



会議のトピックス (II)

IAEA 核構造・崩壊データ評価者 国際ネットワーク調整会議報告

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

平成 19 年 6 月 11 日～15 日にロシアのサンクトペテルブルクにて開催された IAEA 主催の「核構造・崩壊データ評価者国際ネットワーク調整会議 (NSDD : Nuclear Structure and Decay Data)」は、IAEA の下で協力して整備している核構造・崩壊データファイル (Evaluated Nuclear Structure and Decay Data File: ENSDF) の整備状況、今後の評価の方針、作業分担範囲、評価に当たっての技術的な問題点等について討議するための会議であり、原則 2 年に 1 回の頻度で開催されている。今回の会合はその 17 回目の会合である。参加者は、米国 7 名、日本、ベルギー、フランス、中国、インド、カナダ、アルゼンチン、オーストラリア、ブルガリア、ドイツ、フィンランド及び IAEA から各 1 名の他、地元ロシアから 10 名程であった。ENSDF は質量数 $A=1$ から $A=294$ までの実験的に同定されている全ての原子核に係る核構造・原子核壊変に関するデータを評価し、纏めたものである。現在収納核種数は 3016、データセット数 (崩壊データや核反応データを、崩壊や核反応の種類ごとにひとまとめにしたものをデータセット数と言う) は 16003、レコード数は 2065096 で、トータル 165 MB である。質量数毎に分担を決め、5 年程度を目処に改訂を行なっている。この評価には米国の寄与が大きい、利用は米国外 (特に、評価者が減少している欧州) からが多く、米国では不満がある。IAEA も協力し、トレーニングコースを設ける等評価者の養成に取り組んでいるが、思うようには進んでいない。日本も評価者の減少等で、これまで $A=118$ から 129 までの 12 質量を分担していたが、 $A=120$ から 129 までの 10 質量に分担を減らすことを申し出て了承された。

2. 技術的な議論

技術的な議論では、内部転換電子の計算プログラムの改訂、エネルギー準位のスピン・

パリティ決定法の修正、ガンマ線の遷移確率、ENSDF 評価手法等に関して議論が行なわれた。内部転換電子の計算プログラムは、長らく使われて来た Hager-Seltser のデータが少し過小評価にあり、Band-Trzhaskovskaya-Nestor-Tikkan-Raman のより精度の良いデータを使うようにしたものであり、数年前からオーストラリア国立大学で作成されていたが、今度第 2 版が出来、このプログラムを今後の評価に使うようにするとのことである。

遷移確率については、今までガンマ線の多重極度を定めるのに用いていた上限値が、必ずしも適切でないことが分かり、上限値を見直すとともに、この上限値を用いていた計算プログラム (RULER) も 7 月下旬を目処に改訂することとなった。このプログラムは本年 8 月に改訂版が BNL のホームページに載せられており、既に使用出来るようになっている。

また、最近クラスター壊変 (例えば $^{223}\text{Ra} \rightarrow ^{14}\text{C} + ^{209}\text{Pb}$) や二重陽子放出が報告されているが、ENSDF のフォーマットはこの壊変形式に合っていないため、この壊変にも対応できるようなフォーマットの変更の提案があった。さらなる検討を加え、次期会合で了承されるようにマニュアルや処理コードの変更も検討することとなった。

なお、ENSDF に採用されている半減期は、ENSDF の改訂サイクルが長いこと (当初は 4 年程度であったが現在は 10 年程度になっている) もあり、必ずしも最新のものになっていないこともあるので、そのような半減期については米国の NNDC から各評価者へ連絡し、半減期及び半減期と関連のあるデータを出来るだけ早く改訂することとなった。これは、BNL が別途編集している Homeland Security 用の小冊子 (Wallet Cards for Homeland Security) の半減期データと ENSDF のデータが違っているものもあるため、統一を図りたいということのようである。Wallet Cards のデータが、現在 US DOE の Standard になっている由である。そのため、新しいデータがある場合は評価者に知らせ、半減期の改訂に伴い $\log ft$ も修正される場合には、評価者が修正し、 $\log ft$ の修正を伴わない場合は、NNDC の方で修正することになった。その他、ENSDF 編集用コードの紹介や原子核関連文献データベース (Nuclear Science References: NSR) の現状等について議論があった。NSR には 2007 年 5 月の時点で 189380 の文献データが登録されている。ウェブからのアクセスが 2005 年から 2007 年の 2 年間で約 30 万件に達している。キーワードの登録は 2005 年から一部 IAEA で実施するようになった。

3. 各評価センターの現状

米国及びカナダは BNL の NNDC、ORNL (Oak Ridge National Laboratory)、LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory)、ANL (Argonne National Laboratory)、Triangle 大学及び McMaster 大学が協力して評価を分担しており、全体の 70 %あまりをカバーしている。

欧州は、従来から参加しているフランス (CEA)、ベルギー (Gent 大学) の他、IAEA

の支援の下、ブルガリア（Sofia 大学）が評価を行なっているが、フランス、ベルギーとも後継者が無く、今後の活動が不透明なところがある。なお、フランスは、ENSDF とは別に原子核質量そのものの評価も独自に行ない、10 年程度毎に評価値を公表していたが、担当者が続けることが出来なくなった。この原子核質量は核反応や壊変の Q 値を決めるものとして、ENSDF でも採用していたが今後は難しくなる。ただ、ドイツの重イオン研究所（GSI）やフィンランドのイバスキヤ大学等では興味を持っているところもあり、継続の可能性は残っているようである。また、原子核質量とともに他の崩壊データをまとめてある NUBASE については今後も続ける予定のようである。

日本は、改訂のサイクルが遅れ気味であること、評価者が高齢化し、評価が出来なくなっていることに加え、新たな評価者を獲得できないため評価者が減少している。このため分担範囲を減らすことを提案した。日本の分担の縮小については、どうして減らすのだということ執拗に言われたが、高齢化、新人の不在等で難しいということで、了承を得た。ただ、了承する方も止むなくというところである。減らした分は、現在評価が継続しているものが終わると、米国 BNL が当面引き受けることになっている。

中国やロシアは、従来からの評価を予定通りに進めているようである。その他、インド、アルゼンチン、オーストラリアは、数年前から IAEA の支援等により評価を行なうようになったが、単独での評価を行なえるような状況には無く NNDC からの協力を仰いで実施している。また、長く評価メンバーであったクウェートは、依然として興味はあるものの単独で続けるのは困難で McMaster 大学と協力しながら続けて行く意向のようである。

なお、欧州の評価者の減少に対しては、関連物理学会や学会誌等で参加を募ること等の努力は行なっているようであるが、評価者の増加には結びついていない。ENSDF のデータは放射線被曝評価、原子炉崩壊熱、核反応計算等の基礎的なデータとして広く利用されているが、大量の資料の検討に始まり、評価には手間暇もかかり、なかなか新しい評価者の参加を得るには至って無く、評価者の獲得は困難なのが現状のようである。今後も継続して評価者を獲得する努力を続ける他、ロシアも現在評価を担当しているペテルブルグ核物理研究所だけでなく、他の研究所や大学からの参加を模索し、新しい評価者の獲得に努力することとなった。

ENSDF ファイルの維持・管理は米国 BNL（Brookhaven National Laboratory）の NNDC（National Nuclear Data Center）が DOE から予算を得て行なっている。「はじめに」でも述べたが ENSDF の評価は図 1 に示すように米国及びカナダの寄与が約 80 %なのに利用では約 40 %であり、米国・カナダ以外からの利用が多い。特に、欧州は評価への寄与が 9 %なのに利用が 26 %もあり、寄与と利用のアンバランスが問題となっており、予算を出している DOE は不満を持っている。幸い DOE の Office of Science は、まだ、ENSDF をサポートしてくれているが、欧州の寄与の増加は ENSDF 評価のコミュニティにとって重

要な課題である。日本は、寄与及び利用とも約 5%であり、バランスという意味では、良い方であろう。ただ、今後の評価者の獲得については他と同様問題がある。また、現在の ENSDF 評価に携わっている人員を FTE (Full Time Evaluation: 1 年間にフルタイムで仕事に従事する人数) で示したものを表 1 に示す。

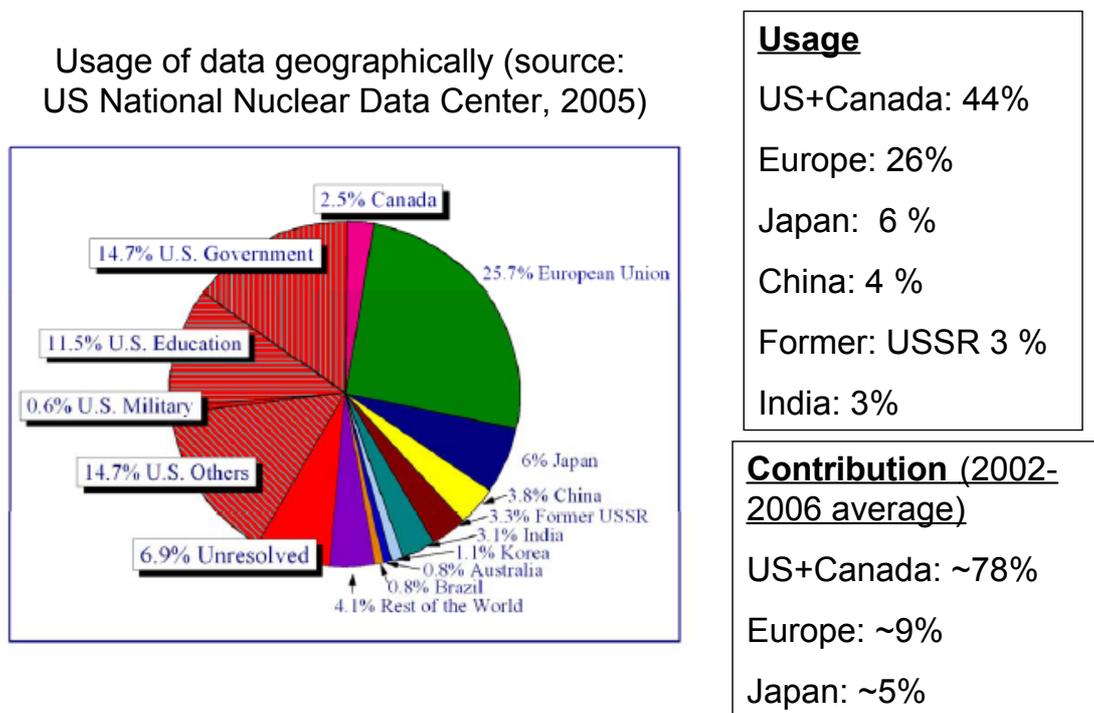


図 1 ENSDF への寄与と利用

表 1 ENSDF の評価を担当しているセンターの人員 (FTE ベース)

Center	FTE	Center	FTE
CNDC, Beijing, China	0.25	NNDC, USA	3.0
Jilin, China	0.25	ORNL, USA	0.25
B-le-Chatel, France	0.25	LBNL, USA	1.85
IAEA, Japan	0.5	TUNL, USA	0.45
Kuwait	0.2	ANL, USA	0.75
PNPI, Russia	0.25	McMaster, Canada	1.0
ANU, Australia	0.3	Sub total	7.3
IIT, India	0.2		
Sub total	2.2	Total	9.5

この表に示されているように米国、カナダの人的寄与が圧倒的に大きい。米国、カナダ以外では日本が比較的多いが、それでも 0.5 で 1 年で半人分の仕事しか出来ない状況である。

4. その他

次回会合は、2 年後の 2009 年 IAEA の本部のあるウィーンで行われることになった。当初オーストラリアが次回会合を開催することを希望したが、NSDD 会合をサポートしている IAEA の Nichols の任期が 2009 年までで、最後の NSDD 会合となることから IAEA で開催することを希望したため、希望通り IAEA で開催となったものである。

今回の会合は Gatchina の核物理研究所がホストを努めたが、会合は旧市内のホテルで行なわれた。2 年前の会合、サンクトペテルブルグで開催することをロシアが提案した時には、VISA や宿泊料金等で異論も出され、開催が危ぶまれていたが何とか開催に漕ぎ着けたというところのようである。実際、何人かは VISA の関係で参加できなかったようである。宿泊料金は旧市内の割にはそれ程高くもなかったが、狭い会議室や浴室のお湯の出が悪いのには閉口させられた。5 日間滞在のうちまともにお湯が出たのは 1 日だけであった。また、当初予定されていた Gatchina へのテクニカルツアーがセキュリティの関係とかで中止になり、代わりにバスによる市内見学が行われたが、市内の交通渋滞が酷く、数 km 移動するのに 1 時間近く掛かるような状況で、旧ソ連崩壊から十年以上経つのにインフラの整備は未だ道半ばという印象を受けた。