

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第399号	氏名	莊思寧 (Chong, Sze Ning)
審査委員	主査	今井 裕	
	副査	半田 利弘	中西 裕之
		蔡 浩起	

学位論文題目 Observational Study of Morphological Changes in Medium-Mass Evolved Stars
(進化末期の中質量星に見られる形状変化の観測的研究)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、惑星状星雲(以下PNと略す)が持つ形状の多様性の起源を探る方法について述べたもので、全文4章より構成されている。

第1章は序章である。PNが示す多様な形状をどのように判別してきたのか、歴史的経緯を述べている。また、本論文が対象とする観測データが扱う水素原子輝線 ($H\alpha$) 及びレーザー輝線(主に H_2O)の励起に関する基礎情報を与えている。

第2章では、実在するPNが比較的な簡単なモデルで再現できるのかについて述べている。3対の双極電離ガス流を組み合わせたモデルを採用してガス流の向きを適当に調整すれば、実在するPN 20天体について輝度分布を再現できることを示した。その上で、もしPNの全てがこのようなモデルのようなガス流を持っていた場合、天球面に投影されてしまうと約半分のPNについては実際の形状を正しく同定できないことを明らかにした。これらのことから、複雑なPNの形状を作り出す仕組みは比較的単純なものである可能性があるという示唆を与えるのと同時に、PNの実体を正確に把握する為には天球面に投影された輝度分布の解析だけでは不十分であることを指摘した。

第3章では、PNよりも形状進化の前段階だと考えられる「宇宙の噴水」天体のうちW43Aにおいて観測される水レーザースポット群の空間・視線速度・固有運動分布のモデル化について述べている。本論文では、PNの輝度分布再現で採用されるモデルを新たにW43Aに対して適用している。それは、過去に星から放出されたガスから形成された星周縁の中に、新たに星から吹き出る希薄な高速流によってくり抜かれて空洞が作られると考える。W43Aでは、そのような空洞の壁に向かってさらに新しい双極高速流がぶつかることによるガスの掃き寄せが生じ、そのような場所で水レーザーが励起されると考えられる。このモデルを採用することによって本論文では、実際に観測された水レーザースポット群の空間分布に留まらず視線速度分布の再現も成功した。またそれに留まらず、星からの赤外線放射がその空洞をくぐり抜けて観測者に届いていることを証明してみせた。この結果は、PNで観測されるような双極電離ガス流が宇宙の噴水天体の段階で形成され成長していったという進化モデルを強く支持する。

第4章では本論文の結論を述べている。また、第3章で述べた宇宙の噴水をレーザー以外の熱的放射で撮像することの重要性を指摘し大型ミリ波サブミリ波電波干渉計ALMAによる解像の可能性についても示している。

以上本論文は、中程度の質量(0.4—8太陽質量)の恒星の進化末期に見られる物質放出の研究において、そのような進化段階に達しているPNや宇宙の噴水天体が持つ複雑な形状を定量的に分析する手法を確立した。さらに、宇宙の噴水天体からPNまでの形状進化を結びつける仕組みに対して、素直な説明が可能な統一的描像を与えた。今後、本論文で開拓したモデル構築の手法と形状進化過程モデルを元に研究が進み、恒星末期進化の理解が大いに進むと期待される。これらのことを鑑みて、審査委員会は本論文を博士(理学)の学位論文として合格と判定する。