

## 軸対称多段斜入射ミラー光学系の設計と試作

## Design and Fabrication of Axisymmetric Grazing Incidence Mirror System

青木貞雄、渡辺紀生、浅見博、島田晃広 (筑波大数理物質)

Sadao Aoki, Norio Watanabe, Hiroshi Asami, Akihiro Shimada (Univ., Tsukuba)

E-mail: aoki@bk.tsukuba.ac.jp

## 1. はじめに

全反射を利用した斜入射ミラーは色収差がなく、広い波長域にわたって利用できるためX線や中性子の集光に使われている。一方で、X線を結像する素子としてゾーンプレートの開発が進み、実用化がすすんでいる。ゾーンプレートの使用には単色性が要求されるので、比較的輝度の高い光源が必要で、実験室系のX線源や輝度の低い中性子源では利用例が少ない。輝度の低い光源に対しては、開口数の大きな光学素子が有効であるが、様々な制約からこれまで開発が遅れていた。本報では、これらの問題点を解決すべく、これまでの軸対称ウォルターミラーに複数のミラーを連結した多段光学系の提案と具体的な設計手順を紹介する。

## 2. 結像条件

一般に結像光学系では、比較的視野の広い像を作る条件として、次の2つの条件が要求される。

1. 物点から像点に至る光路長がすべての光線に対して一定であること
2. 光学系がアッペの正弦条件を満足すること

斜入射光学系でこの条件を満足する代表的な例として、図1に示すウォルターI型ミラー光学系がある。この光学系は軸対称で開口数が比較的大きいので、X線望遠鏡やX線顕微鏡の対物光学系として使われているが、臨界斜入射角の制限などによって、短波長領域になると開口数が小さくなってしまふ。結果として集光効率も低下してしまふ。このことは原理的な問題を含んでいるため、解決には新しい考え方を導入する必要がある。我々は上記2つの条件を満足する光学系として、ウォルターI型ミラーに2段の双曲面を連結する図2のような光学系を考えた。連結追加する双曲面H2（青色線）の一方の焦点は双曲面H1と焦点を共有する。続いて追加する双曲面H3（緑色線）は双曲面H2とひとつの焦点を共有し、他方の焦点が物点となる。

講演では新しい光学系の具体的な設計法と試作の手順について述べる。

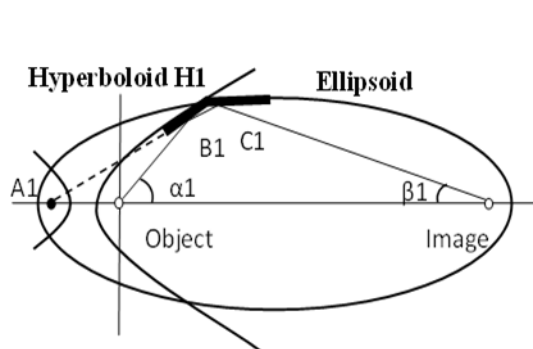


図1. ウォルターI型ミラー

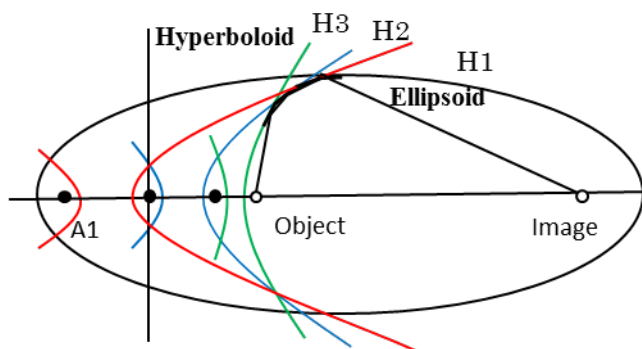


図2. 軸対称多段ミラー光学系