

WG 活動紹介(I)

リアクター積分テストワーキンググループ

日本原子力研究開発機構

炉心性能評価グループ

石川 眞

ishikawa.makoto@jaea.go.jp

革新的水冷却炉設計グループ

秋江 拓志

akie.hiroshi@jaea.go.jp

1. はじめに

シグマ委員会におけるリアクター積分テストワーキンググループ (WG) のミッションは、JENDL を始めとする汎用核データライブラリを、軽水炉・高速炉などの臨界実験・実機性能試験データに適用し、その評価結果を核データ評価側にフィードバックして、次のよりよい核データライブラリの開発に寄与することである。シグマ委員会では、長い間、熱中性子積分テスト WG と高速炉積分テスト WG が、炉型・中性子エネルギーを分担して活動してきたが、1994 年度に両 Gr を統合する形で本 WG が発足し、JENDL-3.3 の完成に向けて貢献してきた。ここでは、これまでの活動実績をまとめ、今後の活動方針・計画を報告する。

2005 年度上半期の WG メンバー (オブザーバを含む) は、以下のとおりである。

岩崎智彦 (東北大)、宇根崎博信 (京大炉)、北田孝典 (阪大)、山本徹 (JNES)、

小坂進矢 (テプコシステムズ)、田原義壽、安部晋司 (以上、EDC)、

池田一三 (三菱重工)、山本宗也 (GNF-J)、石井一弥 (日立)、瑞慶覧篤 (ナイス)、

大井川宏之、三好慶典、長谷川明、秋江拓志、森貴正、岡嶋成晃、奥村啓介 (以上、原研)、羽様平、石川眞 (以上、サイクル機構)

2. これまでの活動経緯

リアクター積分テスト WG が 1994 年度に発足してから 2000 年度までの活動内容は、核データニュースの No.69 (秋江、2001 年 6 月) にまとめられているので、そちらを参照されたい。前回報告以降の主な WG 活動としては、①JENDL-3.3 の最終ベンチマークテスト (2001 年度)、②公開版 JENDL-3.3 に基づく各種定数ライブラリの整備 (2002 年度)、③U-235 と U-238 データ、及び原子炉級 Pu 燃料軽水炉の臨界性を中心とする JENDL-3.3 の精度検証と

ENDF/B-VII preliminary (以下、pre.と記す) との比較 (2003~2004 年度) を行った。

2001 年度 : JENDL-3.3 公開に向けたベンチマーク計算を進めた。特に、Cr、Ni 及び Pu-240 断面積の改訂により、SUS 反射体つき高速炉や MOX 燃料熱中性子炉の増倍率予測精度が改善されることを確認した。一方、スペクトルの軟らかい U 燃料高速炉心である FCA IX 炉心の増倍率のスペクトル依存性や、MISTRAL 実験解析等原子炉級 Pu MOX 燃料軽水炉の増倍率の経時的増大が明らかとなった。

2002 年度 : JENDL-3.3 の公開版に基づく、MVP、JFS、SRAC 各ライブラリの作成、公開を行った。

2003 年度 : FCA IX 炉心等 U を多く含むスペクトルの軟らかい高速炉心で JENDL-3.3 による増倍率過小評価傾向が大きいこと、感度解析によりその主な原因が U-235 の keV 領域捕獲断面積データであることを確認した。低濃縮 U 熱中性子炉の増倍率の U 濃縮度依存性を明確にし、感度解析の結果から、0.1 eV 以下のエネルギー領域での U-238 の捕獲断面積がその主要因であることを示した。EPICURE や MISTRAL と同じ年数の経過した原子炉級 Pu MOX を用いた軽水炉心 BASALA の解析では、MISTRAL と同様に増倍率を過大評価した。

2004 年度 : 新しく作り直した Am-241 の少ない原子炉級 Pu MOX 燃料を用いた軽水炉実験 FUBILA の解析で、増倍率過大評価の大きさが BASALA 等より大幅に減少した。U-235 と U-238 を対象として、ENDF/B-VII pre. のベンチマークテストを行った。その結果、FCA IX、X 炉心で JENDL-3.3 より増倍率を大きく評価し、FCA IX 炉心では JENDL-3.3 と同様な増倍率のスペクトル依存性が見られた。また、低濃縮 U 熱中性子炉では増倍率の U 濃縮度依存性については、JENDL-3.3 より小さくなった。その他に、PFR での MA 照射実験の解析による、JENDL-3.3、ENDF/B-VI.8、JEFF-3.0 の燃焼ベンチマークテストを試みた。

3. 今後の活動方針・計画

2005 年度以降のリアクター積分テスト WG のミッションは、当面、JENDL-4 の作成に向けて、JENDL-3.3 や世界の主要ライブラリの評価を行い、原子炉 (軽水炉、高速炉) への適用性の観点から、核データ評価側に、改善項目や意見を提示することにある。今年度は、この観点から、昨年度までの活動を踏まえて発展させ、一つの区切りをつける目標のもとに活動したい。具体的には、昨年度は 2005 年 2 月に会合をもち、ENDF/B-VII pre. の核データの変更点の整理、及び、FCA への適用計算などを行ったが、今年度は、これを発展させ、各機関が所有している代表的な実験炉心について、JENDL-3.3、ENDF/B-VII pre.、及び本年 5 月に公開された JEFF-3.1 の 3 つの汎用ライブラリの比較ベンチマークを各機関が分担して行う。表 1 に、2005 年 9 月時点で、評価対象候補となっている積分実験のリストを示す。これらの解析を行うために、上記 3 種のライブラリから必要な核種を処理して、MVP ライブラリ、軽水炉用の SRAC ライブラリ、高速炉用の JFS-3 ライブラリについては、原子力機

構（旧原研と旧サイクル機構）が準備して提供する予定である。

なお、解析結果の評価に当たっては、単に C/E 値をライブラリ間で比較するだけではなく、可能な限り、感度解析などの手法により、その C/E 値のライブラリ差が、どの核種のどの反応・エネルギー領域の核データに由来するものかまで、定量的な分析を行ってみたい。さらに可能なら、かなり炉物理研究分野に踏み込むことにはなるが、ある C/E 値の 1.0 からのずれが、核データの改良点を示唆する有意なものであるか、または実験誤差や解析モデル誤差の範囲内であるかどうかについても、判断することを試みたいと考える。

4. おわりに

本年 10 月に、原研とサイクル機構の二法人統合により、我が国でたぶん最大規模の公的研究機関「(独立行政法人) 日本原子力研究開発機構」が発足した。これを機に、核データ研究と炉物理研究がいっそう融合して発展し、原子力界及び社会にさらに寄与することを期待したい。

表 1 2005 年度に核種ライブラリで評価予定の積分実験（前年までに一部は解析済み）

大分類	実験名	炉心の特徴	評価対象の核特性	解析 担当機関
軽水炉	EPICURE	UO ₂ 、部分 MOX	実効増倍率、出力分布、 他	JNES
	MISTRAL	PWR 模擬 UO ₂ 、全 MOX、部分 MOX		
	BASALA	BWR 模擬全 MOX		
	REBUS	UO ₂ 、部分 MOX、燃焼 燃料		
	NCA	BWR 9×9 模擬燃料	ポイド反応度、出力分 布	テプコシステムズ
高速炉	FCA-IX-1~7 (計 7 炉心)	小型炉心、系統的スペ クトル変化	実効増倍率、中心反応 率比	原子力機構 (旧原研)
	FCA-X-1,2	小型炉心、「常陽」Mk- II 炉心模擬		
	FCA-XVI-1,2	金属燃料	実効増倍率、中心反応 率比、他	
	FCA-XVII-1	酸化物燃料		
	ZPPR-9~19B (計 19 炉心)	大型炉心、MOX 燃料	実効増倍率、一部につ いて、Na ポイド反応度、 制御棒価値、ドップラ ー反応度、反応率比、 反応率分布	原子力機構 (旧サイクル機構)
	BFS-62-1~5、 FBS-66-1 (計 6 炉心)	大型 UO ₂ 炉心、部分 MOX 燃料	実効増倍率、さらに一 部炉心について、Na ポ イド反応度、反応率比、 反応率分布	
	「常陽」Mk-I,II	小型 MOX 炉心、実機 高速炉	実効増倍率、さらに Mk-I については、Na ポイド反応度、制御棒 価値、燃料置換反応度	