

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	やべ きよと 矢部 清人
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 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) The Mass-Metallicity Relation in the Violent Epoch of the Galaxy Evolution (銀河進化の激動期における星質量・金属量関係)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 太田 耕司 教授 岩室 史英 准教授 長田 哲也 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	矢部 清人
論文題目	The Mass-Metallicity Relation in the Violent Epoch of the Galaxy Evolution		

(論文内容の要旨)

宇宙の歴史の中で、銀河がどのような進化をたどってきたのか明らかにすることは、現代天文学の主要な研究課題の一つである。とりわけ、銀河成長が最も激しかったと考えられる、赤方偏移が2付近（宇宙年齢で約30億年の時代）における銀河進化を調べることは、銀河の主たる成長期を探るという意味で意義深い。これまで、この時代の銀河の星質量や星形成率の導出、両者の関係等については観測的に調べられてきたが、化学進化についてはまだよく調べられていない。

申請者は、激動期あるいはその少し後の時代における星形成銀河の化学的性質を探るため、多数の銀河を対象に、ガスの金属量測定を行い、その性質を調べるという研究を行った。

学位申請論文では、まず、上記のような銀河進化における化学進化の位置づけ、これまでの研究について概観し、激動進化期における銀河の化学進化を探る意義を説いている。

次にこの目標を達成するための銀河サンプルをどのように作ったかが詳述されている。選んだ星形成銀河が特殊なものに偏らないかどうかという点に特に注意を払っている。次に、すばる望遠鏡のファイバー多天体分光装置 (FMO S) について概観した後、この装置を用いた観測とそのデータ処理方法について記述している。各銀河に対する観測スペクトルが得られた後、それを用いて観測した銀河からの輝線を検出し、その赤方偏移、輝線強度、輝線幅等を得る方法が書かれている。この解析ではFMO Sという観測装置に固有の機能に起因する補正を行うことが必須であり、手法の正しさを調べるためのシミュレーションを含めかなり詳細に解析手法が記述されている。申請者は、これを基に銀河からの輝線を測定し、その輝線フラックス比からガス金属量を導出している。

その結果、赤方偏移が1.2-1.6の星形成銀河70個についてガス金属量（あるいはその上限）の導出に成功し、この時代における金属量と銀河の星質量との間により相関があることを見出した。この星質量-金属量関係は、これより前や後の時代で得られていた関係の中間に来ることがわかり、スムーズな宇宙論的化学進化があったことを明確にしている。しかし、一方で、個々の銀河の金属量は、この関係の周りに大きな分散を示し、銀河の星質量を固定すると0.1dexかそれ以上の分散があることを見出している。更に、この分散が何に起因しているのか調べるために、銀河の星形成率やサイズ等に注目してサンプルをサブサンプルに分けて検討を行っている。その結果、同じ星質量の銀河に対しては、星形成率の大きい銀河、サイズの大きい銀河が低い金属量を示すという傾向を発見している。この傾向の原因の可能性として、銀河間空間から金属汚染されていないガスが銀河に降ってくる、或いは小さい銀河（金属量は低い）と衝突合体する際に、ガス流入によって星形成が活発化する一方で、もとの銀河のガス金属量が希釈される。また、力学的な擾乱のために銀河サイズが増加するというシナリオを提示している。最後の章では、今後の研究の方向性や展望を示している。

(論文審査の結果の要旨)

銀河進化の解明は、現代天文学の最も重要な研究課題の一つであるが、これまでの研究は、銀河の星質量や星形成率に着目した研究が主流であった。銀河の化学進化、とりわけ赤方偏移が大きな宇宙における研究はまだほとんど進んでいないというのが現状である。金属は、星の中やその一生の最期の爆発で生成され、生成された金属は星間空間あるいは銀河間空間にばらまかれる。星間空間では、こうして汚染されたガスから次世代の星が誕生し、このようなサイクルが繰り返される。一方、現在考えられている銀河形成モデルでは、金属をほとんど含まない銀河間空間のガスの流入や銀河同士の合体によっても進化が進み、これらのプロセスが組み合わさって銀河は進化すると考えられている。従って、銀河の化学進化（金属量進化）を明らかにすることは、銀河進化プロセスの重要な側面を明らかにしていくために必須である。とりわけ、このような効果は、激しく星を生成していた時代（銀河進化の激動期）にあっては特に重要であると言ってよいだろう。しかし、激動期における銀河の金属量測定には技術的に大きな困難が伴い、これまでほとんど行われてこなかった。

申請者は、すばる望遠鏡の観測装置であるファイバー多天体分光器の開発に参加してきたが、つい最近になって稼働し始めたので、これを用いて激動期あるいはその少し後の時代における星形成銀河のガス中の金属量測定をこれまでにない多数の銀河に対して行っている。この時代における大規模な銀河サンプルを用いた観測はこれまでなく、その意義は非常に大きい。

申請者は、このサンプルを用いて、赤方偏移が 1.2-1.6 という激動進化期の星形成銀河についてガス金属量（あるいはその上限）の導出に成功し、この時代における金属量と銀河の星質量の関係（質量—金属量関係）を確立したと言ってよいだろう。得られた関係は、これより前や後の時代で得られていた結果の中間に来ることがわかり、スムーズな宇宙論的化学進化があったことが明らかになった。

しかし、一方で、個々の銀河の金属量は、大きな分散を示し、銀河星質量を固定すると 0.1dex かそれ以上の分散があることを見出している。このような分散を定量的に明らかにしたのは高赤方偏移では初めての事であり、非常に重要である。今後銀河化学進化モデルとの比較等におけるベースとなると考えられ、高く評価できる。

更に申請者は、同じ星質量の銀河に対しては、星形成率の大きい銀河、サイズの大きい銀河が低い金属量を示すという傾向を発見している。これも大サンプルならではの結果であり、高赤方偏移銀河におけるこのような傾向の発見は初めてのことで、非常に高く評価できる。申請者は、この解釈も試みており、今後のこの分野における研究の方向性にも触れており興味深い。

このように、申請者は銀河の激動進化期における星形成銀河の金属量をこれまでになく大量に測定することによって、その星質量との関係を確立する一方、この関係からのずれが何に依存している可能性があるのかを初めて明らかにした。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 24 年 1 月 13 日、論文内容とそれに関連した口頭試問を行い、その結果合格と認めた。