

## 個別報告:

# (4) 分配係数の設定と核種移行解析を行う (地層処分システムの安全評価)

地層処分知識マネジメントシステムの開発

— 知と技の伝承への挑戦 —

平成22年6月16日

東京国際交流館プラザ平成国際交流会議場

日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門

柴田 雅博 牧野 仁史

地層処分知識マネジメントシステムの開発 —知と技の伝承への挑戦— (2010年6月16日, 東京国際交流館)

## 発表内容

### 1. はじめに

- 性能評価のアプローチと課題

### 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

- 対象事例, 利用するKMSツール, 期待される効果
- 本報告での説明の流れ

### 3. 分配係数の設定から核種移行解析の実施

- 作業1~3のアプローチ
  - 作業1: データ分析
  - 作業2: 分配係数設定
  - 作業3: 核種移行解析
- (説明+デモンストレーション)

### 4. 一連の作業を通じたのフィードバック

### 5. まとめ, 今後の課題

# 1. はじめに

## -性能評価のアプローチと課題-

### 閉鎖後長期の安全評価に係る**主要な検討項目**



### 主要な関連技術

# 1. はじめに

## -性能評価のアプローチと課題-

You are here : ホーム > カーネル(各分野の研究成果の要約) > 性能評価研究 > 2.性能評価研究の成果の概要 > 2.1システム性能評価に係る手法の開発

ホーム CoolRepH22本文 地層処分のセーフティケースを支援するための知識ベース カーネル(各分野の研究成果の要約) 検索...

CoolRepカーネルとは何か? | 深地層の科学的研究 | 性能評価研究 | 工学技術 | 知識マネジメントシステム | TRU廃棄物 | 品質マネジメント

カーネル・サブメニュー

1.はじめに

- 1.1性能評価研究とは
- 1.2研究開発の経緯
- 1.3中期計画における研究開発
- 1.4CoolRep H22本文との関係

2.性能評価研究の成果の概要

- 2.1システム性能評価に係る手法の開発
- 2.2放射線核種の移行に係る現象理解とデータベース開発
  - 2.2.1地下水・間隙水化学
  - 2.2.2ガラスの溶解
  - 2.2.3放射性元素の溶解・沈殿および熱力学データベース整備
  - 2.2.4緩衝材および岩盤中の核種の収着・拡散およびデータベース整備
  - 2.2.5コロイド、有機物の影響
  - 2.2.6微生物の影響
  - 2.2.7岩盤中の水理・物質移行評価
  - 2.2.8生物圏評価

3.まとめ

### 2.1システム性能評価に係る手法の開発

2010年 3月 05日 (金曜日) 11:59

#### 目的:

具体的な地質環境条件を対象とし、また処分事業の進展に伴う地質環境の調査や処分システムの設計検討に係る情報の変遷層処分システムが長期間にわたって安全であることを示すシステム性能評価の一連の方法論を整備する。具体的には、性能評価の信頼性を確保しつつ構築するとともに合理的かつ分かりやすく提示する技術の整備、シナリオ、モデル、データといった様々な影響を評価・分析する技術の整備、および地質環境調査からのデータやそれに基づく地質環境モデルに応じた核種移行解析統合的な技術と方法論の整備を行う。さらに、それらの具体的な適用事例の蓄積を図る。

#### 平成17年までの成果:

第2次取りまとめでは、シナリオについては、国際的なコンセンサスが得られている体系的なアプローチ(OECD/NEA, 1991)を層処分システムの挙動を記述する包括的なFEP(Feature(特質), Event(事象), Process(プロセス))を作成し、わが国における環境条件とレファレンスシステムの想定および一般的な科学的知見に基づいてFEPのスクリーニングを行ったうえで、それらの相関を考慮し、主に性能評価上の保守性を重視した基本シナリオおよび変動・接近シナリオの設定例を提示した。この基本シナリオに従って「レファレンスケース」を設定するとともに、シナリオのバリエーション、および評価モデルやデータの不確実性を取り扱う複数の核種を設定したシステム性能評価を行った。

平成17年までは、第2次取りまとめでの一般的な地質環境条件を対象とした検討に対し、具体的な地質環境が与えられた場合、評価から核種移行解析に至る一連の作業において、その実施のための手法と手順を例示した(平成17年取りまとめ 分冊2「地層処分」)。具体的には、瑞浪および幌延の深地層の研究施設設計画における地上からの調査研究段階で得られた情報を参考に核種移行解析の基本的な要素となる以下の個々の作業について、第2次取りまとめにおいて示した評価手法を基盤として、利用可能な場合の実施方法を具体化した。

- 地下水流動解析の結果として得られる移行経路情報について、その核種移行解析における複数の取り扱いの可能性の提示に際して核種移行モデルの提示と選定(2.2.7)
- 核種移行解析で用いる遅延に係る特性パラメータの設定の基盤情報として必要となる地下水・間隙水組成の設定(2.2.4)
- 人工バリア中核種移行解析で重要となる遅延に係る特性パラメータの設定(第2次取りまとめと同様の方法で設定)
- 天然バリア中核種移行解析で重要となる遅延と移動に係る特性パラメータの設定(2.2.4; 2.2.7)

そのうえで、利用可能な情報が限られることに起因するモデルやデータの不確実性の取り扱いに留意しつつ、それらを一連の評価プロセスを通じて検証・確認することで、第2次取りまとめで示した評価手法が適用可能であることを確認した。さらに、地下水流動や核種移行遅延効果に与える影響が大きいパラメータのうち、分配係数については調査の初期段階からモニタリングデータなどを用いたデータ取得を行うことがパラメータ値の不確実性の評価に有効であることが示された。一方、地下水流速の設定に必要な水理学的有効間隙率や亀裂開口率などに関する調査の項目や数量は地上からの調査段階などの調査の初期段階では限定されるため、これらのパラメータについては、不確実性を適切に評価するために必要な地質環境の調査・評価や性能評価研究に反映すべき項目を提示するとともに、既存情報などに基づいて推定する方法論を例示するとともに示した。

### 2.性能評価研究の成果の概要

- 2.1 システム性能評価に係る手法の開発
- 2.2 放射線核種の移行に係る現象理解とデータベース開発
  - 2.2.1 地下水・間隙水化学
  - 2.2.2 ガラスの溶解
  - 2.2.3 放射性元素の溶解・沈殿および熱力学データベース整備
  - 2.2.4 緩衝材および岩盤中の核種の収着・拡散およびデータベース整備
  - 2.2.5 コロイド、有機物の影響
  - 2.2.6 微生物の影響
  - 2.2.7 岩盤中の水理・物質移行評価
  - 2.2.8 生物圏評価

# 1. はじめに

## -性能評価のアプローチと課題-

### 閉鎖後長期の安全評価に係る主要な検討項目



### 性能評価においては、上記検討項目の作業を繰り返し実施

- ・実施主体：事業進展，地質環境モデルの変更毎に実施
- ・規制側：結果(含む，手法・手順，情報の品質)の評価
- ・研究開発：現象理解，データ取得・整備→影響の確認→課題の具体化

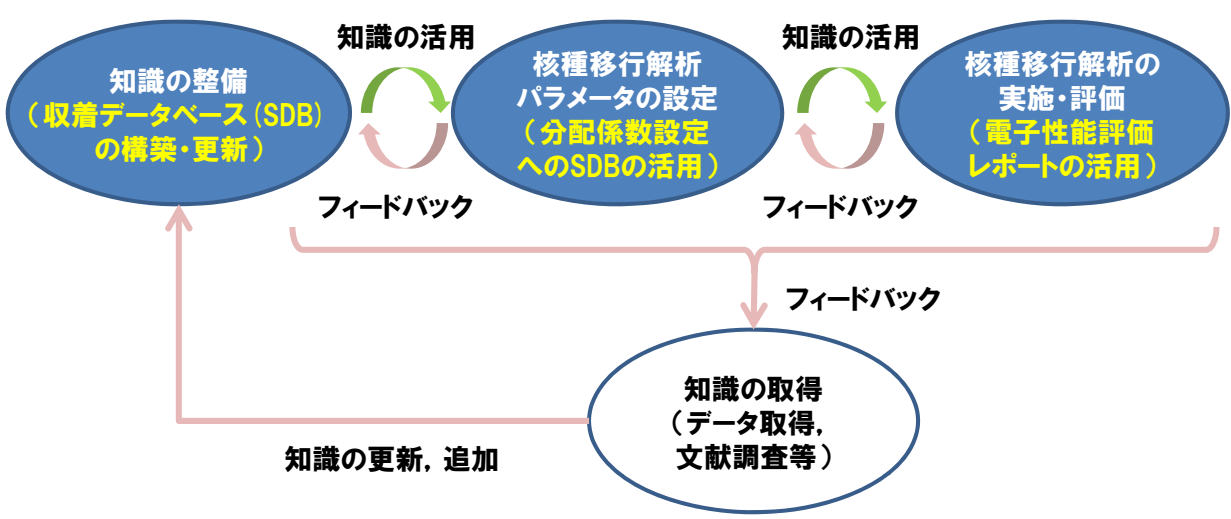
- 追跡性，透明性，効率性に関する課題
- 系統性，整合性に関する課題

### ⇒ **KMSの活用による性能評価作業の実施支援**

## 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

### - 対象事例，利用するKMSツール，期待される効果 -

### 対象：岩石への分配係数の設定から核種移行解析の実施までの作業



## 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

- 対象事例, 利用するKMSツール, 期待される効果 -

### ●原子力機構 収着データベース (JAEA SDB)

核種: 性能評価上重要なものを中心に37元素  
 固相: ベントナイト, 多様な岩石/鉱物等  
 データ数: 約24,300件  
 多様な検索機能, データ分析機能, 信頼度情報

検索/データ抽出

グラフ化

信頼度情報によるデータ絞り込み

抽出データによるグラフ化

信頼度評価の根拠情報

## 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

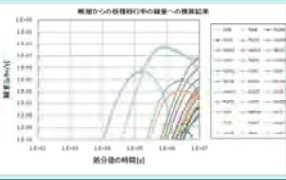
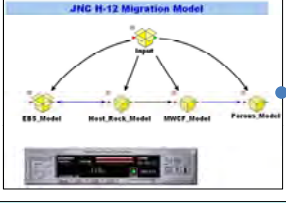
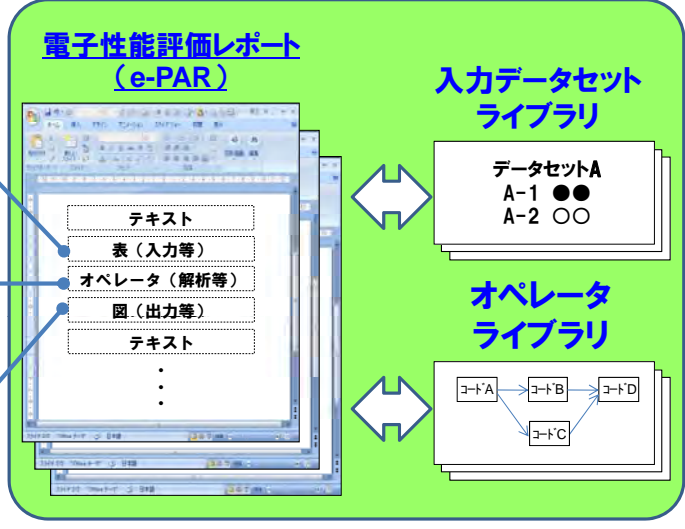
- 対象事例, 利用するKMSツール, 期待される効果 -

### ●性能評価統合レポートシステム(PAIRS) / 電子性能評価レポート(e-PAR)

### e-PARの例

元素	溶解係数	単位
Ca	9.8E-1	m <sup>2</sup> /s
Kr	1	m <sup>2</sup> /s
Nb	9.1	m <sup>2</sup> /s
Tc	1	m <sup>2</sup> /s
Pd	9.1	m <sup>2</sup> /s
Sr	1	m <sup>2</sup> /s
Cs	9.8E-05	m <sup>2</sup> /s
Te	6	m <sup>2</sup> /s
Pb	9.1	m <sup>2</sup> /s
Ra	9.8E-05	m <sup>2</sup> /s
Ac	6	m <sup>2</sup> /s
Th	1	m <sup>2</sup> /s
Pa	1	m <sup>2</sup> /s
U	1	m <sup>2</sup> /s
Np	1	m <sup>2</sup> /s
Pr	1	m <sup>2</sup> /s
Am	5	m <sup>2</sup> /s
Cm	5	m <sup>2</sup> /s
Cf	9.8E-05	m <sup>2</sup> /s

### 性能評価統合レポートシステム(PAIRS)

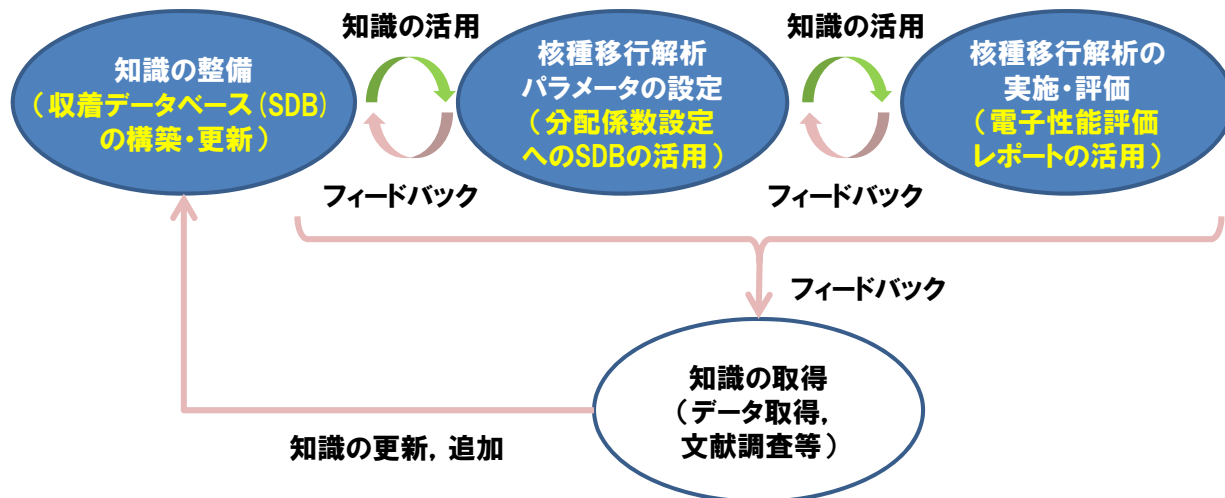


e-PARの例

## 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

- 対象事例, 利用するKMSツール, 期待される効果 -

**対象: 岩石への分配係数の設定から核種移行解析の実施までの作業**



データ分析プロセスの明確化, データとツールの運用の一体化

→ 追跡性, 透明性, 効率性の向上

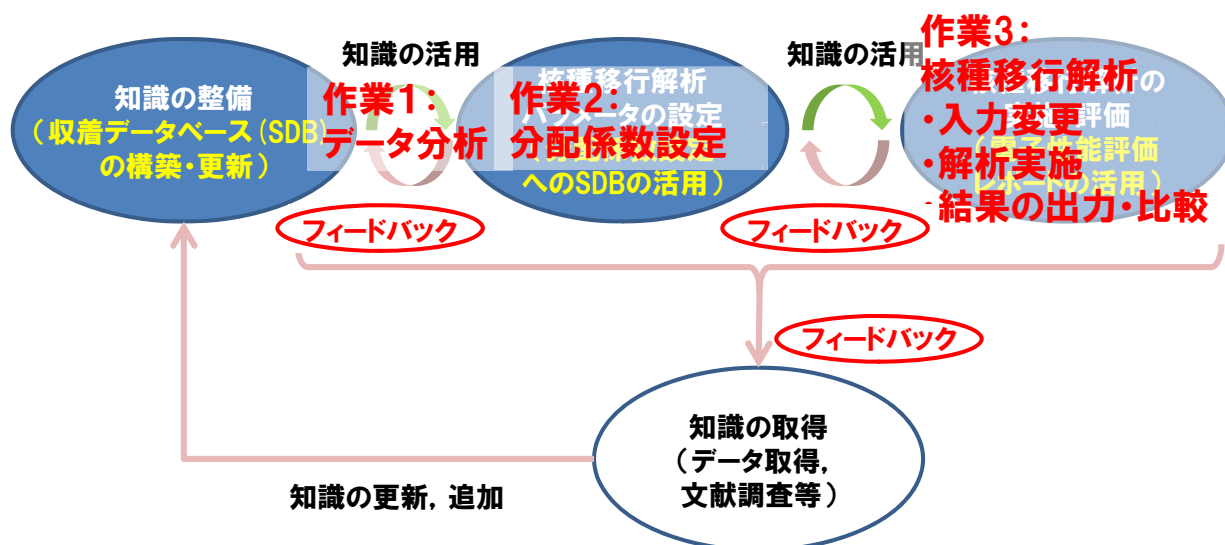
→ 系統性, 整合性の向上

⇒ 研究者, 実施主体, 規制側, および専門家以外のステークホルダーに対する

- ・作業の実施支援
- ・作業内容の品質の確保・向上

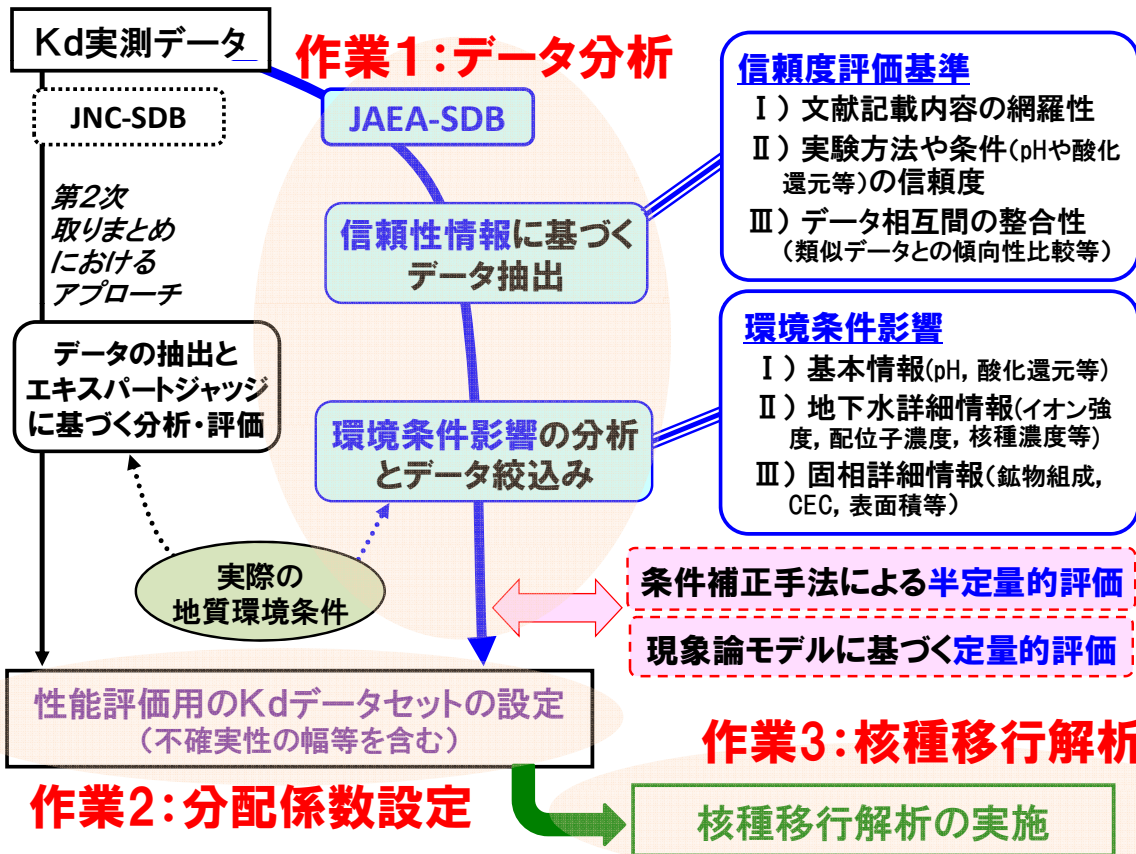
## 2. KMSによる性能評価作業の実施支援

- 本報告での説明の流れ -



# 3. 分配係数の設定から核種移行解析の実施

## - 作業1~3のアプローチ -



# 3. 分配係数の設定から核種移行解析の実施

## 作業1: データ分析



**JAEA-SDB全データ** → **信頼度情報での絞り込み (unreliableや評価困難なデータの排除)**

検索条件: 元素: Cs, Solid Phase Group: Granitic rocks

表示条件: 項目の一部がグループ化

信頼度分類: Class1, Class2, Class3, Class4, Class5, Unreliable, NE, No Mech

検索条件: 元素: Cs, Solid Phase Group: Granitic rocks, Reliability condition: Class1,Class2,Class3,Class4,Class5

結果: 293

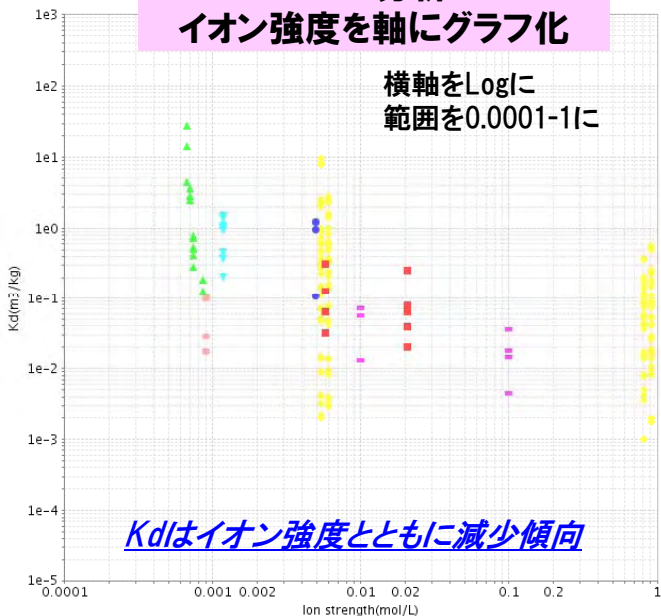
pH-Kd

pH-Kd

# 作業1: データ分析



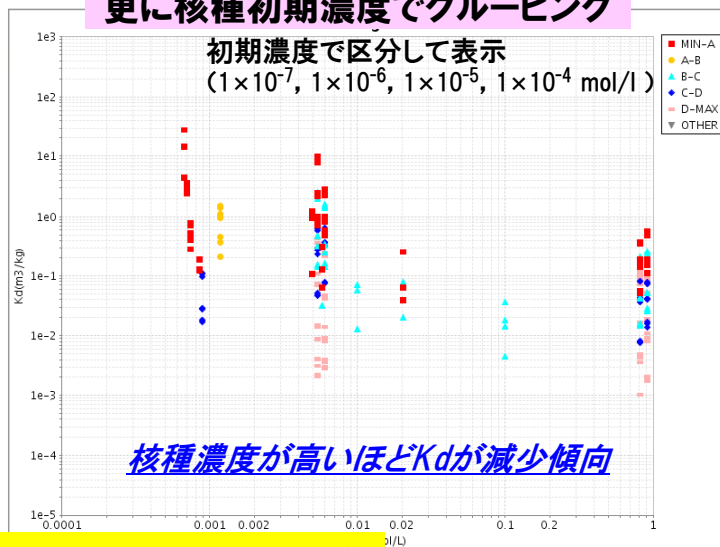
## Kdの分析 イオン強度を軸にグラフ化



横軸をLogに  
範囲を0.0001-1に

Kdはイオン強度とともに減少傾向

## Kdの分析 更に核種初期濃度でグルーピング



初期濃度で区分して表示  
( $1 \times 10^{-7}$ ,  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$  mol/l)

核種濃度が高いほどKdが減少傾向

《以上の一連の作業をSDB上でデモ》

# 作業2: 分配係数設定



独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
核種移行データベース  
Nuclide Migration Database

取得データベース  
Sorption Database

データ表示 クリア グラフ表示 English 終了

トップページ(検索画面)

■ 元素 ■  
Gr-1:  Ac  Am  Bi  Cm  Cs  Nb  Ni  Np  Pa  Pb  Pd  Po  
 Pu  Ra  Sb  Se  Sm  Sn  Tc  Th  U  Zr  
Gr-2:  Ag  Ba  Ca  Ce  Cl  Co  Eu  Fe  I  Mn  Mo  Na  
 Nd  Ru  Sr  Zn

■ 固相グループ ■  
 Basaltic rocks  Bentonite (Clay minerals)  Cementitious materials  Granitic rocks  
 Mudstone (Sedimentary rocks)  Other minerals  Sandstone  Tuff

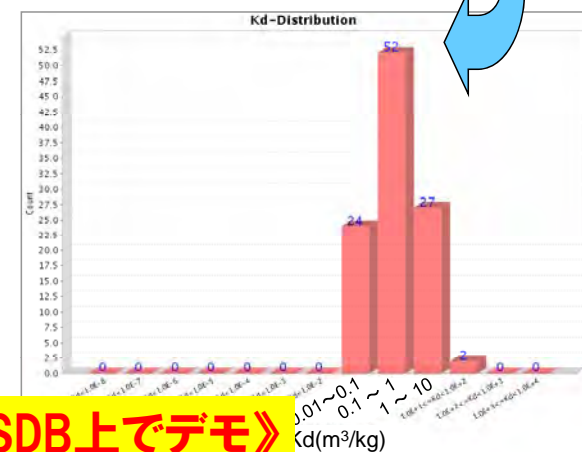
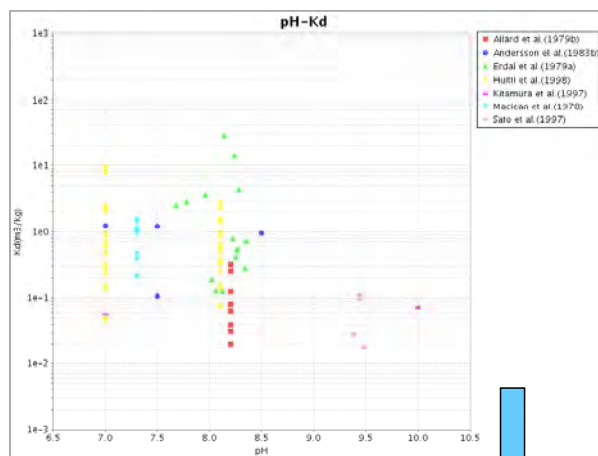
■ 詳細検索条件設定 ■ 画面更新

固相: diorite#1, diorite#2, diorite#3, diorite#4, diorite#5  
溶液種類: 0.001N Na2CO3, 0.001N Na2SO4, 0.001N NaCl, 0.001N NaHCO3, 0.01M NaClO4

分選方法: 雰囲気/酸化還元条件

pH	7	10
Eh (mV)		
イオン強度 (mol/L)	0.0000001	0.05
温度 (°C)		
液固比 (mL/g)		
反応時間 (日)		
初期濃度 (mol/L)	0.0000000	0.0001

降水系地下水条件のデータ抽出;  
pH: 7-10  
イオン強度: <0.05  
核種初期濃度: <0.0001 mol/l

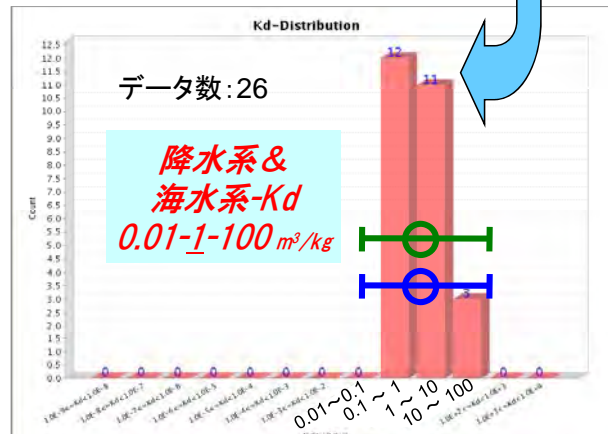
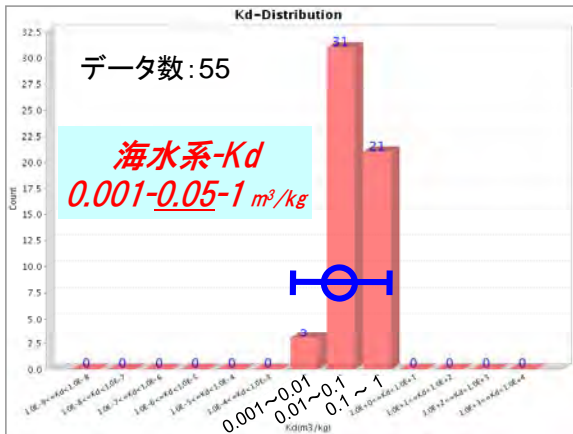
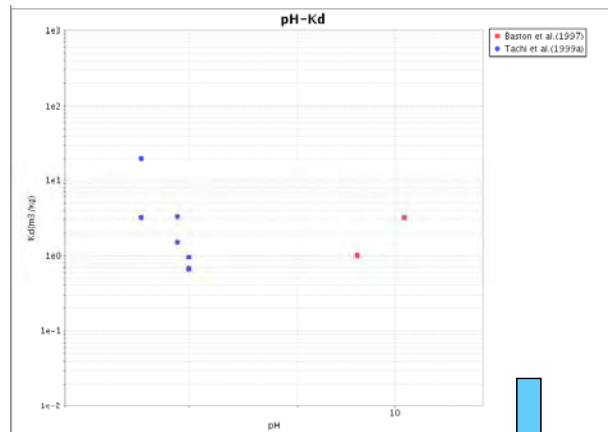
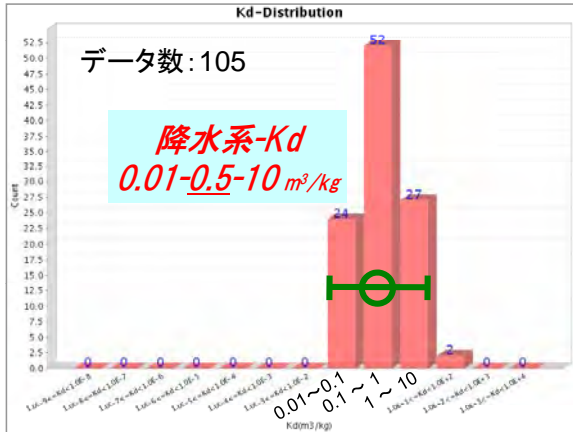


《以上の一連の作業をSDB上でデモ》

# 作業2: 分配係数設定(検討結果のまとめ)

## Cs-花崗岩系

## Np-花崗岩系



# 作業2: 分配係数設定(設定結果の整理例)

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		●Cs(降水系)					
3							
4		元素	分配係数			単位	
5			下限	代表	上限		
6		Cs	0.01	0.5	10	m <sup>3</sup> /kg	
7							
8		●Cs(海水系)					
9							
10		元素	分配係数			単位	
11			下限	代表	上限		
12		Cs	0.001	0.05	1	m <sup>3</sup> /kg	
13							
14		●Np(降水系 & 海水系)					
15							
16		元素	分配係数			単位	
17			下限	代表	上限		
18		Np	0.01	1	100	m <sup>3</sup> /kg	
19							



# 作業3: 核種移行解析(e-PARでの入力変更)

## e-PAR上の変更対象の指定

## 作業2の分配係数設定結果

元素名	分配係数	単位
Se	0.01	m <sup>3</sup> /kg
Zr	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Nb	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Tc	1	m <sup>3</sup> /kg
Pd	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Sn	1	m <sup>3</sup> /kg
Cs	0.05	m <sup>3</sup> /kg
Sr	5	m <sup>3</sup> /kg
Pb	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Ra	0.5	m <sup>3</sup> /kg
Ac	5	m <sup>3</sup> /kg
Th	1	m <sup>3</sup> /kg
Pa	1	m <sup>3</sup> /kg
U	1	m <sup>3</sup> /kg
Np	1	m <sup>3</sup> /kg
Pu	1	m <sup>3</sup> /kg
Am	5	m <sup>3</sup> /kg
Cm	5	m <sup>3</sup> /kg
Sr	0.05	m <sup>3</sup> /kg

元素	下限	代表	上限	単位
Cs	0.01	0.5	10	m <sup>3</sup> /kg

元素	下限	代表	上限	単位
Cs	0.001	0.05	1	m <sup>3</sup> /kg

参照

Visual NTMI

Set Directory: C:\WGSPU

停止対象ファイル

修正種群ダウンロード

パラメータを再読み込み

計算を実行する

元素名	分配係数	単位
Se	0.01	m <sup>3</sup> /kg
Zr	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Nb	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Tc	1	m <sup>3</sup> /kg
Pd	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Sn	1	m <sup>3</sup> /kg
Cs	0.05	m <sup>3</sup> /kg
Sr	5	m <sup>3</sup> /kg
Pb	0.1	m <sup>3</sup> /kg
Ra	0.5	m <sup>3</sup> /kg
Ac	5	m <sup>3</sup> /kg
Th	1	m <sup>3</sup> /kg
Pa	1	m <sup>3</sup> /kg
U	1	m <sup>3</sup> /kg
Np	1	m <sup>3</sup> /kg
Pu	1	m <sup>3</sup> /kg
Am	5	m <sup>3</sup> /kg
Cm	5	m <sup>3</sup> /kg
Sr	0.05	m <sup>3</sup> /kg

変更反映

# 作業3: 核種移行解析 (e-PARでの解析実施, 結果の出力・比較)

## 解析実施の指定

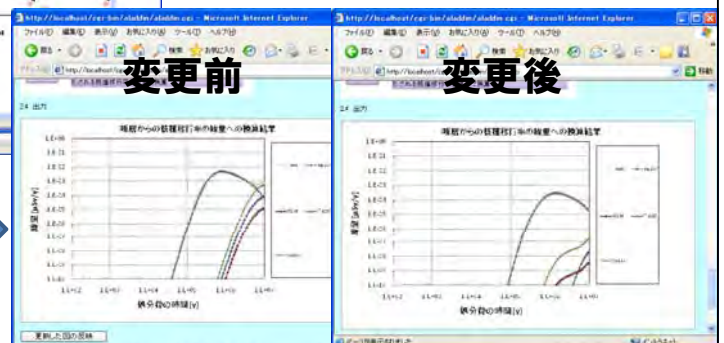
## 解析の実施

## 結果の出力・比較

4 解析実施  
計算を実行します。

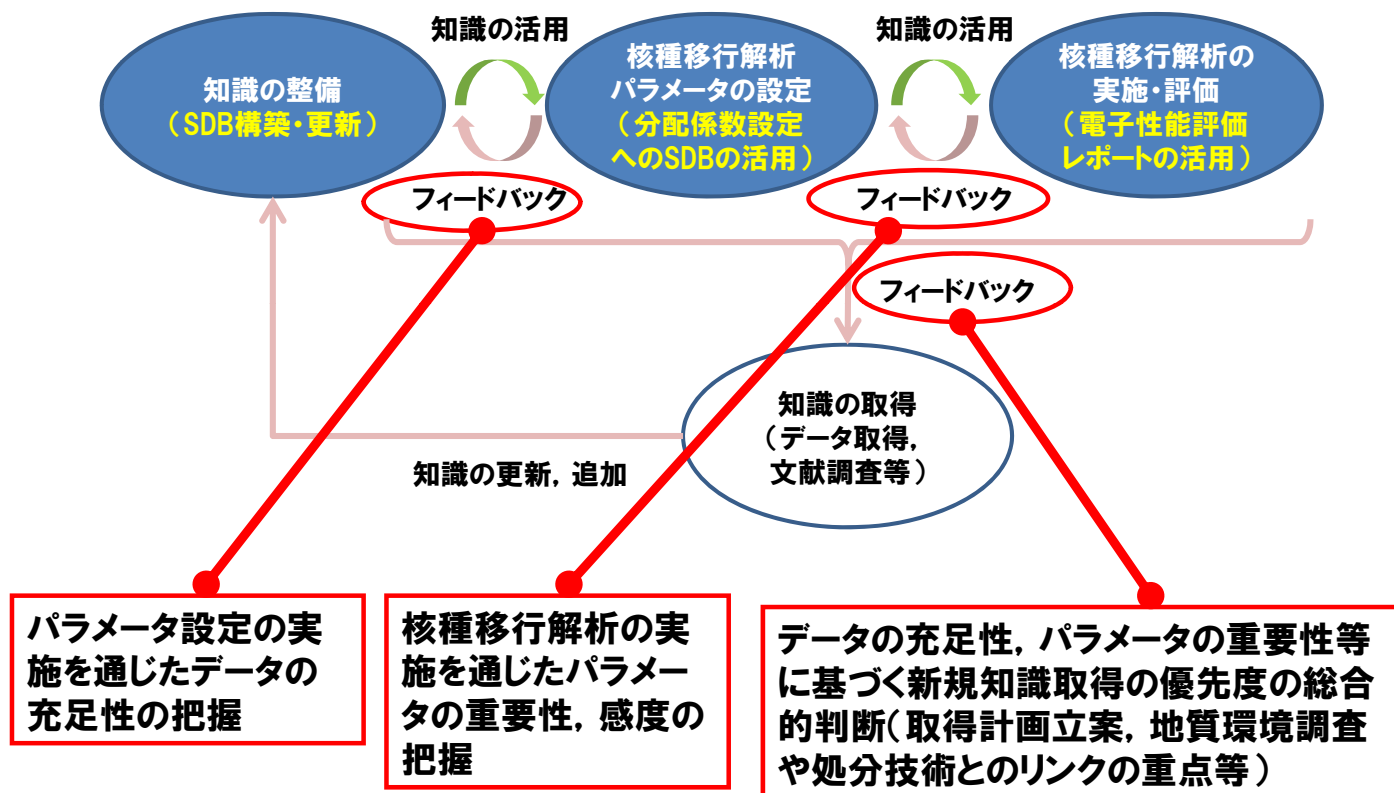
JNC H-12 Migration Model

計算を実行します。



《以上の一連の作業をe-PAR上でデモ》

## 4. 一連の作業を通じてのフィードバック



## 5. まとめ, 今後の課題

### <まとめ>

- 性能評価で繰り返し実施する, 従来研究者がそれぞれ行っていたデータ分析, パラメータ設定, 核種移行解析の作業について, 知識とKMSツールの組み合わせにより
  - 作業の手順が見えるようになりプロセスの追跡性・透明性を確保
  - データとツールの一体的な運用を可能とする環境の整備により, 実施の系統的かつ整合的な枠組みを提供
- 上記作業の連携の促進(性能評価の効率化), フィードバックの活性化(研究開発の優先度付けや効果的な計画立案・コミュニケーションによる信頼性向上の推進)

## 5. まとめ, 今後の課題

### <今後の課題>

- 性能評価に対する多様なニーズに対応できるように, 知識および知識マネジメントツールの整備・拡充の着実な推進



- 性能評価の作業の支援に加えて, 人材育成および知識継承のための, 適用事例の蓄積およびトレース・再利用可能な形での管理