

粒子線治療への応用にむけた電子飛跡型コンプトンカメラの開発 II

Development of an Electron-Tracking Compton Camera Applied to Particle Therapy II

東北大 NICHe¹, 山形大理², 東北大金研³, 京大理⁴, 京都スペースガンマ⁵, 山形大医⁶

○黒澤 俊介^{1,2}, 吉野 将生³, 谷森 達^{4,5}, 高田 淳史^{4,5}, 山路 晃広³, 大橋 雄二¹, 鎌田 圭¹,
横田 有為¹, 吉川 彰^{1,3}, 大西 彰正², 門叶 冬樹², 岩井 岳夫⁶, 根本 建二⁶

Tohoku Univ.¹, Yamagata Univ.², Kyoto Univ.³, Kyoto Space Gamma Inc.⁴

°Shunsuke Kurosawa^{1,2}, Masao Yoshino³, Toru Tanimori^{4,5}, Atsushi Takada^{4,5}, Akihiro Yamaji³,

Yuji Ohashi¹, Kei Kamada¹, Yuui Yokota¹, Akira Yoshikawa¹, Akimasa Ohnishi²,

Fuyuki Tokanai², Takeo Iwai⁶, Kenji Nemoto⁶

E-mail: kurosawa@imr.tohoku.ac.jp / kurosawa@sci.kj.yamagata-u.ac.jp

粒子線治療はブラッグピークを腫瘍の位置に合わせて、腫瘍細胞の遺伝子情報を破壊するがん治療法である。他の治療法と比べて、正常な細胞への損傷といった身体的影響が小さく、さらに長期にわたる入院治療などの必要もないなどの利点がある。ただし、粒子線を照射時の実際のブラッグピーク位置が、狙った位置と一致したかどうかをリアルタイムに確認する方法は現在なく、正常な細胞に損傷を与えている可能性もあり、実際に 1-2 cm ずれる可能性も報告されている [1]。

そのため、粒子線が人体に入射されたときに原子核反応によって生じるガンマ線をとらえることで、実際のブラッグピークの位置を確認する方法が検討されている。特に、即発ガンマ線などを由来としたガンマ線のイメージングがブラッグピークをトレースしやすいと計算されている。そこで、2010 年には電子飛跡型コンプトンカメラ(ETCC)を用いて、陽子照射中の即発ガンマ線のイメージング実証試験を行ってきた[2]。ここで、ETCC は原理的にコンプトン散乱を完全に再構成しガンマ線を幾何光学に基づき集光、画像化するため、光学と同様、定量的画像解析を可能にする。そのため従来コンプトンカメラでの定量性の不確かさを完全に克服し、さらなる高感度化が期待できる。ただし、2010 年当時の実験では、角度分解能の向上などがネックとなっていた。

角度分解能の向上には、ETCC の中で散乱ガンマ線を検出するシンチレータのエネルギー分解能の向上が必須である。そこで、ETCC に搭載するシンチレータの候補材料となっている Ce 添加(Gd, La)₂Si₂O₇ (以下、La-GPS) について、チョクラルスキー法で育成し、ETCC に搭載するプロトタイプ機としてピクセルアレイカメラの開発を行っている。プロトタイプ機は 6 mm x 6 mm x 15mm の La-GPS ピクセルを 8x8 本並べた構造で、これをマルチアノード光電子増倍管 (浜松ホトニクス、H8500 シリーズ) で読み出している。エネルギー分解能は、662 keV で GSO のアレイカメラが 10-11%程度 (FWHM 値、662 keV) だったのに対して、同値が La-GPS アレイカメラでは 7-9%程度になり、ETCC にマウントしたときの角度分解能の向上が期待できる結果となった。本講演では、アレイカメラの開発の現状、今後のエネルギー分解能のさらなる改善などについて、報告する。

参考文献 [1] C. -H. Min et al. App. Phys. Lett. 89, (2006), 183517. [2] S. Kurosawa et al., Curr. Appl. Phys. 12 (2012) 364,