

生物基礎・生物

生物基礎・生物

第1問 次の問1～問8の各問いに答えよ。

問1 細胞と細胞小器官の大きさに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 葉緑体とミトコンドリアでは、一般にミトコンドリアのほうが大きい。
- ② ミトコンドリアは、光学顕微鏡で観察できる大きさである。
- ③ 大腸菌の細胞の大きさと酵母の細胞の大きさは、同程度である。
- ④ ヒトの卵とカエルの卵の大きさは、同程度である。
- ⑤ 肉眼で存在が確認できる大きさの細胞は、存在しない。

問2 細胞の構成成分に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 一般に、細胞の構成成分として最も多く含まれるのは水である。
- ② 植物細胞の細胞壁のおもな成分は、セルロースである。
- ③ タンパク質には、酵素や抗体などいろいろな機能をもつものがある。
- ④ DNAが存在する細胞小器官は、核のみである。
- ⑤ 液胞内の液には、糖や無機塩類などいろいろな物質が溶けている。

問3 生物のもつエネルギー物質であるATPのエネルギーの利用に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 筋肉の収縮には、ATPのエネルギーが利用される。
- ② ATPがADPとリン酸に分解されると、エネルギーが放出される。
- ③ ATPは、その役割からエネルギーの通貨とよばれている。
- ④ ATPの化学エネルギーは、光エネルギーに変換されることがある。
- ⑤ 原核細胞は真核細胞と異なり、ATPのエネルギーを利用しない。

問4 ヒトの体は、約 200 種類以上の分化した細胞で構成されている。これらの分化した細胞では、細胞によって合成されるタンパク質が異なる。タンパク質のアルブミンとクリスタリンを合成する細胞の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

	アルブミン	クリスタリン
①	肝細胞	表皮細胞
②	肝細胞	水晶体の細胞
③	肝細胞	筋細胞
④	表皮細胞	肝細胞
⑤	表皮細胞	水晶体の細胞
⑥	表皮細胞	筋細胞

問5 山中伸弥らによって発見された iPS 細胞は人工多能性幹細胞ともよばれ、いろいろな細胞に分化させることが可能な細胞である。その能力から、どのようなことに役立つと考えられているか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 自分自身の体から得た iPS 細胞を臓器に分化させて利用することで、臓器移植が容易になることが期待される。
- ② 他人の体から得た iPS 細胞を臓器に分化させて利用することで、臓器移植が容易になることが期待される。
- ③ iPS 細胞を培養して個体をつくることで、人口の減少を抑制できる。
- ④ iPS 細胞を培養して得た個体であれば、倫理上の問題を考慮せず、幅広い研究ができる。

問6 視床下部にはいろいろな神経分泌細胞があり、ホルモンが合成されている。神経分泌細胞により合成されるホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 甲状腺刺激ホルモン
- ② 副腎皮質刺激ホルモン
- ③ バソプレシン
- ④ 糖質コルチコイド
- ⑤ パラトルモン

問7 いろいろな環境に適応した生物の形態を生活形という。弱い光の場所に生育するのに適した陰生植物の、陽生植物とくらべた特徴として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 陽生植物とくらべて、光補償点、光飽和点ともに高い。
- ② 陽生植物とくらべて、光補償点は高く、光飽和点は低い。
- ③ 陽生植物とくらべて、光補償点は低く、光飽和点は高い。
- ④ 陽生植物とくらべて、光補償点、光飽和点ともに低い。

問8 窒素循環において、次のa～dのうち、大気中の窒素を無機窒素化合物にする反応を過不足なく含むものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 8

- a 工業的な窒素肥料の合成
- b 空中放電
- c 脱窒
- d 窒素固定細菌による窒素固定

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ a, b, c |
| ⑦ a, b, d | ⑧ b, c, d | |

第2問 生物と遺伝子に関する次の文章を読み、下の問9～問14に答えよ。

遺伝情報は、DNAの塩基配列として保持されている。保持されているア遺伝子が発現する最初の過程は、転写である。転写では、イDNA 2本鎖のうちの片方の鎖の塩基に相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合して、mRNAが合成される。mRNAの塩基配列はアミノ酸配列に変換される。ウmRNAの塩基3個の配列(これをコドンとよぶ)は一つのアミノ酸を指定しており、tRNAというRNAがmRNAのコドンに応じたアミノ酸を運んでくる。

次の表1は、mRNAのコドンに対応したアミノ酸をまとめたもの(コドン表)である。コドンは64種類あり、そのうちのエ61種類が20種類のアミノ酸を指定する。アミノ酸を指定するコドンのうちメチオニンを指定するコドンは翻訳の開始としても使われている。また、3種類のコドンは終止コドンとよばれ、翻訳の終了を示しており、対応するアミノ酸やtRNAはない。

表 1

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U(ウラシル)	C(シトシン)	A(アデニン)	G(グアニン)	
U	UUU フェニルアラニン	UCU	UAU チロシン	UGU システイン	U
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	UUA	UCA	UAA (終止コドン)	UGA (終止コドン)	A
	UUG ロイシン	UCG	UAG	UGG トリプトファン	G
C	CUU	CCU	CAU ヒスチジン	CGU	U
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	CUA	CCA	CAA	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU	ACU	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
	AUC イソロイシン	ACC	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA	AGA	A
	AUG メチオニン (開始コドン)	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GAU アスパラギン酸	GGU	U
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	GUA	GCA	GAA	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

※Aはアデニン、Uはウラシル、Gはグアニン、Cはシトシンを示す。

問9 文中下線部アについて、ヒトのゲノムには約20000個の遺伝子があるといわれている。1本の染色体あたり同じ数の遺伝子が存在すると仮定すると、ヒトの染色体1本には平均いくつの遺伝子が存在することになるか。最も近い値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

9 個

① 250

② 450

③ 650

④ 850

⑤ 1050

問 10 文中下線部イについて、DNA の 2 本鎖のうち転写に利用されるほうを鋳型鎖、利用されないほうを非鋳型鎖とよぶ。非鋳型鎖の塩基配列と転写によって合成された mRNA の塩基配列を比較すると、どのような関係があるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

- ① mRNA のウラシルをチミンに変えると、非鋳型鎖の塩基配列と同じになる。
- ② mRNA のウラシルをアデニンに、アデニンをチミンに変えると、非鋳型鎖の塩基配列と同じになる。
- ③ mRNA のシトシンをグアニンに、グアニンをシトシンに変えると、非鋳型鎖の塩基配列と同じになる。
- ④ mRNA のウラシルをアデニンに、アデニンをチミンに、シトシンをグアニンに、グアニンをシトシンに変えると、非鋳型鎖の塩基配列と同じになる。
- ⑤ mRNA のウラシルをグアニンに、アデニンをシトシンに、シトシンをチミンに、グアニンをアデニンに変えると、非鋳型鎖の塩基配列と同じになる。

問 11 文中下線部ウについて、塩基 3 個以外の個数の配列が一つのアミノ酸を指定すると仮定した場合、塩基 2 個の配列、または塩基 4 個の配列を利用してタンパク質のすべてのアミノ酸を指定することは可能であるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11

- ① 塩基 2 個の配列、塩基 4 個の配列とも、タンパク質のアミノ酸のすべては指定できない。
- ② 塩基 2 個の配列はタンパク質のアミノ酸のすべては指定できないが、塩基 4 個の配列はすべて指定できる。
- ③ 塩基 2 個の配列はタンパク質のすべてのアミノ酸を指定できるが、塩基 4 個の配列はすべては指定できない。
- ④ 塩基 2 個の配列、塩基 4 個の配列とも、タンパク質のすべてのアミノ酸を指定できる。

問 12 文中下線部エについて、一つのアミノ酸を指定するコドンの種類は、1 種類から 6 種類までである。次のアミノ酸配列を指定する塩基配列は何通りあるか。表 1 をもとに求め、最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 12

【アミノ酸配列】 メチオニン – バリン – セリン

- ① 8 通り ② 10 通り ③ 16 通り ④ 24 通り ⑤ 48 通り

問 13 遺伝子の塩基配列は、突然変異という現象により変化して親から子に伝わることもある。

次の①～⑤のアミノ酸のうち、塩基 1 個のみが変化する突然変異が起こったとき、最も変化しやすいアミノ酸はどれか。表 1 を参考に、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13

- ① トリプトファン ② ヒスチジン ③ イソロイシン
④ バリン ⑤ ロイシン

問 14 次の図 1 は、あるタンパク質のアミノ酸配列を指定する遺伝子の一部の塩基配列（鋳型鎖）を示したものである。この塩基配列の途中に翻訳開始の暗号が含まれる。暗号は左から読むこととし、図には左端から数えた番号を示してある。下の(1)、(2)の問いに答えよ。

1 10 20 30 40
AGGTTTATACCACTTTGTTTGGTGTGCTGTGTTAGTCACC

図 1

- (1) この塩基配列から翻訳されるアミノ酸配列の 3 番目のアミノ酸と 7 番目のアミノ酸は、何になるか。表 1 を参考に、最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

3 番目 14 7 番目 15

- ① アルギニン ② イソロイシン ③ アスパラギン
④ チロシン ⑤ フェニルアラニン ⑥ リシン
⑦ ロイシン ⑧ アラニン

- (2) 突然変異により 1 個の塩基が変化したため、翻訳が途中で停止した。図 1 の左端から数えて何番目の塩基がどのように変化したためか。表 1 を参考に、次の①～⑤のなかで、可能性があるものとして最も適当なものを、一つ選べ。 16

- ① 9 番目の A が T に変化した。 ② 14 番目の T が A に変化した。
③ 17 番目の G が T に変化した。 ④ 18 番目の T が A に変化した。
⑤ 22 番目の G が C に変化した。

第3問 生物の体内環境の維持に関する次の文章（A，B）を読み，下の問 15 ～問 22 に答えよ。

A ヒトの細胞が アATP を合成するための基質として利用するおもな有機物は，グルコースである。細胞が利用するグルコースが不足することがないように，血液中のグルコース濃度（血糖濃度）を一定に保つしくみが存在する。血液の血糖濃度を感知できるおもな器官は，（イ）と（ウ）で，（イ）は自律神経系や内分泌系と連携して血糖濃度調節にはたらき，（ウ）は感知した血糖濃度に応じて（エ）や（オ）を分泌する。（エ）は血糖濃度の上昇により分泌量が増え，筋肉や脂肪組織にはたらき，（カ）を高める。また，肝臓や筋肉にはたらき，（キ）を促進する。

問 15 文中下線部アについて，グルコースを分解して ATP を合成する反応は，次のような式にまとめられる。式中の a，b，c に入る物質名の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

グルコース + （ a ） → （ b ） + （ c ）

	a	b	c
①	酸 素	水	アンモニア
②	酸 素	水	二酸化炭素
③	二酸化炭素	酸 素	水
④	二酸化炭素	酸 素	アンモニア
⑤	水	二酸化炭素	酸 素
⑥	水	二酸化炭素	アンモニア

問 16 文中の（イ）・（ウ）に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

	イ	ウ
①	間脳の視床下部	副腎皮質
②	間脳の視床下部	副腎髄質
③	間脳の視床下部	すい臓
④	脳下垂体	副腎皮質
⑤	脳下垂体	副腎髄質
⑥	脳下垂体	すい臓

問 17 文中の（ エ ）・（ オ ）に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19

	エ	オ
①	糖質コルチコイド	アドレナリン
②	アドレナリン	糖質コルチコイド
③	成長ホルモン	副腎皮質刺激ホルモン
④	副腎皮質刺激ホルモン	成長ホルモン
⑤	インスリン	グルカゴン
⑥	グルカゴン	インスリン

問 18 文中の（ カ ）・（ キ ）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

	カ	キ
①	細胞内へのグルコースの取り込み	グリコーゲンの合成
②	細胞内へのグルコースの取り込み	グリコーゲンの分解
③	細胞内へのグルコースの取り込み	グルコースの合成
④	細胞外へのグルコースの排出	グリコーゲンの合成
⑤	細胞外へのグルコースの排出	グリコーゲンの分解
⑥	細胞外へのグルコースの排出	グルコースの合成

B 体温調節に関して学んだ太郎と花子が会話をした。

太郎；脊椎動物のなかでも、体温を一定範囲に調節できる動物は哺乳類と鳥類だけだね。

花子；そうね。体温調節ができない変温動物は、気温が低いと活動できなくなるわね。

太郎；そういえば、北極などに生息できるシロクマは哺乳類だから恒温動物だね。

花子；同じ哺乳類でも寒いところに生息する哺乳類は、体が（ク）なる傾向にあるのを知っているかな。

太郎；体の体積と表面積の関係だよな。長さが2倍になると、表面積がもとの4倍、体積は（ケ）倍になるんだよね。産熱量は体の体積にほぼ比例するので、体が（ク）なると、放熱量／産熱量の値が（コ）なるんだよね。

花子；そうね。体温調節は、サ産熱だけでなく、シ放熱が重要なポイントになるわね。そういえば、褐色脂肪細胞って知っているかな。

太郎；あまり、聞いたことないな。

花子；発熱が盛んな細胞で体温上昇に役立つらしいよ。

太郎；どのようなしくみで発熱に役立つのかな。

花子；細胞内で特にATP合成量が多い（ス）が発熱しやすいしくみをもつらしいわ。

太郎；おもしろいね。

問19 文中の（ク）・（ケ）に入る語や値の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

	ク	ケ
①	小さく	2
②	小さく	6
③	小さく	8
④	大きく	2
⑤	大きく	6
⑥	大きく	8

問 20 文中の (コ)・(ス) に入る語の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

	コ	ス
①	小さく	ミトコンドリア
②	小さく	細胞質基質
③	小さく	核
④	大きく	ミトコンドリア
⑤	大きく	細胞質基質
⑥	大きく	核

問 21 文中下線部サについて、ヒトの体温調節で産熱にはたらくホルモンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

- ① パラトルモン，チロキシソ ② パラトルモン，糖質コルチコイド
 ③ 糖質コルチコイド，アドレナリン ④ セクレチン，チロキシソ
 ⑤ アドレナリン，セクレチン

問 22 文中下線部シについて、哺乳類の放熱には皮膚の血管収縮，立毛筋の収縮，発汗がかかわる。それぞれを促進する自律神経系の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 24

	皮膚の血管収縮	立毛筋の収縮	発 汗
①	交感神経	交感神経	交感神経
②	交感神経	交感神経	副交感神経
③	交感神経	副交感神経	交感神経
④	交感神経	副交感神経	副交感神経
⑤	副交感神経	交感神経	交感神経
⑥	副交感神経	交感神経	副交感神経
⑦	副交感神経	副交感神経	交感神経
⑧	副交感神経	副交感神経	副交感神経

第4問 酵母の発酵，ショウジョウバエの発生に関する次の文章（A，B）を読み，下の問23～問28に答えよ。

A 酵母は，呼吸とアルコール発酵を行う生物である。次の図1は，アルコール発酵の過程を簡単に示したものである。酵母を使ってアルコール発酵の実験を行った。10%グルコース溶液（事前に煮沸したもの）にパン酵母を加えて発酵液をつくり，これをキューネ発酵管（図2）に入れ，約35℃の温水に入れて，盲管部に発生した気体の量を測定した。

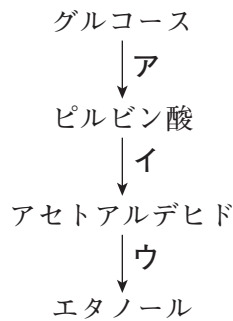


図 1

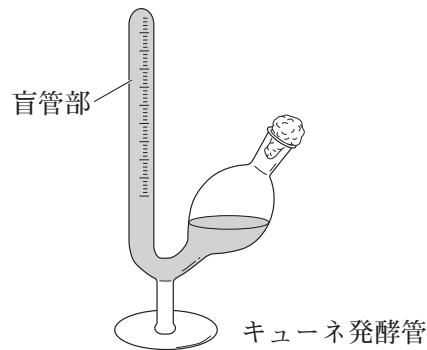


図 2

問23 図1中のア～ウの過程において，呼吸と共通の過程，ATPが合成される過程とNADHから NAD^+ が生成される過程を過不足なく含むものを，次の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお，同じものをくり返し選んでもよい。

呼吸と共通の過程 25

ATPが合成される過程 26

NADHから NAD^+ が生成される過程 27

- | | | | |
|-------|-------|-------|---------|
| ① ア | ② イ | ③ ウ | |
| ④ ア，イ | ⑤ ア，ウ | ⑥ イ，ウ | ⑦ ア，イ，ウ |

問24 この実験において，盲管部にたまった気体は何であることを調べたい。どのような試薬を反応後の発酵管内の液体に加えるとよいか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 28

- | | | |
|----------|------------|--------------|
| ① 過酸化水素水 | ② 水酸化ナトリウム | ③ ヨウ素ヨウ化カリウム |
| ④ うすい塩酸 | ⑤ 酢酸オルセイン液 | |

問 25 次の a～c のように実験条件を変えた。気体の発生がない、またはほとんどないものを過不足なく含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 29

- a パン酵母を加えてつくった発酵液を 10 分間煮沸したのちに、実験に使用した。
- b パン酵母をよくすりつぶしてろ過し、そのろ液を加えて発酵液として使用した。
- c グルコースの代わりに、デンプンを使用した。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ a, b | ⑤ a, c | ⑥ b, c |

B ショウジョウバエの卵形成の過程で、いろいろな 母性因子 が卵内に蓄積される。卵の前端に局在する ピコイド mRNA もその一種である。母親の体内で合成され、卵内に蓄積された ピコイド mRNA は、受精後翻訳される。合成された ピコイドタンパク質 は卵内を拡散していき、前後軸に沿って濃度勾配が生じる。この濃度勾配が位置情報になって、ショウジョウバエの頭部、胸部、腹部の範囲が決定される。

問 26 文中下線部 エ について、カエルの発生において母性因子としてはたらいっているものとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 30

- | | | |
|---------|-----------|--------|
| ① カドヘリン | ② ディシェベルド | ③ キネシン |
| ④ ペアルール | ⑤ アクチン | |

問 27 文中下線部 オ について、ショウジョウバエの卵（胚）は ピコイドタンパク質 が拡散しやすい。拡散しやすい理由として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 31

- ① 卵割が全割で、細胞の大きさがほぼ同じであるから。
- ② 卵黄が少ないため、タンパク質が移動しやすいから。
- ③ 卵割がすべての細胞で同じタイミングで行われるから。
- ④ 核分裂が先に行われて、発生初期は細胞膜で区切られていない多核体であるから。
- ⑤ 一次卵母細胞の段階で、一時的に発生が停止しているから。

問 28 ビコイドタンパク質の遺伝子を B、遺伝子 B の機能を喪失した劣性の遺伝子を b とすると、次のカ～クの交配のうち、頭部が形成されない次世代が生じるものを過不足なく含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、遺伝子 B の転写量が正常個体の半分になっても、次世代の頭部の形成は正常に起こる。 32

カ オス Bb × メス Bb

キ オス bb × メス BB

ク オス BB × メス bb

① カ

② キ

③ ク

④ カ, キ

⑤ カ, ク

⑥ キ, ク

(生物基礎・生物の問題は終わり)