

W68a 高温塑性変形を用いた軽量・高角度分解能のシリコン X 線反射鏡の基礎開発
白田渉雪、江副祐一郎、大橋隆哉 (首都大)、石田学、満田和久 (ISAS/JAXA)、藤原航三、森下浩平、中島一雄 (東北大)

宇宙 X 線望遠鏡は、天体からの微弱な光を集光・結像させるために欠かせない。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、物質すれすれに入射した際に生じる全反射を利用した、斜入射光学系が良く用いられる。従来、反射鏡としては、厚い基板を研磨する方法、母型からレプリカする方法、薄いフォイルを用いる方法が用いられてきたが、この方法では角分解能を向上するためにどうしても基板が厚くなり、重量が犠牲になってしまった。次世代の大型衛星計画 IXO (2020 年頃打ち上げ) などを目指し、現在、各国で軽くかつ形状精度の良い X 線鏡の開発が行われている。有力な候補は、研磨したシリコン基板を鏡として使う方法 (Bavdaz et al., 2004 SPIE, Hudec et al., 2006 SPIE) とガラスを熱変形して鏡として使う方法である (Zhang et al. 2007 SPIE, Hudec et al., 2006 SPIE)。

我々はシリコン基板を高温下においてプラスチック状に変形する方法 (Nakajima et al. 2005 Nature) を利用することを考え、開発を行っている。欧州宇宙機関で行われてるシリコンウエハを使った方法では、フラットで滑らかなシリコン基板を使うことで原理的に高い角度分解能と反射率を両立できるのだが、弾性変形を用いているため変形の安定性に問題があった。熱変形後のシリコンの結晶面は治具に沿ってそろうため、このような心配がないと考えられる。そこで我々は 4 インチの真円のシリコン (111) 基板を用い、半径 1000 mm の球面形状の治具に沿って変形のテストを行った。変形後の形状精度は高く、中心付近では残差 10 μm 以下で治具形状と一致した。さらに我々は世界で初めて熱変形後のシリコンに対して X 線全反射率を測定し、反射率が 1 nm の粗さの理想曲線で表されることを確認した。変形前後で反射率に違いは見られなかった。本講演では、開発の詳細と将来の展望を報告する。