

アンフォールディングにおける多重箔放射化反応間の 共分散のモンテカルロ手法による導出

Monte Carlo covariance deviation of activation reactions in unfolded neutron spectra
measured by means of multiple foil activation method

*青木 勝海¹, 金 政浩¹, Patwary MD Kawchar Ahmed¹, 吉浪 皓亮¹,

山口 真矢¹, 渡辺 幸信¹, 伊藤 正俊²

¹九大 総理工, ²東北大学 CYRIC

多重箔放射化法で中性子収量分布を導出するためにアンフォールディングが必要となる。各々の放射化反応の相関を求めることで、実験データの誤差伝播や実験時の最適な反応の組み合わせが明らかとなる。その相関をモンテカルロ的に導出する手法を開発し、シミュレーションによってその手法の性能検証を行った。

キーワード：アンフォールディング、多重箔放射化法、共分散、加速器中性子、中性子収量分布

1. 緒言

多重箔放射化法は、原子炉や加速器中性子源の中性子収量分布の測定手法として長く使われてきた。本手法では、中性子収量分布を導出するためにアンフォールディングが必要となる。現状は、アンフォールディングの際に影響する放射化反応の組み合わせや誤差の伝播について定量的に示す手法は、あまり整備されていない。そこで2019年春の年会において、ある2反応の核種生成量の変動に対する中性子収量分布の変化を統計的に解析し、反応間の相関を定性的に評価した結果について報告した。今回は2反応の相対感度を導出することで、反応間の相関を定量的に評価できる手法を開発した。

2. アンフォールディングにおける放射化反応間の相関の評価

まず、アンフォールディングに使用するある2つの反応 x, y に着目する。まず、1つの反応の核種生成量 N_x を微小量変化させ、アンフォールディングによって中性子収量分布 $\phi(N_x \pm \Delta N_x, N_y)$ を得る。この値と $\phi(N_x, N_y)$ の値から、 $\partial\phi/\partial N_x$ すなわち相対感度を導出する。これを、実験で予測される生成量を統計誤差の 3σ の範囲で導出する。これをもう一つの反応 y に対しても同様に行い、相対感度を得る。

3. 結果・考察

前回の報告では、16 MeV 重陽子による $C(d,n)$ 反応の多重箔放射化実験のデータを用いて反応間の相関評価を行なった。その際、 $^{64}\text{Zn}(n,p)^{64}\text{Cu}$ 反応(x)と $^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89}\text{Zr}$ 反応(y)の相関が大きかったため、下表に、今回の手法で導出した2つの相対感度について示す。これは、3.5~3.7 MeV の領域の中性子収量の相対感度である。これより、 $^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89}\text{Zr}$ 反応はこのエネルギー領域では、あまり中性子収量へ影響を与えていないことがわかる。本講演では、これらの相対感度を導出し、各々の反応間の相関について報告する。

表. $^{64}\text{Zn}(n,p)^{64}\text{Cu}$ 反応(x)と $^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89}\text{Zr}$ 反応(y)の 3.5~3.7 MeV の中性子収量の相対感度

	$^{64}\text{Zn}(n,p)^{64}\text{Cu}$		$^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89}\text{Zr}$	
	$\phi(N_x - \Delta N_x, N_y)$	$\phi(N_x + \Delta N_x, N_y)$	$\phi(N_x, N_y - \Delta N_y)$	$\phi(N_x, N_y + \Delta N_y)$
相対感度	-14.7%	16.3%	0.35%	0.71%

*Katsumi Aoki¹, Tadahiro Kin¹, MD Kawchar Ahmed Patwary¹, Kosuke Yoshinami¹, Masaya Yamaguchi¹, Yukinobu Watanabe¹ and Masatoshi Itoh²

¹Department of Advanced Energy Engineering Science, Kyushu Univ., ²Cyclotron and Radioisotope Center, Tohoku Univ.