

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：82609

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05287

研究課題名（和文）人工神経接続による運動機能再建と機能回復機序の解明～神経適応から可塑性へ～

研究課題名（英文）Neural Mechanisms of Functional Recovery via Artificial Neural Connection

研究代表者

西村 幸男（NISHIMURA, Yukio）

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・プロジェクトリーダー

研究者番号：20390693

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 113,850,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、新しい神経結合に対しての神経系における柔軟な適応は、いかなる神経機序によって達成されるのかを明らかにすることを目的として研究を推進した。人工神経接続によりサルの大脳の神経細胞は、接続された脊髄の役割に対応して、活動パターンを変化させることが示された。また、脳と脊髄の接続が残存している脊髄損傷患者では、人工神経接続により随意歩行機能が改善し、脳と脊髄の機能的地図も再組織化されたことがわかった。以上より、人工神経接続によって新たに繋がられた下位の脊髄の役割に合わせて、皮質はその活動を変化させることで新規の神経結合に適応することが見出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本には10万人の脊髄損傷患者があり、患者の麻痺した運動機能を取り戻すための革新的な治療戦略が待望されている。本研究の成果から、脊髄損傷患者の運動機能の再獲得に対する人工神経接続の有効性と作用機序が明らかとなった。研究の成果は、人工神経接続がこれまで不治の病であると考えられていた脊髄損傷に対する革新的な治療法となりうることを示している。

研究成果の概要（英文）：We aimed to clarify what neural mechanisms are responsible for the flexible adaptation of the nervous system to a novel neural connection. The neurons in the monkey motor cortex change their activity patterns in response to the role of the spinal cord to which they are connected via computer interface. In spinal cord injury patients with residual pathways, the artificial neural connection via computer interface improved walking ability and reorganized the functional maps in both the brain and spinal cord. In summary, we found that the motor cortex adapts to the novel neural connections by altering its activity to match the role of the lower spinal cord newly connected by the artificial neural connection.

研究分野：神経生理学

キーワード：cerebral cortex Spinal cord brain computer interface neuron adaptation

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は脊髄損傷部位を跨いで機能の残存した大脳皮質と脊髄とを、神経細胞の機能を有したコンピューターを介して繋ぎ、自分の脳活動で自分自身の脊髄を直接刺激することにより脊髄神経回路を制御することを実現する「人工神経接続」を開発した。それにより麻痺した上肢運動機能と随意歩行機能を再建できることをヒト脊髄損傷患者と動物モデルで実証した。人工神経接続による随意運動機能の再獲得には、人工神経接続による未知の神経結合が形成されることによる新しい脳活動(入力)とそれによって起こる運動(出力)との関係を学習することが必須である。しかしながら、その学習過程及び如何にして神経回路網が再組織化していくのかは未だ不明であった。

2. 研究の目的

本研究提案は、新規に脳と脊髄とを人工神経接続した際に、繋がられた入力先である脳及び出力先である脊髄が如何にして人工神経接続に適応し、神経回路網を再組織化していくのかを、マカクサルとヒトを対象にして明らかにすることを目的とする。

本研究提案における核心

をなす問いは「新しい神経結合に対しての神経系における柔軟な適応は、いかなる神経機序によって達成されるのか?」ということである。それを達成するため、下記の2つの問いを設定した。

- (1) 大脳皮質の神経細胞は、運動に対する役割を変えられるか?
- (2) 脊髄損傷患者の機能回復は脳・脊髄の機能的地図の変化によるものか?

核心となす問いは
「新しい神経結合に対しての神経系における柔軟な適応は、いかなる神経機序によって達成されるのか?」

<テーマ1 大脳皮質の神経細胞は運動に対する役割を変えられるか?>
<テーマ2 機能回復は脳・脊髄の機能的地図の変化によるものか?>

3. 研究の方法

- (1) 大脳皮質の神経細胞は運動に対する役割を変えられるか?

新規に脳と脊髄とを人工神経接続した際に、繋がられた入力先である大脳皮質の神経細胞集団が、如何にして新規の神経接合である人工神経接続に適応し、神経回路網を再組織化していくのかを、マカクサルの多領域神経活動記録によって、皮質神経細胞活動の変化動態を捉える。それにより、皮質ニューロンの役割は脳が決めているのか、それとも繋がれた脊髄、あるいは筋肉の役割によって決められるのかを明らかにする。

- (2) 機能回復は脳・脊髄の機能的地図の変化によるものか?

ヒト脊髄損傷患者の人工神経接続による随意歩行機能の再建と機能回復過程に見られる大脳皮質内と脊髄随歩行中枢の機能的変化を、皮質と脊髄の体部位再現機能マッピングによって捉える。それにより、人工神経接続がリハビリとして効果的に機能するための条件を特定し、脊髄損傷者の身体随意運動機能が回復する生理学的背景を明らかにする。

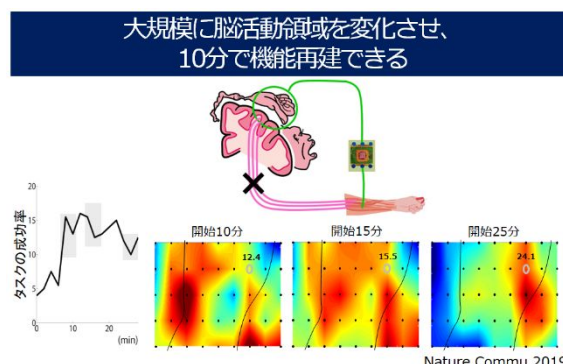
4. 研究成果

- (1) 大脳皮質の神経細胞は、運動に対する役割を変えられるか?

(1)では、新規に脳と脊髄とを人工神経接続した際に、繋がられた入力先である大脳皮質の神経細胞集団が如何にして、新規の神経接合である人工神経接続に適応し、神経回路網を再組織化していくのかをマカクサルでの多領域神経活動記録によって、皮質神経細胞活動の変化動態を捉える。それにより、皮質ニューロンの役割は脳が決めているのか、それとも繋がれた脊髄、あるいは筋肉の役割によって決められるのかを明らかにすることを目指して、研究の方法(1)で提示したとおり下記の実験を行った。

[実験(1)]人工神経接続による大脳皮質の適応現象の証明

上肢の運動麻痺を呈する脳梗塞サルを2頭作製し、機能の残存した大脳皮質と手の麻痺筋を人工神経接続にて繋いだところ、麻痺手の随意制御を10分程度で行えるようになった。



た。人工神経接続開始直後は運動前野、運動野、体性感覚野の広い脳領域で活動が高まり、タスクの成功率が上昇した30分後には一か所に限局した活動の増大が見られ、広域な皮質領域での適応により運動機能の再建ができることを証明した(Nature Commu 2019)。

[実験(2)]体部位再現を超えた人工神経接続による皮質の適応

運動野の手を支配していない領域である顔や肩の運動を司る脳領域が人工神経接続を介して麻痺した手を自分の意思で動かせるようになり、それに伴い活動上昇が見られる脳領域が顔や肩の脳領域に移動した。(Nature Commu 2019)。

[実験(3)]脳領域を超えた人工神経接続による皮質の適応

脳梗塞前の脳領域の役割に関わらず、感覚機能を司る体性感覚野に、人工神経接続を介して手の運動を制御する機能を持たせることができた(Nature Commu 2019)。

[実験(4)]人工神経接続による皮質の可塑性誘導 皮質ニューロンと脊髄間の神経結合が強化されることを見出した。

[実験(5)]筋肉 脊髄間の人工神経接続による皮質の適応現象

人工神経接続の出力先である脊髄の電気刺激に対する筋活動への影響を、サルの頸髄電気刺激による誘発筋反応で調査した。1点の頸髄への電気刺激により、複数の上肢の筋に興奮性と抑制性の筋反応ができた。脊髄刺激により脊髄内の興奮・抑制回路を同時に賦活し機能的な関節運動を誘発できることを見出した(J Neural Eng 2019, elife 2022)。

さらに、手首屈筋の活動に依存して、手首の屈曲運動を誘発する脊髄サイトを刺激し、随意運動を増強する筋-脊髄間の人工神経接続を形成した。その結果、サルは筋-脊髄間の人工神経接続による随意運動の増強に対し、筋活動を低下させ、運動課題を成功させていた。また、人工神経接続前は屈曲運動に関連してその発火頻度を高めるニューロン群が、接続中は発火頻度を低下させた。すなわち、人工神経接続により随意運動が増強されることに対し、運動野ニューロン群はその活動を低下させて適応することも見出した。

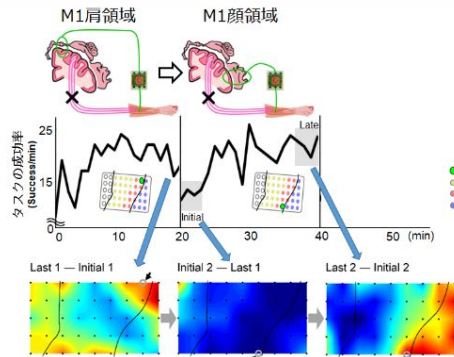
[実験(6)]脊髄損傷モデルサルでの人工神経接続への適応

脊髄損傷により脳と脊髄の神経経路が切断され、筋出力の機能を失った皮質ニューロンと機能の残存した脊髄サイトを人工神経接続することにより、皮質ニューロンは筋出力機能、すなわち麻痺手の力の調節機能を再獲得できた。また、人工神経接続に接続されていない皮質ニューロンは接続ニューロンと同様の発火パターンを呈するもの、拮抗した発火パターンを呈するもの、独立した発火パターンを呈するもの、これらを示す3種類のニューロンが見られた。このように、接続ニューロンに加えて、接続されていないニューロン群の集団で、人工神経接続への適応をしていることが示された(Frontiers Neurosci 2023)。

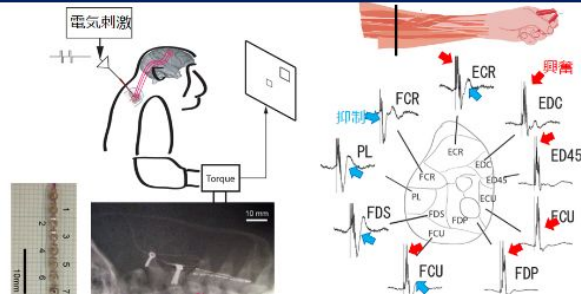
(1) 大脳皮質の神経細胞は、運動に対する役割を変えられるか？

(1)では、新規に脳と脊髄とを人工神経接続した際に、皮質ニューロンの役割は脳が決めているのか、それとも繋がれた脊髄、それとも筋肉の役割によって決められるのかを明らかにすることを旨として上記の一連の実験を行った。一連の結果から、皮質ニューロンと皮質領域の生来の役割に関わらず、人工神経接続により皮質の神経細胞は、接続された脊髄や筋肉の役割に対応して、柔軟にその活動パターンを適応させ得ることが示された。皮質ニューロンの役割は、皮質ニューロン自身がその役割を決めているわけではなく、脊髄と筋肉が皮質ニューロンの役割を決定していることが明らかになった。

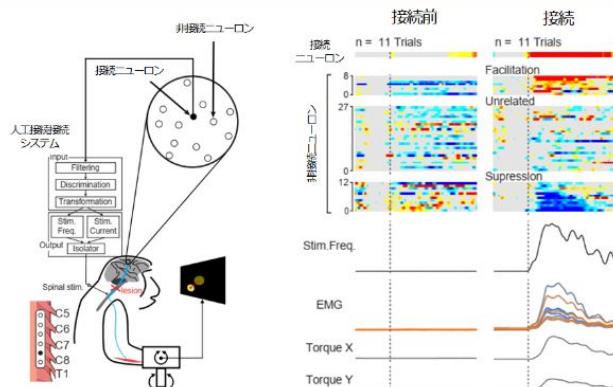
体部位再現を超えた人工神経接続による柔軟な適応
活動の集中⇒リセット⇒集中



一か所の脊髄電気刺激が
複数の筋肉を興奮・抑制させられる



脊髄損傷後の人工神経接続に
繋がっていないM1ニューロンも適応する



(2) 脊髄損傷患者の機能回復は脳・脊髄の機能的地図の変化によるものか？

ヒト脊髄損傷患者の人工神経接続による随意歩行機能の再建と機能回復過程に見られる大脳皮質内と脊髄歩行中枢の機能的変化を皮質と脊髄の体部位再現機能マッピングによって捉え、人工神経接続がリハビリとして効果的に機能するための条件を特定し、それによる脊髄損傷者の身体随意運動機能が回復する生理学的背景を明らかにする目的で以下の実験を行った。

[実験(1)] 脊髄マッピング

脊髄 MRI による損傷神経経路の判定
臨床現場では機能残存の程度は徒手機能テストにより診断が行われており、それをもとに残存している神経経路を推定していた。ここでは、拡散強調画像によって皮質脊髄路の軸索を可視化し、残存している皮質脊髄路と上下行路のストリームラインの数を定量評価した。本研究ではそれをもとにすべての神経経路が切断されている完全損傷か、残存神経経路がある不完全損傷かの判定を行った (Neurosci Res 2022)。

脊髄支配筋マッピング

下部胸椎から腰椎の範囲を磁気刺激により下肢筋群に誘発される筋活動の大きさを刺激部位でマップし、脊髄支配筋マップを作成した。胸髄での脊髄損傷者では健常者と類似した脊髄支配筋マップが得られたのに対して、腰髄での脊髄損傷者では、脊髄支配筋マップを描くことができなかった。このことから、脊髄支配筋マップを観察することで脊髄運動ニューロンの残存機能を検出することができた。

歩行誘発領域マッピング

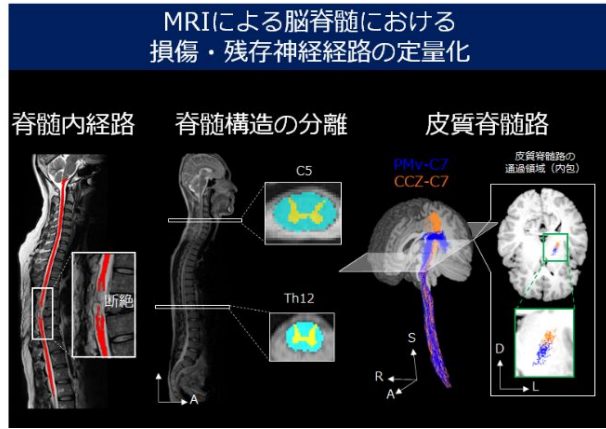
腰椎を磁気刺激により、下肢の歩行運動が誘導できる歩行誘発領域が健常者では第 1-3 腰椎にあることを見出した。腰髄の機能が残存している頸髄・胸髄レベルでの脊髄損傷者では 6 か月の人工神経接続の介入により歩行誘発領域が拡大した。(Frontiers Human Neurosci 2022)

[実験(2)] 大脳皮質マッピング

MRI による大脳皮質における機能と構造マッピング

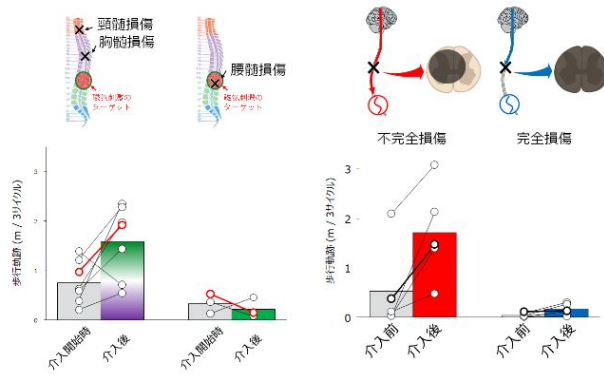
脊髄損傷患者の腹内側前頭前野の皮質は、健常者に比べて薄く、脊髄損傷患者のうち機能回復の程度が良い者ほど腹内側前頭前野の皮質が厚いことが示された。腹内側前頭前野は、やる気を司る脳領域であり、このことは人工神経接続による機能回復に伴いリハビリへの意欲が高まっていることを示しているのかもしれない。

大脳皮質における支配筋マッピング

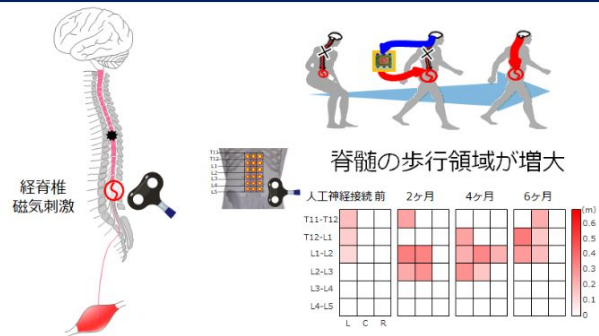


腰髄よりも高位の損傷であれば効果的あり

脳と腰髄を繋ぐ残存神経があると効果あり

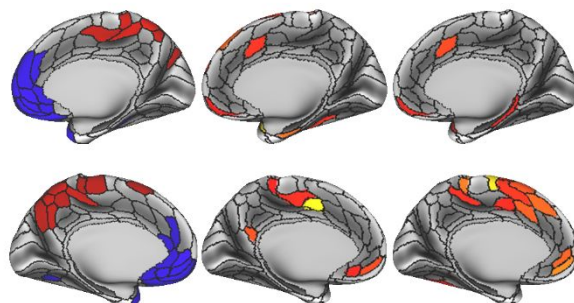


腰髄が損傷されていない頸髄・胸髄損傷では人工神経接続の介入により腰髄の歩行誘発領域が拡大した



脊髄損傷後の機能回復するヒトは腹内側前頭前野の皮質が厚い

灰白質厚



SCI患者群 - 統制群 (受傷後 3ヶ月)

上肢機能との相関 (受傷後 3ヶ月)

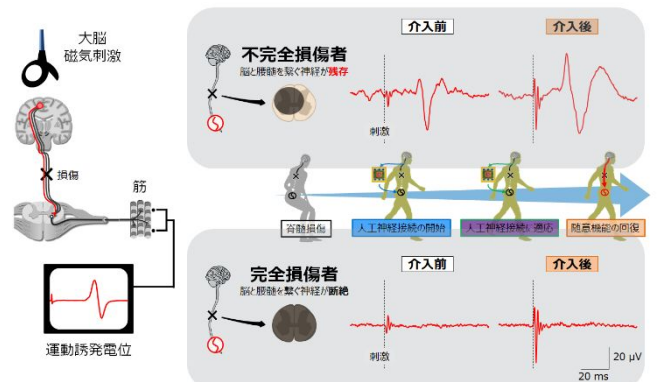
歩行機能との相関 (受傷後 3ヶ月)

人工神経接続介入前は、不完全脊髄損傷者の大脳皮質への磁気刺激により下肢筋群に運動誘発電位を検出できなかったが、介入6か月後では頭頂部への刺激で下肢筋群に運動誘発電位が導出できた。長期間の人工神経接続により、残存した皮質-脊髄間の神経結合が強化されることを見出した。

(2)に対する結論 脊髄損傷患者の機能回復は脳・脊髄の機能的地図の変化によるものか？

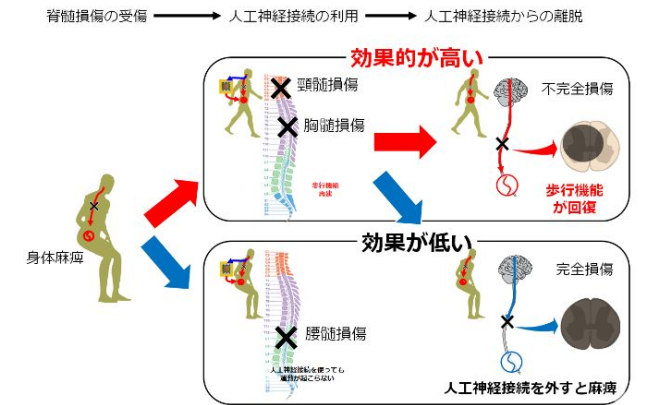
(2)では、ヒト脊髄損傷患者の人工神経接続による随意歩行機能の再建と機能回復過程に見られる大脳皮質内と脊髄歩行中枢の機能的変化を皮質と脊髄の体部位再現機能マッピングによって捉え、人工神経接続がリハビリとして効果的に機能するための条件を特定し、それによる脊髄損傷者の身体随意運動機能が回復する生理学的背景を明らかにする目的で一連の実験を行った。一連の結果から、脊髄損傷後の機能回復過程において、頸髄あるいは胸髄レベルに損傷があり、かつ、脳と腰髄との神経結合が残存している患者グループでは人工神経接続の効果が見られ随意歩行機能の改善が見られることを発見した。機能の改善を示した患者グループでは、大脳皮質レベルと脊髄レベルにおいても機能マッピングの再組織化が見られた。以上のことから、人工神経接続によるリハビリの効果が見られるのは、脳と脊髄との神経結合が残存している府感染脊髄損傷患者であり、かつ脊髄歩行中枢の機能が残存して頸髄レベルあるいは胸髄レベル損傷患者であるということが判明した。

不完全脊髄損傷者では 脳と脊髄を繋ぐ皮質脊髄路の活動性が亢進した



効果的に機能するための条件を特定し、それによる脊髄損傷者の身体随意運動機能が回復する生理学的背景を明らかにする目的で一連の実験を行った。

人工神経接続の効果が見られるのは 頸髄・胸髄損傷で不完全損傷



<本研究提案における核心となす問いに対する結論>
 本研究提案の「新しい神経結合に対しての神経系における柔軟な適応は、いかなる神経機序によって達成されるのか？」という問いに対しての結論は下記である。
 人工神経接続によって新たに繋がられた下位の脊髄と筋肉の役割に合わせて、大脳皮質はその活動を変化させることで新規の神経結合に適応する。それにより、大脳皮質は新たな機能を獲得できる。言い換えると、大脳皮質は繋がられた下位の脊髄と筋肉の命令に従う存在であり、大脳皮質は脊髄と筋肉を支配しているのではなく、大脳皮質が脊髄と筋肉に支配されていると言えるのかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Obara K, Kaneshige M, Suzuki M, Yokoyama O, Tazoe T, Nishimura Y	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 1127095
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 Kaneshige M, Obara K, Suzuki M, Tazoe T, Nishimura Y	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 78346
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 Umeda T, Isa T, Nishimura Y	4. 巻 119
2. 論文標題 Temporal dynamics of the sensorimotor convergence underlying voluntary limb movement	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2208353119	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 Insausti-Delgado A, Lopez-Larraz E, Nishimura Y, Ziemann U, Ramos-Murguialday A	4. 巻 10
2. 論文標題 Non-invasive brain-spine interface: Continuous control of trans-spinal magnetic stimulation using EEG	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 975037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fbioe.2022.975037	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 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 1016064
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 Suzuki Michiaki, Nishimura Yukio	4. 巻 16
2. 論文標題 The ventral striatum contributes to the activity of the motor cortex and motor outputs in monkeys	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Systems Neuroscience	6. 最初と最後の頁 979272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnsys.2022.979272	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 Usuda N, Sugawara S.K, Fukuyama H, Nakazawa K, Amemiya K, Nishimura Y	4. 巻 183
2. 論文標題 Quantitative comparison of corticospinal tracts arising from different cortical areas in humans	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 39-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2022.06.008	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 Nakayama Y, Sugawara S.K, Fukunaga M, Hamano Y.H, Sadato N, Nishimura Y	4. 巻 256
2. 論文標題 The dorsal premotor cortex encodes the step-by-step planning processes for goal-directed motor behavior in humans	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 119221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2022.11922	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 Ninomiya T, Nakagawa H, Inoue K, Nishimura Y, Oishi T, Yamashita T, Takada M	4. 巻 16
2. 論文標題 Origin of Multisynaptic Corticospinal Pathway to Forelimb Segments in Macaques and Its Reorganization After Spinal Cord Injury	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Front. Neural Circuits	6. 最初と最後の頁 847100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncir.2022.847100	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 Suzuki M, Inoue K, Nakagawa H, Ishida H, Kobayashi K, Isa T, Takada M, Nishimura Y	4. 巻 600(7)
2. 論文標題 A multisynaptic pathway from the ventral midbrain to spinal motoneurons in monkeys.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of physiology	6. 最初と最後の頁 1731-1752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1113/JP282429	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 Suzuki M, Nishimura Y	4. 巻 21
2. 論文標題 Nucleus accumbens as the motivation center is essential for functional recovery after spinal cord injury	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Rehabilitation Neurosciences	6. 最初と最後の頁 23-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24799/jrehabilneurosci.201115	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(3)
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 S, Kadowaki S, Tazoe T, Murayama T, Kato K, Nakao Y, Matsumoto H, Nishimura Y, Ugawa Y	4. 巻 132(12)
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 Sawada M, Nishimura Y	4. 巻 172
2. 論文標題 Role of the nucleus accumbens in functional recovery from spinal cord injury	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2021.04.006	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 Honda Y, Nakamura S, Ogawa K, Yoshino R, Tobler PN, Nishimura Y, Tsutsui KI	4. 巻 171
2. 論文標題 Changes in beta and high-gamma power in resting-state electrocorticogram induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of primary motor cortex in unanesthetized macaque monkeys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 41-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2021.02.002	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 Sano N, Nakayama Y, Ishida I, Chiken S, Hoshi E, Nanbu A, Nishimura Y	4. 巻 164
2. 論文標題 Cerebellar outputs contribute to spontaneous and movement-related activity in the motor cortex of monkeys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 10-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2020.03.010	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 Kato K, Nishimura Y	4. 巻 9(1)
2. 論文標題 Neurotechnology for Bypassing Damaged Neural Pathways	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Aging Science	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35248/2329-8847.21.9.246	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 Kato K, Nishimura Y	4. 巻 20(1)
2. 論文標題 Artificial cortico-muscular connection via neural interface to regain volitional control of limb movements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Rehabilitation Neurosciences	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24799/jrehabilneurosci.200731	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 菅原翔、鈴木迪諒、西村幸男	4. 巻 36(6)
2. 論文標題 意欲は身体運動に影響を与えるのか	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 740-742
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、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 医学の歩み	6. 最初と最後の頁 1271-1274
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 Kato Kenji , Nishihara Yoko , Nishimura Yukio	4. 巻 17
2. 論文標題 Stimulus outputs induced by subdural electrodes on the cervical spinal cord in monkeys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Neural Engineering	6. 最初と最後の頁 160444
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-2552/ab63a3	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 Kawai K, Tazoe T, Kanosue K, Nishimura Y	4. 巻 16
2. 論文標題 Input-output relations of the spinal locomotor circuitry in humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sport Science Research	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 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 Suzuki Michiaki, Onoe Kayo, Sawada Masahiro, Takahashi Nobuaki, Higo Noriyuki, Murata Yumi, Tsukada Hideo, Isa Tadashi, Onoe Hiroataka, Nishimura Yukio	4. 巻 30
2. 論文標題 The Ventral Striatum is a Key Node for Functional Recovery of Finger Dexterity After Spinal Cord Injury in Monkeys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 3259-3270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhz307	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 Kato Kenji, Sawada Masahiro, Nishimura Yukio	4. 巻 10
2. 論文標題 Bypassing stroke-damaged neural pathways via a neural interface induces targeted cortical adaptation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-019-12647-y	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 Kirin St. Clair, Yanagisawa Takufumi, Oshino Satoru, Edakawa Kohtaroh, Tanaka Masataka, Kishima Haruhiko, Nishimura Yukio	4. 巻 13
2. 論文標題 Somatosensation Evoked by Cortical Surface Stimulation of the Human Primary Somatosensory Cortex	5. 発行年 2019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.2019.01019	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 Umeda Tatsuya, Isa Tadashi, Nishimura Yukio	4. 巻 5
2. 論文標題 The somatosensory cortex receives information about motor output	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaaw5388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaw5388	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 田添歳樹、兼重美希、西村幸男	4. 巻 38
2. 論文標題 歩行障害	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience, Non-invasive Neuromodulation-基礎・検査・治療	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 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69件（うち招待講演 17件 / うち国際学会 36件）

1. 発表者名 Nishimura Y
2. 発表標題 neural interfaceによるartificial neural connection
3. 学会等名 ASENT2023 Annual Meeting Virtual Neurotherapeutics Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

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

1. 発表者名 Tazoe T, Murayama T, Tosaka T, Kaneshige M, Suzuki M, Kikuchi N, Ugawa Y, Nishimura Y
2. 発表標題 Reorganization of human spinal locomotor circuitry after spinal cord injury
3. 学会等名 51st annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakayama Y, Yokoyama O, Hoshi E, Nishimura Y
2. 発表標題 Evolving contralateral dominance of hand movements from the caudal cingulate motor area to the primary motor cortex via the supplementary motor area in monkeys
3. 学会等名 51st annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Sugawara S.K, Nakayama Y, Yamamoto T, Hamano H.Y, Fukanaga M, Sadato N, Nishimura Y
2 . 発表標題 The ventral midbrain commonly representing approach and avoidance motivations encodes future force generation
3 . 学会等名 51st annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Usuda N, Sugawara S.K, Fukuyama H, Nakazawa K, Amemiya K, Nishimura Y
2 . 発表標題 Quantitative comparison of corticospinal tracts in humans based on diffusion fiber taractography
3 . 学会等名 51st annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Suzuki M, Kobayashi K, Nishimura Y
2 . 発表標題 Chemogenetic activation of convergent inputs to the spinal motoneurons enhances motor outputs in monkeys
3 . 学会等名 51st annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Obara K, Kaneshige M, Suzuki M, Tazoe T, Nishimura Y
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 the Society for Neuroscience (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 西村 幸男
2. 発表標題 人工神経接続～ココロと身体をつなぐ～
3. 学会等名 一般社団法人応用脳科学コンソーシアム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木迪諒、小林憲太、西村幸男
2. 発表標題 サル頰髄への収束ニューロン群の化学遺伝学的な活性化による上肢運動パフォーマンスの増強
3. 学会等名 第16回Motor Control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Motor Control研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山修、鈴木迪諒、西村幸男
2. 発表標題 随意運動における一次運動野-一次体性感覚野間の運動過程・周波数依存的な双方向情報伝達
3. 学会等名 第16回Motor Control研究会
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Motor Control研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田添歳樹、村山尊司、戸坂友也、兼重美希、鈴木迪諒、菊地尚久、宇川義一、西村幸男
2. 発表標題 完全脊髄損傷者における脊髄歩行中枢の活動亢進
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中山義久、佐野暢哉、知見聡美、南部篤、西村幸男
2. 発表標題 上肢到達運動の制御過程に小脳を起点とし筋肉に至る神経経路が関与する
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅原翔、白田升、福山博幸、雨宮きよみ、西村幸男
2. 発表標題 運動パフォーマンスの長期的変動に関わる神経基盤
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木迪諒、小林憲太、西村幸男
2. 発表標題 化学遺伝学的手法による下行性運動路の活性化は筋活動を高める
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 臼田升、菅原翔、福山博幸、雨宮きよみ、西村幸男
2. 発表標題 ヒト同側皮質脊髓路の定量比較
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 尾原圭、兼重美希、鈴木迪諒、田添歳樹、西村幸男
2. 発表標題 人工的な皮質脊髓路への適応に伴う脊髓損傷サル的一次運動野ニューロン群の同調
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅田達也、伊佐正、西村幸男
2. 発表標題 随意運動において下行性入力と感覚フィードバック信号は連続的に筋活動生成に寄与する
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊勢崎隆司、鈴木迪諒、青木良輔、小池幸生、西村幸男
2. 発表標題 XGBoostを用いたサルの皮質脳波に基づく前肢筋活動デコーディングの検討
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 Plastic change of locomotor circuits in humans
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 ヒト脊髄歩行中枢の柔軟性
3. 学会等名 第56回日本脊髄障害医学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 神経インターフェイスによる神経損傷のバイパス
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第80回学術総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Usuda N, Sugawara S.K,Hiroyuki F,Nakazawa K,Amemiya K,Nishimura Y
2. 発表標題 Origin of corticospinal tracts in humans; diffusion weighted imaging study
3. 学会等名 第5回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅田達也、横山修、鈴木迪諒、兼重美希、伊佐正、西村幸男
2. 発表標題 中枢・末梢神経系の統合的解析による随意運動制御の神経機構
3. 学会等名 第15回Motor Control研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続システムによる脳機能再建
3. 学会等名 第4回医工連携マッチング例会世代医療システム産業化フォーラム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakayama Y, Sugawara SK,Fukanaga M,Hamano HY,Sadato N, and Nishimura Y
2. 発表標題 Differential involvement of the dorsal premotor cortex in each stage of conditional visuo-goal behavior in humans.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tazoe T, Nishimura Y
2. 発表標題 Location specific excitation of human spinal locomotor circuitry by transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawai K, Tazoe T, Kanosue K, Nishimura Y
2. 発表標題 Activation of human spinal locomotor circuitry using transvertebral magnetic stimulation
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Obara K, Kaneshige M, Suzuki M, Tazoe T, Nishimura Y
2. 発表標題 Bypassing spinal lesion via artificial cortico-spinal pathway induces task-related modulations in an ensemble of neurons in monkey primary motor cortex
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅田達也、横山修、鈴木迪諒、兼重美希、伊佐正、西村幸男
2. 発表標題 The primary motor cortex implements internal models of spinal reflex action during voluntary movement
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sugawara SK, Usuda N, Fukuyama H, Ameniya K, Nishimura Y
2. 発表標題 Pre-movement activity in human spinal-cord: Preliminary brain-spinal cord stimulations fMRI study
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suzuki M, Nishimura Y
2. 発表標題 Long-lasting reinforcement in motor task through nucleus accumbens stimulation
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横山修、西村幸男
2. 発表標題 Top-down control of distributed attention by the supplementary eye field in monkeys
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaneshige M, Obara K, Suzuki M, Tazoe T, Nishimura Y
2. 発表標題 Boosting motor outputs and inducing cortical adaptation via artificial neural connection
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Usuda N, Sugawara SK Fukuyama H, Amemiya K, Nakazawa K, Nishimura Y
2. 発表標題 Quantitative comparison of corticospinal tracts from cerebral cortex in humans.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 ブレインマシンインターフェース(BMI)と脳科学
3. 学会等名 第10回 神経法学研究会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 第 8 回日本難病医療ネットワーク学会 合同学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 Bypassing damaged neural pathways via a neural interface
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2020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 硬膜下脊髄刺激は随意筋活動をブーストする
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sho K. SUGAWARA, Yoshihisa NAKAYAMA, Tetsuya YAMAMOTO, Yuki H. HAMANO, Masaki FUKUNAGA, Norihiro SADATO, and Nishimura Y
2. 発表標題 The functional role of ventral midbrain for motivated motor outputs in humans
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 第6回Neuroscience Network in Kobeシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 BMI、それは日本で現実化する
3. 学会等名 第26回 Tonomachi Cafe（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishimura Y
2. 発表標題 Bypassing damaged neural pathways via neural interfaces
3. 学会等名 The 6th CiNet Conference (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 第59回日本定位・機能神経外科学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 自分自身を自分で制御することを実現する人工神経接続
3. 学会等名 THINK講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishimura Y
2. 発表標題 Restoring lost voluntary limb control using neural oscillations.
3. 学会等名 Neural Oscillation Conference 2019: Towards Integrative Understanding of Human Nature (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 位置について、ヨーイ、ドンの神経科学
3. 学会等名 第27回脳の世紀シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 Biblioミニセミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会・第62回日本神経化学会大会合同大会（Neuro2019）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による脳機能再建
3. 学会等名 第37回神経科学研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による神経可塑性の誘導
3. 学会等名 第60回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki M, Nishimura Y
2. 発表標題 脊髄損傷後の機能回復を支える腹側線条体の治療標的としての可能性
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 Kawai K, Tazuo T, Nishimura Y
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 Suzuki M, Nishimura Y
2. 発表標題 Coupling between the nucleus accumbens and motor cortex appears during demanding motor control.
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会・第62回日本神経化学会大会合同大会 (Neuro2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yokoyama O, Nishimura Y
2. 発表標題 Control of visual spatial attention in the frontal eye field and supplementary eye field of monkeys.
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会・第62回日本神経化学会大会合同大会 (Neuro2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugawara S, Nakayama Y, Fukunaga M, Yamamoto T, Sadato N, Nishimura Y
2. 発表標題 VTA-M1 pathway contributes to human motivated motor outputs.
3. 学会等名 The 25th annual meeting of the Organization for Human Brain Mapping (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakayama Y, Sugawara S, Fukunaga M, Hamano Y, Sadato N, Nishimura Y
2. 発表標題 Involvement of the Dorsal Premotor Cortex in Goal-directed Motor Behavior.
3. 学会等名 The 25th annual meeting of the Organization for Human Brain Mapping (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tazoe T, Suzuki M, Kaneshige M, Iwatsuki K, Nishimura Y
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaneshige M, Obara K, Suzuki M, Tazoe T and Nishimura Y.
2. 発表標題 Spinal stimulus effects altered by voluntary muscle activity in monkeys.
3. 学会等名 The 2019 Annual Meeting of the Society for the Neural Control of Movement (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki M, Inoue K-I, Nakagawa H, Takada M, Isa T and Nishimura Y
2. 発表標題 Macaque ventral midbrain facilitates the output to forelimb muscles via the primary motor cortex.
3. 学会等名 The 2019 Annual Meeting of the Society for the Neural Control of Movement (国際学会)
4. 発表年 2019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 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 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

1. 発表者名 西村幸男
2. 発表標題 人工神経接続による神経機能再建
3. 学会等名 日本脳神経外科学会 第77回総会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukio Nishimura
2. 発表標題 Bypassing damaged neural pathways via a neural interface
3. 学会等名 German-Japanese Workshop on New Directions in System Neuroscience (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukio Nishimura
2. 発表標題 Bypassing damaged neural pathways via a neural interface
3. 学会等名 FAOPS2019 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

脳機能再建プロジェクトのホームページ: <https://neural-prosthetics.jp/>

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