

X線望遠鏡用高精度ウォルターミラーの開発

○三村秀和

東京大学大学院工学系研究科

Development of high precision wolter mirror for x-ray telescopes

○Hidekazu Mimura

School of Engineering, The University of Tokyo

蛍光X線分析などと同様、X線により天体観察を行うと様々な元素などの情報が得られる。X線により天体観察を行うためには宇宙空間に望遠鏡を打ち上げる必要がある。可視光と比べるとX線はミラー表面に対してすれすれの角度でしか反射せず、さらに結像条件を満足するために、図1に示すように双曲面と楕円面から構成されるミラーとなる。Wolterが1952年に提案したことから、このタイプのミラーをウォルターミラーと呼ぶ。高い分解能のX線望遠鏡で用いられる高精度なウォルターミラーは日本では実現されておらず、これまでヨーロッパもしくは米国で製造されていた。

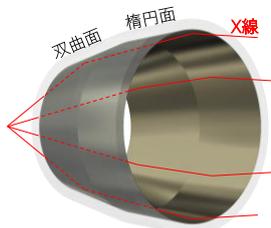


Fig. 1. X線望遠鏡用ウォルターミラー

東京大学の当研究室では、放射光施設などで用いられるX線顕微鏡用の $\phi 10\text{mm}$ 、長さ 40mm 程度の小型のウォルターミラーを開発してきた。精密電鍍法に基づく製造プロセスにより高精度化を実現し、世界で初めて、ミラー光学素子により、波長 1nm の軟X線を 100nm レベルまで集光することに成功するなど、実用化レベルのウォルターミラーを開発した¹⁾。本研究ではX線顕微鏡用に開発した製造プロセスを大型化しX線望遠鏡へ展開することで、わが国ではじめて高空間分解能を持つウォルターミラーの実現を目指した研究である。

当面の対象は、FOXSI (Focusing Optics X-ray Solar Imager) と呼ばれるX線による太陽観察を目的とした

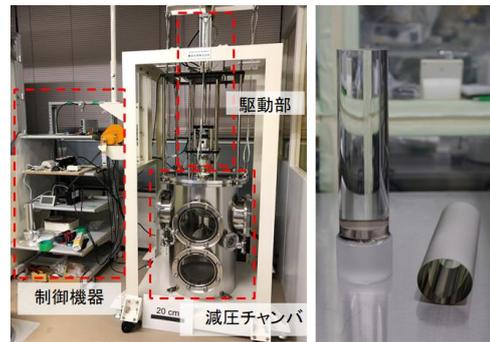


Fig. 2. 大型室温電析装置およびマンドレルと電鍍ミラー

ロケット型のX線望遠鏡である²⁾。これまで3回の実験がすでに行われており、太陽の軟X線分光イメージングに成功している。搭載されるウォルターミラーのサイズは $\phi 60\text{mm}$ 、長さ 200mm であり、小型X線ミラーに比べて大幅にサイズが大きくなる。

図2の左の写真は大型ウォルターミラーの作製のため開発した電析装置であり、右の写真は、作製したウォルターミラーと電鍍で使用したマンドレルである。この2年で、6枚のウォルターミラーを作製しており、徐々にミラーの形状精度を向上してきた。また、SPRING-8などでのX線による評価も同時に進めている。

ウォルターミラーの形状精度からの性能予測やX線による評価結果は、作製したウォルターミラーが高い性能を持つことを示しており、すでに海外製のミラー性能に到達したと考えている。

本発表では、FOXSI4プロジェクトの概要、X線顕微鏡から、X線望遠鏡への開発に至った経緯、本プロジェクトの現状について発表する予定である。

文 献

- 1) H. Mimura et al., Rev. Sci. Instrum. 89, 093104 (2018).
- 2) <https://phoenix-project.science/foxsi-4>

*E-mail: mimura@edm.t.u-tokyo.ac.jp