



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

第40回原子力委員会
資料第1号

群分離・核変換技術 について

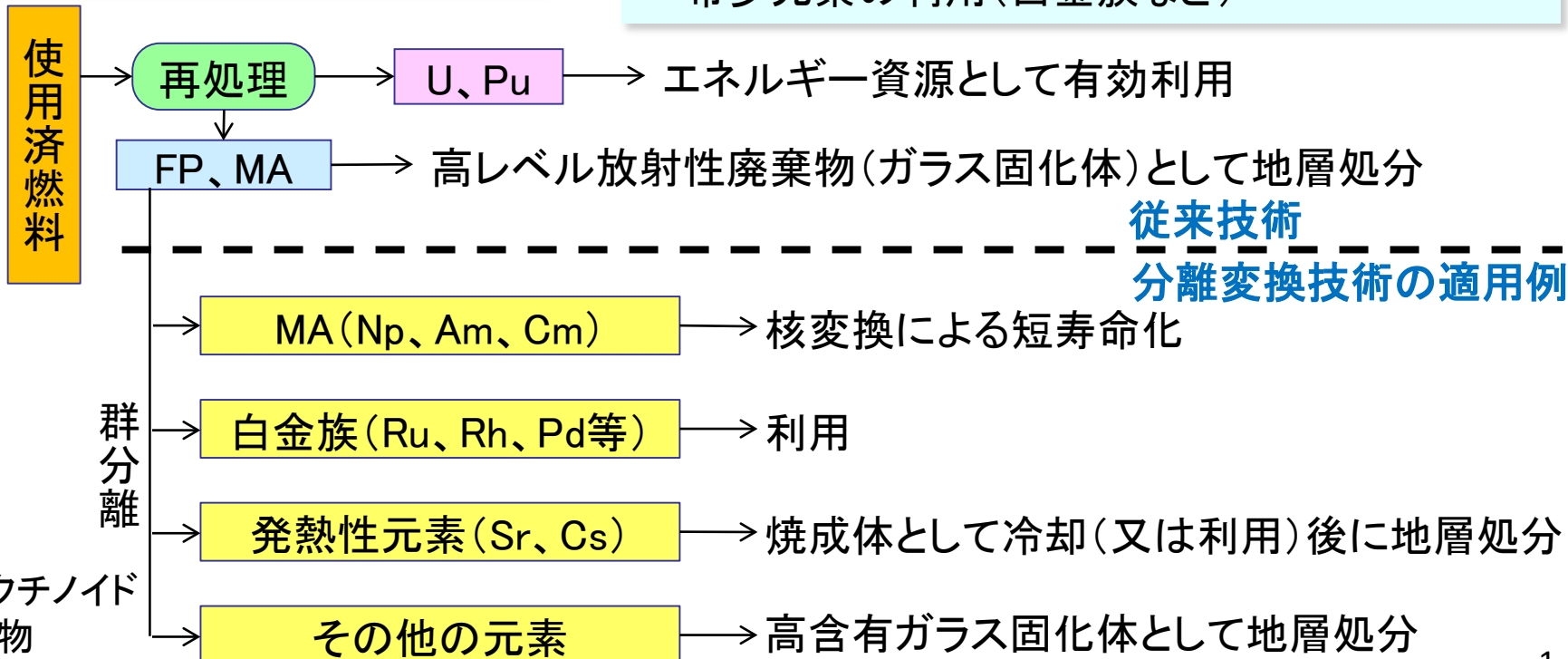
研究開発局 原子力課

群分離・核変換技術とは

群分離・核変換技術(分離変換技術)
高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性核種を、その**半減期や利用目的に応じて分離**する(分離技術)とともに、**長寿命核種を短寿命核種あるいは非放射性核種に変換**する(変換技術)ための技術

目標

- ・**長期リスクの低減:**
廃棄物の潜在的有害度の総量を大幅に低減
- ・**処分場の実効処分容量の増大:**
発熱の大きい核種を除去してコンパクトに処分
- ・**放射性廃棄物の一部資源化:**
希少元素の利用(白金族など)



MA: マイナーアクチノイド
FP: 核分裂生成物

分離変換技術の導入効果

■ 長期リスクの低減

高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度の低減

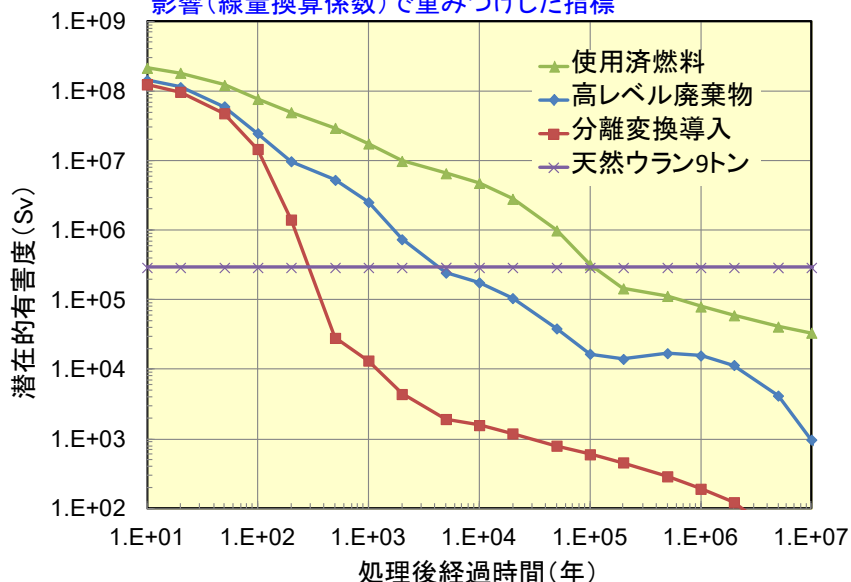
■ 地層処分場実効的な容量増大

MA核変換及び発熱性核種であるSr-Csの分離貯蔵の組み合わせにより集積処分が可能
(ただし、現存するガラス固化体や現行技術からのガラス固化体は従来通りの処分が必要)



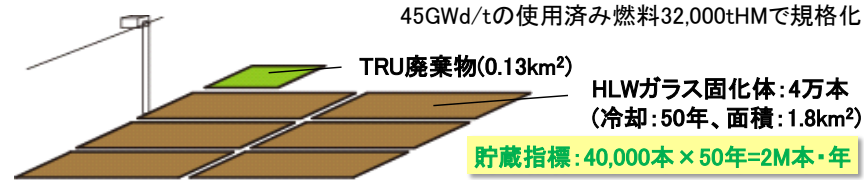
高レベル放射性廃棄物の地層処分の負担軽減

潜在的有害度：各放射性核種の人体への影響(線量換算係数)で重みづけした指標



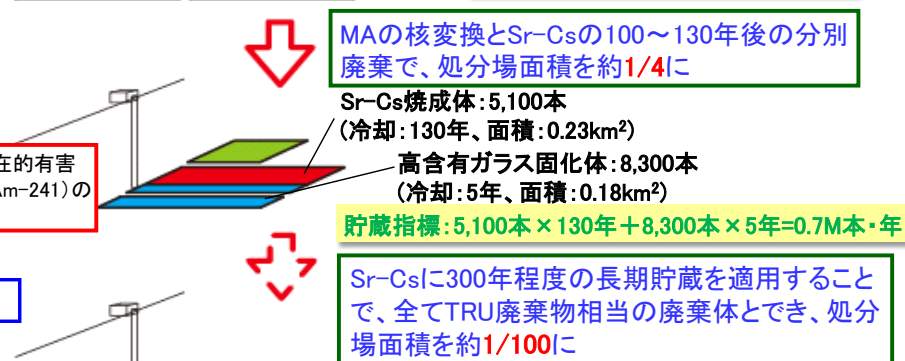
燃焼度43GWD/t、5年冷却後の再処理でUとPuを99.5%除去。
分離変換ではさらにMAを99.5%除去

従来の地層処分



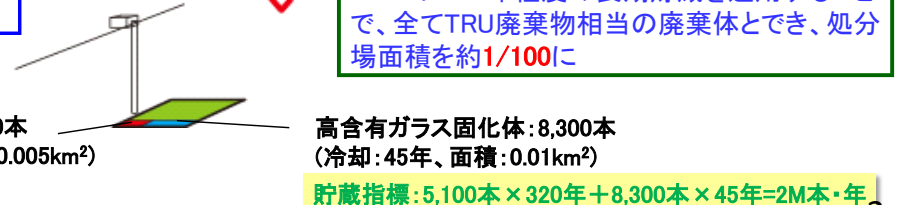
分離変換導入

MA核変換は超長期の潜在的有害度削減と長期発熱核種(Am-241)の除去に有効



さらに長期貯蔵

Sr-Cs焼成体:5,100本
(冷却320年、面積:0.005km²)



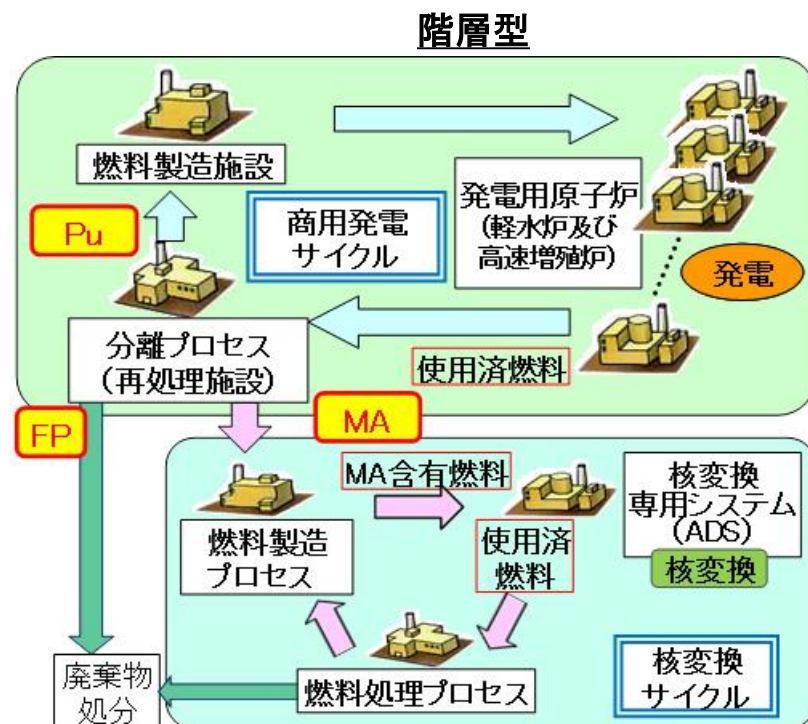
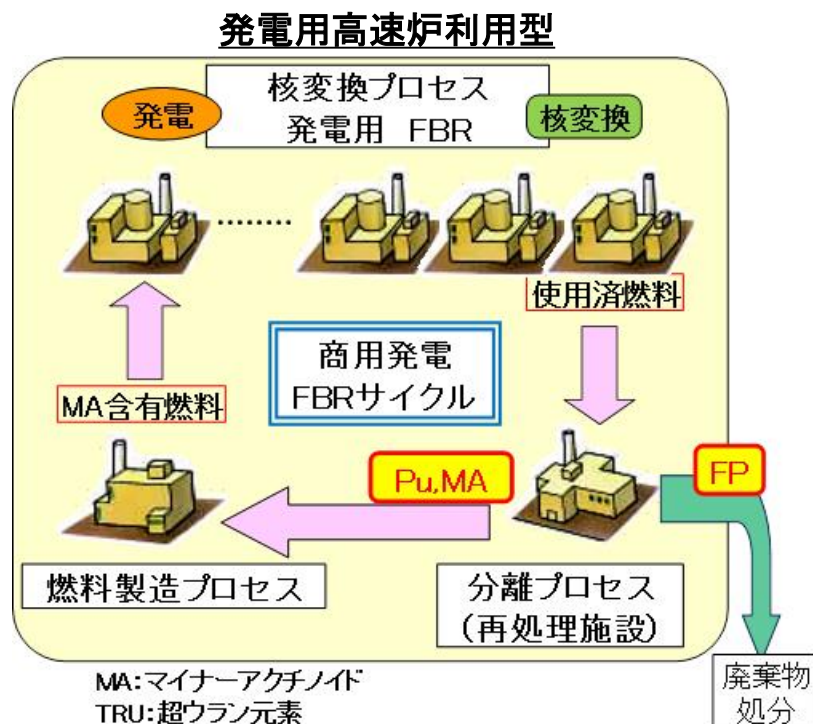
核変換技術

■ **核変換技術**: 使用済燃料中のMAを回収し、主に核分裂反応により短寿命核種に変換する技術

■ **主な核変換システム**

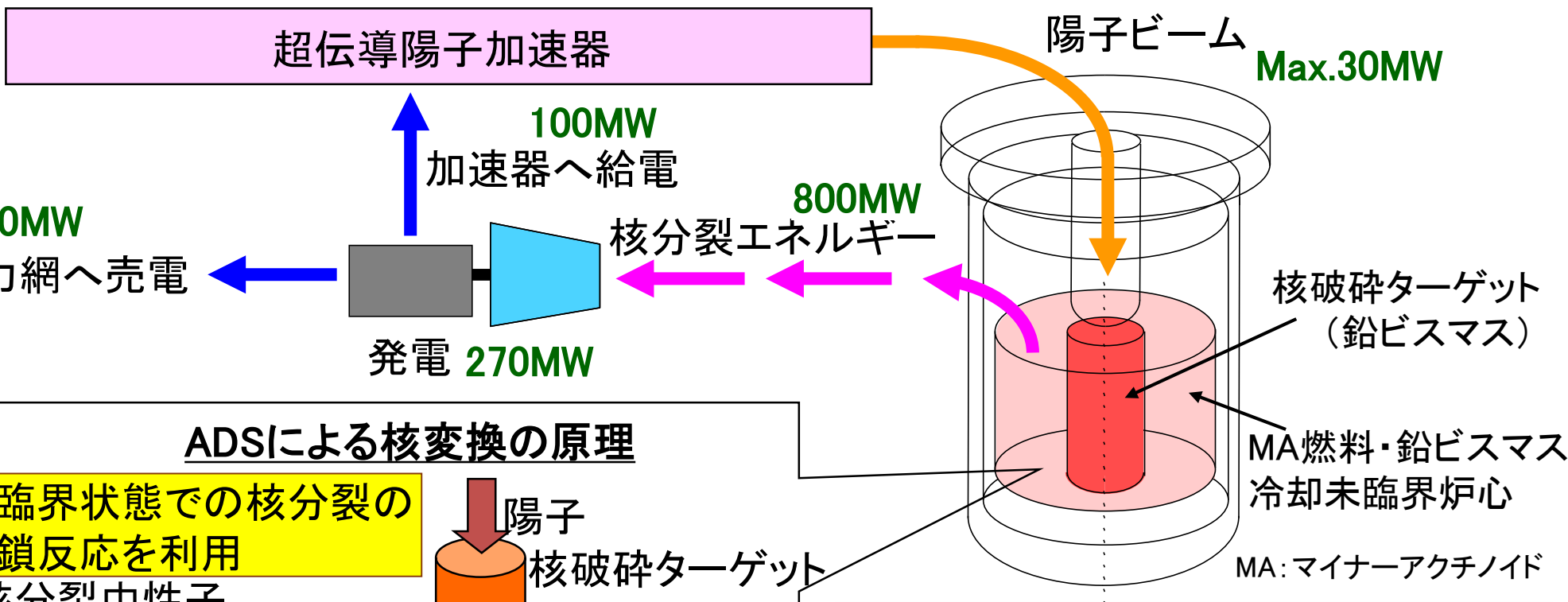
■ **発電用高速炉利用型**: 発電用高速炉(FBR・FR)における均質または非均質燃料によるリサイクルを目的として、発電用高速炉と一体的に研究開発を実施

■ **階層型**: 発電用サイクルから独立した、加速器駆動システム(ADS)を中心とした核変換専用サイクルを構成する階層型概念に基づく研究開発を実施



核変換専用サイクル型のMA核変換

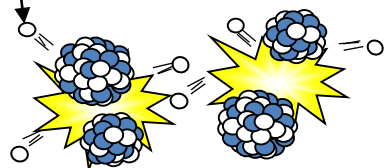
(加速器駆動未臨界システムを用いた核変換) **ADS: Accelerator Driven System**



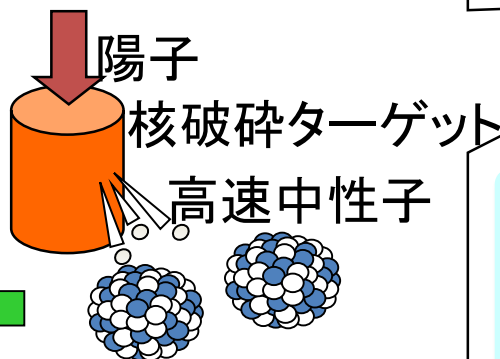
ADSによる核変換の原理

未臨界状態での核分裂の連鎖反応を利用

核分裂中性子



短寿命の核種



長寿命の核種

ADSの特徴:

- ・加速器を止めれば連鎖反応は停止
→ 核反応の暴走の心配が無い。
- ・MA濃度の高い燃料が使用可能
→ 1基で軽水炉10基分のMAを核変換。
- ・Pb-Biは化学的に不活性。

原子力機構における群分離・核変換技術の研究開発について

【原子力機構運営費交付金】 R4要求額：766百万(前年度予算額：766百万)

加速器駆動核変換システム (ADS) のみならず高速炉を用いた核変換にも共通する分離変換技術開発

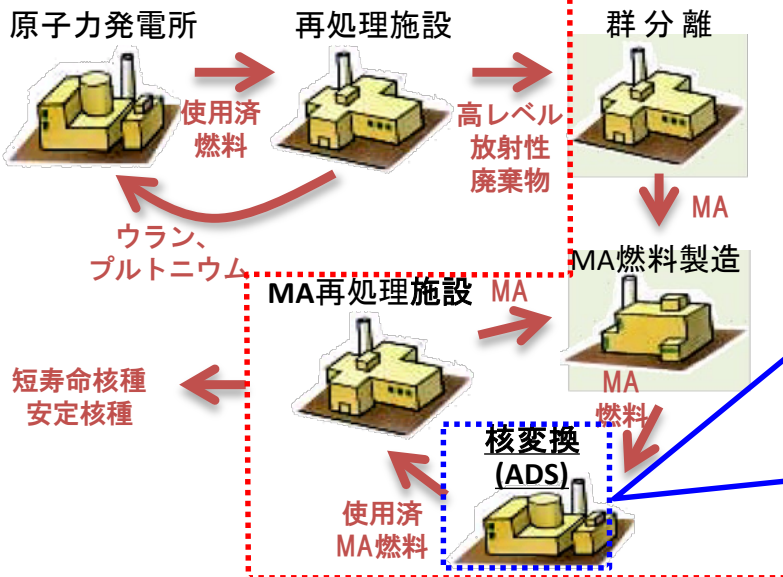
- ・ 群分離、マイナーアクチノイド (MA) 燃料、MA再処理等

【核変換技術研究開発補助金 (内局) 】 R4 要求額：103百万(前年度予算額：103百万)

ADSを構成する各要素の技術開発

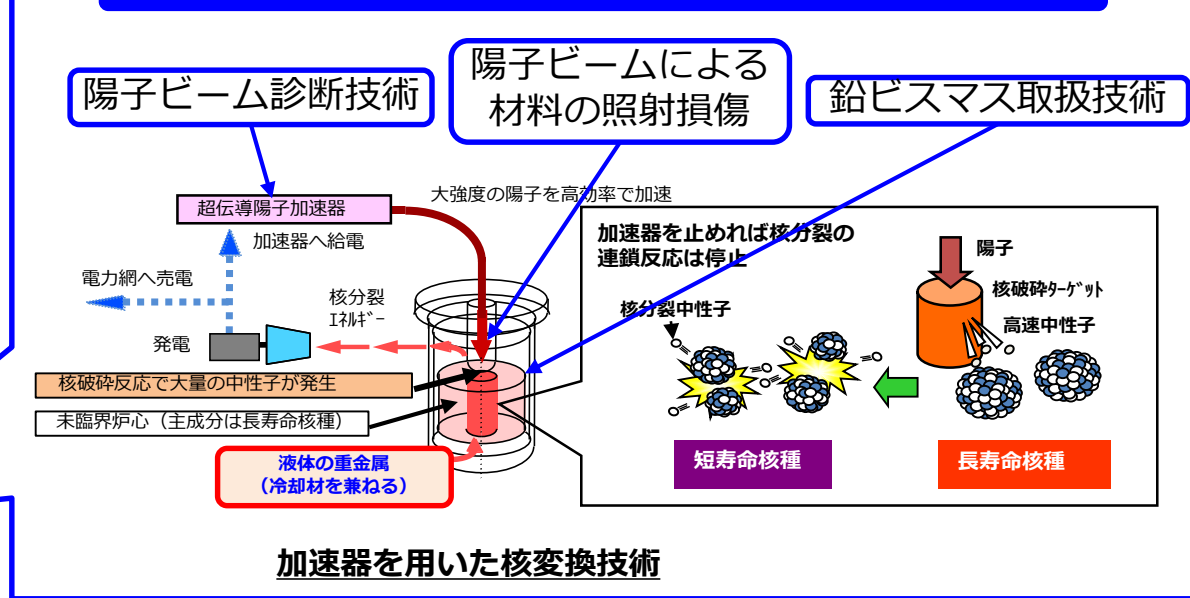
- ・ 鉛ビスマス取扱技術、陽子ビームによる材料の照射損傷、陽子ビーム診断技術等

原子力機構運営費交付金の対象



分離変換サイクル

核変換技術研究開発補助金 (内局) の対象



加速器を用いた核変換技術

分離変換技術の政策的位置付け等について(1/2)

1. 1988年:「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画(オメガ計画)」開始
消滅処理分野→ 原子炉(炉物理・物性、FBR応用、専焼高速炉)
加速器(陽子加速器、電子加速器)
2. 2000年:オメガ計画チェックアンドレビュー(原子力委員会決定)
・「発電用高速炉利用型」と「階層型」については、双方の技術開発の推進とともに、共存も含めた導入シナリオの検討について指摘。
3. 2000年:特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律案の付帯決議など
「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。」
4. 2005年:原子力政策大綱
「その他の基礎的・基盤的な研究開発の主要な活動には、…や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等がある。」
5. 2008年:特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改訂)…3と同様記載
6. 2009年:原子力委員会「分離変換技術検討会」報告書及び委員会決定
・分離変換の導入効果や高速炉・ADS双方に関する研究開発課題等について提示。
7. 2012年:日本学術会議「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」
・核変換技術については「関係する研究機関で積極的に技術開発に取り組み、成果を得る」ことについて提言。
8. 2013年:文部科学省審議会「群分離・核変換技術評価作業部会」中間的な論点とりまとめ
・ADSについて実験室レベルの段階から、工学規模の段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、J-PARCへの核変換実験施設整備を期待。
・今後、高速炉サイクルによる核変換技術との相互比較評価や核変換実験施設の実現性のチェックアンドレビューを行いながら、研究開発を進める。
⇒2014年、2015年に進捗状況フォローアップを行い、中間取りまとめの内容に沿った進捗報告を公表。

分離変換技術の政策的位置付けについて (2/2)

○第6次エネルギー基本計画(2021年10月閣議決定)(抜粋)

「放射性廃棄物を適切に処理・処分し、その減容化・有害度低減のための技術開発を推進する。具体的には、高速炉や、加速器を用いた核種変換など、放射性廃棄物中に長期に残留する放射線量を少なくし、放射性廃棄物の処理・処分の安全性を高める技術等の開発を国際的な人的ネットワークを活用しつつ推進する。」

○特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改訂) (2015年5月閣議決定)(抜粋)

「国及び関係研究機関は、幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分その他の処分方法に関する調査研究を推進するものとする。また、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着実に推進する。」

群分離・核変換技術評価作業部会 中間的な論点のとりまとめの概要

〔群分離・核変換技術評価作業部会 中間的な論点のとりまとめ (概要) (2013年11月)より一部修正〕

1. 検討内容について

原子力委員会「分離変換技術検討会」(2009年)において、分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方について、概ね5年ごとに評価することが適当と指摘されている。

文部科学省はこれを踏まえ、科学技術・学術審議会の下に、2013年7月9日付けで作業部会(主査:山口大阪大学院教授)を設置し、専門家による群分離・核変換技術の開発の必要性と方向性について議論を行ってきたところ。

2. 中間的な論点のとりまとめの概要について

○群分離・核変換技術の現状等を評価し、当面の研究開発の進め方や今後検討すべき課題等について、論点のとりまとめとして整理した。

○中間的な論点のとりまとめでは、群分離・核変換技術について、実験室レベルの段階から、工学規模の段階に移行することが可能な研究開発段階にあり、このため、J-PARCに核変換実験施設(工学規模の試験施設)を整備することが期待されると評価している。

○今後、高速炉サイクルによる核変換技術との相互比較評価や核変換実験施設の実現性のチェックアンドレビューを行いながら、研究開発を進めることとする。

○第5回(10月30日)の会合において、中間的な論点の検討を行い、とりまとめた。

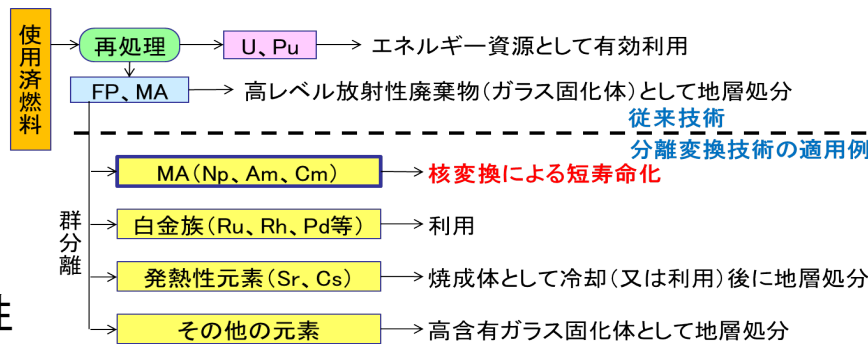


図1 群分離の概要

2008年: 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針(改定)

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。

2009年: 原子力委員会「分離変換技術検討会」報告書及び委員会決定

・発電用FBR(高速増殖炉)サイクル技術の実用化を目指した研究開発の一部として、与えられた性能目標に対する貢献度を定期的に評価し、目標の達成に向けた開発計画に沿って、これら課題に関わる見通しや判断が提示できるように進めるべきである。

・概ね5年ごとに、基礎データの充足や、準工学・工学研究の進展等についての状況を評価することが適当。

図2 群分離・核変換技術の位置付け

核変換実験施設について

大強度陽子加速器施設J-PARCの第II期計画として整備が検討されている核変換実験施設(TEF: Transmutation Experimental Facility)については、工学段階の試験施設として整備が期待されるとしている。

【ADSターゲット試験施設(TEF-T)】

大強度陽子ビームでの核破砕ターゲットの技術開発及び材料の研究開発を行う施設。既に稼働しているJ-PARCの物質・生命科学実験施設の知見・経験等を生かし、実用ADSに相当する陽子ビーム条件での材料照射試験が実施可能なPb-Biターゲット概念が提案されている。

【核変換物理実験施設(TEF-P)】

低出力で未臨界炉心の物理的特性探索とADSの運転制御経験蓄積を目指す施設。既存の高速炉臨界実験装置での知見・経験及び燃料等の資産を有効に活用し、MA含有燃料の使用と小出力陽子ビーム(400 MeV、10 W)の導入が可能な施設概念が提案されている。

【参考】

TEF-T 施設概要： 群分離・核変換技術評価作業部会第8回(2015.8.13)資料8-2
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/070/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2015/09/01/1361242_2.pdf

TEF-P 施設概要： 群分離・核変換技術評価作業部会第8回(2015.8.13)資料8-3
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/070/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2015/09/01/1361242_3.pdf

TEF施設計画： 群分離・核変換技術評価タスクフォース第1回(2021.7.30)資料2-2
https://www.mext.go.jp/content/20210730-mxt_genshi-000017219_5.pdf