

E 理科 (40分)

答えはすべて **解答用紙** に書き入れること。

【この冊子について】

1. 試験開始の合図があるまで、この冊子に手をふれてはいけません。
2. この冊子の2～3ページは白紙です。問題は4～17ページです。
3. 解答用紙は、冊子の中央にはさまっています。試験開始の合図後、取り出して解答してください。
4. 試験中に印刷のかすれやよごれ、ページのぬけや乱れ等に気づいた場合は、静かに手を挙げて先生に知らせてください。
5. 試験中、冊子がばらばらにならないように気をつけてください。

【試験中の注意】 以下の内容は、各時間共通です。

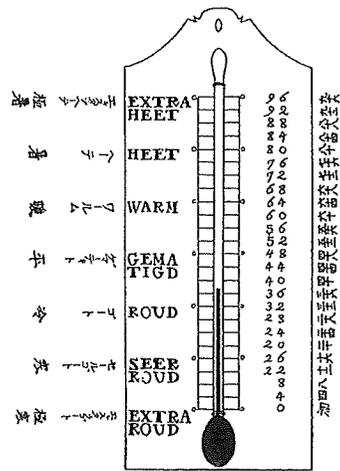
1. 試験中は先生の指示に従ってください。
2. 試験中、机の中には何も入れないこと。荷物はいすの下に置いてください。
3. 先生に申し出ればコート・ジャンパー等の着用を許可します。
4. かぜ等の理由でハンカチやティッシュペーパーの使用を希望するときは、先生の許可を得てから使用してください。
5. 試験中に気持ちが悪くなったり、どうしてもトイレに行きたくなったりした場合は、静かに手を挙げて先生に知らせてください。
6. 試験中、机の上に置けるのは次のものだけです。これ以外の物品を置いてはいけません。
 - ・黒しんのえん筆またはシャープペンシル
 - ・消しゴム ・コンパス
 - ・直定規 ・三角定規一組 (10cm程度の目盛り付き)
 - ・時計 ・眼鏡筆箱も机の上には置けませんので、かばんの中にしまってください。
7. 終了のチャイムが鳴り始めたら、ただちに筆記用具を置いてください。
8. 答案を回収し終えるまで、手はひざの上に置いてください。

このページは白紙です。

このページは白紙です。

1

I 温度計に興味をもった太郎君は、温度計について調べました。すると、日本で温度計をはじめてつくったのは平賀源内であることがわかりました。当時は「タルモメートル（寒暖計）」といったそうです（図1）。太郎君は、当時のものと似たものをつくってみようと考え、さらに調べ、ガラス管を使って温度計をつくる方法を見つけました。



（板倉聖宜『温度をはかる』仮説社）

図1

〔温度計のつくり方〕

- ① 細いガラス管の片方の先を丸く膨らませたものを用意する（図2）。
- ② 膨らませた部分をお湯に入れて温める（図3）。
- ③ ②のあと、ガラス管の開いた方を、色のついたアルコールの中にすばやくつける（図4）。
- ④ しばらく放置すると、ガラス管の中にアルコールが吸いあげられてくる。
- ⑤ 同じ作業②～④を繰り返し、ガラス管にアルコールを入れる。
- ⑥ 開いていたガラス管の先を加熱してとかしてふさぐ。

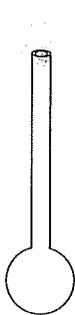


図2

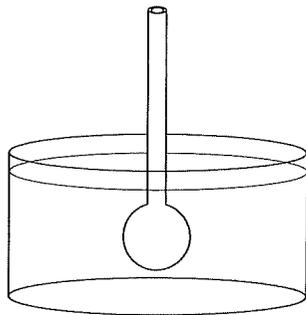


図3

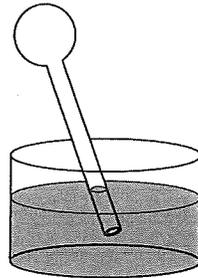
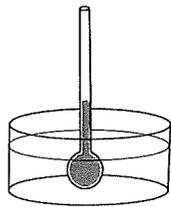


図4

問1 つくり方④で、アルコールがガラス管の中に吸いあげられてくるのはなぜですか。その理由として最も適するものを次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

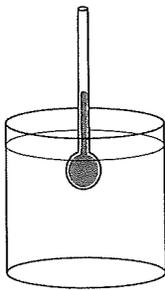
- ア 空気は温まると体積が大きくなり、冷えると小さくなるから。
- イ アルコールは冷たいものに引き寄せられる性質があるから。
- ウ お湯の中に入れると、アルコールが自然に蒸発するから。
- エ 空気は温まると重くなり、下にたまるから。
- オ アルコールの方が空気より軽いので、自然に上にのぼるから。

問2 太郎君は、水の温度を利用して、このガラス管に目盛りをつけて温度計として使えるようにしようと考えました。そこで先生に相談すると、水の温度を測るときの正しい温度計の位置を教えてくださいました。それは次のどれですか。最も適するものを次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、温度は容器内の水をよくかきまぜてから測定するものとします。

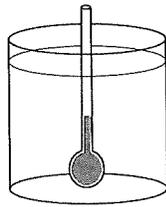


底についている

ア

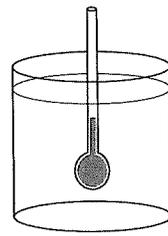


イ



底についている

ウ



エ

問3 この温度計で部屋の気温が測れるのはなぜですか。その理由として最も適するものを次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

ア 部屋の空気がガラス管のガラスを温めたり冷やしたりすると、ガラスが伸びたり縮んだりする。それによって管の中に入れたアルコールの液面が上下するため。

イ 部屋の空気がガラス管のガラスを温めたり冷やしたりすると、管の中に入れたアルコールが膨張したり収縮したりして、液面が上下するため。

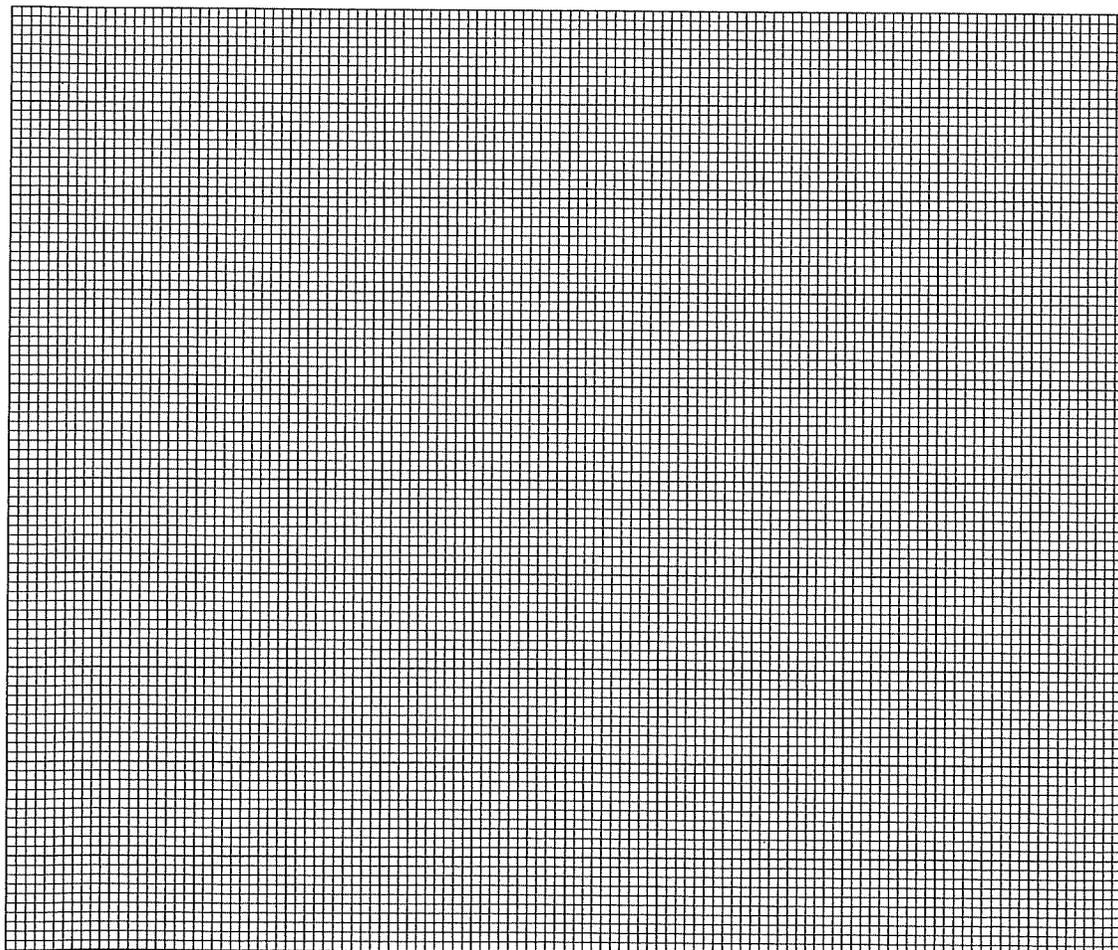
ウ 部屋の空気がガラス管のガラスを温めたり冷やしたりすると、管の中に入れたアルコールが気体になったり液体にもどったりして、液面が上下するため。

エ 部屋の空気がガラス管のガラスを温めたり冷やしたりすると、管の中に閉じ込められた気体が膨張したり収縮したりして、アルコールの液面が上下するため。

II 100 mL のビーカーに 3 種類の水 100 g (水道からでてくる約 20 °C の水 A, 氷で冷やした約 5 °C の水 B, 加熱して約 80 °C にした水 C) をそれぞれ準備し, 部屋のなかに放置しました。デジタル温度計で時間ごとの温度を測定したところ, 右の表のような結果になりました。ただし, 実験はすべて同じ条件でおこない, 水は混ぜながら温度を測定しました。必要があれば下の方眼紙を使いなさい。

表 温度 [°C] の測定結果

時間 [分]	水 A	水 B	水 C
0	20.1	5.3	78.9
5	20.7	8.6	60.9
10	21.3	11.3	50.9
15	21.7	13.4	44.5
20	22.1	15.1	39.8
25	22.4	16.6	36.7
30	22.7	17.7	34.6
35	22.9	18.5	32.9
40	23.1	19.2	31.6
45	23.4	19.9	30.5
50	23.7	20.5	29.5
55	24.0	21.1	28.7
60	24.2	21.5	28.0



問4 水A～Cのうち、一番短い時間でデジタル温度計の表示する値が一定になるのはどの水ですか。最も適するものを次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 約5℃の水B イ 約20℃の水A ウ 約80℃の水C
エ すべて同時に値が一定になる

問5 この実験では、部屋の温度（周囲の温度）は何℃だったと考えられますか。最も適するものを次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 約0℃ イ 約15℃ ウ 約25℃
エ 約40℃ オ 温度はわからない

問6 温度変化の平均速度を「5分ごとの温度差(℃) ÷ 5分間」とします。約80℃の水Cについて、5分～10分間の温度変化の平均速度と比較して、その半分以下の平均速度になるのは次のどの範囲以降ですか。最も適するものを次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

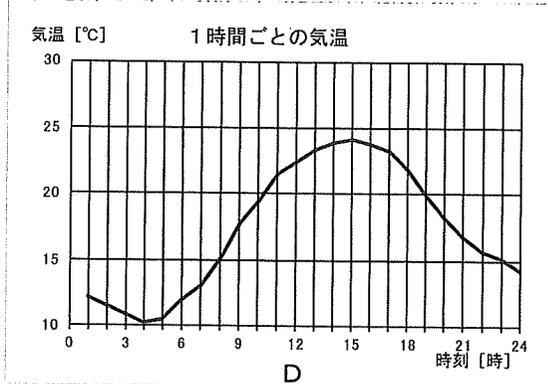
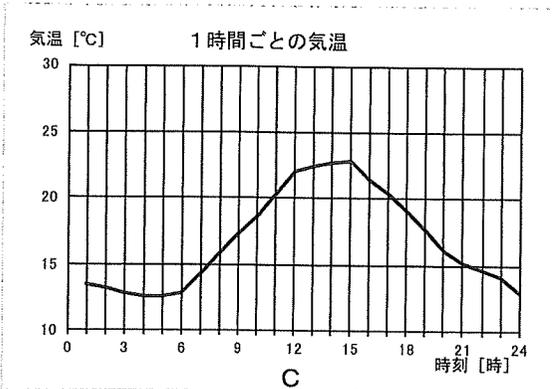
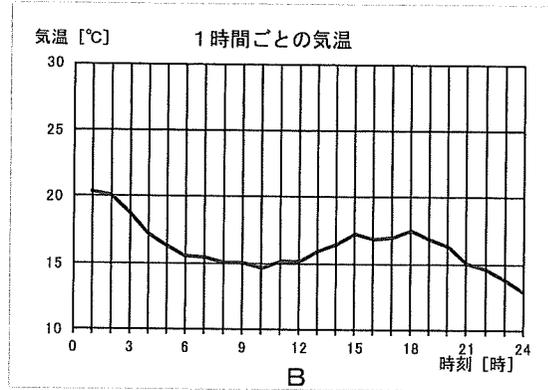
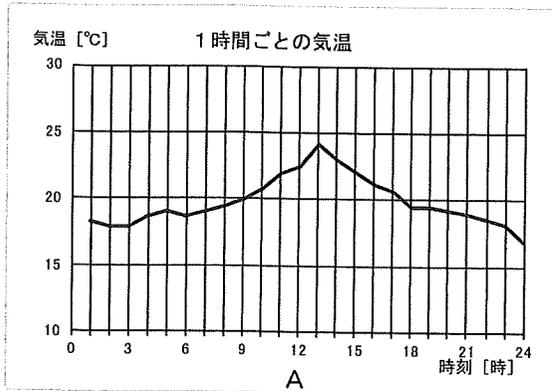
- ア 10分～15分 イ 15分～20分 ウ 20分～25分
エ 25分～30分 オ 30分～35分

問7 この実験を真夏の部屋（室温35℃）でおこなった場合、温度の変化はどうなると予想されますか。最も適するものを次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 約5℃の水Bの温度はより速く上がる
イ 約20℃の水Aの温度の上がり方は今回と同じになる
ウ 約80℃の水Cの温度はより速く下がる
エ すべての水が35℃を超える

2

I 下のA～Dのグラフは、ある地点における同じ年の同じ季節の異なる4日について1時間ごとの気温を示したものです。また、右ページのア～エはA～Dのいずれかの日について1時間ごとの日照時間と降水量を示したもので、ある時刻の値は直前の1時間の合計です。なお、ア～エの順番はA～Dの順番に対応していません。



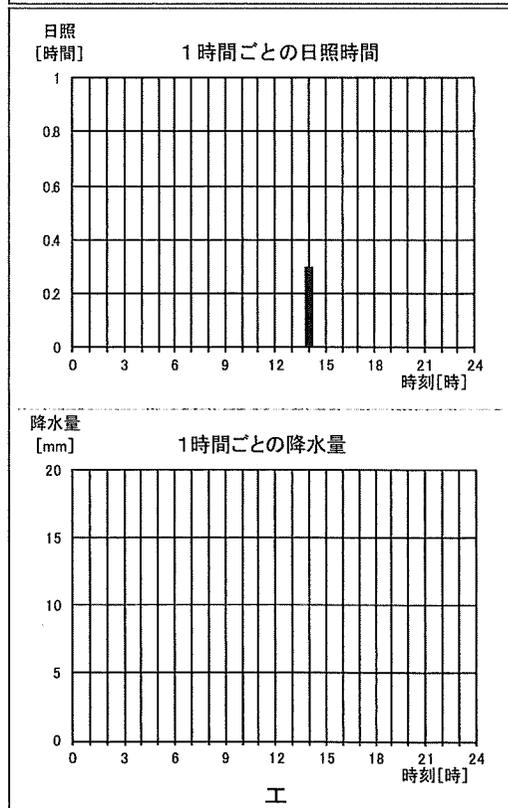
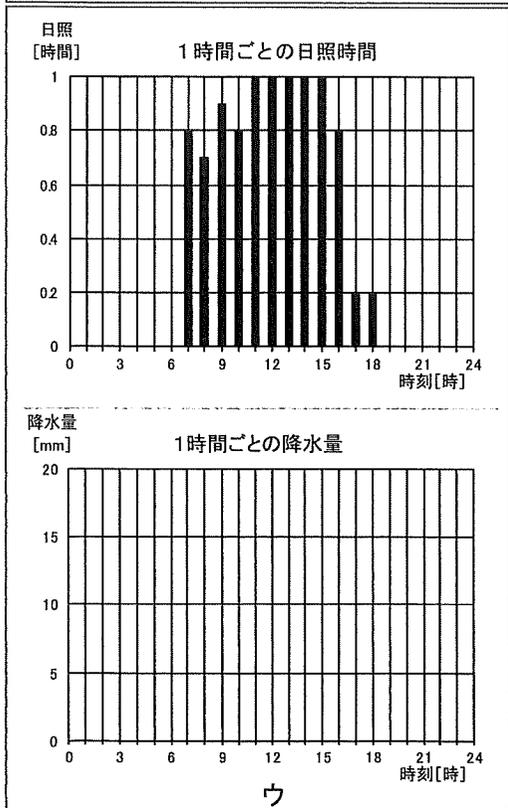
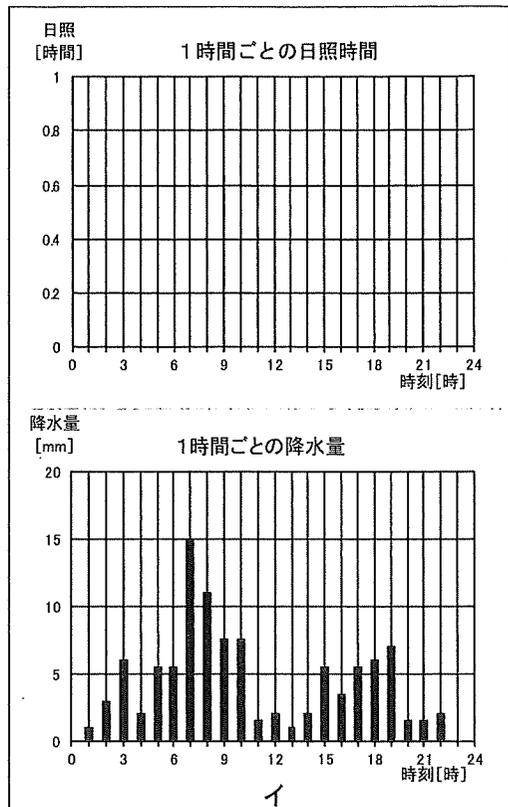
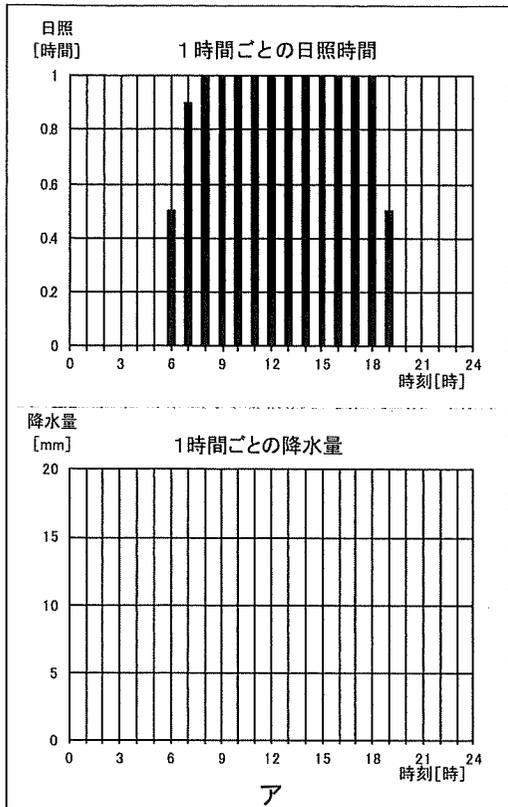
(気象庁のデータをもとに作成)

問1 AとBに対応するグラフを右ページのア～エの中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

問2 次の文中の空欄 (a) に当てはまる記号を右ページのア～エの中から1つ選び、(b) に当てはまる語句として最も適するものを次のオ～キの中から1つ選び、それぞれ記号で答えなさい。

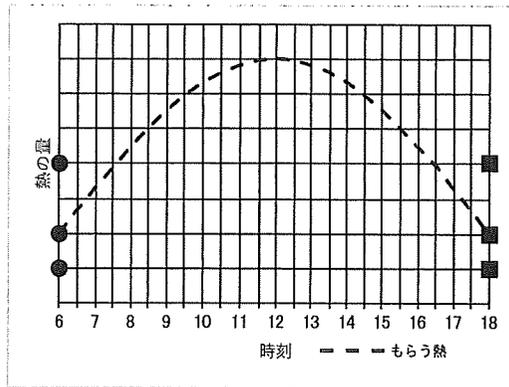
オ 晴れ カ くもり キ 雨

CとDは連続する2日間で、気温の変化の様子は似ていますが、最低気温はCの方が高くなっています。この点に注目すると、Cに対応する日照時間と降水量のグラフは(a)であり、Cの日の夜間(日の出前)の天気は(b)であったと考えられます。



(気象庁のデータをもとに作成)

問3 大気は太陽から熱をもらう一方で、大気からは熱が常に出ていきます。もらう熱の方が多きときは気温が上がり、出ていく熱の方が多きときは気温が下がります。Dの日の6時～18時の間に、大気が太陽からもらう熱の量が、下のグラフ(---)のように変化していたとします。この日の6時～18時の間に大気から出ていく熱の量を表すグラフのおおよその様子を、気温の変化に注意して実線(—)で示しなさい。なお、6時には●のどれかを、18時には■のどれかを通してものとします。



II 太郎君は、ある崖で図1のように砂岩と泥岩が交互に重なった地層を観察しました。図2は図1の四角で囲んだ部分のくわしいスケッチです。砂岩層Bに注目すると、泥岩層Cとの境界では粒の大きさが急激に変化しているのに対し、泥岩層Aとの境界ではB層からA層に向かって粒の大きさがだんだん小さくなっているのが観察されました。

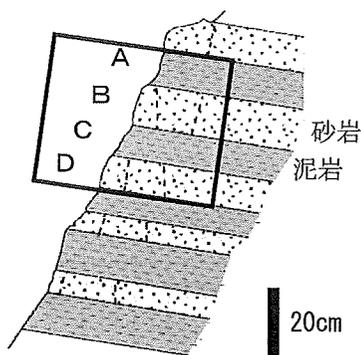


図1 崖に見られる地層の様子

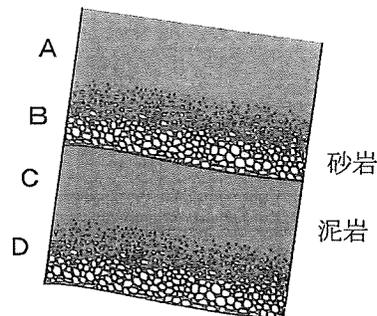


図2 地層中の粒の大きさの違い
(大きさの違いは強調されています)

次の会話文は、太郎君が先生に地層（図1，図2）のでき方を質問したときのものです。

太郎：このような地層はどうやってできたのでしょうか。

先生：一般的に海底で堆積する粒の大きさは海岸からの距離や海の深さで違えますね。

太郎：それなら水深の変化が何回も繰り返すのであればいいですね。潮の満ち引きで説明できませんか。

先生：その考えで図2で観察した粒の大きさの変化の様子は説明できますか。

太郎：潮が満ちて深くなる速さに比べ、潮が引いて浅くなる速さが非常に（a）ければ説明できそうですが、それはちょっと無理そうですね。

先生：そうですね。また、潮の満ち引きによる水深の変化は大きくても数m程度ですが、その程度の水深の変化では堆積する粒の大きさは一般にそれほど変化しません。

太郎：では、どうやってできたのでしょうか。

先生：それでは、次の【実験】をやってみてください。きっとヒントが見つかります。

【実験】

- ① 2 Lのペットボトルに2 cmほどの厚さに砂と泥を入れ、水で満たす。
- ② ペットボトルを振り、中の砂と泥が水の中でよく混合された状態にする。
- ③ その状態のペットボトルを机の上に置き、放置する。

太郎：【実験】の③の状態にして10秒ほど経つと、ペットボトルの底に砂がたまり、水がにごっている状態になりました。さらに1時間ほど放置すると、水にごりは少なくなると、ほとんど透明になり砂の上に泥の層ができていました。図2のB層からA層にかけて、そしてD層からC層にかけての様子とだいたい同じように見えます。堆積する粒の大きさがこのように変化するのは「粒の細かい泥は砂に比べて（b）」からと考えればよさそうですね。

先生：よく気がつきましたね。その通りです。実は【実験】の②のような状態は海底で地すべりが起こり、砂や泥が海底の斜面を流れ下る際にできることがわかっています。

太郎：そうすると図1のような地層は、普段は（c）が堆積しているところに、海底での地すべりに伴って砂や泥が巻き上げられた状態で流れ下ってくるのが何回も起こってできたと考えればうまく説明できますね。

問4 文中の空欄（a），（c）に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適するものを右のA～Eの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	ア	イ	ウ	エ
a	速	速	遅	遅
c	砂	泥	砂	泥

問5 文中の空欄（b）に適する文または語句を6～8字で答えなさい。

3

平面鏡での光の反射について考えます。気温や気圧に差がない空気中では光が直進しますが、図1のように平面鏡に入射するときは、図1の点線（入射点を通り平面鏡と垂直になる直線）と入射光線との角度（入射角と呼びます）と、図1の点線と反射光線との角度（反射角と呼びます）が等しくなるように進みます。なお、図1、図2、図4、図6の細かい線のマス目は縦横ともに等間隔に描かれています。また、平面鏡の厚さが描かれていますが、光は平面鏡の表面で反射します。

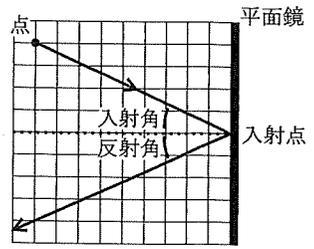


図1

図2は、点A₀から広がった光が、平面鏡での反射によって点A₁から広がったように進む様子を上から見た図です。この様子を図3のように立体的に考えると、平面鏡の手前にある点A₀は、平面鏡の中の点A₁にあるように見えます。このときの点A₁を点A₀の像と呼び、ここでは像A₁とします。

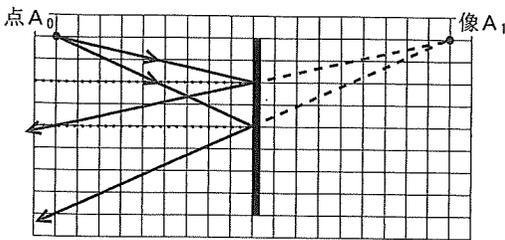


図2

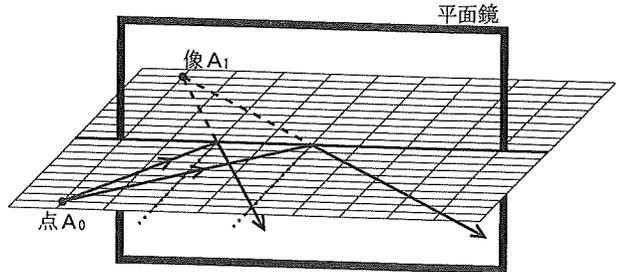


図3

問1 図4のように、点B₀、C₀はそれぞれ平面鏡から6マスずつ離れており、点B₀、C₀は平面鏡と平行な方向に8マス離れています。点B₀、C₀の平面鏡による像B₁、C₁を、解答用紙の図中に描きなさい。ただし、像B₁、C₁の位置にはそれぞれ小さな黒丸を描き、近くにB₁、C₁と書きなさい。

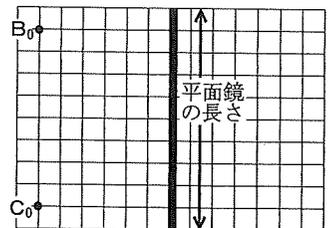


図4

問2 問1の像B₁、C₁を、点B₀から同時に見るためには、平面鏡の長さは最小で何マス必要ですか。最も近いものを1ケタの整数で答えなさい。

問3 「成」と書かれた紙面を、図5のように上下が変わらないように平面鏡に向け、平面鏡による像を見ると、「成」はどのように見えますか。最も適するものを次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

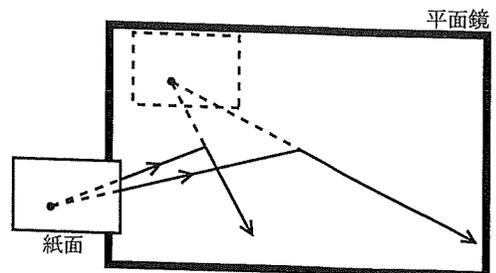


図5

ア 成 イ 𠄎 ウ 𠄎 エ 𠄎

図6は、平面鏡①、平面鏡②、点 D_0 を上から見た図です。点 D_0 から出ている、マス目より太い直線は、点 D_0 から出て平面鏡①に入射する光線のひとつを示しています。なお、図6では平面鏡の厚さが描かれていますが、解答用紙の図では平面鏡の表面だけが描かれていることに注意下さい。

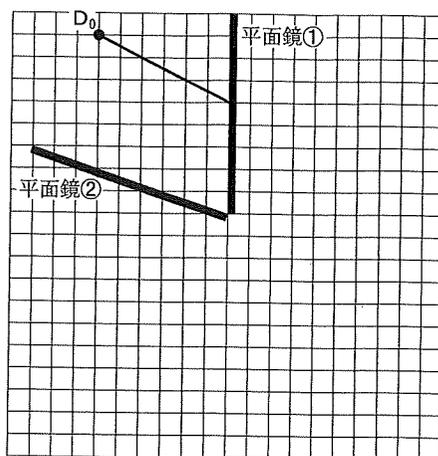


図6

問4 図6に示されている光線が、平面鏡①で反射して平面鏡②に入射するまで進む経路と、平面鏡②で反射してマス目の端^{はし}まで進む経路を、解答用紙の図中にそれぞれ直線で描きなさい。ただし、解答に用いた線は消さずに残しておきなさい。

問5 図6の点 D_0 から広がって平面鏡①で反射する光による像 D_1 の位置と、点 D_0 から広がって平面鏡①で反射した後に平面鏡②で反射する光による像 D_2 の位置を、解答用紙の図中に描きなさい。ただし、解答に用いた線は消さずに残しておき、像 D_1 、 D_2 の位置にはそれぞれ小さな黒丸を描き、近くに D_1 、 D_2 と書きなさい。

問6 図6の点 D_0 の位置に、平面鏡①の表面と平行に、「成」と書かれた紙面を上下が変わらないように、平面鏡①に向けて置きました。平面鏡①で反射した後に平面鏡②で反射する光による像を見ると、「成」はどのように見えますか。最も適するものを問3のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

このページは白紙です。問題はまだ続きます。

4

小鳥がどのような餌（エサ）を選ぶかを確認する実験をおこないました。はじめに、小鳥がエサ場に提示されたエサを取れるように訓練します。小鳥は止まり木からエサ場まで飛び移り（約0.5秒）、エサをくわえ、戻ってエサを食べるようになります。

2種類のエサを用意します。透明なラップに包まれた小さいエサ（重さ10 mg、小エサと呼びます）と、ラップに包まれていない大きいエサ（重さ20 mg、大エサと呼びます）の2種類です。小鳥がエサを取りに行き、食べ終わるまでにかかる時間を、ここではエサの処理時間と呼びます。小エサの処理時間は、ラップを外してエサを取り出すための時間に個体差があり、個体Pが8秒、個体Qが11秒でした（表1）。大エサの処理時間は、エサを砕いて食べる個体Pは16秒、エサをそのまま飲み込む個体Qは6秒でした（表1）。

表1 エサの処理時間

	小エサ (10 mg, ラップあり)	大エサ (20 mg, ラップなし)
個体P	8秒	16秒
個体Q	11秒	6秒

エサの提示は、大エサと小エサを交互に、「大、小、大、小、・・・」のようにおこないます。1つのエサを提示し、次のエサが提示されるまでの時間間隔は、実験条件1が20秒で、実験条件2が2.5秒です。小鳥がエサを処理中でも、エサは同じ時間間隔で提示されます。このため小鳥は処理中に提示されたエサは取れず、見送ることになります。

ここでは、各条件で個体P、Qが決まったルールでエサを食べ続ける場合（モデルケース）について考えます。図1に、実験条件1におけるモデルケースとして、エサの提示とエサの取り方の関係が示されています。図1の上段にエサを提示するタイミングが示され、下段に、個体P、Qについて、エサの処理時間が示されています。個体P、Qともに、処理時間よりもエサを提示する時間間隔が長いので、提示されるエサを見送ることなく、すべてのエサを食べることができます。

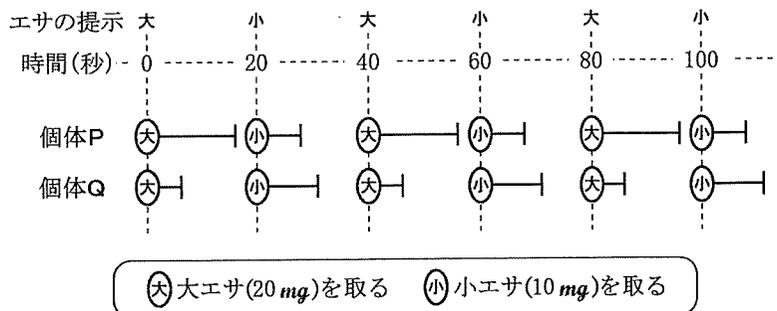


図1 エサの提示とエサの取り方（実験条件1におけるモデルケース）

図2に、実験条件2におけるモデルケースとして、エサの提示とエサの取り方の関係が示されています。個体P, Qについて、図2の a, dは大エサから取り始めてエサを大小交互に取る場合、b, eは大エサだけを取る場合、c, fは小エサだけを取る場合が示されています。

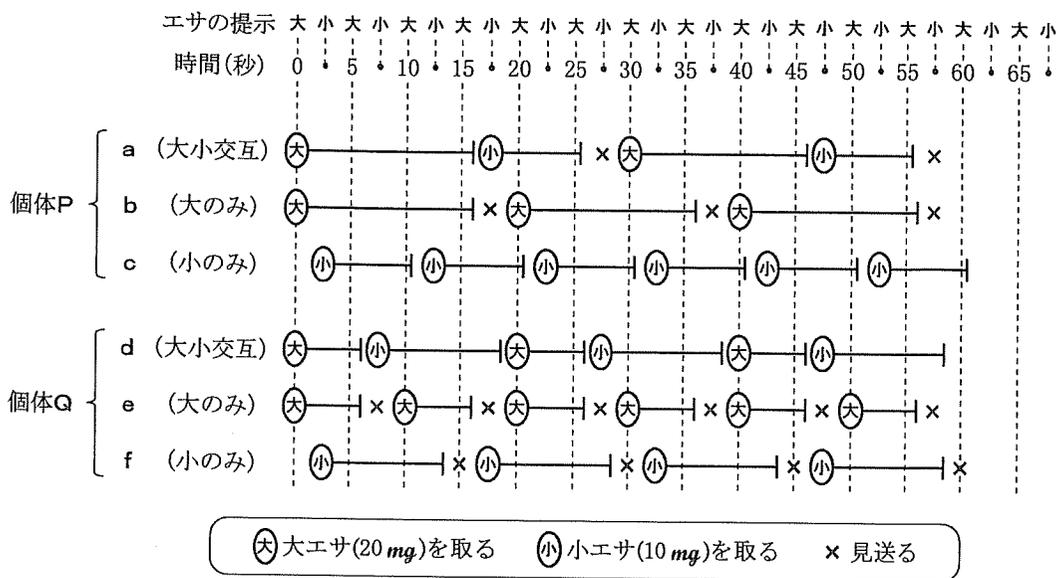


図2 エサの提示とエサの取り方 (実験条件2におけるモデルケース)

問1 図2の個体Qによるエサの取り方d, e, fそれぞれについて、60秒間で得られるエサの重さ(mg)を計算しなさい。ただし、1個目のエサが大エサのときは図2の0~60秒の60秒間を、1個目のエサが小エサのときは2.5~62.5秒の60秒間を範囲とします。処理時間内に60秒間の終了時間を迎えた場合、処理中のエサを数えないこととします。

ここからモデルケースではなく、実験条件1, 2で小鳥にエサを取らせる実験をおこない、それぞれ実験1, 実験2とします。各実験は、あらかじめ空腹状態にしておいた小鳥でおこない、小鳥がエサを10個取ると1セットの実験は終わりです。実験1, 実験2ともに、小鳥がエサの提示時間に慣れるための学習期間をとった後、それぞれ10セットの結果を合計し、表2に示しました。

表2 実験1, 2で小鳥が取ったエサの個数

	実験1	実験2
個体P	大エサ 52 個	大エサ 48 個
	小エサ 48 個	小エサ 52 個
個体Q	大エサ 51 個	大エサ 86 個
	小エサ 49 個	小エサ 14 個

問2 小鳥が取ったエサのうちの大エサの割合が、提示されたエサのうちの大エサの割合に近い結果（割合の差がプラスマイナス10%以内）が得られた実験はどれですか。当てはまる実験をすべてあげたものを、個体P、Qそれぞれについて次のア～エの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 実験1のみ イ 実験2のみ ウ 実験1と実験2
エ 当てはまる実験はない

問3 モデルケースの検討と表2の実験結果を踏まえ、次の文の空欄に最も適する文を、(1)および(3)については下の〔選択肢①, ③〕のA～ウの中から、(2)および(4)については下の〔選択肢②, ④〕のエ～キの中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

個体Pにおいて、実験2で小鳥が(1)のは、(2)ためであると考えられる。一方、個体Qにおいて、実験2で小鳥が(3)のは、(4)ためであると考えられる。

〔選択肢①, ③〕

- ア 大エサを多く取った イ 小エサを多く取った
ウ 大・小のエサをほぼ同じ割合で取った

〔選択肢②, ④〕

- エ 食べることができるタイミングで提示された大エサを見送ることで、同じ時間で食べるエサの重さがより重くなる
オ 食べることができるタイミングで提示された小エサを見送ることで、同じ時間で食べるエサの重さがより重くなる
カ 大・小のエサを同じ割合で取ることで、同じ時間で食べるエサの重さがより重くなる
キ 大・小のエサを同じ割合で取る場合、大エサだけ取る場合、小エサだけ取る場合、いずれの取り方でも、同じ時間で食べるエサの重さに差がない

このページより後ろは白紙です。

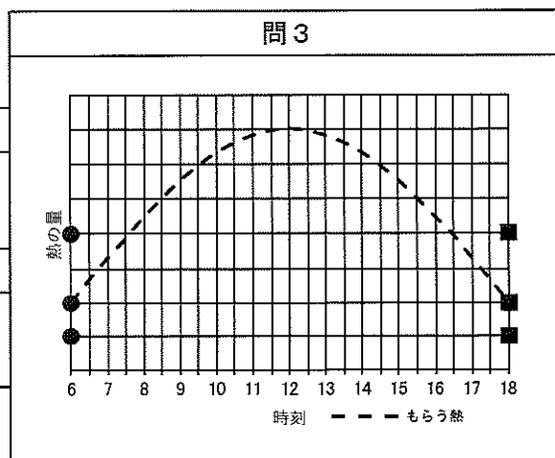
受験番号	氏 名

1

問 1	問 2	問 3	問 4	問 5
問 6	問 7			

2

問 1		問 2	
A	B	a	b
問 4	問 5		



3

問 1		問 4・問 5	
問 2	問 3	問 6	
マス			

4

問 1			問 2	
d	e	f	個体 P	個体 Q
mg	mg	mg		
問 3				
①	②	③	④	