シグマ委員会・炉定数専門部会
リアクター積分テストWG議事録

日 時： 2009年3月2日（月） 13:30～17:00

場 所： 原子力機構、東京事務所 12階、第1会議室

出席者： 田原義壽（東工大）、北田孝典（阪大）、山本徹（JNES）、吉岡研一（東芝、発表者）、山本宗也（GNF-J）、小坂進矢（テプコシステムズ）、藤原大資（同、発表者）、石井一弥（日立）、三好慶典、佐々敏信、秋江拓志、岩本修、羽様平、杉野和輝（発表者）、毛利哲也、奥村啓介（以上、JAEA）
（順不同、敬称略）

配付資料：

RIT-08-1： 前回（08.3/5）議事録

RIT-08-2： 感度解析コード TSUNAMI に関する調査について（藤原、小坂委員）

RIT-08-3： JENDL アクチニドファイルによる低減速軽水炉のピンセル体系ベンチマーク結果（秋江委員）

RIT-08-4： MISTRAL 感度解析の進捗

- JENDL-3.3, ENDF/B-VII, JEFF-3.3 の比較 -（北田委員）

RIT-08-5： Monju Core Physics Test Analysis With JAEA's Calculation System（毛利委員）

RIT-08-6： JENDL アクチニドファイルによる「常陽」MA サンプル照射解析結果（杉野）

RIT-08-7： FUBILA 計画炉物理試験データ等の解析（山本徹委員）

RIT-08-8： JENDL-4 における熱中性子散乱則の取扱い（田原委員、山本宗也委員、奥村委員）

RIT-08-9： JENDL-4 に向けた積分ベンチマークの現状（奥村委員）

RIT-08-10： ^{241}Am 捕獲断面積（中川庸雄、岩本委員（報告、岩本委員））

RIT-08-11： JENDL-4 に向けた共分散データ評価の現状（岩本委員）

議 事：

1. 議事進行と前回議事について

石川 WG リーダーが欠席のため、事前の同リーダーによる指名により、奥村委員が議事進行を代行した。議事録は既にメーリングリストで確認されているので、議事時間確保のため議事録確認は省略し、議事進行の中で関連するアクションのみを確認することとした。なお、議事録の中で、開催日時に誤りがあることが指摘された（誤「2007年」→正「2008年」）。

2. 感度解析コード TSUNAMI に関する調査（藤原氏）

小坂委員と藤原氏から、資料 RIT-08-2 を用いて感度解析コード TSUNAMI で考慮されている Implicit Sensitivity モデルについてその効果及び評価手法に関する調査内容が報告された。

Implicit Sensitivity とは、ある断面積パラメータが変化することにより中性子場の変化を介して他の共鳴核種の自己遮へい効果に変化し、それによる実効増倍率への影響を評価するものである。この効果を考慮することにより、軽水炉体系では U-238 の感度が考慮しない場合に比べ 20%程度変化するケースがあることが示された。

評価手法としては、パラメータの変化に対する中性子束の微係数を直接計算する方法(1)と、随伴計算で感度を求める方法があり、後者については更に随伴一般化中性子束を直接計算で評価する方法(2)と、解析解で求める方法(3)があり、TSUNAMI では、非分離共鳴領域については方法(1)が適用され、分離共鳴領域についてはオプションで(2)か(3)を選択できる。

3. JENDL アクチニドファイルによる低減速軽水炉のピンセル体系ベンチマーク結果（秋江委員）

低減速軽水炉体系のピンセルモデルに対し、減速材ボイド率条件を変えた燃焼計算を MVP-BURN と JENDL/AC-2008 ベースのライブラリを用いて実施した結果が報告された。JENDL/AC-2008 による燃焼初期の増倍率は 0.1~0.2%、転換比は 0.5%弱、ボイド率によらず JENDL-3.3 より大きな値となった。JENDL-3.3 と比べた増倍率過大評価傾向は燃焼期間を通して変わらなかった。この核データライブラリ間の差異は主に、Pu-239、-240、-241 等の反応率によることが説明された。

4. MISTRAL 感度解析の進捗-JENDL-3.3, ENDF/B-VII, JEFF-3.3 の比較-（北田委員）

資料 RIT-08-4 を用いて、MISTRAL の炉心 1(U235,3.7wt%)と炉心 2(MOX, 7.0wt%Pu-total)の燃料格子の増倍率を対象として SAINT-II コードを用いた感度解析を行い、ライブラリ間の差を分析した結果が報告された(昨年度アクション 2 対応)。昨年度の計算では SRAC の PEACO オプションを用いていなかったため、自己遮蔽因子の計算方法の影響が指摘されており、今回は PEACO オプションを採用した計算結果となっている。炉心 1 での増倍率の差は U-238 捕獲断面積の差が大きな要因であること、炉心 2 では U-238 捕獲断面積以外に、Pu-240 の捕獲断面積および Am-241 捕獲断面積の差が大きな要因であり、特に Am-241 捕獲では JENDL-3.3 から見た ENDF/B-VII.0 と JEFF-3.1 で増倍率に±0.3%の逆方向の影響があることが示された。

使用した感度解析コード SAINT では TSUNAMI で取り入れられている Implicit の感度係数が含まれていないが、TSUNAMI では考慮されない領域内の中性子束歪みは考慮されていること、今回の結果からどのライブラリが良いかを議論するためにも、実験データを対象とした検討を進めることが望ましいことが指摘された。

5. JENDL-3.3によるもんじゅ解析結果（毛利委員）

毛利委員から、資料 RIT-08-5 を用いて、原子力機構における標準的な解析システムと JENDL-3.3、JENDL-3.2、JEFF-3.1、ENDF/B-VIIの4つの核データライブラリを用いた、もんじゅの炉物理試験解析の結果が報告された。対象として、臨界性、制御棒価値、等温温度係数を解析した結果、JENDL-3.3を用いたケースが最も実験値に近い結果となることが示された。また、JENDL-3.3を基準に各核データライブラリとの差を感度解析にて分析したところ、JENDL-3.2ではPu-240捕獲反応断面積の差が、JEFF-3.1ではNa非弾性散乱断面積の差が各核特性の解析結果に大きな影響を与えることが示された。さらに各核データライブラリに共通して、等温温度係数に対しては、燃料核種の捕獲及び核分裂断面積の温度勾配の差が解析結果に大きな影響を与えることが示された。

6. JENDL アクチノイドファイルによる「常陽」MA サンプル照射解析結果（杉野氏）

杉野氏から、資料 RIT-08-6 を用いて、JENDL アクチノイドファイル (JENDL/AC-2008) による「常陽」MA サンプル照射試験の解析結果が報告された。「常陽」MK-II 炉心のドライバ燃料領域に装荷された Am-241、Am-243、Cm-244 サンプルの照射試験解析結果について、JENDL-3.3 から JENDL/AC-2008 に改定することにより、特に、Am-241 捕獲反応による Am-242g への分岐比と Cm 同位体 (242、244、245、246) の捕獲断面積に感度を有する特性 (照射後数密度比) の C/E 値が大いに改善されることが示された。Cm-243 の捕獲断面積には感度がないとのことである。(理由について、会合後に調査が行われ、Am-241 サンプルには微量だが Am-243 が含まれているためであることが確認された。) また、MA サンプルの燃焼計算方法について、ある瞬間の中性子スペクトルに基づく 1 群断面積を全燃焼期間を通じて使用するような簡易計算法が適用されたとのことであったが、別途炉心体系燃焼計算を行い、MA サンプル位置の 1 群断面積の燃焼依存性はほぼ無視しうることを確認した上での適用であることが示された。

7. FUBILA 計画炉物理試験データ等の解析（山本徹委員）

山本委員から、資料 RIT-08-7 を用いて、REBUS 計画の炉心のうち GKN 未燃焼 UO₂ 燃料バンドル炉心 (JENDL-3.3) 及び、FUBILA 計画の 10×10MOX 炉心 (JENDL-3.3、ENDF/B-VI、-VII 及び JEFF-3.1) について MVP II 等を用いて解析した結果が報告された。これによると、REBUS 計画のウラン炉心について JENDL-3.3 による臨界固有値は 0.995、10×10MOX 炉心について ENDF/B-VI、JENDL-3.3、JEFF-3.1 の臨界固有値は 0.999～1.0001 に対して、ENDF/B-VII は 1.004 である。また、Gd 同位体の新しい断面積 (G. Leinweber et al. (2006)、Gd-157 の熱中性子断面積が ENDF/B-VI.8 より 11% 小さい) に関して、燃焼後 8×8 ウラン燃料のガンマスキャンデータの解析結果に見られる Gd 燃料棒の燃焼度等の過小評価、及び FUBILA 計画の Gd 及び UO₂ 燃料棒装荷 MOX 炉心の燃料棒核分裂率分布に見られた Gd 燃料棒の 4% 程度の過小評価は新しい Gd-157 の断面積を支持しているように見えると報告された。

8. JENDL-4 に向けた積分ベンチマークの現状（奥村委員）

奥村委員から資料 RIT-08-9 を用いて、最近の JENDL-4 にむけたベンチマーク活動について報告された。ICSBEP ハンドブックを中心とする数多くのベンチマーク問題で、ライブラリ（JENDL-3.3, JENDL/AC, JEFF-3.1, ENDF/B-VII.0）間の比較を行っており、海外核データの方が JENDL よりも顕著に良い結果が見られる場合には、感度解析とライブラリ効果の検討を実施し、核データ評価へのフィードバックを行ってきた。これまでに、 H_2O , Fe-56,-57, Cr-52, Be-9, Gd-157 のテスト用核データファイルを使ってベンチマーク計算を行っており、特に高速炉系での結果が改善されている。熱中性子炉系では、ENDF/B-VII.0 の H_2O (熱中性子散乱則データを含む)を使用すると、ENDF/B-VI.8 の $S(\alpha,\beta)$ を使用していた従来の結果に比べ、MOX 軽水炉系で臨界固有値を過大評価する傾向が強まり、JENDL/AC での優位性がやや損なわれることが示された。G. Leinweber et al. に基づく Gd-157 のテストデータについては、臨界固有値が極端に過大評価されるケースもあり、このデータの採否については慎重に対応する必要があることが述べられた。また、PWR の照射後試験解析の結果に基づき、Cs、Eu、Sm 同位体の改訂作業が進められていることが報告された。

9. Gd-157 の断面積改訂が臨界実験解析に与える影響（吉岡氏）

東芝の吉岡氏から、Gd-157 の断面積改訂が臨界実験解析に与える影響について、NCA で行われたガドリニア入り実験解析が報告された。本実験はテストバンドルとして構成した BWR40%ボイド模擬集合体中に 10 本の 10%ガドリニア入り UO_2 燃料棒を配置したものである。解析は MCNP4C+JENDL-3.3 を用いて行われた。この体系において、JENDL-3.3 の Gd-157（オリジナル）と改訂テストバージョンを用いた場合の結果を比較した。実効増倍率については、ほとんど変化がなく、出力分布については、改訂バージョンの方が 1%程度ガドリニア入り UO_2 燃料棒の出力が大きくなることがわかった。

10. JENDL-4 における熱中性子散乱則の取扱い（田原委員、山本宗也委員、奥村委員）

軽水炉で重要となる熱中性子散乱則データについては、日本で独自に作成するアクティビティがないため、国外のデータを引用せざるを得ない。このため、JENDL-4 の公開時にその性能評価を示す場合、その性能が用いた熱中性子散乱則に大きく依存することになり、使用者側にその信頼性に疑問を生じさせる要因ともなる。このため、JENDL-4 と熱中性子散乱則の取り扱いを核データ評価研究グループと調整し、積分テスト WG 内の意見が纏まれば、出来るだけそれにそって対応したいとの回答を得た。今後は、ベンチマークの結果を見ながら WG としての提案をまとめ上げていく（RIT-08-8）。

11. ^{241}Am 捕獲断面積（中川庸雄、岩本委員（報告、岩本委員））

岩本委員から資料 RIT-08-10 を用いて、 $Am-241$ の捕獲断面積の現状についての報告がなされた。JENDL/AC-2008 の熱中性子断面積は、JENDL-3.3 から大きく評価された。また、第一共鳴の断面積を大きくしたテストファイルを作成し、奥村委員により積

分テストが行われた。最近 Jandel 等の測定が公開されたが、彼らの数値データの入手後、最終的な評価値を決定する予定である。

12. JENDL-4 に向けた共分散データ評価の現状（岩本委員）

岩本委員から資料 RIT-08-11 を用いて、JENDL-4 に向けた共分散データ評価の現状についての報告がなされた。JENDL-4 では、アクチノイドと FP を除き、JENDL-3.3 からの大幅な改訂は無い予定である。変更がない核種は JENDL-3.3 の共分散データがそのまま引き継がれる予定である。また、アクチノイド核種に関しては JENDL/AC-2008 のデータが一部改訂の上、採用される予定である。現在、JENDL-3.3 用共分散ファイルは 32 核種あり、JENDL/AC-2008 の共分散の暫定ファイルは 5 核種ある。

13. その他

- Gd-157 のテストデータを更に検討するため、奥村委員が MVP ライブラリを小坂委員に送付し、Gd 装荷臨界試験の解析を実施してもらおう。また、東芝の吉岡氏に、900K の MCNP ライブラリを送付し、軽水炉次世代燃料の炉物理ベンチマークで無限燃料集合体体系での無限中性子増倍率の燃焼変化への影響を評価してもらおう。
- 共分散データの評価を希望する人は、ML 宛てに希望する核種と理由を送ること。
- JENDL-4 で標準とする $S(\alpha, \beta)$ について、希望や意見などがあれば、WG メーリングリストへ投稿し議論する。
- 次回会合については、来年度の委嘱手続きが終了次第、ML で日程調整をする。

(以上)