

## 火星主成分凝結対流の二次元数値実験 –CO<sub>2</sub> 凍結表面上の場合– Two-dimensional simulation of Martian atmospheric convection with the major component condensation over CO<sub>2</sub> ice surface

山下 達也<sup>1\*</sup>, 小高 正嗣<sup>1</sup>, 杉山 耕一朗<sup>2</sup>, 中島 健介<sup>3</sup>, 石渡 正樹<sup>2</sup>, 高橋 芳幸<sup>4</sup>, 西澤 誠也<sup>4</sup>, 林 祥介<sup>4</sup>  
YAMASHITA, Tatsuya<sup>1\*</sup>, ODAKA, Masatsugu<sup>1</sup>, SUGIYAMA, Ko-ichiro<sup>2</sup>, NAKAJIMA, Kensuke<sup>3</sup>, ISHIWATARI, Masaki<sup>2</sup>,  
TAKAHASHI, Yoshiyuki O.<sup>4</sup>, NISHIZAWA, Seiya<sup>4</sup>, HAYASHI, Yoshi-Yuki<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学, <sup>2</sup> 北海道大学 / CPS, <sup>3</sup> 九州大学, <sup>4</sup> 神戸大学 / CPS  
<sup>1</sup>Hokkaido Univ., <sup>2</sup>Hokkaido Univ. / CPS, <sup>3</sup>Kyushu Univ., <sup>4</sup>Kobe Univ. / CPS

我々は火星における主成分凝結を伴う対流の性質を調べることを目的とし、2次元雲解像モデルの開発と、それを用いた長期間の計算を行ってきた(例えば山下他, 2011年連合大会)。この様な系の低温側の一つの極限は、大気主成分の凍結物により地表が覆われた状態であるが、火星極夜はこの状態とある程度近似しており、その理解は主成分凝結大気の振る舞いの解明に寄与する。

火星の極冠上空では大気主成分であるCO<sub>2</sub>が凝結し、氷雲を形成することが知られている(Pettengill and Ford, 2000)。氷雲の中には対流で形成されたものも存在することが示唆されている(Colaprete et al., 2003)。しかし主成分が凝結する系では、雲層の上昇域、下降域の温度分布は飽和蒸気圧曲線に拘束され等しくなり、気塊は浮力を得られず、対流性の雲は生じないことになる。それでも、臨界飽和比が1.0より大きければ、対流が生じる可能性があることが示唆されている(Colaprete et al., 2003)。さらに、ここで新たに指摘すべきこととして、凝結物が重力沈降により気相から非保存的に分離し、周囲の気相を引きずることも、対流運動を駆動する可能性がある。そこで本研究では、火星極冠環境的な境界条件、熱強制の与え方で、雲微物理の定式化を変更して行なった主成分凝結対流の予備的な数値実験について報告する。

モデルの基礎方程式として準圧縮方程式(Klemp and Wilhelmson, 1978)にCO<sub>2</sub>固相の保存式を組み合わせたものを用い、雲粒の重力落下、引きずりの効果を考慮する。臨界飽和比は1.0、地表面気圧は7 hPaとする。放射過程は陽に解かず、放射を模した熱強制を与える。極夜では太陽放射が存在しないので、加熱は与えず、高度1 kmから15 kmに冷却率-5.0 K/dayの水平一様冷却を与える。初期温度は高度15 kmより下で飽和比が0.98となるように(Colaprete et al., 2003)、それより上で135 Kとする。極冠の表面温度はCO<sub>2</sub>の昇華温度に拘束されると考えられるので、下部境界の温度は初期値(約150 K)に固定する。初期擾乱として、下部境界に振幅1 Kのランダムな温位偏差を与えて対流を励起する。計算領域は水平50 km、鉛直20 km、格子間隔は200 mである。積分時間は30日である。

計算開始30日目には統計的平衡状態に達している。統計的平衡状態においては、冷却層において雲層が形成され、そこでは地表面付近を除き鉛直流の大きい対流は生じない。大気最下層から高度15 km付近まで雲層が形成され、雲密度は高度2 km付近で極大となる。1.0 m/s以上の大きさを持つ鉛直流は高度2 km以下にのみ見られ、その大きさは最大で約3.0 m/sである。高度2 km以下に見られる対流は、雲粒による引きずりの効果によって駆動されている。現実の火星での臨界飽和比は約1.35となることが実験的に知られており(Glandorf et al., 2002)、発表では臨界飽和比が1.35の場合についても報告する予定である。

キーワード: 大気主成分の凝結, CO<sub>2</sub> 氷雲, 雲対流モデル

Keywords: condensation of major atmospheric component, carbon dioxide ice cloud, cloud resolving model