

区分された領域ごとのハッブル定数測定による宇宙の非等方性の証明に向けた新たなアプローチ

フィゲロア ビクトル龍馬（高3）【修道高等学校】

要旨

NGC カタログ、UGC カタログから無作為に抽出された 195 個の銀河を領域ごとに分類し、ハッブル定数を測定したところ、観測における系統誤差やバイアスが測定結果に影響しない限り、領域ごとにハッブル定数には統計的に有意な差が見られる事を確認しました。

1.はじめに

本研究では現代の宇宙論における重要な問題の一つである「ハッブル定数問題」の根本的な解決に向け、新たなアプローチを行いました。今回、ハッブル定数問題が生じている原因は CMB は宇宙開闢から 38 万年後の初期宇宙の状態を反映しており、標準的な宇宙モデルである Λ CDM モデルに基づいて一様等方性を仮定していますが、現在の宇宙ではその一様等方性が成り立たないことが原因であると仮定しました。先行研究[1]では X 線強度-温度関係に基づき、銀河団の温度を測定することによりハッブル定数の求めています。本研究においては、The Extra Distance Database (EDD)をはじめとする、アーカイブデータを活用しました。[2]

2.方法

非等方性を証明するために 195 の銀河を選び、赤道座標系に基づき天球を図 1 の太線の通りに 8 つの領域に分割し、天体の後退速度[km/s]、距離[Mpc]のデータに基づき、領域ごとにハッブル定数を測定しました。なお、天体は NGC、UGC カタログの銀河天体を無作為に抽出しました。赤緯は 2 分割し、赤緯である $0^\circ \sim +90^\circ$ 領域を plus 領域、 $0^\circ \sim -90^\circ$ を minus 領域と表現します。赤経は 4 分割しました。

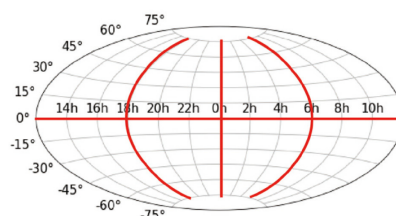


図 1.区分した領域の境界線を記した天球

宇宙の非等方性を証明するために、まず、帰無仮説を「ハッブル定数には領域ごとに有意な差が見られない」とおき、有意水準を 5% としました。求められたハッブル定数の値の中で、仮に棄却域に含まれる測定数値が存在した場合、帰無仮説を棄却し、対立仮説「ハッブル定数には領域ごとに有意な差が見られる」を採択します。また、ハッブル定数の測定について、距離と後退速度の図にプロットされたデータから最小二乗法を用いてフィッティングしました。

3.結果

図 2 の表について、各領域で得られたハッブル定数についてまとめた表です。領域の名称赤道座標に基づいて命名しており、例えば領域「00to06_plus」とは、赤経 00h~06h の plus 領域のことであります。

4.考察

図 2 の表について、標準偏差 $\sigma \approx 3.9$ であり、平均値 $m \approx 70.78$ であるためハッブル定数の棄却域は以下の不等式で表されます。

$$H_0 \leq 67.29, 74.27 \leq H_0$$

したがって、複数の領域で測定された値は棄却域に含まれており、帰無仮説は棄却されます。このことから、観測における系統誤差を無視する限り、領域ごとにハッブル定数には統計的な有意な差が見られることが確認されました。

5.今後の展望

別の銀河天体を使って解析した場合であっても同様の結果が得られるのかなどの再現性の確認が不可欠であるので、以上の結果を踏まえて、これらの影響を排除するために同様の研究を進めたいと考えております。

6.謝辞

本研究を遂行するにあたり、豊田工業高等専門学校電気・電子システム工学科 3 年の谷敷 怜空氏に適切な助言を賜りました。ここに深謝の意を表します。

7.引用文献

- [1] K. Migkas, G. Schellenberger, T. H. Reiprich, F. Pacaud, M. E. Ramos-Ceja, L. Lovisari, A&A, 636 (2020) A15
[2] R. Brent Tully et al. 2016 AJ 152 50

表 1.領域ごとに測定されたハッブル定数

領域	ハッブル定数 [km/s/Mpc]
00to06_plus	73.6773
06to12_plus	68.2587
12to18_plus	66.4202
18to24_plus	68.7560
00to06_minus	78.6886
06to12_minus	66.6176
12to18_minus	71.0257
18to24_minus	72.7965