

## 子犬かハエか:

## ドローンに対するアニマシー知覚を変容させる躰インタラクション

## Puppies or Flies?: The Training Interaction Changes the Animacy Perception of Drones

渡邊 裕太<sup>\*1</sup>  
Yuta WATANABE

大西 裕也<sup>\*1</sup>  
Yuya ONISHI

田中 一晶<sup>\*2</sup>  
Kazuaki TANAKA

中西 英之<sup>\*1</sup>  
Hideyuki NAKANISHI

<sup>\*1</sup> 大阪大学大学院工学研究科 知能・機能創成工学専攻

Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University

<sup>\*2</sup> 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系

Information and Human Sciences, Kyoto Institute of Technology

**Abstract:** This study proposes a pet robot as a new utilization of drone. A general pet robot has a cute appearance. The drone used in this study improves animacy, feeling of attachment and feeling of affinity only by interaction with participants, without relying on its appearance. In the experiment, we compared these senses in case of with a training and without a training. As a result, the training condition improved the robot's animacy, feeling of attachment and feeling of intimacy. In addition, participants felt the drone as mammals and birds in the training condition, and participants felt the drone as insects in the nontraining condition. Therefore it was suggested the difference of animacy to the drone between two conditions. Furthermore, when participants damaged the drone, we found that participants felt sorry for the drone in training condition.

## 1. はじめに

家庭向けのドローンはそのほとんどがラジコンや撮影用として用いられており、利用方法が限られている。そこで本研究では、ドローンの新しい利用方法としてペットロボットを提案する。

ドローンをペットロボットに利用することには以下の 3 つのメリットが存在する。1 つ目は、高さ方向の動きが出来ることによって行動パターンが増加し、飽きられにくくすることができることである。2 つ目は、空を飛んでいるために、部屋や階段を超えて飼い主の後ろを自由に付いていくような機能を持たせることができることである。このような機能は、空を飛ばずとも従来のペットロボットにジャンプの機能をつける、段差を越える機能をつけるなどによっても実現は可能である。しかし、同じような性質の動きをする一般的なペットロボットの価格と比較してトイドローンは安価であるという 3 つ目のメリットがある。しかし、既存のドローンは撮影に使う道具といったイメージが強く、今のままでは機械らしさが強すぎて、ペットロボットとして受け入れられることは難しいと考えられる。AIBO のような既存のペットロボットはその見た目によってアニマシーや愛着、親近感を感じさせる助けを行っているが、ドローンをそのような見た目にすることは重量の制限などにより難しい。よって本研究では、ドローンのような生物らしい見た目を持たないロボットに対して、その見た目に頼らずに、参加者とのインタラクションのみでペットのような感覚、特にアニマシーと愛着、親近感を感じさせることを目的とする。

また、被験者がドローンに対して躰という行為をすることによって、ドローンのアニマシーや愛着感、親近感が向上するのかについて調査した。躰を取り上げたのは、被験者にドローンを知的な存在であると認識してもらうためである。また、被験者がアニマシーや愛着、親近感を感じているかをアンケートによる直接的な質問だけでなく、実験終了時にドローンを叩き落してもらい、

その時の感想を調査した。

## 2. 関連研究

ドローンによるペットロボットを目指した先行研究[Hieida 2016]として、ドローンの動くスピードや加速度、高さなどによって感情を表現するというものがある。しかし、この実験で使ったドローンは短時間のみの行動であり、ペットの要素のうち感情表現のみに注目していた。

また、ドローンと人のインタラクションに対する研究として目をつけることによってドローンとの対話への抵抗が少なくなることがわかっている[Ruijten 2018]。しかし、この研究は見た目による影響に着目しており、動きについては調査されていない。また、オブジェクトやロボットのアニマシーは、目標指向性[Opfer 2003]やインタラクション[Bartneck 2009]の経験によって向上させることができるという研究報告がある。

また、ペットロボットに躰を行うことに関する研究として躰への適切な反応を表現する方法について調査した研究[Tanaka 2010]や、躰を行う方法について調査した研究[Kaplan 2002]が存在する。

以上の関連研究をふまえて、本研究では見た目に頼ることなく動きによってドローンにペットのような感覚、特にその中でも重要であるアニマシーと愛着、親近感を持たせるということを目的とする。

## 3. 実験

### 3.1 仮説

AIBO などのペットロボットには躰を行う機能が備わっている。躰という行為はペットに行うことであるので、躰をロボットに対して行うとそのロボットに対して生き物らしさや、愛着、親近感を感じると予想される。

そのため、本研究では以下の仮説を検証した。

連絡先: 中西 英之, 大阪大学大学院工学研究科  
知能・機能創成工学専攻, 06-6879-4182,  
nakanishi@ams.eng.osaka-u.ac.jp

**仮説:**ドローンのような生き物らしい見た目を持たないロボットに嫉を行うことによって、そのロボットに対して感じるアニマシーや愛着、親近感が向上する。

### 3.2 実験環境

図 1 に実験の環境を示す。本実験では RYZE 社の Tello (図 2) を用いた。Tello は、ペットロボットとして受け入れられやすいと考えられる大きさのドローンの中で最も操作性が高かった。そのため、このドローンを採用した。

また、実験は WOZ 法で行ったため、実験室内の 2 か所にカメラを設置し、被験者から見えない位置にいる実験者がその映像を確認して遠隔地からドローン进行操作していた。図 1 に示す 2 枚の写真はこのカメラから撮影したものである。

ドローンをペットとして飼うことを想定して、室内には棚や机、服掛け、カレンダーを設置し、家の一室を再現した。また、棚にはぬいぐるみと風船を設置した。また、安全性の確保と、被験者がドローンに対して恐怖感を抱きすぎないために、ドローンと床を糸で繋ぎ、被験者の足元を一段高くした。



(a) 被験者後方から見た部屋の様子

(b) 被験者前方から見た部屋の様子

図 1 実験環境



図 2 ドローンの見た目

### 3.3 実験内容

#### (1) 要因・条件

3.1 で述べた仮説を検証するために、部屋の中でのドローンとの触れ合いの中で、ドローンに嫉を行うということを要因とし、以下の 2 つの条件を設定した。

**嫉あり条件:**この条件では被験者に対して、ドローンに、風船が割れると危険であるため風船に近づいてはいけないということを教えてあげてくださいと伝えて、ドローンに嫉を行ってもらう。

**嫉なし条件:**この条件では被験者に対して、風船に関する説明を行わなかったため被験者はドローンに嫉を行わなかった。

本実験では、一方の条件を体験してしまうともう一方の条件に対する印象が変わってしまうため、嫉あり／なし条件でそれぞれ異なる被験者で体験してもらった。また、実験中のドローンの軌跡を図 3 で示す。上下は同じ条件でのドローンの軌跡であるが、条件内に大きな差は見られない。また、嫉あり条件では被験者の行動に関わらず、ドローンは実験開始

から 3 分の間に、4 回だけ風船に向かうようにした。これは、予備実験にて、4 回以上ドローンが風船に向かった場合、ドローンがいうことを聞いてくれなかったと感じる被験者がいたためである。また、被験者がドローンに対して風船に近づいてはいけないということを教えることが出来たと思ってもらうために、始めの 2 回は素早く、残りの 2 回はゆっくりと向かうようにした。

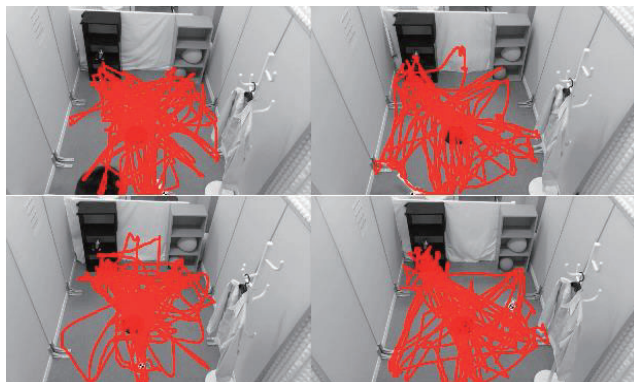


図 3 実験中のドローンの軌跡(左：嫉なし、右：嫉あり)

#### (2) 事前練習及び実験の案内

実験を行うにあたり、被験者に実験の説明を十分に理解してもらえるように事前練習と本番の 2 回に分けた。事前練習では以下の案内を行った。

・【嫉条件のみ】レーザーポインタを使って、ドローンに風船が割れると危険なので風船に近づいてはいけないことを教えてあげてください。

・ドローンが自分に接近しないようにしてください。

(ドローンはレーザーポインタの光を当てられると、逃げて中央に戻るよう動きます)

・実験終了の時間になりましたら、呼び鈴にてお知らせしますので、棒でドローンを叩き落として停止させてください。

嫉による影響のみを調べるために、例えば「ドローンを追い払ってください」のようなアニマシーを感じさせる表現を避けた。被験者に実験の説明を十分に理解してもらうために、上記の案内を書いた紙は事前練習時に被験者に配り、口頭でも確認した。また、事前練習時にはレーザーポインタに対するドローンの反応を被験者に確認してもらった。事前練習は 30 秒程度行った。

#### (3) 実験内容

ドローンは、室内にある風船やぬいぐるみ、被験者に対して向かっていくように行動した。これは、目標指向性によってアニマシーを感じさせるためである[Opfer 2003]。ドローンは、レーザーポインタの光を被験者に当てられると中央に戻るよう行動した。また、どちらの条件においても被験者の行動に関わらず、実験終了までの 6 分間の間に 10 回だけ被験者に向かった。また、嫉あり条件のみにおいて、実験開始から 3 分間に素早く 2 回、ゆっくりと 2 回風船に向かった。実験終了の 6 分経った時点で呼び鈴を鳴らし、ドローンを叩き落してもらった。被験者が弱く叩いたときは自動で停止しない恐れがあるため、棒でドローンに接触した時点で着陸を行った。

#### 3.4 被験者

本実験には我々のキャンパス周辺に住む 18 歳から 24 歳までの大学学部生 20 名(男性 10 名、女性 10 名)の被験者が参加した。各条件で 10 名ずつ(男性 5 名、女性 5 名)に体験してもらった。

### 3.5 アンケート

実験後にアンケートを実施し、それを実験の評価として用いた。本実験の調査対象はドローンへの馴れが被験者に与える影響である。しかし、ドローンの見た目や動きそのものの印象が仮説に対応する質問に影響を及ぼす可能性が考えられる。そのため、アンケートでは、ドローンの見た目や動きそのものに対する質問、そして仮説に対応する質問を設定した。ドローンの見た目や動きそのものに関する質問は以下の4項目である。

- ・ Q1 ドローンの見た目にたいして(不快に/快く)思った。
- ・ Q2 ドローンの動きを見て(遠隔地から操作されている/自動的に動いている)と思った。
- ・ Q3 ドローンの動きを見て、ドローンに意図があるように感じた。
- ・ Q4 ドローンの動きを見て、ドローンに恐怖感を感じた。

Q1, Q2 の質問では、SD 法を用いた。各質問は 7 段階で設定しており、Q1 では 1:非常に不快に思った、4:どちらともいえない、7:非常に快く思ったに対応させた。また、Q2 では 1:完全に遠隔地から操作されていると感じた、4:どちらともいえない、7:完全に自動的に動いているに対応させた。それ以外の項目では 7 段階のリッカート尺度を用いた。各質問項目において 1:全くあてはまらない、4:どちらともいえない、7:非常によくあてはまるに対応させた。また、仮説に対応する質問は以下の3項目である。

- ・ Q5 ドローンの動きを見て生き物らしさを感じた。
- ・ Q6 ドローンの動きを見て、ドローンに愛着を感じた。
- ・ Q7 ドローンの動きを見て、ドローンに親近感を感じた。

また、実験を進める過程でさらに差が見られると予想される項目が見つかったため、以降の質問を追加した。そのため以降の質問項目では被験者数が少なくなっている。インタビューの結果、条件間でドローンに感じる生き物らしさの種類に違いが見られた。そこで、以下の4項目の質問を追加した。

- ・ Q8 今回の実験で用いたドローンを犬や猫などの哺乳類のように感じた。
- ・ Q9 今回の実験で用いたドローンを鳥のように感じた。
- ・ Q10 今回の実験で用いたドローンを熱帯魚のように感じた。
- ・ Q11 今回の実験で用いたドローンを虫のように感じた。

また、ドローンを機械として認識して壊れないかに対して抵抗を感じている被験者と、愛着や親近感から抵抗を感じている被験者がいることがインタビューによりわかったため、以下の2項目の質問を追加した。

- ・ Q12 ドローンが壊れないか心配になり、ドローンを叩き落として停止させることに抵抗を感じた。
- ・ Q13 ドローンがかわいいそうだと思う、ドローンを叩き落として停止させることに抵抗を感じた。

また、馴れあり条件において、被験者が馴れを行うことができたと感じたかを以下の質問を設定した。

- ・ Q14 ドローンが風船に近づいてはいけなと理解したと感じた。

回答に影響を与えないようにするために、Q1-Q7, Q8-Q14 の 2 回に分けてアンケートを行った。すべての質問項目には自由解答欄を用意し、被験者にスコアを付けた理由を記入してもらった。また、アンケート終了後に点数を付けた理由についてインタビューで尋ねた。

### 4. 結果

実験結果を図4に示す。棒グラフは各項目のスコアの平均値を表し、エラーバーは標準誤差を表す。分析は対応のない t 検

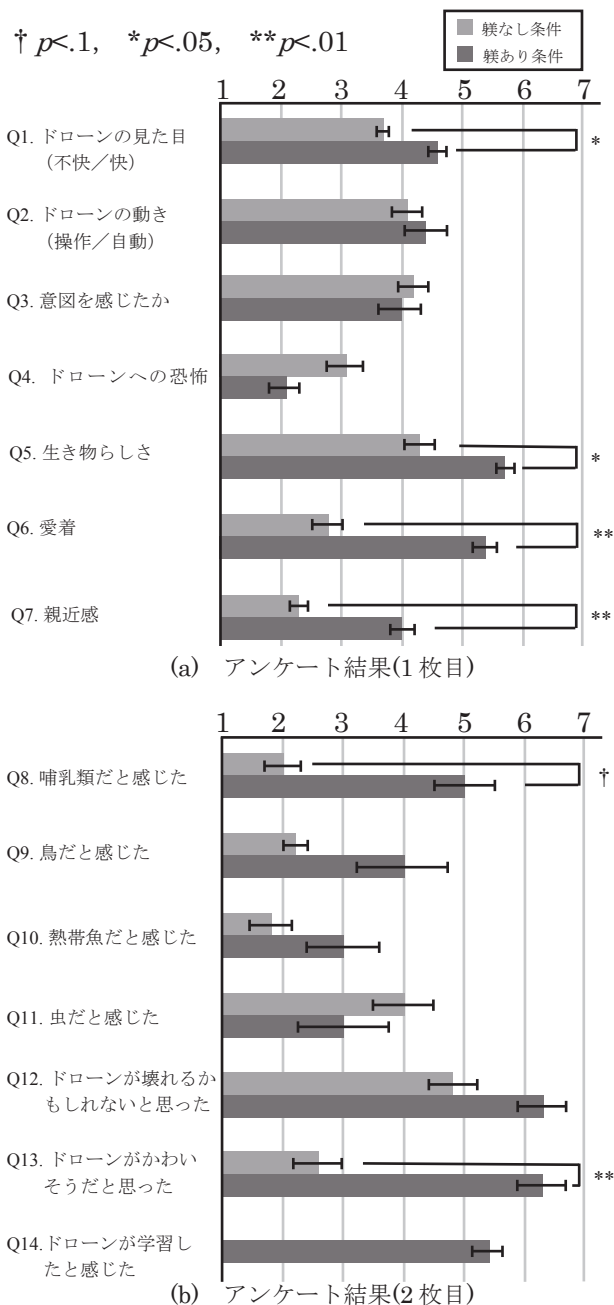


図4 アンケート結果

定を用いた。アンケート結果より、Q1 のドローンの見た目の項目で馴れあり条件が馴れなし条件よりもスコアが有意に高くなった ( $t(18)=2.62, p<.05$ )。Q2 ドローンの動き Q3 ドローンの意図 Q4 ドローンへの恐怖感の質問項目において有意な差は見られなかった。仮説に対応する Q5 生き物らしさ ( $t(18)=2.59, p<.05$ )、Q6 愛着 ( $t(18)=4.00, p<.01$ )、Q7 親近感 ( $t(18)=3.60, p<.01$ ) の質問項目において、馴れあり条件が馴れなし条件よりもスコアが有意に高くなった。このことから仮説が支持されることが分かった。また、生き物らしさを詳しく調べた結果、Q8 ドローンを哺乳類だと感じた、の質問項目で馴れあり条件と馴れなし条件のスコア間に有意傾向が得られた ( $t(7)=2.14, p<.1$ )。また、ドローンを叩き落す事への抵抗を確認した質問項目では、Q13 ドローンがかわいいそうだと感じた、の質問項目で馴れあり条件が馴れなし条件よりもスコアが有意に高くなった ( $t(10)=3.26, p<.01$ )。また、インタビューにてドローンがかわいいそうだと感じた被験者は馴れありで 6 人、馴れなしで 1 人確認された。

## 5. 考察

Q4 において、条件間で統制が取れていることが確認されたが、Q1 においては躰を行った条件でよりドローンを快く思ったことが確認された。実際には条件間でドローンの見た目に差はなかったにもかかわらずアンケートの回答に差が確認されたのは、ドローンに躰を行ったことでアニメシーや愛着、親近感を感じた場合には、ドローンへの印象が好意的になっており、その影響で見た目に對しても快く思った被験者がいたと予想される。また、どちらの条件においても平均値は 4 に近い値を示しており、インタビューにおいてもドローンの見た目に對してアニメシーを感じたということは確認されず、見た目からアニメシーや愛着、親近感を感じさせることはなかった。

Q2, Q3 において、条件間で統制が取れていることが確認された。また、平均値はどちらの条件、質問においても 4 に近かったが、実際のペットロボットは自動的に意図をもって動いているという認識であると考えられるため、今後は案内の言葉などによって、ドローンが自動的に動いているという印象を持たせるように改善する必要がある。

また、Q5, Q6, Q7 の結果から、躰あり条件が躰なし条件よりもドローンに對しての生き物らしさ、愛着、親近感が高くなっていることが確認された。しかし、親近感の質問において、躰ありの条件においても平均値が 4 の近くとなっていた。このため、ドローンを家族の一員として受け入れるほどの強い愛着を持ったわけではなかったことが分かる。今後、躰以外の他の要素を付け加えることによってこの値を向上させていく必要がある。また、生き物らしさについての質問の自由解答欄において、躰あり条件を行った被験者はドローンが子犬やペットのように感じたとの回答が多く見られ、また躰なし条件を行った被験者はドローンがハエや蚊のように感じたとの回答が多く見られた。Q8-Q11 は、質問を行った被験者数が少ないため正確な議論はできないが、躰あり条件においてドローンを哺乳類だと感じる傾向があることが示唆された。

同様に、Q12, Q13 においても被験者数が少ないため、正確な議論はできないが、躰を行うことでドローンがかわいそうだと思う、叩き落すことに抵抗を感じる傾向があることが示唆された。抵抗を感じた理由をインタビューにて確認したところ、ドローンに愛着を持っていたために抵抗を感じたという回答が多く挙げられた。このことから、被験者は躰を行うことでドローンに愛着を持っていたことが示される。

また、躰あり条件のインタビューにて、ドローンへの生き物らしさを感じた理由として、実験室内の風船やぬいぐるみ、服などに向かつて動いていたからという回答が多かった。この結果は関連研究の結果[Opfer 2003]と一致しており、目標指向性がアニメシーを強化するということが確認された。しかし、ドローンはどちらの条件でも同じような行動をとっていたにもかかわらず、躰を行った被験者からこの意見が多くでた。これは、躰を行うときに、より注意深くドローンを観察するようになったためであると考えられる。また、ドローンに躰を行い、言うことを聞いてくれたと感じたために、ドローンを知的な存在であると感じたために、ドローンがただランダムに動いているのではなく、実験室内の風船やぬいぐるみ、服などに向かつて動いていると感じたのだと考えられる。

また、本研究ではペットらしさの要素としてアニメシーや愛着、親近感による評価を行っていたが、インタビュー時にペットロボットとして飼う事が出来るかという質問を行ったところ、ドローンに對してその 3 つの評価が高かった被験者においても、騒音や安全性からペットロボットとして飼う事には少し抵抗を感じるという意見が存在した。そのため、今後は質問項目にペットロボッ

トとして飼うことができると感じたかについての質問を追加し検証する。

また、本研究では実験者がドローンを操作していたため、被験者や風船に向かう回数を決めるなどの注意を払い、実験間で動作に差が発生しないようにしていたが、意図せず差が発生している可能性がある。そのため、今後はモーションキャプチャの技術などを用いてドローンの動きを自動化させる必要がある。

## 6. おわりに

本研究では、ドローンのような見た目に生き物らしさを持たないロボットに對して、ペットのような感覚、その中でも特にアニメシーや愛着、親近感を持たせることを目的とした。実験では、躰の有無を要因とした 2 条件で比較した。

実験の結果、躰あり条件では、躰なし条件と比較して、ドローンへのアニメシー、愛着、親近感を強く感じるということが明らかとなった。これは、実験終了時に行ったドローンを叩き落とすという行為を行ったときの抵抗感からも確認された。また、ドローンの見た目に差はないにもかかわらず、躰あり条件では、躰なし条件と比較して、見た目を快く思っていることが確認された。また、どちらの条件でも目標指向性によるアニメシーの表現を行っていたが、躰ありの条件でよりその行動が被験者に気づかれていた。また、ドローンに感じるアニメシーの種類には差があり、躰あり条件では子犬のように知性がある生き物として認識され、躰なし条件ではハエのように知性がない生き物として認識された。本研究の結果はドローンに限らず、生き物らしい見た目を持たせることが困難な全てのロボットに對して適用することが出来る。

## 謝辞

岡田宙士氏、金子翔氏には、被験者実験にご協力頂きまして、心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [Bartneck 2009] C. Bartneck, D. Kulic, E. Croft and S. Zoghbi: Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots, *International Journal of Social Robotics*, Vol. 1, No. 1, pp. 71-81, 2009.
- [Hieida 2016] C. Hieida, H. Matsuda, S. Kudoh and T. Suehiro: Action Elements of Emotional Body Expressions for Flying Robots, *International Conference on Human Robot Interaction*, pp. 439-440, 2016.
- [Kaplan 2002] F. Kaplan, P. Y. Oudeyer, E. Kubinyi and A. Miklosi: Robotic Clicker Training, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 38, No. 3-4, pp. 197-206, 2002.
- [Opfer 2003] J. E. Opfer: Identifying Living and Sentient Kinds from Dynamic Information: The Case of Goal-Directed Versus Aimless Autonomous Movement in Conceptual Change, *Cognition*, Vol. 86, No. 2, pp. 97-122, 2003.
- [Ruijten 2018] P. A. M. Ruijten. and R. H. Cuijpers.: If Drones Could See: Investigating Evaluations of a Drone with Eyes, *International Conference on Social Robotics*, pp. 65-74, 2018.
- [Tanaka 2010] K. Tanaka, M. Ozeki and N. Oka: The Hesitation of a Robot: A Delay in Its Motion Increases Learning Efficiency and Impresses Humans as Teachable, *International Conference on Human Robot Interaction*, pp. 189-190, 2010.