

## 多重球殻構造を有する単一減速材球型中性子スペクトロメータのエネルギー応答に関する検討

Study on Energy Response of Neutron Energy Spectrometer Using Onion-like Single Bonner Sphere

水越 友亮<sup>1</sup>, \*渡辺 賢一<sup>1</sup>, 山崎 淳<sup>1</sup>, 瓜谷 章<sup>1</sup>, 尾方 智洋<sup>2</sup>, 村松 貴史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名大工, <sup>2</sup>三菱重工

多重球殻構造を有する単一減速材球型中性子スペクトロメータのエネルギー応答に関する検討を進めた。エネルギー応答は球殻層厚さに依存するため、様々な厚みの検出器に関してモンテカルロ計算により応答を求め、モデル解像度行列を用いて特性評価を行なった。

**キーワード**：ボナーボール、中性子スペクトロメータ、TRUST Eu:LiCAF

### 1. 緒言

従来のボナーボールスペクトロメータでは、同一の場所で異なるエネルギー応答を有する検出器を入れ替えながら複数回測定する必要があり比較的煩雑な工程を必要とする。そこで、我々の研究グループでは、一つの検出器で異なるエネルギー応答の出力が得られる多重球殻構造を有する単一減速材球型中性子スペクトロメータの開発を進めてきた[1]。これまでの開発で、検出器感度の等方性を担保するための幾何形状の検討、中性子検出素子であるシンチレータに関する検討を進めた結果、試作機により従来のボナーボールと同様の検出器出力を単一検出器で得ることが可能となってきた。今回は、スペクトロメータとしてのエネルギー応答特性の評価に重きを置いて検討を進めた。

### 2. エネルギー特性

ボナーボールスペクトロメータでは、複数の検出器出力を $\vec{c}$ 、応答関数行列を $\mathbf{R}$ 、中性子スペクトルを $\vec{\phi}$ とすると、 $\vec{c} = \mathbf{R}\vec{\phi}$ という関係が成り立つ。応答関数行列 $\mathbf{R}$ はモンテカルロ計算により求めることができる。上述の関係を用い測定で得られる検出器出力 $\vec{c}$ から中性子スペクトル $\vec{\phi}$ を推定する操作をUnfoldingと呼んでいる。Unfoldingで得られるスペクトル $\vec{\phi}$ の安定性は、応答関数行列 $\mathbf{R}$ の特性により決まり、今回はその良し悪しについて、モデル解像度行列を用いて評価することを試みた。これまでに製作した試作機は、応答関数行列が既存のボナーボールスペクトロメータと同様になるように設計されている。試作機の応答関数行列から算出したモデル解像度行列をFig. 1に示す。モデル解像度行列は、縦軸に示すエネルギーの中性子を照射した際に横軸のエネルギーに対してどれだけ応答を示す能力があるかを表したもので、対角成分のみに値を持つものが望ましく、試作機は全エネルギー領域で比較的良好な特性を有していることがわかる。Fig. 1は試作機で、産業技術総合研究所の重水減速標準場のスペクトルを求めたものであるが、試作機でUnfoldingした結果は、場のスペクトルを比較的良好に再現できていることが分かる。

### 参考文献

[1] Mizukoshi et al., *J Radiat. Prot. Res.*, **41** (2016) 185-190

Tomoaki Mizukoshi<sup>1</sup>, \*Kenichi Watanabe<sup>1</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>1</sup>, Akira Uritani<sup>1</sup>, Tomohiro Ogata<sup>2</sup> and Takashi Muramatsu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>MHI

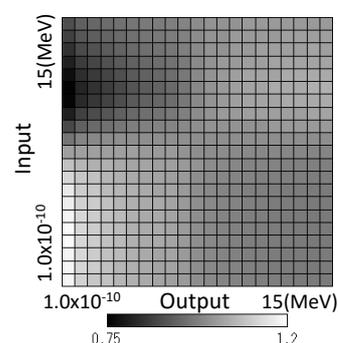


Fig. 1 試作機のモデル解像度行列

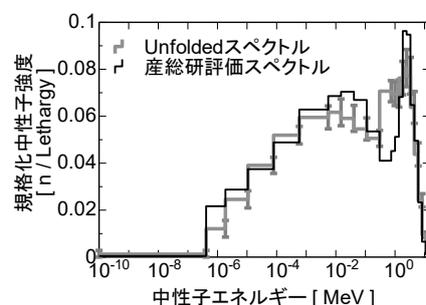


Fig. 2 試作器で得られた Unfolded スペクトル