

金星 GCM への硫酸雲の導入 Implementation of sulfuric acid cloud into a Venus GCM

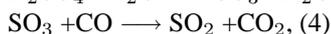
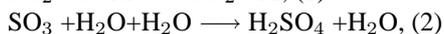
伊藤 一成^{1*}; 黒田 剛史¹; 笠羽 康正¹; 寺田 直樹¹; 池田 恒平²; 高橋 正明³
ITO, Kazunari^{1*}; KURODA, Takeshi¹; KASABA, Yasumasa¹; TERADA, Naoki¹; IKEDA, Kohei²;
TAKAHASHI, Masaaki³

¹ 東北大学理学研究科, ² 国立環境研究所, ³ 東京大学大気海洋研究所

¹Graduate School of Science, Tohoku University, ²National Institute for Environmental Studies, ³Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

金星は高度 50-70km を硫酸雲に覆われている。金星大気大循環モデル (Venus General Circulation Model) を用いた硫酸雲分布の再現の試みは、Lee et al. [2010] と我々のグループ (e.g. Kato et al. 2014) において凝縮・蒸発過程と沈降過程を取り入れた雲パラメタリゼーションによってなされてきた。ただし、これらにおいては化学過程が考慮されていないため、Knollenberg and Hunten [1980] で提唱されている金星硫酸雲サイクルは成り立たず、現実的なプロセスに基づく雲分布の再現を行ってはいない。

本研究は、化学過程を VGCM に導入することで、より現実的な金星硫酸雲の生成・消滅を再現し、雲の循環・分布について観測と定性的・定量的比較が可能な数値モデルの開発を行うものである。ベースとして使用したモデルは、Kato et al. [2014] 同様、CCSR/NIES/FRCGC AGCM をもとに開発された VGCM [Ikeda, 2011] であり、水平分解能 T21 (グリッド間隔: 緯度経度双方で約 5.6°)、鉛直 52 層 (大気上端高度: 約 95km) に設定した。雲の生成・消滅は、各タイムステップで硫酸雲と硫酸蒸気の混合比の和が硫酸飽和蒸気混合比を上回った量がすべて雲になり、下回った場合全て蒸発し硫酸蒸気になると仮定して導入した。生成された雲の粒径は、現モデルにおいては Haus and Arnold [2010] に基づく 4 種類のモード比 (水平方向に一定、高度分布を仮定する) に配分される。すなわち、雲粒子径の拡大・縮小は本モデルでは再現しておらず、生成された粒子の移流を追跡するに留まる。また、本来結果として得られる雲分布は大気の熱放射・吸収の量・空間分布に影響を与えるが、現モデルにおいてはまだ「一定量・一定高度」(従来コードのまま) としている。硫酸に関わる大気成分の変遷および硫酸粒子の揮発に伴う化学過程として、現モデルでは以下の (1) - (4) を導入した。



これらの化学過程を導入した VGCM を用いて、15 金星日間の計算を行った結果、平衡状態に達した雲分布が得られた。この数値モデルにおいて、雲循環は、主に低緯度域の高度約 65km で化学反応によって SO₂ からの雲の生成、子午面循環によって移流、主に高緯度域で下降し高度 50km 付近で蒸発という過程で構成され、金星雲循環 [Knollenberg and Hunten, 1980; Imamura and Hashimoto, 1998] を初めて現実的に再現した金星 GCM となった。また、雲分布においては、観測された雲頂高度の高緯度への減少を定性的に再現した。ただし、極域 (75 度以上) の光学的厚さが観測に比べ薄くなる傾向にある。また、(1) - (4) に関連する物質分布においては、H₂O、SO₂ は高度 60km 以上で化学モデル [Krasnopolsky, 2012] の値より過大となったため、次のステップにおいては H₂O、SO₂ に関する化学反応も考慮する必要がある。

今後、放射・散乱過程を生成された雲分布と一致させる予定である。これにより、より現実的な温度場や循環の再現が期待される。2016 年に開始されるであろう Akatsuki による雲の大規模分布やその変動を定性的・定量的に考察可能となる重要なツールとしたい。

キーワード: 金星, 硫酸雲, GCM

Keywords: Venus, sulfuric acid cloud, General Circulation Model