

【いわゆる評価】について

神田 幸則(九大工)

最初に、意味ありげな表題を説明する。通常、「評価」という言葉の使い方に2種類あつて、単に計算をして値を求めることを意味する場合と、内容の価値判断をすることを意味する場合である。一般に、文章の中で混乱することはないが、このJNDCニュースの中には、特に、両方の意味で使用される頻度が高く、気になることがある。この使用の違いは、「核データの評価」という場合も全く同様に、あてはまるようである。このような意味で、「いわゆる評価」とは、どんな意味をもち、また、どんな意義があるのかを考えてみる。

中性子断面積 σ は実験的には、中性子束 ϕ 、試料中の原子核の数 N 、それに起つた核反応の数 n の3つの量から、 $\sigma = n / \phi N$ として求められる。これだけのことなのに、現在、測定された結果が「いわゆる評価」などという仕事が必要なほどばらつきが多い。この3つの量、特に ϕ をいかに正確に測定するかが σ 測定の問題点であり、測定に決定的方法がないために、多くの測定法がとられ、また多くの測定器が開発されている。加えて、測定値にはいろいろな補正も必要である。このように測定法も違い、測定値の取扱い方も違つて、結果もばらついている σ の値をエネルギー順に並べて、もつともらしい線を一本引くことが「いわゆる評価」の仕事である。

ここで、一本の線を引く意味を考えておく。断面積は核反応現象を表現する一つの物理量であるから、この値を正確に求めることは物理的に重要なことである。しかし、現在の核物理では断面積の絶対値にその精度は要求せず、むしろ、原子炉関係の核データとしての要請の方が高精度を要求している。このことは「いわゆる評価」を考える上で重要な条件となつている。この場合、引かれた一本の線が真実の断面積値であると確信するまで「いわゆる評価」を進める必要があるかどうか疑問が生ずる。原子炉内の核反応も、実験室の核反応も区別のあるはずはないから、こんな疑問はナンセンスと思いつつも、「評価」の言葉と裏腹につきまとつて離れない。「評価」について、Schmidt¹⁾は「各測定の系統誤差を取り除き、測定を偶然誤差のみに換元して、平均可能にする」ことであるといつている。しかし、理想としては全くその通りであるが、現実には不可能なことである。むしろ、「いわゆる評価」とはこの立場を放棄してはじめて出来ることなのではないだろうか。

話を具体的にするために、Daveyの一連の「評価」²⁾をみてみたい。彼の「評価」の基本には、入射中性子束は $n-p$ 散乱を利用した測定が最も精度がよいと判断し、 ^{235}U の核分裂断面積を第2の基準とすることにある。この方針で選ばれたのが、 $^{235}\text{U}(n, f)$ に対してWhite³⁾の測定、 $^{238}\text{U}(n, \gamma)$ に対してはBarry et al.⁴⁾の測定である。ほかの測定はこの方針に合うように再規格化されたり、方針に合わない測定は除外されている。彼の仕事は測定法までよく検討されている点で優れているが、上の前提がある点を認識すべきである。この立場は、はつきりしたもので、Helsinki⁵⁾の講演で、前の仕事以降実験がないので修正の必要はないと述べているのは正しい。これに対して、Poenitz⁶⁾およびほかの実験屋⁷⁾が $n-p$ 散乱の σ はたしかに1~2%の精度で求められているが、それを利用した中性子測定が精度よいとは限らないと反論している。そして、Poenitz⁶⁾は $n-p$ 散乱による測定値にシステムテックな偏りもあることを具体的に示した。 $n-p$ 散乱を利用した中性子検出器のパルス分布を見れば、その処理手続きも考えて、彼等の指摘は理解できる。Daveyがこの点を全然知らなかつたわけではないと想像する。むしろ、私は、彼の基本方針の設定という態度は「評価」をする上で必要な手続きと考える。いずれを基本とするかは一応検討しても、最後は独断的選択であつてよいと思ひ、また、そうしなければ「いわゆる評価」は出来ない。ここで、Schmidtのいう理想的態度は放棄したことになる。

Poenitz⁶⁾は断面積測定を絶対測定と相対測定に分類して議論しているが、これも一つの考え方として理解すべきである。絶対測定が必ずしも精度がよいわけではなく、系統誤差も少いわけではないから、絶対測定のみで断面積の大きさを決め、相対測定でエネルギー変化の形を決めるのが良いとは限らない。一般に、絶対測定の手数は少いので、断面積の絶対値の誤差が大きくなる可能性がある。

上に引用した例はいずれも最初に述べた2種類の「評価」の後者に対応し、測定法まで検討して、その内容の価値判断までした「評価」である。この種の評価を本格型評価と呼ぶことにする。これに対して、ENDE/B-IIの ^{235}U ⁸⁾と ^{238}U ⁹⁾の評価報告をみると、この種の判断はしていない。これらは前に述べた「評価」の前者に対応し、値を求めることに目的がある。ここでは、この種の評価を実用型評価と呼ぶことにする。

実用型評価から、いくつか気がついた点を拾つてみる。

ENDF/B-IIでは、Daveyやほかの人達の仕事を下敷にしている。これは、必要な核データを全部揃える仕事として割切つているためと思われる。身近かに、個々の測定データを十分に検討した仕事があれば、適宜、議論しながら、おのおののデータの取扱いを妥当に進めることが出来る。この意味で、本格型評価は結果と共に、その過程に重要な意義がある。

^{235}U に関する報告をみると、version IIで報告された内容はSchmidt¹⁰⁾の α 値を40~400 keVの範囲で修正したに止るが、問題はその方法にある。ORNLにおける2組のデータの一方の測定者de Saussureと議論したが、両者の差の原因は不明なので、平均値をとつた。これは極めて簡単なことではあるが、実際の測定者と議論が出来ることは、実験報告を詳細に検討するよりも、核データの選択には有効なことである。その結論が、この場合のように、2測定の平均をとることになつても意味がある。この例から、いずれの評価も、実際に評価しようとしている種類の実験経験がある者の参加あるいは協力が必要なのではないかと思う。報告を読めば、実験法を理解することはできるが、本格型評価をするためには、本来は、報告の行間を読むほどにして、その測定の価値判断をしなければならぬだろう。このためには実験経験が必要条件ではないだろうか。

ENDF/B-IIの $^{238}\text{U}(n, \gamma)$ についてみると、Daveyの本格型評価があるにもかかわらず、方法は踏襲しながらも、データの扱いは別である。絶対値をきめるのに、30 keVでの8測定値を平均している。この8測定値選択の理由は述べていない。その中の一つ、Menlove¹¹⁾の測定は2測定の平均として479 mbを与えているが、平均する前の小さい値の方のみを採用している。Daveyはある操作をして、むしろ、他の大きい値に近い値を使つた。最終的には、Davey(3測定の平均)の483 mbに対して、456 mbと小さくなつている。この大小関係はMenloveのデータの扱いのみによるわけではないが、同じデータを同じ方法で「評価」しても、違つてくる一例である。Helsinkiでの議論⁷⁾で、Moxonが自分の測定値をDaveyが1.15倍しているのに文句をつけたのに対して、Daveyはこの低い値を持ち出して、本当はこの程度だろうと逃げている。

以上2種類の評価、本格型および実用型評価はいずれも求めようとしている量は同じだが、その意図するところは別である。本格型評価は測定の現状を充分検討して、最も確かと思われる値を示すと同時に、その結果にどの程度信頼性があるか、そして、その信頼性と個々の測定との関連を明らかにすることに重点をおくべきである。実用型評価は本格型評価の仕事の上になつて、値を求めることに重点がある。あるいは、値を求めることのみと極言しても良いかも知れない。それは次に述べる実用的要請の反映も或る程度考慮するためである。しかし、おのずから、限度があり、本格型評価からのチェックを受けるべきで、都合のよいデータを勝手に採用することは核データとしての意味を失う。

核データの炉設計への有効性はベンチ・マーク・テストなどでチェックされているとのことだが、臨界集合体の中では実験室での測定条件に比べて、最初に述べた諸量 ϕ 、Nおよびnは極めて大きく、この意味では σ を求めるのに都合がよい。しかし、微分測定における関係、 $\sigma = n/\phi N$ とは違

つて、 $\sigma = f(\phi, N, n)$ の f は単純な関数でなく、その計算精度に問題がある。核データの要請が原子炉設計の観点から強いという条件の許では、この問題はそのままにして、実用型評価を進めざるを得ない。その意味で、実用型評価とベンチ・マーク・テストは循環的に行われ、その限度は新しい核データ測定と、本格型評価でチェックすべきである。この意味でENDF/Bの修正のごとく、必要とあれば緊急に、あるいは定期的に行われることになるのは理解できる。その際とる方法は、上述の $^{238}\text{U}(n, \gamma)$ の例にみるごとく、割切った態度でよい。

以上はすべて外国の話で、話題としてはこれで終りだが、これをわれわれの問題として考えてみたい。現在、シグマ委員会・核データ専門部会の幾つかのワーキング・グループで核データの評価が行われている。その目指すところを、ここでいう本格型評価または実用型評価のいずれか意識的に進めた方がよい。私は、シグマ委員会では、実用型評価を行うこととし、それを引き受ける人で専門部会を構成するのがよいと思う。本格型評価は個人ベースで行い、そのために必要な資料は委員会なり核データ研から提供する代りに、仕事の経過、結果を報告することにする。本格型評価を進める人は、実用型評価を並行して行いか、協力をする。本格型評価はそうたびたび行うことではないので、これは最初だけ並行することになる。いずれの評価も結果を最終的ファイルに採用するかしないかは、そのために作られた機関で行う。私はこれは核データ研が中心になるのが適当と思う。個々の評価には評価者個人が責任を負うが、ファイル全体については、この機関の責任である。これは今迄のような専門部会とかワーキング・グループとは独立である。この機関はファイルを作るのに必要な個々の評価を集めなければならないが、その中には独自の判断で既成ファイルを作ってもよいし、専門部会の成果を採用してもよい。極端な場合は、すべてENDF/Bとなつても良いであろう。とりあえず、有用なファイルが出来ればよいと、はつきり割切ることが前提である。

- 1) J. J. Schmidt : KFK-941, EANDC(E)-114"U" (1969)
- 2) W. G. Davey : NSE 26(1966) 149, NSE 32(1968) 38, NSE 36(1964) 434, NSE 39(1970) 337.
- 3) P. H. White : JNE 19(1965) 325.
- 4) J. F. Barry, J. Bunce and P. H. White : JNE 18(1964) 481.
- 5) W. G. Davey : Nuclear Data for Reactors II (Helsinki)(1970) p119.
- 6) W. P. Poeniz : 同上 p3
- 7) 文献5) の議論
- 8) H. Alter and C. L. Dunford : AI-AEC-MEMO-12916 (1970)
- 9) T. A. Pitterle : WARD-4181-1(1971), Nuclear Data for

Reactors II (Helsinki)(1970) p687,

10) I.Langner, J.J.Schmidt and D.Woll : KFK750(1968).

11) H.O.Menlove and W.P.Poenitz : NSE33(1968) 24.