

生物基礎

(解答番号 ~)

第1問 生物の特徴および遺伝子とそのはたらきに関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。(配点 19)

A 全ての生物は細胞からできている。生物のなかには、一つの細胞からなる(a) 単細胞生物と、複数の細胞からなる多細胞生物がいる。生物は生命活動を営むために、化学反応によって物質を変化させ、絶えずエネルギーを取り出して利用する必要がある。これら生体内での化学反応全体を(b) 代謝という。

問1 下線部(a)に関連して、次の①～④のうち真核細胞からなる単細胞生物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

① ゴウリムシ

② オオカナダモ

③ 酵母菌(酵母)

④ ネンジュモ

① a, b

② a, c

③ a, d

④ b, c

⑤ b, d

⑥ c, d

⑦ a, b, c

⑧ a, b, d

⑨ a, c, d

問 2 下線部(b)に関連して、エネルギーと代謝に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① 光合成では、光エネルギーを用いて、窒素と二酸化炭素から有機物が合成される。
- ② 酵素は、生体内で行われる代謝において、生体触媒として作用する炭水化物である。
- ③ 同化は、外界から取り入れた物質を、生命活動に必要な物質などに合成する反応である。
- ④ 呼吸では、酸素を用いて有機物を分解し、放出されるエネルギーで ATP から ADP が合成される。

生物基礎

問 3 ニワトリの肝臓に含まれる酵素の性質を調べるために、過酸化水素水にニワトリの肝臓片を加えたところ、酸素が盛んに泡となって発生した。この結果から、ニワトリの肝臓に含まれる酵素は、過酸化水素を分解し酸素を発生させる反応を触媒する性質をもつことが推測される。しかし、酸素の発生が酵素の触媒作用によるものではなく、「何らかの物質を加えることによる物理的刺激によって過酸化水素が分解し酸素が発生する」という可能性[1]，「ニワトリの肝臓片自体から酸素が発生する」という可能性[2]が考えられる。可能性[1]と[2]を検証するために、次の㉓～㉑のうち、それぞれの実験を行えばよいか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

3

- ㉓ 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)*を加える実験
- ㉔ 過酸化水素水に石英砂**を加える実験
- ㉕ 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)と石英砂を加える実験
- ㉖ 水にニワトリの肝臓片を加える実験
- ㉗ 水に酸化マンガン(IV)を加える実験
- ㉘ 水に石英砂を加える実験

*酸化マンガン(IV)：「過酸化水素を分解し酸素を発生させる反応」を触媒する。

**石英砂：「過酸化水素を分解し酸素を発生させる反応」を触媒しない。

	可能性[1]を検証する実験	可能性[2]を検証する実験
①	a	d
②	a	e
③	a	f
④	b	d
⑤	b	e
⑥	b	f
⑦	c	d
⑧	c	e
⑨	c	f

生物基礎

B 遺伝子の本体である DNA の存在を確認するために、ブロッコリーの花芽から DNA を抽出する実験を行った。植物細胞の細胞膜の外側は **ア** に囲まれているので、まず **ア** を含む構造を破壊するために、花芽を乳鉢に入れ、乳棒を用いてすりつぶした。DNA は、細胞の中の **イ**，呼吸に関与する細胞小器官である **ウ**，および光合成に関与する細胞小器官である **エ** に含まれている。そこで、これらの膜構造を破壊するために、花芽をすりつぶしたものに中性洗剤を含む食塩水を加えて混ぜ、10 分間放置した。この破砕液を 4 枚重ねのガーゼでろ過し、ろ液に冷やしたエタノールを静かに注いだ。ろ液とエタノールの境界面に DNA が含まれる繊維状の物質が析出した。

問 4 上の文章中の **ア** ~ **エ** に入る語の組合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。 **4**

	ア	イ	ウ	エ
①	細胞質基質	核	葉緑体	ミトコンドリア
②	細胞質基質	核	ミトコンドリア	葉緑体
③	細胞質基質	液 胞	葉緑体	ミトコンドリア
④	細胞質基質	液 胞	ミトコンドリア	葉緑体
⑤	細胞壁	核	葉緑体	ミトコンドリア
⑥	細胞壁	核	ミトコンドリア	葉緑体
⑦	細胞壁	液 胞	葉緑体	ミトコンドリア
⑧	細胞壁	液 胞	ミトコンドリア	葉緑体

問 5 DNA と遺伝情報に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ブロッコリーの花芽から抽出した DNA がもつ遺伝情報と、同じ個体のブロッコリーの葉から抽出した DNA がもつ遺伝情報は一致する。
- ② ブロッコリーの花芽から抽出した DNA には、ブロッコリーの花芽に存在するタンパク質のアミノ酸配列に関する遺伝情報のみが存在する。
- ③ ブロッコリーの花芽から抽出した DNA には、ブロッコリーの根の発生に関わる遺伝子は含まれない。
- ④ ブロッコリーの花芽から抽出した DNA の全塩基配列と、同じ個体のブロッコリーの花芽から抽出した RNA の全塩基配列は一致する。

問 6 DNA と遺伝情報に関する次の文章中の ・ に入る数値として最も適当なものを、下の①～③のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。オ ・ カ

300 塩基対の DNA を構成する全塩基の 20 % がアデニンであった場合、この 2 本鎖の DNA 中に存在するシトシンの数は、 である。また、300 塩基対の 2 本鎖 DNA の片方の鎖が全て転写されて mRNA が合成された。この mRNA の最初の塩基から最後の塩基までの全ての塩基配列がアミノ酸を指定していた場合、この mRNA の塩基配列に基づいて翻訳が行われると、 個のアミノ酸が連なったタンパク質が合成される。

- ① 90 ② 100 ③ 120 ④ 180
- ⑤ 200 ⑥ 300 ⑦ 360 ⑧ 900

生物基礎

第2問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 15)

A ヒトを含む哺乳類の(a)血液は、(b)心臓を中心に循環している。血液は、液体成分の血しょうと、有形成分の(c)血球からなり、それぞれ異なる役割を果たしている。

問1 下線部(a)に関連して、植物のヤナギから抽出された成分を含む薬を飲んだところ、その作用によって、けがで静脈が傷ついた際に、通常よりも出血が止まりづらくなった。このとき、ヤナギに含まれる成分が作用したと考えられるものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

- ① 赤血球 ② 白血球 ③ 血小板 ④ 血清

問 2 下線部(b)に関連して、血液循環は、心臓の左心室と右心室を仕切る壁によって、肺循環と体循環の二つに大別されている。肺循環では、全身から集められた血液が右心室から肺へと送られ、肺で二酸化炭素を放出し、酸素を取り込んだ後、左心房へと戻る。体循環では、肺から戻った血液が左心室から全身へと送られ、毛細血管で各組織に酸素を供給し、二酸化炭素を受け取り、右心房へと戻る。この血液循環において、左心室と右心室を仕切る壁に大きな穴が開いた場合に起きると考えられる血液の循環の記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① 肺静脈から左心房に戻ってきた血液の一部が、再び、肺へと送り出される。
- ② 肺動脈を流れる血液が、肺静脈を流れる血液よりも多くの酸素を含有する。
- ③ 左心室から送り出された血液の一部が、全身を巡った後、左心房へと戻る。
- ④ 右心室から送り出された血液の一部が、肺に到達した後、右心房へと戻る。

生物基礎

問 3 下線部(C)に関連して、赤血球に含まれるヘモグロビンが酸素と結合する割合は、血液中の二酸化炭素の濃度によって変化する。図1は、静止している筋肉の血管における血液の酸素解離曲線を示している。活発に収縮をくり返している筋肉の血管では、血液中の二酸化炭素濃度は上昇する。一方、肺胞の血管における血液の二酸化炭素濃度は、静止している筋肉よりも低い。活発に収縮している筋肉と肺胞における血液の酸素解離曲線(実線)として最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、①～④の破線は、図1に示した曲線と同じものである。

活発に収縮している筋肉 ・ 肺胞

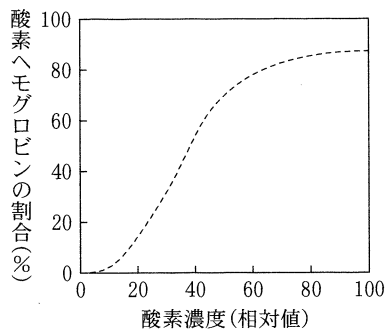
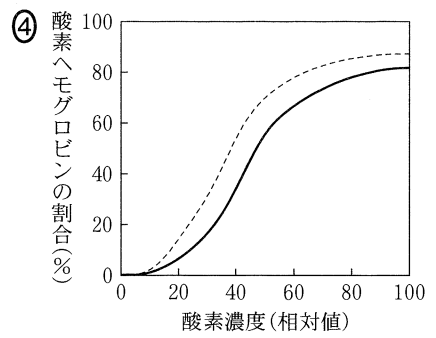
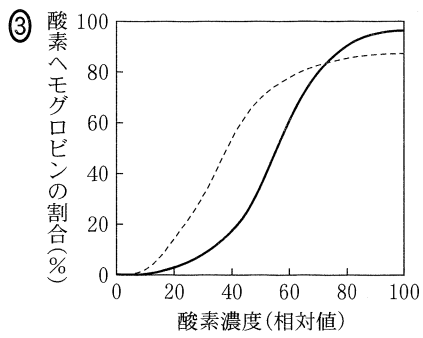
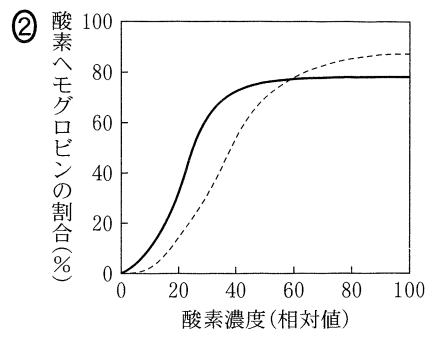
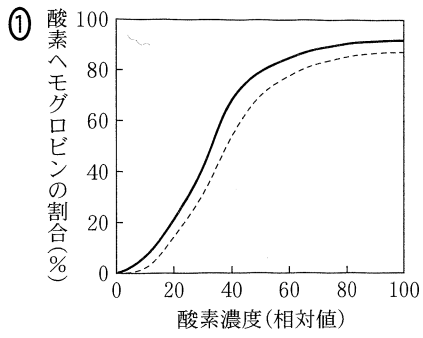


図 1



生物基礎

B 弱毒化または無毒化した病原体などをあらかじめ接種して，発病を防ぐための予防接種が行われている。予防接種は，リンパ球の一種であるB細胞とT細胞が抗原を認識すると **ア** となって残ることを利用している。抗原を認識した **イ** は，再度，同じ抗原を認識すると速やかに増殖して，抗体産生細胞に分化する。抗体産生細胞はその抗原に対して結合力の強い_(d)抗体を大量に産生して病原体を排除する。一方で，花粉症のように，免疫応答が **ウ** とアレルギーが引き起こされる。また，免疫系が何らかの原因で，自身の正常な細胞や組織を攻撃すると，自己免疫疾患(自己免疫病)とよばれる病気を引き起こす。

問 4 上の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合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。 **12**

	ア	イ	ウ
①	樹状細胞	T細胞	低下する
②	樹状細胞	T細胞	過剰になる
③	樹状細胞	B細胞	低下する
④	樹状細胞	B細胞	過剰になる
⑤	記憶細胞	T細胞	低下する
⑥	記憶細胞	T細胞	過剰になる
⑦	記憶細胞	B細胞	低下する
⑧	記憶細胞	B細胞	過剰になる

問 5 下線部(d)に関連して、抗体の産生と機能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。 13

- ① マクロファージは、抗体を産生する。
- ② 抗原を認識して活性化したヘルパーT細胞は、同じ抗原を認識したB細胞の増殖を促進し、抗体産生細胞への分化を抑制する。
- ③ 抗体によって抗原を排除することを細胞性免疫とよぶ。
- ④ ウマは、ヒトのタンパク質を抗原として認識しないため、それに対する抗体を産生しない。
- ⑤ 抗体が結合した抗原は、マクロファージなどの食作用によって排除される。

生物基礎

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 生態系の中では、物質や^(a)エネルギーが様々な経路を通して移動している。例えば、多くの植物は無機窒素化合物を根から吸収し、**ア**などの有機窒素化合物をつくる。有機窒素化合物は、消費者に取り込まれたのち、遺体や排出物として土壌に供給され、微生物のはたらきによって無機窒素化合物に分解される。また、**イ**は大気中の窒素分子から無機窒素化合物をつくることができる。これら無機窒素化合物の一部は微生物のはたらきによって、窒素分子に変化して大気中に放出され、この現象は**ウ**とよばれる。

問1 上の文章中の**ア**～**ウ**に入る語の組合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。**14**

	ア	イ	ウ
①	タンパク質	硝化細菌 (亜硝酸菌・硝酸菌)	脱窒
②	タンパク質	硝化細菌 (亜硝酸菌・硝酸菌)	窒素固定
③	タンパク質	根粒菌	脱窒
④	タンパク質	根粒菌	窒素固定
⑤	グルコース	硝化細菌 (亜硝酸菌・硝酸菌)	脱窒
⑥	グルコース	硝化細菌 (亜硝酸菌・硝酸菌)	窒素固定
⑦	グルコース	根粒菌	脱窒
⑧	グルコース	根粒菌	窒素固定

問 2 下線部(a)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。

15

- ① 生産者が利用する光エネルギーは、太陽から供給される。
- ② 消費者や分解者から放出された熱エネルギーは、生態系内で循環しつづける。
- ③ 生産者は、光エネルギーを化学エネルギーに変換して有機物中に蓄える。
- ④ 消費者は、呼吸などに伴って化学エネルギーの一部を熱エネルギーとして放出する。
- ⑤ 分解者は、他の生物の遺体や排出物を分解して化学エネルギーを得る。

生物基礎

B 植物の葉の性質は、生育する場所の環境条件と深く関係している。

植物の葉の性質を様々な種間で比較した研究から、葉の厚さと葉の寿命の間に、図1の関係が成り立つことが分かっている。例えば、日本に生育する植物種のうち、生育に適した季節の長い地域に分布する **エ** などの常緑樹は、生育に適した季節の短い地域に分布する **オ** などの落葉樹に比べ、葉の寿命が **カ**、葉の厚さが **キ**。

葉の性質の違いは、一つの森林内の、明るさが異なる環境に生育する植物の間でもみられる。(b)陽樹と陰樹では、光の強さと葉のCO₂吸収・放出速度の係に、図2のような違いがある。この違いは、陽樹と陰樹が(c)二次遷移の異なる時期において優占することと対応している。

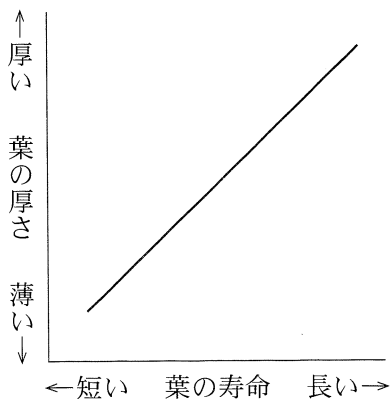


図 1

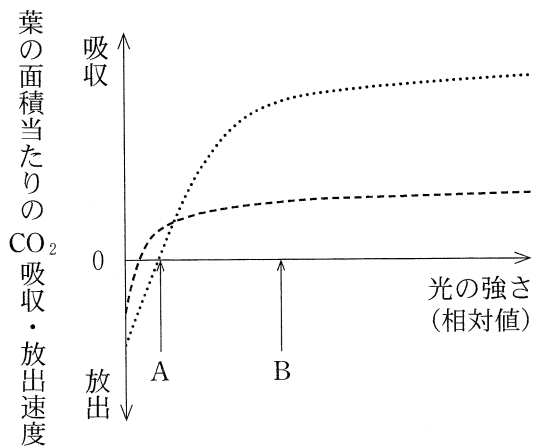


図 2

問 3 図 1 に基づき、上の文章中の **エ** ~ **キ** に入る語の組合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。 **16**

	エ	オ	カ	キ
①	タブノキ	ブ ナ	長 く	薄 い
②	タブノキ	ミズナラ	長 く	薄 い
③	ブ ナ	スダジイ	短 く	薄 い
④	ブ ナ	ヤブツバキ	短 く	薄 い
⑤	スダジイ	タブノキ	長 く	厚 い
⑥	スダジイ	ミズナラ	長 く	厚 い
⑦	ミズナラ	ブ ナ	短 く	厚 い
⑧	ミズナラ	ヤブツバキ	短 く	厚 い

問 4 下線部(b)に関連して、図 2 の破線と点線はそれぞれ陽樹、陰樹のどちらかである。図 2 に基づき、葉による CO₂ の吸収および放出速度についての記述として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つ選べ。 **17**

- ① 陽樹の葉は、光の強さが A より弱いときは CO₂ を放出しない。
- ② 陰樹の葉は、光の強さが B のときは CO₂ を吸収しない。
- ③ 陽樹の葉では、光の強さと CO₂ 吸収速度が、正比例の関係にある。
- ④ 陰樹の葉では、光の強さと CO₂ 放出速度が、反比例の関係にある。
- ⑤ 陽樹の葉では、光の強さが B のとき、CO₂ 放出速度が CO₂ 吸収速度を上回る。
- ⑥ 陰樹の葉では、光の強さが A のとき、CO₂ 吸収速度が CO₂ 放出速度を上回る。
- ⑦ 陽樹の葉は、陰樹の葉より CO₂ 吸収速度が常に大きい。

生物基礎

問 5 下線部(c)に関連して、森林の二次遷移の初期に出現する樹木の由来を調べるため、**実験 1**・**実験 2**を行った。

実験 1 暖温帯に位置するある極相林から、地表付近の土を採取して室内に持ち帰り、土に混ざっていた植物の葉、茎、および根を全て取り除いた。この土を平皿にごく薄く敷きつめ、ときどき水を与えながら、日当たりの良いガラス温室内に放置した。2ヶ月後に皿の中を観察すると、樹木の芽ばえが多数生えていた。これらの芽ばえは、いずれも、極相林の主要な構成種のものではなかった。

実験 2 **実験 1**で土を採取した森林の一部が、**実験 1**を行った翌春に伐採された。伐採直後から半年間、この伐採跡地に自然に生えてきた全ての樹木の芽ばえについて、種名を調べて記録した。(d)記録された樹木種の大部分は、**実験 1**で芽生えた樹木種と共通であった。

実験 1・**実験 2**の結果から推測される、下線部(d)の樹木種の由来として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

18

- ① 伐採前に生えていた樹木の切り株から再生した。
- ② 伐採跡地の周囲に残っていた陰樹が落とした種子から発芽した。
- ③ 伐採前の土壌中にあった陽樹の種子から発芽した。
- ④ 伐採された樹木が前年に作った種子から発芽した。