

2004 年
第 1 問

A 太陽系に関する次の文章を読み、下の問い(問 1～3)に答えよ。

太陽系は、太陽とそれを取りまく九つの惑星のほか、小惑星・彗星・衛星などから構成されている。惑星は、その特徴をもとに、地球型惑星と木星型惑星とに大別される。地球型惑星は木星型惑星に比べ、その半径は 、質量は 、平均密度は 。(a)太陽の周りを回る惑星の軌道は、ほぼ同一平面上にあり、そのため、地球から見るとどの惑星も黄道近くに見えることになる。小惑星も同様に、毎年新しい小惑星が発見されるが、その多くは黄道近くに見える。その中には、(b)海王星より大きな軌道長半径(惑星と太陽の平均距離)を持つ小惑星も多数あることがわかってきた。

問 1 上の文章中の空欄 ～ に入れる語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	大きく	大きく	大きい
②	大きく	大きく	小さい
③	大きく	小さく	大きい
④	大きく	小さく	小さい
⑤	小さく	大きく	大きい
⑥	小さく	大きく	小さい
⑦	小さく	小さく	大きい
⑧	小さく	小さく	小さい

問 1) 地球型惑星と木星型惑星を比較すると地球型惑星は木星型惑星に比べ、その半径は小さく、質量は小さく、平均密度は大きい。よって 7。

太陽系は、太陽とそれを取り巻く 9 つの惑星のほか、小惑星・彗星・衛星などから構成されている。惑星は、その特徴を基に、地球型惑星と木星型惑星とに大別される。地球型惑星は木星型惑星に比べ、その半径は小さく、質量は小さく、平均密度は大きい。太陽の周りをまわる惑星の軌道は、ほぼ同一平面上にあり、そのため、地球から見るとどの惑星も黄道近くに見える。小惑星も同様に、毎年新しい小惑星が発見されるが、その多くは

黄道近くに見えている。その中には、海王星より大きな軌道長半径（惑星と太陽の平均距離）を持つ小惑星も多数あることがわかってきた。

問 2 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、地球の公転と関係のない現象を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 年周視差
- ② 年周光行差
- ③ フーコーの振り子の振動面の回転
- ④ 火星の逆行運動

問 2) 地球の公転と関係のない現象は次のうちどれか？ 3

問 3 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、ある小惑星の公転周期は海王星の公転周期のほぼ 1.5 倍である。このことから、この小惑星の軌道長半径は海王星の軌道長半径のほぼ 1.3 倍であることが計算される。この計算に用いる関係として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 軌道長半径の 3 乗と公転周期の 2 乗との比は、惑星によらず一定である。
- ② 軌道長半径の 2 乗と公転周期との比は、惑星によらず一定である。
- ③ 軌道長半径の 2 乗と公転周期の 3 乗との比は、惑星によらず一定である。
- ④ 軌道長半径と公転周期との比は、惑星によらず一定である。

問 3) 公転周期と軌道長半径だから「ケプラーの第 3 法則」によって計算されたものとわかる。軌道長半径 a の 3 乗と公転周期 T の 2 乗の比は一定。 a を天文単位 (AU)、 T を年とすると 1 となる。こたえは 1.

B

問 4 次ページの図 1 の HR 図上で、A および W の近くに位置する恒星の種類
の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

A	W
① 主系列星	巨 星
② 主系列星	白色矮星 ^{わい}
③ 巨 星	主系列星
④ 巨 星	白色矮星
⑤ 白色矮星	主系列星
⑥ 白色矮星	巨 星

問 4) HR 図上で A 及び W の近くに位置する恒星の種類は？ こたえ 4.

A のアルデバランは表面温度が低く等級が小さい（明るい）→巨星

W のシリウスの伴星は表面温度が高く等級が大きい（暗い）→白色矮星

問 5 次ページの図 1 中の二つの星 X と V の見かけの明るさは、X が V より 5 等
級暗い。X までの距離は V までの距離の何倍か。最も適当な数値を、次の

①～⑤のうちから一つ選べ。 5 倍

- ① 5 ② 10 ③ 50 ④ 100 ⑤ 500

問 5) 図中の X と V のみかけの明るさは X が V より 5 等級暗い。X までの距離は V までの
距離の何倍か？ こたえ 2

絶対等級：実際の明るさを比較するために、すべての恒星を 10 パーセクの距離に置いて見
たと仮定したときの等級のこと。

V は絶対等級が M、みかけを m、距離を dv とすると

$$m+5-5\log_{10}dv=M$$

X は絶対等級が M、暗いほうが等級が大きい^{のだから}、みかけを m+5、距離を dx とすると

$$(m+5)+5-5\log_{10}dx=M$$

ゆえにこの 2 つの式を整理して、

$$\log_{10} dx - \log_{10} dv = 1$$

$$dx/dv = 10$$

ゆえに 10 倍

問 6 恒星について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 絶対等級の等しい星は、表面温度によらず同じスペクトル型を示す。
- ② 主系列星の質量は、表面温度の高いものが低いものより小さい。
- ③ 恒星の光度は、表面温度の 4 乗に、また半径の 2 乗に比例する。
- ④ 種族 I (第 I 種族) の星は、種族 II (第 II 種族) の星より前に形成された。

問 6) 正しいものは? 3

- * 恒星のスペクトル型は表面温度によって変わる
- * 主系列星の質量と明るさの関係は、質量の大きいものほど明るい
- * 主系列星の光度は質量の 3 乗～5 乗に比例する
- * 主系列星の放射エネルギーは表面温度の 4 乗に比例し、表面積に比例する
- * HR 図を見れば、主系列星は表面温度が高いほど明るい
- * 種族 I、種族 II とは星団の種類。超新星爆発の際に吹き飛ばされた元素からできた、重い元素を含む散開星団に属する恒星を種族 I の恒星といい、巨星が多く鉄よりも重い元素の含有量は種族 I の恒星の 1/10～1/100 程度である、球状星団に属する恒星を種族 II の恒星という。

第 2 問

高層天気図

A 高層天気図に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

上空の気圧分布や大気の流れを示す高層天気図は、指定された等圧面の高さの分布を等高線(等高線)で表す。次の図1は、ある年の1月と7月の月平均500 hPa北半球天気図である。図1(a)で、東経135度の経線に沿った500 hPa等圧面高度は、図2のように変化している。この経線上で高さの等しいA点とB点との圧力を比べると、A点の方がB点より **ア** なので、等圧面上での高度の高低は等高面上での圧力の高低に対応していると考えてよい。このときP点での水平方向の気圧傾度力は **イ** にはたらく。

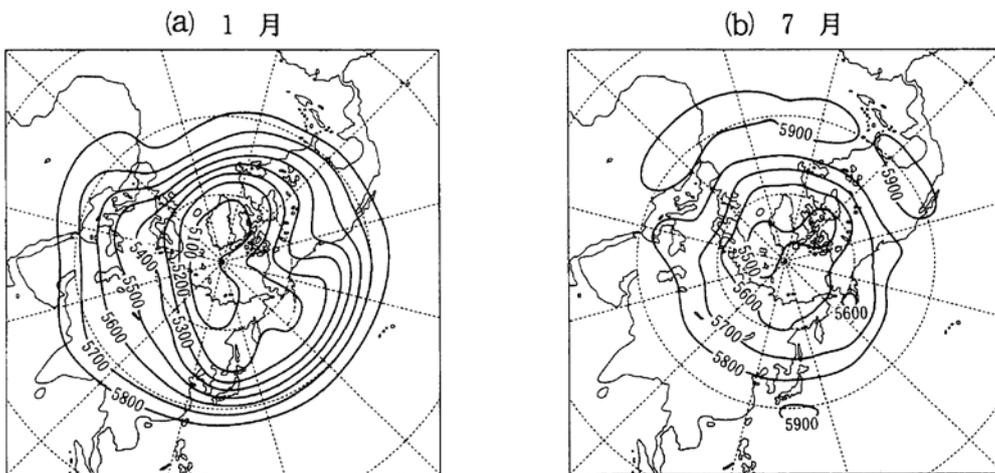


図1 1月と7月の月平均500 hPa北半球天気図(数字の単位はm)

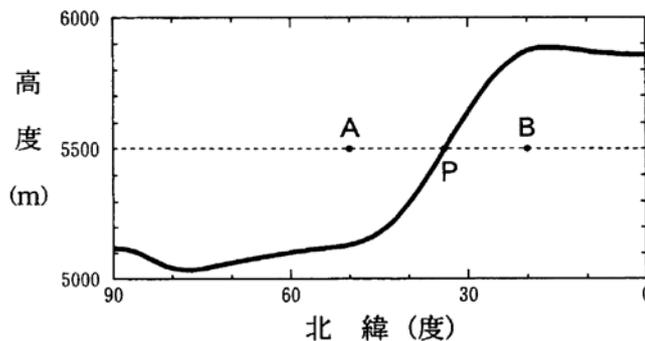
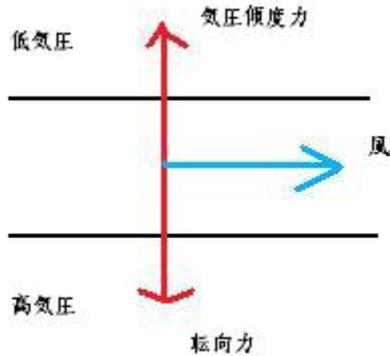


図2 東経135度の経線に沿った1月の500 hPa等圧面高度

図2のグラフを見ると、Aのほうが高度が低い。高層天気図は同じ気圧になる高度を結んでいるもの。よって、等圧面の高さが低いところは周りに比べて気圧が低いことになる。

また、上空の風は等圧面の等高線に平行に吹いている。
 上空での気圧傾度力は地表との摩擦がないので



問 1 前ページの文章中の空欄 ・ に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | ア | イ | | ア | イ |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ① | 高 圧 | 南向き | ② | 低 圧 | 南向き |
| ③ | 高 圧 | 北向き | ④ | 低 圧 | 北向き |
| ⑤ | 高 圧 | 東向き | ⑥ | 低 圧 | 東向き |
| ⑦ | 高 圧 | 西向き | ⑧ | 低 圧 | 西向き |

問 1) A 点のほうが B 点より、低圧。P 点では南が高く、北が低い。今 P では南が高気圧で北が低気圧になっているので、気圧傾度力は北向き。 ことえ 4

問 2 前ページの図 1 からわかるように、中緯度域では東西方向の風が卓越している。この風に関する記述として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 1月も7月も東風が吹いており、その風速は1月の方が大きい。
- ② 1月も7月も西風が吹いており、その風速は1月の方が大きい。
- ③ 1月も7月も東風が吹いており、その風速は7月の方が大きい。
- ④ 1月も7月も西風が吹いており、その風速は7月の方が大きい。
- ⑤ 1月と7月とでは風の向きは逆で、その風速は1月の方が大きい。
- ⑥ 1月と7月とでは風の向きは逆で、その風速は7月の方が大きい。

問 2) 中緯度地域では東西の風が卓越している。この風に関して正しいものは？
1月で北が低気圧だから、気圧傾度力は北向きになる。この時、風は東に向かって吹いている。ということは、西風。7月も極域のほうが高気圧だから風向きは同じ。ただし、等高線の間隔が広い。よって、1月のほうが風は強い。→ 2

問 3 前ページの図 1 で等高線の間隔が1月よりも7月に広がっている原因の記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 台風の発生数が1月よりも7月に多いため。
- ② 熱帯域の海面水温が1月よりも7月に低いため。
- ③ 地球と太陽との距離が1月よりも7月に遠いため。
- ④ 低緯度域と高緯度域との温度差が1月よりも7月に小さいため。

問 3) 等高線の間隔が1月よりも7月のほうが広い理由は？
気圧の差は気温の差。よって、気圧差が小さい（等高線の間隔が広い）のは、温度差が小さいからと考えられる。→ 4

海面の波について

海面の波の多くは、海上を吹く風によって生成され、^{でんぱ}伝播していく。波長が水深に比べて小さい波は **ウ** と呼ばれ、水の粒子は、波の進行方向に平行な鉛直断面で **エ** 運動をしている。この波の伝播速度は、重力加速度を g 、波長を L とすると $\sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$ で表される。この波が浅い海域に伝播して海底の影響を受けようになると、海面付近の水粒子の軌道は **オ** になり、さらに水深が浅くなって、波長が水深に比べて十分大きくなると、その軌道はほぼ **カ** になる。この波の伝播速度は、水深を h とすると \sqrt{gh} で表される。このように、波に伴う海水の運動や波の伝播速度は、波長と水深の関係によって変化する。

問 4 上の文章中の空欄 **ウ** に入れる語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

- ① 津波 ② 長波 ③ 短波 ④ 表面波 ⑤ ^{ちようせき}潮汐波

問 4) 海の波について・・・波長が水深に比べて小さい波は表面波。→ 4

問 5 上の文章中の空欄 **エ** ～ **カ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

	エ	オ	カ
①	直線	^だ 楕 ^{えん} 円	円
②	直線	円	楕円
③	楕円	直線	円
④	楕円	円	直線
⑤	円	直線	楕円
⑥	円	楕円	直線

問 5) 水の粒子は、波の進行方向に平行な鉛直断面で円運動。この伝搬速度が重力加速度

を g 、波長を L とし $v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$

浅くなって海底の影響を受けると、水の粒子は楕円軌道になる。さらに浅くなって波長が水深に比べて十分大きくなると軌道はほぼ直線になり、速度は $v = \sqrt{gh}$ となる。 → 6

問 6 海洋の波の伝播速度について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 波長が水深に比べて小さい波の伝播する速度は、波長が長いほど大きい。
- ② 波長が水深に比べて小さい波の伝播する速度は、水深にはよらない。
- ③ 波長が水深に比べて十分大きい波の伝播する速度は、波長が長いほど大きい。
- ④ 波長が水深に比べて十分大きい波の伝播する速度は、水深によって異なる。

問 6) 波の伝播速度について間違っているのは? → 3

波長が水深に比べて小さい時は、円運動になって、波長 L が大きいほど速い。この場合は、速度の式に水深 h は入っていない。

波長が水深に比べて十分大きい時は、直線運動になって、速度の式に波長 L は入って来ないで、水深 h の関数となる。

第 3 問

A 地磁気と地殻熱流量に関する次の問い(問 1～3)に答えよ。

問 1 図 1 に示すように、地磁気の分布は地球の中心に棒磁石を置いたときの磁気の分布に似ている。日本のような北半球中緯度では、現在の磁力線の方位は北向きで伏角は下向きである。地球の歴史において、この棒磁石を現在と反対向きに置いたのと同じような地磁気の分布を示す、逆磁極期と呼ばれる時代もあった。南半球中緯度(例えば、南緯 34° のシドニー)における逆磁極期の磁力線の方向の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

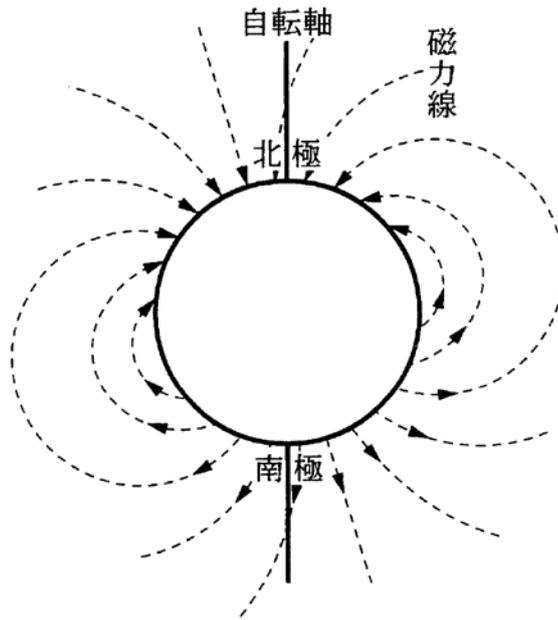


図1 現在の地球の磁場。磁力線の向きに磁針は沿う。

	磁力線の方位 (方位磁石のN針が指す方向)	伏角
①	ほぼ北	下向き
②	ほぼ北	上向き
③	ほぼ南	下向き
④	ほぼ南	上向き

問1) 簡単なポンチ絵を描いてみるとすぐわかる。

正磁極は南極から出て北極に入る磁力線。逆磁極は北極から出て南極へ入る。南半球中緯度で磁力線の向きを考えると現在の地球磁場は「北向きで上方向」になる。

逆磁極では、南半球で磁力線は「南向きで下向き」となる。答えは3.

問 2 磁気圏について述べた文として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 太陽の活動が活発になると、磁気圏に影響を及ぼし、磁気あらしが発生する。
- ② 磁気圏の外側で太陽風が発光し、オーロラとなる。
- ③ 太陽風は磁気圏により妨げられ、直接大気圏内には入ってこない。
- ④ 磁気圏は、太陽風によって太陽の反対側に尾を引く形をしている。
- ⑤ 太陽系の惑星には、地球以外でも磁気圏を形成している惑星がある。

問 2) 磁気圏について間違っているものを選ぶ。→ 2

* 太陽の活動が活発になると、磁気嵐が発生する。

* オーロラは太陽風のプラズマが磁気圏の隙間から地球大気に入ってきて空気中の原子や分子とぶつかって発光する。

* 磁気圏は太陽風によって太陽の反対側に尾を引いている

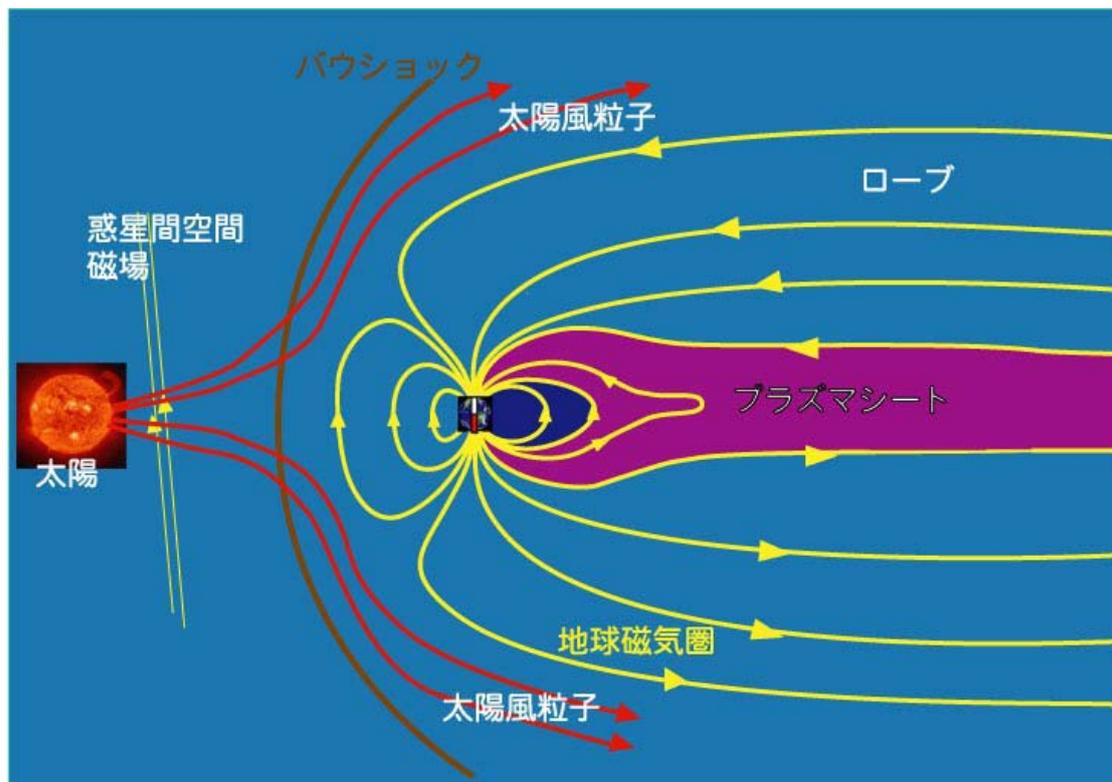


図 3

* 太陽系の惑星には地球以外にも磁気圏を形成している惑星がある。木星の磁場は広大で、面積は地球磁場の 14 倍に相当する。磁力は赤道部分で 4.2 ガウス、極部分で 10.14 ガウス

という太陽黒点を除けば太陽系最大の磁力を持ち、地球磁場の約2万倍に相当する。磁極は自転軸とややずれており、極性は地球と逆になっている

問3 地殻熱流量について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 中央海嶺^{かいれい}の地殻熱流量は、海溝の地殻熱流量より小さい。
- ② 大陸域で地殻熱流量が小さい場所は、古い造山帯や盾状地である。
- ③ 地殻熱流量の一部は、地球内部に含まれる放射性同位体の自然崩壊によって発生する熱がもとになっている。
- ④ 地殻熱流量は、地温勾配^{こうばい}(地下増温率)が大きいほど大きい。

問3) 地殻熱流量について誤っているのはどれか? → 1

熱が高い所・・・活発に活動しているところ。例えばマグマのあるところ。

地球の熱源・・・地球内部の放射線同位体の自然崩壊によって発生する熱もある。

地温勾配が大きい方が熱の流れが大きい。

地震波について

B 地震波について述べた次の文章を読み、下の問い(問4～6)に答えよ。

震源からは、P波とS波の2種類の波が観測点に伝わっていく。P波の平均速度を5.0 km/s、S波の平均速度を3.0 km/s とすると、初期微動継続時間 t [s] と観測点から震源までの距離 L [km] の間には $L = \text{5} t$ の関係が成り立つ。

問4 P波とS波について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① P波は進行方向に垂直に振動する横波である。
- ② S波は液体中を伝わらない。
- ③ 地球深部にはS波がP波より速く伝わる部分がある。
- ④ P波の速度は地下深くなるほど小さくなる。

問4) P波とS波について正しいのは? → 2

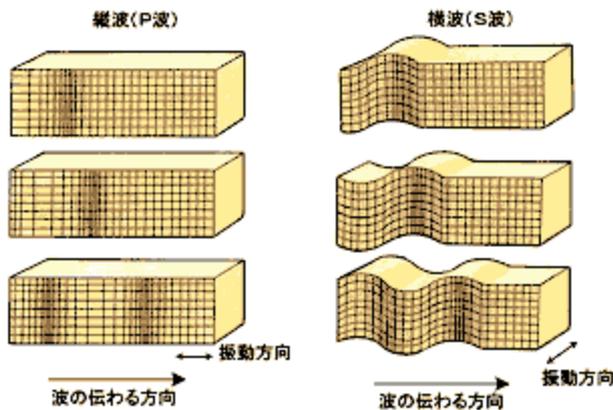
* P波: 最初に来る波 (Primary-Wave) を略してP波。進行方向に平行に振動する。速度は岩盤中で5~7km/秒。

* S波: 次に来る波 (Secondary-Wave) を略してS波。進行方向と直角に振動する。固体を伝わる。速度は岩盤中で3~4km/秒、P波に続いて到達

* P波の揺れの始まりからS波の揺れの始まりの間の揺れを初期微動といい、S波による大きな揺れを主要動という。初期微動の時間 (初期微動継続時間) が長いほど、震源までの距離が遠くなる。

* P波・S波を「縦波」・「横波」と呼ぶことがあるが、あくまでも進行方向に対しての縦横であり、P波で家が上下に揺れる、あるいはS波で家が左右に揺れるとは限らない。

* 地下深くになり媒質の密度が高くなるとP波速度は速くなる。



問5) 上の文章中の空欄 に入れる数値として最も適当なものを、次の

①~④のうちから一つ選べ。

① 2.0

② 4.0

③ 7.5

④ 9.0

問5) 空欄5に入れる数値を計算する。 3

大森公式

P波速度を V_p 、S波速度を V_s 、距離 L で、初期微動継続時間 t は、

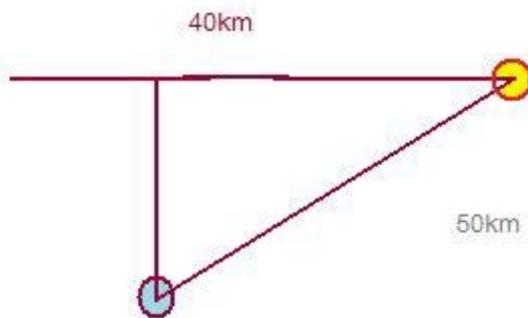
$$t = \frac{L}{V_s} - \frac{L}{V_p}$$

なので、これを変形。ここで $V_p=5\text{km/sec}$ 、 $V_s=3\text{km/sec}$ だから、 $L=7.5t$ となる。

問 6 観測点から震源までの距離が 50 km, 震央までの距離が 40 km であったとすると, 震源の深さは何キロメートル(km)となるか。最も適当な数値を, 次の①~④のうちから一つ選べ。 km

- ① 10 ② 30 ③ 45 ④ 90

問 6) 観測点から震源まで 50km、震央まで 40km とすると、震源の深さは何 km か？ 2



黄色が観測点で水色が震源。よって、 $d * d + 40 * 40 = 50 * 50$ $d = 30$ km

第 4 問

地質

第 4 問 地質構造と地史に関する次の文章を読み, 下の問い(問 1 ~ 6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

次の図 1 は, 地表に A 層・B 層・C 層が分布する地域の地質図である。この地域のボーリング調査から, C 層の下には地表に分布しない D 層(砂岩層)があり, C 層・D 層は単一の褶曲しゅうきよくを示すことがわかった。標高 600 m の三角山山頂から垂直に掘ったボーリングは, D 層に達したところで, 石油と天然ガスを産出した。また, この地域の B 層からデスモスチルスの白歯きゆうし, D 層からヌムリテス(カヘイ石)の化石をそれぞれ産出した。なお, B 層の最下部には C 層起源の泥岩からなる礫れきが多数見られた。

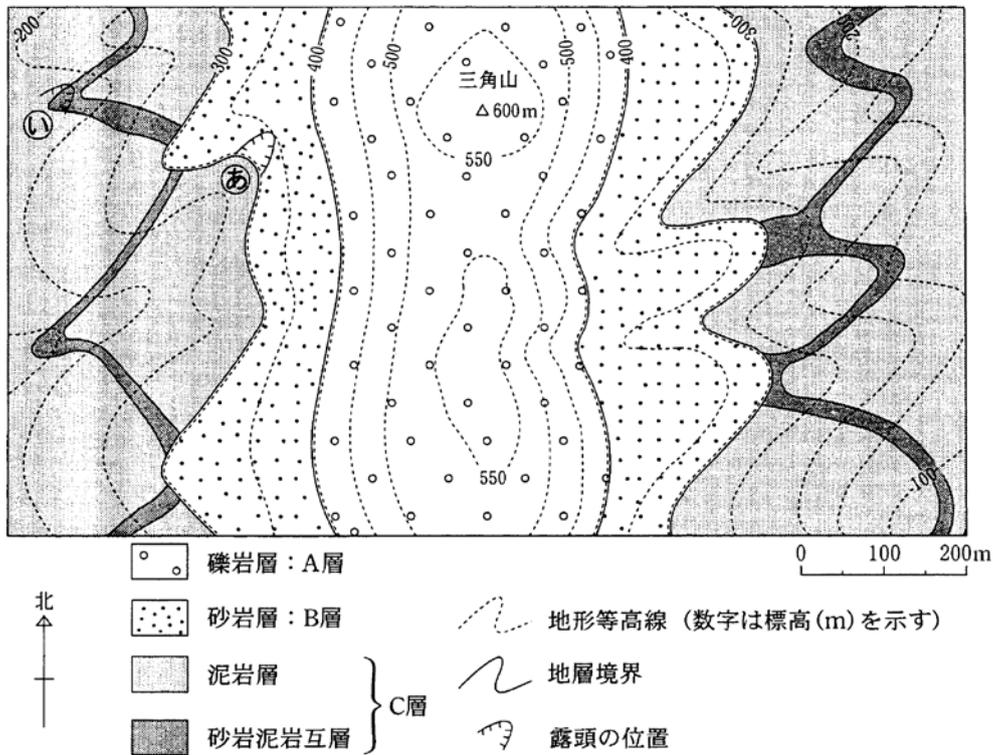


図1 調査地域の地質図。図の範囲内に断層はない。

問1 前ページの図1中の東側に分布するC層の走向、傾斜方向、傾斜角として最も適当なものを、それぞれの解答群から一つずつ選べ。

走向

- 解答群 ① 東—西 ② 南—北
 ③ 北西—南東 ④ 北東—南西

傾斜方向

- 解答群 ① 東 ② 西 ③ 南 ④ 北
 ⑤ 北西 ⑥ 南東 ⑦ 北東 ⑧ 南西

傾斜角

- 解答群 ① 5° ② 15° ③ 45° ④ 85° ⑤ 90°

問1) 東側に分布するC層の、走向、傾斜方向、傾斜角を求める。

地質図から地層の走向を求めるには、露頭の線と各等高線との交点を結んだ(図中の赤線)方向が走向。よってC層の走向はN-S。 まずは2.

傾斜の方向は、高度の異なる2本の走向線（図中赤）をひく。ここでは東西に線が来る。東側にあるのが150m、西側が200mのラインだから、傾斜の方向は東に向かって落ちていることが分かる。よって傾斜は東。こたえ1.

この2本のラインの標高差が50mで水平距離が50mくらいなので、傾斜角は45度。こたえ3.

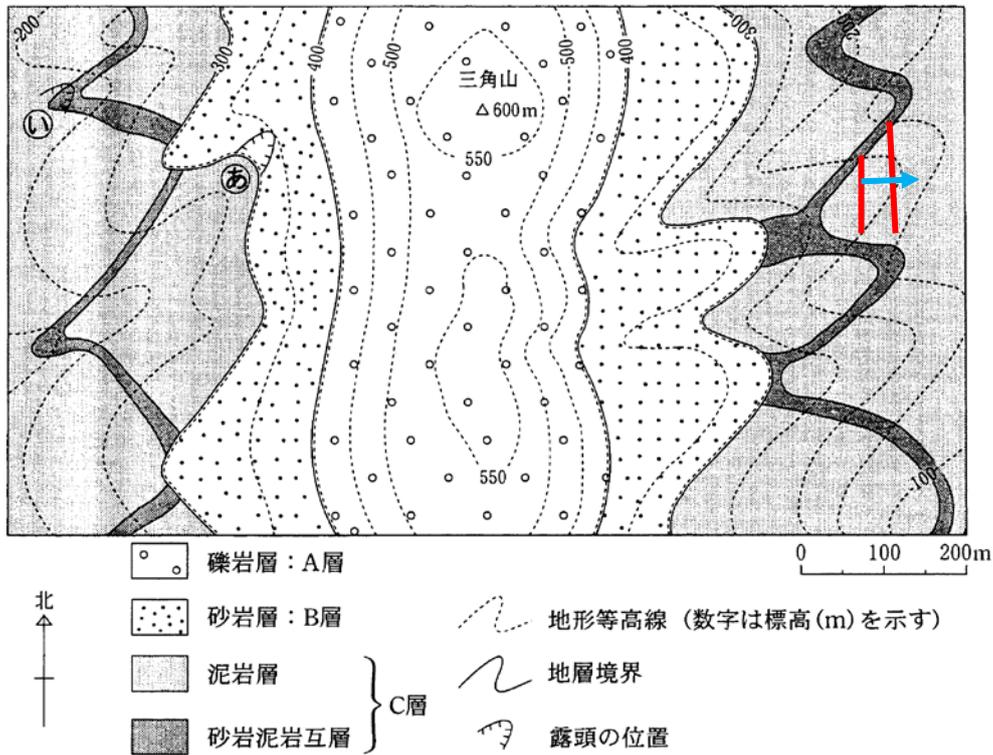


図1 調査地域の地質図。図の範囲内に断層はない。

問2 三角山山頂から、ボーリングを何メートル(m)掘削するとA層の基底に到達するか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 m

- ① 50 ② 200 ③ 300
 ④ 500 ⑤ 700

問2) 三角山の山頂から何mボーリングをするとA層の基底に達するか? →2
 山頂の標高は600m。A層とB層の地層境界が400mの等高線にそってみられる。等高線と平行という事は地層が水平である証拠。よって600-400=200で200m。

問 3 C層・D層が示す褶曲の種類、およびB層とC層の関係を示す語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	褶曲の種類	関係を示す語
①	向斜	整合
②	向斜	傾斜不整合
③	背斜	整合
④	背斜	傾斜不整合

問 3) C層・D層が示す褶曲の種類、およびB層とC層の関係は？ → 4.
まず、D層から石油と天然ガスが出たということは「背斜構造」
西側でB層がC層の砂泥互層を切っている。ということは「不整合」

問 4 C層・D層が褶曲した時代として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ジュラ紀以前 ② 白亜紀 ③ 第三紀 ④ 第四紀

問 4) C層・D層が褶曲した時代は？ → 3

堆積した後で褶曲するはず。D層からカハイ石（新生代の古第三紀（6500 万年前から 2500 万年前）に世界中で栄えましたが、この時代の終わりには衰えてしまいました）、B層からデスモスチルス（2800 万年前—1300 万年前）が出ているから、その間の第三紀中に褶曲した。第三紀といういい方は今はしない。（2010 年より）。

<http://www.geosociety.jp/name/content0057.html>）かならず、古第三紀、新第三紀という。

問 5 次の図 2 は、88 ページの図 1 中の露頭⑥の写真である。図 2 の砂岩層には、約 30° 傾いたすじ状の模様(堆積構造)が見られる。この堆積構造は何と呼ばれるか。また、それはどのような作用で形成されたか。堆積構造の名前と形成作用を示した語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。



図 2

堆積構造	形成作用
① 斜交層理(斜交葉理)	堆積時の水流
② 斜交層理(斜交葉理)	堆積後の地殻変動
③ 片理(片状構造)	堆積時の水流
④ 片理(片状構造)	堆積後の地殻変動

問5) これは斜交層理。よって1.

* 斜交層理 (斜交葉理、クロスラミナ) 水流や風の速さ、向きが変化する環境で堆積が起こったときにできる、層理面と斜交した細かな縞模様である。当時の水流などの方向が推定できる。

* 片理 高い圧力で変成した結晶片岩にみられる構造で、雲母、緑泥岩、滑石のような鱗片状鉱物、角閃石、陽起石のような長柱状鉱物が平行に発達することにより、一方向にはがれやすくなっている。へき開は鉱物にみられ、片理は結晶片岩という変成岩にみられる。

問6 88ページの図1中のC層の露頭①で、次の柱状図(図3)のような級化成層(級化層理)を観察した。図3から見て、この砂岩泥岩互層はどのようにして堆積したと考えられるか。最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。

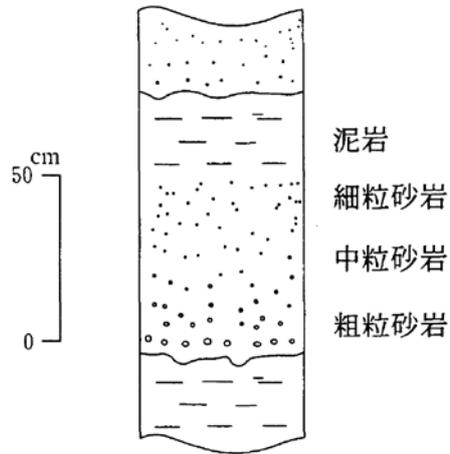


図 3

- ① 砂漠で風に運搬されて堆積した。
- ② 海底で混濁流に運搬されて堆積した。
- ③ 陸上で地すべりによって堆積した。
- ④ 海水中に溶けていた物質が浅海で化学的に沈殿した。

問 6) 流れの無い水中では 1 回のイベントで粗い砂から先にしずむ級化が起きる。泥の層がいくつか見られることにより、何回か土砂の流入があったと考えられる。こういう状況は海底地すべりによる。 → 2

第 5 問

地球の構成物質

- A 地球は核・マントル・地殻からなる成層構造をもっている。これらを構成する物質に関する次の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

問 1 地球の内核・外核・上部マントルは、主にどのような物質で構成されているか。次の物質 a～d の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

- a 固体の鉄・ニッケル合金
- b 鉄・ニッケルの熔融体
- c かんらん岩
- d 斑れい岩

	内 核	外 核	上部マントル
①	a	b	c
②	a	b	d
③	b	a	c
④	b	a	d

地球の構成は外側からごく大雑把に言うと

地殻 (1) : 花崗岩、玄武岩

マントル (2) : かんらん岩

外核 (3 a) : 鉄・ニッケルの液体

内核 (3 b) : 鉄・ニッケルの固体

よって、問 1 は 1.

問 2 地殻を構成する岩石について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大陸地殻の上部は安山岩質、下部は花こう岩質である。
- ② ハワイのような海洋プレート内の火山島は、主に流紋岩質の溶岩からなる。
- ③ 中央海嶺では、玄武岩質の海洋地殻が生成されている。
- ④ 結晶片岩は、接触変成岩の代表例である。

- * 大陸地殻の上部は花崗岩質、下部は斑レイ岩質と考えられている。
 - * ハワイは玄武岩。
 - * 中央海嶺は玄武岩。
 - * 結晶片岩は広域変成作用により地下深部で剪断応力を受けて再結晶した。
- よって、問2は3.

問3 地殻の浅部や表層には堆積岩が分布している。堆積岩について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 砕屑岩は、構成粒子の大きさによって、粗いものから順に礫岩・砂岩・泥岩に分類される。
- ② 凝灰岩や凝灰角礫岩は、火山砕屑物が固まってできた。
- ③ チャートは、主に CaCO_3 の殻を持つ有孔虫や貝の遺骸が集積・固化してできた。
- ④ 堆積岩には、岩塩のように海水や湖水の蒸発によってできたものがある。

堆積岩（たいせきがん、sedimentary rock）は、既存の岩石が風化・侵食されてできた礫・砂・泥、また火山灰や生物遺骸などの粒子（堆積物）が、海底・湖底などの水底または地表に堆積し、続成作用を受けてできた岩石。

分類：

- ・砕屑岩 - 火山由来以外の成分（砕屑物）が堆積したもの。堆積した場所により、陸成砕屑岩、海成砕屑岩に分ける。礫岩・角礫岩、砂岩、泥岩（シルト岩、粘土岩を含む）、頁岩、粘板岩など
- ・火山砕屑岩（火砕岩） - 火山灰など火山由来の成分（火山砕屑物）が堆積したもの。火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩など
- ・生物岩（生物的沈殿岩） - 生物由来のもの。石灰岩、苦灰岩（ドロマイト）、チャート、珪藻土、石炭など
- ・化学的沈殿岩—石灰岩、苦灰岩（ドロマイト）、チャートなど
- ・蒸発岩 - 水中に溶けていた成分が、水の蒸発によって析出し固まったもの。岩塩、石膏など

チャート（chert）は、堆積岩の一種。主成分は二酸化ケイ素（ SiO_2 、石英）で、この成分を持つ放射虫・海綿動物などの動物の殻や骨片（微化石）が海底に堆積してできた岩石。

よって、問3は3.

B マグマ

B マグマから結晶が晶出し、分別するとマグマの化学組成が変化する。このような化学組成変化を考えるため、あるマグマAとマグマAから晶出した結晶Bの化学組成を表1に示す。この表を用い、下の問い(問4～6)に答えよ。

表1 マグマAと結晶Bの化学組成(重量%)

	マグマA	結晶B
SiO ₂	49.6	39.5
TiO ₂	2.3	—
Al ₂ O ₃	13.8	—
Fe ₂ O ₃	1.0	—
FeO	10.0	17.0
MnO	0.4	—
MgO	7.5	43.5
CaO	12.2	—
Na ₂ O	2.1	—
K ₂ O	0.5	—
H ₂ O	0.6	—
計	100.0	100.0

問 4 マグマAと結晶Bは、表1の化学組成から見てそれぞれどのようなマグマと鉱物に相当するか。マグマAと結晶Bの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

マグマA	結晶B
① 玄武岩質マグマ	斜長石
② 玄武岩質マグマ	かんらん石
③ 安山岩質マグマ	斜長石
④ 安山岩質マグマ	かんらん石
⑤ 流紋岩質マグマ	斜長石
⑥ 流紋岩質マグマ	かんらん石

問 4)

玄武岩、安山岩、流紋岩の分類は SiO_2 の量で決まる。この図だと 66%以上が流紋岩質、52%以下が玄武岩質となっている。 SiO_2 含有量の多いものほど粘り気に富む。これは $\text{SiO}_2 \cdot 4$ イオンが重合するため。また融点も低くなる。玄武岩質 (> 1400K), 安山岩質 (1300. 1400K), デイサイト・流紋岩質 (1200. 1300K)

この問題では、マグマAは 49.6%。因ってまずは玄武岩質とわかる。結晶Bは FeO と MgO が多い。斜長石ではなくかんらん石と判断する。よって 2.

問 5 表1のマグマAから結晶Bが晶出し、それが取り除かれると、残ったマグマの液はもとのマグマAに比べて、化学組成がどのように異なるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① SiO_2 重量%は高くなり、MgO 重量%も高くなる。
- ② SiO_2 重量%は高くなり、MgO 重量%は低くなる。
- ③ SiO_2 重量%は低くなり、MgO 重量%は高くなる。
- ④ SiO_2 重量%は低くなり、MgO 重量%も低くなる。

問 5) マグマの結晶分化。

マグマの分化マグマの組成の多様性は結晶分化作用で理解できる。マグマ溜りが徐々に冷

えていったとする。鉱物の種類によって凝固点異なるため、凝固点の高い鉱物から順番に晶出してマグマ溜りの底へ沈殿し融け残ったマグマの組成は変化する。かんらん石や輝石がはじめに晶出するため、マグマのSiO₂の割合が高くなる。

マグマの結晶分化作用は、正しく言おうとするととても複雑である。しかし、センター試験レベルで言えば、玄武岩質マグマの温度がだんだん下がるにつれて、塩基性のマグマの結晶分化作用(鉱物の晶出順序)は以下のようになると思ってよい。

問 5 表1のマグマAから結晶Bが晶出し、それが取り除かれると、残ったマグマの液はもとのマグマAに比べて、化学組成がどのように異なるか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

5

- ① SiO₂重量%は高くなり、MgO重量%も高くなる。
- ② SiO₂重量%は高くなり、MgO重量%は低くなる。
- ③ SiO₂重量%は低くなり、MgO重量%は高くなる。
- ④ SiO₂重量%は低くなり、MgO重量%も低くなる。

温度 K	有色鉱物	無色鉱物
1500	かんらん石	Ca に富む斜長石
↓	輝石	
↓	角閃石	
↓		Na に富む斜長石
↓	黒雲母	
1100		カリ長石・石英

この問題で、MgO がどうかと考えると、重い元素が先に出て行ってしまふから、重量比が大きくなるように残るとは考えない。よって2.

問 6 マグマの結晶分化について述べた文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① マグマの結晶分化が進むと、粘性の小さなマグマとなる。
- ② マグマに溶け込んでいるガス成分の割合は、結晶分化の進行とともに増大する。
- ③ 玄武岩質マグマの結晶分化により、最終的には流紋岩質マグマができる。
- ④ マグマから晶出する斜長石の Ca/Na 比は、結晶分化の進行とともに減少する。

問 6) SiO₂ が増えるとマグマの粘性が上がる。よって 1 が誤り。

地 学 I B (100点満点)

問 題 番 号 (配点)	設 問	解 答 番 号	正 解	配 点	問 題 番 号 (配点)	設 問	解 答 番 号	正 解	配 点		
第1問 (20)	A	1	1	7	第4問 (20)	1	1	2	4*		
		2	2	3			3				
		3	3	1			4				
	B	4	4	4			3	2	4	2	3
		5	5	2			3	3	5	4	3
		6	6	3			4	4	6	3	4
第2問 (20)	A	1	1	4	第5問 (20)	A	5	7	1	3	
		2	2	2			4	6	8	2	3
		3	3	4			3	1	1	1	3
	B	4	4	4			3	2	2	3	3
		5	5	6			3	3	3	3	4
		6	6	3			4	4	4	2	4
第3問 (20)	A	1	1	3	(注) *は、全部正解の場合のみ点を与える。	B	5	5	2	3	
		2	2	2			3	6	6	1	3
		3	3	1			3				
	B	4	4	2			3				
		5	5	3			3				
		6	6	2			4				