

平成 31 年度入学試験問題(後期)

理 科(生 物)

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には**①**から**④**までの 4 問題が印刷されていて、合計 11 ページである。
落丁、乱調、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入しているものは無効である。
5. 解答用紙の指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
6. 各学部で解答する問題は以下の通りである。

理工学部 **①②③④** の 4 問

農学生命科学部 **①②③④** の 4 問

7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

1

次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

遺伝子は、DNA から RNA が転写されて、RNA を鋳型としてタンパク質が合成される翻訳を経ることで、発現する。転写の基本的なしくみは、原核生物の細胞と真核生物の細胞とでおおよそ共通している。転写は DNA が鋳型となり、転写開始点から相補的な塩基が(①)によって順番につなげられ、最終的に伝令 A RNA が合成される。

転写にはいくつかの調節機構があり、鋳型となる DNA がヒストンに折りたたまれて(②)を形成し、さらには(②)が折りたたまれてクロマチン構造を作っていると、転写はされない。十分に DNA がほどけていても、転写の開始を助けるタンパク質である(③)がないと転写はされない。さらには転写される以外の領域にも転写に必要な領域があり、この領域は転写を促進する構造として(④)とよばれている。このほかに、真核生物では転写開始に必要な(③)だけでなく転写のしかたを調節するさまざまな調節タンパク質がある。これらのタンパク質をコードしている遺伝子は(⑤)とよばれ、細胞の種類や生体内の B 状況によって特定の遺伝子が発現する現象に関わる。また、調節タンパク質が転写に関与する場合、転写を調節する塩基配列である転写調節領域が存在する。転写は、(①), (③), (④), 転写調節領域、調節タンパク質が複合体を形成することで開始される。

翻訳では伝令 RNA、運搬 RNA、(⑥)の 3 つの RNA がタンパク質の合成に関わっている。このうち、転写直後における伝令 RNA 前駆体の構造は、原核生物と真核生物とで異なっている。真核生物において、伝令 RNA 前駆体はアミノ酸配列の情報を持つ DNA 部分とそれ以外の DNA 部分とで構成されており、前者と後者はそれぞれ(⑦)および(⑧)とよばれている。伝令 RNA 前駆体から(⑧)が除かれ、(⑦)が次々とつながれて成熟した伝令 RNA が合成される。この過程は(⑨)とよばれている。その後、伝令 RNA は核外へと移動し、遺伝情報の翻訳がなされる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑨)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 下線部Aについて、次のア～エの文章で正しい文章には○、間違っている文章には×を解答欄に記入せよ。

- ア. 伝令 RNA は 3' から 5' の方向に合成される。
- イ. 伝令 RNA の合成に用いられる鑄型 DNA はセンス鎖とよばれている。
- ウ. 一部のウイルスでは RNA を鑄型として DNA が合成される。
- エ. 伝令 RNA は相補的な配列をもつ RNA が結合すると分解を受けることがある。

問(3) 下線部Bに関して以下の設間に答えよ。

- (a) 特定の遺伝子が発現する現象を何というか答えよ。
- (b) 分化した細胞では特徴的な遺伝子が発現している。動物ではクリスタリン遺伝子、インスリン遺伝子およびミオシン遺伝子は以下のどの細胞で主に発現しているか、それぞれ正しい組み合わせを解答せよ。

すい臓細胞 水晶体細胞 筋細胞

問(4) 下記の二本鎖 DNA 配列から伝令 RNA が矢印の方向に転写され、翻訳されると仮定して、以下の設間に答えよ。

→

5'-ATGTTAATAGGCAGATTAAATTCTGCCTATTACAT-3'

3'-TACAATTATCCGTCTAATTAAAGACGGATAATTGTA-5'

- (a) 翻訳されるタンパク質のアミノ酸配列について、下記のコドン表を参考にメチオニンから順番に記載せよ。

表

		コドンの 2 番目の塩基									
		U		C		A		G			
コドンの 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	コドンの 3 番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA		UCA		UAA		UGA	終止コドン	A	
		UUG	ロイシン	UCG		UAG	終止コドン	UGG	トリプトファン	G	
	C	CUU		CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU		U	
		CUC	ロイシン	CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA		CGA	アルギニン	A	
		CUG		CCG		CAG	グルタミン	CGG		G	
	A	AUU		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		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA		AGA		A	
		AUG	開始コドン (メチオニン)	ACG		AAG	リシン	AGG	アルギニン	G	
	G	GUU		GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU		U	
		GUC	バリン	GCC		GAC		GGC		C	
		GUА		GCA		GAA		GGA	グリシン	A	
		GUG		GCG		GAG	グルタミン酸	GGG		G	

(b) 突然変異により、(a)で解答したアミノ酸配列において、7番目のアミノ酸に対応する塩基配列が変化したがアミノ酸配列は変化しなかった。この場合、以下のような塩基置換が考えられた。

「塩基配列において5'側から(ア)番目の塩基が(イ)に置換した。」

上記の(ア)と(イ)に当てはまる数値や語句を記入せよ。

(c) 塩基配列において5'側から13番目のアデニンがチミンに置換した。この塩基置換が、置換前後のアミノ酸の違いや配列に及ぼす影響について句読点を含めて40字以内で答えよ。

2

次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

生物が体外から物質を取り入れて自分の体をつくる材料や生命を維持するための物質に変換することを同化といい、二酸化炭素から有機物を合成する働きを炭酸同化という。光エネルギーを用いて二酸化炭素を固定し複雑な有機物をつくりあげる生物は光合成生物とよばれ、大部分の植物は光合成によって炭酸同化を行う。植物において光合成が行われる場は葉緑体である。光が関与する明反応は葉緑体の(①)膜、光が関与しない暗反応は葉緑体の(②)において行われる。光合成はクロロフィルなどの光合成色素によって光エネルギーが吸収されることではじまる。(①)膜の(③)では水が分解されて酸素と水素イオンと電子が生じ、そのうち電子は(①)膜の電子伝達系を経て(④)に渡され還元型補酵素の生成に使われる。この電子伝達の過程で遊離されるエネルギーを用いて(①)膜のATP合成酵素によってATPが合成される。明反応で生成した還元型補酵素とATPは(②)におけるカルビン・ベンソン回路での二酸化炭素の固定に利用される。

窒素はタンパク質やアミノ酸の重要な構成元素であるが、生物が窒素を含む化合物を体外から取り入れてアミノ酸などの有機窒素化合物をつくりあげる働きを窒素同化という。独立栄養生物である多くの植物は、(⑤)イオンや(⑥)イオンなどの無機化合物の形で窒素を吸収する。(⑥)イオンは体内で(⑦)イオンを経て(⑤)イオンに還元される。(⑤)イオンは有機酸と結合してアミノ酸が合成される。ある種の細菌は大気中の分子状窒素を(⑤)イオンに還元する能力をもっており、このような細菌を特に(⑧)細菌とよぶ。マメ科植物の(⑨)に(⑩)を形成する(⑩)菌は(⑧)細菌の一種であり、分子状窒素は(⑩)において(⑤)イオンに変換され、マメ科植物はそれを窒素同化に利用する。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑩)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 下線部Aに関して次の間に答えよ。

紅色硫黄細菌や緑色硫黄細菌などの酸素非発生型の光合成細菌は植物と同様に光合成によって炭酸同化を行うが、植物と異なり光合成の際に酸素が発生しない。それはなぜか。句読点を含めて80字以内で説明せよ。なお、化学式を使用する場合は次のようにマス目に記入すること。

H₂O の記入例：

H ₂	O
----------------	---

問(3) 下線部Bに関して、光合成において発生する酸素は二酸化炭素由来ではなく水由来であることを、クロレラ(緑藻)と通常の重さの酸素¹⁶Oを含む水(H₂¹⁶O)と二酸化炭素(C¹⁶O₂)、通常より重い酸素¹⁸Oを含む水(H₂¹⁸O)と二酸化炭素(C¹⁸O₂)を利用して示したい。どのようにすれば示すことができるか。以下の語句および化学式を用い、句読点を含めて120字以内で説明せよ。なお、化学式は次のようにマス目に記入すること。

クロレラ H₂¹⁶O C¹⁶O₂ H₂¹⁸O C¹⁸O₂

H₂¹⁸O の記入例：

H ₂	¹⁸ O
----------------	-----------------

問(4) 下線部Cのカルビン・ベンソン回路において、二酸化炭素は炭素数Xの化合物と結合して、炭素数Yの化合物が生じる。XとYに該当する適切な数値を答えよ。

問(5) 下線部Dに関して、動物などの従属栄養生物は植物などの独立栄養生物とは異なるやり方で窒素同化を行う。従属栄養生物の窒素同化のやり方を、句読点を含めて50字以内で説明せよ。

3

次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

多細胞動物では、外界からの刺激を受け取る感覚器と、刺激に応じた反応を起こす筋肉などの(①)の間は、神経系によって連絡されている。神経系にはたくさんのニューロンが存在し、電気信号や化学信号によって、両者の間を仲介している。A脊椎動物では、ほとんどのニューロンが脳と脊髄に集中しており、脳と脊髄をまとめて(②)系という。B(②)系では、(③)ニューロンどうしが互いに多数のシナプスを作ることによって、神経回路とよばれる複雑なネットワークが構築されている。(②)以外のニューロンはすべてをまとめて(④)系とよばれ、機能の面から、感覚や随意運動に関与する(⑤)系と、体内環境の維持に働く(⑥)系に分けられる。C動物の行動様式は、神経系の発達と深く関係しており、神経系が高度に発達した動物ほど複雑な行動を行うことができる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑥)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問(2) 下線部Aについて、4種の動物の運動ニューロンにおける興奮伝導の速度を調べたところ、下の表のような結果がえられた。このことについて、以下の設問(a)～(c)に答えよ。なお、実験は室温 20 ℃における各動物の通常の体温のもとで行った。

動物	伝導速度(m/秒)
イカ	25.0
力ニ	4.0
カエル	40.0
ネコ	110.0

(a) イカとカニに比べてカエルとネコの興奮伝導が速い理由を、次の語句を全て用い、句読点を含めて140字以内で説明せよ。

ランビエ絞輪 無髓神経纖維 有髓神経纖維 跳躍伝導 興奮

(b) カニに比べてイカの運動ニューロンの興奮伝導が速い理由として、もっとも適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

ア. カニは変温動物だが、イカは恒温動物であるため。

イ. イカの軸索はカニの軸索に比べて太いため。

ウ. カニのシナプス間隙はイカのシナプス間隙に比べて狭いため。

(c) カエルに比べてネコの運動ニューロンの興奮伝導が速い理由として、もっとも適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

ア. カエルは変温動物だが、ネコは恒温動物であるため。

イ. カエルの軸索はネコの軸索に比べて太いため。

ウ. カエルのシナプス間隙はネコのシナプス間隙に比べて狭いため。

問(3) 下線部Bについて、哺乳類の大脳、間脳、中脳、小脳、延髄の各部にある中枢として適切なものを1つ選び、記号で答えよ。なお、同じ記号を繰り返し用いてはならない。

ア. 呼吸運動の中枢

イ. 自律神経の中中枢

ウ. 体の平衡を保つ中枢

エ. 思考・記憶など精神活動の中中枢

オ. 眼球運動の中中枢

問(4) 下線部Cに関する説明文ア～エについて、正しいものには○、誤っているものには×をつけよ。

- ア. 反射が起こるとき、受容器で発生した興奮は、大脳には伝わらない。
- イ. 慣れば、感覚ニューロンと運動ニューロンの間のシナプスにおける伝達効率の低下によって生じる。
- ウ. プラナリアが光から遠ざかる向きに移動するのは、負の光走性をもつためである。
- エ. 動物が体内で合成して体外に分泌する物質で、同種の他の個体に特有の生得的行動を引き起こす物質をホルモンという。

4

次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

生物多様性には、遺伝子の多様性、(①)の多様性、生態系の多様性の3つの階層が認められる。現在、人間活動に起因する環境の急激な変化によって、生物多様性の減少が各地で起こっている。

極めて多くの生物種が見られる熱帯多雨林の面積は、伐採や農地開発などによって大きく減少している。また、熱帯や亜熱帯の河口域に広がるマングローブ林も、水田や養殖池の造成などのために減少が著しい。こうした森林は多量の炭素を蓄えているため、その保護は大気中の(②)の増加を防止して、(③)を抑制する効果があると考えられている。

大量の生活排水や産業排水が河川を通じて湖沼や海洋に流れ込むと、水中のリンや窒素の濃度が高くなつて(④)が起り、水質が悪化する。このような場合、特殊なプランクトンが異常に増殖して、湖沼では水面が青緑色になる(⑤)が、海洋では水面が赤褐色になる(⑥)が発生し、水中の生物が大量に死滅することがある。

人間によって他の地域に持ち込まれた外来生物は、しばしば移入先の生態系を乱す原因になる。そのような外来生物には、捕食や食害によって在来種をおびやかす生物だけでなく、競合する他の種よりも数が多いか広い面積を占める(⑦)となって生態系の基盤を大きく変えてしまう生物や、雑種をつくることで在来種の衰退を招くような生物などが含まれる。移入先で在来生物や生態系に大きな影響を与える外来生物は、特に(⑧)とよばれる。

人里近くの農耕地や雑木林などがまとまった一帯は(⑨)とよばれ、人間による適度な働きかけで多様な環境が維持され、さまざまな動植物の生育・生息場所になってきた。しかし、人々の生活様式が変化することでそのような環境の維持は次第に難しくなつていて。落葉広葉樹からなる雑木林では、手入れがされなくなることで藪になつたり遷移が進むことでオオクワガタなどが生息できなくなつたり、春植物が衰退する事例が各地で見られている。

生態系では多くの生物が相互に働き合っているので、ある生物種の減少や絶滅の影響が他の生物にも及ぶことが多い。たとえば、北アメリカでは、人間の乱獲

によるラッコの激減に伴って、同じ場所で魚類や甲殻類が大きく減少したことが
Y
知られている。

問(1) 文中の(①)～(⑨)に当てはまる語句を答えよ。

問(2) 下線部A～Iに該当する、あるいは最も関係が深い生物を、下の語群の中からひとつずつ選び、記号で答えよ。同じ生物を2回以上選んではいけない。

- | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------|----------|
| ア) シャジクモ | イ) イヌワシ | ウ) タヌキ | |
| エ) クヌギ | オ) ニッコウキスゲ | カ) タイワンザル | |
| キ) フタバガキ | ク) トノサマバッタ | ケ) ヒキガエル | |
| コ) セイタカアワダチソウ | サ) ウズオビムシ(渦鞭毛藻) | | |
| シ) オオバコ | ス) オオクチバス | | |
| セ) ネンジュモ(シアノバクテリア) | ソ) ミカヅキモ(緑藻) | | |
| タ) ウグイ | チ) クスノキ | ツ) カタクリ | テ) ライチョウ |
| ト) オヒルギ | ナ) オオシラビソ | ニ) ヤブツバキ | |

問(3) 二重下線部Xが起こる直接の原因について、二つの可能性を、句読点を含めてそれぞれ40字以内で説明せよ。

問(4) 二重下線部Yの現象が起こった理由を、句読点を含めて80字以内で説明せよ。

平成31年度弘前大学一般入試(後期日程)

問題訂正・補足説明

問題訂正・補足説明の教科・科目名

理科(生物)

理科(生物)

4ページ 1 問(4)(b) 4行目

誤) 塩基配列において5'側から

正) 塩基配列においてセンス鎖の5'側から4ページ 1 問(4)(c) 1行目

誤) 塩基配列において5'側から

正) 塩基配列においてセンス鎖の5'側から