論文審査の結果の要旨

氏名　大澤　亮

本論文は、宇宙空間での多環芳香族炭化水素（Polycyclic Aromatic Hydrocarbon：以下 PAH と略記）の放射について、惑星状星雲における統計的性質を明らかにし、その解釈について新しい考え方を提唱したものである。

本論文は６章と付録４章からなる。

第１章では、先ず、PAH と惑星状星雲について概観している。次いで、本論文の主対象である PAH は宇宙空間に普遍的な物質である事、その起源として惑星状星雲の前の進化段階である漸近巨星枝（Asymptotic Giant Branch：以下 AGB と略記）期に放出された星周物質中で形成されたと考えられてはいるものの、未だ検証されていない事を紹介している。そして、PAH は紫外線で励起され近・中間赤外線に特徴的な幾つもの帯放射を持ち、その帯放射間の強度比から電離度、分子サイズ、結合水素分子数比、直鎖結合の有無といった PAH の性質を調べることが可能である事を述べ、本研究の意義を述べている。

第２章は、本論文で用いるデータ源である赤外線天文衛星 AKARI 搭載の赤外線カメラ（InfraRed Camera：以下 IRC と略記)と Spitzer 宇宙望遠鏡の赤外線分光装置（InfraRed Spectrograph：以下 IRS と略記)の概説である。

第３章では、本論文で作成した惑星状星雲の近赤外線スペクトルアトラス（以下 PNSPC カタログと略記）について述べている。これは、AKARI/IRC による高感度観測により、73 の惑星状星雲と三つの晩期型星、一つの電離領域について、従来の近赤外線分光観測データに比べて格段に高い S/N 比の近赤外線スペクトルアトラスであり、3μm の PAH 帯放射を含むもので、惑星状星雲の近赤外線研究にとって貴重なものである。

第４章では、PNSPC カタログに基づいて、惑星状星雲の PAH 放射についての統計的な解析と議論を行っている。論文提出者は、3.3 と 3.4μm 帯放射は、夫々炭素の芳香族結合、直鎖状結合の振動に対応し、その強度比が PAH の構造を反映する事に着目した。そして、惑星状星雲の中心星の有効温度が高い程 3.4μm 帯放射の強度比が高い事を見出し、惑星状星雲の進化に伴い直鎖状炭素結合を持つ成分が増加する事を示した。また、3.3μm 帯放射強度の赤外線放射総量との比から、該当する励起状態にある PAH 量の固体微粒子全体への比率が、中心星の進化につれて最初は減少するが、有効温度 50,000 K 以上になると増加に転じるという特徴を発見した。

第５章では、Spitzer/IRS によって得られた中間赤外線の PAH スペクトルも考慮に入れて、惑星状星雲の進化に伴う、PAH の性質の変化を議論している。3.3、11.3μm の強度比からはサイズの小さな PAH が進化と共に減少する事を、また、6.2μm 帯放射のピークは進化に伴って長波長にずれて行く事を見出した。これらの PAH 放射の特徴は、既知である、紫外線による光解離や荷電粒子による

スパッタリング作用だけでは説明出来ない。そこで、AGB 期において放出された物質（AGB 風）に、惑星状星雲中心星からの放射と高速恒星風により衝撃波領域が形成されるという描像に沿って、以下の様な新しい考え方を提唱している。先ず、惑星状星雲を外側から、①AGB 風領域、②中心星放射により電離した AGB 風領域、③高速恒星風と AGB 風の衝突による衝撃波領域、④高速恒星風領域、に分けて考える。領域①、②には PAH は存在するが、励起に必要な紫外線が領域①には到達していないため、PAH 放射は領域②のみから放射されると考える。そして、領域②が、時間と共に拡大するに従って、より過去に放出された領域①を取り込んで行くために、その領域の PAH の特徴に変化を引き起こし、よって観測される PAH 放射の特性が変化すると理解する。この仮説は、AGB 期に形成された PAH の特徴の変化の理由については議論していないが、従来の“形成された PAH が惑星状星雲期に変成を受けた”とする考えとは異なり、かつ合理的なものであると評価出来る。

第 6 章は纏めと結論である。

AGB 星の周囲は、星間空間 PAH の形成に重要な領域と認識されているが、AGB 星からの紫外線は PAH を励起するには微弱であるので、PAH の存在の検証は出来ない。本論文は、より進化した時期にある惑星状星雲に着目して、PAH 放射の特徴とその進化を統計的に解析し、それらに関して、新しい合理的な考え方を提唱した独創性の高い研究である。

本研究は、尾中 敬、左近 樹、森 珠実との共同研究であるが、論文提出者が主体となって、データ解析、分析、検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。