

地学問題 I

問1 ア：磁場 (磁界) イ：黒点 ウ：コロナ エ：プロミネンス (紅炎)
オ：フレア

問2 誕生時の太陽はすべて水素から出来ていることとし、そのときの質量を M_0 (kg) とする。また、太陽の寿命を $T = 1 \times 10^{10}$ 年 $= 3 \times 10^{17}$ 秒であるとする。

太陽から 1 秒間あたりに失われる質量 $\Delta m = \frac{3.8 \times 10^{26}}{(3.0 \times 10^8)^2}$ 。寿命までに太陽から

失われる質量 $\Delta M = \frac{M_0}{10} \times 0.7 \times 10^{-2}$ である。 $\Delta m \cdot T = \Delta M$ であるので、

$$M_0 = \frac{1000}{0.7} \times \Delta m \cdot T = 1.8 \dots \times 10^{30} \text{ kg} \quad \text{答. } 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

問3 (1) 太陽の位置から見て天球に対する地球の占める割合は $\frac{\pi R^2}{4\pi D^2} = \frac{R^2}{4D^2}$ であるので、

$$E = \frac{R^2}{4D^2} L$$

(2) 地球の表面積は $4\pi R^2$ なので、 $E = \sigma T^4 \times 4\pi R^2$ 。(1) の式より、

$$T^4 = \frac{L}{16\pi\sigma D^2}$$

以上より、表面温度 T は半径 R に依らない。

(3) 地球の半径 $R = 6.4 \times 10^3$ km, 1 天文単位 $D = 1.5 \times 10^8$ km とする。

$$E = \frac{1}{4} \times \left(\frac{R}{D}\right)^2 \times L = 1.7 \dots \times 10^{17} \text{ J/s}$$

$$\text{答. } 2 \times 10^{17} \text{ J/s}$$

問4 太陽の東端での視線速度が太陽の赤道付近における自転速度 v である。 $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$ より、太陽半径を R' , 求める周期を P として、

$$P = \frac{2\pi R'}{v} = \frac{2\pi R' \Delta\lambda c}{v} = 2.55 \dots \times 10^1 \text{ 日} \quad \text{答. } 26 \text{ 日}$$

問5 早朝は、地球の自転によって観測地点が太陽に近づく向きを持っているから。

地学問題 II

問1 ア:(表層)混合層 イ:(主)水温躍層 ウ:深層 エ:中層水

問2 熱帯は、低圧帯であるため降水により淡水が海面に供給され塩分が低い。亜熱帯では、降水よりも蒸発が卓越するため、海水の塩分が高くなる。中高緯度では、降水により塩分が低くなる。

問3 赤道付近と南緯 60° 付近での水温差は約 25°C 。それに伴う密度変化は $0.2 \times 25 = 5 \text{ kg/m}^3$ 。一方、塩分の差は約 1% で、それに伴う密度変化は 0.8 kg/m^3 である。以上より、水温の影響のほうが大きい。

問4 (1) 水温については、鉛直方向の温度差は北太平洋で大きいいため、水深とともに密度が急激に増加する。塩分については、南極大陸周辺では深層の塩分がほとんど変化しないのに対して、北太平洋では深度とともに塩分が増加している。また、溶存酸素濃度に注目すると、南極大陸周辺では北太平洋に比べて、比較的水深の大きい領域で濃度の大きい海水が分布しており、これは沈降してからの時間が短い海水であることを示唆している。

(2) 南緯 30° 付近に注目すると、水深 $500\sim 1000\text{m}$ 程度に溶存酸素濃度の極大が存在する。沈降後、溶存酸素濃度が単調に減少することから、この水塊は中高緯度地域の海水面から沈降し、水深を増しながらこの位置まで移動してきたと考えられる。

地学問題 III

問1 ア：液状化 イ：広域変成 ウ：付加体

問2 エネルギーを E とマグニチュード M とすると、 $\log_{10}E=4.8+1.5M$ の関係が成り立つので
 マグニチュード 7.3 の地震のエネルギーはマグニチュード 6.5 の地震のエネルギーの

$$\frac{M7.3}{M6.5} = \frac{10^{(4.8+1.5 \times 7.3)}}{10^{(4.8+1.5 \times 6.5)}} = 10^{1.2} = (10^{0.6})^2 = 16 \text{ 倍となる。} \quad \text{答. } 1.6 \times 10 \text{ 倍}$$

別解 マグニチュード 7.3 の地震はマグニチュード 6.5 の地震よりマグニチュードが 0.8 大きい。マグニチュードは 2 変わると地震のエネルギーは 10^3 倍変わるので、マグニチュードが 0.8 大きくなるとエネルギーは、 $(10^3)^{\frac{0.8}{2}} = 10^{1.2} = (10^{0.6})^2 = 16$ 倍となる。

問3(1) プレートの沈み込み帯より沈み込んだ冷たい海洋プレートが深さ 105km より深部にあることで、地球中心部から熱が上昇しにくくなるため。

(2) 火山フロント直下では、沈み込んだ海洋プレートから供給された水によってマンタルのかんらん岩が水に飽和した状態にあり、深さ 55km~85km の範囲ではマンタルの温度分布が水に飽和したかんらん岩の融解曲線 B を上回っているため、マグマが生じる。

※指定語に下線を引いている

問4(1) 二つの走時曲線が交わる点の走時は 6 秒であることから、第 1 層の P 波速度 V_1 は

$$4.8\text{km/秒となり, } 6 = 2d \sqrt{\frac{1}{4.8^2} - \frac{1}{8.0^2}} + \frac{28.8}{8} \text{ となる。}$$

これを解いて、 $d = 7.2$ となる。

答. 7.2km

(2) 第 2 層は深い場所ほど P 波の速度が速くなるため、第 2 層を通る P 波の経路は下に凸の形状となる。よって、屈折波 B は震央距離 650 km より遠くには到達できない。また、屈折波 C は第 3 層に入り、地球の中心部に向けて屈折してしまうので、震央距離 1100km 未満の地域には伝わらない。これらのことから、第 3 層は、地震波の速度が低下する低速度層と推定される。

地学問題 IV

問1 ア：ホルンフェルス イ：かんらん石 ウ：斜長石 エ：マグネシウム

問2 地点 X から東に 500m 進むまでは、トンネルの壁面には泥岩層 B が露出し、その後地点 X から 500m から 700m の間は玄武岩が露出する。地点 X から 700m から 800m までは再び泥岩層 B が露出し、地点 X から 800m の地点で断層 D が露出する。断層を超えてから地点 Y までは砂岩層 C が露出する。

問3 図 1 の中央部のように断層 D より標高が高い地域に分布するのが上盤である。下盤の泥岩層 B と接する上盤側の砂岩層 C は泥岩層 B の下位に位置するため、上盤が相対的に上昇した逆断層と判断できる。

問4 ペルム紀に砂岩層 C、泥岩層 B の順に地層が堆積し、その後玄武岩が貫入し砂岩層 C と泥岩層 B に接触変成作用を与えた。さらに逆断層 D が形成されたのちに、第四紀に A 層が堆積し、標高が低い領域を埋めた。

問5 ・大西洋を隔てた大陸から同じ陸棲の動植物の化石が産出し、これらの動植物は大洋を渡って移動することが困難であることから、元は大陸が合わさって一つだったと考えられる。

・氷河(成)堆積物から過去の氷床や氷河の流れた方向を推定すると、南アメリカ、アフリカ、インド、オーストラリアが元は合わさって一つの大陸だったと考えられる。

・各大陸に見られる造山帯などの地質構造が、各大陸が元は合わさって一つの大陸だったと考えるとつながる。

などから一つ