

1

教会やコンサートホールにあるパイプオルガンはどのように音が出るのでしょうか。たくさんの金属のパイプが印象的ですが、ひとつの鍵盤を弾くと、その鍵盤に対応した1本のパイプに空気が送られ、音が出ます。1本のパイプではひとつの音しか出すことができないため、音の数だけパイプが必要で、規模が大きいものでは何千本ものパイプがあります。パイプの長さによって音の高さが、パイプの形状や素材を工夫することで音色が決まり、たとえばフルートの音色の「ド」の音を出すことができます。

ストローを使ってパイプの長さと言の高さの関係を調べました。ストローに口をつけずにそっと息をふきこむと音がします。このときの音を音の高さが分かる機械を使って測定し記録しました。ストローの長さを20 cm, 10 cm, 5 cmとすると、どれもラの音がしましたが、高さが異なりました。ストローの長さと言の高さの関係は表1のようになりました。音の高さは振動数で表しています。振動数とは1秒間に空気が振動する回数を表し、1秒間で1回振動するときを1 Hzと書きます。また、振動数で音階(ドレミ)を表すと、表2のようになります。表2の「ラ」は「ラ」より1オクターブ高い音を表し、図1のような関係にあります。

次に、20 cmのストローの真ん中に穴をあけて同じように息をふきこむと3520 Hzの高さの音がしました。また、10 cmのストローの片側を手でふさいで息をふきこむと1760 Hzの高さの音になりました。

表1

ストローの長さ(cm)	振動数(Hz)
20	1760
10	3520
5	7040

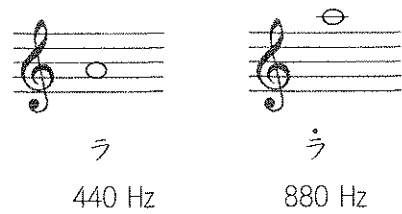
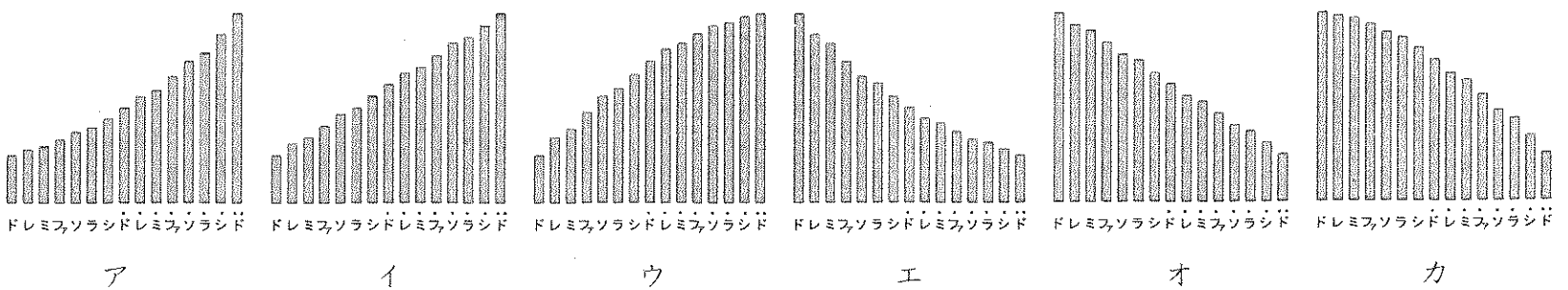


図1

表2

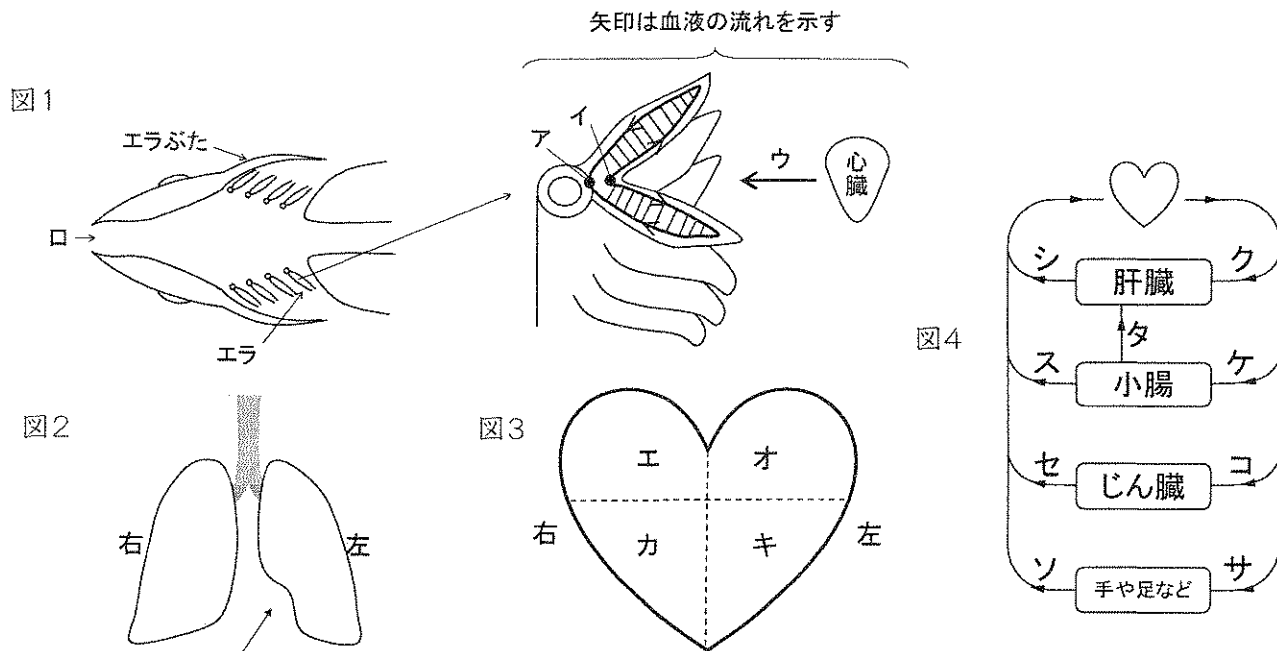
音階	ラ	シ	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ
振動数 [Hz]	440	494	523	587	659	699	784	880

- 問1 25 cmのストローに息をふきこむと、何 Hzの音が聞こえますか。また、その音は20 cmのストローに息をふきこんだときの音と比べて、音の高さはどうなりますか。「高くなる」、「低くなる」、「同じである」のうちから正しいものを選んで答えなさい。
- 問2 440 Hzのラの音をこのストローで出すためには、何 cmのストローが必要ですか。
- 問3 10 cmのストローの真ん中に穴をあけて同じように息をふきこむと、何 Hzの音が出ますか。
- 問4 30 cmのストロー1本を使って、880 Hzのラの音を出すためには、どのようにすればよいですか。ただし、ストローは切ってもよいものとします。
- 問5 ストロー15本をドから順に2オクターブ高いドまで、それぞれの音が鳴る長さに切って並べると、次のア～カのどれになりますか。



2

動物では、血液がさまざまな物質を体中に運びます。その物質には、呼吸で吸収した酸素や放出する二酸化炭素、食べ物から得た栄養分、塩分などがあります。血液の流れをつくっているのは心臓で、心臓から出ている太い血管は枝分かれをして毛細血管とよばれる血管となり、あみのように体中に分布しています。血液は、酸素を多く含む血液(動脈血)と二酸化炭素を多く含む血液(静脈血)に分けることができます。図1は魚のエラのつくりを示し、Aエラの1枚には図のようなV字型のつくりが多数見られます。血管ア、イのうち、動脈血が流れているのは(①)で、心臓からの血管ウは、(②)につながっています。Bエラは呼吸の働きのほか、体内の塩分の濃度をじん臓とともにほぼ一定に保つ働きをしています。図2はヒトの肺を示し、矢印の部分には(③)がおさまっています。図3はヒトの心臓を、図4はヒトのからだの血液の流れの一部をそれぞれ示しています。図4のク～タのうち、毛細血管から運ばれる栄養分を最も多く含む血液が流れている血管は(④)で、不要物が最も少ない血液が流れている血管は(⑤)です。



問1 文中の(①)、(②)には「ア」か「イ」を、(③)には臓器の名前を、(④)、(⑤)にはあてはまる記号を答えなさい。

問2 下線部Aのつくりは、魚にとってどのような点で都合がよいですか。次の言葉を用いて答えなさい。使ったところに下線を引くこと。
(水 表面積 効率)

問3 下線部Bについて、川や湖にすむ魚(淡水魚)の体内の塩分濃度は川や湖の塩分濃度より高く、海にすむ魚(海水魚)の体内の塩分濃度は海水の塩分濃度より低いことが知られています。水は体の表面を通じて塩分濃度の低いほうから高いほうに移動します。魚類の塩分濃度の調節に関して、正しい文を次の中から2つ選び番号で答えなさい。ただし、じん臓では余分な水分を排出します。

- ① 淡水魚はエラから塩分を取り入れ、海水魚はエラから塩分を排出する。
- ② 淡水魚はエラから塩分を排出し、海水魚はエラから塩分を取り入れる。
- ③ じん臓での水の排出は淡水魚のほうが海水魚より多い。
- ④ じん臓での水の排出は海水魚のほうが淡水魚より多い。

問4 ヒトの吸う空気に含まれる酸素、二酸化炭素の割合(%)はそれぞれいくらですか。またはき出した息に含まれる酸素、二酸化炭素の割合(%)はそれぞれいくらですか。最も適するものを次の中から選び答えなさい。
(0 0.004 0.04 4 17 21 50 79 100)

問5 図3の中で動脈血が流れる部屋をすべて選び、入る順に記号で答えなさい。

問6 図3の心臓はおもに筋肉でできています。エとカはどのように縮みますか。次の中から適するもの1つ選び番号で答えなさい。

- ① 同時に縮む。
- ② 交互に縮む。
- ③ 不規則に縮む。

3

水溶液の液性(酸性・中性・アルカリ性)はリマス紙や万能試験紙、BTB 溶液などを用いて調べます。また、これらの代わりに身近なものを利用することもできます。たとえば、ムラサキキャベツに含まれる色素は、液性のちがいで色が変わります。

問1 表1の3種類の水溶液に、BTB 溶液とムラサキキャベツ液をそれぞれ加えたときの、正しい色を空らんア～カに入れなさい。

表1

	BTB 溶液	ムラサキキャベツ液
石けん水	ア	エ
食塩水	イ	オ
レモンジュース	ウ	カ

液性の度合いは pH という値で表すことができます。日常生活に用いられているような比較的うすい水溶液の pH は 0 から 14 までの数字で表します。水の pH は 7 で、100 mL の水にこの塩酸を少量ずつ加えて酸性を強めていくと、pH の値は 7 から減少し、濃度が 3.6% になると pH は 0 になります。また、100 mL の水に水酸化ナトリウムを少量ずつ加えてアルカリ性を強めていくと、pH の値は 7 から増加し、濃度が 3.85% になると pH は 14 になります。

pH 試験紙を用いると色の变化で pH の値を調べることができます。万能試験紙では、pH の値を 1～11 までの整数で調べることができます。また、表2のような pH 試験紙を用いると、pH のくわしい値を調べることができます。たとえば、チモールブルーという pH 試験紙は、pH が 8 から大きくなるにつれて、次のように黄色から青色におかたて色が変わります。

pH8.0(黄) → pH8.4(黄緑) → pH9.0(青緑) → pH9.6(青)

このように、pH の変化にともなて色が変わる範囲を、pH の測定有効範囲といひます。

表2

	pH 試験紙	pH の測定有効範囲
A	クレゾールレッド	0.4～2.0
B	プロモフェノールブルー	2.8～4.4
C	プロモクレゾールグリーン	4.0～5.6
D	メチルレッド	5.4～7.0
E	プロモチモールブルー	6.2～7.8
F	チモールブルー	8.0～9.6
G	アリザリンイエロー	10.0～12.0
H	アルカリブルー	11.0～13.6

問2 下線部の pH が 14 の水酸化ナトリウム水溶液をつくるには、水 100 mL に水酸化ナトリウムを何 g とかせばよいですか。小数第一位まで答えなさい。

問3 水溶液の pH をくわしく調べる方法について、最も適するものを次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア リマス紙で液性を調べてから、pH 試験紙をいくつか選んで調べる。
- イ pH 試験紙 A から順に調べる。
- ウ ムラサキキャベツ液で調べてから、pH 試験紙をいくつか選んで調べる。
- エ 万能試験紙で pH の整数の値を調べてから、pH 試験紙をいくつか選んで調べる。
- オ BTB 溶液で液性を調べてから、pH 試験紙をいくつか選んで調べる。

問4 ある雨水の pH は 5 から 6 くらいの弱い酸性でした。pH をくわしく調べるためには、表2のどの pH 試験紙を用いればよいですか。必要と思われるものをすべて選び、A～H の記号で答えなさい。

問5 こさが一定のうすい塩酸(A 液)に BTB 溶液を少量加え、これにこさが一定のうすい水酸化ナトリウム水溶液(B 液)を加え、よく混ぜ合わせたときの A 液と B 液の量と混合液の色を調べると表3のような結果になりました。

表3

A 液の体積	B 液の体積	混合液の色
60 mL	10 mL	黄色
40 mL	20 mL	青色

この実験で混ぜ合わせる液の量が次の①～③の場合、溶液の色は何色になりますか。

- ① A 液 50 mL に、B 液 50 mL を混ぜたとき
- ② A 液 45 mL に、B 液 30 mL を混ぜたとき
- ③ A 液 20 mL を水 10 mL でうすめた液に、B 液 50 mL を水 30 mL でうすめた液を混ぜたとき

4

昨年(しんき)の11月、国際会議において「チバニアン(千葉時代)」の提唱が承認され、来年以降、上部組織での審査過程を経て正式に認定されると、地質時代の一つとして初めて日本の地名が正式に採用されることになります。

問1 チバニアンという地質時代は、今から何年前～何年前の地質時代に対して提唱されていますか。正しいものを選び、番号で答えなさい。

- ① 約1万年前～現在
- ② 約77万年前～約12万年前
- ③ 約6600万年前～約5600万年前
- ④ 約2億5200万年前～約2億4700万年前

地質時代は、今から約46億年前の地球誕生から、おもに生物の絶滅や進化に基づいて区分されています。地質時代の区分には化石が使われることが多く、地質時代を明らかにすることができる化石を示準化石と呼んでいます。たとえばサンヨウチュウの化石は古生代という地質時代の、アンモナイトの化石は中生代の示準化石ということになります。示準化石として年代の決定に用いられる化石は、特定の時代にできた地層からのみ見つかるだけでなく、見つかる数が多く、いろいろな地域で見つかるものでなければなりません。

問2 右の図1は離れた4つの地域ア～エにおける地層の積み重なり方を示しています。図中の[△▽]は火山灰層を表し、どの地域でも同時に堆積したことがわかっています。それぞれの図の中の矢印は、①～⑥の6種類の化石の見つかった範囲を表しています。①～⑥の化石の中で、示準化石として最も適しているものを選び、番号で答えなさい。

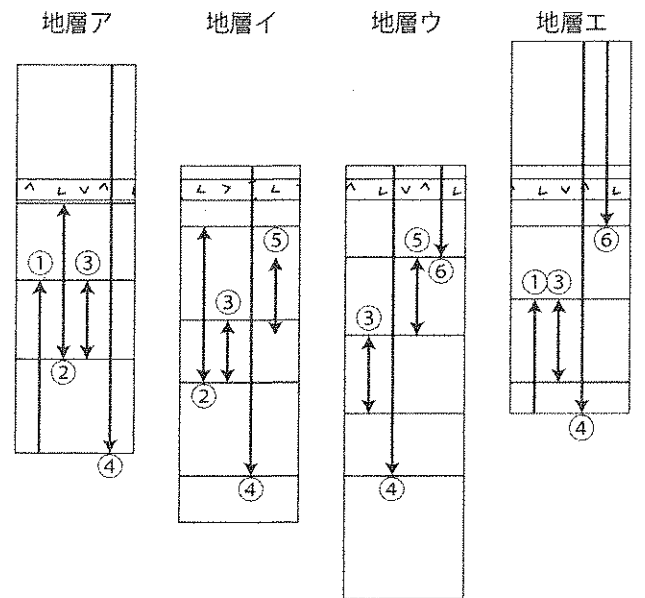


図1

問3 示準化石のように年代決定に有効な化石以外に、その化石の含まれていた地層のできた当時の環境を知ることができる化石があります。そのような化石は示相化石といいますが、次の①～④の中で、まちがったことを述べているものを選び、番号で答えなさい。

- ① サンゴの化石を含む地層は、暖かくきれいな浅い海でできた。
- ② アサリの化石を含む地層は、そこが潮の満ち干の大きい砂浜であった。
- ③ シジミの化石を含む地層は、河口のような淡水と海水の混ざるところでできた。
- ④ ホタテガイの化石を含む地層は、暖流の影響の大きな深い海でできた。

問4 下の図2は、ある地域で観察された地層の積み重なり方を示しています。2つの地層AとBから、現在も海で見ることができる貝の化石がたくさん見つかりました。図3は地層の見られた場所(図中の★)と、地層Aで見つかった5種類の貝化石と、地層Bで見つかった6種類の貝化石が現在分布している緯度の範囲を示しています。地層Aに含まれている貝化石の分布する緯度と地層Bの貝化石の分布する緯度を比較すると、2つで異なっていることがわかります。地層の積み重なり方と化石として見つかった貝が現在分布している緯度から考えて、★の場所でどのような変化が起こったと考えられますか。

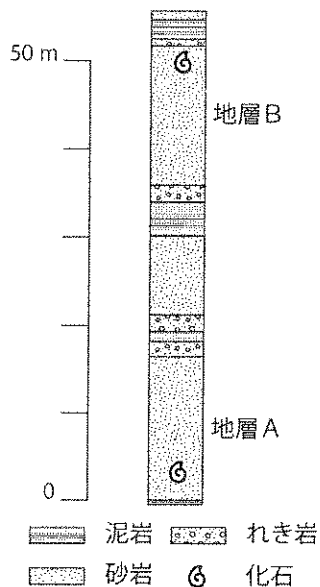


図2

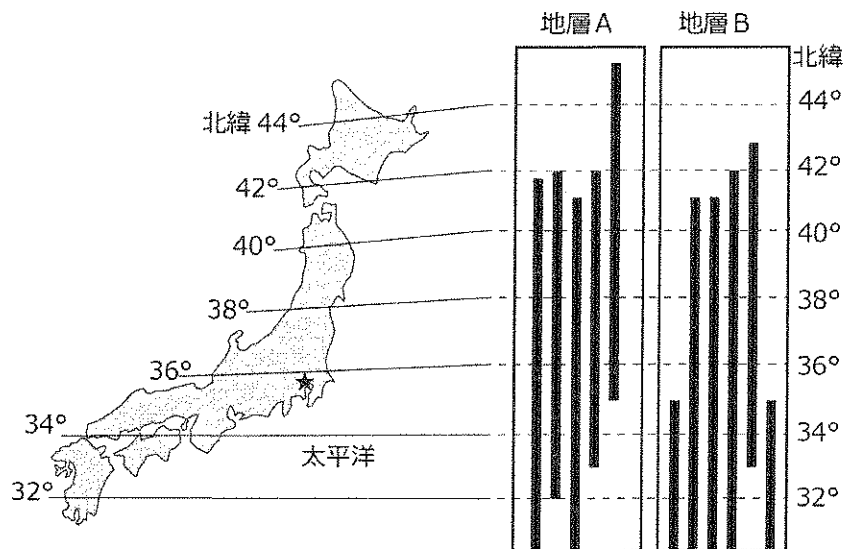


図3

1 問1 式 答 Hz 高さ

問2 式 答 cm 問3 Hz

問4

問5

2 問1 ① ② ③ ④ ⑤

問2

問3

	酸素	二酸化炭素
吸う空気	%	%
はき出した息	%	%

問4

問5

問6

3 問1 ア 色 イ 色 ウ 色 エ 色 オ 色 カ 色

問2 式 答 g

問3 問4 問5 ① 色 ② 色 ③ 色

4 問1 問2 問3

問4