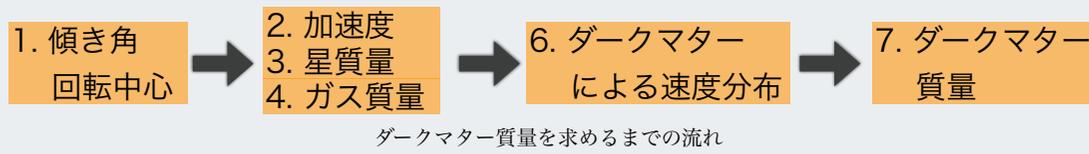


プログラミングによる銀河回転運動の解析

滝田 海理 (高2)、蟹江 皓貴、森島 大晴、阿比留 康介 (高1) 【名古屋大学教育学部附属高等学校】



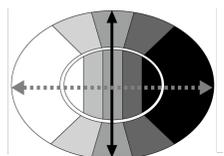
0. NGC 3184について



- ・距離約10Mpcにある。
- ・渦巻銀河に分類される
- ・フェイスオン銀河である

Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey (SINGS; [1])のOptical 3-Color Preview

1. 回転中心・傾き角の大きさの推定



銀河視線速度の分布モデル

銀河の中心座標
仮定：銀河は真円・銀河は傾いている
実線矢印：楕円の短軸、
 視線速度の標準偏差最小
破線矢印：楕円の長軸、
 視線速度の標準偏差最大
2本の矢印の交点が銀河中心

銀河の傾き角

仮定：銀河は真円・銀河外縁部で回転速度が一定

↓ 銀河外縁部で銀河の回転速度が一定となるように

銀河の傾き角 θ をフィッティング

2. 視線速度を用いた三次元加速度の推定

仮定：銀河が円運動・完全に円盤状に分布

$$v = \frac{v_{\text{LOS}}}{\sin\theta} \sqrt{\left(\frac{y}{x \cos\theta}\right)^2 + 1} \quad \text{式①}$$

v を推定
 ↓
 円運動していることを利用して $a = vr^{-1}$ から
三次元加速度 a を推定

v : 銀河の回転速度
 v_{LOS} : 銀河の視線速度
 x, y : 銀河中心を原点とした直行座標系

3. ピクセルごとの星質量を推定

色の補正をかけた質量光度関係 [2] を用いる。

$$\log(M_*/L) = 1.426 \times (V - I) - 1.346$$

M_* : 星質量 [M_{\odot}]

L : I バンド (805 nm) の光度 [L_{\odot}]

V, I : それぞれ V バンド (550 nm)、 I バンドでの絶対等級

SINGS[1]のピクセルごとの L, V, I を使用。

4. ピクセルごとのガス質量を推定

ピクセルごとに輝度温度から水素原子の個数に変換する。

$$N_{\text{H}} \propto T \quad N_{\text{H}}: \text{面積あたりの水素原子の個数 [cm}^{-2}\text{]} \\ T: \text{ピクセルごとの輝度温度 [K]}$$

The HI Nearby galaxy Survey (THNGS; [3])のピクセルごとの、中性水素のスペクトル線の積分強度より T を求めた。

5. ガス・星による三次元加速度への寄与の推定



6. ダークマターによる速度分布の推定

三次元加速度、ガスによる加速度、星による加速度より推定。

$$a = a_{\text{gas}} + a_{\text{star}} + a_{\text{dm}} \quad a_{\text{gas}}, a_{\text{star}}, a_{\text{dm}}: \text{ガス・星・ダークマターによる加速度への寄与 [m/s}^2\text{]}$$

円運動していることを仮定し、 a_{dm} をダークマターから速度 v_{dm} を推定する。

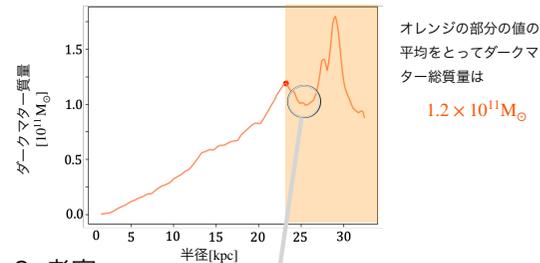
7. ダークマター質量の推定

仮定：ダークマター分布は球対称

$$\frac{GM_{\text{dm}}(r)}{r^2} = \frac{v_{\text{dm}}^2}{r} \quad M_{\text{dm}}(r): \text{ダークマターの内包質量}[M_{\odot}]$$

よりダークマターによる回転速度からダークマター質量を推定。

8. 結果



9. 考察

半径方向に質量を見ていくと内包質量が途中で減少しているという明確な矛盾があり、これは θ の誤差が原因と考えた。式①の $\frac{1}{\sin\theta}$ からわかるように、 θ の小さいフェイスオン銀河では θ の微小な誤差が v の大きな誤差となるためである。一方、総質量では先行研究をもとに計算した概算値と有効桁数一桁で等しいため、大きく理論がずれていることはないと考ええる。

謝辞

名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室の立原研治 准教授、中野寛矢 博士後期課程学生、本校相對論・宇宙論プロジェクト顧問の大羽徹 先生にご指導をいただきました。また、プログラミングに関してご助言をいただいた筑波大学情報学群4年生の服部真吾さんに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Kennicutt et al. (2003), Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 115, 810, 928. doi:10.1086/376941
- [2] Ino & Portinari (2013), MNRAS, 430, 4, 2715. doi:10.1093/mnras/stt071
- [3] Fabian Walter et al. (2008), AJ, 136, 6, 2563. doi:10.1088/0004-6256/136/6/2563