

令和元年6月10日現在

機関番号：34419

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K16474

研究課題名(和文) スポーツにおける瞬時の判断能力を強化するトレーニング方法の開発：視線行動への着目

研究課題名(英文) Developing a training method for rapid decision making in sports by focusing on eye movements

研究代表者

田中 ゆふ (TANAKA, Yufu M.)

近畿大学・経営学部・准教授

研究者番号：00610734

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)：競技熟練者特有の微細な身体動作の変化に対する判別能力および視線行動を検証するとともに、熟練者が行っている視線行動を非熟練者に意図的に行わせることによる予測スキルへの影響を明らかにするため、野球の投手映像を用いた3つの実験を実施した。結果、微細な身体動作の変化に対する判別能力は熟練者が優れており、無意識的な判断に基づいた正確な識別能力を有していることが示されたが、視線行動について熟練度間での差異は認められなかった。また、先行研究で示されている熟練者特有の視線行動の教示は視線移動距離の縮小を導いたが、球種判断の正確性が有意に低下し、非熟練者の予測スキルに負の影響を及ぼすことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

競技の熟練者が持つ優れた知覚能力について検討するために、CGで作成した野球の投手映像を用いて僅かな投球動作の違いを判断する実験とその際の視線の動きを調べる実験を行った。結果、動作の違いを識別する能力は熟練者が優れていることが明らかになったが、視線の動きに明確な違いは見出されなかった。さらに、実際の投手の映像を用いて球種を予測判断する実験を行い、熟練者特有の視線の動きを初心者に教示した。結果、視線の動きを教えることは予測の正確性の低下を招くことが明らかとなり、実際の競技の現場で、視線の向け方を制御する指導はその後のパフォーマンスの低下を導く危険性を有することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We conducted three experiments using movies and computer graphics of baseball pitchers to clarify their ability to discriminate minute changes in the pitchers' movements by observing the eye movements of expert and novice baseball players during discrimination tasks. Moreover, the effects of imitating experts' eye movements on the anticipation skills of novice players were investigated. Results indicated that the discrimination ability of expert players was superior to novices, indicating experts have implicit and accurate discrimination ability. There was no significant difference in eye movements between experts and novices. Moreover, a smaller gaze displacement was observed in novices after imitating the eye movements of experts. However, novices' accuracy of anticipating the pitch-type, including fast or curved-balls, decreased significantly despite imitating experts' eye movements.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：予測スキル 視線行動 CG 教示 潜在意識 エキスパートシステム 野球

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

1. 研究開始当初の背景

野球の打撃やサッカーのPKに代表されるオープンスキルのスポーツでは、相手選手の動作やボールなどの外的情報に基づき、瞬時に正確な反応をするための予測スキルが必要である。実際に、0.数秒の予測スキルの優劣が勝敗やパフォーマンスの結果に強く影響するため、競技に必要な技術面や体力面のみならず予測スキルといった知覚的要素の重要性は高く、近年注目されている。現実的に、スポーツ指導の現場では、どのように指導すれば効率的に予測スキルが高まるのかという点に興味を持たれ、その学術研究に対するニーズは非常に高い。

野球の打撃において、知覚的要素に着目した先行研究では、上述した予測スキルや視線行動に焦点が当てられ、熟練者特有の優れた予測スキルや、周辺視を利用した視線行動の特徴が明らかにされている。野球の打撃を対象とした一連の研究では(田中ほか, 2010, 2013; Tanaka et al., 2011), 投手の投球映像を観察しながら繰り返し結果を予測する知覚トレーニングが予測スキルの向上を導くことが明らかとなっている。さらに、異なる球種やコースへの投球時の投球動作に内在する身体的特徴に対して意識的・無意識的な知覚トレーニングの両方に効果が認められた。この結果は、予測スキル発揮時に投手の身体情報の抽出が本人の自覚なしに有効活用できること、即ち、無意識的な認知過程の存在を示している。このような、無意識的な認知過程の利用は熟練者に顕著であると考えられている(田中・関矢, 2010)。

このように、多くの先行研究によって予測スキル獲得のための重要な知見が報告されてきたが、予測スキルと視線行動は別々に研究が進められてきた背景があり、予測スキルと非常に深く関連していると考えられる意識・無意識的な認知過程と視線行動の変容については未解明である。したがって、競技熟練度による外的環境への意識・無意識的な認知過程による知覚的能力の詳細と予測スキル・視線行動の関係について検証する。さらには、実際のスポーツでの指導での影響を提言するために熟練者特有の視線行動の教示が予測スキルにどのような影響を及ぼすのかを検証する。

2. 研究の目的

3DCGで作成した投手映像を用いて野球の投球映像に対する判断課題を実施し、微細な投球動作の違いを判別可能な身体運動の変化量を明らかにする。さらに、視線行動を計測し、投球動作判別時の視線行動を異なる熟練度で比較することを第1の目的とした。さらに、実際の投手の映像を用いて球種予測遂行時の視線行動と予測スキルを測定し、競技熟練者特有の視線行動の教示が予測スキル発揮に及ぼす影響を検証することを第2の目的とした。

3. 研究の方法

第1の目的を達成するために2つの実験に取り組んだ。実験1では、競技熟練者特有の微細な身体動作の変化に対する判別能力の違いの相違を明らかにすることを目的とした。実験2では、実験1で得られた結果に基づき身体動作の変化量を調整し、視線行動を調べることを目的とした。第2の目的に対しては、熟練者が行っている視線行動を非熟練者に意図的に行わせることによって、予測スキルにどのような影響が生じるのかを明らかにすることを目的とした。なお、大阪大学医学部附属病院臨床研究倫理審査委員会の承認に基づいて全ての実験を行った。

(1)実験1

研究内容や実験参加に対する同意書を得た男子大学生17名(野球熟練者8名、非熟練者9名)が実験に参加した。NPB選手の投球映像を基に作成した3DCGは、投球腕である右腕の最大外旋からボールリリースまでを、基準の投球フォームの外転角度を中心に2°毎に10段階変化させたものであった。実験参加者にはモニター(MB169+, ASUS社製、解像度は1280×720pixel)に呈示された投球映像を見た直後に1)基準の投球腕の高さ(標準刺激)よりも「高い」か「低い」か(2選択強制選択法; forced-choice method), 2)回答の確信度(50-100%)を口頭にて回答させた(計400試行, 20試行×20ブロック)。

(2)実験2

研究内容や実験参加に対する同意書を得た男子大学生24名(野球熟練者12名、非熟練者12名)が実験に参加した。投球映像は実験1と同様に標準刺激となる動作を基準に投球腕側の肩外転角を操作した8種類の3DCGを作成しモニターにランダムに呈示した(計240試行, 24試行×10ブロック)。実験参加者には呈示された投球動作の投球腕の位置が標準刺激に比べて「高い」か「低い」か、また回答への確信度(50%-100%)を口頭にて回答させた。視線行動の計測には非接触型視線計測装置(QG PLUS, DITECT社製)を用いた。

(3)実験3

研究内容や実験参加に対する同意書を得た野球非熟練の男子大学生10名が実験に参加した。実験参加者はモニター(E2216H, DELL社製、解像度は620×480pixel)に呈示された映像に対してテンキーを押す課題を実施した。投球映像は野球歴9年の男性投手であり、ストレートとカーブの投球映像をリリースポイントを基準にカット編集し、観察用に2(各球種1)、測定用に20(各球種10)を用いた。投手映像での予測反応課題の前後に単純な図形刺激を用いた2選択反応課題を50試行実施した。最初の図形刺激への反応課題の後、ストレートとカーブの球種の違いを確認するために、ストレート3、カーブ3の計6投球を観察させ、視線行動を計測するためのキャリブレーションを行った。次に、投球映像を見ながらストレートかカーブの2球種について「できる限り早くかつ正確に」対応するボタンを押して反応するように求めた。

投球予測課題を 20 球 2 ブロック (1 セット) 行い, 2 ブロック目に視線行動を測定した. 1 セット終了後, 視線行動に関する教示を行い, 2 セット目を実施した. 2 セット目の視線行動の計測も 1 セット目同様に 2 ブロック目を対象とした.

投球動作判別課題終了後に, 図形刺激を用いた選択反応課題を 50 試行実施し, 質問紙への回答を求めた. 質問紙は視線教示 (熟練者の視線行動) に内容に基づき, 1) 遠山の目付け, 2) 視線を向けるエリアについて, 1 セット目と 2 セット目での意識度を 9 件法にて回答を求めた. さらに 1) 反応の早さ, 2) 正確性の意識度についても 1 セット目と 2 セット目での意識度を 9 件法にて回答を求めた.

4. 研究成果

(1) 実験 1

心理物理的指標

図 1 にはプロビット分析により得られた累積正規分布曲線を熟練度別に示した. 累積正規分布曲線より主観的評価点 (以下 PSE: $\text{probit}(0.5)$) を算出し, T 検定を実施した結果, 熟練者の PSE (-0.40 ± 1.50) は非熟練者 (-1.79 ± 1.23) に比べて標準刺激 (0) に近く ($t(15)=2.11, p<.05$), 基準の投球動作を正確に識別していることが示された.

さらに, 上弁別閾 (以下 UT: $\text{probit}(0.75)$), 下弁別閾 (以下 LT: $\text{probit}(0.25)$), 不確定帯 (以下 IU: UT と LT の総和) を算出し, T 検定を実施した. UT では熟練度間で有意差は見られなかったが, LT では熟練度間で有意差が認められ ($t(15)=2.77, p<.01$), 非熟練者 (-2.97 ± 1.48) に比べて熟練者 (-5.68 ± 2.38) が小さい値であることが示された.

さらに UT と LT の総和である IU においても熟練度間での有意差が見られ ($t(8)=2.10, p=.034$) 熟練者の IU は非熟練者に比べて狭かった. したがって, 熟練者は非熟練者に比べて微細な投球動作の変化に対する熟練者の識別が敏感に実行されていることが示された. また, LT での有意差が認められたことは, 投球腕が下がったときの動作変化に対して熟練者の識別能力の優位性が示されたことを意味している.

実際の判断と確信度の比較

各群の比較刺激に対する判断確率と判断への確信度の関係を図 2 に示した. 熟練度毎に 2 要因分散分析を実施した結果, 熟練者群では比較刺激と選択判断確率の交互作用が認められ ($F(9,63)=35.03, p<.001$), 多重比較によれば右肩外転角 $-9^\circ, -7^\circ, -5^\circ, -3^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ, 9^\circ$ において「高い」と判断した確率と確信度間の有意差が見られた ($p<.01$). 非熟練者群でも比較刺激と選択判断確率の交互作用が認められ ($F(9,72)=15.68, p<.001$), 多重比較によれば右肩外転角 $-9, -7^\circ, -5^\circ, -1^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ, 9^\circ$ ($p<.05$) において「高い」と判断した確率と確信度間の有意差が見られた. 群, 比較刺激, 選択判断確率の 3 要因分散分析も行ったが, 2 次の交互作用は見られず ($F(2.32,34.79)=.98, p=.398$), 「高い」と判断した確率と確信度について熟練度間の差はなかった. これらの結果から, 熟練者, 非熟練者ともに確信度よりも実際の判断の正確性が有意に高く, 無意識的に正しい判断が行われていることが示唆された.

以上の結果を総合的に考察すると, 熟練者は非熟練者に比べて微細な投球動作の変化に対して識別能力が正確に行われており, 優れているといえる. このような優れた識別能力が何に依存するのか, 視線行動に焦点を当てて研究を進める必要があり実験 2 を遂行した.

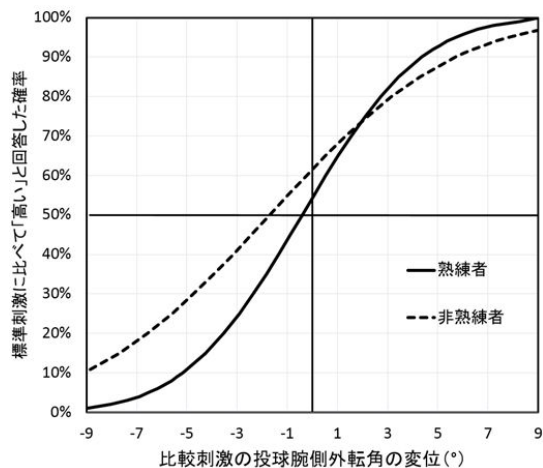


図 1 プロビット変換後の累積正規分布曲線

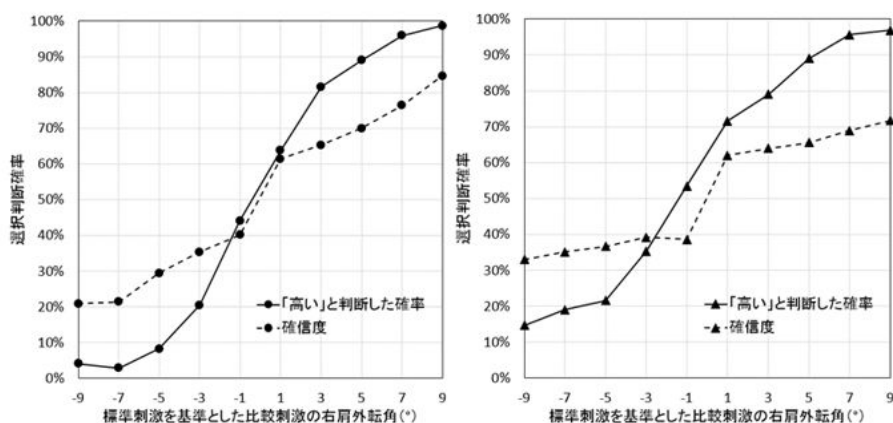


図 2 選択判断確率と確信度 (左; 熟練者, 右; 非熟練者)

(2)実験 2

心理物理的指標

プロビット分析により得られた累積正規分布曲線(図3)よりPSEを算出した結果、熟練者群のPSEは -1.11 ± 1.73 、非熟練者群は -4.23 ± 8.94 であった。T検定を実施した結果、有意差は認められなかった($t(12)=1.18, p=.13$)。さらに、UT、LT、IUを算出し、T検定を実施した。UTでは熟練者群(3.56 ± 10.57)と非熟練者群(10.57 ± 15.54)で有意傾向が見られ($t(12)=1.54, p=.074$)、また、LTにおいてもUTと同様に熟練者群(-5.77 ± 2.04)と非熟練者群(-19.02 ± 28.61)で有意傾向が認められた($t(11)=1.60, p=.068$)。さらにUTとLTの総和であるIUにおいても熟練度間での有意傾向が見られ($t(11)=1.64, p=.063$)、熟練者群(9.36 ± 2.94)に比べて非熟練者群(29.59 ± 42.43)のIUは非熟練者に比べて狭い傾向が示された。したがって、PSEに熟練度間での差異は認められなかったが、総合的に熟練者の識別能力の優位性が示された。

実際の判断と確信度の比較

各群の比較刺激に対する判断確率と判断への確信度の関係について、熟練度毎に2要因分散分析を実施した結果、熟練者群では比較刺激と選択判断確率の交互作用傾向が認められ($F(1.70, 16.96)=3.67, p=.054$)、多重比較によれば右肩外転角 -1° ($p=.013$)、 5° ($p=.038$)、 7° ($p=.044$)において「高い」と判断した確率と確信度間の有意差が見られた。非熟練者群でも比較刺激と選択判断確率の交互作用が認められ($F(1.63, 17.90)=4.26, p=.037$)、多重比較によれば右肩外転角 -3° ($p=.028$)、 -1° ($p<.001$)において「高い」と判断した確率と確信度間の有意差が見られた。群、比較刺激、選択判断確率の3要因分散分析も行ったが、2次の交互作用は見られず($F(1.75, 36.73)=.98, p=.374$)、「高い」と判断した確率と確信度について熟練度間の差はなかった。

視線行動

投球動作判別時の視線行動を調べるために、投球腕側外転角の変位が最大になるリリースポイントでの視線位置を求め各ブロックの平均値と標準偏差を算出した(図4)。X、Yのそれぞれに対し熟練度間で比較を実施した結果、リリースポイントの視線位置に有意差は認められなかった(X軸： $t(21)=1.42, p=.16$ ；Y軸： $t(21)=0.25, p=.80$)。

投球動作判別時の視線の動きについて熟練度間での差異を調べるために投球映像開始から終了までの視線移動距離(pixel/s)を求めた。その結果、熟練者群は 70.88 ± 41.78 、非熟練者群は 53.49 ± 20.41 であり、T検定の結果、有意差は認められなかった($t(21)=1.29, p=.106$)。

投球動作判別時の視線の動きの個人内変動について熟練度間での差異を調べるために投球映像開始から終了までの視線移動距離(pixel/s)の個人内変動(SD)を求めた。その結果、熟練者群は 27.86 ± 20.45 、非熟練者群は 17.70 ± 10.36 であり、T検定の結果、有意差は認められなかった($t(21)=1.52, p=.071$)。

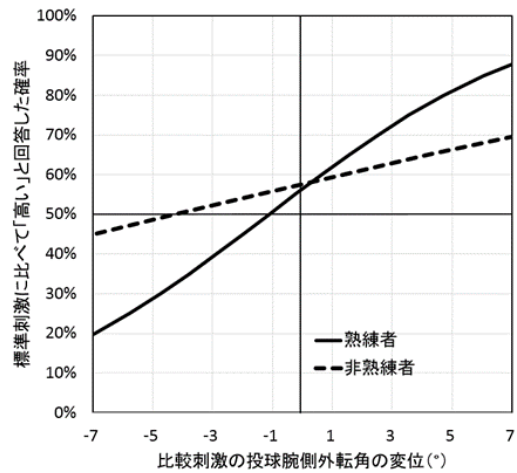
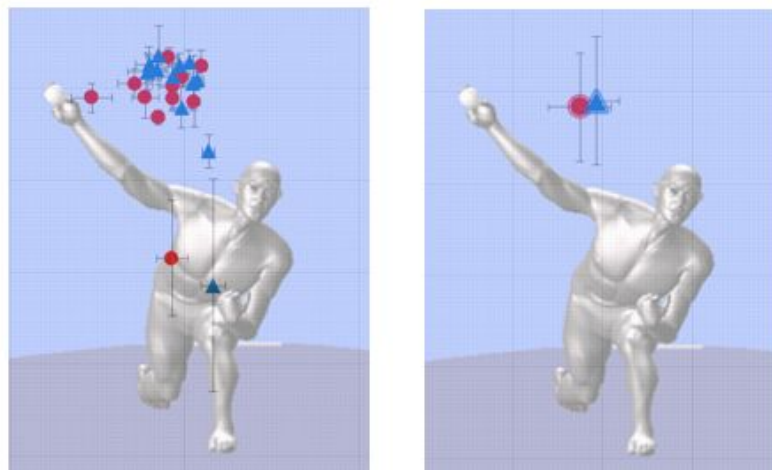


図3 プロビット変換後の累積正規分布曲線



●は熟練者、▲は非熟練者を示す

図4 全被験者の平均座標位置と標準偏差(左)と各被験者の座標位置と標準偏差(右)

(3)実験3

予測スキル

図形刺激を用いた選択反応課題：投球予測の前後に実施した図形刺激を用いた選択反応課題のRTについて、プリテストでは $306.04 \pm 22.82\text{ms}$ 、ポストテストでは $302.42 \pm 25.08\text{ms}$ であり、T検定を実施した結果、有意差は認められなかった ($t(6)=0.78, p=.23$)。したがって、投球予測課題での予測スキル(RT)についてボタン押しのRTの短縮を考慮せずに検討可能であることが確認された。

正反応率(%)と反応時間(ms)：視線教示前の1セット目2ブロック(20試行)と視線教示後の2セット目2ブロック(20試行)の正反応率と反応時間を図5に示した。正反応率について、視線教示前は $84.14 \pm 6.21\%$ 、視線教示後は $74.29 \pm 7.87\%$ であった。T検定を実施したところ有意差が認められ ($t(6)=6.71, p<.001$)、視線教示前に比べて視線教示後は有意に低下した。

反応時間について、視線教示前は $349.54 \pm 52.44\text{ms}$ 、視線教示後は $334.77 \pm 55.44\text{ms}$ であり、T検定の結果、有意な差は認められなかった ($t(6)=1.52, p=.089$)。したがって、反応時間の変化はないが、正確性が有意に低下したため予測スキル遂行時の視線の教示は予測の正確性の低下という不利益をもたらすことが示された。

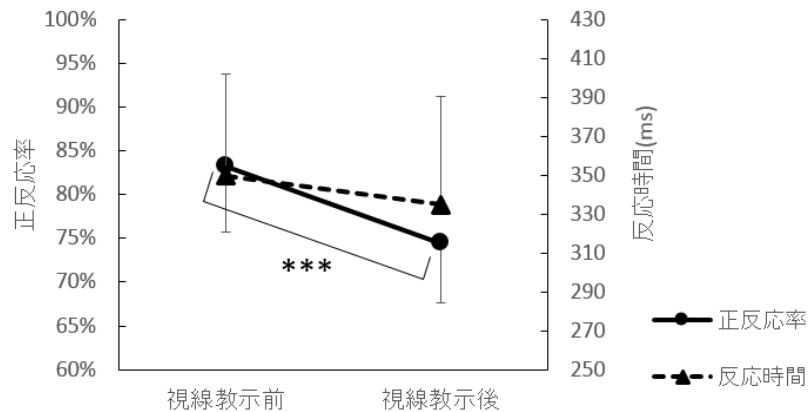


図5 視線教示前後の正反応率と反応時間

質問紙

熟練者の視線行動への意識度(図6)：遠山の目付に対する意識度について、視線教示前は 3.29 ± 1.50 、視線教示後は 7.43 ± 0.98 であった。T検定を実施した結果、視線教示前に比べて視線教示後は有意に意識度が高まることが示された。視線を向けるエリアに対する意識度について、視線教示前は 4.00 ± 2.16 、視線教示後は 8.43 ± 0.79 であり、T検定の結果、視線教示前に比べて視線教示後の意識度は有意に高いことが示された。これらの結果より、実験参加者は教示内容を高い意識で遂行していたことが確認された。

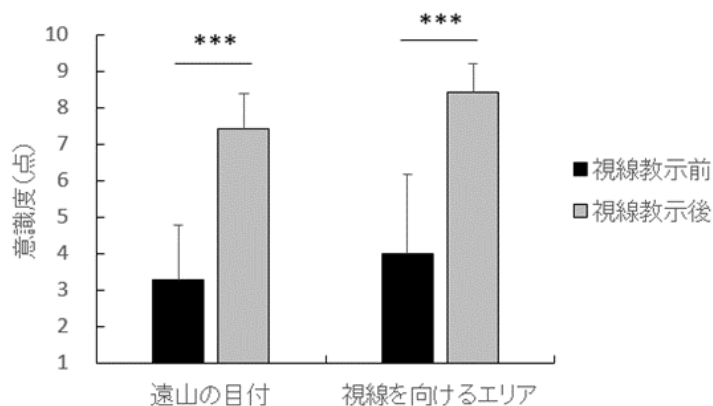


図6 熟練者の視線行動への意識度

反応の早さと正確性への意識度：視線教示前後の投球予測課題遂行中の正確性については、視線教示前は 6.57 ± 1.98 、視線教示後は 7.43 ± 1.81 であり、T検定の結果、有意な差は認められなかった ($t(6)=2.12, p=.08$)。反応の早さについては、視線教示前は 6.71 ± 1.98 、視線教示後は 7.00 ± 1.63 であり、視線教示前後での有意な変化は認められなかった ($t(6)=2.12, p=.08$)。したがって、投球課題遂行中は反応の早さと正確性の両方を高い意識で遂行しており、さらに、視線教示による反応の早さと正確性の意識の変化は認められなかった。

視線行動

リリースポイントでの視線位置と個人内変動 (SD): 予測スキル遂行時の視線行動を調べるために、リリースポイントでの視線位置座標を求め各ブロックの平均値と標準偏差を算出した(表1)。X, Yのそれぞれに対し視線教示前後での比較を実施した結果、リリースポイントの視線位置に有意差が認められ (X軸: $t(6)=0.23$, $p=.41$; Y軸: $t(6)=2.39$, $p<.05$) Y軸方向(上下)の値が増加した。つまり、視線教示によってリリース時の視点が下方向に変化したことが示された。個人内変動に有意差は認められなかった (X軸: $t(6)=0.30$, $p=.77$; Y軸: $t(6)=1.40$)。

表1 視線教示前後でのリリースポイントでの視線位置と個人内変動 (pixel/s)

	X軸	Y軸
リリースポイントでの視線位置		
視線教示前	319.37±8.42	186.91±17.06
視線教示後	318.95±4.88	195.47±11.29
リリースポイントでの視線位置の個人内変動 (SD)		
視線教示前	4.64±2.09	10.32±6.55
視線教示後	4.39±1.99	8.53±6.56

視線移動距離: 予測スキル遂行時の視線の動きについて視線教示前後での差異を調べるために投手の左足がプレートから離れ始めてからリリース後 250ms までの視線移動距離 (pixel/s) を求めた。その結果、視線教示前 60.47 ± 29.12 、視線教示後 36.54 ± 20.43 であり、T検定の結果、視線教示前に比べて視線教示後は有意に減少することが認められた ($t(6)=2.50$, $p<.05$) (図7)。

視線移動距離の個人内変動 (SD): 予測スキル遂行時の視線の動きの個人内変動について視線教示前後での差異を調べるために投手の左足がプレートから離れ始めてからリリース後 250ms までの視線移動距離 (pixel/s) の個人内変動 (SD) を求めた。その結果、視線教示前は 40.09 ± 29.59 、視線教示後は 19.35 ± 13.08 であり、T検定の結果、有意差は認められなかった ($t(6)=1.82$, $p=.06$)。

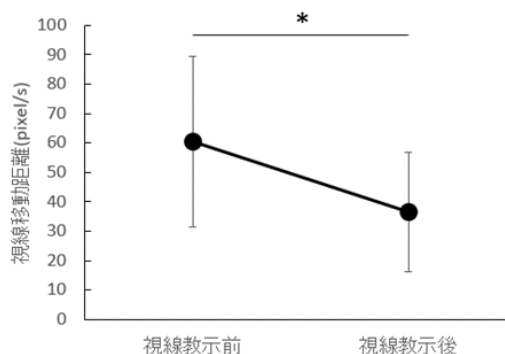


図7 視線教示前後の視線移動距離

<引用文献>

- 田中ゆふ・関矢寛史 (2010) 投球予測における顕在的・潜在的知覚トレーニングの効果。体育学研究, 55(2), 499-511.
- Tanaka, Y.M., Sekiya, H. & Tanaka, Y. (2011) Effects of explicit and implicit perceptual training on anticipation skills of novice baseball players. Asian Journal of Exercise & Sports Science, 8(1), 1-15.
- 田中ゆふ・関矢寛史・田中美史 (2013) 投球動作前の確率情報を伴う球種予測に顕在的・潜在的知覚トレーニングが及ぼす影響。スポーツ心理学研究, 40(2), 109-124.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

田中 ゆふ (2018) スポーツにおける予測と注意。体育の科学, 68(4):289-294. (査読なし)

[学会発表](計4件)

Tanaka, Y.M., Matsuo, T., & Tanaka, Y. Implicit ability of expert baseball batters for distinguishing subtle changes in pitchers' arm movements in computer animations. The International Society of Sport Psychology 14th World Congress of Sport and Exercise Psychology, Sevilla, Spain, 2017年7月.

田中ゆふ, 松尾知之 CGを用いた投球動作の微細な変化に対する無意識的判断。日本野球科学研究会第4回大会, 2016年12月.

田中ゆふ, 松尾知之 投球動作の微細な変化に対する無意識的判断: CG映像を用いて。日本体育学会第67回大会, 2016年8月.

田中ゆふ, 松尾知之 CGを用いた投球動作の微細な変化に対する無意識的判断: 競技熟練度が及ぼす影響。関西体育心理例会, 2016年6月.

[図書](計1件)

田中 ゆふ 予測を生み出す視線の妙技。心理学ワールド 74号, pp.21-22. 2016年7月

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。