

RESEND Dの問題点

(1991年9月20日受理)

(日本原子力研究所) 中川 庸雄

JENDL等ENDFフォーマットの評価済み核データライブラリーには、共鳴領域では、断面積ではなく共鳴パラメータが格納されているので、評価済み核データライブラリーを使用する際には共鳴パラメータから断面積を計算する必要がある。RESEND¹⁾はそのための計算コードである。このコードは、絶対温度0度での断面積を計算する他に、温度を入力するとその温度でのドップラー効果を考慮した断面積の計算も可能である。しかし、RESEND Dでドップラー効果を入れた断面積を求めると以下に示すような問題がある事が分かった。

RESEND Dでは、断面積の計算は以下の手順で行う。

- 1) 絶対温度0度での断面積を共鳴パラメータから求める。
- 2) 共鳴領域の補正值を加え、更に共鳴領域以外の断面積とつないで全エネルギー領域の断面積を求める。
- 3) ドップラー効果の計算を必要としない場合は2)の結果を出力するが、温度が与えられた場合は絶対温度0度の断面積から数値計算でドップラー効果を入れた断面積を求める。この際、数値積分を簡単にするために、データ間を直線内挿をする事により断面積カーブを表現できるようにエネルギー点を追加する。ドップラー効果の計算は0度の断面積が与えられているエネルギー点でのみ行う。結果は、両対数グラフ用紙上でデータ間を直線内挿するオプションをつけて出力される。

RESEND Dの0度での断面積計算結果は全く問題がない。しかし、ドップラー効果の計算結果には次のような問題がある。RESEND Dの0度の断面積からSIGMA1²⁾を用いてドップラー効果を計算した結果と比較してRESEND Dの問題点を示す。

図1はJENDL-3から求めた300度での²³⁵Uの弾性散乱断面積である。0度で一定の値の断面積は、ドップラー効果を入れると低エネルギー側が大きくなる。実線がRESEND Dの結果であるが 10^{-5} eVと 10^{-2} eVの間で点線で示したSIGMA1による結果と大きく異なっている。これは、JENDL-3では²³⁵Uの1 eV以下を共鳴領域とせず弾性散乱断面積値を 10^{-5} eV、0.01 eV、0.02 eV...で与えており、RESEND Dはこのエネルギー点でのみ断面積を計算した事が原因である。断面積を与えたエネルギー点ではほぼ完

全に RESENDD と SIGMA1 の結果は一致している。SIGMA1 は、与えられたエネルギー点以外でもドップラー効果の計算をしてデータ点を補い断面積カーブを正しく再現している。それをしない RESENDD は 0.01 eV 以下で断面積カーブをうまく再現できない。

この問題は、共鳴領域外でドップラー効果の計算をさせる際にエネルギー点が充分に多くないと起こる。特に軽い核の様に共鳴パラメータを与えていない核の弾性散乱断面積や全断面積の処理の際に問題になる。共鳴領域では通常充分多くのエネルギー点での断面積を共鳴パラメータから求めた後でドップラー効果の計算をするのでこの問題は起きない。尚、 $1/v$ 型の断面積の場合はドップラー効果の計算をした結果も $1/v$ のエネルギー依存性を持つので問題は起きない。図2は ^{235}U の核分裂断面積であるが、RESENDD と SIGMA1 の結果は完全に同じである。

図3は ^{235}W の捕獲断面積である。12 keV 以下が分離共鳴領域、それ以上が滑らかな断面積の領域である。0度の断面積は、12 keV の次は 20 keV で与えられている。RESENDD では、ドップラー効果の計算に先だって行った直線内挿化の結果 15.6 keV にエネルギー点を加えられている。12 keV と 15.6 keV の間では、SIGMA1 はさらに数点のエネルギー点を追加しドップラー効果を入れた断面積のカーブを与えている。これも RESENDD に問題があり、その原因は低エネルギー弾性散乱断面積と同じである。

いずれ RESENDD の改良を行う予定であるが、当面は、RESENDD で0度の断面積を求めた場合ドップラー効果の計算は次の手順で行うのが良い。

RESENDD (0度の断面積) → LINEAR³⁾ (直線内挿化) → SIGMA1 (ドップラー効果)

参考文献

- 1) T. Nakagawa: "Program RESENDD (version 84-07): A Program for Reconstruction of Resonance Cross Sections from Evaluated Nuclear Data in the ENDF/B Format", JAERI-M 84-192 (1984).
- 2) D.E. Cullen: "Program SIGMA1 (version 79-1): Doppler Broaden Evaluated Cross Sections in the Evaluated Nuclear Data File / version B (ENDF/B) Format", UCRL-50400, Vol. 17, Part B, Rev. 2 (1979).
- 3) D.E. Cullen: "Program LINEAR (version 79-1): Linearize Data in the Evaluated Nuclear Data File / version B (ENDF/B Format)", UCRL-50400, Vol. 17, Part A, Rev. 2 (1979).

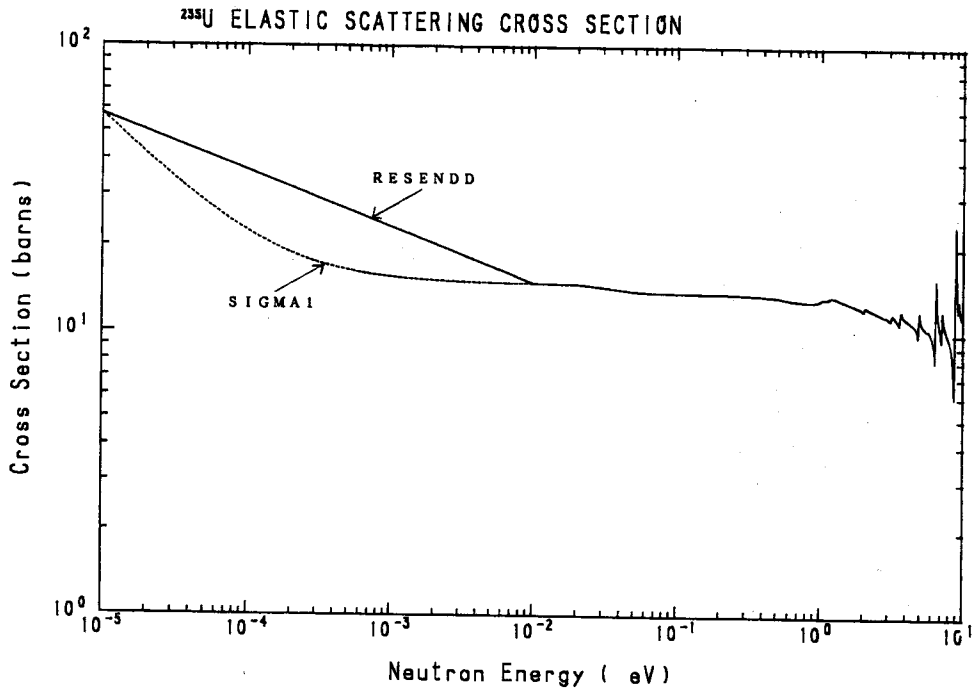


图1 ²³⁵U弹性散射断面积

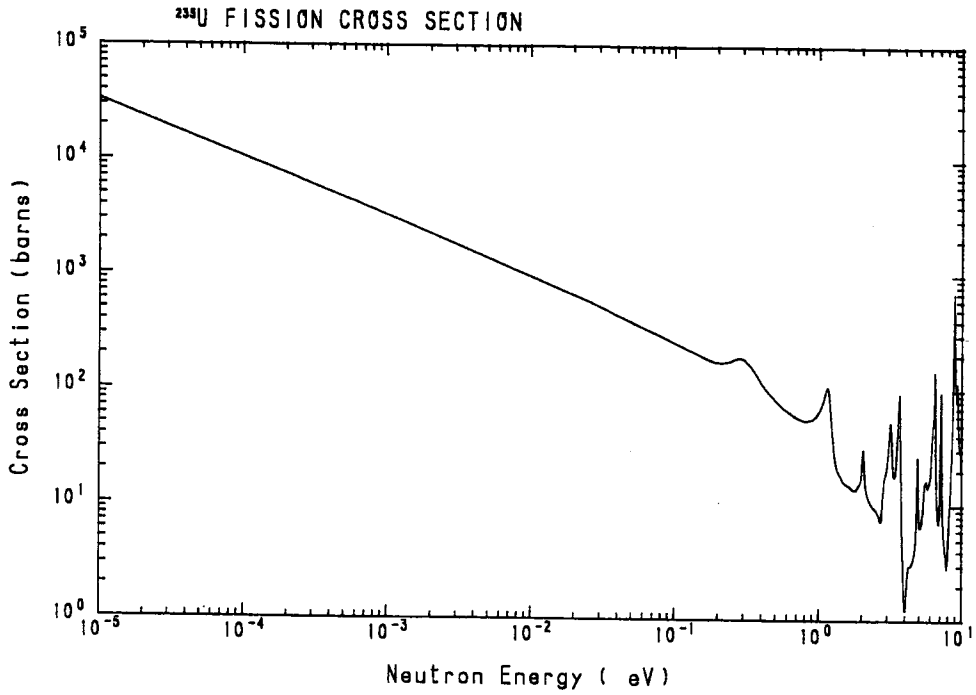


图2 ²³⁵U核分裂断面积

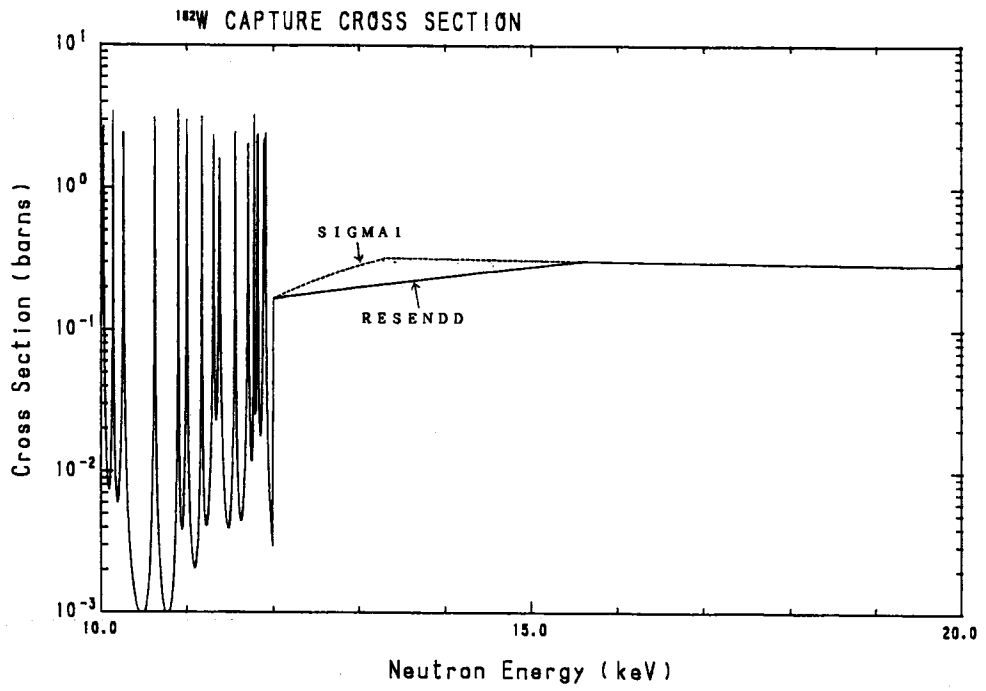


图 3 ¹⁸²W 捕獲断面積