

## 第1問

## 問I

- (1) ウィーンの変位則により, 次の式で強度が最大となる波長が求まる。

$$\frac{2900}{40000} = 0.0725$$

答  $7.3 \times 10^{-2} \mu\text{m}$ 

- (2) 可視光線の波長では, O6型の恒星のスペクトルは青い色の短波長側で強く, M6型の恒星では赤い色の長波長側で強くなっているため。

- (3) 黒体放射の強度は温度が低いほど弱いので, 黒点の部分は周囲より暗く見えるため。

- (4) 太陽からの X線は, 太陽表面からではなく, 100万 K を超える高温のコロナから放射されているため。

## 問II

- (1)
- $10M_{\odot}$
- の恒星の明るさは
- $10^4 L_{\odot}$
- であり,
- $30M_{\odot}$
- の恒星の明るさはその
- $3^2$
- 倍なので,
- $9.0 \times 10^4 L_{\odot}$
- である。

答  $9.0 \times 10^4 L_{\odot}$ 

- (2) シュテファン・ボルツマンの法則により, 恒星の単位面積当たりの明るさは表面温度の4乗に比例する。また, 表面積は半径の2乗に比例するので, O6型の恒星の半径を
- $x R_{\odot}$
- とすると, (1)の結果の光度比は次の式で表される。

$$\left(\frac{40000}{6000}\right)^4 \times x^2 = 9.0 \times 10^4$$

$$\therefore x = 3.0 \times 10^2 \times \left(\frac{6000}{40000}\right)^2 = \frac{27}{4} = 6.75$$

答  $6.8R_{\odot}$ 

- (3)
- $30^n = 6.75 = \frac{27}{4}$
- の両辺の常用対数を取ると, 次の式になる。

$$n \log_{10} 30 = \log_{10} \frac{27}{4}$$

$$n = \frac{\log_{10} 27 - \log_{10} 4}{\log_{10} 30} = \frac{3 \log_{10} 3 - 2 \log_{10} 2}{\log_{10} 3 + \log_{10} 10} = \frac{3 \times 0.48 - 2 \times 0.30}{0.48 + 1} = 0.567$$

答  $n = 5.7 \times 10^{-1}$ 

- (4)
- $10M_{\odot}$
- の恒星に対して O6型の恒星は, 質量が3倍, 光度が9倍なので, 寿命は
- $\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$
- 倍である。

$$2000 \text{ 万} \times \frac{1}{3} = 666 \text{ 万}$$

答  $6.7 \times 10^6$  年

© 河合塾 2015年

## 問Ⅲ

(1) この球状星団の主系列は G2 型の恒星まで残っており、それより短寿命の恒星は主系列を離れている。したがって、この星団の年齢は太陽の寿命の 1 倍である。

(2) HR 図から、星間雲がない場合の G2 型の恒星の見かけの等級は  $18 - 1 = 17$  等級である。絶対等級は太陽と同じ 5 等級なので、球状星団の距離を  $D$  とすると次の式が成り立つ。

$$5 - 17 = 5 - 5 \log_{10} D$$

$$\log_{10} D = \frac{17}{5} = 3.4$$

$$D = 10^{3.4} = 10^{0.4} \times 10^3 = 2.5 \times 10^3$$

答  $2.5 \times 10^3$  パーセク

## 第2問

## 問I

- (1) A: 蒸発量 B: 降水量

北緯5度付近の極大域: 熱帯収束帯

- (2) ハドレー循環

ハドレー循環の地表付近では、高緯度側から低緯度側へ向かう貿易風が卓越しており、亜熱帯高圧帯で蒸発した水蒸気を貿易風が熱帯収束帯へ輸送する役割を果たしている。

- (3) 赤道近くではコリオリの力が弱く、コリオリの力と気圧傾度力とがつり合った状態にはならないから。

- (4) 図2-1より北緯5度の降水量は  $7\text{kg}/(\text{m}^2 \text{日})$  であるから、大気層に加えられる1日あたりの熱量は水蒸気の凝結に伴って生じる潜熱に等しく、 $2.5 \times 10^6 \times 7 = 1.75 \times 10^7 \text{ J}$  である。また、気圧  $600\text{hPa}$  と  $400\text{hPa}$  の間の大気層の質量は、 $\frac{(600-400) \times 100}{9.8} \text{ kg}$  であるから、1日あたりの気温上昇を  $T \text{ }^\circ\text{C}$  とすると、

$$\frac{200 \times 100}{9.8} \times 1.0 \times 10^3 \times T = 1.75 \times 10^7$$

である。よって、

$$T = 8.575$$

答  $9^\circ\text{C}$ 

## 問II

- (1) 表層混合層(混合層)

海面付近は、波や海流によって攪拌されており、さらに海面付近で冷却された海水が下へ沈降することによって生じる対流によってよくかき混ぜられているため。

- (2)  $1\text{kg}$  の海水から、蒸発によって1秒あたり  $1.0 \times 10^3 \text{ W}/\text{m}^3 = 1.0 \times 10^3 \text{ J}/(\text{s} \cdot \text{m}^3)$  の潜熱が奪われる。海水  $1\text{kg}$  の温度低下は、

$$\frac{1.0 \times 10^3}{4.0 \times 10^3 \times 1} = 0.25$$

になる。よって、求める密度増加は、

$$0.25 \times 0.25 = 0.0625$$

答  $6.3 \times 10^{-2} \text{ kg}/\text{m}^3$ 

- (3) 海水の蒸発による潜熱は  $2.5 \times 10^6 \text{ J}/\text{kg}$  であるから、蒸発した海水の質量  $\Delta M$  は、

$$\Delta M = \frac{1.0 \times 10^3}{2.5 \times 10^6} = 4.0 \times 10^{-4}$$

である。この海水の質量の減少に対する塩分の増加は、与えられた近似式より、

$$\Delta S = 35 \times \frac{4 \times 10^{-4}}{1} = 1.4 \times 10^{-2}$$

よって、求める密度増加は、

$$1.4 \times 10^{-2} \times 0.75 = 1.05 \times 10^{-2}$$

答  $1.1 \times 10^{-2} \text{ kg}/\text{m}^3$

(4) 熱塩循環

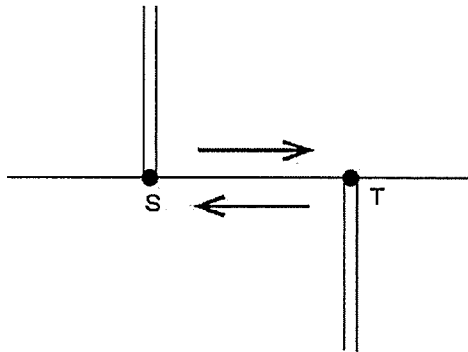
極域で沈み込んだ低温の海水は、南米ペルー沖などの低緯度域で湧昇して、低緯度域と高緯度域の海水や大気の温度差を緩和させている。

- (5) 地中海：海面からの海水の蒸発によって、海面付近の海水に塩類が濃集するため。  
南極大陸：結氷により、氷に入らなかった塩類が海面付近の海水に濃集するため。

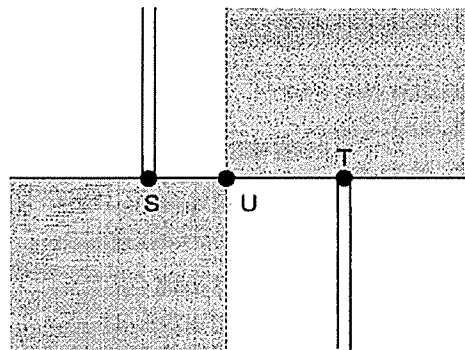
第3問

問I (1) トランスフォーム断層

(2) (a)



(b) 下図の灰色の箇所が押し波の領域である。



(3) (a) 熱残留磁気

(b) 黒で示された部分は、中央海嶺の軸を含み現在の地球磁場と同じ向きに磁化されているので現在の地磁気を強めている。一方、白で示された部分は逆磁極期に現在とは逆方向に磁化されたので地磁気を弱めている。よって、黒で示された部分は白の部分に比べて全磁力は強くなっている。

(4) 点Rにおいて回転軸のまわりを一周する長さは、点Qにおいて回転軸のまわりを一周する長さの

$\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$  倍である。したがって、点Rの付近でのプレートAとプレートBが互いに離れていく

拡大速度は、海嶺の軸からの距離を2倍することを考慮して、

$$\frac{65 \times 10^3 \times 10^2 \times \sqrt{3} \times 2}{300 \times 10^4} = 7.49 \text{ cm/年となる。}$$

答 7.5 cm/年

問II (1) ア 背斜 イ 傾斜不整合 ウ 結晶質石灰岩(大理石)

(2) 粗粒な結晶からなる等粒状の組織を示し、 $\text{SiO}_2$ が約66質量%以上含まれる。

(3) カヘイ石(ヌンムリテス)

(4) 古第三紀にB, C, D, E, Fの順に地層が堆積した後、ほぼ南北方向にのびる軸に沿って地層が褶曲し、背斜構造が形成された。その後、これらの地層中にAが貫入し、その周囲は接触変成作用を受けた。これらの地層・岩体が陸化・侵食された後、Gによって不整合に覆われた。