

昆虫細胞を用いた未来型ロボット開発

中桐 真珠子 Mamiko NAKAGIRI（九州大学 工学部）

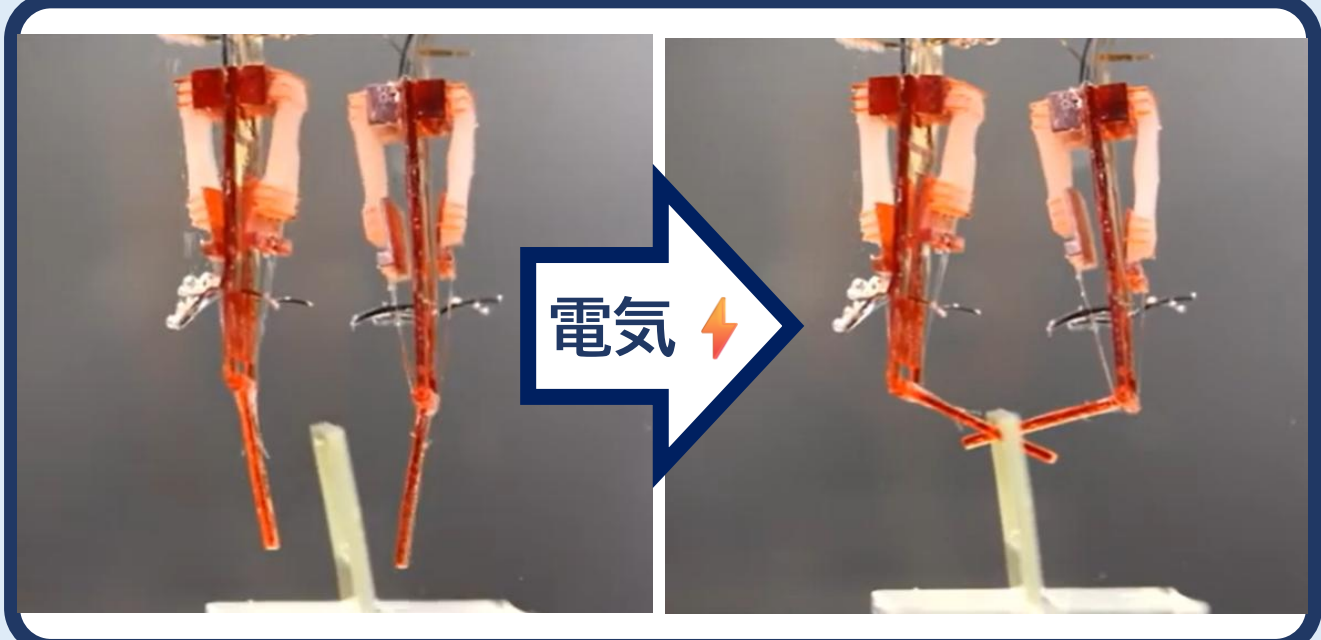
01

研究アイデアの概要

外部の光刺激によって、非接触で、可逆的に、複雑に、働きを変える**昆虫細胞を用いたマイクロ回路**を開発することが可能ではないか。

02

研究背景



【1】



【2】

ラットの心筋細胞などのバイオ材料を用いてロボットをつくる**バイオロボティクス**分野が**柔軟性・微小性・複雑性・持続性**から注目を集めている。

03

アイデアの独自性 a

a. “昆虫細胞”をつかう

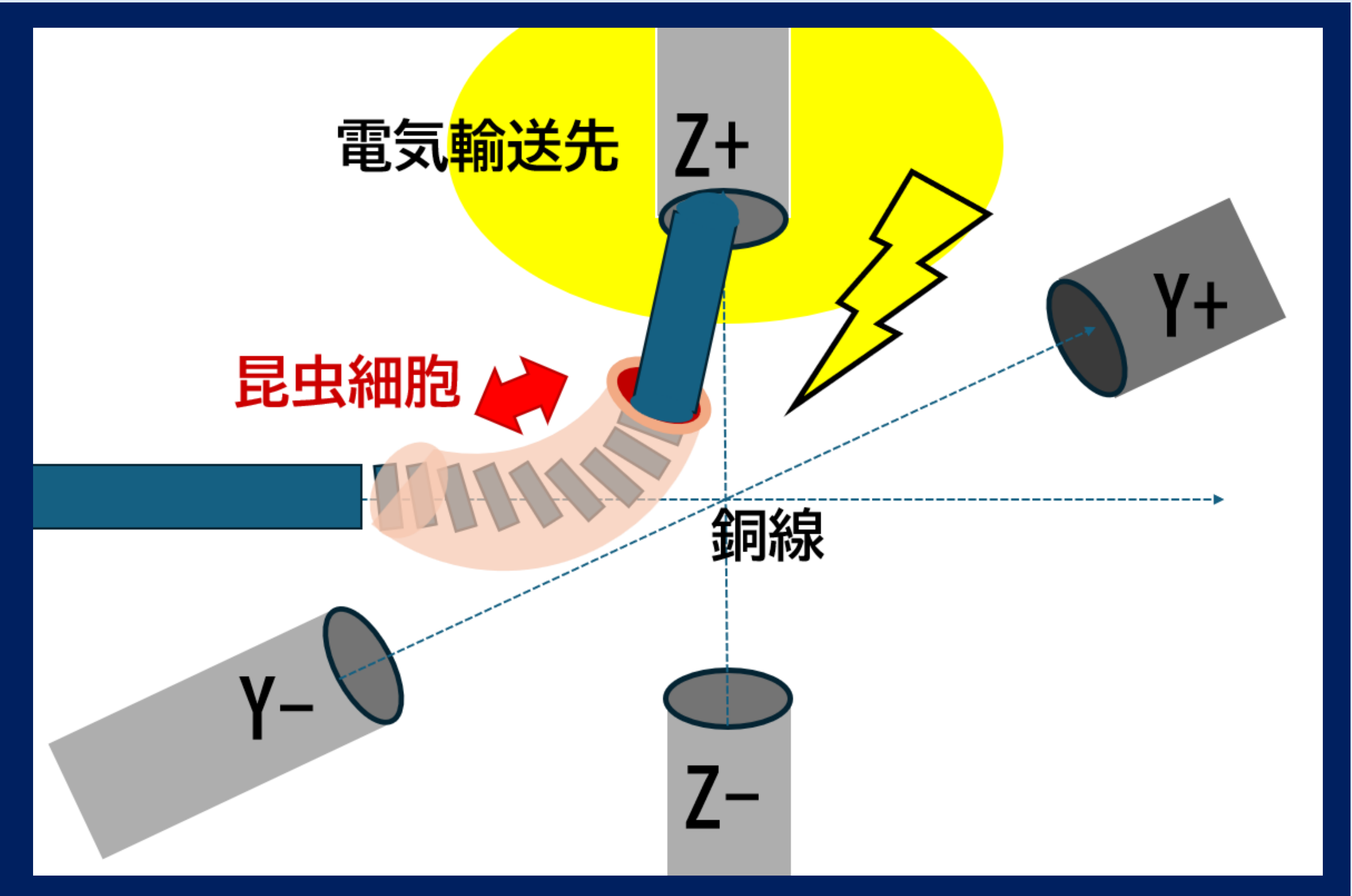
哺乳類・鳥類細胞	昆虫細胞
37℃	25℃
CO ₂ 調整	CO ₂ 調整
ウシ胎児血清	ウシ胎児血清 調整
分裂限界 少	分裂限界 多

培養のしやすさから昆虫細胞は
バイオロボティクスに有用である。

04

アイデア図解

昆虫細胞を用いたマイクロ回路



05

アイデアの独自性 b

b. “細胞”をつかう

① 光制御

外部から非接触・可逆的

② 磁気を使わない

強磁場環境でも動作可能

③ マイクロスケール

半導体チップやMEMSに組み込める

④ ソフトマテリアル

しなやかで複雑な動き

06

応用例

- ・MRI対応の生体インターフェース回路
- ・医療用マイクロ回路
- ・バイオロボットの制御回路
- など

07

研究プロセス

昆虫細胞
培養最適化

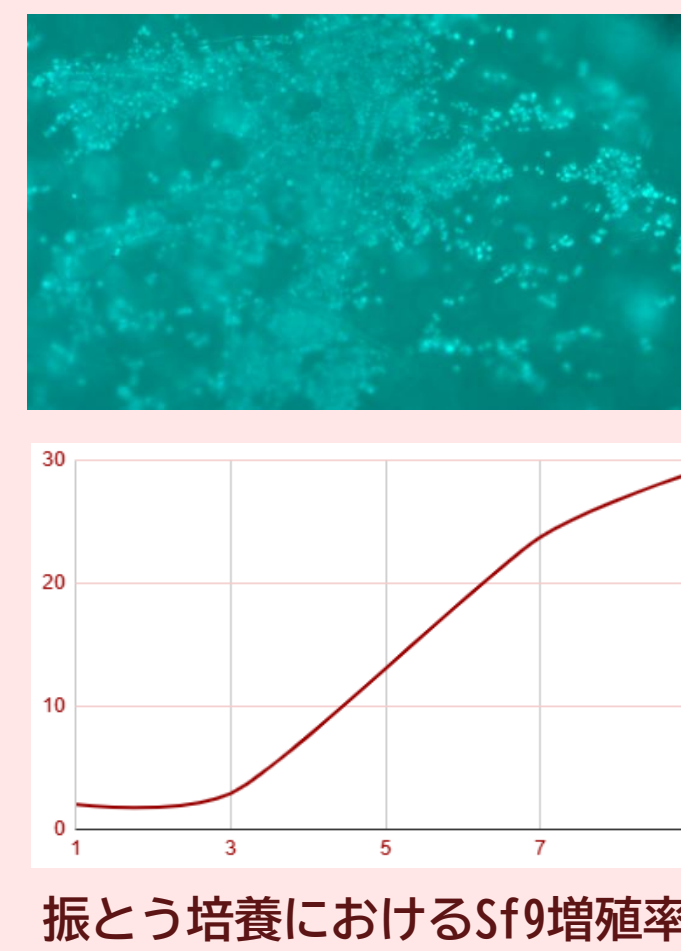
筋分化

光制御
タンパク質導入

回路装置作成

社会実装

竹内研・木内研
研究実習(9/1~26)



菌	加工菌
2.1×10^6	0.13×10^6

実験項目一覧

- ・カイコ初代培養
- ・C2C12筋分化
- ・Sf9継代、凍結、解凍
- ・培養条件最適化
- ・菌の滅菌方法最適化
- ・菌を足場材料としたSf9培養
- ・菌の形状による細胞増殖率比較
- ・滅菌方法による細胞増殖率比較
- ・大量培養

日野研訪問&打診(10/16)

筋分化

1. 胚子採取
2. 細胞回収
3. 培地で育てる
4. 分化誘導
20-HEを添加

光制御タンパク質導入

1. 筋管細胞の用意
2. ウイルスベクター用意
Baculovirus-ChR2ベクター
3. 感染させる
4. 発現確認

08

まとめ

昆虫細胞を用いたマイクロ回路は
昆虫細胞の強みと細胞の強みを生かして
バイオロボティクスに新たな価値づけをする。

展望

極限環境で自立する複雑な機能を持った完全生分解性の自己修復型ロボット開発への一手とする。

【1】 Morimoto, et al. "Biohybrid Robot Powered by an Antagonistic Pair of Skeletal Muscle Tissues." *Science Robotics* 3, no. 18 (2018): eaat4440. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat4440>

【2】 Park, S.-J., et al. (2016). Phototactic guidance of a tissue-engineered soft-robotic ray. *Science*, 353(6295), 158-162. <https://doi.org/10.1126/science.aaf4292>
Drugmand, J. C., Schneider, Y. J., & Agathos, S. N. (2012). Insect cells as factories for biomanufacturing. *Biotechnology Advances*, 30(5), 1140-1157. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.09.014>
Baryshyan, A. L., Woods, W., Trimmer, B. A., et al. (2012). Isolation and maintenance-free culture of contractile myotubes from *Manduca sexta* embryos. *PLoS ONE*, 7(2), e31598. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031598>
Ghosh, A. C., et al. Modeling exercise using optogenetically contractible *Drosophila* larvae. *BMC Genomics* 23, 623 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08845-6>