

1

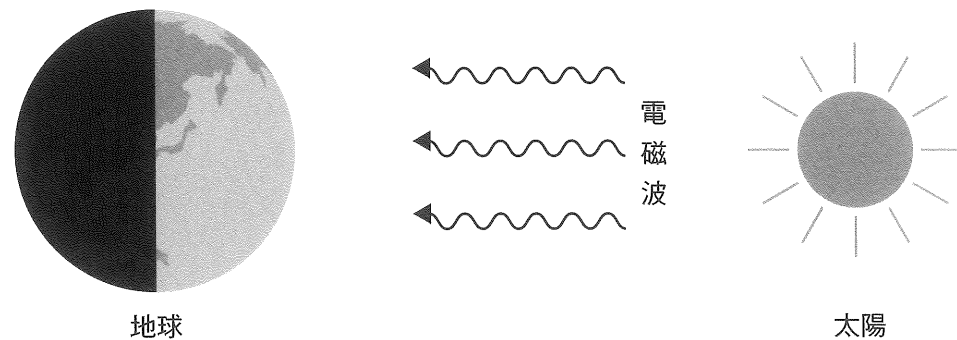
地球は徐々に温暖化しています。地球の温暖化は、どのようなしくみで起こるのでしょうか。

地球温暖化を理解するためには、いくつかの新しい知識が必要です。キーワードは、「熱放射」、「電磁波」、「温室効果ガス」、「太陽放射」、「地球放射」、「放射収支」などです。

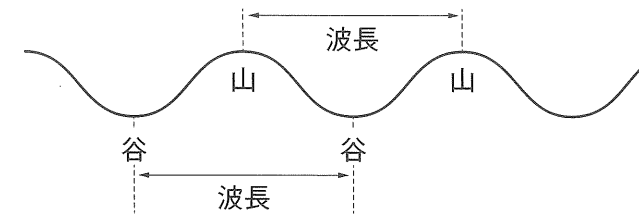
【文1】

太陽の表面は約5500℃と非常に高い温度です。この太陽の熱が、ほぼ真空の宇宙空間を通過して地球に届きます。熱の伝わり方はいくつかありますが、太陽から地球への熱の伝わり方は、「熱放射」です。熱放射は、「電磁波」を介した熱の移動です。電磁波は、真空中や透明な物質中を直進していく波です。太陽の熱は、電磁波となって空間を移動し、地球に届きます。

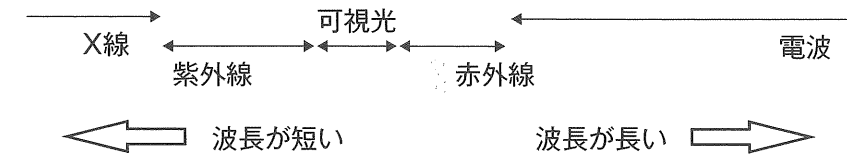
電磁波を放射した太陽は、その分の熱を失います。一方、電磁波を受け入れた地球は、その分の熱を吸収します。これが熱放射による熱の伝わり方です。



電磁波の波は、山と谷からなります。そして、山から山、または谷から谷までの距離を波長といいます。



電磁波は、波長の違いにより細かく分類されます。電波、赤外線、可視光、紫外線、X線などはすべて電磁波の種類です。電磁波は波長により性質が異なるので、用途に応じてさまざまな波長の電磁波が利用されています。人が見ることができる範囲の波長の電磁波を可視光といいます。紫外線は、可視光より波長が短い電磁波です。赤外線は、可視光より波長が長い電磁波です。太陽の表面から放出される電磁波には、可視光の他に紫外線や赤外線も含まれます。



【文1】の下線部について、答えなさい。

- (1) 紫外線にはどのような利用法がありますか。利用のしかたがわかるように、例を1つ答えなさい。
- (2) 赤外線は、さまざまな電化製品に利用されています。利用のしかたがわかるように、例を1つ答えなさい。

【文2】

海面を含む地球の表面を地表と呼ぶことにします。大気の影響を無視すると、太陽の放射を垂直に受ける1㎡の地表は、1秒間に326カロリーのエネルギーを受けます。この値を太陽定数といいます。カロリーとはエネルギー量の単位で、太陽定数は500ミリリットルの水の温度を1秒間で約0.65℃上昇させるエネルギー量です。

必要に応じて、次の式を使いなさい。

球の表面積 = $4 \times \text{半径} \times \text{半径} \times \text{円周率}$

球の体積 = $\frac{4}{3} \times \text{半径} \times \text{半径} \times \text{半径} \times \text{円周率}$

- (3) 全地表が太陽の放射で受けるエネルギーの量は、1秒間に何カロリーですか。適切な計算式を次より選び、記号を答えなさい。

- (ア) 太陽定数×地球の半径(m)×2
- (イ) 太陽定数×地球の半径(m)×2×円周率
- (ウ) 太陽定数×地球の半径(m)×地球の半径(m)×円周率
- (エ) 太陽定数×2×地球の半径(m)×地球の半径(m)×円周率
- (オ) 太陽定数×4×地球の半径(m)×地球の半径(m)×円周率

- (4) 地球全体で考えると、地表1㎡当たり、1秒間に何カロリーのエネルギーを受けますか。小数第1位まで答えなさい。

【文3】

電磁波を放射するのは、太陽のような高温の物体だけではありません。すべての物体は何らかの電磁波を放射します。物体が放射する電磁波には、次の1～4のような特徴があります。

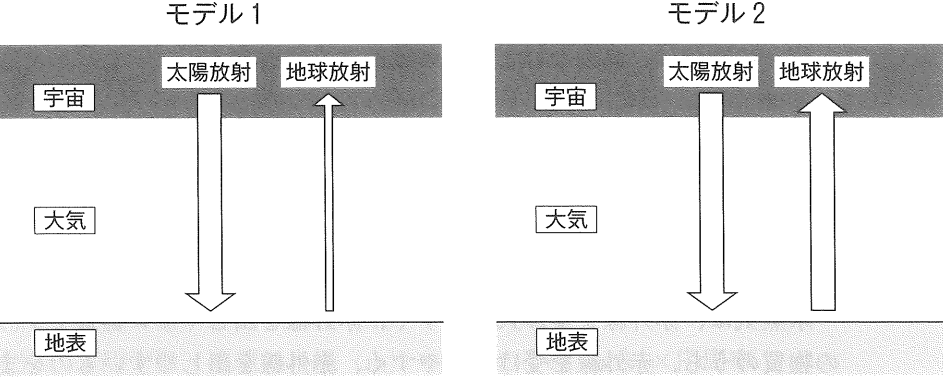
1. 物体が放射する電磁波の種類は、物体の性質や温度によって決まる。太陽やとけた鉄のように、極めて高温の物体からは、可視光の他に紫外線や赤外線も放射される。しかし、人体や建物、雲のように、高温でない物体は、主に赤外線を放射する。
2. 同一の物体は、高温なほど多量の電磁波を放射する。
3. 物質には、電磁波を受け入れにくいものと、受け入れやすいものがある。
4. 電磁波を受け入れやすい物質ほど、電磁波を出しやすい。

水蒸気は、赤外線を受け入れやすく、赤外線を出しやすい物質です。大気中の物質のうち、赤外線を受け入れやすく、赤外線を出しやすいものをまとめて、「温室効果ガス」と呼びます。

- (5) 水蒸気以外の温室効果ガスのうち、地球温暖化への対応として、世界中で排出量を削減しようとしている物質を1つ答えなさい。

【文4】

地球の表面は厚さ約100kmの大気におおわれています。太陽から放射され、地球大気的最上部に届く電磁波すべてを「太陽放射」といいます。また、地球から宇宙への電磁波の放射を「地球放射」といいます。太陽放射と地球放射の量が等しければ、地球全体の平均温度は一定になります。このように、地球全体に出入りする放射量のバランスがとれていることを、地球全体の「放射収支」がつり合う、と言います。平均気温の決まり方を考えるため、地球全体の放射収支を表す2つのモデルを示します。



モデル1は、地球全体の放射収支がつり合っていないモデルです。モデル2は、地球全体の放射収支がつり合っているモデルです。地球は、地表と大気の部分から構成されます。モデル1とモデル2では、大気は電磁波を素通りさせるだけで、大気による電磁波の吸収や放射は考えません。太陽放射はすべて地表に届き、すべて吸収されて、地表を温めます。地表は温度に応じた量の赤外線を放射します。

モデル1では、地球の放射収支が「太陽放射＞地球放射」です。この場合、地球は熱をためて温度を上昇させます。また、地表部分の放射収支も「放射される量＞放射する量」なので、地表は熱をためて温度を上昇させます。地表は、温度を上昇させながら、赤外線の放射量を増やします。

モデル2では、地球全体の放射収支がつり合い、地球の温度は一定です。地表も放射収支がつり合い、温度は一定です。地表は温度に応じた量の赤外線を放射します。

(6) 太陽放射の量が変わらない場合、モデル1の地表温度は、その後、どのように変化しますか。最も適切なものを選び、記号を答えなさい。

- (ア) 地表温度は、一定の速さで上昇を続ける。
- (イ) 地表温度は、加速しながら上昇を続ける。
- (ウ) 地表温度は、小さな上昇と下降をくり返ししながら、全体として上昇を続ける。
- (エ) 地表温度は、上昇した後、一定の温度になる。
- (オ) 地表温度は、上昇した後、下降する。

(7) 下の表は、モデル2にもとづいた地球の2つの状態AとBを考えたものです。表中の数字はエネルギー量です。A、Bそれぞれの地表温度は一定ですが、Bの方が地表温度が高いと考えられます。根拠となる一文を【文3】から抜き出し、初めの5文字を答えなさい。

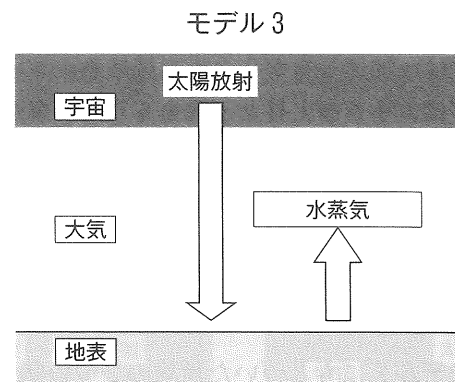
	太陽放射量	地球放射量
状態A	100	100
状態B	200	200

【文5】

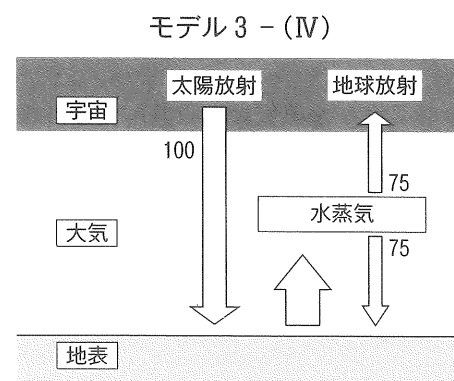
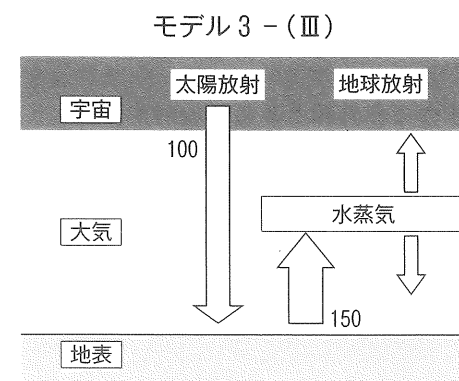
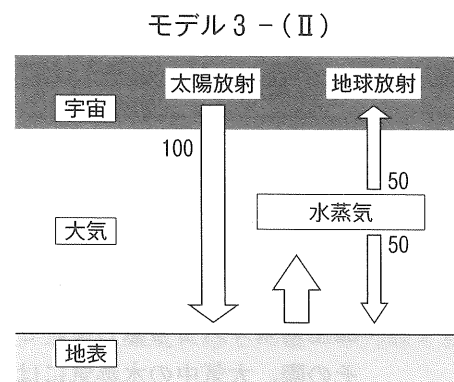
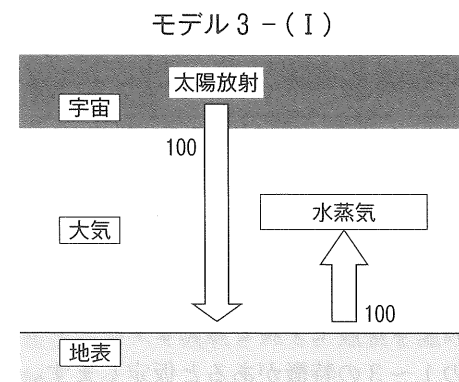
温室効果ガスを考慮して、さらにいくつかのモデルを考えます。
その際、大気中の水蒸気には、次の1～3の特徴があると仮定します。

1. 大気中の水蒸気が多いほど、地表からの赤外線を多く吸収する。そして、大気中の水蒸気が十分に多ければ、地表からの放射をすべて吸収する。
2. 水蒸気は、吸収した赤外線を、すべて赤外線として再放射する。
3. 大気中の水蒸気から再放射される赤外線は、半分が地表に向かい、残り半分が地球放射になる。

モデル3は、モデル2の大気中に突然多量の水蒸気が存在するようになったモデルです。水蒸気は、地表から水蒸気への放射をすべて吸収するものとします。



モデル3において、太陽放射量を100とし、時間を追って（Ⅰ）～（Ⅳ）の順にエネルギーの移動を考えます。



モデル3 - (Ⅰ)では、太陽放射量100で、地表から水蒸気への放射量も100です。

地表から水蒸気への放射量100のすべてを水蒸気が吸収し、地表に50の赤外線放射を戻している状態がモデル3 - (Ⅱ)です。

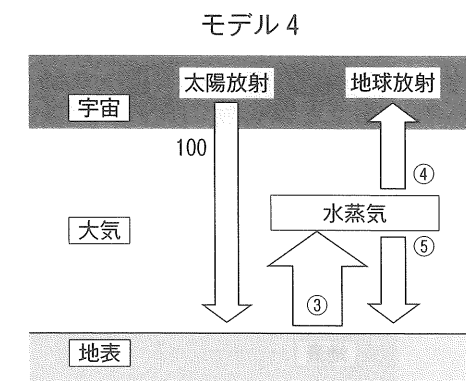
地表が受ける放射量は、100から150に増え、地表の放射収支がつり合わなくなります。そのため、地表温度が上昇し、地表から水蒸気への放射量も150まで増加した状態がモデル3 - (Ⅲ)です。

地表から水蒸気への放射量150のすべてを水蒸気が吸収し、地表に75の赤外線放射を戻している状態がモデル3 - (Ⅳ)です。

地表が受ける放射量は、150から175に増え、地表の放射収支がつり合わなくなります。そのため、地表の温度が上昇し、地表から水蒸気への放射量も175まで増加します。

さらに次の状態では、地表から水蒸気への放射量175のすべてを水蒸気は吸収し、水蒸気は地表に（①）の赤外線放射を戻します。地表が受ける放射量は、175から（②）に増え、地表の放射収支がつり合わなくなります。そのため、地表の温度が上昇し、地表から水蒸気への放射量も（②）まで増加します。

このように、地表と水蒸気の間を赤外線が循環するモデル3を考えると、地表から水蒸気への放射量が増え続け、地表温度の上昇もずっと続くように思えます。しかし、そうではありません。



モデル4は、モデル3において上昇した地表温度が一定になったモデルです。モデル4では、地表の放射収支がつり合っています。

(8) 文中の (①) と (②) を答えなさい。

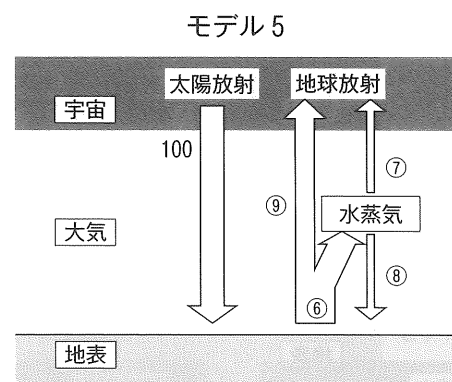
(9) モデル4の図中③～⑤の放射量を求めなさい。

(10) モデル4では地球全体の放射収支もつり合っていることを、数値をあげて説明しなさい。

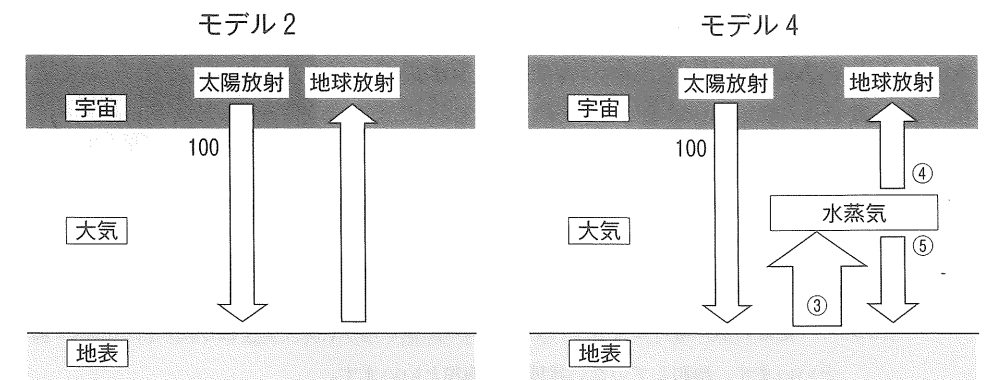
【文6】

モデル3では、水蒸気が地表から水蒸気への放射をすべて吸収すると仮定しました。しかし、大気中の水蒸気が少なければ、地表からの放射のすべては吸収しきれないはずです。そこでモデル5を考えます。

大気中の水蒸気が吸収できる赤外線量の上限があり、その上限値を120と仮定します。地表からの放射量が120より大きいなら、地表から水蒸気への放射のうち、吸収できない分は地球放射になります。太陽放射量を100とし、時間を追って順にエネルギーの移動を考えると、最終的に地表の放射収支がつり合う状態が考えられます。それがモデル5です。



次に、モデル2の太陽放射量も100として、モデル2、モデル4、モデル5の3つを比較します。



水蒸気のないモデル2と、水蒸気のあるモデル4とモデル5を比較すると、モデル4とモデル5の方がモデル2より地表からの放射量がA[大きい・小さい]ので、モデル2より地表の温度がB[高い・低い]ことがわかります。このように、大気中の温室効果ガスは、地表から受けた赤外線をくり返し地表に再放射することで地球の気温を暖かく保ちます。現在の地球全体の平均気温はほぼ15℃ですが、大気中にまったく温室効果ガスがないと、平均気温が-18℃になると予測されます。地球は、温室効果ガスのおかげで、生物が住める暖かい環境になっていると言えます。

さらに、モデル[あ]とモデル[い]の比較から、大気中の温室効果ガスがC[多い・少ない]ほど、地表からの放射量がD[大きく・小さく]なり、地表の温度が高くなることも分かります。このように、近年の温室効果ガスの増加による地球の温暖化は、大気から地表への再放射が原因の一つです。

(11) モデル5の図中⑥～⑨の放射量を求めなさい。

(12) A～Dの[]について、適切なものを○で囲みなさい。

(13) [あ]、[い]に適切なモデルの番号を答えなさい。

2

てつお君は、クラブ活動でミョウバンの大きな正八面体の結晶を作りました。

初めに見た実験書には、飽和水溶液にミョウバンのきれいな小さな結晶（種結晶）をつるし、大きな結晶にする方法が書いてありました。

てつお君はまず、正八面体のミョウバンの種結晶を作る実験を始めました。

（注1） ここで使うミョウバンの固体は、すべて結晶のものとしします。

（注2） 水溶液からの水の蒸発は考えないものとしします。

（注3） 一定量の水に溶けるミョウバンの量には上限があり、限界まで溶け込んだ水溶液を飽和水溶液といいます。飽和していない状態を不飽和といいます。

ミョウバンについて調べる中で、てつお君は図1のグラフを見つけました。横軸は温度、縦軸は100gの水に溶けるミョウバンの最大量を表しています。てつお君はグラフを見て、高い温度で飽和させた水溶液を冷やして結晶を作る方法を試みました。

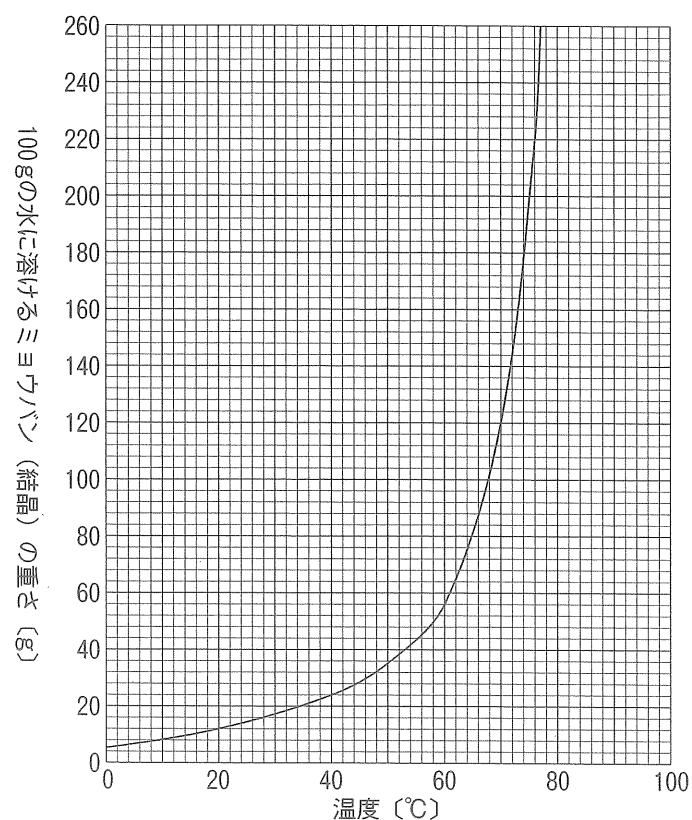


図1



＜実験1＞ 60℃のミョウバンの飽和水溶液を作り、きれいに洗ったシャーレに注いで一晩放置する。結果、たくさんの結晶ができた。しかし、結晶どうしがくっついてしまい、きれいな結晶は得られなかった。

（1） 60℃のミョウバンの飽和水溶液50gを、シャーレに注いで20℃の室温まで冷やします。このとき、何gのミョウバンの結晶が出てきますか。図1を用いて、小数第1位まで答えなさい。

てつお君は、実験1では60℃の水溶液に溶けているミョウバンの量が多すぎたと考え、はじめの飽和水溶液の温度を下げることにしました。

＜実験2＞ 40℃でミョウバンの飽和水溶液を作り、きれいに洗ったシャーレに注いで一晩放置する。結果、大半は実験1と同じように、結晶どうしがくっついてしまったが、きれいな結晶が何粒か得られた。

てつお君は実験2のきれいな結晶を種結晶に使うことにしました。

（2） 実験1と2で、結晶どうしがくっついた理由として、適切なものを次より2つ選び、記号で答えなさい。

- （ア） シャーレの表面のガラスとミョウバンが反応して、別の物質ができる。
- （イ） 高い温度で作った飽和水溶液ほど、冷えたときにたくさんのミョウバンが結晶として出てくる。
- （ウ） 温度が高くと、水溶液に空気中の物質が混ざる。
- （エ） 温度の冷え方が急だと、短時間に小さなミョウバンの結晶がたくさんできる。
- （オ） 水溶液が室温になった後も、結晶のすき間に新たな結晶ができる。

てつお君は種結晶を成長させ、大きな正八面体の結晶を作る実験を始めました。

＜実験3＞ 種結晶をナイロン製の釣り糸（ナイロンテグス）に結び、40℃の飽和水溶液が入っている容器中につるす。さらに図2のように発泡スチロール製の保温容器に入れて一週間放置し、結晶の成長を待った。結果、2日後には正八面体の結晶は少し大きくなったが、その後、結晶は成長しなかった。

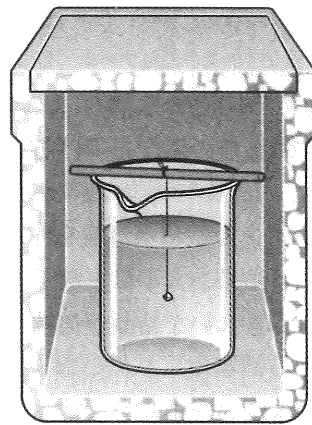


図2（断面図）

（3） 実験3の下線部の理由を答えなさい。

（4） 実験3で発泡スチロール製の保温容器を使わず、そのまま室温で放置した場合を考えます。

①. 種結晶はどうなりますか。実験3との違いが分かるように答えなさい。

②. ①の理由を答えなさい。

てつお君は結晶を連続的に成長させるため、先生と相談しながら、図3のような装置を作りました。

＜実験4＞ 室温でミョウバンの飽和水溶液を作り、図3のように円筒形のプラスチック容器に満たす。お茶パックの袋には形のきかない結晶（素結晶）を複数入れる。ナイロンテグスに結びつけた種結晶を、お茶パックの中心をつらぬくようにつり下げる。容器をラップで密閉し、室温の水槽内の水に浸す。この装置を日光の当たる所に放置した。結果、容器の底にも結晶が出るが、つるした種結晶は正八面体の形を保って大きく成長した。

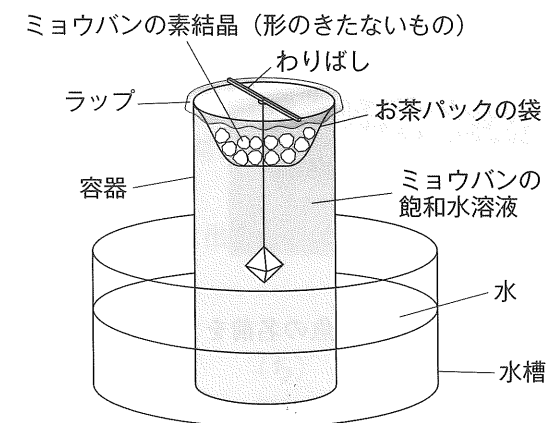


図3

（5） 図3の装置で連続的に結晶が成長する理由を説明します。次の〔 〕に適する語句を選び、○で囲みなさい。

容器内のミョウバンの水溶液と水槽の水では、 A 〔ミョウバンの水溶液・水槽の水〕の方が温度が高い。これは容器がラップで密閉されているのに対し、外の水槽は密閉されていないためである。日光に当たった時の水の蒸発量の差で温度差が生じる。

また、密閉した容器内で日光に当たった部分の水溶液は、容器内を B 〔上・下〕に移動する。容器内の上部は C 〔飽和・不飽和〕になる。そのためにお茶パック内の素結晶が溶け、濃い水溶液が容器の中心をゆっくりと D 〔上・下〕に向かって移動する。移動した水溶液の温度は E 〔高く・低く〕なる。この変化が連続するので、種結晶が大きく成長する。

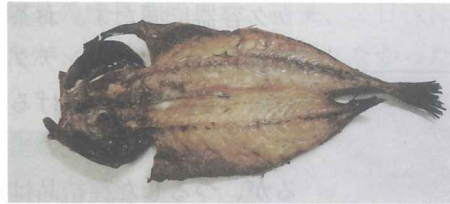
3

次の①～③は、よく食卓に上がる魚です。①と②は焼いた状態で、③は焼く前の切り身です。ただし、各図の縮尺は異なります。問いに答えなさい。

①



②



③

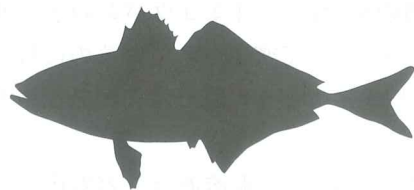


(1) ①～③について、一般的な魚の名前をカタカナで答えなさい。

(2) ①～③の魚について、各群から関連するものを1つずつ選び、記号を答えなさい。

〔Ⅰ群〕 体全体の形

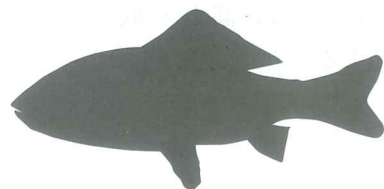
(あ)



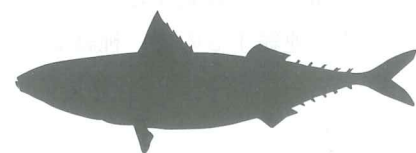
(い)



(う)



(え)



〔Ⅱ群〕

- (か) 冷水域に生息し、海流に乗った回遊はしない。下あごに1本のヒゲがある。
- (き) 温帯水域における、代表的な沿岸性の回遊魚である。体側に見られる血合いの発達が、泳ぐ能力の高さを示している。
- (く) 体の側面にある水流の感覚器（側線）に、「ぜんご」などと呼ばれる鋭い突起が並ぶ。
- (け) 冷水域を回遊する。太平洋では秋の南下回遊にともない、北海道沖から房総沖まで、主要な漁場が移動する。秋の味覚として知られる。

〔Ⅲ群〕

- (さ) 鮮度の低下がとてはやく、アレルギーや食中毒の原因になることが多い。
- (し) 刺身、塩焼き、干物、から揚げ、煮付け、天ぷらなど、稚魚から成魚まで、幅広く食用とされる。
- (す) 「出世魚」として知られる。関東では、ワカシ、イナダ、ワラサと、成長にともなって呼び名が変わる。
- (せ) 養殖や飼育が難しく、市場に出るものはすべて国産の天然ものである。

〔Ⅳ群〕 体の一部分

(た)



(ち)



(つ)



(て)



1

(1)			(2)		
(3)		(4)	カロリー		(5)
(6)		(7)			
(8)	①	②	③	④	⑤
(10)					
(11)	⑥	⑦	⑧	⑨	
(12)	(A) 大きい ・ 小さい	(B) 高い ・ 低い	(C) 多い ・ 少ない	(D) 大きく ・ 小さく	
(13)	[あ] モデル		[い] モデル		

※

2

(1)	g	(2)	
-----	---	-----	--

(3)					※
①					
②					
(5)	(A) ミヨウバンの水溶液 ・ 水槽の水	(B) 上 ・ 下			※
	(C) 飽和 ・ 不飽和	(D) 上 ・ 下	(E) 高く ・ 低く		

3

	魚の名前	I 群	II 群	III 群	IV 群	※
①						
②						※
③						

受 験 番 号	氏 名

※