

X線偏光観測衛星 GEMS に搭載するガス検出器の偏光応答モンテカルロシミュレータの開発

W124a

北口 貴雄 (理研)、玉川 徹、岩橋 孝典 (理研/東理大)、山田 真也 (理研)、阿佐美 ふみ、吉川 瑛文、武内 陽子、飯高 陽介、宮川 健太 (理研/東理大)、岩切 渉 (埼玉大)、幸村 孝由、金子 健太 (工学院)、早藤 麻美 (NASA/GSFC)、ほか GEMS 衛星チーム

GEMS 衛星は世界で初めて宇宙からの X 線偏光の観測に特化した、アメリカの小型衛星プロジェクトである。NASA が中心となり、我々も日本から参加し開発しており、2014 年 7 月の打ち上げが確約されている。偏光 X 線の検出はこれまでカニ星雲からしか報告されていなかったが、GEMS 衛星はブラックホール、パルサー、および超新星残骸など数十天体を、1%の最小検出偏光度で系統的に観測することを目指す。

衛星に搭載する偏光検出器には、ガス電子増幅フォイルを内蔵するタイムプロジェクションチェンバーを用いる。チェンバー内のガスが X 線を光電吸収する際に、光電子が入射 X 線の電場 (偏光) 方向に飛び出しやすいという性質から、その光電子の飛跡を撮像することで、偏光を検出する。得られる偏光度は検出器の応答が畳み込まれているため、天体からの X 線偏光度を求めるには、検出応答を詳細に知り実データから差し引く必要がある。

偏光 X 線に対する検出応答を定量的に理解するために、我々はモンテカルロ法による偏光計シミュレータを開発した。物理相互作用モデルには Geant4 を使用し、ガス内で生じる 2 次電子数を再現した。そしてそれぞれの電子に対して、拡散およびガス増幅フォイルによる増幅を統計的に考慮した電子輸送モデルを適用し、読み出し電極に誘導される電荷量を見積もった。こうして模擬した電子飛跡イメージから得た偏光検出感度は、直線偏光した単色 X 線を実際の偏光器に照射して得たものと誤差の範囲で一致し、再現度の高いシミュレータを開発できた。