

研究開発成果の知識化

瑞浪, 幌延における地上からの調査研究の成果報告

—地層処分の技術と信頼を支える研究開発:概要調査への技術基盤の確立—

平成19年9月18日 JAホール

日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門 研究開発統括ユニット

梅木 博之

地層処分技術の知識基盤化

■ 研究開発の役割

- 地層処分の超長期的な安全確保と長期間にわたる事業に対する継続的な信頼性向上

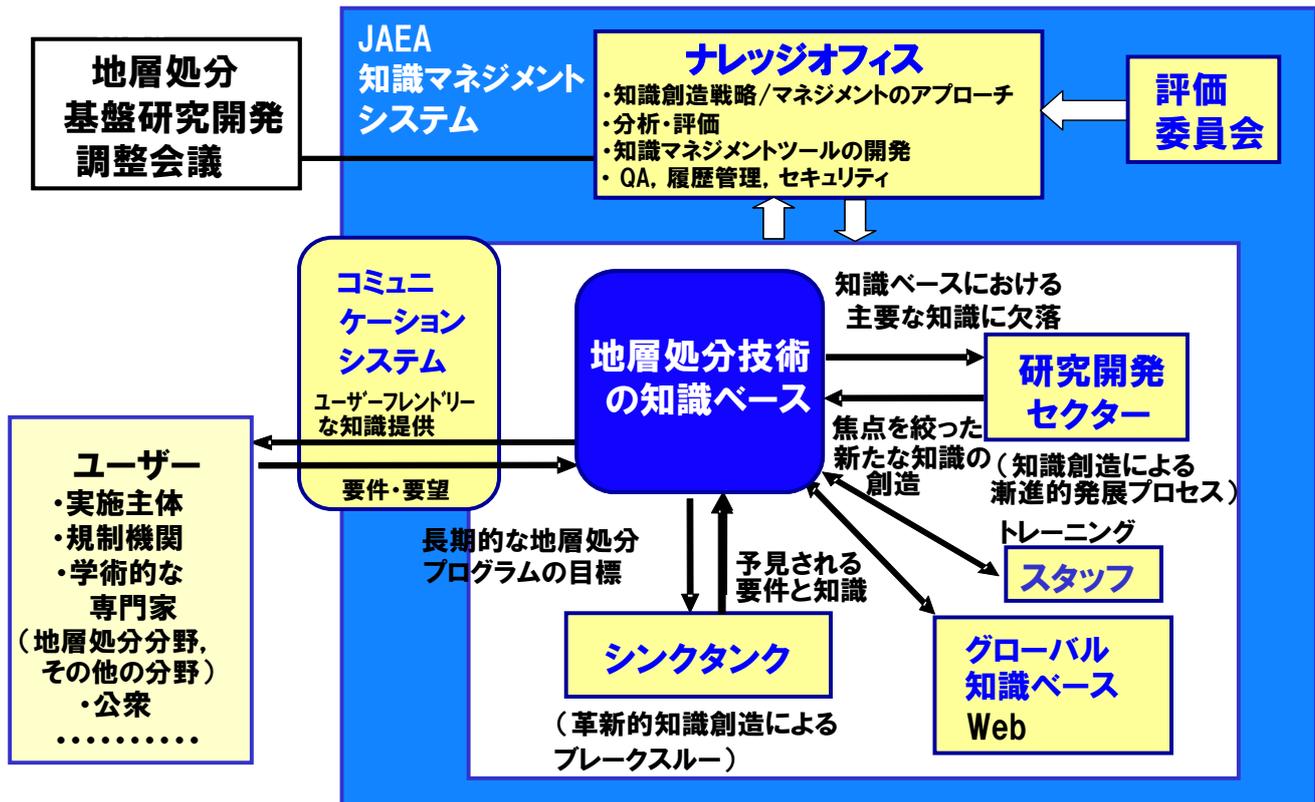
■ 知識基盤化

- 学際的総合技術である地層処分技術を“知識”として体系的に管理

■ 知識マネジメントシステムの開発

- 概念開発 (e.g., H17レポート, 2005; 梅木, 2006a, b; Kawata et al., 2006; 中野ほか, 2006; 大澤ほか, 2006; Umeki et al., 2007; etc)
- プロトタイプ設計・構築 (2006 - 2010)
- プロトタイプ公開・試運用 (～2010 -)

◀ 知識:地層処分プロジェクトを支える全ての科学技術(社会科学, 経済学, 医学などを暗に内包)を示す広範な意味で使用 ▶



知識マネジメントシステム: 地層処分技術の知識基盤を構築するために行なわれる知識の創出, 統合, 品質保証, コミュニケーション, 維持・記録保存, 知識の継承や人材育成といった全ての側面を運営・管理するための体系

● ナレッジビジョン

- 知識マネジメントの範囲を設定した上で必要な知識を網羅的に蓄積
- セーフティケースの一般概念を視軸とした構造化
- ユーザーの視点の重視

● ナレッジビジョンを実現するための具体的な目標

- 最新の科学技術知識に基づくセーフティケースの論証構造の構築
- セーフティケースの信頼性をさらに向上するための知識ベースの拡充
- セーフティケースを介した地層処分安全性に関する社会的合意形成

● システム設計の基本的アプローチ

- 設計の主要な要素は **マネジメント機能** と **知識ベース**
- **組織論的方法論** と **インテリジェント手法** のベストミックス
 - 知識の内容やマネジメント機能に応じた適用区分
 - 知識工学・人工知能技術を利用したインテリジェント化
 - 既存のDBやパブリックドメイン & オープンソースのソフトウェアを活用
- ケーススタディの実施

ナレッジビジョン: 全体戦略と知識の共有・創造の方向性を一致させた目標・目的

ナレッジオフィス
機能を支援

論証支援 ツール

- ・論証ダイアグラムの表示
- ・各論証の確からしさの表示
- ・論証スキームの検索
- ・論証に関する仮説生成
- ・論証内容及び事例ベース

コミュニティ 支援ツール

- ・外部専門家/非専門家のポータルサイト
- ・電子掲示板, 投票機能
- ・オンラインESL
- ・学習支援

知識協働 支援ツール

- ・地層処分研究開発専門家のポータルサイト
- ・電子掲示板, 電子会議, PC共有
- ・オンラインESL
- ・トレーニング, 専門家育成

品質管理フィルター 1

セーフティケースの論拠となり得る知識の抽出

品質管理フィルター 2

フロー型知識のうち基盤知識として保存すべきものの抽出

地層処分技術 の知識ベース

ストック型知識
の生産・保管

コミュニケーション機能支援

- ・フロー型知識の流通
- ・ストック型知識の利用・普及

研究開発, トレーニング機能支援

- ・フロー型知識の流通
- ・ストック型知識の生産・共有

知識ベースの設計

● 知識ベースの機能と類型化に関するアプローチと方法論の明確化

● 設計の手順

- 地層処分研究開発に関する知識工学的モデルの作成(知識ベースの範囲と必要機能の体系的抽出)
- タスク知識とドメイン知識の分類及びそれらを具体化するためのアプローチ(インテリジェント化/組織論的方法論)の提示
- 各タスク知識及びドメイン知識の形態の類型化とセーフティケースの一般構造に基づく知識ベースの構成

● インテリジェント化の検討

- 人工知能分野で実績のある問題解決パターンと地層処分分野の問題とのマッピング, 例えば,
 - ・ 地質環境モデリングにおけるアノマリの理解→故障検出/故障診断
 - ・ 設計における新規技術の開発→矛盾解消
 - ・ パネルレイアウト等の最適化→構成設計
 - ・ シナリオ解析→定性推論
- 電子情報としてのドキュメントの保管(デジタルライブラリ)による全文検索や自動翻訳・自動要約等の知的サービスの提供

地層処分技術の知識ベースの要素

類型	内容	例
データ	<ul style="list-style-type: none"> ・生データ ・処理データ ・外部発掘データ 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱力学・収着データ ・人工バリアの基本特性データ
ドキュメント	<ul style="list-style-type: none"> ・組織内作成技術文書 ・主要な外部作成文書 	<ul style="list-style-type: none"> ・技術メモ ・研究報告書, 論文
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・関連ソフト/データベースのアーカイブ ・マニュアル, ハンドブックなどのアーカイブ ・関連する研究成果のアーカイブ 	<ul style="list-style-type: none"> ・データベース(熱力学・収着, 人工バリアの基本特性) ・地下水流動解析モデル/コード ・地形変化シミュレーションモデル/コード ・物質移行解析モデル/コード ・熱-水-応力-化学連成解析モデル/コード
経験・ノウハウ (方法論など)	<ul style="list-style-type: none"> ・手順マニュアル/ガイドブック ・エキスパートシステム ・トレーニング資料 	<ul style="list-style-type: none"> ・断層の推定手法 ・ボーリング調査手法 ・分析手法マニュアル
統合化した知識	<ul style="list-style-type: none"> ・経験を積んだ統合チーム ・エキスパートシステム 	<ul style="list-style-type: none"> ・地質構造の推定手法 ・地下水の化学特性の推定手法
ガイダンス	<ul style="list-style-type: none"> ・経験を積んだ調整チーム(シンクタンク) 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来シナリオ ・予見される要件と知識
プレゼンテーション素材	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーフレンドリーインターフェースを考慮に入れたグラフィック表示素材 	<ul style="list-style-type: none"> ・地質環境の長期変動のビジュアル画像

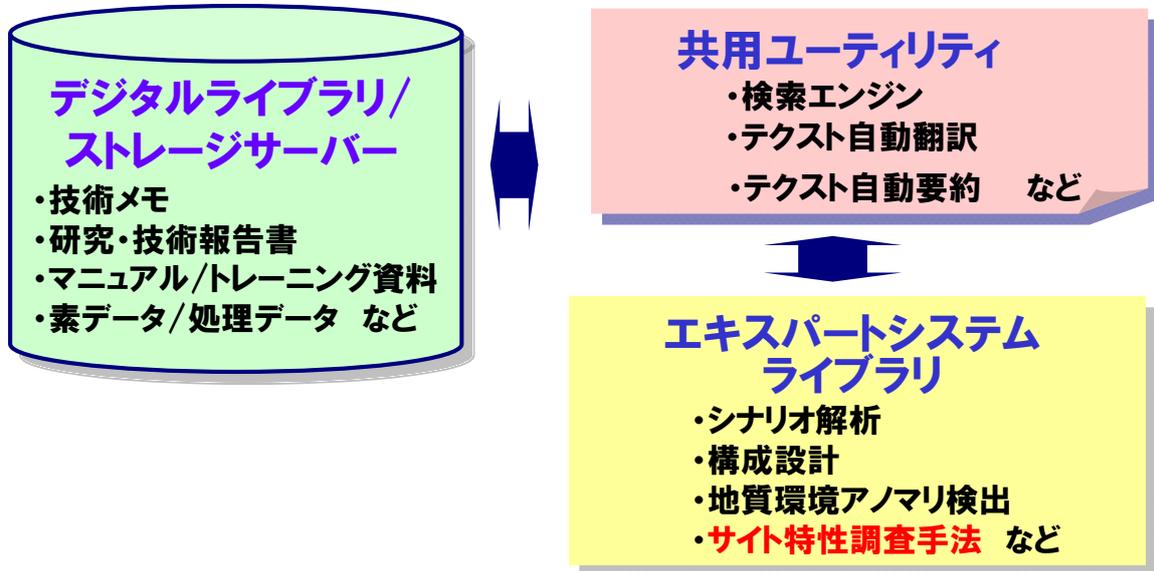
タスク知識とドメイン知識の分類例

タスク知識

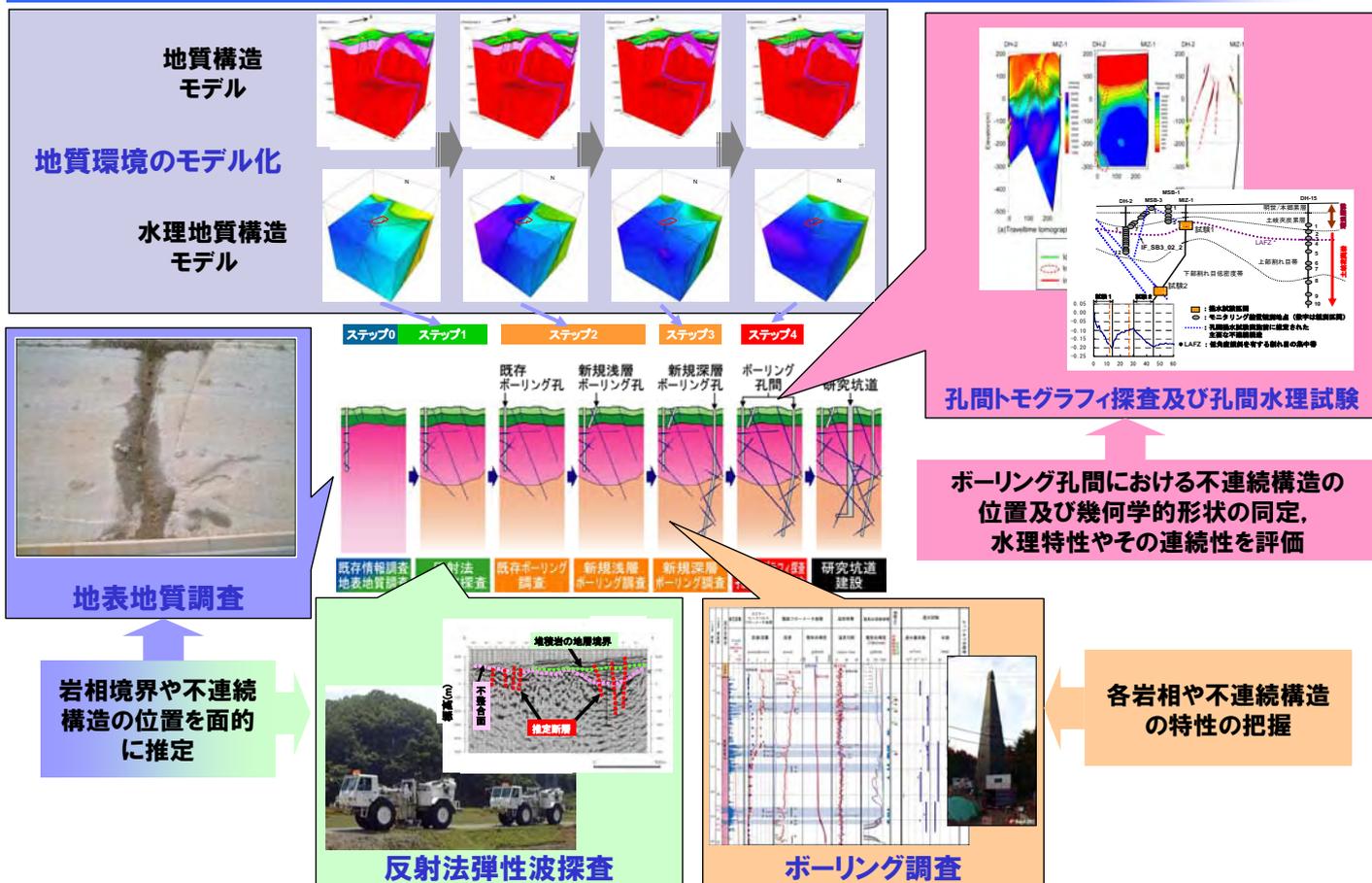
ドメイン知識

		例	知識の類型			例	知識の類型
タスク知識	測定/分析/調査/観察	機器の原理、精度、使用方法 機器・手法の適用条件 コスト・時間・必要人員数等	ドキュメント, 経験・ノウハウ	ドメイン知識	背景知識	対象についての知識 原理・原則に関する知識等	ドキュメント
	遡行推論	数値解析コードの使用法 数値解法及び精度 メッシュ分割法 適用条件 初期条件・境界条件の知識 結果の解釈・評価方法	ドキュメント, 経験・ノウハウ ソフトウェア		仮説	概念モデル及び解釈、数学モデル 標準データベース、数値解析コード	ドキュメント ソフトウェア
	計画立案	調査・試験の原理、精度 調査・試験の適用条件 コスト・時間・必要人員数等	ドキュメント, 経験・ノウハウ		推定結果	地質環境特性空間分布 地質環境の時系列的変遷 材料特性あるいは変質挙動 核種移行特性等	画像情報 ・データ
	知識の更新	背景知識・仮説の正しさに関する 専門家の意見	ドキュメント, データ 経験・ノウハウ		調査試験計画	地質環境調査計画 ナチュラアナログ研究計画 原位置試験計画 室内試験計画 工学規模試験計画	ドキュメント
	基本設計	処分場概念カタログ 設計手順 設計思想	画像情報・ドキュメント ドキュメント, 経験・ノウハウ		観測データ	対象の直接的/間接的なデータ 兆候等の定性的指標 調査・試験の条件・方法・制約等	データ ドキュメント
	順行推論	数値解析コードの使用法 数値解法及び精度 メッシュ分割法 適用条件 初期条件・境界条件の知識 結果の解釈・評価方法 FEPベースのシナリオ解析手法	ドキュメント, 経験・ノウハウ ソフトウェア		処分概念	処分施設、人工バリア 建設・操業・閉鎖システム	ドキュメント ・データ
	評価	複数の要件間の優先順位 不確実性と裕度の比較	ドキュメント, 経験・ノウハウ		予測結果	地質環境の長期安定性 核種移行挙動、人工バリアの変遷 被ばく線量・リスク等	画像情報 ・データ
					評価結果	要件に対するコンプライアンス 不確実性の大きさ等	ドキュメント
					対策	設計変更、予定地変更 保守性修正	画像情報 ・データ

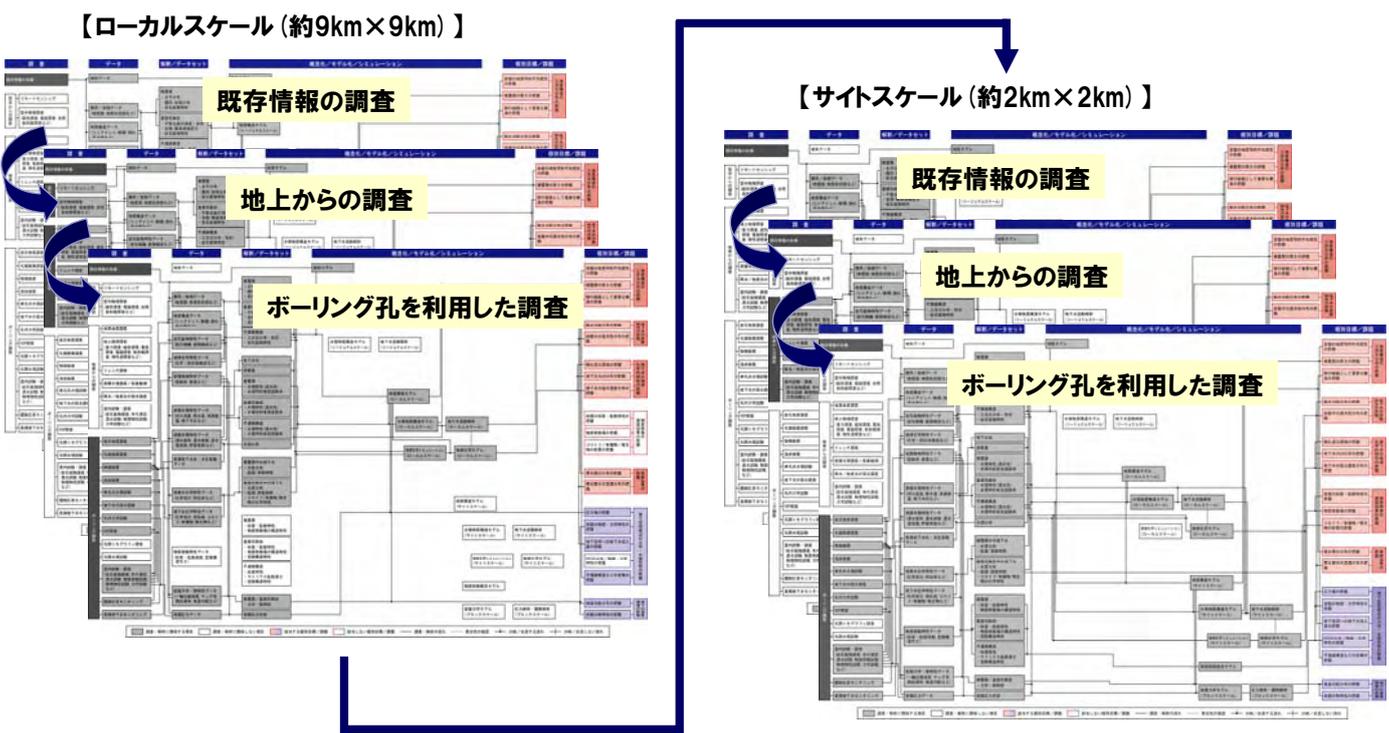
- ・ タスク知識とドメイン知識に関する類型化
- ・ セーフティケースの一般構造にしたがった領域分割と格納

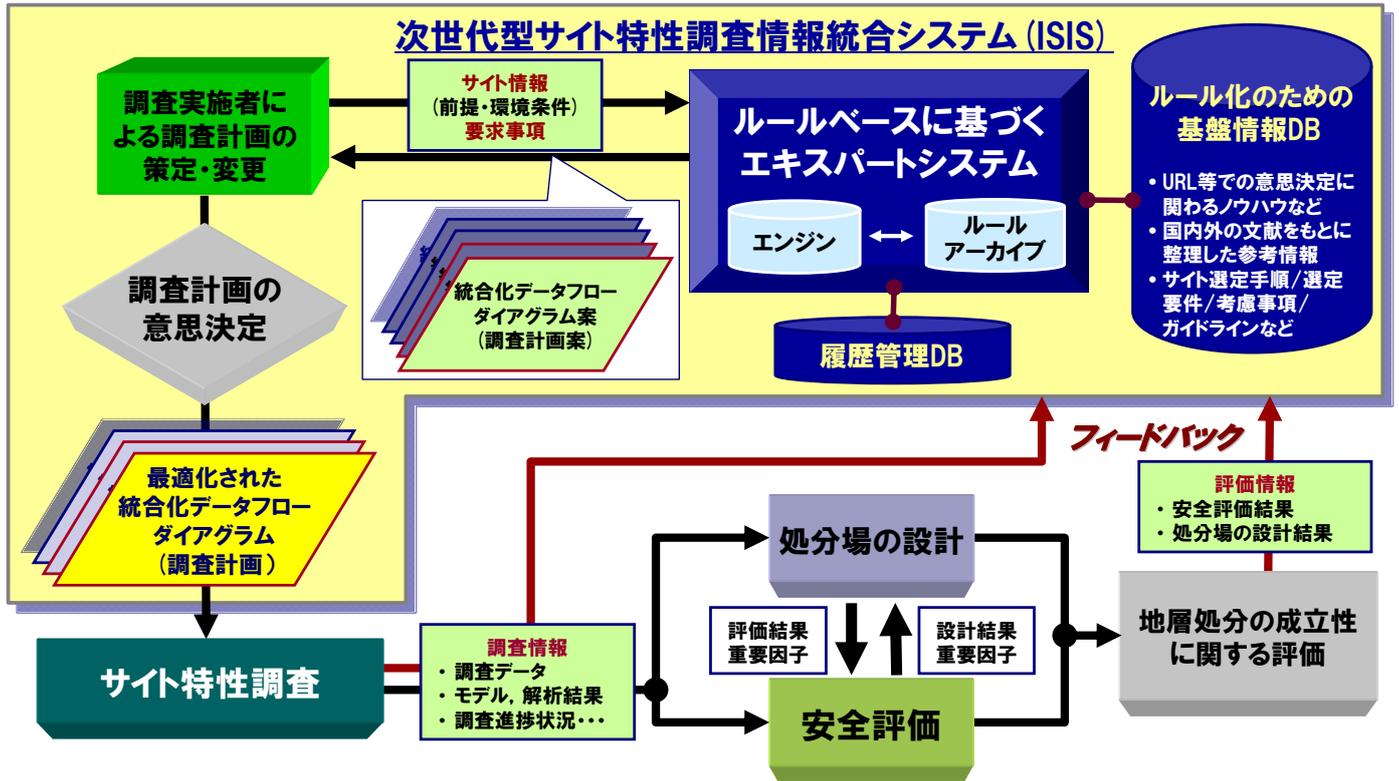


地表からの段階的調査（瑞浪の例）

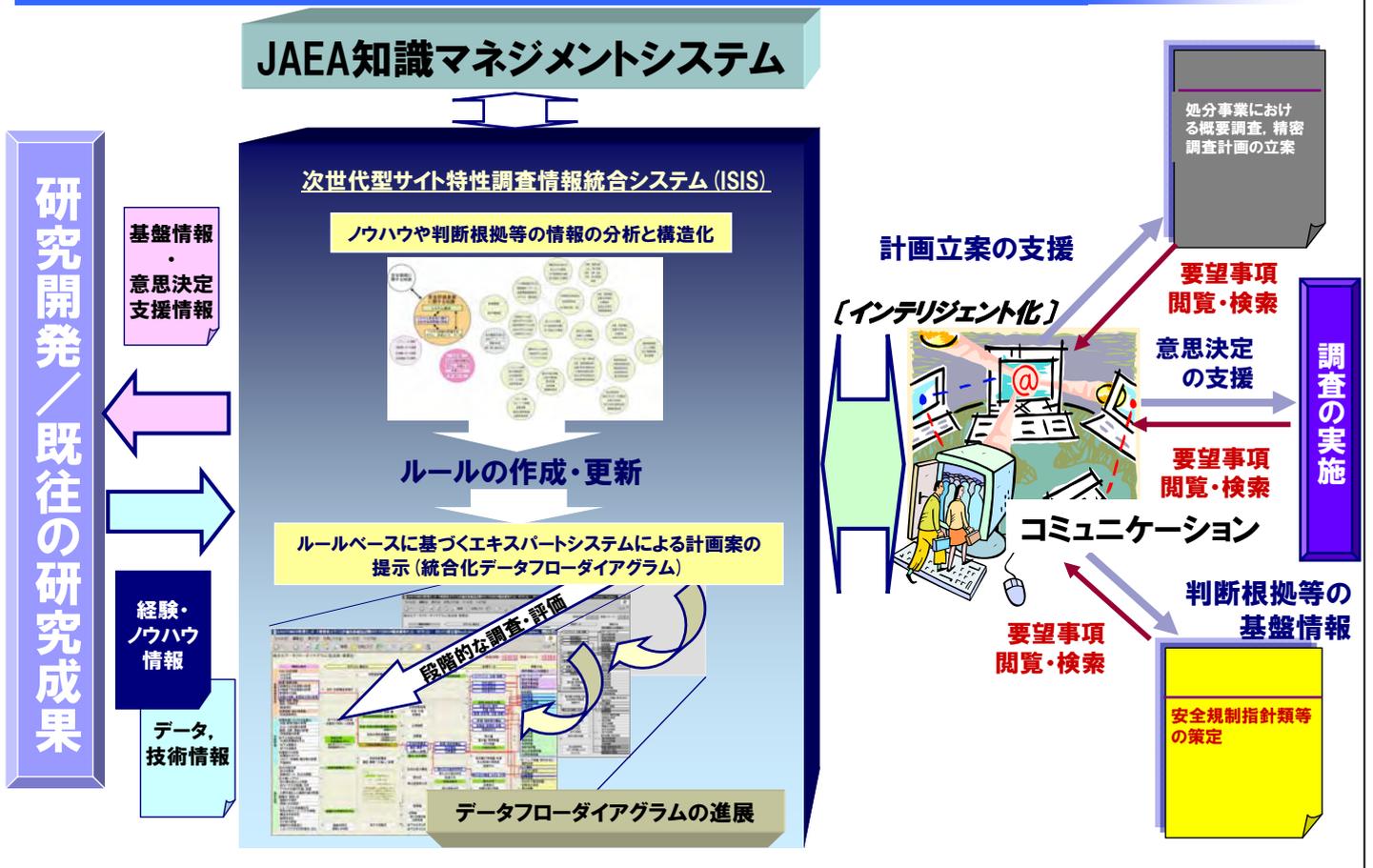


統合化データフロー（瑞浪の例）





【資源エネルギー庁 平成19年度地層処分技術調査等委託費〔地層処分共通技術調査：地質環境総合評価技術高度化開発〕】



地層処分技術に関する知識マネジメントシステムの基本設計

- ▶ セーフティケースの論理構造を論証モデルとして概念化し、関連する知識の生産、流通及び利用を最適化するというマネジメント機能の枠組みを構築
- ▶ マネジメント機能のインテリジェント化として論証支援ツール、知識協働支援ツール及びコミュニティ支援ツールの基本仕様を提示
- ▶ 地層処分技術に関する知識ベースの基本構成を提示するとともに、深地層の研究施設計画の経験・ノウハウの取り込み方を提示

今後の展開

- ▶ セーフティケース構築や地層処分研究開発のさまざまな局面で行われる多様なタスクとこれに付随したドメイン知識に関するより精密な分析に基づく知識マネジメントシステムの詳細設計
- ▶ 深地層の研究施設計画の第1段階で得られた経験・ノウハウの抽出、判断支援のエキスパートシステム化を進め、次世代型サイト特性調査統合システムを構築
- ▶ 知識マネジメントシステムの試作、試運用を通じた適用性、実効性の確認と必要に応じた改良