

未来社会創造事業（探索加速型）
「顕在化する社会課題の解決」領域
終了報告書（探索研究）

令和3年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:梅津 信二郎]

[早稲田大学 理工学術院 創造理工学部・教授]

[研究開発課題名:災害時にアクセスが困難な場所における
生存者発見のための超環境適応ミニロボティクスシステム]

実施期間：令和3年10月1日～令和6年3月31日

§1. 研究実施体制

(1)「梅津」グループ(早稲田大学)

① 研究開発代表者:梅津 信二郎 (早稲田大学創造理工学部総合機械工学科 教授)

② 研究項目

- ・独自 3D プリンタを活用した、ミニロボット用装着デバイスの開発・改良(佐藤 G と共同)
- ・ペロブスカイト太陽電池の開発
- ・ミニロボットを活用した農業支援(佐藤 G と共同)
- ・ゴキブリの AI 判定
- ・市民対話(全グループ)
- ・ミニロボットの実証実験
- ・飼育環境の整備

(2)「福田」グループ(理化学研究所)

① 主たる共同研究者:福田 憲二郎 (理化学研究所創発物性科学研究センター 専任研究員)

② 研究項目

- ・有機太陽電池の開発・改良
- ・有機太陽電池を搭載した昆虫ミニロボットの特性試験

(3)「佐藤」グループ(シンガポール南洋理工大学)

① 主たる共同研究者:佐藤 裕崇 (シンガポール南洋理工大学機械航空学科 教授)

② 研究項目

- ・ミニロボット用装着デバイスの開発・改良
- ・有機太陽電池を搭載した昆虫ミニロボットの特性試験

§2. 研究開発成果の概要

災害現場での生存者の探索や農作物の病害食害発見への利用が可能なミニロボットを開発することが、本研究の目的である。これを達成するために、実際の使用を模擬した研究室内実験環境と研究室外実験環境を設けた上で、装着デバイスを改良しながら、ミニロボットの実験を実施した。また、視認しにくくすることで、社会受容性が向上することを把握したので、ミニロボットに人工翅を設けた。この人工翅を転倒時に広げることによって、ミニロボットが転倒した際に、起き上がれる機構にした。さらに、人工翅に孔を設けることによって、重心を下げた。この改良により、坂からミニロボットを転がした際に転倒するケースが大幅に減った。また、ミニロボットは、災害時には長時間に亘る探索活動を、平時には長期間に亘ってのモニタリングを行うことから、エネルギーハーベスティングデバイスの搭載が必要となる。そこで、ミニロボットの背部に設置可能な超薄膜の太陽電池を開発した。繰り返し充電と放電(ミニロボットの行動制御)が可能なることを論文として報告した。このミニロボットに関しては、申請者らが本研究を通じて必要な要素技術を開発することで、長時間駆動が可能となり生存者発見の可能性が示されたことから、市民対話やマスメディアでの技術紹介をする機会が激増した。マスメディアから小規模講演会までを対象とした活動を行うことによって認知度を上げる計画を立て、計画通りに実施できた。また、地震、農業、インフラチェックなどといった応用事例にあわせて、最適デザインがそれぞれ異なるが、開発済みの要素技術とバックパックの小型化、関連する AI 技術の構築によって対応可能である。

【代表的な原著論文情報】

1. New Metal–Plastic Hybrid Additive Manufacturing for Precise Fabrication of Arbitrary Metal Patterns on External and Even Internal Surfaces of 3D Plastic Structures, K Song, Y Cui, T Tao, X Meng, M Sone, M Yoshino, S Umezu, H Sato, *ACS Applied Materials & Interface*, **14** (41), 46896–46911 (2022).
2. Modified polymer 3D printing enables the formation of functionalized micro-metallic architectures, ATK Perera, K Wu, WY Wan, K Song, X Meng, S Umezu, Y Wang, H Sato, *Additive Manufacturing*, **61**, 103317 (2022).
3. Integration of body-mounted ultrasoft organic solar cell on cyborg insects with intact mobility, Y Kakei, S Katayama, S Lee, M Takakuwa, K Furusawa, S Umezu, H Sato, K Fukuda, T Someya, *npj Flexible Electronics*, **6** (1), 78 (2022).