

R009-21

Zoom meeting D : 11/1 PM2 (15:45-17:30)
16:30-16:45

2018年から2020年の海王星ストームの移動速度と規模の推定

#佐藤 佑樹¹⁾, 高橋 幸弘¹⁾, 佐藤 光輝¹⁾, 高木 聖子¹⁾, 今井 正堯²⁾, 大野 辰遼¹⁾

¹⁾北大・理・宇宙,²⁾産総研

Estimation of the drift rate and intensity of Neptune's storm in 2018-2020

#Sato Yuki¹⁾, Yukihiko Takahashi¹⁾, Mitsuteru SATO¹⁾, Seiko Takagi¹⁾, Masataka Imai²⁾, Tatsuharu Ohno¹⁾

¹⁾Cosmosciences, Hokkaido Univ.,²⁾AIST

A storm more than 4,000 km in diameter occasionally occurs in Neptune. In a previous study, Voyager 2 observed Neptune on May 24, 1989, and discovered a storm of 13,000 km in diameter called Great Dark Spot (GDS). GDS was located in the southern hemisphere like the Great Red Spot of Jupiter. But GDS became extinct when the Hubble Space Telescope observed it in 1994 (Hammel et al., 1995). It is unknown whether it is a sudden thing or storms such as GDS always occur in Neptune. In addition, a huge storm of 9,000 km was observed on July 2 and June 26, 2017, by Keck observatory (Edward et al., 2019). It's considered that Neptune storms occur at a mid-latitude in the north and south that an ascending air occurs. However, this huge storm occurred near the equator. Neptune's rotation axis is 29.6 deg, and the storm possibly occurred near the equator because of seasonal change. Neptune is observed by large telescopes such as Keck observatory and the Hubble Space Telescope, but it isn't easy to always use those telescopes for Neptune observation. Therefore Neptune is not observed for the long term on a short time scale. We developed the technique to estimate the drift rate and intensity of storms by observing Neptune's whole spectrum in this study. When seeing is bad, it's possible to observe and acquire Neptune's observation data for the long term on a short time scale. The purpose is to deepen the understanding of Neptune's atmosphere convection structure by chasing the detailed change of storms. In this study, we observed Neptune by using 1.6 m Pirka telescope that Hokkaido University owns. The observation time is from October 22, 2018, to November 26, 2018, from July 8 to November 12, 2019, and we started observation on July 20 in 2020. The wavelengths are 890, 855 nm. In this study, we used a methane absorption of 890 nm. Storms look brighter at 890 nm because the altitude of storms is higher than that of other areas. In addition, the apparent size of storms from the observation point changes by the rotation of Neptune, so an 890 nm flux changes by the rotation. We took the ratio of an 890 nm flux and an 855 nm flux to correct the atmosphere's effect of the earth and calculated the theoretical values of the relative intensity by the rotation. We assumed storm's area and fit the observed values with the theoretical values in the method of least squares to estimate the drift rate and 890 nm reflectance inside storms. We estimated that the drift rate and the 890 nm reflectance are 24.6 deg/day and 0.055 in 2018, respectively. In 2019, we assumed that there are a few storms and estimated that the drift rate and 890 nm reflectance of the first storm is 22.8 deg/day and 0.128, those of the second one is 39.6 deg/day and 0.081, those of the third one is 51.9 deg/day and 0.149, respectively. In 2018, Simon et al. (2019) discovered a new northern Great Dark Spot (NDS-2018) located at 23 degrees N. NDS2018 drifted westward at 2.46 deg/hr in November 2018. However, NDS-2018 could not be seen because it was located on the night side during our observation, and it is considered that we observed a different storm. We will continue observation in 2020, compare with other researchers and amateur observations, and have a discussion in the future.

海王星では直径が 4,000 km を超える巨大なストームが時折発生している。先行研究では、ボイジャー2号が 1989 年 5 月 24 日に海王星を観測し、大暗斑と呼ばれる直径 13,000 km のストームを発見した。大暗斑は木星の大赤斑と同様南半球に位置していたが、その後、ハッブル宇宙望遠鏡が 1994 年に観測したところ、大暗斑は消滅していた (Hammel et al., 1995)。大暗斑のようなストームは海王星で常に発生しているのか、突発的なものなのか不明である。また、直径 9,000 km のストームが 2017 年 6 月 26 日、7 月 2 日にケック天文台 10 m 光学近赤外望遠鏡で観測された (Edward et al., 2019)。通常、海王星のストームは上昇気流が発生している南北の中緯度で発生すると考えられている。しかし、このストームは赤道付近で発生している。海王星の自転軸傾斜角は 29.6 度であり、季節変化によって赤道付近でストームが発生した可能性も考えられる。ケック天文台やハッブル宇宙望遠鏡によって海王星は観測されているが、それらの望遠鏡を常に海王星観測に使用することは難しい。そのため、短い時間スケールで長期的な海王星ストームの観測は行われていない。本研究では海王星全体のスペクトルを観測することによって、ストームの移動速度や規模を推定する手法の開発を行った。それにより、シーイングが悪い時でも観測可能になり、短い時間間隔で長期的な海王星ストームの観測データを取得することができるようになった。この手法で、ストームの詳細な変動を追うことで、海王星大気の大気構造の理解を深めることに繋げる。本研究では、北海道大学が所有する口径 1.6 m のピリカ望遠鏡を用いて海王星のスペクトルを観測した。時期は 2018 年 10 月 22 日から 11 月 26 日、2019 年 7 月 8 日から 11 月 12 日、2020 年は 7 月 20 日から観測を開始した。観測波長は 890, 855 nm である。本研究では、メタンが 890 nm を強く吸収するという性質を用いる。海王星大気にはメタンが存在し、890 nm で海王星を観測すると、周りの領域よりも高度の高いストームはより明るく見える。よって、ストームがある面を観測すると 890 nm フラックスは大きくなる。また、海王星の自転によって、観測点からのストームの見た目の大きさは変化するため、890 nm のフラックスも変化する。地球大気の影響を補正するために、890 nm フラックスと 855nm のフラックスの比をとり、相対強度を求めた。890 nm フラックスの相対強度の理論値を求め、その理論値と観測値を最小二乗法でフィッティ

ングをすることで、ストームの移動速度や規模を見積もった。ストームの面積を仮定しストーム内部の 890 nm 反射率を求め、ストームの規模は面積と反射率の積とした。2018 年のストームの移動速度, 890nm アルベドは $24.6^\circ / \text{day}$, 0.055, 2019 年は複数のストームがあると仮定し, 1 つ目は $22.8^\circ / \text{day}$, 0.128, 2 つ目は $39.6^\circ / \text{day}$, 0.081, 3 つ目は $51.9^\circ / \text{day}$, 0.149 と推定した。2018 年に, Simon et al. (2019) によって北緯 23° に位置し, $2.46^\circ / \text{hr}$ ($59.04^\circ / \text{day}$) で移動するストーム (NDS-2018) が観測された。しかし, NDS-2018 は我々の観測日では裏面に位置し見ることはできず、違うストームを観測したと考えられる。2020 年も観測を継続し、他の研究者やアマチュア観測と比較し、今後議論を進める。