

陽子線治療オンラインモニタに向けた即発ガンマ線イメージングの実証

Demonstration of on-line prompt gamma-ray imaging toward future proton therapy

早大理工¹ 放医研/量研機構² °望月 早駆¹, 片岡 淳¹, 小出 絢子¹, 藤枝 和也¹,

丸橋 拓也¹, 栗原 拓也¹, 末岡 晃紀¹, 田川 怜央¹, 米山 昌樹¹, 稲庭 拓²

Waseda Univ.¹ NIRS/QST² °Saku Mochizuki¹, Jun Kataoka¹, Ayako Koide¹, Kazuya Fujieda¹, Takuya

Maruhashi¹, Takuya Kurihara¹, Koki Sueoka¹, Leo Tagawa¹, Masaki Yoneyama¹, Taku Inaniwa²

E-mail: mosaku39@fuji.waseda.jp

近年、陽子線を腫瘍に照射することで、迅速かつ負担のない治癒を促す陽子線治療が注目されている。線量集中性の高い粒子線は正常組織へのダメージを最小限にすることが期待されるが、一方では精度の高い照射が不可欠である。照射の確認には PET(陽電子断層撮影)装置が広く用いられているが、リング構造のため治療ビームとの共存が難しく、照射中(オンライン)の照視野確認には不向きである。また、陽電子放出核種を生成する核反応と、電離相互作用による陽子線の線量分布には関連性が低く、得られる画像も類似性に乏しい。そこで近年、オンラインで治療ビームと共存可能で、かつ線量を正確に可視化する手法として即発ガンマ線が注目されている。シミュレーションによる先行研究によれば、 ^{12}C や ^{16}O 由来の 4.4MeV ガンマ線がブラッグピークを最も良くトレースすることが期待されるが、未だ実験的な検証は行われていない。本研究では、陽子線治療オンラインモニタに向けたコンプトンカメラを新たに開発し、4.4MeV 即発ガンマ線を中心に 2 次元画像化に挑戦した。

コンプトンカメラは MAPMT をベースにしたものと、半導体光素子である MPPC をベースにしたもの 2 種類を開発した。放医研サイクロトロン施設において 70MeV のペンシル陽子線をアクリルファントムに照射し、発生する即発ガンマ線をオンラインでイメージングした。実験結果の一例を図 1 に示す。白枠で示したファントム領域全体の中で、4.4MeV のガンマ線ピークが陽子線ブラッグピークとほぼ正確に一致していることが実験的に初めて示された。一方で、高エネルギーのガンマ線は検出器内部での多重散乱とエスケープ事象が多く、適切なエネルギーレンジの設定やシールド機構、イメージング法の構築が不可欠である。本研究では、今後さらに画質を向上するために必要な改善や新規装置の最適化構成についても広く議論したい。

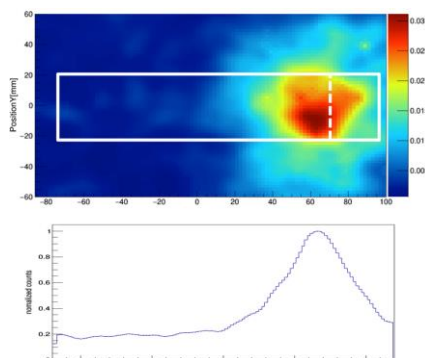


Fig 1 An example 4.4MeV gamma-ray image, where white box defines the region of phantom

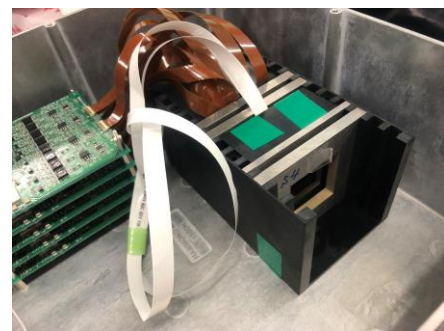


Fig2 Schematic view of Compton camera.