

ボナー半球型検出器による中性子二重微分フラックス測定の実現性検討

Feasibility Study for Measurement of Double-Differential Neutron Flux using

Half-Bonner Sphere neutron Spectrometer

原子力機構¹ ○安部 晋一郎¹, 高橋 史明¹

JAEA¹ ○Shin-ichiro Abe¹, Fumiaki Takahashi¹

E-mail: abe.shinichiro@jaea.go.jp

【背景】地上における電子機器の信頼性問題として、環境放射線が引き起こす一時的な誤動作（ソフトエラー）が注目されている。これまでの研究で、半導体メモリへの中性子の入射方向でソフトエラー発生率が異なり、特に低エネルギー中性子によるソフトエラーで顕著な差が生じることを明らかにした[1]。地上における環境中性子のエネルギーと天頂角の二重微分フラックスは解析モデル PARMA4.0[2]で推定できるが、測定データは皆無である。中性子スペクトルの測定技術としては、異なる半径の減速球体の中心に熱中性子検出器を配置したボナー球を複数準備し、それぞれの検出器で得られたデータをアンフォールディングする手法が知られるが、減速材が球体のため入射方向の情報が失われる。そこで本研究では、減速材を半球としたボナー球型検出器（ボナー半球型検出器）による中性子二重微分フラックス測定の実現可能性について調査を実施した。

【計算手法】計算体系の模式図を図1に示す。異なる半径の半球ポリエチレンの中心に、外径1.2cm 内径1cmのステンレス球の内部に10atmの³Heガスを封入した熱中性子検出器を配置した。単色中性子を異なる角度で入射したときの応答関数を、粒子輸送計算コード PHITS[3]を用いて算出した。

【結果】計算で得られた応答関数の一例として、半径20cmのボナー半球型検出器、ボナー全球型検出器、熱中性子検出器のみの応答関数を図2に示す。ボナー半球型検出器の応答関数は入射方向に応じて変化することが確認できた。入射方向が0deg.から60deg.の場合、熱中性子検出器後方のポリエチレンが反射材となるため、熱中性子検出器のみと比べて高感度となった。入射方向が120deg.から180deg.の応答関数の形状はボナー全球型検出器のものと酷似する一方、減速材が半球のため低感度となることがわかった。

現在、PARMA4.0の二重微分中性子フラックスを用いて、ボナー半球型検出器の半径および

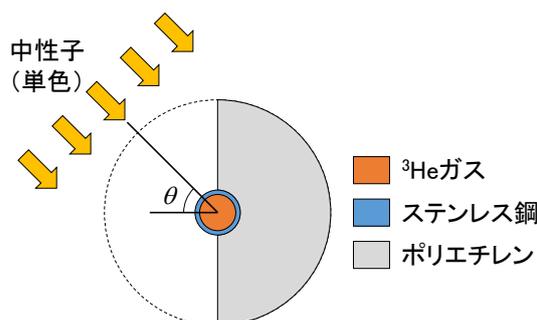


図1. ボナー半球型検出器を模した計算体系

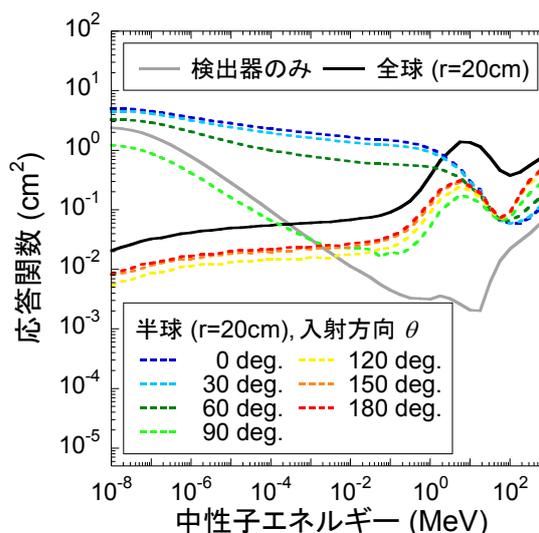


図2. 各入射方向に関する応答関数

ポリエチレン減速材の向きを変えた中性子入射計算を進めており、学術講演会では計算で得られたデータをアンフォールディングした結果が元の二重微分フラックスと合致するか検証した結果も発表する。

[1] S. Abe et al., IEEE Trans. Nucl. Sci., in press (DOI: 10.1109/TNS.2019.2902176).

[2] T. Sato, PLOS ONE, vol. 11, no. 8, e0160390, 2016.

[3] T. Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol., vol. 55, pp. 684-690, 2018.