

JENDL 委員会 核データ専門部会 放射化断面積評価 WG

令和 6 年度会合議事録

日時: 令和 7 年 2 月 13 日 (木) 13:30-17:20

場所: オンライン (Zoom)

出席者 (敬称略): 尾方智洋 (三菱重工)、北菌孝太 (日立 GE)、田川寛明 (原子力エンジニアリング)、権セロム (QST)、河内山真美、坂本雅洋、今野力、中村詔司、岩本信之 (以上、JAEA)、深堀智生 (オブザーバー、JAEA)

配布資料

- R6-A-1 埋設事業センターにおける放射能評価計算の取組み
- R6-A-2 JENDL-5 の ORIGEN 用崩壊、核分裂収率ライブラリ改訂
- R6-A-3 炉照射による断面積測定の見通しと今後の計画
- R6-A-4 長期照射ベンチマークについて
- R6-A-5 Sc 同位体の中性子核データ評価
- R5-A-6 令和 6 年度活動報告及び令和 7 年度活動計画

議事

1. 資料 R6-A-1 を基に、河内山委員より埋設事業センターにおける放射能評価計算の取組みが紹介された。放射能インベントリ評価手順の策定の一環として、放射化計算の元素組成設定に関する検討について報告された。元素組成の設定は、学会標準や JNFL の設定に倣って行われており、JAEA の研究炉の元素組成データを用いて、構造材の材質や元素ごとに、元素組成データ (検出値や検出限界値) の数に応じて設定したことが報告された。また、この方法を各原子炉から得られた SUS304 に対して適用した結果について紹介するとともに、ここでは、測定精度の違いにより、検出値よりも大きくなる検出限界値のデータの取扱い等に関する課題についても説明された。また、原子力船「むつ」の放射能インベントリ評価について報告があった。過去に放射能評価が行われているが、今回はコードや核データライブラリを更新し、埋設処分に向けて核種を追加するなどして、放射能評価のための準備を進めていることが紹介された。

質疑では、「保守的な標準偏差とは何か」との質問があり、今回は、十分に分析データがある元素の標準偏差のうち、一番大きな標準偏差を「保守的な標準偏差」として用いているとの回答があった。元素組成のサンプリングについて、一つの試料から複数のサンプリングを行ったのか、それとも、複数の異なる炉からサンプリングしたのか質問があり、複数の異なる炉からサンプリングを行ったとの回答があった。原子炉インベントリ評価で対象となる 170 核種について、どのように選定されたものかとの質問があ

り、ORIGEN2.2 コードの JENDL3.3 ライブラリに収録のある核種のうち、半減期 30 日以上核種であるとの回答があった。

2. 資料 R6-A-2 を基に、今野委員より JENDL-5 から作成した ORIGEN 用崩壊、核分裂収率ライブラリの改訂が報告された。昨年作成した ORIGEN 用核分裂収率ライブラリを利用すると、弥生炉における ^{238}U 高速中性子パルス照射の崩壊熱実験に対する ORIGEN 計算で得られた崩壊熱が実験値を過小評価するとの報告を受けて調査が行われた。当初、JENDL-5 から作成した ORIGEN 用崩壊ライブラリで特殊な崩壊をする核種を除外したことが原因と考え、JENDL-5 崩壊ライブラリに収録されている m2 核種以外の全ての核種を JENDL-5 から作成した ORIGEN 用崩壊ライブラリに入れるよう改訂（それに合わせて核分裂収率ライブラリの核種も追加）したが、改善しなかったことが説明された。次に、JENDL-5 から作成した ORIGEN 用核分裂収率ライブラリを見直したところ、ORIGEN 用核分裂収率ライブラリでは 2MeV のデータを設定する必要があり、このデータとして 0.5MeV と 14MeV のデータから内挿したデータを入れるところを、14MeV のデータを入れていたことが判明したため、修正が行われた。ORIGEN 付属核分裂収率ライブラリで 2MeV データの作成方法が見当たらなかったが、ORIGEN 付属核分裂収率ライブラリ（ENDF/B-VII.0 核分裂収率ライブラリから作成）の 2MeV のデータを ENDF/B-VII.0 核分裂収率ライブラリの 0.5MeV 及び 14MeV のデータと比較したところ、0.5MeV のデータとほぼ一致したことから、JENDL-5 から作成した ORIGEN 用核分裂収率ライブラリの 2MeV のデータとして JENDL-5 核分裂収率ライブラリの 0.5MeV のデータをそのまま採用することにした。この改訂したライブラリを用いて ORIGEN で計算した崩壊熱は、大幅な過小評価が改善し、実験値をやや過小評価しているが、別手法で計算した結果とも整合するので、今回の改訂で問題は無くなったと結論したことが報告された。

質疑では、2MeV の収率データを 0.5MeV と 14MeV から内挿すると 0.5MeV の崩壊熱計算結果より下がり、実験値の再現性が悪くなるのではないかと質問があり、ORIGEN 用核分裂収率ライブラリの 2MeV データは 0.5MeV と 14MeV データを内挿して作っているのではなく、核データの核分裂収率ライブラリの 0.5MeV データを若干修正したデータにしているようなので、JENDL-5 核分裂収率ライブラリの 0.5MeV データを使うことで問題ないとの回答があった。

3. 資料 R6-A-3 を基に、中村委員より前回に引き続き、放射能濃度の基準が設定されている放射性核種の生成断面積に対する実験解析結果が報告された。今回は KUR の黒鉛照射場で行った中性子捕獲反応による ^{59}Fe 、 ^{181}Hf 、 $^{180\text{m}}\text{Hf}$ 、 ^{171}Er 生成断面積の実験値が報告され、JENDL-5 や過去の実験値との比較が示された。さらに現在進行中の $^{166\text{m}}\text{Ho}$ 、 $^{59,63}\text{Ni}$ 、 ^{36}Cl 生成断面積実験の状況が説明された。 $^{166\text{m}}\text{Ho}$ の半減期や $^{59,63}\text{Ni}$ の断面積

導出には、質量分析器を使用する予定であるが、現在、故障しているため（故障箇所は特定済み）、修理され次第測定を進めることが説明された。

質疑では、中性子束の不確かさが 2%程度であるのに対し、 ^{181}Hf の捕獲断面積不確かさが 1%程度となっていた点について質問があり、中性子束の不確かさは、主に検出効率を求めるのに用いた校正線源の不確かさ 1.5%に起因するものであり、その不確かさは断面積導出時に打ち消し合うために断面積の不確かさには直接入らない、との説明があった。 ^{166}Ho の断面積測定において ^{166}Ho の半減期導出を質量分析器で行うのであれば、断面積も導出できるのではないかとの質問があり、クロスチェックとなるので、導出する予定であるとの回答があった。

4. 資料 R6-A-4 を基に、中村委員より長期照射ベンチマークの検討結果が報告された。検討対象を ^{108}Ag と ^{110}Ag の生成とし、1kg の SUS304 に 10mg の銀が含まれる場合に、銀からの燃焼チェーンと生成される周辺核の放射能に対する時間変化が示された。この計算結果との比較のために、今後、JRR-3 で長期照射を検討する予定であることが説明された。また、熱中性子エネルギーでの ^{107}Ag の捕獲反応による ^{108}Ag 生成断面積についても KUR で実験を進め、さらに ^{108}Ag の半減期にはまだバラツキがあるため、照射した試料を質量分析器にかけて ^{107}Ag と ^{108}Ag の同位体比を計測し、半減期も導出する予定であることが紹介された。

質疑では、 ^{108}Ag を対象にした理由の説明で示された JMTR での Be フレームの放射能に対して、Be フレームで ^{108}Ag や ^{137}Cs からの崩壊ガンマ線が検出されており、また放射能計算では ^{108}Ag や ^{60}Co の測定値と計算値が比較されていたが、これらは Be フレームに不純物として含まれていたのかとの質問があり、報告書からは判明しないとの回答があった。それに対し、著者から Be フレームの組成などの情報がもらえないかとのコメントがあった。

5. 資料 R6-A-5 を基に、岩本委員より Sc 同位体の中性子核データ評価結果が報告された。Sc の安定同位体 1 核種 (^{45}Sc) と不安定同位体 4 核種 ($^{44\text{m}},^{46},^{47},^{48}\text{Sc}$) に対して、核反応モデル計算コード CCONE を用いて 200MeV までの整合性のある断面積や測定データの再現性を高めた放射化断面積、反応ごとのガンマ線データを得たことが説明された。

質疑では、ガンマ線データが収録されていない核種について質問があり、原子番号が 20 より小さく、改訂が 30 年程度行われていない核種に収録が無いことが多く、また、核反応モデル計算コード POD で評価した核種には MT3 として反応ごとではなく、まとめて収録されているとの回答があった。次期 JENDL では、すべての核種に対して、ガンマ線データを反応ごとに収録するよう要望があった。

6. 資料 R6-A-6 を基に、岩本委員より令和 7 年度の活動計画案が示された。中村委員より ^{186}W の捕獲断面積が JENDL-5 と異なることが紹介され、この断面積を用いて改訂したデータを権委員へ渡して、FNS 実験データでその効果について確認することが提案された。また、坂本委員が 1F 解析などを踏まえて、合理的な放射化インベントリ評価検討に係る活動等を行うことが提案された。原子力発電所の放射化放射能評価を行っている方を勧誘できるか検討することになった。

以上