

R009-19

Zoom meeting D : 11/1 PM2 (15:45-17:30)

16:00-16:15

## 低温度星周りの系外惑星の高層大気における酸素原子のエネルギー状態について

#村岡 徹<sup>1)</sup>, 亀田 真吾<sup>1)</sup>, 藤原 均<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>立教大,<sup>2)</sup>成蹊大・理工

### The numerical simulation of the energy state of atomic oxygen at the exosphere of exoplanets around the low mass stars

#Toru Muraoka<sup>1)</sup>, Shingo Kameda<sup>1)</sup>, Hitoshi Fujiwara<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Rikkyo Univ.,<sup>2)</sup>Faculty of Science and Technology, Seikei University

The exoplanet is a planet that orbits a star other than the sun. To date, more than 4000 exoplanets have been detected. Transit photometry is one of the methods to detect the exoplanets by observing the drop of the host star's brightness when the planet transits in front of the host star.

Many exoplanets have been detected by this method.

In recent years, systems with planets considered to be terrestrial planets located in the habitable zone (HZ), such as the TRAPPIST-1 system, have been discovered. However, it is difficult to determine whether these planets' life activities can be expected or not only by detecting the planets.

Transit spectroscopy, which can observe an exoplanetary atmosphere, is a means of solving this problem.

We can estimate the exoplanet's surface environment when we detect the deeper drop of brightness by transit spectroscopy than the drop by Transit photometry.

In this study, we focus on atomic oxygen with emission line wavelengths of ~130 nm from the perspective of biomarkers and ease of observation.

K-type and M-type stars, which are smaller than the sun, are relatively active. So exoplanets, located in their HZ, receive intense XUV radiation (10-100 nm). If the planet had an atmosphere rich in oxygen and poor in carbon dioxide (Earth-like), the atmosphere is thought to be heated by ionization/dissociation heat and expand to a very high altitude. This consideration will work in favor of detecting the atomic Oxygen by Transit photometry.

The World Space Observatory-UV (WSO-UV) is a multi-national space telescope project, led by Russia, to be launched in 2025. The critical scientific objective would involve studying extrasolar planetary atmospheres in the presence of intense UV radiation fields.

The goal of this study is to find exoplanets with the same environment as Earth. First, we calculated the spread of oxygen atoms when there was the Earth in each HZ of M-type star TRAPPIST-1 and K-type star HD85512. Subsequently, we simulated transit spectroscopy observation by WSO-UV and calculated the atomic oxygen detection efficiency. Through these works, we considered the possibility of detecting Earth-like exoplanets.

Last year, we only considered spontaneous emission to calculate the transition of the energy levels and distribution of atomic oxygen at the exosphere.

This time, we newly applied the excitation of atomic oxygen by considering absorption of the oxygen emission line from the host star to calculate the transition of the energy levels. Then, we assumed the light curves to calculate the number of observations necessary for detection. We are planning to announce the results of our calculation of atomic oxygen detectability.

系外惑星とは、太陽以外の恒星の周りを回る惑星である。現在までに 4000 を超える系外惑星が検出されており、その多くは惑星が中心星を横切る（トランジットする）際の減光（中心星からの光の一時的な減衰）を観測する、トランジット観測によって間接的に検出されている。

近年では TRAPPIST-1 系などハビタブルゾーン (HZ) に地球型と思われる惑星を持つ系も発見されてきている。しかしながら、それらの惑星が地球のような、生命活動が期待できる惑星なのか、そうではなく金星や火星のような惑星なのかを決定するには未だ分かっていないことが多い。

そこで、トランジット分光観測という、大気に含まれる元素をあらかじめ推定し、分光観測によってその輝線の波長でトランジット観測を行う方法による、系外惑星の表層環境推定という試みがなされている。本研究ではバイオマーカーという観点や観測のしやすさなどから、輝線波長~130nm の酸素原子に注目している。

観測ターゲットとしては、太陽より小さい、スペクトル K 型や M 型の星が挙げられる。これらの星は比較的活動が活発なため、その HZ に位置する系外惑星は強力な XUV 放射 (10-100 nm 程度の紫外線) を受ける。このとき惑星が、二酸化炭素が少なく酸素が豊富な大気を持っていた場合、大気は電離熱・解離熱などで加熱され、非常に高高度まで膨張すると考えられており、このことはトランジット分光観測に有利に働くと考えられる。

一方、World Space Observatory-UV (WSO-UV) は現在ロシアが計画中の紫外線宇宙望遠鏡であり、2025 年に打ち上げ予定である。WSO-UV 計画の主な科学目的として、高 UV 環境下での系外惑星大気の研究が挙げられている。

本研究の大目標は地球と同じような環境の系外惑星を見つけることである。そのために、まず M 型星の TRAPPIST-1、そして K 型星の HD85512 の各 HZ に地球があった場合の酸素原子の広がり方を計算した。続いて、そのときの酸

素原子検出効率を、WSO-UV によるトランジット分光観測を模擬して計算し、各恒星周辺における系外惑星大気の酸素原子検出可能性を考察した。

去年は地球大気の観測結果と整合性の取れている 1 次元モデル[Fujiwara doctor's thesis (1996)]を用いた外圏底以下の中間圏~熱圏のシミュレーションに加え、外圏での自然放射による酸素原子のエネルギー準位の変化を考慮した酸素原子分布を計算し、WSO-UV による観測シミュレーションに応用した。今回は酸素原子分布の計算に、新たに恒星からの酸素輝線を吸収することによる励起を考慮した計算や、ライトカーブから検出に必要な観測回数を求めた計算を加え、系外惑星の酸素原子検出可能性について検討した結果を発表する予定である。