切に勘案 ②降水量：変動設定における気温に対する降水量を想定する等の方法に基づく
	涵養量変化	-	現在の気温・降水量の変化と涵養量の関係+将来の気候変動（基本設定の気温・降水量）を考慮	同左（変動設定の気温・降水量）

「余裕深度処分の管理期間終了以後における安全評価に関する考え方」 (原子力安全委員会)

事象		基本的立地条件	基本設定	変動設定
両 者 に 起 因	地形変化		隆起・沈降運動，海水準変動及び侵食・堆積作用の履歴に基づき設定。隆起・沈降運動，海水準変動の基本設定を考慮	同左（変動設定を考慮） 放射性物質の流出先の侵食や埋設施設が地表に接近した状態における侵食に係る不確かさを考慮
	地下水流動		海水準変動、涵養量、及び地形変化の基本設定に基づく地下水流動解析の結果から設定	同左（変動設定に基づく）
	表流水流動		海水準変動、気温・降水量，及び地形変化等の基本設定に基づく	同左（変動設定に基づく）のほかに，希釈水流量に直接的に影響する流出域の状況設定に係る不確かさを考慮