

学位論文題名

触空間情報処理に対する視覚処理経路の関与

—二重課題法を用いた認知心理学的研究—

学位論文内容の要旨

ヒトは、異なるモダリティから入力された環境情報の動的な統合処理によって、はじめ、適応的な行動をとることが可能となる。中でも近感覚である触覚と遠感覚である視覚のクロスモダルな情報処理は、環境情報の統合にとって極めて重要であるという認識の深まりとともに、近年、その研究数も増加しつつある。しかし、これら2つの情報処理システム間の関係は、未だ十分に明らかにされているとはいえない。本論文では、このような状況を踏まえ、触覚と視覚のクロスモダルな情報処理メカニズムの一端を明らかにするための、2つの問題が検討されている。第1は、触から入力された空間情報の処理に、低次視覚処理経路が関与するか否かという問題であり、第2は、触空間情報の処理に対する低次視覚処理経路の関与が、どのようにして生じるのかという問題である。前者に関しては、低次視覚処理経路上の一部の細胞の活動を抑制する、赤色光提示法を用いた独創的な認知心理学的実験が実施されている(予備実験, 実験1, 実験2)。また後者に関しては、触空間情報処理への低次視覚処理経路の関与が、触情報の視覚イメージ化によって生じるという従来の仮説を精緻化するため、視覚イメージ処理過程の一部である内的書記と、触空間情報処理との関係に焦点を絞った認知心理学的検討が行われている(実験3, 実験4)。これら2段階の実験研究を踏まえた上で、視覚処理経路と内的書記の関係性を解明するための実験が実施され(実験5, 実験6)、それらの結果に基づいて、触空間情報処理に対する内的書記を媒介とした視覚処理経路の関与についての考察が行われている。

本論文は、第1章「触と視覚のクロスモダルな情報処理メカニズムに関する諸研究の概観と新たな研究アプローチの提案」、第2章「触空間情報処理に対する視覚処理経路の関与」、第3章「触空間情報処理に対する内的書記の関与」、第4章「触空間情報処理に対する視覚処理経路と内的書記の関与—相互作用の検討—」、第5章「総合的考察」から構成されている。

第1章では、まず触と視覚のクロスモダルな情報処理メカニズムを明らかにすることの重要性が論じられている。その後、先行研究に関する問題点の整理をとおして、本研究の目的の提示が行われるとともに、過去の研究が持つ問題点を改善するための適切な方法論が提案されている。

第2章から第4章までは、著者が行った予備実験を含む7つの実験について報告されている。

第2章の「触空間情報処理に対する視覚処理経路の関与」では、触空間情報の処理に、視覚処理経路が関与するか否かを検討した3つの実験（予備実験、実験1、実験2）について報告されている。まず予備実験では、低次視覚処理経路上の一部の細胞の活動抑制によって視覚処理機能を妨害する赤色光提示法が、触覚課題の遂行に対しても妨害的に働く可能性が示された。そこで、実験1と実験2では、この方法と課題をより精緻化し、「メトリックな判断が必要な触空間情報処理課題」（以下、触空間情報処理課題と略記する）に特化した検討がなされている。その結果、視覚イメージが関与しやすい実験1の触空間情報処理課題では成績が低下したが、視覚イメージが関与しにくい実験2の課題では、そのような成績低下は観察されなかった。これらの結果から、触から入力された空間情報の処理には、少なくとも赤色光により妨害される1次視覚野までの低次視覚処理経路が関与し、その関与は、視覚イメージによって媒介されるのであろうと考察されている。

第3章の「触空間情報処理に対する内的書記の関与」では、第2章までの結果から予測されたことの検証が行われている。すなわち、視覚イメージが関与しやすい条件（実験3）、しにくい条件（実験4）を設定し、それらの条件下で行われた触空間情報処理課題の成績が、視覚イメージ処理過程の一部をなす内的書記の妨害によって、影響を受けるか否かが検討されている。その結果、視覚イメージが関与しやすい実験3においてのみ、触空間情報処理課題の成績が低下した。この結果は、触空間情報の処理に対する低次視覚処理経路の関与が、第2章で予想されていたように、視覚イメージ処理を媒介して生じており、その中でも特に、内的書記が重要な役割を果たしていることを示唆するものであった。

第4章の「触空間情報処理に対する視覚処理経路と内的書記の関与—相互作用の検討—」では、第2章と第3章から示唆された、触情報処理に対する視覚処理経路と内的書記の相互作用的な関与を解明するための検討がなされている。具体的には、視覚イメージが関与しやすい触空間情報処理課題（実験5）、および関与しにくい同種の課題（実験6）において、赤色光と内的書記妨害を同時に提示するという手法が採用された。その結果、視覚イメージが関与しやすい実験5では、専ら赤色光による妨害効果が支配的であった。この結果に対して著者は、赤色光と内的書記妨害の効果は、触空間情報処理課題に対して加算的に出現するわけではないと論じている。その上で、これは、視覚処理経路と内的書記の関係が単純なものではなく、赤色光による前者への妨害が後者への妨害の効果を抑制するような、複雑な相互作用が両システム間に存在することを示唆するものであろうと解釈している。

第5章の「総合的考察」では、まず、本論文の第2章、第3章、および、第4章で実施された一連の実験結果が整理され、本研究によって得られた、以下の3つの成果について議論が展開されている。まず始めに、低次視覚処理経路が触空間の情報処理に関与する問題について論じられている。そこでは、本研究で発見された、触空間情報処理課題に対する赤色光による妨害効果は、1次視覚野までの低次視覚処理経路が、触空間情報処理に関わっているために生じたものであると結論づけられている。次いで、触空間情報処理と視覚イメージの関係について論じられている。ここで著者は、内的書記を妨害する刺激の提示が、触空間情報処理課題のパフォーマンスを低下させたという事実は、視覚イメージ処理過程の一部である内的書記が、触空間情報処理に

関与することを特定の示すものであろうという考察を行っている。最後に、低次視覚処理経路が触空間情報処理に関与する、具体的なメカニズムについて論じられている。これは要約すれば、触空間情報は視覚イメージ化されて「内的書記」で処理されるが、低次視覚処理経路は視覚イメージ処理過程の神経基盤の一部でもあるため、イメージ処理過程を介して、触空間情報処理に関与するということである。その後、本論文では、これらの知見の科学的貢献に関する包括的な議論が展開されるとともに、当該研究領域において今後進められるべき研究の方向性、並びに研究方法論上の新しい工夫についての提案がなされている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 菱 谷 晋 介
副 査 教 授 田 山 忠 行
副 査 教 授 金 子 勇

学 位 論 文 題 名

触空間情報処理に対する視覚処理経路の関与

－ 二重課題法を用いた認知心理学的研究 －

近感覚である触覚と遠感覚である視覚のクロスモダルな情報処理は、環境情報を統合し、適応的な行動をとるためには極めて重要である。しかし、これら2つのシステム間の関係は、未だ十分に明らかにされていない。本論文では、このような状況を踏まえ2つの問題が検討されている。第1は、触から入力された空間情報の処理に視覚処理経路が関与するか否かという問題であり、第2は、その関与が、どのように生じるのかという問題である。前者に関しては、視覚処理経路上の一部の細胞の活動を抑制することができる、赤色光提示法を用いた独創的な認知心理学的実験が実施されている（予備実験、実験1、実験2）。また、後者に関しては、視覚イメージ処理過程の一部である「内的書記 inner scribe」を介して、視覚処理経路が触空間情報処理に関与するという、独自の仮説に対する検証が行われている（実験3、実験4、実験5、実験6）。得られた実験結果は、触空間情報処理と視覚情報処理の相互作用という観点から論じられ、最後に今後の研究が展望されている。

本研究の第1の成果は、赤色光提示法を用いた認知心理学的な行動実験によって、触空間情報の処理に視覚処理経路が関与することを実証した点にあらう。赤色光の提示で妨害される視覚処理領域は、少なくとも網膜から1次視覚野までの低次レベルに限定される。したがって、赤色光により触空間情報処理課題の成績が低下したという事実は、触空間情報の処理に、比較的低次の視覚処理領域が関与する可能性があることを示唆する。先行研究の中に、本論文のような低次視覚処理領域の関与を、行動指標を用いて示したものはなく、西原氏の研究は極めて高い評価に値するものといえよう。

本研究の第2の成果は、触空間情報処理に内的書記が関与することを実証した点にある。過去の研究においても、触の情報処理に視覚イメージが関与する可能性については議論されてきた。しかし、視覚イメージ処理過程のどの部分が関与するのかという詳細については明らかにされてこなかった。本研究で得られた、内的書記が関与するという発見は、これまでの理解を更に深化させたものといえる。

本研究の第3の成果は、内的書記が関与する課題においてのみ、赤色光による視覚

処理経路妨害の効果が観察された事実から、触空間情報処理に対する視覚処理経路の関与が、内的書記を媒介して生じる可能性が指摘された点である。これは、視覚および触情報処理系の関係解明に一步踏み込んだ重要な知見といえる。

本研究では、従来、視覚情報処理課題に対してのみ用いられてきた赤色光提示法が、視覚以外の課題においても適用可能であることが示されている。西原氏の研究では触空間情報処理課題が採用されているが、氏の研究方法は、より一般的なクロスモダル情報処理メカニズムの研究にも適用可能であり、このような方法論に関する示唆にも、本研究の学術的貢献を認めることができる。

以上述べてきた本論文の成果、すなわち、触空間情報処理に対する視覚処理経路と内的書記の関与の解明、並びに視覚および触情報処理系の相互作用に関する考察の深化、さらには視覚以外の情報処理課題に対する赤色光提示法の有用性の実証等、いずれも、当該研究領域において大きな学問的貢献をなすものであると考えられる。そのことは、本論文に記されている研究成果が、学会において研究奨励賞を受賞しており、査読付きの学術雑誌にも、複数掲載されていることから確認できる。また、本論文で使用された内的書記妨害法は西原氏自身の手でプログラムされたものであり、心理学の方法論に関する書籍の1章として既に公刊されている。このような意欲的に新しい方法論を開発しようとする姿勢も、研究者として評価に値するものであろう。一方、本論文には、触空間情報処理と視覚情報処理の相互作用に関する心理学的なモデルについては素描に留まっているという、弱点も残されている。しかし、これは、本論文の成果を損なうものではなく、さらなる学問的経験の蓄積で十分に解決される課題であると認められる。

本審査委員会は以上の審査結果に基づき、全員一致して、本論文の著者西原進吉氏に博士（文学）の学位を授与することが妥当であるとの結論に達した。