



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高解像度火星大気LESから得られた流れ場と地表面応力分布 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	村橋, 究理基
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15599号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90742
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kuriki_Murahashi_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 村橋 究理基

学 位 論 文 題 名

高解像度火星大気 LES から得られた流れ場と地表面応力分布
(The relationship between the flow fields and surface stress distributions obtained from a high-resolution Martian LES)

高解像度火星大気 Large Eddy Simulation (LES) 計算の結果を解析し、大気へのダスト巻き上げ量を決定づける地表面応力と流れ場構造との関連について調査した。これにより火星 GCM では統計的にパラメタライズすることで表現されている大気へのダスト巻き上げ量を決定づける地表面応力と具体的な流れ場の関係を明らかにすることを目的とする。本研究で用いたデータは Nishizawa et al. (2016) で得られた LES 計算結果である。このデータは計算領域が水平 19.2 km, 鉛直 21 km, 空間解像度 5, 10, 25, 50, 100 m の設定で計算した結果から得られたものである。この数値実験では、火星境界層における対流を自然に表現できる広範囲な計算領域が採用されており、かつ数 m スケールの流れ場構造を表現できる高い解像度が用いられている。本研究では、まず解像度 5 m の計算結果を用いて、流れ場の全体構造の把握と地表面応力場と流れ場の関係性の調査を行った。流れ場の全体構造を調査したところ、高度 6 km, 水平スケール数 km を持つ対流セルが卓越し、地球設定計算でも得られているような上昇流のプルーム状構造 (Sullivan and Patton, 2011) が存在することがわかった。また高度 1 km 以下の地表面付近では上昇流が網目状に広がり、数十 m ほどの幅の上昇流領域を境界にもつ多角形構造の存在が示された。更に、Nishizawa et al. (2016) の手法を用いて流れ場から渦構造を抽出したところ、地表面付近の渦構造は上昇流による多角形構造の境界の中に分布していることがわかった。以上の結果は、地球設定 LES 計算 (Giersch and Raasch, 2023) で現れる流れ場の特徴と同様のものとなっており、火星でも地球でも境界層内の流れ場には多くの共通点があることが示唆される。次に、地表面応力場と流れ場構造の関連性について調査を行った。地表面応力を求めたところ、Greeley and Iversen (1985) の風洞実験で得られたダスト巻き上げの応力閾値である 0.03 Pa を超える応力値が存在すること、強い地表面応力は主に渦構造に伴う流れによって生じていることがわかった。この特徴を計算解像度別に調査すると、粗い解像度においても強い地表面応力が渦構造によってもたらされている傾向が確認された。最後に、計算解像度による違いを調べた。その結果、粗い解像度においても強い地表面応力は主に渦構造に伴う傾向があることが確認された。しかし、25 m よりも粗い 50, 100 m 解像度の結果においては、強い応力が現れる点のうち渦構造によってもたらされるものの割合は半数を超えなくなる。このことから、強い地表面応力をもたらす渦構造を考慮してダスト巻き上げ量を見積もるには少なくとも 25 m よりも高解像度で検討することが望ましい。