

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K20017

研究課題名（和文）スポーツの同調動作におけるミラーニューロンシステムの機能的意義

研究課題名（英文）The functional significance of the mirror neuron system in athletes during execution of synchronized sports movements

研究代表者

正木 宏明（Masaki, Hiroaki）

早稲田大学・スポーツ科学大学院・教授

研究者番号：80277798

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、対面状態で手首の同調動作を行った際に観察される脳波 2 帯域（12-13 Hz）の増強と 1 帯域（10-12 Hz）の減衰に着目し、精確な同調動作の神経機序を解明することを目的とした。ボート・ダブルスカルとチアリーディングで実験を行った結果、高い同調を実現するうえで、リーダーは相手の動作から影響を受けないようミラーニューロンシステムを抑制させ、フォロワーは相手に同調するためにシステムを賦活させていることが示唆された。また、種目によっては、内受容感覚は低い方がスキル習得に有利となることも示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果から、1 減衰と 2 増強がミラーニューロンシステムの賦活を反映することがより鮮明となった。これらの指標は精確な同調動作の背景機序を調べるうえで有効であり、スキルレベル、相手の既知度、競技種目の影響を受けることを明らかにできたことは、様々な分野での応用につながる有益な知見となった。fMRI を使わずとも脳波計測によってミラーニューロンシステムを評価できることは意義が高い。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the neural mechanisms of precisely synchronized movements in terms of the involvement of the mirror neuron system, focusing on the 2 enhancement (12-13 Hz) and the 1 attenuation (10-12 Hz) of EEGs when a pair of participants sitting face-to-face repeatedly flexed and extended their right wrist with the explicit intention of synchronizing their movements. Results of experiments using athletes from double sculls (rowing) and cheerleading suggested that the leader in the task may inhibit their mirror neuron system in order to eliminate any influence of the follower's movements whereas the follower may activate their system, resulting in high entrainment. It was also suggested that for participants in some sports, including cheerleading, the lower interoceptive awareness might be advantageous for skill acquisition. This study further corroborated the significance of 1 and 2 for the evaluation of the mirror neuron system.

研究分野：認知神経科学

キーワード：ミラーニューロン 同調動作 脳波 帯域 μ 帯域 ボート競技 内受容感覚

1. 研究開始当初の背景

他者理解の脳内機序としてミラーニューロンシステム(mirror neuron system)が知られている(Rizzolatti et al., 1996)。進化の観点でも、ミラーニューロンシステムは動作や言語のスキル獲得に加えて、日常の共同作業や個人間の協調といった社会的協応の促進を通して、環境変化への適応を可能にしてきた(Stamenov & Gallese, 2002)。相手が存在し、集団で協働して行われるスポーツでも他者理解と社会的協応が強くと求められることから、ミラーニューロンシステムの関与は大きいと考えられる。さらに、協働する仲間との同調が求められるアーティスティックスイミングやダンスといった表現系の種目、精确な同調動作がパフォーマンスに直結するボート競技等では、動作の同期性を高めることが成否を決める本質となっている。ここにもミラーニューロンシステムが関与しているはずである。

ミラーニューロンシステムを観察するには、システムを構成する下頭頂小葉と下前頭回の活動を機能的MRIで捉える手法が一般的であるが、脳波の周波数分析を介して捉える方法もある。従来、ミラーニューロンシステムは、脳波の α 帯域(8-13 Hz)に周波数の点で重複する μ (ミュー)波(7-11 Hz)の減衰から捉えられてきた。近年では α 帯域のパワ値(当該帯域の占める量)の大半半球差を算出した $\varphi 2$ (ファイ 2)帯域(12-13 Hz)が社会的協応の神経マーカー(neuromarker)となることが報告されている(Tognoli et al., 2007)。その根拠は、二者間で相手の動作に同調する際、ミラーニューロンシステムの関与で、運動肢と同側の大半半球で $\varphi 2$ 帯域が増強することにある。さらに、 $\varphi 2$ よりも低い帯域の $\varphi 1$ (10-12 Hz)についてもミラーニューロンシステムの関与が報告されており、 $\varphi 2$ とは異なって $\varphi 1$ はそのパワ値を減衰させる。そこで本研究では、Tognoliらが $\varphi 1$ 、 $\varphi 2$ と呼ぶ帯域のパワ値に着目し、アスリートの精确な同調動作の背景機序を調べた。

研究代表者は2016年にアーティスティックスイミングの世界トップであるロシア代表ペア、ナタリア・イシェンコとスベトラナ・ロマーシナ(リオ五輪女子デュエット金メダリスト)から脳波を計測する機会を得た(NHKスペシャルミラクルボディで放映)。彼女たちの正確無比な同調動作の背景には何があるのか、その脳内機序を脳波計測によって調べることが目的であった。同調動作を作り出している脳の仕組みの一つとして、ペアを組む選手の社会的協応の観点からアプローチした。すなわち、他者理解を支えるミラーニューロンシステムの振る舞いが、ロシアペアでは一般のアスリートに比較して群を抜いて優れているものと考えた。そのため $\varphi 2$ 帯域の増強(相手に同調させる脳活動)がロシアペアでは両者共に顕著に認められると予想した。しかしながら、実験の結果は予想に反するものであった。ペアのなかでも、リーダー的役割を担っている選手だけに顕著な $\varphi 2$ 増強が認められ、他方の選手には $\varphi 2$ 活動自体がみられなかった。精确な同調動作では必ずしも両ペア選手のミラーニューロンシステムが強く駆動しているわけではなく、一方の選手のミラーニューロンシステムに依拠しているに過ぎない可能性が示唆された。

しかし事例研究であったため、ペア間での $\varphi 2$ 増強の不均衡が、(1)トップアスリートに特有の現象なのか、(2)アーティスティックスイミング競技に特有の現象なのか、(3)アーティスティックスイミング競技に無縁の一般人ペアでもみられる現象なのか、(4)ペアの相手に対する既知や懇意の程度を反映したものなのか、(5)同調動作の神経機序なのか、(6)リーダーシップ特性の基盤なのか、不明である。そこで、スポーツにおいて二者間で不均衡に観察される $\varphi 2$ 増強が何を反映するものなのか、本研究で基礎知見を集積して解明することを着想した。

アーティスティックスイミング競技のトップアスリートペア間で異なる $\varphi 2$ 活動が、競技レベルを反映した現象であれば、アーティスティックスイミング競技のペアの相性や競技レベルを確認する方法を提案することになる。一方、 $\varphi 2$ 活動の不均衡性がトップ選手に限らず一般の選手ペアでも共通してみられる現象であれば、知見を敷衍して、理想的なリーダーとフォロワーの関係を示す指標にもなり得る。アーティスティックスイミング競技以外にも高い同調性が求められるスポーツ競技は多い(ダンス、ボート競技等)。ペア間での $\varphi 2$ 活動の不均衡性を調べることは、同調性と連携を重視するスポーツ種目でアスリートの適性を客観的に測定する方法の確立に繋がるものと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、同調を必要とするスポーツ種目やペアで行うスポーツのアスリートが、対面状態で手首の同調動作を行った際に生じる脳波の $\varphi 2$ 帯域増強と $\varphi 1$ 帯域減衰の意義解明を通して、アスリートのパフォーマンス向上に有益な知見を得ることであった。

$\varphi 2$ 増強がペアの一方に限定されるものなのか、ペアを組む選手達の特徴(スキルレベル、競技年数、役割、性格等)を反映するものなのかについて解明できれば、二者以上の連携を必要とするスポーツ種目においてアスリートのタレントを測定するツールになり得る。また、 $\varphi 2$ 増強や $\varphi 1$ 減衰がリーダーシップを反映する現象であり、スポーツに限らず普遍的に認められる現象であるならば、社会のリーダーとしての適性を測定するツールとなり、スポーツの枠組みを超えて広く応用が可能となるかもしれない。

3. 研究の方法

実験 1：ボート競技での検証

ボート競技のなかでもダブルスカルは二名の選手の間での高い同調性が要求される種目のため、本研究目的の検証に適しているものと考えた。

課題と手続き：

課題には右手首の屈曲・伸展運動を採用した。実験では、衝立条件と同調条件の2条件を設定した。同調条件では、ペアを組む実験参加者が対面状態で、右手首の屈曲・伸展運動を遂行する(右図)。1試行は、対面状態での手首の屈曲・伸展運動(30秒間)と、それに続く安静状態(30秒間)の計1分間から構成された。一方の選手がリーダー役となって手首運動を開始し、もう一方の選手はリーダーの手首運動に同期させた。リーダーとフォロワーの役割は5試行毎に交替した。衝立条件では、二者間に衝立を設置し、互いが観察できない状況下で自己ペースによる右手首の屈曲・伸展運動を遂行した。実験は、両条件とも課題を2ブロック遂行する(1ブロック当たり10試行)。条件の提示順序は参加者間でカウンターバランスをとった。さらに実験では、相手が普段の競技でペアを組んでいる選手の場合と、普段はペアを組んでいない選手の場合で遂行し、相手による違いを検討した。



衝立条件では、二者間に衝立を設置し、互いが観察できない状況下で自己ペースによる右手首の屈曲・伸展運動を遂行した。実験は、両条件とも課題を2ブロック遂行する(1ブロック当たり10試行)。条件の提示順序は参加者間でカウンターバランスをとった。さらに実験では、相手が普段の競技でペアを組んでいる選手の場合と、普段はペアを組んでいない選手の場合で遂行し、相手による違いを検討した。

記録と分析方法：

屈曲・伸展角度は、関節角度計(Flexible Goniometer System, Biometrics 社製)を用いて計測した。角度データについては、自己相関とペア間の相互相関を算出し、運動の同調性を評価した。脳波と眼電図は、32チャンネルデジタル脳波計(BrainAmp, Brain Products 社製)およびアクティブ電極(ActiCAP, Brain Products 社製)を用いてペアを組む両参加者から同時に導出した。脳波は頭皮上32部位から導出した。脳波データはオフラインで周波数解析に供した。スペクトル解像度が0.06 Hzの高速フーリエ変換(fast Fourier transform: FFT)によってパワ値を算出した。その後、左右半球でペアを組んだ電極間で、左半球(動作肢と反対側)のパワ値から右半球のパワ値を減算し、 $\phi 1$ (10-12 Hz)と $\phi 2$ (12-13 Hz)を得た。頭皮上正中線に対して左右対称に配置した電極ペアはそれぞれ、前頭部 F3/F4、中心部 C3/C4、中心頭頂部 CP3/CP4、頭頂部 P3/P4とし、これらを主な関心領域とした。衝立条件では同調動作は生じなく、同調条件で高い同調動作が認められ、脳波についても同調条件で $\phi 2$ 増強と $\phi 1$ 減衰が生じると予想した。

実験 2：チアリーディングでの検証

大学チアリーディングクラブに所属する大学生18名(20.7 \pm 1.1歳、競技歴3.2 \pm 1.3年)を対象に、 $\phi 1$ および $\phi 2$ 増強と競技レベルとの関係を調べた。実験では、ボート競技実験と同様の動作同調課題を用いた。参加者二名が対面で右手首の屈曲・進展動作を同調させた際の脳波を計測した。パフォーマンスは、所属チームのコーチが個人の技能について、タンブリング、ジャンプ、ダンス、モーション、スタunts、平場の観点から点数化して評価した。また、運動同調している際の脳波を記録し $\phi 1$ 、 $\phi 2$ のパワ値を算出した。

実験 3：観察学習課題における検証

ミラーニューロンシステムと脳波動態との関係について知見を強化するため、観察学習課題で観察者の心的回転能力を利用した実験を行った。特に観察学習と μ 抑制との関連に着目した。モデルが学習者に手本を示範する際、観察視点から、モデルは背面モデル、鏡像モデル、対面モデルに大別できる。そこでボタン押し運動をこれら3視点で観察・模倣させた際の μ 抑制を調べた。

大学生24名(22.3 \pm 1.5歳)が参加した。実験では、左右第2、3指によるボタン押しを背面モデル、鏡像モデル、対面モデルが示範する映像を参加者に観察させた。各モデル条件で観察課題(映像を観察するのみ)と模倣課題(映像と同じ指で、できるだけ速く正確に模倣)が遂行された(各48試行/ブロック)。安静記録と各モデル条件(3条件)の観察・模倣(2課題)を2ブロック行い、計14ブロックを遂行した。安静時記録は1ブロック目と7ブロック目に遂行した。行動指標として反応時間とエラー率を測定した。また、脳波は128部位から導出し、全電極の平均電位で再基準化した後に、0.1-30 Hzバンドパスフィルタを適用した。2.5秒間のエポックを切り出し、FFTを適用し、各周波数帯域のパワ値を算出した。

実験 4：ラクロスのシュート精度に関する検証

観察学習課題ではなく、実際の動作場面におけるミラーニューロンシステムの関与を調べるため、ラクロス競技におけるシュート動作に着目した。ここではシュートする選手がゴールキーパーと対峙した際、キーパーの動作に同調せずに逆方向にシュートするスキルを認知訓練で獲得できるか検証した。上記観察学習実験の知見に基づくと、対面モデルの動作に対してはミラーニューロンシステムが円滑に働かず、動作制御は困難となることが予測される。そこで、コンピュータベースのトレーニング課題(刺激-反応整合課題、stimulus-response compatibility: SRC課題)を作成し、1800試行遂行することで、逆サイモン効果の創出を狙った。SRC課題は注視点の左右いずれかに刺激が提示されるが、その刺激提示位置と反対側のボタンで反応をする課題であった。一方、サイモン課題は注視点の左右いずれかに出現する刺激に対して、提示位置を無視して、刺激が指示する反応肢でボタン押しを行う課題である。サイモン効果は、非対称に出現する空間刺激につられるために、素早い正確な反応が困難となる現象であるが、単純なSRC課

題を過剰遂行すると、空間刺激に対して反対側の反応が促進される逆サイモン効果が生じる。この逆サイモン効果が生じるまで SRC 課題による訓練を行い、実際のシュート動作への転移を確認することとした。

実験 5：ゴルフパッティング課題遂行中における皮質活動

同調動作以外の運動課題としてゴルフパッティング課題を採用し、課題遂行中の脳波を計測した。ここでは、プレッシャー下で左右いずれかの半球を選択的に賦活させ、左右皮質活動を測定した。実験では先ず、安静時脳波を 60 秒間記録した。把握操作の効果を評価する目的で、参加者にゲージ圧 100 hPa のソフトテニスボールを 2 cm 変位させる強度で 90 秒間 85 bpm のリズムで反復把握するよう指示した。実験では左手把握、右手把握、把握なしの 3 条件を設定した。パッティング課題の練習 20 試行を遂行した後、ベースラインとなる 10 試行を遂行した。その後、テスト試行として課題を 40 試行遂行した。条件開始前には MRF-3 で状態不安を測定した。脳波以外に心電図も測定した。プレッシャーはビデオ撮影と報酬・罰付加で操作した。脳波はボール把握後（左/右把握条件）ないし 90 秒間安静後（把握なし条件）45 秒間を分析対象とした。

4. 研究成果

実験 1

二者間に衝立を設置した状態で自己ペースの手首運動を遂行した衝立条件と、手首運動を先導するリーダーにフォロワーが同調させた同調条件を比較した。さらに、相手が普段の競技ペアの場合と他者の場合で比較した。その結果、条件（ペア・非ペア）や役割（リーダー・フォロワー）に関係なく、同速度で屈曲伸展運動が行われていた。また、二者の動作間の相互相関を求め、同調運動の先導について調べた結果、相互相関第一ピーク値の潜時に有意性はなく、リーダーがフォロワーを先導したとはいえなかった。

脳波については、同調条件でリーダーの $\phi 1$ パワ値がフォロワー時よりも大きかった。 $\phi 1$ 増強はミラーニューロンシステム活動の抑制を反映していることから、リーダーは相手に合わせず、フォロワーがリーダーに合わせるというストラテジが高い同調運動を支えているものと解釈された。さらに、相手がみえない衝立条件とは異なり、衝立がなく相手と対面する同調条件で $\phi 2$ の増強がみられた。共感性尺度得点との相関を求めた結果、 $\phi 1$ (10–12 Hz) および $\phi 2$ (12–13 Hz) 帯域の活動を詳細に分析した結果、普段からペアを組んでいる選手同士では、相手の手首屈曲・進展動作に同調させた際の $\phi 2$ パワ値と、パースペクティブ・テイキング (perspective taking: 以下 PT) 得点（他者の視点に立脚して他者の行動を理解する能力）との間に、中程度の負の相関を認めた（中心頭頂部： $r = -.52, p = .04$ ）。 ϕ 帯域の活動はパワ値の左右差を算出して観察するため、運動と同側の右半球のパワ値が左半球のそれよりも高値になった場合には ϕ は負値を示す。 $\phi 1$ パワ値については PT 得点との間に中程度の正の相関を認めた（中心頭頂部： $r = .53, p = .03$ ）。 $\phi 1$ と PT 得点の正の相関関係は、普段の競技ペアと異なる相手の運動同調を先導している際においてのみ認められた。一方、 $\phi 2$ と PT 得点との負の相関関係は、競技ペアでフォロワーとして同調している際においてのみ認められた。 $\phi 1$ と $\phi 2$ は相反した振る舞いを示すことが報告されているが、いずれもミラーニューロンシステムの活動を反映していると考えられている（ $\phi 1$ と $\phi 2$ は、それぞれミラーシステムの抑制、賦活を反映する）。本研究の相関分析の結果は、この ϕ の機能的意義から解釈可能である。つまり、リーダーは相手の動作から影響を受けないようにミラーニューロンシステムを抑制させる必要がある。一方、フォロワーは相手に同調するためにシステムを賦活させる必要がある。なお、本研究の $\phi 2$ に関する相関関係は、競技ペアで実施した運動同調時にしか認められなかったものの、アスリートの正確無比な運動同調の背景にある神経機序を反映している可能性がある。つまり、二者間のアスリートの運動同調は、フォロワーが共感性を働かせ、相手に合わせこむことで成立しているのかもしれない。

実験 2

内受容感覚への気づきを測定する多次元的評価尺度 (multidimensional assessment of interoceptive awareness: MAIA) の得点との相関係数を算出した結果、trusting 得点（身体に対する信頼感）が高い選手ほどタンブリング能力は低い傾向であった ($r = -.45, p = .06$)。さらに、 $\phi 2$ のパワ値が高い選手ほどタンブリング能力は低い傾向であった ($r = .47, p = .05$)。本実験から、スポーツパフォーマンスの種類によっては、内受容感覚が低い方がスキル習得に有利となる事例もあることが示唆された。

実験 3

背面モデル、鏡像モデル、対面モデルの条件間で行動指標と μ 帯域パワ値を比較した結果、反応時間はモデルが背面 < 鏡像 < 対面の順に遅延した ($p < .001$)。エラー率は鏡像、背面モデルに比較して対面モデルで高かった ($p < .005$)。中心部の μ 帯域パワ値にはモデル示範の視点効果はなかった。

低 μ 律動 (7-9 Hz) について、半球 (C3, C4) × モデル条件 (背面、鏡像、対面) × 課題 (観察、模倣) × 反応肢 (右、左) の 4 要因分散分析を実施した結果、モデル × 反応肢の交互作用が認められた。左手時には対面モデルよりも背面モデルに対して μ 律動の抑制が顕著であった ($p = .03$)。

スキル動作の獲得におけるミラーニューロンの役割を明確にするために、上肢の運動系列課

題を用いてモデル条件（背面モデル、鏡像モデル、対面モデル）と学習効果との関係を調べた。課題動作の習得期では、背面モデルの観察・模倣による練習効果が顕著であった。しかしながら、鏡像モデルと背面モデルとの間に差はなかった。この結果は、上肢運動課題が矢状面の動きを含まず、冠状面の動きのみから構成されており、いずれのモデルも前後方向の変換処理を惹起しなかったことに起因し得る。

さらに行動面における効果に着目し、あやとり課題で学習に及ぼす視点効果を参加者間計画で検証した。その結果、学習初期の模倣時には背面群のほうが他群よりも成功率は高く、再生テストでも背面群のほうが対面群よりも成績が高い傾向であり、学習初期における背面モデル示範の有効性が示唆された。

実験 4

実験の結果、SRC 課題を反復遂行した選手は、ゴールキーパーの動きと逆方向にシュートする本数が増加したものの、得点数に変化はなかった。SRC 課題の反復遂行によってゴールキーパーの動きと逆方向に注意を向ける認知的態勢は習得されたものの、逆方向へのシュート動作自体はトレーニングされていなかったことから、得点上昇につながらなかった可能性がある。

そこで、追試実験を行い、SRC 課題の反復だけでなく、シュート動作のイメージトレーニング（ゴールキーパーの初動と逆方向へのシュートイメージ）も併用した条件を追加した。その結果、課題を 1000 試行反復遂行することで逆サイモン効果を観察した。さらに、認知スキル向上の補助目的で運動イメージを併用したトレーニング群は、実際のラクロスシュートの得点も上昇させた。これらの実験から、認知スキルトレーニングによって、自動的な反応賦活という制約を超えてミラーニューロンシステムを強く駆動できることが示唆された。

実験 5

MRF-3 の不安・緊張得点と心拍数はプレッシャーによって上昇した。一方、パフォーマンス（目標からの逸脱距離）はプレッシャー下で向上し、「クラッチ」現象が観察された。把握の主効果も有意であり、左手把握条件のほうが右手把握条件よりもパフォーマンスは優れていた。脳波のコヒーレンス解析では、T7-Fz 結合性にプレッシャーおよび把握の効果はなかったが、動作前 2-1 秒区間よりも動作直前 1 秒区間のほうが弱かった。T8-Fz 結合性（動作前 2-1 秒）はプレッシャーで低下した。実験前のボール把握時のアルファ帯域偏側性については、左手把握は右手把握よりも低い AAS (alpha asymmetry score) を示した。本研究ではプレッシャーによって不安や緊張は高まったものの、パフォーマンスが上昇する「クラッチ」現象が生じた。また、左手把握によって左右偏側性が誘発され、パフォーマンスも右手把握時に比較して優れていた。一方で、左半球の結合性 (T7-Fz) に変化はなく、従来提唱されてきた言語活動の関与を支持するエビデンスは得られなかった。むしろ右半球における結合性 (T8-Fz) の意義について検討することの重要性が示唆された。

結論

本研究によって、ペア間での $\phi 1$ 減衰や $\phi 2$ 増強の不均衡は、アーティスティックスイミング競技に特有の現象とはいえないものの、スキルレベル、相手の既知度、競技種目はある程度影響を及ぼすことが示唆された。また、リーダーシップ特性は反映されなかったが、 $\phi 1$ と $\phi 2$ がミラーニューロン活動を反映する指標となることは支持された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hirao Takahiro, Masaki Hiroaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Neural correlates underpinning synchronized movement of double scull rowers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-82392-0	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 Hirao, T., Vogt, T., & Masaki, H.	4. 巻 52
2. 論文標題 Difference in interoception between long-distance runners and sprinters: an event-related potential study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise.	6. 最初と最後の頁 1367,1375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002248	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 該当する
1. 著者名 Hirao Takahiro, Masaki Hiroaki	4. 巻 11
2. 論文標題 The Effects of Computer-Based and Motor-Imagery Training on Scoring Ability in Lacrosse	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 1588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2020.01588	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 Hirao Takahiro, Masaki Hiroaki	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Effects of Unilateral Hand Contraction on The Persistence of Hemispheric Asymmetry of Cortical Activity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Psychophysiology	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1027/0269-8803/a000215	査読の有無 有
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8件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 正木宏明
2. 発表標題 アスリート支援のための生理心理学
3. 学会等名 第39回日本生理心理学会（日本大学）（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水野寛太・正木宏明
2. 発表標題 競泳選手の内受容感覚と内的注意との関連性
3. 学会等名 第40回日本生理心理学会（関西学院大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平尾貴大・正木宏明
2. 発表標題 ラクロス選手を対象とした注意制御訓練 コンピュータベース訓練と運動イメージとの相乗効果
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会第46回大会（筑波大学）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平尾貴大・正木宏明
2. 発表標題 ボート選手の同調運動に関する神経機序
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会第45回大会（東海学園大学）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳田裕一朗・正木宏明
2. 発表標題 手指運動のモデル提示様式が前頭 活動に及ぼす効果
3. 学会等名 第36回日本生理心理学会(福岡県立大学)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳田裕一朗、正木宏明
2. 発表標題 手指運動の観察と模倣時における認知処理負荷
3. 学会等名 第35回日本生理心理学会(江戸川大学) 2017年5月
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉川直輝、正木宏明
2. 発表標題 プレッシャー下におけるパフォーマンス低下防止に関する研究 - 反復把握法を用いて -
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会第44回大会(大阪商業大学) 2017年11月
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柳田裕一朗、正木宏明
2. 発表標題 手指運動の観察と模倣時のモデル提示角度が運動学習に及ぼす効果
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会第44回大会(大阪商業大学) 2017年11月
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

正木宏明研究室ホームページ
http://www.waseda.jp/sem-masaki/

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	三浦 哲都 (Miura Akito) (80723668)	早稲田大学・人間科学学術院・准教授 (32689)	

	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
連携研究者	平尾 貴大 (Hirao Takahiro) (70824572)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・量子医科学研究 所 脳機能イメージング研究部・研究員 (82502)	

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		
ドイツ	German Sport University Cologne		