

NEANS C核データ評価国際協力の進展 —これまでの経緯と第8回会合の報告—

武蔵工業大学

吉田 正

e-mail: yos@ph.ns.musashi-tech.ac.jp

1. はじめに

日米欧で、それぞれJENDL-3、ENDF/B-VI、JEF-2の公開の目処がたった時期にあたる1989年。その年に開催されたOECD/NEAの炉物理委員会(NEACRP)と核データ委員会(NEANDC)の合同会議で、核データ評価国際協力の枠組みが議論・採択された。これは、三つの主要なライブラリーが基本的に満たすべき仕様をクリアし(見方によってはまだかなり形式的なクリアともいえるが)、一方で各国の核データ活動に関わるマン/マシンパワーが急速に減少しつつあった当時の現実を前にし、国際協力こそが唯一残された道であるとの認識が一挙に実際的なかたちに結実したものと言えよう。当然、それがいかに多岐にわたるか複雑な内容をもつものではあっても、核データとてやはり(理科年表にあるような)普遍的な物理定数であって、超長期的には世界共通のライブラリーに収束して行くはずのものであるとの認識も、この動きの背景をなしていたにちがいない。

上記会議の直後に持たれた短時間の会合が、本稿のテーマである「NEACRP/NEANDC 核データ評価国際協力ワーキンググループ」の第1回会合とみなされている。設立前後の事情について、これに深く関わられた五十嵐信一、菊池康之の歴代核データセンター長にお話を伺う余裕のないまま、本稿を纏めなければならないことについて、まず読者にお詫びしておきたい。翌年、4月30日から5月1日にかけて、ワーキンググループ(以下WG)の第2回会合が開催され、日本からは菊池現センター長他が出席されている。これが、実働メンバーが実際に一堂に会した最初のWG正式会合であり、これをもって標記国際協力が始動した。

2. 体制とその後の経緯

核データ評価国際協力は、NEACRPとNEANDCの傘の下でのJENDL、END

F、JEFという既存3プロジェクトの評価作業効率化と共通問題への一致した取り組みを第一義におき、早急に世界共通ライブラリーといった大構想をぶちあげたりはしなかった。私見であるが、これは賢明な選択であり、もし後者の道をとっていたら、各国の微妙な利害の錯綜と百出する議論で空中分解は避けられなかったのではないだろうか。全体の調整は各プロジェクト数名の代表と NEACRP 及び NEANDC からの各々2名づつの代表で構成され、初代WG議長に C.Dunford 氏を選出した。実際の作業は協力項目ごとにサブワーキンググループ（以下SG）を組織し、各SGにはWG側からの責任者（モニター）と問題に精通した専門家であるリーダー（コーディネーター）が置かれた。作業はE-mail やファックスを介在して行われ、SG全体会合のようなものは原則として開催されていない。（もちろん、何らかの会合にくっつけて集まれるメンバーだけ非公式に集まる、ということも行われていた。）

実際のWG発足時にあたる第2会WG会合（1990）の時点で、次の7つのSGが活動を開始した。後節で、今年6月米国アルゴンヌ国立研究所で開催された会合の経緯をふまえ、現時点から振り返ってその作業内容を述べることになるので、ここでは単にSG名を列記させて頂く。

- SG1 Cr-52,Fe-56,Ni-58 の評価済みデータ間の相互比較
- SG2 Fe-56 の共分散データの作成
- SG3 熱中性子領域のアクチナイドデータ
- SG4 U-238 捕獲及び非弾性散乱断面積
- SG5 Pu-239 の1-100 KeV の核分裂断面積
- SG6 遅発中性子ベンチマーク
- SG7 標準群定数

これらのうち、SG1はライブラリーの実際の数値の比較を通じて評価がはらんでいる問題点を明確にすること、また、SG3, 4, 5, 6は、具体的かつ特定の、各プロジェクトとも解決策を持ち合わせていない問題に着目して実際に測定を行った各国の研究者も巻き込んで問題解決すること、をねらったものである。SG2とSG7は、各プロジェクトが共通に抱える長期的課題に関して、協力関係を築くうえでの共通基盤を作ることをねらったもの、と筆者は理解している。実際、SG7は1993年の第5回WG会合で常置グループBという位置づけを与えられ、以降は中長期的な視野から恒常的に活動している（SGB：評価済み核データのフォーマットおよび応用ライブラリーへの処理方法）。

その後年を追うごとにSGの数も増え、以下のSGが順次発足していった。但し、スクラップ&ビルドは確実に実施されており、SG1からSG18がすべて現在も存続しているわ

けでない。多少重複するが、表1にスクラップ&ビルドの経緯が分かるよう纏めておいた。なお、混乱をさけるため、あるSGが卒業しても、その番号は欠番のまままで新SGの通し番号を増やして行くという方式が取られている。

- SG8 マイナーアクチナイドデータ：Np-237,Am-241
- SG9 未来型炉における核データニーズの高優先度核種リスト
- SG10 FP核種の非弾性散乱断面積
- SG11 Cr-52,Fe-56,Ni-58の共鳴断面積の比較
- SG12 核物理モデル検証
- SG13 中間エネルギー核データ評価
- SG14 KERMA及び照射損傷評価
- SG15 非分離共鳴領域における自己遮蔽効果の取扱い
- SG16 Cr-52,Fe-56,Ni-58の中性子入射反応モデル計算のための原子核準位密度
- SG17 FP核種の中性子断面積
- SG18 U-235の捕獲断面積及び熱外中性子領域

3. ワーキンググループ(WG)からワーキングパーティー(WP)へ

1992年はWGにとって特別な年となった。NEAに新たに核科学委員会(NEANSC)が発足し、WGはNEANDC/NEACRPの監督下から、NEANSCの監督下に移行することになった。この移行に際し、IAEAを第四のプロジェクトとして招へいし、非OECD諸国とのつきあい方も新しい局面を迎えた。また一方では、世界の共通ライブラリーへの集約という考えをどう扱うかで、WG内でかなりつつこんだ議論があった。特に、後者の議論の経緯については、菊池氏らの第4回WG会合(東海)報告(核データニュースNo.43, p.7)に詳しいので興味ある方はご参照いただきたい。この東海会議を境に、ワーキンググループは「NEANSC核データ評価国際協力ワーキングパーティー(以下WPP)」に改組された。新しい組織は、当初WP IECと略記されたが、このところWPECという略称が定着したようである。表2に、WG時代から今年6月のWP第8回会合までの経緯を、簡単に纏めて示しておく。WGからWPに変わっても、会合の通算番号はゼロクリアされていないので注意されたい。

1994年にOak Ridgeで開かれた第6回会合で、既に触れた常置グループが設置された(表1参照)。そしてその翌年、常置グループのうちのSGAが核データ実験活動ワーキングパーティー(略称:WPMA)として独立し、WPECと並列のワーキングパーティーとなった。この二つのWPはあくまでも双子の兄弟WPであり、会合も必ず同じ時、同じ場所で行われることになっていて、メンバーも自由に相互にオブザーバー出席できる。

この年の Paris での第7回会合のおり、筆者はWPMA会合にオブザーバー出席し、データリクエストリストについての議論に加わったが、並みいる各国の実験家から「こんな測定はできない」とか「こんな精度は非現実的だ」、あるいは「こんな測定ならすぐできる」と言った発言が間髪を入れず飛び出し、大いにこの会合の意義を実感した。

4. WPEC第8回会合の概要

といった経緯で、WPEC, WPMA共催の第8回会合は、今年1996年6月11日から14日まで米国アルゴンヌ国立研究所で開催された。今回は、議長の Salvatores 氏とならび会合のオピニオンリーダーである菊池康之氏が出席できず、核データセンターの長谷川明氏と筆者がWPECメンバーとして、東北大馬場護氏と原研池田裕二郎氏がWPMAメンバーとして、それぞれ出席した。しかし、今も書いたように両WPメンバーは可能なかぎり相互乗り入れし、互いにオブザーバー出席している。転職後間もない筆者はスケジュールのやりくりがなかなかつけれず、11日に日本を立って11日の午後から会議に出席し、会議終了の翌朝すぐ帰国の途につくという商社マンなみに出張となった。以下、各SGの報告の要点をかき摘んでまとめる。卒業したSGのうちSG1, SG2, SG3, SG5, SG15については、会議に先だてA5版のカラフルな表紙のついた最終報告書(卒業論文!)がNEAより各メンバーに送られてきており、核データセンターでも見ることができるので、当該SGの項目ではその題目のみを記し、報告にかえさせていただく。なお、WPECの議論では長谷川氏が中心になって日本の立場を主張したが、長谷川氏の多忙もあり、本稿執筆だけは筆者にお鉢が回ってきた。あえてお受けした次第である。執筆にあたっては長谷川氏のメモをフルに活用させていただいた。なお、本節はちょっと長くなるので、興味のあるところを拾い読みしていただければじゅうぶんである。

1) SG1 Cr-52, Fe-56, Ni-58 の評価済みデータ間の相互比較

Comparison of Evaluated Data for Chromium-52, Iron-56 and Nickel-58 (NEA/WPEC-1)

2) SG2 Fe-56 の共分散データの作成

Generation of Covariance Files for Iron-56 and Natural Iron (NEA/WPEC-2)

3) SG3 熱中性子領域のアクチノイドデータ

Actinide Data in the Thermal Range (NEA/WPEC-3)

4) SG4 U-238 捕獲及び非弾性散乱断面積

九大神田幸則氏（現大分高専）を中心としたSG4の努力により、FBR炉物理と核データの両コミュニティに横たわる懸案だったU-238の共鳴捕獲の過大評価の問題はすでに決着し、JENDL-3.2にも反映されている（詳しくはJuelich核データ国際会議報文集、p.851参照）。非弾性散乱断面積については、その重要性にも関わらず、すぐに新しい実験データが出てきそうにない。計算だけでかなりのことが言えるはずだとのコメントが出された。

5) SG5 Pu-239の1-100 KeVの核分裂断面積
Plutonium-239 Fission Cross Section between 1 and 100 keV (NEA/WPEC-5)

6) SG6 遅発中性子ベンチマーク

マイクロデータ（総和計算）担当のRudstam氏（Uppsala大Studsvik）と積分評価担当のFilip氏（Cadarache）の相次ぐ引退などもあり、久しく泣かず飛ばずだったが、CassaciaのD'Angelo氏がコーディネータを引き受け、再出発した。同氏は1年か2年でけりを付けたいと意欲的である。総和計算（核分裂収率等のマイクロデータから積み上げて β を評価）、 β の直接測定、臨界実験装置を使った β の積分評価が3本柱だが、この三つをどうリンクさせて行くかが課題。原研の岡嶋氏、片倉氏ほか各国から新メンバーが加わった。

7) SG7 標準群定数

常置グループ(SGB)に移行し活動を続けている。しかし、各国でのマンパワーの不足から、大向こう受けするような見えた成果や進展はない。関係者は、国内で多くの作業をかかえていて、国際協力は必要性は感じてはなかなか手が回らないのが実状のようだ。

8) SG8 マイナーアクチナイドデータ：Np-237,Am-241

各国とも燃焼済み燃料の分析データをおいそれと公開できないのがネックとなって、なかなか国際協力が軌道にのらない。成果が上がらないならクローズすべきとの意見がある一方、ロシアのIgnatyuk氏は、日本のFCAのデータをはじめ使えるデータはあり、クローズは早計であると強く主張した。各国共通で使える、燃焼ベンチマーク問題のようなものが作れるかが今後の鍵となる。

9) SG9 未来型炉における核データニーズの高優先度核種リスト

常置グループSGCに移行し、リクエストリストの見直しが行われた。このリクエストリストはEdF(Electricite de France)のRowlands氏が纏めたもので、日本からのリストが骨格のかなりの部分を為す。3節の末尾にも記したように、リクエストリストの検討に

あたっては、WPMAメンバーである各国の実験家のコメントは非常に有用である。

10) SG10 FP核種の非弾性散乱断面積

東芝の川合将義氏のFP領域非弾性散乱断面積の解析が今回の議論のキーとなった。川合氏の結果は、計算がもっとも難しいとされた $A=100$ の周辺でも、実際的な評価のツールとしてならばDWBAで十分行けることを示すものであった。だがA.B.Smith氏がsuper deformedの話まで持ち出して異をとねえ、Ignatyuk氏もこれに同調した。そのどさくさで、SG10を一応クローズし、残された作業はSG17に引き継ぐというSG10側の提案が今回は中に浮いてしまった。実際的なツールの話と原理原則の話がこんがらかってしまったわけで、川合氏の代理で発言した筆者の力不足に責任を感じている。

11) SG11 Cr-52, Fe-56, Ni-58の共鳴断面積の比較

NiはKarlsruheのFroehner氏解析が、Crについては現在測定が進行中。そろそろ仕事を収束することが望まれている。

12) SG12 核物理モデル検証

これは問題の多いSGである。スコープが広すぎて、何からどう始めて、いったいどんな具体的な結論が期待されているにか、ほとんど共通認識が欠落している。コーディネーターのReffo氏も今回は無断欠席し、回りからは先を危ふむ声がしきりであった。何とか妥当な落としどころを見つけるべく、Salvatores氏がReffo氏と話をすることになった。最後の節で述べるが、SGは解決すべきテーマが具体的であればあるほど上手くゆく可能性が高い。このSGは、残念ながらこの教訓への反面教師になりつつある。

13) SG13 中間エネルギー核データ評価

モニターが菊池氏、コーディネーターが同じく原研の深堀智生氏とオランダのKoning氏となっており、日本からの寄与も大きい。いまもっともホットな分野のひとつであることもつだって、収納フォーマットの検討、実験データの収集整理、モデルコードの相互比較、と順調に運営されている。ThinおよびThick Target Yieldについての相互比較の結果については近々レポートが刊行されるとのことであった。

14) SG14 KERMA及び照射損傷評価

このSGはほとんど進展がない。クローズする方向で議論があった。スクラップ&ビルドがきちんと機能することは最低限重要なことだ。

15) SG15 非分離共鳴領域における自己遮蔽効果の取扱い

Cross-Section Fluctuations and Self-Shielding Effects in the Unresolved Resonance Region (NEA/WPEC-15)

16) SG16 Cr-52, Fe-56, Ni-58 の中性子入射反応モデル計算のための原子核準位密度

このSGは、SG1での構造材核種の断面積（特に荷電粒子放出反応の）のライブラリー間相互比較から、ばらつきの原因が主として準位密度に起因していることがわかり、これを詰めようと始動したSGである。最終報告案がまがりなりにも出来ているということで、これをメンバー回覧し、コメントを反映した上でNEA/WPECレポートとして出版しクローズする。

17) SG17 FP 核種の中性子断面積

川合氏が中心になり、ロシアのBRONDを含む各ライブラリーから、lumped FPの一群断面積を作成し相互比較を行った。Ignatyuk氏が代読。中性子捕獲断面積、非弾性散乱断面積とも、予想した以上にライブラリー間で似通っている。個々の各種ではそこそこ異なっている、多数の寄与が重なって平準化したということか。システムティックなバイアスが無いことを意味しているなら悪いことではない。既に述べたSG10とSG17の作業の切り分け乃至は移行について、会議の席上で結論は出なかった。

18) SG18 U-235 の捕獲断面積及び熱外中性子領域

Fissionにくらべ評価精度の落ちるU-235の共鳴捕獲を詰める目的で2年まえ創設されたSGである。Leal-Derrienの新しい共鳴パラメーターセットの適用性評価結果が報告された。Knolls Atomic Power LaboratoryのLubitz氏（コーディネーター）の報告は大変詳細なもので、その原型は1994年のGatlinburg会議でも報告されている（同会議報告文集、p.646）。今回のthermal latticeの解析結果から、Leal-Derrienのパラメーターセットの信頼性が確認された。なお、以前原研にもしばらく滞在していたDerrien氏は共鳴解析のエキスパートとしての腕を買われ、この仕事の為にEdFの資金でOak Ridgeに派遣されたとのこと。EdFもなかなか味なことをする。脱線ついでに一言。会議のあと、このLubitz氏の車に同乗させてもらったら、「運転は私がするから、君は道を指示してくれ」とおっしゃる。私、アルゴンヌの道なんて知りませんよ！車は構内を何度かぐるぐる回りし、ともかくモーターに帰着した。途中、同じ風景を3回、見た。

19) 新SGの提案

CEAのSalvatores氏からトリウムサイクルの核データの充実を図るための新SG創

設が提案され、受け入れられた。トリウムサイクルの加速器炉で精力的な提案活動を行っている CERN の「大」Rubbia の動きとも無関係では無いだろう。他に興味を持つであろうグループとして、インドや日本の大学グループの名があがった。

5. おわりに

このように通覧してくると、SG 作業の成否を分ける二つのポイントが浮かび上がってくる。第一は良いリーダー（本 WP ではコーディネーター）に恵まれること。第二は問題がなるべく具体的であること。この要件のどちらか一方でも満たしていればいい。どちらも満たしていないとき、悲劇がおきる。なお、Salvatores 氏が親委員会である NSC (Nuclear Science Committee) の議長に就任したため WPEC 議長を辞任し、同じ Cadarache の Finck 氏が代わって議長に就任した。筆者は Salvatores 氏の明快な議事運営のファンだったので、次回以降について一抹の不安と寂しさを感じている。

追記) 本稿を柴田恵一編集委員長にお渡しした翌週、菊池康之核データセンター長の訃報に接しました。菊池さんが、本稿の主題である核データ評価国際協力活動の日本という枠を越えた、実質的な主役の一人であったことは論を待ちません。菊池さん以後、この活動がどうなっていくのか、まだ考えることができません。今はただ、心よりご冥福をお祈りいたします。



第 5 回会合でのスナップ

表1 OECD/NEA Nuclear Science Committee
Working Party on International Evaluation
Cooperation の体制 (1996 現在)

サブグループ

- SG1 Cr-52,Fe-56,Ni-58 の評価済みデータ間の相互比較 ⇨ 終了
(最終報告: NAE/WPEC-1)
- SG2 Fe-56 の共分散データの作成 ⇨ 終了 (最終報告: NEA/WPEC-2)
- SG3 熱中性子領域のアクチナイドデータ ⇨ 終了 (最終報告: NEA/WPEC-3)
- SG4 U-238 捕獲及び非弾性散乱断面積 ⇨ 中性子捕獲については結論
- SG5 Pu-239 の 1-100 keV の核分裂断面積 ⇨ 終了
(最終報告: NEA/WPEC-5)
- SG6 遅発中性子ベンチマーク
- SG7 標準群定数 ⇨ 常置グループBに発展的移行
- SG8 マイナーアクチナイドデータ: Np-237,Am-241
- SG9 未来型炉における核データニーズの高優先度核種リスト ⇨ 常置グループCに発展的移行
- SG10 FP核種の非弾性散乱断面積 ⇨ ほぼ終了し残務はSG17へ移行検討中
- SG11 Cr-52,Fe-56,Ni-58 の共鳴断面積の比較
- SG12 核物理モデル検証
- SG13 中間エネルギー核データ評価
- SG14 KERMA 及び照射損傷評価 ⇨ 進捗が見られず close する方向
- SG15 非分離共鳴領域における自己遮蔽効果の取扱い ⇨ 終了
(最終報告: NEA/WPEC-15)
- SG16 Cr-52,Fe-56,Ni-58 の準位密度 ⇨ 最終報告準備中
- SG17 FP核種の中性子断面積
- SG18 U-235 の捕獲断面積及び熱外中性子領域

常置グループ

- SGA 実験活動(Experimental Activity) ⇨ 核データ実験活動ワーキングパーティー(WPMA)に発展的移行
- SGB 評価済み核データのフォーマット及び応用ライブラリーへの処理方法
- SGC 高優先度実験要求リスト

表2 核データ評価国際協力 Working Party 会合の経緯

会合	場所, 時期	出席者	会合の特徴と報告
第1回	Argonne 1989/10	菊池	立ち上げ承認。運営法議論 核データニュース No.32, p.41
第2回	Marseilles 1990/5	菊池, 神田 高野	6サブグループ(SG)でスタート 核データニュース No.36, p.42
第3回	Petten 1991/5	菊池, 神田 長谷川, 吉田	SG1,4,5,7, Juelich 会議で 報告。同ニュース No.41, p.20
第4回	原研東海 1992/5	菊池, 長谷川 川合他, 多数	11 サブグループ(SG)体制 核データニュース No.43, p.7
第5回	Aix- en- Provence 1993/6	菊池, 神田 長谷川, 吉田	Working Group から Working Party へ移行。 核データニュース No.46, p.28
第6回	Oak Ridge 1994/5	菊池, 深堀	SG2, 3 終了。18SG (通 算)。同誌 No.48, p.50
第7回	Paris NDB 1995/5	菊池, 神田 吉田	WPMA(実験活動)独立。 核データニュース No.51, p.49, 原学会誌 Vol.38, p.46
第8回	Argonne 1996/6	長谷川, 吉田 馬場*, 池田*	SG1,2,3,5,15 終了報告書 刊行。WPMA 会合併催。
第9回 (予定)	Cadarache 1997/5		

*) WPMA メンバー