金沢大学

2022 年度　前期日程　生物

1 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

生物は (ア) とよばれる分類階級により，細菌，古細菌および真核生物に分けられる。原核生物である細菌や古細菌の中には，従属栄養生物のほかに独立栄養生物も存在する。独立栄養型の原核生物は，取り入れた二酸化炭素とエネルギーを利用して有機物を合成する。このような有機物の合成は (イ) とよばれる。光合成細菌である緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌は，光合成色素として (ウ) をもっており，水の代わりに (エ) を取り入れ，光エネルギーを利用して (イ) を行う。一方，光の届かない海底熱水噴出孔に生息する硫黄細菌は (エ) などの無機物を酸化し，それにより得られたエネルギーを利用して (イ) を行う。このように，無機物の酸化反応で放出されるエネルギーを (イ) に用いる細菌をまとめて (オ) 細菌とよぶ。

光合成細菌および (オ) 細菌の有機物の合成は，カルビン・ベンソン回路で行われる。カルビン・ベンソン回路に取りこまれた二酸化炭素は，ルビスコという酵素のはたらきによりリブロース 1,5-ビスリン酸と反応し，その反応により 2 分子の (カ) がつくられる。(カ) は，何段階かの反応をへて (キ) となり，(キ) の一部はリブロース 1,5-ビスリン酸の再生産に用いられ，残りは糖などの有機物の合成に用いられる。

(1) (ア)〜(キ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

(2) 約 30 億年前に水を利用して光合成を行う細菌が出現したことで，大気中の分子組成で増えた分子を答えなさい。

(3) 紅色硫黄細菌における光合成の反応を，二酸化炭素とグルコースを含んだ化学反応式を用いて答えなさい。

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

生物の遺伝子の発現はさまざまな要因によって調節される。たとえば原核生物である大腸菌は，培地中に含まれる糖の種類に応じて遺伝子発現を変化させる。培地中にグルコースがなく，ラクトースがある場合には，ラクトース代謝に関わるタンパク質が合成され，ラクトースを分解してグルコースをつくる。

また，① 1 つの遺伝子の発現が複数のタンパク質による調節を受けたり，1 つのタンパク質が複数の遺伝子の発現を調節したりする場合がある。複数のタンパク質が 1 つの遺伝子の発現を調節する場合，それぞれのタンパク質の作用が統合されて，遺伝子発現がおきる。これらの遺伝子発現調節により，生物は環境の変化などに対して適応的に応答することが可能になる。

(1) 大腸菌のラクトース分解に関連する遺伝子群は DNA 上で隣接して存在し，1 つの mRNA として転写される。このような構造をもつ遺伝子群の名称を答えなさい。また，この遺伝子群の転写が開始される DNA 領域，および転写調節領域の名称をそれぞれ答えなさい。

(2) 培地にラクトースがない場合，大腸菌のラクトース分解に関連する遺伝子群の転写はおきない。このしくみを説明しなさい。一方，培地にグルコースがなくラクトースがある場合には，この遺伝子群の転写がおきる。この場合に転写がおきるしくみを説明しなさい。（解答欄　各 12.5×2.5 cm）

(3) 下線部①について，ある真核生物の細胞では，糖代謝をうながすシグナルを受容すると，不活性型のタンパク質 A が活性型へと変化する。活性型のタンパク質 A は遺伝子 b と遺伝子 c の転写調節領域に結合し，この 2 つの遺伝子の転写を促進 (誘導) する。遺伝子 b からつくられるタンパク質 B は，遺伝子 c の転写を調節する。前ページの図 1 はこれらの転写調節関係を示す。遺伝子 c からはタンパク質 C がつくられ，タンパク質 C は代謝反応を触媒する酵素としてはたらく。タンパク質 A は分解されにくい安定なタンパク質であるが，

タンパク質 B と C はそれぞれの濃度に比例した速度で分解される。そのため，タンパク質 A の分解は考えなくてよいものとする。細胞がシグナルを受容すると，それぞれのタンパク質の濃度は図 2 に示すように変化する。図 2 の (ア) はシグナルを受容した細胞の活性型タンパク質 A の濃度の時間変化，(イ) はタンパク質 B の濃度の時間変化，(ウ) はタンパク質 C の濃度の時間変化を，それぞれ示している。次の (a)〜(d) に答えなさい。

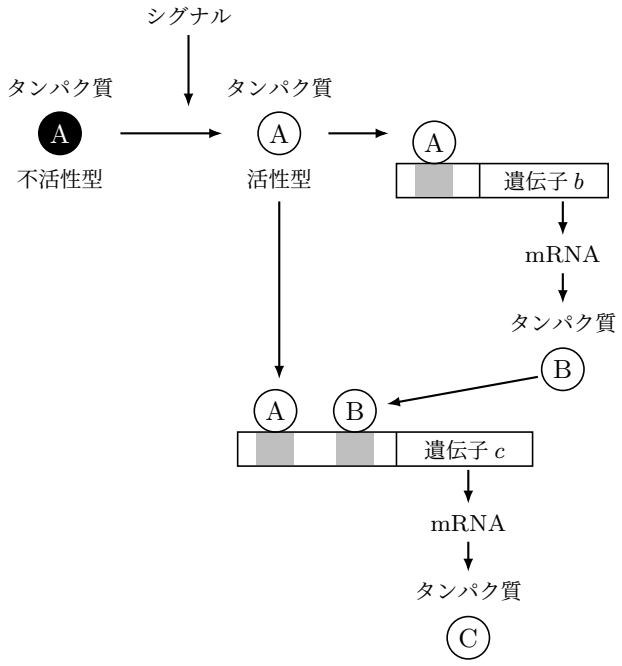

図 1

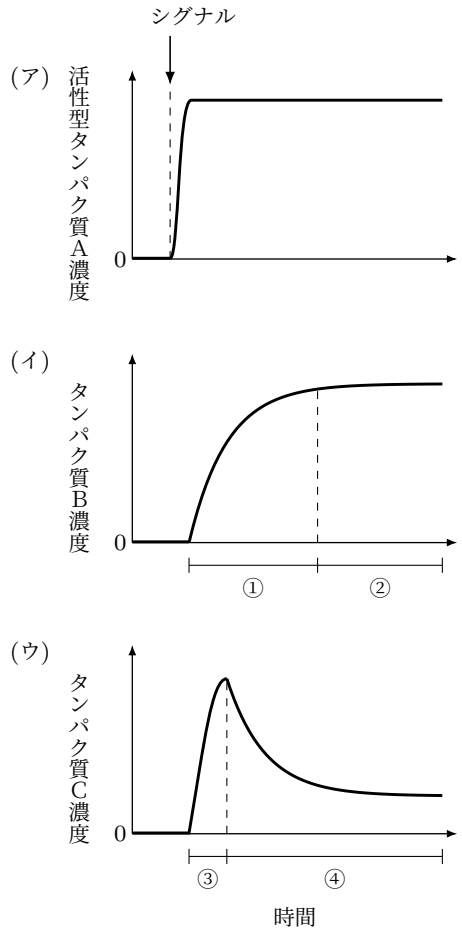

図 2

(a) タンパク質 B の濃度を [B] とし，活性型のタンパク質 A が存在する時の合成速度を p とする。また，タンパク質 B の分解速度は，タンパク質 B の濃度 [B] に比例する。その比例係数は，単位時間あたりの分解率 q とする。タンパク質 B の濃度の変化速度を，p，q，および [B] を用いて答えなさい。ただし，タンパク質 B の濃度の増加を，正の変化とする。また，タンパク質 B の濃度は図 2(イ) の①の時間に増加し，やがて②の時間で示されるように一定となる (定常状態)。このしくみを説明しなさい。さらに，タンパク質 B の定常状態の濃度を，p と q を用いて答えなさい。(解答欄　12.5×3 cm)

(b) タンパク質 B は遺伝子 *c* の転写に関して，誘導もしくは抑制のどちらのはたらきをすると考えられるか，答えなさい。

(c) タンパク質 B による遺伝子 *c* の転写調節をふまえ，図 2(ウ) の③の時間で，タンパク質 C の濃度が増加するしくみを説明しなさい。(解答欄　13.5×2.5 cm)

(d) 図 2(ウ) の④の時間でみられるタンパク質 C の濃度変化がおきる理由を答えなさい。(解答欄 13.5×2.5 cm)

2 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(4) に答えなさい。

動物のように動くことのできない植物は，環境の変化に応答して自らの成長を調節するしくみをそなえている。環境に対する植物の応答には，植物ホルモンとよばれる植物に特有なシグナル伝達物質のはたらきが深く関わっている。このような応答の例として，環境からの刺激を受けた植物が茎や根などの器官の屈曲をおこすことがある。環境に応答した屈曲は，屈性と (ア) に分けることができる。たとえば，重力の刺激に対して，茎と根は反対方向の屈曲を示す。重力に対する茎の屈性を (イ) の重力屈性，根の屈性を (ウ) の重力屈性とよぶ。植物が屈性を示すためには，①環境からの刺激を感知するためのしくみが必要である。たとえば，植物の茎が光屈性を示す時には，光受容体が光の刺激を感知する。刺激を受容した植物が屈曲をおこすには，②植物ホルモンのオーキシンが中心的な役割を担っている。

(1) (ア) にあてはまる適当な語を入れ，その例を 1 つあげて屈性との違いを説明しなさい。(解答欄　13.5×3 cm)

(2) (イ) と (ウ) に，「正」，または「負」の語を入れなさい。

(3) 下線部①について，根が重力屈性を示す時に，重力の刺激を受容する細胞と，受容に関わる細胞小器官の名称をそれぞれ答えなさい。

(4) 下線部②について，植物の茎から切片を切り出し，オーキシン溶液に浸すと，茎切片の伸長が促進される。この茎切片の細胞でおきている応答について，「細胞壁」，「膨圧」，「セルロース繊維」，「吸水」の 4 つの語をすべて使って説明しなさい。(解答欄　14.5×2.5 cm)

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(6) に答えなさい。

植物には青色光を受容する光受容体としてフォトトロピンが知られている。ある種の植物にはフォトトロピンをコードする 2 個の遺伝子 (*phot 1* と *phot 2*) が存在している。大学院生の太郎くんは，2 個のフォトトロピン遺伝子のはたらきを調べるため，野生型植物，*phot 1* 遺伝子が欠失した変異体 (*phot 1* 変異体)，*phot 2* 遺伝子が欠失した変異体 (*phot 2* 変異体)，および *phot 1* と *phot 2* の両方の遺伝子を欠失した二重変異体 (*phot 1 phot 2* 二重変異体) を用いて以下の実験を行った。なお，それぞれの変異体は，機能を失った対立遺伝子のホモ接合体である。

[実験 1] 野生型植物に図 1 のように横方向から異なる強さの白色光をあて，胚軸が屈曲する様子を，照射を始めてから 16 時間，連続的に観察した。その結果，野生型植物の胚軸は，光の強弱に関わらず光の方向に屈曲をおこした。ただし，弱い光を照射した時の屈曲の速度は強い光を照射した場合の 1/2 に低下していた。

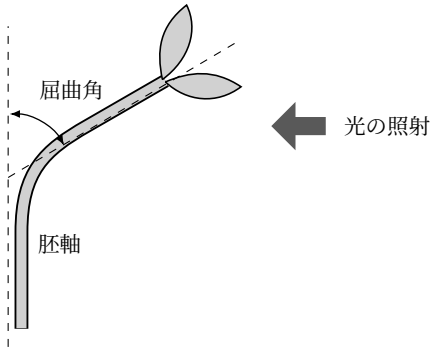

図 1

[実験 2] *phot 1* 変異体を用いて実験したところ，弱い光に対しては屈曲を示さなかったが，強い光を照射すると野生型植物の 1/3 の速度で屈曲した。

[実験 3] *phot 2* 変異体を用いて実験したところ，光の強弱に関わらず，屈曲の速度は野生型植物と同じであった。

[実験 4] *phot 1 phot 2* 二重変異体を用いて実験したところ，光の強弱に関わらず，全く屈曲を示さなかった。

太郎くんは後日，太郎くんが行った実験と同じような実験の結果が掲載されている論文を見つけた。この論文には図 2 のグラフが結果として示されていた。この論文で用いられた野生型植物およびフォトトロピン変異体は，太郎くんが実験に用いた植物と同じであり，その他の実験条件も太郎くんの実験と同一であった。ただし，屈曲角の測定は，光照射開始 16 時間後に行われていた。

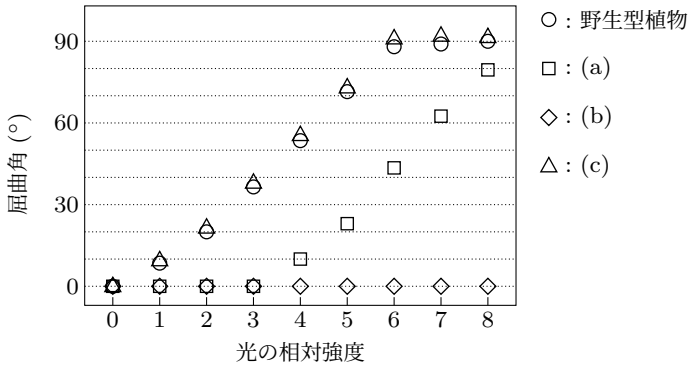

図 2

なお，屈曲をおこした植物の屈曲角は，実験で用いた光強度の範囲では，光が強いほど速く変化した。また，屈曲角は光照射直後から時間に比例して増加し，90° に達するとそれ以上変化しなかった。

(1) 論文に掲載されていた図 2 は，野生型植物と 3 種類のフォトトロピン変異体 ((a)，(b)，(c)) の測定結果であった。○印が野生型植物の測定結果である場合，その他の印 (□，◇，△) で示される測定結果は *phot 1* 変異体，*phot 2* 変異体，および *phot 1 phot 2* 二重変異体の，どの変異体のものと考えられるか，(a)〜(c) それぞれについて答えなさい。

(2) [実験 1] と [実験 2] の結果にもとづいて，太郎くんが植物に照射した「強い光」と「弱い光」に相当する光の相対強度を，図 2 の 0〜8 から選びなさい。

(3) 相対強度 7 の光を照射して，照射開始 16 時間後まで連続的に屈曲角を測定すると，どのような屈曲角の変化が予想されるか。野生型植物，*phot 1* 変異体，*phot 2* 変異体，および *phot 1 phot 2* 二重変異体，それぞれの結果として適当なものを図 3 の (a)〜(d) から選びなさい。ただし，同じ記号を複数回選んでもよい。

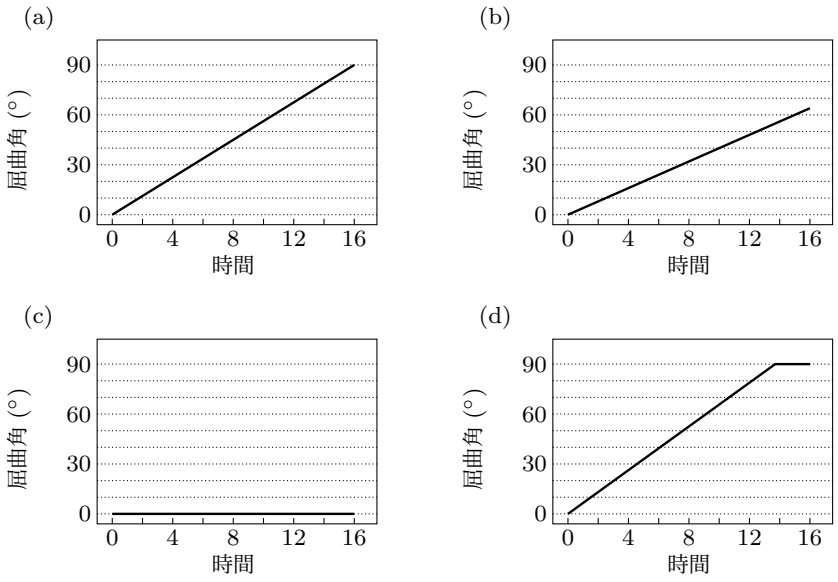

図 3

(4) 植物にはフォトトロピン以外にも，発生や成長を制御する光受容体が複数存在している。フォトトロピン以外の光受容体の名称を 2 つ答えなさい。

(5) 太郎くんは，「今回の実験条件では，この植物の胚軸が示す光屈性には，フォトトロピンによる光の受容が必須である。」と結論した。太郎くんの結論が正しいか，正しくないかを判断して，理由とともに答えなさい。（解答欄　13.5×2.5 cm）

(6) *phot 1* 遺伝子がコードするタンパク質を PHOT 1，*phot 2* 遺伝子がコードするタンパク質を PHOT 2 とする。胚軸の光屈性における，これらのタンパク質のはたらきを説明する以下の (a)〜(f) の記述のうち，それぞれの変異体の表現型から考えて最も適当なものを 1 つ選びなさい。また，その理由を，それぞれの変異体において機能している光受容体のはたらきにもとづいて説明しなさい。（解答欄　13.5×4 cm）

(a)　PHOT 1 は弱い光のみを感知し，PHOT 2 は強い光のみを感知する。
(b)　PHOT 1 は強い光のみを感知し，PHOT 2 は弱い光のみを感知する。
(c)　PHOT 1 は弱い光のみを感知し，PHOT 2 は弱い光と強い光の両方を感知する。
(d)　PHOT 1 は強い光のみを感知し，PHOT 2 は弱い光と強い光の両方を感知する。
(e)　PHOT 1 は弱い光と強い光の両方を感知し，PHOT 2 は弱い光のみを感知する。
(f)　PHOT 1 は弱い光と強い光の両方を感知し，PHOT 2 は強い光のみを感知する。

3 次の文を読んで，問 1〜7 に答えなさい。

遺伝子のはたらきを調べるためには，まずその DNA を大量に増やす必要がある。1 つの方法は遺伝子組換えである。目的の DNA を大腸菌の中で増やすためには，(ア) とよばれる運び手に組み込むことが多い。よく使われる運び手は，大腸菌内で増殖する (イ) という環状の DNA である。組み込みの操作には，特定の塩基配列を切断する制限酵素と，DNA をつなぐ DNA(ウ) という酵素を用いる。DNA を増やす方法として PCR 法もよく利用される。PCR 法では目的の DNA を鋳型とし，耐熱性の DNA(エ)，2 種類のプライマー，4 種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸を加えた溶液を用意し，① 95 ℃で加熱，55 ℃で冷却，72 ℃で加熱のサイクルを 20〜30 回繰り返す。これにより，プライマーにはさまれた領域の DNA が大量に増幅される。

ヒトの集団でゲノム DNA の塩基配列を比較すると，個々のゲノムに塩基配列のわずかな違いが見つかる。たとえば，約 1000 塩基対に 1 塩基ある個人の間のゲノム DNA の違いを一塩基多型 (SNP) という。このような DNA 多型のなかには，病気と関連すると考えられているものがある。DNA レベルでの個人差を調べて，個人の体質に合った病気の治療や予防をすることを (オ) 医療という。ある酵素をコードする遺伝子 *X* には，第 3 エキソン内に SNP が見られる。図 1 の塩基配列は，この塩基置換を含む DNA のセンス鎖を示している。この塩基置換により，遺伝子 *X* には G 型と A 型の対立遺伝子がある。それぞれの対立遺伝子から転写・翻訳されるポリペプチドを X_G と X_A とする。G 型の遺伝子は塩基置換部位より 3′ 側に，終止コドンをコードする TAG 配列がある。その結果，X_G は 400 個のアミノ酸で構成される。

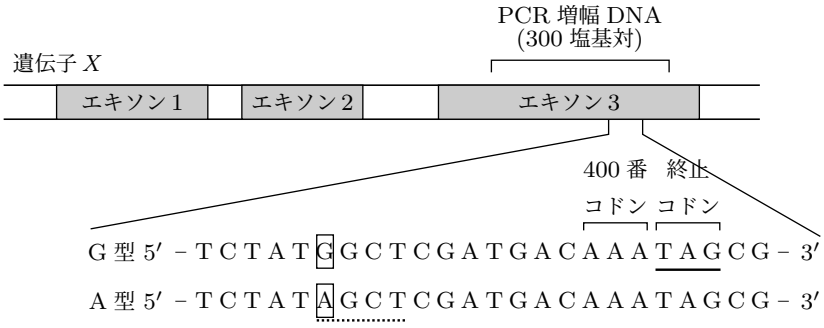

図 1

四角で囲んだ塩基は塩基置換を示す。G 型の塩基配列には 400 番目のコドンと終止コドン (下線) の位置を示す。A 型の塩基配列の点線 (下線) は制限酵素 *Alu*I で切断される塩基配列を示す。

ヒト集団の中の G 型と A 型の対立遺伝子，それぞれの遺伝子頻度を調べた。100 人の被験者のゲノム DNA から PCR 法により，遺伝子 *X* の塩基置換部分を含む 300 塩基対の DNA 領域を増幅した。つぎに，増幅した 300 塩基対の DNA に制限酵素 *Alu*I を加えて反応させた後，電気泳動により分離した。制限酵素 *Alu*I は塩基配列 AGCT を認識して切断する。300 塩基対の G 型の DNA は AGCT 配列を含まないため，制限酵素 *Alu*I で切断されない。一方，300 塩基対の A 型の DNA は，図 1 に示す塩基置換により AGCT 配列が生じたため，制限酵素 *Alu*I で切断される。この違いを利用して，被験者の遺伝子型が G 型ホモ接合体か，A 型ホモ接合体か，または G 型 A 型ヘテロ接合体かについて判断した。図 2 の電気泳動によれば，100 人から増幅した DNA の切断パターンは，300 塩基対の DNA 断片のみ，100 塩基対と 200 塩基対の DNA 断片，または 100 塩基対，200 塩基対と 300 塩基対の DNA 断片が検出される 3 種に分かれた。これらをそれぞれ，(a) 群，(b) 群，(c) 群とすると，各群に含まれる人数はそれぞれ 64 人，4 人，32 人であった。これらの結果を表にまとめた。

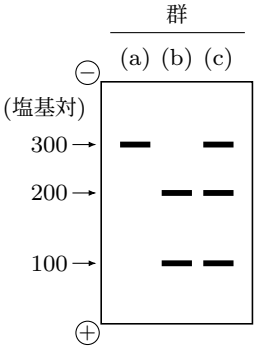

図 2

表

	検出された DNA(塩基対)	人数 (人)
(a) 群	300	64
(b) 群	100，200	4
(c) 群	100，200，300	32

問 1. (ア)〜(オ) にあてはまる適当な語を入れなさい。

問 2. 下線部①について，95 ℃，55 ℃，72 ℃のそれぞれの温度ではどのような反応がおきるか，説明しなさい。

問 3. ランダムな DNA 塩基配列において，制限酵素 *Alu*I が切断する塩基配列が出現する頻度は何塩基対に 1 回か，答えなさい。

問 4. (a) 群，(b) 群，(c) 群に含まれる被験者の遺伝子 X の遺伝子型は，G 型ホモ接合体，A 型ホモ接合体，G 型 A 型ヘテロ接合体のどれか，答えなさい。

問 5. この集団に存在する遺伝子 X における A 型の対立遺伝子の頻度 (%) を求めなさい。

問 6. ポリペプチド X_G と X_A を構成するアミノ酸の配列にはどのような違いがあるか，理由とともに説明しなさい。

問 7. (1) と (2) に答えなさい。

(1) 遺伝子 X がコードする酵素は 2 本のポリペプチドが複合体となってはたらく。ポリペプチドの複合体形成について調べるため，試験管内でポリペプチド X_G と X_A を合成した。ポリペプチド X_G を合成した試験管内では，X_G どうしの複合体 (X_GX_G 複合体) が形成された。一方，ポリペプチド X_A を合成した試験管内では，X_A どうしの複合体 (X_AX_A 複合体) が形成された。次に，試験管内でポリペプチド X_G と X_A を同時に合成すると，X_GX_G 複合体と X_AX_A 複合体に加えて，X_G と X_A の複合体 (X_GX_A 複合体) が形成された。この試験管内の 3 種の複合体の存在比を求めなさい。ただし，この試験管内では，同じ分子数の X_G と X_A が合成され，X_GX_G 複合体，X_AX_A 複合体，X_GX_A 複合体形成に違いは見られなかったものとする。

(2) G 型ホモ接合体の被験者の細胞内では，この酵素は高い活性を示したが，A 型ホモ接合体の被験者の細胞の酵素は，全く活性を示さなかった。一方，G 型 A 型ヘテロ接合体の被験者の細胞の酵素は，G 型ホモ接合体の酵素に比べて 25% の活性を示した。G 型 A 型ヘテロ接合体の被験者の酵素活性が 25% となる理由を，X_GX_A 複合体の酵素活性を予測して答えなさい。ただし，G 型 A 型ヘテロ接合体の細胞のポリペプチド X_G と X_A の発現量は同じであった。（解答欄　14.5×4 cm）

4 問 1 と 2 に答えなさい。

問 1. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

生物の食う-食われるの関係を直線的に示したものは (ア) とよばれる。(ア) を構成する生物群集は，その生態的役割に応じて，(イ) にわけることができ，最下位の (イ) を構成するのは生産者である。光がある環境下では，生産者は太陽光エネルギーを利用して光合成を行い，有機物を合成する。(ア) を通じて生態系に取り込まれた有機物やエネルギーは，生態系内を移動する。このとき，有機物に含まれる①炭素や窒素は生態系の中を循環するのに対し，エネルギーは生態系の中を流れる。

(1) (ア) と (イ) に適当な語を入れなさい。

(2) 下線部①について，炭素と窒素では生物と大気の間での循環の経路が異なる。大気中の窒素を取り込み，植物が利用可能な形態に変化させるはたらきを持つ生物を次の中からすべて選び，記号で答えなさい。
(a) コナラ，(b) ネンジュモ，(c) モンシロチョウ，(d) 根粒菌，(e) アゾトバクター，(f) イヌワシ

(3) 図 1 はある湿地生態系内外を流れるエネルギー量 (kcal/(m^2・年)) を示したものである。次の (a)〜(c) に答えなさい。

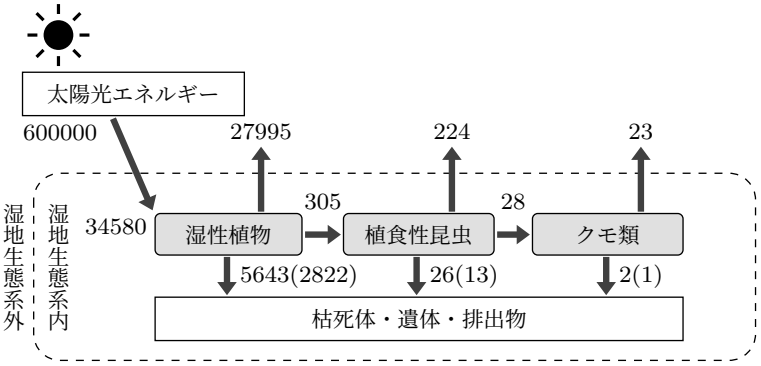

図 1　湿地生態系内外におけるエネルギーの移動 (kcal/(m^2・年))
ただし，かっこ内の数値は枯死体・遺体で失ったエネルギー量の内訳を示す。

(a) 湿性植物の純生産量を求めなさい。

(b) 植食性昆虫の成長量を求めなさい。

(c) クモ類のエネルギー効率 (%) を，小数点第 2 位を四捨五入して求めなさい。

(注) 図 1 中の数値および説明には誤植があり，設問 (c) は大学により全員正解とする対応がとられた。

問 2. 次の文を読んで，(1)〜(3) に答えなさい。

ため池は灌漑用につくられた半自然生態系であるが，かつて氾濫原湿地に生息していた多様な動植物にすみ場を提供するため，生物多様性の宝庫といわれている。しかし，ため池は在来生物だけでなく，さまざまな外来種にもすみ場を提供する。ため池の代表的な管理方法に池干しがある。池干しは秋から冬にかけての農閑期に行う池の水抜きであり，従来，底の泥水の排出などを目的に行われてきた。近年，池干しは各地で外来魚類の駆除のために実施されている。ここでは，生物間の相互関係やため池の池干しが，池の生物群集に与える影響を明らかにする目的で以下の実験を行った。

[実験 1] 1 年間にわたり，複数のため池で野外調査を行い，アメリカザリガニ，外来魚 A，および外来魚 B を捕獲して消化管内容物を分析した。各外来種の消化管内容物の年間平均値を表 1 に示す。ただし，消化管内容物

は，各外来種の食性すべてを反映しているものとする。

表 1　ため池の外来種の消化管内容物 (重量 %)

外来種	消化管内容物								
	水草	水生昆虫 A	他の水生昆虫類	エビ類	アメリカザリガニ	在来魚類	外来魚 A	外来魚 B	その他
アメリカザリガニ	40	0	20	0	0	0	0	0	40
外来魚 A	0	0	0	45	25	20	5	5	0
外来魚 B	10	10	10	40	0	20	0	0	10

[実験 2] 合計 100 ヵ所のため池でアメリカザリガニと外来魚 B の分布調査を行った。調査の結果，アメリカザリガニと外来魚 B は排他的な分布を示した。すなわち，アメリカザリガニの侵入池では外来魚 B の生息数が 0 または少なく，逆に外来魚 B の侵入池ではアメリカザリガニの生息数が 0 または少なかった。ただし，アメリカザリガニと外来魚 B が共存するため池での両種の消化管内容物は，表 1 と同じであった。

[実験 3] ため池の沿岸域に，アメリカザリガニが入らないように複数の大型の箱網を設置し，水草区と人工水草区の 2 処理区を無作為に箱網に割り当てた (図 2)。水草区の箱網には水草を，人工水草区の箱網には人工水草を，それぞれ表面積が同じになるように植栽した。人工水草はプラスチック製で，本物同様の形状を持つ。箱網は側面 4 面のみに網が張られ，その網目は，アメリカザリガニや，魚類，エビ類は箱網内外を移出入できないが，水生昆虫 A と他の水生昆虫類は箱網内外を自由に移出入できる大きさが用いられている。箱網の上部にはアメリカザリガニの脱出防止用のかえしがついている。水生昆虫群集や物理化学的要因の初期条件は処理区間ですべて同じであった。2 つの処理区にアメリカザリガニを同数導入し，60 日後，箱網内の水草と人工水草の表面積および水生昆虫類の個体数を，導入前と比較した。実験の結果を表 2 に示す。実験期間中，水草区では，アメリカザリガニが水草を切断・摂食していた。なお，アメリカザリガニを導入しない水草区と人工水草区を設けたところ，人工水草区では水生昆虫 A および他の水生昆虫類の個体数が増加し，水草区では，それらに加えて水草の表面積も増加した。

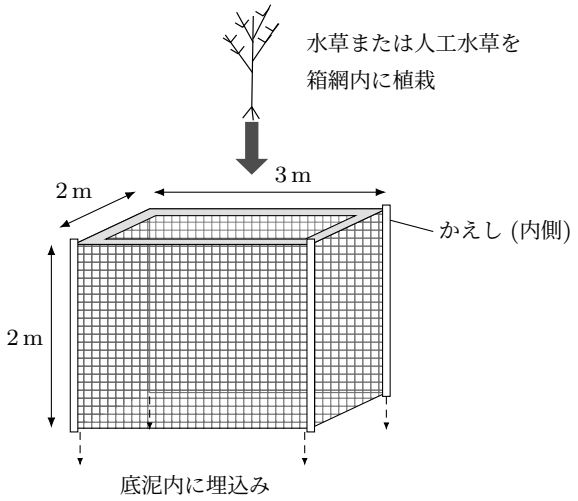

図 2　箱網の立面図

表 2　アメリカザリガニ導入前後の水草・人工水草の表面積および水生昆虫類の個体数の比較

処理区	水草 (表面積／箱網)	人工水草 (表面積／箱網)	水生昆虫 A (個体数／箱網)	他の水生昆虫類 (個体数／箱網)
水草区	減少		減少	減少
人工水草区		変化なし	増加	変化なし

[実験 4] 面積が同じ 2 つのため池を選定し，1 つの池は対照区，もう 1 つの池は池干し区とした。2 つの池で，実験開始前の池の生物群集や物理化学的要因の初期条件はすべて同じであった。対照区では池干しも外来魚類の駆除も行わなかったが，池干し区では池干しにより外来魚類を完全に駆除した。池干し区では，池の水を抜いて 2 週間後に再び水を入れ，2 年後に生物調査を行った。対照区でも，池干し区のため池と同じ時期に生物調査を行った。その結果を表 3 に示す。この調査では，池面積に対する水草の被覆率 (%) と，一定面積あたりの水生動物の個体数を求めた。なお，アメリカザリガニは，池干し時には周囲の水域に移出したか，土手に穴を掘って隠れたが，水を入れてから 1 か月後に再びため池で姿が見られるようになった。池干し区のため池では，池干ししてから 2 か月後に発芽直後の水草の実生（みしょう）が確認されたが，成長した実生は全く見られなかった。水生昆虫類や，エビ類，在来魚類は，池干し後に水源から移入した。池干し後に外来魚類の移入は見られなかった。

表 3　2 処理区における水草の被覆率および水生動物の個体数

処理区	水草 (被覆率 %)	水生昆虫 A (個体数/m^2)	他の水生昆虫類 (個体数/m^2)	エビ類 (個体数/m^2)	アメリカザリガニ (個体数/m^2)	在来魚類 (個体数/m^2)	外来魚 A (個体数/m^2)	外来魚 B (個体数/m^2)
対照区	80	10	85	0.2	0.1	0	1	5
池干し区	0	0	20	4	12	8	0	0

(1) [実験 1] と [実験 2] の結果から，アメリカザリガニと外来魚 A，およびアメリカザリガニと外来魚 B との間にあると考えられる相互関係の名称を 1 つずつあげ，そのように答えた理由を説明しなさい。（解答欄　各 13.5×3 cm）

(2) [実験 1] と [実験 3] の結果にもとづき，次の (a) と (b) に答えなさい。

(a) アメリカザリガニと水生昆虫 A との間にあると考えられる相互関係の名称と，そのように答えた理由を説明しなさい。ただし，水生昆虫 A は，主にミジンコ類を食べ，水草を食べないことが分かっている。（解答欄　13.5×3 cm）

(b) 表 2 の人工水草区で，なぜ他の水生昆虫類の個体数はアメリカザリガニの導入前後で変化しなかったと考えられるか，答えなさい。（解答欄　13.5×3 cm）

(3) [実験 1]〜[実験 4] の結果にもとづき，次の (a) と (b) に答えなさい。

(a) [実験 4] では，対照区と比べて池干し区でエビ類と在来魚類の個体数が多かった。生物間の相互関係に着目して，これらの生物が池干し区で多い理由を説明しなさい。

(b) [実験 4] では，対照区と比べて池干し区で水草の被覆率と水生昆虫の個体数が少なかった。池干しを行うとこれらの在来生物が少なくなる理由について，「外来魚 A」，「外来魚 B」，「アメリカザリガニ」の語を用い，池干しの効果および生物間の相互関係に着目して説明しなさい。（解答欄　13.5×5 cm）