



## 第 22 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)

### (1) 会合報告

日本原子力研究開発機構

片倉 純一

[katakura.junichi@jaea.go.jp](mailto:katakura.junichi@jaea.go.jp)

#### 1. はじめに

OECD/NEA 原子力科学委員会 (NSC) の核データ評価国際協力ワーキングパーティ (WPEC) 第 22 回会合が 6 月 3~4 日にフランスの NEA 本部にて開催された。WPEC 会合には評価済核データの開発プロジェクトを持つ米国 (ENDF)、欧州 (JEFF)、日本 (JENDL)、中国 (CENDL)、ロシア (BROND) が参加している (中国、ロシアは IAEA を通じた参加) が、今回はロシアからの参加はなかった。参加者は米国 7 名、欧州 6 名、日本 4 名、中国 1 名、韓国 1 名の他国際機関から 4 名であった。なお、公式メンバーの変更について報告され、IAEA からのメンバーに R. Forrest 氏、JEFF からのメンバーに U. Fischer 氏が加わったことが報告された。これまで Forrest 氏は JEFF 側のメンバーであったが IAEA の核データセクションの head に就任したため、変更が行われたものである。また、韓国については今後も継続して参加を促すとともにサブグループ活動への参加を奨励することとした。

会合では核データ測定活動の現状、核データ評価の現状の報告の後、サブグループ活動について各サブグループから報告があった。また、新たに提案されたサブグループについて議論を行った。

#### 2. 核データ測定活動の現状

欧州、米国、日本、中国からそれぞれ核データ測定活動について報告があった。欧州からは EFNUDAT (European Facilities for Nuclear Data Measurements) と呼ばれるプロジェ

クトに関係した欧州 14 機関 (CENBG、FZD、GSI、IKI、ILL、ISI、JSI、CERN、NPI、NPL、PSI、PTB、TSL、IRMM) の活動が報告された。代理反応による短寿命核の中性子捕獲断面積、 $^{56}\text{Fe}$  の非弾性散乱断面積、 $^{181}\text{Ta}$  の全断面積、アクチノイドの捕獲断面積、 $^{232}\text{Th}$  の遅発中性子等についての測定活動について報告された。

米国からは LANL、ORNL、ANL、LBNL、NIST、LLNL、RPI 等からの報告があった。米国で 2009 年開催された CSEWG (Cross Section Evaluation Working Group) 会合で発表されたことを中心に報告された。 $^{239}\text{Pu}$  の核分裂中性子及び核分裂断面積、W の捕獲断面積、Gd の捕獲断面積、H(n,n)H 反応の角分布、代理反応によるウラン同位体の核分裂断面積等についての測定活動が報告された。

日本からは東工大の井頭政之先生が用意された資料を基に筆者が代わって報告した。J-PARC での断面積測定や各研究機関の活動について報告した。

中国からは中国核データ調整ネットワーク (CNDCN) での活動から  $^9\text{Be}$  の二重微分断面積、短半減期核種の崩壊データ、全吸収ガンマ線検出器による捕獲断面積等について報告された。

### 3. 核データ評価活動の現状

米国、欧州、日本、中国、IAEA から評価活動について報告された。米国からは ENDF の現状について報告された。ENDF の次期版 ENDF/B-VII.1 を 2011 年の 12 月に公開する予定で活動を進めている。2009 年の報告では次期版は 2010 年の 12 月の予定とっていたので 1 年延期になったようである。構造材やマイナーアクチノイド、核分裂スペクトル、核分裂収率、共分散の改訂に主眼を置いている。共分散については AFCI (Advanced Fuel Cycle Initiative) で必要とされる 110 核種について用意する方向で進めている。ENDF/B-VII.0 を公開したときに全部の核種に共分散データをつけるとしていた目標は諦めたようである。なお、マイナーアクチノイドの核データについては日本の JENDL から採用することを検討している。

欧州の JEFF は UK の工業界からの要請でマイナーチェンジの JEFF-3.1.2 を 2010 年末までに公開し、その後、共分散やメジャーアクチノイド、放射化データ、崩壊データ、核分裂収率等へ主眼を置いて改訂し、JEFF-3.2 を公開する計画である。JEFF のスタンスは世界中で最も良いと判断される評価データを採用することであり、この次期版にも JENDL から採用されるデータがかなり含まれることになるものと思われる。

日本からは WPEC 会合の直前に公開された JENDL-4.0 について報告した。これまで核データ国際会議 (ND2010、2010 年 4 月韓国で開催) 等でパフォーマンスが良いことを発表していたため関心が高く、公開を歓迎された。

中国では CENDL を開発しており、CENDL-3.1 を 2009 年末公開した。240 核種の核反応データを収納している。評価の元となる測定データは主に中国で得られたものを採用

している。IAEA は各種協力研究 (CRP) やデータ開発プロジェクトについて報告した。現在、活動しているものとして「マイナーアクチノイドの核反応データ (MANREAD)」、 「核融合用のデータライブラリ (FENDL-3)」、 「アクチノイドの核分裂による即発中性子のスペクトル」がある。日本からもこれらの活動には参加し、寄与している。

#### 4. 終了予定のサブグループ

##### 1) サブグループ 24 (高速中性子領域の共分散)

高速中性子領域の共分散データの作成手法の開発及び主要な核反応計算コードへの移植を目的に活動を進めてきたが、所期の目的を達成したと考えられるため終了することとなった。最終報告を 2010 年 10 月に出版できるよう準備する。

##### 2) サブグループ 27 (核分裂生成物からの即発ガンマ生成)

評価済核データの即発ガンマ生成のデータに欠損があり原子炉の発熱計算が過小評価になるため、重要な核種の選定やガンマ線データについて検討することを目的としている。マンパワーが不足しており作業は遅れていたが、残っているのは利用できるデータのチェック、評価の完了、ファイル化等であり、2010 年末までには作業が終了する予定である。最終報告は 2011 年 3 月に提出する予定となっている。

##### 3) サブグループ 28 (共分散データの処理)

共鳴パラメータの共分散処理の信頼性のある手法を開発するために活動してきた。2009 年の WPEC 会合で報告した ERRORR と PUFF の結果の矛盾はほぼ解決した。まだ、若干の差が見られるが群構造の違いによるものと思われる。所期の目的を達成したと思われるのでサブグループ活動を終了することを了承した。最終報告は 2010 年 10 月に出版できるよう用意する予定である。

##### 4) サブグループ 29 (keV から MeV 領域における U-235 の捕獲断面積)

日本から提案したサブグループで、ウラン燃料の高速炉体系で中性子実効増倍率が過小評価されることから keV から MeV 領域の捕獲断面積の見直しを提案したものである。この見直しを反映した JENDL-4.0 で過小評価が解消されることが確認できた。また、FCA で実施したナトリウムボイド反応度の実験も JENDL-4.0 では改善されることも示した。この FCA の実験を ENDF や JEFF 側でも解析し、確認したいということでベンチマーク計算用のデータを JAEA 側で用意し、メンバーに配布し、ENDF や JEFF 側でも独自に解析することとなった。サブグループ活動は終了することとなったが、最終報告書には上記の解析結果も反映することとし、2011 年の WPEC 会合で報告することとなった。なお、コーディネータは原子力機構の岩本修氏が務めている。

## 5) サブグループ 30 (EXFOR データベースの利便性及び品質の改善)

EXFOR データベースの誤りを訂正し、使いやすさを改善するためのサブグループで、これまで多くの誤りを訂正してきた。また、EXFOR からより計算に利用しやすい形式への変換等も実施してきた。これまでのサブグループ活動に敬意を表するものの今後も継続して進めるべきであることから、IAEA の核データセクション、NEA データバンク、米国の国立核データセンターの地域センターが中心となり継続した活動を続けて行くことを要請した。WPEC のサブグループ活動としては終了することとし、2010 年 10 月までに最終報告書を出版できるよう準備することとなった。

## 6) サブグループ 32 (断面積及び共分散の非分離共鳴領域での処理)

非分離共鳴の扱いを検討するため  $^{235,238}\text{U}$  及び  $^{239}\text{Pu}$  に仮想的な非分離共鳴を与え検討してきた。活動の結果、以下の項目を推奨した。

- ① シングルレベル Breit-Wigner をマルチレベル Breit-Wigner で置き換える。
- ② 共鳴パラメータを表すのに LSSF=1 オプションを用いる。
- ③ 自己遮蔽の計算のため共鳴パラメータを内挿する。
- ④ エネルギーに依存する非分離共鳴パラメータの共分散を含むようにすること、または、FILE33 の表示を使う。

サブグループの目的は達したので活動を終了することとなった。最終報告書は 2011 年 4 月に出版できるよう準備することとなった。

## 5. 活動中のサブグループ

### 1) サブグループ C (高優先度要求リスト)

このグループは WPEC 内の唯一の長期的に設置されているサブグループであり、核データに対する要求を取り纏め要求リストの作成を行っている。2009 年は新たな要求は出されていない。高優先度とするには感度解析が必要であること、一般的な要求といえども論理的な説明資料が必要なこと、によるものと考えられている。現在の要求リストは革新炉に重点が置かれているが、現行炉への要求ももっと奨励すべきだとの懸念が述べられた。

### 2) サブグループ 31 (革新炉のための核データニーズに応える)

既に終了したサブグループ 26 (革新炉のための核データニーズ) の活動で指摘された核データへの要求に測定側から応えるために結成されたサブグループである。コーディネータは原子力機構の原田秀郎氏が務めている。サブグループ 26 で指摘されたデータニーズをレビューし、現状の測定からの可能性を検討するとともに国際協力の可

能性等についても検討することとなっている。

### 3) サブグループ 33 (積分実験と共分散の併用法と課題)

サブグループ 26 で提起された要求精度を満たすには微分側からの検討では不十分であるため積分実験との併用が必要であり、その併用法及び併用する際の課題を検討するために設置された。様々な研究機関で用いられている核データの調整法のレビューが進展しており、このレビューの報告が 2010 年秋には提出される予定になっている。次の段階として、同一の積分実験を用いたベンチマーク計算を実施することとなっている。

### 4) サブグループ 34 (共鳴領域の $^{239}\text{Pu}$ の評価)

このサブグループの目的は  $^{239}\text{Pu}$  の共鳴の評価を、共分散を含めて改善し、積分実験のデータの解析結果を向上させることである。ICSBEP や IRPhE から  $^{239}\text{Pu}$  に感度のあるベンチマークデータを選定して、各評価済ライブラリによりテストを行いデータ改善の必要性を確認する作業を実施している。

## 6. 新しいサブグループの提案

### 1) 高エネルギー領域の散乱角度分布

散乱角度分布の評価法を改善するため、散乱データが重要となる積分実験を選定し、より良い評価法を提案するサブグループが提案された。当面は Na、Fe 及び U をターゲットとして検討する。また、サブグループ 33 と密接な協力を行うことを計画している。WPEC ではこの提案を受け入れサブグループ 35 として活動することとなった。

### 2) 分離共鳴領域の評価のための実験データの報告と利用

この提案は、共鳴領域の高精度の断面積データ及び信頼性のある共分散データを提供するために行われたものである。主な仕事は実験の詳細を検討し、不確かさの要因を明確にすることにある。このことにより信頼性のある共分散をもった高精度の断面積データを供給できることになる。また、EXFOR データベースで実験詳細及び共分散情報を報告するフォーマットも検討する。議論の後、提案を受け入れサブグループ 36 として立ち上げることとなった。

## 7. マンデートの改訂

現行のマンデートを変える必要性がないため、現行のマンデートを延長するよう原子力科学委員会 (NSC) に提案することとなった。但し、付随する 2010 年 6 月から 2013 年 6 月までの作業の概要等については現在の活動に合わせ改訂することで了承された。

## 8. その他

次回会合は 2011 年 4 月又は 5 月に NEA 本部で開催される予定となった。その後、メンバーの調整により 6 月開催で調整中である。

WPEC は、国際協力として比較的良く機能していると思われる。ENDF、JEFF、JENDL 等それぞれ評価済ライブラリ整備のプロジェクトを持っているが、核データは物理定数でもあるので共通の問題意識を持てるところがあるためであろう。また、米国 NNDC、IAEA NDS、NEA Data Bank が地域センターとしての機能を維持した国際的なネットワークが保たれていることも大きい。内外ともマンパワーの減少に直面しているが、このような国際協力を利用することも必要である。サブグループの積極的な提案をお願いしたい。