

Pythonを用いたNGC3184の銀河回転運動の解析I

相対論・宇宙論プロジェクト：滝田 海理、井上 嶺、崔 而耐、新海 権利、長谷川 稀人、中谷 大地、尾田 琉斗、井上 斗翔(高1)【国立名古屋大学教育学部附属高等学校】

要 旨

銀河の回転曲線を得るためには、まず正確な銀河の回転中心の位置と傾きを特定する必要がある。本研究では、THINGS (The HI Nearby Galaxy Survey) プロジェクトが提供する渦状銀河NGC3184の観測データをPythonで解析し、銀河の回転中心の位置と傾きの方位角を決定した。

1. はじめに

銀河中心付近では、星やガスの回転速度が中心からの距離に比例して速くなる（剛体回転）、一方、周辺部では回転速度がほぼ一定となる平坦な回転曲線が観測される。この銀河周辺部における平坦な回転曲線は、ダークマターの存在を示唆するものとして注目されている。銀河の回転曲線を得ることを目的とし、本研究ではPythonを用いてまずは銀河の回転中心と傾きの方位角を決定する手法を考察した。

2. データ

アメリカ国立電波天文台のプロジェクトによる、THINGS Data Products[1]の、NGC3184の水素原子ガスが出す波長21 cmの電波輝線スペクトルのデータ[2]を利用する。

3. 銀河中心の解析

(1) 手法

銀河の回転は、中心付近では剛体回転、周辺部では平坦な回転曲線とモデル化できる。天球面に対し傾いた銀河円盤の水素原子ガスの観測から得られた視線速度の分布から、等しい視線速度をもつ場所が図1に示すように剛体回転では並行線状に、平坦な回転では放射状に分布する。どちらのモデルでも銀河中心を通り、ガスの視線速度が一定となる線分は1本(実線矢印)存在する。また、平坦な回転では、この線分に垂直で、ガスの視線速度が一定となる線分が同一直線上に2本(点線矢印)存在する。

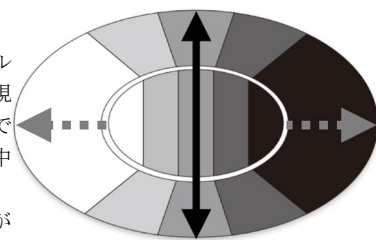


図1 銀河モデル

色の濃淡は視線速度の変化を示す

解析では、銀河を貫く線分のうち、銀河全体における星やガスの速度の標準偏差が最も小さい線分(実線矢印)を特定する。次に、その線分に垂直な方向について、周辺部でも同様に調べること、点線矢印を特定する。最後に、これら2本の線分の交点を求めることで、銀河中心を決定する。

(2) Python による解析

Python による解析の流れを示す。

- ① 銀河の観測データにおける最大内接円の内側の領域を銀河の全体として近似する。
- ② 得られた速度データは観測の精度上連続でなく、離散的に分布しているため、バイリニア補間を用いて連続性を高める(局所的なデータの変動によるノイズを除くことができる利点もある)。
- ③ ①の最大内接円における円周上の任意の点Pに対し、円の中心Cと点Pを結んだ半直線を始線として、点Pから円周上の動角170度～190度までの整数角度の点のすべての点に線分を引き、それぞれの線分における星やガスの速さの標準偏差を求める。次に、点Pを動角0度～180度までの整数角度を動かし、同様の操作を行う。
- ④ 総当たりした線分の中で最も標準偏差が小さい線分CP' (図1実線矢印)を得る。
- ⑤ 線分CP'に垂直な線分を引き、剛体回転の領域のデータを除去して同様の総当たりを行い、最も標準偏差の小さい線分を見つける (図1破線矢印)。

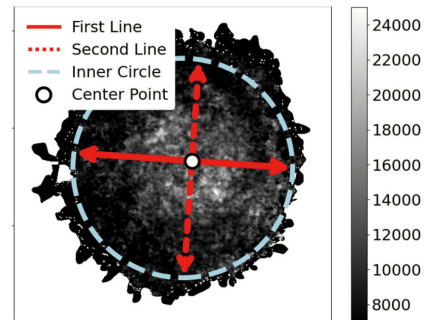


図2 NGC3184銀河の中心

4. 結果

図2は解析して得られたNGC3184の銀河中心を表す。First Lineは④、Second Lineは⑤で特定したものである。図の濃淡は速度の大小を示す。

5. 今後の展望

本研究の解析方法による銀河中心の特定は、銀河の形状が円形で近似できることを前提にしているため、一般的な形状に対応するための方法を検討する必要がある。

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悟准教授、本校相対論・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] <https://www2.mpia-hd.mpg.de/THINGS/Data.html>
- [2] https://www2.mpia-hd.mpg.de/THINGS/Data_files/NGC_3184_NA_MOM2_THINGS.FITS