

NJOY 代替コードの開発の方向性

日本原子力研究開発機構 須山賢也

1. 背景

国産核データの開発と改良に注がれた過去半世紀の努力により、我が国の評価済み核データファイル **JENDL** は世界三大ファイルの一つとしての地位を固めた。筆者の所属するグループで実施している **BWR** 燃料集合体に対する国際燃焼計算ベンチマークの結果を見ても、**JENDL** を使用した結果は他のライブラリと同等である。照射後試験で得られる実測値と比較において、計算値と実験値の差がどの程度になっているかについては未だ検討の余地があるものの、その結果は核データがある一定のレベルに達していることを示している。これは、関係する多くの方々が情熱をもって国産核データを育ててきた成果であろう。

しかし、以前から我が国の炉物理・核データ関係者の中で解決が望まれる重要な問題として取り上げられていた案件があった。それが核データを読み込んで必要な処理を行い、各種計算コードで使用するデータファイルに変換する「核データ処理コード」である。以前は国産の処理システムも存在していたが、現在では米国産の **NJOY** コードがデ・ファクトスタンダードとしての地位を固め広く利用されている。**NJOY** は公開コードであり、それが完璧に動作するのであれば問題にはならない。しかし、**NJOY** が米国の核データ **ENDF** を処理することを主眼に開発されているためなのか、**JENDL** の処理で問題が生じてもそれを修正することの必要性を開発元では感じない様子であって、**JENDL** の処理に必要な **NJOY** に対する修正は決してタイムリーに行われる事は無かった。結果的に、**JENDL** の新バージョンがリリースされる時には核データが処理できないという問題に直面し、処理できたとしても計算結果に問題があり、調べて見たらその根本原因が **NJOY** にあった、という事を繰り返してきた。

決められた核データフォーマットに忠実に保存されているデータを処理できないのであれば、将来の核データの発展の障害になる。さらに、数年前に発生した **MCNP** の配布問題は、広く使用されている公開コードであっても、その開発元の考え次第で配布が停止されることがいとも簡単に起こり得ることを示している。さまざまな問題を抱えつつも使われてきた **NJOY** ではあるが、その存在は世界でほぼ唯一と言える状況にある。**NJOY** を非公開にするという方針が出される可能性も考えると、核データ処理という核データと炉物理の境界にある重要製品の国産化は、まさに喫緊の課題として長きにわたって認知されてきた。

2. 開発の問題点とその克服

そもそも長年にわたって必要性が叫ばれてきた国産核データ処理コードの開発が、なぜ実際の作業に結びつかなかったのか。その理由はいくつかあると思うが、要するに研究予算が大幅に削られ人的資源の補充もままならない状況においても研究成果（論文）が厳しく問われる時代においては、扱いの難しい案件であったことが大きな原因であったように思われる。しかしそれは、関係者、特に研究の方向性を決めるスタッフの考え方と情熱によって、如何様にも克服できるものである。また、ある人は、核データ自体への深い理解がなければ核データ処理システムは出来ない、その開発は簡単な作業ではないのだ、という事を述べ、NJOY で行っている処理の複雑さを説いていた。もしそうだとすると、炉物理関係者だけで核データ処理システムの開発ができないのであれば、核データを熟知した人の力を借り、炉物理と核データの関係者が力を合わせてチームとして対応すれば何とかするのはではないか。そもそも、核データだけあってもその能力を発揮することはできず、また炉物理コードだけがあっても何もできないのだから。すなわち、国産核データ処理システムの開発は、炉物理と核データの枠を越えた組織や人的資源を含む周辺環境の整備がもっとも重要なポイントと考えられる。

機が熟し、国産核データ処理システムの開発にむけた具体的な動きが出たのは、2013 年 2 月 7 日に開催された JENDL 委員会における核データ処理プログラム WG の設置についての趣旨説明とその承認であった。その趣旨説明においては、NJOY に頼り切った核データ処理についての危機感が欧州でも共有されていること、過去数十年間にわたって採用されてきた固定桁数のテキストファイルである核データのフォーマットを全面的に見直し、最新のプログラミング及びデータベース技術に基づいたものに見直す動きが NEA/WPEC を中心に出て来ていることが述べられ、国際的な核データ開発国としてのプレゼンスを確保するためにも、独自の核データ処理コードの保有は必須であることが指摘された。そしてその上で、最新の評価済み核データファイルを遅滞なく可能な限り正確に処理し、炉定数ライブラリを作成することは原子力研究開発に大きな貢献となること、さらに、我が国独自の核データ処理コードを開発することは、諸外国へ JENDL を普及させる時に求められる、核データ評価・処理・利用に関するリーダーシップを持てる人材の育成につながるということが述べられている。

そして、国内の様々な機関のニーズを適切に統合化し、実際の開発に反映させるための司令塔として JENDL 委員会内に「核データ処理プログラム WG」を設置して我が国における核データ処理に対するニーズを汲み上げる体制を構築することが提案された。同時に開発を行う実働部隊として、原子力機構基礎工学部門 核工学・炉工学ユニット内に、炉物

理と核データという分野を越えてシステムの開発を行うタスクフォース¹を設置する事も述べられている。

核データ処理プログラムWGが国内における核データ処理プログラムに対するリクエストを集約する場であるとすれば、原子力基礎工学研究部門内のタスクフォースは実際にコーディングを進める担当者を中心に実務を行う場となる。後者のタスクフォースが様々なグループ員から構成されていることは、核データ処理システムが、核データのみならず利用側の豊富な知識を要求することを示している。まさにこれまで切望されていた体制がJENDL委員会の下に、原子力基礎工学研究部門において構築されたと言える。

3. 開発の現状と今後

核データ処理プログラムWGの第一回会合は、2013年9月24日に原子力機構原子力科学研究所において開催された。そこでは、各メーカー等からの核データ処理システムに対する期待や必要となる機能が提示された。その要求は適宜現在進行しているシステム開発にフィードバックされる。開発の成果は当該WGにおいて報告され、ユーザーと開発側の情報交換の場としての機能を果たしていくこととなる。

現在国産核データ処理コードの開発は順調に行われている。FRENDY(FRom Evaluated Nuclear Data librarY to any application)と呼ばれるそのシステムは、C++を使用して開発されており、2014年度中にMCNPやMVPを含む連続エネルギーモンテカルロコード用ライブラリの作成ができる所までを目標に作業が進行中である。図1にFRENDYで処理したU-235の全断面積の図を示す。NJOYはPENDFファイルに書き出すことを前提に作られており、PENDFファイルでの表示桁数以上に細かくエネルギー点を切ってデータ生成を行っていないことから、そういった制限を設けていないFRENDYと共鳴公式の変わるエネルギー点で0.5%程度の差を生じる場合があるものの、FRENDYは全エネルギー領域でNJOYと同じpoint-wise断面積を算出していることが示されている。2015年度以降は作成された連続エネルギーモンテカルロコード用ライブラリの検証を継続しておこないつつ、多群ライブラリ作成機能の付加が実施される予定である。

すでに書いたように、核データ単体ではその能力を発揮することはできず、また炉物理コードだけがあっても核データがなければ計算を行うことはできない。もちろん、放射線輸送やバックエンド分野など、他にも核データが解析評価に必要な不可欠である分野も存在する。これらの核データに関係するコミュニティの力を結集し、長年の懸案であった国産

¹標準ソフトウェア開発グループ、核データ評価研究グループ、炉物理研究グループ及び核変換工学技術開発グループ員で構成される

核データ処理コードシステムの開発を進めていきたいと考えている。この場を借りて、関係各位のご協力をお願いする次第である。

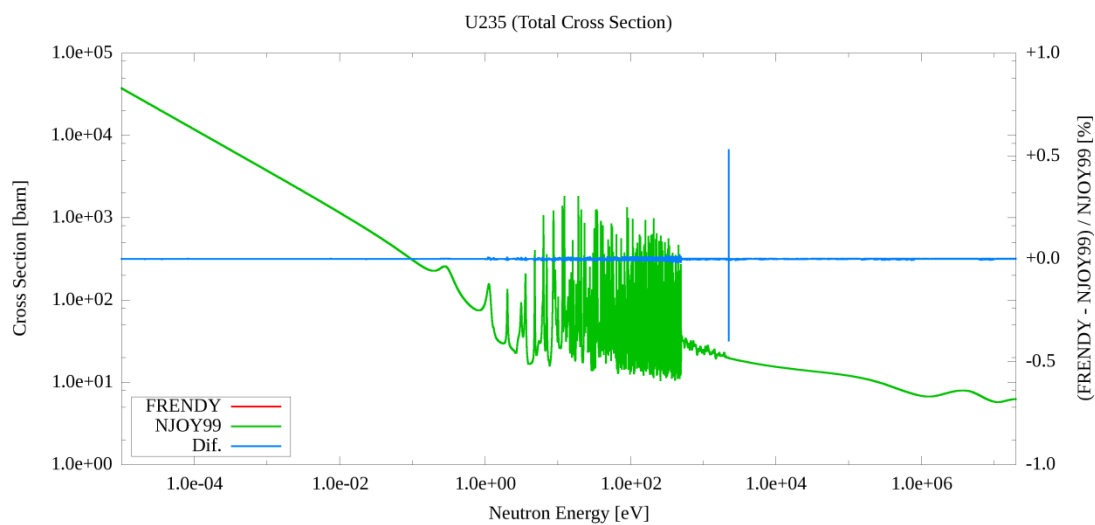


図 1 FRENDDY 及び NJOY で作成された U-235 の全断面積の比較