

視的流れの分凝に及ぼす刺激強度の効果

近畿大学 渡 辺 功

Effect of stimulus intensity on visual stream segregation

Isao Watanabe (*Department of Industrial Design, Kinki University, in Kyushu, Iizuka, Fukuoka, 820*)

Two experiments were performed to examine the effect of stimulus intensity on VISS (visual stream segregation) which is a kind of beta movement first described by Bregman and Achim (1973). Six subjects were required to find the upper threshold of ISI for producing VISS under various conditions of the stimulus intensity in each experiment. The ISI threshold decreased as the stimulus intensity was increased. The result showed that VISS follows Korte's second law of apparent motion. When two of the four lights were flashed in high intensity and the rest in low intensity, the ISI thresholds varied with the arrangement of intensity among the four lights (stimulus intensity pattern). The results suggest that VISS is affected by the factor of similarity resulting from the intensity patterns of the lights.

Key words: visual perception, beta-movements, visual stream segregation, stimulus intensity, Korte's law, interstimulus interval.

4光点 A,B,C,D を、A,B 対および C,D 対がそれぞれ近接の要因に基づいて群化するように垂直線上に配置し、A,C,B,D の順に高速度で反復提示すると、提示順序の判断ができなくなると同時に、A,B の位置間に1つと、C,D の位置間に1つの、合計2つの β 運動が見られる。この現象は、Bregman & Achim (1973) によって“視的流れの分凝 visual stream segregation (以下 VISS と略す)”と名づけられた。

聴覚において、周波数の異なる音が高速度提示される時に周波数の違いに基づいて分凝する“一次的聴的流れの分凝 primary auditory stream segregation (以下 PASS と略す)”の現象が先に報告された (Bregman & Campbell, 1971)。Bregman & Achim (1973) は VISS を PASS の視覚におけるアナロジーとして紹介し、視覚と聴覚における情報処理の関連性を示唆する現象と考えていたが、VISS に及ぼす要因に関してはまだ不明な点が多い。

Bregman & Achim (1973) は、VISS が 2 光点間の空間距離と刺激間時間間隔 interstimulus interval (以下 ISI と略す) の関係に係わる Korte の第 3 法則に従うことを明らかにした。渡辺 (1981) は、光点 BC 間の距離が VISS 成立のための 1 つの要因となることを確認した。また、大村 (1982) は、VISS が提示時間と ISI の関係に係わる Korte の第 4 法則および、Kahneman の ISI 法則に従う結果を獲得し、VISS は β 運動と機能的に等価で、2 つの β 運動から成る複合現象であると結論

した。

さて、Korte の第 2 法則によると、最適な β 運動が見られるためには、刺激強度の増加は ISI の減少によって補償されるという (Graham, 1951; Korte, 1915)。Ohmura (1986) は、 β 運動の滑らかさの評定値を求め、VISS に及ぼす刺激強度の効果を検討したが、その効果を確認できなかった。本研究では、VISS を生起させるための ISI の上限閾値を反応指標として、VISS に及ぼす刺激強度の効果を再度検討することを目的とする。

実 験 1

4 光点の刺激強度を同時に変化させる時、VISS を生起させるための ISI の上限の閾値にどのような効果が見られるかを明らかにすることを目的とする。

方 法

装置 2チャンネルデジタルタイマー。リモートコントロールスイッチによって設定時間を短くあるいは長く連続的に変化させることができ、しかも設定された時間がデジタル表示されるように設計された 1チャンネルアナログタイマー。これらのタイマーを用いることにより、同一の提示時間、同一の ISI で 4 つの光点を継時的に提示し、この 1 サイクル間に一定の周期間時間間隔 intercycle interval (以下 ICI と略す) を挿んで反復提示することを可能とするよう設計された装置。

刺激ディスプレイ 黒のラシヤ紙でおおった発泡スチ

ロール製のボード上に黄色で直径 3 mm の4個の発光ダイオード A, B, C, D を、垂直線上に上からアルファベット順に配置したものを用いた。AB 間および CD 間をそれぞれ 5 cm, BC 間を 10 cm とし、B および C から等距離で4光点の配置される直線から左に 2 cm 離れた位置に直径 3 mm で緑色の発光ダイオードを凝視点として配置した。約 2.1 m の観察距離における空間距離は、AB 間および CD 間で視角約 1.4°, BC 間で約 2.8°であった。

刺激強度の実験変数として、低輝度 low luminance (以下 LL と略す) 条件, 中輝度 medium luminance (以下 ML と略す) 条件, および高輝度 high luminance (以下 HL と略す) 条件を用意した。HL 条件の刺激光点の輝度は約 582 cd/m² であった。ML 条件および LL 条件の輝度は、HL 条件の光点にそれぞれ、透過率が 10 パーセントあるいは 1 パーセントのコダック社のラッテンフィルターをかぶせることによって作り出した。凝視点の輝度は約 3 cd/m² であった。

手続き 暗室内で、4 光点を A, C, B, D の順に提示時間を 50 ms 一定、ISI を等しく変化させつつ、この 1 サイクル間に 500 ms 一定の ICI を挿んで連続的に反復提示し、被験者に観察させた。被験者は顔面固定され、凝視点を注視したまま刺激ディスプレイ全体の見え方について判断するよう求められた。

2つのセッションに分けて実験を行なった。第1セッションは訓練試行、観察試行および調整試行から成り、第2セッションは調整試行のみから成っていた。訓練試行においては、HL 条件の刺激ディスプレイを用いて被験者に観察させた。30 ms の ISI では VISS の現象が生起し、150 ms の ISI では提示順序通りの β 運動が見える等、先の現象とは明らかに異なることを被験者に確かめさせた。次に、30 ms から 300 ms の間で任意に選んだいくつかの ISI にて刺激ディスプレイを提示して被験者に観察させ、それぞれ上記のいずれの見え方に近いかを報告させた。結局、短い ISI では VISS が生起し、より長い ISI では VISS が生起していないことを確かめた。これにより、その被験者は VISS とそれ以外の見え方の区別ができるようになったものと見なした。観察試行においては、ISI を 30 ms から 300 ms の間で上昇と下降の両系列で実験者調整にて変化させ、ISI の変化に伴う見えの変容を、刺激強度の3条件の下で1試行ずつランダムな順序で被験者に経験させた。

調整試行においては、VISS の生起するための ISI の上限閾値を次のような被験者調整法によって求めた。上昇系列においては、VISS の生起する 30 ms の ISI から始めて VISS がもはや見えなくなるまで、また、下降系列においては、VISS の生起しない 300 ms から始めて VISS が見えるまで、それぞれリモートコントロール

スイッチを用いて ISI を長くあるいは短く調整するよう被験者に求めた。6名の被験者の内、3名は上昇系列、下降系列の順で、残りは逆順で検査した。

第1セッションの調整試行は刺激強度の3条件をランダムな順序で1試行ずつ含むブロック2つから成り、第2セッションの調整試行は同様なブロック4つから成っていた。結局、各被験者は、刺激強度の3条件とも6試行ずつ計18試行を求められた。

各セッションの開始に先立ち、10分間の暗順応を被験者に求め、ブロック間に2分間の休憩を置いた。各条件の試行順序による効果はブロック間および被験者間でカウンターバランスした。

被験者 裸眼視力あるいは矯正視力が正常で、 β 運動現象に関して経験のある男女各2名および、未経験な男2名、計6名の大学生であった。

結果

各セッションとも、調整試行の内、第1、第2試行を練習試行、それを除いた残り4回の本試行の平均値を各条件、各被験者ごとに求め、データとして用いた。

6名の被験者の ISI の上限の閾値の平均は、LL 条件で 139 ms ($SD=24$)、ML 条件で 117 ms ($SD=23$)、HL 条件で 111 ms ($SD=19$) であった。これらの条件間で分散分析を行なったところ、主効果が見られた ($F(2, 10)=12.07, p<.01$)。続いてこれら3条件間で下位検定を行なったところ、LL 条件の ISI は ML 条件および HL 条件より有意に大きく ($LSD=18.69, p<.01$)、ML 条件と HL 条件間に有意差は見られなかった ($LSD=13.14, p<.05$)。

実験 2

4 光点の内、2 光点が低輝度、残りが高輝度となるように刺激強度を 2 光点ずつ変化させた。その時、2 光点の選択の仕方によって生じる 6 つの刺激強度パターンが、VISS を生起させるための ISI の上限の閾値にどのような効果をもたらすかを明らかにすることを目的とする。

方法

装置 実験 1 と同様の装置であった。

刺激ディスプレイ 実験 1 と同じ配置の刺激ディスプレイを用いた。コントロール条件においては、実験 1 とまったく同様に 4 光点とも低輝度である LL 条件および、4 光点とも高輝度である HL 条件を用意した。実験条件においては、4 光点の内、2 光点を高輝度、残りを低輝度とした。その選択の仕方によって生じた 6 つの刺激強度パターンは Figure 1 に示す通りである。

刺激光点の輝度は高輝度の場合で約 582 cd/m² であ

った。低輝度の場合には、高輝度の光点に透過率1パーセントのフィルターをかぶせることによって作り出した輝度であった。凝視点の輝度は約 3 cd/m² であった。

手続き 3つのセッションに分けて実験を行なった。第1セッションではコントロール条件の下で、訓練試行、観察試行および調整試行を被験者に求めた。第2セッションでは実験条件の下で観察試行および調整試行を、第3セッションでは実験条件の下で調整試行を被験者に求めた。訓練試行のやり方は実験1とまったく同じであった。第1セッションの観察試行においてはコントロール条件の2条件の下で、第2セッションの観察試行においては実験条件の6条件の下で、それぞれ実験1と同様の仕方で行なった。

調整試行は、実験1と同様のやり方で行なった。第1セッションの調整試行は、コントロールの2条件をランダムな順序で3試行ずつ含むブロックと、同様の2試行ずつを含むブロックとの2つから成っていた。第2セッションの調整試行は実験条件の6条件をランダムな順序で1試行ずつ含むブロック2つから成っていた。第3セッションの調整試行は第2セッションと同様のブロック3つから成っていた。結局、各被験者に、コントロール条件下で、2つの各条件とも5試行ずつ計10試行を求めた。更に、実験条件下で、6つの各条件とも5試行ずつ計30試行を求めた。

被験者 裸眼視力あるいは矯正視力が正常で、β運動

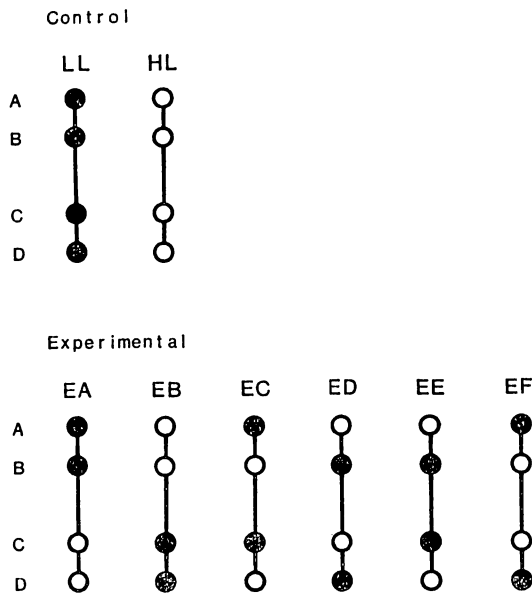


Figure 1. Stimulus displays used in Experiment 2. Solid circles show low luminance, while outline circles show high luminance.

Table 1

Means and standard deviations for the upper thresholds of ISI (in ms) for perceiving VISS under each condition of stimulus intensity pattern (Experiment 2)

	LL	HL	EA	EB	EC	ED	EE	EF
Mean	132	107	135	129	125	118	121	114
SD	23	25	17	18	13	25	18	19

現象に関して経験のある男4名女2名であった。

以上に加えて、ブロック間に3分間の休憩を置いたことを除いた方法は実験1とまったく同様であった。

結 果

コントロール条件、実験条件とも、5回ずつの調整試行の内、第1試行を練習試行とし、残り4回の本試行の平均値を各条件、各被験者ごとに求め、データとして用いた。

6名の被験者のISIの上限の閾値の平均を各条件ごとに示したものがTable 1である。コントロール条件の2条件を比較すると、HL条件のISIがLL条件より小さいのが分る。実験条件の6条件を比較すると、EA条件およびEB条件のISIが大きく、ED条件、EE条件およびEF条件のISIが小さいことが分る。次に、コントロールの各条件と各実験条件を比較すると、ED条件とEF条件のISIはLL条件よりかなり小さいこと、また、EA条件、EB条件およびEC条件のISIはHL条件よりかなり大きいことが分る。

以上8つの条件間で分散分析を行なったところ、主効果が見られた ($F(7, 35)=4.06, p<.01$)。続いてこれらの8条件間で下位検定を行なったところ次のようであった。コントロールの2条件間に有意差が見られた ($LSD=18.28, p<.01$)。実験条件間の比較に関しては、EA条件とED条件間、EA条件とEE条件間および、EA条件とEF条件間に有意差が見られた ($LSD=13.57, p<.05$)。コントロールの各条件と各実験条件の比較に関しては、ED条件とLL条件間、EF条件とLL条件間、EA条件とHL条件間、EB条件とHL条件間および、EC条件とHL条件間に有意差が見られた ($LSD=13.57, p<.05$)。

考 察

実験1,2を通じて刺激強度の効果が明らかとなった。実験1において、LL条件、ML条件、HL条件と、刺激の輝度を増加するにつれて、VISSを成立させるために被験者の調整したISIの上限の閾値は減少する結果が得られた。LL条件とHL条件だけを再試行した実

験2の結果も実験1の結果と一致するものであった。以上のように、刺激強度を増加するにつれて VISS を成立させるための ISI が減少する事実は、 β 運動における Korte の第2法則と一致するものである。

刺激強度の効果が、Ohmura (1986) においては見られず本研究において見られたことについて次のように考えられる。

第1に、使用した刺激強度の変化範囲の違いである。Ohmura (1986) が 13 cd/m² から 220 cd/m² の輝度範囲を使用したのに対し、本研究では輝度範囲を更に大きく、5.82 cd/m² から 582 cd/m² までとした。このような条件設定の違いが刺激強度の効果の現れ方の違いを生み出したものと思われる。また、実験1における刺激強度条件間の比較から統計的な有意差が見られたのは、輝度の低い LL 条件と輝度の高い HL 条件間および、LL 条件と中間輝度の ML 条件間に限られており、ML 条件と HL 条件間に有意差は見られなかった。この結果は β 運動に及ぼす刺激強度の変化に不連続な部分が存在する可能性を示唆するものであり、本実験で取り上げた刺激強度の変化の範囲がその効果を表すに適切であったものと思われる。

第2に、反応指標の違いである。Ohmura (1986) は、刺激開始時間間隔 stimulus-onset asynchrony (以下 SOA と略す) の各条件ごとに β 運動の滑らかさの評定値を求め、評定値のピークとなる SOA 値を反応指標とした。これに対し、本研究では、提示順序通りの β 運動と VISS の境界となる ISI の閾値を被験者調整法によって直接求め反応指標とした。このように本研究では ISI 値を直接求めたために、強度変化に伴う時間条件の変化をうまく取り出せたものと思われる。

以上に加えて、両研究の間に VISS 現象の捕え方に大きな違いがある。Ohmura (1986) が、従来の β 運動の研究と同様、最適な β 運動の成立するピーク値を求めたのに対し、本研究では、Bregman & Achim (1973) と同様、分凝が生起するかどうかの境界の閾値を求めた。もし、VISS が β 運動と同等の現象であるなら、従来の β 運動の研究と同じ指標を用いても同じ結果を獲得するべきである。しかし、VISS が β 運動の一種であるが特異な側面を持つのか、あるいは、 β 運動とは異なるが β 運動の特性の一部を共有するのかもしれない。明確にいずれかの立場を取るためには、VISS に及ぼす要因について今後十分な実験事実を獲得する必要がある。いずれにせよ、以上の違いも両研究の結果の違いをもたらしただものと考えられる。

さて、実験条件間の対比較および、コントロール条件の一方と各実験条件間の対比較を行なった実験2の結果から、次のことが明らかとなった。2光点を高輝度、残りを低輝度とすることによって、単純にそれらの中間の

結果がもたらされるのではなく、2つの刺激強度を2光点ずつに配分する仕方を変化させることによって、異なる結果がもたらされた。VISS 成立時に β 運動の生起する光点对 A, B および C, D の各対内の光点どうして輝度の等しい EA 条件と EB 条件において、ISI の上限の閾値は大きく、LL 条件と差がないことが分った。それらの各光点对内の光点どうして輝度の異なる EC 条件, ED 条件, EE 条件および EF 条件において ISI の閾値は小さくなった。更に、別の光点对に属する光点 A と D, B と C の輝度がそれぞれ等しい EF 条件において最も ISI の閾値は小さく、HL 条件と差がないことが分った。

この結果は次のように考えられる。Bregman & Achim (1973) によると、VISS が成立するためには、 β 運動の生起する光点对 A, B と C, D がそれぞれ、近接の要因により群化すること、および、4光点が高速度提示されること、すなわち、ISI が短いことが必要である。EA 条件と EB 条件においては、近接の要因に加えて、輝度の類似することによる類同の要因が、A, B 対と C, D 対への群化を促進すると考えられる。このため、これらの条件においては、長い ISI であっても VISS が成立する結果を得たのであろう。EC 条件と ED 条件においては同様の類同の要因が、A, B 対と C, D 対への群化を促進することはない。一方、EE 条件と EF 条件においては、同様の類同の要因が A, D 対と B, C 対への群化を促し、VISS の成立の前提となる A, B 対および C, D 対への群化を逆に妨害するであろう。このため、EE 条件ではそれほど顕著ではないが EF 条件において、実験条件の中で最も ISI を短くしなければ VISS が成立しないことになったものと考えられる。

引用文献

- Bregman, A. S., & Achim, A. 1973 Visual stream segregation. *Perception & Psychophysics*, 13, 451-454.
- Bregman, A. S., & Campbell, J. 1971 Primary auditory stream segregation. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 244-249.
- Graham, C. H. 1951 Visual perception. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York: Wiley. Pp. 868-920.
- Korte, A. 1915 Kinematoskopische Untersuchungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 72, 193-296.
- 大村英子 1982 視的流れの分凝と β 運動 心理学研究, 53, 50-53.
- Ohmura, H. 1986 The role of stimulus intensity, color and form in visual stream segregation. *Japanese Psychological Research*, 28, 21-29.
- 渡辺 功 1981 Visual Stream Segregation に及ぼす空間距離の効果 心理学研究, 52, 56-60.