

V304a 湾曲 Si 結晶を用いたブラッグ反射型偏光計の分光性能評価

井上諒大, 芳野史弥, 塚田晃大, 坪井陽子, 岩切渉 (中央大学), 前田良知 (宇宙科学研究所)

天体からの軟 X 線偏光の有意な検出には、これまでにかに星雲のみしか成功しておらず、未開拓領域として残されている。例えば、ブラックホール近傍の幾何構造は、降着円盤からの偏光 X 線を高い分解能で分光観測することにより解明されること、などが期待されている。我々は、鉄の蛍光 X 線 (6.4 keV) に着目し、5.5 – 8.0 keV 帯域の、X 線偏光を高いエネルギー分解能 (~ 10 eV) で測定できるよう、ブラッグ反射の原理を利用した Si(100) 結晶と炭素繊維強化プラスチック (CFRP) から成る反射鏡と、焦点付近に位置した X 線イメージセンサからなる、50 cm 立方程度の光学系を考案し、開発を行っている。ブラッグ反射は、反射する X 線のエネルギーと反射角が 1 対 1 で対応しているため、平面の結晶では分光観測を行うことができない。そこで、我々の反射鏡は 9 枚の台形の結晶を 1 つの回転放物面形状に成型し、焦点からイメージセンサをずらすことにより、エネルギーごとの検出位置の違いから分光観測をすることが可能となっている。また、その原理から、焦点からイメージセンサをずらした距離 d によってエネルギー分解能が変化する。本研究では、宇宙科学研究所の標準 X 線ビームラインにおいて鉄ターゲットを用いて反射鏡に X 線を照射し、 $-10 \leq d \leq 40$ mm の範囲で分光性能評価を行なった。その結果、検出された Fe-K α と Fe-K β 間の距離は $0.19 \times d$ mm となり、この式とエネルギー差から、エネルギー分解能は $\Delta E/E = 5.6/|d|$ % @ 6.4 keV となる、という結論が得られた。実際に、 $d = 40$ mm において Fe-K $\alpha 1$ と Fe-K $\alpha 2$ (13 eV 差) を分離して検出することに成功した。この際の Fe-K $\alpha 1$ の FWHM は 0.1 mm であった。今回の実験により、我々の反射鏡は偏光測定能力と同時に、高い分光能力 (0.14% @ $d = 40$ mm) を持ち得ることを実証した。これは、高い分光性能を持つ X 線検出器である、マイクロカロリメータに匹敵する性能である。