

# 博士論文審査報告書

氏名	蔡 承亨 (サイ ショウコウ)
学位の種類	博士 (理学)
学位記番号	博理第 88 号
学位授与報告番号	甲第 258 号
学位授与年月日	平成 28 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
論文題目	Morphological evolution of debris disks 「デブリ円盤の形態進化」
論文審査委員	(主査) 教授 伊藤 洋一 (副査) 教授 本間 健二 (副査) 教授 高橋 慶紀 (副査) 教授 芝井 広 (大阪大学大学院理学研究科) (副査) 准教授 石田 俊人 (兵庫県立大学自然・環境科学研究所)

## 1. 論文内容の要旨

本論文は、デブリ円盤の形状進化を天体観測により明らかにしたものである。デブリ円盤は主系列星の約 20% が持つ星周円盤である。原始惑星系円盤で形成された惑星や微惑星は、円盤のガスが消失した後に擾乱を受け、お互いが衝突する。これにより塵が生成され、塵は円盤状に分布すると考えられている。この円盤をデブリ円盤と呼ぶ。惑星や微惑星の擾乱の起源を知り、デブリ円盤の進化を知るためには円盤形状を精度よく求める必要がある。ところが、先行研究はスペクトルエネルギー分布や空間分解能の低い遠赤外線直接撮像観測等をもとに円盤形状を決定したものが多く、不確定性が大きい。また、円盤の形状を記述するパラメーターのうち半径のみを求めた研究が多く、円盤の形成と進化を知るためには情報が大きく欠如している。本論文では、補償光学装置を備えた地上の大型光学赤外線望遠鏡を用いてデブリ円盤の観測を行った。また、大型地上望遠鏡や宇宙望遠鏡で撮られた画像を解析した。これらの画像では 0.1 秒角程度の空間

分解能が達成された。回転差分法や主成分分析法等の最新の画像解析技術を用いることにより、9 天体でデブリ円盤を検出した。そして光散乱を含めたモデルを構築し、観測された円盤形状と詳細な比較を行い、円盤の半径や塵の密度分布など円盤の形状を決定する複数のパラメーターを精度良く求めた。その結果、円盤半径は中心星の年齢と質量に対して正の相関を示すことが判明した。このことは小型惑星の形成により擾乱が生じるという仮説を支持する。また、円盤のリング幅が中心星の質量と負の相関があることを観測的に初めて明らかにした。このことは、質量の大きな恒星の周りでは塵を生成する期間が短いことを意味するとも解釈できる。

## 2. 論文審査結果

本論文は、補償光学装置を有した地上大型望遠鏡や宇宙望遠鏡を用いて得られた可視光近赤外線画像をもとに、デブリ円盤の形状とその進化を議論したものである。デブリ円盤は、惑星や微惑星の衝突によって生じる微小な塵で構成され、中心星の光を散乱することによって微かに光る。本論文では、回転差分法や主成分分析といった最新の解析技術を用いることにより、中心星の光をきわめて精度良く除去することに成功した。その結果、9 天体でデブリ円盤を検出した。また統一したモデルを適用することにより、複数の円盤形状パラメーターの進化や中心星の質量との相関について議論を行った。先行研究で示唆されたように、デブリ円盤の半径は年齢とともに増大することを確認した。また、円盤半径は中心星の質量に対して正の相関を示すことが判明した。このことは小型惑星の形成により擾乱が生じ、それらの衝突によって塵が形成されるという仮説を支持する。さらに、中心星が軽いほど円盤の幅が大きいことを初めて指摘した。

上記のように、本論文はデブリ円盤の天体観測をもとに惑星系の形成・進化過程について重要な知見を得たものである。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成28年1月22日、論文内容およびこれに関連する事項について試問を行った結果、合格と判定した。