

令和8年度 帰国生入学試験
帰国生③ 入学試験問題

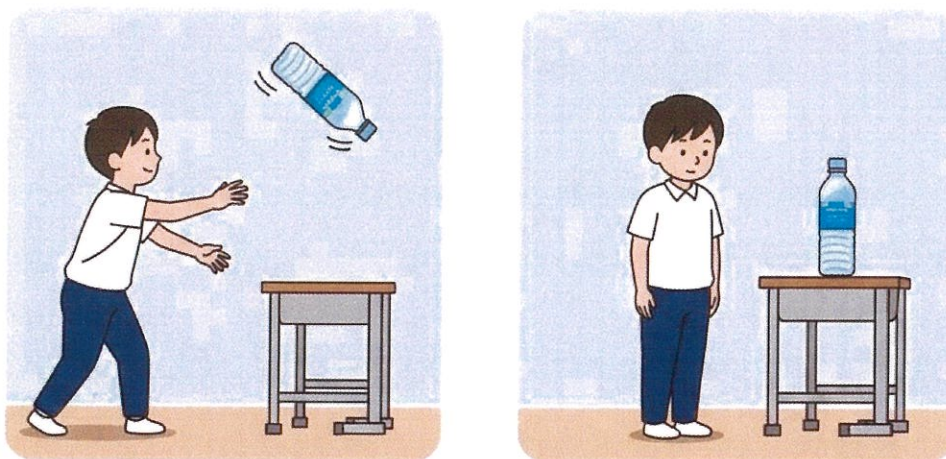
理科

注意

1. 答えは解答用紙のきめられたところに書きなさい。
解答らんをまちがえると、得点になりません。
2. 解答用紙に受験番号を書きなさい。
3. 試験時間は30分です。

昭和学院中学校

①「ボトルフリップ」という遊びを知っていますか？ペットボトルに少しだけ水を入れ、くると回転させて、底面でぴたりと立たせる遊びです。この遊びは、運や偶然のように見えますが、実はとても奥が深い科学の秘密が隠されています。ボトルフリップがなぜ成功するのかを、理科で習ういくつかの大切なルールを使ってくわしく見ていきましょう。



物が回転するときにはたらく大切なルールがあります。それは、一度回転し始めた物体は、基本的に、その回転の勢いを一定に保ち続けるというものです。ボトルフリップでは、ボトルが手をはなれてから地面に着地するまでの間、ボトルはこのルールに従っていると考えられます。一方で、フィギュアスケートの選手のスピンを思いうかべてみましょう。まず、選手が回転しながらうでを大きく広げると、回転はゆっくりになります。次に、そのうでを体に引きつけると、回転の速さは一気に速くなります。このように、同じ重さの体でも、重たい部分が回転の中心から遠くにあるときには回転しにくく、近くに集まるときには回転しやすくなるのです。ボトルフリップで起きることは、このスピンの逆です。フィギュアスケート選手がうでを引きつけて回転を速くするのに対し、ボトルフリップでは、中の水の動きによって、空中で回転がおそくなります。この回転をおそくするはたらきこそが、成功のかぎなのです。

ボトルフリップは、実際にはもっと複雑な動きをしていますが、以下のように簡単なモデル化をして考えてみましょう。

1. 投げ上げるとき

まず、ボトルを投げる人が、ボトルを投げ上げるのと同時にボトルを回転させます。このとき、ボトル全体が空中に飛んでいく動きと、くるくると回る動きが始まります。

2. 空中にあるとき

ボトルが空中で回転すると、水が回転の中心からはなれて広がります。水が回転の中心からはなれて広がると、ボトル全体の重さのバランスが変わります。フィギュアスケート選手がうでを広げると同じような状態となり、ボトルの回転の速さは自然とおそくなります。

3. 着地するとき

ボトルフリップの最終段階は、地面にうまく着地して、たおれずに立ち続けることです。着地に成功するためには、着地の直前にちょうどいいタイミングでボトルの底面が地面に近づいている必要があります。また、ボトルが地面にぶつかる直前、上の方にあった水が勢いよく底に落ちてきます。この水の動きが、地面からボトルがはね返ろうとする動きを打ち消してくれるため、ボトルはほとんどはね返らずに、安定して着地できるのです。

着地後、水はボトルの底に集まっています。これにより、ボトル全体の重さの中心が低い位置になるため、わずかな揺れや傾きがあっても、倒れにくくなります。

(1) ボトルを投げてから着地するまでの間、回転の様子は次のように変化したとします。手を離した直後の 0.10 秒間は 1 秒あたり 540 度のわりあい^{はな}で回り、その後は回転がおそくなり、1 秒あたり 300 度のわりあい^{はな}で回り続け、着地と同時に停止しました。投げてから着地までにちょうど 270 度回転したとき、空中にいる時間は何秒になるか答えなさい。

(2) ボトルフリップの「着地するとき」の段階では、水がボトルの底に集まることで「重さの中心が低い位置になるため、わずかなゆれやかたむきがあってもたおれにくくなります」と説明されています。これと同じように、重さの中心を低くすることで安定性が増す現象の例として最も適切なものはどれか、次のア～クから 1 つ選び符号を答えなさい。

ア フィギュアスケートの選手が腕^{うで}を広げてスピンする。

イ 荷物をたくさん積んだトラックが、高い位置に荷物を積んでいる。

ウ スキーヤーが急斜面^{きゅうしゃめん}を滑^{すべ}るときに、体をまっすぐに伸ばす^の。

エ だるま落としで、一番下の部分を強く叩^{たた}く。

オ バランスボールに乗るときに、体を高く持ち上げる。

カ 体操選手が平行棒の上で回転する。

キ バasketボールをドリブルするとき、高くボールを弾^{はず}ませる。

ク 船の底にあえて重りを入れる。

(3) ボトルフリップの成功において、ボトルの中の「水」が重要な役割を果たすと説明されています。もし中の水を凍らせ、ボトルを同じように投げた場合、液体の水を入れたボトルと比べて回転の様子や着地はどうなると考えられるか答えなさい。

- (4) ボトルフリップの成功に最適な水の量は、ボトルの容量の 20%から 40%の範囲にあると言われています。もしこの量より多くの水を入れた場合、考えられる結果とその理由のうち最も適当なものを次のア～オから 1 つ選び符号を答えなさい。
- ア 水の量が増えて重さの中心が低くなるため、着地後の安定性が低くなり、成功しにくくなる。
- イ 水の量が増えて重さの中心が高くなるため、着地後の安定性が低くなり、成功しにくくなる。
- ウ 水がボトルの中で大きく動くため、回転が速くなりすぎて、着地が不安定になり、成功しにくくなる。
- エ 水の量が多くなると、ボトル全体の重さが均一になり、回転中の動きが安定し、成功しやすくなる。
- オ 水がボトルの中で動く範囲が広がり、ボトルの回転の速さが遅くなるため、成功しやすくなる。

2 昭和くんは水と氷が入ったコップをながめていると、不思議なことに気づきました。昭和くんとお父さんの次のやりとりを読み、あとの問題に答えなさい。

昭和くん：お父さん、水も氷も同じ水なのに、なんで氷は水に浮かぶのかな？

お父さん：いいところに目をつけたねえ。氷が浮かぶ理由を調べるには『どれくらい重いものがどれくらいの大きさに詰まっているか』を比べる必要があるんだ。1センチメートル四方のサイコロ1個分の水はだいたい1 g だよ。これは中学校で習う『密度』という量につながるんだけど、今日は『1立方センチメートルあたりの重さ』として考えよう。たとえば水は1 cm³ あたり 1 g、氷は同じ大きさでも 0.92 g なんだ。

昭和くん：へえ、同じ体積でも重さがちがうんだ。じゃあ①実験で調べてみよう！

お父さん：お、正確に計算できたね。ところで見てごらん。この本には水以外の物質の密度ものっているぞ。

物質	状態	密度 (g/ cm ³)
水	液体	1.00
氷	固体	0.92
エタノール	液体	0.79
エタノール	固体	0.94
鉄	液体	6.98
鉄	固体	7.87

昭和くん：うわーすごい。じゃあ②こんな実験をしたらどうなるのかなあ。

お父さん：それは、とっても面白い発想だね。実際にやるのは難しいけど、密度の表を参考にすればどうなるかわかるね。

昭和くん：③鉄の密度ってすごく大きいんだなあ。液体の中で鉄球を氷みたいに浮かせることってできるのかなあ。

お父さん：密度の^{ちが}違いを活用すれば、そんなこともできるかもしれないね。

昭和くん：でも、どうして液体と固体では体積が変わるんだろう。

お父さん：ビー玉と箱のモデルで考えてみようか。例えば、液体のエタノールはこんな感じ。④じゃあ、これを固体にすると、ビー玉と箱はどうなるかな？お父さんのヒントをもとに考えてごらん。

昭和くん：密度って^{おく}奥が深くて面白いなあ。ますます理科が好きになっちゃった。

(1) 下線部①で、昭和くんは、氷の『 1 cm^3 あたりの重さ』が 0.92 g であることを使って、水を凍らせたときの体積の変化を調べた。

手順 1：容器にちょうど 100 cm^3 の水をはかりとり、重さを量った。

手順 2：水を冷凍庫で凍らせ、容器から氷を取り出して氷だけの重さを量った。

氷の重さは水のときと変わらず 100 g であった。

手順 3：氷の体積を求めるために、氷の重さと 1 cm^3 あたりの重さ 0.92 g を利用した。

このとき、氷の体積は何 cm^3 になるか。計算して求めなさい。ただし、割り切れない場合は小数第一位を四捨五入し、整数で答えなさい。

(2) 下線部②で、昭和くんは次のような実験を考えた。下の図1のように、ビーカーに球状の氷が入っている。ここに液体のエタノールを静かに注いだ直後のビーカー内の氷のようすはどのようなになるか。次のア～エから1つ選び符号を答えなさい。

ア 氷は液体の中心付近まで浮かび、そこでゆらゆらと動く。

イ 氷はしずんだままで変化がみられない。

ウ 氷は上がってきて、液体の表面からすこしだけ出る。

エ 氷は液体の中を浮いたりしずんだりする。

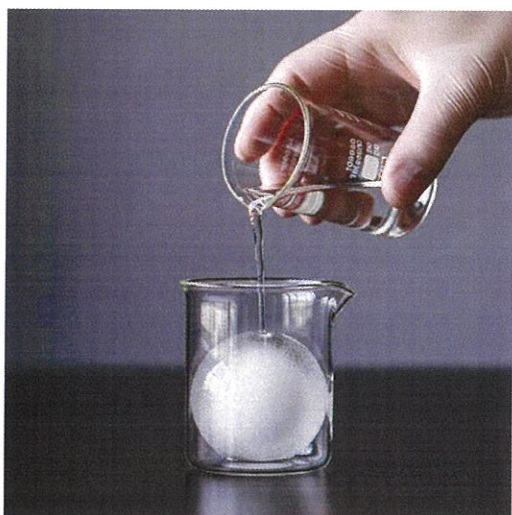


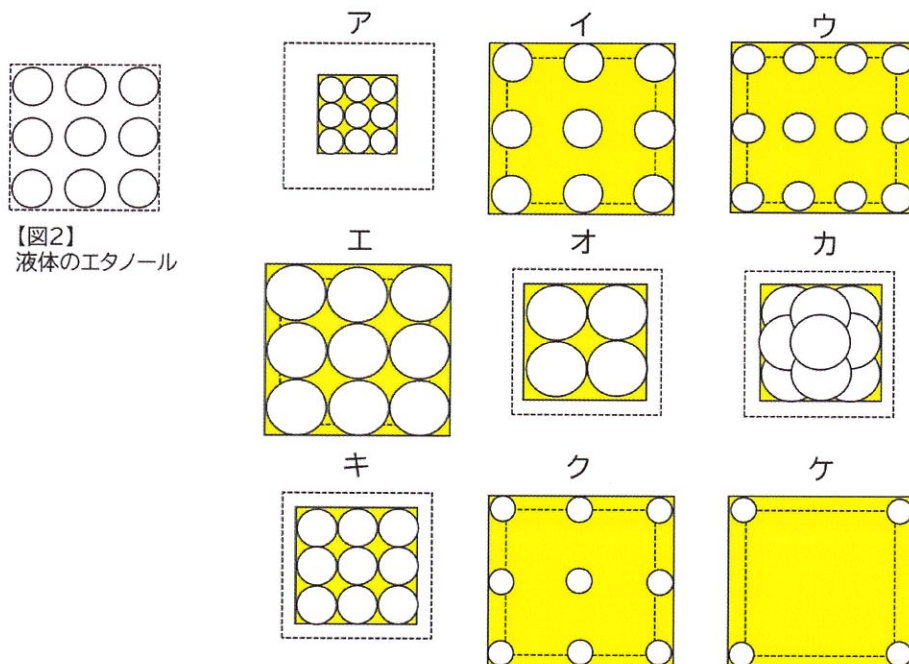
図1

(3) 下線部③で、昭和くんは次のような実験を考えた。球状の鉄が入ったビーカーがある。ここに液体を入れて鉄を浮かせるためには、どのような液体を注ぎ入れればよいか。簡潔に答えなさい。

- (4) 下線部④に関して、図2は液体のエタノールを9個のつぶで表したものである。図2の液体のエタノールを固体にしたときの体積のようすを表したものを、「お父さんのヒント」を参考に、以下のア～ケから1つ選んで符号で答えなさい。なお、点線で囲んだ部分は液体のエタノールの体積を示し、黄色の塗りつぶしの部分は固体のエタノールの体積を示している。

【お父さんのヒント】

水やエタノールなど、全てのものをつくっているのは小さなつぶであり、お父さんはそれを白い丸で表したよ。この点線の四角は液体のエタノールの体積、黄色にぬりつぶした四角は固体のエタノールの体積を表しているよ。液体ではエタノールのつぶはすき間があるように並んでいて、それらが広がっている範囲が体積なんだ。つぶの並び方やつぶ同士のきよりにによって、体積が変わるんだ。また、固体から液体に変化したり、液体から固体に変化したりするときには、つぶの数や大きさは変わらないよ。



【図2】
液体のエタノール

③植物は、特別な^{にお}匂いの成分を使って、まるで会話するように他の生き物とやりとりをしています。それは、敵を追い^{はら}払い、味方を呼び寄せる植物たちの「言葉」です。ここでは、植物たちの不思議な会話を、人間の言葉に置き換^かえてのぞいてみましょう。

登場生物

- ・ キャベリン (キャベツ：野生種)
- ・ たまちゃん (キャベツ：栽培種^{さいばいしゅ})
- ・ コナたろう (コナガ：キャベツを狙^{ねら}う害虫)
- ・ ハチえもん (サムライコマユバチ：コナガの天敵)

ここは人の管理するキャベツ畑。そのすぐ近くに偶然、野生種のキャベツが根付いて成長し、ちょうど同じ年ごろの栽培種のキャベツと何かお話をしています。植物は何かトラブルが起きたときでなくとも、空気中に匂いの成分を出しているのです。これがキャベツの交わす言葉かもしれません。



キャベリン：いい天気ね

たまちゃん：そうね。それにしてもアナタの葉っぱ、ずいぶん散らかってない？

キャベリン：え？散らかるってなによ。①葉^{ふつう}っぱは普通こう開いているものでしょ。そんなピッチリ丸まってるあなたのほうが変よ。

たまちゃん：何言ってるのよ。この丸くて美しいフォルム、長年の努力の証よ！（努力したのは人間です）。

キャベリン：あ！たまちゃんの後ろに何か虫がいる！！

たまちゃん：え？うそ！？いやー！

コナたろう：おお、うまそうなキャベツがいっぱいあるじゃないか。どれをいただいちゃおうかなーと

たまちゃん：・・・

キャベリン：こっちこないで！

コナたろう：こっちのボサボサのやつを、いただきますーす。

キャベリン：いやー！やめてー！

コナたろう：ムシャムシャ。あーうまい！

たまちゃん：え！？キャベリン、食べられてる！？

キャベリン：やーめー！・・・じゃない。こういうときこそ落ち着いて。何よ葉っぱの一枚くらい、くれてやるわ！どうにかしなきゃ。コナガに食べられたときに唱える魔法の呪文、なんだっけ・・・？

コナたろう：うまいなー。キャベツが何を叫んでも俺は気にならないもんねー

キャベリン：②ピネン サビネン ヘプタナール ヘキセニルアセテート！！！！

コナたろう：は！？ピネ…ヘキセ？？？なんだって！？お前、今何を叫んだんだ？・・・いきなり呪文みたいの叫ぶから、呪いでもかけられたかと思ったじゃねーか。あーびっくりした。何にも起こらないじゃん。さあ、食事再開♪

(はるか上空)

ハチえもん：今の声は・・・もしかして私を呼ぶ声？



(キャベツ畑)

コナたろう：ムシャムシャ

キャベリン：うう・・・このままじゃ私の葉っぱが・・・

ハチえもん：君はコナガだな！私の標的じゃないか。君の人生もこれでおしまいだ。

コナたろう：え！？ええええ！？なんでお前がこんなところに。葉っぱに隠れて俺のことなんて空からじゃ見えるわけが・・・どうしてここが分かった！？

ハチえもん：そこのお嬢さん（キャベツ）のSOS信号が聞こえてね。

コナたろう：さっきの呪文、俺を追い払うためじゃなくて、まさかこいつ（ハチ）を呼ぶために！？なんてしたたかな策を。

ハチえもん：さらばコナたろう！

(コナガを^{ひとさ}一刺しし、飛び去るサムライコマユバチ)

たまちゃん：よかったね。助けてもらえて。でもあれ、本当にキャベリンが呼んだの？

キャベリン：そうだよ。昔々から、私たちキャベツとサムライコマユバチは助け合っているんだ。

たまちゃん：私にもできるかな。ピナ…ピメ…プネン…あれ？さっき聞いたばかりなのに言えない。

キャベリン：もしかしてたまちゃん、②品種改良されている間にSOS信号が出せなくなったんじゃない？

たまちゃん：そうかも。私たち栽培種は何か無防備で弱っちいね。

キャベリン：そんなこと無いでしょ。「人が大切に守ってくれる」っていう^{みりょく}魅力を持っているんだから、とっても強いと思うよ。

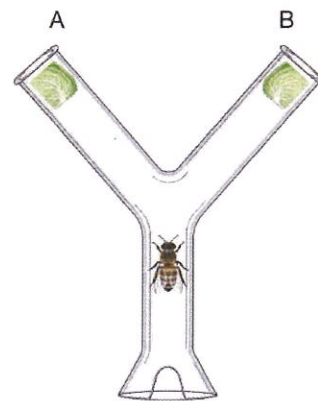
キャベリンの言う通り、植物たちはそれぞれの方法でたくましく生きています。そして、彼女たちの『声』に耳を傾けることで、人間もまた新たな可能性を見出そうとしています。近年の研究では人工的に α -^{あるふあ}ピネン、サビネン、^{えぬ}n-ヘプタナール、(^{ぜつと}Z)-3-ヘキセニルアセテートの混合液を用いてサムライコマユバチをおびき寄せ、コナガの発生を減らすことに成功しました。こうしたはたらきを効果的に活用する手段が、新しい農業の道として注目されています。

【参考文献】

Uefune, Masayoshi, *et al.* "Targeting diamondback moths in greenhouses by attracting specific native parasitoids with herbivory-induced plant volatiles." *Royal Society Open Science*, vol. 7, no. 11, 2020, p. 201592.

(1) 下線部①について、キャベツの野生種では、葉が丸まっているより開いているほうが「普通」である理由として、開いた葉は生育においてどのような有利なことがありますか。簡潔に説明しなさい。

(2) 下線部②のキャベツが作り出したサムライコマユバチを呼び寄せる成分について、2つの仮説が考えられます。1つは相手によらず食べられたことに対して危機を伝える信号、もう1つはコナガに食べられたということを特定して危機を伝える信号です。これを明らかにするために、Y字管オルファクトメーターという器具が実験に用いられます。これはサムライコマユバ



チが通れるほどのY字のガラス管の先にそれぞれ別のサンプルを置き、どちらを好んで進むかを実験で調べるための道具です。実験条件は以下の通りとします。ただし、コナガとモンシロチョウの幼虫がかじって傷つけた葉は同じ程度だとします。また、栽培種はSOS信号を全く出すことができないものとします。実験では何匹かのサムライコマユバチを準備して、AとBどちらが多く選ばれるかを調べることで、どんな成分がサムライコマユバチを呼び寄せているのかを明らかにします。

- ① 「相手によらず食べられたことに対して信号を出す」という仮説が正しい場合、上記の実験条件で A が B よりもよく選ばれる組み合わせはどれだと考えられるか、次のア～コから 6 つ選び符号^{ふごう}を答えなさい。
- ② 「コナガに食べられたことに対して信号を出す」という仮説が正しい場合、上記の実験条件で A が B よりもよく選ばれる組み合わせはどれだと考えられるか、次のア～コから 4 つ選び符号^{ふごう}を答えなさい。

ア A. コナガがかじった野生種キャベツ / B. モンシロチョウの幼虫がかじった野生種キャベツ

イ A. コナガがかじった野生種キャベツ / B. 傷ついていない野生種キャベツ

ウ A. コナガがかじった野生種キャベツ / B. コナガがかじった栽培種キャベツ

エ A. コナガがかじった野生種キャベツ / B. モンシロチョウの幼虫がかじった栽培種キャベツ

オ A. モンシロチョウの幼虫がかじった野生種キャベツ / B. 傷ついていない野生種キャベツ

カ A. モンシロチョウの幼虫がかじった野生種キャベツ / B. コナガがかじった栽培種キャベツ

キ A. モンシロチョウの幼虫がかじった野生種キャベツ / B. モンシロチョウの幼虫がかじった栽培種キャベツ

ク A. コナガがかじった栽培種キャベツ / B. 傷ついていない野生種キャベツ

ケ A. モンシロチョウの幼虫がかじった栽培種キャベツ / B. 傷ついていない野生種キャベツ

コ A. コナガがかじった栽培種キャベツ / B. モンシロチョウの幼虫がかじった栽培種キャベツ

(3) 下線部③について、キャベツの栽培種は害虫に食べられたときに SOS 信号を出す能力が野生種より弱くなっています。この原因は人間が長年にわたって行ってきた「品種改良」であると考えられます。では、なぜ栽培種のキャベツはそうになってしまったのか、考えられる理由を次のア～ケから 3 つ選び符号を答えなさい。

- ア SOS 信号のもとになる物質は、人間には苦味や辛味^{からみ}として感じられたため、味のよいものだけが人間に選ばれたから。
- イ 無農薬で育て続けたことで、キャベツ自身が SOS 信号の出し方を忘れてしまったから。
- ウ ^{ぼうぎょ}防御にエネルギーを使う個体よりも、そのエネルギーを成長に使って、より大きく、より早く育つ個体が人間に選ばれたから。
- エ コナガの天敵のハチは、実はキャベツの葉も食べてしまう、ただの害虫だったことがわかり、ハチの寄り付かない個体を人間が選んだから。
- オ 害虫に強い葉は、人間にとっても繊維^{せんい}が多くて硬く^{かた}、食べにくかったため、柔らかい^{やわ}葉を持つ個体が人間に選ばれたから。
- カ SOS 信号は、空気よりも重い気体であるため、地面にたまってしまい効果がなかったから。
- キ キャベツ自身が、農薬に守ってもらう方が楽だと考え、SOS 信号を出すのをやめたから。
- ク 天敵のハチを呼び寄せると、そのハチを狙^{ねら}うさらに大きな鳥などが集まり、畑^あが荒らされたから。
- ケ SOS 信号の匂いは、人間にとっておいしそうな匂いであり、優先して育てられたから。

4 ある地域の地下のようすを調べるため、ボーリング調査をしました。図1は、その調査地点のA～Dを示した地図で、実線は等高線で数字は標高を示しています。図2はそのボーリング調査の結果を示しています。また、表1は調査地点A～Dの緯度と経度を示しています。このあたりでは地層に大きな力がはたらいて地層が曲がったり、ずれたりすること（断層）がないことはわかっています。また、地層は平行に重なっています。あとの間に答えなさい。なお、A・B間の距離は100 m、A・C間の距離は100 m、C・D間の距離は200 mとします（注：図1の地形や図2の地層は実際のものではありません）。

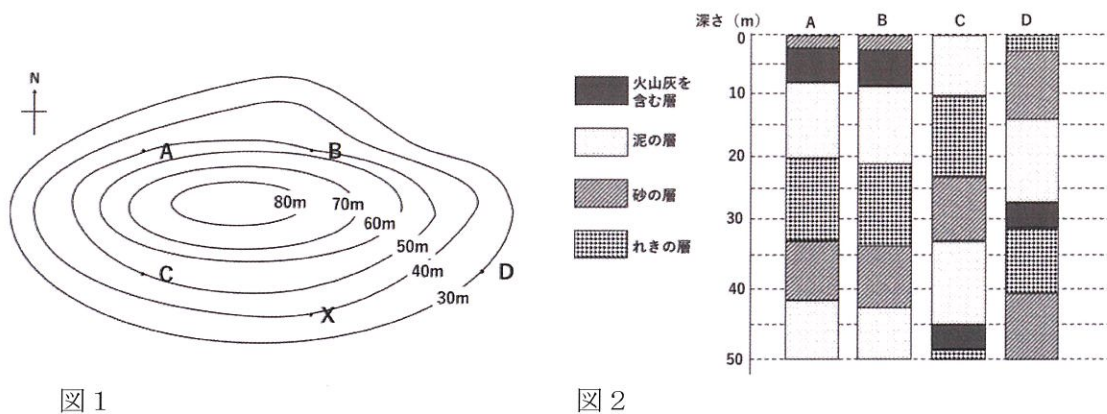


表 1

図1の場所	緯 度	経 度
A	北緯 35.71361	東経 139.82790
B	北緯 35.71361	東経 139.82900
C	北緯 35.71271	東経 139.82790
D	北緯 35.71271	東経 139.83010

(1) 図1の地域は図2の地層の状態からみて、どのような変化をした土地と考えられますか。次のア～エから1つ選び符号を答えなさい。

ア 南から北側に向かって10 mあたり1 mずつ高くなっている

イ 東から西側に向かって10 mあたり1 mずつ高くなっている

ウ 北から南側に向かって10 mあたり1 mずつ高くなっている

エ 西から東側に向かって10 mあたり1 mずつ高くなっている

(2) 図2の地層が形成される時代の中で、火山の噴火^{ふんか}が何回あったことが分かりますか。次のア～エから1つ選び符号を答えなさい。

ア 0回 イ 1回 ウ 2回 エ 3回

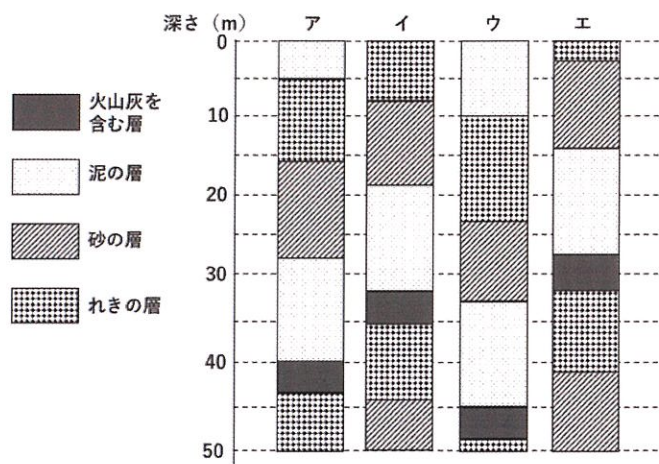
(3) 右の写真は、この地層からみつかった岩石です。このような岩石を何岩といいますか。



— 1 cm

- (4) 図1のXの地点の地層のようすとして、最も適切なものを下のア～エから1つ選び、符号で答えなさい。

なお、XはBと同じ経度で、BとXの間の距離は150 mとします。



- (5) 表1の緯度と経度の情報を使って、地球の1周の距離を計算してみようと考えました。下の文はその方法について書いています。文中の①～④に入る適切な言葉や数字を、それぞれ { } 中のア～エから1つ選び符号を答えなさい。

『地球が完全な球体であったと仮定して、緯度と経度の情報を使って、地球の1周の距離を計算してみました。表1の① { ア. A地点とB地点 イ. B地点とC地点 ウ. C地点とD地点 エ. A地点とC地点 } の② { ア. 緯度の差 イ. 経度の差 ウ. 緯度の和 エ. 経度の和 } をとると③ { ア. 0.0011 イ. 0.0009 ウ. 0.011 エ. 0.009 } 度になり、その間の距離が④ { ア. 10 イ. 1 ウ. 0.1 エ. 0.01 } kmとなります。地球1周では360度になるので、地球の1周の距離は40000 kmと計算できます。』

表1

図1の場所	緯 度	経 度
A	北緯 35.71361	東経 139.82790
B	北緯 35.71361	東経 139.82900
C	北緯 35.71271	東経 139.82790
D	北緯 35.71271	東経 139.83010