

# 地 学

第1問 宇宙に関する次の問い(問1～2)に答えよ。

問1 太陽は、水素原子核がヘリウム原子核に変化する核融合反応でエネルギーを発生して輝いている主系列星である。主系列星の中心部ではヘリウムが蓄積されており、誕生してから十分な時間が経過すると、ヘリウムの中心核が形成される。このとき太陽の主系列星段階が終了し、赤色巨星段階が始まる。太陽が赤色巨星となってある程度時間が経過すると、ヘリウムの中心核でも核融合反応が開始され、ヘリウム原子核が炭素と酸素の原子核に変化すると考えられる。その後、太陽は最終的に白色わい星となり、核融合反応が終了する。太陽のエネルギー発生に関する以下の問いに答えよ。数値での解答には有効数字2桁で答え、計算の過程も示せ。なお、主系列星段階、赤色巨星段階を問わず、核融合反応を起こしている領域では、対流などによって元素が混合されることはなく、核融合反応で生じた元素は太陽内部に留まるものとする。また、白色わい星はすべて酸素からなる場合を考えよ。

(1) 4個の水素原子核が1個のヘリウム原子核に変化するとき、0.71%の質量が消滅してエネルギーが発生する。一方、4個のヘリウム原子核が1個の酸素原子核に変化するときは、0.097%の質量が消滅する。 $\Delta m$ の質量が消滅するとき、発生するエネルギーは $\Delta mc^2$ である。ただし、 $c$ は光速度で、 $c = 3.0 \times 10^8$  m/sである。

1.0 kgの水素がヘリウムに変化したときに発生するエネルギー[J/kg]と、1.0 kgのヘリウムが酸素に変化したときに発生するエネルギー[J/kg]をそれぞれ求めよ。