

OECD/NEA 原子力科学委員会 第 21 回核データ評価国際協カワーキングパーティ会合

日本原子力研究開発機構

片倉 純一

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カワーキングパーティの第 21 回会合が本年 6 月 25 日及び 26 日の両日にわたって米国ニューヨーク州ポートジェファーソンにて開催された。昨年は日本で開催されたが、米国、日本、欧州の持ち回りで開催されており今年は米国の BNL がホストとなって開催されたものである。参加国は、米国、日本、フランス、オランダの NEA 加盟国の他、IAEA を通してロシア、中国からも参加があった。国際機関からは NEA、IAEA の他、EC の JRC からの参加もあった。日本からの参加は当初、筆者を含め 3 名程が予定されていたが、豚インフルエンザ等のこともあり、結局筆者 1 名の参加となった。会場となったのはポートジェファーソンのシビックセンターで宿舎のホテルから歩いて数分の距離であり、海沿いの景色の良い所であった。

2. 会議の概要

会議は、議事の確認、前回議事録の確認の後、参加者、オブザーバーの確認が行われた。メンバーの変更としては米国の M. Herman が P. Oblozinsky の後任として WPEC の公式メンバーとなった。その後、測定活動の報告や評価済核データ活動の報告とともに、サブグループ活動の報告が行われた。

核データ測定活動

欧州、日本、米国、中国、ロシアの測定活動について報告が行われた。欧州の活動では、フランス、ドイツ、ハンガリー、チェコ、スイス、スウェーデン、オーストリア、ベルギーでの活動が報告された。

日本からは、東工大の井頭先生が準備した資料に基づき、筆者が J-PARC 関係の北大、

東工大、原子力機構、京大炉、東北大、甲南大、産総研、名大で行っている活動の他、九大、阪大等の活動について報告した。

米国からは、LANL、ANL、NIST、ORNL、LLNL、RPI の活動が報告された。

中国からは、中国核データネットワークを構築している原子能研究所、北京大、蘭州大、四川大の活動が報告された。

ロシアの活動としては、 $^{16}\text{O}(\text{n},\alpha)$ と $^{14}\text{N}(\text{n},\alpha)$ 反応断面積、MA の核分裂断面積、 ^{236}U の遅発中性子測定、300MeV から 2.6GeV の陽子による核破砕反応についての報告があった。

この他、IAEA よりインドの活動についてコメントがあった。

なお、欧州では、代理反応による断面積の測定が行われており、 $^{243}\text{Am}(\text{}^3\text{He},\alpha\text{f})$ ($^{241}\text{Am}(\text{n},\text{f})$ に対応)、 $^{243}\text{Am}(\text{}^3\text{He},\text{tf})$ ($^{242}\text{Cm}(\text{n},\text{f})$ に対応)、 $^{243}\text{Am}(\text{}^3\text{He},\text{df})$ ($^{243}\text{Cm}(\text{n},\text{f})$ に対応) のデータが得られている。さらに $^{232}\text{Th}(\text{}^3\text{He},\text{p})^{234}\text{Pa}$ ($^{233}\text{Pa}(\text{n},\gamma)$ に対応) 等捕獲断面積に対応する代理反応の測定も計画されている。

核データ評価活動

核データ評価活動について、米国の ENDF、欧州の JEFF、日本の JENDL、ロシアの BROND、中国の CENDL のおのおのプロジェクトの状況の他、IAEA の活動及びオランダ NRG で試みられている TENDL ライブラリについて報告された。

米国の ENDF は、ENDF/B-VII.0 が 2006 年に公開され、validation が精力的に実施されている。また、ENDF/B-VII.0 に基づく、ACE ライブラリが作成されており RSICC から入手することが可能となっている。ENDF/B-VII.1 の公開を 2010 年 12 月に予定しており、共分散データの充実、構造材物質、臨界安全に関する物質、マイナーアクチニドの改良に主眼を置いている。ENDF/B-VII.1 用の評価データは ENDF/A として取りあえず纏めてある。

欧州の JEFF は、2005 年 5 月に JEFF-3.1 を公開し、2009 年に JEFF-3.1.1 を公開した。JEFF-3.2 を 2010 年に公開する予定であり、共分散の充実、高速系の改善の他、放射化、崩壊データ、核分裂収率の改良を目指している。

ロシアは、BROND-3 が最新で、汎用ファイルとして約 120 核種のデータが収納されている。BROND の他に、IPPE では RUSFOND-2006 を 2006 年に作成し、IAEA に送付されている。RUSFOND-2006 は 654 核種のデータが収納され、様々な原子炉プロジェクトで使われている。BROND-3 の FP は、主要な FP に関し、以前の評価を見直している。

中国では CENDL の開発を行っているが、現在は CENDL-3.1 のための評価を行っている。CENDL-3.1 は 200 核種のデータを収納している。核分裂収率については semi-empirical なモデルの検討を $\text{n}+^{235}\text{U}$ 核分裂について行っている。また、質量分布と独立収率のシステムマティックスの開発を実施している。なお、ADS のための核データ評価も Fe や Ni に対し行っている。

IAEA は、IAEA の核データセクションの活動を研究協力プロジェクト (CRP) 及びデ

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 CRP は7つで、RIPL-3、アクチニドの崩壊データライブラリ、イオンビーム解析のための核データ、放射線治療のための重荷電粒子の相互作用のデータ、マイナーアクチニドの中性子反応データ (MANREAD)、革新システムの核データライブラリ (FENDL-3)、アクチニド核種の核分裂即発中性子スペクトルである。データ開発プロジェクトではドシメトリライブラリ IRDF の改訂、タングステン同位体の評価 (共分散も含む)、共分散可視化ツールの開発、IBANDL (Nuclear Data for Ion Beam Analysis) データベースの拡張、加速器駆動炉のための ADS2.0 ライブラリの作成等について活動している。

オランダの TENDL は、核反応理論計算コード TALYS と Monte Carlo 法を組み合わせで作成されるもので、理論計算のパラメータを振って計算を実施し共分散データも consistent に得るものである。TENDL-2009 は ^{19}F から ^{281}Ds までの半減期 1 μsec 以上の原子核 1000 核種以上の核反応をファイル化する予定であり、2009 年 12 月までに公開する予定である。

サブグループ活動の報告

(1) サブグループ 23 (核分裂生成物の評価済データライブラリ)

このグループの活動は既に終了し、報告書の作成が残っているだけであるが、報告書の原稿も NEA に送付されており、2009 年中頃には刊行される予定となっている。なお、このグループの活動の成果は ENDF/B-VII.0 に反映されている。

(2) サブグループ 24 (高速中性子領域の共分散データ)

高速領域の共分散を作成するため方法論を議論し、EMPIRE や TALYS 等の核反応モデルコードに共分散の機能を加えることを目的にしている。D.L. Smith の提唱している unified Monte Carlo 法を検討しているが、マンパワーの不足で、核反応コードに組み入れることは出来ていない。多数の実験データの統計処理で得られる不合理に小さい uncertainty を避けるための方法の提案をしている。最終報告書は 2009 年末までに刊行する予定である。

(3) サブグループ 27 (核分裂生成物からの即発光子生成)

核分裂生成物からの即発光子データが多くの核種で抜けていることから、そのギャップを埋めるべく活動している。活動は中々進まなかったが、即発光子データを加えるべき核種の同定、利用できる光子データのレビュー等を実施した。今後、モデル計算の利用等を検討し、ギャップを埋める努力をする。報告書は 2009 年 11 月まで作成し、2010 年の早い時期に刊行する予定である。

(4) 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データを処理する信頼できる方法を開発するために、 ^{235}U をテストケースとして異なる処理法の結果を検討するのが目的であるが、その当初の目的はほぼ達成している。ただ、異なるツールによる結果に差が見られるため、1

年延長して検討することが提案された。この提案について議論し、1年延長することが了承されたが、来年の WPEC 会合までに最終報告書を作成することが要求されている。

(5) サブグループ 29 (U-235 の keV から MeV エネルギー領域の捕獲断面積)

このグループは日本から提案し、結成したもので原子力機構の岩本修氏がコーディネーターとなっている。岩本氏は今回都合が悪く参加できなかったが、Jacqmin 氏から報告があった。このグループは FCA の実験解析を取り入れて検討することになっていたが、FCA の実験が遅れていたために1年延長されている。FCA 実験の解析やベンチマークテストの結果を反映し、次回 WPEC 会合までに最終報告書を出すことが期待されている。

(6) 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)

このグループは国際協力で整備している実験データベース EXFOR に誤りが結構あったことから、その誤りを修正し、より使い勝手をあげるために活動を行って来た。多くのテストを行い、多数の誤りを修正してきたが、微分スペクトル等二次分布のデータについてのテストは終わっていない等の理由で1年間の延長が提案され、了承された。次回の WPEC 会合までに最終報告書を出すことを期待されている。

(7) サブグループ 31 (革新炉システムの核データニーズに応える)

サブグループ 26 (革新炉の核データニーズ: 報告書 Uncertainty and Target Accuracy Assessment for Innovative Systems Using Recent Covariance Data Evaluations 参照) で詳細に議論され提起された核データニーズに測定の立場から応えることが出来るのか、現実的にはどこまで出来るか等を議論し、国際的な協力を提唱することを目的としている。このような議論はマイナーアクチニドに関して IAEA でも議論されており、2010 年の早い時期に終了することが予定されている。そのため効率的な議論を行うにはその IAEA の議論を待って行った方が良いということで2010年4月まで活動を始めることを延期することとなった。なお、このグループのコーディネーターは JAEA の原田氏が務めている。

(8) サブグループ 32 (非分離共鳴領域の断面積及び共分散表現の取り扱い)

$^{235,238}\text{U}$ 及び ^{239}Pu の非分離共鳴領域に仮想的な分離共鳴パラメータを作成し、検討した。その結果、断面積の差は小さく、現状の非分離共鳴により複雑な表現が必要とは思われないが、より軽い核でも確認する必要がある。ENDF 表現では LSSF=1 (無限希釈断面積は File 3 の非分離共鳴で定義され、非分離共鳴パラメータは自己遮蔽の計算に使われる) のフラッグを使用することを推奨する。予定通り進捗しており来年までに中間エネルギー領域のテストを行い、**recommendation** を出す予定である。次回の WPEC 会合に報告書が提出されることが期待される。

(9) サブグループ 33 (積分実験と共分散データの併用の方法及び課題)

第1回会合を WPEC 会合の前日に開催し、活動計画を議論した。同一の積分実験

を用いて異なる方法で調整をした結果を比較検討する。また、次回の WPEC 会合までに各機関で用いている調整法のレビューを実施するとともに、調整法のベンチマークの仕様を決定する予定である。

(10) サブグループ C (高優先度要求リスト)

このグループは、唯一の常駐のサブグループで、利用者からの要望に基づき、核データに対する要求リストを作成している。昨年は日本からの要求リストがありリストに加えるとともにサブグループ 26 の要求を検討し、リストに加えてある。要求は年 1 回レビューし、リストへの採否を検討している。上記以外の要求は今の所無いが、標準データや核融合関係で要求がでる可能性がある。

新しいサブグループの提案

(1) ^{239}Pu の共鳴領域の評価

新しい ^{239}Pu の評価を協力して行おうとしての提案である。Pu 系の臨界データとの一致が U 系と比べて幾分悪いことが背景にある。提案は了承されたがサブグループの参加者、コーディネーターは 2009 年 11 月までに決めることとなった。

上記の報告の後、核データコミュニティに関心のある会議等のアナウンス、ワーキングパーティの議長の選出、次回会合の場所と時期について議事が行われた。

その結果、次期ワーキングパーティの議長は米国 BNL の M. Herman 氏が務めることになった。また、次回会合は 2010 年の 5 月または 6 月にフランスの NEA 本部で行うこととなった。

3. 雑感

最近の核データ評価の話題は、上記のサブグループ活動でのテーマを見ると分るように共分散に関係するものが多くなっている。感度解析や炉定数調整法等での需要があるためである。サブグループ 33 はこのため積分実験データと共分散とを用いての調整法のレビューや問題点を検討するために提案されている。このサブグループの提案がなされた時は、このテーマは炉物理の範疇であり、WPEC のスコープ外だとの意見もあり、設置が WPEC の親委員会 NSC (原子力科学委員会) の議論にゆだねられた経緯もある。確かに、共分散は客観的で合理的なものとして提示することが非常に困難な量であり、評価者によっても異なってくることもあり得る。今回の会合でも「Art of Covariances」というフレーズが使われたことがこのことを良く表していると思う。しかしながら、積分実験の実施が容易でない革新炉等の開発では使用する評価済核データの信頼性、精度が問われる機会が多くなることが予想される。評価済核データを提供する側にとってもデータの信頼度、精度を客観的、かつ、合理的に説明するものとして共分散を提供することが求められることになると思われる。