

氏 名	おお くに よし お 大 谷 芳 夫
学位(専攻分野)	博士 (人間・環境学)
学位記番号	論 人 博 第 4 号
学位授与の日付	平成 10 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	知覚的運動情報の検出過程と運動情報の相互作用に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 江島義道 教授 船橋新太郎 教授 鯨岡 峻

論 文 内 容 の 要 旨

我々を取りまく環境に関する視覚的認識は、明るさ・色・形・奥行きなどの様々な知覚の手がかりに基づいて達成されているが、中でも「動き」は特に重要なものの1つである。網膜に投影される2次元動画像情報の処理は、単に環境内に存在する対象物の動きを知るという働きにとどまらず、対象間の相対的距離及び対象と自己との絶対的距離に関する奥行き知覚、図・地分離や対象の3次元構造に関する形態知覚、環境内における自己運動の知覚、対象を追視するための眼球運動の制御など、実に多様な機能と深く関わっており、視覚的認識の基本的要素となっている。ある程度発達した視覚系を備えた生物を見ても、色彩視や両眼立体視機能を持たないものは多く存在するが、運動視機能を持たないものは知られておらず、「動き」の知覚が環境の認識にとって極めて重要な役割を果たしていることがうかがえる。本学位申請論文は、ヒトの視覚的運動情報処理機構のうち、運動情報の検出過程と運動情報の相互作用の過程を、精神物理学的手法を用いて解明することを目的として行われた研究に基づくものである。

まずはじめに、運動情報の検出過程に関して、大きく離れた複数の刺激要素を継時的に提示する古典的仮現運動事態を用いて、この事態での運動知覚を媒介するとされている特徴対応型運動検出器の構造解析を行った。2つの刺激要素間に観察される仮現運動知覚の時空間特性・輝度コントラスト特性・順応輝度依存性、及び、3つの刺激要素による分裂/融合事態における運動知覚の空間周波数特性を測定し、これら諸特性を、特徴対応型運動検出器の下位過程である明暗コントラスト検出器の応答特性との関係から解析した。その結果、特徴対応型運動検出器は、過渡型チャンネル、持続型チャンネルと呼ばれる時空間特性の異なる2種の明暗コントラスト検出器の出力を受けていること、及び、この運動検出器は低域通過型の空間周波数特性を示すが、カットオフ周波数の異なる複数のタイプに分かれることを明らかにした。また、色彩刺激を用いた反復提示条件における往復仮現運動知覚の時間的減衰特性を測定し、特徴対応型運動検出器の応答には輝度情報だけでなく色彩情報も寄与することを示した。従来の研究では、色彩情報は運動検出に寄与しないとされていたが、これは、運動知覚の測定が特定の時間条件(知覚が減衰したあとの時間条件)で行われていたことに起因することを明らかにした。

次に、運動情報の相互作用の過程に関して、それ自体では明確な運動情報を持たない刺激が周囲の運動刺激と同方向に動いて見えるという運動の同化現象を対象として、輝度の時空間変動から局所的な運動情報を抽出する1次運動検出器間の促進的相互作用の解析を行った。すなわち、1次元並進運動事態で同化現象の生じる時間条件を明らかにするとともに、同化の輝度コントラスト・位相依存性を測定し、これらが1次運動検出器出力の加算過程とコントラスト規格化過程を仮定する階層モデルによって説明可能であることを示した。

さらに、拡大/縮小、回転などの2次元運動において同化が生じることを明らかにし、1次運動検出器と2次元・大域運動検出器間の促進的相互作用の存在を示した。また、2次元運動の同化が生じる空間範囲を測定し、その範囲が高次視覚野の2次元運動に選択的応答を示す神経細胞の受容野サイズと一致することを示した。1次元運動と2次元運動の同化に対する空間周波数及び輝度コントラストの効果は類似の特性を示し、これらから見る限り両者は同一の過程によって媒介されていることが示唆された。最後に、2次元運動情報のみが存在する条件、及び1次元運動情報と2次元運動情報が混在する条

件での同化の加算特性を測定し、いずれの条件でも促進的相互作用は非線形な特性を示すことを明らかにした。

本研究で得られた促進的相互作用（同化現象）に関する知見は、従来の研究で得られている抑制的相互作用（対比現象）に関する知見と統合することによって、運動情報の相互作用全般に関する統一モデル構築への足がかりを与えるものである。

論文審査の結果の要旨

外界に存在する対象が物理的に運動する場合、通常我々にはそれが「動いて」見える。しかし、ものが「動いて」見えるのは対象が物理的に運動している場合に限らない。例えば、踏切の警報器が点滅するのを見るとき、我々はしばしば交互にランプが往復運動しているように知覚する。我々の周囲にあふれている映画・TV・ディスプレイ等の画像提示装置はすべて、物理的には静止した複数の画像を連続的に提示することによって、見かけの「動き」を作り出している。このことから、「ものが動いて見える」のは我々の眼と脳の働きによるものであって、対象の物理的運動は「運動の知覚」の必要条件ではないことがわかる。運動情報の検出過程に関しては、1980年代を中心に研究が進展し、輝度の時空間変動を検出する「1次運動検出器」とテクスチャーなど画像の2次統計量の時空間変動を検出する「2次運動検出器」の神経機構とその特性が明らかにされ、定量的モデルが提案された。これに対し、大きく離れた距離を高速で移動する対象の運動情報は1次、2次運動検出器では検出できず、「特徴対応型運動検出器」によって検出されると考えられているが、その機構は、まだ概念的枠組の提案の段階であり、特性およびその情報構造については明らかにされていない。また、複数の運動物体が存在する時の運動知覚に関する運動検出器の空間的相互作用や、対象に近づいたり対象から遠ざかる時、また身体が回転する時に体験する2次元的運動知覚に関しては、研究は緒についたばかりである。

このような運動知覚の研究状況にあって、本学位論文申請者は、運動知覚機構の解明をめざして、(1)特徴対応型運動検出器の情報処理特性の解析、(2)1次運動検出器の相互作用の解析、及び、(3)2次元的、3次元的運動知覚の受容野特性の解析を行っている。

本学位論文は5章から構成されている。まず第1章では、運動情報検出の基本的枠組と、運動視機構の全体像を明らかにする試みにおける本研究の位置づけと検討課題について述べている。

次に、第2章では、特徴対応型運動検出器に関する実験的検討を行い、この検出器の応答が明暗・色彩コントラスト検出過程とどのように関係づけられるかを明らかにしている。これにより、特徴対応型運動検出器の情報処理構造の定式化を行っている。とくに、運動知覚における明暗コントラストの役割を定量的に解明した点と、従来は運動知覚への寄与がないとされていた色情報の運動知覚への役割を明確にした点は、高く評価できる研究成果である。

第3章及び第4章では、運動の同化現象を実験的に解析し、1次運動の検出過程と検出器間の促進的相互作用の過程を包括したモデルの構築を行っている。このうち第3章では、1次元（並進）運動における同化の刺激依存性を定量的に測定し、その特性を1次運動検出器の応答特性と対応づけることによって、運動の同化が発現するメカニズムを明らかにしている。第4章では、従来報告されてきた1次元運動だけでなく、拡大／縮小、回転などの2次元運動においても同化が生じること、及び、2次元運動の同化の刺激依存性を明らかにし、1次運動検出器と2次元・大域運動検出器の促進的相互作用を解析している。第3、4章の主要な研究成果は、1次運動検出の過程とその出力間の促進的相互作用の過程を包括したモデルの基礎を確立したこと、及び、1次運動検出器と大域運動検出器間にも促進的相互作用が存在することを明らかにしたことの2点である。前者は、運動情報間の促進的相互作用の過程を明らかにしたもので、抑制的相互作用に関する従来の知見と統合することによって、運動情報の相互作用全般に関する統一モデル構築への糸口を与えた点が高く評価できる。また後者は、1次運動検出器と大域運動検出器間の相互作用の解明という、これまで未開拓であった研究領域の端緒を開いたものである。

第5章では、本研究によって得られた知見を総括し、その意義と残された問題点と研究課題を明らかにし、運動の知覚モデルを体系化するための今後の研究の道筋を示している。

以上、申請者の得た研究成果は、運動知覚の体系化に向けた研究に関して多くの新しい知見を与えたものであり、この分野の研究の展開に大きく貢献している。また、人間・環境学研究科 環境情報認知論講座の研究目的の一つである「人間の環境認識機構の解明」に沿ったものである。

よって本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成10年2月5日、論文内容とそ

れに関連した事項について試問・試験を行った結果合格と認めた。