

W34a ガンマ線バースト偏光検出器 GAP の設計と性能評価

江村尚美、村上敏夫、米徳大輔、藤本龍一、青山有加、児玉芳樹、藤本大史(金沢大学)、郡司修一、門叶冬樹、岸本祐二、菅野誠(山形大学)、三原建弘(理研)

ガンマ線バースト (GRB) は 10^{52} erg ものエネルギーを数十秒間で放射する、宇宙最大の爆発現象である。GRB の放射メカニズムは相対論的火の玉モデルが提唱され、フェルミ加速やシンクロトロン放射で説明されているが、未だにその真偽は不明である。シンクロトロン放射の特徴である偏光の観測が、GRB の放射メカニズムの解明につながると思われる。

我々は 2010 年打ち上げ予定の小型ソーラー電力セイル実証機への搭載を目標に、ガンマ線バースト偏光検出器 GAP (Gamma-ray Polarimeter) の設計を行っている。GAP は散乱型偏光検出器で、GRB の典型的エネルギー 100 keV に対して高い感度を持つよう設計された。中心に散乱体となる 12 角柱のプラスチックシンチレータ、周囲に吸収体となる CsI シンチレータを 12 枚配置し、散乱光子が入射光子の偏光ベクトルと垂直方向に飛びやすいという性質を利用して偏光を検出する。散乱断面積はクライン仁科の式で表され、散乱角 θ が 90 度で位相角 ϕ の光子に注目すると $1 - \cos^2 \phi$ の角度依存性をもつ。そのため 12 枚の CsI シンチレータで受かる光子の分布にはこの関数形で表される様な散乱異方性が見られる。

GAP の設計についてはモンテカルロシミュレーションを行い、性能を評価してきた。偏光検出器の性能はモジュレーション因子 M 検出効率 η で表される。プラスチックシンチレータの形状を変化させシミュレーションを行い、得られたそれらの指標から最適なデザインを決定した。今回設計したデザインの性能で半年間の衛星運用を行った場合、40 % の偏光度の GRB に対して 1 例、70 % の偏光度では 2 例の偏光検出が可能であると期待している。