

# 琉球大学

## 生物

### 問題

#### 2015年度入試

【学部】 教育学部、理学部、医学部、農学部

【入試名】 前期日程

【試験日】 2月25日

【問題解答前の確認事項】

〔備考〕 医学部医学科受験者は1・2を、その他の受験者は1～4を解答すること。



「過去問ライブラリーは、(株) 旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株) 旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】 8/1 【2018年】 4/24、9/20 【2019年】 6/20

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

琉球列島は生物多様性が高いことで知られている。生物多様性について考える場合、生態系レベル、種レベル、遺伝子レベルからそれぞれ考察することが重要である。その中でも遺伝子の多様性は他のレベルの多様性の基盤を提供している。ただし、遺伝子は発現されなければ、形態をはじめとした表現型に寄与することはできない。そして、遺伝子が発現されるということは、その遺伝子の塩基配列の情報をもとにして、(a)タンパク質がつくられることを意味する。ジェームズ・ワトソンとともに DNA の二重らせん構造を明らかにしたフランシス・1は、このような考え方を、(b)セントラルドグマとしてまとめた。実際には、(c)ゲノムの遺伝情報からつくられるさまざまなタンパク質の総体こそが、細胞や種を特徴づけるものであり、生物体を駆動する原動力となっている。

生物学の実験では、研究対象の種を限定する場合が多い。たとえば、ショウジョウバエは発生生物学の材料として盛んに用いられている。その結果、(d)ショウジョウバエの発生初期段階の胚における、ピコイドなどによる体節構造形成の原理が分子レベルで明らかとなった。発生生物学においては、ハンス・2とヒルデ・マンゴルドによるイモリの胚を用いた移植実験から誘導の原理が提案されていたが、ショウジョウバエにおいてそれと同様の原理が明確に示されたのである。さらに、ショウジョウバエをはじめとした多くの動物の、(e)体節形成にはホックス遺伝子群が関与していることが明らかになった。

ピコイドを含む調節タンパク質は、一般に、遺伝子発現を転写レベルで調節するタンパク質であることが多い。よって、細胞の分化は、1961年にフランソワ・ジャコブとジャック・3が大腸菌において提唱した、周囲の環境の影響によって遺伝子発現が調節される現象と原理的には同じだと考えられる。

近年、タンパク質分子の生体内での動態を観察する技術が飛躍的に向上し、細胞骨格などの比較的わかりやすい分子だけでなく、数が少ない分子も可視化できるようになった。その技術的基盤の1つとなっているのが緑色蛍光タンパク質(GFP)である。あるタンパク質の細胞内での動態を知りたい場合、(f)そのタンパク質の遺伝子配列の直後に、緑色蛍光タンパク質の遺伝子配列を融合させる。このような融合遺伝子を遺伝子導入法によって細胞内に導入し、発現させ、発現された融合タンパク質を蛍光観察することができる。

問1. 文章中の1～3に入る最も適切な人物名を記入しなさい。

問2. 下線部(a)について、誤っているものを(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) アミノ酸の鎖として合成されたタンパク質が機能をもつためには、適切な立体構造が形成されなければならない。
- (イ) タンパク質は種類により、球状や棒状など、さまざまな形があり、形と機能が連動している。
- (ウ) タンパク質を構成する1個のアミノ酸が別のアミノ酸に置換される程度でも、タンパク質の機能に影響を及ぼすことがある。
- (エ) タンパク質にはアミノ酸が糖とリン酸に置き換わっているものがあり、これが立体構造に寄与することがある。
- (オ) 数種のタンパク質の間でアミノ酸配列が違っていても同じ機能をもつ場合がある。

問3. 下線部(b)について、セントラルドグマとは何か説明しなさい。ただし、セントラルドグマの提唱後に追加された逆の流れについても述べること。

問4. 下線部(c)のことを近年の造語で何と呼ぶか。正しい答えを(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) プロテイン (イ) プロテアーゼ (ウ) プロテオーム (エ) プロテインキナーゼ (オ) プロリン

問5. 下線部(d)について、ピコイドなどの分子はどのようにしてそれぞれの場所にある細胞に位置情報を与えることができるか、簡潔に答えなさい。

問6. 下線部(e)について、この研究に貢献した代表的な突然変異体としてアンテナペディアとバイソラックスがある。それぞれの表現型について説明しなさい。

問7. 下線部(f)について、融合遺伝子をつくるときに用いる可能性の低いものを(ア)～(カ)の中から2つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) 大腸菌 (イ) 制限酵素 (ウ) DNA リガーゼ (エ) RNA ポリメラーゼ (オ) プラスミド
- (カ) 細胞融合法

問8. 下線部(f)について、融合遺伝子を用いてつくった融合タンパク質を用いてタンパク質の局在や機能を解析する場合、いくつかの問題点が考えられる、GFP 融合タンパク質を用いた場合に考えられる問題点の1つについて、40字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

生物は、必要な物質を取り入れて新たな物質を合成し、また、それらを分解して排出する。このような生物体内の合成や分解を〔1〕という。〔1〕には、単純な物質から生体内で必要になる複雑な物質を合成する〔2〕と、複雑な物質を分解して単純な物質にする〔3〕がある。地球上に生命が誕生してから永々とこれらの営みが続けられ、今日に至っている。植物が二酸化炭素と水と、太陽からの光エネルギーをもちいて有機物を合成する光合成は、〔2〕である。一方、動物が摂食により得た有機物を分解し、エネルギーを得る呼吸は、〔3〕である。

光合成の反応 二酸化炭素+水+光エネルギー → 有機物+酸素

呼吸の反応 有機物+酸素 → 二酸化炭素+水+エネルギー(ATP)

光合成と呼吸の行われる細胞小器官は、それぞれ〔4〕と〔5〕である。マーグリスは、これらの細胞小器官は原核細胞がほかの細胞へ〔6〕したことにより生じたとする〔6〕説を提唱した。<sup>(a)</sup>太古の時代には大気中に分子状の酸素は無く、光合成を行う〔7〕が登場してから、徐々に酸素が蓄積し、さらに植物が現れたことで、現在の大気は、約21%の酸素を含むようになった。

こうして、地球上には多様な生物が進化してきた。また、生物を取り巻く環境中には、体内に侵入して害を及ぼす病原体や寄生者も存在し、それらに対抗する生体防御の方法も様々である(表I)。これらの生体防御を超えて、生物は新たな〔6〕を行って、異なる能力を得ていくのだろうか。

問1. 文中の〔1〕～〔7〕に入る適当な語句を答えなさい。

問2. 光合成の反応と呼吸の反応は、逆反応に見えるが、下線部(a)にあるように、現在の酸素濃度はゼロではない。その理由を100字以内で説明しなさい。

問3. 表IのA～Dにあてはまる語句の組み合わせで正しい答えを(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

	A	—	B	—	C	—	D
(ア)	繊毛	—	リグニン	—	好中球	—	エチレン
(イ)	皮膚	—	細胞膜	—	キラーT細胞	—	サイトカニン
(ウ)	くしゃみ	—	セルロース	—	マスト細胞	—	ジャスモン酸
(エ)	発熱	—	ヤニ	—	マクロファージ	—	過敏反応
(オ)	リゾチーム	—	細胞壁	—	樹状細胞	—	ファイトアレキシン

問4. 表IのCには、一次応答と二次応答がある。どのようなしくみか、以下の語句をすべてもちい、「はじめての病原体に感染した場合、」という書き出しを含めて、200字以内で説明しなさい。

〔語句〕 T細胞 B細胞 細胞性免疫 体液性免疫 記憶細胞 リンパ球

表I 脊椎動物と植物の生体防御

	脊椎動物	植物
防御ライン1	侵入を防ぐ A	侵入を防ぐ B
防御ライン2	侵入者の排除 C	侵入者の排除 D

3 以下の各問に答えなさい。

問1. 琉球列島におけるイシサンゴ類の調査で、マコト君とアキオ君が4つの色彩タイプ(緑色, 茶色, 黄色, 紫色)のイシサンゴを1標本ずつ採取した。採取した標本から、COI と呼ばれる遺伝子のDNA塩基配列を決定した。共通な部分を含め646個の塩基からなる塩基配列を比較して、異なる塩基番号を抜き出すと表Ⅱのようになった。表Ⅱから、異なる色彩の各組み合わせについて、配列が異なる塩基番号の個数を数え、表Ⅲのa~eに記入しなさい。

表Ⅱ 4つの色彩タイプ(緑色, 茶色, 黄色, 紫色)のイシサンゴ類のCOI 遺伝子のDNA塩基配列の異なる塩基番号

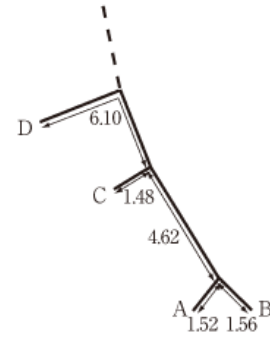
色彩タイプ	COI 塩基番号								
	55	65	81	239	441	444	459	501	583
緑色	T	C	T	C	G	T	G	A	T
茶色	C	A	C	C	G	T	G	T	A
黄色	A	C	T	C	G	T	G	A	G
紫色	C	C	C	A	T	C	T	T	A

問2. マコト君とアキオ君は表Ⅲからイシサンゴ類の分子系統樹を作成したかったが、つくり方がわからなかった。そこで、図書館で調べたら、イソギンチャク類の分子系統樹(図Ⅰ)が書かれている論文を見つけた。その論文から、以下のようなことがわかった。

表Ⅲ COI 遺伝子のDNA塩基配列の異なる塩基番号の個数

色彩タイプ	紫色	黄色	茶色
緑色	a	d	5
茶色	b	e	
黄色	c		

1) イソギンチャク類には4つのタイプ(A, B, C, D)がある。  
 2) イソギンチャク類がもつ18S と呼ばれる遺伝子のDNA塩基配列には異なるタイプ間で、100万年当たり0.70%の違いが生じる。



これに基づくと、図Ⅰの分子系統樹のAとBは何年前に分岐したと考えられるか？

図Ⅰ イソギンチャク類の4つのタイプ(A, B, C, D)の18S 遺伝子のDNA塩基配列に基づいて作成した分子系統樹。数値はDNA塩基配列が異なる割合(%)を示す。

問3. 表Ⅲに基づき、イシサンゴ類の分子系統樹を作成しなさい。(解答欄 18×13.5cm)

問4. 次の文章を読んで、最も適切な語句を記入しなさい。

- (1) DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は自然選択に対して有利でも不利でもないものが大部分である。このような考え方を  説という。
- (2) アミノ酸の置換は、ほぼ一定の速度で進むことから、  という考え方が生まれた。
- (3) ある集団が、同種の他の集団から隔てられて交配できなくなることを  という。  が成立し、新たな種が生じることを  という。
- (4) 異性をめぐる競争によってある特定の形質が進化する仕組みを  という。



4 次のA, Bの文章を読んで, 以下の各問に答えなさい。

A. 生態系における物質生産量を知ることは, それぞれの生態系の特徴を理解する上で役立つ。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の総量は, 総生産量とよばれる。生産者は, 光合成を行うと同時に, 生産した有機物を呼吸で消費する。総生産量から呼吸で消費された有機物量を差し引いたものを, 純生産量とよぶ。また, ある時点で一定の空間内に存在する生物量を現存量とよぶ。表Ⅳはさまざまな生態系における生産者の現存量と純生産量を示したものである。

表Ⅳ 各種生態系の面積, 生産者の現存量および純生産量(推定値)

生態系	面積 ( $10^6\text{km}^2$ )	現存量(乾燥重量)(B)		純生産量(乾燥重量)(P)		P/B(/年)
		平均値 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	地球全体 ( $10^{12}\text{kg}$ )	平均値 [ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ]	地球全体 ( $10^{12}\text{kg}/\text{年}$ )	
森林	56.5	30	1700	1.4	80.0	0.05
草原	24.0	3.1	74	0.8	19.0	0.26
荒原	50.0	0.4	18.5	0.06	2.8	0.15
農耕地	14.0	1.0	14	0.65	9.0	0.65
湿地	2.0	15.0	30	2.00	4.0	0.13
湖沼・河川	2.5	0.03	0.05	0.25	0.5	8.33
陸域全体	149.0	12.3	1836.55	0.8	115.3	0.07
浅海域	28.6	0.1	3	0.47	13.5	4.70
外洋域	332.4	0.003	1	0.13	41.5	43.33
海域全体	361.0	0.01	4	0.15	55.0	15.00
地球全体	510.0	3.6	1840.55	0.33	170.3	0.09

表Ⅳを見ると, 地球全体の純生産量は陸域が約3分の2, 海域が約3分の1である。陸地には, 気候に対応したさまざまなバイオームが存在し, それぞれに特徴的な生態系が形成されている。海域生態系では, 水生植物や植物プランクトンなどが生産者となり, 純生産量がゼロとなる補償深度までの間で, 物質生産を行っている。

B. ある地域の生物群集の中には複雑な相互関係が存在する。競争, 寄生, 共生, 捕食・被食関係などで関連づけられる生物間の複雑にからみあったネットワークができていく。生物多様性が高いことの1つの現れとしてそのネットワークが複雑になるということが起こる。ネットワークの複雑さは大陸と島では異なり, また, 島の大きさや歴史によっても異なる。その場所のどれかの生物に変化が起こった時には, このネットワーク全体が影響を受ける。最も深刻な場合にはその生態系自体が全く別のものになってしまうこともある。外来生物が入り込むことも同様に生物群集に影響を与える。

問1. 表Ⅳには各生態系の面積, 現存量, 純生産量, その比が示されている。この表から読み取ることができる情報に基づいて, 以下の(1)~(3)にそれぞれ答えなさい。

- (1) 海域の2つの生態系を比較して, 外洋域生態系の特徴を説明しなさい。(60字以内)
- (2) 陸域は現存量, 純生産量ともに生態系による差が大きい。森林生態系と草原生態系を比較して, その違いを説明しなさい。(140字以内)
- (3) 陸域の生態系と海域の生態系を比較して, その違いを説明しなさい。(70字以内)

問2. Bの文章で, 複雑なネットワークからなる生物群集から1種の生物がいなくなった場合と, より単純なネットワークからなる生物群集から1種の生物がいなくなった場合とを比較して, 以下の(1), (2)に答えなさい。

- (1) いなくなった種の競争種が受ける影響はどのように違うと考えられるか?
- (2) 生物群集全体はどのような影響を受けると考えられるか?

問3. 以下の生物のうち, 日本において外来生物ではないものを3つ選び, その番号を記入しなさい。

1. アライグマ 2. アカネズミ 3. ソウシチョウ 4. カブトガニ 5. カミツキガメ
6. オオヒキガエル 7. オオクチバス 8. セイヨウオオマルハナバチ 9. セイタカアワダチソウ
10. デンジソウ