

シグマ委員会標準炉定数検討 WG 第 8 回会合議事録 (案)

日 時：平成 16 年 2 月 26 日 (金) 13:30 - 17:30

場 所：住友原子力(株) 会議室

出席者：12 人(順不同)

中沢 正治(東大), 高野 秀機、長谷川 明, 島川 聡司、今野 力^{*}(原研), 石川 眞, 羽様 平、千葉 豪^{*}(JNC)、小坂 進矢(テプコシステムズ), 山野直樹(住友原子力)、佐々木 研治(ARTECH), 瑞慶覧 篤(日立)

^{*}): 発表者

配布資料

STD-8-0	シグマ委員会標準炉定数検討 WG 第 7 回会合議事録(案)	瑞慶覧 篤
STD-8-1	Some Comments to JSSTD L-300	今野 力
STD-8-2	VITAMIN-B6 の問題	今野 力
STD-8-3	P _n 定数の重み関数に関する検討	千葉 豪
STD-8-4	Some Remarks on Weighting Function for Angular Flux	瑞慶覧 篤
STD-8-5	JSSTD L ライブラリ-の問題点についてのコメントと補足情報	長谷川 明
STD-8-6	次世代炉定数の公開と輸送断面積の扱い	羽様 平
STD-8-7	JENDL-2 の熱中性子炉ベンチマークテスト	高野 秀機
STD-8-8	JENDL Reactor Constant and its Application	瑞慶覧 篤
STD-8-9	三菱における JENDL ライブラリ-の使用状況	佐々木研治

議事内容

1. 前回議事録確認

前回(平成 14 年 6 月 21 日)の第 7 回会合の議事録を確認後、承認された。

2. Some Comments to JSSTD L-300

今野氏が資料 STD-8-1 および-8-2 に基いて、VITAMIN-B6 の散乱断面積のアルゴリズムに関して、非等方散乱の Legendre 展開次数(P_n の n)依存性、輸送近似の適用性、共鳴遮蔽因子計算法の観点から検討し、JSSTD L-300 ライブラリ-作成時の荷重関数に関する問題点を指摘した。即ち、i) JSSTD L-300 は次数 n に依存しない荷重関数を用いている、ii) 弾性散乱の共鳴遮蔽因子は散乱マトリックスの値を用いている。これらの近似を半径 1m の Al, Fe, Ni 又は Cu 球体のベンチマークテストで検証した。その結果、(a): JSSTD L-300 の共鳴遮蔽因子の取り扱いは Cu 体系で、顕著に大きく、Fe, Ni 体系では比較的小さかった。(b): 輸送近似散乱断面積は Legendre 展開次数に依存しない近似を用いると、中性子スペクトルに顕著な誤差を生ずる。従って、JSSTD L-300 ライブラリ

一は、適当な輸送近似のもとで、共鳴遮蔽因子と荷重関数を修正する必要がある。

3. P_n 定数の重み関数に関する検討

今野氏の「JSSTD-300 ライブラリ作成時に、散乱断面積の Legendre 展開次数依存の荷重関数を用いるべき」だとの指摘に対して、その妥当性を千葉氏と瑞慶覧委員が検討した。

3.1 千葉氏は、資料 STD-8-3 に基いて、角度依存中性子束を角度依存項と空間依存項に分離して、板状体系の P_n 近似中性子バランス式を導き、相反定理に類似な近似を適用して、 n 次と $(n-1)$ 次の中性子束に関する漸近式を導いた。一方、 n 次の散乱断面積のエネルギー依存性を n に依存する項と n に依存しない項に分離出来るとする近似を用いて、最終的に n 次の中性子束はマクロ全断面積の $(n+1)$ 乗分の 1、即ち、 $\phi_n \propto 1/[\Sigma_t]^{(n+1)}$ の関係になる事を証明した。

3.2 瑞慶覧委員は、NJOY のマニュアル記載事項、『 B_n 近似を採用し、NR 近似が適用可能な関係で、荷重関数を定義してある』に着目して、 B_n 近似に基づく中性子バランス式から、第 n 次の全衝突密度を導き、これが NR 近似を適用可能にするためには、 $\phi_n \propto 1/[\Sigma_t]^{(n+1)}$ の関係にあるべきだと結論づけた。

4. JSSTD-300 ライブラリーの問題点についてのコメントと補足情報

長谷川委員より、資料 STD-8-5 に基づいて、コメントと JSSTD-300 ライブラリー作成時の核データ処理に関する補足説明があった。即ち、1): 散乱マトリックスの共鳴遮蔽因子(f-table)は、弾性散乱の全断面積に対する f-table で代用した。マトリックスに対する σ_0 サーチは、膨大なテーブルになる事から、一般的にやられていない。マトリックスに対する σ_0 サーチは基本的に無理、別の解決法を考える必要がある。2): 散乱マトリックスの関数は P_0 に対する荷重を全ての高次 P_n マトリックスに適用した。

今野氏の指摘通りである。PROF-GROUCH-G/B では、任意の荷重関数を取れるので、対応できない事はないが、 P_n と σ_0 毎に繰り返す事になり、膨大な時間とメモリーが必要になる。その結果をどう利用するかも問題であり、現状では格納場所がない。

PROF-GROUCH-G/B は、約 20 年前に作成されたコードであり、その後のメンテナンスが十分ではない現状では、近年の高精度化を指向したコードと対比してやや遅れている懸念がある。今野氏の指摘は、最も近似誤差が顕著に表れるケースであり、佐々木氏らの使用経験では、特に問題なかったとの報告もある。

今後の対処法としては、上に述べたように、データの修正は困難なので、利用者に周知徹底するため、ホームページに関連情報を掲載する。不特定の一般利用者へは、核データ研究会報文集をあてる。なお、詳細計算には MATXS ライブラリー（核データセンター所有）を使用する事を推奨する。

5. 高速炉用次世代炉定数作成システム整備の進捗状況

羽様委員より、資料 STD-8-6 に基いて、JNC における次世代炉定数作成システムの開発状況の報告があった。従来の JFS70 群炉定数の課題を踏まえて、最新の計算手法を用いて、次世代炉定数作成システムを開発し、現在公開準備中との報告があった。

本システムの最大の特徴は、(1): 50keV 以上をレサジ幅 $\Delta u=0.008$ に取り、50keV 以下を $\Delta u=0.05$ に取る、最大 900 群の“詳細群炉定数”と、(2):50keV 以下の主要核種の共鳴ピークを表現できる約 10 万群の“超微細群炉定数”を併用している点にある。ステップ(1)で第 1 近似中性子束を算出し、ステップ(2)で共鳴領域を詳細化して、より詳細な中性子束を算出、最終的にステップ(2)の結果を用いて超微細群格子計算を行なって詳細群セル平均断面積、拡散係数等を求める。

本システムで作成した炉定数の主な改善点は、i): 非均質セルの共鳴計算法の改善、ii): 共鳴干渉効果の詳細化である。その効果は、中型以上の臨界実験体系で研著に表れ、例えば、冷却材ボイド反応度の非漏洩成分が U 体系 BFS で-30%、Pu 系 ZPPR-9 で-6%、実機 Pb-Bi 系で+7%変化した。サンプルドブラー反応度は、ZPPR-9、BFS で+7%であった。

本報告では、輸送断面積の縮約における荷重関数として、中性子束を用いた場合と中性子流を用いた場合についての検討結果も報告された。 K_{eff} に約 0.35%から 0.56%の効果があった。

6. 汎用核計算コード SRAC と連続エネルギーモンテカルロコード MVP の使用状況

瑞慶覧委員は、資料 STD-8-8 に基いて、利用状況を報告した。2003 年春の原子力学会における発表によると、JENDL-3.3 に基く炉定数を利用している発表者は約 29%で、64%は JENDL-3.2 であった。ENDF/B-VI を用いた発表が 1 件だけあった。

JENDL-3.3 に基く炉定数の公開時期との関係で、まだ十分に浸透していない事が分かった。一方、最近の MOX 炉心に対する日仏共同研究 MISTRAL, BASALA の実験解析では、国内 4 機関において、約 10 項目の核特性解析に対して、JENDL-3.3, -3.2 に基く炉定数が SRAC と MVP 組み込み定数として利用されている事が報告された。この事実から SRAC, MVP のライブラリは計算コードと 1 対になって、幅広く利用されていると結論付けられる。

7. 中性子炉のベンチマーク問題について

上記 6. に示した熱中性子炉 MISTRAL, BASALA は非公開炉心であるため、断面積ライブラリ標準化の参考資料として利用する事が出来ない。そこで、炉心仕様と核特性計算結果を併記出来る適当なベンチマーク炉心はないか調査した。

高野委員が、資料 STD-8-7 に基いて調査結果を報告した。実効増倍率 k_{eff} は殆どの臨界体系で測定されているが、その他の格子定数等は TRX-1, -2, DCA, ETA-1 等に限定さ

れる。これらの体系では、Capture eithermal ratio: ρ_{28} , ρ_{02} , Fission epithermal ratio: δ_{25} , δ_{28} , Capture to fission ratio: C^* , CR^* が測定されている。ドップラー反応度の測定値は、ZPPR-9 と FCA-VI-2 に、中心反応率比は ZPPR-9 にある事が報告された。

8. 今後の計画

SRAC, MVP 使用実績の調査により、これらの計算コードとライブラリーを標準炉定数として推奨する事になった。今後、具体的な標準化作業に入る。

瑞慶覧委員が最後に示した「標準炉定数ライブラリー仕様」を参考に、(1): ライブラリーの仕様、(2):適用範囲、(3): 実施例、(4): 信頼性評価、等々を明文化する。資料作成は、e-mail を通して行ない、ほぼ輪郭が整った段階で次回会合を開く。

なお、本年度から、本ワーキンググループの対象範囲を燃焼計算コードにまで拡張する事が合意された。これは従来の ORIGEN2 コードの信頼性評価と、中性子スペクトル計算機能を有する汎用性に富んだ計算コードとその定数ライブラリーを検討・評価し、標準ライブラリーとして推奨するためである。

9. 次回会合

6 月頃