

1

陸上にいるほとんどの植物は、光合成（光を受けて、吸収した二酸化炭素と水を使って体の中で養分をつくること）によって、体をつくったり、活動のため

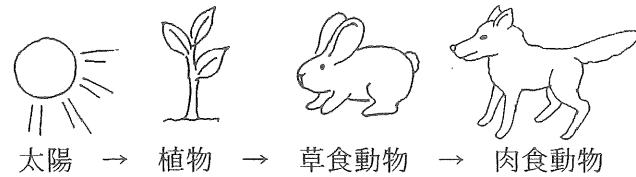


図1

めのエネルギーを得たりしています。ウサギのような草食動物は植物を食べ、オオカミのような肉食動物は草食動物などを食べ、それぞれ消化管で分解して取りこんで、体をつくったり、活動のためのエネルギーを得たりしています。物質とエネルギーの流れをまとめると図1のようになります。つまり、陸上にいる生物のほとんどが直接、間接を問わず植物の光合成にたよっているということになります。私たち人も非常に多くの種類の食品からエネルギーを得ていますが、どれももとをたどれば、植物の光合成によるものといえます。

問1 図1にみられるような「食べる」「食べられる」の関係でつながっていることを何といいますか。答えなさい。

海中で育つ動物であるサンゴ（図2）は動物でありながら、せっかい質のかたい骨格を持ち、ほとんど動いているように見えません。多くのサンゴは体内にいるゾーザンテラという光合成をする小さな生物と共生しています。ゾーザンテラは光合成に必要な材料（二酸化炭素など）をサンゴから受け取っています。サンゴはゾーザンテラがつくった養分を受け取って、体をつくったり、活動のためのエネルギーを得たりしています。サンゴはゾーザンテラを消化することはありません。「食べる」「食べられる」という関係でなく、たがいに利益を得ている関係なのです。また、このサンゴを食べるオニヒトデという動物もいます。つまり、〈サンゴ+ゾーザンテラ〉はまとめて図1の陸上の植物の立場にあると考えられます。



図2

問2 ゾーザンテラは単独で活動することもできますが、サンゴの体内にすることに利点があります。その利点として適当ではないものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 光合成に必要な二酸化炭素を、サンゴからもらっていること。
- イ. 光合成に必要な海水を、サンゴからもらっていること。
- ウ. 魚に食べられないよう、サンゴに守られていること。
- エ. サンゴの中にいるので、海の深いところに流されないこと。
- オ. サンゴの中だけで生活できるので、海中を泳ぐ必要がないこと。

海中の魚たちが得ているエネルギーも、もとをたどれば、光合成をするゾーザンテラのような小さな生物や海草だったりします。海の中でもエネルギーのほとんどが光合成なのです。

ところが、深海には光がまったくとどかず、そこでは光合成はできません。その深海には、光合成をエネルギーのもととしない生物たちが住んでいるところがあります。それは海底から熱水がふき出しているところです。ここにはチューブワーム（図3）という、浅い所にいるサンゴと同じようにほとんど移動しない動物がいます。この動物は口が無く、何かを食べるということはしていません。そのかわりに体内にいる小さな生物と共生しています。チューブワームは熱水からイオウをふくむ成分を、まわりの海水から二酸化炭素などを取り入れています。小さな生物は、チューブワームから受け取ったイオウをふくむ成分と二酸化炭素の反応から養分をつくっています。ただし、この反応は光合成と比べると、養分をつくる効率が非常に低くなっています。

チューブワームは小さな生物を消化せず養分を受け取って、体をつくったり、活動のためのエネルギーを得たりしています。チューブワームと小さな生物は「食べる」「食べられる」という関係ではありません。この付近には白いカニなどもたくさん住んでいます。白いカニを観察していると、チューブワームをちぎって食べていました。



図3

問3 チューブワームは動物ですが、消化管がありません。消化管が無くても生きていける理由を答えなさい。

問4 この深海における、陸上や浅い海での光合成のようなはたらきを、文中から20文字以内でそのままぬき出して答えなさい。

問5 この深海において、図1の植物の立場にあるものを答えなさい。

問6 陸上において、問4で答えたはたらきによって養分を得る生物は、光合成から養分を得る生物ほど多くありません。この理由として適当なものを次のア～オから2つ選び、記号で答えなさい。

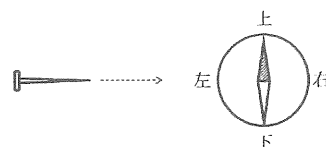
- ア. 材料であるイオウなどが地表に出ているところがとても少ないから。
- イ. 材料であるイオウなどが地表に出ているところがとても多いから。
- ウ. 陸上では水中よりも体を支えるための体のつくりを必要とするから。
- エ. 陸上には養分をつくるために利用できる酸素が少ないから。
- オ. 養分をつくる効率が光合成よりとても低いから。

私たちの身のまわりでは様々な所で磁石が利用されています。これらの磁石は、より磁石の力（磁力）が強い磁石を外側から近づけることによって作られています。①図1のように、2つの棒磁石を鉄くぎの両はしにつけてしばらく放置した後、磁石をはずした鉄くぎを方位磁針に近づけると方位磁針の針が動きます。ただし、棒磁石の斜線部はN極側、もう一方がS極側を表すこととします。



図1

問1 下線部①について、図1の鉄くぎを右図のように方位磁針に近づけると、方位磁針のN極はどちらを指しますか。右図の上下左右で答えなさい。



問1は、鉄くぎが強い磁力によって磁石になったことを示します。しかし、磁石をはずした状態でしばらく置くと、鉄くぎは磁石としての性質を失ってしまいます。また、鉄くぎの両はしにつける磁石をそれぞれ逆向きにすることで、磁石になる鉄くぎの極も逆にすることができます。なぜ強い磁力をかけると磁石になり、また、しばらくすると磁石の性質を失ってしまうのか、そして鉄くぎの極がなぜ自由に変えられるのかを調べるために、以下のA～Cのような実験を行いました。

A. 4本の棒磁石を用意し、これらをa～dのように固定しました（図2）。そして、それぞれのかたまりにクリップがどのくらいつくのかを調べました。aとb

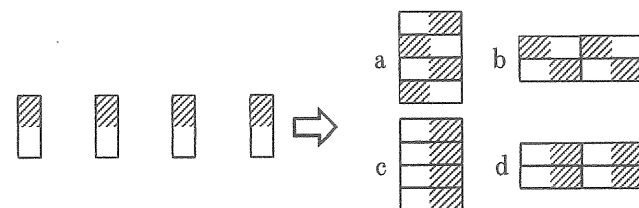


図2

のとき、クリップは左右両はしに多くつきましたが、その量は棒磁石1本だけのときより少なくなりました。一方でcとdのとき、クリップは左右両はしに多くつき、その量は棒磁石1本のときより多くなりました。また、固定をはずすと磁石が自ら向きを変え、aやbのように極の向きがバラバラな状態になり、そのまま安定しました。

問2 Aの実験からわかることを説明した次の文中の①と②に入る適切な語句を（ ）の中から記号で選び、正しい文を完成させなさい。

【説明文】cやdに比べて、aやbのときは、全体の磁力は①（ア. 強くなり イ. 弱くなり ウ. 変わらず）、cやdよりも②（エ. 安定な オ. 不安定な）状態になる。

B. はさみで切ることのできる棒磁石を用意し、細かく切りました。切った棒磁石はそれぞれその両はしが極となり、小さな棒磁石となりました。これらの棒磁石はどこまで細かく切っても、それぞれが棒磁石になりました（図3）。

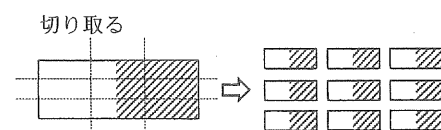


図3

C. 磁石を細かく切り、これらをひとまとめにしてケースに入れました。ケースをよく振ってからケースをクリップに近づけても、クリップは引き寄せられませんでしたが、細かく切った磁石に、ケースの外側から磁力の強い磁石をつけてケースを振ったあと、外側の磁石をはずしてからケースをクリップに近づけると、クリップはケースにつきましました（図4）。

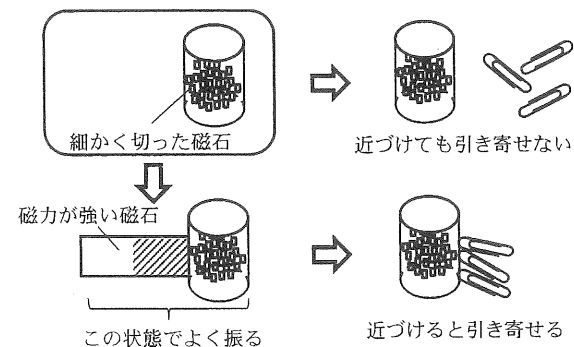


図4

また、再びこのケースを振ってからクリップに近づけると、クリップは引き寄せられませんでした。

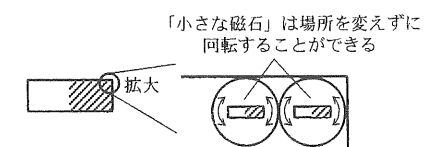


図5

B、Cの実験からわかるように、磁石や、磁石になりうるものは、細かくしていったときにも、磁石の性質を保ちます。さらに、これ以上ないほどに細かくしたときにも磁石の性質は保たれ、これを「小さな磁石」と呼ぶことにします。つまり、磁石や磁石になりうるものは、これらの「小さな磁石」（図5）が集まってできています。

「小さな磁石」には以下のような特徴があります。

- ・「小さな磁石」の磁力はそれぞれ同じ強さで、その強さは変化しない。
- ・「小さな磁石」はそれぞれ回転することができ、そのとき磁石や磁石になりうるもの自体の形や向きは変化しない。

問3 次の①と②について、「小さな磁石」という言葉を用いて説明しなさい。

- ① 磁石に近づけた鉄くぎは、なぜ磁石になるのですか。
- ② 磁石になった鉄くぎは、時間が経過するとなぜ磁石ではなくなるのですか。

問4 磁石をかなづちでたたくほど、その磁力は弱くなっていきます。この理由としてもっとも適当なものを次のア～オから選び、記号で答えなさい。

- ア. かなづちでたたくと、「小さな磁石」が磁石ではなくなるため。
- イ. かなづちでたたくと、「小さな磁石」の向きが変わってしまうため。
- ウ. かなづちでたたくと、「小さな磁石」が割れてしまうため。
- エ. かなづちでたたくと、鉄とは異なる物質が磁石内に入りこんでしまうため。
- オ. かなづちでたたくと、鉄にひびが入るため。

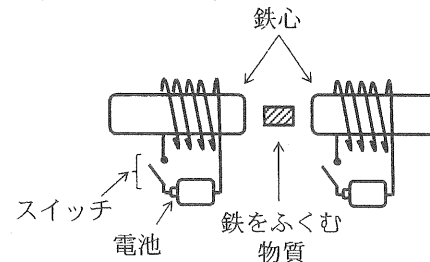
純粋な鉄は、磁石になっても、短時間で磁石ではなくなってしまう。②これに比べて、何らかの物質を混ぜた鉄は磁石として存在できる時間が長くなります。鉄に混ぜる物質としては、ネオジムが有名です。この物質を混ぜた鉄でできた磁石は、非常に強い磁力をもつ磁石の状態を保つことができます。また、磁石を作るためには、それ以上に強い磁力の磁石が別に必要ですが、現在では磁石を作るとき、外部に置く磁石として、おもにコイル（電磁石）が利用されています。電磁石の代わりにネオジム磁石を用いて磁石を作ることも可能です。

問5 下線部②について、何らかの物質の役割を説明する文章としてもっとも適切なものを次のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ア. 「小さな磁石」の向きを変えにくくする役割がある。
- イ. 「小さな磁石」の向きを変えやすくする役割がある。
- ウ. 「小さな磁石」の磁力を強める役割がある。
- エ. 「小さな磁石」の磁力を弱める役割がある。

問6 下図のような回路のスイッチを入ると、鉄心の間にある鉄をふくむ物質は磁石になります。この鉄をふくむ物質にかかる磁力を強くするためにはどうすればよいですか。適切なものを次のア～カから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 回路に新たな電池を直列でつなげる。
- イ. 回路に新たな電池を並列でつなげる。
- ウ. 鉄をふくむ物質を小さくする。
- エ. 鉄心をアルミニウムに変える。
- オ. 電磁石の巻き数を増やす。
- カ. 電池の正負の向きを変える。



問7 磁石を作る際に、ネオジム磁石を用いるよりも、電磁石を用いたほうが良い点を答えなさい。

磁石そのものの存在は紀元前から知られていましたが、電磁石を用いて強い磁力をもつ磁石が作れるようになったのは、20世紀の初頭からです。それまでは、磁鉄鉱という磁石の性質をもった鉱石や、磁鉄鉱を利用して作った人工磁石や、③地球の性質を利用して作った人工磁石などが使われていました。これらの磁石が方位磁針に利用されたり、または磁石の性質の研究に利用されたりしていました。

問8 下線部③について、棒磁石を作る場合は、熱した鉄の棒をある決まった向きに合わせて置くことで作ります。どのような向きに置くか説明しなさい。ただし、まわりに人工磁石はないものとします。

3

地面の下、そしてもっと深い地球の内部はどうなっているのでしょうか。また、どのように調べたらいいのでしょうか。

地表で見られる地層の様子から、地下の構造が推定できる場合があります。たとえば、図1は、円すい形をした島の地表で見られる地層の様子です。地形図の等高線は10mごとに引いてあり、島の頂上の標高は50mです。この島にはれき岩、砂岩、でい岩の3種類の岩石からできた地層が見られ、図1にはそれらの岩石の地表の分布と、地層ごとの境界線が描かれています。また、砂岩の地層からは恐竜の化石、でい岩の地層からはゾウの化石がそれぞれ見つかりました。

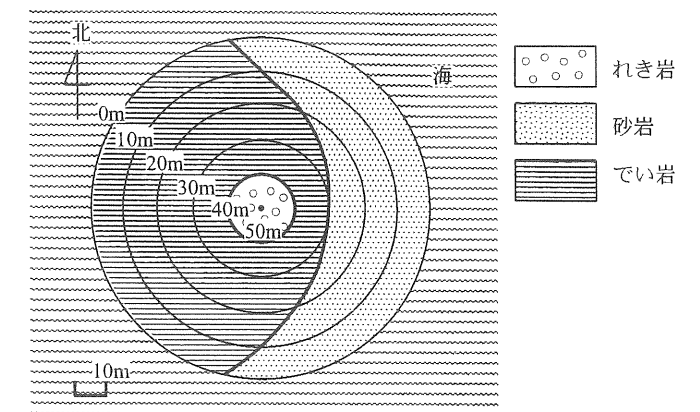
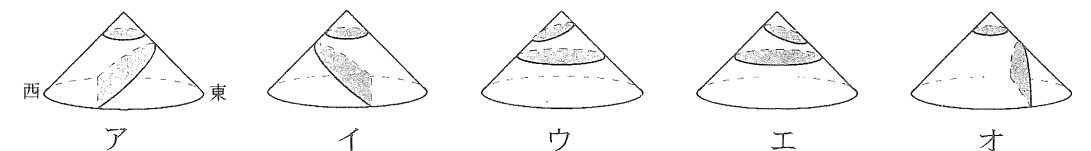


図1 島の地形図と地層の分布

問1 島の内部の様子（地層の境界）を表したものとして、もっとも適切なものを次のア～オから選び、記号で答えなさい。ただし、これらの図はすべて島の南の上空から島を見下ろしたものとします。また、地層の境界面は平らであることがわかっています。



問2 頂上から真下に穴を掘り、島の地下構造を調べます。次の①と②の答えとして、適切なものを下のア～カからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

- ① 頂上から何m掘るとれき岩とでい岩の境界に達しますか。
- ② 頂上から何m掘ると砂岩とでい岩の境界に達しますか。

ア. 10m イ. 20m ウ. 30m エ. 40m オ. 50m カ. 60m

問3 3つの地層を古いものから順に並べたものとして正しいものはどれですか。適切なものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. れき岩→砂岩→でい岩 イ. れき岩→でい岩→砂岩
- ウ. 砂岩→れき岩→でい岩 エ. 砂岩→でい岩→れき岩
- オ. でい岩→れき岩→砂岩 カ. でい岩→砂岩→れき岩

地表に分布する地層の様子から、地下の構造を推定するには限界があります。何と
いっても確実なのは、問2のように直接①パイプ状の深い穴を掘って調べることです。

問4 上の文の下線部①のような調査を何といいますか。もっとも適当なものを次の
ア～カから選び、記号で答えなさい。

- ア. ティスティング イ. ドリリング ウ. パイピング
- エ. ラフティング オ. ボーリング カ. トレーディング

ある海岸線に対し
て直角に、一直線に
はなれて並んでい
るごく浅い3つの沼A、
B、Cがあります。
それらの沼の底で、
上の文の下線部①の
ような調査をしたと
ころ、図2のような
柱状図が得られまし
た。

なお、凝灰岩とは
火山灰が積もってで
きた岩石です。T1、T2は同じ火山の火山灰ですが、T1は11000年前、T2は6000
年前の噴火のときのものです。また、淡水とは真水のこと、汽水とは真水と海水が混
ざった水のことです。さらに化石については、生きていたときと同じ場所で化石にな
ったことがわかっています。

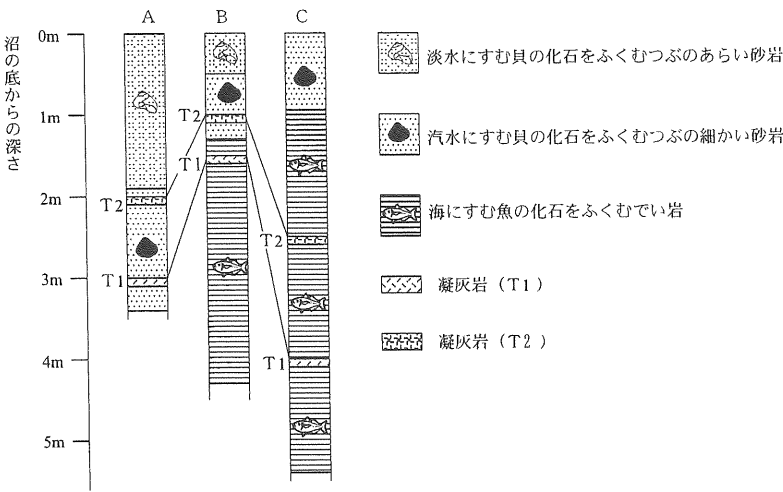


図2 3つの沼で得られたパイプ状の試料（柱状図）

問5 T1とT2の間のたい積物が積もる平均の速さ（1年間で約何mm）として正しい
ものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. A地点が0.1mmで一番速い イ. A地点が0.3mmで一番速い
- ウ. B地点が0.1mmで一番速い エ. B地点が0.3mmで一番速い
- オ. C地点が0.1mmで一番速い カ. C地点が0.3mmで一番速い

問6 沼のまわりが陸地になっていった順番として正しいものを次のア～カから1つ
選び、記号で答えなさい。

- ア. A→B→C イ. A→C→B ウ. B→A→C
- エ. B→C→A オ. C→A→B カ. C→B→A

穴を掘って調べることができ
ないような深いところ、さらには
地球の中心までの様子（何で
できているかや構造など）は、
地震（地震波）の伝わり方で調
べています。下の表は、Fから
2カ所の観測点P1、P2までの
直線距離 [km] と、地震波が震
源からそれぞれの観測点まで届
くのにかかった時間 [秒] です。

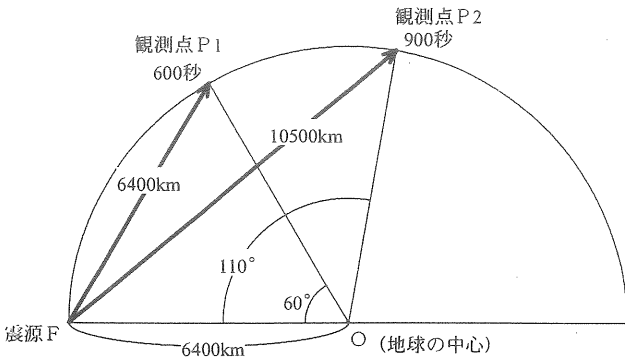


図3 地球（断面）の内部を伝わる地震波

問7 地震波が図3の矢印のよ
うに、震源から観測点まで
地球の内部を直進したもの
として、観測点P1、P2に
届いた地震波の平均の速さ
[km/秒] を、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

表 地震波が各観測点に届くのに要した時間

	P1	P2
震源からの直線距離 [km]	6400	10500
地震波が届くのに要した時間 [秒]	600	900

問8 問7の結果から、地球内部を伝
わる地震波の速さはどのように
変化していると考えられますか。
図4を使って説明した下の文の
（ ① ）から（ ⑤ ）の中に入
るもっとも適当な語を下のア
～サから選び、記号で答えなさい。
同じ記号を何回使ってもかま
いせん。

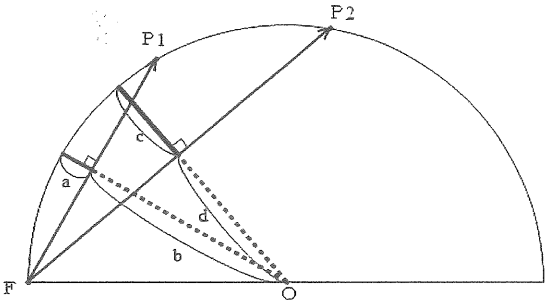


図4

【説明文】F→P1を伝わる地震波が通過する経路（道筋）の中で地表からもっ
とも深い深さは（ ① ）で、F→P2でもっとも深い深さは（ ② ）であ
る。あきらかに、（ ③ ）の方が深い。より深いところを通過した地震波の
平均の速さが（ ④ ）ということから、地球内部で地震波の伝わる速さは深
いところほど（ ⑤ ）ということが考えられる。
ア. a イ. b ウ. c エ. d オ. a+b カ. c+d
キ. 浅い ク. 深い ケ. おそい コ. 速い サ. 同じ

4

みなさんは、太陽光や電球の光をプリズムに通すと、色が分かれて虹色に見えることを知っていると思います(図1)。目に見える光は可視光線とよばれ、可視光線にふくまれる光は、その色に対応した「波長」という値をもっています。波長は長さの単位であるnm(ナノメートル: n は10億分の1を表します。1nmは0.000000001m)で表され、値が大きいと赤色に近づき、小さいと紫色に近づきます。また、可視光線以外の目に見えない紫外線や赤外線などもそれぞれの波長の値をもっています(図2)。

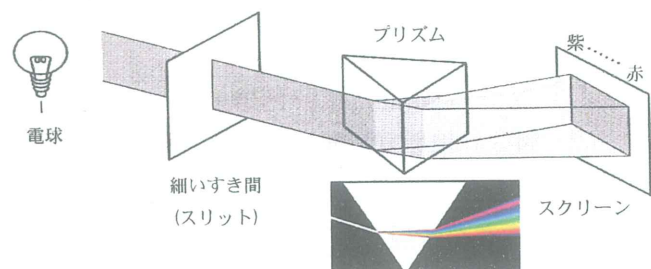


図1

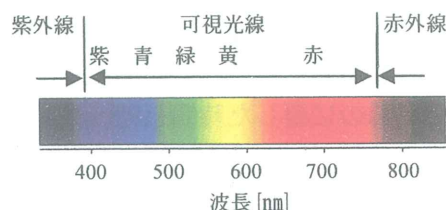


図2

1880年ごろには、気体の水素のみを封じこめた密閉容器の両はしを外部の電源につなぐと、容器の中の水素が赤紫色の光を発することが知られていました。この赤紫色の光をプリズムに通したところ、虹色は観測されず、何本かの決まった波長の値をもつ光、つまり決まった色の何種類かの光のみが観測されました(図3・図4)。

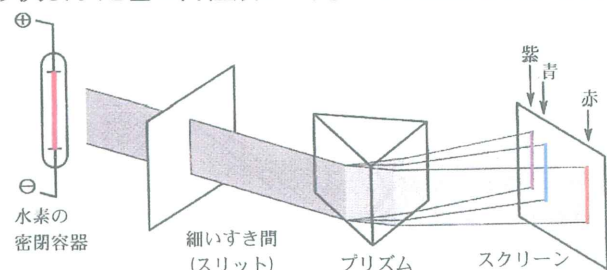


図3



図4 スクリーンの写真

問1 気体の水素が発生する試薬の組み合わせとして適当なものを次のア～オから2つ選び、記号で答えなさい。

ア. 塩酸とチョーク

イ. 水酸化ナトリウム水溶液とアルミニウム

ウ. 塩酸と銅

エ. 酢と卵の殻

オ. 塩酸と鉄

スイスの女学校で物理の教師をしていたバルマーは、この水素が発する光の波長(表1)に興味をもち、この数値に何らかの規則性を見い出そうとしましたが、なかなかうまくいきませんでした。あるとき、バルマーはこれらの波長の値を365で割り、それぞれもっとも近い分数で表してみようと考えました。

表1 水素から発された光の波長

色	波長 [nm]
赤色	656
青色	486
紫色	434

問2 表1の赤色、青色、紫色の光の波長の値を365で割った数値を、それぞれ小数第3位を四捨五入して小数第2位まで求めなさい。

バルマーは、問2で求めた小数の値を、もっとも近い分数に当てはめていきました。すると、その分数は以下の式①の形をしており、しかも、□に当てはまる整数値にはきれいな規則性があることが見い出されました。

$$\frac{\square}{\square-4} \cdots \textcircled{1} \quad (\text{分母、分子の}\square\text{には同じ整数が入ります。})$$

ただし、式①は帯分数ではなく仮分数で表され、分母、分子は約分できる場合でも、約分しないままで表されるものとします。

帯分数	仮分数
$2\frac{2}{3}$	$\frac{8}{3}$

問3 表1の赤色、青色、紫色の光について、式①の□に当てはまる整数をそれぞれ答えなさい。

問4 この実験では、図4の紫の光のすぐ左側に、もう一本のうすい紫色の光が観測されていました。式①の□に当てはまる整数に規則性を見い出し、このうすい紫色の波長の値[nm]を予測しなさい。答えは、小数第1位を四捨五入して求めなさい。

バルマーはこのような考えを経て、1885年に水素が発する光の波長の規則性を発表しましたが、なぜそのような規則性になるのかなどは、当時は不明なままでした。その後、この規則性の理由や、ほかの種類物質が発する光の規則性などが、理論的に解明されていきました。さまざまな物質が発する決まった色の光は、色々なところで利用されています。たとえば、ネオンが発する光を利用したネオンサインや、ナトリウムが発する光を利用したナトリウムランプなどがあります。

また、同じような現象として、ある成分をふくむ物質の水溶液を炎にかざすことで、その成分に特有の色の光を発することが知られています。この現象は炎色反応とよばれており、花火の色を出すときにも利用されています(表2)。

問5 ガスコンロで調理していたみそ汁がふきこぼれると、コンロの火が黄色に見えることがあります。これはみそ汁にふくまれているどのような成分によるもののでしょうか。表2を参考にしてふくまれる成分を1つ答えなさい。

表2 炎色反応で観測される光の波長

ふくまれる成分	波長 [nm]
リチウム	671
ナトリウム	589
銅	520
カリウム	404, 768

問6 花火は、表2に挙げられた成分などを火薬に混ぜ合わせることで、さまざまな色合いを出すことができます。花火の光を利用して、その花火の色を出している複数の成分を明らかにするためには、どのようにして何を調べればよいでしょうか。説明しなさい。必要ならば図を用いて示してもかまいません。

〈問題はこちらで終わりです〉

受験番号	
氏 名	

(2015年度)

麻 布

理 科 解 答 用 紙

1

問 1		問 2		
問 3				
問 4				
問 5		問 6		

小 計

2

問 1		問 2	①		②		
問 3	①						
	②						
問 4		問 5		問 6			
問 7							
問 8							

小 計

3

問 1		問 2	①		②		問 3		問 4		問 5		問 6	
問 7	P1	km/秒	P2	km/秒										
問 8	①		②		③		④		⑤					

小 計

4

問 1			問 2	赤色		青色		紫色		
問 3	赤色		青色		紫色		問 4			nm
問 5										
問 6										

小 計

整 理 番 号

合 計