生物物理学I レポート問題　（佐野担当分：2017年夏学期）

次の4題のうち、1題を選んでレポートとして提出せよ。（締切：7月28日（金）17:00、提出先：物理専攻教務係）

問題I 非平衡統計力学の新しい非平衡関係式である、Fluctuation Theorem や Jarzynsky 等式、一般化 Jarzynski 方程式（Sagawa-Ueda-Jarzynski）などの生物物理学への応用について2ページ程度で説明せよ。参考文献として以下をあげる。

参考文献：

(1) C. Jarzynski, Nonequilibrium Equality for Free Energy Differences, Phys. Rev. Lett. 78, 2690 (1997).

(2) Liphardt et al., Equilibrium Information from Nonequilibrium Measurements in an Experimental Test of Jarzynski's Equality, Science, 296, 1832 (2002).

(3) S. Toyabe, M. Sano, Nonequilibrium Fluctuations in Biological Strands, Machines, and Cells, J. Phys. Soc. Jpn. 84, 102001 (2015).

問題II Turing Instability の例として知られる次の方程式の固定点解（$u = v = 0$）の安定性について論ぜよ。ただし、$a, b, c, d > 0$ とする。

$$\dot{u} = au - bv - u^3 + D_u \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \tag{1}$$

$$\dot{u} = cu - dv + D_v \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \tag{2}$$

参考文献：

(4) A. Turing, The Chemical Basis of Morphogenesis, Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 14, vol. 237, no.641 37-72 (1952).

(5) S. Kondo, R. Asai, A reaction?diffusion wave on the skin of the marine angelfish Pomacanthus, Nature, 376, 765 (1995).

また、必須ではないが、可能ならば上記の方程式を1次元または2次元でシミュレーションして見ると面白い。

問題 III

次の数理モデル（Brusselator）における固定点を求め、安定性解析を実行せよ。また、コントロールパラメタである B を変えた場合に起こる分岐の種類について述べ、分岐点近傍での縮約を行い、遅い変数に関する方程式である complex coefficienat Ginzburg-Landau (CCGL) 方程式を導け。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = A + u^2 v - (B+1)u + D_u \nabla^2 u \tag{3}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = Bu - u^2 v + D_v \nabla^2 v \tag{4}$$

ここで、A, B, D_u, D_v は定数である。

参考文献：

(6) Y. Kuramoto; Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence, (Dover)

問題 IV 講義の中で興味を持った数理生物学の問題があれば、それについて 2 ページ程度で説明せよ。