

JENDL 委員会・炉定数専門部会「核データ処理プログラム WG」議事録

日時：2020年2月4日（火）13:30 - 16:45

場所：日本原子力研究開発機構 東京事務所 第一会議室（富国生命ビル 20 階）

参加者（敬称略）：

千葉（北海道大学）、遠藤（名古屋大学）、森本（日立 GE ニュークリアエナジー）、山路（三菱重工）、和田（東芝 ESS、木村代理）、辻田（原子力エンジニアリング）、渡嘉敷（原燃工、リーダー）、今野（原子力機構）、多田（原子力機構）、奥村（原子力機構）、岩本（原子力機構）、黒田（テプコシステムズ、オブザーバー）、川本（四電エンジニアリング、オブザーバー）、岩橋（原子力規制庁、オブザーバー）

議事概要

議事録確認

- 前回会合の議事録のうち、FRENDY の整備計画部分を中心に確認、承認された。

FRENDY の開発状況

- 多田委員から FRENDY の開発状況として、「2019 年の活動実績」、「FRENDY の機能を用いた応用ツール開発」、「ラダー数の違いが輸送計算に与える影響」及び「FRENDY での B8.0/F3.3 の処理の検証」について報告が行われた。
- 「2019 年の活動実績」については、昨年度 WG 会合で報告の計画に沿って FRENDY のソース及びマニュアルの整備、公開手続きを完了し、公開後の FRENDY の利用拡大を図るため、パンフレットの公開、IAEA Nuclear Data Newsletter への寄稿、各種国際会合（全 9 件）で FRENDY の紹介をされたことが報告された。
- また、各国の核データ処理コードの開発状況として、これまで精力的に開発を進めてきた中国において、NJOY2016 の公開を機に予算が打ち切れ開発が停滞していること、LLNL の FUDGE は精力的に開発が進められていると報告された。
- 「FRENDY の機能を用いた応用ツール開発」については、「CSV 形式の共分散データを入力として与えることで、ランダムサンプリングに基づき断面積及び核分裂スペクトルに摂動を加えた複数の ACE ファイルを生成、不確かさ評価を行う FRENDY を利用した名大の研究」に基づき、当該機能を FRENDY に組み込んだことが報告された。
- 「ラダー数の違いが輸送計算に与える影響」については、昨年度 WG 会合のコメントをふまえ、モンテカルロ計算のヒストリー数を昨年度検討の 100 倍まで増加させ、統

計誤差を 0.0014%程度まで低減した上で、ラダー数の影響を確認したところ、ラダー数 50 で±0.004%の範囲に収まる程度の影響であることが報告された。

- また、ラダー数の違いが確率テーブルへ与える影響が、どのようなパラメータに対し依存性が強いかなを確認するため、平均共鳴幅と平均共鳴間隔を 0.1 倍から 10 倍した場合の感度サーベイを行った結果が報告され、「平均共鳴間隔が狭くなると、全断面積の確率テーブルの絶対差異が拡大する傾向」が報告された。
- この報告に対し、千葉委員から「平均共鳴間隔が狭くなるに従い断面積の絶対値は大きくなることから、『絶対差異が拡大する傾向』は、当該効果に因る可能性はないか」とコメントあり、多田委員から検討する旨回答された。
- 「FRENDY での B8.0/F3.3 の処理の検証」については、ENDF/B-VIII.0, JEFF-3.3 に対し、NJOY2016.49 と FRENDY の処理結果を比較し、FRENDY に見つかった問題を Ver.1.01.001 で修正、昨年 7 月に公開したことが報告された。
- また、NJOY2016 に確認された問題 (R-matrix limited による ^{40}Ca の MT=103 反応断面積の不備、 ^{11}B を始めとする 22 核種での Precompound fraction distribution の低エネルギー領域での不備等。詳細は <https://www-nds.iaea.org/index-meeting-crp/TM-Nuclear%20Data%20Processing/> 参照) 及び JEFF-3.3 のフォーマット上の不備について IAEA 技術者会合で報告した内容について報告された。
- 加えて、NJOY2012 以降で実装された「MT=600~849 の総和で MT=103~107 を再定義する機能」の整備を FRENDY にて進めており、当該総和とオリジナルの MT=103~107 の値に有意な差異がある核種 (^{58}Co の MT=103、 ^{154}Gd の MT=107 等。何れも ENDF/B-VIII.0 の問題であり、JENDL-4.0 には当該問題なし) が報告された。
- この報告に対し、核データのフォーマット・チェックにおける FRENDY の位置づけ、当該フォーマット不備に対する FRENDY のワーニング出力の抑制可否、無反応を示すための断面積下限値 ($1\text{E}\cdot 30$ 等) の定義値の共通化について議論された。

各機関における核データ処理の現状

- 千葉委員から「CBZLIB と Advanced Bondarenko model」について発表があった。Advanced Bondarenko model は、SRAC 107 群程度の群構造での自己遮蔽効果評価の高精度化を目標とし、エネルギー依存のベル因子、共鳴干渉効果のための R 因子、カレント重み全断面積のための補正因子を導入することで当該目標の達成を指向するものである。これらを実行するための機能が将来的に FRENDY に実装されることへの期待が述べられた。
- エネルギー依存のベル因子を実行するにあたってのサブグループ法や R 因子に依存した f-table を計算可能な TIMS コードについて紹介があり、「上方散乱を考慮しない Flux calculator レベルであれば FRENDY で対応は可能」と多田委員よりコメントがあった。また、カレント重み全断面積を計算するための詳細群ピンセル計算については、

「FRENDY と名大開発 MOC 輸送計算コード GENESIS と連携するのが現実的」と多田委員よりコメントがあった。

- 和田氏（木村委員代理）からは「FRENDY を用いた NCA 解析」について発表があった。BWR 燃料模擬の 9 体系においてボイド率変化を模した臨界実験に対し、JENDL-4.0, ENDF/BVII.1, VIII.0 の公開 ACE ファイルを使用した場合と FRENDY で作成した ACE ファイルを使用した場合の MCNP 解析結果を比較し、FRENDY 作成の $S(\alpha, \beta)$ の利用有無で 0.05%dk 程度の有意な差異が確認された。そこで多田委員からの事前の情報提供、「ENDF/BVII.1, VIII.0 の公開 ACE ファイルは、 $S(\alpha, \beta)$ の NJOY 処理にあたって二次エネルギー・データを使用する IWT=2 のオプションが指定されているが、FRENDY では IWT=0 を指定したためではないか」に従い、FRENDY で IWT=2 を指定し ACE ファイルを作成したところ、ACE ファイル中に不備が確認された。本発表を受け、多田委員にて状況を確認し、別途、WG 各位と情報共有を図ることとなった。
- 遠藤委員からは「ACE ファイルを用いた多群断面積作成機能の開発」について発表があった。ACE ファイルを起点として多群断面積を作成することで、ACE ファイルを作成する過程の核データ処理が共通化され、それ以降の処理の違いのみに着目した検証が可能となる。また、将来的に当該機能を FRENDY へ統合することが計画されていると説明された。特徴としては、核種間の共鳴干渉効果の取り扱い可能な点が説明された。
- 当該機能の FRENDY への取り込みにあたって対応すべき点として、NJOY の GROUPR との比較の必要性や BSD ライセンスのオープンソースが前提となることが多田委員より説明された。また、当該機能に対し、今野委員から「遮蔽解析の観点から非等方散乱のルジャンドル多項式の展開次数として 10 次以上に対応して欲しい」や今野委員、山路委員から「公開する時期の見込みを示して欲しい」が要望として挙げられた（WG 後、「非等方散乱の次数は任意に設定可能」と遠藤委員から回答あり）。
- 今野委員から「ACE ファイルの heating number の負の p-table の原因と対策(2)」について発表があった。本発表は昨年度 WG 会合の発表の追加検討に関するものであり、「NJOY の HEATR 入力において弾性散乱、核分裂反応、捕獲反応の部分 KERMA 係数の計算自体をスキップする」対処法から、より丁寧な対処法として「全反応の核発熱係数と同様、弾性散乱、核分裂、捕獲反応の核発熱係数も運動学的手法で計算するよう NJOY の修正」を行い、妥当な p-table が得られるようになったと説明された。
- また、「heating number の負の p-table」のある ACE ファイルが与えられた場合、Fortran コンパイラの処理の違いによって heat が NaN となる場合と 0 となる場合があり（Fortran 関数 $\max(0.0, NaN)$ の動作結果がコンパイラによって異なるため）、後者については異常が顕在化しにくいことから注意が必要であり、「PHITS にて『負の p-table』が入力された場合には、エラーメッセージを出力して停止する改修を行うべき」と要望したことを説明された。

今後の FREN DY の整備計画について

- 多田委員より、「今後の FREN DY の整備計画について」として、「今年の FREN DY 開発の予定」と「FREN DY 講習会について」の報告が行われた。
- 「今年の FREN DY 開発の予定」は、熱中性子散乱則の多群ライブラリ作成機能の実装を進め、あわせて中性子入射の多群ライブラリ作成機能の整備（名大にて開発中の同機能の FREN DY への統合）を進める計画が示された。JAEA の中期計画では 2021 年度において中性子入射の多群ライブラリ作成機能を備えた FREN DY Ver.2 を公開することが計画されており、2020 年度は Ver.2 公開に向けた FREN DY 整備に注力することになる。昨年度 WG 会合で整備を優先すべきとコメントの出た HEATR 相当機能については前記中期計画の達成に支障のない範囲で優先的に取り組むと報告された。
- 「FREN DY 講習会について」は、本年 4 月に OECD/NEA の JEFF 会合の日程にあわせ、1 日程度の講習会を実施予定であり、本年夏には、定例の PHITS 講習会の日程にあわせ、国内向けの講習会（核データ処理手法の説明も実施）を行う予定が報告された。
- この報告に対し、奥村委員から「欧米では欧米外由来ツールの活用に抵抗感があるように見受けられるが、中国はこのような抵抗感が薄く、またユーザも多いと考えられることから、FREN DY の利用が定着する素地があると期待される。中国での講習会も検討してはどうか」とのコメントが出された。

以上