

原子力廃棄物処理に関する状況調査

日本と世界の比較

PBL 第 7 班

安藤柊平, 永井良樹, 小林紘也, ZHANG JIAWEI

アドバイザー教員：羽田野祐子

1. 背景

日本はエネルギー資源が乏しく、エネルギー自給率は 2020 年時点で約 11.3% と他の OECD 諸国と比べて非常に低い。このため、一次エネルギー供給の約 9 割を石油、石炭、LNG などの化石燃料に依存しており[3]、特に石油の約 9 割は中東から輸入されている。こうした状況から、発電費用に占める輸入費用の比率がきわめて小さく、また、一度輸入すれば燃料リサイクルにより長く使用できる原子力発電が準国産エネルギーとして日本の基礎電源の 1 つになることが検討されている[4]。

また、日本は 2050 年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするカーボンニュートラルを目指しているが、依然として高い CO2 排出量を抱えている。2013 年度から 2022 年度にかけて、非化石エネルギーが一次エネルギーに占める割合は 10.7% から 15.7% に増加し、これにより 2013 年度比で 2022 年の排出量は 22.9% 減少した[2]。しかし、パリ協定でも宣言されたような 2050 年カーボンニュートラル達成のためには、排出量の少ない発電方法が重要であり、原子力発電は必要な技術とされている。一方で原子力発電には多く課題も存在し、中でも放射性廃棄物の処理は大きな課題とされている。原子力発電ではウランを燃料としており、使用したウランをリサイクルするときに「高レベル放射性廃棄物」が発生する。高レベル放射性廃棄物は廃液をガラス固化体にしたもので、これを地下深くに隔離する「地層処分」が求められている。この「地層処分」は、酸素が少なく物質が変化しにくい、物質の移動が非常に遅い、人間の生活圏から離れているなどの深部地層の特性を利用し、人類に影響を与えないようにする方法で、最も処分に適した方法であると IAEA 等が結論付けているがなされてきた。しかし、日本の地質条件や火山、活断層の存在、地元住民の反対などが、技術的および社会的な障害となっており、文献調査、概要調査、精密調査、処分地選定のうち文献調査を行っている段階であるなど地層処分の普及は進んでいない[4]。このような背景のもと、世界の各国で採用されている放射性廃棄物処分の現状を調査し、日本が今後直面するであろう課題とその解決策に対する各国の対応を調査する必要があると考えられる。

2. 目的

本研究の目的は、最終処分場建設における 4 つの

プロセス（文献調査、概要調査、精密調査、処分地選定）に関して、日本より地層処分への取り組みが進んでいる国々が直面している社会的・技術的課題とその解決策を明らかにすることである。

3. 研究手法

1) 調査対象国

日本、フランス、スウェーデン、カナダの 4 カ国を調査対象とした。それぞれの国が高レベル放射性廃棄物の処分において直面している技術的および社会的課題に焦点を当て、解決策を調査した。

2) データ収集方法

各国の原子力関連機関が公開している報告書や論文を参照し、公式な資料からのデータを収集した。国際機関（IAEA など）のレポートを基に、地層処分技術に関するグローバルな動向を比較検討した。

3) 比較分析

収集したデータを基に、各国の技術的アプローチ（例えば、廃棄物の再処理技術や封じ込め技術）、社会的合意形成の進展度、政策の違いを比較した。また、各国がどのように地域住民の理解を得ているかについても調査した。

4. 調査結果

はじめに、各国の放射性廃棄物に対する地層処分の進展状況は図 1 のように位置づけられている。

図 1. 地層処分の進展状況[5] ※審査中

・日本

1) 現状

日本では、最終処分所の選定プロセスを進めているが、十分な候補地が挙げられず現在も調査中である。管理に対する意識が高まっており、進展に遅れがある。

2) 課題

a) 社会的課題

放射性廃棄物の処分に対する恐怖や不安は根強く、福島第一原発事故以降により一層、原子力政策やその安全性について不信感が広がっている。そのため地元住民の理解と同意が不可欠な地層処分を基本にしているが、反発が強く合意形成が難航している。[6] また、放射性廃棄物の情報不足と最終処分実現が社会全体の利益であるとの認識が広

く共有されていない。

b)技術的課題

高レベル放射性廃棄物を隔離するために地層が重要であり、地震が多い日本では他国よりも適切な地層を見つけることが困難である。また、長期的な管理と監視が必要となり文献調査段階である日本は経済的なコストも課題である。

3)解決策

a)社会的課題

候補地を選定するため、まず放射性廃棄物の最終処分場などを知ってもらうために地域への説明会や情報提供を通じて透明性を確保し、合意形成を進めている。地域の活性化として選定地となった場合は、地域復興策や経済的支援として国を挙げた体制構築が考えられている。

b)技術的課題

国民の理解を深めるための取組と地下水の流れや地震のリスク評価等の詳細な地質調査が進められている。また長期的な管理を可能にする枠組み作りのため、法令やガイドラインの整備も進められている。

・フランス

1)現状

フランスでは、深地層での放射性廃棄物処分を目指しており、計画が具体化され技術的な詳細と最終処分場の建設が進められている。

2)課題

a)社会的課題

地層処分施設の立地に関して、地域社会との対立が生じ、現在の世代が未来の世代に対して多大の負担を残すことで将来の世代がこの負担を引き継ぐことに対する責任が議論されている。

b)技術的課題

高レベル放射性廃棄物は数万年にわたって高い放射線を放出し続けるため、長期的な安全性の確保が求められる。管理技術が長期間機能するのか、廃棄物が地下推計に漏れ出さないかというリスク評価が重要となる。

3)解決策

a)社会的課題

最終処分場として透明性のある意思決定プロセスを確立し、市民参加を促進して住民の意見を反映することで地域社会との信頼関係を築いている[7]。放射性廃棄物の処分に関する情報を広く公開し、一般市民への教育活動を強化することで理解と受容性を高めている。

b)技術的課題

ビュール地下研究所での研究を通じて、地層処分の安全性を確保するための技術開発が進めており、実証実験などを行い安全性を確保しようとしている。原子力燃料の再処理技術を積極的に利用しており、廃棄物の量を減少させると同時に、廃棄物の寿命を短くすることが可能となっている。

・スウェーデン

1)現状

スウェーデンでは、原子力発電所で発生した使用済燃料を再処理せずに、高レベル放射性廃棄物として地下約 500m の深さの結晶質岩中に地層処分する方針である。最終処分場の候補地が選ばれており、地質・環境の評価と設計・建設計画が進められている。

2)課題

a)社会的課題

高レベル放射性廃棄物の処分に関する社会的受容性の向上が最大の課題の一つである。地域住民の懸念や反対意見に対応しつつ、国家レベルでの政策決定を進める必要がある。また、世代間の公平性や倫理的問題も考慮しなければならない。

b)技術的課題

処分の可逆性と廃棄物の回収可能性が技術的な課題として浮上している。これらの概念を実現するためには、長期的な安全性を確保しつつ、将来的な技術革新に対応できる柔軟な設計が必要となる。

3)解決策

a)社会的課題

社会的受容性を高めるため、透明性の高い情報公開と市民参加型の意思決定プロセスを導入する政策が推進されている。また、地域復興策と組み合わせた処分場立地の提案なども検討されている。

b)技術的課題

可逆性と回収可能性を考慮した処分場設計の研究開発が進められている。国際協力を通じて最新の技術知見を共有し、安全性と効率性の向上を図る政策が採用されている。

・カナダ

1)現状

カナダの核廃棄物管理機関(NWMO)は、深地層処分場の選定と計画を進めている。処分場はまだ稼働しておらず、現在、高レベル放射性廃棄物は主に一時的に貯蔵されており、原子力発電所の敷地内にある湿式貯蔵プールや乾式貯蔵容器に保管されている。

2)課題

a)社会的課題

NWMO は複数のコミュニティ諮問プロジェクトを通じて、廃棄処分に対する国民の恐怖を解消しようとしているが、多くのコミュニティが依然として処分プロジェクトに強く反対している。また、地下貯蔵が地域の地下水系や生態環境に長期的な影響を及ぼす可能性に懸念を示している。

b)技術的課題

カナダは地質構造が多様であり、放射性廃棄物を長期的に安定して隔離できる適切な場所を見つけることは難しく、封入体やバリア材料が腐食や

損傷を受けないように保証する必要がある。

3) 解決策

a) 社会的課題

NWMOは選定、設計、評価の段階で市民の意見を十分に考慮し、コミュニティがプロジェクトの安全性と必要性を理解できるように努めている。処分場を受け入れるコミュニティに対して経済的な補償や発展の機会を提供し、受け入れるように促している。

b) 技術的課題

カナダは地質的に安定した岩層を選択し、先進的な多重封じ込めシステムと組み合わせて、放射性廃棄物の長期的な安全隔離を確保している。管理に関しては、長期的な監視システムを構築し、地下水や廃棄物容器の健全性を定期的に検査し、システムの安全な運用を保証する必要がある。

5. 考察

各国ともに地域住民の反発が社会的課題の大きな問題となっている。特に日本は原発事故から原発に対する管理に対して不信感が高い。しかし、すべての国で地域住民との合意形成が重要視されており、進捗状況に差があることから他国と比べると住民に対しての合意形成の取組が不十分であることがわかる。最終処分場の候補があるフランスとスウェーデンでは住民の意見を反映させることを重視しており、確実な透明性の確保につながっているのではないかと考えられる。

技術的課題としては、地元の合意形成が遅れている日本とカナダはあまり具体的な取り組みが示されておらず、フランスでの放射性廃棄物の寿命を短くすることやスウェーデンの処分場の研究開発など、同じ地層処分を基本としているが他の処分方法に関する研究を行っている国は進んでいることがわかる。具体的な政策を示すことが地域住民への理解にもなると考えられる。

6. 今後の課題

本研究では、最終処分場建設における4つのプロセス（文献調査、概要調査、精密調査、処分地選定）について、日本より地層処分の取り組みが進んでいる国々が直面している社会的および技術的課題とその解決策を明らかにした。今後の課題としては、さらに多くの国々における調査を実施するとともに、地層処分に限定せず、他の処分方法に関する研究成果を含めた知見を集約し、日本の高レベル放射性廃棄物処分に資する情報を提供することが求められる。

加えて、各国の法規制や社会的背景の違いを踏まえた国際的な協力体制の強化が今後の重要な課題となる。特に、技術移転や情報共有を通じて、他国の成功事例を日本の状況に適用するための方策を検討することが不可欠である。また、長期的なリスク評価や安全性確保に向けた議論を深めるとと

もに、地層処分以外の技術（例：深海底処分、宇宙処分など）の研究も視野に入れ、多角的なアプローチを展開する必要がある。

さらに、地域社会との対話や教育プログラムの導入を通じて、放射性廃棄物処分に対する理解を促進し、社会的受容性を高める取り組みが不可欠である。社会の理解と支持が得られなければ、技術的に優れた解決策であっても実現は困難である。そのため、技術的課題と並行して、社会的および政治的な課題に対する包括的な対処が求められる。

7. まとめ

本研究では、日本、フランス、スウェーデン、カナダにおける高レベル放射性廃棄物の処分方法について比較し、それぞれの国が直面する技術的および社会的課題を明らかにした。

技術の進展：フランスとスウェーデンでは、技術的に進んでおり、社会的合意も得やすい一方、日本とカナダは技術導入の進行とともに、社会的受容性の向上が課題となっている。

4カ国を通じて、高レベル放射性廃棄物の処分には技術面と社会面の両方でバランスが重要であることが確認された。

参考

- [1] 経済産業省, 2024, 「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について」 www2.rwmc.or.jp (accessed on 2024/10/5)
- [2] 環境省(2024)「2022年度我が国の温室効果ガス排出・吸収量について」, https://www.env.go.jp/press/press_03046.html, accessed on 2024/9/2
- [3] 環境省(2024)「第1章 国内エネルギー動向」, https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2024/pdf/2_1.pdf, 最終アクセス日(2024/10/3)
- [4] 環境省(2021)「エネルギー基本計画2021」, 第6次エネルギー基本計画, https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf, accessed on 2024/9/27.
- [5] NUMO 原子力発電環境整備機構「地層処分について、よくある質問、海外の進展状況はどうなっていますか」 https://www.numo.or.jp/q_and_a/100102.html, accessed on 2024/9/28.
- [6] 資源エネルギー庁(2023)「高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現に向けた今後の取組について」 https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kankei-kaigi/20230522siryou2.pdf, accessed on 2024/9/28.

- [7] STIMSON, Visiting Sweden's Future Spent Nuclear Fuel Repository
,<https://www.stimson.org/2021/visiting-swedens-future-spent-nuclear-fuel-repository/>(accesed on 2024/9/25)
- [8] 大澤英昭, 広瀬幸雄, 大沼進, 大友章司(2014)「フランスにおける高レベル放射性廃棄物管理方策と地層処分施設のサイト選定の決定プロセスの公正さ」, 社会安全学研究 4: 51-76.
- [9] Canadian Nuclear Safety Commission, Special reports on Canada's nuclear sector, <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/resources/publications/reports/jointconvention/seventh-report/question-responses/>
- [10] Canadian Nuclear Safety Commission, The CNSC's early involvement in the NWMO's Adaptive Phased Management approach, <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/waste/high-level-waste/cnsc-role-in-nwmo-apm-project/>