

地 学

第1問 宇宙に関する次の問い(問1～2)に答えよ。

問1 恒星は核融合反応によって莫大なエネルギーを生成し宇宙空間に放射している。この恒星のエネルギー生成に関する以下の問いに答えよ。なお、太陽質量 $M_{\odot} = 2.0 \times 10^{30}$ kg, 太陽の全輻射量(単位時間あたり放射するエネルギーの総量) $L_{\odot} = 3.8 \times 10^{26}$ J/s, 光速 $c = 3.0 \times 10^8$ m/s, 1年 = 3.2×10^7 秒とする。数値での解答には有効数字1桁で答え、計算の過程も示せ。

- (1) 太陽などの主系列星では、この反応で水素原子4個からヘリウム原子1個が作られるが、その際に質量が0.7%減少する。この質量 m はアインシュタインの関係式 $E = mc^2$ によってエネルギー E に変換される。水素1kgがこの反応に使われる際に生成されるエネルギーを求めよ。
- (2) 太陽の全輻射量を考慮すると、太陽では毎秒何kgの水素原子がこの反応を起こしていると考えられるか答えよ。さらに、この反応におけるエネルギー生成率は主系列の期間変わらないものとし、水素(太陽形成時、太陽質量の74%)がすべてこの反応を起こすとすると、太陽の主系列での寿命は何億年と推定できるか答えよ。ここで得られる値は太陽の主系列での寿命とされている100億年に比べて長い、その主な物理的理由を述べよ。
- (3) 大質量星であるO5型星の質量を $M = 40 M_{\odot}$ 、寿命を500万年とする。太陽の主系列での寿命を100億年とするとき、質量と寿命との比の値をO5型星と太陽とで比較し、その値が両者で大きく異なることを示した上で、その主たる物理的理由を推論して述べよ。