

1 今までに、アサガオやヘチマなどの植物や、モンシロチョウやメダカなどの動物を、観察したり調べたりしたことがあるという人はたくさんいるのではないのでしょうか。

ここでは、ヒキガエルについて見てみましょう。ヒキガエルは体長が10cm以上もある大型の、いはいぼのあるカエルです。春に卵をうむのは毎年同じ池であることがわかっています。さて、ヒキガエルはどのような方法で卵をうむ池を見つけるのでしょうか。

A. 最初の問題は、「ヒキガエルは池のある場所を知っているのか」ということです。科学では必ず、ある現象を説明するために仮説を立てます。そして、その仮説が成り立つかどうかを調べる実験を考えます。

仮説 1. 方向^{きおく}記憶説

ヒキガエルは池がどの方向にあるのかを知っていて、池の方向を目指して移動する。

仮説 2. でたらめ移動説

でたために動き回り、偶然ぶつかった池に入ってみて、そこがいつもの池ならそこで卵をうみ、ちがっていればまた動き回る。

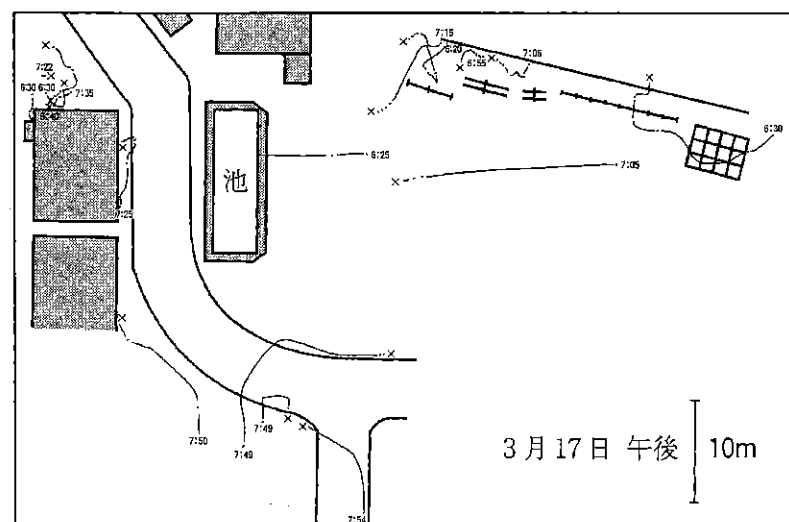


图 1 a

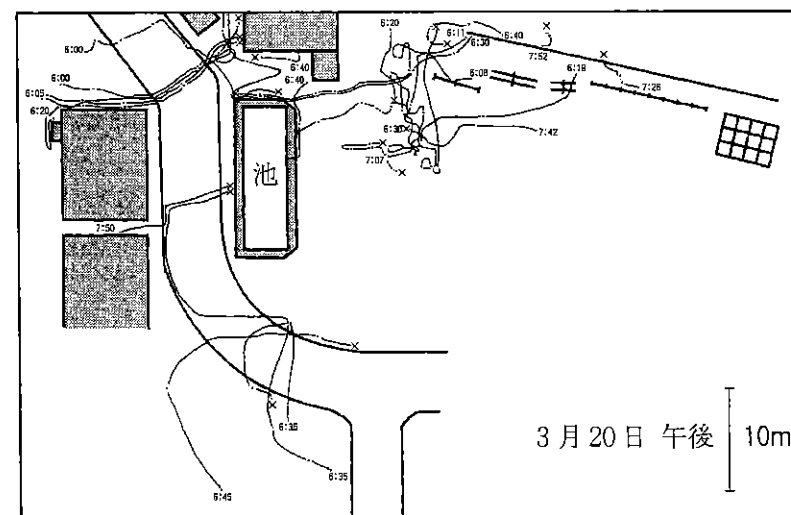


图 1 b

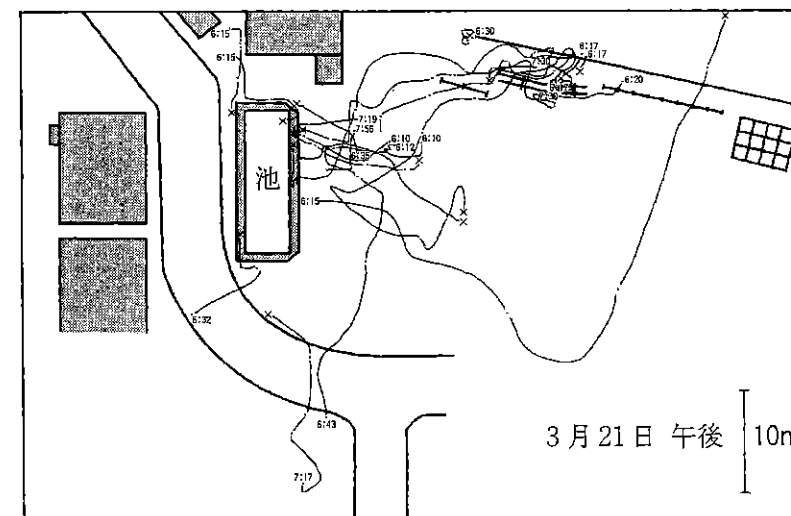


图 1 c

まず、ある池について、ヒキガエルが通った道筋を調査しました(図1 a~c)。図中の数字はヒキガエルが姿を現した時刻を、×印は移動の終点を示しています。

17日はしめり気が多く、天気はくもりでした。18日と19日はよく晴れて乾燥し、強い風が吹いていました。そして、ヒキガエルは1匹も現れませんでした。20日と21日には気温が上がり、雨が降りました。

この調査における活動中のヒキガエルを、20分ごとにグラフに示しました（図2）。

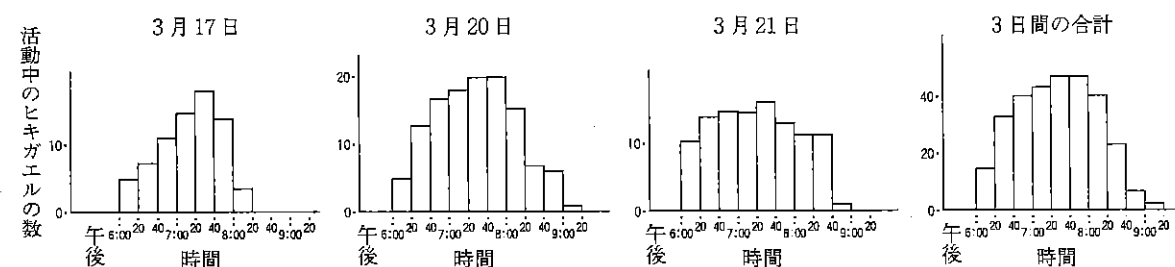


图 2

次に、移動方向について調べます。ヒキガエルが最初にいた地点と池の中心点を結んだ直線Aと、ヒキガエルが最初にいた地点（出発点）と最後にいた地点（終点）を結んだ直線Bとがなす角度を移動の角度dとします。最終的に少しでも池の中心に近づけば角度dは（ ① ）度と（ ② ）度の間にあります（図3）。

この方法をもとに、それぞれのヒキガエルの移動方向を角度で表しました（図4）。

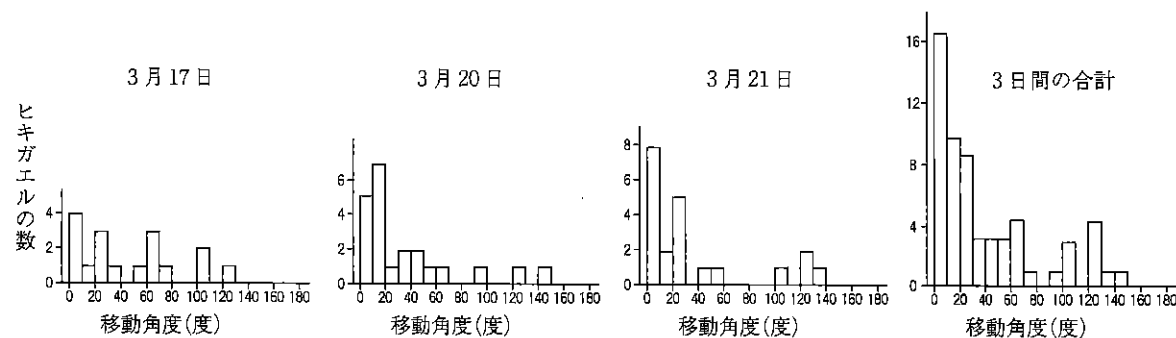
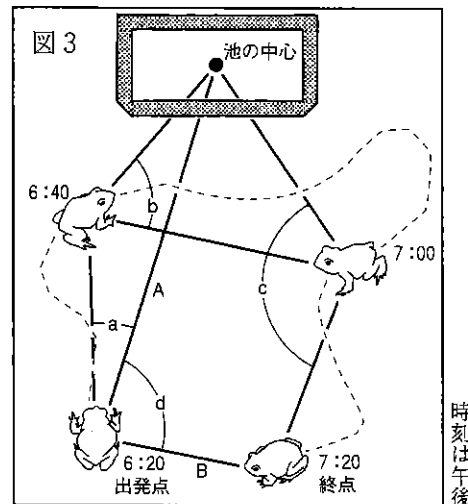


図4

最後に、ヒキガエルの通った道筋のうち、その日最も池に近づいた地点から池までの距離をそれぞれ調査しました（図5）。

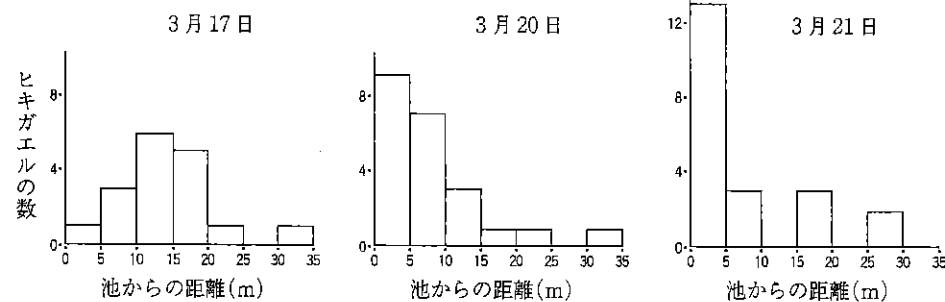


図5

(1) ヒキガエルは冬の間をどのように過ごしますか。最も適当なものを、次より1つ選びなさい。

- ア. 水中で活発に活動している。
- イ. 陸上で活発に活動している。
- ウ. 水中と陸上を行き来しながら活発に活動している。
- エ. 水中で静かにしている。
- オ. 土の中などに入り、静かにしている。

(2) 文中の下線部の角度（ ① ）、（ ② ）に適当な数字を記しなさい。

(3) Aの実験結果から考えられることとして誤っているものを、次より1つ選びなさい。

- ア. ヒキガエルは日の入りごろから地表に姿を現し、移動を始める。
- イ. ヒキガエルは池がどの方向にあるのかわかり、池の方向を目指して移動する。
- ウ. ヒキガエルの移動はほぼ3時間以内に終わる。
- エ. 体が大きいヒキガエルほど、1日の移動距離が長い。
- オ. ヒキガエルが地表に現れるのは、くもったり雨が降ったりしている日である。

B. 次の問題は、「どのようにして池のある場所がわかるのだろう」ということです。

疑問1. 何を手がかりにするのか。

疑問2. どのようにしてその手がかりを認識しているのか。

まず、疑問1から調べていこうと思います。これまでの多種多様な生物についての研究結果を整理してみると、次の3つの仮説が考えられます。

仮説 い. 方角説 … 方位磁石のように方角を知る能力があり、池の方角を覚えている。

仮説 ろ. 道筋説 … 今までに通った場所にある草木や石、地面のにおい、地表のかたむきなどを覚えていて、池までの道筋が分かる。

仮説 は. 池からの信号説 … 池からのオスの声、池の水のにおい、水面の光の反射などの信号をとらえて、池の場所を知る。

ここで、次のような実験を考えてみました。1匹のヒキガエルが池からかなり離れたところを池に向かって歩いていたらとします。これをつかまえて、池のちょうど反対側の、このカエルが今まで行ったことがないところへ移動の方角や道筋が分からないようにして持って行き、そこで放します。③もし、い～はの仮説がそれぞれ正しかったならば、(い)～(は)（図6）のような結果が予想できます。

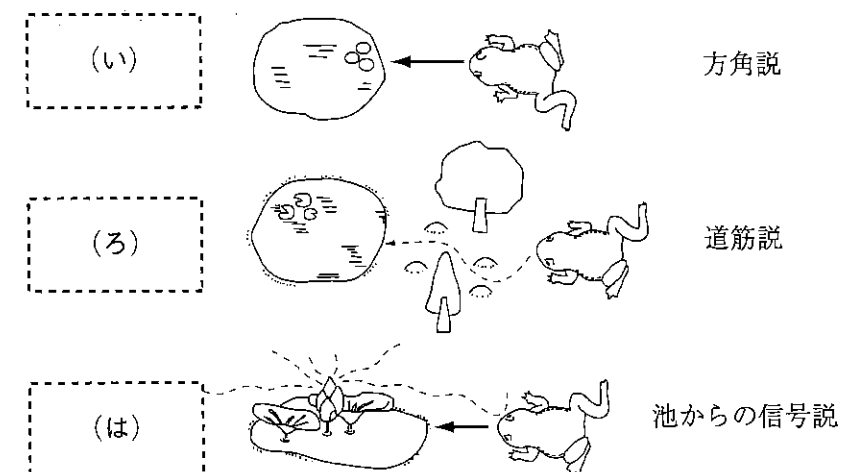


図6

これらの予想をもとに、実験を開始しました。風のない日に、池から南側に約50m離れたあたりから出てきて池に向かうヒキガエルを次々につかまえ、2匹つかまえるごとに、1匹は小さなボール紙の箱に入れ、箱を黒い布でおおって外の様子を見えないようにして、反対側の北側に運び、池から約50m離れたところで箱から出して放しました（実験群とよぶ）。④もう1匹の方も同様の箱に入れ、黒い布でおおい、実験群と同じ距離だけ運んで、はじめにつかまえた位置に戻り、放しました（対照群とよぶ）。すると、以下のような結果になりました（図7）。

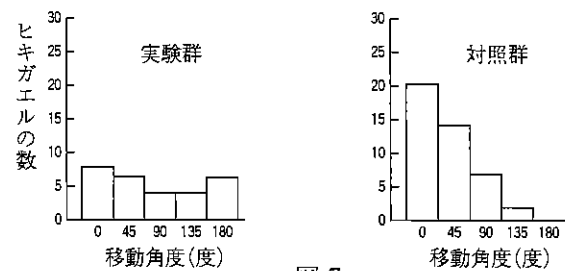


図7

次に、疑問2を調べてみましょう。手がかりを認識するためのからだのはたらきとしては、ものを見る、においをかぐ、などが考えられます。

そこでまず、ヒキガエルをつかまえ、上下のまぶたをぬい合わせることにより、⑤明暗は感じるが物の形は見えない状態にする処理を行ったもの（実験群とよぶ）と、その処理を行わなかったもの（無処理群とよぶ）とで実験を行いました。どのヒキガエルもつかまえた位置に戻し、その位置を始点0とし、移動の終点に印をつける方法をとりました（図8・図9）。

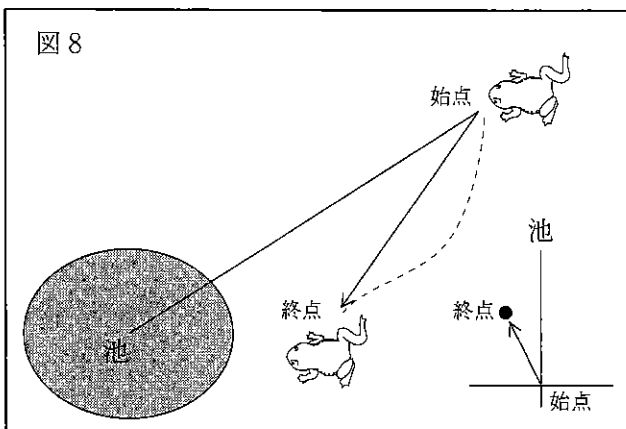


図8

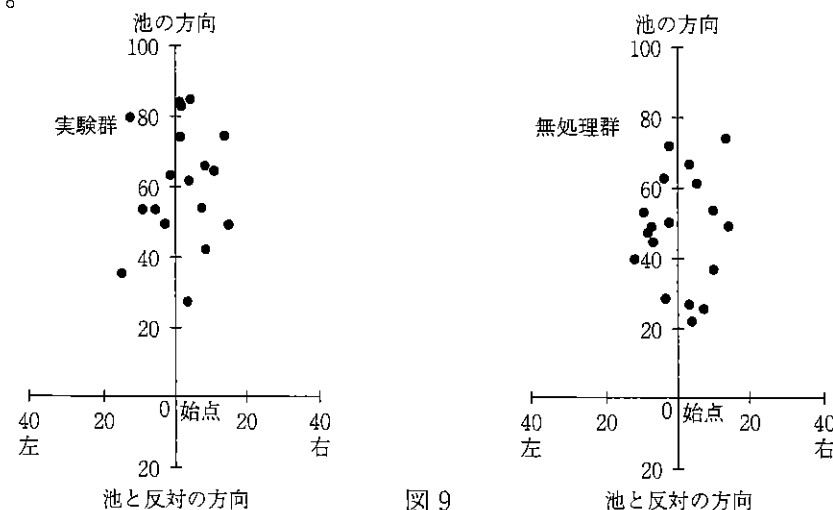


図9

今度は、ヒキガエルの鼻の粘膜に薬品をぬることにより、においをかけない状態にする処理を行ったもの（実験群とよぶ）と、その処理を行わなかったもの（無処理群とよぶ）とで同様の実験を行いました。結果は以下になりました（図10）。

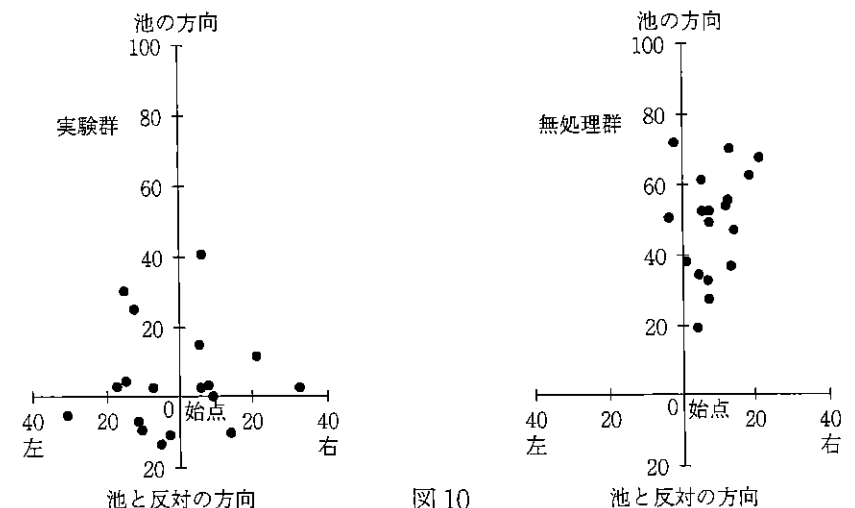


図10

(4) Bの下線部③の結果として、図6の(い)～(は)にあてはまる図として最も適当なものを、次よりそれぞれ1つずつ選びなさい。ただし、同じものを複数回選んでもかまいません。



(5) Bの下線部④のような実験を行った理由として最も適当なものを、次より1つ選びなさい。

- ア. 運ぶことが、実験をより素早く的確に行う練習になるため。
- イ. 運ぶことが、ヒキガエルに休息の時間をあたえることになるため。
- ウ. 運ぶことが、ヒキガエルに移動を開始させる重要な合図であるため。
- エ. 運ぶことが、ヒキガエルの運動の方向に影響をあたえないことを確認するため。

(6) Bの実験結果から、ヒキガエルが池の方向を知る手がかりとして考えられる最も適当なものを、次より1つ選びなさい。

- ア. 方角
- イ. 道筋
- ウ. 池からの信号
- エ. 上のア～ウのすべて
- オ. 上のア～ウはどれもあてはまらない

(7) Bの下線部⑤のような状態にした理由として最も適当なものを、次より1つ選びなさい。

- ア. 太陽の方向を認識できる必要があるため。
- イ. 方角を認識できる必要があるため。
- ウ. しめり気を認識できる必要があるため。
- エ. 日の出の時刻を認識できる必要があるため。
- オ. 日の入りの時刻を認識できる必要があるため。

(8) Bの実験結果から、池の方向を知る手がかりを認識するからだの部位についてどのようなことがいえますか。最も適当なものを、次より1つ選びなさい。

- ア. 池の方向を知る手がかりを認識するには、目と鼻の両方が必要である。
- イ. 池の方向を知る手がかりを認識するには、目は必要であるが、鼻は必要でない。
- ウ. 池の方向を知る手がかりを認識するには、鼻は必要であるが、目は必要でない。
- エ. 池の方向を知る手がかりを認識するには、目も鼻も必要でない。

問題は次のページに続く。

2 昨年7月、太陽が欠けて見える「日食」が日本の各地で観測され、話題となりました。日食のうちでも、太陽が月の影に完全に入る日食を「皆既日食」とよびます。

また、日食と似たような現象に、月が欠けて見える「月食」という現象もあります。月食の場合も、月が地球の影に完全に入る月食を「皆既月食」とよびます。

(1) 日食のとき、および月食のとき、月の位置はどうなっていますか。それぞれの場合について、解答らん^いに月を○で書きこみなさい。ただし、○の大きさは考えなくて良いものとします。

(2) 日食の日、月はどのように見えますか。次より1つ選びなさい。

ア イ ウ エ オ カ キ ク



(3) 日食について、正しいものを次よりすべて選びなさい。

- ア. 緯度の低い地域で見の方が、より大きく欠けて見える。
- イ. 地球上の別の地点であっても、同時に欠け始める。
- ウ. 日食途中の状態のまま、日の出や日の入りをむかえることもある。
- エ. 皆既日食は、26年ごとに起こる。
- オ. 皆既日食になると、星が見える。

(4) 皆既日食のとき月面上の様々な地点に人がいて、月面や空の観察をします。正しいものを次よりすべて選びなさい。

- ア. 月面上のどの地点でも、太陽に照らされて明るくなっている。
- イ. 太陽に照らされて明るい地点と、照らされず暗い地点がある。
- ウ. 月面上のどの地点でも、太陽に照らされず暗くなっている。
- エ. 月面上のどの地点からも、明るい地球が見える。
- オ. 明るい地球が見える地点と見えない地点がある。
- カ. 月面上のどの地点からも、明るい地球を見ることはできない。

(5) 月食の日、欠け始める前の月はどのように見えますか。次より1つ選びなさい。

ア イ ウ エ オ カ キ ク



(6) 月食について、正しいものを次よりすべて選びなさい。

- ア. 見る地点の緯度がちがっても、欠ける大きさはほとんど変わらない。
- イ. 地球上の別の地点であっても、ほぼ同時に欠け始める。
- ウ. 月食途中の状態のまま、月の出や月の入りをむかえることもある。
- エ. 皆既月食は、13年ごとに起こる。

(7) 皆既月食のとき月面上の様々な地点に人がいて、月面や空の観察をします。正しいものを次よりすべて選びなさい。

- ア. 月面上のどの地点でも、太陽に照らされて明るくなっている。
- イ. 太陽に照らされて明るい地点と、照らされず暗い地点がある。
- ウ. 月面上のどの地点でも、太陽に照らされず暗くなっている。
- エ. 月面上のどの地点からも、明るい地球が見える。
- オ. 明るい地球が見える地点と見えない地点がある。
- カ. 月面上のどの地点からも、明るい地球を見ることはできない。

(8) 皆既日食のとき、太陽本体は見えなくなっても、図1のように太陽から出る光は見えます。これは、地球から見た月の大きさと太陽の大きさが、ほぼ同じであるためです。太陽の直径を1400000km、月の直径を3500kmとします。今、地球上のある観測点で皆既日食が起こり、太陽がちょうど月の影にかくれました。このとき、この観測点と月の中心との距離が375000kmであれば、この観測点と太陽の中心との距離はいくらだと考えられますか。

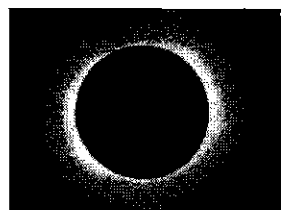


図1

3 近年、地球温暖化の問題がさげばれています。温暖化の原因物質の1つとして二酸化炭素に注目が集まっています。二酸化炭素について調べました。以下の問いに答えなさい。

(1) 二酸化炭素がふくまれている、もしくは発生すると考えられるものを、次よりすべて選びなさい。

- ア. 鉄くぎに硫酸^{りゅうさん}を注ぐ。
- イ. ドライアイスに水を注ぐ。
- ウ. アンモニア水を加熱する。
- エ. 葉っぱに空気を入れたポリ袋^{ぶくろ}をかぶせて、暗いところで一晩おいたポリ袋中の気体。
- オ. 車の排気^{はいき}ガス。
- カ. アルコールを燃やす。
- キ. スチールウールを燃やす。
- ク. 石灰石を焼く。

(2) 次の文で二酸化炭素の性質が書かれたものを、すべて選びなさい。

- ア. 石灰水に通じると白くにごり、さらに通じるとにごりが消える。
- イ. よく燃え、燃え^{せんこう}ると水だけが生成する。
- ウ. 火のついた線香を入れると激しく燃える。
- エ. 水よう液はアルカリ性を示す。
- オ. 無色、無臭^{むしゅう}。

(3) 発生させた二酸化炭素の重さをはかる方法を考えました。最も正確にはかれると思われる方法を次のア～ウより1つ選び、解答らんに○を書きなさい。また、それ以外のものについては、正確な重さをはかれない理由として最も適当なものを下の①～④より選び、解答らんに書きなさい。それぞれ測定に使用した容器の大きさは発生した二酸化炭素の体積より大きいものとし、発生した二酸化炭素には空気がまざっていないものとし

ア. あらかじめ重さをはかったポリ袋に発生した二酸化炭素をガラス管で注入し、発生が終わったらポリ袋の口をしめ重さをはかり、その増加分を計算する。

イ. 発生した二酸化炭素の体積をはかり、それと同じ体積の二酸化炭素をあらかじめ重さをはかった二酸化炭素ボンベから取り出し、そのボンベの重さをはかり、その減少分を計算する。

ウ. フタの密閉できるビンに石灰石と小さいビーカーに入った塩酸を入れ、フタを密閉し重さをはかり、その後ビンごとビーカーをひっくり返して塩酸と石灰石を反応させ、放置したのち重さをはかり、その増加分を計算する。

- ①おしのけられた空気の重さの分だけ正確な重さよりも値が小さくなる。
- ②おしのけられた空気の重さの分だけ正確な重さよりも値が大きくなる。
- ③反応した物質の分だけ正確な重さよりも値が小さくなる。
- ④反応した物質の分だけ正確な重さよりも値が大きくなる。

(4) 石灰石の重さや注ぐ塩酸の量を変えて二酸化炭素の発生量を調べ、下の表にその結果をまとめました。答えは小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めなさい。

石灰石 (g)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0
塩酸 (cm ³)	10	10	10	10	10	20
二酸化炭素 (g)	0.2	0.4	0.6	0.7	a	b

- ① a、bに当てはまる値を求めなさい。
- ② 塩酸30cm³に20.0 gの石灰石を入れました。二酸化炭素は何 g 発生しますか。
- ③ ②の時、何 g の石灰石が反応しましたか。

(5) 発生した二酸化炭素を様々な液体と混ぜる実験を行いました。5つの注射器にそれぞれ同じ体積の液体を吸い取り、そこへ液体の2倍の体積の二酸化炭素を注入し、よくふって残った気体の体積を比べました。もっとも気体の体積が少なくなっていると思われるのはどの液体ですか。次より1つ選びなさい。

ア. 水 イ. 炭酸水 ウ. 塩酸 エ. 水酸化ナトリウム水溶液^{よう} オ. 食塩水

(6) 昔の地球の大気には二酸化炭素が多くふくまれ、気温も高かったと言われています。サンゴ虫などの働きで、水に溶けた二酸化炭素の多くが石灰石として固体にされ、大気中の二酸化炭素が減り、気温が下がった一因となったと考えられています。その石灰石が固まって石灰岩となった所に洞窟^{どうくつ}ができたのが鍾乳洞^{しょうにゅうどう}です。正しいと思われる文章を次よりすべて選びなさい。

ア. 川の水が酸性になると石灰岩が溶けやすくなり、空気中の二酸化炭素の量が増える。

イ. 川の水が酸性になると二酸化炭素が溶けやすくなり、空気中の二酸化炭素の量が減る。

ウ. 気温が上がると二酸化炭素の水に溶ける量が増え、空気中の二酸化炭素の量は減る。

エ. 気温が上がると二酸化炭素の水に溶ける量が減り、さらに空気中の二酸化炭素の量が増える。

オ. 気温が上がると二酸化炭素の水に溶ける量が減るが、川の水の酸性が弱くなるので、石灰石が溶けにくくなり、空気中の二酸化炭素の量には変化はない。

カ. 気温が上がると二酸化炭素の水に溶ける量が増えるが、川の水の酸性が強くなるので、石灰石が溶けやすくなり、空気中の二酸化炭素の量には変化はない。

- 4 ばねやゴムひもが元にもどろうとする力について考えます。なお、問題中に出てくるばね、ゴムひも、てんびんは軽くて重さを考えなくてよいものを用い、おもりは小さくて大きさを考えなくてよいものを用います。また、ばねやゴムひもは床や天井に対して必ず垂直になり、かたむかないものとし、答えが小数になる場合は、小数第二位を四捨五入して小数第一位まで答えなさい。

ばねは、自然の長さからのびたり縮んだりすると、元にもどろうとする力がはたらきます。

今、自然の長さが20cmのばねAを天井からつるし、10gのおもりをつけるとばねAの長さが22cmに、20gのおもりをつけると24cmになってつりあいました。(図1)

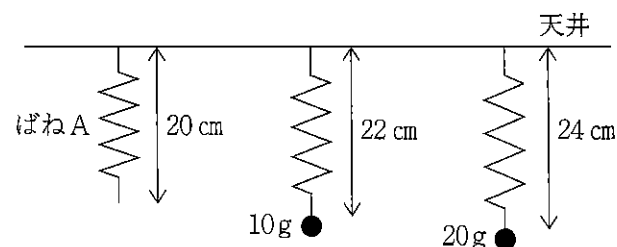


図1

- (1) 図2のようにばねAを床の上に置き、その上に30gのおもりを置き、つりあわせました。このときのばねAの長さはいくらですか。

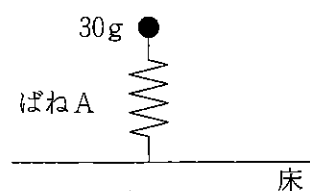


図2

- (2) 図3のように床からの高さをある高さにしたてんびんの端にばねAをつなぎ、もう一方の端に40gのおもりを乗せると、てんびんは水平になってつりあいました。てんびんの床からの高さは、いくらですか。

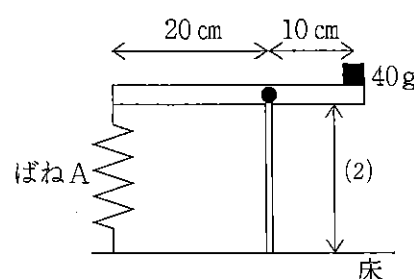


図3

- (3) 今、図4のように50gのおもりをはさんで2つのばねAをつなぎ、ばねの端から端までの長さを40cmとします。このとき、上のばねAの長さがいくらかになるかを、次の方法で考えます。(ア)～(オ)に入る数字を答えなさい。ただし、同じ記号には同じ数字が入ります。

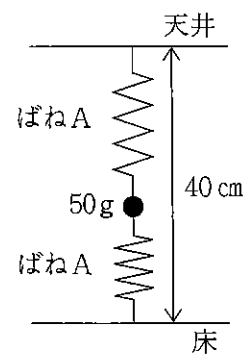


図4

<方法>

まず、おもりを手で支え、図5のように2つのばねAがともに20cmになるようにします。この状態からおもりを1cm下げると、上のばねには(ア)g、下のばねには(イ)gのおもりを支えられるだけの力がはたらくので、合計で(ウ)gのおもりを支えられるようになります。この状態からもう1cm下げると、さらに(ウ)gのおもりを支えられるようになります。これをくり返すと、図5の状態から(エ)cm下げたときに50gのおもりを支えられるようになりますので、このときの上のばねAの長さは(オ)cmになります。

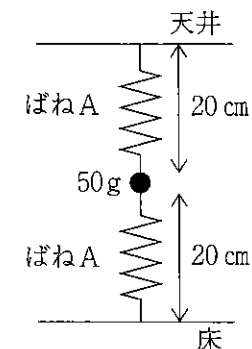


図5

ゴムひもは、自然の長さからのびたときは、ばねと同じように元にもどろうとする力がはたらきます。しかし、自然の長さより縮ませようとしても、たるんで力のはたらきません。

今、自然の長さが20cmのゴムひもBを天井からつるし、20gのおもりをつけるとゴムひもBの長さが25cmに、40gのおもりをつけると30cmになってつりあいました。(図6)

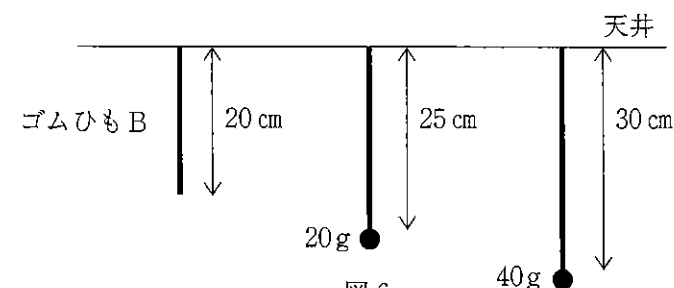


図6

- (4) ばねAとゴムひもBを同じ長さだけ引く場合、どちらの方が大きな力が必要ですか。正しいものを次より1つ選びなさい。

- ア. ばねA
イ. ギュムひもB
ウ. ばねAもギュムひもBも同じ

- (5) 図7のように床からの高さを23cmにしたてんびんの端にゴムひもBをつなぎ、もう一方の端に30gのおもりを乗せると、てんびんは水平になってつりあいました。おもりを乗せた端の、てんびんの支点からの長さはいくらかですか。

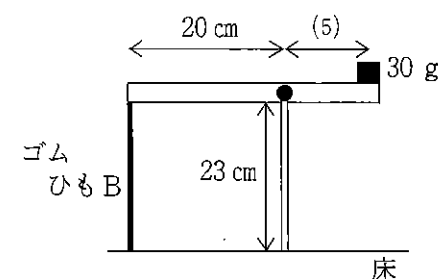
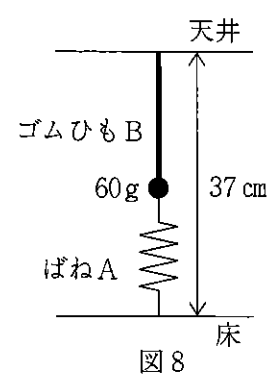


図7

- (6) 図8のように60 gのおもりをはさんでばねAとゴムひもBをつなぎ、ばねの端からゴムひもの端までの長さを37 cmとします。手で支えていたおもりをゆっくり下げて、つりあわせました。このときのゴムひもBの長さはいくらですか。



受験番号				氏名	

※のらんには何も書かないこと。

1	(1)	(2)	(3)	(4)	※
	①	②	(い)	(ろ)	
	(4)	(5)	(6)	(8)	
	(は)				
2	(1)				
	日食のとき		月食のとき		
	太陽		地球		地球
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	(7)	(8)			
			km		
3	(1)	(2)	(3)		※
		ア	イ	ウ	
	(4)		(5)	(6)	
	① a	① b	③	g	
4	(1)	(2)	(3)		※
		ア	イ	ウ	オ
	cm	cm			
	(4)	(5)	(6)	cm	