

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程
2023年10月入学及び2024年4月入学

入 学 試 験 問 題

園芸科学コース
(応用生命化学領域)

共通問題

(Common Questions)

(注意事項)

1. この冊子は監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、最初に解答用紙に志望領域、受験番号を記入すること。

1. Do NOT open this question book until instructed by the supervisor.
2. Right after you are instructed to start the examination, fill in your program, and identification number on the answer sheet.

化学 1/1

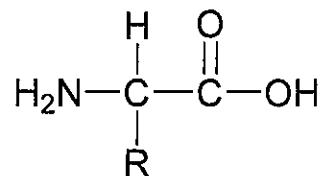
問1. 150 mM のシヨ糖水溶液を 30 mL 作るために必要なシヨ糖の量 (g) を有効数字 3 桁で求めなさい。(4 点)

シヨ糖の化学式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ 、原子量は C: 12.0、H: 1.00、O: 16.0 とする。

問2. グルタチオンは N 末端側から順にグルタミン酸 ($C_5H_9NO_4$)、システイン ($C_3H_7NO_2S$)、グリシン ($C_2H_5NO_2$) が脱水縮合してできたトリペプチドである。以下の問いに答えなさい。

- (1) 各アミノ酸はペプチド結合で連なっているが、システインとグルタミン酸はグルタミン酸の側鎖側のカルボン酸によって結合している。下図の例にならってグルタチオンの構造式を書きなさい。(4 点)

例:



- (2) グルタチオンの分子量を求めなさい。(4 点)

原子量は C: 12.0、H: 1.00、O: 16.0、N: 14.0、S: 32.0 とする。

問3. グルコースの完全燃焼に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) グルコース ($C_6H_{12}O_6(s)$) が完全燃焼するときの化学反応式をかきなさい。(4 点)

- (2) グルコースを完全燃焼させた時の標準燃焼エンタルピー (kJ/mol) を、有効数字 4 桁で求めなさい。(4 点)

ただし、298 K における各物質の標準生成エンタルピーは以下の値とする。

$C_6H_{12}O_6(s)$: -1268.0 kJ/mol, $O_2(g)$: 0 kJ/mol, $CO_2(g)$: -393.50 kJ/mol,
 $H_2O(l)$: -285.80 kJ/mol

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程
2023年10月入学及び2024年4月入学

入学試験問題

園芸科学コース (応用生命化学 領域)

指定科目

(Designated Subjects)

(注意事項)

1. この冊子は監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、最初に解答用紙に科目名、志望領域、受験番号を記入すること。
3. 届け出た科目以外で受験すると失格となります。
4. 解答用紙が2枚以上ある場合は、それぞれに科目名、志望領域、受験番号を記入すること。

1. Do NOT open this question book until instructed by the supervisor.
2. Right after you are instructed to start the examination, fill in your subject, program, and identification number on the answer sheet.
3. If examinations are not taken in the designated subject, you will be disqualified.
4. When you use two or more answer sheets, write your subject, program, and identification number on each sheet.

生物化学および酵素化学 1/2

次の6問のうちから4問を選択し、答えよ。

問1. 熱力学に関する以下の説明のうち、正しいものには○、誤りが含まれているものには、誤りであると判断した理由について説明せよ。(各5点)

- (1) 理想希薄溶液における平衡定数は、平衡時の反応物および生成物の濃度と物質
量から求めることができる。
- (2) 熱力学第二法則はエンタルピーを定義したものである。
- (3) ギブズの自由エネルギー変化は平衡状態では負の値になる。
- (4) 生化学的な標準状態は $\text{pH}=7$ としている。

問2. アイソトープで標識された次の2種の核酸について、図1を参考にして、標識されたリンの部位を特定した構造式を示すとともに、想定される生化学実験での使用例について説明せよ。(各10点)

- (1) $\alpha\text{-}^{32}\text{P}\text{-dATP}$
- (2) $\gamma\text{-}^{32}\text{P}\text{-rATP}$

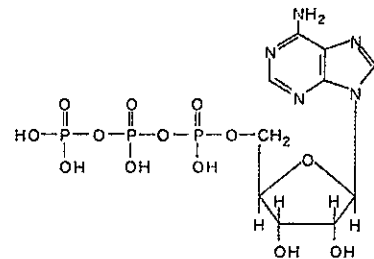


図1 rATP の構造式

問3. 多糖に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 図2を参考にして、ハース投影式でグリコーゲンの直鎖部分の繰り返し構造について結合位がわかるように二糖構造を描け。(10点)

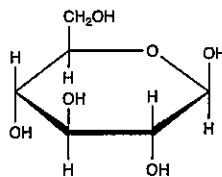


図2 ハース投影式による $\beta\text{-D}$ -グルコースの構造式

- (2) 構造多糖と貯蔵多糖の違いについて、それぞれに該当する多糖の例を挙げて説明せよ。(10点)

生物化学および酵素化学 2/2

問4. ミカエリス-メンテンの式に従う酵素反応において、反応開始時から反応が平衡に達するまでの時間経過に伴う、基質 (S)、酵素 (E)、基質-酵素複合体 (ES)、生成物 (P) の量的な変化を示したグラフ（横軸：時間、縦軸：相対量）を作成し、その変化の過程を説明せよ。（グラフ作成 10 点、過程の説明 10 点）

問5. 膜輸送に関して以下の語句について、その違いを明確にしてそれぞれ説明せよ。（各 10 点）

- (1) 単純拡散と能動輸送
- (2) 共輸送と対向輸送

問6. F_0 - F_1 ATP 合成酵素は、 F_0 と F_1 が解離すると、 F_1 部分が非常に強い ATP 分解酵素活性を示す。図3は、 F_1 を構成する β サブユニット上での ATP 加水分解過程を模式的に表している。一方で、 γ サブユニットとの相互作用により、この逆反応が生じると ATP 合成が生じる。ATP 合成過程において、酵素の状態が①、②、③になるときの β サブユニットの構造変化と γ サブユニットの役割を説明せよ。（20 点）

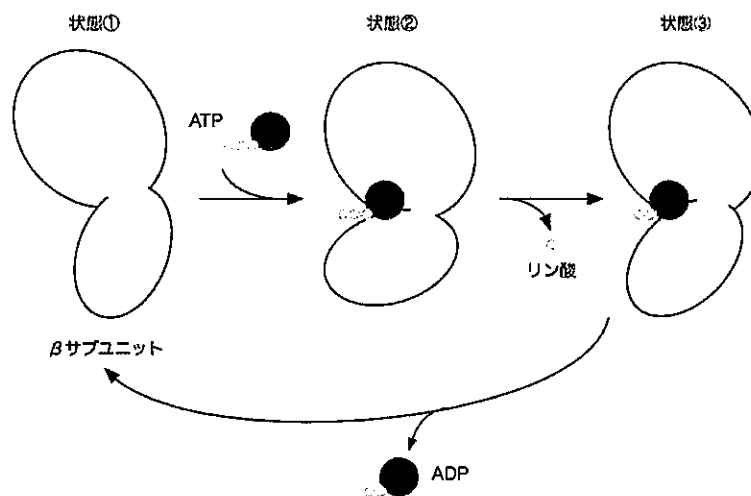


図3 β サブユニット上での ATP 加水分解過程の模式図

有機化学 1/2

問1. 以下の文章 (a)-(e) について、正しい場合は○を、間違っている場合はその理由を答えなさい。(各3点)

- (a) 一般に pK_a が低い酸は強酸であり、その共役塩基は強塩基として働く。
- (b) (2*R*,3*S*)-ジブロモブタンは2つの不斉炭素を持つためキラルである。
- (c) ハロゲン化アルキルにおける S_N1 反応はハロゲンが結合した炭素原子の級数が高いほど反応速度が速くなり、その速度はハロゲン化アルキルと求核試薬の濃度に依存する。
- (d) 解糖におけるアルドラーゼによるフルクトースの分解は逆アルドール反応である。
- (e) 2-アミノペンタンをメチル化して第四級アミン塩とし、これを酸化銀とともに加熱すると Hofmann 脱離が起こり 2-ペンテンが主生成物として得られる。

問2. 以下の用語をそれぞれ100字前後で説明しなさい。(各9点)

1,3-ジアキシアル相互作用

芳香族求電子置換反応における置換基効果

エナンチオマーとジアステレオマー

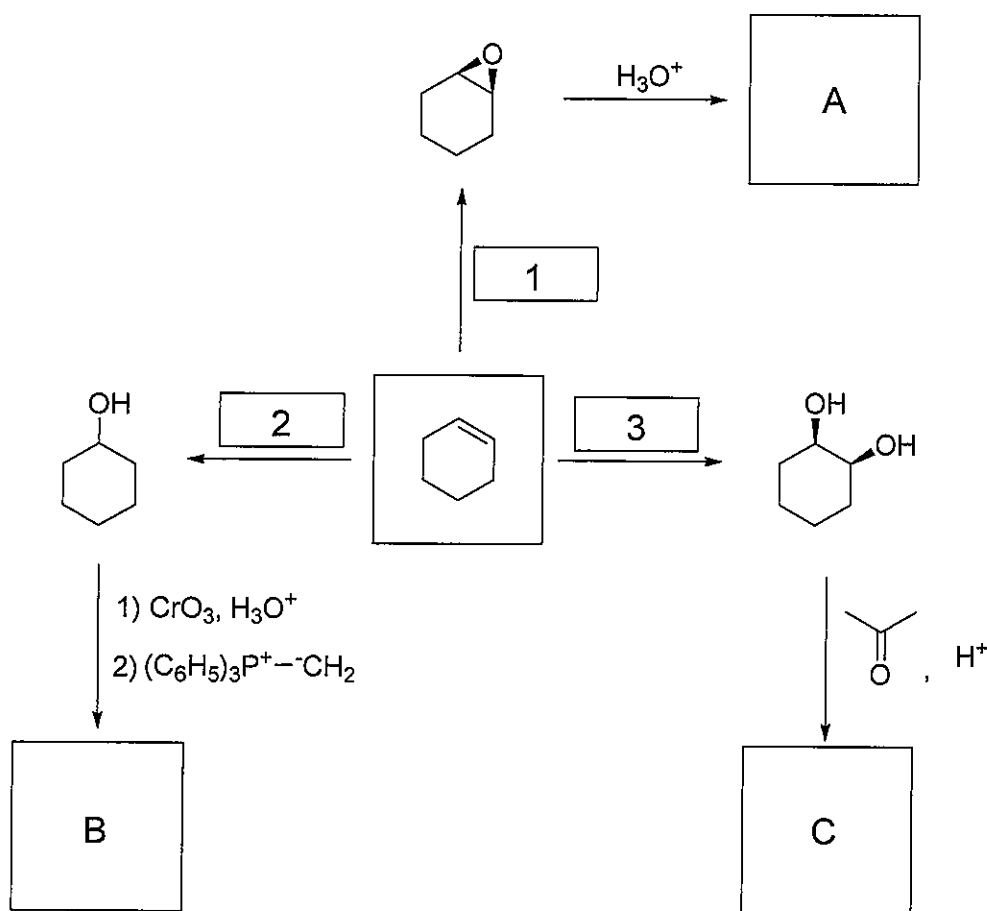
問3. 炭素、水素、酸素からなる芳香族化合物の NMR および MS スペクトルを測定したところ以下の結果を得た。また、この化合物の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を滴下したところ呈色した。予想される化合物の構造式とその理由を述べなさい。(20点)

$^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ 7.04 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 6.74 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 4.95 (s, 1H), 2.28 (s, 3H); $^{13}\text{C NMR}$ (100 MHz, CDCl_3): δ 153.1, 130.0, 129.9, 115.0, 20.5; MS (FAB): $m/z = 108$ (M^+)

有機化学 2/2

問4. シクロヘキセンを出発原料として以下の反応を行った。

A ~ **C** に該当する主生成物の構造式、および **1** ~ **3** に該当する適切な反応試薬をそれぞれ書きなさい。構造式は必要に応じて立体構造を明示すること。(各3点)



生物資源利用学 1/1

以下の問いに答えなさい。

問1. 以下の (1) ~ (8) から 6つ を選択し、それぞれに示した食品製造あるいは生物資源の利用に関する語句について 100 字程度で説明しなさい。(各 5 点)

- (1) α でん粉と β でん粉
- (2) レジノイドとアブソリュート (香料における)
- (3) 難消化性デキストリン
- (4) イーストフード
- (5) ショートニングと粉末油脂
- (6) 化工でん粉
- (7) ハイパーアキュムレーター (Hyperaccumulator)
- (8) アミロースとアミロペクチン

問2. 以下の 5 題から 2 題 を選択して答えなさい。(各 25 点)

- (1) 小麦から小麦粉(上がり粉)を作る一般的な製造工程について、各製造工程の意味とともに説明しなさい。また強力粉、薄力粉、プレーキ粉、ミドリング粉はそれぞれいかなるものか説明しなさい。
- (2) 一般的に動物性原料あるいは植物性原料から原油を得る際、原料によって採油方法が異なる。それぞれの原料から原油を得る採油方法を原料の特性と関係付けて説明しなさい。次に原油から天ぷら油およびサラダ油を得る工程を各製造工程の意味とともに示しなさい。
- (3) バイオエネルギーを 1 つ挙げ、その製造工程を、各製造工程の意味とともに説明しなさい。次に、バイオエネルギーの利点と欠点を 2 つずつ挙げなさい。さらにそのバイオエネルギーの普及に向けた課題を説明しなさい。
- (4) 有用な作物の作製に向けてゲノム編集技術が注目されている。CRISPR-Cas9 あるいは TALEN を用いたゲノム編集方法について、それら 2 種類の酵素の特徴や違いが分かるように説明しなさい。次に CRISPR-Cas9 を用いてゲノム編集を行った作物が、日本において遺伝子組換え作物にあたらないようにするには、どのような操作が必要になるか答えなさい。
- (5) 近年、遺伝子組換え技術を用いて機能性を高めた作物の開発が進められている。植物への遺伝子導入法を 3 つ挙げ、それぞれを説明しなさい。

分子生物学 1 / 2

問1. 以下の語句から3つを選択し、それぞれについて100字程度で説明しなさい。

(8点×3)

- (1) パラログ (2) BiFC 法 (3) 8-オキソグアニン
(4) 融解温度 (5) snoRNA (6) リボソームプロファイリング

問2. 以下の各文について、内容が正しければ○を、誤っていればその理由を具体的に説明しなさい。(4点×4)

(1) 通常、原核生物および真核生物におけるゲノム DNA の複製起点は染色体あたり複数あるが、大腸菌で複製されるプラスミド DNA の複製起点は1ヶ所である。

(2) リボソームは大小2つのサブユニットから構成されており、原核生物の場合は50Sの大サブユニットと30Sの小サブユニットからなる80Sリボソームとして機能する。

(3) 酵母 One-hybrid 法と Two-hybrid 法は、ともにタンパク質間の相互作用を調べる方法であり、One-hybrid 法が1種類のタンパク質に結合する因子を探索する手法であるのに対し、Two-hybrid 法は2種類のタンパク質間の相互作用を検定する手法として用いられる。

(4) ある遺伝子の配列が突然変異により A から G に変わったが、コドンを確認したところ同じアミノ酸を指定していたため、生じるタンパク質の配列や量は変わらず、変異前と比較して表現型の変化が観察されることもない。

問3. 以下の4題から2題を選択し解答しなさい。必要に応じて図表を用いても良い。

(20点×2)

(1) 原核生物と真核生物における転写開始メカニズムについて、両者の共通点と相違点を示しつつ、以下の用語を全て用いて説明しなさい。

【-10領域・CTD・Pol. III・TBP・クロマチン・5'-キャップ】

(2) 二成分制御系を利用した情報伝達、および遺伝子発現制御機構の概略と、原核生物・真核生物における具体例をそれぞれ説明しなさい。

(3) 原核生物のトリプトファン合成酵素遺伝子の発現は、アテニュエーションと呼ばれる機構で調節されているが、真核生物では同様の調節機構が見られない。その理由について、アテニュエーション機構の概要とともに400字程度で説明しなさい。

次頁に続く

分子生物学 2 / 2

問3. つづき

(4) 植物が持つ酵素 A について、その組換えタンパク質を大腸菌で発現させるために、A の 2 番目のアミノ酸から最後のアミノ酸までをコードする遺伝子領域を PCR で増幅し、組換えタンパク質発現用プラスミドを用いてクローニングを行った。その際、目的遺伝子領域の導入にはプラスミド上の *Nde*I および *Hind* III サイトを使用した。なお、PCR の鋳型には cDNA を使用するため、イントロン配列は考慮しなくてよい。以下の問い 1~2 に答えなさい。

1. 図 1 と図 2 の DNA 配列を参照して、PCR に使用するプライマーセットの配列を 5'側から書きなさい。長さは 25 mer とし、末端は制限酵素サイトとする。(6 点)
2. 図 2 のプラスミドには、大腸菌の細胞内でプラスミドが機能するための配列、および目的タンパク質の発現・回収に必要な配列①~⑦が存在する。①~⑦それぞれの機能を簡潔に説明しなさい。(2 点×7)

ATGCAGGAGCGGTGCAGGGTGTGCTGCGGTTTCGCGGACCTGACG.....
TTACGCAACTACTTACAAACGCCTATTTAAAAGAGCTGCCTGGTAA

図 1 A 遺伝子の DNA 配列
 開始コドンから終止コドンまでの配列のうち最初と最後の 45 bp ずつを示す。

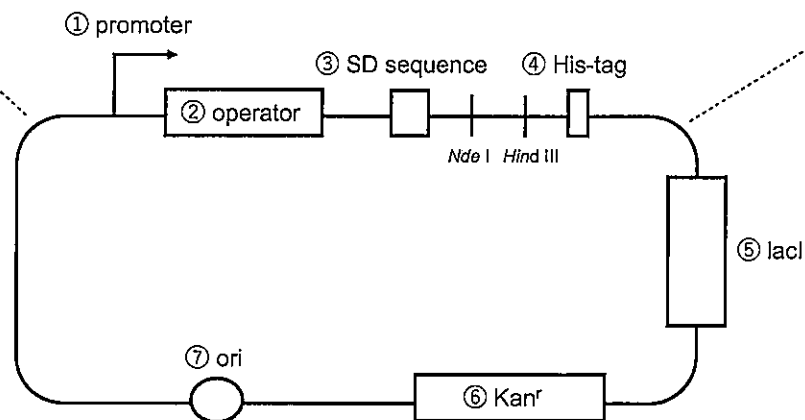
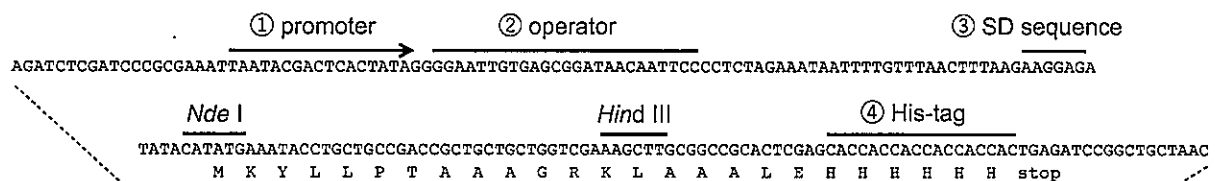


図 2 組換えタンパク質発現用プラスミドの模式図

食品栄養学 1/1

問1. 4つの脂溶性ビタミンの主な生理作用、欠乏症、過剰症について、それぞれ挙げなさい。但し、無い場合は「無し」と記入しなさい。(12点)

問2. 食品中の脂質の酸化を抑制するビタミンを3つ挙げて、その作用機序をそれぞれ簡潔に説明しなさい。(15点)

問3. 肝臓と筋肉におけるグリコーゲンの代謝と働きについて説明しなさい。(13点)

問4. 鉄と銅の体内動態について説明しなさい。(15点)

問5. 胆汁酸の生合成と腸肝循環について説明しなさい。(15点)

問6. マウス肝臓中のトリグリセライド含量の測定をするために、以下の①～④のような抽出操作を行った。下の問に答えなさい。(10点)

抽出操作

- ① プラスチックチューブに肝臓片 100 mg と蒸留水 1 mL を入れ、でホモジナイズした。
- ② ①の溶液 440 μ L とメタノール・クロロホルム (1:2) 混合溶液 900 μ L を新しいチューブに入れ、攪拌した。
- ③ ②の溶液を遠心分離後、下層のクロロホルム層から 400 μ L を新しいチューブに移し、ヒートブロック上で揮発させた。
- ④ チューブ内に残った脂質に 2-プロパノールを 100 μ L 加え、超音波破碎装置で分散させたあと、そのうちの 10 μ L を用いてトリグリセライド濃度を測定した。

問 操作④でトリグリセライド濃度を測定したところ、20 mg/mL であった。肝臓 1 g 当たりのトリグリセライド含量 (mg/g liver) を計算し、整数で答えなさい。また計算過程も示しなさい。ただし、操作途中での溶液の損失はなく、操作③では抽出されたトリグリセライドはすべてクロロホルム層に移行するものとする。

応用微生物学 1/1

問1. 次の文章を読み、以下の問い(1)~(5)に答えなさい。

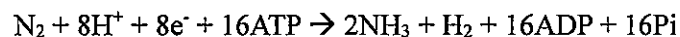
サトウキビの絞り汁または廃糖蜜を発酵させ、蒸留した酒をラム酒という。ラム酒の原料には酵母の発酵基質となるショ糖が含まれるため、他の蒸留酒であるウイスキーや で必要となる、 の工程が必要ない。

- (1) 文章中の と にあてはまる、最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。(5点×2)
- (2) ラム酒の発酵では他の蒸留酒で用いられるのと同じ酵母が働いている。この酵母の学名を答えなさい。(5点)
- (3) ショ糖がアルコール発酵すると、エタノールと二酸化炭素が生成する。この過程をあらわす以下の化学式の右辺を完成させなさい。(5点)

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow$$
- (4) ショ糖濃度 20% (w/v) の廃糖蜜を 10 日間発酵させたところ、ショ糖濃度が 8% まで減少した。ショ糖は全て酵母のアルコール発酵に使われたと仮定して、この時の醪（もろみ）のエタノール濃度を、重量パーセンテージで求めなさい。解答は有効数字 2 桁で答えなさい。ショ糖の分子量については、共通問題の問 1 を参考にしなさい。(5点)
- (5) 上記の醪の pH を測定したところ、発酵初日は 5.6 だったが、発酵最終日には 4.0 まで低下していた。この醪から DNA を抽出し、次世代シーケンサーを用いた 16S rRNA 遺伝子のアンプリコン解析に供したところ、複数の乳酸菌種が検出された。これら乳酸菌群が醪で果たしている役割について説明しなさい。(5点)

問2. グラム染色の手順とその原理について説明しなさい。(15点)

問3. 以下の反応を触媒する微生物について説明しなさい。(15点)



問4. 以下に示す酵素やタンパク質（群）のうち、4つを選択してそれぞれ 50~100 字程度で説明しなさい。(5点×4)

- (a) Methane monooxygenase
- (b) CGTase
- (c) DMSO reductase superfamily (MopB superfamily)
- (d) H⁺-ATPase
- (e) Chlorite dismutase
- (f) Lactoperoxidase

細胞生物学 1/1

問1. 以下の語句から3つを選択し、生物におけるそれぞれの特徴や機能について、100字程度で説明しなさい。（10点×3）

- (1) 核膜孔
- (2) トリアシルグリセロール
- (3) メバロン酸経路
- (4) ミオシン
- (5) DNAポリメラーゼ
- (6) プラスミド

問2. 植物細胞における、分泌タンパク質の合成および細胞外への輸送について、以下の語句を用いて説明しなさい。（10点）

用いる語句：シグナルペプチド、小胞体、ゴルジ体

問3. 炭素数が12以上22未満の長鎖脂肪酸について、合成および分解がどの細胞小器官で起こるかを含めて、その酵素反応の概要を説明しなさい。（10点）

問4. あるタンパク質Aは、カルボキシル末端側にエンドソーム局在シグナルを持つ。また、アミノ末端側やそのほかの部位にシグナル配列は存在しない。タンパク質Aのカルボキシル末端側に緑色蛍光タンパク質(GFP)をつないだ融合タンパク質を植物細胞に発現させた。その結果、細胞質基質においてGFP蛍光が観察され、エンドソームにGFP蛍光は見られなかった。この結果はどのように解釈すべきか、今後の実験方針も含めて説明しなさい。（15点）

問5. シロイヌナズナにおいて、ある遺伝子Aが欠損した「変異体a」を単離した。シロイヌナズナ野生型と変異体aについて、葉のトリアシルグリセロール含量、ステロールエステル含量、ステロール含量をそれぞれ測定したところ、表1のような結果となった。この結果から、ある遺伝子Aの機能について、予想される例を挙げて推定し、説明しなさい。（15点）

表1

	野生型	変異体 a
トリアシルグリセロール含量 ($\mu\text{mol/g FW}$)	0.30 ± 0.03	3.10 ± 0.06
ステロールエステル含量 ($\mu\text{mol/g FW}$)	0.05 ± 0.02	0.06 ± 0.03
ステロール含量 ($\mu\text{g/g FW}$)	2.45 ± 0.06	2.51 ± 0.07

FWは新鮮重量を指す。値は「平均値±標準偏差」を示す。