

原子力委員会バックエンド対策専門部会報告書
「長寿命核種(長寿命核種)の分離変換技術に関する研究開発の
現状と今後の進め方」(平成12年3月31日)概要

平成19年9月19日

内閣府

原子力政策担当室

平成12年チェック・アンド・レビューまでの経緯

・1972年:「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」(以下、原子力長計)

放射性廃棄物の有効利用という観点から研究開発の必要性を指摘

・1976年:原子力委員会放射性廃棄物対策技術専門部会(中間報告)

廃棄物に含まれる放射性核種を適当なグループに分離できれば、厳重な管理を必要とする放射性核種が限定でき、各グループの寿命に応じた処理処分が可能になることから、廃棄物管理の自由度が増す利点が生じている。また、長半減期核種を核反応により短半減期核種へ変換できれば、長期管理の負担を軽減できるとしている。

・1987年:原子力長計

分離変換技術は、高レベル放射性廃棄物の資源化とその処分の効率化の観点から極めて重要な研究開発課題であり、そのための研究開発を日本原子力研究所(当時)、動力炉・核燃料開発事業団(当時)等が協力して計画的に推進することとした。

・1988年:原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会

「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画」(通称、オメガ計画)を取りまとめ。オメガ計画開始。

・1994年:原子力長計

分離変換技術について各研究機関で基礎的研究を進め、1990年代後半を目途に各技術を評価し、それ以降の進め方について検討することとした。

・1998年:原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会

「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方」で「地層処分をより安全かつ効率的に行うために進められる廃棄物の減量化や有効利用に関する研究について定期的に評価を行うとともに、こうした技術に飛躍的進歩があった場合に柔軟に対応できるような仕組みが大切である」

オメガ計画について

昭和63年(1988年)

「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画」(通称オメガ計画) 原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会により策定

高レベル放射性廃棄物処分の効率化、含まれる有用元素の資源化及び積極的な安全性の向上を目的として、以下の項目について研究開発計画が定められた。

第Ⅰ期(4~9年間): 種々の概念の評価と要素技術の研究開発

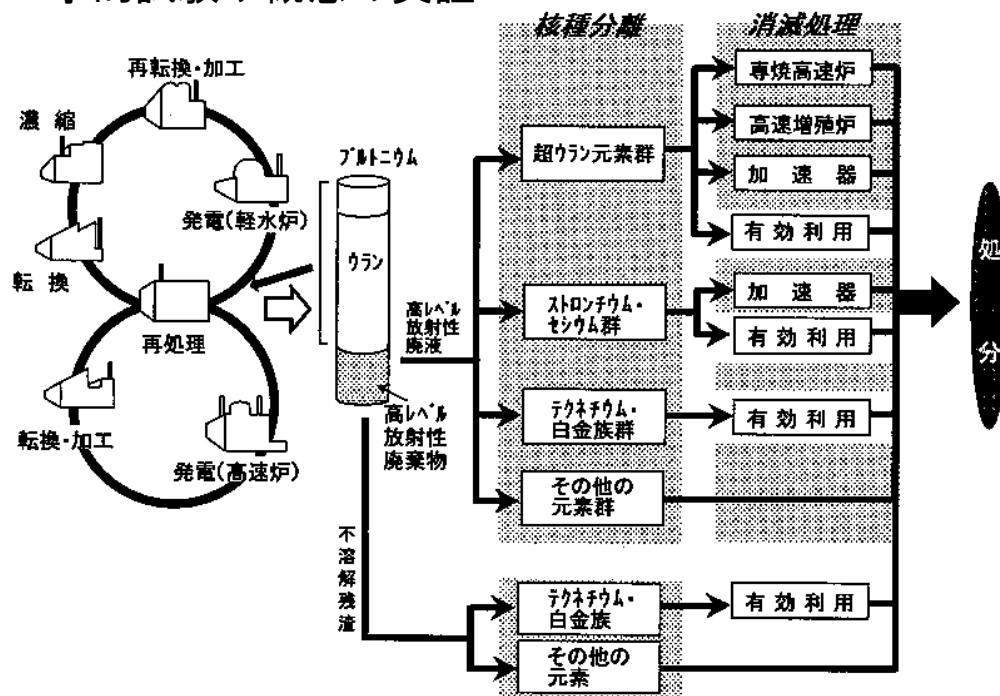
第Ⅱ期(4~9年間): 要素技術の工学的試験や概念の実証

(1) 群分離技術

- ・高レベル放射性廃液の群分離技術
- ・不溶解残渣からの有用金属回収技術
- ・分離元素・核種の有効利用技術

(2) 消滅処理技術

- ・原子炉における消滅処理技術
炉物理・物性
高速増殖炉(FBR)の応用
専焼高速炉
- ・加速器による消滅処理技術
陽子加速器
電子加速器



分離変換技術とは

分離変換技術の目的

①放射性廃棄物処理処分の負担軽減

初期の高い放射能と発熱の原因となる短寿命核種の分離による廃棄物の減容
長寿命核種の低減によるHLWの潜在的危険性の低減

②資源の有効利用

HLW中の希少元素(ルテニウム、ロジウム、パラジウム等)の有効利用

分離変換技術

分離技術

高レベル放射性廃棄物に含まれる元素や放射性核種を、それぞれの核種の物理的あるいは化学的特徴を利用して、**処理方法や利用目的に応じていくつかのグループ、元素あるいは核種に分離**する技術

変換技術

分離した後、中性子やガンマ線などの放射線を物質に照射すると別の核種に変わる反応を利用して、**特に長寿命核種を短寿命核種又は安定な核種に変換**する技術

「分離プロセス」: 従来の核燃料サイクルから発生する高レベル放射性廃棄物から分離対象元素を分離

「核変換サイクル」: 分離した元素を中性子などの放射線を利用して変換するための以下の一連のプロセス

「燃料製造プロセス」: 分離した元素を核変換するのに適した燃料等の形に加工

「核変換プロセス」: 燃料等に中性子などの放射線を照射して核変換対象元素を変換

「燃料処理プロセス」: 照射済燃料等を処理して再度燃料として加工するものと廃棄物として処分するものを分離

分離変換技術の概要

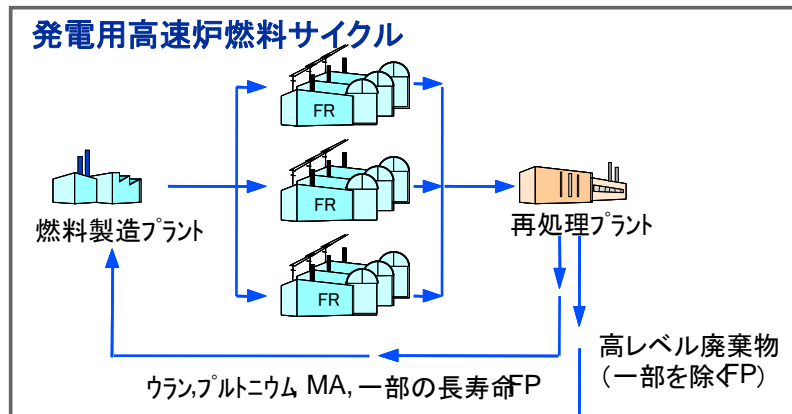
研究開発実施機関

オメガ計画に基づき、日本原子力研究所(以下、原研)、核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)及び(財)電力中央研究所(以下、電中研)の3機関が中心

H12当時の各研究機関で進めていた分離変換技術の概要

	旧原研	旧サイクル機構	電中研
核変換サイクルの基本的考え方	階層型	発電用高速炉利用型	
分離プロセス	湿式法 (4群群分離法)	湿式法 (改良PUREX・改良TRUEX法)	乾式法 (塩化物法)
燃料形態	窒化物	酸化物	金属燃料
核変換プロセス	加速器駆動未臨界炉 専焼高速炉	高速増殖炉	

分離変換を組み込んだ核燃料サイクル

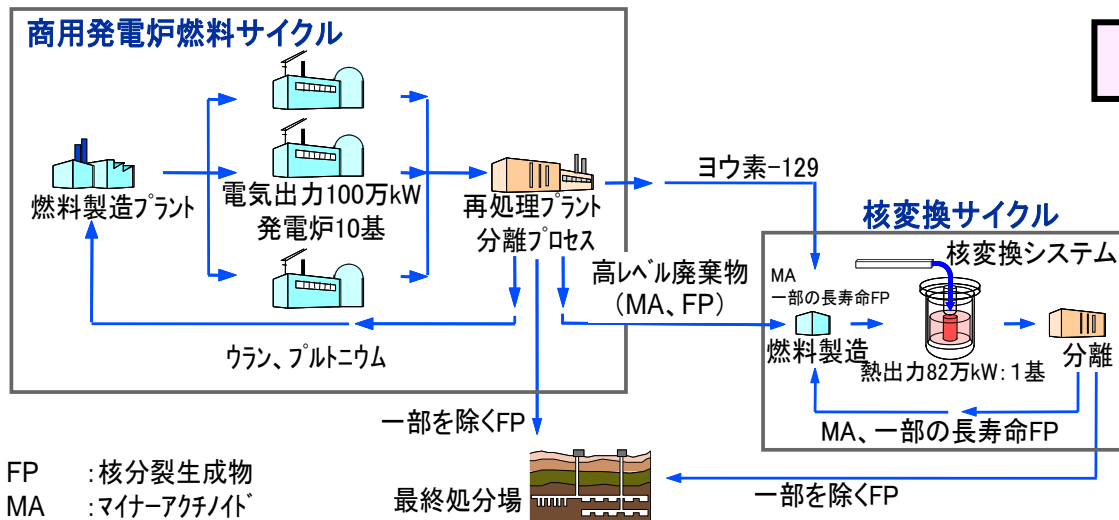


FP : 核分裂生成物
MA : マイナーアクチノイド

最終処分場

発電用高速炉利用型

- ・発電炉を用いた分離変換技術。
- ・次世代再処理プラントでウランやプルトニウムと共にマイナーアクチノイドもリサイクル。
- ・核変換には発電炉(高速炉)を用いる。



FP : 核分裂生成物
MA : マイナーアクチノイド

最終処分場

階層型(専用サイクル型)

- ・発電用サイクルに分離プロセスと核変換サイクルを付設。
- ・核変換には専用システム(加速器駆動炉: ADS)を用いる。
- ・コンパクトな核変換サイクルにマイナーアクチノイドを閉じ込める。

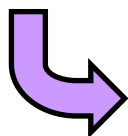
研究開発段階の設定と分析結果

研究開発段階の設定

各プロセス毎に三段階の研究開発段階(①要素技術開発、②工学実証、③原型プラント)を設定し、この同一の指標により各機関の研究開発の現状を整理

各機関の研究開発段階の分析結果

プロセス	段階の設定	原研	サイクル機構	電中研
分離プロセス	①プロセス構築・成立性実証段階 ②化学工学的試験段階 ③原型プラント建設段階	①	①	①
核変換 サイクル	燃料製造 プロセス	①燃料仕様・製造方法検討段階 ②燃料集合体製造・試験段階 ③原型プラントの建設段階	①	①
	核変換 プロセス	①設計・要素技術開発段階 ②実験炉による消滅実証試験段階 ③原型プラントの建設段階	①	①
	燃料処理 プロセス	①プロセス構築・成立性実証段階 ②化学工学的試験段階 ③原型プラント建設段階	①	①



3機関の研究開発は、第Ⅰ期の研究開発の所期の目的を達成したものの、第Ⅱ期の研究開発については、進捗は遅れる傾向にある。
各研究機関の技術的課題を整理して、今後の研究開発の進め方を示した。

今後の研究開発の進め方

「第5章 今後の研究開発の進め方」の主な内容

- ・ 長期放射能インベントリーを低減する等**有用な技術となる可能性**があり、今後も**着実に進める**ことが**適当**
- ・ **核燃料サイクルと不可分**でありサイクルの一部としての検討が望まれる
- ・ 核燃料サイクルへの**導入シナリオを示す**とともに、そのための**システムを設計し、要素技術を確立**することが**目的**である
- ・ 核燃料サイクル全体を視野に入れ、**経済性、資源確保、廃棄物等**について信頼性の高い評価が必要
- ・ 核燃料サイクルのオプションを広げるとの観点から、**幅広いシステムや技術を対象に進めるべき**であり、新しいアイデアを吸い上げる環境も重要
- ・ 「高速炉サイクル利用型」と「階層型」は、それぞれに特徴があり、当面は**双方の技術開発を進める**ことが**適当**
- ・ 双方の共存シナリオも含めて導入シナリオを検討し、必要な技術を確立する。
- ・ **システム設計、導入シナリオ検討、成立性実証のための基礎試験、工学試験**を、定期的なチェック・アンド・レビューに基づき進める
- ・ **国内外の他機関とともに連携**して効率的に研究開発すべき
- ・ 2005年頃を目途に、シナリオ全体の再検討を実施し、その後も概ね5年を目途にチェック・アンド・レビューを実施する

平成12年以降の政策的な経緯 (1)

➤ 2000年：「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」付帯決議

「国及び関係機関は、最終処分の負担軽減等を図るため、長寿命核種の分離変換技術の研究開発について、国際協力、国際貢献の視点等も加味するとともに、定期的な評価を行いつつ、着実に推進することが必要である。」

➤ 2005年：日本原子力研究開発機構発足

中期目標：「高レベル放射性廃棄物の処理・処分の負担軽減に貢献するために、高速増殖炉サイクル技術及び加速器駆動システムを用いた分離変換技術について、それぞれ核燃料サイクルへの分離変換技術の導入シナリオ及び放射性廃棄物処分のコスト低減効果に関する検討を進める。」

➤ 2005年：原子力政策大綱

「わが国の原子力利用を分野横断的に支え、その技術基盤を高い水準に維持したり、新しい知識や技術概念を獲得・創出する目的」で行われる基礎的・基盤的な研究開発の主要な活動の一つとして、「放射性廃棄物中の長寿命核種の短寿命化等による放射性廃棄物処理・処分の負担軽減に貢献する分離変換技術の研究開発」が記載されている。

➤ 2006年：総合科学技術会議・分野別推進戦略(エネルギー分野)

高速増殖炉サイクル技術を「国家基幹技術」に選定。重要な研究開発課題として、「原子力施設の設計やその基礎となる核特性の研究、原子力材料や核燃料の研究、分離変換技術の研究開発など、原子力の基礎・基盤技術の研究開発を推進する。」と記載。

➤ 2006年：実用化戦略調査研究(FS)フェーズⅡの終了

➤ 2006年：科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会「原子力に関する研究開発の推進方策について」

「核工学(炉物理・核データ)、炉工学、材料工学、安全工学、原子力シミュレーション工学、分離・変換技術等の分野における研究開発を着実に進め知見を蓄積することにより、原子力の研究、開発及び利用の基盤形成と、新たな原子力利用技術の創出を図ることが重要である。」

平成12年以降の政策的な経緯 (2)

➤ 2006年：文部科学省研究開発局「高速増殖炉サイクルの研究開発方針について」

- 燃料サイクル施設においては、U、Pu、Npを低除染で一括回収し、さらに高レベル廃液より回収したAm、Cmを混合するなど、プルトニウムを常にウランやMAと混合した状態で取り扱う工程としていること、またMAの高い放射線により接近性が制限されることから、核拡散抵抗性は現在の軽水炉サイクルよりも更に向上することが期待される。
- MAを回収して燃料に混ぜて燃焼することにより、また熱効率の向上により発電電力量あたりの高レベル放射性廃棄物発生量を減少し、最終処分場への負荷を軽減している。なお、「FSフェーズⅡ報告書」では、長半減期核分裂生成物(LLFP)の分離変換は「将来の目標」としているが、2050年頃の実用化以降の目標とすることが妥当と考える。一方、最終処分場の受け入れ量の制限値「高レベル放射性廃棄物1体あたりの発熱量」を低減する観点から、高発熱性核分裂生成物の分離と処分方策の研究開発に取り組むべきであると判断する。

➤ 2006年：原子力委員会「高速増殖炉サイクル技術の今後10年程度の間における研究開発に関する基本方針」