

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－シンガポール研究交流）
 「昆虫-無線電子デバイス融合システムにおける筋動作の in vivo 制御」 課題終了報告書

1. 研究交流課題：「昆虫-無線電子デバイス融合システムにおける」
2. 研究期間：平成 24 年 9 月～平成 28 年 3 月
3. 支援額：総額 19,499,700 円
4. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	石渡 信一	早稲田大学	教授
研究者	鈴木 団	早稲田大学	准教授
研究者	新井 敏	早稲田大学	招聘研究員
研究者	下村 俊樹	早稲田大学	修士2年生
研究者	武岡 真司	早稲田大学	教授
研究期間中の全参加研究者数		5 名	

相手側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	Hiroataka Sato	Nanyang Technological University (NTU), School of Mechanical and Aerospace Engineering (MAE)	Assistant Professor
研究者	Ferdinandus	NTU, MAE	Project Officer / MEng Student
研究者	Vo Doan Tat Thang	NTU, MAE	PhD Student
研究者	Cao Feng	NTU, MAE	PhD Student
研究者	Li Yao	NTU, MAE	PhD Student
研究者	Le Duc Long	NTU, MAE	Undergrad Student
研究者	Tnee Chin Kit	NTU, MAE	Undergrad Student
研究者	Tay Yong Wei Kevin	NTU, MAE	Internship student from Victoria Junior College high school
研究期間中の全参加研究者数		8 名	

4. 研究・交流の目的

本研究は、生きている昆虫に無線電子デバイスを装着した融合システムを構築することを最終的な目的とした。そのために、日本側の光学顕微鏡技術と、シンガポール側の昆虫の解剖や外科的処置、そして電機デバイスに関する知見とを交流させ、昆虫の筋肉を蛍光ラベルし、筋肉のダイナミックな活動状態を、昆虫が生きたまま、光学顕微鏡を用いて観察、計測できる方法を確立することを目標とした。

5. 研究・交流の成果

5-1 研究の成果

シンガポール側のバイオエレクトロニクス制御技術と日本側の生体顕微技術・筋生理手

法を組み合わせ、双方の研究チームが相互補完的に取り組むことで研究を遂行した。

当初の計画の通り、昆虫が生きたまま、蛍光ラベルした脚の筋肉を日本側の準備した蛍光顕微鏡を用いてイメージング (*in vivo* イメージング) する手法を開発した。これを用いることで、シンガポール側の開発してきた電気刺激手法を受けた筋肉について、細胞内のカルシウム濃度変化が *in vivo* イメージングによって検出できることを日本、シンガポールの共同で示した。

さらに無線操作される昆虫個体の生体各部位の活性を詳細にモニタリングすることを目的として、生きた昆虫個体の活動に伴う温度変化を、赤外カメラでは検出できない空間精度で計測する技術の開発に着手した。これは日本側がこれまでに開発してきた温度計測技術を基盤とし、日本側およびシンガポール側が共同で進めた。現在までに、成果は査読付学会プロシーディングス (採択率 20%)、および国際誌に掲載され、*Front Cover* としてハイライトされた。また、外部からの温熱刺激で昆虫個体の歩行や飛翔をダイナミックに制御するための脂質ナノカプセルを用いた技術も開発し、国際共著論文として報告した。

5-2 人的交流の成果

本研究期間を通して、シンガポール側の研究者が早稲田大学の在シンガポール研究機関である早稲田バイオサイエンスシンガポール研究所 (WABIOS) に常駐して研究活動を行った。さらにシンガポール側研究代表者は週一回、WABIOS を訪れて議論を行っていた。これにより、研究交流が当初の予定と比べ飛躍的に進んだ。日本においても本プロジェクトに関わる研究を展開し、シンガポール側研究者と共に新たな手法を取り入れることで、共同実験が加速的に進展した。結果として、当初に計画していた以上の交流機会を得た。

6. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記事項
論文	Ferdinandus, Satoshi Arai, Shin'ichi Ishiwata, Madoka Suzuki, Hirotaka Sato, Oral dosing of chemical indicators for <i>in vivo</i> monitoring of Ca ²⁺ dynamics in insect muscle, <i>PLoS ONE</i> , 10 (1), e0116655 (2015), DOI: 10.1371/journal.pone.0116655	共著
論文	Satoshi Arai, Ferdinandus, Shinji Takeoka, Shin'ichi Ishiwata, Hirotaka Sato, Madoka Suzuki, Micro-thermography in millimeter-scale animals by orally-dosed fluorescent nanoparticle thermosensors, <i>Analyst</i> , 140 , 7534-7539 (2015) (Inside front cover), DOI: 10.1039/C5AN01287B	共著 表紙採択
論文	Satoshi Arai, Chi-Lik Ken Lee, Young-Tae Chang, Hirotaka Sato, Keitaro Sou, Thermosensitive nanoplatfoms for photothermal release of cargo from liposomes under intracellular temperature monitoring, <i>RSC Adv.</i> , 5 , 93530-93538 (2015), DOI: 10.1039/C5RA19729E	共著
論文	Ferdinandus, Satoshi Arai, Shin'ichi Ishiwata, Madoka Suzuki, Hirotaka Sato, Self-calibrated fluorescent thermometer nanoparticles enable <i>in vivo</i> micro thermography in millimeter scale living animals, <i>IEEE Transducers</i> , Alaska, USA, June 21-25, 2015 (acceptance rate, 20%)	共著 (採択率 20%) 査読付き
特許	Filing (出願)、"非公開"	共同出願