

# ダイクロイックミラーを用いた複眼望遠鏡の開発



石原稜也, 伊藤洋一 (兵庫県立大学)  
ishihara@nhao.jp

## 1. 背景

- 一般に反射望遠鏡は、主鏡の口径が大きくなるにつれて集光力が上がる。
- 大きな単一鏡の製造は技術面などからコストが高い。  
⇒ 大口径実現のため様々な工夫がされてきた。  
例) 分割鏡を採用したせいめい望遠鏡
- しかし、依然として望遠鏡及び架台全体が巨大で建設コストが高い。

## 2. 複眼望遠鏡の概要

- この問題に対する1つの案として、複眼望遠鏡が提案された (宮脇 神戸大学修論 2008)。

### 複眼望遠鏡

対象天体を複数の小型望遠鏡で捕らえ、それぞれの望遠鏡からの光を、光ファイバーを介して一つの光束にした後に分光する観測システム

- 複眼望遠鏡の利点として、**従来の方式に比べ建造費が安い**点が挙げられる。
- なゆた望遠鏡の建造費が約10億円であるのに対し、複眼望遠鏡では同口径程度の集光力を約5800万円で実現できるだろう。

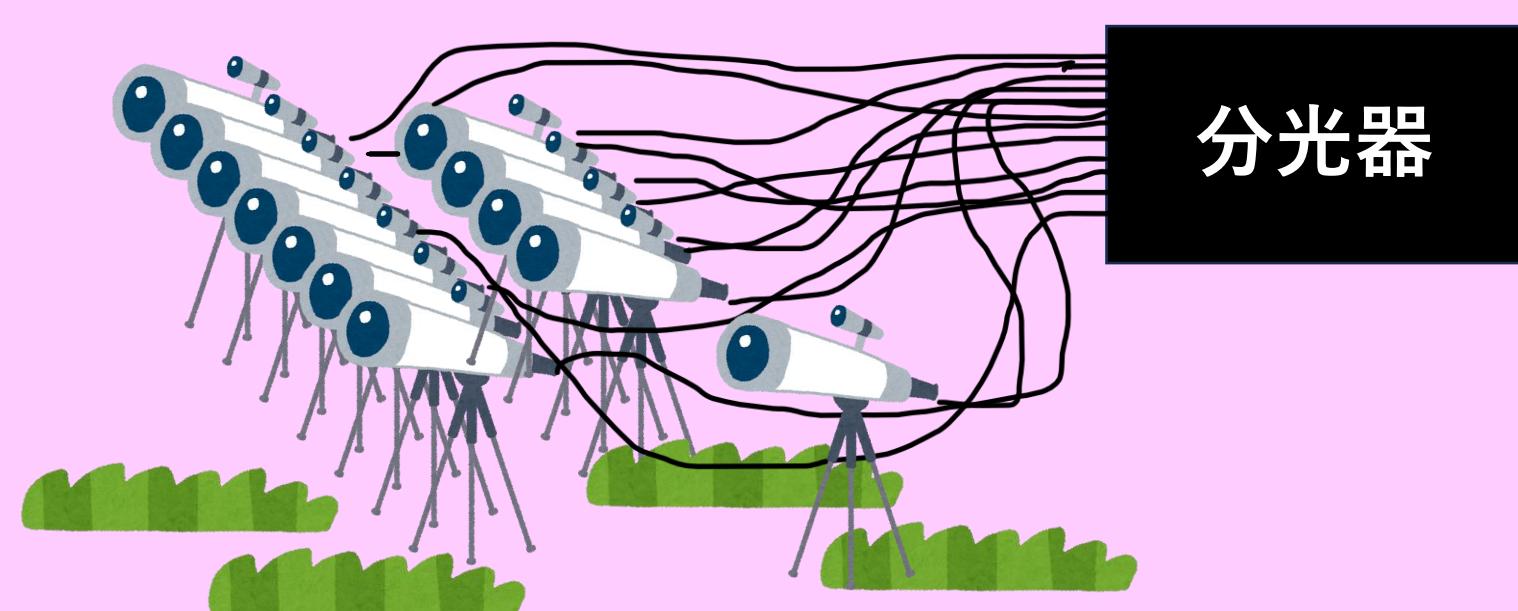


図1. 複眼望遠鏡のイメージ  
各鏡筒は個別の架台に取り付けている

## 3. 装置の設計

望遠鏡とファイバーを中継する装置について述べる。

- 先行研究 (松木 神戸大学修論 2011) では、装置内部に穴空きミラーを用いた設計であり、光量の損失が大きいという課題があった。
- 本研究では、穴空きミラーの代わりに**ダイクロイックミラー**を用いて、図3のような設計を行なった。
- 対象天体の光は特定波長のみ透過され、焦点面に設置されたファイバーへ導かれる。ミラーの反射帯にあたる光は直角に跳ね上げられ、ガイドカメラへ導かれる。

### ダイクロイックミラー

特定の波長領域の光を透過し、特定の波長領域を反射するミラー

表1. 使用する製品の概要	
製品	THORLABS社製 DMLP505
大きさ	直径 25.4 mm、厚さ 3 mm
反射帯	380-490 nm
透過波長	520-800 nm

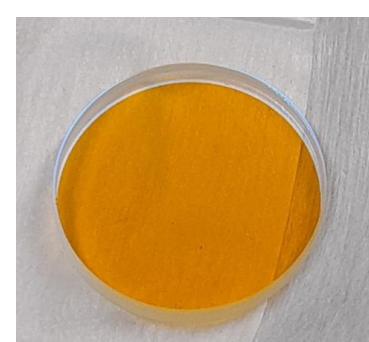


図2. DMLP505

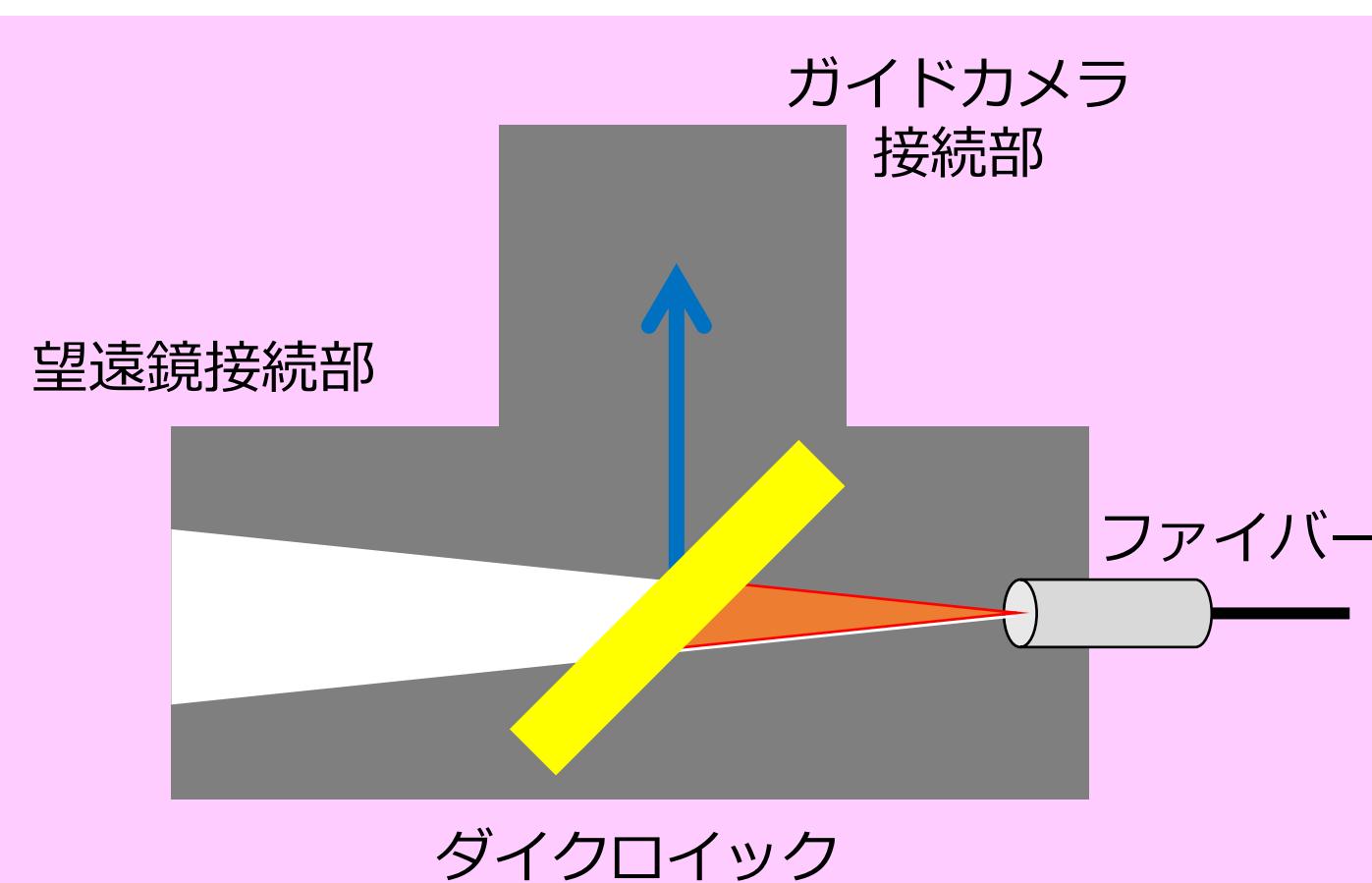


図3. 本研究の装置の光学系  
使用するファイバー: THORLABS社製 M42L05  
・コア径:  $50 \pm 1 \mu\text{m}$   
（後述の望遠鏡にて約5.1"に相当）  
・ファイバー長: 5 m  
・マルチモード

## まとめ・展望

- ダイクロイックミラーを用いて、望遠鏡とファイバーを中継する装置を新たに設計した。また、その試験観測の結果、効率として  $48.5 \pm 0.5\%$  が得られた。
- 先行研究 (松木修論 2011) における望遠鏡1台の試験観測の結果と比較すると、それが31.7%や41.7%であったから、わずかに効率が改善されたといえる。損失の原因として、星像の位置がファイバーのコアにうまく一致していないことが考えられる。
- 赤道儀の追尾機能では、露出中に星の位置がわずかにずれてしまった。オートガイドソフトPHD2を併用することで露出中に星が動かないようにし、更なる効率の改善を目指したい。

## 4. 試験観測

- 1台の望遠鏡に装置を取り付け、試験観測を行なった。

### 試験観測の目的

- ガイドカメラ上でのファイバーの位置を確認する
- 1台での観測システムの効率を求める

### 使用機器

Celestron製 20 cm反射望遠鏡  
ZWO ASI120MM mini (ガイドカメラ)  
ZWO ASI178MM-Cool (光量測定用カメラ)

### 観測天体

デネブ

図4. 装置の全景  
全長:96 mm



### 試験観測の手順

- ① 望遠鏡にRバンドフィルターとカメラを取り付け、デネブを撮影する
- ② 望遠鏡のカメラを取り外し、装置と付け替える
- ③ ガイドカメラの映像(PC1)を見ながら、望遠鏡を少しづつ動かす。ファイバーに星の光が入ると、PC2に白い円形像が映る
- ④ PC2に像が映ったらそれを撮影する。このとき、PC1に映る画像も同時に保存する
- ⑤ 取得した画像をIRAFでアーチャー測光する

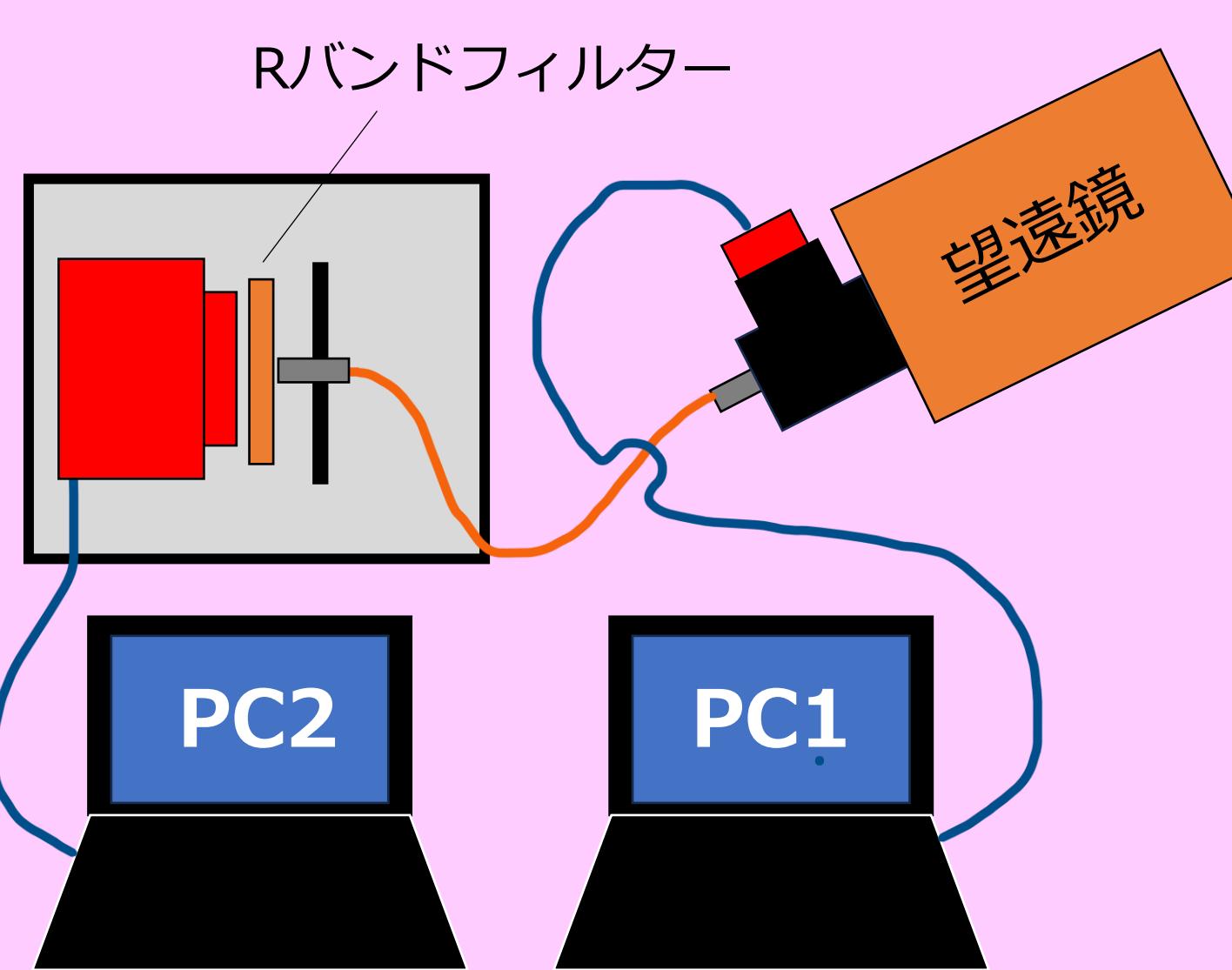


図5. 試験観測(手順②以降)の模式図

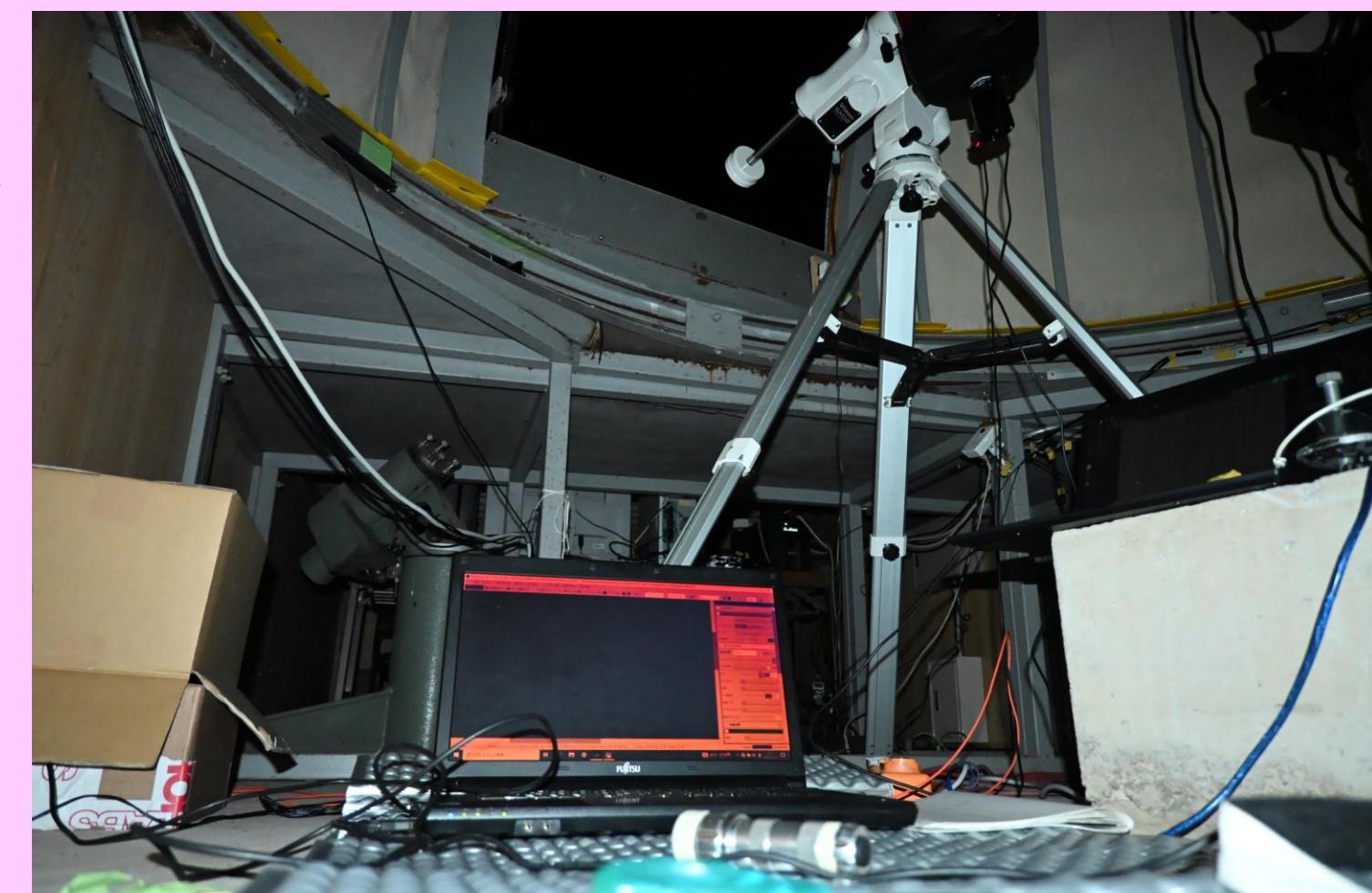


図6. 試験観測の様子

### 解析及び結果

望遠鏡で直接得た光量(①の光量)と、ファイバーを経由して得た光量(④の光量)について、露出時間の差を補正し、後者を前者で除することで効率を算出した。

### 今回効率が最高となった位置では48.5%だった。

- ①の光量:  $8772 \pm 94 \text{ count}$  ( $4 \times 10^{-4} \text{ s}$  露出)  
④の光量:  $106375200 \pm 10300 \text{ count}$  (10 s 露出)  
効率:  $48.5 \pm 0.5\%$

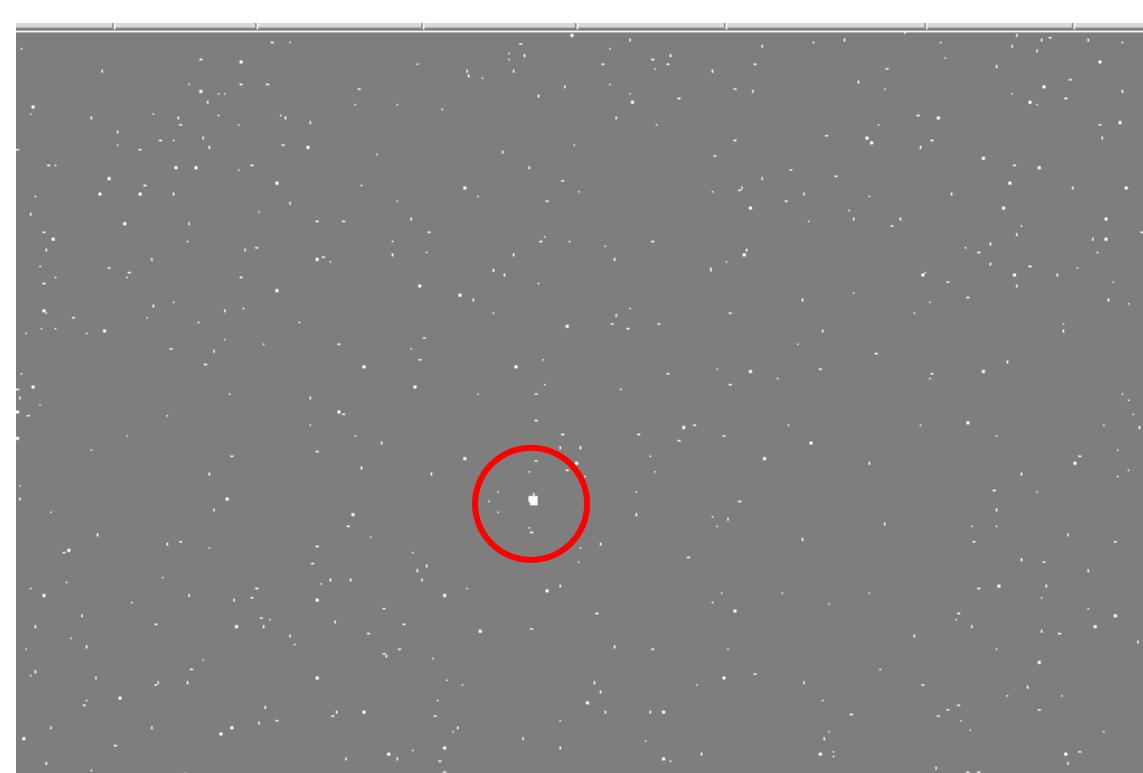


図7. ①で得た像  
FWHM: 約3.5 pix

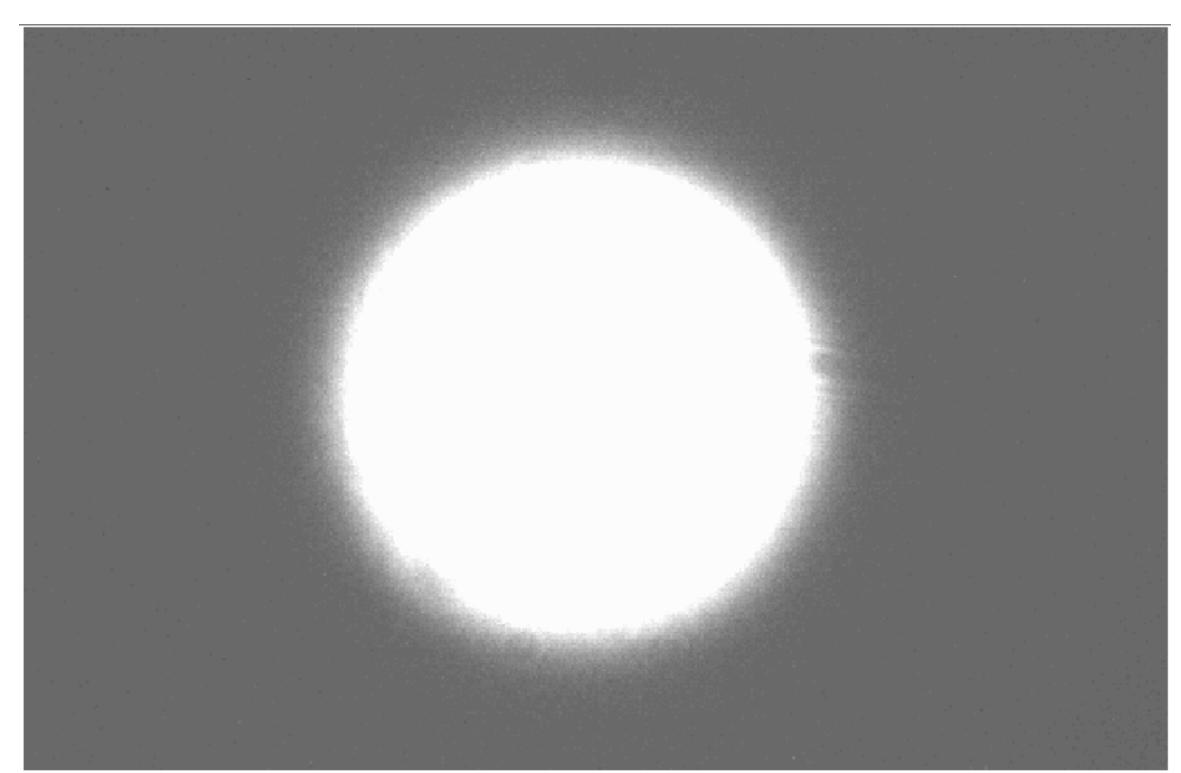


図8. 効率最大の位置における④の像