

Title	カテゴリ知識が視覚認識に与える影響とその機能的役割(Abstract_要旨)
Author(s)	三崎, 将也
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2001-03-23
URL	http://hdl.handle.net/2433/150614
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	none

氏名	み さ き ま さ や 三 崎 将 也
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 34 号
学位授与の日付	平 成 13 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	カテゴリー知識が視覚認識に与える影響とその機能的役割

論文調査委員 (主査) 教授 乾 敏 郎 教授 松 山 隆 司 教授 美 濃 導 彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は人間の視覚認識において、対象に対する知識が果たす役割を、特にカテゴリ知識に着目して調べたものである。研究では心理実験、数理モデル、ニューラルネットワークシミュレーションという複数の手法を用いて、視覚認識においてカテゴリ知識がどのような影響を与え、またその機能的役割がどのようなものであるかを検討している。

第1章では、人間の視覚認識において、対象に対して持つ知識が大きな影響を与えることを過去の研究などから示し、機能的観点からそのような影響を調べる必要性や、特にカテゴリ知識を対象とすることの利点などを述べた。

第2章の実験1においては、実際にカテゴリ知識を獲得することにより、対象の認識の仕方がどのように変化するかを、図形パターンに対して類似性評定課題を行うことで調べた。実験の結果、カテゴリ知識の獲得により、同一カテゴリに属する対象間の類似性が高く評価されるようになった。ただしその効果は、カテゴリ内で一様ではなく、カテゴリの分布において中心から離れた典型性の低い対象に対しては、カテゴリ学習の効果は弱いものであった。

第3章では、第2章の実験1で示された典型性による効果の違いをより詳細に検討するため、典型性を制御した刺激パターンをドットパターンにより作成し、典型性による類似性評定に対する効果の違いを調べた。実験の結果、カテゴリ知識は典型性の高い対象に対してより強く働くことが示された。また刺激の典型性により、様々な条件を設定して実験を行った結果、カテゴリ知識はカテゴリの共通属性を強調する形で働くことや、効果の大きさが既存の特徴との関係で決まること、複数のカテゴリ知識が同時に影響を与えることなどが示唆された。さらに、実際にこのような働きにより心理実験の結果が説明できることを示すために、これらの働きを数理モデルによりモデル化し、そのシミュレーションを行ったところ、心理実験と一致する結果が得られ、カテゴリ知識の働きに関するこれらの仮説の妥当性が示された。

また第3章の数理モデルの構築において、対象の属性を推測できるというカテゴリの機能性が、カテゴリ学習の影響と関係していることが示唆されたことから、第4章の実験3では、この機能性と影響の大きさとの関係に着目した実験を行った。実験3では階層的なカテゴリを用い、機能性に差がある階層ごとに、カテゴリ学習の類似性評定に対する影響の大きさを調べた。その結果、機能的に最も優位である基本レベルのカテゴリにおいて、類似性を上昇させるというカテゴリ知識の効果が最も大きく、カテゴリ知識の視覚認識に対する影響は、カテゴリのラベルから特徴を推測するという機能性と関係していることが示された。

第5章においては、カテゴリ知識の獲得が、実際に視覚認識において機能的に有利に働いているかを調べる実験を行った。実験4では、瞬間呈示課題という一瞬だけ呈示された図形パターンを同定する課題を行い、対象に対するカテゴリ知識を持つ被験者群と持たない被験者群とでその成績を比較した。その結果、カテゴリ知識を持つ被験者群の方が、瞬間呈示における対象の識別率が高く、カテゴリ知識を持つことが、実際の認識においても機能的に有利に働くことが示された。

第6章では、ニューラルネットワークモデルを構築して、ここまでの心理実験で示された、カテゴリ知識の認識に対する影響を再現するとともに、実際の脳の活動において見られる、カテゴリ知識の影響との関係を考察した。ニューラルネット

ワークモデルでは Wake-Sleep アルゴリズムを用いた双方向結合の3層のネットワークを構築し、そのシミュレーションにより、実験4の結果を再現することができた。さらに、脳活動において見られる、カテゴリ知識を獲得することによる処理負荷の減少と、ネットワークモデルにおいて見られた、エントロピーの低いスパースな内部表現の獲得との間に関係が見られた。このことからカテゴリ知識は対象に対する情報をトップダウンに与えることで、処理負荷の減少に寄与していることが示唆された。

最後に、本論文における実験結果のまとめと、今後の展望、結果の一般性に関する検討を第7章において行った。本研究によって、カテゴリ知識が視覚認識に対して、カテゴリの共通属性を強調する形で働き、そのような働きには、カテゴリラベルからの特徴の推測という機能的な役割があることが示された。また、カテゴリ知識の獲得は脳における処理負荷の減少にも寄与しているが、このようなカテゴリ知識の働きが情報理論的に説明できることも本研究において示された。トップダウンの知識とボトムアップの知覚との相互作用による効率的な処理は、脳の処理様式における重要な側面であり、本研究はこのような処理の一端を、カテゴリ知識を通じて明らかにしたものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は、視覚認識におけるカテゴリ知識の影響とその機能的役割を、心理実験、数理モデル、ニューラルネットワークモデルを用いて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とおりである。

- 1) カテゴリ知識を獲得することにより、同一カテゴリ対象間の類似性が上昇し、その影響はカテゴリ内において典型性の高いパターンほど大きい。
- 2) カテゴリ知識は視覚認識において、カテゴリの共通属性を強調する形で働き、またその効果の大きさは既存の特徴との相互作用で決まり、さらに複数のカテゴリ知識が同時に働いている。
- 3) カテゴリ知識の効果は、機能性において最も優位である基本レベルのカテゴリにおいて最大となる。
- 4) 瞬間呈示下における対象の識別において、カテゴリ知識を持つことが識別率の上昇に寄与している。
- 5) 脳におけるカテゴリ知識の獲得による処理負荷の減少は、知識からのトップダウンの影響によりモデル化でき、その効果は情報理論的に説明できる。
- 6) 以上の点から、カテゴリ知識は視覚認識に対して影響を与え、その影響にはカテゴリの共通属性の推測や、それによる処理負荷の低減という機能的役割があると考えられる。

本論文では、トップダウンの知識とボトムアップの視覚情報の相互作用という重要で興味深い問題を、心理実験、数理モデル、ニューラルネットワークモデルといった多方面のアプローチから統一的に研究しており、これらのアプローチを駆使することにより、単なる実験結果の記述にとどまらず、脳における処理様式に対して機能的な側面から深く考察している点で高く評価できる。カテゴリ知識という対象に限定した研究ではあるが、それにより知識の影響を定量的にモデル化できており、さらには実際の脳活動において見られる現象も説明している。近年、人間の脳活動を fMRI などにより調べる研究が盛んに行われているが、脳で見られる活動と、心理実験などで測られる人間の認識行動とを、モデルにより結びつける本論文のような研究は、今後はますます重要性を増すものと考えられる。本論文は脳活動と認識行動とのモデルによる対応付けの研究における、一つの優れた成果として評価できる。

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13年2月5日に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。