

論文審査の結果の要旨

氏名 浅野 健太郎

本論文は、銀河系における星間ダストの主要な形成場所と考えられている惑星状星雲(PN)を、地上から初めて、20-40 μm 帯中間赤外線で観測した結果をまとめたものであり、その高空間分解能かつ高精度な中間赤外線データを元に、低温ダストが中心付近に集中して存在していることを初めて示した。

本論文は5章からなる。第1章は序章であり、本研究の背景がまとめられている。惑星状星雲の形状による分類と中心星の初期質量との関係が述べられている。なかでも、双極状形状を持つと考えられている中質量星(3-8 M_{\odot})惑星状星雲は、AGB型星から post-AGB を経て、proto-PN そして PN に進化し、多量のダストを形成する。この期間は短く(1000年程度)、ダストに覆われているため、可視光での観測は困難で、赤外線での観測がたいへん有効であることが述べられている。さらに、非球対称な形状を持つ惑星状星雲の質量放出のモデルにも触れられている。

第2章では、観測に使われた望遠鏡(東京大学アタカマ天文台 1m 望遠鏡; miniTAO)および中間赤外線撮像分光装置(MAX38)について述べられている。特に、このサイト(標高 5640 m)での中間赤外線領域の大気透過率と各測光バンドの性能が詳しく示されており、miniTAO が 30 μm 帯の観測が可能な唯一の地上望遠鏡であることが述べられている。続いて、上記の観測装置を用いた観測と得られたデータの解析方法について述べられている。特に、この波長帯の観測では、生データから精度の高い測光値を得ることは容易ではない。観測手法の工夫や大気の性質を考慮した丁寧な較正方法など、この波長特有の解析手法について詳しく説明されている。具体的には、(1)「加重平均法」を用いた背景むらの除去、(2)大気透過率の不安定性を考慮したデータの選択、(3)通常の測光標準星が存在しないため、大気モデルや、背景光と出力の関係などを考慮した、中間赤外線領域で明るい天体の測光精度の向上、など、今回の高精度の測光値導出のために用いられた様々な解析手法について述べられている。

第3章では、まず、観測天体の選択について述べられている。序章で紹介されているいくつかの種類 of 惑星状星雲のうち、比較的質量の大きな、つまり中質量星(3-8 M_{\odot})の双極状星雲に分類される3天体: NGC6302, Mz3, Hb5 を選択したことが述べられている。さらに、観測手法として採用したノッド観測について説明されている。

第4章では、観測結果について述べられている。まず、3天体それぞれの間赤外線3波長（19, 25, 32, 37 μm の4波長のうちの3波長）での画像が示されている。それぞれの波長で、標準星の PSF より明らかに広がった放射の分布が示されている。さらに、今までの他波長の観測データをも加えて、中心領域での、近赤外線から 100 μm までの SED を明らかにした。これは、単一温度での放射では表せず、近似的に2温度のダストを仮定した放射で良くフィットできることを示した。特に、それぞれの天体で、中心集中した 70-110 K の低温成分ダスト放射を検出した。

第5章では、上記の結果を元に、いくつかのモデルよりダスト質量を求めている。さらに、中心領域のダストトーラスの構造や物理状態について検討している。観測で得られた赤外線の分布は中心に集中していることから、単純な熱平衡モデルを仮定する場合、光学的に厚いダストトーラスまたはダストの成長による大きなサイズのダストの存在などを考えることで、低温のダストがより内側に存在しているという観測結果を説明できる可能性を示唆している。

最後に、論文全体のまとめと今後の研究の方向について述べられている。本論文は、双極状惑星状星雲の星間ダストについて、今まで空間的に分解した観測がなかった中間赤外線領域で観測を行い、ダストの総量としては今までの他波長の観測と矛盾ない結果を示した上で、低温ダストは外側に存在しているとの予想に反して、中心に集中していることを初めて明らかにした。これは、さらに、惑星状星雲でのダスト形成メカニズムにもいくつかの制限を与え、今後の研究に対しても重要な知見を与える、オリジナリティの高い研究である。

本研究は、宮田隆志、内山瑞穂、岡田一志、上塚貴史、越田進太郎、小西真広、酒向重行、高橋英則、舘内謙、田邊俊彦、中村友彦、本原顕太郎、諸隈智貴、峰崎岳夫、吉井譲との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測・データ解析・議論を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、上述の内容を総合的に判断し、博士（理学）の学位を授与できると認める。