

## 土星系における小型衛星表層の地質学的特徴と表層進化 Geological features and surface processes on saturnian small satellites

平田 直之<sup>1\*</sup>, 宮本 英昭<sup>1</sup>Naoyuki Hirata<sup>1\*</sup>, Hideaki Miyamoto<sup>1</sup><sup>1</sup> 東京大学総合研究博物館<sup>1</sup>The University Museum, The University of Tokyo

巨大ガス惑星を回る小型衛星は、微小重力、限られた熱的変成、氷を主成分としているという点で小惑星や彗星とよく似た環境にあるといえ、小天体研究において興味深い対象になると考えられる。同時に小型衛星は、大規模衝突、周囲の環や大型衛星との複雑な相互作用を受けており、巨大ガス惑星の周惑星円盤、衛星や環の形成過程やその後の進化にとって重要な鍵を握っていると見られる。2004年以降、カッシーニ探査機によって土星系の小型衛星の高解像度画像が続々と得られている。我々はこれら小型衛星の解析と調査を行っており、その特色ある表層進化を明らかにしつつけている。この発表では、パン (Pan)、ダフニス (Daphnis)、アトラス (Atlas)、ヤヌス (Janus)、エピメテウス (Epimetheus)、メトネ (Methone)、パレネ (Pallene)、テレスト (Telesto)、カリプソ (Calypso)、ヘレネ (Helene) についての我々の最新の報告を行う。

パン、ダフニス、アトラスは主要環の外縁部に位置し、もっとも土星に近い軌道をもつ衛星群である。形状は円盤型にちかく、環粒子を集積して形成されたと考えられている。表層は極めて滑らかで、一般的な小天体に見られるようなクレーターや溝状構造等の特徴は一切見られない。我々は詳細な画像解析の結果、従来存在しないと考えられていた衛星表層にクレーターが存在することを発見した。さらに衛星表層の静電的性質を調査した結果、衛星表層が常に帯電しており表層の微粒子が運動しつづける可能性があることが分かった。これらの力によって衛星表層が更新され続けている可能性が高いことを明らかにした。

ヘレネは、ディオネと軌道を共有している小型衛星であり、E環の外縁部に位置している。この小型衛星は先行半球と後行半球で全く異なる表層を持つことを発見した。衛星の後行半球はクレーターで飽和している一方で、先行半球側はクレーターが著しく乏しい。また先行半球側は奇妙な筋状構造を多数もつことも分かった。調査の結果、クレーターが乏しい領域と筋が存在する領域はほぼ一致していることがわかった。さらに重力解析の結果、筋状構造は重力方向と一致していること、筋は7度~20度程度の急勾配斜面にしか存在しないことを明らかにした。このためこれら筋状構造は地すべりによって生じたものであることが明らかになった。さらにクレーターの欠乏や地すべりの存在はエンセラダスの放出物の堆積によって説明できることも明らかになった。ヘレネに近い軌道をもつテレスト、カリプソ、メトネ、パレネも同様にエンセラダスの放出物による汚染を受けており、それらの効果によって衛星表層が大きな影響を受けていることを明らかにした。これらの堆積物からエンセラダスの火山活動は極めて短命である可能性が高いということも明らかになった。

ヤヌス、エピメテウスはミマスよりもやや内側に位置する小型衛星である。これらの衛星は軌道を共有しており、定期的に軌道が入れ替わる。表面はクレーターで飽和しており、これらの衛星はかなり古い表面をもつことがわかった。調査の結果、ヤヌスとエピメテウスの表面には明るい領域と暗い領域が存在することが分かった。暗い領域は (i) 低地に存在しており、(ii) その表面は平たく、(iii) 周囲よりも暗く、(iv) 明るい領域との境界は明瞭に分かれており、これらの特徴から池のような姿をしている。暗い領域は明るい領域の中に点在して存在しており、明るい基盤岩の上に暗い物質が堆積することによって生じたものと考えられる。位置を調べた結果、ヤヌスのものは Far side の低緯度に多く存在することがわかった。またエピメテウスのものは南極側や先行半球側に多く存在することがわかった。これらの地域性は、ヤヌスとエピメテウスと軌道を共有している希薄な環との衝突によって説明できることがわかった。おそらく環を介して衛星間で微粒子を交換していると考えられる。天体間でレゴリスを共有し、交換しあっている天体が発見されるのは初めてである。また、スペクトルや形態的な調査の結果、これら暗い物質が土星系の多くの衛星にみられる暗色物質 (ダークマテリアル) である可能性が高いことも明らかになった。この発見は暗色物質による汚染が系最内部にまで至る広域的なものであることを意味していると考えられる。

キーワード: 土星系, 小型衛星, 環, 地質学特徴

Keywords: Saturn system, small satellite, ring, geological feature