

令和5年度入学試験問題

理 科

(前期日程)

医 学 部
工 学 部
農 学 部

科目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～9	3	左の科目のうちから、受験票に記載している科目の問題を選択し、解答しなさい。(医学部志望者は、2科目を選択し、解答しなさい。)
化 学	10～16	4	
生 物	17～28	4	

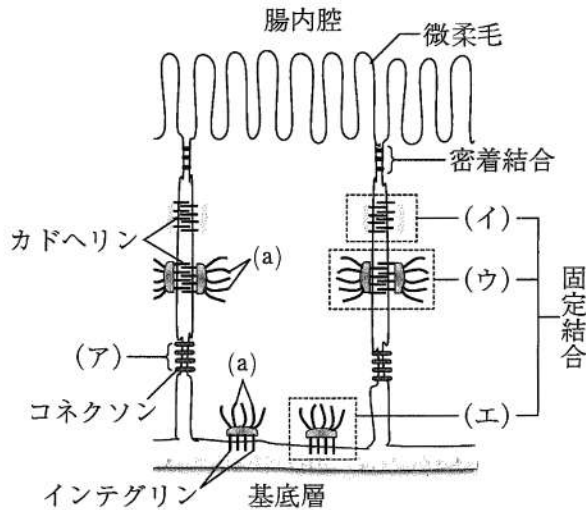
注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子は28ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 物理には、下書き用紙が1枚あります。
6. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

下図に示すとおり、哺乳類の腸管粘膜では、上皮細胞どうしが互いに連結し、組織をつくり、さらには器官を形成している。これらの細胞接着の種類は、となりあった細胞の細胞膜がタンパク質によって切れ目なく結合する密着結合、細胞の中にある細胞骨格につながったタンパク質どうしによる細胞の結合である固定結合およびイオンや糖質、アミノ酸などの低分子を直接となりの細胞に伝えることのできる構造の(ア)がある。おもな固定結合として、(イ)、(ウ)、(エ)がある。(ウ)と(エ)の円盤状のタンパク質には、細胞骨格の1つである繊維状の中間径フィラメント[図中(a)]が結合している。



図

問1 文章中と図中の(ア)～(エ)に入る最も適切な語句を以下の①～⑥から1つ選び、記号を記せ。なお、文章中と図の同一記号の空欄には同一の語句が入る。

- ① モータータンパク質 ② デスモソーム ③ ギャップ結合
④ ヘミデスモソーム ⑤ 接着結合 ⑥ 結合組織

問2 中間径フィラメントの役割について、正しいものを以下の①～⑤から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① 細胞の機械的強度をにない、細胞質と膜貫通タンパク質を連結する。
② 細胞核膜の内側に位置し、核の形を保つ。
③ 細胞分裂の際の収縮環に関与する。
④ 細胞の形の維持に関与する。
⑤ 筋肉内では、サルコメア(筋節)を構成する。

問3 細胞骨格を構成するアクチンフィラメントおよび微小管の語句に関して最も適切な語句を以下の①～⑨からそれぞれ3つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① 直径 25 nm ② 筋収縮 ③ ケラチン
④ チュープリン ⑤ 原形質流動 ⑥ リボソーム
⑦ 筋小胞体 ⑧ べん毛 ⑨ ミオシン

問4 細胞接着および細胞骨格に関して正しいものを以下の①～⑤から3つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① 腸管の粘膜上皮細胞にみられる密着結合では、腸内腔から上皮組織内側にさまざまな分子が入り込むことを防いでいる。
② アクチンフィラメントは、アクチンという球状タンパク質が結合した鎖状の中空の管状構造である。
③ 細胞分裂時にみられる紡錘糸は、微小管である。
④ 細胞骨格は原形質流動、アメーバ運動、細胞分裂、物質輸送に関与する。
⑤ 中間径フィラメントは繊毛せんもうの中にも存在し、その動きに関与している。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

大腸菌は通常炭素源としてグルコースを好んで利用するが、グルコースが枯渇した時には、ラクトースなどの他の炭素源も利用できるようになる。ジャコブとモノーはラクトースを利用できない変異株の解析から、ラクトースをグルコースと(ア)に分解する酵素(lacZ)とラクトースを細胞内に取り込む透過酵素(lacY)をコードする2つの遺伝子を同定した。培地にラクトースを加えると、すぐに2つの酵素とそのmRNAの合成は開始され、ラクトースがなくなるとmRNAは速やかに分解されることから、2つの酵素は誘導性であり、ラクトースは誘導物質として働くと考えられた。これらの酵素は下流にある転移酵素(lacA)も含めて1ヶ所のプロモーター(P)から1本のlac mRNAとして転写・翻訳されて生成する(図1)。このような機能的に関連のある構造遺伝子群が一括して調節される転写単位を(イ)という。また、ラクトース(イ)の上流にはlacIという独立した調節遺伝子があり、調節タンパク質であるリプレッサー(抑制因子)を常時産生している。[A], lacIリプレッサーは常に制御(調節)領域(オペレーター, O)に結合して、lac mRNAの転写を抑制している。[B], ラクトースの代謝産物がリプレッサーに結合することでその抑制能が失われ、(ウ)がプロモーターに結合できるようになって転写が始まり、3種の酵素が合成され、ラクトースは利用できるようになる。ジャコブとモノーは ラクトースによる酵素の誘導調節能が失われた変異株の遺伝学的解析から、このような原核生物の遺伝子発現調節の基本概念である(イ)説を提唱した。

一方、真核生物の転写調節は基本的には原核生物と似ているが、より複雑で繊細な調節が可能になっている。真核生物のDNAは(エ)に巻きつき、さらに凝縮したクロマチン構造をとるため、転写の前段階としてクロマチン構造が緩んでいくことが必要である。また、調節タンパク質が結合する 調節領域は、プロモーター近傍だけでなく、上流や下流の離れた部位にも複数存在することが多く、複数の調節タンパク質がプロモーター上の(オ)と(ウ)の複合体に作用して、細胞の種類や状態に応じた転写調節が行われる。

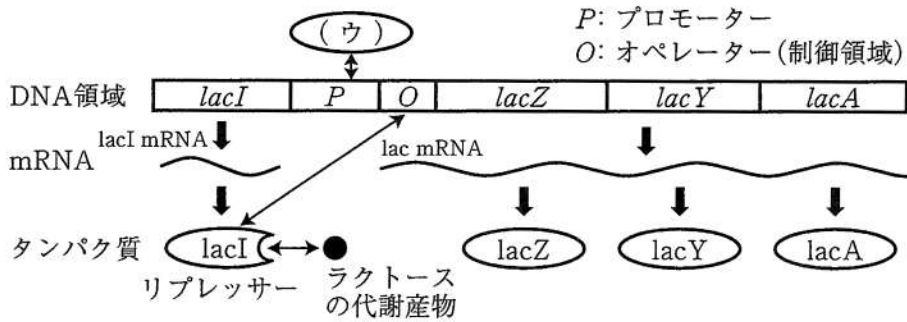


図1

問1 文章中の(ア)~(オ)に入る適切な語句を以下の①~⑩から選び、記号を記せ。なお、文章中および図1の(ウ)には同一の記号が入る。

- ① 基本転写因子 ② フルクトース ③ ヒストン ④ オペロン
- ⑤ アラビノース ⑥ ヒスチジン ⑦ RNAポリメラーゼ
- ⑧ RNAプライマーゼ ⑨ ガラクトース ⑩ DNAポリメラーゼ

問2 図1に示すようなDNA→RNA→タンパク質へと一方向に遺伝情報が伝達される、すべての生物に共通する原則を何とよぶか、名称を記せ。

問3 文章中および図1の(ウ)のはたらきに関して誤っているものを以下の

- ①~⑤から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。
- ① リボヌクレオチド(RNA)を5'→3'方向に重合する。
- ② RNAの合成開始にはプライマーを必要とする。
- ③ mRNAを鋳型にしてcDNAを合成する。
- ④ 2本鎖DNAの片側の鎖だけを鋳型にしてRNAを合成する。
- ⑤ 2本鎖DNAの鋳型となる鎖の3'→5'方向に進行する。

問4 文章中の[A]と[B]に入る適切な文章を以下の①~③からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。ただし、同一記号を2度使用してはいけない。

- ① 培地中にグルコースが存在し、ラクトースが存在しないときは
- ② 培地中にグルコースとラクトースの両方が存在するときは
- ③ 培地中にグルコースが存在せず、ラクトースのみ存在するときは

問5 下線部(a)について、培養した大腸菌をグルコースを含まない培地に移し、図2に示すグラフのタイミングでラクトースの添加と除去をおこない、lacZタンパク質量、lacYタンパク質量およびlac mRNA量の変化を調べた。野生株の大腸菌を用いて調べた場合、最も適切なグラフを図2の①～⑥から1つ選び、記号を記せ。

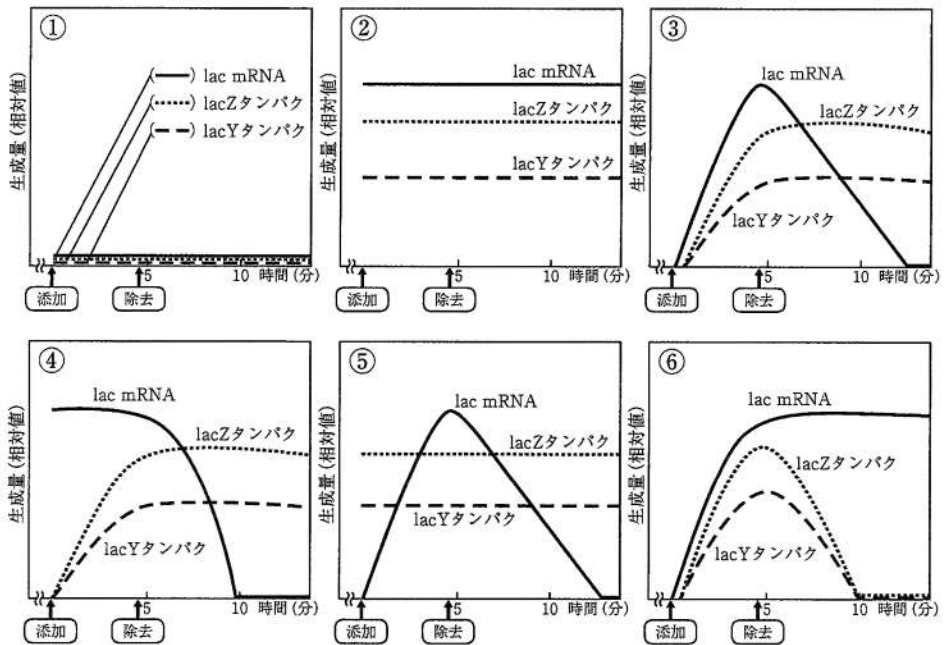


図2

問6 下線部(b)について、ラクトースの代謝産物が結合することでリプレッサーの抑制機能がなくなる理由を以下の①～④から1つ選び、記号を記せ。

- ① リプレッサーが分解される。
- ② リプレッサーの立体構造が変化し、リプレッサーと(ウ)が結合できるようになる。
- ③ リプレッサーのオペレーター結合領域の立体構造が変化し、オペレーターと結合できなくなる。
- ④ リプレッサーのオペレーター結合領域の立体構造が変化し、オペレーターとより強固に結合する。

問7 下線部(c)の変異株として以下の変異株 A, B および C を用いて問5と同じ実験をおこなった。変異株 A, B および C における mRNA と酵素量の変化を表す最も適切なグラフを, 図2の①~⑥からそれぞれ1つ選び, 記号を記せ。なお, 同一記号を複数回使用してもよい。

変異株 A: *P* 領域に生じた変異により, (ウ) が結合できないプロモーター配列に変化した。

変異株 B: *O* 領域に生じた変異により, リプレッサーが結合できないオペレーター配列に変化した。

変異株 C: *lacI* 領域に生じた変異により, 抑制機能を失った変異リプレッサーを生じるようになった。

問8 下線部(d)に関して, 調節領域がプロモーターとかなり離れた位置にある場合, 調節領域はプロモーターにどのようにして働きかけるのか, 適切な記述を以下の①~④から1つ選び, 記号を記せ。

- ① 調節領域に結合した調節タンパク質が DNA 上を滑りながら移動し, プロモーター上の複合体に作用する。
- ② 調節領域とプロモーター間に介在する領域がループ状になり, 両者が近接する。
- ③ 調節領域がプロモーター近傍に再構成されることで両者が近接する。
- ④ 調節領域に結合していた調節タンパク質が解離して, プロモーター上の複合体に作用する。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

生物には、体内環境を維持するための防御のしくみが備わっている。外界と接している皮膚や(ア)は、細菌やウイルスなどが侵入しにくい構造をとり、異物の侵入を(イ)に防いでいる。また、細菌の細胞壁を分解する酵素^(a)を含むだ液や、殺菌作用がある(ウ)の胃液は、微生物などの増殖を(エ)に防いでいる。これらの防御を突破して体内に侵入した異物は、第二の防御である食作用^(b)によって消化、分解される。この作用は、血液中に存在する(オ)を引き寄せて、異物を排除する反応を促進させるため、異物が侵入した局所^(c)では熱や痛みが生じる。

また、異物を取り込んで分解した細胞は、リンパ節において異物の一部を表面^(d)に出す。これが、第三の防御のきっかけとなる。異物の一部を認識した(カ)や(キ)は、活性化して増殖する。さらに、(カ)によって(ク)が活性化されて形質細胞^(e)へと分化する。これらの細胞がはたらく防御機構が効果を現すには、異物の侵入から一週間程度かかる。

外部からの異物に対する反応だけではなく、生体内でがん化した細胞を攻撃するしくみもある。細胞のがん化は、DNA複製の際のエラーや化学物質の作用などによって遺伝情報が傷つくことで起こる。このような変異をもつ細胞を非自己^(f)として認識する細胞も、体内環境を正常に保つためにはたらいっている。

問1 文章中の(ア)～(ク)に入る最も適切な語句を、以下の①～⑮から選び、記号を記せ。

- | | | | |
|--------|-----------|-------|---------|
| ① 血小板 | ② キラーT細胞 | ③ 横隔膜 | ④ アルカリ性 |
| ⑤ 活性酸素 | ⑥ 粘膜 | ⑦ 白血球 | ⑧ 物理的 |
| ⑨ 視床下部 | ⑩ 保存的 | ⑪ 赤血球 | ⑫ 化学的 |
| ⑬ 酸性 | ⑭ ヘルパーT細胞 | ⑮ B細胞 | |

問2 文章中の下線部(a)～(f)に関して、以下の(1)～(6)に答えよ。

- (1) 下線部(a)は卵白中に多く含まれることが知られており、食品の防腐剤としても用いられる。名称を記せ。
- (2) 下線部(b)をになう細胞を2種類記せ。なお、解答の順序は問わない。
- (3) 下線部(c)の状態を何とよぶか記せ。
- (4) 下線部(d)は細胞が何をしている状態か、漢字4字で記せ。
- (5) 下線部(e)が大量に産生するY字型のタンパク質には、認識する異物によってアミノ酸配列の異なる部分がある。その部分の名称を記せ。
- (6) 下線部(f)の細胞について、以下の①～⑤から誤っているものを1つ選び、記号を記せ。
 - ① おもにはたらくのはリンパ球の一種である。
 - ② ウイルスに感染した細胞も識別することができる。
 - ③ 移植された他人の細胞も識別し、排除する。
 - ④ 血液中に最も多く存在する細胞である。
 - ⑤ 細胞表面のタンパク質を目印として攻撃する。

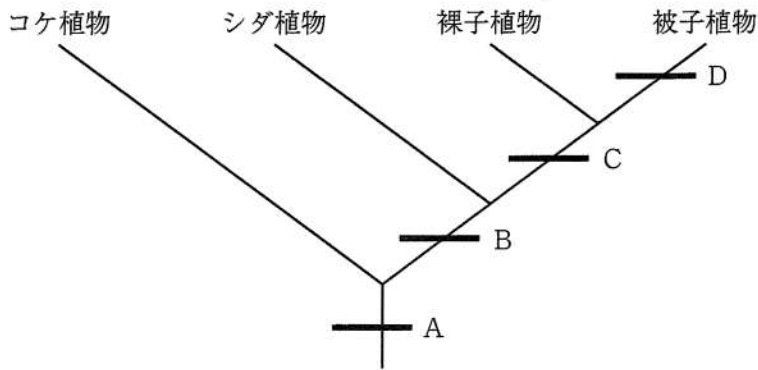
問3 食作用で排除できない病原体などに対してはたらく生体防御機構に関して、以下の(1)～(3)に答えよ。

- (1) この生体防御機構を何とよぶか、名称を記せ。
- (2) (1)の防御機構について、以下の①～⑤から誤っているものをすべて選び、記号を記せ。
 - ① ワクチン接種の効果とは関係がない。
 - ② アレルギーはこの機構の一種である。
 - ③ 自己の成分を認識する細胞も必要とする。
 - ④ 細胞間の相互作用にはインターロイキンが重要な役割を果たす。
 - ⑤ 病原体の種類によって異なるリンパ球が増殖する。
- (3) 再び同じ病原体が侵入した際、感染症の症状がほとんど現れなかった。その理由を、「一次応答」に続けて40字以内で説明せよ。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えよ。

進化は、生物集団の中で 突然変異 が起こり、それが (ア) や (イ) と ^(a) いった要因により、集団内に広がることで起こる。さまざまな変異をもつ個体からなる集団は、(ア) によって、環境に適応した形質をもつ集団になる。これを、適応進化 という。一方で、中立進化 は、(イ) によって集団内に広まっていく ^(b) ことをいう。 ^(c)

生物が進化してきた道筋(系統関係)は、形態の比較、化石の研究、発生様式の比較などによって古くから研究されてきたが、現在は、DNA塩基配列の解析が一般的となり、生物界全体の概要が明らかになりつつある。一例として、DNA塩基配列を用いて、陸上植物にみる4つのグループの系統関係を推測した図を挙げる ^(d) ^(e) (図)。これらのグループは、陸上環境への適応・進化を経て出現してきたものであり、陸上植物の進化は、陸上植物がどのように陸上環境へ適応し、効率的に成長・繁殖できたかを物語っている。例えば、クチクラ層の発達は、体内の(ウ)保持に役立ち、また、(エ)の発達は、効率的なガス交換や水蒸気の蒸散に役立った。胞子は厚く丈夫な壁をもつことで、乾燥に耐えることができた。(オ)の獲得も、重要な出来事であった。(オ)は通道組織であるとともに、(カ)組織としての機能があり、背の高い植物体の形成を可能にした。また、根・茎・葉の分化が起こり、地中の水分や無機塩類の吸収、光合成などの能力が向上した。受精の様式にも変化がみられ、卵細胞と受精する際に、シダ植物とコケ植物は、遊泳能力のある精子を利用するが、被子植物や多くの裸子植物では、精細胞を利用するようになった ^(f)。また、繁殖法についても重要な進化がみられ、種子の獲得が起こった。種子による繁殖は、(キ)を保護する、栄養を蓄える、休眠できる、などの利点があり、種子植物が、乾燥地や寒冷地へも分布を広げることを可能にした。



図

問1 下線部(a)に関して述べた以下の①～⑤から正しいものをすべて選び、記号を記せ。

- ① 体細胞と生殖細胞のどちらでも起こる可能性がある。
- ② DNA が転写され、タンパク質に翻訳される過程で起こる。
- ③ 塩基単位で生じるものと染色体の構造や数が変化するものがある。
- ④ X線などの放射線やある種の化学物質により、起こりやすくなる。
- ⑤ 生存に必須のタンパク質をコードする遺伝子では起こらない。

問2 文章中の(ア)と(イ)に、適切な語句を記せ。

問3 文章中の(ウ)～(キ)に適切な語句を、以下の①～⑤からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。

- ① 維管束 ② 支持 ③ 水分 ④ 気孔 ⑤ 胚

問4 下線部(b)の例として、共進化が挙げられる。共進化の関係性になり得ない組み合わせを以下の①～⑥から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① 草食獣と肉食獣 ② ヒキガエルとそのオタマジャクシ
 ③ マメ科植物と根粒菌 ④ 栄養生殖で生じた個体どうし
 ⑤ 花とその花の蜜を吸う昆虫 ⑥ ウイルスとヒト

問5 下線部(c)を提唱した人物を以下の①～④から1人選び、記号を記せ。

- ① 利根川 進 ② 木村 資生 ③ 山中 伸弥 ④ 下村 修

問6 下線部(d)に関して、ホイットカーやマーグリスは、真核細胞と原核細胞の違いや、栄養摂取方法の違いに基づいて、下のような五界説を唱えた(表1)。以下の(1)～(3)に答えよ。

表1

	独立栄養生物	従属栄養生物	
真核生物	(X)	(Y)	動物界
		(Z)	
原核生物	原核生物界		

- (1) (X), (Y), (Z)に該当する界の名称を記せ。
- (2) 表1の原核生物界に含まれる生物のうち、独立栄養生物であるものを以下の①～④から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。
- ① 大腸菌 ② シアノバクテリア ③ 硝酸菌 ④ 乳酸菌
- (3) 五界説が提唱された後、ウーズらは、すべての生物が共通してもつリボソーム RNA の塩基配列を用いた分子系統樹解析をもとに、生物分類における新しい説を提唱した。その説の名称を記せ。

問7 下線部(e)に関して、図は、塩基の変化の数が最小となる方法(最節約法)により作成されたものである。表2は、用いたDNA塩基配列の一部を示し、種Xはコケ植物に属する種である。以下の(1)と(2)に答えよ。

表2

	1	2	3	4	5
種 a	A	A	T	A	A
種 b	A	T	G	T	A
種 c	A	A	G	A	A
種 X	C	A	G	T	A

1～5は、DNA塩基配列上の塩基5箇所の位置を示す。

(1) 種 a, 種 b, 種 cはシダ植物, 裸子植物, 被子植物のいずれかに属する種である。種 a～cと植物グループの組み合わせとして最も適切なものを、以下の①～③から1つ選び、記号を記せ。

- ① 種 a - シダ植物 種 b - 裸子植物 種 c - 被子植物
 ② 種 a - 被子植物 種 b - シダ植物 種 c - 裸子植物
 ③ 種 a - 裸子植物 種 b - 被子植物 種 c - シダ植物

(2) 陸上植物の進化過程において、以下の4つの事象が起こったのは図のA～Dのどの位置に相当するか、それぞれ1つ選び、記号で記せ。

仮道管の獲得 胞子の獲得 胚珠の獲得 子房の獲得

問8 下線部(f)に関して、一部の裸子植物は、例外的に、精子による受精を行う。この裸子植物の名称を以下の①～⑤から2つ選び、記号を記せ。なお、解答の順序は問わない。

- ① ソテツ ② マツ ③ スギ ④ イチョウ ⑤ ヒノキ

