

火星大気を想定した高解像度 LES で得られた地表面応力分布

* 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。

Nishizawa et al. (2016) は 10 m 以下の微細な空間スケールを持つ循環構造に関して高解像度ラージエディシミュレーション (LES) を用いた調査を行った。Nishizawa et al. (2016) が用い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。その結果, 高度 62.5 m においては, 細く強い上昇流を境界に持ち, 内部に比較的弱い下降流を持ったセル状構造の存在が示された。しかし Nishizawa et al. (2016) では, ダスト巻き上げに関わる地表面付近の様子については調べられていなかった。

本研究では地表面付近の循環場及びダスト巻き上げを決定づける地表面応力場について調査を行っている。前回の発表では Nishizawa et al. (2016) によって得られたデータを用いて, モデル最下層 (高度 2.5 m) の循環場を調べた (村橋 他, 2016, 秋季大会)。その結果, モデル最下層においても Nishizawa et al. (2016) で示されたセル状構造に対応すると考えられるネットワーク状に広がった上昇流領域が存在すること, さらにその上昇流領域に沿って, 数十 m から数百 m スケールを持つ強渦度領域が存在していることがわかった。今回は地表面応力を求めたので, その特徴について報告する。

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・冷却率及び地表温度については, Odaka et al. (2001) による一次元モデルで得られた結果を外部から与える。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 時間分計算して得られたものである。本研究では 14:30 におけるデータを用いた。Nishizawa et al. (2016) と同様に Louis (1979) と Uno et al. (1995) のスキームから地表面フラックスを計算し, 地表面応力を求めた。

3. 結果

図 1 は地表面応力の空間分布である。数 km から 10 km 程度の直径を持つ, 円環状の大きな構造と, 数百 m スケールで局所的に大きな値を持つ小さな構造 (例えば $x = 9.6 \text{ km}$, $y = 4.0 \text{ km}$ 付近に見える構造など) がある。図 1 の分布はモデル最下層における水平風の絶対値の分布とよく対応している。図 2 は地表面応力の強度の頻度分布である。Greeley and Iversen (1985) で得られたダストが巻き上がる閾値である 0.03 Pa 以上の応力値を持つ領域が存在していることがわかった。

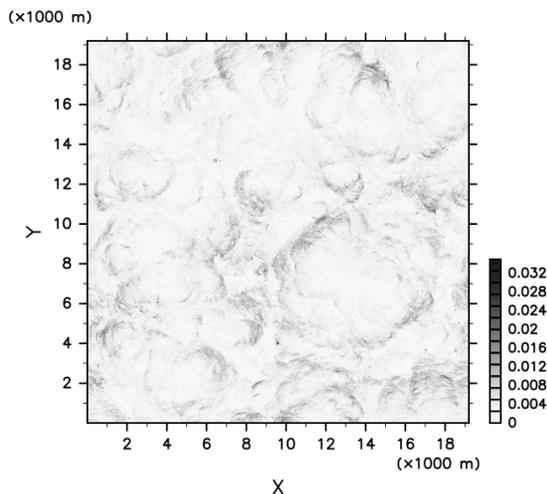


図 1: 地表面応力 [Pa] の水平分布。濃い箇所ほど強い応力値を示す。

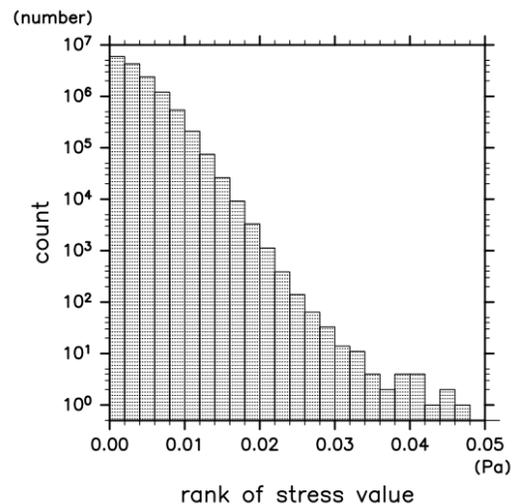


図 2: 地表面応力の強度の頻度分布。横軸は応力値 [Pa], 縦軸はその応力値 (幅 0.002 [Pa]) をもつ点の個数。