

土星巨大ストームの多波長分光撮像観測

濱本 昂 [1]; 高橋 幸弘 [1]; 渡辺 誠 [1]; 渡部 重十 [1]; 福原 哲哉 [1]; 佐藤 光輝 [2]
[1] 北大・理・宇宙; [2] 北大・理

Multispectral imaging observation of Saturn's large storm

Ko Hamamoto[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Makoto Watanabe[1]; Shigeto Watanabe[1]; Tetsuya Fukuhara[1]; Mitsuteru SATO[2]

[1] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [2] Hokkaido Univ.

Storms occur regularly in Saturn's atmosphere. Large storms called as Great White Spots(GWSs), which are about ten times larger than regular storms (300-3000 km in diameter), and occur about once per Saturnian year (29.5 Earth years). It is difficult to observe deep Saturn's atmosphere directly because Saturn's surface layer is covered by optically thick clouds. Observation of GWSs is one of the few method to get information about convective activity of Saturn's deep atmosphere. In early studies, cloud structure of GWSs was estimated by radiative transfer calculation using images at several wavelengths in methane absorption bands [Acarreta and Sanchez-Lavega, 1999]. However, paucity of wavelengths in methane band lead to ill-constrained cloud model parameters.

A new storm was detected on 5 December 2010, earlier than expected timing inferred from previous storm period by about ten years. The storm happened as a visible bright spot on northern hemisphere of Saturn (northern latitude of 37.7 degrees), and two weeks later, it's west-east size expanded 15,000 km. About two months after, it encircled the planet. This storm was observed by Cassini spacecraft. Cassini's images using three narrow bandpass filters (center wavelengths are 727, 750, 889 nm) showed horizontal variation of brightness at these wavelengths [Fischer et al., 2011]. However, the detail spectral information of the storm is still unknown.

In this study, an observation of the Saturn's storm used Multi-Spectral Imager(MSI) and a ground-based 1.6 m reflector named Pirka telescope operated by Hokkaido University. MSI, which uses two Liquid Crystal Tunable Filters(LCTF) and an EM-CCD, was developed in Hokkaido University and enabled us to capture spectral images in a short time. Spectral imaging data of the storm, in the wavelength range of 400-1100 nm with FWHM of 5-10 nm, at 180 colors, were obtained within 30 minutes on 5 May 2011. We succeeded in deriving latitudinal variation of Saturn's spectrum in visible and near-infrared range. Methane absorption bands were confirmed and the rough shape of the spectrum is consistent with past observations [ex. Karkoschka, 1994]. To correct the effect of atmospheric absorption we make use of ring's spectrum as reference, which enable us to correct Saturn's spectrum in same image and avoid temporal variation of Earth's atmosphere condition.

In future works we will observe Saturn's atmosphere regularly to derive temporal variation of spectrums and cloud structure using Pirka telescope.

土星大気表層では積乱雲が定期的に発生することが知られている。通常の積乱雲 (300 - 3,000 km) の約 10 倍以上の大きさのものは大白班 (Grate White Spots) と呼ばれており、土星での 1 年 (29.5 地球年) に 1 度の割合で発生している。土星は光学的に厚い雲に覆われており、直接大気深部を観測することはできない。そのため、大白班の活動を調べることは、土星内部の対流活動の情報を間接的に得るための数少ない方法の一つである。これまで土星大気に含まれるメタンの吸収波長域での観測から、放射伝達計算を用いた雲構造を推定する研究が行われてきた。過去の大白班に対しても同様の研究 [Acarreta and Sanchez-Lavega, 1999] が行われているが、複数の光学フィルターを用いた撮像観測のため、観測波長の数が少なく雲構造を推定する際により多くの仮定を設けなければならない。よって、より高い精度で雲構造を推定するためには観測波長の数を増やす必要がある。今回の観測の対象は 2010 年 12 月 5 日に北半球の中緯度 (北緯 37.7 度) で発見された巨大ストームである。このストームの特徴として、過去の大白班の発生周期から予測される時期よりも約 10 年早く発生したこと、観測史上太陽系最大の積乱雲であることが挙げられる。発生後約 2 週間で東西方向のサイズが約 15,000 km にまで成長し、2ヶ月後には中緯度 (北緯 40 度前後) において土星を一周する程の大きさになった。土星探査機 Cassini によってこのストームの光学観測が行われており、中心波長 727 nm(メタン吸収帯)、750 nm(連続帯)、889 nm(メタン強吸収帯) のバンドパスフィルターでの撮像から、これらの波長での強度の水平変動が確認された [Fischer et al., 2011]。しかし、Cassini では複数の波長での撮像のみしか行われておらず、ストームのスペクトル情報はまだ得られていない。

北海道大学では継続的に惑星の観測を行うため、北海道名寄市に 1.6m 光学望遠鏡 (ピリカ望遠鏡) を有する北海道大学・大学院理学研究院・附属天文台を建設した。ピリカ望遠鏡には複数の観測装置が設置されており、その中の一つとして北海道大学が開発した可視マルチスペクトル撮像装置 (MSI) がある。MSI は液晶波長可変フィルター (Liquid Crystal Tunable Filter ; LCTF) と EM-CCD を用いており、分光と撮像を短時間で同時に行うことが可能である。本研究では 2011 年 5 月 5 日に MSI を用いて波長域 400-1100 nm、中心波長間隔 2-8 nm、FWHM5-10 nm、波長数 180、観測時間約 30 分での土星ストームの分光撮像を行った。

今回の解析では、土星面上の強度を同一画像 (同一波長) 内のリングの強度で割ることで、地球大気の吸収と太陽光スペクトルの影響を取り除き、土星の緯度毎のスペクトルを得ることに成功した。得られたスペクトルで複数のメタンの吸収 (619, 727, 890 nm) が確認でき、各吸収の深さとスペクトル全体の概形は過去の観測で得られたもの [ex. Karkoschka, 1994] と一致している。このリングを用いたスペクトルの補正の利点として同一画像内で補正が可能であり、異なる時間

に撮像されたスペクトル情報が既知の標準星の画像を用いる補正に比べて、大気の時間変動の影響を受けないことが挙げられる。

今後の展望としては、惑星観測に特化したピリカ望遠鏡を用いて継続的な土星の観測を行い、土星のスペクトルやストームが衰退していく過程での雲構造の時間変動を追うことを予定している。また、より詳細なストームの空間情報や、地上観測が行われていない期間を補間するために Cassini の Imaging Sub System (ISS) の複数のナローバンドフィルターで得られた画像データを用いることも考えられる。