

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：32647

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03133

研究課題名（和文）滑らかな行動を獲得する新しい介入戦略：神経活動の同期化と行動学習

研究課題名（英文）Novel intervention strategy for acquiring smooth behaviors: neural synchronization and behavioral learning

研究代表者

鈴木 誠（SUZUKI, Makoto）

東京家政大学・健康科学部・教授

研究者番号：80554302

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：一次運動野の神経における同期的な振動活動が神経の興奮性を調節することが知られている。近年では脳を交流電気で刺激する手法が開発され、滑らかな行動を改善する新たなツールとして期待されている。しかし、交流電気刺激が滑らかな行動の基盤になっている一次運動野の振動周期や興奮性に及ぼす影響については統一した見解が得られていない。本研究では、まず一次運動野における電界が最大で個人内変動が最小になる最適な交流電気刺激の電極位置を特定することに成功した。次に、特定した最適な電極位置で交流電気刺激を行うことによって、交流電気の周波数に応じて一次運動野の振動周期と興奮性が特異的に変化することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

神経活動の振動同期が信号伝達の重要な役割を担っていることが示唆されているものの、交流電気刺激によって神経活動の振動周期や興奮性が変化するか否かについては議論が分かれていた。交流電気刺激が滑らかな行動の基盤になっている神経の振動周期や興奮性を変化させることを明らかにした本研究による成果は、滑らかな行動の学習をターゲットとした新たな行動介入法を開発するための重要な足掛かりになると思われる。また、本研究によって特定された交流電気刺激のための最適な電極配置は、今後様々な臨床現場において各患者の脳の画像化やシミュレーションを経ずに用いることができるため、社会への広い波及効果を期待できる。

研究成果の概要（英文）：The oscillatory activity modulates the excitability of the primary motor cortex. Recently, transcranial alternating current stimulation (tACS) has been utilized to modulate cortical oscillatory activity and excitability in a frequency-specific manner. However, the effects of tACS frequency on cortical oscillations and excitability are still controversial. This study first determined the optimal tACS electrode configurations to maximize the electric field in the target hand motor area of the primary motor cortex while minimizing individual variability. Secondly, tACS was administered using this optimal electrode arrangement at either alpha or beta band frequency. This study revealed that tACS frequency has distinct effects on alpha- and beta-band cortical oscillations and excitability in the primary motor cortex.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：行動学習 経頭蓋交流電気刺激

1. 研究開始当初の背景

滑らかな行動の障害は、様々な疾患を発症した患者に共通して認められるが、それを改善するためのリハビリテーション手法は未だ確立されていない。滑らかな行動の背景にある神経生理学的メカニズムを明らかにし、それを改善するための支援方法の有効性を科学的に検証することは、現在のリハビリテーションにおいて解決すべき重要な課題になっている。

このような現状の中、近年では大脳を交流電気で刺激する手法 (tACS) が開発され、刺激周波数に同調させて神経活動の振動周期を変化させることが可能になってきている。神経活動の振動同期が信号伝達の重要な役割を担っていることから、tACS による振動周期の調節が滑らかな行動の基盤になっている神経の興奮性を変化させることが期待される。しかし、tACS が神経活動の振動周期や神経の興奮性を調節し、滑らかな行動を改善し得るのかについては、議論の最中である。行動障害を有した患者に対するより効果的な支援方法を生み出すためには、tACS が神経活動の振動周期や興奮性に及ぼす影響を明らかにしたうえで、行動の改善効果を検証する必要がある。

2. 研究の目的

神経活動の振動周期のなかでも、アルファ帯域 (8~12 Hz) とベータ帯域 (12~30 Hz) の振動は、GABA 作動性神経による抑制の神経機能を反映しているとされている。我々は、(1) 電界が最大で個人内変動が最小になるような電極位置を特定することができれば、効果的に脳を刺激することができるのではないかと考えた。10 Hz の神経発火は 10 Hz と 20 Hz の交流電気の山の部分に同調する一方、20 Hz の神経発火は 20 Hz の交流電気の山の部分には同調するものの、10 Hz の交流電気では山と谷の両方に同調するのではないかと考えた (図 1)。もしそうであるなら、最適な電極位置における 10 Hz と 20 Hz の交流電気刺激では誘導される神経活動の振動周期と興奮性の変化に相違が生じることが予想される。

そこで本研究の第一実験では、シミュレーションによって一次運動野の神経を刺激するための最適な電極位置 (電界が最大で個人内変動が最小の位置) を特定することを目的とした。第二実験では、特定された最適な電極位置で交流電気刺激を行い、一次運動野における神経活動の振動周期と興奮性の変化を明らかにすることを目的とした。第三実験では、交流電気刺激が行動に及ぼす影響を検証することを目的とした。

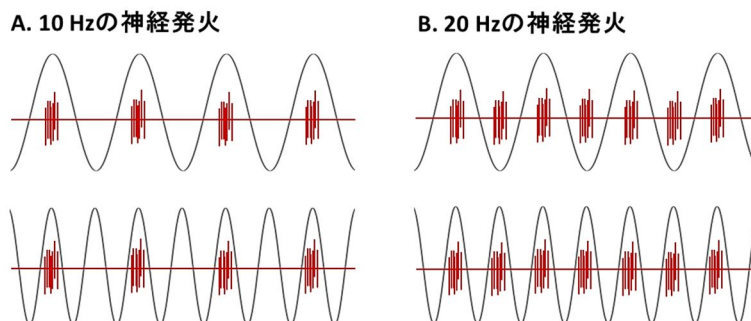


図1 交流電気刺激と神経発火の仮説

灰色線: 交流電気刺激, 赤色線: 神経発火

3. 研究の方法

1) 第一実験

まず、健常成人 18 名の磁気共鳴画像を用いて頭部の容積導体モデルを構築した。次に、一対の $1.8 \times 1.8 \text{ cm}^2$ の電極を使用して peak-to-peak 0.6 mA の強度で tACS を行った場合の一次運動野内の手の領域 (図 2A) における電界の法線成分の値を、7 種類の tACS 電極の配置 (図 2B) で比較した。また、相対標準偏差 (RSD) を使用して、対象者間の電界の変動量を推定した。これにより、一次運動野の神経を刺激するための最適な交流電気刺激の電極位置を特定した。

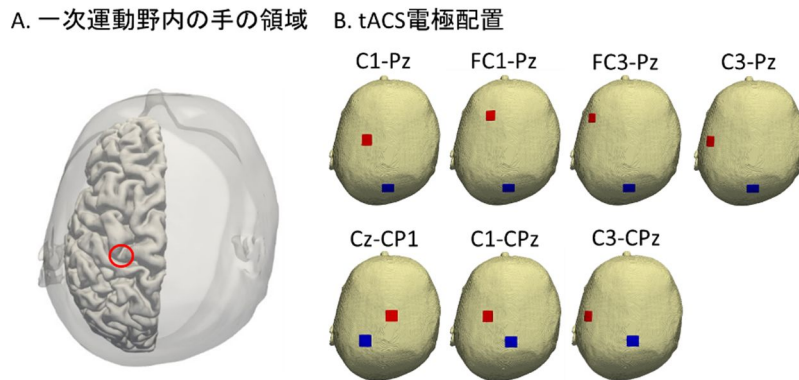


図2 tACSのターゲット領域と電極配置

2) 第二実験

健常成人 16 名を対象として，第一実験によって特定された最適な電極位置で 10 Hz の交流電気刺激，20 Hz の交流電気刺激，疑似的な交流電気刺激を 1 日以上の間隔を空けて行い，交流電気刺激が一次運動野における神経活動の振動周期と興奮性に及ぼす影響を検証した。

10 Hz および 20 Hz の交流電気刺激では， $1.8 \times 1.8 \text{ cm}^2$ の電極を使用して peak-to-peak 0.6 mA の強度で 20 分間の刺激を行った。疑似的な交流電気刺激では，同様の電極および強度を用いて 15 Hz で 30 秒間の刺激を行った後に 19 分 30 秒間は通電せずに電極を留置した。各刺激の前後に，脳波と経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位を用いて神経活動の振動周期と興奮性をそれぞれ評価した（図 3）。

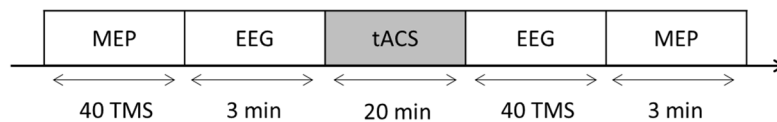


図3 実験デザイン

MEP: 運動誘発電位; EEG: 脳波; TMS: 経頭蓋磁気刺激

神経活動の振動周期に関する評価では，まず右の第一背側骨間筋から最大の運動誘発電位を生じるための経頭蓋磁気刺激のコイル位置（HS）を探索した。次に，第一背側骨間筋の HS を中心として，2.5cm 前外側，前内側，後外側，後内側に脳波電極を貼付し脳波を記録した（図 4）。また，神経の興奮性に関する評価では，第一背側骨間筋の HS を経頭蓋磁気刺激して誘発された運動誘発電位を計測した（図 4）。

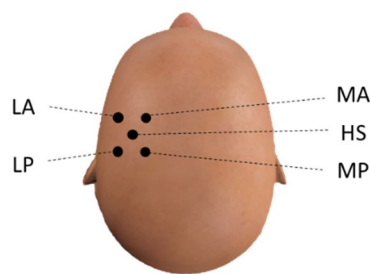


図4 神経活動の振動周期の評価

HS: 右第一背側骨間筋のホットスポット; LA: 前外側;
MA: 前内側; LP: 後外側; MP: 後内側

3) 第三実験

健常青年者と高齢者にヘッドマウント型ディスプレイを装着させ，仮想現実空間に対象者の両手を投影した練習者アバターを映写した。ベースライン期では，0.5 Hz の到達運動を行う模範者アバターの右手に，練習者アバターの右手を重ねるようにして両手運動を行うよう対象者に求めた（図 5）。介入期では，ベースライン期と同様の両手到達運動を行うよう対象者に求め，運動中に右小脳に対して 0.5 Hz の交流電気刺激を持続的に与えた。



図5 行動課題

4. 研究成果

1) 第一実験

シミュレーションの結果, Cz と CP1 と呼ばれる頭皮上の位置に電極を設置した場合に, 一次運動野における手指の神経領域に高い電界が生じるとともに, 電界の個人内変動 (RSD) が最小になることを明らかにした (図 6). 第一実験によって特定された tACS の最適な電極配置は, 集団レベルにおいて一次運動野の手の領域における電界が最大で個人内変動が最小となる配置であるため, 今後様々な臨床現場において各患者の脳の画像化やシミュレーションを経ずに用いることができる.

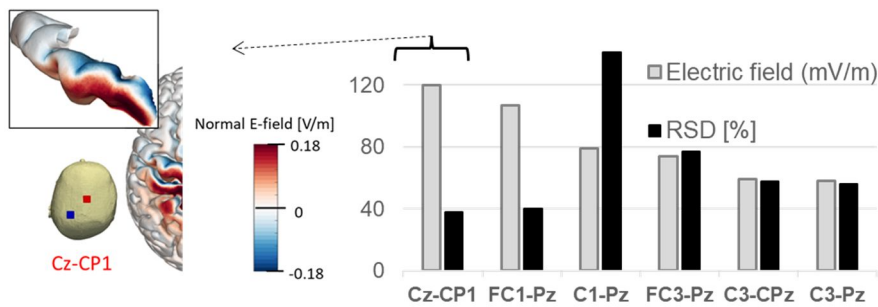


図6 シミュレーションの結果

2) 第二実験

第一実験によって明らかになった最適な電極位置で交流電気刺激を行い, 人の運動野における神経活動の振動周期と興奮性の変化を調べた. その結果, 10 Hz の神経活動は 10 Hz と 20 Hz の交流電気刺激によって増加した (図 7 の左). 一方, 20 Hz の神経活動は 20 Hz の交流電気刺激では増加するものの, 10 Hz の交流電気刺激では減少した (図 7 の中央). また, 10 Hz と 20 Hz の神経活動が増加することに伴って, 神経の興奮性が低下した (図 7 の右). 第二実験の結果により, tACS が神経活動の振動周期や神経の興奮性を特異的に調節しえることが示唆された.

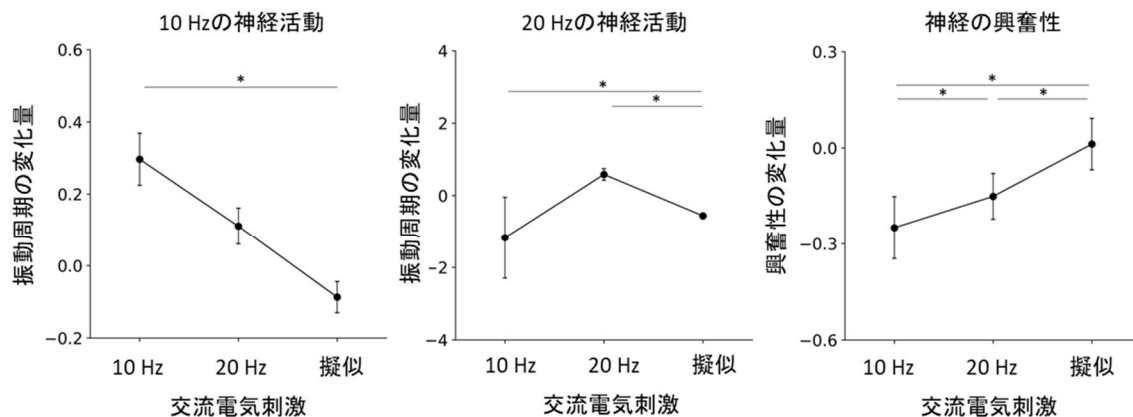


図7 交流電気刺激による神経活動の変化

3) 第三実験

青年者と高齢者ともに介入期において, 両手の到達運動に関する 0.5 Hz のパワースペクトラムが増加した. 第三研究の結果から, 交流電気刺激の周期に同調して行動リズムが変化することが示唆された.

本研究による一連の成果は, 滑らかな行動の学習をターゲットとした新たな行動介入法を開発するための重要な足掛かりになるとと思われる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計33件（うち査読付論文 32件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 25件）

1. 著者名 Makoto Suzuki, Satoshi Tanaka, Jose Gomez-Tames, Takuhiro Okabe, Kilchoon Cho, Naoki Iso, Akimasa Hirata, A.	4. 巻 12
2. 論文標題 Nonequivalent after-effects of alternating current stimulation on motor cortex oscillation and inhibition: simulation and experimental study.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 195
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/brainsci12020195	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 Takuhiro Okabe, Makoto Suzuki, Hiroshi Goto, Naoki Iso, Kilchoon Cho, Keisuke Hirata, Junichi Shimizu.	4. 巻 10
2. 論文標題 Sex differences in age-related physical changes among community-dwelling adults.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Medicine	6. 最初と最後の頁 4800
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/jcm10204800	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 Takuhiro Okabe, Makoto Suzuki, Naoki Iso, Koji Tanaka, Akira Sagari, Hironori Miyata, Gwanghee Han, Michio Maruta, Takayuki Tabira, Masahiro Kawagoe.	4. 巻 18
2. 論文標題 Long-term changes in older adults' independence levels for performing activities of daily living in care settings: a nine-year follow-up study.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 9641
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18189641	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 Kilchoon Cho, Makoto Suzuki, Naoki Iso, Takuhiro Okabe, Hiroshi Goto, Keisuke Hirata, Junichi Shimizu.	4. 巻 100
2. 論文標題 Impact of different bilateral knee extension strengths on lower extremity performance.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicine (Baltimore)	6. 最初と最後の頁 e27297
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/MD.0000000000027297	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 Naoki Iso, Takefumi Moriuchi, Kengo Fujiwara, Moemi Matsuo, Wataru Mitsunaga, Takashi Hasegawa, Fumiko Iso, Kilchoon Cho, Makoto Suzuki, Toshio Higashi.	4. 巻 15
2. 論文標題 Hemodynamic signal changes during motor imagery task performance are associated with the degree of motor task learning.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 603069
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2021.603069	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 鈴木誠.	4. 巻 55
2. 論文標題 脳卒中中の作業療法最前線: プッシャー現象に対する評価と支援.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 作業療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 845-848
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 Keisuke Hirata, Makoto Suzuki, Naoki Iso, Takuhiro Okabe, Hiroshi Goto, Kilchoon Cho, Junichi Shimizu.	4. 巻 16
2. 論文標題 Using machine learning to investigate the relationship between domains of functioning and functional mobility in older adults.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0246397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0246397	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 Yuki Saito, Makoto Suzuki, Yuji Koike, Kohei Koizumi, Naoki Nakaya, Masahiro Abo, Toyohiro Hamaguchi.	4. 巻 20
2. 論文標題 Reproducibility between robot and human movements: preliminary development of a robotic device reconstructing therapeutic motion.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Ergonomic Technology	6. 最初と最後の頁 10-19
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 Hirokazu Takizawa, Toshiyuki Ishioka, Kohei Koizumi, Jun Tayama, Makoto Suzuki, Naoki Nakaya, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 28
2. 論文標題 A Cross-sectional Study of Attention Bias for Facial Expression Stimulation in Patients with Stroke at the Convalescence Stage	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Behavioral Medicine	6. 最初と最後の頁 511-522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12529-020-09940-2.	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 Yusuke Maeda, Makoto Suzuki, Naoki Iso, Takuhiro Okabe, Kilchoon Cho, Yin-Jung Wang	4. 巻 14
2. 論文標題 Modification of Eye-Head Coordination With High Frequency Random Noise Stimulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 592021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2020.592021.	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 Yuji Koike, Makoto Suzuki, Akihisa Okino, Kazuhisa Takeda, Yasuhiro Takanami, Toyohiro Hamaguchi.	4. 巻 40
2. 論文標題 Distinction of students and expert therapists based on therapeutic motions on a robotic device using support vector machine.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Medical and Biological Engineering	6. 最初と最後の頁 790-797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40846-020-00562-3	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 Rina Takahashi, Kazufumi Sano, Kazumasa Kimura, Toshiyuki Ishioka, Makoto Suzuki, Naoki Nakaya, Satoru Ozeki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 99
2. 論文標題 Reproducibility and reliability of performance indicators to evaluate the therapeutic effectiveness of biofeedback therapy after elbow surgery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine	6. 最初と最後の頁 e21889-e21889
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.00000000000021889	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 Toyohiro Hamaguchi, Jun Tayama, Makoto Suzuki, Naoki Nakaya, Hirokazu Takizawa, Kohei Koizumi, Yoshifumi Amano, Motoyori Kanazawa, Shin Fukudo	4. 巻 15
2. 論文標題 The effects of locomotor activity on gastrointestinal symptoms of irritable bowel syndrome among younger people: An observational study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0234089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0234089	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 Kazuaki Oyake, Makoto Suzuki, Yohei Otaka, Kimito Momose, Satoshi Tanaka	4. 巻 101
2. 論文標題 Motivational Strategies for Stroke Rehabilitation: A Delphi Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 1929-1936
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apmr.2020.06.007	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 Kazuaki Oyake, Makoto Suzuki, Yohei Otaka, Satoshi Tanaka	4. 巻 11
2. 論文標題 Motivational Strategies for Stroke Rehabilitation: A Descriptive Cross-Sectional Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fneur.2020.00553	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 Kazuhiko Shibata, Makoto Suzuki, Shinobu Shimizu, Takayuki Kawaguchi, Michinari Fukuda, Atsuhiko Matsunaga.	4. 巻 50
2. 論文標題 Time-course changes in corticospinal excitability for reciprocal muscles during repetitive slow passive movements.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Kitasato Medical Journal	6. 最初と最後の頁 52-59
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toyohiro Hamaguchi, Masahiro Abo, Tomoko Tanaka, Kai Murata, Makoto Suzuki, Naoki Nakaya, Kensuke Taguchi	4. 巻 3
2. 論文標題 Predicting Recovery of Upper Extremity Motor Function After Stroke According to the Novel Intervention Using Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation and Occupational Therapy: NEURO	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Stroke Medicine	6. 最初と最後の頁 14-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2516608520918998	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 Makoto Suzuki, Ryosuke Yamamoto, Yuko Ishiguro, Hironori Sasaki, Harumi Kotaki	4. 巻 20
2. 論文標題 Deep learning prediction of falls among nursing home residents with Alzheimer's disease	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geriatrics & Gerontology International	6. 最初と最後の頁 589-594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.13920	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 Makoto Suzuki, Seiichiro Sugimura, Takako Suzuki, Shotaro Sasaki, Naoto Abe, Takahide Tokito, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 99
2. 論文標題 Machine-learning prediction of self-care activity by grip strengths of both hands in poststroke hemiplegia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine	6. 最初と最後の頁 e19512-e19512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.00000000000019512	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 Makoto Suzuki, Seiichiro Sugimura, Takako Suzuki, Shotaro Sasaki, Naoto Abe, Takahide Tokito, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 99
2. 論文標題 Machine-learning prediction of self-care activity by grip strengths of both hands in post-stroke hemiplegia.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine	6. 最初と最後の頁 e19512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.00000000000019512.	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 Toyohiro Hamaguchi, Takeshi Saito, Makoto Suzuki, Toshiyuki Ishioka, Yamato Tomisawa, Naoki Nakaya, Masahiro Abo	4. 巻 40
2. 論文標題 Support vector machine-based classifier for the assessment of finger movement of stroke patients undergoing rehabilitation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Medical and Biological Engineering	6. 最初と最後の頁 91-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40846-019-00491-w.	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 Tomoko Tanaka, Toyohiro Hamaguchi, Makoto Suzuki, Daigo Sakamoto, Junpei Shikano, Naoki Nakaya, Masahiro Abo	4. 巻 2019
2. 論文標題 Estimation of motor impairment and usage of upper extremities during daily living activities in post-stroke hemiparesis patients by observation of time required to accomplish hand dexterity tasks.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioMed Research International	6. 最初と最後の頁 9471921
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/9471921	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 Takako Suzuki, Makoto Suzuki, Naohiko Kanemura, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 13
2. 論文標題 Differential effect of visual and proprioceptive stimulation on corticospinal output for reciprocal muscles.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Integrative Neuroscience	6. 最初と最後の頁 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnint.2019.00063.	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 Toyohiro Hamaguchi, Masahiro Abo, Kai Murata, Mari Kenroku, Izumi Yoshizawa, Atsushi Ishikawa, Makoto Suzuki, Naoki Nakaya, Kensuke Taguchi	4. 巻 11
2. 論文標題 Association of long-term treatment by botulinum neurotoxins and occupational therapy with subjective physical status in patients with post-stroke hemiplegia.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Toxins	6. 最初と最後の頁 E453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/toxins11080453.	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 Makoto Suzuki, Takako Suzuki, Yin-Jung Wang, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 13
2. 論文標題 Changes in magnitude and variability of corticospinal excitability during rewarded time-sensitive behavior.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnbeh.2019.00147. eCollection 2019.	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 Yuji Koike, Makoto Suzuki, Akihisa Okino, Kazuhisa Takeda, Yasuhiro Takanami, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 19
2. 論文標題 Differences in manual exercise therapy skills between students and therapists.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Ergonomic Technology	6. 最初と最後の頁 35-44
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Makoto Suzuki, Takako Suzuki, Satoshi Tanaka, Kazuhiro Sugawara, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 30
2. 論文標題 Corticospinal excitability related to reciprocal muscles during the motor preparation period: effect of movement repetition.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroreport	6. 最初と最後の頁 856-862
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001288.	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 Naoyuki Nakayama, Makoto Suzuki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 98
2. 論文標題 Relationship between knee extension strength and gait styles in patients with dementia.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medicine	6. 最初と最後の頁 e14958
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.00000000000014958.	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 Masaki Nakagawa, Kumiko Sasao, Toshiyuki Ishioka, Makoto Suzuki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 31
2. 論文標題 Development of the fundamental training and evaluation tool for the prosthetic body-powered split hook: a preliminary correlational study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Prosthetics and Orthotics	6. 最初と最後の頁 104-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/JPO.0000000000000243.	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 Takayuki Kawaguchi, Atsuhiko Matsunaga, Aki Watanabe, Makoto Suzuki, Etsuko Asano, Yoko Shirakihara, Shinobu Shimizu, Toru Sawayama, Michinari Fukuda, Hitoshi Miyaoka	4. 巻 31
2. 論文標題 Prediction of changes in functional ability of inpatients with schizophrenia using logarithmic and linear regression modelling.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hong Kong Journal of Occupational Therapy	6. 最初と最後の頁 76-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1569186118808431	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 Masaki Nakagawa, Kumiko Sasao, Toshiyuki Ishioka, Makoto Suzuki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 31
2. 論文標題 Development of the fundamental training and evaluation tool for the prosthetic body-powered split hook: a preliminary correlational study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Prosthetics and Orthotics	6. 最初と最後の頁 104-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/JPO.0000000000000243	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 Takako Suzuki, Makoto Suzuki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 29
2. 論文標題 Corticospinal excitability is modulated by temporal feedback gaps.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroreport	6. 最初と最後の頁 1558-1563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001148	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 Eri Kawanabe, Makoto Suzuki, Satoshi Tanaka, Shotaro Sasaki, Toyohiro Hamaguchi	4. 巻 18
2. 論文標題 Impairment in toileting behavior after a stroke.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geriatrics & Gerontology International	6. 最初と最後の頁 1166-1172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.13435	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32件(うち招待講演 7件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Naoki Iso, Takuhiro Okabe, Kilchoon Cho, Makoto Suzuki.
2. 発表標題 Development of a new exercise program (VRactice) using virtual reality.
3. 学会等名 18 th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kilchoon Cho, Makoto Suzuki, Naoki Iso, Takuhiro Okabe, Keisuke Hirata, Takako Suzuki.
2. 発表標題 Effect of the timing of paired associative stimulation on corticospinal excitability and motor performance.
3. 学会等名 18 th International Congress of the World Federation of Occupational Therapists (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 リハビリテーションにおける状態予測.
3. 学会等名 北海道文教大学学科セミナー.(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 シングル・ケース研究デザインによる作業療法効果推定.
3. 学会等名 第35回大阪府作業療法学会教育講演.(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 身体ガイダンスに伴う神経振動同期.
3. 学会等名 日本行動分析学会第39回年次大会公募企画シンポジウム.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 斎藤和夫, 鈴木誠, 山中美季, 松井洋鷹, 山本淳一.
2. 発表標題 インターネット利用したハンドセラピー指導システム (e-Hand Therapy; e-HAT) の構築.
3. 学会等名 第34回日本ハンドセラピー学会学術集会.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 鈴木貴子, 鈴木誠.
2. 発表標題 経頭蓋交流電気刺激に伴う脳酸素動態トポグラフィ の特定.
3. 学会等名 第55回日本作業療法学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡部拓大, 鈴木誠, 後藤寛司, 磯直樹, 趙吉春, 平田恵介, 清水順市.
2. 発表標題 地域在住中高年者における身体機能変化様式の性差.
3. 学会等名 第15回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 趙吉春, 鈴木誠, 斎藤和夫, 磯直樹, 岡部拓大, 山本淳一.
2. 発表標題 連合性ペア刺激における刺激近接性が行動に及ぼす影響.
3. 学会等名 第15回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 東恩納拓也, 鈴木貴子, 斎藤和夫, 鈴木誠.
2. 発表標題 バーチャルリアリティを使用した運動プログラムの再現性の検討: 三次元動作解析との比較.
3. 学会等名 第15回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 報酬と行動練習.
3. 学会等名 第50回日本臨床神経生理学会学術大会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 リハビリテーション臨床における状態予測.
3. 学会等名 日本行動分析学会第38回年次大会公募企画シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木誠.
2. 発表標題 N of 1研究デザインの基礎と実践.
3. 学会等名 第37回神奈川県理学療法士学会教育講演(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木貴子, 鈴木誠, 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 濱口豊太, 金村尚彦.
2. 発表標題 反復他動運動の位相に特異的な脳振動同期.
3. 学会等名 第14回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡部拓大, 鈴木誠, 後藤寛司, 磯直樹, 趙吉春, 平田恵介, 清水順市.
2. 発表標題 加齢に伴う身体機能の相互的变化様式.
3. 学会等名 第14回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 趙吉春, 鈴木誠, 磯直樹, 岡部拓大, 平田恵介, 鈴木貴子.
2. 発表標題 感覚信号を用いた連合性ペア刺激による運動調節.
3. 学会等名 第14回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 平田恵介, 鈴木貴子, 光永済, 東登志夫, 鈴木誠.
2. 発表標題 経頭蓋交流電流刺激による脳血流動態の変化.
3. 学会等名 第14回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木誠, 田中悟志, 鈴木貴子, 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 平田恵介, 山本淳一.
2. 発表標題 N of 1デザインの統計学的検定力: 状態推定シミュレーション研究.
3. 学会等名 第14回日本作業療法研究学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木誠
2. 発表標題 磁気刺激と応用行動.
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 鈴木誠
2. 発表標題 行動科学とリハビリテーション医学.
3. 学会等名 第56回日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木誠, 鈴木貴子, 磯直樹, 岡部拓大, 趙吉春, 濱口豊太
2. 発表標題 報酬スケジュールが時間知覚と皮質脊髄興奮性に及ぼす影響.
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 井波敬三, 鈴木誠, 笹尾久美子, 沖野晃久, 高橋一芳, 濱口豊太
2. 発表標題 美容シザーのパワーアシストによる母指球筋疲労軽減効果
3. 学会等名 第13回日本作業療法研究会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木貴子, 鈴木誠, 金村尚彦, 濱口豊太
2. 発表標題 相反筋に投射する皮質脊髄興奮性に対する視覚固有覚刺激の影響.
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 小池祐士, 鈴木誠, 沖野晃久, 高波泰裕, 濱口豊太
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者の上肢運動病態を再現できる教育用アームロボットを用いた学生と作業療法士との運動療法技術の違い.
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中智子, 濱口豊太, 鈴木誠, 坂本大悟, 安保雅博
2. 発表標題 脳卒中片麻痺患者が物品を把持して移動させる所要時間により運動機能と麻痺手の使用状況が推測できる.
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口健介, 栗山千秋, 鈴木誠, 濱口豊太, 安保雅博
2. 発表標題 NEUROによる運動麻痺改善効果と予後予測.
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兼目真里, 村田海, 鈴木誠, 濱口豊太, 安保雅博
2. 発表標題 BoNT-A治療とリハビリテーション治療を長期間継続した患者の運動麻痺回復と心理.
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤剛史, 吉村翔, 細沼栞, 鈴木誠, 濱口豊太
2. 発表標題 人工知能による手指運動麻痺の重症度判別.
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhiko Shibata, Makoto Suzuki, Shinobu Shimizu, Takayuki Kawaguchi, Hitoshi Ishibashi, Hisanao Akita, Michinari Fukuda, Atsuhiko Matsunaga
2. 発表標題 Changes in corticospinal excitability in muscle shortening or lengthening during repetitive passive movements.
3. 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takayuki Kawaguchi, Atsuhiko Matsunaga, Makoto Suzuki, Shinobu Shimizu, Kazuhiko Shibata, Aki Watanabe, Makoto Watanabe, Hisanao Akita, Michinari Fukuda, Hitoshi Ishibashi
2. 発表標題 Transcranial direct current stimulation over the prefrontal cortex alters performance in trial-and-error behavioral learning.
3. 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木誠
2. 発表標題 行動神経機能と作業療法.
3. 学会等名 第12回日本作業療法研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木誠
2. 発表標題 作業療法と神経科学：行動学習を促す多角的視点。
3. 学会等名 第52回日本作業療法学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計10件

1. 著者名 Oyake K, Suzuki M, Otaka Y Tanaka S.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Frontiers Media SA, Lausanne	5. 総ページ数 164
3. 書名 Decision Support in Clinical Practice for Stroke: Clinician Experiences and Expectations.	

1. 著者名 鈴木誠（矢谷令子，福田恵美子，藤井浩美（編））	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーピーアール	5. 総ページ数 372
3. 書名 日本の作業療法発達史：萌芽期の軌跡を尋ねて。	

1. 著者名 Jarcho, J. M., Chein, J. M., Guyer, A. E., Sullivan, R. M., Van Wingerden, M., eds. Suzuki M, et al.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Frontiers Media SA	5. 総ページ数 231
3. 書名 Social and non-social reward: neural mechanisms implicated in reward processing across domains and contexts.	

1. 著者名 鈴木誠 (齋藤昭彦, 下田信明 (編))	4. 発行年 2020年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 239
3. 書名 リハビリテーション管理学	

1. 著者名 鈴木誠 (濱口豊太 (編), 鈴木誠 (編集協力)).	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 209
3. 書名 標準作業療法学 専門分野 作業療法臨床実習とケーススタディ.	

1. 著者名 鈴木誠 (黒澤和生, 赤坂清和, 河西理恵 (監訳))	4. 発行年 2019年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 346
3. 書名 運動学とバイオメカニクスの基礎.	

1. 著者名 鈴木誠	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ヒューマン・プレス	5. 総ページ数 291
3. 書名 脳卒中の教科書: やさしく理解できるリハビリテーション.	

1. 著者名 濱口豊太, 鈴木誠 (編)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ヒューマン・プレス	5. 総ページ数 347
3. 書名 OT評価ポケット手帳.	

1. 著者名 鈴木誠 (一般社団法人日本行動分析学会 (編))	4. 発行年 2019年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 839
3. 書名 行動分析学事典.	

1. 著者名 鈴木誠 (奈良勲, 木林勉, 佐藤香緒里, 清水順市, 松川寛二(編))	4. 発行年 2018年
2. 出版社 医歯薬出版	5. 総ページ数 410
3. 書名 解剖学・生理学・運動学に基づく動作分析.	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 練習支援装置, 練習支援方法及びプログラム	発明者 磯直樹, 鈴木誠	権利者 東京家政大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-200547	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 運動関連脳電位をロボット制御に用いた上肢運動機能介助装置	発明者 濱口豊太, 鈴木誠	権利者 埼玉県立大学
産業財産権の種類、番号 特許、6598319	取得年 2019年	国内・外国の別 国内

〔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	平田 晃正 (HIRATA Akimasa) (00335374)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13903)	
研究分担者	田山 淳 (TAYAMA Jun) (10468324)	早稲田大学・人間科学学術院・准教授 (32689)	
研究分担者	田中 悟志 (TANAKA Satoshi) (10545867)	浜松医科大学・医学部・教授 (13802)	
研究分担者	鈴木 貴子 (SUZUKI Takako) (60549343)	埼玉県立大学・保健医療福祉学部・准教授 (22401)	
研究分担者	小川 豊太(濱口豊太) (OGAWA Toyohiro) (80296186)	埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授 (22401)	

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