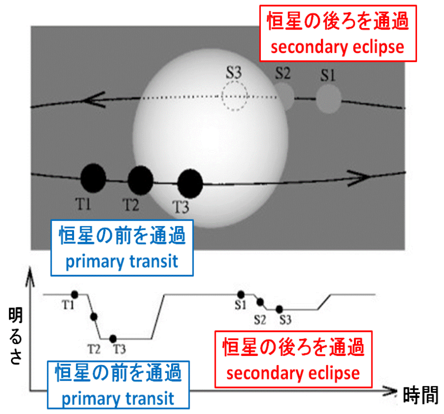
secondary eclipse 観測へ向けて

東京工業大学　修士２年　大貫裕史

１．secondary eclipse 観測とは何か？

系外惑星の発見法の１つとしてトランジット法が有名であるが、この観測法は中心星の前を惑星が通過すると中心星からの光が遮断されることを利用して、惑星の公転周期に同期した周期的な減光を観測することによって惑星の存在を間接的に示す観測法である。



一方、secondary eclipse 観測とは、右図に示すように、惑星が中心星の後ろに隠れるときを観測する観測手法である。

つまり、secondary eclipse が起こる時は、惑星由来の光の分だけ観測される光の強度が減ることになる。したがって、secondary eclipse を検出することは、惑星由来の光を観測することに同義である。このように、惑星の情報を直に得られる点が secondary eclipse 観測の最大の長所である。

２．secondary eclipse 観測から何が分かるか？

secondary eclipse の減光率を観測することで、その観測波長における惑星の温度（輝度温度）が分かる。つまり、いろいろな波長で観測を行えば、それぞれの波長における輝度温度が分かるので、惑星大気の温度構造が分かる。それにより、thermal inversion が観測されることもある。

また、講演ではあまり注目しなかったが、惑星軌道の離心率などに大きな制約を与えることもでき、さらに、差分分光観測を行うことで惑星大気の組成も分かる。

３．先行研究紹介

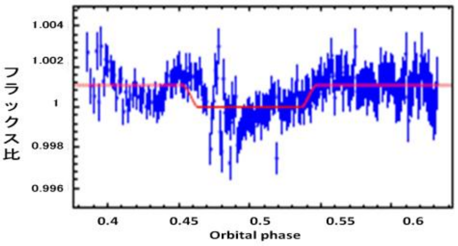
A 型星周りの系外惑星 secondary eclipse 観測の論文としては、”Thermal emission from WASP-33b, the hottest known planet”　A. Smith et al. 2011 が発表されている唯一の論文である。

以下に、この観測の行われた情報を記載する。

観測日：　2010 年 10 月 29,30 日
望遠鏡：　William Herschel Telescope (WHT) @Spain
検出器：　ACAM
観測波長：　0.91μm (9077 Å)
観測精度：　～1mmag

観測結果

減光率 1.09±0.30 mmag（～0.109±0.030 %）



WASP-33b光度曲線（Smith et al. 2011）

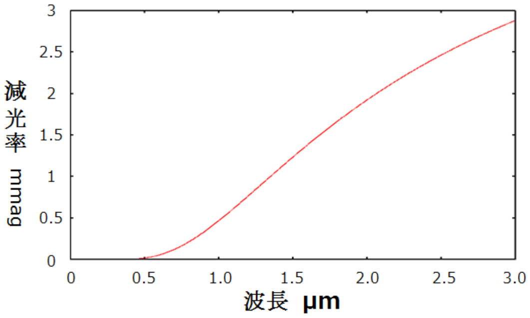
この減光率から、この観測波長における惑星の輝度温度は 3620K と求まった。これは、惑星の熱輸送効率を考えると、全くない or ほとんどないと結論できる。

４． secondary eclipse 観測へ向けて

secondary eclipse の減光率は以下の式で表現できる。

$$\frac{F_p}{F_*} = \left(\frac{R_p}{R_*}\right)^2 \frac{\int B_p(\lambda)d\lambda}{\int B_*(\lambda)d\lambda} \quad , \qquad B_{p,*}(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda k T_{P,*}}\right) - 1}$$

この式を使えば、中心星と惑星のそれぞれの半径と温度を定めれば減光率が計算でき、以下のようになる。



この図からも分かるように、長波長側の方が減光率は大きい。このことから、我々（PI は講演者）は、国立天文台岡山天体物理観測所（以下、岡山観測所）188cm 望遠鏡 / ISLE において、先行研究よりも長い波長の 2.16μm での観測をすることを思いついた。

そこで、岡山観測所 188cm 望遠鏡 / ISLE の 2.16μm での観測で、実際に secondary eclipse を検出するのに充分な観測精度が達成されるのかどうか、試験観測を行うことで確認した。その結果、1.0mmag の観測精度が達成可能であることが分かり、充分な観測精度が見込まれることが確認できた。

５． まとめ

先行研究で利用した望遠鏡＆検出器での観測精度と同程度の観測精度が達成されることが我々の試験観測により確かめられた岡山観測所 188cm 望遠鏡 / ISLE の 2.16μm で、より減光率の大きな secondary eclipse の観測を行えば、実際に「日本初となる secondary eclipse の検出」ができる可能性は高いと言える。我々は、10 月と 11 月に合計 6 夜の観測を行う予定であり、今後の結果には乞うご期待ということでまとめを終えることにする。