

一般入試前期A日程2日目

生物

I (配点 75)

(1) 遺伝子に関する次の文章を読み、以下の問い1)～6)に答えよ。

[解答番号 ～]

遺伝子には、正確にコピーを行い、分裂した細胞に遺伝情報を受け継がせる^{ア)}複製と、生物の設計図としてはたらく発現の2つの大きな役割がある。

大腸菌などの原核細胞の遺伝子が発現する際には、細胞質基質に存在するDNAに^{イ)}RNA が結合して、RNA への転写が開始される。転写によって伸長する mRNA には、いくつもの が結合して、それぞれが翻訳を行い、^{ウ)}ポリペプチド鎖を伸ばしていく。

一方、真核細胞ではDNAが核内に存在するため、核内でRNAへの転写が行われる。転写されたRNAは^{エ)}スプライシングを受け、 が取り除かれる。その後、形成された mRNA は核膜孔を通過して細胞質基質へ運ばれ、そこで が結合して、翻訳が開始される。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|----------|----------|---------|---------|
| ① tRNA | ② rRNA | ③ エキソン | ④ プライマー |
| ⑤ リガーゼ | ⑥ イントロン | ⑦ リボソーム | ⑧ ヘリカーゼ |
| ⑨ アンチコドン | ⑩ ポリメラーゼ | | |

2) 下線部^{ア)}の複製に関して、原核細胞と真核細胞の複製に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ1つずつ選べ。

原核細胞： , 真核細胞：

- ① DNA は環状で、岡崎フラグメントが形成されることはない。
- ② DNA は環状で、複製はふつう1か所の複製起点から両方向へ進む。
- ③ DNA は環状で短いため、リーディング鎖の伸長反応が3'末端から5'末端方向に進む。
- ④ DNA が線状で端があるため、複製は両端から行われる。
- ⑤ DNA が線状で、リーディング鎖には岡崎フラグメントが形成される。
- ⑥ DNA が線状で長いため、1本のDNAに複製起点は複数か所ある。

3) 下線部イ)のRNA が結合して転写が開始される領域は何と呼ばれるか。最も
適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 調節領域 ② オペレーター ③ トリプレット ④ プロモーター

4) 下線部ウ)のポリペプチド鎖はタンパク質を形成する。タンパク質の構造に関する記述
として最も適当なものを、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。

,

- ① 一次構造においてアミノ酸どうしの結合を水素結合という。
② タンパク質はらせん状構造やじぐざぐ構造といった二次構造をしている。
③ システインの側鎖の間に作られるS-S結合などによって、構造が安定化されること
もある。
④ 酵素や抗体などのように、特定の物質だけ結合できる相同性という性質を持つ。
⑤ 各アミノ酸の疎水性や親水性といった性質で、一次構造が安定化されている。
⑥ いくつかのポリペプチドが集まって作られた複合体を三次構造という。

5) 下線部エ)のスプライシングに関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中
から1つ選べ。

- ① スプライシングでは、調節タンパク質が認識した 部分をRNA分解酵素が
分解する。
② スプライシングにより 部分が取り除かれると、基本転写因子によりRNA
はつなぎ合わされる。
③ 特定の部分を選択してつなげて、1つの遺伝子から数種のmRNAが作られることが
ある。
④ 細胞の種類によってはスプライシングが行われず、 部分が利用されるため、
1つの遺伝子から数種のmRNAが作られることがある。

6) 大腸菌の遺伝子組換え操作に関する記述として最も適当なものを、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。 10 , 11

- ① 外来遺伝子が組み込まれ、発現することを、形質転換という。
- ② 制限酵素によって特定の塩基配列の回文配列かいぶんはいれつの部分で塩基をつなぐ。
- ③ 遺伝子組換えができる原核生物は、トランスジェニック生物ではない。
- ④ GFP 遺伝子を利用すると、遺伝子が組み込まれた大腸菌を蛍光の有無により選択することができる。
- ⑤ 大腸菌に遺伝子を組み込む際には、ベクターとしてプラスミドやアグロバクテリウムといったウイルスなどを用いる。
- ⑥ アンピシリン耐性遺伝子をもつプラスミドを大腸菌に導入すると、遺伝子組換えが起こった大腸菌のみがアンピシリンを含まない培地で生育できる。

(2) 遺伝現象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 12 ～ 14 〕

同じ染色体に存在して互いに連鎖している3つの遺伝子 R (r), T (t), B (b) について、以下の実験Ⅰ～Ⅲの交配実験を行った。R, T, B は優性遺伝子であり、r, t, b は劣性遺伝子である。

〔実験Ⅰ〕 遺伝子型 RRBB と遺伝子型 rrrb を交配し、RrBb の F₁ 世代を得る。この RrBb と rrrb を交配させると、RrBb が 460 個体、Rrrb が 60 個体、rrBb が 40 個体、rrrb が 440 個体得られた。

〔実験Ⅱ〕 遺伝子型 RRtt と遺伝子型 rrrt を交配し、RrTt の F₁ 世代を得る。この RrTt と rrrt を交配させると、RrTt が 415 個体、Rrrt が 78 個体、rrTt が 62 個体、rrrt が 445 個体得られた。

〔実験Ⅲ〕 遺伝子型 BBTT と遺伝子型 brrt を交配し、BbTt の F₁ 世代を得る。この BbTt と brrt を交配させると、BbTt が 480 個体、Brrt が 18 個体、bbTt が 32 個体、brrt が 470 個体得られた。

1) 実験Ⅰで組換えが起こることで生じた配偶子の遺伝子の組み合わせはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 12

- ① RR と bb ② rr と BB ③ RB と rb ④ Rr と Bb ⑤ Rb と rB

2) 実験Ⅰの R (r) と B (b) の間で組換えが起こった個体は、1000 個体のうちの何個体か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 13

- ① 460 ② 140 ③ 100 ④ 60 ⑤ 40

3) 実験Ⅰ～Ⅲの結果より、図1のR、T、Bの染色体地図を作成した。図の空欄 **14** にあてはまる最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 5 ② 6 ③ 10
 ④ 14 ⑤ 15

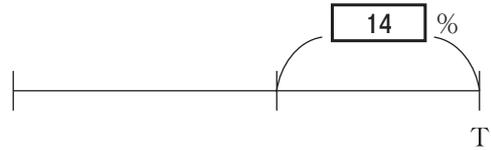


図1 R、T、Bの染色体地図

(3) 腎臓に関する以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 **15** ～ **18** 〕

1) イヌリンは腎小体で血しょう中と同じ濃度でろ過されるが再吸収も追加分泌もされない
 ので、原尿に含まれていたイヌリンはすべてが尿中に排泄される。イヌリンをヒトに注射
 し、血しょう中の濃度が安定してから、血しょう中、尿中のイヌリン濃度を測定すると、
 それぞれ 14 mg/100 mL、1680 mg/100 mL であった。1時間あたりの原尿量は何 L とな
 るか。最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。ただし、1分間あたりの尿の生
 成量は 1.0 mL とする。 **15** L

- ① 1.8 ② 3.6 ③ 7.2 ④ 14.4
 ⑤ 36 ⑥ 3600 ⑦ 7200 ⑧ 14400

2) ヒトにおける原尿の濃縮について、正常な腎臓における各物質の濃縮率の関係（高い
 順）として最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 **16**

- ① 水 > 尿素 > タンパク質 > クレアチニン
 ② クレアチニン > 尿素 > 水 > タンパク質
 ③ 尿素 > タンパク質 > 水 > クレアチニン
 ④ タンパク質 > 水 > クレアチニン > 尿素
 ⑤ 水 > クレアチニン > タンパク質 > 尿素
 ⑥ クレアチニン > 水 > 尿素 > タンパク質
 ⑦ 尿素 > クレアチニン > 水 > タンパク質
 ⑧ タンパク質 > 尿素 > クレアチニン > 水

3) 腎臓等における物質移動現象の説明として誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。 17

- ① 溶質と溶媒の分子が濃度勾配に従って均一な濃度になるように移動する現象を拡散という。
- ② 水や一部の溶質は透過するが、他の溶質は透過しない膜を半透膜という。
- ③ 半透膜を介して溶媒や溶質が移動する現象を浸透という。
- ④ 淡水魚では、体内に水が浸入し、腎臓で水分の積極的な再吸収が行われる。
- ⑤ 糸球体からボーマンのうへの血圧によるろ過によって、血液から原尿が作られる。

4) ヒトの腎臓における現象の説明として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

18

- ① 体液の浸透圧はナトリウムイオンの再吸収とは関係なく、再吸収される水の量のみで調節される。
- ② 尿中にグルコースが含まれないのは腎小体でろ過されないためである。
- ③ 尿中の濃度が血しょう中の濃度よりも高い物質は再吸収されなかった物質である。
- ④ カリウムイオンは細尿管で再吸収されない。
- ⑤ 成分の濃度が尿中と血しょう中とで異なるのは、成分の再吸収の割合と水の再吸収の割合が異なるからである。

(4) ヒトの血糖調節機構と肝臓に関する以下の問い1)～3)に答えよ。

[解答番号 19 ~ 22]

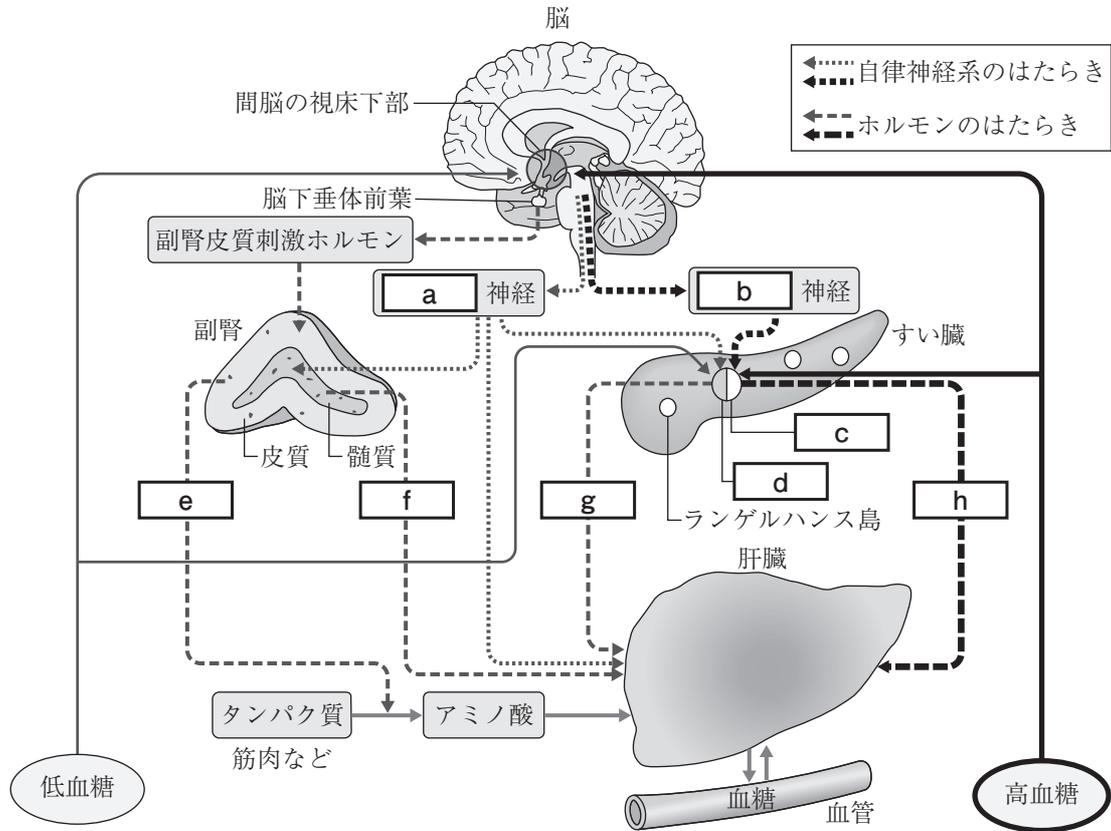


図2 ヒトの血糖調節機構の模式図

1) ヒトの血糖調節では図2で示すように高血糖あるいは低血糖により、視床下部が刺激され、**a**神経、あるいは**b**神経が働き、ランゲルハンス島内の細胞(**c**あるいは**d**)からホルモンが分泌される。**a**～**d**に入るものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 19

	a	b	c	d
①	交感	副交感	B細胞	A細胞
②	交感	副交感	A細胞	B細胞
③	副交感	交感	B細胞	A細胞
④	副交感	交感	A細胞	B細胞
⑤	運動	感覚	B細胞	A細胞
⑥	運動	感覚	A細胞	B細胞
⑦	感覚	運動	B細胞	A細胞
⑧	感覚	運動	A細胞	B細胞

2) 図2のe～hに入るホルモンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選べ。 20

	e	f	g	h
①	インスリン	グルカゴン	アドレナリン	糖質コルチコイド
②	アドレナリン	糖質コルチコイド	インスリン	グルカゴン
③	糖質コルチコイド	インスリン	アドレナリン	グルカゴン
④	グルカゴン	インスリン	糖質コルチコイド	アドレナリン
⑤	アドレナリン	糖質コルチコイド	グルカゴン	インスリン
⑥	インスリン	アドレナリン	糖質コルチコイド	グルカゴン
⑦	糖質コルチコイド	アドレナリン	グルカゴン	インスリン
⑧	グルカゴン	インスリン	アドレナリン	糖質コルチコイド

3) 肝臓の構造・機能として誤っているものを、次の①～⑨の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 21 , 22

- ① グルコースを結合してグリコーゲンとし、細胞内に一時的に貯蔵する。
- ② 生体に必要なタンパク質であるアルブミンや血液凝固に関するタンパク質を合成する。
- ③ アミノ酸の分解により生じたアンモニアから、尿素を合成する。
- ④ ヘモグロビンを分解し、チロキシンを生成する。
- ⑤ 胆汁を生成し、胆汁は胆のうに一時的に蓄えられる。
- ⑥ アルコールを酵素により分解し、無毒化する。
- ⑦ 気温が低いとき、肝臓で代謝が盛んになり、発生する熱で体温を維持する。
- ⑧ 肝臓には、肝動脈、肝門脈を通して血液が流れ込む。
- ⑨ 1 から 2 cm ほどの大きさの肝小葉の中を、毛細血管と胆管が通っている。

(5) ヒトの受容器の構造と機能に関する以下の問い1)～2)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) 聴覚に関して誤っているものを、次の①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 内耳のコルチ器は、おおい膜、聴細胞からできている。
- ② 基底膜の幅は、うずまき管の入口（基部）では狭く、奥（先端）に行くほど広がっている。
- ③ 半規管では、3つの管が互いに直交している。
- ④ 低い音では、うずまき管の入り口に近い基底膜が最もよく揺れる。
- ⑤ 聞こえる音の周波数の範囲は、20ヘルツから20000ヘルツである。

2) 視覚に関して誤っているものを、次の①～⑦の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① すいたい 錐体細胞には、700 nm 付近の波長の光に最も強く反応する細胞がある。
- ② かんたい 桿体細胞は、500 nm 付近の波長の光に最も強く反応する。
- ③ 桿体細胞は、ロドプシンを含み、色の識別には関与しない。
- ④ 錐体細胞ではフォトプシンが光を吸収する。
- ⑤ 光が強い場所ではロドプシンが光を吸収し、視神経の光に対する感度が上がる。
- ⑥ 近くを見るとき、毛様筋が収縮して水晶体が厚くなる。
- ⑦ 錐体細胞は、網膜の黄斑の部分に多く存在する。

II

(配点 75)

(1) 生態系内の物質循環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 ～ 〕

生態系内の物質やエネルギーの利用は、物質の収支を調べることによって明らかにすることができ、ある時点で一定の空間内に存在している生物量は、現存量と呼ばれる。生産者が光合成によって一定期間に生産した有機物量を総生産量といい、総生産量から生産者の 量を差し引いたものを純生産量という。純生産量の一部は、一次消費者に被食される被食量となったり、落葉・落枝などの枯死量となったりして失われる。純生産量から被食量と枯死量を差し引いたものが、生産者の 量となる。

消費者では、食物として取り入れた摂食量から、消化・吸収されない不消化排出量を除いたものが 量となる。 量から消費者自身の 量や老廃物排出量を差し引いたものが生産量であり、生産量の一部は上位の消費者に被食される被食量や 量として失われ、残りがその消費者の 量となる。菌類や細菌は、生物の遺骸や排出物を利用して生活しており、これらが無機物に変える。

1) 上の文章中の空欄 ～ に入る最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 死滅 | ② 呼吸 | ③ 生産 | ④ 現存 | ⑤ 摂食 |
| ⑥ 成長 | ⑦ 同化 | ⑧ 枯死 | ⑨ 増殖 | ⑩ 捕食 |

2) 生態系における炭素循環に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 植物や藻類などは、二酸化炭素を用いて光合成をおこない、有機物を合成している。
- ② 生物の遺骸や排出物に含まれる二酸化炭素は、菌類や細菌が呼吸に用いる。
- ③ 化石燃料の燃焼により大気中に放出された二酸化炭素は、生態系の炭素循環だけでなく、地球環境にも影響を及ぼす。
- ④ 有機物などの汚濁物質が環境中に放出された場合、自然浄化の作用によってその量は減少する。

3) 生態系における窒素循環に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。 31

- ① 硝酸塩の一部は、脱窒素細菌のはたらきによって窒素ガスになり、これを硝化という。
- ② マメ科植物の根に根粒を形成する根粒菌は、アンモニウムイオンから窒素ガスを生成する。
- ③ 植物に吸収されたアンモニウムイオンはアミノ酸として同化され、タンパク質や核酸などが作られる。
- ④ 硝化菌のはたらきによって有機窒素化合物から生成された硝酸塩は、様々な生物によって同化される。

4) 生態系のバランスと保全に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 32

- ① 水環境中の窒素やリンなどの無機栄養塩類濃度が高くなると、植物プランクトンの異常増殖が起こることがある。
- ② 水環境中で異常増殖した動物プランクトンがアオコである。
- ③ 生態系内で食物網の上位にあり、他の生物の生活に大きな影響を与える生物種をキーストーン種という。
- ④ 生物に取り込まれた物質が、周辺環境より高い濃度で体内に蓄積される現象を生物濃縮という。

5) 地球温暖化が自然環境に与える影響に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。 33

- ① 二酸化炭素は地球表面から放射される赤外線を吸収し、その一部を地球表面へ放射するため、気温を上昇させる効果を有する。
- ② 地球温暖化の影響により、桜の開花時期が遅くなっている。
- ③ 地球温暖化の影響が生物の生息環境の変化や消滅を引き起こし、それぞれの地域の生物種の構成に変化を及ぼす。
- ④ 地球温暖化による海水温の上昇によって、サンゴの白化現象が拡大している。

(2) 生物の代謝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 34 ～ 44 〕

細菌の中には独立栄養のものが存在しており、光エネルギーや無機物の酸化によって得られるエネルギーを利用して有機物合成を行う。その中でも硫化水素が溶け込む池や沼に生息する緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などは、植物とは異なるしくみの光合成を行っており、光合成細菌と呼ばれる。これらの細菌は光合成色素として 34 を持っており、水の代わりに硫化水素などから 35 を得ている。このため、光合成細菌の光合成では 36 の放出は見られず、37 などが生じる。図1は、紅色硫黄細菌の光合成を表している。

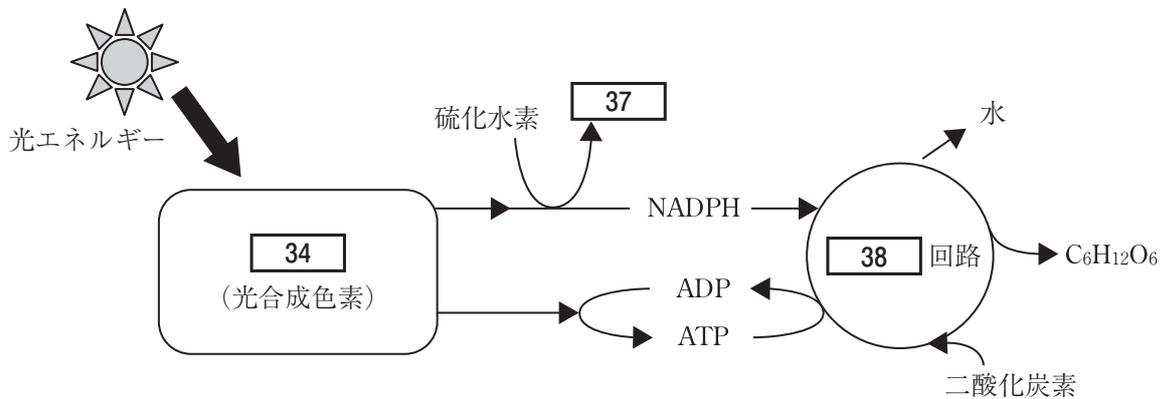


図1 紅色硫黄細菌の光合成

1) 上の文章中および図1中の空欄 34 ～ 38 に入る最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。

- | | | | |
|---------------|-------------------|------|------|
| ① 酸素 | ② 窒素 | ③ 電子 | ④ 硫黄 |
| ⑤ バクテリオクロロフィル | ⑥ クロロフィル <i>a</i> | | |
| ⑦ カロテノイド | ⑧ クエン酸 | | |
| ⑨ カルビン・ベンソン | ⑩ 解糖 | | |

2) 呼吸の反応過程に関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選べ。

39

- ① グルコースは細胞質基質においてピルビン酸まで分解され、NADHが生じる。
- ② 解糖系で生じたピルビン酸は、水と結合したり二酸化炭素を放出しながら分解され、NADHやFADH₂が生じる。
- ③ 解糖系やクエン酸回路で生じたNADHやFADH₂は、電子伝達系に入りエネルギーが取り出され、ATP合成が行われる。
- ④ ミトコンドリア内膜で水素が水素イオンと電子に分かれ、電子は最終的に水素の酸化に使われて水を生じる。

3) 植物の窒素同化に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

40

- ① 葉緑体のストロマ内において、グルタミン酸のアミノ基がケトグルタル酸に転移して、2分子のグルタミンが生じる。
- ② グルタミンの合成には、光合成過程で生成されたATPが用いられる。
- ③ グルタミンのカルボキシ基はケトグルタル酸へ転移される。
- ④ アミノ基転移酵素の働きにより各種アミノ酸の分解が行われる。

4) 発酵に関する記述として誤っているものを、次の①～⑦の中から2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

- ① 酸素を用いずに有機物を分解して ATP を合成する過程を発酵という。
- ② 発酵のうち、最終生成物がエタノールと二酸化炭素であるときの過程をアルコール発酵といい、グルコースを基質とした発酵は下記のように表される。
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + \text{エネルギー (2ATP)}$$
- ③ 発酵のうち、最終生成物が乳酸となる発酵を乳酸発酵といい、グルコースを基質とした発酵は下記のように表される。
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + \text{エネルギー (2ATP)}$$
- ④ 発酵の過程には、どの種類の発酵にも共通する反応経路が存在しており、この経路は電子伝達系と呼ばれる。
- ⑤ グルコース 1 分子からグリセルアルデヒドリン酸が生成され、このとき 2 分子の ATP が消費される。
- ⑥ 解糖系においてピルビン酸が生じるまでの間にリン酸が結合した中間生成物が生じるが、これを酸化的リン酸化という。
- ⑦ ビスホスホグリセリン酸からピルビン酸が生じるとき、ADP から ATP が合成される。

5) 生体内の有機物の分解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 脂肪が呼吸によって分解されるとき、グリセリンと脂肪酸に分解される。
- ② クエン酸回路に入った脂肪酸は、 β 酸化によってアセチル CoA を生成する。
- ③ グリセリンはクエン酸回路に入り、ピルビン酸になる。
- ④ アミノ酸の分解では、アンモニアの形でアミノ基が遊離し、これを脱アミノ反応という。
- ⑤ グルコース分解の呼吸商は、0.8 である。

(3) 生物の分類と系統に関する以下の問い1)～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕

1) 3ドメイン説に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選べ。

- ① 生物は原核生物，真核生物，原生生物の3つのドメインに分けられる。
- ② 古細菌ドメインには，メタン菌や高度好塩菌が含まれる。
- ③ 古細菌ドメインには，シアノバクテリアをはじめとする光合成細菌類が含まれる。
- ④ 真核生物ドメインは，原生動物，植物，菌類，古細菌で構成される。

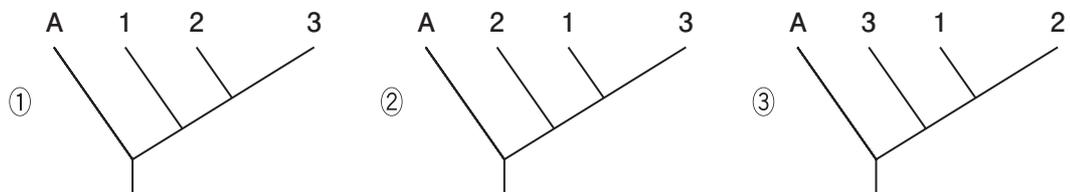
2) 生物の分類および系統に関する記述として誤っているものを，次の①～⑤の中から2つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 ，

- ① 生物の種の命名方法は国際的に二名法が採用されており，学名は属名と科名を併記するものである。
- ② 生物の分類群には，ドメイン・界・門・綱・目・科・属・種という階層が使われている。
- ③ 生物の系統は，細胞の構造，形態，発生様式，DNAの塩基配列，タンパク質のアミノ酸配列などを比較することで推定できる。
- ④ 重要な機能をもつタンパク質の遺伝子では，その機能に影響を与える突然変異が起こりやすく，近縁な種でも塩基配列の違いが多くみられる。
- ⑤ DNAの塩基配列を系統推定に利用する際，塩基配列の違いがどの程度かを，コンピュータによって計算する。

- 3) 生物種 1～3 とそれらの祖先と考えられる生物種 A について系統樹を作成する。表 1 に示す部分的な塩基配列から、最節約法で作成した系統樹として最も適当なものを、次の①～③の中から 1 つ選べ。 48

表 1 各種の DNA の塩基配列

種 \ 塩基配列	1	2	3	4	5	6
種 A	A	T	T	G	C	C
種 1	G	A	T	C	C	G
種 2	A	A	T	C	C	G
種 3	A	A	T	G	C	G



- 4) 植物および菌類の特徴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。 49 , 50

- ① シダ植物は、孢子体において減数分裂によって孢子が作られる。
- ② コケ植物は飛散した孢子が発芽して体細胞分裂を繰り返して、前葉体と呼ばれる配偶体を形成する。
- ③ 維管束をもつ植物のうち、種子による繁殖を行う植物群を種子植物といい、胚珠がむき出しの裸子植物と胚珠が子房に包まれている被子植物がある。
- ④ 菌類は従属栄養生物であり、ツボカビ類、接合菌類、子実菌類、担子菌類などがある。
- ⑤ 菌類の孢子は、減数分裂によってのみ作られる。
- ⑥ 担子菌類はキノコと呼ばれる大型の子実体を形成し、そこに担子器を生じる。