

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03132

研究課題名(和文) 運動学習脳内機構の外的制御による片麻痺患者の新たな神経リハビリテーション戦略

研究課題名(英文) Progressive neurorehabilitative strategies for stroke patients by externally controlling the brain system related to motor learnin

研究代表者

菅田 陽怜 (Sugata, Hisato)

大分大学・福祉健康科学部・准教授

研究者番号：30721500

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：経頭蓋交流電気刺激法(tACS)により運動学習能力を効率的に向上させるために、2相に分けて実験を行った。まず第1相実験では、てんかんの術前検査として頭蓋内電極を留置した患者を対象に運動学習実験を行った。その結果、課題中の一次運動野周辺の \sim 帯域およびhigh帯域の神経律動が運動学習に影響する可能性が示唆された。次に第2相実験では、tACSによる運動学習能力の変調効果を調べるために、第1相実験の結果をもとに10Hz、20Hz、70HzでのtACS群と偽刺激群を設定し視覚運動学習実験を行った。その結果、視覚運動学習においては10HzのtACSが初期の運動学習能力を変調することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、運動の司令を行う脳部位である一次運動野に対して、頭皮上から10Hzの交流電気刺激を付加する事によって運動学習能力が向上できることを示した。この事は、脳卒中片麻痺患者などの運動障害患者に対してリハビリテーションを行う際に、事前に一次運動野に対して10Hzでの交流電気刺激を加えることにことで、あとに行われるリハビリテーションの効果をより増強できる可能性があることを示している。電気刺激による脳コンディショニングとリハビリテーションの組み合わせが今後臨床現場で展開されるようになれば、脳卒中後運動障害によって日常生活が困難な患者の生活レベルをこれまで以上に改善できると考える。

研究成果の概要(英文)：To improve motor learning ability by transcranial alternative stimulation (tACS), we examined two types of experiments. In the first experiment, three presurgical patients with epilepsy were asked to perform visuomotor learning tasks during electrocorticogram recording. The results showed that three types of neural oscillation over the primary motor cortex, alpha, beta, and high-gamma bands, might affect the ability of motor learning. In the second experiment, to demonstrate the modulation effect of tACS on motor learning, we applied tACS at 10Hz, 20Hz, and 70Hz to the healthy participants during the visuomotor learning task. The results showed that 10-Hz tACS might modulate visuomotor learning ability.

研究分野：リハビリテーション神経科学

キーワード：経頭蓋交流電気刺激 運動学習 神経律動

1. 研究開始当初の背景

脳卒中後遺症により重度の片麻痺を有する患者は、介護が必要となる原因疾患の第 1 位にあげられており、医療のみならず社会福祉や経済にも大きな影響を与えている。また、重度片麻痺患者に対するこれまでのリハビリテーション(リハビリ)は、残存機能の向上による介護負担軽減に主眼が置かれることが多く、中枢神経障害に対する直接的なリハビリには限界があった。

近年、科学技術の進歩と脳機能研究の発展に伴い、脳卒中後の片麻痺患者に対する新しいリハビリ手法の開発が試みられている。その中の一つに、頭皮上から脳に対して交流電気を加える経頭蓋交流電気刺激法(tACS)がある。tACS の効果については、外部からの交流刺激が大脳皮質の神経活動の律動(神経オシレーション)の同期化を誘導することで、非侵襲的に大脳皮質の興奮性を変調できると考えられている¹⁾。また、tACS では刺激周波数を任意に設定できるため、種々の脳機能(運動、言語、記憶など)に特異的な神経オシレーションを標的とした刺激が可能である。そのため、近年では、tACS を用いて運動機能や高次脳機能を制御しようとする研究が注目され始めている。

tACS によって運動機能を制御しようとする研究は多い。特に、運動指令の中枢である一次運動野に対し 10Hz、20Hz などの運動に関連がある周波数での tACS が多く行われており、それに伴う運動機能や脳機能の変化が報告されている²⁻⁴⁾。申請者も同様に、一次運動野への tACS 介入が運動機能を向上させることを見出し、更にその際に感覚運動野周辺の神経オシレーションが変化することを明らかにした⁵⁾。

上記研究のように、運動機能を向上させる目的で、一次運動野と運動関連周波数を標的とした刺激を加えることは、同部位が運動の最終出力部であることを考えれば妥当であると思われる。しかし、片麻痺患者に対するリハビリで最も重要となる点は、一過性の運動機能向上ではなく「普遍的な運動学習能力の向上」にある。この点について、tACS を用いて片麻痺患者の運動学習能力を外的に制御し、リハビリ効果を高めようとした報告はない。そのため、現在でも不明な点が多い。

運動の学習過程においては小脳が活動することが知られているが、大脳皮質においても運動前野や補足運動野、感覚連合野などさまざまな運動関連脳領域で情報処理が行なわれている。そのため、小脳に限らず大脳皮質においても運動学習の重要領域があると考えられる。しかし、現時点では大脳皮質における運動学習機構は解明されておらず、不明な点が多い。そのため、運動学習能力を外的に制御するための tACS パラメータの最適解(至適パラメータ)は謎のままである。

2. 研究の目的

本研究では、上述の「学術的問い」を根本的に解決するために、運動学習に関わる脳内機構の解明と tACS による運動学習向上効果の検証を一括して実施する。これにより運動学習能力を効率的に高めるための tACS の至適パラメータを明らかにする。さらに、ここで得た知見を基に、片麻痺患者に tACS 介入を行い、リハビリの向上効果を検証する。これにより、運動学習脳内機構の外的制御を基盤とした新たな神経リハビリ戦略の創出へとつなげることを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、運動学習能力を効率的に高めるための tACS の至適パラメータを明らかにするために、(1)皮質脳波による運動学習脳内機構の解明(第 1 相実験)(2)tACS による運動学習向上効果の検証(第 2 相実験)という 2 段階の実験デザインを設定した。特に、第 1 相実験の皮質脳波実験では高い信号雑音比が得られるため、神経オシレーションが高周波成分まで計測可能である。そのため、これまで fMRI や頭皮脳波、脳磁図研究で明らかになっていない運動学習の脳内中枢およびその特異的な神経オシレーションを解明することができる。また、第 2 相実験では、第 1 相実験で明らかにした運動学習の脳内中枢および特異的な神経オシレーションを解明し、それを直接の標的として tACS による脳刺激を行うことで、より効率的な運動学習能力の向上が期待できる。

【第 1 相実験】

てんかんの術前検査として、頭蓋内電極を留置した患者 3 名を対象に実験を行った。運動学習課題には、ディスプレイ上のポインターをレバー式コントローラーでターゲットに到達させる視覚運動学習課題を使用した。コントローラーとポインターとの間で操作誤差なしの課題を 80 回実施後、本人には通達しない状態で ±30 度の操作誤差を付加し、誤差角度に対する視覚運動学習を評価した(図 1)。

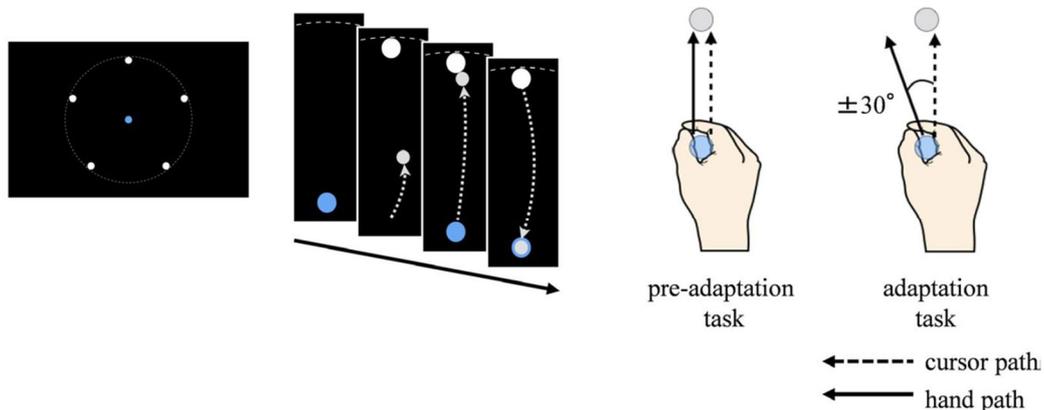


図1 視覚運動学習課題の概要

【第2相実験 (1)】

第1相実験の結果をもとに、tACSによる視覚運動学習能力の変調を試みた。33名の健常被験者を対象に、第一相実験と同様の視覚運動学習課題を実施した。課題はtACS介入の前後に実施しtACSに伴う運動学習能力の変調を評価した。tACSはDC-STIMULATOR Plus (NeuroConn GmbH製)を使用した。刺激部位は左一次運動野直上の頭皮とし、リファレンス電極は右眼窩部とした。刺激パターンは10Hz、20Hz、70HzおよびSham刺激とし、1mAの刺激強度で10分間実施した。

【第2相実験 (2)】

運動学習能力に影響を及ぼす脳内ネットワークの存在を明らかにするために、53人の健常右利き被験者を対に、安静状態の脳内ネットワーク (resting-state functional connectivity; rs-FC) と運動学習能力との関連性について検討した。運動学習課題には系列反応時間課題 (SRTT) を用い、学習課題前には5分間の安静状態の脳活動を脳磁図にて計測した。一次運動野と他の脳領域とのrs-FCを算出後、rs-FCと運動学習のパフォーマンスとの関係について全脳相関解析を用いて検証した。

4. 研究成果

【第1相実験】

運動学習中の脳律動解析を行った結果、課題中の一次運動野周辺の α 帯域 (10 - 20Hz 周辺帯域) および high 帯域 (70Hz 帯域以上) の神経オシレーションが運動学習に影響する可能性が示唆された (図2)。

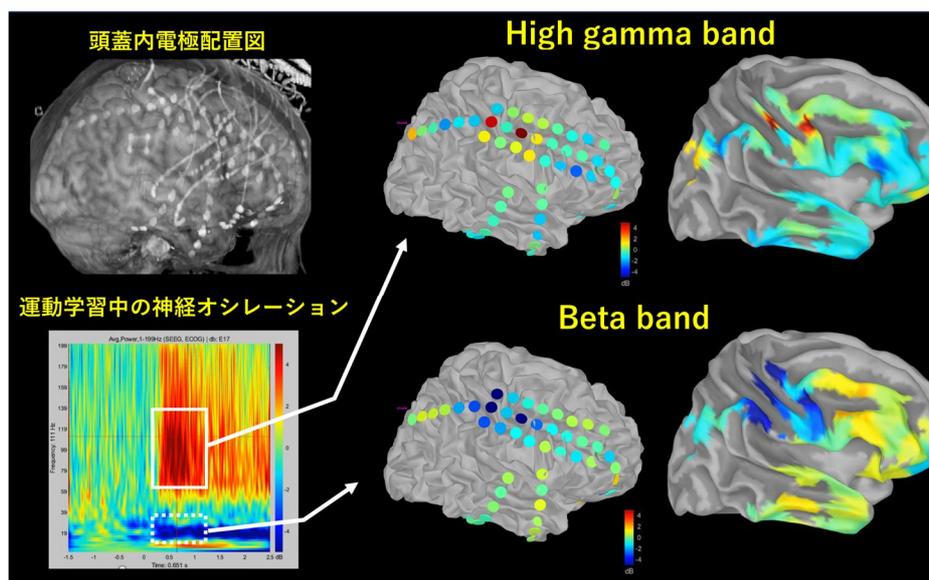


図2 運動学習中の神経オシレーション (皮質脳波)

【第2相実験 (1)】

脳律動の成分をターゲットとした10HzでのtACS介入により視覚運動学習の初期学習を促進することが明らかとなった(図3)

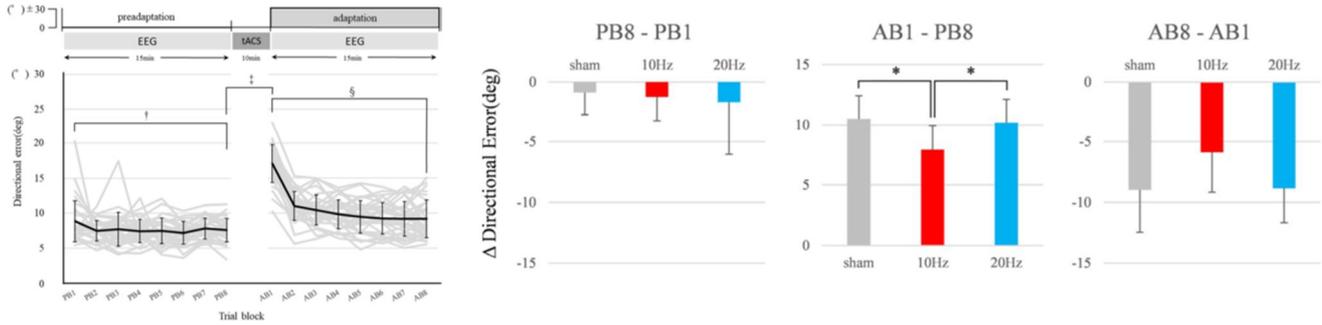
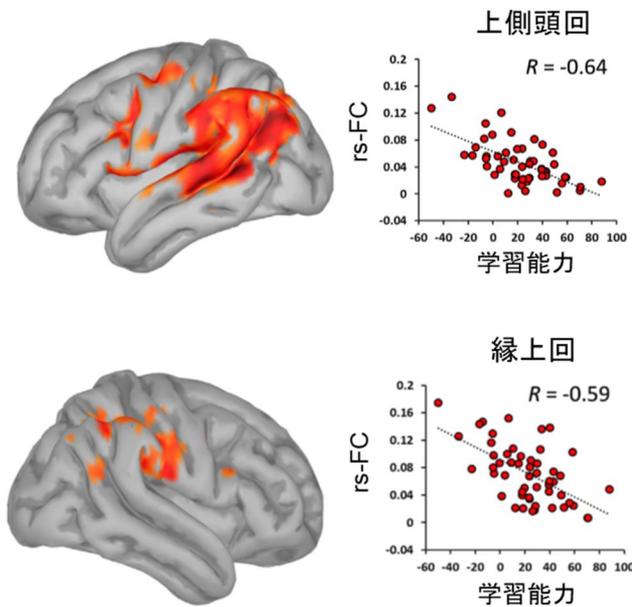


図3 tACSに伴う視覚運動学習の変化

【第2相実験 (2)】

安静状態の「感覚運動ネットワーク (sensorimotor network)」と「心の理論に関するネットワーク (theory of mind network)」との間の帯域の相互乗入れ (ネットワークモジュール間の相互作用; cross-network interaction) が強いほど、後に行われる運動学習のパフォーマンスが阻害されることが明らかとなった(図4左)。さらに、theory of mind networkの一部である、左上側頭回と一次運動野との間のrs-FCの強さをを用いて support vector machine で機械学習を行わせることで、後に行われる運動学習課題の学習良好者と学習不良者とを75%以上の確率で事前に予測できることを示した(図4右)。

全脳相関マップ (rs-FC vs 学習能力)



rs-FCによる学習能力の予測

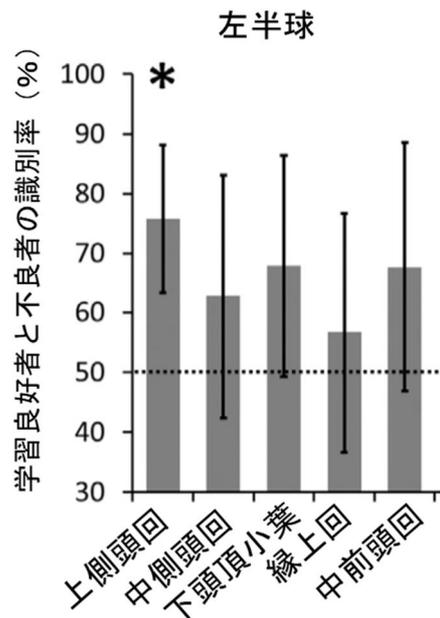


図4 運動学習能力と脳内ネットワークとの関連

引用文献

- 1) Frohlich F, McCormick DA: Endogenous electric fields may guide neocortical network activity. *Neuron* 2010; **67**(1): 129-143
- 2) Antal A et al: Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. *Brain stimulation* 2008; **1**(2): 97-105
- 3) Joundi RA et al: Driving oscillatory activity in the human cortex enhances motor performance. *Current biology : CB* 2012; **22**(5): 403-407
- 4) Pollok B et al: The effect of transcranial alternating current stimulation (tACS) at alpha and beta frequency on motor learning. *Behav Brain Res* 2015; **293**: 234-240
- 5) Sugata H et al: Modulation of Motor Learning Capacity by Transcranial Alternating Current Stimulation. *Neuroscience* 2018; **391**: 131-139

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Tashiro Nachie, Sugata Hisato, Ikeda Takashi, Matsushita Kojiro, Hara Masayuki, Kawakami Kenji, Kawakami Keisuke, Fujiki Minoru	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of individual food preferences on oscillatory brain activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain and Behavior	6. 最初と最後の頁 e01262 ~ e01262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.1262	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 Matsushita Kojiro, Hirata Masayuki, Suzuki Takafumi, Ando Hiroshi, Yoshida Takeshi, Ota Yuki, Sato Fumihiro, Morris Shayne, Sugata Hisato, Goto Tetsu, Yanagisawa Takufumi, Yoshimine Toshiki	4. 巻 12
2. 論文標題 A Fully Implantable Wireless ECoG 128-Channel Recording Device for Human Brain?Machine Interfaces: W-HERBS	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in 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/fnins.2018.00511	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 Sugata Hisato, Yagi Kazuhiro, Yazawa Shogo, Nagase Yasunori, Tsuruta Kazuhito, Ikeda Takashi, Matsushita Kojiro, Hara Masayuki, Kawakami Kenji, Kawakami Keisuke	4. 巻 391
2. 論文標題 Modulation of Motor Learning Capacity by Transcranial Alternating Current Stimulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 131 ~ 139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2018.09.013	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 Nojima Ippei, Watanabe Tatsunori, Gyoda Tomoya, Sugata Hisato, Ikeda Takashi, Mima Tatsuya	4. 巻 696
2. 論文標題 Transcranial static magnetic stimulation over the primary motor cortex alters sequential implicit motor learning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 33 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2018.12.010	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 菅田 陽怜	4. 巻 21
2. 論文標題 理学療法のエビデンス構築に向けた運動イメージ・運動模倣の神経基盤の探索	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本基礎理学療法学雑誌	6. 最初と最後の頁 55～62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24780/jptf.21.1_55	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 Tashiro Nachie, Sugata Hisato, Ikeda Takashi, Matsushita Kojiro, Hara Masayuki, Kawakami Kenji, Kawakami Keisuke, Fujiki Minoru	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of individual food preferences on oscillatory brain activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain and Behavior	6. 最初と最後の頁 e01262～e01262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.1262	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 Harada Taiki, Hara Masayuki, Matsushita Kojiro, Kawakami Kenji, Kawakami Keisuke, Anan Masaya, Sugata Hisato	4. 巻 10
2. 論文標題 Off line effects of alpha frequency transcranial alternating current stimulation on a visuomotor learning task	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain and Behavior	6. 最初と最後の頁 e01754～e01754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.1754	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 Sugata Hisato, Yagi Kazuhiro, Yazawa Shogo, Nagase Yasunori, Tsuruta Kazuhito, Ikeda Takashi, Nojima Ippei, Hara Masayuki, Matsushita Kojiro, Kawakami Kenji, Kawakami Keisuke	4. 巻 210
2. 論文標題 Role of beta-band resting-state functional connectivity as a predictor of motor learning ability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 116562～116562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2020.116562	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 菅田陽怜	4. 巻 38
2. 論文標題 運動学習脳内機構と理学療法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法	6. 最初と最後の頁 641 ~ 651
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 Takeo Yuhi, Hara Masayuki, Shirakawa Yuna, Ikeda Takashi, Sugata Hisato	4. 巻 18
2. 論文標題 Sequential motor learning transfers from real to virtual environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12984-021-00903-6	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 Nojima Ippei, Sugata Hisato, Takeuchi Hiroki, Mima Tatsuya	4. 巻 36
2. 論文標題 Brain-Computer Interface Training Based on Brain Activity Can Induce Motor Recovery in Patients With Stroke: A Meta-Analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurorehabilitation and Neural Repair	6. 最初と最後の頁 83 ~ 96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/15459683211062895	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25件(うち招待講演 3件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 菅田陽怜
2. 発表標題 ネットワーク解析の基礎
3. 学会等名 日本臨床脳磁図コンソーシアム第7回教育研修プログラム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅田陽怜
2. 発表標題 脳情報の活用によるリハビリテーションの進展
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田太樹, 原正之, 松下光次郎, 菅田陽怜
2. 発表標題 視覚運動学習課題における課題施行前の70Hz-tACSの効果
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安部レオ, 近藤美咲, 宮崎悠介, 原正之, 池田尊司, 松下光次郎, 菅田陽怜
2. 発表標題 運動学習課題に特異的な安静時脳機能結合の特定
3. 学会等名 第24回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 碧, 大鶴 直史, 菅田 陽怜, 三木 将仁, 原 正之
2. 発表標題 MEG対応ハプティックデバイスの開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sugata H, Yagi K, Nagase Y, Yazawa S, Tsuruta K, Ikeda T, Matsushita K, Hara M
2 . 発表標題 tACS modulates capacity for motor learning
3 . 学会等名 日本神経科学学会
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Harada T, Hara M, Matsushita K, Kawakami K, Sugata H
2 . 発表標題 Effect of offline transcranial alternating current stimulation at alpha and beta frequencies on visuomotor learning task
3 . 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Nojima I, Watanabe T, Hirayama M, Sugata H, Ikeda T, Mima T
2 . 発表標題 Transcranial static magnetic stimulation over human primary motor cortex can modulate implicit motor learning
3 . 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Sugata H, Kagi K, Yazawa S, Nagase Y, Tsuruta K, Ikeda T, Matsushita K, Kawakami K
2 . 発表標題 Modulation of capacity for motor learning by transcranial alternating current stimulation
3 . 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 田代尚千恵, 菅田陽怜, 池田尊司, 松下光次郎, 原正之, 藤木稔, 河上敬介
2. 発表標題 摂食・嚥下処理モデルの先行期における個人の食物嗜好性が脳律動に与える影響
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅田陽怜, 八木和広, 矢澤省吾, 長瀬泰範, 池田尊司, 松下光次郎, 川上健二, 河上敬介
2. 発表標題 経頭蓋交流電気刺激による運動学習能力の変調
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 原田太樹, 原正之, 松下光次郎, 川上健二, 兒玉雅明, 河上敬介, 菅田陽怜
2. 発表標題 - tACS は視覚運動学習時の誤差修正を促進する
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 菅田陽怜, 八木和広, 矢澤省吾, 鶴田和仁, 池田尊司
2. 発表標題 安静時脳機能結合による運動学習能力の予測
3. 学会等名 第43日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 身体化錯覚の転移に関わる脳内神経基盤の検討
2. 発表標題 菅田陽怜
3. 学会等名 第50 回日本臨床神経生理学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅田陽怜, 八木和広, 矢澤省吾, 長瀬泰範, 鶴田和仁, 池田尊司, 原正之, 松下光次郎, 野鳶一平
2. 発表標題 運動学習能力に関連する安静時脳機能結合の抽出
3. 学会等名 第50 回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅田 陽怜, 八木 和広, 矢澤 省吾, 長瀬 泰範, 鶴田 和仁, 池田 尊司, 野鳶 一平, 松下 光次郎, 原 正之
2. 発表標題 安静時脳機能結合のcross-network interactionを用いた運動学習能力の予測
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤 美咲, 原 正之, 安部 レオ, 宮崎 悠介, 菅田 陽怜
2. 発表標題 人工的な身体錯覚の転移誘発による脳律動の変化
3. 学会等名 第50 回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仮想環境における運動学習と実環境における運動学習との関連
2. 発表標題 竹尾 雄飛, 原 正之, 白川 優菜, 菅田 陽怜
3. 学会等名 第50 回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 身体錯覚の転移が一次運動野の 帯域脳律動変化に及ぼす影響
2. 発表標題 近藤 美咲, 原 正之, 安部 レオ, 宮崎 悠介, 菅田 陽怜
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹尾 雄飛, 原 正之, 白川 優奈, 菅田 陽怜
2. 発表標題 実環境での運動学習が仮想環境での運動学習に与える影響
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白川 優奈, 原 正之, 池永 瑞保, 竹尾 雄飛, 菅田 陽怜
2. 発表標題 Virtual realityによる人工的な身体所有感の変調がもたらす体性感覚への影響
3. 学会等名 第25回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅田陽怜
2. 発表標題 「身心一如」の観点から運動学習を考える
3. 学会等名 第5回日本基礎理学療法学会若手研究者ネットワークシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大城和博, 菅田陽怜, 大鶴直史, 三木将仁, 原正之
2. 発表標題 ハプティクス・VR 技術を用いたリハビリ実習システムの開発
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹尾 雄飛, 原 正之, 白川 優奈, 菅田 陽怜
2. 発表標題 実環境から仮想環境への運動学習の転移
3. 学会等名 第58回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田代尚千恵, 蔭山健介, 三木将仁, 菅田陽怜, 高崎正也, 原正之
2. 発表標題 メカトロニクス技術を用いた摂食嚥下状態の定量的計測に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 玉木彰（監修）、鈴木俊明（編集）、大西秀明（編集）、菅田陽怜	4. 発行年 2019年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 360（36 - 49、142 - 153）
3. 書名 リハビリテーション神経科学	

〔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	原 正之 (Hara Masayuki) (00596497)	埼玉大学・理工学研究科・准教授 (12401)	
研究分担者	阿南 雅也 (Anan Masaya) (10517080)	大分大学・福祉健康科学部・准教授 (17501)	
研究分担者	松下 光次郎 (Matsushita Kojiro) (30531793)	岐阜大学・工学部・准教授 (13701)	
研究分担者	藤木 稔 (Fujiki Minoru) (90231563)	大分大学・医学部・教授 (17501)	
研究分担者	上田 徹 (Kamida Toru) (90315333)	大分大学・医学部・客員研究員 (17501)	

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