



## OECD/NEA/核データ評価国際協力ワーキング パーティ (WPEC) 会合

日本原子力研究開発機構  
核データ評価研究グループ  
片倉 純一  
katakura.junichi@jaea.go.jp

### 1. はじめに

OECD/NEA の核科学委員会の下に組織されている核データ評価国際協力ワーキングパーティ (WPEC: Working Party on International Nuclear Data Evaluation Cooperation) 第 20 回会合が 2008 年 6 月 5、6 日の両日、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所にて開催された。このワーキングパーティは、核データ評価にかかる技術的課題を国際協力で討議しようと結成されたもので、課題毎にサブグループを設け議論を行い報告書にまとめている。サブグループは短期的なもので 2~3 年活動し、討議内容等を報告書にまとめることになっている。例外的に長期的なものとして核データの優先度リスト作成グループがあり、感度解析等のバックデータを伴った優先度リストを作成し世界中の核データ研究者に周知させている。会合では、サブグループ活動の現状や新たなグループの提案、更には核データの測定や評価の各国の現状について報告された。

### 2. 会合の概要

会合の議長は日米欧のそれぞれが回り持ちで努めている。日本では原子力機構の発足等があり延び延びになっていたが、今回議長を行うことになった。参加者は、WPEC メンバーが米国 4 名、日本 4 名 (筆者、柴田氏 (JAEA)、井頭氏 (東工大)、吉田氏 (武蔵工大))、欧州 3 名、中国 1 名、IAEA 1 名、NEA 1 名その他、サブグループコーディネータとして日本 (岩本氏 (JAEA)) 及び欧州から各 1 名、オブザーバーが日本 1 名 (石川氏 (JAEA))、米国 2 名、韓国 1 名の計 20 名の参加を得て行われた。付録に会合の議事を示す。

## 2.1 実験活動の報告

核データに関する実験活動について、欧州、日本、米国、中国から報告された。欧州については IRMM (Institute of Reference Materials and Measurements) の Rullhusen 氏よりフランス、EC、ハンガリー、ドイツ、スウェーデン、スイス、チェコの活動について報告された。MA の核分裂断面積、B や O の(n,α)断面積、Tc や I の捕獲断面積等の測定が行われている。n\_TOF での測定は放射線防護の観点から 2 年間停止し、設計を新たにして 2008 年 9 月から再開する予定とのことである。日本からは東工大の井頭先生より MA の測定の現状、J-PARC での測定計画 (北大、東北大、東工大、原子力機構、甲南大、京大、名大、産総研共同)、九大での高エネルギー核データの測定、阪大での DDX の測定等について報告された。米国からは LANL、ORNL、NIST、LBNL、BNL、LLNL、TUNL、RPI、Rutger 大学での測定活動を RPI (Rensselaer Polytechnic Institute) の Danon 氏が報告した。MA や LLFP の測定、代理反応による断面積測定等が行われている。中国については CIAE の Yu 氏が CIAE、北京大学、蘭州大学、四川大学での活動について報告した。Li や Be の DDX 測定、Zn や Sm の(n,α)反応の測定等が報告された。

各国とも新しい手法等により核データの高精度のデータを得るべく努力している。

## 2.2 核データ評価の現状

米国 (ENDF)、欧州 (JEFF)、日本 (JENDL)、中国 (CENDL)、IAEA それぞれから評価の現状等について報告がなされた。ENDF は、2006 年末に ENDF/B-VII.0 が公開されたがデータの update 等のために ENDF/A ライブラリを復活させたことがアナウンスされた。

“Low-fidelity”の共分散データを ENDF/B-VII.0 の全てのデータセットに用意する計画がほぼ終了している。JEFF については、JEFF-3.1 が 2005 年 5 月に公開されベンチマークテストが精力的に行われている。ベンチマークテストの結果を受けて必要な修正を行い、JEFF-3.2 を 2010 年に公開する予定とのことである。JENDL については、JENDL/HE-2007 を 2007 年 12 月に公開、JENDL/AC-2008 を 2008 年 3 月に公開したこと、2010 年 3 月までに JENDL-4 を公開することを報告した。CENDL については CENDL-3.1 が 200 核種のデータを収納して整備されていること、ADS のための評価活動が行われていること等が報告された。IAEA からは核データセクション (NDS) で実施している CRP (Coordinate Research Projects) 活動について報告され、この活動で RIPL (Reference Input Parameter Library)、核融合ライブラリ (FENDL) が整備されていることが報告された。

## 2.3 終了及びほぼ終了したサブグループ活動

### (1) SG23 (核分裂生成物の評価済ライブラリ)

核分裂生成物の評価が行われ、その中で選定されたデータが ENDF/B-VII.0 に採用された。データの検証が行われ、サブグループの最終報告書は 2008 年秋に出る予定である。

## (2) SG24 (高エネルギー領域の共分散データ)

共分散データ作成の異なった方法をレビューするとともに、Kalman 法と Monte Carlo 法の詳細な検討を実施した。Kalman 法、Monte Carlo 法とも計算手法に基づく共分散は同等の結果を与えるが、実験データを考慮することにより Kalman 法の方が Monte Carlo 法よりも不確かさが減少することが見て取れる。Unified Monte Carlo (UMC) の開発及びテストが進められており、UMC のテスト及び採用、多くの実験データを加えることによる不確かさの低減を調べるために 1 年間の延長が提案された。議論の結果、1 年延長することになり、最終報告書には推奨する方法を記載することとなった。

## (3) SG26 (革新炉システムの核データニーズ)

感度解析を通して原子炉や核燃料サイクルのパラメータに影響を及ぼす中性子断面積等の不確かさを検討した。予備的な設計精度をまとめ、設計精度を満たすための核データの精度向上を定量的に示すことが出来た。感度解析に用いた共分散データは予備的なものではあるが、解析結果は今後の核データ評価に役立つものである。

## (4) SG28 (共分散データの処理)

NJOY や AMPX システムの様なデータ処理システムで共鳴パラメータの共分散データを処理する方法について議論している。 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{239}\text{Pu}$  の共分散付きの共鳴断面積を作成し、処理法やテストの方法を検討した。感度解析や不確かさ解析に作成した共分散データが使えることが示された。サブグループの所期の目的が達成されており、予定通り終了する。最終報告は 2008 年秋に出る予定である。

## 2.4 その他のサブグループの現状

### (1) SGC (高優先度リストグループ)

日本からの 3 件 ( $^{241}\text{Am}(n,\text{tot}), (n,\gamma)$ 、 $^{243}\text{Am}$  核分裂中性子スペクトル及び  $^{244}\text{Cm}$  核分裂中性子スペクトル) は、感度解析の結果がないため一般的な要求として受け付けることとなった。先に述べた SG26 のフォローアップとして SG26 であげられている 19 の要求について議論し、この 19 以外にも同じように重要と思われるものがあるため、SG26 のコーディネータの Salvatores 氏と連絡を取り、高優先度リスト (HPRL) にどれを載せるか検討することとなった。

### (2) SG27 (核分裂生成物からの即発光子生成)

熱中性子系で吸収に寄与する核分裂生成物の 99 % を占める 89 核種を同定するとともに、ガンマ線生成データのソースを同定した。他のデータのレビュー、モデル計算の採用、ファイルの編集、consistency のチェック、検証計算が残っている。JENDL 側からの

参加も期待されているので参加したいという方がいればお願いしたい。

### (3) SG29 (U-235 の keV から MeV 領域の捕獲断面積)

日本から提案したサブグループである。高速炉系での感度解析から  $^{235}\text{U}$  の keV 領域の捕獲断面積が過大評価でないかとの問題提起である。計画していた FCA での実験が遅れたため、FCA の実験を反映させるために 1 年延長が提案された。議論の結果、1 年延長が了承された。

### (4) SG30 (EXFOR データベースの品質向上)

このグループは実験データベース EXFOR をより使い易くするとともに、間違いを直し、計算機で使えるようにするために結成された。データベースの多くの誤りを直すとともに、計算機で使い易いようにフォーマットの変換を実施した。今後作業を進め、データベースのフォーマット変換を終了させる。議論の中で、EXFOR データベースの再規格化（相対値等元々のデータがあるデータに規格化されて得られている時、その規格化したデータの値が変わった場合、新しいデータで規格化したもので置き換える）が提起されたが、データベースは元々の公表されたデータを反映すべきであり、再規格化も容易ではないことから再規格化は行わないこととなった。

## 2.5 新しいサブグループの提案

### (1) 革新炉システムの核データニーズに応える

SG26 で革新炉システムの核データニーズが議論され、システム毎の目標精度と現状がまとめられたが、このフォローアップとして、核データニーズを満たすために測定側で国際的に利用できる資源等を議論するために提案された。SG31 として活動することが承認され、コーディネータに原田氏 (JAEA)、モニターに Plompen 氏 (IRMM) になることになった。

### (2) 非分離共鳴領域の断面積及び共分散の取り扱いについて

$^{235}\text{U}$  及び  $^{238}\text{U}$  を例題として 3 つの作業を行う：(i) Breit-Wigner 1 準位公式による方法の評価、(ii) 非分離共鳴を扱う他の方式のレビュー、(iii) 非分離共鳴領域を扱う新しい方式の提唱。SG32 としての活動が承認され、コーディネータに Leal 氏 (ORNL)、モニターに柴田氏 (JAEA) になることとなった。

### (3) 積分実験と共分散を用いた評価

SG26 の活動で「設計側からの目標精度を現在の測定精度で満たすことは困難であり、積分実験と微分の情報とを組み合わせることにより初めて設計側の目標精度を満たすこ

とが可能になる」ということが指摘され、積分データと微分データの組み合わせによる核データの精度向上について議論するために提案された。しかしながら、この問題は WPEC の範囲外で、むしろ NSC の他のワーキングパーティで議論した方が良いのではないかと疑問が出された。このためこのサブグループについては NSC で議論をし、結論を出してもらうこととなった。

### 3. その他

WPEC の下で活動しているサブグループは、長期的な高優先度リストのグループを除いた短期的なもので、上記新提案以外は SG23、SG24、SG26、SG27、SG28、SG29、SG30 である。このうち、SG23 及び SG26 は、最終報告書が準備されており本年秋には出版される予定となっている（SG26 については「Uncertainty and Target Accuracy Assessment for Innovative Systems Using Recent Covariance Data Evaluations」というタイトルで出版された）。その他は 1 年延長の 2 つのサブグループを含めて 2009 年には終了する予定で活動がなされている。これまでに終了した他のサブグループを含め、WPEC の活動は ENDF や JEFF、JENDL といった世界の評価済核データに多くが反映されている。核データのニーズや関心が各国で必ずしも同一ではないことから統一ファイルという様な機運にはまだなっていないと思われるが、評価に共通な問題を討議する WPEC のような場合は、核データ評価者の高年齢化、それに伴う評価者の減少によりますます重要になってくると思われる。WPEC が出来て 20 年近くになるにも関わらず、新たなサブグループの提案があるように、核データを巡る需要、要望は無くなっていない。

評価のベースとなるのは測定データであるが、今後は測定が困難な、あるいは精度要求を満たすのが困難な核データの要望が増加してくることも予想される。WPEC は核データ評価が主であるが測定の現状もレビューしており、核データ利用者からの要望をシステムティックに測定に反映する様な国際的な活動も必要と思われる。

今回の WPEC 会合自体は 6 月 5 日、6 日の 2 日間であったが、その前の 6 月 3 日、4 日とサブグループ会合も開催され、国内関係者にも議論に参加して頂いた。また、WPEC 会合の後に J-PARC の核データ測定のために整備中のビームラインの見学も、原子力機構・核データ測定グループの好意により実施することが出来た。関係者の皆様には厚くお礼を申し上げたい。

なお、次回会合は米国からの提案により、2009 年 5 月に米国、BNL の主催で開催されることになった。

## 付録 会合の議事

Draft Agenda for the twentieth meeting of the  
NEA Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation

JAEA, Tokai, Japan on 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> June 2008  
starting at 9.30 on the first day

1. Adoption of agenda
2. Approval of the Summary Record of the Nineteenth Working Party meeting
3. Membership and observers
4. Reports on experimental activities
  - Europe
  - Japan
  - USA
  - China
  - Russia
  - Other activities
5. Brief progress reports from the evaluation projects and discussion of future plans
  - ENDF
  - JEFF
  - JENDL
  - BROND
  - CENDL
  - IAEA activities
6. Review of final or near-final subgroup reports
  - Subgroup 23: Evaluated Data Library for the Bulk of the Fission Products
  - Subgroup 24: Covariance Data in the Fast Neutron Region
  - Subgroup 26: Nuclear Data Needs for Advanced Reactor Systems
  - Subgroup 28: Processing of Covariance Data
7. Status of subgroups
  - Subgroup C: The High Priority Request List for Nuclear Data
  - Subgroup 27: Prompt Photon Production from Fission Product
  - Subgroup 29: U-235 Capture Cross Section in the keV to MeV Energy Region
  - Subgroup 30: Improvement of Accessibility and Quality of the EXFOR Database
8. Proposals for new subgroups
9. Conferences and meetings of interest to the nuclear data community
10. Time and place of next meeting
11. Any other business