

話 題 (VI)

NEANSC 核データ評価国際協力 ワーキングパーティー第6回会合報告

日本原子力研究所核データセンター
菊池 康之、深堀 智生

1. はじめに

標記会合が Gatlinburg で行われた核データ国際会議の前の週 1994 年 5 月 4 日から 6 日にかけて Oak Ridge の Comfort Inn というホテルで行われた。この会合は NEANSC (Nuclear Energy Agency, Nuclear Science Committee) の下で進められている核データ評価国際協力 (WPIEP: Working Party on International Evaluation Cooperation) の企画調整を行うもので、毎年 1 回、各 Major File (JENDL, ENDF, JEF/EFF) のグループが持ち回りで開催することになっている。一昨年は日本、昨年はフランスで行われた会合に続くものである。参加者リストを Table 1 に示すが、今回の会合に日本側から出席したのは筆者ら二人だけの寂しいものであった。また、非 OECD 加盟国から IAEA を通じて、P. Oblozinsky (IAEA/NDS)、A. Ignatyuk (BROND)、Yu. Shubin (BROND、オブザーバー)、Liu Tingjin (CENDL) が参加した。

今回会合が開催された Comfort Inn は Oak Ridge 中心からちょっと東へ行ったところの Oak Ridge Mall (ショッピングセンター) の隣に位置しており、(アメリカでは大体そうなのであるが) 車がなければ何処へも行けない場所にあった。ホテルにはレストランもなく、食事は Mall 周辺のレストランへ食べに行かなければならなかった(さすがに、世話役の Roussin 氏の配慮で 2 日目からは working lunch がサービスされた)。更に悪いことに、誠に酒好きの筆者ら一行が困ったのは、特定の 1~2 軒のレストランでしか酒類販売の免許を持っていなかったことであった。毎日変わったものを食べたければ、酒が飲めず、酒が飲みたければ同じものを毎日食べるしかない。と言う訳で、会議以外に余り話すべきことがないので、会議内容の報告に移ることにする。

会合は通常の会合に先立ち、第 5 回会合で設置が決められた 3 つの常置グループの立ち上げに関する報告及び討論が 1 日かけて行われた。以下、順を追って会議内容を報告する。簡単のために、以下ワーキングパーティーは WP、サブグループは SG、モニターは M、コーディネーターは C と略すことにする。また、文章中の敬称は略させて頂

く。

2. NEA 核データニーズ・レビュー及び NEANSC からの提案

2.1 実験活動に関する NEANSC プロジェクト

NEANSC では実験活動の研究所間調整を行うタスクフォースが進行中である。これと、活動を開始する SG-A とを合併して、研究所間の実験計画を調整・促進する新しい WP として発足させて欲しいと言う要望が NEANSC から本 WP に提出されている。この件に関する議論の詳細は SG-A の項で行ったのでそちらを参照して頂きたい。

2.2 核データのユーザーと生産者との対話フォーラムの企画

NEA 白書 ("A Strategic View on Nuclear Data Needs", Report by the NEA Secretariat (Sep., 1993)、内容については、板倉周一郎、「核データに関する今後の戦略－OECD/NEA 事務局レポートより－」、原子力工業、第 40 巻、第 3 号、p.64 (1994) を参考にしたい) における記述を基に、標記フォーラム (現在のところ 1 回のみのお会合を 1995 年に行う予定) の組織を本 WP で手伝って欲しいという要請が NEANSC よりあった。このフォーラムの目的は核データ生産者の現状をユーザーに理解してもらい、サポートを要請することである。

このような要請に対し議論を行った。「対象となるユーザーは、良く組織されたユーザーグループでなければならない」(従来のユーザー：原子炉、核融合炉)、「潜在的ユーザー (新しいユーザー：核燃料サイクル、天文物理、医療等) の発掘の方が大切」、「守勢ではあるが、現在の原子炉または核融合分野のユーザーに核データの保守の必要性を訴える方が、金銭的サポートを得るには近道だ」等の意見が出されたが、早期開催が重要であるとの認識から、数人 (菊池、Reffo、Deruytter、Salvatores、MacFarlane) で提案書を作成し、NEANSC に提出することになった。検討事項として、「どのようなユーザー組織に、どのように宣伝するか (例えば、欧州核科学会 (ENS)、非エネルギー分野の潜在的ユーザーのいる会議等)」が挙げられ、GLOBAL'95、ENS、ANS、兵器用 Pu 廃棄問題等の大きな国際会議などを見て呼びかける対象を探すことが必要であろうとの意見もあった。

3. 各プロジェクトの現状紹介

3.1 JENDL

日本からは、JENDL-3.2 の現状及び LWR 及び FBR のベンチマークテスト結果、シグマ委員会及び核データセンターの活動について報告した。

3.2 CSEWG

アメリカからは、CSEWGの改組、CSEWG内でのデータ要求リストについての討論、ENDF-6フォーマットマニュアルの改訂、NJOY 91.91での共分散データの取扱い等についての報告があった。ENDF/B-VI Release 3ではいくつかの核種について追加及び修正を行うが、スタンダード・ファイル及びフォーマットは変更しないとのことであった。また、非公開扱いであったENDF/B-Vが公開になったとの報告もあった。

3.3 JEF/EFF

JEFについては、JEF-2.2で一応凍結するが、JEF-3の計画が有り、評価活動は続ける。主な修正点は、

- ・ $^{239, 240, 241} \text{Pu}$ 、 $^{233} \text{U}$ の共鳴パラメータをDerrienのものに置き換えた。

- ・ $^{58} \text{Ni}(n, \alpha)$ の新しい実験をGeelで行った結果を取り入れた

である。この他、JEF-2.2の平均断面積などをパーソナルコンピュータの媒体（CD-ROM、ディスク、ネットワークなど）により出版する予定である。

EFF-2の最終修正核種は、 $^7 \text{Li}$ 、 $^9 \text{Be}$ 、Al、Si、Fe、Cr、Ni、Mo、Pbであり、EAF-3では729核種、12899反応（20 MeV以下の入射中性子エネルギーにおいて $1 \mu\text{b}$ 以上の断面積を持つもの）の格納を計画している。また、JEF-3及びEFF-3が公開された時点でJEEF-3としてまとめるとのことであった。

3.4 CENDL

中国からのCENDLに関する報告では、CENDL-2.1を1994年末に公開予定であり、その格納核種は54核種から64核種へ増加している。フォーマットとしてはENDF-6フォーマットを採用するとのことであった。

3.5 BROND

Gatlinburg会議で発表する内容について報告があった。

3.6 IAEA/NDS

IAEA/NDSの現状として、1995年まで予算が15%カットされている。昨年、CINDA93、WRENDAを出版し、今年以降、光子生成、パラメータファイル等に関するCRPを組織する。IRDFの活動は続けているが、FENDLが1995～1996年の最優先課題であり、Garchingでベンチマークテストを行う予定である。

4. 実験活動に関する NEA 研究所間協力タスク・フォースの現状報告

実験活動に関する NEA 研究所間協力タスク・フォースの現状報告として、以下のいくつかの実験に関して概略の説明があった。

- ・ $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ スタンダード断面積

NIST と ORNL の共同研究で分岐比と微分断面積を測定する。

- ・ $^{10, 11}\text{B}$ 全断面積

IRMM、NIST、ORNL 間の共同研究で行われている。評価値との比較では、 ^{10}B の 10 keV から 1 MeV で ENDF/B-VI は実験値より 5 % 以上低いとの結果が報告された。

- ・ 放射化断面積

原研 FNS 等で、 $^{179}\text{Hf}(n, 2n)$ 、 $^{60}\text{Co}(n, p)$ 等の反応断面積について測定を行っているが、まだ十分ではない。IAEA/CRP や非 OECD 諸国との協力が必要である。

- ・ ^{238}U の非弾性散乱断面積

これから立ち上がる予定である。

また、後述するが SG-A との合併し、WP へ昇格することを検討している。

5. 常置グループについて

第 5 回会合で設置が決められた 3 つの常置グループについての立ち上げに関する報告が行われた。

SG-A: 実験活動

(M: A.J. Deruytter, C: H. Weigmann, D. Larson)

この SG の目的は個別の実験施設で行われている微分実験を出来るだけ効率よく行えるように調整し、本 WP の他の SG の目標をサポートすることである。また、後述する SG-C で提案される高優先度の実験や SG-13 の中間エネルギー領域からの要求との整合も採る。また、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ スタンダード断面積、放射化断面積、 ^{238}U の非弾性散乱断面積等の測定に関する各研究所間での相互比較の現状報告が行われた。

前述の WP への昇格については、「NSC が承認しているので昇格した方がよい」、「WP へ昇格させるためには 1 年間位の猶予時間が必要」、「本 WP の範囲内なら非 OECD 諸国の参加も問題ない。しかし、WP として独立する場合は問題がある。(新しく WP を立ち上げてその中の SG に参加してもらおう)」等の議論があったが、本 WP からの NSC への回答として、

- ・ WP として発足する
- ・ 本 WP とは強くリンクするという条件を付ける（協力関係を保つため、本 WP と同時開催する）
- ・ 組織するのに時間をもらう

を採択した。ただし、新 WP では積分実験として、厚いターゲットによる各物理量の収率 (TTY) 及び共鳴積分しか考えないため、ベンチマーク実験のことを考える SG を本 WP 中に設置する。

新しい WP では、従来のエネルギー範囲での微分実験、中間エネルギーの実験等が SG として考えられるが、構成は実験施設またはニーズに依存する。当面の課題としては、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ スタンダード断面積、放射化断面積、 ^{238}U の非弾性散乱断面積の 3 つで十分である。この他、「NEA の計算機に、現在進行中または計画中的の実験等の情報を格納する掲示板を作ったらどうか」等の意見が出された。

SG-B: 評価済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

(M: E. Menapace, C: R. Roussin)

この SG では、放射線輸送計算に関する分野に必要とされる形への評価済核データの精度の良い処理についての提言を行う。現状では、NJOY 91.99（現在使用可能なのは NJOY 91.91）が最新版であるが、新しいバージョンの NJOY 94 を公開することに集中したい。群定数について、FBR 用の VITAMIN-J だけでなく、LWR 用の WIMS、SRAC などについてもデータ処理を行うが、後者の優先度は低い。BROND、CENDL についても処理を行い、ベンチマーク計算及び SG-13 で議論する中間エネルギー領域のフォーマット・群構造検討も目的に含める。NJOY 以外の処理コード（例えば GRUCON、LLNL で作成しているのコード）との比較も含め、MCNP などのモンテカルロ・コードについても考慮する。作図による比較は重要核種についてのみ行い、もし主要ライブラリー間での差異が見つかった場合は、評価にフィードバックする。

この他、評価済核データのフォーマットの改良、更新、メンテナンスについても検討を行うが、問題の発見のためには質問状を配布し、結果を踏まえて、改良の提案を行う。1 頁程度のプログレスレポートを今年中に出す予定である。

JENDL 側からは菊池、高野、中川が参加する。

SG-C: 高優先度実験要求リスト

(M: M. Salvatores, C: J. Rowlands, E. Cheng)

特筆すべき進捗無し。日本からは、菊池、山野が参加する。NEANDC 時代の Progress of High Priority Request List の総集版を菊池が編集する。

6. 各サブグループ (SG) の活動状況

以下各 SG の現状報告の概略を述べる。

SG-1: ^{52}Cr 、 ^{56}Fe 、 ^{58}Ni の各ファイル間の相互比較

(M: D. Larson, C: C.Y. Fu)

終了報告が行われた。 $^{58}\text{Ni}(n, \alpha)$ 断面積の計算には光学ポテンシャルは余り効かず、単位密度の変更に依って大きな効果がある。従って、SG-16 へ移行する。

SG-2: ^{56}Fe の共分散ファイル作成

(M: H. Gruppelaar, C: H. Vonach)

Vonach が欠席のため終了報告は行われなかったが、レポートを集めて最終報告書を作る予定であるとの報告があった。

SG-3: 熱中性子領域のアクチナイドデータ

(M: N.T. Gulliford, C: H. Tellier, H. Weigmann)

イタリアのレポートを最終報告書に加える。 ^{235}U の η に関する終了報告が行われた。

SG-4: ^{238}U の捕獲及び非弾性散乱断面積

(M: 菊池, C: 神田)

捕獲断面積の部分は終了した。非弾性散乱断面積データについての現状及び JENDL-3.2 の評価について報告があった。全非弾性散乱断面積の各ファイル間の相互比較結果は、実験データ及び各ファイル共に一致しない。実験データが更に必要である。

SG-5: ^{239}Pu の 1 ~ 100 keV における核分裂断面積

(M: M. Salvatores, C: E. Fort)

終了報告が行われた。Weston の再規格化データに基づく Derrien の共鳴パラメータを推奨する (JENDL-3.2 には既に格納済)。

SG-6: 遅発中性子データのベンチマークテスト

(M: R. McKnight, C: A. Filip, G. Rudstam)

以下のような微分及び積分的実験の現状及び今後の予定が報告された。

- Studsvik での実験： ^{233}U 、 ^{238}U 、(^{232}Th) の核種毎の核分裂収率 (Y_i)

- ・ IBR-2、FLNP-JINR (Dubna) での実験：
 ^{235}U 、 ^{239}Pu 、(^{238}U 、 ^{239}Pu 、 ^{237}Np) の ν_d
- ・ MAZURCA (Cadarache) での実験： ^{235}U の β_{eff}

SG-7: 多群断面積の処理

(M: E. Menapace, C: R. Roussin)

終了報告が行われた。SG-B へ移行する。

SG-8: マイナー・アクチナイド・データ

(M: N.T. Gulliford, C: 高野、中川)

各ファイル間の相互比較が終了し、高野によるベンチマーク計算の報告が行われた。今後、ORIGEN2 ライブラリーについての比較は原研で行う。日本からの参加者は、菊池、高野、内藤、中川であり、モニターは Gulliford から菊池に交代する。

SG-9: 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

(M: M. Salvatores, C: N.T. Gulliford)

終了報告が行われた。SG-C へ移行する。

SG-10: FP の非弾性散乱断面積

(M: H. Gruppelaar, C: 川合)

JENDL-3.2 における修正点の説明 (シグマ委員会 FP 核データ WG) 及び次のようなベンチマークテストについての現状報告が行われた。

- ・ ECN: JEF-1,2、STEK
 弱吸収体に関して $C/E > 1$
- ・ CEA: JEF-2、SEG
 弱吸収体に関して $C/E > 1$
- ・ JAERI: JENDL-3.2
 弱吸収体に対する高めの非弾性散乱断面積の採用により、JEF の結果よりは良いが、随伴中性子束にまだ問題有り。スタンダード試料の積分実験データを再現できない。

結論として、

- ・ JENDL の評価手法は妥当である (他のファイルもこれに習って修正する)。
- ・ 更なる微分実験及び積分実験が必要である。

が報告され、今後のフォローアップとして、論文の作成、Pd の解析、実験データの要求を出すことが計画されている。この SG は 1994 年中に終了し、最終報告書は川合に送ることになっている。その後、積分実験に関する問題を解決するために SG-17 へ移行する。

SG-11: ^{52}Cr 、 ^{56}Fe 、 ^{58}Ni の共鳴領域における各ファイル間の相互比較

(M: D. Larson, C: C.Y. Fu)

IRMM(Geel)、ORELA で Fe、 58 、 ^{60}Ni に関する高分解能実験を行った。従って、共鳴解析を行うのみである。これはポストドクターの仕事であるので、解析を行う候補者が見つかったら Larson らが教育する (SAMMY の使用法等)。

以下は今回から加わった新しい SG の立ち上げに関する報告である。

SG-12: 核物理モデル検証

(M: P. Oblozinsky, C: G. Reffo)

核物理モデルの収集・比較を行う。カテゴリー別に次の7つのサブ SG (日本からの参加者) に分けて検証を行う (この内容には Gatlinburg 会議中に開催された SG の start-up meeting の内容も含まれている)。

- ・核構造 (中島)
- ・光学ポテンシャル及び直接過程 (的場、石橋、河野)
- ・R-matrix 及び共鳴領域解析 (柴田)
- ・複合核及び前平衡過程 (千葉、渡辺)
- ・核分裂 (大澤)
- ・ γ 線生成 (北沢、井頭)
- ・モデルの相互比較 (深堀)

エネルギーの上限は π 中間子の生成しきい値とし、IAEA のパラメータライブラリー CRP と協力する。また、サブ SG のリーダーは比較手順を今年中に Reffo に送る。

この SG の計画は、「モデルの検証というより、応用またはコード指向ではないか」、「範囲が大き過ぎないか」、「他の SG と重複する部分が多過ぎはしないか (特に SG-13)」等の意見が、メンバーの殆どから出されたが、コーディネーターの Reffo には無視されてしまった。本当にまとまった結果が得られる SG となるのであろうか。とにかく、当面は、モデルコードのリストアップ及びマニュアルの収集を行い、そのための質問状をメンバーに送る (1994 年 7 月中旬まで) こととなった (返事は今年中)。

SG-13: 中間エネルギー核データ評価

(M: 菊池, C: A. Koning, 深堀)

中間エネルギー領域の核データ評価についての検討を行う。当面は基礎的な部分の調査・検討を行うこととし、次のタスクを選定した。

- ・データニーズ及び優先度の調査（既に菊池がユーザーに向けて質問状を配布している）
- ・中間エネルギー領域核データの対象物理量の検討
- ・フォーマットの検討（サブ SG とし、Koning が取りまとめる）
- ・実験データの収集（サブ SG とし、深堀が取りまとめる）
- ・評価法の比較・検討（NEANSC の国際相互比較の結果も考慮する）
- ・試評価を通じての問題点の洗い出し
- ・既存の評価の相互比較（サブ SG とし、Chadwick が取りまとめる）

日本からの参加者は菊池、岸田、石橋、千葉、深堀、渡辺、高田である。

SG-14: KERMA 及び照射損傷評価

(M: H. Gruppelaar, C: R. MacFarlane)

この SG では、KERMA 計算手法及び照射損傷評価のレビューを行う。現在は、A<90 についての ENDF/B-VI を基にした MacFarlane による計算（エネルギーバランス法）が行われている。日本からは深堀が参加する。

SG-15: 非分離共鳴領域における自己遮蔽効果の取扱

(M: D. Larson, C: F. Froehner)

この SG の目標は、

- ・自己遮蔽効果の理解
- ・自己遮蔽効果の正しい取扱法の検討
- ・処理コードの能力も考慮した処理手順の推奨

であり、Geel での Fe 全断面積に関する高分解能実験や ORELA での Fe、^{58, 60}Ni に対する高分解能実験を基に、3 MeV までの自己遮蔽効果の計算法の相互比較、断面積の形状・構造の効果の考察を行う。この際、共分散データも考慮する。日本からのメンバーは、中川、山野である。

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

(M: D. Larson, C: C.Y. Fu)

この SG は、Gilbert-Cameron、Back-shifted Fermi Gas、Ignatyuk、Maino モデ

ル等について比較・検討する。日本からは千葉が参加する。

7. 新しく設置が提案されたSG

SG-17: FP の非弾性散乱断面積

(M: H. Gruppelaar)

試料作成法、自己遮蔽効果等の詳細解析及び各ファイル間の相互比較（非弾性散乱断面積、捕獲断面積）を行う。この際、直接反応の効果を標準試料における随伴中性子束について比較を行い、精度検証、随伴中性子束の感度解析またはアジャストメントにより、信頼性評価を試みる。また、 $^{98, 100}\text{Mo}$ 、Pd に関する微分実験を SG-A に要求する。日本からは川合が参加する。

SG-18: ^{235}U の捕獲断面積及び熱外中性子領域

ENDF/B-VI のベンチマークテスト結果より、 ^{235}U の熱外領域のデータがまだ不十分であるとの指摘があったので、標記 SG が提案された。Monitor は未定。日本からは松延の参加を予定している。

8. 今後開催される核データ関係の会議について

- Gatlinburg の次の 1997 年核データ国際会議開催候補地
Obninsk (Russia)、Bologna (Italy)
- 中間エネルギー領域計算コードの国際相互比較フォローアップ会合
Paris (France)、1994 年 5 月 30 日 ~ 6 月 1 日
- FENDL 会合
Garching (Germany)、1994 年 9 月 12 ~ 16 日
- パラメータ・ファイルに関する IAEA/CRP
Ravenna (Italy)、1994 年 9 月 19 ~ 23 日
- 放射化断面積に関する IAEA/CRP
Debrecen (Hungary)、1994 年 10 月 4 ~ 7 日
- ヘリウム生成断面積に関する IAEA/CRP
北京 (中国)、1994 年 11 月 1 ~ 4 日
- 光子生成データに関する NEANSC 専門家会議及び IAEA/CRP
Bologna (Italy)、1994 年 11 月 9 ~ 11、14 ~ 17 日

9. おわりに

今回の会合は日本からの参加が少なく、WPの今後の活動に対して十分に日本からの意見が反映されているかどうか心配である。今後、核データの分野における国際協力の舞台における日本の役割が相対的に増加すると思われるが、外国勢に仕事を押しつけられるだけ押しつけられて、おいしいところを全て持って行かれない様、気を引き締める必要があると感じた。日本語は読めないと信じて、あえて悪口を書くが、SG-12の某コーディネーターのように、良く目的のはっきりしない、すこぶる広範囲にわたり、他のSGとの重複が甚だしい提案のゴリ押しに歯止めを掛けるだけの意見をはっきり述べる機会が今後もっと増えるであろう。国内の核データ関係者の更なるご協力をお願いしたい。

次回以降の会合は、並行して行うべき特別な専門家会議または他のミーティングが別の場所で開催されない限り、4月または5月にParisのNEA本部で行うことになった。

Table 1 参加者リスト

Working Party Members:

H. Gruppelaar	(JEF/EFF)	Y. Kikuchi	(JENDL)
D. Larson	(ENDF)	R. McKnight	(ENDF)
E. Menapace	(JEF/EFF)	C. Nordborg	(NEA)
P. Oblozinsky	(IAEA)	R.W. Roussin	(ENDF)
M. Salvatores	(JEF/EFF)	P.G. Young	(ENDF)
A.J. Deruytter	(NSC ILC)	A. Ignatyuk	(IAEA/BROND)
Liu Tingjin	(IAEA/CENDL)		

Subgroup Coordinators:

F. Froehner	(SG-15)	C.Y. Fu	(SG-1,11,16)
R.E. MacFarlane	(SG-14)	G. Reffo	(SG-12)
H. Weigmann	(SG-3,A)		

Observers:

T. Fukahori	(JENDL)	Yu. Shubin	(IAEA/BROND)
-------------	---------	------------	--------------