

可視光輝線による M82 の回転曲線の作成～観測不可能な情報の解明に向けて～
もし天 2023 √KORE :

赤川 優歌 (中等 5) 【兵庫県立芦屋国際中等教育学校】、内田 拓人 (高 1) 【海城高等学校】、
釜石 光理 (高 2) 【盛岡白百合学園高等学校】、長谷川 寿一 (中等 5) 【海陽中等教育学校】

要旨

観測の難しい情報の解明を目指して、H α 輝線(6562.8Å) や[NII] 輝線(6583.5Å)による M82 の回転曲線を作成し、力学質量の分布を求めた。作成した回転曲線から M82 内のダークマターの質量の算出を試みた。

1. 研究の動機

ダークマターやブラックホールなど観測不可能なことについて知りたいときに、観測可能な情報からそのことについてアプローチできれば、今分かっていないことの解明につながるのではないかと考えた。

そこで、天の川銀河の回転曲線から銀河について様々な情報(銀河の力学質量、等)が得られていることに注目して、他の銀河についても回転曲線を作成することでそれぞれの銀河の特徴を解明したいと考えた。

2. 仮説

銀河の回転曲線とは、回転速度を銀河中心からの距離の関数として表したものである。先行研究[1]では銀河の回転速度から求めた銀河の質量(力学質量)と銀河の光度から求めた銀河の質量(星質量)には差があることが分かっている。銀河の力学質量と星質量に差があるのはダークマターがあるからだと考えられている。この説が正しいとすれば、銀河の力学質量と星質量の差を比較することにより観測対象の銀河のダークマターの質量を比較できると考えた。

3. 研究方法

仙台市天文台[2]のひとみ望遠鏡を用いて近傍の円盤銀河の分光観測を行った。銀河内の星形成領域から発される H α 輝線のドップラーシフトによる波長のずれを測定することで銀河の各部分における視線速度を導出した。視線速度の差は銀河の回転運動によるものであると考えられ、銀河の各部分における回転速度が計算できる。そこで、縦軸に回転速度、横軸に銀河の回転中心からの距離をとったグラフを作成した。回転速度から観測した銀河の力学質量の分布を求めた。

4. 観測

仙台市天文台[2]のひとみ望遠鏡(口径 1.3m)を用いて、可視光(6500Å 付近)の分光観測をした。スリット幅が 1.35" で、グレーティングは中分散(R~7008)、低分散(R~1766)を用いた。観測天体は、M31(中分散)、M82(中分散・低分散)、M81(低分散)である。積分時間は表 1 に示した。

表1:観測結果

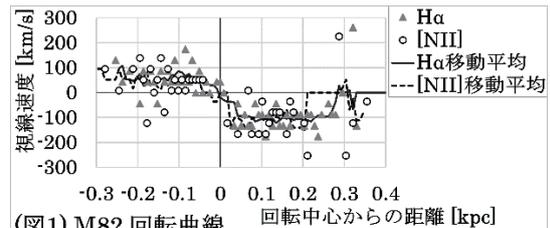
(日時:2023年12月24日 21:00-24:00, 26:30-27:10)

観測天体	分光器	合計積分時間(s)	スリット幅	結果
M31	中分散	720 (180s×4)	1.35"	×(積分時間 短)
M82	中分散	1920 (240s×8)	1.35"	×(積分時間 短)
M82	低分散	720 (240s×3)	1.35"	○(解析で使用)
M81	低分散	240 (240s×1)	1.35"	×(雲通過)

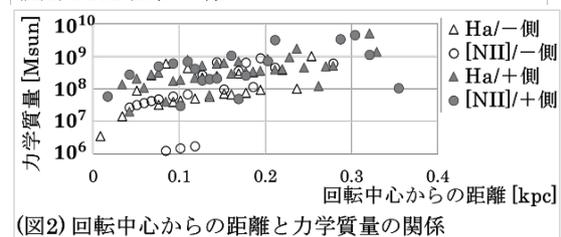
5. 結果

M31(中分散)、M82(中分散)については積分時間が足りず解析に十分な強度の輝線が得られなかった。M81(低分散)については悪天候のため輝線が得られなかった。M82(低分散)では H α 輝線と 2 本の[NII]輝線が得られ、それぞれについて銀河の回転によるものと考えられるドップラー

シフトがみられた。H α 輝線及び[NII]輝線のドップラーシフトから作成した回転曲線を図 1 に示した。さらに、M82 が銀河中心に対して円運動をしていると仮定して、得られた銀河中心からの距離と回転速度から銀河のそれより内側の部分の力学質量を求めた。その結果を図 2 に示した。



(図1) M82 回転曲線



(図2) 回転中心からの距離と力学質量の関係

6. 考察

得られた回転曲線で、速度は銀河中心に対して東側(一側)で正、西側(+側)で負の値をとる傾向にあり、M82 が回転運動をしていることが認められる。これは H α 、[NII]のいずれの輝線から作成した回転曲線についても言える。両者の間でデータの分布に顕著な差が生まれなかったのはどちらの輝線も同じように銀河内の星形成領域から発されるからだと考えられる。なお、H α のほうが[NII]よりも強い輝線であるため、H α から作成した回転曲線のほうがデータ数が多く、[NII]から作成した回転曲線のほうが値の散らばりが目立つ。また、力学質量について、先行研究[3]では銀河の東西で力学質量に有意な差が見られたが、今回は東西で大きな違いは見られなかった。今回観測できたのは銀河の中心部分の領域に限るため、銀河全体の力学質量を導出しダークマターの総量を見積もることはできなかった。

7. 結論

H α 、[NII]を用いた可視光での観測で M82 の回転曲線を作成し、銀河の回転の存在を確認した。位置ごとの回転の速度や力学質量の分布を求めることができた。しかし、観測できた領域が銀河の中心付近のみであったため、今回は銀河全体の力学質量から星質量を差し引きダークマターの質量を求めることはできなかった。

参考文献

[1] 「ミッシングマス」 日本天文学会 天文学辞典 <https://astro-dic.jp/missing-mass-2/> (2024/1/22 閲覧)
[2] 仙台市天文台 <http://www.sendai-astro.jp/laboratory/hitomi.html> (2024/1/19 閲覧)
[3] Greco, J. P., et al., 2012, ApJ, 757, 1 <https://arxiv.org/pdf/1202.0824.pdf> (2024/1/19 閲覧)