

## 研究課題名 細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスの構築と機能創発に関する研究

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・准教授 **もりしま けいすけ**  
**森島 圭祐**

研究分野：マイクロマシン、バイオアクチュエータ、知能機械システム、バイオMEMS

キーワード：バイオアクチュエータ、ウエットロボティクス、昆虫細胞

### 【研究の背景・目的】

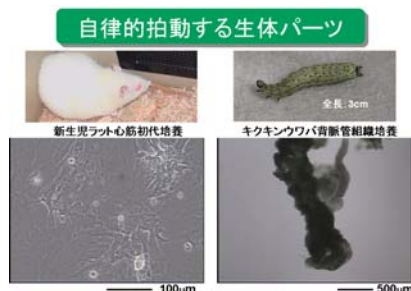
これまでバイオMEMS技術と生体組織工学を組み合わせ、マイクロ空間において細胞の生命を維持するバイオプロセスを集積化した生命機械システムを目指し、バイオMEMS技術によるバイオプロセスを集積化したマイクロバイオ化学システムの開発とバイオアクチュエータの基礎研究を行ってきた。しかしながら、これまで実証してきた哺乳類の筋細胞を用いたバイオアクチュエータは、心筋細胞の自発的収縮に依存しており、さらに、心筋細胞の自発的拍動を維持するためには、環境(温度、湿度、pH)の厳密な管理が不可欠である。ラットのような哺乳類の細胞を用いる場合、人為的に制御することが困難で、さらに、使用可能環境が37℃とpHが中性付近と限られており、CO<sub>2</sub>がない環境、室温での動作は非常に困難であるため、将来的に、屋内外で用いるシステムに組み込まれるデバイスや自律駆動型機械システムとして実用化が難しい。

そこで、本研究では、世界初の細胞レベルで生体を用いた「室温で制御可能なバイオアクチュエータ」による細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスを構築する。外部環境に対してロバストで室温での動作が可能な昆虫細胞に着目し、自由自在に形を再構成できる、化学エネルギー駆動型の自己再生能力をもつ機能創発ウエット&ソフトナノロボティクスの分野を新たに開拓し、異分野融合による新たなバイオロボティクス分野を創製することを目的とする。

### 【研究の方法】

細胞培養が確立されたラットの

ような実験動物を用いるのではなく、ロバストな耐環境性がある昆虫の筋細胞を駆動源として用いることで、駆動環境が広がり、将来的に室温で動作するシステムを構築でき、革新的なシステムが期待できる。細胞の自己修復・自己複製・分化能力を制御する構造体を作製し、室温で動作実験を行う。これらの条件を検討し、最終的に昆虫の筋細胞の駆動力で動作する構造体を構築し、さらに自己再生可能な生命機械システムの例として、細胞ビルドアップ型ウエットナノマイクロロボットの制御の基礎実験を行う。



### 【期待される成果と意義】

本研究では、昆虫の生理学及び生化学の分野とマイクロナノロボティクス・メカトロニクスの分野を融合した全く新しい学問分野である、細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスの創出を目指し、基盤技術の構築と新たな人工筋肉を用いたウエットナノロボット分野の開拓を目指す。今後、様々な細胞培養プラント製造技術により、今回提案する昆虫の筋細胞を利用した生命機械システムも、現在の人工的なアクチュエータと同等レベルに大量生産でき、遺伝子操作等のバイオテクノロジーの発展によって、高機能化も見込める。将来的には、医療機器市場における生体組織の再生医療技術と融合することによって、生体をパーツとして用いる細胞を用いたものづくりが創出され、生命機械システムの定量化、筋細胞を用いた柔らかい生命機械システム設計論の構築が可能となり、これまで機械的なデバイスに頼っていた駆動システムを生体材料で製造するといった常識を覆す新たな学問分野及び産業を創出する可能性がある。医療分野やエネルギー・環境分野、また次世代ロボットシステム・ナノテクノロジー分野に広く社会に貢献できるものと期待され、応用面においても極めて重要な研究であると考えられる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Long-term and room temperature operable bio-actuator powered by insect dorsal vessel tissue”, Y. Akiyama, K. Iwabuchi, Y. Furukawa, and K. Morishima, *Lab on a Chip*, Vol. 9, Issue 1, 140–144, (2009)
- “昆虫背脈管を用いた長期間室温で駆動するバイオアクチュエータの創製”, 秋山佳丈, 寺田玲子, 岩淵喜久男, 古川勇二, 森島圭祐, *日本ロボット学会誌*, Vol.26, No.6, pp667–673 (2008)
- “Culture of Insect Cells Contracting Spontaneously toward an Environmentally Robust Hybrid Robotic System”, Y. Akiyama, K. Iwabuchi, Y. Furukawa, and K. Morishima, *Journal of Biotechnology*, 133, 261–266, (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

86,700千円

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~biomems/>