

国際協力、人材育成等の 課題進捗状況



平成26年8月20日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

■ MEGAPIE実験 (~2014)

- 2006年、世界初の液体Pb-Biを用いた MWクラス核破砕ターゲット4ヶ月照射
- 仏・独・伊・スイス・ベルギー・米・日・韓

青字:集約された知見

- ◇ 運転経験・安全性の考え方
- ◇ ターゲット材料選定
- ◇ 照射試験設備と試験計画

■ 国際会議等での情報交換

- IAEA技術会合
- OECD/NEA情報交換会議
- EU枠組/日米/アジアの会議

- ◇ 最新の知見の導入
- ◇ 新たな協力関係構築

Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermal-hydraulics and Technologies

2007 Edition

OECD/NEA Nuclear Science Committee, LBE-WG によるLBE関連技術ハンドブック (全700ページ弱)



J-PARC TEF-T

国際的ネットワークで集約された知見をTEF-T建設・運転に反映

- ◇ 加速器駆動中性子源の基本設計 (施設配置・液体ターゲット・遮蔽・遠隔保守・廃棄物処理 等)

- ◇ 液体鉛ビスマス取扱技術 (ポンプ・酸素濃度制御・計装技術・熱対策 等)

ビーム窓材料の高度化

■ MW級核破砕中性子源



米国ORNL SNS 2006~

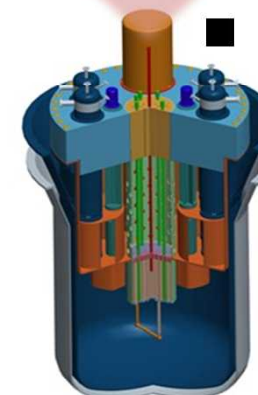


J-PARC MLF 2008~

- ベルギー SCK・CEN 協力
- ドイツ KIT 協力



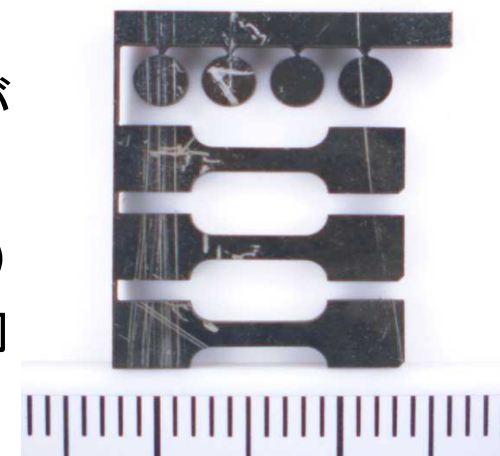
■ MYRRHA



● スイス MEGAPIE

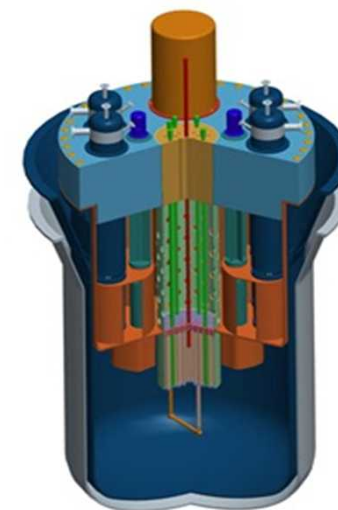
- ◇ 使用材料の照射後試験を各国で分担して実施中
- ◇ 2014/10/23-24に Technical Review Meeting の最終回が開催され、成果が取りまとめられる予定
- ◇ フェライト鋼(T91)等の材料照射データ、低温時(約300°C)の鉛ビスマスターゲット利用や計測技術等、TEF建設に向けて貴重な知見を獲得

T91材料試験片



● ベルギー MYRRHA計画

- ◇ 2014年5月、ベルギー大使館で開催されたワークショップに参加、MYRRHA計画の現状について情報提供され、日本の産業界からも多数参加
- ◇ ベルギー原子力研究センターとJAEAとの協力取決め等を活用し、国内メーカーがプロジェクトの情報にアクセス出来る環境整備を図っている。





国際協力 - 国際会議等での情報交換 -

- **日米民生原子力研究開発協力(CNWG)**
 - ◇ 2014年2月会合で、最近の日本でのPT研究進捗を紹介
 - ◇ 乾式再処理分野(特に、廃棄物や計量管理)での意見交換等を提案
- **J-PARC TEFテクニカルアドバイザリー委員会(T-TAC)**
 - ◇ TEFの設計・建設・試験及びこれらに必要な技術開発に関し、国内外7名の専門家に諮問するため、新たに設置
 - ◇ 2014/7/9-10 第1回委員会開催、8/1に提言をまとめた報告書を受領
- **IAEA ADSに関する技術会合**
 - ◇ 2014/9/8-12に中国で第2回会合開催予定
 - ◇ ADSの開発及び利用に関連する測定/解析技術の検証を目的としている。TEF計画について報告し、意見交換を予定
- **OECD/NEA分離・核変換技術に関する情報交換会議**
 - ◇ 1990年から隔年で開催、2014/9/23-26に韓国で第13回会合開催予定
 - ◇ 日本の研究開発状況、TEF検討状況やターゲット設計について意見交換を予定
- **アジアADSネットワーク**
 - ◇ 日韓中の3カ国持ち回りで2002年から年1回開催、ADS開発に関する情報交換
 - ◇ 2014年11月に中国で第12回会合開催予定
 - ◇ 各国のADSの開発状況や、加速器中性子源の状況等について意見交換を予定⁴

● ベルギーSCK・CEN 及びドイツKIT との協力

- ◇ 2013年10～11月、JAEA研究者が両研究機関を訪問し、鉛ビスマス(LBE)取扱技術等について調査・意見交換
 - ✓ **SCK・CEN**: 酸素濃度を様々な方法で制御するための試験や液体鉛ビスマス中での遠隔操作機器駆動部の作動試験等を実施、その知見をJAEAのR&Dに反映
 - ✓ **KIT**: 独自に開発された酸素濃度センサーを用い、鉛ビスマス中酸素濃度自動制御装置を運用しており、JAEAでは本技術導入に向けて小型ポットでの実証試験を実施し、制御の見通しを得た
- ◇ 2014年10月開催の欧州LBE専門家会合等の機会を通じ、日欧双方向の情報交換を今後も活発化していく方針

● スイスPSI との協力

- ◇ 2014年1月、LBEターゲット設計の研究者を1週間招聘し、意見交換

人材育成の観点から見た群分離・核変換技術

- 高レベル放射性廃棄物の処理処分は、長期にわたって取組まなければならない人類共通の課題
- 広範囲にわたる最先端の科学技術を駆使して初めて実現可能
 - 原子核物理、原子炉物理・工学、燃料・材料科学、分離化学、廃棄物処理・処分、加速器工学・・・



若い世代にアピールできる課題

- ✓ 多くの国内の実験施設が老朽化し、最先端の高度な実験は難しい
- ✓ 国としての原子力技術に対する取組の展望が不透明



国として、若い世代の挑戦に
応え得る環境の整備が必要

● 人材育成プログラム検討

- ◇ J-ACTINET(日本アクチノイドネットワーク) 及び 原子力学会「放射性廃棄物の分離変換」研究専門委員会と連携し、産学官連携による分離変換研究開発に関わる原子力人材育成を目的としたプログラムを検討
 - ✓ 分離変換技術に関わる様々な研究分野を網羅したテキストの作成
 - ✓ 学生、若手研究者(アジアや欧米からの留学生なども含む)を対象にした見学実習、サマースクール及び個別研修
 - ✓ 欧州サマースクールへの大学院生、若手研究者の派遣

● 外部資金獲得の試み

- ◇ 上記検討内容をベースに、文部科学省の平成26年度「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」に応募

● 大学等での公開講座や学生・若手研究者対象のセミナー等での講演

- ◇ JAEA大学公開特別講座:長岡技術科学大学(大学院) (平成25年11月)
- ◇ 東京工業大学 原子炉実験所セミナー (平成25年12月)
- ◇ 原子力学会 核燃料・夏期セミナー (平成26年7月)
- ◇ 東北大学 大洗原子力夏の学校 (平成26年8月)

● 群分離・核変換分野における学生の受け入れ

- ◇ 特別研究生(博士・修士課程、1年～3ヶ月) 4名 (H26年度)
- ◇ 夏期実習生(博士・修士課程、約2週間) 3名 (H26年度)
- ◇ 学生実習生(修士課程、1.5ヶ月) 1名 (H26年2～3月)

● 目的

- ◇ 共通基盤技術の共同開発（核データ、高濃度MA取扱い、照射試験、廃棄物処理）
- ◇ FBRプラント技術の導入（安全性、液体金属取扱い、高速炉炉心技術、プラント技術（遮蔽、計測、運転管理、事故対策、等））
- ◇ 既存施設の有効活用（ホットセル、照射炉）
- ◇ 将来施設の共同検討（次世代燃料サイクル研究施設）

● 分離変換研究の進め方を共同で検討

- ◇ 2013年6月より、高速炉関係者とADS関係者合同で、次期中期計画（H27年度～）への反映を視野に、両分野の研究開発を一体的に進める方法を検討
- ◇ ホット施設やMAの供給体制は、高速炉とADSで共通して整備することが効率的なものも多く、今後、連携を強めて対応していくことが重要であることを確認

① 液体金属取扱技術

- ✓ ナトリウム冷却高速炉に関わるナトリウム取扱技術は、融点がほぼ等しいLBE取扱技術開発の参考となる
- ✓ 実用化戦略調査研究(FS)で実施されたLBE炉技術も適用可能

- ◇ 超音波流量計測の技術開発では、FS時に検討された計測技術を導入し、TEFでの使用条件下での検証試験を実施中
- ◇ 現在製作中のLBEループについて、初期の設計段階からナトリウムループの設計・運用実績を有する高速炉関係者と意見交換
- ◇ ループ保守技術では、「もんじゅ」の技術を参考とし、設置が容易で再利用可能なパッケージヒータの適用性を検証中。また、回転プラグ部のシール等に利用されているフリーズシール方式のLBEドレンバルブへの適用実証試験を準備中

② 分離技術

- ✓ MA分離に有効な抽出剤開発等は、分離変換の2つの概念(ADS階層型、高速炉利用型)の共通基盤技術
- ◇ MA分離に有効な抽出剤開発等、共通基盤的な技術について高速炉側に知見を提供。特に新規抽出剤については、基礎データを提供し高速炉サイクルの開発への適用を検討
- ◇ 高速炉再処理用に開発されている遠心抽出器について、群分離プロセスにおける溶媒抽出への適用を検討
- ◇ プロセス構築における意見交換を実施

③ MA含有燃料の製造・取扱い技術

- ✓ 高発熱、高放射線環境でのMA含有燃料の製造・取扱い技術は、分離変換の2つの概念(ADS階層型、高速炉利用型)の共通基盤技術
- ✓ 高速炉研究開発のオプション(Am非均質装荷概念)のR&Dで、Amを最大で約20%含有する酸化物燃料ペレット製造の実績。そこで培った技術・知見を、ADS燃料製造(特に、高濃度MA酸化物の概念)に応用

- ◇ 物性データベースや、製造・取扱いに関する詳細情報交換に着手
- ◇ 従来より高濃度なMA含有燃料の製造試験を協力して実施
- ◇ 高濃度MA燃料製造とふるまい評価(燃料設計)における共通技術課題の抽出に着手

- 分離変換研究が基礎研究段階から工学基盤技術段階へ移行するにあたり、以下を目的に、産学との連携に積極的に取り組む。

- ◇ 産業界より、プラント設計(TEF-T、TEF-P、MYRRHA、実機ADS)、安全性、工学機器開発(熱設計、プロセス設計)などの知見を導入
- ◇ 学術界より、多様な概念や最新の科学的知見を導入、また次の世代を担う若手研究者育成を期待
- ◇ JAEAより、各開発段階でのプラント概略仕様(TEF-T、TEF-P、MYRRHA、実機ADS)、分離及びADS燃料サイクルの工学プロセスの設計要件を提示

● 産業界の知見の活用

- ✓ **核変換実験施設検討**: 核・熱特性の解析とともに、ターゲット試作、系統機器概念検討等について、メーカーと連携して実施
- ✓ **LBE取扱に係る技術開発**: LBE技術要素試験装置の設計・製作・保守管理を通じ、超音波流量計測技術やマニピュレータを利用した遠隔操作技術等の要素技術についてメーカーのノウハウを導入するとともに、ADS技術や仕様に関する情報を提供
- ✓ **MYRRHA設計検討**: 機器の製作性の観点からの設計検討について、協議中
- ✓ **MA燃料・再処理の工学基盤技術開発**: 次世代燃料サイクル施設の概念検討、工学機器設計やプロセス開発について、メーカーのノウハウを導入
- ✓ **乾式再処理と窒化物燃料製造**: 準工学規模試験（機器概念の検討、熱設計、プロセス最適化、等）は、実績のある電中研・メーカーの既存設備を活用した研究協力に着手

● 大学との連携

- ◇ FFAG加速器を擁する京大臨界実験集合体(KUCA)を有効活用し、共同研究により、以下のADS関連実験を実施中
 - ✓ FFAGを用いたパルス中性子法による未臨界度モニタリング技術の開発
 - ✓ 鉛ビスマスの冷却材ボイド反応度に関する核データの検証
 - ✓ 少量MAによるNp、Am転換比の測定を予定

● ImPACT(革新的研究開発推進プログラム)

- ◇ 物理学コミュニティと連携し、競争的資金獲得に貢献