

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K19729

研究課題名（和文）スポーツにおける表情解析とその応用

研究課題名（英文）Facial expression analyses in sports and its application

研究代表者

工藤 和俊（Kudo, Kazutoshi）

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授

研究者番号：30302813

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：注視、瞬目、視線移動を含む顔の動きや表情は、スポーツにおいて環境を知覚する際の参照枠となると同時に、ダンスや演劇においては身体表現要素となりうる。そこで本研究では、顔身体協調パターン特性の熟達差、認知運動課題実施時の瞳孔径変化、および化粧が他者認知および対自認知に及ぼす影響について検討した。これら一連の研究により、眼球の向きや瞳孔径を含めた顔表情は、熟練者において固有の協調パターンを示し、行為者の心理状態を反映する指標となり、顔表情を変化させることによって競技時においてもポジティブな心理状態を作り出すことから、身体パフォーマンスの向上のための有効な介入手段となりうることを示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、顔身体協調パターン特性の熟達差、認知運動課題実施時の瞳孔径変化、および化粧が他者認知および対自認知に及ぼす影響について検討した。これら一連の研究により、眼球の向きや瞳孔径を含めた顔表情は熟練者において固有の協調パターンを示し、行為者の心理状態を反映する指標となり、顔表情を変化させることによって競技時においてもポジティブな心理状態を作り出すことが可能になることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Facial movements and facial expressions, including gazing, blinking, and eye movement, can serve as a frame of reference for perceiving the environment in sports, as well as an element of body expression in dance and theater. In the present study, we examined the effects of head and body coordination pattern characteristics on the differences in proficiency, pupil diameter change during a cognitive motor task, and the effects of makeup on other-perception and self-perception. These studies have shown that facial expressions, including eye direction and pupil diameter, show unique coordination patterns in skilled subjects and are indices that reflect the psychological state of the actor, and that changing facial expressions can create a positive psychological state during competition. These findings indicate that facial expressions can be an effective means of intervention to improve physical performance.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：顔表情 運動スキル 眼球運動 トレンド除去相互相関解析

1. 研究開始当初の背景

スポーツにおいて顔の表情はアスリートの心理状態を表す有力な手掛かりとなるだけでなく、表情を意図的にコントロールしてポジティブな情動を誘発することにより、パフォーマンス向上に有効利用できる可能性が指摘されている。また、ダンスや演劇などの表現活動においては、顔の表情や頭部と身体の協調が表現要素になることから、パフォーマンスの成否にかかわる要因となっている。一方で、スポーツや表現パフォーマンスにおける表情や頭部 - 身体協調の定量的な解析方法については現在まで確立されておらず、その学習方法や応用手法も含めて今後の挑戦的研究課題として挙げられる。そこで本研究では、注視、瞬目、眼球運動を含む顔表情および頭部 - 身体協調を定量的に解析し、熟練者の特徴を明らかにするとともに、熟達化支援のための応用可能性を明らかにする。

2. 研究の目的

人が運動をする時、眼は重要な役割を果たす。これまで視覚の能動性に着目して眼球運動に関する研究がなされてきたが、視覚情報を得るためには眼だけでなく頭や体幹も同時に動かすことが必要となる。特にスポーツやダンス場面では、より高度に眼や全身を協調させて動かすことが求められる。眼と全身、すなわち知覚と身体運動の協調関係は、これまで力学系アプローチから解明されてきた。力学系アプローチでは、ある協調パターンから別の協調パターンへ相転移が生じるかが検討され、これにより身体運動の自己組織化が示される。本研究ではこのアプローチを援用した課題を用いて、眼と身体運動との協調を検討した。ただし、眼は他の身体部位と同様に効果器である一方で受容器としての役割も持つため、他の身体部位とは異なる知覚-運動協調特性を持つ可能性があるが、この特性はこれまでに明らかにされていない。眼と身体運動との協調の検討するにあたり、まずこの特性を調べておく必要があるため、実験 1 では眼単体での知覚-運動協調特性を検討した。次に実験 2 では、実験 1 から明らかになった眼球運動の特性を踏まえて、眼と身体運動の協調ダイナミクスを非ダンサーとバレエダンサーの間で比較検討した。

また、実験 3 では、フロー状態をはじめとした集中状態における眼の変化を検討するため難易度を変更することのできる判別課題を新たに作成し、瞳孔径変化を検討した。

さらに実験 4 では、顔表情を変化させる要因である化粧に着目した。先行研究では、化粧による心理的效果として、行為者自身の感情のポジティブな変化、積極性の上昇、外向性の増大、対外的・対自的気分の効用、安心、等が挙げられている。また、女性競技者を対象とした研究においては、化粧によって、観客や審判にアピールをする「審判・観客に対する効果」、気分を高揚させる「対自的効果」、対戦相手を威嚇する「対戦相手に対する効果」等が期待される一方で、女子学生競技者の半数以上が競技中に化粧をしないという報告もあり、化粧がストレス要因にもなりうることが示唆されている。これらのことから、本研究では、化粧が他者認知に与える影響について検討するため、顔表情判断課題のパフォーマンスに化粧の有無がどのように影響するのかを検討した。さらに、女子学生競技者を対象として、競技中の化粧の有無によってどのように心理的状态が変化するのかオンライン質問紙調査を実施した。

3. 研究の方法

実験 1 では、メトロノーム音に合わせて眼をリズムカルに上下または左右に動かす課題を実施した。健常な 8 名の男女 (29.1 歳 ± 9.86 歳、男性 3 名、女性 5 名) が実験に参加した。参加者は、高さが調節できる椅子に座り、高さが調節できるあご台を用いて頭を固定した。あご台からコンピューターディスプレイ (VG248QE: ASUS 社製, 24 inch, 1920 × 1080 pixel, リフレッシュレート 144 Hz) までの距離は 55 cm であった。注視点とメトロノーム音は Matlab Psychophysics toolbox を用いて呈示した。また、眼球運動計測装置 (EyeLink 1000 PLUS: SR Research 社製, オンタリオ, カナダ) を用いて両眼の眼球運動を計測した (サンプリング周波数 144Hz)。メトロノーム音に合わせて眼を上下または左右に動かす知覚-運動課題を用いた。参加者は、メトロノーム音に合わせて、眼の前に設置したスクリーン上に呈示された目標に視線を合わせるよう求められた。上下または左右に呈示された目標間の距離は 20cm で、視野角は 10.3 度であった。メトロノーム音は 4 種類のテンポ (60 拍/分, 80 拍/分, 100 拍/分, 120 拍/分) を設定した。メトロノーム音と眼球運動の協調パターンは、4 種類 (アップ・ダウン・ライト・レフト) を設定した。

実験 2 では、注視点を固定または振動させながら頭を左右にリズムカルに動かす課題を、非ダンサー 10 名とバレエダンサー 7 名を対象に実施した。参加者の頭と肩の動揺データを取得するため、三次元動作計測装置を用いて、参加者の身体特徴点 4 ヶ所 (頭の左右, 左右の肩峰) に装着した反射マーカークの座標を計測した。また、参加者の足圧中心 (COP) データを取得するため、床反力計を用いた。運動課題として注視点を固定または振動させながら、頭を左右にリズムカルに振る知覚-運動協調運動課題を用いた。参加者は、立位姿勢で、120cm 離れた眼の前に呈示された 3 つの目標のうち、注視点を固定する場合は真ん中の目標を、注視点を振動させる場合は左右の目標を交互に見よう求められた。左右に呈示された目標間の距離は 120cm で、視野角は 26.6 度であった。メトロノーム音は 2 種類のテンポ (120 拍/分, 180 拍/分) を設定した。ただし、リズム運動の両端それぞれをメトロノーム音に合わせた。すなわち、運動周期は 1Hz と 1.5Hz の 2 種類であった。頭の運動と注視点の協調パターンは、4 種類 (注視点固定条件・注視点振動条件・眼球運動条件・静止立位条件) を設定した。これ

らの課題を実施する際の身体協調関係をトレンド除去相互相関解析(DCCA)を用いて定量化した。

実験3では、20代の大学生4名を参加者として実施した。参加者は眼球運動計測装置(Pupil Labs)を装着した。課題として、刺激を受動的に見る統制課題および難易度の異なる刺激弁別課題を用い、実験終了後に6種類の課題それぞれの難易度について5段階評価で質問した。

実験4では、大学生または大学院性の女性競技者を対象として、ディスプレイ上の提示された顔表情の認知課題を実施した。顔表情の作成に当たっては、Fujimura & Umemura(2018)による顔表情データベースをもとに、女性の幸福と恐怖の顔を10%ずつ変化させたモーフィング画像を作成した。実験では、画面上にモーフィング画像が3秒間提示され、被験者にその表情が「幸福」と「恐怖」のどちらを示すものかを識別するように求めた。続いて、判断に対する回答の自信度を「非常に自信がある」から「全く自信がない」までの5段階で尋ねた。最後に、回答する時に正確にクリックすることができたかを選択するように求めた。

質問紙調査においては、日本語版 Profile of Mood States 2nd Edition 短縮版(以下、POMS2)を用いて、化粧を施した時の対象者の気分を評価した。この心理尺度は、Heuchert & McNair(2012)が開発したPOMS2全項目版をもとに、信頼性を担保しながら、短時間で気分を評価できる尺度として開発されたものである。POMS2では、「怒り - 敵意(AH)」「混乱 - 当惑(CB)」「抑うつ - 落ち込み(DD)」「疲労 - 無気力(FI)」「緊張 - 不安(TA)」「活気 - 活力(VA)」「友好(F)」の7つの下位尺度で構成され、これらの気分状態と総合的な気分状態の評価が可能である。本研究では、ネガティブな気分を示す2つの下位尺度「抑うつ - 落ち込み(DD)」「緊張 - 不安(TA)」と、ポジティブな気分を示す2つの下位尺度「活気 - 活力(VA)」「友好(F)」計4つの下位尺度を用いた。作成した質問票は、各気分尺度につき5項目、計20項目から構成され、「まったくない」から「非常に多くある」の5件法で回答を求めた。各因子は各尺度の合計得点で算出される。本研究では、「競技以外で学校のキャンパスにいて、化粧をしている状態」、「競技以外で学校のキャンパスにいて、化粧をしていない状態」、「競技中に化粧をしている状態」、「競技中に化粧をしていない状態」の4条件で気分を尋ねた。

次に、榊原・寺本・谷(2014)が開発したリラクゼーション評価尺度を用いて、化粧を施したときのリラックス状態を評価した。この心理的尺度は、リラクゼーション反応に伴う安堵感や不安感を評価することができる。本研究では、ネガティブな気分を示す「認知的不安」とポジティブな気分を示す「心理的安静」の2つの下位尺度を用いた。作成した質問票は、各下位尺度につき5項目、計10項目からなり、「そう思わない」から「非常に多くある」の5件法で回答を求めた。気分因子は各下位尺度の合計得点を算出される。本研究では、「競技以外で学校のキャンパスにいて、化粧をしている状態」、「競技以外で学校のキャンパスにいて、化粧をしていない状態」、「競技中に化粧をしている状態」、「競技中に化粧をしていない状態」の4条件で主観的なリラックス状態を尋ねた。

4. 研究成果

実験1では眼の知覚-運動協調特性を検討することを目的に、音に合わせて眼をリズムカルに上下または左右に動かす課題を実施した。その結果、眼の知覚-運動協調において相転移は生じなかった。また、すべての協調パターンにおいて、テンポが上がるほど協調パターンの安定性は低下し、120拍/分では眼を周期的に動かすことが困難となった。このことから、眼のダイナミクスは体肢のダイナミクスとは異なることが示された(図1)。

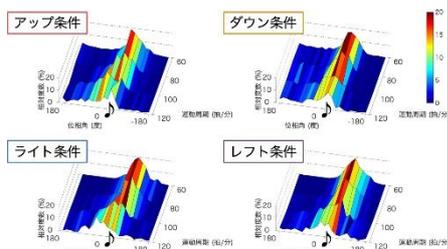


図1 眼球運動の位相角

また、実験2では顔と身体運動の協調ダイナミクスを検討することを目的に、注視点を固定または振動させながらリズムカルに頭を左右に動かす課題を実施した。その結果、注視点振動条件より注視点固定条件でCOPの単位時間軌跡長が長くなり、全身の安定性が低かった。また、DCCAの結果、頭・肩とCOPが大局的に同相で協調していることが明らかになった(図2A)。ただし、頭・肩とCOPを大局的に逆相で協調させて課題を実施している参加者も観察された。さらに、眼と音の知覚-運動協調における眼の切り返し割合は注視点固定条件よりも眼球運動条件の方で有意に低く、切り返し時刻の位相角のばらつきは、注視点固定条件よりも眼球運動条件の方で有意に大きかった。また、バレエダンサーを対象にした際には、注視点振動条件と注視点固定条件の間に全身の動揺の有意な差はなかった。また、DCCAの結果、頭・肩とCOPが大局的に逆相で協調していることが明らかになった(図2B)。これらの結果は、バレエダンサーが頭部-体幹の固有の協調パターンを有していることを示唆している。

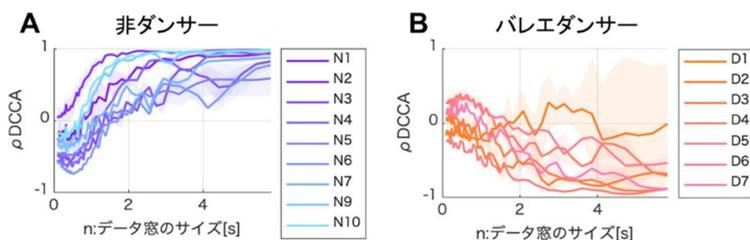


図2 非ダンサー(A)およびバレエダンサー(B)の身体協調

実験3においては、全ての試行のうち被験者ごとの統制条件の平均よりも瞳孔径が小さくなった試行は2つしかなく、課題実施時に瞳孔径が拡大することが確認できた。この結果は本実験における瞳孔径の変化が光などの影響ではなく、課題の集中によるものであることを示していた。また、各参加者とも主観的な難易度が中程度であったときに瞳孔径が最大となり、難しすぎるあるいは簡単すぎると感じる難易度では瞳孔径が縮小した。これは課題の難易度に応じて瞳孔径や集中の度合いが大きく変化することを示している。さらに質問紙の回答や正答率と瞳孔径の変化を比較すると、最も集中のできる状態は本人が出来ると判断した部分よりも少し高い挑戦的な難易度と考えられ、この状態は「フロー」に関連している可能性が指摘できる(図3)。

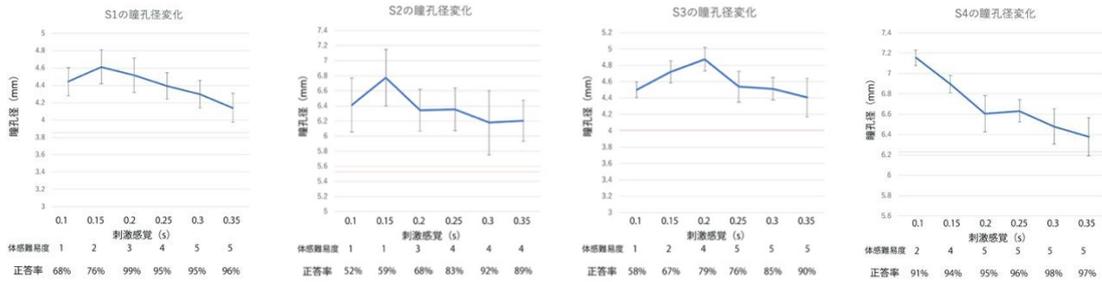


図3 各参加者の瞳孔径変化

実験4では、化粧有無の条件間で、各画像に対し、恐怖を感じる程度に差があるかどうかを検討したところ、有意な差は認められなかった。一方、あいまいな表情に対する回答の自信度については、化粧あり条件において化粧なし条件よりも優位に高い自信度を報告することが示された(図4)。

また、調査研究においては、化粧を施すことによって、「友好」というポジティブな気分が増大し、「抑うつ - 落ち込み」、「認知的不安」、「緊張 - 不安」というネガティブな気分は低減するという結果となった。

これら一連の研究は、眼球の向きや瞳孔径を含めた顔表情は、熟練者において固有の協調パターンを示し、行為者の心理状態を反映する指標となり、顔表情を変化させることによって競技時においてもポジティブな心理状態を作り出すことから、身体パフォーマンスの向上のための有効な介入手段となることが示された。

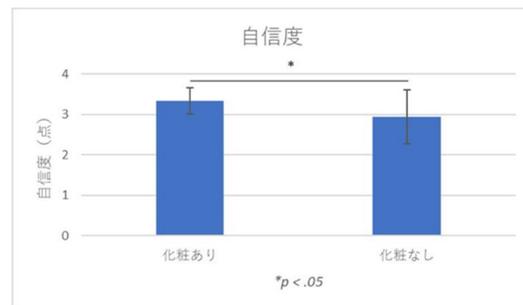


図4 回答に対する自信度

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 工藤和俊, 岡野真裕	4. 巻 69
2. 論文標題 揺らぎ続ける身体 足圧中心のダイナミクス	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 860-865
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 工藤和俊, 岡野真裕	4. 巻 70
2. 論文標題 アートする非線形力学系としての身体	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生体の科学	6. 最初と最後の頁 518-521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.2425201091	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三浦哲都, 向井香瑛, 横山梓, 恵谷隆英, 工藤和俊	4. 巻 43
2. 論文標題 身体運動と環境情報の相互作用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 バイオメカニズム学会誌	6. 最初と最後の頁 161-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3951/sobim.43.3_161	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 横山 梓, 三浦哲都, 工藤和俊
2. 発表標題 眼球の知覚-運動協調
3. 学会等名 スポーツ心理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 kazutoshi Kudo
2. 発表標題 Perception and action of skilled athletes: Towards neuro-cognitive enhancement of sports performance
3. 学会等名 2020 Yokohama Sport Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 東京大学教養学部 (編)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 白水社	5. 総ページ数 188
3. 書名 生命の根源を見つめる	

1. 著者名 東京大学大学院身体運動科学研究室 (編)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 杏林書院	5. 総ページ数 205
3. 書名 身体運動科学アドバンスト	

1. 著者名 Komatsu, K. et al. (Eds)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Holland: Brill Sense	5. 総ページ数 272
3. 書名 Arts-based method in education research in Japan	

1. 著者名 東京大学身体運動科学研究室	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 256
3. 書名 身体運動・健康科学ベーシック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

www.dexterity-lab.c.u-tokyo.ac.jp/

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
研究分担者	中澤 公孝 (Nakazawa Kimitaka) (90360677)	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 (12601)	
研究分担者	進矢 正宏 (Shinya Masahiro) (90733452)	広島大学・総合科学研究科・准教授 (15401)	

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1件

国際研究集会 International symposium on Interpersonal dynamics through cooperative and competitive interactions	開催年 2018年～2018年
--	--------------------

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
---------	---------