

## 「地層処分技術の知識化と管理」

### 要 約

第2次取りまとめ以降のサイクル機構の研究開発については、「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の全体計画」（以下、「全体計画」という）が5年の節目を迎え、深地層の研究施設計画が第1段階から第2段階へ移行しつつあること、研究開発を取り巻く国内外の状況が大きく変化していることなどを勘案すれば、その成果を一旦取りまとめ、全体計画で示した個々の研究開発課題に対する達成度と今後の課題を明らかにするとともに、今後行うべき研究開発の方向性を合わせて提示することは意義のあることである。

このためサイクル機構では「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年度取りまとめ—」（以下、「H17取りまとめ」という）として、これを行うこととした。H17取りまとめは、「深地層の科学研究」、「処分技術の信頼性向上」、「安全評価手法の高度化」の3つの分野における研究開発研究開発の進捗を記述した3つの分冊レポートと、これらの研究成果に基づいて知識基盤の構造化を試みた知識化レポートで構成されている。

本書は、地層処分計画の進展のなかで研究開発を捉え、成果を技術基盤として統合するとともに将来の研究開発の優先順位を明らかにするための新たな視点として知識管理（knowledge management）に注目し、「地層処分技術の知識基盤の開発と管理」と題する報告書（知識化レポート）として作成したものである。第2次取りまとめの成果に加え、上記分冊レポートに示された研究開発成果を処分事業と安全規制を支える技術基盤としてより確かなものとするができるよう、必要な科学技術情報を構造化し継続的に最適化していく（知識基盤化）ための考え方を提示することに主眼をおいた。

地層処分の長期安全性確保のための科学技術的基盤は、長期間にわたる事業全体に対する信頼を支えるうえで必須なものであり、最新の研究開発成果を取り込みつつ知識として統合し、これを継続的に管理するための枠組みを整えることが重要である。このような地層処分技術に関する知識は、実施主体や規制機関などのステークホルダーが、安全性を示す様々な論拠や地層処分計画の種々の時間断面において行う意思決定に用いられる。

本報告書では、安全確保策の長期性と事業の長期性という特徴を考慮して地層処分技術を体系的に開発していくため、関連するデータ、情報、知識をセーフティケース概念に基づいて構造化することにより地層処分計画の進展に応じて継続的に管理するための方法論について論じている。

段階的に進められる処分計画において、計画を次段階に進めるかどうかの意思決定のための鍵となる入力情報となることがセーフティケースの本質的な役割である。セーフティケースは、その時点での科学技術的知識を統合することによって段階的に作成され信頼性が高められる。セーフティケースの作成における様々な情報の統合作業を通じて、サイト調査、処分場設計、システムの安全評価に関わる担当者間の対話が促進される。

閉鎖前の処分場や他の原子力施設と異なり閉鎖後の処分場に関するセーフティケースの作成が特徴的な作業であること理由は、主に、閉鎖後においてはモニタリングやそれに基づく修正活動の可能性が制限されること、安全性の評価期間の長さ起因する不確実性を伴うことである。閉鎖後の処分場の安全評価が対象とする空間的・時間的スケールによって、処分場やその周辺環境の特性、時間的変遷に大きな不確実性を伴うことが不可避であり、このことは意思決定において常に念頭に置かれる必要がある。

セーフティケースの作成を行うためには適切なマネジメントが重要であり、種々の情報の統合化や文書化のための適正な専門的知識と能力が必要となる。サイトの調査によって処分

場の設計や安全評価のための情報が提供され、構築された処分システムの安全評価から処分場の設計やサイト選定へのフィードバックが行われる。こうした相互の連携による反復過程は、処分場のプランニングや開発にとって不可欠であり、これを適切に管理することが求められる。このような反復過程によってセーフティケースは処分計画を通じて恒常的に信頼性を高めていく必要があり、このためには専門家集団が継続的に関与しその技術的内容について確認を行うことが必要である。このような観点から関連する科学技術的な知識の管理を行うことは極めて重要である。

上記背景から、地層処分事業の実施と安全規制の策定に必要な科学技術基盤を知識として管理していくため、知識の構造化の視点としてセーフティケースの概念を用いることを提言した。セーフティケースの概念については、現在も国際的に議論が行われており、本書では基本的に OECD/NEA における検討に基づきつつ、知識管理の目的や範囲に応じて拡張を行っている。地層処分に関連するデータや情報、知識を、セーフティケースの一般概念に示されている構成要素ごとに相互の関係も含めて構造化し、これら知識の内容をセーフティケースの作成という観点での価値を含めた形式によって記述するという知識管理の方法論を示した。具体的には、セーフティケースの一般的構成要素である、「目的と文脈」、「安全戦略」、「安全評価基盤」、「証拠、解析及び論拠」、に沿って知識項目をそれらの集合体に整理し、これらの関係性を緩やかに把握するような構造化を行った。また、これらを用いた「セーフティケースへの統合」を行うための知識について、論証構造を階層的な主張の関係として例示したテンプレートとして捉える方法を示した。

この考え方にに基づき、第 2 次取りまとめとそれ以降サイクル機構において進められてきた研究開発成果を対象として、具体的に知識ベースを構築していくための基本的な枠組みの検討を行った。

セーフティケースの「目的と文脈」、「安全戦略」については、わが国の地層処分計画がどのような考え方と意思決定に基づいて進められてきたかを整理することによって、今後セーフティケースが作成される際に、知識として提供できるようにしておくことが重要であることから、計画の変遷をセーフティケースの作成という観点でたどり主要な事項を明らかにした。例えば、原子力発電環整備機構が公募によるサイト選定を進めるうえでサイトの環境条件に柔軟に対応するため、種々の処分場概念のバリエーションを考慮し技術的な検討が進められていることや、安全規制策定に向けて種々の具体的な議論が進められていることは、これらの技術的基盤を提供する役割を担う研究開発機関として今後行うべき知識管理の枠組みと具体的な知識ベースの内容の検討にあたって留意すべき点である。

「安全評価基盤」と「証拠、解析及び論拠」については、技術的な知識という点で最も大きな比重を占め、第 2 次取りまとめや 3 つの分冊レポートに示されたそれ以降の研究開発の成果は、これらの要素を構成する知識の集合体としての一般的階層構造に従って整理することができる。また、「セーフティケースへの統合」に関する知識については、セーフティケースの一般的な論証構造のテンプレートの例を示しており、このような構造化に従って、第 2 次取りまとめや 3 つの分冊レポートに示したそれ以降の研究開発によって得られた知識を分類整理するとともに、テンプレートを構成する種々の「主張」とこれを支持するために必要な論拠との関係を論じた。これによって現在利用可能な知識ベースとともに今後整えていくべき知識の分野を明らかにしている。この検討にあたっては、第 2 次取りまとめ以降の研究開発を取り巻く状況の変化、特に上述したような原子力発電環整備機構によって示された技術開発の枠組みなどを念頭に置いた。このような地層処分技術に関する知識の構造化と現状の知識に関する分析は、今後、具体的な知識ベースを開発していくうえで起点となるものである。

一般に、実際にセーフティケースを作成する実施主体やこれを評価する規制機関においては、種々の意思決定に対する要件管理システム (requirement management system) が不可

欠であり、科学技術基盤としての知識ベースと管理システムの開発にあたっては、要件管理と相互補完的に機能するように進めることが肝要である。上述したアプローチは、知識管理システム（knowledge management system）を直接、実施主体や規制機関の要件管理システムに関係づけるうえで便利であると考えられる。

高レベル放射性廃棄物対策に関しては、技術的な観点から地層処分が現在最も理にかなったものであることが国際的に認められており、これまでの研究開発から技術的に可能であると考えられている。一方、地層処分は、通常システムとは異なり、これまでに経験のない長期間を対象とした受動的な安全系に基づくシステムであることから、その安全性について感覚的にとらえることが困難という側面も有している。このためには、意思決定に関与する様々なステークホルダーに対し、「情報の非対称性」を念頭に置いてセーフティケースの内容を分かりやすく説明することが極めて重要なテーマとなる。また、理解しやすいセーフティケースの構造を与えるような処分場概念の構築、安全評価の方法論に関する科学的基礎の例示などにも取り組んでいく必要がある。上述した知識管理においてはこのような課題についても念頭においておくことが重要である。また、地層処分事業の長期性の観点から、地層処分に関わる専門家を糾合し人材育成の機能を確保するという観点でも本報告書で指向している地層処分技術の知識管理は重要な役割を果たす。これらの点についても今後の方向性として言及した。