

身体スキル練習時における動作開始前姿勢と心理状態の対応関係に関する実験的考察

○岡田 健嗣 (東京大学), 脇坂 崇平 (東京大学),
荒川 陸 (Carnegie Mellon University), 稲見 昌彦 (東京大学)

A Study of the Relationship between the Set Position Duration and the Mental Status during a Body Skill Exercise

○Taketsugu OKADA (The University of Tokyo), Sohei WAKISAKA (The University of Tokyo), Riku ARAKAWA (Carnegie Mellon University), and Masahiko INAMI (The University of Tokyo)

Abstract : One's mental state during exercise can affect their performance, but no research has been conducted on the effect of the pre-movement (i.e., set position) duration to the mental state. We investigated the relationship between the set position duration, the objective evaluation whether the exerciser was in a hurry or not (i.e., hurry index), and the performance in juggling. As a result, we found the relation between the set position duration and the hurry index, indicating that the set position duration could be used as a predictor of the mental state.

1. はじめに

スポーツを行う人が心理状態を制御する技術は”心理的スキル”や, ”心理的競技能力”と呼ばれ, パフォーマンスを作用する要素の一つとして, 心理的スキルとパフォーマンスの関連が調査されてきた [1]. 心理スキルを推定するためには心理状態を把握する必要がある. これらの手法として, 質問票を用いたもの [2] などの主観的な情報を利用した方法が検討されている.

一方で, 主観的な情報を用いた研究とは別に, 近年では運動中の映像や生態情報などの客観的なデータを用いて感情を推定する技術が研究されている [3, 4]. また, 客観的なデータを利用して学習を支援する取り組みも盛んになされている. これらの研究は, 主に運動中の生体情報や映像を用いている (例えば, [5]). しかしながら, パフォーマンスを行う直前の情報を利用して客観的に焦りを判断する研究は多くない. また, パフォーマンス内容と客観的に判断された焦りの関連を調査した研究は多くない. そこで本研究では, パフォーマンスを行う直前の情報をもとに運動学習を支援するために,

- ・ 運動の前の姿勢
- ・ 運動映像から客観的に判断される”焦り”の有無
- ・ 運動のパフォーマンス

の3つの要素間の相互関係を調査する.

1.1 対象とする運動：ジャグリング

本研究では, 運動の対象として, ボールジャグリングの基本的な技の一つである, 3 ボールカスケード (3BC) を選択した. これは,

- ・ 技を習得している人が少ない
- ・ 運動負荷が小さい
- ・ 広い場所を必要としない
- ・ 技のパフォーマンスレベルをキャッチ数などの数値で評価可能

といった利点があるためである. 焦りの定量化という目的からも, ジャグリングが対象として適していると考えられる. 以下に理由を述べる. 身体スキルにおいては, 動作開始前の落ち着き度合いが重要なファクターとなるものがある. 例えば, 器械体操, バレーのサーブ, 野球の投球など, 高い正確性が要求される動作を急に始めるような局面においては, 動作前に (意識的無意識的にかかわらず) 以前のミスに引きづられないようにメンタルのリセットをしたり, 次動作のメンタルリハーサルをする, といったことが重要となる. それはつまり, そのような心理的プロセスを行うための適切な時間を, 必要に応じて適宜動作開始直前に確保する必要がある, ということの意味している (本稿では, 動作を開始する直前の姿勢, 構えを”セットポジション”と呼ぶこととする). セットポジションにおける心理操作を苦手とするスキル初心者が存在する, ということは, 経験知としては一般に共有されているとって問題はないだろ

う。特にジャグリングにおいては、そういった初心者を同定することが比較的容易であると筆者らは考えている。その理由についてはいくつかあるが(技試行のテンポや反復性の高さ、メンタルリハーサル of の難しさ、など)、本稿では割愛する。ここでは以下の2点、ジャグリングコミュニティにおいて経験的に知られている傾向について記述しておきたい。一つは、ミスをしたのちに(振り返りもリハーサルもなく)ほとんど間をおかずに次の試行に入る、という初心者が一定程度いる、ということであり、もう一つは、そのような様子は、「焦っている」「急がずに、もうすこし落ち着いてやったほうが良い」という印象を周囲に与えるということである。

以上の理由より、身体スキル練習時の焦りの検出という目的において、ジャグリング初心者におけるセットポジションの長さやパフォーマンスと、焦りの関係に注目することとした。

本稿で扱う“焦り”について整理しておきたい。“焦り”とは心理状態の一つであり、時間的切迫感に起因する感情とする解釈や、恐れや緊迫などに関連する感情面からの解釈などが存在する。また、西村らは[6]、“焦り”とは包括的な概念であることを指摘し、行動、認知、感情、身体 of の4側面から包括的な焦りを定義した。すなわち、“理想とする状態と現実の状態との乖離や、時間に関する評価によって行動や身体、感情、認知に対して生じる、乖離を埋めようとする概念”である。主観的な焦りに関して分析を行うには、この4側面から適切な評価を行う必要があるが、本研究では、客観的に判断できる焦りに注目する。主観的な焦りとの関連は、今後の研究課題とする。

1.2 運動の動作開始前姿勢

ジャグリング(3BC)におけるセットポジションを(Fig. 1)に示す。

上述したように、初心者は、セットポジション時間が短いほど焦っているように見え、3BCも上手くいかないことが経験的に知られている。運動前の姿勢と焦りに注目した研究は多くないが、単に運動開始姿勢とパフォーマンスの関連については多くの研究が行われている。例えば短距離走に関して、Frostらは[7]走行開始時の足部の位置が走行速度に、柳下ら[8]は骨盤の傾斜角度が動作開始時間に影響を及ぼしていると報告した。Bobbertらは[9]、垂直跳びにおいて、跳躍開始時の重心の位置が跳躍高に影響を及ぼしていると報告した。これらの研究は、瞬間的な運動開始姿勢とパフォーマンスの関連に注目したものである。本研究では、客観的な焦りとセットポジション時間長さには関連がある、という経験的知識に基づいているが、同時にセットポジション時間長さとパフォーマンスの関連も調



Fig. 1: セットポジションの様子。ボールを両手に持ったまま、腰付近で手を構える姿勢。

査する。本研究で対象とする運動開始姿勢の継続時間とパフォーマンスの関連に注目した研究はほとんど行われておらず、これらの研究にも貢献する。

なお、本研究では、パフォーマンスとして、平均ボールキャッチ回数を採用した。

2. 実験手法

3BCを練習する映像9本をジャグリング未経験者および初心者レベルの11人(22-40歳、男性9人、女性2人)に見せ、それぞれの映像に対して、“焦っている”ように見えるか、“落ち着いている”ように見えるかを判断させた(Fig. 2)。未経験者および初心者を評価者として採用した理由としては、専門的知識や経験によらない、一般的な焦り判断の結果を観察するためである。提示した映像は、22-30歳の男性が3BCを練習する映像である。5キャッチできた一連のジャグリングを1セッションとし、それぞれ10セッションが映像に含まれる。



Fig. 2: 実験用ユーザーインターフェイス。映像が上部に提示される。視聴後、“焦っている”か“落ち着いている”のいずれかのボタンを押す(強制二択課題)。

それぞれの映像に対し、セットポジション時間とキャッチ数を目視で計測し、映像ごとの平均セットポジション時間と平均キャッチ数を算出し、焦っていると判断した人の割合と対応させて相関係数を算出した。また、今後客観的に判断できる焦りと関連のある指標の調査を行うために、評価者が焦りを判断するうえで、何が判断材料になったかを自由に話してもらった半構造化インタビューを実施した。この際、判断材料は運動を開始する前のものか、後のものかは制限を設けなかった。

3. 結果

結果を Fig. 3 に示す。左から順に、(1) 平均セットポジション時間と焦っていると判断した人の割合の関係、(2) 平均キャッチ数と焦っていると判断した人の割合の関係を散布図にしたものである。相関係数 r はそれぞれ (1) -0.66, (2) -0.71 であった。また、インタビューによって得られた焦りの判断根拠について、Table 1 に示す。

Table 1: 焦りの判断根拠

評価者 ID	焦りの判断根拠
1	ボールの高さ、リズムの早さ
2	ボールの高さや、投げるタイミングのばらつき
3	表情の余裕さ
4	手の動かし方、肩に力が入っているか
5	表情の余裕さ、目線
6	動きの緩慢さ
7	ミスの修正ができていないか
8	リズムの一定さ、ボールと手の位置のばらつき
9	セットポジション時間、ミスの対応
10	目線、ジャグリング時間の長さ
11	セットポジション時間

4. 考察

4.1 焦り-セットポジション時間・キャッチ数の関連

(1),(2) どちらの相関係数も有意性が示された。本結果は、まずは我々の想定どおり、セットポジション時間が焦りの予測に使えることを示唆しているといえる。しかしながら同時に、パフォーマンス (キャッチ数) も予測に使える可能性があることについても言及しておく必要があるだろう。インタビューからもパフォーマンスにより焦りを判断している評価者がいることがわかる。ただし、パフォーマンスが高ければ焦っておらず、パフォーマンスが低ければ焦っていない、というのでは、そもそも焦り指標の出番は

なくなってしまう。本研究の趣旨を鑑みれば、パフォーマンスと焦りが対応しない状況を特定し、その状況においてセットポジションと焦りの関係を調査する必要がある。例えば、「パフォーマンスは低いが、セットポジションが長い」動画が、どのように焦り判断されるかを調べることが挙げられる。しかし今回のデータセットでは、動画 No.9 のみが該当するデータである。我々の予測どおり、動画 No.9 に対する焦り判断の割合は比較的低いが、データ一つでは判断ができないため、今後、多様なセットポジション、キャッチ数の組み合わせのデータを増やして、解析をすすめる予定である。

また、焦り判断の主観的根拠をみると (Table 1), セットポジション時間に限らず幅広い要因が挙げられていた。中には、焦りというよりもスキル習熟度合いに直接関係しているものも多く含まれている。これは、パフォーマンスと分離して焦りを評価できているかどうか、という問題につながる。今回は、ジャグリングに詳しくなくても、動画から焦りを判断できるか、という目的設定もあり、評価者に経験者を採用しなかった。そのため、「焦っているかどうか」と「ジャグリングに習熟しているかどうか」の区別が難しかった可能性がある。今後の実験では、評価者に経験者も追加して、判断根拠がどのように変化するかを調べる予定である。

回答法の再検討も行う。今回の実験では、焦っているか焦っていないかを強制 2 択で回答させた。これは、数値による定量化の方が強制 2 択よりも難しいと事前に考察したためだが、複数人の評価者から「どちらかに決定することが難しい」というフィードバックを得た。今後はリックカート尺度による回答法も検討する。

4.2 焦り指標の個別性と一般性

本研究では、(ジャグリングコミュニティで経験的に共有されている) 初心者の練習時における行動に基づいて、実験と考察を行った。1.1 節で述べたように、理想の状態と現実の状態の乖離が、焦りを引き起こす重要な要素になると考えられている。焦っている際になぜセットポジション時間が減少するかについてはこれまで考察してこなかったが、これは「乖離をいち早く埋めたい」という無意識衝動によるものかもしれない。ジャグリングは他の身体スキルに比べても比較的技の試行のテンポや反復性が高い。乖離を埋めたいという衝動によるものだとすれば、(成功している場合の) テンポを守るために、セットポジションをつい省略するという事態が生じているのではないだろうか。これは未検証な一つの仮説にすぎないが、研究対象をジャグリングおよびセットポジション以外に広げるにあたって、有用な着眼点となると考えている。

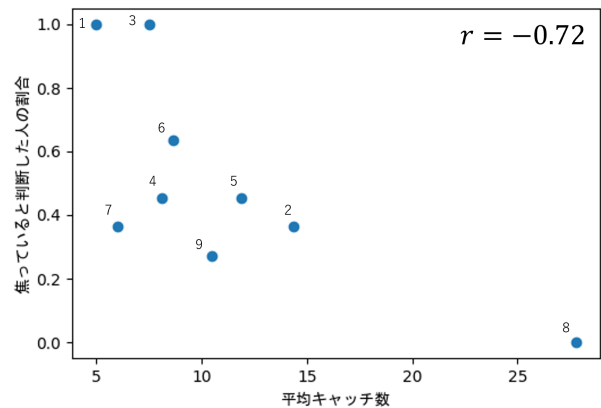
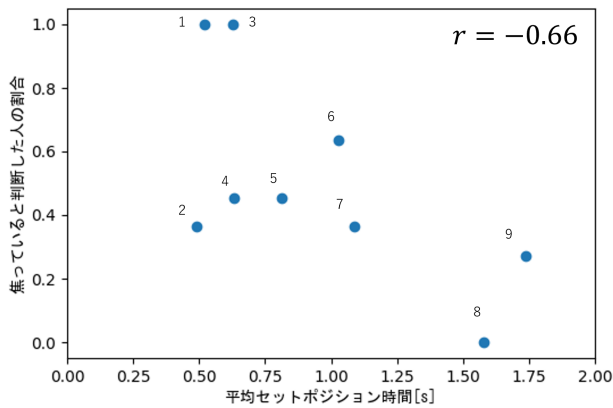


Fig. 3: 左から順に, (1) 平均セットポジション時間と焦っていると判断した人の割合の関係, (2) 平均キャッチ数と焦っていると判断した人の割合の関係. プロットされた点に付記された数字は左右で対応しており, 同一の動画であることを示す. また, グラフ右上に相関係数 r を示す. どちらも $p < 0.05$ で有意.

ジャグリングに限らず他のスキルの練習において, 焦り等のメンタル状態を, スキル実施前後の情報から抽出することができるのか. できるとすれば, どのような手法によるか. 本稿の範囲外ではあるが, 本研究の意義を明確にするためにも, こういったより一般的な問題フレームワークを常に考察していく必要があるだろう.

5. 今後の展開

5.1 ルーティンとの関連

村上ら [2] によって心理的スキルを向上させるための手法が整理されている. その中で, ルーティンという手法がある. ルーティンとは, 本番前の場面においていつも決まった動作を行うことで, 雑念を取り払い心の準備を行うことである. これによって, パフォーマンスの向上に寄与する. ルーティンの例としてよく知られてるものとしては, 鈴木一郎氏 (野球) のバッターボックスでのジェスチャー, 五郎丸歩氏 (ラグビー) のゴールキック時のポーズなどがある. ルーティンは本番直前の動作のみに限らないが [10], 本番前に限定した内容に関しては, Pre-Performance Routine:PPR といわれ [11], 研究が行われてきた. 本研究では, 動画をもとに焦っているかどうか判断してもらい, それとセットポジション時間, キャッチ回数との関連を調査した. これを逆に利用し, セットポジション時間をあえて長く取ることを習慣づけるように教示を行う, という指導が考えられる. この教示によってジャグリングに習熟することができれば, セットポジションを練習における一種の PPR として用いることができるといえる.

5.2 焦り指標を利用した指導方法の検討

セットポジション時間や, キャッチ数との関連はある本研究の結果から関連が示されたが, これを回帰モデル化することで, 指導に応用することができる. 例えば著者ら [12, 13] によって構築された教示自動推薦システムは, 個人のスキル習熟状態に合わせた言語的教示を出力する. 本システムに焦り指標を統合し, メンタルに関する教示 (“今の練習では焦っていたから, もう少し落ち着いて”等) も出力可能とすることを考えている. これにより自分の焦りに対するメタ認知 [14] の促進, およびそれによるスキル向上の実現を目指す. 本稿執筆時点では, セットポジション時間は目視によって計測を行ったが, 今後は, 機械学習のアルゴリズムを利用することにより, 手の速度を用いてセットポジション時間計測を行う予定である.

6. 結論

本研究では, 身体スキル練習時の, セットポジションの長さ, 動画を通して客観的に判断される “焦り”, 運動のパフォーマンスの関連を, ジャグリングを対象として調査した. その結果, 平均セットポジション時間が長いほど, また平均キャッチ数が多いほど, 焦っていると判断した人の割合が低くなる, 負の相関があることが有意に示された. 今後は, ジャグリング熟練者に焦りの評価を行ってもらい, より正確な焦りのデータを収集するとともに, 焦りと平均セットポジション時間, 平均キャッチ数の関連の回帰モデル化を試み, 動画ベースで自動で焦りを検出することを目標とする.

謝辞

本研究は JST,CREST, JPMJCR16E1 の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 徳永幹雄. スポーツ選手に対する心理的競技能力の評価尺度の開発とシステム化. 2001.
- [2] 村上貴聡, 平木貴子, 今井恭子, 立谷泰久, 平田大輔, 須田和也, 石井源信, 東京理科大学, 専修大学, 共栄大学ほか. 心理技法活用尺度の作成-大学生競技者を対象として. *スポーツパフォーマンス研究*, Vol. 2, pp. 106-120, 2010.
- [3] 田村宏樹, 前田貴哉, 石井雅博, 淡野公一, 唐政. 歩行動作時のバイオリジカルモーションを用いた感情推定に関する研究. *日本知能情報ファジィ学会 ファジィシステムシンポジウム 講演論文集第 26 回ファジィシステムシンポジウム*, pp. 127-127. 日本知能情報ファジィ学会, 2010.
- [4] 松居辰則. 生体情報を用いた学習者の心的状態推定と学習支援の試み. *教育システム情報学会誌*, Vol. 36, No. 2, pp. 76-83, 2019.
- [5] 持田岳美, 木村聡貴, 井尻哲也, 柏野牧夫. ウェアラブルセンサを活用したスポーツシーンでの心身状態の解説とフィードバック. *映像情報メディア学会誌*, Vol. 71, No. 5, pp. 301-305, 2017.
- [6] 西村詩織. 焦りに関する研究の概観と展望-焦りの包括モデルの提案. *東京大学大学院教育学研究科紀要*, Vol. 47, pp. 251-258, 2007.
- [7] David M Frost, John B Cronin, and Gregory Levin. Stepping backward can improve sprint performance over short distances. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 22, No. 3, pp. 918-922, 2008.
- [8] 柳下幸太郎, 広瀬統一. 骨盤傾斜の変化が動作の遅速に及ぼす影響, 2013.
- [9] Maarten F Bobbert, LJ Richard Casius, Igor WT Sijpkens, and Richard T Jaspers. Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *Journal of applied physiology*, Vol. 105, No. 5, pp. 1428-1440, 2008.
- [10] Stewart Cotterill. Pre-performance routines in sport: Current understanding and future directions. *International review of sport and exercise psychology*, Vol. 3, No. 2, pp. 132-153, 2010.
- [11] Aidan P Moran. *The psychology of concentration in sport performers: A cognitive analysis*. Psychology Press, 1996.
- [12] 高原慧一, 脇坂崇平, 荒川陸, 檜山敦, 稲見昌彦. 経験バンクに基づくジャグリング学習支援システムの提案. *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2020 論文集*, Vol. 2020, pp. 199-203, 2020.
- [13] 岡田健嗣, 脇坂崇平, 高原慧一, 荒川陸, 稲見昌彦. ボールジャグリング練習映像に基づいた教示推薦システムの構築と応用. *SKG-SKL*, 2021.
- [14] Thomas O Nelson. Metamemory: A theoretical framework and new findings. In *Psychology of learning and motivation*, Vol. 26, pp. 125-173. Elsevier, 1990.