

【 16 】

氏 名	日 下 遼 くさ か たかし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 328 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 5 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	Dynamical Contraction of Infinite Plane-symmetric Gas Clouds (無限平板ガス雲の力学的収縮)
論文調査委員	(主 査) 教 授 林 忠四郎 教 授 長谷川博一 教 授 玉 垣 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

ガス雲の重力的な収縮によって恒星や銀河が形成される場合、あるいは恒星が進化の終段階において超新星として爆発する場合などのように、巨大な自己重力をもった天体の急激な収縮、膨張の過程においては、球対称からのずれは一般に無視できないものと考えられている。球対称性を仮定したガス雲の力学的収縮はこれまで多くの人によって計算されているが、非球対称の力学過程はまだ十分明らかになっていない。

主論文は、非球対称ガス雲の収縮過程の特徴を見出すために、非球対称の一つの簡単な極限の場合としての面対称をもったガス雲、すなわち厚みをもった無限平板のガス雲を考えて、まず重力平衡状態を調べ、ついで重力平衡にない場合の収縮が熱的、力学的にどのように進行して、最終的にはどのような平衡状態に落ちつくかを数値的に計算したものである。ただし、ガスの運動は対称面に垂直な方向に限られるという仮定をしている。

申請者はまず、静力学的な重力平衡の状態にある無限平板ガス雲の構造を調べて、平板に垂直な方向の断熱的な変位に対する力学的安定性の条件を求めている。その結果、球対称の場合とちがって、ガスの断熱変化の指数 γ (=定圧比熱/定積比熱) の値の大小にかかわらずに常に安定であることを見出している。次に、重力平衡にない平板ガス雲が断熱的に収縮したとき、やがて中心部で圧力が重力にうち勝って bounce が起こる条件を調べて、この場合にも、 γ の値にかかわらず、bounce が常に可能であることを見出している。

ついで申請者は、上述の bounce によって発生した衝撃波が外方に伝播するとともに、衝撃波によってガスの運動エネルギーが熱エネルギーに散逸する様子を明らかにするため、平板ガス雲の力学的収縮過程を数値実験によって追跡している。すなわち、ガスの密度分布と温度分布に対する種々の初期条件のもとに、質量保存式、運動方程式、エネルギー保存式の三つを数値的に解いて、ガス雲が最終的に重力平衡に達するまでの温度と密度の分布の時間を求めている。ただし、ガスの状態方程式については、簡単なた

めに、理想気体の場合、ならびに理想気体と黒体輻射が共存する場合を考え、さらに外界への輻射などによる熱の損失はないものと仮定している。

以上の数値計算の結果として、申請者は次のような結論を導いている。収縮の初期においてガスは断熱変化をして、やがて中心で bounce が起こり、衝撃波が外側に向かって伝播する。約40%の質量を占める内部領域では衝撃波によるエネルギー散逸は無視できるほど小さいが、その外部領域ではエネルギー散逸の効果は大きい。この結果、最終的に重力平衡の状態に達したとき、内部にはほぼ等温、等エントロピーの領域が形成され、外部には比較的高温でエントロピーの大きい領域が形成される。この外部領域の温度分布は、ガスが初期にもっていた重力のポテンシャル・エネルギーが最終的にはすべて熱に変わったものと考ええることによって簡単に説明できることを申請者は見出している。また、黒体輻射が共存する場合には、輻射の熱容量が大きいために、輻射の存在しない場合に比べて終段階の温度が低いことを見出している。

最後に、申請者は、水素分子の解離ならびに水素原子の電離が起る場合についても数値実験を行っている。その結果によると、ガス雲の収縮の力学的な振るまいは理想気体の場合とほぼ同じであるが、異なる点は、水素の解離や電離のためにエネルギーが消費されるので、終段階の温度が低いことにある。さらに申請者は、以上の数値実験で無視した輻射輸送の効果について考察している。

参考論文は、太陽系の起源に関するもので、原始太陽星雲の中の固体微粒子が相互の衝突、付着によって生長するとともに、赤道面に向かって沈澱する過程を論じたものである。

論文審査の結果の要旨

自己重力をもった巨大なガス雲の力学的収縮過程の特徴を明らかにすることは、太陽系、恒星、星団、銀河など天体の諸階層の形成の問題を解く上に極めて重要であると考えられる。この収縮過程においては、ガスの運動を支配する圧力と重力の分布はガスの運動にともなって一般に時間的、空間的に大きく変化する。また、重力が遠距離力であることから、ガス雲の各部分の運動は相互に強い関聯をもっている。このようなガス雲の全体としての力学的、熱的な進化を追跡することは容易でなく、これまでの研究の多くは簡単な球対称の場合に限られていた。

主論文は、非球対称の極限の一つの簡単な場合としての面对称をもったガス雲、すなわち厚みのある無限平板のガス雲をとり上げて、面に垂直な方向の重力収縮過程を解析的ならびに数値的に調べたものである。まず、重力と圧力の釣り合った平衡状態の構造を解析的に調べて、球対称の場合とは全く異なった特性をもっていること、例えば面に垂直な方向の変位に対して常に安定であることを見出している。ついで、重力平衡にない一般の場合について、種々の初期条件のもとでのガス雲の力学的収縮過程を数値的に追跡して、最終的に重力平衡に達するまでの温度と密度の分布の時間変化を詳しく調べている。その結果として、球対称の場合とは全く異なった種々の興味ある結論を導くことに成功している。例えば、理想気体のガスの収縮がある程度進行すると、まず中心では収縮が停止して衝撃波が発生し、外側から落下するガスの運動エネルギーは衝撃波によって熱に散逸するため、終段階の重力平衡状態においては外側のガスほど高温になることを見出している。この温度分布は、球対称のガス雲の場合に外側のガスほど低温であるのと全く対照的である。

以上のように、主論文は平板状ガス雲の重力収縮過程の特徴を明らかにしたものとして、恒星や銀河の進化の理論の発展に寄与するところが少なくない。なお、参考論文は申請者が太陽系起源論や固体微粒子の物理学について、豊富な知識とすぐれた研究能力をも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あるものと認める。