

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 16 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500674

研究課題名(和文) 知覚スキルトレーニング法の基礎研究 - 運動スキル練習は知覚スキルを向上させるか？

研究課題名(英文) Fundamental research for training of perceptual skills (I): Can the motor skill learning really contribute to the improvement of perceptual skills?

研究代表者

田中 秀幸 (Tanaka, Hideyuki)

東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70231412

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：知覚スキルパフォーマンス向上に対する運動スキル習得の効果を検証するため、投球動作を対象とする基礎研究を行った。円筒投擲具を用いたボール的当て課題の学習実験とボール垂直投げ上げ動作のパントマイム実験を行った。1) 野球経験に関わらず、被験者はボール反力の得られないときにも、ボール反力があるかのような動作を再現できた。2) ボールを投げ上げるフリをする身体運動によって、より現実的なボール軌跡をイメージできた。これらの結果は、行為者の運動計画および運動実行由来の情報がその行為結果の予測に顕著に貢献することを示唆する。

研究成果の概要(英文)：The research aimed to investigate whether motor skill practices could improve perceptual skills. We performed three ball-throwing experiments. In Experiment 1, subjects practiced throwing a ball into a target using a shooting tool for two months. In Experiments 2 & 3, subjects threw a ball vertically to different targets and catch it while sitting in a chair. The subjects performed this motor, partially mental, task in three different modes: actual execution, pantomime, and imagination without swing actions. For the subject who experienced baseball the motor practice could improve the accuracy of perceptual judgments regarding back-forces acting on the hand at the ball release. Pantomime throwing reproduced the motor patterns observed during actual throwing and significantly reduced the variability of mental simulation of ball flights compared to the imagination mode. We hypothesized that simulated motor execution can play an important role in estimating a consequence of motor actions.

研究分野：知覚運動制御論

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：知覚 運動制御 運動学習 認知系脳科学 動作解析

1. 研究開始当初の背景

対戦型スポーツ競技において、対戦相手の行動予測や行為結果予測に係る知覚スキルは、優れた競技成績に不可欠な要素である。例えば、テニスのサーブコースの予測などは、競技パフォーマンスを左右する重要な知覚スキルである。競技エキスパートは正確に行為結果を予測できるが、競技初心者には正確な予測は難しいことが知られている。

同様に、行為者自身の行為結果予測に係る知覚スキルも高い競技成績を上げるためには欠かせない。例えば、バスケットボールのシュートは、シュートした瞬間にボールがゴールインするのかこぼれるのかを判断することにより、他者よりも素早く次の行動(リバウンド)に移ることができる。いずれにしても、一般に、運動スキルの高い競技者は知覚スキルも高い傾向にある。しかし、その相互依存関係は不明な点が多々ある。

2. 研究の目的

運動スキルと知覚スキル(主として行為者自身の運動行為の結果予測)の関係性を明らかにするための基礎研究として、3つの実験を行った。それぞれの実験の目的は以下の通りであった。

(1) 過去に経験したことのない新規な運動の学習課題を用いて、運動パフォーマンスの変化と運動行為結果予測の関係性を探索する。運動行為結果予測に最も有効と思われる知覚情報を確認する。

(2) 獲得済みの運動スキルを用いたパントマイム課題を用いて、運動行為の結果予測スキルのパフォーマンスを評価する方法を検討する。

(3) 獲得済みの運動スキルを用いたパントマイム課題を用いて、運動行為と行為結果予測スキルのパフォーマンス間の関係性を解析する。

3. 研究の方法

実験(1)

被験者は、中学から高校時代に野球経験のある男子大学生1名、中学から大学まで積極的なスポーツ活動経験のない男子大学生1名であった。被験者は、椅子に座った状態で、円筒型の投射具(2個入りテニスボール缶、スチール製)を用いて標的にテニスボールを投げ入れる学習課題を行った。標的は、被験者の爪先から3.5m、床から90cmの位置に置かれたカゴ(直径45cm)であった。被験者は、休憩をはさみながら、1日30分200~240球(40球/ブロック×5~6ブロック)を約1ヶ月半の期間、投射練習を行った。

実験(2)

被験者は、10年以上の野球経験のある男子大学生6名、思春期に積極的なスポーツ活動経験のない男子大学生8名であった。被験者は、椅子に座った状態で、頭上に置かれた標

的に向かってボールを投げ上げ、落ちてきたボールをキャッチする課題を行った(図1)。標的は、25cm間隔に紐で連結された2本のビニールチューブの輪(チューブ径2cm、輪の直径80cm)の内側の空間であった。被験者の肩峰点から標的中心までの垂直距離80、160、240cmの3条件で、被験者は各条件で合計5回成功するまで試行を繰り返した。被験者はこの運動課題を2種類のやり方で行った:実際にボールを投げてキャッチする方法(以下、実動作)とパントマイムで投げてキャッチするフリをする方法(以下、パント動作)。試行中の手の最大振幅とリリース直前の手の下向きの最大加速度を、高速度撮影された動画画像から動作解析ソフトを用いて計測した。ボールリリースからキャッチまでの時間は、親指と中指に取り付けた触圧センサーのデータから計測した。パント動作試行において、被験者は、ベルクロテープで掌に固定された発泡スチロール製のボールを放す・掴む動作によって、ボールリリースとキャッチを表現した。

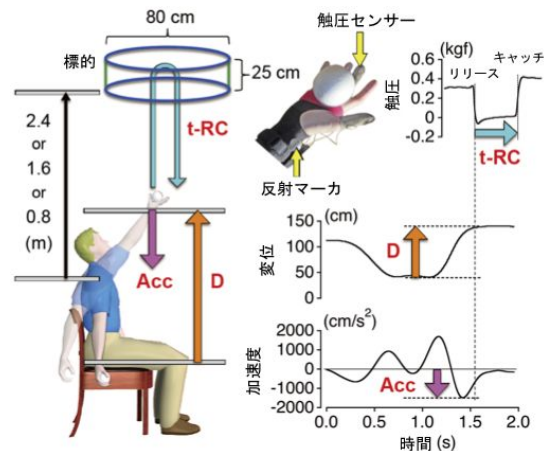


図1 実験(2, 3)の実験条件と測定変数

実験(3)

被験者は、健康な男子大学生6名であった。実験環境や条件設定は、実験2と同じであった。被験者は、2種類の方法でボール軌道をイメージする課題を行った:パントマイムで投げてキャッチするフリをする方法(パント条件)と腕を動かさずにイメージで投げてキャッチする方法(イメージ条件)。各標的的条件において、5回の成功試行のデータを記録した。

4. 研究成果

(1)

第1回目の試行において、両被験者ともに成功率は約20%であった。その後の練習期間において、被験者間で成功率に大きな差が見られた。しかしながら、練習期間終了1週間後と2週間後に実施された保持テストにおいては、両者ともに成功率は約50%であった。野球経験者は、非常に高い成功率を達成できるようになった理由として、ボールリリース

の際に投射具の内側にかかる力（ボールからの反力）の微妙な大きさの違いがわかるようになり、その差を調節するように腕の動きを制御するようになったことを報告した。この結果は、高い運動パフォーマンスを発揮するための、自身の身体運動（腕のスイング）の調節スキルとボールに加わる力の知覚スキルの相互作用の重要性を示唆する。

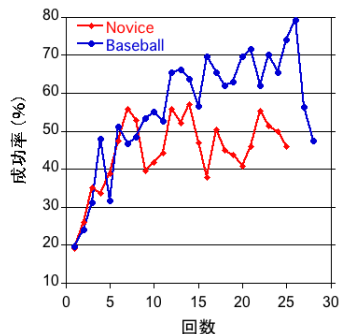


図2 パフォーマンス曲線

(2)

スイング振幅と加速度から推定されたボールの軌道高は、実動作・パント動作ともに、標的高の増加に比例して増加し、その線型関係は統計的に有意であった。しかしながら、パント動作の推定ボール軌道高は、実動作より有意に小さかった（図3）。

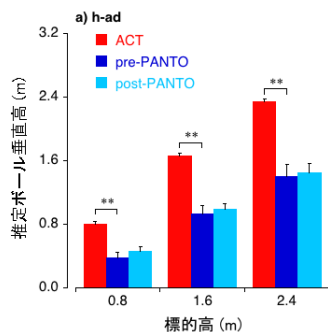


図3

ボールリリースからキャッチまでの時間から推定されたボールの軌道高は、実動作・パント動作ともに、標的高の増加に比例して増加し、その線型関係は統計的に有意であった。パント動作の推定ボール軌道高は、実動作との間で有意差は認められなかった（図4）。

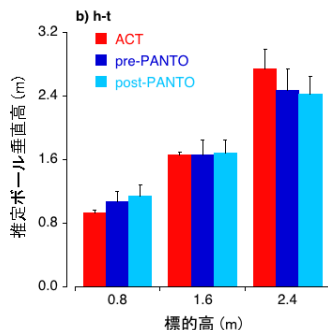


図4

スイング振幅と加速度の値は、実動作・パント動作ともに、標的高の増加に比例して増加し、その線型関係は統計的に有意であった。しかしながら、パント動作の平均値は、実動作より有意に小さかった（図5と図6）。

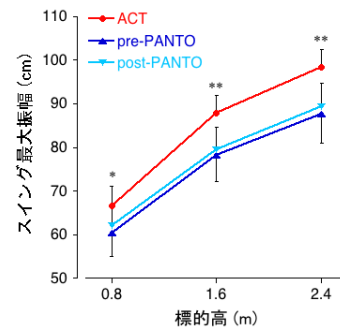


図5

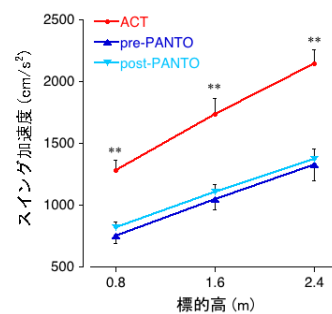


図6

これらの測定変数においては、野球経験による影響は認められなかった。しかし、加速度/スイング振幅比において、野球経験の影響が確認された。野球経験者は、未経験者に比べて、加速度/スイング振幅比が有意に小さかった（図7）。

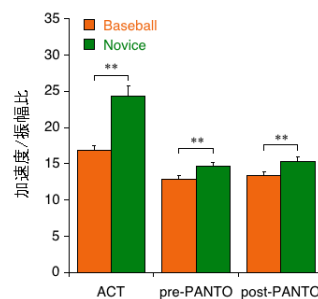


図7

(3)

実験2の結果（図4）は、被験者がボール運動の心的シミュレーションを正しく行ったことを示唆する。そこで、ボールリリース後のボール運動のシミュレーションに、動作由来の情報が利用された可能性を検証する実験を行った（実験3）。

ボールリリースからキャッチまでの時間から推定されたボールの軌道高は、パント条件・イメージ動作ともに、標的高の増加に比例して増加し、その線型関係は統計的に有意

であった。しかしながら、イメージ条件の推定ボール軌道高は、パント条件より有意に大であった(図8)。

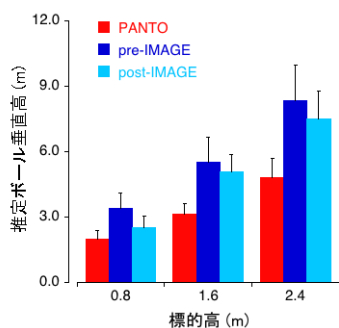


図8

(4) 研究成果のまとめと今後の展望

投射具を使ってボールを標的に投げ入れる運動課題を用いて、ボール反力の知覚情報が動作後の結果予測に用いられる可能性を突き止めた。また、ボール投げ上げキャッチ課題のパントマイム実験パラダイムを用いて、力発揮(身体ダイナミクス)と物体の運動(物体キネマティクス)間の関係性を記述する内的モデルの振る舞いを観察することに成功した。本研究の中で最も注目すべき成果は、実際に運動課題を行わなくても、その運動の実演(運動シミュレーション)が、運動の結果として得られる物体運動の心的シミュレーションをより現実的にすることを見いだしたことである。このことは、投擲や打撃等でボールを目標に正確に当てる課題において、素振り(例えば、ゴルフのパッティングの前の素振りなど)の有効性の科学的根拠となると考えられる。

残念なことに本研究で用いた運動課題においては、野球経験の差が見いだせなかった。今後は、競技エキスパート(さらに高度な運動スキルを有する被験者)に対象を広げ、得られた知見が実際に運動パフォーマンスに貢献するか検証していく予定である。

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)

[学会発表](計2件)

Tanaka H, Iwami M, and Mizuno W: The pantomime paradigm reproduces the motor patterns observed during the actual execution of a throw-and-catch motor task, 11th Motor Control and Human Skill Conference, Melbourne, Australia, 2013.11.29 (査読有)

田中秀幸: 動作の協調構造に着目した知覚運動制御研究の試み, 2013年度「運動・動作・行為の研究会」, 仙台, 2014.2.28 (査読無)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 秀幸 (Tanaka Hideyuki)

東京農工大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号: 70231412