

## 総合講演・報告1 「シグマ」調査専門委員会 [核データ部会共催]

## 「シグマ」調査専門委員会 2019、2020 年度活動報告

Activity report of research committee for nuclear data in the fiscal years of 2019 and 2020

## (4) 海外の主要な核データファイルの動向

## (4) Trends of Evaluated Nuclear Data Libraries

\*須山 賢也<sup>1</sup><sup>1</sup>原子力機構

## 1. 海外から見た JENDL、中から見た JEFF

欧州の核データ JEFF の総本山である NEA データバンクでの勤務を終え、本年4月から原子力機構に復帰した。国内で核データ開発の苦勞を間近に見ただけに、赴任中は JENDL が欧州でどれだけ使われているのかを確認したいと思い、JENDL の開発現状について質問される事を期待して JEFF 開発者の会合に出席したのだが、JEFF の開発において JENDL を比較対象としていることがほとんどなく、そればかりか JENDL-4 リリース時に問題となった Eu の中性子捕獲断面積の過大評価がリリース直後に修正されていることすら周知されていなかったのには愕然とさせられた。会合ではその問題はすでに解決されていると発言をしたのだが、JENDL が海外でも広くリファーされるにはまだまだ課題が多いことに変わりはないことを示す一例であった。

核データは NEA データバンクの主要活動の柱の一つであり JEFF はその主要製品である。データバンクは Nuclear Data Week と称した一週間の会合を春と秋の二回開催して関係者の情報交換を行いつつ、JEFF の評価・編纂活動を実施している。現在のターゲットは 2021 年中の JEFF-4 のリリースであり、開発のモチベーションを得るため 2019 年に JEFF ステークホルダー会合を実施した。事務局の努力が実りメーカーや電力会社だけではなく規制機関である ASN や規制機関を支える IRSN までが会合に参加して会合自体は成功したが、その時参加者が示した意見は興味深いものであった。彼らにとって重要な核データはあるにしても核データを変更する強いニーズは無く又使用する核データは必要がなければ変えないと言う立場は鮮明であった。そして、遅発中性子先行核の群数のように伝統的にフォーマットが決まっている場合は変更されても現場では使いようがない場合があることや、規制機関はもちろんそれを支える TSO は特定の核データに縛られているわけではなく、特に研究機関である TSO にとってはどんな核データでも使えるようにしておくことが大切で、IRSN であっても JEFF の使用に縛られているわけでは無いという見解が示された。その上で、仮に核データを変えるならきちんとその理由を解説するドキュメントを残して欲しいというリクエストも示された。欧州では長年に亘って JEF-2.2 が主役にあつて様々な所で使用されているためか、新しい核データを導入することのハードルは高いのだ。大成功したライブラリがあるだけにその後の活動の意味付けに苦しんでいるとも言える。

一方で核データの評価を行う事が出来る専門家の減少、将来的な核データ評価能力の維持に対する危機感も強く示された。JEFF 関係者がどう考えているのかはともかく、現在のデータバンク加盟 28ヶ国のうち JEFF 統括グループ会合に参加しているのは限られた国の 10-15 人程度で、会議で主導権を握って発言をするアクティブな参加者はもっと限られることが欧州においても核データのコミュニティをどうやって維持していくのかが大きな課題になりつつあることを示していないだろうか。

考えてみれば元々核データの分野に多くの専門家がいるわけではない。結果として研究者の入り口である大学において原子力への応用を見据えた核物理と言うか核データの魅力に触れる可能性は低い。そして、かつての高速炉のような核データの改訂に向けた強い必要性を与える対象が無くなっているのが現状なのかもしれない。それであっても私が見た新しく核データの分野に参入してくる若い研究者は誰もが優秀であった。彼ら・彼女らがどう育つかそして育てるかに、JEFF の未来はかかっている。

しかし、核データは変えたくないけども将来的な核データの評価能力を維持出来なくなるのは困るというのはかなり矛盾したニーズである。レベルの差があるとしても JENDL でも同じ状況ではないだろうか。私はここに JEFF と JENDL の協力の接点があるように思っていた。核データの評価に携わる人は核物理に対する深い知識を有するだけでなくその応用先での多様なニーズを理解することが必要である。そういった機会を作りながら優秀な研究者をこの分野に迎え入れ、そして直近のニーズの有無に左右されずこのコミュニティを育てていく必要性は、世界中何処であっても少なくとも日本と欧州では変わりなく有るのだ。その協力の中核に JENDL を置き、JENDL 関係者が JEFF とともに核データのコミュニティを共に育てていくことに力を注ぐことが、最終的には JENDL の未来に繋がると考える。

## 2. JENDL の未来と EXFOR の重要性

JEFF の関係者がそれに気付いているかどうかは別として、開発の自動化と見える化に未来をかけているのが JEFF である。データバンクの計算機上に構築した GitLab をベースに NDEC (Nuclear Data Evaluation Cycle) というシステムによって核データ評価後の Validation の効率化を追求しようとしている。また計算コード TALYS による評価結果の集大成である TENDL を大幅に採用する予定としている。すなわち、コミュニティの縮小を IT 技術と計算能力の向上による自動化と効率化によって乗り越える方向性で活動をしている。

評価の自動化が核データのコミュニティにとって第一優先順位を持つ課題であるとは思えないが、近年の情報技術の進歩と計算機的能力向上が核データの世界に新しい流れを作りつつあることは確かである。NSC/WPEC に将来の評価活動を見据えて EXFOR のフォーマットについて検討するグループが出来たのはその動きの一つだ。それが EXFOR を管轄する IAEA の NRDC から生まれたものではなく EXFOR のユーザーである ENDF 陣営がリードして世界的な核データの評価協力の枠組みである NSC/WPEC の中で行おうとしていることも象徴的だと思って見ていた。

EXFOR にアクセスして格納されたデータを読み出して評価に利用するのは現在でも普通に行われている通常の評価活動である。評価者のツールとしてそういったプロセスをある程度自動化していくことはすでに行われていると思うが、それがさらに進めば評価のプロセス自体が自動化されていくのではないか。その時に AI や機械学習の技術が応用されたらどうなるのだろう。評価者の思考プロセスそのものを取り入れた作業を計算機が自動的に行うようになったら評価の効率が飛躍的に向上するのではないか。その技術を取得したライブラリ陣営が世界に先駆けて現在のライブラリと同等の性能のライブラリを自動的に作る事に成功したら、世界の核データ評価の景色を完全に換え、評価者の作業内容を本質的に変えて次世代のリーダーとなるのかもしれない。専門家が手作業で精緻な分析を行うのが JENDL の強みと考えられているが、そういった新しい技術の導入でレベルの違う評価を行うことにも JENDL のもう一つの未来があるのではないだろうか。

この動きに関連し、EXFOR の重要性を忘れてはならない事を再度指摘したい。核データ測定の重要性は以前から変わらないし、評価の継続性ももちろん認識されている。その二つを繋ぐものは EXFOR である。AI 時代の核データ評価においては入力データを与える信頼度の高いデータに効率的にアクセスできること、評価用の AI システムに最新のデータを素早く与えることが大切になる。我が国はデータバンクを通じて EXFOR に貢献しているが、本稿で指摘した視点に立つてもう一度 EXFOR の現状を確認し、戦略的観点に経って EXFOR の発展に対する方針を考え確実に実行に移していくべきである。

## 3. まとめ

NEA データバンク赴任の経験から世界の核データの現状とそこから見えるもの、感じた事を纏めようと努めてみた。データバンクへの赴任であったため JEFF の様子は中から見たと胸を張って言えるが、ENDF 陣営の動向は中から見たとは言うことはできなかった。セッションに於いて ENDF 陣営に属したことのある方からのインプットがあることに期待している。

---

\*Kenya Suyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency