

火星大気大循環モデルで見られた日変化する小規模渦

Diurnally varying small scale vortices observed in the Mars general circulation model

高橋 芳幸 [1]; 林 祥介 [2]; 小高 正嗣 [2]; 大淵 済 [3]

Yoshiyuki O. Takahashi[1]; Yoshi-Yuki Hayashi[2]; Masatsugu Odaka[2]; Wataru Ohfuchi[3]

[1] 神戸大・理; [2] 北大・理・宇宙理学; [3] シミュレータ

[1] Dept. of Earth & Planetary Sciences, Kobe Univ.; [2] Department of CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [3] ESC

これまで大気大循環モデルや領域モデルを用いた火星大気循環の数値計算が行われてきたが、数 10 km 以下の水平スケールを持つ局所的な鉛直対流と 1000 km 程度の水平スケールを持つ傾圧擾乱の間のスケールを持つ中小規模擾乱の実体については、数値モデルの解像度や扱う領域の不足からこれまであまり調べられてこなかった。我々はこれまでに、火星における中小規模擾乱の実体とそれらを含めた循環がダスト巻き上げ過程に及ぼす影響を調べることを目的として、中程度の解像度 (T79: 格子間隔約 79 km) での火星大気大循環計算を行い、傾圧波動に伴う前線、日変化によって山岳の風下に生じる 200-300 km スケールの中規模渦の構造とそれらがダスト巻き上げに寄与していることを示した。今回はこれまでよりも高い解像度 (T319: 格子間隔約 22 km) で同様の計算を行い、中程度の解像度の計算で得られていた擾乱について、解像度の限界によるモデルの水平拡散が及ぼす影響を再検討し、さらに中程度の解像度では表現できなかったより小さな規模の擾乱について調べた。

本研究で用いたモデルは、地球大気大循環モデル AFES の力学過程に、我々がこれまでに開発してきた火星大気大循環モデルの物理過程を導入したものである。AFES は東京大学気候システム研究センターと国立環境研究所で開発された大気大循環モデル AGCM 5.4.02 を基に、地球シミュレータ上での高速実行のために最適化されたモデルである。導入した物理過程は、放射過程、乱流過程、地表面過程を導入するとともに、ダストの巻き上げ過程と重力沈降過程を考慮した。考慮したダスト巻き上げ過程は Newman et al. [2002] によって提案されたパラメタリゼーションのうちの一つと同様のものである。このパラメタリゼーションは地表風によるダスト巻き上げを GCM に組み込めるようにモデル化したものであり、地表面摩擦速度がある閾値を超えなければダストが巻き上がらないところに特色がある。この GCM を用いて、T319L96 (水平格子間隔約 22 km, 鉛直総数 96) の解像度を用い、北半球の秋の条件で実験を行った。

T319L96 の解像度での計算の結果、4 hPa 気圧面の Alba Patera や Elysium の風下側において日変化する中規模渦が見られた。この中規模渦の大きさは 300-400 km 程度で、T79 の解像度で表現される最小規模に近い。しかし今回の高解像度実験で見られた中規模渦は、T79L48 の解像度の実験で見られていたものと同様の形状と時間変化を示しているため、モデルに用いられていた水平粘性は中規模渦の形成過程に大きな影響を及ぼしていなかったことになる。

一方、T319L96 の高解像度実験では、T79L48 の解像度の実験では見られなかった、より小さな構造を持つ擾乱も確認された。例えば、低緯度域には 100-150 km 程度の水平スケールを持つ多数の小規模渦が見られた。この渦の形成領域は西向きに移動しており、渦は周期的に午後の時間帯に形成され、夜間に散逸する。これらの渦は、T319 の水平解像度で表現された、局所的な熱対流による渦の引き伸ばしの効果によって生成したと考えられる。また、Tharsis 高地の西斜面では、水平スケールが 1500 km 程度に及ぶ水平風シアが西に向かって斜面を下っていく様子が見られた。このシアの移動は 1 火星日周期で午前中に起こっている。この現象の生成過程としては、日変化する加熱に伴う Tharsis 高地の西斜面で生じる斜面風や、Tharsis 高地で発生した重力波が考えられる。火星では、地面と大気が乾燥しており地面と大気温度の日変化が非常に大きいことが、小規模大気擾乱の生成に重要であることが示唆された。