

令和 1 年 10 月 23 日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201980102

氏 名 庄司一貴

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 ジョージア州アセンズ (国名 アメリカ)
2. 研究課題名 (和文) : 集団意思決定におけるダイナミックネットワーク上での情報共有プロセスのロバスト性
3. 派遣期間: 平成 令和 1 年 6 月 1 日 ~ 平成 令和 年 10 月 21 日 (143日間)
4. 受入機関名・部局名: Odum School of Ecology, University of Georgia
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

■ARトラッキングシステムの構築

蟻の巣内の行動と個体間相互作用だけでなく、巣の外のアリーナ上や、引っ越し先などのすべてで個体の行動を自動追跡するシステムを構築した。このシステムでは6台のエリアスキャン産業カメラ画像を合成し、最大2億4000万画素の画像を毎秒数FPSで取得することができる。このシステムを用いることで最大30cm×30cmのアリーナ中の蟻に張り付けた0.8mmのARタグを読み取ることができる。ARタグの情報を読み取り、蟻の個体IDと座標、体の向き等の行動データを取得することに成功した。

■ID補完システムの構築

ARタグ内のID情報がよみとれなかった場合に備え、ARタグのID情報を、事後的に補完するシステムを構築した。ID情報が読み取れていないがタグの存在の有無自体が特定できた場合、カルマンフィルターを適用した。そして、それぞれのタグに一時的なIDを付与した。これにより、一時的なIDをもつある程度の長さのトラジェクトリー断片を取得することができる。そして、もし一度でもこのトラジェクトリー断片上で真のID情報を読み取れた場合、一時的IDを、すべて真のID情報に書き換えた。これをすべてのトラジェクトリー断片上でくりかえすことで、たとえフレーム中からARタグの真のID情報がよみとれなくとも、情報を補完することが可能となった。

■マイクロロボットの制御システムの構築

個体間相互作用の“ノックイン”によるネットワーク機能とロバスト性解明のために、人為的に相互作用を導入することを目指した。相互作用を人為導入するために、25mm四方の無線操縦マイクロロボットとマイクロビーズを開発した。マイクロロボットにつけた磁石で、アリーナ上の、磁石を組み込んだ3mm長マイクロビーズを操作する。そして、マイクロビーズと蟻を相互作用させることをめざした。そのために、蟻の動きに合わせてビーズを動かし、接触させるシステムの構築にとりくんだ。マイクロビーズは3日間程度巣内に静置し、コロニーの匂いをつけることで巣仲間の匂いに擬態（化学擬態）させ、巣仲間と勘違いさせた。ビーズと蟻のARタグの座標、角度とIDに基づいて、ビーズが自動的に向きを変え、一定距離以内に近づくまで、蟻を追従するシステムを構築した。これにより、巣内で蟻とロボットのプリミティブな物理的接触に基づく相互作用が可能となり、個体間相互作用の人為的な導入が可能となる。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性（1/2 ページ程度を目安に記入すること）

■研究成果発表の見通し

本研究のこれまでの研究成果の一部は、2019年12月に開催される昆虫行動ロボティクス研究会、同月に開催される応用数理学会の数理政治学研究部会にて発表予定である。また、今後さらに実験と開発を行い、2020年7月に開催される国際昆虫学会議、同年10月に開催される国際群知能会議にてプロシーディング等を発表し、国際誌への投稿を目標にしている。

■今後の研究計画の方向性

現在、アメリカで構築したシステムをダウンスケールした廉価版を日本にて構築している。この廉価版システムは自身の研究のほかに、日本国内の研究者との共同研究で活用予定である。このシステムから得られる行動ビッグデータから役割分担等を自動特定するシステム構築にも着手する。また、ロボットの動作精度を向上させるために、ロボット内部のOSの改良と動作ルールの発展に取り組んでいる。さらに、正確にロボットの動作をビーズに反映させるために、ビーズの改良にとりくんでいる。また、マイクロビーズの化学擬態の精度と効率性向上や、個体間相互作用をよりリアルに導入する方法を模索している。今後は、多個体のマイクロロボットとビーズをコロニー内に投入するつもりである。そして、最終的には、本研究を土台として、動物行動学などの生物学、群れロボットなどのロボット工学、ネットワーク科学や情報学の領域の知見を融合し、群知能解明を目指す。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと（1/2 ページ程度を目安に記入すること）

■日本の大学と研究環境について、海外にでて初めて気が付いたこと

それぞれの分野等により事情が様々とおもわれるが、自分が知る範囲で日本の大学の研究環境やレベルは巷でいわれているほど悪く、低くはなかったと、アメリカに行って初めて気が付いた。むしろ日本の方がアメリカよりも研究を進めるのによい点もあることに気が付いた。総合すると、アメリカもしくは日本であるかにこだわりすぎる必要はあまりないのかもしれないと考えた。また、アメリカの大学システムのよい点や問題点、アメリカ社会における博士学生と学位の重要性の認識の高さと待遇のよさを実際の肌感覚で知ることができた。さらに、現地の院生と接しているうちに、日本の大方の大学院生は十分アメリカでも戦えると感じた。なので、いろいろ自信がない等の理由で海外行きをためらっている後進には、行ってもまったく問題ないだろうと伝えたい。

■キャリアパスを考えるときの視野が広がった

日本国内で院生やポスドクが、特別研究員の採択の有無やつぎのポスト獲得、民間就職の難しさで疲弊していると聞く。それならば、大学院入学の時点やポスドクから海外に出て、院生のうちから給与をもらう、海外のポスドクか民間就職するのを狙って疲弊するのも手であると気が付いた。

■アメリカの研究者だけでなく、シェアハウスの各国の研究者と交流し人脈が広がった

受入先の大学の研究者やそのツテ、大学に招かれた他大学の研究者、アメリカ国内での学会参加者（日本人含む）と知り合うことができた。この他に、特に、自身の滞在先のシェアハウスに滞在していた各国の研究者（多くは教員、次にポスドク、博士学生）とも多く知り合うことができた。最終的にウガンダ、ブラジル、タイ、中国、イタリア、インド、フランス、スペイン等からの、普段は知り合えないような研究者と知り合うことができた。