

令和元年5月30日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K12707

研究課題名（和文）移動に伴う注意の神経メカニズム

研究課題名（英文）Investigation of attention induced by voluntary actions

研究代表者

羽鳥 康裕（HATORI, Yasuhiro）

東北大学・電気通信研究所・助教

研究者番号：30750955

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：網膜から脳へは膨大な量の情報が伝達されるため、そのすべてをリアルタイムに処理することは難しい。随意的な自己運動は、次に起こるイベントを予測するための重要な手がかりとなる。本研究では、随意的な運動が視覚情報処理に与える影響を検討した。特に、過去の刺激呈示により生じる現在の知覚のバイアスに対する頭部運動の影響を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

頭部位置が神経細胞の活動を変調し、視覚刺激の検出感度が上昇することが知られている。本研究では、現在の知覚と過去の情報の統合という複雑な過程に対する頭部運動の影響を調べた。それに加えて、刺激呈示の座標系を考慮し、どのような情報が時間的に統合されるのかを調査した。これにより、時空間的な情報の統合過程のメカニズムを検討した。

研究成果の概要（英文）：The visual system is unable to process whole information projected to the eyes. Voluntary movements give crucial cues to infer what will happen in the near future. This study investigated whether voluntary movements affected visual processing. Specifically, the study examined the effects of voluntary head movements on current perception biased by the stimulus presented in the recent past.

研究分野：視覚科学

キーワード：視覚 行動 注意 心理物理学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

網膜から脳へは常に膨大な量の情報が伝達されるため、そのすべてをリアルタイムに処理することは難しい。重要な情報を取捨選択することで、脳は効率的な情報処理を実現していると考えられている(視覚的注意あるいは単に注意と呼ばれる)。近年、身体情報が視覚情報処理に影響を与える可能性が示唆されている。生理学研究により、視覚皮質の神経細胞は頭部方向によって変調されることが示された(Durand et al., Neuron, 2010)。研究代表者らは、注意と密接な関係がある視線位置に着目し、自然画像の観察中の眼球位置が頭部方向と同じ方向に偏る傾向があることを示した(Nakashima et al., Vision Research, 2015)。注意を含めた視覚情報処理を考える上では、視覚情報のみを考慮するだけでは不十分であり、身体情報も考慮する必要がある。

## 2. 研究の目的

随意的な自己運動は、次に起こるイベントを予測する上で重要な手がかりとなる。例えば、頭部を動かそうとした場合、自己の運動により視覚像がどのように変化するかを推定できる。また、自己の動く方向に物体がある場合、衝突の可能性があるため、移動方向に注意が向けられることが想定される。本研究では随意的な運動に着目し、随意的な運動が注意の割当を含めた視覚情報処理に与える影響を検討する。

## 3. 研究の方法

当初の計画では、機能的磁気共鳴画像(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)装置やドライビングシミュレータを用いることで、自己の移動に伴う注意割当の神経メカニズムを検討することを想定していた。しかし、研究代表者の異動に伴い、当初の計画を研究期間内に遂行することが難しくなったため、研究方法を変更した。次に、計画変更後の研究対象・方法を述べる。

### (1) 頭部運動が継時刺激効果に与える影響

脳は外界に含まれる規則性を情報処理に活用している。外界は急激に変化することが少ないため、過去の情報を現在の情報処理に活用できる。過去の情報が現在の情報処理に用いられていることの一例として、継時刺激効果が挙げられる。継時刺激効果とは、現在の知覚が過去に呈示された刺激によってバイアスされる現象である(Fisher & Whitney, Nature Neuroscience, 2014)。しかし、どのようなメカニズムにより、この効果が生じるのかは明らかになっていない。そこで、随意的な頭部運動が継時刺激効果に与える影響を検討した。

刺激呈示の前に頭部運動を行うことで、網膜上での刺激位置は一致するが、環境中の位置は変わるという条件を設けることが出来る(図1)。この方法を用いて、継時刺激効果が網膜上での刺激位置に基づいて生じるのか、あるいは、環境中の刺激位置に基づいて生じるのかを検討した。

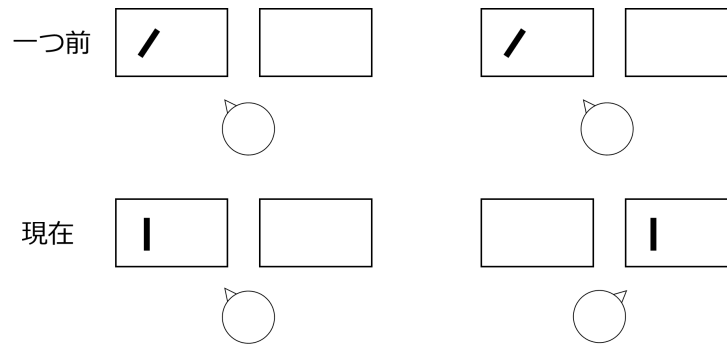


図 1. 刺激呈示の例。(左)一つ前の試行と現在の試行で、刺激呈示位置が環境中の位置と網膜上の位置とも一致している条件。(右)網膜上の位置は同じだが、環境中の位置は異なる条件。  
 実際の実験はヘッドマウントディスプレイ上で実施した。

通常、自然界はテクスチャが豊富に存在するため、頭部運動を行うと自己受容感覚だけでなく、視覚情報からも頭部運動に関する情報が得られる。上述の実験は、視覚刺激を一様な背景に呈示していたため、頭部運動に関する視覚的な手がかりを得にくい条件になっていた。そこで、複雑な背景上に視覚刺激を呈示することで、頭部運動の際に視覚的な運動情報を得やすくなる条件を設定した実験を行った。

継時刺激効果は注意の影響を受けることが知られている。の実験では、視覚刺激が一つしか呈示されていなかった。そのため、刺激の出現自体が注意を誘導することで、頭部運動ではなく注意の影響が強く現れる可能性がある。そこで、視覚刺激を複数呈示し、後から回答する視覚刺激を指定することで、注意が自動的に特定の刺激に向けられることを避けた。

## (2) 頭部運動と眼球運動の動的な協調運動の分析

ヒトは頭部運動を用いることにより視線を大きく移動させることができる。しかし、頭部運動により前庭動眼反射と呼ばれる頭部運動と逆方向の眼球運動が誘発されるため、視線移動における眼球運動の寄与が小さくなる可能性がある。しかし、自然動画を観察する際の頭部と眼球の協調的な運動は詳細には検討されていない。注意と視線位置には密接な関係があることから、頭部運動と眼球運動の動的な協調運動の分析を行った。

自然動画を観察している際の頭部運動と眼球運動を分析した。具体的には、追従性の視線移動を行っている際に、頭部と眼球運動間の方向と速度比を計算することで、頭部と眼球の協調運動を定量的に評価した。

## 4. 研究成果

### (1) 頭部運動が継時刺激効果に与える影響

頭部方向の一致/不一致によって継時刺激効果の効果量に差は見られなかった。また、網膜上での刺激位置の一致/不一致によっても差は見られなかった。しかし、試行間の時間間隔が長かったため、効果が得られにくかったという課題も明らかとなった。

次に、複雑な背景上に視覚刺激を呈示し、頭部運動が継時刺激効果に与える影響を検討した。先行する試行と現在の試行で頭部方向が異なるときに、先行する試行と現在の試行で同じ場合と比較して効果量が大きくなった。頭部方向が同じ場合に過去の情報と現在の情報の統合が行

われると予想できるが、逆の結果となった。しかし、この実験では注意の影響が考えられるため、次に注意の影響が出にくくなる実験を行った。

注意の影響を小さくするために複数の視覚刺激を呈示した実験を行った。この場合、頭部方向が先行する試行と同じ場合に効果量が大きくなる傾向が見られた。ただし、この実験については実験参加者の人数が十分ではないため、実験参加者の人数を増やし、検討を継続する予定である。

## (2) 頭部運動と眼球運動の動的な協調運動の分析

頭部と眼球運動の方向を比較したところ、頭部運動と常に逆向きの眼球運動(前庭動眼反射)が生じているとは限らず、同方向の眼球運動も生じていることが明らかとなった。頭部運動と同方向の眼球運動が生じている場合、眼球運動の速度は頭部運動よりも大きくなっていった。頭部と眼球は動かせる範囲や速度が異なるため、両者を協調させることで視線位置を制御していると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

1. 坂井拓美, 羽鳥康裕, 曾加蕙, 栗木一郎, 塩入諭, D. Whitney, “先行刺激に依存した知覚バイアスへの空間要因の検討,” 日本視覚学会 2019 年冬季大会, 2019.
2. Ono S., Hatori Y., Tseng C. H., Matsumiya K., Kuriki I., Shioiri S., “Extend of audiovisual spatial attention,” Symposium of Yotta Informatics Research Platform for Yotta-Scale Data Science 2019, 2019
3. Wei W., Kusaka R., Hatori Y., Tseng C. H., Matsumiya K., Kuriki I., Shioiri S., “Human perception of motion in depth: a model and psychophysics based on IOVD,” Symposium of Yotta Informatics Research Platform for Yotta-Scale Data Science 2019, 2019
4. 坂井拓美, 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭, David Whitney, “継時刺激効果に対する頭部方向の影響”, ヒューマン情報処理研究会, 2017

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。