

3 物質は、どのようなものでもそれぞれ固有のエネルギーをもっています。化学反応が起こって他の物質に変化するときや、物質の状態が変化するときには、その変化に伴って持っているエネルギーの大きさが変化し、熱が発生したり、熱を吸収したり、光を出したりします。たとえば、冬に利用するカイロは、鉄が酸素と反応したときの化学反応によって発生する熱を利用しています。

水素、メタン、プロパンの3種類の気体を使って以下のような実験をしました。

実験1 3種類の気体を112cm<sup>3</sup>ずつ用意して重さをはかると、水素0.01g、メタン0.08g、プロパン0.22gでした。

実験2 3種類の気体を112cm<sup>3</sup>ずつ用意して燃やすと、水素からは340カロリー、メタンからは1060カロリー、プロパンからは2640カロリーの熱が発生しました。

実験3 水素が燃えるときには、水素100cm<sup>3</sup>と酸素50cm<sup>3</sup>がちょうど反応して、水ができました。

実験4 メタンが燃えるときには、メタン100cm<sup>3</sup>と酸素200cm<sup>3</sup>がちょうど反応して、二酸化炭素100cm<sup>3</sup>と水ができました。

実験5 プロパンが燃えるときには、プロパン100cm<sup>3</sup>と酸素500cm<sup>3</sup>がちょうど反応して、二酸化炭素300cm<sup>3</sup>と水ができました。

問1 水素を発生させることができる物質の組み合わせを、次のア～クから2通り選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を2度用いることはできません。

- ア. 石灰石

イ. アルミニウム

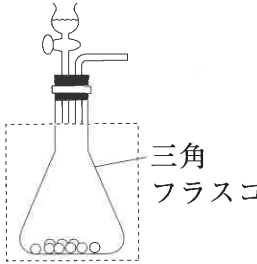
ウ. 過酸化水素水
- エ. 塩酸

オ. 銅

カ. 二酸化マンガン
- キ. 水酸化ナトリウム水溶液

ク. 鉄

問2 水素を発生させる器具として、右図のような器具を用いました。点線で囲まれた部分を正しく表しているものを、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

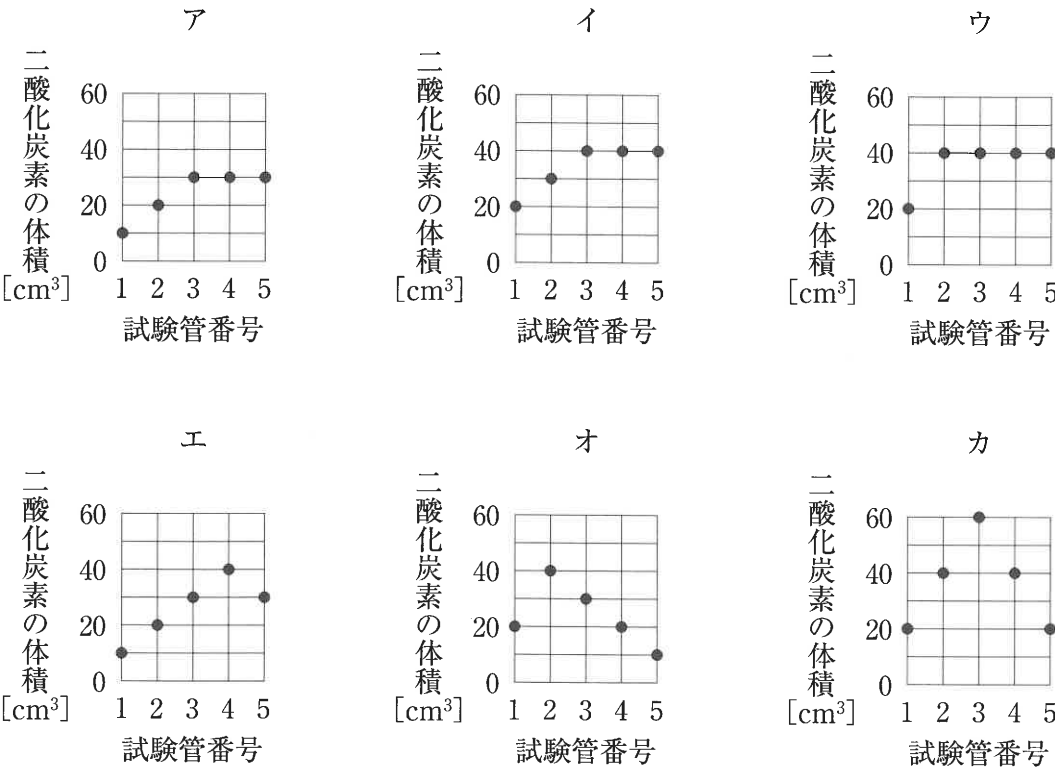


問3 同じ重さの水素、メタン、プロパンを用意して燃やしたときに、発生する熱が最も大きい気体を答えなさい。

問4 実験4において、表1のように気体の量を変えて、5回の実験をしました。発生した二酸化炭素の体積[cm<sup>3</sup>]を表すグラフとして最も適当なものを、次のア～カから選び、記号で答えなさい。

表1

| 試験管番号 | メタンの体積[cm <sup>3</sup> ] | 酸素の体積[cm <sup>3</sup> ] |
|-------|--------------------------|-------------------------|
| 1     | 20                       | 100                     |
| 2     | 40                       | 80                      |
| 3     | 60                       | 60                      |
| 4     | 80                       | 40                      |
| 5     | 100                      | 20                      |



問5 1000cm<sup>3</sup>の水素を完全に燃やすには、何cm<sup>3</sup>の空気が必要ですか。ただし、空気中には、酸素が20%含まれているものとします。

問6 体積比で水素20%、メタン50%、プロパン30%の割合で混ざりあった気体(混合気体)が112cm<sup>3</sup>あります。この混合気体をすべて燃やすために必要な酸素は何cm<sup>3</sup>ですか。また、このときに発生する熱は何カロリーですか。

問7 水素とメタンがある割合で混ざりあった気体(混合気体)が500cm<sup>3</sup>あります。この混合気体を燃やしたところ、二酸化炭素が150cm<sup>3</sup>できました。混合気体中の水素は何cm<sup>3</sup>ですか。また、このときに反応した酸素は何cm<sup>3</sup>ですか。

(次のページにも問題が続きます)

- 4 鳥のなかには、地球上の離れた地域を季節ごとに行き来するものがいて、この行動を渡りと言います。渡り鳥は一体、何を基準に渡りの方角を決めているのでしょうか。

この問題には、昔から多くの研究者たちが解明に取り組んできました。その手がかりの1つとして考えられたのが太陽の位置です。例えば、①春から夏を日本で過ごした渡り鳥は、日本から南半球に渡るとき、太陽の昇る位置から時計回りに90°の方角がおよその南の方角であることを知ることができます。このように、渡り鳥が太陽の位置を基準に渡りの方角を決定しているのではないかという仮説をもった昔の鳥類学者は、さらに実験を進め研究を行いました。

- 問1 渡り鳥の地球上の離れた地域での移動は、越冬地と繁殖地の間で行われます。鳥類の体温調節と繁殖について説明した次の文の、に入る語句の組み合わせとして適当なものを、ア～エ、カ～ケからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

(1) 鳥は  A 動物で、  B で体温が逃げるのを防ぐ。

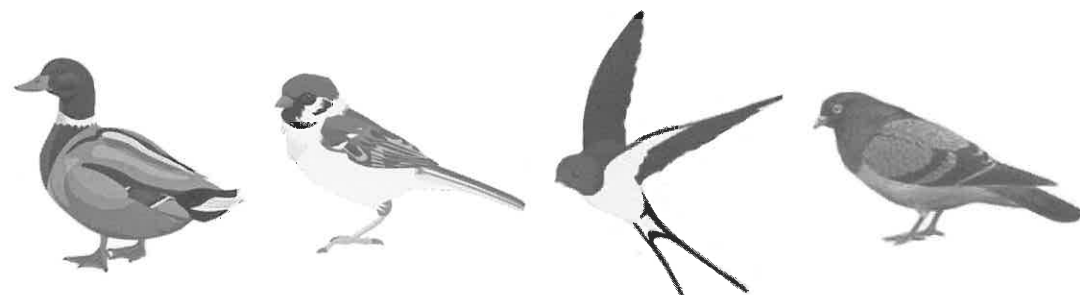
- | A     | B  |
|-------|----|
| ア. 変温 | 毛  |
| イ. 変温 | 羽毛 |
| ウ. 恒温 | 毛  |
| エ. 恒温 | 羽毛 |

(2) 鳥は  C 受精で、  D である。

- | C     | D  |
|-------|----|
| カ. 体外 | 卵生 |
| キ. 体外 | 胎生 |
| ク. 体内 | 卵生 |
| ケ. 体内 | 胎生 |

- 問2 下線部①にあてはまる鳥を、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア. カモ      イ. スズメ      ウ. ツバメ      エ. ハト



- 問3 日本で秋から冬を過ごした渡り鳥が、北に渡るときには、太陽の昇る位置からどちらの方角に向かいますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 時計回りに45°      イ. 時計回りに90°  
ウ. 反時計回りに45°      エ. 反時計回りに90°

- 問4 次にあげる動物の行動のうち、太陽の位置から方角を特定しているものはどれですか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. サケが生まれた川にもどる。  
イ. ネズミが迷路実験を繰り返すとゴールにたどりつくまでの時間が短縮される。  
ウ. ミツバチが8の字ダンスで餌の位置を仲間のハチに知らせる。  
エ. アリが道しるべの上に行列をつくる。

太陽の位置を基準にした渡りのしくみを詳しく調べるための実験を鳥類学者が行いました。  
実験 1、2 は同じ日の日の出の時刻に北半球で行ったものとして、以下の問いに答えなさい。

【実験 1】

図 1 のように太陽の位置が分かるように一部だけ窓を開けたカゴを、日の出の時刻に野外に置いた。なお、渡りの時期の鳥は、カゴのなかで渡りの方角を向く。

【結果】

図 1 のように渡り鳥は南東の方角を向いた。

【実験 2】

図 2 のように南に開いた窓に鏡を付け、日の出の時刻にカゴの中心にいる渡り鳥に直接光が当たるようにした。

【結果】

図 2 のように渡り鳥は南西の方角を向いた。

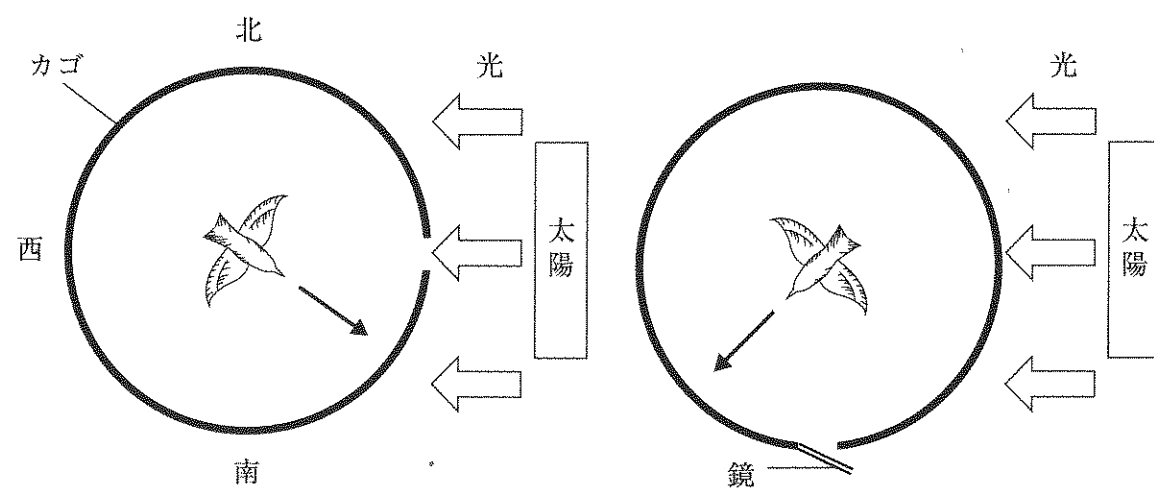


図 1

図 2

問 5 図 2 の実験で、窓に付けた鏡の角度 X は何度ですか。



問 6 図 2 の鏡をとって正午に同様の実験を行うと、渡り鳥は南東を向きました。次に、西に窓を開けたカゴの中心にいる渡り鳥に、日没の時刻に直接光が当たるようにしました。渡り鳥が渡りの方角を判断する方法と、このときに向いた方角を説明した次のア～クのうち、適当なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 常に太陽の位置だけから渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から時計回りに  $45^\circ$  の方向を向く。
- イ. 常に太陽の位置だけから渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から反時計回りに  $45^\circ$  の方向を向く。
- ウ. 常に太陽の位置だけから渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から時計回りに  $135^\circ$  の方向を向く。
- エ. 常に太陽の位置だけから渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から反時計回りに  $135^\circ$  の方向を向く。
- オ. 常に太陽の位置と時刻から渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から時計回りに  $45^\circ$  の方向を向く。
- カ. 常に太陽の位置と時刻から渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から反時計回りに  $45^\circ$  の方向を向く。
- キ. 常に太陽の位置と時刻から渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から時計回りに  $135^\circ$  の方向を向く。
- ク. 常に太陽の位置と時刻から渡りの方角を判断するので、日没の時刻には、太陽の位置から反時計回りに  $135^\circ$  の方向を向く。

次に、渡り鳥が太陽の位置と、体内時計の時刻によって渡りの方角を決定することを調べるために、実験1と2とは異なる種類の渡り鳥を用いて次のような実験3を行いました。これについて以下の問いに答えなさい。

【実験3】

- ① 渡り鳥をカゴに入れて、数日間、太陽が見えない部屋のなかで、実際の日の出の時刻からずらして照明をつけ、また日没の時刻からずらして照明を消した。このようにして、自然の生活リズムと合った体内時計を持つグループAの渡り鳥と比べて、体内時計を進めたり遅らせたりした渡り鳥のグループB、Cを作った(図3)。

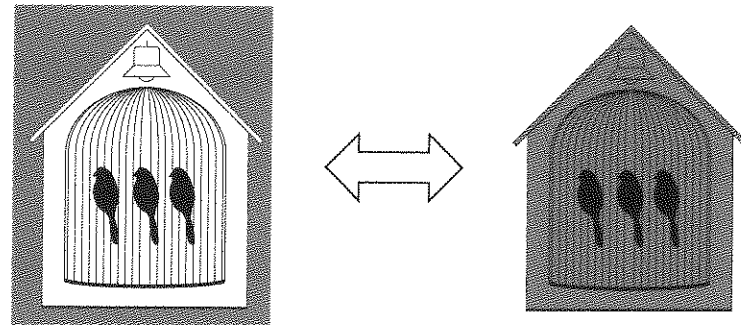


図3

グループA：体内時計が実際の日の出と日没に合った渡り鳥。この渡り鳥には、体内時計を前後させた渡り鳥と区別するために白い印を付けた。

グループB：自然の生活リズムに対して、体内時計を6時間進めた渡り鳥

グループC：自然の生活リズムに対して、体内時計を6時間遅らせた渡り鳥

- ② 渡りの時期の晴天の正午にグループAとBの渡り鳥、グループAとCの渡り鳥を一緒に入れた2つのカゴを、野外の同じ場所に置いた(図4)。このとき、それぞれのカゴの中の渡り鳥は、体内時計の進み、または遅れに応じた渡りの方角を向いて飛び立つ姿勢をとるので、その方角を観察し記録を行った。ただし、この時期の日の出は午前6時より前、日没は午後6時より後であったとする。

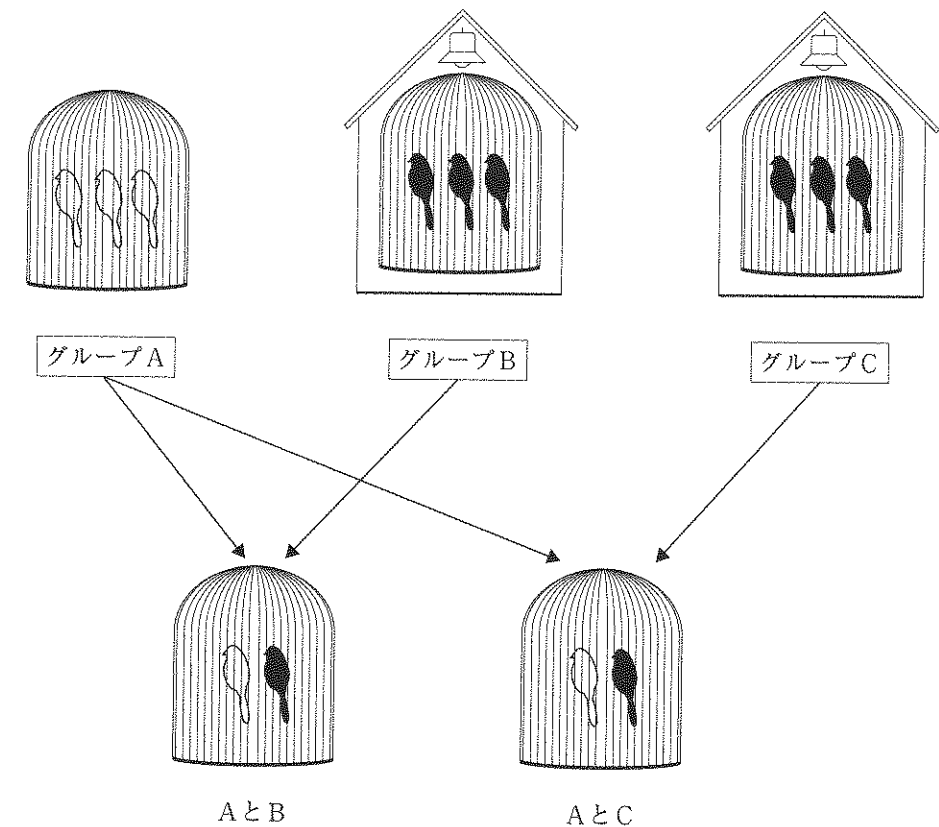


図4

【結果】図5は、それぞれのグループの渡り鳥の向く方向とその数を表したものである(図はカゴを真上から観察したものです)。

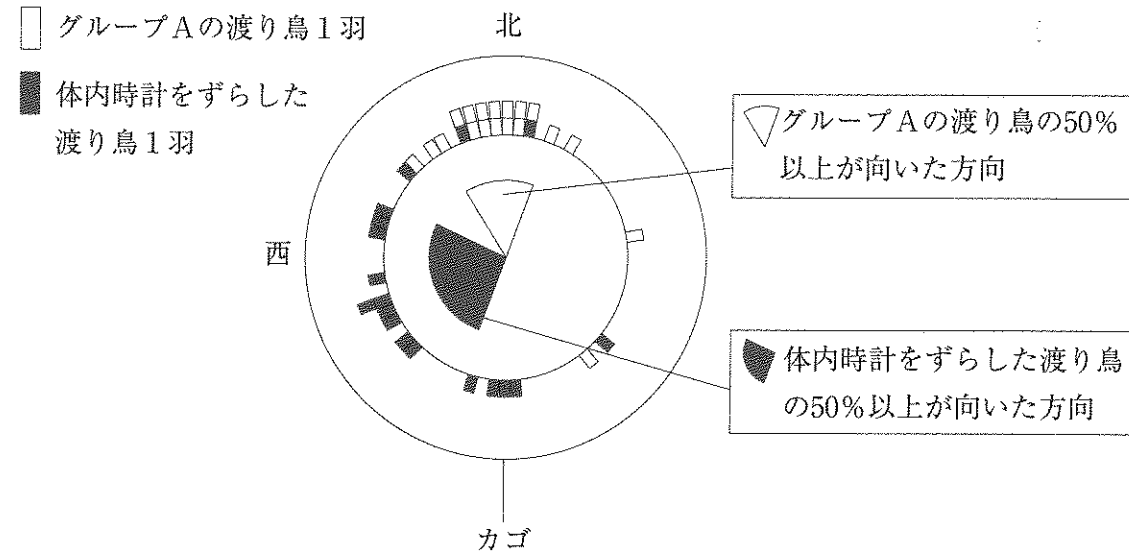
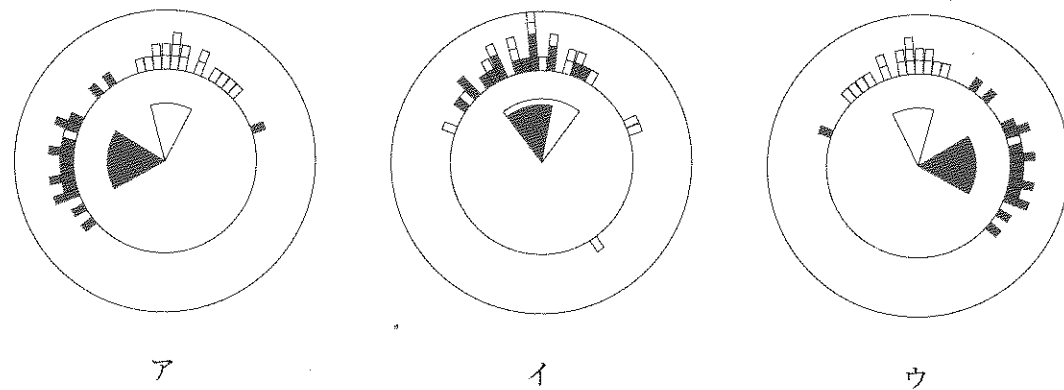


図5

問7 グループAとCの渡り鳥を一緒に入れたカゴの実験の結果の図を、次のア～ウから1つ選び記号で答えなさい。



5 イギリス(正式にはグレートブリテン及び北アイルランド連合王国、以下イギリスと呼びます)は、政治・経済の仕組みや科学技術において世界をリードしてきました。また、その影響は現在の世界に色濃く残されています。次の文章を読み、後の各問いに答えなさい。

18世紀に入ると、イギリスなどのヨーロッパにおいて科学技術は格段に発展しました。なかでも大きな出来事は①蒸気機関の発明です。それまでにも、いろいろな機械が作られていましたが、それらを動かす原動力は人力や馬力、水力や風力に頼るしかありませんでした。そうした中、蒸気機関は新たに蒸気力という「あ」の利用を可能にしたのです。そして、それは人間の手に入るエネルギー源が飛躍的に拡大していったことを意味します。

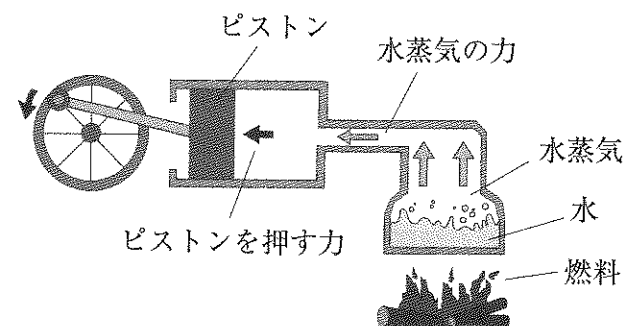
問1 下線部①の蒸気機関に最も関係の深い科学者を、次のア～エから選び、記号で答えなさい。

ア. ガリレオ    イ. ニュートン    ウ. ワット    エ. アインシュタイン

問2 文章中の空欄「あ」に入る語句として適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア. 運動エネルギー    イ. 電気エネルギー    ウ. 核エネルギー    エ. 熱エネルギー

蒸気機関を利用したものの中に、SL(蒸気機関車)があります。蒸気機関車は、蒸気の利用して、ピストンを往復運動させて、その往復運動を動輪の回転運動にかえて車輪を動かしています。



水が水蒸気になるとき、体積が  なり、ピストンを押します。この水蒸気が冷やされると、体積が一気に  なります。すると、ピストンを押す力が  なり、ピストンがもとに戻ります。初期の蒸気機関は生じた蒸気がもとに戻った時に生じる気圧の差を利用してつくられました。

問3 蒸気機関の仕組みについて、以下の問いに答えなさい。

- (1) 上図のように水が水蒸気になるときの現象を何といいますか。
- (2) 文章中の空欄  ～  に入る語句の組み合わせとして適当なものを、次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

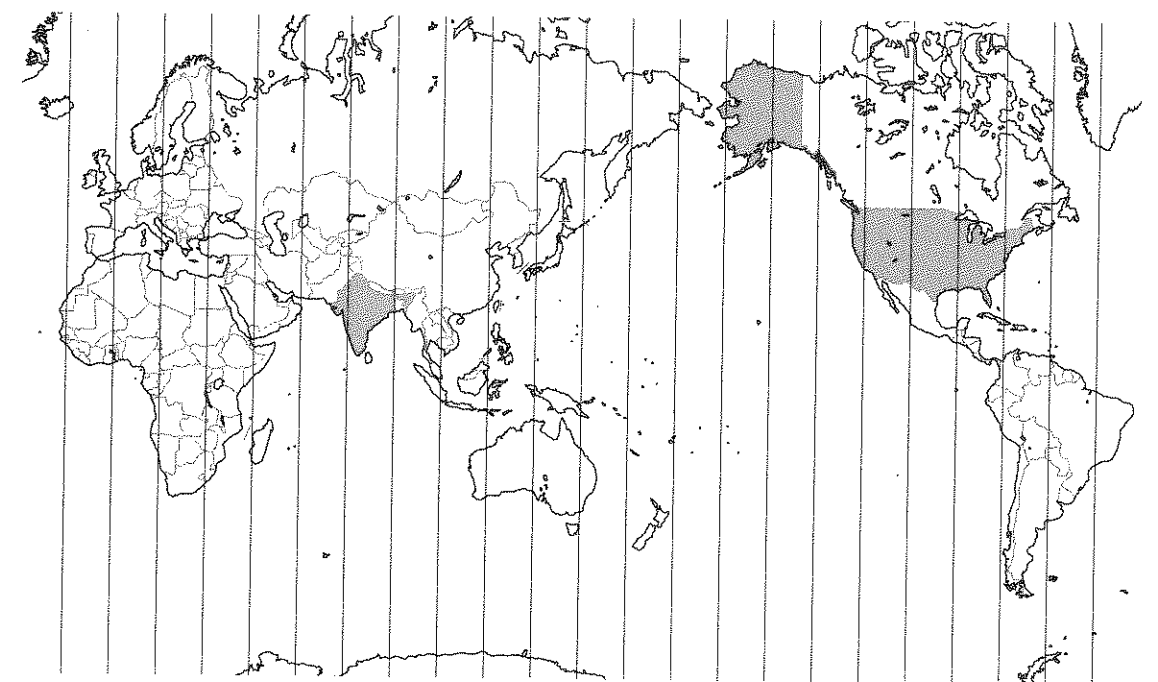
|        | い   | う   | え |
|--------|-----|-----|---|
| ア. 大きく | 大きく | 小さく |   |
| イ. 大きく | 小さく | 大きく |   |
| ウ. 大きく | 小さく | 小さく |   |
| エ. 小さく | 大きく | 大きく |   |
| オ. 小さく | 大きく | 小さく |   |
| カ. 小さく | 小さく | 大きく |   |

- (3) ピストンが戻るときに水蒸気に起こる状態変化と同じ変化を表しているものを、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ドライアイスを置いておくとなくなった。
- イ. 冬の寒い日に吐く息が白くなった。
- ウ. 池にはった氷が昼にはなくなっていた。
- エ. 外に干しておいた洗濯物せんたくものがかわいた。
- オ. ぬれた指で氷に触れると指がくっついた。

イギリスは、世界で最初に産業革命を経験し、その産業革命を通じてイギリスの経済力は大きく発展しました。一方、イギリスは原料を手に入れ、製品を販売する場所としてエジプトや南アフリカ、②インドなどの植民地を獲得していきました。

- 問4 文章中の下線部②について、アメリカ合衆国のコンピューターソフト開発などの情報通信(ICT)産業は、インドとの協力関係によって発展してきました。その理由を、アメリカ合衆国とインドとの地理的な関係に着目して説明しなさい。その際、下の地図を参考にする。



※経線は15度ごとに引かれています。

1

|    |   |  |    |  |     |  |  |    |  |  |    |   |  |
|----|---|--|----|--|-----|--|--|----|--|--|----|---|--|
| 問1 | A |  | B  |  | 問2  |  |  | 問3 |  |  | 問4 |   |  |
| 問5 | I |  | II |  | 問6  |  |  | 問7 |  |  | 問8 | X |  |
| 問9 |   |  |    |  | 問10 |  |  |    |  |  |    |   |  |

2

|    |     |     |    |     |     |
|----|-----|-----|----|-----|-----|
| 問1 | (1) | (2) | 問2 | (1) | (2) |
| 問3 | (1) | (2) | 問4 | (1) | (2) |
| 問5 | (1) | (2) | 問6 | (1) | (2) |
| 問7 | (1) | (2) |    |     |     |

3

|    |                 |  |      |  |    |    |                 |  |
|----|-----------------|--|------|--|----|----|-----------------|--|
| 問1 | と               |  | と    |  | 問2 |    |                 |  |
| 問3 |                 |  | 問4   |  |    | 問5 | cm <sup>3</sup> |  |
| 問6 | cm <sup>3</sup> |  | カロリー |  |    |    |                 |  |
| 問7 | 水素              |  | 酸素   |  |    |    |                 |  |

4

|    |     |     |    |   |  |
|----|-----|-----|----|---|--|
| 問1 | (1) | (2) | 問2 |   |  |
| 問3 |     |     | 問4 |   |  |
| 問6 |     |     | 問7 | 度 |  |

5

|    |     |     |     |   |    |  |
|----|-----|-----|-----|---|----|--|
| 問1 |     |     | 問2  |   |    |  |
| 問3 | (1) | (2) | (3) |   |    |  |
| 問4 |     |     |     |   |    |  |
| 問5 | A   | B   | C   | D | 問6 |  |

|      |  |  |  |     |  |  |  |
|------|--|--|--|-----|--|--|--|
| 受験番号 |  |  |  | 氏 名 |  |  |  |
|      |  |  |  |     |  |  |  |

|     |  |
|-----|--|
| 得 点 |  |
|     |  |