

MeV ガンマ線コンプトンカメラの最適化および性能評価

Optimization and performance verification of the MeV-based Compton camera

早大理工¹ 兵庫県立大² ○細越 裕希¹, 片岡 淳¹, 望月 早駆¹, 米山 昌樹¹,

棚田 和玖¹, 藤枝 和也¹, 伊藤 颯一郎¹, 木地 浩章¹, 西 郁也¹, 宮本 修治²

Waseda Univ.¹ Hyogo Univ.² ○Hiroki Hosokoshi¹, Jun Kataoka¹, Saku Mochizuki¹, Masaki Yoneyama¹,
Kazuhisa Tanada¹, Kazuya Fujieda¹, Soichiro Ito¹, Hiroaki Kiji¹, Fumiya Nishi¹, Shuji Miyamoto²

E-mail: h.hosoko-k.a@moegi.waseda.jp

1-10MeV のエネルギー帯は原子核反応で生ずる核ガンマ線の宝庫であり、宇宙、医療、環境など幅広い分野での応用が期待されている。たとえば、天文学においては星内部の元素合成や星間物質の空間分布、さらには宇宙線のエネルギー分布を「その場で」探る新しいプローブとしても期待される。同様に、粒子線治療中に生ずる即発ガンマ線、とくに ^{12}C や ^{16}O からの 4.4MeV ガンマ線は陽子線の飛程や線量を直接反映するため、高精度治療オンラインモニタへの応用が切望されている。しかしながら、1-10MeV のガンマ線は検出器内部で多重コンプトン散乱やエスケープ事象を起こし、正確な画像化は困難を極める。宇宙観測では約 30 年前に米国 CGRO 衛星が観測に挑戦して以降は開発が停滞しており、「宇宙物理に残された最後の窓」とも比喻される。本講演では将来の宇宙観測や医療応用に向け、1-10MeV のガンマ線イメージングに特化した専用コンプトンカメラ試作機を開発し、実機による性能評価を行った。また、50kg クラス小型衛星搭載を目標とした軽量・小型カメラの最適化をシミュレーションベースで行った。

実機イメージング評価は、ニュースバル放射光施設において 1.73MeV, 3.87MeV の準単色ガンマ線ビームを用いて実施した。図 1 に示すように、1.73MeV のガンマ線に対して角度分解能で $\Delta\theta = 3.4\text{-}4.0^\circ$ (FWHM), 3.87MeV に対して $\Delta\theta = 4\text{-}5^\circ$ (FWHM) を達成した。新規コンプトンカメラの提案では、小型軽量にも拘らず CGRO 衛星に匹敵する固有効率と、これを凌駕する解像度を同時に実現する構成を検討した。本研究では試作 2 号機に向けた改善ポイントや、効率的なバックグラウンド除去方法、多重散乱イベントの取り扱いなどについても広く議論する。

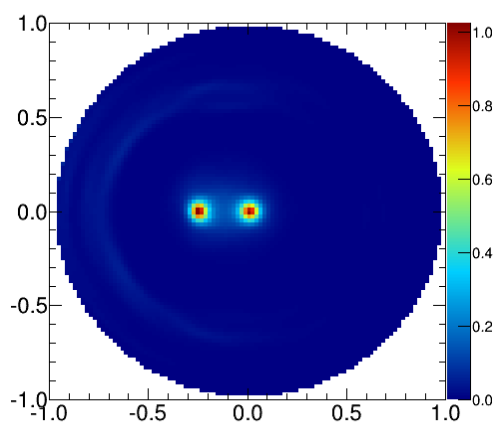


Fig1 An experimental image of 1.73 MeV gamma rays irradiating from incident angles of 0 deg(center) and 20 deg(left).

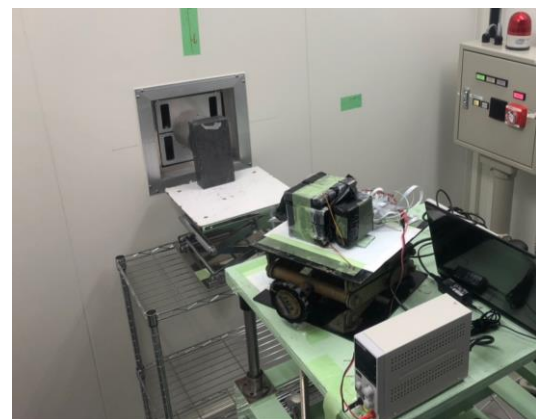


Fig.2. An experimental setup at NewSubaru for prototype MeV Compton camera