

## 対角線効果と誘導運動

原 口 雅 浩<sup>1)</sup>

棒が水平方向に動き、棒内の光点が静止しているとき、その光点は水平方向に動いて見える。一方、光点が垂直方向に動いたとき、光点は斜め方向に動いて見える。前者は誘導運動と呼ばれ、後者は対角線効果と呼ばれる。DiVita and Rock(1997)は、対角線効果はどのような条件下でも生じるが、誘導運動が生じる条件は限られており、対角線効果が生じる条件で誘導運動が生じないこともあるので、誘導運動と対角線効果を区別した。そこで、明るさ、棒の速度、棒の形が光点の知覚された軌道に及ぼす影響について2つの実験で検討した。その結果、対角線効果は誘導運動で説明できることが示された。

キーワード：誘導運動，対角線効果，明るさ，速度，刺激形態

### 問 題

静止した対象が周囲の対象の運動によって動いているように見える現象を誘導運動 (induced motion) という。Duncker (1929) は、ある対象の知覚された運動は、その対象と知覚の関係棒との相対的な位置変化によって決定され、囲まれた対象は囲む対象に対して相対的に動いて見えやすい、ことを導き出した。このことを、Dunckerは、取り囲みの原理 (principle of surroundedness) と呼んだ。

典型的な誘導運動の例は、暗室の中で、光点とそれを取り囲む棒だけが見えるというものである (図 1 a)。棒が観察者-相対的な運動閾値以下の速度で水平方向に動いたとき、観察者には棒は静止し、光点が水平方向に動いているように見える。もし、棒がもう少し速く運動し、観察者-相対的な運動閾値よりも速く動くと、観察者には棒と光点の両方がお互いに反対方向に動いているように見える。

Wallach, Bacon and Schulman (1978) は、図 1 b のように、棒が観察者-相対的な運動閾値と同じくらいの速度で水平方向に繰り返し動き、光点が垂直方向に動くような刺激を作成した。光点の垂直運動はつねに棒内にあり、光点と棒の運動は同期している。これら

の条件下で光点は斜め方向に動いて見えた。これに対する説明は、誘導された運動の水平成分に、実際の垂直運動成分がベクトル的に足し合わされ、光点の斜めの運動の軌跡を生み出すというものである。これは、光点の垂直運動成分から棒の水平運動成分を差し引くというベクトル分析 (Johansson, 1973, 1975) と同じものである。

最近、DiVita and Rock (1997) は、静止した光点を取り囲む棒が水平運動すると光点が水平方向に運動して見える従来の誘導運動に対して、光点が上下運動したときに斜め方向に傾いて運動して見える現象を、対角線効果 (diagonal effect) として区別した。彼らは、これら2つの現象が生じる条件に違いがあり、これらが異なる現象であることを示唆している。

DiVita and Rock (1997) が対角線効果を誘導運動で説明できないとした理由は以下のようなものである。一般的に、対角線効果は堅固である。一方、誘導運動はもろいものであり、対角線効果が生じる条件下で生じないこともある。たとえば、対角線効果は他の対象が視野内に見えていても生じる。特に、運動している棒を取り囲んでいる静止した棒は、光点の知覚された斜め方向の運動に対して何の効果も持たない。しかし、静止した棒があると、誘導運動効果は減少する

1) 久留米大学大学院心理学研究科

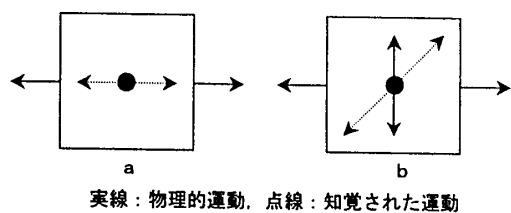


図1 誘導運動と (a) 対角線効果 (b)

(Broscole, 1968). 対角線効果は杵が速く動いても生じるが、誘導運動は杵の速度が速いと生じないことがある (Broscole, 1968; Duncker, 1929; Rock et al., 1980). 誘導運動効果に対して、杵の運動は誤って知覚されることがある。つまり、過小評価されたり、まったく知覚されないこともある (Rock, et al., 1980). しかし、これらのことは対角線効果で生じることはない。

そこで本研究では、誘導運動と対角線効果がDiVita and Rock (1997) が主張するように異なる現象であるのかどうかを検討した2つの実験について報告する。第1実験では、周囲の明るさと被誘導刺激の運動速度が、誘導運動と対角線効果に及ぼす影響について検討し、第2実験では、被誘導刺激の刺激形態が、誘導運動と対角線効果に及ぼす影響について検討した。

### 実験1：明るさと被誘導刺激の運動が対角線効果と誘導運動に及ぼす影響

#### 目的

DiVita and Rock (1997) は、周囲に静止対象が存在したり、被誘導刺激の運動速度が速くても対角線効果は生じるが、誘導運動は生じないこと主張している。本実験では、明るさと被誘導刺激の運動が対角線効果と誘導運動に及ぼす影響について検討することを目的とする。

#### 方法

##### 刺激と装置

パーソナルコンピュータ (PC9801DA) と DA コンバータ (CONTEC) により、光点とそれを取り囲む円 (直径 5 cm) を CRT (KENWOOD CS-5170) 上に提示した。刺激の運動は、ファンクションジェネレータと自作の加算器および乗算器で制御した。

刺激の運動は2つの信号 (C1, C2) によって制御した。C1信号はファンクションジェネレータからの出力である。C2信号はパーソナルコンピュータによって制御されたDAコンバータからの出力で、-10Vか

ら10Vまで0.005V単位で変化する。これら2つの信号を乗算器に入力する。この乗算器からの出力 ( $Z1 = C1 \times C2 / 10$ ) と刺激のX-Y座標データのDAコンバータからの信号 (x信号, y信号) を2つの加算器に入力し、その出力 ( $X = x + Z1, Y = y + Z2$ ) をCRTのX-Y座標として入力した。したがって、ファンクションジェネレータとC2信号を操作することによって、運動刺激の運動の種類と速度を任意に決定することができた (原日・中溝, 1993参照)。

#### 手続き

被験者はあご乗せ台で頭を固定し、両眼で刺激を観察した。実験は暗室および明室で行い、観察距離は60cmであった。被験者には光点を凝視するように指示した。

刺激条件には、光点が静止、水平運動、垂直運動、斜め運動の4種類、円が静止、水平運動の2種類があった。それぞれの条件を組みあわせ、計8種類の刺激条件があった。図2には、その中から、a 光点静止-円水平運動条件、b 光点水平運動-円静止条件、c 光点垂直運動-円水平運動条件、d 光点斜め運動-円静止条件の4つの刺激条件を示している。運動刺激の運動量は4cmであった。光点および円の運動速度は0.04Hz (0.32°/s) と0.4Hz (3.2°/s) の2つがあった。それぞれの刺激条件をランダムな順序で3回繰り返した。したがって、試行数は、2 (明るさ) × 8 (刺激条件) × 2 (運動速度) × 3 (繰り返し) の計96試行であった。被験者は光点の運動距離はメジャーで、傾きは手製の角度再生器で再生した。

#### 被験者

この種の実験の経験のない大学生5名 (女性2名, 男性3名) が実験に参加した。視力は矯正を含めて全員0.8以上であった。

#### 結果と考察

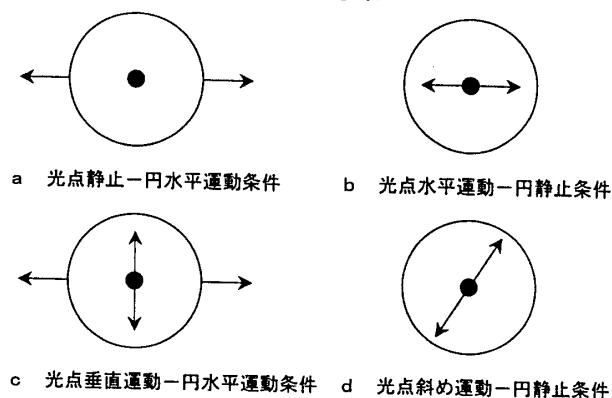


図2 刺激条件

8つの刺激条件のうち4つは刺激の妥当性と被験者の再生能力のチェックのために用いられたものである。光点静止-円静止条件と光点水平運動-円水平運動条件では、すべての被験者ともすべての試行で光点が静止しているように知覚し、光点垂直-円静止条件、光点斜め-円水平運動条件では、すべての被験者ともすべての試行で光点が垂直運動をしているように知覚した。

知覚された運動量は、図3 b (知覚された運動距離)、d (知覚された角度) の再生量に対する a, c の再生量の比として算出した。図4に各条件毎の誘導運動量を示す。

2 (明るさ) × 2 (運動速度) × 4 (刺激形態) の3要因分散分析を行った。その結果、明るさ条件の主効果に有意差 ( $F(1,4)=9.57, p<.01$ ) が、運動速度条件の主効果に有意な傾向 ( $F(1,4)=5.67, p<.10$ ) があ

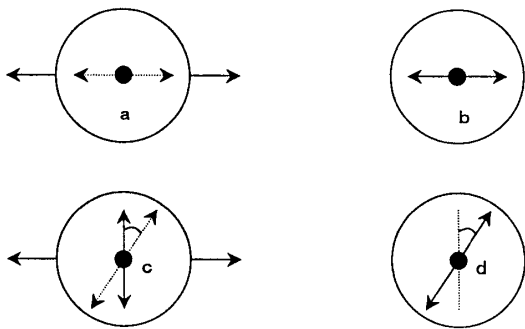


図3 知覚された運動量の測定

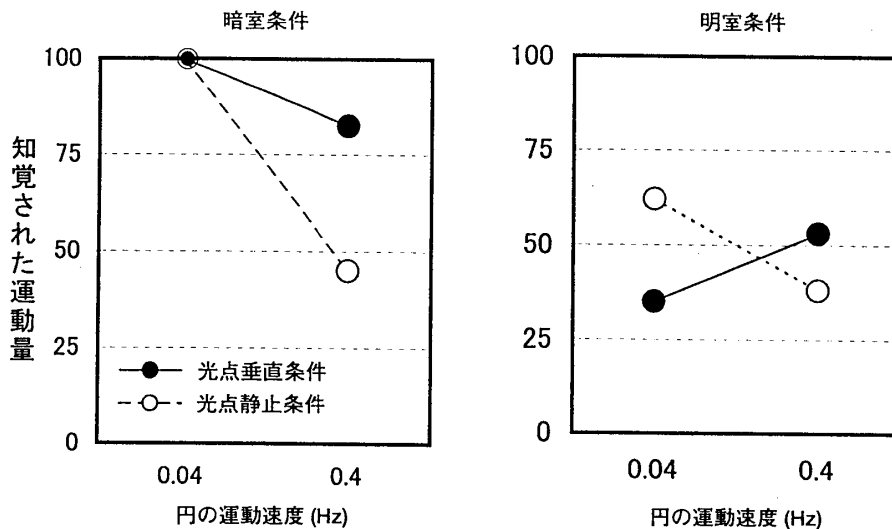


図4 条件毎の知覚された運動量

った。さらに、運動刺激×刺激形態の交互作用に有意な傾向があった ( $F(1,4)=4.65, p<.10$ )。下位検定の結果、円水平運動-光点静止条件で、0.04Hzの方が0.4Hzよりも誘導運動量が大きく、0.4Hz条件で、光点垂直運動-円水平条件の方が光点静止-円水平運動条件よりも誘導運動量が大きかった。

これらの結果は、どちらの現象とも暗室条件の方が明室条件より錯視が ocorrência やすいこと、対角線効果は誘導運動に比べて、被誘導刺激の運動速度に影響を受けにくいことを示している。

しかし、明室条件ではDiVitaらが示しているような対角線効果が見られなかった。この原因として、DiVitaらは被誘導刺激に矩形を使用しており、本実験では円を使用していることが関係していることが考えられる。本実験で被誘導刺激に円を用いている理由は、光点とそれを取り囲む円が誘導運動を研究する最適条件と考えられるからである (原口, 2000)。しかしながら、DiVitaらと条件を同じにするために、実験2では被誘導刺激に矩形を用いて行うこととする。

### 実験2：被誘導刺激の形態が誘導運動と対角線効果に及ぼす影響

#### 目的

第1実験では、光点とそれを取り囲む円という刺激形態で、明るさと被誘導刺激の運動速度が誘導運動と対角線効果に及ぼす影響について検討した。その結果、どちらの現象とも暗室条件の方が明室条件よりも起こりやすいこと、対角線効果は誘導運動効果に比べて、被誘導刺激の運動速度に影響を受けにくいことが示さ

れた。しかし、明室条件では対角線効果は見られなかった。これは、DiVita and Rock (1997) らが使用した被誘導刺激の形態（矩形）と関係していると考えられる。そこで、第2実験では、被誘導刺激に矩形を使用し、対角線効果と誘導運動が同じ現象であるかどうかを検討する。

## 方 法

### 刺激と装置

パーソナルコンピュータ（PC9801DA）とDAコンバータ（CONTEC）により、光点とそれを取り囲む矩形（対角線の長さ2 cm）をCRT（KENWOOD CS-5170）上に提示した。刺激の運動は、ファンクションジェネレータと自作の加算器および乗算器で制御した。

### 手続き

図5に刺激条件を示す。a 光点静止—矩形水平運動条件、b 光点水平運動—矩形静止条件、c 光点垂直運動—矩形水平運動条件、d 光点对角線運動—矩形静止条件の4つの刺激条件があった。運動刺激の運動量は4 cmであった。光点および矩形の運動速度は0.04Hz (0.32°/s) と0.4Hz (3.2°/s) の2つがあった。それぞれの刺激をランダムな順序で3回繰り返した。試行数は2（運動刺激）×4（刺激条件）×3（繰り返し）の計48試行であった。被験者の課題は、光点の知覚された運動の軌跡を口頭で答えることであった。

### 被験者

成人4名（女性2名、男性2名）が実験に参加した。視力は矯正を含めて全員0.7以上であった。

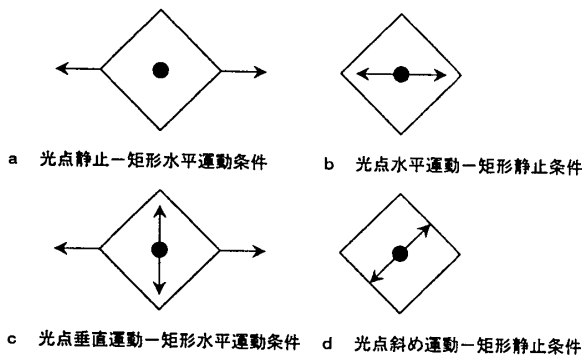


図5 刺激条件

## 結果と考察

棒静止条件（図5 b, d）では、光点の知覚された運動の軌跡は、物理的な光点の運動軌跡と一致した。棒運動条件（図5 a, c）で対角線効果および誘導運動効果が生じた比率を運動速度別に表1に示す。比率を角変換して、2（刺激条件）×2（運動速度）の2要因分散分析を行った結果、刺激条件の主効果 ( $F(1,3)=7.66, p<.10$ ) は有意な傾向があったが、運動速度の主効果 ( $F(1,3)=0.88, ns$ ) および刺激条件と運動速度条件の交互作用 ( $F(1,3)=0.59, ns$ ) は有意ではなかった。

これらの結果は、被誘導運動刺激の速度に関係なく、明室条件では、対角線効果の方が誘導運動よりも起こりやすい傾向があることを示している。

表2に、Divita and Rock(1997)の結果と実験1と実験2の結果をまとめたものを示す。表中の○はその効果が生じることを、×は生じないことを示している。また、△はその効果が生じる傾向があることを示している。

Divita and Rock(1997)は、誘導運動と対角線効果は生じる条件に違いがあることから、これら2つは違う現象であり、知覚された光点の運動に対して別々の説明をしている。彼らによれば、誘導運動は周囲が明るいと生じないが、対角線効果は周囲が明るくても生じ

表1 条件毎の知覚された運動量

被験者	対角線効果		誘導運動	
	0.04Hz	0.4Hz	0.04Hz	0.4Hz
1	0.67	0.67	0.00	0.67
2	1.00	1.00	1.00	0.33
3	1.00	0.67	0.33	0.33
4	1.00	0.67	0.67	1.00
平均	0.92	0.75	0.50	0.58

表2 実験結果のまとめ

	暗室条件		明室条件	
	0.04Hz	0.4Hz	0.04Hz	0.4Hz
棒：円				
誘導運動	○	×	×	×
対角線効果	○	○	×	×
棒：矩形				
誘導運動	—	—	△	△
対角線効果	—	—	○	○
DiVita and Rock				
誘導運動	○	×	×	×
対角線効果	○	○	○	○

ること、さらに、誘導運動は被誘導刺激の運動速度が遅いと生じないが、対角線効果は被誘導運動刺激の速度が速くても起こることを示している。

被誘導刺激に円を用いた本実験の結果、暗室条件では、被誘導運動刺激の速度が遅いと誘導運動も対角線効果も生じ、運動速度が速いと誘導運動は生じないが、対角線効果は生じた。これらの結果は、Divita and Rock(1997)を支持するものである。

しかしながら、明室条件では、誘導運動も対角線効果も生じなかった。これには、用いられた被誘導刺激の形態が関係していることが考えられる。Divita and Rock(1997)では、被誘導刺激に矩形が使われていたため、誘導運動事態では光点と矩形の辺との相対的位置関係が変化し、対角線効果事態では、光点と矩形の頂点の間の相対的位置関係が変化することになる。したがって、対角線効果事態では光点は矩形の対角上を運動するように知覚されやすくなるのではないだろうか。

そこで、誘導運動事態でも光点と矩形の頂点との間の相対的な位置変化が生じるような刺激を用いて実験を行った結果、暗室条件でも、被誘導運動刺激の運動速度にかかわらず、誘導運動が生じている。

したがって、明室条件で被誘導刺激が円では対角線効果が生じず(実験1)、矩形で生じること(DiVita and Rock,1997)、さらに、実験2のように、光点と被誘導刺激の角との相対的な距離が変化する刺激形態では、明室条件でも誘導運動が生じることを考えると、被誘導刺激の形態による付加的な情報の処理によって、見え方が異なるだけであり、対角線効果と誘導運動は、DiVitaらが言うような異なる現象ではないと結論づけることができる。本研究ではおこなっていないが、実験2で用いたような刺激形態を用いれば、暗室で被誘導運動刺激の運動速度が速い場合も誘導運動が生じることが予測される。

## 引用文献

- Brosigole, L. 1968 An analysis of induced motion. *Acta Psychologica*, **28**, 1-44.
- DiVita, J.C. and Rock, I. 1997 A belongingness principal of motion perception *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance* **23**, 1343-1352
- Duncker, K. 1929 Uber induzierte Bewegung. *Psychologische Forschung*, **12**, 180-259. (Translated and condensed in Ellis, W.D. 1950 A Source Book of Gestalt Psychology (Henly-on-thames Oxon : Roulledge and Kegan Paul) pp. 161-172.)
- 原口雅浩 2000 誘導運動における取り囲みの原理と被誘導刺激の速度 久留米大学文学部紀要人間科学科編 **16**, 35-40.
- 原口雅浩・中溝幸夫 1993 頭部運動と連動する運動視差刺激の提示方法 久留米大学文学部紀要人間科学科編 **3**, 55-60.
- Johansson, G. 1973 Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics*, **14**, 201-211.
- Johansson, G. 1975 Visual motion perception. *Scientific American*, **232**, 76-88.
- Rock, I., Auster, M., Schiffman, M., & Wheeler, D. Induced movement based on subtraction of motion from the inducing object. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, **6**, 391-403.
- Wallach, H., Bacon, J., & Schulman, P. 1978 Adaptation in motion perception : Alternation of induced motion. *Perception & Psychophysics*, **24**, 509-514.

## Diagonal effect and induced motion

MASAHIRO HARAGUCHI (*Graduate school of psychology, Kurume University*)

When the frame moves horizontally back and forth and the dot within the frame is stationary, the dot is seen to be moving horizontally. On the other hand, when the dot moves vertically, the dot is seen to be moving diagonally. The former is referred to as the induced motion and the latter is referred to as the diagonal effect. DiVita and Rock (1997) differentiate a diagonal effect from a induced motion, as the diagonal effect is robust, whereas induced motion is fragile and often unobtainable under conditions that do not alter the diagonal effect. Two experiments that investigated the role of the brightness, frame speed and shape of frame on the perceived path of the dot are reported. The result demonstrated that the diagonal effect can be explained by the induced motion.

**Key word**: diagonal effect, induced motion, brightness, frame speed, shape of frame