

## 能動的注意負荷がポップアウト目標検出課題に及ぼす効果

立教大学文学大学院研究科 村越琢磨      立教大学文学部 長田佳久

**Does active attention affect the detection of a pop-out target?**

Takuma Murakoshi (Graduate School of Arts, Rikkyo University), and  
Yoshihisa Osada (College of Arts, Rikkyo University)

We have previously shown (ARVO, 2000, 2001) that active attention has an effect on passive attention. This study investigates the effects of active attention on the detection of a pop-out target within a dual task condition that requires a subject to pay active attention to an RSVP stream. The goal of this study is to clarify how active attention affects the detection of the pop-out target.

First, the RSVP stream was presented in the center of the monitor. Then a pop-out search array consisting of twenty-four items was presented (30ms) around the RSVP stream. Subjects pressed one of two keys to report whether the pop-out target was presented or not. Five subjects were tested in two experiments. In the dual-task condition of the first experiment subjects had to detect the RSVP target whose color was different from the other stimuli in addition to reporting the presence of a pop-out target. In the dual-task condition of the second experiment subjects had to detect the RSVP target whose shape was different from the other stimuli in addition to reporting the presence of a pop-out target. The RSVP stream had nine items formed by the combination of three shapes, circle, triangle or square, and three colors, red, blue and green.. Half the trials contained one uniquely colored stimulus and half contained no pop-out target in the pop-out search array.

When subjects attended to the color feature to detect the RSVP target (the dual-task condition of the first experiment), their performance in the detection of the pop-out target was not impaired. However when subjects attended to the shape feature to detect the RSVP target (dual-task condition of the second experiment), their performance in the detection of the pop-out target was impaired. In our experiments the pop-out target was a uniquely colored stimulus and subject's performances in the detection of the pop-out target dropped when they attended to shape, but did not drop when they attended to color. We conclude that active attention affects a feature module that subjects do not attend to.

**Key words :** active attention, passive attention, pop-out

### はじめに

視覚的注意に関する研究は、Wundt, Helmholtz, Jamesなどの古典的な観察に始まる(熊田, 1991)とされるが、1970年代に入ると心理学者は自動的な処理と統制された処理を区別し研究を行い始めた(Posner, 1995)。一般に、視覚的注意には外因性成分と内因性成分があり(熊田, 1991)、視覚的注意は異なるタイムコースを持つその二つの成

分によって構成されていると考えられている。Posner (1995)はその二つの成分をautomaticとcontrolledと呼んでいる。またNakayama & Mckebe (1989)は心理物理学的研究によってその二つの成分の異なるタイムコースを明らかにした。彼らの研究によると外因性成分は一過性の比較的短いタイムコースを持つとされ、内因性成分は継続的な比較的長いタイムコースを持つとされ、二つの成分をtransientとsustainと呼んでいる。

注意の構成成分には二つの成分が仮定されていると述べたが、我々が実際に何かに注意を向けるときには二つの異なる注意のモードがあると感じられる。情報の中から特定の情報だけに対し選択的に注意する場合、観察者が随意的にある情報に対し選択的に注意する「能動的注意」と観察者の意図とは無関係に不随意的にある情報に対し選択的に注意が向いてしまう「受動的注意」が考えられる。能動的注意はその効果の立ち上がりが比較的遅く、継時的であるとされる。一方の受動的注意はその効果の立ち上がりが比較的速く、一過的であるとされている。これらの能動的注意と受動的注意はその推測される脳内情報の流れをさしてトップダウン、ボトムアップとも呼ばれる。

注意の操作という問題を考えるときに、注意の構成成分を直接操作できるとは考えにくい。注意を操作するというときは能動的注意や受動的注意の向け方あるいは向き方を操作していると考えるのが妥当であろう。しかしながら、多くの注意実験ではその両者は区別されておらず、能動的注意と受動的注意が選択的注意においてどのような役割を持ちどのような相互作用を持っているのかは明らかになっていない。能動的注意を一定状態に保つには二重課題などを用いて実験参加者の能動的注意をある課題に向けさせておく必要があるであろう。

Braun (1998) は注意の分割の心理物理学的実験に関して二重課題実験パラダイムと手がかり実験パラダイムを用いた過去20年の重要な研究をレビューした。彼らによると二重課題実験パラダイムや手がかり実験パラダイムは視覚的注意を研究する上でよく使われる手法であり、その代表的な研究として二重課題実験では Sperling & Melchner (1978) や Duncan (1984)、手がかり実験では Nakayama & Mckebe (1989) を挙げている。二重課題実験は2つの課題に実験参加者の注意を同時に向かせ、その2つの課題の成績によって注意の干渉や相互作用を検討するという目的で使用されてきた実験パラダイムである。また、手がかりの提示により手がかりが提示された位置での刺激

検出感受性の変化を検討する手がかり実験は、手がかりの効果調べを目的で用いられる。

視覚探索場面において妨害刺激の数に関係なく目標刺激の検出が容易であるような場合、一般にこの現象はポップアウトと呼ばれる。Treisman & Gelade (1980) は特徴統合理論によって注意の役割を説明した。特徴統合理論ではある単一の特徴を分析する特徴地図の集まりを仮定している。視覚情報はまず特徴地図群によりそれぞれ対応する特徴の分析が行われる。この特徴地図群による分析は並列に処理される。その後それぞれの特徴地図により分析された特徴は位置情報に基づきより高次の対象地図で統合される。この特徴同士の結合を行う機能が注意であり、特徴同士をくっつける“糊”にたとえられる。この特徴統合理論の考えでは特徴地図の処理には注意は関与せず、その処理は“前注意的”であるとされる。注意が関与するのは特徴分析以降であり、この考えによれば特徴地図の分析は注意の影響を受けないことになる。

このポップアウト目標の検出には注意は関与しないとする説(例えば、Braun, 1998など)とポップアウト目標の検出は注意の影響を受けるとする説(例えば、Nakayama & Joseph, 1998など)がある。Braun & Julesz (1998) は提示された1文字がTかLの弁別または提示された文字群が全て同じ文字かどうかの弁別課題を一次課題とし、方位により特徴定義されたポップアウト目標の検出課題を二次課題とした二重課題を実験参加者に課してポップアウト目標の検出感度の変化を調べた。その結果、能動的注意負荷あり条件と負荷なし条件において結果の差がみられずポップ%とは注意の影響を受けないとした。一方、Joseph, Chun, & Nakayama (1997) は RSVP パラダイムによる文字弁別課題と方位により特徴定義されたポップアウト目標の検出課題を組み合わせた二重課題を行いポップアウト目標の検出感度が注意の影響を受けることを示した。Nakayama & Joseph (1998) は注意に対する負荷量を十分大きくし、注意のリソースを減らすことによりポップアウト目標の検出感

度が低下すると主張した。つまり一次課題に配分される注意量が多くなることで二次課題に対する注意が減少し、その結果、目標検出率が落ちると考えた。

Braun & Julesz (1998) は二重課題を用いて実験参加者にポップアウト目標の検出を行わせた。そしてその結果から、ポップアウト刺激は並列的に処理され、その検出には集中化された注意は必要ないと主張した (Braun, 1998; Braun & Julesz 1998)。一方, Joseph et al. (1997) は RSVP 課題を一次課題とした二重課題を用いて実験参加者にポップアウト目標の検出を行わせた。その結果二重課題でポップアウト目標を検出させた場合には目標の検出が遅れることがわかり、彼らはポップアウト目標の検出にも注意が必要であると主張した (Nakayama & Joseph 1998, Joseph et al. 1997)。彼らの説によると Braun & Julesz (1998) の研究において、ポップアウト目標の検出に注意の効果が見られなかったのは、一次課題に配分される注意量が少なかったためと考えられる。

Murakoshi & Osada (2001) は刺激検出課題を用いて受動的注意が能動的注意の影響を受けることを示唆した。しかしながら Murakoshi & Osada (2001) の実験では能動的注意負荷を量的に操作した場合には目標検出率の変化は見られず、これはポップアウト目標の検出の遅延を“注意のリソース”の容量限界によって説明した Nakayama & Joseph (1998) の主張とは矛盾する結果であった。

本研究では外因性成分を持つ不随意的な注意を「受動的注意」、内因性成分を持つ随意的な注意を「能動的注意」と定義し、能動的注意と受動的注意の相互作用を二重課題パラダイムを用いて検討した。本研究の目的は二重課題を用いて能動的注意に対して負荷をかけた場合にポップアウト目標の検出感度が変化するかを検討することであった。その際、実験参加者の能動的注意を向けさせる特徴を変化させ、その注意する特徴の違いによりポップアウト目標の検出感度が変化するかを調べた。また能動的注意への負荷量を操作し、つまりポップアウト目標検出のために残されるリソースの量

を変えることでポップアウト目標の検出感度が変化するか否かを同時に調べた。

## 実験 1

二重課題を用いて能動的注意の負荷量を変化させ、ポップアウト目標検出感度が変化するか否かを検討した。Nakayama & Joseph (1998) の主張するように注意に対する負荷量を十分大きくし、注意のリソースを減ずることによりポップアウト目標の検出感度が低下するならば、負荷量が多くなればそれに応じてポップアウト目標検出感度は低下することが予想される。

## 方法

**刺激** 画面中央に提示された刺激（以下中央刺激）とその周りに提示された24個の周辺刺激（以下周辺刺激）は赤・緑・青の円、四角または三角形で外接円視覚度数  $1^\circ \times 1^\circ$ 、輝度は  $20 \text{ cd/m}^2$  であった。背景は灰色で輝度は  $10 \text{ cd/m}^2$  であった。

**実験参加者** 大学生および大学院生 5 名（平均年齢 25.0 歳）であった。全員正常な視力（もしくは、矯正視力）を有していた。

**装置** コンピュータ (Gateway, GP6-400) に制御モニターと刺激提示モニター (Sony, GDM-500, 21inch) を接続し、グラフィックボード (Cambridge Research Systems, 2/4TM) を C 言語で制御して刺激提示と反応記録を行った。

**手続き** 実験は暗室内において観察距離 57 cm で行われた。実験参加者のキー押しにより試行を開始した。キー押しから 400, 600, 800 ms のいずれかのランダムな ITI の後刺激が提示された。始めに画面中央に赤・緑・青の円、四角または三角形をランダムな順序で次々に提示した (RSVP 課題)。刺激が提示されていない間は常に背景が提示されていた。実験参加者には試行の間、常にこの中央刺激を見ているよう教示した。中央刺激が 5 項目から 7 項目提示された時に、中央刺激の周りに赤・緑・青の円、四角または三角形 24 個を 30 ms 提示した (ポップアウト課題)。実験参加者の課題は周辺刺激の中にポップアウト目標 (赤色

の円形刺激)があったかどうかをキー押しによりできる限り迅速に報告することであった (Figure 1)。各試行後にフィードバックは行わなかった。

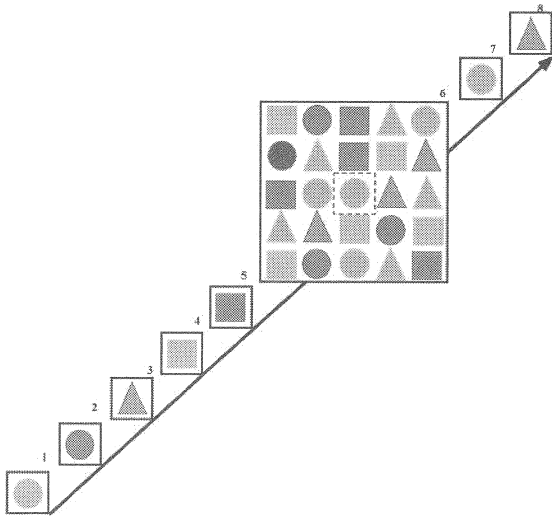


Figure 1 試行の流れ

1-5 実験参加者のキー押しにより試行を開始した。ITIの後、画面中央に赤・緑・青の円、四角または三角形をランダムな順序で次々に提示した (RSVP課題)。

6 中央刺激が5項目から7項目された時に、中央図形の周りに赤・緑・青の円、四角または三角形24個を30ms提示した (ポップアウト課題)。実験参加者は周辺図形の中にポップアウト目標 (赤色の円形図形) があったか否かをキーによりできる限り迅速に報告した。

7-8 ポップアウト課題が提示された後もRSVP課題は提示され続けた。

統制条件では中央刺激を見ているだけであったのに対し、二重課題条件では中央刺激の中に赤色の刺激が提示されたかの判断を試行の最後に求めた。つまり実験参加者は色に対して常に能動的注意を向けなければならなかった。中央刺激の1項目あたりの提示時間 (以下フレームレート) は試行により50, 100, 150msのいずれかで、50msのブランクをはさみ次の刺激を提示した。各条件は36試行で構成され、 $36 \times 2 = 72$ 試行を1セッションとし5セッション (合計 $72 \times 5 = 360$ 試行) を各フレームレートで行った。なお本実験の前に練習試行として1セッションを行った。練習試行は分析対象から除外した。統制条件・二重課題条件

ともにポップアウト目標出現率は50%で出現位置は試行ごとにランダムであった。統制条件・二重課題条件は交互に行い、その順番は被験者ごとにランダムとした。

## 結果

Figure 2に統制条件と二重課題条件における各フレームレートに対する正答率を示す。図の横軸はフレームレートを表し、縦軸は正答率を表す。正答率は統制条件: 50ms = 95%, 100ms = 95%, 150ms = 93%, 二重課題条件: 50ms = 92%, 100ms = 92%, 150ms = 95%であった。2 (統制・二重課題条件)  $\times$  3 (フレームレート) の2要因分散分析の結果、全ての要因で有意差は見られなかった。各要因の検定結果は、統制・二重課題条件 ( $F(1, 24) = .183, p = .672$ ) フレームレート ( $F(2, 24) = .142, p = .868$ ), 統制・二重課題条件 $\times$ フレームレート ( $F(2, 24) = .550, p = .584$ ) であった。

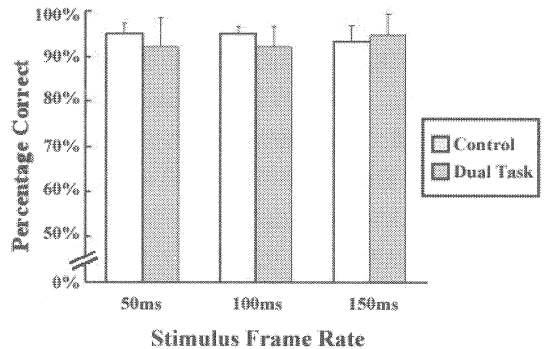


Figure 2 Percentage Correct of Experiment 1

統制条件と二重課題条件における各フレームレートに対する正答率を表す。図の横軸はフレームレートを表し、縦軸は正答率を示している。Controlは統制条件を、Dual Taskは二重課題条件を表している。

## 考察

統制条件と二重課題条件において正答率に差異がなかったことから、ポップアウト目標検出感度は能動的注意に対する負荷の影響を受けないことが示唆された。また能動的注意に対する負荷の量的変化に対しても正答率の差異は見られず、注意

のリソースの減少によりポップアウト検出感度が低下するというNakayama & Joseph (1998)の説を支持しない結果であった。

しかしながら、Nakayama et al. (1998)の実験では一次課題に文字弁別課題を用い、二次課題において方位で特徴定義されたポップアウト目標の検出を行っていた。一方、本実験では一次課題で色の検出課題を用い、二次課題において色で特徴定義されたポップアウト目標の検出を行った。つまり、Nakayama et al. (1998)の実験では一次課題と二次課題がまったく異なるものであったのに対し、本実験では能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標検出に必要とされる特徴が同一次元の特徴であった。能動的注意を向けている場合、その特徴を処理する特徴モジュールは活性化していると考えられる。このことにより色に対して能動的注意を向けさせながら色特徴で定義されたポップアウト目標の検出を行った本実験でポップアウト目標検出感度が低下しなかった可能性も考えられる。加えて一次課題の能動的注意への負荷量が不足していた可能性も否定しきれない。実験2では実験1と同様の一次課題を用いて、負荷量が不足していたか否かを併せて検討する。実験2で統制・二重課題条件間の成績に差が見られれば実験1において負荷量不足によって目標検出率が低下しなかった可能性は否定される。

## 実験2

実験1では能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標検出に必要とされる特徴が同一次元の特徴であったために、ポップアウト目標検出感度が低下しなかった可能性が考えられた。実験2ではこの可能性について検証を行った。実験2ではポップアウト目標を定義する特徴とは異なる特徴に能動的注意を向けさせポップアウト目標検出感度が影響を受けるか否かを検討した。実験2において、ポップアウト目標検出感度に変化が見られれば、実験1でポップアウト目標検出感度が低下しなかったのは能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標検出に必要とされる特徴が同一

次元の特徴であったためと考えられる。さらに、能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標検出に必要とされる特徴が同一次元の特徴であるときは、ポップアウト目標検出感度は影響を受けず、能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標検出に必要とされる特徴が異なる次元の特徴であるときは、ポップアウト目標検出感度は影響を受けることが示唆される。実験2においても実験1と同様にフレームレートを操作し負荷量を量的に変化させ、それに応じてポップアウト目標検出感度が変化するか否かを併せて検討した。

## 方法

刺激及び実験参加者、装置は実験1と同様であった。

手続き 二重課題条件では中央刺激の中に円形の刺激が提示されたかの判断を試行の最後に求めた。つまり実験参加者は形に対して常に能動的注意を向けなければならなかった。その他は実験1と同様であった。

## 結果

Figure 3に統制条件と二重課題条件における各フレームレートに対する正答率を示す。図の横軸はフレームレートを表し、縦軸は正答率を表す。正答率は統制条件：50ms = 98%、100ms = 98%、150ms = 97%、二重課題条件：50ms = 83%

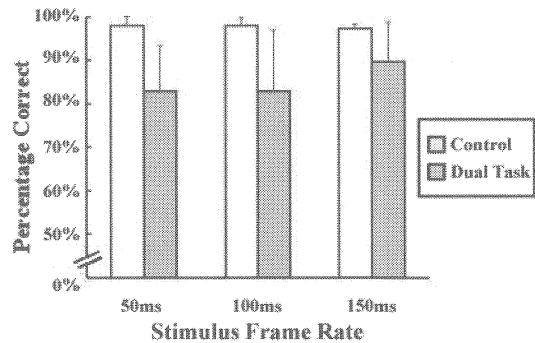


Figure 3 Percentage Correct of Experiment 2

統制条件と二重課題条件における各フレームレートに対する正答率を表す。図の横軸はフレームレートを表し、縦軸は正答率を示している。Controlは統制条件を、Dual Taskは二重課題条件を表している

%, 100ms = 83%, 150ms = 89%であった。2 (統制・二重課題条件) × 3 (フレームレート) の 2 要因分散分析の結果, 統制・二重課題条件の主効果のみ有意であった ( $F(1, 24) = 15.191, p < .01$ )。その他の各要因の検定結果はフレームレート ( $F(2, 24) = .903, p = .419$ ), 統制・二重課題条件 × フレームレート ( $F(2, 24) = .515, p = .604$ ) であった。

## 考 察

統制条件と二重課題において正答率に差異が見られたことから, ポップアウト目標検出感度は能動的注意の影響を受けることが示唆された。ポップアウト目標の検出には注意は関与しないとする Braun (1998) の主張とは矛盾する結果であった。またポップアウト目標を定義する特徴とは異なる特徴に能動的注意を向けさせポップアウト目標検出感度が低下したことから, 能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標を定義する特徴次元の関係によりポップアウト目標検出感度が低下することが示唆された。つまり能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標を定義する特徴次元が同一の場合にはポップアウト目標検出感度が低下し, 能動的注意を向ける特徴次元とポップアウト目標を定義する特徴次元が異なる場合にはポップアウト目標検出感度は低下しないと考えられる。

また能動的注意に対する負荷の量的変化に対して正答率の差異は見られず, ここでもまた注意のリソースの減少によりポップアウト目標検出感度が低下するという説を支持しない結果であった。二重課題を用いた本実験の手続きは Nakayama et al. (1998) の実験と同様に注意のリソースに対する負荷量进行操作したが, 負荷量熟练操作では成績の違いはみられず, 一次課題と二次課題の目標を定義する特徴の違いによってのみ成績の違いが見られた。

これらを併せて考えると, 能動的注意に対する負荷の量的な変化はポップアウト目標検出感度に効果を持たないが, ある特徴に能動的注意をむけた場合には能動的注意をむけた特徴以外の特徴情

報を処理するモジュールには抑制がかかり, ポップアウト目標検出感度が低下すると考えられる。

## 総合考察

実験 2 において二重課題条件でポップアウト目標検出率が低下したことから, ポップアウト目標検出感度は能動的注意の影響を受けることが示唆された。これによりポップアウト目標の検出には注意は関与しないとする Braun (1998) の説は修正されるべきと考えられる。また実験 1 と実験 2 の両実験において能動的注意に対する負荷量の変化によるポップアウト目標検出率の差異が見られなかったことから, ポップアウト目標検出感度の低下は“注意のリソース”の減少によるものという Nakayama et al. (1998) の説ではポップアウト目標検出感度の低下が説明できないと考察された。

実験 1 の二重課題条件ではポップアウト目標検出率の低下が見られず, 実験 2 の二重課題条件でポップアウト目標検出率の低下が見られたことは, ポップアウト目標を定義する特徴と能動的注意を向ける特徴次元が同一の場合にはポップアウト目標検出感度は変化しないが, ポップアウト目標を定義する特徴と能動的注意を向ける特徴次元が異なる場合にはポップアウト目標検出感度が低下する可能性を示している。実験 1 と実験 2 で用いた一次課題は同じものであったが, 実験 2 においてのみポップアウト目標検出率の差異が見られたことから一次課題と二次課題の目標定義特徴が重要な役割を果たしたことが考察された。Joseph et al. (1997) の実験においても一次課題と二次課題の目標定義特徴が異なっており, この考察を支持する結果となっている。また Treisman & Gelade (1980) の特徴統合理論における特徴地図の考えも, ある対象が注意を向ける特徴と同じ特徴地図で処理される場合と異なる特徴地図で処理される場合で注意の効果が異なるという本研究の説明に良く合致する。本研究では Braun & Julesz (1998) や Joseph et al. (1997) などの先行研究に倣って正答率を用いたが, 反応時間を用いた場合や Correct Rejection・False Alarm を測定した場合に

は能動的注意の負荷量が増すにつれ、反応時間の増大、Correct Rejectionの低下とFalse Alarmの増加が予想される。今後の研究においてこのような測度からも検討することは本研究の考察をさらに深めるのに役立つであろう。

実験1での二重課題条、つまりポップアウト目標を定義する特徴と能動的注意を向ける特徴次元が同一の場合にポップアウト目標検出感度は変化しておらず、能動的注意を向けた特徴次元を処理する為の特徴モジュールに対して促進効果があるとは考えにくい。そして実験2での二重課題条件においてポップアウト目標検出感度が低下しており、能動的注意を向けなかった特徴次元を処理する為の特徴モジュールに対して抑制がかかったことが考えられる。注意を向けられた対象の知覚はその他の対象の知覚より促進されると言われているが、そのメカニズムは注意を向けられた対象への促進効果、その他の対象への抑制効果またはその両方が考えられている。本研究の結果は注意を向けられなかった対象の知覚が抑制されることで、結果として注意を向けられた対象の知覚が相対的に促進されることを示唆している。これらのことはある特徴次元へ能動的注意を向けることでその他の特徴次元を処理する為の特徴モジュールでの特徴検出が抑制され、結果としてポップアウト目標検出感度が低下するという考察を可能にするかもしれない。このことはポップアウトの生起には、並列処理過程を担う受動的注意だけでなく、逐次処理過程を行う能動的注意が関与している証拠となるだろう。さらに能動的注意は受動的注意に影響を与え、両者の間には相互作用があることの証拠が示されたと言えるかもしれない。

本研究は、文部科学省オープン・リサーチ・センター整備事業（平成17年度～平成21年度）による私学助成を得て行われた。

## 引用文献

Braun, J., & Julesz, B. (1998). Withdrawing attention

at little or no cost: Detection and discrimination tasks. *Perception & Psychophysics*, **60**, 1-23.

Braun, J. (1998). Divided attention: Narrowing the gap between brain and behavior, In R. Parasuraman (Ed), *Attentive brain*. MA: MIT press. pp.327-351.

Duncan, J. (1984). Selective attention and organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, **113**, 501-517.

Joseph, J. S., Chun, M. M., & Nakayama, K. (1997). Attentional requirements in a "preattentive" feature search task. *Nature*, **387**, 805-807.

熊田孝恒 (1991). 視覚的注意に関する最近の研究動向 日本認知科学会「パターン認識と知覚モデル (P&P)」研究分科会発表資料No.13-1. (Kumada, T.)

Mackeben, M., & Nakayama, K. (1993). Express attentional shift. *Vision Research*, **33**, 85-90.

Murakoshi, T., & Osada, Y. (2000). The effect of voluntary attention on the illusory line motion. *Investigative Ophthalmology and Visual Science, Suppl.*, **41**, S721.

Murakoshi, T., & Osada, Y. (2001). The effect of active attention on the ability to engage and disengage passive attention. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, **42**(Suppl.), S864.

村越琢磨・長田佳久 (2000a). 線運動錯視における能動的注意の効果 *Vision*, 2000年1月, **12** 巻1号, 51.

(Murakoshi, T., & Osada, Y.)

村越琢磨・長田佳久 (2000b). 線運動錯視における注意の効果 *立教大学心理学研究* 第**42**号, 123-127.

(Murakoshi, T., & Osada, Y. (2000). The effect of "attention" on the illusory line motion. *Rikkyo psychological research*, **42**, 123-127.)

Nakayama, K., & Joseph, J. S. (1998). Attention, pattern recognition, and pop-out in visual search, In R. Parasuraman (Ed), *Attentive brain*. MA: MIT press. pp.327-351.

- Nakayama, K., & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention. *Vision Research*, **29**, 1631-1647.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, pp.3-25.
- Posner, M. I. (1995). Attention in cognitive neuroscience: An overview. In M. S. Gazzaniga (Ed), *The cognitive neuroscience*. MA: MIT press. pp.615-624.
- Posner, M. I., Inhoff, A. W., Friedrich, F. J., & Cohen, A. (1987). Isolating attentional systems: A cognitive-anatomical analysis. *Psychobiology*, **15**, 107-121.
- Rafal, R., & Robertson, L. (1995). The neurology of visual attention, In M. S. Gazzaniga (Ed), *The cognitive neuroscience*. MA: MIT press. pp.625-648.
- Sperling, G., & Melchner, M. J. (1978). The attention operating characteristic: Some examples from visual search. *Science*, **202**, 315-318.
- Suzuki, S., & Cavanagh, P. (1995). Facial organization blocks access to low-level features: An object inferiority effect. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, **21**, 901-913.
- Treisman, A. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, **20**, 12-16.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97-136.