

雲追跡技法の利用と金星雲頂高度での風速構造

神山 徹(産業技術総合研究所)、今村 剛、佐藤 毅彦、中村 正人(宇宙科学研究所)、
高木 征弘(京都産業大学)、小郷原 一智(滋賀県立大学)、樫村 博基(海洋研究開発機構)、
佐藤 尚毅(東京学芸大学)、堀之内 武(北海道大学)

金星には自転速度をはるかに上回る速度で大気が回転する「スーパーローテーション」と呼ばれる現象が知られている。金星を覆う雲の頂上(~70km)において風速は極大となり、100m/sにも達する西向き的高速帯上風が、その発見から40年以上にわたって存在し続けている。また近年、8年にわたる Venus Express による継続観測により、このスーパーローテーションに金星年スケールの興味深い時間変動が報告されている[1, 2]。

直接探査が困難な金星においては、金星を観測して得られる雲画像に対して、雲の模様追跡技法を適用することが準定常的な風速推定には必須となっている。これまでの観測から金星の典型的な風速擾乱の大きさは $5\text{--}10\text{ m s}^{-1}$ と見積もられており、雲追跡にはこの擾乱を解像するに足る精度が求められる。雲追跡の精度を向上するためには、①着目した雲の位置(i.e. 緯度経度)が正しく対応付けされていること、②時間を置いて観測された雲画像ペアの間に同じ雲を正しく追跡すること、が求められる。

衛星観測によって得られる雲画像から着目した雲の位置を正しく認識するためには、観測時の衛星位置・衛星姿勢を可能な限り正確に知る必要がある。特に姿勢センサのみから得られる衛星姿勢の決定誤差は要求される風速精度にも匹敵することが知られており(Venus Express: $\sim 0.02^\circ$ [3])、金星探査機「あかつき」でも姿勢決定誤差を抑える必要がある。そこで本研究では衛星による金星観測時の幾何条件を整理し、3次元球体が検出器面という平面に投影される際の拘束条件を、観測画像に写る金星輪郭に楕円を当てはめるリムフィッティング技法に適用することで、風速擾乱を抽出するのに十分と考えられる精度での姿

勢決定を達成した[4]。

雲追跡においては、追跡の信頼度をもっとも悪くするのは雲の「誤追跡」である。したがってこの誤追跡を可能な限り減らす取り組みを中心に、その精度を向上させる取り組みが続いている。誤追跡が発生する場合、誤追跡ベクトルは周りの雲追跡ベクトルに比べ大きく異なった方角を指し示す傾向があることから、本研究では相互相関を利用した類似度の高い模様を追跡する手法を基本として、①もっともらしい方角を指し示す候補ベクトルを周りの雲追跡ベクトルとの比較から導出する手法の採用[5]、②時間的に連続するいくつかの雲画像を用意し、着目した模様に対して多数の相関曲面を求め、それを重ね合わせることで整合的な雲追跡ベクトルを抽出する手法の開発[6]を行ってきた。

このような手法の開発成果に基づき、Venus Express データの解析から2006年から2010年にわたっては約10m/sの振幅で約1金星年程度の周期で準周期的に東西風速が増減する様子が見られ、風速が比較的遅い時期には「赤道ケルビン波」的な風速擾乱が卓越し、比較的速い時期には「ロスビー波」的擾乱の卓越が見られやすいことを示した[1]。

[1] Kouyama, et al. (2013), *J. Geophys. Res.*, **60**, 207-216. [2] Khatuntsev, et al. (2013), *Icarus*, **226**, 140-158. [3] Bertaux et al. (2007), *Planet. Space Sci.*, **55**, 1673-1700. [4] Ogohara et al. (2012), *Icarus*, **217**, 661-668. [5] Kouyama et al. (2012), *Planet. Space Sci.*, **60**, 207-216. [6] Ikegawa and Horinouchi. (Submitted).