

ハッブルが解けなかった問題に挑戦

小野寺美咲（高2）【岩手県立一関第一高等学校】

山崎ゆうか（高2）【宮城県仙台二華高等学校】

北川桐香（高1）【青森県立田名部高等学校】

田崎茉侖（高1）【宮城県立仙台第二高等学校】

1. 研究動機

宇宙と銀河の知識を深めていくうちにそもそも銀河がどのようにして進化してきたのかということに興味を持ち、さらに調べると銀河の進化には渦巻銀河や楕円銀河が関わっていることがわかった。銀河の進化について考えた天文学者、エドウィンハッブルは楕円銀河からレンズ状銀河になり渦巻銀河に進化する、つまり現在は渦巻の方が楕円より多くあると予想した。しかしハッブルのこの仮説は銀河の回転速度を考慮に入れていなかったため間違っていることが現在の調査でわかった。そこで私たちはハッブルの考え方を参考にして過去から現在にかけて楕円と渦巻の数の変化を調べ、銀河がどのように進化してきたのかを調べることを考えた。

2. 方法

赤方偏移の異なる10個の銀河団を、Sloan Digital Sky Survey（以下SDSS）のデータベースを使用して解析した。以下に対象銀河団名と（）に赤方偏移を示す。

Abell0194(0.0180)、Abell0189(0.0321)、Abell0119(0.044)、Abell0102(0.0635)、Abell2255(0.081)、Abell0919(0.0954)、Abell0023(0.105)、Abell0381(0.1794)、Abell0267(0.230)、Abell0370(0.375)。

3. 解析

1. SDSSデータベースより、上記10個の対象銀河団に含まれる銀河の座標・赤方偏移・色を調べた。1つの銀河団には約6万個の銀河が検出された。

2. 銀河団の銀河だけに絞り込むため、銀河団本体の赤方偏移 ± 0.02 で、銀河の数を絞り込んだ。（表1）※左から赤方偏移の小さい順に並べる。

Abell	0194	0189	0119	0102	2255	0919	0023	0381	0267	0370
楕円(個)	40	152	582	577	780	968	1434	1940	2093	2245
渦巻(個)	194	932	1064	1523	653	1147	1513	1672	1971	3843

3. X軸にU-G、Y軸にG-Rとして、二色図を作成する。（図1、図2、図3）

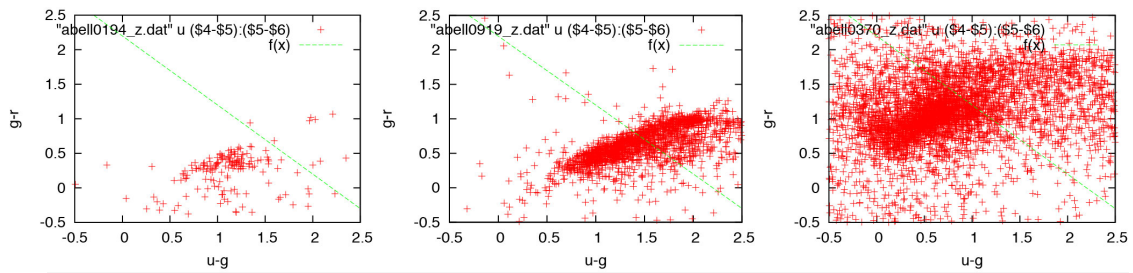
4. 作成した二色図に、渦巻銀河と楕円銀河をわける直線 $y=-x+2.2$ の直線を引き、渦巻銀河（直線より青側）と楕円銀河（直線より赤側）の数を数える。

5. 数の比を求め、x軸に赤方偏移、y軸に数の比を入れ、グラフを作成する。（図4）

4. 結果

解析すると、次のようなグラフ（図4）ができた。この図から、赤方偏移 $0\sim 0.1$ 間の銀河、すなわち最近の銀河には、渦巻銀河が多く、楕円銀河が少ないことがわかる。また、赤方偏移 $0.1\sim 0.25$ の範囲には渦

渦巻銀河と楕円銀河の比が1 : 1に近づき、それ以降、楕円銀河は減少を、渦巻銀河は上昇を示す。現在観測されている宇宙では、約7割が渦巻銀河、約3割が楕円銀河とされている。



左から順に Abell10194 (図 1), Abell0919 (図 2), Abell0370 (図 3) の二色図である。直線は $y = -x + 2.2$ である。

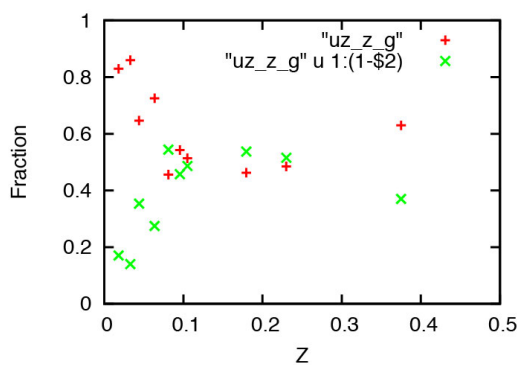


図 4 : 横軸が赤方偏移 (Z) で、縦軸が渦巻銀河と楕円銀河の割合 (+ : 渦巻, x : 楕円)

5. 考察

表 1、図 4 のグラフから、近い銀河団には渦巻銀河が楕円銀河に対して多いことがわかる。ハッブルは、楕円銀河から渦巻銀河に進化すると考えていたが、数量の比の変化としては、楕円銀河多い → 同じくらい → 渦巻銀河多いという風に変化してきたと考えられる。ただし、赤方偏移の値が 0.23 以降の楕円銀河の割合が減少し、渦巻銀河の割合が再び上昇する。赤方偏移が 0.1 ~ 0.23 の間の渦巻銀河対楕円銀河の比が 1 対 1 となる間に何らかの変化があると考えられる。だが、ここで RA と DEC のグラフを見ると、中心部だけが銀河団のようである。わたしたちはそれぞれの銀河団において赤方偏移 ± 0.02 という範囲で銀河団の銀河を絞ったつもりだったが、これを見ると赤方偏移が同じくらいの別の銀河もふくまれていたと推測できる。

6. 今後の課題

- ・調べられた銀河団の数自体が少なかった。
- ・放物線を結んだときに反転する箇所では何があったのかさらに調べる必要がある。
- ・楕円銀河と渦巻銀河の数が急激に変化し始めるきっかけとなった交点で何が起こったのかを調べたい。

7. 参考文献

<http://skyserver.sdss.org/edr/jp/>

8. 謝辞

研究を進めるにあたり、東北大学・科学者の卵養成講座・発展コース「君が天文学者になる 7 日間」ではたいへんお世話になりました。ありがとうございました。