

# 論文審査の結果の要旨

氏名 二村 徳宏

本論文は、6章からなる。第1章はイントロダクションであり、固体天体の物質科学的研究について、特に、可視・近赤外反射分光研究の観点から紹介している。固体天体表面の鉱物学的特長を遠隔探査によって解明するための有用な方法として可視・近赤外反射分光研究がこれまで行われてきたが、分光データの解析法について2つの問題点を提示している。

第2章では、第1章で提示された問題点の一つである宇宙風化作用の取扱いについて述べられている。月・小惑星のように大気のない天体表面では、反射スペクトルに暗化、赤化、吸収帯弱化が生じる宇宙風化作用という現象が存在し、分光データ解析を困難にしている。本研究では、宇宙風化作用で生成されるナノ還元鉄 ( $\text{npFe}^0$ ) 粒子を含んだ蒸着層を持つレゴリス粒子の光散乱特性をモデル化することにより、宇宙風化層の厚さおよび宇宙風化層中  $\text{npFe}^0$  体積濃度の見積もりを可能とし、可視・近赤外反射分光データから宇宙風化作用について新しい議論を行った。

第3章では、第1章で提示したもう一つの問題点である鉱物吸収帯の分離法について述べられている。可視・近赤外反射スペクトルは、多種の鉱物に起因する複数の幅広い吸収帯が接近して複合吸収帯を形成しているため、これらを各鉱物吸収帯に分離することを困難にしている。本研究では、特に主要造岩鉱物の化学組成 (Fe、Mg、Ca 量) と吸収帯パラメータ (吸収帯の中心波長、幅、強度比) との関係性をモデル化することでこの問題点を解決した。これにより、端成分鉱物を仮定しなくても、可視・近赤外反射分光データ解析を可能にしただけでなく、端成分鉱物の化学組成まで議論できるようにした。

第4章では、第2、3章で開発したモデルを統合し、大気のない固体天体の可視・近赤外反射スペクトルから、その鉱物組み合わせ、構成鉱物の化学組成、鉱物の粒子サイズ、宇宙風化度を推定できる統一モデルを構築している。

第5章では、本研究で構築した統一モデルを三つの小惑星の可視・近赤外反射分光データに応用し、解析で推定した鉱物組成および化学組成から、6Hebe が Hコンドライトに、433Eros と 25143Itokawa が LLコンドライトに対応する表面組成であることを明らかにした。各小惑星のレゴリスについて、宇宙風化作用によってできた蒸着層の厚さ、およびその層内の  $\text{npFe}^0$  の体積濃度を個別に決定した。さらに、Hコンドライト的な 6Hebe と LLコンドライト的な 433Eros や 25143Itokawa との間に  $\text{npFe}^0$  体積濃度の違いがあり、それが金属鉄の存在度と整

合的であるという新しい知見を得ている。また蒸着層の厚さを宇宙風化年代と関連づけることにより、惑星表面物質年代の議論を可能とした。本研究によって、宇宙風化の進みややすさや進行度の指標を議論することが可能になり、今後の宇宙風化研究において大きな貢献が期待できる。

第6章は、本論文のまとめであり、得られた結果およびモデルの将来性が簡潔にまとめられている。

本研究は、端成分鉱物の可視・近赤外吸収係数スペクトルを鉱物の吸収帯の特徴を組み込んだモデルによって規定することにより、未知変数の数を大幅に減らし、それと混合モデルおよび宇宙風化モデルとを統一的に同時適用することによって、未知の鉱物混合物の反射スペクトルから、物質同定を行う意欲的で斬新な研究である。これは、世界初の試みであり、発展性がある手法として高く評価できる。また、このモデルを小惑星の可視・近赤外反射分光データに適用して、表面鉱物化学組成の異なる小惑星において、宇宙風化層中の $\text{npFe}^0$ の体積濃度に違いがあることを初めて明らかにしたことも高く評価できる。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。