

〔論文〕

視的流れの分凝に及ぼす色彩と形態の群化の効果

渡辺 功¹・野口 妙

The effects of groupings by color and shape on visual stream segregation

Isao WATANABE and Tae NOGUCHI

要旨

Two experiments were designed to examine whether the perceptual groupings based on similarity in color and shape affected visual stream segregation (VISS), in which four lights appear to be a set of two streams, namely apparent motions, when flashed at a moderately fast rate. Eighteen students adjusted the lower limit of distance between B and C for producing VISS under various conditions of grouping. Experiment 1 showed that the adjusted distance was the longest of all the conditions in IC (incompatible) condition where grouping was incompatible with VISS. Experiment 2 showed that the adjusted distance was affected not only by the groupings but also by the intercontour distances between B and C. The results suggest that VISS is affected by the groupings based on similarity in color and shape and also that VISS is a complicated apparent motion affected by perceptual organization produced by temporal and spatial relations among the lights.

キーワード psychology, visual perception, apparent motion, perceptual grouping, color, shape, distance

人間の行動は人と環境の2つの要因を変数とする関数式で予測できる。環境の要因は物理的な環境と心理的な環境に分けることができるが、行動の決定に関わるのは心理的な環境である。心理的な環境は決して外界をそのまま忠実に映したものではない。五感、記憶、要求、感情、身体運動、経験等あらゆる情報を加えて人間が創造したものこそ心理的な環境なのである。そして心理的な環境の有り様とその成立の法則の発見に関わるのが知覚の研究であり、その故に、行動の予測を目指す科学である心理学は知覚の研究をこれまで大きな柱の一つとしてきた。視覚系によって得られる情報は、人間が五

感を通じて獲得する外界からの情報の内、その情報量、質とも圧倒的に優位であるため、心理的な環境を形成するに当たって重要な役割を担う一方で、他の感覚様相からの情報の影響も受け、且つ影響を与える。知覚の研究場面においても、五感の研究は互いに影響を与え続けてきた。例えば、これまで視覚において発見された法則を適用することによって聴覚の新しい発見へ、逆に聴覚における新しい発見が視覚の新しい発見へとつながった例もある。本稿では、聴覚における知覚現象のアナロジーとして視知覚において発見された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）を問題とする。

周波数が高低に異なる6種類の正弦波音を、高音と低音で交互に繰り返し提示するとき、低速度提示においては1つのメロディーつまり、1つの流れ（stream）として知覚する。しかし高速度提示においては、3つの高音のメロディーと3つの低音のメロディー、つまり2つの流れを同時に知覚するとともに、これらの6つの音の順序の判断ができなくなる。Bregman & Campbell (1971) は、この現象を一時的聴的流れの分凝（primary auditory stream segregation：以下、PASSと略す）と名づけた。

Bregman & Achim (1973) はPASSと類似した現象が視覚においても生起することを明らかにした。Figure 1に示すような垂直線上に配置した4光点A、B、C、DをA、C、B、Dの順序で繰り返し提示するとき、低速度提示においてはA、C、B、Dの順序通りの1光点の β 運動を知覚する。しかし、適度な高速度提示においては空間的に接近しているA、B間に1光点、C、D間に1光点の2組の β 運動を知覚する。この現象をBregman & Achim (1973) はVISSと名づけた。さて、 β 運動に関わるKörteの第3法則によると、2光点間の空間距離と刺激間時間間隔（inter-stimulus interval：以下、ISIと略す）が比例的な関係にあるときに2光点間に滑らかな β 運動を知覚するという（Graham, 1951；Körte, 1915；Ramachandran & Anstis, 1986）。Bregman & Achim (1973) は、VISSの現象はこの法則によって説明できることを実験的に証明した。すなわち、低速度提示においてはISIが長いと長い空間距離に渡る1光点の β 運動を知覚するのに対し、高速度提示においてはISIが短いと、短い空間距離の β 運動であるVISSを知覚するという。

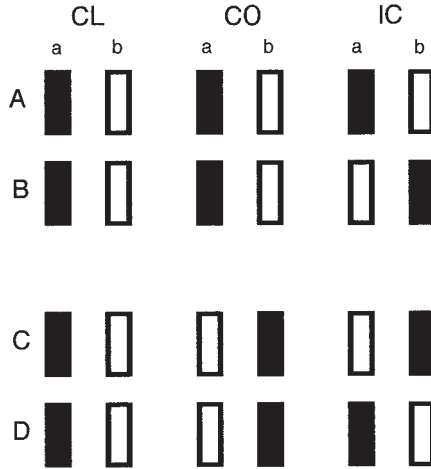


Figure 1 Illustration of stimulus displays used in Experiment 1. Rows: locations of four lights in a vertical line. Columns: Grouping; CL (Control), CO (compatible), and IC (incompatible): Type; a and b. Solid rectangles were red, while open ones, green.

その後の研究によりVISSについて以下のことが明らかになった。VISSがAB間、CD間において見られる β 運動でありながら、AB間の距離やCD間の距離ではなく、むしろ2つの β 運動の間のBC間の距離がVISSの生起にとって重要である(渡辺, 1981)。VISSが通常の2光点間の β 運動と同様、提示時間とISIに関わるKörteの第4法則に従い(大村, 1982)、また、刺激強度とISIに関わるKörteの第3法則に従う(渡辺, 1992; Watanabe, 1993)。

知覚体制化がVISSに影響することも明らかになった。すなわち、4つの光点に割り当てる強度の配置パターンあるいは形態の配置パターンを変化させ、VISSが生起するためのISIあるいは刺激開始間時間隔(stimulus-onset asynchrony: 以下、SOAと略す)の上限閾値を反応指標とした実験において、刺激強度及び形態の類同性に基づく群化がそれぞれVISSの生起に影響した(渡辺, 1992; Watanabe, 2002)。知覚体制化つまり時間空間的な刺激全体の布置が作り出すまとまりが、 β 運動に影響することは知られているが(Ternus, 1950)、 β 運動が元来2刺激の刺激布置に基づく仮現運動であるのに対し、VISSは4刺激の刺激布置に基づく新しい仮現運動であるため、知

覚体制化がVISSにどのように影響するのか不明な点が多い。そこで、本研究はVISS生起を知覚体制化の観点特に、色彩と形態の群化の観点から新たに検討する。

さて、VISSが成立するために満たしておくべき刺激布置の特性は以下の通りである。第1に、A、B、C、Dの4光点の配置に当たって、AB間、CD間の距離を等しく、しかもそれらの距離よりBC間の距離が長く、近接性の要因に基づいてAB及びCDにそれぞれ群化すること。4光点を等間隔に配置すればVISSの成立は困難となる。第2に、4光点を適度に高速度提示すること。低速度提示では提示順序通りの1光点の β 運動が、高速度提示では4光点の同時点滅が見え、VISSは成立しない。

渡辺(1992)は、高低2種類の輝度を4光点に割り当てる配置パターンを変化させた実験を行ったところ、輝度の類似性に基づく群化がVISS成立時の群化すなわち、A、B対とC、D対に群化する輝度パターン条件ではVISSの生起を促進し、より低い提示速度であってもVISSが生起することを発見した。また、A、B対とC、D対への群化を妨害する輝度パターン条件ではVISSの生起を抑制し、VISSはより高い提示速度にしなければならないことを発見した。Watanabe(2002)は形態の類似性に基づく群化を操作した同様の実験を行い、形態の類似性に基づく群化がVISS成立時の群化と一致する条件では、VISSの生起を促進し、形態の類似性に基づく群化がVISS成立時の群化を妨害する条件では、VISSの生起を抑制することを発見した。

知覚体制化を扱ったこれまでのVISSの研究においては、4光点が近接性の要因に基づいてA、B対とC、D対に群化するよう刺激配置を固定したまま、VISSの生起するための速度の変化に関わるISIあるいはSOAの上限閾値を反応指標としてきた。運動の知覚は元来、時空間に関わる現象であるため、上述したように、VISSの成立に当たっては、提示速度の要因、4光点間の空間配置の要因などが複雑に関わることとなる。従って、これまでのVISS研究におけるように反応指標を時間的要因に限定することなく、空間的要因を反応とする別の視点からの研究も必要となる。そこで本研究では、速度に関わる時間的要因は一定としたまま、VISSの生起するためのBCの距離の下限閾値を反応指標とする。

実験1では赤色と緑色の色彩をA、B、C、Dの4光点に割り当てる配置パターンを変えることにより群化を操作した。仮現運動の一種である便乗運動において、色彩が知覚体制化の一要因となることが明らかにされたからである(渡辺・久保, 2000)。実験2では縦向きと横向きの形態の配置パターンを変えることにより、それぞれ色彩あるいは形態の類同性に基づく4光点の群化を操作した。すなわち、CO (compatible) 条件では、色彩あるいは形態の類同性によって、VISS成立時に見られる β 運動を作り出す要素となるA、B対及びC、D対の2つに群化するのを促進するような配置パターンとした。IC (incompatible) 条件では、A、B対及びC、D対の2つに群化せず、むしろ、B、C対に群化するような配置パターンとした。CL (control) 条件では色彩あるいは形態による類同性に基づく群化が生起しない等質の配置パターンとした。提示時間、SOA等の時間条件は一定とし、VISS成立時の β 運動の要素AB間及びCD間の距離も一定とした。

上述した条件を設定した上で、以下の仮説を立てた。色彩あるいは形態の類同性に基づく群化がVISSの生起に関わるならば、群化の要因によってBC間の距離の下限閾値に違いが見られるであろう。VISSの生起を促進するCO条件では短いBC間の距離の下限閾値においてVISSが見られ、逆にVISSの生起を妨害するIC条件の下限閾値は大きくなるであろう。また、群化の要因に係わりのないCL条件ではCO条件とIC条件の中間の値となるであろう。

以上の実験を通じて、色彩あるいは形態に基づく類同性の要因による群化がVISSに及ぼす効果を調べ、VISSに及ぼす知覚体制化について検討する。

実験 1

赤色と緑色の4光点を配置する仕方を変化させることによってできる色彩の配置パターンの作り出す群化の要因が、VISSを生起させるためのBCの距離にどのように影響するのかを調べた。

方法

装置 刺激を提示するためにPower Mac M7627J/Aによって制御したCRTディスプレイ(ナナオ、T765)を使用した。

刺激ディスプレイ 黒色のCRTディスプレイの中央に、視角で横 0.28° × 縦

1.12° の縦長の長方形の4光点A、B、C、DをFigure 1のように配置した。赤色と緑色の4光点を垂直線上に配置する仕方を変化させることにより群化の実験変数とし、3条件を用意した。CL条件では4つの光点が同じ色とし、CO条件では、VISS生起時に β 運動を作り出す成分であるAとB、及びCとDの2組の光点对がそれぞれ対内で同じ色とし、これらの対間で異なる色とした。IC条件では、VISS生起時に β 運動を作り出す成分であるAとB、及びCとDの2組の光点对が対内で同じ色とならないように、しかもこれらの対が隣り合う位置にある光点BとCを同じ色にした。更に、各条件とも色の組み合わせを変えることにより、aとbの2タイプ、合計6パターンを実験条件として用意した。

AB (CD) 間の中心間の空間距離は視角1.75° とした。また、4光点を配置した垂直線上の中心に灰色で視角で直径0.07° の凝視点を配置した。赤色の色度値は、 $x=0.61$ 、 $y=0.36$ 、緑色では、 $x=0.29$ 、 $y=0.61$ であった。赤色の輝度は約42.5cd/m²、緑色は約46.3から91cd/m²の間で被験者によって異なり、凝視点の輝度は約2.6cd/m²、背景の輝度は約0.3cd/m²であった。

手続き 暗室にて、刺激ディスプレイ上の光点を、A、C、B、Dの順に、提示時間を106ms、SOAを200ms一定にし、この1周期間に505ms一定のサイクル間時間間隔 (inter-cycle interval: 以下ICIと略す) を挿んで反復提示した。約57cmの観察距離から顔面固定した被験者に、目の高さとはほぼ等しくなるように設置した凝視点を注視したまま刺激ディスプレイを全体的に観察させた。

実験に先だって、約42.5cd/m²に固定した赤色の輝度と等しく見える、緑色の等感輝度を被験者ごとに測定し、その値を実験期間中、当該被験者に対する緑色の輝度値として使用した。

実験は2つのセッションに分けて行った。すなわち、訓練試行、観察試行と調整試行から成る第1セッション及び、調整試行から成る第2セッションである。

訓練試行においてはまず、CL-a条件の刺激を用いて、長いBC間の距離においてはVISSの現象が生起し、かなり短いBC間の距離においては、提示順序通りの β 運動が見えるなど、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、BCの距離を任意に変化させて被験者に観察させ、提

示順序通りの1光点の β 運動と、2光点の β 運動のいずれに見えるかを報告させた。結局、長いBC間の距離ではVISSが生起し、より短いBC間の距離ではVISSが生起しないことを確かめさせ、これにより、その被験者が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、6パターンの実験刺激を用いて、BC間の距離を上昇と下降の両系列で実験者調整にて変化させ、BC間の距離に伴う見えの変容を各実験条件の下で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、上昇系列では、提示順序通りの β 運動が見えるBC間の距離から始めてVISSが見え始めるまで、また、下降系列では、VISSが見えるBC間の距離から始めてVISSが見えなくなるまでキーボードを用いてBC間の距離を長くあるいは短く、被験者に調整させた。

第1セッションの調整試行は、各実験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、最初のブロックは練習試行とし、後のブロックを本試行とした。第2セッションの調整試行は、本試行の1ブロックのみであった。各セッションの開始前に、必ず2分間の暗順応を被験者に求め、ブロック間には2分間の休憩を置いた。実験条件の試行順序による効果はブロック間及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、本現象に関して未経験な男3名、女7名、計10名の大学生であった。

結果

各試行ごとに上昇系列と下降系列の平均値を求め、その試行におけるBCの距離の下限閾値とした。実験2でもBCの距離の下限閾値の算出は同様のやり方で行った。2回の本試行において測定したBCの距離の下限閾値の平均値を各条件、各被験者ごとに求め、データとして用いた。CL、CO、ICの3条件において被験者の調整したBC間の距離の平均値をa、bのタイプに分けてFigure 2に示す。図より、IC条件のBC間の距離が他の2条件に比べて特に大きいこと、また、タイプ間の違いはほとんど見られないことが分かる。

3 (群化) \times 2 (タイプ) の2要因の分散分析を行ったところ、群化の主効果に関して有意な差が見られた ($F(2, 18) = 6.68, p < .01$)。続いてLSD法による下位検定を行ったところ、CL条件とIC条件対間及び、CO条件とIC条

件対間に有意な差が見られた ($LSD(9) = 5.207, p < .05$)。

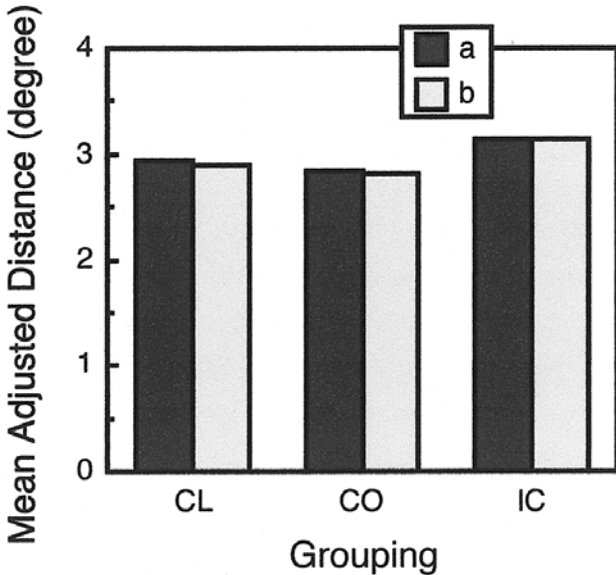


Figure 2 Mean adjusted lower limits of distance between B and C for perceiving VISS under each condition of type as a function of grouping (Experiment 1).

実験 2

縦長あるいは横長の長方形の4光点を配置する仕方を変化させることによってできる形態の配置パターンの作り出す群化の要因が、VISSを生起させるためのBCの距離にどのように影響するのかを調べた。

方法

装置 実験1と同じ装置を使用した。

刺激ディスプレイ 実験2で使用した刺激図形をFigure 3に示す。縦長と横長の長方形の4光点を垂直線上に配置する仕方を変化させることにより群化の実験変数とし、3条件を用意した。CL条件では4つの光点が同じ形とし、CO条件では、VISS生起時に β 運動を作り出す成分であるAとB、及びCとDの2組の光点対がそれぞれ対内で同じ形とし、これらの対間で異なる形とした。IC条件では、VISS生起時に β 運動を作り出す成分であるAとB、及びC

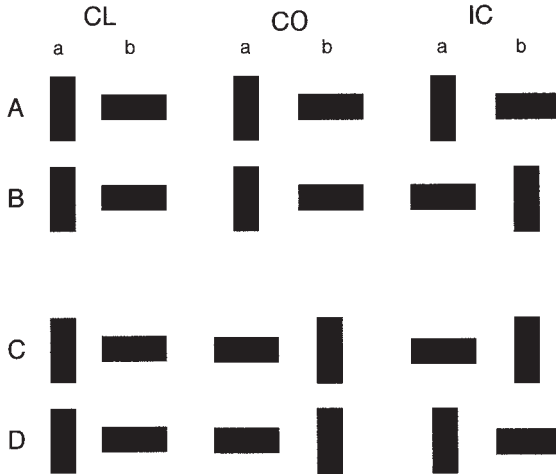


Figure 3 Illustration of stimulus displays used in Experiment 2. Rows : locations of four lights in a vertical line. Columns : Grouping ; CL (Control), CO (compatible), and IC (incompatible) ; Type ; a and b.

とDの2組の光点对が対内で同じ形とならないように、しかもこれらの対が隣り合う位置にある光点BとCを同じ形にした。更に、各条件とも形の組み合わせを変えることにより、aとbの2タイプ、合計6パターンを実験条件として用意した。

長方形のサイズは実験1と同じであった。4光点はすべて赤色としたが、その色度値及び輝度は実験1と同様であった。

被験者 既に実験1を経験した男3名、女5名、計8名の大学生であった。

以上の変更を除いた方法は実験1とまったく同様であった。

結果

2回の本試行のBCの距離の下限閾値の平均値を各条件、各被験者ごとに求め、データとして用いた。CL、CO、ICの3条件において被験者の調整したBC間の距離の平均値を a、bのタイプに分けてFigure 4に示す。図より、a、bのパターンによって群化の効果が異なることが分かる、すなわち、aパターンにおいてはCL条件のBC間の距離の値がCO条件より大きく、IC条件ではこれら2条件の間にあることが分かる。また、bパターンにおいてはIC条

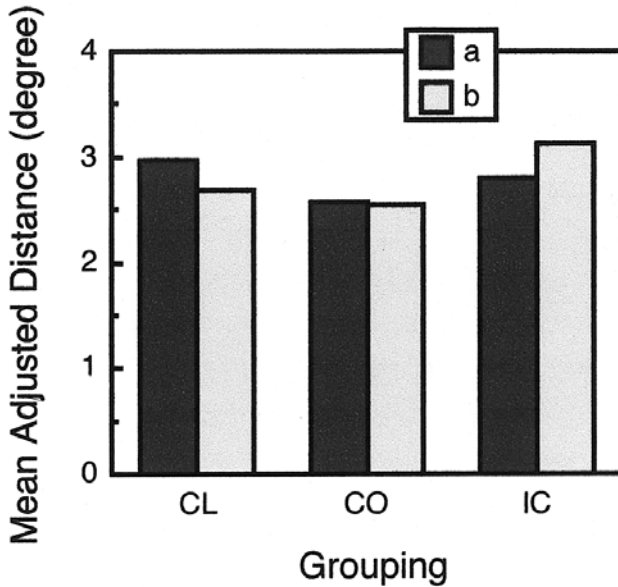


Figure 4 Mean adjusted lower limits of distance between B and C for perceiving VISS under each condition of type as a function of grouping (Experiment 2).

件の値がCL条件及びCO条件より大きいことが分かる。更に、群化の条件によって、a、bのパターンの効果が異なることが分かる。すなわち、CL条件においてaパターンの方がbパターンより大きいこと、また、IC条件においてはbパターンの方がaパターンより大きいことが分かる。

3 (群化) × 2 (タイプ) の2要因の分散分析を行ったところ、群化の主効果 ($F(2, 14) = 7.93, p < .01$) 及び、群化 × タイプの交互作用 ($F(2, 14) = 15.87, p < .01$) に関して有意な差が見られた。

交互作用が見られたので、続いて単純主効果を調べた。まず、a、bの各タイプごとに群化の効果に関して1要因の分散分析とLSD法による下位検定を行った。aタイプにおいては群化の主効果に関して主効果が見られ ($F(2, 14) = 4.02, p < .05$)、下位検定の結果、CL条件とCO条件対間においてのみ有意な差が見られた ($LSD(7) = 8.555, p < .05$)。bタイプにおいては

群化の主効果に関して主効果が見られ ($F(2, 14) = 23.90, p < .01$)、下位検定の結果、CL条件とIC条件対間、及びCO条件とIC条件対間において有意な差が見られた ($LSD(7) = 5.437, p < .05$)。次にCL、CO、ICの各条件ごとに a、b のタイプ間の違いを t 検定により調べたところ、CL条件及び、IC条件においてそれぞれ有意な差が見られた ($t(7) = 4.314, p < .01$; $t(7) = 4.263, p < .01$)。CO条件においては有意な差は見られなかった ($t(7) = 2.325, p > .05$)。

考 察

本研究は、仮現運動の一種であるVISSの生起に及ぼす知覚体制化の効果、特に色彩と形態の類同性に基づく群化の効果を検討した。群化の効果を調べるためにCO、IC及び、CLの3条件を用意した。CO条件では、類同性に基づく4光点の群化がVISS生起時に見られる2つの β 運動を作り出す光点のまとまりと一致しVISSの生起を促進するように、すなわち、A、B対とC、D対に群化するようにした。CI条件では、4光点の群化がVISS生起時に見られる2つの β 運動を作り出す光点のまとまりを崩しVISSの生起を抑制するように、すなわち、A、B対とC、D対に群化することなくB、Cの対に群化するようにした。CL条件では、類同性に基づく群化の起こらないように、4光点を同じものとした。反応指標としてVISSが生起するためのBC間の距離の下限閾値を被験者に求めた。

色彩の類同性に基づく群化を操作した実験1より、以下のことが分かった。まず、4光点がすべて赤色であるCL-a条件と、すべて緑色であるCl-b条件間に違いが見られなかったことから、赤と緑の色彩の違いによる効果はないと言える。次に、VISSの生起を妨害するIC条件のBC間の距離の下限閾値は、VISSの生起を促進するCO条件及び、VISSの生起と無関係なCL条件より大きかった。この結果から、色彩の類同性に基づく群化はVISSの生起に効果を持つと言える。しかし、CO条件とCL条件間でBC間の距離の下限閾値に予測通りの違いは見られなかった。その原因として、色彩の類同性に基づく群化による効果が弱いために群化の効果の違いをうまく取り出せなかったこと、あるいは各条件の刺激配置が効果の違いを取り出すために適切ではなかった

こと等が考えられる。

形態の類同性に基づく群化を操作した実験 2 より以下のことが分かった。a、b のパターンによって群化の効果が異なっていた。すなわち、a パターンにおいては CL 条件の BC 間の距離の下限閾値が CO 条件より大きく、IC 条件ではそれらの中間であった。また、b パターンにおいては IC 条件の下限閾値が CL 条件及び CO 条件より大きかった。以上の結果から、形態に基づく群化の効果が VISS の生起に効果を持つと言えるものの、その効果の現れ方は予測とはかなり異なっていた。その原因として、a、b のパターンの違いが大きく影響していることが考えられるため、群化の各条件ごとに a、b のパターンの効果を調べたところ、以下のものであった。すなわち、4 光点がすべて同じ形態であるにもかかわらず、縦方向の長方形である CL-a 条件の BC 間の距離の下限閾値は、横方向の長方形である CL-b 条件より大きかった。また、縦方向の長方形が中央で群化する CI-b 条件の BC 間の距離の下限閾値は、横方向の長方形が中央で群化する CI-a 条件より大きかった。CO 条件においては a、b のパターンによる違いは見られなかった。

Figure 3 より分かるように、4 光点の中心間の距離はどの条件も等しいが、光点の輪郭線間の距離はその長方形の向きによって異なることに気づく。つまり、BC 間の距離は CL 条件で a パターンより b パターンが、CI 条件で b パターンより a パターンが輪郭線間の間隔は大きくなっている。もし、VISS の生起を決定するのが BC 間の中心間距離ではなく輪郭線間の距離であると仮定するならば、VISS が生起させるための BC 間の中心間の距離の下限閾値は輪郭線間の距離の大きい条件では小さくても VISS は生起し、逆に輪郭線間の距離の小さい条件では大きくなければ生起しないであろう。すなわち、CL 条件では輪郭線間の距離の大きい b パターンの方が、IC 条件では同様の a パターンの方がそれぞれ、BC 間の距離の下限閾値は小さくなると予測できる。実際に得られた結果はその予測通りであった。Figure 3、4 を見ると明らかのように、B、C が縦方向の長方形である CL-a 条件、IC-b 条件において十分長い BC 間の距離を置かなければ VISS が生起しなかった。更に、a、b のパターン間で輪郭線間の距離が等しい CO 条件では、BC 間の距離の下限閾値が両パターン間で等しい結果も上記の仮定と矛盾しない。

さてVISSに及ぼす4光点の中心間の距離と輪郭線間の距離の効果を調べたWatanabe (1994)によると、VISSに影響するのは中心間の距離であるという。しかし本研究では中心間の距離ではなく輪郭線間の距離が大きな効果を示した。これをどう説明したら良いだろうか。両研究とも、VISSを成立させるための刺激間の空間距離と時間要因の関係を捉えた点では同じであるがその方法が異なっている。すなわちWatanabe (1994)は4光点間の空間距離は固定したまま輪郭線間の距離を変化させ、ISIという時間要因を反応としたのに対し、本研究では時間要因は固定したまま光点間の空間距離を反応とした。以上の結果はVISSの生起に対する時間空間要因の関わり複雑さを示唆するものではあるが、本研究のみから早急に結論を出すことはできないため、今後の詳細な研究を必要とする。

注1

本研究を行うにあたり、実験実施に関してご指導を頂いた東京工業大学大学院総合理工学研究科内川恵二教授及び、実験プログラミング作成に関してご指導頂いた東京工業大学大学院総合理工学研究科横井健司氏に感謝致します。

引用文献

- Bregman, A.S., & Achim, A. 1973. Visual stream segregation. *Perception and Psychophysics*, 13, 451-454.
- Graham, C.H. 1951. Visual perception. In S.S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology* (pp. 868-920). New York: Wiley.
- Körte, 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.
- Ramachandran, V.S., & Anstis, S.M. 1986. The perception of apparent motion. *Scientific American*, 254, 102-109.
- Ternus, J. 1950. The problem of phenomenal identity. In W.D. Ellis (Ed.), *A source book of gestalt psychology* (pp. 149-160). New York: Humanities Press. (English translation of Experimentelle Untersuchung über phänomenale Identität, *Psychologische Forschung*, 1926, 7, 81-136.)
- 渡辺 功 1981 Visual Stream Segregationに及ぼす空間距離の効果 心理学研究, 52, 57-60.
- 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. 1993. Effects of size and luminance of stimulus on visual stream segregation. *Japanese Psychological Research*, 35, 161-171.
- Watanabe, I. 1994. Effects of intercentral and intercontour distances on visual stream segregation. *Psychologia*, 37, 248-253.

- 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 文学部論叢, 66号, 41-52.
- Watanabe, I. 2002. Visual stream segregation and perceptual grouping by shape similarity. *Psychologia*, 45, 46-53.