FENDL-3.1d ACE ファイルの発熱数の確率テーブルの問題

P-table problem of heating number in FENDL-3.1d ACE file

*今野　力[1]、権　セロム[2]
[1] 日本原子力研究開発機構、[2] 量子科学技術研究開発機構

FENDL-3.1d の非分離共鳴データのある 33 核種で、ACE ファイルに入っている発熱数の確率テーブルに負の値があることを見つけた。今回、その原因を明らかにするとともにその対処方法を提案する。

キーワード： FENDL-3.1d, ACE ファイル，非分離共鳴，確率テーブル，発熱数, NJOY

1. 緒言

核融合炉用核データライブラリ FENDL-3.1d には 180 核種のデータがあり、そのうち 90 核種に非分離共鳴データが入っていて、FENDL-3.1d の ACE ファイルには非分離共鳴データの自己遮蔽補正をするための確率テーブル（p-table）がついている。p-table は非分離共鳴領域で全断面積、弾性散乱断面積、核分裂反応断面積、捕獲反応断面積、発熱数（核発熱係数を全断面積で割ったもの）について平均からのズレの割合（あるいは、断面積または発熱数）が起こる確率で、平均からのズレの割合（あるいは、断面積または発熱数）が負の値になることはない。FENDL-3.1d の ACE ファイルを調べたところ、発熱数の p-table に入っている平均からのズレの割合（あるいは、発熱数）に負の値が入っている核種が多数（33 核種）見つかった（図 1 参照）。今回、この原因を詳細に検討したので報告する。

2. 原因と対処方法

ACE ファイルを作成する NJOY コードと発熱数の p-table データに負の値が入っていた 33 核種を詳細に調べた結果、問題の 33 核種の捕獲反応の部分核発熱係数（エネルギーバランス法で計算される）が異常に大きいことが判明した。これは、問題の 33 核種には捕獲反応の 2 次 γ 線データがないか、捕獲反応の 2 次 γ 線データが mt=102 ではなく mt=3 に入っていたため、2 次 γ 線のエネルギーが捕獲反応の部分核発熱係数に入ってしまったことによると考えられる。NJOY コードでは、全反応の核発熱係数から弾性散乱、核分裂反応、捕獲反応の部分核発熱係数を差し引き、それをベースに発熱数の p-table を計算している。FENDL-3.1d では、NJOY コードを修正し、全反応の核発熱係数をエネルギーバランス法ではなく運動学的手法で計算しているため、問題の 33 核種でも全反応の核発熱係数には 2 次 γ 線のエネルギーが入らない。そのため、全反応の核発熱係数から 2 次 γ 線のエネルギーが入った捕獲反応の部分核発熱係数を差し引くと負の値になり、p-table にも負の値が入ったと考えられる。

この問題に対する対処方法を検討する前に、非分離共鳴の自己遮蔽補正が発熱数に必要かどうかを調べた。FENDL-3.1d の ^{93}Nb（今回の問題なし）の GENDF ファイルに入っている核発熱係数をバックグランド断面積毎にプロットすると図 2 になり、発熱数には非分離共鳴の自己遮蔽補正は不要であることがわかる。NJOY のマニュアルによると、弾性散乱、核分裂反応、捕獲反応の部分核発熱係数を計算しなければ、発熱数の p-table で平均からのズレの割合（あるいは発熱数）は全て 1.0（あるいは平均の発熱数）になると書かれている。この方法を使って今回の問題を回避できることを確認した。

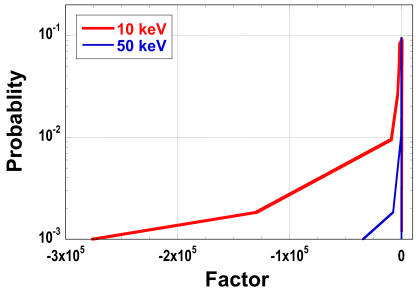

図 1　FENDL-3.1d の ^{69}Ga の発熱数の p-table

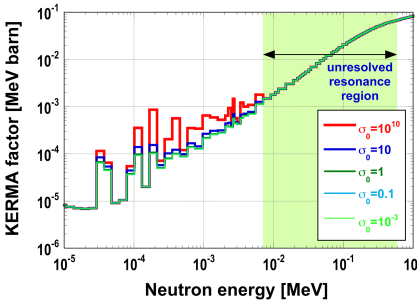

図 2　FENDL-3.1d の ^{93}Nb の核発熱係数

3. まとめ

FENDL-3.1d の非分離共鳴データのある 33 核種で、ACE ファイルに入っている発熱数の p-table に入っている平均からのズレの割合（あるいは、発熱数）に負の値が入った原因を特定し、その対処方法を提案した。

*Chikara Konno[1], Saerom Kwon[2]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology