

V337a PRAXyS 衛星に搭載する光電子追跡型 X 線偏光計の偏光角再構成法

北口 貴雄, 深沢 泰司, 水野 恒史 (広島大), 玉川 徹, 早藤 麻美, 岩切 渉, 中野 俊男 (理研), 窪田 恵 (東京理科大, 理研), 榎戸 輝揚 (京都大), 他 PRAXyS チーム

我々は 2–10 keV の宇宙 X 線の直線偏光を観測するために、NASA/GSFC と共同で、NASA の小型衛星 PRAXyS に搭載する X 線偏光計を開発している。この偏光計はガス電子増幅器を内蔵するタイムプロジェクションチェンバーであり、X 線とガスが反応して飛び出す光電子の飛跡を撮像する。光電子の微分断面積は、入射 X 線の電気ベクトルからの方位角を ϕ とすると、 $d\sigma/d\phi \propto \cos^2 \phi$ の関係にあるため、光電子の射出方向を測定することで、入射 X 線の偏光情報を取得できる。光電子飛跡の画像は、X 線入射方向に射影した 2 次元イメージとして得られ、その大きさは約 3.6×3.6 mm で、 30×30 画素から成る。偏光計の感度を高めるために、飛跡画像から光電子の最初の射出方向を求める再構成アルゴリズムを開発したので報告する。

低エネルギーの光電子飛跡では、その電荷重心を中心として、電荷分布の 2 次モーメントを最小にする軸を光電子の射出方向とすることで、2.7 および 4.0 keV の X 線に対する変調因子は、それぞれ 23% および 36% になった。高エネルギーの光電子では、飛跡が長くなり、さらに光電子のガスとの散乱により曲がるため、上記の方法では光電子射出方向が正しく決められない。そこで最初に決めた軸に沿って、飛跡の終端を示す電荷密度の高いブラッグピークを含んだ方向から徐々に画像を切り取っていき、残った電荷分布の 2 次モーメントがあらかじめ設定した値より小さくなるまで画像切り取りを繰り返した。そして条件を満たした電荷分布の 2 次モーメントを最小にする軸を、光電子射出方向とした結果、8.0 keV で 58% の高い変調因子を達成した。さらに飛跡画像を離心率や円形度を用いて選別することで、偏光感度は向上し、変調因子は最大で +10% ほど上昇した。