

<シンポジウム報告>

「アクチノイド・マネジメントのための炉物理と将来の実験施設」

日本原子力研究開発機構

西原健司

日本原子力学会・炉物理部会及び原子力機構が主催し、日本原子力学会・核データ部会が共催して、シンポジウム「アクチノイド・マネジメントのための炉物理と将来の実験施設」を開催した。50 名を超える専門家が参加し、J-PARC における核変換実験施設を中心とした新たな施設の必要性について討論を行った。その結果、現存する臨界実験装置では対応できない課題が多く存在し、新たな実験装置へのニーズは高いこと、及び、新たな実験施設が備えるべき要件についてはさらに詳細に検討すべきことが指摘された。このため、今後さらに検討を深めることを目的に原子力学会に特別専門委員会を設ける方向で検討することとした。

1. 概要

名称： 「アクチノイド・マネジメントのための炉物理と将来の実験施設」

開催日時：平成 19 年 12 月 6 日 10:30 ～ 17:00

開催場所：日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター 会議室

主催： 日本原子力学会・炉物理部会、原子力機構

共催： 日本原子力学会・核データ部会

参加者人数： 55 名

2. プログラム（敬称略）

- ✓ **高速炉、軽水炉からの実験施設へのニーズ** （座長：名大 山本 章夫）
 - 炉物理の課題と炉物理実験 阪大 竹田 敏一
 - 高速炉の開発と炉物理実験 JAEA 大木 繁夫
 - 軽水炉の高度化と炉物理実験 原燃工 巽 雅洋
- ✓ **新型炉等の現状と炉物理実験のニーズ** （座長：阪大 山本 敏久）
 - 革新的水冷却炉と必要な炉物理実験 JAEA 秋江 拓志
 - 革新的炉概念と必要な炉物理実験 東電 高木 直行
 - ADS 核設計の現状と必要な炉物理実験 JAEA 菅原 隆徳
 - 核データの積分検証 武蔵工大 吉田 正

- 各国における炉物理（積分）実験の状況 JAEA 岡嶋 成晃
- ✓ **新たな実験施設の必要性**（座長：東北大 岩崎 智彦・北大 鬼柳 善明）
- 「もんじゅ」における炉物理試験 JAEA 杉野 和輝
- FCA の現状と今後 JAEA 安藤 真樹
- KUCA の現状と今後 京大 卞 哲浩
- 核変換実験施設の状況と今後の進め方の提案 JAEA 大井川 宏之
- ✓ **総合討論**

3. 発表及び討議の内容

3.1. 高速炉、軽水炉からの実験施設へのニーズ

炉物理実験を商業炉設計に利用する方法として、従来の単純なバイアス法から発展して、一般化バイアス法や断面積調整法が行われており、これらの手法を用いることで、計算結果の精度予測や高精度化に繋がることが説明された。また、これらの手法を踏まえて、どのような実験をすれば目標とする原子炉の特性把握に繋がるかを考えて実験計画を立てることが必要であるとのことであった。



写真 1 開催挨拶

高速炉の実用化については、現在 JAEA において FaCT プロジェクトが行われており、2015 年頃に実証炉の概念設計を終えることを想定して研究開発、設計研究などを進める提案が検討されているとのことであった。実験装置を新たに整備すると 2015 年には間に合わないが、その後に実証炉や実用炉の許認可ニーズがある場合には実験結果を有効活用できる可能性があるとの見解が示された。質疑応答では、現在の統合炉定数に既存のあるいは近い将来に入手可能な MA 積分実験を反映したものが 2015 年の実証炉許認可に対して十分な精度を有するのかという議論があり、MA の核データの不確かさの影響が比較的小さいことから、十分な設計余裕との組み合わせで対応できる見込みとのことであった。一方、許認可の取り方にも、MA 含有炉心の設置変更を後年実施するなどの方法もあり、2015 年以降もさらに実験データを取得していくことが望ましいといった意見も出された。

軽水炉高度化からのニーズとして、70GWd/HMt 以上の高燃焼を目的とした濃縮度 5% 以上のエルビア入り燃料、新型材料（被覆材、毒物）に関する実験が挙げられた。その他、MOX 燃料に関連して高燃焼度(高富化度)MOX 燃料を用いた実験及び Pu 組成を変化させた実験が、燃焼度クレジットに関連して燃焼燃料を用いた実験・分析及び燃料サイクルに

おける反応度の観点から重要な FP 核種に関する実験が、それぞれ重要であることが指摘された。

3.2. 新型炉等の現状と炉物理実験のニーズ

革新的水冷却炉 (FLWR) の炉心設計では、MOX 燃料部にブランケット部が挟まれている構造から、群定数を作成する際に、それらの相互影響の評価が問題となっており、炉物理実験の必要性があるとのことであった。

高速炉に対する研究では、MA の非均質装荷とブランケットに対する核不拡散対応の研究等が炉物理試験として挙げられた。

水冷却トリウム増殖炉の研究開発では、重水冷却、減速材燃料体積比=1.0 近辺、U-233 濃縮度 7-8%の条件下での臨界性の実験や、Th-232、U-233、Pa-232 の σ_a 、U-233 の σ_f の測定が重要とのことであった。

加速器駆動炉(ADS)の研究では、JENDL-3.3 に含まれる共分散データを用いた場合、ADS の実効増倍係数の計算値に含まれる核データに起因する誤差は 1.3%と評価されるが、Am-241 の核データの精度が部分的に U-238 よりも優れているように評価されていること等から、共分散データそれ自身の信頼性について更なる検討が必要であることが指摘された。また、FCA タイプの臨界集合体で MA 燃料の部分装荷を行うことで、ADS の核設計精度向上が期待できることが報告された。

その他、核データの向上のためには、微分・積分試験が相互に行われることが重要であること、及び、各国におけるアクチノイド・マネジメントに関連する積分実験の実績が報告された。

3.3. 新たな実験施設の必要性

「もんじゅ」は、「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立」という所期の目的を達成した後、高性能化して高速増殖炉 (FBR) の実用化に向けた研究開発等の場として活用・利用することとなっている。「もんじゅ」を用いて行われる炉物理試験としては、5%MA 含有燃料を用いた GACID プロジェクトや、FBR 実用化炉心に対する高い模擬度を生かした核特性の測定が挙げられた。

FCA での経験から将来の炉物理実験装置が備えるべき性能が示され、MA 燃料の利用、中性子計測系の高度化、FCA と同等以上の実験自由度の高さが求められるとのことであった。

KUCA については、現在、FFAG 加速器(150MeV)での実験に先立ち、DT 中性子源を用いた ADS 実験が行われているとの説明があった。KUCA は熱中性子体系であり、今後の中性子発生源としての ADS 開発の基礎研究と位置づけられることから、核変換を目的とした高速中性子体系の実験施設とは目的を異にするが、ADS 特有の未臨界度測定技術など

共通する課題も多く、相補的な実験施設となるだろうとの見解が示された。

最後に、J-PARC において計画されている核変換物理実験施設(TEF-P)の現状と今後の計画が説明された。400MeV の陽子ビームを FCA と同様の臨界集合体に入射することで ADS の模擬実験を行うと共に、中央に MA 入り燃料ピンを装荷できる領域を設けることで、FBR を含めた核変換システムの模擬実験に活用する計画であることが報告された。使用できる MA 燃料としては、発熱や放射線強度の観点から、Cm を含まない組成であれば、5%MA 添加 MOX 高速炉や ADS 用燃料の模擬は可能であるとのことである。今後の施設実現にはユーザーコミュニティからの発信が極めて重要とのことである。

3.4. 討論

MA 核データの高精度化について、以下のような討論が行われた。

- ・ 実験装置に多量に MA を入れる必要性を示さなければならない。多量に入れられない場合、サンプル反応度の実験ではばらつきが大きく、炉定数調整に使えないのが実情である。
- ・ 実験の必要性については、核データ専門家との議論が重要である。
- ・ 実験誤差をどう詰めていくかを議論する必要がある。実験誤差が評価されないと、NEA のデータバンクなどに収録されて利用されるようにならない。
- ・ 以前、4S 炉における設計マージンを減らすことを目的として FCA の実験を行った。具体的なターゲットを定めた実験計画を立てるべきである。

討議を通じて、実験精度や微分測定との相補性などについて、核データ専門家との議論が重要であることが認識された。

その他、人材育成や魅力のある研究テーマの必要性が議論された。

J-PARC において核変換物理実験施設(TEF-P)を実現するためには、こういった議論を経て、コミュニティとしての意向を発信することが不可欠であり、そのために、炉物理部会を中心に、原子力学会に「核変換物理実験施設検討」(仮称) 特別専門委員会を設置する方向で進めることとした。1 年なので TEF-P に特化するが、あわせて、必要な実験施設、実験目的、実験精度も視野に置くこと、また、そこで残った議論については、炉物理部会で議論を続ける方向でその方策も検討することとした。

4. まとめ

シンポジウム「アクチノイド・マネジメントのための炉物理と将来の実験施設」では、実用炉設計から、核設計計算手法の高精度化、高速炉開発、軽水炉開発のために必要な炉物理実験が挙げられた。続いて、革新的な水冷却炉、トリウム増殖炉、ADS などの新型炉設計からのニーズが挙げられた。「もんじゅ」、FCA、KUCA など、既存の実験施設の現状と今後の予定の報告の後に、TEF-P の状況が報告され、今後の施設実現にはユーザーコミュニ

ニティーからの発信が極めて重要であるとされた。今後、炉物理部会を中心に、原子力学会に「核変換物理実験施設検討」(仮称) 特別専門委員会を設置する方向で進めることとした。



写真 2 会議の様子