

◆ 研究室だより(II)

日本原子力研究所東海研究所
大強度陽子加速器施設開発センター
核変換利用開発グループ

日本原子力研究所
核変換利用開発グループ

佐々 敏信

sasa@omega.tokai.jaeri.go.jp

1. はじめに

核変換利用開発グループは、原研東海研究所 中性子科学研究センター（当時）に平成13年度に設立され、加速器駆動システム（ADS:Accelerator-driven System）による長寿命放射性核種の核変換に関する研究開発を一貫して行ってきました。グループの母体のルーツは比較的早く、約10年前に群分離・消滅処理研究計画特別チームが解散した際に、当時の原子炉工学部に消滅処理システム工学研究室が発足したところにあります。当初は筆者を含むプロパー職員3名と兼務のセクレタリー1名という構成でした。その後、中性子科学研究計画がスタートし、実験施設検討を行うチーム（筆者を含む2名）が分裂し、翌年には再びその2名が戻って現在のグループになっています。今年度現在でグループは総勢15名に至っています。

現在のグループの活動は、以下の3つのタスクをもとにしています。

1. 加速器駆動核変換システムに関する研究開発
2. 核変換実験施設の開発
3. 液体鉛・ビスマス合金利用技術に関する研究開発

2. 加速器駆動核変換システムに関する研究開発

使用済み燃料に含まれる長寿命の放射性核種を核変換することで、環境負荷を低減すると同時に最終処分場の有効利用を図る技術に関する研究開発を行っています。原研では対象となる核種の燃焼に最適化された、専焼炉と加速器駆動システムの両面で研究を進めてきましたが、2000 年度に実施されたオメガ計画のチェックアンドレビュー以降は加速器駆動システムを第一候補として検討を進めています。当グループでシステムの概

念設計、導入シナリオとその効果、解析コードの開発などを一手に行っています。図は、現在提案しているシステムの未臨界炉心部主要構造を示しています。核破砕ターゲット及び冷却材には鉛・ビスマスを採用しており、冷却材の特性にあわせてタンク型の炉容器構造になっています。

核データに関連しては、かなり以前から OECD/NEA の High Priority Data Request にマイナーアクチニド核種を常に掲載していただき、データ取得の必要性をアピールしてきました。実際、欧米が編集した主要な核データライブラリを用いたベンチマークを行っても解析値に大きな相違があるのが実情で、核データニュースや ND2001 等でも報告しています。また、動特性解析に必要な遅発中性子割合などの整備の必要性もあり、こと核データに関しては、核変換研究は未開の地が多く残っている分野と言えます。JENDL High Energy File についても、断面積評価に積極的に協力しており、その公開を渴望しているところです。

3. 核変換実験施設の開発

一昨年度から、原研と高エネルギー加速器研究機構（KEK）との共同プロジェクトとして、大強度陽子加速器施設 J-PARC の建設プロジェクトが進められています。このタスクでは、プロジェクトの第 2 期に予定される核変換実験施設の概念検討を行っています。実験施設はその目的に応じた 2 つの主要設備から構成されるもので、一方はマイナーアクチニド燃料を視野に入れた臨界集合体設備、もう一方は出力 200kW の陽子ビームにより材料の照射試験を行うための核破砕ターゲット設備です。

臨界集合体を有する核変換物理実験施設では、原研の高速炉臨界実験装置 FCA をリファレンスとして設計を進めています。この施設の特徴的な機能として、未臨界状態にした集合体に陽子ビームを導入し、加速器駆動システムとしての炉物理特性を取得するものがあります。国内最大規模の大型加速器に付随する原子炉施設となるわけですが、そのインターフェイスとなる陽子ビーム導入部については、特に注意を払って検討を進めてきました。というのも、加速器からのビームにより原子炉の出力を制御しようとする、加速器施設が法的に原子炉の一部と見なされる可能性があるからです。このため、加速器からは常に一定出力（10W）のビームを取り出し、実験施設内においてビーム出力を調整する機構を設置することにしました。YAG レーザを用いて低出力の陽子ビームを安定して取り出すための技術開発も進めているところです。

出力 200kW の陽子ビームを用いる核破砕ターゲットを設置する ADS ターゲット試験施設では、ターゲット材に液体鉛・ビスマス合金を使用し、ADS 特有の構成機器である核破砕ターゲット部に関連する技術開発を行うことにしています。特に、加速器と未臨界炉心の境界を形成する陽子ビーム窓に関する様々な材料の照射データの取得が大きな任務になります。また、ターゲットからは核破砕中性子が放出されますので、これを材

料照射に応用する手段も検討しています。核破砕ターゲットの場合、原子炉の照射と異なり、反応度（燃焼に伴う変化を含む）に関する制約を受けませんので、様々なサンプルを受け入れることが可能となり、特に新しい燃料の照射には最適な場になると考えています。

4. 液体鉛・ビスマス合金利用技術に関する研究開発

これまで挙げてきたように、当グループの ADS 関連の研究開発では、鉛・ビスマスを核破砕ターゲット及び冷却材の第一候補に採用しています。しかしながら、これを利用するためには、共存性のよい材料開発やその使用条件の模索、計測技術、純度管理技術など、多くの課題を解決していく必要があります。核データに関連したところでは、ビスマスの中性子捕獲により、揮発性の高い α 放射体であるポロニウムが生成されますが、この生成断面積の新しい実験値が提供され、JENDL-3.3 では断面積が更新されています。当グループでは、2 基のループと 1 基の静的腐食試験装置を使用し、コールド環境下での鉛・ビスマス中の材料の腐食試験や、超音波流速計の開発などを進めているところです。

このような多様な研究を実働 10 数名でこなすのは容易ではなく、各自とも常時オーバーロード状態で頑張っているところです（言い訳ではないのですが、この原稿の提出もかなり遅れてしまいました…）。昨年度実施された文部科学省の「革新的原子力システム技術開発公募」にも、我々がとりまとめを行う「加速器駆動システムに関する技術開発」が採択され、さらに多忙を極めているところです。

ADS に関する技術開発は、核データについてもフロンティアと呼べる部分の多く残る、数少ない分野の一つであろうと考えています。これからもご指導・ご支援をよろしくお願いいたします。なお、当グループ及び J-PARC 関連についての情報は、<http://j-parc.jp> にも掲載しておりますので、ぜひご覧ください。

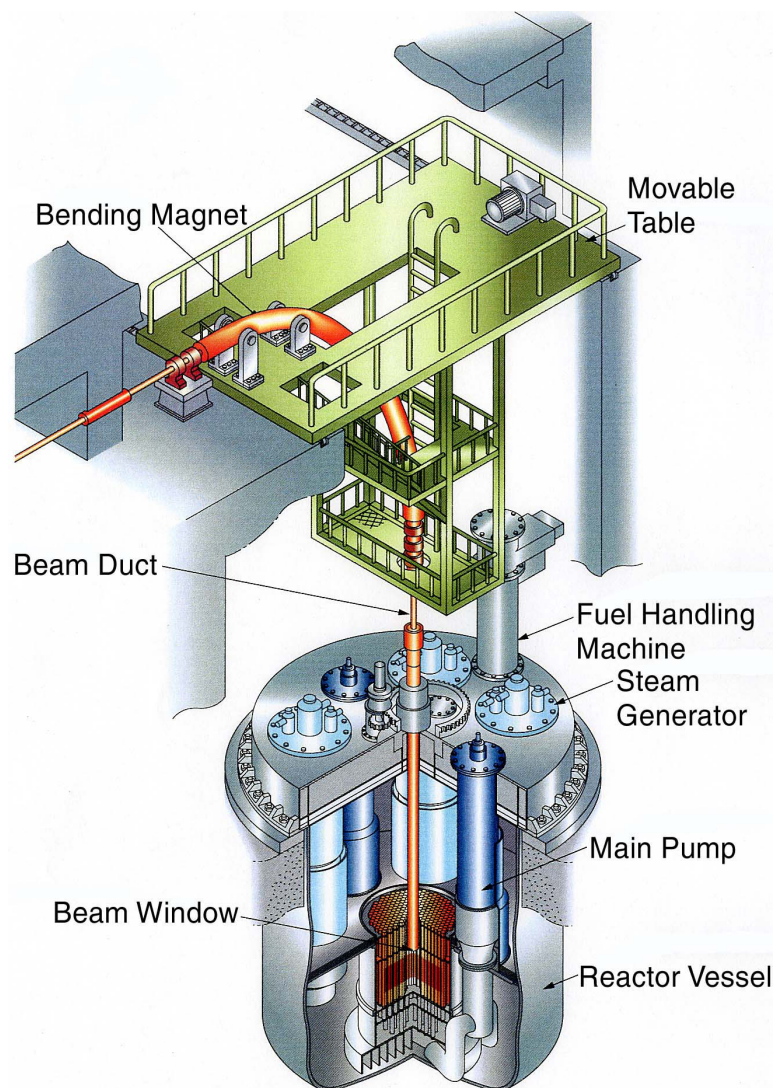


図 鉛・ビスマスタarget/冷却 加速器駆動システム