

シグマ委員会設立 60 周年記念

ー核データ研究へのオールジャパンでの取り組みー
60th Anniversary of Investigation Committee for Nuclear Data
- All Japan Endeavor for Nuclear Data Activities-

(1) シグマ委員会 60 年の歩み

(1) 60 Years of Investigation Committee for Nuclear Data

*深堀 智生

日本原子力研究開発機構

1. はじめに

シグマ委員会の 60 周年にあたり、その歩みを概観する。本発表の多くは、参考文献[1-28]に示された今までのシグマ委員会の歴史的な記述をレビューしたものである。なお、シグマ委員会の詳細な年表は、核データニュース 134 号のシグマ委員会 60 周年記念記事の最後に示される予定である（予稿作成時点）。

中沢正治先生の記述[5]によると「原子力の魅力の原点としての核データがある」。核分裂連鎖反応によるエネルギー発生が原子力のスタートである。原子核的現象をエネルギー生産システムとして実現させる方策として、核分裂現象自身の基本的性質に関する理解のための核データ活動が、原子力の魅力の原点に最も近いところでの仕事となる。核データ活動は核データの生産（測定）、収集・評価、利用という 3 部門に大別され、それぞれ核データの生産者、評価者、利用者が分担する。

設立当初、シグマ委員会は、表裏一体である日本原子力学会（原子力学会）シグマ特別専門委員会と日本原子力研究所（原研）シグマ研究委員会から成り立っていた。「委員会」の語感から感じられる「検討の場」というよりは核データの調査・評価・編集等の実際の作業（測定も加えて以下「核データ活動」と称する）を行っている点が、現在に至るまで、独創的と言える。現在では、原子力学会シグマ調査専門委員会と原子力機構 JENDL 委員会は個別に活動しており、核データ活動の作業の多くは JENDL 委員会が継承している。

2. シグマ委員会の歩み

2-1. 黎明期

1956 年、我が国への軽水炉の導入の検討開始と時期を同じくして、原研が発足する。産業界においてはすでに核データに関する議論が始まっていた。原子力学会の企画委員の諸氏が、シグマ委員会を設置し、原子力平和利用研究委託金を受けるよう提案した。この受け口として、1963 年 2 月 14 日、主査に百田氏、幹事に安、大野、立花、高橋の各氏、委員数 19 名でシグマ専門委員会が発足した。対象とする核データは、中性子反応断面積及び核分裂に関するデータで、原子核物理的な核データと異なることから、「核データ」という言葉を使わずにシグマ委員会（英文名は Japanese Nuclear Data Committee）とした。シグマ委員会の発足当初の目的は、「自分たちの使うデータは納得のいくものを使いたい」及び「核データセンターの設置」であった。

この頃、日本ではデータは収集するもので、生産するものではなかった。このため、核データの収集は外国に依存することになる。1964 年、米国コロンビア大学の Goldstein 氏からシグマ委員会に彼の Card Indexing for Nuclear Data Accumulation (CINDA) への参加の誘いがあった[5]。「指示された論文を所定のフォーマットに従って、カードに記入し、返送するように」と依頼された。この CINDA は、欧州原子力機関 (ENEA) と国際原子力機関 (IAEA) で取り上げられて、後の Computer Index for Nuclear Data (CINDA) へと発展した

*Tokio Fukahori

Japan Atomic Energy Agency.

が、これが国際協力への最初の入口となった。CINDA 発足当時、国によっては採録が杜撰なものと批判があったそうだが、日本の採録は「完璧」との評価だった。

同時期の国際協力体制では、米英カナダによる 3 国原子核断面積委員会 (Tripartite Nuclear Cross Sections Committee、TNCC、1956 年創設) と OECD 傘下の欧州諸国が参加する欧米核データ委員会 (European American Nuclear Data Committee、EANDC) が設立されていた (1963 年)。一方、国際原子力機関 (IAEA) では、同様の意図での国際核データ科学ワーキンググループ (International Nuclear Data Science Working Group、INDSWG) が設立された。1964 に日本が OECD に加盟する。これに伴い EANDC の第 8 回会合 (1965 年) がロスアラモスで開催された際、日本の EANDC への加盟が検討された。この後、第 9 回会合 (英アスコット、1966 年) からメンバーとして参加できるようになった。1964 年第 2 回 INDSWG 会合で ENEA が仏国サクレ研究所で核データ収集センター設置の準備をしていると報告した。報告者の H. Smet 氏 (ENEA) から、散会后、日本にここへの参加を打診された。実際の ENEA 核データ収集センター (現 NEA/Data Bank) への参加は、2 年後の 1966 年 1 月であった。1965 年 EANDC の会合に先立って米国ブルックヘブン国立研究所 (BNL) で EANDC 企画の「中性子断面積データ評価に関するセミナー」が開催された。「核データ評価」という「新しい」概念が研究者の間で共通に認知されるようになった。

シグマ委員会の黎明期には、提供側と利用側の組織的な協力により、高速中性子グループ、共鳴中性子グループ、熱中性子グループの 3 作業グループを設置し作業を始めた。当初、その目標に「日本のシグマ・センターの確立」(役割の想定は、外国のデータセンターとの連絡窓口、国内の測定結果または測定要請の調査、外国から入手したデータの国内配布、独自のデータ収集・整理・評価・計算) を謳った。1966 年には JNDC ニュースを創刊するとともに、日本の測定要求リストを作成した。この頃、核データ評価活動も始まる。核データの収集については国際協力で解決する等、発足 4 年で基礎固めを果たす。

2-2. 発展期

「日本でも専門の核データ研究者 (evaluator) を養成して、彼らの研究の場を作る」ことが提案された。このため、評価を専門とする研究者のグループを創設し、渉外・情報活動とデータの収集・評価とを専門の業務として行うセンター機能を持った組織を確立することが必要だとされた。シグマ委員会の事務局は、原研にあった核物理研究室 (1963 年)、核データ研究室 (1968 年)、原子核データ室 (1976 年、認可組織)、核データセンター (1977 年、改称) と変化し、核データセンターの設置により組織の確立としては、一段落した。

核データセンターの設立の流れは以下のとおりである。1960 年代末ごろからセンター設立に向けた核データ活動の必要性のアピールは進められていた。NAIG、MAPI、日立の 3 社から原研理事長に核データセンター設立要望書提出 (1967 年 7 月 20 日付) されたのを皮切りに、日本原子力学会より科学技術庁原子力局長宛に「核データの収集・整備の機関設立に関する要望書」(1967 年 7 月 25 日付) が提出されるなど、矢継ぎ早に運動された。また、原子力学会会長より原子力委員長宛に「核データ整備の専門機関設置に関する要望書」(1975 年 9 月 12 日付) が出された。さらに、原子力産業新聞 4 面全体に「新たな役割を期待される核データ」掲載 (1974 年 7 月 11 日) され、同 6 面全体に「核データセンターの早期設置を」の原子力学会会長/日本学術会議副会長・伏見康治先生の記事掲載 (1975 年 6 月 19 日) があった。このような努力があり、シグマ委員会設立当初の目的であった「核データセンター設置」が達成された。

核物理及び炉物理両サイドによる JENDL 作成というもう一つの目標に邁進し、JENDL の作成に踏み切ったのは 1973 年である。JENDL-1 は、1974 年から評価作業が開始される (1977 年に完成)。この前、「各国の核データファイル (西独 KEDAK、英 UKNDL、米 ENDF) があるのに、日本で独自に評価済み核データファイルが必要か?」、「外国のライブラリーを手軽に継ぎ合わせて使う方が利口である」という風潮があったようだ。外国ファイルを使って炉定数を作成していたのが実情であり、ここからの指摘だったと思われる。しかし、独自の核データファイルを持たなければ先進諸国は対等に扱ってくれなくなる。現在の日本の立ち位置を考えれば、まさに先見の明であったと言える。すなわち、ENDF/B-V の非公開 (1978 年) である。翌年には、この波紋が広がる。欧州で European-Japanese Nuclear Data File の構想が立ち上がる。これは後の、JEF (1981 年開始) から JEFF につながっていく。すでに、日本は国際的な地位を確立していた。日本では、JENDL-

1 から JENDL-2 へと作業が移り、1982 年に JENDL-2 が完成する（1984 年原子力学会賞特賞受賞）。

1983 年に、シグマ委員会が成人式を迎えると、長期的観点に立って問題をとらえる諮問・調整委員会を設置、核データ研究会を 1984 年から「アジア地域核データセミナー」として開催、特殊目的データファイルの作成開始、核データ普及の視点の獲得等、次々と新しい活動を展開していく。この象徴が、1988 年に水戸で開催された我が国初めての「科学と技術のための核データ国際会議（ND1988）」である。これで、本当の意味で、核データの国際社会で「大人の仲間入り」した時期となった。

2-3. 成熟期

1989 年に JENDL-3 を公開した頃、それまでの評価作業で培われた核データ評価法を利用しやすくするための統合核データ評価システム（INDES）の開発が始まった。どの評価用コードをどんな核物理パラメータセットで評価に利用したか、核種ごとに収集を始めた。今では、これを残すために、核データファイルの冒頭説明の部分（ENDF-6 フォーマットのファイル 1）にこれらを記載するようになっているが、この発想は画期的であった。これが、後の RIPL（Reference Input Parameter Library）であり、IAEA/NDS の CRP として国際協力で活動し、現在まで続いている。

1989 年、JENDL、JEF、ENDF の 3 者が NEANDC の元に置いた作業部会として評価国際協力ワーキングパーティー（WPEC）が創立された。この後すぐ欧米核データ委員会（EANDC）以来 30 年活動してきた NEA 核データ委員会（NEANDC）が、NEA 炉物理委員会（NEACRP）とともに 1991 年末で廃止され、新たに設立された NEA 原子力科学委員会（NEANSC）に吸収された。

1993 年にシグマ委員会は創立 30 周年を迎えた。この後、JENDL-3.2 が完成（1994 年）し、旧ソ連の科学者支援のための国際科学技術センター（ISTC）の設置された頃、核データセンターの web サービス及びシグマ委員会 ML（JNDCmail）が開始された（1995 年）。

2003 年、シグマ委員会は 40 周年を迎える。「自分たちの使うデータは納得のいくものを使いたい」という産業界からの要求の元に利用者と作成者が 40 年にわたって営々と整備してきたのが JENDL である。JENDL-3.3 が完成（2002 年）したことによって、JENDL の一時期が画したと言える。この頃、原子力学会に核データ部会も設立（2000 年）された。長谷川氏はシグマ委員会 40 年記念に当たっての一連の寄稿[6]で「核データファイルにはその時点までの最新の実験データ、使用経験のすべてが蓄積されている。利用者はこのファイルにアクセスするだけで、最先端知見が凝縮されたデータを使用できる」と述べている。これが「素性の分かった」国産の核データを持つ意義である。

2005 年、サイクル機構と原研が統合し、原子力機構が発足した際、シグマ委員会は最大の危機を迎える。原研シグマ研究委員会の廃止及び核データセンターの消滅（研究主体でセンター業務は陰に隠れてしまった）により、原子力学会シグマ特別専門委員会が常置委員会から 2 年毎に延長を申請する普通の特別専門委員会になった。幸い、原研シグマ研究委員会は当時の原子力機構核データ関係者の働きかけで、2006 年 JENDL 委員会として復活することができた。現在のシグマ委員会、核データ部会、JENDL 委員会及び核データ評価研究グループの関係は図 1 のようになっている。

JENDL-5 として JENDL が統合ファイルとして一応の完成を見た現在、JENDL の容量の変遷（図 2）をもとに、その進化を振り返ってみたい。JENDL-1 はおっかなびっくり作成されていた感はあるが、この経験をもとに JENDL-2 は格納核種数を伸ばした。JENDL-3 では、特殊目的ファイルの一つである核融合ファイルの経験を活かし、二重微分断面積の大幅追加により、容量が増えた。JENDL-4 では、誤差データである共分散が多くの核種に与えられ、指数関数的に容量が増えた。ここまでは、他国の主要ファイルとの容量の差はあまりなかった。しかし、JENDL-5 はさらに桁の違う格納容量となっており、他のファイルとの差が大きくなっている。このあたりの理由は、JENDL-5 のレポートに譲るが、JENDL は進化し続けている。

さらに、この間、炉物理における悲願である「自前のフルスケール核データ処理コード FRENDY」が公開された（2019 第 1 版、2022 第 2 版）。関係各位のご努力には大いに感謝したい。これにより、評価屋の断面積と炉物理屋の炉定数が、完全に同じステージに立つことができた。JENDL の商品価値も上がり、普及に弾みがつくと思う。

3. おわりに

シグマ委員会も還暦を迎えたが、まだまだ発展の余地が残されている。国際統一ファイルはまだであるが、個人的には「ユーザニーズに適時に対応できる究極の核データベースとは何か」が、次世代の核データの担い手たちに是非考えてほしい命題である。一方、日本での核データ評価能力を維持出来なければ、世界統一ファイルに対抗出来ないし、究極の核データもおぼつかない。この意味でも、人材の確保と育成は最重要課題である。

参考文献

- [1] 深堀智生、「企画セッション（核データ部会・「シグマ」調査専門委員会共催）「核データ部会 20 年間の歩みとこれからの 20 年」：(2) 核データ部会 20 年に寄せて」、核データニュース、127、20-27 (2020)
- [2] 中嶋龍三、「原子力における核データーその歴史と展望ー」、原子力学会誌, 23[7], 465-469 (1981) .
- [3] 更田豊次郎、「核データセンターの活動」、原子力学会誌, 20[5], 323-328 (1981) .
- [4] 中嶋龍三、「20 周年記念講演：シグマ委員会 20 年を振り返って,1982 年核データ研究会報文集, JAERI-M83-041, 2-8 (1983).
- [5] 中嶋龍三他、「シグマ委員会創立 30 周年記念」、核データニュース, 44, 1-31 (1993).
- [6] 五十嵐信一他、「シグマ委員会創立 40 周年記念」、核データニュース, 74, 1-20 (2003).
- [7] 五十嵐信一他、「シグマ委員会創立 50 周年記念」、核データニュース, 104, 1-34 (2013).
- [8] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1963-1964」、原子力学会誌, 7[5], 248-252 (1965).
- [9] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1965-1966」、原子力学会誌, 9[10], 604-610 (1967).
- [10] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1967-1970」、原子力学会誌, 14[2], 70-78 (1972).
- [11] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1971-1972」、原子力学会誌, 15[12], 832-842 (1973).
- [12] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1973-1974」、原子力学会誌, 17[12], 645-652 (1975).
- [13] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1975-1976」、原子力学会誌, 19[12], 814-821 (1977).
- [14] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1977-1978」、原子力学会誌, 21[11], 840-847 (1979).
- [15] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1979-1980」、原子力学会誌, 24[2], 122-130 (1982).
- [16] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1981-1982」、原子力学会誌, 25[12], 993-1003 (1983).
- [17] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1983-1984」、原子力学会誌, 27[12], 1114-1123 (1985).
- [18] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1985-1986」、原子力学会誌, 29[11], 982-991 (1987).
- [19] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1987-1988」、原子力学会誌, 32[1], 56-64 (1990).
- [20] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1989-1990」、原子力学会誌, 33[12], 1142-1150 (1991).
- [21] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1991-1992」、原子力学会誌, 36[1], 60-67 (1994).
- [22] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1993-1994」、原子力学会誌, 37[12], 1095-1103 (1995).
- [23] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1995-1996」、原子力学会誌, 39[12], 1019-1027 (1997).
- [24] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1997-1998」、原子力学会誌, 41[12], 1213-1221 (1999).
- [25] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 1999-2000」、原子力学会誌, 44[1], 106-114 (2002).
- [26] シグマ委員会、「シグマ委員会 2 年報 2001-2002」、原子力学会誌, 45[12], 808-810 (2003).
- [27] 深堀智生、原田秀郎、石川眞、「第 24 回 OECD/NEA 原子力科学委員会核データ評価国際協力ワーキングパーティ (WPEC) 会合報告」、核データニュース、102、44-65 (2012).
- [28] 深堀智生、原田秀郎、石川眞、「第 25 回 OECD/NEA 原子力科学委員会核データ評価国際協力ワーキングパーティ (WPEC) 会合報告」、核データニュース、105、52-71 (2013).

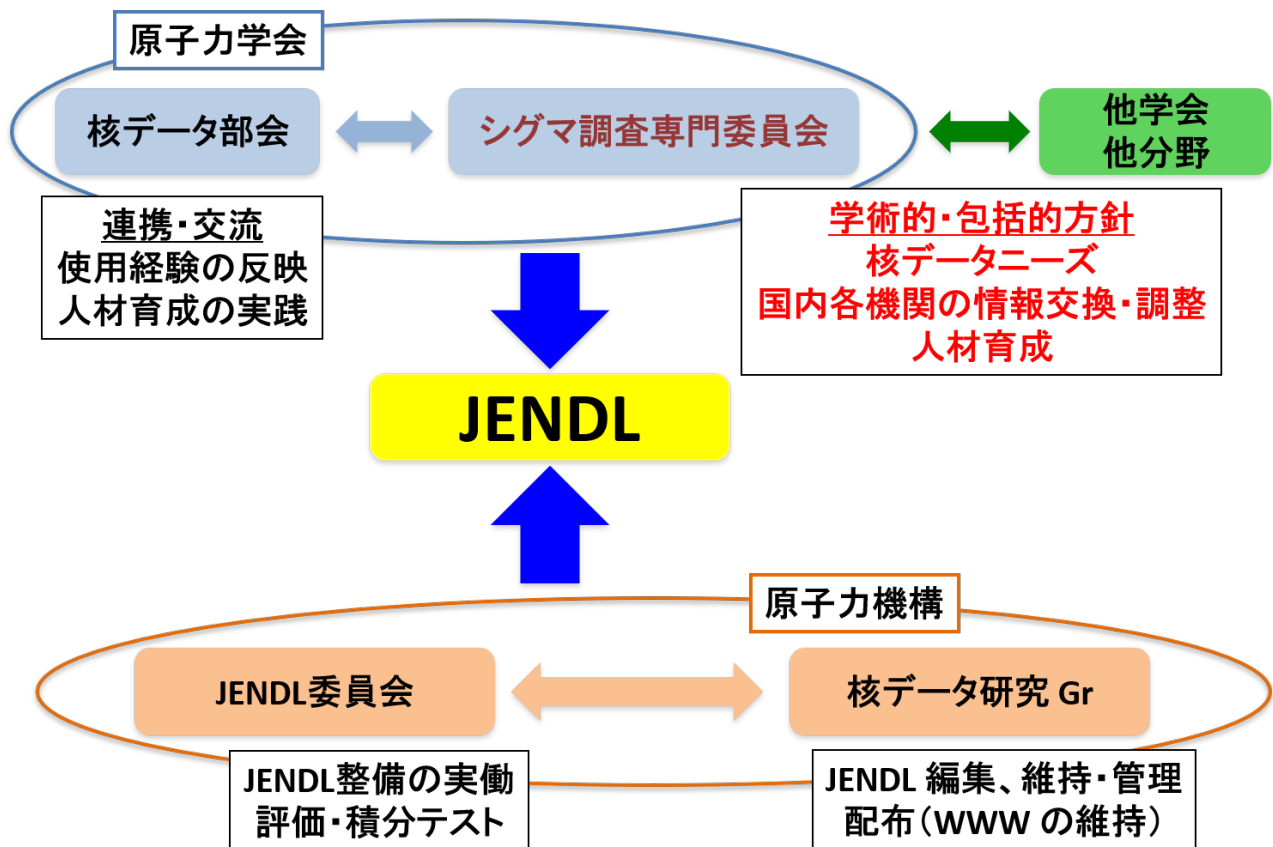


図 1 シグマ調査専門委員会と関連委員会との関係

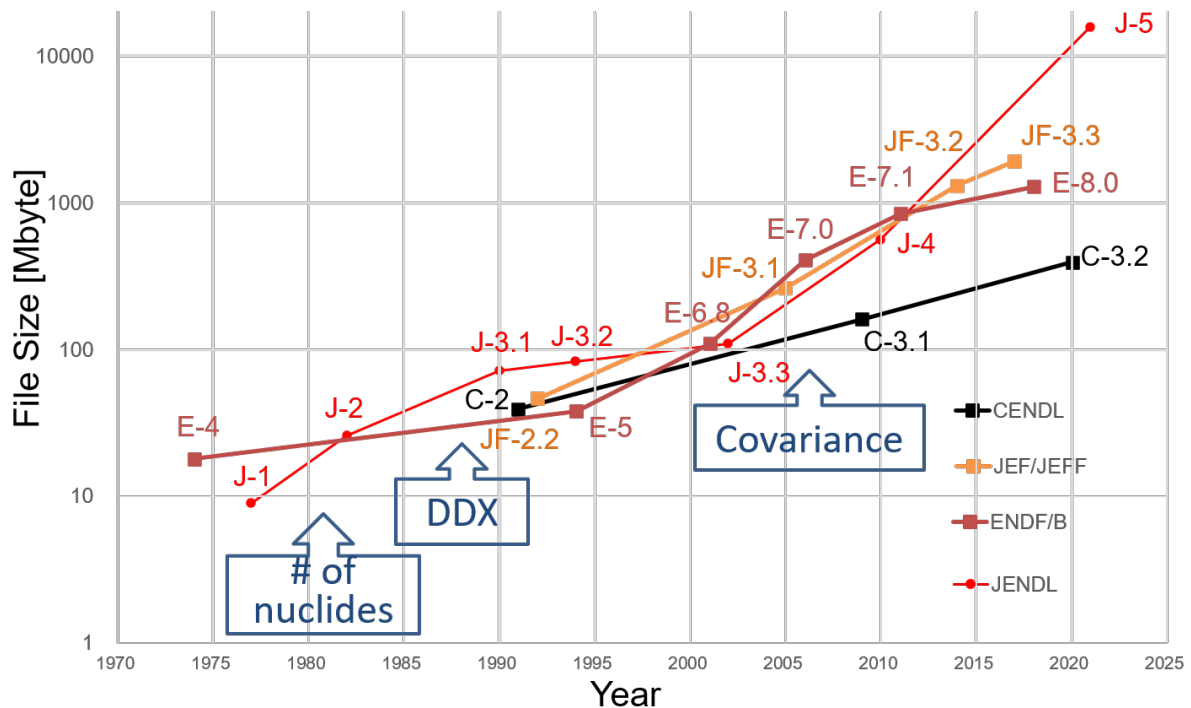


図 2 評価済み核データファイルの変遷