

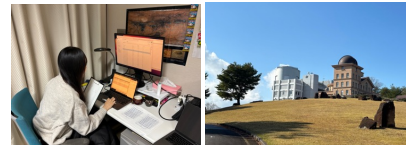
2mなゆた望遠鏡のWFGS2における系外惑星のトランジット分光観測の実習報告 @OISTER 短期滞在実習

太田 明日夏(名古屋大学) 実習先: 兵庫県立大学西はりま天文台



概要

- 太陽系外惑星のトランジット分光観測は、観測される波長ごとの減光率の違いから、惑星大気の特徴づけを行うことができることが知られている。
- 本実習では、系外惑星のトランジットによる減光や系外惑星の大気由来の特徴の検出を目的として、兵庫県立大学西はりま天文台の2mなゆた望遠鏡/WFGS2を用いて、可視光領域における分光観測を行った。
- その結果、トランジットによる減光は見られなかったが、今後スリットロス補正により検出できる可能性がある。



1. 背景

系外惑星研究の現状

- 系外惑星は1995年に初めて検出された(Mayor & Queloz 1995)。現在では約5000天体が発見されており、**生命探査を行う上で重要な天体として知られている**。現在は系外惑星の検出だけでなく、惑星大気の特徴づけを行う観測研究が盛んに行われている。

系外惑星の検出方法:トランジット法

- トランジット法は、系外惑星の主要な検出方法の一つである。惑星が主星の前を通過する(トランジットする)際に生じる減光を捉えることで、間接的に惑星を検出する(図1)。

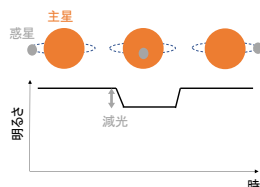


図1 トランジット法の模式図

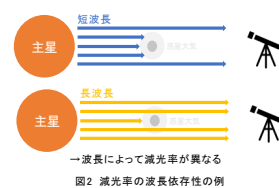


図2 減光率の波長依存性の例

系外惑星の大気の特徴づけ方法:トランジット惑星の分光観測

- 大気中の雲の有無や組成等の違いによって、波長ごとの減光率が異なる。そのため、**分光観測を行うことで、減光率の波長依存性から惑星大気を推定することができる**(図2)。

2. 目的

実習参加目的

- 系外惑星・系外衛星検出に関する修士論文研究に向けて、可視赤外線波長域での観測経験を積み、観測・解析の知識や装置の仕組みの理解を深めるため。

観測目的

- 本実習では、
 - 系外惑星のトランジットによる減光
 - 系外惑星の大気由来のレイリー散乱や大気成分(Naの吸収線等)の検出を目的として、可視光領域における分光観測を行った。

3. 観測

観測概要

- 望遠鏡: 2mなゆた望遠鏡(図3)
- 観測装置: 可視光分光撮像装置(WFGS2)(図3)
 - 分光素子: 300本/mmグリズム($g300$)
 - 波長分解能: $R = 300$
 - 波長: $4150 - 9000 \text{ \AA}$
 - スリット: 2段幅ロングスリット($10''$ 幅部分を使用)
- 観測天体: WASP-93
- 観測日時: 2023/11/14(火) 21:00頃 ~ 25:45頃
- **惑星(WASP-93 b)によるトランジット検出を狙った**



図3: なゆた望遠鏡とWFGS2

観測方法

- 目標星(WASP-93)と参照星(HD232237)(図4)をスリット(図5)に入れ、スリットに入った光をグリズムを用いて分光する。

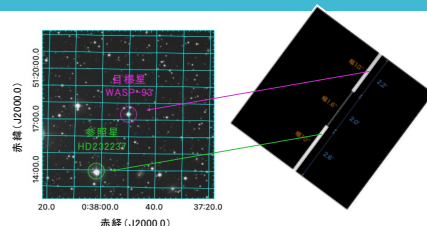


図4: 観測天体 [DSS(STScI)のデータ(青)]

図5: スリット

4. 解析

解析方法

- 以下の流れ(図6)でデータ処理を行い、目標星の相対スペクトルを得た。

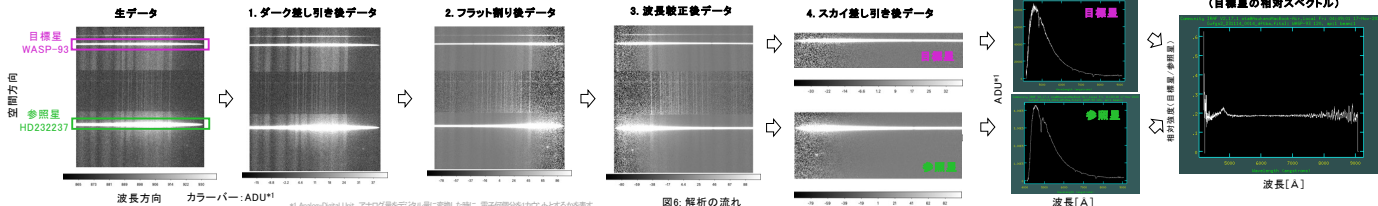


図6: 解析の流れ

5. 結果と考察

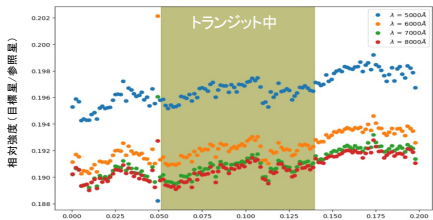


図7: 各波長ごとの光度曲線^{*)}

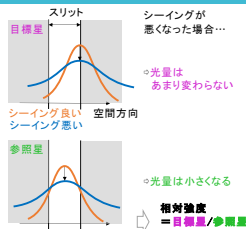


図8: シーイングの変化とスリットロスの関係の例

- 結果**
 - 確実なトランジットによる減光は見られなかった(図7)。

考察1

- 全体的に波打っている形状の原因は、スリットから参照星が少し外れた現象(スリットロス)が数回起こったことが可能性として考えられる。
- 過去のトランジット分光観測においても、スリットロスにより光度曲線が乱れることが指摘されている^{*)}。

考察2

- 全体的に右上に上がっていく特徴の原因は、シーイングの時間変化とスリットロスとが組み合わせによることが可能性として考えられる。例えば、目標星がスリットロスしている状態でシーイングが悪くなった場合、目標星/参照星の値が大きくなる可能性がある(図8)。

^{*)} 中央波長をそれぞれ、実線は観測データ、点線はスリットロス補正後のデータを示す。*) 中央波長をそれぞれ、実線は観測データ、点線はスリットロス補正後のデータを示す。

6. 今後の展望と結論

今後の展望

- トランジットによる減光が検出できなかった。
 - スリットロスの補正を行い、本当にトランジットによる減光が検出できないか調べたい。
- 簡単のために波長分解能を落としており、光度曲線が4本しか描けていない。
 - 波長分解能を上げ、波長方向の吸収線や特徴の議論を行いたい。

結論

- 修論に向けて、光・赤外線の望遠鏡における観測経験を積み、観測・解析の知識や装置の仕組みの理解を深めるため、「2mなゆた望遠鏡のWFGS2における、系外惑星のトランジット分光観測」というテーマで本実習を行った。
- WASP-93 bのトランジット分光観測を行った結果、トランジットによる有意な減光は確認できなかった。原因は、観測天体がスリットの範囲から外れたことである可能性があると考えているため、今後、スリットロスの補正等行いたい。
- また、今回触れられなかった系外惑星の大気由来のレイリー散乱や大気成分(Naの吸収線等)の議論は、今後の課題である。

謝辞

- 本実習では、高橋隼氏をはじめとする兵庫県立大学の皆様には大変お世話になりました。ご指導、ならびに貴重な観測時間をいただき、ありがとうございました。