

放射性核種の熱力学データベースの整備

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- わが国の様々な地下水条件に対応しうる、安全評価上重要な元素を対象とした高品質の熱力学データベースの提供

2. 必要性

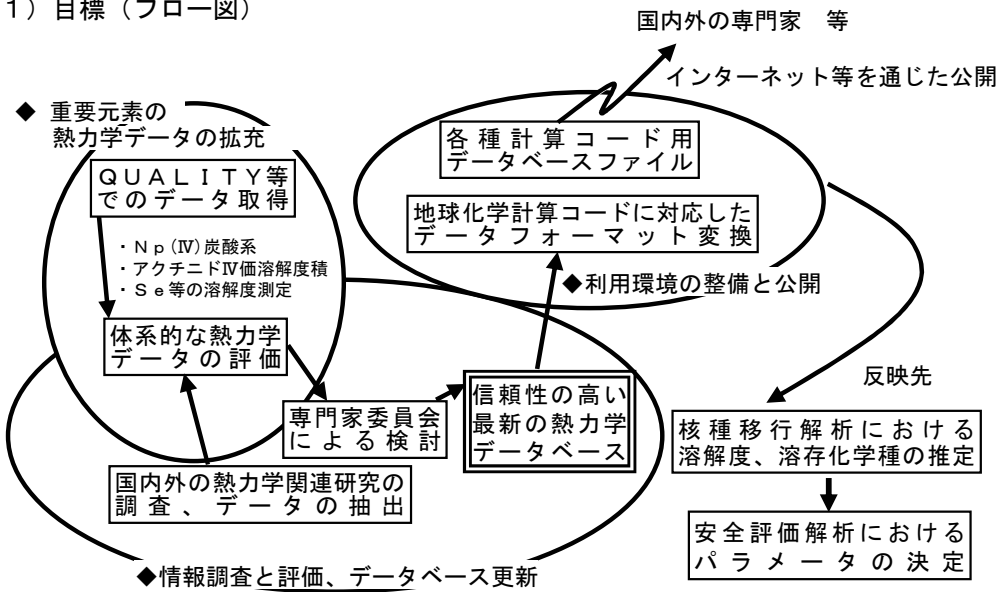
- 安全評価における核種移行解析パラメータ（放射性元素の溶解度、分配係数、実効拡散係数）の設定に必要な不可欠な基本情報として整備
- 地層処分放射化学研究施設や国際共同研究等を利用した重要元素の熱力学データの取得
- 整備された熱力学データベースの追跡可能性、透明性の確保及び利用者への提供



実施主体が進める概要調査地区の選定及び概要調査並びに国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標（フロー図）



(2) スケジュール

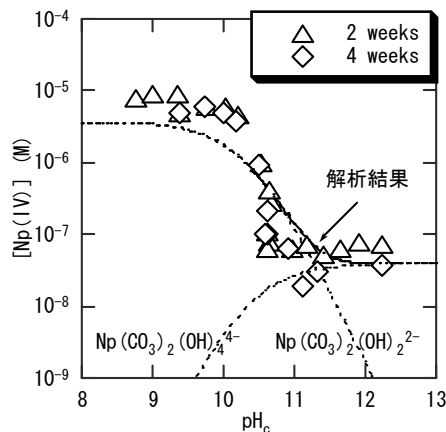
	12	13	14	15	16	17	反映先等
重要元素の熱力学データの拡充	Np (IV) 炭酸系						データベース更新のための情報として適宜反映
	アクチニドIV価溶解度積						
	Se等の溶解度測定						
最新データの調査・評価及びデータベースの更新	JNC-TDBの課題抽出			データ調査・評価 専門家委員会の設立			平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査に反映 平成17年度末に情報を提供し、国の安全審査基本指針の策定に反映
			データベース更新	データベース更新			
利用環境の整備及びデータベース公開	データ変換ツールの開発 公開準備作業				データの更新 利便性の向上		平成17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
							データベース公開

(3) 成果

◆重要元素の熱力学データの拡充

これまでの成果

- 還元条件下において、炭酸濃度、pH及びイオン強度をパラメータとして、Npの溶解度測定を行い、Np (IV) のヒドロキソ炭酸錯体についての熱力学データを導出（図1）
- イオン強度をパラメータとしてPu (IV)、U (IV) の含水酸化物の溶解度測定を行い、溶解度積を導出し、IV価のアクチニド元素間での傾向性を議論
- 化学種同定の予備的検討として、ネオジム等のレーザー誘起光音響測定を実施
- FeSe₂に関する溶解度試験の実施



期待される成果

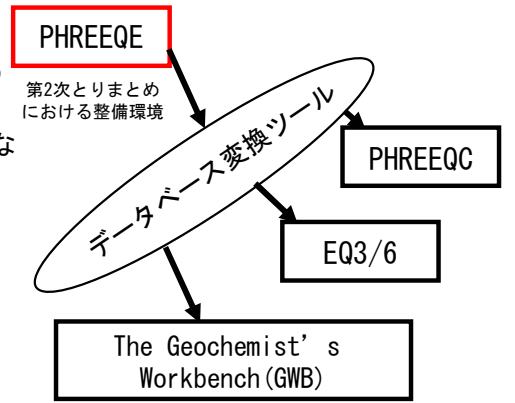
- 還元条件下を中心とした信頼性の高い熱力学データの導出

◆データベースの更新

◆利用環境の整備とデータベース公開

これまでの成果

- 第2次とりまとめで使用した熱力学データベース（JNC-TDB）の課題の抽出
- 様々な地球化学計算コードに対応可能なファイル形式へのデータ変換ツールの開発とデータベースファイルの整備（図2）



期待される成果

- 最新の知見を盛り込んだ熱力学データベースの更新
- データベースの利用環境整備と公開

4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

◆重要元素の熱力学データの拡充

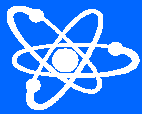
- NpO₂(am)の溶解度試験の実施とアクチニドIV価の溶解度積に関する系統的な考察及び熱力学データベース更新に資する情報の提供
- Se等の重要元素に関する溶解度データの取得

◆最新データの調査・評価及びデータベースの更新

- 最新データの系統的な調査及び評価の開始
- データレビュー及び選定のため専門家委員会の立ち上げ

◆利用環境の整備とデータベース公開

- データベース公開の推進
- 利用環境整備の継続



収着・拡散データベースの整備に関する研究

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- わが国の様々な地質環境条件に対応しうる緩衝材・岩石の収着・拡散データベースとデータ取得方法に関わる標準化の基盤情報の提供

2. 必要性

- 安全評価の核種移行解析パラメータの設定に必要な収着・拡散データベースの整備
- 海水系条件、堆積岩条件での収着・拡散データの拡充
- 収着・拡散データ取得方法の標準化の基盤情報整備



実施主体が進める概要調査地区の選定及び概要調査並びに国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- ◆安全評価に必要な収着・拡散データベースを整備
- ◆実際の地質環境条件を考慮した収着・拡散データを取得
 - ・海水系条件での堆積岩およびペントナイトへの収着・拡散試験
- ◆収着・拡散試験データ取得方法の標準化に関わる基盤情報の整備

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
収着・拡散データベースの整備			収着データ検索、コンパイル 収着データベース公開				平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
収着・拡散データの取得			拡散データ検索、コンパイル				
			Np等 Pb, Sn等	Ra等		Pu等	平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査に反映
			Da, De Pb等			Pu, Se等	
収着・拡散試験に関わる基盤情報の整備				収着 拡散			平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映

海水環境等のデータベース拡充 データベース更新

(3) 成果

◆収着・拡散データベースの整備

これまでの成果

- ・収着データベースを利用し、不足データを抽出
 - ・データベースの更新に向けての最新データを収集
- その結果、データベースが拡充
NEA-SDB 10,500件
→ JNC-SDB 19,866件
(図1)

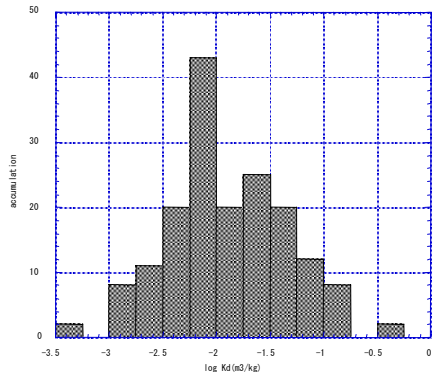


図1 JNC-SDBによるUの花崗岩へのKdのヒストグラム

期待される成果

様々な地質環境条件に対応する収着・拡散データベースの提供

◆収着・拡散試験に関わる基盤情報の整備

これまでの成果

原子力学会標準化委員会放射性廃棄物管理分科会へ収着データベースを提供

元素数	データ数 (Total)	データ数 (酸化条件)	データ数 (還元条件)	データ数 (条件不明)	固相
22元素	19,866件	9,763件	3,353件	6,750件	6種類

期待される成果

原子力学会における深地層処分の分配/遅延係数の標準化に反映

◆収着・拡散データの取得

これまでの成果

- ・Cs、Sn、Pb、Thの岩石及びペントナイトに対する海水系バッチ収着データを取得
- ・Pb、Se、Pu、Cs、Sr、I等の岩石もしくは、ペントナイトの海水系を含む拡散データを取得 (図2)
- ・還元条件下での炭酸濃度をパラメータとした、Npのスメクタイトへの収着データを取得 (図3)

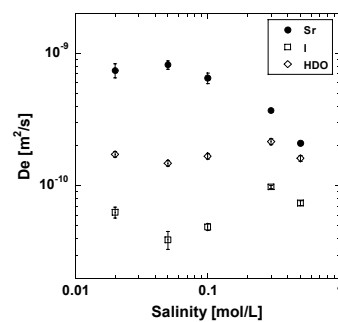


図2 Sr、I、トリチウム水 (HTO) の実効拡散係数の塩濃度依存性 (クニゲルV1+ケイ砂30% 乾燥密度1.6g/cm³)

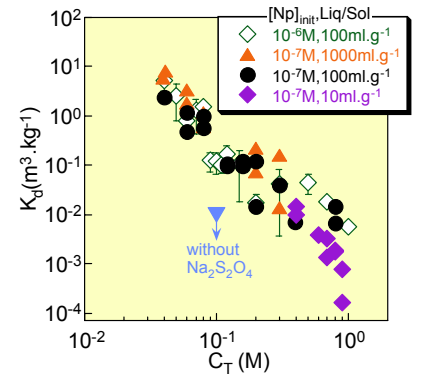


図3 還元条件下におけるスメクタイトに対するNpの分配係数 (Kd) の全炭酸濃度 (CT) 依存性 (pH = 9 ± 1)

期待される成果

海水系条件等における収着・拡散データの拡充

4. 技術開発計画・目標 (平成15年度)

- ◆収着・拡散データベースの整備
 - ・最新データの調査および評価の実施、最新のデータベースの公開推進
- ◆収着・拡散データの取得
 - ・海水条件下等のデータ拡充のため、QUALITY等を利用し、還元条件下におけるペントナイト、岩石に対するNp (IV)、Ra、Seのバッチ収着試験、ペントナイト中のPuやSeの拡散試験の実施
- ◆収着・拡散試験に関わる基盤情報の整備
 - ・拡散実験に関する測定方法の標準化のための成果の提供
 - ・深地層処分のバリア材を対象とした分配/遅延係数測定法の標準化のための基盤情報の整備

地下水・間隙水水質形成モデルの高度化に関する研究

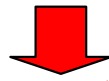
核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- わが国の様々な地質環境条件に対応する地下水水質形成評価モデル及び人工バリア間隙水化学の予測モデルの提供

2. 必要性

- 処分場の安全評価に必要となる
 - 地下水水質形成評価に関するモデル化手法の整備
 - 緩衝材中の間隙水化学の時間空間変化を予測するためのモデル化手法の開発



実施主体が進める概要調査地区の選定及び概要調査並びに国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- 地下水水質及びその変遷を評価するための地下水水質形成評価に関するモデル化手法の整備
- 緩衝材中の間隙水化学の時間空間変化を予測するためのモデル化手法の開発

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
地下水水質形成評価に関するモデル化手法の整備	茂原地下水		幌延地下水				平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
緩衝材中の間隙水化学の時間空間変化を予測するためのモデル化手法の開発	室内試験		月布鉱山		改良室内試験		

海水、セメント影響等を考慮した間隙水化学モデルの提供

時間空間を考慮した間隙水化学モデルの提供

(3) 成果

◆地下水水質形成評価に関するモデル化手法の整備

これまでの成果

- 地表で採水した茂原地域の海水起源の地下水水質についてモデルによる補正を行い、原位置地下水水質を推定（図1）
- 地表にて実測された幌延の地下水水質に対するモデリングを実施（幌延URLと連携）

ボーリング深度：1511m

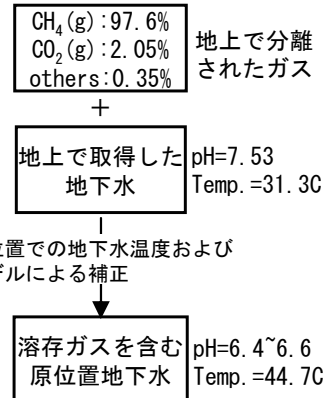


図1 茂原地域の地下水水質のモデルによる補正例

期待される成果

- 地下水水質形成評価モデルの信頼性向上

◆緩衝材中の間隙水化学の時間空間変化を予測するためのモデル化手法の開発

これまでの成果

- ベントナイト鉱床において、緩衝材化学組成の空間的な変化に関するデータを取得
- 地球化学-物質移行連成コードを用い、緩衝材間隙水の時間空間変化予測モデルを構築

- 室内ブロック試験において、圧縮ベントナイト中の間隙水化学データのプロファイルを取得（図2）

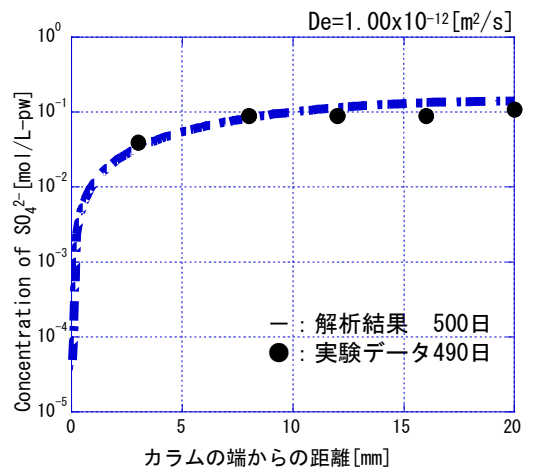


図2 圧縮ベントナイト中の間隙水の元素の空間分布

期待される成果

- 時間空間の変化を考慮した人工バリア間隙水化学のモデル開発

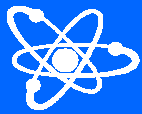
4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

◆地下水水質形成評価に関するモデル化手法の整備

- 幌延の地表調査段階で得られる実測地下水水質に対する地下水水質形成のモデル化と解釈の実施（幌延URLと連携）
- 地球化学元素の熱力学データベースの更新の実施
- 速度論データの整備の実施

◆緩衝材中の間隙水化学の時間空間変化を予測するためのモデル化手法の開発

- ベントナイト-地下水相互作用に関する室内ブロック試験の実施
- 海水、セメント影響を考慮した間隙水化学モデルの改良の実施
- 緩衝材間隙水の時間空間変化予測モデルの改良の実施



現象論的核種移行モデルの開発

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

核種移行を支配する現象である

- ①ガラスからの核種の浸出
- ②放射性元素の溶解度
- ③緩衝材や地質媒体中での核種の収着拡散

について理解を深め、より信頼性の高い現象解析モデルを構築する。

2. 必要性

- ・安全評価における核種移行解析パラメータ（放射性元素の溶解度、分配係数、実効拡散係数）設定の妥当性、保守性を示すために必要不可欠な基本情報として整備
- ・世界の最新の研究動向を踏まえた現象解明の推進



実施主体が進める概要調査地区の選定及び概要調査並びに国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- ◆ガラス溶解とガラスからの核種浸出現象に関するモデルの構築
 - ・浸出加速試験によるガラス表面変質層の同定とその影響確認
 - ・実ガラスやP uドープガラスの浸出試験、原位置試験のモデル化
- ◆長期的な溶解度を支配する現象に関するモデルの構築
 - ・溶解度制限固相の変遷に関する試験の実施
 - ・共沈現象に関する実験とモデルの開発
- ◆収着・拡散現象に関するモデルの構築
 - ・溶液条件、温度等を体系的に制御した収着／拡散試験の実施
 - ・熱力学的収着モデル等による現象説明とモデルの限界に関する理解等

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
ガラス溶解とガラスからの核種浸出現象に関するモデルの構築		表面変質層の同定、影響確認					平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
		実ガラス、P uドープガラス浸出試験 大気条件		還元条件			
長期的な溶解度を支配する現象に関するモデルの構築		ベルギー・モル原位置試験核種移行解析					
		溶解度制限固相の変遷に関する加速試験		共沈試験、評価モデルの開発			
収着・拡散現象に関するモデルの構築		OECD/NEA Sorption Project					
			収着／拡散試験の実施				

現象解析モデルの適用性提示

パラメータ設定および評価モデルの妥当性の提示

(3) 成果

◆ガラス溶解と核種浸出モデルの構築

これまでの成果

- ・浸出加速試験を実施し、ガラス表面変質層の二次鉱物化についての知見の取得（図1）
- ・P u含有ガラスベントナイト複合系長期浸出拡散試験を実施中
- ・ベルギー・モル地下研究所における核種含有ガラス原位置試験に参加、核種浸出・移行解析を実施中

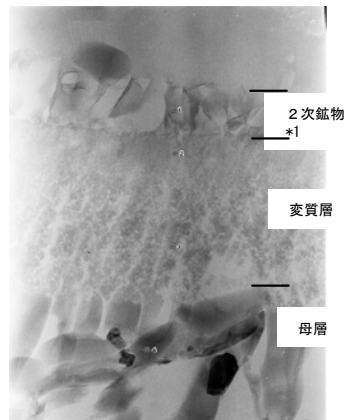


図1 TEMによる試験後ガラスの観察（75000倍）
*1 XRD結果よりバイドライトと推定

期待される成果

- ・核種浸出モデルの信頼性確認、熱力学データの確証

◆元素の溶解度制限に関するモデルの構築

これまでの成果

- ・溶解度制限固相の変遷に関する研究を実施し、 $ThO_2(am)$ 、 $UO_2(am)$ が昇温による加速で結晶化し、液中濃度が低下（図2）
- ・P uの有機物による酸化還元挙動を把握し、還元条件ではIII価が支配的になることが示唆

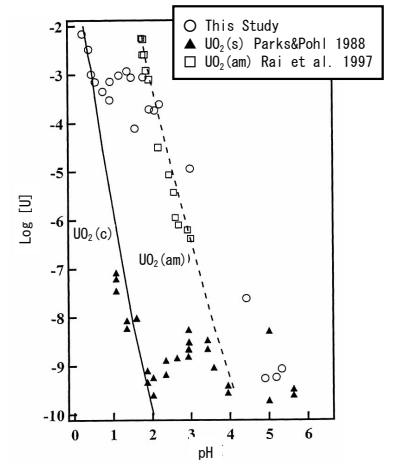


図2 90°Cで固相の変遷を加速したU(IV)の溶解度試験結果

期待される成果

- ・現実的な核種の溶解度評価による信頼性向上、安全裕度の定量化

◆収着・拡散現象に関するモデルの構築

これまでの成果

- ・還元条件下で炭酸濃度パラメータとしたN pのスメクタイトへの収着試験を実施⇒溶存化学種と対応付けた収着の理解
- ・熱力学的収着モデルの適用可能性や限界に関する検討（OECD/NEAプロジェクト 図3）
- ・圧縮ベントナイトに対し、イオン強度をパラメータとした重水、I、S rの拡散試験温度をパラメータとした重水の拡散試験⇒イオンの種類による拡散挙動の違いの把握とそのメカニズムの説明
- ・腐食生成物の影響を考慮したN p(IV)の拡散試験等を実施
- ・ベントナイトの間隙構造を考慮した分子動力学一均質化（MD-HA）手法による水の実効拡散係数等のモデル化の実施

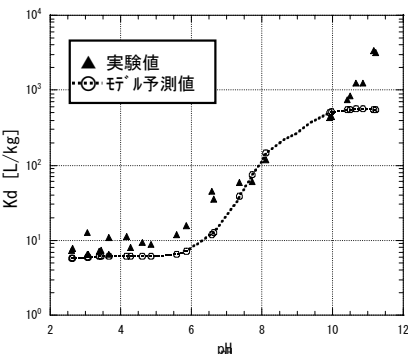


図3 熱力学的収着モデルによる実験結果の予測解析例（NEA Sorption Test Case5の一部）（N pとモンモリロナイト系）

期待される成果

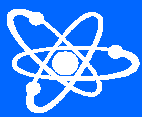
- ・拡散、収着遅延パラメータ妥当性の説明
安全評価の信頼性向上や安全裕度の定量化

4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

- ◆ガラス溶解とガラスからの核種浸出現象に関するモデルの構築
 - ・ガラスベントナイト複合系長期浸出拡散試験の評価を実施
 - ・還元条件下での実ガラスやP uドープガラスの浸出試験の実施
 - ・ベルギー・モル原位置試験の評価の継続

- ◆長期的な溶解度を支配する現象に関するモデルの構築
 - ・R a、アクチニド元素に対する共沈／固溶体生成現象の理解の推進

- ◆収着・拡散現象に関するモデルの構築
 - ・熱力学的収着モデルの適用性確認に関する検討
 - ・バッチ収着試験データと拡散試験データから得られる遅延パラメータの整合性の検討
⇒核種移行解析で用いるパラメータの設定方法に関する検討



コロイド等の影響評価モデルの開発

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- わが国の様々な地質環境条件に対応しうる、コロイド、天然有機物、微生物の核種移行影響評価基本モデルの提供

2. 必要性

- 亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発
- 有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築
- 微生物の影響評価概念モデルの構築



実施主体が進める概要調査地区の選定及び概要調査並びに国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- ◆亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発
 - 天然におけるコロイド特性評価手法を開発
 - 原位置試験に基づくコロイド移行評価モデルの検証
 - コロイドフィルトレーション等の遅延機構等に関するモデル高度化
- ◆有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築
 - Np等の放射性核種とフミン酸等の錯形成モデルの選定と定数整備
 - 圧縮ベントナイトに対する低分子量有機物のろ過特性データ取得
- ◆微生物の影響評価概念モデルの構築
 - 影響評価概念モデルを構築

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発	既存鉱山での評価				幌延コロイド特性		平成17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査に反映
	コロイド移行評価モデルの導入				原位置試験結果等による改良		
	フィルトレーション基本モデルの構築				評価モデルの取り込み		
有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築	錯形成モデルの選定				定数整備		
	低分子量有機物のろ過効果把握						
微生物の影響評価概念モデルの構築	微生物移行概念モデルの情報収集				概念モデルの構築		

成果まとめ

(3) 成果

- ◆亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発

これまでの成果

- 地下水コロイドの特性評価として、ベントナイト鉱床の地下水中コロイドに関して特性評価を行った結果、イオン強度が $10^{-3}M$ 以上の地下水中ではベントナイト系コロイドは存在しにくい。(図1)
- 核種イオンはコロイドに容易に吸着して擬似コロイドを形成して移行すると考えられるが、この際、天然バリア中の移行過程において、コロイドが化学的及び物理的にろ過される可能性について、安全評価のうえで考慮することも検討されている。(図2)

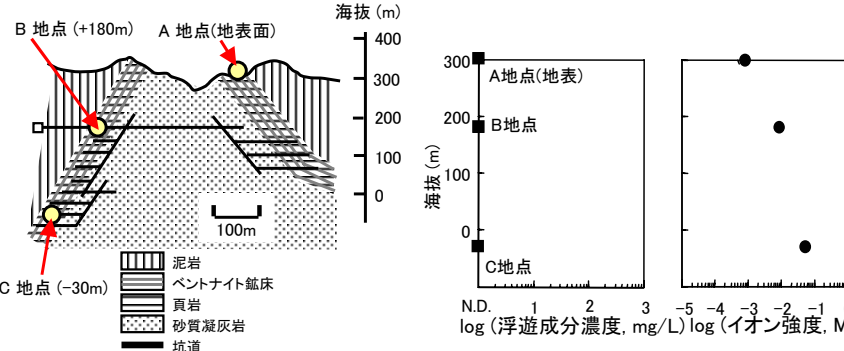


図1 地下水コロイドの特性評価：実地下水(ベントナイト鉱床地下水)を用いたコロイド特性評価

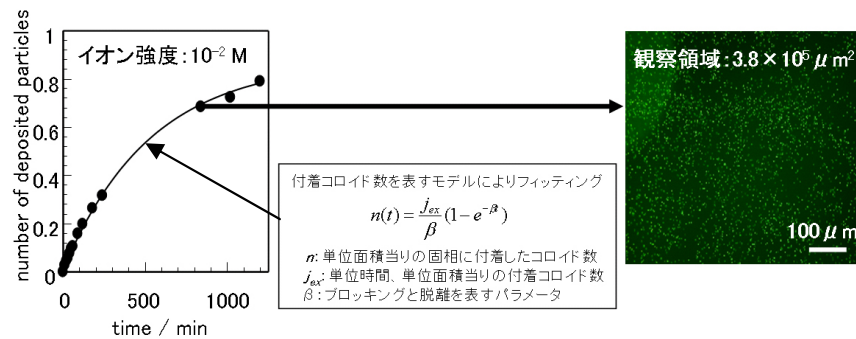


図2 フィルトレーション効果の現象説明とモデル化

- グリムゼル原位置試験場(スイス)の研究用トンネルを横切る単一性透水性亀裂を対象に、コロイドによる放射性核種の移行・遅延の評価を目標としたCRR(Colloid and Radionuclide Retardation)実験プロジェクトが1998年から国際共同研究プロジェクトとして展開され、サイクル機構も参画している。これまでに、亀裂中における核種とコロイドの移行挙動に関する知見が取得された。現在は、試験対象亀裂の水理学特性を考慮した核種の移行・遅延に対するコロイドの影響評価モデルを開発し、安全評価手法としての実用化の検討を行っている。(図3、図4)

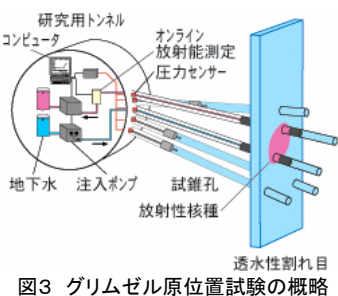


図3 グリムゼル原位置試験の概略

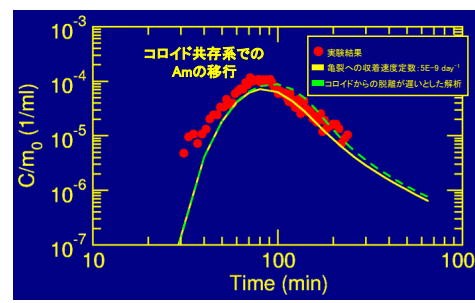


図4 CRR実験におけるAmの移行挙動とモデル解析結果の比較の例(コロイドが共存する系でのAmの移行挙動は、コロイドからの脱離速度に影響を受けることを確認)

- ◆有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築

これまでの成果

- Npの溶解度について、フミン酸濃度が高くなるに伴い、Npの濃度が高くなる傾向を示した。(図5) 地下深部中の有機炭素濃度が数ppmであることを考慮するとフミン酸の影響は顕著でないと考えられる。

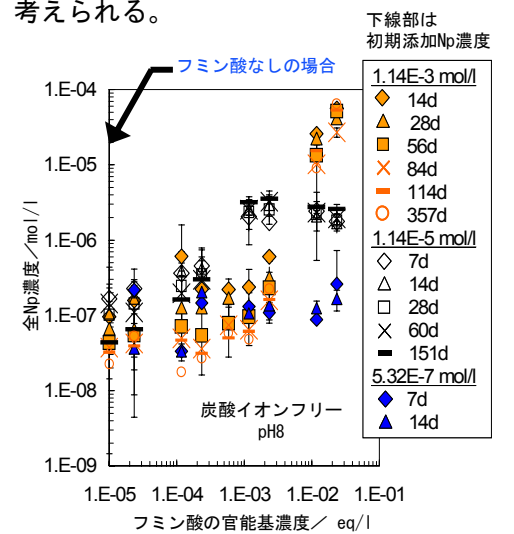


図5 Np(IV)とフミン酸の相互作用に関するデータ取得

共存するフミン酸の分子量によるNpの溶解度に対する影響について試験中。

期待される成果

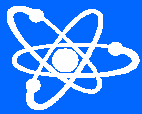
- 亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発

期待される成果

- 有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築

4. 技術開発計画・目標(平成15年度)

- ◆亀裂媒体・多孔質媒体中におけるコロイド移行基本モデルの開発
 - 亀裂性媒体及び多孔質媒体におけるコロイド影響評価モデルのカラム試験/原位置試験の結果を通じた実用利用の検討
 - 放射性核種とコロイドとの吸着の可逆/不可逆性及びコロイドフィルトレーション効果の評価モデルへの導入の検討
- ◆有機物と核種の相互作用モデル選定とデータベース構築
 - Npとフミン酸の錯形成に対する核種濃度による影響を検討し、錯形成モデル及び定数を評価
 - 圧縮ベントナイトに対する低分子量有機物の透過試験を実施し、高イオン強度及び高pH環境でのフィルター効果を確認
- ◆微生物の影響評価概念モデルの構築
 - 微生物影響評価について、コロイド移行モデルを参考にして、移行評価に重要な特性の抽出ならびに概念モデルの検討



岩盤中水理・物質移行モデル

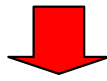
核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- ・地表からの調査段階における水理地質構造モデルの構築に必要なモデル化手法を整備する。
- ・水理・物質移行現象に係る重要なプロセスと構造を室内試験及び原位置試験を通して理解し、モデルの信頼性向上を図る。

2. 必要性

- ・地表からの調査段階におけるモデル化手法の整備
第2次取りまとめでは、具体的地質環境を特定せず、処分場下流側100mの岩盤と破碎帯の移行のみを天然バリアの対象とした。今後は、特定の地質、地質構造、調査内容に対応可能なモデル化技術を整備する必要がある。
- ・重要なプロセスと構造の明確化
第2次取りまとめにおいては、岩種にかかわらず次元平行平板モデルの重ね合わせで核種移行解析を実施。今後は、亀裂内の不均質性や充填物の影響などについて検討しモデルの信頼性向上を図る必要がある。また、堆積岩の特徴（亀裂の影響、密度流など）を考慮したモデル化手法を整備する必要がある。



実施主体が進める概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- ◆地表からの調査段階におけるモデル化手法の整備
 - ・地表からの調査段階でのデータに基づく水理地質構造モデル化手法の整備
→段階的に取得されるデータを用いたモデルキャリブレーション技術、水理・水質の統合解析技術の開発等
 - ・2つのURL等で取得されるデータを用いたモデル化手法の適用性検討
- ◆重要なプロセスと構造の明確化
 - ・結晶質岩及び堆積岩における室内・原位置試験に基づいた性能評価上重要なプロセス及び不均質性の理解
→結晶質岩：開口幅の不均質性、亀裂充填物の影響、亀裂交差部等
→堆積岩：亀裂の影響、密度流等
 - ・重要なプロセス及び不均質性（開口幅、亀裂内部構造等）が地層のバリア性能に及ぼす影響についての既存のモデルの保守性確認とモデルの改良
→エスポ地下研でのトレーサー試験データを用いた不確実性解析等

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
地表からの調査段階におけるモデル化手法の高度化 ・モデル化機能整備 ・解析機能開発 ・適用性確認			揚水試験時等における間隙水圧変化を用いたモデル更新等				平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
重要なプロセスと構造の明確化 ・室内・原位置試験に基づくプロセス及び不均質性の理解 ・モデル化と既存モデルの信頼性向上		結晶質岩：開口幅不均質性、亀裂充填物、亀裂交差部	堆積岩：密度流、割れ目の影響等	エスポ地下研・ENTRYに基づくモデル構築・評価			
				解析手法の提示	地表調査最終段階のデータによる提示		
					モデル化の考え方	既存モデルの信頼性の提示	

(3) 成果

- ◆地表からの調査段階におけるモデル化手法の高度化
 - ・亀裂ネットワークモデルに対して地表面や不整合面、断層面の曲面等を合理的に表現する機能の適用と地表堆積層モデルの付加（図1）
 - ・混合比に着目した水理データと地下水水質データの統合解析技術の開発と適用性の確認（図2）

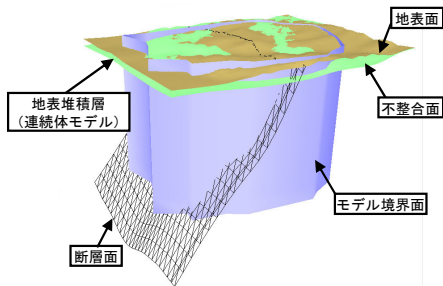


図1 地表面、不整合面、断層面、モデル境界面モデル例

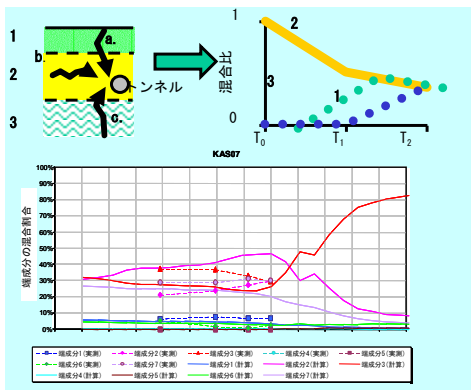


図2 混合比の概念およびKAS07孔における端成分の混合比の実測と計算の比較

◆重要なプロセスと構造の明確化

- ・軟弱な亀裂充填物質の間隙水中の拡散係数を測定・評価（図3）
- ・単一亀裂におけるトレーサー試験を再現する複数の概念モデルを用いて、性能評価の時間スケールでの不確実性を比較し、トレーサー試験の結果から性能評価パラメータを解釈する際には、充填物への拡散現象の効果を考慮する必要性を提示（図4）
- ・原位置トレーサー試験の解析を通じ、亀裂交差部が卓越経路となる可能性を示した（図5）

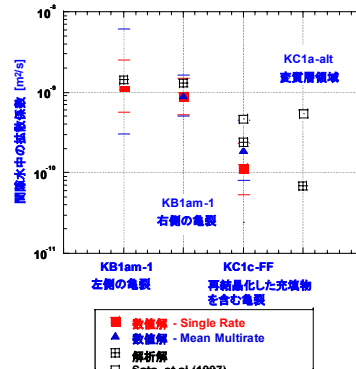


図3 亀裂性岩盤中各領域における空隙水中の拡散係数

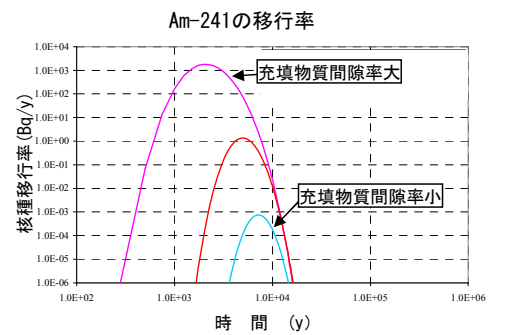


図4 複数の概念モデルによる核種移行率の比較

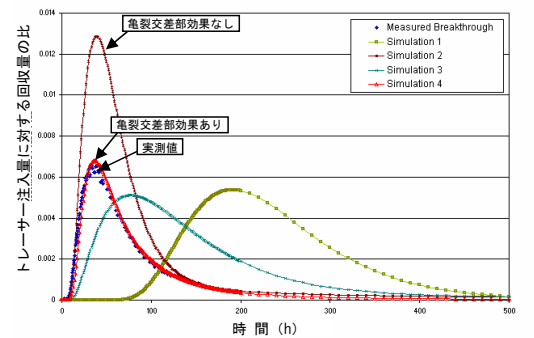


図5 原位置トレーサー試験による移行経路モデルの妥当性評価

4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

- ◆地表からの調査段階におけるモデル化手法の高度化
 - 結晶質岩：揚水試験時等における水位低下データを用いたモデルキャリブレーションの実施
東濃で実際に取得されるデータを用いたモデル化手法の適用性検討
 - 堆積岩：幌延で実際に取得されるデータを用いた密度流等を考慮したモデルの適用性検討
- ◆重要なプロセスと構造の明確化
 - 結晶質岩：エスポ地下研究施設のデータを用いた100m規模の亀裂ネットワークで重要な構造・プロセスの評価
単一亀裂中の不均質な開口幅が水理・物質移動にあたる影響の検討
 - 堆積岩：室内実験に基づく堆積軟岩中の亀裂の影響評価と概念モデルの構築
密度流モデルの信頼性評価のための室内試験の実施

生物圏評価モデルおよび天然現象影響評価モデルの開発

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- 生物圏評価および天然現象影響評価について、具体的な環境の特徴に応じた評価を行うためのモデル化技術を整備する。

2. 必要性

- 第2次取りまとめの生物圏評価では、仮想的かつ一般的な地表環境を対象とした概略的なモデル化を実施。今後は、具体的な地表環境に応じた評価を行うためのモデル化が必要。
⇒生物圏評価モデルの開発
- 第2次取りまとめの天然現象影響評価では、起こりにくいと考えられる天然現象の発生をあえて仮定するとともに、その影響についても過度に保守的な想定を与えた概略的なモデル化を実施。今後は、具体的な地質環境と想定される影響に応じた評価を行うためのより現象に即したモデル化が必要。
⇒天然現象影響評価モデルの開発



実施主体が進める概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

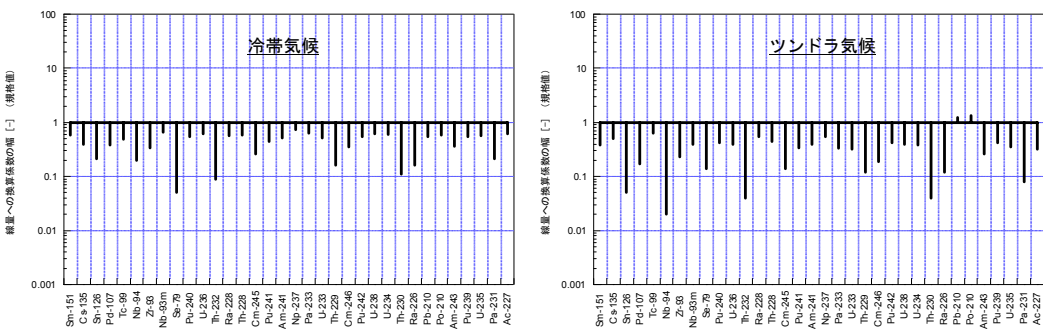
- ◆生物圏評価モデルの開発
 - 生物圏への核種の流入および地表環境での核種の移行について、地表環境の主要な特徴のパターン分類に応じたモデル化技術を拡充
 - 具体的な地表環境の特徴を取り込んだ評価を通じての適用性の例示
- ◆天然現象影響評価モデルの開発
 - 天然現象（火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食、気候・海水準変動）が及ぼす可能性のある主要な影響について、現象に則し、かつ、合理的な評価を行うためのモデル化技術を拡充
 - 具体的な地質環境および天然現象の特徴を取り込んだ評価を通じての適用性の例示

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
生物圏評価モデルの開発	地表環境での核種移行モデル化						平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
・モデル化技術の拡充	核種流入関係FEP整理		核種流入概念モデル化		核種流入評価モデル化		
・適用性の例示	具体的な地表環境の特徴を取り込んだ評価試行 モデル化の考え方 → 適用性の例示						
天然現象影響評価モデルの開発	概念モデル化						
・モデル化技術の拡充				評価モデル化			
・適用性の例示	具体的な地質環境の特徴等を取り込んだ評価試行 モデル化の考え方 → 適用性の例示						

(3) 成果

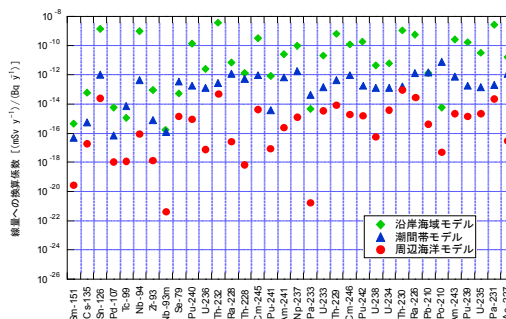
- ◆生物圏評価モデルの開発
 - モデル化技術の拡充：
 - 気候変動（冷帯気候、ツンドラ気候）による影響を考慮した地表環境中の核種移行モデルの構築と試解析の実施



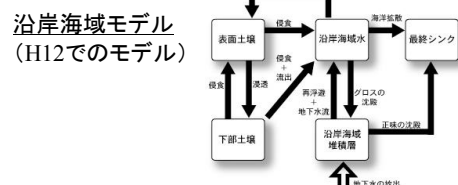
上図では、第2次取りまとめの生物圏モデル（気候状態は温暖気候、GBIは深井戸）の結果を用いて算出した線量への換算係数で規格化

- ・海域を複数に分割した生物圏評価モデルの構築と試解析の実施
→第2次取りまとめの取扱いの保守性を確認

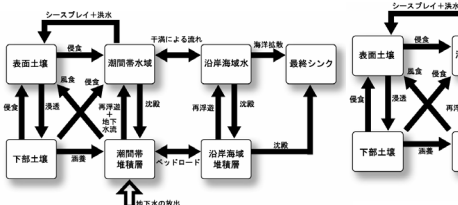
線量への換算係数の比較



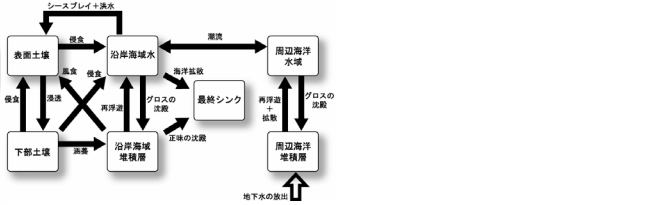
沿岸海域モデル (H12でのモデル)



潮間帯モデル

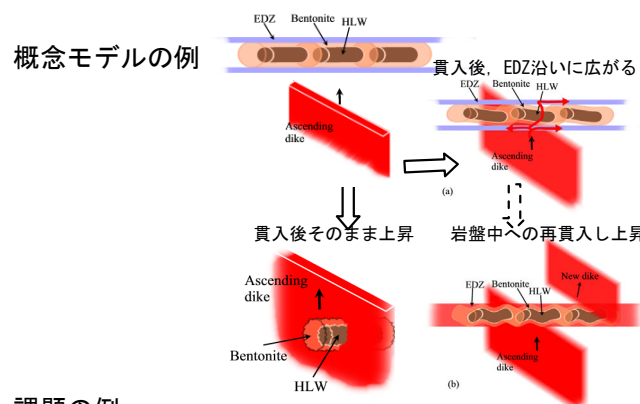


周辺海洋モデル



◆天然現象影響評価モデルの開発

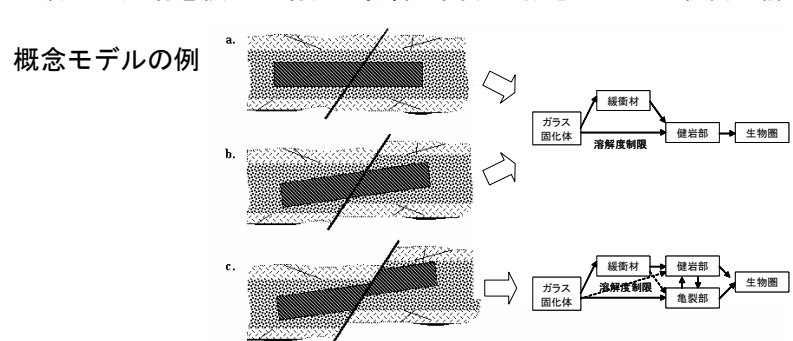
- モデル化技術の拡充：
 - 火山活動による岩脈が処分場を横切る場合の影響に関する概念モデルの検討と課題の抽出



課題の例：

- 岩脈が地表に到達しないケースにおける冷却後の岩脈が核種の新規ソースタームとなる場合の取扱い、など

- 断層が処分場を横切る場合の影響に関する概念モデルの検討と課題の抽出

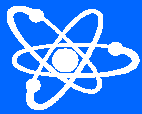


課題の例：

- 断層の変位に応じた緩衝材機能の想定、など

4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

- ◆生物圏評価モデルの開発
 - 帯水層の取扱い等、生物圏への核種の流入に関する概念モデルの作成手法の整理
 - 具体的な地表環境の特徴を取り込んだ概念モデルの試作
- ◆天然現象影響評価モデルの開発
 - 地震・断層活動や隆起・侵食等について、想定され得る主要な影響に応じた概念モデルの作成手法の整理
 - 定量的な評価手法（解析ツール、パラメータの設定手法等）の検討
 - 具体的な地質環境の特徴などを取り込んだ概念モデルの試作



安全評価の基盤技術の高度化

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部

1. 目的

- ・不確実性が処分システムの性能の評価結果に及ぼす影響を定量的に評価するとともに、その結果を分析し重要な影響因子を明らかにする技術の開発・整備。
- ・安全評価、地質環境及び処分技術の3分野にまたがる技術的な情報の流れを体系的に整理し、効率的に利用できるようにするシステムの開発。

2. 必要性

- ・第2次取りまとめの不確実性評価では、不確実性が評価結果に及ぼす影響を個別かつ決定論的に評価することにより安全評価上重要な影響因子を整理。今後は、不確実性が評価結果に及ぼす影響をより網羅的かつ効率的に評価するとともに、その結果を適切に分析して不確実性の低減に向けての課題などを効率的に把握できるようにすることが必要。
⇒不確実性影響の評価・分析技術の開発・整備
- ・具体的な地質環境を対象としていない第2次取りまとめでは、3分野の技術的な情報の流れを明らかな不整合を回避しながら整理し、それら情報の統合を実施。今後は、密接かつ反復的な連携を効率的に進めるために、技術的な情報の流れを体系的に集約し、連携を支援できるようにしておくことが必要。
⇒技術的な情報の体系的な整理とシステム化



実施主体が進める概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に必要な基盤情報

3. 技術開発の目標・スケジュール及び成果

(1) 目標

- ◆不確実性影響の評価・分析技術の開発・整備
 - ・不確実性影響の評価技術：不確実性要因（データ、モデル、シナリオ）に応じて、それらが評価結果に及ぼす影響を評価する手法や解析コードを開発・整備
 - ・感度分析技術：不確実性要因に対する評価結果の感度（例えば、パラメータの影響度）を明らかにし、不確実性低減の課題などを抽出する分析手法を開発・整備
 - ・適用性：ENTRYやURLなどを活用して、データ取得からモデル評価に至る課程に存在する主要な不確実性の整理及びその影響の評価と感度分析を行い、上記技術の適用手順や適用効果等を提示
- ◆技術的な情報の体系的な整理とシステム化
 - ・体系化：3分野間あるいは分野内で取扱われる技術的な情報とその流れを体系的に整理
 - ・システム化：上記体系に即した技術的な情報の登録や利用を可能とするシステムを開発
 - ・適用性：ENTRYやURLなどから得られる技術的な情報のシステムへの取り込みを通じて、技術的な情報の集約並びに不足している情報の抽出などへの有効性を提示

(2) スケジュール

	12	13	14	15	16	17	反映先等
不確実性影響の評価・分析技術の開発・整備							平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
・評価・分析技術の開発・整備							
・適用性の例示							
技術的な情報の体系的な整理とシステム化							平成15年度末及び17年度末に情報を提供し、実施主体の概要調査及び国の安全審査基本指針の策定に反映
・体系化							
・システム化・適用性							

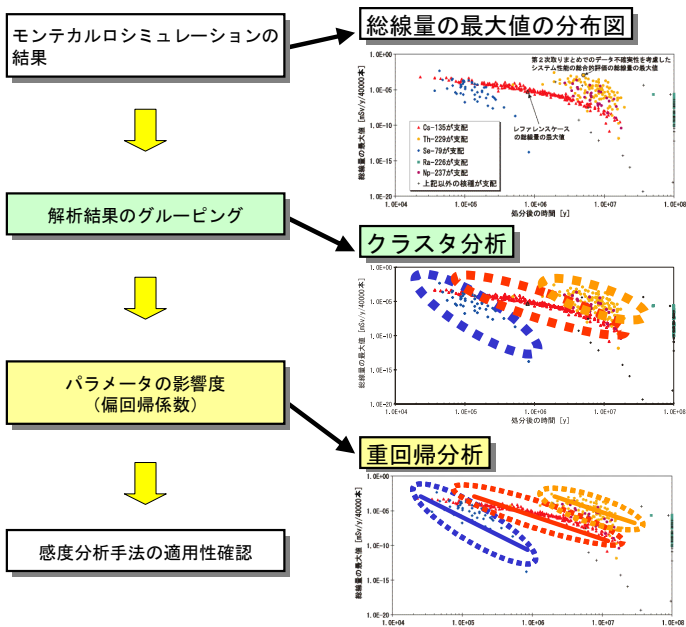
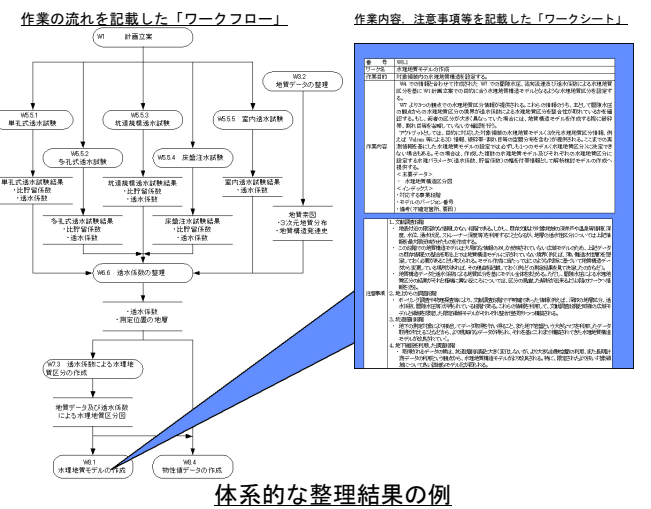
(3) 成果

- ◆不確実性影響の評価・分析技術の開発・整備
 - 不確実性影響の評価技術：
 - ・データ不確実性の影響を網羅的・効率的に評価可能な核種移行解析コードの構築
 - ・第2次取りまとめのデータ不確実性についての影響解析（モンテカルロシミュレーション）の試行
 - 第2次取りまとめでのデータ不確実性に対する決定論的な取扱いの妥当性を確認
 - 感度分析技術：
 - ・クラスタ分析と重回帰分析を複合的に組合せてパラメータの影響度を分析する手法の開発と適用性の確認
 - 最も影響の高いパラメータは透水量係数（第2次取りまとめでの考察と一致）
 - 影響解析の結果全体に対する影響度は相対的に低いものの、局部的に大きな影響度を有するパラメータを検出できることを確認

◆技術的な情報の体系的な整理とシステム化

3分野間および各分野内の情報の流れの体系化：

- ・第2次取りまとめを出発点として、3分野の技術的な情報の種類とその流れについての分析ならびに体系的な整理を実施
- 整理結果をワークフローとして集約
- システム開発の基盤情報として利用



クラスタ1	クラスタ2	クラスタ3
透水量係数の平均値 (正)	透水量係数の平均値 (正)	透水量係数の平均値 (正)
前層に対するC ₀ の分配係数 (負)	マトリクス拡散係数 (負)	マトリクス拡散係数 (負)
マトリクス拡散係数 (負)	マトリクス拡散係数 (負)	マトリクス拡散係数 (負)
マトリクス拡散係数と前層 (負)	マトリクス拡散係数と前層 (負)	マトリクス拡散係数と前層 (負)
ガラスの溶解速度 (正)	No ₂ の溶解度 (正)	前層に対するC ₀ の分配係数 (負)

4. 技術開発計画・目標（平成15年度）

- ◆不確実性影響の評価・分析技術の開発・整備
 - ・モデル及びシナリオの不確実性による影響を評価するための手法やツールの開発
 - ・多変量解析手法を利用した感度分析手法の開発継続
 - ・ENTRYやURLなどから得られる情報に対する評価・分析を通じて適用手順などを検討し、さらに、重要な影響因子（重要課題）の抽出を試みる
- ◆技術的な情報の体系的な整理とシステム化
 - ・体系的整理に基づくシステムの最終設計を踏まえて、システムの基本構成を製作

システム開発：

- ・上記体系化の整理結果に基づき、技術的な情報の登録と利用を可能とするデータベース機能等の主要なシステム機能の基本設計を実施
- ・設計した機能について、プロトタイピングを通じた実現性と有効性の確認

システム概念図

