

「核データニュース」、No.44 (1993)

シグマ委員会創立30周年記念

歳歳年年人不同

— シグマ委員会30周年にあたって —

シグマ特別専門委員会主査
(法政大学) 中嶋 龍三

日本原子力学会の「シグマ特別専門委員会」と日本原子力研究所の「シグマ研究委員会」が相継いで呱呱の声をあげたのが1963年の1月から2月にかけてであって、あれからちょうど30年の歳月が流れた。あつという間に過ぎ去った年月というべきか、それとも、よくまあ堪えぬいてきた長い月日と考えるべきかは、それぞれの人の思い出の中身次第であって一概にはなんともいえないが、しかしわが身を振り返るときシグマ委員会創立以来の委員生活が私の人生の半分に垂んとすることには驚かされる。こんなに長いあいだ委員を続けていて果たしてよかったのだろうか？先頃日本の評価済核データ・ライブラリー JENDL-3 をほぼ完成させ、そして今ここに委員会創立30周年の記念すべき年を迎えるにあたって、まず私の脳裡をかすめるのがこのことである。

「年年歳歳花相似 歳歳年年人不同」これは、劉希夷(リュウキイ)(字は廷芝(テイシ))といい、初唐の詩人だということが辞書にでている)が白髪頭を悲しんでいる老人の気持を詠った詩の一部であるが、私のような単純な人間にとっても非常にわかりやすいし、またこの部分だけをとりだしてくると、その時々に応じて適当に解釈できて便利なものだから私はしばしば引用し利用させてもらっている。しかし“適当な解釈”をあれこれ論ずることが今の目的ではない。ここでは「歳歳年年人同じからず」だけを引合いに出すにとどめようと思う。

核データの収集・評価にはたいへん手間暇のかかる作業を伴う。たとえば前の JENDL-2 を完成させて公開したのはシグマ委員会設立20周年の年ではなかったろうか。そのときには、核データの収集・評価ということに対して委員会のワーキング・グループはかなりの経験と基礎資料とを蓄積したと思っていたのだが、それでも JENDL-3 が公開されるまでにかれこれ10年近くの歳月を要した。したがってそのみごとな成果は、まさに非常な忍耐と努力の賜物であるといえよう。最近私は核構造・崩壊データ以外の評価ワーキング・グループには顔を出していないのでとやかく言う資格はないのだが、実は10年ぐらい前まではそれほどでもないと思っていたのに、近頃は年々歳々、新しい息吹を評価ワーキング・グループの活動の中にひしひしと感ずるようになった。それは、とりわけ毎年開かれている核データ研究会の時に痛感させられるのであるが、個人としてであれ、あるいはグループとしてであれ、彼らがけっして昨年までの彼らにとどまることなく、年毎に成長し向上していく姿を見せつけられることがしばしばである。そういう時は、頼もしいと思う

気持ちと負けてはならじという奇立ちの混ざった複雑な心理状態に陥る。しかしそれはそれとして今シグマ委員会の30周年という節目にあたって私は、いつまでも同じままではないこのような新しい活動が、JENDL-3以降のシグマ委員会の大きな推進力となって欲しいと願ってやまない。

いま上で“10年ぐらい前まではそれほどでもないと思っていたのに、近頃は...ひしひしと感ずるようになった”といったのだが、これはある種の相乗効果の結果だといえる。すなわち、ひしひしと感ずるのは私自身であり、その私もまたどんどん向上していく活発な研究者たちと同様、歳歳年年同じではなかったのである。ただ10年ぐらい前までは私自身の変化のベクトルはその向きも大きさも、一緒にワーキング・グループ活動をしていた仲間たちのそれとほとんど同じだったのだが、年齢をとるにしたがって（年齢差は不変なのに）その位相にずれを生じはじめ、その差が年々歳々大きくなってきたのであった。

「歳歳年年我不同」の具体的な例の一つは物を読む速さ（これを読書力とっておく）の低下であって、これは歳々年々目に見えて進行しているようである。私がそのことを痛感するのは大抵翌日の講義の準備をするときであるが、しかし会議で配られる資料や研究会の予稿集などを見て自分の読書力の低下を嘆くこともしばしばである。尤も、読まされるもの（あるいは聞かされる話）の中に QMD とか NEANSC とか、さらにはまた AESJ という類の略語が年々増えていること、また日本語で書いてある（あるいはしゃべっている）ものの中に片仮名単語が歳々多用されるようになってきたことも、私の読書力低下の一因であることは否めない。しかし膨大な量の手間暇のかかる作業をこなさなければならないシグマ委員会の各ワーキング・グループに対して、略語化や片仮名単語化の現象をばやくのは野暮といわれてもやむを得ないことなのかも知れない。

これまで私は、「歳歳年年人不同」をシグマ委員会の個々の委員がそれぞれに向上・発展することに結びつけてきたが、むしろ劉希夷の詠った本来の意味としては、シグマ委員会の使命である核データ評価活動の内容は本質的には変わらないが、それを実行するのに必要な数学や物理学などの発展と斯界の世界的動向とに対処するために、委員はある程度年齢をとったら新しい後継者と交替するものだ、と受けとるべきであろう。この詩人はご丁寧なことに、「歳歳年年人不同」の後に「後を継いだ意気盛んな若者たちよ、引退していく老人をいたわりなさいよ」と付け加える。この付け加えられた部分のことはともかくとして、詩人のいう通り私などはもうとっくに退くべきだったと折にふれて考えていたことだった。最近の世界の政治的および経済的情勢は原子力の開発研究にとって必ずしも好意的ではない。しかしシグマ委員会各ワーキング・グループの中に年々芽生えている新しい戦力は歳々着実に力をつけ、そしてシグマ委員会30年の経歴をふまえてこの厳しい周囲の状況を乗り越えていくものと私は確信している。

シグマ委員会創設の頃 思い出すままに

シグマ委員会初代主査・委員長
百田 光雄

私がシグマ委員会に関係したのは創設の時から1974年(昭和49年)3月までの11年間であるが、その当時の委員会の活動の様子は2年報として原子力学会誌(*)に掲載されている。発足の頃からもう30年という年月がたって、自分としては当時のことは覚えているつもりであっても、いざ筆をとってみると、忘れてしまっていることの多いのに気付く、今更のように時の流れには抗する術の無い事を思い知らされている。委員会の現在の主査の中嶋さんが1982年11月の核データ研究会で「シグマ委員会20年を振り返って」という記念講演をされた。そのテキストが研究会の報告(*)に収録されている。その内容は周到に準備され、含蓄に富み、私は記憶を補い、あるいは正すのに大いに役立たせていただいた。

鉄と針のパンチカード法

わが国で原子力の平和利用の研究が始められたのは1955年(昭和30年)12月原子力基本法が制定された時からである。1956年特殊法人日本原子力研究所が発足し、私はその次の年に同所に入り、原子核物理研究室に配属となった。太平洋戦争の前後の20年近い期間わが国の原子核物理の研究は中絶、或いは禁止されて、空白の状態にあった。研究室に与えられた使命はこの空白をできるだけ早く取り戻すことであった。そのためには先ず第一にその間の諸外国の文献をできるだけ能率よく、数多く目を通さなければならない。その方法として研究室では室員は読んだ論文の要約をカードに記入し、そのカードを全員が共通に利用する事を考えた。カードの選別の方法として当時化学や医学等の研究者の間で広く使われていたパンチカード法を採用する事とした。当世の方々はそのような物を御存知ないだろうが、この方法で使用するカードは周縁に位置をきめて孔があげられており、その孔の一つ一つは選別の対象となる情報の種類の一つ一つに対応つけられている。先日まで鉄道の駅で改札に使われていたような鉄でそのカードの内容に対応した孔の外縁を切り取っておく。カードの束から目指す情報のカードを取り出すには、重ねたカードの所定の孔の所に選別用の針金(これを sorting needle と呼んでいたが)を通して束を持ち上げると、孔の縁を切りとられたカードが束からはずれて落ちるという仕組みである。この企ては一研究室内のささやかなものであり、このような事で欧米との膨大な較差が縮められるとは誰も思わなかったが、他に有効な手段がない以上できる事はやっておこうという気持ちであった。

CINDAへの誘い

それから数年たって、米国コロンビア大学の Goldstein 氏から彼の Card Indexing for Nuclear Data Accumulation (CINDA) に協力しないかという誘いの手紙が来た。その時は、前途に光明が見えた思いで、本当に嬉しかった。これがシグマ委員会の発足の前だったか、後だったか記憶が定かでない。Goldstein 氏は彼の Card box を抱えて東海村にも来たことがあるが、彼のカードはパンチ式ではなかった。Goldstein 氏のネットワークに参加するにあたって、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て返送するよう求められた事がある。いわば Entrance examination といったものである。この時の事を中嶋さんは20年の回想(*2)の中に書いておられるが、原研の核物理研究室の人、私百田を含めて6名と中嶋さんの7名で“実に”半日がかりでその答案作りを行ったのである。当時のわれわれは、中嶋さんを除いて、核データに未だ十分に慣れていなかったもので、私は CINDA カードの記入を勉強の場の一つとする事と、一人では時に見落としをする危険を複数の人の目によって回避する事を考えたのである。第二の点は此の「答案」作りの時に早くも効果を発揮した。「試験」の課題として与えられた論文は0-16の散乱断面積の測定というような題目であったように思うが、その論文の中身には未発表の C-12 の断面積も入っていた。CINDA が目指す文献目録としては新しく発表された核データは総て採録しなければならないわけで、この時は大野善久氏がこのことを指摘され、そのおかげでわれわれは「試験」を無事にパスした次第であった。Goldstein 氏の CINDA は ENEA(*3)と IAEA で取り上げられて、Computer Index for Nuclear DATA となって、世界規模の文献目録に発展した。その発足当初は、国によっては採録がずさんであるとの批判があったようであるが、その中で日本の採録は perfect という評価を受けていた。

国際協力の本舞台へ

今から考えてわれわれは運に恵まれていたようだ。われわれが核データを渴望していた頃、先進諸国では精度、確度などデータの質の向上のほかに、従来よりも遙かに数多い測定点データを得る必要にせまられていた(*4)。アメリカが水爆の実験を行ったのが1954年であるから、それから6年以上たった1960年代の初期にそのような事情があったとは当時のわれわれ、少なくとも私、にはわかっていなかった。この事は電子計算機の発達と係わっていたと考えるが、この間の事情の分析は本稿の締切が迫った今となっては断念せざるを得ない。他日電子計算機の発達の経過に詳しい方に考えて頂きたいものと思っている。

さて海外に於ける核データ分野の国際協力の本題に戻ると、1956年米英カナダの3国によって Tripartite Nuclear Cross-Sections Committee、TNCC が創設され、1963年にはこれが経済協力開発機構 OECD(*5)の傘下の諸国を含む組織ヨーロッパ・アメリカ核

データ委員会 EANDC に拡大された。同じ年の5月この動きと平行して、西側東側とそれ以外の国々の共通の場である IAEA の中に INDSWG (*6) が発足し、わが国はその第1回の会合から参加する事ができた。INDSWG は EANDC によって展開されていた国際協力の活動と同様のことを IAEA の中でも始めようと意図して作られたと推量され、学術的な内容は EANDC の方が上であった。

わが国ではその年(1963年)の2月に既にシグマ委員会が発足していた。この事は国際協力に参加するうえで非常に有益な事であった。

1964年(昭和39年)4月わが国は OECD に加盟した。この時パリに赴いた池田勇人首相はフランスのジャーナリストからトランジスターラジオの販売員などと評判されたようだが、実は後になって考えると、この OECD 加盟がわれわれの核データ活動に非常に有益な効果をもたらしていたのであった。

先に記したように、TNCC はこの前年に OECD 諸国に拡大されて、その名も EANDC となっていた。日本が OECD に加盟したということは日本も EANDC に参加する資格が得られた事になる。EANDC の第8回の会合が Los Alamos で 開かれ、日本を EANDC の一員に加える事の検討がこの会合で行われるから、日本の核データ活動の現況を説明し、日本の意向を述べられる人をオブザーバーとして招きたいという手紙がきた。この時の事は中嶋さんの委員会20年の回顧(*2)の中に記されているが、私にも「第二の Entrance examination」として忘れる事ができない。中嶋さんは当時を「こわごわの時代」といっておられるが、これはその「こわごわ」の象徴的な出来事であった。

私はこの会合のオブザーバーにふさわしい人は中嶋さんを措いてほかにないと考えて、同氏は是非にお願いして、やっとのことで承諾していただいた。中嶋さんは1959年から同62年にかけて、アメリカで K. Way 女史との協同で原子核の構造に関する核データの収集の仕事をして来られた。Way 女史といえば、その方面の世界の草分けであり、同女史の信頼の厚い中嶋さんがわがシグマ委員会の主要メンバーであることを EANDC の人々に知って貰う事がわがシグマ委員会の質を判断するのに最もよい資料を提供する事になると考えたからである。

EANDC の会合に先だって Brookhaven で同委員会企画の「中性子断面積データ評価に関するセミナー」が行われた。その様子は中嶋さんが EANDC の会合の報告と併せて原子力学会誌(*7)に書いておられる。セミナーの表題の核データの「評価」という言葉は今日では殆ど意識されることなく日常的に使われているが、それは従前にはなかった新しい概念であるので、このセミナーの討論を経て、はじめて核データ研究者の間の共通の言葉として認知される事になった。シグマ委員会の発足の前後のころは、われわれは収集と整備という表現を使い、「整備」の中に「評価」の香りを含ませていた。

EANDC では前身の TNCC の構成国であった米英カナダの三国は別格として、一国でパー

マネントの議席を持っているのはフランスとドイツだけであった。その他の国々は回り持ちの議席であった。したがって、中嶋さんが原子力学会誌(*7)に書いておられるように、日本の EANDC への参加について ENEA の運営委員会で多少の反対が予想されたのはそれなりの理由があったわけであるが、幸いに結果は吉と出て、1966年イギリス Ascot で行われた第9回の会合からその活動に参加する事になった。

世界の核データへの access

このように書いてくると、総ての事が如何にも順序よく運ばれたように見えるかもしれないが、実際にはそうではなく、われわれには前途が何もみえず、霧の中を模索している状態であった。PHYSICS TODAY の記事(*4)は当時の事情をわれわれに教えてくれたが、この記事がでたのは1967年であって、“当時”から1年以上、多くは数年たっていた。

ENEA がパリの郊外 Saclay に核データの収集センターを作り始めている事を知ったのは1964年1月にウィーンで行われた INDSWG の第2回会合(*8)に於いてであった。この会合ではアメリカに代表される西側と当時のソビエト連邦のそれぞれに収集されている核データを全面的に交換しようという議題が審議されていた。ソ連の消極的な態度に議場は緊迫した場面があったりしたが、それはそれとして、この議題に関連して ENEA からオブザーバーとして来ていた H. Smets 氏によってこの Saclay センターの件が報告された。会議が散会してから、Smets 氏が私に「日本は近い将来に OECD に加盟する可能性があり、そうなれば、次は今報告された ENEA の核データ収集の活動にも参加できる事になるのだから、ウィーンからの帰途パリの ENEA 本部に立寄らないか」と勧めてくれた。これが日本が OECD に加盟した1964年4月より3か月も前の事であったから、私にははじめて耳にする信じられないようなニュースであった。

パリの ENEA の本部では、データセンター創設の仕事を担当していた部署のヘッドであったペレエ氏と話をした。日本からは欲しいデータは数多くあるが、提供するデータの方は貧弱で、その点が心苦しいと私がいうと、彼は核データの世界では、データの測定を行う側は能力に応じて測定を行い、データを使用する側は必要に応じて分け前を得る事ができるのだ、と説明してくれた。ENEA の側としても日本の加入を望んでいたようで、この時既に日本が加入した場合の分担金の概略の見積まで話してくれた。

ペレエ氏はスウェーデンの人で、今回この稿を書くにあたり私は彼の名前を思い出す事ができなかったが、中嶋さんが調べて教えて下さった。綴は Perrei だったと思うが、確かではないという事であった。この人は飛行機を使わず、大西洋を船で渡るといった話題に富む人だった。数年後に若くして他界した。「能力に応じて・・・、必要に応じて・・・」の文言が第2回の INDSWG 会合の中で用いられたように脚注(*8)の報告には書いてあるが、これは報告の筆者、私の不注意による誤りで、ここに記したように、その会合の後

に訪れた ENEA の本部で、ペレエ氏の口から聞いた言葉である。後の機会に私が INDSWG の議長の Westcott 氏（熱中性子の吸収断面積の g factor で知られた人）との会話の中で、この言葉を引用したところ、同氏は「ほほう、彼がそういったか」と目を丸くしていた。多分その後のソビエト連邦の人達との折衝の中で、同氏もこの言葉を使用したに違いないと私は思っている。

わが国の ENEA 核データ収集センター（現 NEA DATA BANK）への参加は 24 か月後の 1966 年 1 月に実現した。

30 何年か前に準備したパンチ鉄と sorting needle の一揃いは今もわが家のがらくた箱に納まっている筈である。

（1993 年 1 月 16 日）

-
- *1 シグマ委員会、日本原子力学会誌 Vol. 7(No. 5)、pp. 248~252 (1965)、Vol. 9 (No. 10)、pp. 604~610 (1967)、Vol. 14(No. 2)、pp. 70~78 (1972)、Vol. 15 (No. 12)、pp. 832~842 (1973)、Vol. 17(No. 12)、pp. 645~652 (1975)。
 - *2 中嶋 龍三、JAERI-M 83-041、pp. 2~8 (1983)。
 - *3 European Nuclear Energy Agency。OECD の内部組織の一つである。
 - *4 PHYSICS TODAY、Vol. 20 (No. 5)、pp. 35~40 (1967)。
 - *5 Organization for Economic Cooperation and Development。この機構は非共産主義国を対象にしたものであるが、ヨーロッパ諸国に限られたものではない。しかしこの時点では日本はまだ加入していなかった。
 - *6 International Nuclear Data Scientific Working Group。
 - *7 中嶋 龍三、日本原子力学会誌 Vol. 7(No. 7) 383 (1965)。
 - *8 百田 光雄、日本原子力学会誌 Vol. 6(No. 6) 290 (1964)。

炉定数事始めの思い出

(株)日本総合研究所 桂木 學

この2月でシグマ委員会が創立されて30年になるという。今や3代目の核データファイル JENDL-3 が作られ、ベンチマークテストも終了して、一般の使用に供されている由、その間の不断の努力に敬意を表するものである。私も初期の頃からシグマ委員会に所属していたが、表だって活動するようになったのは、1年半遅れて炉定数専門部会の前身である炉定数グループが発足した1965年春からである。そしてシグマ委員会と直接関わりをもったのは、シグマ委員会発足の初期約十年に過ぎない。遠い過去のことであるが、大変充実した日々であったと今でも鮮明に思い出すのである。炉定数作成に関連した技術的事項については既に「核データニュース」に寄稿した¹⁾ので、重複を避けて、活動が始まった当時のグループをめぐる情勢などについて述べることにする。

この頃国内では IBM7090 等(原研では IBM7044)が稼動し始めており、核設計用計算コードは炉物理屋の数年にわたる協力でかなり整備されていた。また軽水炉の導入計画が進み、企業では、軽水炉用のソフトウェアを導入していたようである。しかし、入力データとして使われている炉定数(当時群定数セットをこのように呼んだ)は出典が分からず、出典の明らかな炉定数が欲しいというのが企業側メンバーの切なる要請であった。これはまた世界の炉物理屋の共通の願いでもあり、関連の活動が先進国特にアメリカ、イギリスで活発になろうとしていた。1964年夏からの森田、寺沢、深井3氏の切なる説得に応じて、私は同年暮れ炉定数グループを組織・運営することを引き受け、翌年春シグマ委員会から正式認知が与えられた。このことからメンバーの方々の中には私の立場を雇われマダムの的に理解していた方も多かったように思う。実をいうと企業側メンバーと原研のメンバー特に私とは作りたい炉定数が違っていたのである。

これより先ソ連の宇宙船スプートニクが打ち上げられた頃、嵯峨根先生の御英断で原研は IBM650 の日本1号機を導入することになり原子力用の計算プログラムの開発が始まった。これに国内企業が追随して、競争したり、協力したりしながら主として軽水炉用の計算プログラム開発が始まったのである。開発が本格化し始めた頃、軽水炉導入計画が本格化し、軽水炉はブルーベンであり開発要素はないから原研では手を出すなといわれた。これにより多くは基礎研究へ向かっていった。私たちは高速増殖炉の方が夢が多いと考え、以後高速増殖炉の開発にシフトしていった。炉定数グループ結成の頃、原研では既に高速増殖炉用のソフトウェアの原型を開発し、これを実験炉「常陽」の原型の核設計及び種々の炉物理解析に実用していた。群定数セットとしてはソ連の ABBN セットを使っていたが不満足感があった。せっかく開発した炉物理解析・核設計用の計算プログラムも群定数が無くては画竜点睛を欠くし、日本独自の解析をしたとはいえないと思っていた。一方では、

これらのソフトウェアは原研が進める高速増殖炉の開発計画に企業側の参加を得る条件として企業に供出するよう求められ、今ていう知的財産を無償で提供することの非を訴えたが聞き入れては貰えなかった。私たちは大変悔しい思いをしたが国のためであると我慢したのである。

グループの結成には漕ぎ付けたものの、どうすればよいかさっぱりわからなかった。準備段階を含め1年間の討論の結果も何ら方向が決まらず、グループは五里霧中をさまよう状態であった。炉定数の概念すらコンセンサスが無く、学会での論争のテーマであった。世界的にも混迷の状態であり、中には誤差が大きくなって実用には供し得ない概念もはびこっていたのである。メンバーめいめいが関心をもつ炉定数が念頭にあり、原研のなかでもイメージは一致しなかった。今では常識となったが核データファイルの概念もなかなか理解が得られなかった。計算プログラムを使って炉定数を作るプロセスがイメージとして湧いてこなかったためと思う。核データファイルにもお手本はなかったし、討論してもイメージが湧くわけはなかった。このようにしていたずらに時間を空費するに過ぎなかった。しかしいろいろの情報を入手し内容を消化していたのである。

不利な材料ばかりではなかった。原研では臨界集合体 F C A を建設中であり、私たちはこれによって20年に近い日本と欧米との炉物理の格差が大幅に縮まるものと期待していた。今でも変わらないと思うが、ソフトウェアシステムの効用を理解して貰うには、百の議論をするよりも、実際に作ってデザインした通りに目的の結果が得られることを実物で示す方が効率がよい。1965年夏にホーネック氏より ENDF/A フォーマットの文献を贈られた時、一度炉定数を作る経験をした方が具体性のある議論ができる、本当に目的とする炉定数作成は第2段階として考える方がよいと考えたのである。当面一番簡単な MUFT 型炉定数を作るのがやさしいと思われるから、そのようにすることとし、取り敢えず必要な炉定数処理用プログラムの仕様を書いて、プログラム作成を外注したのが1965年秋であった。何らかの決断を下すことが必要な時が迫っていた。

原研側メンバーの大部分は軽水炉の炉定数を作るといっても動かないであろうと思われた。また単にそのようなものを作っても原研で使われないものが外で本格的に使われるとも思われなかった。グループを動かす動機が必要だったのである。幸い1966年春、原研 JPDR から軽水炉設計に必要な炉定数セットが必要であるから早急に作って欲しいとの要請が出され、集中作業に必要な旅費、アルバイト賃金等の運営費を提供されたので、これに便乗し、百田先生の御了解とグループの賛同を得て、炉定数作成のための集中作業が発足したのである。企業側メンバーには A/W (Aldermaston/Winfrith) のデータの検討及びその修正、欠落箇所の補充及び処理用ファイルへの収納をお願いし、処理プログラムの仕上げと炉定数作成を原研で担当した。このようにしてわが国での炉定数作成のプロセスがプロフェッショナルな仕事として始まったのである。この集中作業が終わって報告書執

筆に取り掛かり最初の原稿ができた頃、私は報告書の完成を坂田肇氏に依頼して英国に出发したが、報告書は1969年秋に印刷の運びとなった。

高速増殖炉用の炉定数作成は原研の最も注力したい業務であった。1966年夏、上述の軽水炉用炉定数の作業と平行して、処理用プログラムの作成が始まっていた。この頃炉定数グループのなかで、高速炉用炉定数の作成を呼び掛けたのであるがあまりはかばかしい反応は得られなかった。私が帰国しもとの職場に復帰した1968年から高速炉用炉定数作成が本格化することになった。企業側のメンバーの方からはやはり強力な支持を得ることにはならなかった。丁度、高速実験炉のプロジェクトが原研から動燃事業団に移された後で、原研は高速増殖炉の炉物理とナトリウム技術以外はやらないという方針が決まっていた。炉定数を開発することによる設計へのフィードバックを心配されたのであろうか、炉物理は炉設計とはライバル的關係にあると誤解されたのであろうか。大変寂しい思いをしたことを覚えている。

さて高速増殖炉用炉定数は先進諸国との対抗上最も進んだ基本原理を集大成し、オリジナルな概念を加えて作らなければならない。このためには多くの計算プログラムを開発し、その機能を実証し、その正当性を世界に公知のものとしなければならない。このためには多額のプログラム開発費と膨大なコンピュータ時間が必要であった。正規の手続きで得られる資金のほかに、不足する数千万円をどうやって調達するかが問題であった。企業に供出したために国内ではほとんど公開に等しくなったFBR用計算プログラムをIBMに提供し商売に利用することを認める代わりに、プログラム開発に伴うコンピュータタイムを提供させるという方法が有ったのである。運がよかったというほか無い。

聞けば JENDL-3 は積分実験によるベンチマークテストによると大変よい性能を持っているそうである。しかしこのことはまた核データにどこか正しくないところがあることを意味している。ただこのことを確認するためには、炉定数の仕組みを一層進歩させ、それに対応した炉物理解析・核設計用計算プログラムの開発と多くの実証計算が必要である。しかしその機会は失われつつある。

旧制五高生として勤労働員中、長崎の三菱重工立神造船所で原子爆弾の洗礼を浴びて、いつかこれを役に立てたいと思って以来の原子力との付き合いであるが、昨年末、フェルミによる核分裂連鎖反応制御50周年を迎えた。正に光陰矢のごとく過ぎてしまったという思いがする。今や高速増殖炉の夢は本当の夢になりそうな情勢にある。今後核データファイルの効用を示すような場が果たして与えられるのであろうか。もう一度シグマ委員会の存在感を示すような高性能の高速増殖炉開発を推進することができたらと願うこのごろである。

1) 炉定数専門部会創生の思い出：本紙 No. 27、1987年2月

「Festina Lente (ゆっくり急げ)」

(コンピュータソフト開発(株)) 岩城 利夫

どういった理由からか、この特集号につたない文を書く羽目になりました。私自身としてはシグマ委員会はもちろん核設計の仕事からもずっと遠ざかってしまいましたが、ごく最近会社の若い人が原子炉の設計計算をする際核データセンターから JENDL データライブラリーを入手し群定数を作成していました。MUFT、SOFOCATE の様な群定数作成コードに入力する断面積ライブラリーの入手に苦勞した 30 年くらい昔と思い比べて、核設計も随分変わったものだと思心しました。これまでのシグマ委員会ならびに核データセンターの皆様の努力に感謝の念を捧げます。私は約 3 年半前に三菱原子力工業を定年退職し、現在はコンピュータソフト開発(株)でヒューマンファクター関係の仕事をしております。原子力、航空機、化学工業等での安全を維持向上させるには、機器・設備面での改善だけでなく、運転員、操縦士等の信頼性が大切であることは過去に起こった事件や事故から明らかです。ところが人間信頼性に関するデータは一般的に乏しく、ヒューマンファクターに関連する問題の解決を困難にしております。やや強引な類推であるが、ヒューマンファクター問題は、まだ断面積ライブラリーから群定数(炉定数)の作成方法もわからず、積分実験からの実効断面積を利用していた頃の群定数(炉定数)問題にたとえることができるでしょう。群定数(炉定数)はその体系(のエネルギースペクトル)依存であるように、人間信頼性のパフォーマンスもそのシステムや環境に依存しています。ただし、ヒューマンファクター問題においては、一般にシステムおよび環境ともに複雑であり、解析するのが容易ではありません。

次に、理論モデルの比較に移ると、両分野の違いは明瞭になります。原子炉の場合には、中性子拡散方程式または輸送方程式がほとんどの場合適用可能であるのに対して、ヒューマンファクターの場合人間側とシステム/環境との相互作用が十分解明されておらず、マン・マシンやマン・システム間のインターフェースも複雑である。さらに、個人としてだけでなく、チームやクルー等の人間集団の相互作用、社会的インターフェースについても考慮する必要があります。もちろん、フィードバックも必要であり、この点からは静的モデルよりも動的モデルの方がもっといろいろと比較できるかも知れません。

この群定数(炉定数)作成に対応するヒューマンファクター部分には人間の情報処理の理論モデルを当てはめてみましょう。まだ完成されたものはないが、生理学、心理学(特に認知心理学)、人工知能等の知見にもとづき研究開発が進められており、その代表的なモデルは次ページの図 1 にしめすようなものです。

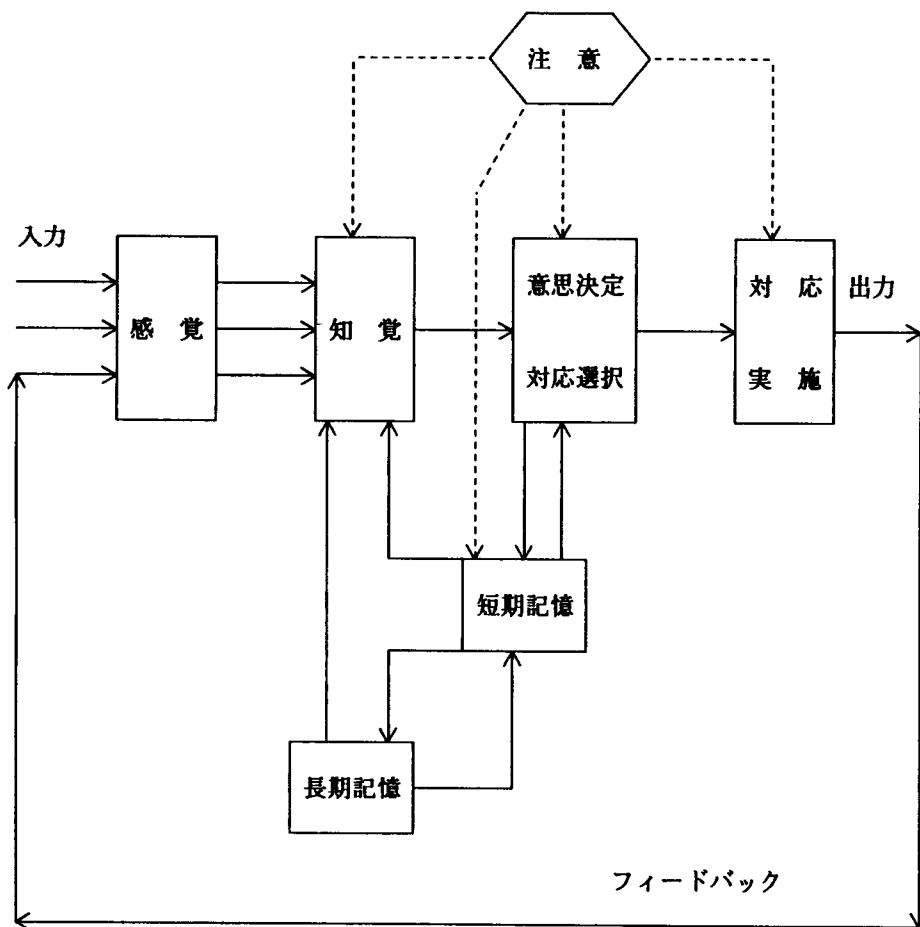


図1 人間の情報処理モデル

このようにヒューマンファクターの分野は人間という身近でしかも古くからある対象を取り扱っているにも関わらず、まだこれからやらねばならないことばかりです。私はこれまで緊急時における人間の振舞いについての検討に携わってきましたが、やはり頼りになるモデル探しやパフォーマンスに関するデータの不足には絶えず悩まされています。特に人間信頼性データについては、早く今日の核データのような頼りになる状態になってほしいと思います。そのためにはやはりシグマ委員会や核データセンターがやってきたようにまずみんなが協力できる仕組みをつくり、次に目標に向かってたゆみなく努力を積み重ねて行くことが大切だと思います。

しかし、これは特にヒューマンファクターだけに限ったことではありません。科学技術の全ての分野、社会全般にもあてはまるでしょう。バブル崩壊後のきびしい現実に直面し

ている今日において、このような願望は甘い考え方と取られるかも知れません。しかし、振り返ってみると丁度20年前の1973年10月には第1次石油ショックが発生し、日本全体は電力をはじめ生活用品に至るまで大きな影響を受けました。この時の混乱と人々の恐怖は、堺屋太一氏の小説「油断!」の中で生々しく描かれています。

この危機を切り抜けた後わが国の経済・産業構造がより改善され、発展することになったのでないでしょうか。トインビー教授の「歴史の研究」によれば、文明は新しい問題に挑戦することによって発展し、遭遇した困難に挑戦していくことによって繁栄していくといわれています。ただし、能力をはるかに越えた挑戦や適切な解決に至らない挑戦は発展を阻害し衰退への道に導くことでしょう。したがって、ただ単に現在の目先の問題に捕らわれるだけでなく将来に向かって正しい目標を定め、適切な問題解決のシステム（仕組み）を構築し、根気よく目的の実現に努力して行かなければならないと思います。

一般に我々日本人は性急であり、臨機応変の才には優れているにもかかわらず、長期展望にもとづく根本的な問題解決力に劣っているとされており、過去の歴史を振り返ってみると、確かにそのような事実は多数みられます。例えば、今年は関東大震災（1923年）から丁度70年目になりますが、地震予知、防災等に関してどれだけのことがやられてきたのでしょうか。私の記憶では約20年前相模湾沖の地殻変動が騒がれ、地震計観測網や地震予知連絡会の設置等が叫ばれていました。世間一般でも強い関心の的であり、小松左京氏のSF小説「日本沈没」がベストセラーになったぐらいでした。幸いにも、地震周期説にもとづく予測は外れましたが、問題がすべて解決したわけではないと思います。わが国の地理的条件からこのような天災の発生を遅かれ早かれ避けるわけには行かず、適切な指導方針にもとづく対策・対応に努力しつづける必要があると思います。

考えてみると、30年前の核データ供給に関する問題に対してシグマ委員会や核データセンターによる今日までの活動実績は、多くの分野において困難な問題解決にとりくんでいるものに貴重な教訓、「*Festina lente*（ゆっくり急げ）」、を与えるものだと考えます。そして今後いつまでもシグマ委員会と核データセンターがその重要な活動を続けられることを願ってやみません。

シグマ委員会創立 30 周年に思う

(日本原子力研究所) 更田 豊治郎

シグマ委員会創立 30 周年記念という貴重な機会に執筆させて頂けることは欣快の至り
であります。

シグマ委員会発足当時、日本の核データに関する活動は、ジュネーブ会議の論文類や、
米国の BNL-325 (D. J. Hughes, J. A. Harvey, "Neutron Cross Sections" (1955)) と、そ
の背後にある Neutron Cross Section Advisory Group の活動などについて色々推測をし
ながら---当時は今日のように国際交流が頻繁ではなかった---言わば手探りでスタートし
たと言ってよいであろう。しかし、その中でも大要の方向が正しくとらえられていたから、
日本の核データ活動のその後の成果があり今日があると言えると思われる。日本原子力学
会の「シグマ」特別専門委員会*と、日本原子力研究所(原研)のシグマ研究委員会の二枚
看板で推進してきたのも、現実的な良い方策であった。この両委員会をあわせて通称シグ
マ委員会と呼んでいるわけである。

シグマ委員会の特徴の一つは、委員会という名称から通常想定されるような機能に加え
て、多くの委員及び専門部会委員によって核データの調査・評価・編集などの実際の作業
活動(これらに測定も加えて「核データ活動」と言っている)が行われてきたことである。
この大きなマンパワーを、原研などの研究開発機関・大学・産業界が提供しているわけ
である。シグマ委員会の事務局は当初、原研物理部核物理研究室が担当していたが、シグマ
委員会活動の発展と並行した原研の核データ活動の強化に即して、'68年原研物理部に核
データ研究室が新設され、それが'76年に認可組織の原子核データ室となり、これが翌
'77年に核データセンターと名称変更し、これらがシグマ委員会事務局を担当して今日に
至っている。核データセンターは文字通り、国内的にも国際的にも、データセンターとし
て機能するためのものであるが、核データ評価活動のように多くの専門家の共同作業を必
要とする仕事の中核組織の役割も果してきたのである。シグマ委員会の30年は、参加者
の数、活動の継続性、活動の仕組など、今や世界の先頭を行くユニークな存在である。筆
者は原子核データ室と核データセンターの初代室長を務めさせて頂いたことを光栄に思っ
ている。原研核データセンター発足当時の様子については「核データセンターの活動」日

*正確に言うと、学会では「シグマ」(臨時)専門委員会が1963年4月に発足し、'65
年10月に「シグマ」特別専門委員会が発足している。

本原子力学会誌 Vol. 20, No. 5 (1978) 323-328 を参照頂きたい。思えば1960年代末頃からは、核データセンターの設立を目指して、核データ活動の必要性のアピールに力が入った時期であった。タンデム加速器建設予算要求の時期と重なるところもあって、当時の物理部長故塚田甲子男氏の供をして外回りもしたものである。

’67年7月20日付で原研理事長宛に三社の研究所長より「核データセンター設置に関する要望書」、’67年7月25日付で原子力局長宛に日本原子力学会より「核データの収集・整備の機関設置に関する要望書」、さらに’75年9月12日付で原子力委員会佐々木義武委員長宛に日本原子力学会伏見康治会長より「核データ整備の専門機関設置に関する要望書」などが提出されている。

’74年7月11日の原子力産業新聞の第4面全体の大見出しが「新たな役割を期待される核データ」、中見出しに「データの必要性高まる／ほしい大型タンデム加速器」、小見出しに「核データとは」、「安全研究に大きな役割」、「核融合炉の開発にもひと役」、「消滅処理の検討にも不可欠」とある。核融合研究開発の発展や、消滅処理が最近改めて注目されていることなどと思いあわせて感慨無量なものがある。原子力産業新聞にはまた、’75年6月19日に第6面全部にわたり、当時日本原子力学会会長で日本学術会議副会長でもあられた伏見康治先生が、大見出し「核データセンターの早期設置を」、中見出し「研究基盤強化に必須／基礎と応用のかけ橋に」でもって、感想を述べて下さっている。先生をはじめ当時ご指導ご支援を賜った方々に改めて感謝申し上げる次第である。

日本原子力学会誌への投稿などのほかに、「原子力工業」誌’73年8月号、’74年11月号等に(’76年2月号は「核データ利用の現状と将来」を特集)、比較的頻繁に核データに関する解説が掲載された。’75年2月の第13回原子力総合シンポジウムで核データのセッションがもうけられた。JAERI-memo 6007 「核データセンターについて」(1975年3月)、JAERI-memo 6618 「核融合研究開発における核データおよび原子分子データ」(1976年7月)といった資料も出版されている。

日本の核データ活動の初期の成果の代表的なものを振り返ってみると、’69年：原研とシグマ委員会炉定数専門部会とによって JAERI FAST SET 完成(日本原子力学会賞受賞)、’71年：同上によって熱中性子炉用核分裂生成物炉定数完成(同上受賞)、’74年：高速炉用核分裂生成物28核種の核データ評価完成(同上受賞)、同年：日本の評価済み核データライブラリー第1版 JENDL-1 作成に着手、この当時、シグマ委員会の中に「核データ評価、核データ検索システム、Fast F.P.、熱中性子散乱、核融合核データ、Fast F.P. 炉定数、高速炉炉定数、熱中性子炉炉定数、核燃料計量、及び崩壊熱評価」の10のワーキンググループが活動していた、’76年：JENDL-1 編集完了。この翌年に前述の通り核データセンターが発足し、JENDL-2 の編集が開始された。その後 JENDL-2 さらに JENDL-3 が世界のトップレベルに達し、これらを使うことが当然の様に思われている今日までの発

展を続けているわけである。念のためながら、既に JENDL-2 を十分に使いこなして満足しているグループは、急いで JENDL-3 に切り換えるとは限らないといった事情もある。

1970年代頃など、「シグマ委員会は同好者のサロンの様なもので....」とか、「シグマの諸君は霞を食っているようなもので....」などとからかわれたりもしたものである。原子炉建設の許認可がらみの仕事における様な特殊な苦勞と比較すると「霞を食っている」面無きにしてもあらずかもしれないが、核データの仕事も地味な長期にわたって根気のいる仕事である。

核データ活動も、専門家が先見の明をもって、早くから実際に取組んでおかないと、必要性が差し迫ってから急に多くの人と金を投入しても目的を達成することが至難なたちの仕事である。これに関連して、基礎基盤と開発プロジェクトなどとの関係について述べておきたい。或時点で或目的のエンジニアリング・システムを急いで開発しようとして、先ず試作システムを建設するとなれば、その時点で得られる基礎基盤のデータをもとに最適のシステムを設計するのがエンジニアの腕というものである。このとき、得られるデータに欠けている所があれば、それを補うような余裕を入れて設計することになる。その分、効率の落ちたシステムとはなるが、多くの場合一応目的を達成するシステムは出来る。或る基礎データが無ければ現実の装置作りが全く出来ないといった際立った状況は少ないから、応用目的志向で基礎データを取得する仕事の緊急性を、専門でない人に納得してもらうことは難しい。重要性は言えても緊急性を訴えにくいので予算がつかないという悩みを味うのである。シグマ委員会も同様の悩みを抱えてきたが、多くの委員の熱意に支えられて今日までたゆまぬ活動が続けられたのだと思う。

昨年11月シカゴでの米国原子力学会の冬季会合は International Conference on Fifty Years of Controlled Nuclear Chain Reaction: Past, Present, and Future として開催された。これに急遽出席することとなって、大変大きな会議なので、多くの平行・セッションの内容までは事前に心得ていなかったのであるが、会場でたまたま旧友の Dr. R. C. Block に会い、彼から筆者のオークリッジ時代のグループリーダーで兄とも思う Dr. J. A. Harvey も来ていて、その日の午後講演すると教えられて出席したのが Fifty Years of Nuclear Data Important for Nuclear Reactors - I (ANS Transactions, Vol. 66, Nov. (1992) 147-155) である。このセッションは全て invited papers で、Drs. J. A. Harvey, L. W. Weston, A. B. Smith, C. W. Reich など、いずれもなじみ深いスピーカーであり、懐かしく楽しかった。Dr. Harvey は "Historical Perspective on Reactor-Associated Nuclear Data" なる表題で最初に話をした。開始寸前に入場した筆者に気付いていて、彼らしいサービスで、錫の全断面積についての筆者との仕事についてアドリブで言及してくれたのも嬉しかった。もっとも、このセッションだけでは米国の核データ活動の現在の実勢をうかがうのは困難であった。このセッションの7人のスピーカーの引用が

全部で63件あり、その内の6編が'88年に水戸で原研が主催した Int. Conf. Nuclear Data for Science and Technology のものである。この水戸での国際会議の盛況なども、シグマ委員会の初期には思いも及ばなかったことである。シグマ委員会30周年と'42年にシカゴ大学で最初の核分裂連鎖反応制御が達成されてより50年とが、ほぼ同時期というのも趣が深い。

シグマ委員会程多くの人が長期にわたってかかわった活動では、特定の個人名を挙げることは至難ではあるが、初代委員長の百田光雄先生を格別として、初期からの功労者に、ほぼ同年代の畏友、五十嵐信一、中嶋龍三、松延廣幸、故飯島俊吾の諸氏を挙げさせて頂きたい。ほかにも多くのシグマ仲間の顔が浮ぶが、雑ばくな話になったことをお許し頂きたい。この30周年記念を祝って飯島氏（この号にも当然執筆していたはずだが）と盃を交わせないのが何よりも残念である。

伝統あるシグマ委員会活動が、これからも充実した進展を続けることを切望するものである。単にシグマ委員会30周年という年数の区切りのみでなく、原子力研究開発の今後の展開にとって世界的に重大な時期にあり、丁度原子力委員会の長期計画見直しが行われている現在、世界の核データ活動、OECD/NEA 及び IAEA 活動、国際4センター体制、原研核データセンターの役割、核データ以外のデータベース活動、(財)原子力データセンターの役割等を考慮に入れて、シグマ委員会活動の今後の進め方について多面的な検討が必要となっていると思われる。

核データについての雑感

梶山 一典

今年はシグマ委員会が発足してから30年になるそうで、それについて何か書けということでした。諮問・調整委員会で多少の苦勞があったというものの、寄与らしきものもなし、シグマ委員会との付き合いは20年ほどで回顧談をするには面映ゆく、また今後の抱負を述べるには第1線を退いた現在では無責任でしょう。そこで、かねがねから考えていたことを述べさせて頂くことにした。

核データは原子力における基礎定数であるということは論を俟たないであろう。この定数には誤差がともなっていることも改めて強調することもないことである。ところが原子炉設計に当たっている技術者と話し合ったときに話が出て、米国某メーカーからの炉心設計ソフトをそのまま使っており、そこに内蔵されている核データについては知らないというのである。これには少々驚かされた。計算コード自身からくる不確かさにそれなりの誤

差が伴うので核データなんかに気を掛けていないとか。新型炉の設計に当たる技術者というより研究者はそのようなことはないようであるが、何とも割り切れない感慨を味わった。安全性、経済性にたいして核データの誤差の影響が如何に考慮されているのであろうか。米国の原子力がくしゃみをすれば日本の原子力は風邪で寝込むの感がありはしないか。何年か前に聞いたことであるが、原研で起動用中性子源に使用する ^{124}Sb を ^{121}Sb の中性子吸収反応で製造する際に ^{121}Sb の中性子二重吸収断面積が製造費に影響を与え問題になったとか。あるいは、再処理施設における α 放射体による中性子の発生から (α, n) 反応断面積の評価作業の開始。また最近では、原子炉内でのニッケルの中性子吸収から生ずる ^{60}Co がさらに中性子を吸収する反応断面積の不確かさなど、それまで気がつかなかったことが問題になった。

最近の状況を見ると、ハイテク、高度技術あるいは高付加価値という枕詞をつけなければなかなか予算が付かないということは嘆かわしいと言わなければならない。我が国の高度成長の結果、国際的に、また歴史的にもある程度の発展を遂げ経済大国といわれるようになった現在（小生はあまりこの実感はないが）、いたずらに目先の成果を追うのみではなく、じっくりと基礎を固める方向への投資が行われてもよいのではないかと考える。プルトニウムの利用、高速炉など海外先進国が止めたから日本も止めろというのは短絡的ではあるまいか。今こそ日本が前面に出る機会でもあり、追従を脱却しての自主開発への時というべきであろう。核データもそのようなものの一つであると、小生は考えており主張したい。

このようなことを考えて見ると、海外の幾つかの核データ研究グループが店じまいをしたと聞いてアタフタする（差し障りがあったら失礼）前に、測定法をはじめ評価法の開発や、成果の新しい方式による公開配布（例えば、マルチメディアの利用）などについてもやるべきことはないのだろうかと考えるべきで、地道にじっくりとやるべしと言わざるを得ない。これは老兵の世迷言でしかないのか。

核データ活動30年の成果とその利用

（（株）東芝）村田 徹

一般には委員会は、情報交換とか方針決定を行うことを目的に組織されるものであり、実作業は命令系統のしっかりしたライン組織で行うべきとされている。しかし、シグマ委員会では、核データを評価し、ファイルを作るという実作業を委員会が中心となつてす

めており、国際的にも評価されるような成果を上げて来ている。

発展の激しい科学技術の分野で、一つの成果を目指して、ある組織が仕事を30年続けることは、大変なことである。強力なリーダーシップと従事する者の明確な目的意識と周囲の理解・協力がないと、このような仕事は一般には続くまい。しかし、シグマ委員会には、表立った強力なリーダーは存在しないが、30年にわたって、ある程度の成果を出しながら核データ評価作業を続けていくことができた。これは、周囲関係者の理解と支援が得られたことも大きい。核データファイルを作るという一つの目的に向けて組織運営の合意が得られ易いこと、各委員の作業の分担がしやすく、各人の成果も明確であることなどによると考えられる。以下では、将来の展開のためにも、メーカーに籍をおくものとして、シグマ委員会成果の当社における利用を簡単に報告するとともに現状の核データ評価活動の問題点について私見を述べたい。

当初の発足の目的は、炉心核設計に用いる核反応断面積のデータファイルを米国依存から脱して素性の分かった自前のもを作らねば、炉心の開発や設計を自信を持って行うことが出来ないという危機感からであったと理解している。しかし、当然のことながら、直ちに核データ評価などできるはずがなく、しばらくの間は評価モデルなどの勉強会がつついた。初めての自前の核データファイルである JENDL-1 作成の段階では、軽水炉の設計情報は技術提携によって米国から入って来ていたので、問題はないとされ、JENDL-1 は主として、FBR設計用として作成された。このファイルは、習作として作られたようなものであり、取り上げられた核種数も少なく、社内でもあまり利用されなかった。

その改訂補充版である JENDL-2 は、炉物理実験データとの比較、調整もなされた本格的なデータファイルであり、それをもとに作成された群定数はFBRの炉心設計や遮蔽計算、核融合炉のブランケット解析に用いられている。また、軽水炉についても、この時点になると、米国からの技術導入のみではなく、独自にガドリニヤなどの可燃毒物を用いた炉心開発を検討する段階になり、種々の核常数が JENDL-2 を処理して用いられた。たとえば、炉心の燃焼計算の精度向上で必要となる核分裂生成物の中性子吸収を、より精密に取扱うための検討、処理がなされ、利用されている。

また、軽水炉の安全性検討に必要な核データとして燃焼燃料の崩壊熱があるが、これについても、当初は米国の基準データを用いていたが、より精度よく安全系の設計を行うため、崩壊熱データの見直しを行うべく、社内で検討を始めたが、一社で安全関係の基準データを定めることは出来ないで、委員会作業として実施した。この崩壊熱評価作業では、早大グループの優れたベータ崩壊の理論があり、その協力が得られたこと、東大で実験がなされ、良いデータが供給されたことも与って、日本独自の新しい評価手法が提案され、国際的にも高い評価を受けた成果が得られた。この成果は、国の基準にも加えられ、今後、原子炉の安全解析や関連機器の設計に用いられる。

その後、世界的にも新しい多くの実験データが追加されたことや新しい核反応理論が提案され、それに基づく計算コードが開発されたこともあって、新たに JENDL-3 が作成された。これについても、炉物理の多くのデータとの比較がなされ、阪大や東北大で測定された中性子スペクトルデータとの比較による修正もなされ、多くの分野で利用しうものとなっている。JENDL-3 の本格利用はこれからなされる予定であるが、これまでにも、超ウラン元素の核データが整備されているので高転換炉の検討や軽水炉やFBR、核融合炉による超ウラン元素の消滅（燃焼）処理の検討に利用されている。今後も軽水炉、FBR、核融合炉を問わず新しい炉心開発や中性子計測、炉材料開発などに用いられよう。

さて、JENDL-3 の完成で原子炉の設計や新型炉の開発に必要な核データはほぼ整備されたことになるが、JENDL-3 にもまだ問題があり、それを修正する作業が現在実施されており、遮蔽設計上重要なガンマ線生成データなどはより確かなものになり、遮蔽設計などに用いられる。その他、現在実施されている、崩壊熱データの精密化や材料の中性子照射による損傷に関連した一次はじき出し（PKA）断面積評価、荷電粒子断面積評価、ガンマ線反応核データ評価などに参加して作業中であり、これらはいずれも新しい核データファイルとして数年以内にまとめられる。荷電粒子の反応などは、原子炉の設計ないし開発研究には関係ないと思われるかも知れないが、原子炉中で生成される放射能のなかには陽子反応によるものもあるし、照射燃料からはアルファ線の反応で中性子が放出される。

さて、最後に将来へ向けての問題について述べたい。JENDL-3 の評価作業の段階でその中心となった核データ専門部会の部会長をつとめたが、最終年度には JENDL-3 後の核データ活動を発展させるべく、タスクフォースを設けて検討していただき、それ以前に東大の中沢先生を中心に検討されていた提案を実施すべく現行の組織案を作り新部長に引き継いだ。それからすでに4年が経過しようとしている。また、そろそろ将来計画について議論がなされて良い段階かと思われる。また、最近はワーキンググループの会合に出ても、運営委員会の報告があまりなされず、全体の動きが分かりにくくなったようだ。さらに、良い評価済みデータを作成するには良い理論が必要なので、理論ワーキンググループには頑張ってもらいたい。欧米の核データ活動が地盤沈下している現在、我々が国際協力でもイニシアティブをとるべきかと思う。

核データの今後、シグマ委員会への期待

(東京大学工学部) 中沢 正治

シグマ委員会創立30周年おめでとうございます。

自分自身とシグマ委の関係を思い出してみますと、私が東海村にいた頃ですから約15年前に、当時の原田物理部長、五十嵐室長、飯島さん、菊池さんに何となく誘われて参加するようになった頃からでした。新参者でしたが何かしら原子核特有の井戸型の近接力的魅力にトラップされ、また自分のやっていた原子炉中性子ドシメトリー研究の必要性から少しは側面的にお手伝いをしたかなという立場です。従って私と核データとの関係は、例えてみると原子核(核データ)の表面を撫でながら回っているミュオンのような者ということになります。この例えを続けると、シグマ委員会の中核を担っているメンバーの方々は、個性溢れる核子のフェルミオンで、核データセンターの方々は、パイ中間子の役割も果たされているかと存じます。そこで、ミュオンの立場から核データ、シグマ委員会に期待することを書かせていただこうと思っております。

1) 原子力の魅力の原点

言うまでもないことですが、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り、多分、原子力分野の多くの方々に対してそうであったと同様に、今でも若い学生諸君を原子力に引きつける魅力の原点になっていると感じております。そして、きっと原子力分野では、核分裂以外にもいろいろ量子的な原子核現象があって、それらを有効に使って新しい工学技術を作りたいというような夢の分野を必ず抱いていたし、いるのではないかと感じております。また、原子力工学全体をみてみますと、その科学技術分野の膨大さと集約性には今でも圧倒される想いがありますが、それは原子力的現象をエネルギー生産システムとして実現するための方策であり、このような核分裂現象自身の基本的性格に起因するものとも考えられます。このように、一つの核的現象が産業分野を作り、社会生活の一因となるというような例は、20世紀の三大発明の一つと言われるにふさわしいものと思われまます。そして、核データの分野は、この魅力の原点に最も近いところでの仕事ということになります。

2) 人工物と量子の時代

最近、東大に人工物工学研究センターが発足しました。人工物という名称に奇異な感じを持ったのは、私のみではないようです。本来、工学は人工物を作る技術体系であり、同

じことを繰返して言っているように思えたからですが、むしろそのように物を設計、製作、評価する技術としての工学研究を強調するために作られた言葉だと言われ了解しております。実際に、原子力、船舶、航空、精密機械、資源（地球システム）の5学科が協力してできた学内研究センターであり、物と技術を集約して人工物を作り上げる共通技術要素を体系化することを目的にしています。コンピュータによる設計、シミュレーション（バーチャルリアリティ等を含む）、レーザー等を用いたラピッドマニュファクチャ、知識のデータベース化技術などの研究が行われています。人間の望むものを迅速に作り上げる技術において、知識・情報を体系化し、整理していつでも使えるようにしておくことの重要性が、他の設計・製作技術と同等に評価されている点に、私は現代的な魅力を感じています。実際に、いろいろな新しいアイディアに基づく製品の有効性を迅速に評価し、多くの工学屋さんがそれぞれの頭の中でやっているこの知的サイクルをより強化する方法になるもの考えられます。きっと原子力における多くの新型炉の設計評価もこの例題になるものと期待しております。

一方で、最近の新しい技術は、すべて量子が関係していると言われております。レーザーとか微細加工、新物性、新しい素子などの話題を新聞紙等に見ない日はないほどになっています。これらは、原子・分子やDNAなど細胞レベルにおける量子的現象、例えば量子効果を見出して利用するとか、人工的に量子効果を発現させるような仕組みを作るとか、より積極的に量子ビームで量子的現象を生じさせることを利用していると考えられます。原子力は、まさしく量子的現象を利用する量子技術そのものですが、原子核レベルにおいてそれを自由に生起させ、制御し人工物工学とするレベルには至っていないと思われれます。原子・分子レベルにおけるレーザーの活躍を見るとそのことが痛感させられる次第です。量子工学としての原子力は、まだその緒についたばかりという印象をもっております。

このような時代にあって、核データの目指すべき方向性やその分野は、未だ確定的ではないにせよ、膨大な領域のあることを予感しております。ただし、そのような方向性を受動的に待っていれば良いのか、どこかからそのような新しい方向性を示すアイディアが降って来るのかという問題があります。多分、来るべき量子工学としての原子力の方向性に幅広くアンテナを張り、インターフェイスとして、あるいは入力チャンネルとしての役割が期待されるものと思っており、時には、新しい分野を取り組むパイオニア的リスクを背負うことも必要であろうかと思っております。

3) 「核データ物語」への期待

以前に、アドホックの核データ将来活動検討小委員会で、今後の核データが利用される分野のレビューという仕事のお手伝いをしたことがあります。そして、自分自身を核データの内部の立場に置いてみて原子力技術を見通してみた際に、何か大変もどかしいものを

感じたことがあります。核データ活動のスタートの歴史についてよく理解しておりませんが、それを必要とする人達がメーカー、研究所、大学より集まって定数をそろえるところから始まったと伺っています。現在の活動形態も基本的には有志のサムライ集団が、それぞれの本業の暇を見つけて参加し、従ってある意味では、出入り自由のグループによる共同作業となっております。例えば不適切かも知れませんが、市町村レベルで僅かな補助金のもとに民間奉仕グループが老人福祉の面倒をみているような形態で、機能が維持運営されているような印象を持ちました。原子力が国策として推進されているのに、その基本データベースがこのような形で維持されていて良いのであろうか？というのには、多分核データに関連する方々が一度は感じる共通の疑問であると思われます。私がもどかしく感じたのもこの点であったと思っております。しかしながら、いろいろ見渡してみると、原子力の中でもその分野自身の魅力により、専門家が集まって自発的な共同作業をしている例を、学会活動などの中にも多く見ることが出来ます。しかし、予算はあった方が良く決まっていますから努力していただきたいと思いますが、既に十分蓄積がなされていると見られている分野での強化の必要性の主張は、ストレートでは他に通じないところがあります。具体的な方策の提言は今回は省くとして、私は今までの活動の経過をまとめて何をどのようにやってきたのか、先人の苦闘はどうであったか、何に悩んでどう解決したのかをブルーバックス風に「核データ物語」として一冊の本にし、それを少なくとも原子力分野の人達に読んでもらえるようにしてはどうかと思っていました。今でもその気持ちは変わらずに期待し続けておりますが、今年は30周年記念ということでもあり、強く要望したいと思っています。核データに愛着を持ち、頑固に取り組んで来られた多くの方々の話は、この活動の魅力を伝承し、若い方々の励みにもなると心から信じている次第であります。

4) レーザー、スピオン、ミュオンから国際化まで

今回は、ミュオンの立場より原子核にメッセージを贈ろうとしておりますが、私自身も最近では通常の核反応ではないミュオンとかレーザーなどを併用した核的現象の生起方法に興味を持っており、原子力の夢の部分で再起したいものと考えております。レーザーによる核偏極とか、偏極中性子場などもそのような立場からトライしております。未だ核データセンターに相談に行くレベルになっておりませんが、そのような日の来ることを楽しみにしております。

全く話は変わりますが、最近の国際情勢や原子力への反対活動の動きを見ていると、「世の中は変わった」ということを痛感し、その認識の上に行動することの必要性を感じることが多くなりました。原子力の特殊性も特殊性として社会に理解されつつあり、そのような性格のものとして一般産業の一つに位置付けられ、他の分野と共同しつつ、切磋琢磨

磨する時代になったように思います。また、留学生も多くなり、私の研究室でも博士課程の4人の学生のうち3人がチェコ、スイス、インドネシアから来ています。国際化が現実になり、いろいろ新しい付き合い方のノウハウも増えております。ミュオンの立場より他分野との融合という触媒役的なことを多く書かせていただきました。「世の中は変わった。しかし、人の心はそれほどには変わっていない。核データは変わるのか、変えるのか、不変なのか」、30周年を機に更に継続的に自律的に発展されることを心からお祈り申し上げます。

シグマ委員会30周年：今後の課題と新分野への展開

((株)日立製作所・エネルギー研究所) 瑞慶覧 篤

1. はじめに

この度、シグマ委員会が創立30周年を迎えることができ、心からお慶び申し上げます。これもシグマ委員各位のご尽力と関係者の方々のご支援の賜と感謝いたします。特に、日本原子力研究所、とりわけ、核データセンターの方々のご尽力に負うところが大きであった事を痛感いたします。核データ評価の推進役を果たすだけでなく、成果をレポートにまとめられ、大変有効に活用させていただいております。他方、大学の先生方、メーカーの方々も、それぞれ多忙な学内、社内業務をこなしながら、20、30年の永きにわたって多大な貢献をされました事は、特筆すべきです。

24、5年前、GAMコードを使って、高速炉の非均質効果を解析し、学会で発表した事を思い出します。そのうちに Abagyan セットが使えるようになり、ZPR-48 臨界集合体のナトリウム・ボイド反応度の計算値と実験値の不一致に悩まされたことがありました。こんな事を思い浮かべていると、現在やっている事と対象は殆ど変わっておりません。変わったのは、手法が著しく進歩したことです。当時と比べると、計算機環境は飛躍的に改善され、大型プログラムで、核データを処理する事が可能になりました、その反面、核データに対する要求もきびしくなり、それが詳細化、高精度化を促し、今日 JENDL-3 をもって、成果が集大成されたこととなります。

2. 核データの現状とニーズの動向

29年前と今日の最新評価済み核データがどう違うかを見てみました。ここでは、一例として Abagyan セット(1962年版)の最も重要な U-238 の中性子捕獲断面積を、10

keV から 1 MeV のエネルギー領域で比較したのが図 1 です。この図は 29 年間の漸近的な変化を示すものではなく、うねりを経た結果です。最新の JENDL-3 と比べると、一般的に捕獲断面積が小さくなってきたことがわかります。一方、比較的新しい JENDL-2 と JENDL-3 を比較すると、両者は実験誤差以内で一致しております。この一例だけで、U-238 の全てを概観したつもりではありません、大事な分離共鳴領域に関しても、実験・評価の両面で大きな進歩があったからです。この図は、信頼出来る核データを得るには、高精度の実験データの出現と相俟って、実験誤差以内に散在するデータから真値を見つけ出すべく、長年にわたる核データ評価者の苦勞と忍耐の足跡とみるべきでしょう。

過去 30 年の間に、中性子核反応断面積データファイルとして、日本では JENDL-1 (1977 年) ~ JENDL-3 (1989 年)、米国では ENDF/B-I (1968 年) ~ ENDF/B-VI (1990 年)、英国の UKNDL (1981 年公開以後 JEF へ移行)、ドイツの KEDAK (1984 年公開以後 JEF へ移行)、欧州の JEF-1 (1984 年完成、非公開)、JEF-2 (1990 年完成) 等があり、原子炉に必要なデータは、かなり完備されてきました。しかし、その完成度は炉心設計者の要求精度を完全に満足しているとは言えません。この要求精度が計算法の誤差を込みにした結果、核データだけの精度ではない点にも一因があります。では、あと何年すれば、満足するのかと聞かれても、おそらく誰も答えられないでしょう。本来、核データも普遍定数的性格を持っている筈ですが、数学的な定数とは、質を異にし、 π の計算にみられるように、展開項数をあげれば、精度があがるものではありません。図 1 に示したように、実験誤差の範囲で一致している場合は、原子炉の模擬実験に合うように、数学的な断面積調整法に訴えている場合もあるのが現状です。私は、この方法も真値を模索する手段の一つで、工学的メリットが大きいと考えます。

利用者の立場では、使用しているデータの信頼性に自ずとして関心が移ります。その点では、ENDF/B-VI の誤差ファイルは先行しています。今後、同様な誤差ファイルを作成するには、数年を要するものと考えられます。他に、このファイルでは、二重微分断面積 (DDX) の格納スペースを備えておりますが、通常の炉心計算では、現有計算コードの許容形式に変換し直して使う場合が多く、同様な傾向は、Reich-Moore 共鳴断面積表示法にも見られます。これらは核データの高精度化を優先するあまり、ユーザーの使い勝手を失った傾向があります。そこで、上述の誤差ファイルと DDX データの追加等は、JENDL のための核データ評価を継続するか否かと言う本質的な問題となります。この問題は、核データの高信頼化が期待される反面、来世紀初頭までやらざるを得ない破目に陥るかも知れません。

一方、核データに対するニーズは大きく、利用者から評価済みファイルに収録されていないデータを要求される場合がしばしばあります。いざ計算をしようとする、データの欠如は決定的な局面に遭遇する事になります。定数無しでは計算が出来ないからです。つ

まり、原子炉の計算に不可欠な定数としての核データは、要求があってからデータ収集、評価を始めたのでは、間に合いません。この事は、原子力開発における核データの確固たる位置づけを示すだけでなく、人類の貴重な財産として長期的、持続的に収集、評価及び実験を行い、万全を期しておく必要があります。

新分野への展開に注目すると、最近の加速器用核データは正に新分野であり、現在まで物理学研究に重点をおいて、断片的に実施されてきた実験データを工学的に利用しようとすると、30年前の原子炉の場合と同様な局面を迎えるかも知れません。この当面の適用対象は消滅処理でしょう。本来なら、核データ研究者がこの種の新分野を発掘するのが、理想的ですが、今日まで前例がありません。

3. 今後の課題

シグマ委員会は今後どこへ行くのか? 「将来の事を」との「核データニュース」編集委員会のご要求でしたので、固辞したのですが、書かざるを得なくなりました。この問題を小生ごときが書くのは、はなはだ恐縮ですが、私見とお考えください。上記の1、2で述べたことを、今後の問題と関連づけて、まとめてみますと、概ね、以下の2項目に集約されます。

(1) 在来ニーズへの対処

(2) 新分野への展開

(1) は JENDL-3 を頂点とする、シグマ委員会の最大の成果をどのように、保守・管理していくか、に主眼をおき、(2) は加速器等の新分野への体制づくりが中心になります。この2つの問題は、シグマ委員会の存続期間、及び支持機関とも深く関連しておりますが、ここでは現状のまま推移するものとします。この2つの問題を取り巻く環境を図2に示します。図中、破線は、今後 JENDL-3 の改訂・評価をしない場合であり、単なるファイルの管理人に徹すればよい場合です。2重破線で切断すると、あとはどうにでもなれと、ファイルを公開するだけでよい場合です——現状は、これ程、非情な状況ではありませんが、(2) の魅力ある新分野への人口移動が大きくなると、その危険性も否定できません。1点鎖線の右側に示した、新分野への進展が模索されておりますが、現在の原子炉ニーズを越えるほどの新たな活動分野に発展するか否か即断しかねます。

新分野の開拓と評価技術の適用は、シグマ委員会の最近の関心事ですから、別に苦慮する事なく、進んで行くでしょう。問題は、在来ニーズへの対処にあります。ここで大きな転機となるのは、JENDL-3 の改訂を、(a) 想定する、(b) 改訂するかも知れない、(c) 全くしないか、のどの立場を取るかによって今後の対処の仕方が変わってきます。(c) の立場は正にファイルの管理人であればよい。現時点では (c) に傾倒する傾向がみられますが、現状は (b) に近い。これは一番無難ですが、曖昧で、焦点がぼける危険性があります。も

し、(c) の立場を固持するならば、最新核データ測定値と理論の進展をふまえて、何等かの更新手段を講じるべきです。(a) と (b) の立場を取る限り、理論計算コードと評価用コードが不可欠となります。周知の通り、理論計算コードは過去 30 年の間に大きく進歩し、多くの問題が理論の助けを借りて、処理できるようになりました。この傾向は、計算機の発展と合い待って、今後ますます強くなるでしょう。

一方、現在まで、核データ評価に携わっていて痛感するのは、評価用コードがまだ不十分である点です。この評価用コードとは、高級な物理計算を行うものでなく、システム化された、使いやすい汎用ツールの事です。より高度なものとしては、東北大学の SENDAI システムもこの点を指向していると考えます。また、最近核データセンターでこの種のコードに関する研究報告がありましたが、大いに歓迎すべき事です。例えば、最新の文字読み取り装置（ソフト）による文献データの採取、対話型“自動”評価システム等がこれにあたります。この種のコードを完備しておくことが、図 2 に示した技術伝承の一助になり、省力化の不可欠な要素です。核データ評価のノウハウをこれに蓄積しておくことによって、仮に 10 年後に再評価となっても、十分に対処できます。但し、コードを流しただけで評価値が得られるほど核データ評価は単純なものではなく、高度な知識と経験を要する仕事ですが、省力化に大きく寄与し、思考時間の増大につながります。具体的な目標として、今後数年をこの“自動”評価システムの開発にあて、その成果として、JENDL-4 を完成するのも有効かと考えます。この開発段階では、核物理、炉物理、システム工学等などの幅広い研究テーマを網羅し、理論計算コード開発もこの一点に照準をあて、その成果は他部門への大きな波及効果を産む可能性を持っています。

他の不可欠要素として、ユーザー・サービス・コードがあります。現在の ENDF/B 形式のデータはやや専門的な知識を持った人でないと使えません。まずキーワードの説明から入らなくてはなりません。どんな断面積かと聞かれて、共鳴パラメータを示されても、かなりの経験者でないと、断面積カーブを連想することはできません。ましてや、Reich-Moore 表示共鳴断面積となると、複素数まで登場することになっては、ユーザーはついてこれません。UKNDL は滑らかな断面積曲線を数値化して与えておりました。これは直感的で、大変便利です。仮にこの形式で与えられても、シグマ法で実効断面積は計算できますから、炉心計算にも適用できます。JENDL-3 も別ファイルとして、共鳴断面積を滑らかな曲線にして、File-3 に格納するのも一案でしょう。例えば、最近市販され始めた小型光ディスクに核データとサービス・プログラムを収納して、パソコンやワークステーション上で図形化されて出てくるようになると、ユーザーが増えてくることも考えられます。

新分野への展開に関しては、まず入れ物（フォーマット）を考えてみるのもよいでしょう。現在の ENDF フォーマットは 1966 年に、Honeck が考案したもので、その後、部分改訂を経たが、本質的には変わっていません。しっかりした入れ物が出来ると、何をすべ

きかも自ずとして明確になります。相対論領域まで対象範囲を拡大した場合、現在のフォーマットで十分かどうか検討の余地があるのではないのでしょうか。

4. まとめ

1) 在来ニーズへの対処：保守・管理機能の確立

- ・原子炉を主たる対象とするが、核データは人類の資産的側面を持っており、その信頼性確保には、持続的研究を必要とする。しかし、今後の対処法に関する明確な方針が必ずしも確立されていない。具体的には、JENDL-3 で終結するか否か。JENDL-3.X ($X \geq 3$) として部分改訂版で、将来の実験データ、理論研究の成果に漸次対処するのか。
- ・共分散データの必要性が高くなる。上記の点を踏まえた対策を。
- ・JENDL-3 の成果を広く一般の人々に活用して頂くため、利用者に優しい、サービス・コードの必要性を痛感する。
- ・次世代の評価済核データは“自動”評価システムで作成すべく、数年計画でシステムづくりに取り組むのも一案です。

2) 将来ニーズ：新分野への展開

- ・当面加速器用核データが主流になるでしょうが、高エネルギー領域まで対象範囲を拡大し、自ら新分野を開拓する必要がある。
- ・高エネルギー核データ格納用データ・フォーマットを考案し、世界の標準化を図るのも有効かと考えます。

3) 核データ分野の人材減少、高齢化は世界的な趨勢であり、その対策は、別途、しかるべき機関で論じられる事を期待する。核データが人類共通の資産的性格がある以上、国際協力の必要性は言うまでもない。

最後に、シグマ委員会を支えて頂いた関係各位の変わらざるご支援と、メンバー各位の益々のご健勝を祈願します。

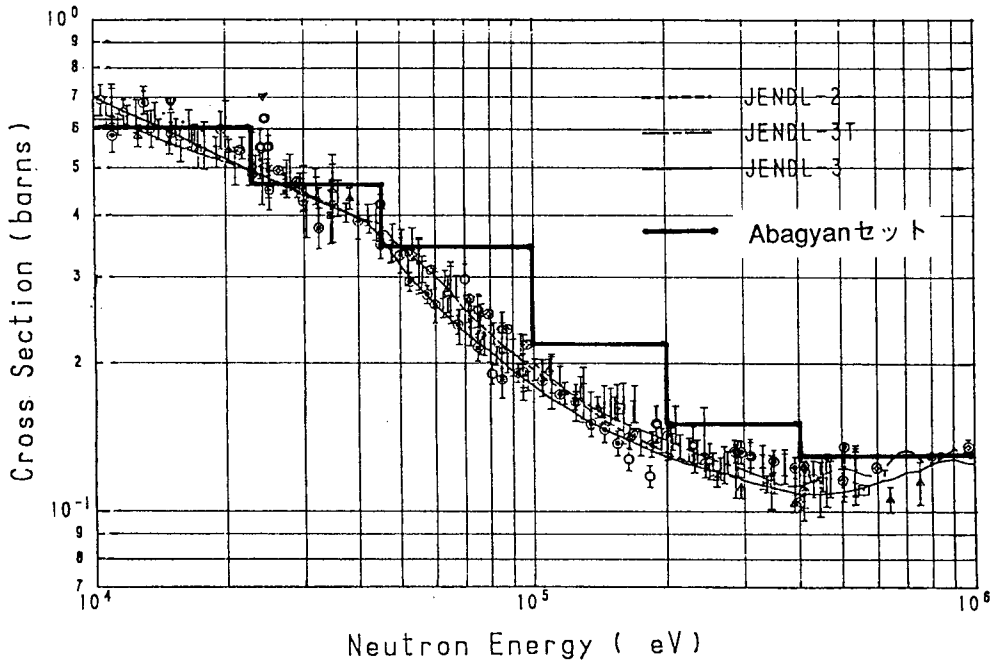


図1. ^{238}U 中性子捕獲断面積の JENDL-3 と Abagyan セット (1962年版) の比較。
 この図は、浅見哲夫他、日本原子力学会誌 Vol.31 No.11 (1989) より転用。

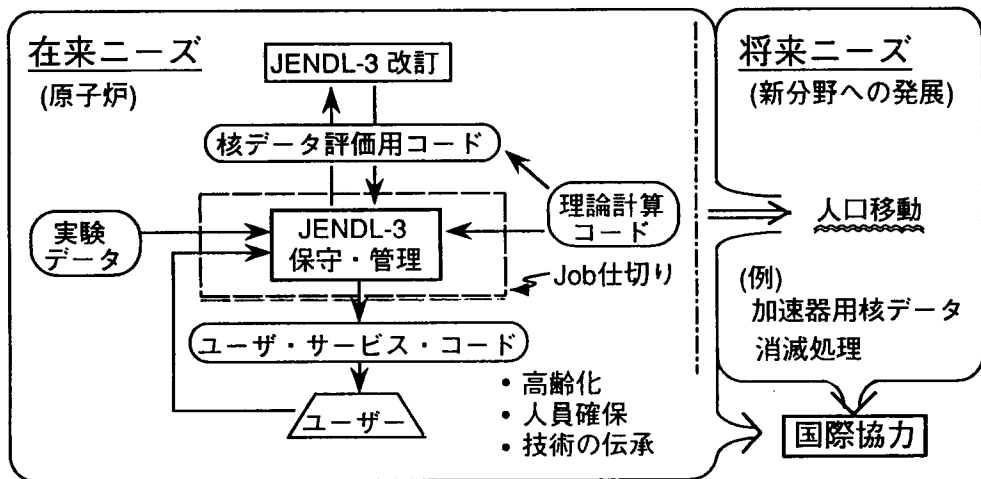


図2. 核データ評価のニーズと環境

**The Japanese Contribution to the Improvement of Nuclear Data
on the
30th Anniversary of the Japanese Nuclear Data Committee**

Nigel Tubbs, NEA Data Bank, OECD

The establishment of the Japanese Nuclear Data Committee in 1963 was very closely followed by Japan's entry to the Neutron Data Compilation Centre (CCDN Saclay) and the Computer Program Library (CPL Ispra) of the then European Nuclear Energy Agency. Japan became an associate member of ENEA in 1965 and joined both the CCDN and the CPL in 1966. It was some years later, in 1972, that Japan became a full member of the Agency, which then took on its present title as the Nuclear Energy Agency.

At only thirty years distance in time, we already need to remind ourselves that in the early sixties modelling programs for reactor neutronics were based on rather simplistic descriptions of the reactor geometry and the nuclear interactions concerned, and had to accommodate data uncertainties far higher than they are at present. Japan's prompt participation in the Neutron Data Compilation Centre was a symbol of the close and successful collaboration with the countries which now make up the NEA membership, and which has so much improved our common ability to analyse and predict accurately the neutronics aspects of nuclear reactor behaviour.

The Japanese contribution as seen from the Data Bank

The JENDL-1 evaluation project started in 1973, taking as its point of departure the existing data from ENDF/B-IV, and working to build up a set of independent evaluations or all the more important isotopes. By 1982 when the JENDL-2 file was completed, the high quality of this evaluation work was widely recognised; when the Data Bank Member countries in turn set up the "Joint Evaluated File" project in 1981 and produced a JEF starter file following selection of the best available data sets, a high proportion of these data were taken over from JENDL-2.

JEF, like JENDL, was able to benefit from the experience of preceding

projects, and has now released its version JEF-2.2. Though JEF itself has not concentrated on the higher energies required for fusion neutronics studies, this field is covered by a sister project, EFF (European Fusion File) support by the European Communities. In 1993 we are in the favourable position of having access to three largely independent files; produced within the NEA membership and supported by extensive benchmark comparisons against both standard integral measurements and measurements in operating reactors: ENDF/B-VI, JENDL-3 and JEF-2.2.

The three files are similar, but not identical; their differences coincide with the remaining problem areas, such as the capture cross-section of ^{238}U . The final goal of the evaluator is to produce a file which can be used without adjustment in a wide range of reactor neutronics calculations. The closeness of the three files is very encouraging, not only in itself but because inaccuracies in computation are at least as frequent as errors in data. The availability of thoroughly reliable data is an essential prerequisite to validating the programs which use them.

The International Evaluation Cooperation

This cooperation was started by the former NEA Nuclear Data Committee to coordinate and share the work carried out in these three files, while preserving their identity and homogeneous approach of each separate file. It continues as the Working Party on Evaluation Cooperation of the NEA Nuclear Science Committee (NEANSC). Within it, task groups are formed to complete work on specific problems and dissolved as they are solved: as of January 1993, there are eleven such groups; of which four will shortly be terminated, possibly to be replaced by two new ones.

This evaluation cooperation is proving a good way to make the best use of the reduced resources available for evaluation. There is increasing interest in NEA countries in the data needed for studies on transmutation of actinides, and there may be strong demands for fusion data in the next decade. We believe that the skills of neutron data measurement and evaluation, together with a necessary minimum of experimental facilities, must be preserved as a support to future nuclear development; Japan's contribution to this effort is an essential one, and is very much appreciated.