

# 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

中 村 浩

# 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

中 村 浩

1. 序論
2. 実験方法
3. 実験結果
4. 考察
5. まとめ

## 1. 序論

Premack & Premack (1995) は、単一物体の運動事象において、「動きの自動性 (self propelled motion)」と「ゴール志向性 (goal directed motion)」が、その運動に対する意図の知覚を強め、それが運動物体の生物性印象を高めると述べている。

物体運動の自動性印象を高める要因としては、停止状態からの運動開始や、重力に反する動きが挙げられている。先ず、前者は Michotte (1963) の因果関係知覚研究で述べられたことと一致するものである。すなわち、Michotte は、彼の因果刺激 (Fig. 1 参照)

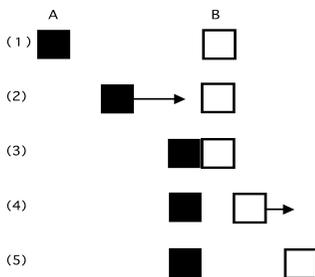


Fig.1 代表的な因果刺激 (ラウンチング効果)  
物体AがBに向かって40cm/secで接近し、40msecの接触の後、Bだけが10cm/secで離れていく。この条件下ではAがBに衝突して動かしたという因果印象が得られる。

において、衝突する物体Aが衝突される物体Bに接触して、次に物体Bが動き出すまでの時間を変数として因果関係知覚生起の有無を調べ、時間間隔が240msecを超える場合は二つの独立した運動が知覚されるだけで、物体Aが物体Bに衝突してBを動かしたという因果関係は知覚されないことを示している。この場合Bは、Aの衝突によって動かされたのではなく、自らの力によって動いたと知覚されたことになる。このように、外力の影響が想定されない状況において運動を開始した場合はその物体の自動性が強く印象づけられるのである。

また Michotte (1963) は、機械的因果関係知覚 (the perception of mechanical causality) を代表する刺激条件として、ラウンチング効果とエントレイニング効果を挙げて、この条件下ではぶつかられた物体Bの動きは物理的なAの力の作用によるものであって、自動力は知覚されないとしている。それに対して Michotte が示したトリガリング効果は、ぶつかられた方の自動性が強く印象づけられるものである。これは被衝突物体Bの移動速度が衝突物体Aの移動速度よりも速い場合で、BはAから逃げるように、自分の力で急いで離れていくという印象が得られる。このような一連の動きは、運動量保存の法則という力学法則が成立する衝突事象においてはあり得ない動きであり、力学的枠組みが我々の知覚枠組みとして働いているために、それを逸脱する動きにおいては別の力を

想定することになる。その結果、トリガリング効果においては、想定された外力の影響を逸脱した動きを示すために、ぶつかられた物体Bの自動力が知覚されるのである。

ラウンチング効果の刺激条件下ではあっても、被衝突物体のBが一定の距離を超えて移動し続けると、Aの衝突によって動かされているという因果印象から、自らの力によって動いているという印象に変化する。この一定の距離を Michotte (1963) は、作用範囲 (radius of action) と呼んでいるが、衝突の作用範囲を超えて移動する場合は、その他に外力として想定するものがなければ、移動している物体そのものの自動性が知覚されるのである。

また、2物体の衝突事象のように、直接外力を加える物体が存在しない状況、すなわち運動物体が単独で提示された場合であっても、重力、あるいは重力加速度という力学法則が、ある一定の範囲ではあるが、我々の知覚枠組みとして働いていることも明らかである。例えば下から上へ向かう運動は生物性印象が高いことを Premack & Premack (1995) は指摘している。中村・鷺見 (2003) や中村 (2009) は、釘にぶつかりながら斜面上を転がる球体の動きをポイント・ライト・ディスプレイとして作成し、それを「逆回し」で提示した場合、光点の動きに対する生物性印象が強まることを示している。すなわち、重力加速度に従った動きに対しては物理的、物的な印象が得られるのに対して、それに反する動きの場合は、その動きを引き起こした力を外に求めることができないので、自動性の印象が高まり、その結果として生物的な印象も強くなるのである。このことは、我々が重力加速度に従った動きと、それに従わない動きを弁別していることを示しているのである。Twardy & Bingham (2002) は、コンピュータ・ディスプレイ上にさまざまな加速度の落下運動を提示して、その動きに対する自然さ

印象を調べたところ、その落下運動が現実の重力加速度によるものと異なる場合、特に重力加速度が低い場合は不自然な印象が強くなるという結果が得られた。このことは、重力加速度が物体運動の知覚において一つの枠組みを与えていることを示唆するものである。その他に、Hubbard (1997) の表象的運動量 (representational momentum) 研究も、物体運動知覚に重力の方向が影響していることを示すものである。すなわち、運動の途中から遮蔽された水平運動の停止位置を推測するという課題において、運動物体の大きさを大きくすると、それに応じて下方への変位が大きくなることを報告しているし、下から上への動きに比べて、上から下への動きにおいて推測された停止位置の変位量が大きくなることを示している。すなわち、その変位量に対して重力方向が影響していることを示したのである。

因果関係知覚における被衝突物体の自動性知覚については、Runeson (1976) が運動量保存の法則が一つの枠組みとして働いていることを指摘し、中村 (1991) が Michotte (1963) の実験条件について詳しく分析している。これによると、基本的に運動量保存の法則という力学法則に従う場合には力学的な衝突として知覚され、被衝突物体の自動性は知覚されないが、力学法則に反する動きにおいては、その動きを引き起こした外的原因が特定されない場合、自らの力によって動いたという自動性が印象づけられることになる。同様に、重力加速度という力学的性質に一致する運動の場合は力学的印象が強くなるために自動性の印象は低い、その性質に反する動きの場合には自動性印象が強くなるものと言えよう。

以上のように考えてみると、運動物体の自動性知覚は、必ずしも Premack & Premack (1995) が述べるように、運動の意図性の知覚が生物性印象を高めるという場合だけでは

ないように思われる。すなわち、意図性の知覚においてはその意図に対する知覚者の共感性が求められるのに対して、自動力については力学的法則に従った外力の知覚が重要であり、それが認められない時に、物体自身の力による動きであるという生物的な印象が強くなるものと言えよう。

運動物体の自動性印象に関与するその他の要因として Tremoulet & Feldman (2000) と 吉田・大山・野口・野村 (2001) は、運動方向変化における変化角度を挙げ、それが大きいほど生物性印象も強くなることを示している。ただしこれは、それまでの進行方向のベクトル成分が含まれる範囲内での方向変化に限られるものであり、逆に反対方向へのベクトル成分が含まれる場合は何かにぶつかってはね返ったという物理的な印象が生じて生物性印象は低下することになる。これに関連して Tremoulet & Feldman (2006) は、移動している物体の進行方向前方に矩形が提示されて、その近くで方向変化した場合、それにぶつかって変化したという物理的な印象が生じて、生物的な印象が低下することを示している。

また、Tremoulet & Feldman (2000) は、方向変化直後の速度が、それ以前より速くなる場合は自動性が強く印象づけられると報告しているし、中村・鷲見 (2003) は、蝶の動きのように、不規則な方向変化を伴う速い動きに対しては生物性印象が強くと報告している。これらは速度増加や方向変化を引き起こす外力が不明な場合は、それらが自動力によって引き起こされたという判断がなされたためであると考えられる。

その他にも、方向変化の頻度の多さが生物性印象に影響を与えていると中村 (2003) は報告しているが、川村 (1992) は、実際の蟻の動きや無生物の動きを単一点や線画の動きとして表わし、蟻の細かく方向を変える動きは環境を感知する働きを持っており、このよ

うな環境との相互作用を示す動きは生物性を強く知覚させると述べて、方向変化の頻度と生物性との関連を示唆している。

上記の自動力の他に、Premack & Premack (1995) は意図性知覚の要因としてゴール志向性を挙げているが、これについてはその動きの意図の知覚、すなわち意図に対する共感性がその根底にあると考えられる。例えば Dittrich & Lea (1994) は、ゴールあるいはターゲットが存在しない場合にはその意図性の知覚が損われやすいが、狼が子羊を追いかけるというようなゴール（ターゲット）が存在し、運動物体がそれに向かっていている場合には、運動物体の意図性が知覚され易く、生物性印象も高まると述べている。中村 (2005) も、同一の動きを時間的にずらして同一画面上に提示した場合、一方が他方を追いかけるという印象が生じて、その運動自体が物理的な動きであっても、生物的な印象が強まることを報告している。ただしそれらの動きが空間的にずれて提示された場合には生物性印象は高まらず、同じ軌跡上を遅れて移動することが「追いかける」という意図を知覚させやすいとしている。同様に Tremoulet & Feldman (2006) も、物体の進行方向前方に他の物体が提示されるという空間配置においては運動物体に対する生物性印象が強まることを示している。

上記のように、外力が想定されない時の自動力の知覚と、ゴール志向性による意図性の知覚という二つの要因が生物性印象を強めていると考えられるが、この観点から考えてみた時、生物、例えば蟻などの環境探索動作はどのような性質を持って知覚されるのであろうか。単一物体の運動であるために、ゴールが明示されているわけではない。しかし、現実には存在するか否かは別として、それは何らかのゴール（あるいはターゲット）、または回避しなければならない対象などを想定した動きともいえる。環境探索的動作を含んだ運

動は、自動力とゴール志向性の両方を合わせ持った動きであると考えられる。本研究の主たる目的は、この探索運動を含んだ動きから得られる生物性印象について調べることである。具体的には、上記のさまざまな生物性印象に関連する要因の内、細かくて頻度の高い方向変化（これが探索運動を示唆するものである）と運動の方向性の明示が生物性印象に与える効果について検討する。すなわち、実際の蟻の動きをみてみると、環境探索運動とでも言えるような細かな方向変化を伴う動きが見られるが、この細かな動きの有無が生物性印象に対してどのような影響を与えるかについて検討する。また、蟻の頭部の動き一点だけを抽出して提示した場合と、頭部と尾部の2点を抽出して提示した場合、2点の動きが動きの方向性を明確にすると同時に、細かな探索運動による進行方向からのズレを顕著なものとし、それが自動性の印象、ひいては生物性印象を強めると考えられるが、この点についても検討を加える。

## 2. 実験方法

刺激条件：実際の蟻の移動をデジタル・ビデオ・カメラ（30コマ/秒）で撮影し、ビデオ映像の編集ソフト Adobe Premiere ver. 6.5を用いて1秒間30枚の画像に変換し、それをマルチメディア・オーサリング・ソフト Macromedia Director MXJを用いて、蟻の頭部と尾部の2点の動きだけを抽出したポイント・ライト・ディスプレイのアニメーション刺激を作成した。次に、定期的に10フレームごとに1フレームを抽出し（3コマ/秒）、その間をスムージングすることによって移動経路そのものに大きな違いはないが、細かな探索動作（頻繁な細かい方向変化）が欠落した滑らかな動きのアニメーション刺激を作成した。また、頭部と尾部の2点を提示した場合の効果について検討するため、この2点提

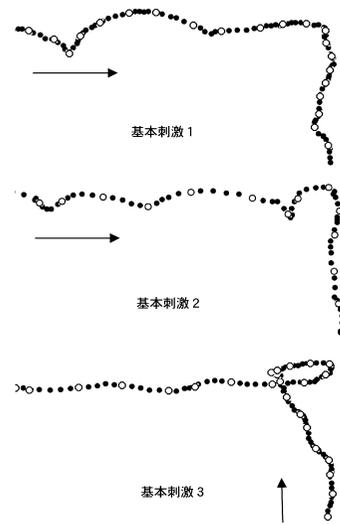


Fig. 2 実験に用いた3つの蟻移動基本刺激（矢印は移動方向）

●は15コマ/秒で示したもの（実際は30コマ/秒である）  
○は3コマ/秒で抽出したものの（点間をスムージングした）

示条件と頭部だけの1点提示条件を設定した。さらに、動きのバリエーションを増やすために、動きを逆回しで提示する条件も設定した。基本的な蟻の移動アニメーションは3種類で、それぞれについて細かな方向変化を含む刺激と滑らかな動きの刺激、2点提示と1点提示、動きの「順回し提示」と「逆回し提示」の条件を設定し、 $3 \times 2 \times 2 \times 2$ の合計24種類のアニメーション刺激を作成した。Fig.2は3種類の基本的刺激を示したものである。見やすくするために図の「●」は1秒間15コマの割合で示しているが、実際は1秒間30コマのレートで作成している。また図中の「○」で示した点は1秒間3コマのレートで抽出したもので、これらの点の間を直線で結んだ軌跡を描くような、滑らかな動きのアニメーション刺激を作成した。

実験手続き：実験は、29名の短期大学生に対して集団で実施した。24種類の刺激アニメーションはランダムな順序で、プロジェクタによって前方スクリーンに提示され、刺激ごとに「非常に無生物的な動き」～「非常に生物的

な動き」の7段階の生物性印象評定を求めた。

### 3. 実験結果

各刺激に対する生物性印象評定の全被験者平均について、アニメーションの「順回し」刺激と「逆回し」刺激に対する評定をまとめ、刺激ごとに図示したものがFig. 3である。そしてこの図に示した生物性印象評定について、刺激の種類(3)×提示される点の数(2)×細かな探索運動(方向変化)の有無(2)の3要因分散分析を実施した。分析の結果、細かな探索的動作(方向変化)を含む刺激アニメーションに対する生物性印象が高いことが明らかとなった( $df=1/28$ ,  $F=37.84$ ,  $p<.001$ )。また、1点提示に比べて頭部と腹部の2点を提示した時に生物性印象が高いことも明らかとなった( $df=1/28$ ,  $F=12.90$ ,  $p<.01$ )。さらに刺激によって生物性印象評定が異なることも明らかとなった( $df=1/56$ ,  $F=10.09$ ,  $p<.001$ )。しかし、要因間の交互作用はいずれも認められなかった。

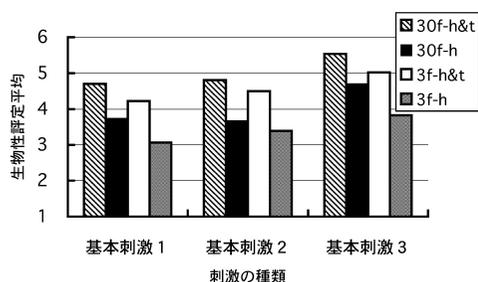


Fig. 3 各刺激条件に対する生物性評定平均

30f-h&t : 30コマ/秒, 頭部と尾部

30f-h : 30コマ/秒, 頭部のみ

3f-h&t : 3コマ/秒, 頭部と尾部

3f-h : 3コマ/秒, 頭部のみ

### 4. 考察

分散分析結果およびFig. 3から明らかなように、1秒間に30コマのサンプリング・レートで、細かな方向変化を含んだ刺激アニメー

ションに対しては生物性印象が強いこと、そして頭部と尾部の2点を提示した場合も生物性印象が高いことが明らかである。すなわち、細かな方向変化は生物にとって環境との関わりを示す探索的運動を示唆すると同時に、動きの自動性を強く印象づけるものと言えよう。それに対して1秒間に3コマだけを抽出し、その間をスムージングした動きでは、基本的な動きの経路は同じにも関わらず、滑らかな動きが物的な印象を強め、それが生物性印象を低下させたものと考えられる。ただし、滑らかな動きであっても2点が提示された場合は細かな動きを伴う1点運動よりも生物性印象が強く、これは全ての基本刺激に共通して認められるものである。

もし2点の提示が動きの全体的方向性を明確にし、細かな探索的方向変化の、それからの逸脱が顕著になるのであれば、細かな方向変化の有無の方が生物性印象の強さに大きく影響するものと考えられる。しかしFig. 3の30f-hに比べて3f-h&tに対する生物性印象の方が高いことから、結果はそれに反するものであることが理解される。提示された2点は同一対象の二つの部位(頭部と尾部)であるために、本来それらは一体のものではあるが、2点が提示されたことによって後方の点が前方の点を追いかけるという印象を生じさせ、それが生物性印象を強めた可能性が考えられる。方向性を高めるということだけを考えるならば、頭部と尾部を結んだ線分として、一体性を強めた形で刺激を作成すべきであったかも知れないが、この点は今後の課題として検討を要するものと言えよう。

また、基本刺激1, 2に比べて、基本刺激3に対する生物性印象が高いことが分散分析の結果およびFig. 3から明らかである。三つの基本刺激における移動経路はほぼ同じであるが、基本刺激3では、途中で大きく円運動する場面が含まれている点と、途中でおよそ0.6秒間停止して移動を再開するという場面

が含まれている点が異なっており、これらの違いがこの刺激に対する生物性印象を高めたものと考えられる。ただし分散分析の結果、各要因間の交互作用はどれも認められておらず、2点の動きであることと、細かい方向変化を含むことがこの刺激においても同様に生物性印象を高めていることが理解できる。

## 5. まとめ

デジタルビデオカメラで撮影した実際の蟻の移動を基に、蟻の動きにみられる細かい探索の動作の有無と、蟻の頭部の1点提示と頭部と腹部の2点提示の違いが物体運動の生物性印象に対してどのような影響を与えるかについて調べた。その結果、細かい探索運動を含んだアニメーション刺激に対しては生物性印象が高いこと、さらに頭部のみの運動に比べて、頭部と尾部の2点提示の方が生物性印象が高いことが明らかとなった。また、途中で一旦停止し、その後移動を再開するという「運動の起動現象」が含まれるアニメーション刺激に対して生物性が高くなることも明らかとなった。

## 引用文献

- Dittrich, W. H. & Lea, S.E.G. 1994 Visual perception of intentional motion. *Perception*, **23**, 253-268.
- Hubbard, T.L. 1997 Target size and displacement along the axis of implied gravitational attraction: Effects of implied weight and evidence of representational gravity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **23**, 322-338.
- 川村久美子 1992 概念を知覚する 佐々木正人(編) 現代のエスプリ No.298 (エコロジカル・マインド) 至文堂 pp.27-38.
- Michotte, A. E., 1946 La perception de la causalité. Louvain: Publications Universitaires de Louvain. (Translation by Miles, T.R., & Miles, E. 1963 The perception of causality. New York: Basic Books)
- 中村 浩 1991 2物体の衝突事象知覚研究における力学的枠組みの有効性. *心理学評論*, **34**, 213-235.
- 中村浩 2003 単一物体運動知覚に寄与する運動情報の因子分析的研究. *アニメーション研究*, **4**, 7-18.
- 中村浩・鷺見成正 2003 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.
- 中村 浩 2005 「ゴール志向性」が運動刺激の生物性印象に与える効果. *北星学園大学短期大学部北星論集*, 第3号(通巻第41号), 29-36.
- 中村浩 2009 釘にはね返りながら斜面を転がる球体の動きに対する生物性印象 —球体のはね返り係数と重さの効果について—. *アニメーション研究*, **11**, 33-41.
- Premack, D & Premack, A. J. 1995 Intention as psychological cause. In Sperber, D., Premack, D., & Premack, A. J. (Eds.) *Causal cognition: A multidisciplinary debate*. New York: Clarendon Press. 185-199.
- Runeson, S. 1977 On visual perception of dynamic events. Doctoral Dissertation at the Faculty of Social Sciences, University of Uppsala, ISBN 91-506-01111-3.
- 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.
- Twardy, C. R. & Bingham, G. P. 2002 Causation, causal perception, and conservation laws. *Perception & Psychophysics*, **64**, 956-968.
- 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.

[Abstract]

## Animacy Impression of Single or Two Point-Lights Displays Made from an Ant's Exploring Behavior

Ko NAKAMURA

This study examined the influence of frequent small direction changes, which are usually observed in the exploring action of insects, such as ants, upon the impression of animacy. Twenty-four Point-Light Displays were prepared as stimuli, which were varied as follows. First, a sampling rate of 30 frames per second was varied, which made it possible to change the smoothness of the point-light motion. Second, the number of point-lights was varied. Half of them used only one point-light which was assigned to the head part of an ant, and the rest of them used two points assigned to the head and tail. Twenty-nine junior college students participated in this experiment, and were asked to rate their impression of animacy according to a 7 grade system. Results showed that the animacy impressions were higher for the point-light display with frequent direction changes, for those with two points, and for one of three fundamental stimuli, in which an ant stopped and started to move again. These results are discussed from the view point of self-propelled motion, which was proposed by Premack & Premack (1995) as one of the main factors affecting the animacy impression for a single moving object.

---

Key words : Animacy impression, Point-light display, Exploring behavior of an ant