

ホウ素中性子捕捉療法熱外中性子モニター用 LBO 電離箱の感度計算

The calculation of LBO ionization chamber sensitivity for epithermal neutron monitoring in
Boron Neutron Capture Therapy

*小谷 圭¹, 遠藤 暁¹, 田中 憲一¹, 梶本 剛¹

¹広島大学

ホウ素中性子捕捉療法の中性子源として加速器を用いる場合、患部表面での中性子線をモニターすることが重要である。そこで、熱中性子線のモニターとして検討している LBO(Li:8.21%,B:25.6%,O:66.2%)電離箱の中性子線に対する感度をモンテカルロ計算により評価する。熱中性子感度は $4.24 \times 10^{-6} [\text{pC} \cdot \text{cm}^2]$ 、熱外中性子感度は $1.96 \times 10^{-5} [\text{pC} \cdot \text{cm}^2]$ 、速中性子感度は 0.175 が得られた。

キーワード : BNCT, LBO 電離箱, 熱外中性子束, 熱中性子束, 中性子モニタリング

1. 緒言

ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) とは腫瘍細胞に集積する ^{10}B 薬剤をあらかじめ投与し、エネルギーの低い中性子を体外から照射することで、体内で $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 反応によって発生する α, Li により腫瘍を選択的に破壊する療法である。BNCT では中性子源として原子炉の代わりに加速器の使用が検討されている。加速器中性子源は加速電圧の変動により中性子場が変化しやすいため、患部表面での中性子線をモニターすることが重要である。本研究では、熱外中性子線のモニターとして検討している LBO 電離箱の中性子線に対する感度をモンテカルロ計算により評価することを目的とする。

2. 実験

PHITS コードを用いてモンテカルロ計算を行った。嶋崎が報告^[1]している熱・熱外中性子に対する LBO 電離箱の感度測定値と比較するため、実験体系をモデル化した中性子場 (d-Be 中性子源) に対して LBO 電離箱有感領域への熱・熱外・速中性子によるエネルギー付与スペクトルを計算した。既往の W 値報告値を用いて、エネルギー付与スペクトルから LBO 電離箱有感領域に生成する電離量を求め、熱・熱外・速中性子における感度を推定した。ただし、熱・熱外中性子感度は中性子束に対する感度とし、速中性子感度は ^{60}Co の γ 線を基準とした吸収線量相対感度として推定した。

3. 結果・考察

図 1 に中性子のエネルギーと LBO 電離箱の感度の関係を示す。LBO 電離箱の感度は熱中性子に対して $4.24 \times 10^{-6} [\text{pC} \cdot \text{cm}^2]$ 、熱外中性子に対して $1.96 \times 10^{-5} [\text{pC} \cdot \text{cm}^2]$ 、速中性子に対して 0.175 が得られた。熱外中性子感度は既往の測定値と良い一致を示した。LBO 電離箱は熱外中性子に高い感度を持つため、熱外中性子モニターに有効であることが確認された。今後、同様にモンテカルロ計算により熱中性子モニターに有効な電離箱の決定と、熱・熱外中性子束を区別してモニターする手法を決定する。

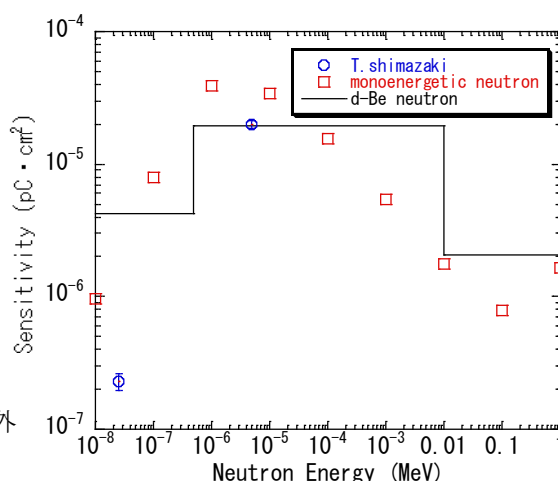


図 1 LBO 電離箱の入射中性子と感度の関係

[1]Satoru Endo, Hitoshi Sato, Takuto Shimazaki, et al. Radiat Environ Biophys 56 (2017) 269-276

*Kei Kotani¹, Satoru Endo¹, Kenichi Tanaka¹ and Tsuyosi Kajimoto¹

¹Hiroshima Univ.