

高温塑性変形技術を用いたシリコン湾曲ブラッグ反射型 X 線偏光計の開発

Development of Bragg reflection-type X-ray polarimeter based on a bent silicon crystal using high-temperature plastic deformation technology

東京都立大¹, 理研², 国立天文台³, 九州大⁴, 東北大⁵

上田陽功¹, 伊師大貴¹, 内野友樹¹, 江副祐一郎¹, 石川久美¹, 福島碧都¹, 鈴木光¹, 湯浅辰哉¹,
作田紗恵¹, 稲垣綾太¹, 廣本悠透¹, 沼澤正樹², 満田和久³, 森下浩平⁴, 中嶋一雄⁵

Tokyo Metropolitan Univ.¹, RIKEN², NAOJ³, Kyushu Univ.⁴, Tohoku Univ.⁵

Y. Ueda¹, D. Ishi¹, T. Uchino¹, Y. Ezoe¹, K. Ishikawa¹, A. Fukushima¹, H. Suzuki¹, T. Yuasa¹, S. Sakuda¹,
A. Inagaki¹, H. Hiromoto¹, M. Numazawa², K. Mitsuda³, K. Morishita⁴, and K. Nakajima⁵

E-mail: ueda-yoko@ed.tmu.ac.jp

宇宙 X 線観測において、空間分布、スペクトル、時間変動に加え、第四のパラメータである偏光観測が発展している。X 線偏光の最も簡単な測定方式はブラッグ反射の利用であり、最初の宇宙 X 線偏光観測でも用いられた (M. C. Weisskopf *et al.* 1978 ApJ)。Si (100) 結晶における鉄輝線 6.4 keV 付近のブラッグ角は 45.5° となり、偏光面が反射面に平行な場合、ほぼ 100% 反射するが、垂直な場合、ほとんど反射しないため、偏光検出感度のモジュレーションファクター (M 値) が 1 に近づき、高感度の偏光検出が期待できる。しかし、ブラッグ反射型偏光計では、ブラッグ条件を満たすエネルギーでなければ偏光を検出することができず、集光もできないため、結晶をモザイク状に並べて集光系とする必要があった。

そこで我々は、新たに湾曲 Si 基板を用いた手法を開発している。日本発祥の技術である高温塑性変形 (Nakajima *et al.* 2005 Nat. Mater.) を用いて Si 結晶面をずらし、基板を湾曲させることで、エネルギー帯域の拡大と集光を狙う。我々はまず Si (100) 結晶の平板 (直径 4 inch 厚み $300 \mu\text{m}$) に Ge (200) 二結晶分光器を通した Fe K α 6.4 keV の X 線を照射した。偏光面に対して反射面を回転させ、ブラッグ反射のモジュレーションカーブを取得し、Si 結晶の理論的な M 値 (0.963-0.999) から光源の偏光度を 64.2-66.6% と求めた。次に、曲率半径 1000 mm で球面変形した湾曲 Si (100) 結晶に対して、同様の X 線を照射し、モジュレーションカーブを取得した (Fig. 1)。平板で求めた光源の偏光度を考慮すれば、湾曲 Si 基板の M 値は 0.730-0.757 と求まり、高温塑性変形技術で製作した湾曲 Si 基板による X 線偏光測定に世界で初めて成功した。本講演では、我々の手法の原理と開発状況について報告する。

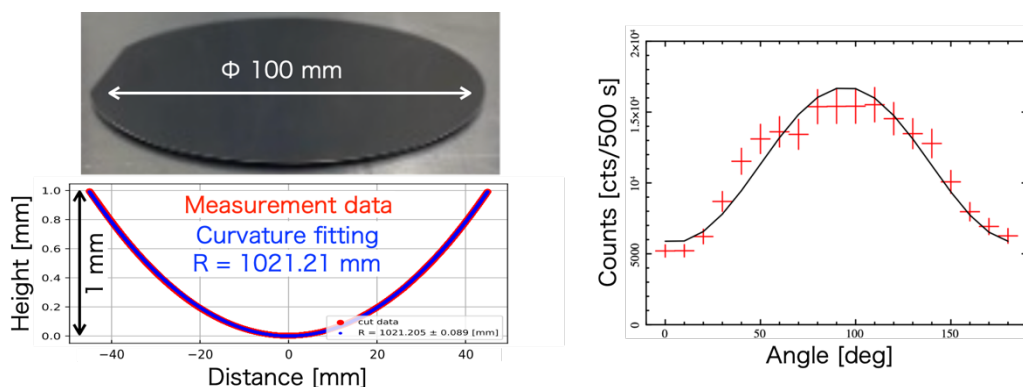


Fig. 1 Photograph of a silicon wafer after deformation and its modulation curve taken at 6.4 keV.