

氏名(本籍)	ひろ い く み こ (福島県) 廣 居 久美子 (福島県)		
学位の種類	博 士 (物理学)		
学位記番号	博 甲 第 4232 号		
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	<b>A Study of the Cosmic Reionization by Three-Dimensional Radiative Transfer Calculations : Evolution of Ionizing Radiation and Nature of Sources</b> (3次元輻射輸送計算による宇宙再電離の研究:電離輻射の進化と光源の性質)		
主査	筑波大学教授	理学博士	中 井 直 正
副査	筑波大学教授	理学博士	梅 村 雅 之
副査	筑波大学講師	博士(理学)	平 下 博 之
副査	東京工業大学助教授	博士(理学)	中 本 泰 史
副査	国立天文台主任研究員	博士(理学)	柏 川 伸 成

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

宇宙再電離は宇宙を満たす紫外線輻射により、宇宙全体が電離した現象であり、マイクロ波宇宙背景放射の観測から、赤方偏移  $8.6 \leq z \leq 13.6$  頃に起きたことが示唆されている (Spergel et al. 2006)。また近年では、キューサー、銀河、 $\gamma$ 線バーストなど、高赤方偏移天体 ( $4 < z < 7$ ) が多数発見され、初期宇宙に関する観測が成果を挙げている。しかしながら、 $z > 4$  における電離輻射の強度や光源については、未だ不明である。そこで本論文では、3次元輻射輸送計算による宇宙再電離シミュレーションを基に、高赤方偏移天体の観測データに適合する電離輻射の強度進化を明らかにした。

宇宙再電離過程のシミュレーションでは、密度揺らぎにより非一様な物質分布を持つ媒質中での電離光子の伝播を求めることが重要である。そのため3次元輻射輸送方程式、

$$n \cdot \nabla I_\nu = -k_\nu I + \eta_\nu$$

を short characteristic 法を用いて数値的に解き、宇宙再電離期の電離構造を求めた。

得られた電離構造を基に、観測データとの比較を行い、電離輻射の強度について以下のような結果が得られた。

- ①赤方偏移  $z=6$  において電離輻射の強度は、 $I_{21} \geq 10^{-3}$  と制限される。
- ② $z=6$  から  $z=5$  にかけて最大で2桁程度、電離輻射の強度が急激に増加し、 $10^{-(4-z)^2} \leq I_{21} \leq 10^{-(5-z)^2}$  の範囲で変化する。

また、高赤方偏移天体として、活発な星形成活動を行っていると考えられる銀河が多く観測されていることから、これらの銀河からの電離輻射への寄与について評価した。その結果、 $4 < z < 7$  における電離輻射の光源として、星形成銀河が大きな役割を果たしていることが分かった。

## 審査の結果の要旨

最近の観測で、赤方偏移が4から7まで、ライマンブレイク銀河や、ライマン $\alpha$ 輝線銀河などの星形成銀河銀河が多数見つかってきており、これらの銀河と宇宙の紫外線背景放射および宇宙再電離との関係が、重要な問題になっている。本論文では、詳細な3次元輻射輸送計算を行い、その結果を最近の観測データと比較することで、紫外線背景放射の強度進化についての制限を導き出した。結果として、紫外線背景放射強度は、赤方偏移4以上で、急激に小さくなっているという重要な結論が得られている。また、赤方偏移が4から7までの電離源は、クエーサーよりも星形成銀河銀河の寄与の方が大きく、それらは観測で得られた銀河間空間の電離状態を説明するのに十分であることを示した。この成果は、銀河間物質の歴史を明らかにする上で、極めて重要な知見であり、その学術的意義は高く評価される。

よって、著者は博士（物理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。