

論文審査の結果の要旨

氏名 北 里 宏 平

本論文は5章からなる。第1章は、イントロダクションとして、小惑星の形成・進化過程を理解する上での天体表面の地質学的情報の重要性を示すとともに、その情報を得るために、これまで実施されてきた小惑星の地上観測や隕石の室内分析、そして小惑星探査の歴史について紹介している。日本初の小惑星探査機「はやぶさ」が訪れた小惑星イトカワは、「はやぶさ」以前に探査された小惑星に比べて、天体形成初期の情報を表面の物質的不均質性として保持している可能性が高い。このことを研究目的の一つとして探査機に搭載された近赤外線分光器による詳細観測の有用性を論じている。

第2章では、「はやぶさ」近赤外線分光器で実施した小惑星観測の詳細な内容および小惑星観測の前後期間における分光器の性能評価、高次解析に必要となる分光器データの一次処理の方法についてまとめている。小惑星観測については、約20mの空間分解能で全表面の85%以上を占める反射スペクトルデータが取得できており、また機器の較正についても要求される精度を十分達成していることから、過去の探査より格段に詳細な観測を成功させていることを示している。

第3章では、小惑星表面の物理特性が光散乱特性に与える影響について詳しく論じている。様々な幾何条件で取得された観測データをもとに、小惑星イトカワについて光散乱特性の定量的な解析結果を示すとともに、過去の探査での結果や隕石の室内分析結果との比較を行い、衝効果（位相角 0° 付近での急激な増光現象）や表面粗さの影響などについての新たな知見を得ている。このような解析は、小惑星が主として点光源となる地上観測からでは困難であり、小惑星表面の光散乱特性について新たな理解を導いた重要な成果として高く評価できる。

第4章では、小惑星イトカワの表面不均質性について詳しい議論と考察がなされている。観測データから天体表面の全球的な反射スペクトルマップを作成することにより、表面反射率の地域差は10%程度であること、鉱物吸収帯の中心波長の変化が検出されないことから表面物質の鉱物組成は一様であることを明らかにした。さらに、イトカワ表面にみられる反射率およびスペクトルの地域的な変化は宇宙風化作用と粒子サイズの違いによって定量的に説明され、特に宇宙風化度の地域分布傾向は天体の形成過程やクレーター放出物の堆積過程に関連していることを明らかにした。これは、小惑星の形成・進化過程を考える上で非常に重要な成果である。今後様々な理論

的・実験的研究のための重要な情報といえる。

第5章は、本論文のまとめであり、本研究によって新たに得られた成果について簡潔にまとめられている。

本研究は、小惑星探査機「はやぶさ」近赤外線分光器を用いた観測データをもとに、小惑星イトカワの光散乱特性および全球的な表面不均質性について詳細な解析を行い、小惑星の新たな地質学的情報を得たという点で高く評価される。特に、宇宙風化作用と粒子サイズが反射スペクトルに与える影響を解析的に示すモデルを応用して、それらの天体表面における空間分布を定量的に明らかにしたことは、新たな手法の確立という点でも高く評価される。

なお、本研究の一部となる「はやぶさ」近赤外線分光器の観測運用・性能評価は、機器チーム全員の協力のもとに達成されたものであるが、論文提出者が主体的に観測データの解析・考察を行っており、その寄与は十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。