



IRSF/SIRIUSによる スーパーアースGJ1214bの大気観測

成田憲保(国立天文台)

永山貴宏(名大)、末永拓也(総研大)、福井暁彦(岡山観測所)、
生駒大洋(東大)、中島康、西山正吾、田村元秀(国立天文台)

目次

- 背景
- 近赤外高精度測光の方法
- GJ1214について
- 観測結果とモデルの比較

トランジット惑星の大気観測

- 系外惑星のトランジットの深さは惑星大気の組成に依存する
 - 特に近赤外では分子大気組成に依存
 - 多波長トランジット観測によって惑星大気の組成を推定できる
 - サイズの小さい低温度星のまわりに地球サイズの数倍程度の惑星(スーパーアース)がトランジットで発見されてきている
 - スーパーアースの大気組成の観測はようやく可能になった新しいサイエンス(これまではホットジュピターのみ)
- これらの研究を行うにはmmagレベルの高精度測光が必要
 - しかし現実には近赤外の高精度測光は難しかった

近赤外高精度測光の方法

- フラットが完全でないなら、ターゲットを検出器上で動かさないようにすればよい
- バッドピクセルが多くてもそこにターゲットを乗せなければよい
- さらに光子をたくさん稼ぐため、また線形性の良いカウントで観測するために、ターゲットをデフォーカスすればよい

ターゲットを検出器上で固定するには

- オートガイダーがあれば一番楽
- もしオートガイダーがない場合は、星像が動いた時に望遠鏡にフィードバックをかければよい
 - 重心位置が数ピクセル以上移動したらフィードバックをかける
 - トラッキング精度が悪いとフィードバックの回数が増えて時間のロスが増えるが、フラットの不完全性のノイズをひろってしまうよりはよい

IRSFの場合

- オートガイダーがないため、位置固定ソフトが2011年に導入された
 - これによって初めて高精度測光観測が可能に
- 多波長トランジット観測による惑星大気の観測
 - トランジットの深さは特に近赤外では分子大気組成に依存
 - 多波長の近赤外トランジット観測によって、惑星大気の組成を推定できる -> IRSFの3色同時の機能は非常に魅力的

最初のターゲット：GJ1214b

- 初めて発見された低温度星(M4.5V)まわりをトランジットするスーパーアース (Charbonneau et al. 2009)
- 惑星半径： $\sim 2.7R_{\text{Earth}}$, 惑星質量： $\sim 6.55M_{\text{Earth}}$
- 主星が $\sim 0.2R_{\text{Sun}}$ 程度と小さいため、スーパーアースでも1%以上の減光を起こす
- 大気組成を調べることができる初めてのスーパーアース
- 太陽系近傍の13pcの距離にあり、 $V=14.67$, $J=9.75$, $H=9.09$, $K_s=8.78$ と近赤外で明るい

IRSFの観測でわかったこと

- JHKsでほぼフラットな透過光スペクトルを確認
- Croll et al. (2011)が主張したKsバンドでの深いトランジットは見られなかった
- 現在のエラーの範囲では水蒸気大気のモデルと、厚い雲がある水素大気のモデルと合い、雲がない水素大気のモデルとは合わない
- 繰り返しの観測で制限を強める or 青い領域を観測することでさらに大気モデルの判別が可能になる
- NN et al., to be submitted this week

今後の課題

- GJ1214のような面白い惑星系を自分たちの手で発見して、惑星大気の観測まで行いたい
- 特に、太陽系に近い惑星系でのトランジットを起こすスーパーアースを探したい

岡山観測所ISLEでの 新しいトランジット惑星の探索

成田憲保(国立天文台)

福井暁彦(岡山観測所)、平野照幸(東大)、
末永拓也(総研大)、高橋安大(東大)、大貫裕史(東工大)、
Eric Gaidos, Emily Chang(ハワイ大)

低温度星まわりのトランジット惑星

太陽系近傍($J < 10$)でこれまでに発見されたのは

- GJ436: 視線速度で発見後にトランジットを発見
- GJ1214: サーベイグループ M_{Earth}による発見

の2つのみ

➤ 1つの新たな惑星発見にも大きな意味がある

➤ 目標: $J < 10$ の middle K-M 型星でスーパーアース発見

✓ すばるIRDの目標は $J < 10$ で 1m/s の精度 -> RV 追観測が可能

トランジット惑星探しの方法

- 定期的な星の減光現象を発見する
- 惑星以外の偽検出を取り除く
- 惑星の半径、質量、軌道を決定する

本トランジット惑星探しの全体の流れ

1. SuperWASPアーカイブから選定したトランジット惑星候補に対して、岡山のISLEを用いて高精度測光観測を行い、その減光形状から惑星以外の現象を排除する
2. 1をパスした候補について、すばる望遠鏡のHiCIAOやIRCSを用いて高空間分解能な撮像観測を行い、背景星の混入がないかどうかを調べる
3. 1をパスした候補について、すばる望遠鏡のHDSやIRDを用いて視線速度測定を行い、減光周期に同期した視線速度変動を調べる

我々の今後の研究計画

- 2014年頃のIRD稼働前→新しいトランジット惑星の探索
 - 地上や宇宙トランジットサーベイのアーカイブをもとに候補を選定し、高精度測光観測・直接撮像観測・視線速度測定によって本物の低温度星まわりのトランジット惑星を発見する
- IRD稼働後→トランジット惑星の特徴づけ
 - 事前に発見した惑星候補の質量と軌道を決定
 - 新しいトランジット惑星の詳細な観測を世界に先駆けて行う

まとめ

- 日本で初めての低温度星まわりのトランジット惑星探し
- もし本物のトランジット惑星があった場合に、実際に発見できるだけの十分な準備を行っている