

## 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：2021年2月9日（火）13:30 - 16:45

場所：オンライン（Cisco WebEx）

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）、木村（東芝 ESS）、辻田（原子力エンジニアリング）、小野（GNF-J）、  
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）、久語（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）、山本（名古屋大学、講師）

議事概要

### FRENDY の開発状況

- 多田委員から FRENDY の開発状況として、「確率テーブルの統計誤差解析機能の開発」及び FRENDY の改良点の報告を含む「FRENDY の最近の活動紹介」、山本講師から「FRENDY/MG の開発」について報告が行われた。
- 「確率テーブルの統計誤差解析機能の開発」については、ラダー数設定の適切性を確認するための指標として、『ビン j に入る確率』と『対応する平均全断面積』の積を対象として、当該値の 1 から i 番目のラダーまでの値を集合とみなした際の統計誤差』を評価し、当該指標がユーザ指定の値を下回るまでラダーを作成する機能について報告された。
- ラダー数を入力する必要がある NJOY では、当該入力の適切性をユーザが核種毎に判断する必要があったが、FRENDY の当該機能によれば、ユーザ指定の許容統計誤差を満たすラダー数が適切に設定され、当該設定ラダー数は、「許容統計誤差を 5%程度とした場合、U-235 で 100 程度、Sr-90 で 1000 超」と核種によって幅があることが報告された。
- 当該報告に対し、遠藤委員から「FRENDY で NJOY の処理法を踏襲したがために顕在化している問題もあると考えられる。（本来の目的に立ち返って）当該処理を見直せば、相当な改善の余地があると考えられる」との見解が示された。
- また、奥村委員から「Sr-90 の特異な傾向については、さらに検討を進める前に、他のライブラリを処理してみることで、評価済み核データライブラリのフォーマット上の

不備に起因した問題でないことを確認しておいた方が良い」との見解や、岩本委員から「本件の核データが与えているような共鳴間隔が広い条件では、現在の核データ処理手法がうまく機能しない可能性があるとも考えられる」との見解が示された。

- 「FRENDYの最近の活動紹介」については、周辺ツールの開発として核データファイルの編集ツール、非分離共鳴領域のサンプリング、ACEファイル中の断面積の作画ツールの整備について報告された。また、GNF-J、北海道大学、名古屋大学の協力により種々の不具合の抽出が為され、当該不具合の抽出と共に、核データ及びFRENDY入力の整合性をチェックする機能の充実化が図られた。これにより、既存のNJOY入力の適切性を検証する手段として、FRENDYを活用することも有用であると報告された。加えて、国内外で講習会を開催し、好評を得たことが報告された。
- 当該報告に対し、今野委員から「核データファイルの編集ツールの利用にあたっては、ファイル入替時の物理的整合性を図る観点からENDFに加えPENDFを合わせて入れ替える必要あり、報告資料の記載も誤解を与えないよう適正化した方が良い」との見解が示された（多田委員より、本会合後、当該変更を加えた資料を再配布済み）。
- また、奥村委員からの「MF=10 (nuclide production data) と MF=3 (reaction cross sections vs energy) の整合性をチェックする機能はあるか」との質問に対し、「現段階では未整備」の旨、多田委員より回答された。なお、本機能については本会合後、多田委員がFRENDYを修正し、当該機能を実装した。加えて「meta-stable核種のIDについて、XSDIRの命名規則としてENDF/B-VIII.0で文書化されたものは公開されているか」との奥村委員の質問に対し、「明確なものは把握できていないが、ENDF/B-VIII.0のACEファイルを確認し、同じ規則となるよう、FRENDYを修正した」と多田委員から回答された。
- 山本講師からの「FRENDY/MGの開発」については、FRENDYが作成したACEファイルを基に多群断面積を作成する機能について報告がされた。FRENDY/MGは複数核種の共鳴干渉効果を明示的に取り扱うことが可能であり、当初計画の全機能の整備を完了している（GENDF出力形式への対応はFRENDY側で多田委員が今後実施予定）。
- 検証は、NJOY2016から作成した172群断面積を比較対象に、軽水炉体系、小型高速炉体系、1/Eスペクトルで縮約した1群断面積を比較することで行われ、ライブラリとしてJENDL-4 -4u, 5α4, ENDF-B7.1, -8.0, JEFF-3.3, TENDL-2019を対象に実施された結果、いずれの核種においても良く一致することが報告された（一部の核種について相対差異が拡大する傾向が見られたが、非分離共鳴領域のNJOY2016との取り扱いの違いや、TENDLにおける負の吸収反応率が1群縮約断面積作成の際、ゼロに近接することで相対差異が拡大するなどの特殊なケースに限られることを確認）。また、PWR体系を対象としたMOC輸送計算を実施し、中性子増倍率、核分裂率分布共に良く一致することが報告された。
- 当該検証作業を通じて、NJOY2016の問題「(複数核種の共鳴干渉効果を明示的に取り

扱うため) 複数背景断面積を指定した際の MATXS 10d ブロックが不正となる」ことが判明し、回避策として当該不具合部分を無効化した NJOY2016 を使用したことが報告された。

- 当該報告に対し、今野委員より、「中性子、ガンマ線結合多群ライブラリ作成機能があることが望ましいが、当該対応可能か」との質問があり、「現時点で FRENDY 作成の ACE ファイル中に当該データがないため対応していないが、将来的に対応は可能と考えられる」と山本講師より回答された。
- また、山路委員より、「flux calculator として非均質体系の取り扱いも可能か」との質問があり、「均質体系のみを取り扱っているが、多核種の同時取り扱いが可能」と山本講師より回答された。加えて FRENDY/MG の入力について山路委員より質問あり、「NJOY で入力が必要な  $\alpha$ ,  $\beta$  等のパラメータの入力は、当該パラメータの影響が限定的であることから設けておらず、シンプルな入力が可能」と回答された。

#### 各機関における核データ処理の現状

- 千葉委員から「北大における核データ処理の現状」について発表があった。当該発表では、FRENDY で作成した PENDF 以降を NJOY99 もしくは NJOY2016 で処理したものと、FRENDY で作成した ACE ファイルを FRENDY/MG で多群断面積まで作成したものを比較するため、超小型高速炉と金属燃料高速炉において臨界性へ与える影響と摂動計算による各群の寄与の分析結果について発表された。
- 超小型高速炉での中性子増倍率は 20pcm 以内で良く一致したが、当該結果中で比較的差異の大きかった体系の各群の寄与を摂動計算で確認したところ、非分離共鳴領域の断面積の差異に起因していることが確認された。また、金属燃料高速炉では実効増倍率で 0.07%、反応度特性でも 0.5% の差異で一致する結果が説明された。
- 当該発表の後、奥村委員より「FRENDY/MG で MF=10 (nuclide production data) は取り扱えるか」との質問に対し、「現状の FRENDY が作成する ACE ファイルに当該情報なく、対応していない」と山本講師より回答された。
- 次に小野委員から「公開核データ処理コードの違いが中性子輸送計算に与える影響評価」について発表があった。当該発表では、MCNP の断面積ライブラリ ACE ファイルとして NJOY 利用のものと FRENDY 利用のものを用いて軽水炉向けの臨界実験解析を対象に解析結果を比較したところ、何れも良く一致することが確認されたと説明された。加えて FRENDY/MG を用いて LANCR 用核データライブラリを作成、9×9 燃料 (A 型) 平行炉心の解析を実施したところ、NJOY 作成の核データライブラリを使用した解析結果と良く一致することが確認されたと説明された。なお、これらの検討を通じて、多田委員から報告のあった FRENDY の不具合抽出が図られたと説明された。当該発表に対し、渡嘉敷委員から「燃料の許認可解析における核データ処理部分の検証について示す有用な材料が得られた点で、本検討は貴重」との見解が示された。

- 次に木村委員から「JENDL5 $\alpha$ 4を用いた東芝臨界実験装置 (NCA) 実験解析」について発表があった。当該発表では、FRENDYによって作成された JENDL5 $\alpha$ 4 の ACE ライブラリを用いて NCA の BWR 燃料体系模擬の臨界実験解析を行い、現行の他の核データライブラリに比べて、C/E が 0.数%dk 程度高めであること、C/E の Gd 棒本数依存性が他のライブラリの傾向と異なる点が説明された。当該発表に対し、多田委員から「Gd-155, 157 のスムーズ領域における断面積が、理論計算モデルの見直しにより現行ライブラリから若干、変更されており、当該差異が原因と考えられる」との見解が示された。
- 最後に渡嘉敷委員から「リアクタ積分テスト WG での多群共分散行列の作成」について発表があった。当該発表では、特定核種に、対象行列となるべきものに非対称要素が確認されたとの説明があった。岩本委員から「対象行列となるべき反応の共分散データの格納フォーマット自体は、対象行列となるべくフォーマット上の制約があるため、核データ側に問題があるとは考えづらい」との見解が示された。なお、本会合後、千葉委員にて同問題が発生する核種の NJOY+njoycovx の結果を確認したところ、同問題の顕在化が確認されなかったことから、同問題は核データ側及び現行 NJOY の問題に起因するものでないと考えられる。

#### 今後の FRENDY の整備計画について

- 多田委員より、「21 年度上期を目途に、FRENDY/MG を組み込んだ FRENDY Ver.2 をリリースすることが目標であり、当該リリースにより、7 ヶ年に渡った JAEA の中期計画が完了する」と説明された。当該説明に対し、奥村委員より、「中期計画最後の年度においては、これまでの成果を取りまとめる作業が中心となることから、現段階で盛り込まれていない機能（例：HEATR 相当の機能）を追加してリリースする対応は現実的でない」との見解が示された。次期中期計画については、今後、JAEA にて策定が本格化することから、次年度委員委嘱後、多田委員より FRENDY の中期計画について WG 各位に共有してもらうこととした。
- 当該策定にあたり、現時点で FRENDY に組み込まれていない機能で、WG 各位にて必要性が高いとの見解が示されたものを、参考として改めて以下に示す（何れも平成 30 年度 WG 会合議事録より抜粋）。
  - アウトカム戦略を意識して（一般ユーザも多い）PHITS 用のライブラリを整備する機能の整備を優先した方が望ましい。
  - HEATR 相当の整備を優先する事で、ACE ファイルの完全性を高めた方が望ましい。
  - HEATR 相当機能を備える NJOY 以外の核データ処理コードは FUDGE のみであり、FRENDY の競争力を早期にアピールする観点でも HEATR 相当の整備を優先するのは有意義。

その他

- 渡嘉敷委員より、「WG 会合配布資料の JENDL 委員会内限定での公開について」、「発表資料の JENDL 委員会内限定での公開は、都度、発表者の同意が得られたもののみを当該公開対象とする前提であれば、許容されると考える」との見解が示された。これに対し、岩本委員から「本件は全面的な公開を意図しているものではない。仮に、全面的な公開としてしまうと、非公開で実施している当会合の議論の幅が狭まれかねないため、公開範囲は JENDL 委員会内に限られる」との見解が示された。奥村委員からの「具体的な当該公開の方法は」との質問に対しては、岩本委員より「各 WG での意見を集約の上、具体的な方法の検討が進められると考える」との見解が示された。

以上