

## WG活動紹介

### 理論計算コードWG

(近畿大学原子力研究所) 大澤 孝明

#### 1. はじめに

本WGは、JENDL-3の評価作業がほぼ終了した1989年春に、JENDL-3以降に向けた核データ研究活動を検討・推進する場として創設された。

JENDL-3までの段階の評価活動の反省点の一つは、評価作業の方法が必ずしも統一されておらず、またその処方やノウハウに関する情報が属人的な段階にとどまっていたことである。計算コードをシステム化し、評価作業の過程で得られた知識や経験を、客観的なデータベースとして蓄積し、必要に応じて随時利用できるようにしておくことは、今後、評価核データを改善していく上で大切なことである。それとともに、原子力開発の新しい展開にともない新たに生まれてくる核データのニーズにも対応できるように、既存のコードの有効性を検証し、必要とあらば新しい'Data and Method'を開発することも重要な課題である。前者の課題は「評価用データベース」WGの仕事であり、後者の課題が本WGの仕事になる。いわば、「評価用データベース」WGはシステムという「容れ物」をつくり、「理論計算コード」WGはその中に入れるコードやパラメータ・セットを用意するという関係になる。

平成3年度の当WGのメンバーは下記の17名(他にオブザーバー1名)である。

五十嵐信一(NEDAC)、大澤孝明(近畿大)、川合将義(東芝)、菊池康之(原研)、岸田則生(CRC)、北沢日出男(東工大)、瑞慶覧篤(日立)、高田弘(原研)、千葉敏(原研)、中村久(富士電機)、八谷雅典(三菱電機)、播磨良子(東工大)、肥田和毅(東芝)、深堀智生(原研)、松延広幸(住友原子力)、山越寿夫(船技研)、山室信弘(データ工学)、中川庸雄(原研;オブザーバー)

#### 2. これまでの活動経過

平成元年度は、最近の理論研究の動向についての一般的検討、高エネルギー核反応計算コードの勉強等を行いつつ、本WGで取り上げるべき課題の絞り込みとメンバーの間での仕事の分担を行なった。その結果、さし当たり、本WGでは次の課題について検討を進めることになった。

- ①核データ計算用光学ポテンシャル
- ②計算コードの検証・整備・作成
- ③単位密度公式とパラメータ
- ④核分裂関係諸量の計算法

平成2年度は、核データ関係計算コードの調査、分散関係式を応用した断面積の計算、JENDL-3の評価に用いられた単位密度パラメータの調査、遅発中性子データの現状と問題点の検討等を行なった。

以下に上記各課題の作業の現状を紹介する。

### 3. 核データ計算用光学ポテンシャル

核断面積の計算に光学ポテンシャルは不可欠であるが、従来、その選択は各評価者に任されてきたため、まちまちのものが使われてきた。当該核種の測定データが十分に存在していればそれを再現する最適ポテンシャル・パラメータ・セットを決定できるが、そうでない場合には、何らかのグローバル・ポテンシャルを採用することが多い。しかし、広範囲の核種とエネルギーに対して適用できるとされているグローバル・ポテンシャルも、精度が必ずしも良くない場合があることが知られている。よく調べてみると、個別核種の測定データにフィットしてパラメータを決定した場合でも、MeV領域で決めたポテンシャルによる全断面積の計算値は、それより低エネルギーで過大評価になる傾向があることが分かってきた。

最近、光学モデルの分散関係式の研究が進み、この問題を解決する可能性が出てきた。分散関係式によると、従来独立であると考えられてきたポテンシャル実数部と虚数部の間には一定の依存関係があり、たとえば、表面吸収型の虚数部をもつポテンシャルの場合、実数部にも表面ピーク型の付加項が出てくるため、通常の Woods-Saxon 型からずれた形になるのである。これを考慮すると測定値との一致が改善されることもわかってきた。

したがって、分散関係を考慮にいれば、質量・エネルギーの広い領域にわたって適用可能なグローバル・ポテンシャルを見いだすことができると思われる。このような見通しに立って、次のような方針で検討を進めている：

- a) ポテンシャルの体積積分などの恒量の振る舞いを調べる。
- b) 核子当たりのエネルギー  $> 50 \text{ MeV}$  における弾性散乱データを調査する。
- c) 核子およびクラスターに対する束縛ポテンシャルを決定する。
- d) 変形核に対する扱い方を考える。

### 4. 計算コードの検証・整備・作成

評価計算に用いられる一連のコードをモジュラー化し、それを統合システム化することが「評価用データベース」WGで検討されているが、そのためにどのコードを選択すべきかを決定しなければならない。そのためにはまず、現在入手できるコードを調査し、それらの機能と性能を比較検討しなければならない。その手がかりをつかむために、全国の大学および研究機関に対してアンケート調査を実施した。（その結果はすでに「核データニュース」No. 38 (1991.2) に報告されている。）このうち、今後特に重要になると考えられる高エネルギー核反応計算コードについて性能比較を行うためにベンチマーク問題を設定し、計算結果の比較を行っている。第1

段階として、入射エネルギー5～50 MeVの陽子と中性子に対する中重核 ( $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{24}\text{Cr}$ ) の断面積と放出粒子スペクトルをGNASH, NMTC, ALICE, MCEXITON等で計算し、その結果を検討しているところである。

#### 5. 単位密度公式とパラメータ

単位密度は、光学ポテンシャルと並んで、核データの計算には不可欠の物理量である。本WGではまず、これまでJENDL-3の評価計算にどのような値が使われてきたかを調査することから着手した。その結果、(a) 同一核種に対してかなり異なったパラメータが使用されている例が多数あること、(b) 何らかのミスと思われる数値が散見されることが分かった。単位密度は光学ポテンシャルとの間に相関があり、使用された目的が異なるものがあるので、ばらつきのあること自体が問題とは必ずしも言えないが、担当評価者に選択の理由を尋ねるなどの方法で、さらに検討を進める予定である。

これとは別に、単位密度をミクロスコピックな立場から計算する方法についても研究を進めたいと考えている。

#### 6. 核分裂関係諸量の計算法

核分裂中性子スペクトルは従来、Maxwell型、Watt型など簡単な関数に含まれるパラメータを調整することによって表示されてきたが、この方法では、高い入射エネルギーでの核分裂スペクトルやデータが未知の核種のスペクトルを精度良く推定することはできない。燃料の高燃焼度化、アクチナイドの消滅処理等のことを考えると、主要核分裂性物質の核分裂スペクトルを精度良く表示できると共に、データが希少な領域への内外挿が可能なモデルの開発が望まれる。

JENDL-3では、主要核分裂性物質に対してはMadland-Nixモデル、それ以外の核種にはMaxwell型が採用されている。Madland-Nixモデルはそれまでのモデルに比べると精度と汎用性に優れるが、実際に検討してみるとまだいくつかの点で問題が残っており、それを改良する方策が各国で研究されている。本WGでは、このモデルに重分裂片と軽分裂片の核温度の非等温性を導入すると測定データとの一致が改善されることを明らかにした。今後、逆過程断面積のエネルギー依存性の考慮、核分裂におけるエネルギーの分配の問題などを検討する予定である。

また、遅発中性子の取率とスペクトルも古くて新しい問題であるが、これについては崩壊熱WGとの関連が深いので連絡をとってみることになっている。

#### 7. おわりに

上の課題はいずれも腰を据えた検討を要するものであり、容易に目標が達成できるとは思っていないが、実用的価値とともに学問的面白さをも兼ねそなえた問題なので、着実に検討を進め、成果につなげてゆきたいと考えている。