

論文審査の結果の要旨

氏名 本田充彦

本論文は、5章と6つの Appendix からなり、すばる望遠鏡に搭載された中間赤外線観測装置 (COMICS; COoled Mid-Infrared Camera and Spectrometer) の分光機能を用いて行った、小質量前主系列星、および主系列星の星周円盤中の塵が放射するケイ酸塩鉱物に特有な放射スペクトル (以下、シリケートフィーチャーと記す) の観測結果をまとめたものである。中質量星に比べて観測例が少ない小質量星の回りの原始惑星系円盤に対して、30例という多くのシリケートフィーチャーのデータを取得して詳細な解析を行うことにより、星・惑星形成に伴うケイ酸塩の塵の成長や結晶化等を、初めて系統的に調べることを可能にした。また、Vega 型星 (塵円盤を持つ主系列星) に対しても、これまでで2例目となる結晶化したケイ酸塩塵によるシリケートフィーチャーを検出し、その組成についても考察を加えている。

第1章では、ケイ酸塩鉱物の組成や結晶構造等の解説から始まり、本研究の背景説明に至る丁寧な導入がなされている。

第2章には、すばる望遠鏡中間赤外線観測装置によって得られたデータの処理の流れが記述されている。

第3章は本論文の中心となる章である。ここでは、類似の他論文に比べて圧倒的に多い33個の小質量前主系列星について、Nバンドでの分光観測結果が提示されている。このうち、赤外線超過が検出されない、あるいは暗いためにデータの品質が悪い3つの星を除いた30個の星が示すシリケートフィーチャーに対し、円盤中の塵が組成や結晶構造の異なる5種類のケイ酸塩の塵 (それぞれが $0.1\ \mu\text{m}$ と $1.5\ \mu\text{m}$ の2サイズの塵の混合物と仮定) 及び、やはりNバンド内に特有の放射を出す PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) から構成されるモデルによるフィッティングを行い、これら構成要素の相対的存在量を導出した。この解析の結果、シリケートフィーチャーの連続波成分に対する相対強度は、サブミクロンサイズの塵が多いほど大きく、塵のサイズの良い指標となっていること、塵のサイズは中心星の年齢とは明確な相関が見られないが、原始惑星系円盤自身の若さの指標である水素の H α 線強度や円盤の質量との間には、そ

れらが大きいほど、すなわち円盤が若いほどサブミクロンサイズの塵が多い系が存在するという、円盤進化に伴う塵の成長を示唆する結果が得られている。また、結晶化したケイ酸塩塵の割合は、サンプル中で最も年齢が若いと見られる系においても5~20%であり、原始星の段階から結晶化が起きていることを示している。

第4章では、Vega型星HD145263の星周塵円盤のシリケートフィーチャーについて議論している。ここではVega型星ではPicに次いで2例目となる結晶化したケイ酸塩の存在を示すスペクトルが得られているが、スペクトル形状の詳細な検討に基づき、鉄を含むケイ酸塩の存在が示唆されている。明確な結論は今後の研究を待たねばならないが、我々の太陽系では隕石中に豊富に含まれるにもかかわらず太陽系外では見つかっていない鉄を含むケイ酸塩鉱物が、初めて同定された可能性がある。

第5章では、以上の結果と、今後の研究計画が簡潔に述べられている。

これまで述べたように、本論文は、すばる望遠鏡の大集光力を活かした中間赤外線領域の分光観測により、小質量星の原始惑星系円盤中の塵が放射するシリケートフィーチャーの観測を初めて系統的に行い、さらに主系列星の星周塵円盤にも観測を拡大したものとなっている。原始惑星系円盤のシリケートフィーチャーの解析で用いられたモデルの妥当性の検討や、塵のサイズや結晶化ケイ酸塩の割合と円盤の年齢指標との相関が単純ではなく、若い系で大きな多様性を示すことへの理解等、今後の研究に期待せねばならないことも多い。しかし、赤外線分光観測によって塵の組成やサイズ、結晶構造の変化をとらえ、惑星形成過程を理解しようとするこの研究分野はいまだ黎明期にあり、多くの小質量星周りの原始惑星系円盤、さらにはVega型星の塵円盤についても最新の観測結果を与え、それらの解釈に向けて第一歩を踏み出した本論文の価値は非常に高い。

なお本論文は、伊藤周、岡田陽子、岡本美子、尾中敬、片坐宏一、酒向重行、左近樹、田窪信也、藤吉拓也、宮田隆志、山下卓也との共同研究であるが、論文提出者が主体となって、観測・データ整約・解析・議論をすべて行っており、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)の学位を授与できるものと認める。