

氏名	杉尾武志
学位(専攻分野)	博士(情報学)
学位記番号	情博第12号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	情報学研究科知能情報学専攻
学位論文題目	物体認識の脳内表現に関する心理学的および神経機能画像法的研究

論文調査委員 (主査) 教授 乾 敏郎 教授 小林茂夫 教授 松山隆司

論文内容の要旨

本論文は、人間の視覚的物体認識の基盤となる物体形状の内部表現に関する実験心理学的およびfMRI（機能的磁気共鳴画像法; functional magnetic resonance imaging）を用いての神経機能画像法的研究から得られた結果をまとめたものである。

第1章は、認識の視点不変性を達成するために必要な物体形状の脳内表現に関する本論文の基本的な立場を提示した。物体形状の見かけの変化は、物体の違いによる変化と単なる観察条件の違いによる変化とが混合したものであり、それらは視点不変性を達成するためには独立に知覚されなければならない。そのために、視覚画像の変化に対して不変に抽出することが可能な特徴に基づいて、物体固有の特性を反映した形状-同定情報とその物体が観察者に対してどのような方位や位置にあるかということを反映した方位-変換情報とが独立して表現される必要がある。このように、どのような要因に基づいて視覚画像が生成されたのかを推測する処理過程が、視点不変性を達成するためには重要であると考えられる。

第2章では、無意味な幾何学的図形集合を用いて、被験者が知覚された形状を形状-同定情報と方位-変換情報に基づいて独立に表現しているかどうかを類似性判断課題により検討した。被験者の類似性判断データをMDS（多次元尺度構成法; multi-dimensional scaling method）により分析した結果、図形固有の形状を符号化した次元と図形にどのような変換がなされているかを符号化した次元とが別々に抽出され、形状が2種類の異なる情報に基づいて表現されていることが明らかにされた。

第3章および第4章では、再認記憶課題を用いて方位-変換情報が物体認識においてどのような役割を担っているかについて検討した。その結果、方位-変換情報は知覚形状のプロトタイプの表現の生成と異なる形状に基づいた新奇物体に関する内部表現の獲得において必要であることが明らかにされた。

第5章では、fMRIにより日常的によく見られる物体の画像を用いて、観察方向の良さ（物体の形状の典型性）による大脳領域の活動の違いを検討することにより、方位-変換情報の視覚的物体認識における役割についての考察を行った。その結果、日常的にあまり見慣れない方向から物体を観察したときに、両側の上頭頂小葉を中心とした後部頭頂皮質と運動前野腹側部の活動がみられることが明らかにされた。前者は視覚に誘導された動作の制御に関わっており、後者は個々の物体に特有の動作パターンを記憶していることが神経生理学的データから示唆される。このことから、非典型的景観からの視覚的物体認識において視空間的処理と物体に対する感覚運動的経験が関与していることが示された。

最後に第6章では、実験の総括、および理論的展望について述べた。物体の形状-同定情報とは独立した構造的知識を人間が保持しており、知覚形状を最もよく説明する構造的表現が候補内から選択されるという処理過程が、視点不変な認識の基盤となっていることが明らかにされた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、認識における視点不変性を効率的に達成するための物体形状の内部表現に関して、心理学的および神経機能画

像法的に研究した成果をまとめたものである。得られた主な成果は次の通りである。

1) 人間は、二つの独立した空間に分離して形状表現していることを心理実験によって明らかにした。これら二つの表現空間とは、形状が何であるかを表現した空間（形状-同定空間）と、様々な空間的変換に対してどのように形状が変化するかを表現した空間（方位-変換空間）である。

2) 人間は自己の持つ一般的な構造的知識に基づき、提示された形状に対して、より典型的な形状を内的に自動生成していることを明らかにした。

3) 形状が正立して提示された場合を正立でない場合と比較すると、より構造情報に基づいた符号化がなされることを明らかにした。

4) fMRIを用いた脳活動の計測から、1)に記した二つの表現空間（形状-同定空間と方位-変換空間）が、それぞれ脳内視覚経路における腹側系と背側系の活動を反映していることを明らかにした。特に、頭頂皮質後部を中心とした背側系における処理が、三次元構造の解釈に関わっていることを明らかにした。

用いられた手法は独創的であり、複数の質的に異なる表現が認識の基盤になっていることを実証的に明らかにしたのは本研究が初めてであることから、高く評価できる。形状からの同定判断に対する物体の方位といった空間特性の影響は、腹側系の視覚処理が、質的に異なる背側系の処理に制約されていることを示唆しており、視覚的物体認識を効率的に行うために重要な役割を果たしていると考えられる。こうした知見は、この分野の今後の発展に大きく寄与できるものと考えられる。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成12年1月26日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。