

|               |                                                                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 舞 原 俊 憲<br>まい はら とし のり                                                                                   |
| 学 位 の 種 類     | 理 学 博 士                                                                                                  |
| 学 位 記 番 号     | 理 博 第 202 号                                                                                              |
| 学 位 授 与 の 日 付 | 昭 和 46 年 1 月 23 日                                                                                        |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当                                                                                  |
| 研 究 科 ・ 専 攻   | 理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻                                                                                  |
| 学 位 論 文 題 目   | <b>On the Spectral Distribution of Infrared Objects and Related Stars</b><br>(赤外線天体および関連した星のスペクトル分布について) |

論文調査委員 (主 査) 教 授 長谷川博一 教 授 林 忠 四 郎 教 授 安見真次郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

現在の天文学の一つの特徴は、可視光線や電波以外の新しい手段による研究の途がにわかに開けてきたことであろう。天体からの赤外線の観測は、1965年頃から盛になり、波長2ミクロンで全天観測を行なったところ、非常に強い赤外線を放射する星が数多く発見された。このような星を赤外線星という。この論文は、赤外線星のスペクトル分布を、中心星のまわりに細かい物質粒子すなわちダストが存在するというモデルを設定して、くわしく研究したものである。

論文には、まず、このモデルを申請者が採用するにいたった、観測上の事実、およびそれに基づく若干の議論が簡潔に要約されている。すなわち、観測事実としては、赤外線星のスペクトル分布は、単一温度の黒体放射スペクトルと著しく異なっていること、晩期の巨星中には10ミクロンで過剰があり、これは300Kの熱放射に相当すると考えられること、T-Tauri型星が赤外過剰を示すことなどがあげられる。赤色巨星やT-Tauri型星は質量放出を行なうと考えられ、これが星の周囲で凝結してダストとなると予想される。したがって、ある温度の中心星からの熱放射が周囲のダストによって散乱、吸収され、ダストはその低い温度に相当した熱放射を放出すると考えられる。

申請者は、この場合について、波長ごとの放射輸達の問題を解き、実際に観測される赤外線星の種々の型のスペクトルを統一的モデルによって説明している。

放射輸達の問題は、放射強度に対するチャンドラセカルの方程式およびダストに対するエネルギーバランスの関係を基礎にして解かれている。ダストは中心星の周に球対称分布をするものと仮定すれば、放射強度は中心星からの距離、動径方向との間の角度、および波長に依存する。方程式を、外むきの全放射流束および内むきの全放射流束を用いて書き直すことができる。方程式中にあらわれる散乱係数は適当な複素屈折率をもつ球に対して、ミーの散乱理論を使って計算されている。

解くべき方程式の中には、星の周囲のダストの分布関数が含まれており、これこそ真に求めるべきもののなのである。申請者は、黄道光の観測から知られる太陽のまわりのダストの分布にもとづき、これを、中

心星からの距離を  $r$ 、ダストの半径を  $a$  として、 $r^{-\alpha}a^{-\beta}$  であらわした。 $\alpha$ 、 $\beta$  はパラメータである。数値計算の結果は、ダストの総量を変えたばあいについて、星のスペクトル分布の形で示されている。

得られた結果は、くわしく観測されている 6 個の赤外線星に対して適用され、いずれの場合にも、きわめてよい一致が得られている。すなわち、「赤外線星のある種のもは、星の周囲にダストが存在し、中心星およびダストが熱放射を行なっている。星のスペクトルは、中心星の温度、ダストの空間分布と大きさの分布、およびダストの総量、換言すれば光学的な厚さによって定まる」という、申請者の最初の見通しが実現していたのである。なお、上の比較においては、パラメータ  $\alpha$  は 1 個の星をのぞいては 1、パラメータ  $\beta$  はすべて 4 として、一致する結果が得られているが、黄道光の観測の説明のためには  $\alpha=1$ 、 $\beta=4\sim 5$  とされており、この間の一致は興味深いものがある。

### 論文審査の結果の要旨

赤外線星の観測とその理論的研究とは、ごく近年始まったばかりである。観測される赤外線星のスペクトルは、けっして温度の低い単一の星からの黒体放射を示さず、赤外域における著しい過剰を示している。かつ、スペクトル分布の形もまた星により異なり、なかには可視域と赤外域にそれぞれスペクトル強度の極大を示すものもある。一方、星の進化の理論によれば、表面温度数百度 K の星はけっして平衡状態にあり得ないが、赤外線星のなかにはあたかもこの程度の低い温度の熱放射のようなみかけをもつものさえる。このような現状では、個々の赤外線星のスペクトルの精密な解析もちろん重要ではあるが、赤外線天体といわれるものが共通の性質をもつものであるかという観点から統一モデルの追求が不可欠である。この点で申請者の問題設定は極めて適切であったと考えられる。

さて、申請者は、赤外線天体のなかには質量放出の著しいものが含まれていることと、スペクトル分布とから、中心星の周囲にダストが存在するというモデルを採用している。前にも、このようなモデルによって放射輸達の問題を解くところみはなされていた。しかしそれらは、ダストが稀薄であってダストから放出された放射の再吸収や散乱を無視する近似であって適用範囲が限られているか、あるいは全エネルギーの輸達のみを扱っていてスペクトル分布の観測と比較することができないものであった。前者についていえば、申請者の計算と比較して求められた二、三の赤外線星の周のダストの光学的厚さは 1 をこえるものがある。申請者の解いた問題では、ダストの放出した放射の散乱や再吸収が若干の適当な近似のもとに十分とり入れられており、その意味において赤外線星の統一モデルを作るのに適した取扱いがなされている。

申請者は、計算の結果を、中心星の表面温度と周のダスト分布とをパラメータとしてあらわしている。そのとき、ダストの分布にかんしては、その総量、空間分布のパラメータ  $\alpha$ 、大きさの分布のパラメータ  $\beta$ 、およびダストの最小の大きさをパラメータとしている。観測の結果の解析は、きわめて見事であって、申請者が期待した統一モデルとしての役割は十分に果していると考えられる。そのとき、二つのパラメータ  $\alpha$  と  $\beta$  とは、ほとんど同一の値がえらばれ、ダストの総量、換言すれば光学的厚さと、ダストの最小の大きさとが対象ごとに定められている。

なお、参考論文は、申請者が、赤外線星の偏光の観測を 3 名の共同研究者とともに行った結果であっ

て、申請者が、赤外線天文学の分野において、理論および観測の両面においてすぐれた学識を示すものである。

以上のように、本論文は、赤外線天文学において、きわめて重要なモデルを確立したといえるものであって、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。