

分光観測による銀河の質量の解析

大窟瑛梨、鈴木亮至（高2）伊達恒博（高1）【埼玉県立豊岡高等学校】

1. はじめに

私たちは分光観測によって銀河の回転と質量を調べようと思った。そこで4銀河の分光観測を行った。前回の研究では、その内のNGC3675について質量を求めたが、公表されているものと比較して小さくなった。これは一次処理で、画像の波長較正に使った値の桁数が少なかった可能性があると考えた。今回はNGC3675に加えその他3つの銀河についても埋め込む数値を見直し、前回と同じ方法で解析を行った。

2. 観測対象と観測・解析方法

[観測対象の選出]

光が弱い銀河の分光観測を行うためには大きな望遠鏡を使う必要がある。そのため岡山県的美星天文台にの101cm望遠鏡を使用した。観測対象の銀河は回転速度を求めるためにエッジオンタイプで明るさが13等級以上とし、美星天文台の分光器のスリットが南北方向に固定されているため、それに合わせて円盤が南北方向にあるという3条件にあてはまるものを「NGC・IC天体写真総カタログ」から選んだ。

[観測]

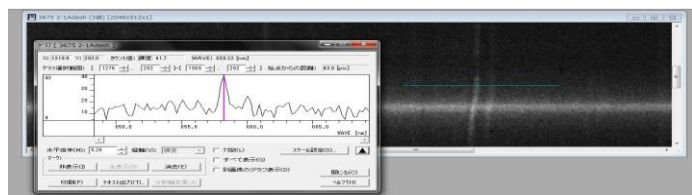
観測に成功した4銀河のうち、データの読みやすい3銀河の解析を行った。

観測日：2011年2月12日

分光器のスペック：低分散分光器 16.2nm/mm 中心波長 590nm スリット長：7分角
一つの銀河について900秒の露光で3枚撮像した。

[解析]

① 画像解析ソフト「マカリ」でダーク処理、フラット処理、波長較正を行い、H α 輝線の波長を測定した。



② 観測した銀河の円盤部のH α 輝線の赤方偏移から、銀河回転の視線方向の速度を求めた。

$$v = \left(\frac{\lambda'}{\lambda} - 1 \right) c \quad c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s} \quad v: \text{後退速度 [km/s]} \quad \lambda: \text{H}\alpha \text{ の波長 [nm]} \\ \lambda': \text{赤方偏移後の波長 [nm]} \quad c: \text{光速}$$

③ 銀河の見かけの形から傾きを求め、三平方の定理を利用して真の回転速度に換算した。

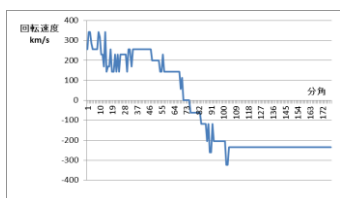
④ ③でバルジ中心から最も遠い輝線から得た回転速度を利用し、ケプラーの第3法則を利用し銀河の質量を求めた。これは回転速度を測定した部分より内側の質量となる。

⑤ 銀河までの距離を観測したバルジのH α 輝線の波長を使ってハッブルの法則($v=H_0d$)

$H_0=72\text{km/s/Mpc}$ から求めた。銀河の直径は求めた距離と Aladin の画像データの見かけの大きさを使って計算した。

3. 結果

NGC3953 は $H\alpha$ 輝線の波長が薄く測定が困難となってしまったため、その他の天体の研究結果を下表にまとめた。



グラフは NGC3675 の測定結果である。

銀河名	距離 (Mpc)	回転速度 (km/s)	質量 (kg)	太陽との質量比	銀河の直径 (kpc)
NGC3079	9.02	175.47	2.06×10^{41}	1030 億倍	20.3
NGC3675	10.09	168.57	2.43×10^{41}	1215 億倍	16.5
NGC3953	-	-	-	-	-
NGC4100	13.97	318.43	3.21×10^{41}	1580 億倍	19.8
天の川銀河	-	220	4.00×10^{41}	2000 億倍	30.0

4. 考察

天の川銀河の大きさは 30kpc で、質量は太陽の約 2000 億倍なので、今回私達が解析したこれらの銀河の質量は天の川銀河と比較してどれも小さいものであるという結果を得た。このような結果が出たことについてその可能性を次のように考察した。

- ・これらの銀河が実際に小さいものである。
- ・距離が近い銀河なので銀河の固有運動の影響が強く、ハッブルの法則をそのまま適用すると真の距離との誤差が大きくなるので、誤差が小さい方にずれた。
- ・質量を求めるためにはできるだけ外側の部分の数値をとる必要があるが、外側に行くほど輝線の光が弱くなるため、銀河の全体を捉えられていない。観測に用いた分光器のスリットの長さは 7 分角あり、これに対して銀河の大きさはそれよりも小さいので、十分に外側まで測れるはずである。

今回観測して解析した銀河については、求めた質量が大きいものが半径も大きいとはいえない。星の密度が異なるのかどうか調べて見る必要があると思った。

5. 謝辞

東京学芸大学自然科学系広域自然科学講座宇宙地球科学分野助教の西浦慎悟先生にはサンプルの選択から観測上の注意点まで細かくご指導いただきました。ここに感謝します。

今回発表するにあたって、観測は岡山県の井原市立美星天文台で行いました。観測をサポートして下さった台長さんをはじめ台員の皆様に感謝いたします。また、国立天文台の古荘玲子さん、岡山商科大学附属高校の畠浩二さんにも現地でご指導いただきました。感謝いたします。

(独) 科学技術振興機構による「中高生の科学部活動支援事業」の支援を受けました。感謝します。