

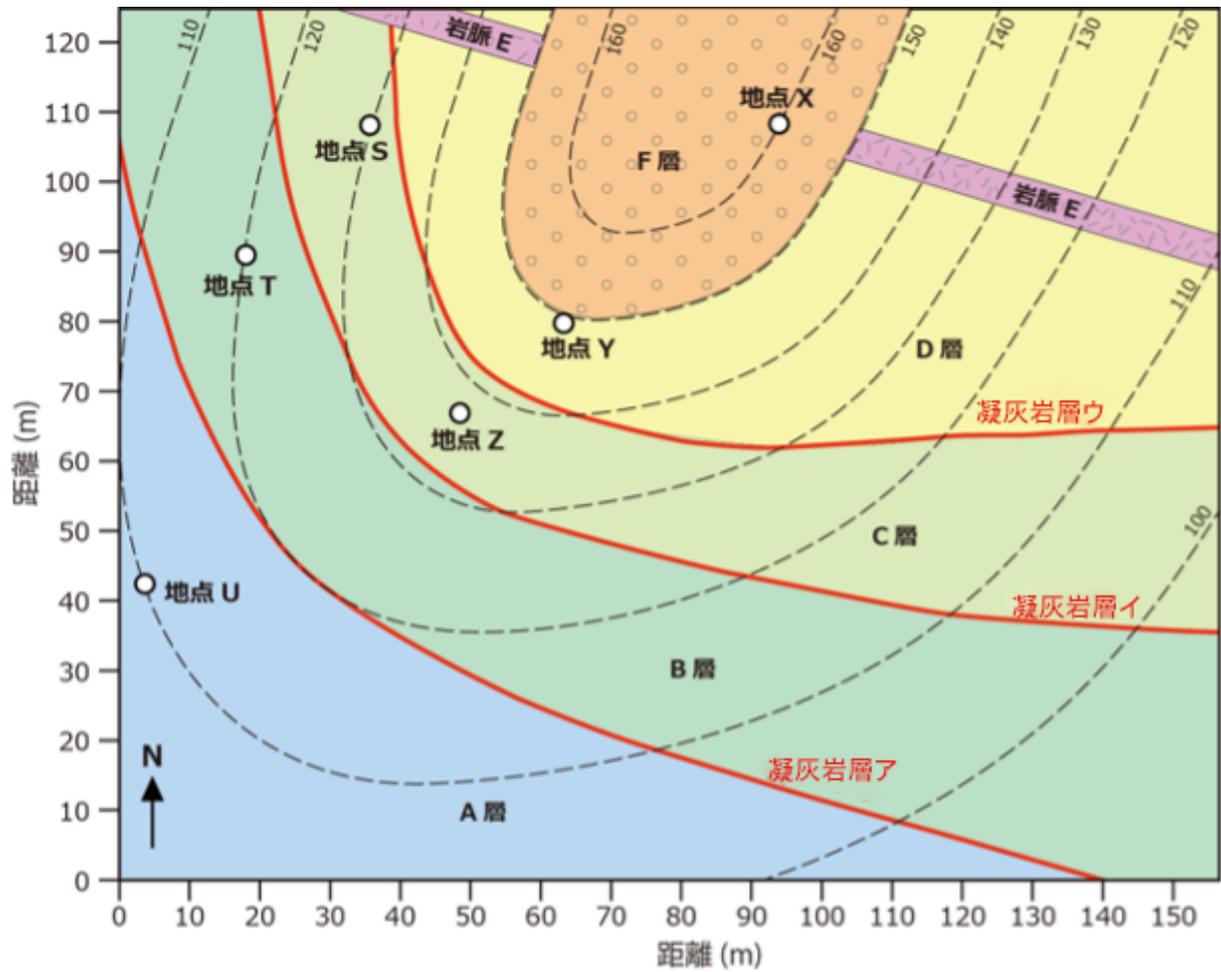
第 15 回日本地学オリンピック本選（地質 解答用紙）

番号

氏名

得点

（注意）作図は以下の図を用いて、下書きの線なども消しゴムで消さないこと。



(裏面につづく)

(1)	走向	N45° W	傾斜	30° NE		
(2)	C層の厚さ	17 m				
(3)	鍵層	・ 広域に分布				
		・ 短時間（同時）に堆積				
		・ 岩相・鉱物組成・化学組成などで他の地層と識別可能				
(4)	2.3×10 ⁴ 年, もしくは23000年					
(5)	い, お					
(6)	白亜紀					
(7)	地点 S	トリゴニア				
	地点 T	コノドント, トリゴニア				
	地点 U	フズリナ, 三葉虫, コノドント				
(8)	地点 X	コア 1	地点 Y	コア 6	地点 Z	コア 5

配点

- (1) 各4点, 計8点
- (2) 4点
- (3) 各3点, 計12点
- (4) 4点
- (5) 全て正解して5点
- (6) 2点
- (7) 地点 S 1点, 地点 T 2点, 地点 U 3点, 計6点
- (8) 各3点, 計9点

第 15 回日本地学オリンピック本選（固体地球 解答用紙）

番号 _____ 氏名 _____ 得点 50

(1)	左横ずれ型断層地震。断層の東側が北向きに、断層の西側が南向きに移動した（配点：5点）
(2)	点 A から観測点（あ）までの距離は、 $r_A = 21 \text{ km}$ なので、S 波の到達に要する時間は $t_A = \frac{21}{3} = 7.0$ 秒。点 B から観測点（あ）までの距離は、 $r_B = 18 \text{ km}$ なので、S 波の到達に要する時間は $t_B = \frac{18}{3} = 6.0$ 秒（配点：5点）
(3)	点 B からの運動の開始は点 A に比べて $\Delta t = \frac{3}{2} = 1.5$ 秒だけ遅れる。この一連の運動時に点 A・点 B から地震波が到着する時間差は、 $\Delta T = \Delta t + t_B - t_A = 0.5$ 秒（配点：10点）

（裏面につづく）

(4)	<p>点 B から観測点 (い)までの距離が $r_B' = 24 \text{ km}$となるため、点 B からの波の到着時刻は $t_B' = \frac{24}{3} = 8.0$ 秒。点 A からの波の到着時刻は (2)と同様に $t_A = \frac{21}{3} = 7.0$ 秒であるので時間差は $\Delta T' = \Delta t + t_B - t_A = 2.5$ 秒 (配点 : 5 点)</p>
(5)	<p>S 波直達部の継続時間が、観測点 (あ) よりも観測点 (い)の方が短くなるため、伝播方向と同じ方向にある観測点 (あ)の方が波形が重なりやすいのに対して、伝播方向と逆側の観測点 (い)では、波形が分離しやすい。(配点 : 5 点)</p>
(6)	<p>様々な観測点で S 波直達部の継続時間を測定する。それが最も短くなる向きに断層運動が移動した可能性が考えられる (配点 : 10 点)</p>
(7)	<p>断層運動が発生する領域全体の大きさが異なる。 規模の大きい地震ほど、断層運動が生じた範囲 (点 A と点 B の距離)が広くなり、Δtが大きくなっていることを表していると考えられる (配点 : 10 点)</p>

第 15 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)	ア	窒素	イ 酸素
(2)	ウ	14	
(3)	(i)	⑥	
	(ii)	3.9 mm	
		<p>(計算過程)</p> <p>地表面 1 m^2 の上空にある対流圏の大気の質量は、</p> $\frac{(1000 - 200) \times 10^2 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}}{9.8 \text{ m s}^{-2}} = 8.16 \dots \times 10^3 \text{ kg m}^{-2}$ <p>であるから、対流圏を 1 日あたり $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 加熱するために必要な熱量は、</p> $8.16 \times 10^3 \text{ kg m}^{-2} \times 1.0 \times 10^3 \text{ J }^\circ\text{C}^{-1} \text{ kg}^{-1} \times 1.5 \text{ }^\circ\text{C day}^{-1}$ $= 1.22 \dots \times 10^7 \text{ J day}^{-1} \text{ m}^{-2}$ <p>である。このうち 8 割が水の凝結による潜熱加熱によりまかなわれるとすると、降水量（水の体積）は、</p> $\frac{1.22 \times 10^7 \text{ J day}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 0.8}{2.5 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1} \times 1.0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}} = 3.90 \dots \text{ mm day}^{-1}$	

問 2	
(1)	太陽放射による加熱率は変化しないので、地球放射による冷却率も変化しない。結果として一定の冷却率が保たれるように、二酸化炭素濃度が高いことによる冷却率の増大を相殺するぶんだけ温度が低下する。
(2)	X

問 3	
(1)	この領域の海洋には鉛直方向に深い循環や対流が存在し、表層の熱が深層へと運ばれやすいため、海洋の表層が温まるのに時間がかかるから。
(2)	陸上のほうが海上よりも地表気温の上昇が大きい傾向が、海陸の熱容量の違いを反映する過渡応答においてだけでなく、平衡応答においてもみられるから。

【配点案】 合計 50 点

問 1 (1) 3 点×2 (2) 4 点 (3) (i) 5 点 (ii) 10 点

問 2 (1) 8 点 (2) 5 点

問 3 (1) 6 点 (2) 6 点

第 15 回日本地学オリンピック本選 (海洋 解答用紙)

番号 _____ 氏名 _____ 得点 50

問1

(1) 3点 × 2 = 6点

(ア) 偏西風	(イ) 貿易風 (または北東貿易風)
------------	-----------------------

(2) 3点

黒潮 (または日本海流)

問2

(3) 8点

<p>(計算結果)</p> <p style="text-align: center;"><u>1.4 m/s</u></p> <p>(計算過程)</p> <p>図2より、海面高度は 100 km で 1 m 上昇することがわかる。 したがって、海面高度の水平勾配は、1×10^{-5}である。模式図は、海面が直線で表されているので、この値は、強流域のどこでも変わらない。 したがって、(1) 式より</p> <p style="text-align: center;">[上層の流速] = $(1.4 \times 10^5) \times (1 \times 10^{-5})$ = 1.4 (m/s)</p>
--

(4) 8点

<p>(計算結果)</p> <p style="text-align: center;"><u>442 m</u></p> <p>(計算過程)</p> <p>海面高度が最高の 100 km 地点における境界面の深度を h (m)とする。 下層では圧力の水平勾配がゼロなので、西岸の 0 km 地点と 100 km 地点で h (m)での水圧 (荷重) は等しいという式を立てる。すなわち</p> <p style="text-align: center;">$(100 \times 1025) + (h - 100) \times 1028 = (1 + h) \times 1025$</p> <p>となる。上式を解くと</p> <p style="text-align: center;">$h = 100 + 1025 / 3 \approx 442$ (m)</p>
--

(裏面につづく)

問3

(5) 4点

②

(6) 4点

① ②

(7) (ウ) 2点

(計算結果)

13.2 (度/日)

(計算過程)

1日当たりの公転角度 = $360 \text{ 度} / 27.3 \text{ 日}$
 $\approx 13.2 \text{ (度/日)}$

(7) (エ) 8点

(計算結果)

24.9 (時間)

(計算過程)

所用時間
 $= 24 \text{ (時間)} + 13.2 \text{ (度)} / 360 \text{ (度)} \times 24 \text{ (時間)}$
 $\approx 24.9 \text{ (時間)}$

(7) (オ) 2点

(計算結果)

12.5 (時間)

(計算過程)

南中から次の南中の所要時間は 24.9 時間なので
 $24.9 \text{ (時間)} / 2 \approx 12.5 \text{ (時間)}$

(7) (カ) 5点

(計算結果)

13.7 (日)

(計算過程)

月の公転周期が 27.3 日なので
 $27.3 \text{ (日)} / 2 \approx 13.7 \text{ (日)}$

第 15 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 _____

問 1 (A~D それぞれ 5 点。合計 20 点)

A:

$$2 * 2.957 * 10^5 \text{ [km]} : 4.2 * 9.46 * 10^{12} \text{ [km]} = 10^{-4} \text{ [km]} : d_{\star} \text{ [km]} \text{ から、} \underline{A=2900 \text{ km}}$$

B:

$$10 \text{ cm} * 0.15 \text{ より、} \underline{B=1.5 \text{ cm}}$$

C:

$$2 * 6.957 * 10^5 * 10^4 \text{ [cm]} : 10 \text{ [cm]} = 0.05 * 1.5 * 10^8 * 10^4 \text{ [cm]} : d_p \text{ [cm]} \text{ から、} \underline{C=54 \text{ cm}}$$

D:

$$2 * 6.957 * 10^5 * 10^5 \text{ [mm]} : 10^2 \text{ [mm]} = 1.1 * 2 * 6.957 * 10^5 * 10^5 / 10^9 \text{ [mm]} : d_p \text{ [mm]} \text{ から、} \underline{D=1.0 \text{ mm}}$$

(太陽の半径が 10cm だった場合の比の計算から求める。10cm の球が「直径」であるのに注意。)

問 2 10 点満点

図からトランジットの深さを 0.016 と読み解く。

明るさが 1.6%減ったことから、主星の面積の 1.6%が隠されている。

系外惑星の断面積を S_p 、主星の断面積を S_{\star} 、半径を r_{\star} 、太陽半径を r_{\odot} 、地球半径を r_e 。地球の断面積を S_e として、

$$S_{\star} = \pi r_{\star}^2 = \pi * (1.1 * r_{\odot})^2$$

$$S_p = 0.016 * S_{\star}$$

$$= 0.016 * (\pi * r_{\star}^2)$$

$$= 0.016 \pi * (1.16 * r_{\odot})^2$$

$$= 0.016 \pi * (1.16 * 109 * r_e)^2$$

$$= 0.016 * (1.16 * 109)^2 * \pi r_e^2$$

$$= 255.793 * \pi r_e^2$$

有効数字 2 桁で、 $260 \pi r_e^2$

地球の断面積のおよそ 260 倍

transit depth が 1.6%の結果では、ここで求められた惑星半径は 15.92 ± 1.12 地球半径(r_e)のため、断面積としては、256 程度である。観測結果によって幅があるので、考え方、メモリの見方、計算方法にミスがなければ正解としたい。

(裏面へ続く)

問3 10点満点

赤色矮星半径(r_{\star})における断面積(S_{\star})に対する地球半径の断面積の割合を求める。

太陽半径を r_{\odot} 、地球半径を r_e 。地球の断面積を S_e として、

$$S_{\star} = \pi r_{\star}^2$$

$$= \pi (0.2 r_{\odot})^2$$

$$= \pi (0.2 * 109 r_e)^2$$

$$= 21.8^2 \pi r_e^2$$

$$= 475.24 \pi r_e^2$$

$$S_e / S_{\star} = \pi r_e^2 / 475.24 \pi r_e^2 = 0.002104$$

0.21%の減光を捉えればよい。

問4 10点満点

主星の放射強度を L_{\star} 、惑星が受ける放射を l_p 、距離を r として、

主星からの光が距離の二乗に反比例して暗くなるという関係を以下のような式で考える。

$$L_{\star} \times 1/r^2 = l_p$$

L_{\star} = 太陽放射、 $r=1$ 天文単位の場合、地球の受ける放射 l_e は 1 となる。

今回、 l_p は地球と同じ放射量を受ける状況を考えるので、 $l_p = 1$ となる。

そのため、

$$L_{\star} \times 1/r^2 = 1 \text{ より、}$$

$$r^2 = L_{\star} \text{ となる。}$$

$L_{\star} = 0.0016$ であるため、

$$r = (0.0016)^{1/2}$$

$$= (16 * 10^{-4})^{1/2} \text{ となり、}$$

有効数字 2 桁で 0.040 au(天文単位) となる。

平方根表はなくても解ける。

参考：放射エネルギーが太陽の 0.00155 倍の褐色矮星であるプロキシマ・ケンタウリの場合、地球と同じ放射を受ける位置は 0.0039au である。

http://www.exoplanetkyoto.org/exohtml/Proxima_Centauri_bJP.html