

## T タウリ型星 GQLup の高解像度直接撮像観測

石塚 将斗 (東京大学大学院 理学系研究科 天文学専攻)

### Abstract

近年系外惑星の発見数は飛躍的に増加している。系外惑星発見には様々な手法があるが、近年の観測技術の発達により、直接惑星の姿を捉える直接観測が可能になってきた。今回は直接観測の意義と、SEEDs Project で得られた T タウリ型星 GQLup とその伴星についての観測結果を発表する。

## 1 Introduction

系外惑星は、51Pegb の発見以来徐々にその発見数を増やしてきたが、近年ケプラー衛星のトランジットサーベイなどもあり、発見数は飛躍的に増加した。観測手法としては、間接的な手法として惑星の及ぼす影響を観測するトランジット法、ドップラー法などがあり、多くの系外惑星はこのような間接観測で発見された。これに対し、直接惑星の姿を捉える直接観測は、その難しさから近年まで成功せず、現在でも直接観測によって観測できている系外惑星は数十個である。しかし、直接観測には間接観測にはないメリットがある。まず直接観測は、主星との距離が遠い惑星に感度がある。これは、基本的に主星に近い惑星に強い間接観測を補うようなパラメータの惑星を観測できるということである。さらに、直接撮像は間接観測では得られないスペクトルや色、光度といった情報を得ることができる。これは大気組成の研究などにつながる非常に重要な情報である。

SEEDs は系外惑星や原始惑星系円盤の直接観測を行うプロジェクトであり、すばる望遠鏡+HiCIAO(高コントラスト撮像装置)を使って行われた。そこで得られた GQLup という T タウリ型星の画像の解析結果を発表する。この星は年齢約 1Myr であり、伴星が存在することが知られている<sup>1)</sup>。若い惑星系の観測は惑星形成などへの示唆が得られる可能性があり、GQLup は興味深い観測対象であるといえる。

## 2 Methods/Instruments and Observations

SEEDs は先ほど述べたように、すばる望遠鏡と HiCIAO を用いて大規模な惑星探査を行うプロジェクトである。GQLup の観測は 2013/05/17 に行われ、観測バンドは H バンドであった。露出時間は 10s(coadd3)\*43 枚で、この画像を LOCI という ADI を発展させた手法で合成した。

ADI(Angular differential Imaging) とは、惑星の撮像ではよく行われる解析手法である。瞳面を天球に対して固定することで、シグナル(惑星)は視差によって画像上を回転して移動していく。しかしスパイダー等光学系に由来するノイズは固定されたままとなる。次に、各画像のメジアンをとって参照画像を作り、各画像との差を取ると、主星やノイズを消去し、惑星のシグナルだけを残すことができる。そして各画像を視野回転の分だけ回転させて足し合わせることで、ノイズが低減した画像を得ることができる。今回はさらに、ADI を発展させた LOCI(Locally Optimized Combination of images) という手法を用いた。これは参照画像をメジアンではなく、残渣を最小とするように細かく分けた各領域で参照画像を計算するというもので、よりノイズを低減できる。

### 3 Results

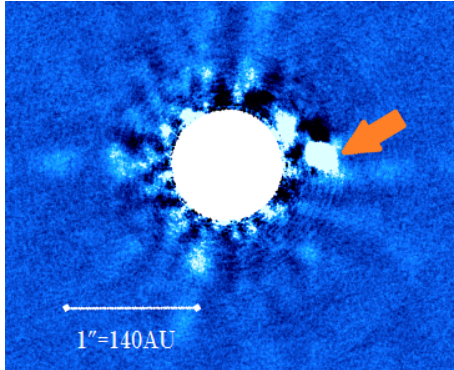


図 1: 結果

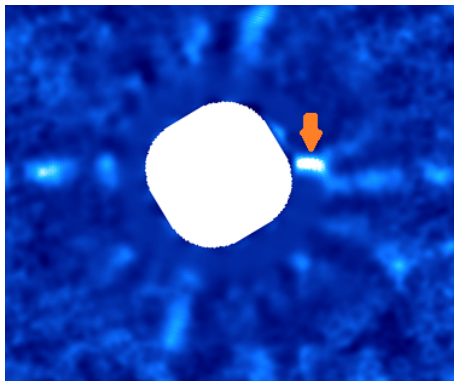


図 2: snmap

上が得られた画像と、その S/N を示した SNMap というものである。主星の西に伴星のシグナルがはっきりと確認できる。

### 4 Discussion

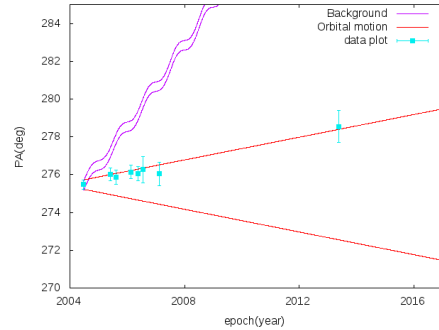


図 3: PA の変化

図 3 は、伴星が背景星だったとしたときの主星との赤経、赤緯の差の変化と、観測で得られた主星との赤経、赤緯の差を示したものである。ここから、非常に高い S/N で (40 以上) で背景星である可能性が否定できる。

また、この GQLupb は主星から遠距離 (約 100AU) にある褐色矮星程度の質量の伴星である。惑星形成モデルにはコールドスタートモデル (コア集積モデル) とホットスタートモデル (重力不安定モデル) の 2 つの主要なモデルがあるが、GQLupb のような主星から遠い重い星は、コールドスタートモデルでは説明できない。このため、ホットスタートモデルに基づいて計算された褐色矮星の光度変化を質量ごとに計算した COND03 モデルと、今回の画像から得られた H バンド等級を比較することで、GQLupb の質量の推定を行った。この結果、質量は 17 から 30 木星質量になった。

### 5 Conclusion

今回は系外惑星の直接撮像の意義と、T タウリ型星という惑星形成などの観点において興味深い天体である GQLup の直接撮像の結果と解析を行った。主星との相対アストロメトリによって、背景星である可能性を高い S/N で否定できた。H バンドにおいて変光はみとめられず、またそこから質量に新たな制限を加えることができた。Future work としては、軌

2015 年度 第 45 回 天文・天体物理若手夏の学校

道要素の制限、偏光成分から円盤の構造にも制限を加えられるのではないか、と考えている。

## Acknowledgement

基礎物理学研究所 (研究会番号 : YITP-W-15-04 )  
及び国立天文台からのご支援に感謝いたします。

## Reference

1)Neuhauser, R. et al.AA, 435, L13 (N05)