

形態的特徴と色の処理における意味情報の干渉促進効果

著者	大岸 通孝
雑誌名	金沢大学教育学部紀要.人文・社会科学編
巻	49
ページ	43-56
発行年	2000-02-21
URL	http://hdl.handle.net/2297/445

形態的特徴と色の処理における意味情報の干渉促進効果

大 岸 通 孝*

The Effects of Semantic Information on the Processing of Form and Color

Michitaka OHGISHI

Abstract

Two perceptual matching experiments were conducted to examine whether local attention to a part of a visual stimulus can delay access to semantic information in form matching tasks with objects. In both tasks, the first background-drawing containing a line segment (the reference stimulus) was followed by 2 lateral background-drawings also containing a line segment (a target stimulus and a distractor stimulus). Based on either the orientation or color of the two line segments, participants matched them. Effects of semantic information were measured by manipulating the semantic relations among the drawings surrounding the reference, target, and distractor. The processing time of the drawings and lines in the reference was operated by setting a long presentation condition and a short presentation condition. Semantic information influenced reaction times in the line orientation-matching task, but not those in the line color-matching task. The duration of the reference affected the results of the line orientation-matching task, but not the results of the line color-matching task. These results suggest the existence of independent processing mechanisms in visual recognition. While processing within the form pathways can involve a bias toward holistic shape of the drawing which emerges semantic representation, processing of local colors for response execution can be based on suppression of the form pathways which results in getting rid of semantic influences.

人間の情報処理過程に関し、複数の情報処理機構が脳の中に複数存在し、これらの処理機構が独立にあるいは互いに影響を及ぼし合いながら同時に情報の分析統合を進めていくという仮説が、最近の多くの認知心理学的研究で提唱されている。たとえば、特徴統合理論 (feature integration theory) によれば、視覚情報の処理過程において、視野内の刺激は、まず個々の特徴 (色、方向性、空間周波数、明るさ、運動方向)

ごとに分析され、刺激のもつ個々の特徴は並列的に処理されると考えられる (Treisman & Gormican, 1988)。この理論はボトムアップの観点から視覚情報処理をとらえ、対象の視覚的認識に必要な個々の視覚属性は、情報処理過程の初期の段階で並行して処理され、注意が対象に向けられたときこれらの属性が統合され認識され、意味的表象が得られると考えている。さらに、線分の方向性や動き等の属性が処理によ

り、意味的表象が活性化されると考えられる。視覚的屬性の一つ色情報は、他の属性と異なり、対象の意味的情報とは独立して処理され、色は、形態的特徴とは独立してイメージ化されることが指摘されている。特徴統合理論の考えは、さらに発展され、意味的表象の活性化が、個々の視覚属性の処理に影響を及ぼすというトップダウン的仮説が提唱されている。

脳における視覚情報処理過程に関する神経生理学的研究では、大脳皮質後頭葉の視覚領において視覚刺激の特徴処理の専門化がおこなわれていることが明らかにされている。すなわち、大脳皮質視覚野では、両眼からの3つの系列の情報（方向・空間周波数情報、色情報、時間的変化情報）が複雑に相互作用しながら統合され、視覚連合野において、対象の形態や輪郭の同定はV3、色、明暗に関する処理はV4、運動する対象から得られる情報の処理はV5で行われ、最終的には空間認識の中枢である頭頂連合野と、形態認識の中枢である側頭連合野へ送られ、認識のための情報（形態、色、運動、奥行、空間知覚情報）抽出が進められている（Livingstone & Hubel, 1987）。また、選択的注意と視覚情報処理に関する心理学および電気生理学的研究から、大脳皮質V4領野および下側頭回が、刺激の空間的位置や課題の処理の性質や困難度に関する選択的注意と関わっていることが示されている（Walsh & Perrett, 1994）。また、刺激対象に含まれる個々の属性（例えば色、形態など）は、異なる過程で選択されること、すなわち、呈示されると予想されるターゲット刺激を構成する特性属性に応じて、下側頭回の細胞の持続的な発火が生じることが見いだされている（Chelazzi, Miller, Duncan, & Desimone, 1993）。この結果から、持続的な発火は、視野の中に同時に呈示される競合的ディストラクタ刺激に対して、ターゲット刺激が優先的に処理されるためのテンプレートとして働き、対象のもつ形態やその他の属性は、それぞれ異なる脳の機構に基づいて選択されると考えられている。

例えば、注意を向けた刺激の空間的位置に対しては、V4領野のニューロンの注意活動がみられ、一方、下側頭領野のニューロンの活動は、注意を向けた対象そのものの処理するために駆動されるといわれている。

認知心理学および神経心理学の分野においても、対象のもつ個々の特徴（刺激属性）は、おもに大脳皮質後頭葉の視覚領の特徴モジュールによって分析され、対象の意味的および空間的認識は側頭葉と頭頂葉の連合野で行われることが、最近の研究で指摘されている。さらに、対象の意味的認識においては、方向性や大きさ等の形態的特徴次元がおもに選択されるのに対し、色の次元は対象の意味的側面の認識とは独立して処理が進行するのではないかと考えられている。Boucart & Humphreys (1994) は、被験者の中に貯蔵されている意味的表象が引き出されずに刺激対象の形態的側面に注意を向けることができるかどうかを検討した。この研究では、継時的比較課題が用いられ、基準刺激が視野中央に呈示されたあと、凝視点の左右に2つの比較刺激（ターゲット刺激とディストラクタ刺激）が呈示された。この課題において、被験者は、ある特定の形態的特徴に基づいて、基準刺激と対応する方の比較刺激を選択するよう求められた。基準刺激とターゲット刺激の関係が形態的に同一、意味的に関連、意味的非関連の3種類設定された。その結果、被験者が刺激の全体的傾き、大きさ、形態のいずれかの特徴に注意を向けたとき、被験者の成績は、基準刺激およびターゲット刺激、さらに、ディストラクタ刺激の間の意味的関連性によって影響を受けた。すなわち、基準刺激とターゲット刺激が意味的に関連している場合の方が、関連していない場合よりも、反応時間は速く、また、基準刺激とディストラクタ刺激とが意味的に関連している場合の方が、異なる意味的カテゴリーに属する場合よりも反応が速かった。すなわち、刺激対象の形態的特徴に注意を向けることにより、必然的にその刺激対象に関連する意味記憶

が駆動されることを示唆している。一方、このような意味の効果は、基準刺激とターゲット刺激が色もしくは明度、あるいは色と明度の両方をもとにマッチングされる状況では消失した。

本研究は、Humphreys & Boucart (1997) の実験手続きに基づいて、背景線画のカテゴリ一類似性を実験的に操作することにより、意味的表象活性化がもたらす効果が特徴マッチング課題（線分方向性と線分色）に及ぼす効果を検討した。本研究の方法は、被験者を刺激の全体的形態と直接関わる特性（方向性、全体的輪郭、大きさ等）に注目させる手続とは異なり、刺激図形の中に部分的領域を占めるに存在する線分の特性にもとづくマッチングを行った。すなわち、線分が背景線画の中の部分的空間領域を占めていることから、線分を部分的対象、背景線画を全体的対象ととらえ、部分的領域を占める形態情報に注意を向けにくい状況下において、部分的領域を占める色情報に注意を向けることにより、結果的に刺激の意味的情報が引き出されることになる刺激の全体的特徴の処理を妨げることができるかどうかを検証することを実験の目的としている。本実験においてマッチングの対象となる線分は、周囲の背景線画とは別の刺激対象となっている。しかしながら、日常の視知覚において、全体的背景が対象の同定に影響を与えることがしばしば観察されるように、線分の周囲に存在する空間情報すなわち背景線画の内容は、部分的領域を占める刺激すなわち線分の処理に影響を及ぼすと考えられる。これに対し、部分的領域を占める色情報に注意を向け、形態処理経路を抑制することができるのは、特殊な機構によってなされ、この機構は、全体的形態を処理する際に働く注意機構とは別のものではないかと考えられる。

本研究では、被験者が刺激図形の全体に注目させるため、ターゲット刺激である線分の呈示位置は一定ではないように配置し、刺激の中に含まれる背景線画の内容のカテゴリ一的類似性を操作することにより、意味的情報が方向性(線

分方向性マッチング課題)および色(線分色マッチング課題)に対して選択的に影響を及ぼす過程を、知覚マッチング課題の手続きを用いて検証することを目的としている。部分的な情報の処理に及ぼす干渉促進効果を検討するために、Humphreys & Boucart (1997) の線分方向性マッチング課題では、背景線画の大きさと線分の長さの相対的關係を操作している。その結果、線分が背景線画に対して相対的に短く、背景線画の中に線分が包含される条件で、もっとも意味的干渉効果がみられたが、線分が背景線画に対して相対的に長い条件では意味的干渉効果は十分に観察されなかつた。なお、Humphreys & Boucart (1997) の線分色マッチング課題では、背景線画と線分の長さの關係については検討されず、背景線画の中に線分が包含される条件のみが実施されている。これに対し、本研究では、基準刺激の呈示時間を独立変数に加えることにより、背景線画の意味的処理に向けられる処理量を操作した。この操作は、特にHumphreys & Boucart (1997) では実験条件として設定されなかつた線分色マッチング課題において重要な意味を持つと考えられ、基準刺激を長時間呈示する条件では、背景線画の処理が進み、短時間呈示条件に比べ、被験者に本来課せられた線分の比較照合に干渉する程度が高くなると予測される。

1. 全体的方法

1. 被験者

金沢大学大学生及び研修生46名のうち。反応時間の分散の大きい者を除き、最終的に40名を実験1と実験2に各20名ずつ割り当てた。

2. 実験装置

刺激呈示、刺激時間制御、反応記録を行うためにパーソナルコンピュータ (Sony Pcv-S500, 17インチモニター1024*768ピクセル仕様) を用い、刺激作成のために Adobe Illus-

trator Ver7.0を使用し、刺激呈示、刺激時間制御、反応記録用のプログラム作成にVisual C++ ver.4.0を用いた。被験者反応用にコンピュータ付属のマウスを用いた。

3. 刺激材料

基準刺激 (reference stimulus) および比較刺激のターゲット刺激 (target stimulus) とディストラクタ刺激 (distractor stimulus) は、縦7.0cm、横11.5cmの長方形の枠内に線分と線画による背景線画が描かれたものである。背景線画として乗り物カテゴリー8種類 (機関車、電車、バイク、車、トラック、ブルトーザ、自転車、戦車)、動物カテゴリー8種類 (キツネ、タヌキ、ネズミ、ウマ、ウシ、クマ、イヌ、ゾウ) 設定した。線分の構成は実験1と実験2で異なるが、いずれの実験においても、線分の幅は3ピクセルで長さは8.3cmである。また、実験1と実験2のいずれにおいても、背景線画の色は黒 (RGB配分0, 0, 0)、背景は灰色 (RGB配分192, 192, 192) で、輪郭は2ピクセルで描かれた。刺激呈示面から被験者までの距離は80cmで、線分の視角は5.8°、背景線画の視角は水平方向で平均5.4°、垂直方向で平均3.9°になる。

4. 手続き

実験は被験者ごとに個別で実施し、実験に先立ち、被験者に16種類の背景線画をひとつずつ呈示し、背景線画が何を描いているかを被験者が理解していることを確認した。1試行の構成は、コンピュータディスプレイの中央に基準刺激を1秒間 (短時間呈示条件Short Presentation Condition) もしくは2秒間 (長時間呈示条件Long Presentation Condition) 呈示し、その後すぐ基準刺激の位置を中心にして左右に比較刺激 (ターゲット、ディストラクタ) を一つずつ呈示した。被験者には背景線画の内容を無視して、実験課題ごとに設定した判断基準に従って、基準刺激の中に存在する線分と同じ線分を含む比較刺激 (ターゲット) を選択し、左の刺

激を選択するときにはマウスの左のボタンを押し、右の刺激を選択するときにはマウスの右のボタンをできるだけ速く押すよう教示した。反応に用いる手は、被験者の利き手に関わらず、すべて右手を使用した。この時、反応の訂正は認めなかった。被験者がマウスボタンを押したあと、1秒後に次の試行の基準刺激を呈示した。なお、背景線画の意味的カテゴリーが線分の方角性のマッチングに及ぼす効果をみるために、基準刺激内の背景線画と比較刺激内の背景線画との関係を3種類設定した。すなわち両者の背景線画が形態的に同じ場合 (PI: Physically Identical)、両者が同じカテゴリーに属し意味的に関連している場合 (SR: Semantically Related)、両者が異なるカテゴリーに属し意味的に関連していない場合 (SU: Semantically Unrelated) である。1試行において比較刺激はターゲット、ディストラクタの2種類呈示されるので両者の組み合わせは計9種類あるが、本実験ではターゲットとディストラクタがともにPIの組み合わせは除かれ、8種類の組み合わせを用いた。各組み合わせについて、12試行、計96試行を短時間呈示条件と長時間呈示条件のそれぞれについて実施し、短時間呈示と長時間呈示の2条件は、被験者ごとにカウンタバランスした順序で行った。刺激の種類についてはランダムな順序で呈示した。なお、実験に先立ち練習試行を15試行行った。比較刺激呈示後から被験者がマウスを押すまでの時間が反応時間として計測された。

II. 実験1 線分方向性マッチング課題

実験1では、方向性に基づいた線分マッチング課題における意味的表象の効果を検討した。形態的特徴分析 (線分方向性) は、意味的表象を活性化し、意味的表象の関連性の高い比較刺激に注意が向けられると予想される。したがって、基準刺激とターゲットの背景線画が意味的に類似性が高い場合、基準刺激によって活性化

された意味的表象（意味的同定）により、ターゲット刺激の方へ注意が向けられ、本来課題として与えられている線分方向性の処理を促進する（促進効果）。また、基準刺激とディストラクタの背景線画が意味的に類似性が高い場合、基準刺激によって活性化された意味的表象により、ディストラクタの方に注意が向けられ、ターゲットの線分の検出が遅れる（干渉効果）と予想できる。また、呈示時間の要因がもたらす効果として、長時間呈示条件における方が、短時間呈示条件に比べ、意味的表象の分析がすすみ、注意が背景線画の意味的表象に向けられる割合が高くなると思われる。すなわち、長時間呈示条件は短時間呈示条件よりも、干渉効果は大きくなり、反応時間は長くなると予想される。

1. 方法

基準刺激と比較刺激の背景線画の上に、水平方向から角度0度（水平線分）と54度（斜線分）の2種類の線分を描いたものを刺激として用いた。色は黒色（RGB配分0.0.0）である。被験者には、背景線画の内容を無視して、基準刺激の持つ線分の方向性と同一方向性の線分が描かれている比較刺激（ターゲット）を選択し、左の比較刺激を選択するときにはマウスの左のボタンを押し、右の比較刺激を選択するときにはマウスの右のボタンを押すよう教示した。

2. 結果

分析の指標として、各呈示時間条件ごとに平均反応時間および総誤反応数を算出した。短時間呈示条件の平均反応時間をFig. 1に、長時間呈示条件の平均反応時間をFig. 2に示す。なお誤反応数はデータ量が十分ではないため（誤反応率は全体として2.9%）、誤反応の分析は実験1と次に説明する実験2の結果を比較検討においてのみ行った。

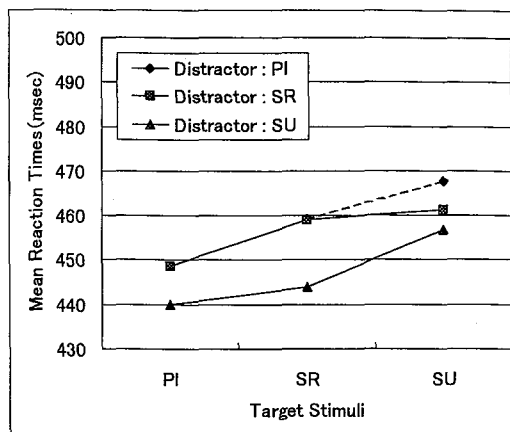


Fig.1. Mean correct reaction times for the Short Presentation Condition in Experiment 1 (orientation-matching). The three target stimuli are represented in the abscissa: The drawing with the reference line segment and the drawing with the target line segment were either physically identical (PI), physically different and semantically related (SR), or physically different and semantically unrelated (SU). For each of the three target stimuli, the drawing with the distractor line segment was either physically identical (PI), semantically related (SR) or semantically unrelated to the drawing surrounding the reference (SU).

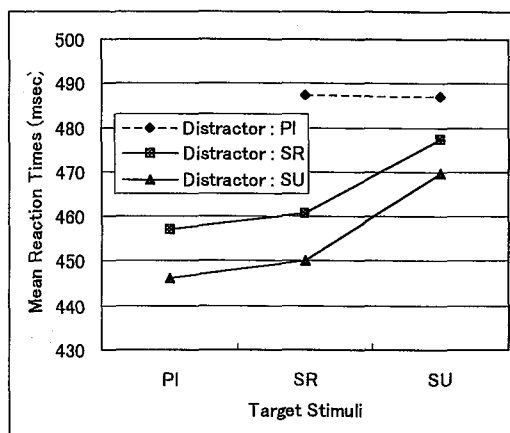


Fig.2. Mean correct reaction times for the Long Presentation Condition in Experiment 1 (orientation-matching). The three target stimuli are represented in the abscissa: The drawing with the reference line segment and the drawing with the target line segment were either physically identical (PI), physically different and semantically related (SR), or physically different and semantically unrelated (SU). For each of the three target stimuli, the drawing with the distractor line segment was either physically identical (PI), semantically related (SR) or semantically unrelated to the drawing surrounding the reference (SU).

反応時間の分析は、呈示時間×ターゲット刺激×ディストラクタ刺激の3要因分散分析を行った。要因はすべて被験者内要因である。なおターゲット刺激PIとディストラクタ刺激PIの組み合わせは本実験では、設定されなかったため、まず、ディストラクタ刺激PIを除いた結果を分析し、そのあと、ターゲット刺激PIを除いた分析を行った。

まず、ディストラクタ刺激PIを除いた反応時間を分析した結果、主効果は、呈示時間に関しては有意ではなかった ($F(1, 19) = 0.57, n.s.$)。すなわち、呈示時間に関係なく、ディストラクタ刺激SRの場合の方がディストラクタ刺激SUの場合よりも、ターゲットに対する反応時間が長くなっていることを示している。このように刺激呈示時間は線分方向性課題においては判断時間に効果を及ぼしていない。

その他の2要因すなわち、ターゲット刺激とディストラクタ刺激の主効果はともに有意であった ($F(2, 19) = 10.51, p < .01, F(1, 19) = p < .05$)。交互作用については、2次及び3次のいずれについても、有意差は見いだされなかった。以上の結果から、ターゲット刺激に関しては、ターゲット刺激PIがもっとも判断時間が短く、ついでターゲット刺激SRが短く、ターゲット刺

激SUがもっとも判断に時間がかかっており、一方、ディストラクタ刺激では、ディストラクタ刺激SRの方がディストラクタSUよりも反応時間が長く、判断に対する妨害効果が大きいことが示されている。

次にターゲット刺激PIを除いた反応時間の分析、すなわち、ディストラクタ刺激PIの効果を分析するために、ターゲット刺激のPIのデータを除くターゲット刺激SRとSUの2水準とディストラクタ刺激3水準(PI, SR, SU)の関係について分析した。その結果、主効果は、呈示時間に関しては有意ではないのに対し ($F(1, 19) = 1.38, n.s.$)、ターゲット刺激の主効果に傾向がみられ ($F(1, 19) = 10.51, p < .10$)、さらにディストラクタ刺激の主効果も有意であった ($F(2, 38) = , p < .05$)。交互作用については、2次及び3次のいずれについても、有意差は見いだされなかった。以上の結果からわかるように、ディストラクタ刺激の及ぼす効果に関しては、ディストラクタ刺激PIのときターゲット刺激に対する反応時間が長く、次にディストラクタ刺激SIで長く、そしてディストラクタSUで反応時間がもっとも短くなっている。ターゲット刺激に関しては、ターゲット刺激SRの方が、ターゲット刺激SUよりも反応時間が短く、判断の促進効果が大きい傾向がみられる。

3. 考察

線分方向性課題では、呈示時間の効果はみられず、刺激の処理に要する時間による余裕が少ない短時間呈示においても、すでにディストラクタ刺激の意味的要因が判断に影響を及ぼしている。方向性の処理は、刺激に含まれる背景線画の意味情報の処理の影響を受けていることが示された。本実験の結果、基準刺激と比較刺激（ターゲット刺激、ディストラクタ刺激）の背景線画の意味的類似性による促進効果と干渉効果が見られた。促進効果としては、形態的特徴を処理する課題において、背景線画の意味的表象の分析が活性化され、ターゲット刺激の背景

線画が基準刺激の背景線画と意味的類似性が高い場合、ターゲットの方に注意が向きやすいという現象が観察された。一方、形態的特徴を処理する課題において、背景線画の意味的表象が活性化されディストラクタの背景線画が基準刺激の背景線画と意味的類似性が高い場合、ディストラクタの方に注意が向きやすいことが示された。

各ディストラクタ刺激の結果を比較すると、ディストラクタ刺激PIでターゲットの検出が遅くなっており、次にディストラクタ刺激SRが遅く、ディストラクタ刺激SUでもっとも反応が速く、仮説を支持する結果がえられた。長時間呈示条件で反応時間が遅くなる理由として、呈示時間が長くなると基準刺激の認知処理が進むこと、特に背景線画の同定がすすみ、背景線画の類似性がマッチングに影響を及ぼすことが考えられる。しかし、ディストラクタの意味的な関連性が高い場合(SR)、干渉効果が長時間呈示で増加しておらず、呈示時間にかかわらず、方向性の処理が直ちに意味的表象を活性化していると考えられる。

III. 実験2 線分色マッチング課題

実験2では、色に基づいた線分マッチング課題における意味的表象の効果を検討した。色の特徴分析は、意味的表象の活性化(背景線画の意味的同定)を直接喚起しないため、基準刺激とターゲットの背景線画が意味的に類似性が高く、基準刺激によって活性化された意味的表象の効果は、課題として与えられている線分色の処理に影響を及ぼさないと予測できる。また、基準刺激呈示時間がもたらす効果として、意味的表象の活性化は基準刺激の呈示時間がながくなるほど生じやすくなると思われるが、それにもかかわらず、色の処理自体には背景線画の意味的類似性の効果はみられない、すなわち、色マッチングに要する時間は、背景線画の意味的関連性によって変化しないと予想される。

1. 方法

背景線画の上に描かれた線分の色は、赤(RGB配分255.0.0)、黄(RGB配分255.255.0)、青(RGB配分0.0.255)の3種類で、線分の方角性は全て水平である。なお、実験の前に被験者全員が線分の色を弁別可能であることを確認した。被験者には、背景線画の内容を無視して、基準刺激の線分の色と同じ色の線分が描かれている比較刺激(ターゲット)を選択し、左の比較刺激を選択するときにはマウスの左のボタンを押し、右の比較刺激を選択するときにはマウスの右のボタンを押すよう教示した。

2. 結果

実験2の線分色マッチング課題の短時間呈示条件の平均反応時間をFig. 3に、長時間呈示条件の平均反応時間をFig. 4に示す。実験1と同じく、誤反応率はきわめて低いことから(全体で2.1%)、実験1と同じ手続で、被験者の平均反応時間を分散分析した。

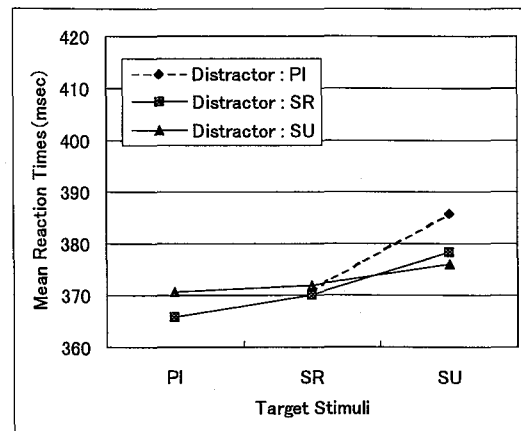


Fig.3. Mean correct reaction times for the Short Presentation Condition in Experiment 1 (color-matching). The three target stimuli are represented in the abscissa: The drawing with the reference line segment and the drawing with the target line segment were either physically identical (PI), physi-

cally different and semantically related (SR), or physically different and semantically unrelated (SU). For each of the three target stimuli, the drawing with the distractor line segment was either physically identical (PI), semantically related (SR) or semantically unrelated to the drawing surrounding the reference (SU).

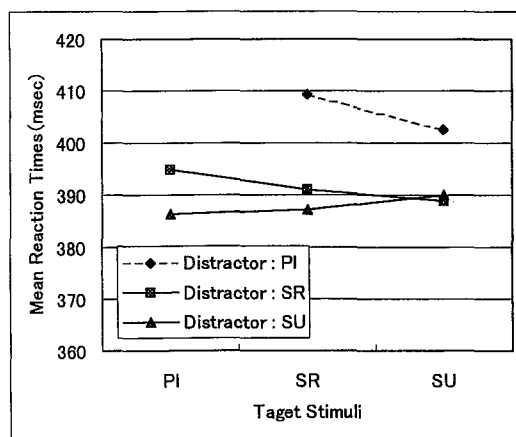


Fig.4. Mean correct reaction times for the Long Presentation Condition in Experiment 1 (color-matching). The three target stimuli are represented in the abscissa: The drawing with the reference line segment and the drawing with the target line segment were either physically identical (PI), physically different and semantically related (SR), or physically different and semantically unrelated (SU). For each of the three target stimuli, the drawing with the distractor line segment was either physically identical (PI), semantically related (SR) or semantically unrelated to the drawing surrounding the reference (SU).

まず、ディストラクタ刺激PIを除いた線分色マッチング課題の反応時間について分散分析した結果、主効果は、呈示時間についてののみ有意

で ($F(1, 19) = 4.38, p < 0.05$), ターゲット刺激とディストラクタ刺激の2要因は有意ではなかった ($F(2, 38) = 0.98, n.s.$; $F(1, 19) = 0.14, n.s.$)。この結果は、線分方向性判断課題の結果とは逆の傾向を示している。また、交互作用は、2次および3次のいずれについても見いだされなかった。すなわち、短時間呈示条件の方が長時間呈示条件よりも判断時間が短く、刺激の種類による判断時間の違いは見られないことを示している。このように、分散分析の結果、実験1とは異なり、呈示時間の主効果が有意で、短時間呈示よりも長時間呈示の方が反応に時間を要している。しかし、ターゲット刺激およびディストラクタ刺激の両要因には有意差は見られず、刺激の意味的效果が色の処理に影響を及ぼしていないことが示された。

次に、ターゲット刺激PIを除いた反応時間の分析では、呈示時間の主効果に有意差がみられた ($F(1, 19) = 4.61, p < 0.05$)。また、ターゲット刺激の主効果は有意ではないのに対し ($F(1, 19) = 1.45, n.s.$), ディストラクタ刺激の主効果は有意であった ($F(2, 38) = 7.53, n.s.$)。この結果は、線分方向性判断課題の結果とは逆の傾向を示している。また、交互作用は、2次および3次のいずれについても見いだされなかった。この結果から、短時間呈示条件の方が長時間呈示条件よりも判断時間が短く、ターゲット刺激のSRとSUは、判断に及ぼす効果はほぼ等しいことが示されている。さらに、ディストラクタ刺激に関しては、PIが他の2刺激SRとSUに比べて妨害効果が大きいことがわかる。

3. 考察

実験1において方向性の処理は、背景線画の意味情報の処理の影響を受けていることが示されたのに対し、実験2の線分色マッチング課題では呈示時間による反応時間の差がみられ、呈示時間が長いほど反応時間が長く、刺激全体の処理、特に背景線画の形態的意味的処理が進行していると考えられる。ディストラクタのSUと

SUによる、ターゲット検出の速さの差は少なく、カテゴリー的（意味的）類似性による意味的干渉および促進効果はみられなかった。しかしながら、ターゲット刺激およびディストラクタ刺激の意味的関連性は、線分色のマッチングに影響を及ぼしていないことから、色の処理は、刺激のもつ意味的情報とは独立に分析が進むと考えられる。

IV. 実験1と実験2の結果の比較

次に実験1と実験2の結果を比較するために、ターゲット刺激とディストラクタ刺激に関してそれぞれ別に分散分析を行った。

1. ターゲット刺激を中心とした反応時間の分析

反応時間と誤反応数について、実験課題×呈示時間×ターゲット刺激の $2 \times 2 \times 3$ の3要因分散分析を行った。この分析では、実験課題（線分方向性マッチング、線分色マッチング）は被験者間要因、呈示時間（短時間呈示、長時間呈示）とターゲット刺激（PI, SR, SU）は被験者内要因である。なお、ディストラクタ刺激PIは、ターゲット刺激がPIのときには呈示されなかったため、ディストラクタ刺激PIを含めた分析と含めない分析とを行った。

まず、ディストラクタ刺激PIを含めた分析では、被験者間要因の課題の主効果が有意であり（ $F(1, 38) = 10.78, p < .01$ ）、線分色マッチング課題の方が線分方向性マッチング課題よりも反応が速くなっている。被験者内要因の呈示時間主効果も有意で（ $F(1, 38) = 4.81, p < .05$ ）、短時間呈示の方が長時間呈示よりも反応が速いことがわかる。ターゲット刺激の要因についても有意で（ $F(2, 76) = 10.60, p < .01$ ）、さらに、課題とターゲット刺激の交互作用に傾向がみられた（ $F(2, 76) = 2.57, p < .10$ ）。この結果から、ターゲット刺激種類による反応時間の違いは、線分方向性マッチング課題において顕著で、

基準刺激とターゲット刺激との意味的関連性が高いほど反応が速くなっていることがわかる。一方、線分色マッチング課題ではターゲット刺激の種類による違いは少なく、基準刺激とターゲット刺激の意味的関連性による反応時間の効果は見られない。

一方、ディストラクタ刺激PIを除いた分析では、被験者間要因の課題の主効果が有意であり（ $F(1, 38) = 11.05, p < .01$ ）、ディストラクタ刺激PIを除いた分析すなわちディストラクタ刺激の意味的要因をより重視した分析においても、線分色マッチング課題の方が線分方向性マッチング課題よりも反応が速くなっていることが確かめられた。被験者内要因の呈示時間主効果は傾向がみられただけで（ $F(1, 38) = 4.81, p < .05$ ）、短時間呈示の方が長時間呈示よりも反応が速いという効果は、おもにディストラクタ刺激PIがもたらす効果と考えられ、PIがもつ基準刺激との刺激の形態的同一性と意味的同一性の性質の内、特に短時間呈示において形態的同一性の効果が働くと考えられる。

ターゲット刺激の要因はディストラクタ刺激を除いた場合にも有意で（ $F(2, 76) = 10.26, p < .01$ ）、さらに、課題とターゲット刺激の交互作用も有意である（ $F(2, 76) = 4.22, p < .05$ ）。この結果から、ディストラクタ刺激の意味的関連性のみを強めた場合、ターゲット刺激種類による反応時間の違いは、線分方向性マッチング課題においてさらに顕著で、基準刺激とターゲット刺激との意味的関連性が高いほど反応が速くなっているのに対し、線分色マッチング課題ではターゲット刺激の種類による違いは少なく、基準刺激とターゲット刺激の意味的関連性による反応時間の効果はさらに減少している。

2. ディストラクタ刺激を中心とした反応時間の分析

反応時間について、実験課題×呈示時間×ディストラクタ刺激に関する $2 \times 2 \times 3$ の3要因分散分析を行った。この分析では、実験課題

（線分方向性マッチング，線分色マッチング）は被験者間要因，呈示時間（短時間呈示，長時間呈示）とターゲット刺激（PI，SR，SU）は被験者内要因である，上記のターゲット刺激を中心とした反応時間の分析と同じく，ディストラクタ刺激PIを含めた分析と含めない分析とを行った。

まず，ディストラクタ刺激PIを含めた分析では，被験者間要因の課題の主効果が有意であり（ $F(1, 38) = 10.63, p < .01$ ），線分色マッチング課題の方が線分方向性マッチング課題よりも反応が速くなっている。被験者内要因の呈示時間主効果も有意で（ $F(1, 38) = 5.44, p < .05$ ），短時間呈示の方が長時間呈示よりも反応が速いことがわかる。ディストラクタ刺激の要因についても有意で（ $F(2, 76) = 11.45, p < .01$ ），さらに，課題とターゲット刺激の交互作用に傾向がみられた（ $F(2, 76) = 2.60, p < .10$ ）。この結果から，ディストラクタ刺激種類による反応時間の違いは，線分方向性マッチング課題において顕著で，基準刺激とターゲット刺激との意味的関連性が高いほど反応が遅くなっていることがわかる。一方，線分色マッチング課題ではディストラクタ刺激の種類による違いは少なく，基準刺激とターゲット刺激の意味的関連性による反応時間の効果は見られない。

ディストラクタ刺激PIを除いた分析では，被験者間要因の課題の主効果が有意であり（ $F(1, 38) = 11.02, p < .01$ ），線分色マッチング課題の方が線分方向性マッチング課題よりも反応が速くなっている。被験者内要因の呈示時間主効果は傾向が見いだされただけで（ $F(1, 38) = 3.10, p < .10$ ），短時間呈示の方が長時間呈示よりも反応が速い傾向がみられる。ディストラクタ刺激の要因は有意で（ $F(2, 76) = 5.45, p < .05$ ），さらに，課題とターゲット刺激の交互作用に傾向がみられた（ $F(2, 76) = 2.60, p < .10$ ）。この結果から，ディストラクタ刺激PIを除いた場合にも，ディストラクタ刺激種類による反応時間の違いは，線分方向性マッチング課題にお

いて顕著で，基準刺激とターゲット刺激との意味的関連性が高いほど反応が遅くなっていることがわかる。一方，線分色マッチング課題ではディストラクタ刺激の種類による違いは少なく，基準刺激とターゲット刺激の意味的関連性による反応時間の効果は見られない。

以上の結果に示されているように，ターゲット刺激とディストラクタ刺激のそれぞれについて，実験1と実験2の結果を比較したところ，反応は，実験2の方が実験1よりも速く遂行されていることが見いだされた。また，ターゲット刺激と実験課題との交互作用が有意であるのに対し，ディストラクタ刺激と実験課題の交互作用は傾向がみられただけで，ターゲット刺激の意味的特性が線分方向性課題でより強くはたらくことが確認された。

V. 総合的考察

本研究は，視覚マッチング課題において，意味的情報処理と刺激の全体的処理の関係および色情報処理機構と態的情報処理機構の選択の過程について検討した。実験1では，部分的領域を占める形態情報（線分方向性）に基づいた基準刺激と比較刺激との照合において，実験2では，線分色に基づいた基準刺激と比較刺激との照合において，背景線画の全体的な処理から生じる意味的な情報の干渉促進効果が線分のマッチングに生じるかどうかを検討した。実験変数として本実験で用いた背景線画の意味的関連性が，刺激のマッチングに要する反応時間にもたらす2種類の効果，すなわちターゲット刺激における促進効果とディストラクタ刺激における妨害（干渉）効果は，基準刺激に対してターゲットの意味的関係が大きくなるにつれて，反応速度は速くなり，また基準刺激に対してディストラクタの意味的関係が密接になるにつれて反応速度は遅くなる。

線分方向性マッチングの結果は，この予測モデルにほぼ沿ったパターンを示しており，形態

的特徴（線分方向性）の処理が意味的情報と共通の機構で行われていることを示唆している。すなわち、線分方向性課題では、形態的な特徴比較により、形態的意味的同定の活動が駆動され、さらに意味的同定が形態的特徴の処理影響を及ぼした。その結果、背景線画が意味的に類似性が高い場合、特徴の処理に注意が向きターゲットの検出が促進されたと考えられる。

一方、線分色マッチング課題の結果は、この予測モデルとは異なるパターンを示しており、色情報の処理が、意味的処理とは独立したメカニズムで進行していることを裏付けている。すなわち、色に対する注意は、対象の意味的同定を直接駆動せず、色に対する注意は、意味的処理とは独立して駆動されると推察できる。しかし、比較刺激PIにおける形態的な類似性は、色のマッチングに影響を与えている。すなわち、ディストラクタ刺激における意味的関連がない方が速く、ディストラクタの背景線画の処理と色の処理が別に平行して進むと考えられる。すなわち、色マッチング課題において、絵の意味的処理に費やす注意の配分量が多くなるが、なお、色の処理と意味的処理の間には干渉は生じないと考えられる。

プライミング効果からみたとき、ディストラクタ刺激がPIのときターゲット刺激に含まれる背景線画の処理が進まない方が色のマッチングがすすむ。基準刺激はプライミング効果を持ち、次の刺激の処理に影響を及ぼす。すなわちPIは、意味的だけでなく形態的にも同一の刺激で、もっともプライミング効果が高い。また、SRは、意味的なプライミングが生じやすく、これに影響受けやすいのが、線分方向性の判断である色については、PIにおけるプライミング効果はあるが、SRによる意味的プライミングはなく、色の判断が、独立して処理されると考えられる。

線分方向性マッチング課題では、長時間呈示条件と短時間呈示条件に差はみられず、ターゲット刺激の種類およびディストラクタ刺激の

種類による反応時間の差が見られた。この結果から、線分方向性マッチング課題では背景線画の上に書かれた線分の方向性をマッチングするように教示された場合でも、脳の処理の中では形態情報の処理であるため、線分ともに背景に描かれている線画も処理され、比較刺激の種類によって反応時間に差が出てくると考えられる。一方、線分色マッチング課題ではターゲット刺激の種類とディストラクタ刺激の種類による差はみられず、さらに短時間呈示条件と長時間呈示条件には差がみられたことから、背景線画の形態情報の処理と線分の色情報の処理は並行して行われると考えられる。さらに、実験1と実験2の結果を比較した結果、背景線画の意味的性質は、線分のマッチングに選択的に影響を及ぼすことが明らかにされた。

しかし、以上の結果とは対照的な実験結果も報告されている。Boucart, Humphreys, & Lorceau (1995) は、赤と緑の点をランダムに組み合わせた輪郭線からなる線画を呈示し、一方の色が形態の主要な構成要素のなるように刺激を作成した。たとえば、全体の2/3の量の点が赤で残りの1/3が緑、あるいはその逆の場合が設定された。被験者は、比較刺激の主要な輪郭が標準刺激と同じ色で描かれている方の刺激を選択するよう教示された。この課題では対象の色をもとにしてマッチングが行われたにも関わらず、線画の意味的效果が出現した。この結果から、色か形態かという次元よりも、被験者が刺激の全体的形態に注意を向けけていたかどうかということが意味的情報の影響を引き出す効果をもたらしたと考えられる。Boucart & Humphreys (1994)の実験では、標準刺激と比較刺激の色マッチングが求められ、刺激図は、単一の色で描かれていたため、刺激の部分的部局的被験者は注目していたと考えられ、色の処理経路への注意ではなく、部分的な領域に向けられた注意は、対象の意味的属性への接近を妨げている可能性がある。

視覚マッチングに関する従来の研究では、被

験者が刺激対象の全体的特性(刺激の全体的方向性, 大きさ, 形態等)に注意を向けたとき, 被験者の中に貯蔵された意味的表象が駆動され, 形態的マッチングであるにも関わらず, 刺激間の意味的關係が活性化されることが報告されている(Boucart & Humphreys, 1992)。本研究で用いた実験課題は, Treisman (1993) が提唱する注意分散モード(distrubuted mode of attention)に対応するもので, 中心窩から離れて呈示されるターゲットもしくはディストラクタ刺激の周囲にある背景線画の中からターゲットを検出する必要がある。このような状況では, 課題が部分的領域を占める情報への注意を必要とするものであるにもかかわらず, 形態の全体的特性に注意が引きつけられると推察される。この仮説は, 実験1の線分方向性マッチング課題の結果によって支持され, 被験者は背景線画の上に呈示される線分の方向性に基づくマッチングを行ないながらも, 基準刺激と比較刺激の形態的および意味的関連性による影響がマッチング成績に見られた。

意味的情報の活性化は, 被験者の注意が最初に刺激の全体的特性に向けられるとき生じやすいことが指摘されている。視覚形態処理において全体的処理が優位にはたらくという特性がみられることに関して, Grice, Canham, & Boroughs (1983) は, 刺激の一部分を凝視し, 注意を集中することは可能であるが, ターゲット刺激の呈示される位置が予測できないときには, 全体的な処理が優先して遂行されると主張している。つまり, ターゲット刺激の位置が予測できないとき, 被験者は注意の幅を比較的広げるため, その結果として, 全体的な形態から引き出される刺激の同定が行われ, 意味的情報がより速く得られる。しかし, 被験者が形態処理経路を抑制し, 部分的領域を占める色情報に選択的注意を向けることによって, このような全体的な形態処理とその結果生じる意味的情報の抽出を回避することができる。Livingstone & Hubel (1988) によれば, 霊長類の視覚系にお

いては, 色に関する情報は外側膝状体の小細胞層すなわちパーヴォセルラー層から約90%伝達され, この経路は刺激の部分的な特徴に関しては検出能力を持つが, 刺激の全体的特徴を抽出することは困難である。これに対し, 外側膝状体の大細胞層であるマグノセルラー層から伝えられる情報は, 図と地の分化に必要な刺激の空間的統合に向けられる。この学説に従えば, 線分色のマッチング課題では, 背景線画の全体的な分析とは独立して線分色の分析が進行すると考えられる。

Humphreys & Boucart (1997) の実験では, 基準刺激とターゲット刺激間に意味的関連性の効果は見られたが, 基準刺激とディストラクタ刺激の間には意味的関連性の効果は見いだせなかった。一方, 本研究では, 線分方向性マッチング課題において, 基準刺激とターゲット刺激間だけでなく, 基準刺激とディストラクタ刺激の間にも意味的関連性の効果がみられ, 基準刺激とディストラクタ刺激の関連性が高いほどターゲット刺激の検出が干渉を受けるという結果が見いだされた。この原因として, 本研究の刺激の背景として用いた背景線画の意味的関連性の程度が, Humphreys & Boucart (1997) の場合よりも強いことが原因の一つとしてあげられる。

本研究の結果全体を概観すると, 色処理の選択と形態の処理選択の競合に関して, 線分色マッチング課題に比べ, 線分方向性マッチング課題の反応時間が長かったことから, 課題の難易度が全体的処理優位性の要因である可能性は棄却できない。しかしながら, 誤反応数は両課題間に差はみらなかつたことから, 色と方向性の間には, 意味的情報の干渉促進効果が異なると考えられる。課題の困難度が意味的干渉効果と直接的に関係しないことは, Boucart & Humphreys (1994) の実験でも示されており, 比較的困難度の高い明度弁別課題における反応時間は, 刺激の全体的方向性や大きさに基づくマッチング課題に比べて長かったにも関わらず, 意

味的な関連性の効果は生じなかった。Boucart & Humphreys (1992, 1994) の結果は、視覚刺激がもつ属性によって、互いに独立した異なる処理が働くという考え、すなわち、色と輝度の処理は、形態的情報の処理とは独立して行われるという仮説 (Livingstone & Hubel, 1987) を支持しており、色と輝度に注意を向けた結果として、形態的処理経路から引き出される意味的情報が閉め出される。一方、形態処理経路の中では、被験者は逆に意味的処理なしには、対象の全体的形態に注意を向けられないことを示唆している。また、Humphreys & Boucart (1997) の研究では、線分色マッチングに関して、線分と背景線画の相対的な関係を操作するかわりに、線分色の識別の困難度を操作して、色の処理に及ぼす意味的效果を検討している。その結果、赤と緑を用いた高識別条件と水色と薄緑を用いた低識別条件では、後者の方が反応時間が長く、課題の困難性が増加しているにもかかわらず、両条件とも基準刺激と比較刺激の背景線画のカテゴリー的関連性が反応時間に影響を及ぼさなかった。また、線分色マッチングの低識別条件の反応時間は、線分の水平方向の長さや背景線画の横幅がほぼ等しい条件の線分方向性のマッチングの反応時間とほぼ等しく、反応時間の長さに反映される課題の困難性が、かならずしも意味的性質の選択的效果を生じるのではないことを示している。

本研究の結果は、人間の視覚情報処理において形態と色のふたつの処理経路が独立して存在し、これらの経路の一方が選択的に機能する状況と、並行して両者が機能する状況が存在することを示唆した。しかし、色の情報処理経路が選択的に機能する場合には、刺激対象がもつ意味的側面の分析は抑制され、特に刺激処理に時間的余裕が与えられない状況では、意味的情報は色のマッチングにほとんど影響を与えないことが確認された。一方、形態的な情報の処理経路は、いったん活性化されると、たとえ処理

資源に余裕がなくとも、意味的情報の処理系が活性化され、結果として対象がもつ意味的側面が形態的な処理に影響を及ぼすと考えられる。このような考えは、従来の知覚研究において提唱されてきた「図と地の分化」、あるいは「構え」の概念を新たな観点から考察する可能性を示している。さらに、Humphreys & Boucartの一連の研究や本研究で用いられた実験手続きは、人間の知覚情報処理過程を行動学的に研究するうえで有用な方法と考えられ、今後あらたな知覚的特徴（例えば密度、明暗、輪郭、大きさなど）を実験変数とした研究を進展させることが期待できる。

References

- Boucart, M., & Humphreys, G. W. 1992: Global shape cannot be attended without object identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 785-806.
- Boucart, M., & Humphreys, G. W. :1994: Attention to orientation, size, luminance and color: Attentional failure within the form domain. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 61-80.
- Boucart, M., Humphreys, G. W., & Lorenceau, J. 1995: Automatic access to object identity: Global information, not particular physical dimensions, is important. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 584-601.
- Chelazzi, L., Miller, E. K., Duncan, J., & Desimone, R. D. 1993: A neural basis for visual search in inferior temporal cortex. *Nature*, 363, 345-347.
- Grice, G. R., Canham, L., & Borroughs, J. M. 1983: Forest before trees? It depends where you look. *Perception & Psychophysics*, 33, 121-128.
- Humphreys, G. W., & Boucart, M. 1997: Selection by color and form in vision. *Journal of*

- Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 136-153.
- Livingstone. M. S., & Hubel, D. H. 1987: Physiological evidence for separate channels for the perception of form, color, movement and depth. *The Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468.
- Livingstone. M. S., & Hubel, D. H. 1988: Segregation of form, color, movements, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-749.
- Treisman, A. 1993: The perception of features and objects. In A. Baddeley & L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: selection, awareness and control* (pp. 5-35). Oxford, England: Oxford University Press.
- Treisman, A., & Gormican, S. 1988: Feature analysis in early vision. *Psychological Review*, 95, 15-30.