

氏名・(本籍)	よしの 吉野	あきら 彰
学位の種類	博士(理学)	
学位記番号	理博第2177号	
学位授与年月日	平成17年3月25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	東北大学大学院理学研究科(博士課程)天文学専攻	
学位論文題目	Observational Study of Bulge Evolution in Nearby Spiral Galaxies (近傍渦巻銀河におけるバルジの進化の観測的研究)	
論文審査委員	(主査) 教授 千葉 桓 司 教授 土佐 誠 助教授 市川 隆	

論 文 目 次

- 1 Introduction
 - 1.1 General Review of Galaxy Evolution
 - 1.2 The Properties of Elliptical Galaxies
 - 1.3 The Properties of Spiral Galaxies
 - 1.4 The Properties and Formation Scenarios of Bulges
 - 1.5 The Clues for Studying Galaxy Evolution
 - 1.6 Previous Researches for Bulge M/L
 - 1.7 Aim and Outline of This Thesis
- 2 Data and Reductions
 - 2.1 The Sample Galaxies
 - 2.2 Reduction
 - 2.3 Calibration
- 3 Analyses
 - 3.1 Model of surface brightness
 - 3.2 Accuracy of The Surface Brightness Fitting
 - 3.3 Model of rotation curve
 - 3.4 Accuracy of The Rotation Curve Fitting
- 4 Results
 - 4.1 Obtained Parameters
 - 4.2 Sample Selection
 - 4.3 Comparison of The Fitted Model Value with The Catalogue Value
 - 4.4 Influence of Dust Extinction
 - 4.5 Influence of Active Galactic Nuclei

5 Discussion

5.1 Color- M/L Relations

5.2 Correlation between Morphological Type and M/L

5.3 Correlation between Bulge Parameters and Disk Parameters

5.4 Comparison with The Previous Researches

6 Summary and Conclusion

6.1 Summary

6.2 Conclusion

6.3 Future Work

論文内容要旨

渦巻銀河は大別して中心の楕円成分（バルジ）と薄い円盤成分（ディスク）から構成される。理論では、バルジはディスクに先立って形成され以後受動的に進化したとする説と、バーによるガスの中心への落下や衛星銀河の落下によって永続的に形成されたとする説がある。前者の説によれば、バルジの星は楕円銀河と同様に一様に古く、後者の説によれば、バルジにも比較的若い星が存在することになる。

どちらの説が現実により適合するかを観測的に調べるために、渦巻銀河をバルジとディスクに分離し、それぞれの色と質量光度比を求めて銀河形成進化モデルと比較し年齢を推定するという方法がある。特に質量光度比は、色に比べてダストの吸収や金属量の影響が少ないため、明るさに重みのかかった平均的な年齢を調べるのに適している。しかし従来、銀河の質量光度比を求めるのに用いられてきた中性水素や電離水素の回転曲線はバルジ付近で検出されにくいため、バルジの質量光度比は正しく求められていなかった。そこで本研究ではバルジの質量光度比を精度良く求めるために、バルジ付近で検出が容易な一酸化炭素輝線の回転曲線を用いる。一酸化炭素輝線の回転曲線を用いてバルジの質量光度比を求めるのは本研究が初めてである。

サンプルはSab型からSd型までの28個の近傍渦巻銀河である。論文から引用した一酸化炭素輝線の回転曲線と、アーカイブから取得した V, I, J バンドの画像データを解析する。画像データは2次的に Sérsic 法則のバルジと指数法則のディスクのモデルにフィットされる。次にその表面輝度パラメータを用いて、最大ディスク法の仮定のもとに回転曲線データがバルジとディスクの寄与に分離される。分離の精度はモンテカルロ法シミュレーションによって調べられ、約半数の銀河についてバルジの質量光度比が±30%以内の精度で得られることが示される。

解析の結果、バルジ、ディスク共に一般に観測値は Scalo の初期質量関数と指数関数的に星形成率が減衰するモデルと比較的よく一致が得られる。一般にバルジの質量光度比はディスクのそれよりも高く、従って古い星の割合がより多いが、その質量光度比の値の分散も大きい傾向があることが示される。すなわち、比較的質量光度比の小さなバルジも存在する。また、バルジの質量光度比はハッブルタイプまたはバルジ対全光度比と相関があることが明らかにされる。両対数スケールにおけるバルジの質量光度比とバルジ対全光度比の間の相関係数は -0.75 であり、帰無仮説は 1%水準で棄却される。すなわち、Sab型からScd型の範囲でバルジの質量光度比は早期型ほど小さいことが明らかとなる。一方ディスクのそれはタイプとの相関は特に見られない。また、バルジとディスクの間の表面輝度、全光度、またスケール長に相関があることや、色等級関係の分散が大きいことも確かめられる。

以上の相関は、少なくとも Sab 型から Scd 型の範囲では、バルジがディスクと無関係に形成されたので

はないことを示唆する。また、バルジがより明るく一つの銀河の中で大きな割合を占めるほど、その年齢は若くなり、ディスクの年齢に近づくことを示している。従って本研究の結果は、バルジの永続的進化モデルに観測面から新たな証拠を与えるものである。

論文審査の結果の要旨

論文審査の結果の要旨は以下のようにまとめられる。

渦巻銀河は大別して中心の楕円成分（バルジ）と薄い円盤成分（ディスク）から構成される。理論では、バルジはディスクに先立って形成され以後受動的に進化したとする説と、バーや衛星銀河の落下によって永続的に形成されたとする説がある。どちらの説が現実により適合するかを観測的に調べるために、渦巻銀河をバルジとディスクに分離し、それぞれの色と質量光度比を求めて銀河進化モデルと比較し年齢を推定するという方法がある。本研究ではバルジの質量光度比を精度良く求めるために、バルジ付近で検出が容易な一酸化炭素輝線の回転曲線を用いた。サンプルは Sab型 から Sd型 までの28個の近傍渦巻銀河で、論文から引用した回転曲線と、アーカイブから取得した V, I, J バンドの画像データを解析した。画像データは2次元的に Sersic 法則のバルジと指数法則のディスクのモデルにフィットされ、その表面輝度パラメータを用いて、最大ディスク法の仮定のもとに回転曲線データがバルジとディスクの寄与に分離された。分離の精度はモンテカルロ法シミュレーションによって調べられ、約半数の銀河についてバルジの質量光度比が $\pm 30\%$ 以内の精度で得られた。

解析の結果、バルジ、ディスク共に一般に観測値は Scalo の初期質量関数と指数関数的に星形成率が減衰するモデルと比較的よい一致が得られた。一般にバルジの質量光度比はディスクのそれよりも高く、従って古い星の割合がより多いが、その質量光度比の値の分散も大きい傾向があった。バルジの質量光度比はハッブルタイプまたはバルジ対全光度比と相関があり、分散はこの相関に起因していた。すなわち、Sab 型から Scd 型の範囲でバルジは早期型ほど若いことが分かった。一方ディスクのそれはタイプとの相関は特に見られなかった。また、バルジとディスクの間の光度やスケール長の相関があることや、色等級関係の分散が大きいことも確かめられた。以上の相関は、バルジがディスクと無関係に形成されたのではないことを示唆し、またバルジがより明るく一つの銀河の中で大きな割合を占めるほどその年齢はディスクのそれに近づくことを示している。

以上の論文の内容は、自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。従って、吉野彰提出の博士論文は、博士(理学)の学位論文として合格と認める。