物体運動の速度変化とランダム性が能動的注視と選好形成に及ぼす効果¹⁾

松田 憲 (山口大学)

楠見 孝 (京都大学)

小林 剛史 (文京学院大学)

一川 誠 (千葉大学)

興 梶 盛 剛 (山口大学)

黒川 正 弘 (山口大学)

The effects of speed change and randomness in object movements on active eye-tracking and preference formation

Ken MATSUDA (*Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University*)

Takashi KUSUMI (*Graduate School of Education, Kyoto University*)

Takefumi KOBAYASHI (*Faculty of Human Studies, Bunkyo Gakuin University*)

Makoto ICHIKAWA (*Faculty of Letters, Chiba University*)

Moritaka KOUROKI (*Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University*)

Masahiro KUROKAWA (*Faculty of Engineering, Yamaguchi University*)

This study examines whether complexity and animacy of object movements induce increased gaze durations for the object and enhanced preference. We examine the effects of manipulating change frequency (1, 3, and 7 times) and change timing (constant and random) for object directions in Experiment 1A and speed changes (acceleration, deceleration, and mixed) for object movements in Experiment 1B. We also measure participant eye movements using an eye-tracker. In both Experiment 1 and Experiment 2A, the participants were allowed to freely move their eyes during stimulus presentation, but in Experiment 2B (control experiment), they were required to closely observe a fixation point. The participants were required to judge the movement of a black-bordered circle, presented for 8 seconds, in terms of its complexity, animacy, impression, interest, amusement, and preference. The results suggest that complexity and animacy of object movements increased participants' preferences for the object and evoked more active gazing. It was also found that the participants constantly tracked object movements throughout a trial and that there were differences in tracking strategies and in the number of gaze stagnations depending on acceleration of the movements.

Key words: preference, eye-tracking, animacy

本研究は、複雑かつ生物的な運動ほど注視され、刺激への好意度を上昇させるかを検討した。実験1Aは対象の運動の方向変化回数(1回, 3回, 7回)と変化タイミング(一定, ランダム), 実験1Bでは実験1Aの要因に対象の加速度(加速, 減速, 加減速混合)を加えて, 実験2(実験2Aは実験1と同様の自由観察であり, 実験2Bは注視点を注視させた統制実験であった)ではアイトラッカーを用いて実際に参加者の眼球運動を観察し, それらが参加者の刺激評価に及ぼす影響を調べた。参加者には, 運動する黒縁の円を8秒間呈示したあと, 円の動きについて6尺度(面白さ, 好意度, 複雑性, 生物性, 関心度, 印象度)を7段階で評定するよう求めた。実験の結果, 物体運動の複雑性・生物性が能動的な注視を喚起させ, 刺激への評価を上昇させた。また, 刺激への視覚探索が見られ, 対象物体の加速度により追い方や視線停滞数の違いが見られた。

キーワード: 好意度, 視覚探索, 生物性

1) 本研究の実験1Aと実験1Bは日本認知心理学会第8回大会(2010)で, 実験2Aは9th Tsukuba International Conference on Memory(2011)で発表を行った。

問題と目的

眼球運動は脳内の神経活動を反映する身体的活動パラメーターと考えることができる。すなわち、画像を見ているときの眼球運動から、画像が有する特徴やその認識メカニズムを解明しようと研究が行われている（山田・福田, 1993, pp. 199-200）。広告効果の評価において、ユーザーの視線がどこに向いているかをEye-trackingを用いて測定することも多い。ここで、人が目を動かしたり、身体を動かししたりしたときに生じる体性感覚は運動感覚と呼ばれる。運動感覚は五感のような外部からの情報を知るための感覚ではなく、自己の身体状態を知覚するための感覚である。一方で、視線を向ける際に生じる運動感覚が、対象を好むならば接近し、嫌うならば回避するという接近・回避行動といった情動的な過程に影響することを示した報告がある（例えば、Shimojo, Simion, Shimojo, & Scheier, 2003）。Shimojo et al. (2003)による先行研究では、2刺激比較の中で生じた片方の刺激への視線の偏り、すなわち視線を向けることそのものが選好決定の要因であると考えられた。この現象において、われわれは刺激に対して能動的に接近することが選好喚起には重要なのではないかと考え、能動性喚起要因の一つとして生物性認知に注目した。

そこで、本研究では単独呈示された運動する物体に視線を向ける際に生じる運動感覚と、運動から生物性を知覚する認知的要素の関連性が情動的過程に与える影響を検討する。これまでに、生物性が選好を高めることを示した研究は行われていない。対象への生物性認知は、情動的側面から考察すると、ポジティブおよびネガティブのいずれの情動価にも影響を及ぼす可能性が考えられる。そのため、従来の生物性認知研究に見られる視線追従が対象への選好判断を促進するかについては、検討の余地があると考えられる。本研究では生物性の知覚を対象への能動的な注意を喚起させるための要因の一つとしてとらえ、生物性が選好を生じさせるプロセスとして、対象に対する生物性認知→対象への能動的注視（注意）の喚起→対象への選好、という一連の流れを想定する。

視線を向けたものが好きになる

選好の生起要因はこれまでの多くの研究によって検討されてきた。刺激として平均顔を用いた研究のように、刺激の特性そのものに魅力的と判断される原因を帰するものがある（Langrois & Ronggmann, 1990）。一方で、ニュートラルな刺激でも視覚的な接触の繰り返しで好意度が上昇する単純接触効果（Zajonc, 1968; Kunst-Wilson & Zajonc, 1980）は、多様な種類の刺激を用いて示されてきた（例えば、Berlyne, 1970; Bornstein, 1989）。

他方、Fantz (1963)は乳幼児の刺激への注視時間が

ら選好を判断する方法（選好注視法）を用いている。また、成人において視線を合わせるという視線接触が他人への興味や欲求、協力を示すことが報告されている（Emery, 2000; Kleinke, 1986）。Shimojo et al. (2003)は対象に視線を向ける、顔を向けるという定位行動は、好きならば接近し、嫌いならば回避するという接近・回避行動の基盤となるものであると考えた。そして対象に視線を向けるという行為が選好決定のような情動的な過程に直結していると予測し、頭部装着型の画像処理法によるEye-trackerを用いて観察者の眼球運動をモニタリングして、視線移動が選好判断に及ぼす影響を検討した。その結果、刺激の魅力を判断させる課題において、結果的に選択した刺激へ視線が向けられる頻度に偏りが見られた。また、視線の偏りは選好決定がなされる時点に向けて絶え間なく増加した。特に、視線の偏りは魅力判断の容易な課題よりも困難な課題においてより強い傾向が見られた。魅力判断が困難であるなら、刺激の比較に際して刺激間で視線を一樣に分配するほうが自然であると考えられる。しかし魅力判断の困難な課題でより視線の偏りが観測されたことは、視線を向ける行為それ自体が選好判断に影響を及ぼすことが示唆された。この視線の偏り現象はgaze cascade効果と命名され、刺激間の魅力に差がないような認知的な偏りが小さい場合や、抽象図形のように刺激自体に親近性が感じられない場合においても同効果は強められた。さらに、2回目以降の刺激への接触に1日の遅延を挟み、その後に同一の手続きを行った場合の視線移動にも同様の効果が得られたことは、観察者が記憶に頼った、もしくは意図的に選好を変えた結果として視線の偏りが生じたという考えを棄却し、gaze cascade効果が選好意思決定に反映する確かな証拠と考えられた。同結果はまた、対象に視線を向けていた時間ではなく、その対象に“目を向ける”ことが重要であることを示唆している。そして、選好決定は認知システム（刺激の魅力比較）と興味を向ける行為の2種類の入力の統合情報であり、選好決定は入力がある閾値に達することで発生するという、選好の二重起因モデルが提唱された。対象に視線を向けるほど興味を抱き、興味を抱くほどその対象に視線を向けるというループが繰り返されることで好意度が形成され、能動的な視線の変遷はその両方の行動に介在していると考えられた。

しかし、Shimojo et al. (2003)は、刺激として顔全体の画像を使用していたことから、選好決定の要因が刺激に視線を向けることによるのか、それとも単純に参加者の好みという潜在的な要因に基づく判断なのかの判別が困難であった。また、分析に用いた時間が意思決定前の約3秒間という短いものであり、視線を向ける行為が意志決定に先立ってどのくらい早期に介在するのかについての評価も困難であった。そこでSimion & Shimojo

(2006) では、ディスプレイ上の左右にある実験刺激(顔)はブランクスクリーンでさえぎり、視線を向けた位置にある顔の一部分だけが見えるように設定された。その結果、顔の魅力判断課題において gaze cascade 効果が認められた。また Shimojo et al. (2003) の実験と比べ、意思決定前のより早い段階(約7.5秒前)から視線の偏りが現れ、Shimojo et al. (2003) での0.8~1.2秒と比較すると、gaze cascade 効果がより長期に検出される効果であることが確認された。Simion & Shimojo (2006) はこの結果から、視線を向けることと選好意思決定との相互作用は、情報処理過程において早くからその関係性が生じ、視線を向けることが選好選択の過程において不可欠な構成であると主張した。

生物性認知と視覚探査

Shimojo et al. (2003) が示した gaze cascade 効果から、視線を向けるという行為が選好を決定する一要因であることが示唆される。しかし、われわれは意思決定の最大約10秒前から脳内では決断に関する信号が発信されているという報告もある (Soon, Brass, Heinze, & Haynes, 2008)。そのため、二つの刺激からの選択判断を課した先行研究では、視線を向けたことによる選好決定と、意思決定に先行する前頭前野と頭頂葉皮質の働きによる影響との区別が困難である。また、刺激に目を向けるという行為そのものではなく、その結果として生じる二つの刺激への視線滞留時間の差の影響も考えられる。

そこで本研究では単一刺激呈示に変更する。そして、単一刺激への注視を促す要因として、生物性認知に注目する。複数または単一の幾何学図形の運動から“生きている”というような生物性を知覚することは多くの実験で示されてきた (Michotte, 1963)。複数の図形では、人が歩行する際の主要な関節の軌跡を光点で表現した映像 (バイオロジカル・モーション) を観察すると、人が歩行していると判断できる (Johansson, 1973)。Heider & Simmel (1944) は、複数の幾何学図形 (円や四角形) がストーリー性を持って動く映画を参加者に呈示したところ、単なる幾何学図形の運動であるにもかかわらず、図形が“生きている”という知覚が生じただけでなく、“けんかしている”あるいは“追いかける”など、ほとんどすべての参加者から図形の運動を擬人化する表現が見られた。Tremoulet & Feldman (2000) は、単一図形の運動速度と方向を変化させ、生物性の知覚に及ぼす効果を検討した結果、運動方向の変化する角度や変化後の速度の増加、また運動方向の変化の頻度が生物性印象に強く寄与することが示された。龍輪 (2004, 2008) は、単一刺激の運動と二つの刺激の運動の関連性から、対象に“心”があると感じる生物性認知に関する検討を行った。その結果、不規則的な運動パターンの刺激に対して生物性の評価が高く、目標指向的な運動が“心がある”

という判断を促すことが示唆された。また、動く対象物体が二つあった場合に、どの図形に注目するかに関する教示はされていなくても、参加者はより生物性を感じるほうの物体に注意を向けることが示された。これらの実験では実際に観察者の眼球運動を観察していたわけではないが、刺激の複雑な運動が当該刺激への意図性や生物性の認知を上昇させ、より刺激への注視を促すと考えられる。また、生物性を知覚することが視覚探索のパフォーマンスを高めることが、Gao, Newman, & Scholl (2009) によって検証されている。以上のことから、対象刺激が複雑・生物的な運動をすることで観察者は対象をより注視し、この行動が対象への好意度を上昇させることが予測できる。

本研究の目的

Shimojo et al. (2003) の提唱した gaze cascade 効果では、視線を向けることそのものが選好を決定する一因であることが示されている。同時に、教示や強制選択によって、視線を向けるという行動を操作することは実験的には容易であるものの、例えば現実の広告において視線を強制的に誘導するという状況は実際には考えにくい。そこでわれわれは、対象物体を能動的に注視する要因を検討することで、その対象物体に対する好意が形成される一過程、すなわち対象物体の“生物性”による能動的注意喚起状況を想定した。生物性を認知した対象への視線追尾が選好を形成させることが証明できれば、例えばTVCMやインターネット広告などで生物性要素を操作することによって、過剰な演出によって視線誘導を行うことなく、自然な視線誘導によって高い広告効果を期待できる。特に、TVCMやインターネット上における一般的な広告形態であるバナー広告などでは、二つの商品の比較よりも一つの商品のみの単独呈示が主であるため、単独呈示場面での検討が必要と考える。運動物体への生物性認知によって喚起される選択的注意は、ながら視聴の多いTVCMに消費者の目を向けさせるトリガーとなりうる。多数のコンテンツが混在して呈示されるWebページ上においても、バナー広告内に生物的な動きを取り入れることで、一般的には多くのユーザーに無視されるバナー広告 (Benway, 1999) への注視が促されることが考えられる。また、Shimojo et al. (2003) によると、gaze cascade 効果は二者択一の強制選択課題での刺激の魅力比較において視線の偏りが強められ、最終的に選択したものに対してより長く視線を向けることによって生じると考えられる。そして、このような意思決定過程の早い段階でのポジティブフィードバックによって、単純接触効果の説明が可能である、という主張がされている。しかし、従来の単純接触効果研究のほとんどが刺激の学習時には単独呈示であることを踏まえると (レビューとして、Bornstein, 1989; 生駒, 2005, 2008; 宮

本, 2008), 単独で呈示された刺激への視線追従を検討することは大きな意義があると考えられる。

そこで本研究では, 運動する幾何学図形への生物性の認知が対象への能動性を喚起させることを想定し, 単一刺激呈示であっても生物学的な運動刺激を視覚的に追尾することで, 刺激への好意度が形成されるかを検討することを目的とした。刺激として, 抽象的な図形である円を用いて, 物体の運動方向の変化するタイミング, 変化の回数, 加速度を操作し対象物体に対する好意度に及ぼす影響を検討した。刺激に正円を用いた理由として, 抽象的刺激を用いることによって, 当該刺激に対する事前の知識や態度の影響がデータに混入することを避けることが挙げられる。また, 本研究の呈示画面をバナー広告と見立てた場合においても, 実際の商品を刺激に用いることで商品自体の好意性や消費者との関与度等の影響が考えられる。

従来研究によって, 生物性の知覚は, 単一運動刺激の運動速度と方向変化 (Tremoulet & Feldman, 2000) や, 観察可能な運動エネルギーの増加 (Bingham, Schmidt, & Rosenblum, 1995) によって生じることが示されている。また, 物体の運動から生物か無生物かを区別する際に, これらの要因が及ぼす影響についても検討されている (Gaur & Scassellati, 2006)。そこで, 実験1Aでは, 刺激の運動方向が変化する回数とタイミングを操作し, 参加者が印象評定を行った。また, 柴田・猪岡 (1995) による人間らしい上肢運動の研究の中で, 2関節の往復運動および3点間運動において, 運動速度の躍度 (加速度の変化率) の操作による速度ピークや最大速度が人間らしさに影響を与えることが示されている。そこで, 実験1Bでは, 刺激の運動の要因として新たに刺激運動の加速度を加えた。実験2Aでは, 瞳孔中心と角膜反射法を利用した非接触型の計測法によるEye-tracker (Tobii T120) を用いて実際に参加者の眼球運動を記録することで, 参加者が複雑・生物学的な運動をする刺激ほど注視しているのか検討した。また, 生物性の認知そのものが好意度の形成を促進させる, という仮説も検討の必要がある。そこで実験2Bでは, 参加者に刺激追尾を行わないよう教示したうえで眼球運動を測定した。

評定尺度として, 物体運動の物理的特性を評価する“複雑性” (7. 複雑～1. 単純), 運動する刺激への生物性認知度を問う“生物性” (7. 生物～1. 無生物), 刺激に対する能動性を測る“関心度” (7. 関心がある～1. 関心がない), 刺激への感性評価指標としての“好意度” (7. 好き～1. 嫌い) と“面白さ” (7. 面白い～1. つまらない), 印象に残るか否かを問う“印象度” (7. 印象に残る～1. 印象に残らない) を, それぞれ7件法尺度 (中央値4は“どちらでもない”を意味する) で設定した。

Figure 1. 運動物体への生物性認知が好意度形成に至る過程の仮説モデル。加速度は実験1Bおよび実験2A, 2Bのみ。

実験に先立って, Figure 1に示すような仮説モデルを作成した。すなわち, 刺激の変化回数や変化タイミング, 加速度によって運動の複雑性が上昇し, 刺激への生物性の認知が生じる。生きていると認識された刺激の運動に対して関心が高まることによる刺激への能動的接触が, 当該刺激への好意度, 面白さ, 印象度を高めると考える。

実験 1

方法

要因計画 実験1Aでは, 運動方向の変化回数3条件 (1, 3, 7) × 運動方向の変化タイミング2条件 (一定, ランダム) の2要因参加者内計画であった。実験1Bでは, 加速度3条件 (加速, 減速, 加速減速混合) を加えた3要因参加者内計画であった。

参加者 実験1Aに大学生16名 (男女各8名, 平均年齢20.88歳) が, 実験1Bに大学生16名 (男女各8名, 平均年齢21.1歳) が, それぞれ参加した。実験1Aと1Bとの参加者の重複はない。

材料 刺激の呈示にはFLATRON Wide LCD W2753V-PF 27インチワイド液晶モニター (解像度: 1,920 × 1,080 px, 応答速度: 2.0 ms) を用いた。背景は白色とし, 呈示する刺激は直径50 px, 視角約1.2 arc degの黒縁の白色円とした。刺激の呈示時間は8秒とし, モニタ上を8.2 deg/sの速さで自動運動した。運動のパターンは等速直線運動する刺激を移動方向が8方向 (上下左右斜め) で1, 3, 7回変化するよう設定した。変化のタイミングが一定の場合, 変化回数1回条件では4秒後, 3回条件は2秒ごと, 7回条件は1秒ごとに変化した。変化タイミングがランダムの場合, 運動方向変化するまでの移動時間は変化回数1回条件では1秒から7秒, 変化回数3回条件では1秒から5秒, 変化回数7回条件では0.5秒から2秒で操作し, 全体で8秒間になるように設定した。実験1Bで操作した加速度の種類としては, 加速のみ, 減速のみ, 加速減速混合 (加速→減速→加速→…または減速→加速→減速…) の三つを使用した。加速度はイージングという手法を用いた。イージングとは, トゥイーンフレーム (変更のキーとなるフレーム)

間の変化の度合いを調整し、オブジェクトの動きを加速または減速するときに使うものである（FLASH 関連用語集 http://www.mitsue.co.jp/case/design/f_020.html）。イージング値は減速の場合100とし、加速の場合は-100とした。刺激の最大速度は条件間で一定で16.4 deg/secとなり、加速度は方向変化するまでの移動時間によって変化し、移動距離の中間点で最大になる（移動秒数ごとの刺激最大加速度；0.5秒： $\pm 51.2 \text{ deg/s}^2$ ，1秒： $\pm 25.6 \text{ deg/s}^2$ ，1.5秒： $\pm 17.2 \text{ deg/s}^2$ ，2秒： $\pm 12.8 \text{ deg/s}^2$ ，3秒： $\pm 8.6 \text{ deg/s}^2$ ，4秒： $\pm 6.4 \text{ deg/s}^2$ ，5秒： $\pm 5.1 \text{ deg/s}^2$ ，6秒： $\pm 4.2 \text{ deg/s}^2$ ，7秒： $\pm 3.6 \text{ deg/s}^2$ ）。

手続き 実験は参加者ごとに個別に行った。参加者とディスプレイとの間隔は約70 cmであった。まず実験内容と評定尺度（複雑性、生物性、関心度、好意度、面白さ、印象度の6尺度を7段階評定）について説明した。2回の練習試行の後、本試行を行った。刺激呈示前に20 px×20 pxの十字が注視点として1秒間呈示され、その後8秒間刺激が呈示された。参加者には注視点を見るよう求め、その後は刺激の呈示が終了するまで頭部を動かさないように教示した。刺激への追尾に関する教示は行わず、参加者には頭を動かさないうでの自由な観察を求めた。呈示終了後は何も表示されなかった（背景のみ呈示）。このときに参加者には刺激に対する各尺度の評定を行うように求めた。評定時間は設定せず、参加者のタイミングで次の刺激へと切り替えるよう指示し、切り替えはEnterキーで行った。刺激の呈示順序は、参加者ごとにカウンターバランスを行った。

結果と考察

6尺度の平均評定値の分析 各尺度における評定値の平均値をFigure 2（実験1A）とFigure 3（実験1B）に示す。各尺度別に、評定値に対して、運動方向の変化回数（実験1A、1B）と変化タイミング（実験1A、1B）、加速度（実験1B）を要因とする分散分析と、Ryan法による多重比較（有意水準5%）を行った。評定結果はAppendix（実験1A：Table A1, 実験1B：Table A2）に示す。

実験1Aの結果、複雑性と生物性は変化回数と変化タイミングの交互作用が有意であり（複雑性： $F(2, 30)=4.86$, $MSe=.330$, $p=.015$; $F(2, 30)=3.70$, $MSe=.270$, $p=.037$ ）、変化タイミングがランダムである場合のほうが一定である場合と比較して評定値が高かった。また、変化タイミングが一定、ランダムの両条件における変化回数の単純主効果が有意であり（複雑性はそれぞれ、 $F_s(2, 60)=61.91, 85.12$; $MSe=1.074$; $ps<.001$ ，生物性はそれぞれ、 $F_s(2, 60)=52.98, 47.32$; $MSe=.389$; $ps<.001$ ）、変化回数が増すごとに評定値が上昇した。関心度、好意度、面白さ、印象度の各尺度では変化回数の主効果が有意であり（好意度： $F(2, 30)=12.27$, $MSe=.433$, $p<.001$ ，面白さ： $F(1, 15)=15.97$, $MSe=.899$,

Figure 2. 変化タイミングと変化回数が運動物体への評価に及ぼす影響（実験1A）。エラーバーは標準誤差。

Figure 3. 変化タイミングと変化回数、加速度が運動物体への評価に及ぼす影響（実験1B）。エラーバーは標準誤差。

$p<.001$ ，印象度： $F(2, 30)=7.27$, $MSe=.837$, $p=.003$ ）、変化回数が増加することで評定値が上昇した。また、変化タイミングが一定、ランダムの両条件における変化回数の単純主効果が有意であり（関心度はそれぞれ、 $F_s(2, 60)=23.56, 10.75$; $MSe=.307$; $ps<.001$ ，好意度は一定で $F(2, 60)=13.71$, $MSe=.302$, $p<.001$ ，ランダム $F(2, 60)=5.46$, $MSe=.302$, $p=.007$ ，面白さでそれぞれ、 $F_s(2, 60)=19.86, 8.96$; $MSe=.519$; $ps<.001$ ），特に変化タイミングが一定のときに、変化回数による評定値の上昇率が高かった。

実験1Bの結果から、複雑性評定値は変化回数の主効果が有意であり ($F(2, 30)=87.94, MSe=1.996, p<.001$), 変化回数が増すほど上昇することが明らかになった。変化タイミングも、変化回数との交互作用が有意であり ($F(2, 30)=4.21, MSe=.321, p=.025$), 変化回数が増すごとにランダム変化条件の評定値が一定変化条件と比較して上昇した。加速度では、変化回数3回条件と7回条件における単純主効果が有意であり (それぞれ, $F_s(2, 90)=12.17, 10.79; MSe=.400; ps<.001$), 3回変化時に加速および減速よりも加速減速混合条件で評価が高く、7回変化時には加速条件の評定値が3回変化と比べて大きく上昇した。生物性評定値は運動方向の変化タイミングと変化回数、加速度の影響を受け (それぞれ, $F(1, 15)=17.83, MSe=.810, p<.001; F(2, 30)=10.03, MSe=2.817, p<.001; F(2, 30)=9.08, MSe=.895, p<.001$), 特にランダムなタイミングで7回変化する条件で高かった ($F(1, 45)=43.07, MSe=.501, p<.001$)。関心度と面白さでは変化タイミングがランダムである場合のほうが一定である場合よりも評定値が高く (それぞれ, $F_s(1, 15)=10.42, 50.53; MSe=.616, .158; ps=.006, <.001$), 変化回数が多いほど評価が高くなった ($F_s(2, 30)=14.28, 32.42; MSe=.956, 1.298; ps<.001$)。また、加速度の主効果における多重比較の結果、加速減速混合条件の評定値が加速と減速よりも有意に高く ($ps<.001$), 加速減速混合のときに評価が上昇したと言える。好意度では、変化回数と加速度の1次交互作用が有意であった ($F(4, 60)=2.58, MSe=.328, p=.047$)。単純主効果検定を行ったところ、すべての加速度条件 (加速, 減速, 加速減速混合) における変化回数の単純主効果が有意であった ($F_s(2, 90)=3.80, 8.91, 15.61; MSe=.529; p=.026, p<.001, p<.001$)。以上より、変化タイミングがランダムである場合のほうが一定である場合よりも評定値が高く、加速、減速、加速減速混合の順に評価が上昇したことが示された。すべての加速度条件 (加速, 減速, 加速減速混合) における変化回数の単純主効果が有意であり ($F_s(2, 90)=3.80, 8.91, 15.61; MSe=.529; p=.026, p<.001, p<.001$)。変化回数の上昇に伴って評価が上昇したが、加速減速混合条件で特にその傾向が強かった。印象度においても、全ての独立変数の主効果が有意であり (変化タイミングが $F(1, 15)=11.84, MSe=.429, p=.004$, 変化回数が $F(2, 30)=9.59, MSe=1.904, p<.001$, 加速度が $F(2, 30)=4.01, MSe=.807, p=.029$), ランダム変化条件のほうが一定変化条件よりも評定値が高く、変化回数の上昇に伴って評価が上昇した。

運動刺激への生物性認知が選好形成に及ぼす効果モデルについて、独立変数および六つの尺度間の因果関係を調べるために、実験から得られたデータをもとにパス解析を行った。分析にはAMOS 16.0.1 (SPSS社製) を用い

た。変化タイミングと変化回数を操作した実験1Aのデータに対して分析を行ったところ (独立変数のデータは、変化回数は1, 3, 7の数値を、変化タイミングは名義尺度であることからダミー変数 (一定: 1, ランダム: 2) を用いた), 仮説モデルの適合度は $GFI=.739, CFI=.742, RMSEA=.232, AIC=166.30$ であった。適合度指標である GFI および CFI は値が .90 以上が望ましいとされる。そこで、仮説モデルを破棄し、変数間にすべてパスをつないだ初期モデルからモデル探索を行い、Figure 4に示すような修正モデルを採用した。修正モデルの適合度は $GFI=.931, CFI=.976, RMSEA=.081, AIC=65.66$ と大幅に改善された。複雑性評価は、刺激運動方向の変化回数 (パス係数: .80) と変化タイミング (.15) によって上昇した。運動の複雑性が高まることで生物性が認知され (.80), 関心度が高まった (.28)。複雑性から関心度への直接パスも観測された (.41)。刺激への関心度の上昇が、好意度 (.52) や面白さ (.38), 印象度 (.38) を高めることが示された。生物性から面白さ (.42) への直接パスや、面白さから好意度 (.27), 好意度から印象度 (.32) のパスも観測された。生物性から好意度と印象度へと直接パスを引いた場合には、そのパス係数は低かった (.10, .00)。この結果は、生物性は好意度や印象度に先行する原因変数であることを示すものと考えられる。

また、実験1Bのデータによる分析を行ったところ (加速度についても、“加速” と “減速” の二つのダミー変数を設定し、加速条件では (1, 0), 減速では (0, 1), 加速減速混合では (1, 1) とした), 初期モデルの適合度は $GFI=.801, CFI=.728, RMSEA=.185, AIC=426.19$ であった。実験1Aと同様にモデル探索を行い、Figure 5の修正モデルを得た。修正モデルの適合度は $GFI=.915, CFI=.907, RMSEA=.118, AIC=200.07$ と改善された。複雑性評価は、刺激運動方向の変化回数 (.72) と変化タイミング (.14), 加速度 (.07) によって上昇した。複雑性から生物性 (.48) を媒介して関心度 (.32) が高まり、複雑性から関心度への直接効果 (.26) も見られた。関心度の高まりは好意度 (.32) と面白さ (.55), 印象度 (.32) を高め、生物性が面白さを媒介して (.10), 好意度を高

Figure 4. 運動物体への生物性認知が好意度形成に至る過程 (実験1A)。数値は標準化パス係数。*: $p<.05$, **: $p<.01$

Figure 5. 運動物体への生物性認知が好意度形成に至る過程（実験1B）。数値は標準化パス係数。*: $p < .05$, **: $p < .01$

め (.52), 印象に残る (.10) ことも示された。実験1Aと異なり, 複雑性から面白さへ直接パスを引くことによってモデルの適合度が上昇したことから, 複雑性が面白さを直接喚起させ (.32), 印象度を高める (.39) という効果も確認された。

運動の複雑性が関心度を上昇させる際に生物性を媒介しないということも考えられるため, 修正モデルから生物性を除いて分析を行ったところ, 実験1AのモデルではAICを除くすべての適合度が低下した ($GFI = .916$, $CFI = .942$, $RMSEA = .126$, $AIC = 62.50$)。実験1Bのモデルにおいても, すべての適合度の低下が見られた ($GFI = .885$, $CFI = .852$, $RMSEA = .155$, $AIC = 237.75$)。よって, 複雑な運動が選好を上昇させるには生物性の認知が重要であると言える。また, 運動の複雑性ではなく生物性認知が重要であることを示すために, 修正モデルから複雑性を除いて分析を行ったところ, 実験1Aのモデルの適合度はかえって上昇する結果となった ($GFI = .960$, $CFI = .992$, $RMSEA = .047$, $AIC = 46.47$)。この結果は, 複雑性評価値がほかの評価値と比較して, 物体運動が複雑になるのに伴う評価値の上昇幅が大きかったことに起因すると考えられるが, 複雑な運動に対する複雑性認知を行わなくても生物性認知が生じる可能性も考えられる。しかし, 複雑な動きをする物体に対して生物性が認知される過程において, 物体運動への複雑性認知が生じないという事態は想定しにくい。つづいて実験1Bの修正モデルから複雑性を除いて分析を行ったところ, すべての適合度の低下が見られた ($GFI = .894$, $CFI = .855$, $RMSEA = .146$, $AIC = 212.82$)。この結果は, 刺激の運動が加速度を追加したことでより複雑になったことによって, モデルにおける複雑性評価値の比重が増加したことに起因すると考えられ, 複雑な刺激運動に対する生物性認知に複雑性認知の介在を示すものである。また, 生物性評価値を除いたときよりも適合度の低下が少ないことから, 運動物体への視線追従が選好を上昇させる際には, 刺激の複雑性認知よりも生物性認知がより重要であることが併せて示された。よって, 本研究では複雑性評価値を加えたモデルを修正モデルとして採用した。

実験1のまとめ 以上より, 変化タイミングと変化回数を操作した実験1Aでは, 変化回数を増やすことですべての尺度で評価値の上昇が見られることが明らかになった。複雑性と生物性の尺度において特に変化回数と変化タイミングの影響が強かった。刺激の運動変化が多くなる場合で評価値が上昇したことについては, 物理的特性項目としての複雑性を考えれば単純な評価に基づくものと考えられる。生物性については複雑性と同様の結果が得られた。すなわち複雑性が増すことで, これに比例して生物性が増加することが示唆された。そして複雑性および生物性の上昇が刺激に対する関心度を高め, 能動的に刺激に接触することで好意度や面白さなどへの促進効果が生じたと考えられる。先行研究 (Simion & Shimojo, 2006; Shimojo et al., 2003) において, 二つの刺激の比較の中で生じた視線の偏りによって, 視線が向けられた刺激に対する選好が上昇した。本結果は, 複雑な自動運動を行う単独刺激への生物性認知によって喚起された能動的な視覚追従によっても, 刺激への選好が生じることを示す可能性を示唆している。すなわち, 本研究において選好を決定した要因は潜在的な意思決定 (Soon et al., 2008) や視線滞留時間の差ではなく, 生物性認知によって喚起される刺激への能動的視線追従であるといえる。実際に視覚追従が生じているかについて, 実験2で眼球測定を行うことで検討する。

好意度と面白さ, 印象度について, 運動変化の複雑性が高いときには刺激への生物性認知によって関心度が高まり, 刺激に対する能動的な姿勢が生じて視覚的に追尾することで, 評価値が上昇したと考えられる。一方で複雑性が低いときは, 生物性認知が生じず, 動きが予想でき, 能動的に運動刺激を視覚的に追尾しようという意図が生じにくかったと考えられる。これらの尺度において, 刺激の運動方向がランダムに変化するときのほうが一定のタイミングの場合と比べて変化回数増加による上昇効果が小さかったが, この結果は変化回数1回条件でランダム条件の評価値が一定条件と比較して高かったことによると言える。また, 関心度評価値で変化タイミングの主効果が得られていないことから, 予測困難度と関心度との関連がないという可能性も考えられるが, 変化タイミングと変化回数との交互作用が有意傾向であり, 変化回数が少ないときにはタイミングの違いの影響があると言える。また, 刺激の運動方向が変化する際にはその変化方向はランダムであることから, 変化回数の上昇も予測の困難さに寄与していると考えられる。予想できない不規則な動きが参加者の刺激への生物性認知と選択的注意を高めることが先行研究 (龍輪, 2004, 2008) によって示されているが, 不規則な動きは変化数が少なくても参加者の刺激への能動性を高め, 好意度や面白さなどの尺度に影響したと考えられる。また, パス解析の結

果において、面白さに関して生物性認知による直接的影響が見られた。生物的な運動が面白さを喚起し、好意度が高まり、印象に残るという認知の流れも確認された。

実験1Bでは、実験1Aと同様に各尺度への変化回数のある効果が見られた。また、実験1Aでは効果の小さかった変化タイミングと、加速度の影響もすべての尺度で見られた。複雑性では特に三つの要因の効果が強く、生物性においても同様の結果が認められた。以上の結果は、参加者の内在的要因、例えば記憶や経験が、複雑な動きをする物体に対する生物性認知に作用したことを示唆するものである。龍輪（2004）によると、状況に応じて動きを変える物体は“心がある”と認知される。また、Tremoulet & Feldman（2000）は、運動する単一物体の運動方向変化後の速度が変化前より速い場合に生物性の印象が強まることを明らかにしている。物体速度の増減において外力を加える存在が見えない場合には、対象の自動性が示唆されて生物的印象が高まると考えられる（中村・鷲見，2002）。吉村（2005）は、無生物でも動きの中から生物らしい動きを見つけ、自身が知っている生物と照らし合わせて見るがあるとしている。このことから、刺激が加速度を加えて移動することにより自身の知っている生物をイメージしたと推測できる。

Gaze cascade効果との関係については、関心度や好意度、面白さなどの評定値が、実験1Aと比較してより複雑で生物的な運動をする刺激に対して上昇している。参加者は動いている円を注視しているだけであると考えられることから、生物性認知によって刺激に能動的に注意を向けることが喚起され、視覚的に追尾することが、選好決定に影響している可能性が考えられる。複雑性から面白さへの直接パスも見られることから、物体運動そのものの面白さの好意度評定への加算的影響も考えられる。加速度の効果については、減速する刺激に対する評定値が加速する刺激に対するそれと比較して高かった。加速条件では、運動方向が変化するたびに停止状態から徐々に速度が増していくのに対して、減速条件では初速16.4 deg/sから負の加速度がかかって次の方向変化時に停止する。すなわち、方向変化時に視線の停留時間が長い加速条件と比較して、減速条件では視線が刺激の動きに一時追従できず、その後追尾に移行することが想定され、このことが減速条件における能動性が加速条件よりも高くなることを説明すると考える。

そこで実験2では、以上の解釈の妥当性を検証するために、参加者の眼球運動を観察し、加速度条件ごとの視線の違いについて検討を行った。実験2Aでは、実験1Aおよび実験1Bと同様に、参加者には刺激を自由に観察させた。実験2Bでは、参加者には視点を呈示画面の中央に固定して、運動刺激を追視しないよう求めた。

実験 2

方法

要因計画 実験2では、実験1Bと同様に、運動方向の変化回数3条件（1, 3, 7）×運動方向の変化タイミング2条件（一定、ランダム）×加速度3条件（加速、減速、加速減速混合）の3要因参加者内計画であった。

参加者 実験2Aに大学院生8名（男性5名、女性3名、平均年齢25.33歳）、実験2Bに大学生・大学院生8名（男性5名、女性3名、平均年齢22.00歳）が、それぞれ参加した。実験1との重複はなかった。実験2Aの参加者のうち1名は大幅にデータの損失が見られたため、分析から除外した。

材料 実験2Aでは、刺激の呈示と視線観測にはTobii T120（ディスプレイ（解像度）：17" TFT（1,280×1,024 px）、精度：0.5度、ドリフト：＜0.3度、サンプリングレート：60 Hz、頭部移動可能範囲：30×22×30 cm）を使用した。呈示刺激は、実験1Bで用いた刺激をTobii T120上で使用するために、aviファイル形式に変換した。ファイル形式の変換はiWisoft Flash/SWF to Video Converterを用いた。また、この変換により刺激サイズは0.6 arc deg、動画サイズは960×600 pxに縮小した。実験2Bでは、参加者の視線を固定するために、呈示画面の中央には刺激呈示中は常に注視点が呈示された。刺激の呈示と視線観測にはTobii TX300（ディスプレイ（解像度）：23" TFT（1,960×1,080 px）、精度：0.5度、ドリフト：＜0.3度、サンプリングレート：60 Hz、頭部移動可能範囲：幅37×高さ17 cm、動作距離：50～80 cm）を使用した。ファイル形式の変換は実験2A同様にiWisoft Flash/SWF to Video Converterを用いた。

手続き 実験2Aでは、実験1Bと同様の手続きが用いられた。実験2Bでは、参加者には刺激を追従せずに常に呈示画面中央部に呈示された注視点を見続けるよう教示し、それ以外の手続きは実験2Aと同様であった。実験は個別に行い、刺激を3セットに分けてセットごとに視覚刺激画面と視線の位置を相関させるキャリブレーションを行った。1回目のキャリブレーションの後2回の練習試行を行い、本試行を行った。刺激が呈示される8秒間の実験参加者の眼球運動がEye-trackerで観測された²⁾。

結果と考察

6尺度の平均評定値の分析 各尺度における評定値の平均値をFigure 6（実験2A）とFigure 7（実験2B）に、

2) Tobii T120およびTobii TX300に組み込まれている近赤外光照明器は、欧州におけるレーザーの安全基準であるIEC/EN 60825-1/A1-A2に準拠しており、本製品はEC/EN 60825-1/A1-A2で定められたクラス1 LED製品（光を人体に長時間照射することを意図したLED製品）に適合している。

それぞれ示す。評定結果はAppendix（実験2A：Table A3, 実験2B：Table A4）に示す。

実験2Aの結果、複雑性と生物性の評定値は、実験1Bの結果と同様に、変化回数の主効果が有意であり ($F_s(1, 6)=38.37, 6.96; MSe=2.344, 2.844; p<.001, p=.010$)、変化回数が増すほど上昇することが明らかになった。加速度の主効果も有意であり ($F_s(1, 6)=6.41, 4.52; MSe=.313, .319; p=.012, .034$)、加速、減速よりも加減速混合条件で評価が高かった。変化タイミングも、変化回数との交互作用が有意であり ($F_s(2, 12)=18.63, 5.52; MSe=.036, .190; p<.001, p=.020$)、変化回数が増すごとにランダム変化条件の評定値が一定変化条件と比較して上昇した。関心度と面白さにおいても、変化回数とともに評定値が上昇した ($F_s(1, 6)=7.95, 2.82; MSe=.1394, 6.889; ps=.006, .099$)。また、変化タイミングと加速度との交互作用は関心度で有意傾向を示し、面白さでは有意であった ($F_s(2, 12)=304, 8.424; MSe=.179, .305; ps=.086, .005$)。好意度は変化回数の主効果が有意であり ($F(1, 6)=4.81, MSe=2.040, p=.029$)、変化回数の上昇に伴って評価が上昇することが示された。加速度の主効果は有意ではなかったが、効果量 ($\eta^2=.017$) が実験1B ($\eta^2=.022$) と同程度であり、参加者を増やすことで有意な主効果が得られる可能性が

ある。印象度では、変化タイミングと加速度との交互作用が有意であり ($F(2, 12)=5.87, MSe=.170, p=.017$)、ランダムに変化する条件での各加速度条件のほうが、一定変化と比較して評定値が高かった。

実験2Bの結果、複雑性と生物性の評定値は、実験1B, 2Aと同様に、変化回数の主効果が有意であり ($F_s(1, 7)=93.98, 7.43; MSe=.1467, 5.305; p<.001, p=.006$)、変化回数が増すほど上昇した。変化タイミングと変化回数との交互作用が有意であり ($F_s(2, 14)=9.94, 6.18; MSe=.105, .241; p=.002, .012$)、変化回数の増加に伴い、ランダム変化条件の評定値が一定変化条件と比較して上昇した。複雑性評定値においては、変化タイミングと加速度との交互作用および変化回数と加速度との交互作用が有意であった ($F(2, 14)=4.11, MSe=.277, p=.039; F(4, 28)=4.49, MSe=1.198, p=.006$)。関心度と面白さ、印象度においては、変化タイミングランダム条件のほうが一定条件よりも評定値が高く ($F_s(1, 7)=7.40, 32.25, 4.76; MSe=.147, .081, .434; p=.030, p<.001, p=.066$)、加速度による影響も見られた ($F_s(1, 7)=5.50, 3.88, 6.92; MSe=.147, 2.028, .180; ps=.030, .046, .008$)。また、関心度と面白さでは変化回数とともに評定値が上昇した ($F_s(1, 7)=5.43, 8.98; MSe=.2067, 3.009; ps=.018, .003$)。一方で、好意度評定値は、すべての条件で有意な主効果と交互作用が得られなかった。また、各条件における好意度評定値と中央

Figure 6. 変化タイミングと変化回数、加速度が運動物体への評価に及ぼす影響（実験2A）。エラーバーは標準誤差。

Figure 7. 視線と固定した条件において、変化タイミングと変化回数、加速度が運動物体への評価に及ぼす影響（実験2B）。エラーバーは標準誤差。

Figure 10. 変化タイミング一定条件における刺激と視点との差の平均値（実験2A）。上図は変化タイミング：一定，変化回数：1回の加速条件（黒）と減速条件（灰色）。中段は変化タイミング：一定，変化回数：3回の加速条件（黒）と減速条件（灰色）。下図は変化タイミング：一定，変化回数：7回，加速減速混合条件の加速→減速パターン（黒）と減速→加速パターン（灰色）。縦軸のプラス側は視線の位置が刺激の運動方向より前方にあることを示し，マイナス側は後方にあることを示している。縦点線は運動方向変化地点を示す。

回数7回の加減速混合条件をそれぞれ示している。

各条件で参加者ごとの視線位置を平均して作成した Figure 10 から，加速度によって視線の変遷に異なる傾向が見られた。加速度条件には加速と減速，そして加減速を交互に繰り返す三つの条件があるが，刺激は運動方向が変化する地点においていったん停止し，加速もしくは減速をするという設定であった。加速の場合には，刺激は停止した状態から徐々に加速し，速度が大きくなる。減速の場合には，速い速度から始まり徐々に減速し停止するというものであった。すなわち，刺激の運動開

始と停止の前後は最も運動速度変化が大きくなる。そのため，加速条件では，グラフ上の縦線で示した運動方向変化地点から速度が増すにつれて視線が徐々に刺激の進行方向と逆方向にずれていき，刺激がいったん停止する次の運動方向変化地点では刺激に追いつくという動きを繰り返した。逆に，減速条件では，運動開始直後の速度の大きさから，いったんは視線が刺激から離れるが徐々に追いついていくという動きであった。加速減速混合条件では，加速→減速パターン，減速→加速パターンのどちらにおいても上記の加速，減速条件両方の特徴が交互に現れているのが見てとれる。運動刺激は注意を引きつけることから（Dick, Ullman, & Sagi, 1987; Hillstrom & Yantis, 1994; Nakayama & Silverman, 1986），加速運動，減速運動のいずれにおいても，対象の動きに合わせて視線が動き，刺激を追従していると考えられる。また，運動方向変化地点の変化後0.5 s間における刺激と視線位置との距離を条件ごとに平均し0.1秒間隔での変遷をグラフに示した（Figure 11）。さらに0.5秒間における条件ごとの刺激と視線位置との差の平均値を用いて，移動方向の変化のタイミングと変化する回数，加速度に0.1秒から0.5秒の経過時間を加えた4要因の分散分析と Ryan 法による多重比較（有意水準5%）を行った。その結果，経過時間と加速度の交互作用が有意であった（ $F(8, 28)=5.09$, $MSe=.035$, $p<.001$ ）。単純主効果検定では減速条件における経過時間の単純主効果が有意であり（ $F(4, 72)=18.42$, $MSe=.030$, $p<.001$ ），多重比較の結果，移動方向変化後の0.4秒後は0.1から0.3秒後と比較して有意に上昇した（ $ps<.01$ ）。また変化後の0.3秒から0.5秒における加速度の単純主効果が有意であり（ $F_s(2, 60)=8.49$; 19.71; 12.61, $MSe=.040$, $ps<.001$ ），多重比較の結果，減速条件においてほかの加速条件と視線位置と刺激の差がより大きくなることが示された（ $ps<.01$ ）。移動方向変化を伴った刺激の運動速度の上昇から生物性を知覚する（Tremoulet & Feldman, 2000）ことから，減速条件において刺激の減速運動での追従で刺激と視線に大きなずれが生じたという結果からは，急な速度変化により各参加者の視線は運動方向変化後に刺激から離れることで生物性を知覚し，より能動的に目を向けたことが考えられる。このような能動的な視線追従の存在を確認するために，刺激呈示時の視線速度と刺激速度をグラフに示した（Figure 12）。Figure 12を見ると，減速条件において，視線速度は刺激速度が最大となる刺激移動方向変化時からやや遅れてピークに達している。そしてその傾向は，刺激の方向変化回数が多いほど顕著であった。すなわち，刺激の急激な速度変化により視線がいったん離れ，その後に刺激に追いつくという能動的な視線追従運動をしていることが明らかになった。

Figure 9 における刺激を中心窩でとらえる割合では変

Figure 11. 運動変化後0.5 s間の時間変化を伴う刺激と視線位置の距離の平均値 (実験2A). それぞれ加速条件 (上), 減速条件 (中), 加速減速混合条件 (下). エラーバーは標準誤差.

化回数のない複雑性の低い運動においても追視は行われていた。しかし、ある参加者の視線の変遷を例に挙げると (Figure 13), Figure 10 の変化回数1回条件のように、運動方向変化地点での視線が刺激からいったん離れて追いつくような能動的な視線の移行は変化回数に依存し、その後はある一定の距離を保っている。移動方向による違いはあるが同一条件の刺激は四つあるため、試行を重ねることで移動方向変化間の加速度の違いから変化するタイミングや移動方向変化の有無をある程度は予測できていた可能性も考えられる。そのため追従は正確に行われているが、より複雑な移動方向の変化や速度変化に対応させて能動的に刺激を追従する場合と比較すると、追従の容易さから相対的に高い能動性が要求されず、好意度評価に影響しなかった可能性が考えられる。また変化回数の増加に伴い運動方向変化地点において刺激の方向変化によって視線がいったん離れることで、刺激へ能動的に目を向けている回数は増加し、ある一定の距離を保つように目で追いかけている状態と比較して“目を向けた”という神経的信号は強まると考えられる。

Figure 12. 減速条件における視線速度と刺激速度の平均値 (実験2A). それぞれ1回変化条件 (上), 3回変化条件 (中), 7回変化条件 (下).

続いて実験2Bにおいて、参加者が注視点を中心窩の範囲内でとらえているか検討した。注視点を参加者の中心窩の範囲でとらえている場合を1、範囲外にある場合を0とした割合を各条件で平均し、グラフに示した (Figure 14)。条件間において割合に差は見られず、どの条件において8~9割程度は注視点を中心窩の範囲内でとらえていたと考えられ、実験2Bにおいて能動的な視線追尾は制限されていたことが確認された。一方で、1割強の割合で視線位置が注視点から外れていたという結果は、刺激呈示直後に注視点と視線との距離がやや離れることによると考えられる (Figure 15)。参加者は注視点に視線を固定するように教示されても、自動的に刺激の運動方向に目が動くOKN (Optokinetic Nystagmus: 視運動性眼振) が生じる可能性がある。

実験2のまとめ 以上より、刺激を自由に観察した参加者の視線の動きを解析した結果、各条件において参加者は刺激を9割以上中心窩の範囲に捕捉しながら追視していることが確認できた。つまり、参加者は刺激の変化するタイミングや移動方向の変化にかかわらず刺激を追

Figure 13. 変化タイミング一定の変化回数1回、減速条件における参加者Aの刺激と視線位置の差（実験2A）。上は試行の前半，下は試行後半に呈示された。

Figure 14. 各条件における刺激を中心窩にとらえていた割合（実験2B）

Figure 15. 注視点と視線位置の距離の平均値（実験2B）

従うことができたと考えられる。他方、加速度運動によって視線の位置との差が大きくなったことから、参加者は刺激から置いていかれた視線と刺激との距離を埋めようと、刺激に対して能動的に目を向けたと言える。そして、変化回数の増加は、能動的な視線の変遷を増やす要因となったと考えられる。実験1と同様に実験2Aで

も複雑性・生物性の上昇に伴って好意度や面白さなどの評定値が上昇した。さらに、視線を固定することによって刺激に対して実際に能動的な注視を制限した実験2Bでは、好意度評定値が上昇しないという結果となった。gaze cascade効果は、2刺激比較の中で“目を向けた”という神経的信号の入力が強まることで好意度が形成されるが、単独で運動する刺激を呈示した本研究によって、刺激に視線を向けることで刺激への好意度が上昇するにはより能動的に視覚追尾することが重要である可能性が示された。

総合考察

本研究は、二つの実験において物体運動の複雑さが対象物体への生物性認知と能動的視覚探索に及ぼす影響を検討した。従来の研究で、“目を向ける”行為が選好を決定する一因であることは示されていたが（Shimojo et al., 2003）、同結果は対呈示される刺激間の比較において見られた現象であり、単一の刺激に対する能動的注視が同刺激に対する選好を生じさせるかについては明らかではなかった。本研究では、対象を能動的に注視させる要因として、物体運動における生物性の操作を試みた。本研究の実験1では、物体運動が複雑・生物的な運動をすることで、観察者が対象物体を能動的に注視して肯定的な態度が形成されるかを検討した。刺激には抽象的な図形である円を用いて、刺激の呈示時間はすべての条件で同一とし、物体運動の変化するタイミングと変化回数、加速度を操作した。その結果、変化タイミングが一定条件よりもランダム条件で、また変化回数の上昇に伴って、複雑・生物性の評価が上昇した。そして、刺激の運動の複雑、生物性評価が高いほど、同刺激への好意度は上昇した。複雑・生物的な動きによって刺激に対する能動的視覚追従が生じ、当該刺激に対する好意度が上昇したことが想定された。

そこで実験2では実験中の参加者の視線の動きを観察した。その結果、物体運動の違いから視線変遷の違いが見られた。加速運動では運動開始後は速度が遅く、運動停止する直前で最高速度に達した。そのため視線が刺激から徐々に離れていく動きが見られた。逆に減速運動では運動停止前の速度が遅く運動開始直後の速度が最も速かった。そのため視線が刺激からいったん離れ、徐々に追いつくという動きを繰り返していた。変化回数が少ない場合には、刺激の移動方向が変化するまでの移動量が増し、速度の遅い区間は多くなる。視線が対象を追うというよりは刺激の移動速度の遅さから、視線が停滞しているという状況が見られた。変化回数が多いほど視線は進行方向に沿った分布を示し対象を追いかける眼球運動が確認された。また評定結果においても実験1と同様に、複雑性、生物性の評価の上昇が見られ、その上昇に

伴い好意度や面白さの評定値も上昇した。複雑、生物的な運動が参加者に能動的な視線の変遷を生じさせたことを示した。Shimojo et al. (2003) の示した gaze cascade 効果は対呈示された刺激間での視線の移動によるものであった。そして、能動的な視線の変遷は、対呈示された刺激の魅力度比較と刺激に興味を向けるという行為の両方に介在し、これら二つの入力による統合情報がある閾値に達することで選好が決定されるという、選好の二重起因モデルが提唱されている。しかし本研究の結果から、単一刺激呈示であっても、対象に能動的に視線を向けるという行為が、対象への好意的な態度の形成に関与している可能性が示された。すなわち、単一呈示刺激への能動的な視線追従によって刺激情報が何度も入力されて強められ、刺激への単純接触効果が生じ、選好が高まると考える。

これまでに多くの研究によって、移動刺激は注意を引きやすいこと (Dick et al., 1987; Hillstrom & Yantis, 1994; Nakayama & Silverman, 1986) や、注意を向けた刺激に対して選好が生じること (Kihara, Yagi, Takeda, & Kawahara, 2011; Raymond, Fenske, & Tavassoli, 2003; Raymond, Fenske, & Westoby, 2005) が示されてきている。本研究のパス解析の結果から、刺激の複雑な動きに対して直接的に刺激への関心度や面白さが高まる一方で、動きの複雑性が高いほど刺激への選好は生物性認知を介在した間接効果が強まることが示唆される。Howard & Holcombe (2010) は、予測できない動きへの注意喚起を示しているが、本研究の結果からそこに生物性認知の介在が想定できる。すなわち、移動刺激への生物性認知は、刺激に対する選択的注意をより増強させることで、刺激への能動性とそれによって生じる選好反応を高めるための役割を担っていると考ええる。生物性認知と注意喚起との関係について、遠ざかる縦長の紙片をカエルが餌だと勘違いして飛びかかるように (エヴァート, 1982)、生活体は進化的観点から生物のように動く物体に注意が向き、追従反応が生じやすいと考えられる。注意と眼球運動の関係については諸説あるが、Yarbus (1967) は絵画鑑賞時の眼球運動を測定し、価値が高いと判断された絵画情報に注視点の走査が向かうことを示している。よって、生物的な動きをするものは注意を引きやすく、運動しているターゲットに向けて視点が移動することが考えられる。そこで本研究は、対象への生物性認知が選択的注意を喚起させ、対象に視線が向けられることで、その対象への選好反応が上昇する、というプロセスを想定して検討を行った。生物性の認知そのものが好意度の形成を促進させる可能性については、参加者に刺激追尾を行わないよう教示したうえで眼球運動を測定した結果、好意度の形成には“能動的に刺激を追尾するという行為”が重要であることが示唆された。しか

し、参加者が注視点を見ていた割合はおおむね8割強程度であり、能動的注視を完全に統制できたとは言いがたい。この問題に関する改善策として、刺激を常に画面中央に呈示して、背景を移動させる方法が考えられる。しかし、背景移動に対してOKNが生じることを完全に回避することは困難である。単一刺激を能動的に注視させる実験手続きとしては、選好への影響が想定されない介在変数を見いだし、同変数を操作すること、あるいは介在変数そのものを排除すること、などが考えられるが、いずれも現状ではその構築が難しく、今後の課題と言える。また、本研究では刺激運動の複雑性を変化回数と変化タイミング、加速度で操作を行った。しかし、Fukuda & Ueda (2010) のように運動にノイズを加え、そのノイズを量的にコントロールすることで運動の複雑性および予測性を制御したほうが、より自然な生物性認知が得られると考えられる。ノイズによる運動のコントロールについても、今後検討すべき課題であろう。実験で用いた刺激についても、本研究では刺激自体の特性が印象評価に混入するために正円図形を用いたが、本研究の実験場面はその応用が考えられる実際の広告接触場面とはかけ離れたものであった。そこで今後は、商品画像やキャラクターを用いた、より生態学的妥当性を考慮した刺激を用いることも有効であろう。

引用文献

- Bentway, J. P. (1999). Banner blindness: What searching users notice and do not notice on the World Wide Web. *Dissertation Abstract International: Section B: The Science & Engineering*, **60**, 1695.
- Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception & Psychophysics*, **8**, 279–286.
- Bingham, G. P., Schmidt, R. C., & Rosenblum, L. D. (1995). Dynamics and the orientation of kinematic forms in visual event recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 1472–1493.
- Bornstein, R. F. (1989). Exposure and effect: Overview and meta-analysis of research. *Psychological Bulletin*, **106**, 265–289.
- Dick, M., Ullman, S., & Sagi, D. (1987). Parallel and serial processes in motion detection. *Science*, **237**, 400–402.
- Emery, N. J. (2000). The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **24**, 581–604.
- Ewart, J. P. (1980). *Neuroethology: an introduction*

- to the neurophysiological fundamentals of behavior. New York: Springer-Verlag.
(エヴァート, J. P. 小原嘉明・山元大輔 (訳)
(1982). 神経行動学 培風館)
- Fantz, R. L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, **140**, 296–297
- Fukuda, H., & Ueda, K. (2010). Interaction with a moving object affects one's perception of its animacy. *International Journal of Social Robotics*, **2**, 187–193.
- Gao, T., Newman, E., & Scholl, B. J. (2009). The psychophysics of chasing: A case study in the perception of animacy. *Cognitive Psychology*, **59**, 154–179.
- Gaur, V., & Scassellati, B. (2006). Which motion features induce the perception of animacy? *Proceedings of the 2006 IEEE International Conference for Development and Learning, Bloomington, Indiana*.
- Heider, F., & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, **57**, 243–249.
- Hillstrom, A. P., & Yantis, S. (1994). Visual motion and attentional capture. *Perception & Psychophysics*, **55**, 399–411.
- Howard, C. J., & Holcombe, A. O. (2010). Unexpected changes in direction of motion attract attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, **72**, 2087–2095.
- 生駒 忍 (2005). 潜在記憶現象としての単純接触効果 認知心理学研究, **3**, 113–131.
- (Ikoma, S. (2005). The mere exposure effect as an implicit memory phenomenon. *The Japanese Journal of Cognitive Psychology*, **3**, 113–131)
- 生駒 忍 (2008). 単純接触効果研究史: 1980年代以降 宮本聡介・太田信夫 (編) 単純接触効果研究の最前線 北大路書房 pp. 15–23.
(Ikoma, S.)
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model of its analysis. *Perception & Psychophysics*, **14**, 201–211.
- Kihara, K., Yagi, Y., Takeda, Y., & Kawahara, J. (2011). Distractor devaluation effect in the attentional blink: Direct evidence for distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **37**, 168–179.
- Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, **100**, 78–100.
- Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science*, **207**, 557–558.
- Langrois, J. H., & Ronggmann, L. A. (1990). Attractive faces are only average. *Psychological Science*, **1**, 115–121.
- Michotte, A. (1963). The perception of causality (T. R. Miles & E. Miles, Trans.). New York: Basic Books.
- 宮本聡介 (2008). 単純接触効果研究史: 1970年代 宮本聡介・太田信夫 (編) 単純接触効果研究の最前線 北大路書房 pp. 2–14.
(Miyamoto, S.)
- 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 電気情報技術学会技術報告, **101**, 95–100.
- (Nakamura, K., & Washimi, S. (2002). Motion information contributing to the perception of animacy or inanimacy from the motion of a single object. *The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers*, **101**, 95–100.)
- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, **320**, 264–265.
- Raymond, J. E., Fenske, M. J., & Tavassoli, N. T. (2003). Selective attention determines emotional responses to novel visual stimuli. *Psychological Science*, **14**, 537.
- Raymond, J. E., Fenske, M. J., & Westoby, N. (2005). Emotional devaluation of distracting patterns and faces: A consequence of attentional inhibition during visual search? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **31**, 1404–1415.
- 柴田 論・猪岡 光 (1995). 評定尺度法によるロボット運動の心理的評価 人間工学, **31**, 151–159.
- (Shibata, S., & Inooka, H. (1995). Emotional evaluations on robot motions by using rating scale method. *The Japanese Journal of Ergonomics*, **31**, 151–159.)
- Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., & Scheier, C. (2003). Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience*, **12**, 1317–1322.
- Simion, C., & Shimojo, S. (2006). Early interactions between orienting, visual sampling and decision making in facial preference. *Vision Research*, **46**, 3331–3335.
- Sloan, L. L. (1968). The photopic acuity-luminance function with special reference to parafoveal vision. *Vision Research*, **8**, 901–911.

- Soon, C.S., Brass, M., Heinze, H. J., & Haynes, J.D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, **11**, 543 – 545.
- 龍輪飛鳥 (2004). 運動図形に対する心的状態の帰属に及ぼす図形の種類と運動パターンの効果：心理的予測可能性からの検討 京都大学大学院教育学研究科修士論文（未公刊）
(Tatsuwa, A.)
- 龍輪飛鳥 (2008). 2つの運動図形のインタラクションの知覚と心的帰属の関係 京都大学大学院教育学研究科紀要, **54**, 282–292.
(Tatsuwa, A. (2008). Relationships between mental attribution to two moving figures and perception of their interaction. *Kyoto University Research Studies in Education*, **54**, 282–292.)
- Tremoulet, P. D., & Feldman, J. (2000). Perception of animacy from the motion of a single object. *Perception*, **29**, 943–951.
- 山田光穂・福田忠彦 (1993). 荳阪良二・中溝幸夫・古賀一男 (編) 眼球運動の実験心理学 名古屋大学出版 pp.199–200.
(Yamada, M., & Fukuda, T.)
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movement and vision*. (L. A. Riggs. Trans.), New York: Plenum.
- 吉村浩一 (2005). 心理学研究におけるデータのダイナミックな関係 法政大学文学部紀要, **51**, 23–34.
- (Yoshimura, H. (2005). Dynamic relationships between stimuli and data in psychological research: through the experiments on the perception of animacy from a single-point motion. *Bulletin of the Faculty of Letters, Hosei University*, **51**, 23–34.)
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology Monograph*, **9**, 1–27.
- (2012年3月1日受稿, 2012年10月3日受理)

Appendix

Table A1 実験1Aにおける各尺度の分析結果

尺 度	要 因	F値	MSe	p 値
複雑性	変化タイミング	14.85	.331	.002
	変化回数	95.58	.626	<.001
	変化タイミング×変化回数	4.86	.330	.015
生物性	変化タイミング	22.09	.239	<.001
	変化回数	74.75	.509	<.001
	変化タイミング×変化回数	3.70	.270	.037
関心度	変化回数	22.01	.461	<.001
	変化タイミング×変化回数	2.51	.153	.067
面白さ	変化回数	15.97	.899	<.001
	変化タイミング×変化回数	4.34	.139	.022
好意度	変化タイミング	6.86	.103	.019
	変化回数	12.27	.433	<.001
	変化タイミング×変化回数	2.79	.171	.078
印象度	変化回数	7.27	.837	.003
	変化タイミング×変化回数	2.80	.241	.077

Table A2 実験1Bにおける各尺度の分析結果

尺 度	要 因	F値	MSe	p 値
複雑性	変化タイミング	33.68	.356	<.001
	変化回数	87.94	1.996	<.001
	加速度	6.61	.667	.004
	変化タイミング×変化回数	4.21	.321	.025
	変化回数×加速度	9.27	.267	<.001
生物性	変化タイミング	17.83	.810	<.001
	変化回数	10.03	2.817	<.001
	加速度	9.08	.895	<.001
	変化タイミング×変化回数	13.12	.346	<.001
関心度	変化タイミング	10.42	.616	.006
	変化回数	14.06	1.790	<.001
	加速度	7.63	.747	.002
面白さ	変化タイミング	50.53	.158	<.001
	変化回数	32.42	1.298	<.001
	加速度	10.10	.455	<.001
好意度	変化タイミング	12.48	.520	.003
	変化回数	14.28	.956	<.001
	加速度	4.24	.475	.091
	変化回数×加速度	2.58	.328	.047
印象度	変化タイミング	11.84	.429	.004
	変化回数	9.59	1.904	<.001
	加速度	4.01	.807	.029

Table A3 実験2Aにおける各尺度の分析結果

尺 度	要 因	F値	MSe	p 値
複雑性	変化回数	38.37	2.344	<.001
	加速度	6.41	.313	.013
	変化タイミング×変化回数	18.63	.036	<.001
	変化回数×加速度	8.37	.252	<.001
	変化タイミング×変化回数 ×加速度	3.36	.144	.026
生物性	変化タイミング	4.19	.587	.087
	変化回数	6.96	2.844	.010
	加速度	4.52	.319	.034
	変化タイミング×変化回数	5.54	.190	.020
関心度	変化タイミング	9.71	.400	.021
	変化回数	7.95	1.394	.006
	加速度	3.22	.299	.076
	変化タイミング×加速度	3.04	.179	.086
面白さ	変化タイミング	4.06	.404	.091
	変化回数	2.82	6.889	.099
	加速度	3.70	.519	.056
	変化タイミング×加速度	8.42	2.567	.005
好意度	変化回数	4.81	2.040	.029
印象度	変化回数	7.17	1.759	.009
	加速度	4.30	.451	.039
	変化タイミング×加速度	5.87	.996	.017

Table A4 実験2Bにおける各尺度の分析結果

尺 度	要 因	F値	MSe	p 値
複雑性	変化タイミング	5.12	.415	.058
	変化回数	93.98	1.467	<.001
	変化タイミング×変化回数	9.94	.105	.002
	変化タイミング×加速度	4.11	.277	.039
	変化回数×加速度	4.49	.267	.006
生物性	変化タイミング	3.86	1.015	.090
	変化回数	7.43	5.305	.006
	変化タイミング×変化回数	6.18	.241	.012
関心度	変化タイミング	7.40	.147	.030
	変化回数	5.43	2.047	.018
	加速度	5.50	.525	.017
面白さ	変化タイミング	35.25	2.848	<.001
	変化回数	8.98	3.009	.003
	加速度	3.88	.523	.046
印象度	変化タイミング	4.76	.434	.066
	加速度	6.93	.180	.008