

W21a X線 CCD による X線偏向検出; 対陰極型 X線発生装置を使用した実験

林田 清、田中祥子、常深 博、大谷正之、橋本康明、安達省泰 (阪大理)、宮口和久、鈴木久則 (浜松フォトニクス)

X線偏光の検出方法の一つとして、X線 CCD が利用する方法がある。これは光電吸収の際の電子放出方向の異方性を X線 CCD の隣接するピクセルの信号として検出するものである。我々は、この方法が有効であることを世界で初めて実験的に証明した (Tsunemi et al., 1992, NIM, A321, 629)。この際 TI 製の画素サイズ $12\mu\text{m}$ の CCD を使用し、実験はフォトンファクトリで行った。

しかしながら、X線 CCD に限らず、X線偏光検出器を継続的に開発していくためにはできるだけ身近に偏光 X線が得られるシステムがあることが望ましい。そこで我々は、実験室に所有する対陰極型の X線発生装置からの連続 X線の偏光度を測定し、目標 X線エネルギーに対して管電圧を調整すれば偏光度 60% 程度の X線が実用強度で得られることを示した (Tanaka, Tsunemi, & Hayashida, 1997, JJAP, 36, 5770)。その後、同じ装置に二結晶分光器を接続し、X線を単色化することができるようになった。これにより、8-60keV までの任意のエネルギーに対する偏光 X線を取り出すことができるシステムが完成した。

今回我々は、このシステムを利用し、浜松フォトニクス社 (HPK) 製の X線 CCD 素子 (ピクセルサイズ $12\mu\text{m}$) の X線偏光能力の測定を試みた。X線発生装置からの偏光 X線は水平方向に偏光している。それに対し CCD 素子の H 方向を平行にした状態、垂直にした状態、中間の角度にした状態で X線を照射し、CCD のデータを取得した。取得したデータに関してピクセルにまたがるイベントの解析を行い、この HPK 製 CCD でも X線偏光の検出ができることを明らかにした。偏光検出の性能を表すパラメータ M 値を使うと、19keV に対して $M=0.05$ 、27keV に対し $M=0.14$ 、43keV に対し $M=0.23$ であった。この値 (モジュレーションの振幅) 自体はかつて TI 製 CCD で実験した際の値と大きな差はない。ただし、以前の実験ではいわゆる 2 ピクセルイベントのみを使って解析していたが、今回、 3×3 ピクセル全ての情報を利用する方法を開発した。これを使っても M 値自体は大きく変わらないが、全イベント数に対して利用できるイベント数が増えるため、実効的な偏光検出感度が高くなる。パラメータを最適化すれば、従来の方法に比べて最大 3 倍感度を高めることができた。