

# 弘前大学

## 平成 28 年度入学試験問題(前期)

### 理 科

物 理	1～ 8 ページ
化 学	9～20 ページ
生 物	21～32 ページ
地 学	33～40 ページ

#### 【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. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。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たものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

該当する学部学科すべて

(2) 化学を選択した受験者

教育学部

医学部医学科

医学部保健学科

理工学部

農学生命科学部

(3) 生物を選択した受験者

教育学部

医学部医学科

医学部保健学科

理工学部

農学生命科学部

(4) 地学を選択した受験者

該当する学部学科すべて

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

## 生 物

1 次の動物細胞に関する文章を読み、問(1)~(6)に答えよ。

細胞分裂には体を構成する細胞がふえるときの体細胞分裂と、生殖細胞が生じるときに減数分裂がある。体細胞分裂では(①)期において核DNAを複製し、(②)期で核DNAを娘細胞に均等に分配する。(②)期に移行すると染色体が観察されるようになり、(②)期の(③)期では染色体が赤道面に並び、やがて染色体は両極に移動し、(④)期では細胞質が2つに分かれ始める。このように、1個の母細胞から遺伝的に等しい2つの娘細胞が生じた時点を出発点とし、再び次の分裂が終了するまでの期間を(⑤)という。

一方、減数分裂では生殖母細胞における1回の核DNAの複製後、2回の分裂が引き続いて起こり、核DNA量や染色体数が半減した生殖細胞が生じる。多くの動物では、雄性生殖細胞である精子と雌性生殖細胞である卵が受精する有性生殖が行われる。ヒトでは卵巣から減数分裂の(⑥)分裂の中期で排卵された卵は、精子と出会うことで減数分裂が再開し、やがて精核と卵核が融合し接合子核となる。

細胞内には核DNAに加えて独自のDNAを有する細胞小器官が存在する。この細胞小器官に含まれるDNAの塩基配列を解析した結果、父親の細胞に含まれる細胞小器官由来のDNAは検出されず、母親の細胞に含まれるものとほぼ一致した。

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) 文章中の下線部Aについて、このときのDNA複製様式は何と呼ばれるか答えよ。

問(3) 細胞分裂には細胞骨格と呼ばれるタンパク質が関与する。文中の下線部 B および C に関与する主な細胞骨格の名称および構成単位となるタンパク質をそれぞれ答えよ。

問(4) 文章中の下線部 D について、1 個の一次精母細胞から生じるそれぞれの精細胞は遺伝的に異なる。減数分裂において遺伝的多様性が生じるしくみを、句読点を含めて 80 字以内で説明せよ。

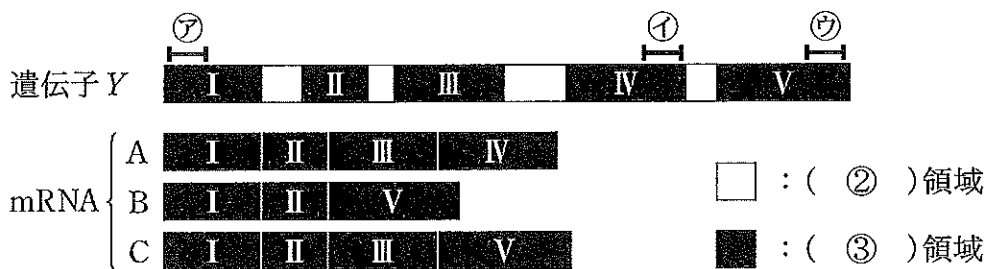
問(5) 文章中の下線部 E について、この細胞小器官の名称を答えよ。

問(6) 文章中の下線部 F について、このことから精子と卵の受精の際に下線部 E の細胞小器官はどのように子孫に受け継がれるのかを、句読点を含めて 40 字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

真核生物において、DNA 情報からタンパク質への合成は以下のように行われる。まずはじめに、核内において DNA のアンチセンス鎖を鋳型として RNA が合成される。これを( ① )という。その後、RNA から( ② )がスプライシングによって取り除かれることで、( ③ )のみから構成される成熟した mRNA となる。その後、mRNA は核内から細胞質へと移動し、タンパク質合成の場である( ④ )と結合する。タンパク質のアミノ酸配列は、mRNA 上の 3 塩基ずつからなるコドンによって指定されており、コドンに対応するアミノ酸が( ⑤ )によって( ④ )上の mRNA へと運ばれる。運ばれたアミノ酸どうしが( ⑥ )結合により連結されることで、DNA の遺伝情報に基づいたタンパク質が合成される。

図に示されている遺伝子 Y のように、真核生物ではスプライシングによって取り除かれる領域が異なると、1つの遺伝子から複数種類の mRNA が合成されることがある。遺伝子 Y の場合、A~C の 3 種類の mRNA が合成され、A は遺伝子 Y の I, II, III, IV の領域で、B は I, II, V の領域で、C は I, II, III, V の領域で構成される(図参照)。その結果、それぞれの mRNA から異なるアミノ酸配列のタンパク質が合成される。



遺伝子 Y 上の㊶~㊸の塩基配列(センス鎖(非鋳型鎖)を示す。)

㊶ : 5'-CCA ACTATGG ATTC CCCT-3'

㊷ : 5'-GCCATAAACCGCAGCGGGG-3'

㊸ : 5'-ACGTAAACACGTCTAGAAC-3'

図 遺伝子 Y および mRNA (A~C) の構造(上)と遺伝子 Y の部分配列㊶~㊸(下)。

なお、図中の( ② )と( ③ )には、文章中と同じ語句が入る。

表 mRNA の遺伝暗号表

		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	3 番目の塩基
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	ロイシン	UCA		終止コドン	UGA	終止コドン	A		
		UUG		UCG			UAG	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		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	
		CUG		CCG		CAG		CGG		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		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG	メチオニン (開始コドン)	ACG		AAG		AGG		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		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A	
		GUG		GCG		GAG		GGG		G	

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) 下線部の現象を何と呼ぶか答えよ。

問(3) 図中の遺伝子 Y 上の㉞の配列に相当するアミノ酸配列を、表を参考にして記せ。ただし、㉞の配列には開始コドンが含まれているものとする。なお、各アミノ酸の間はハイフンでつなぐこと。

問(4) 図中の㊸の塩基配列の四角で囲まれた配列に関して、1塩基置換が起こったとする。このとき翻訳されるアミノ酸配列は変化しなかったとすると、どの塩基に置換が起こったと考えられるか、置換が起こった塩基を○で囲め。また、置換後の塩基をアルファベット1文字で記せ。

問(5) 図中のA~Cの各 mRNA で用いられる終止コドンは、遺伝子 Y の㊹または㊺のいずれかの配列中に含まれていた。しかし、この㊹または㊺の配列中に1塩基の欠損あるいは挿入の変異が起こった結果、合成されるタンパク質の長さがアミノ酸3つ分だけ長くなった。一方で、スプライシングによって取り除かれる領域は変異前と変異後で変化しなかった。この変異について、設問(a)と(b)に答えよ。

- (a) タンパク質が長くなった mRNA を A~Cの中から選び、全て答えよ。
- (b) 長くなった分の3つのアミノ酸の配列を答えよ。解答の際は表を参考にすること。なお、各アミノ酸の間はハイフンでつなぐこと。

3 次の文章を読み、問(1)~(9)に答えよ。

ヒトの全身に張りめぐらされた血管は細胞や組織を正常に維持し、神経は様々な組織や器官を制御するために重要である。

血液はポンプとして機能する心臓によって全身を循環しており、心臓から送り出された後に動脈を通り、毛細血管を経て、静脈に集まり、再び心臓に戻ってくる。血液中の血しょうは、毛細血管から血管外にしみ出ると、組織液と名称を変える。細胞は新鮮な組織液から酸素や栄養分を受け取り、生じた二酸化炭素や老廃物を排出する。

神経細胞は電気的な興奮により、情報をすばやく遠方に伝えることができる。  
D 伝導速度の速いものは 120 m/秒にも達する。思考や命令の中心となる脳は末梢器官へ情報を伝え、また末梢器官は触覚や温度感覚など種々の情報を脳に伝えている。例えば、走るためには足を動かす筋肉に命令を出し、さらに、倒れないように身体のバランスを保たなければならない。

誰も徒競走で転倒して手足にすり傷をつくったことがあるだろう。激痛とともに血がにじむ傷口は、特に異常がなければ、しばらくすると出血も止まり、日が経つにつれて気づかぬうちにかさぶたも取れて、新しい皮膚が形成される。

問(1) 下線部 A に関して、拍動の信号を周期的に発するヒトの心臓における部位の名称を答えよ。

問(2) 拍動のリズムは自律神経によって調節されている。拍動のリズムを抑制する神経伝達物質の名称を答えよ。

問(3) ヒトの心臓は4つの部位に分かれている。下線部 B に関して、以下の設問(a)および(b)について、ヒトの心臓における部位の名称を答えよ。ただし、設問中の「全身」には「肺」を含めない。

(a) 全身に送り出される血液は心臓のどの部位から出ていくか。

(b) 全身から戻ってくる血液は心臓のどの部位に流入するか。

問(4) 下線部 C に関して、細胞から排出された二酸化炭素は、最終的には肺から体外に排出される。末梢組織から肺まで、大部分の二酸化炭素は血液中ではどのように運ばれるのか、句読点を含めて 40 字以内で答えよ。

問(5) 肝臓でつくられ、血しょうに多く存在するタンパク質のうち、血液の浸透圧を維持するうえで重要となるタンパク質の名称を答えよ。

問(6) 下線部 D に関して、以下の文章中の空欄( ① )~( ⑦ )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。

組織液に多く存在する陽イオンは( ① )イオンで、細胞内に多く存在する陽イオンは( ② )イオンである。運動ニューロンを例にあげると、細胞膜上にあるイオンチャネルを介して、瞬間的に( ① )イオンが細胞内に流入し、( ② )イオンが細胞外に流出することにより( ③ )が発生する。運動ニューロンの軸索には( ④ )が多数存在し、( ⑤ )を介した跳躍伝導により、すばやい情報伝達が達成される。運動ニューロンが興奮した後、細胞内に蓄積された( ① )イオンは( ⑥ )により細胞外にくみ出される。( ⑥ )のようにエネルギーを消費して濃度勾配に逆らって行われる輸送形式を( ⑦ )という。

問(7) 下線部 E とヒトの心臓の筋肉に関して、顕微鏡で観察できる共通の特徴について、句読点を含めて 10 字以内で答えよ。

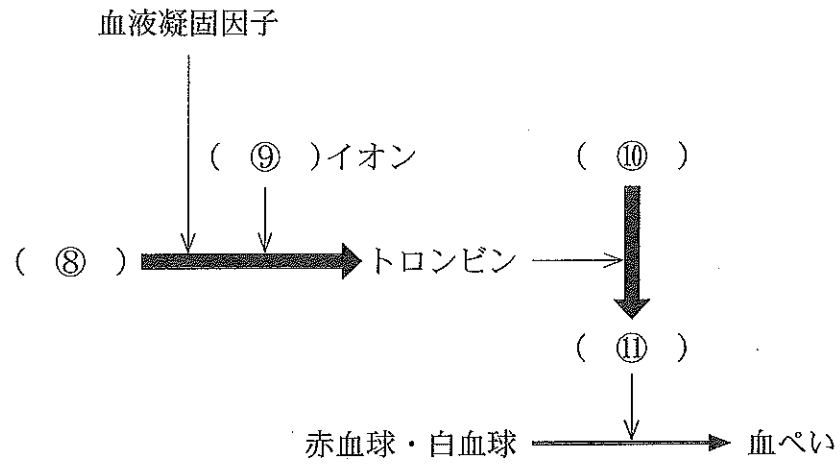
問(8) 下線部 F に関して、以下の(a)および(b)に相当する名称を答えよ。

(a) 身体の傾きを受容する器官

(b) 身体の平衡を保つ中枢



問(9) 下線部Gに関して, 血液凝固のしくみを示している下図の空欄  
( ⑧ )~( ⑪ )に当てはまる語句を答えよ。



4 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

生殖方法には、からだがほぼ同じ大きさに分裂したり、からだの一部が新たに独立したりして増殖する無性生殖と、卵や精子などの( ① )が合体することで、新しい個体を生じる有性生殖がある。無性生殖には、植物の根などの栄養器官の一部から新しい個体を作る( ② )も含まれる。

有性生殖を行う生物の1つである被子植物の花では、おしべの( ③ )の中で花粉がつくられ、めしべの( ④ )内では胚のうが形成される。花粉は風に飛ばされたり、昆虫のからだに付着したりして運ばれ、めしべの( ⑤ )で発芽して( ⑥ )を伸長させる。( ⑥ )は胚のう内の( ⑦ )から放出される物質に誘引され、胚のう内へ進入する。( ⑥ )内で( ⑧ )が分裂して2個の( ⑨ )となり、この1個は胚のうの中の( ⑩ )と合体して受精卵となる。この受精卵の核相は( ⑪ ) $n$ である。他の1個は、中央細胞と合体して( ⑫ ) $n$ の胚乳細胞を形成する。このような現象は( ⑬ )と呼ばれ、被子植物に特有な現象である。受精卵は、細胞分裂を繰り返して胚を形成し、( ④ )は発達して種子となる。この種子はすぐには発芽せず、いったん( ⑭ )状態となる。( ⑭ )状態となった種子は、低温や乾燥に耐えて発芽する能力を一定の期間保つ。裸子植物は被子植物と同様に種子を形成するが、胚乳は受精することなく形成される。

問(1) 文章中の空欄( ① )~( ⑭ )に当てはまる語句または数値を答えよ。

なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

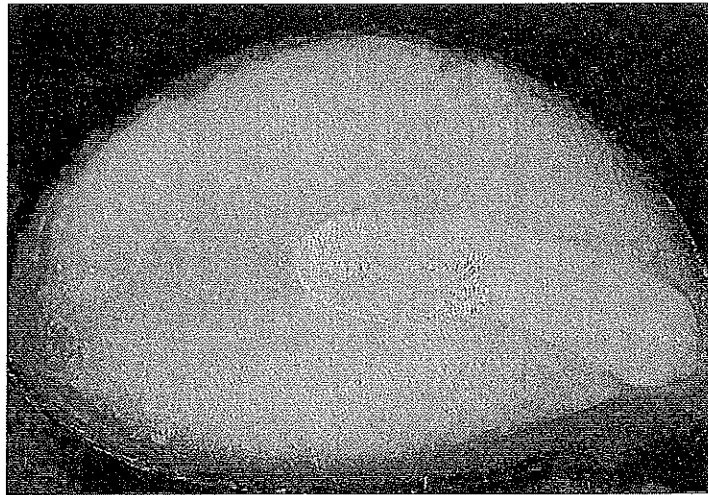
問(2) 下線部 A に関連する以下の説明文ア~オについて、正しいものには○、誤っているものには×を解答欄に記入せよ。

- ア. この生殖によって生じた生物の集団をクローンという。
- イ. 植物に特有な生殖方法であり、動物ではみられない。
- ウ. 有性生殖よりも増殖速度が遅い。
- エ. 有性生殖よりも進化した生殖の方法だと考えられている。
- オ. 一部の植物でみられる孢子生殖もこの生殖方法に該当する。

問(3) 下線部Bに該当する植物の組み合わせとして、正しいものを記号で答えよ。

- ア. イチョウ, ブナ
- イ. サクラ, リンゴ
- ウ. ホウセンカ, ユリ
- エ. クロマツ, ソテツ
- オ. イヌワラビ, スギナ

問(4) 下図はある植物の種子の縦断面の画像である。

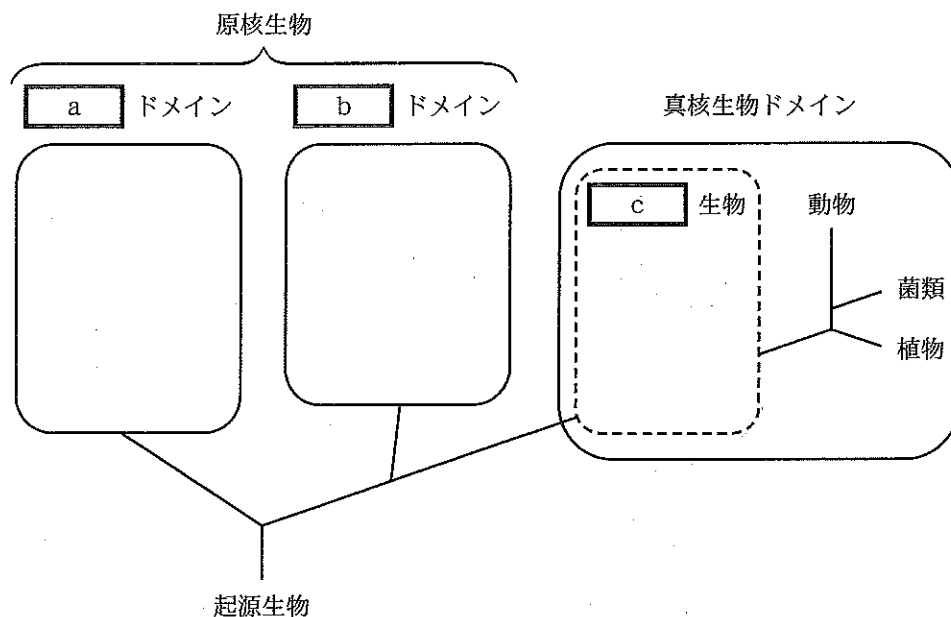


この種子についての以下の説明文ア～オについて、正しいものには○、誤っているものには×を解答欄に記入せよ。

- ア. 子葉に養分を蓄えている無胚乳種子である。
- イ. 胚乳に養分を蓄えている有胚乳種子である。
- ウ. ソラマメなどのマメ科の植物の種子と同じ種類である。
- エ. ナズナ, ダイコンなどのアブラナ科の植物の種子と同じ種類である。
- オ. イネ, トウモロコシなどのイネ科の植物やカキの種子と同じ種類である。

5 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

生物は、細胞構造に着目すると原核生物と真核生物に分けられる。近年は分子系統解析により原核生物が大きく2つのドメインに分かれることが明らかになり、真核生物を含めて生物を3つに分ける3ドメイン説が提唱されている(ウーズら、1990年)。



- 生物群
- |           |              |            |
|-----------|--------------|------------|
| (ア) 酵母    | (イ) 大腸菌      | (ウ) 粘菌類    |
| (エ) 高度好塩菌 | (オ) 緑色硫黄細菌   | (カ) 卵菌類    |
| (キ) 担子菌類  | (ク) 硫黄細菌     | (ケ) シャジクモ類 |
| (コ) 渦鞭毛藻類 | (サ) シアノバクテリア | (シ) メタン菌   |
| (ス) アメーバ類 | (セ) ミドリムシ類   | (ソ) 褐藻類    |

問(1) 下線部に関して、図の a , b それぞれに相当するドメインの名称を記入せよ。また、真核生物ドメインに属する c の名称を記入せよ。

問(2) 図において生物群(ア)~(イ)が属する箇所を、図の a~c の記号で答えよ。  
ただし、a~c のいずれにも属しない場合は d とせよ。

問(3) 生物群(ア)~(イ)で光合成を行うものはどれか、全て選んで記号で答えよ。

問(4) 生物群(ア)~(イ)で陸上植物に一番近縁とされるものはどれか、1つ選んで記号で答えよ。

問(5) 進化の要因について、次の文章を読み(a)~(e)の設問に答えよ。

遺伝子平衡にある集団では、対立遺伝子の遺伝子頻度は世代を経ても変化しないため、進化は起きないはずである。しかし、実際には進化は起こるため、自然界では遺伝子平衡を成立させない要因が必ず存在し、これらが進化の原動力となっていると考えられる。

淡水にすむエビの仲間であるビーシュリンプの体色は黒色であるが、まれに赤色のレッドビーシュリンプが生まれる。レッドビーシュリンプのみで飼育しても黒色の個体は生じない。とある熱帯魚店で両者が混在する水槽を観察したところ、エビ集団内の体色の比は、黒：赤 = 3 : 1 であった。

- (a) 下線部のような状態(メンデル集団)を定義した法則をなんというか。
- (b) (a)の法則の成立は、生物集団内でのランダムな交配を前提とするが、ほかにも4つの条件を満たすことが必要である。これらの4つの条件に含まれる、遺伝子頻度の変動を起こす要因を3つあげよ。
- (c) 体色に関する遺伝子を  $A$  とし、遺伝子  $A$  は遺伝子  $a$  に対して優性であるとする。体色に関して、ビーシュリンプ、およびレッドビーシュリンプの表現型に対応する遺伝子型を、これらの記号を用いてそれぞれ全て答えよ。
- (d) この水槽内の集団の遺伝子  $A$ 、遺伝子  $a$  の割合は、それぞれ全体の何%か。ただし、この集団では(a)の法則が成り立つとする。
- (e) この集団内で、赤色遺伝子をもつビーシュリンプの割合は全体の何%か。