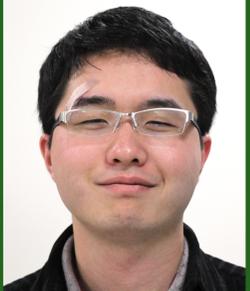


P261 火星大気境界層高解像度 LES によって得られた強い地表面応力の空間分布



村橋究理基¹, 須藤康平¹, 西澤誠也², 石渡正樹¹, 小高正嗣¹, 中島健介³,
竹広真一⁴, 杉山耕一郎⁵, 高橋芳幸⁶, 林祥介⁶

[1] 北大・理, [2] 理研・AICS, [3] 九大・理, [4] 京大・数理研, [5] 松江高専・情報工, [6] 神戸大・理
mkuriki@ep.sci.hokudai.ac.jp

日本気象学会2017年度秋季大会

はじめに

火星大気中のダスト

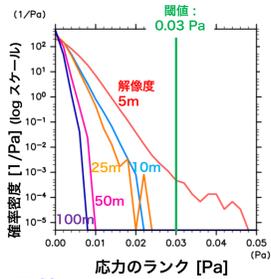
- 火星大気中のダストは大気の光学的深さを変化させ、待機の温度構造に大きな影響を与えている (Kahre et al., 2006)
- 大気へのダスト巻き上げ量を決定するのは境界層における流れの構造と考えられる
 - 特にダストデビルなどの小スケール現象

火星大気の数値計算

- GCM などを用いた研究では、ダスト巻き上げフラックスは地表面応力を用いてパラメタライズされている (Besu et al., 2006; Kahre et al., 2008)
- 現状のパラメタライゼーションスキームには改善の余地があると考えられ、これを検討するために、解像度の高い LES から出発し、解像度を粗くした計算を段階的に行い、相互比較することが考えられる

火星大気 LES と前回の発表内容

- Nishizawa et al. (2016) は、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 LES を実施
 - 高度 62.5 m における渦度と鉛直風の統計的性質を調査
 - 地表面付近における循環場の様子の詳細については未調査
- 村橋 他 (2017, 春季大会) ではダスト巻き上げに関わる地表面応力を調べた



- 応力の確率密度分布
 - ダスト巻き上げの閾値とされている 0.03 Pa を超える点が、解像度 5 m の結果のみに現れることがわかった

本研究の目的

- 地表面応力の大きい場所と流れ場の構造の対応について調査する
 - 渦の分布と比較
 - 異なる解像度による計算結果の比較

調査するデータ

利用するデータは以下のモデルを用いて得られた計算結果

数値モデル

- SCALE-LES ver.3 (Nishizawa et al., 2015)
 - 3次元完全圧縮非静力学流体方程式

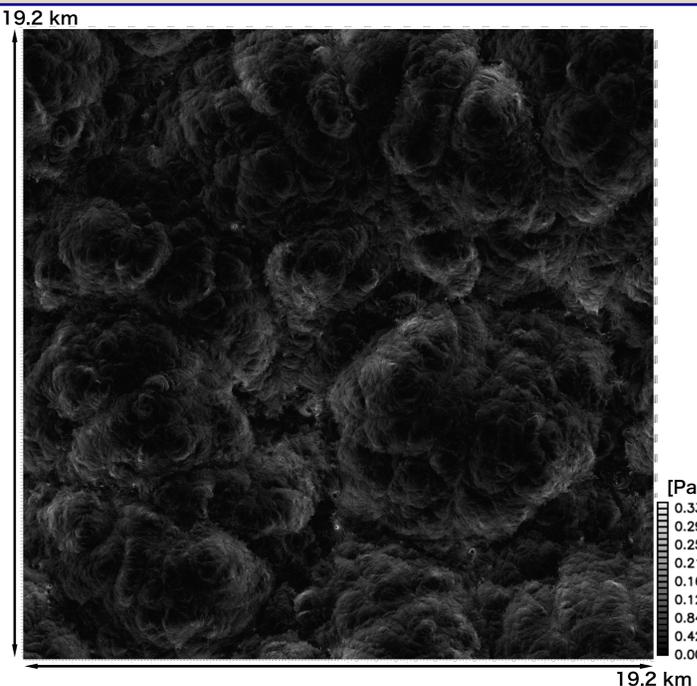
計算設定

- 解像度:
 - $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 5, 10, 25, 50, 100$ m
- 計算領域:
 - 水平 19.2 km, 鉛直 21.0 km
- コリオリパラメータ: $f = 0$ (非回転)
- 熱強制 (大気放射加熱率, 地表面温度):
 - Odaka et al. (2001) の 1次元放射対流モデルの結果
 - $L_s = 100^\circ$ (北半球夏), 北緯 20° における太陽放射を想定
 - 大気ダストの光学的深さ 0.2
 - 日変化あり
- 境界条件: 水平境界で周期的, 上下境界で $w = 0$
- 初期条件:
 - 安定成層した静止大気に微細な温度擾乱を加えたもの
 - 解像度 10 m 計算の地方時 (LT) 14:00 における結果を内挿
 - 解像度 10 m 計算の初期状態: LT 0:00 の安定成層した静止大気に微細な温度擾乱を加えたもの
- 計算時間:
 - LT 0:00 - 18:00 (今回は 14:30 におけるデータを解析)

まとめ・今後の展望

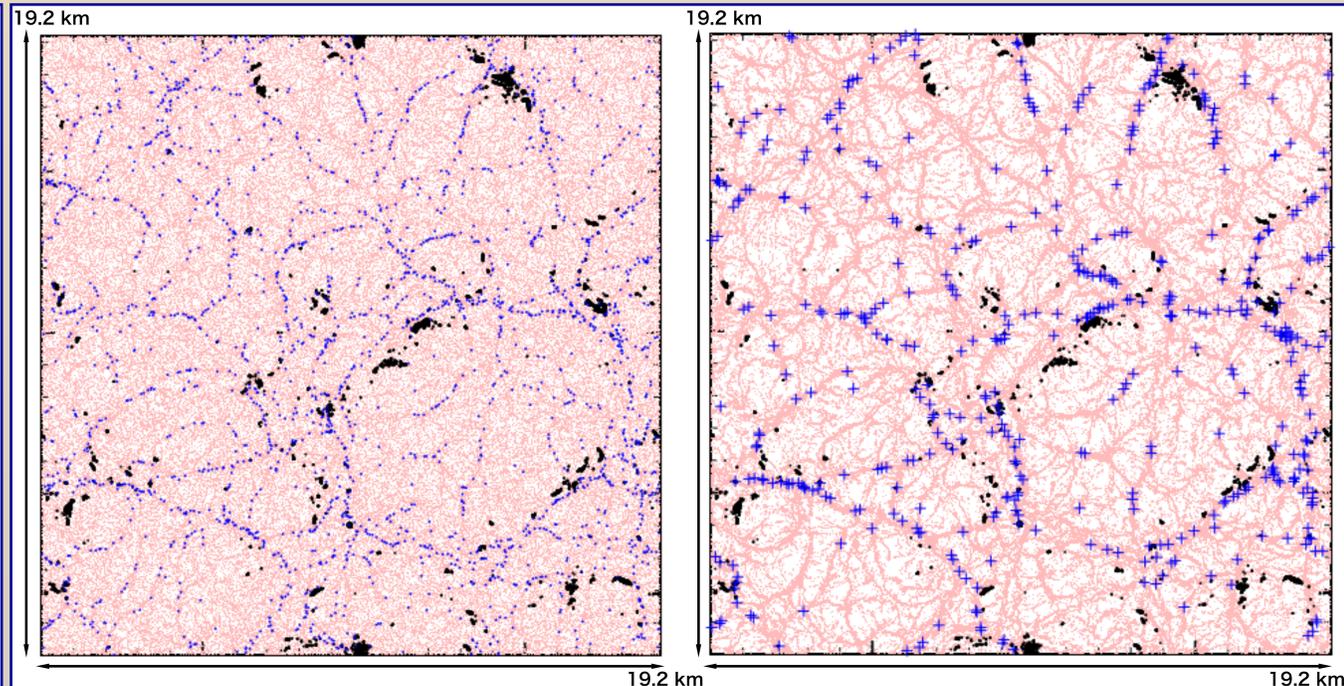
- 今回解析を行なった時刻では、ダスト巻き上げに重要な地表面応力が最大となる地点では孤立渦が存在することが確認された
- ただし応力が大きくても、渦の見られない場所もある。今後も調査を続ける予定である

図 1: 地表面応力空間分布



- 対流のセル構造と対応
- 局所的に大きな値を持つ箇所が見られる

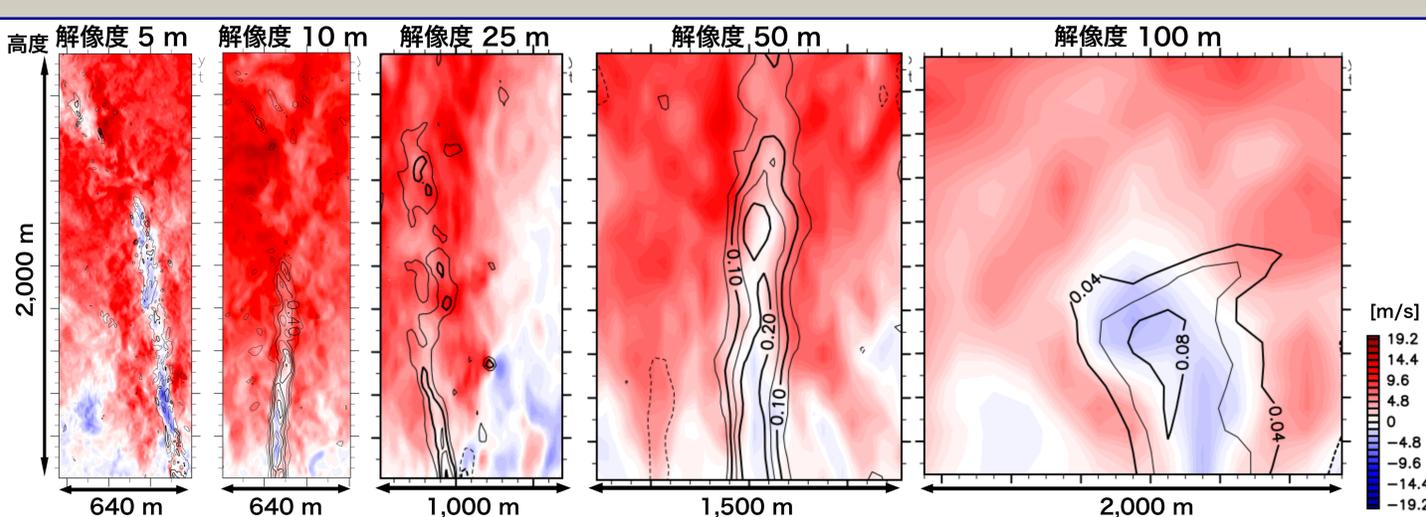
図 2: 強い応力と孤立渦の水平空間分布



- 左図: 高度 2.5 m 断面, 右図: 高度 52.5 m 断面
- 赤線: 上昇流分布, 青点: 孤立渦の場所, 黒点: 地表面応力が 0.015 Pa を超える点 (上位 0.1%)

- 上昇流の分布と孤立渦の分布は概ね対応
- 上昇流と応力の大きい場所の分布が対応

図 3: 計算解像度毎の渦度と上昇流の空間分布



- 応力が最大となる地点における流れ場分布
- 赤: 上昇流, 青: 下降流
- 等値線: 渦度 (実線: 正, 破線: 負)
- 等値線間隔:
 - 0.50 s^{-1} (5 m, 10 m)
 - 0.10 s^{-1} (25 m)
 - 0.05 s^{-1} (50 m)
 - 0.02 s^{-1} (100 m)
- どの計算解像度においても孤立した渦が存在
- 高さ 1,000 m 以上
- 孤立渦の内部は下降流となっている