

**地層処分基盤研究における平成21年度の成果
—性能評価研究について—**

平成22年3月9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, 核種移行研究グループ
柴田 雅博, 吉川 英樹**

安全評価手法の高度化(1)

平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度実績 (中期計画達成状況)
<ul style="list-style-type: none">・天然事象とその影響の体系的整理、隆起・侵食評価の概念モデルの構築・シナリオ構築におけるFEP取扱い作業の効率化の為の支援ツールの開発・環境条件や設計仕様の多様性に対する評価手法の適用性の検討・不均質な天然の亀裂中の水理・物質移行現象を把握する新たな室内試験手法の確立とデータ取得・生物圏評価における表層水理の取扱いの検討、感度解析による移行パラメータの重要度分類	<ul style="list-style-type: none">・実際の地質環境条件を踏まえて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の例示・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	<ul style="list-style-type: none">・様々な天然事象に対する評価の為の概念モデルの構築と、隆起・侵食の影響評価手法の例示・多様な環境条件等に柔軟に対応するシナリオ構築手法の提示・適切な母岩規模や深度を設定するための性能指標の検討と幌延を事例とした試解析・天然の亀裂が有する不均質性を考慮した物質移行パラメータ（亀裂開口幅）設定手法の検討等・表層環境を考慮した生物圏モデル構築フローとわが国の特徴を考慮した移行パラメータの整備

国の全体計画における性能評価技術分野の研究開発項目

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

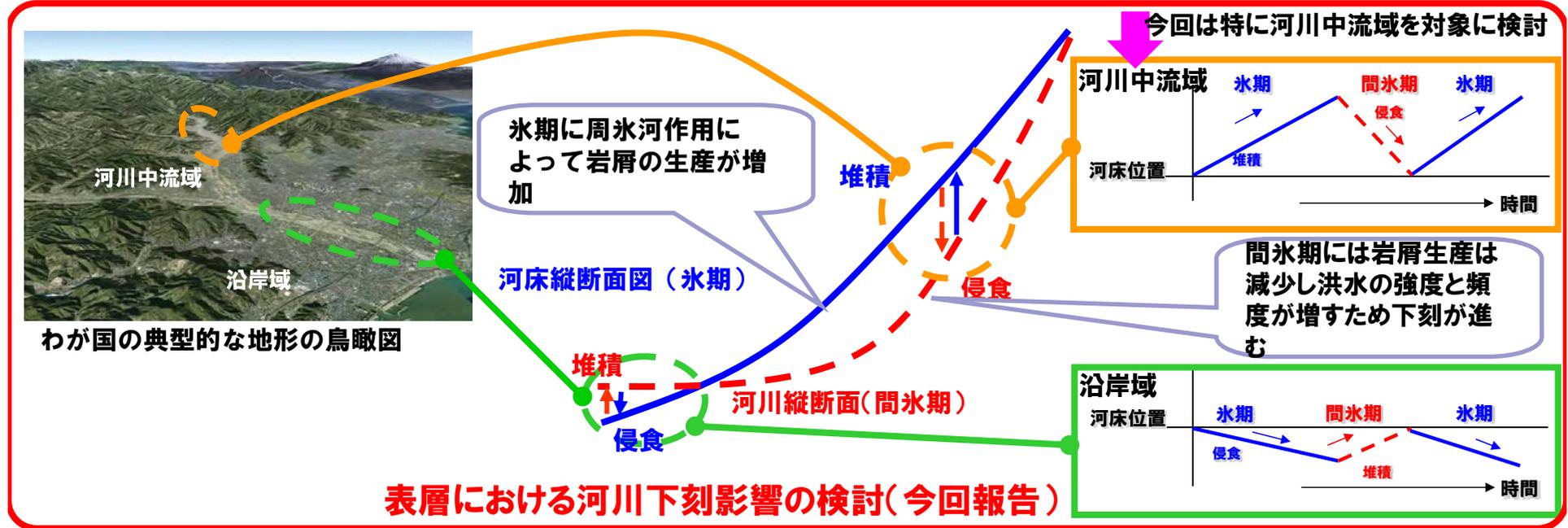
- 人工バリア中の核種移行
 - ・地下水/間隙水化学研究, ガラス固化体核種溶出, 緩衝材中核種移行
- 天然バリア中の核種移行
 - ・岩盤中の核種収着, コロイド・有機物・微生物
- 生物圏での核種移行／被ばく

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

天然現象の影響評価手法の体系的整備(1)

表層における河川下刻に起因する影響評価概念モデルの構築(1/2)

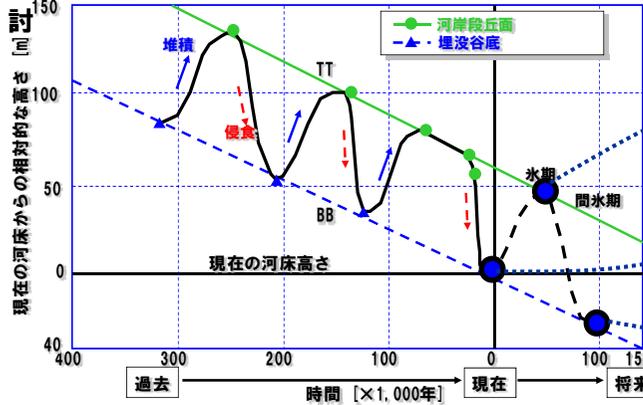


天然現象の影響評価手法の体系的整備(1)

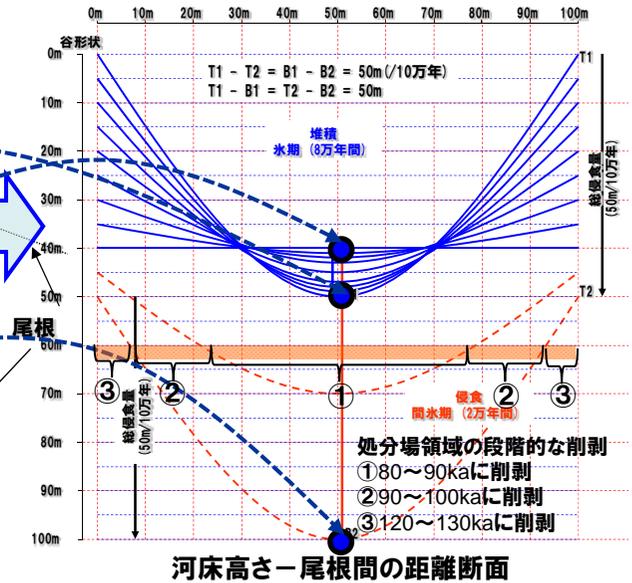
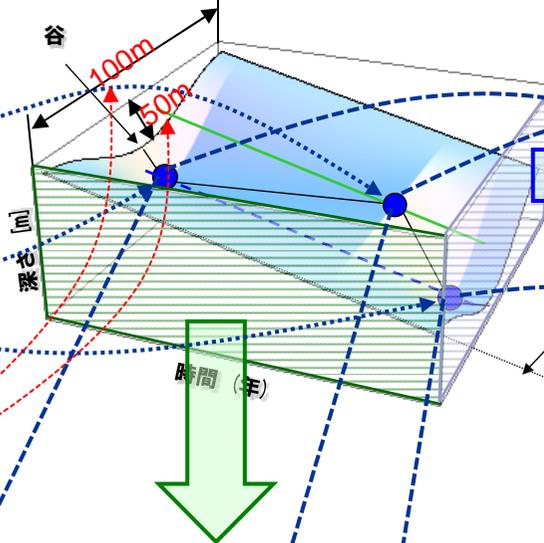
表層における河川下刻に起因する影響評価概念モデルの構築(2/2)

1. 主要なプロセスの明確化

●地史に基づく河川下刻パターンと将来予測の検



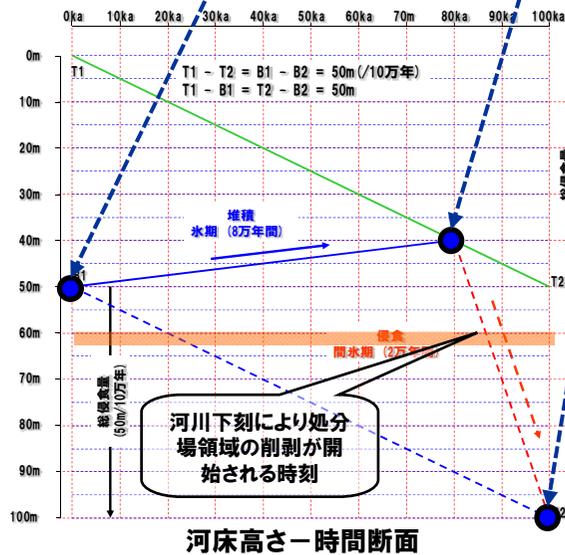
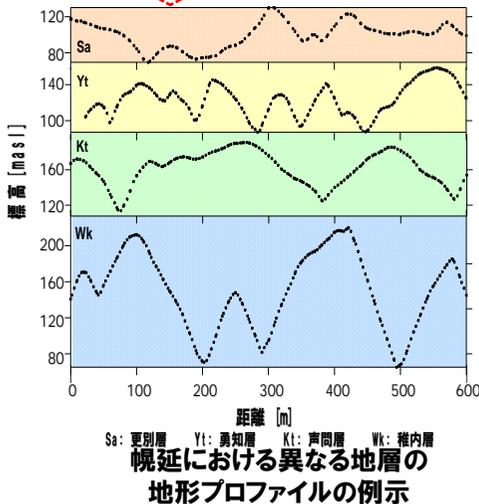
2. 概念モデル化



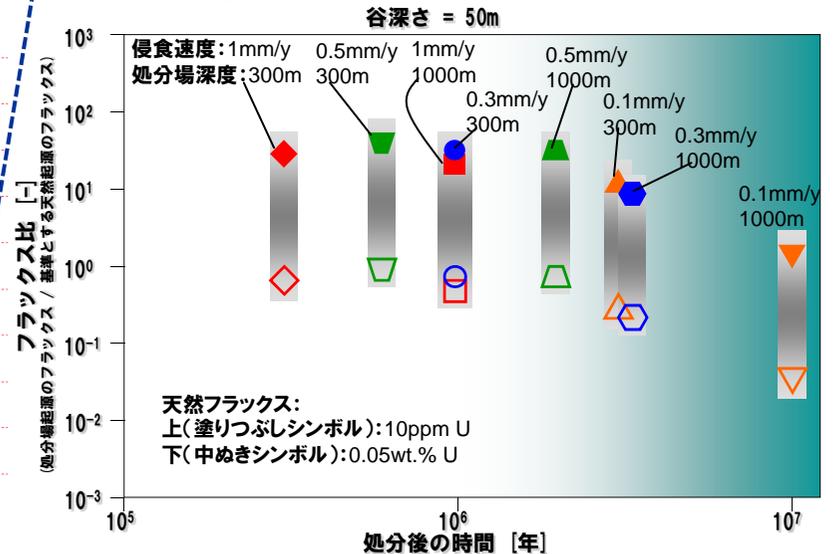
1. 主要なプロセスの明確化

●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



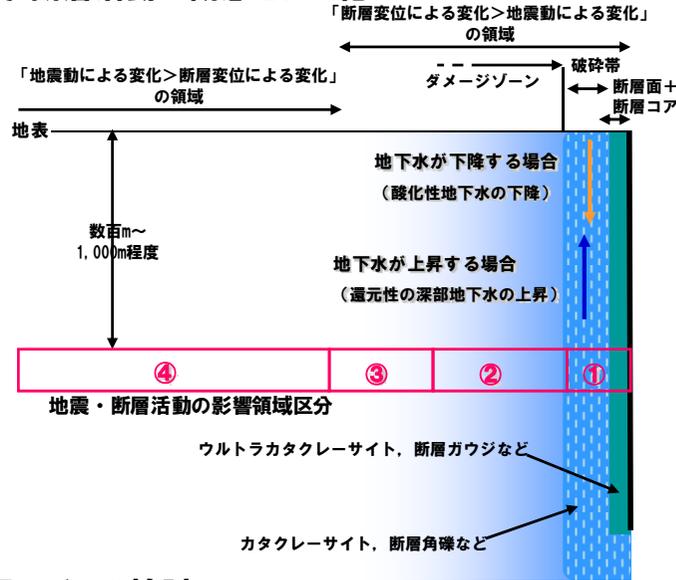
3. 解析結果(天然Uとのフラックス比)



天然現象の影響評価手法の体系的整備(2)

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

1. 地震・断層活動の概念モデル化



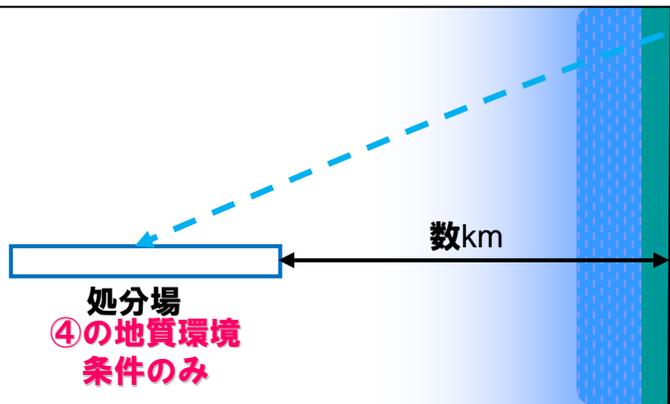
2. 地震・断層活動に起因する地質環境条件の変化の情報整理 (THMCG)

エリア分類	①	②	③	④
表層付近 (浅部)	T	地中温度: ~50°C	T	地中温度: ~50°C
	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
	M	断層運動で岩盤が劣化	M	表層近くは風化により脆弱
	C	断層を通じて異なる起源の成分が混入	C	異なる起源の成分が混入
	G	破砕帯	G	プロセスゾーン
浅部 (深部)	T	地中温度: 50~100°C	T	地中温度: ~50°C
	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
	M	断層運動で岩盤が劣化	M	断層運動で岩盤がやや劣化
	C	断層を通じて異なる起源の成分が混入	C	異なる起源の成分が若干混入
	G	破砕帯	G	プロセスゾーン
深部 (深部)	T	地中温度: 50~100°C	T	地中温度: 50~100°C
	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
	M	断層運動で岩盤が劣化	M	断層運動で岩盤がやや劣化
	C	断層を通じて異なる起源の成分が混入	C	異なる起源の成分が若干混入
	G	破砕帯	G	プロセスゾーン

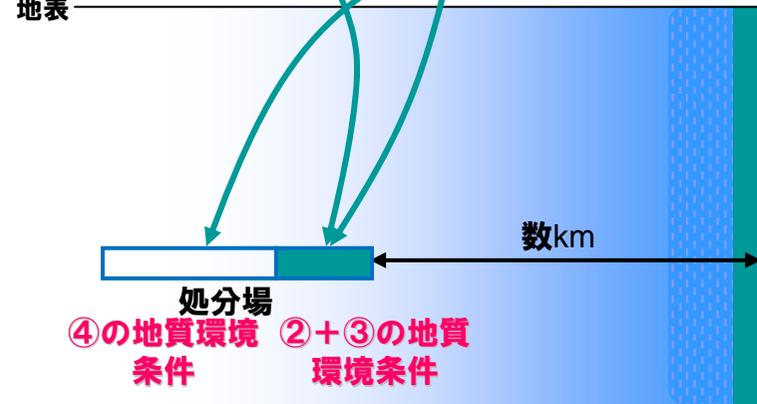
①~④は左図の①~④に対応
既存の断層研究等から情報を収集整理

3. 評価モデルの検討

3-1 ダメージゾーンの幅の拡大が小さい場合



3-2 万が一断層規模が大きくなり、ダメージゾーンの幅の拡大が拡大する場合



・既存の研究成果等から概念モデル化し情報を整理しておくことにより、処分事業の初期段階において、いろいろな地震・断層活動シナリオや解析ケースの構築が可能となった。

安全評価手法の高度化(1-1)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none">・天然事象とその影響の体系的整理、隆起・侵食評価の概念モデルの構築	<ul style="list-style-type: none">・様々な天然事象に対する評価の為の概念モデルの構築と、隆起・侵食の影響評価手法の例示	<p>予備的安全評価において、過去から現在に至る現象と地質環境の履歴(地史)を将来に外挿することによる処分環境長期的変遷の概念モデル構築と、それを踏まえたシステム性能への影響把握の実際的手順と評価事例の提示</p> <p>処分事業の各段階において、現象の事例研究成果に基づく様々な天然現象の特徴についての分類・整理による影響評価のための概念モデルの構築とそれを用いたシステム性能への影響評価事例の提示</p>

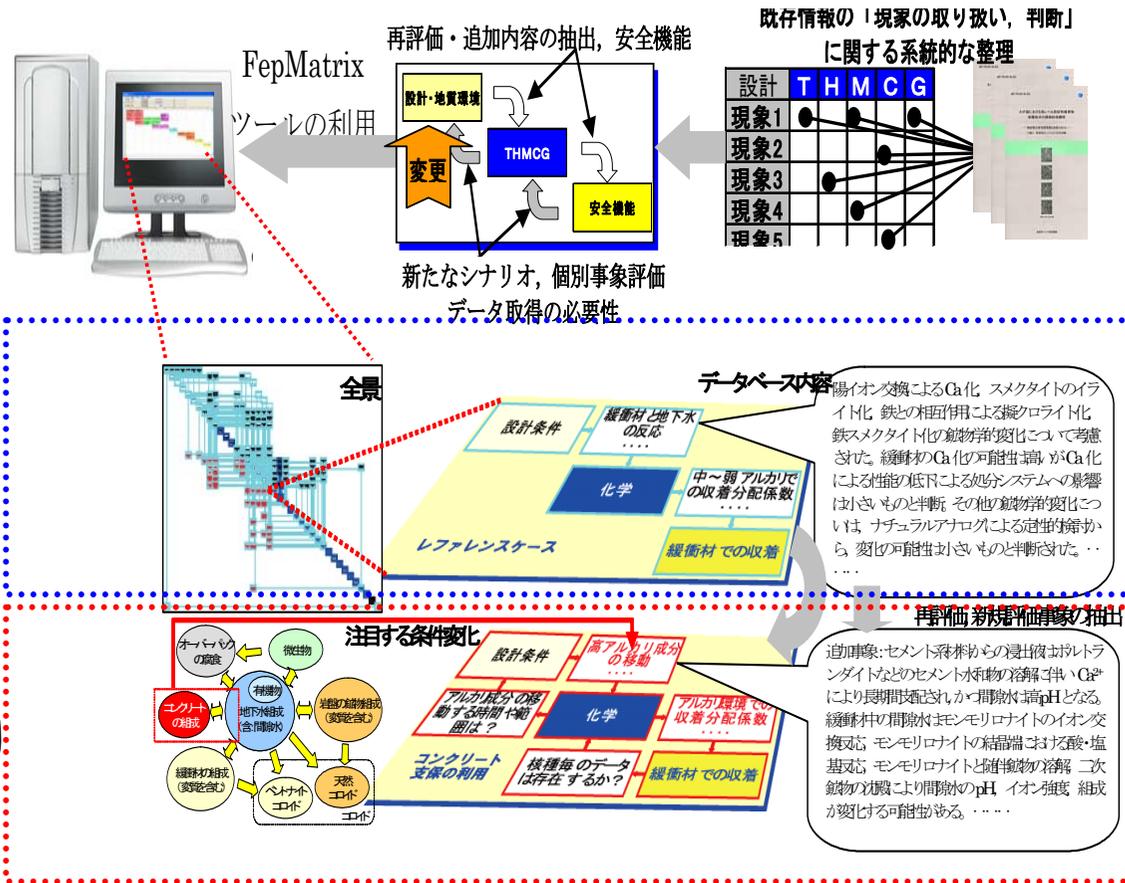
総合的安全評価手法の開発(1)

●設計オプションや設計変更に伴う実用性を踏まえたシナリオの開発手法

FepMatrixによる情報整理の概念

特徴

- 安全機能や評価の前提とされている既存概念の整理
- 既存の評価における「変更点」をリストアップすることによる新たなシナリオや解析ケースの構築
- ↓
- 既存の評価を用いた繰り返しアプローチ



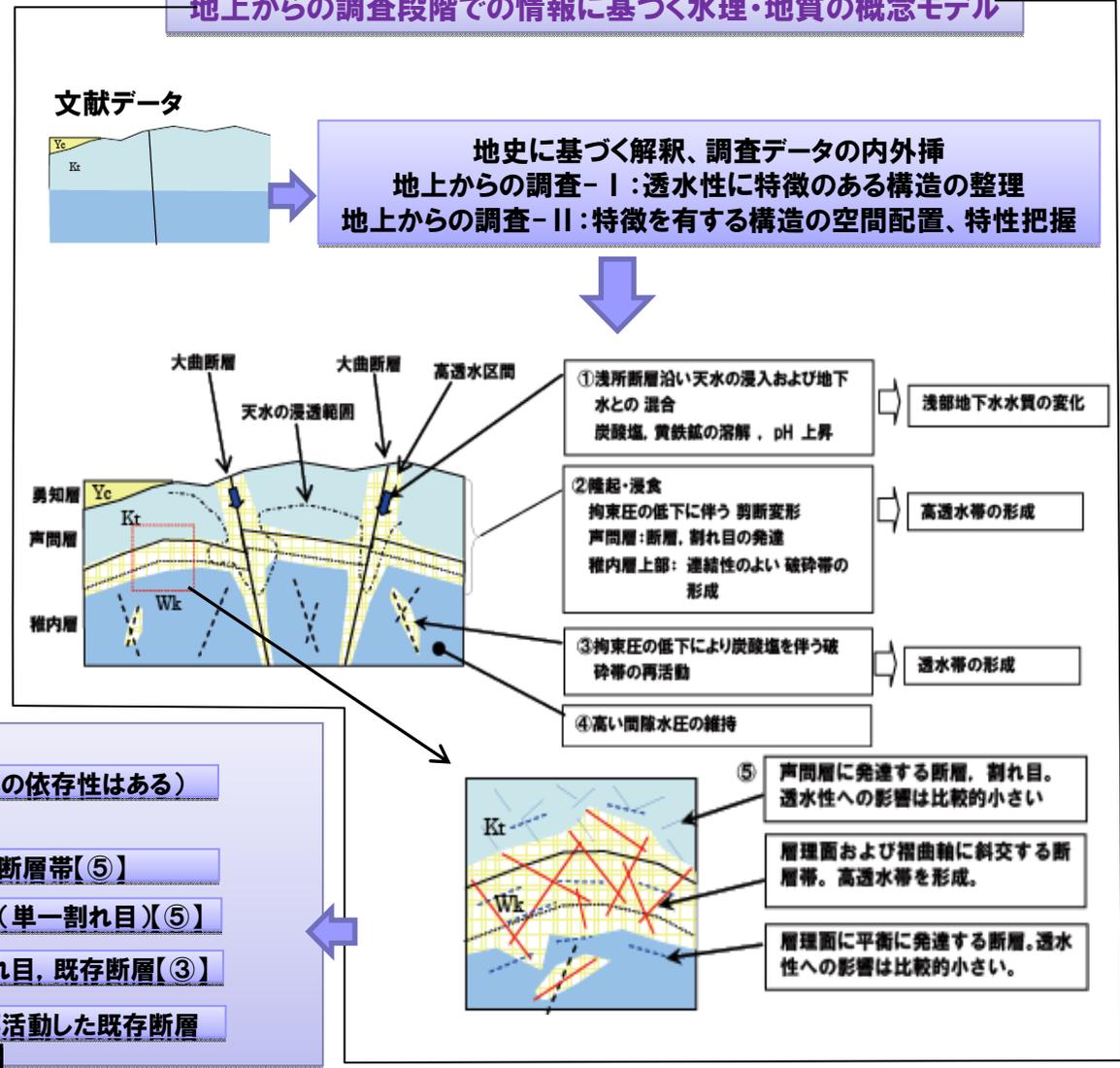
総合的安全評価手法の開発(2)

- 地上からの調査データに基づく安全評価手法の開発
- サイト選定や処分場建設への情報提供手法としての性能評価

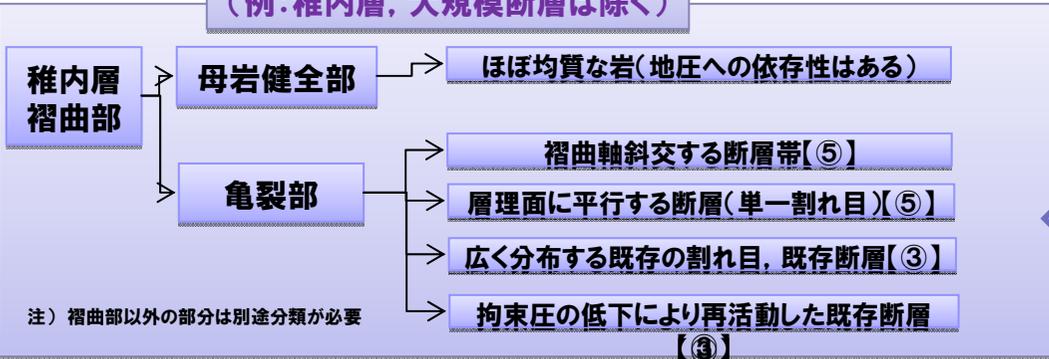
定量化のための指標案

(1) 流量 地下施設を想定する岩盤での地下水流量(平均、パネル毎、固化体毎)
(2) 地下水移行時間 地下施設を想定する岩盤から地表まで、または設置される層序内での地下水移行時間(平均、分布:ダルシー移行時間、実移行時間)
(3) 流出点、流出地点の環境 地下施設を想定する岩盤を通過する地下水の流出環境
(4) 地下水化学環境 地下施設を想定する岩盤内、または、地下水の移動する経路内の地下水化学環境
(5) 物質移行時間 地下施設を想定する岩盤から移行する溶存物質の、地表まで、または、層序内での物質移行時間

地上からの調査段階での情報に基づく水理・地質の概念モデル

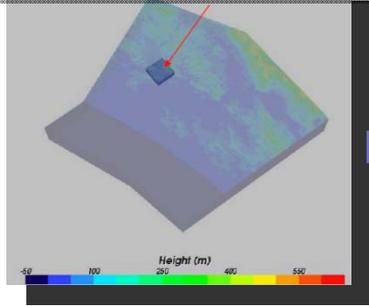


モデル化すべき構造 (例: 稚内層, 大規模断層は除く)

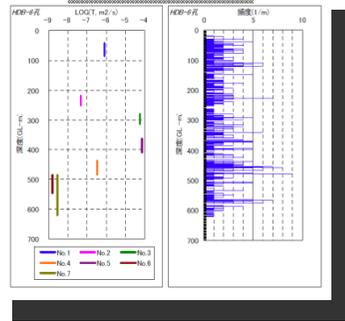


総合的安全評価手法の開発

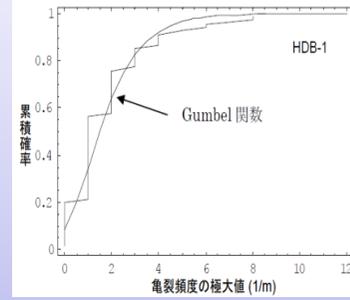
調査対象とする領域の選択



調査データ



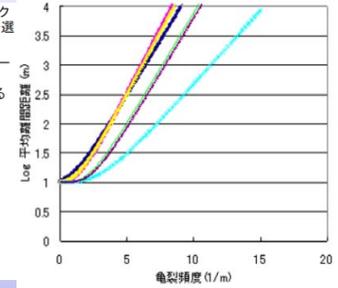
特性の地質統計学的取り扱い方針案



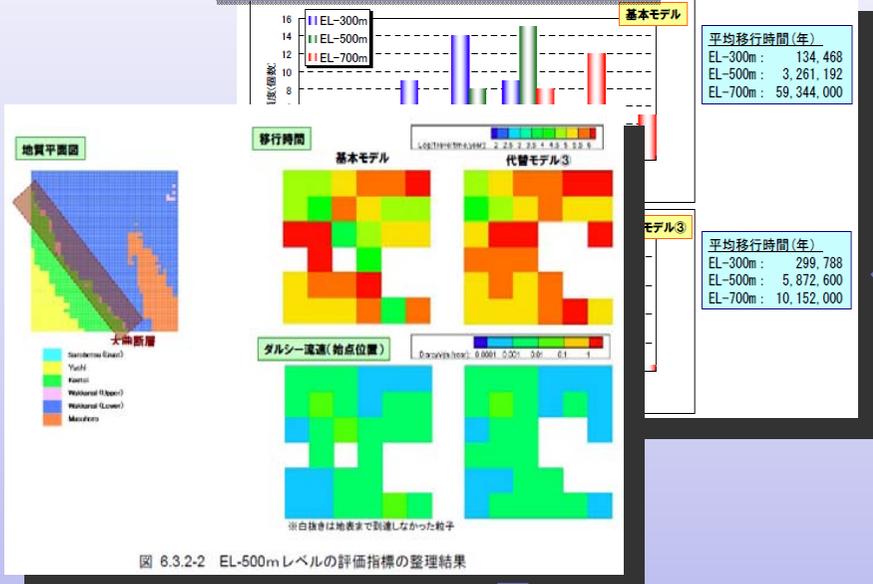
- 極値分布関数として最も代表的なクラスであるGumbel分布(γ=0)を選択
- 位置及びスケールに関するパラメータμ及びσについては、亀裂頻度データxから次式を解いて決定する

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n x_i \exp\left(\frac{-x_i}{\sigma}\right)}{\sum_{i=1}^n \exp\left(\frac{-x_i}{\sigma}\right)} = 0$$

$$\mu = -\sigma \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n \exp\left(\frac{-x_i}{\sigma}\right)}{n} \right] = 0$$



母岩の性能を表す指標の整理



解析におけるモデルバリエーションの作成

	基本モデル	代替モデル①	代替モデル②	代替モデル③	代替モデル④
概念図	<p>透水系数深度依存性</p>	<p>透水系数不均質分布</p>	<p>透水系数不均質分布</p>	<p>透水系数不均質分布</p>	<p>透水系数不均質分布</p>
概念説明	透水系数と深度の関係に基づいて、透水系数の深度依存性を想定した。	長期的な地質構造変遷の概念検討結果に基づいて、稚内層の上部に高透水性の割れ目を想定した。	稚内層上部に発達する割れ目帯に、透水異方性(水平方向の割れ目の連続性に起因する異方性)を想定した。	長期的な地質構造変遷の概念検討結果や水理試験結果に基づいて、稚内層健岩部中に小断層帯を想定した。	稚内層は水理的に不均質な岩盤であることを想定した(但し、深度依存性を有する)。
モデル化方法	連続体(多孔質媒体)モデル 稚内層に透水系数-深度相関関数を設定	連続体(多孔質媒体)モデル 稚内層を細区分化	連続体(多孔質媒体)モデル 稚内層を細区分化 割れ目帯に透水系数の深度依存性を設定	割れ目ネットワークモデル 等価連続体モデル 稚内層健岩部中に小断層帯を確率的に発生させ、小断層帯が分布する位置の健岩部の透水性(3次元透水テンソル)を修正	地球統計学的手法 等価連続体モデル 稚内層の透水系数分布を地球統計学的手法により推定

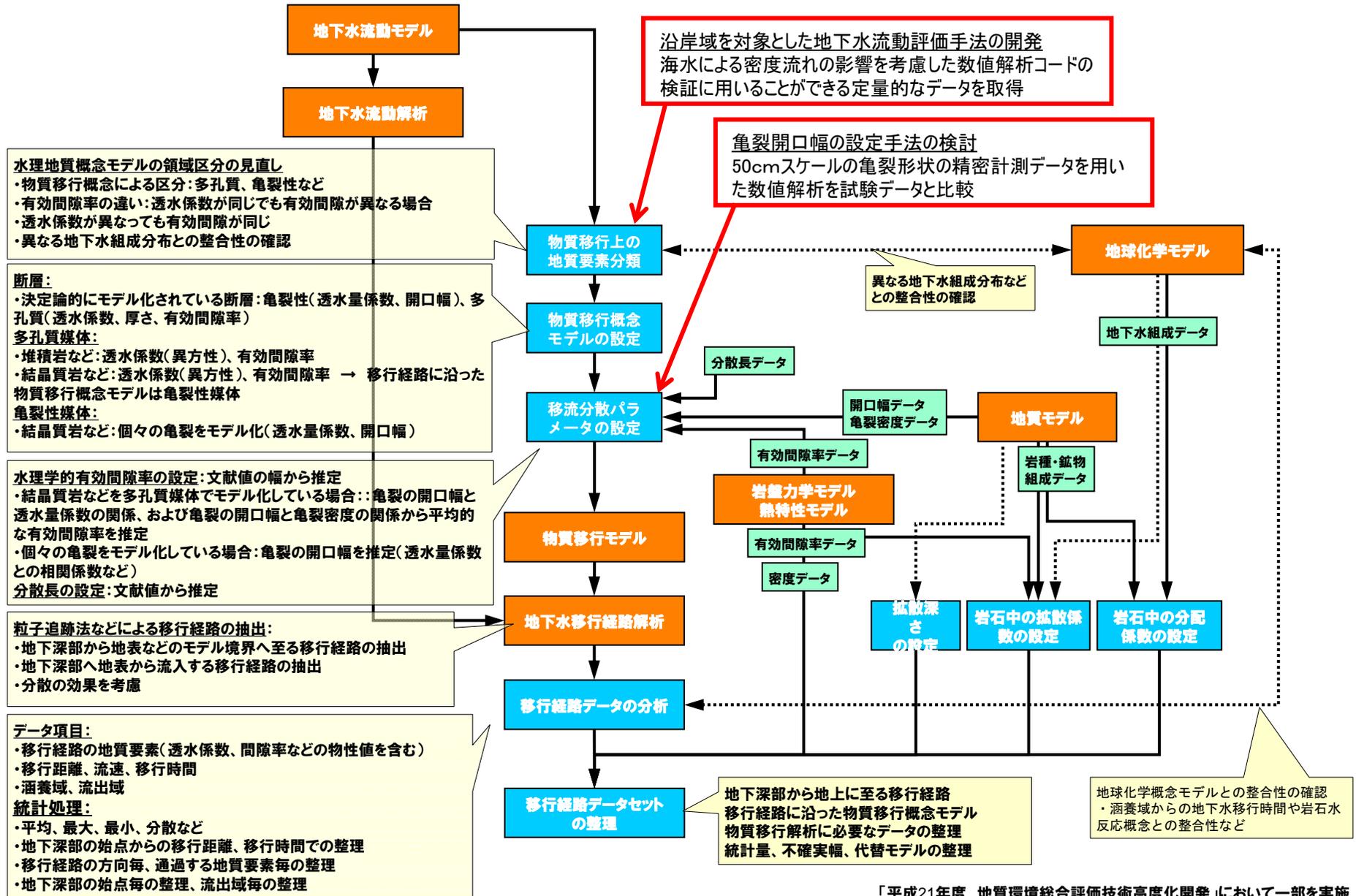
・地上からの調査データに基づく適切な性能を有する岩盤の広がりとは？

安全評価手法の高度化(1-2)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none">シナリオ構築におけるFEP取扱い作業の効率化の為に支援ツールの開発環境条件や設計仕様の多様性に対する評価手法の適用性の検討	<ul style="list-style-type: none">多様な環境条件等に柔軟に対応するシナリオ構築手法の提示適切な母岩規模や深度を設定するための性能指標の検討と幌延を事例とした試解析	<p>予備的安全評価における基準とする解析ケースの仮定・前提の系統的整理を踏まえ、地質環境や設計の違いによる解析ケースの変更を、効率的で分かりやすく抽出する手法</p> <p>地上からの調査段階での限られた情報に基づき、人工バリア、天然バリア性能による安全確保の観点から避けるべき水理地質構造を判断し、処分場を構築する岩盤の広がりを概括的に把握する手法</p>

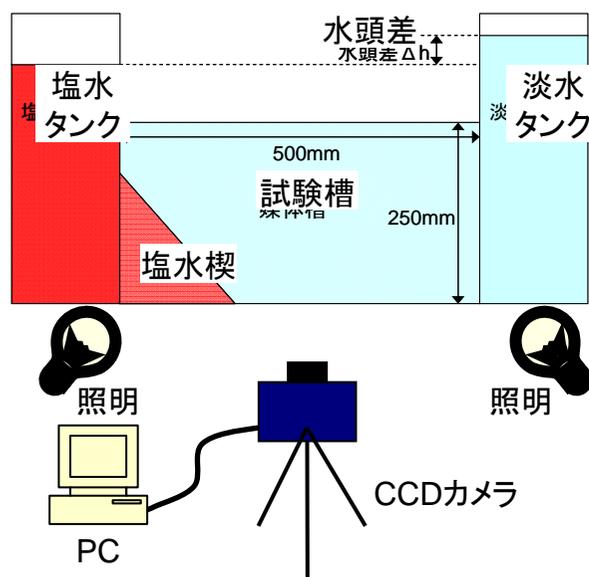
水理・物質移行研究

地質環境の調査・評価の結果から核種移行評価に用いるデータセット構築フローの整理



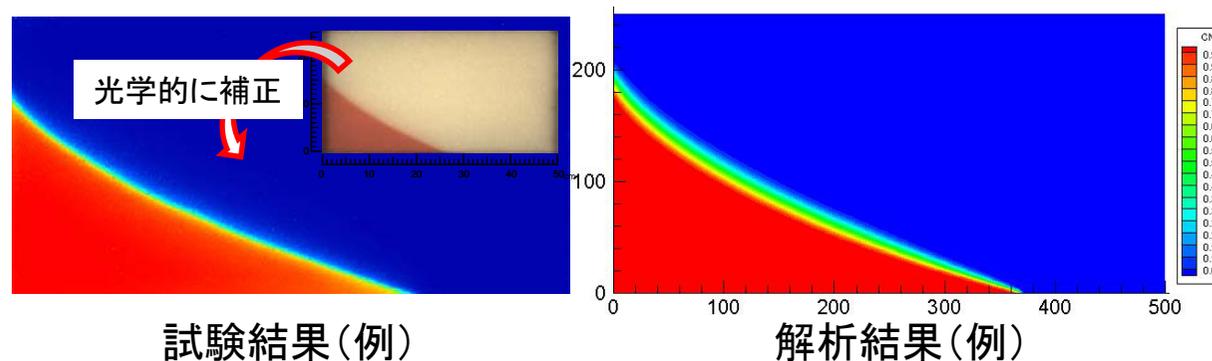
岩盤中の水理物質移行評価手法の整備 —沿岸域を対象とした地下水流動評価手法の開発

- 地下に塩水が存在する場合には、淡水と塩水の密度差により地下水挙動は複雑であると考えられる。
- 密度流が発生するような環境においては、数値解析コードによる地下水流動評価が不可欠であるが、解析コードの検証が不十分である。
- 塩水の密度流と移流・分散を連成した数値解析コードの検証に必要な、定量的な濃度分布の実験データ取得に成功。



塩水楔の濃度分布の
定量測定装置概念図

⇒ 染料を塩水のトレーサーとして用い、その濃度を反射光強度の比から測定。



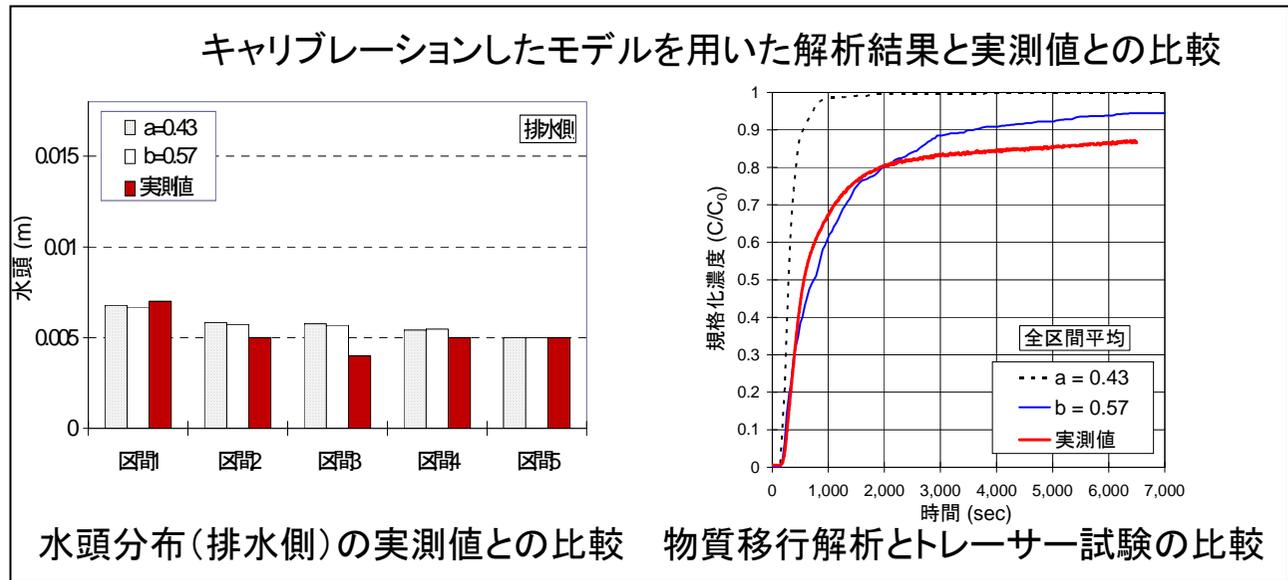
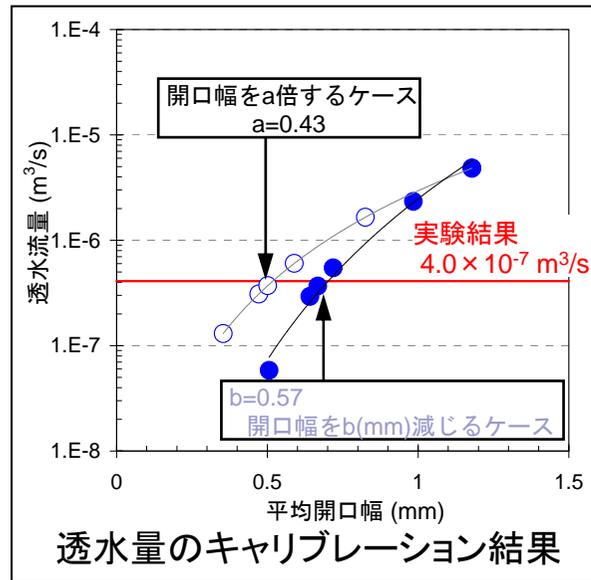
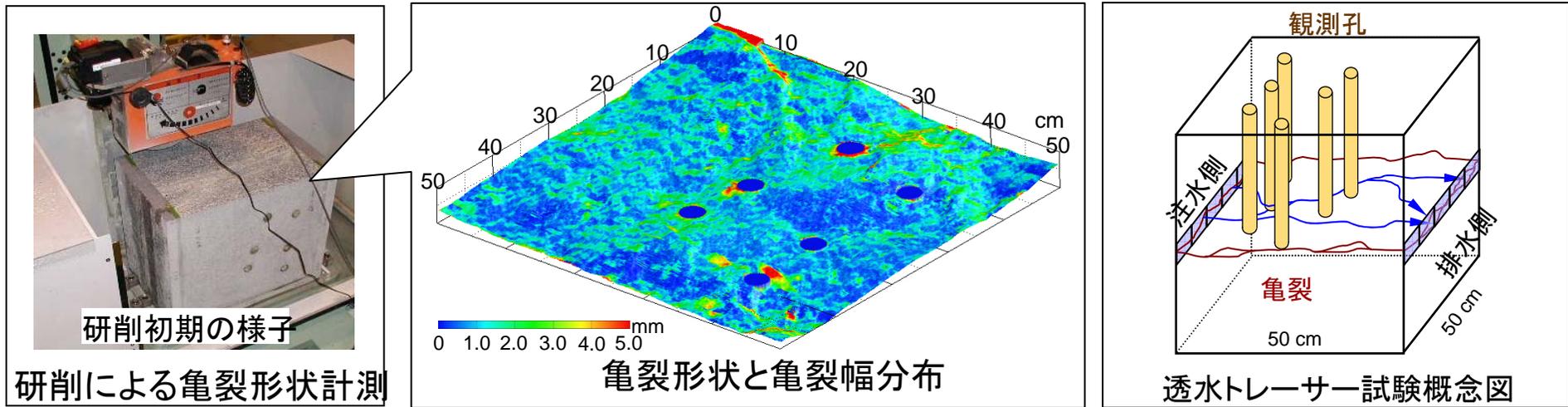
試験結果と解析結果の比較:

- 塩水・淡水境界での濃度分布の幅に違い。
- 塩水・淡水境界での濃度分布の広がり方に違い。
- 塩水楔の先端の濃度分布に違い。

岩盤中の水理物質移行評価手法の整備

— 亀裂開口幅設定手法の検討

- 50cmスケールの亀裂形状の精密計測データを用いた数値解析を試験データと比較
- 物質移行現象は透水現象に比べてより局所的な不均質性の影響を考慮する必要性を指摘

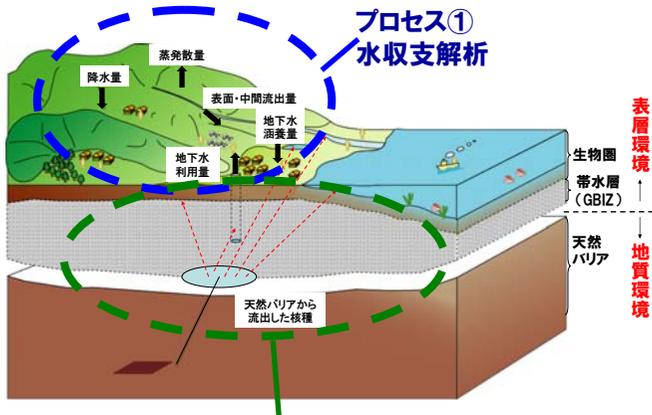


安全評価手法の高度化(1-3)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none">不均質な天然の亀裂中の水理・物質移行現象を把握する新たな室内試験手法の確立とデータ取得	<ul style="list-style-type: none">天然の亀裂が有する不均質性を考慮した物質移行パラメータ（亀裂開口幅）設定手法の検討等	<p>地上からの調査などの調査の初期の段階において、地質環境の調査・評価の結果から核種移行評価に用いるデータセットを評価する手順と各作業で用いるデータ解釈などのノウハウ</p> <p>地上からの調査などの限られた情報に基づき、沿岸域での密度流を考慮した地下水流動評価に必要な解析コードの検証データ</p> <p>地上からの調査などの調査の初期の段階において、平行平板モデルに用いる亀裂開口幅の設定に必要な亀裂のデータとその解釈の事例</p>

表層環境における水理・物質移行解析手法の検討

フローチャート中の「水収支解析」,
「帯水層(GBIZ)中の地下水流動解析」,
「帯水層(GBIZ)中の核種移行解析」のイメージ

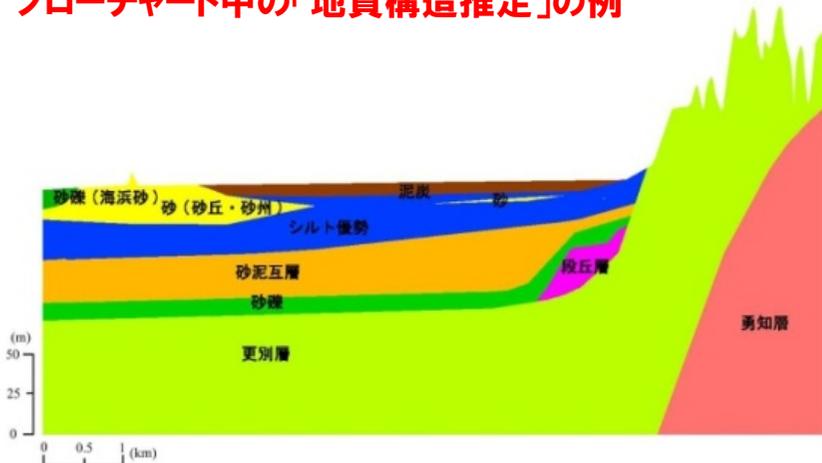


プロセス②および③
帯水層(GBIZ)中の地下水流動・核種移行解析

フローチャート中の
「地形・地理・地質データ」「気象・気候データ」「表層水文データ」の例

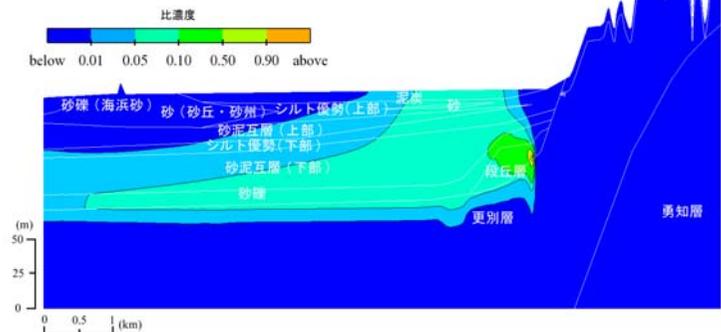
解析内容	必要なデータ
水収支	降水量 / 気温 / 風速 / 湿度 / 日照時間 / 視赤緯 / 真地心距離 / 河川流量
地下水流動	数値地形データ / 地質図幅 / 水理地質図 / 地表路頭データ / ボーリングデータ / 物理探査データ / 不圧地下水頭(地下水面) / 被圧地下水頭 / 揚水試験データ / 透水試験データ / 河川縦断面図 / 河川横断面図 / 底質データ / 湖沼の水深等深度線図 / 湖沼底質分布図 / 海底地形図 / 沿岸地質図
核種移行	地層ごとの有効空隙率 / 地層ごとの収着係数 / 分散長

フローチャート中の「地質構造推定」の例



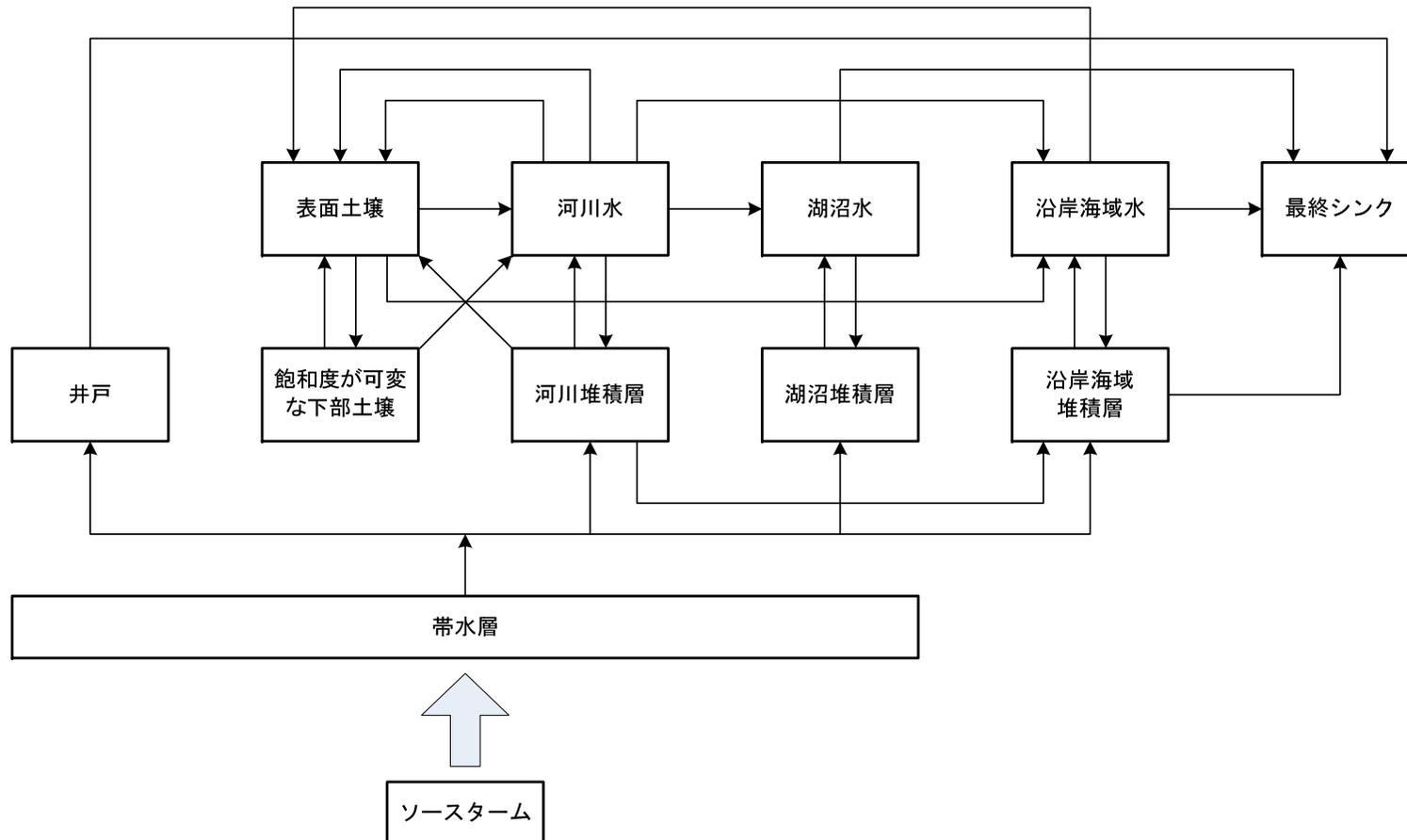
フローチャート中の
「帯水層(GBIZ)中の地下水流動解析」の例

解析コードを用いた数値解析結果に基づき、井戸、河川堆積層、沿岸海域堆積層等のコンパートメントへの流入割合を設定



表層環境における水理・物質移行解析手法の検討

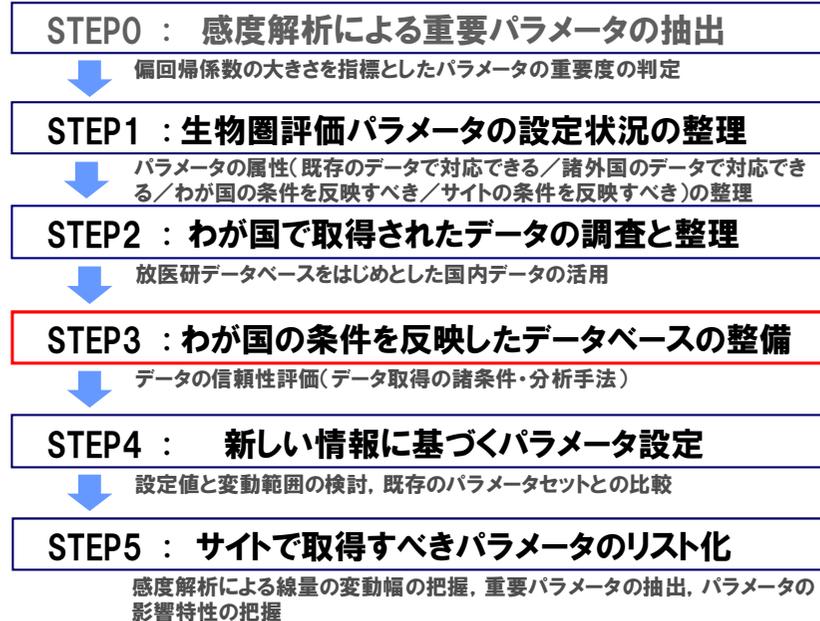
構築されるコンパートメントモデルのイメージ



我が国の条件を考慮した生物圏評価パラメータ設定のためのデータベース整備

フローチャート中の
「表層環境移行データ 適合データの抽出」
手順と検討例

わが国の条件を考慮した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の進め方



放射線医学総合研究所との共同作業により、
わが国固有の条件を考慮した生物圏評価パラメータ設定に必要なデータベース(元素固有パラメータに着目)を整備するためのテンプレート案を作成

データベーステンプレートを作成

①生物圏評価パラメータ設定のために必要な参照情報項目を「分類」として抽出

「分類」の例:引用文献に関する情報, 測定試料(土壌, 堆積物, 海水, 農作物, 畜産物, 海産物等)の性状を表す情報, 測定試料の採取条件および実験条件, 数値情報

②「分類」を特徴づける「項目」の詳細化・具体化

分類	項目	単位	内容
パラメータ	パラメータ名	パラメータごと	例)分配係数
	コンパートメント/農作物/畜産物/海産物	-	例)表面土壌
元素	元素	-	例)Se
	文献ID	-	文献ごと(にID番号を付与)
文献	著者(発行年)	-	西暦年
	頁/図表番号	-	該当文献のどのデータを参照したかを明示
固相(土壌, 堆積物)の特性	土地利用	-	例)水田, 畑, 牧草地等
	分類	-	例)黒ボク土, 褐色土, グライ土等
	含水率	%	数値情報
	pH	H ₂ O	数値情報
	塩基置換容量	meq/100g-drv	数値情報
	陽イオン交換容量	meq/100g-drv	数値情報
	置換性Ca	meq/100g-drv	数値情報
	置換性K	meq/100g-drv	数値情報
	活性Al	g/kg	数値情報
	活性Fe	g/kg	数値情報
	EC	μS/cm	数値情報
	全炭素割合	%-drv	数値情報
	有機体炭素割合	%-drv	数値情報
	粘土含量	%-drv	数値情報
	全窒素割合	%-drv	数値情報
	Al ₂ O ₃	g/kg	数値情報
	Fe ₂ O ₃	g/kg	数値情報
	元素濃度	mg/kg	数値情報;当該元素の実測データ
	その他	適宜	数値情報;その他の重要な実測データ
	液相の特性	種別	-
元素濃度		ppm	数値情報;当該元素の実測データ
pH		H ₂ O	数値情報
Eh		mV	数値情報
その他	適宜	数値情報;その他の重要な実測データ	
農作物/畜産物/海産物の特性	種類	-	農作物)玄米, 小麦, ニンジン等 畜産物)牛, 豚, 鶏等 海産物)ヒラメ, ワカメ等
	部位	-	農作物)葉, 茎等 畜産物)肉, レバー, 乳, 卵 海産物)筋肉等
	飼料の種類(畜産物のみ)	-	例)牧草, 糠, デントコーン等
測定試料の採取条件	元素濃度	mg/kg	数値情報;当該元素の実測データ
	採取地	-	都道府県名, 市町村名等
	採取年	年	西暦年
実験条件	季節	-	春夏秋冬
	実験方法	-	例)フィールド観測, トレーサ実験等
	測定対象	-	核種名or元素名
数値情報	実験温度	℃	数値情報
	実験期間	日	数値情報
	サンプル処理方法	-	例)風乾○日間, ○○℃オーブンで○時間
参照情報	推奨値	パラメータごと	数値情報
	標準偏差	パラメータごと	数値情報
	統計種別	-	例)算術平均, 幾何平均, 中央値
	最小値	パラメータごと	数値情報
その他	最大値	パラメータごと	数値情報
	サンプル数	-	統計処理に用いたサンプル数
二次引用文献	参考文献	-	著者, 発行年, 文献タイトル等
	備考	-	上記以外で特記すべき事項

図 データベース整備のためのテンプレート(案)

安全評価手法の高度化(1-4)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none">生物圏評価における表層水理の取扱いの検討、感度解析による移行パラメータの重要度分類	<ul style="list-style-type: none">表層環境を考慮した生物圏モデル構築フローとわが国の特徴を考慮した移行パラメータの整備	<p>文献調査段階において、生物圏評価モデル構築のための作業の流れ、評価で必要となるデータとその入手方法などに関する体系的な知識(ノウハウ)</p> <p>具体的な表層環境条件が与えられた際の、表層環境における水理・物質移行解析のために必要なデータおよび試行解析の例</p> <p>予備的安全評価において、わが国の特徴を考慮した生物圏評価パラメータを設定するためのデータベース</p>

国の全体計画における性能評価技術分野の研究開発項目

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

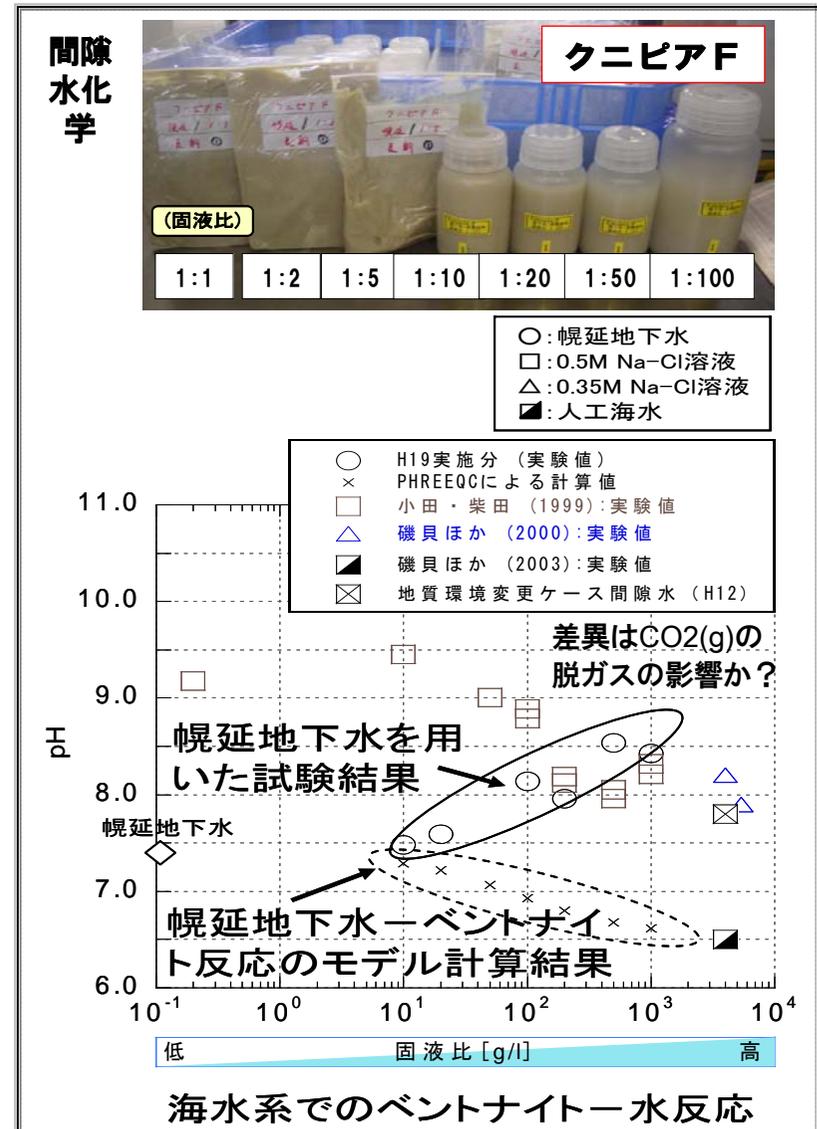
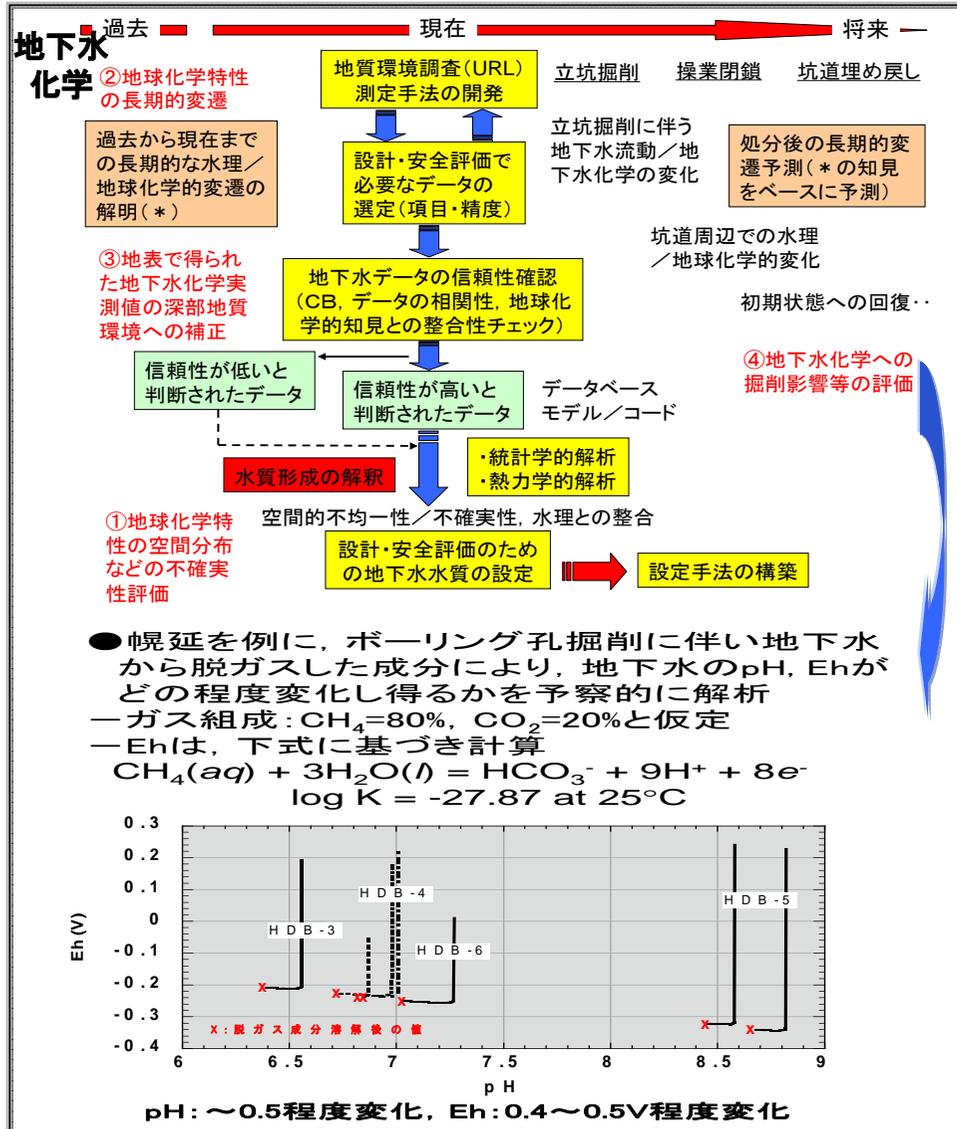
安全評価手法の高度化(2)

平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度実績 (中期計画達成状況)
<ul style="list-style-type: none"> ・地球化学情報の統合化に向けた体系的情報整理の進め方(フロー)を整理し、幌延を例にした手法の適用性を検討 ・間隙水化学研究として、幌延の地下水を用いたベントナイトー水反応試験の実施 ・人工バリアの環境条件や設計仕様の多様性に対するバリア機能評価手法の適用性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・手法の適用性検討の一環として、地下水化学への掘削影響等の評価を検討 ・間隙水化学モデルによる試験結果の解釈、モデルの適用範囲や試験実施上の留意点等を整理 ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・体系的情報整理の進め方を例示。幌延を例に手法の適用性を検討(地表で得られた実測値の深部地質環境への補正) ・幌延の地下水を用いたベントナイトー水反応試験結果の解釈を通じ、モデルの適用性を検討 ・緩衝材中の溶存ケイ酸の移行の影響を考慮したガラス溶解モデルを構築し、ガラスの長期溶解挙動と可溶性核種の最大移行率を評価

地下水・間隙水化学

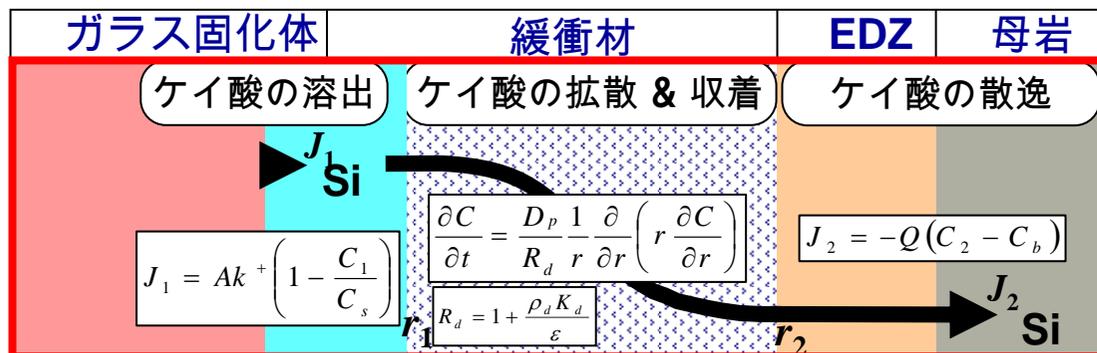
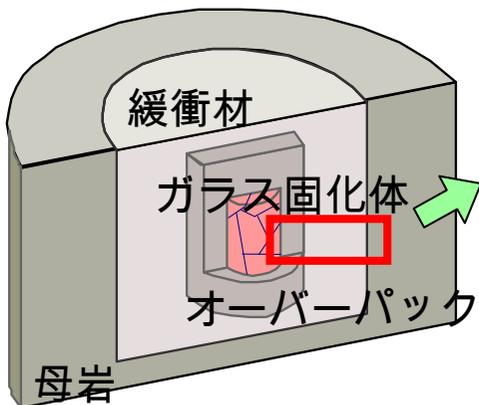
- 具体的な地質環境を対象とした手法の適用性検討 -

- 地球化学情報の統合化に向けた体系的情報整理の進め方を例示。また、幌延を例に手法の適用性を検討
- 幌延の地下水を用いたベントナイトー水反応試験結果の解釈を通じ、間隙水化学モデルの適用性を検討

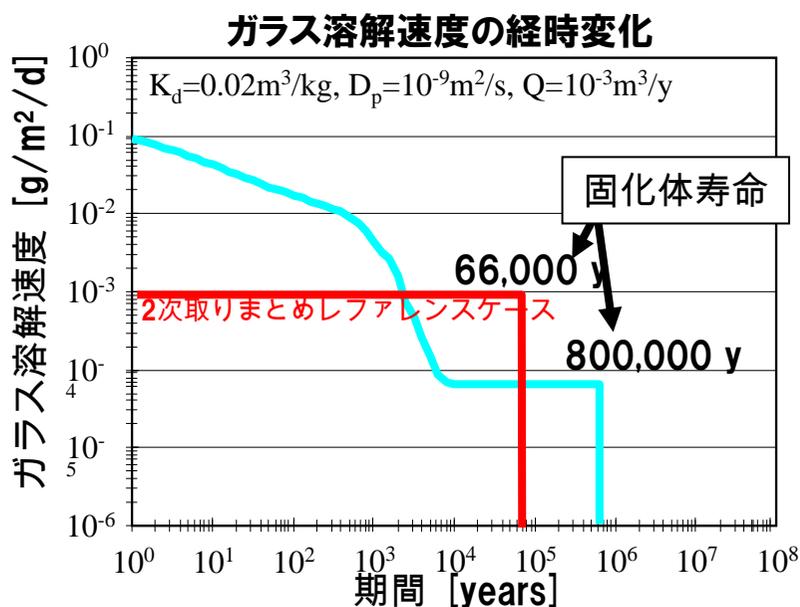


人工バリア中の核種移行

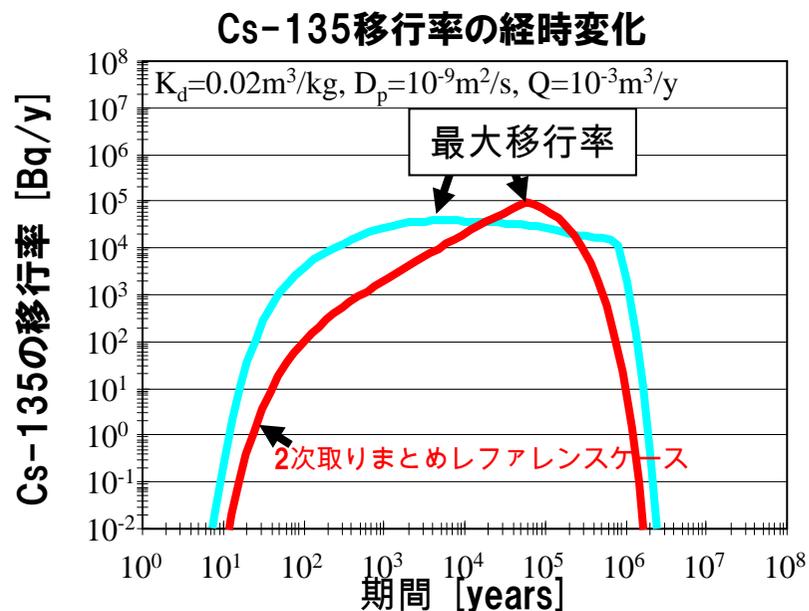
緩衝材中の溶存ケイ酸の移行の影響を考慮したモデルによる評価



EDZ: 掘削影響領域



全量溶解にかかる時間は2次取りまとめレファレンスケースのおよそ10倍



最大移行率は2次取りまとめレファレンスケースより低下

安全評価手法の高度化(2)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none"> ・地球化学情報の統合化に向けた体系的情報整理の進め方(フロー)を整理し、幌延を例にした手法の適用性を検討 ・間隙水化学研究として、幌延の地下水を用いたベントナイトー水反応試験の実施 ・人工バリアの環境条件や設計仕様の多様性に対するバリア機能評価手法の適用性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・体系的情報整理の進め方を例示。幌延を例に手法の適用性を検討(地表で得られた実測値の深部地質環境への補正) ・幌延の地下水を用いたベントナイトー水反応試験結果の解釈を通じ、モデルの適用性を検討 ・緩衝材中の溶存ケイ酸の移行の影響を考慮したガラス溶解モデルを構築し、ガラスの長期溶解挙動と可溶性核種の最大移行率を評価 	<p>地上からの調査段階に資するために、具体的地質環境として幌延を例に手法の適用性検討を試み、モデルの適用範囲や留意点を抽出・整理。地上調査から現位置の地下水環境推定手順として利用。</p> <p>また、処分場概念検討段階における人工バリア評価に資するために、幅広い地質環境条件や人工バリア材料との相互作用を考慮した、より現実的な人工バリア中核種移行解析モデルとその適用例を提示し、現実性を取り込んだ精緻なモデルで解釈する性能評価に利用。</p>

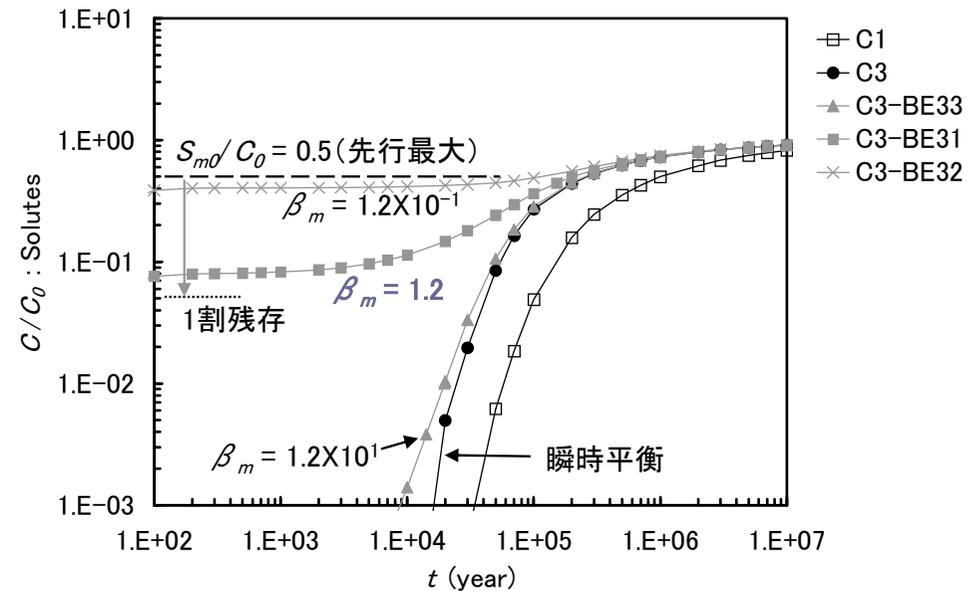
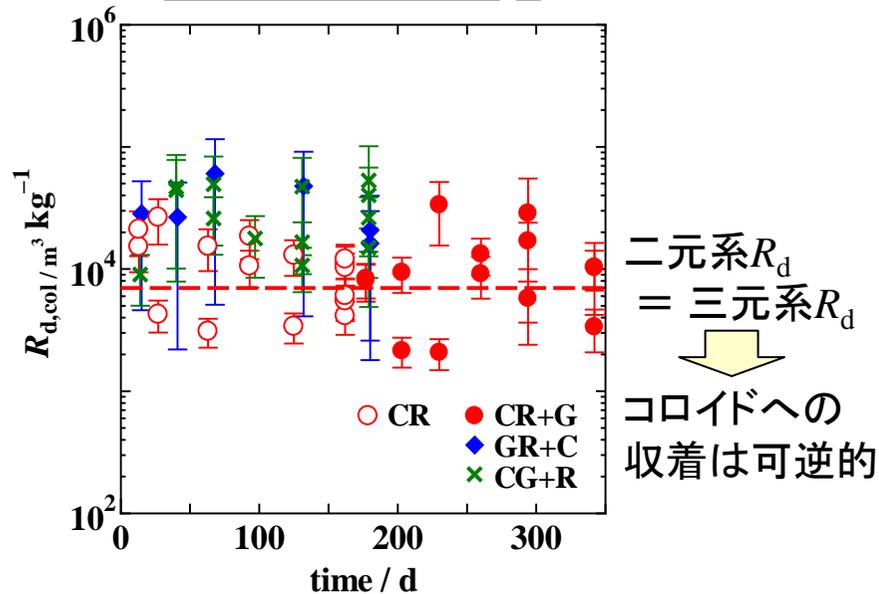
安全評価手法の高度化(3)

平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度実績 (中期計画達成状況)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 溶液-コロイド-岩石の三元系における評価手法提示とベントナイトコロイドの特性を考慮した核種収着モデルの提示 ・ 熱力学データベース整備として、実験的データ取得でデータの拡充を図るとともに、文献調査およびレビューを実施。 ・ 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/拡散モデルとデータベースの基本概念を提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 溶液-ベントナイトコロイド-花崗岩の三元系における核種分配挙動評価とモデル適用性評価 ・ 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 ・ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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の分配挙動評価への二元系収着モデルの適用性を提示 ・ 関連する技術資料10報を公開(学術論文1報投稿中)するとともに、平成21年度中にホームページで公開予定。 ・ 収着・拡散データベース(JAEA-SDB/DDB)とリンクする形で、現象論的収着・拡散モデル/データベースのプロトタイプを構築

地層処分システムの設計・安全評価技術の高度化

コロイド・有機物研究

○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：



二元系 (○) 及び三元系でのベントナイトコロイドに対する A_m の分配係数 (破線: モデル計算値)
 ・三元系におけるベントナイトコロイドへの $C_s \cdot A_m$ の収着の可逆性及び分配係数予測への収着モデル適用可能性を提示

COLFRACを用いた感度解析例: 核種の破過曲線に及ぼすコロイドへの収着速度定数 β_m の影響
 ・実測データ及びモデル計算値に基づき、コロイド影響評価コード (COLFRAC) を用いて影響顕在化条件を定量的に提示

熱力学データベース(JAEA-TDB)の整備

- ◆ 対象元素の追加(TRU廃棄物対応)
- ◆ OECD/NEA-TDBの取り込み
 - JNC-TDB: U(1992), Am(1995), Tc(draft)
 - JAEA-TDB:
 - 新規: Ni, Se, Zr, I, Th, Np, Pu
 - 更新: Tc, U, Am(2003)
- ◆ 新規文献調査(対象25元素すべて), レビューおよびデータ選定の実施
 - 新規文献が見つからなかった元素については, JNC-TDB選定値を採用
- ◆ 選定値の誤差評価を実施(新規のみ)
- ◆ 熱力学データ導出時の活量係数補正方法の統一
 - JNC-TDB: 元素依存(SIT, Pitzer, etc.)
 - JAEA-TDB: 可能な限りSITに統一
- ◆ 化学アナログの適用性検討および確認
 - Ni(II)/Co(II)
 - Sm(III)/Ac(III)/Pu(III)/Am(III)/Cm(III)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							
				La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

赤字: JAEA-TDB対象元素
 赤色: 熱力学データ新規選定/大幅更新
 黄色: 熱力学データ小幅更新
 緑色: NEA-TDB採用
 青色: JNC-TDB採用

図1 JAEA-TDB対象元素と整備方針

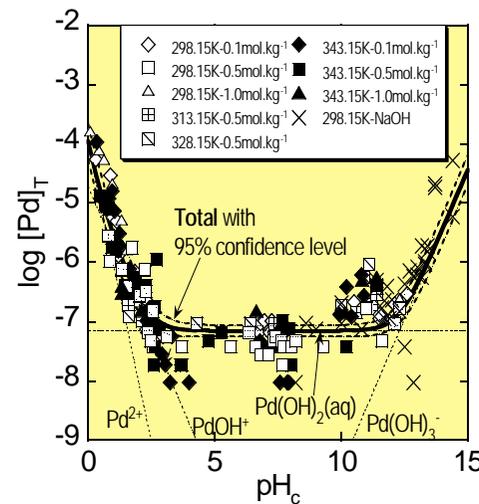


図2 Pd熱力学データの再評価

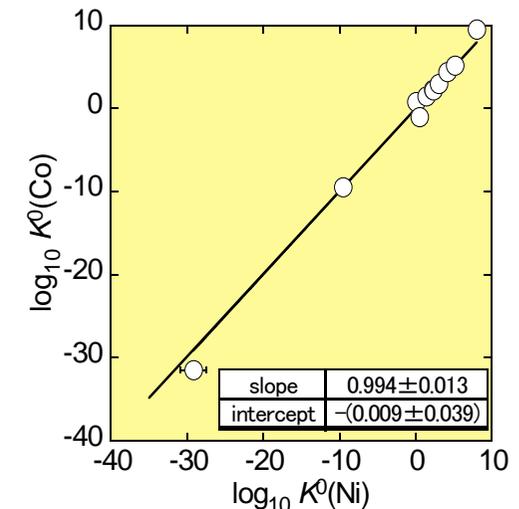
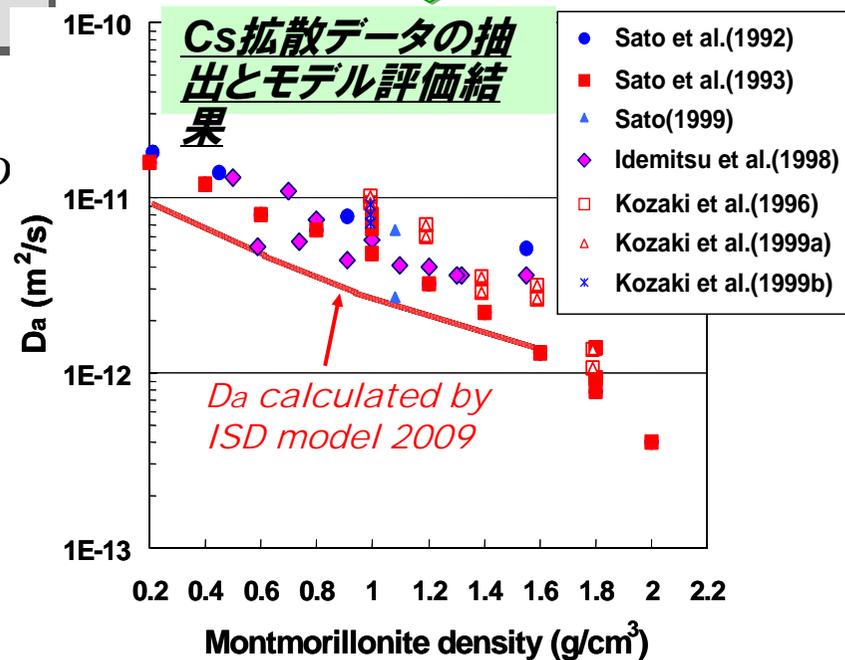
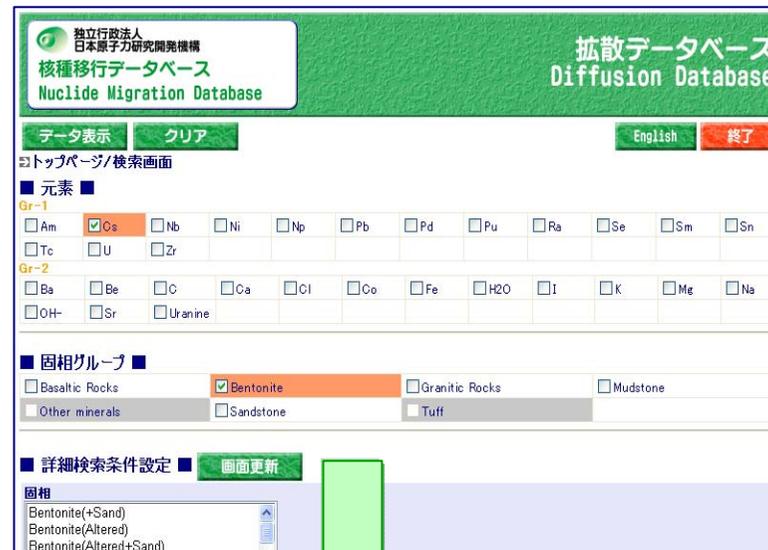
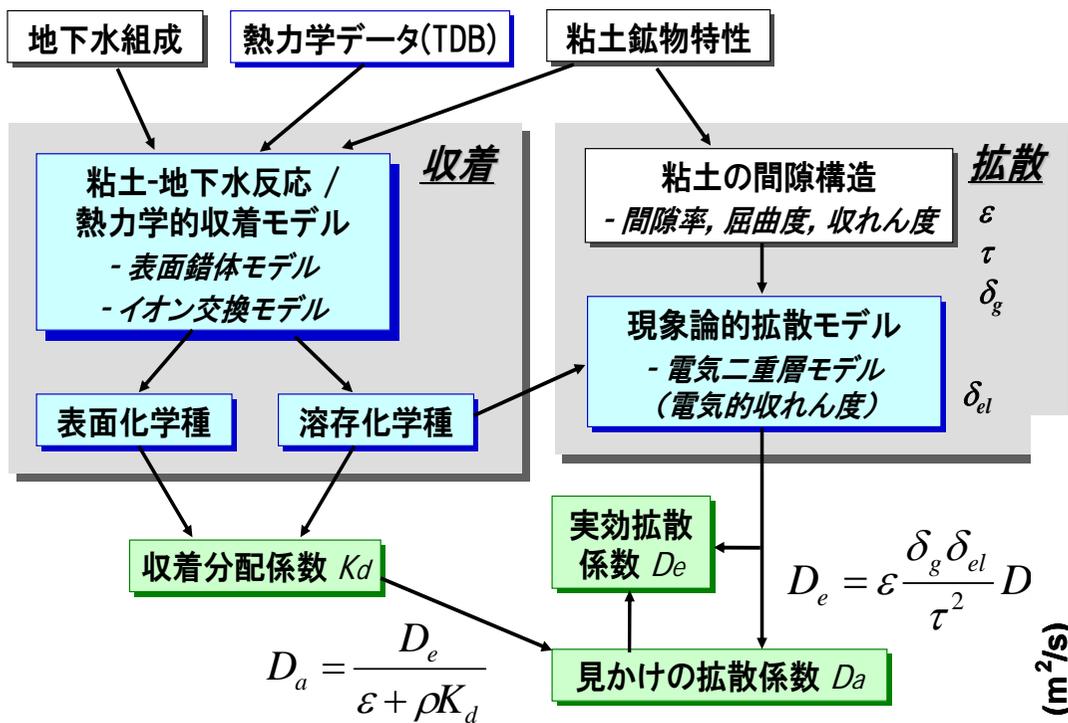


図3 Ni/Co化学アナログ適用性確認

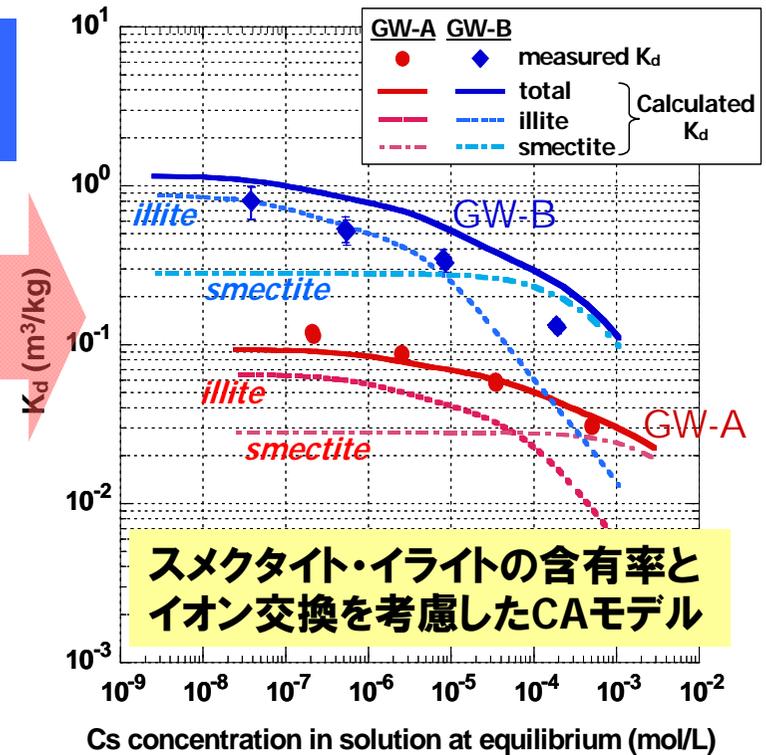
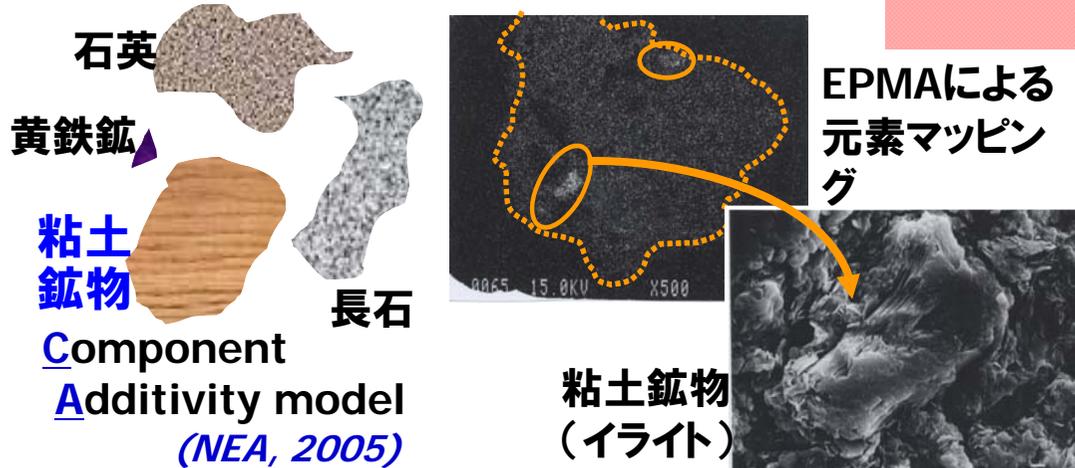
現象論的収着・拡散モデル/データベース(ISD2009)構築



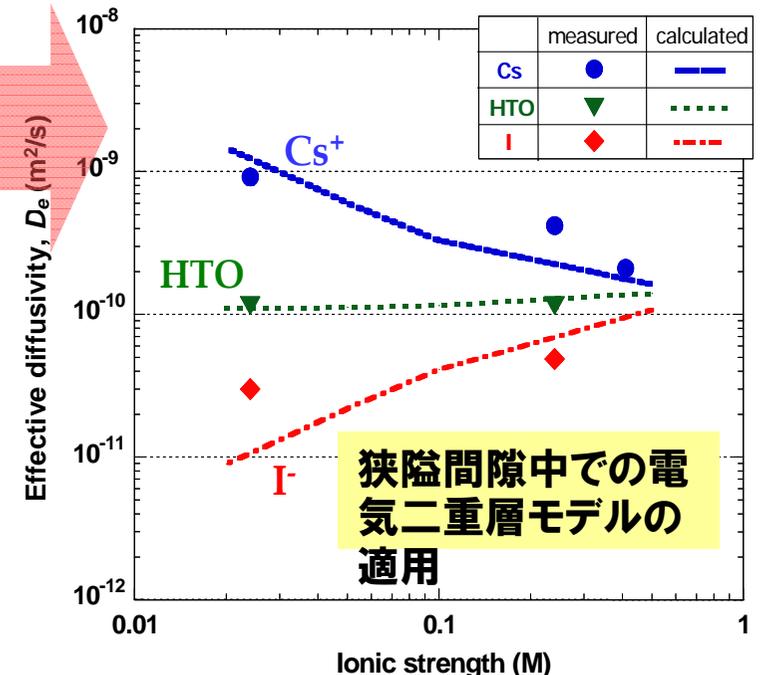
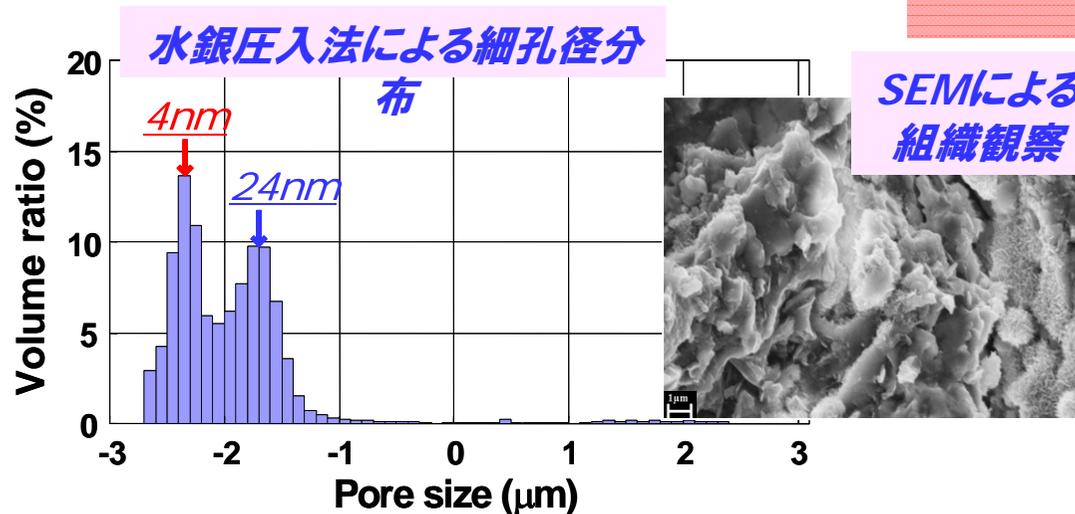
現象論的核種移行モデルの開発

幌延堆積岩の収着・拡散モデル構築

収着へ寄与する岩石構成鉱物の特定



核種拡散へ寄与する間隙構造の評価



安全評価手法の高度化(3)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<ul style="list-style-type: none"> ・ 溶液－コロイド－岩石の三元系における評価手法提示とベントナイトコロイドの特性を考慮した核種収着モデルの提示 ・ 熱力学データベース整備として、実験的データ取得でデータの拡充を図るとともに、文献調査およびレビューを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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の分配挙動評価への二元系収着モデルの適用性を提示 ・ 関連する技術資料10報を公開（学術論文1報投稿中）するとともに、平成21年度中にホームページで公開予定。 	<p>予備的安全評価に資するために、コロイド影響の定量的評価手法と、影響が顕在化する条件を提示し、現位置調査の際のコロイド影響評価に必要なデータ項目として利用。</p> <p>予備的安全評価に資するために、国際プロジェクトを含め最新の文献情報を取り込み、熱力学データベースを更新し、その信頼性を向上し整備。地下水に対する溶解度設定の際の基礎データとして利用。</p>

安全評価手法の高度化(3)

平成20年度までの実績	平成21年度実績 (中期計画達成状況)	成果の反映先
<p>・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/拡散モデルとデータベースの基本概念を提案</p>	<p>・収着・拡散データベース(JAEA-SDB/DDB)とリンクする形で、現象論的収着・拡散モデル/データベースのプロトタイプを構築</p>	<p>予備的安全評価に資するために、ベントナイト中の現象論的収着・拡散モデル/データベース(ISC2009)の構築と、収着・拡散実測値データベース(JAEA-SDB/DDB)の拡充と検証を実施し、ある重要核種に注目した場合の性能評価のKdパラメータを設定に利用。</p> <p>地上からの調査段階の調査に資するために、信頼性の高い収着・拡散データ取得手法の提示とメカニズムに基づく“粘土ベースモデル”の適用性を提示し、ある地質条件が設定された場合の性能評価のKdパラメータを設定に利用。</p>