

金星南極極渦の二次元的風速分布の導出

佐藤 瑞樹 [1]; 村田 功 [2]; 笠羽 康正 [3]; 神山 徹 [4]; 佐藤 毅彦 [5]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大院・環境; [3] 東北大・理; [4] 東大・理・地惑; [5] 宇宙研

Derivation of two-dimensional wind velocity distribution in south polar vortex of Venus

Mizuki Sato[1]; Isao Murata[2]; Yasumasa Kasaba[3]; Toru Kouyama[4]; Takehiko Satoh[5]
[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Environmental Studies, Tohoku Univ.; [3] Tohoku Univ.; [4] Earth & Planetary Science, Univ. Tokyo; [5] ISAS, JAXA

Vortical structures called 'polar vortices' exist on the poles of Venus. Polar vortices also exist on other planets in the solar system such as Earth, while the vortices of Earth are low-temperature regions, the temperature structures of the vortices of Venus observed in infrared region are characterized by high-temperature regions called 'polar dipoles' on the poles, and low-temperature regions called 'polar collars' or 'cold collars' surround the dipoles.

The vortices on Venus are unique in their dipole- or oval-like shaped high-temperature regions and significant longitudinal non-uniformity. These dipoles rotate with periods of 2.5 to 3 days, and it is consistent with the period of the 'super rotation' at the edges of the vortices [Markiewicz et al., 2007]. This suggests that the rotations of the dipoles and the super-rotation are successive. On the other hand, the collars do not rotate quickly as dipole and the lowest temperature region exists at dawnside.

Pioneer Venus Orbiter (PVO) in 1978 and Galileo in 1990 observed the vortex, but they observed only north, and for short periods. Venus Express (VEX) which injected into Venus orbit in 2006 observed south vortex for the first time, and continues to obtain data until now. VEX mounts instruments named Venus Monitoring Camera (VMC) and Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer (VIRTIS). VIRTIS observed wide range at near-infrared regions, at which we can observe the well-marked structures of dipoles and collars [Piccioni et al., 2007]. This is thermal emission from the cloud top, which reflects the distribution of temperature. Meanwhile, UV channel of VMC is at 365nm, at which distinct features are observed, and believed to reflect the distribution of unknown UV absorbers at about up to 70km altitude which represent above the cloud layer. However, we have no specialized investigation for the polar vortex.

The study aims to derive two-dimensional wind velocity distribution in the south vortex by analyzing VMC data at 365nm by cloud tracking method. Markiewicz et al. [2007] and Moissl et al. [2009] derived the distribution by using VMC data, and Sanchez-Lavega et al. [2008] did it by using VIRTIS data. These researches, however, derive latitude distribution of zonal-mean wind velocities, and average the velocities latitudinally with some degrees width. Therefore, they have not discussed dipole and collar which have large longitudinal non-uniformity.

We have researched two-dimensional wind velocity distribution that contains latitudinal and longitudinal informations by manual tracking method, in which we visually identify similar cloud features. We can confirm westward motion of cloud features in the polar region, and obtain wind velocity with about the same rotation period with mid- and low-latitudes. On the other hand, cloud features correspond to the dipole and collar in the infrared region cannot be specifically identified. For the future, we plan to discuss three dimensional structure of the vortex from the both results.

We will apply the cross correlation method developed to derive the latitudinal wind velocity distribution at mid- and low-latitude [Kouyama et al., 2009] to high-latitude region, and consider the possibility of automatic wind velocities derivation with objective criteria. To begin with, we considered most suitable radius of enhancing filter for cloud features in the polar region and template size of the cloud tracking, since the scale of cloud features in polar region is larger than equatorial region. We estimate the minimum radius at about 500km for effective extraction of the features. From now on we will derive the wind velocity by use of the enhanced results, and study the correlation of longitudinal distribution between temperature and wind velocity. Additionally, we will discuss about the problems with the trackings in the polar region, such as rotation of the features and low S/N ratio.

金星の両極域には、極渦 (polar vortex) と呼ばれる大気の大渦構造が存在する。極渦は地球など太陽系の他の天体にも存在するが、地球の極渦は平均温度が周囲より低いのに対して、金星極渦の温度構造を赤外域で見ると、極域に polar dipole と呼ばれる高温域があり、その周囲を polar collar または cold collar と呼ばれる低温域が取り囲んでいるのが特徴である。

金星の極渦に特異的なのは、高温域が dipole (双極子) 型または oval (卵) 型と形容されるような形状をしており、経度方向の大きな不均一性を持っていることである。この高温域は 2.5 日から 3 日で 1 回転しているが、これは極渦周縁部のスーパーローテーションの回転周期と一致する [Markiewicz et al., 2007]。このことは、dipole の回転とスーパーローテーションが連続していることを示唆する。一方で、collar の低温域は dipole のような高速回転をせず、local time に対して固定されていて、明け方付近が最も低温である。

1978 年の Pioneer Venus Orbiter (PVO)、1990 年の Galileo が金星極渦を観測したが、これらは北極のみの観測であり、また短期間だった。2006 年に金星軌道投入された Venus Express (VEX) は南極極渦を初めて観測し、また現在に至るまでの長期間にわたってデータを取得し続けている。VEX には Venus Monitoring Camera (VMC) と Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer (VIRTIS) と呼ばれる観測機器が搭載されている。このうち VIRTIS では近赤外の広い波長域を観測しており、dipole や collar の構造が明瞭に観察されている [Piccioni et al., 2007]。これは雲頂からの熱放射であり、雲頂温度の分布を反映している。一方、VMC の紫外域 (365nm) は全球に明瞭な模様が見える波長であり、雲層上部にあたる高度約 70km までの未知紫外吸収物質の分布を反映していると推定されているが、極渦のみを対象とした解析はなされて

いない。

本研究では、VMCによる365nmのデータをcloud trackingの手法を用いて解析し、南極極渦域の二次元的な風速分布を導出することを目指す。VEXの観測データを用いたcloud trackingによる風速分布の導出は、VMCを用いたMarkiewicz et al. [2007]やMoissl et al. [2009]、VIRTISを用いたSanchez-Lavega et al. [2008]などにより行われているが、これらは経度平均および数度ごとの緯度平均を行なって風速の緯度分布を導出したものである。そのため経度方向に大きな不均一性を持つdipoleやcollarについては議論されていない。

そこで我々はまず、類似する模様を目視で確認するmanual tracking法を用いて、緯度方向と経度方向の情報を含んだ二次元的な風速分布を調べている。極域においても雲が概ね西向きに動いていることが確認でき、現在のところ中低緯度とおおよそ一致する回転周期の風速が得られている。一方で、赤外域のdipoleやcollarに対応する形状の雲は明確に確認できなかった。今後は両者の結果から、三次元的な構造についても考察を行いたい。

また本研究では、中低緯度域の風速緯度分布を求めるために開発された、相互相関係数を用いた雲の特徴追跡法[神山ら, 2009]を高緯度域に適用し、客観的な基準を用いて自動的に風速が導出できるかを検討している。まず、雲の模様のスケールが高緯度域ほど大きくなることから、模様を強調するためのフィルタ半径と雲追跡のためのテンプレートサイズについて、極域での最適な値を検討した。半径がおおよそ500km以上のフィルタを用いれば、極域の雲の模様を効果的に抽出できる見通しが得られた。今後はこれを用いて雲追跡により風速を導出し、風速と温度の間に経度分布の相関性が見られないか検討する。また、模様の回転やS/N比の低さといった、高緯度域で特に重要になる問題の解決策についても検討を行う。