

企画セッション（「シグマ」特別専門委員会主催、核データ部会共催）

『シグマ』特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告」

(4) 「シグマ」調査専門委員会の活動予定

日本原子力研究開発機構

福島研究開発拠点

深堀 智生

fukahoti.tokio@jaea.go.jp

1. はじめに

いわゆる「シグマ委員会」は、1963年頃日本原子力学会（以下「原子力学会」）の「シグマ」特別専門委員会として発足した。ここで「頃」としたのは、ほぼ同時に発足した日本原子力研究所（原研、当時）の「シグマ研究委員会」と表裏一体の活動をしてきたからである。以下特別に断らない限り、「シグマ委員会」で統一して話を進める。2005年10月のサイクル機構と原研の2法人統合により、原研「シグマ研究委員会」は自然消滅する。以降、シグマ委員会は、核データ部会と協同して活動を継続している。特に原子力以外の分野を含む内外学術機関と連携し、我が国の科学技術開発における今後の核データ活動方針等についての情報交換と俯瞰的な立場からの合意形成に貢献してきた。ちなみに、日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」）では、評価済み核データファイル JENDL 整備のために、2007年に「JENDL 委員会」を発足させている。この後、シグマ委員会 50周年記念行事（原子力学会 2013 年会春の年会@大阪）を経て、現在に至っている。この流れで行くと 2023 年には「還暦」を迎える。

近年、我が国の核データ活動は、従前からの原子炉核特性計算等軽水炉の運用や高速炉・核融合炉の開発といったエネルギー利用のみならず、ImPACT 計画や代理反応のように原子核物理等他分野との協働によって新手法が取り入れられ、画期的な進展が期待されている状況にある。このような近年の実験及び理論計算手法の発展、超並列計算機利用によって、従来は困難であったマイナーアクチノイド（MA）や長寿命核分裂生成物（LLFP）等の放射性核種の核データの測定や精密計算が可能となりつつある。また、シグマ委員会メンバーは宇宙物理や医療用核データの分野においても多大な貢献を行っているが、このような他分野における知見やリクエストは、核データ研究自体に新たな血流をもたらす原動力となっている。

一方、評価済み核データライブラリーの現状は、我が国の JENDL-4.0（2010 年公開）並びに米国の ENDF/B-VIII.0、欧州の JEFF-3.3 等最新の核データファイルが出そろい、次の

改訂版までは、その特徴をどのように示していくか検討している状況にあるといえる。このため、国際的には次期核データフォーマット、共分散と炉定数調整、共同での評価手法の検討、核データ処理コードの更新等、いくつかの新たな方向性を模索し始めている。JENDL はニーズにタイムリーに応じて発展してきた。データベースは、継続的なメンテナンスがなければすぐに古くなってしまふことを考えれば、水面下で足を掻き続ける白鳥のように、「次」を考え続ける必要があると思う。また、JENDL-3 シリーズ終了後、JENDL の作成自体は「原子力機構が主体的に行うべし」という意見もあり、原子力機構以外では一部の大学や研究機関を除いて、ほとんど評価者が育っていない状況となっている。炉物理研究者に関しては、大学にまだ講座として炉物理の看板を上げているところは存在するが、核データに関しては元々「核データ学」という学問は存在せず、原子核物理からのスピノフや、原子核工学科の測定研究を行っている研究室からの人材供給に頼ってきた部分がある。このため、原子力研究開発の最も基礎・基盤的部分に位置する核データの供給に関し、現状はその技術継承及び人材育成に「赤信号」が灯っていると言える。

以上の観点に鑑み、2019 年 4 月「シグマ」特別専門委員会を発展的に改組して「シグマ」調査専門委員会を設置することを決断した。これにともない、世界のグローバルな動向を調査・注視しつつ、我が国の核データ活動に対する大所高所からの俯瞰的検討や原子力学会以外の広い分野の内外学術機関との連絡、情報交換や学際協力体制の構築を行い、我が国の核データ活動の更なる発展に資することをシグマ委員会の設置目的としている。本稿は「総合講演・報告『「シグマ」特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告』」のシリーズとして企画されたものであるが、当日の報告時間は 10 分程度しかなかったため、筆者の若干の「想い」も追加したい。主査の見解として、普遍性を失うことを恐れず、シグマ委員会における今後の活動について述べさせていただきたい。

2. 活動計画

図 1 にシグマ委員会と核データ部会及び原子力機構 JENDL 委員会の関係について、模式的にまとめてみた。シグマ委員会では核データ部会及び JENDL 委員会との連絡を緊密にとりつつ、部会・委員会でカバーできていない以下の調査活動を中心に行う。

- (1) 原子力のみならず核データが関連する原子核物理、宇宙物理、放射線医学など、広く分野を横断する視点から科学技術研究開発の動向及び核データの貢献可能性を調査する。
- (2) 学術的な立場から、核データに係る実験、理論、統計解析手法などについて最新知見の調査を行う。
- (3) 核データに対する要求リストサイトを運用し、広範な分野からのニーズ把握

を恒常的に行う (Task Force on Nuclear Data Request List、TF-NuRL)。

- (4) 核データに関する研究会やセミナーの開催、教科書作成等を通して当該分野の人材育成に貢献する (Task Force on Nuclear Data human Resource Development、TF-HuRD)。
- (5) 核データ整備について、中長期的な視点から課題とその対応を検討し、チェックポイントを検討し、ロードマップとして公表する (Task Force on Nuclear Data activity Road Map、TF-NuRM)。

特に、(3)-(5)については特別にタスクフォース (TF) を設けて、検討を進める。以下、(1)-(3)を調査活動、(4)を戦略的人材育成、(5)を核データロードマップとして、次節以降に紹介する。

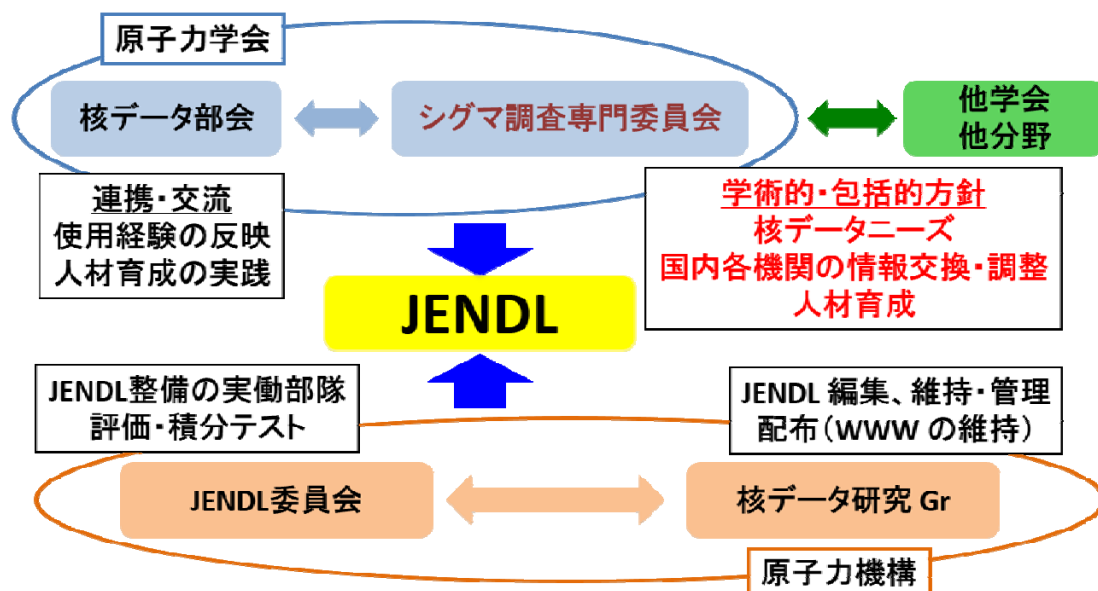


図1 関連委員会との関係

シグマ委員会では、核データ部会、原子力機構の JENDL 委員会との連絡を緊密にとりつつ、部会・委員会でカバーできていない活動を中心に行う。

3. 調査活動

ありきたりであるが、現状想定できる核データのニーズまたは応用先について、筆者なりに図 2 にまとめてみた。ニーズは、慈雨のごとく降り注いでくるものもあれば、力づくで落ちてくるものもある。それらに直接向き合うべきものは評価済核データファイルであるが、その根っこには、実験、理論、評価手法の開発といった地道な核データ研

究活動が必要であるということである。核データの応用先としては、漠としているが分野のみを記載してある。その中にも細かいが実用に近いものから、当該分野の研究者ですら気付いていないものまで、核データのニーズの考え方はさまざまである。また、利用現場ではニーズは明確にあるものの、ニーズを公開してしまうと企業戦略等の機微に触れてしまう場合もあるかもしれない。さらに、実際に使うことを想定すると、たいていの場合初期不良が枯れてしまうまで、さらには次のバージョンが出るまで、そのバージョンを使わないといった選択肢までであると聞き及んでいる。こういった情報を引き出すことは非常に困難であるが、核データ研究者が「うまく」翻訳する等できる限り対応していきたい。このため、「部会・委員会でカバーできていない調査活動」を目指す。原子力関連分野の民間企業や研究機関はもとより、原子力以外の分野を含む内外学術機関と連携し、我が国の科学技術開発における核データニーズについての俯瞰的な立場からの情報交換を可能としたい。

上記の観点で、原子力のみならず核データが関連する原子核物理、宇宙物理、放射線医学など、広く分野を横断する視点から科学技術研究開発の動向及び核データの貢献可能性を調査する。さらに、共通の興味として、学術的な立場から、核データに係る実験、理論、統計解析手法などについて最新知見の調査を行う。これらを集約し、核データ研究者の視点を広げ、ニーズの予測をし、まとめることを念頭に置き、核データに対する要求リストサイトを運用し、広範な分野からのニーズ把握を恒常的に行う。

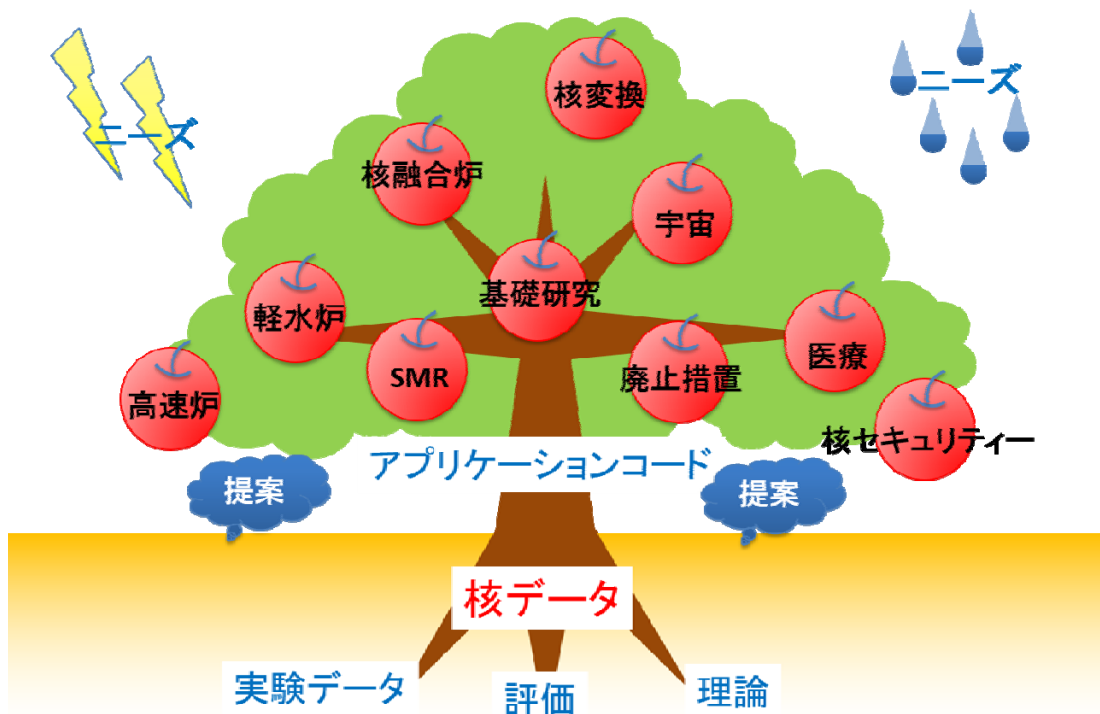


図2 核データのニーズ

4. 戦略的人材育成

核データが共通基盤的なデータベースであるためには、評価済核データライブラリーをその時点でもっとも確からしい核データとして提供することにとどまらず、近い将来に必要とされるであろう核データニーズをある程度先取りした戦略が必要である。ニーズに関しては、3節で述べた調査を有効に活用することにより、考慮することが可能になると思われる。一方、今後を担う次世代のリーダーを育成し、国内的な活動戦略や国際的な発言力の涵養を含む方向性を検討することは重要である。このためには、核データ分野のみならず、関連する核物理及び炉物理分野との連携を考慮しつつ、バランスの取れた人材育成を戦略的に進める必要がある。

核データ整備と核物理及び炉物理分野は、それぞれ微分データ及び積分データで結ばれている。核データの精度は、最終的には測定により取得される実験データによってしか担保されない。ここで、測定データを生産する実験施設及び装置の整備が必要となる。微分データは、核データファイルを整備する上で必要な評価の礎となるものであり、利用可能なデータで核物理モデルのパラメータを決め、それを用いたモデル計算により実験データの無い物理量を推定する。実験結果の利用にあたっては、原著論文に立ち返ることが重要であるが、これを理解するためにも評価者をはじめとする理論的なアプローチを行う研究者は、ある程度の実験の知識が必須であるのは論を待たない。同様に、積分データは、個々の核種だけでなく利用される形の総体としてのバランス（妥当性）を検証するために不可欠であり、今後ますます重要となる「不確かさ」を定量的に示すために実施されるベンチマーク計算に用いられる。とは言え、データだけのつながりではなく、そこには微分的（核物理）及び積分的（炉物理）コードに内包されるモデルに関連する計算手法を通じたフィードバック及び相互のニーズ共有が必要である。核データ利用に関しては炉定数を作成するための核データ処理コードが連携には重要である。処理コードの国産化は業界の悲願であったが、近年、我が国の FRENDY をはじめとして、NJOY のみに依存しない処理コードの開発が各国で活発化していることは心強い。

また、戦略的人材育成のための教科書の検討をシグマ委員会で開始し、ある程度の中間案が策定されつつある。ここでは、一般の方々への理解促進は重要視せず、核データ活動に係る研究者の脇に常にあるハンドブック的なものを目指すことにしたい。上記の観点から核データの教科書について、核データの一般論、核データの測定、核データ評価のための原子核反応理論、核データ評価方法、評価済核データライブラリーと炉定数を含める必要があると考えている。冊子体を必須とせず、Web ベースで常に改訂ができるものを目指したい。また、これを用いたセミナーや核データ研究会との連携等によるチュートリアルも視野に入れて、この教科書の利用を進めていければなおよい。

5. 核データロードマップ

今まで記載してきた調査や戦略的人材育成については、スナップショット的であり、時間軸の考察が不十分であったと思われる。調査はその時点での切り取りにならざるを得ないが、これを元にしたニーズの先取りには、未来予想を付加した考察が不可欠である。これを醸成するためにも、どの時点で、どういう人材が必要になってくるか、作業人員の確保やリーダーの育成といった戦略的な人材育成も時間軸を必要とする。もちろん、どの時点で、どのようなニーズに対応する JENDL を提供するかといったことは当然考える必要はあるが、これはシグマ委員会の任ではなく、原子力機構の JENDL 委員会や核データ研究グループが考えていくべき事項であるので、ここではニーズの予測までに留めることにする。

上記をまとめて、核データ整備について、中長期的な視点から課題とその対応を検討し、チェックポイントを検討し、ロードマップとして公表する。ロードマップの策定に関しては、できる限り若手の意見を反映し、年寄りには微修正や抜け落ちのチェック程度の寄与に留めておいた方が良く考えている。前期までにある程度ブレインストーミングは行われてきたと思われるので、今期はこれを進めて一定の形に取りまとめていただきたい。当然であるが、適切な時期に更新・改訂を施すことは想定するべきであるので、確定版を待つ必要はないと思う。若い人の自由で闊達な希望的観測を存分に展開してもらいたい。まずは「野望」でいいのではないかとも思っている。

6. おわりに

「想い」の方が先走ってしまい、大風呂敷、大言壮語、余談蛇足に陥った感はあるが、2019年4月より活動を開始した「新」シグマ委員会について述べさせていただいた。この号が出るころには、活動期間としてほぼ1年が経過している。少しお尻に火がついていることと思う。上でも言及したが、「核データ学」の講座は大学には存在しないし、戦略的な人材育成やそれを支える調査活動やそのロードマップと少しずつであるが、着実に進めていければよいと思う。シグマ委員会が核データに係る学際的な存在であるためにも、関係各位のご指導、ご鞭撻をお願いしたい。