

視覚探索課題と注意に関する研究動向

武田 裕司・八木 昭宏

1. 序

我々が目の前にある多くのものの中からある特定のものを探す時、どのような心的機構が働いているのだろうか？ この探索という行動に関わる諸現象は、視覚情報処理における注意システムの解明に手がかりを与えてくれる。本論文では、まず1980年代以降に行われた視覚探索と注意に関わる研究を中心に紹介し、筆者らの研究を通して空間位置と対象の問題点について論じる。

例えば、整理されていない本棚に並べられた本の中から目的の本を探す状況を考えてみよう。もし、その本のタイトルしか分からない状況であれば本のタイトルを1つずつ確かめていかなければならないだろう。加えて著者名が分かっている場合でも行動はほとんど変わらない。しかし、本のカバーの色が紫色だと分かっていた場合は、紫色の本だけを探していけば良く、非常に速く見つけることが出来るだろう。実験心理学においてこのような状況を設定して行う課題を視覚探索課題 (visual search task) と呼び、注意 (attention) の研究に大きな成果をあげてきた。

視覚探索課題の心理学的な有効性を最初に示した実験は Neisser (1963) によって行われた。彼は探索すべき対象数 (set size) と反応までの時間を調べ、対象1つあたりの探索時間を算出する加算的処理ステージ法 (additive stage method) を提案した。この研究で、対象1つあたりの探索時間の変化は探索対象の特徴と探索を妨害する刺激の特徴との関係によって規定されることが示された。また、探索対象が「ない」ことを判断することは、「ある」ことを判断

するより時間がかかることが分かった。

80年代以降、視覚探索課題を用いた研究が次々に行われ、視覚情報処理に対する多くの知見が見いだされてきている。これらの研究の基礎となった現象にポップアウト (pop-out) と呼ばれるものがある。ポップアウトとは「飛び出る」という意味で、対象1つあたりの探索時間がほぼ0になることを言う。つまり、探索すべき対象数に関わりなくほぼ一定の時間で探索できることになる。ポップアウトは見つけようとする対象 (以後、ターゲット) とその他の妨害する対象 (以後、ディストラクター) の特徴が一定の基準を満たしたときに生じる。探索時にポップアウトするような刺激をポップアウト刺激と呼ぶ。冒頭の本棚の中で特定の本を探す例にあてはめると、ターゲットが紫色の本であると分かっている、ディストラクターに紫色の本がない場合にはポップアウトして見えるだろう。ポップアウト刺激となる条件は色の違いだけではない。例えば対象の大きさ、傾き、形など多岐にわたる。

2. 特徴統合理論について

ポップアウトを説明する最初の理論は、Treisman & Gelade (1980) によって提唱され、特徴統合理論 (feature integration theory) と名づけられた。特徴統合理論では視覚情報処理過程を、基本的特徴の抽出段階とそれら基本的特徴の統合段階に分割して考える (Treisman, 1986; Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Sato, 1990)。基本的特徴とはパターンを構成している線分、方向、色、弧などのことである。

これらの基本的特徴はモジュールと呼ばれる検出器で各々の特徴が個別に検出されると考えられている。モジュールとは大きな処理システムの中で特定の小さな処理を行う機構をさし、個々のモジュールは他の処理過程から影響を受けずに独立に働くことが仮定されている (Marr, 1982)。基本的特徴のモジュールで仮定されている機構の特色は、各特徴の抽出が自動的な過程であり、比較的広い視野に対して並列的に行われるという点である。また、この段階は注

意を必要としない過程と考えられており、一般的に前注意段階（pre-attentive stage）と呼ばれている。

基本的特徴の統合段階では、前注意段階で抽出された特徴の空間的な統合が行われる。統合段階での処理は非常に狭い視野にしか働かず、容量に限界のある過程（limited capacity process）とされている。基本的特徴の統合には注意システムが必要であると考えられており、個々の探索対象に注意を系列的に向けていくことで探索が遂行されていくことになる。注意は基本的特徴を空間的に統合させる糊（glue）のようなものである。また、位置情報は前注意段階では全く利用されず、統合段階になってはじめて利用可能になるとされている。これによって、視覚探索課題で生じる様々な現象の説明が可能になる。

特徴統合理論におけるポップアウト現象の説明は、前注意段階での単一次元のモジュールだけで探索が行われた場合としている（Treisman & Gelade, 1980）。単一次元のモジュールであれば比較的広い視野に対して並列的に探索が行われ、探索対象1つ1つを順番に調べていく必要がなく、探索対象の数に影響されずに一定の時間で探索が完了することが説明できる。このようなポップアウト刺激の探索を並列探索（parallel search）と呼ぶ。これに対して、いくつかの基本的特徴を組み合わせなければターゲットとディストラクターの判断が出来ないような場合は統合の段階を経なければならず、探索対象の増加に伴って線形に反応時間も増加する。例えば、赤色の A という文字を青色の A、赤色の B、青色の B の中から探索するような場合は、文字の色と形を統合して判断しなければならない。この様に統合が必要な探索を結合探索（conjunction search）と呼び、結果として探索対象数に応じて反応時間が増加するような場合を系列探索（serial search）と呼ぶ。

ポップアウト刺激に関して search asymmetries と呼ばれる現象が報告されている（Treisman & Gormican, 1988; Treisman & Souther, 1985）。Search asymmetries とはポップアウト刺激のターゲットとディストラクターの特徴を入れ替えたとき、ポップアウトが生じなくなることを言う。例えば、円をディストラクター、弧をターゲットとした場合はディストラクターの数に関係なく並列探索が

行われる。しかし、弧をディストラクター、円をターゲットとした場合、系列探索が行われる。

Figure 1 は search asymmetries の刺激例をもとに並列探索課題と系列探索課題およびその結果を示したものである（武田・菊地・八木，1996）。並列探索ではターゲットが存在した場合（target present）でも存在しなかった場合（target absent）でも対象1つあたりの探索時間の増加は15 ms 以下と小さく、全対象が一度に探索されたと考えられる。これに対して系列探索ではターゲットが存在した場合が43.7 ms、存在しなかった場合が79.9 ms であり、対象1つあたりの探索時間の増加は個々の対象を系列的に探索した結果と考えられる。また、系列探索課題においてターゲットが存在した場合の増加時間が、存在しなかった場合の約半分である事から、ターゲットが見つかった時点で探索が打ち切られている（self terminating）ことが推測される。つまり、ターゲットが存在した場合は平均すると全対象の半分まで探索した時点でターゲットが発見されて打ち切られるのに対し、存在しなかった場合は全対象を最後まで探索しなければ判断されず、この違いが対象1つあたりの増加時間の差である。

この search asymmetries について Treisman & Gormican (1988) は、円が基準となり弧の検出が生じると考えた。つまり基準から外れた弧に対しては何らかの活性化が生じ、円に対しては活性化が生じないと説明した。弧がターゲットの場合はターゲットだけが活性化されるので並列探索が可能であるが、円がターゲットの場合はディストラクターが活性化してターゲットが活性化しないので系列探索を行わなければならない。どの特徴が基準となるのかについてフレーム効果（frame effect）と呼ばれる現象が報告されている（Treisman & Gormican, 1988）。Search asymmetries は円と弧だけではなく垂直の線分と傾いた線分でも報告されている。垂直の線分をディストラクター、傾いた線分をターゲットとした場合は並列探索であり、入れ換えた場合が系列探索である。ところが、この傾いた線分と同じ傾きの枠（frame）で囲むと、逆に、垂直の線分をターゲットとした場合が並列探索になり、傾いた線分をターゲットとした場合が系列探索となる。このことから基本的特徴の検出基準は絶対的なものでな

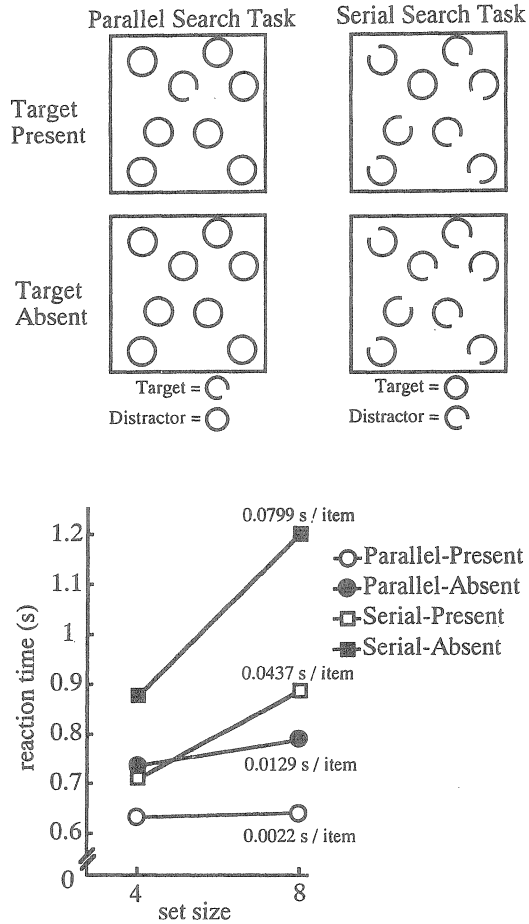


Figure 1. Search asymmetris の刺激例 (上) と、その結果 (下)。刺激例は探索対象数 (set-size) 8 個で並列探索課題 (parallel search task; 左), 系列探索課題 (serial search task; 右) のターゲットがある場合 (target present; 上), ターゲットがない場合 (target absent; 下) が示されている。ターゲットが弧でディストラクターが円の場合は並列探索が可能であり、逆の場合は系列探索が必要とされる。結果には探索対象数 4 個と 8 個の平均反応時間が示されており、その傾きの指標となる探索対象 1 つあたりの反応時間 (s/item) が表示されている。この傾きが小さいほど並列的に探索されていると考えられる。

く、環境によって定義されるものであり、網膜上の特性よりも高次な処理に依存している考えられている。

通常、ポップアウト刺激に対する評価はディストラクターの数と反応時間の関係によって報告されているが、ポップアウト刺激に対する事象関連電位 (event related potentials) による研究も行われている (Luck & Hillyard, 1994 a, 1994 b)。事象関連電位とは刺激を取り込むなどの事象に伴って生じる脳波で、人間の認知処理過程を調べる指標として有効なものである。反応時間などのように出力された行動を指標として測定する場合は、無視された刺激に対する処理過程を調べることは出来ないが、事象関連電位には無視された刺激に対しても処理過程を追うことが出来るという利点がある。Luck ら (1994 a, 1994 b) は、反応するように設定されたポップアウト刺激および無視するように設定されたポップアウト刺激の条件下で事象関連電位を測定した。その結果、反応の有無に関わらず、ポップアウト刺激が提示された視野とは反対側の大腦後頭部半球において刺激提示から約 200 ms 後の陰性成分 (N2 posterior contralateral: N2 pc) に変化が認められた。N2 成分は刺激の物理的特徴の自動的な処理を反映していると言われており、ポップアウト刺激が反応的には無視されている課題の場合にも自動的に処理されていることが示唆されている。

3. 前注意段階で生じる諸現象について

特徴統合理論は、視覚的探索課題におけるポップアウトを説明しただけではなく、結合錯誤 (illusory conjunctions) やテクスチャー分離 (texture segmentation) といった現象を説明できる理論として評価を受けている。結合錯誤とは、提示された要素を空間的に誤って統合してしまう現象のことである (Treisman & Schmidt, 1982)。例えば、Figure 2 (左) は直角を形成する 2 本の線分とそれをつなぐ傾きをもった線分と、○で構成されている。この刺激を瞬間提示すると三角形を構成する線分の要素が空間的に離れているにも関わらず、統合されて三角形が見えてしまうことがある (Treisman & Paterson, 1984; Kolinsky

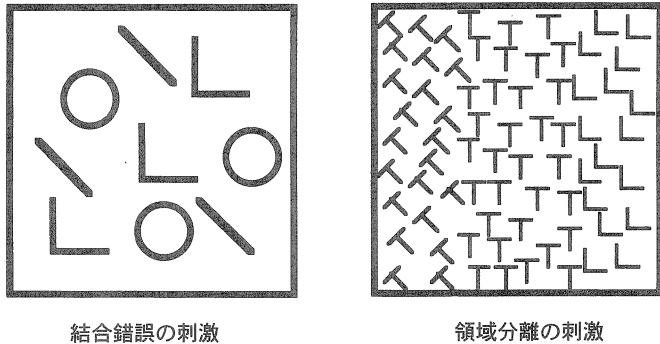


Figure 2. 結合錯誤（左）と領域分離（右）の刺激例。結合錯誤の刺激を瞬間提示し、三角形が存在したかどうかを観察者に反応させた場合、高い確率で三角形の存在が報告される。領域分離の刺激を提示された場合、“T”と傾いた“L”の間には明確な区切りを知覚することが出来るが、“T”と“L”の間では前注意的に分離を行うことはできない。

& Morais, 1986)。これは各線分を空間的に統合する前に刺激が消えてしまうため、特徴抽出の段階までしか処理されず、正確な統合が行えなかったと考えられている。また、三角形を構成する線分に加えて○を提示すると、提示されないときよりも高い確率で結合錯誤が生じる。三角形を認識するためには線分の要素と閉合性の要素が必要であり、○が提示されることによって閉合性のモジュールが活性化したという説明がなされる。

結合錯誤は図形や色の間だけではなく、単語間でも生じることが知られており、マイグレーション・エラー（migration errors）と呼ばれることもある（Treisman & Souther, 1986; McClelland & Mozer, 1986）。例えば“SAND”と“LANE”を同時に瞬間提示した場合に、観察者は“LAND”や“SANE”を知覚することがある。これは、図形や色の結合錯誤と同様の機構によって説明することができる。また、最近では漢字の偏と旁の結合錯誤なども研究されている（Fang & Wu, 1989）。

Figure 2（右）のような刺激が与えられたとき、垂直の“T”と傾いた“T”の境界線はとび出して見えるが、垂直の“T”と“L”の境界線はとび出して見えない（Beck, 1966）。この現象を領域分離と呼んでいる。線分の傾きの要

素は各モジュールにおいて抽出が可能であり、特徴抽出の段階において垂直の“T”と傾いた“T”の判別がなされると考えられる。これに対して、垂直の“T”と“L”の判別には線分要素の統合段階での処理が必要であり、結果的にとび出しては見えない。Julesz (1981) は、前注意的に領域の分離が可能な局所の特徴をテキストン (texton) と呼び、その特性を明らかにした。ポップアウト刺激における基本特徴と領域分離におけるテキストンは、ほとんど同一の関係が保たれているが、ポップアウトが生じる刺激を用いた場合でも領域分離が生じない現象も報告されており、領域分離の機構がポップアウトと同じ機能的基礎を持っているのかは解明されていない (Wolfe, 1992)。

特徴統合理論におけるポップアウト刺激の重要な点は、特徴を統合する前の段階でディストラクターとターゲットの判別がつくという点である。つまり、ターゲットが二つ以上の基本特徴を統合することによって定義される結合探索では、ポップアウトは生じないとされている。しかし、結合探索刺激においてもポップアウトの生じる場合があることも近年報告されている (Dehaene, 1989; MacLeod, Driver, & Crisp, 1988; Nakayama & Silverman, 1986; Sagi, 1988; Steinman, 1987; Wolfe, Cave, & Franzel, 1989)。Wolfe らはこの現象を説明するために、誘導探索モデル (guided search model) を提唱した (Wolfe, 1994; Wolfe, Cave, & Franzel, 1989)。誘導探索モデルが特徴統合理論と大きく異なるのは、前注意段階の特徴抽出の結果によって、次に生じる系列的な処理での注意システムが誘導されるとしている点である。このモデルではまず、刺激が与えられると並列的に基本的特徴のモジュールが活性化する。その後、注意マップ (attention map) に書き込まれ、注意マップ上で最も活性化の高いところに注意が誘導される。誘導探索モデルのもう一つの特徴は、注意マップにおいてボトムアップの活性化とトップダウンの活性化の二系統を仮定していることにある。これによって、刺激提示に先行して持っている情報のトップダウンの効果が説明される。誘導探索モデルはニューラルネットワークによるシミュレーションによっても吟味されており (Cave & Wolfe, 1990)、特徴統合理論では説明できなかった現象を説明できるとしている。

4. 統合段階の処理と復帰抑制について

視覚探索における統合の段階、つまり系列的に注意を移動させながら探索していく時に、一度統合を行った対象へもう一度注意を向けることは非効率的であると考えられる。効率的な探索が行われるためには、一度注意を向けた位置、または対象へもう一度注意を向けることに抑制を行うシステムを想定する必要がある。このシステムの解明のきっかけとなる現象に復帰抑制 (inhibition of return) がある (Posner & Cohen, 1984)。Posner & Cohen (1984) は最初に3つのボックスを横並べに提示し、次に左右どちらかのボックスが明るくなるという手がかり刺激を与えた。そして、手がかり刺激提示から刺激間間隔 (以後 SOA; stimulus onset asynchrony) 0~500 ms でターゲットを提示した。ターゲットは3つのボックスのどれか1つの中に提示され、被験者は中央のボックスに対して視線を向けたまま、ターゲットに対して反応するように要求された。この実験の結果、SOA 300 ms までは手がかり刺激の与えられたボックスにターゲットが提示される条件の方が、手がかり刺激と反対のボックスに提示される条件よりも反応時間が短かった。しかし SOA 300 ms 以降では逆に、反応時間が長くなるという結果が得られた。彼らはこの現象を復帰抑制と呼んだ。この復帰抑制は、手がかり刺激によって一度注意が向けられたボックスから中央のボックスに注意が戻ったため、再び手がかり刺激のボックスへ注意を戻すことに抑制が生じた結果だと考えられた。

その後、復帰抑制について多くの研究がなされており、その効果は少なくとも 1.3 s 持続され、網膜座標よりも環境の位置に依存することなどが報告された (Maylor, 1985; Maylor & Hockey, 1985; Possamai, 1986)。また、手がかり刺激の提示された位置でのターゲットの出現確率が高くなるような意味のある手がかり刺激の場合、復帰抑制は生じない (Posner & Cohen, 1984)。さらに、先の例のように注意を向けさせる位置に刺激を与えるような外発的な (exogenously) 注意の移動で復帰抑制は認められるが、矢印で位置を指し示し注意を

向けさせるような内発的な (endogenously) 注意の移動では復帰抑制は生じないことが示された (Posner & Cohen, 1984; Rafal, Calabresi, Brennan, & Sciolto, 1989)。この知見は外発的注意と内発的注意のシステムの差異を示唆している。通常、復帰抑制の効果は反応時間の差で示される場合が多いが、サッカーディック潜時においても効果が現れることが確認されている (Abrams & Dobkin, 1994)。

Posner ら (1984) の提唱した復帰抑制は、先に注意していた空間位置に対して抑制が生じることを仮定している。これに対して Tipper ら (1991, 1994) は、手がかり刺激およびターゲット刺激を移動させる条件と固定する条件を設けて復帰抑制について実験を行った (Tipper, Driver, & Weaver, 1991; Tipper, Weaver, Jerreat & Burak, 1994)。この結果、手がかり刺激とターゲット刺激の提示された空間位置が同じでない場合にも復帰抑制が認められた。この事は復帰抑制が空間位置に対する抑制機構だけではなく、一度注意が向けられた対象を抑制する機能であることを示しており、Tipper らは object based inhibition of return と呼んだ。

実際の視覚探索において復帰抑制がどの様に働いているのかについては、Klein (1988) が実験を行っている。彼は先行刺激として並列的探索課題および系列探索課題を与えて被験者にターゲット刺激の有無を反応させた。そして、その反応から 60 ms 後に光刺激を提示して、これについても反応を求めた。この実験において、デストラクターの提示されていた場所に光刺激が提示された場合の反応時間と、何も提示されていなかった場所に光刺激が提示された場合の反応時間を比較した。その結果、先行の課題が系列探索課題のときにだけデストラクターの提示されていた場所に抑制の効果が認められた。このことは系列探索課題によって一度探索されたデストラクターの場所に対する抑制の札付けがなされたことを示しており、inhibitory tagging system と名づけられた。

しかし、Wolfe & Pokorny (1990) が追実験を行ったところ、同様の効果は認められなかった。Wolfe ら (1990) は、Klein (1988) の実験結果を順向マ

スキングの効果ではないかと推察している。また、Klein 自身もその後、他の条件を加えながら追試を行ったところ、Klein (1988) と同様の結果は得られていないと報告している (Klein & Taylor, 1994)。この inhibitory tagging system の存在は内発的注意によって復帰抑制が生じないとする知見にも反しており、現在はこのようなシステムが存在しないとする意見が体勢を占めている。しかし、筆者らの研究ではその存在を示唆する結果も得られており、議論の余地が残る (武田・菊地・八木, 1996)。

5. 対象を基礎とした注意モデルの可能性について

人間の視覚情報処理の過程の研究において、網膜上の位置や体の方位に影響を受けない空間座標の認知システムが存在するとする spatiotopic fusion 仮説が古くから有力とされてきた (Davidson, Fox, & Dick, 1973; Ritter, 1976; Wolf, Hauske, & Lupp, 1978)。しかし、Irwin らの研究によって絶対的な空間座標の認識機構は存在せず、視覚情報に関する短期記憶がその代わりをはたしていることが示された (Irwin, 1992)。特徴統合理論や誘導探索モデルなど、視覚探索課題を基礎としたモデルでは注意を spatiotopic fusion 仮説に基づいたマップ上で働くものと考えている。

復帰抑制はサッケイドなどの眼球運動に影響を受けない抑制機構であることがすでに示されている (Maylor, 1985; Maylor & Hockey, 1985; Possamai, 1986)。もし Irwin (1992) の説に則れば、正確な空間座標の認識機構が存在しないのに、空間位置に対する抑制機構を仮定するのは難しくなる。Tipper ら (1991, 1994) の報告している object based inhibition of return も空間座標ではなく対象に生じるものである。これらのことから、復帰抑制は対象に働く抑制機構であり、相対的な位置関係は短期記憶において保持されていると考えるべきであろう。

武田・八木 (1996) は、手がかり刺激を消してから並列探索課題を与える条件と、手がかり刺激を提示したまま並列探索課題を与える条件を設けて、並列

探索課題のターゲット探索に及ぼす復帰抑制の影響について検討した。その結果、手がかり刺激を消した条件では復帰抑制の効果は全く認められず、手がかり刺激を提示したままの条件では復帰抑制の効果が認められた。これまでの復帰抑制に関する実験では、手がかり刺激の与えられるボックスはターゲットが提示される時も提示され続けているのが通常であった。しかし、この実験の結果から、手がかり刺激が対象として持続していることが復帰抑制の効果を保たせるための条件であり、逆に言えば手がかり刺激（対象）が消滅すると復帰抑制の効果がリセットされてしまうと考えられる。

Inhibitory tagging system に関しても同様に、対象の持続性が重要であると考えられる。これまでの inhibitory tagging system の実験では、並列／系列探索課題を行った後、それらの探索刺激を消して光刺激が与えられていた (Klein, 1988; Klein & Taylor, 1994; Wolfe & Pokorny, 1990)。この条件の場合、Klein (1988) と同様の結果は得られていない (Klein & Taylor, 1994; 武田・菊地・八木, 1996; Wolfe & Pokorny, 1990)。しかし、先行の探索刺激を提示したまま光刺激を提示した場合、inhibitory tagging system が認められるというデータが得られている (武田・菊地・八木, 1996)。この結果は復帰抑制での結果と同様に、抑制の札付けがなされた対象が持続的に提示されることによって、光刺激の探索にまで抑制の効果が持続されたと考えられる。

武田・八木 (1996) および武田・菊地・八木 (1996) の結果は、注意の抑制機構が spatiotopic fusion 仮説に基づいた空間位置のマップ上で働くというよりも、対象の相対的な位置関係に基づいた機構であるという可能性を示唆している。また、復帰抑制や inhibitory tagging system の機構的な意味を考えても、先に探索していた対象群と異なる対象群を探索する場合、つまり課題としての継続性がない場合、先に注意していた場所に抑制を行うのは探索として有効な手段ではない。特徴統合理論や誘導探索モデルで扱われている注意の促進機構 (基本的特徴の統合機構) に、注意の抑制機構の知見をそのまま当てはめることは出来ないが、これらのモデルの spatiotopic fusion 仮説的なマップの設定の仕方に疑問を投げかける材料にはなると考えられる。

近年、空間位置に対する注意 (environment based attention) と対象に対する注意 (object based attention) の研究が非常に多く行われており、視覚探索課題での注意の研究でも積極的に扱っていく必要がある。

引用文献

- Abrams, R. A., & Dobkin, R. S. (1994). Inhibition of return: Effect of attentional cuing on eye movement latencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 467-477.
- Beck, J. (1966). Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, 1, 300-302.
- Cave, K. R., & Wolfe, J. M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Davidson, M. L., Fox, M. J., & Dick, A. O. (1973). Effect of eye movements on backward masking and perceived location. *Perception & Psychophysics*, 14, 110-116.
- Dehaene, S. (1989). Discriminability and dimensionality effects in visual search for featural conjunctions. *Perception & Psychophysics*, 46, 72-80.
- Fang, S. P., & Wu, P. (1989). Illusory conjunctions in the perception of Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 434-447.
- Irwin, D. E. (1992). Perceiving an integrated visual world. In D. E. Meyer & S. Kornblum (Eds.), *Attention and performance XIV* (pp. 531-556). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Julesz, B. (1981). Textons, the elements of texture perception, and their interactions. *Nature*, 290, 91-97.
- Klein, R. M., & Taylor, T. L. (1994). Categories of cognitive inhibition with reference to attention. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, Memory, and Language* (pp. 113-150). New York: Academic Press.
- Klein, R. M. (1988). Inhibitory tagging system facilitates visual search. *Nature*, 334, 430-431.
- Kolinsky, R., & Morais, J. (1986). Evidence for early extraction of emergent properties in visual perception: A replication. *Perceptual and Motor Skills*, 63, 171-174.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994 a). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, 31, 291-308.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994 b). Spatial filtering during visual search: Evidence from human electrophysiology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1000-1014.

- McLeod, P., Driver, J., & Crisp, J. (1988). Visual search for a conjunction of movement and form is parallel. *Nature*, 332, 154–155.
- Marr, D. (1982). Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information. Freeman. 乾・安藤 (訳), ビジョン, 産業図書, 1987.
- Maylor, E. (1985). Facilitatory and inhibitory components of orienting in visual space. In M. I. Posner & B. B. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 189–204). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Maylor, E., & Hockey, R. (1985). Inhibitory component of externally controlled covert orienting in visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 777–787.
- McClelland, J. L., & Mozer, M. C. (1986). Perceptual interactions in two-word displays: Familiarity and similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 18–35.
- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunction. *Nature*, 320, 264–265.
- Neisser, U. (1963). Decision-time without reaction time: Experiments in visual scanning. *American Journal of Psychology*, 76, 376–385.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. A. (1984). Components of Visual Orienting. In H. Bouma & D. Bowhuis (Eds.), *Attention and performance X* (pp. 531–556). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Possamai, C. A. (1986). Relationship between inhibition and facilitation following a visual cue. *Acta Psychologica*, 61, 243–258.
- Rafal, R. D., Calabresi, P. A., Brennan, C. W., & Sciolto, T. K. (1989). Saccade preparation inhibits reorienting to recently attended locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 673–685.
- Ritter, M. (1976). Evidence for visual persistence during saccadic eye movements. *Psychological Research*, 39, 67–85.
- Sagi, D. (1988). The combination of spatial frequency and orientation is effortlessly perceived. *Perception & Psychophysics*, 43, 601–603.
- Steinman, S. B. (1987). Serial and parallel search in pattern vision? *Perception*, 16, 389–398.
- 武田裕司・菊地博之・八木昭宏 (1996). Object の同一性を重視した inhibitory tagging system の検討. 日本視覚学会 1996 年冬期研究会発表.
- 武田裕司・八木昭宏 (1996). 視覚的探索課題における復帰抑制について. 日本心理学会第 60 回大会発表.

- Tipper, S. P., Driver, J., & Weaver, B. (1991). Object-centered inhibition of return of visual attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43 A, 289–298.
- Tipper, S. P., Weaver, B., Jerreat, L. M., & Burak, A. L. (1994). Object-based and environment-based inhibition of return of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 478–499.
- Treisman, A. (1986). Feature and object in visual processing. 高野陽太郎 (訳), 特徴と対象の視覚情報処理, 日経サイエンス, 1987年1月号, 86–98.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, 15–48.
- Treisman, A., & Paterson, R. (1984). Emergent features, attention, and object perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 12–31.
- Treisman, A., & Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 459–478.
- Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14, 107–141.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 285–310.
- Treisman, A., & Souther, J. (1986). Illusory words: The Roles of attention and of top-down constraints in conjoining letters to form words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 3–17.
- Wolf, W., Hauske, G., & Lupp, U. (1978). How pre-saccadic gratings modify post-saccadic modulation transfer functions. *Vision Research*, 18, 1173–1179.
- Wolfe, J. M. (1992). “Effortless” texture segmentation and “parallel” visual search are not the same thing. *Vision Research*, 32, 757–763.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 202–238.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. L. (1989). Guided search: An alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 419–433.
- Wolfe, J. M., & Pokorny, C. (1990). Inhibitory tagging in visual search: A failure to replicate. *Perception & Psychophysics*, 48, 357–362.

——武田 裕司 大学院博士課程後期課程——

——八木 昭宏 文学部教授——