

銀河の渦巻きはどうしてできるのか

銀河学校 2018 B 班

丹羽佑果 (大1)【東京工業大学 第1類】、後藤佑太 (高2)【明星高等学校】

要旨: 渦巻き銀河である M51, M106 を r-band と H α -band の 2 種類のフィルタを用いて観測し、両者の分布や明るさの違いを比較した。星形成率に対応する H α 線の明るさのピークは、r-band とよく揃っており、明るさは 0.5 から 2.5 倍の違いがあることが分かった。この結果を銀河腕の形成メカニズムの一つである定常密度波理論の観点から考察を行った。

1 はじめに

銀河の腕がどのようなメカニズムで形成されているのかは未解決の問題である。定常密度波理論によれば、銀河を構成する星の粗密パターンが銀河腕の形を形成する。銀河のガスは腕の領域で圧縮され衝撃波となり、星形成が活発になる。密度波理論のモデルの観測的な検証のため、本研究では渦巻き銀河 M51、M106 を広帯域 r-band と狭帯域 H α -band で観測しその分布や明るさの違いを調べた。

2 観測

対象:M51、M106 場所: 東京大学木曾観測所
日時:2018 年 3 月 27 日 天候: うす曇り
装置: 木曾 105cm シュミット望遠鏡 + Tomo-e-Gozen 使用フィルタ:r-band、H α -band

3 解析

H α -band 画像から r-band 由来の光を取り除き、得られた画像に以下の解析を行った。銀河の星形成率は H α 線の明るさに比例する。(Kennicutt,1998) 星形成率の高い域と腕の位置関係を調べるために H α と r の画像両方で赤緯、赤経をそろえて中心を始点に放射状に線分を引き、線分上を測光した。(図 1、2)

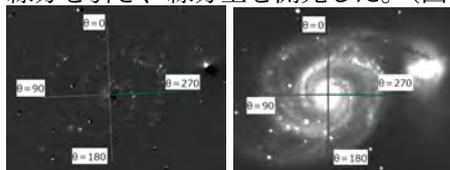


図 1: M51 H α -band.(左)、 M51 r-band(右)

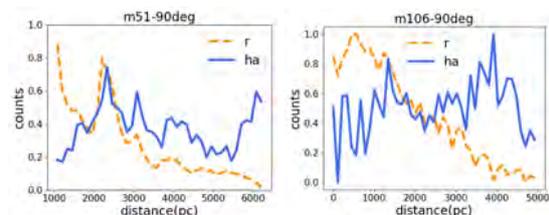


図 2:M51(左)、M106(右)における r と H α の明るさの位置関係。縦軸は 0 から 1 に規格化したカウント値、横軸は銀河中心からの距離。

次に、M51 に関してピークの存在する付近で r-band と H α -band それぞれのカウント値

を積分し、その比 ($r/H\alpha$) を求めた。(表 1)

表 1: r-band, H α -band のカウント値の比

	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$\theta = 180^\circ$	$\theta = 270^\circ$
L1	2.21	0.633	1.64	1.78
L2	2.32	1.48	2.69	2.68

4 考察

4.1 r-band と H α -band の位置関係

r-band で明るい部分はさまざまな星を含む腕の領域に対応し、H α の高い部分は若い OB 型星に対応する。衝撃波発生直後のガスは減速するため腕の回転運動に取り残される (Egusa, et al.,2009)。新たな星はガスの中から誕生するが、図 2 では両銀河とくに M51 で r-band と H α -band のピークの位置は殆ど揃っている。ここから、形成直後の星はガスとともに取り残されたのち、流れ込むようにして腕に追いつき OB 型星となると考えられる。

4.2 r-band と H α の明るさの違い

腕での全星質量 M_* 、OB 型星の全質量 M_S 、r-band の明るさ $L(r)$ 、H α の明るさ $L(H\alpha)$ とし $M_* = aL(r)$ 、 $M_S = bL(H\alpha)$ とする。 a, b を決めれば、表 1 に示した比に a/b をかけることで銀河内の星が腕での星形成を何回経験することで形成されたかを調べることができる。

5 まとめと展望

腕と星形成率の高い域の位置は揃っていることが分かった。衝撃波の発生から OB 星に至るまでの時間を調べ、ガスや星の運動をモデル化することでこの理由の解明が期待される。また考察 4.2 における a, b の値を決定すれば、現在の星質量が何回分の腕での星形成でできているかを求めることが可能となる。

本研究を進めるにあたりご助力いただいた、東京大学天文学教育研究センター木曾観測所、NPO 法人 Science Station の関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

Kennicutt, R. C. 1998, ApJ, 498, 541
Egusa, F. et al. 2009, ApJ, 697, 1870 (E09)