

機関番号：33918  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20530671  
 研究課題名（和文） 視覚刺激の 3 次元空間配置が視覚誘導性自己運動知覚に及ぼす効果の実験心理学的検討  
 研究課題名（英文） Experimental study concerning the effects of stimulus three dimensional configuration on the visually induced self-motion perception  
 研究代表者  
 中村 信次（NAKAMURA SHINJI）  
 日本福祉大学・子ども発達学部・教授  
 研究者番号：30351084

研究成果の概要（和文）：視覚刺激による自己運動知覚（ベクシオン）に及ぼす視覚刺激の 3 次元の布置の効果を心理実験を用いて検討し、①視覚刺激の奥行き知覚に変動がない条件においても、視野中心部に呈示された視覚刺激は、同一の面積をもつ周辺刺激と同等の強度を持つベクシオンを誘導可能であること、②静止背景によるベクシオン抑制には視野の周辺部が、静止前面によるベクシオン促進には視野の中心部がより大きな影響を持つこと、などを明らかとした。

研究成果の概要（英文）：Effects of three dimensional stimulus configurations on visually induced self-motion perception (vection) were investigated. A series of psychophysical experiments revealed various facts, e.g. 1) central visual stimulus can induce self-motion perception as strong as peripheral stimulus with equalized size, even if there is no stimulus-depth artifact, and 2) vection inhibition by static background is dominated by peripheral visual field, whereas vection facilitation caused by static foreground is evident in central vision.

#### 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：空間特性 視覚誘導性自己運動知覚 運動知覚

#### 1. 研究開始当初の背景

視野の大部分を覆うような広い領域で、視覚刺激が均一に運動を行うのを観察した観察者は、静止している自己の身体の錯覚的な運動を知覚する（視覚誘導性自己運動知覚：ベクシオン）。視覚誘導性自己運動知覚の分析は、視覚情報からの自己運動情報抽出に関わる知覚情報処理メカニズムの解明に、大いに寄与してきた。今回の研究では、これまで

の研究によりベクシオンに非常に強い影響を及ぼす視覚刺激要因であると同定されていながらそれぞれが独立に検討されてきた、「刺激奥行き構造」および「刺激呈示領域」を、「視覚刺激の 3 次元空間配置」として統一的に扱い、視覚誘導性自己運動知覚におよぼす両者の相互作用の様態を体系的に明らかにすることを目指す。

## 2. 研究の目的

本研究計画は、ベクシオンに及ぼす視覚刺激の3次元空間内での配置の効果を分析することにより、環境への行動的適応に必要な不可欠な自己身体の空間的定位置が、どのような知覚情報処理プロセスにより実現されているのかを解明することを目指す。その際、これまでほとんど分析がなされてこなかった、視覚刺激呈示の2次元的要因(平面的配置)と3次元的要因(奥行き配置)との相互作用を中心に検討を進める。具体的には、3次元空間配置をさまざまに操作した運動刺激を観察した際の観察者の自己運動知覚を心理物理学的手法で分析し、得られた心理データから視覚運動情報からの自己運動情報抽出に関わる心理学的モデルの構築を行う。

## 3. 研究の方法

本計画において実施された心理実験の概略を以下に述べる。暗室環境下において、観察者の前に設置された十分な大きさを有するリアプロジェクションスクリーン(一部の実験においては、観察者を囲うように設置された広角プラズマディスプレイ)に視覚刺激を呈示した。視覚刺激は、運動情報以外の要因を統制するために、特定の画像的な意味を持たないランダムドットパターンを用いた。視覚運動刺激の3次元空間配置を種々に操作し、それを観察している際の観察者の自己運動の強度を計測した。自己運動強度の指標としては、これまでの研究によりその安定性が確認されている自己運動知覚の累積持続時間と量推定法に基づく強度評定値とを採用した。観察者としては、自己運動知覚に関する心理実験に参加した経験を有しつつ、実験の目的については知らされていない10名以上の大学学部生が実験に参加した(実験により観察者数は異なる)。

## 4. 研究成果

(1) ベクシオン研究においては、古くから、運動刺激の呈示領域を観察者の視野中心部や周辺部に制限することにより、自己運動知覚に及ぼす視覚刺激の2次元配置の効果を検討してきた。これらの検討により、従来は視野周辺部に呈示された視覚刺激が、中心部に呈示されたものよりも、より強い自己運動知覚を誘導可能であることが指摘されてきた。一方、近年、刺激呈示面積を厳密に統制した条件設定を用いることにより、周辺刺激と中心刺激とが自己運動知覚に同等の効果を及ぼしていることが明らかとされつつある。本研究では、この研究間の矛盾が、2次元(平面的)刺激として呈示された刺激パターンが、刺激呈示領域の操作に伴い奥行き構造を伴って知覚され、この知覚された奥行きの差異により刺激呈示領域の効果に見

かけ上の差異が生じてしまったのではないかと考えた。そこで、運動パターン(視野中心もしくは周辺部、数段階の刺激呈示面積を設定)の手前に、両眼視差で定義された奥行き差を有する静止パターンをスクリーン前面に付加した(図1)。この手続きにより、静止パターンの背後に定位される運動パターンに関して、刺激呈示領域の操作にもなると、奥行き知覚が変動することはなくなる。図2に心理実験の結果の一部を示す。刺激呈示面積の増加に伴い、自己運動強度(例示データでは基準化された自己運動持続時間によって示されている)が線形的に増加しており、中心刺激と周辺刺激との間に、単位運動刺激面積あたりの自己運動強度に差異がないことが示されている。視覚刺激の3次元配置を積極的に操作した条件下で、運動パターン呈示の網膜離心度は自己運動強度に影響を及ぼしえないことが確認されたことになり、これまでの研究間での結論の差異は、刺激奥行きの見えの変動が統制されていなかったことに起因していたと考えることができる。

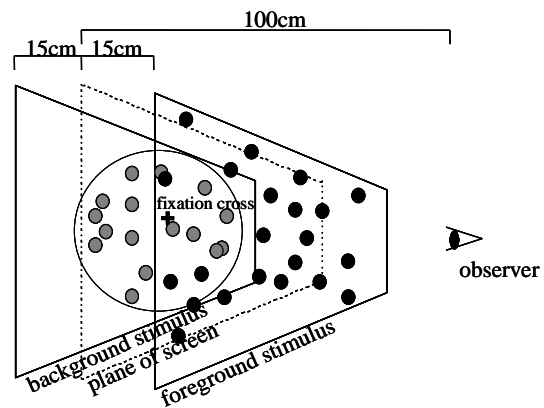


図1 視覚刺激の例。両眼視差により定義された奥行き構造を持ち、前面には静止パターンがスクリーン全面に呈示され、背景には運動パターンが視野中心部もしくは周辺部のみ呈示された

(2) 視覚誘導性自己運動知覚の生起には、運動刺激のみならず、付加的に呈示された静止刺激もが影響を及ぼしうることが研究代表者らのこれまでの実験により明らかにされている。運動パターンの手前に呈示された静止前面刺激はベクシオンを増強し、運動パターンの背後に呈示された静止背景刺激はベクシオンを抑制する。これらの付加静止刺激の効果は、静止刺激の呈示視野領域によって変化するのだろうか? 静止前面刺激および静止背景刺激の呈示領域をスクリーンの中心部のみ、もしくは周辺部のみに限定し、

さらに静止刺激の刺激呈示面積を複数段階設定することにより検討を行った。図3、図4に実験結果の一部を示す。静止前面刺激によるベクシオン増強（図3）、静止背景刺激によるベクシオン抑制（図4）とも、静止刺激呈示面積が増加するにしたがって効果が増大した。また、ベクシオン増強においては視野中心部への、ベクシオン抑制においては視野周辺部への静止刺激呈示がより効果が高いことも明らかとされた。

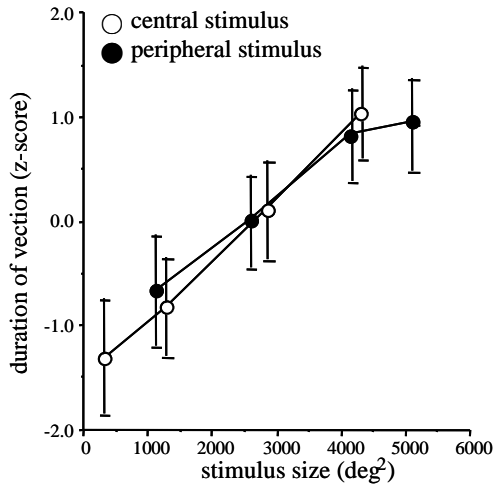


図2 運動刺激の呈示面積の関数としてのベクシオン持続時間（静止前面刺激を付与し、奥行き知覚変動を統制した場合）。中心/周辺両刺激が、単位面積あたり同等強度のベクシオンを誘導していることが理解できる。

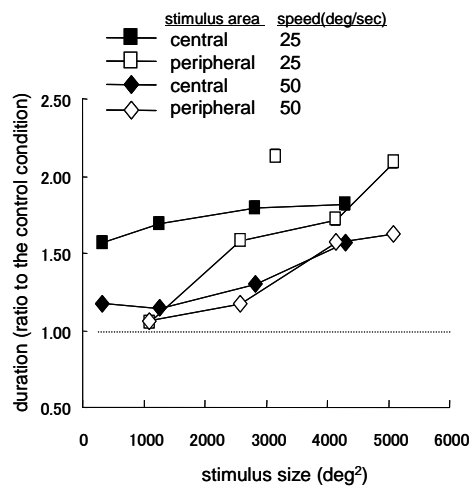


図3 静止前面刺激呈示面積の関数としてのベクシオン持続時間。単位面積当たりのベクシオン促進効果は中心刺激において周辺刺激よりもより大きいことが示されている。また、運動パターン<sup>の</sup>運動速度が低速の場合に、全般的に静止刺激によるベクシオン促進

効果が顕著である。

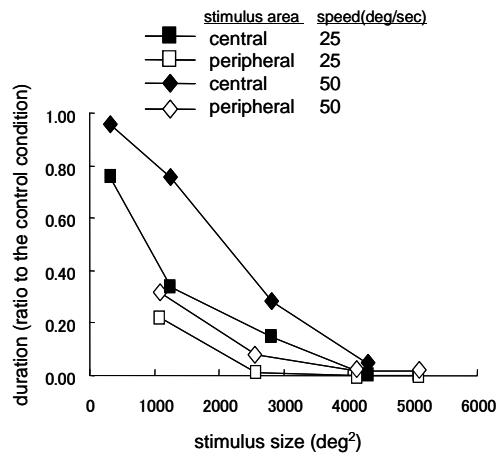


図4 静止背景刺激呈示面積の関数としてのベクシオン持続時間。単位面積当たりのベクシオン抑制効果は周辺刺激においてより大きいことが示されている。また、運動パターン<sup>の</sup>運動速度が高速の場合に、全般的に静止刺激によるベクシオン抑制効果が顕著である。

これらの実験により、視覚刺激を構成する運動パターン・静止パターン<sup>の</sup>3次元空間的配置の効果を体系的に整理することができた。これらの効果はベクシオンに決定的な影響を及ぼすものであり、自己運動知覚生起メカニズムのより良い理解に大いに貢献するものである。

(3) Palmisano らの一連の研究により、近年、観察者視点のランダムなジターもしくは周期的な振動を模擬した視覚刺激を用いた場合に、単純な直線運動を模擬した視覚刺激を適用した場合よりも、より強力な自己運動知覚が生起することが確認されてきている。ジター/振動が含まれている視覚刺激においては、自己運動に関する視覚-平衡感覚間の矛盾が持続的に存在することになり、従来考えられてきた視覚-平衡感覚間矛盾がより少ない条件においてベクシオンが強くなるとする仮説に基づいて上記のジター優位性を説明することはできない。本研究ではこのジター優位性を、自己身体運動知覚における視覚情報の優越性を示す新たな根拠となりえる現象であると考え、その成立機序を検討するために、ジターを付与する視覚刺激の領域を操作し（全スクリーン、視野中心、視野周辺）、その自己運動強度に及ぼす影響を分析した。図5に結果の一部を示す。観察者の前進運動を模擬した拡大運動を行う視覚刺激（オプティカルフロー）を視覚刺激として用いた。視点ジターを視野全体に付加した

条件 (full 条件) では、視点ジターを含まない条件 (control 条件) よりも、2 割程度強い自己運動知覚が得られている。また、視野中心部にのみジターを付加した条件 (central 条件) では、full 条件と同程度のベクシオン増強が得られている一方、視野周辺部だけに (central 条件と同一刺激面積に対し) ジターを付与した条件 (peripheral 条件) では、control 条件と同程度の強度の自己運動しか生じない (ジターによるベクシオン増強が生じない)。ベクシオンにおけるジター優位性が、視野中心部をジター刺激した際にしか生じないという結果は、前々節で述べた通常運動刺激が視覚刺激呈示の網膜離心度には影響を受けないとする結果とは対照的なものであり、刺激呈示の空間配置の効果が刺激運動種別により異なること、さらにはジター運動が自己運動知覚に影響を及ぼす経路が、通常運動のそれとは別の特有なものであることを示唆する。

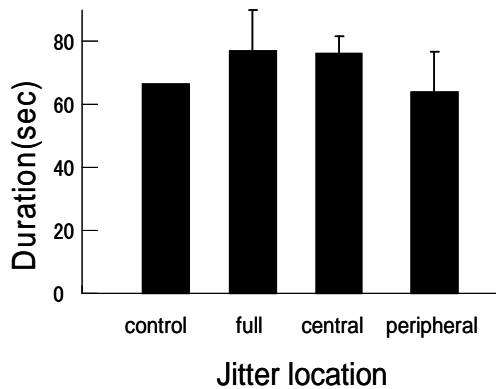


図5 各ジター条件におけるベクシオン持続時間。視野全体に対しジターを付与した full 条件では、ジターを伴わない control 条件に対し、2 割程度のベクシオン増強が確認された。視野中心部にジターを施す central 条件ではベクシオン増強が良好に存置するものの、視野周辺部にのみジターを付加した peripheral 条件ではベクシオン増強が消滅した。

これらの一連の研究により、視覚誘導性自己運動知覚における視覚刺激の3次元配置の効果を体系的に整理する枠組みを構築することができた。我々人間が通常3次元空間内で活動しており、自己運動に関わる知覚情報処理プロセスがまさにこのわれわれの日常活動に依拠していることを考えると、従来行われてきた視覚刺激呈示の2次元分布 (網膜離心度) を中心とする議論では不十分であり、視覚刺激要因の問題を3次元空間内での刺激配置の問題として捉えなおす必要がある。この作業により、例えばこれまで研究

間で矛盾した結果が提出されてきた刺激呈示領域 (周辺優位なのか、中心-周辺同等なのか?) の問題に対し、一貫した結論を導出することが可能となるなど、視覚情報から自己運動成分を抽出する知覚情報処理メカニズムの検討に関し、新たな角度からのアプローチが可能となる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

①T Seno, S Nakamura, H Ito, S Sunaga "Static visual components without depth modulation alter the strength ofvection" Vision Research, 査読あり, 50 巻, 2010, pp1972-1981

②S. Nakamura, "Additional oscillation can facilitate visually induced self-motion perception: The effects of its coherence and amplitude gradient." Perception, 査読あり, 39 巻, 2010, pp320-329

③T Seno, H Ito, S Sunaga, S Nakamura, "Temporonasal motion projected on the nasal retina underlies expansion contraction asymmetry invection. Vision Research, 査読あり, 2010, 50 巻, pp1131-39

④S Nakamura, T Seno, H Ito, S Sunaga, "Coherent modulation of stimulus colour can affect visually induced self-motion perception." , Perception, 査読あり, 39 巻, 2010, pp1579-1590

⑤S. Nakamura, "Effects of stimulus eccentricity onvection reevaluated with a binocularly defined depth." Japanese Psychological Research, 査読あり, 50 巻, 2008, pp77-86

[学会発表] (計12件)

①T Hanara, K Kubota, M Tatsumi, N Limares, S Nakamura, "Visual illusion may contribute to gait recovery in rehabilitation therapy", Society for Neuroscience, 2010/11/13, San Diego

②中村信次 "視覚誘導性自己運動知覚に及ぼす刺激属性の付加変動の効果", 電気通信情報学会ヒューマン情報処理研究会招待講演, 2010/10/15, 仙台

③S. Nakamura, "Effects of Retinal Eccentricity on Jitter Advantage in Visually Induced Self-motion Perception" Asia Pacific Conference on Vision, 2009/7/24, Taipei

④中村信次 “自己運動知覚における視覚刺激運動の斉一性の効果自己運動知覚における視覚刺激運動の斉一性の効果”, VR 心理学研究会, 2008/12/21, 東京

⑤S. Nakamura, “Coherency of visual oscillation determines vection strength”, Asia Pacific Conference on Vision, 2008/7/14, Brisbane

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中村 信次 (NAKAMURA SHINJI)

日本福祉大学・子ども発達学部・教授

研究者番号：30351084