

論文審査の結果の要旨

氏名 大坪 貴文

我々の太陽系の惑星間塵は小惑星の衝突や彗星の蒸発により供給されていることから太陽系形成時の情報を保持していると考えられ、太陽系形成を探る上でも重要な天体である。この惑星間塵は黄道光と黄道光輻射として観測されるが、これまでは測光的観測が中心で、そのサイズや空間分布についてのモデル構築がなされてきた。しかし、そのスペクトルについては、特徴的形状の有無について相矛盾する結果が得られていた。本論文は、このような状況のもと、高感度の分光観測と詳細なモデルにより、黄道光輻射における特徴的スペクトル形状の存在を確認し、惑星間塵の組成について明らかにしたものである。

本論文は全7章から構成されており、まず第1章ではこれまでに行われてきた惑星間塵の研究についてまとめ、黄道光輻射の中間赤外線での分光観測が惑星間塵の組成を知る上で重要な手段であることを指摘している。そして、まだ広い天域での信頼できるスペクトルデータが得られていないことから、IRTS搭載の観測装置 MIRS による分光観測の意義を強調している。

第2章では本研究に用いた IRTS と MIRS の概要と、打ち上げ後の観測手順をまとめている。MIRS は $4.5\text{-}11.7\ \mu\text{m}$ の波長範囲を 32 個の検出器でカバーする分光器で、サーベイ観測により $8' \times 8'$ という中程度の写野で全天の7している。

第3章では観測時の装置パラメーターや達成性能を導出している。特に本論文の研究対象である黄道光輻射のような広がった天体に対しては暗電流の評価が重要であるが、飛翔中の較正データの詳細な解析からその変動成分を補正し、数 Jy/sr という小さな誤差に抑えることに成功している。また、検出器感度への放射線による影響も注意深く解析し、その影響の無視できないデータ等を除去して最終的結果としている。そして、その結果を COBE 搭載 DIRBE の測光結果と比較し、誤差の範囲内で矛盾のないことを示している。

第4章では観測結果をまとめている。まず、輻射強度には強い黄緯依存性が見られるが、スペクトルの全体形状は黄緯が $\pm 75^\circ$ の範囲で変化が見られなかったことを述べている。そして、 $4.5\text{-}8\ \mu\text{m}$ の波長範囲ではスペクトルが $275\ \text{K}$ 程度の黒体輻射でフィットできるが、それより長い波長には超過成分が見られることを指摘している。この結果は ISOPHOT の観測結果とは相容れず ISOCAM の観測結果と整合性が良い。その上で黒体輻射に代えて惑星間塵の密度と温度の3次元分布モデルを用いたフィットを行い、 $9\ \mu\text{m}$ より長い波長で約 20 ル形状を導出している。

第5章では得られた特徴的スペクトル形状の起源物質について論じている。まず、graphite, olivine glass, pyroxene glass, astronomical silicate の4種類のダストについて、2種類のサイズ分布を仮定して輻射スペクトルのモデル計算を行った。そして、観測結果との比較によって、小さなダストが少ないサイズ分布である inter planetary 分布の olivine glass だけが特徴的形状の強度を説明できることを明らかにした。このモデルでも 11 μ m 付近の特徴的形状とダストの色温度が再現できないが、色温度については graphite との混合物を考えると説明できることを示している。その上で、惑星間塵の主成分は olivine glass のような可視域で高い吸収係数をもつ非晶質シリケートと炭素質物質の混合物であり、これに加えて 11 μ m 付近の特徴的形状を再現できる物質が存在すると結論している。

第6章では今回の観測・解析結果にもとづいて星間塵の組成について論じている。まず、黄道光輻射スペクトルにシリケート由来の特徴的形状が見られることは、地球大気上空で採取された惑星間塵や彗星塵の組成・スペクトルと整合性が良いことを指摘している。そして、前章では未同定であった 11 μ m の特徴的形状が Mg-rich な結晶化シリケートの実験室データで説明可能であること明らかにし、非晶質のシリケートと組み合わせることにより特徴的スペクトル形状全体を再現する事に成功している。

第7章では本論文の結論がまとめられている。

以上のように、本論文は IRTS 搭載の MIRS による黄道光輻射のスペクトル観測によって惑星間塵の組成とサイズ分布を明らかにした研究である。特に、広い黄緯にわたって普遍的に特徴的スペクトル形状が存在することを示し、そのスペクトル形状が非晶質と結晶質のシリケートにより再現可能であることを明らかにした点は特筆すべき結果で、本論文の成果は博士（理学）を与えるに十分な内容であると認められる。

なお、本論文は尾中敬、山村一誠、田辺俊彦、石原大助、K.-W. Chan, T.L. Roellig との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析・考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、博士（理学）を授与できると認める。