天体観測装置評価用反射型点光源の開発

鹿児島大学大学院理工学研究科　物理・宇宙PG　修士1年　後藤健翔

概要

天体観測装置は，望遠鏡に取り付ける前に実験室で光学性能を評価する必要がある。これまで，我々の研究室では，レンズを用いて点光源を作り出し，天体観測装置の光学性能の評価を行ってきた。しかし，レンズを用いた点光源装置では色収差が原因で，一部性能評価が困難であった。そのため，レンズではなく鏡を用いた点光源装置の開発を行っている。 この装置は，ピンホールから出た光を放物面鏡で平行光にする。その平行光を，絞りを利用して必要な分だけ通過させ，別の放物面鏡で評価対象の観測装置内に集光させるよう設計されている。現在，この設計をもとにして，装置全体の組み立てが完了した。

背景

現在，研究室内ではレンズを用いた屈折型点光源装置があり，これを使用して天体観測装置の評価を行ってきた。この装置では，おおよそ図1のような光路となる。

しかし，レンズを用いた点光源装置では**色収差**が現れる。
→用いる波長ごとに点光源装置を前後させて補正する必要がある。
→現在開発中の分光器に対して連続光を用いた評価が難しい。

さらに，また別に開発されている赤外線カメラの評価を今後行う際には，400mmの焦点距離を有する点光源装置が必要だが，研究室内にある点光源装置では焦点距離が不足している。

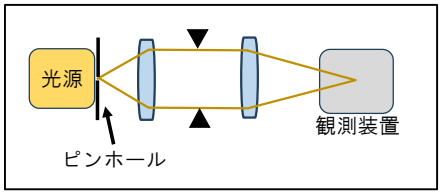

図1：レンズを用いた点光源装置での光路

色収差を出さないため鏡を用い，なおかつ開発中の赤外線カメラにも対応できる焦点距離を持つ点光源装置の開発を行う必要がある。

目的

色収差が発生しない反射光学系を使用し，入来観測所の1m望遠鏡と同じF12の光となり，開発中の赤外線カメラに対応するため400mmの焦点距離を有した望遠鏡模擬光源を開発を行う。

設計

開発した点光源装置の光学部品や光源，観測装置は図2のような位置関係にあり，3Dモデル化したものが図3である。 また，装置の実際の外観は図4である。

F4放物面鏡，F8放物面鏡，斜鏡，ピンホールは，市販のものを購入し，絞りカセットや光源取付部品などは，研究室の3Dプリンタによって製作されている。

2つの放物面鏡の間に，任意の直径の穴が空いた絞りカセットを入れることでF値を変更が可能であり，設計上は，**F10～F23**の光を作り出すことができる。そのため，入来観測所の1m望遠鏡に取り付ける観測装置を試験する際は，直径10cmの穴が空いた絞りカセットを用いてF12の光を作り出している。また，ハルトマン板を絞りカセットの代わりに設置することで，ハルトマンテストが可能となる。

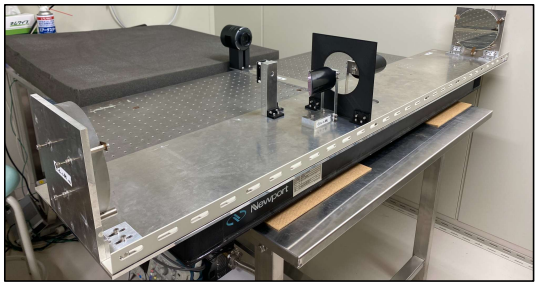
図4：反射型点光源装置の外観

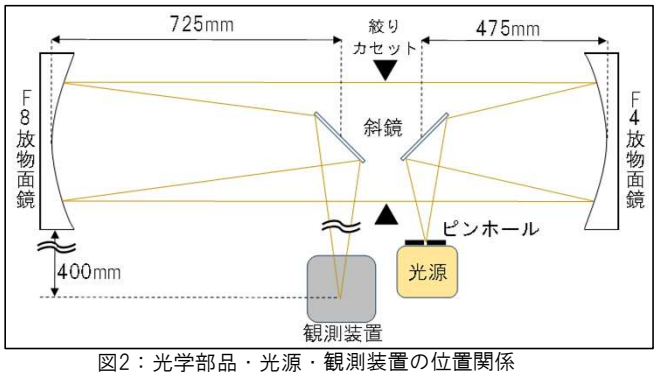

図2：光学部品・光源・観測装置の位置関係

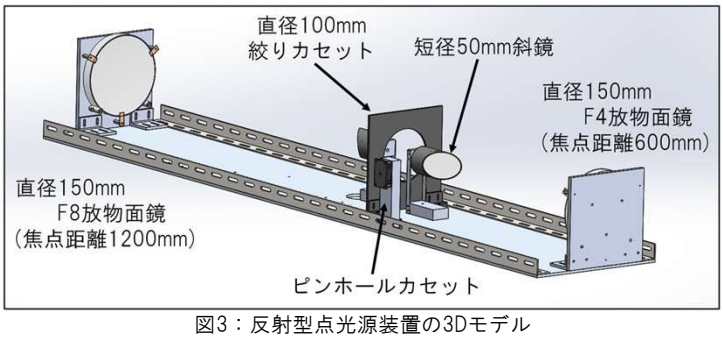

図3：反射型点光源装置の3Dモデル

光学試験

SVBONYのCMOSイメージセンサSV605MC（ピクセルサイズ：3.76μm×3.76μm）を焦点位置に設置し，撮影を行った。このとき，光源は波長850nmのLED，ピンホール径は5μm，露光時間は60msであり，像のラジアルプロファイルが図5である。

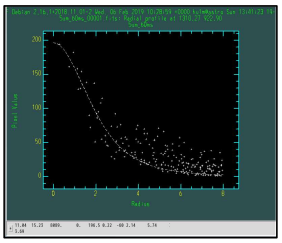
図5：SV605MCで撮影した像のラジアルプロファイル

<u>想定値</u>
　像サイズ：**10μm**

<u>実測値</u>
　FWHM：5.74pixels
　　→　像サイズ：**21.6μm**

想定値の**約2.2倍大きかった。**

また，ハルトマン板を用いて撮影した画像が図6である。この試験では，ピンホール径は100μm，露光時間は10sである。この撮影では，36個の穴が空いたハルトマンテスト板を使用したため，デフォーカス位置での画像では，36個の点が見られるはずだが，図4では22個しか確認できない。

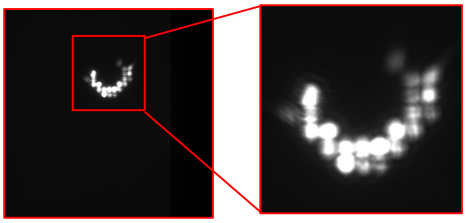
図6：ハルトマンテスト時の画像

このような結果より，今現在組み立て終えた点光源装置には，具体的な数値は求めには至っていないが，**光学系の調整ずれ**があると考えられる。

今後の展望

反射型点光源装置の設計と組み立てを終えた。今回の光学試験から，少なくとも光学系の調整ずれやデフォーカスがあることがわかった。そのため，今後は光学シミュレーションソフトから，今現在の装置の光学系がどれくらいずれているかを計算し，想定に近い像を得られるようさらに光学試験を行う。