

話 題 (V)

Reference Input Parameter Library に関する IAEA/CRP 会合

日本原子力研究所核データセンター

深堀 智生

1. はじめに

核データ評価に用いるモデルコードには種々の入力パラメータが必要である。各国で評価済み核データファイルを作成するに当たっては、多かれ少なかれモデル計算を行っているはずである。また、このモデル計算に使用されたパラメータは何らかの形でそれぞれデータベース化されていることが想像できる。一方、今後新しく核データ評価を行う場合や核データ評価の初心国（初心者？）では、初期入力として系統的に一貫した入力パラメータが必要となる。この発想から、標記会合が、核データのモデル計算における標準的な入力パラメータの参照ライブラリーを作成する目的で、1994年9月19日～23日、イタリアの夏の保養地として有名なチェルビアにて開催された。

opening address として、現地ホストの G. Reffo (ENEA)（敬称略、以下同様）から標準入力パラメータの重要性及び過去3回行われた IAEA/Advisory Group Meeting での経緯などが報告され、scientific secretariat の P. Oblozinsky (IAEA) から、「実際に利用されるライブラリーを作成したい。今回は review を中心に分担作業の選定を行い、start-up file を早々に作りたい」との趣旨説明があった。この後、この CRP の chairman として A.V. Ignatyuk (ITEP) を選出し、agenda を採択し、各グループの現状報告の後、今後の作業分担の議論を行った。

作業は

- (1) 原子核質量 : M.B. Chadwick (LLNL)
- (2) 離散準位構造 : G. Molnar (Institute of Isotopes of the Hungarian Academy of Sciences)
- (3) 光学模型ポテンシャルパラメータ : P.G. Young (LANL)
- (4) ガンマ線巨大共鳴 : M. Uhl (IRK)
- (5) 平均中性子共鳴パラメータ : G. Reffo (ENEA)

(6) 準位密度パラメータ

全準位密度、核分裂準位密度： A.V. Ignatyuk (IPPE)

部分準位密度： M.B. Chadwick (LLNL)

(「：」以下はコーディネータ)の各セグメントに分けて議論された。各グループの現状報告、結論及び各セグメントにおける今後の活動計画を以下にまとめる。

2. 現状報告

(1) T. Fukahori (JAERI)

原研で開発している統合核データ評価システム (INDES) に含まれるデータベース (光学模型パラメータ (OMP)、準位密度パラメータ (LDP)、質量データ、核構造データを格納) について報告した。

(2) Su Zongdi (CIAE)

中国で開発しているパラメータ・ライブラリー (CENPL) について報告を行った。CENPLには、質量データ、準位構造、LDP、giant-dipole resonance (GDP)、fission barrier (FBP)、OMPのデータが格納されている。

質量データは Wapstra、Möller(LANL)、及び中国の評価を基礎としている。level scheme は ENSDF からフォーマット変換しているのみ。LDPに関しては、D₀、S₀、および Gilbert-Cameron (GC)、Back-Shifted Fermi Gas (BSFG)、Ignatyuk、および中国の公式を考慮している。現在、ENEA、CENPL、Obninsk 間の相互比較を行っている。JAERIのものをこれに入れたい。GDPについては Dietrich & Berman (3 parameters inside)を基に 102 核種のパラメータを格納している。今後、systematics を作りたい様である。FBPは Lynn、Back & Ohsawa の方法を検討中。OMPについては、global & regional (n, p, d, t, ³He, α) と individual nuclide (only for n) を格納している。これらは、いくつかのモデル (H-F、DWBA、CC など) で実験データをフィットして求めたものである。変形パラメータも入っている (β₂は入っているが、β₄は入っていない)。パラメータの適用エネルギー範囲も格納されている。

(3) G. Molnar (Institute of Isotopes of the Hungarian Academy of Sciences)

ENSDF 評価に関係している発表者から、離散準位同定のためのスペクトロスコピーについての報告があった。

(4) G. Reffo (ENEA)

平均中性子共鳴パラメータ（平均準位間隔など）を格納した Average Neutron Resonance Parameter File について報告があった。

(5) P.G. Young (LANL)

GNASH などの経験から、LANL における光学模型の核データ評価コードへの応用方法について講演があった。

(6) S.B. Garg (BARC Bombay, India)

インドにおける核データ評価のための OMP & LDP に関するデータベースについて報告があった。OMP に関しては $A=40 \sim 250$ 、 $E \leq 30$ MeV の範囲で球形および変形核の n、p、 α に対するパラメータを SCAT-2 フォーマットで格納している。LDP については GC、BSFG、Ignatyuk 公式に関して収集を行っている。

(7) A.V. Ignatyuk (IPPE)

Neutron Resonance Densities, Low-Lying Level and LDP の解析について報告した。ORNL、Bologna、China、Obninsk のパラメータの比較を行ったが、大きな違いのあるものがある（特に、平均共鳴間隔）。多くのデータベースの比較を行って、違う原因を探り、推奨値を出すべきだ。また、LDP に関する 3 つの重要な効果 (shell, pairing, collective) はすべての公式に共通であり、エネルギーに依存する a パラメータが必要である（特にマジック近傍の核種）。

(8) A. Mengoni (ENEA)

原研核データセンターの中島と行った仕事について報告した。単純な Fermi Gas 模型でも pairing、shell、deformation、collective excitation (enhancement factor) を考慮すればかなり良い系統性が得られる。

(9) M. Herman (ENEA)

単一粒子準位密度にエネルギー依存性と中性子・陽子の区別を持ち込んで前平衡過程計算の改良を図っている。

(10) M.B. Chadwick (LLNL)

Williams の単一粒子準位密度公式は広く使われており、これは大きな利点であ

るが、多段階直接過程からの放出粒子の角度分布計算には使えない。発表者は現在 Kalbach のアプローチを検討しているが、いくつかの公式を書き出してその利点・欠点を抽出する必要がある。

(11) M. Uhl (IRK)

γ 線強度関数の公式およびそのパラメータについて講演した。公式としては標準のローレンツィアン型でよいであろうが、準位密度公式に強く依存する。

3. 今後の作業分担

(1) 原子核質量

原子核質量、分離エネルギー、Q値、殻補正及び基底準位変形パラメータについては、Möller (LANL) の表中に含まれる Wapstra'88 と Wapstra'93 の値に重大な差はないので、包括的(約9000核種)に格納されている Möller の表を使用する。ただし、同表中、原子核質量に関しては Wapstra'88 の値と Möller の計算値が両方格納されている場合は Wapstra'88 を優先する。Möller の表の取り扱い説明を Young が IAEA に送る。

(2) 離散準位構造

スタートファイルとしては ENEA ファイルを用いる。ただし、IPPE、CNDC、JAERI、LLNL (軽核のみ) は独自に収集したファイルを IAEA に説明とともに送付する。これらを基に、Molnar は完全に離散準位構造のわかっている(ミッシングがない) 上限のエネルギーと準位数に関するフラグを ENEA ファイルに付与し、第1次ファイルとする。その後各ファイルと比較を行う(予定、マンパワーの都合で行われなくてもいい)。満足しない部分があれば ENSDF に戻って検討する。

(3) 光学模型ポテンシャルパラメータ

現在のところ folding model は考慮せず、従来型の光学ポテンシャルについてのみパラメータファイルを作成する。LANL、CNDC、JAERI、IPPE、India の各ファイルを集めて SCAT-2 ファイルにして比較する (Young)。次回の会合までに Young が推奨値の検討を行う。

(4) ガンマ線巨大共鳴

Dietlich & Berman の標準ローレンツィアン式のパラメータを格納する。 γ 強度関数のパラメータは準位密度公式に強く依存するので、最初は Back-Shift Fermi Gas 模型 (BSFG) とするが、出来れば Ignatyuk にする。システムティクスについては Reffo が近いうちにレポートを出す。光核反応評価に関連する情報を LLNL、ロシア、JAERI から収集する。

(5) 平均中性子共鳴パラメータ

CNDC (S_0 、 D_0 、 Γ_γ)、IPPE (number of resonance (階段状 + Porter-Thomas 解析))、ENEA (D_0 、 S_0) のファイルが存在するので、この違いを把握する。その後、重要核種に評価を集中し、推奨値を検討する。日本に D_0 、 Γ_γ 、 S_0 、 S_1 があるかどうか調べる。

(6) 全準位密度、核分裂準位密度

全準位密度に関しては、CNDC、India、JAERI、IPPE は各ファイルを IAEA に送る。これを基に、Ignatyuk は Gilbert-Cameron、BSFG、Ignatyuk の各パラメータに関する推奨値を検討する。

核分裂準位密度及び核分裂障壁に関しては、現状で系統的にファイル化されたものは存在しないので、中国、ロシア、日本における情報を収集し、次回までに Ignatyuk が提案を行う。

(7) 部分準位密度

Williams (等間隔)、Oblozinsky、Kalbach、Herman などのアプローチが現在使われているがこれらに関する評価を次回までに Chadwick が行う。また、Kalbach systematics に関する最新のパラメータを Chadwick が次回までに揃える。

4. おわりに

以上、参照パラメータファイルに関する第 1 回 IAEA/CRP 会合について各国の現状とスタートファイル作成へ向けての各セグメントの今後の活動予定について説明した。当面の宿題として各グループは現状のデータベースを IAEA/NDS に説明付きで出来るだけ早く送ること、及び次回の会合は 1995 年 9～11 月の間にウィーンで行う予定であることを申し合わせて、第 1 回会合は閉会した。今後、持ち寄ったデータベースを比較検討し、スタートファイルを作成する。このスタートファイルをたたき台に、様々なモデルコードで使用可能な参照パラメータファイルの第 1 版を作成する予定である。