The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	遠隔操縦型マルチコプタを用いた、マルハナバチの飛行形態の解明
Author(s)	伊藤, 竜朗
Citation	平成30年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2019
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/71962
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式６

申請先学部　　基礎工学部　採択番号　No.6

平成３０年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏　　名	いとう　たつろう 伊藤　竜朗	学部 学科	基礎工学部 システム科学科	学年	３年
ふりがな 共　同 研究者氏名		学部 学科		学年	年
					年
					年
アドバイザー教員 氏名	しみず　まさひろ 清水　正宏	所属	基礎工学研究科 システム創成専攻		
研究課題名	遠隔操縦型マルチコプタを用いた、マルハナバチの飛行形態の解明				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。（先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。）				

1.　研究目的

もともと昆虫の生態について興味があったが、その中でも特異な形態を示す飛行運動についてより深く掘り下げたいと思い、簡易的なシステムを用いてこれを研究室内で解析することはできないかと考えた。この解析を第一の目的として研究を進めることにした。

2.　研究方法

2.1　システム概要

マルハナバチを固定環境に置かれたテザー装置と接続し、またモニタを前方に設置する（図 1)。モニタにはマルチコプタから撮影された映像を投影し、これをハチへの視覚上の感覚刺激とする。マルハナバチの飛翔方向を接続されたトルクメータにより解析、これをマルチコプタへ CPU を通して出力することで、マルチコプタを動作させる（図 2)。そして動作中も撮影された映像がモニタに投影されることで、マルハナバチに連続した視覚刺激を与えることを可能にさせる。

図 1

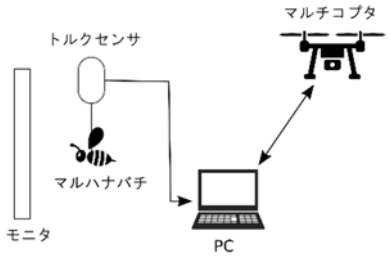
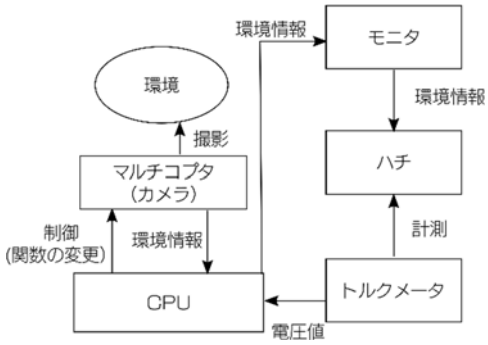


図 2



本実験では、トルクメータを用いて飛行をトレースする関数をより細かく設定した上で、マルハナバチがどういった反応を見せるのかを観察する

2.2　マルチコプタ制御

図 3

マルチコプタとして、Parrot 社の Parrot Bebop2（図 3）を用いた。これは開発者向けにオープンソースが公開されており、ROS による制御が容易となっている。また、先端にカメラ（解像度：1920×1080/フレーム：30fps）が搭載されており、これを用いてマルハナバチへの視覚刺激とする。本実験では、マルハナバチに接続されたトルクメータからの電圧値を受け取り、それによりマルチコプタに向けて動作命令を出すプログラムを、ROS を用いて作成した。カメラ撮影に関しては、あらかじめ用意されたパッケージを用いた。

トルクメータからは 2.5[V]を中心として、0～5.0[V]の範囲で電圧値が出力される。2.5[V]より値が小さい時は左旋回、2.5[V]より値が大きい時は右旋回をそれぞれマルハナバチは行っている。マルチコプタの制御は ROS に基づいているが、この際-1～1 の範囲の値を送信することで各方向の速度を調整することが可能である。移動方向とパラメータの関係を図 2.3 に示す。

	移動方向	値
前後方向	前方	0＜x≦1
	広報	-1≦x＜0
左右方向	左方	0＜y≦1
	右方	-1≦y＜0
上下方向	上方	0＜y≦1
	下方	-1≦y＜0
yaw 軸回転（z 軸に対して）	反時計回り	0＜ θ ≦1
	時計回り	-1≦ θ ＜0

表 1

これらより、トルクメータからの電圧値に基づいたマルチコプタの制御関数を作成した。ある閾値を基準に、それより値が大きければ右旋回、値が小さければ左旋回を行わせるものである。電圧値は 2.5[V]を中心とし、2.5[V]の振幅を持つので、閾値V_0=2.5、振幅 A=2.5 とした。トルク電圧値を f とし、制御関数を以下に示す。

$$\text{左右方向：} y = \frac{f - V_0}{A} * C_{crosswise} \tag{1}$$

（本実験では$C_{crosswise} = 0.5$　とした）

この制御関数をベースとして、これに対し変化を加えた際にマルハナバチがどのような行動を取るかを観察していく。

2.3　マルハナバチ

マルハナバチは走光性を持っている。これを利用し、ライトを用いて巣内部から誘導することでチューブに捕獲、その後冷凍庫内で 5～10 分間低音麻酔を施す。マルハナバチが動かなくなったのを確認した後、固定台上に設置してまち針により拘束する（図 4)。この際まち針はマルハナバチの腹部と胸部の節を挟むように使用しており、これによりマルハナバチを傷つけずに固定している。固定している際に UV 硬化型接着剤を用いてピアノ線とマルハナバチを接着した。このピアノ線は、飛行姿勢を保つようにするためマルハナバチの胸部に接着した。その後ピアノ線をトルクメータに接続し、トルクを検出できるようにした（図 5)。

図 4

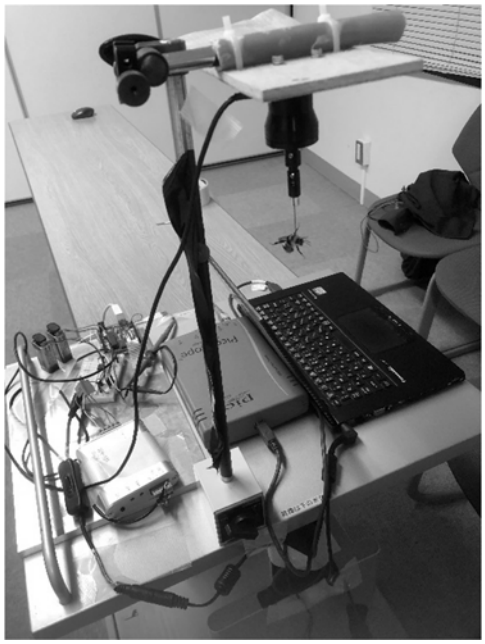


図 5

3.　実験結果

マルチコプタからの撮影映像をモニタにリアルタイムで出力し、トルクメータはマルハナバチのトルクを読み取る。そしてこのトルクからの電圧値をもとに 2.2 節の方法でマルチコプタを制御する。

前方には障害物を設置し（図６)、そこから 250cm 離れたラインよりマルチコプタを接近させた際のマルハナバチの反応を読み取るため、このシステム（図 7）を実験中繰り返し作動させる。

この結果、マルチコプタの障害物への接近に伴ってモニタ上でこれを視認したマルハナバチが回避行動を取る様子が観察され、トルクメータからの電圧の値も変化していることが確認された（図 8)。

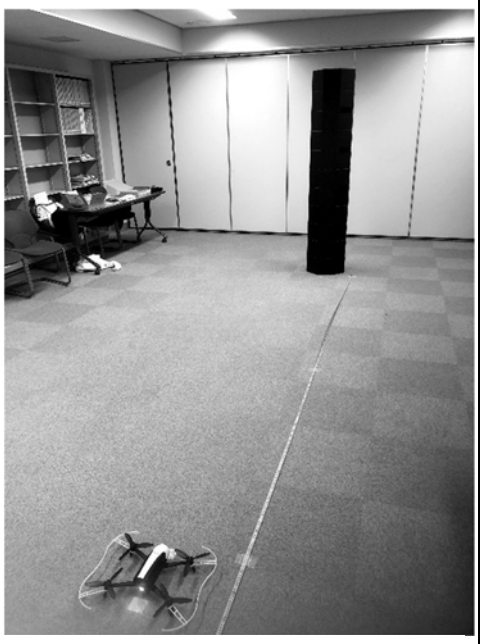


図 6

図 7

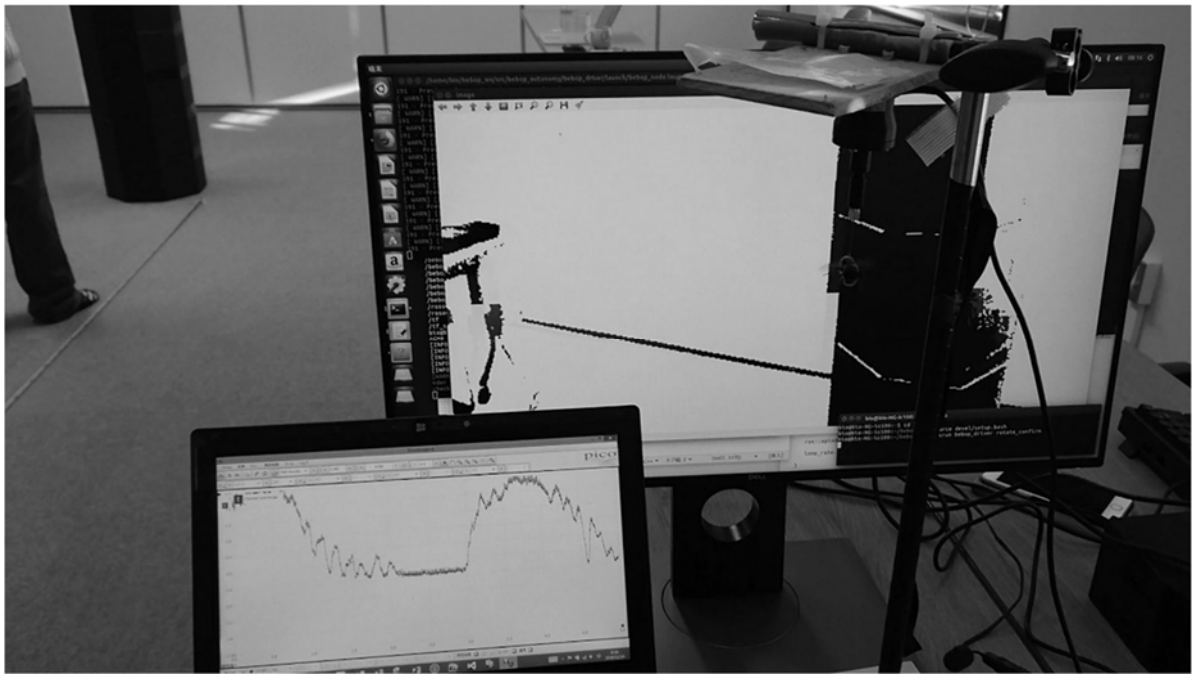


図 8

4.　まとめ

マルハナバチは通常の環境と異なる環境にも適応できることが分かった。他の昆虫にも同様のことがいえるかどうかも今後調査していきたい。これにより他の昆虫の生体解明にも寄与することができるだろう。