

機械学習による細胞ダイナミクスの予測

Prediction of cell dynamics using machine learning

青学大理工 ○(B)長井 新, (M1)小島快斗, (M2)城所龍, (M2)野崎庄太, (M1)佐々木亜優,
守山 裕大, 三井 敏之

Aogaku Univ., °Arata Nagai, Kaito Kojima, Ryu Kidokoro, Shota Nozaki, Ayu Sasaki,
Yuuta Moriyama, Toshiyuki Mitsui

E-mail: mitsui@phys.aoyama.ac.jp

【緒言】

心臓は、多くの細胞の連携によってポンプの機能を果たしていることから、基礎研究として心臓由来の細胞ダイナミクスの解析が行われている。本研究で扱う線維芽細胞は、損傷した心筋組織を修復する役割があり、損傷箇所の周囲で特異的な動きをすることが知られている [1]。特に、*in vivo*に近い環境での解析を容易にするために、ソフトマテリアル上における細胞ダイナミクスの2D解析も取り組まれている [2]。しかし、共培養系のダイナミクスには細胞間の複雑な相互作用が関わっており、依然として解析が困難である。Fig. 1 に示すように、線維芽細胞は心筋細胞の集合体を形成することがあるものの、セミコンフルな状態では個々の線維芽細胞の重心を自動で検出しにくく、集合体形成の条件は明らかではない。

そこで我々は機械学習に注目し、初代培養した共培養系における細胞の画像を学習させた。画像には細胞の重心だけでなく、形状や位相差観察によるコントラストの情報なども含まれており、機械学習による細胞ダイナミクスの予測から、心筋細胞集合体形成の条件を明らかにできると期待して観測を行った。

【実験方法】

転卵開始から 7 日目のニワトリ胚から心臓を取り出し、初代培養を行った。細胞懸濁液を PDMS 上に滴下し、生体内に近い環境を実現した。5 分間隔のタイムラプスで 24 時間以上の撮影を行い、線維芽細胞と心筋細胞の共培養系で細胞ダイナミクスを観測した。得られた位相差画像に対して ImageJ ベースの機械学習を適用し (Fig. 2), 重心を自動で検出した。

【結果と考察】

重心を検出した各フレームに対して、自作した MATLAB コードを用いて細胞番号のインデックス付けを行った (Fig. 3)。心筋細胞の平均速度は大きいもので $1 \mu\text{m}/\text{min}$ 程度であり、一方で線維芽細胞は $10 \mu\text{m}/\text{min}$ ほどであった。線維芽細胞の位相差画像を用いて、重心の運動速度で教師あり学習をさせた。複数の細胞を 1 枚の画像に収めることで、共培養系における他の細胞の位置を含めた細胞ダイナミクスを予測した。線維芽細胞によって心筋細胞集合体が形成される条件について考察する。

【参考文献】

- [1] E. Ubil, *et al.*, *Nat.*, **514**, 585-590 (2014).
- [2] C. Lo, *et al.*, *Biophys. J.*, **79** (1), 144-152 (2000).

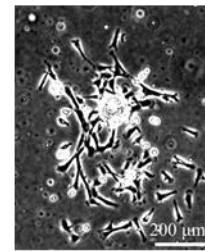


Fig. 1 Cardiomyocyte aggregation.

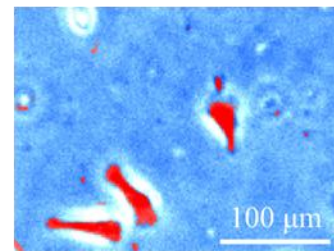


Fig. 2 Automatic identification of fibroblasts.

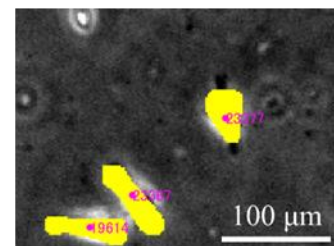


Fig. 3 Cell number indexed fibroblasts.