

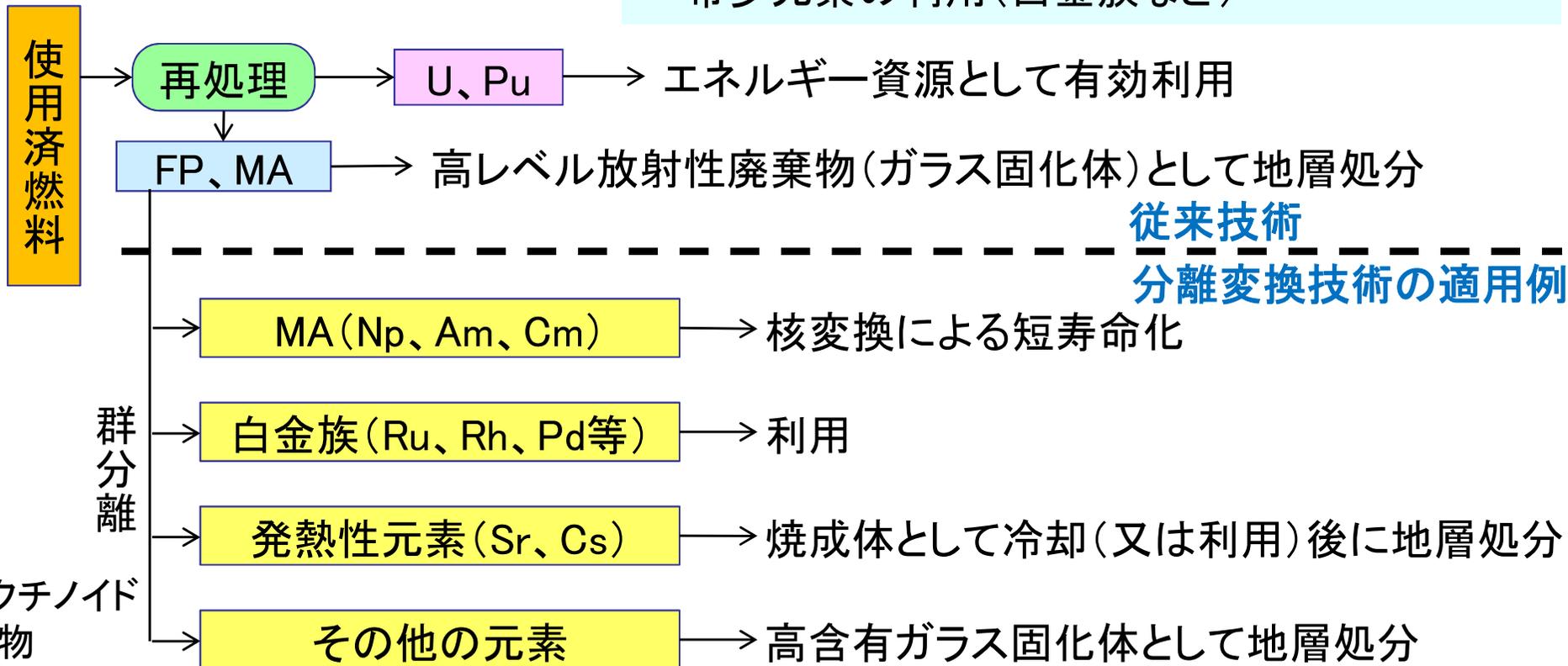
群分離・核変換技術とは

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

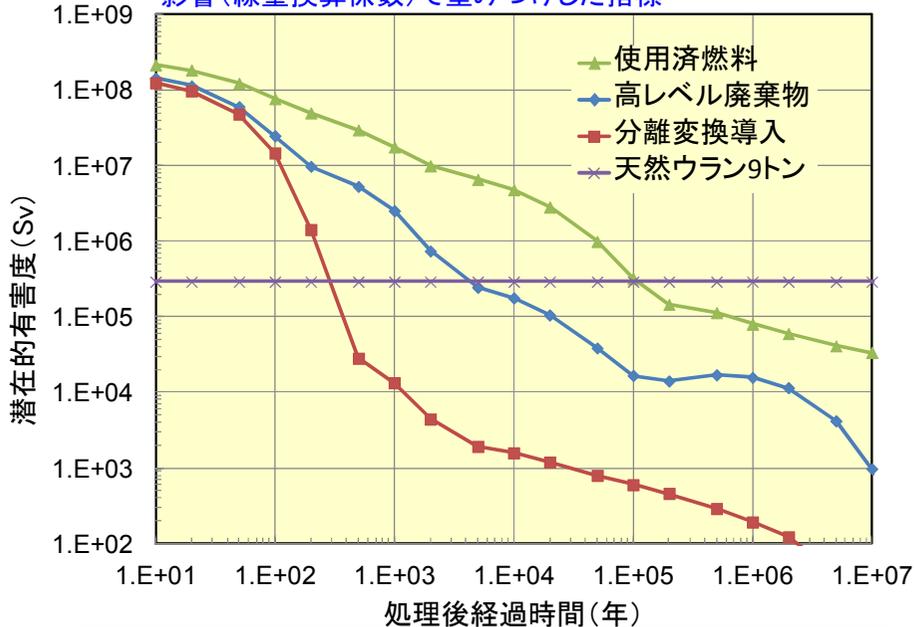
■ 地層処分場実効的な容量増大

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)



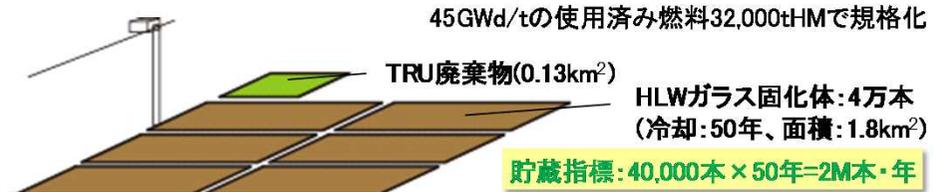
高レベル放射性廃棄物の地層処分の負担軽減

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



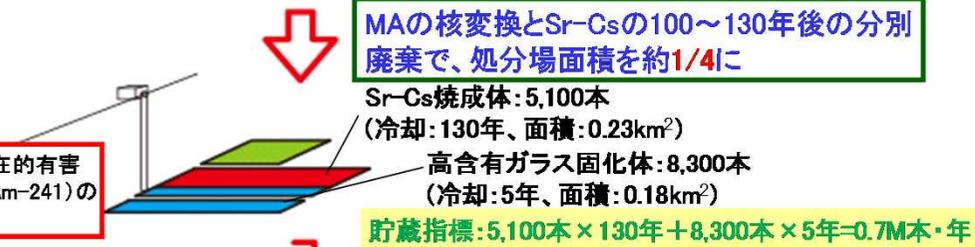
燃焼度43GWD/t、5年冷却後の再処理でUとPuを99.5%除去。
分離変換ではさらにMAを99.5%除去

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)



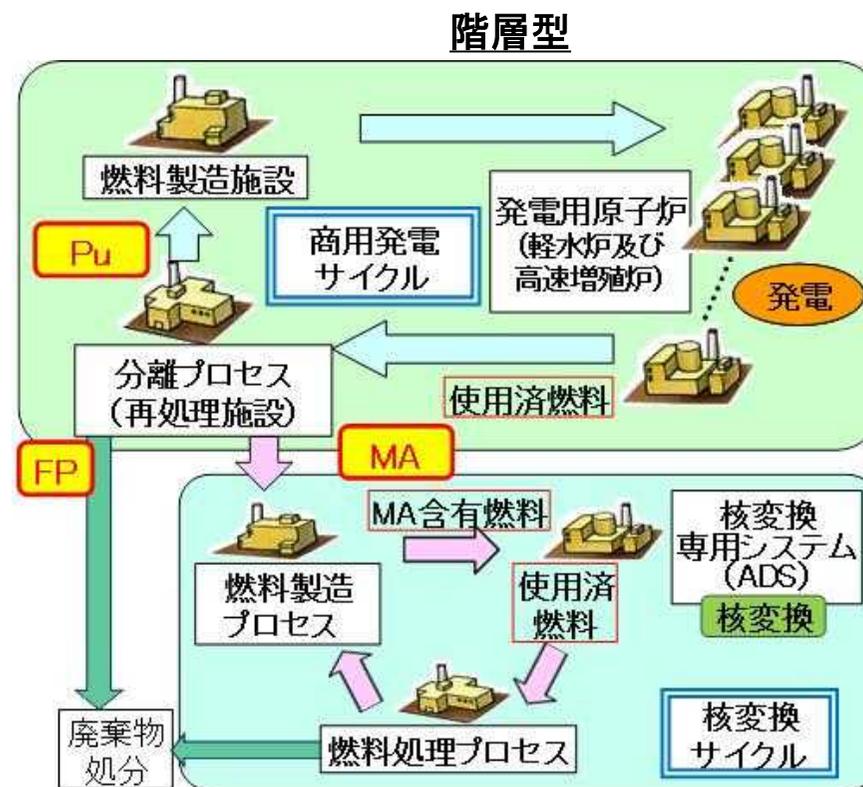
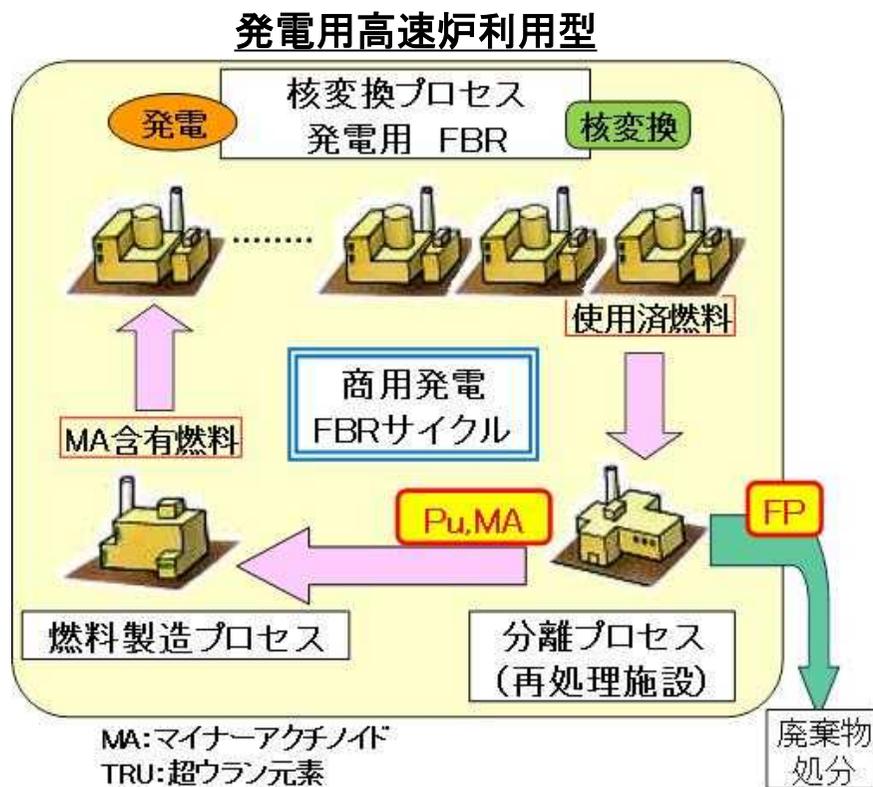
核変換技術

■ **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



3. 平成21年原子力委員会分離変換技術検討会での指摘事項と対応状況

ADSの技術課題

原子力委員会分離変換技術検討会での指摘事項	対応状況
ADSが実現する時代に発電システムに要求される安全性、信頼性、経済性といった性能目標の達成を妨げない、もしくは達成に寄与できる加速器の性能・コストが実現していること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ADS用加速器に求められる信頼性向上の方向性について、J-PARCリニアックの運転データから推定したデータを基にした検討を実施。【①】
ビーム窓の工学的成立性を確認すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ビーム窓の工学的成立性について、使用条件における外力、熱応力、除熱、腐食等の観点から検討し、成立の見込めるビーム窓の概念を提示。【②】
未臨界炉心の制御等の炉物理的課題を高い信頼度で解決すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 未臨界炉心の炉物理的課題解決に向けて、新たに評価されたJENDL-4.0及び誤差評価システムを基に核変換システムの核データ起因誤差を定量的に評価し、解析の不確かさを低減するために必要な炉物理実験を検討。【③】
Pb-Bi冷却炉の設計及び安全性を高い信頼度で確認すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pb-Bi冷却炉の安全性検討に資するため、レベル1PSA手法を用いて異常事象を系統的に整理。炉心損傷事故に至る可能性のある事象に対して、高速増殖炉等の安全解析コードを用いた動特性解析を実施。【④】
窒化物燃料の乾式再処理による燃料サイクルシステムの実用性を示すこと	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 窒化物燃料の乾式再処理に実用性提示に向けて、MAの基礎データベースの整備、窒化物燃料固有課題の陽極技術に関するプロセス原理の確認を実施し、周辺工程を含む実用的な乾式再処理プロセスフローを設計。【⑤】
所定の使用条件下での燃料性能及び高燃焼度を達成する窒化物燃料が製造できることを高い信頼度で確認すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 窒化物燃料の製造技術の実証に向けて、不活性母材含有MA窒化物ペレットの調製条件の確立、ADSの燃料設計に不可欠な熱物性と固溶度の評価式の開発等を実施。【⑥】

3. 平成21年原子力委員会分離変換技術検討会での指摘事項と対応状況（参考）

酸化物燃料FBRサイクル(MA均質サイクル)技術の重点課題

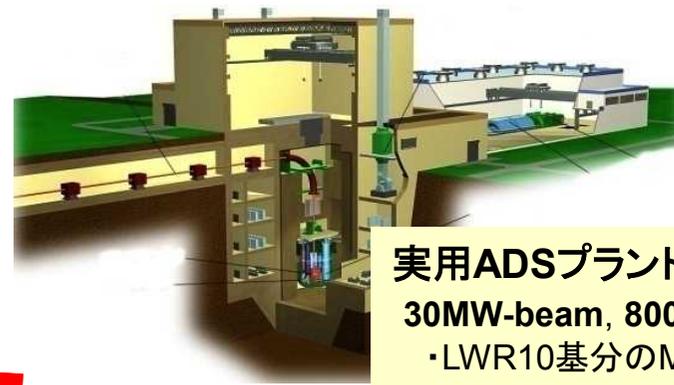
原子力委員会分離変換技術検討会での指摘事項	対応状況
高い信頼性を有する湿式分離法によるMA核種の分離回収システムを構築すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2つの湿式分離法(抽出クロマトグラフィ法と溶媒抽出法)を開発対象として、MA回収率及び除染係数の向上と発生廃液量低減を目指した抽出剤選定、フローシート構築を進め、湿式分離法の選定のための比較評価に必要なデータを取得中。
MA核種を含むMOX燃料をMA核種による強い発熱・高い線量に阻害されずに実用的に製造できるプロセスを構築すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ MA核種の発熱・線量の影響防止に有効な簡素化ペレット法の開発を進め、主な製造工程設備概念の開発・試験、転換工程からペレット焼結に至る一連の製造プロセスに対する小規模MOX試験等を実施するとともに、安定した燃料品質を得るためのMOX製造基盤技術開発を実施中。
炉心に対する安全要求を満足してMA核種を5%まで装荷できる炉心を実現すること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FaCTフェーズ1において、炉心に対する安全要求を概ね満足してMA核種を5%程度まで装荷できる炉心設計概念を構築したが、東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、シビアアクシデント対応も考慮した炉心に関する設計検討を実施中。
所定の使用条件の下で、高い燃焼度を高い信頼度で達成できる燃料が製造できること	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 長寿命被覆管材料の酸化物分散強化型鋼(ODS)被覆管について、世界に先駆けて実施した燃料照射試験の結果、素材の化学成分制御が品質安定性確保上重要であることが明らかとなったことから、製造方法を改良し、試作によりその有効性を確認。照射試験による最終確認を計画中。

施設概要と位置づけ:

ADS実用化に向けたロードマップ

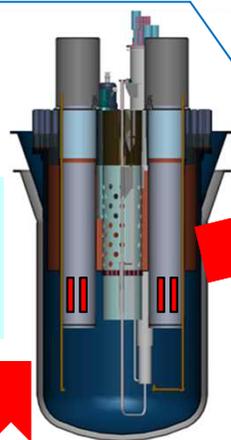
出力規模

MA燃料の無いADSの技術
(Pb-Bi炉心、加速器、運転経験)



実用ADSプラント
30MW-beam, 800MW_{th}
・LWR10基分のMA核変換

実験炉級ADS⇒MYRRHA
~2.4MW-beam, 50~100MW_{th}
・ADS技術の実証と燃料照射

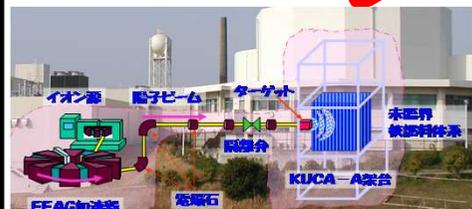


MA燃料の炉物理とターゲット材料開発

ビーム窓材料の高度化



	J-PARC核変換実験施設	ベルギー-MYRRHA
目的	要素技術開発 (ターゲット技術、物理)	照射試験、 未臨界炉運転経験蓄積
出力	陽子ビーム250kW 未臨界炉熱出力: 500W	陽子ビーム2.4MW 未臨界炉熱出力50~100MW
MA	大量に用いて 核変換システムを模擬	少量の照射試験のみ



J-PARC核変換実験施設
250kW-beam
・Pb-Biターゲット技術
・核変換の炉物理

ループ実験、KUCA実験などの基礎試験

・**J-PARCとMYRRHAが連携**し、世界における核変換技術の開発・実証・高度化を先導
・2030年代に実用規模へ展開できる知見・経験を得る

2010

2020

2030

2050

年

施設概要と位置づけ:

核変換実験施設 (TEF: Transmutation Experimental Facility)

核変換物理実験施設:TEF-P

目的： 低出力で未臨界炉心の物理的特性の探索と
ADSの運転制御経験を蓄積
施設区分： 原子炉（臨界実験施設）
陽子ビーム： 400MeV-10W
熱出力： 500W以下

ADSターゲット試験施設:TEF-T

目的： 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
施設区分： 放射線発生装置
陽子ビーム： 400MeV-250kW
ターゲット： 鉛・ビスマス合金

