

氏 名	中 野 武 宣 なか の たけ のり
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 110 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 9 月 27 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 原 子 核 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Fragmentation of a Cloud and the Mass Function of Stars in Galactic Clusters (ガス雲の分裂と銀河星団の質量函数)
論文調査委員	(主 査) 教 授 林 忠 四 郎 教 授 小 林 稔 教 授 長 谷 川 博 一

論 文 内 容 の 要 旨

銀河の円盤部には、銀河星団と呼ばれる $10^2 \sim 10^3$ 個の星の集団が多数分布している。この星団の形成過程については、次のようなガス雲の分裂の仮説が広く受け入れられている。すなわち、星団のもとになる星間ガスの雲が自己の重力によって収縮を続ける際に、ガス雲内部の密度分布の動揺が次第に成長して、ガス雲はやがて多数の破片に分裂し、各破片はさらに重力収縮を続けて最終的には星になるという考えである。収縮中のガス雲の密度動揺については、これまで多数の人によって、その成長の力学的な過程が理論的に調べられている。しかし、これらの理論はすべて廻転していない球対称のガス雲に対するもので、廻転による遠心力の影響は無視され、また線型理論に従って密度の動揺が小さい場合に限られている。従って、理論をそのまま星間ガスの雲に適用して、その分裂過程を具体的に論ずることはできなかった。

主論文は、ガス雲内の密度の動揺が十分大きい場合に適用できるような、その成長の理論を展開するとともに、ガス雲が最初から持っていた角運動量の影響を考慮に入れて、星間ガスの雲から星団が形成される一連の過程を具体的に追求し、星団の質量函数の観測との比較を試みたものである。この一連の過程としては、ガス雲全体としての収縮とその停止、この収縮に伴う密度動揺の生長と分裂破片の生成、これらの破片の自身としての重力収縮と相互の衝突による合体などを詳細に考察している。

まず、現在の銀河の星間ガスで代表されるような稀薄なガス雲の考察から出発している。このガス雲は、質量が太陽の 10^4 倍より大きい場合には、自己の重力によって収縮する。この収縮に際してガス雲が最初から持っていた角運動量は保存されるので、収縮が進んで平均密度が 10^{-19} g/cm^3 の程度に達すると、遠心力のためにガス雲全体としての収縮は停止する。この停止の時期においては、ガス雲内部の密度の動揺はすでに十分成長していて、ガス雲は多数の破片に分裂していることを見出している。

これらのガス状の破片は、自身では重力収縮を続けながら、相互には不規則な相対運動をしている。破片の収縮が進んで半径が十分小さくなるまでは、破片相互の衝突時間が自身の収縮時間より短いので、破片の集団の進化には相互の衝突が重要な役割を演ずることを指摘している。ついで、衝突に際して破片の

運動エネルギーの一部が熱エネルギーに変化し、破片のガスの温度が上昇する過程を調べている。その結果、上の熱エネルギーは水素分子を原子に解離するのに十分ではなく、ガスの温度は 10^3K の程度までは上昇するが、その後は水素分子と grain の輻射放出によって急速に降下することを見出している。さらに、この冷却時間が加熱されたガスの膨張時間よりずっと短いことから、衝突によってガス雲の二個の破片がそのまま合体する確率が大きいという結論を導いている。

ガス雲の破片は原始星となるまでの間に、上のような合体をくり返すことによって質量を増大し、その集団の質量スペクトルは時間的に変化する。この変化は、破片の収縮が十分進んで衝突が起こらなくなるまで続く、このように、現在観測されている星団の星の質量スペクトル、すなわち星団の質量関数は、ガス雲の破片の合体過程の統計的な性質によって定まったことになる。申請者は、合体の断面積についていくつかの形を仮定し、その各々の場合について、質量スペクトルの時間変化を数値的に計算している。その結果、時間が十分経過した後のスペクトルの形はその初期値には殆んど依存しないことを見出している。さらに、この最終的なスペクトルの形を多数の銀河星団の質量関数の観測結果と比較して、合体の断面積として適当な形を選んだ場合には、両者がよく一致することを見出している。

参考論文 1 は、原始星が十分収縮して重力平衡が成立つ星の状態に達してから、その中心で水素燃焼が開始するまでの進化、いわゆる主系列以前の準静的な重力収縮の段階の進化を、太陽より軽い星について調べたものである。質量が太陽の $1/10$ 以下の星では、収縮に伴って電子の縮退が進行するために、星の中心温度は水素燃焼に必要な程度まで上昇しないことを見出している。

参考論文 2 と 3 は、参考論文 1 で考察した進化の前段階としての原始星の進化を論じたものである。一般には重力平衡にも熱平衡にもないガス球の熱的、力学的性質を広範囲の温度と密度の状態について調べ、原始星が収縮する際の温度や光度などの時間的変化の様子を明らかにしたものである。とくに、重力平衡の状態に到達する直前には、星の中心部に強い衝撃波が発生して、光度が急激に増大することを見出している。

論文審査の結果の要旨

主論文は、銀河の星間ガスの雲が星団に進化するまでの一連の過程について系統的な理論を新しく展開したものである。廻転しているガス雲の全体としての収縮とその分裂の過程、さらに分裂によって生じた破片の相互の衝突による合体の過程を明らかにした上で、星団の星の質量スペクトルを理論的に導き、これが観測結果に一致することを示したことは、星団の起源の説明に成功したものと見える。

まず、ガス雲の分裂に関しては、これまでの線型理論が適用できない場合について、収縮中のガス雲内部で密度の動揺が成長または減衰する条件を明らかにしている。また、一般に角運動量を持ったガス雲は、遠心力のためにその全体としての収縮をある時期に停止するが、この時期にはガス雲の分裂が十分に進んでいるという興味ある結論を得ている。

ついで、ガス雲の全体としての収縮が停止した後の分裂破片の進化を考察し、各破片は星の状態まで収縮する間に多数回の衝突を行なうことを明らかにしている。この衝突によって破片の温度はある程度上昇するが、水素分子と grain による輻射放出のために急速に降下するので、二個の破片がそのまま合体す

る確率が大きいことを見出している。

最後に、破片相互の衝突による合体の断面積として適当な値を仮定して、破片の集団の質量スペクトルが時間的にどのように変化するかを詳細に計算している。時間が十分経過した後の質量スペクトルの形は星団の質量函数の観測値によく一致することを示しているが、これはガス雲の破片の合体の過程が星団の質量函数の決定に重要な役割を演じていることを証明したものといえる。

以上の主論文は、銀河内の星団の起源を一貫して説明する新しい理論を提出したものとして、銀河や星の構造と進化の理論の発展に寄与するところが少なくない。なお、参考論文はいずれも、申請者が天体核物理学の分野において豊富な知識とすぐれた研究能力を持っていることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。