

第1問

問1

(1) 恒星 A の表面温度を  $T$  とすると,  $0.15T = 0.50 \times 5800$  が成り立つ。したがって,

$$T = \frac{0.50}{0.15} \times 5800 \approx 1.9 \times 10^4$$

答  $1.9 \times 10^4 \text{K}$ (2)  $v = \frac{2\pi r}{P}$ ,  $v_e = \frac{2\pi r_e}{P_e}$  より,  $\frac{v}{v_e} = \frac{r P_e}{r_e P}$ (3) (a)  $\frac{r}{10} = 0.10$  より,  $r = 1.0$  天文単位。

答 1.0 天文単位

(b)  $\frac{a^3}{P^2} = M + m$  より,  $M + m = 10$  太陽質量。

答 10 倍

(c)  $\frac{m}{M+m} = \frac{1}{10}$  より,  $m = 1.0$  太陽質量。

答 1.0 倍

(d) 恒星 B の質量は太陽と等しいため, 100 億年程度の間, 主系列星に留まった後, 膨張して赤色巨星に変化する。その後, 外層部を失って白色矮星となる。

問2

(1)  $4\pi R_0^2 \times \sigma T_0^4 = L_0$  および  $4\pi R_{\text{SN}}^2 \times \sigma T_{\text{SN}}^4 = L_{\text{SN}}$  より,  $R_{\text{SN}} = R_0 \times \sqrt{\frac{L_{\text{SN}}}{L_0}} \times \frac{T_0}{T_{\text{SN}}}$  となる。(2)  $\frac{L_{\text{SN}}}{L_0} = 10^{0.4(4.8 - (-20.2))} = 10^{10}$  であり,  $T_0$  と  $T_{\text{SN}}$  が等しいため, (1) の式から,

$$R_{\text{SN}} = R_0 \times \sqrt{10^{10}} \approx 7 \times 10^{13} \text{m} \text{ となる。したがって, } V = \frac{7 \times 10^{13}}{20 \times 9 \times 10^4} \approx 4 \times 10^7 \text{m/s} \text{ である。}$$

光速は  $3 \times 10^8 \text{m/s}$  であるから,  $V$  は光速の  $\frac{4 \times 10^7}{3 \times 10^8} \times 100 \approx 13\%$  となる。答  $V = 4 \times 10^7 \text{m/s}$ , 光速の 13%(3)  $M_{\text{SN}} = \rho \times \frac{4\pi}{3} (Vt_d)^3$  より,  $t_d = \frac{1}{V} \sqrt[3]{\frac{3M_{\text{SN}}}{4\pi\rho}}$ (4)  $M_{\text{SN}}$  が無視できるので,  $M_{\text{R}}(t) = \frac{4\pi}{3} \rho R(t)^3$  としてよい。また,  $V = \frac{dR}{dt} = aCt^{a-1}$  であり,運動エネルギーは  $M_{\text{R}}(t)$  と  $V$  の 2 乗に比例することから,  $t^{3a} \times t^{2a-2}$  に比例する。これが時間に依存しないためには  $5a - 2 = 0$  が必要であるから  $a = 0.4$  となる。

答 0.4

## 第2問

## 問1

## (1) (a) 季節 夏

特徴 大陸では、海洋に比べて、夏は高温に、冬は低温になりやすい。このため、夏は、大陸に低気圧、海洋に高気圧が形成され、冬は、大陸に高気圧、海洋に低気圧が形成される。

(b) ③, ① (風向きを風向と捉えると②, ①)

(c) 高気圧の下降気流に伴う断熱圧縮によって、上空は気温が高くなっている。一方、海洋では、エクマン輸送によって海水が北米大陸から離れる向きに輸送されるため、その海水を補うように深層から冷たい海水が湧昇し、海面水温は低くなる。そのため、大気は下層から冷やされて逆転層が形成される。

(2) (a) ア：条件付き不安定 イ：潜熱 ウ：低

(b) 空気塊X 地表での水蒸気圧は、 $31.7 \times 0.86 = 27.262 \text{hPa}$  より、露点は  $22.5^\circ\text{C}$  である。凝結高度は、

$$(25.0 - 22.5) \div \frac{1.0}{100} = 250 \text{m} \text{ である。求める下限の高度を } x \text{ とすると、}$$

$$22.5 - (x - 250) \times \frac{0.50}{100} = 25.0 - \frac{0.60}{100} \times x \quad x = 1250 \text{ (m)}$$

空気塊Y 地表での水蒸気圧は、 $33.6 \times 0.79 = 26.544 \text{hPa}$  より、露点は  $22.0^\circ\text{C}$  である。凝結高度は、

$$(26.0 - 22.0) \div \frac{1.0}{100} = 400 \text{m} \text{ である。求める下限の高度を } y \text{ とすると、}$$

$$22.0 - (y - 400) \times \frac{0.50}{100} = 25.0 - \frac{0.60}{100} \times y \quad y = 1000 \text{ (m)}$$

よって、空気塊Yの方が低い。

## 問2

(1) 12時間

(2) 圧力傾度力

(3) 地球の中心では、月の引力と地球の共通重心の周りの公転に伴う遠心力がつり合っている。遠心力は地球上のどこでも同じ大きさで月と反対方向にはたらくが、月に面した地球表面では、月の引力は遠心力よりも大きくなるため、海面を上昇させる。その裏側の地球表面では、月の引力は遠心力よりも小さくなるため、遠心力の方向に海面を上昇させる。

(4) 大潮は、太陽と月と地球が一直線にならぶ位置関係、つまり満月と新月のときに発生する。小潮は、太陽と月が地球から見て  $90^\circ$  の位置関係、つまり上弦と下弦のときに発生する。

(5) (a) 東へ流れる黒潮は、南向きの転向力と北向きの圧力傾度力がつり合う地衡流であり、南側の海面が高くなっている。図の差の値は正であることから、串本から浦神の値を引いたものである。

- (b) 黒潮の南側は海面が高く、流速の大きいところで南北方向の高低差が大きくなっている。黒潮の非大蛇行期は、串本付近を黒潮が流れるため両地点の海面の高さの差が大きくなり、また変動も大きくなる。2017年8月以降は差が小さく安定しているため、黒潮は両地点から離れている大蛇行期に相当する。

第3問

問1

(1) (a) 20

(b) ⑤

(2) (a) 5月頃

(b) 降水量の極大の後も、降水による増加量が蒸発散と流出による減少量を上回って盆地内総水量は増加していき、やがて、蒸発散と流出による減少量が大きくなり、降水による増加量と等しくなるときに盆地内総水量が極大となり、ジオイド高も極大になるので、降水量の極大に比べて遅れることになる。

(3) (a) アイソスタシー

(b) ①

(c) 隆起量を  $h$  [m] とすると、

$$0.900 \times 1800 = 3.60 \times h$$

$$h = 4.5 \times 10^2 \text{ [m]}$$

答  $4.5 \times 10^2$  m 隆起する

問2

(1) (a) A 中央海嶺 B ホットスポット C 弧-海溝系(島弧-海溝系)

(b) ア 古く イ 速さ ウ 盾状 エ 火山フロント(火山前線) オ 成層

(c) ハワイ島の火山は、粘性が低く流動性の高い玄武岩質マグマを噴出しているから。

(2) (a) 溶岩流Kが形成された後に崩壊地形ができて、その後、溶岩流Lが形成された。

(b) カ ⑦ キ ⑩

(c)  $\frac{1}{8}$  は  $\frac{1}{2}$  の3乗なので、 $5700 \times 3 = 17100$ 年前になる。

答 17100年前

(d) 鉱物X かんらん石 鉱物Y 斜長石

(e) マグマ溜りを満たしていたマグマから  $x$  質量%の斑晶鉱物を取り去られたとすると、

$$0.500 = \frac{100-x}{100} \times 0.520 + \frac{x}{100} \times \left( \frac{1}{2} \times 0.400 + \frac{1}{2} \times 0.480 \right)$$

$$\therefore x = 25$$

答  $2.5 \times 10\%$ 

© 河合塾 2023年