



国語，数学，理科(化学，生物)問題

はじめに，これを読みなさい。

1. これは，国語，数学，化学，生物の4科目の問題を綴じた冊子である。必要な科目を選択して解答しなさい。食料環境政策学科受験者は「国語」が必須である。
2. 問題は，数学，化学，生物については表面から71ページ，国語については裏面から15ページある。ただし，ページ番号のない白紙はページ数に含まない。
3. 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか，受験票と照合して確認すること。
4. 監督者の指示にしたがい，解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。
5. 監督者の指示にしたがい，解答用紙にある「解答科目マーク欄」に1つマークし，「解答科目名」記入欄に解答する科目名を記入しなさい。なお，マークしていない場合，または複数の科目にマークした場合は0点となる。
6. 解答は，すべて解答用紙の所定欄にマークするか，または記入すること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。解答番号は各科目の最初に示してある。
7. 問題に指定された数より多くマークしないこと。
8. 解答は，必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入のこと。
9. 訂正する場合は，消しゴムできれいに消し，消しくずを残さないこと。
10. 解答用紙は，絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
11. 解答用紙はすべて回収する。持ち帰らず，必ず提出すること。
12. この問題冊子は必ず持ち帰ること。
13. マーク記入例

| 良い例 | 悪い例 |
|---|---|
|  |  |

生 物

(解答番号 1～45, 101～105)

[I] 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

生物がさまざまな環境や外部刺激に対する情報を正しく受け取り、処理する能力を獲得することは生命を維持する上で重要である。我々は、光、音などの外界からの刺激を受容器で受け取り、その刺激は電気的な信号に変換されたのち、非常に速い速度で情報処理の中枢へ伝えられる。その後、それぞれの刺激は筋肉をはじめとする効果器での応答を誘導する。この受容器と効果器とを結びつけるのが神経系である。

(1) また我々の体内には、病原体の侵入や感染から生体を保護するために関与する多くのタンパク質が存在している。例えば我々の血管に傷がつくと、血液中に存在する分解酵素である (1) が、血液中に溶けている (2) の一部分を切り離し、水に溶けにくい性質をもつ (3) をつくる。(3) は血小板や赤血球をからめて巨大な固まりをつくり、傷口をふさぐはたらきを持っている。この酵素反応には (4) イオンが必要である。このような傷口のすばやい処理はさらなる病原体の侵入や感染の拡大を防いでいる。

一方、ある限定された植物は、窒素固定細菌の一種である根粒菌を根に取り込んで共生している。この共生により、根粒菌は植物から与えられる有機物をエネルギー源として、空気中の窒素を窒素化合物に変え、植物に供給している。しかし、それ以外の多くの植物は、土壌中の細菌の窒素固定や生物体が分解されることによってえられる NH_4^+ や NO_3^- などの無機窒素化合物を土壌中から取り入れ、アミノ酸などの有機窒素化合物の合成に利用する。一方、多くの動物は有機窒素化合物を外部から摂取し、生体の構成に必要な有機窒素化合物を合成している。このように生物はさまざまな環境や外部刺激に対応した多種多様な戦略で生命を維持しているのである。

問 1 文章中の下線(ア)に該当しないものを選びなさい。

1

- | | | |
|----------|---------|-------|
| A 網 膜 | B うずまき管 | C 嗅上皮 |
| D 圧 点 | E 腱紡錘 | F 半規管 |
| G 筋紡錘 | H 味覚芽 | I 前 庭 |
| J 毛様体(筋) | K コルチ器官 | |

問 2 下線(イ)の神経系に関する情報の伝達の記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

2

- A 神経細胞の細胞体には核がある。
- B 脊椎動物の神経では伝導速度を高めるために、軸索を髄鞘で被っている。
- C 興奮を受け取る部分を軸索といい、興奮を伝える突起部分を樹状突起という。
- D 細胞膜の内外の電位差を膜電位という。神経細胞が静止状態では、細胞膜の外側に比べ細胞膜の内側が $-50 \sim -90 \text{ mV}$ の状態である。
- E 神経細胞の興奮はアセチルコリン、ノルアドレナリン、アミノ酸などの化学物質のはたらきによって接合する細胞へと伝えられる。
- F 神経細胞の細胞膜は、電気的な信号を発生し、その信号は細胞の静止状態と興奮状態との2つの状態をとることによって発生する。

問 3 「痛覚・温覚・冷覚」のすべての刺激に関係するものを選びなさい。

3

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| A ルフィニ小体 | B パチニ小体 | C 毛根終末 |
| D クラウゼ小体 | E 自由神経終末 | F マイスナー小体 |

問 4 動物及び植物の環境適応性に関連する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

| |
|---|
| 4 |
|---|

- A ミツバチは紫外線を受容できる。
- B 多くの落葉樹は乾燥期あるいは寒くなる前、葉柄のつけ根に離層と呼ばれる特別な細胞の層を形成する。この離層の形成にはジベレリンが関係している。
- C コウモリ、イルカや夜行性のガの聴覚器は超音波を受容できる。
- D 光が十分当たるところにある陽葉は、陰葉と比べてクチクラやさく状組織が発達し厚くなっている。
- E サメのローレンツィニ器官は電流を感知する。
- F 植物の気孔は2つの孔辺細胞で構成され、水不足の状態ではアブシシン酸が増加することにより気孔が閉じられる。
- G ある種のヘビは赤外線受容器をもち、暗黒中でも恒温動物を感知できる。
- H クワでは気温が低下すると、枝や幹のなかで貯蔵デンプンがスクロースなどの水溶性の糖類に変化して、細胞内の浸透圧が高まり、細胞内での結氷と細胞からの脱水がおこりにくくなる。
- I ゾウリムシは障害物に触れると繊毛運動の向きを逆転させて後退する。

問 5 ヒトの環境に対する適応性に関連する記述の中で、最も適切なものを選びなさい。 5

- A ヒトの網膜には、錐体細胞とかん体細胞の2種類の細胞があり、かん体細胞が色の識別をする。
- B 外耳で集められた音は中耳にある鼓膜を振動させる。その振動は耳小骨によって内耳の生理食塩水で満たされたうずまき管に伝えられる。
- C からだの姿勢、動きやつり合いを正確に保つのは半規管とエウスタキオ管のはたらきである。
- D ヒトの眼は暗い場所ではこう彩が縮んで瞳孔が狭まり、明るい場所ではこう彩がゆるみ瞳孔が広がることで、眼に入る光の量を調節する。
- E ヒトの血液中には免疫グロブリン(抗体)が存在する。この抗体が何百万種類の抗原に対応できるのは、抗体ごとにH鎖とL鎖の先端部で異なるアミノ酸配列からなる可変部が存在することによる。
- F 舌の表面にある味覚器は味細胞が集合してできた味蕾と呼ばれる構造を持っている。それぞれの味細胞の受容体からの情報が味神経をへて横紋筋に伝わり、味を感知する。
- G ヒトのからだが傾くと、内耳にある硫酸カルシウムでできた平衡石が動いて有毛細胞を刺激する。
- H 体内に侵入した異物はマクロファージによって捕らえられ分解される。この抗原情報はT細胞に伝えられる。このT細胞は活性化して増殖し、特定のB細胞を刺激する。刺激されたB細胞は増殖し抗体をつくり、血液に放出する。1種類の抗体産生細胞で複数種類の抗体をつくる。

問 6 文章中の空欄 (1) から (3) に該当する最も適切な語句を選びなさい。また空欄 (4) に該当する語句をカタカナで 101 に記入しなさい。

ただし、空欄 (1) の解答は 6 , 空欄 (2) の解答は 7 , 空欄 (3) の解答は 8 に記入すること。

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| A アミラーゼ | B フィコビリ | C カタラーゼ |
| D ミオシン | E クリステ | F フィブリノーゲン |
| G リパーゼ | H トロンビン | I アクチン |
| J トロポミオシン | K ラクターゼ | L フィブリン |
| M トロポニン | N グリコーゲン | O アコニチン |

問 7 文章中の下線部(ウ)の記述に関連して、根から吸収した NO_3^- は細胞内で NH_4^+ に還元され、根から取り込まれる NH_4^+ とともに、(5) にアミノ基として取り込まれ (6) になる。図1の反応をへて、タンパク質や核酸などの材料になる。図1の空欄 (5) から (7) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 9

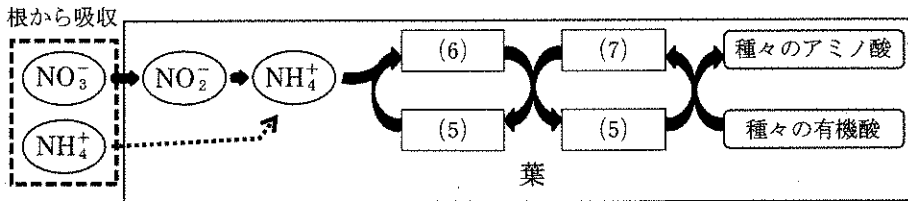


図1 植物の窒素同化のしくみ

- A (5) グルタミン, (6) アスパラギン酸, (7) ケトグルタル酸
- B (5) グルタミン, (6) アスパラギン酸, (7) オキサロ酢酸
- C (5) グルタミン酸, (6) アスパラギン, (7) ケトグルタル酸
- D (5) グルタミン酸, (6) アスパラギン, (7) オキサロ酢酸
- E (5) アスパラギン, (6) アスパラギン酸, (7) ケトグルタル酸
- F (5) アスパラギン, (6) アスパラギン酸, (7) オキサロ酢酸
- G (5) アスパラギン酸, (6) アスパラギン, (7) ケトグルタル酸
- H (5) アスパラギン酸, (6) アスパラギン, (7) オキサロ酢酸
- I (5) グルタミン, (6) グルタミン酸, (7) ケトグルタル酸
- J (5) グルタミン, (6) グルタミン酸, (7) オキサロ酢酸
- K (5) グルタミン酸, (6) グルタミン, (7) ケトグルタル酸
- L (5) グルタミン酸, (6) グルタミン, (7) オキサロ酢酸

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

生物は、進化の過程でまず RNA を遺伝物質として持つものが誕生し、続いて、より安定な DNA を遺伝物質として持つものが生まれたと考えられている。現存する生物において (1) はアデニン、シトシン、グアニン、ウラシルの4種類の塩基から構成されている。一方、(2) ではアデニン、シトシン、グアニン、チミンの4種類が塩基として用いられている。真核生物のゲノム DNA には、間期の細胞核内で自然に起こるシトシン塩基の脱アミノ化反応^(ア)により、シトシンからウラシルへの変異が比較的高頻度に起こる。遺伝情報の安定性を考えると、この変異に対応するため、ウラシルへの変異を異常であると認識するシステムが必要になったと考えられる。このため、遺伝物質として DNA をゲノムとする生物では、ウラシルの代わりに、ウラシルと比べてメチル基^(補足2)が一つ多く、アデニンと塩基対を形成できる (102) を用いるようになった可能性が高い。しかし、多くの生物種では、酵素的にシトシンがメチル化され、メチルシトシンとなっているものが認められる。これは、発現を抑制したい遺伝子のプロモーター領域に存在するシトシンをメチル化することでメチルシトシンとし、メチルシトシンを認識して遺伝子発現を抑制する分子機構として使われているためである。この場合、メチルシトシンは脱アミノ化によりチミンに変異するため、メチル化^(イ)されていないシトシンと比較して変異が修復されずに残る可能性が高いといわれている。

上記のように、DNA 塩基配列の維持と変異は、種の進化や種ごとの遺伝子発現調節、コードするタンパク質の機能に重要である。この DNA 配列をもとにした分子生物学や遺伝子工学を中心に研究を進める現在の生物学分野では、研究対象とする核酸やタンパク質のおおよその分子量^(補足3)を計算しておくことと便利である。核酸である DNA や RNA は (3) ，リン酸、塩基を基本としたヌクレオチドが構成単位となっており、一つのヌクレオチドの平均分子量は 3.3×10^2 程度である。一方、タンパク質は構成単位であるアミノ酸のアミノ基と (4) 基が脱水縮合した酸アミド結合(ペプチド結合)によるポリペプチドと

して存在し、一つのアミノ酸の平均分子量は 1.1×10^2 程度である。ただし、染色体 DNA の遺伝子部分^(エ)はエキソンとイントロンからなる二本鎖のデオキシリボ核酸， mRNA は一本鎖のリボ核酸， タンパク質は一本鎖のポリペプチドからなるものとする。

補足 1) 脱アミノ化反応：DNA 塩基などからアミノ基がはずれる反応

補足 2) メチル基：炭素 1 つと水素 3 つからなる炭化水素基で DNA 塩基に結合できる

補足 3) 分子量：分子の相対質量（例）水「 H_2O 」の分子量 18

問 1 文章中の空欄 (1) ， (2) に該当する適切な語句の組み合わせを選びなさい。 10

A (1) DNA, (2) RNA

B (1) RNA, (2) DNA

問 2 文章中の空欄 102 に入る塩基の名前をカタカナで記入しなさい。

問 3 文章中の空欄 (3) に該当する最も適切な語句を選びなさい。

11

A 酸

B 糖

C 窒素

D カリウム

E 脂質

F ベンゼン

問 4 文章中の空欄 (4) に該当する最も適切な語句を選びなさい。

12

A エチレン

B リン酸

C ピルビン酸

D クレアチンリン酸

E カルボキシル

F フェニルケトン

G メチル

H アミノ

問 5 下線部(ア)に関して、遺伝物質として二本鎖 DNA をゲノムとして持つ生物がウラシルをアデニンと対合する正常な塩基として用いていた場合の考察について以下の中から適切ではないと考えられるものを一つ選びなさい。

13

- A 間期の細胞核内の DNA でシトシンからウラシルへの変異が起きたのち、修復される前に複製が起きてしまうと、正常なウラシル塩基と変異したウラシル塩基の区別が出来なくなってしまう。
- B ウラシルを正常な DNA 塩基として用いている生物で、間期に細胞核内の DNA でシトシンからウラシルへの変異が起きたときは、ウラシルが相補鎖の塩基と正しく塩基対を形成できるため、変異直後であっても間違った塩基として認識することはできないと考えられる。
- C ウラシルを正常な DNA 塩基として用いている場合には、シトシンからウラシルへの変異直後はウラシルと相補鎖のグアニンが対応している状態になるが、どちらが変異塩基であるかを完全に確定することは不可能である。これは複製時に本来アデニンが取込まれる位置にグアニンが誤って取込まれていることも考えられるためである。
- D ウラシルを正常な DNA 塩基として用いる場合と違い、現存する生物のようにチミンを正常な DNA 塩基として用いている生物では、シトシンからウラシルへの変異直後のウラシルと相補鎖のグアニンが対応している状態になるが、正常塩基でないウラシルが脱アミノ化反応による変異塩基であることを認識し、ウラシルのある変異鎖側を除いて、グアニン側のヌクレオチド鎖を鋳型として元の配列に戻すことが出来ると考えられる。

問 6 下線部(イ)に関して、次の文章はほ乳類のように遺伝子の発現抑制機構にシトシンのメチル化を用いてきた有性生殖を行う生物で、チミンを正常な DNA 塩基として用いているものについての記述である。

プロモーター配列中のメチルシトシンで、メチルシトシンからチミンへの変異が起きた後に、変異により生成したチミン塩基の修復前に複製が起きてしまった場合は、複製後のゲノム DNA 中では変異したチミンを正常なチミンと区別することが (5) ため、メチルシトシンからチミンへの変異は、メチル化されていないシトシンからウラシルへの変異と比較して修復されずに残る可能性が高いと考えられる。また、有性生殖を行う生物で、メチルシトシンからチミンへの変異が修復されずに残ってしまった場合に、次の世代に遺伝すると考えられるのは、変異の起きた細胞が初期発生中の多能性を持った細胞や (6) に運命が決定した細胞のときのみである。逆に、(6) ではなく、内臓や皮膚などの (7) に運命が決定された細胞で起きた変異は、発生異常や病態発症に関係する可能性はあるが、次の世代に遺伝することはない。遺伝子治療などでは、(7) にタンパク質をコードしている DNA を導入するため、導入した DNA が次の世代に遺伝するとは考えにくい。この観点から、遺伝子治療の際もタンパク質をコードしている DNA を「遺伝子」という gene の日本語訳で呼ぶことは、その本質を考えたときに誤解を与える可能性はないだろうか？

(1) 上記の文章中の空欄 (5) に該当するものを選びなさい。

14

A 出来ない B 出来る

(2) 上記の文章中の空欄 (6) と (7) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 15

- A (6) 筋細胞, (7) 神経細胞
- B (6) 神経細胞, (7) 筋細胞
- C (6) 真核細胞, (7) 原核細胞
- D (6) 原核細胞, (7) 真核細胞
- E (6) 生殖細胞, (7) 体細胞
- F (6) 体細胞, (7) 生殖細胞

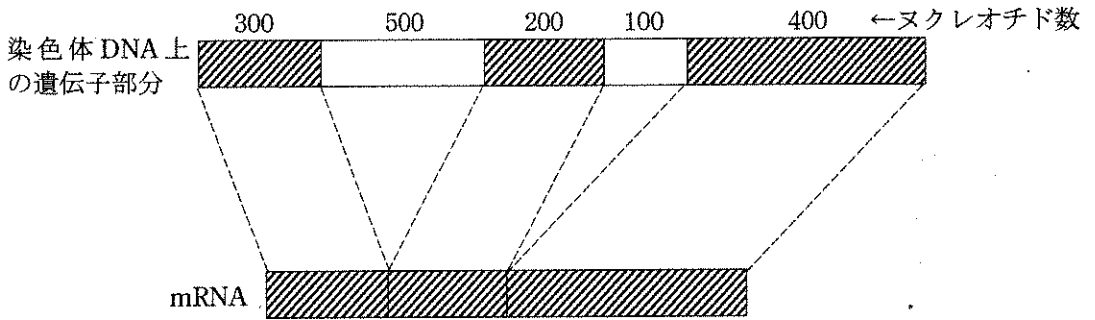


図2 染色体DNA上の遺伝子部分(上)と、そこから読み出された後に完成した mRNA(下)の模式図

問7 図2で真核生物の染色体DNA上の遺伝子部分から mRNA が生成する現象について、以下の記述の中から 誤りであるもの を選びなさい。 16

- A 染色体DNA上の遺伝子部分から RNA として読み出されることを転写と呼ぶ。
- B 染色体DNA上の遺伝子部分はアミノ酸をコードするエクソンと介在配列であるイントロンからなる。一旦、エクソンとイントロンがすべて RNA として読み出された後に、イントロン部分が切り出されてエクソン部分が連結される。
- C イントロン部分が切り出されてエクソン部分がつなぎあわされる現象をスプライシングと呼ぶ。
- D 完成した mRNA は三塩基を一つのコドンとして翻訳されるアミノ酸を指定している。
- E 終止コドンとしてはたらく三塩基の組み合わせは、一つの mRNA の正しい読み枠中に複数検出されるのが一般的である。
- F 染色体DNAから読み出された RNA は核内で mRNA として完成され、その後、核膜孔を通過して核外に輸送される。

問 8 文章中の下線部(ウ)をもとに図 2 にある染色体 DNA の遺伝子部分全体(斜線の四角と白色の四角すべて)のおおよその分子量を計算しなさい。計算結果は下の例のように(有効数字 2 桁) × (10 の累乗) の形で記載すること。

103

(例) 「正」 1.5×10^2

「誤」 150

問 9 文章中の下線部(ウ)と(ニ)をもとに、図 2 の mRNA が開始コドンから終止コドンまでの全長と仮定したとき、この mRNA の分子量およびこの mRNA から翻訳されるタンパク質の分子量を有効数字 2 桁であらわしたときの組み合わせとして最も適切なものを選びなさい。

17

- A (mRNA) 3.3×10^4 , (タンパク質) 3.0×10^5
B (mRNA) 6.6×10^4 , (タンパク質) 6.0×10^5
C (mRNA) 3.0×10^5 , (タンパク質) 3.3×10^4
D (mRNA) 6.0×10^5 , (タンパク質) 6.6×10^4
E (mRNA) 5.0×10^5 , (タンパク質) 9.9×10^4
F (mRNA) 6.0×10^5 , (タンパク質) 9.9×10^4

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

タンパク質は、アミノ酸が鎖状につながったポリペプチドからなる分子である。長い鎖状のポリペプチドはアミノ酸どうしの相互的な作用によって部分的に折りたたまれ、特有の立体構造をもつタンパク質となる。立体構造の一部には、らせん構造やアミノ酸の鎖が折れ曲がったシート状のジグザグ構造がしばしばみられる。このような部分的な立体構造を (1) という。タンパク質を加熱すると変性するが、このときタンパク質を構成するアミノ酸の配列順序 (2) 。加熱によって変性したタンパク質は、温度の低下によって (3) 。

タンパク質は、生体内のさまざまな化学反応を触媒する酵素の主成分である。
(1) 代謝では多くの化学反応が連続して進行するため、代謝を調節するためには一連の酵素反応を協調して調節することが重要である。たとえば、基質Aから複数段階の酵素反応をへて生成物Pができる反応系では、Pが一定量を超えると基質Aを代謝する酵素(酵素A)の作用を抑制することがある。このような調節機構を (4) といい、Pの生成量が (5) ように反応経路全体を調節している。ここで、生成物Pが酵素Aに結合して作用を抑える場合、酵素Aは (6) であると考えられる。

細胞膜を通過する物質輸送は、細胞膜に存在するタンパク質によって行われる。ナトリウムイオンの濃度は、細胞内の方が細胞外に比べて (7) 。これは細胞膜に存在するナトリウムポンプが (8) イオンと逆方向にナトリウムイオンを輸送しているためである。ナトリウムポンプによるナトリウムイオンの輸送は (9) である。こうして生じたナトリウムイオンの細胞膜内外の濃度差は、生体内でさまざまに利用されている。

問 1 文章中の空欄 (1) から (3) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 18

- A (1) 二次構造, (2) が変化する, (3) もとの状態に戻ることが多い
- B (1) 二次構造, (2) が変化する, (3) もとの状態に戻らないことが多い
- C (1) 二次構造, (2) は変化しない, (3) もとの状態に戻るが多い
- D (1) 二次構造, (2) は変化しない, (3) もとの状態に戻らないことが多い
- E (1) 三次構造, (2) が変化する, (3) もとの状態に戻るが多い
- F (1) 三次構造, (2) が変化する, (3) もとの状態に戻らないことが多い
- G (1) 三次構造, (2) は変化しない, (3) もとの状態に戻るが多い
- H (1) 三次構造, (2) は変化しない, (3) もとの状態に戻らないことが多い

問 2 文章中の下線部(ア)の例として, システインどうしの結合がある。この結合に関わる原子を選びなさい。 19

- A 炭素 B 酸素 C 水素
- D 窒素 E 硫黄

問 3 文章中の下線部(イ)には, 高エネルギー化合物である ATP をつくり出す反応や, 逆に ATP を分解して放出されるエネルギーを利用する反応が含まれている。このように, ATP は生物体におけるエネルギー通貨にたとえられる重要な物質である。ATP の名称を日本語で答えなさい。 104

問 4 胃液中に含まれ, 最適 pH が 2 である酵素の基質を選びなさい。

20

- A デンプン B マルトース C タンパク質 D 脂質

問 5 酵素に関する記述として最も適切なものを選びなさい。

21

- A 酵素は細胞内のいろいろな場所ではたらくが，細胞外ではたらくことはない。
- B 酵素反応の前後で酵素の一次構造が変化する。
- C 酵素は反応の活性化エネルギーを大きくする。
- D 基質の量が十分な場合，酵素の濃度が高いほど反応速度は大きくなる。
- E 酵素は基質と直接結合しないが，特定の基質に対する特異性をもつ。

問 6 文章中の空欄 (4) から (6) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 22

- A (4) 競争的阻害, (5) 過剰にならない,
(6) アロステリック酵素
- B (4) 競争的阻害, (5) 過剰にならない,
(6) 補酵素
- C (4) 競争的阻害, (5) 不足しない,
(6) アロステリック酵素
- D (4) 競争的阻害, (5) 不足しない,
(6) 補酵素
- E (4) 負のフィードバック調節, (5) 過剰にならない,
(6) アロステリック酵素
- F (4) 負のフィードバック調節, (5) 過剰にならない,
(6) 補酵素
- G (4) 負のフィードバック調節, (5) 不足しない,
(6) アロステリック酵素
- H (4) 負のフィードバック調節, (5) 不足しない,
(6) 補酵素

問 7 酵素反応に関する記述の組み合わせとして最も適切なものを選びなさい。

23

- ① ヒトの傷口に3%過酸化水素水をつけたところ、激しく泡が出た。
- ② ブタの肝臓から抽出したDNAにエタノールを加えてガラス棒でかき混ぜたところ、DNAがガラス棒に巻きついた。
- ③ 酵母菌をすりつぶして作ったしぼり汁とグルコースを混合したところ、アルコールが生成した。

- A ①のみ B ②のみ C ③のみ D ①と②
E ①と③ F ②と③ G ①と②と③ H 該当なし

問 8 文章中の空欄 (7) から (9) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 24

- A (7) 高い, (8) カルシウム, (9) 能動輸送
B (7) 高い, (8) カルシウム, (9) 受動輸送
C (7) 高い, (8) カリウム, (9) 能動輸送
D (7) 高い, (8) カリウム, (9) 受動輸送
E (7) 低い, (8) カルシウム, (9) 能動輸送
F (7) 低い, (8) カルシウム, (9) 受動輸送
G (7) 低い, (8) カリウム, (9) 能動輸送
H (7) 低い, (8) カリウム, (9) 受動輸送

問 9 細胞膜に関する正しい記述の組み合わせを選びなさい。

25

- ① 細胞膜の主要な成分であるリン脂質は、親水性の部分を内側にして二層が向かい合っている。
- ② ゴルジ体を構成する膜も、細胞膜と同様に二重のリン脂質層をもつ。
- ③ 隣り合う細胞は、二層のリン脂質うちの一層を共有して、すき間なく密着している。
- ④ 植物細胞の細胞膜は、動物細胞の細胞膜と同じ基本構造をもつ。

A ①と②

B ①と③

C ①と④

D ②と③

E ②と④

F ③と④

問10 文章中の下線部(ウ)の例として、神経細胞の興奮がある。神経細胞の活動電位は、輸送タンパク質のはたらきで細胞内外のイオンの濃度が変化することによって起こる。活動電位を発生させる原因となるイオン輸送の変化に関する記述として最も適切なものを選びなさい。

26

- A ナトリウムチャネルが開いて、ナトリウムイオンが細胞内に流入する。
- B ナトリウムチャネルが開いて、ナトリウムイオンが細胞外に流出する。
- C カリウムチャネルが開いて、カリウムイオンが細胞内に流入する。
- D カリウムチャネルが開いて、カリウムイオンが細胞外に流出する。

〔IV〕 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

脳の中心部にある間脳とよばれる部分が、中枢によるホルモン制御の重要なはたらきをしている。間脳からの信号は、おもに2種類の経路で伝えられる。1つは、の視床下部における神経分泌細胞でつくられたホルモンが、を通して脳下垂体まで輸送され、そこから**バソプレシン**が分泌される経路である。バソプレシンは腎臓の集合管における水の再吸収を促進するはたらきをもつ。間脳からのもう1つの信号伝達経路は、視床下部の神経分泌細胞でつくられたホルモンが、を通して脳下垂体まで輸送され、その細胞を刺激し、成長ホルモンなどの分泌を調節する経路である。たとえば寒冷の刺激があった場合、脳下垂体が放出するホルモンが副腎皮質にはたらきかけを分泌させる。また、甲状腺にはたらきかけを分泌させる。さらに、視床下部は神経を興奮させ、その刺激を受けて副腎髄質はを分泌する。、およびは筋肉、心臓、肝臓などのはたらきを促進し、発熱量を増加させるような調節を行う。

問1 文章中の空欄からに該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。

- A (1) 大 脳, (2) 血 液, (3) 前 葉, (4) 軸 索, (5) 後 葉
- B (1) 大 脳, (2) 軸 索, (3) 前 葉, (4) 血 液, (5) 後 葉
- C (1) 大 脳, (2) 血 液, (3) 後 葉, (4) 軸 索, (5) 前 葉
- D (1) 大 脳, (2) 軸 索, (3) 後 葉, (4) 血 液, (5) 前 葉
- E (1) 間 脳, (2) 血 液, (3) 前 葉, (4) 軸 索, (5) 後 葉
- F (1) 間 脳, (2) 軸 索, (3) 前 葉, (4) 血 液, (5) 後 葉
- G (1) 間 脳, (2) 血 液, (3) 後 葉, (4) 軸 索, (5) 前 葉
- H (1) 間 脳, (2) 軸 索, (3) 後 葉, (4) 血 液, (5) 前 葉

問 2 文章中の空欄 (6) , (7) および (9) に該当する最も適切なものを選び, 解答欄に記入しなさい。

ただし, 空欄 (6) の解答は 28 , 空欄 (7) の解答は 29 , 空欄 (9) の解答は 30 に記入すること。

- A インスリン B グルカゴン C アドレナリン
D チロキシン E セクレチン F パラトルモン
G 糖質コルチコイド

問 3 文章中の下線(A)と鉱質コルチコイドは体液量や浸透圧の調節に関するホルモンである。42.195 km のマラソンを行った後の体内では, 血液量が減少して血しょうの浸透圧が上昇している。この変化が下線(A)と鉱質コルチコイドの分泌へ及ぼす影響と, その結果をあらわすような①~④の組み合わせを選びなさい。 31

バソプレシン分泌 ① , 鉱質コルチコイド分泌 ②
→ 体内水分 ③ , 体内ナトリウム ④

- A ① 促進, ② 促進, ③ 保持, ④ 保持
B ① 促進, ② 促進, ③ 排出, ④ 排出
C ① 促進, ② 抑制, ③ 保持, ④ 排出
D ① 促進, ② 抑制, ③ 排出, ④ 保持
E ① 抑制, ② 促進, ③ 保持, ④ 排出
F ① 抑制, ② 促進, ③ 排出, ④ 保持
G ① 抑制, ② 抑制, ③ 保持, ④ 保持
H ① 抑制, ② 抑制, ③ 排出, ④ 排出

問 4 文章中の下線部(イ)に関する次の問いに解答しなさい。

表1はヒトの血しょうと尿の成分を比較したものである。健康な大人が1日に約2Lの尿をつくる場合、その期間内で腎細管から毛細血管へ再吸収される水分量は約何Lであるか、その解答を に記入しなさい。ただし、表中で濃縮率の最も高い成分はまったく再吸収されないものとする。

表1 ヒトの血しょうと尿中の成分

| 成分 | 血しょう(%)* | 尿(%)* |
|--------|----------|-------|
| タンパク質 | 7～9 | 0 |
| グルコース | 0.10 | 0 |
| 尿素 | 0.03 | 2.0 |
| 尿酸 | 0.004 | 0.05 |
| クレアチニン | 0.001 | 0.075 |
| アンモニア | 0.001 | 0.04 |
| ナトリウム | 0.32 | 0.35 |

* 質量パーセント濃度

問 5 文章中の空欄 の神経が引き起こす現象として該当する最も適切な組み合わせを選びなさい。

- | | |
|--------------|-------------|
| ① 胃のぜん動運動の促進 | ④ 排尿の促進 |
| ② 心臓の拍動の促進 | ⑤ 瞳孔の拡大 |
| ③ すい液分泌の促進 | ⑥ だ液の分泌量の増加 |

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A ①と② | B ③と④ | C ⑤と⑥ | D ②と④ |
| E ③と⑤ | F ④と⑥ | G ①と④ | H ②と⑤ |
| I ②と③ | J ②と⑥ | K ③と⑥ | L ①と⑤ |

問 6 正常な成熟雄ラット(ネズミ)に空欄 (7) を多量に注射した場合、①甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンと②甲状腺刺激ホルモンの血中濃度に及ぼす影響について最も適切な組み合わせを選びなさい。 33

- | | |
|------------------|----------------|
| A ① 増加, ② 増加 | B ① 増加, ② 減少 |
| C ① 減少, ② 増加 | D ① 減少, ② 減少 |
| E ① 変化なし, ② 増加 | F ① 変化なし, ② 減少 |
| G ① 増加, ② 変化なし | H ① 減少, ② 変化なし |
| I ① 変化なし, ② 変化なし | |

問 7 文章中の下線(ウ)の器官と初期原腸胚における分化の起源を同じくするものを選びなさい。 34

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| A 毛 | B 胃 腺 | C 脳 | D 網 膜 |
| E 汗 腺 | F 乳 腺 | G 水晶体 | H 神 経 |
| I 腎 臓 | J すい臓 | | |

問 8 イモリの発生に関する正しい記述の組み合わせを選びなさい。 35

- ① 初期原腸胚の予定神経域と予定表皮域では、発生運命の変更は可能である。
- ② 後期原腸胚の予定神経域と予定表皮域では、発生運命の変更は可能だが難しくなっている。
- ③ 初期原腸胚の原基では、発生運命の変更は不可能である。

- | | | | |
|-------|-------|---------|--------|
| A ①のみ | B ②のみ | C ③のみ | D ①と② |
| E ①と③ | F ②と③ | G ①と②と③ | H 該当なし |

[V] 次の文章を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

真夏の太陽が降り注ぐ畑において、作物は盛んに (1) を行い、CO₂を吸収する。さらに (2) が不足して気孔が閉じた場合には、とりわけ葉のCO₂の濃度が (3) , (1) の速度が低下する。一方、サトウキビやトウモロコシなどの作物は強い光の下でも (1) がCO₂の濃度による制限を受けにくい仕組みを持っていて、高い炭酸同化速度を維持できる。このような植物の優れた機能を解き明かし、有用な遺伝子を取得して利用することで、新しい作物を作出していくことは農学部の大きな使命の一つである。

人類は長い間、交配や接ぎ木などによって植物を改良して優良な作物を育ててきた。現在、我々はさまざまな技術により農作物や園芸植物を改良し、増産している。

作物には農業上利用価値の高い光合成能力の高さや病気に強い性質が求められ、交配によってこの性質が子孫に伝えられる現象を遺伝という。今後、食料増産につながるような形質を持つ作物を生み出していくことは、日本国内に限らずグローバルな規模で新しい農業を展開していく上でも必要不可欠である。

ある作物の研究から、光合成能力が高い表現型[A]と病気に強い表現型[B]をもつ品種と、光合成能力が普通[a]で病気に対する性質も普通[b]である従来の品種とを交配したところ、F₁はすべて光合成能力が高く病気に強い表現型[AB]になった(図3)。

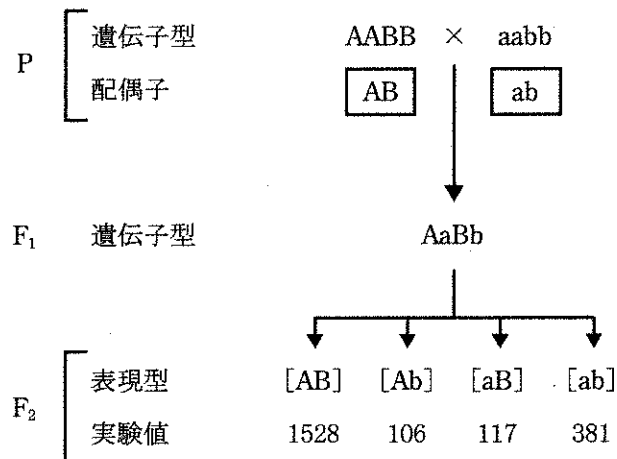


図3 交配実験と分離比

このF₁を自家受粉させると、F₂の表現型と分離比は、

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1528 : 106 : 117 : 381$$

となった。F₂では、両親(P)と同じ表現型を示す[AB]と、それについて[ab]が多く、Pの表現型を組み合わせた[Ab]と[aB]が少なく、ほぼ同数で現れていた。

F₂の分離比からみて2つの遺伝子は (4) しており、そのうち一部に組換えが生じていることが予想される。組換えが生じた場合、F₁の配偶子の割合は (5) となる。

組換えの結果生じた配偶子 Ab および aB は、もう一方の配偶子 AB および ab に対して n 分の 1 の割合で形成されると仮定すると、F₁の配偶子の種類と分離比は AB : Ab : aB : ab = n : 1 : 1 : n と表すことができる。したがって、F₂の表現型とその割合は (6) と表される。

また、F₁の AaBb に劣性ホモの aabb を交配したところ、

$$[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1202 : 148 : 156 : 1195$$

という実験結果が得られた。この場合の組換え価(%)を計算するとその値は (7) である。通常、組換え価は 50% を越えることはない。

問 1 文章中の空欄 (1) から (4) に該当する最も適切な語句の組み合わせを選びなさい。 36

- A (1) 呼吸, (2) 水, (3) 上がり, (4) 連鎖
- B (1) 呼吸, (2) 酸素, (3) 上がり, (4) 分離
- C (1) 呼吸, (2) 水, (3) 下がり, (4) 連鎖
- D (1) 呼吸, (2) 酸素, (3) 下がり, (4) 分離
- E (1) 光合成, (2) 水, (3) 上がり, (4) 連鎖
- F (1) 光合成, (2) 酸素, (3) 上がり, (4) 分離
- G (1) 光合成, (2) 水, (3) 下がり, (4) 連鎖
- H (1) 光合成, (2) 酸素, (3) 下がり, (4) 分離

問 2 文章中の下線部(ア)に関する記述の中で、最も適切なものを選びなさい。

37

- A カルビン・ベンソン回路はチラコイドでつくられた ATP や還元型補酵素を用いて、取り込んだ CO_2 を還元し、炭水化物を合成する。
- B CO_2 は葉肉細胞の葉緑体内で C_4 化合物として固定され、葉の維管束を取り巻く維管束鞘細胞へ送られ、カルビン・ベンソン回路に効率よく供給される。
- C 嫌気条件のもとで、グルコースなどの有機物を分解してエネルギーを取り出す。
- D 呼吸速度が大きく補償点が高い植物は強い光のもとでの光合成速度が大きい。
- E C_3 化合物のピルビン酸はミトコンドリア内に入り、 CO_2 と $[\text{H}]$ が奪われる。その後、 C_2 の形で C_4 化合物と結合する。

問 3 文章中の下線部(イ)に関する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

38

- A 生物集団は元々たくさんの遺伝的変異を含んでおり、集団中に含まれる個々の対立遺伝子の割合を遺伝子頻度といい、植物の品種改良には重要である。
- B 殺虫毒素を合成するための遺伝子を組み込んだトウモロコシ、ウイルス耐性の遺伝子を組み込んだイネなど、農薬を使わなくても高い収穫が得られる遺伝子組換え作物が開発されている。
- C 青色、赤色、オレンジ色の色素は同じ前駆物質から数段階の酵素反応によって作られる。従来のバラがもっていない青色色素を作るための遺伝子をパンジーからバラに導入すると青いバラを作り出すことができる。
- D 植物細胞をセルラーゼやペクチナーゼなどの酵素で処理して細胞壁を除くと、プロトプラストができる。これをポリエチレングリコールで処理すると細胞融合が起こる。現在、ハクサイとアカカンラン(キャベツの一品種)を融合したバイオハクランなどがある。
- E 染色体突然変異には、染色体の構造変化が起こる場合、すなわち染色体の一部が欠ける欠失、繰り返す重複、逆転する逆位、他の染色体の一部と置換する転座などがあるが、これらを品種改良に利用することができる。
- F 日長を制御することは、葉芽から花芽への切り替えという栄養成長から生殖成長への大きな変換を促すことができるため、現在、植物の品種改良技術として使われている。

問 4 文章中の下線部(ウ)に関する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

39

- A 黄色にする遺伝子 Y と白にする遺伝子 y のほかに、黄色の発色を抑える遺伝子 I と抑制作用のない遺伝子 i がある。白色の純系 (IIyy) と黄色の純系 (iiYY) を交配すると、 F_1 はすべて白色に、 F_2 は白色 : 黄色 = 13 : 3 に分離する。このとき I のような遺伝子を抑制遺伝子という。
- B 2 組の対立形質に注目しながら交配したとき、生じる雑種を二遺伝子雑種という。
- C 性の決定は性染色体の組み合わせによって決まるが、その組み合わせは雄ヘテロ型と雌ヘテロ型があり、ヒトの男性は雄ヘテロ型、女性は雌ヘテロ型の性染色体によって決定される。
- D どちらが優性ともいえない不完全優性において雑種 F_1 を中間雑種というが、この場合、優性の法則は当てはまらない。

問 5 文章中の下線部(エ)に関する理由として、最も適切なものを選びなさい。

40

- A ある形質についての遺伝子が性染色体のうち、X あるいは Z 染色体にある場合、雌雄の発現型を逆にして交配すると、形質の現れ方が雌雄で異なってくる。これを伴性遺伝の法則という。
- B 生物集団の遺伝子頻度と遺伝子型頻度の関係をハーディ・ワインベルグの法則といい、遺伝子頻度がわかれば次世代の理論的な遺伝子型頻度を導くことができる。
- C 親 (P) 世代では、遺伝子 A と B および a と b は別々の染色体に独立して存在していることを示している。したがって、独立の法則にしたがい遺伝する。
- D 親 (P) 世代では、遺伝子 A と B および a と b は、同一染色体に存在していることを示している。したがって、染色体が切れない限り行動をともにするので、独立の法則にはしたがわない。

問 6 文章中の下線部(オ)に関する記述の中で、最も適切なものを選びなさい。

41

- A この組換えは減数分裂期の第一分裂期後期に現れる二価染色体の間で、互いに一部を交換する染色体の転移である。
- B この組換えは減数分裂期の第二分裂期後期に現れる二価染色体の間で、互いに一部を交換する染色体の転移である。
- C この現象は減数分裂期の第一分裂期前期に現れる二価染色体のうち2本がよじれて、互いに一部を交換する染色体の転移である。
- D この現象は減数分裂期の第一分裂期前期に現れる二価染色体のうち2本がよじれて、互いに一部を交換する染色体の乗換えである。
- E この現象は減数分裂期の第二分裂期前期に現れる二価染色体の間で、互いに一部を交換する染色体の乗換えである。
- F この現象は体細胞分裂期の相同染色体間で、互いに一部を交換する染色体の乗換えである。
- G この現象は体細胞分裂期の相同染色体間で、互いに一部を交換する染色体の転移である。

問 7 文章中の空欄 (5) に該当する適切なものを選びなさい。

42

- A $AB : ab = 3 : 1$
- B $AB : ab = 9 : 7$
- C $AABB : aabb = 1 : 1$
- D $AB : ab = 1 : 1, Ab : aB = 1 : 1$
- E $AB : ab = 3 : 1, Ab : aB = 3 : 1$
- F $AB : ab = 5 : 1, Ab : aB = 1 : 1$
- G $AB : Ab : aB : ab = 9 : 3 : 3 : 1$
- H $AB : Ab : aB : ab = 15 : 1 : 1 : 4$

問 8 文章中の空欄 (6) に該当する最も適切なものを選びなさい。

43

- A $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 2n : n - 1 : n - 1 : 2n$
- B $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = n^2 : 1 : 1 : n^2$
- C $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 9n : 3n : 3n : 1$
- D $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 10n + 2 : 2n + 1 : 2n + 1 : 2n$
- E $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 15n : 1 : 1 : 4n$
- F $[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 3n^2 + 4n + 2 : 2n + 1 : 2n + 1 : n^2$

問 9 文章中の下線部(カ)に関する記述の中で、最も適切なものを選びなさい。

44

- A 着目する2つの遺伝子が連鎖しているかどうか、また組換えが起こっているかどうかは、検定交雑を行うことで知ることができる。
- B 各遺伝子が染色体のどのような位置関係で存在しているかを知るためには染色体地図を作る必要があり、劣性ホモの aabb を交配することでその関係が分かる。
- C この交配を三点交雑といい、染色体上の各遺伝子の配列順序を決定することができる。
- D 遺伝子診断を行う上で必要な情報を得るための交配であり、ゲノム解析が実施されている作物では必ず行われる。

問10 文章中の空欄 (7) に該当する最も適切な数字を選びなさい。

45

- A 1.1 B 7.9 C 8.9 D 11.3
- E 12.7 F 87.3 G 88.7 H 50.0