

JENDL 委員会 核データ専門部会 放射化断面積評価 WG

平成 30 年度第 1 回会合議事録

日時：平成 31 年 2 月 27 日（水） 13：30－17：40

場所：日本原子力研究開発機構 東京事務所 第 7 会議室

出席者（敬称略）：尾方智洋（三菱重工）、田山隆一（日立 GE）、杉村直紀（原子力エンジニアリング）、田中健一（エネ総工研）、金政浩（九大）、奥村啓介、松田規宏、中村詔司、国枝賢、岩本信之（以上、JAEA）

配布資料

- H30-A-1 JENDL-5 の開発計画
- H30-A-2 加速器中性子源の放射化反応で製造可能な RI の応用に関する研究
- H30-A-3 放射化放射能評価における不確かさの評価（共分散データの利用）
- H30-A-4 放射化断面積ライブラリに求めること
- H30-A-5 放射化法と質量分析による断面積測定の違い
- H30-A-6 構造材核データ評価に関する IAEA・INDEN について
- H30-A-7 IRDFF-V1.05 と JENDL/AD-2017 との比較
- H30-A-8 平成 30 年度活動報告及び平成 31 年度活動計画（案）
- H30-A-9 放射化断面積評価 WG 発表資料

議事

1. JENDL-5 の開発計画（岩本委員）

資料 H30-A-1 を基に、JENDL-5 の開発計画を報告した。JENDL-5 は、現在の原子力分野における放射性廃棄物の処理処分の最適化、原子炉施設の廃止措置、原子炉の安全性向上等の課題解決に向けた原子力イノベーション創出のための基盤データを目指すことを説明した。そのために放射化断面積ファイルを汎用ライブラリへ統合し、加えて崩壊データの改訂を行う。開発スケジュールについては、2021 年度末に、軽核、メジャーアクチノイド、主要マイナーアクチノイドを改訂し、特に主要構造材核種等の放射化断面積及び共分散データを追加した JENDL-5.0 を公開する予定であることを説明した。

質疑では、短半減期（ミリ秒程度）核種に対する核データ提供の必要性について議論し、核データが無いことによる計算不可では生成がなかったことを示せないため、核データの整備が必要であるとのコメントがあった。核種範囲は、JEFF-3.1/A と同程度で十分であることを確認した。主要構造材核種として、Fe や Ni 等のみならず、コンクリート材の Ca, Si, Al, O の共分散データを含む核データ整備が必要であるとのコ

メントがあった。開発スケジュールについては、2020年までに廃止措置計画認可変更申請が出されることが予想されるが、この申請のための放射エネルギー概算評価にはライブラリの公開が間に合わない。しかし、2025年頃には放射性廃棄物の検認申請が行われることが予想されるため、この作業への利用を目指せるのではないかとのコメントがあった。しきい反応断面積の多群化処理では、しきいエネルギーがずれてしまうため、多群化処理されたファイルの使用には注意が必要であるとのコメントがあった。

2. 加速器中性子源の放射化反応で製造可能な RI の応用に関する研究（金委員）

資料 H30-A-2 を基に、 ^{137}Cs の環境動態を調べるために、代替トレーサーとして、 ^{137}Cs と同様のガンマ線を放出し、半減期の短い ^{132}Cs に着目し、東北大・CYRIC にある重陽子加速器を使った ^{132}Cs の生成実験及び ^{132}Cs の移行実験を紹介した。CYRIC の実験では C(d,n) 反応で得られる中性子を使って、 $^{133}\text{Cs(n,2n)}$ 反応により ^{132}Cs を生成した。この実験では ^{133}Xe の生成も想定していたが、測定されたガンマ線スペクトルには見つからなかったとの説明があった。これはサンプルの密封度の問題である可能性を指摘していた。今後、安定 Cu の生成実験も行う予定であり、ベンチマークに使えないか検討しているとの説明があった。

質疑では、 C(d,n) 反応で得られる中性子スペクトルのピークエネルギーについて質問があり、15MeV 程度であるとの回答があった。JENDL-4.0 の $^{133}\text{Cs(n,2n)}$ 反応断面積を使って推定される ^{132}Cs の生成量は実測値を再現しているかとの質問に対し、概ね再現しているとの回答があった。

3. 放射化放射能評価における不確かさの評価（共分散データの利用）（田中委員）

資料 H30-A-3 を基に、放射能評価における不確かさ評価の必要性を説明した。計算結果に不確かさがあれば、結果に対する信頼性の指標となることや原子力の実務では過度な安全尤度の排除が可能になることを指摘した。中性子のコンクリート深層透過計算におけるコンクリートの骨材組成に由来する中性子束分布の不確かさ評価を行い、骨材に利用された岩石種の違いにより中性子線量感度係数が大きく異なることを示した。また、中性子のコンクリート深層透過計算における ^{28}Si 核データの不確かさの影響評価を、直接法（トータルモンテカルロ法）と摂動法による二つの手法で行っているとの報告があった。JENDL 開発への要望として、原子炉廻りの構造材を構成する中重核種の共分散データ整備や不確かさ評価のために共分散データの利用可能なシステム整備などがあった。

質疑では、物量が多いコンクリート成分核種の共分散データを含む核データを提供することが重要であるとのコメントがあった。直接法と摂動法のどちらを利用しているのかとの質問に対し、摂動法は計算コストが低いため、利用しやすいとの回答があった。今後、ORIGEN を使った放射化計算を実施する予定であるとの説明があった。

4. 放射化断面積ライブラリに求めること（尾方委員）

資料 H30-A-4 を基に、放射化断面積ライブラリの使用状況や使用における問題点、ベンチマークテストについて議論した。廃止措置プラント構造材の放射化評価には基本的に JENDL/A-96 を加えた JENDL-3.3 を利用しており、現行のライブラリセットに十分な実績があるため、最新ライブラリ（JENDL-4.0やJENDL/AD-2017）への移行には消極的であるとの説明があった。ライブラリの使用に関する問題点では、群縮約の際に最適な群構造の確認が必要との問題提起があり、どのような群構造が適切なのか議論した。群を細かくしすぎると計算が収束しないことや統計精度が悪くなるなどの不利点が増大することへの懸念が挙げられた。また反対に、粗すぎると単純化されすぎの可能性等もあり、簡単には良い案が得られなかった。放射化ライブラリに求めることとして、ライブラリが検証データにより検証されていることや規制対応・被曝評価等のために重要核種の断面積データが精度検証されていることなどが挙げられた。放射化ライブラリのベンチマークテストについて議論し、JRR-1,2 や JPDR、東大・弥生炉などのデータが候補として挙げられた。今後、これらのベンチマークテストデータをリストアップし、この中で実際にベンチマークテスト計算が可能なデータの絞り込みを行い、最終的にベンチマークテストを実施するという作業工程を確認した。

5. 放射化法と質量分析による断面積測定の違い（中村委員）

資料 H30-A-5 を基に、放射化法と質量分析法を用いた断面積測定手法の長所と短所を紹介し、質量分析法では安定試料から安定核種を生成する断面積も導出可能であることを説明した。また、不安定試料から不安定核種を生成する断面積についても ^{135}Cs を含む ^{137}Cs 試料を使った測定例を使って説明した。導出された ^{135}Cs の熱捕獲断面積は以前の研究と整合しているが、JENDL-4.0 で計算した共鳴積分値は 25%程度大きくなっていることを指摘した。

質疑では、クリアランス対象核種である $^{108\text{m}}\text{Ag}$ の生成について議論があり、半減期が変わることによってベンチマーク計算との差異が大きくなる可能性があるため、注意する必要があるとのコメントがあった。

6. 放射化断面積評価 WG 発表資料（松田委員）

資料 H30-A-9 を基に、放射能計算コード DCHAIN-SP の崩壊データ更新について報告があった。今回の更新作業では JENDL/DDF-2015 を処理し、コード専用の崩壊データライブラリを作成しており、この処理で見つかった JENDL/DDF-2015 の問題点について説明があった。高エネルギー粒子による核破碎反応で生じる短半減期核種の崩壊データも計算に必要となるため、他ファイルに収録のある核種 (^3He) や未収録の ^4He の追加登録などについて要望があった。また、JENDL/DDF-2015 の収録デ

ータに間違いがある可能性を指摘した。

質疑では、JENDL/DDF-2015 への要望や間違いについては、開発担当者に伝えるとの回答があった。既知の誤りについては、ユーザーの利便性の観点からも情報を公開しておくことが好ましいとのコメントがあった。また、今回の更新作業で新しくなった崩壊データが今後 PHITS の公式版として公開されるかとの質問に対し、公式版として公開予定であるとの回答があった。核データ処理コード FRENDDY の公開が予定されており、このコードへのスムーズな利用のためにも講習会があると良いとのコメントがあった。

7. 平成 30 年度活動報告及び平成 31 年度活動計画（案）（岩本委員）

資料 H30-A-8 を基に、平成 31 年度の活動計画について議論した。本 WG の継続について各委員の意向を確認し賛同を得た。昨年度までの計画を見直し、今後行う予定の無い計画を削除し、各委員の活動予定から新たな計画を立てた。

また、資料 H30-A-6 及び H30-A-7 についても簡単な説明があった。OECD/NEA の WPEC に設置されていた CIELO プロジェクト (SG-40) の後継である INDEN プロジェクトが IAEA 主導で開始されたことを紹介した。CIELO プロジェクトと同様に構造材が評価対象となっていることから、INDEN プロジェクトを活用しつつ、構造材評価を進めていくとの説明があった。また、IAEA で整備された国際ドシメトリ・核融合ファイル IRDFF-v1.05 と JENDL/AD-2017 に収録された反応断面積の比較結果を示した。比較では、IRDFF-v1.05 が必ずしも標準的な断面積を与えているわけではないとの注意があった。

以上