

# 生命動態物理学研究室

西山 雅祥 准教授  
学部生 6 名

## 研究

### 研究の概要

- 高圧力が誘起する心筋細胞の収縮現象

個体は体内に血液を循環させるため心臓を拍動させている。心臓は収縮と弛緩を繰り返し、その形態をダイナミックに変化させるのだが、その際、血圧も大きく変わることになる。こうした血液の圧力変化が心臓の形態や心機能にフィードバックすることは、古くから知られていたことである。しかしながら、圧力が負荷された状況で心筋細胞などの動態を調べる技術がなく、圧力の影響を詳細に調べることができなかった。本研究では、これまで開発してきた高圧力顕微鏡を用いて、非生理的な圧力（～10 MPa）が心筋細胞に与える影響を調べた。マウスから急性単離した心筋細胞に 5～20 MPa の圧力を負荷したところ、筋原繊維に沿ってゆっくりと収縮する様子が観察された。この収縮は、サルコメア長の短縮を伴い、また、非選択的ミオシン ATPase 阻害剤の投与で阻害されたことから、アクトミオシンによる収縮反応が高圧力により誘起されたといえる。興味深いことに、この収縮時に細胞内  $Ca^{2+}$  濃度の増加はみられなかった。したがって、10 MPa 程度の圧力は、心筋細胞内にあるアクチンとミオシンの分子間相互作用を直接変化し、細胞の収縮を引き起こすはたらきがあると推察される (Yamaguchi *et al.*, *Biophys J.* (2022))。

### 学術論文（査読付）

1. “High hydrostatic pressure induces slow contraction in mouse cardiomyocytes.”  
Yohei, Yamaguchi, Masayoshi, Nishiyama, Hiroaki, Kai, Toshiyuki, Kaneko, Keiko, Kaihara, Gentaro, Iribe, Akira, Takai, Keiji, Naruse, and Masatoshi, Morimatsu.  
*Biophysical Journal*, **121**, 3286 (2022) (9月号)  
DOI: 10.1016/j.bpj.2022.07.016

### 学士論文

- 「熱水噴出抗を模倣した局所加熱システムの開発」

- 「大腸菌の温度走性イメージング」
- 「大腸菌遊泳運動の圧力応答解析」
- 「大腸菌べん毛モーターの圧力応答イメージング」
- 「哺乳類精子鞭毛の運動解析」
- 「ウニ精子鞭毛の運動解析」

## 国内学会・研究会講演

1. 木下誠一郎 (presenter), 西山雅祥  
「圧力変化を用いた大腸菌の走性コントロール」  
2022年度 べん毛交流会, 大阪大学 [9 Mar. 2023]
2. Kelli K Mullane, Masayoshi Nishiyama (presenter), Tatsuo Kurihara, Douglas Bartlett (poster)  
「Low temperature and high hydrostatic pressure have compounding effects on marine microbial motility」  
Biophysical Society 67th Annual Meeting, USA [22 Feb. 2023]
3. Seiichiro Kinoshita, Masayoshi Nishiyama (presenter) (poster)  
「Rapid responses of bacterial motility to pressure changes」  
Biophysical Society 67th Annual Meeting, USA [22 Feb. 2023]
4. 木下誠一郎, 西山雅祥 (presenter)  
「大腸菌走化性応答の圧力変調イメージング」  
2023年 生体運動研究会合同班会議プログラム, 東京大学 [7 Jan. 2023]
5. 木下誠一郎 (presenter), 西山雅祥  
「圧力変化に伴う大腸菌の過渡応答イメージング」  
第63回高圧力討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ [15 Dec. 2022]
6. 西山雅祥 (presenter) (招待講演)  
「静水圧で躍動する分子マシナリ」  
第63回高圧力討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ [14 Dec. 2022]
7. Masayoshi Nishiyama (presenter) (poster)  
「Bacterial motility measured by depressurization microscopy」  
第60回生物物理学会年会, 函館アリーナ・函館市民会館 [30 Sep. 2022]

## 競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (B)  
「高圧力で誘起する鞭毛振動活性化イメージング」  
研究代表者: 西山 雅祥 直接経費 4,500,000 円 (2022 年度)
- 科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) ジオラマ行動力学  
「熱水噴出孔のジオラマ再現と極限環境微生物の生存戦略ストラテジー」  
研究代表者: 西山 雅祥 直接経費 2,200,000 円 (2022 年度)
- 科学研究費 挑戦的研究 (萌芽)  
「麻酔薬圧拮抗作用の実時間イメージング」  
研究代表者: 西山 雅祥 直接経費 2,350,000 円 (2022 年度)
- 科学研究費補助金 基盤研究 (A)  
「新規メカニカル負荷装置の開発を通じた次世代メカノメディスンへの挑戦」  
研究分担者 (研究代表者: 成瀬恵治) (2022 年度)

## 学内委員

- 就職担当委員 (前、後期)
- 3 年生担任 (前、後期)

## 学外委員

- 日本生物物理学会 分野別専門委員
- 日本高圧力学会 評議員