

# 火星高解像度 LES を用いた地表面ダストフラックスの見積もり

\* 村橋究理基 (北大・理), 須藤康平 (北大・理), 西澤誠也 (理研・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), 荻原弘亮 (北大・理), 高橋芳幸 (神戸大・理/CPS), 林祥介 (神戸大・理/CPS)

## 1. はじめに

火星大気の温度構造に大きな影響を与える大気へのダストの巻き上げ量は地表面応力によって決まるため, 境界層内の流れ場の構造が重要な役割を果たしていると考えられる. 多くの火星大気大循環モデル (MGCM) を用いた研究では, ダスト巻き上げ過程をパラメタライズすることで表現している. パラメタライゼーションスキームには MGCM で解像可能なスケールの流れ場の値を直接用いるものとサブグリッドスケールの流れ場について, ダストデビルのような特定の構造を考慮したものが使われている (Kahre et al., 2006 など). しかしこれらのスキームを MGCM に導入して計算しても, グローバルダストストームの年々変動などの再現は必ずしも成功しておらず, 現状のパラメタライゼーションスキームの性能は不十分である可能性がある. 火星の場合, MGCM におけるサブグリッドスケールの流れ場の正確な描像を観測によって得ることは困難であるが, 高解像度の LES を用いれば描像が得られ, パラメタライゼーションの検討ができる可能性がある. 現在, MGCM には数 km 程度の空間解像度で計算できるものがある (Takahashi et al., 2011). そこで数 km 程度の計算領域における高解像度計算のデータを用いれば, その特徴を調べることで MGCM におけるパラメタライゼーションスキームを検討できることが期待できる.

本研究ではパラメタライゼーションスキームの検討を目的に解像度の高い LES から出発し, 解像度を粗くした場合の結果を相互比較することを行っている. 使用しているデータは, 世界最高解像度の LES を用いて火星大気境界層における調査を行った Nishizawa et al. (2016) で得られたデータである. 前回の発表 (村橋 他, 2017, 秋季大会) までは地表面付近の流れ場に注目して, その構造の調査を進めてきた. 今回は, MGCM で用いられているスキームを用いて, 地表面ダストフラックスを計算し, 解析を進めているので, その結果を報告する.

## 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, 10, 25, 50, 100 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. 計算には, 火星を想定したパラメータ値が用いられている. 計算領域のサイズは  $19.2 \text{ km} \times 19.2 \text{ km} \times 21 \text{ km}$  である. 加熱・冷却率及び地表面温度については, 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. 水平境界条件として周期境界条件を用いる. 初期条件は, Odaka et al. (2001) の鉛直温度分布に微少な温位擾乱を加えた静止大気とし, 0:00 (地方時) から計算されている. 解像度 5 m のデータは, 解像度 10 m 計算の結果を初期値とし, 14:00 から 15:00 (地方時) まで 1 時間計算して得られたものである. 本研究の解析では 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. ダストフラックスは Kahre et al. (2006) で用いられたスキーム及びパラメータを使用して計算した.

## 3. 結果

表 1 に計算によって得られた各解像度における地表面ダストフラックスの平均値を示す. Kahre et al. (2006) に合わせ, ダスト巻き上げの地表面応力閾値を 0.01 Pa, ダスト巻き上げの効率因子パラメータを 0.02 に設定している. 解像度 50 m, 100 m の計算結果では Kahre et al. (2006) で用いられた地表面応力閾値の最低値である 0.01 Pa を超える点がなく, 0 となっているため, 掲載していない. 5 m 解像度では, ダストフラックスが桁違いに大きな値になっていることがわかる. 今後はダストデビルを想定したパラメタライゼーションスキームを用いた見積もりも行う予定である. その際, 数十 m スケール解像度の計算結果は, MGCM におけるパラメタライゼーションスキームのグレイゾーンに当たる可能性があることに注意して解析を進めていく.

表 1 ダストフラックス [ $10^{-13} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ] の水平平均 (応力閾値 0.01 Pa の場合)

解像度	5 m	10 m	25 m
ダストフラックス	391	2.89	3.64