

着陸機による探査のための火星表層環境評価

* 小高 正嗣 (北大理), 杉山 耕一郎 (ISAS/JAXA), 高橋 芳幸 (神戸大理),
西澤 誠也 (理研 AICS), 林 祥介 (神戸大理), はしもと じょーじ (岡山大自然)

1. はじめに

現在, わが国の宇宙工学および理学コミュニティにおいて着陸機による表層探査, および着陸探査の工学的実証を目的とした火星探査計画の検討が進められている. 探査機および搭載する観測機器の設計, および安全な着地と運用のためには, 着陸予定地点の環境を数値モデルを用いて事前にある程度把握しておく必要がある.

このような火星探査のための表層環境評価は米国および欧州のグループにおいては事例があるものの (例えば Toigo *et al.*, 2003), わが国においては行われてはいなかった. しかし, わが国においてもさまざまなグループにより気象モデルの開発が行われており, それを火星をはじめとする惑星大気へ応用した研究が活発に行われている. その科学および技術的知見は, 火星探査のための表層環境評価を行うための十分な基盤となってきた. 火星表層環境の定量的評価を行うことが可能な数値モデル群を整備することにより, 惑星探査に寄与するだけでなく, 地球において培われた気象学的知見を比較惑星学的見地から定量的に検証することが可能になるだろう.

本発表では現在検討されている火星探査計画と, 我々のグループで進めている数値モデルによる火星表層環境評価の概要について紹介する.

2. 火星着陸探査技術実証と環境評価の方針

現在検討されている着陸機による火星探査は 2020 年代初頭の実現を目指しており, H-IIA ロケットによる中型探査として企画されている. 科学探査とともに着陸探査の工学的実証も重視されていることから, (A) 火星飛行機を用いた広域飛行探査, (B) ローバを用いた広域生命探査, (C) 走破型ローバを持ちいた 2 次元広域探査, (D) 複数ランダーを用いたグローバル探査, の 4 つの原案が提示され, それに沿った議論が行われている.

これらの探査機の設計と運用に必要な表層環境情報を提供するには, 対象となる時空間スケールの異なる複数の数値モデルを用いるのが効果的である. 探査実施想定期間が飛行機は 1 日, ローバは数十日, ランダーでは 1 年であることから, そもそも日変化から年単位の時間スケールにおよぶ環境情

報が必要とされている. そこで, 大気大循環モデルを用いて惑星規模から総観規模スケールの通年の気象データを計算し, その値を第 1 推定値として提供する. 次に大気大循環モデルデータを境界値として領域気象モデルの計算を行い, メソスケールから大気境界層スケールの擾乱, 局地的な地形の影響を評価する. これら 2 つのモデルでは評価が困難な日変化にともなう境界層内の乱流の影響は, 高解像度のラージエディシミュレーションの結果を用いて補完することができるだろう.

3. 数値モデルによる火星表層環境評価

以上の方針の元, 我々は地球流体電脳倶楽部にて開発されてきた惑星大気大循環モデル DCPAM (高橋 他, 2012), 名古屋大学水循環研究センターで開発された領域気象モデル CReSS (杉山 他, 2013), および理化学研究所で開発された SCALE-LES (西澤 他, 2013) を用いて火星表層環境評価を行う. DCPAM については計算結果と過去の探査機による気象観測結果とを比較し, それに基づいた適切な環境評価方法の検討を行って来た (小高 他, 2014). CReSS については地形・暦・物性パラメータの変更と火星大気放射コードの移植を終え, DCPAM の計算結果を境界値とした気象予測実験を実施可能な段階に至っている. SCALE-LES では 1 次元モデルで計算された熱強制を与えた日変化対流の計算を $O(10m)$ の等方格子を与えて行い, 乱流統計量の評価を行っている. 当日はこれらのモデル計算例を紹介し, 今後の展望について議論を行う.

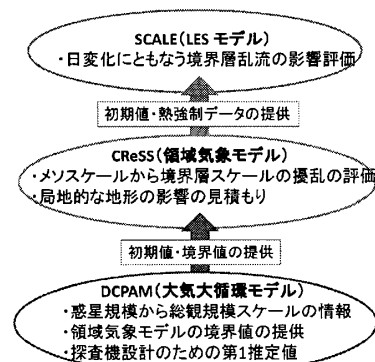


図 1: 数値モデルを用いた火星表層環境予測の概念図.