

平成 30 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 13 ページである。
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. 配布された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

1

次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

遺伝子の本体はDNAである。そのため、ある生物のもつ特定の遺伝子を別のDNAへ人工的に組み込むことも可能である。この操作を遺伝子(①)という。この操作に用いられる酵素として、特定のDNA部分を切り出す、いわば「ハサミ」として使われるのが(②)である。つぎに特定のDNA部分を別のDNAにつなぐ、いわば「のり」として使われるのが(③)である。作製した(①)DNAは、大腸菌などの他の生物に導入して利用することができる。例えば、ヒトのインスリン遺伝子を、大腸菌内で自己増殖できる小さな環状DNA、つまり(④)に組み込んで大腸菌に導入すれば、ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌で^Bふやすことができる。(④)のような、DNAの運び手を(⑤)という。このふやしたヒトのインスリン遺伝子を大腸菌内で発現させることにより、大腸菌を用いてヒトのインスリンを生産することができる。農作物では、このような技術を使って、害虫抵抗性作物や除草剤耐性作物が開発されてCいる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(⑤)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、以下の設問(a)と(b)に答えよ。

(a) DNAの正式名称を略さずに記述せよ。

(b) ある生物のDNAに含まれる塩基のうち、シトシンの比率が22%であるとき、アデニン、グアニン、チミンの比率はそれぞれ何%と考えられるか。数値で答えよ。

問(3) 下線部Bについて、大腸菌のような生物を用いず、人工的にDNAを増幅させる方法がある。この方法について、以下の設問(a)～(c)に答えよ。

- (a) この方法を何というか。略称をアルファベット3文字で答えよ。
- (b) この方法は、下の図のような反応(1)から反応(3)を何サイクルも繰り返すことによって、目的のDNAを大量に増幅する。この方法に用いられるDNAポリメラーゼ(DNA合成酵素)は、多くの酵素が失活するような高温でも活性がなくならない。このような温度に対する性質を何というか。

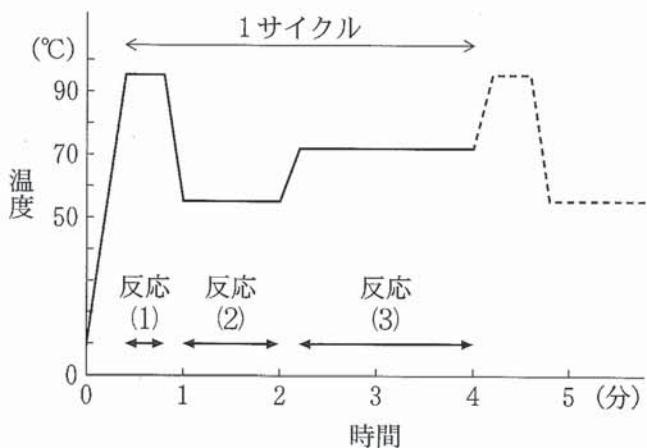


図 1サイクルあたりの反応温度と反応時間

- (c) 上の図の反応(1), 反応(2), 反応(3)では何が起きているか。次のア～オより最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。また、このサイクルを10回繰り返すと、理論上DNAは何倍に増幅されるか。数値で答えよ。

- ア. 1本鎖DNAにプライマーが結合する。
- イ. 1本鎖DNAを雛型にして相補鎖が合成される。
- ウ. 2本鎖DNAが短い2本鎖DNAに切断される。
- エ. 2本鎖DNAが1本鎖DNAに分かれる。
- オ. 2本鎖DNAから分かれた1本鎖DNAが再び結合する。

問(4) 大腸菌で遺伝子が発現するまでの過程について、次の用語をすべて使い、句読点を含めて 80 字以内で説明せよ。

DNA, タンパク質, mRNA, 塩基配列, 転写, 翻訳

問(5) 下線部 C について、次の間に答えよ。

除草剤 X は、生存に必須な酵素 Y の働きを阻害することにより、植物を枯死させる。この前提で、除草剤 X に耐性の作物を開発するには、どのような遺伝子を導入すればよいか。除草剤 X と 酵素 Y の両方の用語を用い、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)～(3)に答えよ。

大腸菌の細胞内では常に物質が合成されたり、分解されたりしている。細胞内での一連の化学反応は(①)とよばれる。(①)には取り入れた物質を単純な物質に分解し、生命活動に必要なエネルギーを取り出す(②)と大腸菌にとって必要な物質につくりかえる(③)がある。これらの化学反応では酵素が(④)としてはたらいている。(④)とはそれ自体は変化せず、化学反応の速さを変える物質である。ヒトには自身で合成できないアミノ酸があり、それらを食物から摂取する必要がある。これに対し、大腸菌は20種類のアミノ酸すべてを複数の化学反応を経て合成することができる。アミノ酸合成に関与するすべての酵素がはたらく野生株は、生育に必要な最小限の栄養素を含む培地(最少培地)で増殖できる。アミノ酸合成に必要な酵素のどれかがはたらかない株は最少培地で増殖できないが、合成できないアミノ酸を最少培地に加えると増殖できる。

問(1) 文章中の空欄(①)～(④)に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使われていることを示す。

問(2) 下線部について、下記ア～ウの特徴を共通して持っている大腸菌Ⅰ～Ⅳ株を使い、次のページに示す実験を行った。その結果から、それぞれの株ではたらいていないと考えられる酵素を、図1の中で示した酵素a～cの中からすべて答えよ。なお、はたらいていない酵素がない場合は「なし」と答えよ。

ア. 増殖に必要なアミノ酸A～Cは、それぞれの前駆物質から酵素a～cのはたらきによって合成される(図1)。なお、これらの酵素がはたらかない場合は対応するアミノ酸は合成されない。

イ. すべての株は図1に示した前駆物質をすべて合成することができる。

ウ. 細胞内で合成されたアミノ酸の一部は細胞外へ漏れ出る。図2のようにアミノ酸Yを合成するがアミノ酸Xを合成しない株とアミノ酸Xを合成するがアミノ酸Yを合成しない株を混ぜ最少培地で培養すると、合成されたアミノ酸が細胞外に漏れ出し、それらをそれが取り込むことにより、両方の株が増殖する。

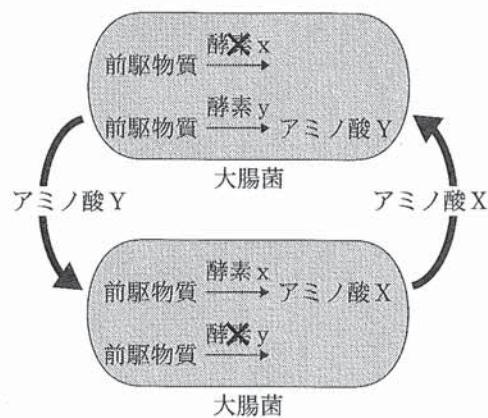
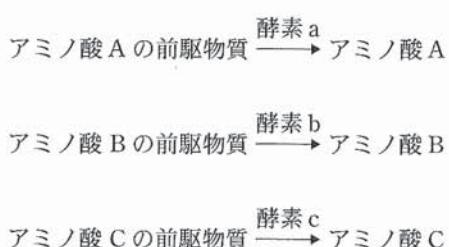


図1 アミノ酸A～Cの合成

図2 大腸菌間のアミノ酸のやりとり

実験(i) 表1に示した5種類の寒天培地に大腸菌I～IV株を塗布し、37℃で一晩培養した。その後、大腸菌が増殖したかどうかを観察した。増殖がみられた場合は「+」、増殖がみられなかつた場合は「-」と記した(表1)。

実験(ii) 表2に示した組み合わせで2種類の大腸菌株を混ぜ、最少培地に塗布し、37℃で一晩培養した。その後、それぞれの大腸菌が増殖したかどうかを観察した。両方の大腸菌株の増殖がみられた場合は「+」、両方とも増殖がみられなかつた場合は「-」と記した(表2)。なお、すべての株はそれぞれ異なるマーカー(目印)を持ち、見分けることができるものとする。

表1 実験(i)の結果

寒天培地 大腸菌株	最少培地	最少培地に加えた物質			
		アミノ酸A	アミノ酸B	アミノ酸C	アミノ酸A アミノ酸B アミノ酸C
I	-	+	-	-	+
II	+	+	+	+	+
III	-	-	+	-	+
IV	-	-	-	-	+

表2 実験(ii)の結果

寒天培地 大腸菌株の組み合わせ	最少培地		
		IとIV	IIとIV
IとIV	-	-	
IIとIV	+	+	
IIIとIV	+	+	

問(3) 液体最少培地が含まれ、セロハン膜で仕切られた容器の左側と右側に問(2)で用いた大腸菌II株と大腸菌IV株を入れ、37℃で一晩培養した(図3)。なお、このセロハン膜は、酵素等の分子量の大きい物質は通さないが、グルコースやアミノ酸等の分子量の小さい物質は通すものとする。問(2)の実験結果から、それぞれの株は増殖すると考えられるか、増殖しないと考えられるかを答えよ。解答欄には、「増殖する」もしくは「増殖しない」と記入せよ。また、その理由を句読点を含めて40字内で答えよ。

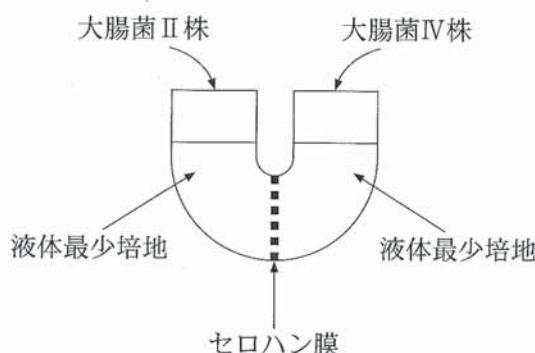


図3 セロハン膜で仕切られた容器を用いた大腸菌の培養

3 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

ヒトなどの多細胞生物では大部分の細胞は外界から隔てられた体内環境の中で活動している。この場合、細胞にとっての環境は、細胞周囲に存在する体液であり、体液との間で細胞膜を介して種々の物質をやりとりしている。この体液は体重の約 20 % にすぎないが、Aその成分組成や濃度、温度、pH などは、外部環境が変化しても、各器官系のはたらきによりほぼ一定の範囲に保たれ、Bその結果、安定した生命活動が維持されている。

問(1) 下線部 Aについて、以下の文章を読み、設問(a)～(c)に答えよ。

細胞膜は(①)と(②)からなり、細胞質と外の環境を隔てている。

しかし、細胞が活動するためには必要な物質を細胞内に取り込み、不要なものを細胞外に排出する必要がある。細胞膜の(①)の部分では、(③)性物質は通過できるが、(④)性のグルコースやアミノ酸などは通過しにくい。これらの物質は(②)を介して細胞に入り出す。

物質が濃度の高い方から低い方へ移動する現象を(⑤)という。

(②)を介した移動にはエネルギーを消費しない(⑥)とエネルギーを消費して濃度勾配にさからう(⑦)がある。このように特定の物質のみを通す細胞膜が持つ性質を(⑧)という。

(a) 文章中の空欄(①)～(⑧)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。

(b) 以下の1～5の物質はどのようなしくみで移動するか。(ア)～(キ)よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

1. 酸 素 2. グルコース 3. カルシウムイオン
4. トリプシン 5. 水分子

- (ア) イオンチャネル (イ) 輸送体 (ウ) ナトリウムポンプ
(エ) アクアポリン (オ) 扩 散 (カ) エンドサイトーシス
(キ) エキソサイトーシス

(c) 文章中の空欄(⑦)で使われるエネルギーを供給する物質は何か。名称を答えよ。

問(2) 下線部Bのしくみを何というか。

問(3) 健康なヒトの体液の量、成分濃度の調節などにかかわる腎臓と肝臓のはたらきについて、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. 脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンは腎臓でろ過を促進し、その結果、血圧は上昇する。

イ. 腎臓で生成される尿の量とその組成は、外部環境の変化にかかわらず、ほぼ一定に調整されている。

ウ. アルブミンなどの血しょうタンパク質はおもに肝臓で合成される。

エ. 肝臓は、グリコーゲンをグルコースに分解して血液中に放出したり、グルコースを取り込んでグリコーゲンを合成することで、血液中のグルコース濃度を一定に保つ。

オ. 物質の合成や分解で活発な化学反応が起きている肝臓は、体内での熱の発生量を増加させることで、体温調節に役立っている。

問(4) 健康なヒトの血しょう、原尿、尿中の成分濃度を測定した結果を下の表に示す。この結果をもとに、設問(a)～(c)に答えよ。

この時、測定したヒトの血液には物質Aを投与している。この物質Aは、原尿中にすべてろ過され、再吸収されずに尿中に排出される。血しょう、原尿、尿の密度はすべて1g/mLとする。

表 血しょう・原尿・尿の成分比較

成 分	濃度[質量%]		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	8.0	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
尿素	0.03	0.03	1.8
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
ナトリウムイオン	0.32	0.32	0.35
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
物質A	0.01	0.01	1.2

- (a) タンパク質、グルコース以外の物質で、原尿へろ過された後、再吸収された割合が最も高いものは何か。名称を答えよ。
- (b) 1時間当たり60mLの尿が生成されたとする。この時、1時間当たりに生成された原尿の量は何mLか。数値で答えよ。
- (c) 尿中にタンパク質やグルコースが含まれないのはなぜか。そのしくみを、それぞれ句読点を含めて40字以内で答えよ。

4

次の文章ⅠとⅡを読み、問(1)~(9)に答えよ。

Ⅰ. 個体群の特徴を表す重要な指標として個体群密度がある。動きが激しく見つけにくい動物の場合、標識再捕法によって特定の場所での個体数を推定することがある。バッタの中には、個体群密度が低い場合は(①)相、高い場合は群生相とよばれる個体になる種が存在する。このように個体群密度の違いによって個体の形態や行動が大きく変化する現象を(②)という。

動物の個体群密度は決して一様ではなく、群れをつくって集団で移動したり採食する場合も多い。群れをつくることには様々な利益や不利益がある。群れの中で、強い個体と弱い個体の優劣関係で秩序が築かれている場合、これを(③)制という。ゾウアザラシのように、1頭の強い雄と数十頭の雌から構成されるつがい関係は(④)制とよばれる。また、ミツバチやアリ、シロアリなどは、高度に組織化された集団をつくって生活していることから、(⑤)性昆虫とよばれる。

一方、動物のなかには、群れをつくらずに1個体や1家族で一定の空間を占有し、同種の他個体がその空間に侵入すると追い払うものもあり、この空間を(⑥)とよぶ。

問(1) 文章中の空欄(①)~(⑥)に当てはまる語句を答えよ。

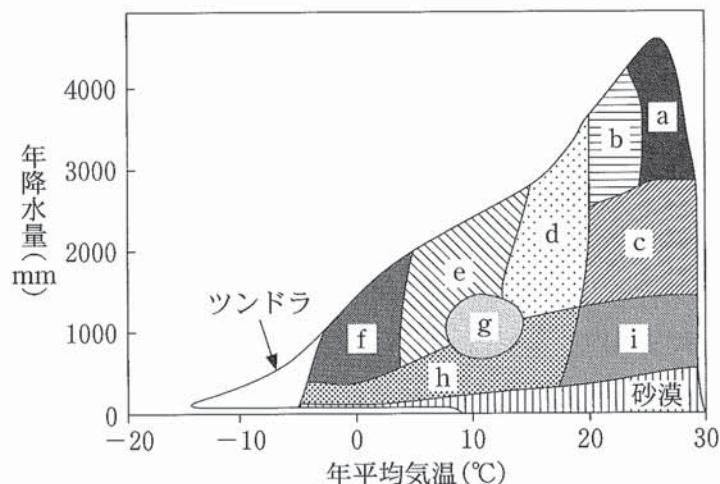
問(2) 下線部Aに示した標識再捕法で池に生息しているある魚種の個体数を調査するため、まず20匹を捕獲して標識をつけ、池に放した。数日後、池で再びこの魚種を捕獲したところ、捕獲できた30匹のうち3匹が標識個体であった。調査期間中に外部との交流や死亡・出生はなかったとする。池におけるこの魚種の個体数は何匹と推定されるか、数値で答えよ。

問(3) 下線部Bについて、下記のア～オは群生相になったバッタ個体の形態上および行動上の特徴について説明した文章である。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. 体色が黒っぽくなる。
- イ. 相対的に翅が長く、後肢が短くなる。
- ウ. 移動力が低下する。
- エ. 集団で生活するようになる。
- オ. 大きな卵を多数産むようになる。

問(4) 下線部Cについて、群れをつくることでどのような利益と不利益が生じるか。それぞれ句読点を含めて50字以内で答えよ。

II. 下の図は地球上の年平均気温および年降水量とバイオーム(生物群系)の関係を示したものである。



問(5) 热帯多雨林とステップは、それぞれ図中のバイオームa～iのどれに相当するか、記号で答えよ。

問(6) 热帯多雨林とステップの特徴として最も適當なものを、次のア～エより
それぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ア. 夏の乾燥に耐える小型の葉をもった常緑広葉樹が優占する。
- イ. 樹高 50 m を超える常緑広葉樹やツル性植物など、多様な植物が生育する。
- ウ. 雨季にはイネ科の植物が優占し、樹木はほとんど見られない。
- エ. 乾燥に強いイネ科の植物が優占し、樹木が点在する。

問(7) 日本の標高が低い土地には、低緯度地帯から高緯度地帯にかけて b, d, e, f の順番で4つのバイオームが存在する。それぞれの名称を答えよ。

問(8) バイオーム b, d, e, f を代表する植物として適當なものを、次のア～エよりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ア. シラビソ、トドマツ、エゾマツ
- イ. ヒルギ、ソテツ、アコウ、ガジュマル
- ウ. シイ類、カシ類、タブノキ
- エ. ブナ、ミズナラ、カエデ類

問(9) ツンドラ地帯における土壤と植生の特徴を、それぞれ句読点を含めて
40字以内で答えよ。