

W132b 湾曲結晶を用いたブラック反射型 X 線偏光計の開発とその現状

飯塚 亮、得能 敦、粟屋 崇、岡田 豪太、田山 健、中島 弘章、古澤 優慈、坪井 陽子 (中央大学)

天体から得られる情報には、イメージ、スペクトル、時間変動、偏光の4つがあるが、X線偏光に関しては未だ有意な観測が行われていない。そこで、我々は、偏光X線観測に新たな局面を開くため、新しいブラック反射型偏光計を開発している。ブラック反射型は、偏光感度を極めて高くできる一方、反射できるエネルギー帯域が狭い。そこで、我々は、大きな単結晶を湾曲させることで、エネルギー帯域に幅を持たせ、かつ集光結像させることにより、S/N比が極めて高い撮像可能な偏光計を目指す。

まず、曲げる単結晶として、Si100とGe111に注目した。これらは半導体ウエハとして大きいものが入手しやすい。また、Si100の400反射は、X線天文学で重要な鉄のK輝線群付近に対して、偏光感度を極めて高くできる。Ge111の333反射は、銅のK輝線に対して、偏光感度を100%にできるため、比較実験が行いやすい。

2つの結晶について、CVD法で湾曲結晶を製作する。DLC薄膜を反射面と反対の面に蒸着し、DLC膜と結晶の間の残留応力で、結晶を曲げることに成功した。直径8インチのSiの結果については、前回の学会で発表した(2011年秋期年会 W45b)。今回は直径4インチのGeも曲げることに成功したため、SiとGeあわせて評価した。

どちらの結晶も、円筒型に曲がっており、形状はミクロン以下で滑らかである。曲率は、DLCの膜厚で制御することができ、結晶のヤング率で説明できる。さらに、X線測定により、曲げても結晶構造は壊れず、ブラック反射は曲率に応じて広がっていることが分かった。偏光感度については、曲げても理論値通り極めて高い値がでてくる。むしろ、湾曲させた方が、モザイク化が進むため、積分反射能や偏光感度は向上する利点を見出した。これらの結果より、湾曲結晶は、新しいブラック反射型X線偏光計の素子として十分な能力を持つと期待される。