

令和4年度入学試験問題

理 科

(前期日程)

医 学 部
工 学 部
農 学 部

科 目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～6	3	左の科目のうちから、受験票に記載している科目の問題を選択し、解答しなさい。(医学部志望者は、2科目を選択し、解答しなさい。)
化 学	7～14	4	
生 物	15～30	4	

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は30ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の[I]および[II]の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

[I] 体細胞が分裂するときには、通常、全く同じ遺伝情報が分裂した2つの細胞に伝えられる。これは、もとからあるDNAの2本鎖がそれぞれ鋳型の役目を果たすことで可能となる。まず、(ア)と呼ばれる特定部位から(イ)という酵素によって(ウ)結合が切られて二重らせん構造がほどかれ、部分的に1本鎖のDNAが露出する。次に、その1本鎖上に(エ)という短いRNA鎖が合成され、それに続いて(オ)という酵素が(カ)的な(キ)をもつヌクレオチドを次々と連結していく。そうしてできた新しい鎖と鋳型となった鎖が2本鎖を形成するしくみは(ク)と呼ばれる。

問1 文章中の空欄(ア)～(ク)に入る適切な語句を以下の①～⑱の中から選び、記号を記せ。

- ① DNAポリメラーゼ ② 転写調節領域 ③ 半保存的複製
- ④ ヌクレオソーム ⑤ 連鎖 ⑥ 岡崎フラグメント
- ⑦ 塩基 ⑧ 窒素 ⑨ DNAヘリカーゼ ⑩ リン酸
- ⑪ DNAリガーゼ ⑫ 複製起点 ⑬ シトシン ⑭ 相補
- ⑮ 二重乗換え ⑯ 水素 ⑰ 共有 ⑱ プライマー

問2 下線部(a)で示すDNAの塩基配列が5'-TACATAGGAGTC-3'であるとき、これを鋳型にして合成される新しいDNA鎖はどのような塩基配列か、下図の□に塩基の略記号を1つずつ入れるときに、左から3番目と8番目の欄に入る塩基の略記号をそれぞれ記せ。

5'-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

-3'

問3 DNAのヌクレオチドに関する正しい記述を以下の①～⑤の中から1つ選び、記号を記せ。

- ① デオキシリボースはヒドロキシ基をもたない。
- ② デオキシリボースには6個の炭素が含まれる。
- ③ デオキシリボースの5番目の炭素にリン酸が結合している。
- ④ ヌクレオチド鎖の3'末端はリン酸基である。
- ⑤ ヌクレオチド鎖は3'→5'方向に合成される。

[II] DNA の遺伝情報が RNA へ写し取られることを転写という。この RNA の配列をアミノ酸配列に読みかえ、タンパク質を合成することを翻訳という。遺伝情報は、化学物質や放射線の影響で変化し、形質に影響を与えることがある。1 塩基^(b)が挿入または欠失することにより、それ以降のアミノ酸配列が変わると、目的のタンパク質は合成されない。また、1 塩基の置換^(c)で形質が変化することもある。

問 4 真核生物の転写が開始するまでのステップはどの順番で起こるか。最も適切なものを以下の①～⑧の中から1つ選び、記号を記せ。

- a. DNA の 2 本鎖が開裂する。
- b. 転写開始に必要な複合体が形成される。
- c. クロマチンがほどけた状態になる。
- d. 転写に関与するタンパク質が特定の塩基配列に結合する。

- ① b-d-a-c ② a-d-c-b ③ a-b-c-d
- ④ d-a-b-c ⑤ c-d-b-a ⑥ b-c-d-a
- ⑦ d-b-c-a ⑧ c-a-b-d

問 5 真核生物では、ひとつの遺伝子の情報から異なるタンパク質が合成されることがある。これは、アミノ酸をコードする領域の組み合わせが異なる mRNA が核内で作られるためである。この現象を何と呼ぶか。また、そのアミノ酸をコードする領域を何と呼ぶか、それぞれの名称を記せ。

問6 文章[Ⅱ]中の下線部に関連して、以下の(1)および(2)に答えよ。

(1) 下線部(b)のような現象を何というか、適切な語句を記せ。

(2) 下線部(c)の例として、正常な配列 T|CCT|GAG|GAG|A がどのような配列に変わると形質が変化する可能性が高いか。以下の塩基配列①～⑤の中から1つ選び、記号を記せ。|はコドンの区切りを表す。

① T|CCC|GAG|GAG|A

② T|CCT|GTG|GAG|A

③ T|CCT|GAG|GAA|A

④ C|CCT|GAG|GAG|A

⑤ C|CCT|GAG|GAA|A

問7 tRNAに関する正しい記述を以下の①～⑤の中から1つ選び、記号を記せ。

① アンチコドンをもつ。

② 終止コドンに対応するものがある。

③ 20種類ある。

④ タンパク質の合成に関与しない。

⑤ 原核生物にはない。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

ヒトは気温の変化などの様々な外部環境に影響を受けているが、ヒトには外部環境が変化しても体内環境を維持する性質があり、この性質を恒常性と呼ぶ。

体内環境を維持するための中樞として、主に間脳にある視床下部が働いている。視床下部は、体内環境の変化を感知すると、自律神経系と内分泌系の2つの仕組みを通して、各器官の働きを調節する。自律神経系は各器官に直接つながっており、^(a)神経興奮によって指令を送る。一方、内分泌系はホルモンを分泌し循環系を通して^(b)特定の器官の働きを調節する。

体内環境の維持には必要な物質の吸収および合成と、不要な物質の分解および排泄が重要である。グルコースは肝臓で(ア)に合成され貯蔵される。また、腎臓では糸球体でろ過されたグルコースは全て再吸収される。^(c)不要なタンパク質やアミノ酸が分解されると有毒な(イ)が生じるが、この物質は肝臓で毒性の低い(ウ)につくりかえられ、尿中に排泄される。古くなった赤血球は脾臓や肝臓で破壊され、赤血球の主成分であるヘモグロビンが分解されると(エ)と呼ばれる物質ができる。(エ)は、(オ)に含まれて十二指腸内に排泄される。

問1 文章中の空欄(ア)～(オ)に入る適切な語句を記せ。なお、同一記号の空欄には同一の語句が入る。

問2 下線部(a)に関連して、次の文章を読み、以下の(1)および(2)に答えよ。

1921年にオットー・レーウィは自律神経と心臓との関係について、2匹のカエルの心臓を使って以下の実験を行った。実験方法を図1に、実験結果を図2に模式的に示している。一方の心臓Aには2本の自律神経をつけたままにし、もう一方の心臓Bの自律神経はすべて取り除いた。心臓AとBに図1のように、リンガー液(体液の組成と類似した溶液)を流し続けたところ、それぞれの心臓は拍動し続けた。心臓Aについている自律神経CおよびDそれぞれに電気刺激を与えると、心臓Aの拍動に図2の①および②のような変化があった。また、心臓Aの自律神経Cを刺激した時に、心臓Bの拍動は図2の③のように心臓Aよりも遅れて変化した。

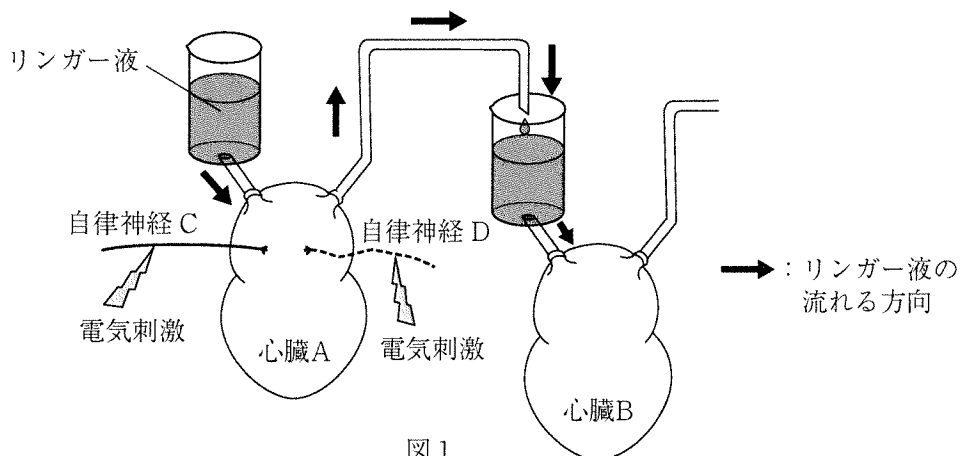


図1

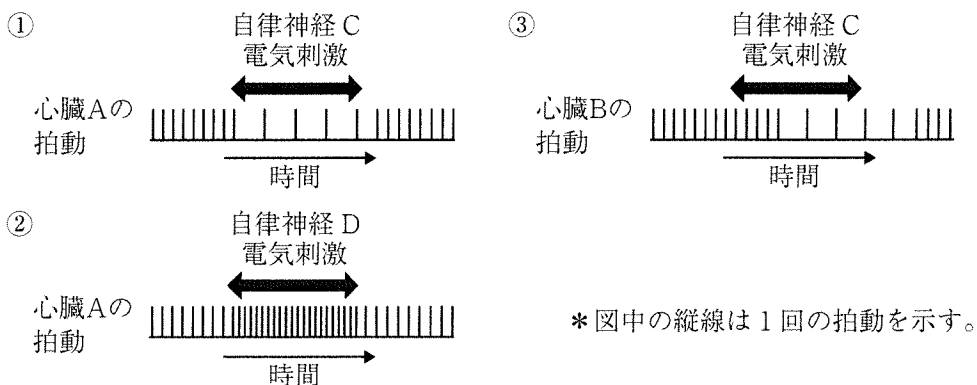


図2

* 図中の縦線は1回の拍動を示す。

- (1) この実験で心臓 A についている自律神経 C および D の名称をそれぞれ記せ。
- (2) 心臓 A についている自律神経 C に電気刺激を与えた時に、心臓 B の拍動が図 2 の③のように変化した理由について適切なものを以下の①～⑤の中から 1 つ選び、記号を記せ。
- ① 神経の電気刺激がリンガー液を伝わって心臓 B にも電気刺激が届いたから
 - ② 自律神経から心臓 A に放出された物質がリンガー液と共に心臓 B に流入して心臓 B に作用したから
 - ③ 心臓 A も心臓 B も体外に取り出されたことで自動性が失われたから
 - ④ 心臓 A の洞房結節の電氣的興奮が心臓 B に伝わって同調したから
 - ⑤ 神経の電気刺激によってリンガー液のナトリウムイオンやカリウムイオンの濃度が変化したから

問3 下線部(b)に関連して次の文章を読み、以下の(1)および(2)に答えよ。

ヒトでは血液中の水分量が低下した場合、下垂体後葉からバソプレシンが分泌され、腎臓で水の再吸収がおき、体液中の塩分濃度や水分量が一定に保たれる。この調節機構が正常に機能しない場合、異常に尿量が増える尿崩症(にょうほうしょう)という病気になる。2人の尿崩症患者について原因を調べるために、水分を半日間摂取しないようにする飲水制限を行った。そして血液中のバソプレシンの濃度を調べたところ、表の結果になった。

表

	血液中のバソプレシンの濃度	
	飲水制限前 (正常値と比べて)	飲水制限後 (飲水制限前と比べて)
患者1	同じ	上昇
患者2	低い	変化しない

(1) この2人の尿崩症患者は、血液の浸透圧を感知する受容器とバソプレシンの機能は正常であった。この2人の患者の尿崩症の原因がどの器官の異常によるものか、適切なものを以下の①～⑤の中からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。

- ① 副甲状腺 ② 下垂体後葉 ③ すい臓 ④ 腎臓
⑤ 副腎髄質

(2) 患者2において、その器官が尿崩症の原因であると考えた理由を、「飲水制限」という語句を用いて25字以内で説明せよ。

問4 下線部(c)に関連して次の文章を読み、以下の(1)および(2)に答えよ。

糸球体でろ過されたグルコースは通常ほとんどが尿細管で再吸収されるので、尿試験紙による検査ではグルコースは検出されない。ところが、血糖値が高くなり、ろ過されたグルコース量が増えすぎると尿細管での再吸収が追い付かなくなり、尿中にグルコースが検出されるようになる。グルコースのろ過を血液から原尿への移動、再吸収を原尿から体内への移動、排泄を原尿から尿への移動ととらえ、グルコース移動量を縦軸に、血糖値を横軸にとると、図3のようなグラフになった。

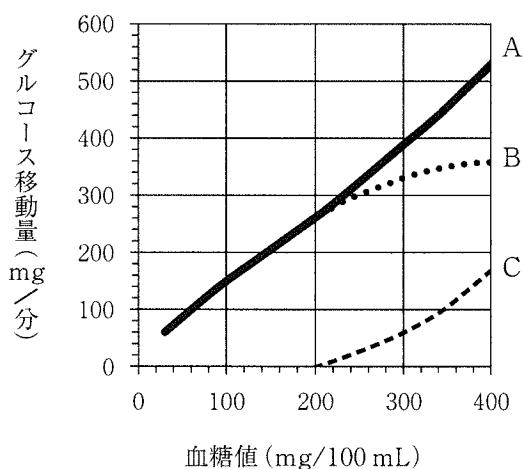


図3

(1) 図3のグラフ中の線A、BおよびCは何を示したものか、適切なものを以下の①～③の中からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。

- ① 腎臓でのグルコース再吸収量 ② 糸球体でろ過されたグルコース量
 ③ 尿へのグルコース排泄量

(2) 図3を用いた場合、血糖値が350 mg/100 mL のとき、1日に尿中に排泄されるグルコース量 (g) として最も近いものを以下の①～⑦の中から1つ選び、記号を記せ。

- ① 100 ② 144 ③ 350 ④ 200 ⑤ 450
 ⑥ 504 ⑦ 648

3 次の〔I〕および〔II〕の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

〔I〕植物は、生育場所の環境に応じて形態などを変化させながら、成長や生殖を行っている。植物で形成される種子の多くは、形成後のある期間は発芽に適した条件下でも発芽しない。この状態を（ア）という。（ア）期間の種子は、植物の生育に適さないような環境にも、かなり長い間耐えることができる。（ア）期間が過ぎた種子は成長に必要な条件がそろくと発芽する。発芽後、植物は光合成を行い、光や水、温度などの環境に応じて成長する。

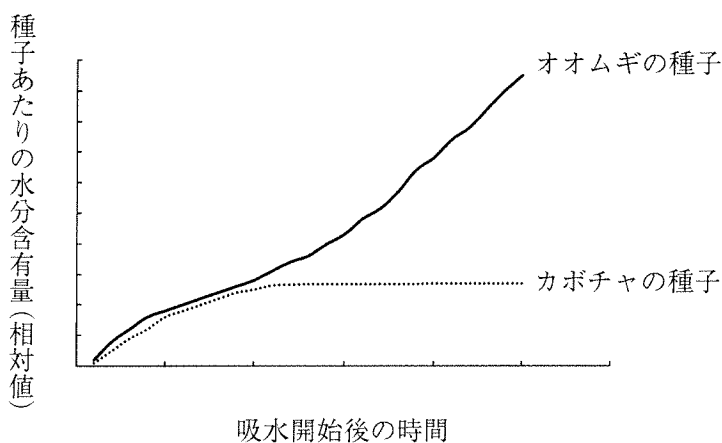
問1 （ア）に入る適切な語句を記せ。

問2 以下の①～⑤は、（ア）についての記述である。適切なものを1つ選び、記号を記せ。

- ① 種子は、AUX と呼ばれるタンパク質が減少することで、オーキシンへの感受性が低下し（ア）の状態となる。
- ② （ア）の状態の種子は、オーキシン投与によって発芽することがある。
- ③ 種子は、貯蔵物質が減少することで（ア）の状態になり、軽くなることで風や動物による散布が容易になる。
- ④ （ア）の状態になった種子は、ある程度の期間を経ると時間とともにアブシシン酸量が減少する。
- ⑤ （ア）の状態になった種子は、サイトカイニン量が時間とともに増加する。

問3 乾燥した2つの種子(オオムギとカボチャ)を用いて吸水の様子を観察したところ、図の結果が得られた。なお、吸水中の2つの種子が置かれた環境条件は同じで、十分な光があたっており、処理前に発芽をしていないものとする。以下の各問に答えよ。

- (1) 種子中のある植物ホルモンの量を測定したところ、オオムギの種子でのみ、吸水開始後にある植物ホルモン量の増加が認められた。増加した植物ホルモンの名称を記せ。
- (2) (1)で述べた植物ホルモンは、種子内のある酵素の遺伝子発現に関与する。この酵素の名称を記せ。
- (3) オオムギの種子で吸水量の増加が継続した理由を50字以内で記せ。なお、(2)の酵素の働きを含めて記述すること。
- (4) カボチャの種子で、種子を置いた環境条件のうち、光条件を変えて暗くして吸水の様子を観察したところ、吸水量の増加が継続した。カボチャの種子のような特徴を持つ種子は何と呼ばれるか、その名称を記せ。



図

[Ⅱ] 森林では、林冠を構成する高木が枯れたり台風などで倒れたりして、林冠が途切れる場合がある。このような空間は、(イ)と呼ばれる。極相林で(イ)が生じた場合、その大きさが小さい場合は、林冠によって光が遮られ、森林内に差し込んでくる光が少ないため^(a)(ウ)は生育できず、すでに下層に生育していた(エ)の幼木が成長して(イ)を埋める。一方、大きい場合は、林床の広範囲に強い光が差し込む。このため、^(b)土壤中に埋没していたり、外部から飛来してきたりした(ウ)の種子が発芽して急速に成長し、(ウ)が(イ)を埋めることもある。

問4 (イ)～(エ)に入る適切な語句を記せ。なお、同一記号の空欄には同一の語句が入る。

問5 光発芽種子を下線部(a)の環境に置いた場合、発芽に関与する光受容体(フィトクロム)はどの型が多くなるか、その名称を記せ。

問6 下線部(b)のように強い光が差し込む環境では、下線部(a)のような環境に比べて、幼木の伸長成長が抑制される場合がある。問5の光受容体以外で、伸長成長の抑制に関わる光受容体の名称を記せ。また、この光受容体が最も吸収する光の波長(nm)として、以下の①～⑤の中から最も適切なものを1つ選び、記号を記せ。

- ① 120 nm ② 230 nm ③ 450 nm ④ 660 nm
⑤ 730 nm

4 A高等学校生物部は学校近くのB川で野外研究を実施した。この研究に関するレポートから抜粋した次の〔I〕および〔II〕の文章を読んで、以下の各問に答えよ。なお、〔I〕および〔II〕の文章中の同一記号の空欄には同一語句が入る。

〔I〕B川の流れの緩やかな地点で、腹部が金属光沢のある青緑色をしており、オレンジ色の翅^{はね}をひらひらと優雅に動かして飛ぶトンボを見つけた。また、これと形はよく似ているが、より目立たない体色のトンボも見つけた。図鑑によると、これらはミヤマカワトンボのオスとメスであった。観察中に本種以外のカワトンボ類は見られなかった。これは、生活上必要な資源がよく似た近縁種の間では(ア)が強まるため、このような生物どうしは同所的に生息しにくいからではないかと考えられる。

同所的に生息している異なる生物種の個体群の集まりを(イ)といい、この(イ)と非生物的環境を合わせたものが(ウ)である。(ウ)の多様性が高いと、多様な環境を利用できることから、(エ)の多様性が高くなる。このような(ウ)では、食物網は複雑になり、栄養段階は多くなる。(オ)の多様性は生物の形質に個体差を生じうる。そのため、(オ)の多様性が高い個体群には、環境の変化に適應できる個体が含まれる可能性が高い。

問1 文章中の(ア)～(オ)に当てはまる適切な語句を以下の①～⑩の中から選び、記号を記せ。

- ① 物理的環境 ② 片利共生 ③ 生態系 ④ 遺伝子
- ⑤ 群れ ⑥ 現存量 ⑦ 種間競争 ⑧ メタ個体群
- ⑨ 生物群集 ⑩ 種

問2 文章中の下線部(a)に関して、(ア)によって、ある種が他種によって環境から駆逐されることを何というか、適切な語句を記せ。

〔Ⅱ〕観察されたミヤマカワトンボのオスをすべて捕虫網で捕まえ、標識した上で追跡したところ、地点Cと地点Dの水面で、それぞれ12個体のオスが互いに排他的な空間を防衛していた。しばらく見ていると、メスがオスの排他的な空間を訪れて交尾をした。その後、地点Cで12回、地点Dで6回、水中への産卵が観察された。また、未成熟個体は羽化後に補食されにくい場所で生活することが知られているが、このような個体は地点C周辺の林内に多く分布していた。地点Cの周辺には水辺林や草地があったが、地点Dはコンクリートで護岸されており、周辺の植生が貧弱であった。以上のことから、B川では地点Cがミヤマカワトンボの繁殖に最適な環境であり、本種は(ウ)の多様性が高い水辺環境を繁殖場所として好むと考えられる。

問3 文章中の下線部(b)に関して、防衛された排他的な空間のことを何というか、適切な語句を記せ。

問4 文章中の下線部(c)に関して、ミヤマカワトンボがこのような水辺環境を繁殖場所として好むのはなぜだと考えられるか。文章中の観察結果をもとに考察し、30字以内で記せ。

問5 文章中の下線部(c)に関して、ミヤマカワトンボと同様の理由で、このような水辺環境を繁殖場所として好むと考えられる動物を以下の①～⑥の中から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① トウキョウサンショウウオ ② ギンブナ ③ オオタカ
④ モリアオガエル ⑤ ヤマメ ⑥ ニホンヤモリ

問6 図1のように、オスが防衛していた排他的空間の大きさには地点Cと地点Dの間で差がなかったことから、オスが防衛できる排他的空間の大きさはある一定の範囲に決まると考えられる。この排他的空間の大きさは主に図2中の(カ)および(キ)で示す2つの異なるバランスによって決まる。そのことを示す地点Dの場合の概念図として最も適切なものを①～③の中から1つ選び、記号を記せ。また、選んだ図中の空欄(カ)および(キ)に当てはまる適切な語句を記せ。

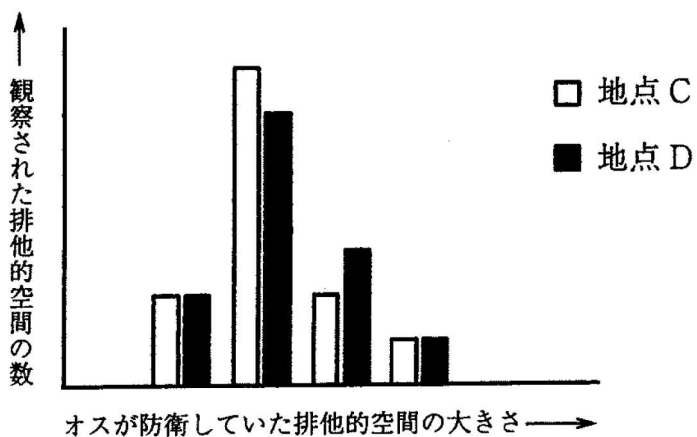


図1

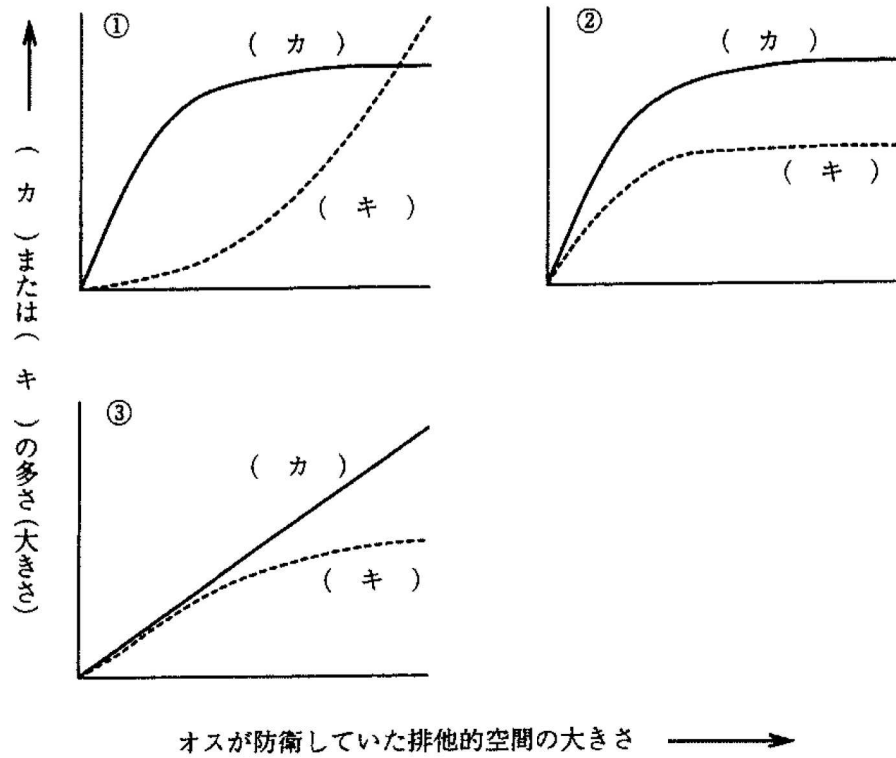


図 2