The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	三次元空間における視覚的注意に関する研究
Author(s)	木村, 貴彦
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44164
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【7】

氏　　名	木村貴彦（きむらたかひこ）
博士の専攻分野の名称	博　士（人間科学）
学位記番号	第　17477　号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 人間科学研究科人間科学専攻
学位論文名	**三次元空間における視覚的注意に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　三浦　利章 （副査） 教　授　中村　敏枝　　助教授　臼井伸之介

論文内容の要旨

注意はここ数十年の間、認知心理学における主要な問題のひとつであったが、研究の多くは二次元平面で行なわれ、実際の行動空間である三次元空間における研究はほとんど見られなかった。近年になってハードウェアの飛躍的な進歩もありようやく研究者の関心も三次元空間に向かいつつあるというのが現状である。さらに、交通場面などを見るまでもなく、我々の日常における視覚情報処理の解明にとって、三次元空間における注意に関する研究の必要性は高い。

そこで、本研究では、三次元空間における視覚的注意機構のはたらきについて検討することを目的として行なわれた。その際に、(1)トップダウン処理とボトムアップ処理の比較、(2)観察者動態と静態の比較、(3)注意が持つ諸特性、(4)奥行き知覚と注意の関与といった観点から研究が行なわれた。実験1では、トップダウン手がかりを用いた場合の注意のはたらきが観察者動態と静態において比較された。また、指標として用いられた反応時間がどのような構成要素でもって成立しているのかについて予期と課題の違いから観察者動態と静態のそれぞれで検討が行なわれた。実験2では、実験1と同様に観察者動態と静態において、ボトムアップ手がかりを用いたときに注意がとのような特性を持つのかについて検討された。さらに、三次元空間で行なわれる知覚的処理である奥行き知覚と注意がどのような関係を持つのかについて実験3で検討された。

実験1　トップダウン手がかりを用いた奥行き注意特性

実験1では、3種類の実験が行なわれた。実験1－Aでは基礎的検討として観察者が行なおうとする課題によって注意資源の配分が変化することが示された。すなわち、固視点を基準にしてターゲットの遠近位置を判断するときに、固視点と同じ奥行き位置のターゲットが提示されるかどうかによって得られた注意のコストとベネフィットに相違が見られることが示された。これを踏まえて行なわれた実験1－Bでは、トップダウン手がかりを用いた場合の注意のはたらきが検討された。注意配分の際に手がかりによって反応時間が制御されることが示された。しかしながら、反応時間全体としてみた場合、観察条件による効果に違いはみられなかった。ところが、注意移動切り替え特性の観点から検討した場合には、「遠くから近く」への注意移動の方が、「近くから遠く」への注意移動よりも早いという異方性が存在することが示され、それは観察者が動態の場合に静態時よりも顕著に示されることが明らかになった。このことは先行研究であるMiura, Shinohara, and Kanda（1994；2002）や三浦（1996）がいう「注意のラバーバ

ンド特性」と一致するとともに、静態で行なわれた Downing and Pinker (1985) や Gawryszewski, Riggio, Rizzolatti, and Umiltà (1987) とも矛盾しない結果である。また、この知見はトップダウン手がかりを用いた事態において、注意が奥行き情報を含んで機能することを示唆している。さらに、実験１－C では注意を検討する際に指標として得られた反応時間がどのような構成要素からなるのかが問題とされた。つまり、「予期の有無」と「課題の違い」という要素を組み合わせた時に、注意がどのような影響を与えるのかについて検討がなされた。このような観点からの研究は今までにほとんどなされてこなかったものである。実験としては「予期の有無」、「単純反応課題か遠近判断課題か」という条件を組み合わせた上で動態と静態の条件をあわせ、合計８種類の実験が行なわれた。

結果、全体的な反応時間としては観察条件の効果はみられなかったが、反応時間を構成する要素ごとに検討を行った場合、遠近判断課題が求められた時の予期の効果において、静態時よりも動態時において対処が劣り、遅延がみられることが示された。つまり、単純な反応では注意の影響はあまりみられないが、反応時に遠近判断が必要な場合のような弁別課題時には注意の効果が見られることが示された。このことは、Lavie (1995) が二次元で、Atchley, Kramer, Andersen, and Theeuwes (1997) が三次元で確認した知覚的負荷とも関係すると考えられ、注意機構が課題に依存していることが示唆された。

実験２　ボトムアップ手がかりを用いた奥行き注意特性

実験２では、ボトムアップ手がかりによる注意制御が問題とされた。実験１との違いは手がかりの提示方法であった。実験１では、手がかりとして固視点部分に色によって提示されたが、実験２ではターゲットが提示される位置において低輝度から高輝度への変化によって短時間 (150 ms) 提示された。

結果、実験１と同様の知見が得られ、注意が三次元空間で奥行き情報を含んで機能していること、注意移動特性において異方性が見られ、「遠くから近く」への移動がその逆よりも早いこと、そして、それは動態時に顕著になることが示された。さらに、ボトムアップ手がかりによる処理とトップダウン手がかりによる処理は完全に独立しているのではなく、少なくとも一部分では関係していることが示された。これは、ボトムアップ手がかりによる注意配分がターゲットの絶対的な位置に依存することに対して、トップダウン手がかりによる注意配分が固視点との相対的な関係によって行なわれることから示された。すなわち、本研究の場合、ボトムアップ処理単独による注意配分であれば反応の遅延が見られるべきターゲットの提示位置に、トップダウン処理による影響のためそのような遅延が見られなかったことがわかった。このことは、トップダウン手がかりによる注意配分がボトムアップ手がかりによる注意配分に対してモジュレーションとしての作用をもっていることが示唆している。また、Atchley and Kramer (2001) や Kimura, Miura and Shinohara (2002) が指摘するような注意表象間における相互作用の可能性を示唆するものである。

実験３　注意と奥行き知覚の関係

実験３では、注意と奥行き知覚の関係について、３つの実験から検討された。具体的には手がかりとターゲットの間の奥行き評価を行なわせた場合に、手がかりを用いて、ターゲットが手がかりよりも遠くに提示されるか近くに提示されるかという情報が操作された。すなわち、注意の予期を制御することが奥行き知覚にとのような影響を与えるのかが調べられた。実験３－A では、観察者から固視点までの距離が３条件設けられ、その条件は試行ごとに変化した。結果、明確ではないものの予期が正しい場合には奥行き知覚が正確になることが示されたが、観察者から固視点までの距離が試行ごとに変化されたために、固視点間での干渉が生起し、パフォーマンスが抑制された可能性が示唆された。そこで、実験３－B では固視点条件をブロック化して実験３－A と同様の課題を行なった。その結果、予期の効果はさらに明確に示された。また、実験３－A よりも実験３－B の方が反応時間、奥行き知覚のどちらのパフォーマンスも優れていることが示された。これらのことは、木村・三浦・土居・山本 (2001) が指摘するように、課題によって注意配分が異なる可能性を支持するものである。しかしながら、これらの実験においては、予期情報を提示する手がかりとターゲットの提示間隔に時間的なズレが存在していたため、観察者はまず、自己から手がかり刺激までの距離をスケーリングし、次に、自己からターゲットまでの距離をスケーリングした上で、それらの差分をとって奥行き知覚を成立させていた可能性も考えられる。すなわち、奥行き知覚は距離知覚の差分によって成立するのかど

うかという問題が生起する。そこで、実験３－Ｃでは、奥行き知覚ではなく、距離判断を観察者に求めた。もし、それらの距離知覚の差分によって奥行き知覚が成立するのであれば、奥行き知覚を行なわせた場合と結果は変わらないと考えられる。また、注意は奥行き知覚と距離知覚のそれぞれにおいてどのように関係するのかについて検討がされた。結果は、奥行き知覚よりも距離知覚の方が反応時間、判断課題のどちらのパフォーマンスも良く、差分によって奥行き知覚が成立するのではないことが示された。また、奥行き知覚に比べて距離知覚では注意の影響が見られず、注意配分についても異なる可能性が示唆された。

総合論議

本研究によって、三次元空間における注意機構の一端が明らかになった。第一に、トップダウン処理を用いた場合であっても、ボトムアップ処理を用いた場合であっても注意は奥行き情報を含んで機能するということである。このことはこれまでに Ghirardelli and Folk（1996）と Iavecchia and Folk（1994）が主張している depth-blind の立場と、Downing and Pinker（1985）や Atchley et al.（1997）、Miura et al.（1994；2002）などが主張したような depth-aware の立場の間での議論に対して、後者を支持するものといえる。第二に、注意は遠近に移動する場合に、「遠くから近く」の方が「近くから遠く」よりも早いという異方性を持つことが明らかになり、この特性は観察者が動態時にさらに顕著に示されることがわかった。このことは観察者が動態であるか静態であるかという点が注意機構に影響することを示唆するとともに、安全性の観点から考えて生態学的に妥当なものである。また、遠近の空間のそれぞれが内的表象として必ずしも同一に扱われていないことを示唆しており、今後さらにその異方性が持つ機構について検討が必要なことが示された。第三に、三次元空間における注意機構において、トップダウン処理とボトムアップ処理が相互作用的なはたらきをしていることが示唆された。このことは我々がふたつの処理系を独立させて処理を行なうのではなく、少なくとも一部分では協調させて処理を行なうことがあることを示しているだろう（e.g., Gregory, 1998；Wright and Ward, 1998）。第四に、奥行き知覚のような知覚処理に対して注意が関与することが示された。すなわち、距離知覚を行なった場合には注意資源の配分に勾配はみられなかったが、奥行き知覚を行なった場合には注意資源の配分に勾配がみられた。このことは、奥行き知覚が距離知覚の差分によって成立しているのではないことを示すとともに、注意の関与が距離知覚と奥行き知覚とで異なることを示唆している。つまり、三次元空間における注意資源の配分は課題によって柔軟に変化することが示されたといえる。このことは、Kimura et al.（2002）や Atchley and Kramer（2000）が指摘するように三次元空間において、複数の注意表象が相互に関係している可能性を示唆するものである。

本研究で得られた知見は基礎的には人の視覚機構の解明に資するものであり、実際的には HUD やカーナビゲーション使用時の操作性や安全性に関わる問題について貢献できるものである。今後検討すべき問題は(1)三次元空間における注意機構の時間的特性、(2)手がかり刺激の特性がトップダウン処理・ボトムアップ処理に与える効果、(3)我々の行なう行動がトップダウン処理やボトムアップ処理にどのような意味を持つのか、(4)能動的な運動が重要なのか、網膜上での像の運動が重要なのかという観点から、オプティカルフローの影響、(5)課題の持つ効果といったものがある。

論文審査の結果の要旨

注意研究の多くは二次元平面で行なわれ、実際の行動空間である三次元空間における研究はほとんど見られない。交通場面などを見ても明らかなように、我々の日常場面における視覚情報処理の解明にとって、三次元空間における注意機構に関する研究の必要性は高い。

本研究は、三次元空間における視覚的注意機構について、(1)意図的処理と自動的処理の比較・検討、(2)観察者動態と静態の比較・検討、(3)奥行き知覚と視覚的注意の関係について、３種類、計 15 の実験から明らかにしようとしたものである。その結果、注意は遠近に移動する場合に異方性を持つこと、遠近空間の内的表象は必ずしも均質ではないこと、意図的処理と自動的処理が相互作用的に機能すること、奥行き知覚に注意が関与すること等を明らかにし、新しい概念モデルを提起した。

本研究で得られた知見は、基礎的には視覚情報処理機構について新しい知見を提供し資するものであり、応用的にはカーナビゲーションやHUD（Head-Up Display）使用時の安全性や操作性の向上に貢献できるものである。

以上、当論文は、理論的位置づけの斬新性、一連の実験の展開の的確性、提起したモデルの精緻性、全体に渡る論理の展開の明晰性から博士（人間科学）の学位の授与に十分に値するものと判定した。