

高度な記述式問題（地学） 【サンプル問題（解答例・出題意図）】

（解答例）

問1

銀河系における恒星の平均的な個数密度を n_M 、銀河系の体積を V とすると、銀河系に含まれる恒星の数 N_M は、

$$N_M = n_M \times V$$

となる。ここで n_M を、観測でよくわかっている太陽の近くの星間空間から得られる値とほぼ同じである仮定する。すると、太陽から半径5パーセクの球の内側に約70個の恒星が確認されていることから、

$$n_M = \frac{70}{\frac{4}{3}\pi \times 5^3} \text{ 個/pc}^3$$

と見積もることができる。また、銀河系の体積 V は、銀河系を半径が15キロパーセクで厚さが1キロパーセクの円盤であると近似すると、

$$V = \pi \times (15 \times 10^3)^2 \times (1 \times 10^3) \text{ pc}^3$$

となる。よって、銀河系に含まれる恒星の数 N_M は、

$$N_M = n_M \times V = \frac{70}{\frac{4}{3}\pi \times 5^3} \times \pi \times (15 \times 10^3)^2 \times (1 \times 10^3) \approx 9 \times 10^{10} \text{ 個}$$

と見積もられる。

問2

全天の約3200万分の1の領域に約5500個の銀河が確認されていることから、宇宙が等方的であると仮定すると、天球全体で観測可能な銀河の数 N_G は、

$$N_G = 5500 \times (3200 \times 10^4) \approx 2 \times 10^{11} \text{ 個}$$

と見積もられる。

問3

宇宙は恒星の集団である銀河を構成単位としている。よって、銀河の中に含まれる恒星の数の平均値を N_S 、宇宙にある観測可能な銀河の数を N_G とすると、宇宙にある観測可能な恒星の数 N は、

$$N = N_S \times N_G$$

と見積もられる。今、 N_S が銀河系に含まれる恒星の数 N_M とおおよそ同じであると仮定すると ($N_S \approx N_M$)、宇宙にある観測可能な恒星の数 N は、問1と問2の結果を使って、

$$N = N_S \times N_G \approx N_M \times N_G = (9 \times 10^{10}) \times (2 \times 10^{11}) \approx 2 \times 10^{22} \text{ 個}$$

と見積もることができる。

出題意図

自然現象の全体像を大まかに理解するために必要な概数の計算例として、宇宙にある観測可能な恒星の数を見積もる問題を出題した。その見積もり方法の一例を、地学における天文分野の知識を用いて会話文から読み取ることができるかどうか。そして、読み取った内容を元に正しく計算して、その計算過程を論理的にわかりやすく説明できるかどうかを問うた。

必要な地学における天文分野の知識

宇宙の階層構造（恒星、星間空間、銀河系、銀河、宇宙）、パーセク（距離の単位）、天球、宇宙の等方性など。

評価の観点

次のような観点から評価する。

1. 筋道の妥当性
 - ・内容や計算の筋道は正しかったか。
2. 分かりやすさ，説明の十分性
 - ・1が満たされ，かつ論理的にわかりやすくまとめられていたか。
 - ・1が満たされ，かつ計算における仮定や近似，および記号などの説明がされていたか。
3. 計算の正確性
 - ・計算は正しく行われていたか。
4. 表記上の問題
 - ・指数を用いたり，主要な式が改行されたり，数字や数式が見やすく記載されていたか。
 - ・誤字脱字，乱筆などにより理解に苦しむ箇所がなかったか。