



地層処分技術に関する研究開発報告会
— 第3期中長期目標期間の成果取りまとめ(CoolRepR4)について —

処分場の工学技術、性能評価研究、TRU廃棄物

2022年9月30日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門
核燃料サイクル工学研究所 環境技術開発センター
基盤技術研究開発部

三原守弘

報告の内容

1. 第3期中長期目標期間の成果

- (1) 処分場の工学技術
- (2) 性能評価研究
- (3) TRU廃棄物

2. 本報告のまとめ

CoolRep R4コンテンツの紹介(成果－課題マップ、カーネル)

CoolRepトップページ

The screenshot shows the CoolRep homepage navigation menu. The '性能評価研究' (Performance Evaluation Research) link is highlighted with a red box and a blue arrow pointing to it. Other visible links include 'Home', 'CoolRepR4 本文', 'CoolRepR4 カーネル', 'CoolRepへのいざない', '地層処分について', 'セーフティケース', '動画 (更新予定)', '用語集 (更新予定)', 'CoolRepサイトについて', 'リンク先のご紹介 (更新予定)', '索引 (試験運用中)', 'CoolRepR4に係る「成果－課題マップ」', '深地層の研究施設設計画および地質環境の長期安定性', '処分場の工学技術', 'TRU廃棄物', '使用済燃料の直接処分研究開発', '研究成果情報 (リソースリスト)', '成果を取りまとめた報告書', and '研究開発課題ごとの報告書'.

成果－課題マップ(性能評価)

The screenshot shows the '成果－課題マップ (性能評価)' page. It features a 'コアメッセージ' (Core Message) section with bullet points: '●隆起・侵食の地層処分システム', '●バリア材共存影響として、鉄スを開発した。', and '●岩石中の割れ目部及びひび割れを封鎖した。'. Below this, there are sections for 'システム性能評価に係る手法' (Methods for System Performance Evaluation) and '放射性核種の移行に係る現象' (Phenomena related to the migration of radionuclides). A blue arrow points to the 'システム性能評価に係る手法' section.

カーネル(性能評価)

The screenshot shows the 'カーネル(性能評価)' page. It features a '2. 性能評価研究成果の概要' (Summary of Performance Evaluation Research Results) section. The page includes a navigation menu with links for 'Home', 'CoolRepR4本文', 'CoolRepR4カーネル', 'CoolRepH26本文', 'CoolRepH26カーネル', 'CoolRepH22本文', 'CoolRepH22カーネル', and 'サイトマップ'. A search bar is also present. The main content area includes a '2.1 システム性能評価に係る手法の開発' (Development of Methods for System Performance Evaluation) section with a '目的' (Purpose) and '平成17年までの成果' (Achievements up to Heisei 17). The '目的' section states: '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に対応して、地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、性能評価シナリオを透明性や追跡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不確実性とその影響を評価・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を実施するための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。また、リスク論的思考に基づき安全評価手法を整備する。' The '平成17年までの成果' section lists: '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) を踏襲しながら、地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、一般的な地質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。' The page number '3' is visible in the bottom right corner.

CoolRep R4コンテンツの紹介(動画)

CoolRepトップページ

CoolRep | The next generation

現在地: Home

[Home](#) [CoolRepR4本文](#) [CoolRepR4カーネル](#) [CoolRepH26](#)

CoolRepへのいざない

[地層処分について](#)

[セーフティケース](#)

[動画](#)

[用語集](#)

[CoolRepサイトについて](#)

[リンク先のご紹介](#)

[索引](#)

CoolRepR4に係る「成果—課題マップ」

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性

処分場の工学技術

性能評価研究

TRU廃棄物

使用済燃料の直接処分研究開発

研究成果情報 (リソースリスト)

成果を取りまとめた報告書

研究開発課題ごとの報告書

投稿論文・雑誌

学会等での報告

CoolRepサ

CoolRep は、ウェブ上で、読者とのコミュニケーションと次世代科...
です。コンピューターネットワークをシミュレーションを目標して

動画サイト

CoolRep | The next generation

現在地: Home / 動画

[Home](#) [CoolRepR4本文](#) [CoolRepR4カーネル](#) [CoolRepH26本文](#) [CoolRepH26カーネル](#) [CoolRepH22本文](#) [CoolRepH22カーネル](#) [サイトマップ](#)

CoolRepへのいざない

[地層処分について](#)

[セーフティケース](#)

[動画](#)

[用語集](#)

[CoolRepサイトについて](#)

[リンク先のご紹介](#)

[索引](#)

CoolRepR4に係る「成果—課題マップ」

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性

処分場の工学技術

性能評価研究

TRU廃棄物

使用済燃料の直接処分研究開発

研究成果情報 (リソースリスト)

成果を取りまとめた報告書

研究開発課題ごとの報告書

投稿論文・雑誌

学会等での報告

研究成果に関するプレス発表

データベース・データ集

関連特許

深地層の研究施設計画等に関連したデータリスト (JAEA-Data/code) 東濃

深地層の研究施設計画等に関連したデータリスト (JAEA-Data/code) 幌延

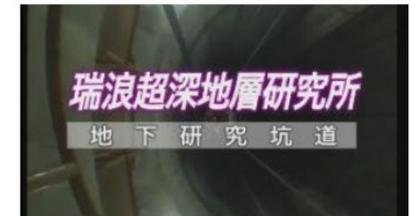
超深地層研究所計画 (瑞浪) で得られ

動画

東濃地科学センター
瑞浪超深地層研究所 (ビデオ)



Project JAEA「深地層研究の現状 瑞浪超深地層研究所」



瑞浪超深地層研究所 地下研究坑道



瑞浪超深地層研究所 深度500m研究坑道

幌延深地層研究センター (ビデオ)

CoolRep R4コンテンツの紹介(データベース)

CoolRepトップページ

CoolRep | The next generation

現在地: Home

[Home](#) [CoolRepR4本文](#) [CoolRepR4カーネル](#) [CoolRepH26本文](#) [CoolRepH26カーネル](#)

CoolRepへのいざない

[地層処分について](#)

[セーフティケース](#)

[動画 \(更新予定\)](#)

[用語集 \(更新予定\)](#)

[CoolRepサイトについて](#)

[リンク先のご紹介 \(更新予定\)](#)

[索引 \(試験運用中\)](#)

CoolRepR4に係る「成果-課題マップ」

[深地層の研究施設設計画および地質環境の長期安定性](#)

[処分場の工学技術](#)

[性能評価研究](#)

[TRU廃棄物](#)

[使用済燃料の直接処分研究開発](#)

研究成果情報 (リソースリスト)

[成果を取りまとめた報告書](#)

[研究開発課題ごとの報告書](#)

[投稿論文・雑誌](#)

[学会等での報告](#)

[研究成果に関するプレス発表](#)

[データベース・データ集等](#)

[関連特許](#)



CoolRepサイトへようこそ

CoolRepとは?

CoolRepは、ウェブサイト上に展開し、読者とのコミュニケーションを可能とする次世代科学レポートシステムです。コンピュータの利便性を最大限活かし、最新のソフトウェアを用いてインターネットを介したコミュニケーションを目指しています。

CoolRepは、科学者から、専門家でない方々まで、地層処分にご関心のある様々なユーザーが欲しい情報をスムーズに取り出せるようにいろいろな工夫がこらされています。

データベースのリンク集

■ データベース

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価において重要となるデータベースの開発を進めています。

■ 熱力学・収着・拡散データベース

地層処分の安全評価のための熱力学データベースと収着データベース及び拡散データベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ 緩衝材基本特性データベース

緩衝材や処分場の設計と人工バリアの長期挙動評価のための緩衝材基本特性データベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ グラウトデータベース

地下坑道掘削時における湧水抑制のためのグラウト技術のデータベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ ガラスの溶解に関するデータベース

ガラスの溶解挙動に関する公開情報を集約したデータベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ オーバーバックデータベース

オーバーバックの腐食試験や溶接試験等に関するデータベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ データ集

■ 坑井温度プロファイルデータベース[データ集]

日本の地質環境の理解や火山・地熱活動の影響評価のための坑井温度プロファイルデータベースです。

[»詳細はこちらから](#)

■ 温泉地化学データベース[データ集]

日本の地質環境の理解や火山・地熱活動の影響評価のための温泉地化学データベースです。

報告の内容

1. 第3期中長期目標期間の成果

(1) 処分場の工学技術

(2) 性能評価研究

(3) TRU廃棄物

2. 本報告のまとめ

(1) 処分場の工学技術

【目標】

わが国の幅広い地質環境を対象として、人工バリアや処分施設を適切に設計・施工するために必要な技術や、人工バリアとその周辺岩盤からなるニアフィールドの長期挙動を評価するための技術および情報を整備する。

【CoolRep R4:コアメッセージ】

- 処分場設計の技術基盤として必要なオーバーパックおよび緩衝材の基本特性について、幅広い地質環境を想定して設定した条件におけるデータを取得し、データベースとして公開することにより広く活用できる環境を整備できた。
- 地層処分施設の建設段階から閉鎖後長期にわたる力学挙動や、過渡期における緩衝材の熱-水-応力-化学連成挙動、処分場の閉鎖後長期を対象に、ニアフィールドで生じる複合現象等を評価するための技術を整備することができた。

<「成果－課題マップ」の「コアメッセージ」より>

(1) 処分場の工学技術

【成果ダイジェスト】

人工バリア等の基本特性データの拡充およびデータベースの開発

- ✓ 幅広い地質環境を想定して設定した試験条件下でオーバーパック候補材料の腐食挙動を評価するために必要なデータを取得し、データベースとして公開した。
- ✓ オーバーパックの代替材料のひとつであるチタンを対象とした長期浸漬試験等を実施した。
- ✓ 幌延深地層研究センターで実施している実規模原位置試験「人工バリア性能確認試験」で用いられている坑道埋め戻し材の膨潤圧や透水性などの基本特性データを取得するとともに、地下水のイオン強度や酸性度が緩衝材の膨潤圧や透水性などの基本特性に与える影響を明らかにした。

(1) 処分場の工学技術

【成果ダイジェスト】

人工バリア等の基本特性データの拡充およびデータベースの開発

- ✓ 幅広い地質環境を想定して設定した試験条件下でオーバーパック候補材料の腐食挙動を評価するために必要なデータを取得し、データベースとして公開した。
- ✓ オーバーパックの代替材料のひとつであるチタンを対象とした長期浸漬試験等を実施した。
- ✓ 幌延深地層研究センターで実施している実規模原位置試験「人工バリア性能確認試験」で用いられている坑道埋め戻し材の膨潤圧や透水性などの基本特性データを取得するとともに、地下水のイオン強度や酸性度が緩衝材の膨潤圧や透水性などの基本特性に与える影響を明らかにした。

幌延の掘削土(ズリ)を使用した埋め戻し材(ベントナイト混合材)の膨潤圧等のデータの緩衝材基本特性データベースへの登録。

(1) 処分場の工学技術

現在地: Home

[Home](#) [CoolRepR4本文](#) [CoolRepR4カーネル](#) [CoolRepH26本文](#) [CoolRepH26カーネル](#)

CoolRepへのいざない

[地層処分について](#)

[セーフティケース](#)

[動画 \(更新予定\)](#)

[用語集 \(更新予定\)](#)

[CoolRepサイトについて](#)

[リンク先のご紹介 \(更新予定\)](#)

[索引 \(試験運用中\)](#)

CoolRepR4に係る「成果一課題マップ」

[深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性](#)

[処分場の工学技術](#)

[性能評価研究](#)

[TRU廃棄物](#)

[使用済燃料の直接処分研究開発](#)

[研究成果情報 \(リソースリスト\)](#)

[成果を取りまとめた報告書](#)

[研究開発課題ごとの報告書](#)

[投稿論文・雑誌](#)

[学会等での報告](#)

[研究成果に関するプレス発表](#)

[データベース・データ集等](#)

[関連特許](#)



CoolRepサイトへようこそ

CoolRepとは？

CoolRepは、ウェブサイト上に展開し、読者とのコミュニケーションを可能とする次世代科学レポートシステムです。コンピュータの利便性を最大限活かし、最新のソフトウェアを用いてインターネットを介したコミュニケーションを目指しています。

CoolRepは、科学者から、専門家でない方々まで、地層処分にご関心のある様々なユーザーが欲しい情報をスムーズに取り出せるようにいろいろな工夫がこらされています。



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

地層処分技術に関する研究開発

[トップページ](#)

[私たちの情報](#)

[処分技術の情報](#)

[研究成果情報](#)

[学校や企業の方へ](#)

[リンク](#)

[資料室](#)

■ データベース

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価において重要となるデータベースの開発を進めています。

熱力学・収着・拡散データベース

地層処分の安全評価のための熱力学データベースと収着データベース及び拡散データベースです。

[>詳細はこちらから](#)

緩衝材基本特性データベース

緩衝材や処分場の設計とシミュレーションの長期挙動評価のための緩衝材基本特性データベースです。

[>詳細はこちらから](#)

グラウトデータベース

地下坑道掘削時における湧水抑制のためのグラウト技術のデータベースです。

[>詳細はこちらから](#)

ガラスの溶解に関するデータベース

ガラスの溶解挙動に関する公開情報を集約したデータベースです。

[>詳細はこちらから](#)

オーバーバックデータベース

オーバーバックの腐食試験や溶接試験等に関するデータベースです。

[>詳細はこちらから](#)

■ データ集

坑井温度プロファイルデータベース[データ集]

日本の地質環境の理解や火山・地熱活動の影響評価のための坑井温度プロファイルデータベースです。

[>詳細はこちらから](#)

温泉地化学データベース[データ集]

日本の地質環境の理解や火山・地熱活動の影響評価のための温泉地化学データベースです。

(1) 処分場の工学技術


日本原子力研究開発機構

Last Update:2021/03/31

English



緩衝材基本特性データベース

Buffer Material Basic Properties Database

[トップページ](#)

[データベース](#)

[用語説明](#)

[注意事項](#)

[ユーザー登録](#)

● 2021/03/31 お知らせ

幌延深地層研究センターで発生した掘削ズリを用いた埋め戻し材の膨潤圧試験、透水試験、熱物性測定、一軸圧縮試験のデータを加えて更新した。なお、JAEA-Data/Code 2020-017で公開した一軸圧縮試験データは、混合材として幌延掘削ズリ（混合率は80%）を用いて取得されたデータであるが、ケイ砂混合率80%として表示している。

[履歴の表示](#)

概要

日本原子力研究開発機構では、地層処分研究開発の一環として、緩衝材や処分場の分システムの安全評価のため、緩衝材基本特性データベースの整備を進めています。本データベース、「原子力機構」という。）がこれまでに整備してきたデータをもとに開発を行ってきたものです。

本サイトでは、データベースを皆様に広く御利用頂けるように財団法人電力中央研究所（J-NEC）に追加し、公開および配布（ダウンロード）を行っております。なお、電中研で取得されたデータは、コピープロテクトがかかったデータとなっております。電中研のデータのデジタルデータの入手先は、財団法人電力中央研究所の財産センター、hokokusho@criepi.denken.or.jp

本サイトに記載されている内容および入手可能なデータ等を営利目的でご利用になりたい場合は、事前にお問い合わせください。

[ログイン](#)

[利用説明](#)

②

特 性 名	試 験 名
締固め特性	動的締固め試験
	静的締固め試験
乾燥収縮特性	乾燥収縮試験
熱特性	熱物性値測定
透水特性	透水試験
力学特性	一軸圧縮試験
	圧裂試験
	一次元圧密試験
	非圧密非排水三軸圧縮試験
	圧密非排水三軸圧縮試験
	圧密非排水三軸クリープ試験
	動的三軸試験
	弾性波速度測定
	液状化試験
	膨潤特性
膨潤特性	不飽和膨潤応力測定試験
	膨潤ひずみ試験
	不飽和膨潤ひずみ試験
侵入特性	侵入試験
ガス移行特性	ガス絶対浸透率測定試験
	ガス有効浸透率測定試験

(1) 処分場の工学技術

特性名: | 試験名:

・各項目チェックボックスにチェックを入れると値を入れてもその項目は全検索となります。
 ・入力項目に関しては数値を入力して下さい。(ピリオド、マイナスは入力可能)
 ・リセットボタンは選択及び入力項目を、未選択及び未入力状態へ戻すボタンです。

③

<input type="checkbox"/> 試験環境	<input type="checkbox"/> 室内試験	<input type="checkbox"/> 原位置試験
<input type="checkbox"/> ベントナイト系材料	<input type="checkbox"/> クニゲル V1 (Na型)	<input type="checkbox"/> クニゲル OT-9607(Na型)
	<input type="checkbox"/> MX-80 (Na型)	<input type="checkbox"/> ワイオミング産 ベントナイト (Na型)
	<input type="checkbox"/> ワイオミング産 ベントナイト (Ca型)	<input type="checkbox"/> Kyungju bentonite (Ca型)
<input type="checkbox"/> 混合材料	<input type="checkbox"/> ケイ砂	<input type="checkbox"/> 幌延掘削ずり
	<input type="checkbox"/> 蒸留水	<input type="checkbox"/> 脱イオン水
<input type="checkbox"/> 水質	<input type="checkbox"/> 人工海水	<input type="checkbox"/> 幌延地下水(HDB-6)
	<input type="checkbox"/> NaCl 溶液	<input type="checkbox"/> CaCl ₂ 溶液
	<input type="checkbox"/> Äspö 模擬地下水	
	<input type="checkbox"/> イオン強度 I [mol dm ⁻³]	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 乾燥密度 ρ _d [Mg m ⁻³]	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> 混合材混合率 R _s [wt%]	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> 有効粘土密度 ρ _e [Mg m ⁻³]	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> 試験温度 T [°C]	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>	

(1) 処分場の工学技術

検索結果一覧

膨潤特性 ☑ 膨潤圧試験
6 件見つかりました。

ダウンロード

グラフ表示

戻る

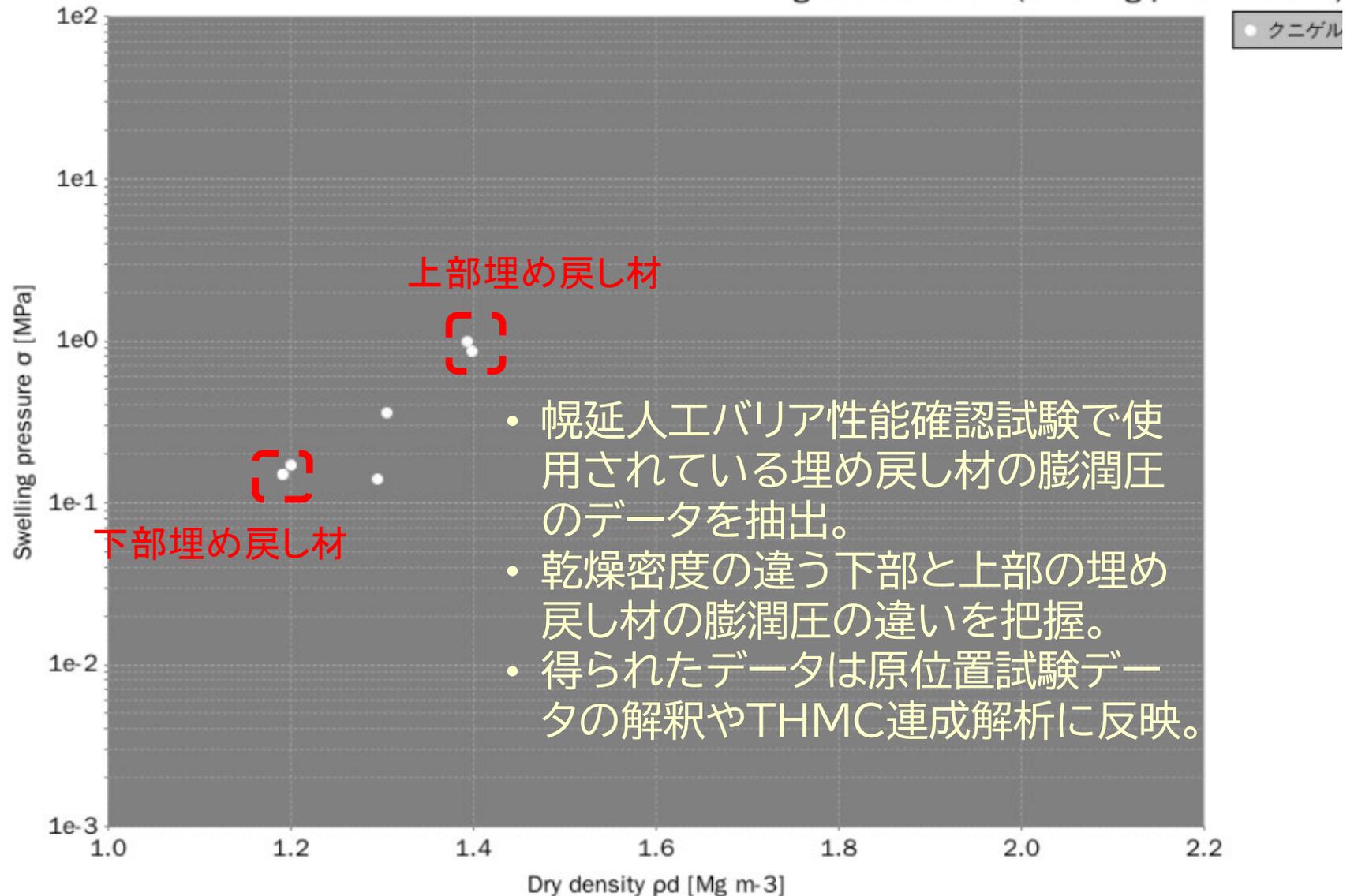
④

No	試験環境	供試体番号	ベントナイト系材料	混合材料	水質	膨潤強度 [mol dm^{-3}]	モル濃度 M [mol]	乾燥密度 ρ_d [Mg m^{-3}]
1	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.191
2	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.201
3	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.296
4	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.305
5	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.399
6	室内試験	-	クニゲル V1 (Na型)	蛭延掘削すり	NaCl 溶液	0.200	-	1.394

(1) 処分場の工学技術

検索結果 グラフ表示

Swelling characteristics (Swelling pressure test)



(1) 処分場の工学技術

【成果ダイジェスト】

人工バリア等の長期複合挙動に関する研究

- ✓ 地層処分施設の建設段階から閉鎖後長期にわたる力学挙動を評価する解析コードを開発し、過渡期の力学挙動が処分施設の力学的な状態変遷や緩衝材の応力緩衝性の評価結果に与える影響が小さいことなどを示した。
- ✓ オーバパックの自重の作用等による緩衝材の粘性的な圧密挙動の評価に向けた長期圧密試験を開始した。
- ✓ 人工バリアの変質・劣化挙動に関する研究においては、原位置試験の緩衝材試料や考古学的鉄製品に付着していた土壌試料の分析結果から、鉄との接触によるスメクタイトの変質に関する知見を得た。また、ベントナイト原鉱石を対象とした分析及び室内試験によりセメンテーションと基本特性の変化に関するデータを得た。
- ✓ 緩衝材の密度変化が熱、水、力学に関する基本特性に与える影響や、不均質な飽和度分布の進展によって生じる緩衝材内の変形挙動を評価するためのモデルを構築し、原位置試験データとの比較によりその適用性を評価した。
- ✓ 処分場の閉鎖後長期を対象に、ニアフィールドで生じる複合現象を統合し、時間的・空間的な変遷を解析するためのシステム開発を進めた。

(1) 処分場の工学技術

【成果ダイジェスト】

人工バリア等の長期複合挙動に関する研究

- ✓ 地層処分施設の建設段階から閉鎖後長期にわたる力学挙動を評価する解析コードを開発し、過渡期の力学挙動が処分施設の力学的な状態変遷や緩衝材の応力緩衝性の評価結果に与える影響が小さいことなどを示した。

開発した力学解析コードによる人工バリアの力学挙動評価例
(動画コンテンツ)

- ✓ 緩衝材の密度変化が熱、水、力学に関する基本特性に与える影響や、不均質な飽和度分布の進展によって生じる緩衝材内の変形挙動を評価するためのモデルを構築し、原位置試験データとの比較によりその適用性を評価した。
- ✓ 処分場の閉鎖後長期を対象に、ニアフィールドで生じる複合現象を統合し、時間的・空間的な変遷を解析するためのシステム開発を進めた。

化学的変遷を考慮した 人工バリアの力学挙動の評価

※報告会ではこの内容を動画で紹介しています。

本PDFには、その動画の内容は含まれていませんが、「[こちら](#)」をクリックすることでリンク先につながり、該当する動画を御覧いただくことができます。

本研究は、経済産業省からの委託事業である地層処分技術調査等事業「セメント材料影響評価技術高度化開発」（平成23年度～平成26年度）の成果である。

報告の内容

1. 第3期中長期目標期間の成果

(1) 処分場の工学技術

(2) 性能評価研究

(3) TRU廃棄物

2. 本報告のまとめ

(2) 性能評価研究

【目標】

地層処分施設閉鎖後における安全性に係わる現象の理解、モデル化、データ整備を行うとともに、それらを統合してシステム性能評価を行うための手法の開発を行う。

【CoolRep R4でのコアメッセージ】

- 隆起・侵食の地層処分システムへの影響を評価するために地形や処分深度の長期変遷の評価が可能となった。
- バリア材共存影響として、鉄やセメントの共存が緩衝材中の物理・化学特性変化や核種移行特性に及ぼす影響を評価するための手法(モデル・データベース)を開発した。
- 岩石中の割れ目部及びマトリクス部の不均質性や、地下水中のコロイド・有機物・微生物と元素との相互作用の核種移行への影響等を評価できる手法を構築した。

<「成果－課題マップ」の「コアメッセージ」より>

(2) 性能評価研究

【成果ダイジェスト】

システム性能評価に係る手法の開発

- ✓ 自然現象の一つである隆起・侵食の地層処分システムへの影響を評価するために地形と処分場深度の超長期にわたる変遷評価ツールを構築した。
- ✓ 地層処分システムにおける過酷事象の影響評価について、人への甚大な影響(結果)を起点としたアプローチと不安や懸念(原因)を起点としたアプローチを基軸として、過酷事象検討フローとして具体化した。

(2) 性能評価研究

【成果ダイジェスト】

システム性能評価に係る手法の開発

- ✓ 自然現象の一つである隆起・侵食の地層処分システムへの影響を評価するために地形と処分場深度の超長期にわたる変遷評価ツールを構築した。

- ✓  隆起・侵食による地形および処分場深度の時間変遷を迅速に計算できる性能評価手法ツールによる計算事例 (原 (動画コンテンツ))

フローとして具体化した。

隆起・侵食による地形および 処分場深度の時間変遷の評価

※報告会ではこの内容を動画で紹介しています。

本PDFには、その動画の内容は含まれていませんが、「[こちら](#)」をクリックすることでリンク先につながり、該当する動画を御覧いただくことができます。

(2) 性能評価研究

【成果ダイジェスト】

放射性核種の移行に係る現象理解とデータベース開発

- ✓ バリア材共存影響として、鉄やセメントの共存が緩衝材中の物理・化学特性変化や核種移行特性に及ぼす影響を、先端的な分析技術や計算科学技術を駆使して把握し、それを踏まえた影響評価手法(モデル・データベース)を開発した。
- ✓ 幌延の堆積岩及び海外の結晶質岩における原位置物質移行試験や室内試験等により、岩石のマトリクス部及び割れ目部の不均質性等を考慮可能な核種移行モデルを構築した。
- ✓ 幌延の深地層研究施設等を活用して、深部地下水中のコロイド・有機物・微生物の特性や元素との相互作用を室内試験や原位置試験により把握し、それらを踏まえた影響評価モデルを提示した。

(2) 性能評価研究

【成果ダイジェスト】

放射性核種の移行に係る現象理解とデータベース開発

✓ バリア材共存影響として、鉄やセメントの共存が緩衝材中の物理・化学特性変化や核種移行特性に及ぼす影響を、先端的な分析技術や計算科学技術を駆使して把握し、それを踏まえた影響評価手法(モデル・データベース)を開発した。

✓  **セメント共存が緩衝材(ベントナイト)の核種移行特性に及ぼす影響に関する研究成果例**

✓ 幌延の深地層研究施設等を活用して、深部地下水中のコロイド・有機物・微生物の特性や元素との相互作用を室内試験や原位置試験により把握し、それらを踏まえた影響評価モデルを提示した。

(2) 性能評価研究

CoolRep | The next generation

CoolRepR4カーネル

現在地: Home / CoolRepR4カーネル

Home CoolRepR4本文 CoolRepR4カーネル CoolRepH26本文 CoolRepH26カーネル CoolRepH22本文 CoolRepH22カーネル サイトマップ

検索...

検索

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性 ▾ 処分場の工学技術 ▾ 性能評価研究 ▾ TRU廃棄物 ▾ 使用済燃料の直接処分研究開発 ▾

CoolRepへのいざない

地層処分について

セーフティケース

動画 (更新予定)

用語集 (更新予定)

CoolRepサイトについて

リンク先のご紹介 (更新予定)

索引 (試験運用中)

CoolRepR4に係る「成果一課題マップ」

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性

処分場の工学技術

性能評価研究

TRU廃棄物

使用済燃料の直接処分研究開発

研究成果情報 (リソースリスト)

成果を取りまとめた報告書

研究開発課題ごとの報告書

地質論者 4/24

カーネルとは？

カーネル (KERNEL: Knowledge Elements incorporating Requirements, Novelty, Experience and Limitations) は、地層処分の特徴的な研究分野ごとに最新の研究開発成果をコンパクトにまとめたものです。

カーネルは、研究開発成果に基づき作成された論文やJAEA技術資料及びJAEA KMSにおさめられている様々な技術情報から作られ、カーネルからそれらの情報へハイパーリンクでアクセスされています。

CoolRepR4のカーネルは以下の構成になっています：

- 深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性
- 処分場の工学技術
- 性能評価研究
- TRU廃棄物
- 使用済燃料の直接処分研究開発



性能評価研究

(2) 性能評価研究

現在地: Home / CoolRepR4カーネル / 1. はじめに

Home CoolRepR4本文 **CoolRepR4カーネル** CoolRepH26本文 CoolRepH26カーネル CoolRepH22本文 CoolRepH22カーネル サイトマップ

検索...

検索

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性 ▾ 処分場の工学技術 ▾ **性能評価研究 ▾** TRU廃棄物 ▾ 使用済燃料の直接処分研究開発 ▾

CoolRepへのいざない

地層処分について

セーフティケース

動画 (更新予定)

用語集 (更新予定)

CoolRepサイトについて

リンク先のご紹介 (更新予定)

索引 (試験運用中)

R4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

2. 性能評価研究成果の概要

- ・ 2.1 システム性能評価に係る手法の開発
- ・ 2.2 放射性核種の移行に係わ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吸着・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

1. はじめに

作成日 2022年3月31日

1.1 性能評価研究とは

性能評価とは、地層処分システム全体あるいはその要素である個別システムが有する性能について解析した結果を適切な基準と比較し、その性能の判断を行うことを指す^(注1)。性能評価を実施する際の一般的な方法論は、まず地層処分システムの場の特徴や特質と安全性に影響を及ぼす可能性があると考えられる事象やプロセスを考慮して、システムの将来挙動を描く。これをシナリオと呼ぶ。次に、シナリオにしたがってシステムの長期的な挙動と核種の移行挙動を定量的に評価するために、物理・化学的な法則や実験等による知見に基づいたモデルの開発と必要なデータの整備を行う。最後にモデルとデータを用いた影響解析を行ってシステムの性能を推定する。

このため、性能評価研究では、安全性に係わる現象についての理解、モデル化、データ整備を行うとともに、それらを統合してシステム性能評価を行うための手法の開発が必要となる。

注1: 解析の対象が地層処分システム全体で、比較の基準が安全性に関わるものである場合には、性能評価は安全評価と同義になる。本カーネルで対象とする研究は、対象と基準の置き方により性能評価にも安全評価にも活用できることから、本カーネルでは両者については特に明確な使い分けはしないこととした。

2.2.4 緩衝材および岩盤中の核種の吸着・拡散およびデータベース整備

(2) 性能評価研究

現在地: Home / CoolRepR4カーネル / 1. はじめに / 2. 性能評価研究成果の概要 / 2.2 放射性核種の移行に係る現象理解とデータベース開発 / 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

Home CoolRepR4本文 CoolRepR4カーネル CoolRepH26本文 CoolRepH26カーネル CoolRepH22本文 CoolRepH22カーネル サイトマップ

検索...

検索

深地層の研究施設計画および地質環境の長期安定性 ▾ 処分場の工学技術 ▾ **性能評価研究 ▾** TRU廃棄物 ▾ 使用済燃料の直接処分研究開発 ▾

CoolRepへのいざない

地層処分について

セーフティケース

動画 (更新予定)

用語集 (更新予定)

CoolRepサイトについて

リンク先のご紹介 (更新予定)

索引 (試験運用中)

R4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

2. 性能評価研究成果の概要

- 2.1 システム性能評価に係る手法の開発
- 2.2 放射性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

2.2.4 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

作成日 2022年3月31日

目的:

与えられた地質環境条件での緩衝材中および岩盤中での核種の収着・拡散パラメータの体系的な設定手法を提示する。このために、その基礎となる信頼性の高いデータ取得手法と現象論的モデルおよびデータベースを構築する。

平成17年までの成果:

第2次取りまとめでは、幅広い地質環境条件を考慮した上で、過去のデータベース化（澁谷ほか、1999; Sato, 1999）を行い、これに基づき、我が国固有の地質環境（緩衝材については、実際の処分環境を想定し、貯蔵系での実測値を重視する観点から主に拡散データをもとに収着・拡散パラメータを設定し、岩盤については、岩種や地質環境を考慮し、貯蔵系で取得されたバッチ収着試験のデータから収着パラメータを、拡散試験のデータから拡散パラメータを設定した。

第2次取りまとめ以降、緩衝材や岩石を対象に重要核種の収着・拡散データの取得を、特に支配的な収着反応や拡散メカニズムの確認やモデルの適用性確認に主眼をおいて実施した（平成17年取りまとめ分冊3_3.3.3, 例えば, Xia et al., 2006; Sato and Suzuki, 2003）。収着データベースについては、最新データの拡充とJNC-SDBの日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門ホームページでの公開および検索機能の提供などの利用環境整備を進めたほか（陶山・笹本, 2004）、データベースに含まれる収着データの信頼度評価手法の開発という国際的にも

平成17年までの成果
平成21年までの成果
平成26年までの成果
について章立てて説明

(2) 性能評価研究

平成27年度から令和3年度までの成果 (第3期中長期目標期間)

令和3年度までの成果：

平成27年度以降は、緩衝材と岩盤中の核種の収着・拡散を対象に、最新の試験・分析手法を適用した室内試験や原位置試験によるデータ取得、これら取得データを含む最新の科学的知見に基づく現象理解を反映したより精緻な核種移行モデルの高度化開発、さらに、これらを踏まえた信頼性の高い核種移行パラメータ設定手法の開発を進めた。緩衝材中の収着・拡散については、先端分析技術や計算科学的手法を適用した現象解明とモデル高度化に加え、ニアフィールドのバリア材が共存する環境での環境変遷も考慮した評価手法構築を目指した研究開発を進めた。一方、岩盤中の収着・拡散現象については、堆積岩と結晶質岩を対象として、先端分析技術や計算科学的手法を適用するとともに、国内外の地下研究施設における原位置試験と連携したデータ取得やモデルの適用性評価等に着目した研究開発を進めた。これらの研究の一部については、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業（高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業「処分システム評価確証技術開発（平成29年度まで）」および「ニアフィールドシステム評価確証技術開発（平成30年度より）」）（[日本原子力研究開発機構, 2016; 2017; 2018](#), [日本原子力研究開発機構・原子力環境整備促進・資金管理センター, 2019; 2020; 2021; 2022](#)）, および原子力発電環境整備機構との共同研究の一環として実施した。

緩衝材を対象とした収着研究としては、わが国において想定すべき多様な地質・地下水条件やバリア共存条件などを考慮した多様な核種の収着データの取得と収着モデルの開発を進めた。具体的には、高炭酸条件下での炭酸錯体形成による核種収着影響（[杉浦ほか, 2018; Sugiura et al., 2019; Mei et al., 2022; 日本原子力研究開発機構・原子力環境整備促進・資金管理センター, 2019; 2020; 2021; 2022](#)）, セメント共存の高pH条件の核種収着影響（[石寺・澁谷, 2020; Sugiura et al., 2021; 産業技術総合研究所ほか, 2020](#)）, 鉄製オーバーパック共存下での核種収着影響（[日本原子力研究開発機構, 2018, 日本原子力研究開発機構・原子力環境整備促進・資金管理センター, 2019; 2020; 2021; 2022](#)）について、データ取得とモデル構築を進めた。また、先端分析技術を活用した緩衝材の主成分であるモンモリロナイトへのエッジサイトへのEuの収着現象の解明（[Sasaki et al., 2016](#)）, Se(-II)の収着・酸化還元現象の解明（[Sugiura et al., 2021](#)）を実現した。さらに、モンモリロナイトのベール面へのCsの収着形態をNMR分析と第一原理計算との組合せて明らかにした（[Ohkubo et al., 2018](#)）ほか、モンモリロナイトのエッジサイトでの収着メカニズム解明のための第一原理計算評価（[Sakuma et al., 2017; 日本原子力研究開発機構・原子力環境整備促進・資金管理センター, 2019; 2020; 2021](#)）などを進めた。加えて、オーバーパックと緩衝材の界面で想定される鉄鉱物とSeの相互作用について、先端的な分析技術を適用した現象解明を進めた（[Francisco et al., 2020, 2022](#)）。

(2) 性能評価研究

緩衝材を対象とした拡散研究としては、初期の緩衝材であるNa型ベントナイトを対象に構築した均質間隙を仮定した拡散モデルの適用性を、多様な核種と環境条件への適用性を確認するとともに、実際の圧縮ベントナイト中の不均質な間隙特性をNMRやナノX線CT等の先端分析技術による把握 (Ohkubo et al., 2016; Takahashi and Tachi, 2019) とその知見を反映した拡散モデルの高度化を進めてきた (Yotsuji et al., 2016; 日本原子力研究開発機構, 2018)。また、セメント共存下で想定されるCa型ベントナイトを対象に拡散データや間隙特性データを取得し、Na型ベントナイトを対象に構築してきた拡散・収着モデルの適用性を提示するとともに (Ohkubo et al., 2021; Fukatsu et al., 2021)、非膨潤性への変質試料を対象に間隙構造や拡散特性の変化を実験的に把握した (Ishidera et al., 2016; Takahashi and Tachi, 2019) (図2.2.4-3)。さらに、分子動力学計算によって、Na型、Ca型、K型等の層間イオンが異なるモンモリロナイト層間中の膨潤やイオンの水和・拡散挙動 (四辻ほか, 2019; Yotsuji et al., 2021)、モンモリロナイト層間中のU(VI)やNp(V)の水和イオンや炭酸錯体の拡散挙動や外部間隙から層間内へのアクセス性など (Arima et al., 2016; 日本原子力研究開発機構・原子力環境整備促進・資金管理センター, 2021)、拡散モデルを裏付ける知見を提示した。

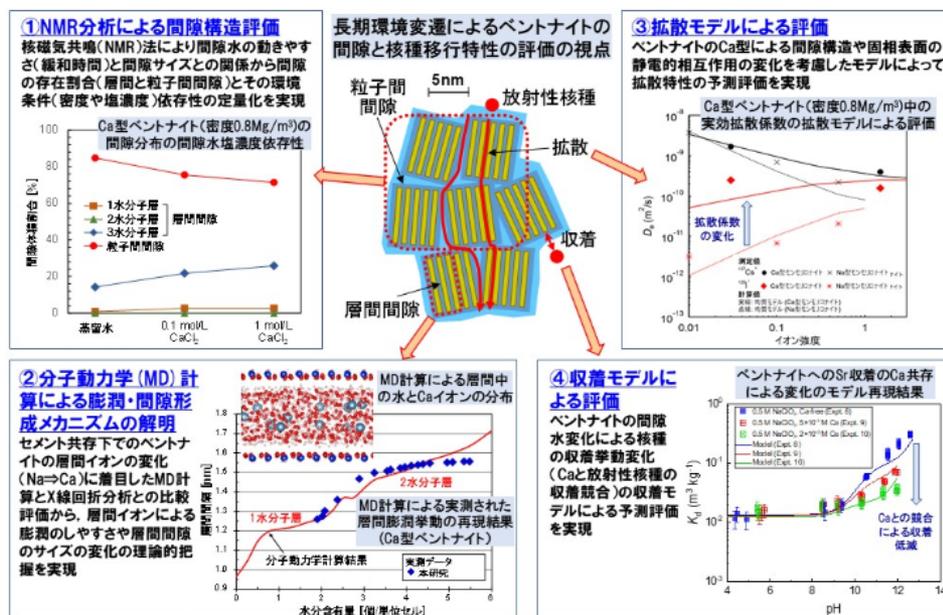
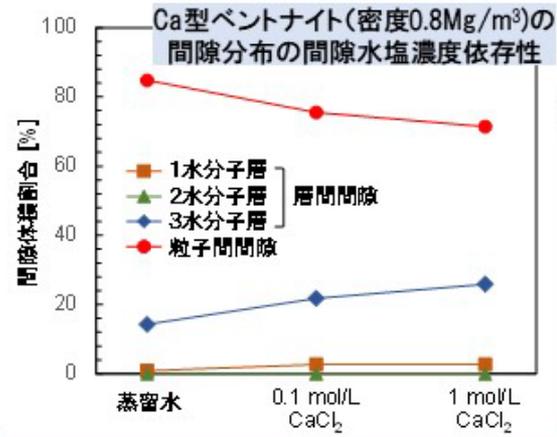


図2.2.4-3 Ca型ベントナイト中の間隙構造・間隙水特性と核種移行モデルの適用評価例

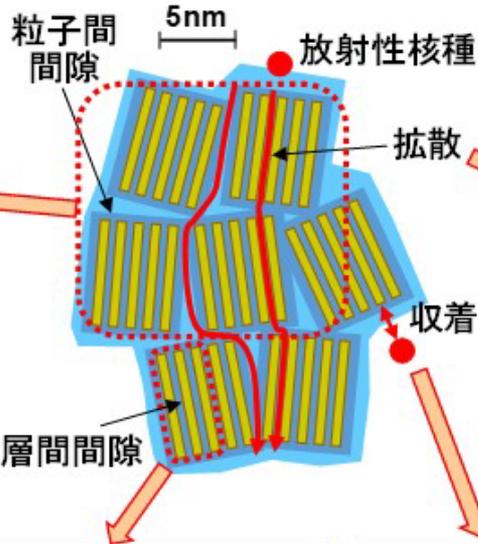
セメント共存下で想定されるCa型ベントナイト中の 間隙構造・間隙水特性と核種移行モデル

①NMR分析による間隙構造評価

核磁気共鳴(NMR)法により間隙水の動きやすさ(緩和時間)と間隙サイズとの関係から間隙の存在割合(層間と粒子間間隙)とその環境条件(密度や塩濃度)依存性の定量化を実現

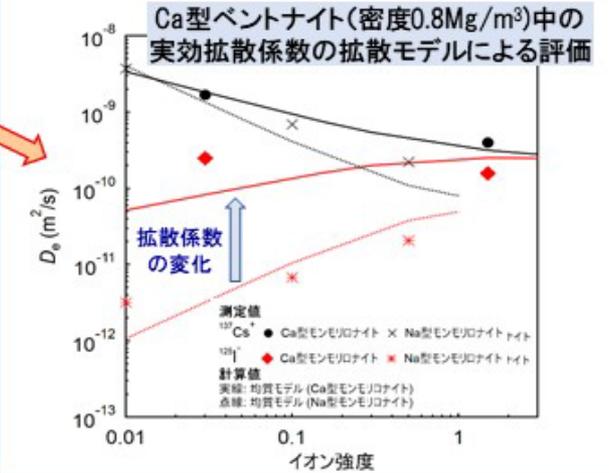


長期環境変遷によるベントナイトの間隙と核種移行特性の評価の視点



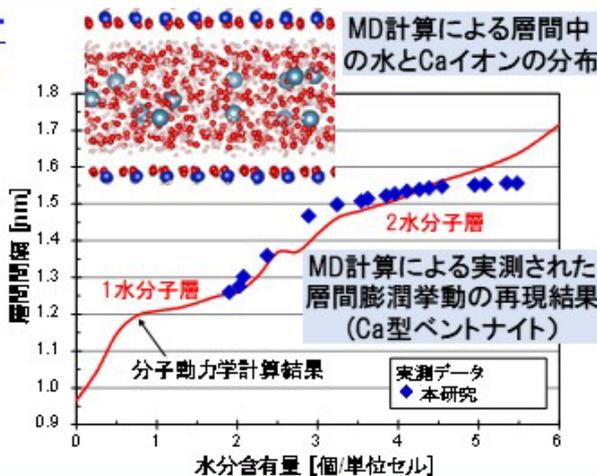
③拡散モデルによる評価

ベントナイトのCa型による間隙構造や固相表面の静電的相互作用の変化を考慮したモデルによって、拡散特性の予測評価を実現



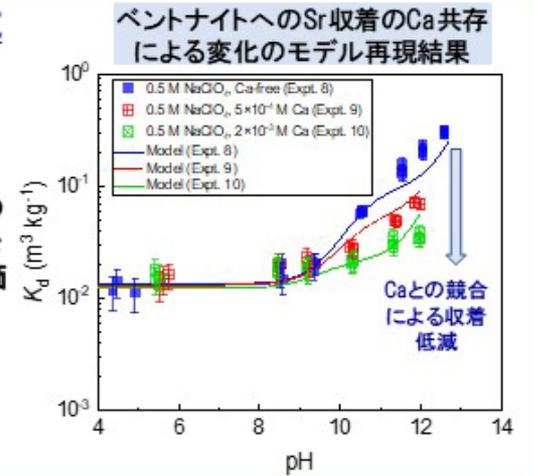
②分子動力学(MD)計算による膨潤・間隙形成メカニズムの解明

セメント共存下でのベントナイトの層間イオンの変化(Na→Ca)に着目したMD計算とX線回折分析との比較評価から、層間イオンによる膨潤のしやすさや層間間隙のサイズの変化の理論的把握を実現



④収着モデルによる評価

ベントナイトの間隙水変化による核種の収着挙動変化(Caと放射性核種の収着競合)の収着モデルによる予測評価を実現



報告の内容

1. 第3期中長期目標期間の成果

(1) 処分場の工学技術

(2) 性能評価研究

(3) TRU廃棄物

2. 本報告のまとめ

(3) TRU廃棄物

【目標】

TRU廃棄物の地層処分の実施には、高レベル放射性廃棄物の地層処分が開発した技術が利用可能。TRU廃棄物に特徴的な廃棄物特性に起因する課題(処分施設に多量に使用されるセメント系材料や可溶性塩の含有等の影響)を解決するための技術開発を行う。

【CoolRep R4でのコアメッセージ】

- 低アルカリ性セメントと地下水との反応及び緩衝材との相互作用を評価するモデルの信頼性が向上した。
また、この評価のための熱力学データや核種移行パラメータを整備した。
- 硝酸イオンやその変遷物質が核種移行に及ぼす影響や、セルロースの分解生成物であるイソサッカリン酸等の有機物が放射性核種の溶解度に及ぼす影響等を評価するための知見を拡充した

<「成果－課題マップ」の「コアメッセージ」より>

(3) TRU廃棄物

【成果ダイジェスト】

セメント系材料の影響

- ✓ 低アルカリ性セメントの一つであるフライアッシュ高含有シリカフェームセメント硬化体に対して、種々の溶液との反応データの取得を行い、モデル評価に必要な熱力学データの整備を行った。
- ✓ 低アルカリ性セメントと緩衝材との接触試験を行い、接触界面における変質状況を把握し、長期の相互作用評価のモデルの信頼性向上を図った。
- ✓ セメント環境下における放射性同位元素の移行パラメータであるセメント系材料に対する収着分配係数については、性能評価研究カーネルで示した放射性核種の移行に係る現象理解とデータベース開発において整備された。

(3) TRU廃棄物

【成果ダイジェスト】

セメント系材料の影響

✓ 低アルカリ性セメントの一つであるフライアッシュ高含有シリカ
フュームセメント硬化体に対して、種々の溶液との反応データの
取得を行い、モデル評価に必要となる熱力学データの整備を行
った。

✓ 低アルカリ性セメントと緩衝材との接触試験を行い、接触界面
における変質状況を把握し、長期の相互作用評価のモデルの信
頼性向上を図った。

✓ セメント環境下における放射性同位元素の移行パラメータであ
るセメント系材料と緩衝材との相互作用の評価事例
(動画コンテンツ)
研究データとして放射性同位元素の移行パラメータデータベース開発において整備された。

セメント系材料と緩衝材との 相互作用の評価

※報告会ではこの内容を動画で紹介しています。

本PDFには、その動画の内容は含まれていませんが、「[こちら](#)」をクリックすることでリンク先につながり、該当する動画を御覧いただくことができます。

本研究は、経済産業省からの委託事業である高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発 (JPJ007597)「TRU廃棄物処理・処分に関する技術開発」(平成30年度～令和3年度)の成果である。

報告の内容

1. 第3期中長期目標期間の成果

- (1) 処分場の工学技術
- (2) 性能評価研究
- (3) TRU廃棄物

2. 本報告のまとめ

2. 本報告のまとめ

幅広い地質環境の考慮や、深地層の研究施設計画における原位置試験の活用なども図りながら

- 人工バリア挙動に関するデータ整備及びモデル開発を進めた。
- また、長期の環境変化を考慮した安全評価手法を高度化した。



- 沿岸部を含む幅広い地質環境条件に対応した人工バリアや地下施設の設計に寄与する重要なデータが着実に蓄積された。
- 長期の環境変遷等を考慮したより現実的な地層処分システムの安全評価手法が整備され、NUMO の包括的技術報告書の作成に貢献した。さらに、処分事業に有用な基盤技術の整備を進めることができた。
- 成果を分野トップレベルの国際誌を含む学会誌において最先端の成果として発信するとともに、CoolRep として取りまとめることにより体系化した。