

かみのけ座銀河団

— 巨大銀河集団に潜むダークマター —

所拓磨、卯田純平（高3）【早稲田実業学校】、石田美月（高1）【神戸女学院】、
池口まりな（高3）【木曾青峰高等学校】、岩淵晶斗（高3）【八戸西高等学校】、飯嶋まりこ（高2）
【松本県ヶ丘高校】、冨田敬人（高2）【磐田南高校】、平林慧（高2）【松本深志高等学校】、
矢島義之（高2）【西武学園文理高校】、安田凜太郎（高2）【大垣東高等学校】

1. はじめに

本研究は銀河団を調べることで、宇宙にはどのような物質がどのくらいあるか、特にダークマターは宇宙の全物質に対しどのくらいの割合を占めるのかを知ることを目的とする。本研究は2011年8月9日～12日にかけて東京大学木曾観測所にて行われた。

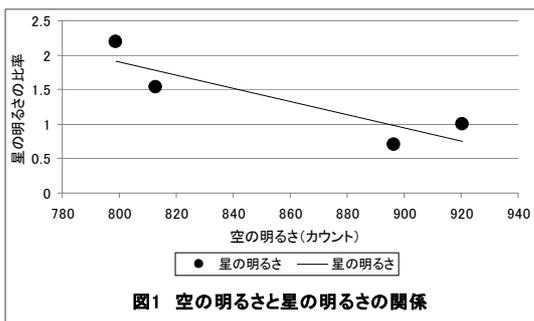
2. 研究の過程

- ①画像の撮影…（右記参照）観測予定日は天候が悪く観測できなかったため、木曾観測所にある予備観測のデータを用いた。
- ②解析…国立天文台の画像解析ソフトMakali'i使用
- ③図5のように領域各写真を南北に5つに分けた。
- ④各領域について銀河（天体の周囲にぼやけた部分がある天体とする）の測光
- ⑤写真の撮影時には空に薄雲がかかっていた。空の明るさ s (カウント) と天体の明るさの比率 m は図1のようになり、

$$m = -9.6 \times 10^{-3} s + 9.6$$

という関係にあることがわかったので、この補正式を用いて、雲による影響の修正（雲補正と呼ぶ）を行った。

- ⑥銀河の形状分類をした。



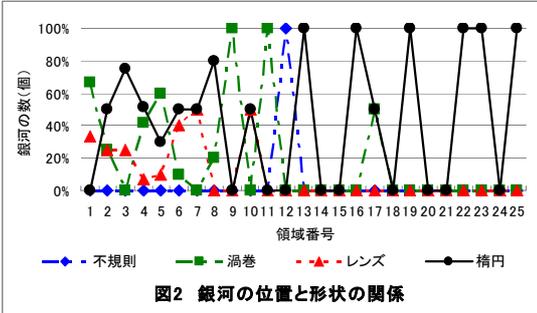
3. 結果

3-1 銀河の形状の分布について

図2は各領域における銀河の形状ごとの割合を示している。（領域番号は図5を参照）図2と図3より、銀河の総質量の最も大きい領域3を銀河団の中心と見たとき、銀河団中心に近いほど楕円銀河の割合が多いことがわかった。

撮影日 2011年5月25日
 撮影帯 Bバンド（波長：440.2nm）
 ・かみのけ座銀河団
 露光時間 300sec
 撮影領域 1枚目 RA 12:59:50 DEC +27:58:50
 を中心座標とする50' × 50' の領域
 以後、中心座標を南に50' ずつ移動しながら5枚
 ・標準星HIP63698
 露光時間 10sec
 撮影領域 RA 13:03:14.95 DEC +28:36:25.3
 を中心座標とする50' × 50' の領域

測光…天体の写っているピクセルの明るさの合計から天体の周囲の空の明るさを差し引いたもの、単位はカウント
 形状分類…楕円銀河、レンズ銀河、渦巻銀河および不規則銀河に分類。かみのけ座銀河団の1枚目（以後、銀河団1と呼ぶ、2枚目以降も同様）において13357カウント以上の銀河のみを数えた。



楕円銀河は渦巻銀河やレンズ銀河に比べ年老いた銀河であることから、銀河団中心に近いほど年老いた銀河が多くなることがわかった。

3-2 銀河団の質量とダークマターについて

標準星HIP63698は、スペクトル型がG2Vであり太陽と同じ型である。よって、銀河の明るさを標準星と比べることで、銀河が太陽と同じ型の恒星のみで形成されていると仮定したときの銀河の質量を求めることができる。

かみのけ座銀河団と標準星の露光時間および距離の違いによる差を補正した後、各領域について銀河の総質量を求め、各領域が銀河団に占める面積の割合を補正して銀河団全体の質量を求めると 3.98×10^{12} 太陽質量となった。銀河団の範囲は総質量の最も大きい領域3から総質量が少なくなる領域18までとした。

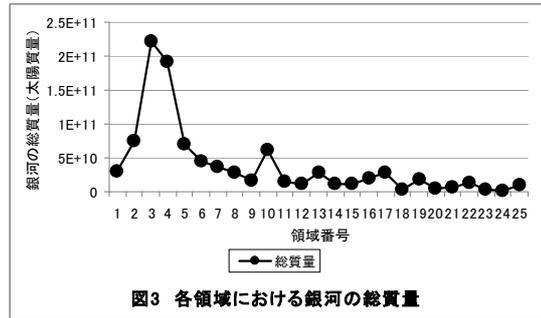


図3 各領域における銀河の総質量

4. 考察とまとめ

3.結果の一方で、NASAによれば、かみのけ座銀河団の構造を保つためには、 1.1×10^{15} 太陽質量の質量が銀河団内に存在しなければならない。NASAのX線天文衛星ROSATは同銀河団内に 1.5×10^{14} 太陽質量の高温ガスを発見しているが、それでも、 9.5×10^{14} 太陽質量足りない。

この足りない質量を補う物質がダークマターである。

- ・銀河団の中心は非常に銀河が密になっている(図3)
- ・銀河団中心に行くに従い、古い銀河が多くなる。
- ・ダークマターはバリオンより圧倒的に多く、バリオンの中では恒星よりも高温ガスのほうが多い。(バリオン…ダークマターに対して、恒星やガスなど)

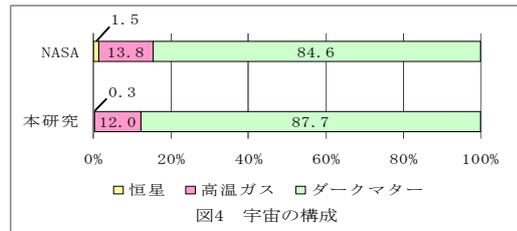


図4 宇宙の構成

以上の3点から、ダークマターは宇宙に疎らに点在しているとは考えにくく、ダークマターが集まっているところに銀河団というものが誕生するとも考えられる。

<本研究の結果とNASAの研究結果(図4)の違いを生んだ主な原因>

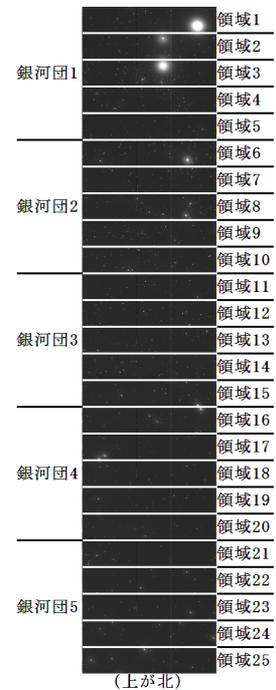
- ・大きな恒星があり銀河の多くが見えなくなりました
- ・小さな銀河を数え切れていない
- ・ごく一部の領域のみを観測している など

5. 謝辞

東京大学木曾観測所の酒向重行氏・TAの鳥羽儀樹氏・青木みさ氏・村仲渉氏・銀河学校のスタッフの皆様へ深く感謝いたします。また、本発表にはNPOサイエンスステーションの協力を頂きました。

参考文献

Britt Griswold, 2010, Three Year Results on the Oldest Light in the Universe, http://map.gsfc.nasa.gov/news/3yr_release.html, 10.Nov.'11
 K.Mitsuda, 2011, Astrophysics special subjects:I Introduction, <http://www.astro.isas.jaxa.jp/~mitsuda/lecture11/Introduction.pdf>, 10.Nov.'11
 嶋作一大, 2008, 銀河進化の謎 宇宙の果てに何をみるか UT Physics 4, 東京大学出版会, 160pp.



(上が北)
図5 観測領域とその呼称