

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18090

研究課題名（和文）自己効力感の生起によるメンタル機能調節システムの研究

研究課題名（英文）A study of the regulatory system of mental functioning through the generation of self-efficacy

研究代表者

吉田 成朗 (Yoshida, Shigeo)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・助教

研究者番号：40808531

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、より良いパフォーマンスを発揮できると思える「自己効力感」に注目し、自身が適切に行動できていたり、自身の行動が良い結果をもたらしたかのような擬似的な成功体験を通して、メンタルを由来とするモチベーションや、パフォーマンスの改善を図るシステムを構築した。ユーザ評価を通して、構築したシステムによって自己効力感を生起し、メンタルやモチベーション、パフォーマンスの向上といった気持ちや行動の変容を促すことができるか調査した。完全に自身の身体表出・身体運動の結果であると捉えられるフィードバックの構築には至らなかったものの、こうしたシステムによって気持ちや行動を変容できる可能性を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、工学的手段によるメンタル機能調節の方法論の解明である。モチベーションの維持や、パフォーマンスの改善など、メンタルを由来とする人の気持ちや行動に、コンピュータで作り出した擬似的な成功体験によって介入するシステムの設計手法やメカニズムを明らかにした。一方で、メンタル機能調節が必要な状況はこれだけに限らない。抑うつ症状の人や、うつ病患者は、物事を良い方向に捉えられず、自己効力感の低下が起きる。しかし、自己効力感を生起する方法論が明らかになることで、メンタル機能調節が阻害されている人々に対する新たな対処療法の発見が期待できるという点で社会的に意義のある研究である。

研究成果の概要（英文）：This study focused on "self-efficacy," which is the feeling that one can perform better, and developed a system to improve one's motivation and physical performance through a pseudo-success experience as if one were acting appropriately or one's actions brought good results. Through user evaluations, we investigated whether the developed systems could generate self-efficacy and promote changes in feelings and behaviors, such as improvements in mentality, motivation, and performance. Although we could not construct a feedback system that can be fully regarded as the result of the user's own physical expression and physical movement, we were able to show the possibility that such feedback can change feelings and behavior.

研究分野：ヒューマン・コンピュータインタラクション

キーワード：自己効力感 モチベーション パフォーマンス 身体運動 バーチャルリアリティ

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人間は必ずしも自身の最大限の力を発揮できていない。スランプが原因で大事な大会で結果を残せなかったり、緊張して喋るべき言葉が出てこなくなったりと、自信や集中力の欠如、過度の緊張といったメンタルの不調が、発揮できるパフォーマンスに影響する[Orlick, T. 1988]。そのため、いくら身体技術を磨いても、それを行使する際のメンタルを調節する技術も同時に備えていなければ、自身の力を十二分に発揮することはできない。また、メンタル機能調節の技術については、スポーツトレーニング分野で提唱されてはいるものの、長期的な訓練や、特殊な知識を必要とし、一朝一夕に身に付けられる技術ではない。

一方で、人間の行動・目標達成に関わる認知心理学的知見を鑑みることで、メンタル機能調節のための新たな工学的手法が構築可能であると考えられる。例えば、ある効果や目標を達成するために必要な行動を、自分が遂行可能であるか予期できる能力を「効力予期」と呼ぶ。身体のこわばりや緊張感、これまでの練習の成果から得られたポジティブな経験や成功体験によって、こうした予期は変化することが知られている。そして、効力予期を知覚することを「自己効力感」と呼ぶ。効力予期と自己効力感には相関関係があるとともに、自己効力感の低下は、モチベーションや、パフォーマンスの低下につながる[Bandura, A. 1982]

本研究の核心をなす学術的な問いは、「自己効力感を生起する手法により、人間のメンタルを由来とするモチベーションやパフォーマンスの変化を自在に誘発できるか」というものである。これに対し申請者らは、予備的な検討として、自己効力感を増す目的で、成功判定が緩く、成功体験が得られやすいゴルフシミュレータを用意し、その環境でゴルフのパター練習を行うことにより、パターの成功数を改善できることを示した。これを一般化する研究として、本申請では、効力予期の向上に作用する、良い結果が得られた際の成功体験や、特定の行動を遂行できている際の身体的状況を擬似的に生成することで、高い自己効力感を生起し、練習・学習モチベーションの維持や、パフォーマンスの安定・向上に適切なメンタルに調節する手法を提案する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、自身が上手く行動できているかのような擬似的な体験を通して、より良いパフォーマンスを発揮できると思える「自己効力感」を生起し、メンタルを由来とするモチベーションの維持や、パフォーマンスの改善を図る工学的手法を構築することである。

3. 研究の方法

本研究では、工学的手段によるメンタル機能調節の実現に向けて「自己効力感」に注目し、自身が適切に行動できていたり、自身の行動が良い結果をもたらしたかのような擬似的な体験を通して、高い自己効力感を生起する手法を構築する。そして、それらの手法の評価を進めることで、メンタルに起因するモチベーションや、パフォーマンスの変化を誘発する方法論を明らかにする。また、構築した手法の継続的な効果を検証する。

自己効力感の生起要因には、1 実際の行動を通して得た成功体験(遂行行動の達成)、2 他者の行動の観察(代理的体験)、3 他者からの評価(言語的説得)、4 生理的・身体的反応の変化の体験(情動的喚起の情報)の4つがある[2]。この内、1と4に関しては、自己の身体感覚を変容する難しさから、あまり研究が進められていない。一方、昨今のバーチャルリアリティ(VR)や、身体拡張技術の発展により、自身や他者の体の動きや、心拍・表情・声などの生理的・身体的表出といった「身体像」を変容して知覚・認知させることが可能になってきた。本研究の独自性は、1や4に関連して、自己や他者の身体像を変容することによる、自己効力感の生起手法を検討する点にある。

本研究では、1に関する検証対象として、練習を通して一定の能力を発揮する必要があるスポーツを想定する。そして、練習の際の身体動作から得られた擬似的な成功体験(擬似成功体験)による自己効力感の生起と、練習後のモチベーションやパフォーマンスの変化を評価する。4に関しては、人前でのスピーチや、見知らぬ人と会話する場面を想定する。そして、他者とのコミュニケーションの際に現れる生理的・身体的表出を変化させることで自己効力感が生起するか、また、コミュニケーションへの影響を検証する。

4. 研究成果

(1) 情動的喚起の情報に着目したリアルタイム音声フィードバックによる行動変容

自己効力感の生起要因である「情動的喚起の情報」に注目し、他者とのコミュニケーションにおいて、上手く話せている、自信を持って話せているといった自己効力感を生起することで、心理的緊張感の軽減や、円滑な会話を促進することを目的とした手法の構築・検証を行った。

気持ちや行動の変化を目的として、コンピュータによって変調した声をリアルタイムに発声者自身の声であるかのようにフィードバックする手法を Altered Auditory Feedback (AAF) と呼ぶ。一方で、感情などに寄与する音声成分(ピッチ、フォルマントなど)は多数あるため、どのような変調が目的とする気持ちや行動の変化(今回の場合は「自信」)に効果的であるか探索することは難しい。そこで、データ駆動手法を用いて、声の知覚体験設計に有用な変換パラメータ

セットを推定することができるか（推定モデルを構築することができるか）調査した。

さらに、推定されたパラメータセットを用いて変換した音声が自信度に影響するか、ユーザー実験を通して調査した。

クラウドソーシングによるデータ収集

自信度推定モデルを構築するため、クラウドソーシングを用いて加工音声の自信度評価データを収集した。参加者は日本人成人 296 名であり、ランダムなパラメータ値による加工音声の自信度を Web サイト上で評価した。加工前の音声には音声コーパス JNAS に収録された日本人話者 8 名による短文読み上げ音声を使用し、各音声は 4 種類のパラメータ（フォルマントシフト、ピッチ範囲、ピッチシフト、スペクトル傾斜）について加工された。参加者は 2 種類の加工音声を視聴し、「どちらが自信を持って話していると思いますか?」という質問に基づき、音声対の自信度を 5 段階 Likert 尺度で相対評価した。参加者は 1 名あたり 16 のダミー質問を含む 32 問の評価質問に回答した（図 1-1）。

自信度推定モデルの構築と評価

クラウドソーシングで収集した相対評価データから、各加工音声の自信度スコアの絶対値を [Koyama et al. 2014] の手法によって推定した。その後、絶対スコアに対して RBF 補間を行い、加工パラメータの値を入力として推定自信度スコアを出力する関数を求めた。評価者 296 名分のデータから評価の正当性が不十分と判断されたものを除外し、225 名分のデータを用いてモデルを生成した。

そして、各加工パラメータの値を独立変数、モデルが推定した自信度スコアを従属変数とした重回帰分析を行った。その結果、ピッチ範囲が声の自信度に最も大きく寄与し、抑揚の拡大によって音声の自信度が向上される可能性が示唆された。

自信度評価実験

モデルが人間の知覚と合致するか検証するため、音声の印象評価実験を行った。参加者は男女 10 名であり、加工前の音声には JNAS 収録の音声のほか、参加者自身の録音音声を使用した。ランダムに生成した 5 万組のパラメータセットのうち、推定自信度スコアが最大値、中央値、最小値となった 3 組のパラメータセットで音声を加工し、参加者はそれらに加工前音声を加えた 4 種類の音声から知覚される自信度を 7 段階 Likert 尺度で評価した。

加工音声の話者（他者/自分）と使用したパラメータセットによって分類した 8 群について、知覚自信度評価の結果を図 1-1 に示す。2 要因分散分析の結果、話者とパラメータセットとの交互作用は有意でなく ($p=0.2647$)、評価者自身の声を加工した場合の知覚自信度推定にもモデルが適用可能であることが示唆された。また、パラメータセットの主効果は有意であり ($p<0.0001$)、知覚自信度の評価値は推定自信度スコアの大小と概ね対応していた。

しかし、「自信度高」の音声は「自信度中」 ($p=0.1928$) や「加工前」 ($p=0.4025$) と比較して有意差が認められなかった。参加者からは加工音声の不自然さ（声が上がっているように感じる、声色が不自然に高くなる）についての言及があり、それらの要因が知覚自信度に影響した可能性がある。一方で、自然な抑揚であったという参加者も数名いた。

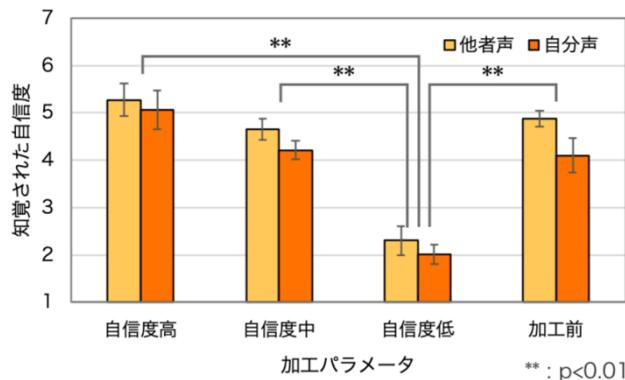


図 1-1 音声から知覚された自信度の評価値（エラーバーは標準誤差）

リアルタイム音声フィードバック実験

推定したパラメータをもとに構築した自信声のリアルタイムなフィードバックが、気持ちや行動に影響するか評価する実験を実施した。実験参加者には、実験者（観察者）の前で就活面接

を想定した対面スピーチを実施してもらった。その際に、実験参加者が抱くスピーチ中の緊張感や、観察者からの印象を調査した。実験参加者は、自信のある声に変換したグループ（高自信）、自信のない声に変換したグループ（低自信）、音声を変換しなかったグループ（統制）の、3つに別れた。結果として、グループ間に緊張感の主観的な感じ方に差はなく、生理指標として測定した皮膚電位反応についても差はなかった（図 1-2）。アンケート結果からは、自分の声として知覚できていない参加者が多数いた。原因として、音声の遅延と加工の不自然さが挙げられた。ハードウェアの構成の問題により遅延が生じていたことが判明した。

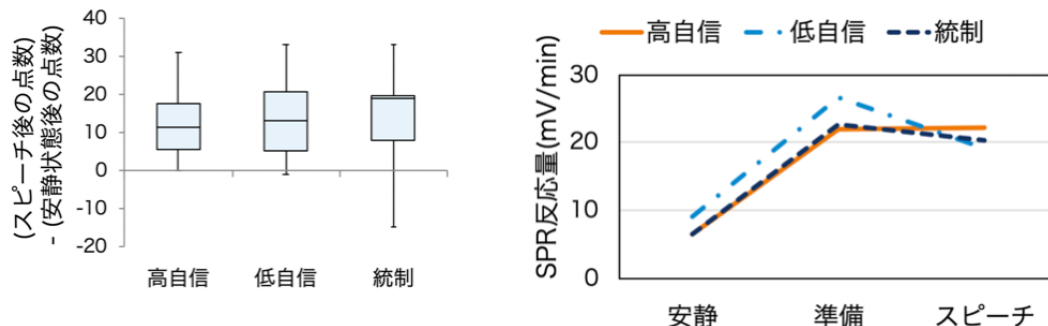


図 1-2 自信声フィードバック実験の実験結果。左が主観的な緊張状態を測定した状態不安検査の結果、右が生理指標として測定した皮膚電位反応の時系列のプロット

その後、ハードウェアの構成を変更し、データ収集も再度実施し、自信声を設計し直した。しかし、新型コロナウイルスの状況悪化によって、前回と同様の対面でのリアルタイムフィードバック実験を実施できていない。新型コロナウイルスの状況を鑑みて、実験を再開する予定である。

(2) 遂行行動の達成に着目した擬似成功体験の生起による行動変容

自己効力感の生起要因である「遂行行動の達成」に注目し、運動の結果が成功したかのようなフィードバックによって自己効力感を生起することで、モチベーションやパフォーマンスを向上させることを目的とした手法の構築・検証を行った。

スポーツは心技体をバランス良く高めることが最大限のパフォーマンス発揮につながる。このうち、メンタリティ(心)は安定したパフォーマンスの発揮に不可欠であるが、技体に比べ直接的な介入の難しさから調整手法の確立は進んでいない。本研究ではパフォーマンスと関連する心的要素である自己効力感に着目し、自己効力感を生起することで安定して高いパフォーマンスを発揮できるよう支援するシステムの構築を目的とする。自己効力感の生起には自らが目標を成し遂げたという成功体験が必要となる。本研究ではスポーツにおいて一般的な動作である投球を対象に擬似的な成功体験を付与するシステムを構築し、システムを用いたトレーニングによってターゲットに対する投球のコントロールを安定させることができるか検証した。

捕球範囲を調整する提案手法

本研究では、バーチャルリアリティ (VR) を使った投球練習システムを構築するにあたり、狙ったところへ正確な投球ができたという成功体験を擬似的に作り出すキャッチャーアバタを用意した。キャッチャーの捕球範囲を気付かれないように広げることで、通常のトレーニングより多くの成功体験を重ねることができる。

モーションキャプチャシステムを用いて VR でも現実と同じように投球を行うことができる環境を用意した (図 2-1)。参加者とアバタの間隔は 3m とした。アバタは屈んだ状態で配置され (図 2-2)、実験参加者は HMD を被り右手だけが見える状態でキャッチャーへ投球を行った。

また本システムを使用する際に参加者には、赤い丸で示されたターゲットの範囲内に投球されたボールをアバタが捕球できると教示した。その上で実際の捕球範囲を密かに調整することで成功体験を与える回数を変化させる。この捕球範囲を違和感のない範囲で設定するために 5 名を対象に予備実験を行った。その結果、ターゲットの中心から 20cm 以内に投球された時にターゲットの中に投球できたか判断が曖昧になり、15cm 以内に投球された時にはターゲット内に投球できたと判断することが明らかになった。



図 2-1 実験環境



図 2-2 バーチャル環境での投球先 (アバタ)

提案手法の効果検証

捕球範囲を広げた提案手法を用いることにより成功体験を積み重ねる回数が増加し、結果として自己効力感が生起し、パフォーマンスを向上させることができるという仮説のもと実験を行った。

実験参加者は、野球やソフトボールなどの投球動作を行う競技を 1 年以上経験したことのある 6 名を含む 20 歳から 2 歳までの男性 12 名であった。実験参加者は全員右利きであった。

実験は参加者内計画で実施した。実験条件として捕球範囲を、ターゲットの中心から 20cm 以内とした広い条件と、ターゲットの中心から 15cm 以内の範囲を捕球するやや広い条件、ターゲットの大きさと揃えたコントロール VR 条件を用意した。参加者を VR でのトレーニングに習熟させるため、現実環境で投球トレーニングを 5 分間をこない、その後に追加で VR 環境での投球トレーニングを 5 分間実施した。その後、自己効力感の評価として VR 環境での投球成功回数を予測してもらった後、指定したターゲット (アバタ) に 18 球投球する本番を行った。5 分間の休憩を挟んでいずれかの条件で 5 分間の投球トレーニングを行った後に、再び成功回数の予測と本番を行った。

実験結果と考察

初回の本番の際に取得した投球成功数の予測と成功回数をもとに、その後の各本番で取得した予測と成功回数の変化率を計算して自己効力感とパフォーマンスの変化を評価した。

自己効力感に関して分散分析を行った結果有意差が見られ($p=0.0027$)、多重比較の結果広い条件で有意に予測した回数が増加した。一方でパフォーマンスに関しては有意差が見られなかった($p=0.18$)。

システムで生起した自己効力感がその後の本番にも影響した可能性を考慮して、初回にトレーニングを行った条件の後の本番の結果だけを条件別にまとめて解析した。分散分析の結果、有意差は見られなかったが($p=0.51$)、やや広い条件でパフォーマンスが向上し分散も小さくなる傾向があった。この結果から相手のレベルを途中で変更せずに、システムを用いてトレーニングを行うことでパフォーマンスが安定して向上する可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 宮村和志、吉田成朗、鳴海拓志、葛岡英明
2. 発表標題 引き込み現象を活用した映像でのトレーニングが運動強度にもたらす影響の基礎検討
3. 学会等名 第25回バーチャルリアリティ学会大会（VRSJ2020）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮村和志、吉田成朗、成瀬加菜、鳴海拓志、谷川智洋、廣瀬通孝
2. 発表標題 VRにおける他者アバタとのインタラクションに基づく自己効力感がスポーツパフォーマンスに与える影響の基礎的検討
3. 学会等名 メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会（MVE）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成瀬加菜、吉田成朗、高道慎之介、鳴海拓志、谷川智洋、廣瀬通孝
2. 発表標題 自信声フィードバックによる緊張緩和手法の提案：クラウドソーシングを利用した自信声加工パラメータの推定
3. 学会等名 第24回バーチャルリアリティ学会大会（VRSJ2019）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kana Naruse, Shigeo Yoshida, Shinnosuke Takamichi, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose
2. 発表標題 Estimating Confidence in Voices using Crowdsourcing for Alleviating Tension with Altered Auditory Feedback
3. 学会等名 Asian CHI Symposium: Emerging HCI Research Collection in ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 成瀬加菜, 吉田成朗, 世田圭佑, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝
2. 発表標題 リアルタイムな擬似安静声フィードバックによる緊張緩和手法の提案
3. 学会等名 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成瀬加菜, 吉田成朗, 世田圭佑, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝
2. 発表標題 リアルタイムな変換聴覚フィードバックによる緊張緩和効果の基礎的検討
3. 学会等名 メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関