- Verrillo, R. T., & Gescheider, G. A. 1979 Psycho-physical measurements of enhancement, suppression, and surface gradient effects in vibrotaction. In D. R. Kenshalo (Ed.), *Sensory functions of the skin of humans*. New York: Plenum Press.
- Verrillo, R. T., Fraioli, A. J., & Smith, R. L. 1969 Sensation magnitude of vibrotactile stimuli. *Perception & Psychophysics*, 6, 366-372.
- Zimmermann, M. 1978 Mechanoreceptors of the glabrous skin and tactile acuity. In R. Porter (Ed.), *Studies in neurophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 1981. 6. 15. 受稿, 1982. 3. 13. 受理——

The Japanese Journal of Psychology
1982, Vol. 53, No. 3, 173-176

資 料

ストロボ運動における刺激の形態情報とその提示順序効果

九州芸術工科大学 西 郷 賀津雄・大 村 英 子

The effect of form information and presentation order of stimuli on stroboscopic motion

Katsuo Saigo and Hideko Ohmura (*Department of Psychology, Kyushu Institute of Design, Minami-ku, Fukuoka 815*)

The likelihood of stroboscopic motion between different contour combinations was obtained under temporal conditions (duration, ISIs). Three kinds of contour figures were prepared; the real, the subjective and the control. Two stimulus figures for such combinations were chosen from these three; one as the first stimulus and the other as the second. The result was that the likelihood of seeing motion was reduced, when the contour figure of more form information was used as the first stimulus and that of less form information as the second than when they were in the reverse order. This was considered as the effect of order of stimulus presentation.

Key words: stroboscopic motion, subjective contour, form information, order of stimulus presentation, stimuli combination.

Wertheimer は、仮現運動に関する古典的研究において、継時的に提示される2つの光点の間に、形は不明であるが何かしら運動が知覚されるという事実を見出し、これを ϕ 現象と呼んだ (Wertheimer, 1912; Graham, 1965)。形の明確な単一対象が、一方の位置から他方の位置へ運動するように見えるストロボ運動に対し、この ϕ 現象は“対象の形を伴わない”という意味で“純粹”運動とも呼ばれている。このような両現象の比較を通して、ここに仮現運動と形の知覚との連関が問題になる。一般的には、ストロボ運動の知覚にとって、形態の知覚が必須なものであるか否かという問題が提出されている。そしてこれを肯定するのがゲントルト学派の人々であった (Van der Waals & Roelofs, 1930; von Schiller, 1933; Anstis, 1970)。しかし、ストロボ運動における形態知覚の重要性が指摘されても、それが同一対象

の移動 (現象的同一性) という文脈に終始する限り、第1刺激と第2刺激の異同の効果は、まだ問題にならなかった。しかし近年、形態知覚が形態情報のタームで論議されるに及んで、両刺激の構成上の差異と運動対象の形ないしは運動の型との対応が問われるようになった。Kolars らは、2つの刺激図形の形が異なるとき、それらの間に観察される運動対象の形は、第1刺激から第2刺激へ変形しながら運動することを見出した (Kolars & Pomerantz, 1971; Kolars, 1972; Kolars & von Grünau, 1976; White, Wenderoth, & Curthoys, 1979)。著者ら (Ohmura & Saigo, 1982) もまた形の異なる2刺激の幾何学的変換の形式と、知覚される運動の型 (平行移動, 3次元回転, 2次元回転, 可塑的変形) との間に対応関係が存在することを明らかにした。これらの事実はいずれも、両刺激からの形態情報がストロボ

運動における対象の形に寄与することを示すものである。

ところで、ストロボ運動事態において、2つの刺激のうち、一方の刺激の形態がメタコントラストマスキングによって抑制されてもなお、運動が知覚されるという事実も見出されている (Kolars, 1963; von Grünau, 1978)。この事実は、刺激の一方が意識的に知覚されない時でさえ、ストロボ運動が生起することを示唆しており、この限りでは上述のストロボ運動にとって両刺激からの形態情報が必要条件であるとする意見と対蹠的である。特に、von Grünau の実験結果では、第1刺激の形態情報の抑制は、両刺激が抑制されない場合と比較して、ストロボ運動生起を低下せしめ、また、第2刺激の形態情報の抑制はむしろ逆に運動の生起を高めた。このことから彼は、ストロボ運動の生起にとって第1刺激の形態情報のほうが重要であり、第2刺激の形態情報は運動生起を妨げる役割を演ずると結論した。

この際見落してならないことは、von Grünau の実験では、第1刺激と第2刺激が同形同大の白色円板であったということである。そこで、もしもその実験において、第1刺激と第2刺激が、形態ないしは形態価を異にしていたとしたら、はたして同種の結果が得られたであろうか。もしも、von Grünau のいうように、ストロボ運動にとって、第1刺激の形態情報が第2刺激のそれよりも、重要であるとするならば、第1刺激として一定の形の実際の輪郭図形を用い、第2刺激として主観的輪郭図形、ないしは、相応の形態情報をもたない別種の図形を用いた場合のほうが、それと逆の組み合わせを用いた場合よりも、良好なストロボ運動が知覚されるであろうか。本研究の目的は、この点を実験的に検討することであった。

実 験

方 法

装置 3チャンネルタキストスコープを用いて、1対の刺激が一定の時間条件のもとで継時的に提示された。観察者は、頭を顔面固定器で固定したまま、両眼で刺激提示面内の第1刺激の中心より左方、視角 2° の位置に設けられた小さな光点を凝視し、1対の刺激間に知覚される運動を観察した。第2刺激は第1刺激の右側（両刺激の中心から中心までの空間距離、視角 2° ）に提示された。刺激面の大きさは、 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ （視角 $14^\circ \times 14^\circ$ ）であり、刺激提示面までの観察距離は 1 m であった。

刺激 刺激対としては、Fig. 1 に示すような3種の刺激図形のなかから2つ選んで6通りの組み合わせより成っていた。これらの刺激図形はすでに大村 (1981) の“ストロボ運動における主観的輪郭の効果”の研究にお

いて用いたものと同じものであった。ただし、そこでは第1刺激と第2刺激は、同種の刺激図形が対にされたのであるが、本研究ではそれを省いてすべて異種刺激図形対だけに限定した。刺激図形 (S) は、いわゆる主観的輪郭（長方形、大きさ $1.03 \times 0.25^\circ$ ）を生じうるものであって、白いカード（背景、輝度 3 cd/m^2 ）上に、黒インクで描かれた誘導輪郭（ 0.15 cd/m^2 、直径 0.5° ）より成っていた。これに対して、刺激図形 (R) は実際の輪郭に関するものであって、刺激図形 (S) における主観的長方形に相当する部分に、それと同じ大きさで、背景の白いカードより輝度の高い（ 3.3 cd/m^2 ）長方形のテープがはられていた。刺激図形 (C) は、いわばコントロール条件であって、(S) における誘導輪郭を閉じることにより主観的長方形も実際の長方形も生じないようにしてあった。これら3種の刺激図形 (S), (R), (C) から2つ選んだ第1刺激-第2刺激の対は次の通りであった：R-S, S-R, C-R, R-C, C-S, S-C。

時間条件 刺激持続時間としては 200 ms 一定とし、ISI（第1刺激の終了から第2刺激の開始までの時間間隔）としては、 $10, 50, 100, 160, 260\text{ ms}$ の5段階が設定され、ICI（第2刺激の終了から第1刺激の再開までの時間間隔）としては 800 ms とした。

被験者 視力 1.0 以上で、正常な視覚を有する大学生8名が用いられ、彼らは皆運動知覚の実験に習熟していた。

手続き 200 ms の持続時間のもとで、5段階の ISI と6種の刺激対の組み合わせにより、30通りの条件が設定され、その各々に対し4回判断、計120試行がランダムな順序で被験者に課された。2刺激提示サイクル間に 800 ms の時間間隔がおかれたため、常に第1刺激から第2刺激への運動が知覚され、被験者の判断が成立するまで、刺激は繰り返し提示された。実験に先立ち、被験者は20分間暗順応し、その後、刺激の照明水準に2分間明順応した。被験者は凝視点に両眼を固定したまま、2刺激間に長方形の水平移動という印象が成立したか否かについての判断が求められた。各条件における4回判断を8名の被験者についてプールした計32回判断中に占める長方形の運動の反応生起の割合をもって、その条件下での運動生起率とした。

Fig. 1. Stimulus patterns used in the experiment.

結果および考察

Fig. 2 には、R-S 刺激対とその逆の S-R 刺激対のそれぞれの条件における“長方形の水平移動”としてのストロボ運動の出現率が、ISI の関数としてプロットされている。明らかなように、両条件下の曲線（以下略して、R-S 曲線と S-R 曲線という）の経過はよく類似している。2 要因（刺激対、ISI）分散分析が行なわれた。その結果、ISI に関しては有意差が認められた ($F=28.50$, $df=1/28$, $p<.001$) が、両刺激対 (R-S, S-R) の間に有意差は認められず、また、刺激対と ISI との交互作用も有意でなかった。この事実、ストロボ運動の生起に対し、刺激図形（主観的輪郭及び実際の輪郭）の提示順序は何ら影響しないことを示すものである。また、他の 2 つの曲線 (R-R, S-S) は、上述の大村 (1981) の実験結果であり、ここに転載して比較に供した。これら 2 つの曲線間に有意差が認められなかったことから、大村はストロボ運動の生起に関して、主観的輪郭が実際の輪郭と機能的にほぼ等価であると結論したのであるが、今やわれわれは、Fig. 2 における 4 つの曲線間にも有意差が存在しないことを知った ($F=0.86$, $df=3/21$, $p>.05$)。したがって、この限りでは、機能的等価性の所見は次のように敷衍される。すなわち、ストロボ運動の生起に関する主観的輪郭の実際の輪郭に対する機能的等価性は、第 1 刺激と第 2 刺激が共に主観的輪郭である場合に限らず、それらが主観的輪郭と実際の輪郭の組み合わせからなる場合にも認められる。そしてここでは、両刺激が豊かで相等しい形態情報を提供するからには、ストロボ運動にとって、第 1 刺激の形態情報と第 2 刺激のそれとのどちらがより重要であるかという問題は、もはや無意味なものとなる。

Fig. 2. The likelihood of seeing motion obtained from the combinations of real contour and subjective contour.

ところで形態情報価の異なる 2 刺激については、すなわち、長方形としての形態情報をほとんど持たない刺激図形 (C) を、(R) ないし (S) と組み合わせた条件のもとでは、von Grünau の所見にしたがえば、第 1 刺激として (C)、第 2 刺激として (R) ないし (S) の場合のストロボ運動の生起率は、その逆の場合のそれに比して、著しく低いであろうと予想される。というのも、本実験における刺激図形 (C) は、当該形態情報に欠けるという点で、von Grünau の場合の輪郭が、マスキングによって抑制された図形に対応し、刺激図形 (C) が第 1 刺激として用いられる条件は、輪郭のマスキング抑制が第 1 刺激について行なわれる条件に対応し、しかもこの抑制条件下で、ストロボ運動の生起率が著しく低下したとされているからである。

Fig. 3 は、この点の考察を容易にするため、上図には C-R, C-S, 下図にはその逆の R-C, S-C の条件下でのストロボ運動の生起率を、ISI の関数としてプロットしたものである。これら 4 つの刺激対による結果には、2 要因（刺激対、ISI）分散分析が行なわれた。その結果、刺激対及び ISI の主効果は、共に有意であった（刺激対： $F=3.68$, $df=3/21$, $p<.05$, ISI： $F=9.02$, $df=4/28$, $p<.01$ ）。しかしながら刺激対と ISI 間の交互作用は有意ではなかった。更に 4 つの刺激条件に関して多

Fig. 3. The upper figure shows the likelihood of seeing motion obtained from the combinations of the stimulus patterns R-C and S-C. The lower figure shows one obtained from the combinations C-R and C-S.

重比較を行なった結果、C-R と C-S との間、及び R-C と S-C との間には有意差は見られなかったが、C-R と R-C の間 ($t=2.75$, $df=7$, $p<.05$), 及び、C-R と S-C の間 ($t=2.37$, $df=7$, $p<.05$) にはそれぞれ有意差が示された。運動生起率に関し、C-S は R-C, S-C よりも全体にわたり大きな傾向を示してはいるが、それらの間に有意差は認められなかった。すなわち、上述の予想に反して、長方形としての形態情報に欠ける刺激図形 (C) が第 1 刺激として、またより豊かな形態情報をもつ刺激図形 (R) ないし (S) が第 2 刺激としてそれぞれ用いられる場合のほうが、逆の場合に比して、ストロボ運動の生起率は高かった。第 1 刺激と第 2 刺激の形態情報量の違いが、本来的には等価な両刺激の一方の輪郭をマスキング抑制することによってもたらされた von Grünau の結果と、同上の最初から刺激情報量の異なる 2 刺激の組み合わせによって得られた本実験結果との不一致が、このような方法上の違いに由来するものかどうかは今のところ明確ではないが、しかし Fig. 2 と Fig. 3 との比較は、この問題の解明に対する 1 つの手がかりを与えるように思われる。というのも、Fig. 2 に示されている、豊かで等しい形態情報をもつ刺激対に関する 4 つの曲線はいずれも、Fig. 3 における、総量においても貪弱で、不等な形態情報をもつ刺激対に関する 4 つの曲線よりも相対的に高い位置を占めているという事実は、両刺激によって構成される刺激の全体的特性の重要性を示唆するものであり、ただ単に両刺激のどちらがストロボ運動の生起にとってより重要な形態情報のない手であるかという von Grünau 説の問題設定の限界性を指摘していると受けとられるからである。われわれは、このような観点から、ここで問題となっている効果は、むしろ“形態情報の異なる刺激対におけるその提示順序の効果”とみなすのが好ましいと考える。

引 用 文 献

- Anstis, S. M. 1970 Phi movement as a subtraction process. *Vision Research*, **10**, 1411-1430.
- Graham, C. H. 1965 Perception of movement. In C. H. Graham (Ed.), *Vision and visual perception*. New York: John Wiley. Pp. 575-588.
- Kolers, P. A. 1963 Some differences between real and apparent visual movement. *Vision Research*, **3**, 191-206.
- Kolers, P. A., & Pomerantz, J. R. 1971 Figural change in apparent motion. *Journal of Experimental Psychology*, **87**, 99-108.
- Kolers, P. A. 1972 *Aspects of motion perception*. Oxford: Pergamon.
- Kolers, P. A., & von Grünau, M. W. 1976 Shape and color in apparent motion. *Vision Research*, **16**, 329-335.
- 大村英子 1981 ストロボ運動における主観的輪郭の効果 心理学研究, **56**, 233-239.
- Ohmura, H., & Saigo, K. 1982 The types of stroboscopic motion as determined by geometric transformations and temporal factors in stimulus presentation. *Japanese Psychological Research*, **24**, 68-77.
- Van der Waals, H. G., & Roelofs, C. O. 1930 Optische Scheinbewegung. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, **114**, 241-288.
- von Grünau, M. W. 1978 Interaction between sustained and transient channels: Form inhibits motion in the human visual system. *Vision Research*, **18**, 197-201.
- von Schiller, P. 1933 Stroboskopische Alternativversuch. *Psychologische Forschung*, **17**, 179-214.
- Wertheimer, M. 1912 Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. *Zeitschrift für Psychologie*, **61**, 161-278.
- White, D. G., Wenderoth, P., & Curthoys, I. S. 1979 The importance of pattern information for the resolution of depth-ambiguous apparent motion. *Perception & Psychophysics*, **26**, 355-362.
- 1981. 6. 24. 受稿, 1982. 1. 9. 受理——