

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

The effects of similarity of color, shape, and size between test stimulus and entraining stimuli on entraining motion.

渡辺 功 久保秀喜

(近畿大学大学院)

Isao Watanabe & Hideki Kubo

(Kinki University)

Nine students took part in three experiments which were designed to examine the effects of similarity of color, shape, and size on entrained motion (EM). The EM is a type of apparent motion, in which a test stimulus (TS) blinking when presented alone, appears to move entrained by the apparent motion of entraining stimuli (ESs). The index was the rating on the appearance of the EM that the subject reported. The first experiment showed that the rating was better when the TS and ESs were the same in color than not. The second experiment showed that the rating was better when the TS and ESs were the same in shape than not. The third experiment showed that the rating was better when the TS and ESs were the same in size than not. The results indicate that the EM is affected by the perceptual organization among stimuli in the display.

一般的に知覚事象の原因は外部物理的世界にある。しかし、人に捕らえられる知覚事象は物理的世界を直接的に反映するものではない。このことを運動の視知覚において見る事が出来る。すなわち、物理的に運動しているからといって、その対象が必ずしも動いて見えるとは限らないし、逆に、静止していても、

その対象が動いて見えることもある。例えば、2つの光点を2つの場所で時間的にずらして提示する時、これらの提示時間設定が適切であるならば、そこに物理的な動きが存在しないにもかかわらず、我々は1つの光点が2つの場所の間で運動していると知覚する。これが仮現運動である。

連続して2つのフレームを提示する時、第1フレームでは1つの光点の検査刺激 (test stimulus; 以下 TS と略す) と長方形を水平方向に隣り合わせに配置し、第2フレームでは TS は削除し長方形のみを同じ場所に配置する。これら2つのフレームを交互に提示する時、光点 TS は点滅して見え、運動は見られない。さて、Figure 1 のように、第1フレームに、TS とまったく同じいくつかの光点を便乗させる刺激 (entraining stimulus; 以下 ES と略す) として配置し、第2フレームには、ES をそれぞれ、水平方向に同じ距離だけ平

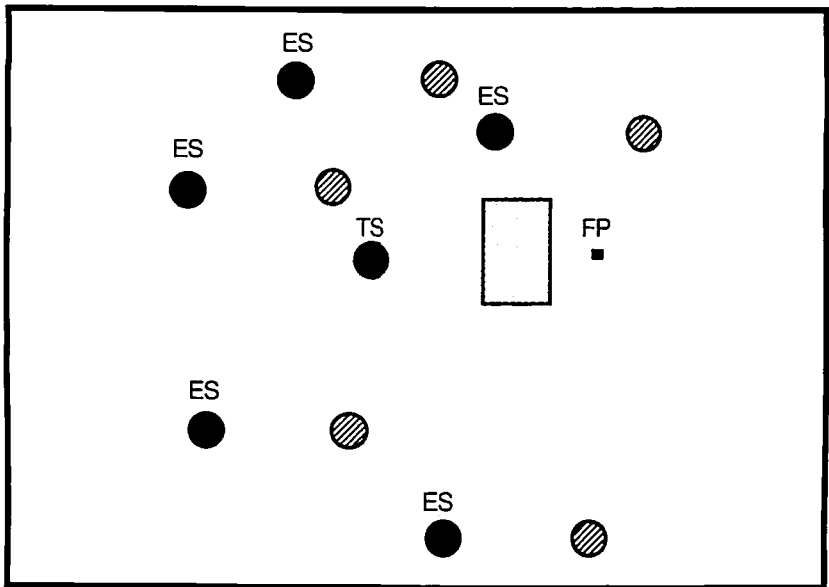


Figure 1. Entrained motion. The first frame consisted of a dot as a test stimulus (TS), and dots as entraining stimuli (ESs), which were solid black. The second frame consisted of each counterpart of ESs in the first frame, striped obliquely, shifted by an equal distance rightward. The frame did not include a counterpart of the TS. A gray rectangle and a fixation point (FP) were presented throughout the experiment. When the frames were alternated repeatedly, the TS appeared to move back and forth between the positions of the TS and the rectangle entrained by apparent motion of ESs.

行移動した位置に配置する。これらのフレームを交互に提示する時、単独で提示される時には点滅して見えた TS が、追加した光点 ES において見られる水平方向の仮現運動に誘導されて、第1フレームにおいて最初に光点の提示された位置と長方形の間で水平方向に仮現運動をして見える。

Ramachandran と Anstis (1986) は、この現象を便乗運動と名づけた。便乗運動は、ES の軌道と同じ軌道を描くこと、また、ES の数が多い場合や ST と ES の運動する空間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)。しかしながら、これまで便乗運動に関して行われた研究は少なく、その成立原因はまだ明らかではない。

さて、便乗運動は、その対応する運動刺激を物理的世界に持たないから、仮現運動の一種である。仮現運動の見えには、刺激の空間的な刺激配置が要因となることが良く知られている (Anstis, 1978; Graham, 1951; Ternus, 1950)。仮現運動の一種である視的流れの分凝 (visual stream segregation: 以下 VISS と略す) の研究において渡辺 (1992) は、提示される4つの光点の輝度に基づく類同性が作り出す空間的な刺激配置の知覚体制化が、VISS の成立にとって1要因となることを明らかにした。便乗運動が元来、ES を含むいくつかの要素間の空間的な配置によって生じるものであるから、VISS において見られたと同様の空間的な刺激配置の知覚体制化が、便乗運動の成立に対しても影響すると考えられる。

TS に見られる便乗運動が元来、ES によって引き起こされるのであるから、TS と ES が同一グループに群化される場合に比べて、別グループに群化される場合には便乗運動が見えにくくなると予想される。本研究では3つの実験において、TS と ES の色彩、形態、および大きさをそれぞれ変化させ、これらの感覚様相の類同性に基づく群化が作り出す空間的な刺激配置の知覚体制化が便乗運動に対してどのような効果を持つのかを、TS の便乗運動の見えの良さの評定値を反応指標として検討する。

実験 1

本実験では、TS と ES の間の色彩の類同性が便乗運動の見えに及ぼす効果を検討する。

方法

装置 マッキントッシュ・コンピュータ (Power Mac 7300/180) で制御されたコンピュータ・ディスプレイ (ソニー社製 Multiscan 17sf9) を使用した。

刺激図形 黒色背景のディスプレイ上に、Figure 2 のように、第 1 フレームでは白色あるいは赤色で、直径が視角で 0.8° の円形の TS と 5 個の ES、および縦 3° × 横 2° の灰色の長方形を提示した後、第 2 フレームでは TS

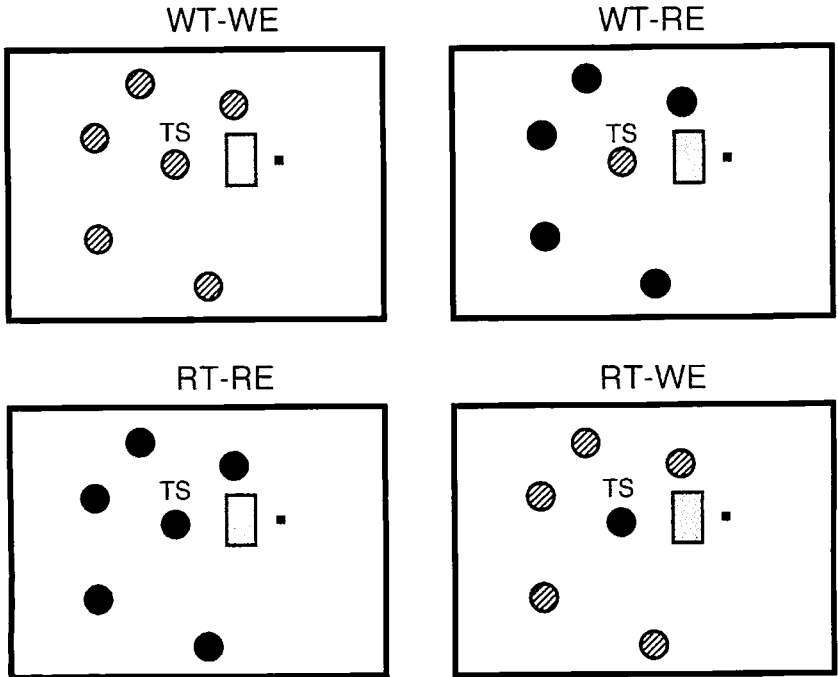


Figure 2. The first frames of each of the four conditions prepared for Experiment 1. The TS and ESs were all white in the WT-WE condition, and all red in the RT-RE condition. The TS and ESs were white and red, respectively, in the WT-RE condition, and red and white in the RT-WE condition. Dots striped obliquely refer to white stimuli, and solid black dots, red stimuli.

を削除し、第1フレームの位置から右方向にそれぞれ視角で 3.2° 移動させた5個のESと、位置の変化しない同じ長方形のみを提示した。第1フレームにおけるTSと長方形の中心間の距離は、ESの運動距離と同じ視角 3.2° であった。以上に加えて、長方形の右方向に中心間の距離で視角で 2° 離れた位置に、一辺が約 0.3° の正方形で黄色の光点を凝視点として常に提示した。

実験条件によってTSとESの色彩を以下のように変化させた。WT-WE条件ではTS、ESともに白色、RT-RE条件ではTS、ESともに赤色、WT-RE条件ではTSが白色、ESが赤色、RT-WE条件ではTSが赤色、ESが白色であった。円形刺激の輝度は、白色で約 17cd/m^2 、赤色で約 14cd/m^2 、また、長方形および凝視点の輝度はそれぞれ約 2cd/m^2 と約 57cd/m^2 であった。

手続き 2つのフレームを毎秒3フレームの速度で繰り返して提示し、検査刺激の運動の印象に関して、数字で報告するよう被験者に求めた。約5分の暗順応の後、実験に入った。この間に反応の仕方について教示を与えた。約57cmの距離からTSが長方形の後ろに隠れ、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きれいでスムーズに見えたなら「5」、まったく動きが見えなければ「0」、その中間の場合は、その見えの動きの程度に応じて「1」、「2」、「3」、「4」のいずれかの数値で答えさせた。WT-WE条件、RT-RW条件、WT-RE条件、およびRT-WE条件の各条件とも2回の練習試行をランダムな順で与えた後、各条件とも1回の本試行をランダムな順で求めた。

被験者 裸眼視力あるいは矯正視力が正常で本実験に関して未経験な男子大学生9名であった。

結 果

9名の被験者の報告した運動の評定値の各条件ごとの平均値をTable 1に示

Table 1 Means and Standard Deviations of Rating on Entrained Motion (Experiment 1)

	WT-WE	RT-RE	WT-RE	RT-WE
Mean	3.0	2.9	1.2	0.8
SD	1.7	1.9	1.4	1.2

す。表より、検査刺激と便乗刺激が同じ色である WT-WE 条件と RT-RE 条件の評定値は、検査刺激と便乗刺激の色の異なる WT-RE 条件と RT-WE 条件より大きいことが分かる。更に、WT-WE 条件と RT-RE 条件間、また、WT-RE 条件と RT-WE 条件間には、それぞれ違いが見られないことが分かる。

運動の評定値を用いて、4 条件間で 1 要因の分散分析を行ったところ、主効果に関して有意差が見られた ($F(3, 24) = 12.85, p < .01$)。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、WT-WE 条件と RT-RE 条件対間、および WT-RE 条件と RT-WE 条件対間を除く、どの条件対間にも有意差が見られた ($LSD = 1.256, p < .01$)。

実験 2

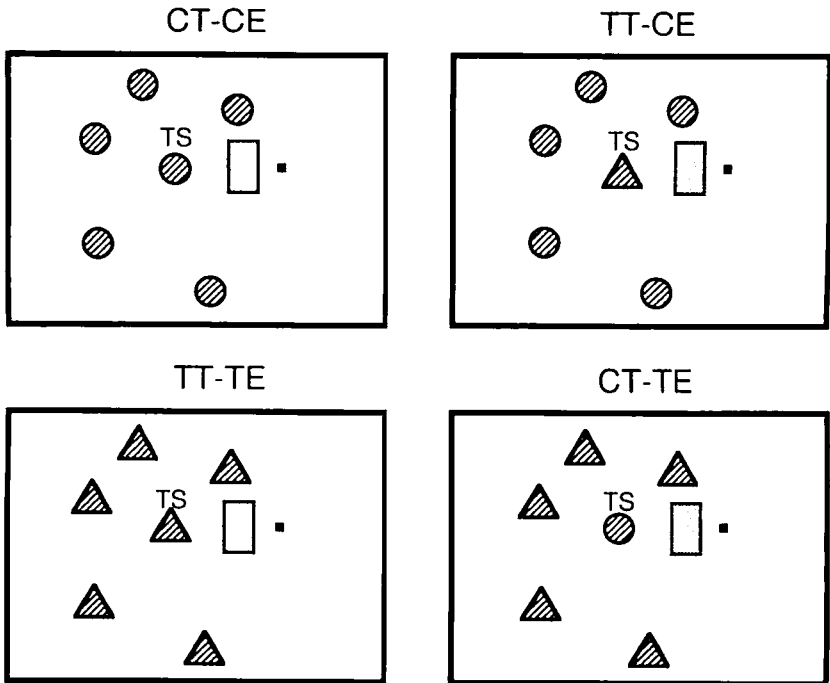


Figure 3. The first frames of each of the four conditions prepared for Experiment 2. The TS and ESs were all circle in the CT-CE condition, and all triangle in the TT-TE condition. The TS and ESs were triangle and circle, respectively, in the TT-CE condition, and circle and triangle in the CT-TE condition.

本実験では、TS と ES の間の形態の類同性が便乗運動の見えに及ぼす効果を検討する。

方法

装置 実験1と同様のコンピュータ・ディスプレイを使用した。

刺激図形 黒色背景のディスプレイ上に、Figure 3 のように、第1フレームでは円形あるいは三角形で、白色の TS と 5 個の ES、および灰色の長方形を提示した後、第2フレームでは TS を削除し、第1フレームの位置から右方向に移動させた5個の ES と、位置の変化しない同じ長方形のみを提示した。

実験条件によって TS と ES の形態を以下のように変化させた。CT-CE 条件では TS、ES ともに円形、TT-TE 条件では TS、ES ともに三角形、CT-TE 条件では TS が円形、ES が三角形、TT-CE 条件では TS が三角形、ES が円形であった。TS と ES の大きさは、円形の場合で直径が視角 0.8° 、三角形の場合で縦 1° × 横 1.2° であった。TS と ES の輝度は等しく約 17cd/m^2 であった。以上を除く、TS、ES、長方形、および凝視点の大きさ、輝度、および配置に関する条件は実験1とまったく同様であった。

手続き 2つのフレームを毎秒3フレームの速度で繰り返して提示し、検査刺激の運動の印象に関して、実験1と同様の仕方で報告するよう被験者に求めた。CT-CE 条件、TT-TE 条件、CT-TE 条件、および TT-CE 条件の各条件とも2回の練習試行をランダムな順に与えた後、各条件とも1回の本試行をランダムな順で求めた。

以上の他の方法は実験1と同様であった。

被験者 実験1に参加した男子大学生9名であった。

結果

Table 2 Means and Standard Deviations of Rating on Entrained Motion (Experiment 2)

	CT-CE	TT-TE	TT-CE	CT-TE
Mean	3.1	3.1	1.4	1.7
SD	1.5	1.5	1.6	1.7

9名の被験者の報告した運動の評定値の各条件ごとの平均値をTable 2に示す。表より、検査刺激と便乗刺激が同じ形であるCT-CE条件とTT-TE条件の評定値は、検査刺激と便乗刺激の形の異なるCT-TE条件とTT-CE条件より大きいことが分かる。更に、CT-CE条件とTT-TE条件間、また、CT-TE条件とTT-CE条件間には、それぞれ違いが見られないことが分かる。

運動の評定値を用いて、4条件間で1要因の分散分析を行ったところ、主効果に関して有意差が見られた($F(3, 24) = 12.74, p < .01$)。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、CT-CE条件とTT-TE条件対間、およびCT-TE条件とTT-CE条件対間を除く、どの条件対間にも有意差が見られた($LSD = 1.145, p < .05$)。

実験 3

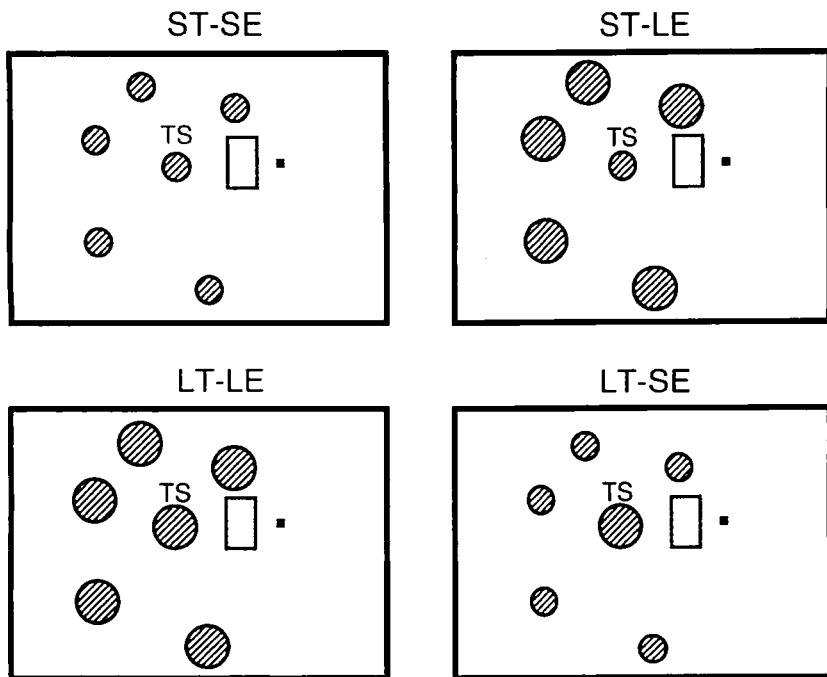


Figure 4. The first frames of each of the four conditions prepared for Experiment 3. The TS and ESs were all small in the ST-SE condition, and all large in the LT-LE condition. The TS and ESs were small and large, respectively, in the ST-LE condition, and large and small in the LT-SE condition.

本実験では、TS と ES の間の大きさの類同性が便乗運動の見えに及ぼす効果を検討する。

方法

装置 実験1と同様のコンピュータ・ディスプレイを使用した。

刺激図形 黒色背景のディスプレイ上に、Figure 4 のように、第1フレームでは大小の大きさの円形で、白色の TS と 5 個の ES、および灰色の長方形を提示した後、第2フレームでは TS を削除し、第1フレームの位置から右方向に移動させた5個の ES と、位置の変化しない同じ長方形のみを提示した。

実験条件によって TS と ES の大きさを以下のように変化させた。ST-SE 条件では TS、ES とともに小、LT-LE 条件では TS、ES とともに大、ST-LE 条件では TS が小、ES が大、LT-SE 条件では TS が大、ES が小であった。TS と ES の大きさは、小の場合で直径が視角 0.8° 、大の場合で直径が 1.3° であった。TS と ES の輝度は等しく約 17cd/m^2 であった。以上を除く、TS、ES、長方形、および凝視点の大きさ、輝度、および配置に関する条件は実験1とまったく同様であった。

手続き 2つのフレームを毎秒3フレームの速度で繰り返して提示し、検査刺激の運動の印象に関して、実験1と同様の仕方で報告するよう被験者に求めた。ST-SE 条件、LT-LE 条件、ST-LE 条件、および LT-SE 条件の各条件とも2回の練習試行をランダムな順に与えた後、各条件とも1回の本試行をランダムな順で求めた。

以上の他の方法は実験1と同様であった。

被験者 実験1に参加した男子大学生9名であった。

結果

Table 3 Means and Standard Deviations of Rating on Entrained Motion (Experiment 3)

	ST-SE	LT-LE	ST-LE	LT-SE
Mean	3.5	3.9	2.0	1.3
SD	1.2	1.4	1.6	1.6

9名の被験者の報告した運動の評定値の各条件ごとの平均値をTable 3に示す。表より、検査刺激と便乗刺激が同じ大きさである ST-SE 条件と LT-LE 条件の評定値は、検査刺激と便乗刺激の大きさの異なる ST-LE 条件と LT-SE 条件より大きいことが分かる。更に、ST-SE 条件と LT-LE 条件間、また、ST-LE 条件と LT-SE 条件間には、それぞれ違いが見られないことが分かる。

運動の評定値を用いて、4条件間で1要因の分散分析を行ったところ、主効果に関して有意差が見られた ($F(3, 24) = 5.49, p < .01$)。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、ST-SE 条件と LT-LE 条件対間、および ST-LE 条件と LT-SE 条件対間を除く、どの条件対間にも有意差が見られた ($LSD = 1.435, p < .01$)。

考 察

本研究では、検査刺激 TS と便乗させる刺激 ES 間の色彩、形態、および大きさの類同性に基づく群化が作り出す知覚体制化が便乗運動にどのように影響するのかを検討した。

実験1では、色彩の類同性を変化させるために次の4条件を用意した。すなわち、TS と ES が等しく白色である WT-WE 条件、等しく赤色である RT-RE 条件および、TS と ES の色彩が、それぞれ白色と赤色である WT-RE 条件と、それぞれ赤色と白色である RT-WE 条件の4条件である。得られた結果は次の通りであった。TS と ES の色彩が同じである WT-WE 条件と RT-RE 条件の運動の評定値は、TS と ES の色彩の異なる WT-RE 条件と RT-WE 条件より大きかった。更に、WT-WE 条件と RT-RE 条件間、また、WT-RE 条件と RT-WE 条件間で、それぞれ違いが見られなかった。これらの結果は、光点を単に赤あるいは白に色彩を変化させることは便乗運動の成立にとって効果を持たないこと、更に、TS と ES が異なる色に塗り分けられるどうか便乗運動の成立にとって重要であることを示す。すなわち、TS と ES が色彩の類同性に基づいて、同一グループに群化されるか、それとも別のグループへ分化されるかが重要なのである。もし、同じグループに群化されれば便乗運動は生じやすいのに対し、別のグループに群化されれば、便乗運動は生起

しにくいのである。

実験2では、形態の類同性を変化させるために次の4条件を用意した。すなわち、TS と ES が等しく円形である CT-CE 条件、等しく三角形である TT-TE 条件および、TS と ES の形が、それぞれ円形と三角形である CT-TE 条件と、それぞれ三角形と円形である TT-CE 条件の4条件である。得られた結果は次の通りであった。TS と ES の形態が同じである CT-CE 条件と TT-TE 条件の運動の評定値は、TS と ES の形の異なる CT-TE 条件と TT-CE 条件より大きかった。また、CT-CE 条件と TT-TE 条件間、また、CT-TE 条件と TT-CE 条件間には、それぞれ違いが見られなかった。これらの結果は、光点を単に円形あるいは三角形に形態を変化させることは便乗運動の成立にとって効果を持たないこと、更に、TS と ES が異なる形態であるかどうか便乗運動の成立にとって重要であることを示す。

実験3では、大きさの類同性を変化させるために次の4条件を用意した。すなわち、TS と ES の大きさが等しく小さい ST-SE 条件と等しく大きい LT-LE 条件および、TS と ES の大きさがそれぞれ小と大である ST-LE 条件と、それぞれ大と小である LT-SE 条件の4条件である。得られた結果は次の通りであった。TS と ES の大きさが同じである ST-SE 条件と LT-LE 条件の評定値は、TS と ES の大きさの異なる ST-LE 条件と LT-SE 条件より大きかった。更に、ST-SE 条件と LT-LE 条件間、また、ST-LE 条件と LT-SE 条件間には、それぞれ違いが見られなかった。これらの結果は、光点を単に小さくあるいは大きく、その大きさを変化させることは便乗運動の成立にとって効果を持たないこと、更に、TS と ES が異なる大きさであるかどうか便乗運動の成立にとって重要であることを示す。

以上の3つの実験の結果は、TS と ES が色彩、形態、あるいは大きさのいずれの感覚様相であっても、その類同性に基づいて、同一グループに群化されるか、それとも別のグループへ分化されるかが重要であることを示す。もし、同じグループに群化されれば ES の仮現運動に誘導されて便乗運動は生起しやすくなる。逆に、これらが別のグループに群化されれば、ES の仮現運動に誘導されにくくなり、したがって、便乗運動は生起しにくいのである。結局、

以上の結果は、検査刺激 TS に見られる運動が確かに便乗させる刺激 ES によって誘導されて生起するというメカニズムを支持する。

Ternus (1950) は、いくつかの要素から成る 2 フレームの刺激を交互に提示する時の運動の見え方は、提示される要素に対して被験者が行う要素間の群化の仕方、つまり空間的な刺激布置の知覚体制化によって影響されることを明らかにした。渡辺 (1992) も、4 光点の VISS において空間的な刺激布置の知覚体制化が、運動の見えに対して重要である結果を得た。本研究では、便乗運動においても、刺激布置間の空間的な知覚体制化が運動の見えに対して 1 要因となることを明らかにした。

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. New York: Springer-Verlag. Pp. 655-673.
- 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.
- Ramachandran, V.S., & Anstis, S.M. 1986 The perception of apparent motion. *Scientific American*, 254, 102-109.
- 渡辺 功 1992 視的流れの分凝に及ぼす刺激強度の効果 心理学研究, 63, 346-349.
- 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.
- Ternus, J. 1950 The problem of phenomenal identity. *A source book of gestalt psychology* (Trs. & Ed. by W.D. Ellis). New York: Humanity Press. Pp. 149-160.