

CoolRepおよび知識マネジメントシステムの デモンストレーション

平成21年8月5日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

CoolRep(クールレポ)

地層処分技術

超長期の安全性確保

学際的総合技術

事業期間の長期性

➤ セーフティケースの作成
地層処分の長期的安全性
を様々な証拠に基づいて
立証しようとするもの

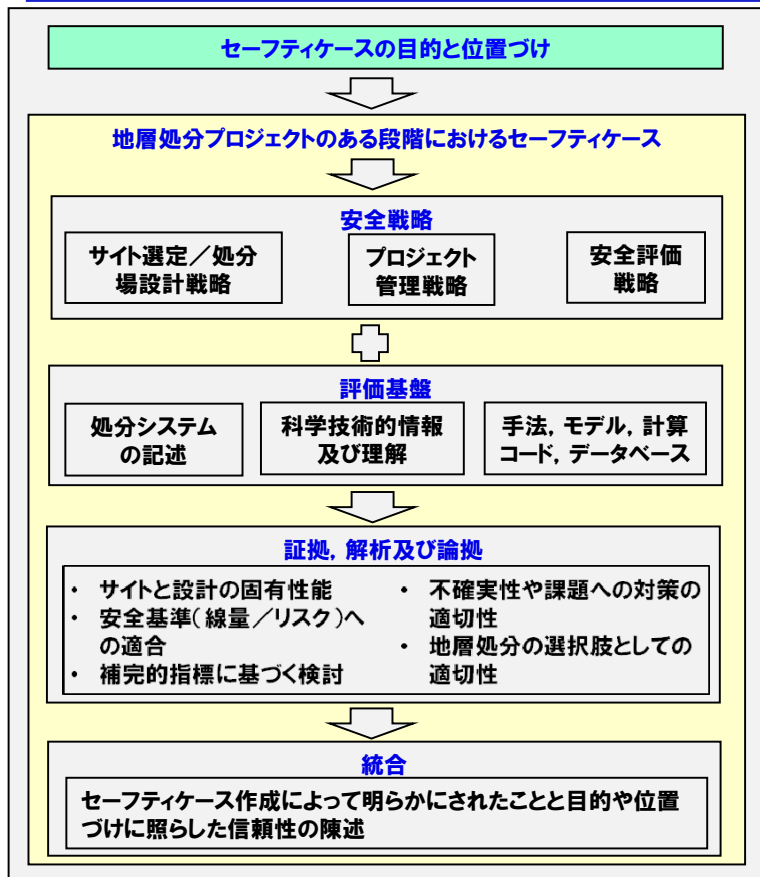
多くの学問分野の「知識」
(データ, 情報, 経験, ノウ
ハウなど)を用いて行う論
理立てた説明

事業期間を通じた繰り返し過程

➤ セーフティケースの信頼構築
段階的に蓄積されるサイトの
情報や最新の科学技術的知
見を用いた信頼性の向上

➤ セーフティケースの受容
事業を次段階へ進めるために
セーフティケースが信頼に足る
ものであることについての合意

セーフティケースの作成



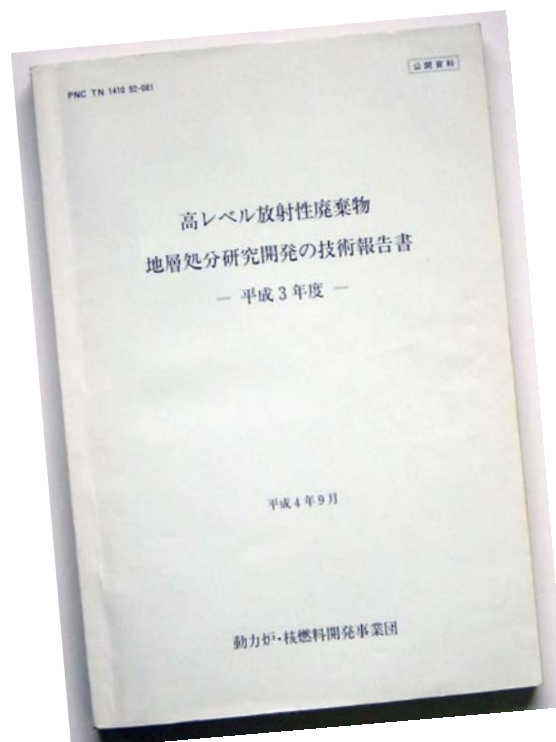
(NEA, "Safety Case Brochure", 2004)

セーフティケースの文書化(主要な記述)

- 安全性と信頼性の確保のために適切なアプローチがとられていること
 - サイト選定や設計, 安全評価の進め方
 - 品質保証の進め方
 - 透明性と追跡性の確保の方策
- 適切なサイトが選定されていること
 - 地質環境の長期安定性
 - 好ましい地質環境特性(還元性・小さな地下水流量と流速)
- 処分場が適切に設計されていること
 - 適切な設計手法とデータの使用
 - 建設・操業・閉鎖技術の実証
- 信頼できる安全評価が行われていること
 - 網羅的で体系的なシナリオ設定
 - 品質保証されたモデルとデータ
 - 体系的な性能評価／不確実性評価
- 求められるレベルの安全性と信頼性を有していること
 - 安全基準を満足すること
 - 安全評価の補完的説明
 - 課題に対する具体的対策の明示

- **研究開発はセーフティケース(SC)に役立つものであるべき**
⇒地層処分のステークホルダーは何らかの形でSCに関連
 - SCは, 知識を生産する研究機関の支援を得て実施主体により開発
 - 規制機関や特定のステークホルダーグループによりレビュー
 - ステークホルダーや意思決定者の議論の焦点
 - 専門家や非専門家, それぞれ必要とするレベルで関連情報を利用
- **研究開発への期待**(原子力委員会:原子力政策大綱(2005年), 政策評価部会報告書(2008年), 原子力安全委員会:原子力の重点安全研究計画(2004年), 地層処分基盤研究開発調整会議:全体計画(2006年)など)
 - 研究開発や技術開発の全体像の提示
 - 国民の理解の促進(安全確保の考え方, 技術的課題に対する取り組みの進捗状況や将来の見通しに関する分かりやすい説明)
 - 技術移転や伝承のための適切な仕組み
 - 技術データに関する国際的な水準での品質保証
 - 将来の原子力計画を見通した研究
 - ...

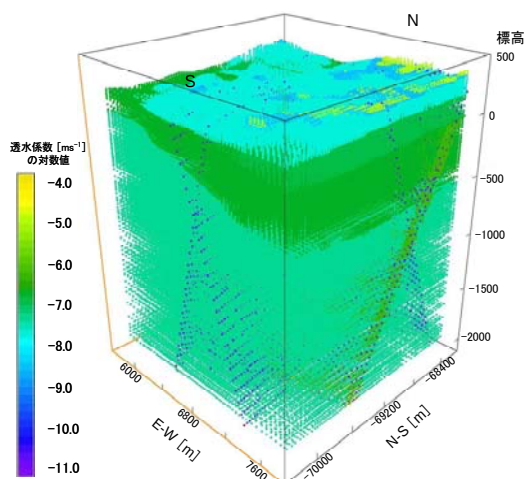
- 初期には,地層処分システムの統合的性能評価はすべてのプロジェクト要素を概観する少人数のチームによって実施
- 報告書類は, 単独の報告書(あるいは少数の報告書群)として伝統的な技術分野(地質環境, 工学技術及び安全評価)に沿って作成
- 内容の品質保証は, 内部レビューあるいは限られた範囲の外部レビューに基づく, 「定型化」されていない方法で実施



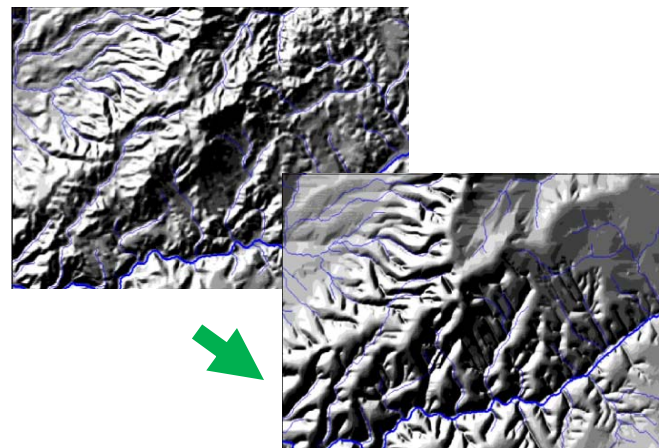
- 20世紀末までに、プロジェクトに関する文書化には多数の報告書をシリーズとして取りまとめる必要性が生じた
- 各報告書はそれぞれの内容に対応した専門家によるチームによって作成され、個々の分野においてさえ全体を概観することが次第に困難となった → 重複や全体としての整合性の確保に関する問題の発生
- 定型化された品質保証プロセスが導入されたが分量の多さから適用に限界



- 最初の統合性能評価(H3)報告書は約400ページ、9年後の第2次取りまとめ(H12)では約2000ページに増加
- 最も難しかった点の一つは、地質環境、工学技術、性能評価に関連する多量の情報／データを**統合**すること
- 将来的にはHLW/TRU廃棄物処分場全体を対象とした**3次元**、**時間依存**のより**統合的なモデルの取り扱い**によってさらにデータ量が増加



3次元水理地質モデルによる透水係数の分布



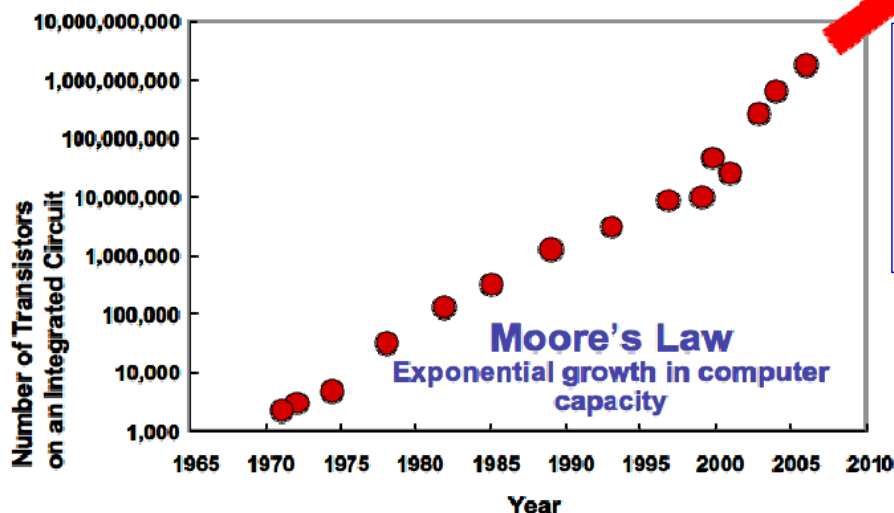
東濃地域の3次元地形変化予測の例



8

情報爆発と地層処分

- 情報爆発はコンピュータ能力の発展によって加速
 - 今後もこの傾向は持続 - 2002-2007年の間にさらに加速, 倍増する時間は3年から1.5年に短縮!
- 放射性廃棄物処分分野では特に問題: 研究開発計画の作成にあたって事業期間の長期性に留意することが必要
 - 従来型アプローチでは破綻する可能性大



• 処分場の操業 ~ 2035?
 $10^6 \times$ 現在の能力 / 速度

• 処分場の閉鎖 ~ 2095?
 $10^{14} \times$ 現在の能力 / 速度!!!

9

■ 報告書作成に関する息の長い新たなアプローチの開発

- 世界的傾向にある**情報爆発**への対処
 - 平成17年報告書(H17)において指摘され、JAEAは新たなプロジェクトとして**先進的な知識マネジメント技術の開発(JAEA KMS)**を開始
- 繰り返し作成される**セーフティケース**を継続的に支援するための研究開発成果の提供という要求への対処
- **技術移転**を継続的／効率的に実施することが必要
- **国民理解の促進**のためには、「様々な読者自身を知りたいと思う情報を欲しいときにすばやく引き出せる」ことが重要（**情報の非対称性の解消**→「**道路地図**」から「**カーナビ**」へ）

10

■ 知識マネジメントシステムとリンクした“次世代型文書化－CoolRep”

- 関連する多量の情報の取り扱い
- 多数の関係者がアクセス可能なユーザーフレンドリーな方法を提供
- より透明性の高い品質保証の実施
- 必要な研究開発の特定と限られた資源の下での優先順位付けに関するプロセスの支援
- ユーザーからのフィードバックによる情報の構造化のための方法論やプレゼンテーションのためのソフトウェアの改良（自律的進展機能：例えばサイト選定や許認可のためのセーフティケースの作成といった重要なマイルストーンにおける適用に向けた継続的改良）

11

- 要約による研究開発の全体像の提示
 - セーフティケースにおける研究開発の意義や位置づけを明示
- 迅速な情報提供による研究開発に関する理解の効率化
- 技術的な深さに応じたハイパーリンク(ユーザーの要求に即した情報提供)
- ピアレビューを実施したテキストとのリンクによる品質保証の透明性と追跡性の確保
- 報告書作成過程の管理への効用
 - マスター文書による修正履歴管理
 - 報告書全体を通じた情報の一貫性の確保
- JAEA KMSのエキスパートシステムを稼働させた模擬体験による地層処分技術の理解促進, 専門的作業のトレーニング

- Websiteの基本構成と役割
- 様々なリンクのデモ
 - **CoolRep** → カーネル → KB(データベース, 文献, ...)
 - 双方向, マルティメディアコミュニケーションツールの紹介

- 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技術基盤は、それ以降、実施主体、安全規制機関、JAEAを含む研究開発機関によって進められている事業段階の研究開発によって、特定の候補サイトが明らかとなった際に適用可能とするため、以下の観点から強化が図られてきた：
 - 候補サイトの地質学的、地理的、社会政治学的条件の考慮
 - 閉鎖後の長期安全性を念頭に置いた処分場の建設・操業期間の安全性確保のための要件や実地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－ステークホルダーへの積極的な情報提供
 - 安全性の確保を必須条件としたうえで、科学技術の進展や社会的条件の変化に応じた計画の変更を可能とする技術的柔軟性の確保
 - 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先進的な知識マネジメントシステムの導入

- 地層処分の知識基盤を体系化し、これを事業期間を通じて継続的に提供するための新しいアプローチとして、JAEA KMSとリンクした研究開発成果の統合方法CoolRepを提案し、基本機能の設計や実証を進めている。
- その意義と妥当性について様々な機会(OECD/NEA, IAEAなどの国際会議における紹介、ワークショップの開催(http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms_chishiki.html), 外部専門家による評価委員会(地層処分研究開発・評価委員会等)によるレビューなど)を通じて確認し支持を得た。
- CoolRepの方法論はなお開発途上であるが、最新のITや知識工学の技術の利用により実現可能との結論に至っている。
- 今後、CoolRepH22とJAEA KMS(プロトタイプ)の公開(平成22年3月予定)による幅広い利用を開始し、利用者の要望を反映しながら引き続き方法論やツールの改良・高度化を進めるとともに、研究開発による継続的な知識の創出、拡充、更新に資する計画である。

知識マネジメントシステム(KMS)

JAEA KMS とは？

- 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)を示す広い意味で使用

- 知識ベース

- 種々の媒体(文書, 電子ファイルなど)によって体系的に保存し必要に応じて直ちに取捨できるようにされている様々な知識

- 知識マネジメント

- 知識ベースを構築, 保存, 更新, 伝達, 共有するとともに知識の作成と活用を支援するための行為

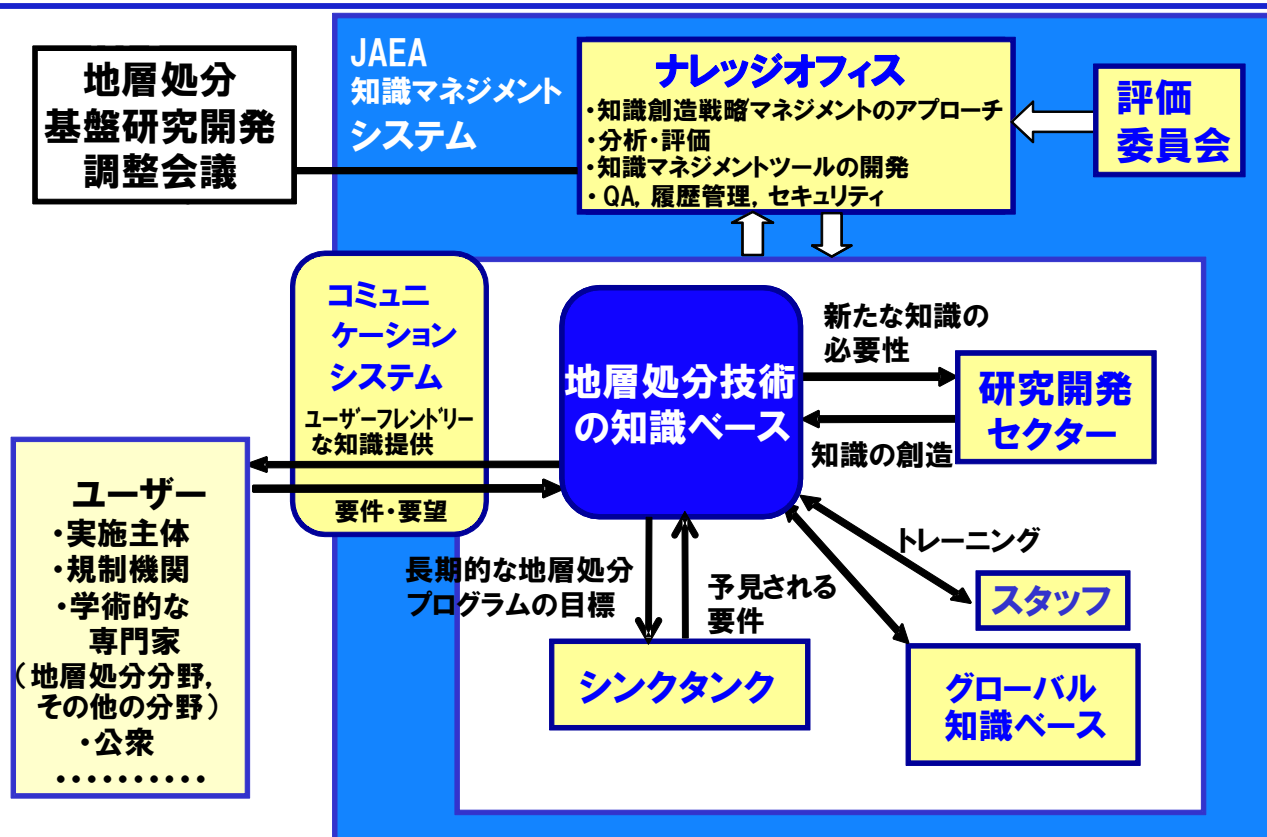
- 知識マネジメントシステム(KMS)

- 知識マネジメント機能 + 知識ベース

- 地層処分 — 極めて長い時間、安全性を確保
- 研究開発 — 多分野
- 数十年以上にわたる処分事業期間 — コミュニケーション、人材育成
- 「情報の爆発」
- 従来の方法では管理しきれない
- 必要な情報に容易に辿り着けない
- 指数関数的に成長する知識ベースに対応可能であることが必要
- データ生産者にフィードバックを行なうことができる機能が必要

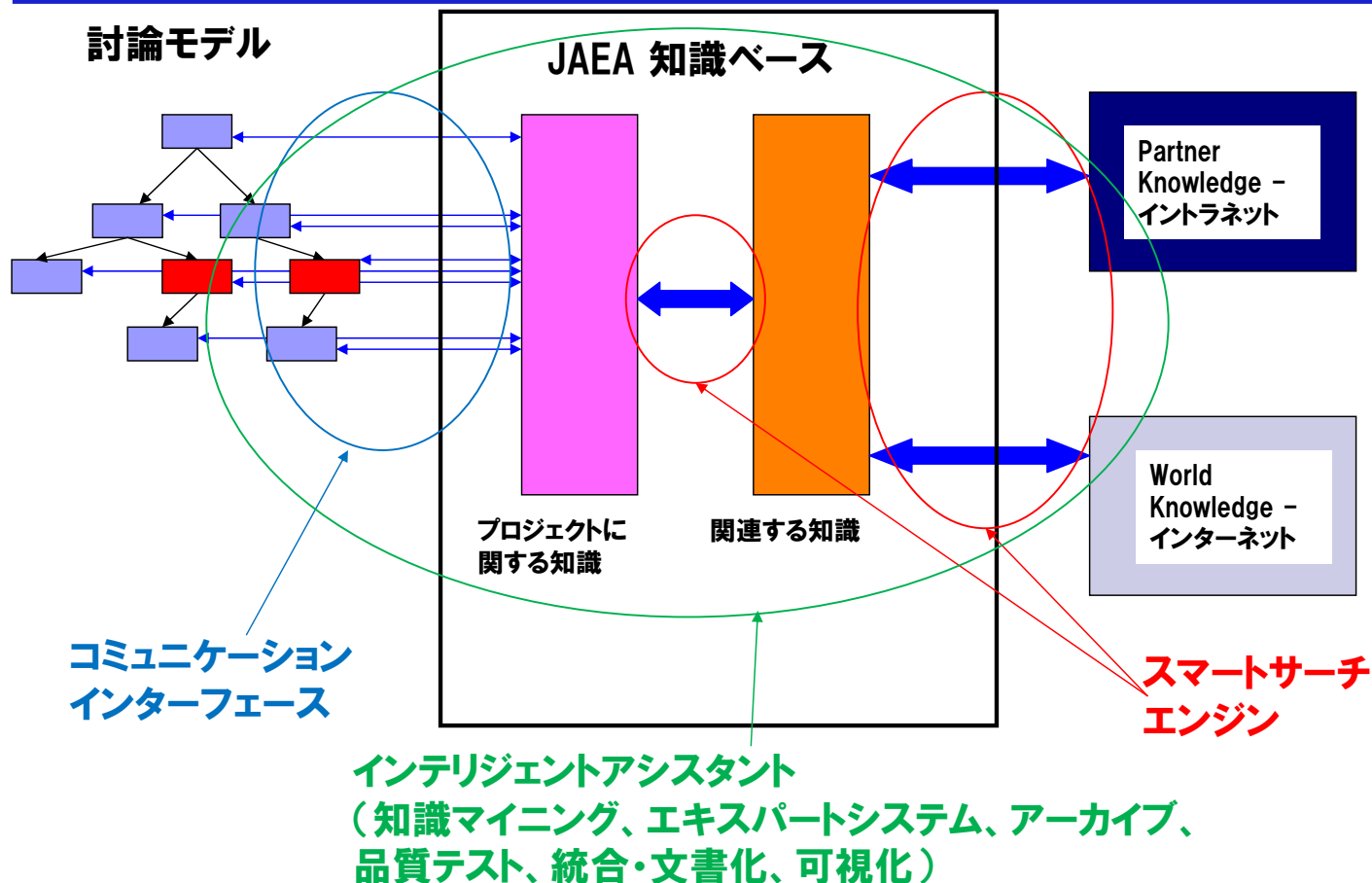
- **暗黙知**の文書化は、形式知の文書化より困難。
- **暗黙知**の例
 - 実験手法のノウハウ、
 - システム性能評価における留意点、
 - 地質環境調査上のノウハウ など
- **暗黙知**は、危機に瀕している
 - 技術伝承
 - 人材育成
 - 組織の財産の継承
- E-Learning などの新しい可能性

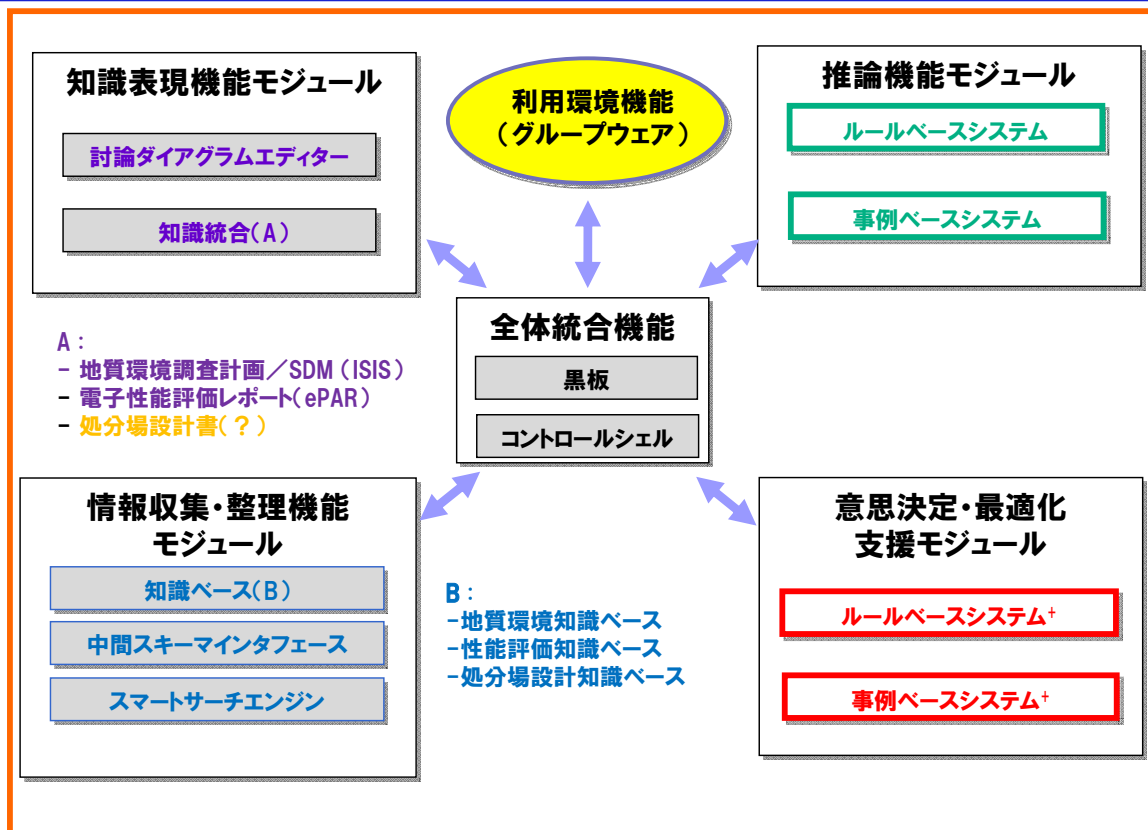
- ユーザーのニーズに対応できるシステム
- 先進的な知識工学的技術、エキスパートシステム、人工知能を利用
- 知識ベースの厳密な構造化を必要としない
- 機能
 - 知識ベースの維持、更新、アクセスの促進
 - 知識生産者とユーザー間の効果的インターフェース
 - 自動化することができないタスクを実行するための暗黙知の開発



知識形態	マネジメント機能	内容	必要な開発項目	コメント
データ	データマネジメント	- 生データ(内部) - 抽出データ(外部作業用) - 処理データ	- 自律的なQA - データマイニング - 自律的データ	- 国際協力が有効な分野
ドキュメント	ドキュメントマネジメント	- 作成文書 - 外部で作成された主要文書	- 頑健なアーカイブ - 自律的QA/カタログ化/相互参照	- 電子的なアーカイブが決定的な課題となる分野
ソフトウェア	ソフトウェアマネジメント	- 関連するすべてのコード/データベースのアーカイブ - マニュアル&ハンドブックのアーカイブ - 関連する出力のアーカイブ	- 頑健なアーカイブ - 自律的変更管理 - 定式化されたQAアプローチ	- 電子的なアーカイブが決定的な課題となる分野
経験・ノウハウ(方法論)	リソースマネジメント	- 手順書&ガイドブック - エキスパートシステム - トレーニング資料	- 経験保存のためのエキスパートシステムの利用 - 次世代専門家へのトレーニング	- 国内(あるいは地域的)トレーニングセンターからの強い要求が想定
統合化した知識	知識統合	- 経験をつんだ統合チーム - エキスパートシステム	- 主要な統合プロセスの明示 - QAアプローチの提示	- 自動化への強い潜在的ニーズ
ガイダンス	知識コーディネーション	- 経験をつんだ調整チーム	- 要件の予測(シンクタンク) - 知識における主要なギャップを解消するためのアプローチ	- 自動化は極めて困難
プレゼンテーション素材	ユーザー/生産者の対話	- ユーザーフレンドリ・インターフェース(対話を可能とするインタラクティブな機能)	- 複雑な情報を提示するための高性能グラフィカルインターフェース	- 様々なステークホルダーの要求への対応

朱書きは部分的ではあっても先進的なITの適用が可能と考えられる項目





*: 既往のソフトウェアを利用
+: 推論機能モジュールを利用

- セーフティケースと意思決定の履歴管理
- 安全性に関する新たな論拠の作成
- 現状の知識におけるギャップの発見と解決策の提示
- ステークホルダー間のコミュニケーションの促進
- 理解促進のための知識の普及
- 概念や用語の統一化
- 分野間のインターフェースの明確化

2010年に プロトタイプを公開



探す

情報、データ、ソフトウェア

内容を理解する
手伝ってもらう

わからないことを調べる
仕事を支援してもらう

記録する

知識を加える、更新する

コミュニケーション

関係者への周知・連絡・意見交換