

恒星フレアのH α 輝線を検出する 25cm自動望遠鏡の開発

兵庫県立大学
井出善心、伊藤洋一

恒星では、フレアと呼ばれる爆発現象が大気で起こる。しかし、発生の予測が困難なため、発生直後の分光での観測例は少ない。そこで、本研究では自動で星のH α 輝線を検出する25 cm望遠鏡を開発した。ガイド鏡を併架することで、導入・追尾の精度を向上させた。望遠鏡とカメラを制御するソフトウェアはINDI、PHD2、CCDCielを組み合わせで開発し、安全に自動観測するスクリプトを作成した。Rバンドで12等級の天体を露出時間5分でS/N=40で撮影できる。

1. 背景

恒星大気上空のコロナでフレアは発生し、ガンマ線から電波までの広範な電磁波を放出する。近年の観測的研究で、太陽での最大規模のフレアの10倍以上も大きなエネルギーを放出する、スーパーフレア現象が明らかになってきた。

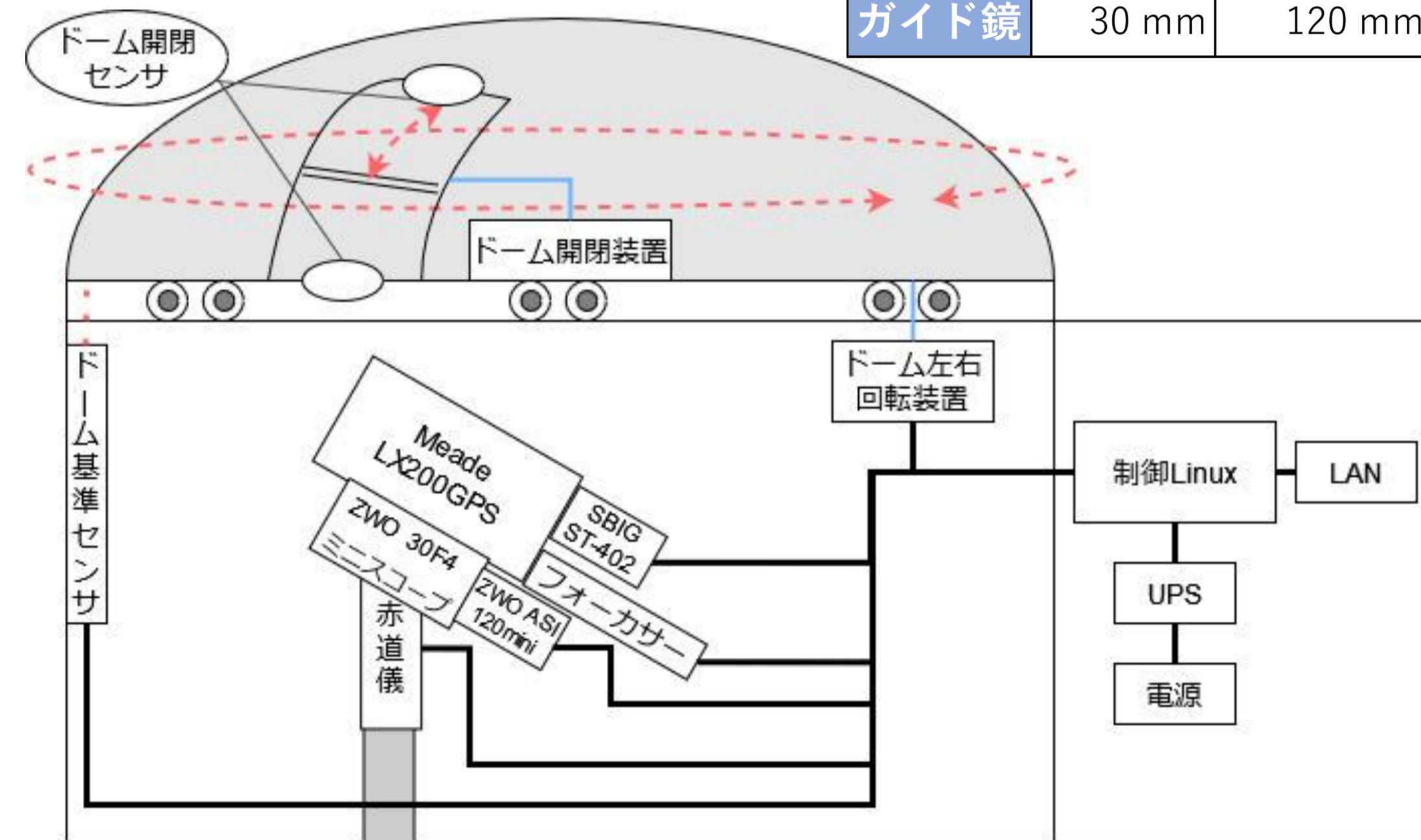
2. 目的

分光観測を用いると、フレア中の時間とともに変化する輝線の形状からガスの運動を推測することができる。(Honda et al., 2018)しかし、恒星でのフレア現象は発生の予測が困難なため、発生直後の分光での観測例は少ない。

フレアで放出されたエネルギーが彩層に流れ込み、彩層を加熱することでH α 輝線を放出する。H α の増光をフレアの発生として検出する、自動で恒星をモニターする望遠鏡を作成している。将来は25 cmの望遠鏡でフレア発生を検出した場合、すぐに西はりま天文台なゆた望遠鏡で分光観測できるように運用する。

3. 望遠鏡システム

	口径	焦点距離	画角
主望遠鏡	254 mm	2500 mm	9.5' × 6.3'
ガイド鏡	30 mm	120 mm	2.3° × 1.7°



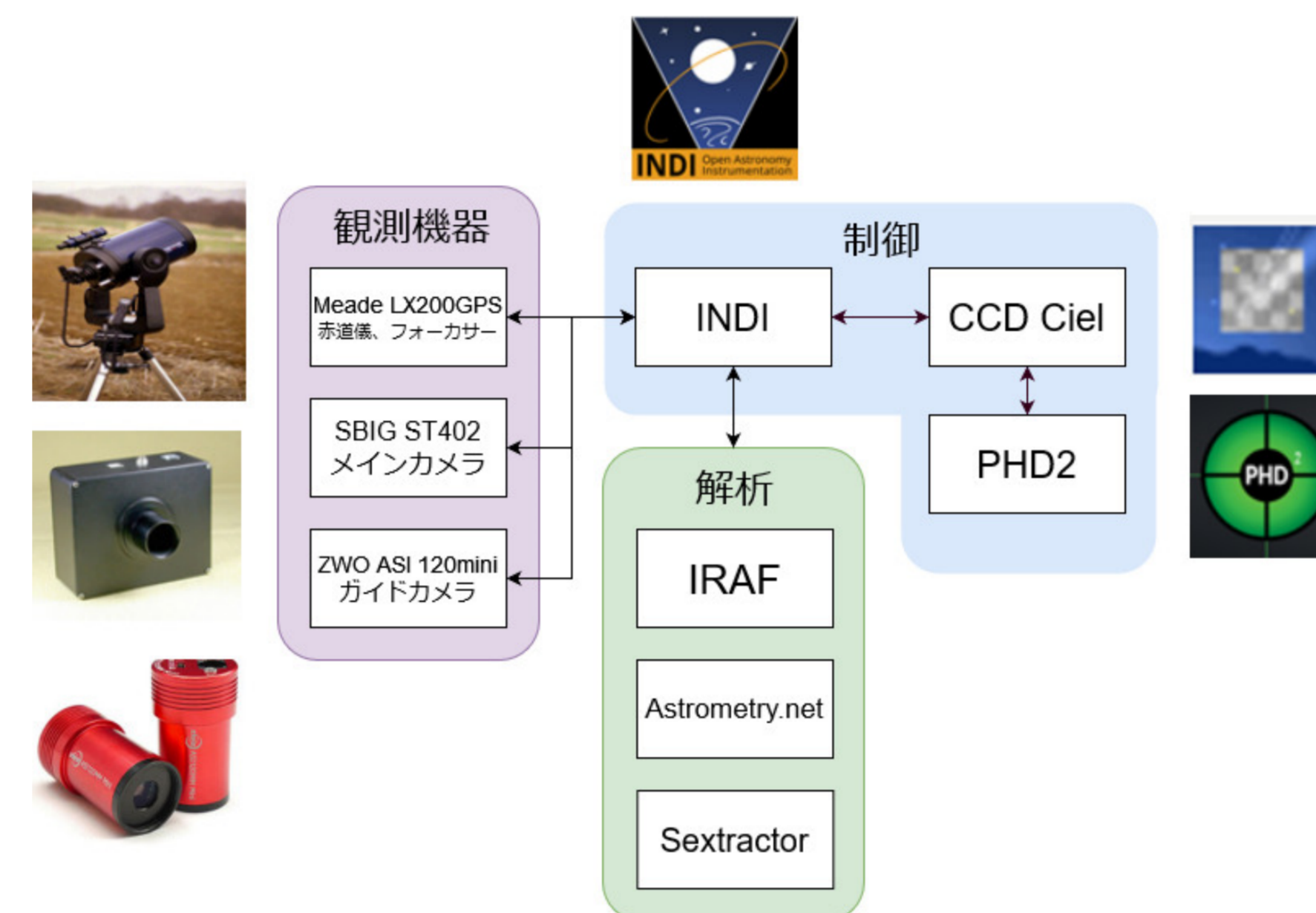
Linuxからすべての機器を制御できるように整備した。

透過光の中心波長656.3 nmで半値幅3 nmのH α フィルターを主望遠鏡カメラにつけた。基準センサはドームの方向の原点修正のために使用する。

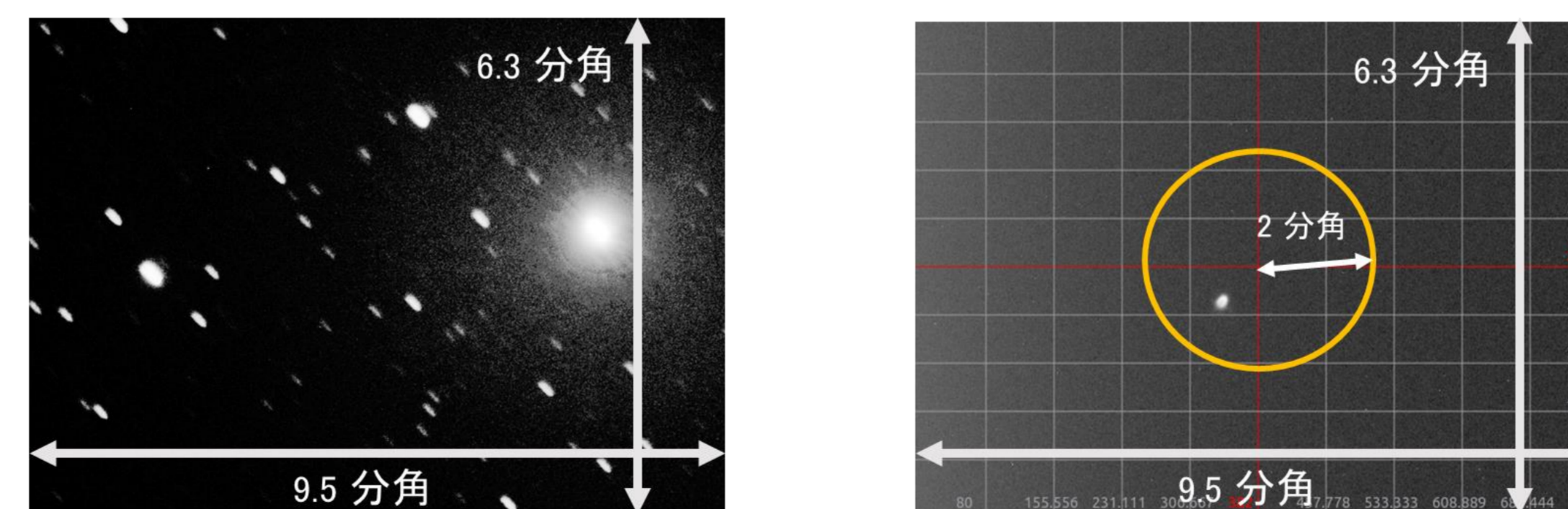
4. 使用したソフト

INDI、PHD2、CCDCielを組み合わせ、Pythonでスクリプトを作成した。
INDI: 望遠鏡、フォーカサー、カメラの制御を行う。
PHD2: オートガイド、ガイドのキャリブレーションを行う。
CCDCiel: PHD2の制御をスクリプトから実行可能にする。

画像の解析にはIRAF、Astrometry.net、SExtractorを用いた。
IRAF: 画像処理を行う。
Astrometry.net: 画像の星の位置から、画像に赤道座標を添付する。
SExtractor: 天体検出を行い、測光する。



5. ガイド鏡による導入と追尾の精度向上



導入精度

以前は主望遠鏡のカメラの視野内に星を導入できなかった(約12').そこで、対象天体を1度導入し、ガイド鏡のカメラで2秒露出を行い、取得した画像から望遠鏡の向いている座標を計算する。その後にもう1度導入することで約2'に向上し、星が視野の中央部に来るようになった。

追尾精度

以前は星が線状に写っていた(約5.3'/h)。そこで、ガイド鏡をオートガイドとして利用することで約2.9"/hに向上し、数分以上の撮影が可能になった。

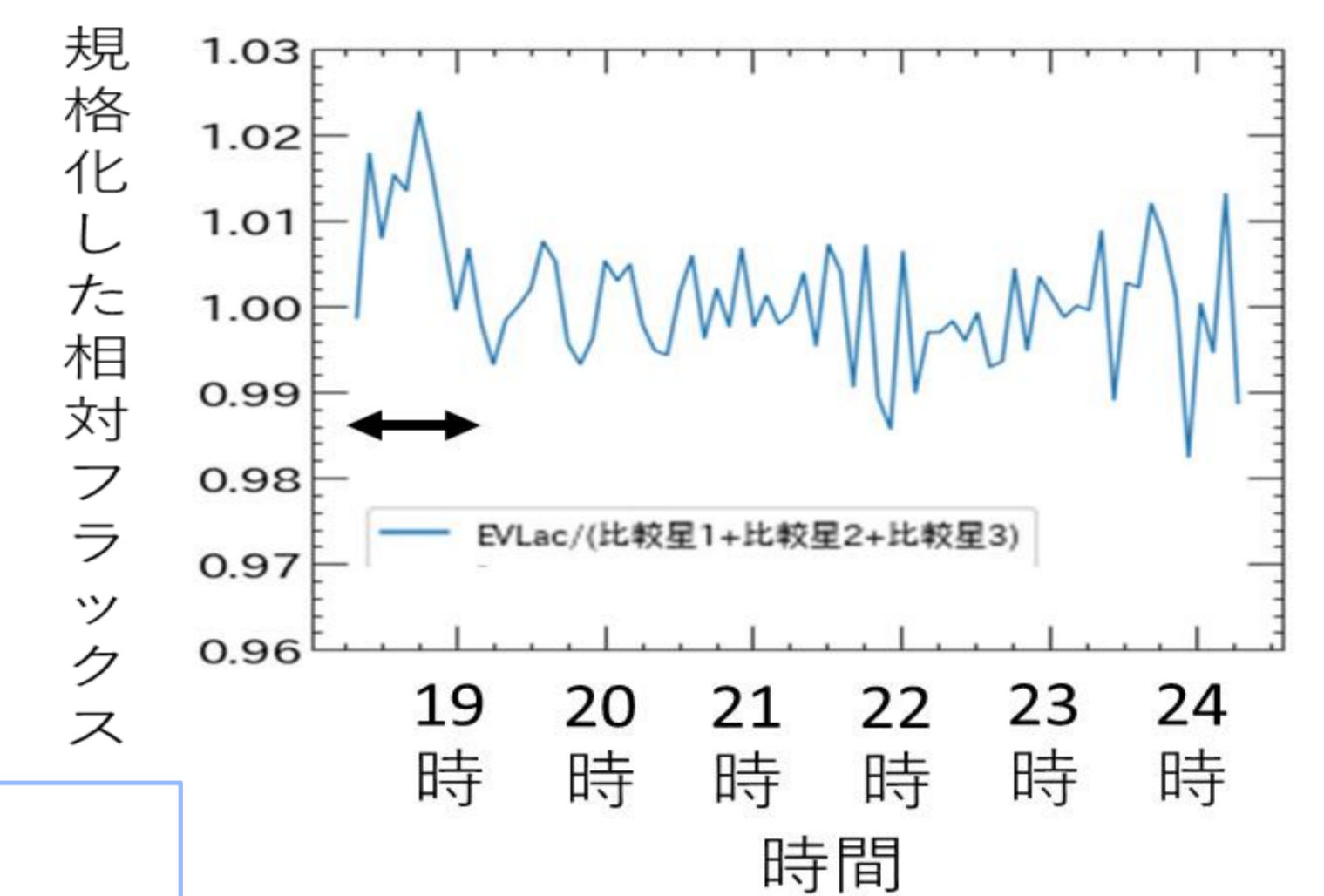
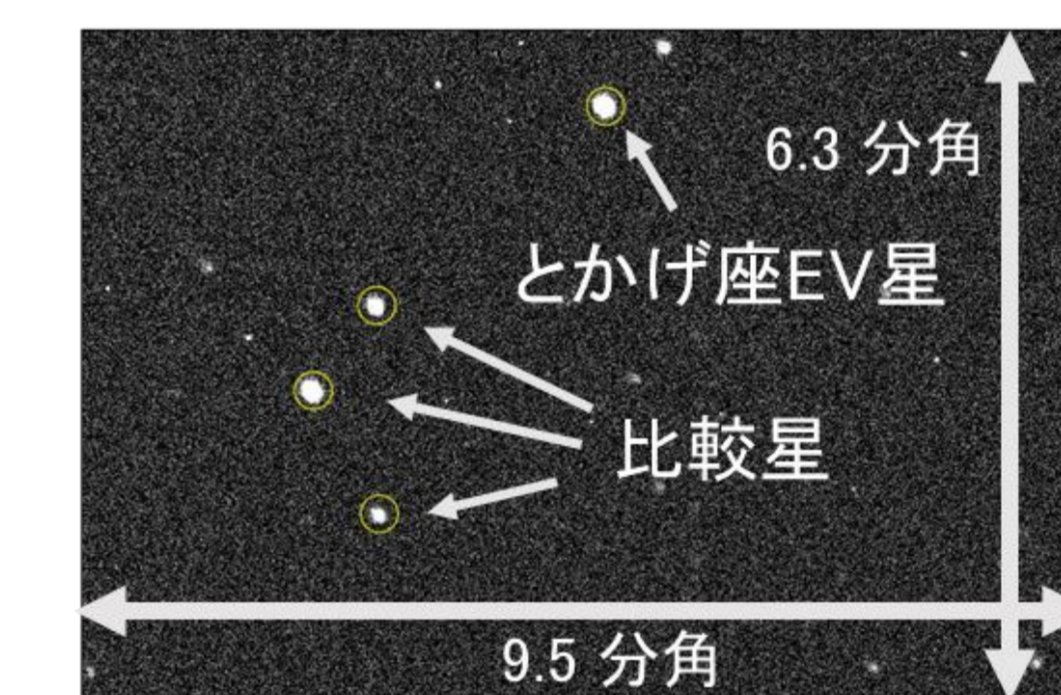
6. 安全対策

西はりま天文台に設置したスカイモニターから毎分更新される気象状況(湿度、風速、雨)をもとにドームを開閉するようにした。

- ①センサやUPS、観測機器の状態の確認
 - ②別のパソコンで死活監視
 - ③観測機器が動作中に異常発生
- 並行処理で確認

①~③に対し復旧できない場合、ドームを閉め安全に終了する。

7. 現在までの観測

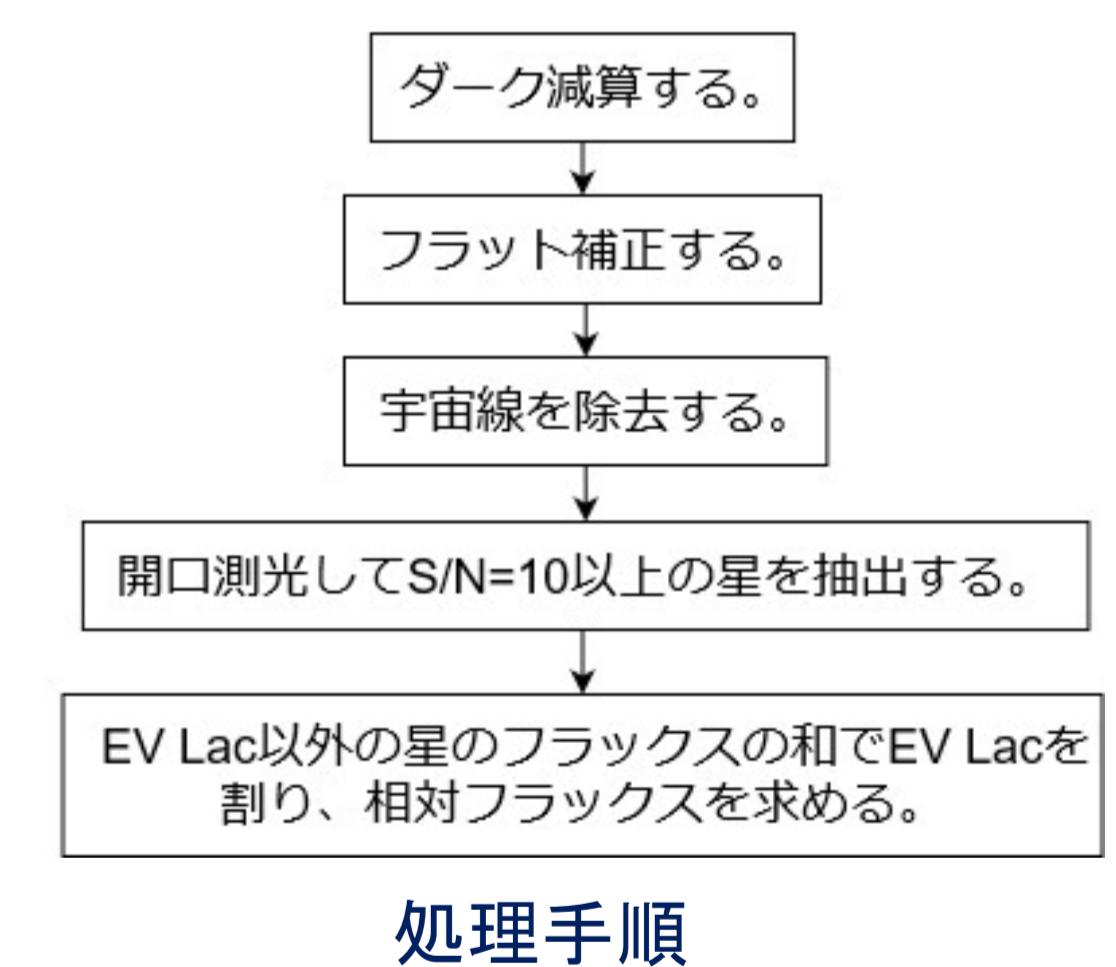


EV Lac
Rバンドで9.9等級
5分露出でS/N \leq 400
4.8回/日のフレア頻度
(Leto et al., 1997)

EV Lacを対象に観測を行った。
撮影時間: 5分
期間: 15日間(それぞれ2~6時間)

光度曲線を目視で確認した限り、増光と思われる箇所は1つのみであった。

図: 2021年11月18日のEV Lacの規格化した相対フラックスの時間変化。



8. 今後の展望

現行の視野では、画像内の星が少ないため、Astrometry.netでWCSを画像に貼り付けられない場合が多い。そのため、解析の自動化までは至っていない。視野を広くするため、24.6 mm × 24.6 mmのCCD(視野: 33.8' × 33.8')に取り替えて観測を行う予定である。

今後は、自動で対象星の相対フラックスを導出し、増光を検出するスクリプトを作成する。