

マイクロマシン技術を用いた Wolter I 型宇宙 X 線望遠鏡の開発 (2)

Development of a Wolter type-I X-ray telescope using micromachining technologies (2)

首都大¹, JAXA 宇宙研², 京都大³ ○ 三石 郁之¹, 江副 祐一郎¹, 小川 智弘¹, 垣内 巧也¹,
生田 昌寛¹, 林 多佳由², 佐藤 寿紀¹, 大橋 隆哉¹, 満田 和久², 中嶋 一雄³, 森下 浩平³

Tokyo Metropolitan Univ.¹, ISAS/JAXA², Kyoto Univ.³ ○ I. Mitsuishi¹, Y. Ezoe¹, T. Ogawa¹,
T. Kakiuchi¹, M. Ikuta¹, T. Hayashi², T. Sato¹, T. Ohashi¹, K. Mitsuda²,
K. Nakajima³, K. Morishita³

E-mail: mitsuishi@phys.se.tmu.ac.jp

X 線は物質に対する屈折率が 1 よりもわずかに小さいため、全反射を用いた斜め入射光学系が広く用いられる。近年、軽量かつ高性能な宇宙 X 線光学系が求められる中で、我々はマイクロマシン (MEMS) 技術を用いた独自の軽量かつ高分解能が達成可能な X 線光学系の開発を行っている (Ezoe et al. 2010 MST)。シリコンドライエッチングによって、穴幅 $20\ \mu\text{m}$ 深さ $300\ \mu\text{m}$ の曲面穴を多数持つ構造体を製作し、その側面を X 線反射鏡として利用する。X 線を効率よく反射させるために、側面の平滑化を目的とした Ar アニール、磁気研磨を行い、さらに平行光を点に集光結像するため高温塑性変形で球面状に変形する。最後に高精度アライメントシステムを用いて異なる曲率で変形した光学系を 2 段に重ねることで Wolter I 型望遠鏡として完成する。これまで我々は、Wolter I 型望遠鏡の 1 段分の X 線結像の実証 (Ezoe et al. 2012 Opt. Lett., Mitsuishi et al. 2012 Sens. Act. A)、および 2 段望遠鏡の位置合わせ工程を可視光を用いて確立してきた (垣内 2012 年秋季年会)。

今回我々は、本手法世界初となる 2 段望遠鏡を用いた X 線結像および X 線による位置合わせ工程の確立を目指し、可視光による粗位置合わせ (本年会 生田講演予定) 後、宇宙研 30 m ビームライン (図 1 左参照) にて $\text{Al K}\alpha$ 1.49 keV を用いた X 線照射試験を行った。その結果、 $15\times 15\ \text{mm}^2$ のビーム (並行度 $\sim 1.7\ \text{arcmin}$) を用いてラスタースキャンを行うことで、本望遠鏡の全面照射イメージの取得に成功した (図 1 右)。また中心の集光点付近の動径カウント分布からその半値幅はおおよそ $0.6\ \text{mm}$ ($= 8.3\ \text{arcmin}$) となった。本講演では並進・回転方向の位置合わせによる角度分解能への寄与、望遠鏡内での角度分解能の場所依存性および error budget の議論を中心に述べていく。

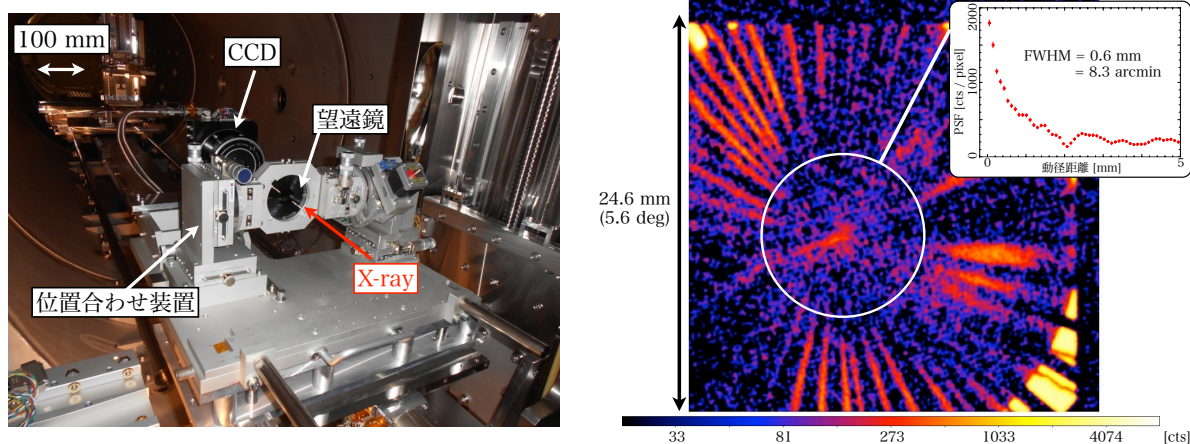


図 1: Left: detector chamber with our sample at ISAS 30 m beamline. Right: resultant X-ray ($\text{Al K}\alpha$ 1.49 keV) focusing image and radial count distribution.