

放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基礎研究 (78)2019年度成果全体報告

Basic research programs of vitrification technology for waste volume reduction

(78) Research report in 2019

*平尾 法恵¹, 兼平 憲男¹, 福井 寿樹², 竹内 正行³, 岡本 芳浩³, 塚田 毅志⁴

¹日本原燃, ²IHI, ³日本原子力研究開発機構, ⁴電力中央研究所

我が国では、核燃料サイクルの推進により将来高燃焼度燃料やMOX燃料の再処理が行われることが考えられ、これらに伴う高レベル放射性廃棄物(以下HLWという)が発生することとなり、処理・処分方法も含めた更なる技術開発が必要となる。そこで、2019年度より、高燃焼度燃料やMOX燃料の再処理に伴い発生するHLWを対象にガラス固化技術の基盤整備を行っている。本報告では、2019年度の成果概要と併せ2020年度の計画について報告する予定である。

キーワード：核燃料サイクル, 放射性廃棄物, ガラス固化, 使用済高燃焼度燃料, 使用済 MOX 燃料, MA 分離

1. 緒言

我が国では、原子力発電所の稼働率向上や燃料費削減に向けて燃料の高燃焼度化が進められており、核燃料サイクルの推進により高燃焼度燃料や MOX 燃料の再処理が行われることが考えられる。そこで、再処理に伴い発生する HLW の組成が変化することとなり、処理・処分方法も含めた更なる技術開発が必要となる。そこで、資源エネルギー庁委託事業「平成 31 年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業」において、IHI、日本原燃、原子力機構、電中研の4事業者において、高燃焼度燃料や MOX 燃料の再処理に伴い発生する高レベル放射性廃液に応じたガラス固化技術の開発を目的とし、高レベルガラス固化技術の基盤整備を行っており、本事業の開発目標と高燃焼度燃料や MOX 燃料の再処理に際して発生するガラス固化工程への課題を表に示す。本報告では、2019 年度の成果概要及び 2020 年度の計画について報告する。

表 各燃料から発生する高レベル廃液に応じた溶融固化プロセス改善における課題と開発目標

対象燃料	軽水炉MOX燃料(45GWd/t)	高燃焼度燃料(55GWd/t)
再処理により発生する高レベル廃液の特徴(現行UO ₂ 燃料(45GWd/t)との比較)	白金族元素:1.47倍 MA成分(発熱性核種):14.3倍	廃液濃度:1.16倍
ガラス固化工程への課題(現行UO ₂ 燃料の廃棄物充填率22.1wt%のガラス固化との比較) 【発生本数:1000/y】 【貯蔵期間:50y】	①処分に適した発熱量となるガラス固化体とするためには、一部のMA元素を取り除いてからガラス固化する必要がある。 ②白金族元素の増加に対する対策技術の開発が必要となる。 ③発熱性核種の除去によるさらなる高充填化が可能となる可能性がある。 ④高充填化を妨げる要因となる白金族元素の凝集やイエローフェーズの発生を抑制する技術等の開発が必要となる。	①従来の廃棄物充填率では、年間発生本数の1000本を超える。そのため、廃棄物の高充填化が必要であり、ガラス固化体として、以下の濃度が上昇。 白金族元素:1.35倍 YP形成成分:1.22倍 ②左記と同様に、高充填化を妨げる要因となる白金族元素の凝集やイエローフェーズの発生を抑制する技術等の開発が必要となる。 ③高濃度の廃液に対する溶融炉運転技術の高充填化が必要となる。
開発目標	ガラス固化体工程に適したMA分離シナリオを検討する。これを受けて、放射性廃棄物の減容化を実現する上で、有効なMA回収率を設定し、その達成が可能な信頼性に優れたMA分離システムを確立する。また、得られる廃液に対し、白金族元素の凝集発生、イエローフェーズの発生を抑制する技術等を開発し、さらなる高充填化を検討する。	廃棄物充填率を2割程度増加させることを可能とするために、白金族元素の凝集やイエローフェーズの発生を抑制する技術を開発する。

2. 2019年までの成果

2019年度は高燃焼度燃料を対象として、ガラス固化技術開発を実施し、るつぼ規模の試験において、高燃焼度燃料に適用できる見込みであることを確認した。また、YP発生を抑制するための改良ホウケイ酸ガラスの開発として、高充填可能の見通しを得た。次に、ガラスへのMoO₃充填性の向上によるYP発生抑制の見通しを得た。また、燃料の高燃焼度化に対するガラス溶融炉の運転性への影響は固化体本数および廃棄物充填率の変動を考慮してもガラス化可能という見通しが得られ、さらに炉内状態を把握し運転パラメータを設定するためのセンシング要素技術の開発として溶融ガラス表面の温度分布を計測できる見込みを得た。

高燃焼度燃料・MOX燃料に対し原子力利用のシナリオ検討を実施し、さらに、固化体の発熱量および地層処分の負荷の評価を実施した。また、MOX燃料の再処理工程から発生する高レベル放射性廃液のガラス固化技術として重要なMA分離の技術開発も併せて実施し、吸着溶離挙動の基礎評価やMA分離技術の安全性評価、MA分離システムの開発を実施した。

3. 今後の試験計画

ガラス固化工程への課題およびこれまでの成果を踏まえて2020年度以降の基盤研究事業において、将来発生が予想される高燃焼度燃料だけでなく、使用済みMOX燃料を対象としたガラスマトリックスの開発およびガラス溶融炉の運転制御技術の高度化、ガラス固化工程および固化体固化体貯蔵・処分に適したMA分離技術の適用性、MA分離処理後の高レベル廃液の最適なガラス固化方法についての開発を進める計画である。

謝辞 本報告は経済産業省資源エネルギー庁「平成31年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固技術基盤研究事業」「令和2年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固技術基盤研究事業」の成果の一部である。

*Norie HIRAO¹, Norio KANEHIRA¹, Toshiki FUKUI², Masayuki TAKEUCHI³, Yoshihiro OKAMOTO³ and Takeshi Tsukada⁴

¹Japan Nuclear Fuel Limited, ²IHI Corporation, ³JAEA, ⁴CRIEPI