

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25870916

研究課題名(和文) 接近・後退運動する物体を追従時の注意の空間的移動特性に関する心理物理学的研究

研究課題名(英文) Psychophysical study on spatial attention during pursuit of objects moving in depth

研究代表者

瀬谷 安弘 (Seya, Yasuhiro)

立命館大学・情報理工学部・助教

研究者番号：30454721

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、特に接近・後退運動する物体を追従時の注意の特性に着目し、(1)奥行き方向に移動する物体を追従時に生じる追従物体またはその前後の物体の消失に対する反応時間、(2)追従を伴わない場合の注意の奥行き方向への分布特性、(3)水平方向に移動する物体の追従における注意容量の影響、について検討した。結果は、追従方向にある物体の消失に対して、逆方向に比べて反応時間が短縮すること、眼を静止させた状態での注意は注視位置をピークとして奥行き方向にも分布すること、追従の正確性と反応時間の間にトレードオフ関係があることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The present study examined the characteristics of spatial attention during pursuit of objects moving in depth. Firstly, we measured reaction times to the offset of one of objects moving in depth. We found shorter reaction times for the offset of object located in the pursuit direction. Secondly, we examined three dimensional distribution of attention during fixation. The results suggest that attention can be spread in three dimensional space. Finally, we examined the effects of attentional resources on pursuit accuracy during smooth pursuit of a horizontally moving object. We found the tradeoff between pursuit accuracy and reaction times.

研究分野：認知心理学

キーワード：視覚的注意 眼球運動 両眼視差 反応時間 有効視野 自己運動知覚

## 1. 研究開始当初の背景

人ごみの中で人と接触することなく歩く場合や、対向車や歩行者に接触することなく自動車を運転する場合など、認識すべき対象が移動を伴う場合、観察者はその対象の移動に合わせて滑らかに眼を移動させる。水平または垂直方向に視野内を移動する物体に対しては、追従性眼球運動と呼ばれる眼球運動が生じ、観察者に対して接近または後退する物体を追従する場合には、輻輳開散運動と呼ばれる眼球運動が生じる。いずれの眼球運動も、眼の網膜上において最も鮮明な認識が可能である中心窩に物体を維持することにより、その物体の速く正確な認識を可能にする。

追従性眼球運動による移動物体の追従については、情報処理の促進やノイズの除去の機能を有する、注意機能が重要な役割を果たしていることが知られている(Kerzel, Souto, & Ziegler, 2008; van Donkelaar & Drew, 2002)。近年、申請者は水平方向に往復運動する視標を追従時にそれとは異なるターゲット刺激を呈示し、その反応時間を計測したところ、追従の進行方向と一致した視野方向にターゲットが呈示された場合に、逆の場合よりも反応時間が短いことを報告した(Seya & Mori, 2012)。この結果は、追従時には注意の移動に非対称性がある可能性を示唆する。また、 $5^\circ/s$  以下で移動する視標を追従した場合と  $10^\circ/s$  以上で移動する視標を追従した場合では、後者の反応時間が顕著に増加することが示された。この結果は、追従の遂行には注意資源が配分される必要があり、結果として視標が高速で移動する場合には、ターゲットの検出及び反応行動の表出に利用可能な注意資源が減少したために反応時間が遅くなったことを示唆する。

一方、輻輳開散運動によって物体を追従する場合の注意の移動特性については、これまで十分な検討がなされていない。それ故、接近・後退する物体を追従している時にも追従方向と一致した空間への注意の移動が、逆方向よりも速くなるのかといった、注意の移動特性や注意の容量特性については明らかではない。

## 2. 研究の目的

本研究では輻輳開散運動が注意の移動や注意容量に及ぼす影響を検討することを目的とした。以下の3つのテーマに沿って研究を進めた。

(1) 両眼視差を付加することで、接近・後退運動する視標を観察者に呈示し、観察者が目でそれを追従している際の注意の移動特性を検討した。

(2) 追従を伴わない、眼を静止させている時の注意の奥行き方向への空間特性を検討するために、視野中心に呈示される文字刺激の同定課題と、視野周辺に呈示される光点の

同定課題を同時に求める有効視野課題(Seya, Tsutsui, Watanabe, & Kimura, 2012)に両眼視差を付加し、その周辺課題成績の変化を検討した。

(3) 2次元方向に移動する物体の追従時の注意特性に関して、ターゲットへの反応時間に制限時間を設定する Deadline procedure を反応時間課題に適用することで、注意容量を操作し、その反応時間及び追従の正確性への影響を検討した。

## 3. 研究の方法

(1) 実験では、3メートル後方より秒速40cmで接近する3個のドット(奥行き方向に50cm間隔で呈示)をシミュレートし、被験者に3点の内、中心のドットを正確に追従するように教示した。ドットの大きさは2cmとし、被験者からの距離に応じて、その大きさや移動速度、両眼視差が変化した。その移動開始から2.5秒後に、いずれか1つのドットが消失し、それに対して被験者はできる限り速く手元のボタンを押すことが教示された。全ての試行において反応時間が計測された。

(2) 実験では、被験者より1m前方に設置されたスクリーン上に、円棒と光点(視野周辺に呈示)、アルファベット(視野中心に呈示)で構成された有効視野課題を呈示した。実験1では、円棒と光点の両眼視差及び大きさを観察者から前方、0.6, 1, 1.4mのいずれかになるように操作した。実験2では、円棒と光点の両眼視差のみを操作した。実験3では、アルファベットの両眼視差を操作し、円棒と光点は常にスクリーン上に呈示された。被験者は視野中心のアルファベットを正確に同定(中心課題)すると共に、視野周辺に呈示される光点に方向(右上, 右下, 左上, 左下)を報告した(周辺課題)。全ての試行の反応から、中心課題及び周辺課題の正答率を算出した。

(3) 水平方向に同期して往復運動する7個の赤い円棒を呈示し、被験者はその中央の円棒を正確に追従することが求められた。ランダムに設定された時間間隔の後に、中央3個の円棒のいずれか1つの円棒の中央に光点が呈示され、観察者はそれに対し制限時間内にボタンを押すことが求められた。刺激の移動速度( $10, 20, 30, 40^\circ/s$ )、ターゲット網膜偏心度(中心窩, 右 $5^\circ$ , 左 $5^\circ$ )、制限時間(300, 400, 500ms)が操作された。各試行の終わりに、制限時間内に反応できたかについてのフィードバックとして、音が呈示された。

## 4. 研究成果

(1) 図1に、反応時間の結果を示す。図より明らかなように、接近物体を追従時には、追従方向である、追従物体(中央ドット)よ

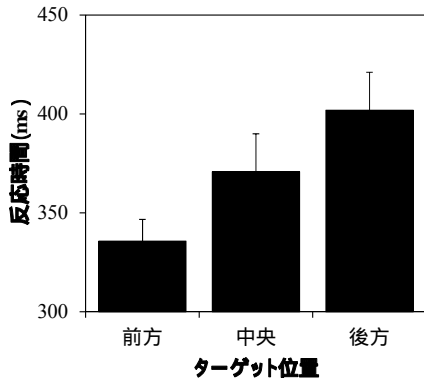


図1. 接近物体追従時の反応時間の結果．誤差棒は標準誤差を示す．

り前方の刺激が消失した場合に，その反応時間がそれ以外の刺激が消失した場合よりも，短かった．この結果は，2次元方向に移動する物体を追従する場合の注意特性と同様に，3次元方向に移動する物体を追従においても注意の移動は追従方向で，逆方向に比べて，速いことを示唆する．

(2) 図2に，3実験の結果(周辺課題の正答率)を示す．図より明らかなように，実験1では，周辺ターゲットが奥行き方向に遠くに呈示されるほど，正答率が低下した．但し，奥行き条件間では刺激の大きさも被験者からの距離に応じて変化していたことから，この効果が結果に反映されている可能性がある．実験2の結果は，刺激の大きさをそろえた場合には，奥行きの効果が消失することを示した．しかし，一般に視差に対する感度は周辺視で，中心視と比べて，低いことが報告されていることから，実験1・2では，奥行きの効果自体が小さかった可能性も考えられる．この点を考慮し，実験3では中心刺激の奥行きを操作したところ，奥行きの効果が確

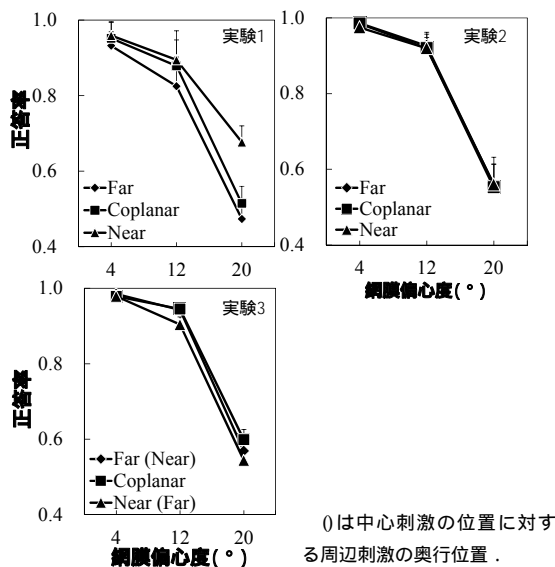


図2. 有効視野課題成績(周辺課題正答率)．誤差棒は標準誤差を示す．

認された．

(3) 図3に，10°/s及び20°/sで移動する物体を追従時の反応時間と追従速度誤差の結果を示す．図より明らかなように，2次元方向に移動する物体を追従する際には，反応時間制限が短いほど，追従の正確性が低下した．30°/s及び40°/s条件でも同様な結果を示した．これらの結果は追従の正確性と反応時間がトレードオフすることを示唆する．現有の測定機器での，輻輳開散運動の計測に困難があったため，Deadline procedureを用いて接近・後退運動する物体を追従時の注意容量特性の検討を期間内に完了することができなかったが，今後この点についても検討を進める予定である．

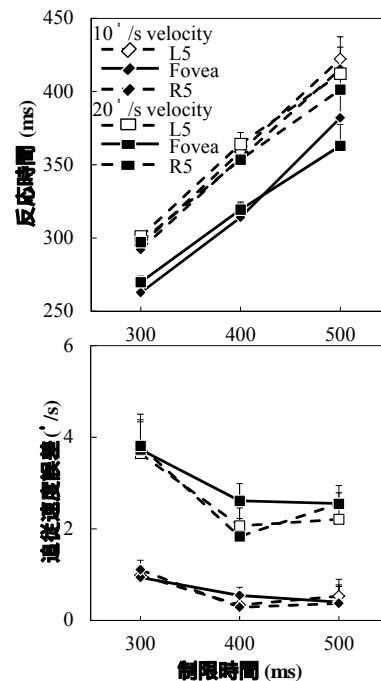


図3. 反応時間(上図)及び追従速度誤差(下図)．誤差棒は標準誤差を示す．

その他，視覚的に誘導される自己運動知覚(ベクシオン)が注意の分布に依存してその強度を変化させることを利用し，接近・後退運動するランダムドット刺激に対するベクシオンに関する検討も行った．結果は，奥行き方向への注意の分布の効果は見られなかった．

<引用文献>

Kerzel, D., Souto, D., Ziegler, N. E. Effects of attention shifts to stationary objects during steady-state smooth pursuit eye movements. *Vision Research*, 48, 2008, 958-969  
 van Donkelaar, P., & Drew, A. S. The allocation of attention during smooth pursuit eye movements. *Progress Brain Research*, 140, 2002, 267-277  
 Seya, Y., & Mori, S. Spatial attention and reaction times during smooth pursuit eye

movement. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 2012, 493–509  
Seya, Y., Tsutsui, K.-I., Watanabe, K., & Kimura, K. Attentional capture without awareness in complex visual tasks. *Perception* 41, 2012, 517–531

## 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7件)

Seya, Y. & Shinoda, H. Experience and training of a first person shooter (FPS) game can enhance useful field of view, working memory, and reaction time. *International Journal of Affective Engineering*, 査読有, in press, 2016  
DOI: 10.5057/ijae.IJAE-D-15-00014

Seya, Y., Shinoda, H., & Nakaura, Y. Up-down asymmetry in vertical vection. *Vision Research*, 査読有, 117, 2015, 16-24  
DOI:10.1016/j.visres.2015.10.013

Seya, Y. & Mori, S. Tradeoff between manual response speed and pursuit accuracy revealed by a deadline procedure. *Experimental Brain Research*, 査読有, 233, 2015, 1845-1854  
DOI: 10.1007/s00221-015-4256-2

Seya, Y., Yamaguchi, M., & Shinoda, H. Single stimulus color can modulate vection. *Frontiers in Psychology*, 査読有, 6/406, 2015, 1-12  
DOI: 10.3389/fpsyg.2015.00406

Seya, Y., Ishihara, M., & Imanaka, K. Up-down asymmetry in vertical induced motion and optokinetic nystagmus. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 査読有, 77, 2015, 220-233  
DOI: 10.3758/s13414-014-0734-z

Seya, Y., Tsuji, T., & Shinoda, H. Effect of depth order on linear vection with optical flows. *i-Perception*, 査読有, 5, 2014, 630-640  
DOI: 10.1068/i0671

Seya, Y., Nakayasu, H., & Yagi, T. Useful field of view in simulated driving: Reaction times and eye movements of drivers. *i-Perception*, 査読有, 4, 2013, 285-298.  
DOI: 10.1068/i0512

### [学会発表](計11件)

瀬谷安弘・篠田博之．視覚誘導性自己運動知覚における上下非対称性 .日本心理学

会第79回大会, 2015年9月23日, 名古屋国際会議場(愛知)

Seya, Y., Shinoda, H., & Nakaura, Y. Up-down asymmetry in vertical vection. 38th European Conference on Visual Perception, 2015年8月25日, Liverpool, U.K.

Seya, Y., Shinoda, H., & Nakaura, Y. Up-down asymmetry in visually induced self-motion perception (vection). 18th European Conference on Eye Movements, 2015年8月20日, Vienna, Austria.

瀬谷安弘・篠田博之．ベクションにおける奥行き手がかりの効果 .日本基礎心理学会第33回大会, 2014年12月6日, 首都大学東京(東京)．

瀬谷安弘・篠田博之．奥行き手がかりがベクションに及ぼす影響．日本心理学会第78回大会, 2014年9月12日, 同志社大学(京都)．

Seya, Y. & Shinoda, H. Effects of depth cues on vection. 37th European Conference on Visual Perception, 2014年8月25日, Belgrade, Serbia.

瀬谷安弘・森周司．Deadline procedureを用いた追従の正確性と反応時間のトレードオフの検討．日本基礎心理学会第32回大会, 2013年12月8日, 金沢市文化ホール(石川)．

瀬谷安弘・篠田博之．3次元空間における注意の分布．日本心理学会第77回大会, 2013年9月20日, 札幌市産業振興センター(北海道)．

Seya, Y., Yamaguchi, M., & Shinoda, H. Spatial distribution of attention in three dimensional space. 36th European Conference on Visual Perception, 2013年8月26日, Bremen, German.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

瀬谷 安弘 (YASUHIRO SEYA)  
立命館大学・情報理工学部・助教  
研究者番号: 30454721