

# 43 私たちの銀河を知るために～天の川銀河の回転速度の計測～

兵庫県立大学附属高校 自然科学部

川口 夏樹 (高2)

中根 修平 (高2)

## 1. はじめに

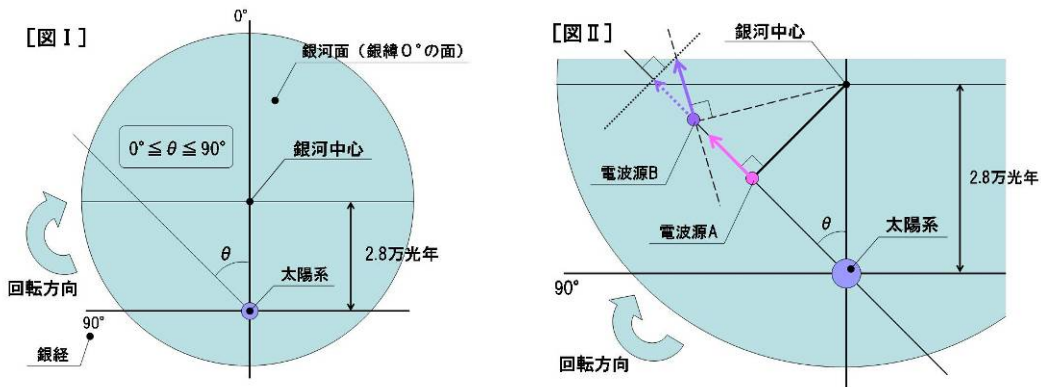
昨年、銀河は回転しているということに興味を持った私たちの先輩が、系外銀河の回転について調べました。今年、私たちがその研究を引き継ぎ、私たちの住む天の川銀河の回転を調べることにしました。

宇宙に大量に存在する水素原子は、波長21cmの強い電波を出すことが知られています。もちろん天の川銀河の中にも水素原子は大量に存在しています。私たちはこの、波長21cmの電波を使って天の川銀河を観測しました。

## 2. 方法

電波源が運動しているとき、その速度により、観測される周波数は、ドップラー効果によって基の周波数からずれています。私たちは、天の川からの電波の周波数のずれを観測し、電波源の速度を算出することにしました。

まず、みさと天文台にある8m電波望遠鏡を使わせていただき、天の川銀河の銀河面に沿って波長21cmの電波の強度と周波数のずれ（ドップラーシフト）を計測しました。[図 I]



[図 II] を見てください。観測した電波の強度と周波数のずれは、その角度の直線上にある全ての電波源のものを見ていることとなります。(図では電波源A・Bとしています)

また回転運動は、その点の回転の中心からの直線に垂直な向きに生じるので、図の電波源A・Bの回転方向を観測した方向に分解してみると、銀河がケプラー運動、あるいはある程度一定速度の回転をしているとすると、電波源AがBよりも速く動いているように見えることがわかります。つまり、「観測している向き」と「電波源と回転の中心間の直線」が垂直なとき、観測される速さは最大になります。速さが最大であるときは、ドップラー効果で起こるずれも最大です。私たちは、理科年表で調べた波長21cmの電波（H I 線）の周波数を基準に、角度毎にそのずれが最大のときの周波数を記録しました。

そしてドップラー効果の式を、電波源の速度  $V_s$  について変形した式 [式 I] に、記録したデータをもとにして以下の数値を代入して電波源の速度を算出しました。

[式 I]

$f'$  : ドップラー効果でずれて観測された周波数

$f$  : 水素の基本の周波数

$V_o$  : 角度毎の観測者の速度\*       $c$  : 光速

$$V_s = \frac{-c(f - f') + V_o f}{f'}$$

※角度毎の観測者の速度 $V_O$ は、角度毎に補正した太陽系の速度 $V_A'$ と、角度毎に補正した地球の速度 $V_E'$ が合成された速度です。[図Ⅲ] それを[式Ⅱ]により求めました。

[式Ⅱ]

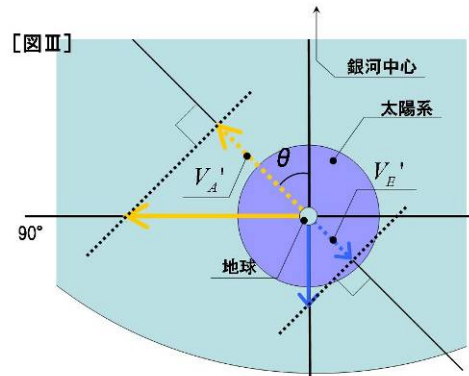
$$V_A' = V_A \sin \theta$$

$$V_E' = V_E \cos \theta \quad \text{より,}$$

$$V_O = -V_A' - V_E'$$

[式Ⅲ]

$$r = 28000 \sin \theta$$



### 3. 結果

観測した角度における電波源と銀河中心間の距離 $r$ を[式Ⅲ]によって求めました。それを横軸にとり、算出した銀河の回転速度を縦軸にとってグラフを作成しました。[図Ⅳ]

グラフより、銀河中心から5kpc以上離れた点では回転速度は-230km/s付近でほぼ安定していることがわかりました。反対に、銀河中心から5kpc未満の点では回転速度の変化が激しく、中心に近づくほど回転速度が遅くなっていることがわかります。速度が一になっているのは、銀河が私たちがみていると遠ざかっていることを示しています。

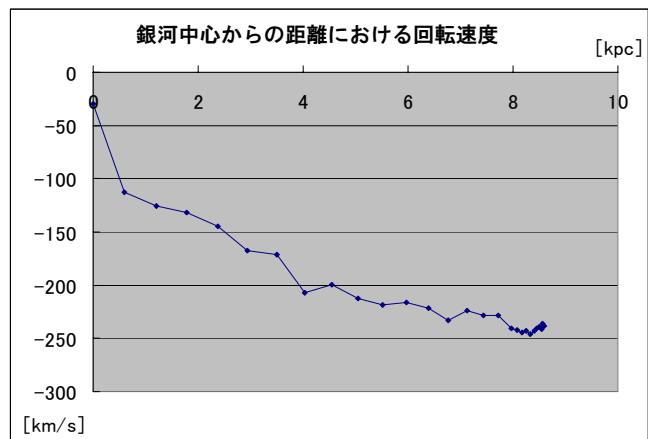
### 4. 考察とまとめ

[図Ⅳ]

理科年表で銀河中心からの距離と銀河回転速度の関係を調べると、中心から1kpcまでは急激に回転速度が増加していて、2kpc以遠では230km/s付近で安定していることを表すグラフがありました。今回の研究で求めたグラフとは少し違っていますが、その違いはどこからくるもののでしょうか。

ひとつ考えられるのは、電波観測の分解能の問題です。電波望遠鏡には分解能があり、遠いところの電波源を観測する場合ほど、その望遠鏡が電波を受け取る範囲は広がってしまいます。今回使わせていただいた、みさと天文台の8

m電波望遠鏡の分解能は $2^\circ$ でした。つまり、観測した点の銀河中心からの距離が最大で約 $\pm 0.2$ kpcの誤差を含んでいることになり、この誤差は観測した点が銀河中心に近づくほど大きくなります。銀河中心付近の銀河回転速度は、特にこの誤差の影響を受けていると考えられます。



今回の研究で、私たちの天の川銀河も昨年先輩方の調べた他の銀河と同様に、中心からの距離がある一定以上離れると回転速度が一定となっていることがわかりました。このことから、昨年の先輩方の研究やいろいろな報告にあるようなデータが天の川銀河にも存在するだろうと考えられます。

### 協力

- ・兵庫県立西はりま天文台公園 時政研究員
- ・和歌山大学 尾久土先生 佐藤先生

### 参考文献

- ・理科年表 (平成19年度)