

リアルタイムフィードバック制御による力学的刺激に影響を受けた 心筋細胞の拍動

Mechanical stimulus on cardiac cell clusters with feedback loop

青学大理工¹, °(B4)野崎 庄太¹, 万本 和輝¹, (B4)城所 龍¹, (B4)渡辺 隆太¹,
守山 裕大¹, 三井 敏之¹

Aogaku Univ.¹, °Shota Nozaki¹, Kazuki Mammoto¹, Ryu Kidokoro¹, Ryuta Watanabe¹,

Yuuta Moriyama¹, Toshiyuki Mitsui¹

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

1. 背景

主に心臓を構成する心筋細胞と線維芽細胞は、dish 上でクラスターを形成して自律拍動を行う。時間が経つに従い、この自律拍動は近隣のクラスター同士により同期化が起こる。近年、この自律拍動の外的刺激による応答が、電氣的だけではなく力学的な刺激によっても起こることがわかってきた。しかしながら、力学的刺激のパラメータと細胞クラスターの応答との相関については未解明な点が多い。理由の一つとして、電氣的刺激ほど pacemaker として機能せず、しかし、自律拍動の位相は刺激により変化 (reset) するからである。そこで、我々は常時、自律拍動のタイミングを観測しながら力学的刺激を行う、Real-Time Feedback 機構をもつ刺激システムを製作した。これにより刺激と自律拍動の位相差を常に固定して刺激を与えることができる。

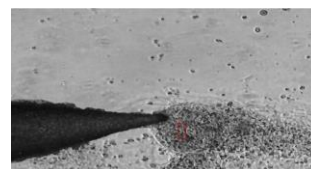


Fig. 1. Optical image of mechanical stimulus.

2. 実験方法

鶏胎児心臓の初代培養から自律拍動する心筋細胞と線維芽細胞のクラスター (〜φ200 μm) を取得した。心臓の拍動を模倣した力学的刺激は W tip (Fig. 1) をもちいて行った。Real-Time Feedback 機構の制御は、LabVIEW を使用して画像処理の高速化を行った。Fig. 2、Fig. 3 に、例として、刺激の位相差を同位相、逆位相とした場合の、動きのタイミングを示す。

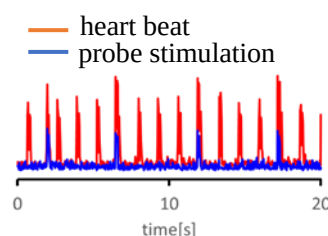


Fig. 2. In phase between stimuli and intrinsic beats.

3. 結果

まずは、刺激と自律拍動の位相差により、細胞クラスターの“リズム”が変わった。特に、逆位相の刺激により、自律拍動の乱れが顕著に現れた。本発表では、Real-Time Feedback 制御の刺激システムにより、細胞クラスターの自律拍動の応答と長期的な変化、細胞クラスターの形状の変化と、他のクラスターとの同期化について報告する。

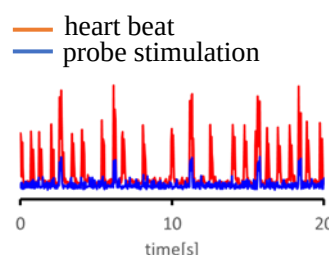


Fig. 3. Out of phase between stimuli and intrinsic beats.