

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：15501

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K19823

研究課題名(和文) 運動時の注意の向け方が運動制御機序に及ぼす影響の解明

研究課題名(英文) The Effects of Attention During Exercise on Motor Control Mechanisms

研究代表者

西井 淳(Nishii, Jun)

山口大学・大学院創成科学研究科・教授

研究者番号：00242040

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)：様々な運動タスクについて、ボールや的等の身体外部への注意(外的注意)を促すと、自身の姿勢に注意(内的注意)を促した場合に比べて運動タスクの成績が向上することが報告されている。本研究では、このような注意によるパフォーマンスの変化が、注意に応じた制御機序の変容のために起きている可能性を検討した。具体的には、6つの運動タスクにおいて注意条件の違いによるパフォーマンスの変化を確認するとともに、パフォーマンスの変化が運動軌道や筋活動パタンのどのような変化に引き起こされるのかを検討した。また、他者の運動を観察する際に、どのような点に注意が向けられるのかについても検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で行った6つの運動タスクにおいては、いずれの場合も先行研究とは異なり、注意条件によるパフォーマンスの統計的有意差は認められなかった。ただし、各被験者に注目すると、注意条件に伴う身体運動の変化や筋シナジーの変化がしばしば観察された。この結果は、注意条件が身体の制御構造を変化させることを示唆する。特に、運動結果が聴覚刺激のみでフィードバックされる場合には、視覚刺激もある場合と比べて身体運動が大きく変化する場合が観察された。この結果は、運動計画にモダリティ依存性が存在することを示唆する学術的に重要な結果である。

研究成果の概要(英文)：It has been reported that, for various motor tasks, attention to an external body object such as a ball or a target (external attention) improves motor task performance compared to attention to one's own posture (internal attention). In the present study, we investigated the possibility that such attention-induced changes in performance may be due to changes in control mechanisms in accordance with attention. Specifically, we examined the changes in performance in the six motor tasks under different attentional conditions and examined what changes in motor trajectories and muscle activity patterns might be responsible for the changes in performance. In addition, we also examined what kind of attention is paid when observing the movement of others.

研究分野：生体情報システム

キーワード：注意 モダリティ 運動制御

1 . 研究開始当初の背景

様々な運動タスクについて , ボールや的等の身体外部への注意(外的注意)を促すと , 自身の姿勢に注意(内的注意)を促した場合に比べて運動タスクの成績が向上し , タスク習熟も早くなると報告されている(Wulf et al. 2002, Wulf 2007) . このような「注意」による運動の変化は , 単に「注意」がパフォーマンス評価の正確性に影響することに起因している可能性がある . 一方で , 注意条件の違いが筋活動の大きさや筋活動パターンの時間推移 , 関節軌道の変化をもたらすとの報告もあることから(Wulf 2007, Lohse et al. 2010) , 注意の違いは運動実行のための制御機序自体を変容させている可能性もある .

2 . 研究の目的

本研究の目的は , 「『注意』は運動タスクを実行するための制御機序を変容させる」という仮説の妥当性を検証することである . 具体的には , 注意条件の違いによるパフォーマンスの変化を確認するとともに , パフォーマンスの変化がどのような運動様式や筋活動パターンの変化によって引き起こされたのかを明らかにすることを目的とした . また , 他者が身体運動を行う時 , それを見ている人の注意は運動のどのような点に向けられるかについても検討した .

3 . 研究の方法

(1) モダリティの変化に応じた運動パフォーマンスの変化

10 人の健常な成人男性の利き手の手掌部に , 加速度の大きさに応じた音量の音が鳴る装置を装着し , その音ができるだけ鳴らないように , 左右方向に 40 cm 区間の往復運動を 30 秒間行うタスクを課した . その際に被験者には , 出来るだけ音を鳴らさないように , かつ 5 秒で 1 往復する程度のテンポで往復運動を行うよう指示した . タスク条件は , 自身の腕の動きに注意を向ける視覚内的注意 , 手掌部のセンサの動きに注意を向ける視覚外的注意条件 , センサが出す音に注意を向ける聴覚外的注意条件 , そして目隠外的注意条件の 4 条件である . タスク中は手首や肘等の関節軌道をモーションキャプチャ・システムで , 手掌部の加速度を加速度計によって計測し , この加速度の大きさの分散をタスクパフォーマンスとした .

(2) カウンタージャンプのパフォーマンスおよび筋活動の注意条件に応じた変化

カウンタームーブジャンプによる最大跳躍タスクにおける体幹 2 ヶ所と下肢 14 ヶ所の筋電位 , 全身 11 ヶ所の身体軌道 , および床反力を計測した . タスク条件は , 注意を足の動きに向ける内的注意条件と天井の目印に向ける外的注意条件 , そして注意に関する指示はないコントロール条件の 3 条件とし , それぞれ 5 回ずつの計 15 回計測した .

(3) 注意条件がタッピング軌道及びテンポの安定性に及ぼす影響

9 人の健常な被験者に , 5 種類のリズムパターンをそれぞれ 90 秒間一定のテンポでタッピングするタスクを課した . タスク条件は自身の手の動きに注意する内的注意条件 , タッピング時に鳴る音に注意を向ける外的注意条件 , コントロール条件(注意について無指示)の 3 条件である .

(4) 注意条件が走高跳のパフォーマンスに及ぼす影響

走高跳を専門種目としない大学陸上男子選手 5 名の走高跳の運動解析を行った。バーは、練習における各自の最高記録より 10 cm から 15 cm 下げた高さとした。タスク条件は、注意を振り上げ脚と腕を力強く振り上げる内的注意条件、バーが腰の高さに来るまでバーを見続ける外的注意条件、およびコントロール条件(注意について無指示)の 3 条件とし、それぞれ 3 回ずつ計 9 回の跳躍中の全身の関節軌道および、重心位置の最高点の高さを解析した。

(5) 注意条件がクラウチングスタートに及ぼす影響

大学陸上短距離男子選手 5 名が 100m 走の際のスタートブロックを使用したクラウチングスタートを行う際の、ピストル音から動き出しまでの反応時間および両下肢 18 筋の筋電位を計測した。タスク条件としては、注意をスタートブロックを前足で蹴ることに向ける内的注意条件、スタートブロックの音に向ける外的注意条件、そしてコントロール条件(注意に関する指示なし)として、それぞれ 4 回ずつの計 12 回のスタートを計測した。

(6) 注意条件がダーツのパフォーマンスに及ぼす影響

上肢に疾患のない 20 代前半の健常成人 10 名(男性 8 名、女性 2 名)がダーツ投擲運動を行う際の上半身の関節軌道、投射腕および体幹の計 15 筋の筋電位計測した。タスク条件としては、内的注意(「体幹位置を動かさない」、「肘の位置を動かさない」、「手首を素早く動かす」の 3 種)、外的注意(矢の軌道)、コントロール条件(注意指示なし)とし、それぞれ 10 回ずつの計 50 回の投擲運動を計測した。

(7) ダンス動作や指揮動作において人が注意を向ける箇所の考察

運動する人間を観察して情報を獲得・抽出の仕組みを明らかにすることを目的として、ダンス(クラシックバレエ)の技能評定と演奏指揮におけるタイミング情報伝達を題材とした実験を実施した。

ダンスに関する検討においては、ダンス演技の「巧さ」の印象に影響を与える身体操作の特徴を明らかにすることを目的として、バレエ作品「白鳥の湖」での白鳥の羽ばたき動作を題材としてビデオ映像に基づく印象評価とその評価に基づく身体運動解析を行った。具体的には、印象評価の検討から 3 つの因子を抽出したうえで、その因子がいかなる身体操作によってもたらされるかをモーションキャプチャデータに基づく検討により明らかにした。さらに、ダンサーの CG アニメーションを作成して、その身体運動の特徴を操作した際に被験者の印象がどのように変化するかを実験的に検討した。

演奏指揮の動作解析では、2 名の指揮者が伴奏ピアニストを相手に単一音および数曲の楽曲を指揮した際の身体動作および床反力を測定し、指揮棒や身体動作の特徴点と演奏音のあいだの時間関係を解析した。

4. 研究成果

(1) モダリティの変化に応じたリーチング運動のパフォーマンス変化

各注意条件のパフォーマンスとして手掌部の加速度センサの大きさの変化を評価したところ、被験者間平均値には有意差は認められなかった。しかし、注意条件による身体運動の違いを検討したところ、9 名中 3 名の被験者は目隠外的注意条件において肘関節の動く範囲が他の条件と比べ有意に減少していた。これらの被験者では目隠外的注意条件において他の注意条件よりもパフォーマンスが良くなる傾向があった。また、体幹の鉛直軸周りの回転運動に着目すると、これ

らの被験者では腕の前額軸方向の運動と同じ方向に体幹をひねる(同位相)パターン, その逆位相パターン, 2倍の周波数で動くパターンの3パターンが注意条件に関係なく観察された。一方で他の被験者の大半は同位相パターンのみを示した。すなわち, 目隠し条件で肘関節の運動を変化させた被験者達は, パフォーマンスを向上させるために様々な動作を試そうとする探索的な性質を持つことが示唆される。これらの被験者の手掌部の軌道は, 目隠し条件以外ではわずかに湾曲した直線に近いものであった。しかし, 目隠し条件での軌道は直線性が失われた。その原因として, 視覚空間での運動計画が, 視覚が遮断されることによって体性感覚における運動計画に変化した可能性が考えられる。

(2) カウンタージャンプのパフォーマンスおよび筋活動の注意条件に応じた変化

ジャンプタスクに関しては先行研究において, 外的注意条件のほうが跳躍が有意に高くなると報告されていた。しかし, 本研究では統計的有意差は認められなかった。カウンタージャンプ中の筋シナジーを非負値行列因子分析で解析したところ被験者やタスク条件によって2から7個の筋シナジーと大きく異なる数となった。同一被験者でもタスク条件により異なる値となったことから, 運動タスク時の筋シナジーは指示によって変化する可能性が高い。ただし, 被験者間で共通する変化の傾向は観察されなかった。

(3) 注意条件がタッピング軌道及びテンポの安定性に及ぼす影響

タッピング時のテンポ変化については, リズムパターンに応じた違いは観察されたが, 注意条件による有意差は観察されなかった。一方で, タッピング運動のための手の運動振幅は内的注意条件において, 外的注意条件よりも有意に小さくなるという結果を得た。

(4) 注意条件が走高跳のパフォーマンスに及ぼす影響

走高跳びのパフォーマンスには注意条件による有意差は観察されなかった。ただし, 選手2名は内的注意条件の方が, 短距離走選手3名は外的注意条件の方が跳躍時の重心高さが高くなる結果を得た。つまり, 注意条件の影響が跳躍経験の有無によって異なる可能性がある。ただし, この点についてはさらに被験者数を増やして有意差の有無を検討する必要がある。

(5) 注意条件がクラウチングスタートに及ぼす影響

ピストル音から動き出しまでの反応時間には注意条件による有意差は認められなかった。

(6) 注意条件がダーツのパフォーマンスに及ぼす影響

矢があたった位置の的の中心からの距離や矢の集合度合いずれにも注意条件による有意差はなかった。

(7) ダンス動作において人が注意を向ける箇所の考察

クラシックバレエの動作においては上腕, 前腕, 手の個別の動きに加え, それらの相互関係が動きの印象を定める重要な因子であることが明らかになった。

指揮運動に関しては, 指揮棒運動の接線方向加速度の時間変化パターンが時間情報を伝達するうえで重要な特徴である可能性を見出した。この結果に基づき, 奏者が指揮者の動作から演奏タイミングを読み取るメカニズムについて考察した。

[1] G. Wulf, N. Mcconnel, M. Gartner, and A. Schwarz. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 34, No. 2, pp. 171-182, 2002.

[2] G. Wulf, "Attention and Motor Skill Learning", *Human Kinetics*, 2007

[3] K. R. Lohse, et al., "How changing the focus of attention affects performance, kinematics, and electromyography in dart throwing", *Human Movement Science*, Vol. 29, No. 4, pp. 542-555, 2010

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 細井 厚, 小島 鼓児郎, 河野 由, 水村(久埜) 真由美, 阪口 豊	4. 巻 120(403)
2. 論文標題 クラシックバレエの巧さ判断を左右する運動学的要素 ~ 白鳥の羽ばたきを例にとって ~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 101-105
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 山川 望海, 阪口 豊	4. 巻 120(403)
2. 論文標題 演奏指揮における身体動作の解析：時間情報伝達メカニズムの検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 89-94
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 畑野 圭佑, 阪口 豊	4. 巻 -
2. 論文標題 課題に対する捉え方の違いが身体運動に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本認知科学会第37回大会論文集	6. 最初と最後の頁 126
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 Takehana, A., Uehara, T., and Sakaguchi, Y.	4. 巻 14(8)
2. 論文標題 Audiovisual synchrony perception in observing human motion to music	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0221584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0221584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 竹花 瑛, 上原 僚, 阪口 豊	4. 巻 NC2018-45
2. 論文標題 音楽と身体運動の同期性知覚：ラジオ体操を題材とした実験的検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 7-12
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 阪口 豊	4. 巻 -
2. 論文標題 「意識の働き」を組み込んだ感覚運動制御の計算モデル	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本認知科学会第35回大会論文集	6. 最初と最後の頁 130-138
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 足達 優, 阪口 豊, 西井 淳	4. 巻 131
2. 論文標題 楽器演奏時における予備動作がテンポ維持に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会研究報告	6. 最初と最後の頁 1-5
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 村田 光春, 山根 千佳, 西井 淳	4. 巻 121
2. 論文標題 視覚刺激が立位姿勢制御に及ぼす影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 42-45
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 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Sakaguchi, Y
2. 発表標題 Incorporating cognitive process into computational motor control models ---Towards an understanding of cognitive factors in executing motor skills ---
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Designing the Human-Centric IoT Society (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uehara, T., Takehana, A. and Sakaguchi, Y.
2. 発表標題 Audiovisual synchrony perception for music and body movement,
3. 学会等名 APCV2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上原 僚, 阪口 豊
2. 発表標題 ストリートダンスにおける身体運動とビートの時間的關係性
3. 学会等名 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪口 豊
2. 発表標題 情報フィードバックの有効性を手がかりとした身体技能遂行過程の理解
3. 学会等名 日本認知科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畑野 圭佑, 阪口 豊
2. 発表標題 課題に対する捉え方の違いが身体運動に与える影響
3. 学会等名 日本認知科学会第36回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Uehara, T., Takehana, A. Sakaguchi, Y
2. 発表標題 Temporal Relationship between Music and Body Movement in Radio Calisthenics
3. 学会等名 Proceedings of JNNS2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takehana, A., Uehara, T. and Sakaguchi, Y
2. 発表標題 Perception of Synchronization between Music and Body Movements in Radio Calisthenics
3. 学会等名 Proceedings of JNNS2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹花 暎, 上原 僚, 阪口 豊
2. 発表標題 音楽と身体運動の同期性知覚に関する実験的研究
3. 学会等名 第12回Motor Control研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上原 僚, 竹花 暎, 阪口 豊
2. 発表標題 ラジオ体操における音楽と身体運動の時間的關係性
3. 学会等名 第12回Motor Control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
研究分担者	阪口 豊 (Sakaguchi Yutaka) (40205737)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授 (12612)	
研究分担者	橋爪 善光 (Hashizume Yoshimitsu) (20779847)	九州情報大学・経営情報学部・准教授 (37120)	

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