

平成 30 年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

生物基礎・生物

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は 9 ページ, 解答用紙は 4 枚である。
指示があってから確認すること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定のところに記入すること。
4. 計算その他を試みる場合は, 問題冊子の余白を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが, 問題冊子は必ず持ち帰ること。

〔I〕 次の文章A, Bを読み, 以下の問いに答えよ。

A 核酸を構成するヌクレオチドは(①), (②)および塩基からなり, (②)としてRNAは(③), DNAは(④)を含む。RNAの(③)は水酸基を有しており, このためRNA鎖はアルカリ性の溶液中で切断されやすい。DNAは2本鎖で, RNAは通常1本鎖である。DNAとRNAの塩基は, A(アデニン), G(グアニン), C(シトシン)と, DNAではT(チミン), RNAではU(ウラシル)を含む。DNAの主鎖は(①)と(②)が繋がっており, 2本鎖間は塩基同士で水素結合し, 加熱するとこの結合が解かれ, 1本鎖DNAとなる。このDNAの塩基間の結合には相補性があることをシャルガフらは示唆した。^(ア)すなわち, 様々な生物のDNAに含まれている塩基の構成を測定すると, 明瞭な法則が認められた。

2本鎖のDNAの複製は全保存的複製や非保存的複製ではなく, 半保存的複製^(イ)で行なわれることが証明されている。

〔1〕 (①)~(④)に適切な語句を入れよ。

〔2〕 下線部(ア)の塩基構成について, 例えば, Aが15%だとすると, C, GおよびTはそれぞれ何%か答えよ。

〔3〕 下線部(イ)の半保存的複製については, 質量の異なる窒素の同位体(^{14}N と ^{15}N)を含んだ培地を用いて大腸菌を培養することによって証明できる。まず, 重い ^{15}N のみを含んだ培地を用いて大腸菌を培養し, すべてのNが ^{15}N であるDNAを有する大腸菌を作成する。その時の重いDNAの相対量を1とする。その後, 質量の軽い ^{14}N のみを含んだ培地でこれらの大腸菌を培養する。 ^{14}N の培地に移してから1回目, 2回目, 3回目までの分裂後のDNAには, それぞれどのような重さのDNAがどのような割合で含まれると考えられるか, 解答欄の図に書き加えよ。

B 真核生物では、完成した mRNA の 3' 末端にはポリ A 尾部がついている。 mRNA は核内から核膜孔を通過して細胞質に移動後、リボソーム上でタンパク質に翻訳される。翻訳の際、3つの塩基配列からなるコドンが各アミノ酸を指定している。計算上 64 通りのコドンが考えられるが、実際には、これらは 20 種類のアミノ酸を指定しており、各アミノ酸に対して 1～6 種類のコドンが対応する (表 1 参照)。なお、表 1 において、AUG はメチオニンを指定するだけでなく、翻訳を開始するための開始コドンとなる。

表 1 遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基								3 番目の塩基
	U		C		A		G		
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
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	なし	UGA	なし	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	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	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

[4] UAA, UAGおよびUGAはアミノ酸を指定していないが、どのようなコドンとして機能しているのか、20字以内で説明せよ。

- (5) 下記の塩基配列は、あるタンパク質を合成するための mRNA の配列である。このタンパク質は何個のアミノ酸を含み、また、開始コドンから 10 番目のアミノ酸は何か。表 1 を参考に答えよ。

```
GACAA CUUCAUAUGCGGUUCUGCCUUCUUCUCGCUCUGGCU
CUCGUCUCAUUCGUGGUGGUUACUCAGGCUGGUCUCACCCUCG
UGACUUCUCGCUAAAAAAAAAAAAA
```

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒトの心臓は2心房2心室であり、収縮と弛緩を繰り返して血液の循環を維持^(ア)している。全身をめぐる血液は、大静脈から心臓に流入する。さらに心臓から肺へと送られた血液は再び心臓に戻り、^(イ)心臓から全身へと送られる。心房と心室の間には房室弁が、心室と動脈の間には半月弁が、それぞれ存在し、これらの弁が血液の逆流を防いでいる。

図1の線は、左心室が収縮と弛緩を繰り返す1サイクル分の左心室の容積と内圧の変化を示し、矢印は左心室の収縮—弛緩サイクルの方向を示す。

なお、左心室の状態は次の4ステージに分類され、図1のA—B、B—C、C—D、D—Aのいずれかの区間に該当する。

ステージW：左心室の内圧が急激に下降する。

ステージX：左心室の内圧が急激に上昇する。^(ウ)

ステージY：心室の出口にある弁が開き、心室内の血液が動脈へ送り出される。

ステージZ：左心室の内圧が左心房の内圧より低くなり、左心房内の血液が左心室内へ移動する。

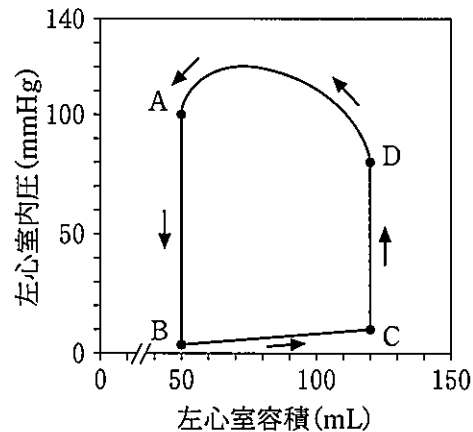


図1 左心室の容積と内圧の変化

〔1〕 下線部(ア)について、2心房1心室である脊椎動物をすべて選び、記号で答えよ。

- ① キンギョ ② カエル ③ トカゲ ④ ニワトリ

〔2〕 下線部(イ)について、心筋には骨格筋と同じく横紋が存在するが収縮のきっかけが異なる。心筋と骨格筋でどのように異なるのかを80字以内で記せ。

〔3〕 下線部(ウ)について、心臓と肺の間をつなぐ血管として肺動脈と肺静脈がある。肺動脈と肺静脈を流れる血液を比較した説明として正しい文を1つ選び、記号で答えよ。

肺動脈を流れる血液は、肺静脈を流れる血液と比較して、

- ① 酸素分圧が高く、二酸化炭素分圧も高い動脈血である。
- ② 酸素分圧が高く、二酸化炭素分圧が低い動脈血である。
- ③ 酸素分圧が高く、二酸化炭素分圧も高い静脈血である。
- ④ 酸素分圧が高く、二酸化炭素分圧が低い静脈血である。
- ⑤ 酸素分圧が低く、二酸化炭素分圧が高い動脈血である。
- ⑥ 酸素分圧が低く、二酸化炭素分圧も低い動脈血である。
- ⑦ 酸素分圧が低く、二酸化炭素分圧が高い静脈血である。
- ⑧ 酸素分圧が低く、二酸化炭素分圧も低い静脈血である。

〔4〕 図1の心臓の1分間あたりの心拍数が75回の場合、(a)AからBへと移動し、再びAに戻るまでの1サイクルの時間(秒)と、(b)1分間に心臓から送り出される血液量(mL)を答えよ。

〔5〕 ステージW、X、YおよびZを正しい順番に並べよ。ただし、このサイクルをステージWから始めよ。

〔6〕 図1でステージYに相当するのはどの区間か、記号で答えよ。

- ① A—B ② B—C ③ C—D ④ D—A

〔7〕 図1で左房室弁(左心房と左心室の間に存在する弁)が閉じている区間を〔6〕の①～④の選択肢からすべて選び、記号で答えよ。

〔8〕 下線部(エ)で、左心室の内圧が急激に上昇する理由を、弁と心筋に着目して60字以内で説明せよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物の器官である茎や根が環境からの刺激を受けた時に、刺激の方向に対して一定の角度をもって屈曲する反応を(①)といい、植物の器官が刺激の方向とは無関係に、ある一定の方向に屈曲する反応を(②)という。植物体を横に倒すと、茎は上に向かって立ち上がる(③)の重力(①)、根は下に向かって伸びる(④)の重力(①)を持つ。この重力に対する屈曲反応は、重力刺激により茎の内皮細胞や根の根冠のコルメラ細胞に存在する(⑤)が重力方向に沈降することで、茎や根において成長調節物質が下側(重力側)へ移動して下側の濃度が高まり、細胞の伸長速度に差が生じることにより引き起こされる。この成長調節物質は、図2に示されるように、植物の器官によって成長を促進する最適濃度が異なっている。

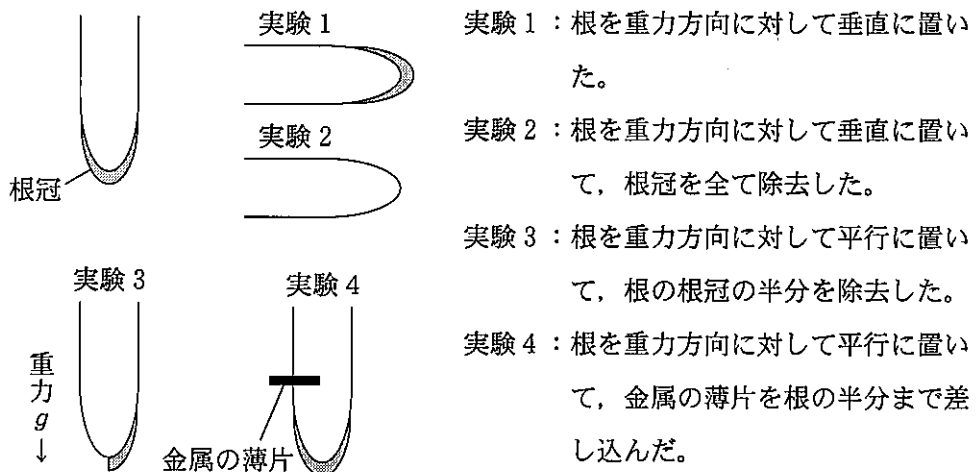


図1 根の屈曲実験

実験1：根を重力方向に対して垂直に置いた。

実験2：根を重力方向に対して垂直に置いて、根冠を全て除去した。

実験3：根を重力方向に対して平行に置いて、根の根冠の半分を除去した。

実験4：根を重力方向に対して平行に置いて、金属の薄片を根の半分まで差し込んだ。

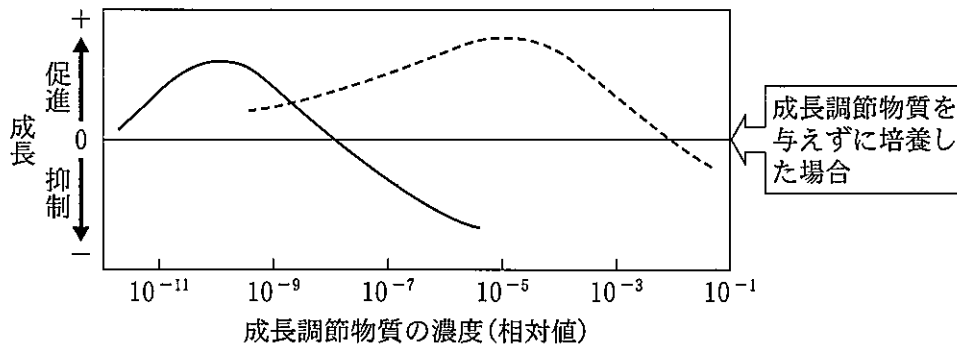


図2 成長調節物質を与えた場合の茎と根の成長

- [1] (①) ~ (⑤) に適切な語句を入れよ。
- [2] 図1で示す実験を行った。実験1~4において根はそれぞれどの方向に向かって伸長するかを簡潔に述べよ。
- [3] 下線部(イ)の成長調節物質を答えよ。
- [4] 図2の実線と点線は茎または根の成長を示している。実線と点線に対応する植物の器官を答えよ。
- [5] 下線部(ア)のように植物体を横に倒すと、茎は上に向かって立ち上がり、根は下に向かって伸びるしくみを200字程度で説明せよ。その際、図1の実験結果、下線部(イ)の成長調節物質および図2に示される器官の感受性に着目して説明すること。

〔IV〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

現在地球上にみられる生物多様性は、生命が誕生してから果てしない時間をかけて築きあげられてきた賜物である。それぞれの生物種は、必要とする資源や利用法など、生息環境で果たしている生態的な役割が決まっており、様々な相互作用を及ぼしあいながら共存している。近年、生物多様性の減少が問題となっているが、その要因として、土地利用の改変や生物の乱獲、本来の生息地でない場所に他の地域から持ち込まれた生物による影響などが挙げられる。これらの要因によって、その地にもともと生息していた生物の個体数が減少すると、個体群や種を絶滅に向かわせる新たな要因が誘発されることが知られている。いったん、個体数の減少が加速してしまうと、個体数を元のレベルに回復させることは難しい。生物多様性の保全は、我々人類にとって重要な課題の1つといえる。

〔1〕 下線部(ア)の3つの階層(段階)を答えよ。

〔2〕 下線部(イ)について、次の問いに答えよ。

(1) 下線部(イ)を何というか答えよ。

(2) 下線部(イ)が似ている種の中には、系統的な起源が異なっても、環境に適応した結果、同じような形や機能を持つ器官を有するようになったものがある。①このような現象を何といい、また、②このような器官を何と
いうか答えよ。

〔3〕 下線部(ウ)に関して、次の①～③の生物の組み合わせにおいて最も適当と考えられるそれぞれの相互作用を何と
いうか答えよ。

① マメ科植物と根粒菌

② カクレウオとナマコ

③ ヤドリギとサクラ

〔4〕 下線部(エ)について、次の問いに答えよ。

- (1) 下線部(エ)を何というか答えよ。
- (2) 食物網の構成に着目した場合、生物多様性が高い森林と生物多様性が低く都市化の進んだ市街地とを比較した場合、①下線部(エ)が定着できる可能性はどちらが高いか答えよ。また、②その理由を80字以内で述べよ。

〔5〕 下線部(オ)が生じる理由を「遺伝子」「突然変異」「遺伝的浮動」という語句を用いて60字以内で述べよ。

問題訂正

理科「生物基礎・生物」 14:50開始

<問題訂正>

理科「生物基礎・生物」

3 ページ 問題〔I〕(5)

(誤) …また, 開始コドンから10番目の

(正) …また, 開始コドンを1番目として10番目の

問題訂正

理科「生物基礎・生物」 14:50開始

<問題訂正>

理科「生物基礎・生物」

4ページ 問題〔Ⅱ〕

(誤) ステージ Y: 心室の出口にある弁が開き,
心室内の…

(正) ステージ Y: 左心室の出口にある弁が開き,
左心室内の…

9ページ 問題〔Ⅳ〕〔4〕(2)

(誤) 食物網の構成に着目した場合, 生物…

(正) 食物網の構成に着目し, 生物…

(誤) …高いか答えよ。また, …

(正) …高いか答えよ。解答は森林もしくは市街地と記入すること。また, …