

一番星へ行こう!日本の金星探査機の挑戦 その51 ~多波長撮像で探る金星のメソスケール気象~

今村 剛¹, 成田 穂², あかつきプロジェクトチーム

(要旨) 金星探査機「あかつき」に搭載されたカメラ群によって、多波長で多くの雲画像が得られてきた。このデータを用いて雲の模様の波長間の相関解析を行うことにより、雲の模様の形成に関わるメソスケール気象の手がかりが得られつつある。

「赤外線から紫外線までの多波長で同時に金星大気を撮影して、異なる物理量や異なる観測高度の関係性から大気力学や雲形成のメカニズムに迫る。」これが20年前に金星気象衛星プロジェクトを立ち上げたときからの狙いでした。そのために探査機「あかつき」には異なる波長で観測する5つのカメラが搭載され、一体運用されています(中間赤外カメラLIR, 近赤外カメラIR1・IR2, 紫外カメラUVI, 雷大気光カメラLAC。そのうちIR1とIR2は現在は停止)。このような狙いはすでにいくつかの科学成果に結実しています。たとえば、惑星スケールの波動の伝播にともなう紫外波長と近赤外波長での雲アルベド変動を波動の構造をもとに解釈[1], 山岳波が作る波状構造を赤外波長と紫外波長の間で比較して波動による物質輸送を推定[2], といった例があります。

そして今年、「あかつき」の多波長撮像を象徴するような論文が出版されました[3]。金星を紫外線で見ると惑星スケールの明暗に加えて水平スケール1000 km以下(メソスケール)の細かな模様が多く見られることが、1970年代からわかっていました(図1)。低緯度には塊状あるいは細胞状の模様が、中高緯度には筋状の模様が目立ちます。このようなメソスケールの雲の形態は対流細胞を思わせませんが、背景大気の成層が不安定化している証拠はなく、メカニズ

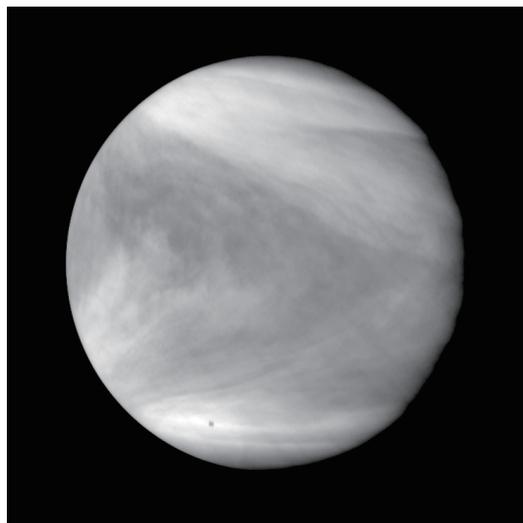


図1: 2021年4月14日にUVIを用いて波長283 nmで撮影した金星。この波長ではSO₂による吸収の寄与が大きい。

ムはわかっていません。ともあれ、硫酸雲の材料となる化学物質を下層大気から運び上げる、熱エネルギーや運動量を鉛直輸送するなど、大気全体の構造形成に関わっていることは大いにありそうです。このようなメソスケール気象の手がかりを得るためにこそ多波長撮像が有効であるはず、というのが20年前にミッション提案書に記したことです。そのシナリオに沿って、LACを除く4つのカメラによる雲画像からメソスケールの構造を抽出し、そこに見られる模様に波長間でどのような相関関係があるかを調べました。

1. 東京大学 新領域創成科学研究科

2. トロント大学 機械産業工学科

t_imamura@edu.k.u-tokyo.ac.jp

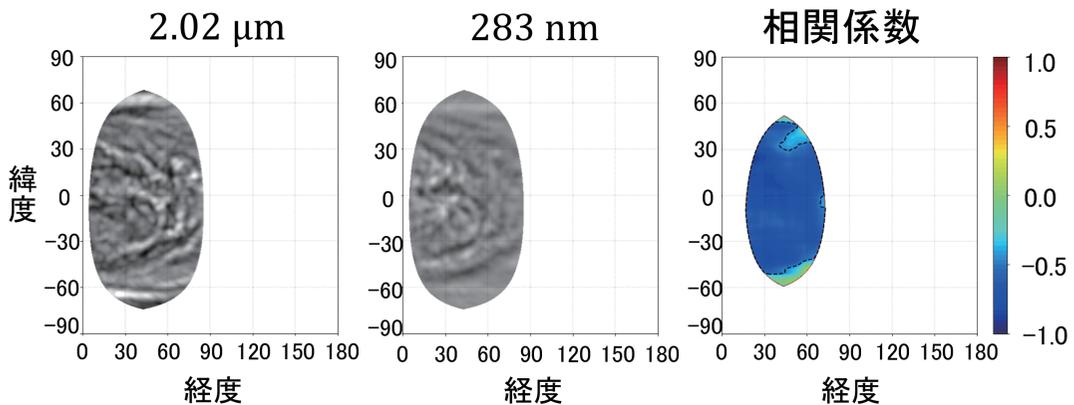


図2: IR2による波長2.02 μm の画像とUVIによる波長283 nmの画像を用いた相関係数マッピングの例。2016年7月7日に取得したデータを用いた。

この研究では、異なる波長で同時に取得された2枚の画像を用いて、同一の小領域間で相関係数を計算し、その相関係数の空間分布を調べました(図2)。すると例えば、雲頂高度を反映する CO_2 吸収帯の波長2.02 μm と雲頂温度を反映する波長10 μm の相関係数から、雲頂が高いところで雲頂温度が低いことが判明し、鉛直流にともなう断熱膨張・圧縮の効果がうかがわれました。雲頂高度を反映する波長2.02 μm と、紫外吸収物質の量を反映する波長283 nm(主に SO_2 による吸収)あるいは波長365 nm(吸収物質は未同定)の相関係数からは、雲頂が高いところで紫外吸収が強いことが判明し、上昇流によって低高度から紫外吸収物質が運び上げられている可能性が示されました。雲頂高度を反映する波長2.02 μm と雲層下部の雲量変化の影響が大きいと考えられている波長0.90 μm にはほとんど相関が見られず、雲層内の上下結合がメソスケールでは弱いことが示唆されました。

こうしてメソスケールの大気運動とその物質輸送への影響を観測データから論じることが可能になりつつありますが、そのメカニズムや大気構造への影響を解明するには、時間変化、風速分布との対応関係、惑星規模波動との関係などを調べる必要もあるでしょう。それは「あかつき」の網羅的な気象観測

データを使えば可能なはずであり、すでに挑戦が始まっています。「あかつき」の成果としては惑星規模の高速大気循環「スーパーローテーション」の成因に関わるものが多く公表されていますが、メソスケール気象の研究も本格化しています。

参考文献

- [1] Lee, Y. et al., 2020, Nature Comm. 11, 5720.
- [2] Kitahara, T. et al., 2019, J. Geophys. Res. 124, 1266.
- [3] Narita, M. et al., 2022, J. Geophys. Res. 127, e2022JE007228.

著者紹介

今村 剛

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学専攻博士課程修了, 博士(理学). JAXA宇宙科学研究所勤務を経て, 2016年より現職.

成田 穂

トロント大学Mechanical & Industrial Engineering専攻博士課程1年. マサチューセッツ大学アマースト校Computer Science専攻修士課程修了. 東京大学新領域創成科学研究科複雑理工学専攻修士課程(科学)修了.