

## 会議のトピックス(Ⅲ)

### 第 19 回 OECD/NEA/NSC 評価国際協力 ワーキングパーティー (WPEC) 会合

日本原子力研究開発機構  
核データ評価研究 Gr  
柴田 恵一  
shibata.keiichi@jaea.go.jp

#### 1. はじめに

標記会合が 4 月 19、20 日にパリ郊外の Issy-les-Moulineaux にある OECD/NEA 本部会議室で開催された。このワーキングパーティー Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation (略称: WPEC) は日・米・欧の評価済核データライブラリーである JENDL、ENDF、JEFF に共通する問題を議論し、その解決を図るものであった。その後、非 OECD 加盟国であるロシア及び中国が IAEA を介して参加し、また、別途活動していた核データ測定に関するワーキングパーティー (WPMA) と統合して現在の形態になっている。今回の会合参加者は以下の通りである。

#### WPEC メンバー

R. Forrest	英国	JEFF	
A. Ignatyuk	ロシア	BROND	
R. Jacqmin	フランス	JEFF	
A. Koning	オランダ	JEFF	議長
R. McKnight	米国	ENDF	
A. Mengoni	IAEA		
C. Nordborg	NEA		書記
P. Oblozinsky	米国	ENDF	
P. Rullhusen	EU	JEFF	
K. Shibata	日本	JENDL	
D. Smith	米国	ENDF	
T. Yoshida	日本	JENDL	
H. Yu	中国	CENDL	

## サブグループ (SG) コーディネーター

M Dunn	米国	SG28
M Herman	米国	SG24
A. Plompen	EU	SG-C

## オブザーバー

R. Capote	IAEA
M. Ishikawa	日本
O. Iwamoto	日本
A. Trkov	スロベニア
A. Hasegawa	NEA
H. Henriksson	NEA
Y. Rugama	NEA
I. Kodeli	NEA

## 2. 測定活動報告

### 2.1 日本

#### 東北大

(p,n)、(d,n)、TTY、DDX、放射化断面積、フラグメント生成断面積の測定を 30~70 MeV のエネルギー領域で実施している。低エネルギーでは、京大炉のリニアックを用いて、核分裂断面積を測定している。

#### 原子力機構

京大炉リニアックを用いて、捕獲断面積測定を熱中性子エネルギーから 10 keV の範囲で行っている。また、産総研のレーザー・コンプトン・ガンマ線を用いて、( $\gamma$ ,n)反応断面積を測定している。

#### 東工大

LLFP 関連核種 (Pd, Zr, Sn) 及び元素合成関連核種 (H-2, Li-7, Be-9, Ni-62, La-139, Os-186, 187, 189) の捕獲断面積、Os-186, 187, 188 の中性子非弾性散乱断面積、C-12( $\alpha$ , $\gamma$ ) 反応断面積の測定を実施している。

#### 京大炉

Pd, Zr, I 同位体及び W, Ta の中性子捕獲断面積を 0.005 eV から keV 領域まで測定した。

#### 阪大

原子力機構 FNS で、Li, F, C, Be からの中性子誘起荷電粒子 DDX 及び Mn, Be, Zr の(n,2n)反応に伴う中性子スペクトルを測定した。

## 九州大学

LANSCE/LANL で入射中性子エネルギー400MeV 以下で、放出中性子 DDX を測定した。また、RCNP で荷電粒子生成、放医研で C-12 + C-12 反応に伴う荷電粒子放出スペクトルを測定した。

## その他

文科省特会及び JST 公募特会事業で MA 及び LLFP 核種の測定及び準備作業を実施している。

## 2.2 米国

### LANSCE/LANL

GEANIE (n,x $\gamma$ )、FIGARO (n,xn+ $\gamma$ )、DANCE (n, $\gamma$ )、N,Z (n, charged particle)、LSDS (鉛スペクトロメータ) を使った実験が精力的に行われている。FIGARO を使った実験では、1 MeV 以上のエネルギーで Pu-239 及び Np-237 の nu-bar の測定が行われている。DANCE では、Sm-147、Pu-242、U-236 の捕獲断面積測定が行われており、さらに、parallel plate avalanche counter (PPAC) と組み合わせて U-235 や Am-242m の捕獲断面積も測定された。U-235 データに関しては、数 10 keV の領域まで今年中に最終値を確定できるとのことであり、後述する新サブグループ SG29 の活動にとって貴重なデータとなる。LSDS では、Pu-239 の核分裂断面積が測定されている。

### ORELA/ORNL

中性子捕獲及び透過実験検出装置を新しくした。その結果、新しく測定したデータと過去に測定したデータに一部食い違いを見せている。過去にとったデータの再規格化 (Macklin 氏等が取ったデータは過去に何回か再規格化が行われた) が必要かどうか、核データ評価者としては気になるところである。

### RPI

U-236 及び Be-9 の中性子透過実験を行った。Nd、Gd、Nb の共鳴パラメータを Nucl. Sci. Eng. に発表した。Mo の共鳴パラメータを解析中である。

### NIST

オハイオ大学の加速器を用いて、H(n,n)H の中性子角度分布を 15 MeV で測定した。

## 2.3 欧州

### CENBG Bordeaux

Surrogate 法により MA の核分裂断面積を測定している。Am-243 の preliminary データはおおむね JENDL-3.3 の評価値と 8 MeV 以下では一致している。

### IRMM

Bi-209 捕獲断面積の isomeric ratio、Cr-52、Pb-206, 207, 208 及び Bi-209 の(n,xn $\gamma$ )、Pa-231、

U-236 の核分裂断面積、O-16(n, $\alpha$ )断面積、及び Cr、Ni、Cu、Ta、W 同位体の放射化断面積の測定を行っている。U-236(n,f)の 5.5 eV 付近の共鳴断面積は JEFF-3.1 よりかなり小さい値となっている（多分、JENDL-3.3 と比べても小さい）。

#### FZK Karlsruhe

$4\pi\text{BaF}_2$  検出器を用いて Sm-151 捕獲断面積を測定している。また、放射化法により  $kT = 30$  keV での捕獲断面積を測定し、Bao 等の評価値や、JENDL-3.3、JEFF-3.1、ENDF/B-VI.8 と比較した。

#### n\_TOF/CERN

今年から第 2 フェーズの実験の準備に取りかかる。Th/U サイクル、ADS、天体物理関連以外に、U-235, 238 の捕獲断面積の測定も予定に入っている。

## 2.4 ロシア

### IPPE

鉛スペクトロメータを用いて、U-236, 238、Am-241, 242m の核分裂断面積を測定した。また、Cf-252 中性子源を用い、Li/Pb 球から漏洩中性子スペクトルを測定した。

### Radium Institute

Filatnikov のグループが 14 MeV に於いて、放射化断面積 Mg-26(n, $\alpha$ )、Fe-57(n,p)、Ge-74(n,p)、Se-80(n,p)を測定した。

### ITEP

陽子入射（300 MeV から 2.6 GeV）による、ターゲット Fe-56 からの放出フラグメントを測定した。

## 2.5 中国

### CIAE

8 MeV 及び 10 MeV において、 $n + \text{Be-9}$  及び  $n + \text{Li-6,7}$  からの中性子 DDX を測定した。  
北京大学

Li-6(n,t)及び Zn-64(n, $\alpha$ )の微分断面積を測定した。

### Lanzhou 大学

In 同位体、Sr 同位体等の放射化断面積を 13.5 から 14.6 MeV のエネルギー範囲で測定した。

### Sichuan 大学

In-115、In-116m、Ga-71 の捕獲断面積を測定した。

## 3. 評価活動報告

### 3.1 JENDL

JENDL-4 のための MA 及び FP 核データ評価の例を紹介した。また、特殊目的ファイルである JENDL 高エネルギーファイル及び光核反応データファイルは今年公開する。

### 3.2 ENDF

昨年 12 月に、ENDF/B-VII.0 が公開された。モンテカルロ・コードによる臨界性ベンチマークの結果は、他のライブラリーより計算値/実験値の一致は良い。U-235 捕獲断面積の 30 keV 以上での JENDL-3.3 との差や、最近の RPI による Gd-157 熱中性子捕獲断面積の測定値（評価値に比べ、約 10%小さい）の検討など、問題点も指摘されている。高エネルギーデータ LA150 は中性子及び陽子データともに ENDF/B-VII.0 に含まれている。

### 3.3 JEFF

2005 年に公開された JEFF-3.1 の概要、ベンチマークテスト結果の報告があった。次期バージョン JEFF-3.2 の明確なスケジュールはないものの、2009 年頃を目処に整備を進めるとのことであり、JENDL-4 の公開とちか合う可能性もある。

### 3.4 BROND

BROND-3 用に U-235, 238、Pu-239, 241、Zr 同位体、Mo 同位体等のデータの改訂が行われた。BROND-3 がいつ公開なのかは不明である。

### 3.5 CENDL

最新版 CENDL-3.1 は 200 核種のデータを収納しており、今年公開（国内限定かどうかは不明）されるようである。また、ADS 研究用に、Cr、Fe、Zr、W、Pb 同位体及び U-238 の中性子データ（20～250 MeV）、Fe、W、Pb 同位体、Bi-209、U-238 の陽子データ（閾エネルギーから 250 MeV 迄）を評価した。

### 3.6 IAEA

IAEA で実施されている RIPL-3 を始めとする coordinated research project (CRP) が紹介された。

## 4. サブグループ活動

### 4.1 SG23 (Evaluated data library for the bulk of the fission products)

主要ライブラリー間の FP データの比較を行った SG21 の後を引き継いで、いいとこ取りをした 219 核種からなる International Fission Product Library (IFPL) を作成した。Mughabghab の Atlas of Neutron Resonances にある熱中性子断面積、共鳴積分値との比較を行い問題が無いことを確認した（Mughabghab の推奨値がどの様に算出されたかが、必ず

しも明確でないとの議論もあるが)。本年末までに、レポートを作成する予定である。

#### 4.2 SG24 (Covariance data in the fast neutron region)

高速中性子断面積の共分散評価手法を検討するグループである。KALMAN (河野氏が作成した共分散評価システム) 及びモンテカルロ法により、TALYS 及び EMPIRE コードで計算される共分散を比較検討した。D. Smith 氏が理論計算と実験データの共分散をマージする方法を考案したとかで、検討することになった。2005 年からスタートしているので、来年の WPEC では status review が行われる。

#### 4.3 SG25 (Validation of fission product decay data for decay heat calculations)

吉田正氏 (武蔵工大) が立ち上げたグループであり、TAGS (total absorption gamma-ray spectroscopy) 測定データを考慮することにより崩壊熱計算の精度が向上することを示した。最終報告書には測定が必要な核種のリストが掲げられている。グループ活動は終了する。

#### 4.4 SG26 (Nuclear data needs for advanced reactor systems)

コーディネーターの M. Salvatores 氏が欠席で、活動状況は不明である。ND2007 の折りに会合が開かれたので、後日、その内容が報告されるであろう。

#### 4.5 SG27 (Prompt photon production from fission products)

原子炉内でのガンマ線発熱の大きな部分を占める FP の中性子捕獲及び非弾性散乱に伴うガンマ線生成を検討するグループであり、R. Jacqmin 氏がコーディネーターを務めている。当てにしていた資源 (人的か物的かは不明) が、利用できず活動は遅れている。重要な FP に関するデータのレビュー及びガンマ線生成データの recommend を行う予定である。理論計算が大きなウェイトを占めることになると思われる。

#### 4.6 SG28 (Processing of covariance data)

分離共鳴パラメータ共分散の処理法を検討するグループである。ファーストステップとして、ORNL で U-235 の共分散 MF32 ファイル (1.6 Gb) を作成した。サブグループとしては、断面積共分散を使った感度/誤差解析まで予定している。

#### 4.7 SG-C (High priority request list)

現在、最優先度のリクエストは数件しか存在しない。いくら何でも少なすぎるが、その原因は justification というバリアーである。如何にそのデータが重要かを示す文書及び感度解析結果等の提出を求められる。あまりにも厳しすぎる選択基準を見直そうという

機運はあるが、結論はでていない。High priority のみならず、general list も数件であるのはどうも納得しがたい。ND2007 の折りにこのサブグループ会合が持たれたが、米国の 2 代表（誰とは言いませんが）がお互い勝手な事を言い合っていた。事前に、議論を煮詰める必要がある。

## 5. 新サブグループ提案

### 5.1 U-235 capture cross-section in the energy region from 100 eV to 1 MeV

IPPE の臨界集合体 BFS のナトリウムボイド反応度及び FCA-IX 炉心臨界性の解析から、100 eV から 1 MeV の領域で U-235 捕獲断面積に問題があるのではとの指摘が原子力機構の炉物理関係者からなされていた。遅まきながらこれに対応すべく、この問題を国際協力の枠組みの中で解決しようと、WPEC において新サブグループの提案を行った。U-235 という最も重要な核種なので、何を今更という意見も（一部のロシア人から）あったが、SG29 としてスタートすることが了承された。2 年間で関連する積分・微分データのレビューを行い、必要なら共鳴パラメータ及び断面積の再評価に進む。コーディネーターは岩本修氏（原子力機構）、モニターは R. McKnight 氏（ANL）である。

### 5.2 Improvement of accessibility and quality of the EXFOR database

実験データベース EXFOR を使ったことがある人は分かると思うが、EXFOR のフォーマットは柔軟性がありすぎて非常に使いにくい。また、編集の時の単位等の間違いが結構たくさんある。そこで、1) その様な誤りの修正及び 2) EXFOR をより簡便なフォーマットへの変換（勿論、オリジナルの EXFOR はそのまま残す）を行い、3) さらに、実験データを評価してその質に関する quality flag を付けようというものである。最後の、quality flag の導入に関しては実験屋からは異論があるが、とりあえず 2 年間で、上記 1)、2) を新サブグループ (SG30) として実施することになった。コーディネーターは A. Koning 氏 (NRG)、モニターは A. Mengoni 氏 (IAEA) である。

## 6. 最後に

冒頭に述べたように WPEC の趣旨は、JENDL、ENDF、JEFF に共通する問題を国際協力で解決しようというものである。ただ、最近では自分のプロジェクトにはマンパワーがないので、国際協力という大義名分で外国の人的資源を使ってやろうという意図も感じられる。日本人は奥ゆかしすぎるのか、その様な強かさは持ち合わせない。今回、日本から提案した U-235 捕獲反応断面積の見直しについては、とりわけ利用者からは重要核種だけにその断面積が変わってほしくないという意見はあるかと思うが、科学技術の進歩のためには避けて通れない。データの信頼度の向上は、最終的には利用者にも利益をもたらすはずである。

会場の OECD/NEA 本部は 10 数年前に筆者が一時期勤務していた場所であるが、そこで働いている顔ぶれは数名を除いて一新している。時の流れを感じざるを得ない。2005 年から始まった原子力機構の中期計画も中間点を迎え、次期中期計画の議論もスタートしようとしている。次期を担う若い人達には世界の趨勢を良く見極め、今までの枠にとられない自由な発想でこれからの核データ活動を如何にすべきか考えて頂きたい。そんなことを言う自分が些か寂しい気はするが。。