

WG 活動紹介

ガンマ線生成データ修正WG

(原子力データセンター) 五十嵐 信一

1. はじめに

ガンマ線生成データは核分裂炉や核融合炉の遮蔽計算及び核発熱計算等に欠かせない。そのために JENDL-3 では特に重要と思われる 59種の元素及び同位元素のガンマ線生成データを評価して収納している。JENDL-3 の公開以来、これらのデータは多くの研究者に使われ、貴重な成果を得てきているが、測定値との比較などを通してより精度の高い結果を得るために、なお幾つかの点でデータの見直しが必要になってきた。

本WGは JENDL-3 のガンマ線生成データの見直しと修正を目的として、1991年11月14日に発足した。それ以来数回の会合を開き、データの現状を調べ、問題点を抽出し、その改訂に必要な事項の整理と方法について検討を行ってきた。現在のところ、修正作業を本格的に行うまでには至っていないが、ここでは本WGが行ってきた活動の概要とこれまでに把握したデータの問題点を紹介することにする。なお、「核データニュース」には会合ごとの議事録要約が載っているのでそれも併せて見ていただければ幸いである。

2. WGの活動概要

シグマ委員会でガンマ線生成データを取り上げたのは JENDL-3 が最初である。従って、データ評価の進め方なども手探りであったことは否めない。それにも関わらず、これまでの使用経験から指摘された主な事柄は、

- (1) ガンマ線発熱量の計算値が Be-9 等では実験値の半分位である、
- (2) 幾つかの核種についてガンマ線スペクトルに誤りが見られる、
- (3) 構造材核種のガンマ線生成データに疑問がある、

等で、使用に耐えないような重大な欠陥の指摘はなかった。その意味で、最初のデータとしては合格点を与えて良いのではないかと思っている。

しかし問題点があることには変わりがない。また、未だ指摘されていない隠れた欠点があるかも知れない。それを見つけるためにも、WGとしては JENDL-3 データの内容を把握することから作業を始める必要があった。そこで、WGメンバー全員^{*}で担当核種を分担し、ほぼ全核種のガンマ線スペクトルと生成断面積のプロット図を作成し、核種

*) WGメンバー：浅見 哲夫(データ工学)、肥田 和毅(東芝)、井頭 政之(東工大)、水本 元治(原研)、北沢日出男(東工大)、五十嵐信一(NEDAC)

それぞれの評価方法も参考にして、データの総体的な検討を行った。この検討作業を通して更に詳しい内容を知ることが必要になり、プロット図だけでなく、幾つかの数値データ表も作った。

これらの資料を用いて行った検討項目を大別すると：

- ① 実験データとの再比較及び新しい実験データとの比較、
- ② ガンマ線生成断面積データと弾性散乱外断面積データとの比較、
- ③ ガンマ線スペクトルデータの中性子エネルギーに対する系統性の検討、
- ④ 入射中性子エネルギー点及びガンマ線スペクトルのエネルギービンの検討、
- ⑤ 熱中性子エネルギーにおけるガンマ線データの検討、

のようになる。

実験データとの再比較及び新しい実験データとの比較は、NEA データバンクから入手して原研核データセンターの NESTOR2 ファイルに格納してあるデータとの比較のほかに、原研のタンデム加速器を用いて測定したデータとの比較も参考にした。既に Fe などでは JENDL-3 のガンマ線スペクトルは 4~6 MeV のガンマ線エネルギー領域で高くなっていることが指摘されていたが、この検討でもそれが裏づけられた。一方ガンマ線生成断面積の実験データにはガンマ線エネルギーを全部取っていないものがあり、その点を考慮して比較すると一致は良いように思える。一般的に言って、ガンマ線スペクトルには色々な問題があるが、生成断面積は実験データとの一致が良いと言ってよいようであった。

ガンマ線生成断面積と弾性散乱外断面積との比較はガンマ線の多重度が合理的かどうかを見るのが目的である。その傾向は中性子エネルギーに対して緩やかな変化をする筈である。そうでなければガンマ線生成断面積に誤りがあると見てよい。この検討では Hf-178 のガンマ線生成断面積の 1~2 MeV 領域に異常な傾向が見つかり、最近になって、これは JENDL-3 の評価計算の際の入力データの誤りによるものであったことが確認された。このほか一般にガンマ線生成断面積を計算した入射中性子エネルギー点が粗く、これがガンマ線スペクトルの内挿計算に悪影響を与えていることが分かった。特に、反応のしきい値付近では影響が大きく、もっと細かな中性子エネルギー点でデータを与える必要がある。

先に述べたように、ガンマ線スペクトルの方が生成断面積よりも問題が多い。そこで、実験データとの比較プロットと共に特定の中性子エネルギー数点を決め、そこでのスペクトルをプロットして系統的な傾向を見ることにした。これを定点プロットと呼ぶ。エネルギー点は 0.253 eV、500 keV、3 MeV、10 MeV、14 MeV の 5 点を選んだ。JENDL-3 のデータ評価では主として統計モデルによる計算が用いられたが、実験データがある場合にはそれを採用した場合もある。その様な場合に、時として不自然な形のスペクトルを与えるものもあった。その様な例として Zr の熱中性子捕獲ガンマ線スペクトルの異常

が見つかった。定点プロットではないが、Zr では中性子エネルギー 1 MeV のスペクトルも異常な形をしている。

JENDL-3 で実験値を採用した別の例として Ni の熱中性子捕獲ガンマ線スペクトルがある。JENDL-3 では Ni のデータは Ni-58 と Ni-60 のデータを合成して作ったことになっているが、この2つの同位元素のデータは統計模型の計算値で与えているので、それらを合成しても Ni のデータには一致しない。このような矛盾も問題の一つである。

入射中性子エネルギー点及びガンマ線スペクトルのエネルギービンの検討はデータの内挿計算やエネルギー保存に深く関わった問題として取り上げた。これには線スペクトルの扱いなども含むが、紙面の関係で割愛する。

熱中性子エネルギーにおけるガンマ線データの検討はエネルギー保存を確かめる上で格好な項目である。対象になる物理量はQ値、多重度、スペクトル及びスペクトルから計算したガンマ線エネルギーの平均値と全エネルギーである。熱中性子捕獲ガンマ線のエネルギーはQ値に等しくなければならないが、JENDL-3 の場合、比較してみると、かなりの違いがある。エネルギー保存は重要事項であるが、中性子エネルギーが大きい領域では検討が難しい。しかし、少なくとも熱中性子エネルギー及びその近傍では正しい値にしておく必要がある。

3. JENDL-3の修正について

ガンマ線生成データは中性子反応断面積データと密接に関わっている。従って、JENDL-3 のガンマ線生成データの誤りの中には中性子反応断面積データにまで遡って検討する必要のあるものもありそうである。前に述べた Hf-178 のガンマ線生成断面積はその一例である。本WGとしては中性子反応断面積データを修正の対象にするつもりはなく、ガンマ線データの範囲での修正にとどめる。

本WGの検討作業を総合すると、データ修正は以下の点が主な対象と考えられる：

- 1) 熱中性子のガンマ線スペクトル及び多重度とエネルギー保存の整合性、
- 2) 中重核のスペクトルの改訂、
- 3) エネルギー内挿点、特に敷居エネルギーを含む領域のスペクトルの内挿点の改訂、
- 4) ガンマ線エネルギービン幅の適正な大きさ及び線スペクトルの扱い、
- 5) データ選択及びファイル化の際の誤りのチェックと修正。

これらの作業は本WGの 1993年度活動として予定されているが、更にデータのより良い理解と利用のために

- a) JENDL-3 データの現況表作成
 - b) JENDL-3 ガンマ線データのプロット図集作成、
 - c) 修正したガンマ線データのプロット図集作成、
- も行うことにしている。