

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26750263

研究課題名(和文) 両眼を用いた水平および奥行き方向への注視トレーニングの効果に関する検討

研究課題名(英文) Research on the effects of gaze training in the horizontal and depth directions using binocular eye movements

研究代表者

國部 雅大 (KOKUBU, Masahiro)

筑波大学・体育系・助教

研究者番号：70707934

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、視野空間内で注視位置を維持する際において利き目が非利き目に比べて安定した特性を示すかという問題について検討した。また、スポーツ競技選手の両眼注視における左右眼の動的特性を検討した。さらに、両眼眼球運動のトレーニング効果を検証するためのシステムを構築し、両眼注視特性とスポーツパフォーマンスとの関連について検討することを目的とした。その結果、両眼注視時に利き目が非利き目に比べて安定した特性をもつことが示された。また、眼球運動に関するフィードバック情報の提示が眼球運動特性に影響を与える可能性、および奥行き方向への注視移動時の動的特性がスポーツパフォーマンスと関連することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This research project focused on the question of whether the dominant eye exhibits more stable characteristics compared with the non-dominant eye when maintaining gaze position in the visual field. Then, the dynamic characteristics of athletes' binocular gaze shifts were examined in detail. Furthermore, the project aimed to construct a system to verify the training effects of binocular eye movements and to examine the relationship between the characteristics of binocular gaze shifts and sports performance. The results showed that the dominant eye had more stable characteristics compared with the non-dominant eye in binocular fixation. The present results also suggest that feedback information on eye movements would affect eye movement characteristics and that the dynamic characteristics of binocular gaze shifts in the depth direction are related to sports performance.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：スポーツ科学 実験系心理学 両眼眼球運動 注意 利き目 視野 トレーニング効果 フィードバック

1. 研究開始当初の背景

これまでの研究において、空間内に呈示された視覚刺激に対して素早く正確な反応動作を行う際の眼球運動と手運動の相互作用について検討を行ってきた。その結果、スポーツの日常的なトレーニングが眼球運動と手運動の反応時間における干渉作用を低下させる可能性を示した。また、視野空間内における注意の移動に関連して、眼球運動を伴う顕在的注意や眼球運動を伴わない潜在的注意が、手運動の時間的および空間的制御に影響を与えることが示唆された。本研究課題では、これまでに得られた知見を発展させるため、両眼眼球運動に着目した。

両眼眼球運動を調べた先行研究では、奥行き方向へ注視位置を移動させる際に、左右眼が異なる動的特性を示すことが報告されている。一方、スポーツ選手の眼球運動特性に関しては、単眼のみあるいは両眼のデータをあわせた形での注視方向の検討が多くなされてきた。しかし、注視に関する左右眼球運動特性を個別に測定し、両眼間の差異を検討することはこれまで行われてこなかった。また、主に左右および上下方向の2次元的な注視移動については検討されてきたが、奥行き方向も含めた3次元空間での素早く安定した両眼注視とスポーツパフォーマンスとの関係は十分に明らかにされていない。

そこで本研究では、注視における利き目と非利き目の特性を個別に測定し比較することにより、注視特性における両眼間の差異に関してさらなる知見を得るとともに、素早く正確な運動遂行と両眼注視との関係を検討する必要があると考えた。

2. 研究の目的

まず、研究1では、空間内において呈示されたある1点の視覚刺激に対して注視を行う際の左右両眼の眼球運動を個別かつ同時に測定し分析を行った。このことにより「利き目は非利き目と比較して安定した注視特性を示すか」という問題について検討し、利き目が非利き目に比べてどのような機能的な優位性を有するかに関して、実験的な立場からの知見を得ることを目的とした。

次に、研究2では、眼球運動のトレーニングを行うためのシステムを構築した。眼球運動の潜時やピーク速度など、眼球運動特性に関する即時的なフィードバック情報の提示を可能とするための独自のシステムを開発し、その有効性について検討することを目的とした。

さらに、研究3として、素早く安定した両眼注視を実現するためのトレーニングに関して、スポーツパフォーマンスと3次元空間における両眼注視との関係性について検討した。また、実際のスポーツ場面において素早く正確な身体運動を遂行する際の両眼注視の寄与に関する知見を得ることを目的とした。

以上3つの研究を通して、両眼を用いた注視の特性とそのトレーニング効果について検討することで、巧みな身体運動に寄与すると考えられる両眼注視および眼球運動に関する知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 視野空間における両眼注視の安定性に関する検討 (研究1)

研究1では、一般成人12名を対象に、両眼を用いた注視の安定性に関する左右眼間差を検討した。実験参加者(以降、参加者)の利き目をMilesテストにより判定したところ、右目利き8名、左目利き4名であった。参加者は、暗室中で空間内の左右水平方向に呈示された視覚ターゲットへの注視を一定時間維持し、ターゲット消失後も5秒間その注視方向をできるだけ維持する課題を行った。注視点となる視覚ターゲットにはLEDを用いることで、奥行き方向も含めた3次元空間での注視を検討した。両眼注視課題中の左右眼球運動を個別かつ同時に測定し、利き目と非利き目の注視安定性を比較検討した。

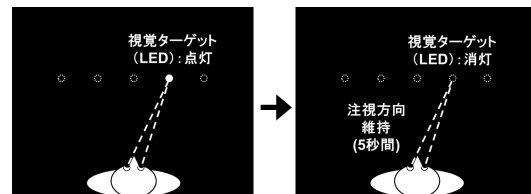


図1 両眼注視に関する実験設定(例:右側水平方向への注視維持試行)

(2) 眼球運動特性に関するフィードバック情報提示機構の構築に関する研究(研究2)

研究2では、眼球運動の潜時やピーク速度などの特性に関するフィードバック情報を即時的に提示するための独自のシステム構築を行った。参加者は、椅子に座った状態で頭部を顎台で固定して準備した。水平方向の両眼眼球運動を測定するため、参加者の両眼外側に生体電極(NT-211;日本光電社製)を装着した。導出された眼電図(EOG)はニスタグモグラフアンプ(AN-601G;日本光電社製)により増幅され、AD変換器(NI-USB6218;National Instruments社製)とLabVIEW2013を用いて記録された。視覚ターゲットには、参加者の眼と同じ高さで両眼の中央から57cmの距離に設置されたLED(直径5mm)を用いた。自作の回路に組み込んだマイクロコンピュータ(PIC16F84;Microchip Technology社製)を用いてLEDの点灯および消灯を制御した。

参加者は、水平方向10度および20度の注視移動を行い、その際EOGを用いて記録された眼球運動の振幅を示す電位をもとに眼球運動角度の較正を行った。較正完了後、右水平方向20度および左水平方向20度に

置かれた視覚ターゲット LED 間の素早い注視移動（サッケード）を行った。1 ブロックは 10 回とし、参加者は自身の自由なタイミングでサッケードを行った。各参加者は、フィードバックあり条件とフィードバックなし条件の 2 条件下において眼球運動課題を行った。フィードバックあり条件では、毎回のサッケード終了時に、ピーク速度値を音の高さに対応させた聴覚フィードバック情報が参加者に提示された。

(3) 眼球運動に関連したトレーニング効果とスポーツパフォーマンスとの関連（研究 3）

研究 3 では、実際にボールを扱う運動課題を行う際の両眼眼球運動の特性を検討した。バレーボール選手 8 名を参加者とし、実際の対人場面を設定してパスおよびレシーブ課題を行った。安静状態、対人パスおよびレシーブ課題中の参加者の両眼眼球運動を測定し、水平・垂直・奥行き方向の両眼注視移動および瞬目行動を分析した。

また、大学生バスケットボール選手 12 名（全員右目利き）を対象に、3 か月間にわたり測定したスリーポイントシュートのパフォーマンステスト結果を用い、奥行き方向への注視移動における両眼眼球運動特性および注視トレーニングがシュート成功率と関連するかについて分析および検討を行った。

4. 研究成果

(1) 視野空間における両眼注視の安定性に関する検討（研究 1）

右目利きの参加者においては、右側 20 度の視覚ターゲットへの注視を維持する条件において、非利き目である左眼の注視シフト（視野角度 2 度以上）が起こった試行の割合が利き目（右眼）に比べて高かった。また、その際の左眼の注視シフトは内側、つまり右側 20 度から中央方向へのシフトであった。一方、左目利きの参加者においては、左側 20 度の視覚ターゲットへの注視を維持する条件において、非利き目である右眼の注視シフトが起こった試行の割合が利き目（左眼）に比べて高かった。また、その際の右眼の注視シフトは内側、つまり左側 20 度から中央方向へのシフトであった。

以上の結果から、利き目は非利き目に比べて、位置を記憶した視覚ターゲットに対する注視方向の維持に優れることが示唆された。一方で、非利き目は反対側の視野における注視位置の維持が困難であることが示唆された。このことから、利き目側と同側への注視を行う際には、非利き目が用いられにくくなる可能性が考えられる。両眼視において、一方の注視方向のシフトが起こることにより、立体視や距離感覚に影響が現れる可能性が推察される。本研究で確認された注視方向のシフトが知覚および身体運動に与える影響

に関して、今後さらに詳細な検討を行うことが必要である。

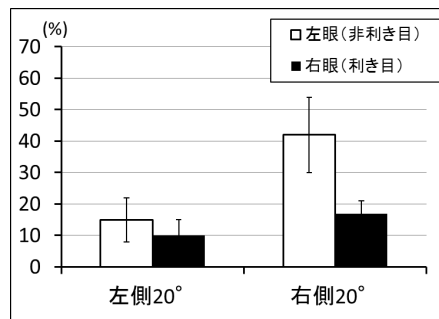


図 2 右目利きの参加者において注視方向のシフトが起こった試行の割合（%）

(2) 眼球運動特性に関するフィードバック情報提示機構の構築に関する研究（研究 2）

本研究の成果として、参加者が自身の両眼眼球運動および注視特性に関する定量的な指標を即時的に確認することが可能となるシステムを構築できた。また、水平方向への素早い注視移動を行う際の眼球運動特性のひとつであるサッケードの速度情報をリアルタイムでモニタリングし、ピーク速度に関する聴覚情報を用いて即時的なフィードバック情報を与えた結果、フィードバックあり条件の後半のブロックにおいて、フィードバックなし条件に比べサッケード眼球運動のピーク速度が大きくなった。このことから、眼球運動特性に関するフィードバック情報の提示を行うことが、より速い眼球運動の遂行に寄与する可能性がみられた。

以上のことから、今後、眼球運動特性に関するデータを即時的に競技選手にフィードバックすることが可能となり、スポーツにおける素早く正確な身体運動の遂行に貢献する眼球運動トレーニングを行うためのシステムとしての応用が期待される。

(3) 眼球運動に関連したトレーニング効果とスポーツパフォーマンスとの関連（研究 3）

実際の対人場面において、速いボールに対するレシーブを行う際は、安静状態時に比べ運動準備時の瞬目頻度が低下した。また、対人パス課題中にボールを注視する際には、静止状態で奥行き方向への注視移動のみを行う場合に比べて、奥行き方向への注視移動がよりスムーズに行われることが観察された。

大学生バスケットボール選手を対象に、両眼注視と運動技能との関係を調査した研究結果からは、奥行き方向に注視を移動させるときに非利き目（左目）の潜時が利き目（右目）の潜時よりも長いという結果に加え、シュート成功率が高い選手は、非利き目の潜時が短いという関係がみられた。また、奥行き方向の注視において特に非利き目の注視を素早く移動させるトレーニングを行うことがシュートパフォーマンスの向上に貢献す

る可能性が示唆された。研究1の結果も踏まえると、両眼注視、中でも特に非利き目の特性がパフォーマンスにより関連する可能性が考えられる。今後は、両眼注視とスポーツパフォーマンスの関係について、より多くの対象者において調査を継続する予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

Ando, S., Komiyama, T., Kokubu, M., Sudo, M., Kiyonaga, A., Tanaka, H., & Higaki, Y. Slowed response to peripheral visual stimuli during strenuous exercise. *Physiology & Behavior*, 査読有, Vol. 161, 2016, pp.33–37.
doi: 10.1016/j.physbeh.2016.04.006.

菊政 俊平、國部 雅大、野球の捕手におけるフィールドでの状況判断能力に関する認知的要因の検討、いばらき健康・スポーツ科学、査読有、Vol. 32、2016、pp.1–10 .

國部 雅大、眼球運動と手の協調、体育の科学、査読無、Vol. 65、2015、pp.882–885 .

國部 雅大、視野空間における両眼眼球運動および注視安定性に関する実験的検討、筑波大学体育系紀要、査読無、Vol. 38、2015、pp.139–142 .

Critchley, K., Kokubu, M., Iemitsu, M., Fujita, S., & Isaka, T., Age-related differences in the availability of visual feedback during bimanual pinch. *European Journal of Applied Physiology*, 査読有, Vol. 114, 2014, pp.1925–1932.
doi: 10.1007/s00421-014-2916-8.

[学会発表](計8件)

Kokubu, M., Mieda, T., Saito, M., Spatial trajectories and accuracy of goal-directed stepping response to auditory stimuli in football players. The 7th Asia Conference on Kinesiology, November 12, 2016, Incheon (Korea)

菊政 俊平、大木 雄太、國部 雅大、野球の捕手におけるプレー指示場面での状況判断過程 判断のタイミング・注視パターン・注意配分に着目して、日本スポーツ心理学会第43回大会、2016年11月5日、北星学園大学(北海道札幌市)

國部 雅大、ボールを追従する運動課題中の両眼眼球運動の対称性、日本体育学会第67回大会、2016年8月24日、大阪体育大学(大阪府泉南郡)

越智 清夏、菊政 俊平、大木 雄太、國部 雅大、ハンドボールのペナルティスローにおける注視方向および注視回数とシュート位置正確性の関係、日本スポーツ心理学会第42回大会、2015年11月23日、九州共立大学(福岡県北九州市)

國部 雅大、球技における実際の対人場面で素早い反応を行う際の瞬目生起タイミングの分析、日本体育学会第66回大会、2015年8月25日、国士舘大学(東京都世田谷区)

Kokubu, M., The effect of feedback system on eye movement properties in binocular gaze control, 14th European Congress of Sport Psychology, July 16, 2015, Bern (Switzerland)

國部 雅大、両眼眼球運動の制御における聴覚フィードバック情報提示の効果、第35回バイオメカニズム学術講演会、2014年11月9日、岡山大学(岡山県岡山市)

Kokubu, M., The relationship between eye dominance and eye position stability in binocular gaze control. 7th Asian-South Pacific Association of Sport Psychology International Congress, August 10, 2014, National Olympics Memorial Youth Center (Shibuya-ku, Tokyo)

[その他](計1件)

(講演)國部 雅大、運動パフォーマンスの遂行における両眼眼球運動の貢献、第8回日本スポーツ視覚研究会、2016年8月27日、国立スポーツ科学センター(東京都北区)

6. 研究組織

(1)研究代表者

國部 雅大(KOKUBU, Masahiro)

筑波大学・体育系・助教

研究者番号： 70707934