

R009-34

A 会場：11/25 PM1 (13:45-15:45)

15:00~15:15:00

金星雲層における二酸化硫黄 (SO₂) 混合比の高度分布の導出

#野口 克行¹⁾, 尾沼 日奈子¹⁾, 安藤 紘基²⁾, 今村 剛³⁾, 佐川 英夫²⁾

(¹⁾ 奈女大, (²⁾ 京都産業大学, (³⁾ 東京大学大学院

Derivation of vertical profiles of sulfur dioxide (SO₂) in the Venus cloud layer from Akatsuki radio occultation measurements

#Katsuyuki Noguchi¹⁾, Hinako Onuma¹⁾, Hiroki ANDO²⁾, Takeshi IMAMURA³⁾, Hideo SAGAWA²⁾

(¹⁾Nara Women's University, (²Kyoto Sangyo University, (³University of Tokyo

Vertical profiles of the sulfur dioxide (SO₂) volume mixing ratio (VMR) near the Venusian cloud layer were derived from Akatsuki radio occultation data, extending the method of Oschlisniok et al. [2021]. The analysis used 42 occultation events obtained between 2016 and 2023, covering 60° S – 60° N and the altitude range of 47 – 60 km. Assuming that sulfuric acid vapor is not supersaturated, any absorption exceeding the saturation vapor pressure was attributed to SO₂.

The results show that the SO₂ VMR decreases monotonically from about 260 ppm at 47 km to about 55 ppm at 54 km. Above this altitude, the VMR fluctuates between about 40 and 140 ppm, within the error range. These values and their vertical variations are consistent with those obtained from the VEGA probes [Bertaux et al., 1996] and Venus Express radio occultation [Oschlisniok et al., 2021].

金星の高度 45 – 70 km には硫酸からなる雲が存在し、惑星全体を覆っている。この雲は、太陽光入射の約 78% を宇宙空間に反射する一方で、地表面や下層大気からの赤外線を吸収・放射することで温室効果を引き起こす。そのため、金星の雲に関する知見は大気の熱収支や大気循環を知る手掛かりとなる。金星の雲の主材料である硫酸蒸気の生成には SO₂ が不可欠であると考えられているため、SO₂ の高度分布に関する情報は金星の雲物理を理解する上で重要である。

SO₂ 混合比を観測した例として、欧州宇宙機関 (ESA) が実施した Venus Express ミッションの太陽掩蔽観測 (SOIR) や赤外分光観測 (SPICAV) が挙げられる。Belyaev et al. [2012] は多数の観測データを用いて、高度 65km から 80km までは減少し、逆に高度 85km から 100km までは増加する傾向を示した。高度下端の値は、0.1ppm から最大でも 1ppm のオーダーである。一方でそれよりも下の高度域では、過去に旧ソ連が実施した VEGA 探査機による 2 本の降下プローブ観測と、Venus Express の電波掩蔽観測に限られる。前者は、下層から高度 60 km までの SO₂ 混合比を取得し、高度 40 – 60km において 150 – 200ppm 程度の極大を示した [Bertaux et al., 1996]。後者は、高度 51 – 54 km における SO₂ 混合比の平均値として 90 – 160ppm を示した [Oschlisniok et al., 2021]。

本研究では、Oschlisniok et al. [2021] の手法を発展させ、あかつき電波掩蔽観測によるデータを用いて雲層付近の SO₂ 混合比の高度分布を導出した。電波掩蔽観測では、探査機が惑星の背後に隠れる際や背後から出てくる際に地上局に向けて電波を送信し、惑星大気を通過してから地上局に到達した電波の周波数や電波強度の時系列データを解析することで、その惑星大気の鉛直構造に関する情報を得る。金星の場合は、周波数の時系列データを解析することで気温と気圧の高度分布を、電波強度の時系列データを解析することで大気に含まれる硫酸蒸気混合比の高度分布をそれぞれ得ることができる。

我々は、雲層においては硫酸蒸気が過飽和していないという仮定を導入することで、硫酸の飽和蒸気圧を上回る吸収は全て SO₂ によるものとみなし、SO₂ 混合比の高度分布の推定を試みた。解析対象は、2016 – 2023 年までに取得された 42 例の観測データで、緯度範囲は 60° S – 60° N、高度範囲は 47 – 60km である。SO₂ 混合比のばらつきが大きかったため、高度 1km ごとに中央値を算出した。

その結果、SO₂ 混合比は高度 47 km (約 260ppm) から 54km (約 55ppm) までは単調減少し、それ以上の高度では誤差の範囲内でばらつきを示しながら 40 – 140ppm 程度であった。本研究で得られた高度分布の特徴や混合比の値は、VEGA プローブ観測や Venus Express 電波掩蔽観測の結果とおおよそ整合的であった。