

2010年2月11日実施

2010年度立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

生命情報科学型

【注意事項】

1. 解答は問題番号1、2、3・・・ごとに解答用紙1枚を使用すること。
2. 解答用紙には専攻名、課程、受験番号、氏名、問題番号を解答用紙すべてに記入すること。
3. 無記名答案は無効、問題用紙および解答用紙は持ち帰らないこと。
4. 解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないこと。
5. 専門科目の選択方法
問題用紙が事前に届け出ている型の問題であるか確認し、以下のような専門科目の選択方式に従って解答してください。

生命情報科学型： 以下の3問から2問選択。

- ・ 生物科学（物質・代謝生化学、分子生物学）
- ・ 物理科学（生命物理科学、構造ゲノミクス）
- ・ 情報科学（プログラミング言語、バイオアルゴリズム）

6. 専門科目試験時間

- 数学型・物理型 13:00～15:00(120分)試験時間中の途中退室は認めない。
数学型・物理型以外 13:00～16:00(180分)試験時間中の途中退室は認めない。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕 生命情報科学型

1～3の中から2問選択して解答すること。

1. 生物科学（1. 生物科学の設問は3ページあります。すべてに回答してください。）

問1. 以下の問いに答えなさい。

- (1) 次の5つの小問から3つを任意に選択し解答しなさい。
- ① 異性体のうちジアステレオマーとエナンチオマーについて生体物質を例に説明しなさい。
 - ② ヌクレオチドのもたらす生理機能のうち遺伝子として機能すること以外のものを説明しなさい。
 - ③ 細胞膜を介した物質輸送にかかわる分子について説明しなさい。
 - ④ ペプチド「 $\text{H}_2\text{N}\cdot\text{Leu}\cdot\text{Asp}\cdot\text{Ile}\cdot\text{Ala}\cdot\text{Asn}\cdot\text{Gln}\cdot\text{COOH}$ 」の等電点を計算で求めるには、どのアミノ酸の『酸の解離定数』が必要か、2つあげて説明しなさい。
 - ⑤ 6つのグルコースからなるオリゴ糖の構造は、1000のヌクレオチドからなる遺伝子の塩基配列を決めるより困難である。その理由を説明しなさい。
- (2) リボヌクレアーゼ (RNase) は4つのジスルフィド結合を有し、RNAを加水分解する酵素である。このタンパク質を尿素と2-メルカプトエタノールで処理すると完全に失活した。その状態で尿素を限外ろ過法により除き、次に酸素で酸化したところRNaseの活性はほぼ回復した。以下の小問に答えなさい。
- ① この実験は、行った研究者の名前が付いたドグマとして広く知られている。その研究者名をカタカナで答えなさい。
 - ② この実験における尿素の作用を述べなさい。
 - ③ この実験における2-メルカプトエタノールの作用を述べなさい。
 - ④ この実験からタンパク質の構造形成についてどのようなことが言えるかを述べなさい。
 - ⑤ 尿素と2-メルカプトエタノールで処理したRNaseを、先に酸素で酸化し、その後に限外ろ過を行ってもRNase活性は戻らなかった。このように変性したRNaseは、どのようにすれば再び活性をとり戻せるかを考察し述べなさい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

1. 生物科学（つづき2枚目。すべてに回答してください。）

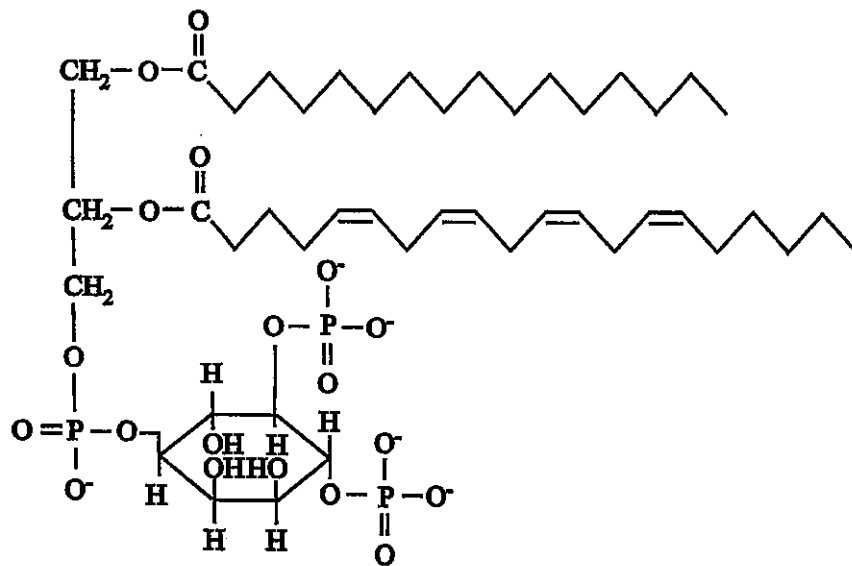
問2. 脂質の代謝についての以下の問いに答えなさい。

(1) 真核生物の細胞内では、脂肪酸の合成と分解とは異なる代謝経路で行われ、合成反応経路は分解反応経路の逆反応系として行われる訳ではない。合成と分解が異なる代謝経路で独立して行われることを以下の2点に絞って論じなさい。

1. 代謝反応が起こる細胞内区画の違い
2. 代謝反応に用いられる酸化還元補因子の違い

(2) 下図に示すホスファチジルイノシトール 4,5-ニリン酸に対して、ホスホリパーゼを作用させた。以下の小問に答えなさい。

- ① ホスホリパーゼ A2 を作用させた時に生成する脂肪酸の名前を述べなさい。
- ② ①で生成する脂肪酸を原料に作られる生理活性物質を一つ挙げなさい。
- ③ ホスホリパーゼ C を作用させた時に生成する二つの物質名を述べなさい。
- ④ ③で生成する二つの物質は、細胞内の信号伝達においてそれぞれどのように働いて細胞活動の活性化を促すかについて述べなさい。



立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

1. 生物科学（つづき3枚目。すべてに回答してください。）

問3. 以下の問いに答えなさい。

- (1) 核酸のハイブリダイゼーションの原理と、その生物学及び遺伝子工学における重要性を説明しなさい。
- (2) 「DNA → RNA → タンパク質」という一方向の遺伝情報の流れは生物学のセントラルドグマとして50年以上前にうち立てられた原理であるが、現在では完全に正しいとは言えなくなっている。その理由を説明しなさい。
- (3) 塩基配列の解析法である「サンガー法」の原理を構造式を用いて説明しなさい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

1～3の中から2問選択して解答すること。

2. 物理科学

問1. 以下の問いに答えよ。但し、 $\text{CO}_2(\text{g})$ は理想気体として扱うこと。また気体定数 $R=8.31\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}=0.0821\text{atm L K}^{-1}\text{mol}^{-1}$ 、 $\ln 2=0.69315$ 、 $\ln 3=1.0986$ とし、計算過程も示せ。

1 atm、25 °Cで、ある反応により $\text{CO}_2(\text{g})$ が 2 mol 発生した。

- (1) 発生した $\text{CO}_2(\text{g})$ は何 L か。
- (2) 反応系がした仕事は何 J か。
- (3) 1 atm= 1.013×10^5 Pa とすると 1 L atm は何 J になるか。

次に発生した $\text{CO}_2(\text{g})$ をシリンダーに閉じ込め、25 °Cで体積を 2 倍まで等温可逆膨張させた。

- (4) 膨張した $\text{CO}_2(\text{g})$ が行った仕事は何 J か。
- (5) この膨張過程におけるエントロピー変化量を求めよ。

問2. 混合エントロピーについて説明せよ。

問3. 以下の問いに答えよ。

- (1) タンパク質の1次構造、2次構造、3次構造、4次構造についてそれぞれ説明せよ。また代表的な2次構造の名前をあげよ。次に生理的条件下で4次構造をとるタンパク質の名前をあげよ。
- (2) タンパク質の立体構造のアラインメントについて説明せよ。またそのアルゴリズムを1つあげ簡単に説明せよ。
- (3) タンパク質立体構造分類データベース SCOP における次の4つのカテゴリーについてそれぞれ説明せよ。
Family, Superfamily, Fold, Class

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

1～3の中から2問選択して解答すること。

3. 情報科学（3. 情報科学の設問は3ページあります。すべてに回答してください。）

問1

以下のプログラムは、隣接する2項を比較し、下の項（後の項）が上の項（前の項）より小さければ、両項の入れ替えを行うことを繰り返すことによって、データを昇順に並び替えるソートプログラムである。次の問いに答えよ。

```
1: #include <stdio.h>
2: #define N 6
3:
4: int main(void)
5: {
6:     int x[N]={8,4,6,3,5,7};
7:     int i,j,tmp;
8:
9:     for (i=0;i<N-1;i++){
10:        for (j=N-1;j>i;j--){
11:            if (x[j]<x[j-1]){
12:                tmp=x[j];
13:                x[j]=x[j-1];
14:                x[j-1]=tmp;
15:            }
16:        }
17:    }
18:    for (i=0;i<N;i++)
19:        printf("%d ",x[i]);
10:    printf("\n");
11:    return(0);
12: }
```

- (1) データを降順に並び替えるソートプログラムに変更せよ。解答には、何行目をどのように変更したか示せ。
- (2) 12~14行目を `swap(&x[j], &x[j-1]);`に変更したときの関数 `swap` を示せ。このとき7行目は、`int i,j;`と変更する。
- (3) 7~17行目を `sort(&x[0])`に変更したときの関数 `sort` を示せ。
- (4) 9行目の `for` 文のブロックで変数 `i` が1回実行されるごとの `x` の各要素の変化を下記のような表にして示せ。

	x[0]	x[1]	x[2]	x[3]	x[4]	x[5]
初期化	8	4	6	3	5	7
i=0						
i=1						
i=2						
i=3						
i=4						

- (5) このプログラムの計算オーダー O を N を用いて理由と共に示せ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

3. 情報科学 (つづき2枚目。すべてに回答してください。)

問2

表1はDayhoffのPAM250スコア行列であり、相同なタンパク質間のアミノ酸置換確率を対数オッズスコアに変換した要素からなる。以下の問いに答えよ。

(1) 表1を用いて次のアラインメントのスコアを計算せよ。ただしギャップペナルティは-1とする。

FISDAIIGHVLHSK

FISEIII-EVLKRR

(2) PAM250スコア行列では物理化学的性質の近いアミノ酸同士は高いスコアになる傾向にある一方で、その性質の異なるアミノ酸同士は低いスコアになる傾向がある。その理由を述べよ。

表1

	C	S	T	P	A	G	N	D	E	Q	H	R	K	M	L	V	I	Y	W	
C	12																			
S	0	2																		
T	-2	1	3																	
P	-3	1	0	6																
A	-2	1	1	1	2															
G	-3	1	0	-1	1	5														
N	-4	1	0	-1	0	0	2													
D	-5	0	0	-1	0	1	2	4												
E	-5	0	0	-1	0	0	1	3	4											
Q	-5	-1	-1	0	0	-1	1	2	2	4										
H	-3	-1	-1	0	-1	-2	2	1	1	3	6									
R	-4	0	-1	0	-2	-3	0	-1	-1	1	2	6								
K	-5	0	0	-1	-1	-2	1	0	0	1	0	3	5							
M	-5	-2	-1	-2	-1	-3	-2	-3	-2	-1	-2	0	0	6						
I	-2	-1	0	-2	-1	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	5					
L	-6	-3	-2	-3	-2	-4	-3	-4	-3	-2	-2	-3	-3	4	2	6				
V	-2	-1	0	-1	0	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	4	2	4			
I	-4	-3	-3	-5	-4	-5	-4	-6	-5	-5	-2	-4	-5	0	1	2	-1	9		
Y	0	-3	-3	-5	-3	-5	-2	-4	-4	-4	0	-4	-4	-2	-1	-1	-2	7	10	
W	-8	-2	-5	-6	-6	-7	-4	-7	-7	-5	-3	2	-3	-4	-5	-2	-6	0	0	17

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 生命情報科学型

3. 情報科学 (つづき3枚目。すべてに回答してください。)

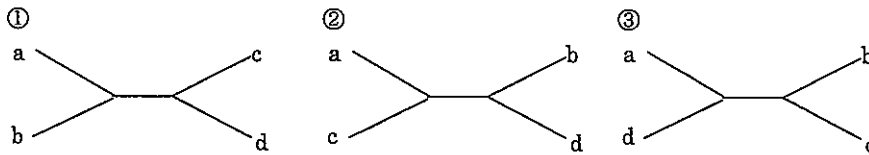
問3

図1に示した塩基配列 a,b,c,d のアラインメントから最大節約法により分子系統樹を推定する。以下の問いに答えよ。

図1

	残基位置					
	1	2	3	4	5	6
配列 a	A	T	G	C	G	A
配列 b	A	C	G	A	G	G
配列 c	A	T	G	C	C	A
配列 d	G	C	G	A	C	C

(1) 最大節約法によって得られる a,b,c,d の系統関係は①~③のどれになるか答えよ。



(2) 図1のアラインメントの中には最大節約法において樹形の推定に寄与しない残基が複数存在する。その残基位置(1~6)を列挙し、その理由を説明せよ。

問4

タンパク質AおよびBはどちらか一方が可溶性の球状タンパク質であり、もう一方が膜貫通タンパク質である。図2の疎水性尺度プロット(hydrophathy plot)からAとBのどちらのタンパク質が膜貫通タンパク質であるかを考えその理由を述べよ。ただし疎水性尺度はKyteとDoolittleによる定義を用い、ウインドウ幅は19残基とした。

図2

