

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：30121

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K13058

研究課題名（和文）運動感覚の知覚に関わる神経回路網の解明と知覚強度を示す生理学的評価指標の検討

研究課題名（英文）Cerebral network associated with kinesthetic perception and the physiological parameters for assessing the degree of kinesthetic perception

研究代表者

柴田 恵理子 (Shibata, Eriko)

北海道文教大学・人間科学部・講師

研究者番号：80516568

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では運動感覚の知覚強度を示す生理学的指標を確立することを目的とした。その結果、運動感覚を知覚すると皮質脊髄路興奮性が増大し、実際に筋活動が生じるほど運動出力系に強く影響することが明らかになった。次に、運動感覚の知覚強度を示す生理学的指標として、筋活動量は運動感覚の知覚という心理状況が誘導されているか否かを判断するという点では客観的な指標として利用できる可能性が示された。さらに運動前野と頭頂葉における脳波を組み合わせることで、運動感覚の知覚が誘導されていることを客観的に判別できることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、運動感覚の知覚をリハビリテーションの治療アプローチとして応用し、ギプス固定による運動機能の低下予防や疼痛抑制に効果があることを示した報告が散見される。しかし、運動感覚の知覚という心理状況は、被験者の主観を基に評価されることが多く、知覚が誘導されているかを客観的かつ簡便に判断する指標はない。その点において、本研究は臨床応用を見据え、運動感覚の知覚を簡便に評価するための生理学的指標を確立するところに意義があるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to investigate the physiological parameters that could be used to objectively assess the degree of kinesthetic perception. The results indicated that corticospinal tract excitability increases during kinesthetic perception. The motor response was found to have a significant role in influencing muscle activity. These findings suggest that muscle activity may be a reliable indicator for objectively evaluating kinesthetic perception. Additionally, this study revealed that the combined brain activity of the frontal and parietal areas could serve as a parameter for objectively assessing the degree of kinesthetic perception.

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：運動感覚 運動錯覚 運動イメージ 筋活動 脳波

1. 研究開始当初の背景

体性感覚のうち、運動に関連して気付く身体の位置や動き、力の発揮などに関する感覚を“運動感覚 Kinesthesia”という。運動感覚の生成には、筋腱や関節、そして皮膚などに存在するさまざまな感覚受容器からの入力信号、および運動指令に伴う中枢神経系の活動が寄与している。これまで、運動感覚の生成機構に関する探索は、深部感覚や視覚といった様々な感覚種の入力によって、受動的に運動をしている感覚を知覚させる方法を利用して行われてきた。例えば、筋腱に対して経皮的に振動刺激を行うと、実際には関節運動が生じていないにも関わらず、刺激された筋が伸張する方向への運動感覚を知覚する。また、四肢の運動映像を用いた視覚刺激を用いることによって、運動感覚を知覚させることができる。

申請者はこれまで、振動刺激による深部感覚入力と運動イメージを組み合わせることで運動感覚の知覚を誘導し、振動刺激周波数やイメージの内容を操作することによって、知覚する運動の方向や速度が変化することを報告した (Shibata E, Neurosci Lett, 2013)。これは感覚入力によって受動的に誘導される運動感覚の知覚という心理状況を、知覚している本人以外が操作できるということを示しており、運動感覚の知覚を用いた利便性の高い治療アプローチの開発に繋がる知見であると考えられる。しかし、これまでの報告では、様々な入力によって最終的に知覚する関節運動を再現させるという心理物理学的手法を用いていたため、知覚が誘導される背景で生じている生理学的な事象については言及できなかった。さらに、被験者の主観に基づいて運動知覚の強度を評価しているため、被験者の知識からくる思い込みや集中力の欠如による影響を完全には排除できないという研究限界があった。このような背景から、今後、運動感覚の知覚を運動機能の回復や低下予防を目的としたリハビリテーションに応用していく上で汎用性の高いものにするためにも、①運動感覚の知覚がどのような神経回路網を介して運動出力系に影響を及ぼすのか、さらに②知覚が誘導されていることを客観的に判断するための生理学的な指標、の2点を明らかにすることが必要不可欠であると考えた。

2. 研究の目的

筋腱に対して経皮的に振動刺激を行うと、実際には関節運動が生じないにも関わらず、刺激された筋が伸張する方向への運動を知覚する。近年、この運動感覚の知覚を治療アプローチとして応用し、ギプス固定による運動機能の低下予防や疼痛抑制に効果があることを示した報告が散見される。これらの運動感覚の知覚に関する研究では、運動を知覚しないような感覚入力をコントロールとして用い、感覚入力自体ではなく、感覚入力によって運動を知覚させることの必要性が論じられている。しかし、運動感覚の知覚という心理状況は、被験者の主観を基に評価されることが多く、知覚の誘導を客観的かつ簡便に判断する指標はない。そこで当該研究では、臨床応用を見据え、運動感覚の知覚を簡便に評価するための生理学的指標を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

当該研究は、運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響とその神経回路網を解明することを目的とした研究、および運動感覚の知覚強度を示す生理学的指標を確立することを目的とした研究の2つに大別される。

(1) 運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響とその神経回路網の解明

感覚入力による錯覚誘導や運動イメージの能動的な脳内再生といった運動感覚の知覚に関わる認知刺激が、感覚運動機能に対する治療アプローチとして有効であるという報告が増えている。これらはいずれも随意運動を伴わずに運動野の可塑性変化を誘導できるという特徴がある。このように運動感覚の知覚中には運動出力系へ強く影響するような神経機構が存在する可能性が示唆されるが、どのような神経回路網活動によって運動出力系が変化するかまでは明らかでないのが現状である。そこで当該研究では、運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響について、感覚刺激により受動的に運動感覚を誘導した場合と、運動イメージにより能動的に誘導した場合に分けて検証した。

① 実験1：体性感覚刺激を用いた受動的な運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響

四肢の筋腱に振動刺激を行うと、主に筋紡錘一次終末から発射活動が生じ、実際には関節運動が生じていないにも関わらず、あたかも刺激された筋が伸張した方向へ関節運動が生じたように知覚する。この振動刺激によって運動を知覚している最中には、刺激した筋の筋収縮（緊張性振動反射：TVR）ではなく、その拮抗筋、すなわち知覚している運動を実際に行なった場合に主動筋となる筋のみ特異的に筋収縮が生じることが報告されている (Antagonist vibratory response: AVR)。この AVR は、感覚入力によって受動的に運動感覚を知覚した場合のみ生じる現象であることから、運動感覚の知覚に関連する現象であると推測されているが、生理学的なメカニズムは不明な点が多い。そこでまず、AVR が出現している最中、つまり振動刺激によって運動感覚を知覚している最中に、皮質脊髄路興奮性がどのように変化するかを検証した。

対象は健康な成人とし、対象は右手とした。実験課題として、右手関節掌屈筋に振動刺激を行う条件 (VIB 条件)、振動刺激と同時に運動イメージを想起させる条件 (VIB-MI 条件)、および安静条件 (REST 条件) を設定した。振動刺激の周波数は 80Hz とし、刺激時間は 3 秒間とした。想起させる運動イメージは、右手関節が 3 秒間で中間位から最大背屈位まで背屈する際の筋感覚イメージとした。なお、事前に掌屈筋への振動刺激により背屈運動の運動感覚を知覚することを確認した上で実験を実施した。本研究では、皮質脊髄路興奮性の指標として、経頭蓋磁気刺激 (TMS) によって誘発した運動誘発電位 (MEP) を採用した。TMS はスタンダードな方法で左一次運動野に対して実施し、右側の橈側手根屈筋 (FCR) と橈側手根伸筋 (ECR) から MEP を記録した。刺激回数は各条件で 10 回とし、MEP 振幅を算出した。

② 実験 2：能動的な運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響

運動イメージとは実際の運動は伴わないものの、運動に関わる様々な感覚を関連づけながら身体運動を内的に想起した心像のことである。運動イメージを想起すると、能動的に運動感覚が脳内で再生され、随意運動を伴わずに運動野の可塑性変化を誘導することができる。しかし、運動イメージの能動的な脳内再生のみでは、運動実行に関わる脳領域は賦活するが実運動を伴わないため、末梢からの感覚フィードバックは生じない。そこで実験 2 では、体性感覚刺激を付加することにより、能動的な運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響が変化するかを検証した。

対象は健康な成人とし、対象は右下肢とした。体性感覚刺激には伸縮性のあるテーピングテープを用い、足底から下腿の内側・外側に貼付した。想起させる運動イメージは、右足関節底屈の等尺性収縮を最大収縮の 50% の強度で実施している際の筋感覚イメージとした。なお、事前に筋収縮を伴わずに運動イメージを想起できるようになるまで、下腿三頭筋の筋活動をモニタリングしながら運動イメージ想起の練習を実施した。実験条件として、テーピングと運動イメージをそれぞれ単独で行う条件、テーピングを付加して運動イメージを行う条件、および安静条件の 4 条件を設定した。本研究では、運動出力系への影響について、皮質レベルの指標は TMS によって誘発した MEP、そして脊髄レベルの指標は末梢神経電気刺激によって誘発する H 波を採用した。TMS にはダブルコイルを使用し、右ヒラメ筋の Hotspot を刺激した。刺激強度は、安静時閾値の 105%、110%、115%、120%、125% とし、右側のヒラメ筋から MEP を記録した。刺激回数は各条件で 10 回とし、MEP 振幅を算出した。H 波は右膝窩にて脛骨神経を電気刺激することで誘発した。電気刺激強度は最大 H 波の 50% の振幅が得られる強度とした。刺激回数は各条件で 10 回とし、H 波振幅を算出した。

(2) 運動感覚の知覚強度を示す生理学的指標の検討

運動感覚の知覚という心理状況は、被験者の主観を基に評価されることが多く、知覚の誘導を客観的かつ簡便に判断する指標はない。そこで当該研究では、臨床応用を見据え、運動感覚の知覚を簡便に評価するための生理学的指標として筋活動と脳活動に着目し、それぞれの指標について検証した。

① 実験 1：筋活動を指標とした検討

運動感覚の知覚に関する研究では、運動を知覚しないような感覚入力をコントロールとして用い、感覚入力自体ではなく、感覚入力によって運動を知覚させることの必要性が論じられている。そこで、本研究では運動感覚を誘導するための感覚入力として、拮抗関係にある複数筋への振動刺激に着目した。拮抗関係にある 2 筋を同時に刺激する場合、両筋への周波数の差分を操作することにより、知覚強度を変化させることができる。そこでまず本研究では、拮抗関係にある 2 筋への振動刺激と運動イメージを組み合わせ、感覚入力は変化させずに運動感覚を知覚する状況としない状況を作り出し、運動感覚の知覚と並行して筋活動に変化が生じるのかを検証した。

対象は健康な成人とした。振動刺激の周波数は 40、60、80、100Hz とし、手関節の掌屈筋と背屈筋を同周波数で 3 秒間刺激した。イメージさせる運動は、手関節が 3 秒間で中間位から最大掌屈位まで掌屈する運動とした。実験条件として、各周波数での振動刺激中に運動イメージを行う条件 (MI 条件) と行わない条件 (nonMI 条件) を設定し、3 試技ずつ実施した。刺激中に ECR と FCR から表面筋電図を記録し、振動刺激開始 1 秒後からの 1 秒間における二乗平均平方根 (RMS) 値を算出した。さらに、刺激中に知覚した関節運動を刺激終了後に再現させ、その角速度を運動知覚の指標として用い、知覚した運動の角速度と各筋の RMS 値について相関分析を行った。

② 実験 2：脳活動を指標とした検討

運動感覚の知覚に基づく脳活動について、当初は脳磁図を用いて検証することを計画していたが、近年 Brain-Machine-Interface (BMI) に利用されている頭皮上脳波を用いられていることや将来的に感覚運動機能に対するリハビリテーションとして臨床応用することを鑑み、本研究では頭皮上脳波を用いて検証することとした。実運動や運動イメージ中には、感覚運動皮質直上で記録される脳波のうち 8-13Hz 帯域の周波数成分が減衰する (Mu リズム)。このように運動や感覚刺激などの事象に関連して、特定の周波数における信号強度が低下する現象を事象関連脱同期 (Event Related Desynchronization: ERD) という。四肢の運動映像を用いた視覚刺激によって運動感覚の知覚が誘導された場合、運動実行時と同様に、両側の感覚運動皮質から記録した脳波の信号強度が低下する。しかし、感覚運動皮質では運動を知覚してい

なくても身体運動の映像を観察するだけで Mu リズムに ERD が生じるという報告もあり、感覚運動皮質から計測した脳波のみでは運動の知覚によって生じる特異的な変化を検出することができない可能性がある。視覚刺激によって運動感覚が誘導されている最中の脳神経回路活動を測定した報告では、高次運動野を含む運動関連領域や下頭頂小葉を含む感覚処理領域の賦活状況が増大することが示されている。そこで本研究では、運動の知覚に伴って活動することが報告されている運動前野と頭頂葉領域に焦点をあて、知覚に関わる脳領域の Mu リズム ERD を明らかにすることを目的とした。

対象は健康な成人とした。視覚刺激には 6 秒周期で右手が把握動作を繰り返す動画を用い、ディスプレイにて再生した。実験肢位は椅座位とし、安静を保つために適切な高さの実験机上に中間位で前腕を置いた。被験者の前腕を覆うよう適切な位置にモニタを設置し、身体運動の動画を提示した（錯覚条件）。対照条件として、被験者の正面にディスプレイを垂直に設置して、自身の手と動画の手がどちらも視界に入るよう調節した動画を提示する条件（非錯覚条件）を設定した。脳波測定には 64 ch の多チャンネル脳波システムを用い、全電極の平均を基準とした平均電位基準法にて記録した。解析する電極は、国際 10-10 法の配置で F3, F4, FC3, FC4, C3, C4, CP3, CP4, P3, P4 とした。各電極において得られた脳波は、バンドパスフィルタ (1-50 Hz) を用いてフィルタ処理した後、高速フーリエ変換 (FFT) による時間周波数解析を行った。周波数分解能は 1 Hz とし、1 秒間の FFT を 100 ms 毎に実施した。次に、黒画面を表示した時間帯の信号強度平均値を基準に、動画開始 1 秒後から 10 秒間の信号強度減衰率を算出した。試行毎に α 帯域と β 帯域の減衰率を平均し、20 試行分の平均値を算出した。錯覚感の主観的評価には 7 リッカートスケールを採用し、各測定部位の ERD について、錯覚感の有無を従属変数とした判別分析を実施した。

4. 研究成果

(1) 運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響とその神経回路網の解明

① 実験 1: 体性感覚刺激を用いた受動的な運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響

まず、全ての被験者は手関節掌屈筋への振動刺激によって、自身の手関節が背屈している運動感覚を知覚した。運動イメージを付加した VIB-MI 条件も同様に、実際には手関節運動が生じていないにも関わらず手関節が背屈している運動感覚を知覚し、知覚強度は振動刺激単独よりも高かった。これに対し、REST 条件では運動を知覚しなかった。

次に MEP 振幅について、ECR から記録した MEP 振幅は FCR の MEP 振幅よりも全ての条件において高値を示した。また FCR では条件間で MEP 振幅に差がなかったのに対し、ECR では VIB 条件と VIB-MI 条件において REST 条件よりも MEP 振幅が増大した。さらに VIB 条件よりも VIB-MI 条件の方が MEP 振幅は高値を示した。以上より、運動感覚を知覚している最中には知覚した運動の主動作筋の皮質脊髄路興奮性が増大し、この傾向は運動感覚の知覚強度が高い方がより強くなることが示唆された。

② 実験 2: 能動的な運動感覚の知覚が運動出力系に及ぼす影響

まず能動的な運動感覚の知覚への体性感覚刺激の付加が脊髄レベルに及ぼす影響について、テーピングを実施しただけではヒラメ筋から得られる H 波は有意に変化しなかったのに対し、テーピングを実施した際に運動イメージ想起を行うことによって、ヒラメ筋から得られる H 波が有意に増大した。このことから、運動イメージ想起にテーピングという体性感覚刺激を付加することによって、脊髄レベルの興奮性が促通されることが示された。

次に皮質レベルに及ぼす影響について、テーピングを貼付しない場合は、運動イメージを想起することにより MEP 振幅が増大し、先行研究と矛盾しない結果を示した。これに対し、テーピングを貼付した場合には、運動イメージによる MEP 振幅の変化は一定の傾向を示さなかった。以上より、能動的な運動感覚の知覚への体性感覚刺激の付加が運動出力系に及ぼす影響について皮質レベルと脊髄レベルで比較すると、安静時には体性感覚刺激を付加することで皮質レベルのみ変化した。一方で、運動イメージによる運動感覚の知覚中に体性感覚刺激を付加することで脊髄レベルは促通されるが、皮質レベルに及ぼす影響は不安定である可能性が示唆された。

(2) 運動感覚の知覚強度を示す生理学的指標の検討

① 実験 1: 筋活動を指標とした検討

全ての被験者は運動イメージを付加した MI 条件で手関節掌屈運動を知覚した。さらに、MI 条件では振動刺激周波数に依存して角速度が増大した。これは先行研究に矛盾しない結果である。これに対し、FCR の RMS 値は nonMI 条件と比較して MI 条件で有意に増大したのに対し、ECR では差がなかった (図 1)。本研究では、両条件において振動刺激の周波数は変化させていないため、生じている感覚入力量に変化はない。しかし、MI 条件では手関節掌屈運動を知覚し、さらに掌屈筋である FCR のみ筋活動が増大した。これは、MI 条件で生じた筋活動が振動刺激による感覚入力によって出現したのではなく、運動感覚を知覚したことによって生じた筋活動であることを示す結果である。

次に知覚した運動の角速度と各筋の RMS 値について相関分析を行ったところ、知覚した運動の角速度と各筋の RMS 値には相関がなかった (図 2)。このことから、運動感覚の知覚は運動出力系に影響し、運動を知覚することによって知覚した運動に関わる筋に筋活動を増大させ

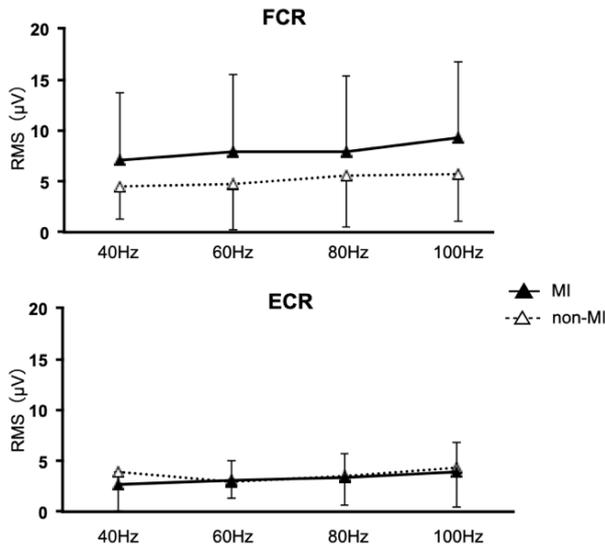


図1 筋活動の変化

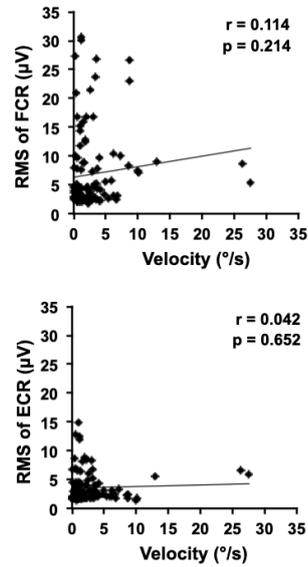


図2 知覚強度と筋活動の相関

るが、その影響は知覚強度に相関して筋活動を変化させるものではないことが示唆された。

以上、実験1では拮抗関係にある筋への振動刺激と運動イメージを組み合わせることで、感覚入力を変化させずに運動感覚を知覚する状況としない状況を作り出し、運動感覚の知覚と並行して筋活動に変化が生じるかを検証した。その結果、振動刺激による感覚入力量は一定であるにも関わらず、運動感覚を知覚した場合のみ筋活動が変化したことから、この筋活動は緊張性振動反射ではなく、運動感覚の知覚によって生じた現象であることが示唆される。しかし、知覚の強度と筋活動には相関がなかったことから、筋活動は運動感覚の知覚という心理状況が誘導されているか否かを判断するという点では客観的な指標として利用できる可能性が示された。

② 実験2：脳活動を指標とした検討

まず錯覚感の主観的評価について、すべての被験者において非錯覚条件よりも錯覚条件で錯覚感が高値を示していた。統計学的解析の結果、条件間で錯覚感に有意差があった。

次に脳波の結果について、錯覚条件では全ての解析部位において α 周波数帯域にERDが生じていた(図3)。実験条件と解析部位を要因とした二元配置分散分析の結果、 α 周波数帯域では実験条件の要因に有意な主効果があり、非錯覚条件と比較して錯覚条件で高値を示した。そして、実験条件と解析部位の要因には有意な交互作用があり、CP3とP3において錯覚条件のERDが非錯覚条件よりも有意に高かった。一方、low β 周波数帯域では、実験条件の要因に有意な主効果はなく、錯覚条件と非錯覚条件に差はなかった。さらに2要因に有意な交互作用もなかった。また、 α 周波数帯域、 β 周波数帯域ともに、解析部位の要因に有意な主効果があった。以上の結果を踏まえ、各解析部位の α 周波数帯域の脳波について、錯覚感の有無を従属変数とした判別分析を実施した。その結果、FC3とP3のデータを用いることで判別率84.4% (Wilks' lambda: $\lambda = 0.622$, $p = 0.010$)で錯覚感の有無を判別することができ、感度が87.5%、特異度が75.0%であることが示された。

以上、実験2では運動感覚の知覚を評価する生理学的指標として、運動感覚に関連する脳部位のERDに着目して検証した。

その結果、P3とCP3において α 周波数帯域のERDとして運動感覚に特徴的な活動を検出できる可能性が示唆された。さらに、運動前野と頭頂葉の α 周波数帯域におけるERDを組み合わせることで、運動感覚の知覚が誘導されていることを客観的に判別できることが示された。これは頭皮上脳波を用いたBMIのバイオマーカーとして、頭頂葉の α 周波数帯域の脳波信号を利用できる可能性を示唆するものである。

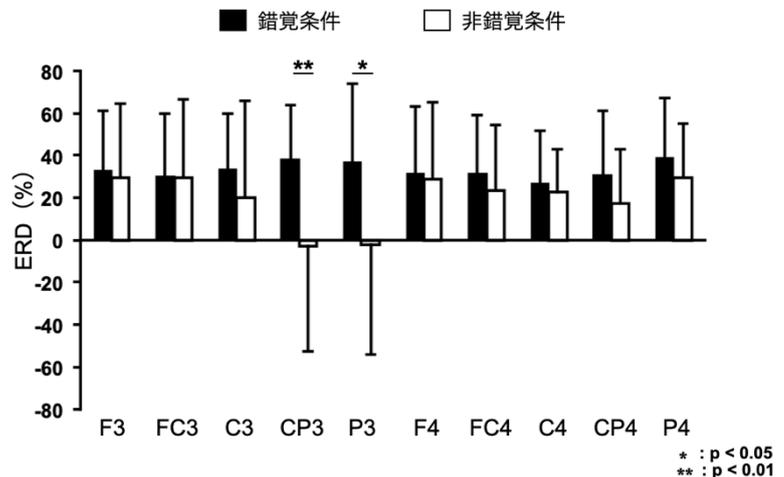


図3 α 周波数帯域のERD

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4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 柴田恵理子、金子文成	4. 巻 70
2. 論文標題 運動イメージに基づく運動学習	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 794-799
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 Eriko Shibata, Fuminari Kaneko	4. 巻 237
2. 論文標題 Event-related desynchronization possibly discriminates the kinesthetic illusion induced by visual stimulation from movement observation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 3233-3240
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00221-019-05665-1.	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 -
1. 著者名 柴田恵理子、金子文成、奥山航平	4. 巻 24
2. 論文標題 Brain-Machine Interfaceへの応用を目的とした視覚誘導性自己運動錯覚中の脳波解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 バイオメカニズム	6. 最初と最後の頁 49-57
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 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 -
1. 著者名 Eriko Shibata, Fuminari Kaneko, Masaki Katayose	4. 巻 235
2. 論文標題 Muscular responses appear to be associated with existence of kinesthetic perception during combination of tendon co-vibration and motor imagery	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 3417-3425
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00221-017-5057-6	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 -

1. 著者名 柴田恵理子, 金子文成, 奥山航平	4. 巻 24
2. 論文標題 Brain-Machine Interfaceへの応用を目的とした視覚誘導性自己運動錯覚中の脳波解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 バイメカニズム	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 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7件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 柴田恵理子
2. 発表標題 心理物理的指標と生理学的指標を用いた運動感覚の生成機構に関する研究
3. 学会等名 第42回バイオメカニズム学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田恵理子
2. 発表標題 運動錯覚が促す神経可塑性
3. 学会等名 日本臨床神経生理学会学術大会 第50回記念大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eriko Shibata, Fuminari Kaneko
2. 発表標題 Characteristics of EEG oscillations associated with kinesthetic perception induced by visual stimulation
3. 学会等名 The XX World Congress of Neurology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田恵理子, 金子文成, 岡和田愛実
2. 発表標題 事象関連脱同期を指標として視覚誘導性自己運動錯覚に特異的な脳神経活動を検出できるか
3. 学会等名 第47回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田恵理子, 金子文成
2. 発表標題 事象関連脱同期を指標とした視覚誘導性自己運動錯覚に特異的な脳神経活動の検出
3. 学会等名 第2回基礎理学療法学夏の学校
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田恵理子, 金子文成, 奥山航平
2. 発表標題 Brain-Machine Interfaceへの応用を目的とした視覚誘導性自己運動錯覚中の脳波解析
3. 学会等名 第25回バイオメカニズムシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田恵理子, 金子文成
2. 発表標題 体性感覚入力と運動イメージの組み合わせで誘導される運動知覚は運動出力系を賦活する
3. 学会等名 第52回日本理学療法学術大会
4. 発表年 2017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
---------	---------