高レベル放射性廃棄物の地層処分におけるモニタリングの役割について

（財）原子力環境整備促進・資金管理センター 会員 杉山 和稔・高尾 肇
三浦 一彦・大内 仁

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分は、処分場閉鎖（地下施設の埋め戻し）後の長期安全性は人間による管理に依存しないことを原則としている^{*1,*2}。しかし一方で、処分システムに対する信頼性向上や社会的要求等の観点から、モニタリングを行う意義が議論されている。著者らは、本テーマに関し、国内外の関連情報の調査（文献、聞き取り等）モニタリング関連機器（センサ、伝送系等）及びデータ評価体系にかかわる調査、国内外の専門家との意見交換等を行った。これらにより得られた成果について報告する。

2. モニタリングにかかわる検討

（1）モニタリングの定義と役割

IAEAの技術文書^{*1}では、地層処分におけるモニタリングの定義として、「処分システムの構成要素の挙動または処分場とその操業が環境に及ぼす影響を評価する上で役立つような工学、環境または放射線の各分野のパラメータの継続的または定期的観察及び測定」と定めている。筆者らによる調査によると、諸外国の地層処分実施機関等においては、各国の状況や地層処分の進め方の違いによって、モニタリングにも各国固有の役割を与えていることが明らかになった。例えばフランスの計画では、地層処分の事業はどの段階においても後戻りできることを示す（可逆性：reversibility）ことが国の要件として定められており、その要件を担保するためにモニタリングは必要であるとの明確な役割を与えている。

（2）モニタリングの目的

モニタリングの目的は、例えば、処分事業における事業判断に資するためのもの、処分場に対する決定を社会が受け入れるための拠り所となるもののほか、地下施設の施工及び坑内作業上の安全管理、放射線被ばく管理、一般の環境モニタリングなどである。これらのうちのいくつかは地層処分以外の事業等でも実施さ

れている。地層処分の特有性に着目したモニタリングの目的として、技術的側面からは、処分場の長期安全性の評価にかかわる信頼性向上があげられ、それによる一般公衆の安心感醸成への寄与があげられる。

（3）信頼感醸成の観点からのモニタリングの意義

地層処分場の長期安全性は、適切なサイトの選定、工学的対策によって性能を確保し、さらに数学的手法を用いた安全評価によって確認される^{*2}。安全評価は、地層処分を実施または計画しているいくつかの国ですでに検討され、それらの結果からは地層処分は安全に実現できる可能性が示されている^{*2}。

一方、安全性の提示とは別に、地層処分事業そのものに対する社会的な信頼感醸成ということが、処分事業を進めるうえで大きな課題となっている。例えば英国における処分実施主体であるNIREXでは、セラフィールド処分場計画での苦い経験の教訓から、近年社会的合意形成のための方策を重視し、ステークホルダー（利害関係者）を対象としたフォーカスグループ等に関する手法の開発を行っており、モニタリングをテーマに取り上げたワークショップも開催している^{*3}。

OECD/NEAの最近の議論では、セーフティーケースが取り上げられている。セーフティーケースとは、処分場のある特定の開発段階において、処分場が長期にわたって安全であることを支持する論拠を集めたものであり、安全評価の結論やその結論に対する技術的な信頼性の表明などで構成されている^{*4}。地層処分事業の各段階においてモニタリングを行うことは、セーフティーケース構築に用いる処分場システム挙動に関する解明を進め、さらにシステム挙動を予測するためのモデル開発等につながるものである^{*1}。

（4）モニタリングの実施期間

モニタリングはいつまで継続するべきか、処分場の閉鎖後も行うべきか、という議論がある。処分事業が展開される数十年あるいは百年以上といった期間では

キーワード：モニタリング、地層処分、セーフティーケース 連絡先：〒105 - 0001 東京都港区虎ノ門2-8-10
原子力環境整備促進・資金管理センター 電話：03-3504-1081 Fax：03-3504-1297 E-mail：sugiyama@rwmc.or.jp

世代も変わるし、地層処分やその他の科学技術に対する社会の意識も変化する可能性がある。筆者らが西欧諸国及び米国におけるモニタリング検討事例を調査した結果では、処分場閉鎖後のモニタリングについて具体的な計画を持っているのは、操業予定期間が35年間でTRU廃棄物の処分を行っている米国の「廃棄物隔離パイロットプラント」(WIPP)のみであった。なお、処分場閉鎖後のモニタリングに関してIAEAの文書¹⁾では、制度的管理に関する何らかの計画が選択され、社会が有益とみなす限りモニタリング及びサーベイランスは続けられるだろうとしている。

モニタリング実施期間について定めることはできないが、現世代の責任として、モニタリングシステムについて技術的メニューを準備しておくことは重要と思われる。将来、処分場閉鎖後にモニタリングを実施する場合には、その視点からも、処分場建設に先立ち地質環境を把握しておくことが重要といわれている。

3. 処分事業開始段階の課題

(1) モニタリング計画に向けた準備

我が国において今後の地層処分計画を円滑に進める上で、長期安全性に対する専門家や一般公衆の信頼を得るための方策を、処分プログラムの開始時点から整備しておくことが重要と考えられる。そのひとつとしてモニタリングの検討を行った結果、多くの検討課題があげられた。とくに、セーフティーケースをある側面からささえるという観点から、モニタリングの計画に向けた準備を、処分事業の早期から開始することの重要性が指摘されている。国や実施者がモニタリングに関する方針やオプションを持っていることは、処分場の立地活動期における専門家や一般公衆とのコミュニケーションを図るうえでも重要となる。

(2) 技術的課題

モニタリングにかかわる技術的課題としては、計測・伝送技術の検討（長期間の継続的あるいは定期的な測定を行うための機器類の耐久性、メンテナンス性向上）、データの評価体系の検討（自然環境特性の時間的・空間的変動特性、データ取得・評価にかかわる不確実性、それらの評価を踏まえた目標値、閾値設定の方法論、処分形態等）、モニタリングの効果及びリスクの評価があげられる。

上記のうち は、モニタリングの技術的なフィージ

ビリティを把握し、モニタリングに関する社会からの要請があった場合に技術的な裏づけを持った回答を用意しておくという意味で重要である。 は、処分場の安全評価結果をモニタリングデータ等を用いて確認する体系、さらには処分場管理体系構築の議論と関係する。 は地質岩盤や人工構造物にセンサや伝送系を設置することは、それらが本来有していた核種移行の抑制機能を劣化させ、地層処分の安全性そのものに影響する恐れがあることから、モニタリング計画を検討する上での重要な考慮事項である。

4. まとめ

本論文では、処分事業にかかわるモニタリングの意義について検討し、地層処分計画を円滑に進める観点から、モニタリング計画に向けた準備及び関連する技術課題に関する取り組みが重要であることを述べた。今後、技術的及び社会的分野の専門家と意見交換を行うことにより、我が国における地層処分事業展開に寄与することを目指すものである。なお、本報告は経済産業省からの委託による「高レベル放射性廃棄物処分事業推進調査」の成果の一部である。

参考文献

- (¹) IAEA, 2001: Monitoring of geological repositories for high level radioactive waste, IAEA-TECDOC-1208, Vienna.
- (²) 核燃料サイクル開発機構, 1999: 『わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性』 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ -, JNC TN1400 99-021
- (³) First Workshop on the Monitoring and Retrievability of Radioactive Waste. A Report for Nirex prepared by The UK Centre for Economic and Environmental Development (UK CEED) in association with CSEC at Lancaster University.
2002年3月現在、NIREX ホームページより閲覧可 (<http://www.nirex.co.uk/inews.htm>)
- (⁴) OECD/NEA, 1999: Confidence in the long term safety of deep geological repositories - its development and communication -.