

資料5-2
第3回FaCT評価委員会
平成23年1月18日



抽出クロマトグラフィ法の 設定根拠

平成23年1月18日

日本原子力研究開発機構
次世代原子力システム研究開発部門

1. 各国の MA 回収技術の現状認識

- 仏国：DIAMEX-SANEX 法、GANEX 法、EXAm 法など（MA サイクルパターンに合わせた溶媒抽出法によるプロセスを提案）【現時点】
 - ・ 廃溶媒処理の観点から、CHON で構成される新規抽出剤を用いることが基本
 - ・ 溶媒抽出法の場合は装置開発費がほとんど必要ではないため、プロセス開発を中心に研究開発を進めているものと推察
 - ・ 実験室規模のホット試験等を実施中、分離性能に関する基礎データは充実
 - ・ 抽出クロマトグラフィ法については、装置開発費の必要性、陰イオン交換塔施設での火爆事故に対する懸念などから、対象外としているものと推察
- 米国：UREX+法の一部【現時点】
 - ・ 溶媒抽出法による MA 分離法として古くから知られる TALSPEAK 法を提案
 - ・ 再処理技術開発に関して長く低迷
 - ・ UREX+法は様々な試薬、化学反応や条件の分離プロセスで構成されており、廃棄物処理系が複雑化するなどの問題はあるが、分離研究の再開にあたり技術ポテンシャルの維持、向上に寄与しているものと推察
- 日本：SETFICS 法【FS フェーズⅡ 中間（2004 年）時点】
 - ・ 米国で Pu/Am 分離精製用に開発された TRUEX 法をベースとした溶媒抽出法による MA 分離プロセス（SETFICS 法）を開発
 - ・ 高レベル放射性物質研究施設（CPF）にて複数回の向流連続ホット試験を実施
 - ・ 主工程で使用する TBP（リン酸系）との調和性を考慮し、CMPO（リン酸系）を MA 抽出剤として選択

2. 実用化戦略調査研究（FS）での判断

高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究（FS）フェーズⅠでは、さまざまな分離法（溶媒抽出法、イオン交換法、沈殿法など）から、既存技術の応用のしやすさと連続操作性の点で溶媒抽出法を選定した。溶媒抽出法による国内外の MA 回収方法（SETFICS 法、DIAMEX 法、TRPO 法、DIDPA 法など）を調査し、工程数、廃棄物、開発課題などの観点から比較評価を行った。決定的な選定に至る違いを見出すには至らなかったが、分離/回収性能の点で二座配位型の抽出剤（例：CMPO, ジアミド）が、主工程との整合性の点で中性抽出剤（例：CMPO, ジアミド, TRPO）が有利であろうと判断し、結果として CMPO を MA 抽出剤とする SETFICS 法を選定した。

FS フェーズⅡでは、SETFICS 法に関して、溶媒使用量の最小化や使用試薬のソルトフリー化により廃棄物の低減化を図ってきたが、設計の進捗に伴って溶媒抽出法による MA 回収設備追加の負担が顕在化してきた。また機構外部での研究としてアミン抽出法および固液抽出法である抽出クロマトグラフィ法が提案され、廃棄物発生量及び建設費の観点から比較評価を行った（表 1）。

表 1 廃棄物発生量および建設費の比較

方法	廃液発生量 (t/y)			建設費 (相対値)	
	水溶液 ⁽¹⁾	有機溶媒 ⁽¹⁾	固体 ⁽²⁾	設備 ⁽³⁾	建屋 ⁽⁴⁾
SETFICS 法	約 3,300	約 85	約 1	1.0	1.0
抽出クロマトグラフィ法	約 2,600	約 9	約 0.3	0.43	0.60
アミン抽出法	約 2,600	約 18	約 1	0.43	0.60

(1) 廃液処理工程に払い出す総量、再利用や減容は考慮しない

(2) 交換する主要な機器の質量

(3) 主要な機器に係わる費用

(4) 主要機器を配置するセルの容量に基づく

(サイクル機構技報、No. 24 別冊、p. 121、2004. 11)

表 1 に示すように、抽出クロマトグラフィ法が他の二法に比べて廃棄物発生量が少なく、建設費が安価であると評価し、SETFICS 法にかわって先進湿式法に組み込むこととした。また溶媒抽出法については、プロセス開発は SETFICS 法についてフローシート最適化と CPF でのホット試験による確証まで進捗し、かつ国内外において研究が継続されており、機器開発は主工程で使用する機器の知見を活用できることから、抽出クロマトグラフィ法の代替技術と位置付けることとした。

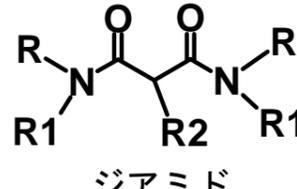
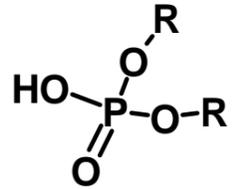
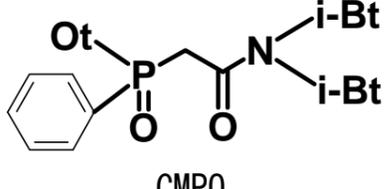
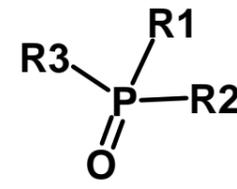
3. FaCT における抽出クロマトグラフィ法による MA 回収技術の開発

FS における設計要求に対する技術評価の結果、晶析および抽出クロマトグラフィ法を含む先進湿式法再処理と簡素化ペレット法燃料製造を組み合わせたシステムは、すべての設計要求への適合可能性が高いと結論付けられた。また、本システムは晶析や抽出クロマトグラフィ法、低除染 TRU 燃料の製造技術等の革新技術課題を含むものの、比較的早期に課題を解決して実用化を見通すことが可能と判断し、万一、これらの革新技術が採用できない場合、経済性の低下の懸念はあるものの、基本的には溶媒抽出法など既存技術により代替適用可能な見通しとした。この結果を受けて FaCT においては、MA 回収技術の開発として MEXT 原子力システム研究開発事業公募研究により抽出クロマトグラフィ法の技術的成立性を見通すことを重視した研究を継続した。また代替技術として位置づけた溶媒抽出法については、FaCT フェーズⅠにおいては研究開発を行っていない。ただし、抽出クロマトグラフィ法で用いる抽出剤の MA 分離性能に係る調査では国内外の情報を反映するとともに、機構内で新規抽出剤に係る知見を有する部門と協力しながら抽出クロマトグラフィ法で用いる抽出剤の選定を行っている。

抽出クロマトグラフィ法の選定根拠（参考）

平成23年1月18日

表 主な MA 分離抽出剤

分離技術	主な抽出剤		目的	特徴
EXAm 法	ジアミド	 <p>ジアミド</p>	Am-Cm 抽出 Am/Cm/Ln 分離	高酸性の溶液を扱える。Am-Ln/Cm 分離試薬として TEDGA を、Am/Ln 分離試薬として HEDTA を使用。
DIAMEX-SANEX 法	ジアミド+HDEHP		Am-Cm 抽出 Am-Cm/Ln 分離	高酸性の溶液を扱える。2 種類の抽出剤を併用し、工程が複雑。
GANEX 法			Pu-Am-Cm 抽出 Pu-Am-Cm/Ln 分離	
TALSPEAK 法	HDEHP	 <p>HDEHP と DIDPA では R の部分が異なる。</p>	Am-Cm/Ln 分離	高酸性の溶液から抽出できず、また pH 制御が困難。
DIDPA 法	DIDPA			
SETFICS 法	CMPO	 <p>CMPO</p>	Am-Cm 抽出 Am-Cm/Ln 分離	高酸性の溶液を扱える。Ln は軽元素のみ分離できる。
TRUEX 法			Am-Cm 抽出	高酸性の溶液から Am-Cm を抽出、Ln との分離はできない。
TRPO 法	TRPO	 <p>TRPO</p>	Am-Cm 抽出	高酸性の溶液からは抽出できない。
アミン抽出法	DOA	R1-N-R2	Am-Cm 抽出 Am-Cm/Ln 分離	Am-Cm と Ln を分離できる。Am、Cm の 4 価への電解酸化と、4 価安定剤（タングステン酸）が必要。