

# 能動的な行動と注意による、

## 自己移動感覚(ベクション)のモジュレーション

### The modulation of vection by active control of the optic flow and attention

妹尾武治<sup>1) 2)</sup>,

Takeharu SENO

1) 九州大学 芸術工学研究院

Kyusyu University, Faculty of Design

(〒815 福岡市南区塩原4-9-1, [seno@design.yksuhu-u.ac.jp](mailto:seno@design.yksuhu-u.ac.jp))

2) 東京大学インテリジェント・モデリング・ラボラトリー

The university of Tokyo, Intelligent Modeling Laboratory

(〒113 東京都文京区弥生 2-11-16)

#### 和文アブストラクト

車の運転は初動と制動時以外の多くの時間で、等速運動になる。この時、自己移動感覚は視覚情報(オブティカルフロー、光学流動)のみに頼って生起する。この視覚情報からの自己移動感覚(以降、ベクションとする)について調べることで、車の安全な運転に対し、どのようなヒューマンインターフェースが可能かという問いに答えたい。ハンドルをきる、アクセルやブレーキを踏むといった能動的な自己の行動が自己移動感覚にどのように影響を及ぼすかについては、車の運転と分けられない問題であるが、これまでに能動的行動とベクションの関係を扱った研究は乏しい。例えば、ハンドルをきるという行動と矛盾する視覚情報が与えられたとき、その矛盾に気がつける最小の差分がわかれば、運転の快適さを上げるための指標となるだろう。しかしそれらの研究が少ないために、例えば、「左に曲がる時は左にハンドルをきるというごく基本的な運転行動に、知覚的な妥当性があるのだろうか?」という問いにすら現状では答えられない。ハンドル一つにしても、従来型のヒューマンインターフェースが最適かは自明ではないと言える。自己の能動的な行動に伴って光学流動を変えることで、ベクション研究自体に新しい知見を加えるとともに、経験則ではなく、行動実験に根ざした、車の新しいインターフェースを一から構築する。車のインターフェースが革新的に変わる可能性は十分に残っている。さらに、自己移動感覚と視覚的な注意との関係もまだまだ未解明である。経験的に注意を分散させれば運転は危険になることが知られているが、ベクションが注意を向ける事で減少ないしは増加することが危険運転に関連しているという私見を持っている。このことを実験で実証することで、注意の分散と運転の危険性をつなげる試みを行いたい。また、注意の分散の程度、分散の方略と、自己移動感覚の増減や正確さの変化を測定する事で、より安全なカーナビ、メーター、カーラジオ類の配置の提案につながる。より快適で安全な車のインターフェース構築の基盤となる知覚研究を行う。

#### Abstract

1. When we drive a car, except for the start and the stop of driving, almost

all time self-motion becomes liner uniform motion. At that time, self motion is given by the visual information (i.e. optic flow). The investigation of self-motion by the visual information (hereafter we call itvection) should contribute to safer driving. The active control of the optic flow when we control the handle may changevection. However, that kind ofvection study has not done. Thus we conducted experiments to examine the effect of active control of the optic flow tovection. Also the effect of attention distribution is not known forvection. Whethervection requires attentional resources or not is not known. Thus we examined the relationship between the attentional load andvection. Those studies contribute to much safer and more comfortable drive.

## 2. 1. 研究目的

運転時には当然ながら、自己移動感覚が生じている。しかしながら、運転時には、その初動と終了時以外はほぼ等速直線運動であり、その移動間は主に視覚情報が基礎に有ると考えられる。視覚情報からの自己移動感覚のことをベクションと呼び、筆者は長年ベクションの研究に従事して来ており、ベクション研究が運転の安全性の向上やより快適な運転環境の提案につながることを確信していた。そこで、筆者は運転環境の向上を目的に、ベクションの基本属性を調べる実験を行った。第一に、能動的な行動がベクションに及ぼす影響を調べた。能動的行動とは、運転で言えば、ハンドルをきる、アクセルを踏むなど視覚情報を変化させる行為全般をさしている。これらの行為は視覚情報を変化させるため、ベクションにも影響を及ぼす事が考えられるが、これまでほとんど研究されてこなかった。

次に、注意配分とベクションの関係をテーマに取り上げた。運転時には注意配分が様々に変化する。カーナビを見れば、眼前の情報への注意が削がれる。会話していれば、注意の全体量が低下する。そういったことが運転にどれだけ影響するかを調べる目的で、まずはベクションと注意配分の関係について調べを進めた。ベクション刺激観察中に注意課題を行わせ、ベクションにそもそも注意資源が割かれているかなどを検討した。

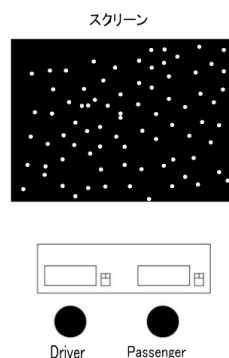
次に、車の内装の問題を取り上げた。色は様々な心理状態に影響を及ぼす。それは、

認知的なものも有るが、より低次な知覚レベルで色の効果が運転に出る可能性があった。ベクションを効率的に引き起こす色、逆に非効率的な色を探し出す事で自己移動感と色の関係を明らかにした。この研究は車の内装などへの知見の援用が可能であった。

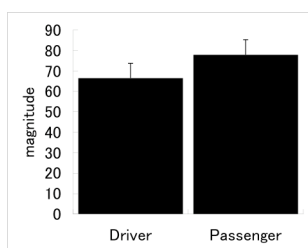
さらに、ベクションの効率的駆動の要因を拡散、収束刺激から明らかにした。最後に、ベクション駆動の効率的な要因を図と地というより一般化された法則のもとまとめる試みを行った。

## 2. 研究経過と成果

光学的流動を能動的に操作する被験者とそれを受動的に観察する被験者を一対にして実験を行った。6名の被験者が実験に参加した。被験者はベクションの強度を刺激終了後マグニチュード推定法で応答した。加えて、ベクション生起中にボタン押しを行い、ベクションの持続時間を計測した。



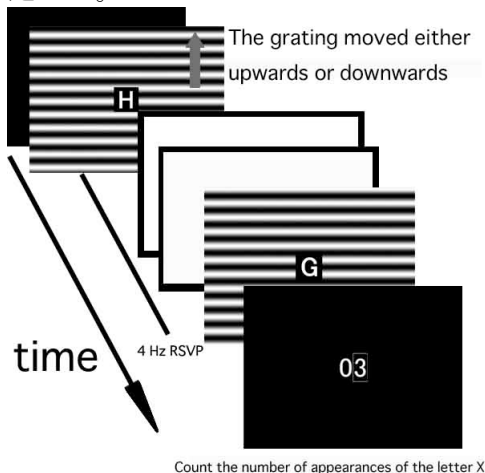
実験環境の模式図



### 主観的強度の結果

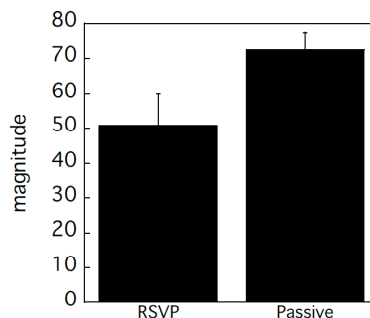
その結果、能動的に光学的流動を変化させた被験者でベクションが弱くなっている事が明らかとなった。すなわち、運転者は乗客よりも自己移動感覚を低く見積もる傾向が有るのである。

次に、注意配分の実験では、被験者は認知課題（高速で切り替わる文字の認識課題、および、複数個の運動オブジェクトを注意で追跡する課題）を遂行しながらベクションの報告をおこなった。統制条件として、視覚刺激は認知課題と全く同一だが、認知課題を行わない条件を設定した。



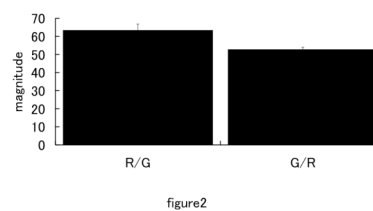
実験刺激の模式図、被験者は中央の文字が何であることを認識しつつ縞刺激に誘発されるベクションを報告した。

実験の結果は注意課題を行ったときにベクションが有意に弱くなるというものだった。従って、ベクションには注意資源がさかれており、注意配分が不十分であると自己移動感が減衰するという結果が得られた事になる。



### ベクション強度の結果。左が課題遂行時、右が課題を行わなかった時

次に、ベクションと背景色の関係性を調べた実験では、赤がベクションに対して抑制的に振る舞う事を発見した。等輝度に設定した緑、灰色、赤の背景をもとにベクションを駆動すると赤背景のときにベクションが有意に減衰してしまう。



### 結果の図。左が緑条件、右が赤条件。赤条件時に自己移動感の主観的強度が大幅に低下する。

さらに、ベクションが収束刺激でより強くなる原因がベクションの最適刺激の有無であることを明らかにする研究を行い、論文の形にできた。

最後に、ベクションの駆動効率をあげたり下げたりする要因をまとめて、図と地の仮説で記述する試みに一定の成果を得た。知覚的に図になる刺激よりも地になる刺激がベクションを支配的に駆動することが実験で明らかとなった。

## 4. 今後の発展と課題

能動的行為がベクションを弱める事は、運転者が自己移動感を低く見積もっている

ることと同意である。従って、本研究から運転者の運転感覚が物理的な運転と乖離している可能性が示されたと言える。この乖離をより少なくすることでより安全な運転が可能になることが予想される。現状ではこの乖離をどのように解消するかは目処は立っていない。しかしながら、教習所などにおいて、運転感覚と物理的な運転が乖離していることを運転者に熟知させることは一定の効果を持つだろう。従って、今後の課題として、運転者の移動間の過小評価という現象を幅広く知識として浸透させることが目標となる。

次に、注意配分とベクションの関係は、注意を他に取られるほど、ベクションが弱くなることがわかったと言える。従って、運転以外に注意を取られると、ここでも知覚的な運転と物理的な運転が乖離してしまいやすくなっていると言える。そういった乖離は危険な運転につながるもとと考えられる。従って、注意配分をしっかりと行うことを基礎知識として運転者に浸透させる必要があるだろう。

ここまでにある課題として、知覚的な運転と物理的な運転の乖離が本当に危険な運転につながるのか？という疑問に対する回答が上げられる。知覚的な移動と物理的な移動が乖離していても実際には何ら問題が無い可能性も指摘出来る。従って、これからの研究として、実際の車を用いて、運転中の注意課題が危険な運転につながる傾向があるかどうかを調べて行かねばならないだろう。

さらに、色の効果がベクションには存在した。赤色は知覚的な移動間を阻害してしまう。このことは、赤を車の内装に用いると知覚上の移動と物理的な移動が乖離しやすくなることを示唆する。従って、本研究から赤い内装の車の危険性が指摘可能である。しかしながら、この指摘も実際の運転実験によって確かめられなくては行けない。この実際に確かめる段階が次のステップとして今後必要になっているとともに、それらを解決する研究を行うことが今後の最大の発展と言える。

また、図と地の要因がベクションを決定していることが明らかとなった。今後この要因に反する事例が本当はないかどうかについて調べて行きたい。

## 5. 発表論文リスト

1. Seno, T., Ito H., Sunaga, S. & Nakamura, S. Temporonasal motion projected on the nasal retina underlies expansion-contraction asymmetry in vection. *Vision Research, ELSEVIER, In Press.*

2. Seno, T., Sunaga, S. & Ito H. Inhibition of vection by red. *Attention, Perception & Psychophysics, Psychonomic Society, In Press.*

3. Seno T., Ito H. & Sunaga S. The object and background hypothesis for vection. *Vision Research, ELSEVIER, 49, 2973-82. (2009)*

4. 妹尾武治, 伊藤裕之 & 須長正治. VR空間における運転者と乗客のベクションの違いの検討. *日本バーチャリアリティ学会論文誌, 日本バーチャリアリティ学会, 15, 1, 3-6. (2010)*

5. 妹尾武治. 効率的なベクション駆動に関する知見と脳イメージング研究から得られたベクションの知見のVRコンテンツへの応用可能性. *日本バーチャリアリティ学会論文誌, 日本バーチャリアリティ学会, 14, 481-490. (2009)*

6. Seno T., Ito H. & Sunaga S. Attentional load decreases the strength of vection. *ECVP, Perception 38, Germany, 8, 2009*