

ラダー数の違いが確率テーブル作成に与える影響評価

Investigation of impact of ladder numbers on probability table

*多田 健一¹

¹原子力機構

ラダー法を用いた確率テーブルの作成では、処理時間低減の観点からラダー数の設定が重要となる。しかし、適切なラダー数の検討は今まで行われてこなかった。そこで本研究ではラダー数の違いが確率テーブルに与える影響を評価し、最適なラダー数について検討を行った。

キーワード：核データ処理、確率テーブル、FRENDY

1. 緒言

非分離共鳴領域の自己遮蔽効果を考慮する手法として、ラダー法を用いて作成した確率テーブルが一般的によく使われている。ラダー法を用いた確率テーブルの作成では、乱数を用いて非分離共鳴領域の共鳴構造を模擬することで、自己遮蔽効果を評価している。この共鳴構造を作成する回数をラダー数と呼び、確率テーブルの作成時間はラダー数にほぼ比例する。確率テーブルの作成時間が断面積ライブラリ作成時間全体に占める割合が大きいため、断面積ライブラリ作成時間を低減するためにはラダー数を少なくする必要がある。しかし、最適なラダー数やラダー数の違いが確率テーブルに与える影響は今まで評価されていなかった。そこで、本研究では核データ処理コード FRENDY を用いて、ラダー数の違いが確率テーブルに与える影響を評価し、最適なラダー数について検討を行った。

2. 計算体系及び計算条件

²³⁵U を対象に、ラダー数 50,000 で作成した確率テーブルを参照解として、参照解と各ラダー数で作成した確率テーブルとの差異を比較した。非分離共鳴領域は、複数のエネルギー領域で区切られており、そのエネルギー領域毎にエネルギー依存の共鳴パラメータが存在している。確率テーブルは、各エネルギー領域において、設定した確率ビンの数だけ用意される。本研究では確率ビンを 20 とした。また本研究では、各エネルギー領域、各確率ビンで差異を取り、その二乗平均平方根(RMS)を比較に用いている。なお、非常に小さな平均断面積における確率テーブルの差異が RMS に影響を与えることを避けるため、確率テーブルの差異には、エネルギー E において確率ビン n に入る確率 P(E,n)の差異ではなく、P(E,n)とエネルギー E での平均断面積 $\sigma_r(E)$ の積 P(E,n) $\sigma_r(E)$ の差異を用いた。

表1 ラダー数の違いによる確率テーブルの
差異のRMS (²³⁵U、293.6K)

ラダー数	total	elastic	fission	radiation
10	0.30%	0.30%	0.33%	0.34%
20	0.22%	0.22%	0.24%	0.25%
50	0.13%	0.13%	0.15%	0.15%
100	0.10%	0.10%	0.10%	0.11%
200	0.07%	0.07%	0.07%	0.08%
300	0.06%	0.06%	0.06%	0.06%
500	0.04%	0.04%	0.05%	0.05%
1000	0.03%	0.03%	0.04%	0.04%
5000	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%
20000	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%

3. 解析結果

表 1 に ²³⁵U、温度 293.6K における、ラダー数の違いによる確率テーブルの比較を示す。表 1 に示す通り、ラダー数 100 程度でも 0.1%と参照解であるラダー数 50,000 の結果とよく一致することを確認した。これは、確率テーブルは平均値に近いものであり、乱数で作成した共鳴構造自体は異なっている、作成した各共鳴構造の違いが平均値である確率テーブルに与える影響は小さいことを示している。

JENDL-4.0 で非分離共鳴領域を持つ全核種について、ラダー数 1000 の確率テーブルを参照解として各ラダー数で作成した確率テーブルとの差異を評価したところ、表 1 に示す ²³⁵U と同様の結果が得られた。以上のことから、ラダー法を用いた確率テーブルの作成では、ラダー数を 100 とすればよいことが分かった。

謝辞：本研究は JSPS 科研費(18K05002)の助成による。

*Kenichi Tada¹ JAEA