

## JENDL 委員会 Shielding 積分テスト WG 令和3年度第1回会合議事録

1. 日時：令和4年2月16日（水）13：30～17：00

2. 場所：オンライン会合（Webex会合）

3. 出席者：（14名：敬称略、順不同）

大西（海上・港湾・航空技術研究所）、北薊（日立 GE ニュークリア・システムズ）、  
福地（三菱 FBR システムズ）、高田（三菱重工）、山野（特定非営利活動法人放射  
線線量解析ネットワーク）、吉岡、松山（以上、東芝エネルギーシステムズ）、佐  
藤、太田、権（以上、QST）、岩本、前田、松田、今野（以上、JAEA）

4. 配布資料

SI-R3-1 議事次第、令和3年度 Shielding 積分テスト WG メンバー

SI-R3-2 前回議事録

SI-R3-3 JENDL-4.0 ベンチマークレポートの状況

SI-R3-4 放射線輸送計算実践マニュアル作成進捗

SI-R3-5 JENDL-5 の構造材核データ

SI-R3-6 JENDL-5 の NJOY 処理

SI-R3-7 JENDL-5 ベンチマークテスト：Na

SI-R3-8 JENDL-5 ベンチマークテスト：Fe

SI-R3-9 JENDL-5 ベンチマークテスト：Ti

SI-R3-10 JENDL-5 ベンチマークテスト：Cu, Pb

SI-R3-11 JENDL-5 ベンチマークテスト

SI-R3-12 JENDL-5 のベンチマーク論文作成計画

SI-R3-13 JENDL-5 のベンチマークレポート作成計画

SI-R3-14 数 MeV 以上の銅核データの問題：ENDF/B-VIII.0, JEFF-3.3

SI-R3-15 2022年度 JENDL 委員会 Shielding 積分テスト WG 活動案

5. 議事

- 1) 今野委員が資料「SI-R3-3 JENDL-4.0 ベンチマークレポートの状況」を説明。2/15  
に JAEA 出版部署からのコメント対応原稿を提出したので、間もなく JAEA-  
Research 2021-015 として公開される。委員の方には最終確認していただき、修  
正や間違い等があれば、至急連絡をいただきたい。間に合えば修正対応が可能と  
のこと。岩本委員から冊子版を作成するかどうかについての質問があり、今野委  
員からこれまでの計画通り冊子版は作成せず CD 版のみで、WG 委員には CD 版を  
配布する旨の回答があった。
- 2) 今野委員が資料「SI-R3-4 放射線輸送計算実践マニュアル作成進捗」を説明。

JENDL-5 のベンチマーク作業等で時間がとれず、今年度はほとんど対応できなかったもので、R4 年度内の完成を目指したい旨、報告された。

- 3) 岩本委員が資料「SI-R3-5 JENDL-5 の構造材核データ」を説明。JENDL-5 の中性子サブライブラリの特徴、JENDL-5 で改訂された構造材核種の一覧と主な改訂箇所として  $^{23}\text{Na}(n, n')^{23}\text{Na}$  反応断面積、 $^{56}\text{Fe}(n, xn)$  の DDX、 $^{63}\text{Cu}(n, g)^{64}\text{Cu}$  反応断面積、 $^{58}\text{Ni}(n, g)^{59}\text{Ni}$  反応断面積について詳細が報告された。併せて、今後の予定として、共分散データの拡充、共鳴パラメータの改訂について報告された。山野委員から Na の弾性散乱断面積の角度分布をどのように変更されたのかについて質問があり、岩本委員から前方方向の角度分布データを変更し、等方分布に近い分布に変更した旨、回答があった。山野委員から群定数や ACE ファイルの公開方法について質問があり、今野委員から ACE ファイルについては FRENDDY で作成された 20MeV 以下の ACE ファイル（但し、KERMA 係数、DPA 断面積等は入っておらず、輸送計算のみに適用可能）を正式版として 2/14 に公開されていること、R4 年度早々に NJOY も援用して KERMA 係数、DPA 断面積等を有する 200MeV までの ACE ファイルを公開する予定であること、MATXS ファイルは、FRENDDY にガンマ線の処理機能が追加されれば FRENDDY で作成するが、機能追加が間に合わない場合には、NJOY も一部援用して作成する計画である旨、回答があった。福地委員から追加された光子-原子ライブラリの作成方法について質問があり、岩本委員から他ライブラリの最新評価を採用した旨、回答があった。大西委員から光核反応ライブラリの核種数が多い理由について質問があり、岩本委員から以前作成していた JENDL/PD-2016 や 2016.1 で多くの核種が収録されていた旨、回答があった。山野委員から JENDL-5 作成の際に、理研のプロジェクト（Impact 等）の結果の反映方法について質問があり、岩本委員から 20MeV 以上のデータについて理研のプロジェクトの結果を考慮した旨、回答があった。佐藤委員から JENDL-5 の名称について質問があり、岩本委員から JENDL-4.0 の場合、JENDL-4.1 を作成しなかったこと、JENDL-3 以前のバージョンでは例えば JENDL-3 として公開したこと、JENDL-5 の次期版については例えば JENDL-5.1 として公開する等の回答があった。
- 4) 今野委員が資料「SI-R3-6 JENDL-5 の NJOY 処理」を説明。JENDL-5 の中性子入射ファイルを NJOY2016.65 で処理し、ACE ファイルを作成する際に、Ni58 等の acer 処理、Cu63 等の acer 処理、Gd155 等の purr 処理でエラーが発生、これらのエラーの原因を特定し、NJOY2016.65 を修正することで JENDL-5 の中性子入射ファイルを処理できるようにした旨、報告された。山野委員から本発表で紹介された NJOY のエラー対応の情報の取扱いについて質問があり、今野委員から JENDL-5 の 200MeV までの ACE ファイル公開時にこれらの情報も公開する旨、回答があった。
- 5) 山野委員が資料「SI-R3-7 JENDL-5 ベンチマークテスト：Na」を説明。JENDL-5 の Na ベンチマークテストとして JASPER IVFS-IC, IHX-IB 実験を解析し、50keV-

10MeV の中性子スペクトルで JENDL-5 は JENDL-4.0 と比較して遜色ない結果となっており、Bonner Ball レスポンスについては、JENDL-4.0, ENDF/B-VIII.0 と比較して改善されている旨、報告された。福地委員から Na の核データ作成時の調整方法について質問があり、岩本委員から JENDL-5a2 の前方性の大きかった弾性散乱の角度分布のデータを JEFF のデータに変更した結果改善されたことから、光学モデルを用いて計算した前方性が小さい角度分布のデータに変更した旨、回答があった。

- 6) 前田委員が資料「SI-R3-8 JENDL-5 ベンチマークテスト：Fe」を説明。JENDL-5 の Fe ベンチマークテストとして WINFRITH-ASPLIS での鉄実験の解析（平板上のウランコンバータを線源とした時の鉄体系中の反応率、中性子スペクトル解析）を実施し、JENDL-5 で解析した中性子スペクトルは、JENDL-4 での解析と比較して、大きく変わらなかった。反応率は、JENDL-4.0 で解析した結果と比較して、 $^{103}\text{Rh}(n, n')^{103\text{m}}\text{Rh}$  の C/E は 400mm 以上で改善している。一方、 $^{32}\text{S}(n, p)^{32}\text{P}$  の C/E は深くなるにしたがって悪くなっている。 $^{115}\text{In}(n, n')^{115\text{m}}\text{In}$  の C/E はほとんど変わらなかった。 $^{197}\text{Au}(n, g)^{198}\text{Au}$  の C/E は JENDL-4 とほとんど変わらなかったが、Fe の断面積は JENDL-4.0、それ以外を JENDL-5 とした解析結果では、差が大きかった。Fe と Fe 以外の断面積の変化が相殺しているような印象で、今後原因について検討する旨、報告された。岩本委員から、JENDL-5 による解析結果は全体的には良くなっている、微分データを無視して作成することはできない旨、コメントがあった。山野委員からウランコンバータと Fe の間の核種の影響、佐藤委員から  $^{197}\text{Au}(n, g)^{198}\text{Au}$  の反応率の C/E の結果で Fe の表面で C/E が極端に悪いのは後方散乱の影響によることなのかの質問があり、前田委員から Fe 体系への入射データについて、再度確認してみる旨、回答があった。福地委員から金箔の自己遮蔽の考慮について質問があり、前田委員からモデル化した金箔を Tally に設定することで自己遮蔽を考慮している旨、回答があった。反応率の計算の際、ドジメトリーファイルを使用している理由について質問があり、前田委員から JENDL-5 による輸送計算の影響のみを評価するため、ドジメトリーファイルについては変更せず、同じドジメトリーファイルを使用している旨、回答があった。岩本委員から、ドジメトリーファイルは実験データを基にして作成しており、ドジメトリーファイルを使用するのが良い旨、コメントがあった。今野委員から、最新のドジメトリーファイル（IRDF-II）が IAEA から公開されているので、最新のドジメトリーファイルを使用することが望ましい、但し  $^{197}\text{Au}(n, g)^{198}\text{Au}$  の断面積は殆ど同じなので影響はない旨、コメントがあった。
- 7) 太田委員が資料「SI-R3-9 JENDL-5 ベンチマークテスト：Ti」を説明。FNS で行ったチタン積分実験を用いて JENDL-5 のチタン ( $^{46}\text{Ti}$ ,  $^{47}\text{Ti}$ ,  $^{48}\text{Ti}$ ,  $^{49}\text{Ti}$ ,  $^{50}\text{Ti}$ ) のベンチマークテストを実施し、個々の反応の断面積は見直されているが、JENDL-5 を用いた計算値は JENDL-4.0 とほぼ同じ結果を示し、反応率に対する大きな改善は見られない旨、報告された。岩本委員から箔の反応率の C/E の解釈につい

て、体系の厚さ方向で C/E の値が変化する傾向について、C/E の値が 1 に近い方が良いのか、あるいは C/E の変化がフラットな方が良いのかの質問があり、太田委員から C/E の値が 1 に近く、更に C/E の変化についてもフラットであることが望ましいとの回答があった。今野委員から体系表面で C/E が 10%ずれている原因としては、何らかの系統誤差が含まれている可能性があり、C/E の結果に 10%位の誤差が入っていると思っしてほしいとのコメントがあった。

- 8) 権委員が資料「SI-R3-10 JENDL-5 ベンチマークテスト：Cu, Pb」を説明。FNS で行った銅及び鉛積分実験を用いて JENDL-5 の銅 ( $^{63}\text{Cu}$ ,  $^{65}\text{Cu}$ ) 及び鉛 ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ,) のベンチマークテストを実施し、銅の計算値については、Nb, Al, In の反応率の C/E は JENDL-4.0 の C/E と比較して、小さいかほぼ一致、Au, W の反応率の C/E は JENDL-4.0 の C/E と比較して、 $^{63}\text{Cu}$  の捕獲反応断面積の改定により約 10%改善、鉛の計算値については、In の反応率の計算値は JENDL-4.0 より実験値との一致が若干良くなる、他の反応率の計算値は JENDL-4.0 とほぼ同じで、特に低エネルギーに感度を有する反応の反応率は改善していない旨、報告された。岩本委員から Pb-206 については、第 1 励起非弾性散乱断面積を全面的に変更し、共鳴領域については JENDL-4.0 と同じであり、Pb-208 については、非弾性散乱断面積を改良したとのコメントがあった。岩本委員から Cu の核データについては、積分実験結果に合わせるように劇的に核データを変更することは、難しいとのコメントがあった。福地委員から実験手法は太田委員が発表した Ti 積分実験体系と同様だとすると、体系表面での系統誤差についての各々の実験での相違について質問があり、権委員から各々の実験に応じて予め実験体系に関する予備解析を実施し、予備解析結果に基づいて、実験体系を構築しており、各々の実験で実験体系は異なっているため、体系表面での C/E の値も各々の実験ごとに異なっているとの回答があった。
- 9) 今野委員が資料「SI-R3-11 JENDL-5 ベンチマークテスト」を説明。JENDL-5 のベンチマークテストとして QST/TIARA で行われた 40MeV、65MeV 準単色中性子源を用いた鉄遮蔽実験、JAEA/FNS で行った DT 中性子源を用いた鉄実験、阪大 OKTAVIAN で行われた DT 中性子源を用いた TOF 実験の解析を実施し、鉄の計算値は JENDL-4.0 (JENDL-4.0/HE) より良、ENDF/B-VIII.0 や JEFF-3.3 と比べても同等かあるいはそれ以上に良い、チタンの計算値は 1MeV 以下で JENDL-4.0 より良、マンガンの計算値は JENDL-4.0 より良、ニオブの計算値は JENDL-4.0 より若干良、ジルコニウムの計算値は JENDL-4.0 と同程度となる旨、報告された。岩本委員から OKTAVIAN の Mn の中性子スペクトルの解析結果で、0.15MeV 近傍で JENDL-5 の中性子束が大きく異なっている原因について質問があり、今野委員から共鳴領域と非分離共鳴領域との境界による影響で大きく異なっているとの回答があった。佐藤委員から、前田委員が発表した Fe 実験との傾向の違いについて質問があり、今野委員から線源や測定対象の違いによるとの回答があった。
- 10) 今野委員が資料「SI-R3-12 JENDL-5 のベンチマーク論文作成計画」を説明。

JENDL-5 のベンチマークテスト (炉心、遮蔽等) の論文を 4 月末までに原子力学会英文誌へ投稿することを JAEA は計画しており、本日の会合で発表された遮蔽に関するベンチマークテストの結果について執筆をお願いしたい旨、報告された。山野委員から非常に価値の高い論文になると思うので、JNST の Open Access で投稿すべきとのコメントがあり、岩本委員、今野委員から今後検討する旨、回答があった。

- 11) 佐藤委員が資料「SI-R3-13 JENDL-5 のベンチマークレポート作成計画」を説明。JAEA のレポートとしてまとめ、R5 年度中の公開を目指し、荷電粒子や 20MeV 以上のテストも実施することを説明すると共に、目次案を報告した。目次案と執筆担当者案について議論し、3 月末を目処に目次案と執筆担当者を確定することを確認した。
- 12) 権委員が資料「SI-R3-14 数 MeV 以上の銅核データの問題: ENDF/B-VIII.0, JEFF-3-3」を説明。JAEA/FNS の銅実験の解析で、10MeV 以上の中性子に感度を有する  $^{93}\text{Nb}(n, 2n)^{92\text{m}}\text{Nb}$  反応の反応率の計算値を ENDF/B-VIII.0 を用いた計算値が過小評価し、JEFF-3.3 を用いた計算値が過大評価した原因が報告された。山野委員から原因となった  $(n, np)$  反応の断面積の評価値と実験値の比較もすべきとのコメントがあった。
- 13) 佐藤委員が資料「SI-R3-15 2022 年度 JENDL 委員会 Shielding 積分テスト WG 活動」を説明。2022 年度の活動として、JENDL-5 のベンチマークテストの継続及び JENDL-5 のベンチマークテストレポート作成を中心に行うことを確認した。

## 6. その他

来年度も現 WG メンバーは概ね継続することを確認。正式には 4 月以降に、改めて継続の可否について確認する。

以 上