

〔 1 〕 次の文を読み、以下の問い(問 1～問 5)に答えよ。(30 点)

地球の重力は、〔 ア 〕と地球の自転による〔 イ 〕の合力である。  
〔 ア 〕は地球の中心からの距離の 2 乗で小さくなり、〔 イ 〕は赤道付近で最も大きい。そのため、赤道における重力加速度は、極より約 0.5%〔 ウ 〕。  
また、重力の大きさは、地下の構成物質<sup>(A)</sup>によっても変化する。海面を長期間平均した平均海水面を内陸部にも延長したと仮定した仮想の面をジオイドと呼ぶ。ジオイドの形に最も近い回転楕円体が地球楕円体<sup>(B)</sup>である。地球楕円体上での重力は標準重力と呼ばれ、各場所での重力の測定値に補正を行った値と標準重力との差<sup>(C)</sup>である重力異常<sup>(D)</sup>は、地球の内部構造を調べるの一つの手掛かりとなる。

問 1. 文中の〔 ア 〕～〔 ウ 〕に入る適切な語句を解答欄に記せ。

問 2. 下線部(A)に関して、大陸地殻の上部、海洋地殻、上部マントルを構成する主な岩石として適切なものを、次の(a)～(c)から一つずつ選び、解答欄に記号を記せ。

(a) 花こう岩      (b) かんらん岩      (c) 玄武岩・斑れい岩

問 3. 下線部(B)に関して、図 1 のように密度が均質な地下に、周囲よりも密度の大きい物質があるときには、ジオイドは地表(地球楕円体)よりも高くなる。この理由を 40 字程度で説明せよ。(解答欄：50 マス〔1 マスに 1 字〕)

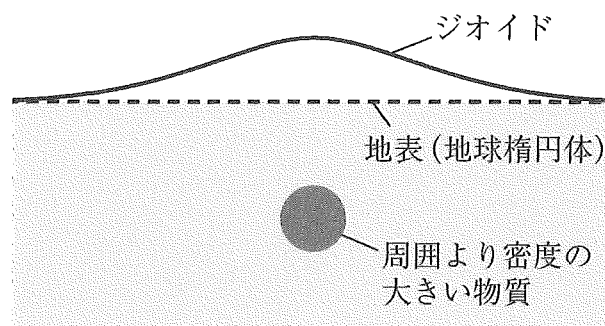


図 1 地下構造とジオイドの関係

問 4. 下線部(C)に関して、測定した重力値をジオイド面上の値に補正する方法としてフリーエア補正がある。フリーエア補正後の値と標準重力との差であるフリーエア異常は、日本海溝付近では負となる傾向にある。この理由を次の語句をすべて用いて60字程度で説明せよ。(解答欄：70マス[1マスに1字])

海のプレート、アイソスタシー、沈み込み

問 5. 下線部(D)に関して、地球の内部構造を調べる手法として、地震波トモグラフィがある。地震波トモグラフィでは、地球内部の地震波速度の分布を明らかにすることができる。地震波トモグラフィに関する記述として適切なものを、次の(a)~(d)から一つ選び、解答欄に記号を記せ。

- (a) 周囲に比べて地震波速度が速い場所は、温度が高くなっていることを示す。
- (b) 過去に沈み込んだプレートが停滞している影響で、周囲に比べて地震波速度が速くなっている領域が、日本列島下の深さ約 30 km に存在する。
- (c) 南太平洋の仏領ポリネシア付近では、マントル深部まで周囲に比べて地震波速度が遅い領域が存在する。
- (d) 海嶺では、マントル深部まで、周囲に比べて地震波速度が遅くなっている。

〔2〕 碎屑物の形成と、侵食・運搬・堆積作用に関する次の文を読み、以下の問い（問1～問6）に答えよ。（35点）

地表の岩石が、大気と水と生物の作用により破壊されたり、性質が変化して分解されたりすることを風化という。岩石の風化には、〔ア〕風化、〔イ〕風化、生物的風化がある。〔ア〕風化は、岩石を構成する鉱物が水に溶解することによって進行し、典型的な例としては、石灰岩の主成分である炭酸カルシウムの溶解<sup>(A)</sup>がある。主に風化作用によって、岩石が細かく砕かれた粒子を碎屑物という。碎屑物は、河川の流水によって侵食されたり運搬されたりして、次第に流れが弱まると堆積する。碎屑物への流水の作用のしかたは、水の流速と碎屑物の粒径<sup>(B)</sup>に関係している。河川が山地から平野のような平坦な土地に出てくる地域では、流速が急に小さくなり、比較的粗粒な碎屑物が堆積して〔ウ〕という地形が形成される。また河口でも河川の流速は急激に小さくなり、碎屑物の多くが堆積して〔エ〕という地形ができる。海底に堆積した碎屑物は、沖の大陸棚から大陸斜面に運ばれて再堆積する。大陸斜面に再堆積した碎屑物は、地震などをきっかけに海底地すべり<sup>(C)</sup>を起こすことがある。

問1. 〔ア〕～〔エ〕に入る適切な語句を解答欄に記せ。

問2. 下線部(A)について、炭酸カルシウムの溶解に関する風化反応を、化学反応式で示せ。

問3. 下線部(B)に関連して、図1は、碎屑物の侵食・運搬・堆積に関して粒径と流速の関係を示したものである。図1中の①～③に入る適切な数値を、次の(a)～(h)から一つずつ選び、解答欄に記号を記せ。

(a)  $\frac{1}{256}$       (b)  $\frac{1}{64}$       (c)  $\frac{1}{16}$       (d)  $\frac{1}{4}$

(e) 1      (f) 2      (g) 4      (h) 64

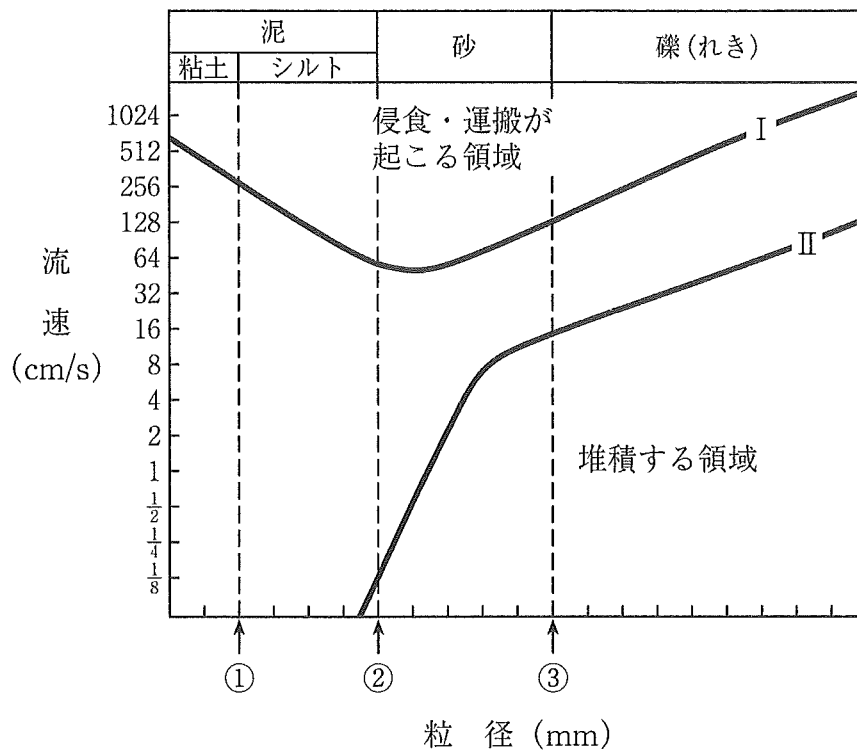


図1 粒子の始動および堆積(運動停止)に関する粒径と流速の関係

問 4. 図1中の曲線Iは、静止している粒子の始動に関する粒径と流速の関係を、曲線IIは動いている粒子の堆積(運動停止)に関する粒径と流速の関係を示している。河川において、強い水流が全ての粒径の碎屑物(泥、砂、礫)を運搬しているとき、次第に流速が小さくなってくると、泥、砂、礫はどのような順序で堆積するか。図1を参考にして、次の(a)~(d)から最も適切なものを選び、解答欄に記号を記せ。

- (a) 砂→礫→泥 (b) 礫→泥→砂 (c) 礫→砂→泥 (d) 砂→泥→礫

問 5. 泥、砂、礫が川底に堆積している。河川の流速が次第に大きくなる時、川底に堆積している泥、砂、礫のうち、最初に動き出して運搬される粒子はどれか、解答欄に記せ。また、その理由を図1を参考にして50字程度で説明せよ。(解答欄：60マス[1マスに1字])

問 6. 下線部(C)に関連して、海底地すべりをきっかけに生じる混濁流(乱泥流)によって堆積した地層を何というか。その名称を解答欄に記せ。またこの地層中にみられる堆積構造の特徴について、60字程度で説明せよ。(解答欄：70マス[1マスに1字])

〔3〕 次の文を読み、以下の問い(問1～問6)に答えよ。(30点)

中緯度の対流圏上部では〔ア〕風とよばれる東向きの風が吹いている。その南北の蛇行は〔ア〕風波動と呼ばれ、東西に連なる波としてとらえられる高気圧性の渦(気圧の尾根)と低気圧性の渦(気圧の谷)の列を伴い、それぞれの渦は地表付近の移動性高気圧や温帯低気圧に対応することが多い。

高度約 5.5 km における大気の水平運動は、高気圧性の渦から低気圧性の渦に向かってはたらく〔イ〕力と、地球の自転の影響による見かけの力である〔ウ〕力が釣り合った地衡風で、風向は等圧線に沿う。地表付近では、〔イ〕力と〔ウ〕力と摩擦力が釣り合って水平方向の風は等圧線を斜めに横切るように吹くため、温帯低気圧は水平方向の風の吹き込みと上昇気流を伴う。発達期の温帯低気圧では、地表付近の低気圧中心に比べて、上空の低気圧性の渦が高度とともに〔エ〕側に少しずつずれていく。高度約 5.5 km では低気圧性の渦の〔オ〕側に上昇気流があり、暖気が極向きに運ばれる。

温帯低気圧は南北の気温差を主なエネルギー源として発達する。日本付近では上空の〔ア〕風が強く、海洋の暖流と寒流が接して地表付近の南北の気温差が大きいため、温帯低気圧が発達しやすい。強い暖流である黒潮は地衡流であり、日本の南岸を東へ流れるときには黒潮の〔カ〕側の海面高度は反対側よりも高い。北半球では同じ速さの地衡流にはたらく〔ウ〕力の大きさが〔キ〕ほど小さいことに起因して、環流の西側に強い海流が現れる。

問 1. 文中の〔ア〕～〔ウ〕に当てはまる適切な語句を解答欄に記せ。

問 2. 文中の〔エ〕～〔キ〕に当てはまる最も適切な方位を、次の(a)～(d)から一つずつ選んで、解答欄に記号を記せ。ただし、同じ記号を何度選んでもよい。

(a) 東      (b) 西      (c) 南      (d) 北

問 3. 下線部(A)について、地表付近の移動性高気圧や温帯低気圧に対応する渦の幅はどの程度か。最も適切な幅を次の(a)～(d)から一つ選んで、解答欄に記号を記せ。

(a) 40 km      (b) 400 km      (c) 4000 km      (d) 40000 km

問 4. 下線部(B)について、緯度や周囲の気圧分布が変わらないとき、等圧線と風がなす角は、一般に陸上と海上ではどちらが大きいか。その理由とともに50字程度で説明せよ。(解答欄：60マス〔1マスに1字〕)

問 5. 下線部(C)の一方で、温帯低気圧ではなく、熱帯低気圧や台風が海上で大きく発達するための主なエネルギー源は何か。30字程度で説明せよ。(解答欄：40マス〔1マスに1字〕)

問 6. 下線部(D)のような現象を何と呼ぶか。最も適切な語句を解答欄に記せ。

〔4〕 次の文を読み、以下の問い(問1～問4)に答えよ。(30点)

恒星のスペクトル型は恒星表面温度の〔ア〕ものから順にO・B・A・F・G・K・Mの7つに分類される。HR図において、横軸は恒星表面温度が〔イ〕方を右に取り、縦軸は明るい方、つまり絶対等級が〔ウ〕方を上にとる。HR図上で恒星は大別して、赤色巨星、主系列星、白色矮星に分類される。主系列星はHR図中の左上から右下へと線状に分布している。太陽は赤色巨星、主系列星、白色矮星のうちの〔エ〕に属する。また、太陽のスペクトル型は〔オ〕で、これは太陽の表面温度が約5600 K(ケルビン)に近いことを意味する。

太陽のエネルギーの放出は太陽光によるもの、つまり太陽放射、のみではなく、太陽から流れ出す〔カ〕(正と負の荷電粒子の集団)による部分もある。この〔カ〕の流れを〔キ〕という。

地球はそれ自身が磁場を作っている。〔キ〕によって地球の磁場は閉じ込められており、その領域を〔ク〕という。

太陽でのフレア発生に伴い、太陽から〔カ〕が突発的に放出されることがある。放出された〔カ〕は高速で高密度の〔キ〕として〔ク〕に到達し、〔ク〕に影響を与え、地磁気も大きく変化させる。これを磁気嵐と呼ぶ。  
(A)



問 1. [ ア ]～[ ク ]に当てはまる語句を解答欄に記せ。

問 2. 主系列星の明るさは質量の 4 乗に比例するとする。また、主系列星は全部水素でできているとする。恒星 A と恒星 B があり、2 つとも主系列星で、恒星 B は恒星 A の 625.0 倍の明るさで光っているとする。このとき、恒星 B の寿命は恒星 A の何倍か、有効数字 3 桁で解答欄に記せ。解答欄には途中の計算も示すこと。

問 3. 下線部(A)に関して、地磁気の変化には、磁気嵐のような突発的な変化だけでなく周期性を持った変化もいくつかある。そのうち、周期 5 年以下のものを一つ挙げ、次の問いに答えよ。

(1) その周期を整数で単位とともに解答欄に記せ。単位は、秒、分、時間、日、年のいずれかを用いよ。

(2) その周期はどのような現象の周期に起因しているか、解答欄に記せ。

問 4. ある時刻  $t_1$  に太陽近くにおいて太陽と地球を結ぶ直線に沿って速度 400 km/s で動いていた太陽風が、その後もその直線に沿って等速で動き続けたとする。そして、時刻  $t_2$  において、 $t_1$  での位置から 1 天文単位離れた位置まで動いたとする。この  $t_1$  から  $t_2$  までの時間に地球が公転した距離を、km 単位で有効数字 2 桁で求めよ。解答欄には途中の計算も示すこと。ここで、地球の公転軌道は半径 1 天文単位の太陽を中心とした円軌道と近似し、1 天文単位は  $1.5 \times 10^8$  km、1 日は  $8.6 \times 10^4$  秒、1 年は  $3.7 \times 10^2$  日、円周率  $\pi$  は 3.1、として計算せよ。