

理科

令和7年度 渋谷教育学園渋谷中学校入学試験問題

注 答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

1

次の文章を読み、問いに答えなさい。

地球上に存在する生物のうち最も種の数が多い仲間は「昆虫類」です。そして、我々ヒトの生活と昆虫類の間には深い関わりを示す例が多く見られます。

その中でも、スズメバチは我々に脅威を与える存在であり、毎年、スズメバチに刺される被害が出ています。① スズメバチのからだの黒色と黄色のしま模様は、周囲にまるで自分が危険な存在であることを知らせているようです。また、② 完全変態を行うため、民家の軒下や庭の木のすき間などに作られた大きな巣の中では、次の世代の成虫となる幼虫やさなぎを養育するための部屋がたくさん存在しています。

スズメバチがヒトを攻撃してしまうしくみは以下の通りです。

- (1) 巣に刺激が与えられると、巣の中にいる個体の毒針から毒液が噴射される。
- (2) ③ 毒液から発生した「警戒フェロモン」という気体状の物質を受け取った個体が、巣の中から次々と出てくる。
- (3) 攻撃の対象となるヒトに集団でおそいかかり、毒針で刺す。

次世代の個体を残すために、日本では夏から秋にかけてスズメバチの巣づくりが活発になるため、その季節になると、業者による巣の駆除作業が行われます。その作業では、まずスズメバチを捕獲して巣から出てくる個体が少なくなったのちに、巣を切り取って頑丈なビニール袋の中に閉じ込めます。しかし、④ 駆除作業中に外に出かけていた個体が巣に戻ってくることを考慮しなければなりません。帰巣してくる個体に対する対策を行って、すべての作業が完了するのです。

問1 下線部①について、ハナアブやカミキリムシの仲間のからだにも黒色と黄色のしま模様があります。これらの昆虫はスズメバチのからだの模様似せることで敵による捕食を防いでいると考えられます。図1は、南西諸島に生息する「シロオビアゲハ」のメスで、からだの模様には2種類あり、I型（左）とII型（右）と呼ばれています。シロオビアゲハが生息する島に図2の「ベニモンアゲハ」が住みつくようになると、島に生息するシロオビアゲハのI型とII型の割合が変化して、ベニモンアゲハが住みつく前よりもII型の割合が増加しました。



図1 シロオビアゲハのメス（左がI型、右がII型）



図2 ベニモンアゲハ

(1) 以上より、ベニモンアゲハが持つと考えられる特徴^{ちよう}について、あなたの考えを簡潔に述べなさい。

(2) ベニモンアゲハが住みつくことで増加するシロオビアゲハのⅡ型の割合には上限があり、Ⅰ型の割合が0になることはありません。その理由について、あなたの考えを述べなさい。

問2 下線部②について、スズメバチと同様に「完全変態」を行う昆虫を、以下のア～オからすべて選び記号で答えなさい。

ア トノサマバッタ イ オニヤンマ ウ ショウジョウバエ エ モンシロチョウ
オ カイコガ

問3 下線部③について、飛び出してくる個体が視覚によって、あるいは個体どうしの接触^{しよく}で危険を知らされているのではなく、フェロモンによって知らされていることを示す実験を行います。まず、2つの無色透明^{とう}の密閉容器にそれぞれスズメバチの巣を入れ、図3のようにパイプでつなぎます。そして、図3の左側の容器中の巣を刺激した後、右側の巣から個体が次々と出てくるように、実験装置を完成させようとしています。

(1) 左側の容器と右側の容器をつなぐパイプの太さは、どのようにすればよいですか。次のア、イから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 太くして、個体が左側の容器と右側の容器を行き来できるようにする。
イ 細くして、個体が左側の容器と右側の容器を行き来できないようにする。

(2) 図3の装置にさらに手を加えて、実験装置を完成させたいと思います。どこに何を付けたせばよいですか。その内容について述べなさい。

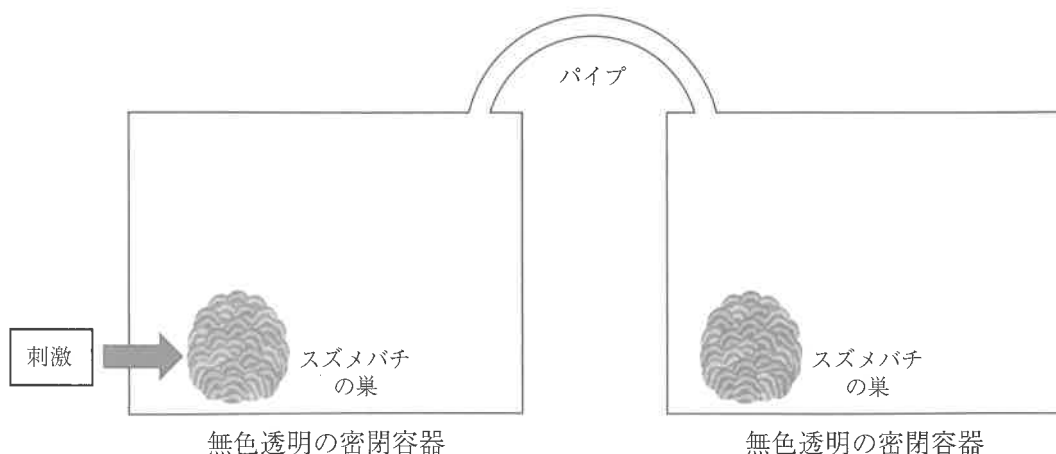


図3 実験装置

問4 下線部④のハチが帰巢できるしくみを、ツチスガリというハチを用いて、ティンバーゲンという学者が行った実験を以下に示しました。ツチスガリのメスは砂地に穴を掘って巣を作り、ミツバチなどの獲物を捕らえた後に巣に持ち帰り、これに産卵をします。また、ツチスガリは巣穴を飛び去るときに毎回短時間の飛翔を行い、そのときに巣穴の周辺の状況を視覚的に記憶すると言われています。

実験 図4のようにマツカサを巣穴の周囲に配置し、それをツチスガリに記憶させる。このツチスガリが飛び去ったあと、巣穴から30cm離れた場所に砂を盛り上げて「にせの巣」を作り、「本物の巣」の周囲にあったマツカサを移動させて「にせの巣」の周囲に図4と同じようにマツカサを配置した(図5)ところ、戻ってきたツチスガリは「にせの巣」を選択した。

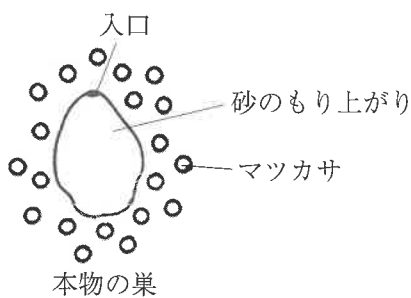


図4 巣穴周囲に配置したマツカサ

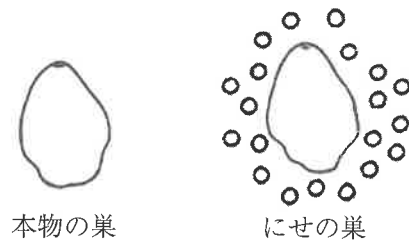


図5 にせの巣の周囲に配置したマツカサ

以上の実験結果からだけでは、ツチスガリが巣穴の周辺の状況を視覚的に記憶して、帰巢したと言いきることはできません。他の可能性について、あなたの考えを述べなさい。

出典

図1・図2 徳島県立博物館ニュース 60号

『Culture Club 「似ている？似ていない？」 擬態はどこまで効くか』より引用、一部改変

(https://museum.bunmori.tokushima.jp/fs/3/8/6/_/No60.pdf)

図4・図5 ニコ・ティンバーゲン(1982).ティンバーゲン動物行動学 野外研究編.平凡社より引用、一部改変

先生：空気にはいろいろな物質が混ざっていて、1番に多いのは78.1%の窒素、次が20.9%の酸素、そして3番目に0.93%のアルゴンで、みんながよく知っている約0.04%の二酸化炭素よりも多いのですよ。

リカ子：先生、アルゴンって何ですか！？

先生：アルゴンは無色で無臭の気体です。他の物質と反応しない安定した物質なので、ギリシャ語の「なまけもの」という意味でアルゴンと名前がついたそうですよ。

リカ子：アルゴンは無色で無臭。他の物質と反応しない気体なのですか？

先生：そうですよ。反応しないということで、高貴なイメージから貴ガスとも言われています。

リカ子：先生、おかしくないですか？ そんなアルゴンをどうやって昔の人が見つけたのですか？

先生：ほんとそうですよね！ アルゴンは見つけるのがとても大変だったので、発見したレイリーとラムゼーはノーベル賞をもらっているんですよ。

リカ子さん、どうやってアルゴンの存在に気づいたと思いますか？ 実はレイリーはいろいろな気体の密度（気体の体積1[L]あたりの重さ[g]、単位[g/L]）を測定していたのですが、窒素の測定をしていたときに気がついたそうですよ。

リカ子：窒素の密度の測定なのに、どうやってアルゴンに気がついたのですか？

先生：そう、そこがレイリーのすごいところですよ！ レイリーは慎重に密度を求めていたので、空気から酸素と二酸化炭素を取り除いて乾燥させた窒素（空気窒素）と化学反応によって生じた窒素を乾燥させたもの（化学窒素）の2つの密度を測定すると、空気窒素の方が化学窒素よりもわずかに大きいことがわかったのです。

リカ子：同じ窒素のはずなのに、空気窒素と化学窒素の密度に差があった…。そのことでアルゴンに気がついたということですか…？

先生：その通りです。当時、空気の成分は100年以上もの間、化学者たちが研究しつくしていたので「空気から酸素、二酸化炭素などを取り除いた残りは窒素である」と信じられていました。なのでレイリーはこの密度の差について納得のいく説明ができなくて、他の化学者に助けを求めるところにしました。

そのレイリーの発表を聞いて、興味を持ったのがラムゼーです。ラムゼーはまず空気の成分を疑いました。そこでレイリーの了解を得て、空気窒素から窒素を取り除く実験を始めました。

リカ子：ラムゼーは当時の常識を疑ったんですね！ かっこいいなあ。

先生：ほんと、そうですよね。今、目の前に見えていることがすべてではない。そこから考えられるような勇気をもちたいものです。

そして、ラムゼーは空気窒素にマグネシウムという金属を高温で反応させました。窒素をマグネシウムに吸収させるような感じで、空気窒素から窒素を取り除く実験をしたのです。大量の空気窒素を用意して10日以上も実験に実験を重ねて、最後には約100 mLの無色の気体が残ったそうです！

リカ子：10日以上も除去し続けて、ついに未知の気体が残ったということですね！

先生：そうなんです、全力で追い求めた結果ですよ。その残った気体の密度を測定すると、水素より約19倍も（ア）気体であることがわかったのです。

その頃、レイリーは過去の化学論文を読みあさっていました。その中で、100年以上も前にキャベンディッシュという化学者が、空気窒素から窒素を取り除く実験をしていたことを見つけました。その方法は、まず空気窒素に酸素を加えて電気を流し、窒素と酸素を反応させて窒素酸化物という物質を作ります。次に、その窒素酸化物をアルカリ性の水溶液に反応させて除去するというものでした。空気窒素から窒素酸化物に変化させてすべての窒素を取り除いたとしても、最初の体積の120分の1の気体が最終的に残ってしまうという実験結果でした。レイリーはさっそくキャベンディッシュの実験を再現して誤りがないことを確認したのです。

こうしてレイリーとラムゼーは、ほとんど同時に同じ結論に達しました。彼らは空気中に約1%含まれ、無色透明で無臭のまったく化学反応しない気体を発見したのです。そして発見した1894年、この気体にアルゴンと名前をつけました。

リカ子：ほんとにすごいなあ。化学者のどこまでも追究する姿勢が尊いです！

先生：アルゴンは現在、鋼材の溶接に使ったり、蛍光灯に封入したり、食品に添加するなど様々なことに利用されているので、工業的に空気から取り出しているんですよ。

リカ子：え！ラムゼーやレイリーのような方法でアルゴンを取り出しているんですか？それって、とっても大変じゃないですか！

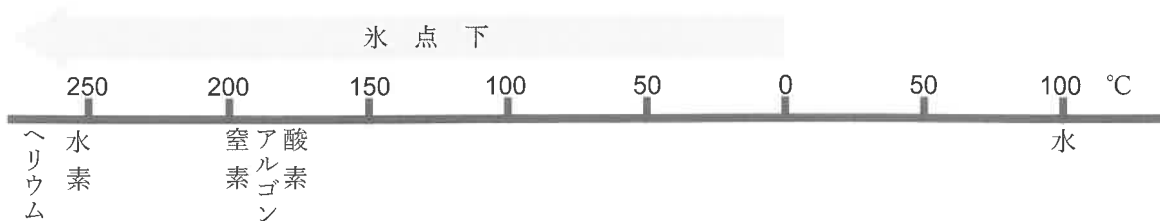
先生：さすがに、化学反応を使って取り出してはいません。窒素や酸素、アルゴンは水のように沸騰して気体になる温度がそれぞれ決まっています。そこで、まず空気を圧縮してから冷却し、液体の空気にします。その途中で水蒸気や二酸化炭素などが取り除かれます。次に圧縮をやめて、氷点下200℃近くで沸騰して気体になる（イ）をまず取り出して、まだ液体でいる（ウ）とアルゴンから、気体になる温度の差を利用してアルゴンを取り出しているんですよ。

リカ子：そういえば、液体になっている窒素とか科学館で見たことがあります。なるほどなあ、気体になる温度の差を利用して空気中のアルゴンを取り出しているんですね！

問1 文中の（ ）について、それぞれ答えなさい。

(ア) は、軽い、重い、のどちらの言葉が当てはまりますか。解答欄の正しい方を○で囲みなさい。

(イ)、(ウ) には、当てはまる気体の名前を答えなさい。ただし、物質が液体から気体になる温度は以下のとおりとします。



ヘリウム：氷点下269°C

水素：氷点下253°C

窒素：氷点下196°C

アルゴン：氷点下186°C

酸素：氷点下183°C

問2 窒素や酸素とちがいアルゴンはなぜ昔の化学者が存在に気づくのに大変な気体だったのですか。その理由を「アルゴンの量が少ない」こと以外で答えなさい。

問3 レイリーが行った^{あしほうさん}亜硝酸アンモニウムから^{ちっせ}窒素（化学窒素）が発生する化学反応のモデルを完成させなさい。

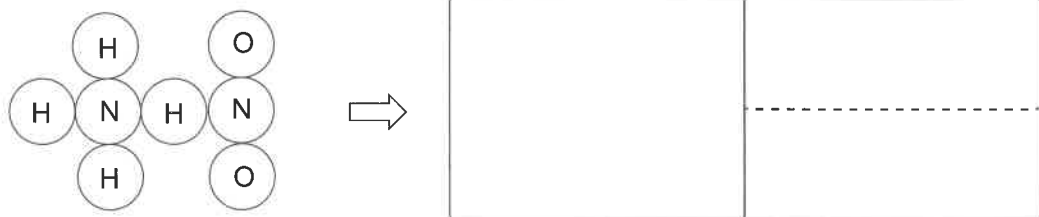
ただし、物質は原子という^{りゅうし}粒子がいくつか結合してできており、化学反応とは、その原子の組合せが変化して他の物質になることをいいます。化学反応で原子が消えたり、新しい原子が生じたりすることはなく、反応前も反応後も同じ種類で同じ個数の原子が存在しています。

(例) 酸素は酸素原子 O が2つ結合してできているので O_2 と書きます。二酸化炭素は炭素原子 C 1つと酸素原子 O 2つが結合してできた物質なので CO_2 です。



《レイリーが行った化学反応》

1つの【亜硝酸アンモニウム NH_4NO_2 】 → 1つの【窒素 N_2 】 と 2つの【同じ物質】



問4 空気に含まれている酸素や二酸化炭素は、どのような実験を行うと空気から取り除くことができますか。それぞれの気体を空気から取り除く実験方法を次のア～オから1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 空気を入れた容器に塩酸を入れて、よく振る
- イ 空気を入れた容器に石灰水を入れて、よく振る
- ウ 空気を入れた容器にシリカゲルを入れて、よく振る
- エ 空気を入れた容器に気体のアルゴンを入れて、よく振る
- オ 空気を入れた容器に未使用のカイロの中身を入れて、よく振る

問5 レイリーが測定した化学窒素と空気窒素では、空気窒素の密度が0.488%大きい結果となりました。化学窒素と空気窒素の密度（体積1[L]あたりの重さ[g]、単位[g/L]）の差は何g/Lになりますか。小数第4位まで答えなさい。ただし、化学窒素の密度は1Lあたり1.2511 gとします。

問6 化学窒素の密度と空気窒素の密度に差がある原因は何であるかについて、以下のア～カの可能性を考えます。ただし、気体の密度(体積1[L]あたりの重さ[g]、単位[g/L])は次の値とします。

水素：0.09 水蒸気：0.804 酸素：1.428 二酸化炭素：1.965

- (1) 仮に化学窒素の密度が正しいとしたとき、以下のア～カのうち空気窒素の密度が大きくなった原因として考えられるものを1つ選び、記号で答えなさい。
- (2) 仮に空気窒素の密度が正しいとしたとき、以下のア～カのうち化学窒素の密度が小さくなった原因として最も適切であると考えられるものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 空気から酸素の除去が完全ではなかったかもしれないため
イ 空気から水蒸気の除去が完全ではなかったかもしれないため
ウ 空気から二酸化炭素を除去しすぎたかもしれないため
エ 化学反応で生じた窒素に水素が混ざっているかもしれないため
オ 化学反応で生じた窒素に酸素が混ざっているかもしれないため
カ 化学反応で生じた窒素から水蒸気の除去が完全ではなかったかもしれないため

問7 窒素と酸素が化学反応して生じる窒素酸化物が水に溶けた水溶液は、何性を示しますか。解答欄の正しいものを○で囲みなさい。

問8 液体空気から分離された窒素は、医療に利用されたり、肥料の原料、半導体の製造など様々な場面で使われています。身近な例では、ポテトチップスの袋には窒素だけが詰められています。空気をつめてしまうと酸素が含まれているので、ポテトチップスの油が酸化されて風味が損なわれてしまうからです。

航空機は安全を重視しているので、もしものことを考え、タイヤには空気ではなく窒素だけを入れています。なぜ航空機のタイヤは窒素だけを入れているのですか。ただし、「空気だと酸素によってタイヤのゴムが劣化しやすい」こと以外で答えなさい。

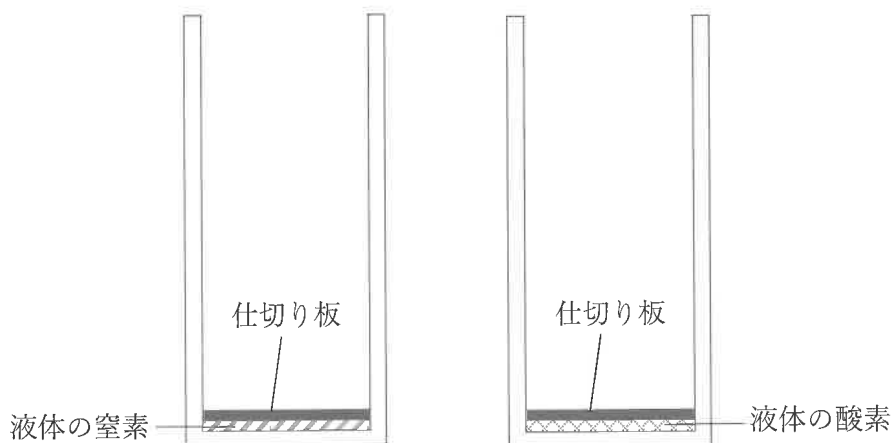


(画像：フジローの写真館より引用)

問9 図のような底面積が 100 cm^2 の2つの容器に、液体の窒素 28 g と液体の酸素 32 g をそれぞれ入れてから、室温を氷点下 190°C に保ちました。以下の問いに答えなさい。ただし、仕切り板の体積や重さは無視できるものとします。また、仕切り板は容器内をなめらかに自由に動くことができます。

液体の窒素と酸素が気体になる温度、密度（液体 1 cm^3 あたりの重さ $[\text{g}]$ 、単位 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ ）、気体になったときにもとの体積の何倍になるかの値は以下のとおりとします。ただし、温度変化による気体の体積変化は考えないものとします。

	気体になる温度	液体の密度	もとの体積の何倍
窒素	氷点下 196°C	$0.809\text{ g}/\text{cm}^3$	197倍
酸素	氷点下 183°C	$1.141\text{ g}/\text{cm}^3$	243倍



(1) 容器の底から仕切り板までの高さはどうなりましたか。次のア～ウから正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 窒素の方が高くなった
- イ 酸素の方が高くなった
- ウ どちらも高さは同じになった

(2) 仕切り板が高い方の高さは、低い方の高さの何倍になりますか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。どちらも同じ高さの場合は1倍と答えなさい。

↓ここにシールを貼ってください↓

令和7年度 理科解答用紙 渋谷教育学園渋谷中学校



250140

--

受験番号							氏名

1

問1	(1)	
	(2)	
問2		
問3	(1)	
	(2)	
問4		

2

問1	ア 軽い ・ 重い	イ	ウ
問2			
問3			
問4	酸素	二酸化炭素	
問5		g/L	
問6	(1)		(2)
問7	酸性 ・ 中性 ・ アルカリ性		
問8			
問9	(1)	(2)	倍