

令和 5 年度

後期日程

生 物

応用生物科学部

問 題 冊 子

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
- 問題冊子は 14 ページで解答用紙 5 枚である。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
- 受験番号は、解答用紙のそれぞれ指定の欄すべてに必ず記入すること。
- 解答は、解答用紙の指定箇所に記入すること。指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
- 問題は、大問で 5 題ある。5 題すべてに解答すること。
- 解答用紙は持ち帰らないこと。
- 問題冊子は持ち帰ること。
- 大問ごとに、満点に対する配点の比率を表示してある。
- 指定の字数以内で解答用紙のマス目に解答を記述する場合、数字、アルファベット、および句読点は、すべて 1 マスに 1 文字とする。

一問題訂正一

「生物」

(後期日程：応用生物科学部)

- 問題訂正 3ページ 大問1 間6. 問題文(1)の3行目

(誤) . . . ~山中らが作成した~ . . .

(正) . . . ~山中らが作製した~ . . .

1

次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

ヒトの発生は受精から始まる。精子と卵の細胞膜が融合し、精核と卵核が融合して受精卵の核が形成される。^①その結果、精子がもっていた遺伝情報と卵がもっていた遺伝情報が一緒になり、^②受精卵の遺伝情報が確立する。^③受精卵は細胞分裂を繰り返し、最終的に37兆個以上とも推定される細胞によってヒトの体ができあがる。発生過程において、細胞はただ分裂するだけではなく、次第に特定の形や機能を獲得する。これを細胞分化という。脳や肝臓などをはじめとしたさまざまな器官には、それぞれ複数種の細胞が存在し、それらが異なるはたらきをもつことで器官固有の機能が発揮される。

細胞の形態的、機能的特徴は、その細胞でどのような遺伝子がはたらかによって決められる。ヒトにはタンパク質をつくる遺伝子が約2万個存在しているが、どの遺伝子がはたらかは細胞種によって異なる。^④例えば、脳にある神経細胞と肝臓にある肝細胞では、はたらいている遺伝子の種類が異なっているために形態や機能が異なっている。^⑤一方で、神経細胞と肝細胞のそれをおいて必要とされない遺伝子がある。では、それらの必要とされない遺伝子は核の中に遺伝情報として残っているのであろうか。その答えは1960年代からのガードンの実験により得られた。ガードンは、アフリカツメガエルの受精卵の核を紫外線で不活性化し、そこに同じくアフリカツメガエルの分化した小腸や皮膚の核を移植して発生させた。その結果、一部の個体は正常なオタマジャクシや成体にまで発生した。これは、^⑥分化した細胞にも個体の発生に必要なすべての遺伝情報が保持されていることを示している。不必要的遺伝子が細胞核から除去されるわけではないのである。

問1. 下線部①に関して、以下の問い合わせに答えよ。

- (1) 精子の頭部にはタンパク質分解酵素等を含む袋状の構造が存在する。この構造が破れて中身が外部に放出されることで、卵周囲のゼリ一層が分解され、精子の細胞膜が卵の細胞膜に到達できるようになる。この袋状の構造を何とよぶか記せ。
- (2) 受精に関する以下の記述で、正しいものを次の(a)～(e)の中からすべて選び、記号を記せ。
- (a) 受精卵のミトコンドリアは、すべて精子由来である。
 - (b) カエルの受精で、表層回転の向きを決めるのは精子の進入点である。
 - (c) ヒトの受精は卵が子宮に着床した後に起こる。
 - (d) 鳥類の受精は体外受精である。
 - (e) 動物の受精は液体中で行われるという共通点がある。

問 2. 下線部②に関して、以下の問い合わせに答えよ。

- (1) DNA と RNA がもつ塩基を比較したとき、DNA のみに存在する塩基および RNA のみに存在する塩基の名称をそれぞれ記せ。

(2) 精子や卵などの配偶子の核内に存在する一揃いの遺伝情報を何とよぶか記せ。

問 3. 下線部③に関して、以下の問い合わせに答えよ。

- (1) 初期受精卵の細胞分裂は卵割とよばれる。卵割では分裂後の細胞は元の大きさに成長することなく次の細胞分裂をおこなう。その結果、卵割が進むにつれて細胞は小さくなる。これは細胞周期の中で特定の時期が極端に短縮されているためであるが、どの時期か。適切なものを次の(a)～(d)の中から 2つ選び、記号を記せ。

 - (a) G1期
 - (b) S期
 - (c) G2期
 - (d) M期

(2) 卵割の様式は動物種によって異なる。一般的に卵黄を含む受精卵の卵割は卵黄を多く含む部分で起こりにくく、両生類では不等割となる。卵黄の割合がさらに多いニワトリやメダカの受精卵は一部の領域でのみ卵割が進むが、この卵割様式を何とよぶか記せ。

(3) 一般的に哺乳類の卵は魚類や両生類、ハチュウ類、鳥類の卵に比べて極端に小さい。その理由を「発生に必要な栄養分」という語を入れて、60字以内で記せ。

下書き用(60字)

	5	10	15	20

問 4. 下線部④に関して、以下の問い合わせに答えよ。

- (1) ヒトでは多くの遺伝子において、選択的スプライシングがおこなわれることで、同じ遺伝子から複数の異なるタンパク質がつくられる。選択的スプライシングで異なるタンパク質がつくられるしくみを、80字以内で記せ。

下書き用(80字)

- (2) 遺伝情報が DNA → RNA → タンパク質へと一方向に流れる原則をセントラルドグマというが、この原則は絶対ではない。レトロウイルスによる感染では、RNA を鋳型として DNA が合成されるが、この反応を何とよぶか記せ。

問 5. 下線部⑤に関して、肝細胞の機能として適切なものを次の(a)～(e)の中から 1 つ選び、記号を記せ。

- (a) 抗体の産生
 - (b) インスリンの合成
 - (c) 血液のろ過
 - (d) 胆汁の合成
 - (e) 細菌の貪食

問 6. 下線部⑥に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 山中伸弥らは、ヒトの皮膚の細胞に4種類の遺伝子を導入することで、細胞を初期化して、さまざまな細胞種に分化できる(多能性をもつ)細胞を作製した。これも下線部⑥の考えが正しいことを示す1つの例である。山中らが作成した多能性をもつ細胞を何とよぶか記せ。

(2) 下線部⑥はすべての分化した細胞にあてはまるわけではない。その代表例はヒトの正常な赤血球であるが、その理由を記せ。

2

次の文章 I, II を読み、問1～8に答えよ。(配点比率 応生: $\frac{1}{5}$)

I. 染色体に外来の遺伝子が人為的に挿入され、その外来遺伝子が生体内で発現するようになったマウスをトランスジェニックマウスという。マウスの受精卵に外来遺伝子を微量注入し、その受精卵を雌マウスの卵管(輸卵管)などに移植して発生させるとトランスジェニックマウスを作製できる。外来遺伝子は、アとよばれる転写を調整する領域とタンパク質へ翻訳される領域から構成される。外来遺伝子を注入したすべての受精卵からトランスジェニックマウスが生まれるわけではない。誕生したマウスが外来遺伝子をもっているかどうかは、PCR法という遺伝子検査法で調べることができる。

この方法ではマウスから抽出した少量のDNA、2種類のプライマーとよばれる短い1本鎖のDNA、4種類のイ、耐熱性のウを加えた溶液を調製する。この溶液に繰り返し温度変化を加えることによって、少量のDNAに含まれる外来遺伝子のDNA断片を何百万倍にも増やすことができる。

問 1. ア～ウにあてはまるものを、次の(a)～(k)の中からそれぞれ1つ選び、記号を記せ。

- (a) DNAポリメラーゼ (b) スプライシング (c) ヌクレオチド (d) ベクター
- (e) イントロン (f) RNAポリメラーゼ (g) 制限酵素 (h) 電気泳動
- (i) プロモーター (j) 体細胞 (k) DNAリガーゼ

問 2. PCR法により、図1の破線で囲んだ塩基配列を增幅したい。適切なプライマーの組み合わせはどれか。次の(a)～(e)の中から1つ選び、記号を記せ。なお、プライマーの塩基数は簡略化してはじめの10塩基のみ記している。また、本法において用いるDNAポリメラーゼは5'→3'方向にDNA鎖を伸長する。

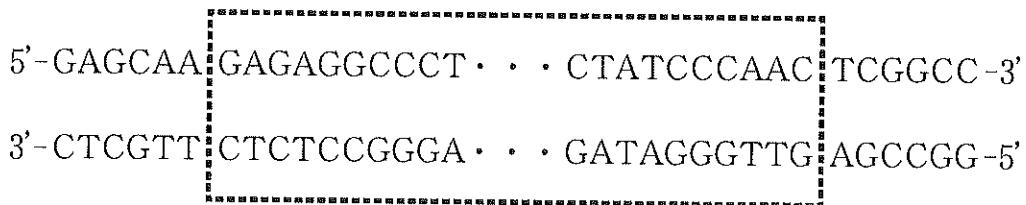


図1 トランスジェニックマウスの作製に用いた外来遺伝子の塩基配列の一部

	(センス)プライマー	(アンチセンス)プライマー
(a)	5'-CTCGTTCTCT-3'	5'-CCGGCTAAC-3'
(b)	5'-GAGAGGCCCT-3'	5'-GTTGGGATAG-3'
(c)	5'-GGAGAGAACG-3'	5'-CAACCCTATC-3'
(d)	5'-CCAACCTGCC-3'	5'-TCTCTTGCTC-3'
(e)	5'-TCCCCGGAGAG-3'	5'-GTTGGGATAG-3'

II. 生体には、体内への病原体の侵入を阻止し、排除するしくみが備わっている。皮膚は病原体①の侵入を防ぐ物理的バリアとしてはたらき、気管などの粘膜面では粘液が表面を覆い細胞への病原体の付着を防いでいる。

体内に侵入した病原体は、はじめに樹状細胞やマクロファージなどのエに取り込まれる。エには、細菌の細胞壁やウイルスの核酸など、病原体の構成成分を認識するための受容体があり、免疫応答を開始するはたらきを担っている。エで分解された病原体の構成成分の一部は、抗原としてオ細胞に提示され、これにより活性化したオ細胞はカ細胞に作用し、増殖と抗体産生細胞への分化を促す。抗体産生細胞は、抗原に特異的に結合する抗体を分泌して病原体を無毒化する。このような抗体を產生して病原体を排除するしくみを体液性免疫という。

増殖したオ細胞やカ細胞の一部は、病原体が排除された後も記憶細胞として体内に残り、再び病原体が侵入した際に再活性化してすみやかに病原体を排除する。この免疫記憶のしくみを利用し、動物にあらかじめ免疫を与える方法が予防接種であり、これに用いられる弱毒化した、あるいは死滅した病原体などをキという。

免疫は、自己と非自己を区別するしくみと言い換えることができる。通常、自己の細胞に対して免疫応答は起こらないが、ウイルスや結核菌に感染した細胞や癌細胞は非自己とみなされ、おもに細胞性免疫のはたらきによって排除される。

一方で、特定の抗原に対する過剰な反応により、じんましん、喘息、くしゃみなどの症状が現れることがある。このような反応をクという。

実際には、生体がウイルスに感染してから1週間程度たつと、抗体の产生とキラーT細胞の反応が起こる。キラーT細胞はウイルス感染細胞表面のケに提示されたウイルス由来の抗原を認識し、感染細胞を破壊する。

いろいろな病気により、腎臓や肝臓などの機能が著しく低下した場合、他人の臓器を移植することがある。移植された臓器も異物であるため、移植を受けた患者(レシピエント)のT細胞は臓器提供者(ドナー)の臓器のケを認識し、反応がある。この反応が起こると移植された臓器はキラーT細胞により破壊され、生着率は低下する。そのため、移植の時にはレシピエントとドナーでケが一致していることが望ましい。

骨髄には血液中の種々の細胞のもととなる造血幹細胞がある。血液細胞の病気である白血病などの治療のために骨髄移植が行われることがある。移植前には、移植を受ける患者に放射線⑤を照射する。その後、ドナー由来の造血幹細胞を含む骨髄細胞を移植する。数週間たつとレシピエントの体内的血液細胞の一部はドナー由来の細胞に置き換わり、病気は治癒する。

問3. エ～ケに適切な語を入れよ。

問 4. 下線部①に関して、皮膚についての説明で、適切なものを次の(a)～(d)の中から 2つ選び、記号を記せ。

- (a) 表皮と真皮はともに外胚葉由来である。
- (b) 指先や手のひらは、手の甲に比べ、触覚や痛覚などの受容器が少ない。
- (c) 表皮は上皮細胞である。
- (d) 毛は表皮の一部が変化したものである。

問 5. 下線部②に関して、免疫応答を低下させるウイルスが知られているが、このウイルス感染が原因で発症する疾患はどれか、適切なものを次の(a)～(d)の中から 1つ選び、記号を記せ。

- (a) マラリア
- (b) 日本脳炎
- (c) AIDS
- (d) インフルエンザ

問 6. 下線部③に関して、抗体を構成するタンパク質を何とよぶか記せ。

問 7. 下線部④に関して、この反応を何とよぶか記せ。

問 8. 下線部⑤に関して、この処置を行う理由は 2つある。1つは、レシピエントのリンパ球が移植された造血幹細胞を攻撃しないようにするためであるが、もう 1つの理由を次の(a)～(e)の中から選び、記号を記せ。

- (a) レシピエントの異常な造血幹細胞を除去するため。
- (b) レシピエントの造血幹細胞を増やすため。
- (c) 移植された造血幹細胞がレシピエントの臓器を攻撃しないようにするため。
- (d) 体内の細菌を除去するため。
- (e) 移植後の下痢、溶血、肝機能異常を防ぐため。

3

次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点比率 応生： $\frac{1}{5}$)

地球における最初の生物の誕生については、確かなことはわかっていない。しかし、これまでに知られている最も古い生物化石は約35億年前の地層から発見された原核生物に似た化石であることから、最初の生物は38～40億年前に誕生した原核生物と考えられている。^①真核細胞からなる真核生物の出現は、原核生物よりもかなり遅れ、その最古のものと推測される化石は約21億年前の地層から発見された。真核生物の進化には、^②酸素発生型光合成を行う原核生物の出現による大気中の酸素濃度の増加が関連したと考えられている。約10億年前になると多細胞の真核生物が出現したとされ、その後のバージェス動物群が繁栄した時代には、現在のほぼすべての生物群が生じていたことがわかっている。^③

生物は、このような長い歴史の中で進化を続け、数多くの種が生み出されてきた。生物多様性の保全を考える上では、進化の結果である種の多様性に加え、遺伝的多様性ならびに生態系の多様性といった3つの視点をもつことが不可欠とされている。^④^⑤

生物多様性が損なわれる要因のひとつが、人間の活動や開発に起因するもので、動植物の乱獲や大規模な宅地造成、沿岸の埋め立てなどが例として挙げられている。また、人為的に導入されたオオクチバスやグリーンアノールなど外来生物による在来生物への影響も問題化し、外来生物法が制定されるに至った。その一方で、自然に対する適度な人為的かく乱の減少も、生物多様性を脅かす要因であることが指摘されるようになった。この現象は里山とよばれる環境において顕在化している。^⑥そのため環境省は、里山を次世代に残していくべき自然環境として位置づけ、全国で「生物多様性保全上重要な里地里山」を選定している。

問1. 下線部①に関して、以下の文章は真核細胞の構造の説明である。ア～エに適切な語を入れよ。

真核細胞は核をもちDNAは核に存在するが、原核細胞のDNAはアに存在している。また、真核細胞はATPを合成するイやタンパク質の輸送と細胞外への分泌に関与するウなど、原核細胞には見られない細胞小器官を有している。その一方で、細胞膜の外側に位置し細胞形状の保持に関与するエは、原核細胞と植物の真核細胞のいずれにおいても観察することができる。

問2. 下線部②に関して、真核生物の出現に関与したと考えられる酸素発生型光合成を行う原核生物を次の(a)～(e)の中から1つ選び、記号を記せ。

- (a) ストロマトライト
- (b) アノマロカリス
- (c) グリバニア
- (d) シアノバクテリア
- (e) スプリギナ

問 3. 下線部③に関して、バージェス動物群が繁栄した時代として適切なものを次の(a)～(e)の中から1つ選び、記号を記せ。

- (a) カンブリア紀
- (b) 石炭紀
- (c) ペルム紀
- (d) 三疊紀
- (e) ジュラ紀

問 4. 下線部④に関して、種や生物の系統分類の説明として適切なものを次の(a)～(e)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 種とは、科と属の間に設けられた階層であり、生物の分類の基本的な単位とされている。
- (b) 種の学名はラマルクが確立した二名法により表される。
- (c) ブタとイノシシの交配によって生まれるイノブタは正常な生殖能力をもつため、ブタとイノシシは同種とみなされる。
- (d) 生物は、細菌ドメイン、古細菌ドメイン、真核生物ドメインに分類され、原生生物は真核生物ドメインに含まれる。
- (e) 相同器官とは、はたらきや形態が異なっていても、発生上の起源が同じ器官をいう。

問 5. 下線部⑤に関して、以下は食物連鎖について説明した文章である。□才□～□ケ□に適切な語を入れよ。

生物には、外界から取り入れた無機物だけで生活することができる□才□栄養生物と、ほかの生物が生産した有機物に依存する□力□栄養生物とがある。生態系においては、□才□栄養生物は□キ□者、□力□栄養生物は□ク□者として区分される。□ク□者のうち、生物の枯死体や遺体、排泄物に含まれる有機物を無機物に変える細菌や菌類などは、とくに□ケ□者とよばれる。

問 6. 下線部⑥に関して、里山に関する説明として適切なものを次の(a)～(e)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 雜木林が一面に広がり、均質性の高い景観を特徴とする地域である。
- (b) 集落に近い地域に位置しているのが一般的である。
- (c) 生物多様性の保全に貢献してきた人為的かく乱の例として、野焼きや肥料を得るための草刈りが挙げられる。
- (d) 炭や薪を得るために伐採が減った点は、生物多様性の保全に役立ったと考えるのが通説である。
- (e) 耕作が行われなくなった水田では乾燥化が始まり、森林へと遷移が進むことがある。

4 次の文章 I, II を読み、問 1～3 に答えよ。(配点比率 応生: $\frac{1}{5}$)

I. 土壤中にある水は根で吸収され、維管束系の [ア] を通って葉に運ばれ、光合成に利用される。光合成反応は 2 つの過程から構成されている。1 つ目の過程は、葉緑体の [イ] における光が直接関係する反応であり、還元型の補酵素である [ウ] と生体内のエネルギー代謝の源となる ATP を生成する。2 つ目の過程は [エ] における光が直接関係しない反応であり、[ウ] と ATP を用いて気孔から取り込んだ二酸化炭素(CO_2)を [オ] とよばれる反応回路によって固定する。この際、 CO_2 は、まず炭素数 5 の化合物である [カ] と反応し、炭素数 3 のホスホグリセリン酸(PGA)になる。この反応を触媒するのがルビスコ(Rubisco)とよばれる酵素である。一方、吸収された水の一部は葉の気孔から水蒸気として大気中に放出され失われてしまう。この現象を [キ] という。植物は、光の強さや土壤水分などの環境要因に応じて気孔を開閉させ、葉内の CO_2 濃度や水の出入りを調節している。

問 1. [ア] ～ [キ] に適切な語を入れよ。

問 2. 下線部①に関して、適切なものを次の(a)～(f)の中からすべて選び、記号を記せ。

- (a) 光合成で作られた有機物は、水に溶けやすいデンプンのかたちで各器官に運ばれる。
- (b) 光合成にとって光は重要な環境要因であるが、過剰な光は光化学系等に損傷を与える、光合成速度を低下させことがある。
- (c) 光合成には、主に赤色光と青紫色(青色)光が使われる。
- (d) 陰葉は陽葉に比べて葉が厚く、強光条件での光合成速度は低い。
- (e) 光合成反応の場である葉緑体の祖先は好気性細菌である。
- (f) 陸上植物の光合成色素はクロロフィル a とクロロフィル b の 2 種類のみである。

II. 移動することができない植物の生存・成長は、それを取り巻く光、温度や土壤水分などの外的環境の影響を強く受ける。そのため、植物はさまざまな環境変化に応答して巧みに形態形成し、生理機能を調節する機構を保持している。植物の生理機能の 1 つである光合成も外的環境の影響を強く受ける。

光合成速度は、「光の強さ」、「 CO_2 濃度」、「温度」の 3 つの環境要因によって決定される。これらの要因のうち、最も不足している要因が光合成速度を制限する。この要因を限定要因という。例えば、光の強さと CO_2 吸収速度の関係について、光の強さが光飽和点を越えると、それ以上 CO_2 吸収速度が変化しなくなる。このとき、 CO_2 濃度や温度が光合成の限定要因となっている。

問 3. ある植物の葉を用いて光合成速度と光の強さ(光一光合成曲線)およびCO₂濃度(CO₂—光合成曲線)との関係を調べる2つの実験を行った。これらの実験の結果をもとに以下の問い合わせに答えよ。

[実験1] 光や土壌水分が十分ある環境で生育している植物の葉を用いて、温度25℃、CO₂濃度0.04%(大気とほぼ等しい濃度)、相対湿度70%に保ち、照射する光の強さを変えてCO₂吸収・放出速度を測定し、光一光合成曲線を得た(図1(a))。また、温度25℃、光飽和点(図1(a)の光飽和点)以上の光の強さ、相対湿度70%に保ち、供給するCO₂濃度を変えてCO₂吸収・放出速度を測定し、CO₂—光合成曲線を得た(図1(b))。

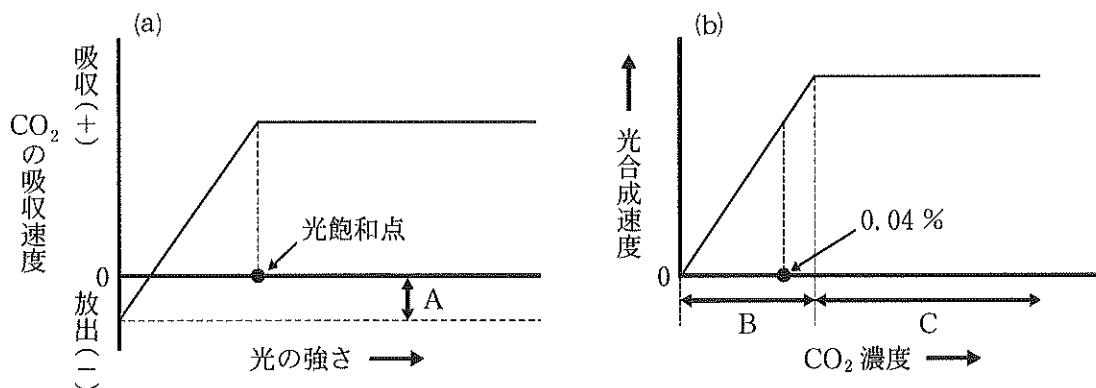


図1 ある植物の葉における光一光合成曲線(a)とCO₂—光合成曲線(b)

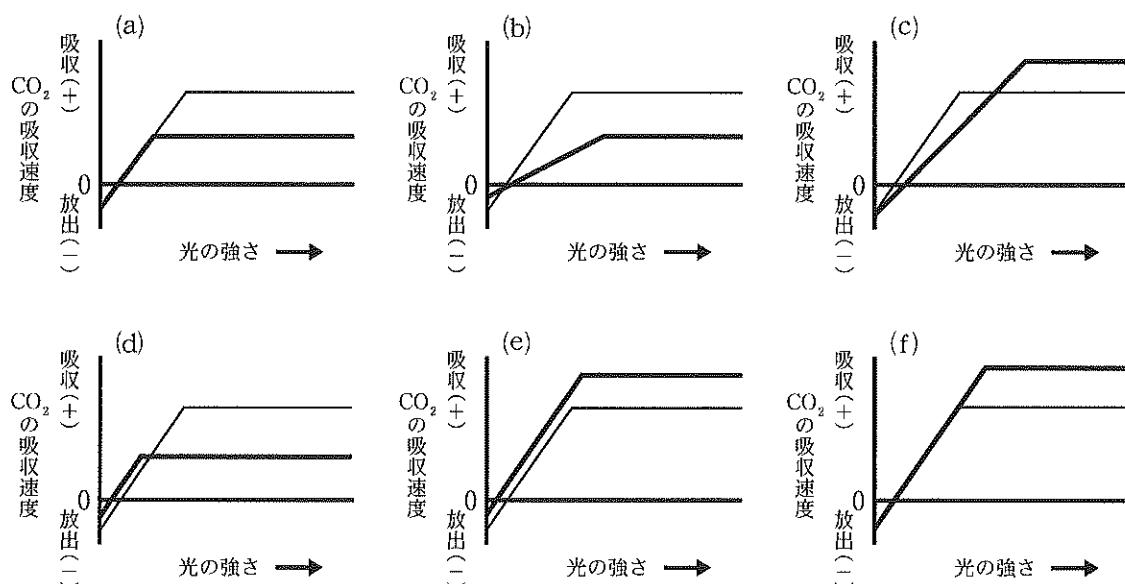
[実験2] 実験1で用いた植物への給水を停止し、土壌水分が十分でない環境で生育させた。この植物の葉を用いて、実験1と同じ条件で光一光合成曲線を得た。その結果、実験1に比べ、葉の気孔が閉じられており、葉内のCO₂濃度が大幅に低下^②し、最大光合成速度は低下していた。ただし、この実験中、植物において深刻な傷害は生じていないとする。また、葉の酵素量は変化しなかったものとする。

- (1) 図1(a)にあるAの範囲の値を何とよぶか記せ。
- (2) 図1(b)について、植物が光合成系の酵素であるルビスコを増加させればBの範囲(低CO₂濃度域)の光合成速度が上昇する可能性がある。一方、Cの範囲(高CO₂濃度域)の光合成速度には影響を及ぼさないと思われる。その理由を80字以内で記せ。なお、葉の気孔は十分に開いているとし、CO₂—光合成速度の測定条件は実験1と同じとする。

下書き用 (80字)

- (3) 実験2の結果から予想される光—光合成曲線として適切なものを次の(a)～(f)の中から1つ選び、記号を記せ。なお、(a), (f)の図については、一部の線が重なって描かれている。

実験1 — 実験2 —



- (4) 下線部②に関して、環境に応じて植物が葉の気孔を閉じる理由を簡潔に記せ。また、気孔が閉じるしくみを以下の語句をすべて用いて70字以内で記せ。

(語句) アブシシン酸、浸透圧、膨圧、孔辺細胞

下書き用 (70字)

5 次の文章 I, II を読み、問 1～4 に答えよ。(配点比率 応生: $\frac{1}{5}$)

I. 生物の世界では、さまざまな種群が互いに関係をもちながら生存しており、このような生物の関係は種間の **ア** とよばれている。例としては、食物や生息場所等を奪い合う **イ** という関係、他の生物を食べる **ウ**・他の生物に食べられる **エ** という関係、一方は利益を受け他方は不利益を受ける **オ** という関係などがある。

問 1. **ア** ~ **オ** に適切な語を入れよ。

II. 生物の行動の進化には自然選択が関わる場合がある。自然選択のうち『頻度依存選択』とは、
① 「ある表現型の適応度が集団中の他の表現型との相対的頻度によって決まる」ことを意味する。
いま、ある生物が餌資源の奪い合いをしており、個体が取り得る戦略はタカ派戦略とハト派戦略の 2 つであると仮定する。各々の戦略の詳細は、以下の通りである。

- ②
- ・タカ派は、出会った相手を攻撃する戦略である。タカ派同士が出会うと、餌資源の奪い合いに勝った場合は利益を独占できるが、負けた場合は大きな損失を被る。
 - ・ハト派は、時間をかけて見定める行動で出会った相手の力を査定する戦略である。ハト派同士が出会うと、時間をかけて見定める行動をお互いに繰り返し、相手の強さを査定する。
 - ・タカ派とハト派が出会うと、タカ派は相手を攻撃し、ハト派は攻撃を避けすぐに逃げる。

次に、タカ派とハト派の各々の組み合わせによる勝率、利益・損失は以下の通りとする。

- ・タカ派対タカ派とハト派対ハト派の勝率を $\frac{1}{2}$ とする。
- ・タカ派対ハト派ではタカ派が必ず勝ち、ハト派は損失なしに引き下がる。
- ・タカ派、ハト派ともに、餌資源の奪い合いに勝った場合の利益を 80 とする。
- ・タカ派同士の餌資源の奪い合いで敗れた場合のタカ派の損失を -150 とする。
- ・ハト派同士の場合の勝者は 80 の利益を得るが、勝者、敗者共に時間をかけて見定める行動に費やす損失を -30 被るとする。ただし、敗者は見定める行動に費やす損失以上は被らない。

この勝率、利益・損失の得点に応じてある生物の個体の適応度が決まると考え、集団中のタカ派戦略とハト派戦略のうち有利な方が増えていくとする。なお、この生物は世代交代を経て、戦略の維持や変更を繰り返す。突然変異や激的な環境の変化がない限りはその後も同様の進化をたどり、いずれかの戦略をとるものとする。

問 2. 下線部①に関して、以下の問いに答えよ。

(1) ダーウィンが唱えた自然選択説の概略を、以下の語句を用いて 60 字以内で記せ。

(語句) 環境、選択的、変異

下書き用(60字)

5	10	15	20

(2) 生物が自然選択説に基づいて進化することを何とよぶか記せ。

問 3. 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

(1) タカ派戦略とハト派戦略のそれぞれが攻撃者、対戦者となった場合の利益・損失の表を作成すると表1のようになる。攻撃者：タカ派、対戦者：タカ派の利益・損失のAは、次のようにもとめることができる。

$$\text{式: } 80 \times \frac{1}{2} + (-150) \times \frac{1}{2} = -35$$

この場合、攻撃者：ハト派、対戦者：ハト派の利益・損失のBを記せ。

表1 タカ派戦略とハト派戦略の利益・損失

項目		対戦者	
		タカ派	ハト派
攻撃者	タカ派	A	80
	ハト派	0	B

- (2) ある生物の集団中にタカ派とハト派の2つの戦略がある時、タカ派のみ、ハト派のみの集団に安定することはなく、必ず他方の戦略が入り込んでしまう。この理由を表1のタカ派戦略とハト派戦略の利益・損失の考え方を用いて、100字以内で記せ。

下書き用(100字)

問 4. 下線部③に関して、この利益・損失の得点に応じた場合、ある生物の進化的に安定な状態の集団では、タカ派とハト派の比は、タカ派を p 、ハト派を $(1 - p)$ とした一次方程式で求めることができる。一次方程式の式を示したうえで、タカ派とハト派の比をもっとも簡単な整数で記せ。