

地層処分エンジニアリング統合支援システム（ISRE）の開発（その1）
—CIM 技術を活用した概念—

日本原子力研究開発機構 正会員 ○杉田 裕，千々和辰訓 非会員 本田 明，柴田雅博
非会員 河口達也，前川恵輔，畑中耕一郎，江橋 健，仙波 毅，牧野仁史

1. 目的

放射性廃棄物の地層処分は，調査・設計・建設・操業・閉鎖のプロセスで進められ，事業期間が百年程度と長く，数世代の技術者が係る事業となる．また，放射性物質を扱うため，事業の透明性を確保する上では，この事業期間において増大する設計や施工及び維持管理等の情報を体系的に管理するとともに，意思決定や判断等の追跡可能性も確保しなければならない．これらのことから，長期にわたって蓄積される膨大な情報・知識の管理・継承を，利用性を維持しつつ行うための知識化ツールを構築する必要がある．

また，処分事業で行われる人工バリア（処分容器・緩衝材），地下施設，人工バリアの搬送・定置設備，及び地上施設の設計は，一連のシステムとして機能するように設計しなければならない，それぞれの設計は密接に関連している．これらを合理的に行う上では，データモデルを共有しつつ設計を実施することが有効と考えられ，一貫した考え方にに基づきデータモデルの開発が行われ，拡張されつつ継承されなければならない．この基本的な考え方として，CIM（Construction Information Modeling）技術¹⁾の利用が有効と判断された．

これらの背景を踏まえ，処分場の工学技術（処分場の設計・建設・操業・閉鎖）の知識化ツールとしての「地層処分エンジニアリング統合支援システム(Integrated System for Repository Engineering : ISRE)」(以下，「ISRE」という)を，CIM 技術を活用して構築する．

2. ISRE の目指すところ

ISRE は，知識情報の管理・継承とともに，以下に示す6項目を実現できるシステムとして整備する．

- ①処分場の工学技術に関する知識化ツールとして，知識情報の管理・継承を行う．
- ②調査・建設・操業・閉鎖の各プロセスでの設計・施工・維持管理に関わる情報の管理を支援する．
- ③設計に用いるデータを共有し，一元的に管理することで，処分容器・緩衝材・搬送定置設備・地下施設・地上施設の整合的な設計を支援する．
- ④事業期間における情報の増大，技術の進歩に応じて繰り返し行われる設計を支援する．
- ⑤建設時・操業時・閉鎖時における建設機械や搬送定置設備等の動作をシミュレーションし，安全な現場作業計画の立案を支援する．
- ⑥社会における地層処分の理解促進を支援する．

3. ISRE の要件

2.で示した6項目を満足するためのISREの要件を，工学技術に地質環境調査、性能評価の観点も加えて抽出・整理し，設計，維持管理等の機能ごとに分類して表-1に示す16項目の要件を挙げた．

4. ISRE の概念

3.の要件をもとに検討したISREの構成模式図を図-1に示す．ISREの中心機能は，ビューワ機能とデータキーワード 放射性廃棄物，地層処分，CIM 技術，知識化ツール，工学技術

連絡先 〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33 日本原子力研究開発機構 TEL029-282-1133（67602）

表-1 ISRE の要件の一覧

機能	要件
設計	設計・施工上のストーリーボードの格納
	処分施設の二次元設計図面，三次元設計モデルの作成
	処分施設の3D情報管理・表示
	設備と地下施設の干渉チェック
	解析のインプットの作成とインプット・アウトプットを関連付けた管理
	複数人でアクセスして共通の情報を取得・更新
	設計行為の履歴の管理
	設計の妥当性評価
	地質環境モデルと処分施設の設計モデルの重ね合わせ
維持管理	維持管理データ，補修履歴の管理
地質環境調査との連携	データベースからの地質環境モデルの取り込み
	掘削時の地質環境モデルの更新，データベースへの情報の引渡し
性能評価との連携	地下水の流動場の情報の管理
	人工バリア・地下施設等構成要素の属性データの付与
外部データベースとの連携	廃棄体情報の取り込み・管理
その他	保障措置/核セキュリティの考慮

ベース機能である。データモデルの作成は外部設計用ソフトウェアで行い、データの受け渡しは IFC (Industry Foundation Classes) フォーマット (以下「IFC」という) の利用を基本とする。IFC は、3 次元の形状情報とともに属性情報を受け渡すことが可能な国際標準のファイル形式であり、各ソフトウェア間で互換性のある中間ファイルと位置づけられる。ただし、処分場の工学技術で扱うデータモデルに適用可能な IFC が現在のところ整備されていないことから、将来的な IFC 導入を視野に入れつつ、現状では既存の設計用ソフトウェアのデータモデルを用いて開発を行うこととする。

日本原子力研究開発機構は、図-1 の左側に示すように、これまでに地質環境調査評価、性能評価及び知識マネジメントシステムに関する知識化ツール²⁾³⁾を開発してきている。ISRE は、これらの知識化ツールとインターフェースでつながり、連携して動作させる。また、ISRE は既存の解析システムやデータベースともインターフェースでつなげ、解析や設計に用いるデータの提供も支援させる。

この ISRE を用いた場合の、情報の流れ及び設計行為の作業フローを処分場建設中における設計変更を例として図-2 に示す。ここで、情報を登録し一元管理する部分が ISRE となる。地質情報のデータベースや性能評価と連携して、設計変更を進める。なお、設計行為そのものは市販の CAD ソフトウェアや汎用解析ソフトウェア等を活用して行い、常に最新のソフトウェアを導入できるよう ISRE に柔軟性を持たせる。

また、CIM 技術は知識化ツールとしての根幹をなす情報の一元的な管理を行う上で有効であるが、さらには、CIM 技術のシミュレーション機能は、実際の作業状況を可視化することが出来ることから、地下坑道内における適切な安全通路の確保等の安全な労働環境の実現や、作業イメージを具体化できることでステークホルダを始め、広く公衆に対する処分事業の理解促進に役立つものと考えられる。

5. まとめ

放射性廃棄物の処分場の工学技術の設計等を支援するための知識化ツールとして CIM 技術を活用した ISRE の概念を設計した。今後、具体的な事例を取り上げながら ISRE の構築を行っていく。

なお、本研究は経済産業省資源エネルギー庁の「平成 25 年地層処分技術調査等事業 (使用済燃料直接処分技術開発)」「平成 26 年地層処分技術調査等事業 (使用済燃料直接処分技術開発)」の一部として実施したものである。

謝辞

ISRE の概念の検討にあたっては、大阪大学大学院の矢吹信喜教授、熊本大学大学院の小林一郎教授、清水建設株式会社の戸栗智仁氏、株式会社オリエンタルコンサルタンツの大竹省吾氏から貴重な意見を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 経済調査会(2013) : CIM 技術検討会 平成 24 年度報告。
- 2) 日本原子力研究開発機構(2013a) : 平成 24 年度 地層処分技術調査等事業 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 6 カ年とりまとめ報告書。
- 3) 日本原子力研究開発機構(2013b) : 平成 24 年度 地層処分技術調査等事業 高レベル放射性廃棄物処分関連先進的地層処分概念・性能評価技術高度化開発 6 カ年とりまとめ報告書。

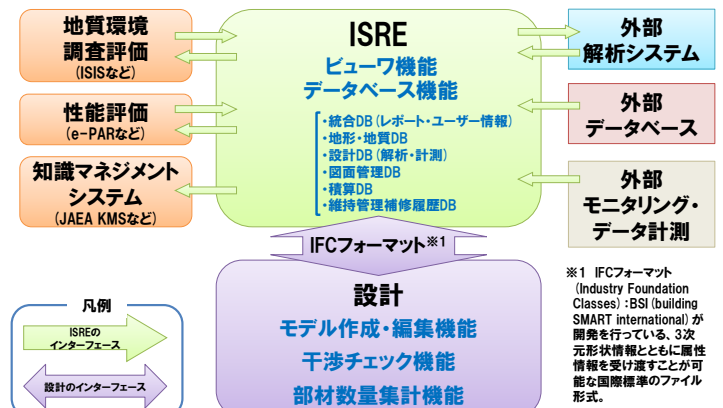


図-1 ISRE の構成模式図

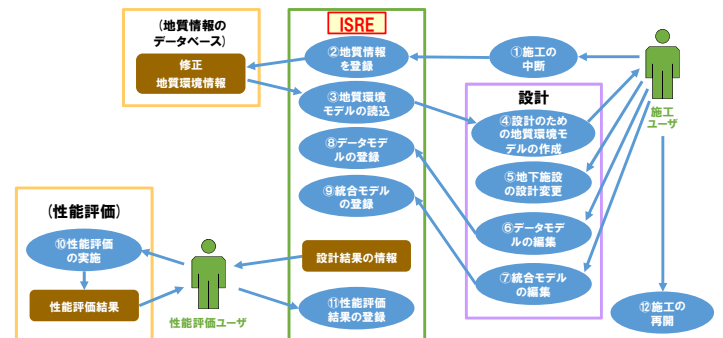


図-2 処分場建設時の設計変更における作業フロー