

シグマ研究委員会(その I)

ワーキンググループ紹介

(1) ガンマ線生成核データWG

東工大原子炉工学研 北沢日出夫

昭和50年頃、東工大原子炉工学研究所の教授として米国BNLから移ってこられた高橋博さん(現在BNL)が、原子炉設計においてガンマ線生成断面積が重要であることを頻りに言われ、米国からGROGIとDUCALコードを取り寄せて計算を始めました。私は、高橋さんの誘惑に負けて、この仕事に協力するようになりましたが、火付け役の高橋さんは、その翌年、東工大をやめてBNLへ戻ってしまったわけです。しかし、高橋さんが東工大を去る直前、折角始めた仕事だから君が引き継いでもう少し続けてくれというので、高橋さんの協力で川合将義さんと山越寿夫さんを引き込み、飯島俊吾さんを相談役に据えて、ガンマ線生成断面積計算同好会を作りました。

最初は、DUCALとGROGIコードによるテスト計算とコードの勉強を行っていました。DUCALコードを用いると、中性子捕獲ガンマ線の離散スペクトルの計算が可能ですが、コードの取り扱いが厄介である上に、コードの基礎になっているYostの論文が冗長で極めてわかりにくいので、このコードを使用することを諦めました。一方、GROGIコードの方は、多段階蒸発模型計算ですが多チャンネルの競争とスピン角運動量の保存を考慮に入れた計算が可能であるため、グロスな中性子生成ガンマ線スペクトルの計算に非常に便利である。このコードの入力データとして必要な透過係数の計算を一つの計算ジョブの中で実行可能にするため、ELIESEとGROGIコードを結合するなどの改良を施した後、これを用いて、1~20MeVの中性子に対する軽核から重核までの10核種のガンマ線生成断面積及びガンマ線スペクトルを計算した。これから、ガンマ線強度関数の妥当性、光学ポテンシャル・パラメータと単位密度パラメータのガンマ線スペクトルへの依存性、ガンマ線スペクトル計算手法、MeV中性子に対するガンマ線生成の様相に関する一応の成果が得られた。これと殆んど機を同じくして、昭和53年度に、飯島俊吾さんを委員長としてガンマ線生成断面積検討小委員会が3回程持たれ、Σ委員会の中にガンマ線生成核データWGを設立する答申案がまとめられた。その結果、昭和54年4月に11名のメンバーから成るWGが発足した。それ以来、多少のメンバーの交替がありましたが、JENDL-3のためのガンマ線生成核データ評価作業を続けてまいりました。現在のメンバーは、五十嵐信一、浅見哲夫、水本元治(原研)、肥田和毅、川合将義、山室信弘(NAIG)、山越寿夫(船研)、八谷雅典(三井造船)、井頭政之、播磨良子、北沢日出夫(東工大)の11名です。

こうしてみると、WG発足以来最早7年を過ぎようとしている。“永過ぎた春”の感じがしないでもないが、ガンマ線生成核データ評価には粒子放出断面積を評価する際には見られない困難を伴うため致し方ないとも言える。即ち、粒子移行反応核データは原子核単位の波動関数の一部の情報しか担っていないが、準位間のガンマ線遷移を理論的に予測するためには、一般的に言って、原子核単位の構造を記述する波動関数のすべての情報を必要とするということである。しかし、それ故にこそ、ガンマ線生成核データ評価作業はやり甲斐のあるおもしろい仕事と思います。多くの方々の参加を歓迎します。

JENDL-3に予定されているガンマ線生成核データとしては、 10^{-5} eVから20 MeVの中性子に対する約40核種の即発ガンマ線生成断面積とガンマ線スペクトルです。従来、これらのデータとしてPOPOP-4やENDF/B-IV核データ・ライブラリーのデータが用いられてきましたが、POPOP-4のデータはエネルギー保存が成立していなかったり、熱中性子捕獲ガンマ線スペクトルで代用されていたりしましたし、ENDF/B-IVのデータも最近のデータと著しく異なっているものがありました。それ故に、最近の実験データに基づいて信頼のおける評価データをJENDL-3に含める必要があるのです。しかし、実際に評価作業を始めてみると沢山の障害にぶつかり、思ったより仕事が進展しないものです。まず、MeV中性子領域では1~20MeV中性子に対する広い質量領域におけるORNLのDickensらの実験データ以外に評価に用いることができる系統的なデータは存在しません。また、keV中性子領域の捕獲ガンマ線スペクトル・データに関しては、Birdらが編集したものがありますが、これに含まれているデータは、raw dataであったり、補正が施されていないかったりして、殆んど我々の要求を満足するデータではありません。この点、東工大の井頭君らの測定した重核に対する捕獲ガンマ線スペクトル・データは、最も精度のよいデータであり、評価作業にとって非常に有益であるのは勿論のこと、ガンマ線強度関数に関して興味ある知識を与えてくれる。特に、ピグミー共鳴の系統性の観測は、中性子閾エネルギー領域における原子核単位の構造に関するおもしろい情報を与えるものとして今後の発展が期待される。また、東工大では軽中重核の共鳴平均捕獲ガンマ線スペクトルも測定されており、JENDL-3のガンマ線生成核データ・ファイルには、これらの実験データが反映されるはずである。

このように、実験データが乏しい状況では、評価は殆んど理論計算に頼らざるを得ない。しかし、特別な原子核模型に基づいて開発された計算プログラム以外にはガンマ線生成核データ評価のために用いられる日本で開発されたプログラムはCASTHYだけである。CASTHYとても、便利なプログラムであるが、これを用いて可能なのは捕獲ガンマ線スペクトル計算だけであるし、まだ虫がいるようだ。それ故、このグループの大半の仕事は、多チャンネルが寄与する反応の核データを計算するために開発されたTNG、STAPRE、GNASHコードのテスト計算を含めて調査を行い、

我々の目的に叶ったプログラムを導入することであった。正に受容の科学である。現在、我々の理論計算コードはGNASHに絞られつつあるが、今なお、アルゴリズムの一部が不明であったり、原因が分からないトラブルが生じたりして、我々を悩ませている。日本でも何年か前に計画されていたらこの種のコードの開発は十分可能であったらと思うと残念である。膨大なコードの開発のために長い時間をかけて地道な努力をする人達を育てる気風が欠けているのではないだろうか。とに角、CASTHY, GROG I, GNASHコードを用いて重核の予備的評価は完了した。同時に、ガンマ線強度関数、単位密度パラメータの取扱い、光学ポテンシャル・パラメータに関する知識もまとめられつつある。

最近、評価データをENDF/Bフォーマットでファイルする場合のファイル化案がNAIGによってまとめられた。その骨子は評価ガンマ線核データと粒子放出核データの整合である。即ち、粒子放出とガンマ線放出を含めて、評価核データがエネルギーを保存しているようにせよという要請である。これは最も困難な問題であるが、ヨーロッパにおけるJEFの開発及び米国におけるENDF/Bの改定の動きの中で、この問題は、最少限度の要求として、JENDL-3において解決されていなければならないと私個人は考えている。そうでなければJENDL-3を世に問うことはできないのではなからうか。そのためには他のWGのメンバーの積極的な協力といくつかのWGの結束が不可欠である。正直言って、現状では日暮れて道遠しの感じを抱いている。