

## 論点5 使用済MOX燃料の再処理

### ○検討課題

- ① 使用済MOX燃料は、どう処理していくのか。
- ② 使用済MOX燃料は使用済ウラン燃料よりも硝酸に溶けにくいなどの課題が指摘されており、再処理することができないのではないか。

### ○過去に本県や他道県に寄せられた意見

- ・ 使用済MOX燃料の再利用計画がない現状では、六ヶ所再処理工場等への搬出はできないのではないか。
- ・ 使用済MOX燃料の再処理の場合、再処理工場で扱う溶液中のプルトニウムの濃度も大変高くなることから臨界管理が難しい。
- ・ プルトニウム量が多いためアルファ線による有機溶媒の損傷が大きくなりレッドオイル<sup>※1</sup>の生成量も増える。
- ・ 使用済み燃料中の核分裂生成物の組成が異なるため、不溶性残渣の原因となる白金族が増え、ノズルなどの詰まりの原因となる。
- ・ 使用済MOX燃料の再処理実績としてあげられているものは、プルトニウム富化度も燃焼度も低いふげんの使用済燃料の再処理実績であり、その処理量も六ヶ所再処理工場の数日分にしか過ぎず、十分な実績を積んだとは言いがたい。

※1 核燃料の再処理の際、抽出溶媒であるTBP（リン酸トリブチル）は、硝酸や核燃料の硝酸塩と混合した状態で加熱されると、赤色を呈した物質が生成される場合がある。この物質を一般にレッドオイルという。レッドオイルの生成は発熱反応で、反応が始まると温度が上昇し、反応が加速されて爆発の原因になる可能性があるため、TBPを取り除くための洗浄や、加熱源の蒸気温度を制限するなどの安全対策が取られている。安全評価では、この反応加速の温度を135℃としている。（「原子力防災基礎用語集」原子力安全技術センター より）

### ○東北電力株式会社の講じる対策または見解

#### ①について

- ・ 原子力政策大綱（平成17年10月閣議決定）では、使用済MOX燃料の処理の方策は2010年頃から検討を開始することとしている。  
この検討では、使用済MOX燃料等を再処理する「第二再処理工場」について、具体的な設計等を決めていくことになる。

[参考] プルサーマルに伴って発生する軽水炉使用済MOX燃料の処理の方策は、六ヶ所再処理工場の運転実績、高速増殖炉及び再処理技術に関する研究開発の進捗状況、核不拡散を巡る国際的な動向等を踏まえて2010年頃から検討を開始する。この検討は（中略）その処理のための施設の操業が六ヶ所再処理工場の操業終了に十分に間に合う時期までに結論を得ることとする。（原子力政策大綱P.38）

#### ②について

- ・ 日本原子力研究開発機構では、既存の東海再処理施設であっても、設備の部分的な付加を必要とはするものの大きな設備変更を伴うことなく、使用済MOX燃料の再処理が可能との見解をまとめている（表5-1参照）。  
この検討は、新型転換炉（ATR）「ふげん」のMOX燃料の再処理実績を踏まえたものである。
- ・ 使用済MOX燃料の再処理は、国内の「ふげん」燃料だけでなく、フランス、イギリス、ドイツにおいて150tを超える実績があり（表5-2参照）、フランスにおいては、

最高燃焼度65,000MWd/tの燃料を対象としている。

#### ○国の見解

原子力委員会において、2010年頃から開始する第2再処理工場に係る検討も念頭に、将来の核燃料サイクルについて主として技術的、産業的観点から検討が進められている。この中では、第2再処理工場の一例として、六ヶ所再処理工場に引き続き2047年から処理開始することが示されている。（「核燃料サイクル分野の今後の展開について【技術的論点整理】」：添付5-1参照）

表 5-1 使用済 MOX 燃料を東海再処理施設で処理する場合に配慮する点と対応策

配慮項目	対策案
燃料溶解性	MOX 燃料の溶解性を確保するために、ウランとプルトニウムを均一に混合する燃料製造方法の改良が行われており、硝酸溶解性は良好。
臨界安全性	可溶性中性子吸収材の利用により臨界安全性を確保可能。
中性子遮へい	大部分はコンクリートであり、中性子遮へい上問題ない。一部の鉄・鉛遮へい部には遮へいの補強により対応可能
プルトニウム量増加	小型試験装置 (OTL) を用いた試験により、現行のプロセスでも溶媒抽出器のプルトニウム濃度が高くなり過ぎることはないことを確認済。
不溶解残渣発生量増加	プルサーマル燃料では核分裂性生成物中の不溶解残渣の成分となる白金族元素の含有量が大いだが、不溶解残渣をろ過する既存のフィルタの洗浄や交換の頻度増加させることで対応可能。
$\alpha$ 放射性物質増加	プルサーマル燃料ではプルトニウム含有量そのものが高くなることに加え、単位重量当たりの $\alpha$ 崩壊割合が高くなるため、プルトニウムを溶媒に抽出する際、 $\alpha$ 線による溶媒劣化が進むことが懸念されるが、溶媒洗浄用試薬流量の増加などにより対応可能。
プルトニウム発熱量増加	プルサーマル燃料ではプルトニウム含有量そのものが高くなることに加え、単位重量当たりの発熱量が高くなるため、分離精製後のプルトニウム溶液の保管中の温度上昇を防ぐ必要があり、溶液中のプルトニウム濃度を制限することで対応可能。

【出典】

(1) 使用済プルサーマル燃料の再処理 (月刊「エネルギー」 2005 年 6 月号)

表 5-2 使用済 MOX 燃料の再処理実績

国	施設	処理対象	処理実績 [t]	燃焼度 [GWd/t]	備考
仏国	AT1	FBR	約 1 <sup>※1</sup>	—	—
	APM	FBR LWR	約 21.1 <sup>※1</sup>	34 (LWR)	
	UP2-400	FBR LWR	約 19.6 <sup>※1</sup>	33-41 (LWR)	
	UP2-800	LWR	約 58.4 <sup>※2</sup>	65 以下	(注 1)
英国	ドーンレイ・サイト	FBR	約 24.5 <sup>※1</sup>	—	—
ドイツ	WAK	LWR	約 0.2 <sup>※1</sup>	—	—
	MILLI	LWR	約 0.3 <sup>※1</sup>		
日本	東海再処理工場	ATR (ふげん)	約 29 <sup>※2</sup>	20 以下	(注 2)
	高レベル放射性物質 研究施設	FBR	約 0.01 <sup>※1</sup>	—	—

(国内分：2009 年 9 月末現在，海外分：2007 年 12 月末現在)

(注 1) 現在，軽水炉の使用済 MOX 燃料の再処理が行われているのは UP2-800 のみである。UP2-800 では，使用済ウラン燃料と使用済 MOX 燃料の再処理が行われており，使用済 MOX 燃料の再処理の際は，硝酸溶解性の確保の観点から，使用済ウラン燃料と比べて溶解条件を変えて運転している（下記参照）。

<UP2-800 における溶解条件>

	使用済 MOX 燃料	使用済ウラン燃料
硝酸濃度	5.1N (mol/l)	3 N (mol/l)
溶解温度	約 90～92℃	約 90℃
溶解時間	約 7 時間	約 2 時間

(注 2) 我が国では現在，東海再処理工場で ATR（ふげん）の使用済 MOX 燃料の再処理が行われている。東海再処理工場で使用済 MOX 燃料の再処理を行う際は，プルトニウムの処理量がプルトニウム精製工程（溶媒抽出）および蒸発濃縮工程の施設の能力を超えないように，溶解液に硝酸ウラン溶液を加えて抽出工程への供給量を調整することになっている。

※ 1 月刊「エネルギー」Vol.38, No.6,2005, (株) 日本工業新聞社

※ 2 東北電力調べ

※ 3 IAEA Technical Reports Series No.415, “Status and Advances in MOX Fuel Technology”, June 2003

核燃料サイクル分野の今後の展開について【技術的論点整理】  
(平成 21 年 7 月 28 日 第 28 回原子力委員会資料第 1 - 1 号)  
関連箇所の要約

- 軽水炉使用済燃料は、六ヶ所再処理工場に引き続き 2047 年から 1200tHM/年程度の処理が必要と試算。また、FBR 使用済燃料は、FBR 導入開始後 5～10 年に 100～200tHM/年程度、その 10～20 年後に 100～200tHM/年程度増加し、最大規模として 500～800tHM/年程度の処理が必要と試算。
- 「第二再処理工場」は、FBR 使用済燃料、軽水炉使用済燃料（MOX 含む）を再処理する施設。
- 「第二再処理工場」では、軽水炉と FBR 使用済燃料を別々の設備で処理する場合も同一の設備で処理する場合もあり得、FBR 使用済燃料の再処理製品を軽水炉にリサイクルする可能性もあるので、各種の可能性について検討を行う必要がある。
- 「第二再処理工場」で採用すべき再処理プロセスの選定を行うためには、各々について再処理プロセスを仮定して得失を評価することが必要である。また、再処理のみの合理性ではなく、軽水炉及び FBR の 2 つの核燃料サイクル全体の経済合理性、不確かな未来や環境変化への柔軟性等、総合的かつ定量的な評価を行うべきである。
- 「軽水炉から FBR への移行期」には、核燃料サイクルの重心が徐々に軽水炉から FBR に移行すること、両者はさらに長期にわたり共存する可能性もあること等を勘案する必要がある。
- 次世代の再処理技術開発にあたっては、成果の評価や進捗度管理、効率性評価等が客観的に行われ、一元的で再処理技術開発全体を鳥瞰したマネジメントが不可欠である。

以 上