

チェレンコフ光検出型 MeV ガンマ線偏光計の提案と実証

Proposal and demonstration of Cherenkov light polarimeter for MeV gamma-ray

○ (M)米山 昌樹¹, 片岡 淳¹, 望月 早駆¹, 伊藤 颯一郎¹,
木地 浩章¹, 西 郁也¹, 細越 裕希¹, 宮本 修治²

(1. 早稲田大学、2. 兵庫県立大学)

Masaki Yoneyama¹, Jun Kataoka¹, Saku Mochizuki¹, Souichiro Ito¹,
Hiroaki Kiji¹, Fumiya Nishi¹, Hiroki Hosokoshi¹, Shuji Miyamoto²

(1. Waseda Univ., 2 Hyogo Univ.)

E-mail: masaki-1047@akane.waseda.jp

1–10 MeVのエネルギー帯は核反応で生ずるガンマ線の宝庫であり、宇宙における元素合成や高エネルギー現象を解明する鍵を握っている。しかしながら、MeVガンマ線の観測は検出器の難しさや観測バックグラウンドの大きさから極めて難しく、特に偏光観測に関しては未だ成功例は報告されていない。偏光観測は、類似した放射スペクトルの縮退を解くうえで有効であり、宇宙における高いエネルギー現象に迫る新たなプローブとしても期待されている。本研究ではコンプトン散乱の角度依存性に着目し、反跳電子が放出するチェレンコフ光の異方性を直接測定することで、MeVガンマ線の偏光測定が可能であることを実証した。

まず、入射偏光ガンマ線によるチェレンコフ光の異方性を捉えるため、6 角形のガラス素材と MPPC を用いて軽量コンパクトかつ安価なガンマ線偏光計(Fig.1)を開発した。実証実験として、NewSubaru 放射光施設において 1.73 MeV と 3.87 MeV の直線偏光ガンマ線を照射し、0° から 180° まで 30° 刻みで偏光計を回転させ、チェレンコフ光量のモジュレーションを観測した。Fig.2 はガンマ線照射時（青）、非照射時（赤）のスペクトルを示し、チェレンコフ光が有意に検出されていることが分かる。さらに、閾値（緑の点線）を設定することで、チェレンコフ光のみを切り出して偏光成分を解析した。その結果、1.73 MeV の偏光ガンマ線に対して 15 σ で有意なモジュレーションを得ることに成功した (3.0 $\pm$ 0.2%; Fig.3)。この結果は Geant4 でのシミュレーションと不定性の範囲で正確に一致している。本講演では、3.87 MeV 偏光ガンマ線の実験結果や今後の展望についても併せて紹介する。

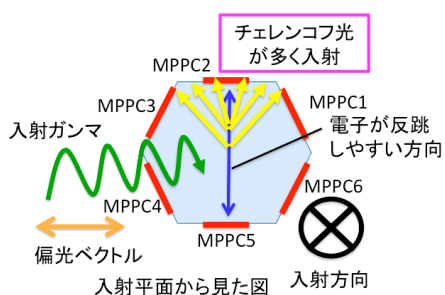


Fig1. The principle polarimeter and arrangement of MPPC

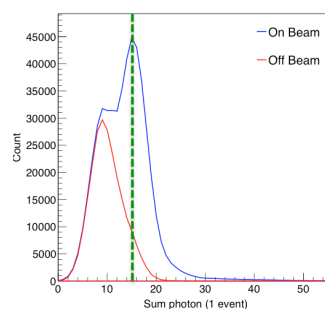


Fig2. Total photon by gamma ray beam irradiation

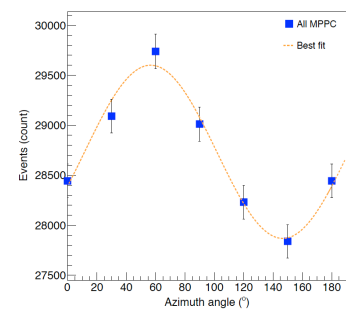


Fig3. Modulation curve by 1.73 MeV polarized gamma ray