HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	形態処理に関するオブジェクト認知構造 ： 検出とカテゴリー化の判断過程の比較［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	谷口, 康祐
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(文学)
Dissertation Number	甲第11180号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55334
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Kosuke_Taniguchi_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（文学）　　氏名：谷口康祐

学位論文題名

形態処理に関するオブジェクト認知構造
― 検出とカテゴリー化の判断過程の比較 ―

人にとって「見る」という行為は，主にオブジェクト(対象)の認知を意味している。オブジェクト認知は日常の普遍的行為であるが，そのシステムは大変複雑であり，その構造を明らかにすることは視覚科学における難問の 1 つと考えられている。本論文は，このオブジェクト認知の構造を，形態情報の検出とカテゴリー化という判断過程の比較を通じて，明らかにすることを試みたものである。従来のオブジェクト認知の理論では，少なくとも３段階の階層構造が仮定されている。第１の段階では，網膜上に映し出された画像から，エッジの抽出や奥行の分離などの単純な情報処理がなされる。第２の段階では，図地分離処理によってオブジェクトが背景から抽出され，それにより検出の判断が可能となる。第３の段階では，検出によって抽出されたオブジェクトとその概念のマッチングによってカテゴリー化や同定の判断が行われる，という仮定である。しかしながら，近年ではこのような階層構造の仮定に反した報告も幾つかなされている。例えば，Grill-Spector & Kanwisher (2005) は，検出とカテゴリー化はほぼ同じ処理過程で行われており，同定判断には更なる処理が必要であると主張している。彼女らの主張は様々な研究によって反論されているが，部分的にはこれを支持する報告もある。これらの先行研究を踏まえた上で，本論文では，特にオブジェクト認知において最も重要と考えられる形態情報に着目し，その検出とカテゴリー化の判断過程を実験によって比較検討し，オブジェクト認知構造の全体像がどのようなものであるかを実証的観点から考察している。本論文は以下の 4 章から構成されている。

第 1 章「オブジェクト認知の構造理論とその処理過程」では，オブジェクト認知の構造とその処理過程について先行研究の知見を概観している。この章ではオブジェクト認知における知覚判断の位置づけ，輪郭上の特徴的形態，トップダウン処理との関連といった観点から先行研究をまとめ，本論文の背景と目的を提示している。

第 2 章「知覚判断と形態的特徴の関連」では，3 つの実験研究について報告している。これらの実験では，日常的なオブジェクトを描いた線画に白黒のランダムノイズを重ねた刺激を用いて，検出(実験 1)，上位レベルのカテゴリー化(実験 2)，基本レベルのカテゴリー化(実験 3)という 3 つの知覚判断と線画の形態的特徴（形態変数）の関係を相

関分析と重回帰モデルを用いたパス解析によって分析している。検出課題（実験 1）では，線画を構成する黒ピクセルの部分を一定比率分だけ白黒のランダムノイズとしたターゲットとなる刺激を提示し，変形上下法を用いて各オブジェクトの線画の検出閾を測定している。この課題では，ターゲットと白黒 50%のランダムノイズから成るディストラクターを経時的に提示し，ターゲットが前後のいずれに含まれていたかを判断させた。各線画の検出閾と各線画が持つ形態変数との関係を分析したところ，検出閾が黒ピクセルの局所的な配列を示した形態変数と高い相関をもつことが示された。上位レベルのカテゴリー課題(実験 2)では，検出課題で得られた検出閾を基にして線画ごとに一定比率分だけノイズを重ねた刺激に対して，上位レベルのカテゴリー判断を求め，その正答率を分析している。この課題では，経時的に提示される 2 つの刺激の内，いずれにターゲットのカテゴリーが含まれたかを判断させた。その際，その判断がボトムアップ処理とトップダウン処理のいずれの影響を強く受けるかを調べるため，ターゲットのカテゴリー名を刺激提示前に示す事前教示条件と刺激提示後に示す事後教示条件を設けた。提示された 2 つのオブジェクトの組み合わせに対する正答率とその組み合わせにおける各形態変数値の差分の相関を分析したところ，教示条件間では違いは認められず，両条件とも円形度という輪郭の全体的単純性を示す指標及びイメージとの一致度という主観的指標が判断に影響することが明らかにされた。基本レベルのカテゴリー課題(実験 3)では，ターゲットとしてオブジェクト名を提示したことを除いて，実験 2 とほぼ同様の手続きを用いて実験を行っている。その結果，事前教示条件と事後教示条件の間で形態変数の関与が異なることが示されている。このことから，基本レベルのカテゴリー判断では，トップダウン処理とボトムアップ処理が異なる仕方で関与していることが示唆された。

第 3 章「知覚判断間の時間経過の比較」では，線画の輪郭を断片化した刺激を用いて検出課題と 3 種類のカテゴリー課題（自然物と人工物，上位レベル，基本レベル）において反応時間の時間的変化を比較している。刺激条件として断片化された輪郭上の凹凸部分のみを残した画像(SP)と輪郭上の直線部分を残した画像(MP)の 2 種類，また 2 種類の断片の長さを設定している。生存時間分析を用いて，各課題の反応時間における時間的変化を調べた結果，どの課題においても，早い反応時間帯で断片化の長さの影響が示された。この結果は，どの課題にも共通してボトムアップ的な群化処理の影響があることを示唆するものである。また，基本レベルのカテゴリー課題では，遅い反応時間帯で SP 刺激における反応の優位性が認められたことから，トップダウン的なマッチング処理が関与するという先行研究の知見を支持する結果が示された。

第 4 章「総合考察」では，検出と上位レベルのカテゴリー化と基本レベルのカテゴリー化という 3 つの処理過程について考察した上で，本研究の結果から導かれるオブジェクトの認知構造について提案がなされている。検出判断については，オブジェクト認知における比較的初期の段階でなされているという従来のオブジェクト認知構造の仮定

を支持する結論を得ている。上位レベルのカテゴリー化については，カテゴリーのマッチング処理といったトップダウン的処理よりも，正確なボトムアップ処理の方が判断により大きく影響することを示唆している。基本レベルのカテゴリー化については，トップダウン処理とボトムアップ処理の両方が関与することを示唆している。また，早い反応時間帯では検出との反応生起率に差が見いだされなかったことは，Grill-Spector らの結論を部分的に支持する結果と見なしている。以上の結果を踏まえて，本論文では知覚判断の違いで必要な情報がどのように異なるかを整理する判断モジュールというシステムを仮定したモデルを提案している。このモデルは，神経科学における先行研究の知見とも一致しており，オブジェクト認知が高い精度でなされるのは，ボトムアップ処理とトップダウン処理の両方の影響を受けているからであると結論している。