

火星大気対流の2次元数値計算：鉛直1次元モデルとの比較

A 2D numerical simulation of Martian atmospheric convection: comparison with a 1D model with parameterized convection

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・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次元モデルによる対流計算結果を理解するため、鉛直1次元放射対流モデルを用いた検討を行なった。1次元モデルによって得られた対流層の日変化の様子は2次元モデルによる結果とほぼ同様であった。対流層の厚さは1次元モデルの方が2割程度浅くなる傾向にある。混合距離 l を対流層の厚さとして拡散係数から見積もった乱流速度は、2次元モデルによる鉛直風速の値と整合的であった。本研究において1次元と2次元の風速の値が整合的であったことは、過去の1次元モデルにおける拡散係数の値が何らかの理由で1桁程度小さく見積もられていたことを示唆する。

これまで我々は火星大気を想定した2次元の放射対流数値計算を行ってきた。ダストのない条件で地表面温度に日変化を与えて計算を行なった結果、日中における対流層の厚さは15 km程度となり、鉛直風は30 m/secに達することがわかった。

この結果を吟味するためには、1次元鉛直対流モデルとの比較を行なうことが必要となる。同様の設定で行なった1次元モデルによる計算としてGierasch and Goody (1968)がある。しかし彼らのモデルで用いられている物理過程の表現は、我々の2次元モデルにおけるそれとは異っているため、単純に結果を比較することはできない。そこで我々の用いた2次元モデルから鉛直1次元モデルを作成した。ここではまず日変化する地表面温度を与えて気温と鉛直拡散係数の計算を行うことにする。

解く方程式は鉛直1次元の熱力学の式である。放射フラックスの計算はPollack et al. (1981)のモデルに従う。ただしこのモデルにそのまま従うと、等価幅の振舞いがある高さより上でよくないために上向き放射の計算が破綻する。そこで等価幅を修正して放射フラックスを計算した。鉛直拡散係数の計算方法はGierasch and Goody (1968)と同じである(Priestly, 1959)。地表からの熱フラックスはバルク法(Louis, 1979)で評価し、地表風速は10 m/secに固定した。計算領域は地上から高度50 kmまでとり、格子間隔は500 mである。地表面温度は日変化を簡単に表現するような形(夜間は180 K, 日中は最高280 K)で境界条件として与える。計算は等温大気(220K)を初期条件とし、前日の同時刻との温度差が最大で約0.2 Kになるまで行なった。

1次元モデルによって得られた対流層の日変化の様子は2次元モデルによる結果とほぼ同様であった。対流層の厚さは1次元モデルの方が1-2割程度浅くなる傾向にある。混合距離 l を対流層の厚さとして拡散係数から見積もった乱流速度は、2次元モデルによる鉛直風速の値と整合的であった。本研究において1次元と2次元の風速の値が整合的であったことは、過去の1次元モデルにおける拡散係数の値が何らかの理由で1桁程度小さく見積もられていたことを示唆する。