ホウ素中性子捕捉療法のためのオンライン線量評価用イメージングシステムの研究

Study on an imaging system for online dosimetry for boron neutron capture therapy

*松浦 翔太[1], 片渕 竜也[1], 登坂 健一[1], Gerard Rovira[1],
河地 有木[2], 鈴井 伸郎[2], 山口 充孝[2]
[1]東京工業大学, [2]量子科学技術研究開発機構

本研究では、$LaBr_3$(Ce)検出器を用いたホウ素中性子捕捉療法（BNCT）における単一光子放射断層撮影（SPECT）の画像再構成手法および撮像条件をシミュレーションで検討した。更に BNCT における SPECT の実用可能性を加速器実験で検討した。得られた結果について報告する。

キーワード： ホウ素中性子捕捉療法、線量評価、ガンマ線計測、単一光子放射断層撮影、中性子

1. 緒言

Kobayashi 等によって提案された PG-SPECT（Prompt Gamma-ray Photon Emission Computed Tomography）システムは、単一光子放射断層撮影（SPECT）の原理を、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）における $^{10}B(n,\alpha)^{7}Li^{*}$反応より放出される 478 keV の即発 γ 線に対して適応したものである[1]。これにより γ 線の放出分布から患者への吸収線量をリアルタイムにオンラインでモニターすることが可能であると考えられている。しかし現在、BNCT における線量評価の必要性は強く望まれていながらも、未だ完成されたシステムは構築されていない。そこで本研究では、エネルギー分解能および時間分解能に優れる $LaBr_3$(Ce)検出器を用いて、撮像条件および画像再構成手法をシミュレーションで検討した。更に BNCT における SPECT の実用可能性を加速器実験で検討した。

2. シミュレーション

$LaBr_3$(Ce)検出器を用いた BNCT における PG-SPECT による γ 線スペクトル測定をモンテカルロシミュレーションで行った。撮像角度は 8 点もしくは 16 点、分解能は 10 mm もしくは 5 mm で行った。得られたサイノグラムに対し、FBP 法、Chang の逐次近似法、ML-EM 法を用いて画像再構成を行った。再構成画像より吸収線量分布を得た。

3. 実験

BNCT における PG-SPECT の実用可能性の検証実験は、東京工業大学先導原子力研究所の 3MV ペレトロン加速器を用いて行った。中性子は、ペレトロン加速器からの陽子ビームを Li ターゲットに入射させ、$^{7}Li(p,n)^{7}Be$ 反応により発生させた。ファントムより発生した 478 keV の γ 線を、PG-SPECT システムによりコリメートし、$LaBr_3$(Ce)検出器により測定した。

4. 結論

シミュレーションによる再構成画像による線量分布評価の結果を図 1 に示す。ファントム内のホウ素濃度の高い 2 つの領域が明瞭に観測されているのが分かる。実験結果を、実際の治療照射条件に外挿した結果、$LaBr_3$(Ce)検出器による BNCT における PG-SPECT システムの成立性が確認された。

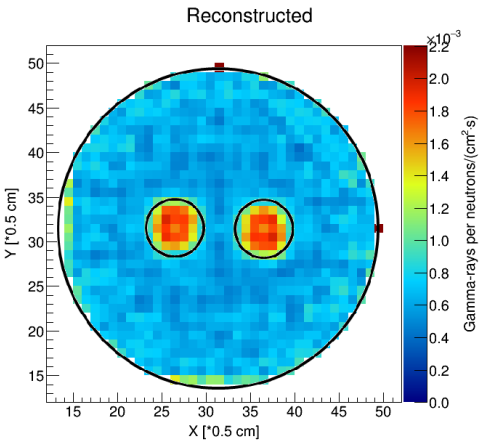

図 1. 再構成画像による線量分布評価

参考文献

[1] T. Kobayashi et al., Medical Physics, vol.27, no. 9, pp.2124-2132, 2003.

*Shota Matsuura[1], Tatsuya Katabuchi[1], Kenichi Tosaka[1], Gerard Rovira[1], Naoki Kawachi[2], Nobuo Suzui[2], and Mitsutaka Yamaguchi[2]
[1]Tokyo Institute of Technology, [2]National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology