

令和元年6月13日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K17733

研究課題名(和文) 地上と空のカラスロボットによる擬似音声対話システムによりカラスを騙す

研究課題名(英文) Control of crow's behavior by pseudo vocal communication system by the ground and the sky crow robots

研究代表者

塚原 直樹 (Tsukahara, Naoki)

宇都宮大学・バイオサイエンス教育研究センター・特任助教

研究者番号：00712704

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：スピーカーを搭載し、ジャイロセンサー等を組み込んだ安定飛行可能なドローンを作成した。また、翼が剥製のカラス型グライダーの開発を行い、風洞実験等による飛行性能を確かめた。また、首と尾が可動し、スピーカーを搭載した剥製ロボットを作成した。それらハードに加え、ソフト面として、日本とシンガポールのカラスの鳴き声のデータセットを構築し、それらを複数のスピーカーから再生することで、カラスを任意の場所へ誘導できる可能性を示した。これらを用いて、カラスに提示したところ、カラスがロボットの間近へ接近するなど、行動を誘発できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、鳴き声とロボット等を用いることで、カラスの行動を意図的にコントロールできることの可能性を見出した。この研究成果は、カラスによる様々な被害を防ぐ手段への応用が期待される。また、情報技術を介した人間と動物の新しいインタラクション研究の端緒を開くことにつながった。さらに、ロボットを通じて、カラスを理解する装置の試作となり、動物を深く理解する手段となりうる。

研究成果の概要(英文)：A stable flight drone equipped with a speaker and incorporating a gyro sensor was created. In addition, we developed a crow type glider with a wing made of stuff, and confirmed the flight performance by wind tunnel experiment etc. Furthermore, the neck and the tail were movable, and the stuffed robot equipped with the speaker was created. In addition to these hardware, I constructed a data set of Japanese and Singapore crow calls as a software aspect. By playing their crow calls from multiple speakers, it showed the possibility that the crow could be guided to any place. When presented to the crow using these, it was possible to induce action such as the crow approaching the robot's close proximity.

研究分野：動物行動学

キーワード：カラス 行動誘発 鳥害 動物との対話

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

カラスによる農作物被害は約 23 億円ある(農林水産省 2012)他、配電トラブルや、糞害や騒音など多くの被害が報告されている。これら被害を防ぐため、様々な対策がなされているが、効果が一時的であるなど、多くが未だ解決には至っていない。一方、カラスは鳴き声をコミュニケーション手段とした社会性の高い動物である(相馬ら 2003)。例えばカラスは鳴き声をもとに、見知らぬ個体が既知の個体を判別することがわかっている(Kondo ら 2012)。よって鳴き声を用いれば、カラスの行動制御が可能となるかもしれない。

申請者は、鳴き声を使ったカラスの行動をコントロールする手法の開発を目指している。そのために、カラスの音声コミュニケーションの分析とスピーカーを用いた音声の再生による行動誘発を行ってきた。それらの手法は一定の効果は見られるものの、音声だけでは単なる脅しの域を出ず、効果の持続性に問題があることがわかってきた。その問題を解決するには、単なる脅しではなく、カラスを任意の場所に誘引させるなど、行動をコントロールする手法を開発する必要がある。そこで、申請者はカラスを騙し対話できる装置の開発を目指している。

その取り組みの一つとして、現在、「カラスを騙し対話するドローンを作りたい」というテーマでクラウドファンディングサービス academist からファンディングを受けた。その実験結果より、カラスの縄張りでの別のカラスの鳴き声を再生した場合、音源を探す、音源付近で警戒、威嚇を行うなどの行動が誘発されることがわかった。さらに、鳴き声の再生に加え、剥製を置いて同じ実験を行った。申請者は、剥製が攻撃されるなどの強い行動が誘発されることを予想したが、カラスは剥製を一瞥するのみなど、カラスの反応は弱くなってしまった。

アホウドリなどでは、デコイと呼ばれる鳥の形を模した模型を提示することにより、誘引することが可能である(佐藤ら 1998)。これはアホウドリがデコイを仲間だと認識しているため誘引を可能にしていると考えられる。しかしながら前述の我々の実験からもわかる通り、カラスの場合、模型よりもリアルな剥製を用いても同種であると認識させることができない。それはカラスの視覚が優れ(Mohammad ら 2006)、大脳に相当する箇所が他の鳥と比べ非常に大きい(Izawa ら 2007) 故に、認知能力に優れた鳥であるため、剥製を生きた同種であると認識しなかったと考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、カラス化ドローンとカラス剥製ロボットを使い、日本とシンガポールのカラスの群れの行動誘発が可能かどうか明らかにする。

カラス化ドローンの製作

空からのカラスの行動誘発の試みとして、これまで申請者らはスピーカーを搭載したドローンの開発を行ってきた。スピーカーを搭載するとドローンが安定飛行しないという課題があったが、ジャイロセンサー等を組み込むことで、ドローンの飛行を安定的に制御することが可能となり、カラスの鳴き声を発するドローンの開発に成功している。本研究では、自動操縦可能なドローンを開発する他、実際のカラスの羽などで装飾するなどカラスを模することで同種であると勘違いさせるカラス化ドローンの開発を行う。なお、日本ではドローンに対する世情が厳しいため、研究が思うように進まない。そこで、国をあげてドローン開発を推進するシンガポールを開発の拠点とする。なお、シンガポールにおいても同様に都市部におけるカラスによる騒音問題、糞害などがある。シンガポールで開発ノウハウを蓄積し、短期間で日本のカラス化ドローンを作成する。

カラス剥製ロボットの製作

カラスに、剥製を生きた同種であると認識させるためには、生体に近づける必要がある。その方法の一つとして、剥製に動きをつけることが考えられる。そこでスピーカーを搭載し、かつ、首などの一部が動く剥製ロボットを開発する。

空と地上のカラスロボットの擬似対話によるカラスの群れの行動誘発システムの構築

これまでの申請者の研究より、日本のハシブトガラスとハシボソガラス、シンガポールのイエガラスの音声コミュニケーションのパターンはある程度把握している。それらの音声パターンを、空のドローンから、地上ロボットから再生することで、実際のカラスの群れの文脈に沿った擬似的な音声対話を再現する。カラスの群れの反応を見ながら、動きや再生タイミング、音声パターンを変えることで、強い行動誘発が可能な擬似対話システムを構築する。

3. 研究の方法

カラス化ドローンの製作

ヒューマンコンピュータインタラクションが専門の末田航氏(シンガポール国立大 Research fellow)の協力のもと、最初にシンガポールで開発を行う。ドローンはマルチコプター型ではなく、滑空型を用い、より鳥に近い挙動を実現する。また、オープンソース系の自動飛行制御システム "ArduPilot" を用いることで、開発コストの圧縮を図った上で、ドローン操縦の自動化を実現する。シンガポールで蓄積したノウハウをもとに、日本での

自動操縦ドローンを作製した後、カラスの実体から採取した羽毛により装飾し、ドローンの見た目をカラスに近づける。

カラス剥製ロボットの製作

ロボティクスが専門の栗本育三郎教授(木更津高専)の協力を仰ぐ。有害鳥獣駆除で捕獲されたカラスを安楽死させ、剥製を製作する。また、安楽死後、羽をむしった状態のカラスを3Dスキャナーでスキャンを行い、3Dプリンターを用いて外部形態を復元することで、内部に機器類を搭載できる筐体を作成する(筐体の製作は、3Dスキャナー、3Dプリンターを有する木更津高専にて行う)。内部には、Bluetoothで再生可能なスピーカー及び音声信号の送受信を可能とする電子機器を搭載する他、首を動かすためのサーボやソレノイドなどの電子機器を搭載する。また、ジンバルを組み込み、首の動きを遠隔でコントロールする機構を作る。外装は電子機器を搭載した筐体に、カラスの剥製をかぶせ、カラス剥製ロボットとする。日本での開発ノウハウをもとにシンガポールで剥製をかぶせないカラス様ロボットを作製する。

空と地上のロボットの擬似対話によるカラスの群れの行動誘発システムの構築

シンガポールのイエガラスの音声パターンを1.のドローンと2.のカラス様ロボットから再生し、擬似対話を行うことで、シンガポールのカラスの群れの行動誘発を試みる。同時に日本でカラス被害に悩む農家の農地等、ドローン飛行可能な候補地をWEBサイトやメディアを通じて募集する。試験場所が決定次第、申請者が過去に明らかにした日本のカラスの音声パターンを組み込んだ1.のカラス化ドローンと2.の剥製ロボットにより、カラスの群れの行動誘発を試みる。段階的に、擬似対話に使用する音声パターンや再生するタイミング、各ロボットの動き方を試行錯誤することで、行動誘発に最も効果的な擬似対話システムを構築する。

4. 研究成果

スピーカーを搭載し、ジャイロセンサー等を組み込んだ安定飛行可能なドローンを作成した。また、翼が剥製のカラス型グライダーの開発を行い、風洞実験等による飛行性能を確かめた。また、首と尾が可動し、スピーカーを搭載した剥製ロボットを作成した。それらハードに加え、ソフト面として、日本とシンガポールのカラスの鳴き声のデータセットを構築し、それらを複数のスピーカーから再生することで、カラスを任意の場所へ誘導できる可能性を示した。これらを用いて、カラスに提示したところ、カラスがロボットの間近へ接近するなど、行動を誘発できた。

これらの成果は、日本鳥学会やVR学会などの学会発表の他、NHKや各種民放番組を始め、読売新聞や日本農業新聞等の新聞社、Yahoo!ニュースなどのWebメディアなど、日本国内の様々な媒体の他、NHK WORLDや韓国、中国などの海外のメディアなど、日本内外の数十社のメディアに取り上げられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

井本桂右、塚原直樹、永田健、末田航、ゲート付き畳み込みリカレントニューラルネットワークを用いたカラスの鳴き声の自動検出、日本音響学会学会誌、査読有、in press

〔学会発表〕(計 4件)

末田航、塚原直樹、松田美勇史、栗本育三郎、カラスと対話するプロジェクト：カラスにとってのカラスらしさの工学的再現、第23回日本バーチャルリアリティ学会大会、2018年

松田美勇史、末田航、塚原直樹、内田洋彰、栗本育三郎、Telexistence Cybernetics Crowの視覚系と剥製翼飛行系の試作、第23回日本バーチャルリアリティ学会大会2018年

塚原直樹、永田健、末田航、栗本育三郎、首と尾羽が可動する剥製ロボットをカラスは生きたカラスと認識するか?、日本鳥学会2018年度大会、2018年

門口 雅志、塚原直樹、末田航、栗本育三郎、カラスとのコミュニケーションのためのCybernetics Crowの開発 - テレグジスタンス操作システムの開発 -、第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2017

〔図書〕(計 2件)

塚原直樹：野鳥とバイオセキュリティ、高橋俊彦、中辻浩喜、森田茂 監修：ライフステージでみる牛の管理、pp.167-171、2017

塚原直樹：本当に美味しいカラス料理の本、GH出版社、pp. 88、2017

〔産業財産権〕

出願状況(計 1件)

名称：害鳥忌避装置
発明者：塚原直樹、永田健
権利者：株式会社 CrowLab
種類：特許
番号：特願 2018-226157 号
出願年：2018
国内外の別： 国内

〔その他〕

ホームページ

<http://tsukaharanaoki.net>

<https://crowlab.co.jp>

メディア出演

- 2019年3月14日 WIRED Vol.32
- 2019年3月2日 やさい畑4月号
- 2019年3月1日 中小企業NEWS
- 2019年2月28日 読売新聞
- 2019年2月15日 とちよみ
- 2019年2月11日 日本テレビ「月曜から夜ふかし」
- 2019年2月5日 下野新聞
- 2019年1月30日 朝日新聞
- 2019年1月9日 ミヤラジ「宇~太が語る！？宇大のヒミツ」
- 2019年1月7日 佐賀新聞
- 2019年1月3日 フジテレビ「ピストロアース」
- 2018年12月24日 ワールドビジネスサテライト「2018年間トレたま大賞」
- 2018年12月17日 NHK「シブ5時」
- 2018年12月12日 朝日小学生新聞
- 2018年12月7日 TBS「Nスタ」
- 2018年11月22日 とちぎテレビ「とちテレニュースLIFE」
- 2018年11月7日 ワールドビジネスサテライト「トレたま」
- 2018年11月5日 RADIO BERRY「SHINE」
- 2018年11月2日 日刊工業新聞
- 2018年10月24日 Yahoo!ニュース
- 21 2018年10月24日 とちぎテレビ
- 22 2018年10月24日 日経新聞
- 23 2018年10月24日 下野新聞
- 24 2018年10月17日 日経新聞
- 25 2018年10月12日 CRT 栃木放送「栃木の企業ホップ・ステップ・ジャンプ」
- 26 2018年10月12日 下野新聞
- 27 2018年10月11日 日刊工業新聞
- 28 2018年10月6日 ニュースイッチ
- 29 2018年10月5日 日刊工業新聞
- 30 2018年10月5日 FM 栃木「宇都宮プライド 愉快的ラジオ」
- 31 2018年10月3日 ミヤラジ「地域経済番組」
- 32 2018年9月29日 NHKBS「イグ・ノーベル賞 マジで狙ってみた」
- 33 2018年9月25日 産経新聞
- 34 2018年9月21日 下野新聞
- 35 2018年9月20日 日本テレビ「ヒルナンデス！」
- 36 2018年9月20日 NHK「おはよう日本」
- 37 2018年9月20日 山形新聞
- 38 2018年9月4日 朝日新聞
- 39 2018年8月29日 毎日新聞
- 40 2018年8月28日 読売新聞
- 41 2018年8月28日 NHK「ほっとぐんま」
- 42 2018年8月27日 NHK「首都圏ニュース」
- 43 2018年8月25日 産経新聞
- 44 2018年8月22日 NHK「とちぎ640」
- 45 2018年8月16日 日経新聞
- 46 2018年8月5日 CRT 栃木放送「NOSAI の広場」
- 47 2018年8月3日 ARD(ドイツ公共ラジオ放送) German Radio Deutschlandfund「Umwelt und Verbraucher」
- 48 2018年8月1日 テレビ東京「モーニングサテライト」

- 49 2018年7月29日 CRT 栃木放送「NOSAI の広場」
- 50 2018年7月20日 ARD(ドイツ公共ラジオ放送) German Radio Deutschlandfunk「Information am Morgen」
- 51 2018年7月5日 下野新聞
- 52 2018年6月25日 日本テレビ「月曜から夜ふかし」
- 53 2018年5月23日 福井テレビ「おかえりなさい」
- 54 2018年4月30日 中日新聞
- 55 2018年4月11日 中京テレビ「キャッチ！」
- 56 2018年1月10日 飯田エフエム放送「かざこし歳時記」
- 57 2017年12月31日 NHK「しあわせニュース」
- 58 2017年12月21日 室蘭民報
- 59 2017年12月20日 飯田ケーブルテレビ「ニュース」
- 60 2017年12月19日 日経新聞
- 61 2017年12月17日 信濃毎日新聞
- 62 2017年12月17日 秋田魁新報
- 63 2017年12月14日 中部経済新聞
- 64 2017年12月13日 高知新聞
- 65 2017年12月13日 北國新聞
- 66 2017年12月13日 東奥日報
- 67 2017年12月9日 熊本日日新聞
- 68 2017年12月4日 TBS ラジオ「森本毅郎スタンバイ！」
- 69 2017年11月22日 TBS「あさちゃん」
- 70 2017年11月21日 文化放送「斉藤一美ニュースワイド SAKIDORI！」
- 71 2017年11月14日 HBC北海道放送「今日ドキッ！」
- 72 2017年11月1日 NAVER corp.(韓国)
- 73 2017年11月1日 NHK 総合テレビ「シブ5時」
- 74 2017年10月30日 NHK NEWS WEB
- 75 2017年10月30日 NHK ラジオ第一「先読み！夕方ニュース」
- 76 2017年10月25日 NHK 総合「おはよう日本」
- 77 2017年10月24日 六時半新聞報道(中国ニュース番組)
- 78 2017年10月23日 NHK WORLD
- 79 2017年10月5日 YTN(韓国ニュース番組)
- 80 2017年10月5日 CBC ラジオ「多田しげおの気分爽快～朝からP.O.N」
- 81 2017年10月2日 東京FM「クロノス」
- 82 2017年9月26日 NUS NEWS
- 83 2017年9月20日 TBS「Nスタ」
- 84 2017年9月20日 日本テレビ「スッキリ」
- 85 2017年9月20日 河北新報
- 86 2017年9月19日 Yahoo!ニュース

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：末田 航

ローマ字氏名：Koh Sueda

研究協力者氏名：栗本 育三郎

ローマ字氏名：Ikusaburo Kurimoto

研究協力者氏名：永田 健

ローマ字氏名：Ken Nagata

研究協力者氏名：井本 桂右

ローマ字氏名：Keisuke Imoto

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。