

氏 名	大 向 一 行
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2158 号
学位授与の日付	平成 12 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学位論文題目	Protostellar Collapse with Various Metallicities (異なった重元素量をもつ星間雲の収縮)

論文調査委員 (主 査) 教 授 佐 藤 文 隆 教 授 九 後 太 一 教 授 舞 原 俊 憲

論 文 内 容 の 要 旨

膨張宇宙における構造形成の標準理論では銀河は原始密度揺らぎを種とした重力不安定性で形成されるとされている。いままでも多くの研究がこのシナリオに基づいてなされ、その結果、原始密度揺らぎの重力的成長、その宇宙膨張からの分離とヴィリアル力学平衡化、それに続くバリオン雲の輻射冷却、などに関して、多くの研究の進展があった。しかしながら、バリオン雲の冷却以後の物理過程、すなわち原始銀河雲の星の集団への進化はまだ未解明のまま残されている。近年、宇宙の深部観測により銀河形成の多様な姿が見えるようになり、銀河形成期の星形成の問題は一層重要になっている。

申請論文はこの過程を原始銀河雲の収縮・分裂とそれに続くその分裂片の星への収縮・冷却と見なし、ここではそのうち後者の過程を調べたものである。このような銀河形成期の星形成と現在の銀河円盤での星形成との相違で重要なことは、星形成のもとになる雲に含まれる重元素量、すなわち金属度が極端に違う事である。このことを考慮し、申請論文では金属度が 0 から太陽金属度までの 5 つの場合、すなわち金属度 / 太陽金属度 = 0, 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} , 1 の雲に対して、それらが収縮して星になる際の熱的及び化学的進化をその金属度依存性に着目して解析がなされている。

申請論文での計算では、雲の流体的運動は単純化して一様密度の近似を用いているが、その一方で H、及び He, C, O からなる化合物間の化学反応および輻射冷却過程はこれまでの考察を総合して詳細に取扱われている。また、実際の流体力学的収縮過程が Penston/Larson の自己相似解的になることに着目すれば、一様近似によるこの取扱は雲の中心の進化に対応する計算と位置付けている。

申請論文によると、雲の星への収縮過程は大きく二つの時期に分けることが出来る。すなわち、雲がはじめ低密度で連続光に対して光学的に薄い場合と、さらに収縮して高密度となり光学的に厚くなった場合である。前者の場合には、金属度の高い雲の温度ほど低い値となる。これは高い輻射能率を反映したものである。申請論文ではこの際の冷却に関与するさまざまな過程に関しても詳細に調べられている。

一方、雲が光学的に厚くなった後の進化経路は、金属度によらず、ある経路に収束し、その後の進化経路は全て一致することが示されている。このことより形成時の原始星のサイズは、もとの雲の組成によらず一定となり、その質量は約千分の一太陽質量となると結論づけている。

また、申請論文では進化経路の収束する物理的理由も解析的に明解に説明がなされている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

銀河形成論において、最初の段階における星形成は構造形成の素過程として本質的なものの一つでありながら、問題が多面的であるので未解明のままにされている重要問題である。申請論文では、そのうちで星形成にむかうガス雲の組成、特に金属度を様々に変化させた場合の影響を調べた。とくにガス雲から星への収縮・冷却過程における化学的、熱的な進化経路の金属度依存性を詳細に計算し、結果を解析した。

この分野においては、これまでも原始組成、すなわち水素とヘリウムのみからなる雲の星への収縮過程の解析が松田・佐藤・武田 (1969 年), Palla-Salpeter (1983 年) など多くなされていたものの、微量の重元素がある雲の収縮過程を広い金属度、密度領域にわたって系統的に解析したものはなかった。重元素汚染は、銀河形成の途中でもある程度進むと考えられており、実際、種族 II の星及びライマン α 雲も太陽の百分の一程度の重元素に汚染されていることが知られている。

申請論文において、様々な金属度の雲の収縮に対して、主要な熱過程を明らかにしたことは今後のより詳細な解析の基礎となるもので評価できる。また、実際の収縮過程が Penston-Larson の自己相似解的になることに着目し、一様近似を流体力学的取扱いにおける雲の中心の進化に対応すると位置付けているが、この対応関係はこれまでの一様近似による取扱いでは明確にされて来なかったものであり、興味ある議論である。申請論文中では、さらに、雲が光学的に厚くなった後の進化経路は雲の金属度によらずに一致することを示し、それに関して明解な説明をしており評価できる。

参考論文はやはり銀河形成期の星形成に関連したものである。参考論文 1 は球対称の原始雲の準静的重力収縮過程を仮定して、水素分子の輻射輸送を厳密に取り扱って解析したものである。ここでは、水素分子の輝線により冷却する原始ガスの場合には、輝線に対して光学的に厚くなった後にも効率的に冷却することが示されている。参考論文 2 では球対称の原始雲の重力収縮過程が流体力学的に取り扱われ、原始雲の重力収縮の際の熱過程を計算し、最初の原始星の質量は現在の原始星のそれとほぼ等しく、一方その後の質量降着率はきわめて大きくなることを示している。参考論文 3 はヴィリアル温度が一万度に満たないような小さな原始銀河雲中での星形成とその自己抑制過程に関したものである。原始銀河雲中に大質量星が形成されると、その銀河雲中の水素分子を光解離する結果、その後の星形成が抑制される過程が極めて有効であることを示している。

よって本論文は、博士 (理学) の学位論文としての価値あるものと認める。

なお、主論文及び参考論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。