

系外惑星大気観測装置のための基礎実験

池澤 祥太 [1]; 亀田 真吾 [1]
[1] 立教大

Basic experiments on equipment for observing exoplanet atmospheres

Shota Ikezawa[1]; Shingo Kameda[1]
[1] Rikkyo Univ.

Recently, exoplanet atmospheres are being vigorously researched. For example, transmission spectroscopy of exoplanets has revealed atmospheric compositions. However, long-term variation of the atmospheric loss have not been observed. By comparing the loss of exoplanet atmospheres with that of solar system planets, it is possible to study exoplanet environments and understand the atmospheric loss process caused by the interaction of the planet's atmosphere and stellar wind. Therefore, long-term observations of atmospheric loss are important. However, this is difficult because the period of use of space-borne or ground-based telescope is limited. In this work, we aim to develop equipment for long-term observation of sodium in exoplanet atmospheres. Because sodium has high absorption efficiency, it can be more easily detected. The observation target is a hot Jupiter HD 209458b because sodium absorption ($\sim 0.1\%$) has been already detected by transmission spectroscopy in its atmosphere (Snellen et al., 2008).

We chose the Fabry-Perot interferometer for the spectroscopic observation because it has high spectral resolution and can be smaller than a grating spectrometer. The Fabry-Perot interferometer transmits light at wavelength specific to the incident angle. When the collimated light from exoplanet enters the Fabry-Perot interferometer directly, the monochromatic light can transmit. In this case, obtaining the absorption spectrum of the atmospheric absorption line is impossible. As a solution, we use light emitted from an optical fiber, which spreads by the core diameter. Owing to the posture change of the observation equipment, there is a possibility that the distribution of the intensity of emitted light varies more than the sodium absorption. In this study, we investigated the variation of the emitted light intensity for different focusing position on the end face of the optical fiber. Then, we estimated the pointing accuracy requirements of the observation equipment. We found that the pointing accuracy should be less than or equal to 1.5 arcsec in order to maintain the variation of light intensity distribution below $\sim 0.1\%$. We demonstrated that an equipment specialized in pointing accuracy such as the MOST (Microvariability and Oscillations of Stars) microsatellite (Grocott et al., 2009), is capable of observing exoplanet atmospheres.

近年、系外惑星の観測が精力的に行われてきている。トランジットを起こす一部の系外惑星では惑星大気を透過した主星からの光を分光観測することにより、惑星大気の組成などが明らかになってきている。しかしながら、大気散逸現象の長期観測による物質散逸の時間変動を捉えることはいまだできていない。系外惑星と太陽系惑星での大気散逸現象を比較することで、恒星風と惑星大気の相互作用による大気散逸過程の理解や系外惑星の環境・状態の推定をすることができる。そのため系外惑星の大気散逸現象の長期観測は重要である。しかし、実際には観測装置の使用期間が限られていることから長期観測は現実的ではない。そこで本研究ではすでにナトリウム原子スペクトルの0.1%の吸収が検出されている (Snellen et al., 2008) 系外惑星 HD 209458b のナトリウム大気を観測対象とした小型宇宙望遠鏡の開発を目指している。ナトリウムは吸収効率が高く微量でも検出可能性を上げられるため、散逸現象を捉える目的では有用である。また、私たちは分光器として、波長分解能が高く回折格子型と比べ小型化が可能なファブリペロー干渉計を選んだ。

ファブリペロー干渉計は回折格子のように光を分散するのではなく、入射角に応じて波長を選択的に透過する。惑星系からの光はほぼ平行光であるため、直接ファブリペロー干渉計に光を入射させた場合、単一の波長のみを透過することになる。この場合には惑星大気吸収線のスペクトルを得ることはできない。そのため吸収スペクトルを得るためには面光源が必要になる。そこで私たちは惑星からの平行光を光ファイバーに集光し、その出射光を面光源として利用する方法を考案した。しかし、光ファイバーを面光源として利用する際、観測装置の姿勢変化によって光ファイバー端面上での集光位置が移動し、出射光光量分布が変動してしまう可能性があった。そのため本研究では光ファイバー端面上での集光位置を移動させた時の出射光光量分布の変動を調べる実験を行い、観測装置の要求指向精度を見積もった。その結果、光量分布変動を0.1%に抑えるためには焦点距離400mmの望遠鏡で約1.5秒角以下の指向精度が必要なことが示された。この結果はカナダ宇宙庁の小型衛星 MOST (Grocott et al., 2009) のような指向精度に特化した小型宇宙望遠鏡であれば系外惑星大気の観測が可能であることを示している。