

SCALE-LES を用いた火星大気高解像度計算で得られた 大気最下層の循環構造

* 村橋究理基 (北大・理), 西澤誠也 (AICS), 石渡正樹 (北大・理), 小高正嗣 (北大・理), 中島健介 (九大・理), 竹広真一 (京大・数理研), 杉山耕一郎 (松江高専・情報工), 高橋芳幸 (神戸大・理), 林祥介 (神戸大・理)

1. はじめに

火星大気温度構造に大きな影響を与える大気ダストの巻き上げ量は地表面応力によって決まるとされており (Kahre et al., 2006), 地表面付近における循環場の構造が重要な役割を果たしていると考えられる。しかし, 10 m 以下の微細な空間スケールを持つ循環構造については, これまで詳しく調べられてこなかった。それに対して, Nishizawa et al. (2016) は, 火星大気境界層における循環場の微細構造に注目し, 高解像度ラージエディシミュレーション (LES) を行った。計算領域のサイズは $19.2 \text{ km} \times 19.2 \text{ km} \times 21 \text{ km}$, 解像度は 5 m であった。彼らは主にダストデビルに注目して, 渦度と鉛直風の統計的性質について調べた。その結果, 循環場の空間分布について, 高度 62.5 m においては, 細く強い上昇流を境界にして, 比較的弱い下降流を内部に持ったセル状構造の存在が示された。しかし地表面付近における循環場の様子の詳細については調べられていないままである。本研究ではダスト巻き上げ過程に関わる, 地表面付近の微細な循環場を理解することを目的として, まず循環場全体を詳細に俯瞰することを開始した。ここではその概況について発表する。

2. 使用データ

本研究では, Nishizawa et al. (2016) で計算された解像度 5 m のデータを用いて解析を行う。このデータは, RIKEN/AICS で開発された SCALE-LES ver.3 を使用して得られたものである。計算で用いられた各種パラメータの値は, 火星を想定して設定されている。加熱・冷却率については, Odaka et al. (2001) による一次元

放射対流モデルで得られた日変化する鉛直分布を外部から与える。地表温度は, 同じく Odaka et al. (2001) で得られた結果が与えられている。水平境界条件は周期境界である。上記データは解像度 10 m で 14:00 (地方時) まで計算した結果を初期値として, 5 m 解像度で 1 時間分計算したものである。本研究では計算モデル最下層 (高度 2.5 m), 及び 14:30 におけるデータを用いた。

3. 結果

図 1 に鉛直風の水平分布を示す。これらは計算領域の一部のみを描画したものである。図 1 左ではいくつかの円環状の構造が見られる。図中でもっとも水平スケールが大きいものは, 図の中央にある直径 3 km 程度のものである (これは Nishizawa et al., 2016 で得られた, セル状構造に対応するものである)。また円環構造の間には全体的に細かく広がった筋状構造が並んでいる (図 1 中, 楕円枠内)。さらに筋状構造の間には下降流領域が直径数 10 m サイズに細かく分かれた構造が存在している (図 1 右, 四角枠内)。以上のように, 鉛直風の水平分布は大まかに 3 種類の異なる構造を有していることがわかった。この構造は, 計算領域内のどこにおいても, 同様な特徴を持って存在している。また水平風分布についても, 鉛直風分布における円環構造に対応するような分布が見られることがわかった (詳細は講演で示す)。今後は循環場の発散や渦度, 地表面応力の分布について調べる予定である。その結果より, ダストの巻き上げ過程に対する効果について理解を深めることを目指したい。

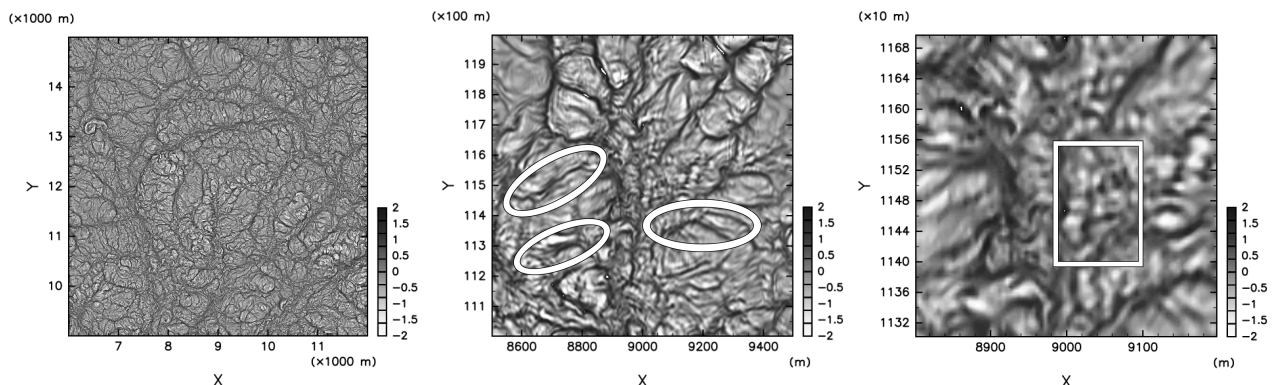


図 1: モデル最下層における鉛直風 [m/s] の水平分布。左図は計算領域の一部 (6 km 四方) を描画したものの。中図は左図中心付近の一部 (1 km 四方) を描画したものの。右図は中図中心付近の一部 (400 m 四方) を描画したものの。