

# 令和4年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

●総合選抜

理系Ⅰ, 理系Ⅱ, 理系Ⅲ

●学類・専門学群選抜

人間学群 (教育学類, 心理学類, 障害科学類) ※1科目選択で60分

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)

※生物資源学類, 地球学類で地理歴史を選択する者は,  
地理歴史と理科1科目を合わせて120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類,  
工学システム学類)

情報学群 (情報科学類)

医学群 (医学類, 医療科学類)

(看護学類) ※1科目選択で60分

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	10
生	物	.....	23
地	学	.....	39

### 注 意

1. 問題冊子は1ページから45ページまでである。
2. 受験者は下表を確認し, 志望する学類の出題科目を解答すること。

【出題科目】

選 抜 区 分・学 類	出 題 科 目				備 考	
	物理	化学	生物	地学		
総合選抜	理系Ⅰ					
学類・専門学群選抜	数学類					
	物理学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中から1科目を選択解答
	応用理工学類 工学システム学類					
学類・専門学群選抜	化学類	○	◎	○	○	◎印の化学は必須, ○印の中から1科目を選択解答
	生物資源学類 地球学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○印の中から1科目選択
総合選抜	理系Ⅱ 理系Ⅲ					
学類・専門学群選抜	生物学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
	情報科学類					
学類・専門学群選抜	医学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	医療科学類					
学類・専門学群選抜	教育学類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
	心理科学類 障害科学類					
学類・専門学群選抜	看護学類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答

## 生 物

次ページ以降の問題Ⅰ～Ⅳについて解答せよ。解答はすべて解答用紙の所定欄に記入すること。解答文字数を指定している設問については、数字、アルファベット、句読点、括弧、その他の記号とも、すべて1字として記入せよ。ただし、濁点および半濁点は1字とはしないこと(たとえば、「が」を「か」とはしない)。

I 次の会話文を読み、以下の問に答えよ。

純一：先週転んでけがをしたところ、かさぶたになって治ってきたよ。

治：そうか、良かったね。そういえば、かさぶたってどうやってできるんだろう？この機会に調べてみようぜ。

純一：どれどれ…。まず傷口に  が集まって、いくつかの種類の血液凝固因子やカルシウムイオンが作用して、プロトロンビンというタンパク質を活性化型のトロンビンという酵素に変えるんだって。すると、トロンビンが血液中に含まれる可溶性のフィブリノーゲンというタンパク質を、不溶性で繊維状のフィブリンに変化させて、これが  や  をからめとって  をつくるんだってさ。

治：なるほど。それが固まってかさぶたになるんだね。でも待てよ？そもそも、 は何をきっかけに凝集するんだろう？出血していないのに凝集したら血管が詰まってしまうし…。

純一：血液が空気に触れることがきっかけなんじゃないか？空気に触れるってことはからだの外に血が出ている、つまり出血しているってことだし。

治：でも、出血といっても必ず体外に血が出るとは限らないよ。あざができる時って、内出血だろう？内出血だって、ちゃんと止まるよなあ…？

純一：そうだなあ。じゃあ、何がきっかけとなって血液凝固反応は始まるんだろう？

問 1 文中の空欄  ~  に当てはまる適切な語を記せ。

問 2 次の表は、文中の  ~  について、ヒトにおける特徴や性質をまとめたものである。表中の空欄  ~  に当てはまる最も適切な語句を選択肢ア~ソから選べ。

表

	直径	血液 1 mm <sup>3</sup> 当たりのおよその数	核の有無	主なはたらき
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="5"/> μm	10 万~30 万個	無	血液凝固
<input type="text" value="2"/>	7 ~ 8 μm	<input type="text" value="6"/> 個	無	<input type="text" value="8"/>
<input type="text" value="3"/>	5 ~ 20 μm	3,000~9,000 個	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="9"/>

ア. 200~500

イ. 20~50

ウ. 2~5

エ. 350 万~550 万

オ. 35 万~55 万

カ. 3.5 万~5.5 万

キ. 有

ク. 無

ケ. 細胞ごとに異なる

コ. ATP の合成

サ. 免疫

シ. 体温の維持

ス. 血球の破壊

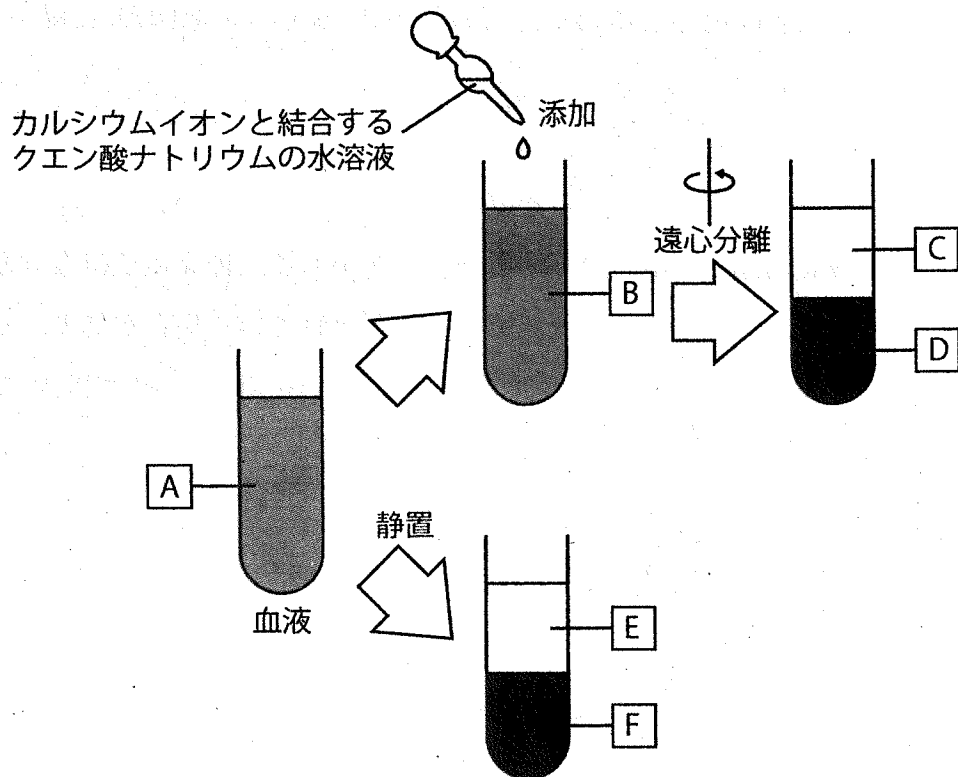
セ. 酸素の運搬

ソ. 水分の再吸収

問 3 下線部(a)に関連して、以下の設問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 遺伝子の突然変異によって、この反応に関わる血液凝固因子が失われたり機能が低下したりすると、血液凝固が正常に進まずに止血が困難となる血友病という遺伝病の原因となる。血友病の発症頻度には大きな性差があることが知られており、血友病患者の99%以上が男性であるといわれている。この性差は何によると考えられるか。「血友病の原因が」に続く30字以内の文章で記せ。
  
- (2) 血友病患者に対する治療法に、献血などで得られた健常者の血液由来の血液凝固因子製剤を投与する補充療法がある。補充療法は有効な治療法の一つだが、患者によっては次第に効果が薄れていく場合がある。それはなぜか。考えられる理由を、「免疫寛容」という語を用いて60字以内で記せ。

問 4 健常者から得た新鮮な血液 A に下図に示すような処理を行い、B および分画 C~F を得た。下線部(b)のフィブリノーゲンおよび下線部(c)のフィブリンを十分量含んでいるものはそれぞれどれか。図中の A~F のうちから適切と考えられるものをすべて選んで記せ。C と D, E と F のように二層に分かれている場合は、より多く含んでいると考えられる層を答えよ。



図

問 5 下線部(d)について、実際には血液凝固反応が始まるきっかけはいくつか存在する。治さんが指摘しているように、内出血も止血されることをふまえると、どのようなきっかけが考えられるか。一つ挙げて、簡潔に記せ。

II 次の文章を読み、以下の間に答えよ。

生物のからだの中では、物質の合成や分解など、多くの化学反応が起こっている。この生体内での反応をまとめて代謝とよぶ。代謝のうち、単純な物質から複雑な物質を合成する過程を 1 とよび、複雑な物質を単純な物質に分解する過程を 2 とよぶ。

土壌中では、生物の遺体や排出物などの分解により生じたアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) の多くが 3 とよばれる微生物のはたらきによって硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) に変えられる。植物は、根に存在するタンパク質 X を使い土壌中の硝酸イオンを体内に取り込む。図 1 は植物体内における窒素代謝の一部を示している。植物体内に取り込まれた硝酸イオンはいくつかの反応を経て最終的に有機窒素化合物へと変換される。

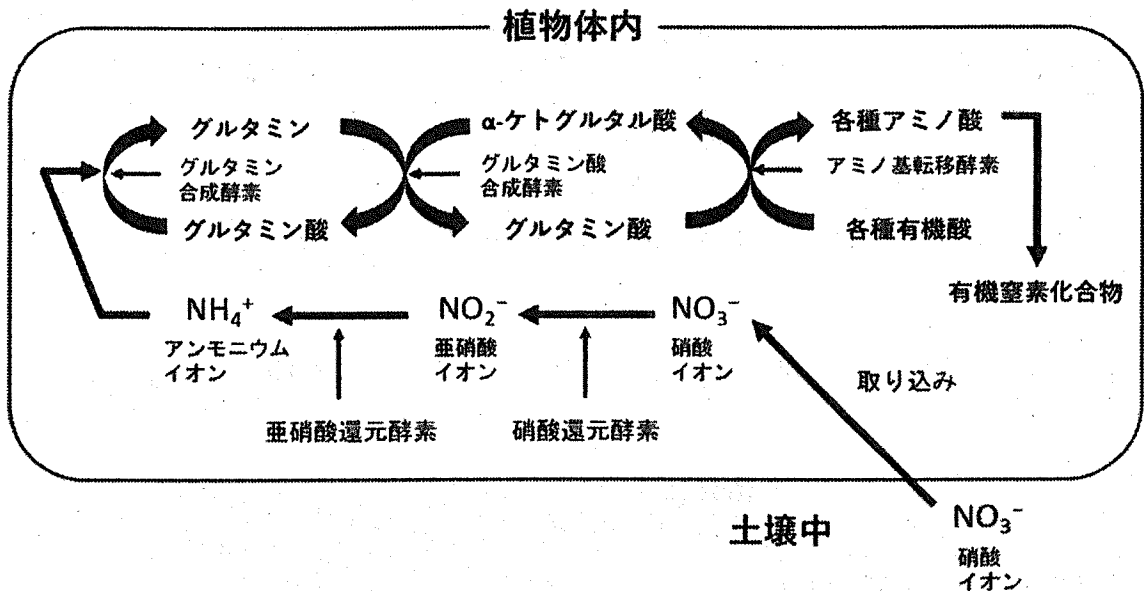


図 1

問 1 空欄 1 ~ 3 に当てはまる適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)に関連して、一般的に土壌中の硝酸イオンの濃度は植物体内と比べて低く、植物体の内外で硝酸イオンの濃度勾配が生じている。タンパク質 X はエネルギーを使うことでその濃度勾配に逆らって硝酸イオンを植物体内に取り込む。このような物質の取り込み方を何というか。適切な語を記せ。

問 3 下線部(b)に関連して、以下の設問(1)~(3)に答えよ。

- (1) 図1の窒素代謝には5種類の酵素が関わっている。表1はそのうちのいずれかの酵素の活性が低下した植物の変異体Aを、硝酸イオンが十分な量含まれている溶液を用いてしばらく水耕栽培したあとに、葉に含まれる物質の相対量(野生型植物に含まれる各物質の量を1とした時の量)を調べたものである。変異体Aで変異を起こしている酵素として最も適切なものを以下のア~オから一つ選べ。またその理由を60字以内で記せ。なお、水耕栽培とは土を使わずに植物を栽培する方法であり、栄養分は水に溶かして根から与えるものとする。

表1

物質	相対量
タンパク質	0.1
亜硝酸イオン	4.7
アンモニウムイオン	0.1
グルタミン	0.2

- ア. 硝酸還元酵素  
イ. 亜硝酸還元酵素  
ウ. グルタミン合成酵素  
エ. グルタミン酸合成酵素  
オ. アミノ基転移酵素

- (2) 図1の窒素代謝によって作られる有機窒素化合物は植物の成長に不可欠である。水耕栽培に用いた溶液中には次のア~エの化合物が含まれている。そのうちの一つを除くと、野生型植物は生育できるが、変異体Aはほとんど生育できなくなる。この変異体の生育に最も大きな影響を与えるその化合物はどれだと考えられるか、最も適切なものを次のア~エから一つ選べ。

- ア. 硝酸カリウム  
イ. 塩化カリウム  
ウ. 塩化アンモニウム  
エ. 塩化カルシウム



(3) 変異体 B~D がある。解析をすすめたところ、変異体の一つは硝酸還元酵素の活性が失われていることが明らかとなった。図 2 は硝酸還元酵素の遺伝子の塩基配列の一部を野生型植物とこれらの変異体で比べたものである。硝酸還元酵素の遺伝子については、いずれの変異体も図 2 に記載した領域以外には変異は認められなかった。表 2 のメッセンジャー RNA の遺伝暗号表 (コドン表) を参考にし、図 2 の B~D のうち、硝酸還元酵素の活性が失われている変異体の塩基配列として最も適切なものを選び、またその理由を 80 字以内で記せ。なお図 2 の下線の ATG は開始コドンとしてはたらくものとする。

**野生型** ATGGCGACCTCCGTCGATAACCGCCATTATCCCACCA...

**B** ATGGCGACCTCCGTCGATAACCGTCATTATCCCACCA...

**C** ATGGCGACCTCCGTCGATAACCGCCATTAGCCCACCA...

**D** ATGGCGACCTCAGTCGATAACCGCCATTATCCCACCA...

図 2

表 2

		2番目の塩基				
		U	C	A	G	
1番目の塩基	U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U
		UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C
		UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止コドン	UGA 終止コドン	A
		UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止コドン	UGG トリプトファン	G
	C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U
		CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C
		CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A
		CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	G
	A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
		AUC イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C
		AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A
		AUG メチオニン (開始コドン)	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	G
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U	
	GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C	
	GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A	
	GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G	

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

経験によらず、特定の刺激に対して生じる定型的な行動を生得的行動、生後の経験により変化した行動を習得的行動(学習行動)という。ある種の鳥類では、孵化したひなは親から給餌を受けて成長し、生まれた繁殖地を巣立った後は越冬地へ渡りを行う。渡りは生得的要素と習得的要素が混ざり合った複雑なふるまいである。

渡り鳥はどのように正しい場所を目指して飛んでいるのだろうか。生まれて初めての渡りにおいては、多くの場合、生得的におおよその進行方向と距離が決められているか、もしくは、親または同種の他個体のふるまいから渡り経路を習得していると考えられている。例えば、ホシムクドリは太陽の位置を基準にして、ルリノジコは夜空の星座の位置を基準にして、渡りの方向を知ると考えられている。一方、群れで飛翔するオオハクチョウは、集団内で渡り経路が継承されていると考えられており、親または同種の他個体から学習していることが示唆されている。しかし、生得的であるとも集団内での学習であるとも説明ができない渡りをする鳥がいることがわかってきた。例えば、イギリスのウェールズで繁殖する海鳥類の一種であるニツノメドリは、同じ繁殖地の個体群であっても、それぞれの個体が異なる渡り経路と越冬地をもち、その経路と越冬地を毎年維持している。

問 1 下線部(a)に関連して、以下のア～オの行動のうち、生得的と考えられるものはどれか、また習得的と考えられるものはどれか。該当するものをすべて選び、それぞれ記号で答えよ。

- ア. 下側が赤い物体を見ると、イトヨの雄が攻撃行動を示す。
- イ. 手をたたくと池のコイが寄ってくる。
- ウ. 手のひらを触ると新生児が握り返してくる。
- エ. 梅干を見ると唾液が出る。
- オ. 動物病院に連れて行くとき、飼い猫がキャリーバッグに入りたがらない。

問 2 下線部(b)に関連して、ルリノジコ、オオハクチョウ、及びニシツノメドリのシルエットを図1のア～ウからそれぞれ選べ。さらにこの3種の渡りとして最も適切な渡り経路と考えられるものをA～Cから、また、それぞれの種の食性について最も適切だと考えられるものを1～3からそれぞれ一つずつ選べ。

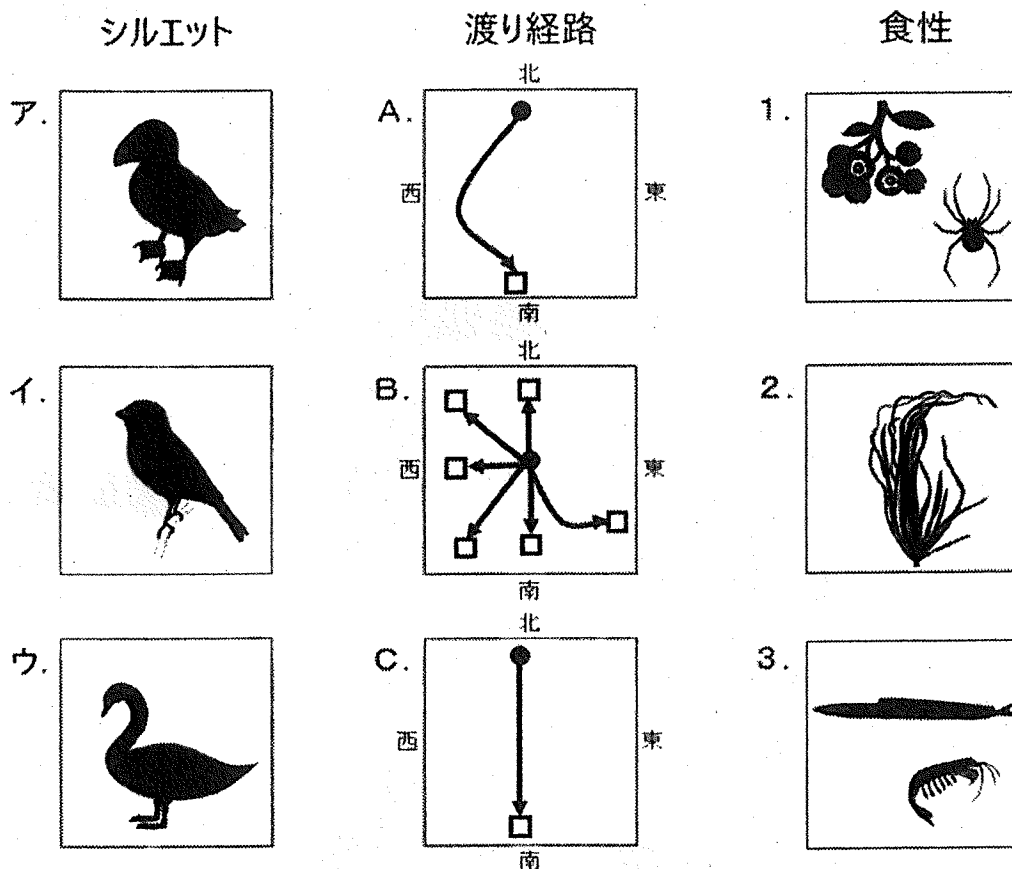


図1

●は繁殖地，□は越冬地，←は渡り経路を示す。

問 3 下線部(c)に関して、ニシツノメドリの渡り経路の決定が、生得的でも集団内での学習でもないと考えられる理由を、それぞれ30字以内で記せ。

問 4 日本近海で繁殖するオオミズナギドリの多くは、ニューギニア北方海域まで渡りを行い越冬する。成鳥は繁殖地で子育てを終えると幼鳥よりも先に渡りを始め、残された幼鳥は成鳥が繁殖地を飛び立った数週間後に渡り始める。図 2 は、離島 A、B で繁殖するオオミズナギドリの、成鳥の渡り経路を破線で、幼鳥の渡り経路を実線で示している。離島 A の幼鳥の渡り経路はどのようになると考えられるか、地図上に記せ。また、そのように考えられる理由を 40 字以内で記せ。

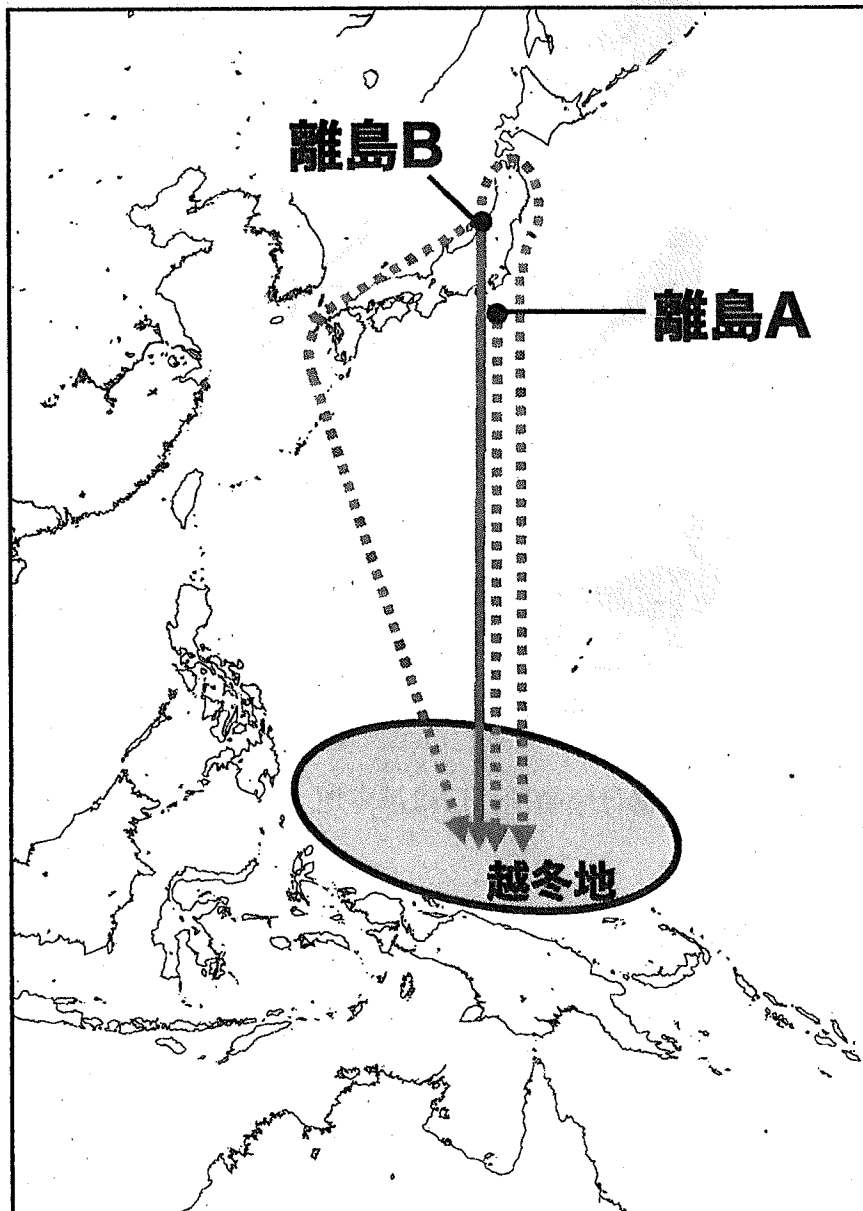


図 2

IV 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

環境に制約がある場合、個体群の個体数は時間に対してS字曲線状の推移を示す。<sup>(a)</sup>一方、ある感染性病原体に対するヒト集団の累積感染者数は、病原体そのもの<sup>(b)</sup>には増殖能力がないにもかかわらず、個体群の個体数と同様にS字曲線状の推移を示す。このことは、この病原体による感染拡大の様子が、個体群同様の数理モデル<sup>(c)</sup>により予測可能であることを示唆する。

問 1 下線部(a)に関する次の文の空欄  ~  に最も適切なものを以下のア~コより選び記号で答えよ。

個体群における個体数の時間的推移を表した曲線を個体群の  曲線という。この曲線がS字状を示し、ある程度の時間経過の後に個体数が一定値に収束するとき、この値を  とよぶ。個体数のこうした推移は、 によるものとして説明される。

- |         |         |         |          |
|---------|---------|---------|----------|
| ア. 生存   | イ. 飽和   | ウ. 成長   | エ. 環境収容力 |
| オ. 現存量  | カ. 生産量  | キ. 密度効果 | ク. 間接効果  |
| ケ. 種間競争 | コ. すみわけ |         |          |

問 2 下線部(b)について、以下の設問(1)、(2)に答えよ。

(1) この病原体を含む分類学上のグループとして考えられる最も適切なものを、次のア～ウより選び記号で答えよ。

ア. 細菌

イ. 古細菌

ウ. ウイルス

(2) この病原体を含む分類学上のグループに関連した以下の文ア～オのうち、正しくないものをすべて選び、記号で答えよ。

ア. 外被タンパク質からなる外殻の内側に核酸が入った構造をしている。

イ. 複製には宿主の転写翻訳機構を利用する。

ウ. 低酸素環境に適応した特殊なミトコンドリアをもつものがある。

エ. 動物、植物いずれも宿主となり得るが、細菌は宿主とはならない。

オ. スペイン風邪の原因とされたインフルエンザ菌はこのグループである。

問 3 下線部(c)に関連する以下の文を読み、設問(1)~(3)に答えよ。

図1は、人口36万人のある島での、島外からの渡航者が持ち込んだこの病原体に対する累積感染者数を、最初の感染が確認された日をゼロ日としてグラフにしたものである。当時、この島では外部との渡航制限は実施したが、重症者の入院と感染者の自主的隔離以外に島内での移動制限は行われなかった。また、この病原体に対するワクチンは当時開発されておらず予防接種も行われていなかった。なお、感染には感染者との接触が必須であり、接触時の感染しやすさは個人の健康状態などによらず、感染者との接触があれば一定の確率で感染するものとする。また、人口の増減、感染者の治癒については考慮しなくてよい。

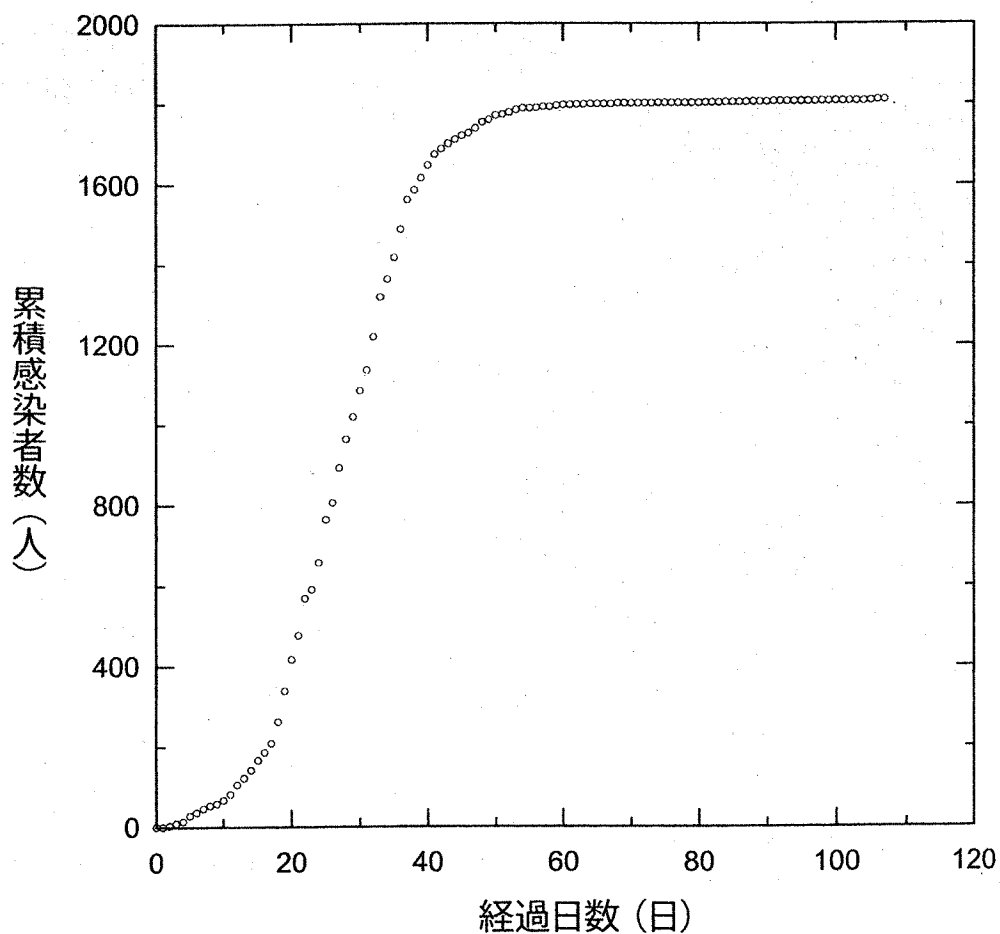


図1

(1) 病原体が持ち込まれた直後の感染者数から累積感染者の増え方を求めたところ、累積感染者数が2倍となるのに約4.4日かかっていた。このペースで感染が拡大すると、約80日で島民が全員感染すると予測される。この累積感染者数予測を表すグラフの概略を、縦軸の目盛りを含め120日経過まで描け。また、実際の累積感染者数が、島の全人口よりもずっと少なかったのはなぜか、30字以内で述べよ。

(2) 当初、この島に渡航して来た感染者数がもし2倍だったとしたら、初期の感染者数増加速度すなわち1日あたりの新規感染者数は何倍となると考えられるか。島の人口が半分だった場合、さらに、当初渡航して来た感染者数が2倍で島の人口が半分だった場合はどうか。それぞれについて最も適したものを次のア～オより選び記号で答えよ。

ア.  $1/4$ になる

イ.  $1/2$ になる

ウ. 変化しない

エ. 2倍になる

オ. 4倍になる



- (3) この島での日々の累積感染者数を横軸に、1日あたりの新規感染者数を縦軸にして感染拡大の様子をグラフにしたところ、図2に示す様に放物線状の経緯をたどった。さらに、累積感染者数  $x$  と1日あたりの新規感染者数  $y$  の間には、おおよそ  $y = x(1808 - x)/11400$  という関係があった。この式の1808,  $(1808 - x)$ ,  $1/11400$  はそれぞれ何を表していると考えられるか、簡潔に記せ。

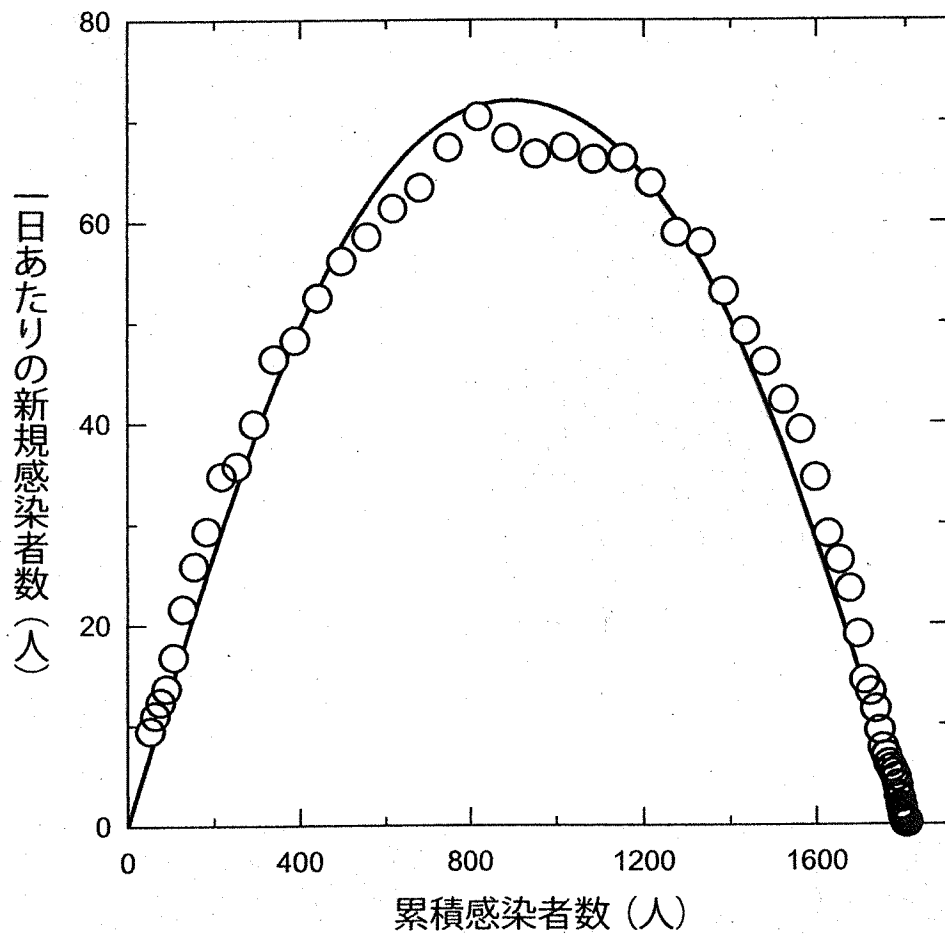


図2