

- 1 真理さんは、ノーベル化学賞受賞者の吉野 彰<sup>よしの あきら</sup>さんが持続可能な社会の実現について語っているニュースを見て、エネルギー資源の有効利用について興味をもち、調べることにした。次の□内は、真理さんが、各家庭に普及し始めている燃料電池システムについてまとめたものである。各問いに答えよ。

家庭用燃料電池システムは、都市ガスなどからとり出した水素と空気中の酸素が反応して水ができる化学変化を利用して、電気エネルギーをとり出す装置である。電気をつくるときに発生する熱を給湯などに用いることで、エネルギーの利用効率を高めることができる。

著作権者への配慮から、  
現時点での掲載を  
差し控えております

家庭用燃料電池システム

- (1) 下線部に関して、水素と酸素が反応して水ができる化学変化を化学反応式で書け。
- (2) 図1は従来の火力発電について、図2は家庭用燃料電池システムについて、それぞれ発電に用いた燃料がもつエネルギーの移り変わりを模式的に表したものである。なお、図中の○内は、燃料がもつエネルギーを100としたときの、エネルギーの割合を示している。

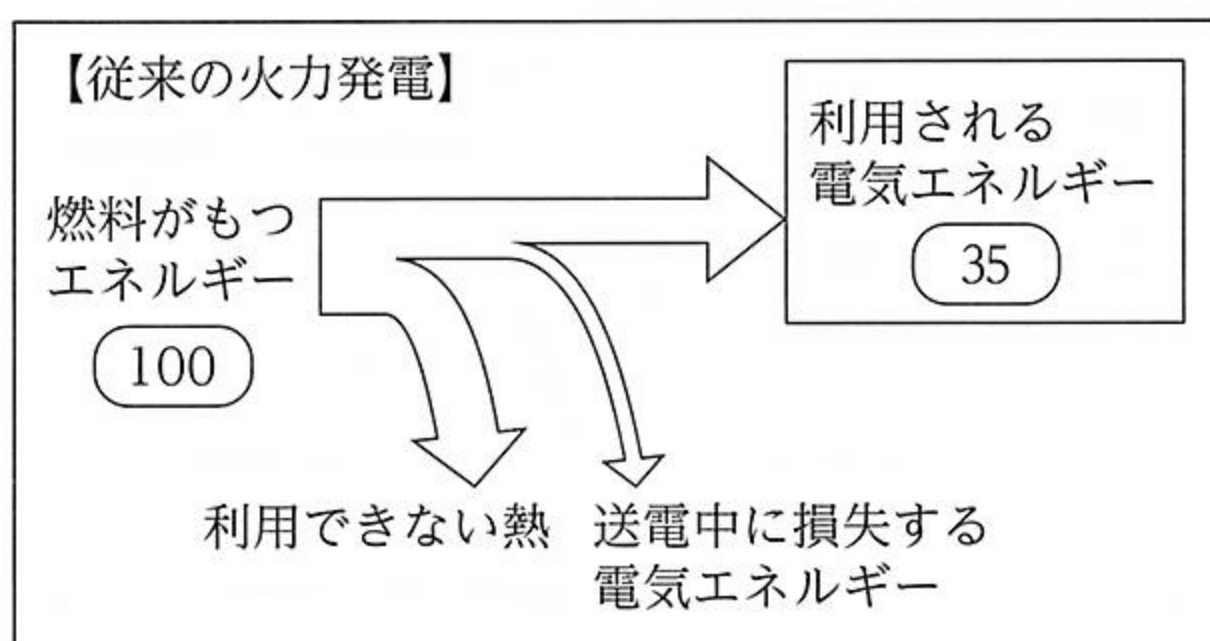


図1

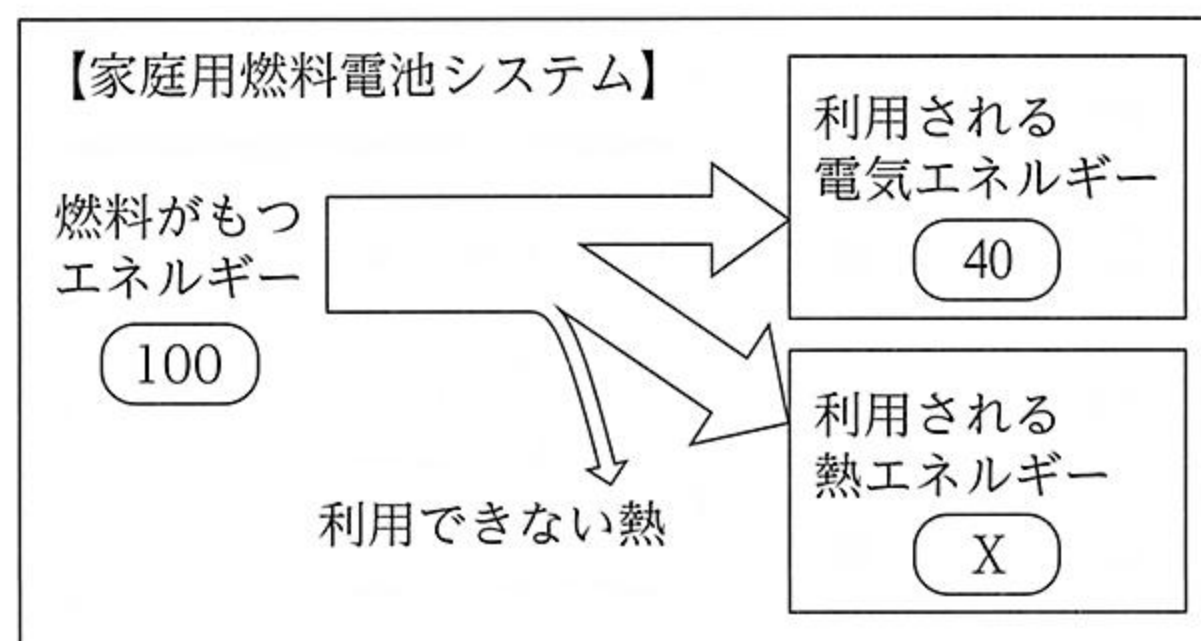


図2

- ① 図1において、送電中に損失する電気エネルギーは、主にどのようなエネルギーに変わることによって失われるか。最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。
- ア 光エネルギー      イ 運動エネルギー      ウ 音エネルギー      エ 熱エネルギー
- ② 図2において、利用される電気エネルギーが、消費電力が40Wの照明器具を連続して10分間使用できる電気エネルギーの量であるとき、利用される熱エネルギーの量は34200 Jである。Xに当てはまる値を書け。

- 2 物体にはたらく力について調べるために、次の実験1～3を行った。各問いに答えよ。ただし、質量100 gの物体にはたらく重力の大きさを1 Nとし、ばねや糸の質量はないものとする。

実験1 水平な台の上にスタンドを置き、ばねをつり棒につるした。次に、図1のように、1個の質量が20 gのおもりを、1個から8個まで個数を変えてばねにつるし、ばねののびをそれぞれはかった。表1は、その結果をまとめたものである。

おもりの数 [個]	1	2	3	4	5	6	7	8
ばねののび [cm]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

表1

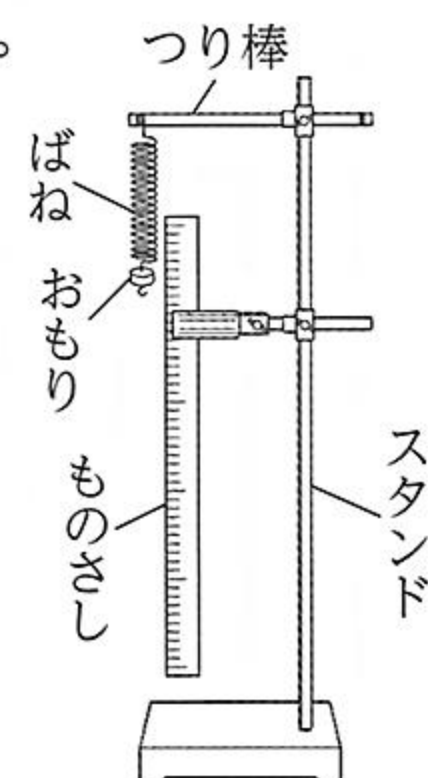


図1



実験2 質量160 gで一辺の長さが5.0cmの立方体である物体Aと、実験1で用いたばねを使って、水平な台の上に図2のような装置をつくり、物体Aの底面のすべてが電子てんびんの計量皿に接するまでつり棒を下げた。この状態から、ゆっくりとつり棒を下げていきながら、ばねののびがなくなるまで、ばねののびと電子てんびんの示す値との関係を調べた。

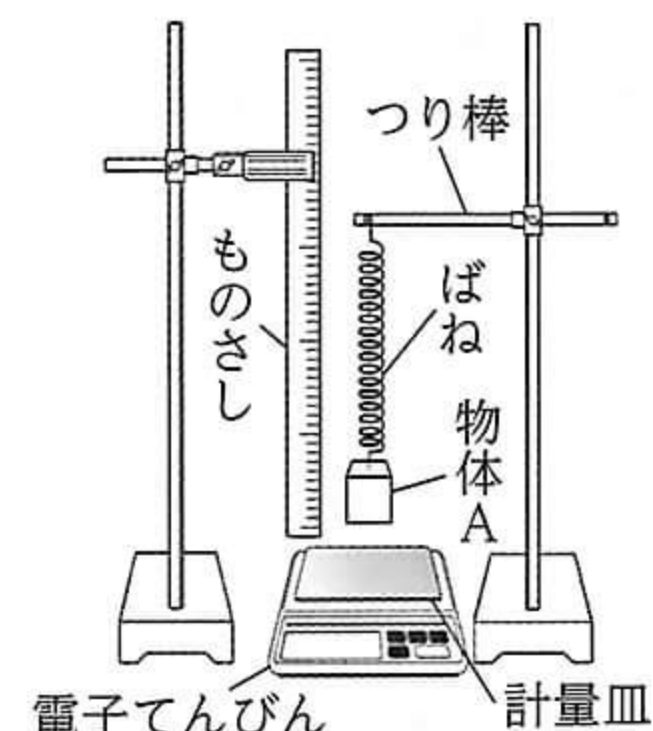


図2

実験3 図3のように、実験1で用いたばねと、糸1～3を使って、実験2で用いた物体Aを持ち上げた。次に、糸3を延長した線と糸1および糸2がそれぞれつくる角X、Yの大きさが常に等しくなるようにしながら、角X、Yの大きさを合わせた糸1、2の間の角度が大きくなる方向に糸1を動かし、ばねののびの変化を調べた。表2は、その結果をまとめたものである。

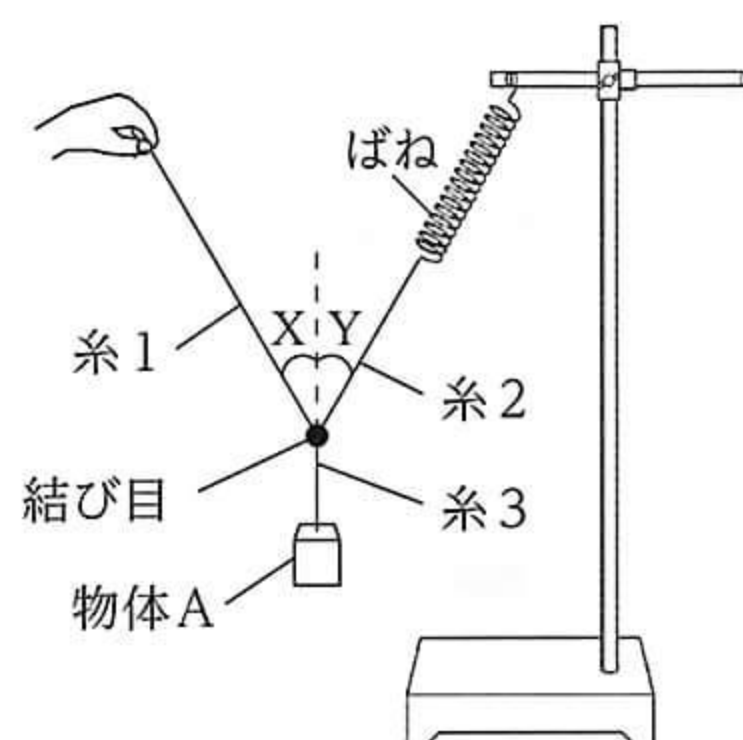


図3

糸1, 2の間の角度 [°]	60	90	120
ばねののび [cm]	4.6	5.7	8.0

表2

- 実験1で用いたばねを使って、質量110 gの物体をつるしたときのばねののびは何cmになると考えられるか。その値を書け。
- 実験2で、ばねののびが6.0cmのとき電子てんびんの値は40 gを示していた。このとき、計量皿が物体Aの底面から受けた圧力の大きさは何Paか。その値を書け。また、物体Aの底面のすべてが電子てんびんの計量皿に接してからばねののびがなくなるまでの間の、ばねののびと電子てんびんの示す値との関係を述べたものとして、最も適切なものを、次のア～ウから1つ選び、その記号を書け。  
 ア ばねののびが小さくなるにしたがって、電子てんびんの示す値は大きくなる。  
 イ ばねののびが小さくなるにしたがって、電子てんびんの示す値は小さくなる。  
 ウ ばねののびが小さくなっても、電子てんびんの示す値は変わらない。
- 実験3で、糸1, 2がそれぞれ結び目を引く力を合成し、その合力を解答欄に矢印で表せ。なお、合力を矢印で表すために用いた線は消さずに残しておくこと。

- 図4は、斜張橋<sup>しゃちようきょう</sup>とよばれる橋を模式的に表したものである。塔からななめに張った多数のケーブルが橋げたに直接つながっており、このケーブルが橋げたを引くことで、橋げたを支えている。図5のように、ケーブルa, bが橋げたを引くようすに着目したとき、図6のように塔をより高くし、ケーブルをより高い位置から張ると、ケーブルa, bがそれぞれ橋げたを引く力の大きさはどのように変化すると考えられるか。ケーブルa, bの間の角度に触れながら、簡潔に書け。ただし、橋げたの質量や塔の間隔は変わらないものとし、ケーブルの質量はないものとする。

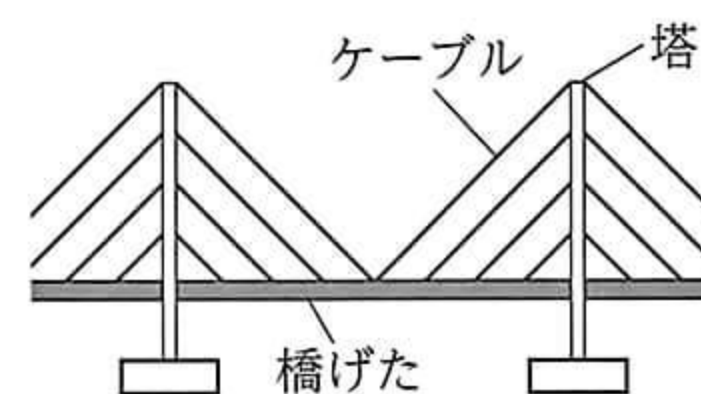


図4

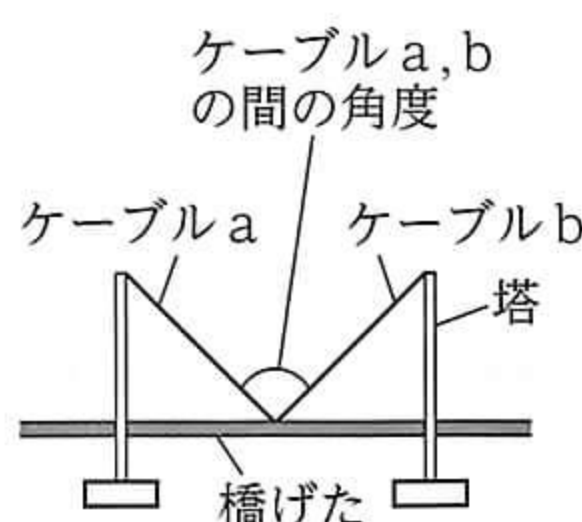


図5

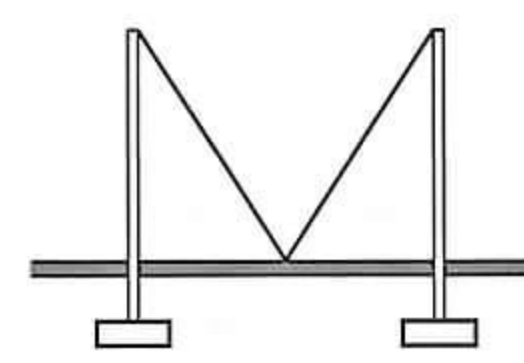


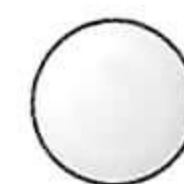
図6



3

遺伝の規則性を調べるために、エンドウを用いて次の実験1，2を行った。

なお、エンドウには図のような丸い種子としわのある種子がある。また、丸い種子をつくる遺伝子をA，しわのある種子をつくる遺伝子をaと



丸い種子



しわのある種子

し、丸い種子をつくる純系のエンドウがもつ遺伝子の組み合わせをAA，

しわのある種子をつくる純系のエンドウがもつ遺伝子の組み合わせをaaで表すものとする。各問いに答えよ。

実験1 丸い種子をつくる純系のエンドウの花粉を，しわのある種子をつくる純系のエンドウのめしべに受粉させると，子はすべて丸い種子になった。次に，子の種子を育てて自家受粉させると，孫には丸い種子としわのある種子の両方ができた。

実験2 遺伝子の組み合わせがわからないエンドウの苗を4本育てて，咲いた花をかけ合わせた。表1は，その結果をまとめたものである。ただし，エンドウの苗は，①～④でそれぞれの個体を表すものとする。

かけ合わせ		できた種子の形質と割合
エンドウの苗①の花粉	エンドウの苗②のめしべ	すべて丸い種子だった。
エンドウの苗①の花粉	エンドウの苗③のめしべ	丸い種子としわのある種子の数が3：1の割合となった。
エンドウの苗①の花粉	エンドウの苗④のめしべ	丸い種子としわのある種子の数が1：1の割合となった。

表1

(1) エンドウの花粉は，受粉したのちに花粉管をのばす。花粉管の中を移動する生殖細胞を何というか。その名称を書け。

(2) 実験1でできた孫の丸い種子がもつ遺伝子の組み合わせとして考えられるものをすべて書け。

(3) 実験2でできた種子の結果から，エンドウの苗がもつ遺伝子の組み合わせを推定することができる。エンドウの苗①～④がそれぞれもつ遺伝子の組み合わせを正しく表しているものを，表2のA～Eから1つ選び，その記号を書け。

	エンドウの苗			
	①	②	③	④
A	AA	Aa	AA	aa
I	Aa	AA	Aa	aa
ウ	AA	AA	aa	Aa
E	Aa	aa	Aa	AA

表2

(4) 遺伝子は，細胞の核内の染色体にある。染色体の中に存在する遺伝子の本体は何という物質か。その名称を書け。

(5) エンドウは有性生殖で子をつくるが，無性生殖で子をつくる生物もある。無性生殖について述べたものとして正しいものを，次のA～Eから1つ選び，その記号を書け。

A 減数分裂によって子がつくられるので，子は親と同じ遺伝子を受けつぎ，子に現れる形質は親と同じである。

I 減数分裂によって子がつくられるので，子は親と同じ遺伝子を受けつぐが，子に現れる形質は親と異なる。

ウ 体細胞分裂によって子がつくられるので，子は親と同じ遺伝子を受けつぎ，子に現れる形質は親と同じである。

E 体細胞分裂によって子がつくられるので，子は親と同じ遺伝子を受けつぐが，子に現れる形質は親と異なる。



4 気象庁のWebサイトのデータを活用して、

日本列島付近で発生した地震について調べた。図1は、図2の地点Xを震央とする地震が起きたときの、地点Aでの地震計の記録である。表は、この地震を観測した地点

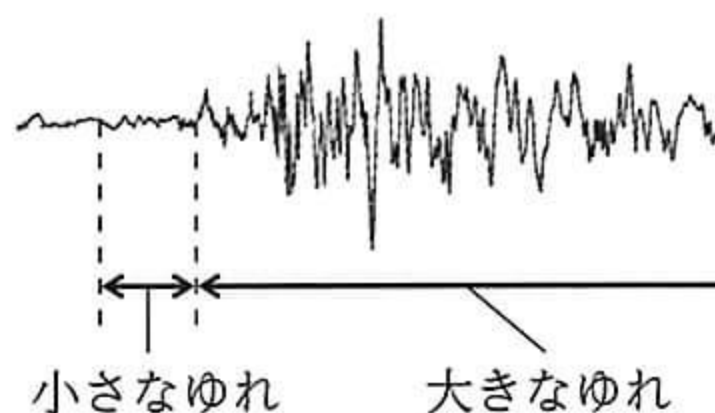


図1

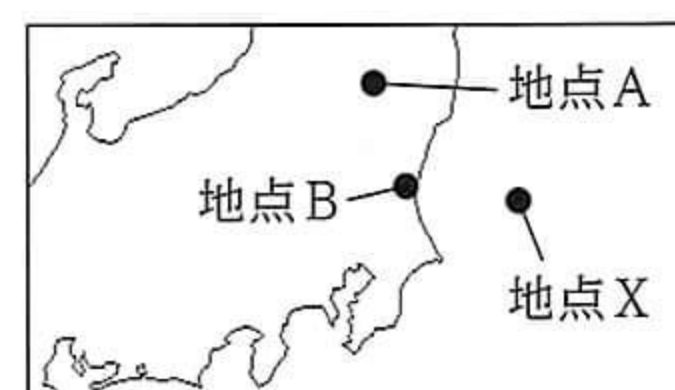


図2

A, Bについて、震源からの距離と、小さなゆれと大きなゆれが始まった時刻をまとめたものである。ただし、地震のゆれを伝える2種類の波はそれぞれ一定の速さで伝わるものとする。各問いに答えよ。

地点	震源からの距離	小さなゆれが始まった時刻	大きなゆれが始まった時刻
A	150km	15時15分59秒	15時16分14秒
B	90km	15時15分49秒	15時15分58秒

(1) 図1のように、小さなゆれの後にくる大きなゆれを何というか。その用語を書け。また、小さなゆれの後に大きなゆれが観測される理由として最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。

- ア 震源ではP波が発生した後にS波が発生し、どちらも伝わる速さが同じであるため。
- イ 震源ではP波が発生した後にS波が発生し、P波の方がS波より伝わる速さが速いため。
- ウ 震源ではS波が発生した後にP波が発生するが、P波の方がS波より伝わる速さが速いため。
- エ 震源ではP波もS波も同時に発生するが、P波の方がS波より伝わる速さが速いため。

(2) この地震が発生した時刻は15時何分何秒か。表から考えられる、その時刻を書け。

(3) 調べた地震のマグニチュードの値は7.6であった。マグニチュード7.6の地震のエネルギーは、マグニチュード5.6の地震のエネルギーの約何倍になるか。最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。

- ア 約2倍      イ 約60倍      ウ 約1000倍      エ 約32000倍

(4) 図3は、2013年から2017年の間に、この地域で起きたマグニチュード5.0以上の規模の大きな地震について、震央の位置を○で示したものである。また、図4は、図3に表す地域の大陸プレートと海洋プレートを模式的に表したものである。図3で規模の大きな地震が太平洋側に集中しているのはなぜか。その理由を「沈みこむ」の言葉を用いて簡潔に書け。

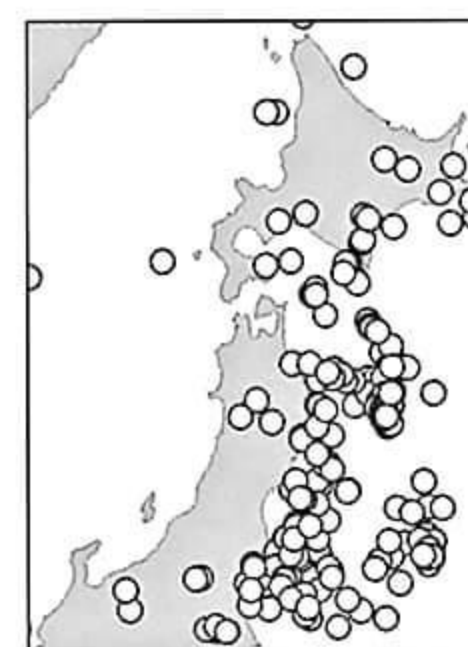


図3

(5) 地震によって起こる現象や災害対策について述べたものとして正しいものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。

- ア 地震にともない海底が大きく変動することにより、津波が起こる。
- イ 地震のゆれによって、地面がとけてマグマになる現象を液化現象という。
- ウ 科学技術の発展により災害への対策は進歩しているため、今日では地震が起こったときの行動を考える必要はない。
- エ 地震が発生する前に震源を予測し、発表されるのが緊急地震速報である。

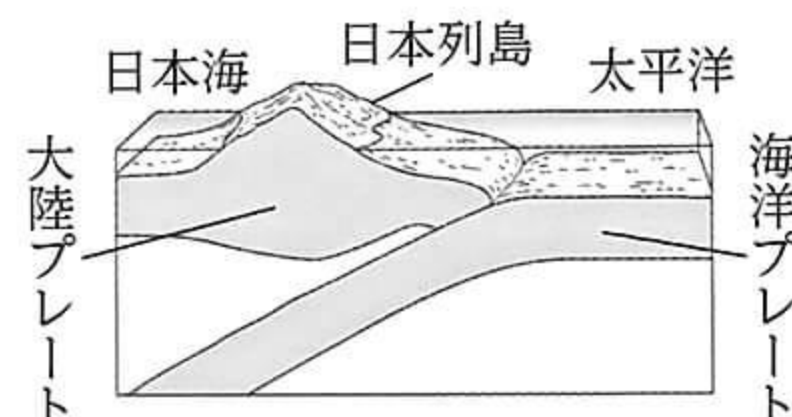


図4



5 春香さんは12月に、学校の裏山の地面や土の中のようなすを観察した。各問いに答えよ。

観察 地面をおおっている落ち葉や、落ちているまつかさのりん片を図1のようなルーペで観察した。図2は、観察したまつかさのりん片の写真である。まつかさのりん片は、5月に観察したマツの雌花のりん片とは形がずいぶん違っていた。

著作権者への配慮から、  
現時点での掲載を  
差し控えております

図1

著作権者への配慮から、  
現時点での掲載を  
差し控えております

図2

種子

落ち葉やその下の土を観察すると、落ち葉のようすは下にいくほど細かいものに変化しており、落ち葉の下にはダンゴムシやミミズが見られた。また、地面を10cmほど掘った土の中は全体が黒っぽくなっており、落ち葉の形はほとんどわからなかった。

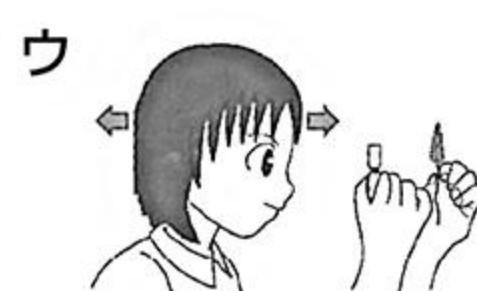
(1) 落ち葉を見るとき、図1のルーペの使い方として最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。



ルーペを落ち葉に近づけ、ルーペだけを前後に動かす。



ルーペを目に近づけ、落ち葉だけを前後に動かす。



ルーペを落ち葉に近づけ、顔だけを前後に動かす。



ルーペを落ち葉に近づけ、落ち葉だけを前後に動かす。

(2) 図3のXは、春香さんが5月に観察したマツの雌花である。解答欄にあるXのりん片の模式図に、胚珠の大まかな図をかき入れよ。

(3) 観察で、地面を10cmほど掘った土の中で、落ち葉の形がほとんどわからなかったのはなぜか。「菌類や細菌類」、「有機物」という言葉を用いて簡潔に書け。

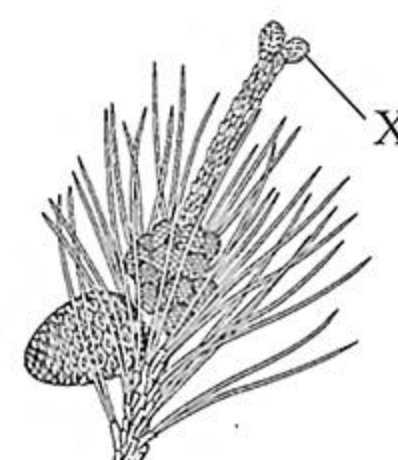


図3

6 研一さんと花奈さんは、化学変化と物質の質量の関係について調べるために、次の実験1, 2を行った。□内は、それぞれの実験後の、2人の会話である。各問いに答えよ。

実験1 図1のように、うすい硫酸20cm<sup>3</sup>を入れたビーカーAと、うすい水酸化バリウム水溶液20cm<sup>3</sup>を入れたビーカーBの質量をまとめてはかったところ、165.9gであった。その後、ビーカーAにビーカーBの水溶液をすべて入れたところ白い沈殿が生じ、図2のように質量をはかると、165.9gであった。

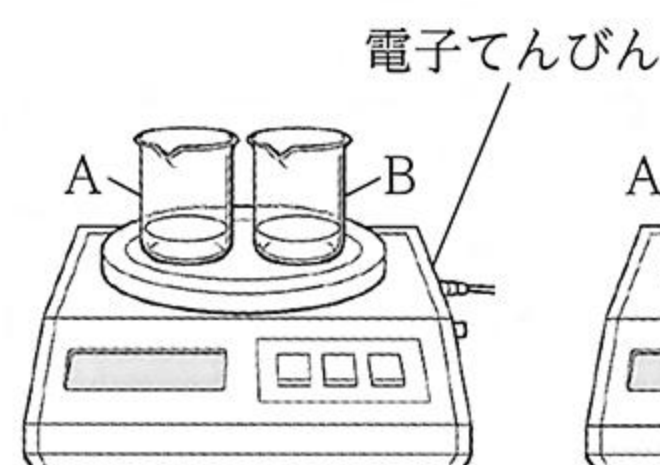


図1

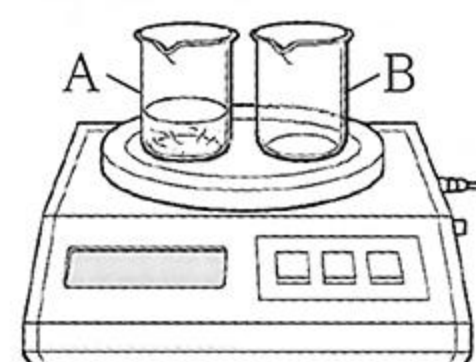


図2

研一：反応前の質量と反応後の質量が同じだね。

花奈：そうだね。これまでの学習では、①化学変化を原子や分子のモデルで表すことで、いろんな反応がわかりやすくなったね。だから、反応の前後の質量が同じになったことも、モデルで表すとわかりやすくなるのではないのかな。



実験2 図3のように、炭酸水素ナトリウム1.0 gを入れたビーカーCと、うすい塩酸40cm<sup>3</sup>を入れたビーカーDの質量をまとめてはかり、反応前の全体の質量とした。その後、ビーカーCにビーカーDの水溶液をすべて加えたところ気体が発生し、反応が終わってから全体の質量をはかった。同様の操作を、炭酸水素ナトリウムのみ、2.0 g, 3.0 g, 4.0 g, 5.0 g, 6.0 gと質量を変えて行った。表は、その結果をまとめたものである。

炭酸水素ナトリウムの質量 [g]		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
全体の質量 [g]	反応前	171.0	172.0	173.0	174.0	175.0	176.0
	反応後	170.5	171.0	171.5	172.0	172.5	173.5

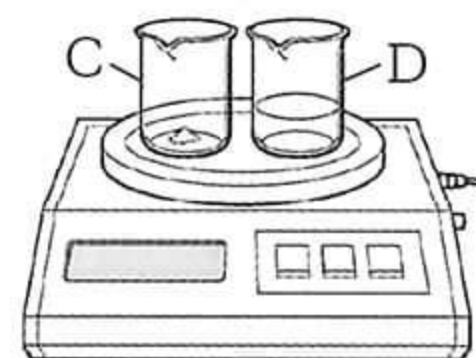


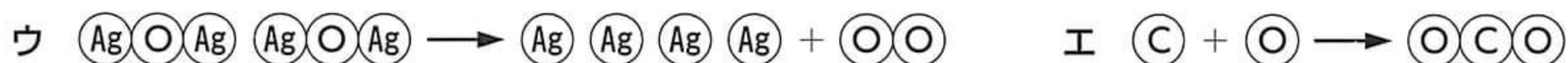
図3

花奈：すべての結果で、反応前の全体の質量より反応後の全体の質量が小さくなっているね。

研一：実験1の結果から考えると、実験2においても、②反応前の全体の質量と反応後の全体の質量が同じになるはずだよね。どんな方法で実験を行えば、それが証明できるのかな。

(1) 実験1で生じた白い沈殿は、陽イオンと陰イオンが結びついてできた物質である。陽イオンと結びついてこの白い沈殿をつくった陰イオンを、イオン式で書け。

(2) 下線部①について、化学変化を原子や分子のモデルで適切に表したものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。なお、○は原子とし、○の中の記号は原子の種類を表している。



(3) 実験2のすべての結果をもとに、炭酸水素ナトリウムの質量と、発生した気体の質量との関係をグラフに表せ。また、実験2の結果について考察した次のア～エから、内容が正しいものを1つ選び、その記号を書け。

ア 発生した気体は酸素である。

イ 炭酸水素ナトリウム6.0 gをすべて反応させるには、同じ濃度のうすい塩酸が48cm<sup>3</sup>必要である。

ウ 発生した気体の質量は、炭酸水素ナトリウムの質量に常に比例する。

エ 炭酸水素ナトリウム5.0 gにうすい塩酸40cm<sup>3</sup>を入れたビーカーには、反応していない炭酸水素ナトリウムが2.5 g存在する。

(4) 花奈さんは、ベーキングパウダーに炭酸水素ナトリウムが含まれていることを知り、炭酸水素ナトリウムの代わりにベーキングパウダー2.0 gを使って実験2の操作を行ったところ、気体が0.22 g発生した。炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸との反応でのみ気体が発生したものとする、使用したベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムの質量の割合は何%であると考えられるか。その値を書け。

(5) 実験2で、下線部②を証明するための適切な方法を、簡潔に書け。