

大気大循環モデルによる火星大気シミュレーションの現状

Numerical simulation of Martian atmosphere by using General Circulation Model: A review

高橋 芳幸[1]; 小高 正嗣[2]

Yoshiyuki Takahashi[1]; Masatsugu Odaka[2]

[1] 神戸大・自然; [2] 北大・理・地球惑星

[1] Graduate School of Science and Technology, Kobe University; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

近年行われている米国の火星探査計画により、過去に得られてきたよりもはるかに時間空間分解能の高い大気温度と大気微量成分の分布に関するデータが得られるようになった。これらのデータの蓄積により、観測結果に基づいて火星の大気大循環、ダストや水の循環を定量的に議論するための環境が整ってきた。火星探査計画と平行して、各国の研究グループで火星大気の数値モデル開発が精力的に進められている。これらの数値モデルを用いたシミュレーションの結果は、観測結果を解釈する上で有益な情報となることが期待される。本講演では数値モデルを用いた火星大気研究のうち大気大循環モデル (General Circulation Model: GCM) を用いたものに焦点を当て、近年のモデル開発・改善の状況とそれらを用いた研究成果について紹介する。

現在では世界各国の複数の研究グループで火星大気 GCM の開発と改善が行われている。各モデルは具体的な数値計算法や取り入れられている物理過程のモデル化に違いがあるものの、物理的な枠組みはおおよそ共通している。各モデルはプリミティブ方程式に基づく力学過程と火星大気に適した様々な物理過程から構成される。モデルに考慮されている物理過程は、火星大気の主成分である二酸化炭素と大気中に存在するダストに関わる放射過程、空間スケールの小さな乱流による混合過程、そして二酸化炭素の凝結・昇華過程である。モデルに与えられる地形や地面アルベドの分布はこれまでの観測に基づいたものである。モデルによってダスト分布やダストの光学パラメータが若干異なるものの、それぞれのモデル計算によって得られる東西平均場は観測結果をおおむね再現している。極域での二酸化炭素大気の凝結・昇華過程と密接に関係している地表面気圧の季節変化についても、各モデルで計算されるその振幅と位相は観測結果と矛盾しない。現在の火星大気 GCM は火星大気における熱および循環構造をおおよそ再現する能力を持つと言える。

最近ではダストや水の輸送過程を GCM に考慮して、火星大気中の微量成分の分布を議論する研究が行われている。例えば、Newman et al. [2002] は地表面からのダストの巻き上げ過程をパラメタリゼーションとしてモデルに組み込み、ダストの分布をモデル内で計算するような研究を行った。モデル計算されたダストストームの発生位置、発生季節、そして時間発展の様子は、過去の観測結果と整合的であった。このような GCM を用いたダスト輸送に関する研究の結果は、火星大気中のダストストームの発生メカニズムやダスト循環を理解する上で有益な情報を提供するであろう。しかし GCM におけるダストの振舞いは、モデル内でのダスト巻き上げ過程のパラメタリゼーションや、それに用いられる数々のパラメータに強く依存している。火星大気中のダストの振舞いに関する研究をさらに進めるためには、室内実験や領域モデルを用いたダスト巻き上げ過程に関する研究が必要とされる。