

視覚的文脈が視覚的注意に及ぼす影響

小川 洋和・八木 昭宏

1. はじめに

我々の目の前には非常に複雑な世界が広がっている。例えば散らかっている机の上にある書類の山や積み重なった本、ボールペンなどの筆記用具など、視覚場面 (visual scene) は非常に多くのオブジェクト (物体) から構成されている。この膨大な情報を効率的に扱うために、視覚系は場面の中に多数存在するオブジェクトに優先順位をつけ、現在の行動に必要なオブジェクトに対して選択的に処理を行っていると考えられている。この情報の選択メカニズムが視覚的注意 (visual attention) である。我々は場面で最も重要な位置に注意を向け、それ以外の位置は無視するというのを普段はほとんど意識せずに行っている。

それでは、視覚系は複雑な場面の中からどのオブジェクトが現在の行動に最も重要であるとのようにして知ることができるのであろうか。これには様々な外的手がかり (cue) が役割を果たしていると考えられる。例えば、これまでの研究で、場面の中で顕著な色、形、大きさなどの特徴を持った物体や、突然出現したオブジェクトに対しては優先的に注意が向けられることが示されている (e.g., Yantis & Jonides, 1984, 1990)。ただし、これらのオブジェクトの持つ物理的な特性を基にした注意の誘導だけでは、日常場面における注意の振る舞いを説明できない。重要なオブジェクトが、常に場面で顕著な特性を持っているとは限らないからである。

視覚場面はそれぞれ、ある一定の構造と法則をもっており、場面を構成する

オブジェクトは他のオブジェクトとある程度決まった関係を保っている。このそれぞれの場面に特有な視覚的情報を視覚的文脈 (visual context) という。視覚的文脈の処理はそれ自身が視覚系の処理負荷を高めることにもなるが、視覚系はこの視覚的文脈を利用することで、複雑な場面の中から注意すべきオブジェクトと、無視できるオブジェクトを効率よく選択することができる。実際、視覚的注意の誘導にはこの視覚的文脈が重要であることが、実験心理学的手法を用いた近年の研究で明らかにされている。本論文では、人間の視覚情報処理のなかでも特に視覚的注意に対する視覚的文脈の効果について概説する。

2. 視覚処理に及ぼす文脈の効果

2.1. オブジェクト認識と視覚的文脈

視覚的文脈がオブジェクト認識などの視覚情報処理を促進させることは数多くの研究で確認されている。例えば、Palmer (1975) は、被験者に台所などの視覚的文脈をもつ場面を呈示した後に、オブジェクトを瞬間呈示し、それが何であったかを報告させた。その結果、直前に呈示された場面の文脈に一致しているオブジェクト (例えば食パン) の認識が促進され、文脈に一致しないオブジェクト (ポスト、太鼓) の認識が抑制された。また、Bar & Ullman (1996) はオブジェクトのペア (例えばメガネと帽子) を呈示し、それらのオブジェクトの位置関係を操作し、オブジェクトの認識に及ぼす効果を検討した。その結果、2つのオブジェクトの位置関係が適切であるとき (帽子の下にメガネを呈示) にはペアで呈示することによってオブジェクト認識が促進されたが、位置関係が不適切な場合 (メガネの下に帽子) ではこの促進効果は観察されなかった。これは、オブジェクト認識における文脈効果には、オブジェクトの位置関係が重要であることを示している。

2.2. 場面知覚と視覚的文脈

場面の中からもたらされる情報の探索する際には、頻繁に眼球運動を行って場

面全体を走査することが知られているが、この眼球運動も視覚的文脈に影響を受ける。例えば、我々は通常、場面を観察しているときには、場面内で重要度の高い場所（例えば人の顔など）に対してより多くの眼球運動を行っている（Yarbus, 1967）。最近の研究では、場面内から標的刺激（ターゲット）を探索させる課題を課した場合には、観察者はターゲットの文脈と一致しない場所よりも、その場面の文脈からターゲットが存在する可能性が高いと考えられる場所に対して、より多くの眼球運動を行うことが報告されている（Henderson & Hollingworth, 1999）。

3. 視覚的注意と文脈

これまで紹介した視覚的文脈の研究は、ほとんどが刺激として実際の場面の写真や線画が用いられていた。日常生活の場面における文脈の効果を見るためには、そのような刺激を使うのは有用ではあるが、その場面における「視覚的文脈」を厳密に定義するのが困難であるため、実験的な統制の欠如という点では問題が残る。例えば、ある場面の視覚的文脈をどのようにして客観的に評価するのか。また、呈示された場面に関して被験者が持っている背景知識を実験的にどのように統制するのか。これらの問題は、視覚的文脈のメカニズムを知る上では決定的な問題である。

Chun & Jiang (1998) はこれらの問題を解決するために、文脈の手がかり (contextual cueing) という実験手続きを考案し、視覚的文脈がどのように形成され、それによって視覚的注意がどのように誘導されるかを明らかにしようとした。文脈の手がかり手続きでは被験者に課す課題として、視覚探索課題 (visual search task) が用いられている。文脈の手がかり手続きを紹介する前に、この視覚探索課題について説明する。

3.1. 視覚探索課題

視覚探索課題は、実験心理学の分野で視覚的注意の性質を調べるための実験

課題として多く用いられてきた。視覚探索課題では、被験者は複数の妨害刺激の中から探索対象であるターゲット（標的刺激）を検出することを求められる。探索対象となる刺激配列に含まれる刺激の数（セットサイズ）が操作され、その時の刺激配列の呈示から反応までに要した時間が反応時間（reaction time, RT）として記録される。セットサイズに対する反応時間の関数は探索関数（search function）と呼ばれ、視覚探索中の視覚的注意の振る舞いを示す指標として用いられる。特に探索関数の傾きは、1 アイテムの探索に要する時間と仮定することができるため、特に重要であると考えられている（e.g., Treisman & Gelade, 1980）。

この探索関数の傾きから、視覚探索は2種類に大別される（Figure 1）。ターゲットと妨害刺激の類似性が高い場合など比較的困難な探索課題においては、探索関数の傾きは大きくなり、ターゲットがない試行における傾きは、ターゲットがある試行における傾きの約2倍になる。これは、視覚探索は焦点的注意が刺激配列を系列的に移動することによって行われ、さらに探索処理はターゲットが発見された段階で終了するためであると考えられている。このようなタイプの探索処理を系列的探索（serial search）と呼ぶ。一方、ターゲットの特徴（色、形、大きさなど）が刺激配列内で顕著な場合など比較的探索が容易な場合には、ターゲットの有無に関わらず探索関数の傾きは非常に小さくなり、反応時間はセットサイズと独立して一定に保たれる。このようなタイプの探索には、系列的な注意の移動を必要としないと考えられており、並列的探

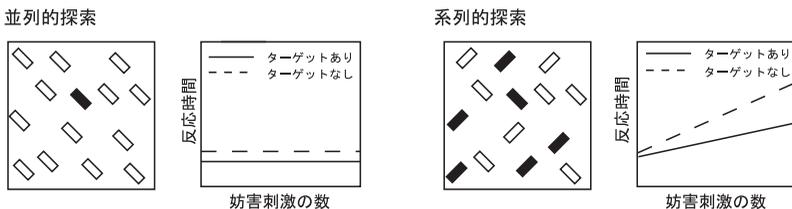


Figure 1 視覚探索で典型的に用いられる刺激と、ターゲット（左 45 度傾いた黒い長方形）に対する反応時間の結果。並列的探索（左）の場合は、反応時間は妨害刺激の数と独立している。それに対して並列探索（右）の場合は、妨害刺激の数が増加するにつれて反応時間が長くなる。

索 (parallel search) と呼ばれる。視覚探索に関する研究は、ここ数十年間に非常に多くの知見が報告されており、神経生理学的知見や視覚計算理論との整合を図った様々なモデルが提案されている。

3.2. 文脈の手がかり手続き

文脈の手がかり手続きは、探索場面において文脈情報がどのように形成され、また形成された文脈情報が視覚探索中の視覚的注意の働きにどのような影響を与えるかを実験的に検討するための手法として考案された (Chun & Jiang, 1998)。文脈の手がかり手続きでは、被験者は妨害刺激である「L」の中から、ターゲットである左右いずれかに 90 度傾いた「T」をできるだけ早く探し出し、そのターゲットが左右に傾いているかを判断する視覚探索課題を課せられた (Figure 2 A)。このタイプの視覚探索は比較的難しく焦点的注意によって刺激を一つ一つ調べる必要があるため、系列的探索の反応時間のパターンが観察される。Chun & Jiang (1998) では、12 種類の妨害刺激の配置

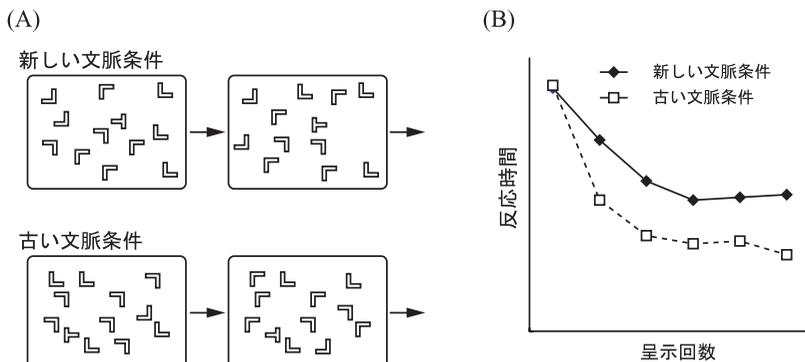


Figure 2 (A) 文脈の手がかり手続きで用いられる刺激の例。被験者は、刺激配列の中から 90 度傾いた T を探して、それが左右どちらに傾いているかを判断する。新しい文脈条件では毎回刺激配列内の妨害刺激の位置が変化する。一方、古い文脈条件では妨害刺激の位置は一定に保たれる。いずれの条件においても、あるレイアウトにおいては、ターゲットの位置は不変である。(B) 典型的に観察される反応時間の結果、両条件において呈示回数が増加するにつれて反応時間は減少するが、古い文脈条件においてより大きい減少が見られる。

(レイアウト)が視覚的文脈として定義された。それが実験全体を通して繰り返し呈示され、被験者はそれらのレイアウトに対して視覚探索課題を行った。つまり探索を行うレイアウトを繰り返し呈示することによって、ある場面における文脈情報の形成を実験室内で再現したわけである。統制条件として毎回新しくレイアウトが作られる新しい文脈条件を設けられた。1ブロックを構成する24試行のうち、12試行が繰り返しレイアウトを呈示する古い文脈条件で、残りの12試行が新しい文脈条件にあてられ、これらがランダムな順番で呈示された。この2条件の探索課題の反応時間を比較することによって、文脈情報の形成が視覚的注意処理に与える影響が検討された。なお、いずれの条件においても刺激配列内の標的刺激の位置は不変であったため、条件間の違いは、あるターゲット位置に対して周囲の妨害刺激の配置が固定されているか、毎回新しいものになるかであった。

その結果、実験が進むにつれ、すなわち同じレイアウトの繰り返しの回数が増えるにつれてターゲットに対する反応時間が減少した (Figure 2B)。この反応時間の減少は両条件で見られたが、古い文脈条件のほうでより顕著であり、最終的な反応時間は古い文脈条件が新しい文脈条件を下回った。新しい文脈条件における反応時間は、探索課題そのものに対する技術的な学習が生じているためであると考えられるが、両条件の差はそれだけでは説明できない。つまり、古い文脈条件ではレイアウトの繰り返しによって文脈情報が形成され、それによって探索処理が促進されたと考えられる。さらに興味深いことに、実験終了後、被験者に繰り返しに気づいたかどうか内省報告を求めたところ、ほとんどの被験者は繰り返しの手続きに気づかなかった。さらに、探索課題中に繰り返されたレイアウトの再認課題を行ったところ、課題成績はチャンスレベル (被験者がでたらめに答えた場合の成績) と統計的に区別できなかった。これらの結果は、視覚的文脈は場面内のオブジェクトの位置関係を元に符号化されており、その符号化は積極的に記憶しようとする意識を介さずに、潜在的に行われるということを示唆している。Chun & Jiang (1998) は、獲得された文脈情報は、その場面内において視覚的注意をターゲット位置に誘導するの

に利用されると主張している。

文脈情報の獲得が潜在的に行われるという知見は、潜在的に獲得された記憶が他の記憶からの干渉や減衰に強く、また記憶容量も意識的な記憶のそれと比較して大きい傾向にあることから (Lewicki, Hill, & Czyzewska, 1992; Reber, 1989), 生態学的な観点からも妥当であると考えられる。

3.3 . 文脈情報による注意の誘導

Chun & Jiang (1998) では、刺激が繰り返し呈示されることによってターゲットに対する反応時間が短縮されているが、この時、探索処理のどの段階が実際に促進されているのだろうか。彼らの説明するように、文脈情報によって注意が誘導されているとするのなら、それはどのように行われているのだろうか。

Chun & Jiang (1998, Experiment 4) では、文脈情報が視覚探索課題における探索関数に与える影響を検討している。彼らの結果では、探索関数の傾きは、文脈情報が形成されるにつれ 27 ms まで減少したが、最終的に 0 ms には到達しなかった。これは文脈手がかりによる注意の誘導は完全ではないことを示している。

文脈手がかりによる促進効果が生じるには、大別して 2 つの段階を経る必要がある。すなわち、現在呈示されている場面を同定し、記憶内に貯蔵されている文脈情報との照合を行う再認段階と、貯蔵されている文脈情報に従って、その場面の中で重要であろう位置やオブジェクトに注意を配置する誘導段階である。文脈手がかり手続きを用いた実験では、実験が進むにつれて探索処理の促進の度合いが大きくなっていく。このとき、再認段階と誘導段階のいずれが段階的な処理の促進にかかわっているのだろうか。これには少なくとも 3 つの可能性が考えられる。第一の可能性は、実験が進むにつれ注意を誘導する精度が向上するために、探索処理がより促進されるという可能性である。第二の可能性は、観察される反応時間はレイアウトの再認に成功した試行数と失敗した試行数の分布によって決定されており、実験が進むにつれてこの再認率が

上がるという可能性である。第三の可能性は、レイアウトの再認にはある一定の時間を必要とするが、この認識に要する時間は実験が進むにつれて減少するという可能性である。この場合、文脈情報が完全に注意を誘導しないのは、誘導の精度が低いためやレイアウトの再認に失敗するためではなく、レイアウトの再認に時間がかかるために、再認が終わる前に探索が始まってしまうためであると説明できる。

Peterson & Kramer (2001, Experiment 1) はこれらの可能性を検証するために、観察者の眼球運動を記録し、ターゲットに対する眼球運動を検討した。眼球運動と視覚的注意は共通の神経機構を基盤としているため、しばしば眼球運動は視覚的注意の振る舞いを調べるための行動指標として用いられる。Peterson & Kramer は、過去の研究よりもかなり大きな刺激呈示範囲を用いて、ターゲットを発見するために眼球運動を必要とするディスプレイを用いて実験を行った。その結果、レイアウトが繰り返されることによって文脈情報が形成される条件で、第一回目の眼球運動がターゲットに向かう試行数が増加した。また、一度目の眼球運動がターゲットに向かわなかった場合でも、最終的にターゲットに到達するまでに要した眼球運動の数は減少した。さらに、この一度目で直接ターゲットに向かわなかった眼球運動の向きと方向を検討したところ、文脈が形成される条件と形成されない条件で差が認められなかった。これらの結果から、文脈の再認処理は探索処理の開始に間に合わず、注意の誘導は探索中に行われていると考えられる。また、文脈による注意の誘導が完全でないのは、誘導の位置的な精度の低さが原因ではなく、文脈の再認に失敗するためであると考えられる。

3.4 . ボトムアップ的な注意の誘導と文脈効果の関係

数多くの先行研究で、顕著な特徴を持つオブジェクトに対しては優先的に注意を向けられることが報告されている。たとえば、たくさんの青色の四角の中から1つだけ赤色の四角がある場合、それを見つけることは非常に簡単である。また、場面の中に新しく出現したオブジェクトに対しては優先的に注意が

向けられる。この現象は突然の出現に対する注意の捕捉 (attentional capture by abrupt onset) と呼ばれている (Yantis & Jonides, 1984)。この注意の捕捉は、出現するオブジェクトが課題にまったく関係ない場合でも生じることから、観察者の意図とは関係なく自動的に生じると考えられている (Theeuwes, Kramer, Hahn, & Irwin, 1998; Yantis & Jonides, 1984, 1990)。

では、この自動的な注意の捕捉と、文脈情報による注意の誘導とはどのような関係にあるのだろうか。Peterson & Kramer (2001, Experiment 2) は、眼球運動を指標としてこれらの関係を検討した。その結果、文脈効果はオブジェクトの出現に影響を受けず、注意捕捉の効果を上書きしていることが明らかになった。ただし、Peterson & Kramer の実験では手続き上、文脈処理がオブジェクトの出現に先立って開始されるために、そのような結果が得られたと彼らは考察している。つまり、複数のメカニズムが注意の制御を行う場合は、先に処理を開始したメカニズムが優先順位をもっているのかもしれない。いずれにせよ、文脈情報による注意の誘導とボトムアップ的な注意の捕捉の関係はいまだ不明であり、さらなる研究が必要である。

3.5. オブジェクトの形状による文脈の手がかり

これまで紹介してきた研究で示された空間的な文脈の学習は、生態学的にも重要な意味を持っている。なぜなら環境の中の主な目印やオブジェクトの配置は時間がたっても一定である傾向にあるからだ。これらの情報は、生体の行動に対する有益な誘導と方向付けの手がかりになりうる。

しかし、視覚的文脈が空間的なレイアウト情報以外の属性からも定義されることは明らかである。特に場面の中に存在するオブジェクトがどのような外見をしていて、どのような性質を持っているのかというオブジェクトの同定は文脈情報を形成する上で非常に重要である。観察者は、その場面の中でどのオブジェクトが同時に生じる (現れる) 傾向にあるかに関して、経験を通して背景知識として獲得し、それを適応的な行動を行うために利用しているのかもしれない。

Chun & Jiang (1999) は、文脈の手がかり手続きを利用してオブジェクトの形状などの情報が文脈情報として獲得されているかどうかを検討した。被験者は、新奇な形をした複数のオブジェクトによって構成されたディスプレイの中から、ターゲットを探索することを求められた。ターゲットは垂直軸に対して対称な図形で、妨害刺激は垂直以外の角度を持った軸に対して対称な図形であった。文脈効果を実験的に検討するために2条件が設けられた。文脈形成条件では、ターゲットと妨害刺激として用いられる刺激の図形の形状のセットが固定された。つまり、1つの形状を持ったターゲットは、必ず毎回同じ形をもった妨害刺激のセットとともに呈示された。それに対して、統制条件では、ターゲットと組み合わせられる妨害刺激の形状のセットが毎回ランダム化された。いずれの条件でも、呈示される刺激の位置は毎回ランダムであったため、オブジェクトの位置関係に基づいた文脈効果は除外されていた。その結果、ターゲットと妨害刺激の形状の組み合わせを固定することによって探索処理が促進された。これは、文脈の手がかり効果が場面内のオブジェクトの位置関係によってのみでなく、オブジェクトの形状によっても生じることを示している。この結果から、Chun & Jiang は、場面内に存在するオブジェクトの共変関係 (covariation) が文脈の形成には重要であると考察している。

3.6. 動的に変化する場面における文脈効果

これまで紹介した研究で、文脈情報は、場面の中のオブジェクトの相対的な位置関係やそれぞれのオブジェクトの同一性を元に形成されることが明らかになった。日常的な例で考えてみると、自動車を運転しているときには、場面の中にあるオブジェクト（他の自動車やバイク・歩行者など）の形状や、それらの位置関係（自動車は車道、対向車は向かって右側を走る）などの情報を元にその場面の文脈情報を獲得し、行動を誘導する際に利用していると考えられる。しかし、我々の生活する視覚場面にはもうひとつ重要な特性が存在する。時間とともに常に動的に変化するという特性である。交通場面では、まわりの車や歩行者は時間とともにその位置を変化するし、建物などの静止物も観察者

自身が移動することによって観察者との相対位置は変化する。ただし、このように動的に変化する環境の中にも、ある一定の変化のパタンというのは存在する。例えば、自動車は通常前に向かって進み、突然真横に進んだりその場で回転したりするようなことはありえない。また、よく慣れている道を走っているときならば、周りの車の動きを予測して、前もってうまく進むように車線変更を行ったりすることができるかもしれない。このような場面の中の動的な変化のパタンは文脈の手がかりとして利用することができるのだろうか。

この問いに答えるために、Chun & Jiang (1999) では、視覚探索を行う際に探索刺激をランダムに移動させて、動的に変化する場面における文脈効果を検討した。探索対象となる刺激は、独立して予測不可能な運動を行ったが、その際の妨害刺激の運動の軌跡を固定して繰り返して呈示した場合と、毎回新しい運動軌跡が呈示された場合の反応時間が比較された。その結果、運動軌跡が繰り返されることによって、空間的なレイアウトと同様に、探索処理の促進が観察された。これは、日常場面のように動的に変化するような場合でも、文脈の手がかりによる注意の誘導が有効に働くということを示唆している。

3.7. 複数オブジェクト追跡における文脈効果

Chun らのグループでは、視覚探索課題を用いて文脈効果の検討を行ってきたが、それ以外の視覚的注意を要する課題においても同様に文脈情報による効果は見られるのだろうか。

近年、注意とオブジェクトとの関係を検討するために用いられる課題のひとつに、複数オブジェクト追跡課題 (Multiple object tracking task) がある。複数オブジェクト追跡課題では、被験者はランダムに動き回るオブジェクトを、外見的には同一の妨害刺激と区別して、同時並列的に追跡することを求められる。この課題において、被験者は約 4 オブジェクトを同時に追跡できることが報告されている (e.g., Pylyshyn & Storm, 1988)。この観察された課題成績は、焦点的注意の系列的な移動では説明できないことが指摘されており、並列的な前注意処理を反映していると考えられている。また、複数

オブジェクト追跡課題における4オブジェクトという処理容量は、視覚的短期記憶で報告される容量とも一致しており(Luck & Vogel, 1997; Vogel, Woodman, Luck, 2001), 視覚的注意処理と視覚的記憶処理との関連を検討する上でも注目されつつある。

Ogawa & Yagi (2002, in press) は、この複数オブジェクト追跡課題を用いて、視覚探索課題を用いた場合と同様の文脈の手がかり効果が観察されるかどうかを検討した。追跡課題のオブジェクトの軌跡が文脈として定義され、追跡対象のオブジェクト、追跡対象以外のオブジェクト(妨害刺激)の軌跡がそれぞれ実験的に操作された。その結果、追跡対象のオブジェクトの軌跡が繰り返されることによって追跡処理が促進された。さらに興味深いことに、追跡対象のオブジェクトの軌跡に加えて妨害刺激の軌跡が繰り返された場合にはさらなる促進効果が見られたが、妨害刺激のオブジェクトの軌跡を単独で繰り返した場合には促進効果は見られなかった。つまり、妨害刺激の軌跡情報は追跡対象のオブジェクトの軌跡情報と同時に呈示されたときのみ文脈情報として符号化されることが明らかになった。これは、場面内のオブジェクトの共変性が文脈情報の形成に重要であるとする Chun & Jiang (1998, 1999) の主張と一致する。また、本実験では本来追跡処理中に注意が向けられないはずの妨害刺激の軌跡情報に対して何らかの処理が行われていることが示唆されたが、視覚探索課題を用いた場合では、注意を向けた対象にのみ文脈情報が形成されるという知見も報告されている(Jiang & Chun, 2001; Olson & Chun, 2002)。非注意対象の情報が文脈情報として符号化されるかどうかに関しては、その課題でどのような視覚的注意処理が要求されるのかを検討しつつ、さらに議論を進める必要がある。

3.8. 文脈効果の神経的基礎

ところで、これまで紹介してきた文脈効果は、脳内のどのような神経的機構に基づいているのであろうか。側頭の内側部に位置する海馬(hippocampus)とその周辺領域は、一般的に記憶と学習の保持の中核といわれている。事故な

どで海馬に損傷を受けた人は、過去にあった出来事に関する記憶であるエピソード記憶の想起と符号化に障害を示すことが知られている (Squire, 1992)。また、サルを被験体にした実験では、海馬を含む領域である内側頭葉 (medial temporal lobe) を破壊すると、文脈に関連したオブジェクトの認識が阻害される (Doré, Thornton, White, & Murray, 1998)。これらの知見から、エピソード記憶などと同様に、文脈情報の保持に海馬と側頭の周辺領域が関連していることが予測される。この予測を検討するために、Chun & Phelps (1999) は海馬を損傷した健忘症患者に文脈の手がかり課題を行わせた。その結果、患者と性別・年齢などが同一な統制群の被験者には文脈による促進効果が見られたが、患者群には見られなかった。両群とも探索課題は正常に行うことができたことから、文脈に依存しない知覚的・技術的な学習は正常であるが、探索中に与えられる文脈の獲得が海馬の損傷で阻害されていたことが示唆された。健忘症患者には文脈の手がかり効果が生じないという知見は、文脈学習の意識的な側面と無意識的な側面を分離する上で重要であり、海馬における記憶処理に意識が及ぼす影響を検討する上で非常に興味深い。

4. ま と め

ここまで、文脈情報が視覚処理に及ぼす影響を検討した研究を、主に文脈的手がかり手続きを用いたものに焦点を当てて紹介してきた。これまでの研究結果から、場面内に存在するオブジェクトの配置や形状、運動などの時空間的情報が視覚場面の文脈として潜在的に学習され、保持されていることが明らかになった。文脈の手がかり効果は保持された情報が視覚的注意に及ぼす効果であるが、逆に視覚的注意が文脈情報の符号化に影響を及ぼすという知見もいくつか報告されている (Jiang & Chun, 2001; Olson & Chun, 2002)。それらの研究結果を受けて、ある場面において注意を向けた重要な位置にオブジェクトを文脈情報として潜在的に符号化するメカニズムと、その貯蔵された文脈を元に視覚的注意を効率よく誘導するメカニズムが相互作用的に働くことによっ

て、視覚情報処理における処理負荷を軽減している可能性が提案されているが、この仮説に関しては今後の研究による妥当性の検討が望まれる。

References

- Bar, M., & Ullman, S. (1996). Spatial context in recognition. *Perception*, **25**, 343–352.
- Chun, M. M., & Jiang, Y. (1998). Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, **36**, 28–71.
- Chun, M. M., & Jiang, Y. (1999). Top-down attentional guidance based on implicit learning of visual covariation. *Psychological Science*, **10**, 360–365.
- Chun, M. M., & Phelps, E. A. (1999). Memory deficits for implicit contextual information in amnesic subjects with hippocampal damage. *Nature Neuroscience*, **2**, 844–847.
- Doré, F. Y., Thornton, J. A., White, N. M., & Murray, E. A. (1998). Selective hippocampal lesions yield nonspatial memory impairments in rhesus monkeys. *Hippocampus*, **8**, 323–329.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, **50**, 243–271.
- Jiang, Y., & Chun, M. M. (2001). Selective attention modulates implicit learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **54 A**, 1105–1124.
- Lewicki, P., Hill, T., & Czyzewska, M. (1992). Nonconscious acquisition of information. *American Psychologist*, **47**, 796–801.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, **390**, 279–281.
- Ogawa, H., & Yagi, A. (2002, May). *The processing of untracked objects during multiple object tracking*. Poster session presented at the annual meeting of the Vision Sciences Society, Sarasota, FL.
- Ogawa, H., & Yagi, A. (in press). The effects of the information of untracked objects on multiple object tracking. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*.
- Olson, I. R., & Chun, M. M. (2002). Perceptual constraints on implicit learning of spatial context. *Visual Cognition*, **9**, 273–302.
- Palmer, S. E. (1975). The effects of contextual scenes on the identification of objects. *Memory & Cognition*, **3**, 519–526.

- Peterson, M. S., & Kramer, A. F. (2001). Attentional guidance of the eyes by contextual information and abrupt onsets. *Perception & Psychophysics*, **63**, 1239–1249.
- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, **3**, 179–197.
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, **118**, 219–235.
- Squire, L. R. (1992). Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, **99**, 195–231.
- Theeuwes, J., Kramer, A. F., Hahn, S., & Irwin, D. E. (1998). Our eyes do not always go where we want them to go: Capture of the eyes by new objects. *Psychological Science*, **25**, 379–385.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, 97–136.
- Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2001). Storage of features, conjunctions and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **27**, 92–114.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onset and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **10**, 601–621.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **16**, 121–134.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. NY: Plenum Press.

小川洋和 大学院文学研究科博士課程後期課程

八木昭宏 文学部教授