

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程
2024年10月入学及び2025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. 以下の問いに答えなさい。計算過程も記述すること。

- (1) 水素イオン濃度が 8.2×10^{-12} M (mol/L) の水溶液の pH を求めなさい。ただし、 $\log 8.2 = 0.91$ とする。(6点)
- (2) 室温 25°C での水 100 g あたりの硫酸アンモニウム ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 132 g/mol) の溶解度は 77 g である。この温度での飽和硫酸アンモニウム溶液の濃度 (M) はいくらか。(6点)
- (3) 質量濃度 50 ppm の試薬 A 水溶液を作るとき、水 100 mL に対しどれだけの質量の試薬 A を溶解する必要があるか。(6点)
- (4) 濃度 2 μM のプライマーから PCR 反応液に 9.6 pmol 加えるとき、使用するプライマー溶液の量はいくらか。(7点)

問2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

人工甘味料には糖質系甘味料と非糖質系甘味料の2種類がある。スクラロースは糖質系甘味料であり、アスパルテームは非糖質系甘味料に属している。スクラロースはスクロースの3つのヒドロキシ基を塩素に置換することで合成され、アスパルテームは2種類のアミノ酸を基本骨格として合成されている。

- (1) スクロースの構造をハース投影式で描きなさい。(7点)
- (2) スクラロースの IUPAC 名は 1,6-Dichloro-1,6-dideoxy- β -D-fructofuranosyl-4-chloro-4-deoxy- α -D-galactopyranoside である。(1)の構造のうちスクラロースに変換される際に塩素化されるヒドロキシ基を丸で囲みなさい。(6点)
- (3) スクロースとその構成糖の還元性について説明しなさい。(6点)
- (4) アスパルテームは図1の構造をしている。使われている2つのアミノ酸を答えなさい。(6点)

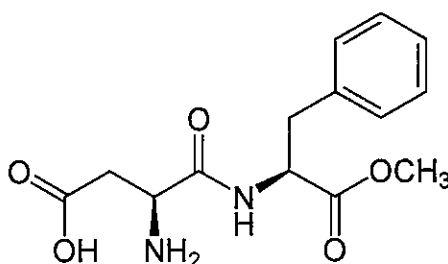


図1

生物化学および酵素化学 2/2

問3. 米国で生産されている牛乳を調べたところ、牛乳に含まれる炭素の50%は、トウモロコシ由来と推定された。この結果はどのようにして導きだされたか、考えられる方法について、「同位体」をキーワードとして説明しなさい。
(25点)

問4. 抗体を用いてウエスタンブロット解析を実施したところ、分子量の異なるバンドが2本検出された。1本は検出を試みた標的タンパク質であったが、もう1本は標的タンパク質ではなかった。用いた抗体がモノクローナル抗体とポリクローナル抗体であった場合、それぞれについて、なぜ余分なバンドが得られたのか、考えられる原因について述べなさい。(25点)

問5. ある酵素は二基質反応により反応が進行する。以下の問いに答えなさい。

- (1) この酵素の活性中心のアミノ酸残基はアスパラギン酸とシステインである。それぞれの側鎖構造を描きなさい。(10点)
- (2) ミカエリス-メンテンの式は一基質反応に対してのみ適用できる。では、二基質反応においてミカエリス-メンテンの式を適用してそれぞれの基質の K_M 値を求めるにはどうしたらよいか、説明しなさい。(15点)

問6. ミカエリス-メンテンの式に適用できる酵素 X ($K_M = 2 \text{ mM}$) を産業に利用することを計画した。以下の問いに答えなさい。

- (1) 酵素利用にかかるコストを最適化するために、最大反応速度の50%、75%、90%で反応させるために必要な基質濃度を計算しなさい。(15点)
- (2) 一般には K_M 値は低い酵素が性能が高いとされる場合が多いが、酵素を用いた工業生産においては必ずしも K_M 値が低いほうが良いとされる訳ではない。その理由について説明しなさい。(10点)

有機化学 1/2

問1. 以下の文章 (a)–(f) のうち正しいものには○を、誤りを含むものはその誤りを指摘しなさい。(4点×6)

- (a) タンパク質中のペプチド結合は σ 結合であるため、比較的自由に回転することができる。
- (b) アルカロイドは植物が産生するアミド類の総称であり、モルヒネやエフェドリンなど多様な生物活性を示すものが多い。
- (c) カルボカチオンの最外殻電子数は6個であり、 sp^2 混成軌道をとるため3つの置換基が平面上に並ぶ。
- (d) クロロメタンと三塩化アルミニウムを用いて安息香酸にFriedel-Craftsアルキル化反応を施すと *o*-メチル安息香酸と *p*-メチル安息香酸が主生成物として得られる。
- (e) Williamson エーテル合成においては、副反応であるE2反応を抑制するために級数の低い方をアルコキシド、高い方をハロゲン化物とするのが一般的である。
- (f) ヘミアセタールはアセタールに比べて不安定で存在時間が極めて短いため、NMRスペクトル上でその存在を確認することはできない。

問2. 以下の用語から3つ選び、100字程度で化学的に説明しなさい。図などを使用してもよい。(8点×3)

Fischer エステル化法、脂肪酸の立体配座、 S_N1 反応と S_N2 反応
ジアステレオマー法による光学分割、アルドール反応、ジスルフィド結合

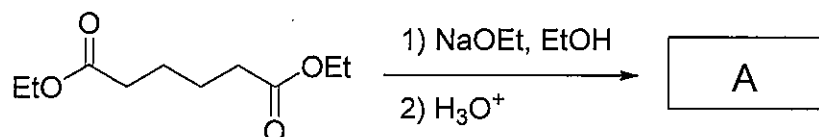
問3. 柳の枝より抽出したある配糖体のグリコシド結合を切断し、生成した化合物 **A** を無水酢酸と触媒量の硫酸を用いて反応させた。得られた化合物 **B** の分子式は $C_9H_8O_4$ であり、 1H および ^{13}C NMR スペクトルは以下のようであった。予想される化合物 **B** の構造式を書き、そのように考えた理由を述べなさい。(16点)

1H NMR(300 MHz, DMSO- d_6): δ 12.0 (s, 1H), 7.93 (br-d, 1H, $J = 7.8$ Hz), 7.63 (br-t, 1H, $J = 7.6$ Hz), 7.38 (br-t, 1H, $J = 8.4$ Hz), 7.19 (br-d, 1H, $J = 8.1$ Hz), 2.23 (s, 3H); ^{13}C NMR(75 MHz, DMSO- d_6): δ 169.0, 166.1, 150.7, 134.2, 131.9, 126.5, 124.5, 124.2, 21.3.

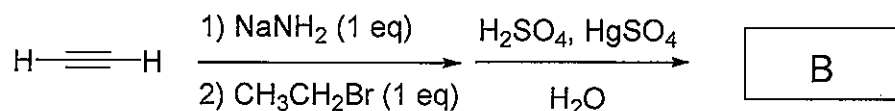
有機化学 2/2

問4. 次の反応 (1) - (3) の空欄 A ~ C に該当する主生成物の構造式を, 反応 (4) の空欄 1, 2 に当てはまる適切な反応試薬をそれぞれ書きなさい。(4点×5)

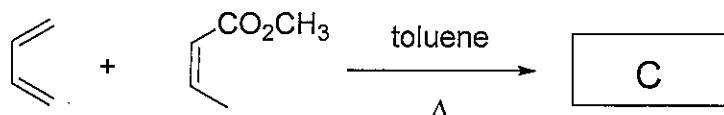
(1)



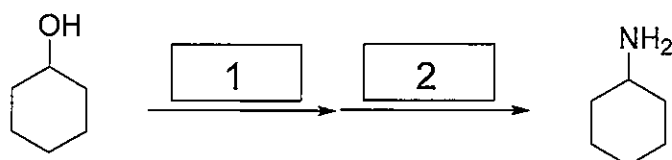
(2)



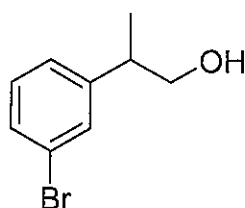
(3)



(4)



問5. ベンゼンを出発原料として以下の化合物を合成する方法を提案し、その反応スキームを反応試薬も含めて書きなさい。ただし合成中に使用できる化合物は炭素数が2以下のものとする (16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から 5 つ を選択し、それぞれについて 50 字以上 で説明しなさい。（各 5 点）

- (1) ファイトボラティライゼーション (Phytovolatilization)
- (2) 硬化油
- (3) 加工助剤
- (4) テアフラビン
- (5) 水分活性
- (6) 果糖ぶどう糖液糖
- (7) マテリアルリサイクル
- (8) Ti Plasmid

問2. 以下の 5 題から 3 題 を選択して答えなさい。（各 25 点）

- (1) 食品としてダイズを加工する事の利点を 3 つ 述べなさい。次に、ダイズ加工食品である 木綿豆腐 の一般的な製造工程を各工程の意味とともに説明しなさい。さらに、豆腐製造で用いられる凝固剤のうち凝固原理の異なる 2 種類 を挙げ、それぞれがどのように豆腐を凝固させ、どのような特徴を持つ豆腐が出来るか示しなさい。
- (2) 小麦粉の加工食品であるパンの製造工程について、一般的な 食パン を例にとり、直ごね法と中種法の違い が分かるように説明し、各製造工程の意味も示しなさい。さらに、それぞれの製造法の 利点 について述べなさい。また、パンの製造に必要な原料のうち、食塩、砂糖、油脂 の製パンにおける役割についてそれぞれ 3 つ 述べなさい。
- (3) サトウキビおよびサトウダイコンから砂糖を製造する際、原料糖を得るまでの工程が、それぞれの原料により異なる。それぞれの原料から 原料糖 を得るまでの一般的な工程の違いが分かるように示しなさい。次に、原料糖から精製糖 を作る一般的な工程を示し、各製造工程の意味も説明しなさい。さらに、耕地白糖 とはどのようなものか説明しなさい。
- (4) フレーバーとフレグランス の違いを示し、フレーバーの役割を 3 つ 述べよ。また、安全性の面からフレーバーとして用いる場合の 一日許容摂取量 はどのように決められるか説明しなさい。さらにフレーバーを用いる場合、商品への表示方法 を説明しなさい。
- (5) 遺伝子組換え技術を用いて作出された作物を食品として利用する際、安全性が問題となる。この場合の安全性評価の項目を、アレルギー誘発性以外に 4 つ 答えよ。次に、アレルギー誘発性物質を検出する実験手法を 2 つ 挙げ、それぞれについて 100 字以上 で説明しなさい。

分子生物学 1 / 2

問1. 以下の語句から4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×4)

- | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|
| (1) 末端複製問題 | (2) シグマ因子 | (3) CRISPR/Cas9 |
| (4) エピトランスクリプトミクス | (5) アミノグリコシド系抗生物質 | |
| (6) ユビキチンプロテアソーム系 | (7) SSB | |

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) 原核生物の mRNA では、開始コドンとして AUG 以外に GUG など別の配列も用いられるが、それらのコドンには全て同じアミノ酸が対応し翻訳が開始される。

(2) DNA と RNA を構成するヌクレオチドは厳密に区別され、間違っても取り込まれないようにする必要があるため、細胞中のゲノム DNA 複製の全ての過程において RNA (リボヌクレオチド) が使われることはない。

(3) 大腸菌と酵母はいずれも3種の RNA ポリメラーゼ (RNA Pol. I, II, III) を持ち、これらのうちタンパク質をコードする mRNA を転写するのは、RNA Pol. II である。

(4) 核酸を分離するポリアクリルアミドゲル電気泳動法とタンパク質を分離する SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動法は、それぞれヌクレオチドあるいはアミノ酸自身が帯びている負電荷により、分子が正極側に移動する性質を利用したものである。

問3. 以下の問いについて、計算過程も示しつつ答えなさい。(6点×2)

(1) PCR 反応で用いるプライマーのストック溶液は、一般に 100 μ M で調製されている。いま、50 μ L の反応系において 10 pmol のプライマーを用いて PCR 実験を行う場合、100 μ M のプライマーストック溶液をいくら使用すれば良いか答えなさい。

(2) リン酸基を1つ持つヌクレオチドの平均分子量は約 327 である。このとき、4.6 Mbp の長さを持つゲノム DNA の分子量はおよそいくらになるか、有効数字3ケタで答えなさい。

次頁に続く

分子生物学 2 / 2

問4. 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) 高等植物の核ゲノムにコードされた転写因子の研究を行っている。ゲノム上の遺伝子配列をもとに全長の組換えタンパク質を調製し、このタンパク質を抗原として、ウサギから得られたポリクローナル抗体を用いたイムノブロット解析に至るまでに必要なすべての実験過程について詳しく説明しなさい。(20点)

(2) *lac* オペロンとは何か、具体的な遺伝子名を挙げて説明しなさい。また、*lac* オペロンにおける転写制御について、グルコースとラクトースの有無それぞれの場合に分けて詳しく説明しなさい。(20点)

(3) 大腸菌のタンパク質 X は遺伝子 *y* の発現を直接的に制御する因子であり、遺伝子 *x* を欠失させた変異株ではタンパク質 Y の量が有意に減少していた。X は *y* 遺伝子の転写または翻訳のいずれの過程を制御しているかを明らかにするためにはどのような実験を行えば良いか。考えられる実験手法を2つ挙げ、結果の解釈も含めて詳しく説明しなさい。(20点)

(4) 遺伝子のナンセンス変異を抑制するサプレッサー変異の一つに、サプレッサー-tRNA の出現が考えられる。このことについて、以下の問い①～③に答えよ。

① サプレッサー-tRNA はアンチコドンの変異により、終止コドンを認識できるようになった変異 tRNA である。例えば Lys を指定する AAA コドン翻訳する tRNA が、UAA コドン翻訳するサプレッサー-tRNA となるには、tRNA のどの部分にどのような変異が必要か。具体的な塩基配列を使って説明しなさい。(4点)

② アンチコドンに変異が生じたサプレッサー-tRNA の出現により細胞が致死とならない理由を2つ挙げなさい。(8点)

③ サプレッサー-tRNA が存在しない場合、翻訳は終止コドンで終結する。原核生物における終止コドンでの翻訳終結に関わる翻訳因子を挙げ、その機能と構造の観点から翻訳終結機構を詳しく説明しなさい。(8点)

食品栄養学 1/1

問1. 1Lの水にある溶質を溶解した時の水分活性を求めたい。

- (1) 水1Lのモル数を求めなさい。水の密度は1.00g/mLとする。原子量は、H=1、O=16とする。(2点)
- (2) 1Lの水に3モルの溶質を溶解した時の水分活性を求めなさい。(8点)

問2. デンプンの老化とそれに影響を与える因子および老化の抑制方法について説明しなさい。(10点)

問3. 次の問いに答えなさい。(各5点)

- (1) 欠乏すると壊血病、ペラグラを引き起こすビタミンをそれぞれ挙げなさい。
- (2) サイクロデキストリン（シクロデキストリン）について説明しなさい。

問4. 食後、食間期のたんぱく質・アミノ酸代謝について述べ、肝臓、筋肉、腎臓におけるアミノ酸代謝の特徴についても説明しなさい。(20点)

問5. 生体内で作用する抗酸化酵素を列挙し、それぞれの酵素の働きと構成成分となっているミネラルについて説明しなさい。(14点)

問6. ミトコンドリアで生じる脂質代謝について説明しなさい。(20点)

問7. マウスの血漿中グルコース濃度測定のための検量線として、蒸留水 50 μL を用いて 100 mg/mL グルコース標準液を段階希釈し、1.0、2.0、3.0、4.0 mg/mL の濃度のグルコース溶液を作成することになった。ただし、測定には各濃度の標準液が 10 μL 以上必要である。希釈手順について書かれた以下の文章の①～⑧に当てはまる数値を整数で答えなさい。ただし、希釈手順における溶液の損失はないものとする。(16点)

マイクロチューブ内で ① μL の 100 mg/mL グルコース溶液に蒸留水を ② μL 加えてよく混合し、4.0 mg/mL 溶液を得る。そこから ③ μL を別のチューブにとって蒸留水を ④ μL 加えてよく混合し、3.0 mg/mL 溶液を得る。さらにそこから ⑤ μL を別のチューブにとって蒸留水を ⑥ μL 加えてよく混合し、2.0 mg/mL 溶液を得る。さらにそこから ⑦ μL を別のチューブにとって蒸留水を ⑧ μL 加えてよく混合し、1.0 mg/mL 溶液を得る。

応用微生物学 1/2

問1. 次の文章を読み、以下の問い(1)～(5)に答えなさい。

醤油の主原料は ア、イ、塩である。①醤油は麹菌、酵母、乳酸菌などによる複雑な発酵過程を経て生成する。麹菌には、アミラーゼと ウ 活性の強い あ などが用いられる。また、耐塩性乳酸菌 い が自然に増殖し、醪の酸性化に寄与する。さらに、耐塩性酵母 う は醪の主発酵に関与し、エタノール、有機酸、②エステル、高級アルコールを生成する。一方、え は醪の後熟発酵に関与し、エ など代表的な醤油香気成分を生成する。醪は圧搾した後に、80～85℃で30分ほど オ を行い、製品となる。

(1) 文章中の ア ～ オ にあてはまる、最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。また、オ を行う理由を2つ答えなさい。(3点×5、3点×2)

(2) 文章中の あ ～ え にあてはまる、最も適切な微生物の学名を、以下の A～I より選択し、記号で答えなさい。(2点×4)

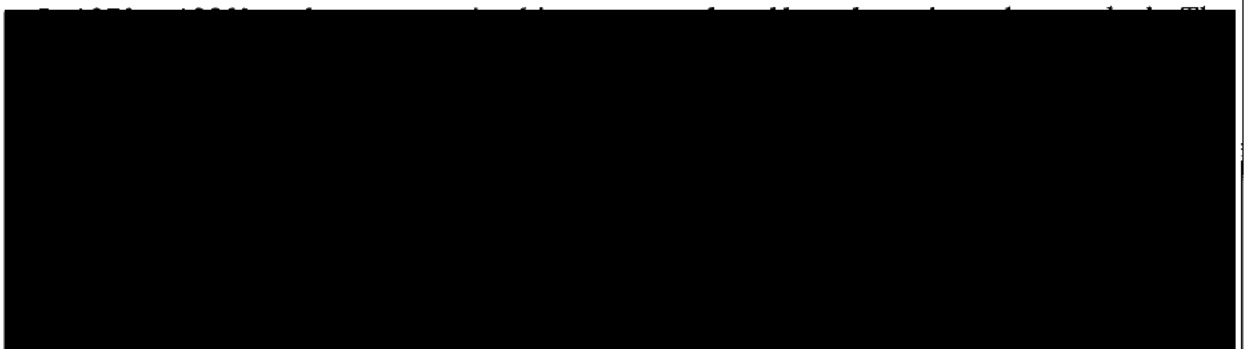
A: *Saccharomyces cerevisiae* B: *Lactocaseibacillus casei* C: *Aspergillus flavus*
D: *Zygosaccharomyces rouxii* E: *Candida versatilis* F: *Tetragenococcus halophilus*
G: *Leuconostoc mesenteroides* H: *Aspergillus sojae* I: *Shizosaccharomyces pombe*

(3) 下線部①に関して、麹菌と酵母、細菌の全てを用いて作られる発酵食品を、醤油以外に2つ答えなさい。(3点×2)

(4) 下線部②に関して、エタノールと乳酸から乳酸エチルができる反応を化学式で書きなさい。(5点)

(5) 0.236 g の乳酸エチルを生成するのに必要なエタノールの重量を求めなさい。解答は小数点以下第三位まで求めること。ただし、原子量は H: 1.0, C: 12.0, O: 16.0 とする。(5点)

問2. 次の英文を読み、以下の問い(1)～(3)に答えなさい。



(1) 下線部①の方法について、100 字程度で具体的に説明しなさい。(5 点)

(2) 下線部②の方法について、100 字程度で具体的に説明しなさい。(5 点)

(3) 下線部③について、100 字程度で具体的に説明しなさい。(5 点)

問3. グラム陰性細菌の細胞壁構造について、200 字程度で説明しなさい。(10 点)

問4. 深海の熱水環境について、200 字程度で説明しなさい。(10 点)

問5. 以下に示す微生物のうち、4 つを選択してそれぞれ 100 字程度でその特徴を説明しなさい。(5 点×4)

- (a) *Corynebacterium glutamicum*
- (b) *Methylomonas methanica*
- (c) *Nitrosopumilus maritimus*
- (d) *Aspergillus awamori*
- (e) *Acetobacter aceti*
- (f) *Verticillium dahliae*

細胞生物学 1/2

問1. 以下の（1）～（6）から3つを選択し、それぞれについて、生物学の観点から、100字程度で説明しなさい。（10点×3）

- （1）光呼吸
- （2）CRISPR/Cas9 システムによるゲノム編集
- （3）オートファジー
- （4）アミノ酸の同義置換
- （5）油滴（lipid droplet）の形成機構
- （6）葉緑体の膜脂質組成

問2. トリアシルグリセロールはグリセリン骨格に3つの脂肪酸がエステル結合でつながった脂質である。以下の（1）（2）の問いに答えなさい。ただし、各元素の原子量は、C: 12.0、H: 1.0、O: 16.0 とする。

（1）脂肪酸のうち、リノール酸は9位と12位にシス型二重結合を持ち、化学式 $C_{18}H_{32}O_2$ で表される。グリセリン骨格にリノール酸が3つエステル結合でつながったトリアシルグリセロール（TAG_{54:6} とする）の分子量を求めなさい。（5点）

（2）20mg の TAG_{54:6} をジメチルホルムアミドに溶解して、10mM の TAG_{54:6} 溶液（ジメチルホルムアミドに溶解）を作製する場合に必要なジメチルホルムアミドの量を答えなさい。途中の計算式を記載し、解答は有効数字3桁で求めること。（10点）

問3. 植物の葉における脂質含量を高める方法に、「PUSH・PULL・PROTECT 法」と呼ばれるものが存在する。PUSH は葉緑体での脂肪酸合成を高めること、PULL はトリアシルグリセロール合成を高めること、PROTECT はトリアシルグリセロールの分解を抑制することである。PUSH、PULL、PROTECT それぞれを実現するための方法について、具体的な因子をひとつずつ挙げて説明しなさい。ただし、実際の「PUSH・PULL・PROTECT 法」で使われたもの以外の方法でも良い。（15点）

次頁へ

細胞生物学 2/2

問4. シロイヌナズナの *HIGH STEROLESTER 1* (*HISE1*) 遺伝子の欠損変異体 (*hise1* 変異体) において、葉におけるトリアシルグリセロール (TAG)、遊離ステロール (FS)、ステロールエステル (SE) の量を、野生型と比較した結果を表1に示す。*hise1* 変異体の葉では、Hydroxymethylglutaryl-CoA reductase (HMG-CoA reductase, HMGR) の量が野生型の100倍近くに増加している。また、シロイヌナズナの Phospholipid sterol acyl transferase 1 (PSAT1) という酵素は、FSに脂肪酸をエステル結合させ、SEを合成する活性を持つ。以下の(1)(2)の問いに答えなさい。

表1. 葉のTAG、FS、SE含量 (FWは新鮮重量、値は「平均値±標準偏差」を示す)

	野生型	<i>hise1</i> 変異体
TAG 含量 ($\mu\text{mol/g FW}$)	0.42 ± 0.05	0.40 ± 0.06
FS 含量 ($\mu\text{mol/g FW}$)	5.24 ± 0.31	5.13 ± 0.22
SE 含量 ($\mu\text{mol/g FW}$)	0.12 ± 0.03	1.58 ± 0.23

(1) シロイヌナズナ *hise1* 変異体の葉の脂質量は、なぜ表1のような結果になったのか、脂質合成の観点から100字程度で考察しなさい。(15点)

(2) シロイヌナズナにおいて、*hise1* 変異体と *psat1* 変異体の二重変異体を作製したところ、野生型、*hise1* 変異体では生育異常は見られなかったが、*hise1 psat1* 二重変異体では顕著な生育異常が見られた。この原因について、100字程度で考察しなさい。ただし、シロイヌナズナのSE合成はPSAT1がほぼすべて担っているとする(15点)

問5. 植物のタンパク質のうち、アミノ末端側にシグナルペプチドを持ち、かつ、カルボキシル末端側に「HDEL」の4アミノ酸を持つタンパク質は、小胞体内腔に局在することが分かっている。この仕組みについて、「ゴルジ体」という言葉を用いて、100字程度で説明しなさい。(10点)