

JENDL 委員会・炉定数専門部会・核種生成量および崩壊熱評価 WG

2016 年度第一回会合議事録

(2017.1.14ver.)

日時：2016 年 12 月 12 日（月） 13:30~17:30

場所：日本原子力研究開発機構

東京事務所 第 5 会議室（富国生命ビル 19 階）

出席者（敬称略）：池田一三(三菱 FBR システムズ)、池原正(GNF-J)、尾上昌晃(三菱重工)、親松和浩(愛知淑徳大学)、笹原昭博(電中研)、渡嘉敷幹郎(NFI)、光安岳(日立)、湊太志(JAEA、WG リーダー)、横山賢治(JAEA)、青山卓史(JAEA)、吉井貴(TEPSYS)

オブザーバー：杉村直紀(NEL)、上山洋平(三菱重工)、藤田達也(原子力規制庁)

配布資料

1. 高速炉用オブジェクト統合型解析システムの研究開発（横山）
2. BWR 集合体燃焼計算における共分散データ起源の核種生成不確かさに関する検討（池原）
3. 使用済みの高速炉用 MOX 燃料崩壊熱の評価制度に関する提言、その他（青山）
4. 公開版 JENDL Fission Product Yield 2011 の修正および遅発中性子収率の入射エネルギー依存性（湊）

議事：

1. 事務局報告（湊 WG リーダー）

委員自己紹介がまず行われた。湊 WG リーダーより、現在新しい JENDL 核データライブラリの作成が始まっており、JENDL 崩壊データや収率データの発展に向けて、本 WG で何ができるか提案してほしい旨が各委員に伝えられた。また、JENDL 委員会の新たな専門部会として国際戦略専門部会及び国際戦略 WG が新たに設置されたことが報告された。さらに、片倉委員と吉田委員の退会と、原子力エンジニアリングから田淵氏が新たに委員に加わったことが報告された。

2. SCK・CEN の国際 PIE プロジェクト REGAL の概要（渡嘉敷委員、資料：非公開）

現在 SCK・CEN が中心となって進めている国際 PIE プログラム REGAL の概要が紹介された。そのプログラムでは、1 サイクル程度燃焼後の Gd ロッド（破損により、1 サ

イクル照射後、取出し)において、ペレット径方向の核種分布を分析(EPMA, SIMS)している。計測対象とするペレットとして、軸方向中央部と炉心上部付近の燃焼度分布が急峻に変化する領域を選定しており、それに加え EOL まで燃焼した燃料棒のペレットを対象に、PIE を実施したことが報告された。今後、拡張スコープとして、Se-79, Cl-36, Sn-126 などの分析を行う予定であることが報告された。現段階で、当プログラムへの日本側からの参加機関はないが、プログラム途中からの参加も可能(当プログラム自体は、2020 年頃まで実施)であることが伝えられた。当プログラムへの日本側の要望(分析領域・分析核種の追加の要望など)があれば、採用を検討するとの事が報告された。

質疑応答：

- ・このプログラムの結果が将来的に公開されるかどうか？→不透明である。しかし、燃料の設計データ等は公開対象でないと考えるため、完全なトレース解析は公開データのみを基に行うことはできないと思われる。
- ・拡張スコープで分析対象となっている Se-79, Cl-36, Sn-126 は、何のためにあるのか？→高レベル廃棄物処分(HLW)の観点から重要な核種として分析対象にしたとみられる(のちに渡嘉敷委員によって調べられた)。

3. 汎用炉心解析システム MARBLE の燃焼・崩壊熱計算機能の拡張(横山委員、資料1)

原子力機構で開発が進められている汎用炉心解析システム MARBLE の燃焼・崩壊熱計算機能に関する最近の開発状況が報告された。最新版の MARBLE2 に含まれているチェビシェフ有理関数近似法に基づく燃焼計算ソルバーを利用することで、総和計算法に基づく崩壊熱計算が可能となっており、ORIGEN2 ライブラリから自動生成した燃焼・崩壊チェーンを使って崩壊熱を計算した結果は ORIGEN2 コードによる崩壊熱計算結果をよく再現すること、最新の核データライブラリー JENDL/DDF-2015 や JENDL/FYP-2011 から燃焼・崩壊チェーンを自動生成して崩壊熱を計算した結果は弥生炉で測定された実験結果をよく再現すること等が示された。

質疑応答では、ソルバーにおける燃焼行列の取り扱い方法や、ORIGEN2 コードによる原子数密度の計算結果との一致度、ORIGEN2 の軽水炉用ライブラリの利用可能性、感度解析を用いた核データ起因の不確かさ評価への応用の可能性等について議論が行われた。

4. BWR 集合体燃焼計算における共分散データ起源の核種生成不確かさに関する検討(池原委員、資料2)

本報告では、共分散データが新たに軽水炉燃料の燃焼後組成の不確かさに与える影響評価について議論がなされた。この報告は、以下の3点を背景とするものである：1) 核データの共分散データ整備に関する要望が高まりつつある。2) 商用軽水炉核設計におい

ては、最適評価コードに不確かさを加味することで解析結果に統計的な広がりを取り込む統計的安全評価手法が検討されている。3) その一環として、共分散データを起源とする軽水炉燃料・炉心核特性の不確かさ評価に関する研究成果が近年報じられるようになってきた。

入力となる共分散データソースには JENDL-4.0 と ENDF/B-VII.1 を候補としたことが伝えられた。前者はアクチノイド核種、後者は FP 核種に関し充実していることが指摘されており、本報告ではアクチノイド核種には JENDL-4.0 を、FP 核種には ENDF/B-VII.1 から成る混合共分散データベースが用いられたことが伝えられた。評価対象に NEA 燃焼ベンチマーク Phase III-C(BWR 9×9 格子)問題を選定し、格子計算コード LANCR01 とランダムサンプリング手法を組み合わせることで、燃焼組成不確かさ評価計算が実施した結果について議論がなされた。得られた燃焼組成不確かさは、当該ベンチマーク参加 36 コードの結果のバラつきと同程度であったことが紹介された。このことから燃焼組成不確かさという観点で、現行の共分散データ由来の不確かさの影響は、概ね計算モデル差や核ライブラリ差がもたらす不確かさと同程度の寄与となっていることが示された。一部 FP 核種においては、不確かさの大きさに両者間で有意な差が確認された。これについては、共分散データの改善や、今回のランダムサンプリング計算に FPY や崩壊データの不確かさが考慮されていないこと等、今後の展開に資する議論がなされた。

5. 使用済みの高速炉用 MOX 燃料崩壊熱の評価精度に関する提言（青山委員、資料3）

「常陽」の炉心管理データは国内外の研究機関に公開であること、当該 WG のメンバーであれば所要の手続きを行えば参画可能であること、核データのレビューに「常陽」での評価済み測定データを供出することは原子力機構のミッションに合致することが報告された。当該研究テーマは、特定の高速炉プラントの許認可用に設定されたものでないこと、したがってスケジュールについては期限ありきで設定しないことが各委員に伝えられた。

質疑応答：

・公開されている「常陽」炉心管理計算において、燃焼&崩壊チェーンに JNDC-V2 を用いており、崩壊熱を再現するように最適化されていないことが、湊 WG リーダーより指摘された。TAGS 実験の結果などを加えた JENDL/FPD-2011、FPY-2011 が作成されており、東大弥生炉やオークリッジ国立研究所の崩壊熱測定データ(公開)を再現できる信頼性の高い当該ライブラリを使って炉心管理計算をやり直すことを提案された。本件の対応については、「常陽」MK-II 炉心 35 サイクル分の炉心管理計算をやり直すか、炉心管理計算はそのまま JNDC-V2 を使ったことによる誤差を精度評価に別途積み上げるかのいずれかであり、後者の場合であっても研究価値を損なうものではない。再計算の労力・原資と品質保証も考慮して、現実的な実施策として後者を提案する。

6. 公開版 JENDL Fission Product Yield 2011 の修正および遅発中性子収率の入射エネルギー依存性（湊 WG リーダー、資料 4）

2016 年 9 月に修正を行った JENDL/FPY-2011 に再度誤りがあることが報告された。この問題の主要因は、元となる ENDF/B-VII.1 に掲載されている一部の核分裂収率を JENDL/FPY-2011 変換コードの中で適切に処理していなかったためである。現在、修正ファイルの公開作業が進められていることが各委員に伝えられ、必要であればすぐに新しい収率ファイルを送ることが報告された。

また、遅発中性子の入射中性子エネルギー依存性を、総和計算を用いて調べた研究について報告がなされた。これは、JENDL/FPY-2011 を使った総和計算では、遅発中性子収率がうまく再現されていないため、改善を試みた研究である。核分裂収率のエネルギー依存性は、実験データに基づいた系統式を用いて表し、odd-even 効果を任意に調節することによって実験データを再現できるようになったことが報告された。さらに、最適化された核分裂収率を JENDL/FPY-2011 と比較し、JENDL/FPY-2011 の収率の一部の修正が行われた。その結果、崩壊熱の再現性を損なうことなく、遅発中性子の放射量（実験データ）を再現できるようになったことが示された。

質疑応答：

- ・遅発中性子用核分裂収率の規格化は大丈夫か？→収率合計が 200%になっていること、電荷が保存していることを確認している。
- ・都合の良いように収率を作っているのではないか？→そうならないように JENDL/FPY-2011 と比較を行い、おおそエラーバーの範囲内に収まるようにして遅発中性子を計算している。

7. その他

JENDL 崩壊熱計算について、山本徹氏（原子力規制庁）の研究について紹介がなされた（後日、オブザーバーの藤田氏より資料が湊 WG リーダーに提供されている）。また後日、池田委員より「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン：2015」学会標準を踏まえた V&V, UQ を行うことが提案された。これについては委員の中でまだ承認はされていない。来年度より湊 WG リーダーが 1 年間アメリカへ出張することが伝えられ、来年度の WG の開催について事前に調整を進めておくことが確認された。

以上