三次元空間における注意資源配分 ——判断難易度からの検討——

木村貴彦¹ 三浦利章 大阪大学 土居俊一 香川大学

The effect of task demand on the allocation of attention in a large three-dimensional space

Takahiko Kimura, Toshiaki Miura (*Osaka University*), and **Shun'ichi Doi** (*Kagawa University*)

This study investigated the effect of task demand on the allocation of attention in a large three-dimensional (3-D) space. Two load conditions were conducted. In the low load condition, the observer was required to judge whether a target appeared nearer or further than the fixation point. In the high load condition, the observer was also required to judge whether the target appeared at the same position as the fixation point. Pre-cues, which indicated the spatial location of a target, were used in order to control attentional shifts in depth. There were three conditions about cue validity: valid, invalid and neutral conditions. The results indicated that the effect of cue validity was more significant in the high load condition. Furthermore, the attentional effect (the difference between invalid and valid conditions) changed with regard to the target position in the high load condition, but remained unchanged in the low load condition. This suggests that attentional allocation can be changed depending on the task demand in a large 3-D space.

Key words: attention, three-dimensional space, task demand, cue validity, load.

The Japanese Journal of Psychology

2007, Vol. 78, No. 2, pp. 133-139

三次元空間は人間にとっての行動空間であり、我々は空間内の多様な情報源の中からそのときの行動にとって必要な情報を取捨選択している。このときに機能するものが注意であり、必要な情報と不必要な情報のそれぞれを効率的に処理していることが知られている。従来、注意に関する研究は二次元平面上での検討がほとんどで、三次元空間における注意機構を検討したものはそれほど多くはない。また、三次元空間内で研究を行う場合、網膜像差によって生成される立体視による空間が実験を行う空間として利用されることがほとんどであり、多様な奥行き手がかりを含んだ実際空間内における注意特性の検討はきわめて少ない。

Downing & Pinker (1985) による実際空間内における研究は三次元空間における注意特性を扱った古典的なもので、単眼観察条件によって検討されている。実験は台上に設置されたライトを刺激としており、Posner, Nissen, & Ogden (1978), Posner, Snyder, &

Davidson (1980) が二次元平面上における空間的注意の移動特性を検討するために用いた空間手がかりパラダイム (spatial cueing paradigm) が三次元空間内で拡張して用いられた。観察者は標的の刺激に対する単純検出反応を求められたが、それが提示される前にあらかじめ空間的な位置情報に関する先行手がかり (pre-cue) が数字によって与えられていた。数字がどの標的を示すのかについては教示されているため、観察者はそれに従って標的の刺激位置を予期して注意を向けた。その結果、注意は同じ奥行き面内で移動する場合よりも、異なる奥行き面内で移動する場合の方が損失は大きく、また、移動する距離に伴って反応が遅延することから、注意は空間内で減衰して配分されることが示唆された。

このような三次元空間における注意配分に関係しては、内的な注意表象 (internal representation of attention), すなわち、注意がどのように機能するのかという点が興味の対象となってきた (Andersen, 1990)。ここでの重要な点は、第 1 に注意表象が奥行き情報を含んで機能しているのかどうかという問題である。これまでのところ、注意が奥行き情報を含んで機能するという depth-aware representation of attention の立場 (Andersen, 1990; Andersen & Kramer, 1993; Atchley,

Correspondence concerning this article should be sent to: Takahiko Kimura, Department of Applied Cognitive Psychology, Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Yamadaoka, Suita 565-0871, Japan (e-mail: takahiko@hus.osaka-u.ac.jp)

¹ 実験装置の構築と実験実施については株式会社豊田中央研究所の山本有造氏と石井靖弘氏の多大な協力を得た。また、内藤宏氏には有益なコメントを頂いた。記して深く感謝する。

Kramer, Andersen, & Theeuwes, 1997; Downing & Pinker, 1985; Miura, Shinohara, & Kanda, 2002) と注意が奥行き情報を含まずに機能するという depth-blind representation of attention の立場 (Ghirardelli & Folk, 1996; Iavcchia & Folk, 1994) から議論されており、前者では三次元空間内における手がかりによる反応時間の違いがみられ、後者ではそれがみられない。また、注意が奥行き情報を含んで機能する際には、課題における負荷が意味を持つことが指摘されている (Atchley et al., 1997)。注意に関する負荷の影響については Lavie (1995), Lavie & Tsal (1994) などが二次元平面での研究からすでに指摘しているように、注意資源 (attentional resource) との関係が深いことが示されており、日常生活ともかかわる重要な問題である (注意の負荷理論については八木・熊田・菊池, 2004 を参照)。

第 2 に、注意表象, すなわち配分様式を明らかにすることである。例えば, Andersen & Kramer (1993) は、立体視を用いた実験空間において、特定の奥行き位置に提示した刺激に関する弁別課題を行わせている。このときに Eriksen & Eriksen (1974) によるフランク・パラダイム (flanker paradigm) を拡張して、同じ、あるいは異なる奥行き位置にノイズ刺激を提示し、その干渉の程度から注意表象について検討を行っている。その結果、観察者に近い交差視差に提示されたノイズ刺激による干渉が大きいことから、観察者中心の注意表象 (viewer-centered representation of attention) を提案している。さらに、Miura et al. (2002) では、先行手がかりパラダイムを用いた注意切り換えの検討において、遠くの空間から近くの空間への注意移動の方がその逆の近くの空間から遠くの空間への注意移動よりも効率が良いことから観察者中心の注意表象を示唆し、特に観察者動態時にその特性が顕著なることを報告している。

一方、Atchley & Kramer (2001) では、壁に取り付けられたパイプ型の物体を刺激として Egly, Driver, & Rafal (1994) に類似した方法を用いて検討した結果から、三次元空間内で配分される注意には空間に基づく注意表象に加えて対象中心の注意表象 (object-centered representation of attention) が存在することを示している。

しかしながら、注意表象については、三次元空間内における注意の配分と機能に関係するため重要であるにもかかわらず、必ずしも十分に議論されているわけではない。さらに、Atchley et al. (1997) の研究では三次元空間における注意に対する負荷の影響が検討されているが、網膜像差を用いた立体視による実験環境であり、実際空間内での注意配分への負荷による影響を検討した研究はこれまでに行われていない。多様な奥行き手がかりを有する実際空間内での注意特性と立

体視による空間における注意特性における共通性と相違性を考えることは視覚情報処理機構を理解する上で不可欠である。

本研究では課題難易度を操作し、実際空間における注意機能に対する課題負荷の影響についての検討を目的とする。難易度高条件では目標刺激の奥行き位置について、固視点と同じ位置であるという判断が求められる場合があった。このことによって、固視点と同じ奥行き位置に標的刺激が提示されるという構え (予期) により固視点の付近に注意が配分されると考えられる。結果、全体としての反応時間は難易度高条件で難易度低条件よりも遅延すると考えられる。さらに、注意が課題の影響を受けるのであれば課題の負荷によって注意配分が変化すると考えられるため、実際空間内での注意表象について検討することが可能である。

方 法

難易度が異なる実験を二種類行った。すなわち、奥行き方向において、固視点と比較して目標刺激が手前 (近空間) に提示されたか、あるいは奥 (遠空間) に提示されたのかを判断する空間的位置に関する弁別課題が行われたときに、難易度高条件では固視点と同じ奥行き位置に目標刺激が提示されるために、“同じ”という判断を行う必要があった。他方、難易度低条件では固視点と目標刺激の奥行き位置が常に異なるために、“同じ”という判断を行う必要がなかった。これら二種類の実験はそれぞれ別個に行われた。

実験参加者

難易度高・低条件ともに成人 7 名 (男性 4 名, 女性 3 名) が実験に参加した。1 名は著者であった。実験参加者は裸眼、あるいは矯正によって正常の視力を有していた。また、口頭によって奥行き知覚に異常がないことがあらかじめ確認され、実験は両眼視によって行われた。すべての実験参加者が難易度高・低のいずれの実験にも参加した。

刺激と装置

それぞれの実験で同様の装置が用いられた。すなわち、三浦 (1996), Miura et al. (2002) で用いられた実験装置をもとに動態遠近注意測定装置が開発され (Figure 1), この実験装置を用いて観察者静態における注意配分特性について検討された。装置は全長が約 12 m であり、実験参加者は可動式のシートに座った。シートは台座に取り付けられており、台座には固視点が高さ 1.5 cm の高さに設置された床面が取り付けられ、幅 33 cm で、床面からの高さ 16 cm のトンネル状の筒内に刺激が提示された。筒の内部は灰色の鉄でできており、台座に取り付けられた筒の床面部分も灰色であった。いずれの実験においても刺激は実験参加者の正

面視線上に設置された発光ダイオード（Light Emitting Diode：以下 LED とする）であった。刺激の大きさは直径 5 mm であった。

難易度低条件においては、実験参加者から 120 cm の位置に赤と緑の二つの LED が固視点として横に並んで設置された。標的刺激は固視点の前後 2 箇所に設置された。刺激の提示距離は固視点よりも手前に提示される標的刺激として 10 cm (near1), 81 cm (near2) があり、固視点よりも奥に提示される標的刺激として 158 cm (far1), 231 cm (far2) があった。難易度高条件ではこれらの刺激に加えて、固視点と同じ奥行き位置（観察者より 120 cm）に標的刺激が設置された。すべての標的刺激は、提示される際にソレノイドを用いて天井部分から電磁石によりポップダウンする形式とされた。すなわち、試行開始時にはすべての標的刺激は床面から 4.5 cm の高さにあるが、実際に標的刺激となる場合にはそのうちの 하나가床面から 3.5 cm の高さにポップダウンして提示された。したがって、標的刺激が提示されるまで詳細な奥行き位置について実験参加者にはわからないため、Iavecchia & Folk (1994) や Atchley et al. (1997) などによって、刺激が現実空間に存在することそのものが手がかりになる

と指摘された問題点を排除することができた。さらに、固視点や標的刺激となる可能性のある複数の刺激が重ならないため標的刺激提示の瞬間に相互に遮蔽されることがなかった。

実験参加者は実験に十分な視野を有する接眼レンズを通じて刺激を観察した。これによって観察された対象までのみかけの距離は実際の距離の 2 倍となった。これらの刺激はデジタル IO ボード（Interface 社製 IBX-2752C）を介した Pentium III プロセッサを搭載したコンピュータによって制御された。反応には実験中に手にかけてのハンドルの左右部分に配置されたボタンが用いられた。

難易度低条件においては、全試行は 320 試行であり、4 箇所の標的刺激に 80 試行ずつ割り当てられた。一方、難易度高条件においては、全試行は 400 試行で、5 箇所の標的刺激について 80 試行ずつ割り当てられた。

本研究では空間手がかりパラダイム（Posner et al., 1978; Posner et al., 1980）が用いられた。空間手がかりパラダイムの最も大きな特徴は標的刺激に先行して手がかりが提示される点である。手がかりは三種類あった。すなわち、先行手がかり通りの空間的位置に標的

Figure 1. Upper figure is an apparatus to measure the characteristics of attention in three-dimensional space. Lower figure is a schematic illustration of the apparatus.

刺激が提示される場合が正手がかり条件 (valid trial) である。それに対して、先行手がかりが示したものと逆の空間的位置に標的刺激が提示される場合が偽手がかり条件 (invalid trial) である。これらの他に、標的刺激に関する先行手がかりを与えない中立条件 (neutral trial) をもうけ、注意が働くことによる反応時間への影響を検討するためのベースラインとされる。本研究では手がかりとして固視点に提示される LED の色 (赤・緑) が用いられた。

手続き

課題は標的刺激が固視点よりも手前に提示されたか、奥に提示されたかを適切なボタンを用いて反応することであった。難易度低条件では固視点よりも遠くに標的刺激が提示された場合にはハンドルの左側に配置されたボタンを、固視点よりも近くに標的刺激が提示された場合にはハンドルの右側に配置されたボタンを押すように教示された。難易度高条件ではそれに加えて、固視点と同じ位置に提示された場合には左右のボタンを同時に押すことが求められた。

試行が開始され 1 000 ms 後に実験開始の準備としてブザー音が提示された。ブザー音の提示後 1 000 ms 後に固視点が提示された。固視点の提示時間は 1 800 ms から 4 000 ms の間でランダムであった。また、固視点には色によって先行手がかりとしての意味が与えられた (例えば、赤は固視点より手前、緑は固視点より奥)。色に与えられた先行手がかりの意味は実験参加者間でカウンタバランスが取られた。また、赤と緑の両方が先行手がかりとして提示された場合を中立条件とした。これらの先行手がかりの意味と固視点を凝視することが実験開始前に教示された。先行手がかりとしての役割を持つ固視点が消灯すると同時に標的刺激が提示された。難易度高条件では、同じ位置に標的が提示される場合の手がかりについては、各手がかり条件が同一数割り振られ、難易度の高低における手がかりの種類は同じであった。

結 果

データの記録における装置上の問題により、難易度高条件での“同じ”という判断を行った試行の記録に欠損がみられたこと、難易度高・低条件において同一の刺激に対する反応で比較することを考慮したため、固視点と同じ奥行き位置に提示されたターゲットについては分析の対象から除外し、固視点の手前と奥に 2 箇所ずつ提示された合計 4 箇所の標的刺激に対する正反応を分析した。

Figure 2 は、難易度高条件と難易度低条件における反応時間に対する手がかりの効果を同判断の有無それぞれの条件について示したものである。2 要因分散分析 (手がかり条件: valid, invalid, neutral × 負荷条

件: 難易度高, 難易度低) を行った結果、手がかりの主効果が有意であった ($F(2, 12) = 45.69, p < .0001$)。また、負荷条件の主効果についても有意であった ($F(1, 6) = 26.54, p < .0021$)。さらに、手がかり条件と負荷条件の間の交互作用が有意であった ($F(2, 12) = 5.24, p < .0232$)。単純主効果の検定を行った結果、課題難易度の高低に関わらず、いずれの実験においても手がかりの効果が有意であった (それぞれ、($F(2, 24) = 51.40, p < .01$); ($F(2, 24) = 31.08, p < .01$))。そこで、HSD (honestly significant difference) 法による多重比較 ($\alpha = 0.05$) を行くと、手がかりの効果については、valid 試行, neutral 試行, invalid 試行の順で反応時間が遅延することが示され、奥行き情報を含んだ実際の三次元空間内において、二次元平面での注意研究で得られた結果と同様に注意が機能することが示された。また、それぞれの手がかり条件における課題難易度に関する単純主効果の検定を行った結果、いずれの手がかり条件であっても難易度高条件で難易度低条件よりも反応時間が遅延することが示された (invalid ($F(1, 18) = 15.11, p < .01$); neutral ($F(1, 18) = 25.30, p < .01$); valid ($F(1, 18) = 32.91, p < .01$))。これらのことは先行手がかりによる注意配分に対する課題難易度の影響を示している。

さらに詳細な検討を行うために、難易度高・低条件において標的刺激が提示された奥行き位置の違いによる手がかりの効果を検討した (Figure 3)。難易度条件別に 2 要因分散分析 (手がかり条件: valid, invalid, neutral × 標的的位置条件: near1, near2, far1, far2) を行った。難易度低条件においては、手がかりと標的刺激の位置の主効果がそれぞれみられたが (それぞれ、($F(2, 12) = 29.86, p < .0001$); ($F(3, 18) = 11.3, p < .0001$)), 交互作用は有意ではなかった ($F(6, 36) = 0.90, p < .502$)。他方、難易度高条件においては、手がかりと標的刺激の位置の主効果がみられたのに加えて (それぞれ、($F(2, 12) = 48.52, p < .0001$); ($F(3, 18) = 8.75, p < .0009$)), 交互作用についても有意であ

Figure 2. Mean reaction time as a function of cue validity. Error bars indicate standard error.

った ($F(6, 36) = 2.44, p < .044$)。そこで、単純主効果の検定を行ったところ、すべての標的刺激提示位置において手がかりの効果がみられた (near1 ($F(2, 48) = 20.97, p < .01$); near2 ($F(2, 48) = 38.12, p < .01$); far1 ($F(2, 48) = 31.95, p < .01$); far2 ($F(2, 48) = 35.50, p < .01$))。HSD 法による多重比較 ($\alpha = 0.05$) を行った結果、それぞれの標的位置における手がかりの効果については、near1 と near2 の位置に標的刺激が提示された場合には、正手がかり条件、中立条件、偽手がかり条件の順に反応時間が長くなることが示された。一方 far1 と far2 に標的が提示された場合には正手がかりと偽手がかり条件の間にのみ差がみられた。また、それぞれの手がかり条件における標的刺激位置の単純主効果が有意であったので (invalid ($F(3, 18) = 4.50, p < .01$); neutral ($F(3, 18) = 7.41, p < .01$); valid ($F(3, 18) = 5.51, p < .01$)), 多重比較を行った。結果、偽手がかり条件においては near1 の標的刺激よりも near2, far2 が標的刺激となった場合に反応が遅延することが示された。中立条件では near1 よりも他の標的刺激が提示された場合に反応が遅延することが示された。しかしながら、正手がかり条件ではいずれの位置に標的が提示された場合であっても反応時間に違いはみられなかった。

ところで、本実験で用いられた空間手がかりパラダイムに対する問題点の一つとして、中立手がかり条件の扱いがある。これに関しては、例えば二次元平面で行われた研究として Jonides & Mack (1984) で報告されており、三次元空間内における研究としても Gawryszewski, Riggio, Rizzolatti, & Umiltà (1987) で言及されている。これらの研究では中立手がかり条件が他の手がかり条件と比較した場合に必ずしも中立的な役割でもって機能しているわけではない可能性が指摘されている。そこで、本研究では中立条件を用いて実験を行ってはいるが、手がかりが示した位置に標的刺激が提示された条件と手がかりが示した位置とは逆の位置に標的刺激が提示された条件を直接比較するた

め、中立条件を除き正手がかり試行と偽手がかり試行の差を注意の効果として難易度高条件と難易度低条件における標的刺激提示位置の違いが注意配分に及ぼす影響について、1 要因 (標的位置条件: near1, near2, far1, far2) の分散分析を行った (Figure 4)。

その結果、難易度低条件においては標的刺激の位置の効果はみられず、いずれの位置に標的が提示された場合であっても注意配分に違いはみられなかった ($F(3, 18) = 0.81, p < .503$)。他方、難易度高条件においては標的刺激の位置による効果について傾向差が示された ($F(3, 18) = 3.02, p < .057$)。このことは、正手がかり条件と偽手がかり条件の二つの条件から三次元空間における注意特性を検討した場合であっても課題難易度の違いによる注意配分の変化がみられることを示唆している。

難易度低条件と難易度高条件における判断エラー率はそれぞれ、5.4%, 4.6%であった。同判断の有無によるエラー率の違いを検討するために、1 要因の分散分析を行った結果、判断難易度の違いによる負荷によってエラー率に違いはないことが示された ($F(1, 6) = 2.12, p < .195$)。したがって、本実験で得られた反応時間の結果については速さと正確さのトレードオ

Figure 4. Differences between valid and invalid trials as a function of each target location. Error bars indicate standard error.

Figure 3. Mean reaction time as a function of each target location. Error bars indicate standard error.

フによるものではないと考えられる。さらに、標的刺激提示位置の違いによるエラー率への影響を検討するために難易度条件ごとに 2 要因の分散分析（手がかり条件×標的刺激位置条件）を行った。その結果、いずれの難易度条件においても手がかりの主効果がみられたのみで（難易度高条件：($F(2, 12) = 4.46, p < .036$)、難易度低条件：($F(2, 12) = 6.93, p < .01$)), 他については有意ではなかった。下位検定の結果、難易度高条件では invalid 試行と neutral 試行は valid 試行よりもエラー率が高く、難易度低条件では invalid 試行が他の試行よりもエラー率が高いことが示された。

考 察

本研究は三次元空間において注意配分が行われる際に課題難易度がどのように影響するのかについて実際空間内において検討し、注意の配分様式、すなわち注意表象を明らかにすることを目的とした。その結果、従来の立体視を用いた仮想的な三次元空間内での研究（Andersen, 1990; Atchley et al., 1997）と同様に、先行手がかりによって注意が制御される事態において奥行き情報を含んで注意が機能していることが示された。このことは、本研究のような比較的大規模な現実空間内における注意表象が depth-aware な特性（Andersen, 1990; Andersen & Kramer, 1993; Atchley et al., 1997; Downing & Pinker, 1985; Miura et al., 2002）を有することを示しており、二次元平面や立体視による空間内と現実空間内における注意機能に、ある程度の共通性が存在すると考えられる。それに加えて、注意の再配分に要する時間と考えられる正手がかり試行と偽手がかり試行での差は、難易度低条件では 98 ms であったのに対して難易度高条件では 116 ms で、課題難易度が高い場合に課題難易度が低い場合よりも顕著であった。この背景には Lavie (1995), Lavie & Tsai (1994) などが示した注意の負荷に関する理論で述べられたように、課題遂行のための負荷が増大したことで注意資源が減少して標的刺激に対する反応が遅延した結果であると考えられる。本研究の場合、固視点と同じ奥行き位置に提示される標的刺激に対して判断しなければならないことが負荷となったと考えられる。換言すると、難易度が高く比較的困難な課題を遂行するために固視点付近に注意を集中する必要があったと考えられる。立体視による空間内の注意特性を検討した Atchley et al. (1997) においても、注意を集中させる必要のない比較的容易な課題を行わせた場合には反応時間において先行手がかりの効果はみられず、課題の難易度を操作し、注意を集中させねばならない課題の場合に先行手がかりの効果がみられたことを報告している。

また、反応時間への標的提示位置の効果は多重比較の結果、正手がかり条件ではみられなかった。これ

は、手がかりが正しい場合にはあらかじめ配分された注意によって領域内の処理が促進された結果、標的刺激提示位置の違いによる影響がみられなかったと考えられる。他方、偽手がかり条件の場合には、一度特定の領域に配分した注意を標的刺激が実際に提示された空間へ再配分する必要があるために標的刺激提示位置による影響を強く受けるものと考えられる。さらに、注意の効果において難易度高条件では固視点付近を中心とした注意配分となる傾向にあったが、難易度低条件ではそのような注意配分は示されなかった。これについては注意の構えが固視点付近への注意配分に影響したのかもしれない。すなわち、難易度高条件では固視点位置に提示される標的刺激に対する構えのために注意が固視点付近に配分されたために注意の効果は固視点付近で大きくなったと考えられる。

本研究で得られた知見は、実際空間内での注意配分が課題要件に依存して変化することを示している。すなわち、三次元空間内で注意表象が課題要件に伴ってどのように機能するのかということと関連するとともに、空間中心・対象中心の注意という複数の注意表象間の相互作用の可能性（Atchley & Kramer, 2001）を示している。これらの関係を明らかにするためには、今後手がかりの与え方を変更するなどしてさらに詳細に検討する必要がある。

実際空間内における注意配分は、目的指向的な視覚処理を促進する機能を有するものと考えられる（木村・三浦, 2003）。また、実生活とも直接結びつくためにきわめて重要であるが多くの課題も残されている。例えば、注意配分と時間的特性の関係があるが、行為を達成するための注意配分に関する時間的特性を明らかにすることは交通場面や機器操作場面などでの利用安全性にかかわる問題である。加えて、奥行き方向への注意制御の能力は加齢においても維持されることが示されており（Atchley & Kramer, 2000）、実際空間内における注意が課題に依存してどのような振る舞いをし、加齢と関係するのかを検討していかねばならない。

引用文献

- Andersen, G. J. (1990). Focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, **47**, 112-120.
- Andersen, G. J., & Kramer, A. F. (1993). Limits of focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, **53**, 658-667.
- Atchley, P., & Kramer, A. F. (2000). Age-related changes in the control of attention in depth. *Psychology and Aging*, **15**, 78-87.
- Atchley, P., & Kramer, A. F. (2001). Object and space-based attentional selection in three-dimensional space.

- Visual Cognition*, **8**, 1-32.
- Atchley, P., Kramer, A. F., Andersen, G. J., & Theeuwes, J. (1997). Spatial cuing in a stereoscopic display: Evidence for a “depth-aware” attention focus. *Psychonomic Bulletin & Review*, **4**, 524-529.
- Downing, C., & Pinker, S. (1985). The spatial structure of visual attention. In M. I. Posner & O. Martin (Eds.), *Attention and performance*. Vol. 11. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp.171-187.
- Egely, R., Driver, J., & Rafal, R. D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental psychology: General*, **123**, 161-177.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsense task. *Perception & Psychophysics*, **16**, 143-149.
- Gawryszewski, L., Riggio, L., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. (1987). Movements of attention in the three spatial dimensions and the meaning of “Neutral” cues. *Neuropsychologia*, **25**, 19-29.
- Ghirardelli, T., & Folk, C. L. (1996). Spatial cueing in a stereoscopic display: Evidence for a “depth-blind” attentional spotlight. *Psychonomic Bulletin & Review*, **3**, 81-86.
- Iavecchia, H. P., & Folk, C. L. (1994). Shifting visual attention in stereographic display: A timecourse analysis. *Human Factors*, **36**, 606-618.
- Jonides, J., & Mack, R. (1984). On the cost and benefit of cost and benefit. *Psychological Bulletin*, **96**, 29-44.
- 木村貴彦・三浦利章 (2003). 奥行き注意における手がかりと行為の役割 心理学評論, **46**, 297-313. (Kimura, T., & Miura, T. (2003). The role of cues and action in attention in three-dimensional space. *Japanese Psychological Review*, **46**, 297-313.)
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 451-468.
- Lavie, N., & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, **56**, 183-197.
- 三浦利章 (1996). 行動と視覚的注意 風間書房 (Miura, T. (1996). *Behavior and visual attention*. Tokyo: Kazama Publishers.)
- Miura, T., Shinohara, K., & Kanda, K. (2002). Shift of attention in depth in a semi-realistic setting. *Japanese Psychological Research*, **44**, 124-133.
- Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick & E. J. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp.137-157.
- Posner, M. I., Snyder, C., & Davidson, B. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, **109**, 160-174.
- 八木善彦・熊田孝恒・菊池 正 (2004). 注意の初期選択説・後期選択説を巡る研究動向——注意の負荷理論を中心として—— 心理学評論, **47**, 478-500.
- (Yagi, Y., Kumada, T., & Kikuchi, T. (2004). A review on the locus of attentional selection: Focusing on perceptual load theory. *Japanese Psychological Review*, **47**, 478-500.)

—— 2006. 2. 10 受稿, 2007. 1. 13 受理 ——