

DETERMINING STAR FORMATION TIMESCALE AND PATTERN SPEED IN NEARBY SPIRAL GALAXIES

北海道大学 中尾光

2010年8月26日

1 概要

本講演は発表タイトルの論文 (EGUSA et al. 2009) のレビューである。渦巻銀河の巻き込み問題の解決策として、渦巻腕が星の重力場が作る波のパターンであるとする密度波理論 (Lin, Shu 1964) は有効な理論である。この密度波による渦巻腕の角速度 (パターンスピード) は渦巻銀河を研究する上で重要なパラメータであるが、パターンスピードは実際の物質の運動速度ではないため、観測により直接求める事はできない。このため様々な方法でパターンスピードの決定がおこなわれており、本講演でレビューする論文はパターンスピードの決定方法を提唱している最近の論文である。この論文では渦巻銀河のパターンスピードと星形成のタイムスケールを同時に決定する方法を提唱している。

2 OFFSET METHOD

EGUSA et al. 2009 で紹介されている offset method は CO 観測により得られる molecular arm と H α 観測で得られる young stellar arm の位置のズレ (offset) を利用して、パターンスピードと星形成のタイムスケールを同時に求めている。図1は offset method の概略を表している。左図が $t=0$ の時の渦巻銀河の様子であり、右

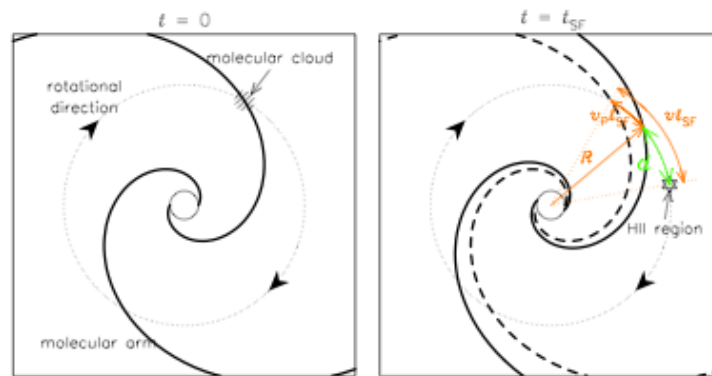


図1 offset method の概要

図が $t=t_{SF}$ の様子である。 (t_{SF} は星形成のタイムスケール) $t=0$ の時に molecular arm 上に存在した分子雲が $t=t_{SF}$ の時には星形成が起こり HII 領域を形成している。この時の molecular arm と HII 領域との位置のズレが offset であり、その距離を d とすると以下の関係式が得られる。

$$d = \left(\frac{v}{\text{km s}^{-1}} \right) \left(\frac{t_{SF}}{\text{s}} \right) - \left(\frac{v_P}{\text{km s}^{-1}} \right) \left(\frac{t_{SF}}{\text{s}} \right) \text{ (km)} \quad (2.1)$$

ここで v は物質の速度で v_P はパターンの速度である. 式 (2.1) を半径で割る事によって速度を回転速度に変換すると

$$\theta = \left[\left(\frac{\Omega}{\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}} \right) - \left(\frac{\Omega_P}{\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}} \right) \right] \times \left(\frac{t_{\text{SF}}}{\text{s}} \right) (\text{km kpc}^{-1}) \quad (2.2)$$

ここで $\Omega \equiv v/r$, $\Omega_P \equiv v_P/r$ である. 式 (2.2) をさらに書き直すと

$$\theta = 0.586 \left[\left(\frac{\Omega}{\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}} \right) - \left(\frac{\Omega_P}{\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}} \right) \right] \times \left(\frac{t_{\text{SF}}}{10^7 \text{ yr}} \right) (\text{degree}) \quad (2.3)$$

式 (2.3) より観測により $\text{offset}\theta$ と物質の回転速度 Ω を求めて, 最小二乗法でフィットした直線から, パターンスピード Ω_P と星形成のタイムスケール t_{SF} を同時に求める事が出来る.

3 result

本論文では 13 個の近傍の渦巻銀河に対して offset method を適用し, 5 個銀河でパターンスピードと星形成のタイムスケールを求める事に成功した.

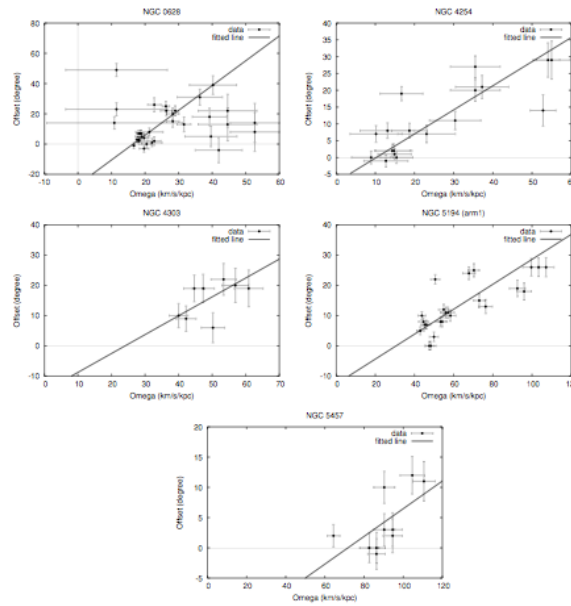


図 2 offset method の概要

NGC	t_{SF} (Myr)	Ω_P ($\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}$)
NGC0628	28.2 ± 3.1	16 ± 3
NGC4254	12.4 ± 1.3	10 ± 3
NGC4303	10.8 ± 5.7	24 ± 29
NGC5194	13.8 ± 0.7	40 ± 4
NGC5457	4.0 ± 1.3	72 ± 37

図 3 offset method の概要

5個の銀河で得られた結果とその値は図2と図3である。図2における縦軸 θ の値の誤差の原因はCO観測の分解能が主であり、横軸 Ω の誤差の原因は主にrotation curveを求めた際の誤差である。

4 DISCUSSION and CONCLUSION

本論文により求められたパターンスピードから銀河のcorotation radiusを求めた所、COにより観測されるmolecular armのエッジとほぼ一致した。また、5個の銀河のうち3個の銀河ではoptical radiusの約半分の半径にcorotation radiusが位置していた。

また本論文により求められた星形成のタイムスケールは約5-30Myrであった。分子雲の典型的なfree-fall timeが約8Myrであることから、渦状腕上での星形成に最も影響を与えているのは重力不安定である事が分かった。

本講演では時間の関係で紹介しなかったが、 t_{SF} と分子ガスの表面密度やメタリシティ、渦状腕の強さの間には相関がない事も分かった。

REFERENCE

Egusa, Fumi; Kohno, Kotaro; Sofue, Yoshiaki; Nakanishi, Hiroyuki; Komugi, Shinya 2009ApJ...697.1870E