

情報生物学（1 / 2）

（注意）問題 [1] [2] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] 塩基置換行列についての以下の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。（計 50 点）

下に示す行列は仮想的な塩基置換行列で、ある単位時間後に、縦の列の塩基が横の行の塩基に変わる確率を表している。

From \ To	A	C	G	T
A	0.9000	0.0100	0.0800	0.0100
C	0.0100	0.9000	0.0100	0.0800
G	0.0800	0.0100	0.9000	0.0100
T	0.0100	0.0800	0.0100	0.9000

(1) この塩基置換行列から、アデニンが単位時間後にシトシンになる確率、およびグアニンになる確率をそれぞれ答えなさい。（10 点）

(2) この塩基置換行列の値から、塩基置換の傾向が読み取れる。どのような傾向があるかについて、少なくとも下記の用語を用いて、100~200 字程度で述べなさい。（20 点）

用語：プリン、トランスバージョン

(3) ある配列中で進化的に中立なサイトにアデニンがあったとする。単位時間の 2 倍の時間が経った後にそこがグアニンとなる確率は、次のように考えれば計算できる。すなわち、「最初の 1 単位時間後に 4 種それぞれになる確率」そして「4 種それぞれが次の 1 単位時間後に各 4 種からグアニンになる確率」、つまり

A→A→G

A→C→G

A→G→G

A→T→G

と変化する確率の総和となる。その確率の値を有効数字 4 桁まで求めなさい。（10 点）

(4) 上記の操作から、単位時間の 2 倍の時間が経った後の確率を示す塩基置換行列は、単位時間後の塩基置換行列の 2 乗として求められることがわかる。その塩基置換行列を有効数字 4 桁まで求めなさい。（10 点）

情報生物学 (2 / 2)

(注意) 問題 [1] [2] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[2] 入力 I (ただし、 I は $t < 0$ で $I = 0$, $t \geq 0$ で $I > 0$ である定数) によって合成が制御される分子 A の量を近似した一次の常微分方程式モデル (図 1) について、下記の問いに答えなさい。(計 50 点)

分子 A の変化量 $\frac{d[A]}{dt}$ は以下の式で表せられる。

$$\frac{d[A]}{dt} = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{a})$$

$k_1 = k_2$ とすれば、上式は

$$\frac{1}{k_1} \frac{d[A]}{dt} = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{b})$$

よって

$$\boxed{\hspace{1cm}} \cdot d[A] = -k_1 dt$$

両辺を積分して

$$\boxed{\hspace{1cm}} = -k_1 \cdot t + C \quad (C \text{ は積分定数})$$

よって

$$A(t) = \boxed{\hspace{2cm}} \quad \dots \textcircled{1}$$

初期条件として $t=0$ のとき $A=0$ とすれば、①式から

$$e^{\circ} = \boxed{\hspace{1cm}} \quad (\text{f})$$

よって、このとき常微分方程式①の解は

$$A(t) = \boxed{\hspace{2cm}} \quad \dots \textcircled{2}$$

となる。

これを図示すると図 2 のようになる。このとき、 $t \rightarrow \infty$ とすると、 $A(\infty)$ は $\boxed{\hspace{1cm}}$ となる。

(1) 上記の (a) ~ (h) に当てはまる式を答えなさい。(各 5 点)

(2) 以下は上記の式を基にした時定数と呼ばれるある指標の説明である。

上記の式において $1/k_1$ は時定数と呼ばれ、反応の [(i) 速さ、(j) 感受性] の指標と解釈することができる。

$t = 1/k_1$ のとき、②式は

$$A(1/k_1) = I \cdot \boxed{\hspace{1cm}} \quad (\text{k})$$

ここで、 $e \approx 2.718$ とすると、時定数とは定常状態の (1) % の値に達するまでの時間と考えられる。

(a) 上記の (i) または (j) の適切な方を選びなさい。(2 点)

(b) 上記の (k) と (1) に当てはまる式または数字 (下一桁まで) を答えなさい。(各 4 点)

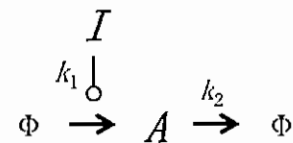


図 1 A の合成と分解の模式図

* Φ は無 (何もない) を、 \downarrow は酵素反応を、 k_1 , k_2 は合成と分解のパラメータを意味する。

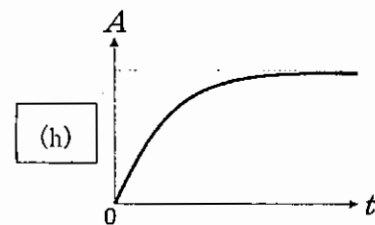


図 2 ②式の時間変化