

平成 28 年度入学者選抜学力検査問題

- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **地域デザイン科学部志願者** (社会基盤デザイン学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **工学部志願者** (機械システム工学科・電気電子工学科・情報工学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 15 時 30 分 **工学部志願者** (応用化学科を志願した者)
- 13 時 00 分 — 14 時 30 分 **農学部志願者** (生物資源科学科・森林科学科を志願した者)

**理 科** (本文 29 ページ)

{注意}

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. この問題冊子には、「物理 1 頁～7 頁(4 問題)」、「化学 8 頁～21 頁(4 問題)」、「生物 22 頁～29 頁(3 問題)」の 3 科目の問題がある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は、申し出ること。
4. 解答は、必ず解答用紙の解答欄に記入すること。所定の欄以外に記入したものは、無効である。
5. **地域デザイン科学部**「社会基盤デザイン学科」の志願者は、物理の第 1 問～第 4 問を解答すること。
6. **工学部**「機械システム工学科・電気電子工学科・情報工学科」の志願者は、物理の第 1 問～第 4 問を解答すること。「応用化学科」の志願者は、化学の第 1 問～第 4 問を解答すること。
7. **農学部**「生物資源科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。「森林科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、物理は第 1 問～第 3 問を、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。
8. 問題または解答用紙に指示がある場合は、必ず計算過程も記入すること。
9. 計算用紙は別に配付しないので、問題冊子の余白を使うこと。

# 生 物

第1問から第3問について、字数が指定されている解答は、以下の例にならって記述せよ。

例

植	物	は	C	O	<sub>2</sub>	を	吸	収	す	る	。
---	---	---	---	---	--------------	---	---	---	---	---	---

**第1問** 次の文章を読み、以下の設問(問1～問6)に答えよ。

北米西海岸のある湾内の岩礁表面では、以下のような生物群集がみられ、いずれの生物も岩礁表面の空間をめぐって競争関係にある。

- ① 固着性のフジツボ、イガイ、カメノテは水中のプランクトンを食べている。
- ② ヒザラガイ、カサガイは移動しながら岩礁表面に生育する藻類を食べている。
- ③ ヒトデ、イボニシは肉食性で、岩礁表面を移動しながら表1のような組成の餌を食べている。

アメリカのペインは、ヒトデがこの生物群集の多様性に与える影響を調べた。ある実験区では、3ヶ月後、フジツボが大部分を占有したが、1年後には、イガイが岩礁表面を独占し、他の種はほとんどみられなくなっていた。

表1 2種類の肉食性種の餌の組成割合(%)

	ヒザラガイ	カサガイ	イガイ	フジツボ	カメノテ	イボニシ
ヒトデ	3	5	27	63	1	≤ 1 <sup>注</sup>
イボニシ			5	95		

注：1%以下；[Paine RT (1966) *The American Naturalist* 100: 65-75.]より作成

問 1 下線部 1 に関して、生物群集において、ある種が生活空間、食物連鎖、活動時間などのなかで占める位置を何と呼ぶか記せ。

問 2 下線部 2 に関して、検証のためにどのような実験区を設置したのか 40 字以内で記せ。

問 3 下線部 3 に関して、各実験区において、実験開始前と開始 1 年後に予想される相対的な岩礁の生物種数の変化を、解答用紙のグラフにそれぞれ示せ。

問 4 文章および表 1 を基に、この岩礁でみられる食物網を図示せよ。その際、被食者から捕食者に向かって矢印を引くこと。

問 5 下線部 4 に関して、ヒザラガイとカサガイがみられなくなった理由を、競争と食物網の 2 つの観点から 50 字以内で記せ。

問 6 この岩礁におけるヒトデの役割について、以下の語群の用語をすべて用いて 80 字以内で説明せよ。

【語群：競争的排除，共存，競争に弱い種】

第2問 次の文章を読み、以下の設問(問1～問3)に答えよ。

脊椎動物の神経系においては、神経細胞が特に集中している神経組織と、そうでない神経組織がある。前者には脳や脊髄が該当し、これを [ 1 ] 神経系という。後者は脊髄神経や脳神経が該当し、これらを [ 2 ] 神経系という。[ 2 ] 神経系は、機能的には、身体の様々な部位からの刺激を脳に伝える感覚神経と、脳からの指令を効果器に伝える [ 3 ] 神経に分けられる。[ 3 ] 神経は自分の意志で動かせる筋肉である骨格筋を効果器としている。一方、[ 2 ] 神経系には、自分の意志とは無関係に動く血管や消化管を効果器とする [ 4 ] 神経系も存在する。これはさらに [ 5 ] 神経系と [ 6 ] 神経系に分かれ、この2つの神経系が拮抗的に作用して体の恒常性を保っている。

神経細胞は、細胞膜を隔てて、細胞の内外で電位差を持つ。この電位差を [ 7 ] という。通常時(静止時)は、細胞の内側が負(マイナス)の電位を帯びているが、神経細胞に刺激が加わると、この電位差が0に近づき、やがて細胞の内外で電位が逆転する。この電位の変化を [ 8 ] といい、これが細胞膜上を伝わってゆくことで、神経細胞に沿って興奮が伝えられる。神経細胞はその神経繊維(軸索や樹状突起)の特徴によって無髄神経と有髄神経に分類される。有髄神経の神経繊維は [ 9 ] に包まれている。しかし、この有髄神経の神経繊維は隙間なく [ 9 ] に包まれているわけではなく、これに包まれていない部位も所々存在する。この [ 9 ] に包まれていない部位を [ 10 ] という。有髄神経における [ 8 ] が伝わる速度は、無髄神経に比べて速い。<sup>2</sup>

問 1 文章中の  ~  に適語を入れよ。

問 2 下線部 1 の神経に関わる現象に「反射」がある。この代表的な例である「膝蓋腱(しつがいけん)反射」について、以下の(1)および(2)に答えよ。

- (1) これはどのような現象であるかを 40 字以内で説明せよ。
- (2) これが起こるメカニズムを 100 字以内で説明せよ。

問 3 下線部 2 のように、有髄神経において、 が伝わる速度が無髄神経に比べて速い理由を 120 字以内で説明せよ。

第3問 次の文章を読み、以下の設問(問1～問5)に答えよ。

ある遺伝子(遺伝子A)を大腸菌で発現させてタンパク質Aを作らせるため、次のような手順で遺伝子組換え実験を行った。まず、遺伝子Aが含まれるDNA断片の塩基配列を調べたところ、図1のように遺伝子Aの両側にはHindⅢと呼ばれる  が認識する配列(AAGCTT)が存在した。一方、大腸菌の菌体内で増殖する  にもHindⅢが認識する配列が存在した。そこで、このDNA断片と  をHindⅢで切断し、その後、両者を混ぜて  を働かせることで、目的の遺伝子AのDNAを  に組み込んだ。次に、この組換えられた  を大腸菌に取り込ませ、適切な液体培地で培養したところ、組換えられた  を持つ大腸菌のみの増殖が確認できた。しかし、この培養液に含まれるタンパク質を調べたところ、組換えられていない  を持つ大腸菌のものと全く同じであり、遺伝子Aは発現していなかった(タンパク質Aが作られなかった)。次に、培養液にラクトースを添加したところ、タンパク質Aが作られた。しかし、培養液の中には完全な長さのタンパク質Aを作る大腸菌以外にも、不完全な長さのタンパク質Aを作る大腸菌や、タンパク質Aを全く作らない大腸菌が存在していた。



図1 遺伝子Aを含むDNA断片の構造

問1 文章中の  ～  にあてはまる適語を下記の語群から選び番号で答えよ。

- (語群)
- |          |             |              |
|----------|-------------|--------------|
| 1. RNA   | 2. DNAリガーゼ  | 3. DNAポリメラーゼ |
| 4. リパーゼ  | 5. アミラーゼ    | 6. プラスミド     |
| 7. ゲノム   | 8. ファージ     | 9. ウイルス      |
| 10. 大腸菌  | 11. プロトプラスト | 12. アミノ酸     |
| 13. 消化酵素 | 14. 制限酵素    |              |

問 2 図 1 の a ~ f にあてはまる正しい塩基の組み合わせを選び番号で答えよ。

	a	b	c	d	e	f
1	A	A	G	C	T	T
2	U	U	C	G	A	A
3	A	A	G	C	U	U
4	T	T	C	G	A	A

問 3 下線部 1 に関して、遺伝子 A が正しく組み込まれた場合は図 2 のような構造となることが予想される。ラクトースを添加したときに遺伝子 A が発現する (RNA ポリメラーゼが働く) メカニズムを以下の語群の用語をすべて用いて 90 字以内で説明せよ。また、(g) と (h) の反応名を答えよ。ただし、調節遺伝子は常に発現しており、ラクトースは遺伝子発現の誘導物質として作用しているものとする。

〈語群〉 プロモーター, オペレーター, RNA ポリメラーゼ,  
調節タンパク質, ラクトース

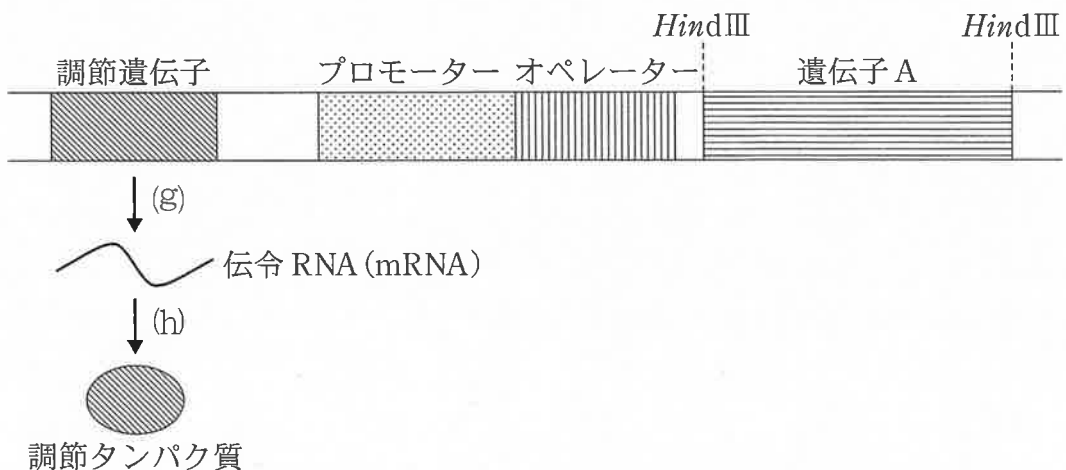


図 2 遺伝子 A を組み込んだ後の完成予想図 (一部のみ表示)

問 4 下線部 2 に関して、組み込んだ後の遺伝子 A の DNA の塩基配列を調べたところ、その一部に変化が生じていた。図 3 は組み込む前の遺伝子 A の DNA の塩基配列、伝令 RNA (mRNA) の塩基配列、および対応するアミノ酸配列の一部を示している。表に示す mRNA の遺伝暗号表を参考にして下記の問いに答えよ。

- (1) 図中の 4 ~ 6 にあてはまるアミノ酸を記せ。
- (2) 組み込んだ遺伝子 A の DNA の塩基配列は①で示す C が A に置き換わり、さらに②で示す C が抜け落ちていた。タンパク質 A に生じた変化について 120 字以内で説明せよ。

DNA の塩基配列	TCACACCTGGTGGAAAGCTCTCTACCTAGTGTGCGGGGAACGAGGC <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%; margin-top: -10px;"> <span style="margin-left: 100px;">①</span> <span style="margin-left: 100px;">②</span> </div>															
mRNA の塩基配列	UCACACCUGGUGGAAGCUCUCUACCUAGUGUGCGGGGAACGAGGC															
アミノ酸配列	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">セリン</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 40px; text-align: center; vertical-align: middle;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 40px; text-align: center; vertical-align: middle;">5</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">バリン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">グルタミン酸</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 40px; text-align: center; vertical-align: middle;">6</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">ロイシン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">チロシン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">ロイシン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">バリン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">システイン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">グリシン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">グルタミン酸</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">アルギニン</td> <td style="text-align: center; padding: 0 5px;">グリシン</td> </tr> </table>	セリン	4	5	バリン	グルタミン酸	6	ロイシン	チロシン	ロイシン	バリン	システイン	グリシン	グルタミン酸	アルギニン	グリシン
セリン	4	5	バリン	グルタミン酸	6	ロイシン	チロシン	ロイシン	バリン	システイン	グリシン	グルタミン酸	アルギニン	グリシン		

図 3 遺伝子 A の DNA の塩基配列、mRNA の塩基配列、アミノ酸配列の一部



表 mRNA の遺伝暗号表

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

問 5 下線部 3 に関して、この大腸菌がもつ遺伝子 A の DNA の塩基配列は組み込む前のものと同じであった。この大腸菌がタンパク質 A を作らない理由を 50 字以内で説明せよ。