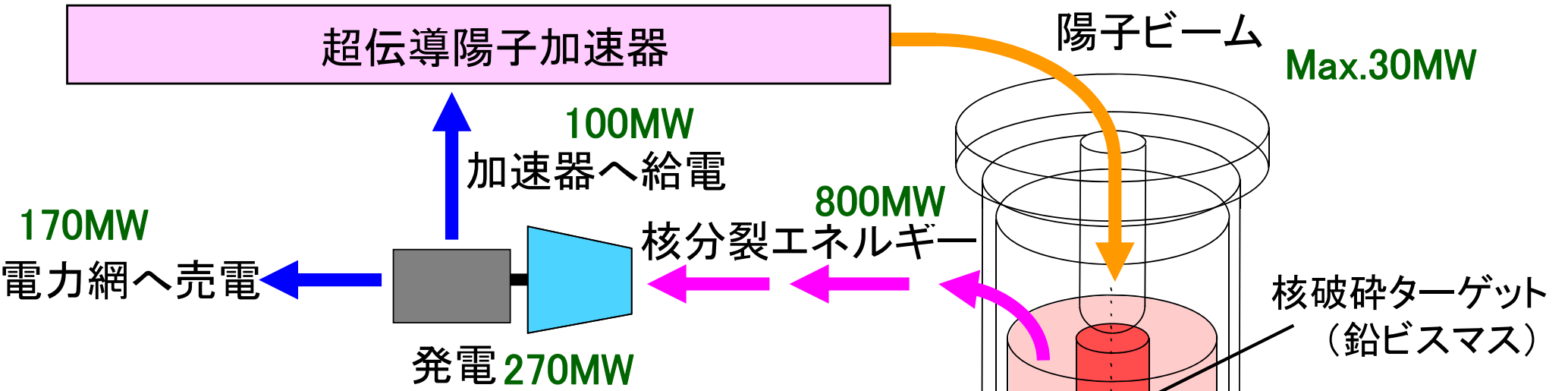


加速器を用いた分離変換技術の研究開発 とJ-PARCの役割

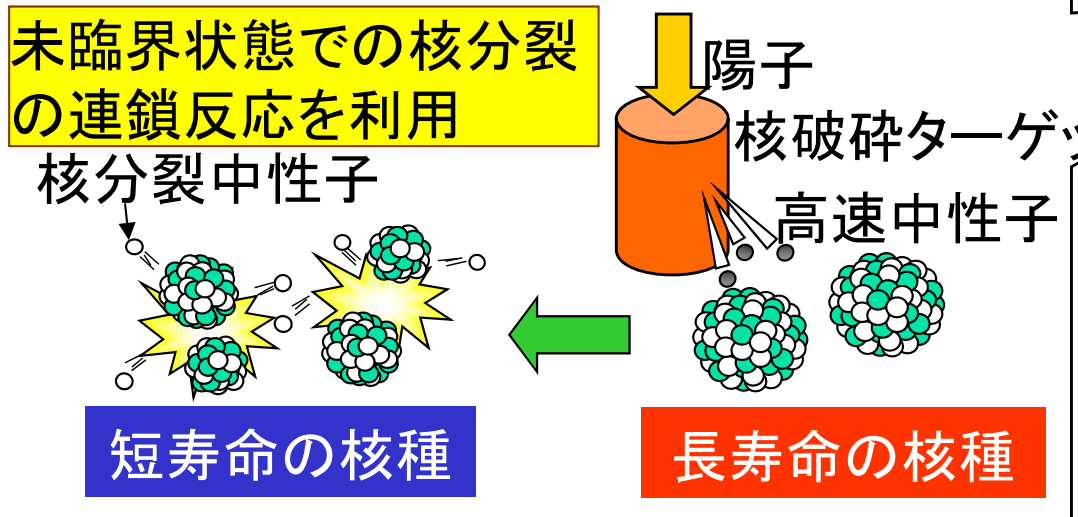


国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究センター 核変換システム開発グループ
辻本 和文

加速器駆動システム

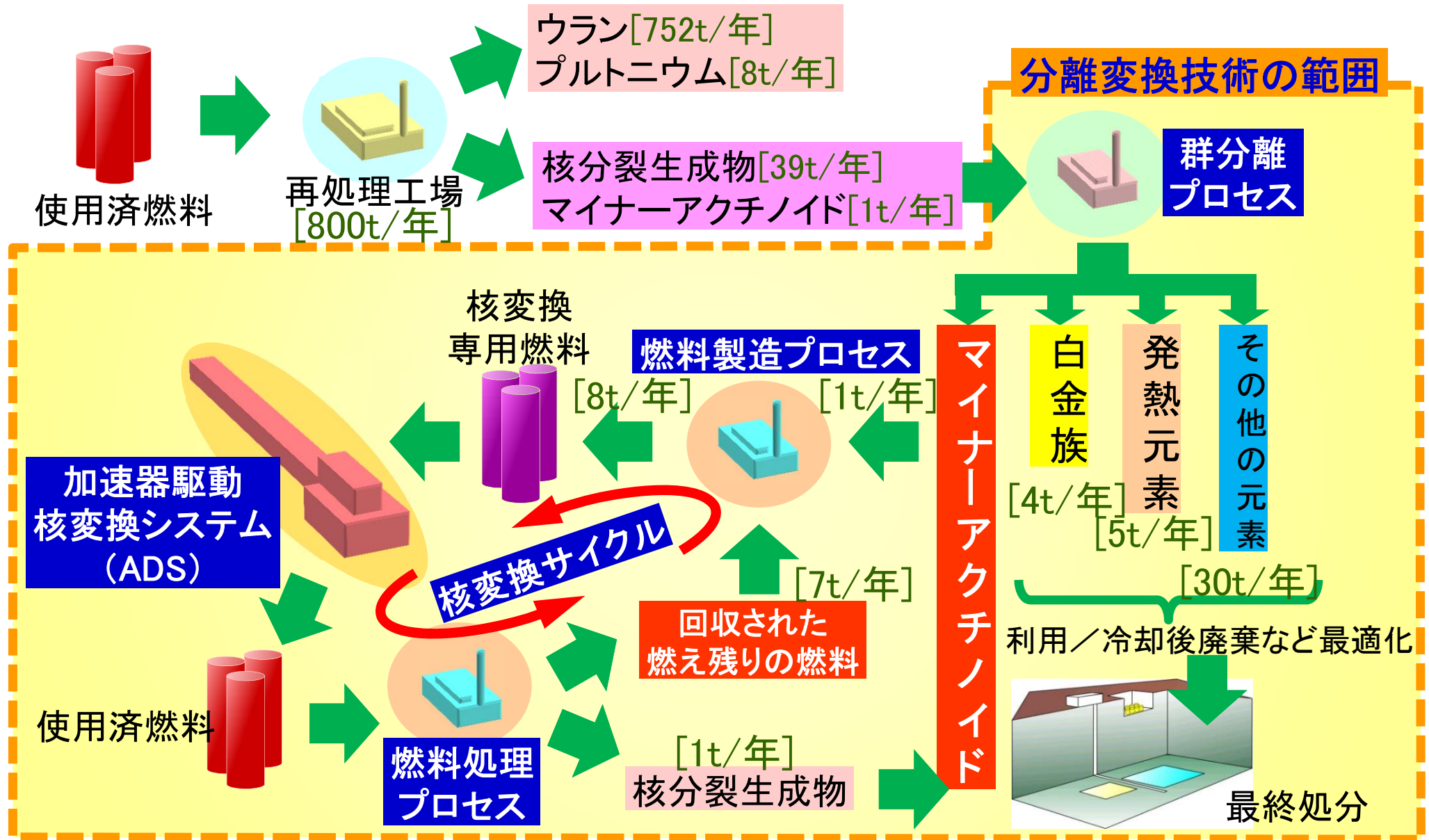


ADSによる核変換の原理

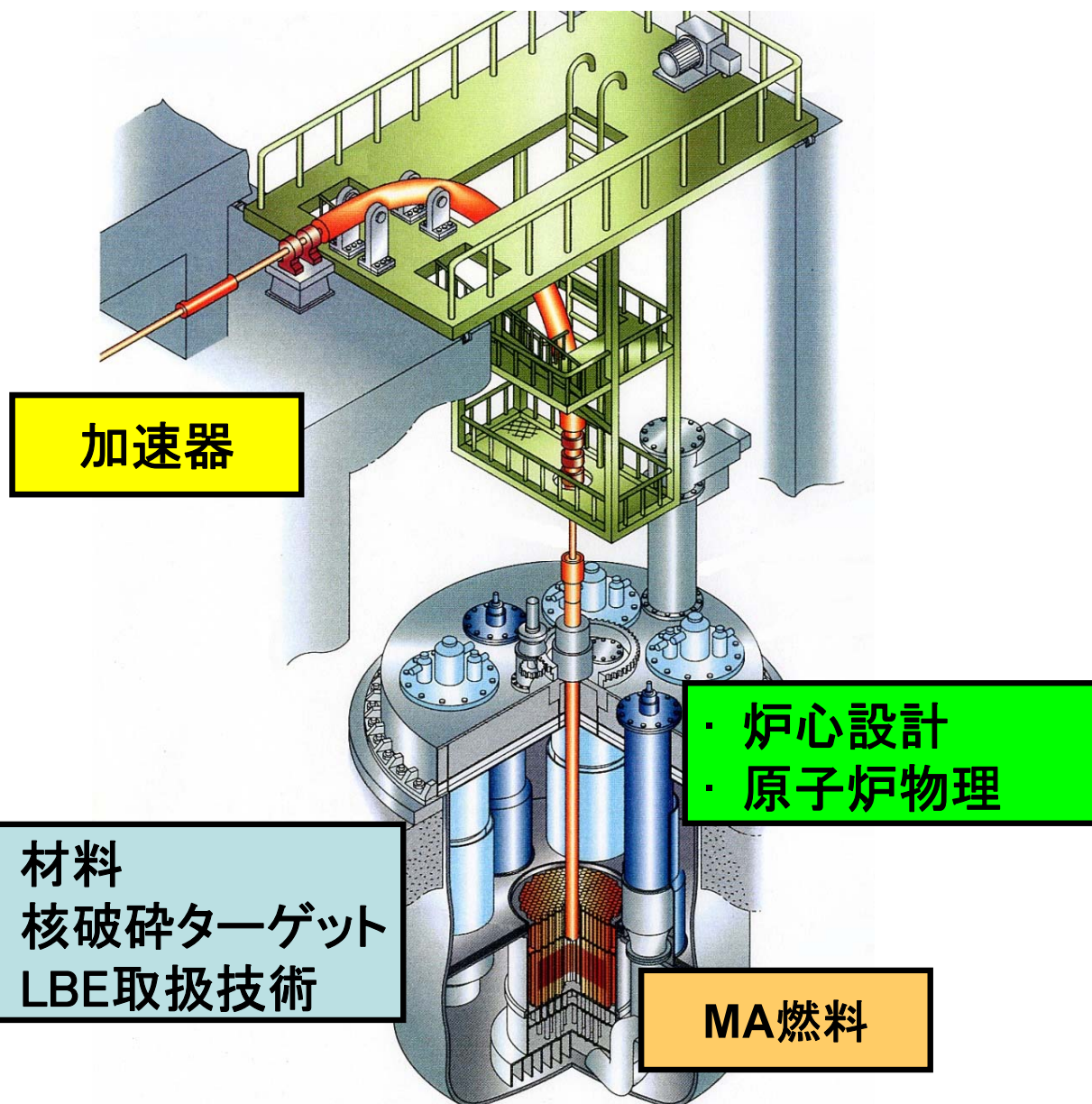


- ### ADSの特徴:
- ・加速器を止めれば連鎖反応は停止
→ 核反応の暴走の心配が無い。
 - ・MA濃度の高い燃料が使用可能
→ 1基で軽水炉10基分のMAを核変換。
 - ・Pb-Biは化学的に不活性。

ADSを中心とした「階層型」分離変換技術



JAEAで検討しているMA核変換用ADSの概略仕様

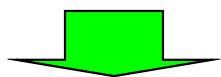


- 陽子ビーム : 1.5GeV ~30MW
- 核破砕ターゲット : Pb-Bi
- 冷却材 : Pb-Bi
- 実効増倍率 : $k_{\text{eff}} = 0.97$
- 熱出力 : 800MWt
- 初装荷MA量 : 2.5t
- 燃料組成 :
 - (MA+Pu)窒化物 + ZrN
 - Zone-1 : Pu/HM = 30.0%
 - Zone-2 : Pu/HM = 48.5%
- 核変換率 :
 - 10%MA / 年 (10基分のLWR相当)
- 600EPFD, 1バッチ

陽子ビーム窓の工学的成立性に関する検討

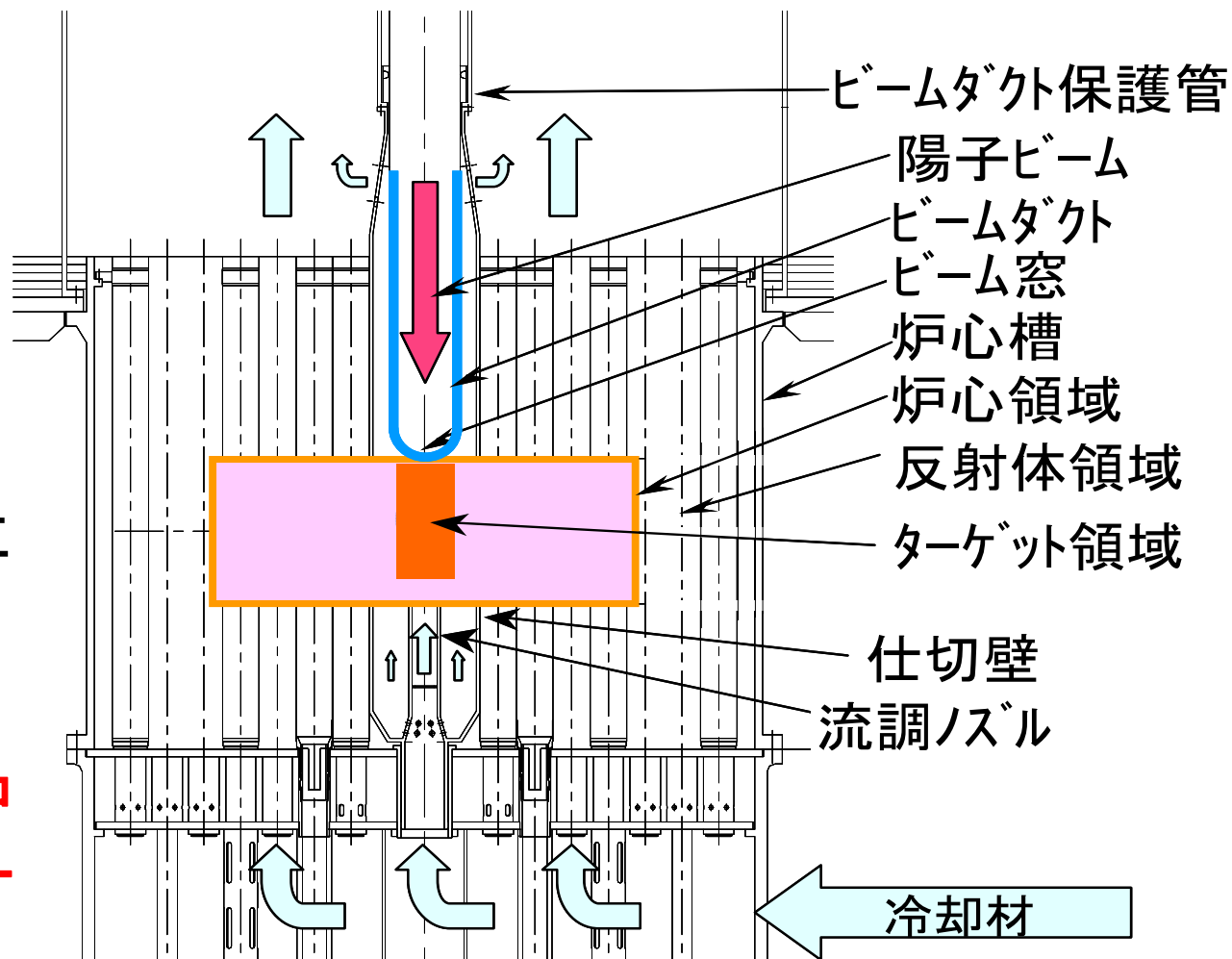
□ 検討条件

- ✓ビーム条件: 1.5 GeV-20 mA (30 MW)
- ✓鉛ビスマス流速: < 2m/s
- ✓ビーム窓温度: < 500°C



- 外表面温度を490 °C程度に抑制可能なビーム窓概念を提示

- 今後、さらに鉛ビスマス中の腐食、熱流動、照射データの蓄積が必要。



液体鉛ビスマス(LBE)取扱い技術の開発



□ 酸素センサー校正装置

- 液体鉛ビスマス中での鋼材腐食の防止に必須の酸素濃度制御用の酸素センサーの開発。



□ 材料腐食試験ループ: OLLOCHI (Oxygen-controlled Lbe Loop for Corrosion tests in High temperature)

- 酸素濃度制御下での液体鉛ビスマス中における鋼材腐食試験用鉛ビスマスループ。

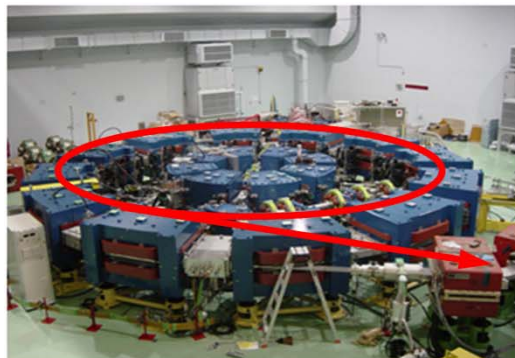
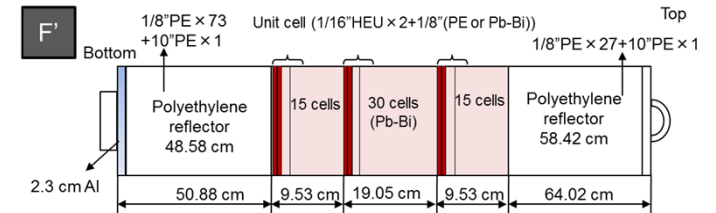


□ TEF-Tモックアップ試験ループ: IMMORTAL (Integrated Multi-functional Mockup for TEF-T Real-scale Target Loop)

- ADSターゲット試験施設(TEF-T)用の総合機能試験用の鉛ビスマスループ。

未臨界体系の炉物理実験

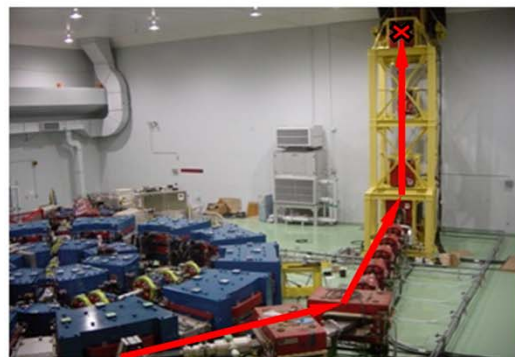
□ 京都大学と共同で、京都大学原子炉実験所の臨界集合体を用いて、未臨界体系と陽子加速器を組み合わせたADS模擬炉物理実験を実施。



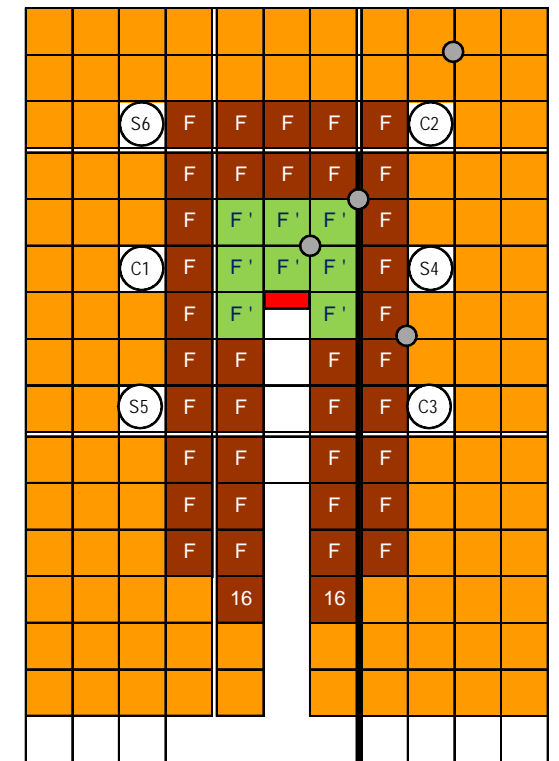
FFAG accelerator



KUCA A-core



100 MeV p
roton
beam
line



↑
Proton beams

ADS模擬炉心体系の炉心体系図

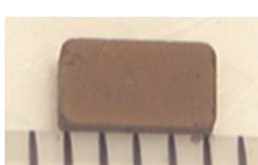
京都大学臨界実験装置 (KUCA: KyoUniUersiA Critical Assembly)

MA窒化物燃料とそのリサイクルに関する研究開発

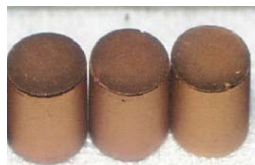


MA含有窒化物燃料の製造

高密度・高純度(MA,Pu,Zr)N等の実験室規模での調製に成功



(Am,Zr)N



(Pu,Zr)N



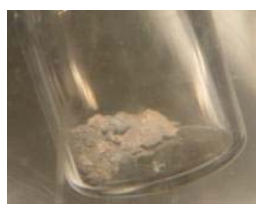
(Pu_{0.21}Am_{0.21}Zr_{0.58})N

MA含有窒化物燃料の物性測定評価

ADS燃料設計に資するMA含有窒化物の熱物性データベースを構築

使用済燃料の高温化学処理

高濃度MA含有に適した再処理プロセスフロー構築(TRU: Pu, Np, Am)



(U,Pu)N焼結ペレット

MA核変換システムの燃料サイクル

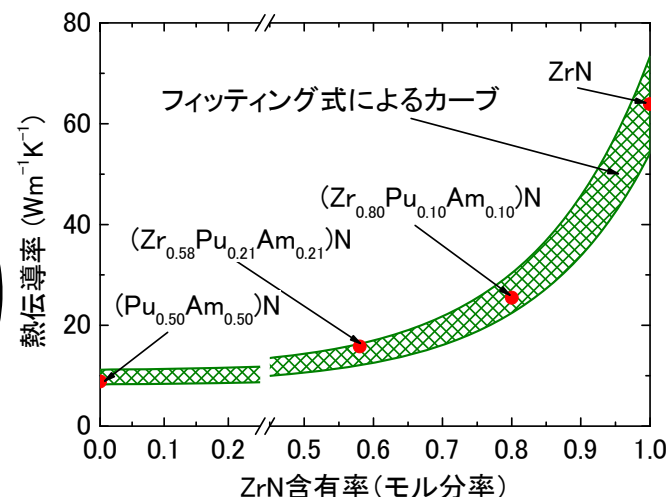
燃料製造



燃料処理



照射挙動



核変換用MA窒化物燃料の熱伝導率(873K)

MA含有窒化物燃料の照射挙動評価

- ・(Pu,Zr)N 及び PuN+TiN のJMTR照射試験
- ・フランスの PHENIX で国際協力により MA(Am,Np)含有窒化物燃料の照射試験

大強度陽子加速器プロジェクト J-PARC



核変換実験施設概念図

(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

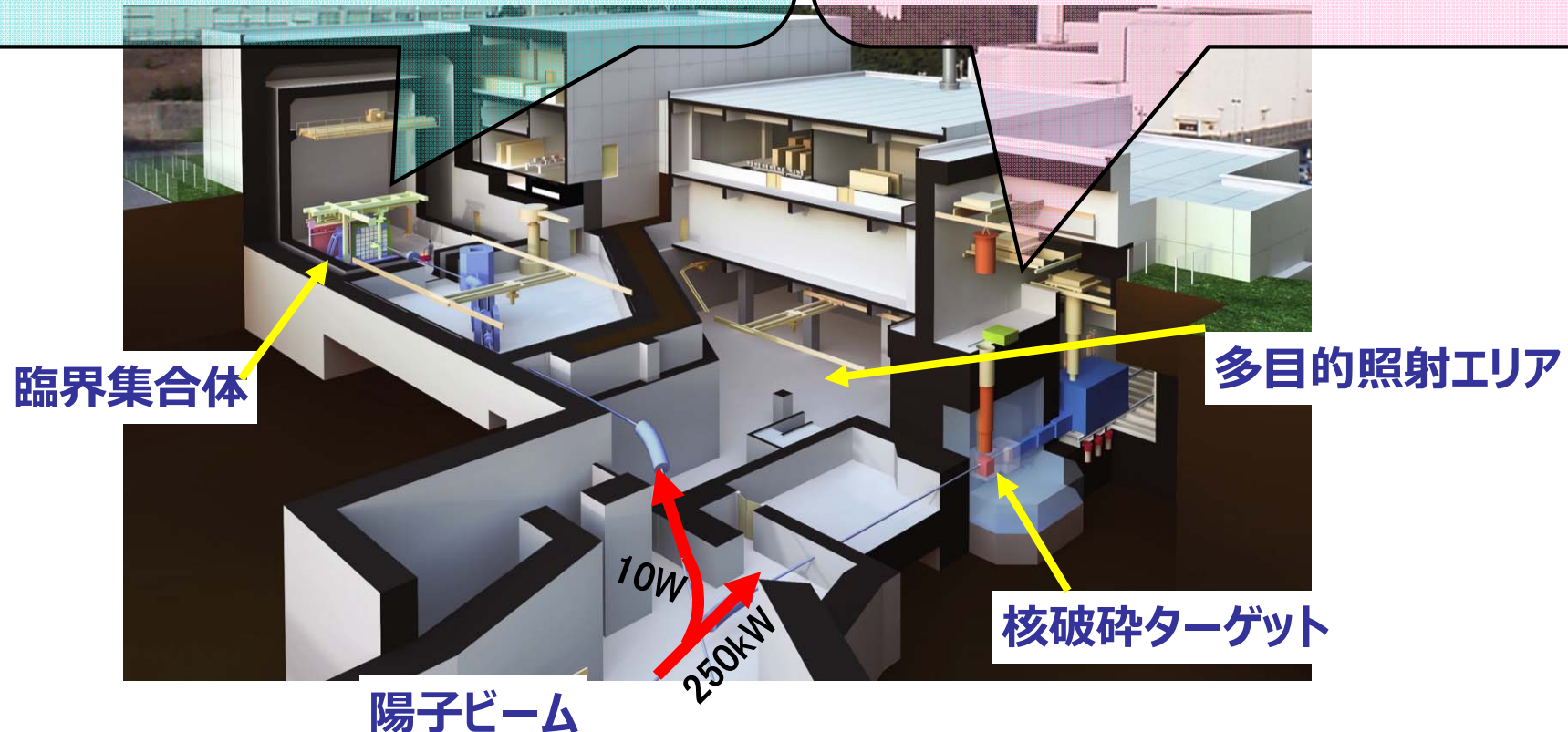
ADSターゲット試験施設 : TEF-T

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



ADSターゲット試験施設(TEF-T)

- 陽子ビームと高速中性子による材料照射施設
- ADSのビーム窓候補材、FBR用構造材、核融合材料等の照射が可能
- 鉛ビスマス核破砕ターゲットの条件(温度、流速等)を変え、ADS実用化の際に必要なデータベースを構築



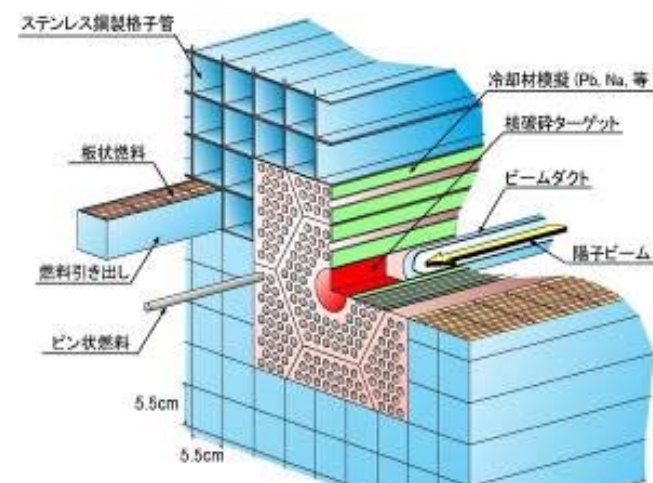
ADSターゲット試験施設の
候補ターゲット概念(2重管型)



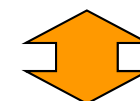
TEF-Tターゲット内の流れ場可視化のため
の試験装置

核変換物理実験施設 (TEF-P)

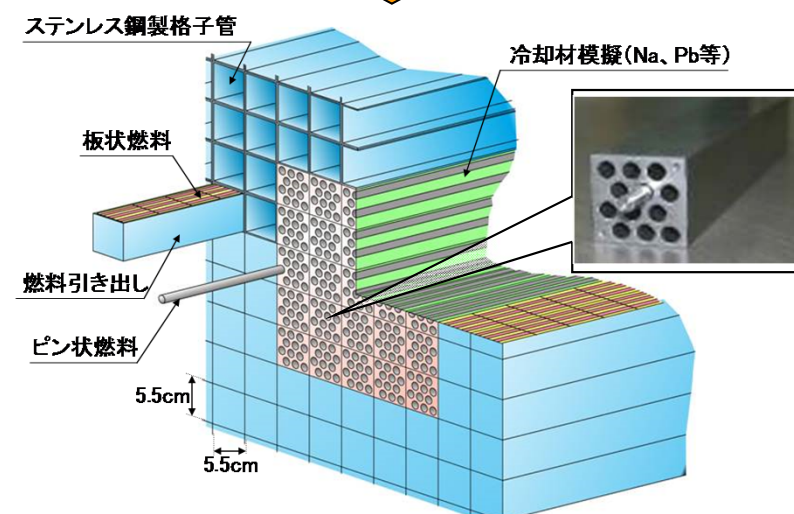
- 既存の高速炉臨界実験装置 (FCA) に準拠した設計
- 核変換に係わる炉物理・核データの研究を実施 (ADSとFBRの双方に貢献)
- 中心5×5格子管を交換可能とし、**ピン燃料装荷実験**や**高発熱試料 (MAやFP)**を用いた実験に供することのできるようにする。(但し、遮蔽、冷却、遠隔操作が必要)



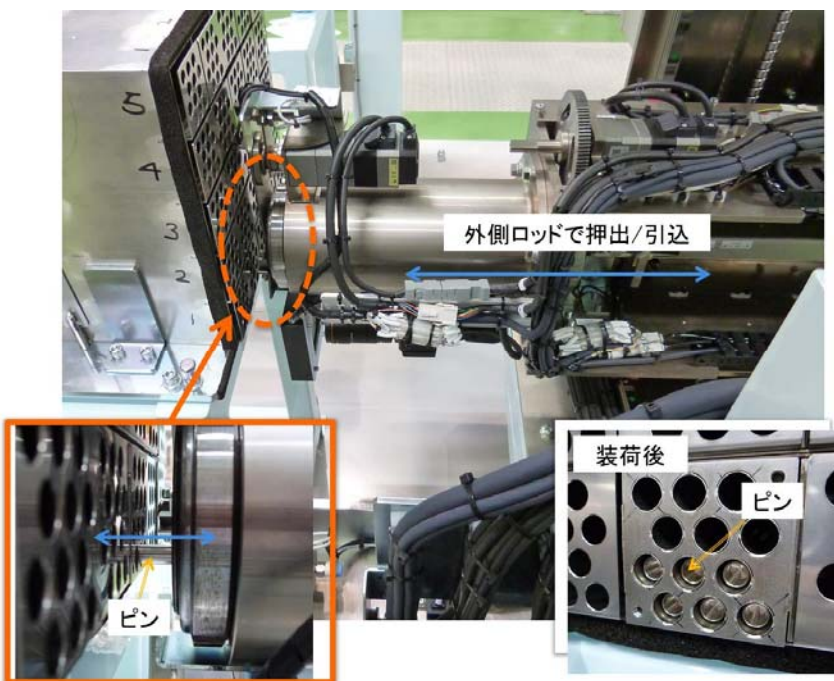
「陽子導入未臨界運転」でのADS模擬実験



柔軟に対応可能



「臨界運転」でのFBR模擬実験



MA燃料ピン用の燃料装填試験装置

□ 原子力機構は、分離変換技術の研究開発を実施

- 加速器駆動システム(ADS)は、MA核変換システムの候補概念のひとつ

□ ADSに関する研究開発の状況

- JAEAを中心に、ADSに関する様々な研究開発を実施中であるが、技術レベルは基礎的な段階
- ADSの工学的実現性実証を目指して、新たな実験施設(核変換実験施設(TEF))の建設を計画
- 国際協力等を活用して研究開発を実施