

氏 名	あん とう まさ たか 安 東 正 隆
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3216 号
学位授与の日付	平 成 20 年 1 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	赤方偏移5付近のライマンブレイク銀河の分光学的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 太 田 耕 司 教 授 長 田 哲 也 准教授 岩 室 史 英

論 文 内 容 の 要 旨

赤方偏移5付近（宇宙年齢約10億年）の宇宙における星形成銀河である、ライマンブレイク銀河について、その分光学的性質及び測光学的性質との関係について調べた先駆的研究である。

まず、第1章では、イントロダクションとして、宇宙初期に存在する銀河の探査法にふれ、ライマンブレイク銀河の検出原理が書かれている。次に、この方法を用いて、赤方偏移3（宇宙年齢約20億年）付近で見つかった銀河の性質についてこれまでの研究結果について概説されている。この時代における銀河の性質、特に分光学的特性、を踏まえた上で、さらに昔の宇宙に存在する銀河の探査を行うという、本研究の位置づけがなされている。

第2章では、サンプルである観測対象銀河の選択方法、観測の諸元、取得したデータの処理方法について記述されている。

第3章では、観測の結果がまとめられており、まず赤方偏移の同定基準について述べ、続いて赤方偏移の決定、サンプル選択基準のチェック等を行った後、得られたスペクトルの主要な特徴が述べられている。

第4章では、得られた結果から、この時代における星形成銀河の性質について、いくつかの観点から議論を展開している。まず、顕著な結果として、紫外線で明るい銀河には、強いライマン α 輝線を伴わないものが多いという指摘がされている。さらに、過去の他の観測結果も集め、この傾向を確認している。続いて、その原因について考察している。一つの可能性として、明るい銀河では銀河形成がより早くから始まり、化学進化も早くから進んだ結果、銀河内にダストが多いという指摘をしている。また、明るい銀河では中性水素が多い、或いはその運動状態が異なる等、他の可能性も指摘している。次に、得られたスペクトルを平均することによってSNを改善し、単独の銀河のスペクトルでは測定が困難であった、吸収線の解析を行い、これを赤方偏移3の銀河で得られた結果と比較して、吸収線強度・吸収線とライマン α 輝線の速度のずれの量が同じ程度であることを見出している。

さらに、この吸収線の測定結果を、近傍宇宙で得られている、吸収線強度と銀河内のガスの重元素量との相関を使って、赤方偏移5付近の銀河における重元素量の推定を初めて試みている。別途もとめた、対象サンプル銀河の星質量とあわせて、星質量と重元素量の間の相関を調べている。その結果、同じ星質量でみると、赤方偏移0から2にさかのぼるにつれて重元素量が減るという傾向が従来見られていたが、これが赤方偏移5までさかのぼっても見られるということを示している。

第5章では、これらの結果をまとめ、将来への展望が述べられている。

なお、本論文の付録として、同定することのできなかった観測銀河も含めて、行ったすべての観測結果をまとめた図表等が添付されている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

銀河がいつどのように形成され進化したのかという問題は、現代天文学の大きな謎の一つであるが、1990年代半ばから、ライマンブレイク法の発達によって、一気に宇宙初期の銀河の観測的研究が進展しだした。その研究対象は、赤方偏移が3

付近、つまり宇宙の年齢が20億年頃の時代の銀河が主であった。2000年代になって、赤方偏移5付近、宇宙年齢10億年の時代の銀河の探査の結果が出始めた。しかし、これらの研究は、撮像観測によって、その数密度を調べ、星形成量を推定するのが主なものであった。非常に暗い銀河が多く、その分光学的性質を調べることは、現代の大口径望遠鏡をもってしても、極めて困難である。

申請者が属していた研究グループでは、以前より赤方偏移5付近の銀河の探査を行っており、大規模なサンプルを持っていたため、申請者はこれを用いて、世界的にいち早く分光観測に挑んだ。天候に阻まれた部分もあるが、すばる望遠鏡を用いた観測によって、非常に良質のデータを取得することに成功し、その基本的な性質を初めて示すことに成功した。

まず、紫外光度の大きな銀河でライマン α 輝線が弱い、ほとんど見えないという意外な発見が挙げられる。このような傾向が赤方偏移5で見られることを指摘した最初の結果であり、現在も世界の大口径望遠鏡で観測が行なわれている。この解釈にはまだ今後の理論的・観測的研究が必要と考えられるが、銀河進化の位相によってこのような現象が現れるという指摘もあり、今後の研究の重要な側面を発見したものと考えられる。また、銀河進化上の解釈だけでなく、初期宇宙における銀河の探査方法とその結果の解釈にも一石を投じている。即ち、ライマンブレイク法と並んでよく利用される輝線探査による初期宇宙の銀河のサンプルには、ここで発見されたような銀河が含まれないことを示しており、銀河探査によるサンプルの選択にバイアスがかかっていることを示したという意義も大きいと言える。

また、合成スペクトルの作成などにより、銀河内のガスの重元素量を推定し、星質量と重元素量の関係を示したことも、初の試みで評価すべきである。重元素量測定の方法は、従来の手法と異なり、直接の比較は適切ではない面はあるが、赤方偏移と共に、重元素量が順次減っていくという傾向が赤方偏移5まで続いていることを示唆した意義は大きい。銀河の化学進化の観測的制限として今後理論的研究にも影響を与えるものと期待される。

なお、申請者は、以上の研究結果を3編の論文として、学術雑誌に既に公表している。

以上のように、申請者は、赤方偏移5付近に存在するライマンブレイク銀河の分光学的特性について先駆的な結果を出し、またその銀河進化上の解釈も行っている。これらの結果が同分野に与えたインパクトは大きく、今後の研究指針を示すものでもある。よって、京都大学博士（理学）の学位に十分値するものと認められる。また、論文内容とそれに関連する事項についても口頭試問を行った結果、合格と認めた。