

紫外線望遠鏡による系外惑星酸素大気検出の検討

堀越 寛己 [1]; 亀田 真吾 [1]; 村上 豪 [2]
[1] 立教大; [2] ISAS/JAXA

Feasibility studies for the detection of exoplanetary atomic oxygen exospheres with a UV space telescope

Hiroki Horikoshi[1]; Shingo Kameda[1]; Go Murakami[2]
[1] Rikkyo Univ.; [2] ISAS/JAXA

Many observations have been carried out for exoplanets since they were first discovered in 1995. To date, the number of detected exoplanets is more than 3000. Since exoplanetary atmospheric atoms and molecules absorb stellar photons during a transit, we can know atmospheric composition from the observation of stellar absorption line or band.

We simulate the detectability of atomic oxygen exospheres with a UV space telescope, assuming an Earth twin, Venus twin or Mars twin exists in the habitable zone of a low-temperature star. Stellar UV radiation dissociates or ionizes molecules in the planetary atmosphere; in particular, EUV radiation drives atmospheric heating. However, stellar radiations between 40 and 91.2 nm cannot be measured because of the absorption of neutral hydrogen in an interstellar medium. We estimate the EUV intensity at the habitable zone of a low-temperature star using empirically derived relations between the total hydrogen Lyman alpha (122 nm) intensity and the EUV intensity presented by Linsky et al. (2014). Moreover, we simulated the oxygen column density on an Earth twin, Venus twin and Mars twin in the habitable zone of a low-temperature star using the results of Kulikov et al. (2007) and Tian et al. (2008). We found that when an Earth twin in the habitable zone of a low-temperature star transits its host star, the transit depth of the OI emission line at 130 nm becomes much deeper than that of a Venus twin or Mars twin. We conclude that even a small UV telescope (~20 cm) enables us to distinguish an Earth twin from a Venus twin and Mars twin and detect atomic oxygen exospheres of an Earth twin in a habitable zone of a low temperature star within a few transits.

NASA and ESA are planning to launch space telescope dedicated to exoplanets; however, their spectral ranges are limited to the visible and infrared regions. Therefore, we are planning to develop a UV space telescope dedicated to exoplanetary systems.

1995年に系外惑星が発見されてから数多くの観測が行われ、検出された惑星の数は現時点で3000を超えている。今後は地球近傍の低温度星(3000~4000K)周りに数多くの惑星が検出される見込みである。また、一部の惑星では地球から見て惑星が主星の手前を横切る際に、主星の光を遮蔽するトランジット現象を利用して、大気組成に関する情報が得られている。大気を持たない惑星のトランジット時の主星光の減光率は波長に依存しないが、大気を持つ惑星の場合、大気中に含まれる原子・分子が特定の波長の光を吸収・散乱するため、分光観測によって大気組成に関する情報が得られる。

我々は低温度星のハビタブルゾーンに地球、金星、火星が存在すると仮定し、各惑星大気中の酸素原子の検出可能性について検討した。恒星の紫外線は惑星大気中の分子を解離・電離させ、特に極端紫外線(EUV)は大気加熱源となる。しかし、波長40~91.2nmのEUV放射は星間空間中に存在する水素によって吸収・散乱されてしまうので観測することはできない。我々はLinsky et al. (2014)で示されている水素ライマン α 線(波長122nm)強度とEUV強度の関係式を用いて、低温度星のハビタブルゾーンにおけるEUV強度を推定した。さらに、Kulikov et al. (2007)とTian et al. (2008)で示されている太陽からのEUV放射の強度を変化させた場合の地球、金星、火星の酸素密度分布を用いて各惑星の酸素原子柱密度を計算した。結果として、低温度星のハビタブルゾーンに地球が存在した場合、高高度まで高密度な酸素原子が広がるため、OI輝線(波長130nm)でトランジット観測すると金星や火星がトランジットした場合に比べてトランジット深さが非常に深くなることが示された。従って、小型の紫外線宇宙望遠鏡(~20cm)による観測によって、地球、金星、火星は区別することが可能であり、数回トランジット観測すれば低温度星のハビタブルゾーンに存在する地球の酸素原子大気を検出することが可能であることが示された。

NASAやESAで提案されている将来計画における観測波長域は可視~赤外のみである。そこで我々は系外惑星観測に特化した紫外線宇宙望遠鏡の開発を進めている。