

地層処分基盤研究における平成20年度の成果 — 性能評価研究について —

平成21年3月10日

地層処分研究開発部門 地層処分基盤研究開発ユニット
システム性能研究グループ 宮原 要
核種移行研究グループ 吉川 英樹

処分場の設計や**安全評価の信頼性を向上**させるため、地層処分基盤研究施設や地層処分放射化学研究施設等を活用して、人工バリア等の長期挙動や**核種の溶解・移行等に関するモデルの高度化**、**基礎データの拡充**、**データベースの開発**を進め、オーバーパック材料の腐食に関するデータベースを試作するとともに、**人工バリアの収着分配係数・拡散係数の設定を支援するための現象論的収着・拡散モデルを提示**する。

また、深地層の研究施設等における**実際の地質環境条件を考慮して**、事業段階の進展に応じた**実用性の高い性能評価手法**を例示する。

1. 評価手法

- シナリオ解析技術
- 不確実性評価技術
- 総合的な性能評価技術

2. モデル化技術

- 人工バリア中の核種移行
 - ・地下水/間隙水化学研究, ガラス固化体核種溶出, 緩衝材中核種移行
- 天然バリア中の核種移行
 - ・岩盤中の核種収着, コロイド・有機物・微生物
- 生物圏での核種移行／被ばく

3. データベース開発

- 放射性元素の熱力学データベース整備
- 収着・拡散データベースの整備
- 処分場システムデータベースの整備

◆平成20年度の主な成果

・天然現象の影響評価手法の体系的整備

- 隆起・侵食/沈降・堆積に起因する影響評価概念モデルの構築
- 仮想的な堆積岩分布域における地下水シナリオを対象とした隆起・侵食影響評価の例示

地質環境が特定された場合の安全評価概念モデル及び解析評価手法の構築のためのアプローチの提示。地質環境の特定に呼応し、隆起侵食に関する影響評価を速やかに実施することが可能

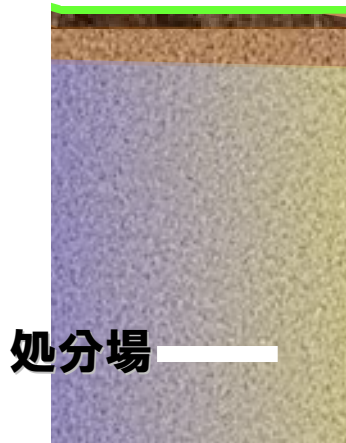
・総合的な性能評価技術

- 多様な地質環境・設計オプションに対応するためのレファレンスケースを前提とする方法論とデータの整備
- * コンクリート(OPC)材料による坑道支保を使用した設計仕様への適用

既存のレファレンスケースで考慮する安全機能をベースに、調査や設計仕様の進捗に応じた安全評価シナリオの抽出及び解析設定を導くための方法論の整備。処分事業の進展における安全評価手法の構築に適用可能

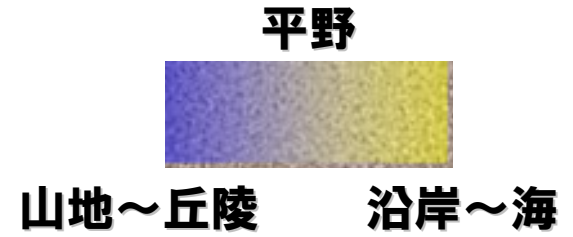
0:Start

隆起速度 = 侵食速度
平野

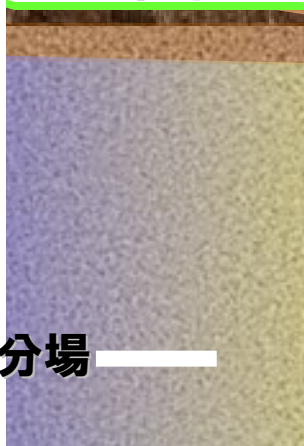


処分場

第2次取りまとめの概念モデルと同様

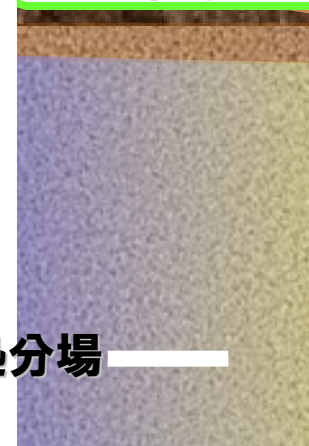


隆起速度 > 侵食速度
平野



処分場

隆起速度 < 侵食速度
平野

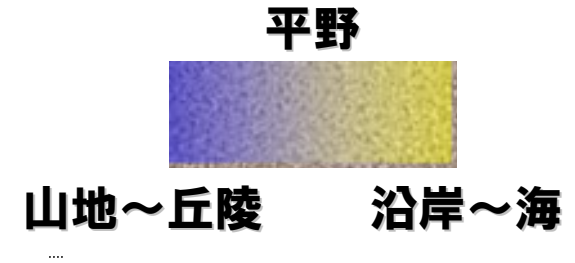
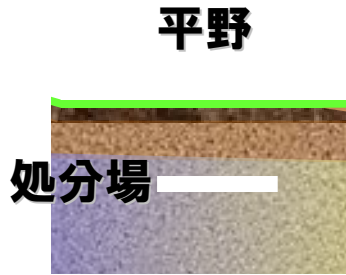


処分場

9:End

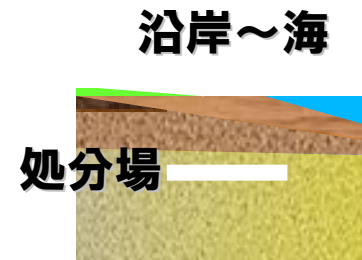
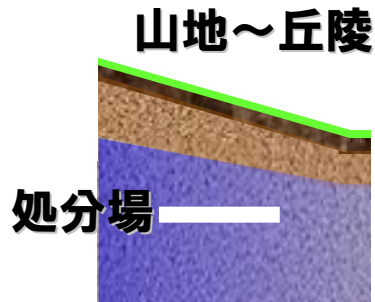
隆起速度 = 侵食速度

6

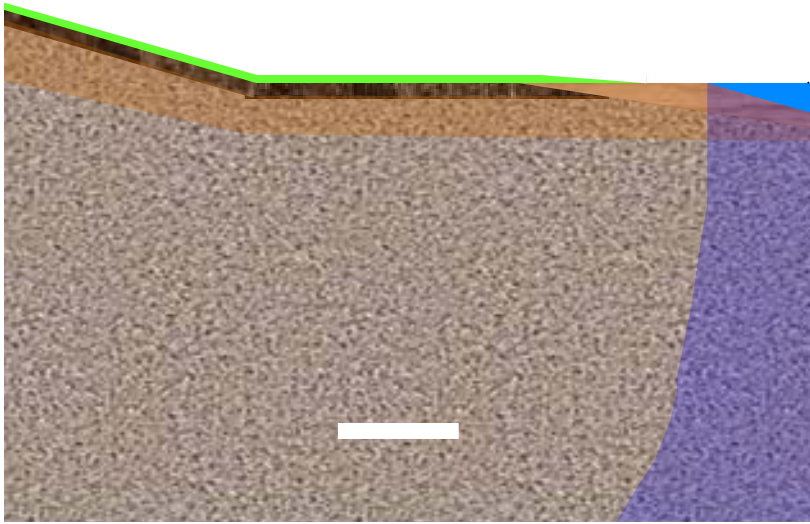


隆起速度 > 侵食速度

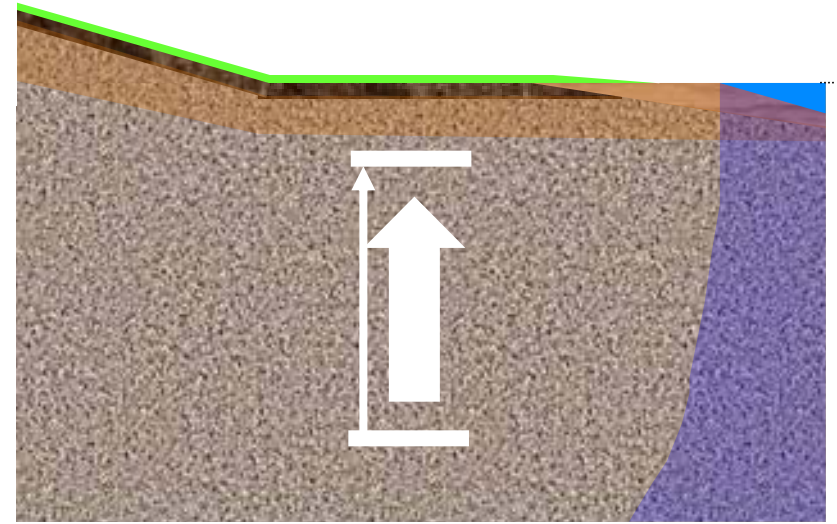
隆起速度 < 侵食速度



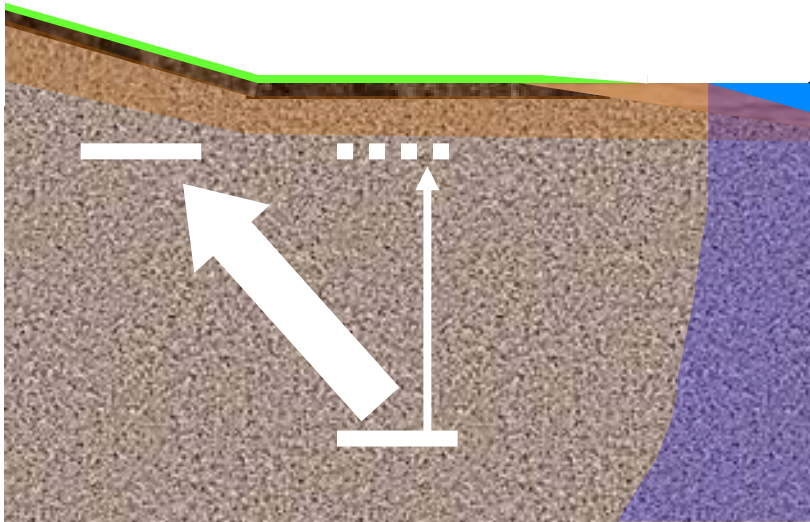
スタート



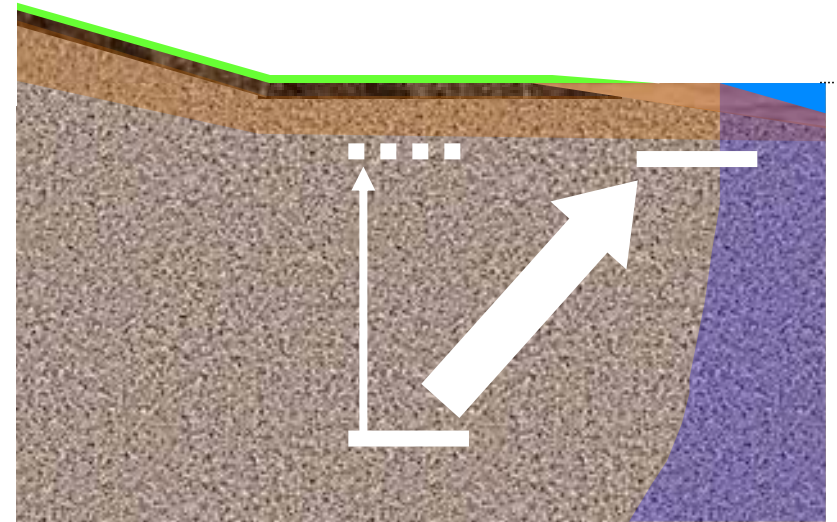
隆起速度 = 侵食速度



隆起速度 > 侵食速度



隆起速度 < 侵食速度

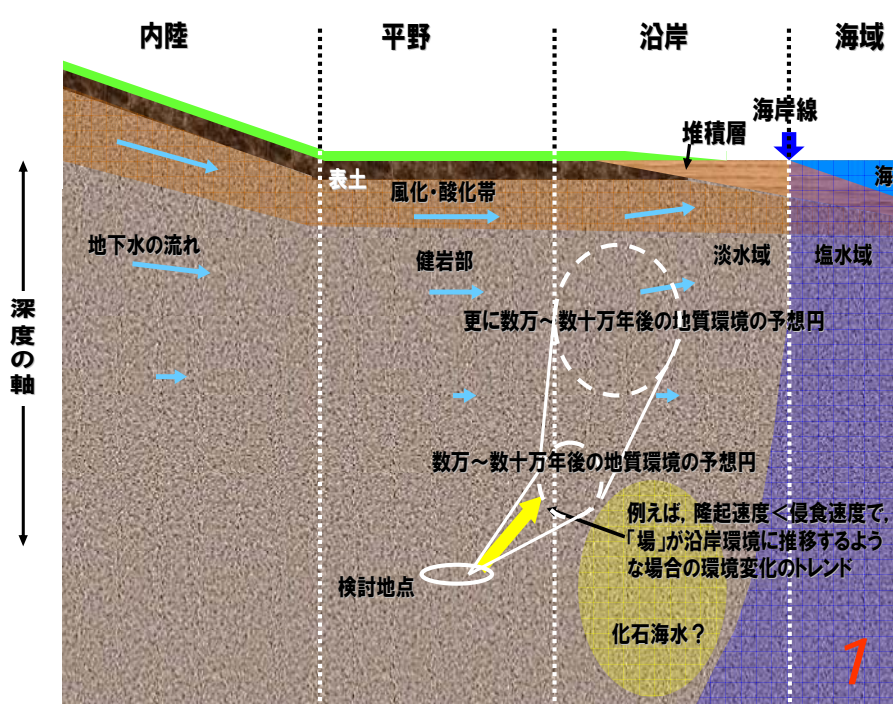


隆起による深度方向の移動距離は同じ
地表環境の変遷により、場に対する処分場の相対的な位置が異なる

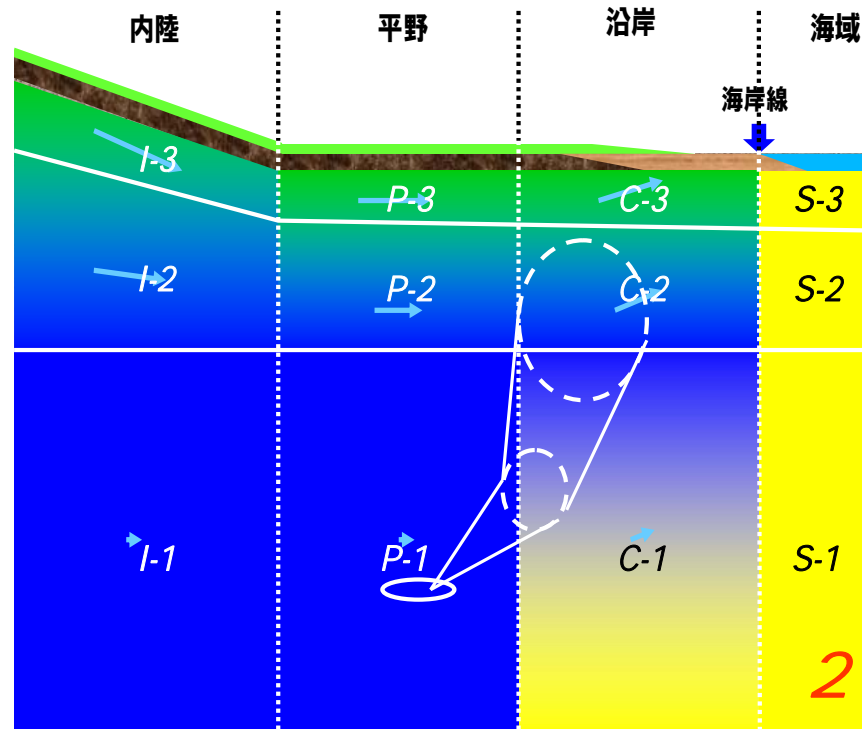
天然現象の影響評価手法の体系的整備

8

隆起・侵食／沈降・堆積に起因する影響評価概念モデルの構築(1/2)



← 「場の軸」水平方向の変化 →



前提:隆起・侵食(／沈降・堆積)による検討地点(処分場)の深度および水平方向の時間的な変遷は、マトリクス上に区分された地質環境の場を移動することと同等である。

- 1** : 「地史」の知見を将来に外挿することにより、検討地点の将来変遷を予測
- 2** : 検討対象とする領域の地質環境条件(THMCG)を「現在の地質環境条件」の情報を用いて設定し(モダンアナログ的観点)、最も特徴的なTHMCG(例では地下水水質と流向・流速)で区分する

天然現象の影響評価手法の体系的整備

隆起・侵食 / 沈降・堆積に起因する影響評価概念モデルの構築(2/2)

	内陸		平野		沿岸		海域	
	I-3		P-3		C-3		S-3	
地表～ 深度20m程度 (風化部/酸化性帯)	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: 比較的高い ・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: 比較的高い(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よりも遅い)	H	・透水係数/透水量係数: 比較的高い ・地下水流速: 比較的高い(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よりも遅い)および	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 タイプ)	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 タイプ)	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 タイプ)	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タイプ)
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: 比較的低い ・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: 比較的低い(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: 比較的低い(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	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 タイプ)	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 タイプ)	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 タイプ)	C	・地下水pH: 7～8程度 ・地下水Eh: -250～-100mV ・地下水質: 海水系(Na-Clタイプ)
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(I-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 タイプ)	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 タイプ)	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タイプ)	C	・地下水pH: 7～8程度 ・地下水Eh: -350～-250mV ・地下水質: 海水系(Na-Clタイプ)

3: 各マトリクス要素に対し、モダンアナログ的観点に基づき THMCGを設定。

結論:

- ①現在の地質環境研究から始点が決まる。
- ②地史から将来変遷の動向を予測可能。
- ③モダンアナログ的観点に基づき対象領域の地質環境条件を設定。

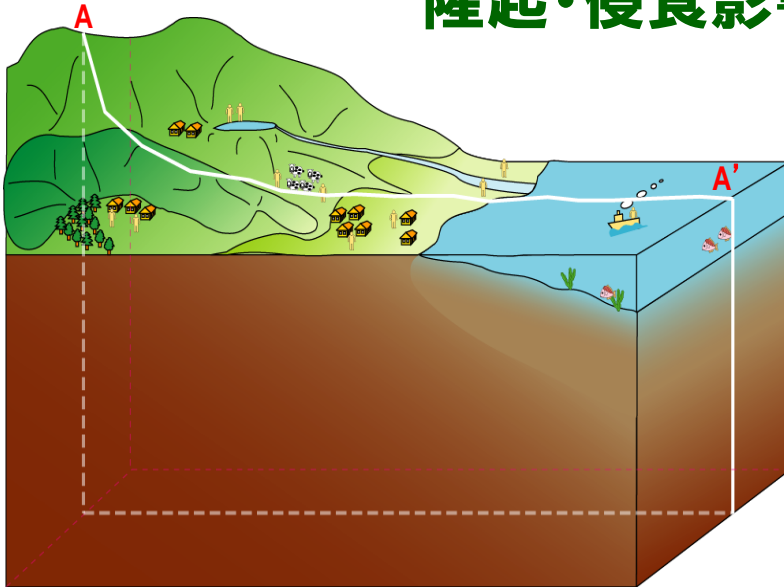
これらを統合することにより

隆起・侵食に起因する地質環境条件の変遷を抽出可能

天然現象の影響評価手法の体系的整備

10

仮想的な堆積岩分布域における地下水シナリオを対象とした 隆起・侵食影響評価の例示(1/2)



□現在の地質環境に対する理解, 地史、モダンアナログ的観点に基づく情報の整理
⇒処分環境の初期条件およびその時間変化パターンの抽出

□文献調査や数本のボーリング調査から得られる情報量を想定し、幌延第1段階報告書, 第2次取りまとめ等の具体的な情報を用いて単純化した堆積岩分布域

T:地温勾配は $2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

H:透水係数は、表層の風化帯, 平野部・沿岸部の浅深度領域(300mおよび100m程度)とそれ以外の領域とに分類。また、水理特性に大きな影響を与える割れ目帯などはない。

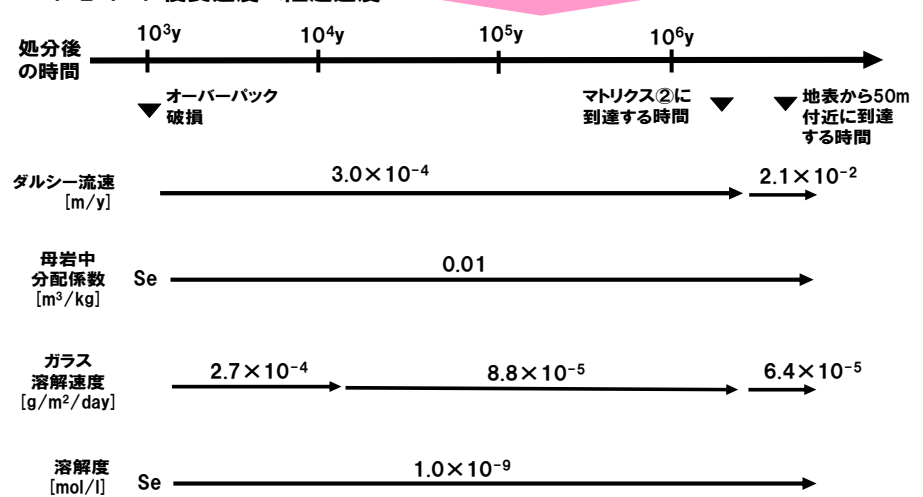
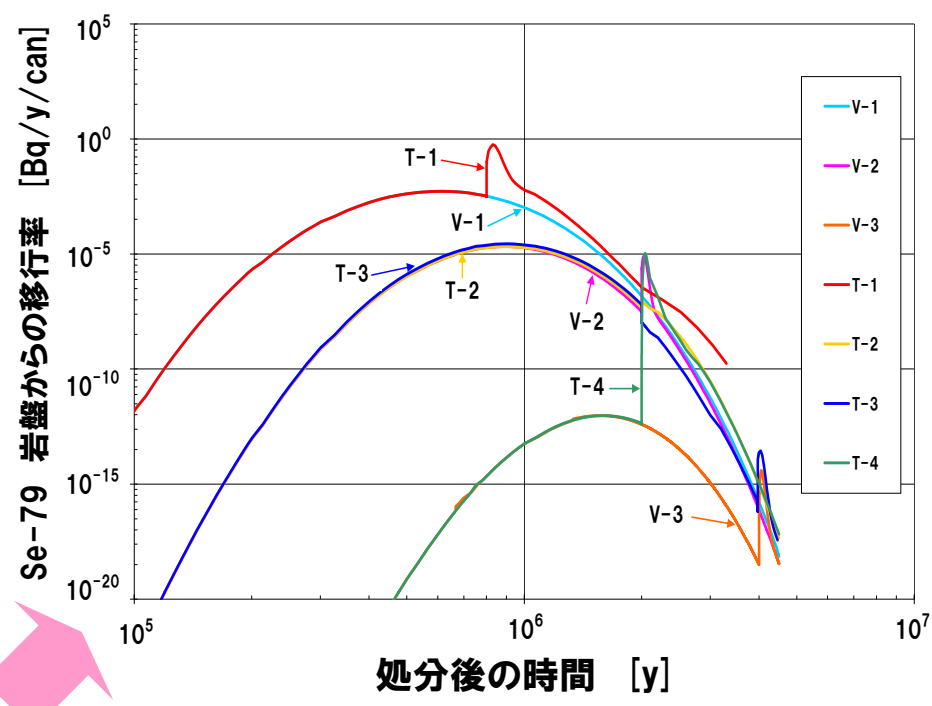
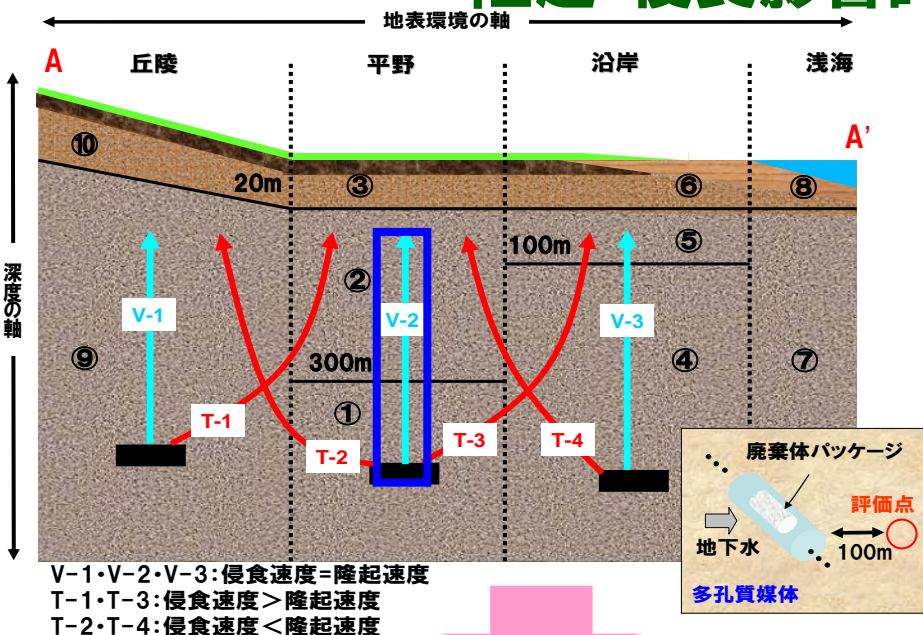
M:均一な岩盤力学特性。

C:表層の風化帯, 丘陵部の全深度, および平野部・沿岸部の浅深度領域の地下水質は淡水が分布。平野部は深度300m程度までは淡水。平野部・沿岸部の深部は化石海水が分布する。浅海域では全深度で海水系地下水が分布。表層の地下水は酸化性。それ以深の健岩部では還元性。

G:顕著な断層や褶曲構造はなく、将来的にも処分場の形状や表層の地形に顕著な変化はない
隆起・侵食速度: 過去100万年前から現在にいたる隆起・侵食速度として、 $0.1\text{mm}/\text{y}$

天然現象の影響評価手法の体系的整備

仮想的な堆積岩分布域における地下水シナリオを対象とした隆起・侵食影響評価の例示(2/2)



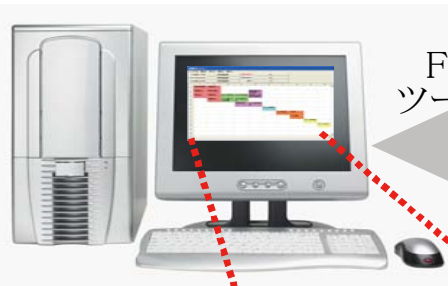
概念モデルに基づく隆起・侵食の影響評価手法が、処分事業の初期段階における具体的な地質環境を対象とした影響評価に対して有効

総合的な性能評価技術

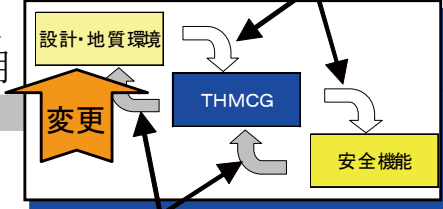
多様な地質環境・設計オプションに対応するための レファレンスケースを前提とする方法論とデータの整備

再評価・追加内容の抽出, 安全機能

既存情報の「現象の取り扱い, 判断」
に関する系統的な整理

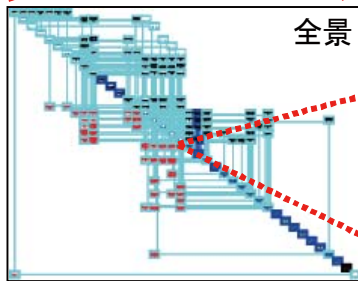


FepMatrix^L
ツールの利用

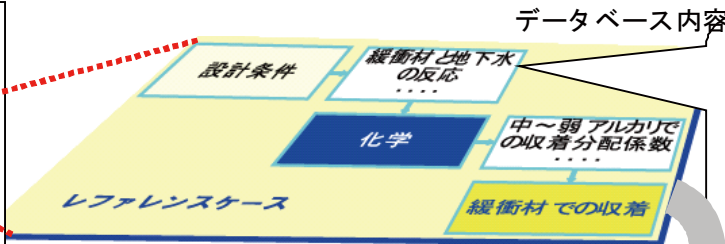


設計	T	H	M	C	G
現象1	●		●		●
現象2				●	
現象3		●			
現象4			●		
現象5				●	

新たなシナリオ, 個別事象評価
データ取得の必要性



全景

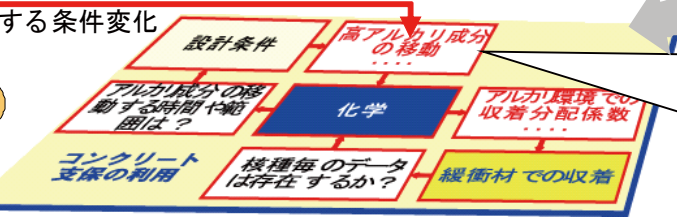
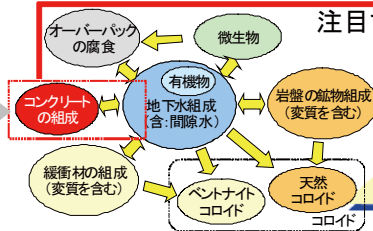


データベース内容

陽イオン交換による Ca 化, スメクタイトのイライト化, 鉄との相互作用による擬コロライト化, 鉄スメクタイト化の鉱物学的変化について考慮された。緩衝材の Ca 化の可能性は高いが Ca 化による性能の低下による処分システムへの影響は小さいものと判断。その他の鉱物学的変化については, ナチュラルアナログによる定性的検討から, 変化の可能性は小さいものと判断された。...

再評価, 新規評価事象の抽出

注目する条件変化



追加事象: セメント系材料からの浸出液はポルトランドナイトなどのセメント水和物の溶解に伴い Ca²⁺により長期間支配され, かつ間隙水は高 pH となる。緩衝材中の間隙水はモンモリロナイトのイオン交換反応, モンモリロナイトの結晶端における酸・塩基反応, モンモリロナイトと随伴鉱物の溶解, 二次鉱物の沈殿により間隙水の pH, イオン強度, 組成が変化する可能性がある。.....



個別事象評価
FEP辞書からの
情報収集

評価シナリオの抽出

◆平成20年度の主な成果

・水理・物質移行現象に影響を及ぼす要因(現象・特性)検討

- 水理・物質移行評価モデルにおける重要因子として単一亀裂形状と亀裂幅を抽出
 - * 50cmスケールの天然亀裂の形状と亀裂幅を計測
 - * 亀裂特徴の分析について、JRCや地球統計モデルなどの既存モデルを適用

性能評価の入力パラメータである亀裂開口幅の設定において、

①実際の亀裂のデータの提示, ②亀裂の開口幅評価と手法として活用可能。

○沿岸域を対象とした地下水流動評価手法の開発

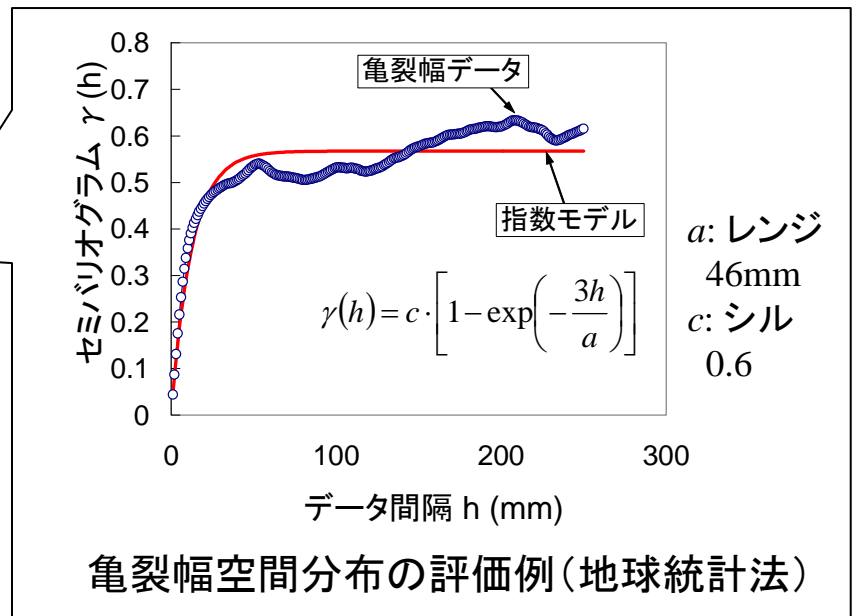
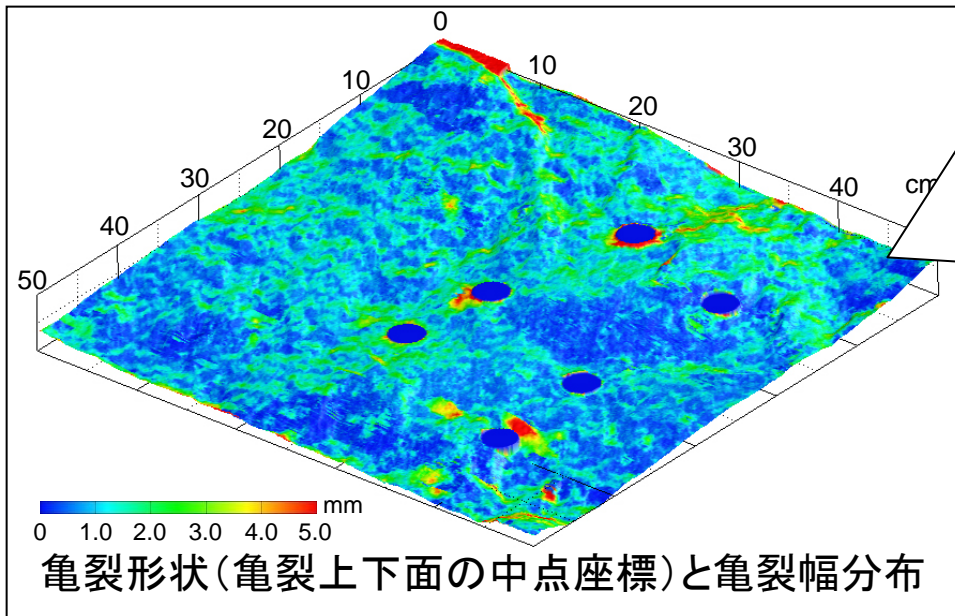
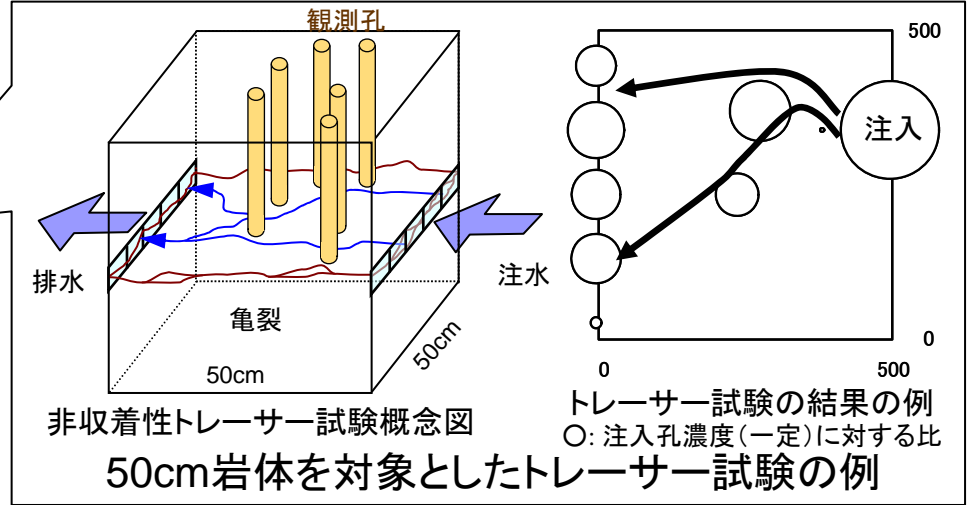
- * 塩水楔現象を評価する数値解析コードの検証に必要な定量的な実験データを取得する手法を開発

沿岸地域等の塩水と淡水を含む地下水流動評価に用いる解析コードの検証データとして活用可能。

水理・物質移行現象に影響を及ぼす要因(現象・特性)検討

～ 単一亀裂形状と亀裂幅計測データの取得：H20年度の成果 ～

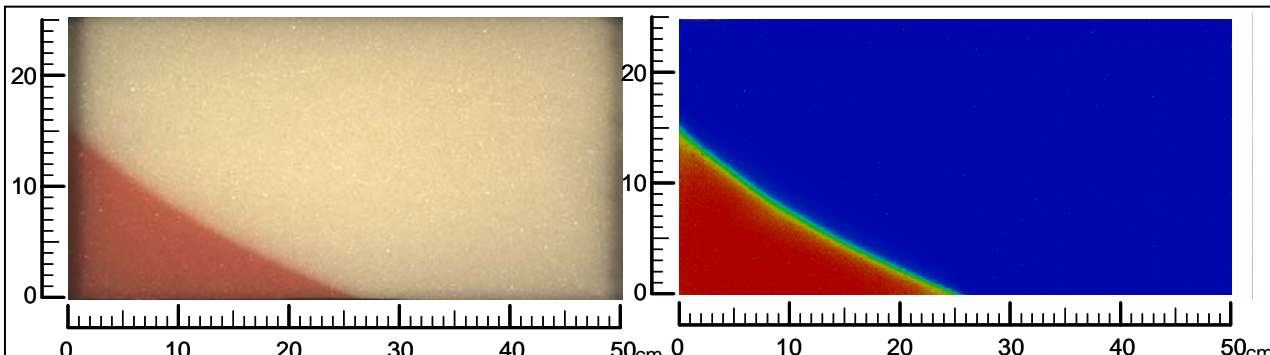
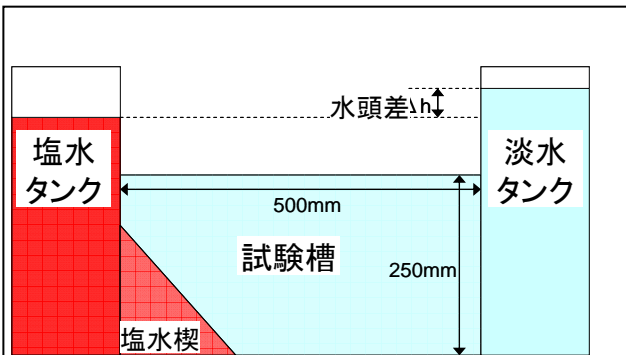
- 50cmスケールの天然亀裂の精密計測により亀裂形状データを取得
- JRCや地球統計モデルなどの既存モデルを用いたパラメータ値を評価



水理・物質移行現象に影響を及ぼす要因(現象・特性)検討

～ 沿岸域を対象とした地下水流動評価手法の開発: H20年度の成果 ～

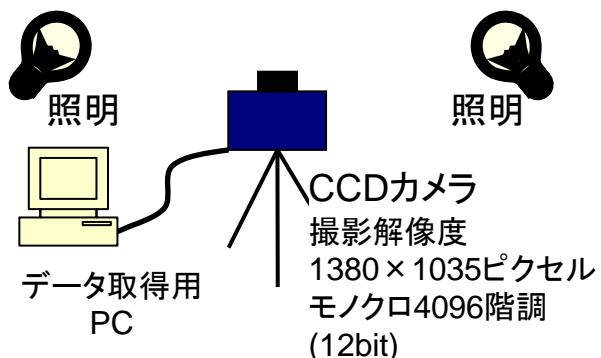
- 密度流を対象とした数値解析コードの検証には定量的な実験データが必要
- 塩水楔現象における塩水濃度の定量的な実験データを取得する手法を開発



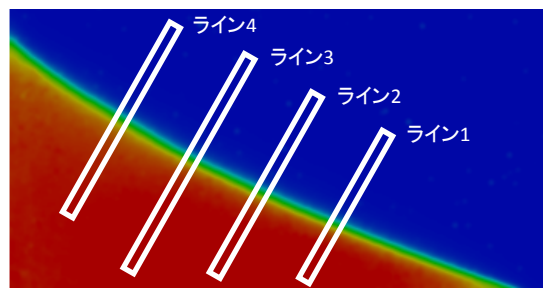
塩水楔の様子(カラー画像)

塩分濃度の定量計測結果

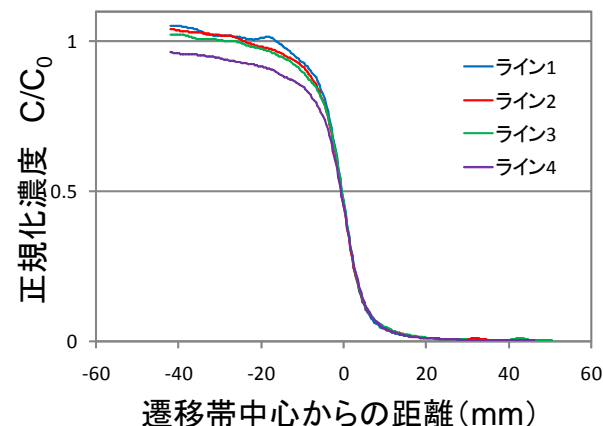
塩水楔定量測定結果の例



塩水楔定量測定装置概念図



側線の位置



側線に沿った塩水濃度分布

◆平成20年度の主な成果

・生物圏評価データベース整備およびパラメータセット作成手法の高度化

- 生物圏評価パラメータの重要度分類およびサイトの特性を考慮して設定すべきパラメータの抽出
- 我が国の特徴を考慮した生物圏データベース整備作業の実施
（放射線医学総合研究所との共同研究）
- アジア地域の特徴を考慮した生物圏データベース整備作業に関する情報交換
（韓国原子力研究所との共同研究）

具体的な地表環境条件を考慮した場合の生物圏評価パラメータ設定手法は、NUMOが実際の特定の候補サイトに対して適用可能。また、本手法に基づき整備したわが国の特徴を考慮した生物圏データベースは、わが国の条件を考慮した生物圏評価に活用可能。

1. 評価手法

- シナリオ解析技術
- 不確実性評価技術
- 総合的な性能評価技術

2. モデル化技術

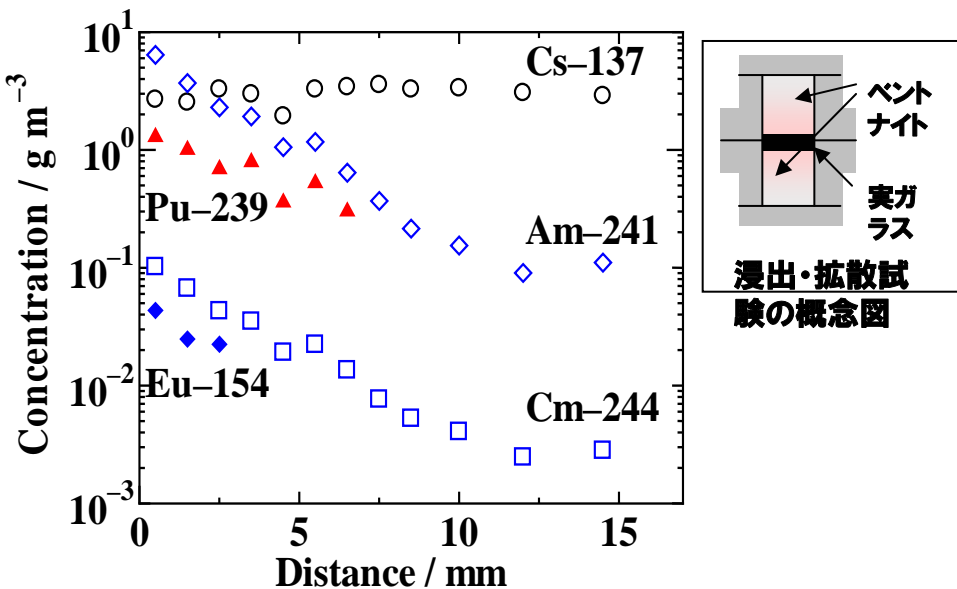
- 人工バリア中の核種移行
 - ・地下水/間隙水化学研究, ガラス固化体核種溶出, 緩衝材中核種移行
- 天然バリア中の核種移行
 - ・岩盤中の核種収着, コロイド・有機物・微生物
- 生物圏での核種移行／被ばく

3. データベース開発

- 放射性元素の熱力学データベース整備
- 収着・拡散データベースの整備
- 処分場システムデータベースの整備

現象論的核種移行解析モデル開発

○ガラスからの核種溶解・拡散モデルの開発



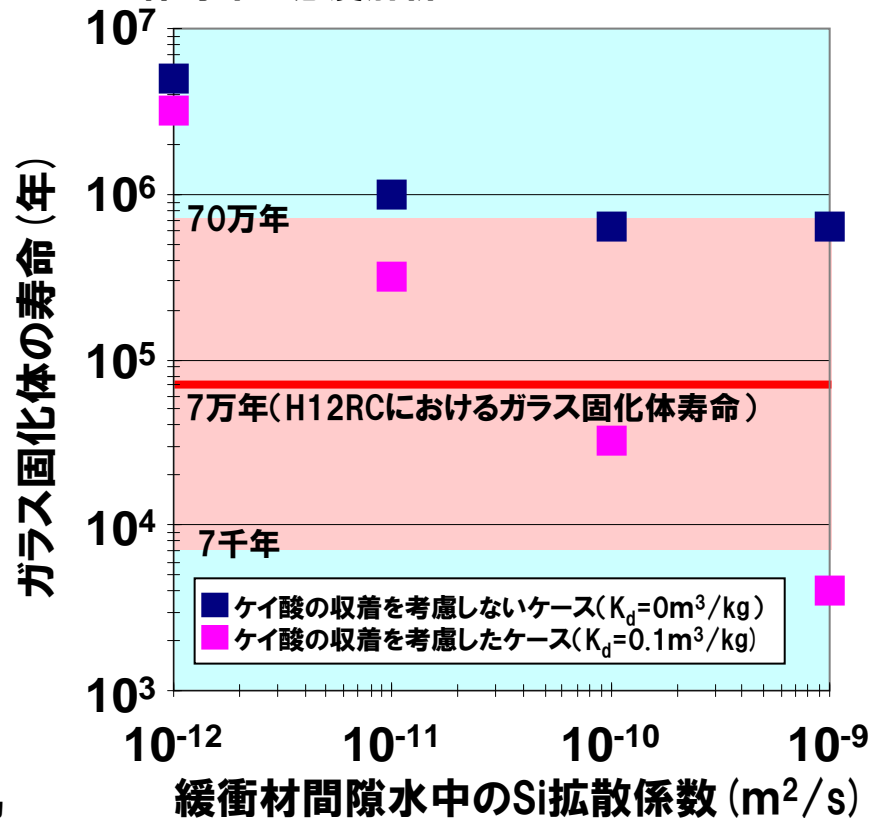
圧縮ベントナイト中の実ガラス浸出・拡散試験濃度プロフィール

(大気下, 15年経過, 乾燥密度0.5Mg/m³, クニゲルV1)

- 乾燥密度が極めて低い試料では、アクチノイド核種の拡散を確認
- 今後、ガラス溶解モデルと圧縮ベントナイト中拡散モデルを組み合わせて解析

緩衝材中のSiの移行に関する研究

緩衝材中のSiの移行を考慮したガラス固化体寿命の感度解析



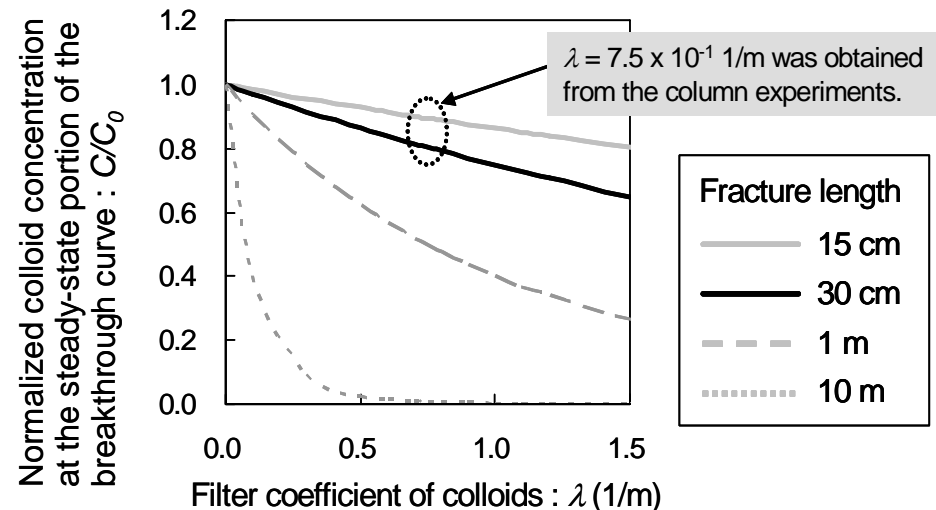
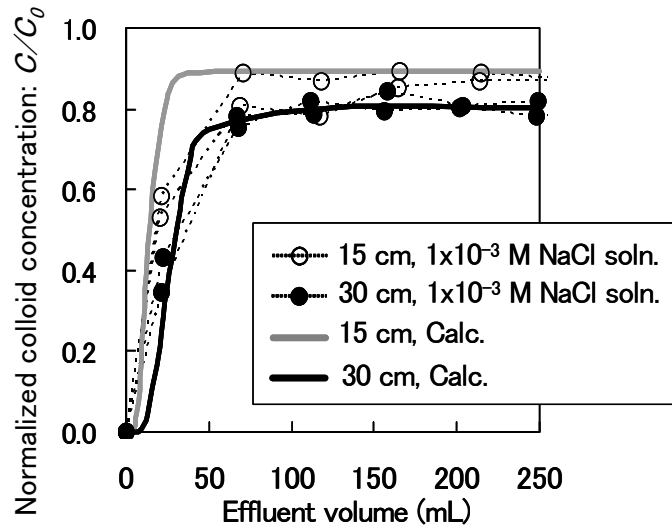
※掘削影響領域通過流量はH12RCの値(0.001m³/y)を用いた。

• 今後Siの移行パラメータを実験的に取得

長期の室内試験データの提供と国際的な動向、最新の科学的知見を反映

コロイド・有機物・微生物研究

○核種－コロイド・有機物・微生物－岩石の三元系相互作用の評価手法整備とデータ取得・モデル化：



花崗岩人工亀裂中移行試験(長さ15, 30cm)におけるベントナイトコロイドの破過曲線とモデル計算との比較

- ・ 溶液条件によってはフィルター効果によるベントナイトコロイドの移行遅延が期待できることを実験的に確認

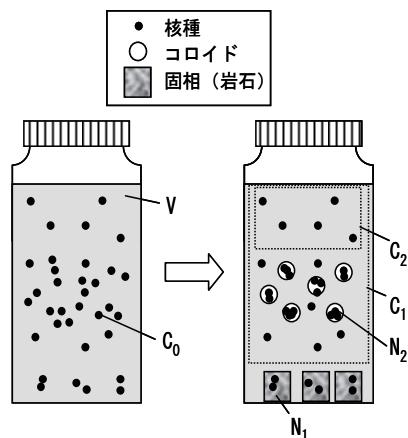
フィルター効果を考慮したコロイド移行挙動への影響の感度解析(～10m)

- ・ フィルター効果が発現する場合はコロイド濃度が低下する可能性を示唆
- ・ コロイドの岩石からの脱離など、長期的な挙動の確認が課題

従来の手法を強化し、国際的な動向、最新の科学的知見を反映

コロイド・有機物・微生物研究

○核種－コロイド・有機物・微生物－岩石の三元系相互作用の評価手法整備とデータ取得・モデル化：



【左図 ブランクテスト】

V : 液相容量 [m³]

C₀ : 溶液中の核種初期濃度 [Bq/m³]

【右図 固相とコロイドの共存状態での収着分配】

N₁ : 固相への収着量 [Bq]

(固相の質量をM₁ [kg]とする。)

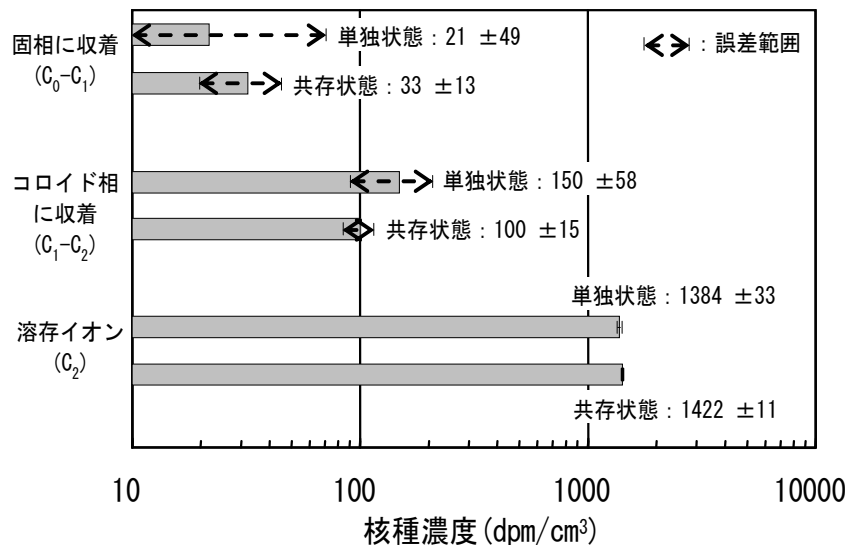
N₂ : コロイドへの収着量 [Bq]

(コロイドの質量をM₂ [kg]とする。)

C₁ : メンブランフィルタでのろ過後の核種濃度 [Bq/m³]

C₂ : 限外ろ過フィルタでのろ過後の核種濃度 [Bq/m³]

三元系収着試験の模式図



単独状態：単独状態で取得されたKdから共存状態での核種濃度を算出した値

共存状態：共存状態の試験における核種濃度の実測値

岩石およびコロイドが単独で存在する状態で取得したKdからの共存状態での核種の分配挙動の予測結果と、共存状態での実測値の比較 (Cs, 石英砂, ベントナイトコロイド)

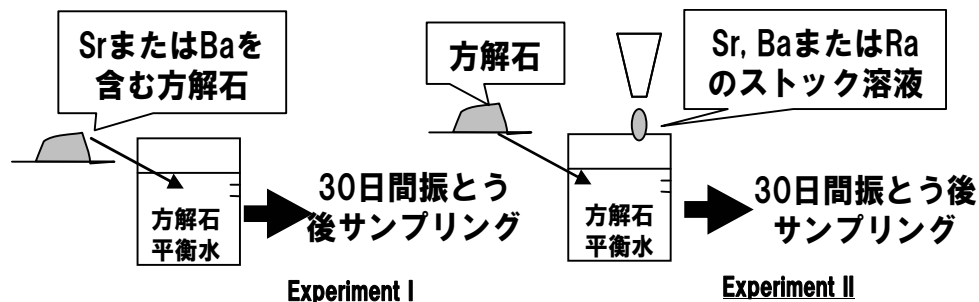
・適切に分画することにより、三元系でも正確なKdを評価できる事例を確認。

手法の標準化に反映すべく、固相、液相、コロイド相の三元系の場合に適用できるKd評価方法の提示

熱力学データベース開発

: 個別元素の溶解度評価(Ra)

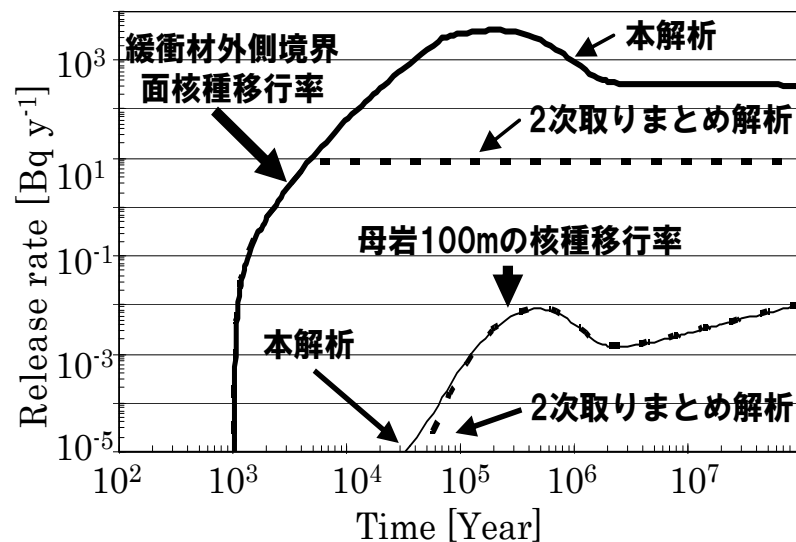
Raの方解石への元素分配比によるRa濃度評価の妥当性を確認するため、方解石へのRa取り込み反応を実験的に確認



取得した元素分配比と文献値との比較

	This study	Reported
D_{Sr}	$1.3 (\pm 0.3) \times 10^{-2}$	$2.1 (\pm 0.3) \times 10^{-2}$
D_{Ba}	$1.0 (\pm 0.5) \times 10^{-2}$	$1.6 (\pm 1.1) \times 10^{-2}$
D_{Ra}	$5 (\pm 4) \times 10^{-2}$	$15 (\pm 6) \times 10^{-2}$

緩衝材外側境界面および母岩100mにおける核種移行率の計算結果



元素分配比を評価に適用することにより、現実の系で予想されるRaの固液の分配を模擬した濃度評価が可能となった。

最新の科学的知見、国際的動向を反映した溶解度制限固相評価方法を強化

収着・拡散データベース開発 : 信頼度情報等の拡充と新SDB/DDBシステム整備

収着データベース (SDB)

- 約24,000件(37元素)
- 多様な条件・信頼度

信頼度評価手法

- I) 文献記載内容の網羅性
- II) 実験方法等の信頼度
- III) データ相互間の整合性

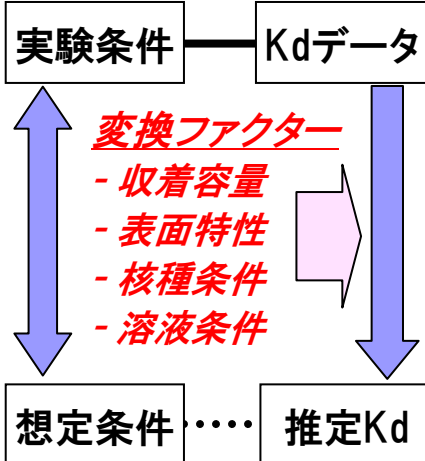
信頼度情報に基づく
Kdデータの絞込み

実際の地質環境条件
への条件補正評価

性能評価データ設定
(不確実性の幅等を含む)

条件変換によるKd設定法

SDBのKdデータ



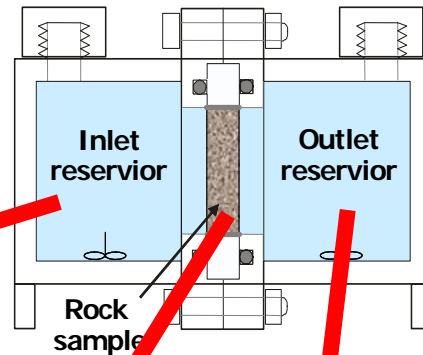
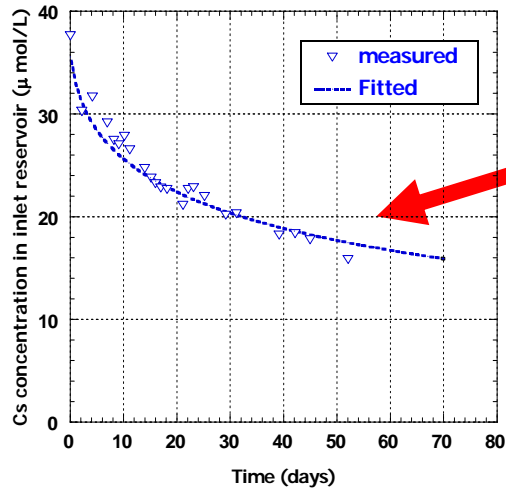
信頼度情報によるデータ絞込み

抽出データによるグラフ化

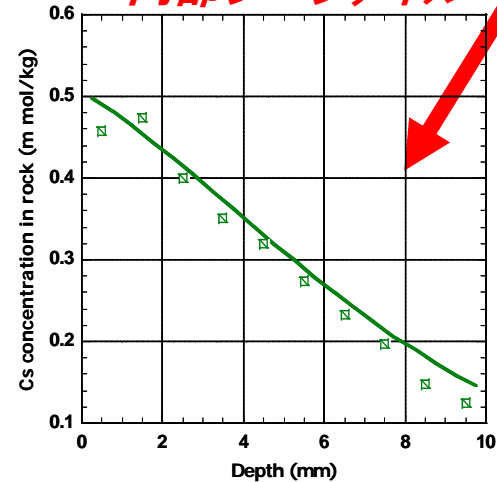
性能評価のための収着・拡散パラメータ設定の際に参照すべきデータをWeb上で公開しステークホルダへの積極的な情報提供を実施

現象論的核種移行解析モデル開発：幌延岩の移行遅延パラメータ取得・評価手法

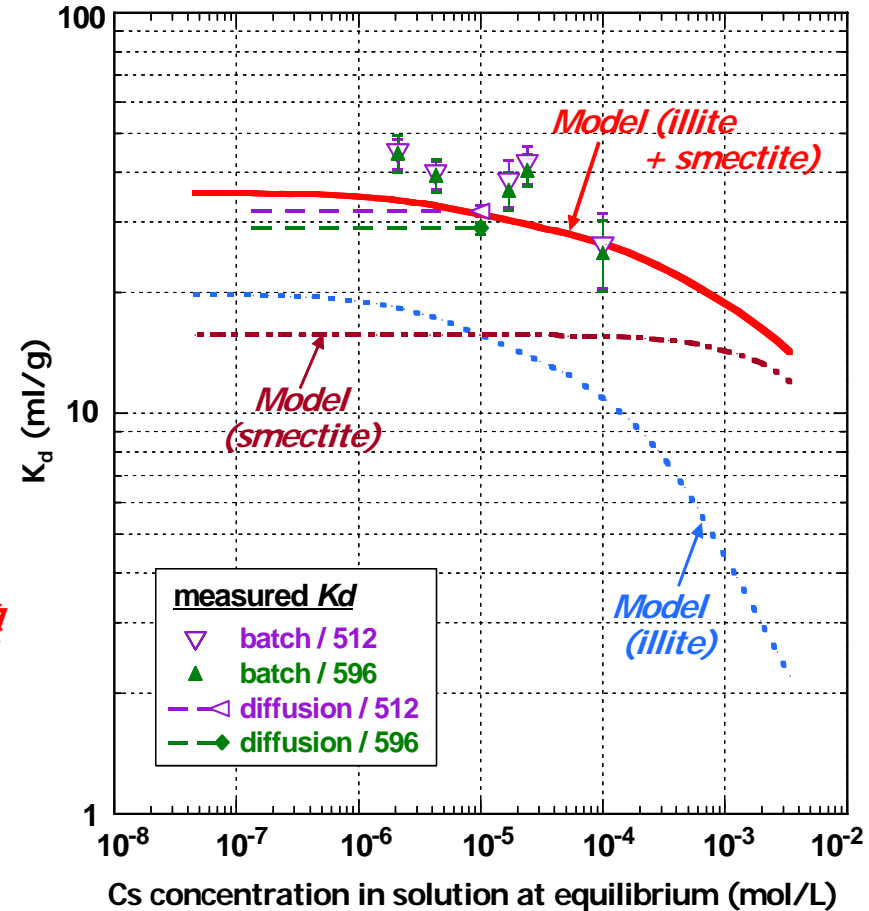
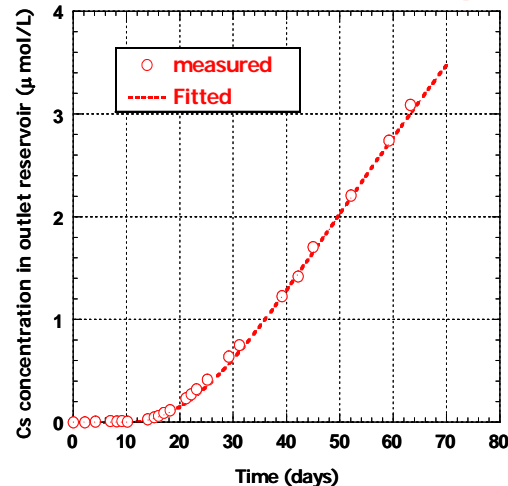
トレーサー減衰曲線



内部プロファイル



トレーサー破過曲線



Cs concentration in solution at equilibrium (mol/L)

インタクト岩石の移行遅延パラメータの信頼性の高い評価手法、及び、収着支配鉱物（イライト/スメクタイト）によるモデル解釈を提示

現象論的核種移行解析モデル開発

現象論的収着・拡散モデルの開発

メカニスティック
収着・拡散データベース

SDB
(収着Kd実測値データベース)

DDB
(Da&De実測値データベース)

モデル概念/
パラメータ導出

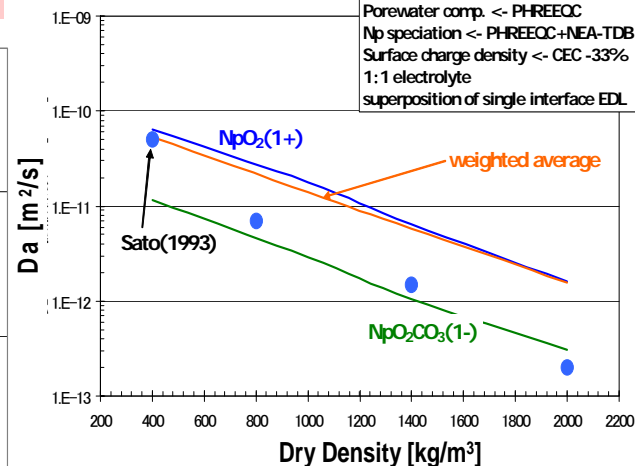
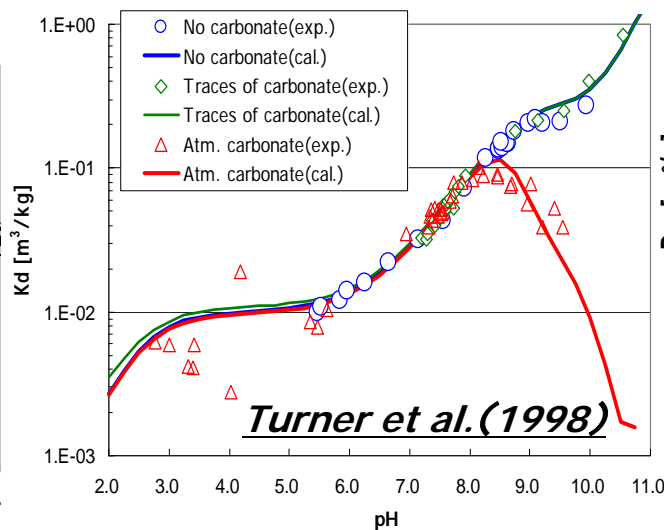
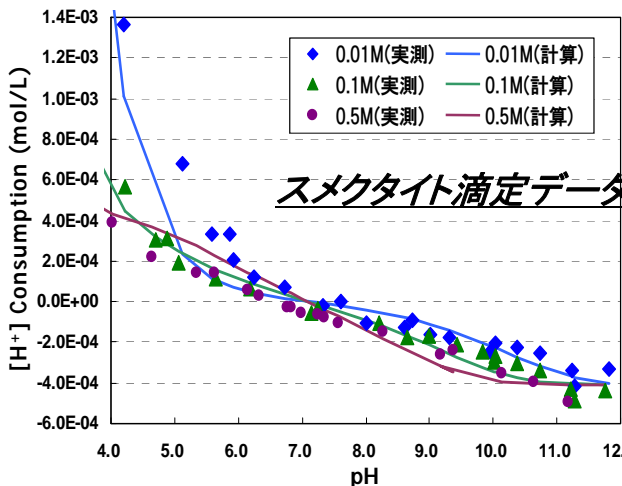
バッチ系モデル
検証

圧縮系でのモデル
適用性

スメクタイト滴定データの評価
⇒ 表面化学モデル/パラメータ設定

Npのスメクタイトへのバッチ収着データ
⇒ Np(V)の収着反応定数の導出・検証

Npのベントナイト中の拡散データ
⇒ Np(V)の収着拡散反応モデルの検討



最新の科学的知見、国際的動向を反映しモデル/データベースを提示

■:H20までに更新・構築、■:実施中

分類の例	知識ベースに反映する成果
データ	<ul style="list-style-type: none"> ● わが国の地下水化学データベース ● 放射性元素の熱力学データベース (Web) ● 地球化学元素の熱力学データベース (Web) ● 収着拡散データベース (Web) (信頼度情報/検索/集計機能等を拡充した新SDB/DDBを整備・公開) ● 信頼度を付与した収着データベース (SDBに組み入れWeb公開) ● 収着・拡散メカニスティックデータベース (基本アプローチと数核種のモデル/データセットの1次案を提示) ● ガラス溶解速度データベース ● コロイド・有機物と核種の相互作用データベース ● 微生物増殖・活性データベース
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ● シナリオ解析支援ツール (Web) ● 核種の溶解度・化学種解析で必要となる地球化学コード ● 地下水/間隙水水質設定で必要となる地球化学モデル・コード ● コロイド(有機物)影響評価解析で必要となるモデル・コード ● 微生物影響評価解析で必要となるモデル・コード ● 収着分配係数・拡散係数設定のための現象論的収着・拡散モデル・コード
経験・ノウハウ (方法論など)	<ul style="list-style-type: none"> ● シナリオ解析に関する実際の地質環境条件や現象を考慮したスクリーニング手法の概念構築および適用性確認 (特に、隆起・侵食を対象とした検討) ● シナリオ解析に関する調査/事業段階に応じた評価手法の概念構築および適用性確認 (セメント材料利用の場合のシナリオ抽出) ● 地域性、時間変遷などの不確実性も考慮したシナリオ構築の考え方の整理および適用性確認 ● 不確実性の分類・整理及びパラメータの分布設定の考え方の整理および適用性確認 ● 調査/事業段階に応じた不確実性の影響評価技術の適用性確認 (線量めやすを満たす人工バリアパラメータの範囲) ● 個別現象の不確実性、生起可能性、時間変遷などを考慮した不確実性の影響評価の考え方

● 青字:H20実施項目

■:H20までに更新・構築、■:実施中

分類の例	知識ベースに反映する成果
<p>経験・ノウハウ (方法論など) 〈続き〉</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●総合的な性能評価結果の信頼性を向上させるための手法・考え方の整理および適用性確認 ●水理物質移行に関する室内試験～サイト調査間のスケールの違いを補間する手法の考え方の整理および適用性確認(幌延) ●水理・物質移行現象に影響を及ぼす要因の整理(室内試験による亀裂開口幅分布評価手法の整備, 塩水楔の定量化データ取得) ●生物圏評価に関する実際の環境条件を考慮した考え方(感度解析に基づく重要データ取得への反映, 表層環境を考慮した生物圏評価手法の構築, パラメータセット更新のためのデータベースの整理方法の検討) ●生物圏評価に関する将来の環境変遷を考慮した場合の時間枠に応じた評価手法・考え方 ●生物圏評価に関するナチュラルフラックス評価手法の例示 ●地質環境が設定された場合の地下水/間隙水水質設定の考え方 ●コロイド・有機物の特性評価手法 ●微生物の特性評価手法 ●緩衝材中の収着係数や拡散係数設定の考え方(実測データおよびその補正並びにメカニズムに基づく設定アプローチの提示) ●緩衝材中のバッチ式収着試験から得られる分配係数の圧密系への適用手法(統合化収着・拡散モデルの改良と適用例の提示) ●信頼性の高い熱力学データ取得の設定手法(N_p(IV)の溶解度測定, Seの酸化還元電位測定) ●既存の熱力学データの信頼性評価についての手法(An(IV)の熱力学データの信頼性検討) ●固溶体の溶解度制限固相の設定手法(R_aの固相への分配に基づく核種移行評価) ●分配係数・拡散係数取得の標準的手法の見直し(圧縮系/インタクト系の拡散収着データ取得手法の高度化, コロイド・有機物影響の考慮)
<p>統合化した知識</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●処分場周辺の水理・物質移行評価に必要な一連の技術の整備・改良, 体系的整理, URLの地質環境データを用いた評価の試行による適用性の提示
<p>ガイダンス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●実際の地質環境の情報に基づく総合的な性能評価手法の構築(品質確保のための考え方の整理, 評価体系の考え方の整理)

● 青字:H20実施項目

- ① パラメータの不確実性について、決定論なのか、それとも確率論的な取扱いなのか。知識が不足しているものについては、確率論は使えず、わからないことの影響(知識の不確実性)についても評価すべき。

→ 不確実性の起源と分類、およびその取扱い方法に関する情報の整理を実施中。

- ② *FepMatrix*というツールの妥当性はどのように示していくのか。一般的な分野にも活用することにより、有効性について確認すること。

→ シナリオ解析ツールとして内部で継続的に利用。

→ 他分野への展開として、「FEP解析を応用した火山噴火の想定シナリオ作成手法の高度化」(科学研究費補助金による北海道大学、国土地理院との共同研究)に応用。(日本地球惑星科学連合2009年大会(5月)にて成果を発表予定*)

処分場の設計や安全評価の信頼性を向上させるため、地層処分基盤研究施設や地層処分放射化学研究施設等を活用して、**核種の溶解・移行等に関するモデルの高度化、基礎データの拡充、データベースの開発を進める。**

また、外部資金を活用して、人工バリアの現象論的収着・拡散モデルに適用する基本定数データベースの提示及び核種移行データや微生物特性データの標準的測定方法の提案を行う。

深地層の研究施設等における実際の地質環境条件を踏まえた現実的な処分概念に、柔軟に対応できる**総合的性能評価手法を例示する。**

(参考資料)

主な平成20年度の成果

◆査読付投稿論文

(査読付国際会議プロシーディングスを含む): 23件
(うち, 英文論文17件)

◆学会発表(口頭発表、ポスター発表): 42件

(うち, 国際学会18件)

◆研究開発報告書: 15件

(うち, 英文報告書1件)

(計80件)

主な平成20年度の成果(1/6)

◆査読付投稿論文（査読付国際会議プロシーディングスを含む）(1/2)

Ebashi, T. et al.: “Application of the comprehensive sensitivity analysis method to a Korean geological disposal concept”, Journal of Nuclear Science and Technology, Vol.45, No.11, pp.1138-1149 (2008).

Ohi, T. et al.: “A Systematic Approach to Evaluate the Importance of Key Uncertainties Affecting the Geological Disposal of Radioactive Wastes”, Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2008) (submitted).

川村 淳 ほか: “高レベル放射性廃棄物処分における隆起・侵食の地質環境条件への影響評価手法の検討”, 応用地質【投稿準備中】.

江橋 健 ほか: “高レベル放射性廃棄物地層処分における性能評価パラメータの安全裕度評価方法の例示”, 原子力バックエンド研究, Vol.15 No.2【印刷中】.

Miyahara, K. et al.: ““What-if?” Calculations to Illustrate Fault-Movement Effects on a HLW Repository”, Proceedings of the 12th International High-Level Radioactive Waste Management Conference (IHLRWM) (2008)

Murakami, H. and Ahn, J.: “Development of Compartment Models for Radionuclide Transport in Repository Region”, Proceedings of the 12th International High-Level Radioactive Waste Management Conference (IHLRWM) (2008)

Murakami, H. and Ahn, J.: “Development of Geologic Repository Models for Design and Decision Making”, Proceedings of the 16th Pacific Basin Nuclear Conference (16PBNC)

西山 哲 ほか: “格子ガス法によるせん断変形時の岩盤不連続面内の透水特性に関する研究”, 土木学会論文集【投稿中】.

佐藤 晃, 澤田 淳: “X線CT法による亀裂内トレーサー移行プロセスの可視化と分析”, Journal of MMIJ(資源と素材学会)【印刷中】.

Kato, T. et al.: “Development of the methodology on priority of element-specific biosphere parameters for geological disposal applicable to any proposed repository site”, Japanese Journal of Health Physics, Vol.44, No.1, pp.72-79 (2009).

Kato T. et al., Development of the Methodology on Selecting Element-specific Parameters Suitable to Biosphere Assessment for Geological Disposal of Radioactive Waste in Japan, Journal of Nuclear Science and Technology【in preparation】.

主な平成20年度の成果(2/6)

◆査読付投稿論文（査読付国際会議プロシーディングスを含む）(2/2)

Kuno, Y. et al.: "Migration behavior of bentonite colloids through fractured rocks", Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2009, accepted).

久野義夫ほか：“コロイドが存在する状態での核種の分配挙動の確認手法の検討”，日本原子力学会 バックエンド部会誌, Vo.15, No.2 (2009) 印刷中

Fujiwara, K. and Kohara, Y.: "Hydrolysis constants of tetravalent neptunium by using solvent extraction method", Radiochim. Acta, 96, pp.613-616 (2008).

Iijima, K., et al.: "Sorption behavior of americium onto bentonite colloid", Radiochim. Acta, 96, pp.721-730 (2008).

Iijima, K., et al.: "Diffusion behavior of humic acid in compacted bentonite: Effect of ionic strength, dry density and molecular weight of humic acid", Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2009, accepted).

Doi, R. et al.: "Solubility Measurement of Selenium in the Presence of Iron under Reducing Condition", Journal of Nuclear Science and Technology (2009) (submitted).

土井玲祐 ほか：“サイクリックボルタンメトリー法によるSe (IV) /Se (VI) の標準電極電位の取得”，原子力バックエンド研究. 投稿準備中

Yoshida, Y. et al. : "Partition coefficient of Ra and Ba in calcite", Geochemical Journal, Vol. 42, pp.295-304 (2008).

Yoshida, Y. and Yoshikawa, H.: "Estimation of Ra concentration in High-level radioactive waste disposal system", Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2009, accepted).

Yoshida, Y et al.: "Partition coefficient of Ra in gypsum, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 280 (2009, in press).

Tachi, Y. et al.: "Sorption and Diffusion of Cs in Horonobe-URL's Sedimentary Rock : Comparison and Model Prediction of Retardation Parameters from Sorption and Diffusion Experiments", Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2009, accepted) 【一部エネ庁公募事業の成果を含む】

Seida, Y. et al.: "Influence of humic acid Se and Th sorption on sedimentary rock", Proceedings of the 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2009, accepted) 【エネ庁公募事業】

主な平成20年度の成果(3/6)

◆学会発表(口頭発表、ポスター発表)(1/3)

Ohi, T. et al.: "A Systematic Approach to Evaluate the Importance of Key Uncertainties Affecting the Geological Disposal of Radioactive Wastes", The 32nd International Symposium on the Scientific Basis for Nuclear Waste Management (MRS 2008) (2008)

大井貴夫 ほか: "原子力の持続的発展を支えるための廃棄物処分システムの開発(2)統合性能評価の方法論の開発", 日本原子力学会2008年秋の大会(2008)

稲垣学, 蛭名貴憲: "設計条件や地質調査を踏まえた安全評価体系の検討", 2008年バックエンド夏期セミナー(ポスター発表), (2008)

Murakami, H. and Ahn, J.: "DEVELOPMENT OF COMPARTMENT MODELS FOR RADIONUCLIDE TRANSPORT IN REPOSITORY REGION", The 12th International High-Level Radioactive Waste Management Conference (IHLRWM) (2008)

Murakami, H. and Ahn, J.: "Development of Geologic Repository Models for Design and Decision Making", 16th Pacific Basin Nuclear Conference (16PBNC) (2008)

Kawamura, M. et al.: "Study on Perturbation Scenario for Uplift and Denudation in Performance Assessment of a HLW Disposal System", The 2nd Conference of East Asia Forum on Radwaste Management (2008)

川村淳 ほか: "高レベル放射性廃棄物地層処分に係わる天然現象に起因する重要な変動シナリオの抽出に関する検討", 日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, G121-006 (2008).

川村淳 ほか: "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, G121-P004 (2008).

川村淳 ほか: "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, M09 (2008).

川村淳 ほか: "地球科学の研究成果の放射性廃棄物地層処分安全評価への反映", 日本地質学会第115年学術大会予稿集, 0-20, p.41 (2008).

江橋健 ほか: "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", 日本原子力学会2009年春の年会(2009)

Miyahara et. Al.: "What-if?" Calculations to Illustrate Fault-Movement Effects on a HLW Repository", The 12th International High-Level Radioactive Waste Management Conference (IHLRWM) (2008)

村上亮 ほか: "火山噴火の想定シナリオ構築手法の予察的な検討", 日本地球惑星科学連合2008年大会予稿集, V151-P029 (2008).

佐藤久ほか: "塩水楔試験の光学的手法による定量計測手法の開発", 土木学会第63回年次学術講演会論文集, CS05-39, pp.245-246, (2008).

澤田淳, 鐵桂一: "50cmスケールの天然亀裂の研削による形状計測について", 第38回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp.266-271, (2009).

加藤智子 ほか: "地層処分生物圏評価用データベース更新の進め方について", 日本原子力学会2009年春の年会, (2009).

主な平成20年度の成果(4/6)

◆学会発表(口頭発表、ポスター発表)(2/3)

Kuno, Y. et al.: "Migration behavior of bentonite colloids through fractured rocks", Mat. Res. Soc. 2008 Fall Meeting (2008).

Iijima, K., et al.: "Diffusion behavior of humic acid in compacted bentonite: Effect of ionic strength, dry density and molecular weight of humic acid", Mat. Res. Soc. 2008 Fall Meeting (2008).

藤原健壮 ほか: "ベントナイト中におけるRa移行挙動に及ぼすCa・Ba鉱物との共沈の影響(II)", 日本原子力学会2008年秋の大会 (2008).

石寺孝充 ほか: "幌延堆積岩へのCsの収着に及ぼすKの影響", 日本原子力学会2008年秋の大会, L45 (2008).

飯島和毅 ほか: "圧縮ベントナイト中のフミン酸の拡散挙動(III);フミン酸及びフミン酸存在下でのネオジムの拡散メカニズム" 日本原子力学会2008年秋の大会, L54 (2008).

藤原健壮 ほか: "高pH条件でのCaやSiイオン共存下でのNp (IV) 溶解度試験", 日本原子力学会2009年春の大会, D26 (2009).

飯島和毅 ほか: "溶液-ベントナイトコロイド-花崗岩の三元系におけるCs・Am (III) の収着分配", 日本原子力学会2009年春の大会, D17 (2009).

Mitsui, S.: "Overview of R&D on HLW glass in Japan", Waste Form S&T and Modeling & Simulation Workshop, January 29-31, USA (2008).

稲垣八穂広ほか: "マイクロリアクタ流水試験によるガラス固化体溶解速度のpH依存性評価", 日本原子力学会2008年秋の大会要旨集, 655 (2008).

栃木善克 ほか: "地層処分安全評価のための拡散データベースの開発", 日本原子力学会 第6回 再処理・リサイクル部会セミナー, (2009).

Yoshida, Y. and Yoshikawa, H.: "Estimation of Ra concentration in High-level radioactive waste disposal system", Mat. Res. Soc. 2008 Fall Meeting (2008).

Tachi, Y. et al.: "Sorption and Diffusion of Cs in Horonobe-URL's Sedimentary Rock : Comparison and Model Prediction of Retardation Parameters from Sorption and Diffusion Experiments", Mat. Res. Soc. Fall Meeting, Boston (2008). 【一部エネ庁公募事業の成果を含む】

舘 幸男ほか: "幌延堆積岩中のCsの移行遅延パラメータの実験的評価とモデル化", 日本原子力学会2009年春の年会(2009) 【一部エネ庁公募事業の成果を含む】

Seida, Y. et al.: "Influence of humic acid on sorption of sedimentary rock for Se and Th", Mat. Res. Soc. 2008 Fall meeting (2008) 【エネ庁公募事業】

Takahashi, H. et al.: "Estimation of constrictivity relevant to diffusion in sedimentary rocks based on X-ray CT image", The 5th International Conference "INTERFACES AGAINST POLLUTION", Program & Abstracts (2008), Kyoto, Japan 【エネ庁公募事業】

清田佳美ほか: "フミン物質共存下における堆積岩中のSe,Th移行挙動", 原子力学会2008年秋の大会, L56, P696(2008) 【エネ庁公募事業】

高橋宏明ほか: "X線CTによる稚内層の硬質頁岩の三次元間隙構造解析", 原子力学会2008年秋の大会, L47, P687(2008) 【エネ庁公募事業】

主な平成20年度の成果(5/6)

◆学会発表(口頭発表、ポスター発表)(3/3)

Asano, T. et al.: “Microbial studies of groundwater from the borehole H17-1-01 in Horonobe, Japan”, The Extremophiles 2008 (2008).【エネ庁公募事業】

Sasaki, Y. et al.: “Microbial communities of groundwater from deep borehole HDB-10 in Horonobe, Japan”, The Extremophiles 2008 (2008).

吉川英樹ほか:”地層処分の安全評価に対する微生物影響の不確実性評価手法の検討“, 原子力学会2008年秋の大会, L51, P691(2008)【エネ庁公募事業】

福永栄ほか:”微生物増殖・代謝速度に及ぼす電子受容体種類の影響“, 原子力学会2008年秋の大会, L50, P690(2008)【エネ庁公募事業】

Asano, T. et al.: “Quantification of Microbial Biomass in Groundwater for Safety Assessment of Geological Disposal of Nuclear Waste”, 7th International Symposium for Subsurface Microbiology (2008).【エネ庁公募事業】

Nagaosa, K. et al.: “Temperature constraints methane production in subsurface environments of Horonobe, Hokkaido, Japan”, 7th International Symposium for Subsurface Microbiology (2008).【エネ庁公募事業】

Fukunaga, S. et al.: “Estimation of growth parameters corresponding to microbial communities in laboratory columns”, 7th International Symposium for Subsurface Microbiology (2008).【エネ庁公募事業】

Ishii, K. et al.: “Experiments using laboratory columns to monitor anaerobic microbial reactions”, 7th International Symposium for Subsurface Microbiology (2008).【エネ庁公募事業】

永翁一代ほか:”深部地下圏におけるメタン生成活性:北海道幌延地域を対象とした研究(第三報)“, 日本微生物生態学会 第24回大会(2008).【エネ庁公募事業】

主な平成20年度の成果(6/6)

◆研究開発報告書類(原子力機構報告書等):

大井貴夫 ほか:“放射性廃棄物の地層処分の安全性に影響を与える懸念事象の相対的重要度把握のための体系的評価手法の有用性の例示”, JAEA-Research 2008-111, (2009)【印刷中】.

稲垣学, 蛭名貴憲:“処分環境や設計オプションに対応した性能評価手法の構築(2)”, JAEA-Research 2008-114, (2009).

川村淳 ほか:“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)【印刷中】.

江橋健 ほか:“仮想的な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隆起・侵食の影響評価手法の例示”, JAEA-Research 2008-117, (2009), 【印刷中】.

鐵桂一, 澤田淳:“研削により測定した50cmスケール岩体中の天然亀裂の形状に関する研究”, JAEA-Research 2008-079, (2008).

佐藤久 ほか:“小型MACROによる塩水浸入試験の光学的手法を用いた塩水濃度分布の定量的評価”, JAEA-Research 2008-105, (2008).

下茂道人 ほか:“亀裂を有する堆積岩の水理・物質移行評価のためのデータ取得・解析(II)”, JAEA-Research 2008-101, (2008).

板津透 ほか:“表層環境を考慮した生物圏評価手法の構築に関する検討”, JAEA-Research, 2008, 【準備中】.

藤原健壯 ほか:“地質環境下におけるZr (IV) の熱力学データ整備”, JAEA-Research 2009, 【準備中】.

栃木善克, 舘幸男:“緩衝材及び岩石中での核種の拡散データベースの整備”, JAEA-Data/Code 2008-035 (2009).

舘幸男 ほか:“地層処分安全評価のための核種の収着・拡散データベースシステムの開発”, JAEA-Data/Code 2008-034 (2009).

吉田泰ほか, アルカリ土類金属の熱力学データの整理, JAEA-Research, 2009, 【準備中】.

吉田泰ほか, 核種移行評価モデルにおけるRaと固相中Caとの交換反応の評価, JAEA-Research, 2009, 【準備中】.

Suyama, T. et al.:“Evaluating and Categorizing the Reliability of Distribution Coefficient Values in the Sorption Database (3)”, JAEA-Technology 2009, 【準備中】.

磯貝武司, 笹本広:“幌延地下水を用いたベントナイトー地下水反応試験ーバッチ試験の結果とモデル化ー”, JAEA-Research 2009 【準備中】.