

地 学

教育学部 200点

注 意 事 項

1. 問題は、**1** から **4** までの計4問です。
2. **1** から **4** までのすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は、(4の1)から(4の4)までの計4枚です。解答は、すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに、本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明およびページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、各設問に答えよ。

図1は、太陽系の近くに存在する恒星の表面温度と明るさの関係図である。恒星の明るさは、それらの絶対的な明るさが太陽の何倍になるかという数字で表わしている。この図において、太陽を始めとした多くの恒星は左上から右下の帯状の範囲に分布し、(ア)と呼ばれている。(ア)は、ほとんどの恒星が一生のうち最も長い時間を過ごす段階であるとされている。(ア)の他に、これらの右上および左下にはずれてプロットされる恒星も見られる。右上にはずれる恒星の代表例として、オリオン座のベテルギウスがあり、このような恒星は(イ)と呼ばれる。また、おおいぬ座のシリウスは、太陽と同じく(ア)に属するが、大口径の望遠鏡で見るとシリウスAのすぐ近くにシリウスBと呼ばれる暗い別の恒星が伴われていることが分かる。シリウスBのように、(ア)の左下にプロットされる恒星を(ウ)と呼ぶ。シリウスAとシリウスBとの平均距離は約20天文単位であり、約50年の周期で共通重心の周りを回っていることが知られている。このように、2つあるいはそれ以上の恒星がお互いの共通重心を回りあっている恒星の集まりを(エ)と呼ぶ。(エ)は、ケプラーの法則からそれらの質量を求めることができるものとして、天文学的に重要な意味を持つ。

- (1) (ア)~(エ)に適切な語句を入れて文章を完成させよ。
- (2) 図1によって、恒星Cの明るさは太陽の1万分の1であることが分かる。恒星Cの半径は、太陽の何倍になるか答えよ。
- (3) 図1によって、恒星Dの表面温度は35,000 Kであり、ベテルギウスの表面温度は3,500 Kであることが分かる。恒星Dの半径は、ベテルギウスの何倍になるか答えよ。
- (4) シリウスAとシリウスBのような恒星の集まりの質量は、ケプラーの第3法則から求めることができる。その原理を簡潔に説明せよ。
- (5) シリウスAとシリウスBの質量の合計は太陽のおよそ何倍になるか計算せよ。

- (6) 太陽, シリウス A, シリウス B の 3 つの恒星について, 恒星としての予想される寿命が短い順番に並べよ。またそのように考えられる理由を簡潔に説明せよ。

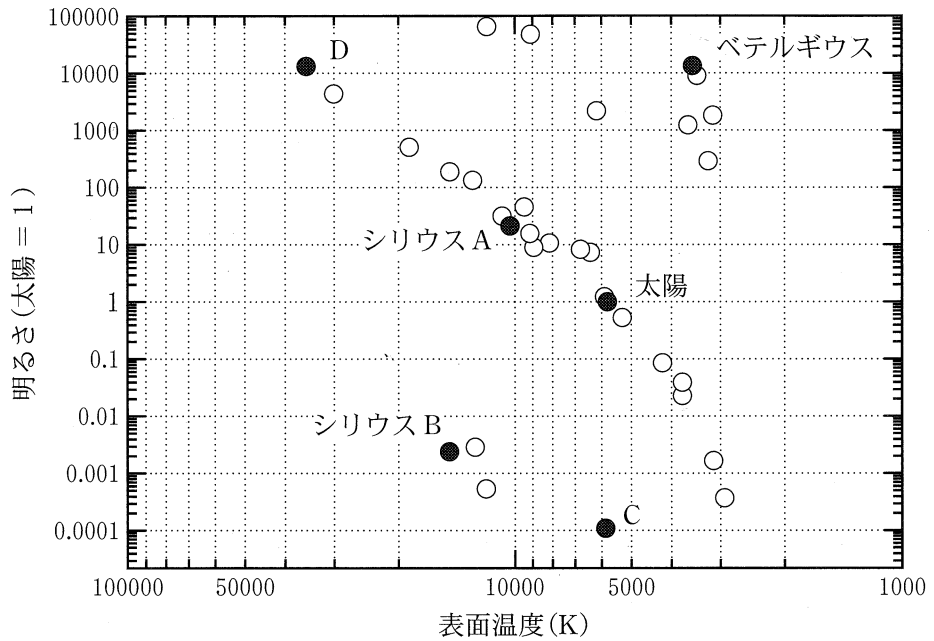


図 1 太陽系の近くに存在する恒星の表面温度と明るさの関係図

C, D は実在の恒星ではない。

2 次の文章を読み、各設問に答えよ。

世界の火山は、ごく限られた地域に分布し、特にプレートとプレートの境界部である沈み込み帯や海嶺などに多い。また、ハワイの火山などプレート境界部に位置しない (ア) の火山もある。火山は、マグマが上昇し地表に到達した地点で形成される。マグマは、マントルや地殻の岩石が融解することによって生成される。たとえば、図2の点Pにあるかんらん岩の融解には、図のIの矢印で示す① (イ) 方法、図のIIの矢印で示す② (ウ) 方法、③ (エ) を添加し融点を下げる方法がある。一方、地殻の融解には、マントル起源のマグマによって地殻物質が熱せられて生じる場合などがある。

マントル中で岩石の一部が溶ける部分溶融により発生するマグマは、融解が生じたときの圧力、含水量などにより化学組成は異なるが、基本的には (オ) 質であり、本源マグマとよばれる。こうして生じた本源マグマは、地表に到達するまでの過程で、(カ) 作用やマグマへの地殻物質の取り込みによる同化作用、異なるマグマの混合などによってさらに大きく変化し、様々な組成のマグマを生成する。マグマが地表に流れ出た溶岩の粘性は、温度が高いほど (キ) ，低いほど (ク) 。溶岩中のSiO₂の割合が少ないと、粘性が (ケ) 傾向がある。一方で、SiO₂の割合が多いマグマでは揮発性成分が抜けにくく、激しい噴火を引き起こしやすい。爆発的噴火では、火砕流を発生することがある。

- (1) (ア)~(ク)の空欄に適切な語句を入れ、文章を完成させよ。なお、(エ)には物質名を化学式で答えよ。また、(イ)、(ウ)はそれぞれI、IIの矢印のもつ意味を説明する内容が入り、(カ)は、マグマが冷却し結晶が晶出することで、残液の組成が変化していく作用を表す語句が入る。
- (2) 下線部(a)に関して、沈み込み帯および海嶺を境にして、隣り合ったプレートはどのように運動しているのか、答えよ。
- (3) 下線部(b)に関して、マグマの発生する条件のうち、沈み込み帯および海嶺の火山では、どれが主要な条件と考えられているか、本文中の①~③の記号で答えよ。

- 4) 下線部(c)に関して、代表的な溶岩の岩質を3種類あげ、それぞれに対応する火山の形の関係について解答用紙の表にまとめよ。
- 5) 下線部(d)に関して、マグマに含まれる揮発性成分を2種類答えよ。
- 6) 下線部(e)に関して、火砕流とはどのような現象か、簡潔に説明せよ。

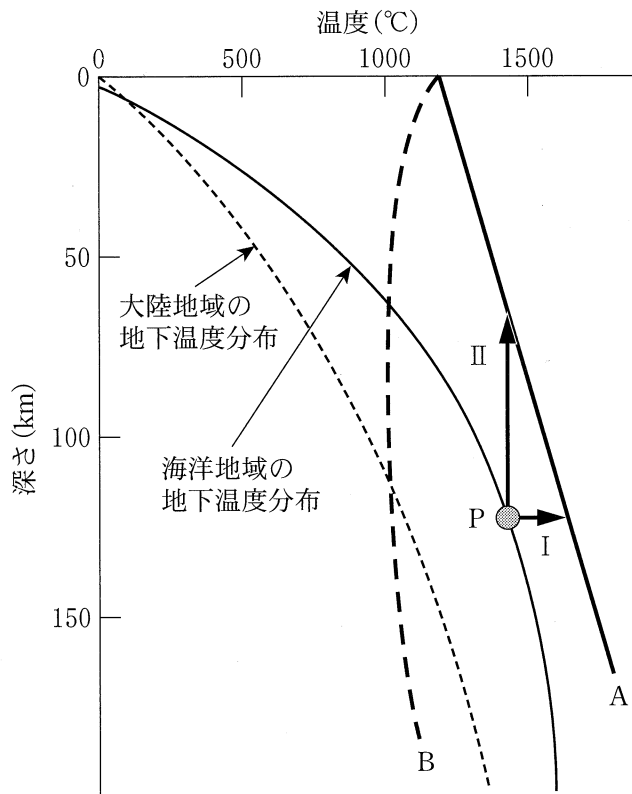


図2 かんらん岩の融解曲線

図中の A は本文中の空欄(エ)の物質のない場合、B は空欄(エ)の物質が過剰にある場合の融解曲線である。

3 次の文章を読み、各設問に答えよ。

大規模な地震が発生すると、その地震動によって建造物が倒壊したり急斜面が崩壊したりする。地震動は一般に震源や震源断層からの距離が近いほど強くなる。しかし、地震波は地下のかたい地盤からやわらかい地盤へ伝わると、周期が なり振幅は なる。そのため地盤の性質によって隣り合う場所でも地震動の強さが異なり被害に差が生じることがある。川や海の近く、あるいは埋立地などの水を多く含む砂の層では地震動によって砂粒子が互にくっついた構造が崩れ、砂粒子が水中に浮いた状態となり泥水のように流動化することがある。この現象を という。

現在、地震の観測体制が拡充されている。緊急地震速報によって発生直後に地震の規模や揺れが到達するまでの時間を知ることができるようになってきている。^(a)表1は、ある地震をA、B、Cの3地点で観測した記録である。

- (1) 文中の(ア)から(ウ)に、適当な語句を入れて文章を完成させよ。
- (2) 表1にもとづいて、P波およびS波の伝わる速さを求めよ。
- (3) 表1にもとづいて、初期微動継続時間と震源からの距離の関係を表すグラフを作成し、解答用紙の図に記入せよ。また初期微動継続時間をT、震源からの距離をXとしたとき、XをTを用いた式で表せ。
- (4) この地震が発生した時刻(何時何分何秒)を答えよ。
- (5) この地震で、D地点で観測された初期微動継続時間は30秒であった。D地点の震源からの距離は何kmか答えよ。またD地点で主要動の始まった時刻(何時何分何秒)を答えよ。
- (6) 下線部(a)に関して、震源によっては緊急地震速報が間に合わない場合がある。震源から14km離れた場所をE地点とする。E地点で初期微動を検出し、その6秒後に緊急地震速報が出された場合、A地点での主要動の到着までに緊急地震速報は間に合うかどうか答えよ。また、その理由を述べよ。

表1 ある地震を A, B, C の 3 地点で観測した記録

地点	初期微動が始まった時刻	主要動が始まった時刻	震源からの距離
A	0時30分3秒	0時30分8秒	35 km
B	0時30分13秒	0時30分28秒	105 km
C	0時30分18秒	0時30分38秒	140 km

4 次の文章を読み、各設問に答えよ。

大気の大循環の原理については、理論的な研究と同時に、実験によって検証・調査された事項も少なくない。大気の大循環の主な性質が、極地域と赤道地域の 、および によるものであるとするならば、大気の大循環の様子を、室内実験で調べることができる。1950年代、シカゴ大学のフルツ教授らは、図3のように半径の異なる2つの同心円の筒からなる実験装置を考えた。2つの筒の間に水を入れ、内側の円筒の壁を極に見立てて冷却し、外側の壁を赤道に見立てて暖めた。流れを可視化するために、その水面にアルミの粉末を浮かべた。中の水が の対流圏の大気に相当する。こうして、装置全体を共通の鉛直軸を中心(a) に一定の速度で回転させる。すると、ある回転速度を超え(b)ると図4のように波動が生じ、回転方向と 向きに相対的にゆっくりと移動する。

ここで生じる波の数は、回転速度と内外の壁の によって異なる。この波動の速度分布が、実際の大気の流れによく似ている。図4の帯状の部分が に、その内側の渦と外側の渦がそれぞれ と に相当するものである。このような室内実験を「回転水槽実験」という。

- (1) 空欄(ア)~(ク)に当てはまる語句を答え、文章を完成させよ。
- (2) 図4のような帯状の流れを生じたとすると、図3の実験装置は、真上から見てどちらに回転していると考えられるか。
- (3) 下線部(b)に関して、現実の大気に働く何の力を変化させることができるのかを述べよ。
- (4) 下線部(c)に関して、回転速度がほぼ0に近いと、アルミの粉末はどのような動きをするかを簡潔に述べよ。また、それを何循環というか答えよ。
- (5) 日本付近の大気の様子は、室内実験のように単純ではない。その理由について簡潔に述べよ。また、図4の帯状の流れで示されるような循環を何循環というか答えよ。

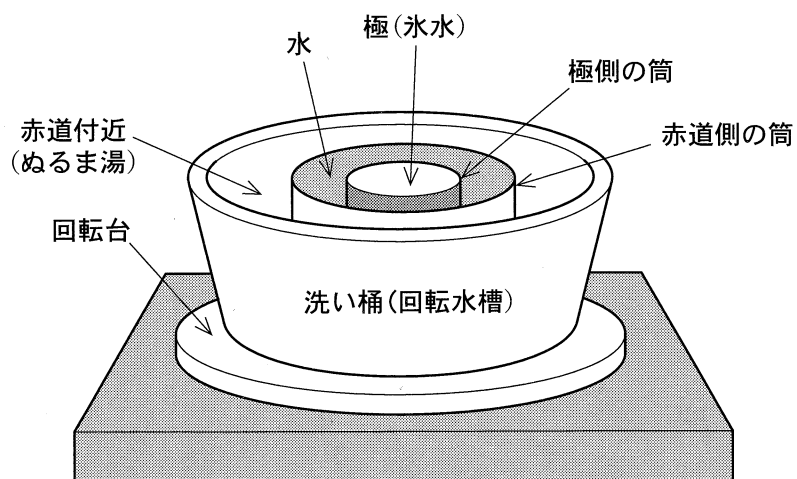


図3 実験装置の全体像
下部が電動回転台，上部が実験装置。

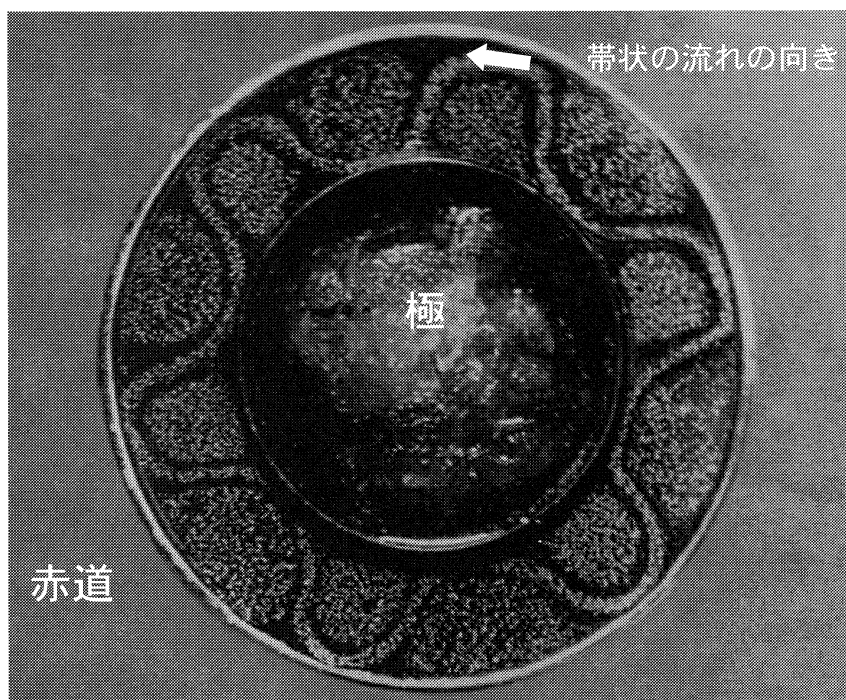


図4 回転水槽での水の動き(波の数6，回転数0.55回転/秒)
水面にアルミの粉末を浮かべてある。