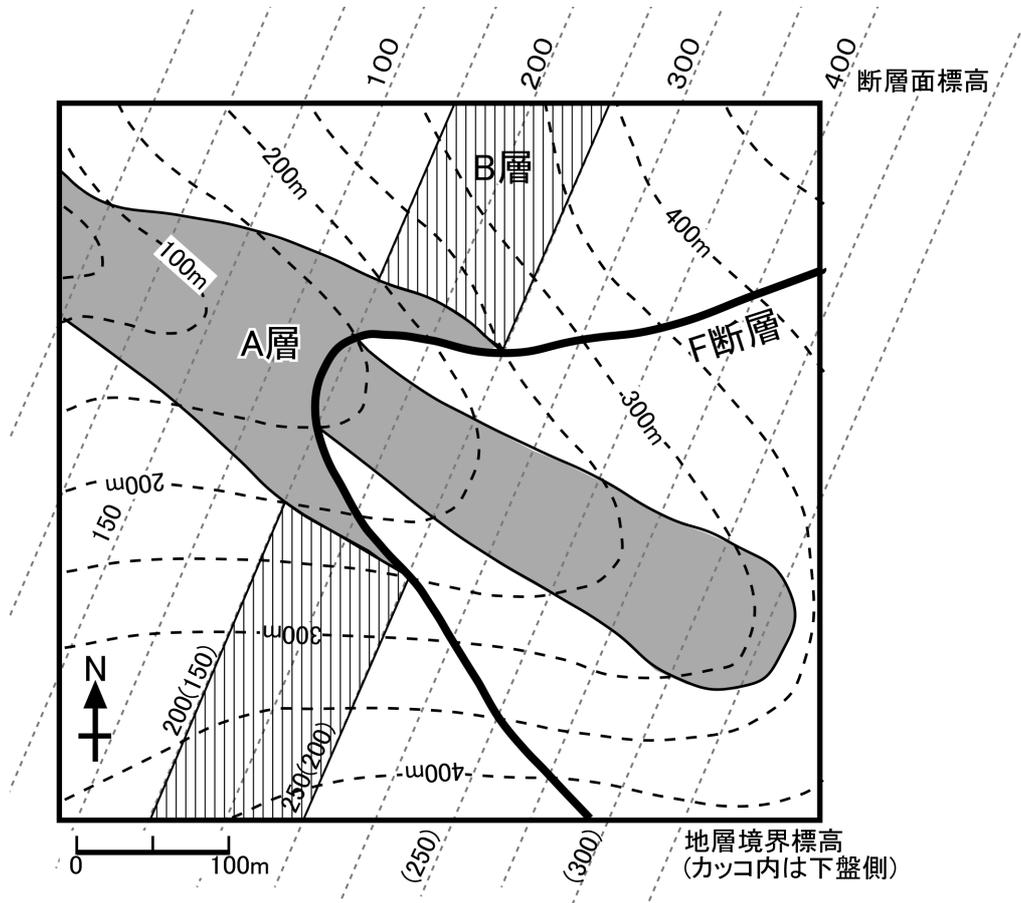


地質分野 解答

問1 12点

① 50m 4点

② 8点



問2 12点

①  $\text{SiO}_2$  :  $(68 \times 2 + 50 \times 1) \div (1 + 2) = 62.0\%$  (4点)

$\text{MgO}$  :  $(1 \times 2 + 6 \times 1) \div (1 + 2) = 2.6666\cdots\% \approx 2.7\%$  (4点)

② 安山岩 (4点)

問3 6点

活断層 A : 左横ずれ断層 (2点)

活断層 B : 逆断層 (2点)

活断層 C : 右横ずれ断層 (2点)

問4 10点 (構造の提示：2点 でき方の説明：5点 上下判断の説明：3点)

地層に残された構造	でき方の説明	上下判断の説明
級化構造	水中で沈降・堆積して地層が形成される場合、ストークスの法則に従って、粗粒な碎屑粒子ほど速く沈降し堆積するため、初生的に上方へ細粒化する正級化構造ができる。	この正級化構造から細粒側が地層の上位と判断できる。
斜交葉理 (クロスラミナ)	水の流れて運搬・堆積が行われ砂粒子が堆積する際に、斜交葉理が形成される。新たな斜交葉理のセットが形成される際に水底の侵食が生じるため、下位にある斜交葉理の構造が切られ不連続となる。	切られた斜交葉理のセットが下位と判断できる。
生痕化石 (巣孔化石、サンドパイプ)	生痕化石は、底生生物によってつくられた巣孔やはい跡が地層中や地層上面に残ったものである。	U字型になった巣孔化石は、湾曲している側が下位と判断できる。巣孔の出口は上位の地層に切られることから判断材料となる。
漣痕 (リップルマーク)	リップルマークは波の作用や川の流れなどで水底表面に形成される波状の凹凸で、峯部分が尖り、谷部分が緩やかな形状を示す。	リップルマークがあった場合、尖った側が上位と判断できる。
底痕 (ソールマーク)	底痕は、堆積粒子や水流そのものにより堆積物の表面につけられたみぞが、その上に堆積した砂や礫によってうめられてでき、上位の地層下面に凸凹が反転した形で残される。また、荷重痕は軟らかい泥の層の上に砂が堆積した場合に、その重みで凹み形成される。	砂層などの地層下面に残された底痕から、凸状に出っ張ったほうが下位と判断できる。

問5 10点

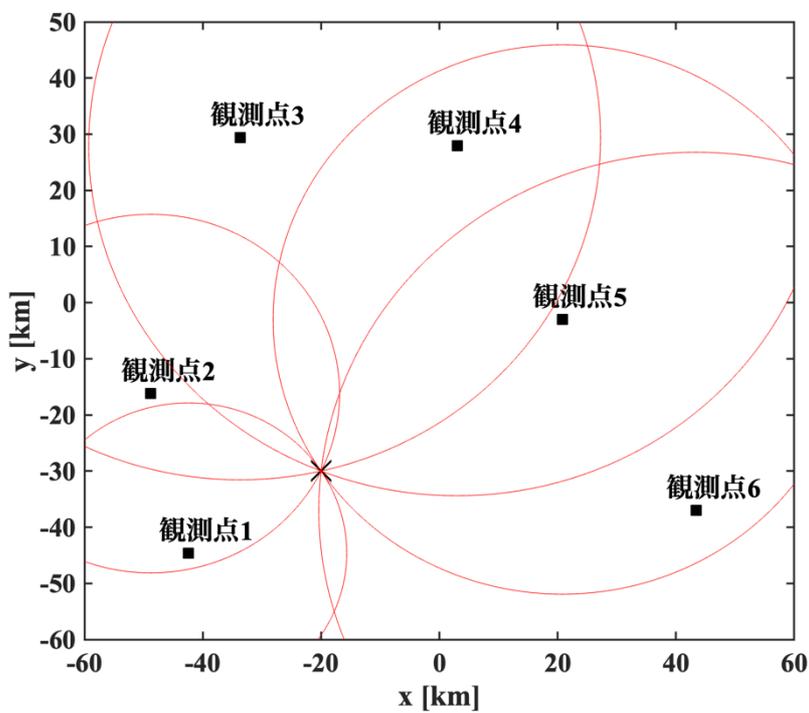
$^{18}\text{O}$  を含んだ水分子は、 $^{16}\text{O}$  を含んだ水分子より重く、蒸発しにくい。氷期に氷床が発達すると、海水から蒸発した  $^{16}\text{O}$  を多く含む水が、氷床中に大量に固定され、海水中の  $^{18}\text{O}$  の比率が上昇する。このことから氷期には  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  比は大きくなり、間氷期には小さくなる。浮遊性有孔虫は炭酸カルシウムの殻を海水から作るため有孔虫の生息していた当時の海水温に相当する  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  比を記録していて、浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比を計測することで気候変動の推移を示すことができる。

本選 固体地球分野 解答

(1)  $[(V_P - V_S) / V_P V_S]D$ , あるいは  $(1/V_S - 1/V_P)D$

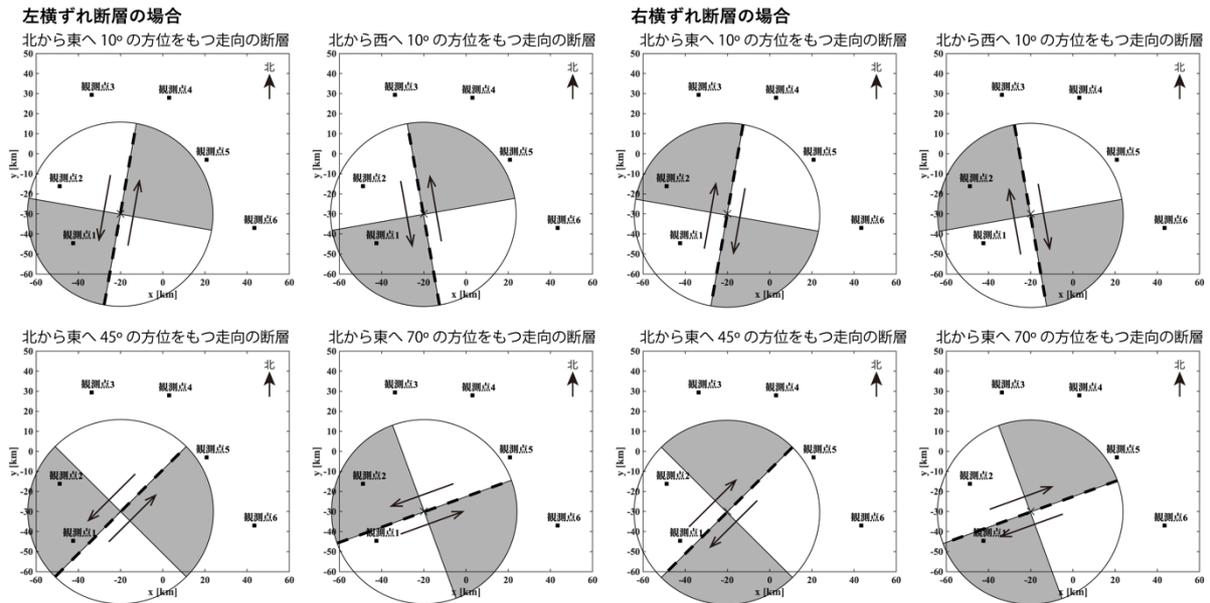
(2) (1) より  $D = (\text{S波到達時刻} - \text{P波到達時刻}) \times V_P V_S / (V_P - V_S)$  が成立する.  $V_P = 8 \text{ km/s}$ ,  $V_S = 4.6 \text{ km/s}$  の場合,  $V_P V_S / (V_P - V_S) \doteq 10.8$  である. これを用いて各観測点で得られた P 波走時, S 波走時から P 波と S 波の到達時刻差, 及び対応する D を計算すると以下の表の結果が得られる. 各観測点を中心とした半径 D の円をそれぞれ描くと下図のようになり, 震源位置は  $(x, y) = (-20, -30)$  と推定される.

	P 波到達時刻[秒]	S 波到達時刻 [秒]	PS 到達時刻差 [秒]	震源と観測点の距離 D [km]
観測点 1	4.74	7.21	2.47	26.7
観測点 2	5.39	8.34	2.95	31.9
観測点 3	9.02	14.65	5.63	60.8
観測点 4	9.19	14.94	5.75	62.1
観測点 5	7.52	12.04	4.52	48.8
観測点 6	9.37	15.27	5.90	63.7



(3) 例えば、観測点1のP波走時が4.74秒であることを用いると、 $4.74 \text{ 秒} = D/V_p + \text{発震時刻}$ であるから、 $\text{発震時刻} = 4.74 - 26.7/8 = 1.40 \text{ 秒}$ と推定される（発震時刻の算出には、観測点1-6のP波、S波走時いずれを用いても良い）。

(4) (ア) 北から東へ45°の方位をもつ、(イ) 2. 左横ずれ  
 選択肢として用意されているのは以下の8パターンであり、表の押し引きを説明するパターンは上記のみ。太い点線が断層面を表す。



(5) 地震1と地震2の $M_W$ と $M_0$ をそれぞれ $M_W^{(1)}$ ,  $M_0^{(1)}$ ,  $M_W^{(2)}$ と $M_0^{(2)}$ とおき、 $M_W^{(1)} - M_W^{(2)} = 1$ の場合を考える。 $M_W$ と $M_0$ の関係式（定義式）より、 $1 = 2/3(\log M_0^{(1)} - \log M_0^{(2)})$ が成立するので、 $3/2 = \log M_0^{(1)}/M_0^{(2)}$ となる。したがって、 $M_0^{(1)}/M_0^{(2)} = 10^{3/2} \approx 3.16^3 \approx 31.6$ （32でも良い）

(6)  $M_0 = \mu d S = \pi \mu d r^2 = \pi \mu (d/r) r^3$ が成立する。ここに $r = t V_r$ を代入すると、 $M_0 = \pi \mu V_r^3 (d/r) t^3$ であるから、 $M_0 \propto t^3$ となるには $d/r$ が一定であれば良い。つまり、 $M_0 \propto t^3$ という観測事実は、断層サイズに比する滑り量の割合が一定であることを示唆している。

配点案（50点満点）

(1) (3) : 5点

(2) (4) (5) (6) : 10点.

本選 気象分野 解答

問 1

- (1) 低緯度では東風（貿易風）が吹いていて、台風は、その風に流されるため（配点 6 点）
- (2) 北半球では、温帯低気圧の西側に寒気、東側に暖気が入るので、寒気と暖気が交じり合うエネルギーにより低気圧は発達する（配点 6 点）
- (3) 台風がフィリピンに上陸し、台風のエネルギー源である水蒸気の供給が絶たれたため（配点 6 点）
- (4) 北緯 30 度以北では、偏西風が吹いているため温帯低気圧や高気圧は偏西風に乗って西から東へ移動する（配点 7 点）

問 2

- (1) 積乱雲 寒冷前線が通過した。（配点 5 点）
- (2) 金沢 17 日 14 時～15 時頃 東京 17 日 22 時～23 時頃（21 時～22 時も可）（配点 5 点）
- (3) 風向が西南西から北北西へと変化し、14 時から気温の低下がはじまっている（配点 7 点）
- (4) 日本海から冷たい北東風が流れ込み、日本海で蒸発した水蒸気が上空の風で冷やされて雲が発生し、その雲から降水が発生した。（配点 8 点）

## 本選 海洋分野 解答

問1 10点 (各2点)

ア: ジオイド      イ: 100      ウ: 圧力傾度力      エ: 低      オ: 0.1

問2 10点

波浪には、風で直接駆動される「風浪」と、風が吹いていない場所に他から伝達してくる「うねり」がある。地点Bでは、風浪よりもうねりが主体となっているから。

(下線部が答えられていればOK)

図は、気象庁の波浪実況・予想図より入手した。

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/waveinf/tile/jp/index.html#zoom:6/lat:35.426624/lon:140.246457/mapheight:600/colordepth:deep/element:wind>

問3 10点 (方向分布5点+時間変化5点)

地球を向いている側と、その反対側が、それぞれ月の外側向きの起潮力を受けるが、月の自転速度は公転速度と同じため、常に同じ面を地球に向けているため、ほとんど時間変化しない。ただし、月の公転は完全な円軌道ではなく楕円軌道なため、月と地球の距離は公転周期で変化するので、約27日で起潮力の大きさが変化する。(「ほとんど時間変化しない」までで正解とする)

問4 10点 (方向5点+流速5点)

南半球なので、高い方を左に見る方向に地衡流が流れるため、低気圧性の渦は時計回り。流速は、200kmで0.2mつまり100kmで0.1mの勾配なので、同じ緯度30°の黒潮の流速1m/sの10分の1で0.1m/s。

問5 10点 (5+5点; 逆に答えた場合は5点)

海底圧力計は、水柱の質量変化がないと検出できないので、熱膨張による水位上昇は検出できない。逆に、氷や雪の融解によって海水の質量が増加したことで海水位が上昇する成分は検出できる。

本選 天文分野 解答

第1問 5点

光度の分だけ単位時間にそれだけ水素を反応させてしまうので、恒星の寿命は、質量/光度に比例する。そして質量光度関係として光度が質量の4乗に比例すると仮定するので、寿命は質量/(質量)<sup>4</sup>に比例することになり、 $1/(\text{質量})^3 = 1/(\text{光度})^{3/4}$ に比例する。 $30^{1/4} = 2.34\dots$ だから、 $30^{3/4} = 2.34 \times 2.34 \times 2.34 = 12.8\dots$ 。(2.3×2.3×2.3 = 12.1…でも良い。)したがって、太陽の寿命はシリウスAの約13倍となる。答え、10倍の寿命。

第2問 10点

8.6光年は3.26で割って2.64パーセクとなる。1天文単位だけ違う位置から見て1秒角の角度になるのが1パーセクだから、逆に、2.64パーセクの距離で7.6秒角として見えるのは $2.64 \times 7.6 = 20.0\dots$ となって約20天文単位。

第3問 5点+5点

(1)  $a^3 / P^2 = (G / 4\pi^2) (M + m)$  で、 $m$ は $M$ に比べると非常に小さいため、 $M$ とほぼ等しいと近似できる。そして $a$ は1天文単位、 $P$ は1年なので、 $(G / 4\pi^2) = 1 / M$ となる。

(2)  $20 \times 20 \times 20 / (50 \times 50) = 3.2$ で、 $3.2M$ となり、シリウスAの質量 $M_A$ とシリウスBの質量 $M_B$ の和 $M_A + M_B$ は3太陽質量。

第4問 5点

それぞれの共通重心までの平均距離の比の $R_A : R_B$ は、質量での比 $M_B : M_A = 1 : 2$ となり、第3問から和 $M_A + M_B$ は3太陽質量なので、 $M_A = 2$ 倍の太陽質量、 $M_B = 1$ 倍の太陽質量。(第1問では、 $M_A = 2.34$ 倍の太陽質量程度となっていた。)

第5問 5点

7.5等級差を光度の比に直すと、 $7.5 \times 0.4 = 3.0$ で、10の3.0乗つまり1000倍、光度が違っている。よって、シリウスBは太陽の30倍の1/1000倍で、0.03倍。

第6問 10点

表面温度が $24000/5800 = 4.137\dots$ 倍違うので、同じ表面積から放射されるエネルギーはそれを4乗して $4.1 \times 4.1 \times 4.1 \times 4.1 = 282.5\dots$ で300倍近く(4.137<sup>4</sup>は約293)異なる。よって、0.03倍の光度しかないということは $300 / 0.03 = 10000$ 倍の表面積の比があるわけで、半径の比は100となる。

第7問 5点

1倍の太陽質量が1/100半径の球に詰め込まれているので、平均密度は $100 \times 100 \times 100$ 倍となって、 $1 \text{ cm}^3$ あたり $1 \times 10^6 \text{ g}$

-----  
関連についてのメモ： 問4は問3の結果を使う。問6は問5の結果を使う。問7は問4の結果を使う。

啓林館の地学教科書、問1:p.357、問2:p.338、問3:p.315と352、問4:p.351、問5:p.337、問6:p.341、問7:p.352