

九州大学大学院生物資源環境科学府
環境農学専攻
修士課程
令和7（2025）年度
【一般入試】入学試験問題

専門科目
サステイナブル資源科学教育コース
バイオマテリアルデザイン

注意事項）

問題用紙は表紙（本紙）を含め3枚あります。問題用紙には解答を記入しないこと。

問 1【専門基礎】(25 点) 高分子化学に関連する設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) チーグラール・ナッタ触媒を用いて合成されたポリプロピレンの立体規則性は、(A) 型リッチである。(A) を図示せよ。(5 点)
- (2) 連鎖重合、逐次重合、リビング重合について、反応様式の観点から説明せよ。(10 点)
- (3) これまでに、人工的な方法(重合)によってセルロースを合成する試みが行われているが、汎用的な合成高分子並みの高分子量体を得ることは未だに難しい。その理由を述べよ。(10 点)

問 2【専門基礎】(25 点) コロイド・界面化学に関連する設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) 代表的な界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウム(SDS)を水へ溶解させた。SDS の濃度を徐々に高くしていき、ある濃度 C mol/L に達したときに、SDS はミセルを形成した。このときの濃度を一般に何というか答えよ。また、この濃度 C を測定する方法を説明せよ。(5 点)
- (2) 上記(1)の C 以上の濃度の SDS 水溶液に油状液体を加えて攪拌すると、一般に、安定な Oil-in-Water (O/W) 型エマルションが得られる。ここで、乳化時に水層に NaCl などの塩を添加した場合、どのようなエマルションを与えると推定されるか、理由とともに答えよ。(10 点)
- (3) 非イオン性界面活性剤の水溶液を調製し、徐々に加熱したところ、ある温度で白濁した。このときの温度を一般に何というか答えよ。また、この現象が生じるメカニズムとして推定されることを述べよ。(10 点)

問3【専門】(25点) 生物材料についての設問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 生物材料のカーボンニュートラルへの寄与について、自身の考えを述べよ。(15点)
- (2) 生物材料とバイオエコノミーの関係について、自身の考えを述べよ。(10点)

問4【専門】(25点) セルロース材料化学についての設問(1)～(3)に答えよ。

- (1) セルロース分子の還元末端に対してアルキルアミンを反応させて生成されるシッフ塩基の化学構造式を書け。(5点)
- (2) セルロース分子の位置選択的な誘導体化を行う際に考えられるストラテジーを記述せよ。その際、位置選択性が生じる理由も述べよ。(10点)
- (3) セルロース固体材料の表面化学修飾を施すことを考える。特定の誘導体化を想定し、その反応が表面のみで進行していることを示すにはどのような分析・解析を行えばよいか述べよ。(10点)

九州大学大学院生物資源環境科学府
環境農学専攻
修士課程

令和7（2025）年度
【一般入試】入学試験問題

専門科目

サステイナブル資源科学教育コース

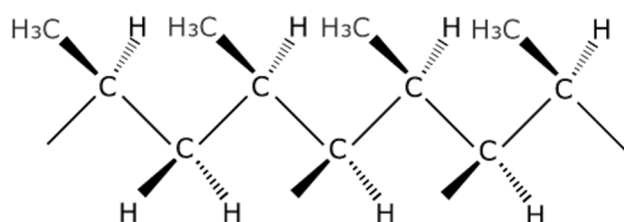
バイオマテリアルデザイン
解答例

問 1 【専門基礎】(25 点) 高分子化学に関連する設問 (1) ~ (3) に答えよ。

- (1) チーグラ－・ナッタ触媒を用いて合成されたポリプロピレンの立体規則性は、(A) 型リッチである。(A) を図示せよ。(5 点)

(A) アイソタクチック

側鎖 CH₃ の方向が明確な形式で図示 (例 : 下記)



- (2) 連鎖重合、逐次重合、リビング重合について、反応様式の観点から説明せよ。(10 点)

連鎖重合 : 重合開始剤より活性種 (アニオン、カチオン、ラジカル) を生成し、この活性種に対するモノマーの連鎖的な反応により成長反応が進行する重合反応。活性種の反応性が高いため、高分子量のポリマーがただちに生成し、反応率が上がっても分子量はほとんど変わらない。その際モノマー濃度は順次減少する。

逐次重合 : モノマーの官能基間の反応により重合が段階的に進行する反応である。そのためモノマー濃度は速やかに減少し、高分子量のポリマーは高い反応率ではじめて生成する。

リビング重合 : 迅速に開始し、理論的には重合中に連鎖移動や停止反応がなく、モノマーが消費されるまで進行する重合反応である。反応率と重合度が比例関係にある。

- (3) これまでに、人工的な方法 (重合) によってセルロースを合成する試みが行われているが、汎用的な合成高分子並みの高分子量体を得ることは未だに難しい。その理由を述べよ。(10 点)

人工的なセルロースの合成はいくつかの研究報告がある。しかし、有機化学的な反応の場合、グルコース間の結合部位、結合様式の特

異性を担保するためには多段階の保護・脱保護プロセスが必要である。また、高分子量体は溶媒溶解性に乏しく、一定の重合度以上の伸長反応が難しい。セルロース分解酵素や糖転移酵素を用いる場合には媒体の酵素毒性の点で難点がある。

問2【専門基礎】(25 点) コロイド・界面化学に関連する設問 (1) ～ (3) に答えよ。

- (1) 代表的な界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウム (SDS) を水へ溶解させた。SDS の濃度を徐々に高くしていき、ある濃度 C mol/L に達したときに、SDS はミセルを形成した。このときの濃度を一般に何というか答えよ。また、この濃度 C を測定する方法を説明せよ。(5 点)

臨界ミセル濃度 (CMC)

SDS 水溶液の表面張力を測定することで求められる。表面張力は、添加する SDS 濃度に依存して低下するが、ある濃度においてプラトーに達する。このときの濃度が CMC である。

- (2) 上記 (1) の C 以上の濃度の SDS 水溶液に油状液体を加えて攪拌すると、一般に、安定な Oil-in-Water (O/W) 型エマルションが得られる。ここで、乳化時に水層に NaCl などの塩を添加した場合、どのようなエマルションを与えると推定されるか、理由とともに答えよ。(10 点)

SDS の親水基はイオン基であるため水中で解離して広がった分子形態を取りやすい。そのため、O/W 型が一般的である。しかし、塩を添加すると静電遮蔽によって、イオン基同士の反発が抑制されるため、所定量の塩を加え、一定の O/W 比で乳化させると Water-in-Oil (W/O) 型エマルションが得られる。

- (3) 非イオン性界面活性剤の水溶液を調製し、徐々に加熱したところ、ある温度で白濁した。このときの温度を一般に何というか答えよ。また、この現象が生じるメカニズムとして推定されることを述べよ。(10 点)

曇点。

一般に、非イオン性界面活性剤は親水基への水和によって水に溶解

する。温度が上昇することによって脱水和が生じると、親水基としての機能が失われ、界面活性剤は水に不溶となる。このように昇温によって相分離する温度を下方臨界供溶温度（LCST）とよぶ。

問3【専門】（25点） 生物材料についての設問（1）～（2）に答えよ。

- （1） 生物材料のカーボンニュートラルへの寄与について、自身の考えを述べよ。（15点）

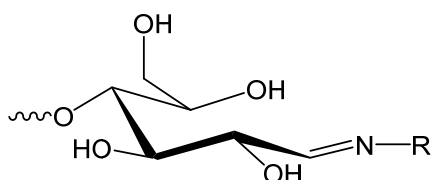
カーボンニュートラルについて正しい意味で言及され、再生可能資源の利用、炭素固定能、バイオマスプラスチックなどについて具体的、論理的に述べられていること。

- （2） 生物材料とバイオエコノミーの関係について、自身の考えを述べよ。（10点）

バイオエコノミーについて正しい意味で言及され、論理的に述べられていること。バイオエコノミーの単語を知らない場合でも、経済活動に言及していること。

問4【専門】（25点） セルロース材料化学についての設問（1）～（3）に答えよ。

- （1） セルロース分子の還元末端に対してアルキルアミンを反応させて生成されるシッフ塩基の化学構造式を書け。（5点）



- （2） セルロース分子の位置選択的な誘導体化を行う際に考えられる戦略を記述せよ。その際、位置選択性が生じる理由も述べよ。（10点）

セルロース分子の無水グルコースユニット中には 3 つの水酸基が存在し、C6 位に 1 級水酸基、C2,3 位に 2 級水酸基をもつ。例えば 1 級水酸基選択的な反応として TEMPO 触媒酸化によるカルボキシ化が知られる。また、C6 位への選択的保護基の導入により、C2,3 位への選択的誘導体化が可能となる。

還元末端はアルデヒド基として振る舞うため、還元末端選択的な反応（還元的アミノ化など）による官能基導入が可能である。

- (3) セルロース固体材料の表面化学修飾を施すことを考える。特定の誘導体化を想定し、その反応が表面のみで進行していることを示すにはどのような分析・解析を行えばよいか述べよ。(10 点)

官能基導入についての情報 (IR, NMR, XPS, 元素分析 など) や表面物性情報 (表面電位, ぬれ性 など) から化学修飾が行われたことを示すとともに、内部構造・結晶構造 (IR, 固体 NMR, X 線回折 など) や形態情報 (AFM, TEM, SEM など) から原料のバルク構造には影響がないことを示す必要がある。複数の分析方法で多角的に事象を説明することが述べられているとなお良い。

九州大学大学院生物資源環境科学府
環境農学専攻

修士課程

令和7（2025）年度

【一般入試】入学試験問題

専門科目

サステイナブル資源科学教育コース

バイオマテリアルデザイン

出題意図

- 問 1 バイオマテリアルデザイン分野で研究するために必要な高分子化学の基礎知識を問う。
- 問 2 バイオマテリアルデザイン分野で研究するために必要なコロイド・界面化学の基礎知識を問う。
- 問 3 バイオマテリアルデザイン分野で研究するために必要な生物材料とサステナビリティとの関連性についての専門知識を問う。
- 問 4 バイオマテリアルデザイン分野で研究するために必要なセルロース材料化学についての専門知識を問う。