

核構造と壊変データ評価者ネットワーク会議

日本原子力研究開発機構

飯村 秀紀

iimura.hideki@jaea.go.jp

標記会議 (Meeting of the Nuclear Structure and Decay Data Network) が 2011 年 4 月 4~8 日に IAEA で開かれた。この会議は隔年で開催され、今回が 19 回目である。会議の目的は、原子核構造・壊変データの評価に関する進捗状況や技術的方针を検討することである。評価された結果は、Evaluated Nuclear Structure Data File (ENSDF) として、ブルックヘブン研究所の National Nuclear Data Center (NNDC) の計算機に収められている。内容は 5 年毎に再評価することになっている。この評価は質量数毎にまとめられているので、Mass Chain Evaluation と呼ばれている。幾つかの質量数の評価が終わると、ENSDF に収められる外に、壊変図、数値表などにまとめられた Nuclear Data Sheets (NDS) が Elsevier 社より出版されている。評価作業は各国で分担している。日本は、質量数 120 から 129 を担当している。全体のまとめ役は NNDC である。

会議の事務局は IAEA の Abriola が務めた。会議には、20 カ国から約 40 人が参加した。米国からの参加者が最も多く 8 人が参加していた。日本からの参加は筆者だけであった。筆者は、1994



写真1 IAEA 本部、会議場所よりドナウパーク、アルテドナウ川を眺む

年の第 11 回の会議以来の参加であるが、その間に参加者の顔ぶれもかなり変わった。かつて主要なメンバーであった Martin, Bhat, Meyer, de Frenne といった人達が引退したり亡くなったりし、新たにブルガリア、インド、スペイン、ウクライナなどからの参加者があった。

会議の最初に NNDC の Tuli を議長に選任し、その下で議事が進められた。以下に会議のプログラムを示す。

- A. Reports by evaluation centers
- B. Administrative and technical items
- C. Meetings, workshops, trainings and other activities
- D. Organizational review
- E. Technical discussions
- F. Discussions regarding uniformity in ENSDF evaluations
- G. Horizontal evaluations, including needs and plans
- H. List of recommendations and actions

プログラムから分かるように、会議の内容は、各国の評価センターの進捗状況の紹介、評価者ネットワークの運営に関する項目、評価の技術的内容に関する事、将来の方向の確認、関連する研究についての講演など多岐にわたっているが、最終の目的は、評価をいかに正確に、しかも短いサイクルで出来るかということである。幾つかの話題をまとめる。



写真 2 ウィーン市街の様子

1. ENSDF の現状

NNDC が ENSDF の現状について報告した。それによると、現在 ENSDF の大きさは約 190MB で、この 2 年間で 7% 程度増えた。評価が終了し、NDS が出版された質量数は一昨年が 18 個、昨年が 15 個であった。それぞれの質量数で評価が終了した年度を見ると、2000 年代のものが多く、平均の改訂サイクルは 7 年程度である。しかし、1990 年代に評価されて以来、新たな評価がなされていない質量数も少なくない。一方、ENSDF の利用

については、昨年度はインターネットを通して NNDC の計算機に約 1M 回の検索があった。ENSDF と Chart of Nuclides を組み合わせた NuDat には、約 6M 回の検索があった。両者合わせた検索数は、この 10 年間で約 7 倍に増えている。また、NDS の Elsevier からのダウンロード数は、2009 年は約 15,000 件で、こちらも 2003 年の約 5 倍に増えている。余談であるが、NNDC によると、福島原発事故の後、NuDat の毎日の検索数が 50% 程度増えたそうである。

2. 新しく加わった評価者のトレーニング

日本でもそうであるが、各国でも評価者が高齢化して定年退職しており、新しい評価者を育てることが急務となっている。特にヨーロッパでは、評価者が減ってしまった結果、ENSDF の全ダウンロード数に占めるヨーロッパからの割合が 40% 近くあるのに対して、評価作業への貢献は 4% 程度しかないことが問題となった。日本の場合は、6% 程度の利用に対して、5% 程度の評価の分担であるので、今のところバランスがとれている。この問題に対処するために、NNDC や IAEA が中心となって、評価に関心がある者を募り評価手法を講習するワークショップが、トリエステやブカレストで開かれている。この活動は一応成功しているようで、最近ルーマニア、ハンガリー、ポーランド、インドなどから新しい評価者が加わり、今回の会議にも出席していた。しかし、NNDC によると、一旦加わってもすぐ止めてしまう評価者も多いということで、それを繋ぎとめる方が会議で検討された。評価者が、評価作業以外に核物理研究も行える環境にあることが、評価作業を続けるために良いことが指摘された。また、評価者が所属する機関による、評価作業への支援が必要であることも挙げられた。

3. 中性子捕獲反応の評価

バークレー研究所の Firestone が、放射化分析や即発 γ 線分析で必要となる核データに限って評価した Evaluated Gamma-ray Activation File と呼ばれるファイルの進捗状況について説明した。このファイルには熱中性子捕獲反応の断面積、即発 γ 線のエネルギーと強度、捕獲反応で生成された放射性核種の γ 線と強度、分析で使われる k_0 因子などが含まれる。このうち捕獲断面積の評価では、準位図式が複雑で全ての即発 γ 線が測られていない核種については、模型計算を援用しているようである。会議では、捕獲反応に関連して、共鳴状態をどのように ENSDF に含めるかが議論となった。現在の ENSDF では、adopted data set として採用されるのは束縛状態のみで、中性子や陽子の共鳴状態は含まれない。議論の結果、熱中性子捕獲反応の 1 次 γ 線のみを adopted data set に採用することになった。1 次 γ 線の強度をどのような形式で adopted data set に記入するかは、Firestone が検討することになった。adopted data set 以外の個別の data set については、共鳴状態を含めるのは問題無いとした。

4. 質量、電磁気モーメント

原子核質量の評価状況を Audi と Wang が報告した。同様に、電磁気モーメントの評価作業の進捗状況を Stone が報告した。これらの評価作業は、Mass Chain Evaluation と異なり、特定の物理量をすべての核種について評価するので Horizontal Evaluation と呼ばれる。質量の評価は、Wapstra を引き継いだフランスの Audi がずっと行ってきたが、続けることが困難となった。それで、数年前に引き継ぐ先を募ったところ、中国が手を挙げたので、今はフランスから中国に引き継いでいる最中である。Audi の評価済み質量データは、2003 年に出版されて以来改訂されていなかったが、新たに中国の Wang と共同で評価したものの完成が近いそうである。その暫定版が、もうすぐ利用可能になるということであった。また、電磁気モーメントについても、Stone が 2005 年に出版したものの改訂版が昨年暮れに完成し、利用可能になったということである。ENSDF の評価作業では、特に質量は、どの値を採用するかで他の物理量の評価値も変わってしまうので、全ての評価者が統一した手法で値を採用しなければならない。議論の結果、Audi-Wang や Stone の 2011 年版から質量、電磁気モーメントを採用すること、それらの値が旧版と異なっている場合には注意書きを残すことなどを確認した。なお、Horizontal Evaluation の一つとして、Raman の B(E2) の評価の改訂を行っていることが Singh から報告された。

5. γ 遷移の内部転換

ENSDF の評価作業では、 γ 遷移の内部転換係数を計算するのに、Band-Raman の計算手法を基にした計算コードを使っている。この計算コードの改良が、Kibedi により報告された。会議では、評価者がこの計算コードを使う場合に、 γ 遷移の多重度をどのように入力すべきかを議論した。また、内部転換に関連して、オージェ電子放出や Coster-Kronig 遷移などの原子過程についても、従来の計算では K, L 殻より高い殻の空孔が考慮されていないなどの問題が指摘された。計算法を改良して、結果を NuDat などに取り入れることが提案された。

会議の詳しい内容は、IAEA のレポートとして印刷公表されるほか、インターネットでも公開される。会議全体の印象としては、評価者ネットワークを現在支えている Singh、Firestone などが 1, 2 年以内に定年退職し、さらに Tuli も定年に近づいたので、より若い世代で評価者ネットワークを引っ張る人の必要性が感じられた。

会議の出席者は皆、福島原発事故を非常に心配しており、筆者は、事故の状況を即席で発表させられた。それに対して、多くの質問が出た。今回の事故の結果、各国の原子力政策が変更され、それがひいては、核データ評価の予算についても削減に繋がるのではないかという懸念を持つ出席者もいた。福島原発事故は、オーストリアのテレビでも頻繁に報道されていた。

その他 （旅の気分を少し）

ウィーンではPension Cityというホテルに宿泊した。筆者は、このホテルは初めてであったが、核データ関係者では、これまでに宿泊された方は多いのではないかと推測する。ホテルの入口に、作家の Grillparzer が 1791 年にここで生まれたと記したプレートが飾ってあった。昔、この作家の「ウィーンの辻音楽師」という小説を読んだのを思い出した。

ホテルが便利な場所にあったので、会議からホテルに帰った後、国立歌劇場にワーグナーの「ワルキューレ」を見に行った。台詞を英語で表示するサービスがあったので助かった。



写真3 ウィーンでの Pension City というホテル (左)、作家 Grillparzer のプレート (右)



写真4 ウィーン国立歌劇場 Wiener Staatsoper (内部)



写真5 人々で賑わう露店の様子



写真6 自然史博物館（Naturhistorisches Museum Wien、NHMW）
ほぼ同じ外観の美術史博物館が隣接しています

以上