

躑インタラクションによる 非生物型ロボットへのペットらしさの付与

渡邊裕太^{†1} 大西裕也^{†1} 田中一品^{†2} 中西英之^{†1}

概要: 本研究の目的は、非生物的な見た目であり非生物的な動作を行うロボットをインタラクションのみでペットのように感じさせることである。本研究では、非生物型のロボットの中でもドローンを用いて実験を行った。これは、ドローンが持つ動きの多様性と機動性によって、一般家庭においても人を支援することが期待されるためである。また、知性と生き物らしさに相関があるという知見から、ペットに対してよく行われる行為の中で躑に着目し、躑の有無を要因とした2条件をアンケート、インタビューによって比較した。その結果、躑あり条件の被験者は、躑なし条件の被験者よりも、生き物らしさを感じることを示唆された。さらに、生き物らしさの種類に違いが見られ、騒音によって虫のように感じられていたドローンのことを、躑あり条件の被験者は哺乳類のように感じた。また、躑あり条件ではドローンの愛着、親近感が向上した。さらに、被験者が実験終了時にドローンを叩き落したとき、躑あり条件の被験者は、ドローンがかわいそうだと思って叩き落すことに抵抗を感じたことが分かった。

1. はじめに

近年、日常生活において人の生活を支援する自律したロボットが活躍し始めている。そのようなロボットは、その機能に応じた形状をしているため、非生物型である場合がほとんどである。そのような非生物型のロボットは、ペットのように大切に扱ってもらえるとその機能を発揮しやすくなることが予想される。例えば、お掃除ロボットをペットのように扱う人には、丁寧に手入れしたり、通り道を遮らないように片づけたり、万が一何かにひっかかっても直ぐに助けてあげる等の行動が見られるようだ。どのような機能を持つロボットであってもユーザに生き物らしいと感じさせ、ペットのように愛着を持たせることができれば、そのロボットを大切に長く使ってもらえるようになるかもしれない。ペットロボットに関する先行研究では、ロボットへのタッチインタラクション[1]などについて研究されている。これらの研究では、生物学的な見た目をもったロボットを用いており、ユーザがそれぞれのインタラクションに対して、ロボットにどのような印象を感じるのかを明らかにすることを目的としている。一方、本研究の目的は、非生物的な見た目であり非生物的な動作を行うロボットを、インタラクションのみでペットのように感じさせることである。また、日常生活において人の生活を支援する自律したロボットは、人の住空間と同じ場所で動くため、本研究では熱帯魚や爬虫類のように見て楽しむペットではなく、犬や猫のような人と同じ住空間で飼われるペットのように感じさせることを目指す。

本研究のアイデアはロボットに躑を行うことである。本研究における躑とは、社会のなかで人間と共に暮らすにあたり、守らなければならないルールやマナーを相手に教えて学習させるということである。ロボットの持つ知性と生

き物らしさの間には相関があるという知見[2]から、ユーザがロボットに躑を行い、学習様子を見ることで、ロボットに知性を感じ、生き物らしさを感じる事が予想される。さらに、躑はペットに対してよく行われる行為の1つであるため、ユーザはロボットに対しても何らかの躑を行うことで、そのロボットが非生物型であっても、ペットのように感じる可能性があると考えた。

非生物型のロボットとして、撮影等の用途で活躍しているドローンに着目した。ドローンはお掃除ロボットのような2次元的な動きだけでなく3次元的で素早い動きをすることが可能である。その動きの多様性と機動性を活かし、子どもや高齢者の様子を確認する用途や、ものを運ぶ用途など、将来一般家庭においても人を支援することが期待される。しかしながら、その機能や重量の制限から、生き物らしい見た目や動きにすることは難しいと思われる。本研究では、ドローンに躑を行うことで被験者に生き物らしさ、愛着、親近感を感じさせられるか調査した。生き物らしさだけでなく、愛着、親近感はペットロボットの研究でよく使用されている指標であり、ペットとして扱ってもらうために必要な感覚であると考えられる。その評価方法としては、被験者が生き物らしさや愛着、親近感を感じているかアンケートを行った。さらに、躑によってそれらの感覚が向上することでロボットを乱雑に扱うことに抵抗を感じるのかを調査するため、被験者にドローンを棒で叩き落とす行為も行ってもらい、その感想を調査した。

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[3]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、この実験で使用したドローンは短時間のみの行動であり、ペットらしさを表現する方法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

^{†1} 大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻

^{†2} 京都工芸繊維大学情報工学・人間科学系

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[4]。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、見た目によってオブジェクトやロボットの生き物らしさを向上させる研究は他にもあり、目や腕を取り付けることによって生き物らしさを表現する研究[5]や、ロボットの顔の表情や外見による生き物らしさの変化を調査する研究[6]などが存在する。一方、本研究では非生物的なロボットの生き物らしさを向上させることを目指しているため、より広範囲のロボットに研究結果を応用することが出来る。また、ドローンの感情表現の方法[7][8]や性格の表現方法[9]、ドローンとの最適な距離や高さについて調査された研究[10]、コンパニオンとして求められている見た目や行動[11]について研究されている。これらの研究は非生物的なロボットの外見的な要因に対する評価を調査しているが、本研究では非生物的なロボットとのインタラクションに対する評価を調査した。また、オブジェクトやロボットの生き物らしさは、目標指向性[12]やインタラクション[13]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。

現在、PAROのようなペットロボットは、高齢者や認知症患者の介護の分野で活躍しており、ロボットセラピーの効果が期待されている[14][15][16]。一方、本研究で目指している非生物のロボットは、一般家庭で使うことを想定しているため、利用対象者はすべての年代の人となる。また、ペットロボットに懐を行うことに関する研究としては、懐への適切な反応を表現する方法について調査した研究[17]や、懐を行う方法について調査した研究[18]が存在する。また、ロボットが被験者の行動に対して毎回同じ反応をする場合と、ロボットが違う反応をする場合との比較を行った研究[19]が存在する。本研究では被験者の指示に対して、ロボットは同じ反応をした。

以上の関連研究をふまえ、本研究ではインタラクションによって、非生物型のロボットである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生き物らしさと愛着、親近感を持たせることを目的とする。

3. 実験

3.1 仮説

生物的な見た目をもつ一般的なペットロボットは懐を行う機能が備わっている。懐はペットに対して発生するインタラクションの1つであるため、懐をロボットに対して行く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。

仮説 1：ドローンのような非生物型のロボットに懐を行うことによって、そのロボットに対して感じる生き物らしさが向上する。

仮説 2：ドローンのような非生物型のロボットに懐を行うことによって、そのロボットに対して感じる愛着が向上する。

仮説 3：ドローンのような非生物型のロボットに懐を行うことによって、そのロボットに対して感じる親近感が向上する。

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、ペット感を持たせやすいと考えられる小型犬や猫程度の大きさである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 Wizard of Oz 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を操作していた。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、ドローンが接近し過ぎることによる恐怖心を被験者に与えないように、ドローンと床を糸で繋ぎ、被験者の足元を一段高くした。

3.3 実験内容



(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

(1) 要因・条件

3.1で述べた仮説を検証するために、ドローンに懐を行うことを要因とし、以下の2つの条件を設定した。

懐あり条件：この条件では、被験者に「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」ということをドロー

ーンに教えてあげてください」と伝えて、ドローンに誘を行ってもらった。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、その後は実験終了まで風船の方向を向くことはあっても、近づきはしなかった。

誘なし条件：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誘を行わなかった。このため、ドローンは実験終了まで風船に向かうようにした。

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、誘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が、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、ドローンが自分の指示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。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、誘あり／なし条件でそれぞれ異なる被験者に体験してもらった被験者間実

験を行った。

(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。

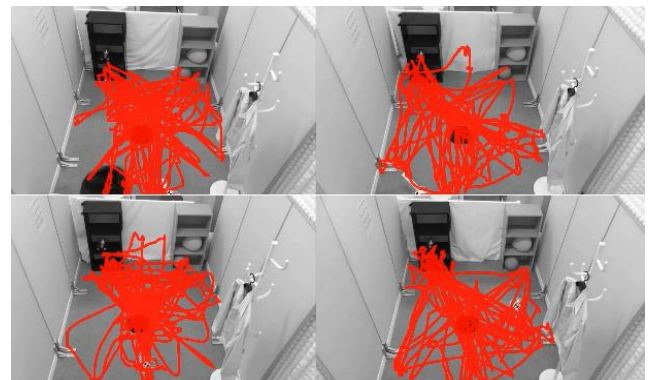
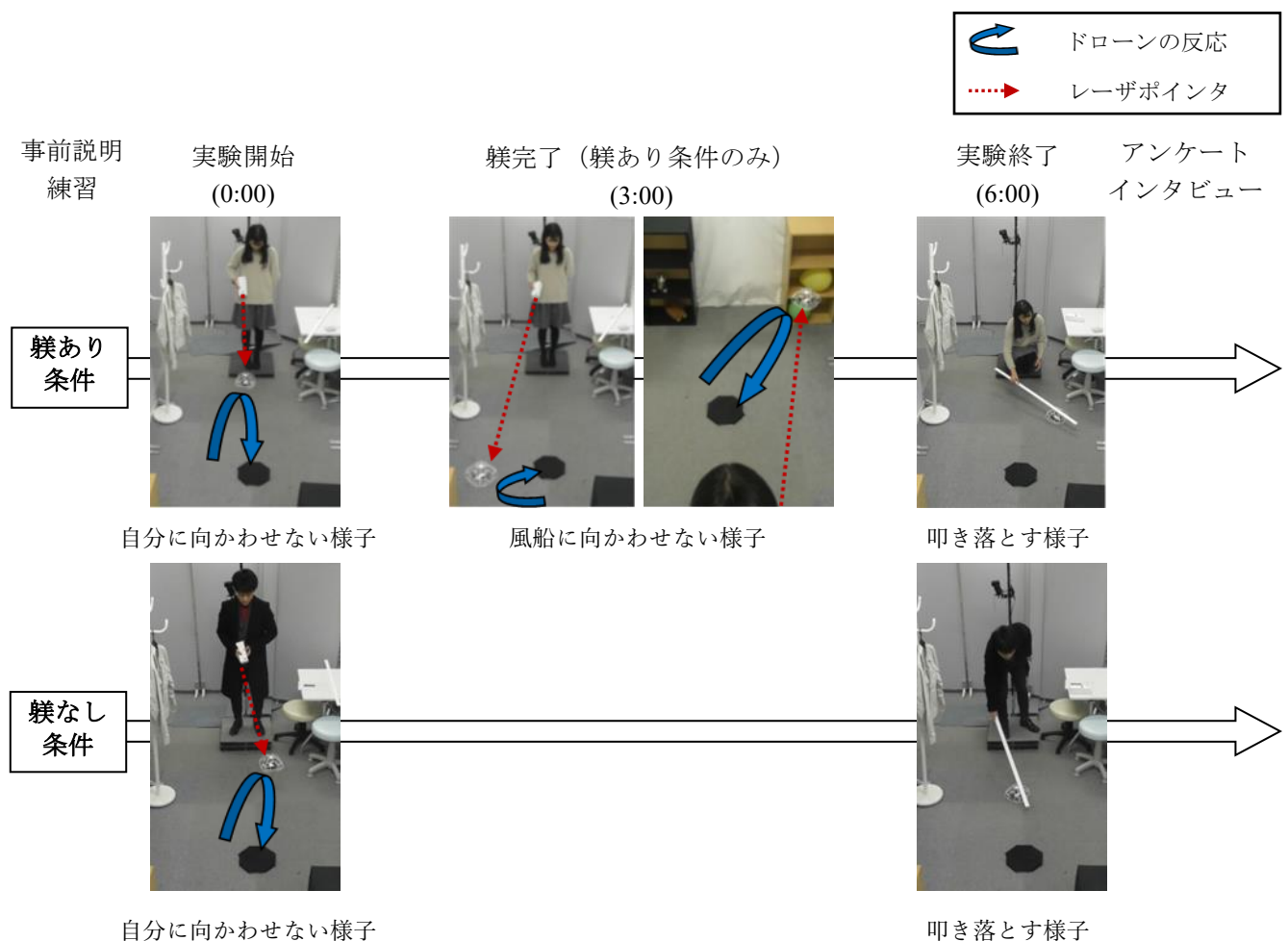


図 3 実験中のドローンの軌跡(左：誘なし, 右：誘あり)

- ・ドローンはレーザポインタの光を当てられると、逃げて中央に戻るようになります。
- ・【誘条件のみ】レーザポインタを使って、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。
- ・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。

躰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」のような生き物らしさを感じさせる表現を避けた。また、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を被験者に配り、口頭でも確認した。ドローンへの躰の方法として、ドローンに直接触らない方法であること、また、被験者の意図の表現方法に違いが発生しにくいと考えられるため、レーザーポインタを用いることにした。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

図 4 に実験全体の流れを示す。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操作した。これは、目標指向性によって生き物らしさを感じさせるためである[12]。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ドローンがどの位置にいる時であっても部屋の中央に戻るように操作した。この時、被験者がドローンにレーザーポインタを直接当てることが出来なかったとしても中央に戻った。風船、被験者以外のぬいぐるみなどの物に向かった場合は、2,3 秒止まった後に室内にある他の物に方向を変えながら向かうように操作した。また、どちらの条件においても実験終了までの 6 分の間に被験者の方向に 10 回だけ向かった。さらに、躰あり条件においては、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。一方、躰なし条件では風船に向かう頻度や速さは実験終了まで変えなかった。条件間で風船に向かう回数に違いが発生してしまうが、室内のものに対して近づく動作の回数を統制するようにした。また、被験者や、風船に向かうタイミングを揃えるために実験時間と向かった回数を常に確認し、大きな違いが発生しないようにした。実験終了の 6 分が経った時点で呼び鈴を鳴らし、その合図で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、棒がドローンに接触した時点で着陸を行った。また、実験終了後にはアンケート、インタビューを行い、実験で用いたドローンに対する印象を質問した。

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躰が被験者と与

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、回答を 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、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、ドローンに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、この実験と同様の設定で行った予備実験では、ドローンに対して生き物らしさを感じた被験者は、ドローンが犬や猫等の哺乳類や、鳥、熱帯魚、虫等の生き物であるように感じたとのインタビューで述べていた。そのためドローンに対して生き物らしいと感じた場合、どのような生き物であると被験者が感じたか調査するため、下記の 4 項目を設定した。

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。

さらに、実験終了時にドローンを叩き落すことに対して、ドローンを機械と認識した上で、壊れないかに対して抵抗を感じている被験者と、愛着や親近感を感じたために、抵抗を感じている被験者がいることが予備実験のインタビューによってわかったため、以下の 2 項目の質問を設定した。

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 ドローンがかわいそうだと思い、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。

Q8-Q13 の質問項目では、被験者が感じた生き物らしさの

種類や叩き落とすときの感情を直接的な言葉で聞いているため、Q1-Q7の質問項目に影響を与える可能性がある。そのため、Q1-Q7, Q8-Q13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5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検定を用いた。アンケート結果より、Q1のドローンの見た目(t(18)=1.34, n.s.), Q2 ドローンの動き(t(18)=0.73, n.s.), Q3 ドローンの意図(t(18)=1.51, n.s.), Q4 ドローンへの恐怖感(t(18)=0.39, n.s.)の質問項目において有意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)=1.88, $p<.1$)に巣あり条件が巣なし条件よりも生き物らしさを感じる傾向が見られた。また、Q6 愛着, Q7 親近感の質問項目において、巣あり条件が巣なし条件よりも有意に愛着, 親近感を感じる事が分かった(それぞれ $t(18)=3.40$, $p<.01$, $t(18)=2.28$, $p<.05$)。このことから仮説1,2,3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 哺乳類だと感じた、の質問項目で巣あり条件が巣なし条件よりも有意にドローンを哺乳類のように感じており($t(18)=4.22$, $p<.01$), Q9 鳥だと感じた、の質問項目で巣あり条件が巣なし条件よりも有意にドローンを鳥のように感じていた($t(18)=2.02$, $p<.01$)。さらに、Q8 哺乳類だと感じた、と

Q5 生き物らしさ, Q6 愛着, Q7 親近感のそれぞれに対して相関を調べたところ、Q8 哺乳類だと感じた、と Q5 生き物らしさ, Q6 愛着には正の相関が見られたが(それぞれ $r=0.48>0.40$, $r=0.53>0.40$)、Q7 親近感には弱い正の相関しか見られなかった($r=0.28$)。また、Q10 熱帯魚だと感じた、Q11 虫だと感じたの質問項目においては有意な差が見られなかった(それぞれ $t(18)=0.15$, n.s., $t(18)=0.71$, n.s.)。さらに、Q8-Q11を比較したところ、巣あり条件で最も平均値が高かったのはQ8 哺乳類だと感じた、の項目であり(4.50/7)、巣なし条件ではQ11 虫だと感じた、の項目であり(4.80/7)、巣あり条件でも高いスコアであった(4.10/7)。ドローンを叩き落とす事への抵抗を確認した質問項目では、Q12 ドローンが壊れるかもしれないと感じた、の質問項目においては有意差が見られなかったが($t(18)=1.38$, n.s.), Q13 ドローンがかわいそうだと感じた、の質問項目では巣あり条件の被験者は巣なし条件の被験者よりも有意にかわいそうだと感じる事が分かった($t(18)=2.87$, $p<.01$)。さらに、Q13 ドローンがかわいそうだと感じたと Q5 生き物らしさ, Q6 愛着, Q7 親近感のそれぞれに対して相関を調べたところ、Q5 生き物らしさ, Q6 愛着, Q7 親近感の全てに対して正の相関が見られた(それぞれ $r=0.67>0.40$, $r=0.51>0.40$, $r=0.58>0.40$)。

5. 考察

Q1 ドローンの見た目の項目において、どちらの条件でも平均値が5以下となっており、本研究で用いたドローンは、好意を感じさせるような見た目ではなかったと考えられる。

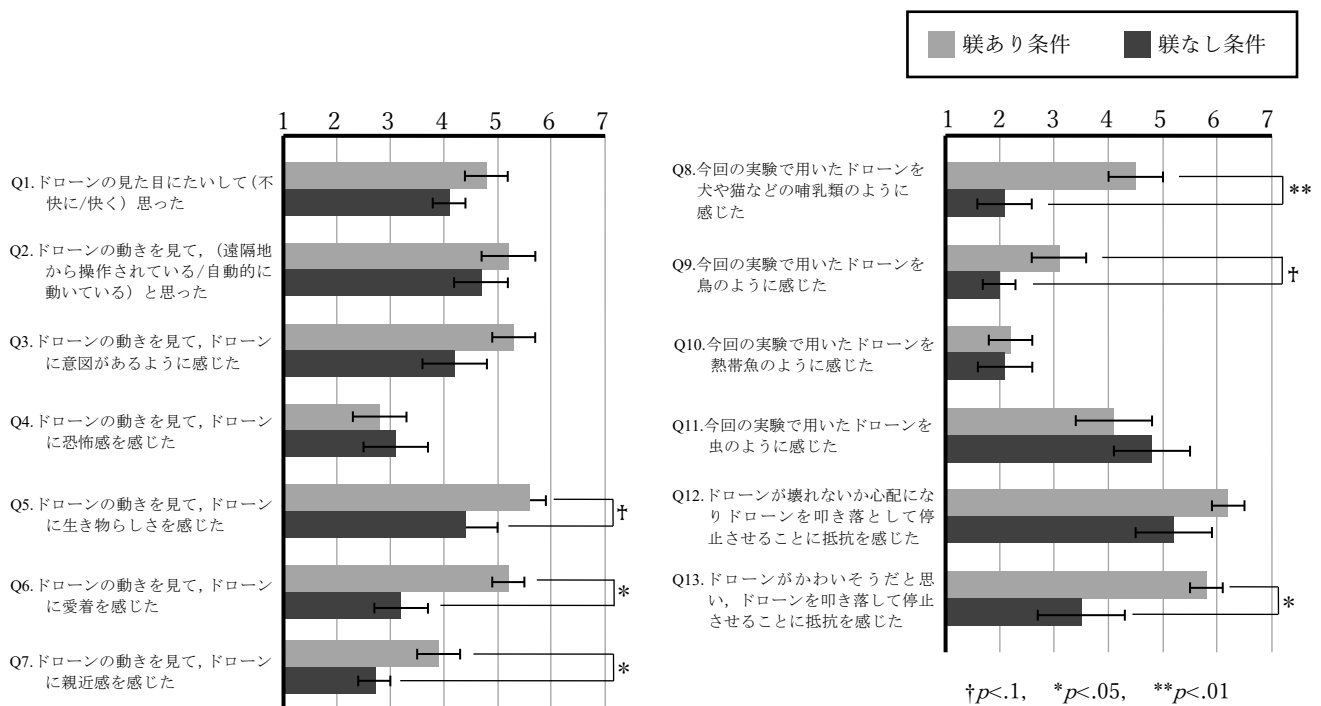


図5 アンケート結果

Q2 ドローンの動きの項目では、どちらの条件でも平均値が5付近となっているが、理想としては完全に自動的に動いていると思ってもらうことが必要であると考えられる。今後は被験者への説明やドローンの反応を改善する必要があると考えられる。

Q3 ドローンの意図の項目において、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においても4や5に近かった。しかし、ペットの多くは自我を持ち、意図を持って行動していると考えられているため、ペットロボットも意図を持った存在として認識されるべきであると考えられる。今後はインストラクションなどによって、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。

Q4 ドローンへの恐怖感において、条件間で統制が取れていることが確認された。また、どちらの条件においても平均値が3に近く、恐怖感をあまり感じていなかった。この理由は、ドローンがカバーに覆われていた、リードによって自分に当たらないと感じたためであるとの回答が見られた。また、ドローンに愛着を感じたために恐怖感を抱けなかったという回答も見られた。しかし、どちらの条件においても分散が大きく、恐怖感を強く感じた被験者も一部見られた。この理由として、ドローンがもつプロペラや、ドローンの騒音によってドローンが不快な存在であると感じていたことが多く挙げられた。この問題に関しては、ドローンのプロペラを完全に覆う[20]、ドローンの騒音を打ち消す[21]、といったものが既に考えられているため、将来的に解決されることが予想される。

また、Q6 愛着、Q7 親近感の結果から、巣あり条件が巣なし条件よりもドローンに対しての愛着、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、巣あり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、ドローンに対して、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。ロボットのペット感をさらに向上させるためには、今後巣以外に、被験者の行動に対するドローンの反応の時間遷移など、他の要素を付け加えることによって、被験者がドローンに対してより強い親近感を感じるようにする必要があると考えられる。

また、Q5 生き物らしさの結果から、巣あり条件の被験者が巣なし条件の被験者よりもドローンに対しての生き物らしさを強く感じることを示唆されたが、有意差は見られなかった。これは、ドローンをどのような生き物のように感じたとしても、総じてドローンに生き物らしさを感じたと被験者が回答したためであると考えられる。そこで、生き物らしさの違いを質問する Q8~Q11 の結果を確認すると、Q8 哺乳類だと感じた、の質問項目から巣あり条件の被験者の方が巣なし条件の被験者よりもドローンを哺乳類のようだと感じることを確認された。巣あり条件の被験者の中で

Q8 哺乳類だと感じた、の項目のスコアが高かった被験者にインタビューを行ったところ、ドローンが巣内容を理解してくれたと感じたことから、ドローンに対して知性のようなものを感じたために、ドローンを哺乳類のようだと感じたという意見が多く見られた。また、ドローンが哺乳類のようだと感じた被験者の方が、ドローンに対して生き物らしさ、愛着、親近感を感じやすいことが予想される。そこで、Q8 哺乳類だと感じた、と Q5 生き物らしさ、Q6 愛着、Q7 親近感のそれぞれに対して相関を調べた。その結果、Q8 哺乳類だと感じた、と Q5 生き物らしさ、Q6 愛着には正の相関が見られたが、Q7 親近感には弱い正の相関しか見られなかった。この結果から、ドローンが哺乳類のようだと感じた被験者の方が、ドローンに対して生き物らしさ、愛着を感じやすいことが示唆される。しかし、ドローンに対して感じる親近感については、関係があまり見られなかった。これは、親近感とは、ペットの中でも家族として受け入れられるような時に感じられるものであり、全ての哺乳類に対して親近感を感じるわけではないためであると考えられる。また、Q11 の虫だと感じた、の項目は巣あり/なし両条件でスコアの平均値が4を超えていた。これは、巣あり条件においてドローンに知性を感じて Q8 でドローンが哺乳類のように感じると答えた被験者の中にも、騒音という別の理由のために、Q11 でドローンが虫のようにも感じたという被験者が多くみられた。

ドローンを叩き落すことに対して感じた抵抗の理由を Q12 ドローンが壊れるかもしれない、Q13 ドローンがかわいそうだと感じた、の項目で質問したが、Q12 ドローンが壊れるかもしれない、の質問項目の結果から、どちらの条件でもドローンが壊れるかもしれないと思い、叩き落すことに抵抗を感じる被験者がいたことが分かる。このため、本実験では被験者がドローンを叩き落す時の行動には違いが起こらず、分析を行うことが出来なかった。しかし、Q13 ドローンがかわいそうだと感じた、の質問項目から、巣を行うことでドローンがかわいそうだと思い、叩き落すことに抵抗を感じるということが確認された。抵抗を感じた理由をインタビューにて確認したところ、ドローンに生き物らしさや愛着、親近感を感じ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。実際に、Q13 ドローンがかわいそうだと感じた、と Q5 生き物らしさ、Q6 愛着、Q7 親近感のそれぞれに対して相関を調べたところ、全てに対して正の相関が見られた。よって、被験者は、ロボットに対して生き物らしさ、愛着、親近感といったペット感を強く感じることで、叩き落すといったロボットを乱雑に扱うことに抵抗を感じることを確認された。

また、巣あり条件の被験者へのインタビューにて、ドローン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、服などに向かっ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[12]と一致して

おり、目標指向性が生き物らしさ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、騾あり条件の被験者からこの意見が多くでた。これは、騾あり条件の被験者が、ドローンが騾内容を理解したと感じたことから、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、服などを認識した上で対象に向かっ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生き物らしさや愛着、親近感による評価を行っていたが、インタビューの終了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、ドローンに対してその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った意見が存在した。そのため、実験途中から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載せた3枚目のアンケート用紙を追加して、1枚目、2枚目のアンケート回収後に回答してもらった。その結果、騾あり条件の被験者においても実験で用いたドローンを飼いたいと答えた被験者はおらず、ドローンをペットロボットとして成り立たせるためにはまだ多くの壁を越える必要があることが分かった。他の項目のインタビューで多く挙がっていた騒音や安全性の問題以外にも、ドローンの感情やドローンが考えていることが予想しづらいことや、長期的な運用を考えた時にドローンと一緒に出来ることの少なさによる飽きなどの問題点が挙げられた。ドローンの感情表現については既に実験が行われている[4]ため、今後は飽きを解消して、よりペット感を向上させる方法について調べる実験を行いたいと考えている。

また、本研究ではドローンを叩き落して停止させるように被験者に依頼したが、このことが被験者の心理的負担や、ロボットに対するいじめ行為となった可能性がある。しかし、本研究ではドローンを叩き落とす強さの指定までは行っておらず、また、棒が当たった時点ですぐに実験者がドローンを停止させていた。そのため、ドローンを叩き落とすという行為に抵抗を感じた被験者は、叩き落とすのではなく、棒で上から押さえるようにしてもドローンを停止させることが出来た。被験者からも弱い力でドローンを停止させることが出来てホッとしたという回答があり、叩き落とすという行為を依頼したが、被験者の心理的負担は大きくないように見られた。また、ドローンにはカバーを付けてドローン自身に直接棒が当たることはないようにしており、ロボットに対する過度ないじめ行為にならないように配慮した。

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、今後は自己位置推

定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。また、本研究ではドローンが学習機能によって風船に向かわなくなるのではなく、事前に決められたルールによって風船に向かわなくなった。しかし、実際にこの機能を実装するためには、ドローンが学習機能によって学習する必要がある。この場合、ドローンの反応や被験者がドローンに受ける印象が変わってくることが予想されるため、この影響を今後調べる必要がある。

6. おわりに

本研究の目的は、インタラクションのみで非生物学的な見た目であり非生物学的な動作を行うロボットをペットのように感じさせることである。本研究では、非生物型のロボットの中でもドローンを用いて実験を行った。これは、ドローンが持つ動きの多様性と機動性によって一般家庭においても人を支援することが期待されるためである。知性と生き物らしさに相関があるという知見から、ペットに対してよく行われる行為の中で騾に着目し、騾の有無を要因とした2条件をアンケート、インタビューによって比較した。

実験の結果、騾あり/なし条件間で、被験者が感じるドローンへの生き物らしさには有意傾向しか見られなかった。しかし、その生き物らしさの種類には有意差が見られ、騒音によって虫のように感じられていたドローンのことを、騾あり条件の被験者は哺乳類のように知性がある生き物のように感じた。これは、騾インタラクションによってドローンが知的な存在だと感じられたためであると予想される。また、騾あり条件では、騾なし条件と比較して、被験者がドローンへの愛着、親近感を有意に強く感じるということが明らかとなった。また、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に、ドローンがかわいそうだと思い抵抗を感じたことが確認された。また、かわいそうだと感じたことと、生き物らしさ、愛着、親近感には相関がみられ、被験者はペット感(生き物らしさ、愛着、親近感)を強く感じるほど、ドローンを叩き落とすことをかわいそうだと思い抵抗を感じることが示唆された。

本研究の結果によって、見た目や、動作が非生物型のロボットにおいても、移動軌跡が目標指向性を持つといったように、若干生物学的であれば、インタラクションが生物学的になることによって、ペットのような存在になることが分かった。また、非生物型のロボットであってもペットのような存在になることで、そのロボットを乱雑に扱うことに抵抗を感じることが確認された。

謝辞 JSPS 科研費 JP19K12081, JP19H00605, JP19K21718, JP18KK0053, 中山隼雄科学技術文化財団, 大川情報通信基金, 国立情報学研究所 公募型共同研究 19FC01 からの支援を受けた。

参考文献

- [1] M. M. Jung, M. Poel, D. Reidsma and D. K. J. Heylen: A First Step toward the Automatic Understanding of Social Touch for Naturalistic Human-Robot Interaction, *Frontiers in ICT*, 2017, Vol.4, Article 3, pp.1-11..
- [2] C. Bartnech, M. V. D. Hoek, O. Mubin, A. A. Mahmud: "Daisy, Daisy, give me your answer do!": Switching off a robot, *Proceedings of the second ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 2007, pp.217-222.
- [3] C. Hieida, H. Matsuda, S. Kudoh and T. Suehiro: Action Elements of Emotional Body Expressions for Flying Robots, *International Conference on Human Robot Interaction*, 2016, pp. 439-440.
- [4] P. A. M. Ruijten. and R. H. Cuijpers.: If Drones Could See: Investigating Evaluations of a Drone with Eyes, *International Conference on Social Robotics*, 2018, pp. 65-74.
- [5] H. Osawa, R. Ohmura and M. Imai: Using Attachable Humanoid Parts for Realizing Imaginary Intention and Body Image, *International Journal of Social Robotics*, 2009, Vol.1, pp. 109–123.
- [6] C. Bartnech, T. Kanda, O. Mubin. and A. A. Mahmud: Does the Design of a Robot Influence Its Animacy and Perceived Intelligence?, *International Journal of Social Robotics*, 2009, Vol. 1, pp. 195–204.
- [7] J. R. Cauchard, K. Y. Zhai, M. Spadafora and J. A. Landay: Emotion Encoding in Human-Drone Interaction, *Eleventh International Conference on Human-Robot Interaction*, 2016, pp. 263-270.
- [8] M.Sharma, D. Hildebrandt, G. Newman, J. E. Young and R. Eskicioglu: Communicating affect via flight path exploring use of the laban effort system for designing affective locomotion paths, *International Conference on Human-Robot Interaction*, 2013, pp. 293-300.
- [9] H. Y. Kim, B. Kim and J. Kim: The Naughty Drone: A Qualitative Research on Drone as Companion Device, *Proceedings of the Tenth International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, 2016, No. 91, pp. 1-6.
- [10] A. Yeh, P. Ratsamee, K. Kiyokawa, Y. Uranishi, T. Mashita, H. Takemura, M. Fjeld, M. Obaid: Exploring Proxemics for Human-Drone Interaction, *Fifth International Conference on Human Agent Interaction*, 2017, pp. 81-88.
- [11] K. D. Karjalainen, A. E. S. Romell, P. Ratsamee, A. E. Yantac, M. Fjeld, M. Obaid: Social Drone Companion for the Home Environment: a User-Centric Exploration, *Proceedings of the Fifth International Conference on Human Agent Interaction*, 2017, pp. 89-96.
- [12] J. E. Opfer: Identifying Living and Sentient Kinds from Dynamic Information: The Case of Goal-Directed Versus Aimless Autonomous Movement in Conceptual Change, *Cognition*, 2003, Vol. 86, No. 2, pp. 97-122.
- [13] 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*, 2009, Vol. 1, No. 1, pp. 71–81.
- [14] A.V. Libin, E.V. Libin: Person-robot interactions from the robopsychologists' point of view: the robotic psychology and robototherapy approach, *Proceedings of the IEEE*, 2004, Vol. 92, pp. 1789-1803.
- [15] K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Sakamoto and K. Tanie: Psychological and Social Effects of One Year Robot Assisted Activity on Elderly People at a Health Service Facility for the Aged, In *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2005, pp. 2796-2801.
- [16] T.Shibata and K. Wada: Robot therapy: New approach for mental healthcare of elderly—a mini-review, *Gerontology*, 2011, pp. 378-386.
- [17] 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, *5th international conference on Human-robot interaction*, 2010, pp. 189-190.
- [18] F. Kaplan, P. Y. Oudeyer, E. Kubinyi and A. Miklosi: Robotic Clicker Training, *Robotics and Autonomous Systems*, 2002, Vol. 38, No. 3-4, pp. 197-206.
- [19] H. Fukuda and K. Ueda: Interaction with a Moving Object Affects One's Perception of Its Animacy, *International Journal of Social Robotics*, 2010, Vol.2, pp. 187–193.
- [20] P. Abtahi, D. Y. Zhao, Jane L.E., J. A. Landay: Drone Near Me: Exploring Touch-Based Human-Drone Interaction, *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 2017, Vol. 1, No. 3, Article 34, pp.1-8.
- [21] B. C. Beckman, M. Rolnik, Drone noise reduction, *US10023297B1*, 2016-06-27.