

話 題 (V)

$^{238}\text{U} (n, \gamma)$ 断面積

(原 研) 中 川 庸 雄

間もなく、世界の3大評価済み核データライブラリーは、それぞれの新しい版で生れ変わろうとしている。その中で、 $^{238}\text{U} (n, \gamma)$ 断面積が従来の値からより小さな断面積の方向に動こうとしており、注目されている。

世界の3大評価済み核データライブラリーの新しい版とは、我々日本のJENDL-3、米国のENDF/B-VI、ヨーロッパのJEF-2である。JENDL-3は今年の3月末完成を目標にデータの修正・編集を現在続行中である。ENDF/B-VIは今年から来年にかけて公開される予定であるし、JEF-2は今年中にベンチマークテスト用のファイルを作り上げる予定だと聞く。ENDF/B-VIやJEF-2の現状については昨年米国のJackson Holeで開かれた炉物理国際会議に報告されている^{1, 2)}。核データニュースの本号にも竹田敏一氏(阪大)が炉物理国際会議の様子を報告している。

さて、 $^{238}\text{U} (n, \gamma)$ 断面積は、原子炉特性解析に極めて重要な量であることは言うまでもない。そして、かなり前からこの断面積の1 keV ~ 1 MeV 領域の断面積をもう少し小さい値にすると炉物理の立場からは好ましいと言われて来た。しかし、このエネルギー領域の測定データは断面積を下げる方向を支持しておらず、測定値に忠ならんと欲すれば、炉物理家さんの期待を裏切らざるを得なかった。

しかし、前述の炉物理国際会議でFröhner (KfK) が報告した ^{238}U の非分離共鳴領域の評価を見ると様子が大部違っている³⁾。彼はベイズの定理に基づいた一般化最小自乗法のコードFITACSを用い、非分離領域の全断面積、 (n, γ) 断面積、及び非弾性散乱断面積を同時に解析した。入力データとしては、これらの断面積の最近の測定値、平均共鳴パラメータとして $D_0 = 21.5 \pm 1.5 \text{ eV}$ 、 $S_0 = (1.15 \pm 0.12) \times 10^{-4}$ 、 $\langle \Gamma_\gamma \rangle = 23.5 \pm 1.0 \text{ eV}$ 、光学模型の計算から求めた S_1, S_2, S_3 などを用いた。断面積の計算はHauser-Feshbach理論を基にして行っている。 $^{238}\text{U} (n, \gamma)$ 断面積に対する彼の結果を彼のレポートから借用して図1に示す。

$^{238}\text{U} (n, \gamma)$ 断面積は従来の評価値に比べるとかなり低い値となった。さらに、JEF-2の分離共鳴パラメータの統計処理の結果得られた平均のパラメータは $D_0 = 23.0 \pm 0.6 \text{ meV}$ 、 $\langle \Gamma_\gamma \rangle = 23.0 \text{ meV}$ であり、上記の断面積フィッティングの結果とも一致したとFröhnerは報告している。これは、ガンマ線強度関数としては上記のフィッティングに使った初期値より9%も小さい値である。従来信じられていた値はFröhnerの用いた初期値の方であった。

一方、ENDF/B-VIの評価はPoenitz (ANL) 等によって行われているがこれは、 ^6Li

(n, t), ${}^6\text{Li}$ (n, n), ${}^{10}\text{B}$ (n, α_0), ${}^{10}\text{B}$ (n, α_1), ${}^{10}\text{B}$ (n, n), ${}^{197}\text{Au}$ (n, r), ${}^{235}\text{U}$ (n, f), ${}^{238}\text{U}$ (n, f), ${}^{238}\text{U}$ (n, r), ${}^{239}\text{Pu}$ (n, f) の10種類の断面積の同時評価によるものである⁴⁾。図1の中に実線で示したカーブが1987年の時点での評価値、黒い丸印がそれを修正した最新の評価値である。図1から見る限りでは、破線で示した Fröhner の評価値と Poenitz の評価値は良く一致しており、どちらも ${}^{238}\text{U}$ (n, r) 断面積の測定値よりも低くなる傾向である。

Fröhner の評価値が低い方に出たのは、全断面積、(n, r)断面積、非弾性散乱断面積の同時評価によることと、最近 Kazakov (ソ連)等が報告した割合い低目の捕獲断面積⁵⁾を考慮に入れたことによるものと思われる。一方、Poenitz の評価値が低くなったのは、低エネルギー領域での信頼性の高い捕獲断面積の測定データに他の測定データを再規格化し同時評価を行ったためである⁶⁾。このように JEF-2 と ENDF/B-VI の評価が一致したことにより、両ファイルとも従来の評価値に比べて数%から10%位小さい ${}^{238}\text{U}$ (n, r) 断面積が格納されることになろう。

JENDL-3 では、重核の主要断面積と ${}^{197}\text{Au}$ (n, r) 断面積の同時評価を 50 keV 以上で行い評価値を求めた。 ${}^{238}\text{U}$ (n, r) 断面積も同時評価の対象となり 100 keV ~ 3 MeV の範囲で評価値が得られた⁷⁾。この評価では、測定値をそのまま使用し、Poenitz のような再規格化をしていない。また Kazakov 等の測定値を考慮に入れていない。従って従来の評価値と同じく大き目の値が得られた。現在、JENDL-3 の ${}^{238}\text{U}$ (n, r) 断面積は、積分テストの結果を考慮しつつ、最終的な評価値を決定しようとしている段階であり、ここでは残念ながら JENDL-3 の値を示せない。核データニュースの本号の印刷が終るころには、JENDL-3 の ${}^{238}\text{U}$ (n, r) 断面積も確定しているものと思う。そして、もし JENDL-3 も JEF-2 や ENDF/B-VI と同じく低い値を採用することになれば、3大評価済みデータファイル全部が炉物理家さんの期待に100%応じたことになる。そうなったとしたら、今度は測定家さんはこの現象をどう見るのだろうか？

参考文献

- 1) P. G. Young : Proc. of the 1988 International Reactor Physics Conference, 1988 Jackson Hole, vol. I, p 243 (1988) .
- 2) M. Salvatores and C. Nordborg : idid., vol. I, p 257 (1988) .
- 3) F. M. Fröhner : idid., vol. III, p. 171 (1988) .
- 4) A. D. Carlson, W. P. Poenitz, G. M. Hale and R. W. Peele : Proc. of the International Conference on Nuclear Data for Basic and Applied Science, 1985 Santa Fe, vol. 2, p. 1429 (1986) .
- 5) L. E. Kazakov, V. N. Kononov, G. N. Manturov, E. D. Potefaev, M. V. Bokhovko,

- V. M. Timokhov and A. A. Voevodskiy : Yad. Konst. 3 (1986) .
- 6) W. P. Poenitz : 私信 (1989) .
- 7) Y. Kanda, Y. Uenohara, T. Murata, M. Kawai, H. Matsunobu, T. Nakagawa, Y. Kikuchi and Y. Nakajima : Proc. of the International Conference on Nuclear Data for Basic and Applied Science, 1985 Santa Fe, Vol. 2, p. 1567 (1986) .

