

バックエンドにおける核不拡散・核セキュリティに関する検討 (5) 研究成果のまとめ

Study on Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security in the backend of nuclear fuel cycle (5) Summary of research achievements

*須田 一則¹ 小鍛治 理紗¹ 田崎 真樹子¹ 玉井 広史¹ 久野 祐輔²

¹ 日本原子力研究開発機構、² 国際原子力機関

使用済燃料の直接処分を含むバックエンドにおける核不拡散・核セキュリティについて、米国エネルギー省の核物質の廃棄に係る核不拡散・核セキュリティに係る調査、ガラス固化体における保障措置の終了とプルトニウムの回収困難性に係る調査分析及び使用済燃料におけるプルトニウム濃度の比較を実施したので、その結果を報告する。

キーワード：核不拡散、核セキュリティ、バックエンド政策、保障措置、魅力度、回収困難性、核拡散抵抗性

1. 緒言 東京電力福島第一原子力発電所事故を契機として、使用済燃料を直接処分する選択肢も検討されている。軽水炉使用済燃料は、再処理により利用可能なプルトニウム（Pu）が十分含まれていること、さらに閉鎖後の回収可能性を考慮した設計を考えると、最終処分場の操業中から閉鎖後における長期的な保障措置、核物質防護対応が必須となる。本研究では、使用済燃料の直接処分における保障措置と核物質防護について、解体核兵器由来の Pu 処分（廃棄を含む）を検討している米国エネルギー省（DOE）の規定の調査、ガラス固化体における IAEA 保障措置の終了に係る議論を踏まえ使用済燃料への適用性と回収困難性の評価、先行研究の結果を参考に軽水炉及び高温ガス炉におけるウラン燃料、MOX 燃料及び化学的に不活性な燃料の照射後の Pu 濃度について比較を行い、使用済燃料の直接処分における保障措置終了等の考え方について検討した。

2. 成果 以下に本研究の成果を示す。

(1) 米国の核物質の魅力度に関する調査

Pu の処分に係る DOE の規程では、重量や濃度に応じて段階的に Pu の魅力度が分類されている。希釈により全重量の 10%（個体廃棄物の場合）を下回れば、条件付きで DOE Safeguards が終了可能であるが、希釈物質については開示されていない。

(2) 廃棄物における IAEA 保障措置の終了とプルトニウムの回収困難性

米国の専門家は、秘密裡の施設で測定済廃棄物から Pu を回収するコストが、軽水炉燃料を再処理して Pu を回収するコストと比較して、10 倍以上であれば廃棄物から Pu の回収を断念するとの仮定に基づき、保障措置を終了し得る Pu 濃度を算出し、IAEA にてガラス固化体の保障措置終了のクライテリア（液体廃棄物：2500g/m³）が策定された。

(3) 使用済燃料におけるプルトニウム濃度の比較

軽水炉及び高温ガス炉の使用済燃料の Pu 濃度に関して、軽水炉では UO₂、MOX 及び ²³⁸U の代わりにイットリア安定化ジルコニア（YSZ）等を母材とした燃料（YSZ 燃料または ROX 燃料と称される）、クリーン燃焼高温ガス炉（CB-HTR）の YSZ 燃料について比較した。総じて、²³⁸U をできるだけ使用しない高温ガス炉 YSZ 燃料や軽水炉 ROX は核分裂性の Pu の割合が低く、特に高温ガス炉 YSZ 燃料の照射後の Pu 濃度は、ガラス固化体の保障措置終了に係るクライテリアと同等の値を示した。

3. 結言 使用済燃料を直接処分する場合には、高温ガス炉・YSZ 燃料による高燃焼が、Pu 濃度、回収困難性及び核拡散抵抗性評価の観点で最良であるとともに、²³⁸U を極力使用しない YSZ 燃料の検討は、高温ガス炉・軽水炉のみならず高速炉にも適用が期待できる。また、これら使用済燃料中の核分裂性の Pu 量はさらに少ないことから、直接処分における Pu 鉱山の課題について解決が見込まれ、保障措置の終了または IAEA 査察の軽減等が期待できる。

*Kazunori SUDA¹, Lisa KOKAJI¹, Makiko TAZAKI¹, Hiroshi TAMAI¹, Yusuke KUNO²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²International Atomic Energy Agency