

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H03207

研究課題名(和文) 運動学習および感覚学習過程における皮質内抑制回路の役割

研究課題名(英文) Role of intra-cortical inhibitory circuit in motor learning and sensory learning process

研究代表者

大西 秀明 (Onishi, Hideaki)

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：90339953

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では運動学習過程および感覚学習過程における一次運動野(M1)および一次体性感覚野(S1)の興奮性・抑制性の振る舞いを明らかにすることを目的として、脳磁図や経頭蓋磁気刺激を駆使して複数の実験を行った。まず、S1抑制機能を反映する末梢神経二連発刺激による皮質抑制率(PPD)の被験者間のバラツキ度合いと再現性を確認し、次に電気刺激および機械的触覚刺激による介入がS1・M1興奮性・抑制性に及ぼす影響と感覚機能および運動機能に及ぼす影響を明らかにした。加えて、他動運動刺激がM1およびS1興奮性に及ぼす影響と皮質内抑制機能に及ぼす影響も明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

皮膚を擦るような刺激を20分間与えることにより一次運動野(M1)の興奮性を増大させるとともに、運動遂行能力が促進されることが判明した。また、電気刺激を高強度で皮膚に与えることにより、一次体性感覚野(S1)の抑制機能が減弱するとともに、感覚機能が一時的に向上することが明らかになった。加えて、反復的な他動運動によりM1興奮性が減弱するが、他動運動肢に注意を向けるとM1興奮性が増大することが明らかになった。これらの結果は、運動機能および感覚機能を改善させるためのリハビリテーションに応用できるものである。

研究成果の概要(英文)：We investigated the relationship between cortical inhibitory function of primary motor area (M1) and primary somatosensory area (S1) under motor learning and/or sensory learning process. Several experiments were performed using magnetoencephalography and transcranial magnetic stimulation. First, we confirmed the inter-subject variability and reproducibility of the paired pulse depression (PPD) by peripheral nerve stimulation. Next, we investigated the effects of peripheral nerve stimulation, mechanical stimulation, and repetitive passive movement (RPM) on tactile discrimination performance, motor function, PPD, and cortical excitability. As results, we found that high-intensity PES can improve somatosensory perception, rubbing mechanical stimulation facilitate corticospinal excitability and motor function, and M1 excitability decreases after RPM through frequency-dependent enhancement of cortical inhibitory circuit in M1.

研究分野：神経科学

キーワード：脳磁図 体性感覚 経頭蓋磁気刺激 一次運動野 一次体性感覚野 二連発抑制 知覚学習 皮質内抑制

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

我々は過去 10 年以上脳磁図 (MEG) や経頭蓋磁気刺激 (TMS) を利用した研究を行っており、随意運動時の運動関連脳磁界 (MRCF) や、機械的触覚刺激やモーターポイント刺激、他動運動刺激によって誘発される体性感覚誘発磁界 (SEF) など詳細に解析し、運動遂行時における感覚情報処理にかかわる神経基盤や、体性感覚刺激が一次運動野 (M1) の興奮性に与える影響などについて明らかにしてきた。一方、これらの研究を通して MRCF や SEF 波形には個人間でバラツキが大きいことが浮き彫りになった。MRCF や SEF に関する報告は数多くあるが、MRCF や SEF の個人差に着目した研究はない。我々は SEF (P35m/P60m) の個人間のバラツキを引き起こしている原因として大脳皮質の抑制機能の違いが影響しているのではないかと仮説を立てている。TMS を用いることにより皮質脊髄路の興奮性変動を評価することができ、二連発の TMS により GABA の活動を反映した M1 内抑制機能を評価することができる。また、末梢神経電気刺激と TMS を併用することによりコリン作動性神経と GABA 作動性神経の振る舞いを評価することができる。さらに、二連発の末梢神経刺激によって誘発される SEF の減弱度合い (PPD) を評価することによって一次体性感覚野 (S1) 内抑制機能を評価することができる。M1 と S1 の機能連関や抑制性神経伝達物質の振る舞いは、運動遂行時だけでなく新たな運動を学習する際にも重要であり、30 分間の運動練習により感覚運動領野内の GABA 濃度が減少すると報告されている。しかし、運動学習過程における皮質内抑制回路の役割は未だ十分に解明されていない。さらに、反復的な触覚刺激がどの程度感覚機能を向上させ、どのような情報処理過程の変化を引き起こすのか十分に解明されているとは言えない。

2. 研究の目的

MEG や TMS を活用し、M1 および S1 の興奮性・抑制性の振る舞いと運動学習および感覚学習との関係性を明らかにする。

3. 研究の方法

(実験 1) S1 抑制機能を評価するための PPD の信頼性の検討。

実験 1 - 1) 健常若年者を対象にして、次の 3 つの実験を行った。14 名を対象として SEF 波形各成分 (N20m, P35m, P60m) の回復時間を検討した。5 秒程度の刺激間隔で、6 連発の Train 電気刺激 (刺激間隔は 500 ミリ秒) を正中神経に与え、誘発される SEF を計測・解析した (図 1A)。14 名を対象にして、末梢神経二連発電気刺激 (条件刺激 + 試験刺激) による S1 抑制度合いに対する条件刺激強度の影響を検討した。二連発刺激の刺激間隔は 500 ミリ秒とした。試験刺激の強度は 90% 感覚閾値

(Sensory Threshold, ST) とし、条件刺激の強度は 70%ST, 90%ST, 110%ST の 3 種類を設けた。各ペア刺激を約 5 秒間隔でランダムに提示し、誘発される SEF 波形の振る舞いを解析した (図 1B)。14 名を対象として、3 発の条件刺激を用いて、条件刺激の間隔および条件刺激と試験刺激の間隔を 4 種類設定し、条件刺激による抑制度合いが蓄積されるか否かを検討した (図 1C) (European J Neuroscience, 2016)。

実験 1 2) 健常若年者 19 名を対象として、正中神経刺激によって誘発される SEF を利用し PPD および事象関連同期 (ERS)・脱同期 (ERD) の個人間のバラツキと再現性を検討した。刺激パラダイムは図 2 に示す通りであり、6 種類の刺激パターン (a: 単発刺激, b: 500 ミリ秒間隔の二連発刺激, c: 10Hz・6 発の条件刺激の 500 ミリ秒後に試験刺激, d: 20Hz・6 発の条件刺激の 500 ミリ秒後に試験刺激, e: 50Hz・6 発の条件刺激の 500 ミリ秒後に試験刺激, f: 100Hz・6 発の条件刺激の 500 ミリ秒後に試験刺激) を 5 秒間に 1 回程度の頻度でランダムに提示し、誘発され

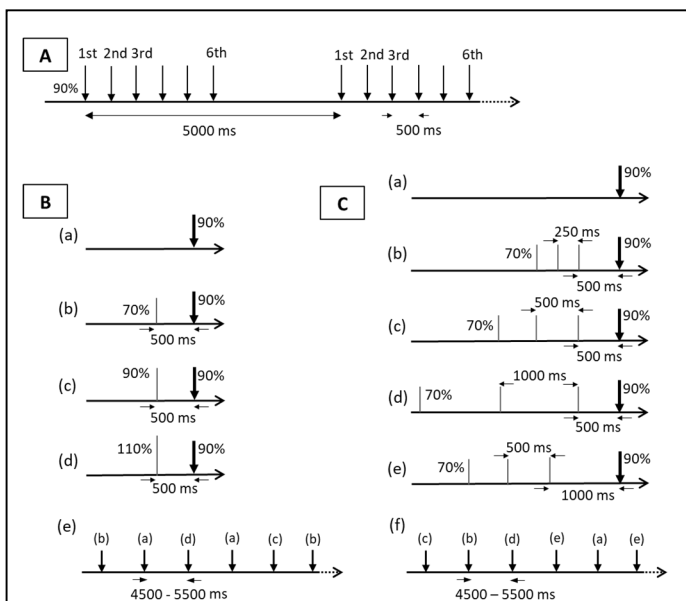


図 1. 実験 1-1 の刺激パターン

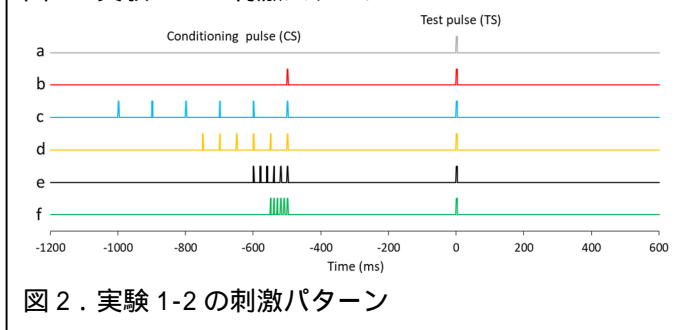


図 2. 実験 1-2 の刺激パターン

る PPD および ERS/RED を計測・解析した (Brain Top, 2018)。

(実験 2) 機械的または電気的体性感覚刺激が S1 および M1 の興奮性・抑制性および感覚機能・運動遂行能に及ぼす影響の検討。

実験 2-1) 健常若年者 25 名を対象にして、皮膚電気刺激の介入が感覚機能 (触覚方位弁別課題, GOT) と S1 抑制機能 (PPD) に及ぼす影響を検討した。電気刺激は示指先端の指腹面に対して、20Hz で 1 秒間の刺激を 5 秒間に 1 回の頻度で 30 分間与えた。刺激強度は痛みを感じない最大刺激強度 (痛みを感じる強度から 0.1mA 低い強度) と、感覚閾値より 0.1mA 高い強度の 2 種類を設定した。各介入前後の触覚方位弁別課題の検査と、二連発正中神経刺激 (刺激間隔 100 ミリ秒) による PPD を計測・解析した (Neuroscience, 2018)。

実験 2-2) 健常若年者 19 名を対象にして、一定時間の機械的触覚刺激を与えた際の M1 興奮性の変動と運動遂行能の変化を調査した。図 3 に示すように 5 種類の機械的触覚刺激 (a: 24 本のピンが 50 ミリ秒間突出した後 50 ミリ秒間戻る刺激を 1 秒間繰り返す、4 秒間休息するパターン。b: 6 本のピンが 50 ミリ秒間突出し、次に当該ピンが引っ込むと同時に隣接する 6 本のピンが突出する刺激パターンであり、ピンが指腹面を左右に移動する感覚の刺激。c: 6 本の突出したピンのプローブを左右に動かして指腹面を擦る刺激。d: b と同じ条件で指腹面を近位・遠位方向に移動する感覚の刺激。e: 縦 6 ピンの刺激が異なる位置にランダムに突出してくる刺激) をそれぞれ別日に 20 分間与えた。刺激前後における皮質脊髄路の興奮性を評価した (Neural Plasticity, 2018)。さらに、上述の a および b の刺激を 20 分間与えた前後の運動遂行能の変動を計測・解析した。

実験 2-3) 健常若年者 15 名を対象にして、機械的触覚刺激が二点識別覚に及ぼす影響を調査した。触覚刺激の条件は、随意運動を伴う触覚刺激 (Active Touch) と、皮膚を擦るような触覚刺激 (Passive Touch, 図 3c) とし、10 分間の刺激前後の二点識別覚を詳細に計測・解析した (Frontiers in Neuroscience, 2020)。

(実験 3) 他動運動刺激が M1 および S1 興奮性に及ぼす影響の検討。

実験 3-1) 健常若年者 15 名を対象にして、他動運動刺激が M1 興奮性および抑制機能に及ぼす影響を検討した。他動運動刺激は、運動速度や範囲などを詳細に制御することができる他動運動刺激装置を利用し、運動速度を 0.5Hz, 1.0Hz, 3.0Hz, 5.0Hz の 4 種類設定し、それぞれ別日に 10 分間与えた。他動運動刺激前後の皮質脊髄路および脊髄の興奮性と皮質内抑制機能の変化を計測・解析した。さらに、同様の他動運動刺激が S1 興奮性に及ぼす影響を計測・解析した。 (Neuroscience, 2017, 2018, Frontiers Human Neuroscience, 2017)

実験 3-2) 健常若年者 19 名を対象として、他動運動刺激が M1 興奮性に及ぼす影響を明らかにするため、実験 3-1 に加えて、他動運動刺激と休息のサイクル (Duty cycle) の有無や、他動運動刺激に対する注意の有無の影響を検討した。次の 3 条件の他動運動を行った。条件 1: 連続した他動運動 (40 度/秒) を 10 分間 (他動運動回数 600 回)、条件 2: 6 秒刺激 4 秒休息の Duty cycle を組み込んだ 10 分間の他動運動 (40 度/秒) (他動運動回数 240 回)、条件 3: 6 秒刺激 4 秒休息の Duty cycle を組み込んだ 10 分間の他動運動 (100 度/秒) (他動運動回数 600 回)。上述の条件 1 および条件 2 と同じ他動運動を 30 分間実施。上述の条件 2 と同様の他動運動刺激を「注意あり」条件と「注意なし」条件で実施。 (Frontiers Behav Neuroscience, 2019)

(実験 4) M1 抑制機能の評価指標の関連性と再現性の検討。健常若年者 38 名を対象とした。M1 興奮性の評価には TMS によって誘発される運動誘発電位 (MEP) を用い、皮質内抑制機能の評価には二連発 TMS による短潜時皮質内抑制 (SICI)、長潜時皮質内抑制 (LICI) と、尺骨神経刺激

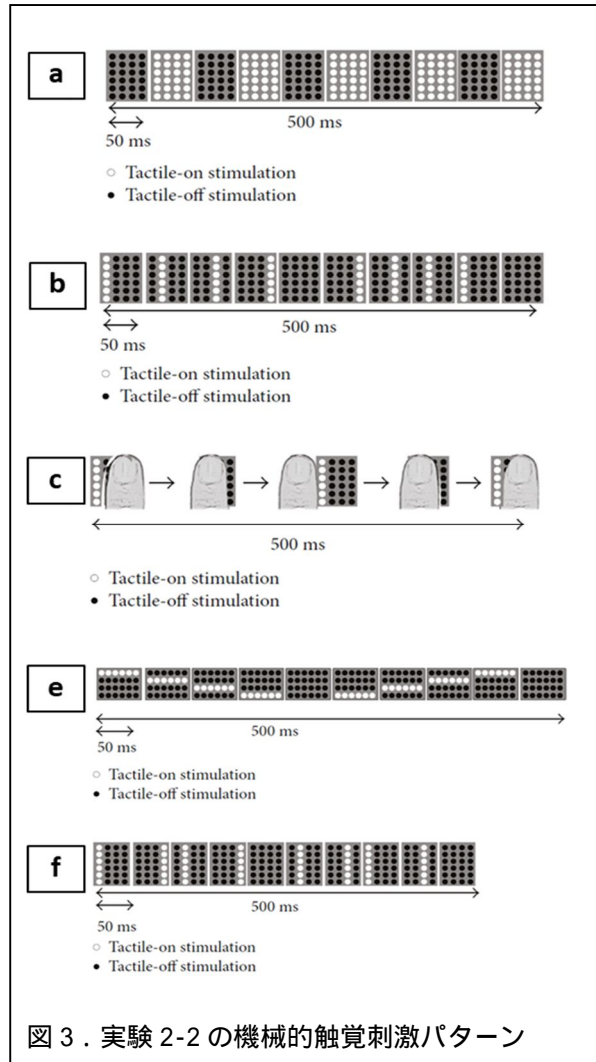


図 3. 実験 2-2 の機械的触覚刺激パターン

と TMS を組み合わせた短潜時求心性抑制 (SAI), 長潜時求心性抑制 (LAI) を用いた。単発刺激の MEP, SICI, LICI, SAI, LAI はランダムにそれぞれ 40 回計測した。

4. 研究成果

(実験 1)

実験 1-1) 500 ミリ秒の刺激間隔で 6 発の連続刺激した場合, SEF の 35 ミリ秒成分 (P35m) と 60 ミリ秒成分 (P60m) は 2 発目以降で有意に減弱した。また, 条件刺激の刺激強度に依存して N20m, P35m, P60m と PPD の減弱度合いが変化し, 条件刺激の強度が弱いと PPD がみられなかった。さらに, 3 発の条件刺激を利用した場合, PPD の程度は, 条件刺激の間隔や条件刺激と試験刺激との間隔に影響され, P35m は短い刺激間隔では顕著に減弱するが, 条件刺激と試験刺激の間隔が 1000 ミリになると減弱が認められなくなり, P60m は 1000 秒間隔でも減弱が認められた (図 4)。これらの実験から, P35m と P60m の PPD は条件刺激が 500 ミリ秒であっても, 刺激強度が 90%ST 以上であれば認められること, P35m の PPD の振る舞いと P60m の PPD の振る舞いは同様ではなく, P60m の回復時間は P35m より遅く, 1000 ミリ秒の刺激間隔であっても PPD が認められることが判明した。(Eur J Neuroscience, 2016)

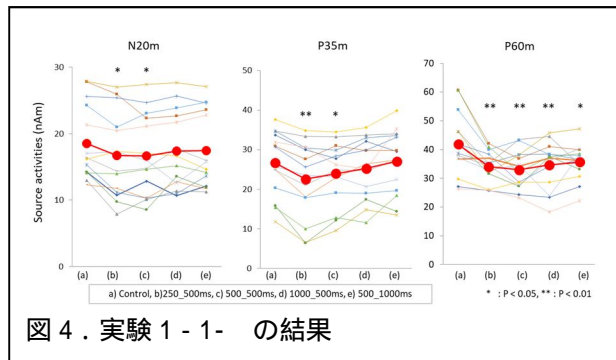


図 4. 実験 1-1- の結果

実験 1-2) P35m は条件刺激の刺激周波数が高くても顕著に減弱するが, P60m は条件刺激の周波数が 20Hz 以上になると PPD が認められなかった。また, 正中神経刺激後 100 ミリ秒から 400 ミリ秒程度まで ERD が認められ, その後 ERS が認められるが, ERS/ERD の大きさとタイミングは個人間で大きなバラツキが認められた。SEF 各成分の PPD の度合いと ERS・ERD との関係性を解析した結果, P60m の PPD のみ, 帯域, 帯域, 帯域の ERS・ERD と相関関係を示し, ERD が大きな被験者では, P60m の PPD が大きかった。さらに, 帯域の ERS・ERD の再現性は高いが, N20m_PPD の再現性は低く, P35m_PPD の再現性は中等度であり, P60m_PPD は弱い有意であった。(Brain Top, 2018)

(実験 2)

実験 2-1) 全被験者の平均値で見ると, 高強度と低強度の電気刺激介入ともに感覚機能に変化を及ぼさなかったが, 介入前に触覚方位弁別機能が悪い(閾値が高い)被験者においては, 高強度の電気刺激によって感覚機能が向上するとともに, N20 成分の PPD が減弱した。すなわち, 電気刺激によって感覚機能が向上する背景には感覚機能を司る S1 抑制機能が減弱していることが判明した (Neuroscience, 2018)。

実験 2-2) 機械的な触覚刺激を単純に与える続けることにより(刺激条件 a), 皮質脊髄路の興奮性が減弱し, 皮膚を擦るような刺激を与えることにより(条件 b, c, d), 皮質脊髄路の興奮性が増大した (図 5, Neural Plasticity, 2018)。さらに, 皮膚を擦るような刺激を与えることにより, 運動遂行機能が向上した (Scientific report, 2019)。

実験 2-3) 10 分間の Active Touch により二点識別覚が向上するが, Passive Touch やコントロール群では二点識別覚閾値は変化しなかった (図 6) (Frontiers in

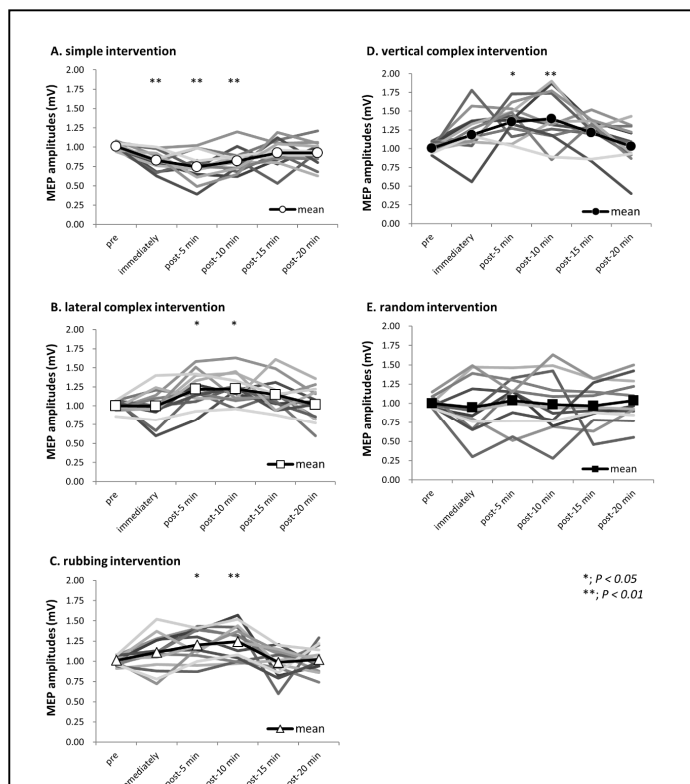


図 5. 実験 2-2 の結果。

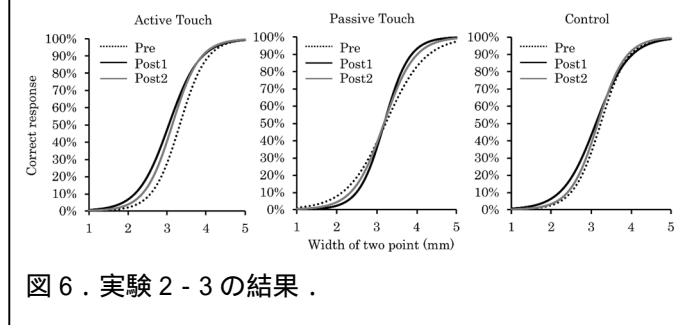


図 6. 実験 2-3 の結果。

Neuroscience, 2019).

(実験3)

実験3-1)他動運動を反復することにより M1 内の抑制機能を反映する短間隔皮質内抑制(SICI)が強まるとともに M1 興奮性が減弱し, その減弱は他動運動速度に影響され, 5.0Hz の他動運動後には 15 分間以上 M1 興奮性が減弱した (Neuroscience, 2017). さらに 3.0Hz の他動運動後には M1 興奮性が減弱せず S1 の興奮性が減弱した (Frontiers human neuroscience, 2018).

実験3-2) M1 興奮性を減弱させる他動運動であっても他動運動肢に注意を向けると M1 興奮性が増大し, 注意の有無が M1 興奮性増大することが判明した (Frontiers Behav Neurosci, 2019).

(実験4)

SICI や SAI 等の M1 抑制指標の再現性は高いが, お互いの抑制度合いに関連性が認められないことが明らかになった (under review).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Onishi Hideaki, Otsuru Naofumi, Kojima Sho, Miyaguchi Shota, Saito Kei, Inukai Yasuto, Yamashiro Koya, Sato Daisuke, Tamaki Hiroyuki, Shirozu Hiroshi, Kameyama Shigeki	4. 巻 31
2. 論文標題 Variability and Reliability of Paired-Pulse Depression and Cortical Oscillation Induced by Median Nerve Stimulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Brain Topography	6. 最初と最後の頁 780 ~ 794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10548-018-0648-5	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 Saito Kei, Otsuru Naofumi, Inukai Yasuto, Kojima Sho, Miyaguchi Shota, Tsuiki Shota, Sasaki Ryoki, Onishi Hideaki	4. 巻 384
2. 論文標題 Inhibitory Mechanisms in Primary Somatosensory Cortex Mediate the Effects of Peripheral Electrical Stimulation on Tactile Spatial Discrimination	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 262 ~ 274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2018.05.032	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 Miyaguchi Shota, Otsuru Naofumi, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Masaki Mitsuhiro, Onishi Hideaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Transcranial Alternating Current Stimulation With Gamma Oscillations Over the Primary Motor Cortex and Cerebellar Hemisphere Improved Visuomotor Performance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnbeh.2018.00132	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 Sasaki Ryoki, Tsuiki Shota, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 386
2. 論文標題 Somatosensory Inputs Induced by Passive Movement Facilitate Primary Motor Cortex Excitability Depending on the Interstimulus Interval, Movement Velocity, and Joint Angle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 194 ~ 204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2018.06.042	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 Sasaki Ryoki, Tsuiki Shota, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Repetitive Passive Finger Movement Modulates Primary Somatosensory Cortex Excitability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2018.00332	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 Ishikawa Natsumi, Miyao Ryunosuke, Tsuiki Shota, Sasaki Ryoki, Miyaguchi Shota, Onishi Hideaki	4. 巻 57
2. 論文標題 Corticospinal excitability following repetitive voluntary movement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 93 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocn.2018.08.026	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 Miyaguchi Shota, Otsuru Naofumi, Kojima Sho, Yokota Hirotake, Saito Kei, Inukai Yasuto, Onishi Hideaki	4. 巻 694
2. 論文標題 Gamma tACS over M1 and cerebellar hemisphere improves motor performance in a phase-specific manner	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 64 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2018.11.015	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 Onishi H	4. 巻 21
2. 論文標題 Cortical excitability following passive movement.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys Ther Res	6. 最初と最後の頁 23 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1298/ptr.R0001.	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 Hirabayashi Ryo, Edama Mutsuaki, Kojima Sho, Nakamura Masatoshi, Ito Wataru, Nakamura Emi, Kikumoto Takanori, Onishi Hideaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Reciprocal Ia Inhibition on Contraction Intensity of Co-contraction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2018.00527	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 Tsuiki Shota, Sasaki Ryoki, Pham Manh Van, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Repetitive Passive Movement Modulates Corticospinal Excitability: Effect of Movement and Rest Cycles and Subject Attention	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnbeh.2019.00038	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 Tsuiki Shota, Sasaki Ryoki, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Masaki Mitsuhiro, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 14
2. 論文標題 The effect of combined transcranial direct current stimulation and peripheral nerve electrical stimulation on corticospinal excitability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0214592	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 Kojima Sho, Onishi Hideaki, Miyaguchi Shota, Kotan Shinichi, Sasaki Ryoki, Nakagawa Masaki, Kirimoto Hikari, Tamaki Hiroyuki	4. 巻 2018
2. 論文標題 Modulation of Corticospinal Excitability Depends on the Pattern of Mechanical Tactile Stimulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neural Plasticity	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1155/2018/5383514	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 Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Sasaki Ryoki, Tamaki Hiroyuki, Onishi Hideaki	4. 巻 28
2. 論文標題 Modulation of short-latency afferent inhibition and short-interval intracortical inhibition by test stimulus intensity and motor-evoked potential amplitude	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 1202 ~ 1207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000000896	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 Otsuka Ryohei, Sasaki Ryoki, Tsuiki Shota, Kojima Sho, Onishi Hideaki	4. 巻 656
2. 論文標題 Post-exercise cortical depression following repetitive passive finger movement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 89 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2017.07.030	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 Sasaki Ryoki, Nakagawa Masaki, Tsuiki Shota, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Masaki Mitsuhiro, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 357
2. 論文標題 Regulation of primary motor cortex excitability by repetitive passive finger movement frequency	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 232 ~ 240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2017.06.009	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 Nakagawa Masaki, Sasaki Ryoki, Tsuiki Shota, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Onishi Hideaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Effects of Passive Finger Movement on Cortical Excitability	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2017.00216	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 Sasaki Ryoki, Kotan Shinichi, Nakagawa Masaki, Miyaguchi Shota, Kojima Sho, Saito Kei, Inukai Yasuto, Onishi Hideaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Presence and Absence of Muscle Contraction Elicited by Peripheral Nerve Electrical Stimulation Differentially Modulate Primary Motor Cortex Excitability	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2017.00146	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 Shota Miyaguchi, Sho Kojima, Ryoki Sasaki, Shinichi Kotan, Hikari Kirimoto, Hiroyuki Tamaki, Hideaki Onishi	4. 巻 in press
2. 論文標題 Decrease in short-latency afferent inhibition during corticomotor post-exercise depression following repetitive finger movement	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Brain and Behavior	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.744	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 Kojima Sho, Miyaguchi Shota, Sasaki Ryoki, Tsuiki Shota, Saito Kei, Inukai Yasuto, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 9
2. 論文標題 The effects of mechanical tactile stimulation on corticospinal excitability and motor function depend on pin protrusion patterns	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-53275-2	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 Saito Kei, Otsuru Naofumi, Inukai Yasuto, Miyaguchi Shota, Yokota Hirotake, Kojima Sho, Sasaki Ryoki, Onishi Hideaki	4. 巻 375
2. 論文標題 Comparison of transcranial electrical stimulation regimens for effects on inhibitory circuit activity in primary somatosensory cortex and tactile spatial discrimination performance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 112168 ~ 112168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2019.112168	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 Miyaguchi Shota, Yamaguchi Mifuyu, Kojima Sho, Yokota Hirotake, Saito Kei, Inukai Yasuto, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 711
2. 論文標題 Time course of bilateral corticospinal tract excitability in the motor-learning process	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 134410 ~ 134410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2019.134410	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 Abe Takafumi, Miyaguchi Shota, Otsuru Naofumi, Onishi Hideaki	4. 巻 705
2. 論文標題 The effect of transcranial random noise stimulation on corticospinal excitability and motor performance	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 138 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2019.04.049	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 Miyaguchi Shota, Otsuru Naofumi, Kojima Sho, Yokota Hirotake, Saito Kei, Inukai Yasuto, Onishi Hideaki	4. 巻 65
2. 論文標題 The effect of gamma tACS over the M1 region and cerebellar hemisphere does not depend on current intensity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 54 ~ 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocn.2019.03.045	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 Sugawara K, Onishi H, Yamashiro K, Kotan S, Kojima S, Miyaguchi S, Tsubaki A, Kirimoto H, Tamaki H, Shirozu H, Kameyama S.	4. 巻 234
2. 論文標題 Effect of muscle contraction strength on gating of somatosensory magnetic fields	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Exp Brain Res.	6. 最初と最後の頁 3389 ~ 3398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00221-016-4736-z	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 Onishi Hideaki, Sugawara Kazuhiro, Yamashiro Koya, Sato Daisuke, Kirimoto Hikari, Tamaki Hiroyuki, Shirozu Hiroshi, Kameyama Shigeki	4. 巻 44
2. 論文標題 Inhibitory effect of intensity and interstimulus interval of conditioning stimuli on somatosensory evoked magnetic fields	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 2104 ~ 2113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ejn.13317	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 Otsuru Naofumi, Kamijo Kaito, Otsuki Tomofumi, Kojima Sho, Miyaguchi Shota, Saito Kei, Inukai Yasuto, Onishi Hideaki	4. 巻 368
2. 論文標題 10Hz transcranial alternating current stimulation over posterior parietal cortex facilitates tactile temporal order judgment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 111899 ~ 111899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2019.111899	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 佐々木亮樹, 立木翔太, 宮口翔太, 小島翔, 齊藤慧, 犬飼康人, 大鶴直史, 長岡輝之, 山崎一徳, 大西秀明
2. 発表標題 一次運動野における皮質内抑制指標の被験者間のバラツキ
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木亮樹, 立木翔太, 宮口翔太, 小島翔, 齊藤慧, 犬飼康人, 大鶴直史, 長岡輝之, 山崎一徳, 大西秀明.
2. 発表標題 一次運動野における皮質内抑制指標の被験者内の再現性と各皮質内抑制指標間の関連性
3. 学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuiki S, Sasaki R, Miyaguchi S, Kojima S, Saito K, Inukai Y, Masaki M, Otsuru N, Onishi H
2. 発表標題 Influence of passive finger movement with and without duty cycle on corticospinal excitability
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Otsuru N, Kojima S, Miyaguchi S, Sasaki R, Tsuiki S, Saito K, Inukai Y, Masaki M, Yamashiro K, Shirozu H, Kameyama S, Onishi H
2. 発表標題 Effect of hand position in external space on the integration of bilateral tactile stimulation in the primary somatosensory cortex
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大西秀明, 大鶴直史, 小島翔, 宮口翔太, 白水洋史, 亀山茂樹
2. 発表標題 体性感覚誘発磁界と刺激前皮質活動との関係
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 佐々木亮樹, 中川昌樹, 立木翔太, 宮口翔太, 小島翔, 齊藤慧, 犬飼康人, 正木光裕, 大鶴直史, 大西秀明
2. 発表標題 反復的他動運動が皮質内抑制回路に与える影響
3. 学会等名 第52回_日本理学療法学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小島 翔, 宮口翔太, 立木翔太, 齊藤 慧, 犬飼康人, 正木光裕, 大鶴直史, 大西秀明
2. 発表標題 機械的触覚刺激が手指運動機能と皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響
3. 学会等名 第47回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小島 翔, 大西 秀明, 宮口 翔太, 佐々木 亮樹, 中川 昌樹, 立木 翔太, 桐本 光, 田巻 弘之
2. 発表標題 機械的触覚刺激による刺激方法の違いが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響
3. 学会等名 第46回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 宮口翔太, 小島 翔, 小丹晋一, 中川晶樹, 佐々木亮樹, 田巻弘之, 大西秀明
2. 発表標題 軽負荷反復運動課題によるPost exercise depression期間中の皮質内抑制回路の変化
3. 学会等名 第51回日本理学療法学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木亮樹, 中川昌樹, 立木翔太, 宮口翔太, 小島翔, 犬飼康人, 齊藤慧, 大西秀明
2. 発表標題 反復的他動運動の運動頻度の違いが体性感覚誘発電位に与える影響
3. 学会等名 第46回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木亮樹, 中川昌樹, 立木翔太, 宮口翔太, 小島翔, 齊藤慧, 犬飼康人, 正木光裕, 大鶴直史, 大西秀明
2. 発表標題 末梢神経電気刺激による筋収縮の有無が体性感覚誘発電位に与える影響
3. 学会等名 第17回日本電気生理運動学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中川 昌樹, 佐々木亮樹, 立木 翔太, 宮口 翔太, 小島 翔, 犬飼 康人, 齊藤 慧, 大西 秀明
2. 発表標題 他動運動時の関節角度および運動方向の違いが運動誘発電位に与える影響
3. 学会等名 第46回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 立木翔太, 佐々木亮樹, 中川昌樹, 宮口翔太, 小島翔, 齊藤慧, 犬飼康人, 大西秀明
2. 発表標題 経頭蓋陰極直流電流刺激と末梢神経電気刺激の組み合わせが皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響
3. 学会等名 第46回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 大西秀明, 他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 メジカルビュー	5. 総ページ数 355
3. 書名 リハビリテーション神経科学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所
<http://www.ihmms.jp/>
 新潟医療福祉大学SHAINプロジェクト
<https://www.nuhw.ac.jp/shain/>

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	田巻 弘之 (Tamaki Hiroyuki) (40253926)	鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授 (17702)	
研究分担者	佐藤 大輔 (Sato Daisuke) (60544393)	新潟医療福祉大学・健康科学部・教授 (33111)	
研究分担者	山代 幸哉 (Yamashiro Koya) (20570782)	新潟医療福祉大学・健康科学部・准教授 (33111)	
研究分担者	大鶴 直史 (Otsuru Naofumi) (50586542)	新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・准教授 (33111)	
研究分担者	桐本 光 (Kirimoto Hikari) (40406260)	広島大学・医歯薬保健学研究科(保)・教授 (15401)	