

近赤外線高分散分光器SANDのための 大気分散補正光学系の開発

小崎瑛子、國生拓摩(名古屋大学)、小谷隆行(ABC/国立天文台)、
高橋葵(ISAS/JAXA)、永山貴宏(鹿児島大学)、平野照幸、
葛原昌幸、寶田拓也(ABC/国立天文台)

- SAND (South Africa Near-infrared Doppler)
 - 南アフリカ サザーランド観測所に設置
 - 大阪大学PRIME望遠鏡用の分光器
 - 視線速度法で晩期型星周りの**ハビタブルな地球型惑星**検出

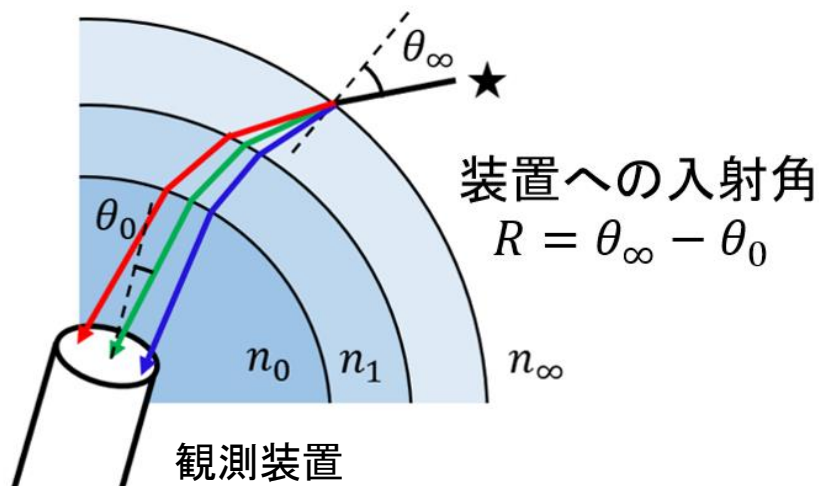
波長範囲	0.83 - 1.10 μm (z,Y band)
波長分解能	R ~ 55000 at maximum

- IRSF (InfraRed Survey Facility) との**光ファイバー接続**
 - 名古屋大学1.4 m望遠鏡
 - 2台の望遠鏡で高頻度観測
⇒地球サイズ惑星まで検出可能

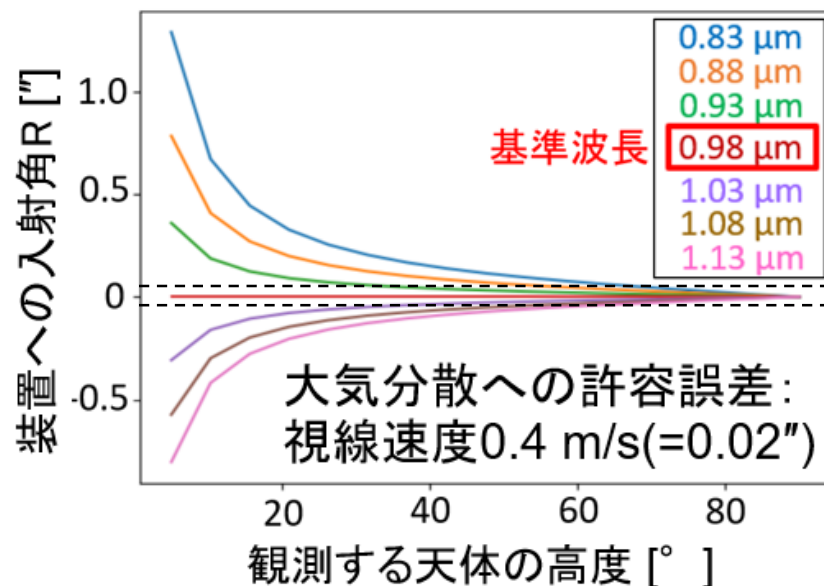


➤ 大気分散によるスペクトル不安定性

- 観測する天体の高度に応じて、恒星光の波長分散量が変化



南アフリカ サザーランドでの大気分散

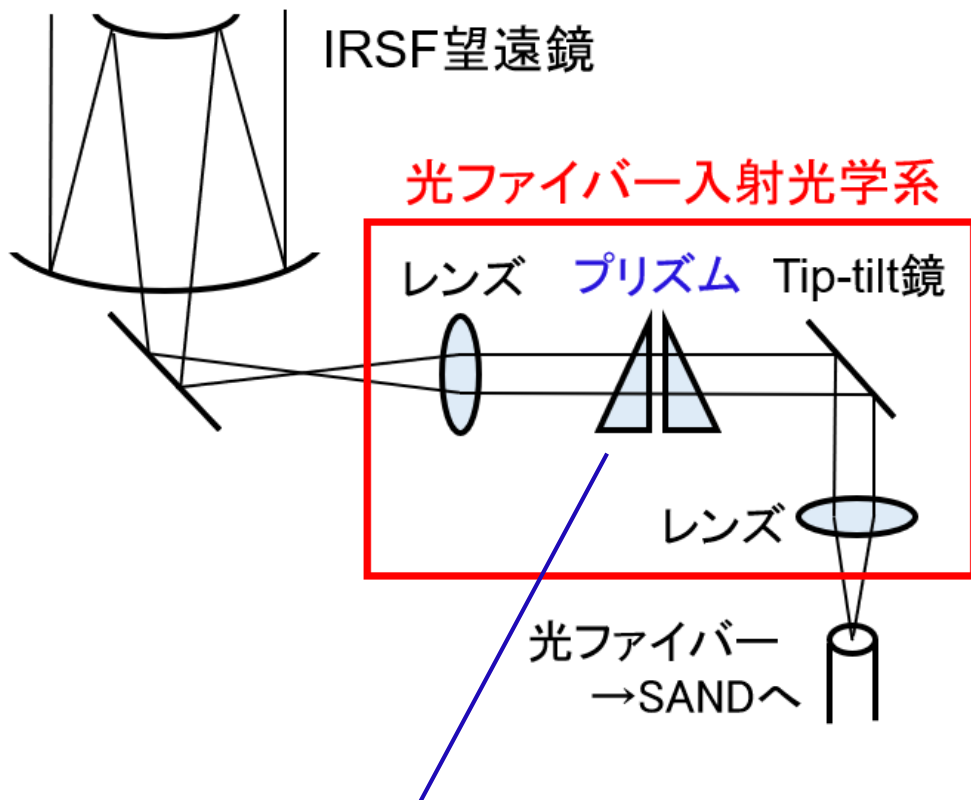


- 大気モデルの不定性 $\sim 0.05''$
 - > 視線速度精度から要求される**大気分散の補正精度 0.02''**
- 可視域で実測による大気モデルの検証 (Wehbe, Cabral & Avila 2021)

本研究の目的

- ① **大気分散**を補正する機能を持った**光ファイバー入射光学系**の開発
- ② **大気分散の測定方法**の考案

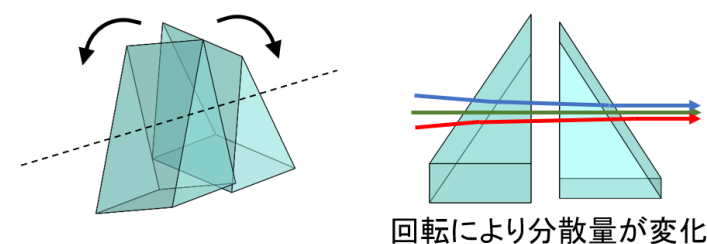
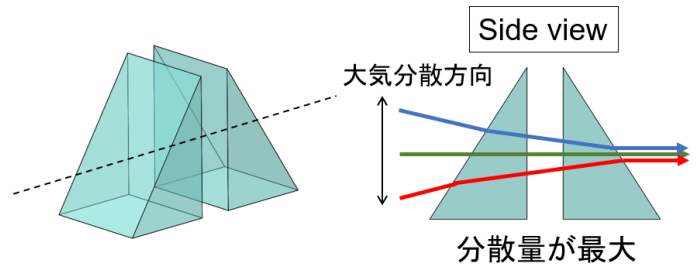
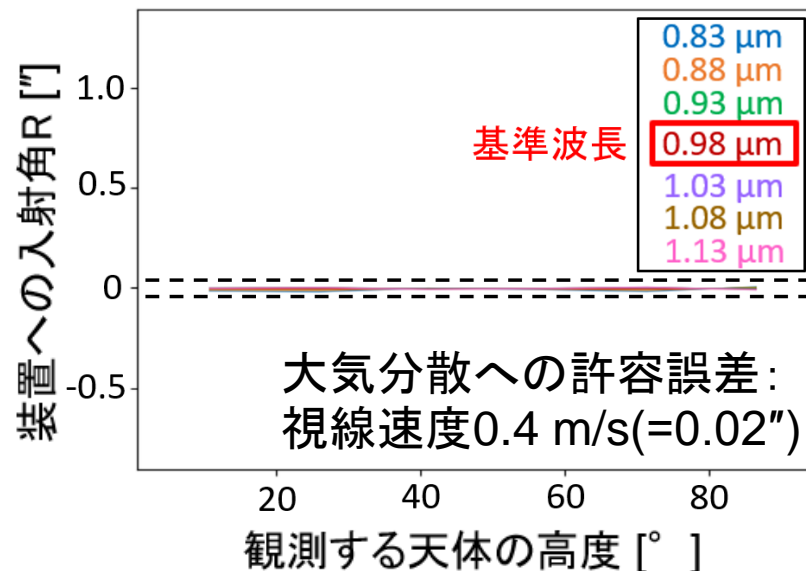
➤ 光ファイバー入射光学系の概要



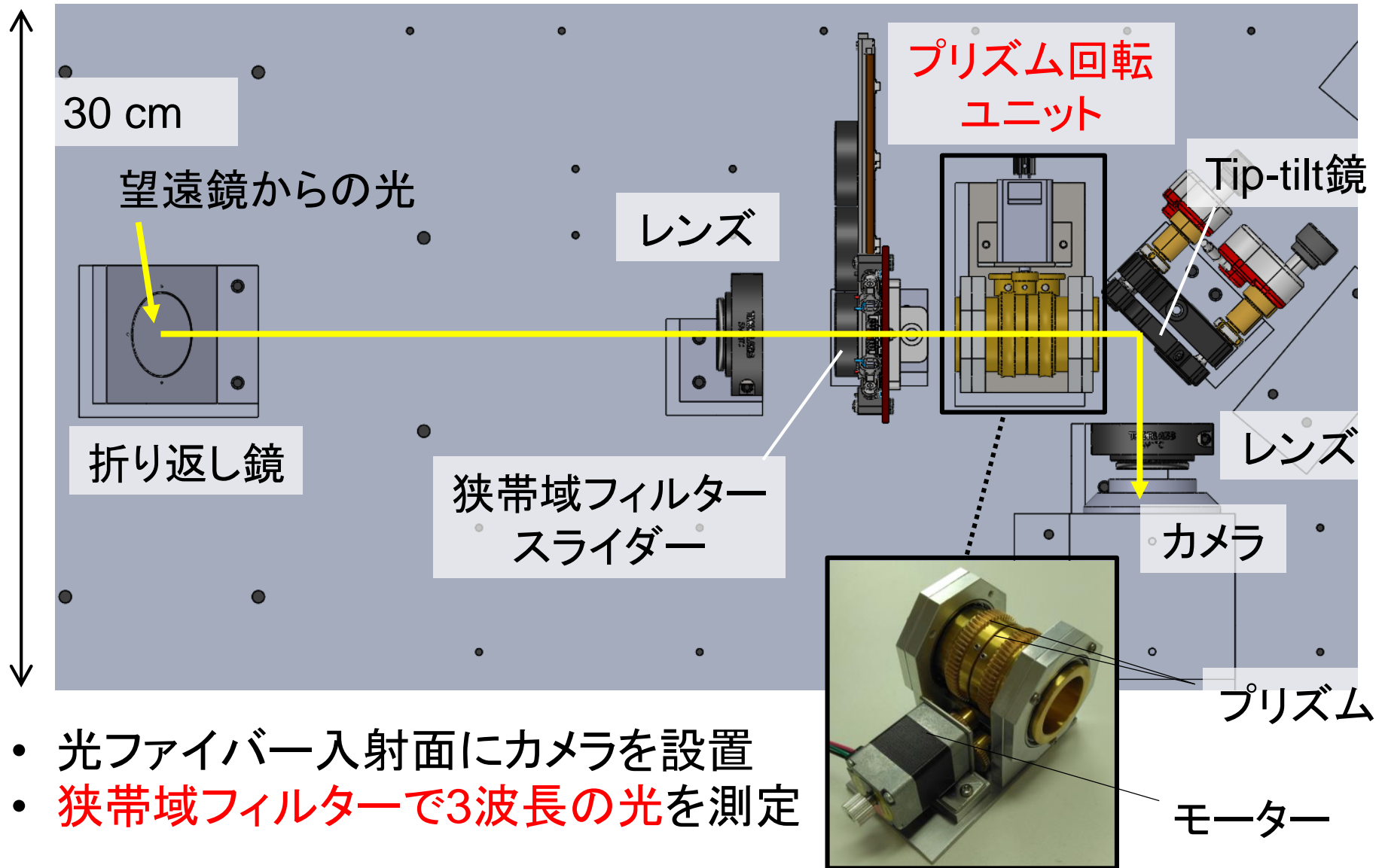
大気分散の補正

- プリズムで大気分散と**反対に波長分散**
- 観測する天体の高度に合わせてプリズムを**回転**

南アフリカ サザーランドでの大気分散



➤ 光ファイバー入射光学系の構造



➤ 光ファイバー入射光学系の性能評価

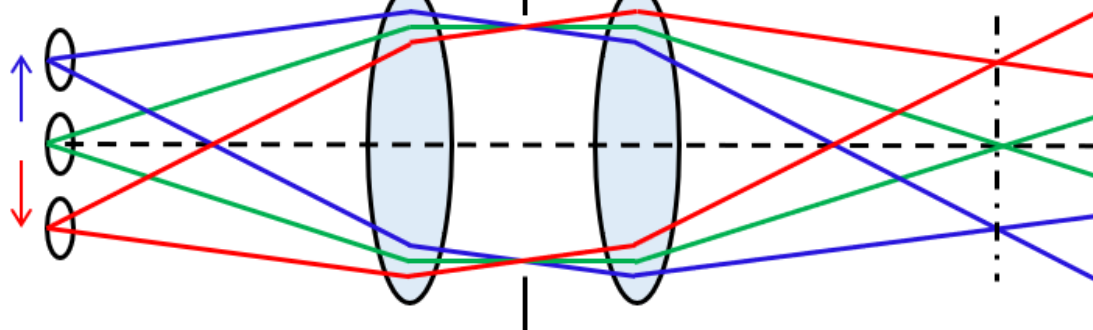
- 実験室実験での検証
 - ①結像性能 ②3波長の重心位置
- **ピンホールの高さと狭帯域フィルター**で、波長ごとに大気分散による角度変化を模擬

大気分散模擬光源ユニット

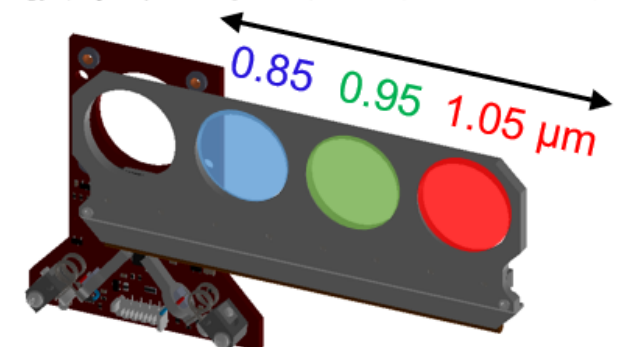
光ファイバー入射光学系

望遠鏡模擬レンズ

ピンホール



狭帯域フィルター ($\Delta\lambda$ 10 nm)



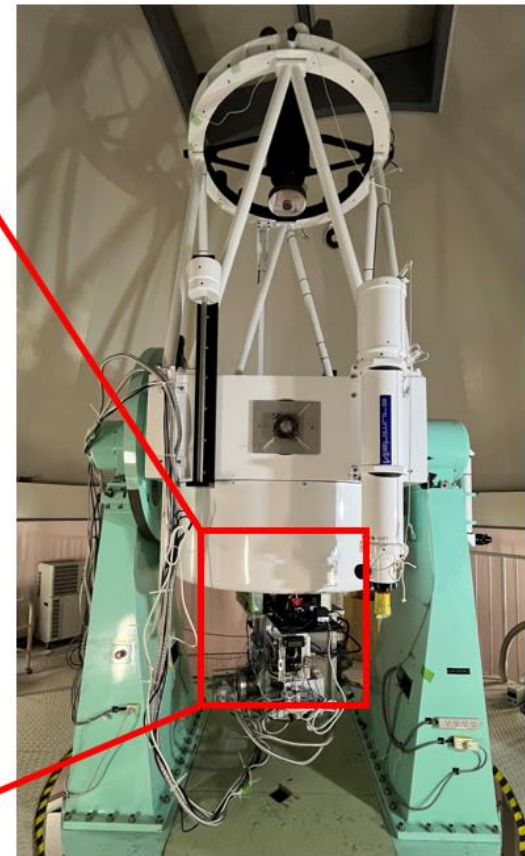
フィルタースライダー

➤ 大気分散の測定

- 光ファイバー入射光学系を望遠鏡に設置
- 狭帯域フィルターを使用して天体光を波長ごとに測定
 - ①結像性能 ②3波長の重心位置

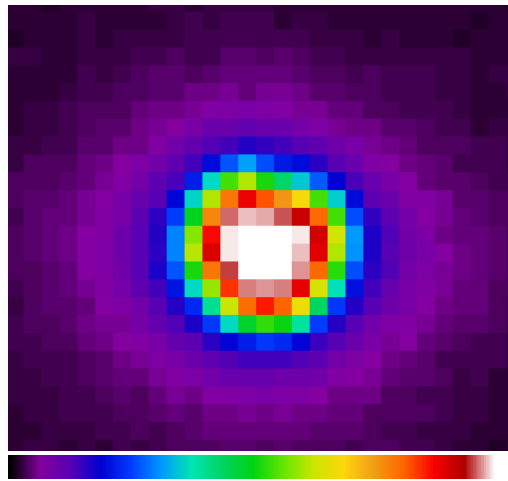
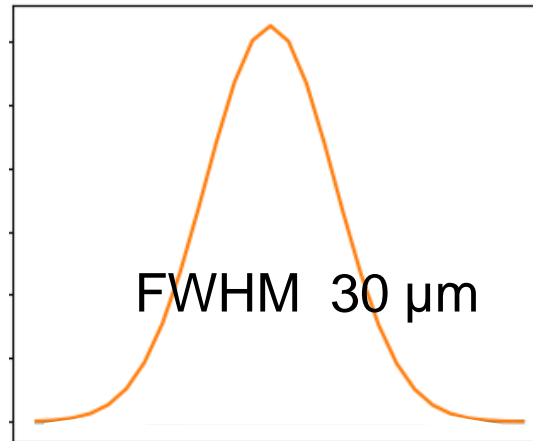
鹿児島大学1 m望遠鏡

観測日：2023年11月22－24日

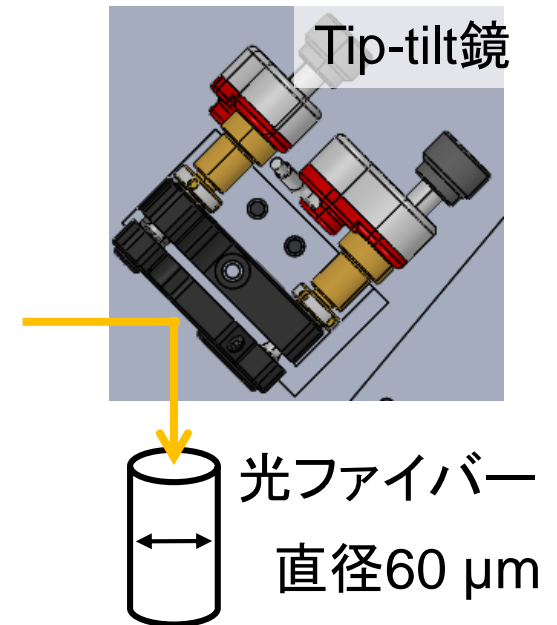


➤ 光ファイバー入射光学系の性能評価

① 結像性能

スポットの
断面プロファイル

結像位置の補正



- スポットサイズ 30 μm
- 結像位置の補正精度 1 μm

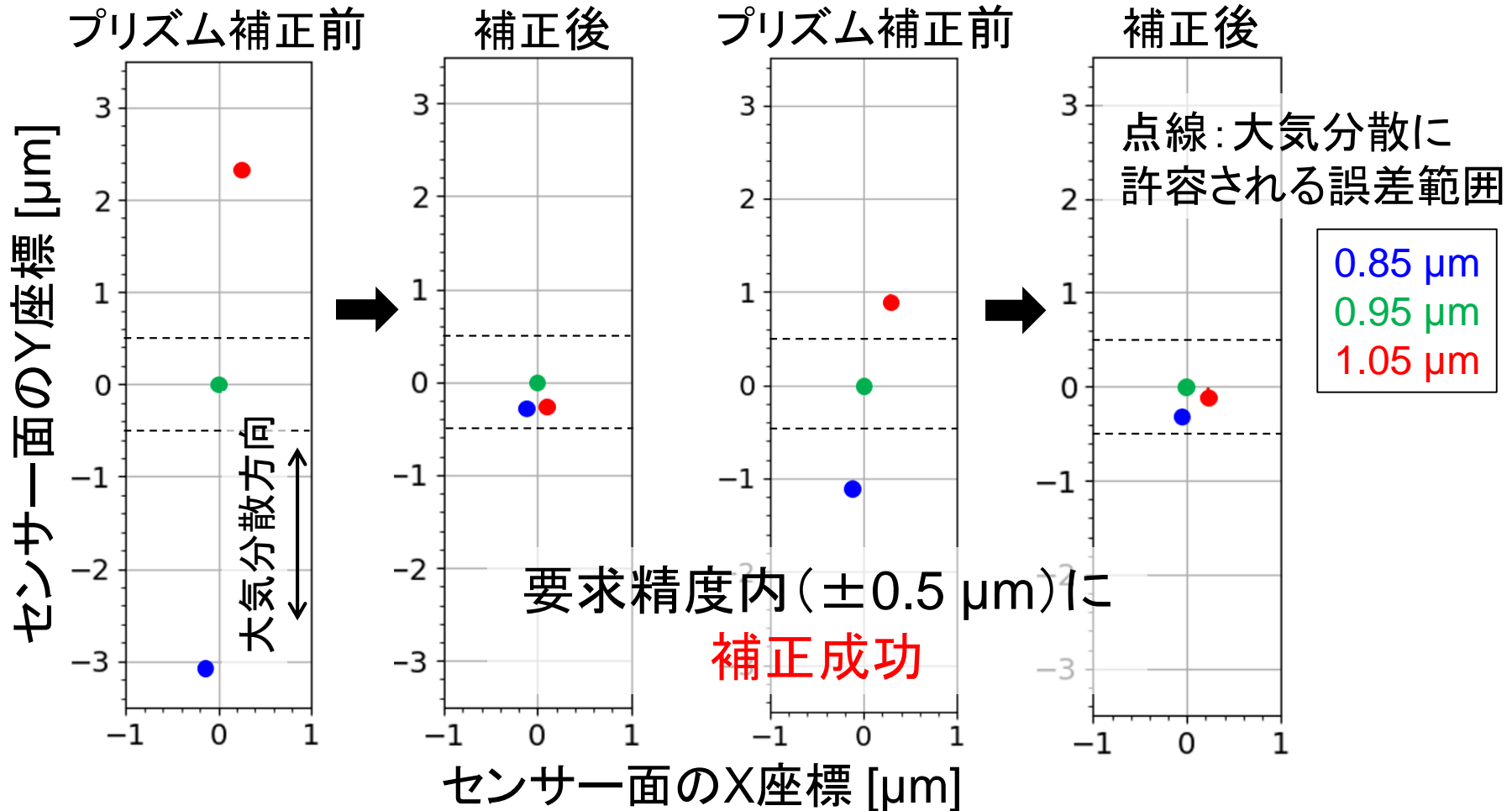
⇒ 光ファイバー(コア直径 60 μm)への
天体導入が可能

➤ 光ファイバー入射光学系の性能評価

② 3波長の重心位置

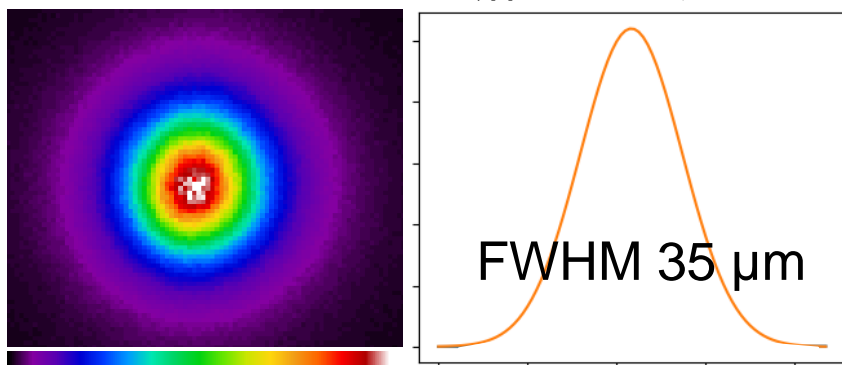
天体高度30度

天体高度60度



➤ 大気分散の測定

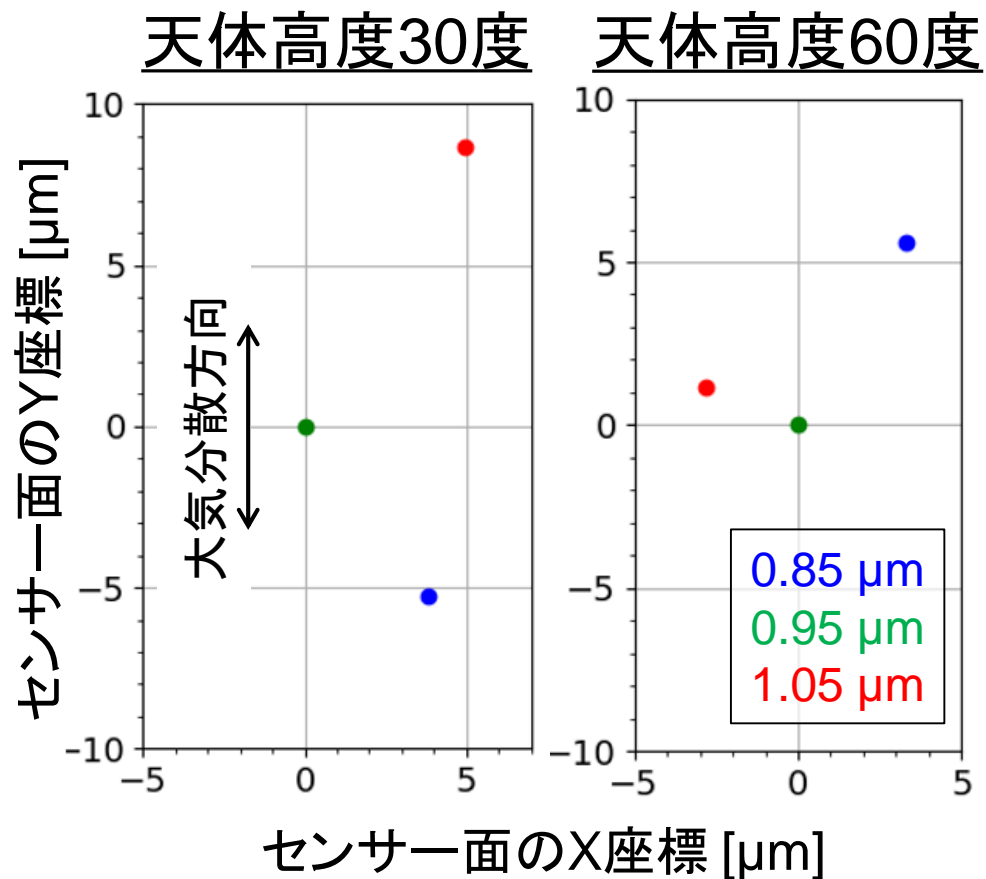
① 結像性能



- スポットサイズ 35 μm
⇒シーイングサイズ 1.5"と一致

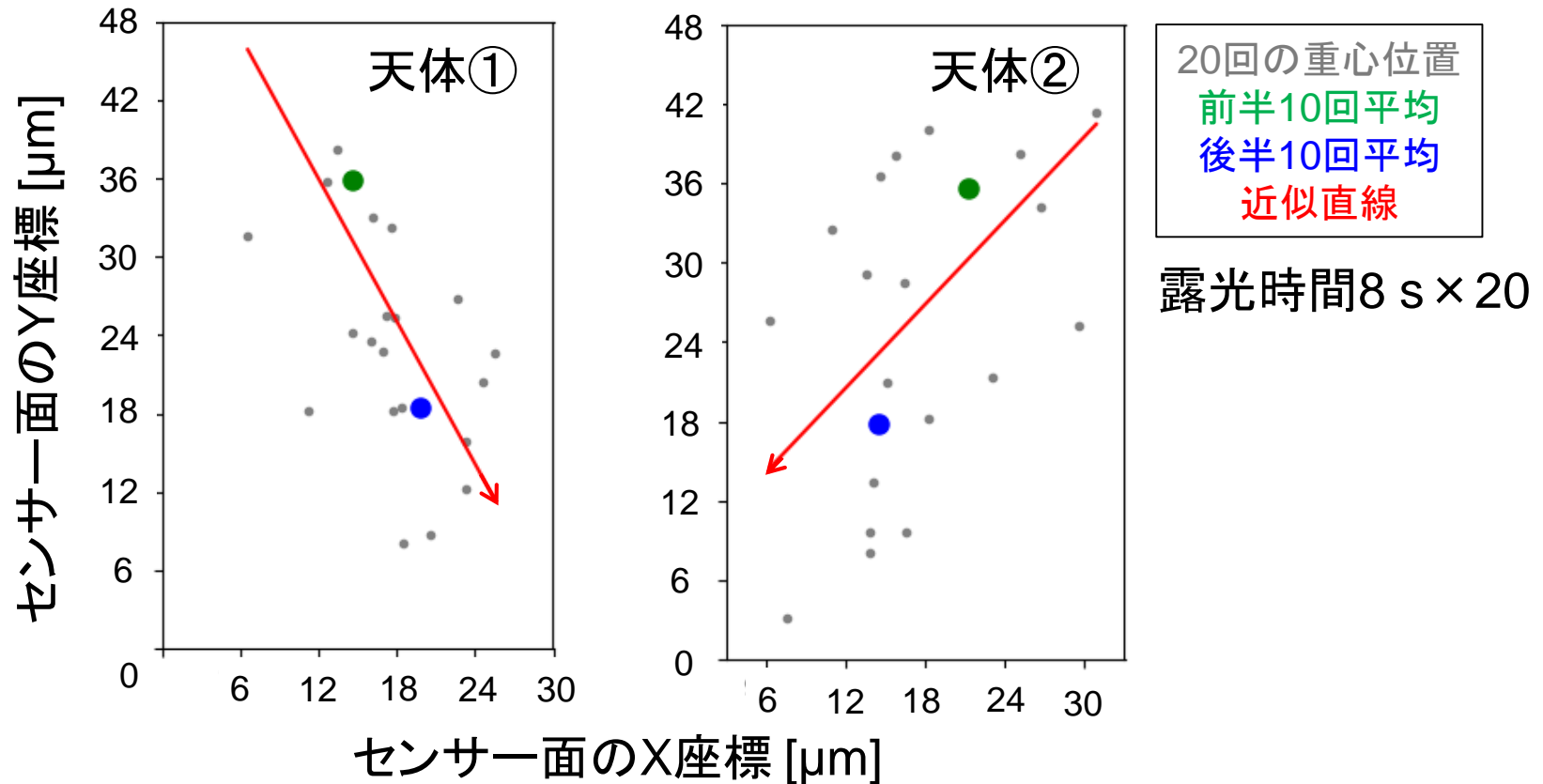
② 3波長の重心位置

- 各波長8 s露光 × 11枚平均
- 3波長が大気分散方向に分布していない



➤ 大気分散の測定

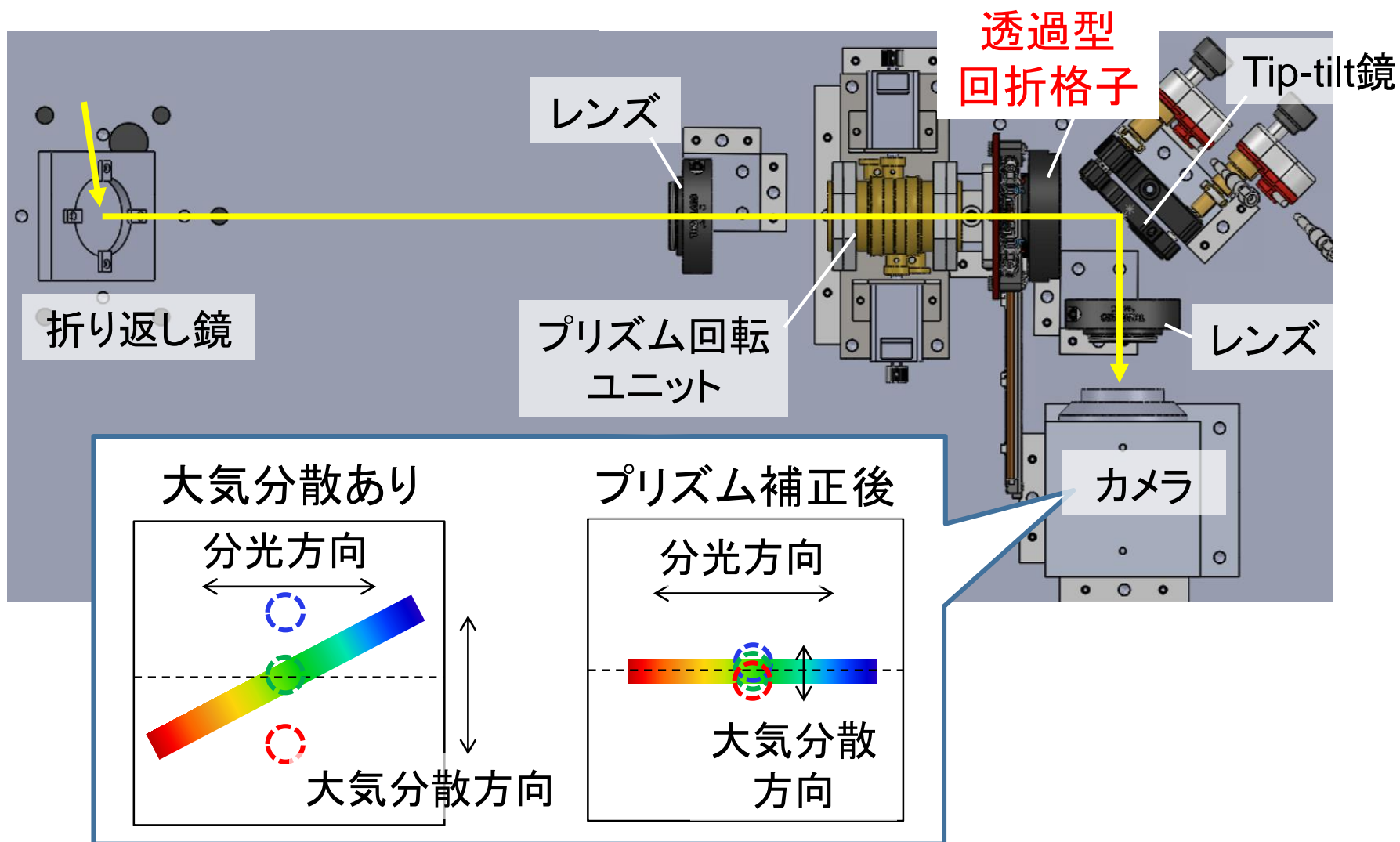
- 単色光の重心位置の時間変化を測定
- 直線に沿った方向へドリフト → 望遠鏡の追尾精度が影響



狭帯域フィルターを切り替える観測では、
各波長の測定間に時間差が生じる

➤ 大気分散の測定

全ての波長を同時に測定するため、光学系を改良中



- IRSFとSANDを光ファイバーで接続し、**大気分散を補正する光学系**を開発する。本装置を使用して**大気分散の測定方法**を検討する。
- 光ファイバー入射光学系を製作し、**大気分散模擬光源を使用して室内試験**を行った。本装置を望遠鏡に搭載して、大気分散を測定した。
- 室内試験の結果、光学系が**要求性能を満たすことを確認**できた。望遠鏡を使用した試験では、大気による波長分散を確認できなかった。
- 望遠鏡の追尾ドリフトの影響を受けない大気分散の測定方法として、**回折格子を用いた複数波長の同時測定**を検討している。