

銀河のマルチバンド観測から探るバルジの性質

銀河学校2023 B班：

村尾 和紀、花房 瞬星（2023年卒）【海城高等学校】、市川 まどか（高2）【四天王寺高等学校】、西村 友葉（高2）【関西創価高等学校】、水城 光太（高2）【早稲田大学系属早稲田実業学校高等部】、藤澤 千聖（高3）【東京都立小金井北高等学校】、石垣 咲季（高2）【沖縄県立八重山高等学校】、ダブシラト エルムーン（高2）【麻布高等学校】、吉澤 溪太（高2）【大宮開成高等学校】

要旨

円盤銀河のバルジは星形成の活発さや形状という点において楕円銀河と類似しているといわれている。そこで、複数の近傍銀河の多波長画像を解析したところ、円盤銀河のバルジは楕円銀河よりも色指数のばらつきが大きいることが分かった。これは、楕円銀河の形成時期とバルジの形成時期の分布が異なることを示唆している。

イントロダクション

銀河は形状別に円盤銀河や楕円銀河などに分類される。前者は円盤状のディスクと膨らんだ中心部のバルジから構成され、後者は楕円体をしている。円盤銀河のディスクでは比較的活発に星が形成されているが、バルジではあまり星が形成されていないといわれている。一方で楕円銀河では全体的に星形成は活発でない。よって、円盤銀河のバルジと楕円銀河は、似た形状を持ち、星形成が盛んでないという点で類似している。そこで私たちは、両者が形成時期という点でも類似しているのか確かめるため、バルジと楕円銀河の色を比較した。

手法

2023年3月27日東京大学木曾観測所において、105cmシュミット望遠鏡、観測装置Tomo-e Gozenを用い、観測可能な近傍銀河18個をマルチバンド(B, V, R)観測した。撮像データの処理にはmakari¹⁾、データの解析にはExcelを使用した。一次処理を行った撮像データに対し銀河と標準星の測光を行うことで銀河のB, V, R等級を算出し、それをもとに色指数B-V, V-Rを求めた。また、銀河の長軸方向に沿ってカウント値を測定し、明るさの分布を作成した。

解析と結果

1. 観測した明るさの分布を銀河の表面輝度分布のモデルであるセルシック則に基づいてフィッティングした。これにより、明るさの中心集中度であるセルシック指数と、銀河の全光度の半分が入る半径である半光度半径が求まった。

フィッティング結果より、銀河の分類を行った。本研究では、円盤銀河をディスク構造の見られる銀河、楕円銀河をディスク構造の見られない銀河と定義した。すなわち、ある半径から外側でセルシック則との差が急激に大きくなるような分布をもつ銀河を円盤銀河(図1)、それが無ければ楕円銀河(図2)と分類する。今回は、フィッティングに成功した14天体のうち9天体が円盤銀河、5天体が楕円銀河と分類された。

円盤銀河ではバルジに注目した結果となったため(図1)、得られた半光度半径をバルジのサイズとした。一方で楕円銀河は、セルシック則で銀河全体の明るさの分布を精度よく説明することができたため(図2)、求めた半光度半径を楕円銀河のサイズとした。また、セルシック指数はおおよそ0.8~1.5であり、バルジと楕円銀河で比較しても顕著な差は見られなかった。

2. 各銀河に対し、半光度半径内の色指数を求めた。ただし、銀河面の傾きや銀河の扁平度は撮像データから求められないため考慮せず、銀河の中心から円状に測光した。

楕円銀河の有効半径内と円盤銀河のバルジの有効半径内について、B-V色指数を横軸に、V-R色指数を縦軸に取ってプロットし、SSP(Simple Stellar Population)モデルの時間依存の色指数変化を示した(図3)。SSPモデルとは一度に誕生した恒星集団の進化を記述しているモデルであり、図3では星形成からの時間が経過するほど右上に位置する。

考察

フィッティングをした際に得られたセルシック指数より、バルジと楕円銀河において明るさの空間分布の形状が似ていることが分かる。しかし、楕円銀河の中心部に比べてバルジのほうが色指数のばらつきが大きい。原因として、円盤銀河のバルジ部分にある恒星集団の年齢がそれぞれの銀河で異なっていることが考えられる。

今後の展望

色指数にばらつきが見られる原因を特定するため、今後より慎重な星間減光の議論が必要である。また、円盤銀河のバルジを測光する際にディスク成分が含まれてしまったおそれがあるため、バルジのみに注目した測光ができるようにする方法も考えたい。

本研究に際しては東京大学木曾観測所職員の皆様ならびに銀河学校2023スタッフの皆様の多大なるご助力を賜りました。この場をお借りして心より御礼申し上げます。

参考文献：[1] Cardell, J. A., Clayton, G. C., & Mathis J. A., 1989, ApJ, 345, 245

[2] Calzetti, D., Kinney, L. A., & Storchi-Bergmann, T., 1994, ApJ, 429, 582-601

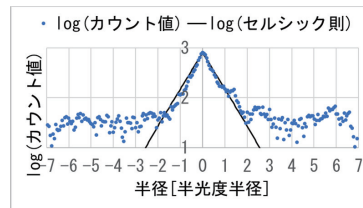


図1. VバンドのM51(円盤銀河)にフィッティングを行った結果

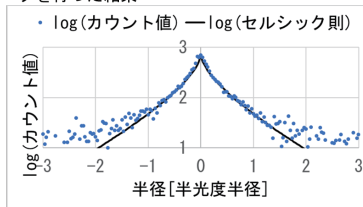


図2. VバンドのNGC2768(楕円銀河)にフィッティングを行った結果

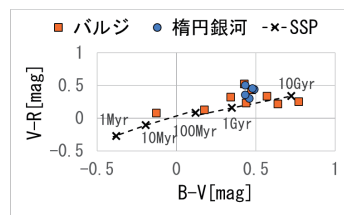


図3. 銀河中心付近の色指数プロット+SSP曲線