

実際の生物と無生物の運動と比較したときの人工的な 単一運動物体における物理的变化とアニメシーの知覚

立教大学大学院現代心理学研究科 渥美 剛史
立教大学現代心理学部 長田 佳久

Perception of the physical properties and animacy of movement of a single artificial object compared with perception of such properties in actual animate and inanimate object movement

Takeshi Atsumi (Graduate School of Contemporary Psychology, Rikkyo University), and
Yoshihisa Osada (College of Contemporary Psychology, Rikkyo University)

When we observe artificial movement in inanimate objects, we often perceive the object as being alive. In this study, we examined how the physical parameters of single dot movements affect perception of animacy and other physical properties, and compared these results with perceptions of these characteristics in actual animate or inanimate objects using magnitude estimation as the measure. The results showed that changes in acceleration and angular velocity significantly affected such impressions only for inanimate objects. This suggests that the perception of animacy in artificial movements is affected by the magnitude of physical changes in the motion, but in actual movement of living things, this impression is provided by more complex motion components.

Key words: perception of animacy, motion perception, intention, self-propulsion, magnitude estimation.

はじめに

私たちが何を見ているのかは、その対象の外見などの視覚的特徴から知ることができ、さらにそうした特徴から“生き物らしさ”のような一見非常に高次元な情報をも読み取ることができる。こうした他の生物を特定する能力は、捕食者や捕食対象を探索するために重要であるため発達してきたのだと考えられる (Schultz, Friston, O’Doherty, Wolpert, & Frith, 2005)。このアニメシー (animacy) は、実際の生き物からはもちろん、例えば単純な運動をしているだけの幾何学的な図形からも見いだすことができる。斜面を転がる球体といった無生物の運動を観察していても、その動画を逆再生するととたんにそれらが生き生きとして

見えてくる。ひょっとすると、この現象の最も魅力的な側面とは、運動の様子によって、無生物から“生き物らしさ”を感じることにあるのかもしれない。

アニメシー知覚の頑健さは様々な領域における研究によって確かめられている。例えば対象の運動から知覚される意図性 (Dasser, Ulback, & Premack, 1989; Dittrich & Lea, 1994) や目標志向性 (Csibra, 2008; Opfer, 2002), 社会的因果性 (Rochat, Morgan, & Carpenter, 1997; Rochat, Striano, & Morgan, 2004), そして社会的意味 (Tavares, Lawrence, & Barnard, 2008; Heider & Simmel, 1944) などは、アニメシー知覚に関連した特徴を含むものである (Gao & Scholl, 2011)。さらに比較認知心理学的な研究は、アニメシー知

覚が発達的に初期の段階から獲得される可能性を示唆している。Gergely, Nadasdy, Csibra, & Biro (1995) は、生後12ヶ月の幼児が運動物体の目標志向性を知覚することを示した。また Gergely et al. (1995) と同様のパラダイムを用いてチンパンジー (*Pan troglodytes*) でもこれが可能であることが明らかとなった (Uller & Nichols, 2002)。さらに Atsumi, Nagasaka, & Osada (2011) は、リスザル (*Saimiri sciureus*) が対象の運動からその生死を弁別可能であることを示した。これらの研究を含め、先行研究の多くは運動のどのような特性が対象を生物的であると特徴づけるのか、主に幾何学図形のような無生物の図像を刺激として用いて検証してきた。まず、単純な“ニュートン力学”では説明できないような、対象の自己推進性はアニメシーや意図性の印象を強くする (Stewart, 1982; Premack, 1990; Scholl & Tremoulet, 2000; Tremoulet & Feldman, 2000)。Bassili (1976) は、一方の物体が一定速度で規則的に方向転換し、もう一方が加速減速しながらその動きに時間空間的に並行するという映像を用いて、参加者に対象の意図性を評価させた。その結果、2物体の間の随伴性がなくなるとその意図性は感じられなくなることを示した。また意図性の知覚を引き起こす運動情報として、目標志向性運動、運動物体の速度差、方向転換の角度の大きさ、追うものの無駄の無さがあげられる (Dittrich & Lea, 1994; Premack & Premack, 1995)。方向変化直後の速度がそれ以前より速くなる場合は運動の自動性が強く印象づけられる (Tremoulet & Feldman, 2000: Figure 1)。一方で中村・鷺見 (2002) はむしろ、対象の方向転換回数の多さがアニメシーを強調すると主張した。

以上に示した先行研究で用いられた刺激は、単一物体の場合もあれば複数の場合もある。複数の運動物体を含む画面を観察する際、その相互作用が対象の生物性を強く印象づける。このとき、観察された運動は容易に意図性や社会的な意味と結びつく。Michotte (1963) は、2物体の衝突を利用した因果性の実験において、衝突と運動のタイ

ミングによって“突き飛ばす”や“追いかける”などの擬人的な印象の報告が得られることを示した。Heider & Simmel (1944) は、複数物体が追従する動画を参加者に観察させたところ、多くの場合に意図性や社会的な意味を示す逸話が報告された。Dittrich & Lea (1994) は物体を追従する幾何学図形の対 (対象：狼/ディストラクター：羊) を刺激として用い、観察対象の意図性や目標志向性の知覚について以下の知見を得た。まず、(a) 狼の運動がより直接的であるほど、それが意図的として解釈される。(b) 意図的な運動は対象がディストラクターよりも速く動くときの方が、それがよりゆっくりと運動するときよりもより探索が容易である。(c) もしそれに向かって対象が運動するという目標が明らかでないなら、意図性の認識は減じられる。そして、(d) 対象がその運動における規則性よりむしろ明るさによって弁別される傾向にあるとき、意図的な運動は報告されなかった。2物体の相互作用においては、意図性の知覚が、特徴の特定の組み合わせによって逆に活性化されるような観察者の概念的な知識と強く関係しているとされた。Gao, McCarthy, & Scholl (2010) は、逆にディストラクターを狼、探索対象を羊とした動画を用いて、著者らが“Wolfpack effect (狼の群れ効果)”と呼ぶ現象が生じること

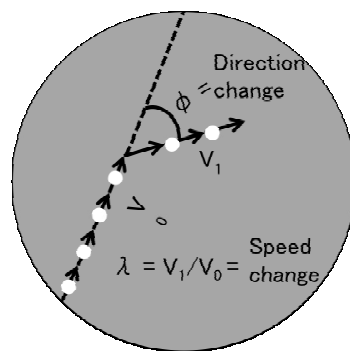


Figure 1. Tremoulet & Feldman (2000) で用いられた刺激動画の例

方向変化直後の速度がそれ以前より速くなる場合は運動の自動性が強く印象づけられる (Tremoulet & Feldman, 2000 を一部改変)。

を示した。この現象は、複数のディストラクターの方向が常に対象に向きながらランダムに運動しているとき、それらからは対象を狙っているような社会的な意味を読み取ることができるというものであった。

さらに、認知神経科学的な研究では、こうした刺激動画に対する社会性や意図性を読み取るための、特定の脳領域を明らかにしている。まず、扁桃体の損傷患者からは Heider & Simmel (1944) で用いられたような動画を呈示しても社会的な意味や擬人的な印象の報告が得られない (Heberlein, Adolphs, Tranel, Kemmerer, Anderson, & Damasio, 1998)。また、側頭頭頂結合部、紡錘状回 (FG)、後頭回 (OG)、内側前頭皮質 (MFC) が、意図的運動の観察時にランダム運動のときよりも活発に活動する (Happé & Frith, 1999)。Blakemore, Boyer, Pachot-Clouard, Meltzoff, Segebarth, & Decety (2003) は、生物性運動をする刺激間の意図的随伴性の検出において上頭頂ネットワーク間が相互に活性化され、また参加者が特に刺激の随伴性特徴へ注意を向けたときには右中前頭回 (rMFG) と左頭頂間溝が生物の随伴性刺激によって活性化されたことを報告した。そして Schultz & Bühlhoff (2011) は、背側視覚路の領域と初期視覚野がアニメシー知覚の探索に潜在的に影響していることを示した。以上のように、対象が目標や障壁と相互作用するときのアニメシー知覚に寄与する要因や関連する神経学的な基盤については、かなり明らかになってきていると良い。しかし外力の想定されていないような、単一の運動物体のみの場合に、その物理的特性の知覚と生物性の印象がどのように影響し合っているのかはいまだ十分に明らかになってはいない。コンピュータで人工的に生成された動画の運動量を変数としたとき、実際の生物の運動を用いたときの生物性評価は直接的に比較される必要がある。刺激の物理的な変化量と生物性の評価が対応しているとしても、それは生物性の印象が直接的に評価されていることを保証するものではない。この問題は、コンピュータによって生成された物体の

運動と実際の生物の運動を比較し、その生物性評定と物理的な変化に関する評定を比較することで克服できるものと考えられる。

本研究の目的は、実際の生物の運動と比較した場合の、コンピュータで生成された運動物体の物理的な要因がアニメシー知覚に与える影響を検討することである。刺激は、実際の物体の運動を標準刺激、コンピュータで生成された動画を比較刺激として個別に呈示し、マグニチュード推定法を用いて評定をさせる。実際の物体の運動には“アリ”の運動を用い、さらにコントロールとして無生物である“葉”の落下運動を幾何学図形で表した動画を用いる。コンピュータで生成された運動物体については Tremoulet & Feldman (2000) をもとに、刺激である運動物体の加速度と角速度変化を独立変数として用いる。刺激の評定においては、その“生物性”だけでなく、物体の“物理特性”“自己推進性”“不自然さ”に関する尺度を用いる。これには参加者に構えを与えることを避けるためだけでなく、運動のアニメシーについて様々な次元から検討を加えることを目的としている。Tremoulet & Feldman (2000) によると、“生物性”評定は速度変化と方向の変化量が大きいほど高くなるという。しかし、実際の運動物体は重力のような物理法則によってその運動量が限定されている。そのため、標準刺激として実際の物体の運動が呈示されたとき、それに対して比較刺激の変化量が過大な場合には評定値が小さくなると考えられる。“物理特性”尺度は上述のように、報告された生物性の印象評定と知覚された物理的な変化への印象評定との対応を検討するために設けられる。参加者が運動物理的な特性に直接影響を受けていれば、その変化を弁別することが可能であると考えられる。“自己推進性”は対象の意図性と結びついており (例えば Premack, 1990)、また外力が想定されない状況においては物体の自動性が強く印象づけられる (中村, 2011) ため、その評定は高くなると考えられる。そして“不自然さ”は、実際の物体の印象と一致しない場合に、その評価が大きくなるものと考えられる。“不自然さ”

が生物性印象と対応しているのならば、同様に運動物体の物理的な要因から影響を受けるものと考えられる。

方 法

実験参加者

矯正視力が正常範囲内である大学生男女13名（男性8名，女性5名）であった。

刺 激

刺激として，ドットの運動する様子を表した動画を用いた。動画では，316×237mmの画面上の長方形の白い背景を黒い円形のドット（直径3.0mm）が移動した。動画のフレームレートは30fps（frame/sec）であり，刺激の呈示条件によってその加速度と角速度の取りうる範囲が異なった。また，刺激として標準刺激と比較刺激を用いた。標準刺激には，動画内のドットが生物の運動を表した生物条件と無生物の運動を表した無生物条件が用いられた。比較刺激にはコンピュータでドットの運動を人為的に発生させた動画を用いた。ドットの運動パラメータ値は条件によって変化した。

標準刺激 異なる実際の物体が運動する様子をデジタルビデオカメラ（Victor社製，Everio，30fps）で撮影し，ビデオ映像の編集ソフト（Adobe Premiere Pro CS5.5）を用いて30fpsの画像に変換し，それを画像編集ソフト（Adobe elements 9）を用いて，対象の特定の部位の点の動きのみを抽出したポイント・ライトディスプレイの動画刺激を作成した。生物条件では，“アリ”の頭部の動きのみ用い，運動する様子をキャプチャした動画を作成した（約3000ms）。無生物条件では，“葉”の頂点の動きだけを用い，落下する様子をキャプチャした動画を作成した（3回繰り返しの連続呈示，合計約3000ms）。標準刺激は比較刺激に先行して呈示された。

比較刺激 コンピュータによって，ドットの加速度と角速度のパラメータ値が各条件の範囲で毎試行ランダムに決定され，参加者に呈示された。各動画のステップ数は100であり，再生時間は約3000msであった。動画には，運動の加速度変化



Figure 2. コンピュータで生成された比較刺激の例

実際には軌跡はシーケンスごとに消去された。

のパラメータ値が1，5，10のいずれかである3条件と，同時に角速度変化のパラメータ値が15°，45°，90°のいずれかである3条件が用いられた（3×3条件，計9条件）。各フレームにおけるドットの座標を決定するアルゴリズムは付録に示した。また，コンピュータで生成された比較刺激の例をFigure 2に示す。

実験デザイン

実験は，比較刺激に先行して呈示される標準刺激の2条件（生物／無生物）と比較刺激の9条件を組み合わせで行われた。1セッションは，この標準刺激と比較刺激を組み合わせた18条件であり，参加者1名あたり3セッションを繰り返す計54試行が実施された。

手続き

刺激の発生および呈示をコンピュータ（Apple社製，Macintosh PowerBook G4，800MHz）によって制御した。実験プログラムはVision SHELL Libraryを用い，C言語で記述された。刺激は17インチのCRTディスプレイ（EIZO社製，Flex Scan T566，解像度640×840 pixels）に呈示された。参加者は約57cmの距離から画面を観察した。また参加者は，チンレストにより頭部を固定された。刺激の評定値の取得にはテンキーパッドが用いられた。

実験において，参加者は比較刺激を10の項目からなる尺度について評定するよう求められた。尺度項目はそれぞれ“生物性”“物理特性”“自己推進性”“不自然さ”の4種に分類された。対象の

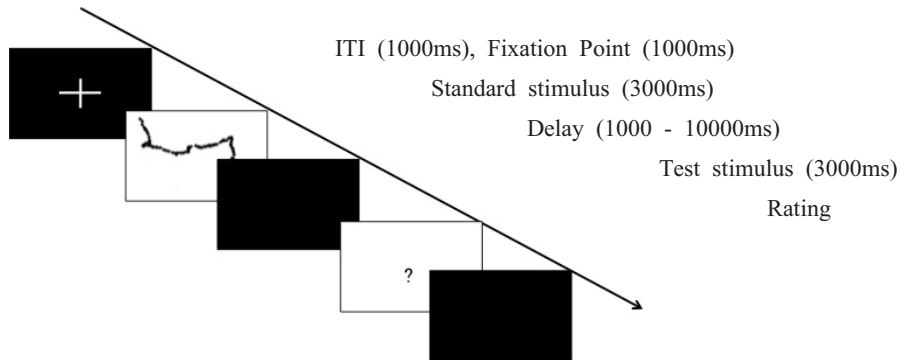


Figure 3. 1 試行の流れ

生物性の程度に関する項目として、“何か探していた”“何か考えていた”“どこかへ行こうとした”“逃げていた”の4項目，対象の運動の物理特性の程度に関する項目として“何回も方向を変えた”“加速した”“角度の大きさ”の3項目，対象の自己推進性の程度に関する項目として“勝手に動きだした”“引っ張られた（逆転項目）”の2項目，そして運動の不自然さの程度に関する項目として“不自然な”の1項目を用いた。特に対象の生物性と自己推進性に関する質問項目は，Opfer (2002) で用いられた項目と教示を参考に作成された。コンピュータで生成された比較刺激の評定は，マグニチュード推定法を用いて行われた。各試行において，参加者はこれらの項目に関する印象の強さについて標準刺激を100としたときの評定値を回答するよう求められた。1試行の流れは以下の通りであった。はじめに標準刺激であることを示す教示文“Standard.”が1000msの間呈示され，その後生物条件／無生物条件のいずれかの動画が再生された。その後1000-10000ms経過した後，注視点が1000msの間呈示され，比較刺激が呈示された。比較刺激の呈示終了後に参加者は手元のテンキーパッドを用いて各項目に対する評定値を回答した。1試行は参加者の回答を以て終了とし，次の試行へ移行した (Figure 3)。各セッションにおける比較刺激の呈示順序はランダムであった。

結果

各刺激に対する尺度10項目の平均評定値を参加者ごとに算出した。さらに刺激の“生物性”“物理特性”“自己推進性”“不自然さ”の評価項目4種類それぞれについて，該当する尺度項目間における平均値を導きだした。標準刺激が“アリ”の条件と“葉”の条件に対する比較刺激の評価項目4種類に対する評定値を刺激条件ごとに図示したものが Figure 4-11である。

標準刺激が生物条件のときと無生物条件のときにおいて，各尺度の評定値について，加速度変化 (3水準) と角速度変化 (3水準) の2要因の分散分析を行った (すべて被験者内計画)。その結果，まず“生物性”の評定値について，生物条件では加速度変化と角速度変化の交互作用が有意ではなく，主効果もそれぞれ有意ではなかった (Figure 4)。無生物条件では，加速度変化と角速度変化の交互作用が有意であり (Figure 5)，角速度変化45°において加速度変化1のときより5と10のとき，また角速度変化90°において加速度変化1のときよりも10のとき，有意に生物性評価が高くなった ($F(2,108) = 6.07, p < .01$; $F(2,108) = 4.85, p < .05$)。さらに，加速度変化1において角速度変化が15°のとき，90°のときより有意に生物性評価が高かった ($F(2,108) = 4.06, p < .05$)。

第2に，“物理特性”の評定値について，生物

条件では、加速度変化と角速度変化の交互作用が有意であり、角速度変化15°において加速度変化1よりも5のとき、45°において加速度変化1のときより5と10のとき、90°において加速度変化1のときより10のとき、有意に物理特性評価が高くなった ($F(2,108) = 3.22, p < .05$; $F(2,108) = 7.52, p < .05$; $F(2,108) = 8.58, p < .01$: Figure 6)。無生物条件では、加速度変化と角速度変化の交互作用が有意であり、角速度変化15°において加速度変化1よりも10のとき、45°において加速度変化1のときより5と10のとき、また角速度変化90°において加速度変化1のときより5と10のとき、有意に物理特性評価が高くなった ($F(2,108) = 5.18, p < .01$; $F(2,108) = 17.30, p < .01$; $F(2,108) = 16.83, p < .01$: Figure 7)。さらに、加速度変化1において、角速度変化が15°のとき90°のときより有意に物理特性評価が高かった ($F(2,108) = 5.20, p < .01$)。

第3に、“自己推進性”の評定値について、生物条件と無生物条件両方において加速度変化と角速度変化の交互作用が有意ではなく、主効果もそれぞれ有意ではなかった (Figure 8, 9)。

第4に、“不自然さ”の評定値についても、生物条件と無生物条件両方において加速度変化と角速度変化の交互作用が有意ではなく、主効果もそれぞれ有意ではなかった (Figure 10, 11)。

また、生物性条件と無生物条件における刺激の“生物性”“物理特性”“自己推進性”“不自然さ”の評価項目4種類それぞれの平均評定値を対応のない t 検定で比較した。その結果、すべての評価項目において2つの条件の間では差が認められなかった (t 検定, $n.s.$)。

考察

本研究では、マグニチュード推定法を用いて、実際の“アリ”および“葉”の落下を標準刺激と

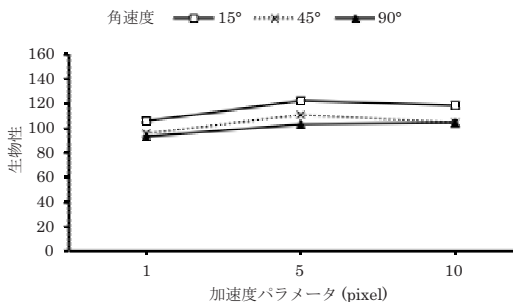


Figure 4. 生物条件における生物性の平均評定値

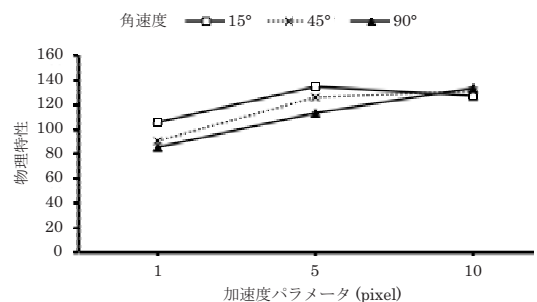


Figure 6. 生物条件における物理特性の平均評定値

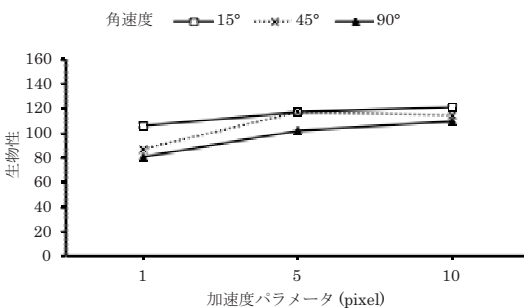


Figure 5. 無生物条件における生物性の平均評定値

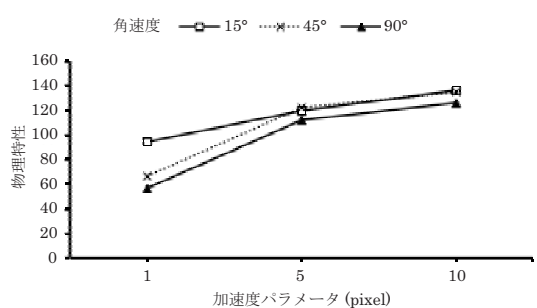


Figure 7. 無生物条件における物理特性の平均評定値

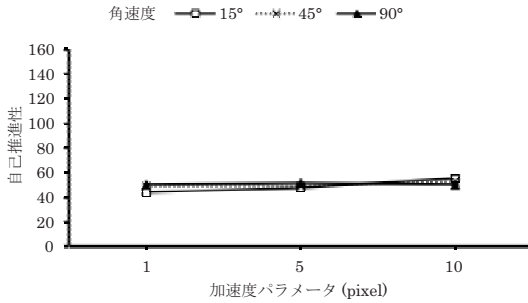


Figure 8. 生物条件における自己推進性の平均評定値

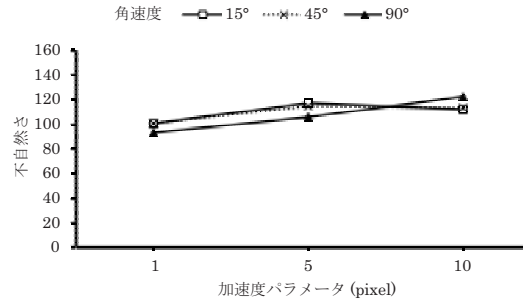


Figure 10. 生物条件における不自然さの平均評定値

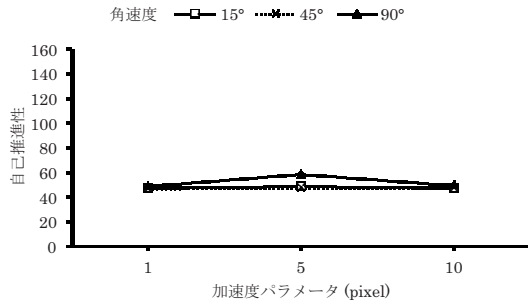


Figure 9. 無生物条件における自己推進性の平均評定値

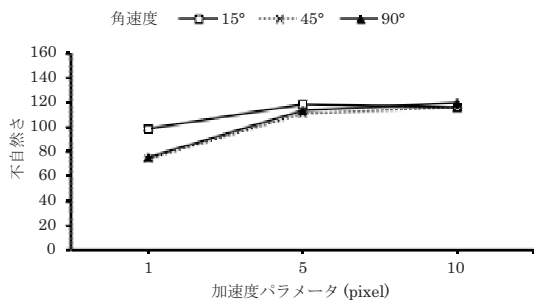


Figure 11. 無生物条件における不自然さの平均評定値

したときの、加速度変化量と角速度変化量を操作した比較刺激に対する印象評定への影響を検討した。生物性については、“葉”の落下を標準刺激として用いた無生物条件における2要因分散分析の結果は、加速度変化量と角速度変化量が評定値へ影響を与えたことを示した (Figure 5)。一方で生物条件において評定値はパラメータ変化の影響を受けなかった (Figure 4)。また対象の物理特性については、参加者の評定は生物/無生物条件両方においてパラメータに同様な影響を受けた (Figure 6, 7)。参加者は、物理的な変化についてはいずれの標準刺激条件においてもそのパラメータ変化を弁別していたにも関わらず、生物性の評定は物理特性への評定と対応していなかった。

実際の“アリ”の運動をポイントライト・ディスプレイで表した動画を基準としたとき、コンピュータで生成した動画への生物性印象に関する評定値は物理的なパラメータの変化によって影響を受けなかった。一方で、“葉”の落下運動の印象を基

準としたときは、角速度変化が15°より大きい場合、加速度変化が最も小さい場合よりも大きいときの方が評定値は高くなった。加速度変化が1の場合には、角速度が最も大きいときに比べて最も小さいときに評定値が高くなった。本実験結果は、対象の速度変化量と方向変化量が大きい場合生物性印象が高まるとする従来の知見と一見矛盾するものであるように思われる (Tremoulet & Feldman, 2000; 吉田・大山・野口・野村, 2001)。しかし Tremoulet & Feldman (2000) および吉田ら (2001) が刺激として用いた刺激の運動では、単位時間内の変化量が非常に少なく、複雑な運動ではなかった。変数として用いる要因を極力排除した条件であると言える。本実験では、実際の生物の運動を基準として用いる必要があったために、それらを再現するような、複雑な運動を表現するパラメータを用いた (付録参照)。さらに本実験の結果からは、“葉”の落下運動のような単純な、一定変化を繰り返す物体の運動を基準としたとき、

比較対象の運動パラメータが評定に影響を与えた。すなわち、運動の加減速や方向の変化角度の大きさが生物らしさの印象に影響を与えるのは、基準とする運動が単純である場合に限定されると考えられる。中村・鷲見（2002）は、実際の生物の運動において、速度や方向変化の大きさよりむしろ方向変化の回数とその評定に影響を与えるとしている。何度も方向変化を行う様子が“アリ”の探索行動の印象を与えるというのである（中村，2011）。先行研究が示すように、コンピュータで生成された運動と実際の物体の運動のみを評価する場合は、その運動変化の大きさや動きの複雑さに影響されると考えられる。しかし運動物体が移動可能な範囲やその物体がなんであるかによって、運動に別の要因が影響し、一定の規則性が生じる程度が変わってくるのが予想される。

本実験の結果において速度変化と角度変化が評定に影響を与えなかったのは、以上のように生物性印象が別の運動特性によってむしろ影響を受けやすい可能性を示唆している。考えられる要因としては、Stewart（1982）の主張するような“ニュートン力学”の法則への違反であり、下から上へ向かう運動は生物性印象が高くなることが知られている（例えば Premack & Premack, 1995）。こうした問題の克服には、Tremoulet & Feldman（2000）のように、観察時にディスプレイを水平にする等の刺激呈示上の工夫が必要であろう。

次に物理特性については、生物／無生物条件いずれの場合においても、加速度および角速度変化の大きさが評定値に影響を与えた。生物条件で生物性と物理特性評定において異なる結果となったのは、参加者は単純に物理的な変化に応じて生物性の評定を行ってはいなかった可能性を示している。また生物／無生物条件それぞれにおいて、パラメータ値によっては各数値間の差が弁別されなかった場合があった。実際の物体の運動はその性質とおかれた環境によって制限されている。したがって用いられた標準刺激それぞれに対して、比較刺激の運動量には生物性印象が得られる適切な範囲が存在したと考えられる。用いられた比較刺

激の運動量が取りうる範囲は生物／無生物条件両方において同一であったため、条件によっては標準刺激の運動量の範囲から逸脱し、数値の間の差が弁別されにくかった場合があったのだろう。実際に用いた物体の運動量を算出し、比較検討する必要があると思われる。

また自己推進性については、すべての条件において評定値は標準刺激を下回り、パラメータ値の変化に影響を受けなかった（Figure 8, 9）。本研究において用いられた刺激のように、単一物体のみで外力の想定されていないときは、対象が自分で動き出したかどうかの判断が困難であったと考えられる。Opfer（2002）は、自己推進性は意図性に関して弱い印象しかもたらさないと指摘している。アニメシー知覚との関連性自体弱いものである可能性が考えられるが、今後運動の物理的特性との対応について詳細に検討する必要はあるだろう。

そして不自然さであるが、これは実際の物体の運動と比較した場合、生物／無生物それぞれの条件で、対象の生物らしさと対応してパラメータから影響を受けるものと予想された。しかし不自然さに関する評定は、パラメータから何らの影響も受けなかった。本研究における参加者の評定には様々な尺度が含まれたため、不自然さについてはその質問の意図が参加者に伝わりづらかった可能性がある。生物性であればそれに関する項目として、参加者に回答の方向付けを行って検討する必要がある。

以上4つの評価項目それぞれについて、平均評定値は生物／無生物条件両方の間で差がなかった。この結果は上述したような、比較対象であるコンピュータで生成された運動が基準となる運動変化の範囲の逸脱によって生じたものと考えられる。比較刺激の運動量が標準刺激の2種の差異を相対的に小さくしてしまっているのだろう。また別の可能性として、基準となった動画が適切に生物／無生物それぞれの運動を表現していなかったことが考えられる。実験後の内省報告では、“葉”の落下の動画に対して“ヒトが歩行しているように

見えた” というような擬人的な反応もみられた。生物／無生物のいずれの運動についても複数種の動画を用い、その印象評定値と運動量を算出することで、コンピュータ・シミュレーションとの比較のための適切な運動変化範囲が設定できると思われる。

まとめ

本研究の結果から、単一の幾何学図形の運動に対する生物性の印象は、単純にその運動量の大きさからは影響を受けないことが示された。また、生物性の評定は、基準となる実際の物体によってその物理的なパラメータに影響を受けるか否かが決定されることが示唆された。物理的な変化について印象はパラメータによってある程度決定されていたことから、用いた刺激の変化が弁別できなかった訳ではなかった。おそらく比較刺激に対する生物性印象がパラメータから影響を受ける場合は、その運動量が実際の物体が取りうる運動量の範囲と一致している必要があると推測される。したがって、本研究のように刺激を比較する課題においては、比較する刺激の運動量のある程度一致させた上で、個々のパラメータを統制する必要がある。そのために、基準として用いる実際の物体の運動すべてについてあらかじめ生物性印象の度合いを測定しておくことが重要である。本研究で用いられた質問項目は Opfer (2002) を参考に作成されたが、物理特性に関する質問を加えたより信頼性の高い生物性尺度を独自に作成する必要もあるだろう。そして実際の運動物体の種類を増やし、個々の運動変化量に応じた範囲内でそのパラメータを変化させ、再び同様な実験を行うべきである。

引用文献

Atsumi, T., Nagasaka, Y., & Osada, Y. (2011). The perception of animacy in squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*) and humans. *Journal of Vision, Vision Sciences Society 11th annual meeting abstracts*, **11**, 680.

Bassili, J.N. (1976). Temporal and spatial contingencies in the perception of social events. *Journal of personality and social psychology*, **33**, 680-685.

Blakemore, S.J., Boyer, P., Pachot-Clouard, M., Meltzoff, A., Segebarth, C. & Decety, J. (2003). The Detection of Contingency and Animacy from Simple Animations in the Human Brain. *Cerebral Cortex*, **13**, pp.837-844.

Csibra, G. (2008). Goal attribution to inanimate agents by 6.5-month-old infants. *Cognition*, **107**, 705-717.

Dasser, V., Ulbaek, I., & Premack, D. (1989). The perception of intention. *Science*, **243**, 365-367.

Dittrich W.H., & Lea S.E.G. (1994). Visual perception of intentional motion. *Perception*, **23**, 253-268.

Gao, T., McCarthy, G. & Scholl, B.J. (2010). The Wolfpack Effect: Perception of Animacy Irresistibly Influences Interactive Behavior. *Psychological Science*, **21**, 1845-1853.

Gao, T., & Scholl, B.J. (2011). Chasing vs. stalking: Interrupting the perception of animacy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **37**, 669-684.

Gergely, G., Nadasdy, Z., Csibra, G., & Biro, S. (1995). Taking intentional stance at 12 months of age. *Cognition*, **56**, 165-193.

Happe, F. & Frith, U. (1999). How the brain reads the mind. *Neuroscience News*, **2**, 16-25.

Heberlein, A.S., Adolphs, R., Tranel, D., Kemmerer, D., Anderson, S., Damasio, A.R., (1998) Impaired attribution of social meanings to abstract dynamic geometric patterns following damage to the amygdala. *Society for Neuroscience, Abstracts*, **463**. 5.

Heider, F., & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. *American Journal of psychology*, **57**, 243-259.

中村 浩・鷲見成正 (2002). 単一物体運動における生物性・非生物性知覚に寄与する運動情

- 報の研究. 電子情報通信学会技術報告, **101**, 95-100.
- (Nakamura, K. & Sumi, S. (2002). Motion information contributing to the perception of animacy or inanimacy from the motion of a single object. *ITE Technical Report*, **101**, 95-100.)
- 中村 浩 (2011). 1点あるいは2点で示された蟻の探索運動に対する生物性印象 北星学園大学短期大学部北星論集, **9**, 25-31.
- (Nakamura, K. (2011) Animacy Impression of Single or Two Point-Lights Displays Made from an Ant's Exploring Behavior. *Hokusei Review*, **9**, 25-31.)
- Opfer, J. (2002). Identifying living and sentient kinds from dynamic information: the case of goal-directed versus aimless autonomous movement in conceptual change. *Cognition*, **86**, 97-122.
- Premack, D. (1990). The infant's theory of self-propelled objects. *Cognition*, **36**, 1-16.
- Premack, D. & Premack, A.J. (1995). Intention as psychological cause. In Sperber, Premack, D & Premack, A. J. (Eds.) *Causal cognition: A multidisciplinary debate*. New York: Clarendon Press. 185-199.
- Rochat, P., Morgan, R., & Carpenter, M. (1997). Young infants' sensitivity to movement information specifying social causality. *Cognitive Development*, **12**, 537-561.
- Rochat, P., Striano, T., & Morgan, R. (2004). Who is doing what to whom? Young infants' developing sense of social causality in animated displays. *Perception*, **33**, 355-369.
- Scholl, B.J., & Tremoulet, P. (2000). Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences*, **8**, 299 - 309.
- Schultz, J., Friston, K.J., O'Doherty, J., Wolpert, D. M., & Frith, C.D. (2005). Activation in Posterior Superior Temporal Sulcus Parallels Parameter Inducing The Percept of Animacy. *Nueron*, **45**, 625-635.
- Schultz, J. & Bulthoff, H.H. (2011). How does the brain identify living things based on their motion? *Journal of Vision, Vision Sciences Society 11th annual meeting abstracts*, **11**, 682.
- Stewart, J.A. (1982) Perception of animacy. *Ph.D thesis, University of Pennsylvania*.
- Tavares, P., Lawrence, A., & Barnard, P. (2008). Paying attention to social meaning: an fMRI study. *Cerebral Cortex*, **18**, 1876-1885.
- Tremoulet, P.D., & Feldman, J. (2000). Perception of animacy from the motion of a single object. *Perception*, **29**, 943-951.
- Tremoulet, P.D. & Feldman, J. (2006). The influence of spatial context and the role of intentionality in the interpretation of animacy from motion. *Perception & Psychophysics*, **68**, 1047-1058.
- Uller, C., & Nichols, S. (2000). Goal attribution in Chimpanzees. *Cognition*, **76**, B27-B34.
- 吉田宏之・大山正・野口薫・野村康治 (2001). 点運動映像が与える感情効果, アニメーション研究, **3**, 41-48.
- (Yoshida, H., Oyama, T., Noguchi, K., & Nomura, K. (2001). The emotional effect induced by the movie of the dot movements. *The Japanese Journal of Animation Studies*, **3**, 41-48.)

付 録

本研究で用いた比較刺激の運動アルゴリズムとドットを呈示する座標を決定する方程式は以下の通りである。時刻 t における対象の移動速度は、ランダムに発生させられるパラメータに、条件ごとに設定されている数値 r を乗算することで決定される。時刻 Δt までのドットの x 座標と y 座標は、(1) 式、(2) 式によって求められる。

$$x(\Delta t) = (2rW_i + l) \cos(t\theta_i) \quad \dots (1)$$

$$y(\Delta t) = (2rW_i + l) \sin(t\theta_i) \quad \dots (2)$$

ただし、 $r = \{1, 5, 10\}$ である。 $W = \{0, 1\}$ で、

この範囲でランダムに数値が決定される。1 は一定である。また、角度を決定する $\theta = \{15, 45, 90\}$ であり、刺激条件によって決定された。このとき、刺激の加速度 α は (3) 式によって求まる。

$$\alpha = d(2rW_i + l) / dt \quad \dots (3)$$

ここで加速度 α はランダムに発生する 0 から 1 までの数値に各条件におけるパラメータ値を乗じた $2rW_i + l$ の時間 t についての微分である。した

がってここでの $2rW_i + l$ はドットの数であるということがわかる。さらに、刺激の角速度 ω は (4) 式によって求まる。

$$\omega = \theta / t \quad \dots (4)$$

ここで角速度 ω は各条件において定められているパラメータ値を時間 t で除したものである。

— 2011. 10. 7 受稿, 2011. 12. 2 受理 —

