

## 『ケミカルバイオロジー基礎』章末問題

### 〈ヒントと参照ページ〉

#### 1章 序論 生命活動を構成する分子の概観

##### 問題 1-1

生態系で水が果たす役割を考える。水の存在下で電解質、脂質はいかなるかたちで存在しているか？

[参 照] : 2.8 節 疎水性相互作用 (p.19) ;

8.3 節 タンパク質の三次構造 (p.76)

##### 問題 1-2, 問題 1-3

キラリティーをもたないポリマー (タンパク質と同様にペプチド (アミド) 結合で紡がれているがキラリティーをもたないナイロン 6) と比較し, これら非キララなポリマーにはなく, ポリペプチドにはある構造的特徴を考える。ホモキラリティーが損なわれるとタンパク質の構造にはいかなる不都合が生じるか？

[参 照] : 図 1.1 (p.2) ← (ポイント) ナイロン 6 とポリペプチドの構造の比較 ; 8章 タンパク質の構造 (p.71)

##### 問題 1-4

グリコーゲン, アミロース, アミロペクチン, セルロースはいずれもグルコースをモノマーとするポリマーであるが, ポリマーを形成する際のグルコース

連結構造の相違がポリマーの物性にもたらす効果を考える。

[参 照]: 図 1.6 (p.8) ← (ポイント) アミロースとセルロースの構造の比較, グリコーゲンの分岐構造

### 問題 1-5

ミセル, リポソームと細胞膜の形態, これらを形成する脂質の構造の相違を考える。

[参 照]: 図 1.7 (p.9) ← (ポイント) 脂質の構造の比較

## 2章 生命体を形づくる共有結合と非共有結合

### 問題 2-1, 問題 2-2

順相, 逆相それぞれいかなる相互作用が試料を担持するか? これらの相互作用を助長あるいは阻害する溶媒の物性を考える。

### 問題 2-3

共有結合, 配位結合いずれも結合オービタルに一对の電子対を共有するが, 前者が不可逆であるのに対し, 後者は可逆な結合である。

[参 照]: 図 2.1 (p.12) ← (ポイント) イオン結合と共有結合;

図 2.3 (p.13) ← (ポイント) 配位子としてのアンモニアと水

### 問題 2-4

双極子モーメントは分子内における電子密度の相違によってもたらされ, 高密度から低密度への大きさと方向をもて定義されるベクトルである。ローカルな双極子モーメントの合成ベクトルとして分子の双極子モーメントを考える。

[参 照]: 図 2.7 (p.16) ← (ポイント) 双極子モーメントの定義

### 問題 2-5, 問題 2-6

温度のいかんにかかわらず液化できる物質は誘起双極子モーメントを有し、(分散) 相互作用することにより液体で存在する。

[参 照]: 図 2.10 (p.18) ← (ポイント) 無極性分子に生じる誘起双極子モーメント

### 問題 2-7

オレイン酸のみならず、水分子の離散と会合のエントロピー変化を考える。

[参 照]: 図 2.11 (p.19) ← (ポイント) 水溶液中における n-ヘキサンの会合

## 3章 分子の大きさと質量に基づく物質分離

### 問題 3-1, 問題 3-2

透析または(限外)濾過, ゲル濾過では前者が分配, 平衡であるのに対し, 後者は分離である。

ゲル濾過, 電気泳動が基準物質を基にした相対分子量であるのに対し, 後者は論理的に導かれた絶対分子量であるが実験の原理から計測誤差は否めない。

[参 照]: 図 3.3 (p.24) ← (ポイント) 電気泳動;  
遠心分離により分子量を決定する式の導出 (p.26-27)

### 問題 3-3

原理的には電気移動における移動速度は, 試料の電荷に比例し, 分子量に反比例する。実際の実験結果はどちらが律速といえるか?

[参 照]: 式(3.1)-(3.3) (p.24)

### 問題 3-4

四次構造を形成しているタンパク質を遠心分離した結果, サブユニットの沈

降係数 (S) の合計が，四次構造会合体のそれと一致するとはかぎらないのはなぜか？

[参 照] : 式(3.5)-(3.9) (p.26-27) ← (ポイント) 沈降係数，質量，浮力と部分比容の関係を整理すると理解できる。

#### 4章 分子間相互作用に基づく物質分離 クロマトグラフィー

##### 問題 4-1，問題 4-2

順相，逆相，それぞれいかなる分子間相互作用により試料分子を捕捉しているか？

[参 照] : 2章 (p.11) ← (ポイント) 非共有結合 ; 図 4.1 (p.31) ← (ポイント) 順相，図 4.2 (p.32) ← (ポイント) 逆相)

##### 問題 4-3

イオン交換樹脂に捕捉される試料の量は，正味の電荷（分子の電荷が両性イオンを含んで+，+，-であれば正味の電荷は+）ではなく，試料分子とイオン交換樹脂の間に生じる静電相互作用（イオン対）の数を基に算出する必要がある。

[参 照] : 図 4.3 (p.34) ← (ポイント) 陰イオン交換 ;  
図 4.4 (p.35) ← (ポイント) 陽イオン交換

##### 問題 4-4

配位結合の原理を考える。非共有電子対をもつ原子または原子団が配位子となりうる。

[参 照] : 2.2 節 (p.12) ← (ポイント) 配位結合

## 5章 粒子から組織へ，脂質の会合と細胞膜の形成

### 問題 5-1

液体には乱雑な流動性が，固体には規則正しい結晶性が要求される。

[参 照]: 表 5.1, 表 5.2 (p.39) ← (ポイント) 脂質の構造と融点

### 問題 5-2

ミセルとリポソーム，細胞膜の形態，これらを形成する脂質の構造の相違を考える。

[参 照]: 図 5.3 (p.42) ← (ポイント) 脂質の構造と脂質集合体の形態

### 問題 5-3

脂質の三つの部分構造はリポソーム，細胞膜など脂質二分子膜を構成するのに必須の構造要素である。

[参 照]: 図 5.2 (p.41) ← (ポイント) 脂質の構造

### 問題 5-4

膜タンパク質と細胞質中に存在する球状タンパク質はいかなる分子内相互作用で折りたたまれ三次構造を構成しているか？ またそれらの相互作用をもたらすアミノ酸側鎖はどれか？

[参 照]: 図 5.4 (p.43) ← (ポイント) 内在性膜タンパク質；  
8章 タンパク質の構造 (p.71)

## 6章 物質輸送

### 問題 6-1

Maxwell-Boltzmann は運動する粒子の質量，温度との関係を速度分布として説明した。

[参 照]: 図 6.2 (p.46) ← (ポイント) 粒子の速度分布

### 問題 6-2

拡散する粒子の軌道はランダム歩行であり，その動径は運動範囲が一次元，二次元，三次元で異なる。

[参 照]：6.2 節 拡散と物質移動 (p.46)

### 問題 6-3

緩衝溶液はタンパク質溶液を希釈する方向に移動し浸透圧を生じる。浸透圧は溶質の質量濃度に比例し，モル質量に反比例する。

[参 照]：図 6.4 (p.48) ← (ポイント) 浸透圧の計測

### 問題 6-4

濃度勾配に逆らったイオン輸送がなされるとき，外界からエネルギーの印可が必用で，ATP→ADP により放出されるエネルギーが充てられる。

[参 照]：図 6.6 (p.52) ← (ポイント) 能動輸送

## 7章 生命情報

### 問題 7-1

吸光度の増大は吸収されたエネルギー量の増大を意味する。DNA が融解した結果この分子間には何が起きているか？

[参 照]：図 7.1 DNA の融解曲線 (p.55)

### 問題 7-2

DNA が細胞分裂に伴い複製されるのに対し，RNA は細胞内で DNA から生命情報を転写されて合成される。DNA，RNA におけるモノヌクレオシドの構造の相違を考える。

[参 照]: 表 7.1 A 型および B 型 DNA 構造の相違 (p.60)

### 問題 7-3

mRNA から mmRNA へ, タンパク質合成に必要なアミノ酸配列情報へと編集される。

[参 照]: 図 7.10 グループ I イントロンスプライシング (p.64);

図 7.11 グループ II イントロンスプライシング (p.65)

### 問題 7-4

タンパク質 (ポリペプチド) の合成は求核置換反応で脱水縮合と理解されているが, 実際の脱離基は水 (ヒドロキシ基) ではない。

[参 照]: 図 7.12~図 7.13 (p.66-67) ← (ポイント) タンパク質の翻訳合成; 図 7.14 (p.68) ← (ポイント) ペプチドの化学合成

### 問題 7-5

細胞内で代謝産物が過剰になってくるとその代謝産物がタンパク質発現系に作用する。

[参 照]: 図 7.15 リボスイッチ (p.69)

## 8 章 タンパク質の構造

### 問題 8-1

タンパク質の構造は, アミノ酸配列からタンパク質間相互作用による複合体まで, 段階的に定義されている。それぞれの構造を構成する分子間相互作用と併せて理解されたい。

[参 照]: 図 8.1 タンパク質の一次構造解析法 (p.72);

図 8.2~図 8.3 (p.73) ← (ポイント) タンパク質の二次構造;

図 8.8 (p.77) ← (ポイント) タンパク質の三次構造;

図 8.10 タンパク質の四次構造 (p.78) ;  
2 章 (p.11) ← (ポイント) 非共有結合

#### 問題 8-2

アミノ酸の数と二次構造の相違からポリペプチド鎖の末端間距離を予測することができる。

[参 照]: 図 8.2~図 8.3 (p.73) ← (ポイント) タンパク質の二次構造および周辺の記述 ; 併せて, タンパク質がランダムコイルであった場合, ポリペプチド鎖の末端間距離には, 6 章 (p.45) 冒頭に記述している“ランダム歩行”が適用できることを理解されたい。

#### 問題 8-3

二面角 (dihedral angle) は二つの結合軸の回転角として定義されている。

[参 照]: 図 8.6 ペプチド結合と二面角 (p.75)

#### 問題 8-4

タンパク質の構造は, アミノ酸配列からタンパク質間相互作用まで, 段階的に定義されている。それぞれの構造を構成する分子間相互作用と併せて理解されたい。

[参 照]: 図 8.1 タンパク質の一次構造解析法 (p.72) ;

図 8.2~図 8.3 (p.73) ← (ポイント) タンパク質の二次構造 ;

図 8.8 (p.77) ← (ポイント) タンパク質の三次構造 ;

図 8.10 タンパク質の四次構造 (p.78) ;

2 章 (p.11) ← (ポイント) 非共有結合

#### 問題 8-5

ゲル濾過クロマトグラフィーでは多量 (会合) 体が分離して検出されることがある。ヘモグロビンの四次構造を参考に推測されたい。



[参 照]: 図 8.10 タンパク質の四次構造 (p.78) ← (ポイント) ヘモグロ  
ビン

### 問題 8-6

タンパク質の高次構造を形成あるいは安定化する分子内, 分子間の相互作用にはいかなるものがあるか?

[参 照]: 図 8.2~図 8.3 (p.73) ← (ポイント) タンパク質の二次構造;  
図 8.8 (p.77) ← (ポイント) タンパク質の三次構造;  
図 8.10 タンパク質の四次構造 (p.78);  
2 章 (p.11) ← (ポイント) 非共有結合

## 9 章 タンパク質の働き

### 問題 9-1

平衡時の複合体  $RS$ , 結合していない受容体  $R$  および基質  $S$  の濃度をいかに独立に計測できるか?

[参 照]: 式(9.1) (p.81) ← (ポイント) 解離定数の定義;  
図 6.4 (p.48) ← (ポイント) 外濾過膜 (半透膜) を介して複合体  
と単量体を分離することができる

### 問題 9-2

受容体  $R$  に対し, 阻害剤  $I$  が基質  $S$  と結合部位が同じである場合と異なる場合で阻害様式も異なる。

[参 照]: 図 9.8 競合阻害と非競合阻害 (p.90)

### 問題 9-3

ヘモグロビンのように複数の基質を結合するとき, その基質結合数 (化学量論) はいかに決定できるか?

[参 照]: 図 9.3 結合曲線とスキッチャードプロット (p.85) ← (ポイント) 直接計測できる量は何か? 考えよう。

#### 問題 9-4

ミオグロビンは筋肉中で酸素分子を保持し, ヘモグロビンは血液中で酸素分子の運搬に携わっている。この役割分担は, これらのタンパク質のいかなる物性の相違に由来するか?

[参 照]: 図 8.10 (p.78) ← (ポイント) ミオグロビンとヘモグロビン

#### 問題 9-5

酵素の活性に関し, 直接計測できる要素は何か? その他の要素は直接の計測値からいかにして決定できるか?

[参 照]: 図 9.5 酵素触媒反応のエネルギーダイアグラム (p.88);  
式(9.22)からつづく  $K_{TS}$  の導出 (p.89)

#### 問題 9-6

①競合阻害剤, ②非競合阻害剤 それぞれにいかなる物性, 要素が必用か考える。

[参 照]: 図 9.8 競合阻害と非競合阻害 (p.90);  
図 9.10 酵素の pH 依存 (p.93)

#### 問題 9-7

高水素イオン濃度 ( $\text{pH} < 3.9$ ), あるいは低水素イオン濃度 ( $\text{pH} > 9.3$ ) はキモトリプシンの酵素活性にいかなる効果をもたらすか? 水素イオンは非競合阻害剤として働く。

[参 照]: 図 9.10 酵素の pH 依存 (p.93)

10～12章は、インターネット上の以下のデータベースが参考になる。

**BRENDA** : 酵素名称, 酵素番号から検索でき, その酵素が働く化学反応, 基質と生成物を知ることができる。

**(RCSC) PDB** : 酵素のみならず, 構造解析が完了しているすべてのタンパク質のデータバンクで, 酵素-基質複合体あるいは酵素-阻害剤複合体の構造を知ることができる。単に **PDB** で検索するとこちらがヒットする。

**EC-PDB** : 酵素に特化したタンパク質構造のデータベースで, 基質, 生成物のみならず酵素の活性中心のアミノ酸側鎖などを知ることができる。上記の **(RCSC) PDB** の **id** も併記されている。