

**I** ~ **V** の解答は,

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

**I**

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 22】

免疫反応は、通常、自己の成分には反応しないようになっている。このような状態を **a** という。一方で、自己の成分を抗原として認識し、免疫反応を引き起こすことがある。このような病気を **b** 疾患という。また、病原体以外の異物にくり返し接触した際に、これらの異物に対して異常な免疫反応が起きることがある。このような反応を **c** 反応という。**c** 反応を引き起こす抗原は **d** といひ、**c** 反応が急激に全身で強く起こる症状を **e** ショックという。

あらかじめ死滅させた病原体や、病原性を弱めた病原体などを接種すると、免疫反応の一次応答を人工的に引き起こすことができる。その後、(a)実際の病原体が体内に侵入すると、短時間のうちに二次応答が引き起こされるので、効率よく感染症を予防することができる。このような目的で抗原として接種される物質を **f** といひ、**f** を接種することにより抗体をつくる能力を高めて免疫を獲得させる方法を **g** という。接種された **f** に含まれる抗原はやがて樹状細胞に取り込まれ、(b)樹状細胞は **h** に移動し T 細胞に対して **i** を行う。(c) **i** を受けた T 細胞はサイトカインを分泌するとともに、特定の B 細胞に働きかけて抗体を分泌する **j** 細胞に分化させる。抗体は体液によって全身に運ばれ、同じ病原体が侵入するとその抗原に結合する。抗体が病原体に結合すると、(d)食作用の促進などにより感染症の発症が抑制される。

新型コロナウイルス感染症に対する **f** には、新型コロナウイルスのスパイクタンパク質の mRNA が用いられているものがある。接種された mRNA はヒトの細胞内に取り込まれて(e)タンパク質に翻訳される。こうしてできたスパイクタンパク質は、細胞表面上に現われて抗原として認識される。

問 1 文中の **a** ～ **j** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について, 短時間のうちに二次応答が引き起こされる理由を簡潔に答えなさい。

問 3 下線部(B)について, T 細胞は大きく 2 種類に分類される。それぞれの名称を答えなさい。

問 4 下線部(C)について, 特定の B 細胞とはどのような B 細胞か簡潔に答えなさい。

問 5 下線部(D)について, 食作用を有する細胞はどれか。次の①～⑧のうちから 3 つ選び, 記号で答えなさい。

- ① 赤血球      ② T 細胞      ③ B 細胞      ④ ナチュラルキラー細胞  
⑤ 好中球      ⑥ マクロファージ      ⑦ 樹状細胞      ⑧ 造血幹細胞

問 6 下線部(E)について, 翻訳に直接関与する分子および細胞小器官はどれか。次の①～⑧のうちから 3 つ選び, 記号で答えなさい。

- ① DNA ポリメラーゼ      ② RNA ポリメラーゼ      ③ rRNA      ④ tRNA  
⑤ リソソーム      ⑥ リボソーム      ⑦ ゴルジ体      ⑧ 核

## II

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

【配点 18】

化学反応の前後で、それ自体は変化することなく、化学反応を促進する物質を **a** という。生体内では、酵素と呼ばれる **a** の働きによって、さまざまな反応が効率的に進行している。酵素の本体は主に多数のアミノ酸がつながったタンパク質からできている。酵素が働きかける物質のことを **b** といい、反応によってつくられた物質を **c** という。酵素には特定の物質のみに作用する性質があり、この性質を **d** という。これは、酵素にはそれぞれ特有の立体構造をもつ **e** があり、その構造に適合した物質( **b** )だけが **e** に結合して反応が起こるためである。

酵素反応の具体例として、デンプン溶液にヒトのだ液を加えると、デンプンは分解される。このときに働くのは **f** と呼ばれる酵素である。また、過酸化水素水に肝臓片を加えると、気体が盛んに発生する。これは、肝臓片に **g** と呼ばれる酵素が含まれており、これが過酸化水素の分解を促進するためである。

酵素の性質を調べるために、下線部に関する以下の実験を行った。

**【実験】** 5 g の肝臓片をすりつぶし、5 mL の水を加え酵素液とした。この酵素液のうち 1 mL を試験管に取り、熱湯の入ったビーカーにつけて 3 分間加熱した。次に試験管 A～E の 5 本を準備し、下表のように 2 mL の 3 %過酸化水素水を加えた。さらに、2 mL の水、5 %塩酸、あるいは 5 %水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ加えた後、3 滴の酵素液または加熱した酵素液を加えた。その結果、試験管 C だけに気体が発生した。

試験管	A	B	C	D	E
3 %過酸化水素水	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL
水	2 mL	2 mL	2 mL	—	—
5 %塩酸	—	—	—	2 mL	—
5 %水酸化ナトリウム水溶液	—	—	—	—	2 mL
熱湯で加熱した酵素液	—	3 滴	—	—	—
酵素液	—	—	3 滴	3 滴	3 滴

問 1 文中の **a** ～ **g** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 酵素が作用するためには、酵素タンパク質とともに分子量の小さな有機物が必要な場合がある。このような有機物のうち、酵素タンパク質から解離しやすいものを何というか答えなさい。

問 3 酵素反応液中に **b** とよく似た立体構造の物質があると、この物質が酵素の **e** に結合して酵素の働きを阻害することがある。この阻害のことを何というか答えなさい。

問 4 下線部について、発生する気体は何か答えなさい。また、気体が発生する反応を化学反応式で答えなさい。

問 5 試験管 B で気体が発生しなかった理由を簡潔に答えなさい。

問 6 試験管 D と E で気体が発生しなかった理由を簡潔に答えなさい。

問 7 あらたに試験管 F～J を準備して、酵素液の代わりに石英粒または酸化マンガン(IV)  $[\text{MnO}_2]$  を用いて、下表のように実験を行った。気体が発生する試験管をすべて選び、記号で答えなさい。

試験管	F	G	H	I	J
3%過酸化水素水	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL
水	2 mL	2 mL	2 mL	—	—
5%塩酸	—	—	—	2 mL	—
5%水酸化ナトリウム水溶液	—	—	—	—	2 mL
石英粒	少量	—	—	—	—
熱湯で加熱した $\text{MnO}_2$	—	少量	—	—	—
$\text{MnO}_2$	—	—	少量	少量	少量

### III

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

【配点 20】

細胞内の DNA の塩基配列は、**a** やある種の化学物質による DNA 損傷や、複製時のエラー（誤り）によって、まれに永続的に変化することがある。これを突然変異（あるいは単に変異）という。塩基配列の変化には、ある塩基が別の塩基に置き換わる「置換」、ヌクレオチドが失われる「**b**」、逆にヌクレオチドが入り込む「**c**」などがある。

真核生物の遺伝子の **あ** 領域内で変異が生じると、その mRNA の塩基配列も変化するが、その mRNA が翻訳されて生じるタンパク質のアミノ酸配列に及ぼす影響は、さまざまである。例えば、あるアミノ酸を指定するコドン内の 1 塩基の置換では、アミノ酸配列が全く変化しない場合（同義置換）と、(A) アミノ酸配列が変化する場合（非同義置換）があり、どちらになりやすいかは、コドン内の置換が生じる塩基の位置によって異なってくる。アミノ酸を指定するコドンの **X** 番目の塩基の 1 塩基置換は必ず非同義置換になるのに対し、**Y** 番目の塩基の 1 塩基置換は同義置換になる場合が多い。また、(B) **Z** 番目の塩基の 1 塩基置換は、非同義置換になる場合が多いが、同義置換になることもある。

一方、**あ** 内の翻訳される領域内で (C) 1 塩基の **b** や **c** が起こると、ほとんどの場合で変異が生じた部位以降のアミノ酸配列が大きく変化する。

突然変異によって特定のタンパク質の機能が失われたり変化したりすると、細胞が正常に働かなくなる場合がある。このような突然変異が、配偶子の元となる **d** 細胞で生じることによって、フェニルケトン尿症や鎌状赤血球貧血症などの遺伝性疾患の原因となる。一方、**d** 細胞以外の細胞に生じた突然変異は、子孫に受け継がれることはないが、がんの原因となる可能性がある。

問 1 文中の **a** ～ **d** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 文中の **あ** に入る最も適切な語句を次の①～⑤のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ① プロモーター ② オペロン ③ イントロン ④ エキソン ⑤ テロメア

問3 下線部(A)について、翻訳の開始コドンと終止コドン以外の部位で、1塩基置換による非同義置換が起きたとき、一般に、合成されるタンパク質の一次構造が(1)大きく変化する場合と、(2)わずかな変化にとどまる場合がある。それぞれの場合について、置換が起きた部位の変化と、その部位以降のアミノ酸配列がどのようになるかについて簡潔に答えなさい。

問4 下に示すコドン表を参考にして、次の(1)～(5)に答えなさい。

		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	U	3 番 目 の 塩 基	
		UUC		UCC		UAC		UGC		C		
		UUA	ロイシン	UCA		終止コドン	UGA	トリプトファン	A			
		UUG		UCG			UAG		UGG	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	グルタミン	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			

- (1) 文中の **X** ～ **Z** に入る適切な数字を答えなさい。
- (2) 翻訳の開始コドンが指定するアミノ酸を1つ答えなさい。
- (3) コドン内の1塩基の置換が必ず非同義置換になるアミノ酸を2つ答えなさい。
- (4) 下線部(B)について、**Z** 番目の塩基の置換でも同義置換になる可能性のあるアミノ酸を2つ答えなさい。
- (5) コドン内の3つの塩基のすべてがそれぞれ別の塩基に置換しても、同義置換になる可能性のあるアミノ酸を1つ答えなさい。

問5 下線部(C)について、その理由を簡潔に答えなさい。

# IV

次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

【配点 22】

生体内で行われる化学反応は、まとめて **a** と呼ばれる。**a** には、単純な物質から複雑な物質を合成する **b** と、複雑な物質を単純な物質に分解する **c** がある。有機物を合成する光合成が **b** の例であり、有機物を分解する呼吸や発酵が **c** の例である。**b** は、全体としてはエネルギーを吸収する反応であり、**c** は、全体としてエネルギーを放出する反応である。

植物や一部の細菌のように、外界から取り入れた無機物を利用して有機物を合成する生物を **d** 生物という。これに対して、動物などのように、ほかの生物がつくった有機物を摂取し、それらを利用して生命活動に必要な物質につくり変えたり、エネルギーを得たりして生きている生物を **e** 生物という。

生物が外界から二酸化炭素を取り入れ、これを炭素源として有機物を合成する働きを **f** という。**f** には、光エネルギーを利用する光合成と、化学エネルギーを利用する化学合成がある。また、生物が外界から窒素原子を含む物質を取り入れ、からだに必要な有機窒素化合物を合成する働きは、**g** と呼ばれる。

植物は、土壌の無機窒素化合物を根から吸収して、**g** を行っている。動物などの **e** 生物は、植物が合成した有機窒素化合物を直接または間接的に取り入れ、**g** を行っている。図1は自然界における窒素循環を、図2は植物の **g** を模式的に表したものである。

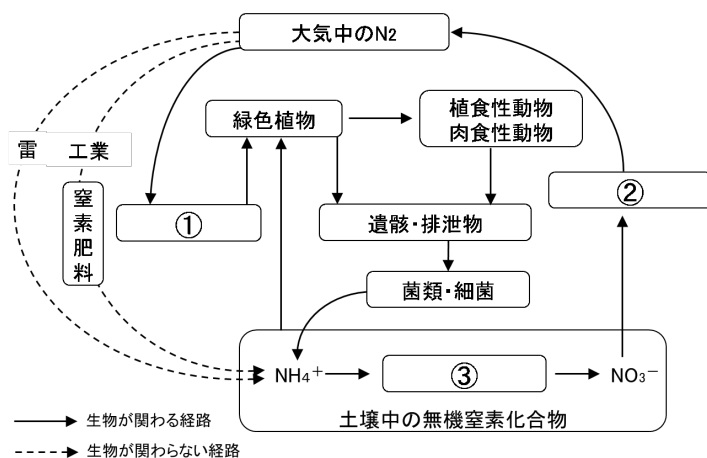


図1 自然界における窒素循環



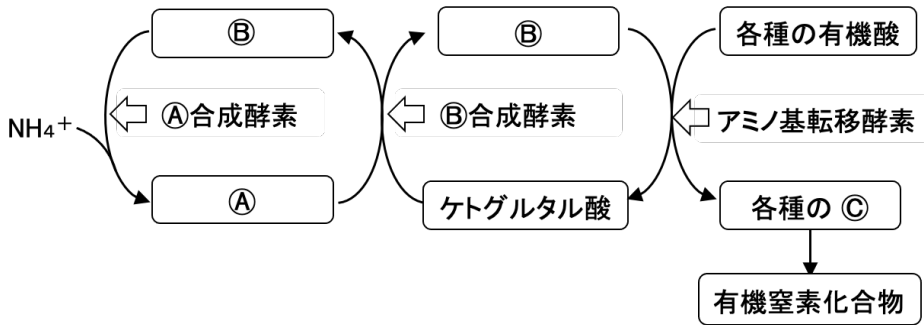


図2 植物の

- 問1 文中および図中の  ～  に入る最も適切な語句を答えなさい。
- 問2 図1の①～③に入る微生物をそれぞれ一般に何というか答えなさい。
- 問3 図1の①に含まれる微生物のうち、マメ科植物と共生している微生物を一般に何というか答えなさい。
- 問4 図1の①に含まれる微生物のうち、マメ科植物と共生していない代表的な微生物を2つ答えなさい。
- 問5 図1の③に含まれる微生物は一般に2種類に分類される。それらの微生物を何というか答えなさい。
- 問6 下線部について、化学合成を行う微生物(化学合成細菌)は、一般にどのような化学反応によってエネルギーを得ているか簡潔に答えなさい。
- 問7 植物は、アンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ )を利用して、図2の反応によりいろいろな有機窒素化合物を合成する。図2のA～Cに入る最も適切な語句を答えなさい。
- 問8 イネを収穫した後の水田は窒素源が減少している。そのため、古くからゲンゲ(レンゲソウ)の種をまき、春に生育させた後、土中に埋めて肥料(緑肥)としてきた。この方法において、ゲンゲが利用される理由を窒素源の観点から簡潔に答えなさい。

# V

次の文章を読み、問1と問2に答えなさい。

【配点 18】

肝臓には物質の合成や分解に関するタンパク質が他の器官よりも多く含まれており、活発な化学反応が起こっている。小腸などの消化管から吸収された物質や、**a** で破壊された赤血球の成分は、**b** を通って肝臓に流れこむ。

消化管から吸収されたグルコースの一部は **c** となって肝細胞内に貯蔵される。血液中のグルコース(血糖)が低下して低血糖になると、すい臓の **d** から **e** というホルモンが分泌され、これが肝臓での **c** 分解を促進することによって血糖濃度を上昇させる。

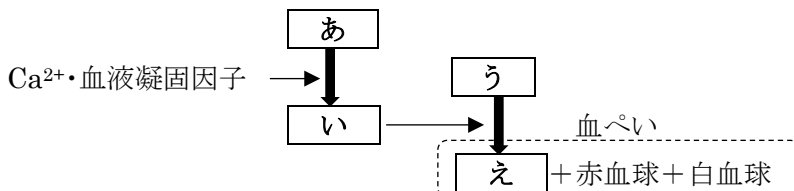
肝臓では脂肪も合成および貯蔵され、必要に応じて全身組織へエネルギー源として送られる。また、肝臓に運ばれたアミノ酸からは、生命活動に必要なさまざまなタンパク質が合成される。血しょう中で最も多いタンパク質である **f** や、血液凝固に関するタンパク質も肝臓で合成される。一方、タンパク質やアミノ酸が分解されて生じた有害な **g** は、肝臓で毒性の低い **h** に変換され、腎臓から体外に排出される。

赤血球の主成分である **i** が分解されると、**j** と呼ばれる脂溶性の物質ができる。**j** やコレステロールなどの脂溶性物質は、腎臓では排出できないので、肝臓から **k** として十二指腸内に放出された後、便とともに体外に排出される。

問1 文中の **a** ~ **k** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部について、下図に血液凝固のしくみを示す。

(1) 図中の **あ** ~ **え** に入るタンパク質の名称を答えなさい。



(2) 血ぺいを溶かすしくみのことを何というか答えなさい。

(3) 水溶性の **う** から **え** の繊維が形成されるしくみを簡潔に答えなさい。