

論文審査の結果の要旨

氏名 横田 康弘

本論文は7章と3節の Appendix からなり、第1章は研究の目的と論文構成、第2章は背景
一月の可視・近赤外分光観測、第3章は月面の光散乱モデル、第4章は分光画像の観測ジオメ
トリ基準化モデルと位相関数、第5章は Clementine 画像からの同一月面の複数回観測デー
タの抽出、第6章は月面の地質タイプ分類と反射光の位相関数、について述べられ、第7章はま
とめとなっている。

地上望遠鏡や惑星探査機によって、惑星表面からの太陽反射光の分光観測を行うことは惑星
表層の鉱物組成や表面状態を推定するための重要な手段となっている。一方、反射光強度は惑
星表面に対する太陽角度、観測器の位置などに依存する観測の幾何学的条件によって変化する
ため、反射光の分光観測データ解析においては、この幾何学的条件による反射光強度依存性を
正確に補正することが必須になる。特に反射光の位相角（太陽－惑星表面－観測器のなす角度）
依存性は、位相角30度以下では特に顕著であり、これを正確に推定する方式を確立すること
は惑星分光観測上きわめて重要な課題となっている。本研究はこの課題に対して、色々な位相
角における分光データを得た Clementine 探査機搭載の UV-VIS カメラのデータを注意深く分
析して、可視・近赤外波長域における月面の反射光の位相角依存性を観測的に明らかにしたも
のである。

第1章は本研究の目的と引き続く章の概要を述べている。第2章は本研究の背景となる月の
反射光分光観測についてのレビューであり、観測の幾何学的条件の定義、アルベドと
Bidirectional Reflectance の説明など基本的事項の概説がなされている。第3章では月面の光
散乱モデルについて、広く用いられている Hapke モデルを中心に過去の理論的研究について
レビューしたものである。本研究で扱う位相角の小さな領域では opposition effect, レゴリス
内の多重散乱が重要であることを指摘している。第4章では本研究の解析方法の基本となる光
散乱モデル式の提出、および精度の高い位相角依存性（位相関数）を得るための解析手法が述
べられている。これは Clementine 探査機により、月面の一部は2回以上異なる位相角で撮像
されていることを利用するものであり、位相角の違うデータの画像ペアを用いると、光散乱モ
デル中にあるアルベドの1次の寄与を分離して、位相角依存性の抽出を行うことが出来ること
を示している。第5章は Clementine 探査機の可視・近赤外データを解析するために、申請者
が構築した月面反射光データベースについて説明したものである。使用した原画像は約10万
枚に及ぶが、それぞれに対して軌道情報だけでは精度の足りない月面画像位置を、画像そのも

のと標準月面地図とのマッチングを使って、原画像のピクセル単位での位置を正確に求める自動処理の方法も開発している。第6章は第5章で得た月面反射光データベースを用いて、位相関数の波長依存性、地質タイプ依存性を明らかにしている。地質タイプ依存性を観測データのみから明らかにする方法として、反射光データベースから抽出される3バンド反射スペクトルをもとにした自己組織化マップと呼ばれるクラスタリング手法を使い、客観的に地質タイプに分類する方法を編み出し、それをもとに位相関数の地質タイプ依存性を議論している。最後に本研究で得られた位相関数を用いて反射光スペクトルの地域ごとの変化を示す月面地図を作製し、従来のもものと比べて格段に精度の高い分光地図が得られることを示している。

以上、本研究は月面の可視・近赤外波長域における月面反射特性を観測的に明らかにしたもので、月・惑星表面の分光学的研究の発展に寄与する成果を収めた。よって博士取得を目的とする研究として十分であると審査員全員一致で認めた。

なお本論文第5章と第6章は、飯島祐一、本田理恵、岡田達明、水谷 仁との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析、検証を行ったもので、論文提出者の寄与が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。