

氏名(本籍)	た じり ゆきこ 田 尻 祐紀子 (福 岡 県)
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	博 乙 第 1634 号
学位授与年月日	平成12年6月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Quantitative Analyses of Radiative Transfer Effects on Photoionization and Photoheating of Pregalactic Clouds by Ultraviolet Background Radiation (背景紫外線輻射による原始銀河雲の光電離と光加熱に関する輻射輸送効果の定量的解析)
主 査	筑波大学教授 理学博士 宇 川 彰
副 査	筑波大学助教授 理学博士 吉 江 友 照
副 査	筑波大学助教授 理学博士 梅 村 雅 之
副 査	国立天文台教授 理学博士 郷 田 直 輝

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

現在標準的と考えられている冷たいダークマター宇宙モデルに基づく銀河形成理論では、質量の小さい銀河が観測より多く形成されることが問題となっている。この問題を解決するために、低質量銀河の形成を阻害する物理過程の研究がここ数年盛んに行われている。阻害過程の一つとして重要視されているのが、背景紫外線による光電離、光加熱である。しかし、これまでの研究では、背景紫外線がどのように浸透し、電離と加熱を起こすのかについて、物理的に正しく見積もられてきたとは言いがたい。それは、これまでの研究では、紫外線の浸透に関する輻射輸送が正確に取り扱われていないからである。

本論文の目的は、原始銀河形成時における紫外線の及ぼす効果について、振動数依存性を考慮した輻射輸送方程式を正確に解くことによって、原離と加熱の条件を定量的に求めることである。論文では、水素で作られた球対称の原始銀河雲が top-hat 型、あるいは isothermal 型の密度分布をもつ場所を考え、その原始銀河雲に入射する紫外線の浸透の様子を輻射輸送方程式によって求めた。その結果、背景紫外線が引き起こす光電離、光加熱過程を高い精度で数値的に解析することが出来た。また、本論文では紫外線による光加熱と星形成に必要な水素分子による冷却過程との釣り合いについても解析した。

数値シミュレーションの結果、原始銀河雲は、ある数密度を上回ると、銀河雲の中心で紫外線に対する自己遮蔽が起き、光電離が有効でなくなるという事が示された。また、原始銀河雲の外層における密度勾配が半径の  $1/2$  乗よりきつい場合には、外層は紫外線背景輻射からの自己遮蔽には寄与しないことも明らかとなった。自己遮蔽が起こる数密度は、数値シミュレーションの結果を使って、背景紫外線の強度とべき指数を依存する条件式で良く表すことができた。一方、光加熱過程については、中心で水素分子による冷却過程が光加熱過程を上回る臨界的な数密度が存在し、背景紫外線の強度とべき指数、および水素分子の存在量の関数として数値結果をフィットすることができた。特に、紫外線背景輻射場がソフトスペクトルを持つ場合、これまで行われていたような解析的取り扱い是不正確になり、散乱による拡散紫外線が加熱に重要な働きをすることが示された。このような場合、輻射輸送方程式による紫外線の取り扱いが決定的な意味をもつことになる。

## 審査の結果の要旨

本研究は、原始銀河形成時に重要と考えられている紫外線背景輻射の効果を輻射輸送方程式を正確に解くことによって解析したものであり、世界的に見ても萌芽的かつ独創的研究といえる。

本研究で得られた重要な結論は二つである。一つは、原始銀河雲の外層と自己遮蔽の関係を明らかにしたこと、そしてもう一つは、紫外線背景輻射場のスペクトルに依存して、散乱による拡散紫外線が加熱に果たす役割を明確にしたことである。これらは共に、輻射輸送方程式を解くことによって始めて得られた結果であり、これまでの近似を用いた解析が物理的に誤った結論につながる可能性を指摘した点で、その学術的意義は高く評価される。

本研究では、自己遮蔽と光加熱について、信頼性の高い条件式を求めており、それらは今後原始銀河形成を論ずる上で、極めて有用な知見を提供する。これらの自己遮蔽と光加熱の条件式は、背景紫外線が及ぼす光加熱、光電離過程の効果を物理的に見通し良くするばかりでなく、この条件式を用いることで背景紫外線輻射場下における銀河形成を定量的に評価することができる。その意味で、今後の研究に大きな影響を得たことが期待される。本論文は、学術論文としてまとめられ、*Astrophysical Journal* に投稿された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。