

受 験 番 号					

問題冊子にも受験番号を書きなさい。

東京大学大学院新領域創成科学研究科

情報生命科学専攻

平成15(2003)年度大学院入学試験問題

修士・博士後期課程

専 門 科 目

平成15年4月9日(水)

13:00~15:00(120分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 本冊子の総ページ数は11ページです。落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答には必ず黒色鉛筆(または黒色シャープペンシル)を使用しなさい。
4. 問題は7題出題されます。問題1~3の3問と問題4~7から選択した2問の合計5問に解答しなさい。
5. 解答用紙は計5枚配られます。各問題に必ず1枚の解答用紙を使用しなさい。解答用紙に書ききれない場合は、裏面にわたってもよい。
6. 解答は日本語または英語で記入しなさい。
7. 解答用紙の指定された箇所に、受験番号と選択問題の場合はその用紙で解答する問題番号を記入しなさい。問題冊子にも受験番号を記入しなさい。
8. 草稿用紙は本冊子から切り離さないこと。
9. 解答に関係ない記号、符号などを記入した答案は無効とする。
10. 解答用紙・問題冊子は持ち帰ってはいけません。

問題 1 以下の 5 つの問いに答えよ。

(1) 連立一次方程式 $\begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 4 \\ -1 & 2 & -6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ を解け。

(2) 逆行列の定義を述べよ。

(3) (1) の係数行列の正則性を判定し、正則ならば逆行列を求めよ。

(4) 行列 N を下三角行列 L と上三角行列 U の積に表すこと ($N = LU$) を N の L U 分解という。(1) の係数行列を L U 分解せよ。

(5) 逆行列を求める際に、ガウスの消去法を用いた場合と L U 分解を用いた場合の違いを計算量の観点から論じよ。

問題2 以下の4つの問いに答えよ。

- (1) 真核生物のエピジェネティック制御に関わる DNA 修飾をその修飾が起こる塩基とともにひとつ挙げよ。また、この修飾が遺伝子発現にあたる影響について簡潔に述べよ。
- (2) 原核生物のメッセンジャーRNA(mRNA)と比較した場合の、真核生物の mRNA の特徴を述べよ。
- (3) 蛋白質の翻訳後修飾を、それぞれの修飾がおこるアミノ酸残基ともに、3種類挙げよ。同一の修飾基が異なるアミノ酸に付加されるものは同一のものと数える。
- (4) 下記の細胞内小器官(オルガネラ) a~e の主要な機能を簡潔に述べよ。
 - a)ミトコンドリア b)ゴルジ体 c) リソソーム
 - d) ペルオキシゾーム e)粗面小胞体

問題3 ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR: Polymerase Chain Reaction) と呼ばれる DNA 増幅手法に関する以下の4つの設問に答えよ。

- (1) PCR を用いると、どのようにして DNA のある特定の領域を増幅することができるのか、図を用いて説明せよ。
- (2) 2 本鎖 DNA 1 分子から出発して 7 回の増幅のあと、何本の 1 本鎖 DNA ができるか？その理由とともに示せ。
- (3) (2) で増幅された 1 本鎖 DNA のうち、望みの長さの 1 本鎖 DNA は何本か？その理由とともに示せ。
- (4) ヒトゲノム (30 億塩基長とする) のある領域を特異的に増幅するには、どの程度の長さの PCR プライマが必要か考察せよ。

問題4 以下の3つの問いに答えよ。

(1) 2分木の実装を簡潔に示せ。

(2) 2分木を次の順序でなぞるプログラムを記述せよ。

- (a) 行きがけ順
- (b) 帰りがけ順
- (c) 通りがけ順

(3) 節点がおつ子の数をその節点の次数という。2分木がおつ次数2の節点の数を N とするとき、同2分木の葉の数を N の関数として表し、それを証明せよ。

問題5 以下の4つの問いに答えよ。

大学院生の柏さんは、酵母をヒスチジン欠乏下で培養するとヒスチジン合成系酵素の一種である His3 (imidazoleglycerolphosphate dehydratase) の活性が対照群のそれに較べて有意に上昇することを見出した。

- (1) 細胞抽出液中の His3p の蛋白質量を比較するにはどのような手法を用いればよいか？その結果、両者で差がなかった場合には、どのような機構によって活性の差が生じたと考えられるか？
- (2) 活性上昇に見合うだけの His3 蛋白質量の増加を認めた柏さんは、この蛋白質をコードする *HIS3* 遺伝子の発現を調べることにした。どのような手法を用いればよいか？その結果 *HIS3* mRNA レベルの上昇が観察されたとして、それが *HIS3* 遺伝子の転写増大によることを示すにはどのような実験をすればよいだろうか？

(3)(2)の実験の結果、*HIS3* 遺伝子の転写増大が認められなかった場合には、どのような機構で mRNA レベルの上昇が起こっていたと考えられるか？またそれを確かめるにはどのような実験を行えばよいだろうか？

(4)(2)の実験の結果、柏さんは *HIS3* 遺伝子の転写増大を確認した。そこで彼女は次に *HIS3* 遺伝子の発現を制御する転写因子 Gcn4p を調べ、ヒスチジン欠乏によって Gcn4p の蛋白質量は増加するが *GCN4* mRNA 量には変化がないことを見出した。このような乖離にはどのような機構が考えられるか？またその機構の関与を確かめるにはどのような実験を行えばよいだろうか？

問題6 以下の4つの問いに答えよ。

12個の個体について、表現型がPであるか調べ、遺伝子Xが発現しているかを観測し、個体を分類した結果、以下の2x2の分割表Tを得た。

		表現型 P Phenotype P		計 Sum
		Yes	No	
遺伝子 X が発現 Expression of gene X	Yes	4	2	6
	No	2	4	6
計 Sum		6	6	12

2x2の分割表：T 2x2 Contingency Table:T

表現型Pと遺伝子Xの発現の間に相関がないとする帰無仮説を以下の議論で仮定する。12個の個体において遺伝子Xが発現する個体が6個、表現型がPとなる個体が6個存在する条件をCと呼ぶことにすれば、分割表Tは条件Cを満たす。

- (1) 条件Cを満たす12個の個体の場合の数を求めよ。
- (2) 分割表がTとなる12個の個体の場合の数を求めよ。さらに、その値を(1)で求めた数で割ることにより、条件Cを満たす12個の個体が、分割表Tを満たす確率を求めよ。
- (3) 条件Cを満たし、遺伝子Xが発現して表現型がPである個体の数が4より大きくなる分割表を全て作成せよ。さらに、条件Cを満たす12個の個体が、各々の分割表を満たす確率を求めよ。
- (4) 条件Cを満たす12個の個体が与えられたとき、遺伝子Xが発現して表現型がPである個体が少なくとも4個存在する確率を計算し、有意水準0.05と比較し、表現型Pと遺伝子Xの発現の間に正の相関があるか否かを判定せよ。

問題 7 原核生物ゲノムの DNA 塩基配列についての以下の 4 つの問いに答えよ。

(1) 以下の用語の意味を説明せよ。

(a)リーディングフレーム

(b)オープンリーディングフレーム

(2) 任意の長さの DNA 塩基配列を読み込み、その相補鎖を出力するアルゴリズムを記述せよ。

(3) 任意の長さの DNA 塩基配列を読み込み、すべてのオープンリーディングフレームの区間を出力するアルゴリズムを記述せよ。

(4) 原核生物のゲノムの DNA 塩基配列から、公開のデータベースと計算機だけを用いて遺伝子を予測する手法を 3 つあげよ (特定の遺伝子発見ソフトウェアの名称を用いてはならない)。

このページは解答の草稿用に使用してよい。