2020年度　　　　〔試験時間　100分〕

T３ 物理　T４ 化学　T５ 生物

この冊子は，物理，化学及び生物の問題を１冊にまとめてあります。

物理の問題は，４ページより35ページまであります。
化学の問題は，36ページより51ページまであります。
生物の問題は，52ページより84ページまであります。

〔注　　意〕

(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。監督者から試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し，さらに受験番号と入試方式をマークしてください。

(3) 物理，化学，生物のうち，１科目だけを解答してください。
複数科目解答した場合は，採点されません。

(4) 監督者から指示があったら，選択科目マーク欄に選択した科目を必ず１つだけマークしてください。
マークした科目だけを採点します。選択科目マーク欄にマークがされていない場合，又は，２つ以上マークした場合は採点されません。

(5) 試験開始後，選択科目をマークする場合はマーク忘れがないように十分注意し，確認してください。

(6) 解答は，所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(7) 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を，必ず読んでから解答してください。

(8) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

生　　物

1　酵素に関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(3)に答えなさい。　(22 点)

タンパク質はアミノ酸が ［(ア)］ 結合によってつながれた高分子である。タンパク質にはアクチンやミオシンなど ［(イ)］ にはたらくもの，アミラーゼのように ［(ウ)］ として触媒機能をもつもの，抗体のように ［(エ)］ にはたらくもの，インスリンのように ［(オ)］ としてはたらくものなど，種類によりさまざまなはたらきがある。タンパク質は自身がはたらくために適した環境があり，タンパク質の折れたたまりもそれに応じて変化する。ヒトが摂取した食物は体内で代謝され，その際には様々なタンパク質が作用する。例として胃ではたらく<u>ペプシン</u>(i)がある。

(1)　文章中の空欄 ［(ア)］ 〜 ［(オ)］ に当てはまる最も適切な語句を**解答群A**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。なお各選択肢は二度使用しないこと。

解答群A

0　酵　素	1　運　動	2　神　経	3　免　疫
4　ホルモン	5　複　製	6　転　写	7　水　素
8　エステル	9　ペプチド		

(2) **下線部(i)**に関して，ペプシンの反応機構を調べる目的で以下の実験を行った。

ペプシンと，ある濃度の基質を温度 37 ℃，pH 3 で混合し，反応生成物を観察したところ，**図 1** のように時間の経過とともに生成物量が増加したが，40 分以降は一定の値となった。このとき，**図 1** 中の①～③のうち，反応速度が最も高い場所を選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。なおペプシンの酵素活性の至適温度は 37 ℃ で，活性測定時間中に失活することはないものとする。

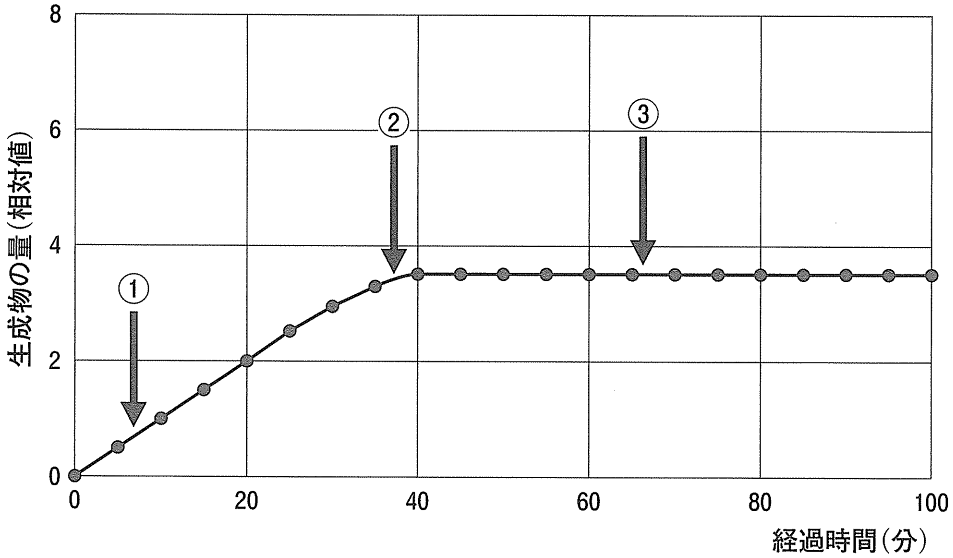


図 1　ペプシンによる基質の分解

(3) 続いて(a)〜(d)に示すように反応条件を変更した。

(a) 加えるペプシンの量を2倍にした。

(b) 加える基質の濃度を2倍にした。

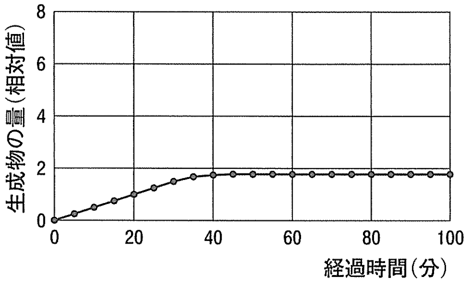
(c) 反応温度を28℃にした。

(d) ペプシンの競争的阻害剤を基質濃度と同量，反応液に添加した。

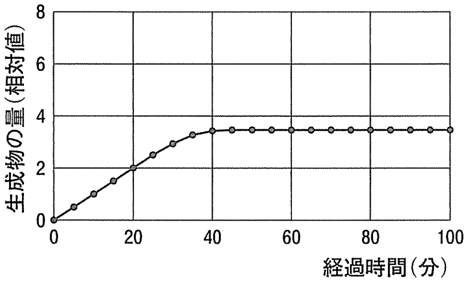
(a)〜(d)それぞれの反応条件で予想される最適なグラフを**解答群B**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。なお同じグラフを複数回選択してもかまわない。

解答群 B

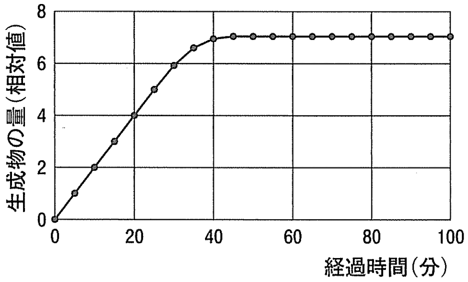
0



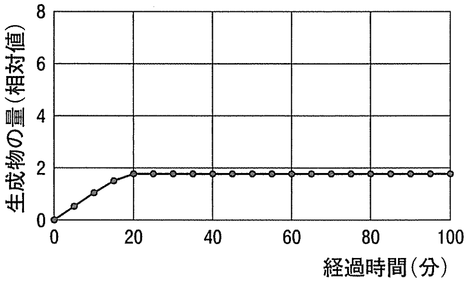
1



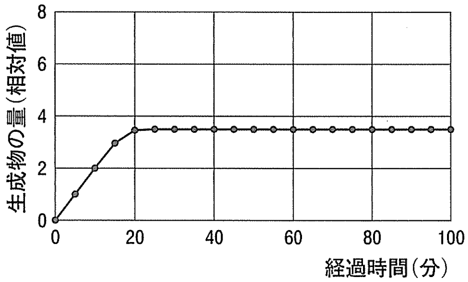
2



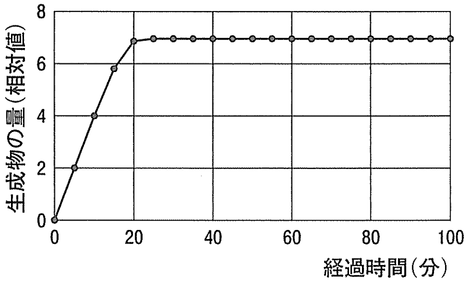
3



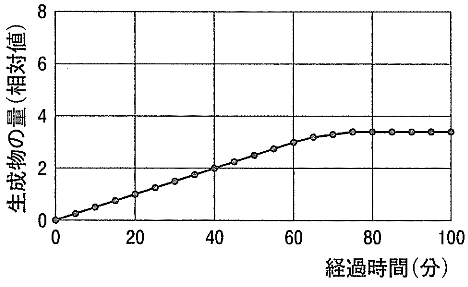
4



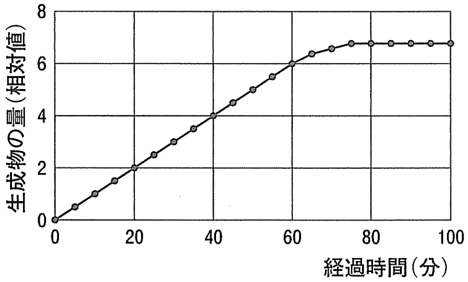
5



6



7



2 代謝とエネルギーに関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(6)に答えなさい。

(20 点)

ATP(アデノシン三リン酸)(i)を合成する主要な代謝には呼吸(ii)と光合成がある。呼吸の過程はいくつもの反応からなるが，大きくは解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の3つに分けられる。解糖系では，1分子のグルコースを2分子の [(a)] に分解して，2分子の ATP が産生される。この反応は [(ア)] を必要とせず，細胞質基質で行われる。解糖系でつくられた [(a)] は脱炭酸反応を経て [(b)] に変換された後，[(c)] と結合してクエン酸をつくる。クエン酸は様々な酵素により段階的に反応を受け，最終的にクエン酸回路全体では [(イ)] と共に10分子の [(ウ)] と，2分子の ATP が産生される。このクエン酸回路の反応はミトコンドリアの(iii) [(d)] で行われる。解糖系とクエン酸回路で生じた水素は [(ウ)] として回収され，ミトコンドリアの [(e)] にある電子伝達系において，電子と [(エ)] に分かれる。電子は電子伝達系を構成するタンパク質に次々に受け渡され，[(エ)] は最終的に [(ア)] と反応して [(オ)] になり大量の ATP が産生される。また，[(ア)] を使わずにグルコースなどを分解して，ATP を産生する代謝として発酵(iv)がある。

(1) 文章中の空欄 [(a)] 〜 [(e)] それぞれに当てはまる最も適切な語句の組み合わせを**解答群A**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群A

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
0	ピルビン酸	アセチル CoA	オキサロ酢酸	マトリックス	内　膜
1	ピルビン酸	乳　酸	オキサロ酢酸	クリステ	外　膜
2	ピルビン酸	アセチル CoA	フマル酸	マトリックス	外　膜
3	乳　酸	ピルビン酸	オキサロ酢酸	クリステ	内　膜
4	乳　酸	ピルビン酸	フマル酸	マトリックス	外　膜

(2) 文章中の空欄 [(ア)] ～ [(オ)] に当てはまる最も適切な語句を**解答群B**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群B

0 酸 素	1 硫化水素	2 二酸化炭素
3 酸素イオン	4 水	5 窒 素
6 水素イオン	7 アンモニア	8 過酸化水素
9 補酵素		

(3) **下線部**(i)ATP(アデノシン三リン酸)の説明として**誤り**を含むものの組み合わせを**解答群C**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

a アデニンとリボースとが結合したアデノシンに，リン酸3分子が結合したヌクレオチドの一つである。

b ATPのリン酸同士の結合を高エネルギーリン酸結合という。

c ATPを加水分解するとADP(アデノシン二リン酸)とリン酸が産生される。

d 解糖系ではその過程でATPは産生されるが，消費はされない。

e クエン酸回路では，酸化的リン酸化によりATPが産生される。

解答群C

0 (a，b)	1 (a，c)	2 (a，d)	3 (a，e)
4 (b，c)	5 (b，d)	6 (b，e)	7 (c，d)
8 (c，e)	9 (d，e)		

(4) **下線部**$\underset{(ii)}{\text{呼吸}}$の説明として**誤り**を含むものの組み合わせを**解答群D**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

a　解糖系では，基質であるグルコース代謝産物のリン酸化反応と脱リン酸化反応をともなう。

b　解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の３つの過程において，酸化還元反応をともなう。

c　クエン酸回路では，補酵素の NAD^+ と FAD が酸化される。

d　電子伝達系では，補酵素の NADH と $FADH_2$ が還元される。

e　電子伝達系では，ATP 合成酵素の働きにより ADP から ATP が産生される。

解答群D

0（a，b）	1（a，c）	2（a，d）	3（a，e）
4（b，c）	5（b，d）	6（b，e）	7（c，d）
8（c，e）	9（d，e）		

(5) **下線部**$\underset{(iii)}{\text{ミトコンドリア}}$の説明として**誤り**を含むものを**解答群E**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群E

0　ほとんどの真核生物に存在している。

1　シアノバクテリアに存在している。

2　独自の DNA をもっている。

3　内外２枚の膜をもっている。

4　分裂により増殖する。

(6) **下線部** (iv)発酵の説明として最も適切なものを**解答群F**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群F

0 発酵で産生される ATP は基質レベルのリン酸化だけに依存している。

1 筋肉でグルコースあるいはグリコーゲンが分解されて乳酸が産生する過程を乳酸発酵という。

2 発酵は呼吸に比べて1分子のグルコースから産生される ATP が多い。

3 乳酸発酵では，1分子のグルコースから1分子の乳酸と2分子の ATP が産生される。

4 アルコール発酵では，1分子のグルコースから1分子のエタノールと，2分子の二酸化炭素，2分子の ATP が産生される。

3 DNA 複製および遺伝子発現に関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(5)に答えなさい。（22 点）

遺伝情報を担う DNA は，真核生物では核に収納されている。ヒト細胞では，合計約 2 メートルにもおよぶ DNA が，直径約 10 マイクロメートルほどの核に収納されているが，DNA はタンパク質とともに [(ア)] を形成して存在している。[(ア)] の構成単位は [(イ)] と呼ばれ，ヒストンというタンパク質が集合した構造に DNA が約 2 周巻きついたものである。細胞が分裂する前に DNA が複製される際には [(ア)] の折りたたまれた構造がゆるめられ，DNA ポリメラーゼが接近しやすくなる。[(ア)] は DNA が転写される際にもその構造がゆるめられるが，この時は，まず基本転写因子群が転写される遺伝子の近くにある [(ウ)] に集合し，RNA ポリメラーゼを転写開始点まで連れてくる。RNA ポリメラーゼは，鋳型となる DNA 鎖上を [(エ)] 方向に移動しながら，RNA を [(オ)] 方向に合成していく。真核生物の遺伝子には，その DNA にエキソンと呼ばれる翻訳される配列と，イントロンと呼ばれる翻訳されない配列がある。遺伝子の DNA は転写され，スプライシングを受けて mRNA となり，その後翻訳されてタンパク質となる。

(1) 文章中の空欄 [(ア)] 〜 [(オ)] に当てはまる最も適切な語句を**解答群A**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群A

0 ヌクレオチド　　1 ヌクレオソーム　　2 クローニング
3 クロマチン　　4 3'→5'　　5 5'→3'
6 オペレーター　　7 オペロン　　8 プロモーター
9 コドン

(2) (i) 転写，(ii) 翻訳，(iii) スプライシングは，細胞内のどの構造体で行われるか。最も適切な組み合わせを**解答群B**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群B

	(i)	(ii)	(iii)
0	核	リソソーム	リボソーム
1	核	リボソーム	リソソーム
2	核	リボソーム	核
3	核	リソソーム	核
4	リソソーム	核	核
5	リボソーム	核	核

(3) DNA 複製に関する以下の(a)〜(e)の文章に関して，記述に**誤り**を含むものの組み合わせを**解答群C**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(a) ヌクレオチドはリン酸と糖と塩基からなり，DNA 複製においては，そのリン酸と塩基が交互につなげられていく。

(b) DNA 複製では，2本鎖 DNA が1本鎖にほどかれ，DNA ポリメラーゼが DNA 鎖に結合してまず短い DNA プライマーを合成し，このプライマーにつなげて DNA 新生鎖を伸長する。

(c) DNA 複製では，2本鎖 DNA が1本ずつに分かれ，それぞれが新しく合成された DNA 鎖と2本鎖を形成した結果，2組の2本鎖 DNA ができあがるが，このようなしくみは半保存的複製と呼ばれる。

(d) DNA ポリメラーゼは，リーディング鎖では5'→3'方向に新生鎖を伸長し，ラギング鎖では3'→5'方向に新生鎖を伸長する。

(e) 真核生物の線状染色体の末端はテロメアと呼ばれるが，テロメアにある DNA を伸ばす特別なしくみが備わっていない細胞では，DNA 複製のたびにテロメア DNA が短くなっていく。

解答群C

0 (a), (b), (c)
1 (b), (c), (d)
2 (c), (d), (e)
3 (a), (d), (e)
4 (a), (b), (e)
5 (a), (b), (d)
6 (b), (c), (e)
7 (a), (c), (d)
8 (b), (d), (e)
9 (a), (c), (e)

(4) DNA 複製はまれに間違いを起こし，DNA の塩基配列の変化が起こることがある。DNA 塩基配列の変化が遺伝子発現に与える影響に関する以下の(a)〜(e)の文章に関して，記述が正しいものの組み合わせを**解答群D**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(a) 遺伝子の DNA 配列に欠失や挿入が起こると，コドンの読み枠のずれが起こり，それ以降のアミノ酸配列が大きく変わることがある。

(b) アミノ酸を指定するコドンが終止コドンに変わるような塩基置換が起こった遺伝子からは，正常よりも短いタンパク質ができてしまうが，欠失や挿入の変異では終止コドンが出現するような変化は起こらない。

(c) 同一生物種内の個体間で，DNA 配列のある同じ位置に 1 塩基単位の違いがあり，かつこれがある一定以上の割合で存在する場合，これを一塩基多型(SNP)という。

(d) かま状赤血球貧血症という病気は，ミオグロビン鎖を指定する DNA の塩基配列に置換が生じることが原因となる。

(e) DNA 複製の誤りにより相補的でない塩基対ができてしまうことがあるが，細胞はこのような間違いを正す DNA 修復と呼ばれる機能をもっている。

解答群D

0 (a), (b), (c)
1 (b), (c), (d)
2 (c), (d), (e)
3 (a), (d), (e)
4 (a), (b), (e)
5 (a), (b), (d)
6 (b), (c), (e)
7 (a), (c), (d)
8 (b), (d), (e)
9 (a), (c), (e)

(5) **図1**は，2つのエキソンと1つのイントロンで構成されるある遺伝子(遺伝子Aとする)の模式図である。遺伝子Aを発現している細胞からmRNAを抽出し，逆転写を行ってmRNAと相補的なDNA(cDNA)を得た(**図1**)。ここで得られたcDNAを鋳型として，**図2**に示したプライマー(P1からP4)を用いてポリメラーゼ連鎖反応(PCR)を行ない，DNAを増幅させた。PCRは，プライマーP1とP4，P2とP4，P3とP4という3通りの組み合わせを使って行なった。この3通りのPCRで増幅されるDNAを，アガロースゲルを使って電気泳動した場合，どのような泳動パターンになると予想されるか。最も適切なものを**解答群E**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

ただし，**図1**に示した遺伝子Aの転写や逆転写は全長にわたって起こるものとし，エキソン1，イントロン1，エキソン2の長さは互いに等しいものとする。また，**図2**に示したプライマーP1，P2，P3，P4は，それぞれエキソン1，イントロン1，エキソン2，エキソン2に，図中に示した位置と向きで結合するように設計されているものとし，図中に示した位置以外には結合しないものとする。

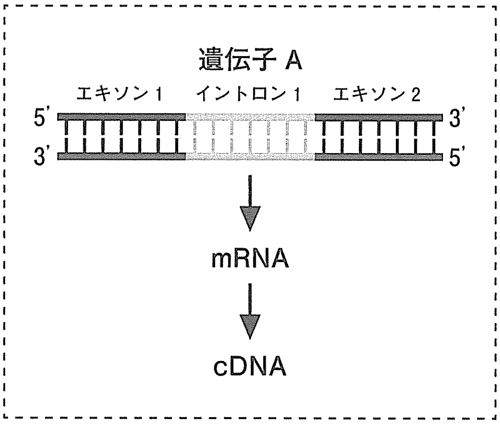

遺伝子 A
エキソン 1
イントロン 1
エキソン 2
5'
3'
3'
5'
mRNA
cDNA

図 1

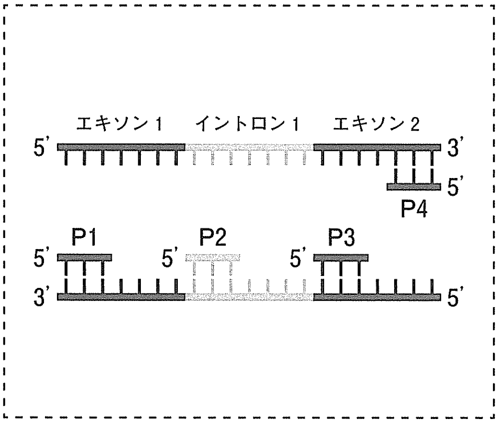
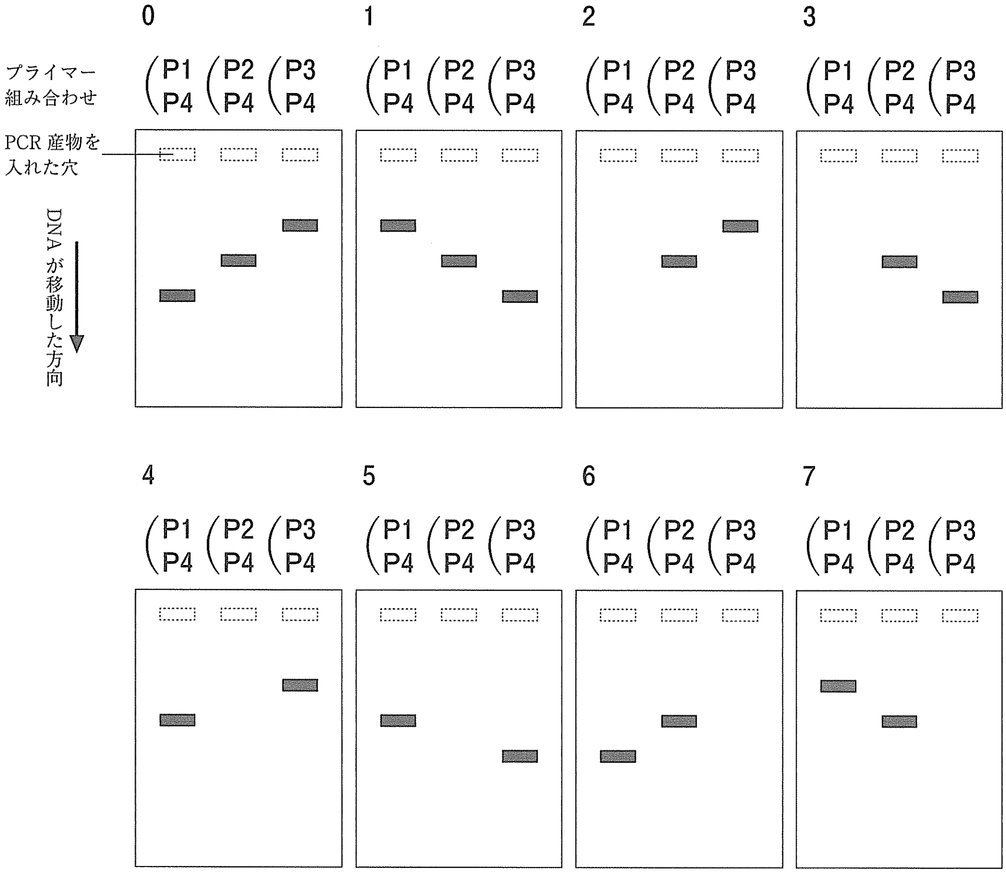

エキソン 1
イントロン 1
エキソン 2
5'
3'
5'
P4
P1
P2
P3
5'
5'
5'
3'
5'

図 2

解答群 E


0
1
2
3
4
5
6
7
プライマー組み合わせ
P1 P4
P2 P4
P3 P4
PCR 産物を入れた穴
DNA が移動した方向

4 ニワトリ胚の組織間相互作用に関する次の文章を読み，**設問**(1)，(2)に答えなさい。 (22 点)

(1) ニワトリ胚の背中と肢(あし)の皮膚は，表皮とその下にある真皮から構成される。発生が進行すると，背中には羽毛が生じ，肢には鱗(うろこ)が生じる。ニワトリ胚の背中と肢の皮膚をそれぞれ表皮と真皮に分離し，それらを単独で，または組み合わせて発生させた時に，どのような構造ができるか観察した。

実験 1 5 日胚の背中の表皮と真皮を酵素処理で分離したのち，再度結合させて発生させると羽毛ができた(**図 1 上**)。一方，5 日胚の肢の表皮と真皮を分離したのち，再度結合させて発生させると鱗ができた(**図 1 下**)。表皮だけ，真皮だけで発生させると，いずれからも正常な皮膚はできなかった。

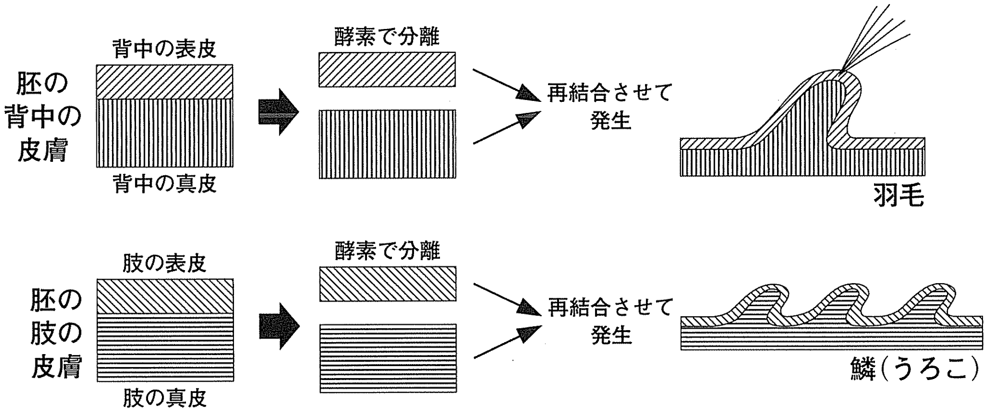


図 1

実験 2 5 日胚の背中の表皮を，13 日胚の肢の真皮と結合させると鱗ができた。一方，同じ表皮を 13 日胚の背中の真皮と結合させると羽毛になった。

実験 3 8 日胚の背中の表皮を，13 日胚の肢の真皮と結合させると羽毛ができた。一方，同じ表皮を 13 日胚の背中の真皮と結合させると羽毛になった。

(a) **表皮**と**真皮**それぞれが由来する胚葉と同じ胚葉由来の組織を**解答群A**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。なお同じ番号を複数回選択してもかまわない。

解答群A

0 血管内皮　　1 小腸上皮　　2 網　膜　　3 気　管

(b) **実験1〜3**の結果の解釈として最も適切なものを**解答群B**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群B

0 皮膚の発生には表皮と真皮の相互作用が必要で，分化方向は真皮が決めている。

1 皮膚の発生には表皮と真皮の相互作用が必要で，真皮から表皮への作用は発生にともなって変化するが，それに対する表皮の応答能の変化は不明である。

2 表皮の分化方向は5日胚で決まっているが，8日胚までは真皮により変更が可能である。

3 表皮の分化方向は5日胚では決まっておらず，8日胚までに決まる。

4 表皮の分化方向は5日胚で決まっており，以降は変更されない。

(2) 脊椎動物の四肢は，胚の体側部にできる肢芽から形成される。**図2のA**はニワトリ胚の前肢芽(翼の原基)の構造の模式図である。肢芽は中胚葉組織(i)と，それを覆う袋状の外胚葉組織から構成され，肢芽の先端の外胚葉はAERという厚くなった構造になっている。前肢芽を発生させると，肢芽は伸長して，また内部の中胚葉は軟骨(のちに骨になる)に分化して，**図2のB**に示す骨格パターンを形成する。骨格は体に近い側から上腕部，前腕部，手部(指の骨など)の順に並んでいる。

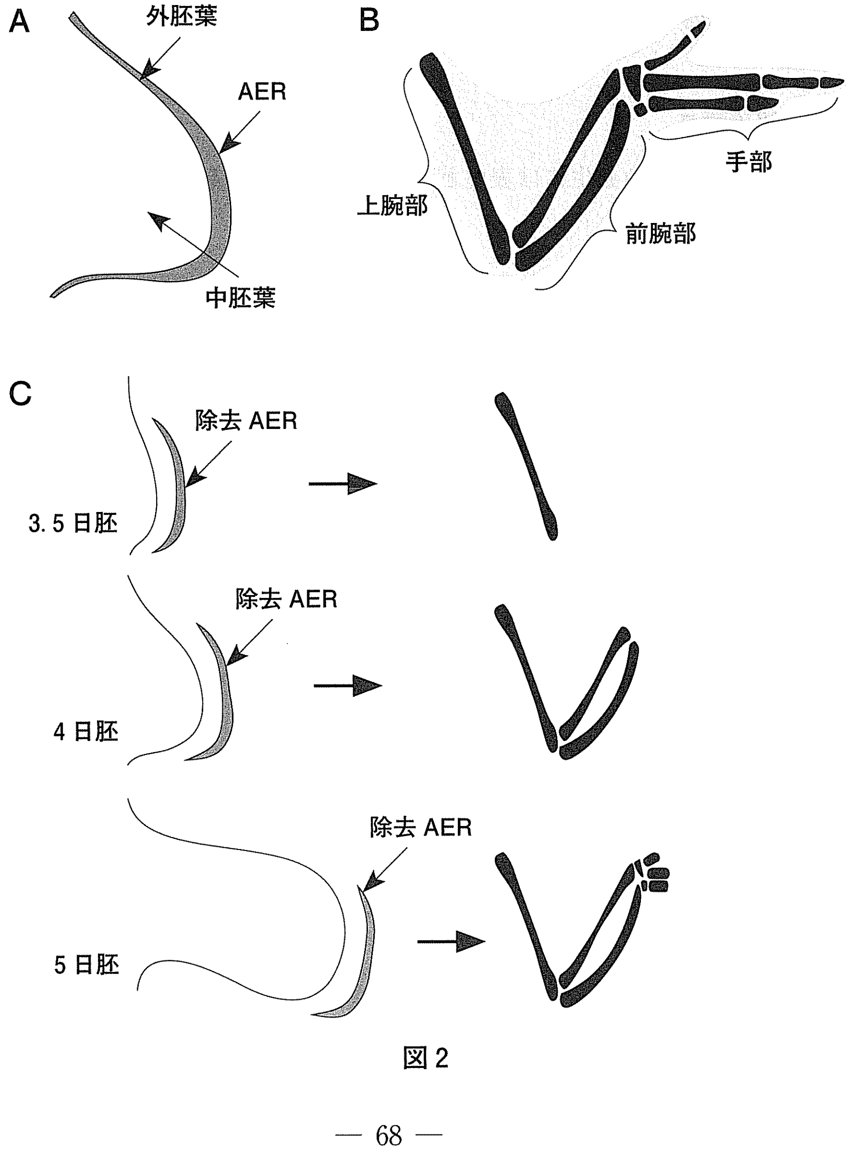


図2

(a)　**下線部(i)**について，四肢骨格を作る中胚葉は脊椎骨などとは異なり，側板の中胚葉に由来する。下記の組織・器官のうち，側板の中胚葉由来の構造はどれか，**解答群C**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群C

0　腎　臓　　1　心　臓　　2　膵　臓　　3　骨格筋　　4　膀　胱

(b)　**図2のC**は，肢芽が伸長する途中の様々な発生段階でAERを除去した時にできる骨格の形を示している。AERを除去すると，肢芽はその段階で伸長が抑制され，除去した段階に応じて不完全な骨格を持つ翼ができた。

この結果の解釈として最も適切なものの組み合わせを**解答群D**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

①　中胚葉はAERの作用を受けて，徐々に基部の構造を形成できるようになる。

②　中胚葉はAERの作用を受けて，徐々に先端部の構造を形成できるようになる。

③　早い発生段階のAERは，先端部の構造の形成には影響しない。

④　肢芽の伸長には，AERの作用が必要である。

⑤　AERの作用により，前肢芽中胚葉は，翼を形成するように指定される。

解答群D

0　①，②	1　①，③	2　①，④	3　①，⑤	4　②，③
5　②，④	6　②，⑤	7　③，④	8　③，⑤	9　④，⑤

(c) 次に，AER の交換実験を行なった。

実験 1　3.5 日胚の前肢芽の AER を除去して発生させると，上腕骨だけができた。AER 除去後に 4 日胚前肢芽の AER を移植して発生させると，全ての骨格が形成された。

実験 2　4 日胚の前肢芽の AER を除去して発生させると，上腕部と前腕部だけができた。AER 除去後に 3.5 日胚前肢芽の AER を移植して発生させると，全ての骨格が形成された。

実験 1 と**実験 2** の結果の解釈として最も適切なものの組み合わせを**解答群 E** から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

① AER が持つ中胚葉への作用は，発生段階が進むと弱くなる。
② AER が持つ中胚葉への作用は，発生段階が進むと強くなる。
③ AER が持つ中胚葉への作用は，調べた発生段階において同じである。
④ どの骨格が形成されるかについては，中胚葉の発生段階によっては決まらず，AER の発生段階によって決まる。
⑤ どの骨格が形成されるかについては，中胚葉の発生段階によって決まり，AER の発生段階によっては決まらない。
⑥ どの骨格が形成されるかについては，中胚葉の発生段階と，AER の発生段階の両者によって決まる。

解答群 E

00 ①，②	01 ①，③	02 ①，④	03 ①，⑤	04 ①，⑥
05 ②，③	06 ②，④	07 ②，⑤	08 ②，⑥	09 ③，④
10 ③，⑤	11 ③，⑥	12 ④，⑤	13 ④，⑥	14 ⑤，⑥

(d) 上腕骨の一部しか形成されないニワトリの変異体がある。この変異体では，最初にAERを持つ前肢芽は形成されるが，すぐに伸長が停止し，途中までの構造しかできない。変異体の肢芽が伸長しない理由として，AERまたは中胚葉のいずれかに異常があり，これが原因となって両者の相互作用が行なわれないためであると考え，次の二つの仮説を考えた。

仮説1　変異体では，AERが持つ中胚葉への作用に異常がある。

仮説2　変異体では，AERの作用に対する中胚葉の応答能に異常がある。

いずれの仮説が正しいのかを検証するために，野生型の胚(正常胚)と変異体の胚を用いて，次の実験を行なった。

実験3　野生型胚の前肢芽からAERを除去し，ここに変異体の前肢芽のAERを移植して発生させた。

実験4　変異体の前肢芽からAERを除去し，ここに野生型胚の前肢芽のAERを移植して発生させた。

仮説1または**仮説2**が正しい時に，**実験3**と**実験4**の実験結果はどうなると予想されるか。それぞれについて最も適切なものを**解答群F**から一つずつ選び，**仮説1**が正しい時の結果の番号は**解答用マークシート**の指定欄(i)に，**仮説2**が正しい時の結果の番号は指定欄(ii)にマークしなさい。

解答群F

0　**実験3**では肢芽の伸長が起こり，**実験4**でも肢芽の伸長が起こる。

1　**実験3**では肢芽の伸長が起こり，**実験4**では肢芽の伸長が起こらない。

2　**実験3**では肢芽の伸長が起こらず，**実験4**では肢芽の伸長が起こる。

3　**実験3**では肢芽の伸長が起こらず，**実験4**でも肢芽の伸長が起こらない。

5 神経に関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(6)に答えなさい。 (22点)

神経系は中枢神経系と，体の各部と中枢神経系をつなぐ末梢神経系に分けられる。中枢神経系を構成するのは脳と脊髄である。一方，末梢神経系は機能により体性神経系と自律神経系に分けられ，さらに体性神経系は感覚神経と運動神経から，また自律神経系は交感神経と副交感神経から，それぞれ構成される。体性神経系で，受容器から効果器までの神経伝達経路を考えたとき，受容器からの刺激情報を伝えるのは感覚神経で，これを構成する神経細胞を感覚ニューロンという。これに対し，効果器に情報を伝えるのは運動神経で，これを構成する神経細胞を運動ニューロンという。

(1) 下記の文章を読み，空欄 ① 〜 ⑤ に当てはまる最も適切な語句の組み合わせを**解答群A**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

脊髄は脊椎骨の中を通る中枢神経の束で，その上端(前端)は脳につながっている。脊髄の構造は，その ① は神経繊維(軸索)が集まった ② ，その ③ はニューロンの細胞体が集まった ④ になっている。また，脊髄と脳をつなぐ経路の中で，大部分の神経繊維は ⑤ において左右で交差する。

解答群A

	①	②	③	④	⑤
0	外側	灰白質	内側	白質	延髄
1	外側	白質	内側	灰白質	脊髄
2	外側	灰白質	内側	白質	脊髄
3	外側	白質	内側	灰白質	延髄
4	内側	灰白質	外側	白質	延髄
5	内側	白質	外側	灰白質	脊髄
6	内側	灰白質	外側	白質	脊髄
7	内側	白質	外側	灰白質	延髄

(2) 下記の文章中の空欄 ⑥ ～ ⑨ には「背根」または「腹根」のいずれかが入る。最も適切な語句の組み合わせを**解答群B**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

脊髄から末梢神経束が出る構造として背根と腹根がある。このうち，感覚神経が通っているのは ⑥ ，運動神経が通っているのは ⑦ ，自律神経が通っているのは ⑧ である。 ⑨ には，細胞体の集まり(脊髄神経節)が観察される。

解答群B

	⑥	⑦	⑧	⑨
0	腹　根	背　根	腹　根	腹　根
1	腹　根	背　根	背　根	背　根
2	腹　根	背　根	腹　根	背　根
3	腹　根	背　根	背　根	腹　根
4	背　根	腹　根	腹　根	腹　根
5	背　根	腹　根	背　根	背　根
6	背　根	腹　根	腹　根	背　根
7	背　根	腹　根	背　根	腹　根

(3) 多くの器官には副交感神経がつながり，その制御を受ける。ただし，器官によっては制御を受けないものもある。下記(a)〜(d)のそれぞれの器官でのはたらきについて，副交感神経による支配を受けるかどうか，受ける場合はその副交感神経が出ている中枢の部位について，最も適切なものを**解答群C**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。なお同じ選択肢を複数回選択してもかまわない。

器官　(a) 眼　(b) 涙　腺　(c) 立毛筋　(d) 胃

解答群C

0　支配を受けない	1　間　脳	2　中　脳
3　小　脳	4　延　髄	5　脊　髄

(4) 心臓の拍動も自律神経系による調節を受ける。心臓の拍動を担う中枢(拍動中枢)は [⑩] にあり，ここからの指令は自律神経により心臓に伝わる。心臓では，[⑪] にあるペースメーカーを介して調節を担う。

(a) 文章中の空欄 [⑩]，[⑪] に当てはまる最も適切な語句を**解答群D**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群D

0 中　脳	1 小　脳	2 延　髄	3 脊　髄
4 左心房	5 左心室	6 右心房	7 右心室

(b) 下記の文章を読み，空欄 [⑫] ～ [⑭] に当てはまる最も適切な語句の組み合わせを**解答群E**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

血液中の二酸化炭素濃度が上昇すると，自律神経により，次の変化が起こる。二酸化炭素濃度が上昇すると，[⑫] 神経によって心拍数が [⑬] ことにより，組織への酸素供給量が [⑭] 。

解答群E

	⑫	⑬	⑭
0	副交感	上がる	減　る
1	交　感	下がる	減　る
2	副交感	下がる	減　る
3	交　感	上がる	減　る
4	副交感	下がる	増える
5	交　感	上がる	増える
6	副交感	上がる	増える
7	交　感	下がる	増える

(5) 3つのニューロンを介する脊髄での反射弓を考える。⑮感覚ニューロンと介在ニューロンとの結合，及び⑯介在ニューロンと運動ニューロンとの結合はそれぞれ脊髄のどこで起こるか。(⑮，⑯)の順に正しく並んでいるものを**解答群F**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群F

0 （白質，白質）
1 （白質，灰白質）
2 （灰白質，白質）
3 （灰白質，灰白質）

(6) 神経に関する下記の説明文(a)〜(d)を読み，正しい内容の文を**全て**含む組み合わせを**解答群G**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(a) 刺激によって1つのニューロンに生じる活動電位は，刺激の強さによらず1回に生じる電位の大きさは変わらないが，発生頻度が変わる。一方，個々のニューロンの閾値は少しずつ異なる。そのため，ニューロンの集まりである神経全体では，刺激の強さは活動電位の発生頻度と，活動電位を発生するニューロンの数として伝えられる。

(b) シナプス後細胞において，細胞に流入して興奮性シナプス後電位の発生に関わるイオンはNa^+である。これに対し，細胞に流入して抑制性シナプス後電位の発生に関わるイオンはCa^{2+}である。

(c) 反射弓を構成するニューロンに，抑制性シナプスを持つニューロン(抑制性ニューロン)が介在する場合がある。

(d) 膝蓋腱反射において，屈筋の収縮調節には3つのニューロンが関与し，伸筋の収縮調節には2つのニューロンが関与する。

解答群G

0 (a), (b)	1 (a), (c)	2 (a), (d)	3 (b), (c)
4 (b), (d)	5 (c), (d)	6 (a), (b), (c)	7 (a), (b), (d)
8 (a), (c), (d)	9 (b), (c), (d)		

6 免疫に関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(6)に答えなさい。 (20 点)

免疫(i)は大きく自然免疫(ii)と適応免疫(獲得免疫)(iii)に分けられる。病原体などの異物に対する第一の防衛は，皮膚や粘膜であり，バリアとしてはたらく。第二の防衛は，[(a)]細胞が異物を捕えて消化する[(a)]作用であり，炎症反応が起こって病原体が体内に広がるのを防ぐ。この第一と第二の防衛は，異物に対して[(b)]的にはたらき，速やかに起こる反応で，自然免疫と呼ばれる。

一方，第三の防衛である適応免疫は自然免疫に比べると遅れて起こる反応で，異物に対して[(c)]的にはたらき，異物が再度侵入した場合には免疫反応が速やかに起こって異物を取り除く(iv)。適応免疫は，リンパ球が中心にはたらく免疫反応であり，これには抗体(v)による免疫反応である[(d)]性免疫と，リンパ球自身が抗原に対する免疫反応を担う[(e)]性免疫の 2 つのしくみがある。

(1) 文章中の空欄[(a)]〜[(e)]それぞれに当てはまる最も適切な語句の組み合わせを**解答群A**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群A

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
0	食	非特異	特　異	体　液	細　胞
1	食	非特異	特　異	細　胞	体　液
2	食	特　異	非特異	体　液	細　胞
3	食	特　異	非特異	細　胞	体　液
4	樹　状	非特異	特　異	体　液	細　胞
5	樹　状	非特異	特　異	細　胞	体　液
6	樹　状	特　異	非特異	体　液	細　胞
7	樹　状	特　異	非特異	細　胞	体　液

(2) **下線部**免疫(i)の説明として**誤り**を含むものを**解答群B**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群B

0 病原体などを排除し，組織を修復するために起こる反応が炎症である。

1 サイトカインとは，細胞外に分泌されて情報伝達物質としてはたらくタンパク質の総称である。

2 マスト細胞(肥満細胞)が放出するヒスタミンは血管の収縮と血液成分の透過を抑制する。

3 全身性の炎症反応として，発熱がある。

4 病原体に感染した細胞などの特徴を認識して，排除する細胞として，ナチュラルキラー(NK)細胞がある。

(3) **下線部**自然免疫(ii)において主にはたらく細胞の最も適切な組み合わせを**解答群C**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群C

0	マクロファージ	好中球	樹状細胞
1	マクロファージ	好中球	B 細胞
2	マクロファージ	キラー T 細胞	ヘルパー T 細胞
3	マクロファージ	キラー T 細胞	B 細胞
4	好中球	樹状細胞	B 細胞
5	好中球	樹状細胞	キラー T 細胞
6	好中球	ヘルパー T 細胞	B 細胞
7	好中球	ヘルパー T 細胞	キラー T 細胞

(4) **下線部**$_{(iii)}$ 適応免疫(獲得免疫)の説明として**誤り**を含むものの組み合わせを**解答群D**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

説明

a　B 細胞と T 細胞の抗原受容体で認識されるものを抗原という。

b　T 細胞には，1 種類の抗原結合部位をもつ T 細胞受容体(TCR)が複数発現している。

c　B 細胞は，B 細胞受容体(BCR)でヘルパー T 細胞の T 細胞受容体(TCR)と結合して，活性化しサイトカインを分泌する。

d　主要組織適合遺伝子複合体(MHC)分子は，クラスⅠ，Ⅱ，Ⅲ分子があり，細胞膜上に発現している。

e　B 細胞の抗原受容体は，その細胞が産生する抗体と同じ抗原結合部位をもつ免疫グロブリンが細胞膜上に多数発現したもので B 細胞受容体(BCR)と呼ばれる。

解答群D

0 (a，b)　1 (a，c)　2 (a，d)　3 (a，e)　4 (b，c)
5 (b，d)　6 (b，e)　7 (c，d)　8 (c，e)　9 (d，e)

(5) **下線部**$_{(iii)}$ 適応免疫(獲得免疫)の応答として，**下線部**$_{(iv)}$ 異物が再度侵入した場合には免疫反応が速やかに起こって異物を取り除くことができるのはなぜか。それのしくみを示す最も適切な語句を**解答群E**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群E

0　免疫寛容　　1　免疫記憶　　2　排除免疫
3　免疫賦活　　4　貪食免疫

(6) **下線部**(v)抗体の説明として**誤り**を含むものの組み合わせを**解答群F**から一つ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

説明

a　B細胞受容体や抗体は免疫グロブリンと呼ばれる。

b　免疫グロブリンは，H鎖とL鎖の2種類のポリペプチドから構成される構造が2組結合した，タンパク質である。

c　抗体には，抗原が結合する部位である定常部がある。

d　B細胞が分化した形質細胞は，抗体を産生する。

e　活性化した樹状細胞は，B細胞に接触し，抗原提示する。

解答群F

0（a，b）　1（a，c）　2（a，d）　3（a，e）　4（b，c）

5（b，d）　6（b，e）　7（c，d）　8（c，e）　9（d，e）

7 生物の系統と進化に関する次の文章を読み，**設問**(1)〜(3)に答えなさい。

(22 点)

地球上では様々な生物が存在し，190 万種以上が報告されている。それらの多様な生物種は共通の祖先(起原生物)より進化したと考えられている。18 世紀の博物学者 [(ア)] は二名法により生物を分類した。さらに 20 世紀の生物学者 [(イ)] は生物全体を 5 界に分ける分類体系を作った。一方，生物学者ウーズは [(ウ)] の配列をもとに生物を(i)3つのドメインに分ける説を提唱した。このように，個体の形質や生体分子の配列データをもとに生物の進化の過程をたどり，それを図式化したものを [(エ)] と呼ぶ。(ii)あるタンパク質では，異なる生物種間のアミノ酸配列の違いと，それらの生物が分岐してからの年代の間には直線的な関係が存在しており，そのようなタンパク質の変化の速度を分子時計と呼ぶ。

(1) 文章中の空欄 [(ア)] 〜 [(エ)] に当てはまる最も適切な語句を**解答群A**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群A

0 ダーウィン	1 ヘッケル	2 ホイタッカー
3 リンネ	4 mRNA	5 rRNA
6 tRNA	7 系統樹	8 個体群
9 遺伝的多様性		

(2) **下線部**(i)に関して，３つの生物ドメインは細菌，古細菌，真核生物に分類される。以下の細胞内の構造体(a)と(b)の有無について正しい組み合わせを**解答群B**から一つずつ選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

(a) リソソーム　　(b) リボソーム

解答群B

	細　菌	古細菌	真核生物
0	有	有	有
1	有	有	無
2	有	無	無
3	無	無	無
4	無	無	有
5	無	有	無
6	無	有	有
7	有	無	有

(3) **下線部**(ii)に関して，フィブリンは血液凝固に関係するタンパク質で，哺乳類の種間で保存されている。ヒト，ラットおよびウシのフィブリン(661 アミノ酸からなる)のアミノ酸配列を比較し，2つの生物の間で異なるアミノ酸数を**表1**に示した。分子時計が成り立つ条件のもとで，以下の問いに答えなさい。

表1

生物種	ヒト	ラット	ウシ
ヒト	0	152	165
ラット		0	188
ウシ			0

(a) ヒトとラットがその共通祖先から分岐したのは 7500 万年前である。フィブリンのアミノ酸座位 1 個にアミノ酸置換が起こる確率は，一年あたりどのくらいになるかを求めなさい。最も近い数値を**解答群C**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群C

0 1.5×10^{-9}　**1** 3×10^{-9}　**2** 5×10^{-9}
3 8×10^{-9}　**4** 1.5×10^{-10}　**5** 3×10^{-10}
6 5×10^{-10}　**7** 8×10^{-10}

(b) ウシはヒトやラットの共通祖先よりも先に分岐した。ウシがヒト，ラット，ウシの共通祖先から分岐したのは，今から約何年前かを求めなさい。最も近い数値を**解答群D**から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定欄にマークしなさい。

解答群D

0 9×10^{6}　**1** 2×10^{7}　**2** 4.5×10^{7}　**3** 9×10^{7}
4 2×10^{8}　**5** 4.5×10^{8}　**6** 9×10^{9}　**7** 2×10^{10}