

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：82609

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03141

研究課題名（和文）人工神経接続による脊髄損傷者の随意歩行機能の改善を促すリハビリテーション法の確立

研究課題名（英文）Establishing an artificial neural connection for improving voluntary locomotor function in individuals with spinal cord injury

研究代表者

田添 歳樹（TAZOE, Toshiki）

公益財団法人東京都医学総合研究所・脳・神経科学研究分野・主席研究員

研究者番号：60513017

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）：経脊椎磁気刺激による非侵襲的脊髄磁気刺激を慢性期脊髄損傷者に適用し、脊髄損傷によって傷害された随意歩行機能に回復を促すことが可能であること実証した。また、この人工神経接続がもたらす脊髄損傷者の歩行機能回復を効果的に得るためには、腰髄が損傷の直接的なダメージから免れ、脳と腰髄を繋ぐ皮質脊髄路が部分的にでもその機能を残存している必要があ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

脊髄損傷者に対する脊髄刺激リハビリテーションは外科手術を必要とする侵襲的な手法についてその有効性が示されていたが、本研究によって得られた成果は、磁気刺激のような非侵襲的な手技によっても、脊髄損傷者の脊髄機能を賦活化し歩行機能回復に寄与する手法となり得ることを実証することとなった。これにより、本研究で用いた非侵襲的な人工神経接続の技術は、幅広く実用的な歩行リハビリテーションの開発に大きく貢献する成果となった。

研究成果の概要（英文）：A non-invasive artificial neural connection using transvertebral magnetic stimulation was demonstrated to be an effective rehabilitation approach for inducing the recovery of voluntary locomotor function in individuals with chronic spinal cord injury. Residual function in the lumbar motor circuits receiving stimulation and the corticospinal pathways to the lumbar motor circuits was important to gain the rehabilitation effect of the non-invasive artificial neural connection.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：脊髄損傷 磁気刺激 歩行

1. 研究開始当初の背景

我が国には、約 15 万人の脊髄損傷の受傷者がおり、年間約 5 千人の受傷者が新たに増えている。脊髄損傷を受傷すると大脳皮質運動野からの随意運動司令が脊髄運動ニューロンおよび骨格筋に十分に伝わらないため身体運動麻痺が起こる。これまで、脊髄損傷により傷ついた中枢神経組織を完全に修復する治療法は確立されておらず、今日においても理学療法によるリハビリテーションを行ったとしても重篤な麻痺が残ることは珍しくない。そのため、この問題には、別の医工学的なアプローチからも解決が図られてきた。その 1 つが、ブレイン・コンピューター・インターフェイスの技術を用いた人工神経接続の試みである。人工神経接続は、脊髄損傷により分断された脳と損傷部尾側の神経・筋組織を神経細胞の役割を担うコンピューターを介して接続し、遮断された神経経路をバイパスする先進技術である。予備的な研究において、下肢麻痺を呈する脊髄損傷者が人工神経接続を利用して随意運動指令が届かない自身の脊髄神経回路に非侵襲的な刺激を与え、麻痺した下肢に自身の意図した歩行様運動を誘導することが確認されていた。しかしながら、このような人工神経接続を介して再建された麻痺肢の運動が本来の随意運動の回復を促す効果的なりハビリテーションとなり得るかは不明であった。

2. 研究の目的

本研究では、下肢麻痺を呈する脊髄損傷者が、経脊椎磁気刺激による人工神経接続を介して下肢運動を行い、その回復が随意歩行機能の回復を促す運動機能回復訓練として効果的に活用することができるか生理学的に明らかにすることを目的とした。この目的を達成するために、以下の 3 点について具体的に調査した。

- (1) 人工神経接続により運動機能回復が見込める脊髄損傷の状態
- (2) 人工神経接続により効果的に運動機能回復訓練を実施するための刺激法
- (3) 人工神経接続が随意運動機能の回復を促す生理学的機序

3. 研究の方法

(1) 人工神経接続により運動機能回復が見込める脊髄損傷状態の特定

脊髄損傷では、損傷部より尾側の脊髄に支配されている身体には広く麻痺が生じるが、損傷部より尾側の脊髄であっても直接損傷を受けていなければ、神経細胞はその機能を残しているため、生体外からの刺激によりその残存機能の有無を客観的に評価できることが考えられた。そこで、脊髄損傷のある髄節レベルおよびその重症度が異なる複数の脊髄損傷者を対象に、下肢筋の脊髄支配領域である腰仙髄を経脊椎磁気刺激で非侵襲的に刺激し、随意運動麻痺のある下肢筋群において脊髄刺激由来の誘発筋電図が記録されるか否かを検証した。脊髄損傷者は、臨床的な脊髄損傷診断テストにより、損傷領域が頸髄、胸髄、腰髄にあると診断された下肢完全麻痺者および下肢不全麻痺者をそれぞれ対象とした。経脊椎磁気刺激は、8 の字型のコイルを介して腰背部から第 11 胸椎から第 5 腰椎までの脊椎間を標的に与えられた (図 1)。

(2) 人工神経接続により効果的に運動機能回復訓練を実施するための刺激法の探索

ヒト脊髄には歩行の生成に貢献する固有神経回路が存在すると考えられており、磁気刺激によってその活動を惹起させることで両脚に歩行様の運動を誘導することができる。そこで、脊髄損傷者において経脊椎磁気刺激を用いた人工神経接続によって効率的に歩行様運動を誘導する方法を探索した。対象となる脊髄損傷者は、ベッドの上で側臥位の姿勢をとり、両脚を天井から吊るした装置に固定した。この姿勢で、人工神経接続を介して腰仙髄にある歩行運動の生成に関連する脊髄神経回路への磁気刺激を操作した (図 2)。脊髄磁気刺激の標的は、研究 (1) と同じ椎骨間を設定し、どこを刺激すれば歩行様運動が効果的に誘導できるかを調査した。8 台の赤外線カメラを使って脊髄損傷者の下肢を撮影し、3 次元動作解析によって歩行様運動が誘導されたか否かを判断した。また、人工神経接続による歩行の誘導を、下肢を安静にしている時と、随意的に動かそうと努力している時と比較し、人工神経接続による歩行機能訓練を効果的に実現させる方法を検討した。

(3) 人工神経接続が随意運動機能の回復を促す生理学的機序の解明

人工神経接続による歩行機能訓練が本来の歩行機能を回復させ得ることを科学的に実証するために、6 ヶ月間の継続的な人工神経接続の実施による介入試験を行い、人工神経接続によって下肢の随意運動機能が回復することおよびその回復に寄与する生理学的変化を調査した。歩行機能障害のある慢性期脊髄損傷者を対象に、1 週間に 1 回の人工神経接続による歩行機能訓練を 6 ヶ月間実施し、本来の下肢随意運動機能および下肢随意運動の生成を担う皮質脊髄の活動性を評価した。下肢随意運動機能は、人工神経接続がない状態での随意的な下肢歩行運動のステップ長を 3 次元動作計測により継続的に評価した。下肢筋の皮質脊髄路の活動性については、経頭蓋的磁気刺激を登頂に与え、下肢筋群より運動誘発電位を介入前後で記録した。

4. 研究成果

(1) 人工神経接続により運動機能回復が見込める脊髄損傷状態の特定

異なる髄節レベルに損傷を負った延べ10名の脊髄損傷者を対象に非侵襲的脊髄磁気刺激を行い、下肢筋群の誘発筋電図マップ（脊髄支配筋マップ）を作成した。その結果、随意運動麻痺のある下肢筋であっても誘発筋電図を導出できる脊髄損傷者と誘発筋電図が誘発できない脊髄損傷者を識別することができた。脊髄損傷の重症度（麻痺の程度）に関わらず、脊髄損傷が腰髄よりも吻側の髄節レベルにある頸髄・胸髄損傷者では、脊髄磁気によって下肢筋の誘発筋電図を広く誘発することが可能であったが、腰髄に直接的な損傷がある腰髄損傷者では下肢筋に誘発筋電図を誘発することが困難であった（図1）。

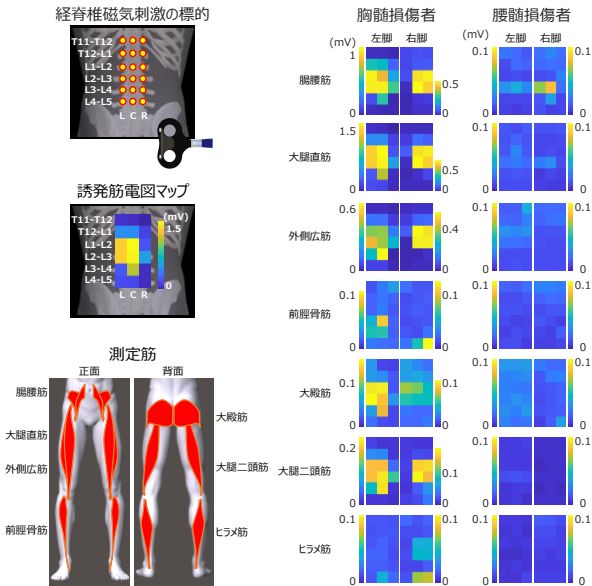


図1. 胸髄損傷者、腰髄損傷者において経脊髄磁気刺激で誘発される下肢筋群の誘発筋電図マップ

(2) 人工神経接続により効果的に運動機能回復訓練を実施するための刺激法の探索

経脊髄磁気刺激を用いた人工神経接続を介して、脊髄損傷者が自身の意思で脊髄運動神経の活動を駆動し歩行様運動を行うことができた。また、第11胸椎から第5腰椎にわたる領域で脊髄歩行運動マップを作成し、歩行様運動が効果的に誘導可能な刺激位置を特定することができた。歩行誘導に最適な刺激位置は、脊髄損傷者によって異なり、人工神経接続を適用するための

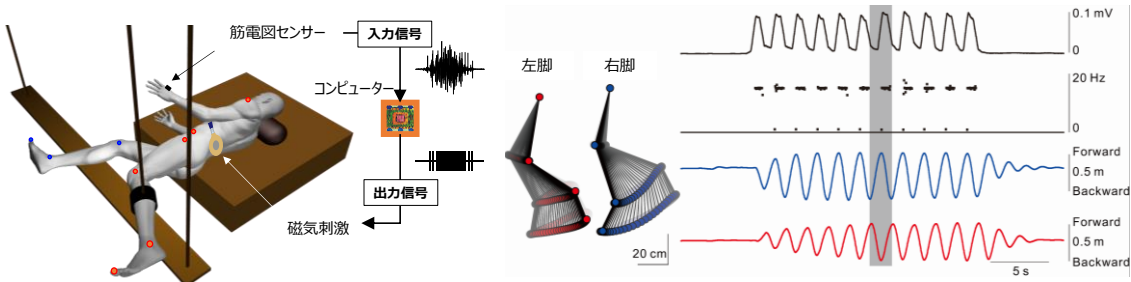


図2. 胸髄損傷者における人工神経接続による歩行様運動の誘導

脊髄刺激の位置は脊髄損傷者ごとに個別に設定する必要があることが明らかとなった。また、脊髄損傷が下肢不全麻痺であるか完全麻痺であるかに関わらず、下肢運動を実行しようと随意的に努力しながら人工神経接続を行うと、大きな歩行様運動が誘導されることも明らかとなった。

(3) 人工神経接続が随意運動機能の回復を促す生理学的機序の解明

慢性期脊髄損傷者を対象に特定臨床研究として6ヶ月間の非侵襲型人工神経接続による介入を行った。脊髄磁気刺激により誘導される歩行運動は、重症度に関わらず頸髄損傷・胸髄損傷の対象者において、介入経過に伴って増大することが認められた（図3）。一方で、腰髄損傷の対象者については増大しない者がいた。脊髄磁気刺激のない状態での本来の歩行運動は、損傷位置に関わらず重症度が低い対象者ほど顕著な回復を示した。また、この回復には経頭蓋磁気刺激

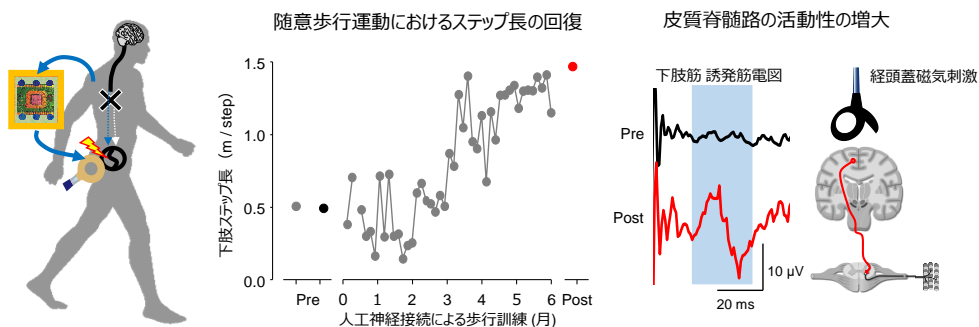


図3. 胸髄損傷者における人工神経接続による長期歩行訓練

による下肢筋群の運動誘発電位の増大と関連があった。これらの結果から、非侵襲型人工神経接続は、歩行運動に関連した脊髄内神経回路と脳と腰髄を結ぶ下降性運動神経経路の活動性を可塑的に増大させることが示された。

(1)～(3)の成果より、経脊髄磁気刺激による人工神経神経接続を適用することによって、下肢麻痺を原因とする歩行障害のある脊髄損傷者が効果的な機能回復訓練を実践できることが明らかとなった。また、これを実現するためには磁気刺激を受ける腰髄が直接的な損傷ダメージを免れており、随意運動機能の回復に寄与する脳と腰髄を繋ぐ皮質脊髄路が部分的にでも残存している必要があることも示された。世界的に見ても、脊髄損傷者に対する脊髄刺激の適用は外科手術の必要な侵襲的手法において成果をあげている。そのため、磁気刺激のような非侵襲的な手技によって脊髄損傷者の脊髄機能を賦活化し歩行機能回復に寄与する方法を実証できたことは、幅広く実用的な歩行リハビリテーションの開発に大きく貢献する成果となったと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Obara Kei, Kaneshige Miki, Suzuki Michiaki, Yokoyama Osamu, Tazoe Toshiki, Nishimura Yukio	4. 巻 17
2. 論文標題 Corticospinal interface to restore voluntary control of joint torque in a paralyzed forearm following spinal cord injury in non-human primates	5. 発行年 2023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.2023.1127095	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 Kaneshige Miki, Obara Kei, Suzuki Michiaki, Tazoe Toshiki, Nishimura Yukio	4. 巻 11
2. 論文標題 Tuning of motor outputs produced by spinal stimulation during voluntary control of torque directions in monkeys	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 eLife	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) 10.7554/eLife.78346	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 Kawai Kazutake, Tazoe Toshiki, Yanai Toshimasa, Kanosue Kazuyuki, Nishimura Yukio	4. 巻 16
2. 論文標題 Activation of human spinal locomotor circuitry using transvertebral magnetic stimulation	5. 発行年 2022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.2022.1016064	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 田添 歳樹、西村 幸男	4. 巻 74
2. 論文標題 特集 動的環境への適応系としての歩行 人工神経接続を用いた脳・脊髄損傷後の身体運動機能の再建	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BRAIN and NERVE	6. 最初と最後の頁 1111 ~ 1116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1416202190	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 Sasada Syusaku, Kadowaki Suguru, Tazoe Toshiki, Murayama Takashi, Kato Kenji, Nakao Yaoki, Matsumoto Hideyuki, Nishimura Yukio, Ugawa Yoshikazu	4. 巻 132
2. 論文標題 Assessment of safety of self-controlled repetitive trans-vertebral magnetic stimulation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 3166 ~ 3176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinph.2021.09.016	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 Tazoe Toshiki, Perez Monica A.	4. 巻 599
2. 論文標題 Abnormal changes in motor cortical maps in humans with spinal cord injury	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physiology	6. 最初と最後の頁 5031 ~ 5045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1113/JP281430	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 該当する

1. 著者名 田添 歳樹、西村 幸男	4. 巻 32
2. 論文標題 閉回路型脊髄刺激によるニューロモジュレーションの誘導	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 運動器リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 255 ~ 262
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 Sasada Syusaku, Tazoe Toshiki, Nakajima Tsuyoshi, Omori Shigeki, Futatsubashi Genki, Komiyama Tomoyoshi	4. 巻 125
2. 論文標題 Arm cycling increases the short-latency reflex from ankle dorsiflexor afferents to knee extensor muscles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 110 ~ 119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jn.00299.2020	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 該当する

1. 著者名 田添 歳樹、加藤 健治、西村 幸男	4. 巻 275
2. 論文標題 人工神経接続の臨床応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 21569-21572
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 田添 歳樹、兼重 美希、西村 幸男	4. 巻 38
2. 論文標題 Non-invasive Neuromodulation 基礎・検査・治療 B.検査と治療 歩行障害	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 80-84
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 河合 一武、田添 歳樹、彼末 一之、西村 幸男	4. 巻 16
2. 論文標題 ヒト脊髄歩行中枢の入力出力関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 スポーツ科学研究	6. 最初と最後の頁 49-61
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 横山 修、田添 歳樹、西村 幸男	4. 巻 71
2. 論文標題 アスリート脳の理解に向けて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BRAIN and NERVE - 神経研究の進歩	6. 最初と最後の頁 99-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1416201228	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 -

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 Toshiki Tazoe, Takashi Murayama, Tomonari Tosaka, Miki Kaneshige, Michiaki Suzuki, Naohisa Kikuchi, Yoshikazu Ugawa, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Reorganization of human spinal locomotor circuitry after spinal cord injury
3. 学会等名 51st annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazutake Kawai, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Stimulus intensity- and location-specific activation of human spinal locomotor circuitry by non-invasive transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 51st annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kei Obara, Miki Kaneshige, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Adaptation to cortico-spinal interface to restore forearm paralysis in spinal cord injury
3. 学会等名 51st annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 兼重 美希、尾原 圭、鈴木 迪諒、田添 歳樹、西村 幸男
2. 発表標題 脊髄損傷後の運動機能の回復過程において、増大した脊髄のアウトプットは、一次運動野神経細胞活動の変調の減少と関連する
3. 学会等名 第16回モーターコントロール研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 尾原 圭、兼重 美希、鈴木 迪諒、横山 修、田添 歳樹、西村 幸男
2. 発表標題 人工的な皮質－脊髄路に対して脊髄損傷モデルサルは大脳皮質運動野のニューロン群を適応させる
3. 学会等名 第16回モーターコントロール研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiki Tazoe, Takashi Murayama, Tomonari Tosaka, Miki Kaneshige, Michiaki Suzuki, Naohisa Kikuchi, Yoshikazu Ugawa, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Aberrant activity of spinal locomotor circuitry in humans with complete spinal cord injury
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Miki Kaneshige, Kei Obara, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Enhanced spinal outputs are associated with compensatory changes in cell activities of monkey motor cortex through motor recovery after spinal cord injury
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kei Obara, Miki Kaneshige, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 An ensemble tuning of the macaque primary motor cortex during adaptation to the artificial corticospinal pathway after spinal cord injury
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Location specific excitation of human spinal locomotor circuitry by transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 1st China-Japan-Korea International Meeting (第44回日本神経科学大会共催) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazutake Kawai, Toshiki Tazoe, Kazuyuki Kanosue, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Activation of human spinal locomotor circuitry using transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 1st China-Japan-Korea International Meeting (第44回日本神経科学大会共催) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kei Obara, Miki Kaneshige, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Bypassing spinal lesion via artificial cortico-spinal pathway induces task-related modulations in an ensemble of M1 neurons
3. 学会等名 1st China-Japan-Korea International Meeting (第44回日本神経科学大会共催) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miki Kaneshige, Kei Obara, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Boosting motor outputs and inducing cortical adaptation via artificial neural connection
3. 学会等名 1st China-Japan-Korea International Meeting (第44回日本神経科学大会共催) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshiki Tazoe, Michiaki Suzuki, Miki Kaneshige, Koichi Iwatsuki, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Non-invasive transvertebral magnetic stimulation discloses residual motor function of sublesional spinal circuitry in humans with spinal cord injury
3. 学会等名 49th annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miki Kaneshige, Kei Obara, Michiaki Suzuki, Toshiki Tazoe, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Spinal stimulus effects altered by voluntary muscle activity in monkeys
3. 学会等名 29th annual meeting of Nueral Control of Movement (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田添 歳樹
2. 発表標題 ヒトの粗大把持運動に貢献する一次運動野活動
3. 学会等名 身体運動制御の会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazutake Kawai, Toshiki Tazoe, Kazuyuki Kanosue, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Activation of human spinal locomotor circuitry using transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toshiki Tazoe
2. 発表標題 Functional organization of spinal motor map in sport athletes
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田添 歳樹
2. 発表標題 皮質内介在ニューロン回路の粗大把握運動への選択的関与
3. 学会等名 第12回モーターコントロール研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiki Tazoe, Koichi Iwatsuki, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Muscle representations in spinal motor circuitry in intact humans and an individual with SCI
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Morioka K, Tazoe T, Huie JR, Haefeli J, Almeida CA, Sacramento JA, Bresnahan JC, Beattie MS, Tanaka S, Ogata T, Ferguson AR
2. 発表標題 Early limb unloading elicits long-term motor deficits involving hyperexcitability underlying persist glutamatergic synaptic plasticity in spinal cord injury
3. 学会等名 48th annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田添 歳樹、岩月 幸一、西村 幸男
2. 発表標題 経脊椎磁気刺激によるヒト脊髄神経回路の体部位局在
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト冬のシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合 一武、田添 歳樹、西村 幸男
2. 発表標題 磁気刺激による脊髄歩行中枢の刺激強度特性
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト冬のシンポジウム
4. 発表年 2018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
---------	---------