

## 火星大気対流の2次元数値計算:対流の風によるダストの巻き上げ

A two-dimensional simulation of Martian atmospheric convection: dust injection due to convective wind

# 小高 正嗣[1], 中島 健介[2], 石渡 正樹[3], 林 祥介[4]

# Masatsugu Odaka[1], Kensuke Nakajima[2], Masaki Ishiwatari[3], Yoshi-Yuki Hayashi[4]

[1] 東大・数理科学, [2] 九大・理院・地惑, [3] 北大・地球環境, [4] 北大・理・地球惑星

[1] Mathematical Sciences, Univ. Tokyo, [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ., [3] Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, [4] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

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

2次元モデルを用いてダストのない火星大気における放射対流の数値計算を行った。数値モデルには成層圏温度をしかるべく表現できるような放射伝達モデルと、日変化が考慮されている。計算された対流はその循環セルのサイズが鉛直方向に約 10 km, 水平方向に数 km となるようなキロメートルサイズの対流である。対流の風によって生じる日中の地表摩擦は、地表からダストを巻き上げるのに必要な地表摩擦の下限値に達する。日変化によって励起されるキロメートルサイズの対流は地表からのダストの巻き上げに大きく寄与している可能性がある。

### 1. はじめに

これまで我々は火星大気における自然な鉛直対流の様子を明らかにすることを目指し、2次元の放射対流数値計算を行ってきた。その結果、自然な対流を計算するためには対流の到達高度を決める成層圏温度の適切な表現が重要であることがわかった。さらに大気-地表系の熱容量が小さいため、対流を計算する際に大気と地面の日変化を無視することはできない。

そこで本研究では成層圏温度をしかるべく表現できるような放射モデルを対流数値モデルに組み込んで、日変化を考慮したダストのない火星大気における鉛直対流の数値計算を行う。ここではとくに風による地表摩擦の大きさに注目する。

### 2. モデルと実験設定

大気は2次元の非弾性方程式系でモデル化する。乱流拡散係数は Klemp and Wilhelmson (1978) に従い計算する。地表フラックスは Louis (1979) の方法で計算する。大気成分は二酸化炭素のみとし、その赤外放射吸収と太陽放射の近赤外吸収は Goody バンドモデルで表現する。地中温度は鉛直1次元熱伝導方程式を用いて計算する。

大気モデルの計算領域はこれまでと同様水平に 51.2 km, 鉛直に 20 km とする。格子間隔は水平鉛直 100 m, 高度 100 m 以下の鉛直格子点は不等間隔に 5 点置く。水平方向には周期境界条件を置く。大気上端の入射太陽放射量は北半球夏の北緯 20°の条件で日変化させる。初期条件は水平一様温度分布、静止大気である。初期条件の鉛直温度分布は2次元モデルと同じ放射モデルを持つ鉛直1次元放射対流モデルによって計算した LT=06:00 の分布を用いる。計算は3日間行った。

### 3. 計算結果

計算された鉛直対流は、その循環セルのサイズが鉛直方向に約 10 km, 水平方向に数 km となるようなキロメートルサイズの対流であった。対流にともなう鉛直速風は 20 m/sec を越え、水平風速は 10~15 m/sec となる。対流の風によって生じる日中の地表摩擦は最大 0.03 Pa に達した。この値は地表からダストを巻き上げるのに必要な地表摩擦の下限値である(Greeley and Iversen, 1985)。10 m/sec 背景風の存在を仮定した場合、地表摩擦はダストの巻き上げに必要な臨界値を超える。

### 4. 計算結果

火星 GCM のシミュレーションでは、大気中にダストがない場合には大規模場の風によって地表からダスト巻き上げることができていない(Wilson and Hamilton, 1996)。本研究の結果は鉛直対流の風を考慮すればダストのない GCM においてもダストを地表から巻き上げることが可能であることを示している。

従来の火星 GCM において鉛直対流は対流調節によって扱われている。したがって対流にともなう風の大きさを評価することはできない。GCM においてダストの巻き上げを自律的に再現するためには、鉛直対流による風応力を適切に表現できる対流パラメタリゼーションを用意する必要がある。