

論文審査の結果の要旨

氏名 菊地 紘

菊地紘提出の論文は「衛星・惑星間の相互作用に着目した火星衛星系の表層進化」と題し、本文は7章から構成されている。

火星には2つの衛星フォボスとディモスがあり、その軌道や大きさ、密度、反射分光特性などの特性は極めて似通っていることは知られているが、その起源や進化は、いまだに謎に包まれている。本論文は、グループと呼ばれる線状構造が、フォボスには全球的に分布しているにも関わらず、ディモスには欠如している点に着目し、それぞれの天体の進化を議論したものである。

第1章は序論であり、本研究の背景および目的と意義が述べられている。

第2章には火星衛星の地質学的研究がまとめられている。特に線状構造の形成過程を理解することが、フォボスとディモスの表層進化を理解する上で重要な位置づけにあることが示されている。

第3章では、線状構造の地質学的なマッピングが、3次元数値形状モデルを用いて行われた結果が示されている。これを統計処理した結果、すべての線状構造がそれぞれある平面に分布していることと、その平面が5つに分類できること、などが示された。

第4章では3章までの成果を踏まえ、線状構造が形成するための条件が整理されている。その結果、環のような構造を成す粒子群にフォボスが漸次的に衝突を繰り返すことで線状構造が形成された、とする仮説が提案された。

第5章では、第4章で示された線状構造の形成仮説が、火星、フォボス、粒子間の重力を加味した数値計算（N体計算）によって検証された。線状構造を作った衝突体は、火星を周回する軌道上で粒子の配列方向と速度方向が一致し、これが直線性を持つ線状構造を作ったことが示された。またその分布も理論的に検討し、これが3章で示された観測結果と調和的であることが確かめられた。さらにこの衝突体が、5つの独立した現象というよりも、火星がかつて持っていた環が原因と考えられることが論じられた。

第6章では、フォボス型の線状構造が形成されるための条件を整理し、他の天体で見られる線状構造についても議論された。ここでディモスにこの構造が欠如している理由が、ロッシュ半径の外に位置するためであることが提唱された。同様に土星のロッシュ限界付近の小型衛星では線状構造がみられるが、フォボスほど組織的でないのは、衛星と惑星の距離が離れているためとされた。ほかにも小惑星エロスや小惑星カニクロなども含め、これまで固有の現象として扱われてきた線状構造は、フォボスの例と共に体系的に説明できることが示された。

第7章は結論であり、本研究の成果を要約し今後の探査への応用を提示している。

以上まとめると、本論文はフォボスの線状構造について、網羅的な地質学的調査を初

めて行い，その分布を統計的に明らかにしたものである．歪な天体における地形を三次元的に扱う重要性を示し，初めて平面性を定量的に示したことは，本論文の手法があらゆる線状構造に応用できることを示している．さらに天文学的な視点に立った数値シミュレーションを実施し，線状構造は環のような構造を持つ粒子群とフォボスとが漸次的に衝突を繰り返すことで形成されたことを見出した．これはかつて火星にも環が存在していた，という仮説を地質学的根拠と共に示すものである．なおこの仮説によると，線状構造がフォボスのみに見られることは，フォボスが火星のロッシュ限界の内側に，デimosは外側あることで無理なく説明できる．JAXA では現在，火星衛星探査計画（MMX）が進行中であり，この論文の知見はその推進に大きな役割を果たしている．さらに土星などの規則衛星はロッシュ限界で成長したことが示唆され，その過程で生じる物理過程の理解が求められており，本論文はこうした側面からも重要な貢献となっている．

よって本論文は博士（科学）の学位請求論文として合格と認められる．

以上 1 5 8 9 字