

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：32637

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350781

研究課題名(和文) 物体の運動認知・予測特性を考慮した視覚トレーニングの開発

研究課題名(英文) Development of visual training in consideration of the motion recognition and prediction characteristics of the object.

研究代表者

新井 健之 (ARAI, TAKEYUKI)

高千穂大学・人間科学部・教授

研究者番号：20397095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：最近のトレーニング科学の発展はめざましいが、視覚トレーニングの研究はあまり行われていない。本研究の目的は、対象物への注意配分により大幅に変化する運動認知・予測特性を考慮した視覚トレーニングの開発である。視覚トレーニング開発には、まだ不十分であるが、本研究期間では、運動物体に対する身体運動制御プロセス中、物体の運動予測プロセスで見越距離短縮錯覚が生じている事が示唆された。そして、実際のスポーツ場面(ゴルフパッティングの距離感)で、ボールに対する注意配分減少により、予測距離の減少錯覚が起きる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Distribution deterioration of the attention to a subject causes the optic illusion of distance anticipation. The purpose of research is development of vision training. It was suggested as a result of the experiment that the Distance Underestimation in Motion Anticipation has arisen in the objective movement anticipation process. Suggested that the attention distribution reduction to a ball has caused the reduction illusion of anticipation distance in the actual sport situation (distance feel of golf patting).

研究分野：スポーツ科学 トレーニング科学

キーワード：視覚トレーニング 注意配分 錯覚 運動予測 打撃パフォーマンス ゴルフパッティング 距離感
見越距離短縮錯覚

1. 研究開始当初の背景

本研究では、パフォーマンス向上を目的とした視覚トレーニングに着目している。スポーツと視覚に関する研究は1930年頃から徐々にみられるようになり、1970年代になると急増する。そして、視覚トレーニングに関する研究は、1978年にアメリカの矯正レンズの処方や視機能訓練をする有資格者の団体が、スポーツビジョンのセクションを設立してから本格的に始まっているが、日本では、1988年に設立したスポーツビジョン研究会が同様の流れで研究を行っている[1]。最近のトレーニング科学の発展はめざましく、オリンピックなどでの成果報告に取りざたされることも多い。トレーニング科学会がまとめたトレーニング科学ハンドブック[2]には、トレーニングに関する様々な研究成果が紹介されているが、視覚トレーニングに関する項目はない。つまり、まだ大きな研究成果としては扱われていないのが現状である。トレーニング科学会が発行しているトレーニング科学においても、2007年に視覚トレーニングの特集が組まれたときに、数編[3-7]載った程度であり、十分な研究が行われていない分野である。

現状の視覚トレーニングの多くは、トップアスリートの測定結果から、必要とされる能力を絞り込み、その測定結果を向上させるトレーニングを行っている。その視覚トレーニングの問題点は、視覚による物体の運動認知・予測が状況により変化しないことを前提に、トレーニングが作られているところにある。ところが、心理学の分野では、物体の運動錯覚が数多く報告されており（たとえば、表象的慣性[8]やFlash-lag effect[9]、Flash-drag effect[10]など）、また、状況により変化する運動錯覚も少数ながら報告されている（たとえば、眼球運動条件による距離錯覚量の変化[11]や位置錯覚量の変化[12]など）。

報告者は、H22-24年度科研費を利用していただき、日本視覚学会やEuropean Conference on Visual Perception（以下ECVP）、バーチャルリアリティ（仮想現実感：以下VR）学会のVR心理分野などで、状況によりボールの移動距離予測量が増減する原因は、ボールへの注意配分の増減であること。そして、その発生機構は、ボールの移動速度と移動時間から移動距離を計算する認知・予測機構であることを報告している。さらに、そのボールの移動距離予測量の錯覚範囲は、ボールの実移動距離の20~100%と、対象物への注意配分により大幅に錯覚量が増減することが分かっている。

つまり、視覚トレーニングの開発を行う際に、状況変化による対象物への注意配分の変化を考慮しないと、効率的にトレーニング効果を得ることができない可能性が高い。例えば、練習と本番でボールに対する注意配分が

変わると、時間をかけた練習が本番で役に立たない可能性がある。そのトレーニングの理論的な提案は、スポーツビジョン研究会やNational Strength and Conditioning Association Japan Strength & Conditioning Conferenceで行っている。

- [1]真下一策編:スポーツビジョン スポーツのための視覚学[第2版],ナッパ,2002
- [2]トレーニング科学研究会編:トレーニング科学ハンドブック(新装版),朝倉書店,2007
- [3]前田明:最新ビジュアルトレーニング,トレーニング科学,19,1-24,2007
- [4]河村剛光:野球におけるVisual Trainingの有用性と研究課題,トレーニング科学,19,3-8,2007
- [5]吉井泉:スポーツにおける瞬目,トレーニング科学,19,9-13,2007
- [6]瀬尾幸也,前田明:3次元画像を用いたビジュアルトレーニングの影響,トレーニング科学,19,15-18,2007
- [7]石垣尚男:視覚負荷トレーニングの効果,トレーニング科学,19,19-24,2007
- [8]Freyd JJ, Finke RA: Representational momentum, Journal of Experimental Psychology, Learning Memory and Cognition, 10(1), 126-132, 1984
- [9]Nijhawan R: Motion extrapolation in catching, Nature, 370, 256-257, 1994
- [10]Whitney D, Cavanagh P: Motion distorts visual space: shifting the perceived position of remote stationary objects, Nature Neuroscience, 3, 954-959, 2000
- [11]Honda H: The extraretinal signal from the pursuit-eye-movement system: its role in the perceptual and the egocentric localization systems, Perception & Psychophysics, 48(5), 509-515, 1990
- [12]Kerzel D: Eye movements and visible persistence explain the mislocalization of the final position of a moving target, Vision Research, 40(27), 3703-3715, 2000

2. 研究の目的

本研究では、パフォーマンス向上を目的とした視覚トレーニングに着目している。最近のトレーニング科学の発展はめざましいが、視覚トレーニングの研究はあまり行われていない。そして、現状の視覚トレーニングの問題点は、視覚による物体の運動認知・予測が状況により変化しないことを前提に、トレーニングが作られているところにある。しかし、報告者は、狭い視野だが、状況により物体の移動距離の予測が大幅に変化(実際の20~100%)することを報告している。そこで、本研究の目的は、対象物への注意配分により大幅に変化する運動認知・予測特性を考慮した視覚トレーニングの開発である。それにより、飛躍的な視覚トレーニング効果の向上が期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、報告者の今までの先行研究から、視覚トレーニング作成のために、物体の運動認知・予測特性について検討した。本研究期間で、検討できたことは、(1) 運動物体に対する身体運動制御プロセス中、錯覚が生じているプロセスの絞り込み、および(2) 実際のスポーツ場面（現実環境）で注意による移動距離錯覚量の変化が起きる可能性の検討である。以下にそれぞれの方法を述べる。

(1) 運動物体に対する身体運動制御プロセス中、錯覚が生じているプロセスの絞り込み実験

錯覚が生じている運動物体に対する身体運動制御プロセスの絞り込み検討実験を、VR環境にて構築し条件を統制した。

図1の様な仮想空間を、PC (Windows XP, OpenGL, Visual C++, 100 frames/s) により作成し、CRT モニター (17inch, 1024×768 pixel, 100Hz) に表示させた (図2)。被験者には、左から水平方向等速直線運動 (速度 10deg/s) をしてくるボールが、画面中央にて板により遮蔽された後の、ボールの運動予測を行うように指示した。被験者に行わせた遮蔽後ボールの運動予測は、遮蔽後の移動距離を予測させる課題で、一定時間後(0.27s 毎、0.27~1.35s)のボールの移動距離を予測回答させる課題 (以下遮蔽後移動距離見越課題) である。

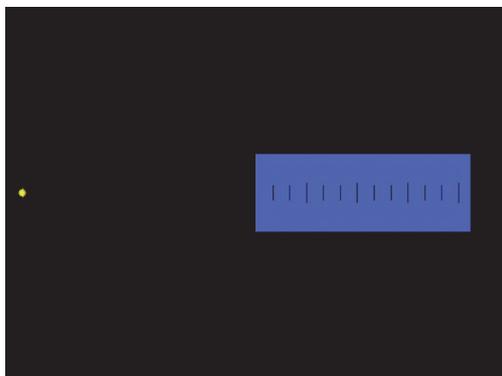


図1 実験仮想環境の初期画面例

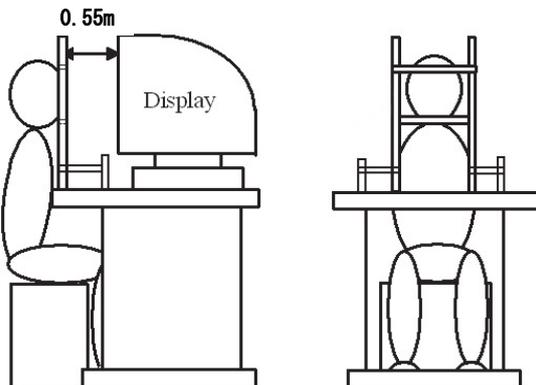


図2 仮想環境呈示実験セットアップ

打球や捕球などの捕捉動作に代表される、運動物体に対する身体運動制御プロセスは、様々な知覚情報からの物体の運動を認知し、その後の物体の運動を予測、それに合わせた身体運動制御プログラムを作成し、実行すると考えられる。実行された身体運動の結果は、様々な感覚から知覚と物体の運動予測とが比較され、物体の運動予測の精度が上がると思われる。(図3)

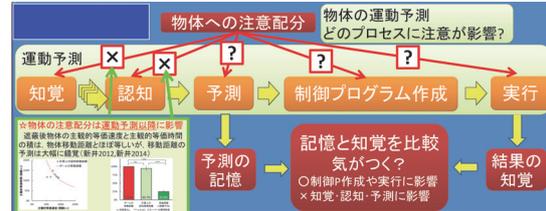


図3 運動物体に対する身体運動制御プロセス

報告者の今までの先行研究から、物体への注意配分変化の影響は運動予測以降に影響を与えていることが分かっている。そこで、身体部位でのフィードバックを行わせない統制条件として、身体部位を視野外に置かせ、顔面を固定し視線のみで画面上のボールを追視および遮蔽後は仮想的に追視させた。次に身体部位のフィードバックを行わせるマウス付加条件 (統制条件に加えてマウス操作による追従の補助) および、指差し付加条件 (統制条件に加えて指差しによる追従の補助) を行った。

(2) 実際のスポーツ場面（現実環境）で注意による移動距離錯覚量の変化が起きる可能性の検討実験

実際のスポーツ場面（現実環境）で注意による移動距離錯覚量の変化が起きる可能性を検討するに辺り、本研究期間に、ゴルフのパッティング・アプローチ、テニスのストローク・ボレーなどで、予備実験を行った。中でも実験条件の統制の精度の高さから、今回はゴルフのパッティングに絞り、打球するボールへの注意配分と打球距離 (パッティング距離感) との関係を検討する実験を行った。

パッティング練習用マット (SUPER-BENT パターマット 90cm×10m, パターマット工房 PRO ゴルフショップ社製) 上にて、ボール (スリクソディスタンスボールホワイト, ダンロップ社製) をパット (ミズノ社製) にてパッティングを行わせた。距離感の変化を測定するための目標は、ステインプメーター (USGA 公認: 以下 SM) で3回測定した距離の平均値とした。まず、距離感学習のために10打練習を行わせた。次に、統制条件として目標へ5打行わせ、平均値と標準偏差を求めた。標準偏差が平均値の10%以下になった被験者のみ解析対象とした。その直後、ボールへの注意配分を減少させた記憶課題追加条件を1打行なった。記憶課題追加条件では、ランダムな

6桁の数字を実打前に記憶、実打後に再生させた。練習後の距離感学習を抑制するために、打球位置から目標方向1mの位置に目隠しを設置し、それ以降の打球を遮蔽、フィードバックの一部を抑制した。(図4)

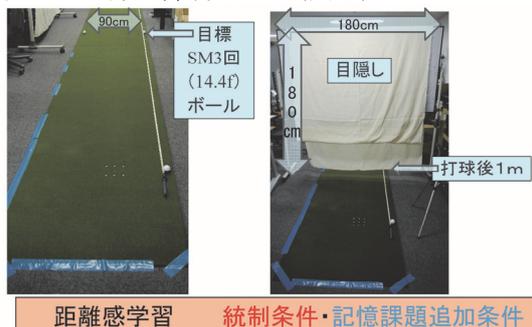


図4 現実環境実験セットアップ

4. 研究成果

(1) 運動物体に対する身体運動制御プロセス中、錯覚が生じているプロセスの絞り込み

実験の結果、物体の移動距離を100%とすると、身体部位でのフィードバックを行わせない統制条件で42.3%と、物体の移動距離と比較して有意に小さい値を示した。これは、報告者の今まで先行研究と一致する錯覚(見越距離短縮錯覚)が生じている事を示唆する。そして、身体部位のフィードバックを行わせるマウス付加条件(統制条件に加えてマウス操作による追従の補助)で40.3%、指差し付加条件(統制条件に加えて指差しによる追従の補助)で43.1%と、何れの条件も物体の移動距離と比較して有意に小さい値を示した。しかも、統制条件・マウス付加条件・指差し付加条件それぞれの条件間には有意な差は認められなかった(図5)。

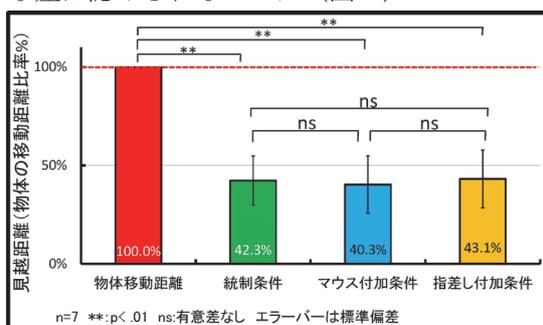


図5 現実環境実験セットアップ

指差し付加条件の実験風景を録画したVTRを確認すると、ボールを差す指の移動速度がボールの遮蔽前と比較して、遮蔽後は明かに低下していることが確認出来る。しかし、実験終了後のインタビューでは、実験指示通り等速で移動するボールを指差したとの回答が得られた。

以上の結果から、被験者は、物体の運動知覚・認知に基づいた運動予測とフィードバックによって得られた身体運動の結果を比較しても、違和感が無かったと考えられる。つまり、運動物体に対する身体運動制御プロセス中、運動予測のプロセスにおいて見越距離

短縮錯覚が生じていることが示唆された。これは、運動物体(ボール)への注意配分の減少により、物体の運動速度と移動時間から移動距離を算出する計算機構に影響を与え、見越距離短縮錯覚が生じていると、報告者が立てたメカニズム仮説を支持する結果となった。

(2) 実際のスポーツ場面(現実環境)で注意による移動距離錯覚量の変化が起きる可能性の検討

実験の結果、被験者6名中4名が、統制条件5打の標準偏差が平均値の10%以下(8.15 ± 1.23%, n=4)となった。この4名の統制条件の結果は、打球位置から目標までの距離を100%とすると102.4 ± 7.46%であった。一方、ボールへの注意配分を減少させた記憶課題追加条件では、81.1 ± 7.75%と、統制条件と比較して有意に減少(p=0.017, n=4)した(図6)。

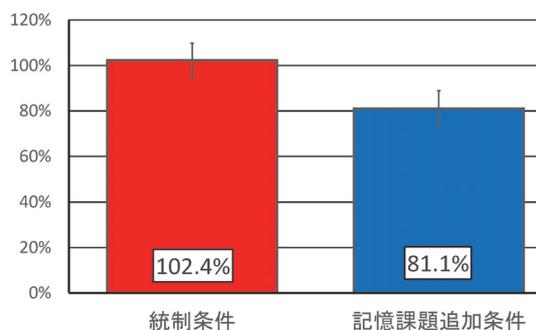


図6 SMを100%とした目標への距離感

これは、物体への注意配分の減少により移動距離の予測が減少することを支持する結果となった。したがって、ゴルフパッティングの距離感がボールへの注意配分減少によって変化する可能性が示唆された。そして、これらの結果から、ボールへの注意配分変化によるボールの距離感錯覚が、距離感学習の効率低下や、本番での距離感不全を引き起こす可能性が考えられた。

(3) 今後の展開

今回の研究期間では、対象物への注意配分により大幅に変化する運動認知・予測特性を考慮した視覚トレーニングを作成するのに十分な、物体の運動認知・予測特性の解明までは至らなかった。しかし、成果として、運動物体に対する身体運動制御プロセス中、物体の運動予測プロセスで見越距離短縮錯覚が生じている事が示唆された。そして、実際のスポーツ場面(ゴルフパッティングの距離感)で、ボールに対する注意配分減少により、予測距離の減少錯覚が起きる可能性が示唆された。また、自己運動における錯覚の可能性は、予備実験の段階まで進んでいる。今後は、視覚トレーニングを作成できる段階まで研究を進めるために、物体の運動知覚・予測特性の解明を進める必要がある。特に、実際のスポーツ場面(現実環境)での運動予測特性の解明を進める必要性を感じている。

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3件)

- ①新井健之, 物体の運動予測における見越距離短縮錯覚に関する研究, 東京農工大学大学院工学府電子情報工学専攻学位 (博士) 論文, 査読有, 2014, 1-93
- ②新井健之, 竹市勝, 身体部位でのフィードバックによる物体の運動予測錯覚への影響: 物体の運動予測における見越距離短縮錯覚のメカニズム解明の一考察, 第66回日本体育学会大会予稿集, 査読有, 2015, 130-130
- ③新井健之, 竹市勝, ゴルフパッティングの距離感がボールへの注意配分減少によって変化する可能性: ボールへの注意配分の減少が距離感を短く錯覚させる, *Japan Journal of Golf Science*, 査読有, 28, 2015, 50-51

[学会発表] (計3件)

- ①新井健之, トレーニングや戦術に応用できる注意に影響を受ける運動錯覚, *National Strength & Conditioning Association Japan* 南関東地域ディレクターセミナー (招待講演), 2015.7.6, 高千穂大学
- ②新井健之, 竹市勝, 身体部位でのフィードバックによる物体の運動予測錯覚への影響: 物体の運動予測における見越距離短縮錯覚のメカニズム解明の一考察, 日本体育学会第66回大会, 2015.8.25-27, 国土館大学
- ③新井健之, 竹市勝, ゴルフパッティングの距離感がボールへの注意配分減少によって変化する可能性: ボールへの注意配分の減少が距離感を短く錯覚させる, 日本ゴルフ学会第28回大会, 2015.9.6-9, 白山ヴィレッジゴルフコースホテルアザリア

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新井 健之 (ARAI TAKEYUKI)
高千穂大学・人間科学部・教授
研究者番号: 20397095

(2) 研究分担者

鈴木 啓央 (SUZUKI HIROO)
高千穂大学・人間科学部・助教
研究者番号: 00734758