

U003-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 16:15-18:45

VEX/VMC 紫外画像による金星大気乱流のエネルギー輸送の研究 Energy transportation of Venusian atmospheric turbulence evaluated by VEX/VMC UV images

寺口 朋子^{1*}, 笠羽 康正¹, 星野 直哉¹, 佐藤 隆雄¹, 高橋 幸弘², 渡部 重十², 山田 学³, 松田 佳久⁴, 神山 徹⁵, Dimitri Titov⁶, Wojciech Markiewicz⁶

Tomoko Teraguchi^{1*}, Yasumasa Kasaba¹, Naoya Hoshino¹, Takao M. Sato¹, Yukihiro Takahashi², Shigeto Watanabe², Manabu Yamada³, Yoshihisa Matsuda⁴, Toru Kouyama⁵, Dimitri Titov⁶, Wojciech Markiewicz⁶

¹ 東北大学理学研究科地球物理学専攻, ² 北海道大学宇宙理学専攻, ³ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, ⁴ 東京学芸大学宇宙地球科学分野, ⁵ 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, ⁶ Max Planck Institute

¹ Dep. Geophysics, Tohoku Univ., ² Dep. Cosmo sciences, Hokkaido Univ., ³ ISAS/JAXA, ⁴ Astro and Earth Sci, Tokyo Gakugei Univ., ⁵ Dep. Earth and Planetary Sci, Tokyo Univ., ⁶ Max Planck Institute

金星大気中には様々なスケールの波が混在し、乱流を形成している。

本研究では、金星大気中の乱流のエネルギー輸送を推定することを目的とし、金星の雲頂高度（約 6km）における雲の輝度分布のパワースペクトルを導出した。用いたデータは金星周回機 Venus Express に搭載された Venus Monitoring Camera (VMC) によって撮影された UV 画像である。VMC は打ち上げから 4 年以上にわたり 0.2-45 km/px という高空間解像度の撮像を続けており、これは初めての成果である。

乱流の古典理論によると、波数 k におけるパワースペクトル強度は $P(k) = C_k k^{-n}$ で表される。 k の次数 $-n$ は $P(k)$ を対数表示したときの傾きに相当し、パワースペクトルを特徴づける値である。 $-n$ が -3 のときは過度の二乗平均であるエンストロフィが、 $-5/3$ のときはエネルギーがそれぞれカスケードしていると考えられている。

本研究では 2006 年 5 月から 2010 年 1 月までの金星全体が視野に入っている画像のうち 44 画像について解析を行った。緯度 20S - 70S の波数 0.0001 /km から 0.01 /km の範囲のパワースペクトルを求め、長期的な特徴を調べた。また、得られたスペクトルの傾きと理論値 (-3 , $-5/3$) の対応について評価した。

本研究の主な結果を下記に示す。

(1) 雲画像のスペクトルはほとんどが変曲を示しており、低波数側の傾きは高波数側より急峻である。この結果は地球における kinetic energy spectra の特徴と一致する (Nastrom et al., 1984; Nastrom and Gage, 1985)。

(2) 経度 360 °中の波数 (Planetary wavenumber) (20S で $k \sim 0.001$ /km に相当) の領域ではスペクトルの傾きは -3 と $-5/3$ の中間的な値を示した。これは同じ波数範囲における金星での先行研究 (Peralta et al., 2007) を裏付ける結果である。さらに、3 年以上の長期にわたってこの傾向が不変であることが確かめられた。

(3) VMC の高解像度の画像を用いたことにより、先行研究より高波数 (0.002 ? 0.01 /km) での傾きを求めることができた。この範囲の傾きは時に 0 に近いケースが見られたが、これは地球の kinetic energy spectra には見られない現象であり、より詳細な検証が必要である。

(4) スペクトルが数時間という短い周期で時空間変動している様子を初めて示すことができた。この結果はスペクトルの傾きが緯度に固定の特徴を持たないことを示唆する。

(5) スペクトルの変曲点は波数 0.001 - 0.003 /km (波長 ~ 330 -1000km) に集中していた。成層乱流のモデル研究の結果 (Kitamura and Matsuda, 2006) から、このスケールにおける変曲が 2 次元乱流と 3 次元乱流の境界であることが推定される。したがって本研究の結果は低波数側で 2 次元乱流によるエンストロフィカスケードが、高波数側で 3 次元乱流によるエネルギーカスケードが起こっていることを示唆する。

Tung and Orlando (2003) は、乱流へのインジェクション (エネルギー流入) は総観スケールで起こるという描像を示した。しかしながら、UV の 1 画像でとらえられる経度範囲には限界がある。インジェクションの要因としては傾圧不安定波や熱潮汐波が考えられるが、それを特定することはエネルギー・エンストロフィ流の機構を解明するために非常に重要である。解析の観点からは、複数の画像を合成し総観スケールに及ぶスペクトルを得ることが有効と考えられる。

さらに、現在 VMC の画像を用いた風速導出の研究が進んでいる (Moissl et al., 2009)。風速から導出される kinetic energy spectra と cloud brightness spectra を比較することで、金星乱流についてのより深い理解につながると期待される。

キーワード: 金星, 紫外, 雲頂高度, スペクトル解析

Keywords: Venus, UV, cloud top, spectral analysis