

銀河系の厚さの測定

銀河学校2021:

濱嶋 彩加 (高3) 【早稲田実業学校高等部】、今野 翼 (2021年卒) 【仙台城南高等学校】、
二本柳 安珠 (高2) 【淑徳与野高等学校】、田中 康誠 (高3) 【西大和学園高等学校】、
恒吉 かずき (中等5) 【東京大学教育学部附属中等教育学校】、店網 航輝 (高2) 【大阪府立佐野高等学校】、
伊藤 大朗 (高3) 【岐阜県立岐阜高等学校】、早川 さくら (高3) 【江戸川学園取手高等学校】、
幸泉 花梨 (高3) 【神戸女学院高等学校】、伊勢上 さくら (2021年卒) 【須磨学園高等学校】

要旨

私たちの住む天の川銀河の全貌を知るために、銀河系の厚さの測定を行った。ソフトを用いて画像データを解析し、2つの方法で厚さを算出することで、仮定の正当性についても考察を深めた。

1.はじめに

銀河系はどのような姿をしているのだろうか。周辺の他の銀河の写真や、天の川銀河を想像して描かれたイラストやCGを見たことがある人は多いと思う。しかし、銀河系内部の地球に住んでいる人類は実際に望遠鏡で確認することができない。銀河系の内側からその全体の形を知るために様々な研究が行われてきたが、私たちはハーシェルの研究に注目し、銀河系の厚さを測定することによってその問いの答えに近づこうと考えた。

1) ハーシェルの研究について

ハーシェルは、恒星が全て同じ明るさで銀河内に一樣な密度で分布しているとして、銀河系内の星の個数と距離の関係から厚さを算出し、銀河系を構成する星々が円盤状に分布することを明らかにした。この研究の定量的な解析結果は、現在でも銀河系の形状などを解説する際に引き合いに出される偉大な業績となっている。

2) 本研究の仮定

- ・ハーシェルに倣って以下の2つの仮定を置いた。
- ・観測される星の典型的な光度は太陽と同じとする。
- ・銀河円盤は太陽系周辺で密度一樣とする。

2.研究方法

私たちは長野県にある東京大学木曾観測所の105cmシュミット望遠鏡を用いて観測を行った。その画像データを用いて、具体的にはNGP方向と銀河面4方向の画像のノイズの補正など一次処理を行った後、「すばる画像解析ソフトMakali'i」で解析をした。銀河面方向とNGP(銀河北極)方向の比較から厚さを算出するために、測光と星の数のカウントを行った。

銀河系の厚さの算出

1) 星の明るさと距離の関係

「観測される星の典型的な光度は太陽と同じとする」という仮定から、この関係式が成り立つ。

$$(\text{太陽の絶対等級}) - (\text{NGP方向の限界等級}) = -5 \log_{10}(\text{銀河の厚さ} / \text{太陽との距離})$$

2) 星の個数と距離の関係

「銀河円盤は太陽系周辺で密度一樣とする」という仮定から、観測した星の数は円錐の体積に比例し、星の個数は距離の3乗に比例することになる。NGP方向と銀河面方向の星の個数の比から算出した。

3.結果

NGP方向の等級を図1のようにヒストグラムで表し、限界等級を求めた。近い直線から外れる値の16.0を限界等級と定めた。また、同様に銀河面方向もヒストグラムを作成し、限界等級を17.6~18.1とした。また、解析した画像データ内の星の総数はNGP方向が447個、銀河面方向は58956個だった。

これらの結果と2で示した算出方法を用いると、1)の方法では約1721.9pc(研究結果1)、2)の方法では約548.2pc~702.0pcという結果になった(研究結果2)。ここでは太陽がほぼ銀河面に位置することから、銀河面からNGP方向の距離(厚さの半分)を算出した。

4.考察

今回の研究では、新しい星や古い星を区別せずに観測できる限界を銀河系の厚さとしたため、厚さの定義において、私たちは図2で表される厚い円盤を測定したと仮定した。これは文献値で約1000pcとあるので、研究結果1は約72%、研究結果2は約29.8%~45.1%の大きな誤差が生じた。研究結果1については、太陽よりも暗い星がNGP方向の遠いところに分布していて、その絶対等級を太陽と同値として扱ったために距離を大きく見積もってしまった可能性があった。厚い銀河には古い星が分布していて、HR図を参照するとその明るさは太陽より暗いのではないかと考えられる。また研究結果2については、観測した銀河面方向が銀河系の中心方向に最も近く、高い密度で星が分布している領域であることが分かった。そのため個数の比から距離の比を求めると、NGP方向の距離を相対的に小さく見積もってしまった可能性が考えられる。

5.参考文献

祖父江義明・有本信雄・家正則, 銀河II, シリーズ現代の天文学第5巻, 日本評論社, 2007年

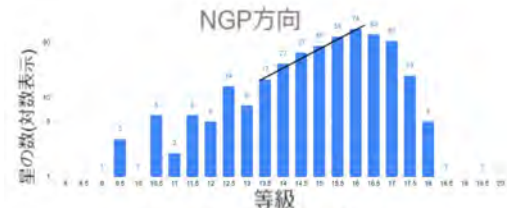


図1 等級のヒストグラム

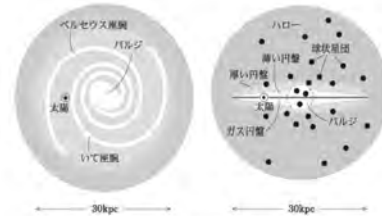


図2 銀河系像の概略