

自作のレンズ式投影機とピンホール式投影機 プラネタリウム投影するにはどちらが優れているか？

蒲 大輝、三貝 龍輝、増野 克哉、菊地 真衣、城土 佳奈、阿部 正甫、田中 ひとみ、佐野 翠(高2)
久佐賀 麻友、宇井 真大(高1)、片嶋 拓斗、越淵 絢聖(中3)、山中 将治、井上 修、元田 海、武重 翔竜(中2)、松崎 陽、徐 嘉揚(中1)【九段中等教育学校 天文部】

要旨 自作のレンズ式プラネタリウム投影機と、五藤光学研究所のピンホール式プラネタリウム投影機の2台を用いて「星像」と「周辺の明暗」の差を計測し、比較検討してどちらが優れているかを調べた。

1. 動機

私達は昨年度までの文化祭において、自作のピンホール式投影機によるプラネタリウムの投影を行っていたが、今年度は部員の発案により自作のレンズ式投影機を用いた。その結果、従来の展示よりも星空が綺麗だという声が多かった。そこで、自作のレンズ式とピンホール式を比べ、本当に自作のレンズ式が優れているのか検証を行うことにした。なお、過去に製作したピンホール式は使用不可能だったため、代わりに天文部にある市販のピンホール式を用いた。

2. 比較方法

「優れているか」は“星像と周辺の明暗の差が大きいもの”という定義から検証した。

3. 実験方法

使用機材：SQM:sky quality meter(国際光器社)/ピンホール式投影機(五藤光学研究所)/レンズ式投影機(自作)/エアドーム:直径 4.33m(自作)/PENTAX KP(焦点距離 18mm)*1 / Makali'i*2

*1 撮影設定 F/3.5、露出時間 15 秒、ISO800

*2 Makali'i(マカリ)とは FITS 形式の画像を解析するソフトである。

実験 1：ドーム内の明るさの比較

エアドーム内で2つの投影機をそれぞれ投影し、SQMで同じ星空の範囲の明るさを計測した。比較のため、無点灯時の明るさも測定した。

実験 2：星の明るさの比較

2-1 エアドーム内で2つの投影機をそれぞれ投影し、北極星を中心にカメラで撮影した。

2-2 撮影した画像からマカリで北極星の明るさを計測したのをエクセルでグラフ化した。

4. 結果

実験 1：エアドームで同じ位置に投影した星座に向け、スクリーンから約 190cm の距離で明るさを計測した結果(10 回の平均値)は以下の通りである。

無点灯時：21.77±0.36 [mag/平方秒角]

ピンホール式：21.21±0.02 [mag/平方秒角]

レンズ式：19.86±0.05 [mag/平方秒角]

実験 2：2-1 測定した北極星の画像は図 1 のように、図中の直線の位置で明るさを計測した。

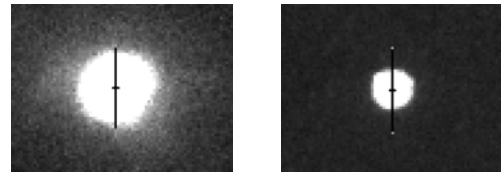


図 1 星像(左からピンホール式、レンズ式)

2-2 測定したデータのグラフは図 2 の通り。

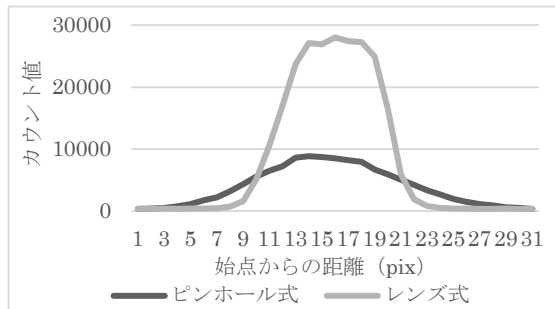


図 2 星像の明るさのグラフ

星のピークと背景のカウント値の差は以下の通りとなった。

ピンホール式：8849-137=8712

レンズ式：28011-299=27712

5. 考察

実験 1 より、レンズ式の方がドーム内が明るいことが分かった。その主な原因は原板の遮光性が低かったことが考えられる。光源点灯時にユニット内を覗くと、LED ライトの形が透けて見えた。一方、ピンホール式の遮光性は十分であったと言える。これが両者の背景の暗さの違いであると考えられる。また実験 2 より、星のピークと背景のカウント値の差が、ピンホール式よりもレンズ式の方が大きかった。このことからコントラストが高いのはレンズ式だということが分かる。

結論として、ピンホール式とレンズ式を比べた時、レンズ式の方が優れているといえる。しかし、未だ遮光性の面で課題はあるので、自作のレンズ式の結果を受け私達は材料を改良して新しい原版を作った。