

地層処分技術に関する研究開発

—H20の実績とH21の計画—

①主に深地層の研究施設計画を中心に

平成21年3月19日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

中期計画の概要(平成17年度～平成21年度)

○高レベル放射性廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発

- ・機構は、我が国における地層処分技術に関する研究開発の中核的役割を担い、処分実施主体である原子力発電環境整備機構による**処分事業**と、国による**安全規制**の両面を支える技術を**知識基盤**として整備していく。
- ・このため、「**地層処分研究開発**」と「**深地層の科学的研究**」の二つの領域を設け、他の研究開発機関と連携して研究開発を進め、その成果を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支える「**知識ベース**」として**体系化**する。
- ・中期目標期間における研究開発成果を、国内外の専門家によるレビュー等を通じて技術的品質を確保した**包括的な報告書**と**知識ベース**として**取りまとめる**。

地層処分研究開発

- ・工学技術の信頼性向上や安全評価手法の高度化(モデルの高度化, データの拡充など)
- ・現実的な設計/安全評価手法の整備, 深部地質環境での適用性確認
- ・知識ベース/知識管理システムの構築

深地層の科学的研究

- ・坑道掘削時の調査研究による地上からの調査技術/モデル化手法の妥当性評価, 坑道掘削技術/影響評価手法の適用性確認(深地層の研究施設計画: 瑞浪, 幌延)
- ・天然現象による地質環境の変化を予測するための調査/評価技術の開発(長期安定性)

主要課題のタイムスケジュール

	平成17年度下期	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
研究開発成果の 知識ベース化	知識マネジメントシステムと知識ベースの構築				
	・知識管理の基本的考え方やシステム開発概念の検討	・システムの基本設計 ・知識ベースの構造化	・システムの詳細設計 ・知識ベースの整備・拡充	・システムの製作開始 ・知識ベースの拡充	・システムの構築 ・知識ベースの構築 ・プロトタイプ公開・試運用
地層処分システム 工学技術 の信頼性向上 安全評価手法 の高度化	人工バリアの長期挙動や核種の溶解・移行等に関するデータの取得・拡充 データベース更新とモデルの高度化 深地層の研究施設等のデータを活用した処分システムの設計・性能評価手法の構築				
	・人工バリアの長期挙動等に関するデータの拡充・公開	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの高度化 ・処分システムの設計、長期性能への影響検討	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデル高度化 ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の抽出・提示	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの適用性確認 ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の評価手法の詳細化	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの取りまとめ ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の評価手法構築・公開
深地層の研究施設 計画の推進 瑞浪、幌延	坑道掘削時の地質環境調査技術の体系的整備 掘削の進捗に応じた調査・観測・試験の実施				
	・地上からの調査研究段階の終了	・地上からの調査研究段階成果報告書公開	・地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価開始	・地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価継続	・水平坑道を活用して地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価を継続
地質環境の 長期安定性 に関する研究	天然現象の履歴を調査する技術と地質環境の変化を予測する技術の開発				
	・第2次取りまとめの課題(高温異常など)解決に向けた事例研究実施	・地下深部のマグマや活断層を検出する調査技術、将来の地形変化を予測するシミュレーション技術の開発	・断層活動履歴や高温異常域の熱源を特定する調査技術、気候・海水準変動を考慮した三次元地形変化モデルの提示	・低活動性の活断層や高温異常域の熱源を特定する調査技術、気候・海水準変動を考慮したシミュレーション技術の確立	・天然現象に伴う地質環境の変化を予測するための総合的なシミュレーション技術の開発

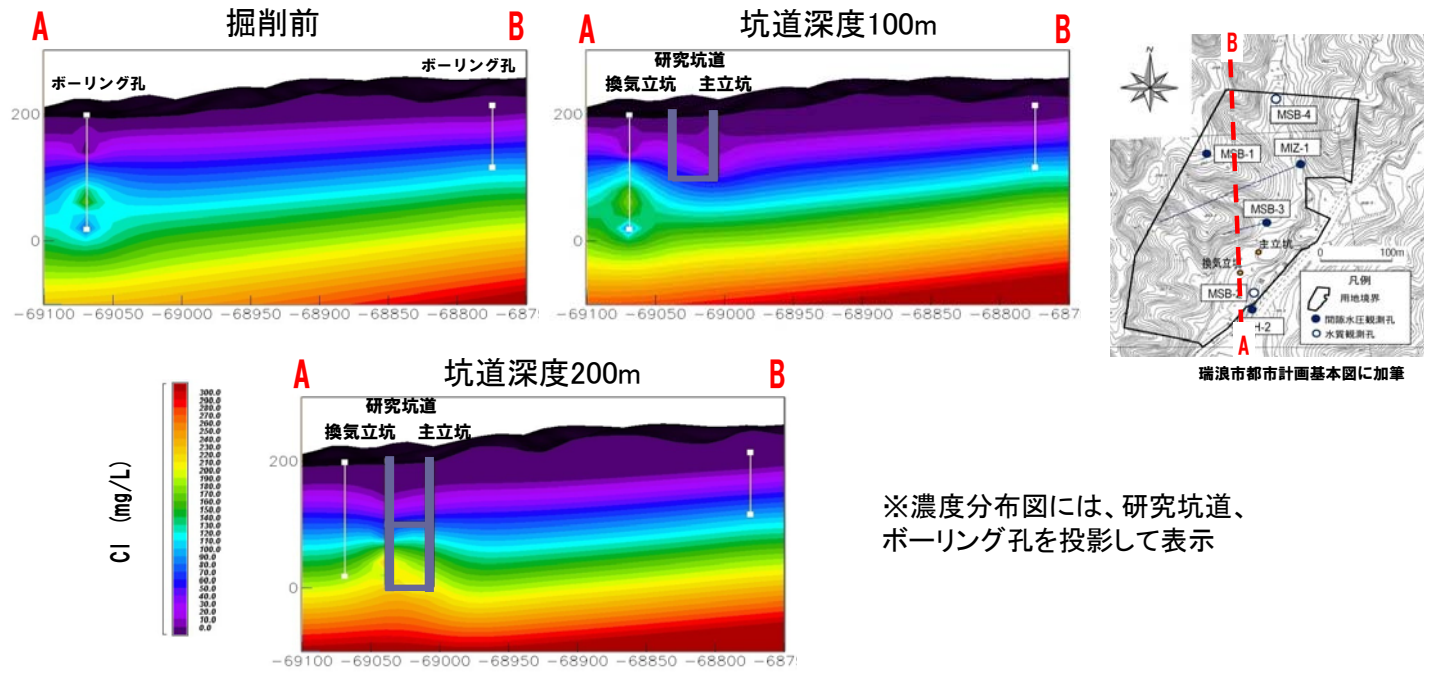
第一期中期計画成果報告書・知識ベースの公開(Web上)

瑞浪超深地層研究所

平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> 坑道壁面の地質記載、可視画像撮影・計測を実施し、当該区間の断層や割れ目の分布・特性を把握した。 地下水採水・分析を継続して実施し、分析結果を取りまとめた。 既存の水圧観測孔、水位観測孔において、間隙水圧観測・水位観測を継続して実施し、200m予備ステージで掘削したボーリング孔において水理試験を実施した。 各種湧水量予測解析結果と実測湧水量との比較検討し、結果を取りまとめた。 光ファイバー変位計・傾斜計及び高精度ひずみ計を設置し、データ取得の準備を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 坑道壁面の連続的な地質観察等を実施し、花崗岩の性状や断層・割れ目の分布等を把握する。 湧水観測装置を用いて、掘削の進展に伴う湧水量及び水質の経時変化を観測する。 地上及び既設の水平坑道から掘削したボーリング孔内の地下水観測装置により、地下水の水圧及び水質の変化を継続的に観測する。 深度200mの水平坑道においてボーリング孔を掘削し、岩盤に加わる初期応力等の測定を行う。 地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> 主立坑(300.2m)と換気立坑(331.2m)及び300m水平坑道の掘削を通じて、花崗岩の性状や断層・割れ目帯の分布、湧水の変化、岩盤変位等を観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価を進めた。 岩盤の状況に応じて、掘削時に実施された湧水抑制対策(グラウテンク)の有効性を評価するとともに、以降の調査研究や湧水対策の最適化を図った。 <p>(深度は3月19日現在)</p>

深部地質環境の調査・解析・評価技術(地球化学)

既存ボーリング孔における地下水水質観測



※濃度分布図には、研究坑道、ボーリング孔を投影して表示

水質モニタリング結果に基づく濃度分布図

- ・研究坑道掘削に伴う深部地下水の上昇による水質分布の変化を把握
- ・水質分布の変化はNNW断層の南西側に位置する換気立坑周辺で顕著
- ・平成21年度以降も水質モニタリングを継続

6

調査の失敗の事例ベース化

ーボーリング孔内の遺留物の回収ー



ボーリング孔内に挿入する装置の部品



回収用の器具

遺留物の形状と過去の回収経験に基づき器具を選定



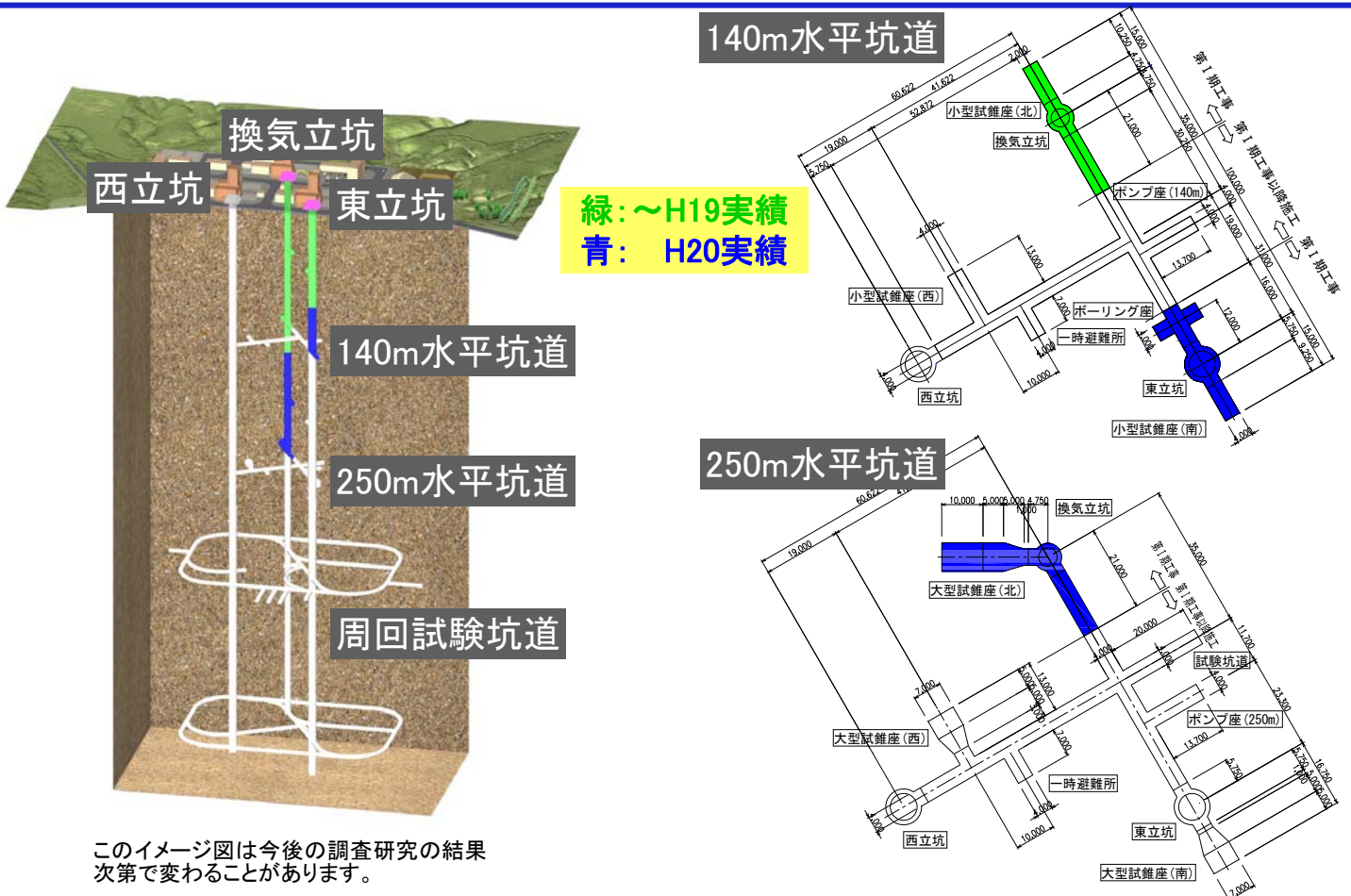
回収作業

7

幌延深地層研究所

平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> 坑道壁面の連続的な地質観察等を実施し、堆積岩層及び断層・割れ目の分布や性状を把握した。 長期モニタリング機器による観測を継続し、これまでの結果を取りまとめた。 3月末までに取得した応力・変位データは許容値以内であることを確認し、当該箇所における設計の妥当性を検証中である。 換気立坑先行ボーリング調査においてコア観察、透水試験、物理検層等を実施し、湧水対策の検討に資する解析条件設定に必要な湧水量を予測評価した。 	<ul style="list-style-type: none"> 坑道壁面の連続的な地質観察等を実施して、堆積岩層及び断層・割れ目の分布や性状を把握する。 湧水観測装置を用いた湧水量・水質の観測、及び坑道から掘削するボーリング孔や地上から掘削したボーリング孔による地下水観測を実施する。 地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を検討する。 塩水と淡水の境界領域における地下水流動、水質形成及び物質移動に関する検討を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> 換気立坑（250.5m）と東立坑（140.5m）及び深度140m水平坑道等の掘削を通じて、堆積岩層の性状や湧水の変化、岩盤変位等を観測しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価を実施した。 先行ボーリング調査に基づき、次年度以降に実施すべき湧水抑制対策の実施計画を作成した。 共同研究を活用して、沿岸域における地下水調査技術等の適用性確認を実施した。

研究坑道の建設の状況



水平坑道工事状況

■ 東立坑140m水平坑道



東立坑より北北西方向へ掘削



東立坑より南南東方向へ掘削【小型試錐座】(南)

■ 換気立坑250m水平坑道



換気立坑より西方向へ掘削【大型試錐座】



換気立坑より南南東方向へ掘削

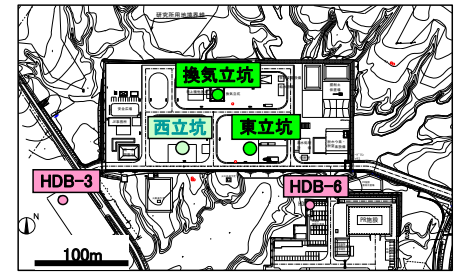
平成20年度の主な実施項目

	平成20年度の主な実施項目
地質環境調査技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・坑道等を利用したデータ取得の継続とモデルの更新 ・東立坑近傍ボーリング調査 ・塩水と淡水が混在する場の地質環境調査開発 ・コントロールボーリング掘削試験
地質環境モニタリング技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ボーリング孔を利用したモニタリング ・遠隔監視システム開発 ・高密度電気探査適用試験
深地層の工学技術の基礎の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・情報化施工技術開発 ・通気網解析手法の開発
地層処分技研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・低アルカリ性コンクリート技術開発 ・地層処分実規模設備整備事業における工学技術に関する研究 ・安全評価手法の高度化

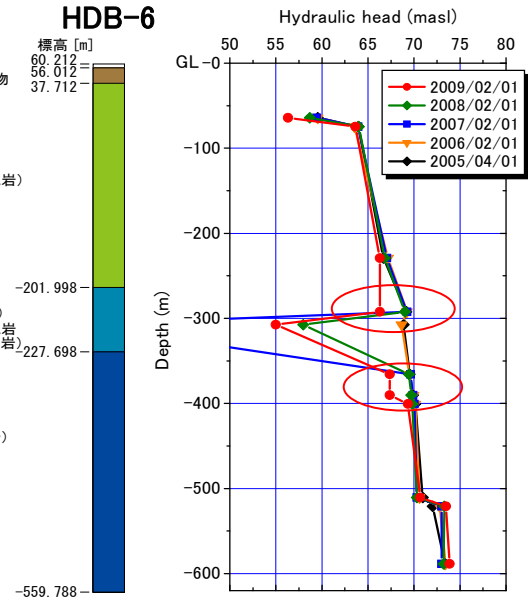
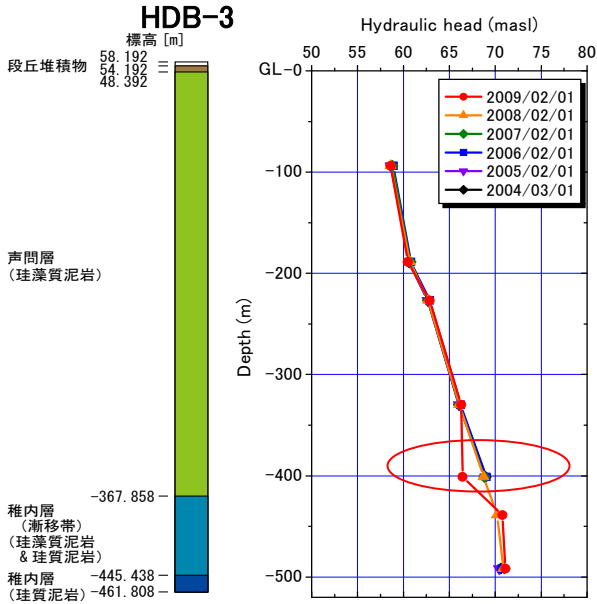
地下水の水圧長期観測

立坑掘削に伴う影響

- 2006年以降の立坑掘削に伴う影響が、地下施設近傍のHDB-3孔および6孔において、地下水圧の低下(水頭の低下)として現れている。
- HDB-3孔では深度400m付近、HDB-6孔では深度300~400m付近で全水頭の低下が認められる。

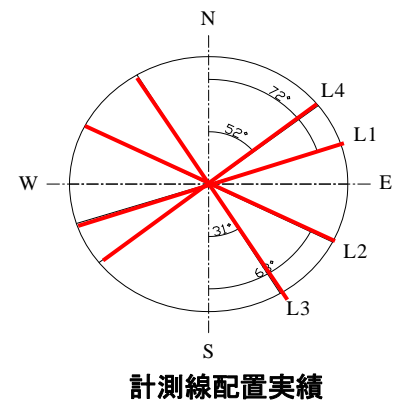
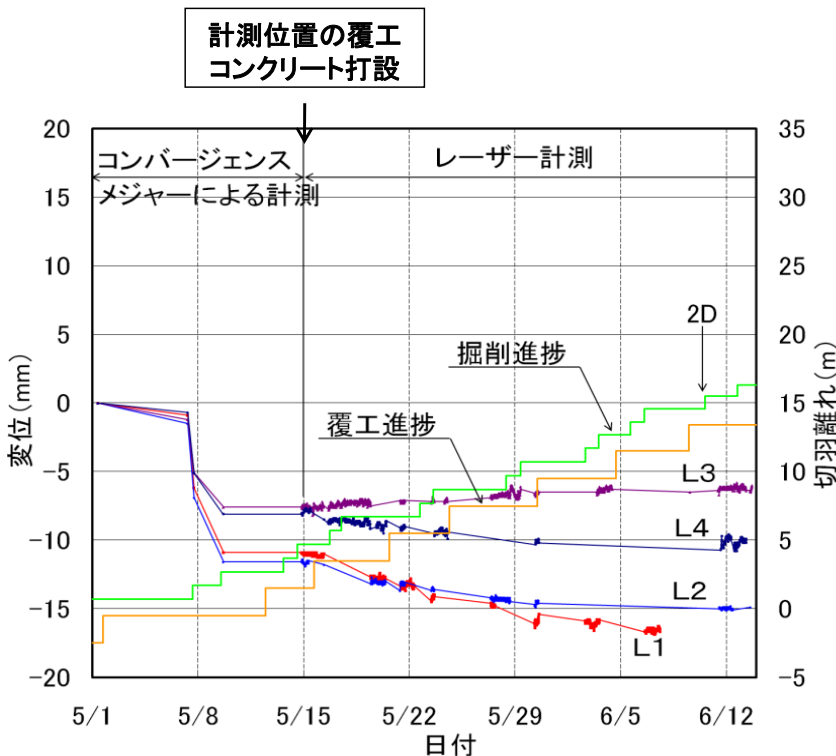


原子力機構作成



深地層の工学技術の基礎の開発

情報化施工プログラムの適用 -日常管理計測の例:内空変位-



- 覆工前までは応力解放に伴い、変形が大きいですが、覆工後は剛性の高い覆工コンクリートにより変形が抑制されているため、変形が小さい
- 掘削径の2倍程度の切羽距離で概ね収束している。

内空変位計測の例(東立坑:深度120m)

処分技術の信頼性向上

■ 地層処分実規模設備整備事業における工学技術に関する研究(1/2) (経済産業省資源エネルギー庁が進める公募事業の受託機関との共同研究として実施)

◆ 目的

地層処分の概念や安全性について国民の理解促進に資することを目的とした体感設備を整備し、人工バリアの搬送・定置や操業技術等の工学技術に関する研究(調査、設計、製作、解析等)を実施する。

◆ 平成20年度の実績とスケジュール

● 全体計画の策定と試験設備の設計・製作

(1) 地上での設備と試験

- 1) 建屋
- 2) 人工バリア
- 3) 緩衝材定置試験
- 4) 人工バリア長期挙動試験

(2) 地下での設備と試験

- 1) 緩衝材の回収試験
- 2) オーバーパックの腐食試験

● スケジュール

項目	年度					
	H20	H21	H22	H23	H24	H25
全体計画	全体計画策定					
地上の設備	仮設の建屋	設計・製作	仮設	移設		
地上の設備	建屋および装置の整備	設計・製作		運用(試験を含む)		
地下の設備	設計		準備	設計・製作・運用(試験を含む)		

注)今後の予定は予算と幌延深地層研究センターのスケジュールにより変更が生じることがあります。

14

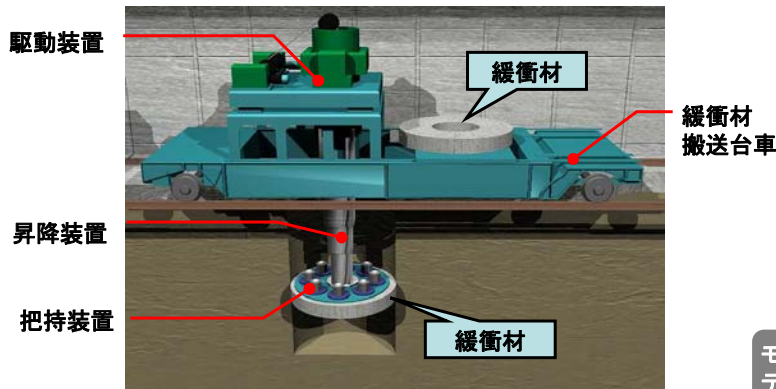
処分技術の信頼性向上

■ 地層処分実規模設備整備事業における工学技術に関する研究(2/2) (経済産業省資源エネルギー庁が進める公募事業の受託機関との共同研究として実施)

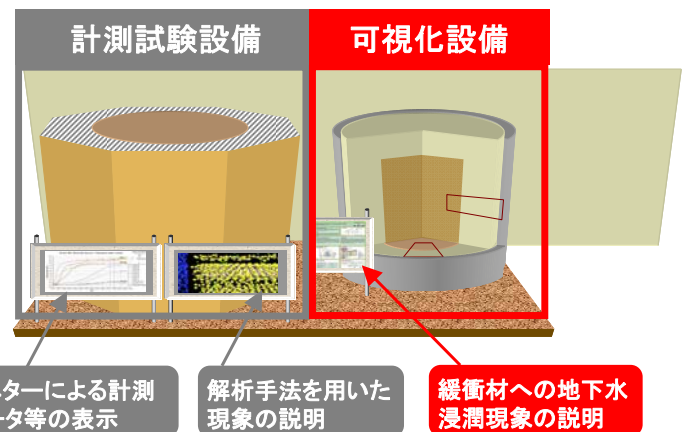
◆ 平成21年度の計画

● 地上での設備と試験の設計・製作

- 緩衝材定置試験設備
- 人工バリア長期挙動試験設備



緩衝材定置試験設備の概念図



人工バリア長期挙動試験設備の概念図

注)これらの現在設計中であり、今後変更が生じることがあります。

15

平成21年度実施計画

【瑞浪】

- ・ 2本の立坑(深度400m以深まで)の掘削を通じて、花崗岩体の性状や断層・割れ目の分布、地下水の変化、岩盤変位等を観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を評価する。
- ・ 岩盤の状況に応じて実施される湧水抑制対策の効果を確認し、その有効性を評価するとともに、以後の坑道掘削において実施すべき合理的な湧水抑制対策を検討する。

【幌延】

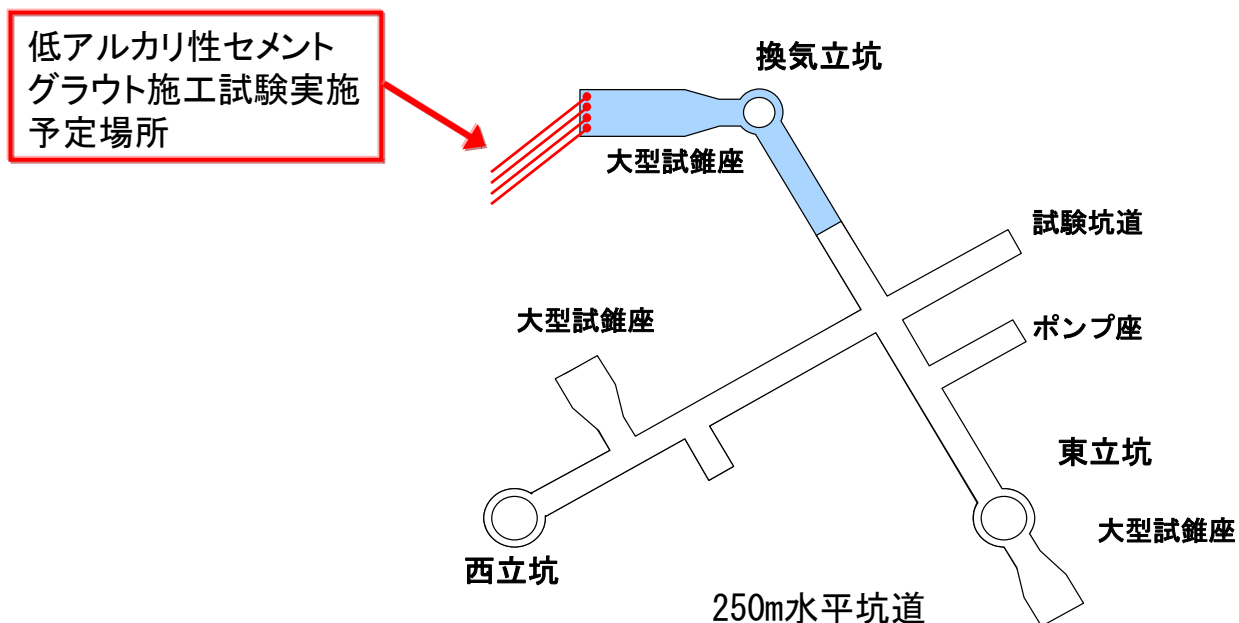
- ・ 東立坑(深度200m程度まで)及び深度140m水平坑道等の掘削を通じて、堆積岩層の性状や地下水の変化、岩盤変位等を観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を評価するとともに、品質保証体系の整備を図る。
- ・ 先行ボーリング調査の結果などに基づき、外部資金を活用して、新型材料を用いた止水試験を実施する。
- ・ 共同研究を活用して、塩水と淡水の境界領域における地下水流動や水質分布等を把握するための調査技術の体系化を図る。

16

平成21年度実施計画

■ 外部資金を活用した新型材料を用いた止水試験

→ 250m水平坑道の大型試錐座(平成20年度に掘削)において実施



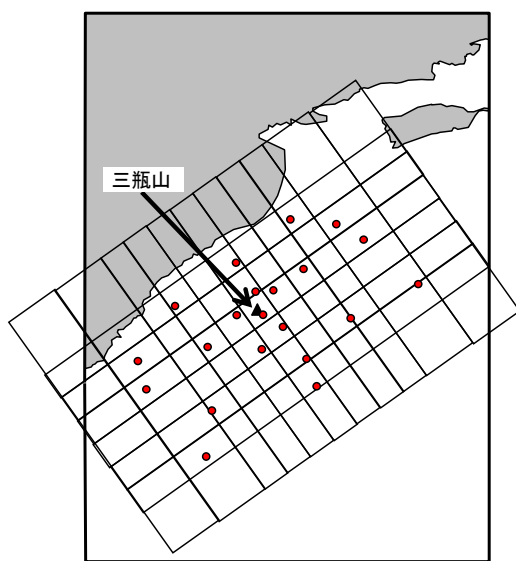
17

地質環境の長期安定性に関する研究

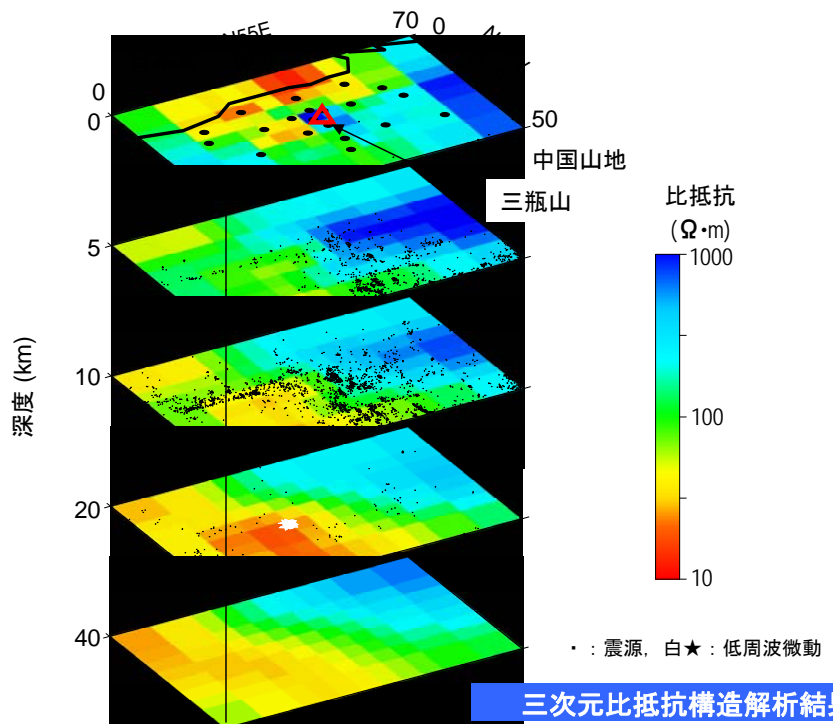
平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> ・破砕帯の分布・性状に関する現地調査を実施し、破砕帯の形成過程を把握するための手法の検討を進め、取りまとめた。 ・断層の活動性評価のための断層水素ガスの現地測定を実施し、活動性評価への適用可能性について検討した。 ・地震波トモグラフィー、地磁気・地電流法、ヘリウム・炭素の同位体測定を組み合わせた総合的な調査手法を提示した。 ・国内の火山を事例に、magma2002による熱水シミュレーションの適用性を検討した。 ・文献調査を引き続き実施し、温泉ガス地球化学データベースを更新した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・断層活動と隆起・侵食／気候・海水準変動の履歴を解明するための調査技術及び調査結果に基づき地質環境の将来変化を予測するためのモデルの開発を進める。 ・火山・地熱活動に関連する地下深部のマグマ・高温流体等を検出するための手法の整備を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震・断層活動や隆起・侵食等の履歴を解明するための調査技術及び調査結果に基づき地質環境の将来変化を予測するためのモデルの開発を進めるとともに、火山・地熱活動に関連する地下深部のマグマ・高温流体等を検出するための手法の整備を進めた。

地質環境の長期安定性に関する研究

■ 三瓶山周辺の三次元MT比抵抗構造解析



観測点の配置図



三次元比抵抗構造解析結果

三瓶山周辺を対象とし、21点の観測点で調査を実施した。三次元比抵抗構造解析の結果から、三瓶山の南側の地下20km付近に低比抵抗体の存在が認められた。

平成21年度実施計画

- ・ 隆起・侵食や断層活動等の履歴を解明するための調査技術及び火山・地熱活動に関連する地下深部のマグマ等を検出するための手法を整備するとともに、調査結果に基づいて地質環境の将来変化を予測するためのモデルを開発する。

<地震・断層活動に関する研究>

- －断層の伸長・分岐，および副次的な断層の発達履歴の調査技術の整備を行うとともに，地震・断層活動による影響評価モデルの検討として，断層活動による地形変化等の把握を進める。

<火山・地熱活動に関する研究>

- －沿岸域の活火山等を事例とした比抵抗構造解析技術の検討を行うとともに，熱源周辺の地下水理の変化を予測するシミュレーション技術の検討等を進める。

<隆起・侵食／気候・海水準変動に関する研究>

- －古地形を復元する調査技術や，段丘等を用いた隆起・侵食速度の調査手法の整備を行うとともに，地形変化シミュレーション技術の開発を進める。

地層処分技術に関する研究開発

—H20の実績とH21の計画—

②主に地層処分基盤研究開発を中心に

平成21年3月19日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

内容

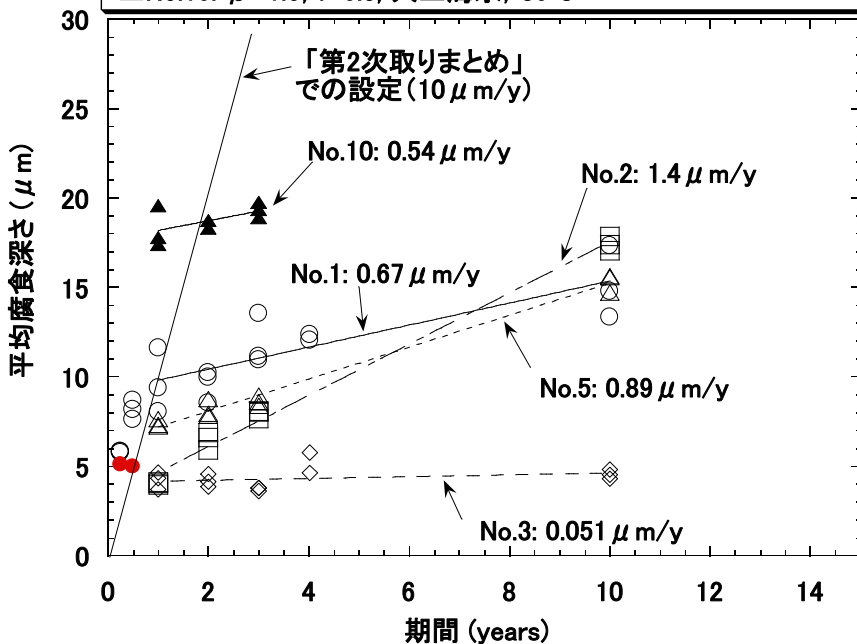
- 工学技術の信頼性向上
- 安全評価手法の高度化
- 研究開発成果の知識化

工学技術の信頼性向上

平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> これまで開発を進めてきた緩衝材-岩盤長期力学連成モデルの改良を行った 10年間の長期試験の取り出しを行い、腐食進展と腐食生成物分析結果を取りまとめた 国内の考古学的遺跡・史跡等から発掘された試料の分析を行い、とりまとめた 原位置試験に用いる低アルカリ性吹付けコンクリートの配合選定例等を提示した 	<ul style="list-style-type: none"> オーバーパック材料の腐食に関するデータベースを試作する 坑道周辺の水-応力-化学連成挙動の解析を行う 低アルカリ性セメントを用いた覆工用コンクリートの配合選定方法の検討を行う 地層処分実規模設備事業における工学技術に関する研究を実施する 	<ul style="list-style-type: none"> 人工バリア等の長期挙動や核種の溶解・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を進め、オーバーパック材料の腐食データベースの試作に向けた検討を開始した 幌延の地質環境データに基づき、掘削による影響を考慮した坑道周辺の水-応力-化学連成挙動の解析や低アルカリ性セメントを用いた覆工用コンクリートの配合選定を行った

オーバーパック材料の腐食データベースの試作

- : $\rho=1.6, r=0.3$, 幌延地下水, 50°C
 - No.1: $\rho=1.8, r=0$, 人工海水, 80°C
 - No.2: $\rho=1.8, r=0$, 人工海水, 50°C
 - ◇No.3: $\rho=1.8, r=0$, 0.1M-NaHCO₃/0.5M-NaCl, 80°C
 - △No.5: $\rho=1.8, r=0$, 2.5mM-NaHCO₃/2.5mM-NaCl, 80°C
 - ▲No.10: $\rho=1.6, r=0.3$, 人工海水, 80°C
- ρ : 緩衝材の密度,
 r : 緩衝材のケイ砂の混合率



炭素鋼の腐食データベースへ

チタンの腐食データベースへ

鋼の腐食データベースへ

炭素鋼オーバーパックにおいて考慮すべき主要な腐食現象

以下ボタンをクリックすると関連するデータベースへ

不動化

全面腐食(酸素による)

孔食、すきま腐食

全面腐食(水素発生型)

応力腐食割れ

腐食しるの設定

ID	乾燥密度	溶液	温度	試験期間	ベントナイト	雰囲気	試験容器	腐食速度(mm/y)
493	1.8	SSW	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	3.65E-03
494	1.8	SSW	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	3.71E-03
495	1.8	SSW	50	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.70E-03
496	1.8	SSW	50	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.68E-03
497	1.8	SSW	50	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.55E-03
498	1.8	SSW	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	3.07E-03
499	1.8	SSW	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.99E-03
500	1.8	高Cl/CO3	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.43E-03
501	1.8	高Cl/CO3	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.15E-03
502	1.8	HCO3	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.23E-03
503	1.8	HCO3	80	1467	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.41E-03
504	1.8	高Cl/CO3	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.26E-03
505	1.8	高Cl/CO3	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.20E-03
506	1.8	高Cl/CO3	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	1.27E-03
507	1.8	SFW	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.79E-03
508	1.8	SFW	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.86E-03
509	1.8	SFW	80	1095	ケイ砂/V1	脱気	ガラス	2.98E-03
510	1.8	SSW	80	1095	コシアF	脱気	ガラス	3.27E-03
511	1.8	SSW	80	1095	コシアF	脱気	ガラス	3.14E-03
512	1.8	SSW	80	1095	コシアF	脱気	ガラス	3.00E-03
513	1.8	SSW	80	1095	ケイ砂/V1	大気	ガラス	3.65E-03
514	1.8	SSW	80	1095	ケイ砂/V1	大気	ガラス	3.89E-03
515	1.8	SSW	80	1095	ケイ砂/V1	大気	ガラス	3.51E-03

坑道周辺の水－応力－化学連成挙動の解析

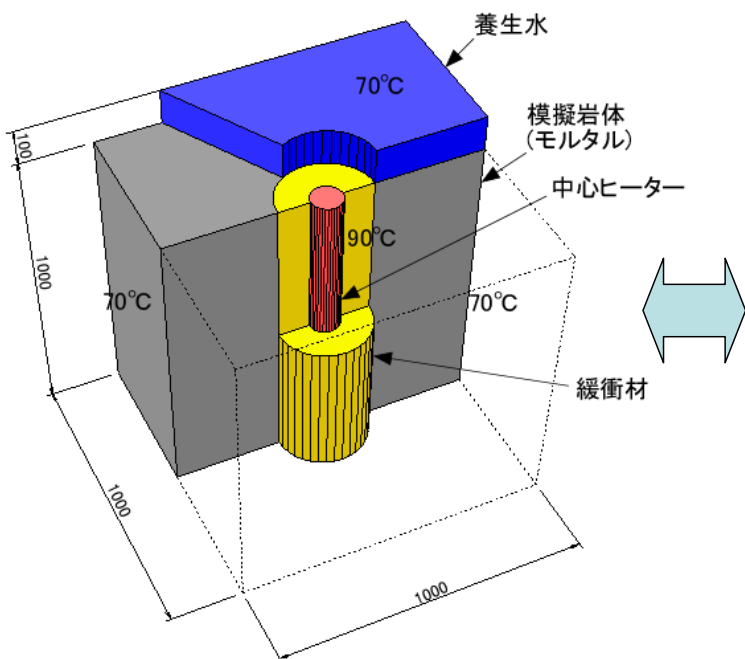
幌延での地上から得た深度140m付近の地質環境情報*を基に、坑道掘削時の応力場と水理場の変化が地下水水質に及ぼす影響を評価

解析対象	初期状態	坑道掘削環境下 応力場	掘削坑道環境下 水理・地球化学連成場	人工バリア定置 熱・水・応力・化学連成場
現象概念図				
解析概要	具体的地質環境に基づく初期環境場の設定	応力変形 掘削損傷領域の形成	不飽和領域の拡大 地下水水質変化 ・脱ガス ・鉱物の溶解沈殿 ・酸化還元電位の変化 ・pH変化	ニアフィールドの長期挙動 ・廃棄体の発熱 ・緩衝材の再冠水 ・緩衝材の膨潤 ・間隙水組成の変化

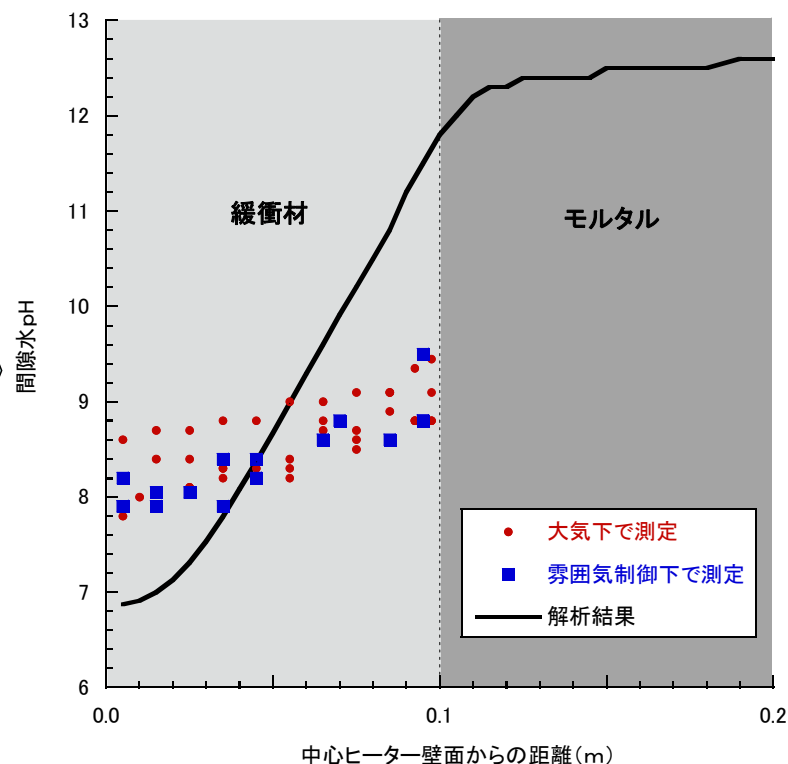
*: 間隙率, 真密度, 弾性係数, ポアソン比, 初期応力, 透水係数, 初期地下水組成, 含有鉱物

人工バリアに関わる熱－水－化学連成挙動の解析

COUPLEを用いた試験(約800日間)に基づく連成解析コードの高度化
→不飽和, 物質移行, 化学反応の取り込み



COUPLE試験

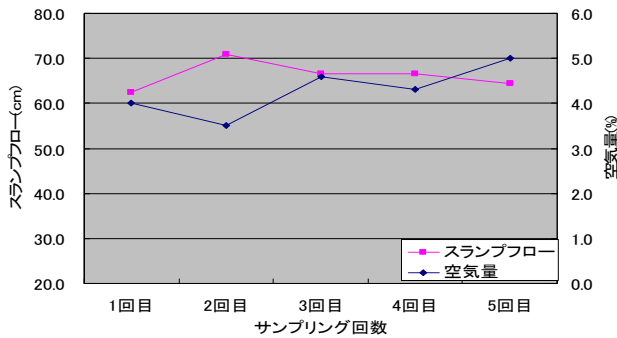


連成解析

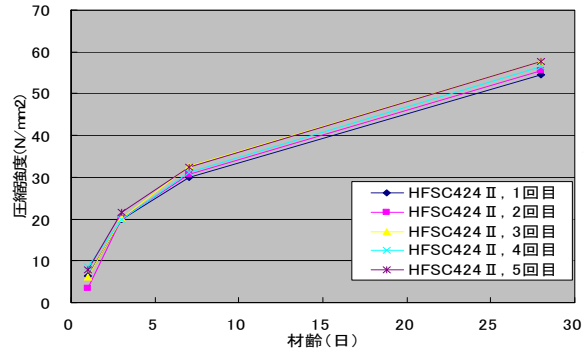
覆工用低アルカリ性コンクリートの配合検討

- 吹付けコンクリート: 幌延URLの設計基準強度を満足する配合を選定済み
→H21年度, 140m水平坑道にて原位置施工試験を実施予定
- 覆工(場所打ち)コンクリート: 高流動コンクリートを指向した配合でFAの品質変動の影響を確認
→JIS II種相当品であればフレッシュ性状, 強度特性に大きな影響(バラツキ)はなし

検討に用いた配合(HFSC424 OPC:シリカフェーム:フライアッシュ=4:2:4)



フレッシュ性状(スランプフロー, 空気量)の特性
→施工上大きな問題なし



強度発現特性
→強度基準見通し有

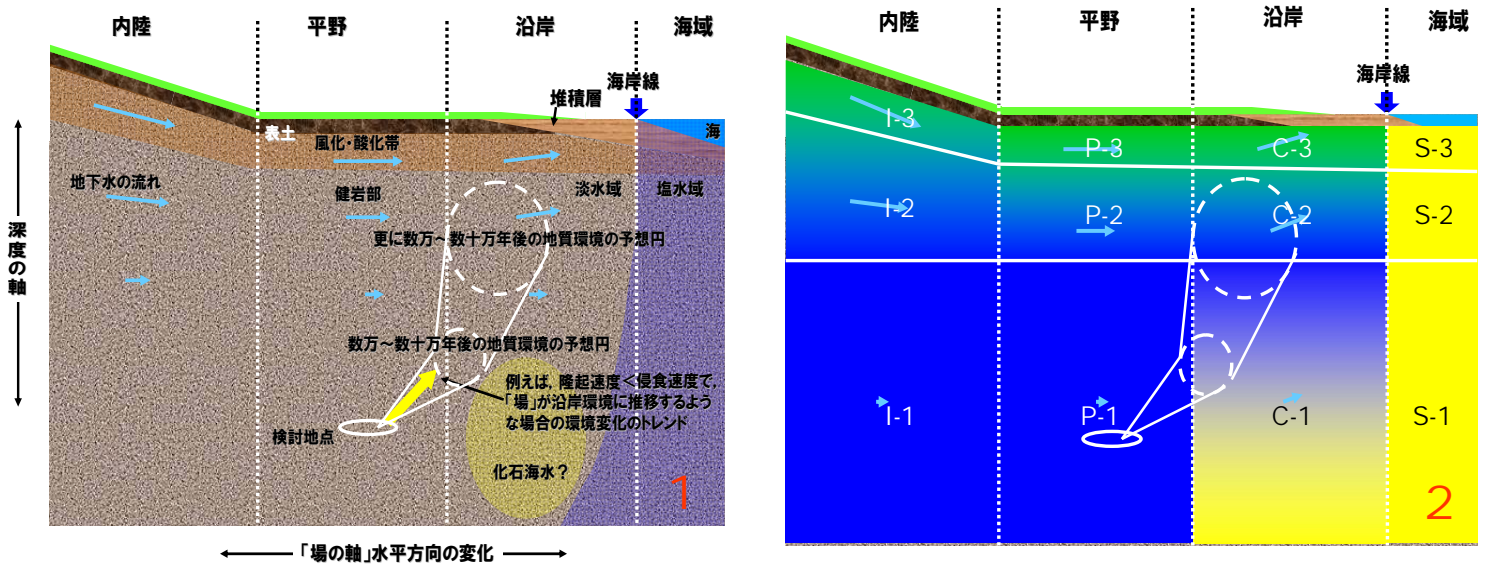
←高強度基準(幌延)

安全評価手法の高度化

平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> ・熱力学, 収着, 拡散, それぞれのデータベース拡充のためのデータ取得を行い, データベースの拡充した ・多様な処分環境や実際の設計オプションを考慮した場合の現実的な設計や評価における問題点等の整理を実施し, 取りまとめた ・地質環境に及ぼす天然現象の影響について検討整理し, 重要な事象の絞込みを行い, 影響が大きいと考えられるシナリオを例示した ・シナリオの重要度分類に資する感度解析手法について検討し, その一部を取りまとめた 	<ul style="list-style-type: none"> ・人工バリア等の長期挙動や核種の溶解・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を進める ・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・拡散モデルを提示する ・事業段階の進展に応じた実用性の高い性能評価手法を例示する 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分システムの設計・安全評価に必要な解析ツールやデータベースの公開に向けて, 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/拡散モデルと関連データベースの構造を検討した ・深地層の研究施設等の地質環境データを参照しながら, 調査の進展に応じて得られるデータを想定した評価の方法を検討し, 実用性の高い性能評価手法を例示した

天然現象の影響評価手法の体系的整備

隆起・侵食／沈降・堆積に起因する影響評価概念モデルの構築

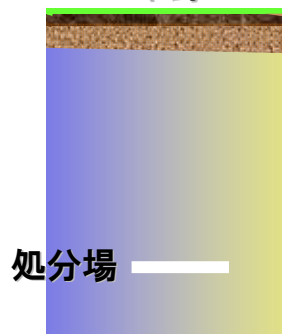


前提: 隆起・侵食(／沈降・堆積)による検討地点(処分場)の深度および水平方向の時間的な変遷は、マトリクス上に区分された地質環境の場を移動することと同等である。

- 1 : 「地史」の知見を将来に外挿することにより、検討地点の将来変遷を予測
- 2 : 検討対象とする領域の地質環境条件(THMCG)を「現在の地質環境条件」の情報を用いて設定し(モダンアナログ的観点)、最も特徴的なTHMCG(例では地下水水質と流向・流速)で区分する

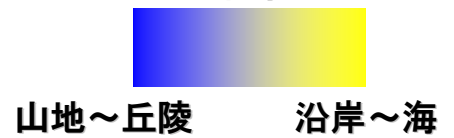
0: Start

隆起速度 = 侵食速度
平野

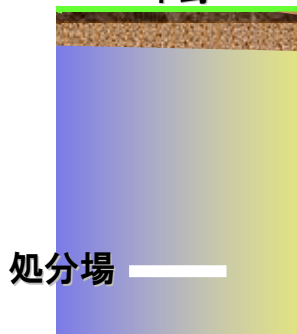


第2次取りまとめの概念モデルと同様

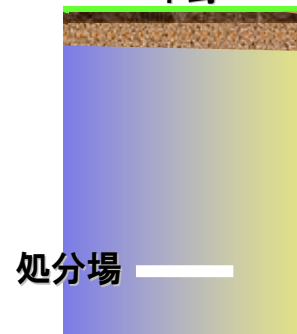
平野



隆起速度 > 侵食速度
平野



隆起速度 < 侵食速度
平野

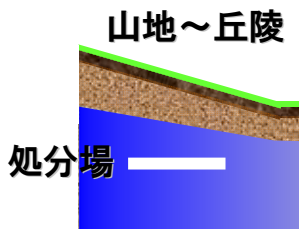


9:End

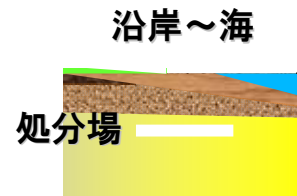
隆起速度 = 侵食速度



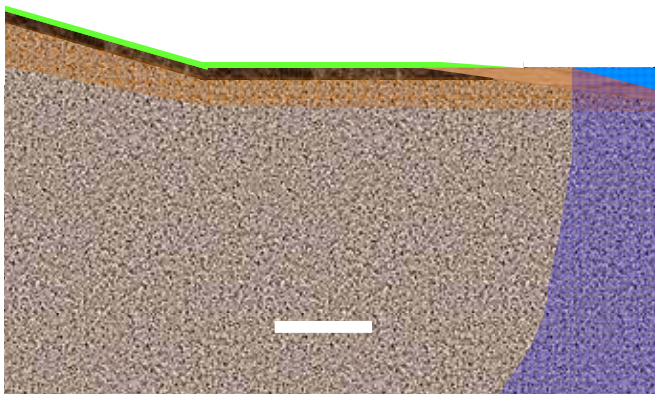
隆起速度 > 侵食速度



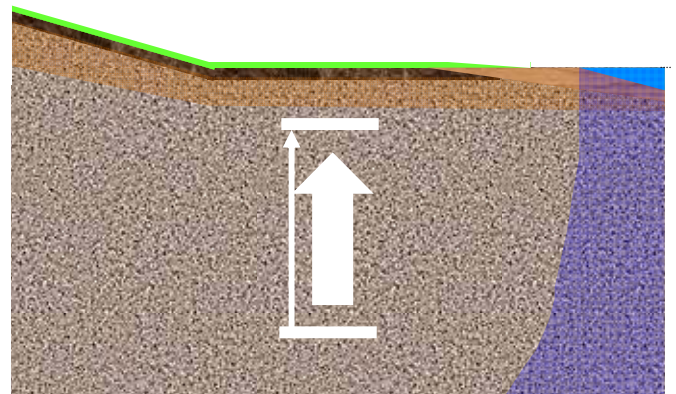
隆起速度 < 侵食速度



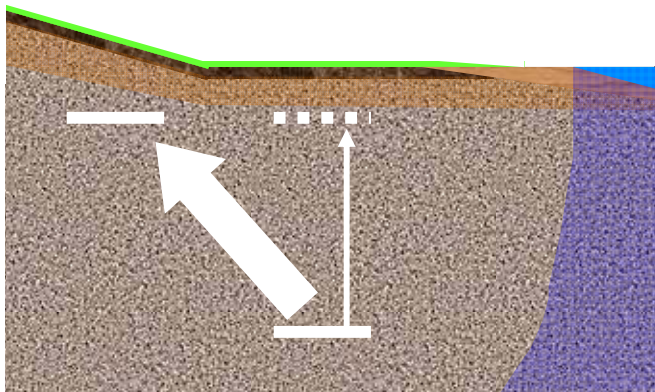
スタート



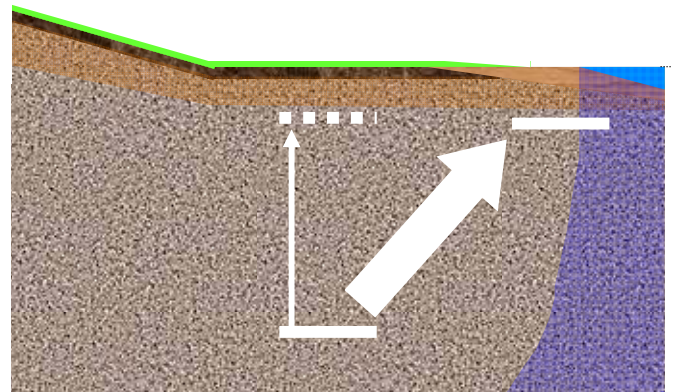
隆起速度 = 侵食速度



隆起速度 > 侵食速度



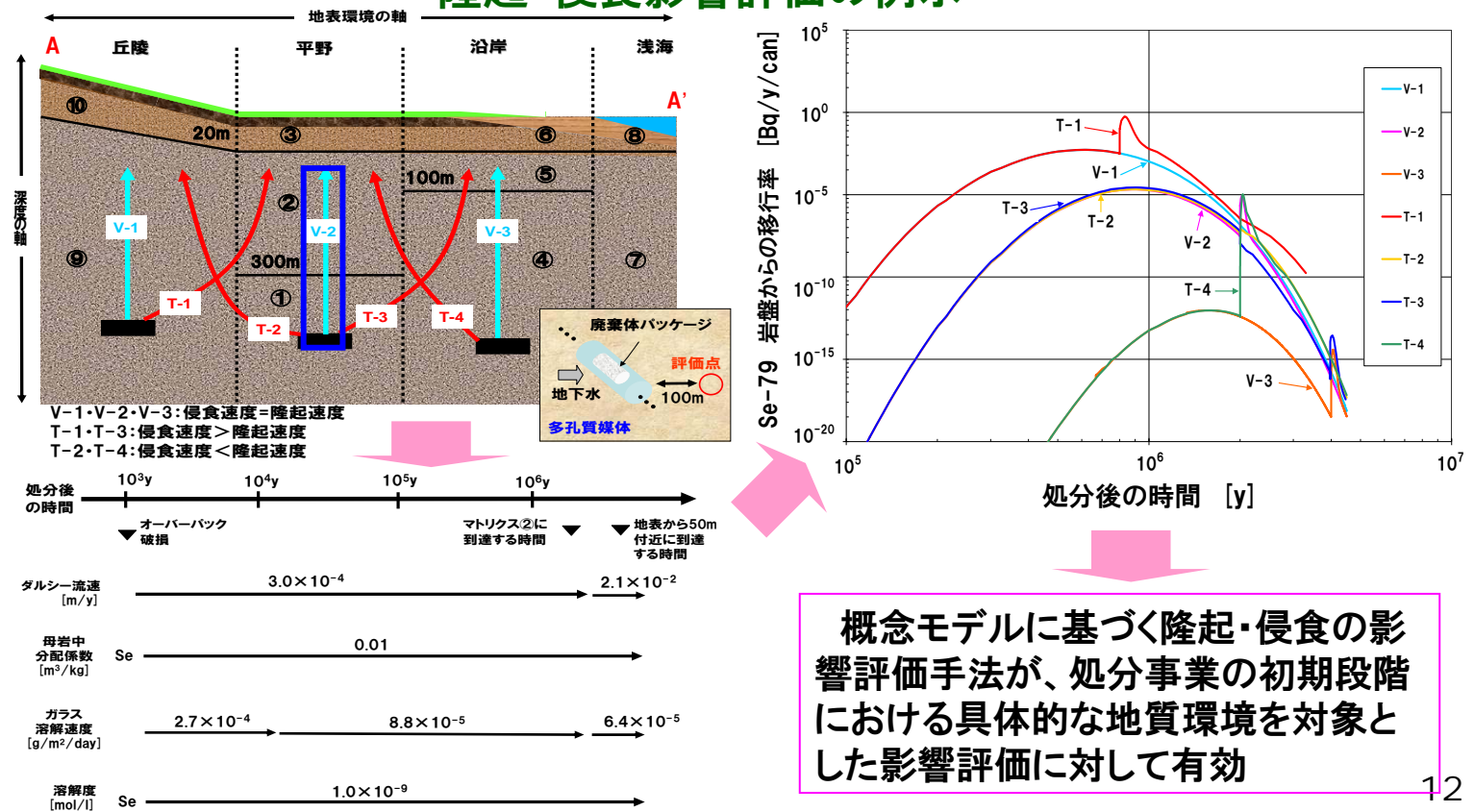
隆起速度 < 侵食速度



隆起による深度方向の移動距離は同じ
地表環境の変遷により、場に対する処分場の相対的な位置が異なる

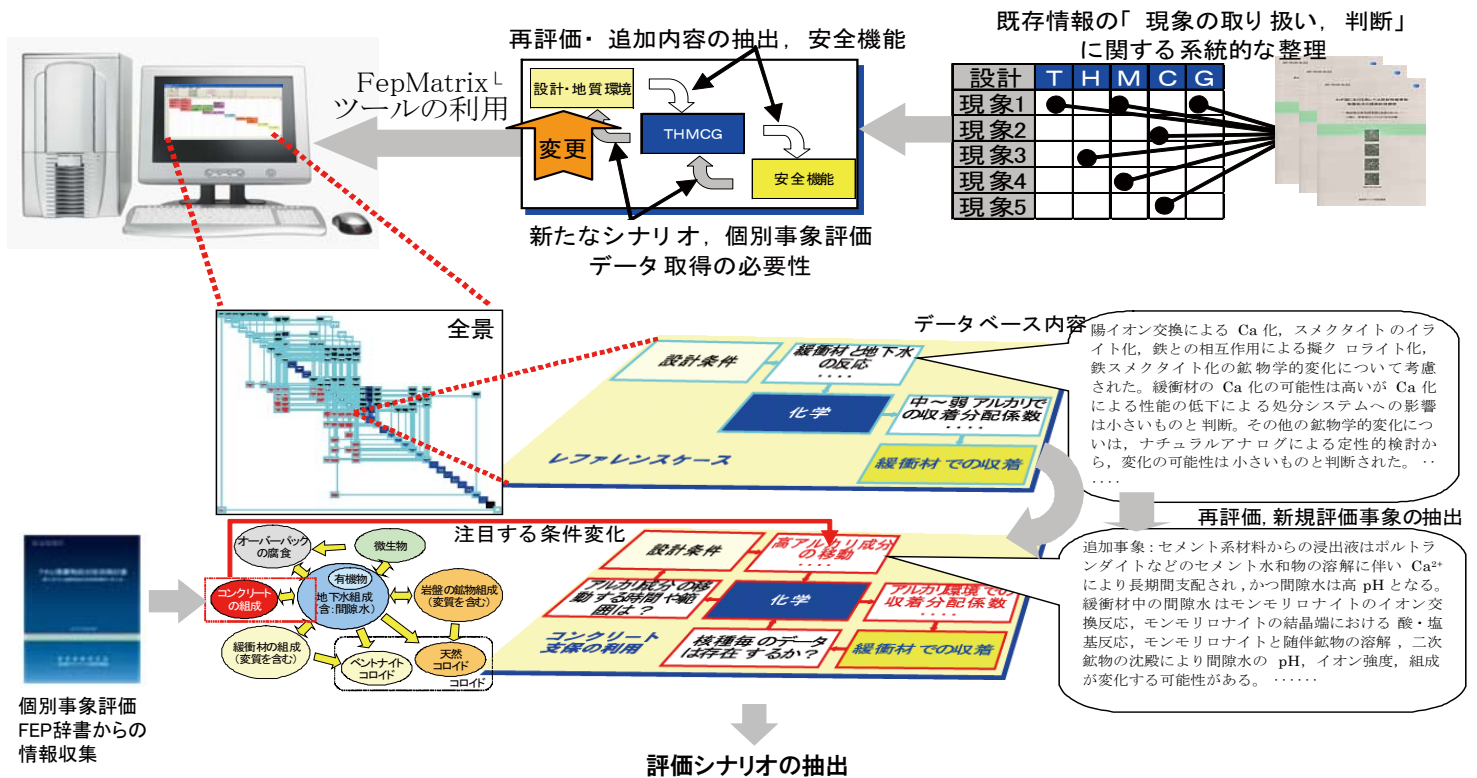
天然現象の影響評価手法の体系的整備

仮想的な堆積岩分布域における地下水シナリオを対象とした 隆起・侵食影響評価の例示



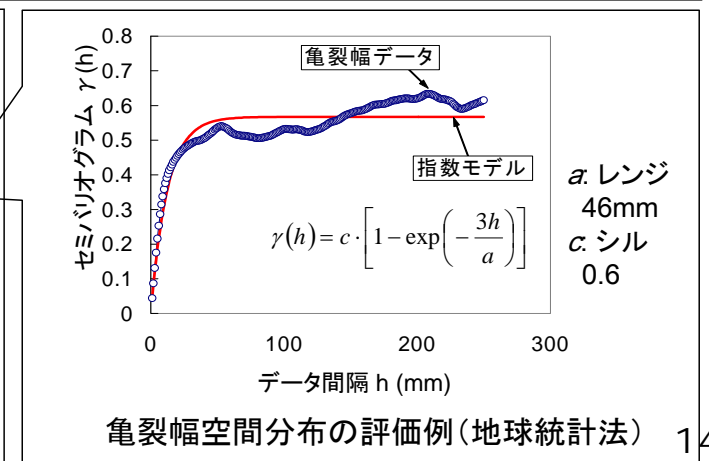
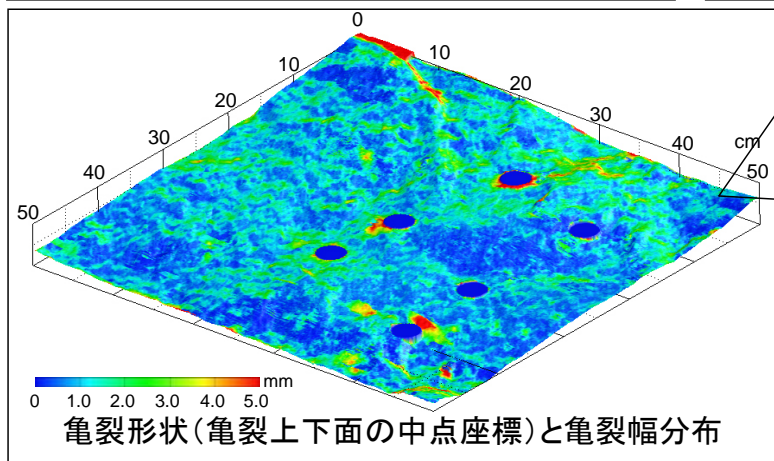
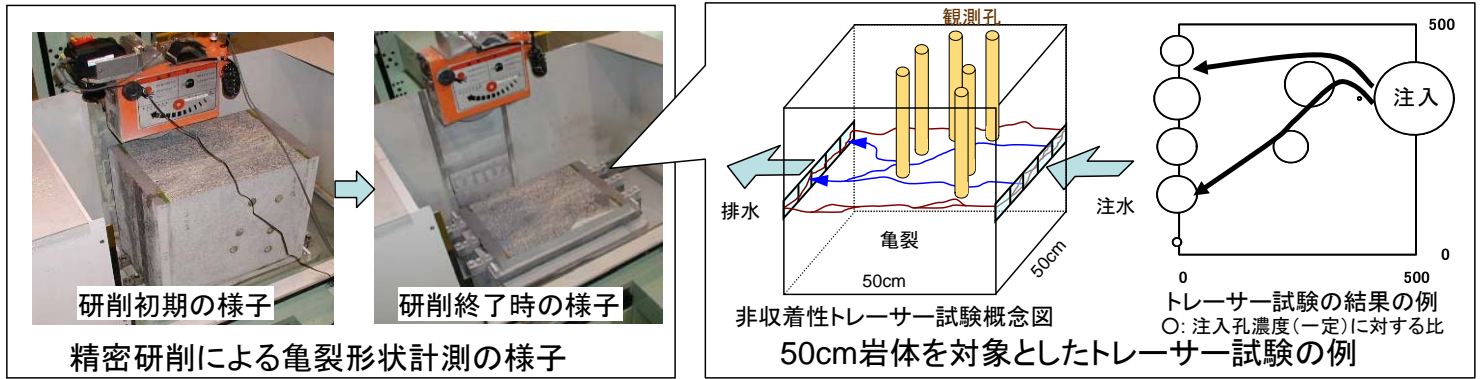
総合的な性能評価技術

多様な地質環境・設計オプションに対応するための レファレンスケースを前提とする方法論とデータの整備



単一亀裂形状と亀裂幅計測データの取得

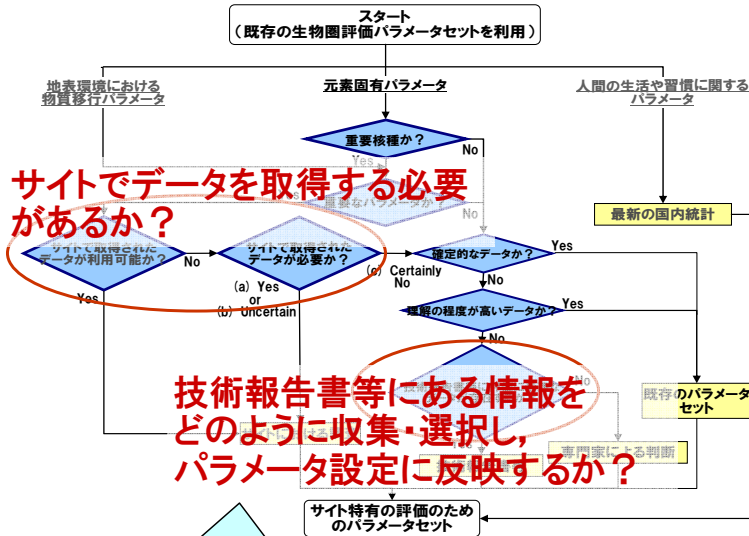
- 50cmスケールの天然亀裂の精密計測により亀裂形状データを取得
- JRCや地球統計モデルなどの既存モデルを用いたパラメータ値を評価



生物圏評価データベース整備

サイトの特徴を考慮した生物圏評価パラメータを設定する際に留意すべき点

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



- STEP1: 生物圏評価パラメータの構造および属性の分類**
構造: 解析パラメータ/解析パラメータを設定するための背景情報
属性: 諸外国のデータに対応できる/わが国で既に取得されたデータに対応できる/サイトで取得する必要がある
- STEP2: わが国で取得されたデータの調査と整理**
放医研データベースをはじめとした国内データの活用
- STEP3: わが国の条件を反映したデータベースの整備**
データの信頼性評価(データ取得の諸条件・分析手法)
- STEP4: 新しい情報に基づくパラメータ設定**
設定値と変動範囲の検討, 既存のパラメータセットとの比較
- STEP5: サイトで取得すべきパラメータのリスト化**
感度解析による線量の変動幅の把握, 重要パラメータの抽出, パラメータの影響特性の把握

- 作業分担・役割
- 【JAEA】**
 - ・ 評価上重要な元素・パラメータの抽出/設定状況の整理
 - 【放医研】**
 - ・ わが国の環境条件を考慮したデータ取得(エネ庁事業)
 - ・ わが国で取得されたデータの収集・整理
 - 【共同】**
 - ・ データベース記載項目に関する議論
 - ・ パラメータセット設定(データ選定の考え方の整理を含む)

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。

現象論的核種移行解析モデル開発

現象論的収着・拡散モデルの開発

メカニスティック
収着・拡散データベース

SDB
(収着Kd実測値データベース)

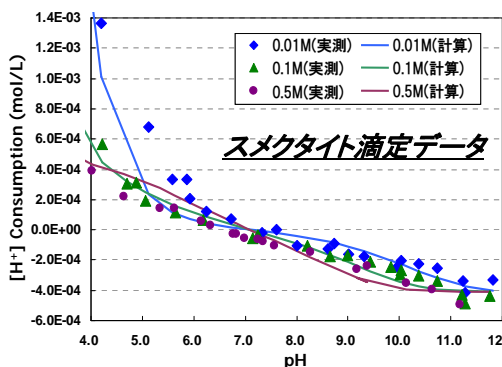
DDB
(Da&De実測値データベース)

モデル概念/
パラメータ導出

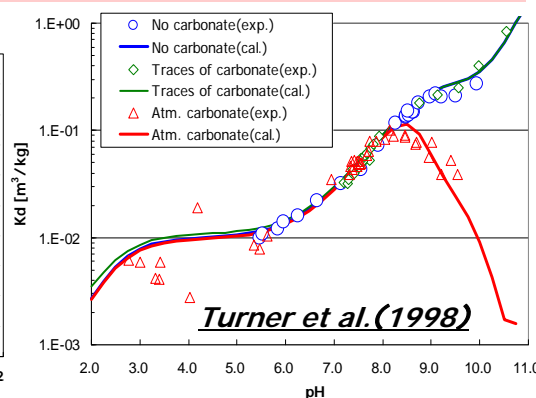
バッチ系モデル
検証

圧縮系でのモデル
適用性

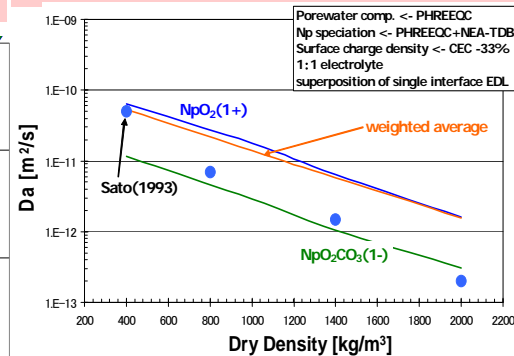
スメクタイト滴定データの評価
⇒ 表面化学モデル/パラメータ設定



Npのスメクタイトへのバッチ収着データ
⇒ Np(V)の収着反応定数の導出・検証



Npのベントナイト中の拡散データ
⇒ Np(V)の収着拡散反応モデルの検討



最新の科学的知見、国際的動向を反映しモデル/データベースを提示 16

資源エネルギー庁からの受託と他機関との連携(平成20年度)

受託:2件, 共同研究:4件, 情報交換:5件

○受託件名: 「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

➤工学技術

- 溶接部腐食(RWMC共同研究)
- 建設・操業・閉鎖(URLにおける適用性確認、RWMC情報交換)
- オーバーパック腐食手法、データベース開発(RWMC情報交換)
- 低アルカリセメント開発(CRIEPI共同研究)
- 多連設坑道、クリープ挙動(CRIEPI情報交換)
- 緩衝材基本特性の測定手法開発(CRIEPI情報交換)
- ガス移行挙動(RWMC情報交換)

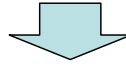
➤性能評価

- コロイド影響評価(CRIEPI共同研究)
- 微生物影響評価(CRIEPI共同研究)
- 生物圏評価(放医研情報交換)

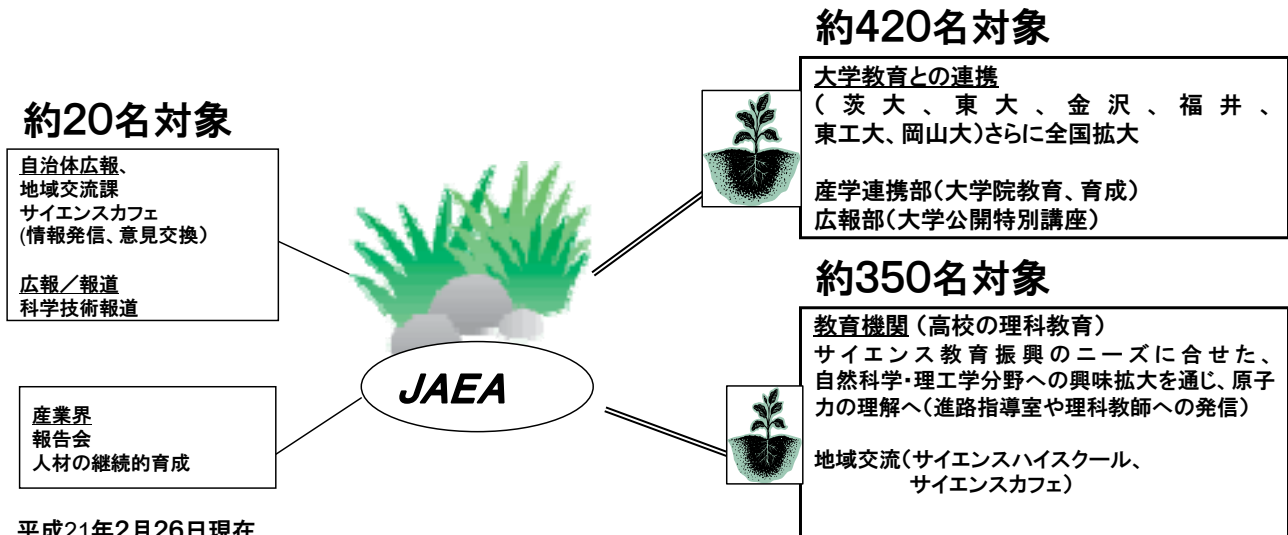
研究成果の理解拡大へのとりくみ

従来の単なる報告会形式でなく、科学技術コミュニケーションに意義あるとりくみ

- ・次世代の社会的理解や技術的興味の裾野拡大
- ・研究成果を情報として直接発信する・・・基礎基盤研究の理解
- ・研究成果の理解拡大と地層処分への理解促進



基礎基盤研究成果をツールとして理解拡大への草の根活動



*人数は、平成21年2月26日現在

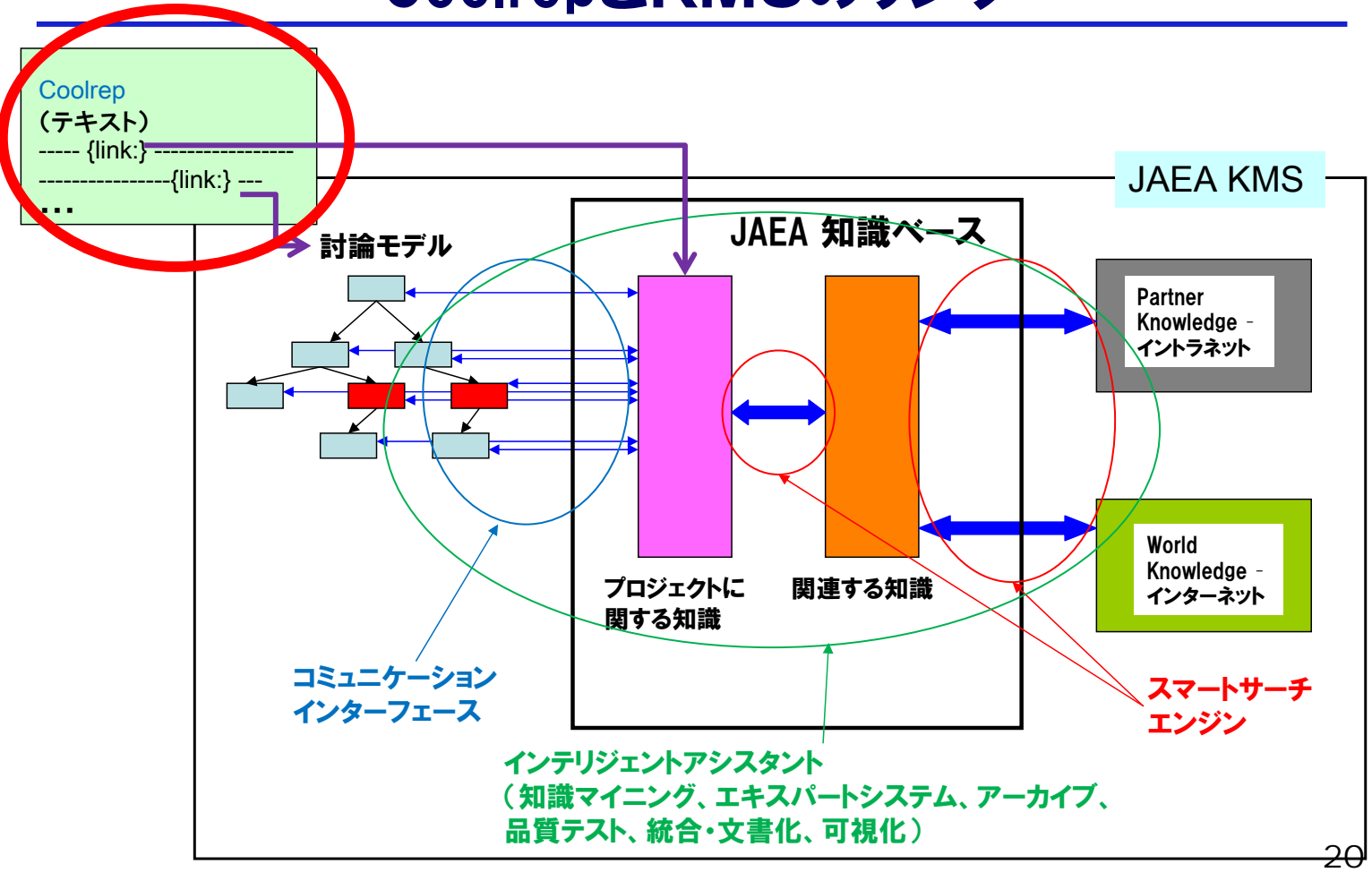
18

研究開発成果の知識化

平成19年度実績	平成20年度計画	平成20年度実績
<ul style="list-style-type: none"> ・ 論証支援ツール（論証ダイアグラム作成・表示ツール、論証エキスパートシステム、討論評価ツール）、知識協働支援ツール及びコミュニティ支援ツールなどの詳細設計を実施した ・ これまでの研究開発成果の一部（地震・断層活動）を事例的に分類・整理し、知識ベースの構築を試行した 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成19年度に行った知識管理システムの詳細設計に基づき、地層処分の安全性に関する論証構造のモデル化と知識の体系的整備を進めるとともに、既存のソフトウェアなどを活用しながらシステムの構築を開始する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前年度の詳細設計に基づき、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

19

CoolrepとKMSのリンク



Coolrepの構成案

「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」(仮題)

1. 中期計画報告書の位置づけ

放射性廃棄物の展望／日本の地層処分計画の推移／今後のマイルストーンへの準備／本報告書の範囲と目標

2. 技術的背景

日本における放射性廃棄物管理／地層処分プロジェクトの歴史と目標

3. 安全性の実証

セーフティケースの定義と日本における適用／安全戦略／処分の実施のための構造的アプローチ

4. 定型化された方法による安全性の定量化

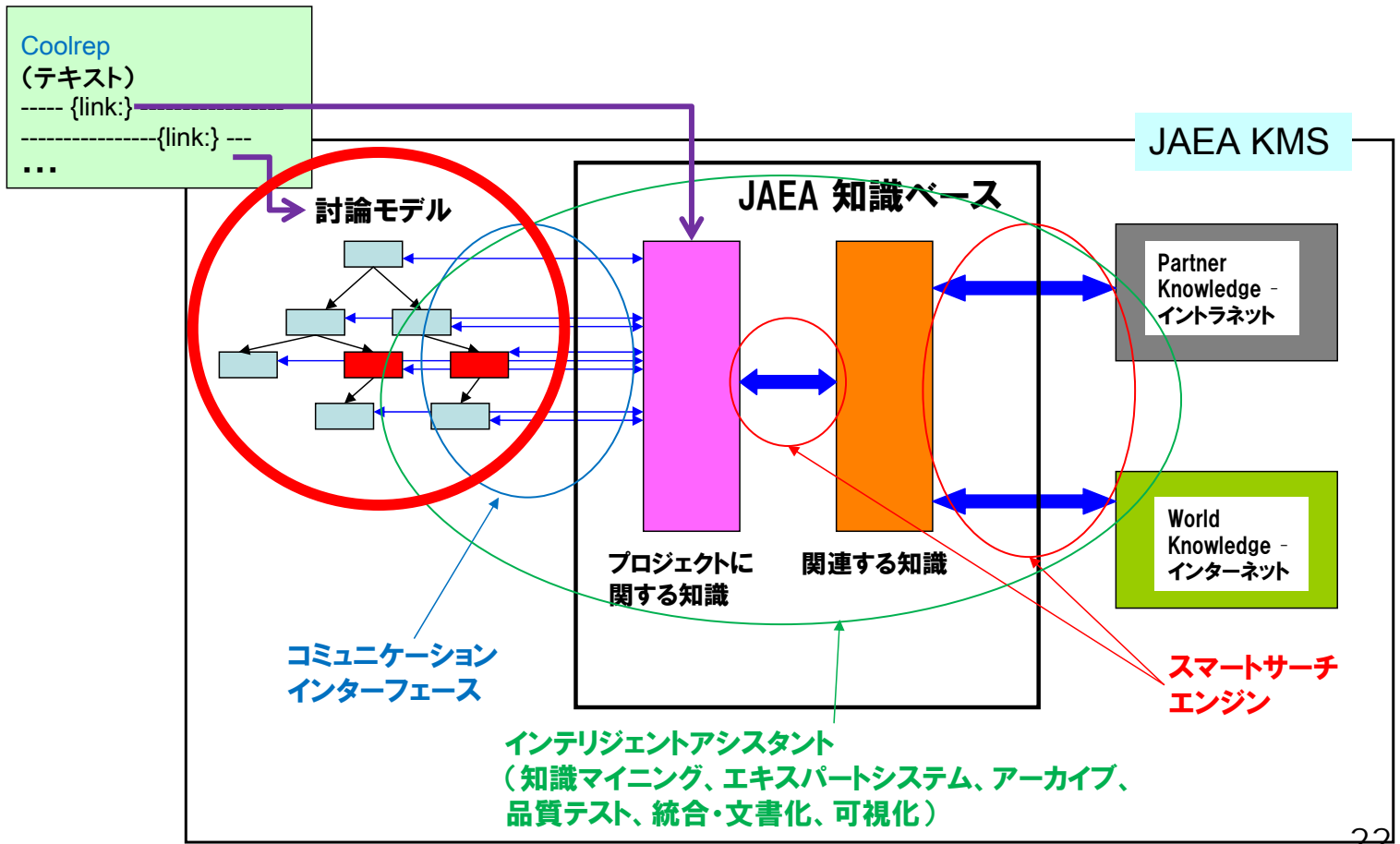
処分システムの記述／シナリオ解析／影響解析／品質マネジメント／解釈とセーフティケースのための論拠

5. Coolrepの概観

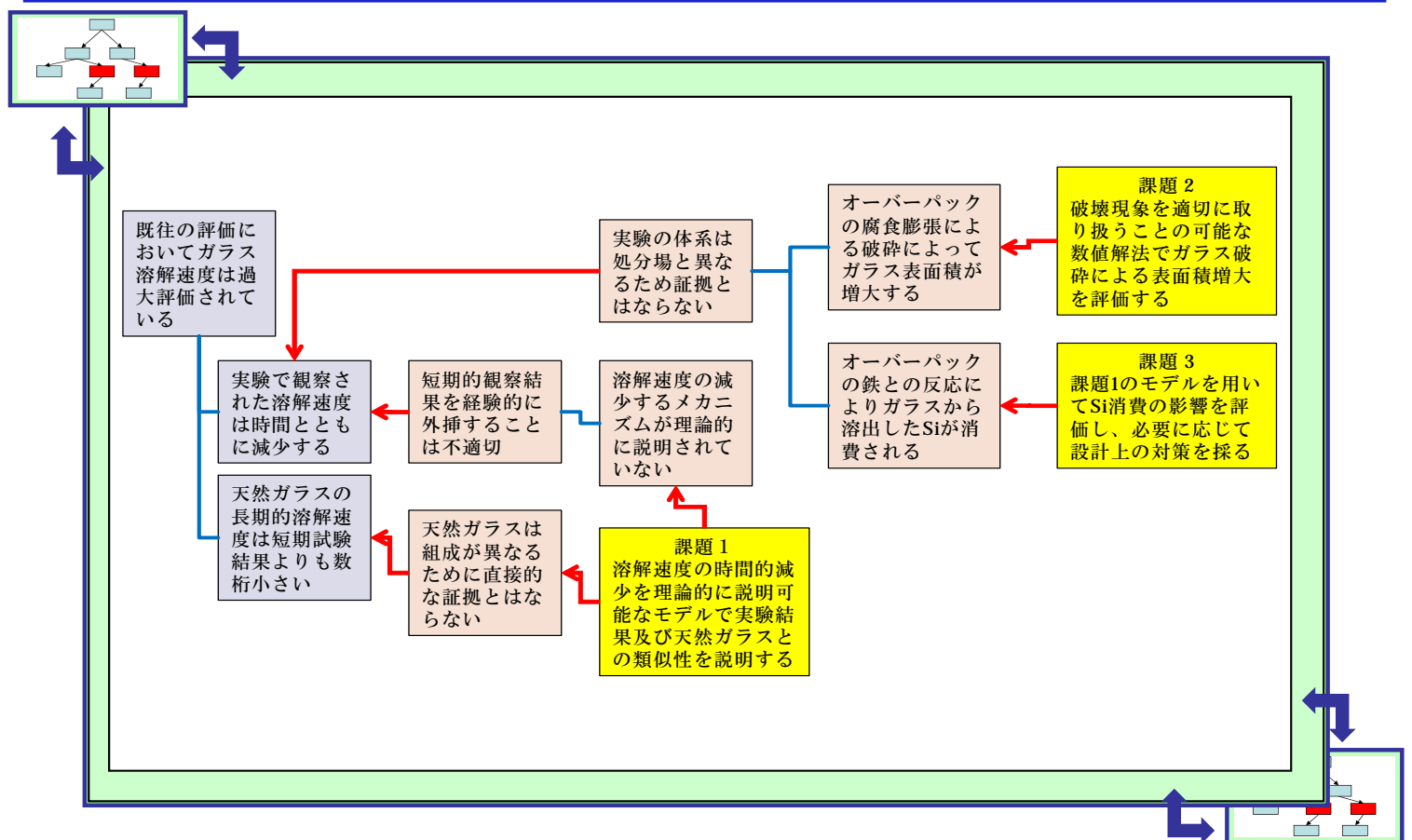
KBの限界についてのまとめ／その他の利用可能なリソース

6. まとめと結論、将来の研究開発課題

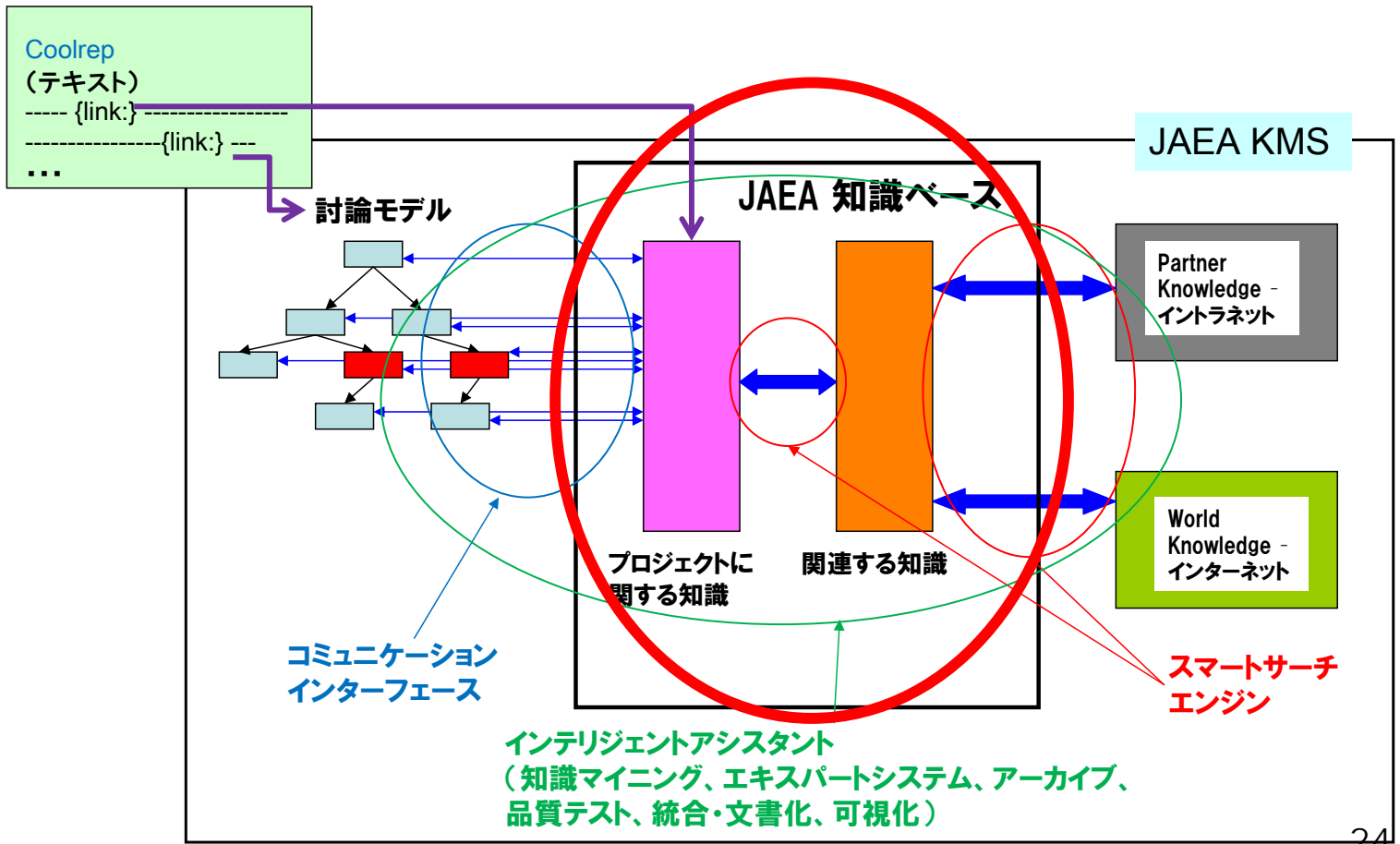
CoolrepとKMSのリンク



討論モデル



CoolrepとKMSのリンク



知識の利用支援に係わる技術開発の例

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

電子性能評価レポート(ePAR)

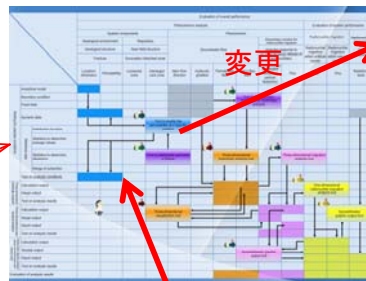
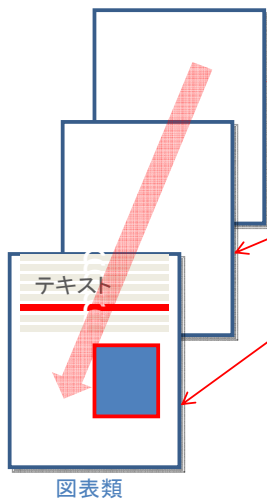
性能評価解析の内容に関するテキストや図表を含むHTMLドキュメント。黒板内の該当するワーキングメモリと連動。

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

コントロールシェル

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



ハイブリッド知識ソース

計算用ツール、可視化ツール、等

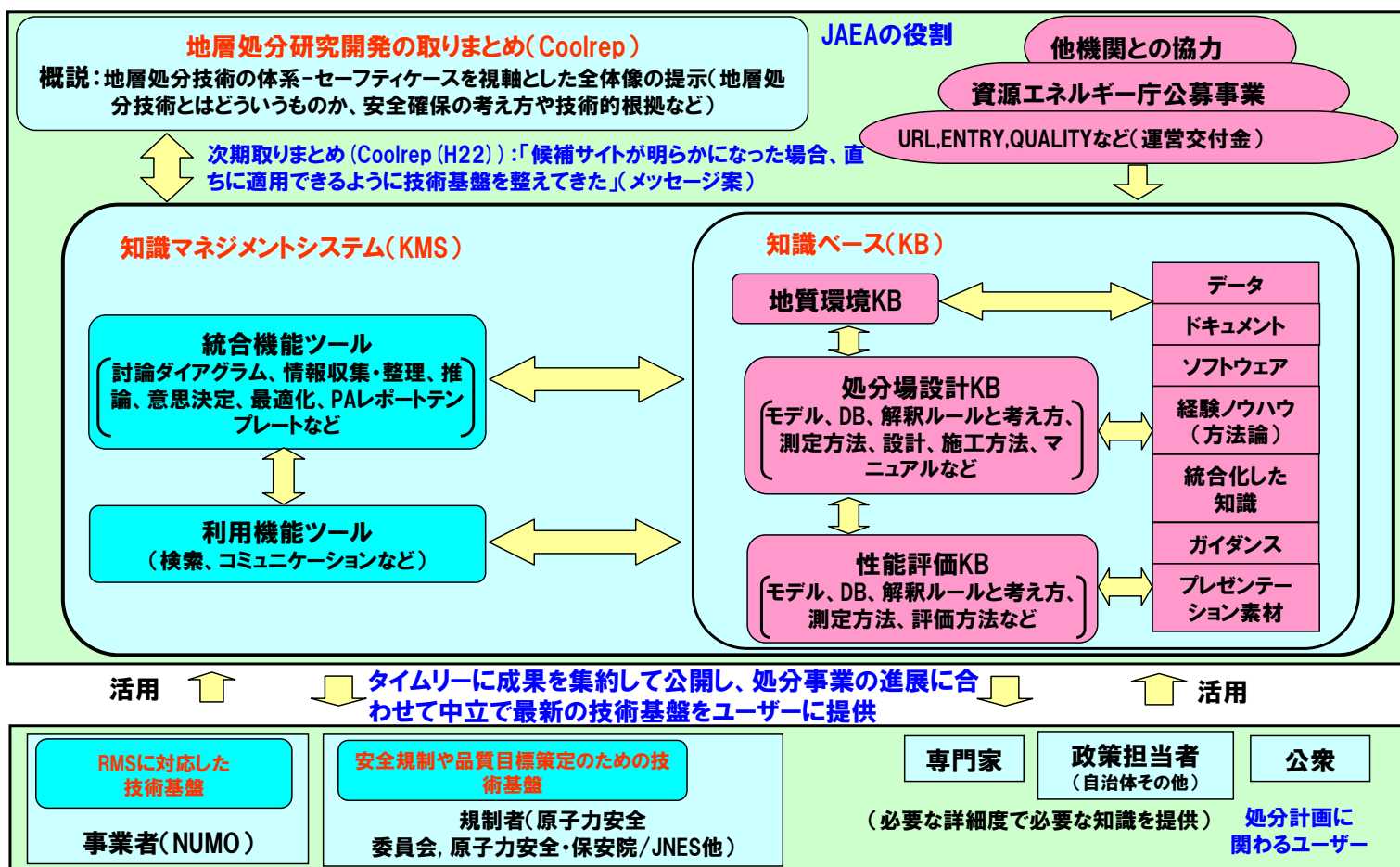
- インテリジェントシステム
- 知識ベース及びオントロジーモデルへのリンク
- オンラインヘルプ



担当者

入力

地層処分計画とJAEAの役割



研究開発成果の統合

◆ 統合の視点

- 知識工学的視点：成果物だけでなく成果を生み出すためのノウハウなども対象
- H22取りまとめメッセージの裏づけ

◆ H22取りまとめメッセージ案

- 第2次取りまとめ及び**TRU2次レポート**は、日本における高レベル放射性廃棄物/TRU廃棄物の安全な地層処分が基本的に実現可能であることについて確かな基盤を提供、その後の著しい科学技術の進歩に照らしても基本的な結論はなお有効
- この日本全体を視野に入れた一般的な基盤は、第2次取りまとめ/TRU2次レポート以降続けられている事業段階の研究開発によって、特定の候補サイトの固有の条件に対して具体的に適用するために強化
 - 候補サイトの地質学的、地理的、社会政治学的条件の考慮
 - 閉鎖後だけでなく処分場の建設・操業期間の安全性を確保するための要件や建設における実際的な制約条件を包括的に考慮
 - 「情報の非対称性」の問題認識-すべての関心のあるステークホルダーへの積極的な情報提供
 - 地域の要求に応じて、技術的基準に沿って作成された計画を変更を許容する柔軟性-ただし、地域の要求を優先して変更した結果、安全性に対する裕度が犠牲となつてはならない
 - 研究開発の進展や科学技術の進歩、候補サイトが決まった後に行なわれる地質環境特性調査などによって今後も予想される関連情報の爆発的増加は従来の情報管理の方法を超えたものになりつつあるという認識と、これに対応するためのパラダイムシフトとしての新たな知識マネジメントシステムの導入

現状と今後の進め方

- KMS開発と「クールレポ」のアイデアに基づくアプローチに関する議論
 - ✓ KMS国際レビューワークショップでの支持（2008年11月、http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms_chisiki.html）
 - ✓ 地層処分研究開発・評価委員会による支持（2008年11月）
 - ✓ QAワークショップにおける支持（2009年1月、[ウェブサイト準備中](#)）
 - ✓ 電子報告書の技術的可能性を実証（英文デモ版作成、2008年11月）
- KMSプロトタイプ構築と公開（平成21年度）
- クールレポ主文の作成
 - ✓ 第一次ドラフト内部レビュー中
 - ✓ 外部レビューを予定
 - 内部委員会（地層処分研究開発・評価委員会など）
 - 国内関係機関
 - 国際レビュー（ワークショップ？）

平成21年度実施計画

(1) 研究開発成果の知識ベース化

- 地層処分の安全性に関する論証構造の作成と知識の整備を進める
- 知識管理システムのプロトタイプを構築し、NUMOや規制関連機関などの試用に供していく

(2) 地層処分システムの設計・安全評価技術の高度化

- 人工バリアや核種の長期挙動に関するモデルの高度化、基礎データの拡充を図る
- オーバーパック・データベースの構築を進める
- 緩衝材の基本特性に関する標準的測定方法を提案する
- 深地層の研究施設等における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を例示する
- 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現場適用試験を実施する
- 外部資金を活用して、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及び核種移行/微生物特性の標準的測定方法を提示するとともに、実際の地質環境データを用いた熱-水-応力-化学連成挙動解析を行う
- 幌延では、国が進める地層処分実規模設備整備事業に係わる人工バリアの工学技術に関する研究を関係機関と協力して実施する