

回転原始火星大気による衛星前駆天体の捕獲と衛星軌道進化

Capture of satellite precursors and their orbital evolution by a rotating Martian proto-atmosphere

*松岡 亮¹、倉本 圭¹

*Ryo Matsuoka¹, Kiyoshi Kuramoto¹

1. 北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻

1. Department of Cosmosciences, Graduateschool of Science, Hokkaido University

火星は、フォボス、ダイモスという二つの衛星を有している。両衛星の反射スペクトルや平均密度は始原的な炭素質小惑星と類似していることから、両衛星の小惑星捕獲起源説（捕獲説）が提唱されてきた。

もし捕獲説が正しいとすれば、両衛星の現在の低軌道傾斜角、低軌道離心率の軌道は、捕獲後に軌道エネルギーの散逸が起きたことを示唆する。これまでに、代表的な散逸媒質として、原始太陽系星雲ガスが重力束縛されて生じた原始火星大気が提唱されている (Hunten 1979; Sasaki 1990)。しかしながら、これらの先行研究で想定されているような静止大気は、軌道の真円化を引き起こせるものの傾斜角減衰は期待できない。また、大気からの抗力による持続的なエネルギー散逸が軌道半径の縮小を引き起こすため、最終的には捕獲天体の落下を招き、むしろ衛星の形成を妨げる恐れがある。そこで本研究では、軌道縮小を抑えつつ、離心率・傾斜角進化を引き起こすことが期待できる、回転する原始火星大気に着目した。このような回転大気は、角運動量を保存しながらの原始太陽系星雲ガスの獲得や、火星から原始火星大気への自転角運動量の輸送で生じる可能性がある。本研究では回転大気モデルとして、静止軌道半径よりも内側で火星の自転と同期回転、外側でKepler回転する等温大気を仮定し、Hill半径で原始太陽系星雲に接続するものとして密度場を解析的に求めた。この大気の密度場と速度場を与えて軌道計算を行うことにより、回転大気の下での捕獲と衛星軌道進化について調べた。

捕獲過程を見るための数値実験では、火星Hill圏の外部から侵入した天体を想定し、回転大気との相互作用を考慮した制限3体軌道計算を行った。捕獲実験からは、回転大気での順行捕獲が、火星への直接衝突と比較してさほど珍しくないことを見出した一方で、逆行捕獲の例も多く認められた。しかしながら、回転大気と相互作用しながら運動する衛星を想定した2体軌道計算と解析計算では、逆行衛星は常に回転大気から抗力を受け続け、1,000年以下のタイムスケールで火星に落下する。これは現在の火星に順行衛星しか存在しない理由を説明するかもしれない。また、順行衛星の場合では、軌道縮小は少なくとも数十万年以上のタイムスケールとなり、衛星落下が抑制される。また、順行衛星は原始太陽系星雲ガスの寿命（～1,000万年）と比較して速やかに真円化（～数年）と傾斜角減衰（～数十万年）を達成し、捕獲時点での軌道半径は、その後の潮汐進化を考慮した場合のフォボス・ダイモスの初期軌道を含む。したがって、回転する原始火星大気による小天体捕獲は、現在の火星衛星の軌道をうまく説明できることがわかった。

キーワード：火星衛星、衛星形成

Keywords: Martian moons, Satellite formation