

大気主成分の凝結を考慮した火星大気対流モデルの開発

Development of a numerical model for Martian atmospheric convection including condensation of major atmospheric component

小高 正嗣 [1]; 北守 太一 [1]; 杉山 耕一朗 [1]; 中島 健介 [2]; 林 祥介 [1]

Masatsugu Odaka[1]; Taichi Kitamori[1]; Ko-ichiro SUGIYAMA[1]; Kensuke Nakajima[2]; Yoshi-Yuki Hayashi[1]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 九大・理院・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.

<http://www.gfd-dennou.org/arch/odakker/>

火星大気の特徴の一つは大気の主成分である CO₂ が凝結することである。現在の火星では CO₂ はほとんど地表面で凝結するのに対し、大気量が多く温暖であったと想像されている昔の火星では CO₂ は大気中でほとんど凝結すると考えられている。2 気圧程度の CO₂ 大気を与えた鉛直 1 次元放射対流モデル計算の結果によれば、地表から高度数 km までは乾燥断熱温度分布となり、その上空高度 30 km 付近までは湿潤断熱温度分布となることが示されている。このような鉛直構造は地球大気の大気対流場において観測されるそれと類似のものである。しかし対流にともなう流れのパターンが互いに類似となるかどうかは自明ではない。地球大気では微量成分の水が凝結するのに対し、火星大気では主成分である CO₂ が凝結するからである。

そこで本研究では、火星大気湿潤対流の流れ場を数値シミュレーションによって明らかにすることを旨とし、大気主成分の凝結を考慮した 2 次元火星大気対流モデルの開発を行った。モデルの基礎方程式とし、圧力方程式に大気主成分の凝結を考慮した準圧縮系方程式を用いる。大気成分は CO₂ のみとし、大気の飽和比が臨界値を越えると CO₂ の凝結により雲が生じるとする。大気の凝結率は Tobie et al. (2003) に従い、雲粒半径と飽和比の関数として与える。時間積分は音波に関連する速いモードとそれ以外の遅いモードとに分けて計算するモード別時間分割法 (Klemp and Wilhelmson, 1978) を用いて行う。凝結による気圧と温度の変化を適切に計算するため、圧力方程式中の凝結に関する項と熱力学の式の潜熱加熱項は速いモードに関する項として扱った。

開発したモデルを用いた予備的実験として、大気主成分凝結をともなうサーマルの計算を行った。計算領域は水平鉛直ともに 20 km とし、格子間隔は 200 m とする。基本場の地表気圧は 7 hPa、地表気温は 165 K である。温度分布は高度 5 km までは等温位、そこから高度約 15 km までは湿潤断熱減率にしたがい、高度 15 km より上空は等温の分布を与える。初期のサーマルの温度分布は地表面直上に中心を持つガウス分布で与え、振幅は 2 K とする。計算の結果、生じる雲の量と分布はパラメータとして与えた臨界飽和比に敏感であることがわかった。湿潤断熱層に貫入したサーマルは、凝結にともないその温度が基本場として与えた飽和蒸気圧温度に等しくなるため、次第に浮力を失う。このことは、火星大気の湿潤断熱層内では鉛直混合が抑制されることを示唆する。