

生物基礎・生物（後期日程）

（注意事項）

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入してください。
(生物基礎・生物その1)～(生物基礎・生物その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用しても構いませんが、採点対象とはしません。
5. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(生物基礎・生物その1)、(生物基礎・生物その2)、(生物基礎・生物その3)、(生物基礎・生物その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下をそろえて4枚重ねてください。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意してください。
6. すべての確認作業が終了するまで着席しててください。

問題1 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

真核生物の転写では、遺伝子の転写開始部位の近傍に存在する(ア)と呼ばれる DNA 配列に(イ)や RNA ポリメラーゼが結合することで遺伝子の転写が開始される。また、転写の調節は(ア)とは異なる転写調節領域とその領域に結合する(ウ)が重要な役割を担っている。真核生物ではイントロンを含めた DNA 配列が RNA に転写され、mRNA 前駆体が合成される。その後、(エ)という過程を経て mRNA 前駆体からイントロンが取り除かれる。mRNA 前駆体は(エ)だけでなく核内で化学的な修飾を受け、mRNA がつくられる。完成した mRNA は細胞質基質へ移動し、(オ)で翻訳される。

ある遺伝子 X の転写調節領域が転写に及ぼす影響および組織特異的な転写調節のしくみを調べるために以下の実験を行った。

遺伝子 X の転写に関わる

(ア)とその転写調節領域 A, B, C を緑色蛍光タンパク質 (GFP) 遺伝子に連結した DNA1~8 を作製した(図1)。DNA1~8 を様々な臓器由来の培養細胞 I~IV に導入し、GFP の蛍光を観察した(表1)。

図1

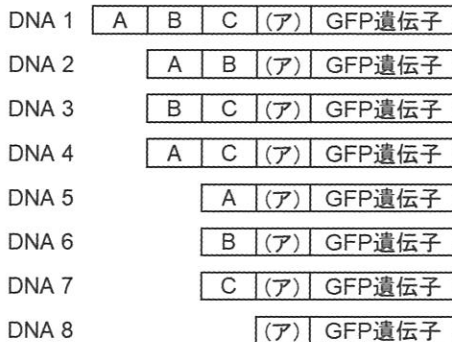


表1

(○: 蛍光あり, ×: 蛍光なし)

	培養細胞 I	培養細胞 II	培養細胞 III	培養細胞 IV
DNA 1	○	○	×	×
DNA 2	○	×	×	×
DNA 3	○	○	×	×
DNA 4	○	○	○	○
DNA 5	○	×	○	○
DNA 6	×	×	×	×
DNA 7	○	○	○	×
DNA 8	×	×	×	×

問1 文中の(ア)~(オ)に入る適切な語を下の解答欄に記入しなさい。

ア:	イ:	ウ:	エ:	オ:
----	----	----	----	----

問2 真核生物の RNA ポリメラーゼと(ア)との結合について原核生物と異なる点を簡潔に説明しなさい。

問3 表1は DNA1~8 を培養細胞 I~IV に導入し、GFP の蛍光を観察した結果である。以下の選択肢カ, キ, クから転写調節領域 A, B, C のはたらきとして適当なものを選びなさい。各培養細胞に導入される DNA1~8 の量は一定とし、翻訳される効率も同じとする。

(カ) 転写を促進する。 (キ) 転写を抑制する。 (ク) 転写を促進も抑制もしない。

転写調節領域 A :	転写調節領域 B :	転写調節領域 C :
------------	------------	------------

問4 転写調節領域 A, B, C に結合する(ウ)をそれぞれ a, b, c とする。図1と表1から各培養細胞 I~IV で発現していると考えられるもの(a, b, c)を全て○で囲みなさい。なお、各領域のはたらきは(ウ)が存在すると出現し、存在しないと出現しないものとし、表1の結果を説明できるものを選びなさい。

培養細胞 I :	a	b	c	培養細胞 II :	a	b	c
培養細胞 III :	a	b	c	培養細胞 IV :	a	b	c

問5 表1では培養細胞 I に DNA1 を導入すると GFP の蛍光が観察されている。ところが、培養細胞 I の遺伝子 X の発現を調べたところ、遺伝子 X がコードしているタンパク質は検出できなかった。考えられる理由を簡潔に説明しなさい。転写調節領域は A, B, C 以外に存在しないものとする。また、DNA の変異や翻訳は考慮しないものとする。

受験番号

小計

問題 2 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

生物における DNA の塩基配列およびタンパク質のアミノ酸配列は世代を経るに従い変化するが、このような分子レベルでの変化を分子進化という。例えば、異なる生物間で塩基やアミノ酸の配列を比較すると、類縁関係が遠い種間ほど置換数が多い傾向にある。異なる生物間での塩基配列やアミノ酸配列の変化速度は、2種が進化の過程で分岐した年代を推定することによって利用される。ただし、遺伝子やタンパク質の種類によって塩基配列やアミノ酸配列の変化速度は異なることが知られている。

表 1 (Prakash M., Molecular Genetics, 2007 より改変)

遺伝子	同義置換の割合	非同義置換の割合
ヒストン H3	4.52	0.00
ヒストン H4	3.94	0.00
ミオグロビン	4.10	0.57
アルブミン	5.16	0.92
インターフェロン γ	5.50	3.06

各タンパク質をコードするヒトおよびマウスの遺伝子間の同義置換と非同義置換の割合（1塩基あたり10億年あたりの値）
ヒストンには H3 や H4 など複数のタンパク質をコードする遺伝子がある

問 1 表 1 において同義置換の割合が非同義置換の割合より高くなっている理由を説明しなさい。

問 2 表 1 においてヒストン H3 およびヒストン H4 の非同義置換の割合が他の遺伝子と比べて低くなっている理由をヒストンの機能と関連して説明しなさい。

問 3 木村資生が提唱した中立説を分子進化に関連して説明しなさい。

問 4 古生物学の研究からヒトとマウスの共通祖先が分岐した時期は約 7500 万年前と考えられている。ヘモグロビン α は 141 個のアミノ酸からなるが、ヒトとマウスのヘモグロビン α では 19 個のアミノ酸の違いがある。進化過程でヘモグロビン α の 1 個のアミノ酸が変化するのに約何万年必要であるかを求めなさい。小数点以下 1 桁を四捨五入して何万年で答えなさい。

約 _____ 万年

問 5 ヒトの成体のヘモグロビンはヘモグロビン α とヘモグロビン β から構成されている。ヘモグロビン α とヘモグロビン β をコードする遺伝子は進化の過程でどのように生じてきたのかを説明しなさい。

問 6 ネアンデルタール人などの旧人や現生人類の進化研究にミトコンドリア DNA の塩基配列がよく利用されている。

ミトコンドリア DNA のどのような特徴が上記の進化研究に有用であるかの理由を 2 つ答えなさい。

受験番号

小計

問題 3 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

真核細胞の細胞膜や細胞小器官における膜の基本構造は共通しており、主に脂質やタンパク質によって構成される。脂質についてはリン脂質が最も多く存在しており、(a)このリン脂質が二層に並ぶことで脂質二重層を形成している。生体膜にはリン脂質の他に異なった機能を担う複数種の膜タンパク質が存在しており、細胞膜に存在する(1)は膜を透過しにくい物質の出入りに関与している。膜を介した物質の輸送のうち、濃度勾配にもとづく拡散によって行われる輸送を(2)といい、これに(1)が関与するものについては(3)がイオンや水を、(4)が糖やアミノ酸などの比較的大きな分子を透過させる。水分子のほとんどは(3)の一種である(5)を介して細胞膜を透過し、この数を変化させることで移動する水の量が調節される。膜タンパク質は(1)の他にも情報伝達物質を受け取るものや、(b)細胞接着に関わるものなどがある。生体膜は静的なものではなく、(c)小胞を形成するといったダイナミックな形状変化を起こすことができ、これにより物質の細胞内への取りこみや、細胞外への放出を行う。

問 1 文中の(1)～(5)に入る適切な語を下の解答欄に記入しなさい。

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

問 2 下線部(a)に関連して、細胞内には内部に脂質を容れた脂肪滴という小胞が存在する。脂肪滴を形成する膜の構造は細胞膜の構造と異なるが、どのように異なっているかについて、リン脂質の構造に着目して考えを述べなさい。

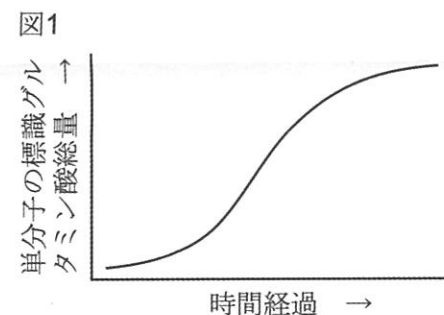
--

問 3 下線部(b)に関連して、細胞間結合のうち隣接する細胞間における直接的な分子の輸送に関与するものの名称を解答欄 I に記入し、その構造と輸送される物質について解答欄 II に説明しなさい。

解答欄 I	
解答欄 II	

問 4 下線部(c)に関連して、以下の文章を読み(ア)から(ウ)の問いに答えなさい。

自然界に存在するものと区別できるように標識されたグルタミン酸(標識グルタミン酸)と、標識されていないグルタミン酸以外の種々のアミノ酸を用いて人工的にタンパク質 A を合成した。タンパク質 A を細胞培養の培地に添加して培養細胞に取り込ませた後に、細胞内の単分子となった標識グルタミン酸の総量を数時間ごとに測定したところ、図 1 に示す実験結果が得られた。なお、この測定においてはタンパク質 A に存在する単分子になっていない標識グルタミン酸は検出できない。



- (ア) 細胞によるタンパク質 A の取りこみについて、下線部(c)に記された小胞の形成を伴うしくみの名称を解答欄 I に答えなさい。
- (イ) 細胞によるタンパク質 A の取りこみが(ア)で答えたしくみのみで行われたと仮定する。細胞内に存在する単分子となった標識グルタミン酸の総量は図 1 が示すように時間経過とともに増加した。単分子の標識グルタミン酸を生じさせることに関与した細胞小器官の名称を解答欄 II に、この変化をもたらしたしくみについて解答欄 III に答えなさい。
- (ウ) タンパク質 A を培養細胞に取り込ませてから数日後に、培養液中に存在するタンパク質 A とは異なるタンパク質 B を単離、精製した。精製したタンパク質 B に前処理を加えて分析したところ、タンパク質 B にも標識グルタミン酸が含まれていた。この結果が得られた理由を解答欄 IV に答えなさい。

解答欄 I	解答欄 II
解答欄 III	
解答欄 IV	

受験番号	小計

問題 4 次の問（問1～5）に答えなさい。解答はかっこに記入すること。

問 1 次の文（1～5）のうち間違っているものをすべて選び、番号で答えなさい。 解答 []

1. 血管が損傷を受けると血小板が損傷部位に集まり血餅を形成する。
2. 血液凝固におけるトロンビンの生成にはカリウムイオンが必要である。
3. トロンピンは血しょう中のフィブリノーゲンをフィブリンに変える。
4. 採血した血液を血液凝固させた後に血餅を除くと血しょうが残る。
5. 線溶は酵素の働きによりフィブリンが分解されることで起こる。

問 2 次の文（1～5）のうち間違っているものをすべて選び、番号で答えなさい。 解答 []

1. 微小管の構成単位は α チューブリンと β チューブリンからなる2量体である。
2. ダイニン微小管上をマイナス端からプラス端へと移動するモータータンパク質である。
3. アクチンフィラメントは筋肉の収縮や細胞のアメーバ運動に関与する。
4. 核膜の内側に存在する中間径フィラメントは核の形状維持に関与する。
5. 細胞分裂時に見られる紡錘糸はミオシンフィラメントで形成される。

問 3 次の文（1～5）のうち間違っているものをすべて選び、番号で答えなさい。 解答 []

1. 脳や脊髄などから体の各部の効果器へと情報を伝える神経線維の束を遠心性神経と呼ぶ。
2. ニューロンは刺激の強さが閾値以上になると活動電位が生じ、さらに刺激が強くなると活動電位は大きくなる。
3. 無髄神経線維では直径が太いものほど内部の電気抵抗が大きくなるため伝導速度が小さくなる。
4. ヒトなどの脊椎動物では網膜にある錐体細胞とかん体細胞で光刺激を色や明暗情報として受容している。
5. 膝蓋腱反射では屈筋は抑制性介在ニューロンの働きによって収縮が抑制されている。

問 4 次の文（1～5）のうち間違っているものをすべて選び、番号で答えなさい。 解答 []

1. 生物の生活が環境に影響を及ぼすことを環境形成作用という。
2. 裸地のような植物の生育に厳しい環境に最初に侵入し定着する植物を先駆種という。
3. 遷移が進行した結果、植生を構成する植物種の組成が安定し変化しないように見える状態が極相である。
4. マングローブは熱帯から亜熱帯地域の海岸や河口の汽水域に分布する。
5. 九州など比較的暖かい地域ではスダジイやアラカシなどの夏緑樹林が分布している。

問 5 次の文（1～5）のうち間違っているものをすべて選び、番号で答えなさい。 解答 []

1. 古細菌であるメタン菌の細胞膜はエーテル脂質とよばれる脂質で構成されている。
2. 緑藻類のアオサはクロロフィル a と b をもち光合成を行う。
3. 担子菌類のシイタケはペプチドグリカンと呼ばれる多糖類が主成分である細胞壁をもつ。
4. 刺胞動物のクラゲは外胚葉と内胚葉の2種類の胚葉をもつ。
5. 三胚葉動物の新口動物は胚発生の原口が成体の口になる。

受験番号

小計