



グランプリ地球にわくわく 2013

固体地球科学分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は地質分野とあわせて 64 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

問題

海底調査から推定されていたプレート運動は、1990年代以降しだいに測定されるようになってきた。そのような観測の1つに、極めて遠方の天体から到達する電波を地球上の遠く離れた何ヶ所かで観測して比較するという手法がある。これを超長基線電波干渉法(Very Long Baseline Interferometry: VLBI)とよび、現在も継続されている。図1は、日本とハワイとの距離観測例である(図表出典：国土地理院ウェブサイト、2010年5月及び2013年3月に取得)。

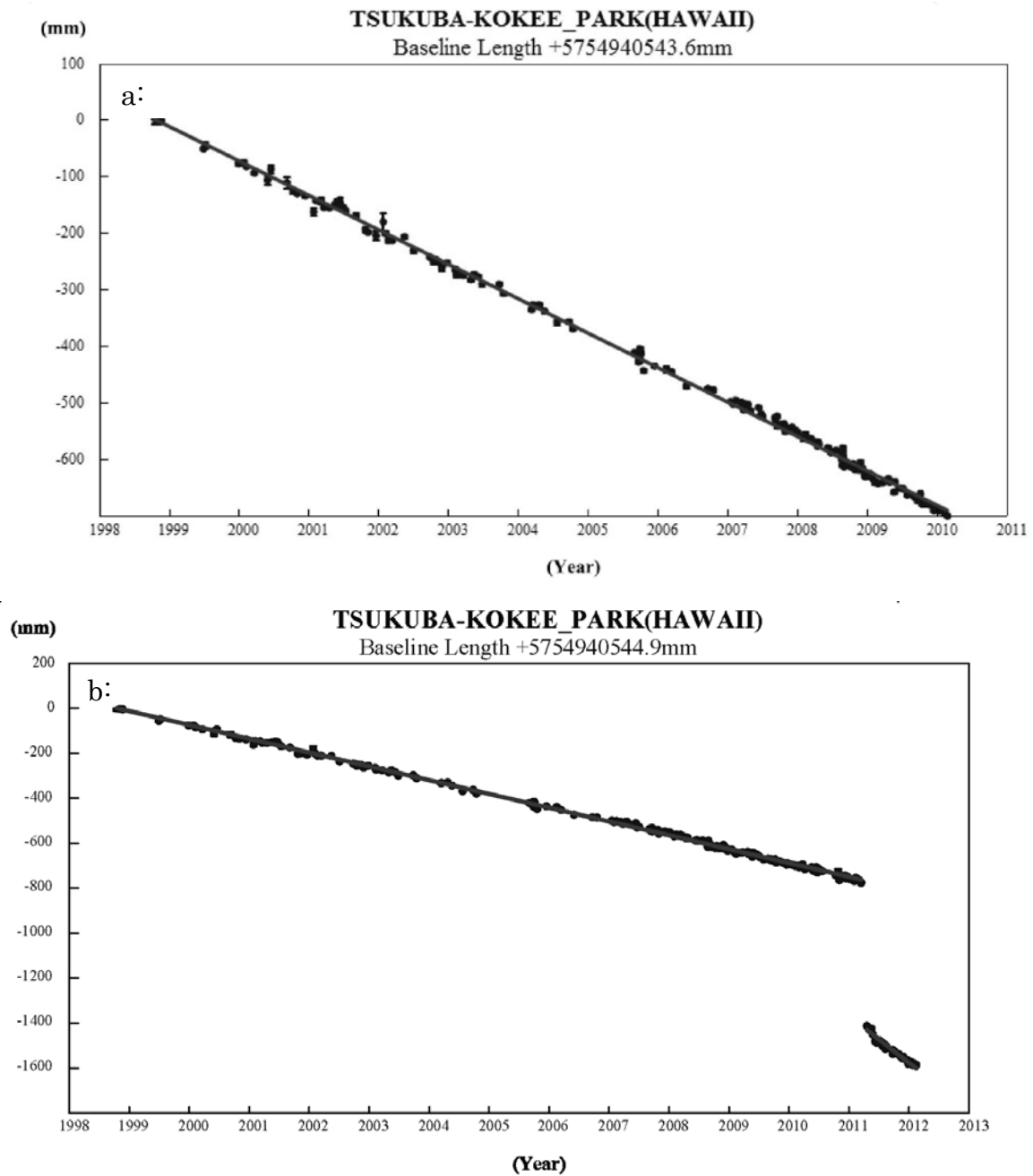


図 1：茨城県つくば観測点とハワイ島コキーパーク観測点間の距離変化(a: 2010 年まで；b: 2012 年まで)。

問 1：図 1 a から判るプレート運動について以下の文中空欄に当てはまる数値・語句を解答用紙に記入せよ。

毎年 cm の速さで プレートが、
 いた。

問 2：観測期間を 2012 年まで延長したことで、ある出来事を境に異なるプレート上の 2 点間の距離が急変したことが判る。その出来事とは何か、もっとも影響が大きいと考えられるものを答えなさい。

問 3：a) 問 2 の出来事の瞬間のプレートの動きおよび b) その後にプレートの運動はどのように変化したか、グラフから読み取れることを元に結論づけた以下の文中空欄に当てはまる数値・語句を解答用紙に記入せよ。

- a) プレートのはしに位置する観測点が問 2 の出来事によって の方向へ動いた。
- b) プレートと プレートそれぞれの上に位置する観測点の距離変化が毎年 cm 程度に なったように見える。

問 4：カーナビゲーション等にも用いられる GPS の観測データ等は VLBI よりも頻繁に獲得できるので、それを詳しく調べることで、地殻変動の様子がより詳細に分かるようになってきた。表 1 は、ある GPS 観測点での 1997 年 3 月末から 2000 年までの 30 日おきの上下変動の観測データである。この観測点では、1 年間におおよそどの程度の速度で地面が隆起もしくは沈降しているか、関数電卓の統計機能を用い有効数字 2 桁で求め、隆起もしくは沈降を丸で囲みなさい。(注：上下軸の正の向きについて記述が不十分のため採点で配慮しました)

表 1：ある GPS 観測点の 1997 年 3 月～2000 年の 30 日おきの上下変動の観測データ(単位は年)

観測日	1997.249	1997.328	1997.413	1997.495	1997.577	1997.659	1997.74	1997.822
上下位置(cm)	0	-1.11	-1.17	-3.23	-0.78	-2.3	-4.49	-1.24

観測日	1997.904	1997.989	1998.074	1998.156	1998.238	1998.32	1998.402	1998.484
上下位置(cm)	-2.87	-1.28	-1.52	-1.65	-2.55	-3.26	-1.94	-2.89

観測日	1998.566	1998.648	1998.73	1998.812	1998.893	1998.975	1999.068	1999.15
上下位置(cm)	-2.54	-2.17	-1.16	-4.28	-4.25	-2.67	-2.35	-3.4

観測日	1999.232	1999.314	1999.396	1999.478	1999.56	1999.642	1999.724	1999.806
上下位置(cm)	-3.53	-3.71	-4.29	-2.3	-3.53	-4.01	-3.52	-3.88

観測日	1999.888	1999.97
上下位置(cm)	-4.72	-3.82

問5 表1のデータから作成したグラフでは、長期的な変化だけでなく、観測日ごとにランダムな位置変化が存在するようにも見える。30日おきデータではその原因を追及することは難しいが、同じ観測点での1日毎のデータを図2のように図示しても同様に細かく位置が動いているように見えることから、原因としてどのような要素がもっとも大きい影響を与えていると考えられるだろうか。以下から1つ選び、番号で答えなさい。また、その推論を検証する方法を考案しなさい。

- ① 小さな地震が数多く発生し、実際に地面が動いたため
- ② 水蒸気などによってGPSからの電波がじょう乱されたため
- ③ プレート運動の速度が小刻みに変わって地面が動いたため
- ④ GPS衛星が故障しているため



図2：観測の最初の半年間の毎日の観測データ。横軸の単位は年。

<問題はここまで>

固体地球科学分野問題解答用紙

問 1 :

毎年 cm の速さで プレートが、
 いた。

問 2 :

問 3 :

- a) プレートのはしに位置する観測点が問 2 の出来事によって の方向へ動いた。
- b) プレートと プレートそれぞれの上に位置する観測点の距離変化が毎年 cm 程度に なったようにみえる。

問 4 : 年間 c m の 隆起・沈降

問 5 : 番号

検証法

班分け		氏名	
-----	--	----	--



グランプリ地球にわくわく 2013

地質分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は固体地球物理分野とあわせて 64 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

次の説明文を読んで、以下の問いに答えなさい。

ある半島の露頭観察をした。図に示す①から⑥は各露頭の位置を示す。図中の実線は海岸線を、破線は等高線を表し、等高線に付けられた数字は海拔高度をメートル単位で表す。また、外枠の短線は平面距離 10m ごとを表す。それぞれの露頭から得られた情報は以下に示す通りである。

露頭①：東側には花崗岩が露出している。その花崗岩と接する西側には、黒色で緻密な泥岩（以降この泥岩層を堆積岩 A と呼ぶ。以下同様）が分布している。花崗岩と接する位置から西へ 10m ほどの地点間では、この堆積岩 A には、ザクロ石やキンセイ石が含まれていた。花崗岩と堆積岩 A との境界部の走向、傾斜は $N30^{\circ} E, 60^{\circ} NW$ であった。また、この堆積岩 A には輝石や角閃石を含む幅 1m ほどの安山岩岩脈（岩脈 X）が貫入し、放射年代は 65 万年前を示す。岩脈 X の走向、傾斜は $N30^{\circ} E, 60^{\circ} NW$ であった。堆積岩 A には褶曲が見られるが、地層の逆転は見られなかった。

露頭②：堆積岩 A と砂岩泥岩互層（堆積岩 B）とが接している。その境界面は不規則に波打ち、堆積岩 B の最下部には花崗岩礫やキンセイ石を含む泥岩礫が分布している。境界面の走向、傾斜は $NS, 60^{\circ} W$ であった。また、堆積岩 B の走向、傾斜は $NS, 45^{\circ} W$ であった。ここに分布する堆積岩 A から三葉虫の化石が産出した。

露頭③：露頭の東側に白色の層厚 30 cm の火山灰層が堆積岩 B 中に分布する。その走向、傾斜は $NS, 45^{\circ} W$ であった。露頭の西側には幅 50 cm ほどの輝石安山岩岩脈（岩脈 Y）が貫入し、放射年代は 2500 万年前を示す。この岩脈 Y の走向、傾斜は $N30^{\circ} W, 60^{\circ} NE$ であった。この岩脈 Y はここ以外では観察されない。

露頭④：露頭③で観察された白色の層厚 30 cm の火山灰層と同じものが観察された。構成鉱物等も同じ事から、これらは同じ火山灰層と考えられる。堆積岩 B の走向、傾斜は $NS, 45^{\circ} W$ であり、火山灰層のそれも同じであった。

露頭⑤：露頭の東側には堆積岩 B とそれに接して主に砂岩と礫岩から成る堆積岩 C が分布している。その境界面は不規則に波打ち、堆積岩 C の最下部には輝石安山岩礫を含む砂岩礫が分布している。堆積岩 C からビカリアの化石が産出した。境界面の走向、傾斜は堆積岩 B のそれと同じである。露頭の西側には断層（断層 f）が見られ、その走向、傾斜は $NS, 60^{\circ} W$ であった。

露頭⑥：標高 55mより高い位置には礫岩（堆積岩D）が分布し、その中からナウマンゾウの歯が産出した。

問 1A 露頭①において、ザクロ石やキンセイ石が含まれていた黒色で緻密な泥岩の部分は何か。その名称を記しなさい。

問 1B 含まれていれば、問 1A の部分の特徴を示す可能性のある鉱物は他に何かがあるか。その名称を一つ記しなさい。

問 2 露頭②で見られた地層の境界を何と言うか。また、その名称をあげる理由を解答欄の範囲内で述べなさい。

問 3 露頭⑤で見られる断層は、何断層と考えられるか。また、その理由を解答欄の範囲内で述べなさい。

問 4 露頭②で見られる境界はどこを通るか。解答用紙の半島陸上部分に示しなさい。なお、作図に用いた線などは残しておくこと。

問 5 この半島に分布する地層（堆積岩 A～D、花崗岩、岩脈 X、岩脈 Y）の形成順序を古いものから順に並べ、それぞれそう考えた理由も記しなさい。また、ここに示された条件だけでは形成順序を決められないものがある場合、その理由を解答用紙の（順序を判断した理由）の部分で述べなさい。

問 6 図中の点 P の標高は 25m である。

三角関数表

この点 P の下何 m に露頭③で見られた岩脈 Y が見られるか。求め方の手順も示して有効数字 2 ケタで答えなさい。なお、計算に際しては、右に示す三角関数表を用いても良い。

度	sin	cos
15	0.259	0.966
30	0.500	0.866
45	0.707	0.707
60	0.866	0.500
75	0.966	0.259
90	1.00	0.00

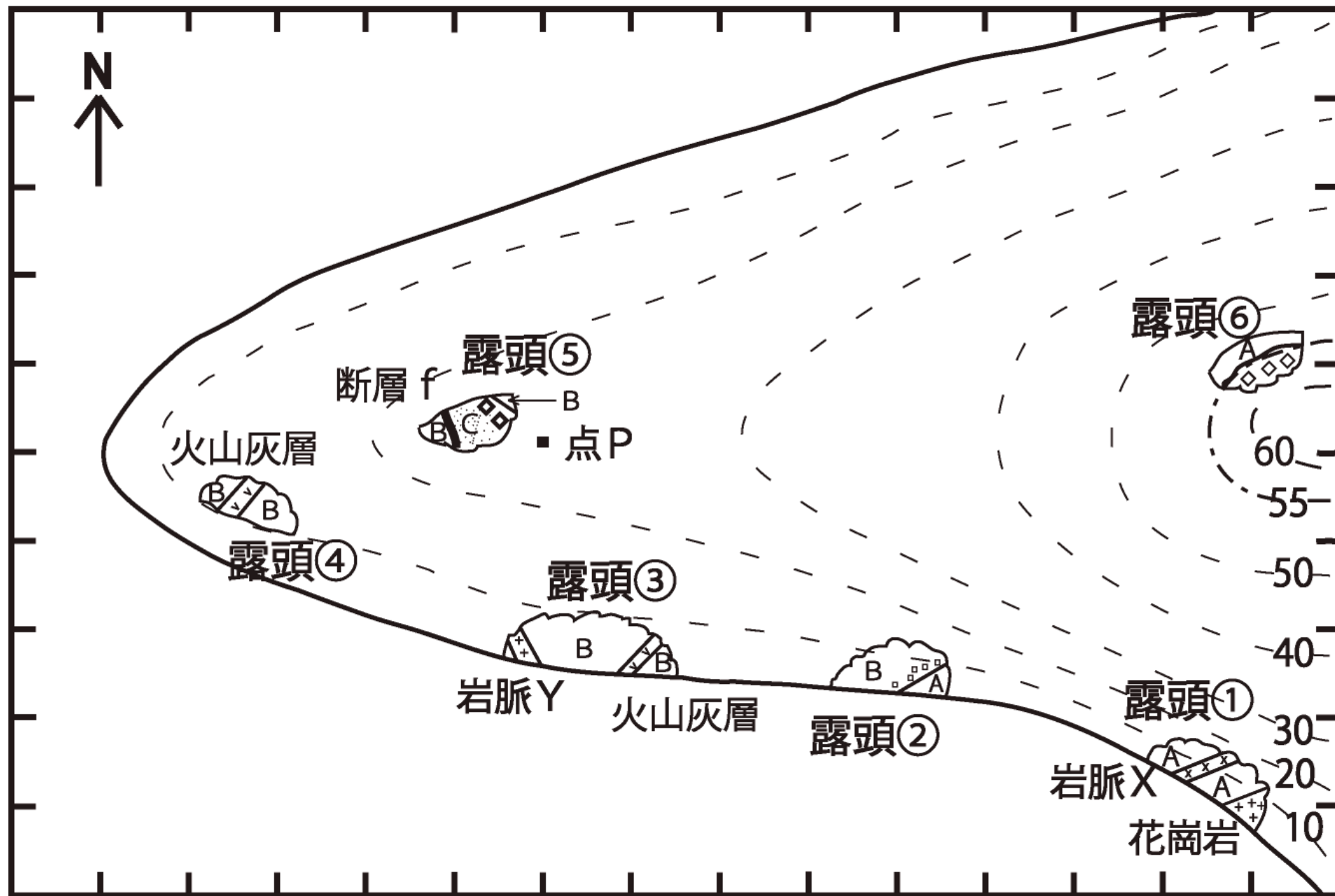


図 ある半島における露頭位置図



グランプリ地球にわくわく 2013

気象・海洋分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は 64 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

第1問

毎年、夏から秋にかけて日本列島にやってくる台風は、激しい大気の渦巻きである。多くの渦巻きは、中心のまわりをぐるぐるまわる流れから主に構成されるが、台風は、単に中心のまわりを回転する風(以下「円周に沿う風」と呼ぶ)だけでなく、中心に向かう風や中心から吹き出す風(以下、双方を「半径方向の風」と呼ぶ)も伴っている。図1は、十分発達した台風の鉛直面内の構造を示している。縦軸は地上から対流圏上端までの高度、横軸は台風中心からの距離である。ここで、図1 (a)は、中心のまわりを回転する風の風速の高度と半径の分布を示したものである。正の数字は反時計まわりの風を、負の数字は時計まわりの風を表している。図1 (b)は、中心に向かう風速(負の数で表す)と中心から外側に向かう風速(正の数で表す)の高度と半径の分布を示している。これらの図を参考にして設問に答えなさい。

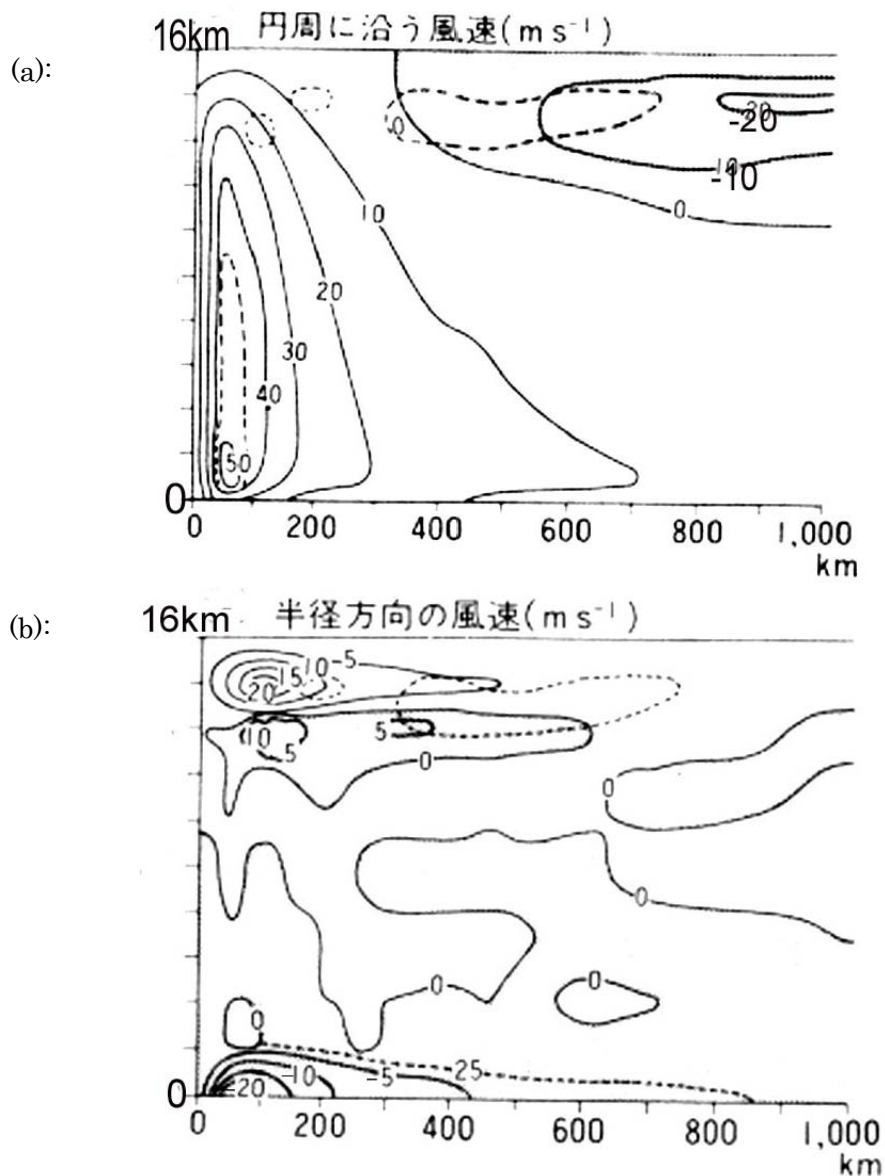


図1：台風の鉛直面内の風速の分布。(a) 中心のまわりを回転する「円周に沿う風の」風速分布。正の数は反時計まわりの風を、負の数は時計回りの風を表す。(b) 台風の半径方向の風の風速分布。中心に向かう風の風速は負の数として、中心から外側に吹き出す風の風速は正の数として表現。単位の m s^{-1} は $\text{m}/\text{秒}$ のこと。

問 1 台風の下層で、台風の中心に吹き込む気流の様子を解答欄に示しなさい。ただし、×印を中心として作図しなさい。

問 2 台風の上層、高度 14 km 付近で、台風の中心から外側に吹き出す気流の様子を解答欄に示しなさい。同様に、×印を中心として作図しなさい。

問 3 図 1 は、水平方向の風の分布しか描かれていないが、実際の台風内部には鉛直方向の気流も存在する。図 1 (b) から予想される鉛直方向の気流の模式図を、矢印を使って解答欄内の図 1 (b) と同じ図に描き加えなさい。

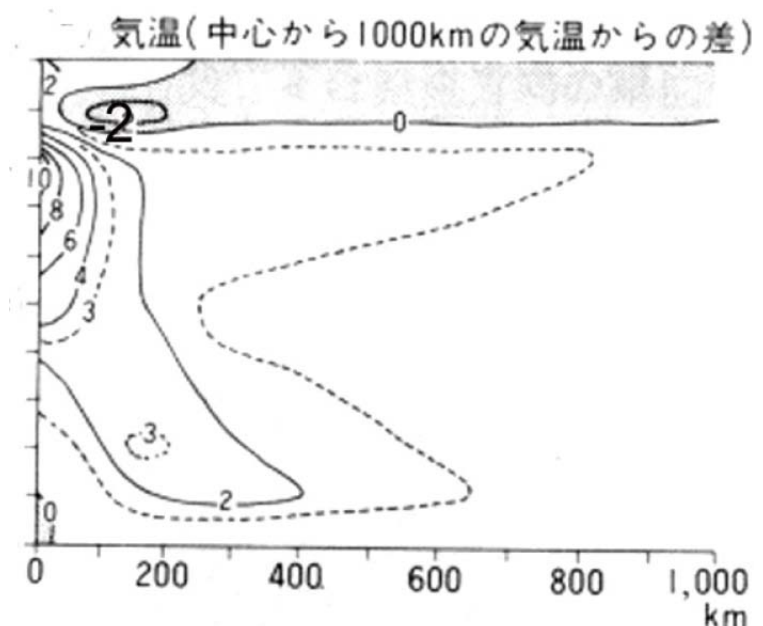
問 4 通常の大気の内層では、高さ方向に気温は大きく変化するが、水平方向にはあまり変化しない。前線付近は例外で、水平方向に大きな気温差が存在する。これが、温帯低気圧の発達の原因である。発達期の温帯低気圧の構造について、解答欄に立体的に図示せよ。解答欄には前線の位置のみ示してある。ただし、1) 位置だけが解答欄に与えられている前線がそれぞれ温暖前線、寒冷前線のいずれかがわかるように天気図記号を完成させ、2) 前線付近での風向きを矢印で、3) 温暖前線、寒冷前線それぞれに対する雲の形式と分布が適切となるようにすること。

問 5 図 2 は、台風内部の気温を、同じ高さでの台風の外部の気温(中心から 1000km の位置)と比較したものである。(1) 台風中心部の上層での気温は、周囲と比べてどうなっているか。(2) この違いの原因となる現象について、以下の選択肢の中からの的確な語を 1 つ選び、それを用いて簡潔に説明せよ。

選択肢

- A : 断熱昇温
- B : 強い日射
- C : 潜熱の解放
- D : 渦巻きによる摩擦熱
- E : 緯度による気温差の影響

図 2 : 同じ高さで中心から 1000km 離れた地点の気温との差の高度と半径の分布。縦軸の目盛りは、図 1 と同じ。



問6 台風は、発達するに従って、中心気圧が低下する。中心気圧と最大風速の関係を考察してみよう。単純化して考察するために、台風内部の気圧 p が、半径 r の2乗に比例して高くなると考える。すなわち、中心近くの気圧が r の変化に対して放物線を描くと仮定する。式で書けば、

$$p = C r^2 + p_0 \quad (1)$$

と表せるとする。ただし、 C は比例定数、 p_0 は中心気圧である。ここで、圧力の単位はパスカルとする。このとき、気圧傾度力(半径 $d r$ あたりの気圧変化 $d p$ であり、 $d p / d r$ と表す)は、

$$d p / d r = 2 C r \quad (2)$$

と表せる。一方、台風の中心近く(眼の内部)では、中心のまわりを回転する風の風速は、台風中心からの距離に比例する。そこで、中心のまわりをめぐる風の風速 v を半径の r の関数として、

$$v = \omega r \quad (3)$$

と表現できる。但し、 ω は比例係数である。この風に半径外向きの遠心力 F が働く。その力は、

$$F = \rho v^2 / r = \rho r \omega^2 \quad (4)$$

である。 ρ は空気の密度である。

さて、台風の中心近くでは、遠心力と気圧傾度力が釣り合っている(実際は、遠心力と同時にコリオリの力も働いているが、遠心力が非常に大きいので、コリオリの力は無視できる)。すると、

$$\rho r \omega^2 = 2 C r \quad (6)$$

の関係が成り立つ。両辺を r で割れば、

$$\rho \omega^2 = 2 C \quad (7)$$

と書ける。

この仮定の下に高度 1 km での風速を読み取ることによって、中心と中心から半径 50 km の位置との気圧差を求め hPa 単位で答えよ。但し、大気は圧縮されないとして密度 $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$ であるとして計算し、圧力の単位 $\text{Pa} = \text{N/m}^2 = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 / \text{m}^2$ であることに注意せよ。計算の過程も解答用紙に簡潔に記しなさい。

(以下このページ余白)

第2問

海洋や大気において摩擦が無視できる程度に陸や地表から離れている場所では、海水や大気の流れは地衡流（または地衡風）や傾度流（または傾度風）と呼ばれる流れに近いものとなっている。以下に地衡流および傾度流の基本的な性質について考察する。

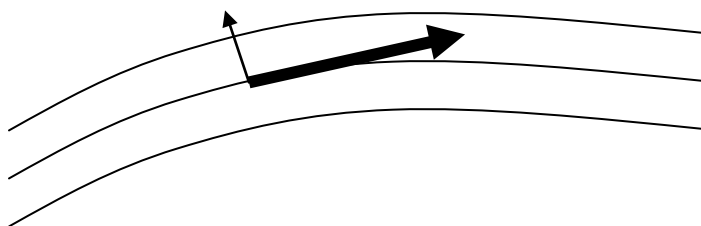
問1 以下の文中の空欄（A）～（E）に当てはまる適切な語句を答えなさい。ただし、（A）～（C）には力の名称を、（D）・（E）は右もしくは左のいずれかで記入すること。

海面の水位に凹凸が生じている時、水位の高いところから低いところに向かう力が海水に働く。これを（A）と呼ぶ。ここで「水位」とは平均海水面（ジオイド）からの高さを指す。また地球の自転のため、海水が流れる場合、北半球では流れを背にして（D）側に（B）が働く。

（A）と（B）が釣り合った流れは地衡流と呼ばれ、時間的に変化しない大規模な流れになります。このとき、海水は水位の等高線に沿って水位の高い側を（E）に見て流れることになり、この関係は大気での地衡風の場合と同じである。

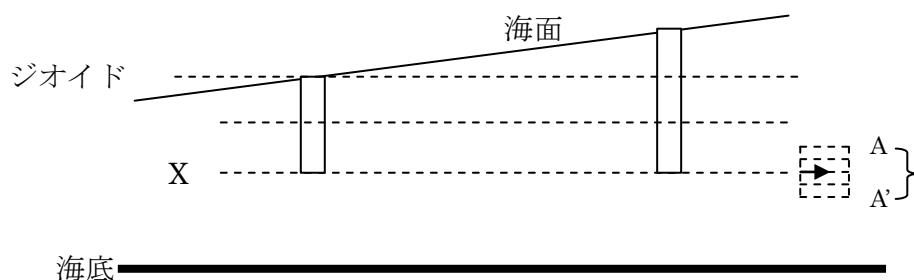
また、流れが図のように曲がっている場合には流れに対して直角に（C）が働くが、大気中の高・低気圧や海洋中の円形の流れにおいて（C）が無視できないほど大きい場合には、（A）、（B）、（C）の三つの力が釣り合った流れを考える必要がある。この流れは地衡流ではなく傾度流と呼ばれる。

線は等水位線、
太い矢印は流れ、
細い矢印は
（C）の力の向きを示す



問2 地衡流に従う大きな流れが海洋中に生じているときに、海底及び海面の近くを除いてどのような速さの流れが存在しているだろうか。流れの速さを矢印の長さで表すものとし、図中の深さXの位置付近であるA-A'の範囲の流れの速さ分布を解答欄の図にかきこみなさい(向きは問わない)。なお、Xの位置での流れの速さは図に矢印で示されている。また、以下の文章を参考にしなさい。

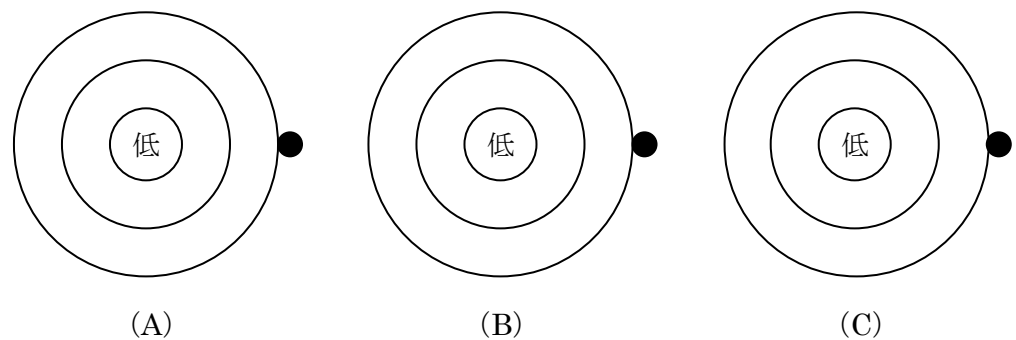
[参考] 海水の密度がどこでもほとんど変わらないとみなせる場合の地衡流について考える。ある深さにおける圧力がその真上にある海水と空気の総量にかかる重力と等しいとする。この場合大気圧が一定ならば、ある深さXにおける圧力の水平方向の差はその上にある海水の量の差で決まる。



問3 傾度流の性質について考察する。以下の文章を読んで問いに答えなさい。

傾度流は圧力傾度力が大きいほど速くなる。遠心力は流速の二乗に比例し、転向力は流速に比例する。中心で水位（もしくは大気圧）が低くなっている反時計回りの循環流（低気圧性循環）では、圧力傾度力が大きく流れが速いと遠心力も強くなるが、圧力傾度力と遠心力はお互いに反対方向を向いているため、力の釣り合いを保つことが可能なので、流速が非常に速くなることが可能である。

(1) 海洋中もしくは大気中に反時計回りの流れがある場合、問1での(A)～(C)の三つの力はそれぞれどの方向を向いているだろうか。図の黒丸を起点に方向を矢印で書き込みなさい。なお、図の線は海水面の等高線（または大気中の等圧線）を表わす。

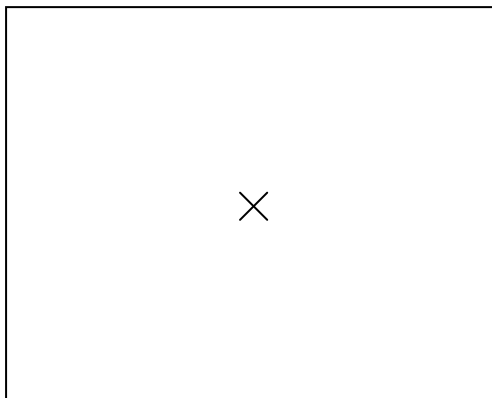


(2) 中心で水位（もしくは大気圧）が高くなっている時計回りの循環流（高気圧性循環）では、はたして流速が非常に速くなることが可能かどうかを考察し、大気中での高気圧と低気圧それぞれの周囲での風速について比較しなさい。

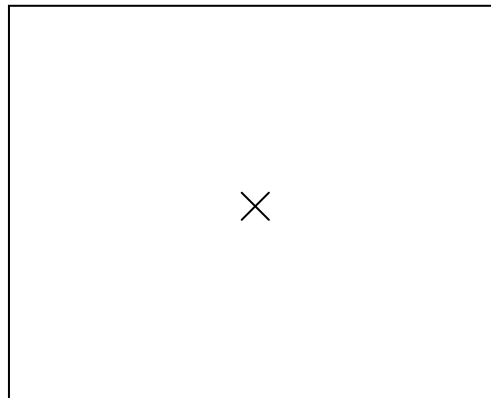
<問題はここまで>

第1問

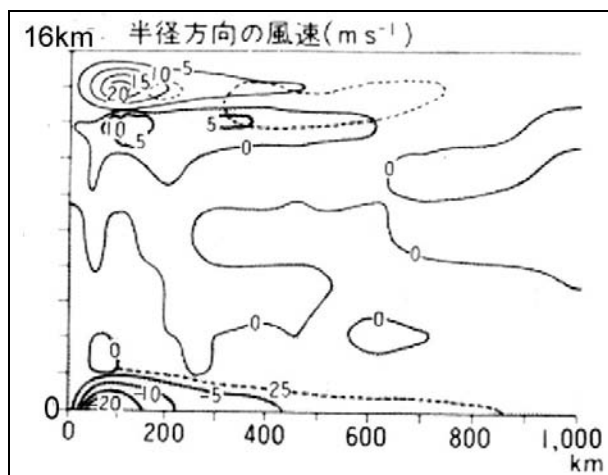
問1：



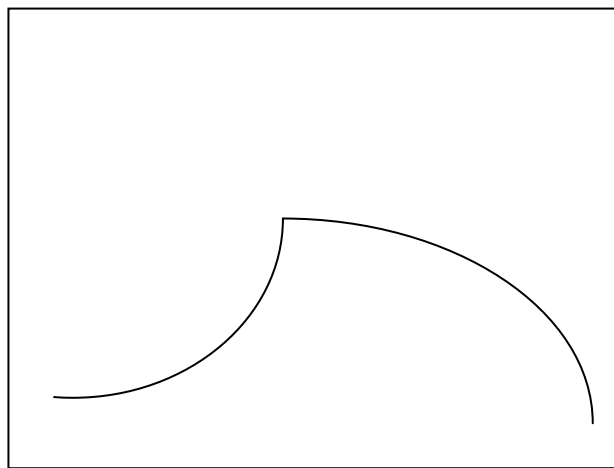
問2：



問3：



問4：



問5：

(1)

(2) 選択肢： _____

問6：

気圧差： _____ hPa

班分け		氏名	
-----	--	----	--

第2問

問1

(A) _____

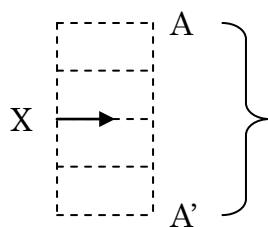
(B) _____

(C) _____

(D) _____

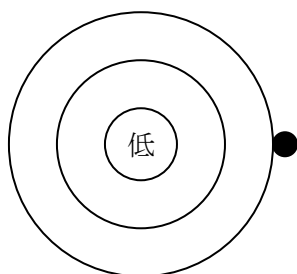
(E) _____

問2

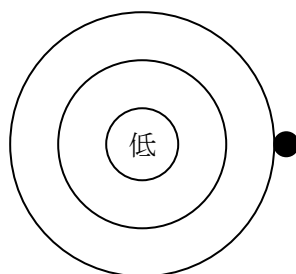


問3

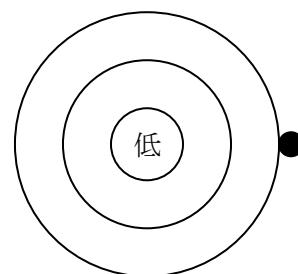
(1)



(A)



(B)



(C)

(2)

--

班分け		氏名	
-----	--	----	--



グランプリ地球にわくわく 2013

天文・惑星分野問題

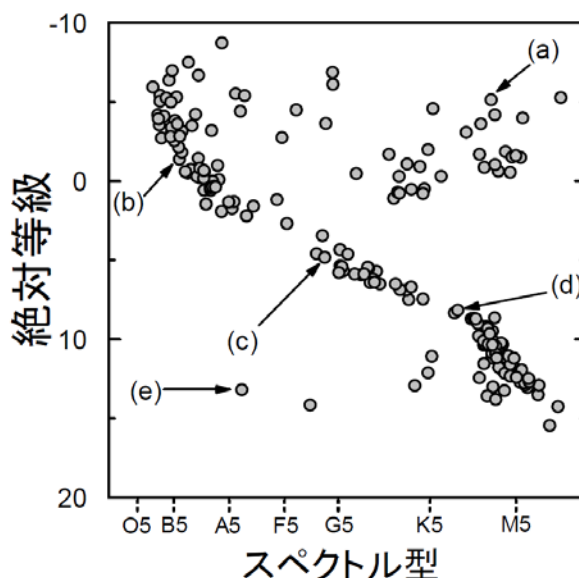
- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は 64 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

問題

恒星の分類や進化の検討に用いられる HR 図について以下の問に答えなさい。

問 1：太陽の進化を HR 図上で検討しよう。右の図 1 は予選で出題された HR 図である。1) 解答欄内の同じ図の上に、太陽の今後の進化のおおよその道筋を矢印で示しなさい。2) 太陽が進化していったときの終末の姿と考えられている天体について、特徴を簡単に説明しなさい。ただし、主系列星と天体の温度や大きさ、核融合反応の有無などについて比較して記すこと。



問 2：恒星の集団を星団と呼び、星団は大きく散開星団と球状星団の 2 タイプに分類される。それぞれについてふさわしい写真を、以下の写真 A, B から選び記号で答えなさい。



写真 A

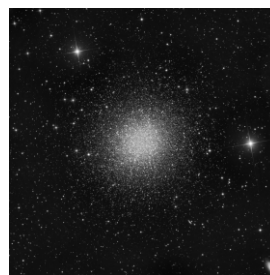


写真 B

問 3：写真 A のタイプの星団で個々の恒星の明るさを観測した結果が表 1 である。1) この観測結果を用いて、HR 図と同様に用いることのできる色等級図を作成しなさい。色等級図は、観測された明るさである実視等級(V バンド等級)と色の違いを表す B-V という値で作成するものである。ここで、B バンド等級は可視光の中で短波長の青い光だけを計測した明るさ(等級)なので、可視光の中で中心の波長域だけを計測した明るさ(等級)である V バンド等級との差(B-V)を求めることで色の違いが表現できる。つまり、B-V の値が恒星の色を反映するため、図 1 の横軸に用いたスペクトル型と同様に用いることができる。解答には配布されている方眼紙を用い、軸の取り方は別紙の例に従い縦軸を V 等級として作図の上、グラフ用紙下部に氏名を記入しなさい。2) 図中の主系列星の範囲を囲んで示しなさい。

表 1： 写真 A のタイプのある星団における恒星の V バンド等級および(B-V)の抜粋

(B-V)	0.913	0.671	0.699	0.321	0.228	0.251	0.704	1.001	0.249
V 等級	12.55	11.26	10.9	9	8.51	8.5	11.31	12.54	6.67

(B-V)	0.975	0.489	0.414	0.506	0.466	0.785	0.477	0.16	1.021
V 等級	12.74	10.11	9.49	10.3	9.79	11.01	9.89	7.54	6.44

(B-V)	0.583	0.172	0.764	0.679	0.716	0.723	0.52	0.323	0.36
V 等級	10.69	6.3	11.63	10.87	11.34	11.02	10.3	8.71	9.04

(B-V)	0.241	0.78	0.894	0.526	0.846	0.208	0.551	0.649	0.986
V 等級	7.92	11.71	12.36	11.42	12.04	7.96	9.71	10.99	12.12

(B-V)	0.859	0.762	1.272	1.484	1.201	1.47	1.431	0.674	
V 等級	12.13	11.65	14.01	14.94	13.63	14.68	14.19	6.58	

問 4：表 2 は写真 B のタイプの星団について同様に観測した結果の抜粋である。問 3 と同様に色等級図を作成の上、グラフ用紙下部に氏名を記入し、主系列星の範囲も示しなさい。

表 2： 写真 B のタイプのある星団における恒星の V バンド等級および(B-V)の抜粋

(B-V)	0.82	1.07	-0.03	1.13	0.62	0.7	0.52	0.22	0.79
V 等級	14.14	13.79	15.42	13.38	18.1	16.4	15.83	18.43	20.84

(B-V)	0.77	0.96	0.83	0.58	0.57	0.78	0.49	0.65	0.57
V 等級	20.43	20.82	21	19.4	20.34	17.08	19.04	21.01	19.54

(B-V)	1.63	0.44	0.58	0.45	0.73	0.66	0.57	0.61	0.37
V 等級	17.56	19.8	19.73	20.3	20.52	20.31	20	20.17	18.91

(B-V)	0.49	0.73	0.6	0.58	0.64	0.53	0.44	0.94	0.84
V 等級	18.23	17.23	20.15	19.6	17.79	19.71	18.1	20.67	17.27

(B-V)	0.43	0.84	0.83	0.98	1.02	0.74	-0.01	0.05	0.8
V 等級	19.65	15.07	15.03	14.23	13.8	15.74	15.38	15.3	15.42

(B-V)	0.16	0.84	0.78	0.74	1.15				
V 等級	15.15	14.87	15.63	15.67	13.25				

問5：問3と問4とで作成した色等級図をある仮定のもとに比較するとそれぞれの星団の年齢を推定することができる。1) 写真AとBの星団ではどちらの星団が古いと考えられるか、AもしくはBの記号でえらびなさい。2) また、根拠を記した次の文の1～6について、選択肢のある場合は適切なものを丸で囲み、空欄については当てはまる的確な語句を答えなさい。

推定の根拠：

主系列星の進化はその星の(1)でおよそ決まっていて、(1)の大きなものほど(2：低温・高温)であって、早く進化することが知られている。このため、(1)の大きな恒星が(3)色でみえるため、B-Vの値が(4：大きく・小さく)なり、色等級図では(5)側に位置する。写真AとBの星団を比べると、(6：A・B)の方の主系列において(1)の大きな恒星が少なくなっている。つまり、進化の早い恒星が失われていることになり、写真(※)の星団の方が古いと考えられる。

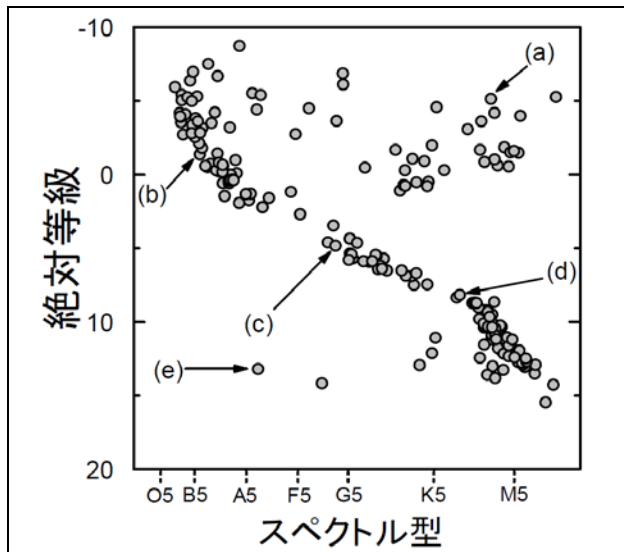
※はここでは答える必要はない。

<問題文ここまで>

天文・惑星分野解答用紙

問 1

1)



2)



問 2

散開星団 : _____ 球状星団 : _____

問 3、問 4 : 別紙グラフ用紙に作図し、氏名を記入すること

問 5 :

1) 写真_____の星団が古い

2)

1 : _____

2 : 低温・高温

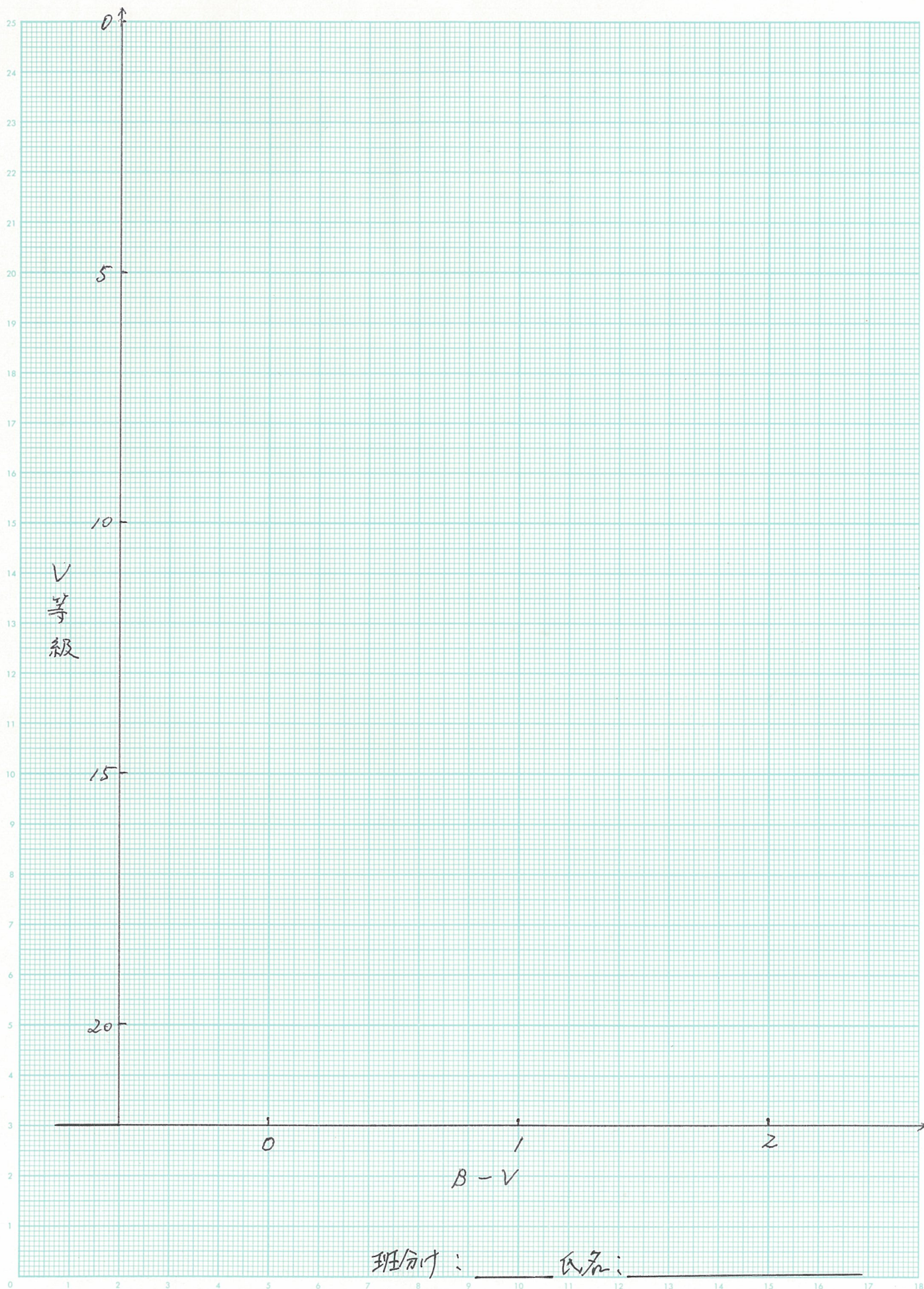
3 : _____

4 : 大きく・小さく

5 : _____

6 : A・B

班分け		氏名	
-----	--	----	--



班分け: 氏名:



グランプリ地球にわくわく 2013

岩石鑑定問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は 18 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

問 1 標本 D は、ある火山の火口から約 8 km 離れた駐車場の舗装面に堆積していた、厚さ約 8 cm の層から、2011 年 4 月に採取したものである。この標本に関する下記の文書の空欄に最もふさわしい言葉を空欄番号の解答選択肢から選び、アルファベット記号を解答欄に記しなさい。

この堆積物は、[①] の [②] の噴火により堆積したものである。この噴火の後、[①] では [③] という現象が起きた。試料にみられるたくさんの小さな穴は [④] によってできたものである。[④] の現象をもたらした主要な成分は [⑤] である。この標本を化学分析した結果、 SiO_2 含有率は 57 % であった。この標本の岩石名は [⑥] である。

<解答選択肢>

- ① a. 阿蘇火山 b. 雲仙火山 c. 霧島火山 d. 桜島火山
- ② a. 昭和火口 b. 新燃岳 c. 中岳 d. 普賢岳 e. 南岳
- ③ a. 火砕流が頻繁に発生する b. 火口内に溶岩が噴出する
c. 降雨により土石流が頻発する d. 山体崩壊により岩屑なだれが発生する
- ④ a. 火山ガスとの反応により岩石の一部が溶融されたこと
b. マグマ中に溶けていた火山ガスが発泡したこと
c. 大気に接触したときの化学反応
d. 結晶が抜け落ちたこと
- ⑤ a. 二酸化炭素 b. 二酸化硫黄 c. 硫化水素 d. 水 e. 窒素
- ⑥ a. 玄武岩 b. 安山岩 c. デイサイト d. 流紋岩

問 2 標本 H の特徴を記述した下記の文章の空欄に最もふさわしい言葉を、空欄番号の解答選択肢から選び、そのアルファベット記号を解答欄に記入しなさい。

標本観察の一助として、ほぼ同等の標本のクローズアップ写真と、標本に含まれる二つの鉱物種の分離標本（標本 I および標本 J）を用意した。解答にあたり、この分離標本とルーペ、永久磁石、小刀、銅貨、希塩酸、ティッシュペーパーを適宜使用し、鑑定に必要な情報を得ること。その際、標本へのダメージを最小限に留めるよう工夫すること。

また、表 1 には、参考データとして代表的な鉱物の比重の値を示した。

標本 H は、凝灰岩層中に産出した岩石である。この岩石は、厚さが約 6 cm、走向延長は 10 m 以上にわたって追跡できる薄板状の形状であった。擦痕のある緩傾斜の

平面で凝灰岩と接しており、それとは明瞭に異なった組織と鉱物組成を示す。破断面には、金属光沢や樹脂～金剛光沢をもつ鉱物粒子、クリーム色の角礫が、細粒緻密な灰色の基質中に散点する様子が見て取れる。(写真 2 参照)

細粒の基質は、小刀より [①]、希塩酸で [②] ことから [③] であると考ええる。この鉱物に特徴的なガラス光沢、貝殻状断口、そして [④] の結晶形が見える部分もある。

暗褐色樹脂～金剛光沢で平滑な破断面を見せる鉱物は、標本 I と同一種である。この鉱物は、小刀より [⑤]、10 円銅貨より硬い、劈開が [⑥]、また粉碎したり、粉末に希塩酸を滴下するとき微かな硫化水素臭を発生する。それらのことから、[⑦] だと推定される。室内条件で空気中の重量 32 g、水中の重量が 24 g の粒子に対して比重を見積もると、[⑧] であった。この数値は鑑定結果を支持する。

銀灰色金属光沢の鉱物は、標本 J と同一種である。結晶粒子の粗い部分からは、[⑨] ことが見て取れる。硬度は 10 円銅貨より [⑩]。銀灰色鉱物を含む破片を用いて比重測定を試みたところ、6.1 の値を得た。測定した試料には石英が体積比で 30% 混入していたことがわかったため、共存する石英の比重 2.7 を用いて、銀灰色鉱物が単一相として存在した場合の比重を算出したところ、[⑪] であった。これらの観察事実より、この銀灰色の鉱物は [⑫] であると判断する。

[⑬]、[⑦]、[⑫] の鉱物は、いずれも食塩水中の溶解度が温度に比例的に増加する。

この岩石には、凝灰岩との境界面にほぼ平行な縞状構造がある。凝灰岩に接する側に細粒の [⑬] の帯があり、その内側に、金属光沢や、樹脂光沢を示す粗粒結晶が多く含まれる。縞模様は対称的ではなく、級化層理のような組織や [⑬] の構造も多く見られる。以上より、この板状の地質単位は、[⑭] だと考えられる。

<解答選択枝>

- ① a. 硬く b. 軟らかく
- ② a. 発泡する b. 発泡しない
- ③ a. 石膏 b. 方解石 c. 石英 d. 重晶石
- ④ a. 立方体状 b. 菱面体状 c. 六角柱状 d. 薄板状
- ⑤ a. 硬く b. 軟らかく
- ⑥ a. ない b. 完全である
- ⑦ a. 閃亜鉛鉱 b. 菱鉄鉱 c. 灰礬石榴石 d. 錫石
- ⑧ a. 1.0 b. 3.60 c. 4.0 d. 6.0 e. 7.0
- ⑨ a. 1 方向の劈開がある b. 直交する 3 方向に劈開がある
c. 斜交する 2 方向に劈開がある d. 劈開がない
- ⑩ a. 硬い b. 軟らかい

- ⑪ a. 21.5 b. 10.5 c. 7.6 d. 7.0 e. 5.2
- ⑫ a. 自然銀 b. 方鉛鉱 c. 磁鉄鉱 d. 輝水鉛鉱 e. 赤鉄鉱
- ⑬ a. 斑状 b. 等粒状 c. 角礫状 d. 櫛歯状 e. 膠状 f. 樹枝状
- ⑭ a. 海面や湖底面を覆った堆積岩
 b. 岩盤の割れ目に侵入したマグマの固結によってできた岩脈
 c. 断層破碎帯を通る熱水の温度低下によってできた鉱脈
 d. 宇宙から飛来した隕石
 e. 角礫凝灰岩が再結晶してできた変成岩

表 1

鉱物名	化学式	比重
自然白金	Pt	21.5
自然銀	Ag	10.5
方鉛鉱	PbS	7.6
針銀鉱	Ag ₂ S	7.3
錫石	SnO ₂	7
磁鉄鉱	Fe ₃ O ₄	5.2
赤鉄鉱	Fe ₂ O ₃	5.3
輝水鉛鉱	MoS ₂	4.7
閃亜鉛鉱	(Zn,Fe)S	3.9-4.1
重晶石	BaSO ₄	4.5
菱鉄鉱	FeCO ₃	4
灰礬柘榴石	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	3.6
石英	SiO ₂	2.7
石膏	CaSO ₄ ・2H ₂ O	2.3

【試験に使用した標本の写真】

標本 D



標本 H



標本 I



標本 J





グランプリ地球にわくわく 2013

化石鑑定問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は 18 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

班分け		氏名	
-----	--	----	--

問1 写真1および手元の岩石(標本A)に関する下記の記述の空欄に入る言葉として最もふさわしいものを選び、解答選択枝のアルファベット記号で答えなさい。

この岩石は小刀より [①]、希塩酸とは [②]。このことから主として [③] できていると判断する。肉眼では [④]。この岩石は泥岩の薄層と互層することが多い(写真1参照)。河床の転石では [⑤複数選択可] ために標本Aのような直方体状のものが多。

以上の特徴からこの標本Aは [⑥] と鑑定できる。

図1の中には地球上の諸現象の速さが示されている。そこからこの標本Aの堆積速度を読み取ると1000万年あたり [⑦] m 程度となる。

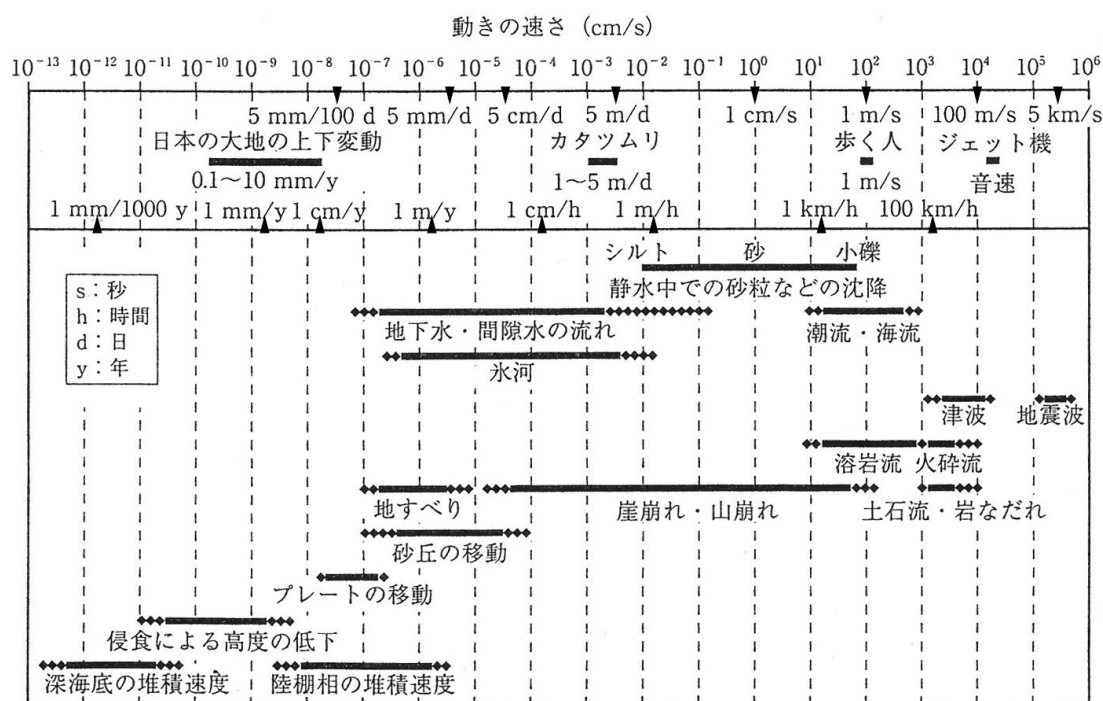


図1 地球表層で起こる諸現象の動きの速さ

(西村祐二郎ほか著「基礎地球科学第2版」(朝倉書店, 2010年発行)を一部改変)

<解答選択枝>

- ① a. 硬く b. 軟らかく
- ② a. 反応しない b. 激しく反応して泡を出す
- ③ a. 石英 b. 方解石 c. その他の碎屑粒子
- ④ a. 構成粒子を識別できないほど細粒である(径0.1 mm未満)
b. 粒子が識別できる(径0.1~1 mm程度)

- ⑤ a. 軟らかい b. 中くらいの硬さの c. 硬い d. 層状の
e. 層に急角度の割れ目が入っている
- ⑥ a. 石灰岩 b. チャート c. 砂岩泥岩互層
- ⑦ a. 50 b. 500 c. 50000

問 2 ここにある 2 種類の化石（標本 **B**、標本 **C**）は、いずれもある同じ地質時代を代表する絶滅生物の化石である。その地質時代とはいつか。また、これらの化石を鑑定する際にポイントとなる形態的特徴を記述し、その化石名を述べなさい。
ただし、標本 **B** および **C** については傷つけたり薬品を使ったりしないこと。

問 3 標本 **B**、**C** のいずれかは、近縁の生物が現在も多くいる。そのため、その仲間の化石が礁をなして産出する場合は、その地層のできたときの環境を類推することが可能である。このような化石を何と呼ぶか。また、それが **B** の化石か **C** の化石かを記述し、具体的に当時の環境についてわかることを述べなさい。

【試験に使用した標本の写真】

標本 A



標本 B



標本 C

