

### 3次元火星大気非静力学モデルの開発と鉛直対流の数値計算

#### Development of a three dimensional non-hydrostatic model for Martian atmosphere and a numerical simulation of thermal convection

# 小高 正嗣 [1]; 山下 達也 [1]; 杉山 耕一朗 [2]; 中島 健介 [2]; 石渡 正樹 [1]; 林 祥介 [3]

# Masatsugu Odaka[1]; Tatsuya Yamashita[1]; Ko-ichiro SUGIYAMA[2]; Kensuke Nakajima[2]; Masaki Ishiwatari[1]; Yoshi-Yuki Hayashi[3]

[1] 北大・理・宇宙理学; [2] 九大・理院・地惑; [3] 神戸大・理・地球惑星

[1] Department of CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.; [3] Department of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ.

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

火星大気における鉛直対流は、地表付近の大気における主要な熱輸送過程であるとともに、その結果生じる水平方向の温度差を介して大規模循環にも影響を与えている。Rafkin et al. (2001) は地球大気向けの3次元非静力学モデルRAMS (Pielke et al., 1992) を火星向けに改変し、平均的なダスト量を相対した放射加熱と背景風を与えた場合の鉛直対流の計算を行った。彼らは日中の対流セルの空間スケールは鉛直に約5 kmで水平に約3 km、鉛直風速は10 m/secに達することを示した。また、Toigo et al. (2003) は別の3次元非静力学モデルであるMM5 (Dudhia, 1993) を火星向けに改変したモデル(Mars MM5)を用いてRafkin et al. (2001)と同様に平均的なダストの放射加熱を与えた鉛直対流のシミュレーションを行い、背景風の風速を変化させた場合にダストデビルのような鉛直渦の生成がどう影響されるかを調べている。

これらの研究では、特定の観測との比較を念頭において背景風やダストの放射加熱を導入している。しかし火星大気中で生じる鉛直対流の自然な様相を調べるには、まず背景風とダストの放射加熱のない条件でのシミュレーションが必要であろう。そのような研究としてOdaka et al. (1998)とOdaka (2001)があるが、これは2次元モデルによる計算であった。そこで我々は、杉山 他 (2006, 連合大会) によって開発されてきた2次元準圧縮系モデルを基に3次元モデルを開発し、開発したモデルの性能試験を兼ねて背景風とダストの放射加熱のない場合の鉛直対流のシミュレーションを行う。

モデル方程式として準圧縮系方程式 (Klemp and Wilhelmson 1978) を用い、乱流混合と下部境界からの熱フラックスの取り扱いはOdaka et al. (1998)と同様とする。放射過程は陽には計算せず、その代わりに鉛直1次元モデル (Haberle et al., 1993) で計算された対流加熱量に等しいだけの水平一様な冷却を高度5 km以下に導入する。計算領域は水平に20 km、鉛直に10 km、格子間隔は水平方向に200 m、鉛直方向に100 mとする。水平境界は周期的とし、上下境界で鉛直流なしとする。地表面温度は一定とし、その値は270 Kとする。初期の鉛直温度分布はOdaka et al. (1998)にならい、高度5 kmまでは等温位 (245 K)、それより上空では等温度 (220 K) とする。この初期温度場に最大振幅1 Kの温位擾乱を地表付近に与え対流を発生させる。積分時間は12時間である。

計算された対流の上昇域の幅は数 km サイズであった。上昇域と下降域の面積の比はおおよそ1:2であり、これに対応して上昇域の鉛直風速は10~15 m/secとなるのに対し下降域では数 m/secとなる。同じ設定の2次元モデル計算と比較すると、上昇流の大きさとプリュームの持つ温位偏差は同程度であるが、水平平均した対流による加熱率の大きさはやや小さい。モデル最下層の高度50 mにおける鉛直渦度場を調べると、上昇流の強い場所に数100 mサイズの孤立渦が頻繁に発生していることがわかった。この結果は、ダストデビルのような鉛直渦は、背景風が存在しなくても対流運動にともない自然に生成されることを示唆する。