

## 便乗運動に伴う見かけの変形

渡 辺 功（熊本学園大学商学部） 町 田 直 美（熊本大学）

Apparent transformation accompanies entrained motion  
Isao Watanabe and Naomi Machida

### 要 約

単独で提示したとき点滅して見える検査刺激 TS (test stimulus) が、近接して提示されるいくつかの便乗刺激 ES (entraining stimulus) の作り出す仮現運動に誘導されて運動して見える現象を便乗運動という。本研究では、2つのフレームから成る刺激ディスプレイを交互に提示することによって便乗運動を生起させ、14名の実験参加者に便乗運動の良さを評価させた。実験1では Figure 1 のように、同じ円形の TS と ES 及び、長方形の遮蔽刺激 OCL (occluder) を第1フレームで提示し、第2フレームでは、OCL は固定したまま、TS を削除し、縦方向に圧縮した楕円形の ES を右水平方向に同じ距離だけ移動した位置に配置した。実験2では Figure 3 のように、2つのフレーム間で ES の面積を等しくしたまま、形を変化させた。実験3では Figure 5 のように、夾角の異なる2つの不等号記号に似た図形を用意した。第1フレームでは夾角  $120^\circ$  の図形を TS 及び ES として提示し、第2フレームでは夾角  $70^\circ$  の図形を ES として提示した。OCL を実験条件として、NO (no occluder)、OBL (oblong)、PTR (portrait) 及び、SQR (square) あるいは RCT (rectangle) の4条件を用意した。実験結果より、便乗運動は ES に誘導されて形を変化させながら生起するものと結論した。

心理学は心的活動を含む人間の行動を明らかにするとともに行動を予測することを目指す学問である。行動の予測は人間の要因と環境の要因によって行われると考えられている。人間の要因とは、その人の身体の大小、健康状態、障害の有無等の身体的な条件、知能、性格、過去の経験等の心理的な様々な条件を含む要因である。環境の要因とは、その人の置かれた物理的な環境そのものではなく、その物理的環境を元にその人の創造し、理解した心理的環境の要因である。心理的環境の有り様を研究するのが、感覚や知覚の研究領域である。視覚における感覚や知覚の研究においては、対象の色、形、大きさ、方向、奥行き、運動等の成立メカニズムを明らかにすることを目指す。本研究は、外界についての視覚的な環境の理解の内、運動の視知覚に関わる。

心理学において運動の知覚を考えると、実運動と仮現運動の2つに分ける。実運動とは、物理的に動いているものを動いていると知覚することであり、仮現運動とは、物理的な動きと見えの動きとが必ずしも対応するとは限らない場合における運動の知覚である (Anstis, 1978; Graham, 1951; 中島, 2000; 西田・竹内・蘆田, 2000; Ramachandran & Anstis, 1986)。

踏切近くに並置された信号灯のように2つの光点を2つの位置で適度な速度で交互に点灯させるとき、2つの位置の間で運動して見える。これを仮現運動 (apparent motion) と呼ぶ。仮現運動の1つに、Anstis & Ramachandran (1986) によって発見された便乗運動 (entraining motion) の現象がある。第1フレームには1つの検査刺激 test stimulus (以下、TS と略す) と、検査刺激を覆い隠すに十分な大きさの遮蔽刺激 occluder (以下、OCL と略す) を右水平方向に離れた位置に配置し、第2フレームには第1フレームからTSだけを取り除いた2つのフレームから成る刺激ディスプレイを用意する。そして2つのフレームを適度な速度で交互に提示するとき、TSは点滅して見える。次に、上記の第1フレームにTSと全く同じいくつかの便乗刺激 entraining stimulus (以下、ES と略す) をいくつか追加して配置し、上記の第2フレームにおいて、第1フレームのESをTSとOCL間と等しい空間距離だけ水平方向に移動した位置に配置した2つのフレームから成る刺激ディスプレイを用意する。そして2つのフレームを適度な速度で交互に提示するとき、ESが仮現運動して見えると同時に、その仮現運動に誘導されてTSもOCLとの間で水平運動して見える。単独に提示されるとき点滅して見えたTSが、近接して配置したESの仮現運動に誘導されて生起するこの見かけの運動をAnstis & Ramachandran (1986) は便乗運動と名づけた。

便乗運動は、ESと同じ軌道上を運動すること、また、ESの数が多い場合、また、TSとOCL間の空間距離とESの運動距離が一致した場合に、便乗運動の見えが良くなることが分かっている (Anstis & Ramachandran, 1986; Watanabe, 1999)。また、TSとESの色や形の類同性に基づいて両者が同一グループに属するかどうかという群化の要因が、便乗運動の見えに影響することも明らかとなった (渡辺・久保, 2000)。

渡辺・土田 (2014) は、遮蔽刺激の大きさが便乗運動の知覚の成立するために重要であることを明らかにした。すなわち、等しく視角 $1^{\circ}$ の円形刺激のTSとESを用いて、OCLの縦の長さを固定したまま横幅だけを視角で $0.1^{\circ}$ 、 $1.2^{\circ}$ 及び $3^{\circ}$ に変化させたとき、横幅が大きいほど便乗運動の見えの評価値は大きくなる結果を得た。OCLがない場合には評価値が非常に低かった。また、OCLの形も便乗運動の知覚に影響することを明らかにした。すなわち、縦方向の格子をOCLとし、その格子の外形の縦と横の長さは固定したまま個々の格子の横幅を変化させたところ、横幅の小さい格子の条件では便乗運動の評価値は低く、この条件より横幅の大きい条件、塗りつぶしの条件へと変化するにつれて運動の評価値も高くなった。以上の結果は、便乗運動が生起するためには、TSを覆い隠すOCLの存在の重要性を明らかにした。

2点間の仮現運動現象において対象の運動に伴って形態、色彩や大きさの変化も生起することが報告されている (鷺見・椎名, 1969; 中島, 2000)。渡辺・土田 (2014) は便乗運動においても、形の変化を伴った運動が生起することを明らかにした。彼らは、TSとESの大きさを2つのフレーム間で大小に変化させるとともに、OCLの大きさも変化させた。結

果によると、OCL が TS を遮蔽するに十分大きい場合には、ES の大きさを小から大に変化させる条件及び、大から小に変化させる条件のいずれにおいても、便乗運動の良さを表す評価値は高かった。しかし、OCL が小さい場合には、ES が小から大に変化する条件で評価値が低く、ES が大から小に変化する条件で評価値が高かった。この結果より、便乗運動が生起するとき、ES の大きさの変化に合わせて TS の大きさも変化するものと結論した。更に、便乗運動が生起するとき ES の運動に誘導されて TS の大きさだけでなく、形や色彩等の視覚特性も変化する可能性を示唆した。

本研究では、ES によって誘導されて TS が便乗運動するとき、形も変化するのかについて検討する。実験 1 では Figure 1 に示すように、2 つのフレームから成る刺激ディスプレイを用意し 2 つのフレームを適度な速度で交互に提示した。第 1 フレームでは同じ円形の TS と

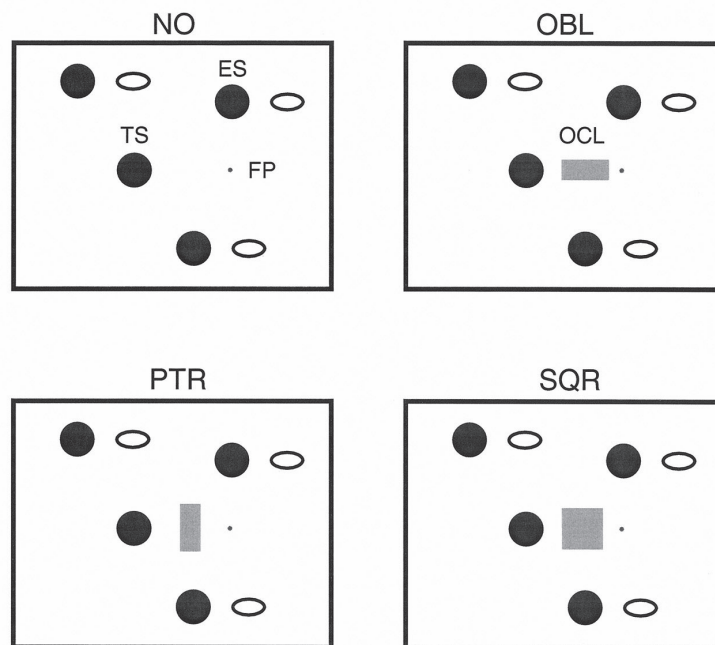


Figure 1 Illustration of stimuli used in Experiment 1. Each of stimuli was presented in two frames of display. The first frame consisted of circles as a test stimulus (TS) and entraining stimuli (ESs), depicted in solid black. The second frame consisted of each elliptic counterparts of the ESs shifted by an equal distance rightward, depicted in outline. A rectangle occluder (OCL) and a fixation point (FP) were presented throughout the experiment. When two frames were alternated repeatedly, the TS appeared to move back and forth between the positions of the TS and the occluder, entrained by the apparent motion of ESs, though the TS did not have its counterpart in the second frame. Varied were OCL: NO (no occluder), OBL (oblong), PTR (portrait) and, SQR (square).

ES を提示し、第 2 フレームでは TS を削除し、形を横長の楕円形に変えた数個の ES を右水平方向に移動した位置に配置した。2 つのフレームで常に提示する遮蔽刺激を実験変数として次の 4 条件を用意した。遮蔽刺激を配置しない NO (no occluder) 条件の外に、ES と同じ横長の楕円形に形を変えた場合の TS を覆い隠すに十分な横長の OBL (oblong) 条件及び、

覆い隠せない縦長の PTR (portrait) 条件を用意した。また、円形であっても横長の楕円形であっても、TS を覆い隠すに十分な正方形の SQR (square) 条件も用意した。以上の実験設定の下で便乗運動の評価値を実験参加者に求めた。2つのフレームを交互に提示するとき、ES は形を円形と横長楕円形の間で形を変えながら水平方向に仮現運動をして見えることになる。そのときに見られる TS の便乗運動に関して、以下の2つの仮説を立てた。もし、ES に誘導されて TS が便乗運動をするだけでなく形も変化するならば、評価値は SQR 条件と OBL 条件において最も高く、これらの条件に比べて PTR 条件で低くなるであろう。もし、ES に誘導されて TS が便乗運動をするが形は変化しないとするならば、評価値は SQR 条件において最も高く、この条件に比べて、円形刺激を覆い隠しきれない長方形の OBL 条件及び PTR 条件で等しく低くなるであろう。更に、両仮説とも、NO 条件では評価値は最も低くなると予測する。更に、実験2及び実験3において ES の面積の変化及び向きの変化の効果を削除した条件設定を導入することにより、便乗運動に形の変化も便乗するのかについて検討する。

## 実 験 1

Figure 1 に示すように、2つのフレームから成る刺激ディスプレイを使用した。OCL を操作することにより、NO 条件、OBL 条件、PTR 条件及び SQR の4条件を用意した。いずれの条件においても第1フレームでは TS 及び ES はすべて同じ円形の刺激、第2フレームでは ES はすべて横長の楕円形の刺激であった。2つのフレームを交互に提示すれば、ES は2つのフレーム間で円形と横長楕円形との間で形を変えながら左右に水平方向の仮現運動をして見える。4条件下での TS の便乗運動の評価値を実験参加者に求めることによって、形を変える ES の運動と形の変化に誘導されて、形の変化を伴った便乗運動が生起するのかを検討する。

## 方法

### 実験参加者

裸眼視力あるいは矯正視力が正常な男4名、女10名、計14名の大学生であった。内9名は便乗運動に関する実験の経験者であった。

### 装置

刺激は、コンピュータ (アップル社製 Power Macintosh 7627J/A) で制御した19インチのカラー CRT ディスプレイ (ナナオ社製 EIZO Flex Scan T765) 上に提示した。

### 刺激図形

Figure 1 に示すように、第1フレームでは、黒色で直径が視角で $2^\circ$ の円形の TS、これと同じ3個の ES 及び、条件によって形の異なる灰色の OCL を白色背景のディスプレイ上に配置した。第2フレームでは第1フレームの内、TS を削除し、第1フレームからそれぞれ視角で $3.5^\circ$ 右水平方向に離れた位置に視角で縦 $1^\circ$ ×横 $2^\circ$ の横長の楕円形の ES を3個及



び、第1フレームと同じ位置に同じOCLを配置した。TSとOCLの中心間の距離はESの移動距離と等しく視角で $3.5^\circ$ であった。OCLの右水平方向に、中心間が視角で $2.5^\circ$ 離れた位置に、水色の円形刺激を凝視点FP (fixation point) として常に提示した。輝度値は、TSとESがともに $0.98\text{cd/m}^2$ 、長方形のOCLが $52.5\text{cd/m}^2$ 、白色背景が約 $100\text{cd/m}^2$ であった。水色のFPの輝度値は $55.2\text{cd/m}^2$ 、色度値は $x = 0.238$ 、 $y = 0.381$ であった。

OCLを実験変数として、OCLを提示しないNO条件に加えて、OCLを以下の3通りに変化させた条件を作成し、計4つの条件を用意した。OBL条件では視角で縦 $1.3^\circ \times$ 横 $3^\circ$ の横長の長方形のOCLを、PTR条件では視角で縦 $3^\circ \times$ 横 $1.3^\circ$ の縦長の長方形のOCLを、SQR条件では一辺が視角で $2.6^\circ$ の正方形のOCLを、それぞれ提示した。

### 手続き

実験参加者をモニターから約57cmの距離で顔面固定し、FPを注視するよう教示した。2つのフレームを毎秒2フレームの速度で繰り返し交互に提示し、検査刺激の運動の印象に関して数字で報告するよう実験参加者に求めた。実験は約3分間の暗順応の後に開始したが、その間、運動の評価方法について以下の説明を行った。TSが長方形のOCLの後ろに隠れてはまた元の位置に戻るという水平方向の動きの繰り返しが非常に滑らかに見えたなら“5”、全く動いて見えなければ“0”、その中間の場合はその見えの動きの滑らかさに応じて“1”、“2”、“3”、“4”のいずれかの整数で評価するよう求めた。

まず、各条件において、ESのみを提示した刺激を見せ、便乗運動が生起することを確認した。次に、本試行の4条件の刺激を用いて、実験参加者が判断の基準を作ったと実験者が判断できるまでランダムな順で十分に練習試行を行った。続いて、4つの各条件ともランダムな順で1試行ずつ含むブロックを5つ、計20回の本試行を行った。試行順序による効果はブロック間及び実験参加者間でカウンターバランスした。

### 結果と考察

各条件で実験参加者の5回の本試行における運動の評価値の平均をデータ解析に使用した。14名の実験参加者の各条件における平均値をFigure 2に示す。図より、評価値はOBL条件とSQR条件で等しく最も高く、これらの条件よりPTR条件で低く、NO条件で最も低いことが分かる。運動の評価値を用いて、4条件間で1要因の分散分析を行ったところ、主効果が有意であった ( $F(3, 39) = 45.51, p < .01$ )。続いて、これらの条件間でLSD法による下位検定を行ったところ、OBLとSQRの条件対間を除くどの条件対間にも有意差が見られた ( $LSD = 0.7363, p < .05$ )。以上の結果は、2つのフレーム間でESが形を変えながら運動することに伴って、TSもその形をESと同様に変えながら便乗運動が生起することを示す。

ここで次の問題が残る。実験1で使用した実験刺激では第1フレームと第2フレームとで、ESの形だけでなく面積も変化している。そして、この面積の変化が便乗運動の生起に影響を与えた可能性がある。そこで実験2ではESの面積を両フレーム間で等しくしESの面積の効果を取り除いた上で、ESの形だけを変化させることにより実験1で見られた効果を再確認する。

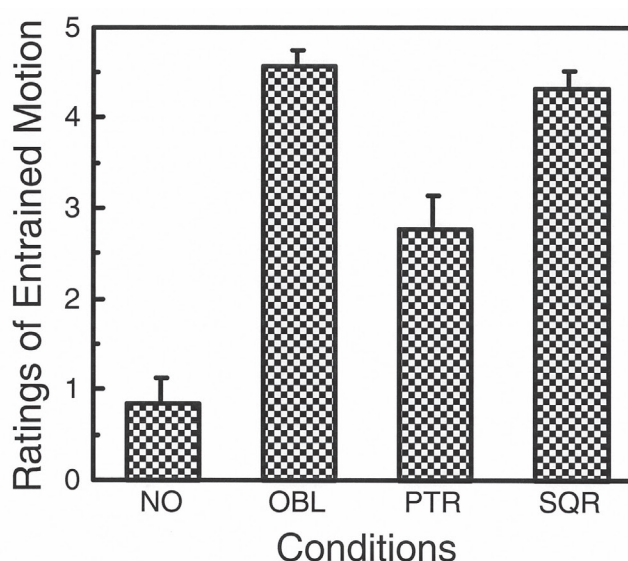


Figure 2 Mean ratings of entrained motion under each condition. The vertical lines indicate their standard deviations (Experiment 1).

## 実験 2

Figure 3 の 4 条件の刺激を使用した。第 1 フレームでは TS 及び ES はすべて同じ縦長の楕円形の刺激、第 2 フレームでは ES はすべて、面積が第 1 フレームの ES と等しいが、横長に変化した楕円形の刺激であった。用意した条件は実験 1 と同様の、NO 条件、OBL 条件、PTR 条件及び、SQR 条件であった。これらの 4 条件下で便乗運動の評価値を実験参加者に求めることによって、ES の面積を 2 フレーム間で等しくした場合においても、形の変化を伴った便乗運動が生起するのかを検討する。

## 方法

### 実験参加者

実験 1 に参加した 14 名の大学生であった。

### 装置

実験 1 と同じ装置を用いた。

### 刺激図形

Figure 3 に示すように、第 1 フレームでは、視角で縦  $2^{\circ}$  × 横  $1^{\circ}$  の黒色の楕円形の TS 及び、これと同じ 3 個の ES 及び、条件により異なる灰色の長方形を OCL として白色背景のディスプレイ上に提示した。第 2 フレームでは TS を削除し、第 1 フレームからそれぞれ視角で  $3.5^{\circ}$  右方向に離れた位置に視角で縦  $1^{\circ}$  × 横  $2^{\circ}$  の黒色の楕円形の ES を 3 個及び、第 1 フレームと同じ位置に同じ OCL を提示した。TS と長方形の中心間の距離は ES の移動距離と等しく視角で  $3.5^{\circ}$  であった。

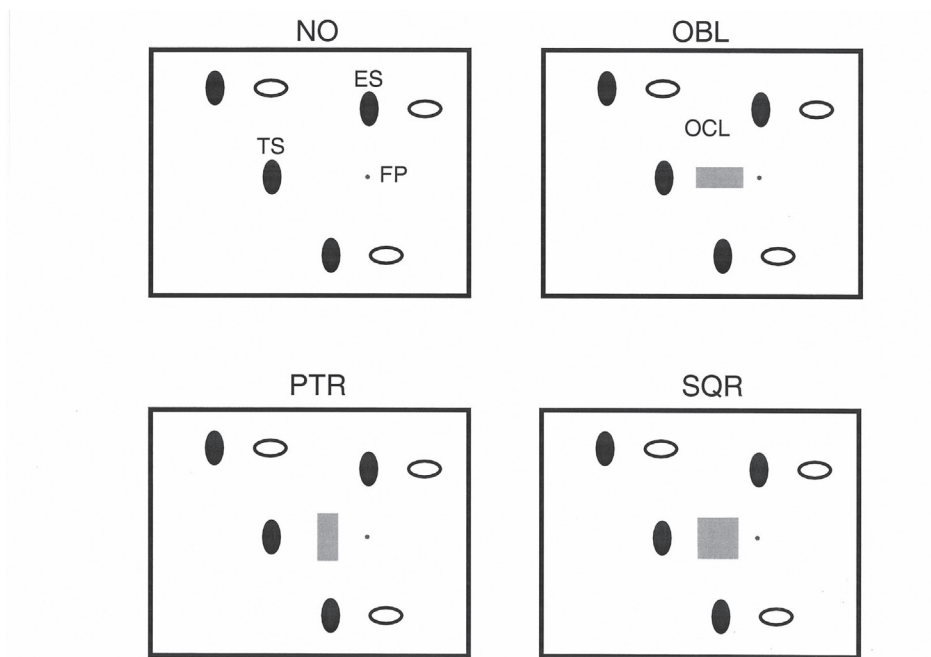


Figure 3 Illustration of stimuli used in Experiment 2. The first frame consisted of portrait ellipses as the TS and ESs, and the second frame, oblong ellipses as the ESs. Varied were OCL: NO (no occluder), OBL (oblong), PRT (portrait), and SQR (square).

OCL を実験変数として、実験 1 とまったく同じ NO、OBL、PTR 及び、SQR の 4 条件を用意した。以上の点を除いた TS、ES、OCL 及び FP の配置、輝度等の設定は実験 1 とまったく同じであった。

### 手続き

2つのフレームを毎秒2フレームの速度で繰り返し提示し、検査刺激の運動の印象に対して実験1と同様の仕方で報告するよう実験参加者に求めた。更に、運動の評価値が1以上の場合は移動後のTSがどのように変形したか、すなわち、向きが変わった、形が変わった、等についての口頭報告を求めた。練習試行に続いて、4つの各条件ともランダムな順で1試行ずつ含むブロックを5つ、計20回の本試行を実験1と同様の仕方で行った。以上の外のやり方は実験1と同じであった。

### 結果と考察

各条件で実験参加者の5回の本試行における運動の評価値の平均をデータ解析に使用した。14名の実験参加者の各条件における平均値をFigure 4に示す。図より、評価値はOBL条件とSQR条件で等しく最も高く、これらの条件よりPTR条件で低く、NO条件で最も低いことが分かる。運動の評価値を用いて、4条件間で1要因の分散分析を行ったところ、主効果が有意であった ( $F(3, 39) = 30.80, p < .01$ )。続いて、これらの条件間でLSD法による下位検定を行ったところ、OBLとSQRの条件対間を除くどの条件対間にも有意差が見られた ( $LSD = 0.8055, p < .05$ )。以上の結果は、2つのフレーム間でESの面積を等しくして

も、ES が形を変えながら運動することに伴って、TS も ES と同様にその形を変えながら便乗運動をすることを示す。

ここで次の問題が残る。過半数の実験参加者が便乗運動を認知したほとんどの試行において、TS の形ではなく向きが変化したと報告した。このことから、実験2での便乗運動の生起は、形の変化ではなく向きの変化によるものであった可能性がある。そこで実験3では、実験2で見られた結果が向きの変化ではなく、確かに形の変化によるものであったのかを検討する。

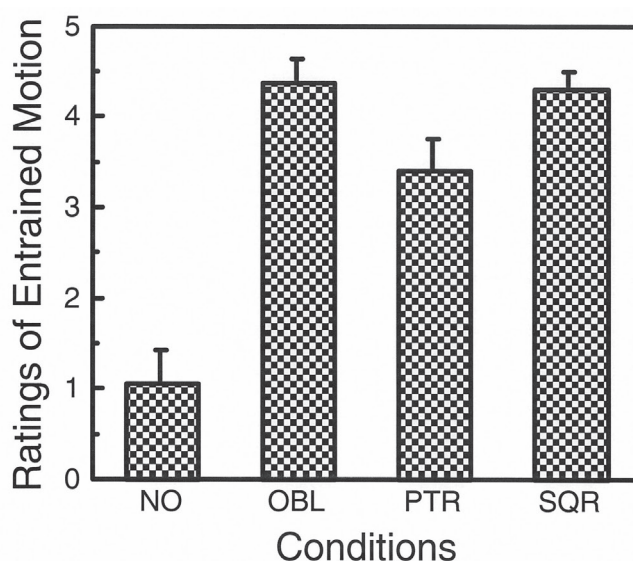


Figure 4 Mean ratings of entrained motion under each condition. The vertical lines indicate their standard deviations (Experiment 2).

### 実験 3

Figure 5 の 4 条件の刺激を使用した。第 1 フレームでは TS 及び ES はすべて等しく、外形が縦長の不等号の記号の形をした同じ刺激、第 2 フレームでは ES はすべて、TS を縦方向に若干圧縮した不等号の記号の形をした同じ刺激であった。不等号の記号の形を刺激図形に用いることにより、実験2で見られた刺激図形方向性の効果を削除した。用意した条件は実験1と同様の NO 条件、OBL 条件、PTR 条件及び、長方形の RCT (rectangle) 条件であった。これらの 4 条件下で便乗運動の評価値を実験参加者に求めることによって、向きの変化を無くした実験状況においても、形の変化を伴った便乗運動が生起するのかを検討する。

#### 方法

##### 実験参加者

実験1に参加した 14 名の大学生であった。



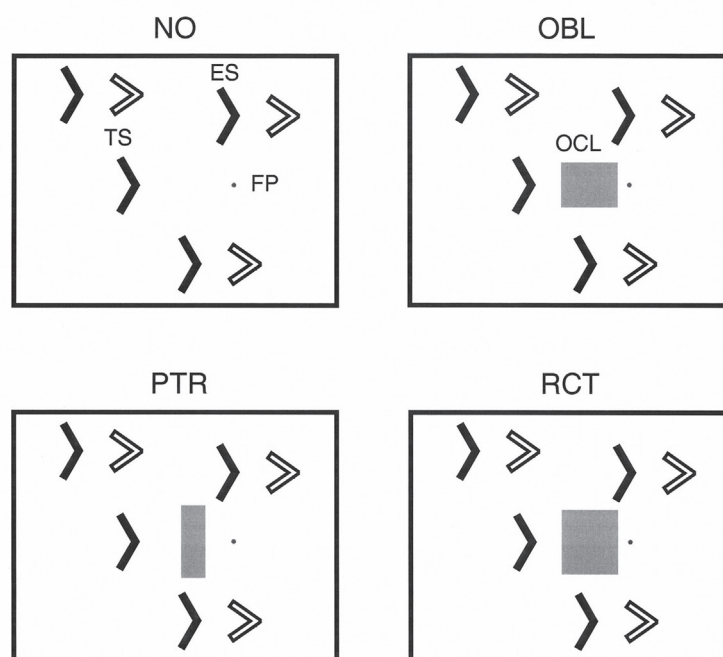


Figure 5 Illustration of stimuli used in Experiment 3. The first frame consisted of symbols of sign of inequality as the TS and ESs, and the second frame, symbols condensed lengthwise as the ESs. Varied were OCL: NO (no occluder), OBL (oblong), PRT (portrait), and RCT (rectangle).

## 装置

実験1と同じ装置を使用した。

## 刺激図形

Figure 5に示すように、第1フレームでは、視角で $2^{\circ} \times 0.4^{\circ}$ の2つの黒色の細長い長方形を夾角 $120^{\circ}$ の角度となるように合体した右向きの不等号の記号のような形を作り TSとした。その外形は視角で縦 $3.6^{\circ}$ ×横 $1.4^{\circ}$ であった。TSと同じ3個のES及び、条件によって形の異なる灰色のOCLを白色背景のディスプレイ上に配置した。第2フレームではTSを削除し、視角で $2^{\circ} \times 0.4^{\circ}$ の2つの黒色の長方形を夾角 $70^{\circ}$ の角度となるように合体した不等号の記号のような形のESを3個、第1フレームからそれぞれ視角で $3.5^{\circ}$ 右水平方向に離れた位置に配置した。また、第1フレームと同じ位置に同じOCLを配置した。TSと長方形の中心間の距離はESの移動距離と等しく視角で $3.5^{\circ}$ であった。ESの外形は視角で縦 $2.5^{\circ}$ ×横 $2^{\circ}$ であった。

OCLを実験変数として、OCLを提示しないNO条件に加えて、OCLを以下の3通りに変化した条件を作成し、計4つの条件を用意した。OCLはOBL条件で縦 $2.8^{\circ}$ ×横 $3.5^{\circ}$ の横長の長方形、PTR (portrait) 条件では縦 $4.5^{\circ}$ ×横 $1.5^{\circ}$ の縦長の長方形、また、RCT (rectangle) 条件では縦 $4^{\circ}$ ×横 $3.5^{\circ}$ の長方形であった。以上の点を除いたTS、ES、OCL及びFPの配置、輝度等の設定は実験1とまったく同じであった。

### 手続き

2つのフレームを毎秒2フレームの速度で繰り返し提示し、検査刺激の運動の印象に対して実験1と同様の仕方で報告するよう実験参加者に求めた。練習試行に続いて、4つの各条件ともランダムな順で1試行ずつ含むブロックを5つ、計20回の本試行を実験1と同様の仕方で行った。以上の外のやり方は実験1と同じであった。

### 結果と考察

各条件で実験参加者の5回の本試行における運動の評価値の平均をデータ解析に使用した。14名の実験参加者の各条件における平均値をFigure 6に示す。図より、評価値はOBL条件とRCT条件で等しく高く、これらの条件よりPTR条件で低く、NO条件で最も低いことが分かる。運動の評価値を用いて、4条件間で1要因の分散分析を行ったところ、主効果が有意であった ( $F(3, 39) = 37.67, p < .01$ )。続いて、これらの条件間でLSD法による下位検定を行ったところ、OBLとRCTの条件対間を除くどの条件対間にも有意差が見られた ( $LSD = 0.8084, p < .05$ )。以上の結果は、2つのフレーム間でESの向きではなく、形だけを変化させた場合にも、ESが形を変えながら運動することに伴って、TSもその形をESと同様に変えながら便乗運動が生起することを示す。

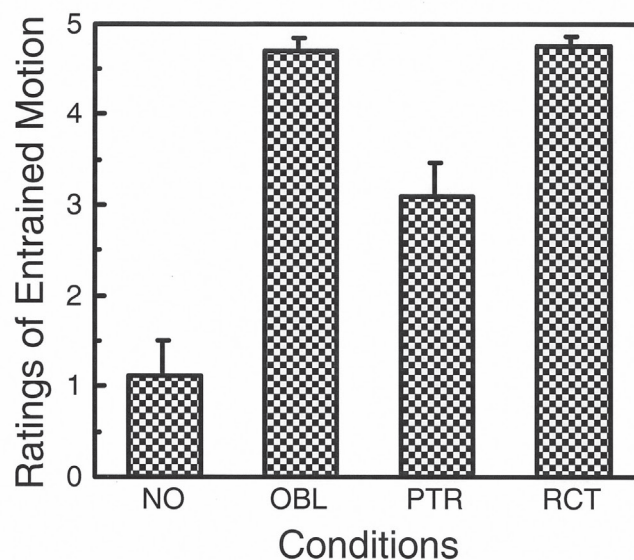


Figure 6 Mean ratings of entrained motion for each condition. The vertical lines indicate their standard deviations (Experiment 3).

## 総 合 考 察

単独に提示するとき点滅にしか見えなかった TS が近接する ES の仮現運動に誘導されて便乗運動して見えるとき、ES の形の変化に誘導されて TS の形も変化して見えるのかを検討した。TS、フレーム間で位置を変え形も変化する ES 及び、常に同じ位置に配置する OCL を 2 つのフレームに分けて交互に提示し、便乗運動の評価値を反応指標とする 3 つの実験を行った。

実験 1 では、第 1 フレームで同じ円形の TS と ES を提示し、第 2 フレームで TS を削除し、右水平方向に移動した横長の楕円形の ES を提示した。両フレームで常時提示する OCL を実験変数とした。OCL を NO 条件では提示せず、OBL 条件で横長の長方形に、PTR 条件では縦長の長方形に、そして SQR 条件では正方形にした。結果は、第 2 フレームで横長の楕円形に形を変えた ES を十分に遮蔽できる OBL 及び SQR 条件で、等しく便乗運動の評価値が最も高かった。これらの条件に比べて、横長の楕円形の ES を遮蔽できない PTR 条件では評価値はかなり低かった。遮蔽刺激を持たない NO 条件では評価値が最も低かった。円形の TS が第 1 フレームの提示位置と第 2 フレームの OCL との間で便乗運動を生起するとき、もし、TS が ES の形の変化に影響されて横長の楕円形に変形するのであるならば、第 2 フレームの楕円形の ES を完全に遮蔽できる OBL 条件と SQR 条件で最も高い評価値となると予想できる。更に、TS を十分に遮蔽できない PTR 条件では OBL 条件と SQR 条件より低い評価値となり、遮蔽刺激のない NO 条件で最も低い評価値となると予想される。もし、TS が ES の形の変化に影響されることなく円形のままであるならば、第 1 フレームの円形の TS を完全に遮蔽できる SQR 条件で最も高い評価値となると予想できる。更に、TS を十分に遮蔽できない OBL 条件と PTR 条件では SQR 条件に比べて等しく低い評価値となり、遮蔽刺激のない NO 条件で最も低い評価値となると予想される。得られた結果は、TS が ES に誘導されて、運動のみでなく形までも便乗しているとする最初の仮説を支持する。しかし、この実験では、第 1 フレームと第 2 フレーム間で ES の面積が違っていたため得られた結果とも考えられた。

実験 2 では、面積の等しい縦長の楕円形と横長の楕円形を用いることにより両フレーム間で ES の面積の違いを無くした上で、実験 1 の 2 つの仮説を再検討した。第 1 フレームで縦長の同じ楕円形の TS と ES を提示し、第 2 フレームで TS を削除し、右水平方向に移動した横長の楕円形の ES を提示した。両フレームで常時提示する OCL を実験変数とした。OCL を NO 条件では提示せず、OBL 条件で横長の長方形に、PTR 条件では縦長の長方形に、そして SQR 条件では正方形にした。得られた結果は、TS が ES に誘導されて、運動のみでなく形までも便乗しているとする最初の仮説を支持する。しかし、この実験では、刺激図形として用いた ES の形の変化ではなく向きの違いによって得られた可能性があった。

実験 3 では、縦方向の圧縮の仕方を変えた 2 種類の右向きの不等号の記号の形を用いることにより、向きの違いを無くした上で、実験 2 の 2 つの仮説を再検討した。第 1 フレームで同じ不等号の形の TS と ES を、第 2 フレームで TS を削除し、縦方向に圧縮した不等号の形の ES を右水平方向に移動して提示した。両フレームで常時提示する OCL を実験変数とした。OCL を NO 条件では提示せず、OBL 条件で横長の長方形に、PTR 条件では縦長の長

方形に、そして RCT 条件では正方形に近い長方形にした。縦方向に圧縮した不等号記号の形の ES を、RCT 条件と OBL 条件では十分に覆い隠すが、PTR 条件では覆い隠すことができない。得られた結果は、TS が ES に誘導されて、運動のみでなく形までも便乗しているとする最初の仮説を支持する。

本研究は、単独では点滅して見えた TS が ES に誘導されて、運動して見えるだけでなく形までも変化して見えることを明らかにした。渡辺・土田 (2014) は便乗運動においても、ES に誘導されて、運動だけでなくその大きさの変化も便乗することを示す結果を得た。また、Watanabe (1999) は、TS と OCL 間の距離つまり便乗運動の運動距離と、ES の運動距離とが一致する場合に便乗運動が良くなる結果を得ていることから、運動距離も ES と一致して現れるものと言えよう。以上の研究結果から次のように考えられる。便乗運動が生起するとき、TS は大きさ、形、運動距離等の特性に関しても ES と同様の特性を身にまとうて現れるものと考えられる。

さて、本研究において行ったいずれの実験においても、OCL を提示しない NO 条件の評価値は非常に低く運動が生起しにくいことが分かった。しかし、誘導されて形の変化した TS を完全に覆い隠せない PTR 条件における評価値は NO 条件より明らかに高い評価値を示しており、確かに便乗運動は生起していることが分かる。形の変化に関わりなく TS を覆い隠すに十分な大きさの SQR 条件と RCT 条件で最も高い評価値を得たのは当然であるが、面積は小さくても形の変化した TS をかろうじて遮蔽するに十分な形をした OBL 条件でも、最も高い評価値を示した。Anstis & Ramachandran (1986) は、断続的に提示された画像の中にある対象が連続的な運動つまり、仮現運動していると視覚系が解釈する過程に関して、以下のように考えた。まず、視覚系は画像ごとに大まかな特徴を検出した後、更に細かな特徴を捉えることにより画像間の対応関係を検出する。対応関係を検出する過程で、現実の三次元の世界で起こり得る動きの知覚を生じさせる可能性の中から、どの部分が動いているのかを決定する。また、視覚系が運動の見えを決定するに当たって、対象は何かの後ろに隠れることがあっても、決して消失することなく存在し続けるとの原理にも従う。以上の仮現運動の成立についての見解に基づくと、以上の結果は、次のように考えられる。便乗運動が生起するためにはまず、TS の運動の到着点である OCL が存在し、それが TS を遮蔽できることが非常に重要であることが分かる。従って、OCL が存在しなければ便乗運動は非常に生起しにくく、TS は点滅して見えることになる。対象は動いて途中で消滅することがあってはならないからである。次に、2つの位置で2つの対象間に大まかな対応があれば、これらの位置間に運動を感知することができる。しかし、完全に近い滑らかな運動が見えるためには更に、我々が現実世界で日常行っている運動知覚の経験に合致していることが必要なのであろう。



## 引用文献

- Anstis, S.M. (1978). Apparent motion? In Held, R., Leibowitz, H. & Teuber, H.L. (Eds.) *Handbook of sensory physiology, Vol. 8* (pp. 655-673). New York: Springer-Verlag.
- Anstis, S.M. & Ramachandran, V.S (1986). Entrained deflection in apparent motion. *Vision Research*, **26**, 1731-1739.
- Graham, C.H. (1951). Visual perception. In S.S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. (pp. 868-920). New York : Wiley.
- 中島義明 (2000). 運動知覚 大山正・今井省吾・和気典二 (編) 新編感覚・知覚ハンドブック 誠信書房 pp. 802-844.
- 西田眞也・竹内龍人・蘆田 宏 (2000). 運動の知覚 内川恵二 (編) 視覚情報処理ハンドブック 朝倉書店 pp. 335-377.
- Ramachandran, V.S., & Anstis, S.M. (1986). The perception of apparent motion. *Scientific American*, **254**, 102-109. (ラマチャンドラン, V.S.・アンステイス, S.M. 大山 正・渡辺武郎 (訳) (1986) 人は見かけの運動をどう知覚するか 別冊サイエンス 特集 視覚の心理学Ⅲ 色・運動・イメージ 日経サイエンス社 pp. 84-94.)
- 鷺見成正・椎名 健 (1969). 運動の知覚 和田陽平・大山正・今井省吾 (編) 感覚・知覚ハンドブック 誠信書房 pp. 637-659.
- 渡辺 功・土田 美穂 (2014). 便乗運動における遮蔽刺激の性質と便乗刺激の見かけの縮小と拡大, **105**, 25-34.
- Watanabe, I. (1999). Entrained motion is affected by the number of entraining stimuli and equality in the moving distance of stimuli. *Psychologia*, **42**, 123-128.
- 渡辺功・久保秀喜 (2000). 便乗運動に及ぼす、検査刺激と便乗刺激間の色彩、形、及び大きさの類同性の効果 熊本大学文学会発行文学部論叢, **66**, 41-52.

## Summary

Fourteen undergraduates rated a test stimulus (TS) according to the entrained motion, in which the TS blinking alone, appears to move into an occluder (OCL) apart from the TS, entrained by the apparent motion of a few entraining stimuli (ESs) in the display. Stimuli were presented in two frames. The first frame consisted of circles as the TS and ESs, and the second frame, oblong ellipses as ESs in Experiment 1. The first frame consisted of portrait ellipses as the TS and ESs, and the second frame, oblong ellipses as ESs in Experiment 2. The first frame consisted of symbols of sign of inequality as the TS and ESs, and the second frame, symbols condensed lengthwise as ESs in Experiment 3. The OCL was also presented throughout the experiments depending on condition of OCL. Varied were OCL: NO (no occluder), OBL (oblong), PTR (portrait) and, SQR (square) or RCT (rectangle). The results indicated that the OCL should be in shape large enough to cover the TS for the entrained motion to occur, and also that the shape of the TS should appear to be transformed, entrained by the transformed shape of the ESs.