天文学　課題

8223036　栗山淳

1.

(a)365*24*60*60=3.1536×10^7秒

(b)3.0×10^8×3.1536×10^7=$9.4608 \times 10^{12}[m]$=

(c)1”(arcsec)=1/3600 度

360 度=2π rad

1 度=2π/360

1”(arcsec)=(1/3600)(2π/360)=π/648000[rad]≒4.848×10^{-6}[rad]

(d)1au=149597828.68km

(c)より 1“はπ/648000[rad]なので

1[pc]=149597828.68/tan(π/648000)≒17679625189429O8…㎞=186.8737857 光年

2.

ドップラー効果の式は以下のようになる。

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

ここで、$\Delta\lambda$は波長の変化、λ_0は初期の波長、vは速度、cは光の速さです。

与えられた情報に基づいて,$\Delta\lambda = 600Å$,$\lambda_0 = 5890Å$となります。これを用いて速度vを求めると,

$$v = c \times \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \times 10^5\ ㎞/s \times \frac{600Å}{5890Å} \approx 306\ ㎞/s$$

したがって、この銀河の後退速度は約$306\ ㎞/s$です。

次に、ハッブルの法則を用いて距離を求めます。ハッブルの法則は以下の式で表せる。

$$v = H_0 \times d$$

ここで、vは銀河の後退速度、H_0はハッブル定数、dは銀河までの距離である。銀河までの距離dを求めると、

$$d = \frac{v}{H_0} = \frac{306\ ㎞/s}{70\ ㎞/s/Mpc} \approx 4.37Mpc$$

最後に、メガパーセク(Mpc)をパーセク(pc)に換算する。$1Mpc$は10^6pcなので、

$$4.37Mpc \times 10^6\ pc/Mpc \approx 4.37 \times 10^6 pc$$

したがって、この銀河までの距離は約$4.37 \times 10^6 pc$である。

3.

ハッブルの法則によれば、遠方の銀河ほど後退速度が大きくなり、その速度と距離の関係はハッブル定数で表されます。ハッブル定数の逆数が宇宙年齢に対応します。ハッブル定数を

H_0=70 km/s/Mpc とした場合、宇宙年齢 t は以下のようになります。

$$t = \frac{1}{H_0}$$

単位を適切に揃えるために、ハッブル定数の単位を s^{-1} に変換します。 $1\,\mathrm{Mpc} = 3.0857 \times 10^{19}\,km$なので

$$H_0 = 70\,km/s/Mpc \times \frac{1}{3.0857 \times 10^{19}\,km/Mpc} \approx 2.2685 \times 10^{-18}\,1/s$$

したがって、宇宙年齢 t は次のように計算できます。

$$t = \frac{1}{H_0} \approx \frac{1}{2.2685 \times 10^{-18}\,1/s} \approx 4.408 \times 10^{17} s$$

この秒数を年に変換すると、

$$\text{宇宙年齢} \approx \frac{4.408 \times 10^{17}}{3.15 \times 10^{7}\ \ s\,/year} \approx 1.40 \times 10^{10}\,\text{年}$$

4. 絶対等級とは星の実際の光度を表すための等級。天体を 10 パーセクの距離に置いたと仮定したときの明るさを等級で示す。
見かけの等級とは地球から観測された星などの天体の明るさを表す尺度である。
絶対等級と見かけの等級は以下のような式の関係がある。

$$L = 4\pi R^2 l$$

L:絶対等級 l:見かけの等級 R:距離[パーセク]

5.(a)まず銀河系の体積$V_{銀河}$を求める

$$V_{銀河} = (5.0 \times 10^4)^2 \times \pi \times 1.2 \times 10^3 = 3.0 \times 10^{12} \times \pi[光年^3]$$

星は円盤に均一に分布していてその星同士の間隔が 4 光年であるので、星 1 つが占める体積$V_{星}$は次のようになる。

$$V_{星} = \frac{4}{3} \times \pi \times (4)^3 = \frac{256}{3} \times \pi[光年^3]$$

よって銀河系内の星の数は次のようになる。

$$\text{銀河系の星の数} = \frac{V_{銀河}}{V_{星}} = \frac{3.0 \times 10^{12} \times \pi}{\frac{256}{3} \times \pi} \approx 3.516 \times 10^{10}[\text{個}]$$

(b)宇宙の面積$S_{宇宙}$は次のようになる。

$S_{宇宙} = (4.5 \times 10^{10})^2 \times \pi = 2.025 \times 10^{21} \times \pi[光年^2]$

銀河の面積$S_{銀河}$は次のようになる。

$S_{銀河} = (1.5 \times 10^{7})^2 \times \pi = 2.25 \times 10^{14} \times \pi[光年^2]$

よって宇宙の中にある銀河の数は次のようになる。

銀河の数 $= \frac{S_{宇宙}}{S_{銀河}} = \frac{2.025 \times 10^{21} \times \pi}{2.25 \times 10^{14} \times \pi} = 9.0 \times 10^{6}$[個]

(c),(a)と(b)より我々の観測可能な宇宙にある星の数は次のように求められる。

我々の観測可能な宇宙にある星の数 = 銀河の数 × 銀河系の星の数

$$= 9.0 \times 10^{6} \times 3.516 \times 10^{10} = 3.1640625 \times 10^{17}[個]$$