
宇宙の広がる速さ

高橋恵美（高2）【横手清陵学院高校】

要 旨

銀河の赤方偏移と明るさ、距離の関係を調べハッブルの法則を検証した。そして、宇宙の広がる速さはその距離によって違うという結果を得た。

1. はじめに

宇宙は膨張しているらしい。このように言われただけではその速さはどのくらいのものなのかは全くわからない。そこで、その速さを計算で求めるために赤方偏移と明るさ、また赤方偏移と距離の関係を調べた上でハッブルの法則を検証する。

このハッブルの法則は、天体が我々から遠ざかる速さとその距離は比例することを表すものである。この法則が成り立つことを確認した上で、ハッブル定数を決定し、宇宙の広がる速さを求める。

$$V=Hr$$

2. 方法

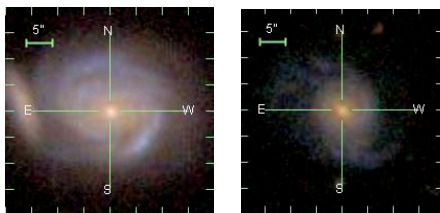
①Sloan Digital Sky Survey のサイトを利用して赤方偏移と銀河の明るさの関係を調べる。

この場合、全ての銀河が同じ明るさだと仮定することに注意する。

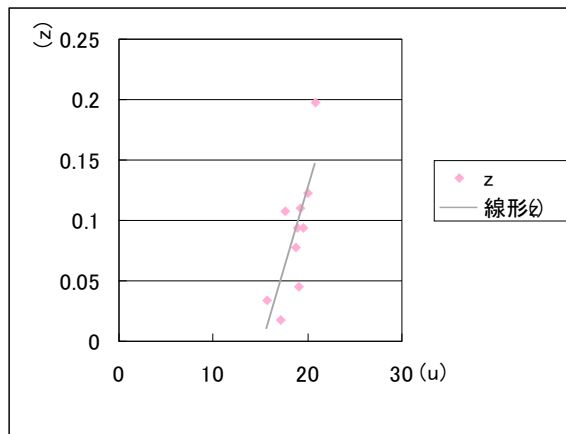
②NASA/IPAC Extragalactic Database のサイトを利用して赤方偏移と距離の関係を調べる。

3. 結果

①Sloan Digital Sky Survey のサイトを利用して赤方偏移と銀河の明るさの関係を調べてグラフを作成した。この時、全ての銀河が同じ明るさだと仮定した。



10個の銀河を用いてグラフを作成すると次のようになる。明るさで用いた(u)は紫外線の強さを表し、(z)は赤方偏移を表す。グラフから、大体だがzとuが比例していることがわかる。



②NASAのサイトを利用し赤方偏移と距離の関係を調べ①より正確なグラフを作成した。このグラフから、ハッブル定数が読み取れる。 $H_0 = 75.4 \text{ km/s/Mpc}$

この値は、Wikipediaに載っていた値とよく一致している。

③②で求めた値を用いて太陽と地球が遠ざかる速さを計算する。

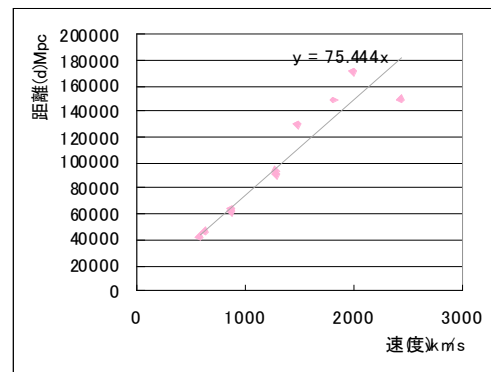
まず、ハッブル定数のMpcという単位に合わせて太陽と地球の距離を求める。

$$\begin{aligned} 1 \text{ AU} &= 1 \text{ pc} / 2 \times 10^5 \text{ AU} \\ &= 0.5 \times 10^{-5} \text{ pc} \\ &= 0.5 \times 10^{-11} \text{ Mpc} \end{aligned}$$

この数値をもとに、遠ざかる速さを求める。

$$\begin{aligned} V &= 75.4 \times 0.5 \times 10^{-11} \text{ (km/s)} \\ &= 37.7 \times 10^{-11} \times 3600 \\ &= 135720 \times 10^{-11} \\ &\approx 1.4 \times 10^5 \times 10^{-11} \\ &= 1.4 \times 10^{-6} \text{ (km/h)} \end{aligned}$$

①より、ハッブルの法則が成り立つことを再確認することができた。また、②よりハッブル定数は大体の数値だが $H_0 = 75.4$ と読み取れる。さらに、③より太陽と地球の遠ざかる速さは $1.4 \times 10^{-6} \text{ (km/h)}$ と求められた。



4. 考察

③で求めた速さと身近なものの速さを比べてみる。

※例 車の走行速度は平均60km/h マラソン選手の走行速度は平均20km/h
 人の歩行速度は平均4km/h

これより、太陽と地球の遠ざかる速さはとても遅いということがわかる。

5. まとめ

ハッブルの法則を検証してグラフを作成したところ、天体が私たちから遠ざかる速さとその距離は比例することを確認された。宇宙の広がる速さは、距離は関係なくどこでも等しいものだと考えていたが、実際に計算してみてその広がる速さは距離によって異なっているという結果を得られた。考えやすいように太陽と地球という誰もが知っている2つの天体で速さを求めたが、その速さはとても遅いとわかった。

参考文献

- 1) ビッグバン宇宙論 (上・下)
- 2) ニュートン
- 3) Wikipedia <http://ja.wikipedia.org/wiki/>
- 4) Sloan Digital Sky Survey <http://cas.sdss.org/dr7/en/>
- 5) NASA/IPAC Extragalactic Database <http://www.nasa.gov/home/index.html>