

## 数理生物学レポート

(金子邦彦・澤井哲)

以下の課題のうちから2つ以上を選択して答えよ。(合計でA4で8枚以上)。

(I) 講義で述べた遺伝子発現のダイナミクスの考えを用いて、2遺伝子ないし3遺伝子の発現ダイナミクスの微分方程式を導け。ついて、その力学系の振る舞い(固定点の安定性、アトラクター、ベイスン)を解析計算、(あるいは数値計算)で、図も含めて議論せよ。(ただし、講義で用いた2遺伝子の相互抑制ネットワークではない例を用いること。講義で課題とした、3アトラクターの例でもよいし、他の2遺伝子制御系を考えるのもよいし、3遺伝子以上の例を考えるのもよい。ただし、アトラクターが2つ以上、ないしはアトラクターがリミットサイクルの例を考えること。(できれば、その系にノイズが入り、Langevin方程式で記述される場合、アトラクターのまわりで軌道がいかに揺らぐかも議論せよ。)また、その結果の生物学的な意味(たとえば細胞の分化)を議論せよ。

(II) (a) 反応と拡散からなる系に関して、それを記述する適当な偏微分方程式をとりあげ、一様状態の安定性解析を行い、なぜ非一様なパターンをつくるかを説明せよ。また、その結果、どのようにパターン(例えば波長)が作られるかを示せ。その結果の直感的解釈も与えよ。(b) また、熱力学の観点からもこのパターン形成について議論せよ。(c) ついで、生命現象の中で Turing パターンで説明できるかもしれないと自分で考えるもの(但し講義で挙げた例は除く)をあげて、それを解説せよ。(d) 次に発生において Turing パターンの考えでは説明できない現象をとりあげ、それが何故か、またそれについてはどのような数理的考え方が可能か自分の考えを述べよ。(可能であれば、ある生物の現象が Turing パターンに基づいていることを示すための実験を企画せよ)。

(III) 複製する細胞と、通常目にする物理化学現象には大きな差異があり、このギャップの理解は生命の起源を考えることでもある。(a) 生命の起源に関して、RNA ワールド説、タンパク触媒ネットワーク説などをまとめ、それぞれの問題点を議論し、自身の考えを述べよ。(b) 生命の起源を考える上で自分が最大の謎と考える点を述べ、それがなぜ謎かを議論せよ。(c) 以上の問題に対して、力学系や熱力学などをふまえて、どのような数理的アプローチをすればよいかを議論せよ。

(IV)(i) か (ii) のどちらかを選択し、その数理モデルを考え、その時間変化についてコンピュータで計算してみて、その結果を述べよ。

(i) 細胞の中の分子数の変動過程ないし細胞集団の発展過程(ないしその両方)を扱うような簡単なモデル(微分方程式版)

(ii) 上の確率過程モデル版(粒子をランダムに選んで反応させるモデル)