

中期計画取りまとめに向けて  
— 次世代研究開発報告書 CoolRep —

地層処分研究開発部門  
研究主席 梅木博之

## 1. はじめに

極めて長期にわたる地層処分の安全性の説明は、今日、セーフティケースと呼ばれる考え方に基づいて行われるということが広く認識されつつある（例えば[1]）。セーフティケースは段階的に進められる地層処分プロジェクトにおいて繰り返し作成され、ある段階から次の段階に進むための意思決定を行う際の主たる材料となる。この意味で、地層処分に関わるステークホルダー間の合意形成のためのプラットフォームといえる。セーフティケースがステークホルダーに理解され、受け入れられるものとなるには、その論証の隅々にわたり必要なレベルで信頼に足るものであることが必要である。このためには、その基となる科学技術的な知識<sup>1</sup>が確かなものでなければならない。地層処分の研究開発はこうした知識基盤を適切に整え、これによって地層処分の安全性に対する信頼性を高めることを目的としている、ということができる。

日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）では、国が示した中期目標や関連する計画・方針に従って定めた原子力機構の中期計画（平成17年10月1日～平成22年3月31日）に基づいて地層処分技術に関する研究開発を進め、その成果を包括的な報告書と地層処分の安全確保の論拠を支える知識ベースとして取りまとめることとしている。本稿では、この取りまとめに向けた新たなアプローチと方法論について紹介する。

## 2. 次世代研究開発報告書の必要性

セーフティケースは、処分場がなぜ長期間安全であるということができているのかを論を尽くして陳述するものである。こうした論拠には、長期的な安全性の確保の観点から処分場の立地選定や設計が適切に行われていること、これによって注意深く構築される地層処分システムが安全基準に適合することを安全評価によって示すことなど、様々なものが含まれ、これらを矛盾なく体系立ててセーフティケースが作成される[2][3]。

一般に、セーフティケースは実施主体により作成され、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されるものとされる[2][3]。また、セーフティケースは意思決定のための主要な論点となり、これに関わる専門家や非専門家など、様々なステークホルダーはそれぞれが必要とするレベルで関連する科学技術的な情報を利用する。研究開発の成果はこうしたセーフティケースの作成やレビュー、意思決定のための判断など、地層処分計画を進めていくためのプロセスに多面的に役立つものであるべきである。このような研究開発へ

---

<sup>1</sup> ここでは、地層処分に関係する様々な分野（原子力工学、地質学、地球科学、物理学、化学、保健物理学、農学、生物学、計算科学、土木工学、資源工学、法律、経済学など）における数値データ、情報、専門家の経験やノウハウなど、すべてを総称して「知識」と定義する。

の期待は、国の政策のなかで、「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の構築」、「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」といった表現で示されている[4]-[7]。

セーフティケースを展開する文書は、多くの学問分野の多量の知識が関わる複雑な構造となる。図1は、日本で地層処分が実現可能であることを、サイトを特定しないで一般的に示すことを目的として進められた研究開発の成果に基づいて原子力機構が作成した包括的な報告書の変遷を示す。これらは地層処分の実施主体として作成したものではなく、また、セーフティケースの考え方がまだ国際的に十分に議論されていない時代に作成されたものも含まれているが、様々な観点から地層処分の長期的な安全性を説明しようとしたものであるという点では、研究開発の成果をセーフティケースとして統合するという形式化を示しているといえる。こうした報告書の変遷に見られるように、研究開発が進むにつれ、データや情報は多量化し、これらを駆使する安全評価の情報統合プロセスや方法論も加速度的に高度で複雑なものとなっている。

このような状況は海外でも同じである。例えば、米国ではDOEが2008年6月3日、ネバダ州ヤッカマウンテン（YM）サイトに使用済燃料の処分場を建設するための許可申請書をNRCに提出した。YMの申請書は、8,600ページの申請書本体と約200冊の主要な付属文書から構成されている。申請書以外にも、関連文書が約360万点に上る(<http://www.ocrwm.doe.gov/>)。今後も、NRCの許認可の過程で、さらには、建設開始以降にも新たな知識が付加され、関連情報の量はますます増大するものと予想される。

これまで、セーフティケースの作成と文書化は、地層処分全体を見渡すことができる限られた専門家のチームによって行われてきた。今後も続く情報の爆発的増加に伴って、従来型の知識管理の方法は限界に達し、経験を有した専門家であっても、すべての情報を把握することが難しくなることは容易に想像できる。原子力機構において、新たに先進的な知識マネジメントシステム（JAEA KMS）を開発していることの一つのねらいは、こうした地層処分における情報の爆発的増加に対応するためである[8]。JAEA KMSの開発の現状については本意見交換会における別の紹介に譲る[9]。

地層処分の知識マネジメントを行うための先進的な方法論の開発とともに、研究開発成果を統合するための新しい文書化のアプローチによって、次のような点に対応できるようにすることが必要である。

- 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もと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意思決定への適用に向けた継続的改良）

このようなアプローチとして知識マネジメントシステム（KMS）を利用した次世代型文書化「CoolRep」<sup>2</sup>の方法論を開発している。

### 3. CoolRep の概要

CoolRep は、セーフティケースに資する知識基盤を提供するウェブサイト上のレポートであり、実施主体や規制関連機関、専門家など地層処分に関連するステークホルダーの要求に応じて知識や情報をスムーズに提供することを指向したものである。この目的のため、CoolRep の構造を次のように考えている。

- セーフティケースを念頭に置いて作成する要約（50 ページ程度）
- 階層化の手段として、要約とJAEA KMSの管理対象となる個々の研究開発内容とを結びつける「カーネル」<sup>3</sup>と名付けた中間層
- 要約から、ハイパーリンクあるいはカーネルを介して、接続されるサポート情報（例えば、より詳細な技術的情報を提供する報告書、重要な参考文献、ビデオやアニメーションなどの可視化支援資料、レビューや品質保証に関するすべての資料、関連するウェブサイトなど）

要約では、セーフティケースの開発に関わるプロセス（作成、レビュー、必要な知識の創出、理解と意思決定への利用など）を支援するために、これまでに蓄積されてきた様々な研究開発成果（[10]参照）がセーフティケースとどのような意味で関わり合っているのかを明らかにする。また、地層処分の長い事業期間を考慮し、将来のセーフティケースに求められる知識（例えば先進的核燃料サイクルに対応した処分技術など）の範囲を論ずるとともに、その取り扱いのために必要となる KMS のあり方を提示し、それに基づいて開発される KMS 自体を取り込んだ報告書とする計画である。

このような構造を持たせることにより、以下のようなことが可能となる。

- 技術的な支援情報を専門家向け報告書として別に提供するのではなく、要約のなかの関連する場所（テキスト本文）から直接アクセス可能とし、「見たいものがすぐ見られる」ようにすることによる理解の効率化
- 技術的深さに応じたハイパーリンクの階層化によるステークホルダーそれぞれの立場から必要とする情報の提供
- 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
- JAEA KMS のエキスパートシステムを稼働させること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などの実施
- 研究開発成果取りまとめ報告書作成過程における管理の容易性向上

作成中の CoolRep ウェブサイトのデザイン画面の一例を図 2 に示す。

CoolRep は、知識ベースを含む知識マネジメントシステムの進展に応じ、時間とともに進化する「生きた文書」である。研究開発の具体的成果を上記のような体系のもとに提示する

<sup>2</sup>膨大な知識を従来のような大量の紙ベースの文書として取りまとめるのではなく、最新の知識工学や情報工学の技術を活用した環境に優しい（紙資源を節約する）形態で展開することから、「クールビズ」をもじって命名したもの。

<sup>3</sup>中期計画期間の成果を中心に研究開発の状況を簡潔に取りまとめるもの。「性能評価」、「処分場の工学技術」、「深地層の科学的研究」、「知識マネジメントシステム」、「品質マネジメントシステム」について作成することとしている。

とともに、中期計画取りまとめといった主要なマイルストーンにおける研究開発の位置づけや到達点を端的なメッセージとして発しておくことは研究開発の全体像を示し理解を得るうえで有効である。

現中期計画の研究開発成果に関するメッセージは、来年3月に最終的な取りまとめの結果を公表するまでになお議論を行う必要があるものの、日本全体としての技術基盤を概観するものとして、おおよそ次のようにまとめることができると考えている。

- 第2次取りまとめや TRU2 次レポートは、日本において安全な地層処分が基本的に実現可能であることを示し、幅広い地質環境を考慮した技術基盤を提供した。その後の科学技術の進歩に照らしても、そこで示された結論はなお有効である。
- 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、原子力機構を含めた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、処分地の候補となるサイトが明らかとなった際にその固有の条件に対して適用可能とするため、以下のような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—ステークホルダーへの積極的な情報提供
  - 安全性が確保されることを必須条件として、科学技術の進展や社会的条件の変化に応じて計画を柔軟に変更することができ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

原子力機構の研究開発の意義や成果の有効性についても、CoolRep のなかでこのような観点から体系づけて取りまとめる予定である。

#### 4. おわりに

地層処分の知識基盤を体系化し、事業期間を通じてこれを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は、様々な機会（OECD/NEA, IAEA などの国際会議における紹介（例えば [1]）、ワークショップの開催 [11][12]（[http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms\\_chishiki.html](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、支持を得てきた。

CoolRep の方法論はなお開発途上であるが、最新の情報技術や知識工学の技術を利用することにより実現可能であるとの結論に至っている。今後、CoolRep 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・高度化を図るとともに、研究開発による継続的な知識の創出、拡充、更新を進める計画である。

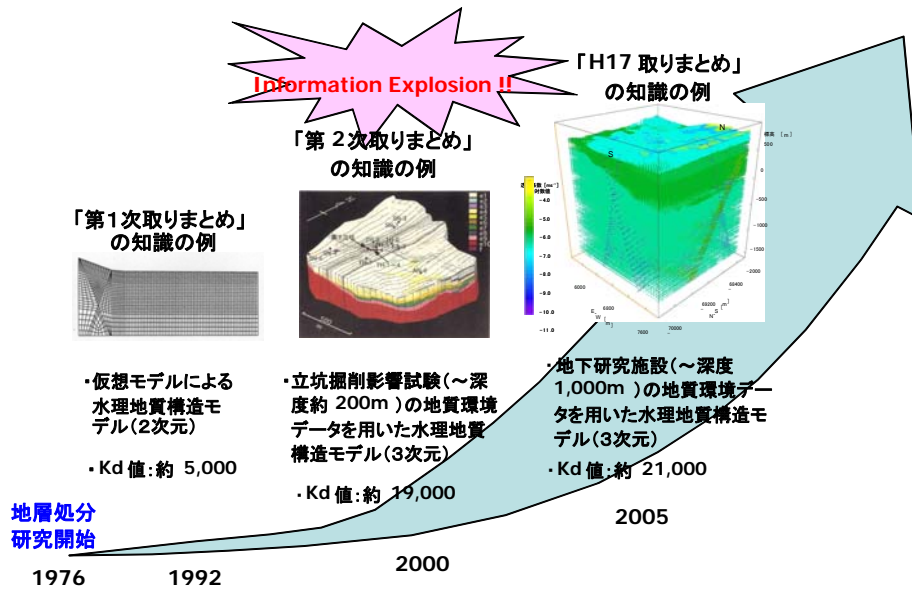


図1 地層処分に関する「情報の爆発」(日本の例)



図2 CoolRep websiteの画面デザイン例

## 参考文献

- [1] NEA (2008) : Safety Cases for Deep Geological Disposal of Radioactive Waste: Where Do We Stand?, Symposium Proceedings, Paris, France, 23–25 January 2007, OECD Nuclear Energy Agency, Paris, ISBN 978-92-64-99050-0.
- [2] NEA (2004) : Post-Closure Safety Case for Geological Repositories - Nature and Purpose, OECD Nuclear Energy Agency, Paris, ISBN 92-64-02075-6.
- [3] IAEA (2006) : Geological Disposal of Radioactive Waste - Safety Requirements, Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency and the OECD Nuclear Energy Agency, International Atomic Energy Agency, Vienna, WS-R-4.
- [4] 原子力委員会 (2005) : 原子力政策大綱.
- [5] 原子力委員会 (2008) : 原子力政策大綱に示している基本的考え方に基づく放射性廃棄物の処理・処分に関する取組の評価について, 原子力委員会政策評価部会報告書.
- [6] 原子力安全委員会 (2004) : 原子力の重点安全研究計画.
- [7] 資源エネルギー庁, 日本原子力研究開発機構 (2006) : 高レベル放射性廃棄物の地層処分基盤研究開発に関する全体計画.
- [8] 核燃料サイクル開発機構 (2005) : 高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する知識基盤の構築-平成 17 年取りまとめ-, サイクル機構技術資料, JNC TN1400 2005-020, 014~016.
- [9] 日置一雅, 大澤英昭 (2009) : JAEA 知識マネジメントシステム-基本概念と機能/デモンストレーション, 地層処分研究開発部門意見交換会「知識マネジメントシステム開発の現状」(2009 年 7 月 1 日, 東京), 予稿集.
- [10] 油井三和 (2009) : 地層処分を支援する JAEA 知識ベース-中期計画に基づく研究開発成果の全体概要, 地層処分研究開発部門意見交換会「知識マネジメントシステム開発の現状」(2009 年 7 月 1 日, 東京), 予稿集.
- [11] 日本原子力研究開発機構 (2008) : 知識マネジメントシステムに関する国際レビューワークショップの概要, [http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms\\_chishiki.html](http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms_chishiki.html).
- [12] 日本原子力研究開発機構 (2009) : 地層処分における品質保証に関する国際ワークショップの概要, [http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms\\_chishiki.html](http://www.jaea.go.jp/04/tisou/kms/kms_chishiki.html).