

第 16 回日本地学オリンピック本選（地質 解答用紙）

番号 _____ 氏名 _____ 得点 50)

問 1 (20 点)	<p>高压型の広域変成岩である結晶片岩は造山運動により地表にかなり近いところ（または地表面まで）上昇してきたところに、上昇するかこう岩マグマが貫入してくる。かこう岩は一部の結晶片岩に熱変成を及ぼし、さらにかこう岩を覆っている古い岩石が風化侵食により削剥され、かこう岩と結晶片岩が地表に露出される。風化侵食を受けるのが陸地であることを考慮すると、かこう岩が陸地の地表面に露出しているときに新生代の火山活動が始まり、火山体が形成された。</p>						
問 2 (10 点)	(1)	A	Al ₂ O ₃ (2点)	B	K ₂ O (2点)	(2)	52% (2点)
	(3)	<p>右下がり一般的。グラフを右へ行く程 SiO₂ の量は増え、それ以外の成分の入る余地はなくなってゆくの、他の成分の含有量は減るのが普通である。岩石の色指数が減少してゆく事を説明した場合は正答となりえる。(4点)</p>					
問 3 (10 点)	<p>地球の体積 VE, 核の体積 VC, マントル+地殻の体積 VR とする。 $VE = \frac{4}{3} \pi * 6371^3$, $VC = \frac{4}{3} \pi * (6371 - 2900)^3$, $VR = VE - VC$ $VE = 1083206916845.753700547116799 \dots$ $VC = 175167063820.964478963892299 \dots$ $VR = 908039853024.789521036107701 \dots$ $VR/VE * 100 = 83.828845523711899 = 83.8\%$</p> <p style="text-align: right;">答え <u>83.8%</u></p>						
問 4 (10 点)	<p>$(3/3800 * 13.51) \div 0.24 * 100 = 4.4440789 \dots$</p> <p style="text-align: right;">答え <u>約 4.4%</u></p>						

第 16 回日本地学オリンピック本選(固体分野解答用紙)

番号 _____ 氏名 _____ 得点 **50**

(1) 10 点

正断層 ・ 逆断層

(どちらかを丸で囲む)

(2) 5 点

(ア) 南北方向 (イ) 東西方向 (ウ) 鉛直方向

(1 つを丸で囲む)

(3) 5 点

(ア) 8 km (イ) 10 km (ウ) 12 km

(1 つを丸で囲む)

(4) 10 点

(答え) 40km

(理由)

マグニチュードが 2 増えた際には、地震のエネルギー (すべり域の幅・長さ・すべり量の積) は 1000 倍となる。いま、すべり域の幅・長さ・すべり量が同じ比率で変化する状況を考えているから、M7.5 の地震のすべり域の幅は M5.5 地震のすべり域の幅の 10 倍となる。

(5) 10 点

(答え) 30 km。

(計算)

すべり域の幅の最大値を W_{\max} とすると、 $W_{\max} \sin 30^\circ = 15 \text{ km}$ が成り立つため。

(裏面へ続く)

(6) 10点

(答え) $4/3$ 倍以上

(理由)

すべり域の幅の最大値が 30 km であることから、すべり域の長さとしべり量の積は、(4)で想定した場合の $\frac{40}{30} = 4/3$ 倍以上となる必要がある。

(以下余白)

第 16 回日本地学オリンピック本選（気象 解答用紙）

番号 _____ 氏名 _____ 得点 50)

問 1	(1)	A 5 点	条件付き不安定		
	(2)	(ア) 5 点	高	(イ) 5 点	低
	(3)	5 点	水蒸気が凝結する際に潜熱を放出するため。		
	(4)	4 点 各 2 点	A: 高く ・ 低く B: 乾いて ・ 湿って		
問 2	(1)	8 点	地表付近で停滞前線に向かって南から暖かく湿った空気が流入しやすい気圧配置であったことに加え、日中の日射によって地表面付近の空気が加熱されたため。		
	(2)	5 点	積乱雲		
	(3)	8 点	発達した積乱雲からの降水粒子（雨や氷）が、上空の冷たい空気を地表付近まで引きずり降ろし、この強い下降流（ダウンバースト）が地表面にぶつかり周囲に広がったため。		
	(4)	5 点	雷、雹など		

第 16 回日本地学オリンピック本選(海洋分野 解答用紙)

番号 _____ 氏名 _____ 得点 50

問題 1

(1) 4 点

ヨーロッパの地中海は、地中海性気候に当たり比較的乾燥した地域であるため、周辺の陸域からの河川水や海上での降水による淡水流入量より蒸発量の方が大きい。

(2) 5 点 採点基準 塩分差が密度差を形成し、対流が起こる仕組み（グローバルな深層循環像と類似の仕組み）が書かれていれば正解

(解答例) 地中海の海水は大西洋の海水に比べて塩分が濃いため密度も大きい。ジブラルタル海峡を挟んで大西洋側に軽い海水があり、地中海側に重い海水がある場合、重たい海水は軽い海水の下に潜り込み、軽い海水は重い海水の上に乗り上げるため、ジブラルタル海峡の上層で流入、下層で流出する鉛直 2 次元循環が形成される。

(3) 4 点 採点基準 降水・蒸発で変化するのは水分のみなので、組成は変化しないことが書かれていれば正解

(解答例) 大西洋から地中海へ流入した海水が、降水と河川水を通して淡水を供給されたり、蒸発で淡水を損失したとしても、水分が変化するだけで特定の塩類が失われるわけではないので、塩類の濃度は変わるが組成は変わらない。

(4) 12 点：配点基準 (式 1) 4 点, (式 2) 4 点, 計算 4 点

$$(式 1) : VT_1 - VT_2 = 70.0 \times 10^3$$

$$(式 2) : 36.25 \times VT_1 = 37.75 \times VT_2$$

VT_1 (m³/s) と VT_2 (m³/s) を求めなさい。簡単に計算過程も示すこと。

(式 1) と (式 2) を連立させて解くと

$$VT_1 = \frac{37.75}{1.50} \times 70.0 \times 10^3 = 1.762 \times 10^6$$

$$VT_2 = 1.762 \times 10^6 - 70.0 \times 10^3 = 1.692 \times 10^6$$

よって、有効数字 3 桁として解を求めると

$$VT_1 \approx 1.76 \times 10^6 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$VT_2 \approx 1.69 \times 10^6 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

となる。

$$\underline{VT_1 \quad 1.76 \times 10^6 \text{ (m}^3\text{/s)}}$$

$$\underline{VT_2 \quad 1.69 \times 10^6 \text{ (m}^3\text{/s)}}$$

問題2

(1) 4点

③

(2) 20点 (距離 10点 + 発生域推定 5点 + 発生原因 5点)

採点基準：

距離の計算：正解にたどり着けなくても式を立てる考え方が正しければ部分点を与える。

発生域推定：発生海域の推定に発生原因を根拠として加えて論述してもよい。

発生海域までの距離を求めなさい。簡単に計算過程も示すこと。

うねりの発生時刻を時刻 t_0 とする。また、時刻 t_1 に到着した波の速度を v_1 、周期を T_1 とし、時刻 t_2 に到着した波の速度を v_2 、周期を T_2 とする。

発生海域までの距離は2つの波で同じなので、以下の式が成り立つ。

$$v_1(t_1 - t_0) = v_2(t_2 - t_0) \quad \text{①}$$

よって、①式を t_0 について解くと

$$t_0 = \frac{v_1 t_1 - v_2 t_2}{v_1 - v_2} \quad \text{②}$$

を得る。問題文より $v_1 = 1.6T_1$ 、 $v_2 = 1.6T_2$ なので、 $t_1 = 0$ とすると発生海域までの距離は以下の式で求められる。

$$L = v_1 \times |t_0| = 1.6 \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} t_2 \quad (\text{m}) \quad \text{③}$$

③式に与えられた数値を代入すると

$$L = 1.6 \times \frac{20 \times 14}{6} \times (40 \times 3.6 \times 10^3) \quad (\text{m})$$

$$L = 10752 \times 10^3 \quad (\text{m})$$

有効数字2桁で解答すると、発生域までの距離は約 10,000 km となる。

発生海域を推定しなさい。簡単に理由も述べること。

(解答例) 緯度1度の距離は約 110 km であることから、約 10,000 km の距離を緯度に換算すると約 90 度になる。図3より、ハワイから海続きの場所で大円距離として約 90 度の距離が取れる海域は南極周辺なので、発生海域は南極周辺と推定される。

発生原因を考察しなさい。

(解答例) 南極の周辺の南緯 40 度～60 度付近は、偏西風帯に位置するため世界有数の暴風域であり、観測時期が南半球の冬に当たると考えると海は常に時化しており巨大な波浪が形成されると考えられる。

第 16 回日本地学オリンピック本選(天文分野 解答用紙)

番号 _____ 氏名 _____ 得点 **50**

問 1 7 点満点

暗黒星雲は恒星の光を散乱・吸収しているため、背景の星に対してその存在が浮かび上がる。しかし、へびつかい座に比べてオリオン座は地球から遠いため、手前にある多くの星が暗黒星雲の上に重なってしまい暗黒星雲の形が見えにくくなる。

また、オリオン座方向は天の川から離れているため背景の星の数が少ないことが理由であると書いていても正解とする。

問 2 12 点満点

観測波長を L 、円盤の両端での波長の差を d 、光速度を c とすると速度差 v はドップラー効果の式から

$$\begin{aligned} v &= c \times (d/L) \\ &= 3 \times 10^8 \times (0.01 \times 10^{-6} / 10^{-3}) = 3 \times 10^3 \text{ [m/秒]} \end{aligned}$$

この速度差 v の半分が観測者方向の回転速度であるが、この円盤は観測者に対して 45 度傾いているので、回転速度 V は

$$V = \sqrt{2} \times (v/2) = 2.1 \text{ [km/秒]}$$

(裏面へ続く)

問3 12点満点

この1組の核反応によって太陽のエネルギーに変換される質量は、水素原子の質量の $(0.029/4)$ 倍に対応する。また、太陽の質量を M とすると、この核反応に寄与する水素原子の質量は $0.75 \times 0.1 \times M$ である。

したがって太陽の光度の持続時間は

$$(0.029/4) \times 0.75 \times 0.1 \times Mc^2/L = 2.51 \times 10^{17} \text{ [秒]} = 7.8 \times 10^9 \text{ [年]}$$

なお、1年を正確に計算して年に換算した 8.0×10^9 [年]でも正解とする。

問4 各3点

- (a) 主系列星
- (b) 惑星状星雲
- (c) 白色わい星

問5 10点満点

ベガの光度は太陽に比べて $2 \times 10^{-11} \times (1.6 \times 10^6)^2 = 51.2$ 倍ある。

光度の持続時間は質量に比例し、光度に反比例するので、 $2/51.2 = 0.039$ 倍になる。