

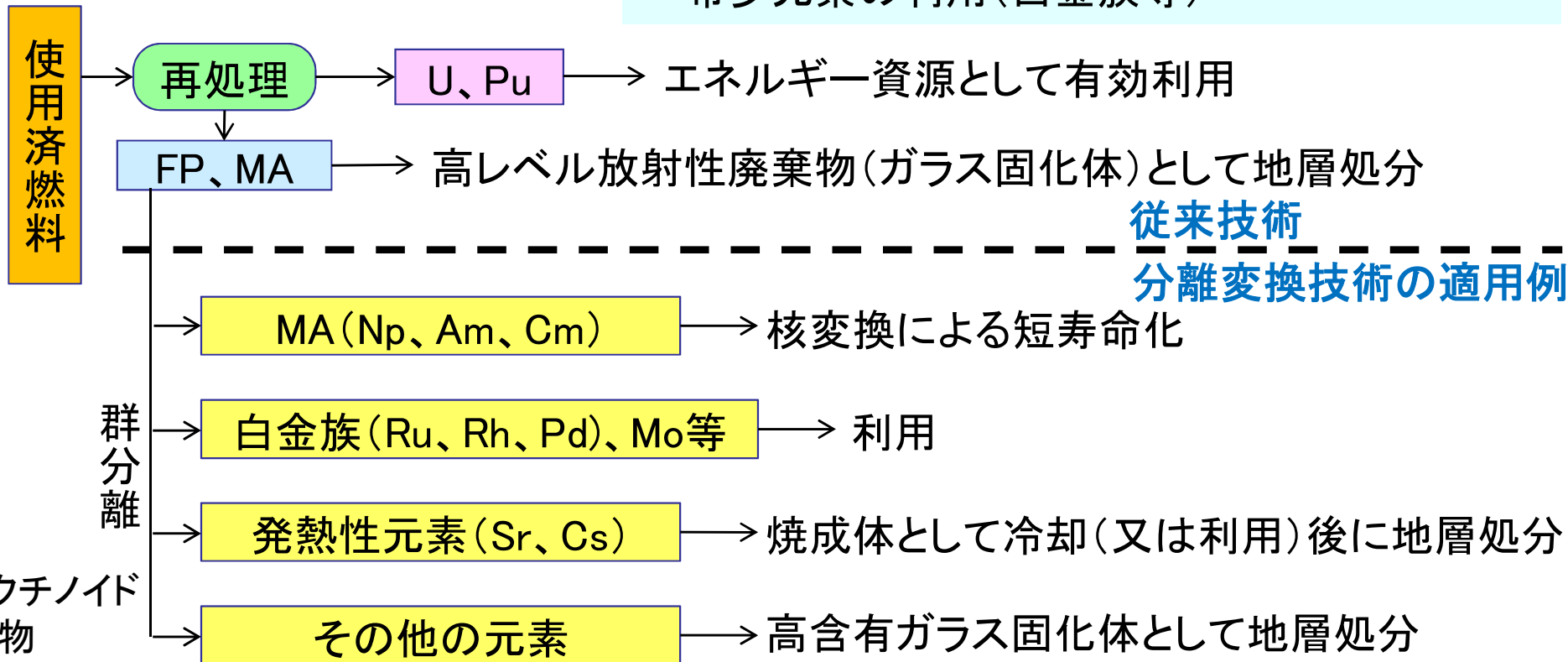
# 群分離・核変換技術とは

## 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(白金族等)



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

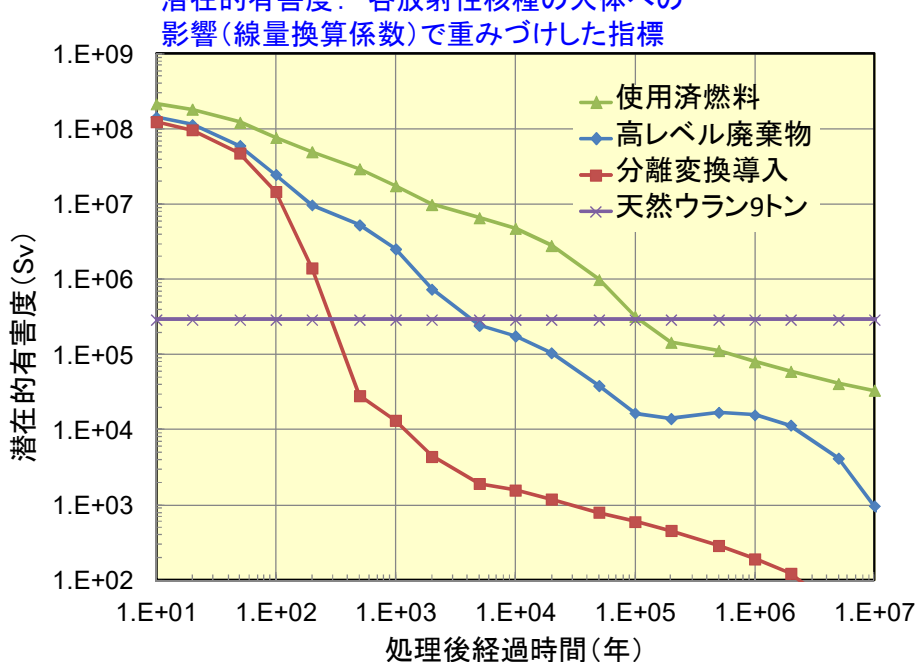
## ■ 地層処分場実効的な容量増大

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)



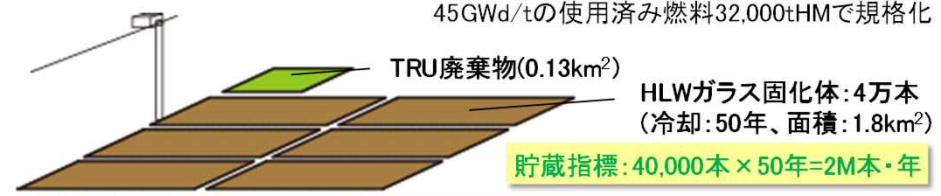
### 高レベル放射性廃棄物の地層処分の負担軽減

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



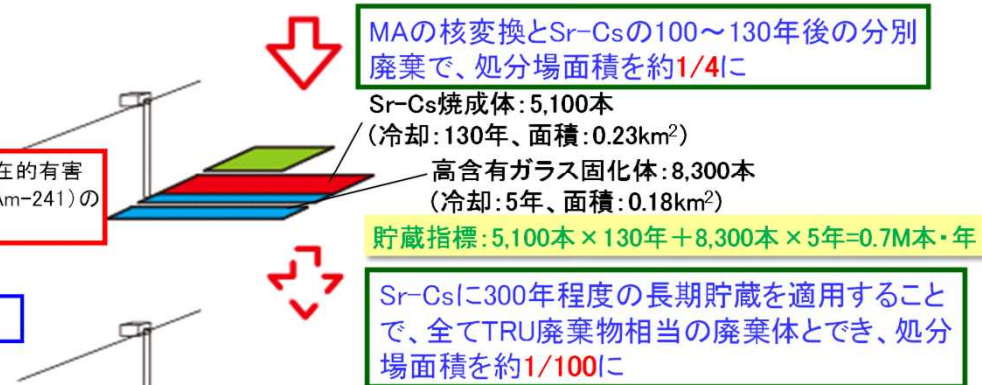
燃焼度43GWD/t、5年冷却後の再処理でUとPuを99.5%除去。  
分離変換ではさらにMAを99.5%除去

#### 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

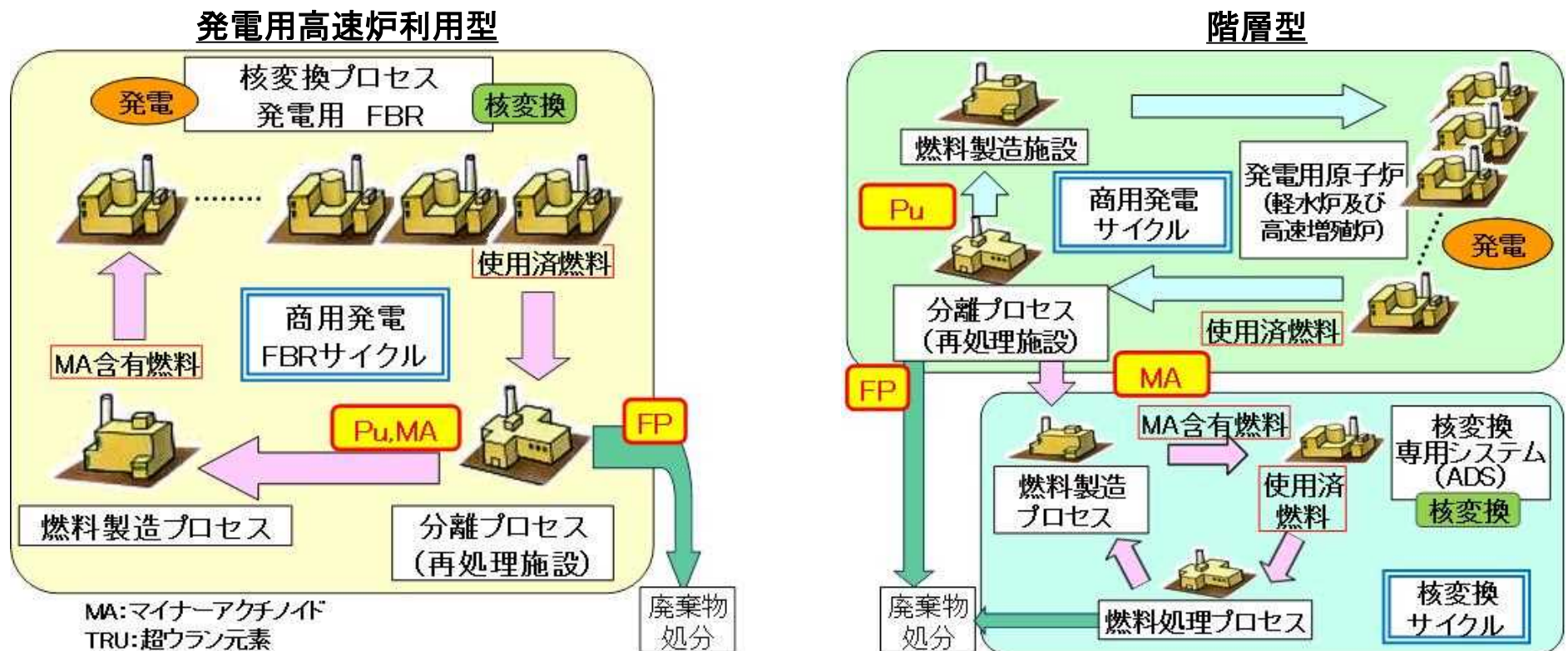
Sr-Cs焼成体: 5,100本  
(冷却320年、面積: 0.005km<sup>2</sup>)

高含有ガラス固化体: 8,300本  
(冷却: 45年、面積: 0.01km<sup>2</sup>)

貯蔵指標: 5,100本 × 320年 + 8,300本 × 45年 = 2M本・年

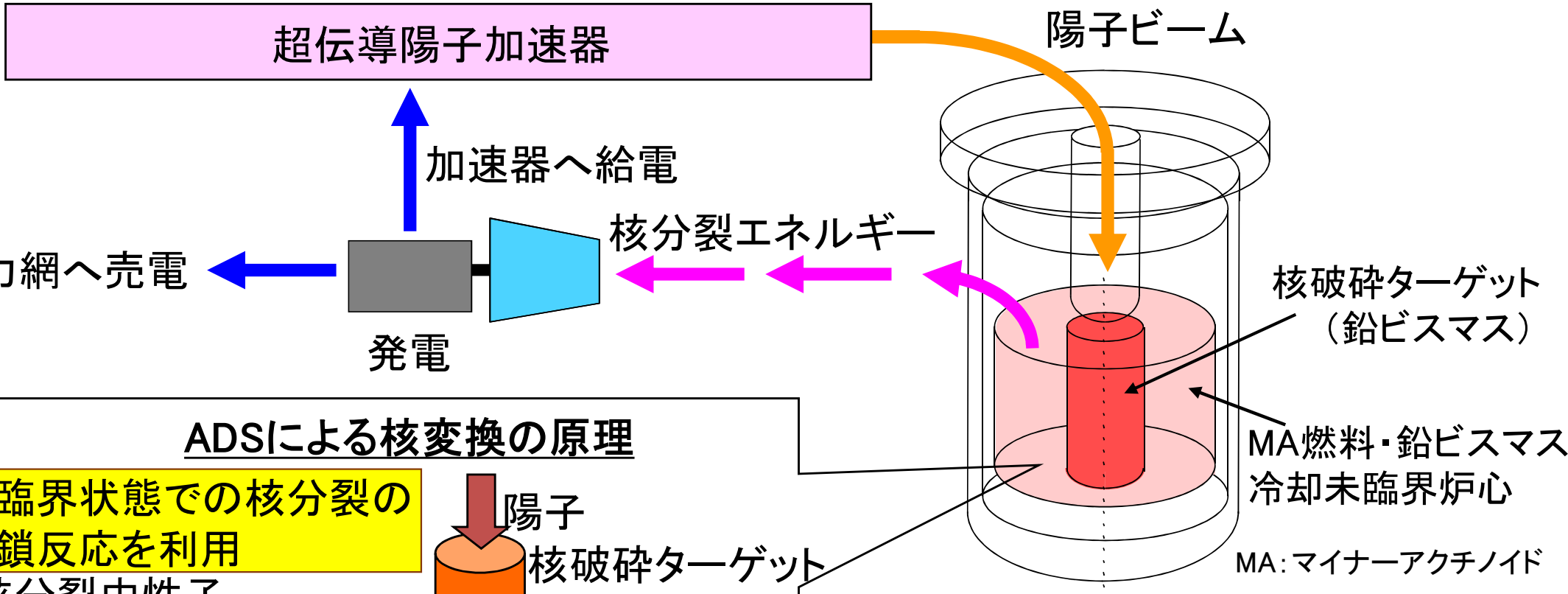
# 核変換技術

- **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

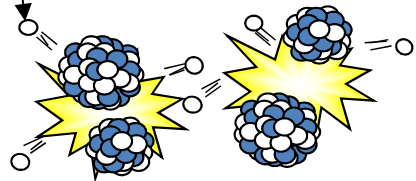
(加速器駆動未臨界システムを用いた核変換) **ADS: Accelerator Driven System**



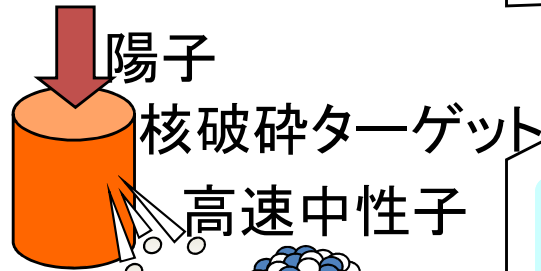
## ADSによる核変換の原理

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
- ・Pb-Biは化学的に不活性。



# ベルギー: MYRRHA計画

## □ SCK・CEN が中心となって進める ADS による多目的照射炉

- 加速器: 陽子Linac, 600 MeV, 2.4 ~ 4 mA (max. 2.4 MW)
- ターゲット: 鉛ビスマス共晶合金 (LBE)
- 炉心: 65 ~ 100 MW<sub>th</sub>, MOX,  $k_{eff} = 0.95$ , LBE冷却
- 目的: 材料照射, ADS実証, 核変換研究, LFR開発, 医療用RI製造



The MYRRHA reactor

## □ プロジェクト全体を Phase 1 ~ 3 に分割。2018年9月に、ベルギー政府が558M€の支出を決定(100MeVまでの加速器建設・運転費とR&D費)

## □ 2024年に Phase 1 の達成状況を評価し、Phase 2(加速器を600MeVに増強)及び Phase 3(炉心建設)に進むかどうかを判断。

2019

2026 2027

2038

Phase-1 (100 MeV加速器+陽子ターゲット施設) (287 M€)

運転 (156 M€)

Phase-2 (加速器600 MeV増強), Phase-3 (未臨界炉心) のための設計と R&D (115 M€)

▲Phase-2+3 建設許可取得

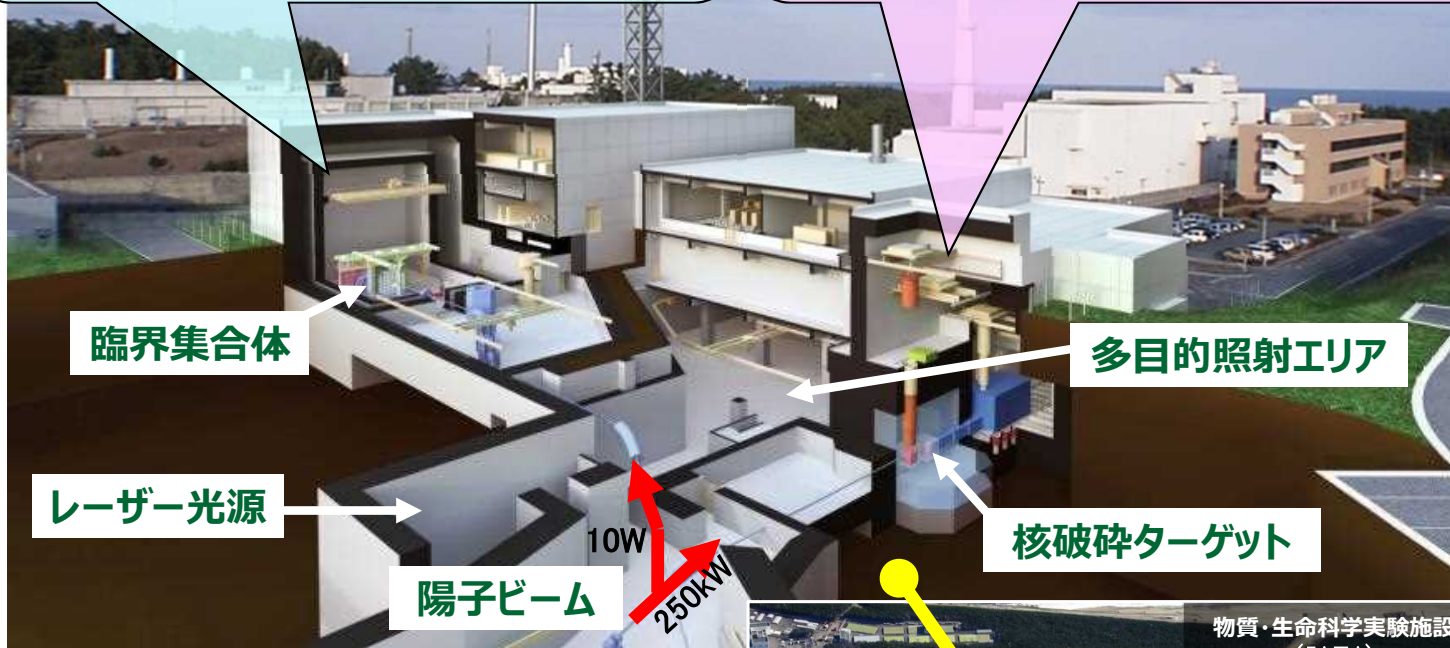
# J-PARCにおける核変換実験施設計画

## 核変換物理実験施設:TEF-P

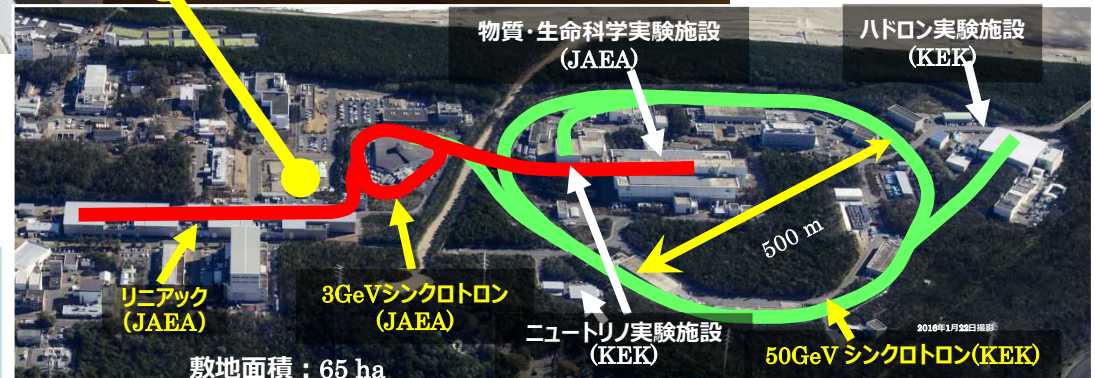
目的： 低出力で未臨界炉心の物理的特性探索とADSの運転制御経験を蓄積  
 施設区分： 原子炉（臨界実験装置）  
 陽子ビーム： 400MeV-10W  
 熱出力： 500W以下

## 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 (LBE)



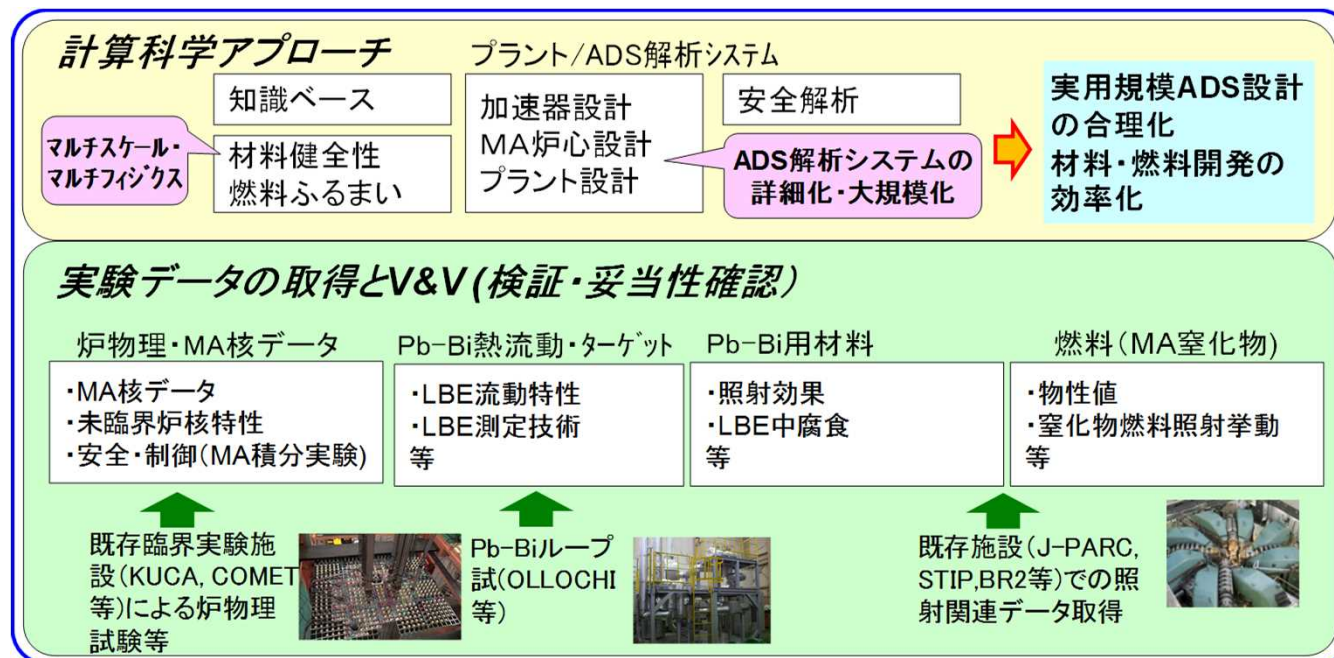
大強度陽子加速器施設  
 (J-PARC, 茨城県東海村)



# PSi計画について

- 多くのリソースが必要な施設建設に代わって、合理的かつ効率的に研究開発を進めるために、計算科学などの最新の技術・知見を活用した**研究開発計画(PSi計画)**を検討した。
- 新たな**PSi計画**では、**計算科学技術を活用した新たな計算シミュレーション手法の開発を目指す**。新たに開発する計算機シミュレーション手法については、これまでの実験解析データを取り込むとともに、**国内外の既存実験施設を最大限活用して実験的検証を進めながら開発を進める**。

## PSi 計画 (Proton accelerator-driven Subcritical virtual system)



計算科学アプローチを導入し、ADS設計の合理化、材料・燃料開発の効率化を図る。



# JAEAの第3期中長期目標・計画(平成27年度～令和3年度)<sup>(添付資料8)</sup>

## 中長期目標:放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発より抜粋

具体的には、MA分離のための共通基盤技術の研究開発をはじめ、高速炉や加速器駆動システム(ADS)を用いた核変換技術の研究開発を推進する。特にADSについては、国の方針等を踏まえ、J-PARC核変換実験施設の設計・建設に向けて必要な要素技術開発等を進めるとともに、ADSターゲット試験施設に関しては目標期間早期に、核変換物理実験施設に関しては目標期間内に、施設整備に必要な経費の精査や技術課題解決の達成状況等を評価した上で、各施設の建設への着手の判断を得る。

## 中長期計画:放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発より抜粋

### ・MAの分離変換のための共通基盤技術の研究開発

MAの分離技術に関する複数の候補技術のプロセスデータ、高レベル放射性廃液を用いた試験による分離回収データ等を取得し、MA分離回収に関する技術的成立性を評価する。幅広い組成のMA燃料の基礎データを取得するとともに、ペレット製造等の機器試験等を進め、MA燃料製造に関する技術的成立性を評価する。

MA分離変換サイクル全体を通じた技術情報を得るため、既存施設を用いたMAの分離、ペレット製造から高速中性子照射までの一連の試験から成る小規模なMAサイクルの実証試験に着手する。

### ・加速器駆動システム(ADS)を用いた核変換技術の研究開発

J-PARC核変換実験施設の建設に向けて必要な要素技術開発、施設の検討や安全評価等に取り組む。ADSターゲット試験施設に関しては、早期に施設整備に必要な経費の精査や技術課題解決の見通し等について外部委員会による評価を受けた上で、目標期間半ばを目途に同施設の建設着手を目指す。核変換物理実験施設に関しては、施設の設計・設置許可に向けた技術的課題解決の見通し等について外部委員会による評価を受けた上で、目標期間内に設置許可を受けて建設着手を目指す。

また、ADS概念設計、ターゲット窓材評価、MA燃料乾式処理技術開発等を行うとともに、国際協力によりADS開発を加速させる。