


# サイボーグ昆虫が群れとなって協調移動する 制御アルゴリズムを新開発

情報科学研究科 バイオ情報工学専攻

教授 若宮 直紀


<https://researchmap.jp/wakamiya>


## 研究の概要

サイボーグ昆虫は昆虫に小型の電子装置を取り付けたもので、災害時の救助活動、環境モニタリング、インフラ点検などさまざまな分野での活躍が期待されています。これまで、サイボーグ昆虫の群れが協調作業するためには一匹一匹に対して個別に指示を与える必要があり、非効率で不安定でした。若宮教授は、小蔵正輝教授（広島大学大学院先進理工系科学研究科）、佐藤裕崇教授（南洋理工大学機械航空学科）とともに、障害物が多く移動が困難な地形を多数のサイボーグ昆虫が群れとなって協調し移動するための新しい制御アルゴリズムを開発しました。

制御アルゴリズムはツアー旅行でガイドが最小限の指示によって参加者を導く様子に着想を得ており、複数のサイボーグ昆虫が一匹のリーダーサイボーグに従って行動するため、リーダーに指示を与えるだけで障害物の多い砂地を自由自在に群れとして移動することができます。10回の実験の全てで20匹のサイボーグ昆虫が群れとなってゴールに到達しました。

## 研究の背景と結果

災害時における迅速な救助活動や環境のモニタリング、都市インフラの点検など様々な場面でロボットの活用が求められています。しかし、従来のロボットは大きく、動きに制限があり、また、電池の持ちが悪いことなどから、狭い場所や複雑な地形での長時間の作業が難しいという課題がありました。そこで小型で自由に動き回ることの出来る昆虫に小型の電子装置を取り付けた「サイボーグ昆虫」の活躍が期待されています。本研究では、従来のように一匹一匹に対して個別に詳細で複雑な指示を与えずとも、多数のサイボーグ昆虫が群れとなって協調動作することのできる簡易で柔軟な新しい制御アルゴリズムを開発

しました。

この制御アルゴリズムでは、サイボーグ昆虫達がリーダーの役割を果たす一匹のサイボーグ昆虫に誘導され、群れとなってゴールを目指します。それぞれのサイボーグ昆虫はロボットのように完全に制御されているのではなく、多くの場合、自由に動いていますが、他のサイボーグ昆虫からはぐれないように時々移動する方向を変えるように制御されます。また、それぞれのサイボーグ昆虫に搭載された電子装置に組み込まれた制御アルゴリズムは周囲の状況にもとづいて制御を行うため、集中管理も必要としません。

マダガスカルゴキブリを用いた実証実験では、通常の小型ロボットには移動の難しい、砂地に障害物や丘がある未知の環境において、20匹のサイボーグ昆虫が群れとなって移動しゴールに到達する様子を確認しました。提案した制御アルゴリズムにより、制御の回数を半分程度に抑えてサイボーグ昆虫を自由に行動させることで、複雑な地形を柔軟に移動できるだけでなく、従来のアルゴリズムにおいて問題であったマダガスカルゴキブリ同士の「もつれ」を解消することができました。また、障害物に引っかかったサイボーグ昆虫や転倒したサイボーグ昆虫を他のサイボーグ昆虫が誘導、助け起こしをする様子も確認されました。

このように、提案した制御アルゴリズムでは、昆虫が生まれながらに持つ自然な動きを活用することで、高い柔軟性と効率性をもつサイボーグ昆虫の群れを実現することができました。

## 研究の意義と将来展望

本研究成果は、サイボーグ昆虫の群れが人を助け社会で活躍するための基盤を築くものです。今後、様々な分野において、サイボーグ昆虫が人と協働、活動することで、私たちの暮らしがより安心、安全になることが期待されます。



複数のサイボーグ昆虫が一匹のリーダーサイボーグに従って群れ移動するイメージ図



実際の実験の様子。手前がリーダーとなるサイボーグ昆虫

特許

論文

Bai, Yang; Tran, Ngoc Phuoc Thanh; Nguyen, Huu Duoc et al. Swarm navigation of cyborg insects in unknown obstructed soft terrain terrain. Nature Communications. 2025, 16, 221. doi: 10.1038/s41467-024-55197-8

参考URL

<https://www.waka.ist.osaka-u.ac.jp/>

キーワード

サイボーグ昆虫、群れ、制御、アルゴリズム