

## 平成 25 年度 JENDL 委員会リアクタ積分テスト WG 会合議事録

文責 千葉 豪

日時：平成 26 年 2 月 27 日（木）13:15-17:40

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）、大泉昭人（同、オブザーバ）、渡嘉敷幹郎（NFI 東海）、遠藤知弘（名大）、北田孝典（阪大）、土屋暁之（日立 GE）、儀宝明德（四電エンジニアリング）、佐野忠史（京大炉）、吉井貴（TEPSYS）、三木陽介（同、オブザーバ）、杉村直紀（NEL）、東條匡志（GNF-J）、池原正（同、オブザーバ）、桐村一生（MHI）、山本徹（JNES、オブザーバ）、吉岡研一（東芝）、松宮浩志（同、オブザーバ）、大岡靖典（NFI 熊取、オブザーバ）、坪井亨（MNEC、オブザーバ）、千葉豪（北大）

### 議事録

#### 1. Gd-157 熱中性子捕獲断面積

##### 1-1. ENDF/B-VII.0 Gd157 の熱中性子捕獲断面積の調整が軽水炉核特性に与える影響 －Leinweber らのパラメータの採用－（GNF-J・池原氏、資料 RIT4-1-1）

ENDF/B-VII.0 をベースとして、Gd-157 の熱中性子捕獲断面積を Leinweber らの測定値に置換した際の軽水炉核特性への影響について報告があった。Leinweber らのデータを採用することにより、FUBILA 臨界試験における Gd 棒の出力分布誤差が低減した一方、Gd 溶液体系（硝酸ウラン溶液）において臨界固有値の顕著な過大評価が観察された。BWR の炉心燃焼特性においては、新燃料でのみ影響が見られることから、燃焼度が異なる集合体が炉心に配置される平衡炉心ではその影響が緩和され、臨界固有値に対する影響は燃焼を通して 0.1%dk 未満となった。今回の評価は平衡炉心を対象としたが、新燃料のみが装荷される初装荷炉心等では当該断面積の差異の影響が大きく現れる可能性も考えられるとのコメントがあった。

##### 1-2. J-PARC での測定の最新状況（JAEA・木村氏（JAEA・岩本委員代理発表）、資料 RIT4-1-2）

J-PARC における Gd-157 熱中性子捕獲断面積測定の最新状況について報告があった。厚さの異なる二つのサンプルを用いて熱中性子断面積を導出した結果、いずれも JENDL-4.0 の評価値に近いものとなった。また、0.01eV から 0.1eV での断面積のエネルギー依存性は JENDL-4.0 評価値と有意に異なる結果が得られ、第一共鳴の形には議論が残る点が示唆された。Leinweber らの測定とは異なる結果が得られたが、その原因を探るため、測定手法等の比較が必要とのコメントがあった。

##### 1-3. Gd-157 テストファイルを用いた計算（北大・千葉委員、資料 RIT4-1-3）

J-PARC での測定データを基にして作成された 2 種類のテストファイルを用いた検討結果が報告された。Gd 溶液ピン体系の無限増倍率と Gd ピンを含む 3x3 格子体系の Gd ピン出力分布について評価したところ、前者では最大 0.5%dk の差異（JENDL-4.0 計算値に対して）が観察されたが、後者についてはほぼ同等の結果となった。また、当該断面積に感度を有する ICSBEP の臨界データを幅広くベンチマーク計算に利用する必要性について言及があった。さらに、当該断面積の精度について議論する際、Gd ピンの出力分布データには当該断面積以外の複数の誤差要因が含まれると考えられるため、そのデータは断面積の直接測定データや臨界データと比較して重要度が低い旨のコメントがあった。なお、本 WG を通した当該断面積の検討については、内容をまとめて核データニュースに投稿することとなった。

#### 1-4. Gd-157 の断面積の MOX 臨界試験解析による積分テスト（JNES・山本氏、資料 RIT4-1-4）

Gd-157 捕獲断面積のテストファイルを基に作成された MVP ライブラリを用いて FUBILA 臨界試験解析を行った結果が報告された。二つのテストファイル共に、Gd ピンの出力分布を大幅に過小評価することが示されたが、その結果は物理的に考えにくいこと、同じ MVP ライブラリを用いて計算した他の臨界データで物理的な考えにくい大幅な固有値の過小評価が観察されたことから、作成されたテスト用 MVP ライブラリに何らかの問題があることが示唆された。

## 2. Am-241 熱中性子捕獲断面積

### 2-1. Am-241 断面積に関する最近の状況（北大・千葉委員、資料 RIT4-2-1）

Am-241 熱中性子捕獲断面積について、JENDL-4.0 よりもさらに大きい測定データが EU から報告されていることを受けて、EU が報告した熱中性子断面積評価値を基に 3 種類のテストファイルを作成し、積分特性への影響を評価した結果が報告された。1eV 以下で系統的に断面積を大きくしたファイルを用いた場合、TCA 臨界性予測精度の Am-241 含有率依存性（いわゆるプルトニウムの経時変化問題）が解消する見通しであることが分かった。また、そのファイルを用いた場合、Cm-242、-243 の生成量を数%程度大きく評価することも示された。JENDL-4.0 を用いた高浜 3 号炉の PIE 解析では Cm-243 生成量は過小評価されており、その問題を改善する方向となる。

### 2-2. Am-241 の断面積の MOX 臨界試験解析による積分テスト（JNES・山本氏、資料 RIT4-2-2）

Am-241 テストファイルベースの MVP ライブラリを用いて FUBILA 及び MISTRAL の臨界データを解析した結果が報告された。最も断面積が大きいテストファイルを用いた場合、FUBILA 臨界性予測精度のドライバー燃料本数依存性はほぼ解消し、C/E 値は 0.999

前後となった。また、同じテストファイルを用いた場合、MISTRAL 炉心 4 の臨界性 C/E 値は 1.0036 となった。いずれも MOX 燃料を用いているものの、MISTRAL 炉心 4 は FUBILA 炉心と比べてピッチが大きく高減速体系となっていることから、C/E 値に差異が生じている可能性があるとのことであった。

### 3. S(a,b)データ

#### 3-1. 水素と重核の S(a,b)に関して (GNF-J・東條委員、資料 RIT4-3-1)

S(a,b)データにおける課題として、評価データの差異が軽水炉核特性に比較的大きな影響を与える点、任意温度点での利用に制約がある点、重核の熱振動による上方散乱の効果を考慮するために S(a,b)を利用することができる点が挙げられた。水分子中の水素の S(a,b)については、ENDF/B-VI.8、-VII.0、京大・安部先生の評価値の違いが軽水炉核特性に及ぼす影響を評価し、ENDF/B-VI.8 とそれ以外との差異が比較的大きな影響を（特に MOX 燃料体系において）及ぼすことを示した。また、軽水炉のドップラー反応度評価に大きな影響を及ぼすことが指摘されている重核の熱振動については、モンテカルロコードにモデルを組み込むことが困難な場合には、S(a,b)データで考慮させることが可能となるため、JENDL としてそのようなデータを整備することに期待したいとのコメントがあった。水素の S(a,b)データについては、良いモデルを採用していることが明らか以上、JENDL では ENDF/B-VII.0 や安部先生のデータを採用すべきであり、改訂は出来るだけ早いうちに行なって欲しい旨の要望があった。なお、重核の熱振動については MVP では JNES において今年度中に実装が完了する予定であるとのコメントがあった。

### 4. 軽水炉のための核データベンチマーク問題の整備

#### 4-1. 趣旨説明と LCT001 のデータ整備 (JAEA・石川委員、資料 RIT4-4-1)

まずは軽水炉を対象とした核データベンチマーク計算のためのベンチマーク問題の整備に関する趣旨の説明があった。現在、ICSBEP 等には大量の臨界データが格納されているが、その品質は千差万別である。そこで、臨界データの精査を行い、信頼性が高くかつ多様性を確保したデータで構成されるベンチマーク問題群を整備し、JENDL 委員会のクレジットで公開することが目的である。続いて、PNL で取得された正方配列格子炉心の臨界データである LEU-COMP-THERM-001 の調査結果と MVP 計算結果について報告があった。JENDL-4.0 のベンチマーク計算では一つのクラスタからなる炉心のデータのみが用いられていたが、他の 3 つのクラスタからなる炉心も含めた場合、臨界固有値の C/E 値の平均値は 0.2%dk 程度小さくなることが報告された。

#### 4-2. LCT005 のデータ整備 (JAEA・大泉氏、資料 RIT4-4-2)

PNL で取得された臨界データである三角配列格子炉心 LEU-COMP-THERM-005 の調査結果と MVP 計算結果について報告があった。この臨界データは Gd 水溶液が減速材として

用いられている体系のものである。いくつかのデータで  $1\%dk$  を超える計算値の過大評価が観察されたことから、C/E 値が大きく異なるデータ間の差異を感度解析により分析する必要がある、実験誤差がデータによって大きく異なるため、その理由について明らかにする必要があり、NCA においても炉心の形状で臨界性 C/E 値が変動する、というコメントがあった。

#### 4-3. LCT006 のデータ整備 (JAEA・秋江委員、資料 RIT4-4-3)

旧原研で行われた正方格子配列炉心 LEU-COMP-THERM-006 (いわゆる TCA-UO<sub>2</sub> 炉心) の調査結果と MVP 計算結果について報告があった。各種ライブラリによる C/E 値は、全て  $1.0 \pm 0.1\% \Delta k$  の範囲にある。さらに、核データファイル間の C/E 値のエネルギー範囲毎の差異を、臨界バックリングを用いたピンセル計算で評価した結果が示された。

### 5. トピックス

#### 5-1. KUCA 臨界実験によるトリウム-232 評価済み断面積の積分評価 (京大炉・佐野委員、資料 RIT4-5-1)

KUCA で構築された Th+黒鉛ゾーン型炉心の臨界性予測精度と計算値の不確かさについて報告があった。この炉心では異なる C/Th 値となる 6 つの臨界データが取得されている。JENDL-4.0 による評価では C/E 値に C/Th 値依存性は見られなかったものの、Th が装荷されていない炉心と比べて C/E 値は  $0.3\%dk$  程度大きい。また、京大炉 LINAC で実施されている Th-232 捕獲断面積測定について紹介があった。

#### 5-2. 近畿大学原子炉の実効増倍率に対する感度解析 (京大炉・佐野委員、資料 RIT4-5-2)

近大原子炉 (UTR-KINKI) の臨界データを JENDL-4.0 と-3.3 で解析した結果、JENDL-4.0 で C/E 値の改善が図られたこと、それが主に炭素の捕獲断面積の改訂によるものであることが報告された。また、共分散データを用いて臨界性の不確かさを定量化した結果、JENDL-4.0 を用いた場合、水素核データの不確かさが支配的となったことが報告された (水素の共分散データは JENDL-3.3)。JENDL-4.0 における炭素核データの改訂については、HTTR 臨界性の改善などが報告されており、ICSBEP データ等も含めた包括的なベンチマーク計算を実施することにより、貴重な成果としてまとまるのではないかという提案があった。

#### 5-3. 東芝臨界実験装置 (NCA) を用いた SiC の反応度特性試験 (東芝・吉岡委員、資料 RIT4-5-3)

新しい被覆管材料として注目されている SiC の反応度特性について NCA で取得されたデータの解析結果について報告があった。体系中心に設置されたボイドピンを SiC ピンに置換した際の反応度が中性子エネルギースペクトルを 3 通り変えた体系で測定された。スペ

クトルが最も硬い炉心では計算値と実験値とに有意な差異が観察された。この原因を明らかにするために摂動計算を今後実施するとのことである。また SiC の炭素の S(a,b)として黒鉛のデータで代用して計算した場合に結果が有意に変わったことから、SiC の炭素の S(a,b)データの必要性が示唆された。また、中間のスペクトルをとる体系では JENDL-3.3 と-4.0 とで計算値に差異が生じており、この原因について調査が必要であるとのコメントがあった。

#### 5-4. JENDL-3.3、JENDL-4 を用いた SHIKOKU2 による実機炉心解析（四電エンジニアリング・儀宝委員、資料 RIT-4-5-4）

四国電力と四電エンジニアリングで開発、整備している SHIKOKU2 コードによる伊方 3 号機初装荷炉心解析について報告があった。臨界ボロン濃度は JENDL-3.3 では燃焼を通じて 50 から 80ppm 程度（1ppm は 7pcm 相当）過少評価となったが JENDL-4.0 ではその過少評価が全般的に 30ppm 程度改善した。U-238 捕獲断面積の改訂に起因すると考えられるとのことであった。加えて、JENDL-4.0 では臨界ボロン濃度誤差の燃焼度依存性が僅かに低減した。また径方向出力分布については JENDL-3.3 と-4.0 との差異は燃焼期間を通して小さいことが示された。

#### 5-5. JENDL-4.0 の Pu-241 核分裂収率修正に伴う PWR 核特性への影響（MHI・桐村委員、資料 RIT-4-5-5）

JENDL-4.0 に格納されている Pu-241 の核分裂収率の改訂による PWR 核特性への影響について報告があった。JENDL-4.0 の update ファイルでは質量数 162～167 の核種に対するデータが修正されている。UO<sub>2</sub>、MOX ピンセル体系と Gd を含む 17x17 集合体体系で評価した結果、反応度や主要アクチニド核種数密度への影響は非常に小さいことが報告された。

以上