

一般入試前期A日程1日目

生物

I (配点 75)

(1) 細胞の遺伝子発現に関する次の文章を読み、以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 ～]

ア) ゲノムとは、生物の形成や生命活動に必要な最小の遺伝情報の1セットのことである。真核生物において、DNAは と呼ばれるタンパク質に巻きつき、ヌクレオソームという構造体を形成する。ヌクレオソームはさらに折りたたまれてクロマチンという構造体を形成する。生物の ^{イ)} 遺伝子発現において、DNAの遺伝情報がRNAの配列として写し取られる。これを転写という。転写時に、 がDNA上の に結合することで転写が開始される。DNAの二本鎖のうちRNAに転写される鎖を 鎖、転写されない鎖を 鎖という。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑰の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | |
|-------------|----------|-------------|
| ① リボソーム | ② 抗体 | ③ リプレッサー |
| ④ tRNA | ⑤ 小胞体 | ⑥ プロモーター |
| ⑦ アンチセンス | ⑧ リーディング | ⑨ RNAポリメラーゼ |
| ⑩ リソソーム | ⑪ ヒストン | ⑫ ミトコンドリア |
| ⑬ センス | ⑭ オペロン | ⑮ rRNA |
| ⑯ DNAポリメラーゼ | ⑰ ラギング | |

2) 下線部ア)のゲノムに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 1つの細胞に含まれるゲノムの大きさは、生物種にかかわらず一定である。
- ② DNAには、アデニン、チミン、グアニン、ウラシルの4種類の塩基が様々な順序で並んでいる。
- ③ 真核生物では、すべてのDNA配列が遺伝子として働いているわけではない。
- ④ ヒトの体細胞は、父親由来の26本の染色体と、母親由来の26本の染色体をもつ。
- ⑤ 真核生物のゲノムは、細胞小器官の1つである核の中の核小体のみ存在する。

3) 下線部イ)の遺伝子発現に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 原核生物では、機能的に関連のある遺伝子が隣り合って存在し、同時に転写されることが多い。この遺伝子のまとまりをオペレーターという。
- ② 原核生物では、mRNA への転写が始まると、転写の終了を待たずにただちに翻訳が起こる。
- ③ 真核生物の遺伝子の塩基配列には、最終的にタンパク質に翻訳される領域と、翻訳されない領域がある。
- ④ 真核生物では選択的スプライシングにより、同一遺伝子の mRNA 前駆体から異なる長さの mRNA がつくられる。
- ⑤ 真核生物では mRNA 前駆体は、核内でエキソンが切り落とされ、イントロンのみをつなぎ合わせて再構築され、mRNA となる。

(2) 細胞の遺伝子変異に関する次の文章を読み、以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

細胞分裂や発生過程などにおいて、DNA の塩基配列が変化することを突然変異という。突然変異を誘発する原因としては、紫外線・放射線などがある。突然変異の結果、アミノ酸配列が変化したり、 コドンが生じてポリペプチド鎖の長さが変わるなどして、本来のタンパク質とは異なるタンパク質が合成されることがある。また、個体間では一定の範囲の塩基配列中に1塩基だけの違いがみられ、このことを一塩基多型という。ア) ヒトゲノムを個人間で比較すると、約1000～1300塩基対に1対の割合で違いが見つかる。

1) 上の文章中の空欄 に入る最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① センス ② 逆 ③ 終止
- ④ アンチセンス ⑤ 正

2) 下線部ア)に関して、ある二人のゲノム配列を比較したとき、1000塩基対に1対の割合で違いが見つかるとした場合、その二人のゲノム間の異なる塩基対の数として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。ただし、ヒトゲノムDNAの塩基対数は30億とする。

- ① 3×10^3 ② 3×10^4 ③ 3×10^5 ④ 3×10^6 ⑤ 3×10^7

3) 放射線照射により, ある原核生物の DNA の塩基配列に複数の突然変異が生じた。その DNA から転写された mRNA の塩基配列は 5'-AUGUGUUCUAUAC-3' であった。表1の遺伝暗号表を参考にして, 以下の問いア～ウに答えよ。

表1 遺伝暗号表

		2番目の塩基					
		U	C	A	G		
1番目の塩基	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	3番目の塩基	U
		UUC } アラニン	UCC } セリン	UAC } チロシン	UGC } システイン		C
		UUA } ロイシン	UCA } セリン	UAA } 9 コドン	UGA } 9 コドン		A
		UUG } ロイシン	UCG } セリン	UAG } 9 コドン	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 } ロイシン	CCC } プロリン	CAC } ヒスチジン	CGC } アルギニン	C	
		CUA } ロイシン	CCA } プロリン	CAA } グルタミン	CGA } アルギニン	A	
		CUG } ロイシン	CCG } プロリン	CAG } グルタミン	CGG } アルギニン	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 } イソロイシン	ACC } トレオニン	AAC } アスパラギン	AGC } セリン	C	
		AUA } イソロイシン	ACA } トレオニン	AAA } リシン	AGA } アルギニン	A	
		AUG } メチオニン	ACG } トレオニン	AAG } リシン	AGG } アルギニン	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 } バリン	GCC } アラニン	GAC } アスパラギン酸	GGC } グリシン	C	
		GUA } バリン	GCA } アラニン	GAA } グルタミン酸	GGA } グリシン	A	
		GUG } バリン	GCG } アラニン	GAG } グルタミン酸	GGG } グリシン	G	

ア. 変異前のアミノ酸配列が-(メチオニン)-(システイン)-(フェニルアラニン)-(チロシン)-であった場合, 変異前の mRNA の配列として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から1つ選べ。 11

- ① 5'-AUGUCCUUUUUAU-3'
- ② 5'-AUGUGCUUUUUUAU-3'
- ③ 5'-AUGUGUUUCGUG-3'
- ④ 5'-AUGUCGUUCUAU-3'
- ⑤ 5'-AUGUGUUUUUAU-3'

イ. 変異後のアミノ酸配列として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

12

- ① -(メチオニン)-(バリン)-(フェニルアラニン)-(イソロイシン)-
- ② -(システイン)-(セリン)-(フェニルアラニン)-(チロシン)-
- ③ -(メチオニン)-(システイン)-(セリン)-(イソロイシン)-
- ④ -(プロリン)-(セリン)-(メチオニン)-(チロシン)-
- ⑤ -(メチオニン)-(システイン)-(セリン)-(チロシン)-

ウ. 変異後の mRNA の配列がさらに 5'-AUGUGCUC AUC C-3' に変わった結果、アミノ酸配列に変化が生じた。この時、変化したアミノ酸の変化前と変化後の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

13

	変化前	変化後
①	システイン	フェニルアラニン
②	セリン	チロシン
③	チロシン	セリン
④	システイン	トリプトファン
⑤	チロシン	ロイシン

4) 突然変異において、一部の塩基がもとの塩基とは異なる塩基に置きかわる場合がある。このことを表す言葉として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

14

- ① 置換
- ② フレームシフト
- ③ 欠失
- ④ 挿入

(3) 遺伝子組換えに関する次の文章を読み、以下の問い1)～5)に答えよ。

〔解答番号 15 ～ 25 〕

遺伝子組換えは、ある生物の遺伝子を人工的に切り取り、それらを別の生物のDNA中につなぎこむ技術である。このとき、ア)制限酵素は遺伝子の切り取りのために使用され、特定の塩基配列を認識して、その部分でDNAの鎖を切断するという「はさみ」としての役割をはたす。また、切断されたDNAを、他の酵素を用いることで別の切断部位につなぐこともできる。この酵素を 15 といい、「のり」の役割をはたす。遺伝子組換え実験において、目的の遺伝子を細菌に導入する際にベクターとして使用される 16 は、細菌などに存在し、細菌自身のゲノムDNAとは独立して細菌内で 17 する 18 のDNAである。

1) 上の文章中の空欄 15 ～ 18 に入る最も適当なものを、次の①～⑭の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|-------------|--------|-------|----------|
| ① 転写因子 | ② rRNA | ③ 破碎 | ④ ヌクレオチド |
| ⑤ DNA リガーゼ | ⑥ 抗体 | ⑦ ATP | ⑧ プラスミド |
| ⑨ DNA ヘリカーゼ | ⑩ 分化 | ⑪ 環状 | ⑫ 増殖 |
| ⑬ tRNA | ⑭ 阻害 | | |

2) 下線部ア)の制限酵素は、4～8塩基からなる特定の塩基配列を認識し、その部分でDNAの2本鎖を切断する。表2の制限酵素の認識配列を参考にして、以下の問いア～イに答えよ。

表2 制限酵素の認識配列

酵素名	認識配列	酵素名	認識配列
<i>Bam</i> HI	$\begin{array}{ccccccc} G & & G & A & T & C & C \\ \downarrow & & & & & & \uparrow \\ C & C & T & A & G & & G \end{array}$	<i>Bgl</i> II	$\begin{array}{ccccccc} A & & G & A & T & C & T \\ \downarrow & & & & & & \uparrow \\ T & C & T & A & G & & A \end{array}$
<i>Eco</i> RI	$\begin{array}{ccccccc} G & & A & A & T & T & C \\ \downarrow & & & & & & \uparrow \\ C & T & T & A & A & & G \end{array}$	<i>Sal</i> I	$\begin{array}{ccccccc} G & & T & C & G & A & C \\ \downarrow & & & & & & \uparrow \\ C & A & G & C & T & & G \end{array}$

ア. 表2のように、制限酵素が認識する塩基配列は回文配列と呼ばれ、切断される部分の塩基配列が回文対称となっている。次の配列が回文配列になるように、**i** と **ii** に入る塩基の組み合わせを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **19**

回文配列： **i** **ii** G **i** A G

	(i)	(ii)
①	A	C
②	T	G
③	G	A
④	C	T
⑤	A	T

イ. ある制限酵素で切断した断片 A と別の制限酵素で切断した断片 B をつなげた場合、1塩基のずれもなくつながる組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 **20**

- ① *EcoRI*, *SalI* ② *BamHI*, *SalI* ③ *BglII*, *BamHI*
 ④ *EcoRI*, *BglII* ⑤ *SalI*, *BglII*

3) ベクターを制限酵素の *EcoRI* で切断した。さらに、別に用意した *EcoRI* で切断した二本鎖の DNA 断片をベクターに組み込み、酵素により切断部位をつないだ。このような DNA の組換えに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 **21**, **22**

- ① つなぎ合わせた DNA は二本鎖 DNA となる。
 ② 切断した DNA を解析する方法の一つに電気泳動法がある。
 ③ つなぎ合わせた DNA は再び *EcoRI* では切断することができない。
 ④ つなぎ合わせた DNA では、アデニンとチミンが相補的に結合する。
 ⑤ 制限酵素のほとんどは真核生物から発見されている。

4) PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法に関する記述について誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① DNA の入った溶液を 95℃まで加熱すると、二本鎖の DNA が2本の一本鎖 DNA にわかれる。
- ② 増幅する DNA 領域の端に設計したプライマーが DNA に結合することを、伸長反応という。
- ③ PCR 法は微量の DNA でも大量に増やすことのできる方法である。
- ④ RNA ポリメラーゼの働きで、一本鎖 DNA に相補的な塩基を持つヌクレオチドが次々に結合する。
- ⑤ PCR 法は、大腸菌ではなく、試験管 (マイクロチューブ) 内で行う反応である。

5) 1組の二本鎖 DNA を鋳型として用いた PCR 法の場合、1サイクル終了すると2組の二本鎖 DNA になる。2サイクル終了後には4組の二本鎖 DNA になる。10サイクル終了後、二本鎖 DNA は何組になっているか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 256 ② 512 ③ 1024 ④ 2072 ⑤ 4096

II

(配点 75)

(1) ヒトの免疫に関する次の文章を読み、以下の問い1)～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) からだの物理的・化学的防御に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 汗や、だ液、涙（涙液）には、細菌の細胞壁を溶かすタンパク質であるペプシンと呼ばれる酵素が含まれている。
- ② 気管の粘膜からは粘液が分泌され、細菌を捕獲し、細菌の侵入を防ぐ。
- ③ 皮膚の最表面のかたい角質層は、化学的に病原体の侵入を防いでいる。
- ④ 皮膚のディフェンシンは細菌の細胞膜を破壊する。
- ⑤ 気管の粘膜では、細胞にある繊毛の運動によって、異物を体外に送り出している。

2) ナチュラルキラー（NK）細胞に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① NK細胞は、体液性免疫ではたらく細胞である。
- ② NK細胞は、リンパ球に分類される。
- ③ NK細胞は、がん細胞を攻撃する。
- ④ NK細胞は、ウイルスに感染した細胞を攻撃する。
- ⑤ NK細胞は、細胞内のミトコンドリアの違いを正確に識別し、標的細胞を攻撃する。

3) 免疫の抗体や受容体に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 抗体は、免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質でできている。
- ② 抗体1分子は、H鎖が1個とL鎖が3個の計4個のポリペプチドからできている。
- ③ 抗体には種類によってアミノ酸配列の異なる部分の定常部があり、定常部の立体構造の違いにより、抗体は抗原と特異的に結合する。
- ④ T細胞の細胞膜には、T細胞受容体と呼ばれる受容体が存在する。
- ⑤ 自然免疫において、病原体の成分を認識する代表的な受容体に、Toll様受容体（TLR）がある。

4) 食作用, 食細胞に関する記述として誤っているものを, 次の①～⑥の中から2つ選べ。
ただし, 解答の順序は問わない。 32 , 33

- ① 抗原と抗体の複合体は, マクロファージなどの食作用を助け, 効率よく異物を体内から排除する。
- ② 好中球は, 異物が侵入した部位に集まり, 異物を取り込む。
- ③ 食細胞のマクロファージは, 組織と血液中の両方に存在する。
- ④ マクロファージのはたらきによって毛細血管が拡張する。
- ⑤ 樹状細胞は, 食作用で取り込んだ異物の情報を, 血管に移動してリンパ球に提示する。
- ⑥ 異物を取り込んだマクロファージからはサイトカインといわれるタンパク質が分泌され, 炎症反応を引き起こす。

5) 免疫に関する次のA～Eの記述のうちで, 誤っているものの組み合わせを, 下の①～⑩の中から1つ選べ。 34

- A. 疲労やストレスなどによって, 免疫のはたらきが低下すると, 健康な人では通常は発病しない病原性の低い病原体に感染しても, 発病することがある。これを日和見感染という。
- B. 自己免疫疾患には, アナフィラキシーショック, 関節リウマチなどがあげられる。
- C. あらかじめ動物に作らせた抗体を含む血清を注射することで, 症状を軽減させる治療法を血清療法という。
- D. ヒト免疫不全ウイルスは, B細胞に感染し, 破壊してしまうため, 細胞性免疫と体液性免疫の両方のはたらきが機能しなくなり, 後天性免疫不全症候群を引き起こす。
- E. 外界からの異物に対する免疫反応が過敏になり, その結果, 生体に不利益をもたらすことをアレルギーという。

- ① A, B ② A, C ③ A, D ④ A, E ⑤ B, C
- ⑥ B, D ⑦ B, E ⑧ C, D ⑨ C, E ⑩ D, E

6) 移植に関する次の文章中の空欄 **35** ~ **38** に入る最も適当なものを、下の①~⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

他人の皮膚などを移植すると、獲得免疫により移植部位が異物として認識されて脱落する。このような現象を **35** 反応という。 **35** 反応は、移植部位が **36** の成分として認識されず、免疫細胞が抗原提示を行い、それによって活性化された **37** 細胞により直接攻撃されて生じる。これは、移植を受けた側の免疫細胞が、移植された他人の臓器の細胞に対して **38** が生じていないためである。

- ① 抗原抗体 ② アレルギー ③ ツベルクリン ④ ヘルパー T
⑤ キラー T ⑥ 自己 ⑦ 免疫寛容 ⑧ 免疫記憶
⑨ 予防接種 ⑩ 拒絶

7) 獲得免疫において、リンパ球の B 細胞は分化して抗体を産生する。この分化した細胞の名称となるように下の空欄に入る語として最も適当なものを、次の①~⑨の中からそれぞれ1つずつ選べ。 **39** **40** 細胞

- ① 質 ② 産 ③ 型 ④ 抗 ⑤ 体
⑥ 樹 ⑦ 形 ⑧ 状 ⑨ 室

(2) ヒトの血液に関する次の文章を読み、以下の問い1)~3)に答えよ。

〔解答番号 **41** ~ **44** 〕

採取した血液をそのまま放置すると、血液 **41** 反応により、血小板や血しょう中のさまざまな **41** 因子が協調してはたらき、その結果、繊維状のタンパク質である **42** が生成される。この **42** の網に血球がからんで沈殿する。この沈殿物が血ペいであり、やや黄みがかった上澄みを血清という。

1) 上の文章中の空欄 **41** , **42** に入る最も適当なものを、次の①~⑧の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 溶解 ② 凝固 ③ 線溶 ④ ヒストン
⑤ アクチン ⑥ アルブミン ⑦ インスリン ⑧ フィブリン

2) 血液の構成成分である赤血球が、つくられてから破壊されるまでのおよその日数として最も適当なものを、次の①～⑨の中から1つ選べ。

約 日

- ① 3 ② 6 ③ 12 ④ 24 ⑤ 36
⑥ 60 ⑦ 120 ⑧ 240 ⑨ 360

3) 赤血球を破壊する主な臓器として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① すい臓 ② 心臓 ③ 腎臓 ④ ひ臓 ⑤ 脳

(3) 細胞の実験に関する次の文章を読み、以下の問い1)～2)に答えよ。

[解答番号 ～]

1) 均一な細胞懸濁液がある。縦1 mm, 横1 mm, 高さ0.1 mmの細胞計数盤に隙間なく入るように細胞懸濁液を添加した。顕微鏡で細胞計数盤上の細胞数を確認した結果、180個であった。この細胞懸濁液の1 mL中の細胞数はいくらか。下の空欄に入る数字として最も適当なものを、次の①～⑰の中からそれぞれ1つずつ選べ。たとえば、 1.1×10^2 の場合は、 に①, に①, に⑩を選び、マークする。

1 mL当たりの細胞数： . × 個/mL

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7
⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10^2 ⑪ 10^3 ⑫ 10^4 ⑬ 10^5 ⑭ 10^6
⑮ 10^7 ⑯ 10^8 ⑰ 10^9

2) 1)の細胞懸濁液を細胞数が 5×10^5 個になるように細胞培養用の容器に移して培養したい。1)の細胞懸濁液は何mL必要か。下の空欄に入る数字として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし、小数第3位を四捨五入せよ。たとえば、0.114の場合、0.11となり、 に⑩, に①, に①を選び、マークする。

細胞懸濁液： . mL

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8
⑨ 9 ⑩ 0