

地層処分研究開発 及び 研究開発成果の知識化

— 中期計画(H21年度まで)の達成見通し —

平成21年12月9日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

内容

- 工学技術の信頼性向上
- 安全評価手法の高度化
- 研究開発成果の知識化

中期計画(H21年度まで)

- **工学技術の信頼性向上・安全評価手法の高度化**
 - モデルの高度化とデータの拡充、データの標準的取得方法の提案
 - 実際の地質環境データを用いた設計や安全評価手法の整備等
- **研究開発成果の知識化**
 - 研究開発成果を安全確保の論拠を支える「知識ベース」として体系化
 - 国内外専門家によるレビュー等を通じた技術的品質の確保
 - 包括的な報告書と知識ベースとして取りまとめ

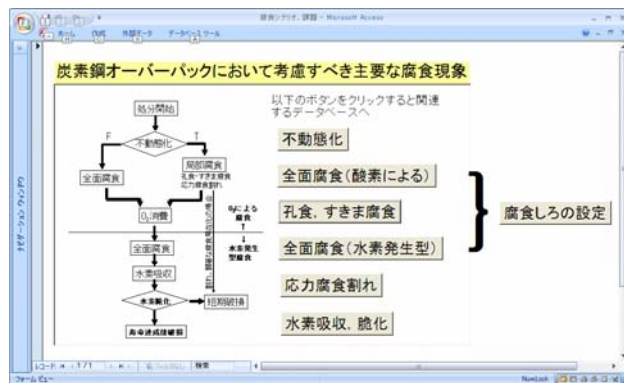
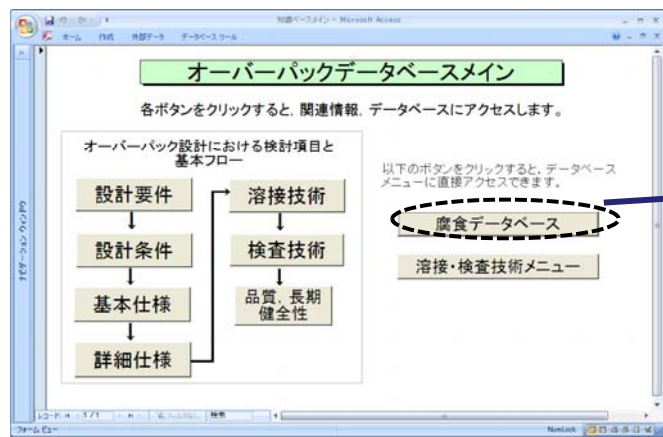
2

工学技術の信頼性向上

平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度上期実績 (中期計画達成見通し)
<ul style="list-style-type: none">・ 10年間の長期腐食試験等を行い、腐食進展と腐食生成物分析結果を取りまとめ、オーバーパックの材料腐食に関するデータベースを試作・ 国内の考古学的遺跡・史跡等から発掘された試料の分析のとりまとめ・ 緩衝材基本特性データベースの拡張と更新・ 坑道周辺の水-応力-化学連成挙動の解析・ 低アルカリ性セメントを用いた吹付け/覆工用コンクリートの配合選定例を提示	<ul style="list-style-type: none">・ 材料腐食データを含むオーバーパックデータベースの作成・ 緩衝材基本特性データの標準的測定方法の提案・ 実際の地質環境データを活用して人工バリア周辺の熱-水-応力-化学連成挙動を評価するための解析手法を整備・ 低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの施工試験を実施	<ul style="list-style-type: none">・ オーバーパックデータベースの作成に向けた検討を開始、年度内に達成見込み。・ 緩衝材基本特性データの標準的測定方法の提案に向けたデータ取得の実施、年度内に提案の見込み。・ 幌延の地質環境データに基づく坑道周辺の熱-水-応力-化学連成挙動のモデルの整備。・ 幌延において低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの原位置試験を実施し適用性を確認した。

3

オーバパック材料の腐食データベースの作成



H3データ
例: 全面腐食

H12データ
例: 不動態化

H17データ
例: 孔食・すきま腐食

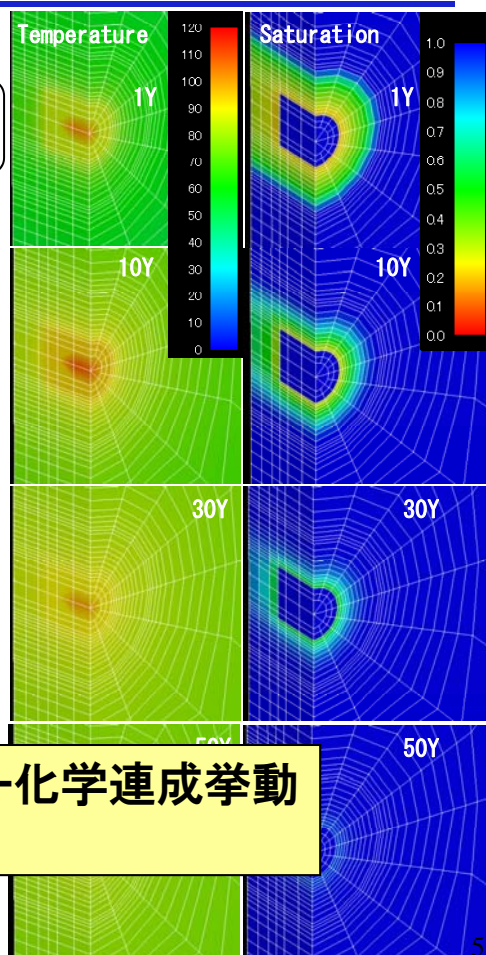
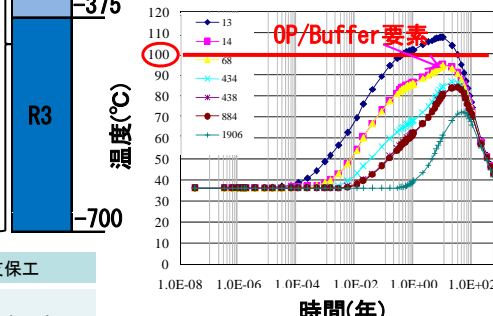
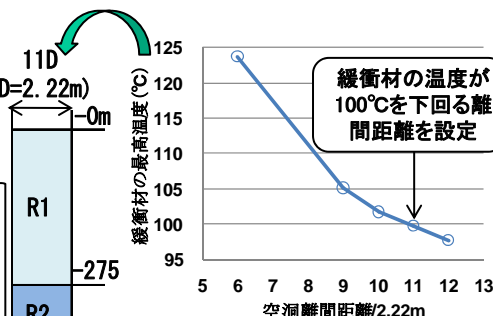
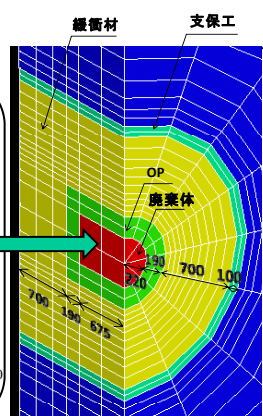
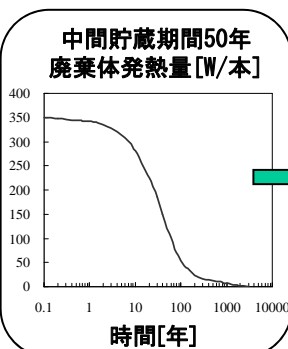
~H21データ
例: 長期試験 (10年間含む)

地質環境条件など候補地の特徴や事業者が選定する処分概念に応じたオーバパックの設計に必要な技術情報のデータベース化

幌延地質環境条件に基づく熱-水-化学連成挙動の解析

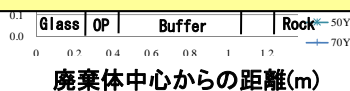
ニアフィールドの基盤情報を例示。

処分深度: GL-450m
処分システム: 横置き (200Y-Rep.仕様)



	(幌延)岩盤	(軟岩系)支保工
T	地表面15°C 温度勾配4.7°C/100m 熱物性: 原位置含水比依存性	熱物性: 「コンクリート標準資力方書」
H	原位置透水試験データ 動水勾配: 0.01 (無視) 不飽和水分特性: 既	Ca溶脱劣化モデル 平衡含水比依存性
M	応力異方性: 1.10 物性値: 原位置取得	
C	地下水: HDB6-GL-450 鉱物: Quartz, Pyrite	CSHゲル溶解モデル

実際の地質環境データを用いた熱-水-化学連成挙動解析に必要なモデルを整備

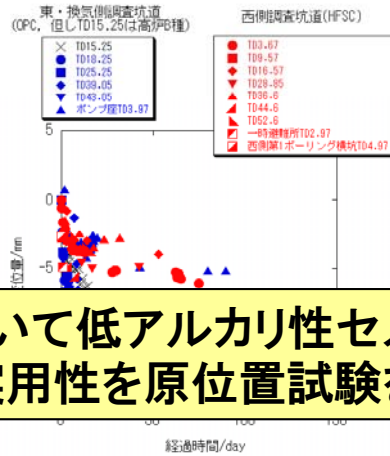
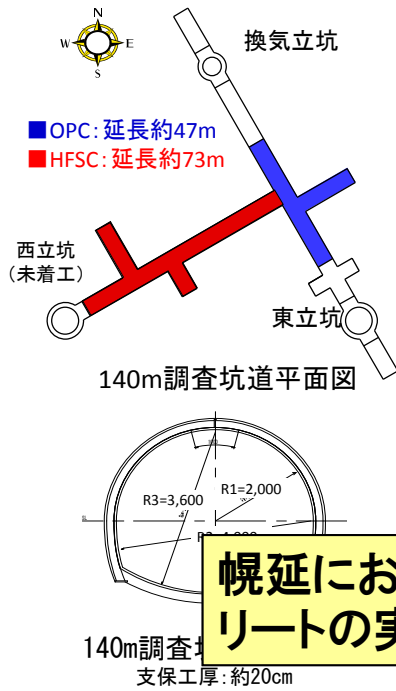


低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの原位置施工試験 -140m調査坑道における施工



吹付け施工の様子

坑道仕上がり状況



←内空変位の経時変化

- HFSCの内空変位はOPCとほぼ同等。
- 変位の大きさは最大主応力方向(北東-南西)方向に大きく、最小主応力方向(北西-南東)で小さく、各坑道の変形挙動が各主応力の作用方向と対応していることが確認できた。

今後の予定(平成21年度下期)

施工箇所から西側坑道へ掘削し、岩盤

幌延において低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの実用性を原位置試験を通じて実証

→又床工向辺右盤の変異について初期データを取得

安全評価手法の高度化

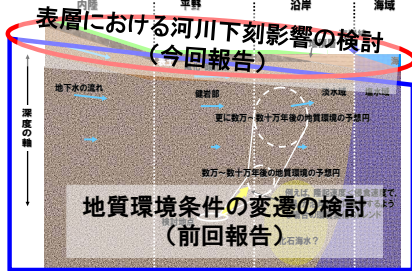
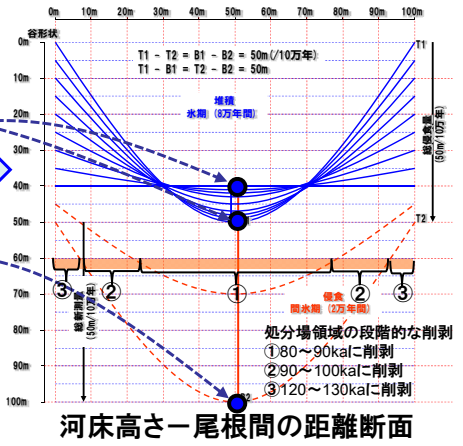
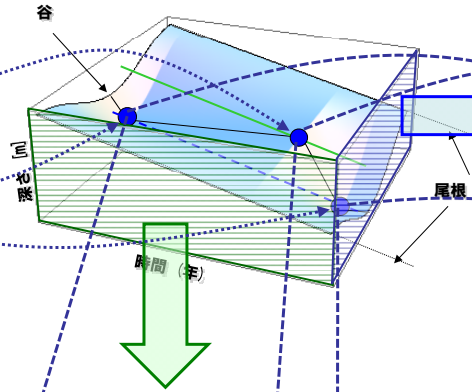
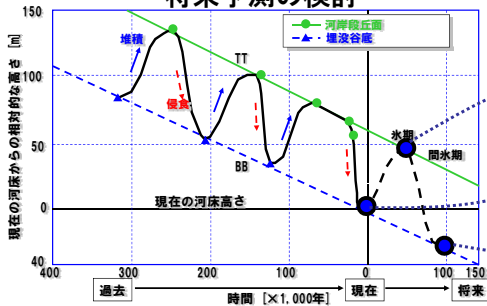
平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度上期実績 (中期計画達成見通し)
<ul style="list-style-type: none"> • 環境条件や設計仕様の多様性に対する評価手法の適用性の検討 • 天然事象とその影響の体系的整理、隆起・侵食評価の概念モデルの構築 • 信頼度情報付き収着・拡散データベース(JAEA-SDB/DDB)の構築・公開 • 人工バリアの収着分配係数/拡散係数の設定を支援するための、現象論的収着/拡散モデルとデータベースの基本概念を提案 • 幌延の堆積岩を対象に、信頼性の高い収着・拡散データ取得法を構築 	<ul style="list-style-type: 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 • 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の標準的測定方法の提案 	<ul style="list-style-type: none"> • 多様な環境条件に対応するシナリオ構築手法の提示と、天然事象(隆起・侵食等)の具体的な影響評価手法の例示 • 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 • 現象論的収着/拡散モデルのためのデータベースのプロトタイプを構築 • 信頼性の高い収着/拡散データ取得の標準的手法の提案 • 幌延堆積岩を対象として現象論的収着/拡散モデルの適用性を提示

天然現象の影響評価手法の体系的整備

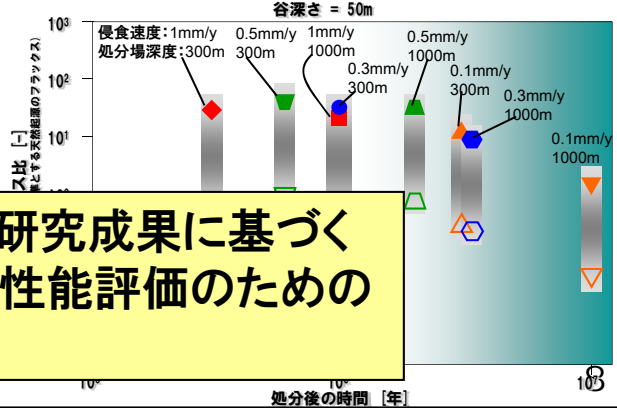
表層における河川下刻に起因する影響評価概念モデルの構築

1. 地史に基づく河川下刻パターンと将来予測の検討

2. 概念モデル化



3. 解析結果(天然Uとのフラックス比)



隆起・侵食に関する地球科学の研究成果に基づく
地下深部から地表に至るまでの性能評価のための
概念モデル構築手法を開発

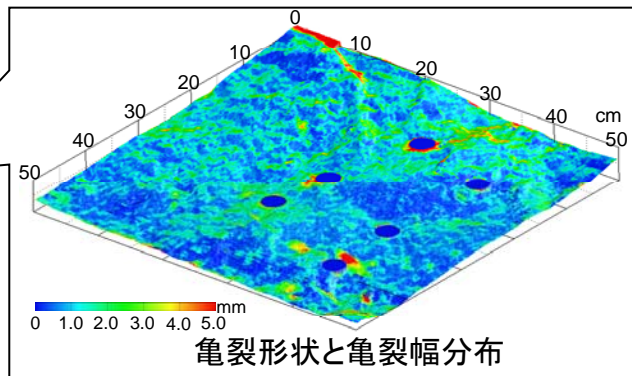
岩盤中の水理物質移行評価手法の整備

- 亀裂開口幅設定手法の検討

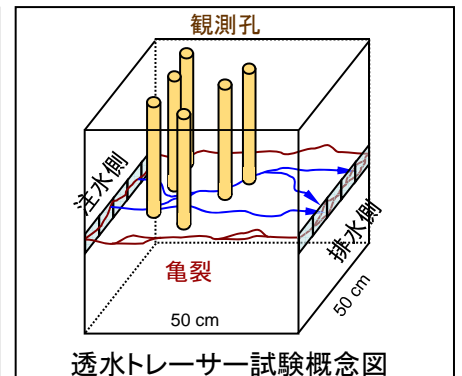
- 50cmスケールの亀裂形状の精密計測データを用いた数値解析を試験データと比較
- 物質移行現象は透水現象に比べてより局所的な不均質性の影響を考慮する必要性を指摘



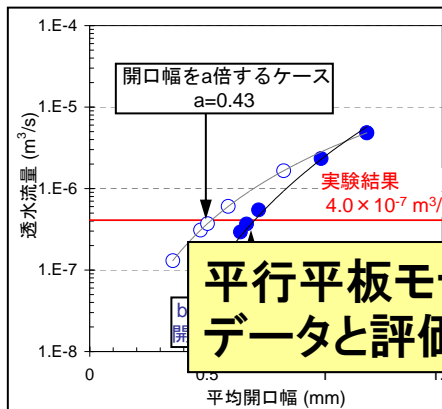
研削による亀裂形状計測



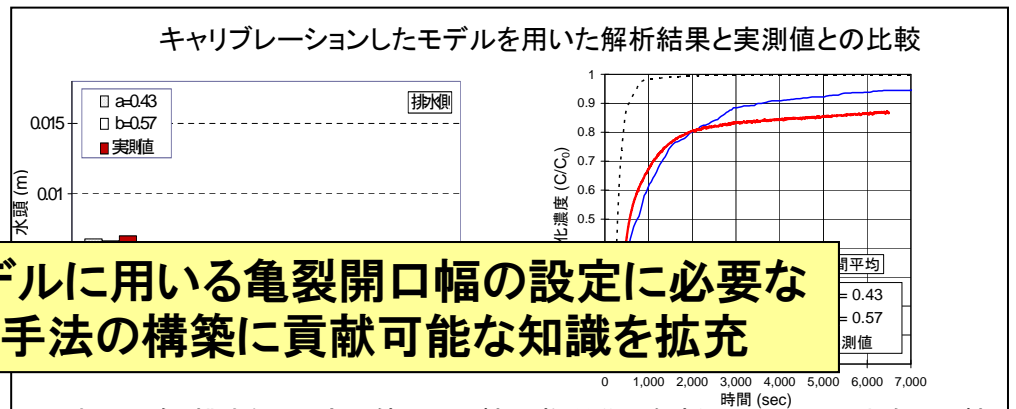
亀裂形状と亀裂幅分布



透水トレーサー試験概念図



透水量のキャリブレーション結果



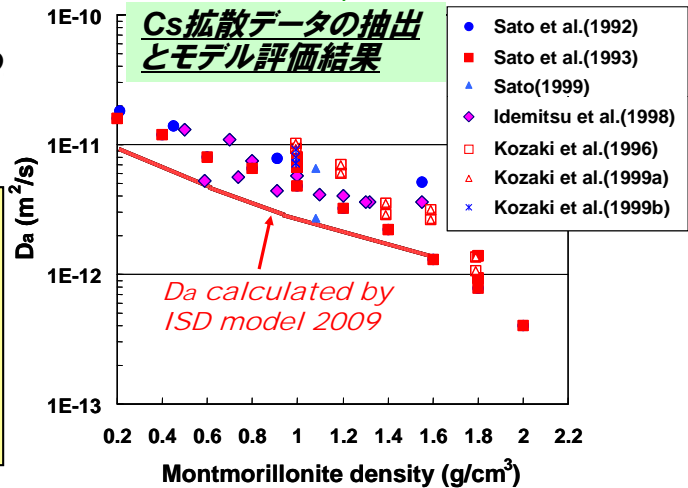
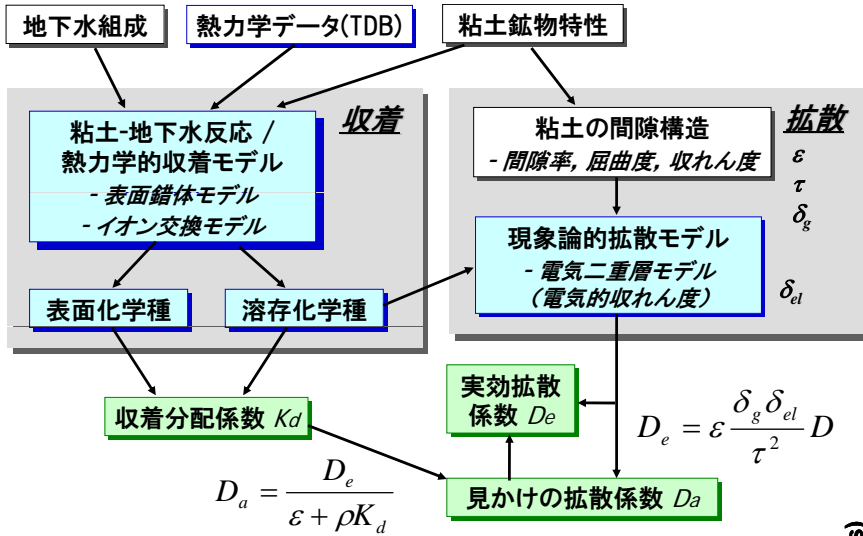
水頭分布(排水側)の実測値との比較

物質移行解析とトレーサー試験の比較

平行平板モデルに用いる亀裂開口幅の設定に必要な
データと評価手法の構築に貢献可能な知識を拡充

収着・拡散データベース開発

現象論的収着・拡散モデル/データベース(ISD2009)構築



最新の科学的知見, 国際的動向を反映し,
 ●ベントナイト中の収着・拡散モデル/データベース(ISD2009)を構築
 ●収着・拡散実測値データベース(JAEA-SDB/DDB)の拡充と検証

資源エネルギー庁からの受託, 他機関との連携, 理解拡大活動

○資源エネルギー庁からの受託:2件

「地下坑道施工技術高度化開発」, 「処分システム化学影響評価高度化開発」

○他機関との連携(共同研究5件, 情報交換5件)

電力中央研究所(C), 放射線医学総合研究所(N)
 原子力環境整備促進・資金管理センター(R)

➢工学技術

- 溶接部腐食(R共研), オーバーパック腐食試験手法、データベース開発(R情報交換)
- 建設・操業・閉鎖(URLにおける適用性確認)(R情報交換),
- 低アルカリセメント開発(C共研:平成21年度で終了)
- 多連設坑道、クリープ挙動(C情報交換),
- 緩衝材基本特性の測定手法開発(C情報交換),
- 光ファイバーセンサーの適用性確認(R共研)
- ガス移行挙動(R情報交換)

➢性能評価

- コロイド影響評価(C共研), 微生物影響評価(C共研)
- 生物圏評価(N情報交換)

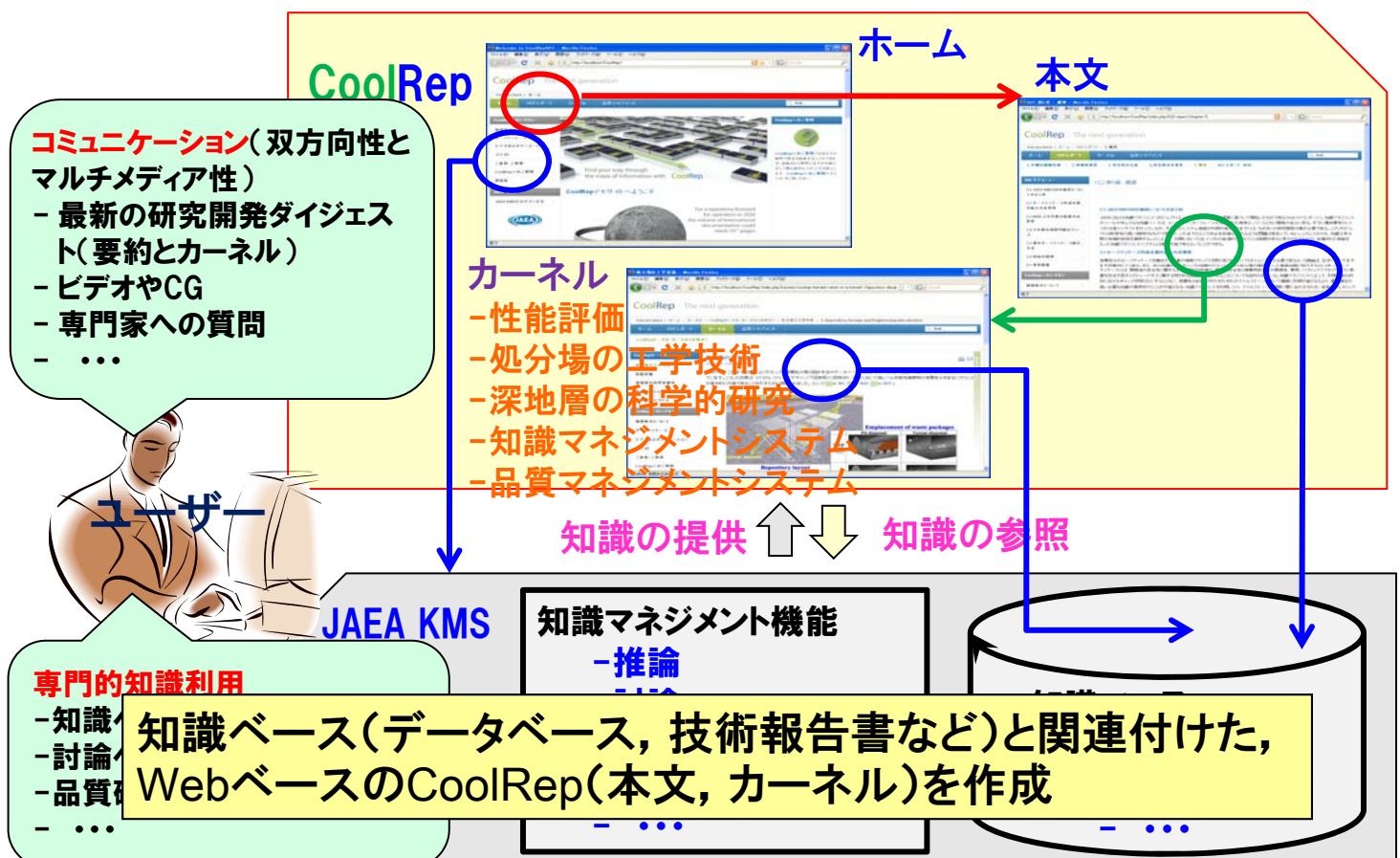
○理解拡大へのとりくみ

大学教育との連携(約270名), 高校の理科教育(スーパーサイエンスHS等)(約320名)
 サイエンスカフェ(情報発信、意見交換), 地域交流 等(約20名) (人数はH21年4月~11月末の集計)

研究開発成果の知識化

平成20年度までの実績	平成21年度計画	平成21年度上期実績 (中期計画達成見通し)
<ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計に基づき、具体的な研究成果を反映しつつ、地層処分の安全性に関する論証構造の作成と知識の体系的整備を進めた ・国内外専門家によるワークショップ及びNUMOや規制関連機関との情報交換を通じて、システムの有効性や主要ユーザーのニーズを確認しつつ、知識管理システムの構築を進めた 	<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を国内外の知見と合わせて体系化して、適切に管理・継承するための知識ベースを開発する。そのため、平成20年度に試作した知識管理システムの全体管理機能を利用して、地層処分の安全性に関する論証構造モデルと知識ベースを整備する。また、機能を拡張・改良しつつ知識管理システムのプロトタイプを構築し、NUMO や安全規制機関などの試用に供していく 	<ul style="list-style-type: none"> ・討論モデルの構築及びそれらの関連知識の整理を行い、知識ベースの整備を進めた ・知識管理システムのプロトタイプの構築を進めるとともに、部門意見交換会において知識管理システムに関する技術レビューを行い、公開に向けた準備を行った <p>⇒ 知識管理システムのプロトタイプ構築・公開</p>

CoolRep



JAEA KMS



討論ダイアグラムエディタ 起動ボタン

▶ 討論モデル(安全性の考え方の流れを、論証、反証の連鎖で示したもの)を作成、編集するためのツールです。
 ▶ ツールで作成した討論モデルにより、安全性の考え方の流れを理解しながら、論証のエビデンスや参考文献を閲覧することができます。
 ▶ 新たな反証や論証を、論証スキームを活用して設定したり、論証・反証を専門家内で共有することで議論のきっかけを作るなど、関係者の創造的活動の共通のプラットフォームとして活用できます。

論証スキームの例

大分類	小分類
(A) 原理原則に基づく論証	A1: 科学における基本原則 (fundamental laws) に基づく論証
	A2: 広く受け入れられている考え方や (laws) に基づく論証
	A3: 海外基準に基づく論証
(B) 科学的論証に基づく論証	B1: 実験データに基づく論証
	B2: 数理モデルに基づく論証
	B3: 経験的モデルに基づく論証
(C) 安全論理に基づく論証	C1: 安全論理に基づく論証
	C2: 安全論理に関する論証
	C3: 論理に関する論証
(D) 社会的規範に基づく論証	D1: 社会的規範に基づく論証
	D2: 先行事例に基づく論証
	D3: 論理に基づく論証
(E) 社会的受容性に基づく論証	D4: 社会的受容性に基づく論証
	D5: 社会的受容性に基づく論証

KNetwork2 (知識ネットワーク作成・閲覧ツール) 起動ボタン

▶ 知識ベースに含まれる情報とその関係を構造化するためのツールです。
 ▶ 討論モデルの論証や反証、安全機能、現象、評価モデル、データを区別しつつ、通常、専門家の頭の中(暗黙知)で考えているそれらの関係をネットワーク状に示します(知識ネットワーク)。
 ▶ 例えば反証に含まれる重要なキーワード(e.g. 腐食生成物)を選択して検索することで、その知識項目に関係する現象や環境条件などを抽出することができます。これにより、反証を論破するために必要なエビデンスの生成を支援することができます。

中間スキーマインターフェース 起動ボタン

▶ 様々な場所に散在している情報を、世界各国の地層処分関係機関のサイトに同時にアクセスし、同じキーワードに関連する報告書などを検索できます。

テーマ	サブテーマ
Risk	communication
assessment	Methodology for risk assessment
simulation	The use of ecosystem models
analysis	Methodology for risk assessment
management	Methodology for risk assessment

エキスパートシステム 起動ボタン

▶ ある分野の調査や分析などを行う手順や判断基準など、専門家の頭の中で行われているルールを知識工学的手法で整理し、コンピュータで操作しながらユーザーの調査計画立案や分析作業を支援することができるようにしたものです。

Performance assessment All-in-one-Report System (PAIRS)

電子性能評価レポート(ePAR)
 性能評価解析の内容に関するテキストや図表を含むHTMLドキュメント。黒板内の該当するワーキングメモリと連動。

黒板
 改訂中のレポートに必要な全ての情報及び解析結果を含むワーキングメモリ

コントロールシエル
 黒板の更新に対応して適切な知識ソースを起動し必要な情報を検索・提供する

黒板の更新を
 変更
 入力
 担当者

様々な形で知識を活用可能とするKMSツールを開発し、知識ベースの活用事例を提示

CoolRep/KMSの活用環境の構築のための活動

- 平成20年11月 KMS国際レビューワークショップ (http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms_chisiki.html)
- 平成21年1月 地層処分知識マネジメントシステム品質保証ワークショップ (http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/qa_ws1.html)
- 平成21年7月 セーフティケースワークショップ (http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/sc_ws1.html)
- 平成21年11月 SDMワークショップ (エネ庁公募事業)
- 平成21年12月 PAワークショップ (エネ庁公募事業)
- 平成21年12月 KMS国際レビューワークショップ
- 平成21年12月 地層処分知識マネジメントシステム品質保証ワークショップ
- 平成22年1月 ユーザーコミュニティにおける試活用

↓

平成21年度末 KMSプロトタイプ構築と公開