

V. Evaluation of  $^{238}\text{U}$  Neutron Cross Sections for  
the ENDF/B File by T.A. Pitterle

CN-26/83

菅原 彬 (MAP I)

1969年8月迄に入手可能な  $^{238}\text{U}$  の中性子断面積を  $10^{-5}\text{eV}$  から  $15\text{MeV}$  の範囲で、ENDF/B の Version II 用に評価した報告である。新測定値や旧測定値の再規格化によつて、前の結果と比べるとかなり変つたものになつた。この評価では  $^{235}\text{U}$  の核分裂に相対的な捕獲と核分裂に対しては、実験値の consistent な規格化に重点をおいた。尚結論として現在のデータの不確定度は高速炉解析に望まれるよりもけるかに大きい。今回の評価の一層詳しい報告は WARD-4181-1 にまとめられる。以下項目別に簡単に概要を記す。

◎ 分離共鳴パラメータ

BNL-325, Garg, Glass, Asghar らの値を基にして  $3.9\text{keV}$  迄  $188$  個の s 波,  $210$  個の p 波共鳴を評価し、平均の値は、

$$D = 20.8\text{eV}, \quad S_0 = 0.90 \times 10^{-4}\text{eV}^{-\frac{1}{2}}, \quad S_1 = 1.6 \times 10^{-4}\text{eV}^{-\frac{1}{2}},$$

$$\Gamma_\gamma = 23.5\text{meV}$$

である。Glass の値にはあまり重みをつけず、且つ少くとも二つ以上の測定のあるものから  $\Gamma_\gamma$  を求めた。 $\Gamma_\gamma$  はエネルギーに依存しない一定部分と共鳴から共鳴へと変化する部分からなるという Glass の説を試してみたが、 $\Gamma_\gamma$  を一定とした場合と比較して無限希釈断面積で  $2\%$  以下、温度微分で  $1-10\%$  の効果しか認められなかつたので、今回は  $\Gamma_\gamma$  は一定とした。 $\Gamma_\gamma$  の見掛け上の fluctuation は、s 波と p 波の共鳴のランダムな重なりによつても起り得るという Durston と James の研究にも触れている。尚共鳴パラメータを与えたものは、s 波については  $188$  個、p 波については、 $210$  個のうちの大きな  $62$  個だけとし、残りの  $148$  個については point-wise の断面積のみを与えた。

◎ 非分離共鳴パラメータ

新しい ENDF/B では strength function のエネルギー依存性を入れることが可能なので、p 波の strength function を、評価した捕獲断面積をうまく再現するように変化させてやつた。この際  $S_0 = 0.9 \times 10^{-4}$ ,  $S_2 = 1.5 \times 10^{-4}$ ,  $\Gamma_\gamma = 23.5$  は一定としたが、 $S_1$  は平均値  $1.97 \times 10^{-4}$  から  $10\%$  程度の変動を示した。

◎  $5.0\text{eV}$  以下の断面積

$10^{-5}$  から  $5.0\text{eV}$  迄は Leonard の評価値をとつた。 $\sigma_{n,\gamma}$  は  $0.0253\text{eV}$  では  $2.72\text{b}$

とし、6.67 eV の共鳴については  $\Gamma_n = 1.50 \text{ meV}$ ,  $\Gamma_\gamma = 25.6 \text{ meV}$  とした。ポテンシャル散乱は  $10.6 \text{ b}$  をとつた。

#### ◎ 捕獲断面積

Davey の  $\sigma_f^{235}$  や、 $B^{10}(n, \alpha)$  を標準として実験データの consistent な規格化を行つた。Davey の  $\sigma_{n, \gamma}^{238}$  の評価に殆んど従つたが最終的な adjustment では多少異なる。評価の際検討に上つたデータは、Barry, Poenitz, Menlove and Poenitz, Moxon, de Saussure, Gibbons, Menlove 等である。Moxon のデータの  $50 \text{ keV}$  以上の所での断面積の下りが  $45 \text{ keV}$  のエネルギー単位の非弾性散乱であることが計算からも確められた。

#### ◎ 核分裂断面積

$\sigma_f^{238} / \sigma_f^{235}$  の最も正確な測定は Lamphere, Stein, White and Warner らによつて得られている。又 Smith らによる  $\sigma_f^{238}$  や  $\sigma_f^{235}$  の絶対測定値は、Hansen らによつて補正され改訂されている。Lamphere の元のデータは、Davey に従つてより正確な Stein のデータに規格化して  $6\%$  減らした。核分裂比の精度は  $< 2 \text{ MeV}$  で  $5\%$ ,  $2-5 \text{ MeV}$  で  $2\%$ ,  $5-15 \text{ MeV}$  で  $5\%$  であり、これを評価した後、Davey, Alter and Dunford らの  $\sigma_f^{235}$  (ENDF/B) をもとにして  $\sigma_f^{238}$  を求めた。

#### ◎ 非弾性散乱断面積

Smith の最近の測定が、Barnard, Smith の以前の測定、Cranberg, Glazkov らの測定と比較された。又 total の非弾性散乱断面積の評価値は、以前の ENDF/B (Schmidt) と比べて  $1.3-2.1 \text{ MeV}$  での高エネルギーレベルの励起が小さくなつており、 $0.148 \text{ MeV}$  レベルの断面積は  $0.9-1.3 \text{ MeV}$  で  $20\%$  程度まで大きくなつている。

#### ◎ 全断面積

主として Uttley ( $6.5 \text{ keV}-8 \text{ MeV}$ ), Whalen ( $0.1-1.5 \text{ MeV}$ ), Foster ( $2.2 \text{ MeV}-15 \text{ MeV}$ ) , と Henkel, Batchelor のデータによつた。

#### ◎ Non-elastic 断面積

$1.55 \text{ MeV}$  以下では、 $\sigma_c$ ,  $\sigma_f$ ,  $\sigma_{in}$  の和として求め、 $1.55-2.0 \text{ MeV}$  では  $0.15 \text{ MeV}$  以上のレベルに対する non-elastic 断面積を外挿して  $2.0 \text{ MeV}$  で  $2.54 \text{ b}$  になる様にした。 $2.0 \text{ MeV}$  以上では MacGregor, Degtyarev, Batchelor, Beyster, Bethe の測定によつた。 $2.5 \text{ MeV}$  以上で、以前の ENDF/B 及び Schmidt の評価 (KFK 120) と  $3\%$  以下の一致をみた。

◎  $\sigma_{n,2n}$  及び  $\sigma_{n,3n}$

Smith, Henkel, and Nobles の  $\sigma_f^{238}$  との比を用いて,ここで評価した  $\sigma_f^{238}$  から再現したが,14Mevでの Mather のデータも利用した。

◎ 弾性散乱

$\sigma_t$  と  $\sigma_{ne}$  との差として求めた。今迄の評価値との一致は5%以内であつたが,1.5-2.5Mevでは,0.0447 と 0.148 Mevの弾性,非弾性散乱の分離の変動の為,もう少し大きな差がでてくる。

◎  $\bar{\nu}$

Hannaの1969年の評価に基いて規格化をし,Drakeの評価によつたもので

$$\bar{\nu} = 2.337 + 0.1521E(\text{Mev})$$

である。

◎ 結論

Version I の ENDF/B の評価(これは大部分 Schmidt の KFK120 に従つてい  
る)と今回のものとの最も大きな差は次の通りである。

- (1) 1-100keV で  $\sigma_c$  が 5-15% 小さくなつてゐる。
- (2)  $\sigma_f$  は 4-8% 小さい。
- (3) 0.15Mev 以上のレベルに対する  $\sigma_{in}$  は 1.3Mev から 2.8Mev の間で 5-15% 小さい。  
であり,Version I の ENDF/B での積分データ解析は(1)と(3)を支持しているが,(2)につ  
いては数%以上小さくすることは許されそうもない。

この評価データの不確定度は

- |     |               |                  |          |
|-----|---------------|------------------|----------|
| (1) | $\sigma_c$    | 2 keV 以下         | 5% - 10% |
|     |               | 2 keV - 150 keV  | 10%      |
|     |               | 0.15 MeV - 2 MeV | 5%       |
|     |               | 2 MeV 以上         | 10%      |
| (2) | $\sigma_f$    | 2.5 MeV 以下       | 5%       |
|     |               | 2.5 MeV 以上       | 4-8%     |
| (3) | $\sigma_{in}$ | 1 MeV 以下         | 5%       |
|     |               | 1-6 MeV          | 5-10%    |
|     |               | 6-12 MeV         | 10-15%   |
|     |               | 12 MeV 以上        | 50%      |

- (4)  $\sigma_t$  全域 5%
- (5)  $\sigma_{ne}$  5 - 10%
- (6)  $\sigma_{n,2n} ; \sigma_{n,3n}$  10%
- (7)  $\sigma_e$  10%
- (8)  $\bar{\nu}$  2 - 3%

従つて信頼に足る高速炉の解析に必要な数%の精度という要求を満足するには至つて吾らず、特に 1-200 keV で捕獲断面積が重要な課題となるであろう。論文より  $\sigma_c$ ,  $\sigma_f$ ,  $\sigma_{in}$ ,  $\sigma_t$  を引用して示した。(次ページ)