

# 理 科

- 1 金属の体積が温度によって変化するのと同じように、空気の体積も温度によって変化します。そこで、空気の体積と温度の関係を調べました。これに関する各問いに答えなさい。

問1 ゼリーをつめた直径3mm、長さ170cmのアクリル管を用意しました。そしてアクリル管の端Aを接着剤でふさぎ、アクリル管内に空気を閉じこめました(図1)。このアクリル管内の温度を変化させたとき、ゼリーの位置(端Aからゼリーまでの位置)がどのように変化するかを調べました(表1)。これに関する(a)、(b)に答えなさい。

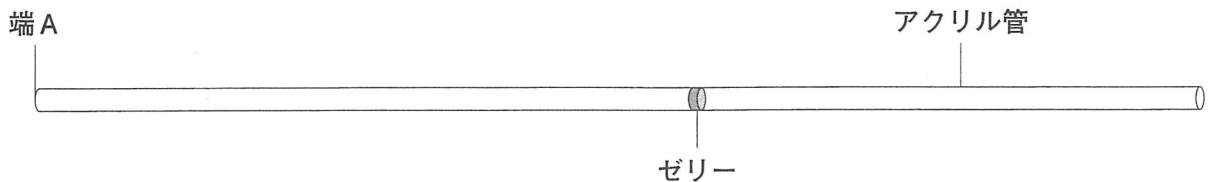


図1 ゼリーをつめて端Aをふさいだアクリル管

表1 アクリル管内の温度とゼリーの位置

アクリル管内の温度(℃)	ゼリーの位置(cm)
80	150
70	145.75
60	141.5
50	137.25
40	133
30	128.75
20	124.5

(a) アクリル管内の温度を36℃にしたとき、ゼリーの位置は何cmになりますか。

(b) アクリル管内の温度が80℃のときのアクリル管内の空気の体積は、アクリル管内の温度が20℃のときのアクリル管内の空気の体積の何倍ですか。小数第4位を四捨五入して、小数第3位で答えなさい。

問2 ピストンが自由に動けるようにした底面積  $10\text{cm}^2$ 、長さ  $20\text{cm}$  の注射器を用意しました。そして注射器の先を接着剤でふさぎ、注射器内に空気を閉じこめました。この注射器内の温度を  $20^\circ\text{C}$  にしたとき、ピストンの位置は  $10\text{cm}$  でした(図2)。注射器内の温度を  $80^\circ\text{C}$  にしたとき、ピストンは何 cm 動くと考えられますか。小数第1位を四捨五入して、整数で答えなさい。

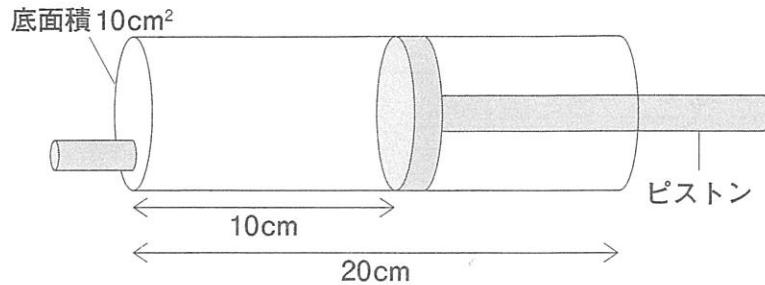


図2  $20^\circ\text{C}$ にしたときの注射器

問3 水が  $1000\text{cm}^3$  入る立方体の容器を用意しました。この容器の上面に穴をあけ、長さ  $9\text{cm}$  の細いストローを差しこみ、容器の上面にあけた穴とストローをすき間なく固定した装置を作りました(図3)。この装置を使った実験1、実験2に関する(a)、(b)に答えなさい。ただし、ストローとストロー内の空気や水の体積は考えないものとします。また、水の体積は温度によって変化しないものとします。

#### 実験1

- ① 装置内の温度を  $20^\circ\text{C}$ にして、装置内に  $20^\circ\text{C}$  の水  $500\text{cm}^3$  を入れた。
- ② 装置内を温めた。

#### 実験1の結果

装置から水  $51\text{cm}^3$  が出た。

#### 実験2

- ① 装置の上面を下にして、装置内の温度を  $80^\circ\text{C}$  に温めた。
- ② 装置の上面を  $20^\circ\text{C}$  の水面にすき間ができるように触れさせた。
- ③ 装置内の温度が  $20^\circ\text{C}$  になった時点での水面から装置をはなし、すばやく装置の上面を上にした。

#### 実験2の結果

③の操作の後、装置内に水がたまっていた。

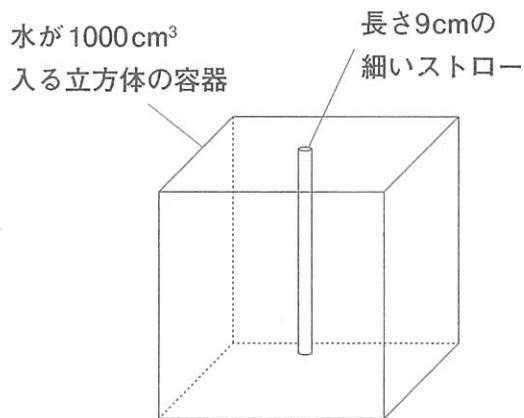
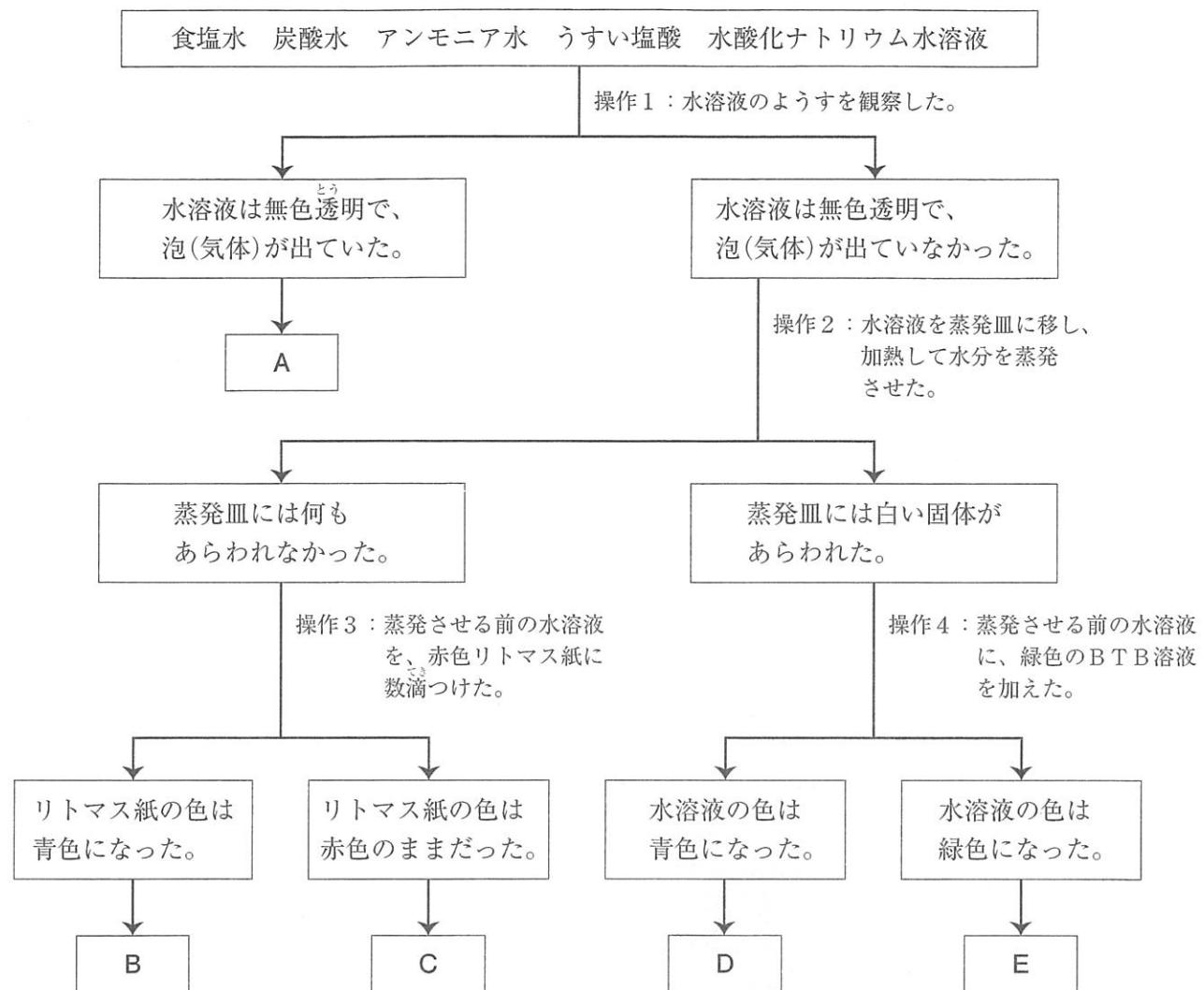


図3 装置

(a) 実験1について、装置内の温度を何°Cまで温めたと考えられますか。小数第1位を四捨五入し、整数で答えなさい。

(b) 実験2について、①～③の操作を何回かくり返しました。装置内にたまる水の体積が  $500\text{cm}^3$  をこえるのは、①～③の操作を何回くり返したときですか。ただし、はじめの装置内には水は入っていないものとします。

2 5つのビーカーに、5種類の水溶液A～E(食塩水、炭酸水、アンモニア水、うすい塩酸、水酸化ナトリウム水溶液)のいずれかが入っています。どのビーカーにどの水溶液が入っているかを調べたところ、次のようになりました。これに関する各問い合わせなさい。



問1 BとEはそれぞれどの水溶液だと考えられますか。もっとも適当なものを選び、それぞれア～オで答えなさい。

- |          |                |           |
|----------|----------------|-----------|
| ア. 食塩水   | イ. 炭酸水         | ウ. アンモニア水 |
| エ. うすい塩酸 | オ. 水酸化ナトリウム水溶液 |           |

問2 CとDを用いて実験1、実験2を行いました。これに関する(a)、(b)に答えなさい。

#### 実験1

- ① 試験管にC 4mLとD 6mLを混ぜた。
- ② ①の試験管に緑色のBTB溶液を加えた。

#### 実験1の結果

水溶液の色は緑色になった。

## 実験2

- ① 試験管にC 4mLとD 6mLを混ぜた。
- ② ①の水溶液を蒸発皿にすべて移し、加熱して水分をすべて蒸発させた。

## 実験2の結果

蒸発皿に白い固体0.5gがあらわれた。

(a) 緑色のB T B溶液を加えたとき、水溶液の色が黄色になるのはどれですか。すべて選び、ア～オで答えなさい。

- ア. C 3mLとD 7mLを混ぜた水溶液
- イ. C 5mLとD 5mLを混ぜた水溶液
- ウ. C 2mLとD 3mLを混ぜた水溶液
- エ. C 3mLとD 2mLを混ぜた水溶液
- オ. C 1mLとD 2mLを混ぜた水溶液

(b) CとDを混ぜた水溶液を加熱して水分をすべて蒸発させたとき、同じ重さの固体があらわれるのはどれですか。2つ選び、ア～オで答えなさい。また、その重さは何gですか。

- ア. C 5mLとD 5mLを混ぜた水溶液
- イ. C 7mLとD 3mLを混ぜた水溶液
- ウ. C 2mLとD 3mLを混ぜた水溶液
- エ. C 3mLとD 2mLを混ぜた水溶液
- オ. C 3mLとD 1mLを混ぜた水溶液

問3 鉄片を入れた試験管にCを加えたところ、泡が出て鉄片は小さくなりました。しばらくすると、鉄片は完全に見えなくなりました。見えなくなった鉄片のゆくえについて3つの仮説を立てました。そして3つの仮説を確かめるために、実験3～実験5を行いました。これに関する(a)、(b)に答えなさい。

仮説1：鉄片は、泡になって空気中へ出ていき、Cの中に存在していない。

仮説2：鉄片は、鉄の小さな粒になり、目には見えないがCの中に存在している。

仮説3：鉄片は、鉄ではない小さな粒になり、目には見えないがCの中に存在している。

## 実験3

- ① 鉄片を入れた試験管にCを加え、鉄片が完全に見えなくなるまでしばらく置いた。
- ② Cと①で得られた水溶液Fをそれぞれ蒸発皿に移し、加熱して水分をすべて蒸発させた。

## 実験3の結果

Cを入れた蒸発皿には何もあらわれなかつた。Fを入れた蒸発皿には固体Gがあらわれた。

#### 実験4

鉄片と実験3で得られたGに、それぞれ磁石を近づけた。

#### 実験4の結果

鉄片は磁石に引きつけられた。Gは磁石に引きつけられなかった。

#### 実験5

- ① 鉄片と実験3で得られたGを、それぞれ別の試験管に入れた。
- ② それぞれの試験管にCを加えた。

#### 実験5の結果

鉄片を入れたCからは泡が出た。しばらくすると、鉄片は完全に見えなくなった。

Gを入れたCからは泡が出なかった。しばらくすると、Gは完全に見えなくなった。

(a) 実験3～実験5から、仮説1が間違っていることがわかります。仮説1が間違っていることがわかる実験はどれですか。1つ選び、3～5で答えなさい。また、仮説1が正しいならば、どのような結果になるはずですか。過不足なく選び、ア～カで答えなさい。

- ア. Cを入れた蒸発皿とFを入れた蒸発皿のどちらの蒸発皿にも何もあらわれない。
- イ. Cを入れた蒸発皿とFを入れた蒸発皿のどちらの蒸発皿にも固体があらわれる。
- ウ. 鉄片とGのどちらも磁石に引きつけられる。
- エ. 鉄片とGのどちらも磁石に引きつけられない。
- オ. 鉄片を入れたCとGを入れたCのどちらからも泡が出る。
- カ. 鉄片を入れたCとGを入れたCのどちらからも泡が出ない。

(b) 実験3～実験5から、仮説2が間違っていることがわかります。仮説2が間違っていることがわかる実験はどれですか。2つ選び、3～5で答えなさい。また、仮説2が正しいならば、どのような結果になるはずですか。過不足なく選び、(a)のア～カで答えなさい。

3

たけしばさんばし 東京都にある竹芝桟橋から南へ1000kmほど行ったところに、父島や母島などからなる小笠原諸島があります(図1)。これらの島は、ガラパゴス諸島やハワイ諸島などと同じで、誕生してから一度も大陸と陸続きになったことがありません。このような島を海洋島といいます。海洋島には、その島だけに生息している生物(固有種)が多くみられます。このような島に、人間が持ちこんだ、<sup>①</sup>本来、その地域には生息していない生物(外来種)が定着することで、固有種が絶滅に追いやられてしまうことがあります。例えば、小笠原諸島の固有種であるオガサワラシジミ(図2)や5種類いる固有種のトンボは、父島では1980年代から、母島では1990年代から減りはじめ、今ではほとんどみることができなくなっています。ちょうどそのころ、グリーンアノール(図3)という北米原産のトカゲのなかまが、これらの島に入りこんで、定着したことがわかっています。グリーンアノールはカメレオンのように体色を変化させることができ、<sup>②</sup>ヤモリのように吸いつく指をもっていて昆虫などを捕食しながら樹上で生活しています。小笠原諸島では現在、グリーンアノールのような外来種によって、多くの固有種が絶滅の危機にさらされています。そのため、<sup>③</sup>生物の多様性が失われてしまうのではないかと心配されています。これに関する各問い合わせに答えなさい。

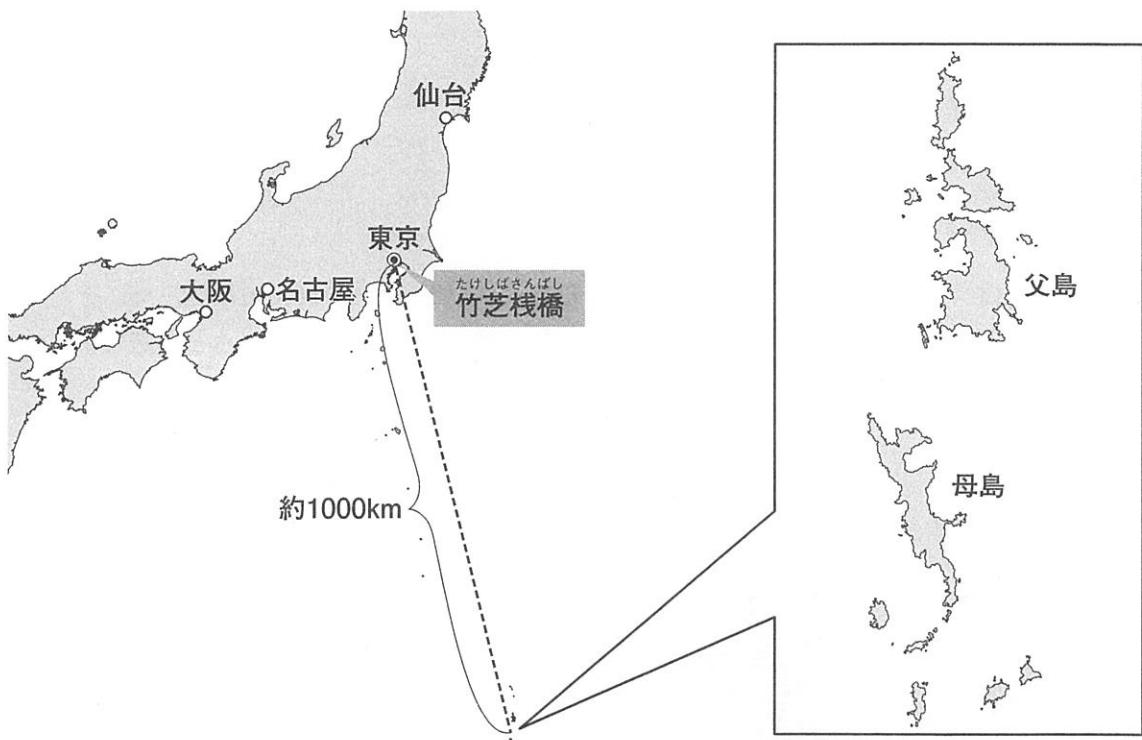


図1 小笠原諸島

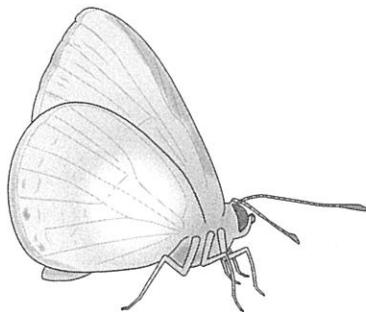


図2 オガサワラシジミ

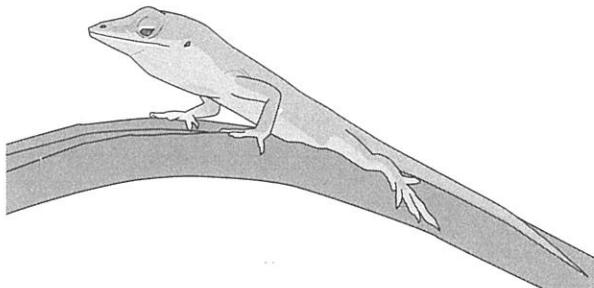


図3 グリーンアノール

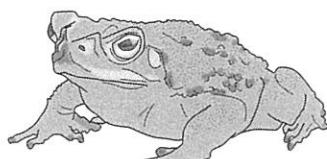
問1 下線部①について、次の(a)、(b)に答えなさい。

(a) 小笠原諸島における外来種はどれですか。適当なものを2つ選び、ア～カで答えなさい。

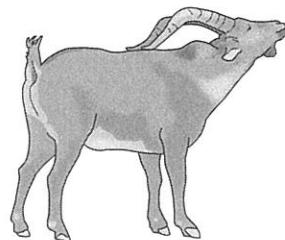
ア. オガサワラオオコウモリ



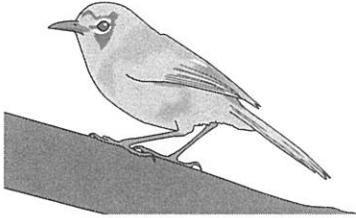
イ. オオヒキガエル



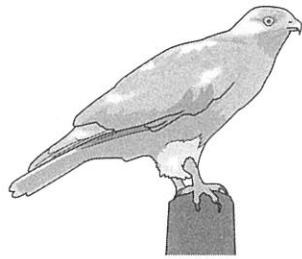
ウ. ノヤギ



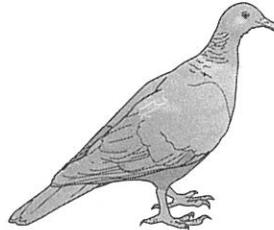
エ. ハハジマメグロ



オ. オガサワラノスリ



カ. アカガシラカラスバト



(b) 小笠原諸島にグリーンアノールが定着したように、外来種は入りこんだ地域で急激にその個体数を増やすことがあります。その理由として考えられるることは何ですか。もっとも適当なものを選び、ア～オで答えなさい。

ア. 固有種よりもからだが大きいから。

イ. 固有種よりもするどい<sup>つめ</sup>爪や固いうろこをもつから。

ウ. 固有種よりもたくさんの卵を生むから。

エ. 外来種には生息をおびやかす敵の存在がないから。

オ. 外来種は地域の住民が積極的に保護するから。

問2 下線部②について、グリーンアノールの指は、ヤモリの指と同じく特別な構造をしており、つるつるしたガラスにもはりつくことができます。このヤモリの指の構造をまねて作られた「接着テープ」が開発されています。このように生物のもつ機能や構造をもとにして技術開発することをバイオミメティクスといいます。生物がもつ機能や構造と、技術開発されたものの組合せが間違っているものはどれですか。1つ選び、ア～オで答えなさい。

ア. つるつるしたカタツムリの殻から開発された「汚れの付きにくい外壁タイル」

イ. するどくて細いハチドリのくちばしから開発された「痛みの少ない注射針」

ウ. 小さな突起があるサメのうろこから開発された「水の抵抗を減らす水着」

エ. 光を反射させないガの眼の構造から開発された「光の反射を防止するフィルム」

オ. かぎ状の突起をもつゴボウの実から開発された「着脱可能な面ファスナー」

問3 下線部③について、星子さんは、「外来種が定着すれば、その地域の生物の種類が増えるから、生物の多様性が失われることはない」と考えました。そこで生物の多様性について調べてみると、生物の多様性を数値化できる「多様度指数」というものがあることを知りました。多様度指数とは、調査で得られた生物個体すべての中から、任意に選んだ2つの個体が違う種類である確率のことをいい、この値が大きいほど、生物の多様性が大きいとするものです。多様度指数は、次の式で表されます。

多様度指数 =  $1 - \{(全個体数に対するある生物の割合 \times 全個体数に対するある生物の割合)\}$  の和  
例えば、ある地域に3種類の生物A～Cが生息していて、その全個体数が100個体で、そのうち生物Aの個体数が20個体、生物Bの個体数が30個体、生物Cの個体数が50個体であったします。このとき、全個体数に対する生物Aの割合は、 $20 \div 100 = 0.2$ になります。同じように生物Bの割合は $30 \div 100 = 0.3$ 、生物Cの割合は $50 \div 100 = 0.5$ になります。

よって、この地域での多様度指数は、 $1 - (0.2 \times 0.2 + 0.3 \times 0.3 + 0.5 \times 0.5) = 0.62$ になります。これに関する(a)、(b)に答えなさい。

- (a) ある地域には、オガサワラシジミが30個体、オガサワラアオイトトンボが30個体、オガサワラゼミが40個体生息しているとします。この地域にグリーンアノールが定着した結果、グリーンアノールは30個体にまで増え、オガサワラシジミとオガサワラアオイトトンボはそれぞれ5個体、オガサワラゼミは10個体にまで減りました。グリーンアノールが定着する前と後を比べると、多様度指数はどれだけ変化しますか。例のように答えなさい。

例) 0.14 増える。

- (b) (a)から、星子さんの考えは間違っていることがわかります。ある地域において、もっとも多様度指数が大きくなるのは、どのようなときだと考えられますか。もっとも適当なものを選び、ア～エで答えなさい。

- ア. 生物の種類が少なく、それぞれの種類の個体数がすべて同じ個体数のとき。
- イ. 生物の種類が少なく、それぞれの種類の個体数にばらつきが大きいとき。
- ウ. 生物の種類が多く、それぞれの種類の個体数がすべて同じ個体数のとき。
- エ. 生物の種類が多く、それぞれの種類の個体数にばらつきが大きいとき。

問4 グリーンアノールの個体数が増えたことで、小笠原諸島の固有種であるチョウやハナバチなどの昆虫の個体数が大きく減りました。このことは、小笠原諸島の固有種の植物の個体数を少しずつ減少させ、絶滅に追いやってしまうおそれがあると考えられます。固有種のチョウやハナバチなどの個体数が減ることで、個体数が減少する植物は、どのような特徴をもっている植物ですか。次の文中の空欄に当てはまるように10字以内で答えなさい。

チョウやハナバチなどの昆虫に、植物。

4

星子さんは、太陽の1日の動きを調べるために、日本の北緯35度のある都市で実験1、実験2を夏至の日に行いました。これに関する各問いに答えなさい。ただし東経135度の都市では、12時に太陽が真南にくるものとします。

### 実験1

- ① 地面の上に置いた紙の中心に棒を垂直に立てた。
- ② 1日に7回、できる棒の影を記録した。
- ③ 棒の影の先端をなめらかな点線で結んだ。

### 実験1の結果

図1のようになった。ただし、A～Dは東西南北のいずれかの方角である。

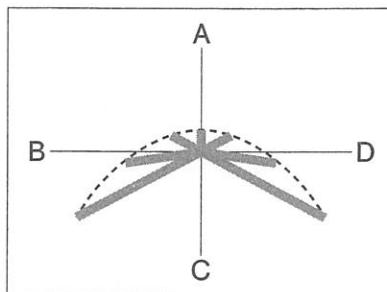


図1 実験1の結果

### 実験2

- ① 透明な半球を用意する。
- ② 9時、10時、13時、14時、15時のそれぞれの太陽の位置を、ペン先の影が点Oに重なるように透明な半球の上に印で表す。
- ③ 各印をなめらかな線でつなぎ、線を透明な半球のふちと交わるところまで伸ばし、線と透明な半球のふちが交わる点を点E、点Fとする(図2)。
- ④ 曲線EF上で、太陽が真南にきたときをPとして、印をつける。
- ⑤ 曲線EFに沿ってセロハンテープをはり、各印を写しどる。
- ⑥ 点Eから各印までの長さを測る。

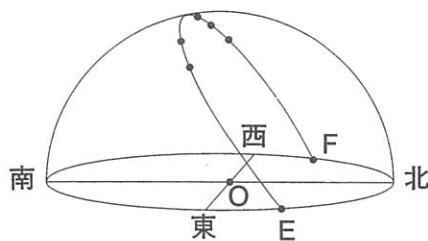


図2 実験2のようす

### 実験2の結果

	9時	10時	P	13時	14時	15時	
E		●	●	●	●	●	F

9時 10時 P 13時 14時 15時  
E 9cm 12cm 18.5cm 21cm 24cm 27cm F

問1 実験1において、東の方角はどれですか。もっとも適当なものを選び、A～Dで答えなさい。

問2 図3は実験1を行っていた時にできた星子さんの影です。もしも星子さんが、同日、同時刻に北緯45度の都市にいたとすると、どのような影ができたと考えられますか。もっとも適当なものを選び、ア～ケで答えなさい。ただし、経度は同じ都市とします。

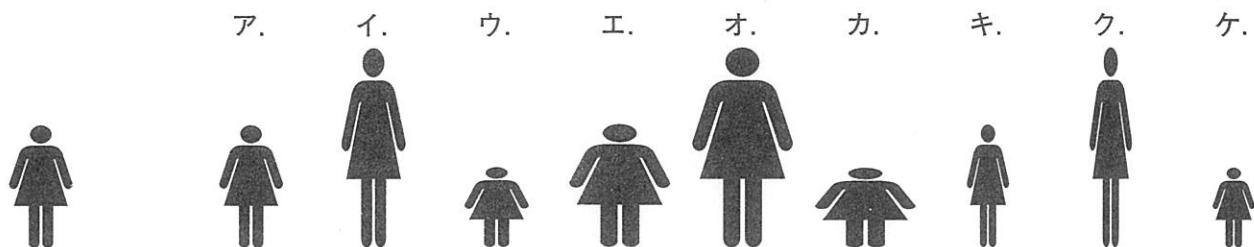
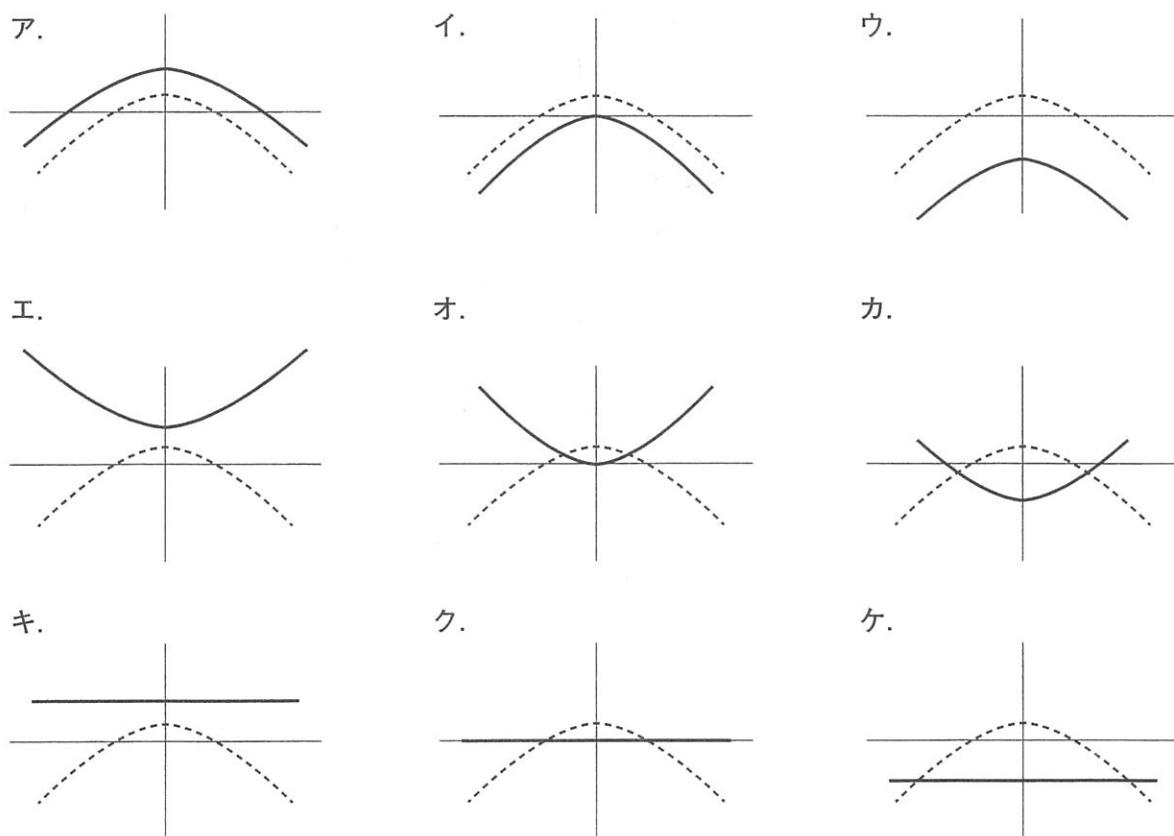


図3 星子さんの影

問3 実験1を行った日の3か月後に、赤道上の都市や南緯35度の都市で実験1と同じ実験を行いました。できる棒の影の先端をなめらかな線で結ぶとどのようにになりますか。もっとも適当なものをそれぞれ選び、ア～ケで答えなさい。ただし、点線は実験1の棒の影の先端をなめらかな線で結んだものです。



問4 実験1、実験2を行ったのは、東経何度の都市ですか。ただし小数点以下の値が出る場合は、四捨五入して、整数で答えなさい。

問5 星子さんはキャンプ好きの友達から、太陽とアナログ時計を使って方角の目安を知る方法を教わりました。次の①～③はその手順です。これに関する(a)、(b)に答えなさい。

- ① 時計の文字盤が水平になるようにアナログ時計を持つ。
- ② 現在の時刻の「時計の短針」を太陽の方向に合わせる。
- ③ 文字盤の12時の方向と短針がさしている方向のちょうど真ん中が南の方角となる。

(a) この方法について、正しいものはどれですか。もっとも適当なものを選び、ア～エで答えなさい。

- ア. 午前も午後も文字盤の左側が南の方角となる。
- イ. 午前は文字盤の左側が南の方角で、午後は文字盤の右側が南の方角となる。
- ウ. 午前は文字盤の右側が南の方角で、午後は文字盤の左側が南の方角となる。
- エ. 午前も午後も文字盤の右側が南の方角となる。

(b) 宮崎県のある地点(北緯32度、東経131度)で、この方法を使って南の方角を調べたところ、実際の南の方角とずれていきました。16時に、この地点で時計の短針を太陽に向かた場合、南の方角は文字盤の何時何分の方向になると考えられますか。ただし、図4の場合は、8時30分の方向とします。

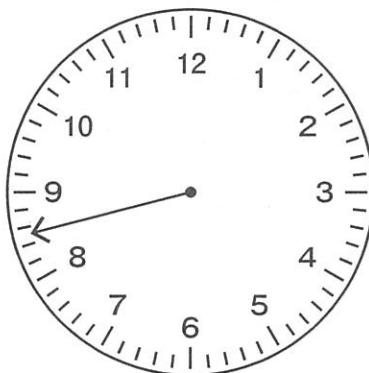


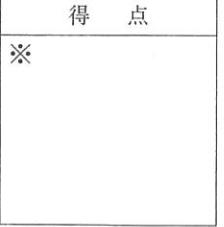
図4 時計の文字盤

理 科

解 答 用 紙

1	問1 a  cm	b  倍	問2  cm	※
	問3 a  °C	b  回		
2	問1 B  E			
	問2 a  b  ,		重さ  g	
	問3 a 実験  結果	b 実験  ,	結果	※
3	問1 a  ,	b  問2		
	問3 a  b			
	問4  チョウやハナバチなどの昆虫に、 		植物。	※
4	問1	問2	問3 赤道上  南緯35度	
	問4  東經 度	問5 a  b	時 分	※

受 験 番 号


得 点


理 科

(※記入しないこと)