

平成 24 年度 JENDL 委員会リアクタ積分テスト WG 第一回会合議事録

文責 千葉 豪

日時：平成 25 年 1 月 22 日（火）13:15-17:30

場所：日本原子力研究開発機構・東京事務所第 5 会議室

出席者：秋江拓志、石川眞、岩本修、羽様平（JAEA）、深堀智生、横山賢治（同、オブザーバ）、伊藤卓也（NFI 東海）、遠藤知弘（名大）、北田孝典（阪大）、土屋暁之（日立 GE、木村委員代理）、儀宝明德（四電エンジニアリング）、三木陽介（TEPSYS）、吉井貴（同、オブザーバ）、杉村直紀（NEL）、東條匡志（GNF-J）、山本徹（JNES）、酒井友宏（同、オブザーバ）、菊池司（東芝、吉岡委員代理）、竹田敏（NFI 熊取、オブザーバ）、安部晋司（MNEC、オブザーバ）、千葉豪（北大）

議事録

1. 核データ積分テスト

1-1. タングステンの臨界実験と解析（東芝・菊池氏、資料 RIT3-1-1）

AP1000 に採用が予定されているグレイ制御棒の開発のため東芝 NCA で行われたタングステンについての臨界試験とその解析について報告があった。MCNP と ENDF/B-VII.0、JENDL-4.0 を用いて解析した結果、タングステン制御棒挿入体系の実効増倍率実験値を良好に再現し、またタングステン制御棒の反応度値の実験値を要求精度である 10%以内で再現した。今後はタングステンの中性子吸収の結果生成されるレニウムの臨界試験を実施する予定である。タングステンについては、ENDF/B-VII.1 で再評価が行われ積分特性の予測精度の改善が報告されているため、今後は ENDF/B-VII.1 での解析が望まれる。

1-2. MISTRAL 計画炉物理試験の実効増倍率計算における核データ感度解析（JNES・山本委員、資料 RIT3-1-2）

MISTRAL-1（UO<sub>2</sub> 炉心）と MISTRAL-4（フル MOX 炉心）の実効増倍率に対して、JENDL-3.3(J33)と-4.0(J40)の計算値の差を感度解析により分析した結果が報告された。MISTRAL-1 に対しては J33 と比較して J40 は 0.28%dk 程度実効増倍率を大きく評価するが、これは U-238 捕獲断面積の改訂によるものである。また MISTRAL-2 では J33 と J40 の計算値に大きな差異は見られなかったが、これは U-238、Pu-238、-239 の捕獲断面積の改訂による正の効果が Am-241 捕獲断面積と Pu-239 の  $\nu$  の改訂による負の効果（それぞれ -0.3%dk 強と -0.15%dk 程度）と相殺した結果である。J40 を用いた場合でも MISTRAL-4 の実効増倍率は MISTRAL-1 よりも 0.4%dk 強程度大きい。昨年 11 月の核データ研究会での Schillebeekx の報告に Am-241 の捕獲断面積の測定の予備的報告があり、J40 より高い値となっており、MISTRAL-4 の実効増倍率を MISTRAL-1 に近づける方向であり歓迎される。他にも Pu 組成が異なるフル MOX 炉心の臨界データがあるため、それらを含めた解

析結果の整理が興味深い。

### 1-3. 水素 $S(\alpha, \beta)$ データの積分テスト (北大・千葉委員、資料 RIT3-1-3)

水分子中の水素の  $S(\alpha, \beta)$  データについて、ENDF/B-VI.8、-VII.0、JEFF-3.1、京大・安部先生の評価データ (安部データ) の違いが熱中性子系の核特性に与える影響について報告があった。安部データは周波数分布関数を分子動力学計算から求めているため、NJOY/LEAPR のモデルに基づく他の評価値よりも信頼性が高いと考えられる。熱中性子系の実効増倍率に対しては ENDF/B-VII.0 と安部データには大きな差異が生じないことが分かった。また、ENDF/B-VI.8 と -VII.0 とは 0.3%dk 弱の差異を生じる場合があるが、これは ENDF/B-VI.8 における、 $\alpha$ 、 $\beta$  のグリッドの粗さに起因していると考えられる。JENDL-4.0 は信頼性が低いと考えられる ENDF/B-VI.8 のデータを採用しており、今後は安部データの採用も検討する必要がある。そのためには重核種核データの再評価と広範な積分テストの実施が必要となるので、本件を WG の今後の活動の一つとすることが合意された。

## 2. 感度解析ツールの開発状況

### 2-1. JAEA の状況 (JAEA・横山氏、資料 RIT3-2-1)

JAEA では高速炉用の感度解析ツールとして SAGEP-FR、SAGEP-BURN、PSAGEP を整備しており、最近でもいくつかの機能拡張が行われている。汎用炉心解析システム MARBLE でも感度解析ソルバーのプロトタイプが完成し、臨界性、反応率、反応度に対する感度係数が計算できる。一方、軽水炉用としては、低減速炉解析のために JAEA が開発した SAGEP が存在したが、現在はメンテナンスされておらず、新規ソルバーの開発または阪大の軽水炉 SAGEP の導入等を検討する予定である。また、MARBLE の次期バージョンにはピンセルの燃焼後数密度に対する感度を計算するモジュールが含まれる予定である。

### 2-2. 集合体の燃焼計算における核データ感度解析手法の開発 (JNES・酒井氏、資料 RIT3-2-2)

ランダムサンプリング法を用いた軽水炉燃料集合体核特性 (燃焼度依存の無限増倍率、数密度、集合体内燃焼度分布、出力分布) の誤差評価について報告があった。累積収率に比べて独立収率の誤差が大きいため詳細な燃焼チェーンを用いるほど核特性誤差が大きくなる点、同一の FP 核種の収率における核分裂核種間の相関を考慮する必要性について議論が行われた。核分裂収率の誤差については NEA/WPEC に新たな SG が立ち上がる予定であることが紹介された。

### 2-3. 名古屋大学の状況 (名大・遠藤委員、資料 RIT3-2-3)

MOC を用いた一般化摂動論計算手法とその計算例、ランダムサンプリング法をベースと

した軽水炉炉心核特性の不確かさ定量化と断面積（均質化定数）調整について報告があった。摂動論を用いた所謂 **adjoint approach** は計算対象のパラメータの数が多い場合には適用が困難であるため、ランダムサンプリング法の検討にシフトしている。また、断面積調整の理論式において、従来の逆行列の代わりに一般化逆行列を用いることにより、炉心特性に対する共分散行列が正則でない場合であっても安定して数値解を得られる。

#### 2-4. 大阪大学の状況（阪大・北田委員、資料 RIT3-2-4）

拡散理論（差分、ノード法）に基づくコード **SAGEP** は 3 次元化を終えた 2008 年頃から、輸送理論に基づくコード **SAGEP-T** は 2006 年頃から、それぞれ全く変更が施されていない。**FFCP** に基づく **SAINT-II** は、現状では 1 次元円筒、平板体系について適用可能となっており、 $\chi$ 、 $\mu$ 、 $f$  因子に対する感度が計算できる。また、断面積の共鳴構造に起因する間接効果の評価について、今後は非均質系への適用を検討中である。この間接効果について、**ORNL** の既往研究の結果を再現できない（**ORNL** が報告するほど間接効果が観察されない）ことから、他機関での独立な検討が望まれる。

#### 2-5. 北海道大学の状況（北大・千葉委員、資料 RIT3-2-5）

汎用炉物理コードシステム **CBZ** の感度計算機能について報告があった。**CBZ** では、感度係数計算の一部を全てのソルバーが共有する構造となっており、基本的には任意体系（球、円筒、XYZ）について任意の方程式（輸送、拡散）に基づく感度の計算が可能である。また、ピンセル燃焼モジュール **Burner** には燃焼後の数密度、実効増倍率、反応率比の感度を計算する機能が実装されている。ニーズがあればいくらかでも公開するとの立場である。

### 3. 来年度以降の活動について

#### 3-1. 放射化断面積データの評価（JAEA・岩本委員、資料 RIT3-3-1）

**JAEA** で行われている放射化断面積評価の概要が紹介され、ベンチマークテストの必要性が述べられた。軽水炉の炉心から離れた位置で測定されたデータは、そもそも照射場の中性子束が不確定であり、核データの精度を議論できるレベルにない状況である。サーベイランスのための測定データは取得されている筈であり、電力、プラントメーカーに所属する **WG** メンバーが情報を得られる可能性がある。本件については、各々の **WG** メンバーが情報を収集することとなった。

#### 3-2. ガンマ線に関連するデータの検証（JAEA・羽様委員、資料 RIT3-3-2）

**JENDL-4.0** でガンマ線に関連する核データが充実したことを受けて、それらの検証の必要性について提案があった。高速炉に関して、遮蔽評価上はガンマ線データに対する要求は少ないが、炉心の発熱分布評価、特にブランケット部の輸送ガンマ線による発熱評価に対しては高精度（10%以下）の予測が期待されている。ガンマ線発熱の検証のための積分デ

ータがいくつか紹介された。軽水炉については現時点ではガンマ線発熱の詳細評価の高度化に対する要請は小さい。ガンマ線発熱については、関連する中性子捕獲断面積・ガンマ線 decay scheme などのうち、どの核データの精度が効いているのかを明確化する必要がある。

### 3-3. 断面積処理コード (JAEA・深堀氏、資料 RIT3-3-3)

NJOY に代わる国産の断面積処理コードの必要性に関する議論が行われた。日本が独自の処理コードを持つことにより、核データから臨界・遮蔽解析までを全て日本独自のツールにより行うことが可能となり、その事実が多くの特長を生み出す。JAEA が主体となって国産断面積処理コードの開発を行うことを考えており、それを支えるために、ユーザーからの国産処理コードの必要性や期待する新機能の要求を発言してほしいとのことであった。NJOY とほぼ類似の機能を持つコードの開発に対して、ただでさえ少ないリソースを振り分ける必要性はあるかというコメントもあったが、これまでは NJOY の枠内で（出来る）炉物理計算を考えており、それに縛られすぎていなかったかという指摘もあった。今後は WG として、国産処理コードの必要性、期待する新機能要求に関する意見をとりまとめることとした。

### 3-4. 積分実験データベース (北大・千葉委員、資料 RIT2-3-4)

JENDL-4.0 以降の核データファイルに対する積分実験データベースの構築に関する議論が行われた。ICSBEP、IRPhEP といった公開のデータベースから良質かつ核データの積分検証に役立つデータを評価してピックアップし、その MVP の入力を整備して公開するというものを WG として実施できないかという提案があった。産業界からは業務の範囲で作成したものを WG に供出するのは難しいという意見がある一方、各機関が協力して、その成果を共有することによるメリットを示せば対応できるのではないかという意見もあった。本件については、今後も継続して検討を行うこととした。

以上