

2022年度 入試問題

一 次

理 科

注意

- 問題は **1** から **4** (24ページ) までです。
- 解答用紙は冊子の中ほどにはさみこまれています。
- 解答はすべて解答用紙に書きなさい。
- 時間は45分です。
- 必要に応じてコンパスや定規を使用しなさい。
- 小数第1位まで答えるときは、小数第2位を四捨五入しなさい。整数で答えるときは、小数第1位を四捨五入しなさい。指示のない場合は、適切に判断して答えなさい。
- 解答用紙のみ回収します。

渋谷教育学園
幕張中学校

1

ポップコーンがふくらむのはどうしてかを考えてみましょう。ポップコーンはトウモロコシのたねを加熱して作ったものです。

- (1) 次のうちトウモロコシの^{なえ}苗はどれですか。適切なものを次より選び、記号を答えなさい。



ア



イ



ウ



エ



オ



カ

ポップコーンに使われているトウモロコシは^{ばくれつしゅ}爆裂種と呼ばれるもので、私たちがゆでたり焼いたりして食べるトウモロコシは、スイートコーンといって別の種類です。図1は爆裂種とスイートコーンの断面図です。外側はかたい^{こうしつ}硬質デンプン、内側はやわらかい^{なんしつ}軟質デンプンです。

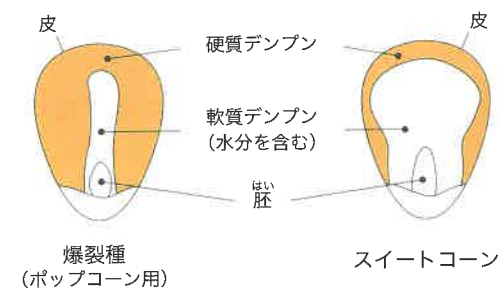


図1



図2

爆裂種のたねを鍋でよく振りながら加熱すると、やがて表面が薄茶色になり、図2のように白く大きくふくらみポップコーンになります。ポップコーンの白くふわふわな部分は図1の硬質デンプンです。スイートコーンのたねを爆裂種と同様に加熱すると、たねは半分以上^{はれつ}破裂しますが、黒くなりふくらみませんでした。

以下、実験で使うたねは、トウモロコシの爆裂種のことを指します。また、水1 cm³あたりの重さを1gとします。

爆裂種のたねは非常にかたくて、水にしずみます。たね1粒の重さと体積を求めるため、＜実験1＞を行いました。

＜実験1＞

1. 空のガラス製のコップとガラス板を用意し、重さをはかると227.2gでした。
2. コップの中にたね50粒を入れ、ガラス板でふたをして重さをはかると237.1gでした。
3. たね50粒入れたコップに水を満杯になるように入れ、空気が入らないようにガラス板でふたをして重さをはかると501.6gでした。
4. 3の中身を捨てた空のコップにもう一度水をみだし、ガラス板でふたをして重さをはかると498.8gでした。

(2) ＜実験1＞より次の値（平均値）を小数第2位まで求めなさい。

- ① たね1粒の重さ [g]
- ② たね1粒の体積 [cm³]

たねを加熱してポップコーンを作ると含まれている水がなくなることが知られています。たねがふくらむのは水が関係しています。そのときポップコーンの重さの変化を求めるため、班ごとに次の＜実験2＞を行いました。

＜実験2＞

1. 乾いた100mLビーカーの重さ [g] を測定した。
2. たね12粒をビーカーにいれ、ビーカーとその中身の重さを測定した。
3. ビーカーの口をステンレス製の網でおおい、これをふたとする。そのビーカーをたねがはじけるまで、ゆっくりと加熱した。
4. 全部はじけたら、ふたをとり、ビーカーを冷やして室温にした。
5. ビーカーとその中身の重さ [g] を測定した。

＜結果＞

班	ビーカーの重さ [g]	ビーカー +たねの重さ [g]	ビーカー +ポップコーンの重さ [g]
A	70.6	73.2	72.8
B	61.7	64.1	63.8
C	60.2	62.6	62.3

(3) ＜実験2＞より、各班のたね12粒の重さ、12粒のたねがポップコーンになることで失われた水の重さを、小数第1位まで求めなさい。

(4) 水は100℃で気体になると、1700倍の体積になることが知られています。＜実験2＞の平均値より、たね1粒から100℃で何mLの水蒸気が発生すると考えられますか。整数で答えなさい。

ポップコーンの作り方の調理例に、ふたをした鍋にたねを入れ、植物性油を少し加え強火にし、はじけ始めたら、火から少し離し絶えず回すように鍋をゆらし続けると書いてありました。＜実験3＞では鍋の振り方を変え、ポップコーンの体積と様子を調べました。

＜実験3＞

鍋に、たね50粒をいれ、強火で加熱しながら様子を観察し、たねがすべてのはじける（あるいはこげて黒くなる）まで続けました。その後、500mLのメスシリンダーにできあがったポップコーンを、つぶれないようにすきまなく入れ、体積をはかりました。

結果

	全く振らない	はじけたらよく振る	はじめからよく振る
体積	36mL	146mL	324mL
様子	数個がはじけるがほとんどふくらまず、鍋にふれている所からこげる	2～10粒がこげたままふくらまないが、その他はふくらむ	ほとんどがはじけ、ふくらむ

(5) ＜実験3＞の結果より、トウモロコシのたねは鍋を振りながら加熱する方がこげずによくふくらみます。その理由を述べなさい。

(6) これまでの内容から、適切なものを次より2つ選び、記号を答えなさい。

- (ア) 内側に軟質デンプンが多く含まれるほど、ポップコーンはふくらむ。
- (イ) 硬質デンプンが、大きくふくらみ白くなる。
- (ウ) 爆裂種であれば、たねをどんなに乾燥させても、ポップコーンはふくらむ。
- (エ) 外側の硬質デンプンは粉々にくだけ、内側の軟質デンプンがとびだして白く固まる。
- (オ) ポップコーンがふくらむとき、たねに含まれている水は、たねの体積の300倍以上の水蒸気になる。

出典

『野外観察ハンドブック 校庭の作物』板木利隆・岩瀬徹・川名興共著（全国農村教育協会）

『野外観察ハンドブック 校庭の花』並河治・岩瀬徹・川名興共著（全国農村教育協会）

2

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、2019年に発見・報告された新型コロナウイルス（図1）によって引き起こされる感染症です。このウイルスに感染すると、発熱や咳をはじめ、様々な症状が出ることが報告されています。2020年3月にはWHOによってパンデミック（世界的な流行）に相当すると発表されました。

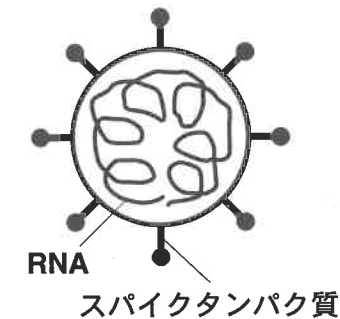


図1 新型コロナウイルスの模式図

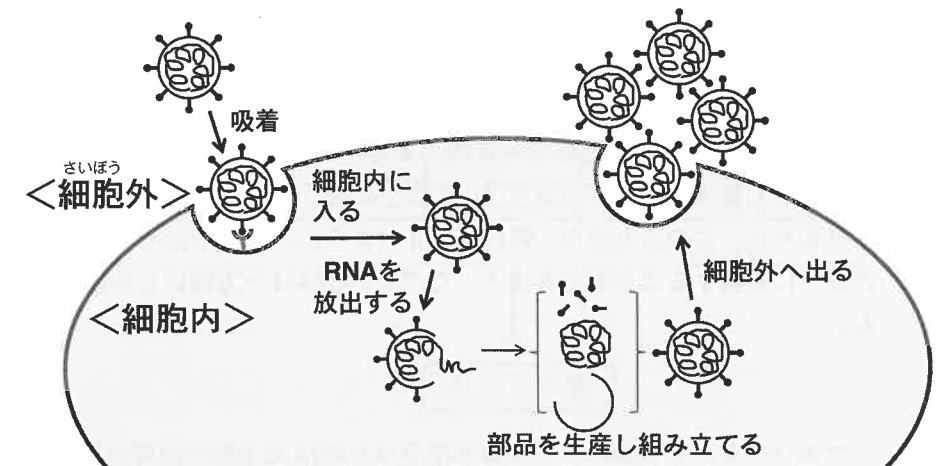


図2 コロナウイルスのふえ方の模式図

私たちの体をつくる細胞^{さいぼう}には、タンパク質の設計図としてはたらくDNAが含まれます。DNAがもつ設計図の情報は、RNAと呼ばれる物質に写し取られ、これを読み取って多数のアミノ酸をつなげていくことでタンパク質がつけられます。タンパク質は生物が生きていく上で必要不可欠な物質であり、実際に生命活動^{せいめい}を担っています。

図2はコロナウイルスのふえ方を示しています。ウイルスは自分自身でタンパク質をつくることができず、ふえるためには細胞に感染する必要があります。コロナウイルスの感染は、スパイクタンパク質が細胞にある突起^{とつぎ}に吸着することで起こります。細胞内に入ったコロナウイルスはRNAを放出します。細胞内ではRNAの情報にもとづいてスパイクタンパク質などの部品がつくられ、新たにウイルスが組み立てられます。新たにつくられたウイルスは細胞外に出て別の細胞に感染していきます。このように、ウイルスは、細胞内で行われているタンパク質をつくる仕組みを利用することでふえていきます。

RNAは4種類の物質が一行に並んでおり、その物質の並び方がアミノ酸の並び方を決定します。したがって、RNAを調べることで、つくられるタンパク質の種類や性質がわかります。ここでは、RNAをつくる4種類の物質を、◎、×、□、△の4種類の記号で表すことにします。なお、新型コロナウイルスがもつRNAは3万個の記号が並んでできています。

表1はRNAとアミノ酸の対応表です。RNAは3個の記号の並びで1つのアミノ酸を指定することがわかっています。例えば、「◎◎◎」は、フェニルアラニンというアミノ酸を指定しています。また、「◎◎×」も同じくフェニルアラニンと対応します。なお、「◎□□」、「◎□△」、「◎△□」に対応するアミノ酸はありません。このことから、例えば図3のように、RNAの記号の並びをアミノ酸の並び^{へんかん}に変換することができます。ただし、RNAは一方にしか読み取られません。

- (1) アスパラギンとアスパラギン酸を指定するRNAの3個の記号の並びを、以下の例に従って、それぞれすべて答えなさい。

例： フェニルアラニン ◎◎◎、◎◎×

- (2) 図3の(あ)(い)に当てはまるアミノ酸^{しやう}の名称を答えなさい。
- (3) 1つの新型コロナウイルスがもっているRNAの記号の並びがすべてアミノ酸に変換されると仮定すると、最大で何種類のタンパク質がつけられますか。整数で答えなさい。ただし、ひとつのタンパク質は1000個のアミノ酸がつながっているものとします。

表1 RNAとアミノ酸の対応表

1文字目	2文字目				3文字目
	◎	×	□	△	
◎	◎◎◎ フェニルアラニン (F) ◎◎× ◎◎□ ◎◎△	◎×◎ セリン (S) ◎×× ◎×□ ◎×△	◎□◎ チロシン (Y) ◎□× ◎□□ ◎□△	◎△◎ シスチン (C) ◎△× ◎△□ ◎△△ トリプトファン (W)	◎ × □ △
×	×◎◎ ロイシン (L) ×◎× ×◎□ ×◎△	××◎ プロリン (P) ××× ××□ ××△	×□◎ ヒスチジン (H) ×□× ×□□ ×□△	×△◎ アルギニン (R) ×△× ×△□ ×△△	× × □ △
□	□◎◎ イソロイシン (I) □◎× □◎□ □◎△	□×◎ トレオニン (T) □×× □×□ □×△	□□◎ アスパラギン (N) □□× □□□ □□△	□△◎ セリン (S) □△× □△□ □△△	◎ × □ △
△	△◎◎ バリン (V) △◎× △◎□ △◎△	△×◎ アラニン (A) △×× △×□ △×△	△□◎ アスパラギン酸 (D) △□× △□□ △□△	△△◎ グリシン (G) △△× △△□ △△△	◎ × □ △

◎ ◎ ◎ フェニルアラニン (F)
RNAの 3個の記号の並び アミノ酸の名称 アミノ酸の 1文字表記

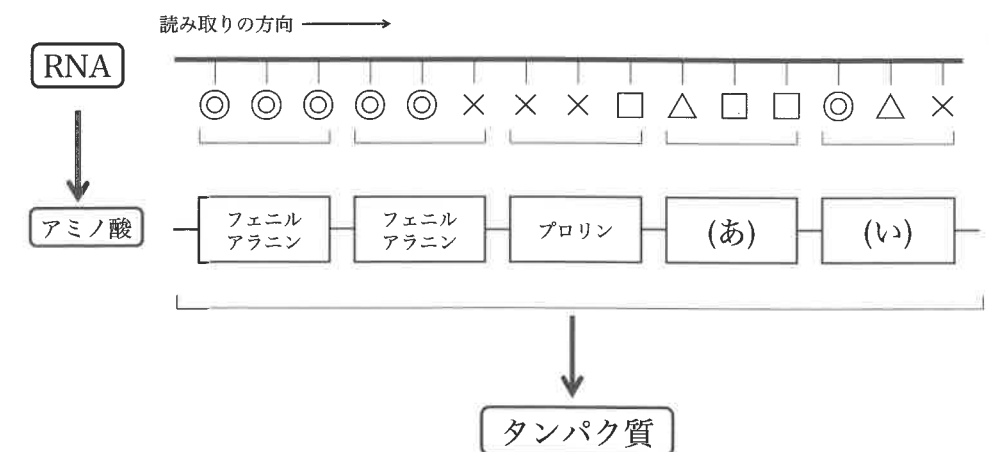


図3 RNAからタンパク質への変換

新型コロナウイルスによるパンデミックは2021年においても続きました。長期化の要因のひとつとして、変異体の出現が考えられています。ここでいう変異体とは、突然変異^{とつぜん}によって生じた新型コロナウイルスを指します。

タンパク質はRNAにもとづいてつくられるため、4種類の記号の並び方が変化すると、つくられるタンパク質も変化します。これが突然変異です。例えば、突然変異によって◎◎◎という並びが◎◎□になってしまうと、指定されるアミノ酸はフェニルアラニンからロイシン^{ロイシン}に変わります。このようにある1個の記号が別の記号に置き換わる突然変異を「置換変異^{ちかん}」と呼びます。置換変異は特定の目的や方向性をもって起こるのではなく、不規則に起こります（図4）。

変異体はコロナウイルスではあるものの、それまでとは異なるタンパク質をもつために、異なる性質をもちます。突然変異は不規則に起こるので、感染力が高くなったウイルスが生じる場合もあれば、反対に感染力が低くなったウイルスが生じる場合もあります。

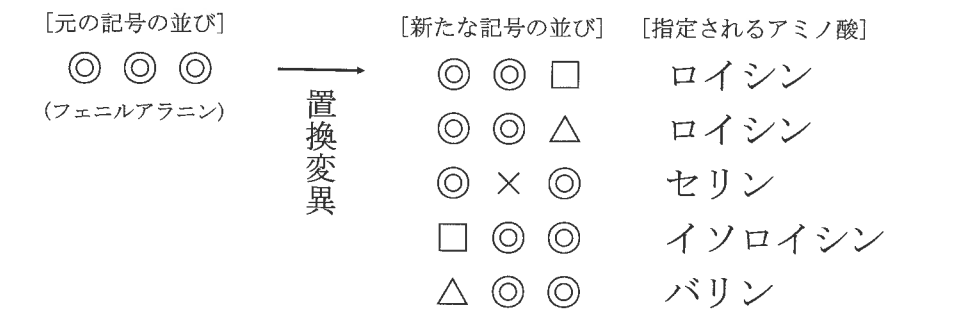


図4 不規則に起こる置換変異の例

2021年時点で、多くの変異体が報告されています。

アルファ変異体はイギリスで最初に報告された変異体で、スパイクタンパク質にN501Yという変異をもっています。デルタ変異体はインドで最初に報告された変異体で、スパイクタンパク質にL452RおよびE484Qという変異をもっていることが報告されています。

なお、N501Yにおいて、NやYはアミノ酸の1文字表記を示したものです。表1を見ると、Nがアスパラギン、Yがチロシンを示していることがわかります。また、501はアミノ酸の番号を示しています。つまりN501Yとは、スパイクタンパク質における501番目のアミノ酸であるアスパラギンがチロシンに変わったことを表しています。同じように、L452Rは452番目のアミノ酸である（ア）が（イ）に変化したことを表しており、E484Qは484番目のアミノ酸である（ウ）が（エ）に変化したことを表しています。

- (4) 文中の空欄に入るアミノ酸の名称を答えなさい。
- (5) アルファ変異体に見られるN501Yが、RNAの1個の記号の置換変異によって生じたものであるとすると、どのような変異が起こった可能性がありますか。考えられるものを以下の例に従ってすべて答えなさい。

◎◎◎が◎◎□になっているとき 例： ◎◎◎ → ◎◎□

- (6) 突然変異は不規則に起こっているのですさまざまな変異体が生じていますが、特定の変異体が数を増やしました。アルファ変異体やデルタ変異体は、突然変異によってどのような性質^{かくとく}を獲得し、感染力が高くなったと考えられますか。本文を読んで推測し、説明しなさい。

3

夜空を見上げると、さまざまな明るさの星が輝^{かがや}いています。注意深く観察すると、星には色の違いがあることが分かります。カメラや望遠鏡を使うと、星の明るさや色がさらにはっきりと区別できるようになります。

電球を使った実験を行い、夜空に輝く星について調べます。みなさんの家庭で使われている電球は、LEDのものが多くなってきましたが、白熱電球という種類の電球も使われています。白熱電球は点灯すると熱を発生します。

家庭や実験室で使われている電気の電圧は、100V（ボルト）です。電圧を変える装置のことを変圧器と呼びます。電圧を変えると、白熱電球の明るさが変化します。

光が当たっている場所の明るさを照度といい、ルクスという単位を使います。照度が大きいほど明るいです。照度は照度計で測れます。

<実験1>

図1のように装置を配置して電圧は一定のまま、白熱電球を点灯し、電球から照度計を少しずつ遠ざけて、距離と照度の関係を測定しました。すると、図2のような結果が得られました。



図1 距離と照度の関係を測定する装置

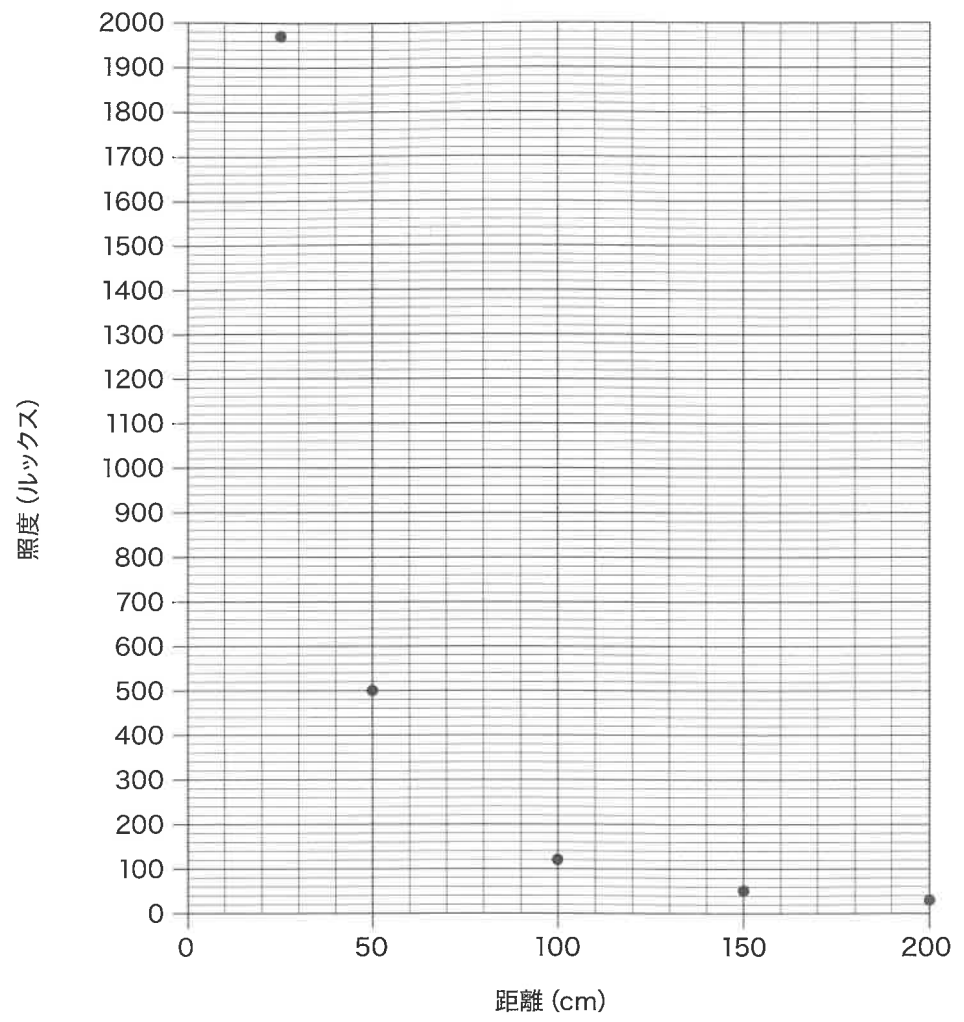


図2 白熱電球から照度計までの距離と照度

(1) 次の [] にもっとも適するものを選び、○で囲みなさい。

電圧が一定ということは、白熱電球が出している光の量に変化がないということです。<実験1>では、電球と照度計の距離が遠くなると、照度が①[上昇・下降] していくことがわかります。図2より、電球から100cmの距離での照度は、50cmの距離での照度に比べると、約②[$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}$] になっていることがわかります。この関係から、250cmの距離での照度は、50cmの距離での照度に比べて、約③[$\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{25} \cdot \frac{1}{250}$] になることが予想できます。

<実験2>

次に図3のように、白熱電球と照度計との距離を一定にして、電圧を変化させて照度を測定しました。結果を図4に示します。同時に、放射温度計を用いて電球の温度を測定しました。結果を図5に示します。



図3 電圧と照度、温度の関係を測定する装置

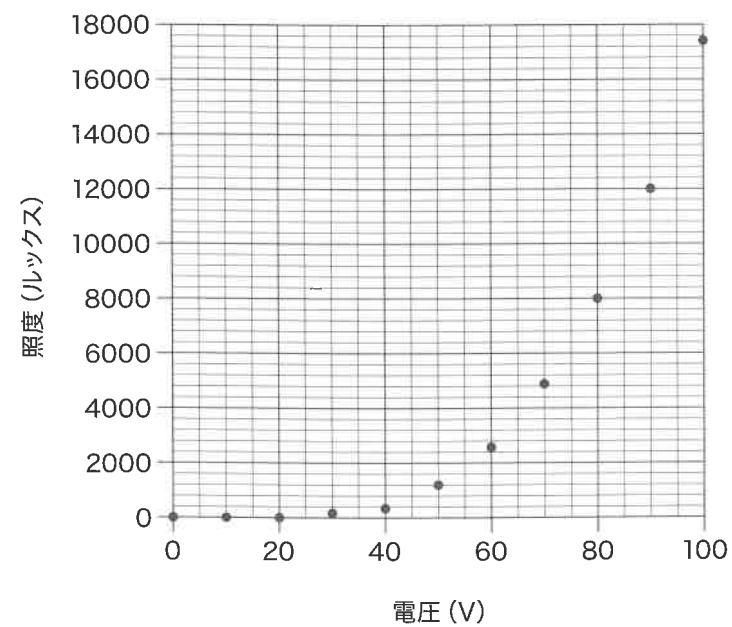


図4 電圧を変化させた時の照度

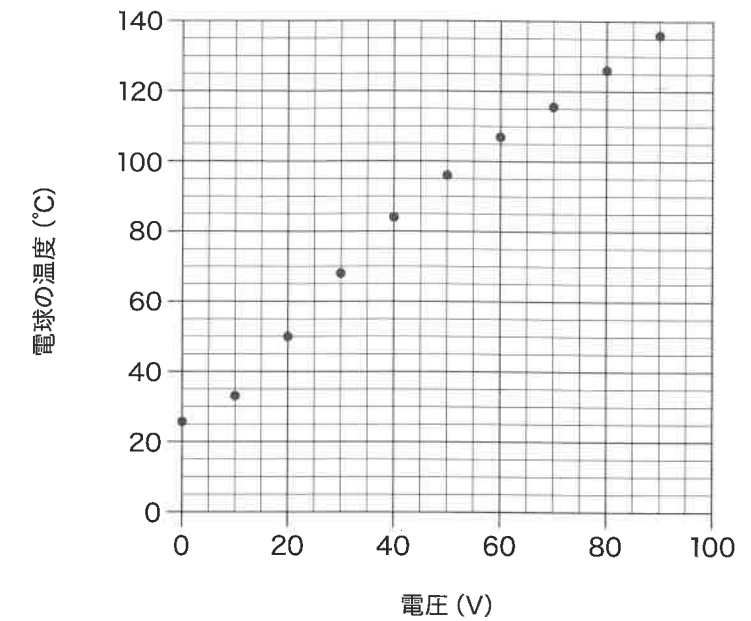


図5 電圧を変化させた時の電球の温度

(2) 次の [] にもっとも適するものを選び、○で囲みなさい。

電圧を上げると、照度が①[上昇・下降] します。白熱電球と照度計の距離は一定なので、電圧が大きいほど、電球は②[明るく・暗く] なることがわかります。電圧が50Vの時とくらべて、100Vでは、明るさは約③[2・5・15・30] 倍になっていることがわかります。電球の温度は、電圧を上げると④[上昇・下降] していくことがわかります。夜空の星が同じような性質ならば、明るい星は温度が⑤[高い・低い] ということになります。

このページは白紙です。

図6の虹^{にじ}の写真からわかるように、太陽の光の中にはさまざまな色の光がふくまれています。白熱電球も同様です。

テレビやスマートフォンの画面は、青色、緑色、赤色の光の強さを調節して、多くの色を表す仕組みになっています。そこで、図7のような青色、緑色、赤色の色ガラスを用意しました。これらの色ガラスは、その色の光しか通さない性質^{ちよう}をもっています。色ガラスを利用して、白熱電球の光の特徴を測定しました。



図6 空にかかる虹



図7 青色、緑色、赤色の色ガラス

＜実験3＞

照度計に色ガラスをかぶせて、次の実験をしました。白熱電球との距離を一定に保ったまま、電圧を変えて、それぞれの色ガラスごとに照度の測定をしました。すると、表1のような結果になりました。これをもとにグラフを作ったのが図8、図9です。

表1 色ガラスごとの照度の測定結果

電圧 (V)	青 (ルクス)	緑 (ルクス)	赤 (ルクス)
0	0	0	0
10	0	0	0
20	0	4	13
30	2	26	55
40	5	103	164
50	13	330	410
60	27	760	810
70	53	1600	1520
80	83	2620	2300
90	124	4060	3250
100	178	5900	4400

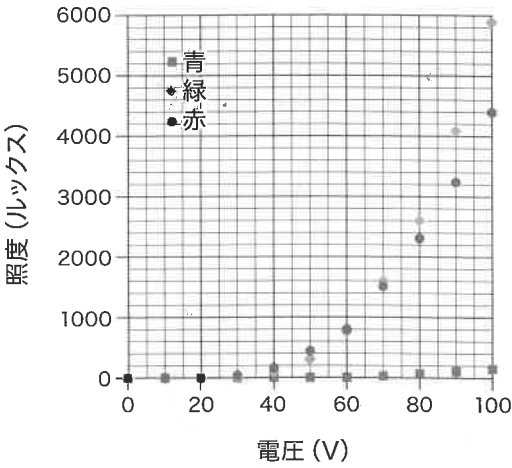


図8 色ガラスごとの電圧と照度の関係

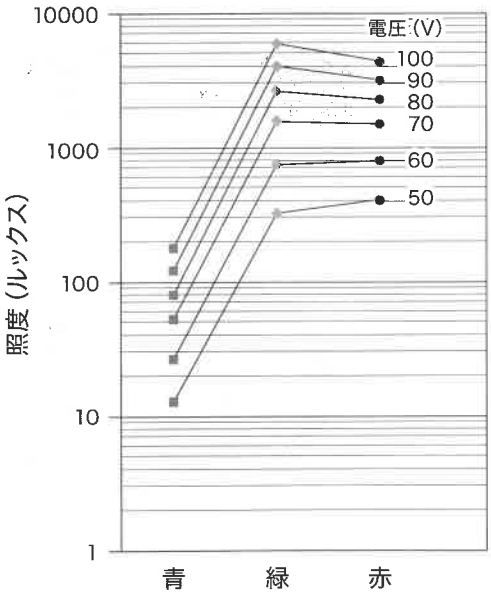


図9 電圧ごとの色ガラスによる照度の比較

(3) ＜実験3＞の結果から考えられる文として適切なものを次より2つ選び、記号を答えなさい。

- (ア) 白熱電球からの光は電圧を高くすると、赤色に対して青色と緑色の割合が高くなっていく。
- (イ) 白熱電球からの光は電圧を高くすると、赤色に対して青色と緑色の割合が低くなっていく。
- (ウ) 白熱電球からの光は電圧を変化させても、赤色に対する青色と緑色の割合は変わらない。
- (エ) 電圧を変化させると、白熱電球の色が変わると考えられる。
- (オ) 電圧を変化させても、白熱電球の色に変化はないと考えられる。

(4) 夜空に見える星の明るさや色の関係が、＜実験1、2、3＞と同じと考える。次の文のうち適切なものを2つ選び、記号を答えなさい。

- (ア) 赤い星と青い星は、温度は変わらないが、青い星ほど明るい。
- (イ) 赤い星と青い星は、温度は変わらないが、赤い星ほど明るい。
- (ウ) 赤い星は温度が低くて暗く、青い星は温度が高くて明るい。
- (エ) 赤い星は温度が低くて明るく、青い星は温度が高くて暗い。
- (オ) 赤い星は赤色の光だけ、青い星は青色の光だけを出して輝いている。
- (カ) 星はさまざまな色の光を出しているが、距離が遠いと青く、近いと赤く見える。
- (キ) 星はさまざまな色の光を出しているが、温度のちがいで出している色の割合が変わり、ちがった色に見える。

宇宙では、たくさんの星がせまい範囲に同時に誕生することがあります。地球から見ると、ほとんど同じ距離に星が集まっていることになります。このような星の群れを星団とよびます。図10は星団の例です。



図10 かに座 プレセペ星団 M44

<実験4>

まず色ガラスをつけないでプレセペ星団を撮影して、それぞれの星の明るさを求めました。次に色ガラスをつけて星団を撮影し、青い光と赤い光の割合を計算しました。図11には測定できた星団の一部の星を示しています。明るい星は上に、暗い星は下になります。左側にあるのは青い星、右側にあるのは赤い星となります。

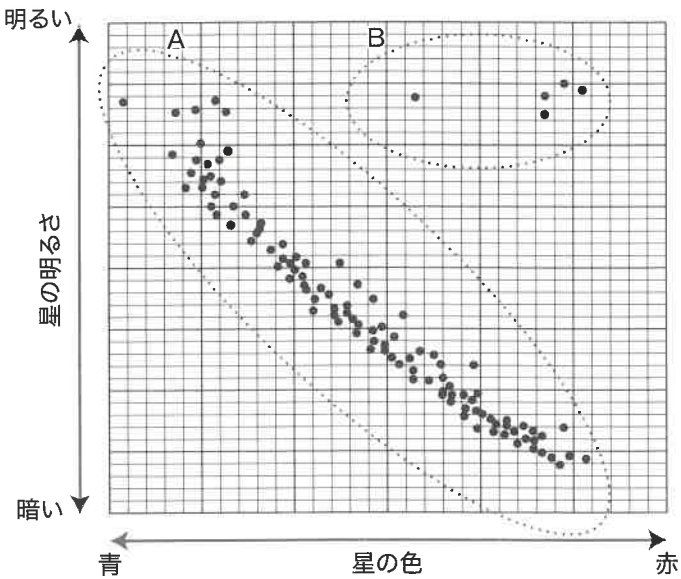


図11 星の色と明るさの関係

(5) 次の [] に適するものを選び、○で囲みなさい。

プレセペ星団には、図11の中に点線で囲んだように、AとBの異なった性質をもつ星のグループが見られます。白熱電球の実験結果と似ているのは① [A・B] グループと考えられます。Aグループは② [青い・赤い] 星が明るいという特徴が見られます。ところが、Bグループは明るくて、③ [青い・赤い] 星があります。

(6) プレセペ星団には、赤い色をした星が二種類あることがわかります。明るい赤い星と暗い赤い星です。明るい赤い星は、暗い赤い星と比べて、どのようにちがうと考えられますか。次の () を補い、文を完成させなさい。

明るい赤い星は、暗い赤い星と比べて () 。

4

次の各問いに答えなさい。ただし音速は常に毎秒350mとします。

図1のように壁から300m離れた位置に観測者がいます。壁と観測者の直線の上に音源を置きます。この音源から音を1回鳴らすと、観測者は音源から直接届く音と、壁で反射した音の、合わせて2回の音が聞こえました。このとき観測者が聞いた音と音の間の時間をT秒とします。



図1 壁と観測者の位置関係

(1) 次の①、②の場合について、Tの値を小数第1位まで答えなさい。

① 音源と壁の間の距離が140mの場合 (図2)

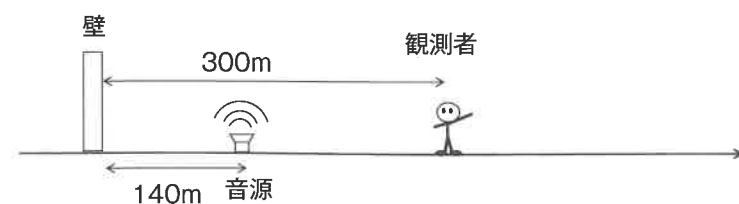


図2

② 音源と壁の間の距離が400mの場合 (図3)

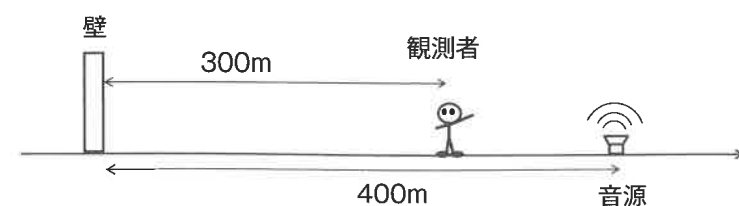


図3

(2) (1)の音源の位置だけを同じ直線上でいろいろ変えたとき、Tの値がどうなるか調べました。図4のように、横軸を壁から音源までの距離、縦軸をTとすると、どのような形のグラフになるか示しなさい。ただし値は書かないこと。

(1) ②の答えをtとする。

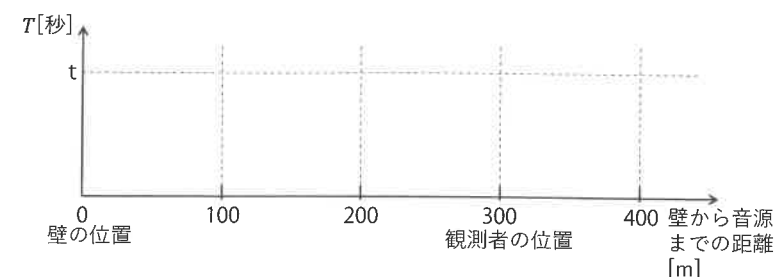


図4

次に平面上で考えます。図5は上から見た様子で1目盛りを50mとします。A、Bの2か所に観測者がいて、AとBは800m離れています。A、Bと同じ平面上のどこか1か所に音源を置き、その音源から出た音を聞いた時刻を測定しました。

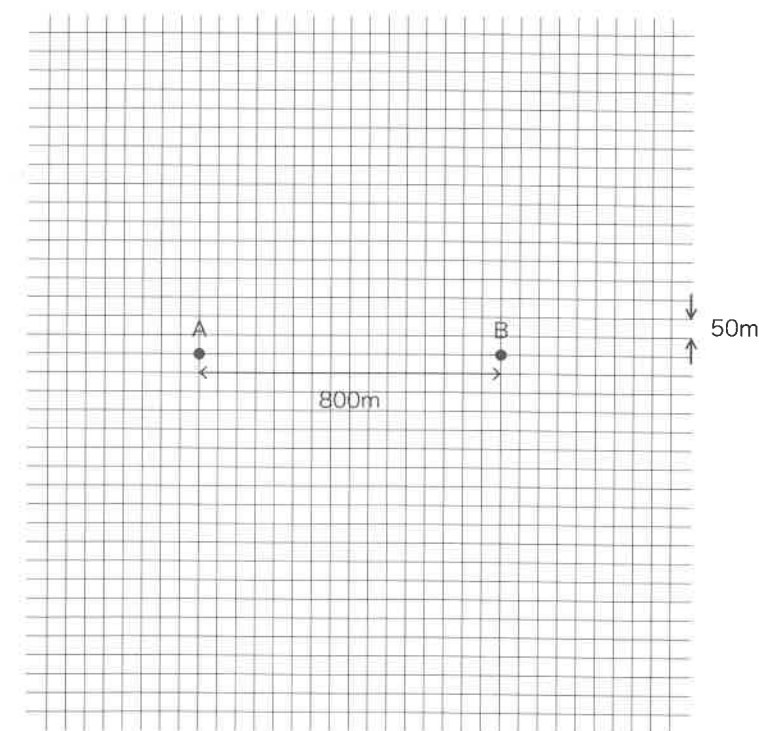


図5 観測者の位置A、B

- (3) 音源で音を出してからAでは1秒後に、Bでは2秒後に音が聞こえました。このとき音源の位置として考えられるすべての位置を作図しなさい。ただし、作図に必要な線はすべて残しなさい。また、音源の位置を点、線、^{はんい}範囲で示す場合、図6に従い答えの部分で矢印で示しなさい。

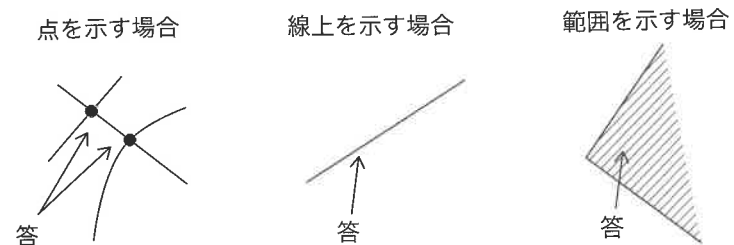
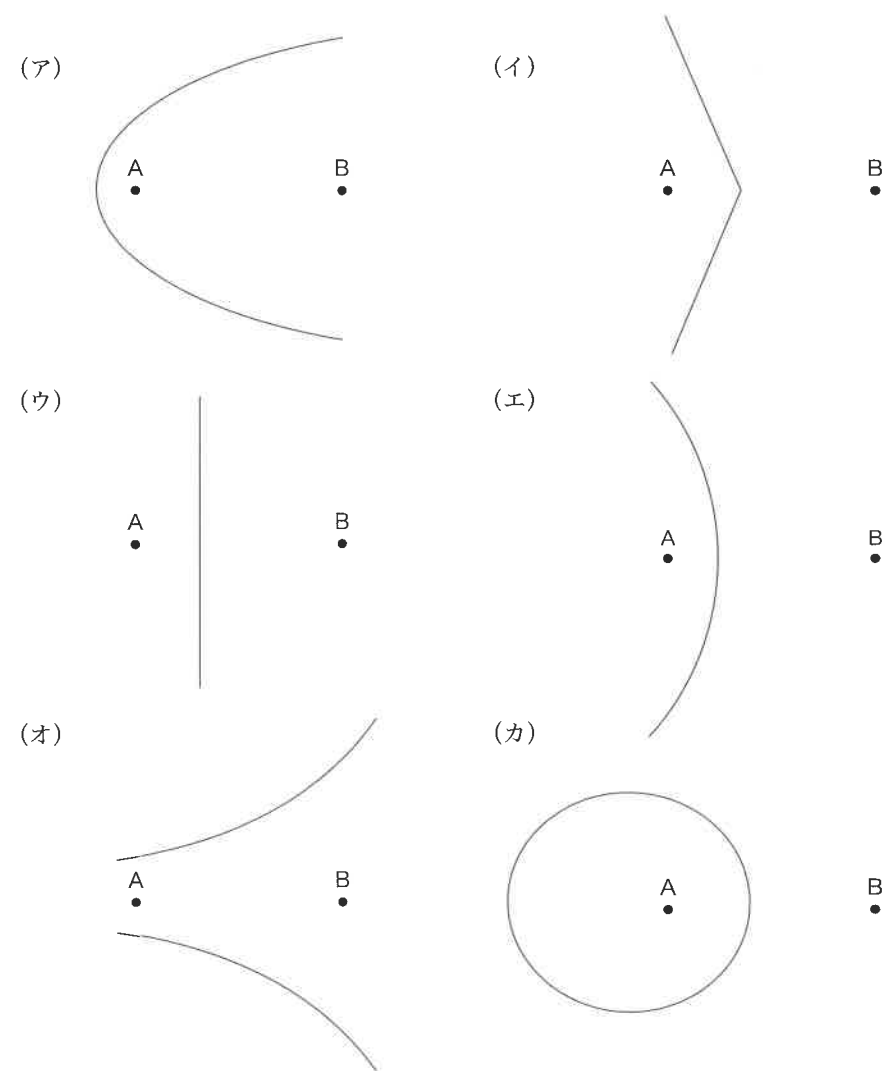


図6 解答の示し方

- (4) 音源で音を出し、Aで音が聞こえた時刻から1秒後にBで音が聞こえました。このときの音源の位置を示す線として最も適切なものを次より選び記号を答えなさい。



- (5) 音源の位置をいろいろ変えて、AとBで音が聞こえた時刻の差を測定したところ、その時間には最大値があることがわかりました。

- ① 初めにAで音が聞こえてから、次にBで音が聞こえるまでの時間の最大値を小数第1位まで答えなさい。
- ② ①のときの音源の位置として考えられるすべての位置を(3)と同様の方法で作図しなさい。

1

(1)			
(2)	①	g	② cm ³
(3)		たね 12 粒の重さ	たね 12 粒から失われた水の重さ
	A	g	g
	B	g	g
(4)	C	g	g
	mL		
(5)			
(6)			

※

2

(1)	アスパラギン	アスパラギン酸
(2)	(あ)	(い)
(3)	種類	
(4)	(ア)	(イ)
(5)	(エ)	(ウ)
	・	
(6)		

※

3

(1)	① 上昇 ・ 下降	② $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}$	③ $\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{25}$	④ $\frac{1}{250}$
(2)	① 上昇 ・ 下降	② 明るく ・ 暗く	③ 2 ・ 5 ・ 15 ・ 30	
	④ 上昇 ・ 下降	⑤ 高い ・ 低い		
(3)				
(4)				
(5)	① A ・ B	② 青い ・ 赤い	③ 青い ・ 赤い	
(6)	明るい赤い星は、暗い赤い星と比べて()。			

※

4

は裏面にあります

受 験 番 号	氏 名

※

(1)	①	秒	②	秒
(2)				
(3)				
(4)				
	①	秒		
(5)	②			