

研究報告書

「人工神経接続によるブレインコンピュータインターフェイス」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成 21 年 10 月～平成 27 年 3 月

研究者: 西村 幸男

1. 研究のねらい

日常生活や臨床現場で利用可能な Brain Computer Interface (BCI)環境を作り上げることは大変重要なことである。近年の BCI 研究の現状を見る限りでは、ロボットアームやコンピューターなどの大掛かりな装置を患者さんに繋ぐことによってはじめて BCI 環境が整う。本研究では、患者さん自身の損傷されずに残った神経と四肢を有効利用し、神経代替装置を介して神経同士をつなぐ“人工神経接続”による closed-loop 型の BCI を目指す。いわば“人工的な神経細胞”を介した、随意制御可能な自分の神経活動を用い、自分自身を“制御し”、“感じる”ことのできる BCI の実現を目指す。はじめに、人工神経接続に利用可能で安定した生体信号について検討し、次に、人工神経接続に有効な生体信号から電気刺激への信号変換方法について人工神経接続への適応現象からの理解を目指す。最後には先に得られた知見を基にして、体内に埋め込み可能な神経機能代替装置を用いて、無拘束・自由行動下の脊髄損傷モデルでの運動機能再建を試みる。

2. 研究成果

(1) 概要

“人工神経接続”による運動機能再建を目的とし、随意制御可能な自分の神経活動を用い、自分自身を“制御”することのできる BCI の実現を目指し、随意制御可能な生体信号の抽出、生体情報から電気刺激への変換方法、それを用いて、脊髄損傷モデル動物とヒト脊髄損傷患者での随意歩行機能再建を行った。脊髄損傷モデルでは、脊髄と筋肉間の人工神経接続により麻痺している手の随意運動制御の再建に成功した。さらに、小型の人工神経接続装置を、無拘束・自由行動下のモデル動物に搭載し、大脳と脊髄との繋がりを強化したり、減弱させたり自在に制御することに成功した。さらに、動物実験で得られた成果をヒト脊髄損傷患者に応用し、非侵襲的な筋肉と脊髄との人工神経接続により、麻痺した下肢での随意歩行機能の再建にも成功した。

(2) 詳細

テーマA 生体情報から電気刺激への変換方法と人工神経接続に対する適応

脊髄損傷や脳梗塞による運動機能・体性感覚機能の消失は、大脳皮質と脊髄間を結ぶ下行路及び上行路が切断されているために起こる。しかしながら、損傷の上位に位置する大脳皮質と損傷の下位に位置している脊髄内神経回路、末梢神経、筋肉、骨格は、その機能を損傷後も失っていない。同様に脊髄内神経回路も脊髄損傷後、

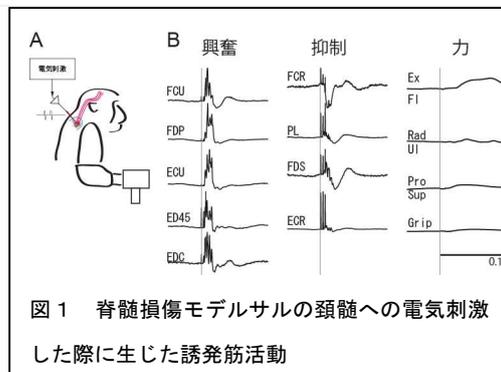


図1 脊髄損傷モデルサルの頸髄への電気刺激した際に生じた誘発筋活動

その機能を失っていないことを見いだした。図1は脊髄損傷モデル動物の頸髄膨大部に埋め込まれた一本の刺激電極より微小電気刺激をしたときに得られた誘発筋活動である。電気刺激により、複数の筋に対し非常に機能的で、似たような機能を持つ筋肉に対して同様な効果を与え、この図では伸筋群に対しては興奮効果、その拮抗筋である屈筋群に対しては抑制効果が見られる。このように、脊髄損傷後であっても、脊髄内神経回路はその機能を失っていない(Nishimura et al. 2013 論文16)。

この失った神経経路である皮質脊髄路を大脳皮質の単一神経細胞(M1 cell)と脊髄間を人工神経接続で代替し、損傷領域をバイパスできる。図2は人工皮質脊髄路をつけたサルでのM1 cellと筋活動の例である。M1 cellの活動電位1発で、2発の脊髄電気刺激がなされ、それにより、複数の手の筋肉に誘発筋電図が起こっているのが見

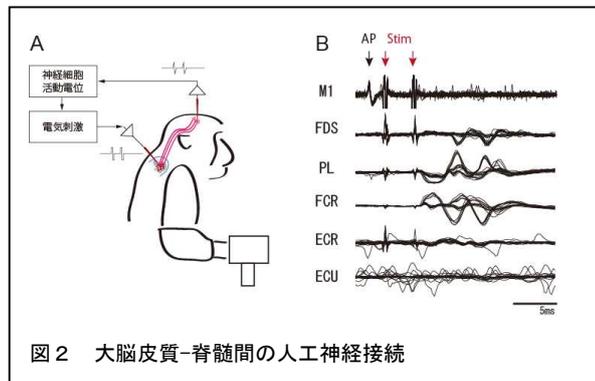


図2 大脳皮質-脊髄間の人工神経接続

られる(Nishimura et al. 2013 論文 11)。神経活動依存的電気刺激により、脊髄損傷モデル動物はこの人工神経接続を自分の神経経路の様に、随意制御し、四肢の随意運動制御に利用する。一方で、必ずしも、入力信号が運動野の神経細胞である必要は特になく、脊髄の神経回路を随意制御することが目的であれば、随意制御可能な信号を入力信号として使えば良いことも明らかになった。長期間安定して大脳皮質から記録できる局所電位は筋活動と高い相

関が見られることを利用し、局所電位を用いて大脳皮質-脊髄間の人工神経接続を試したところ、脊髄損傷サルで麻痺筋において手の随意制御再建に成功した(論文16)。また、脳活動ではなく麻痺筋で生じている微弱な筋活動を用いて、筋-脊髄間人工神経接続による手の随意制御再建にも成功した(図3、論文16)。このように筋活動が人工神経接続に利用可能であるということは、非侵襲的に随意制御可能な信号を

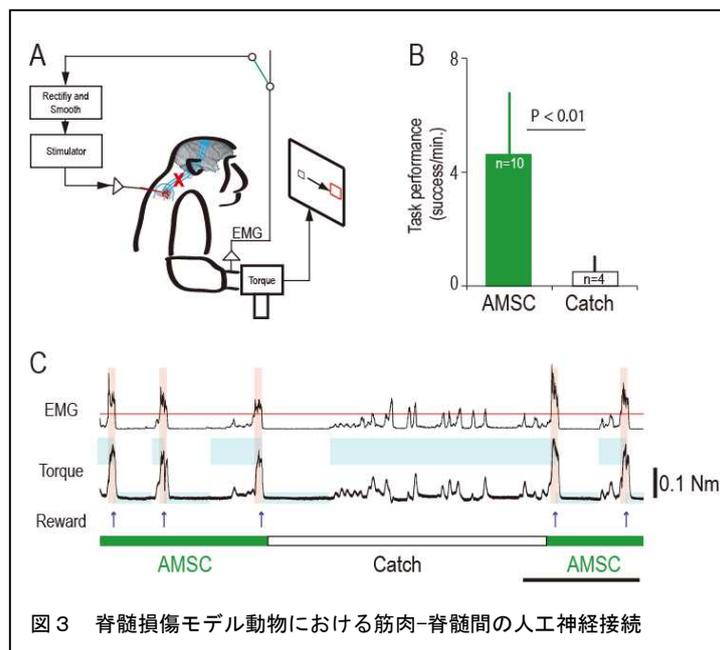


図3 脊髄損傷モデル動物における筋肉-脊髄間の人工神経接続

抽出できることを意味する。筋活動は、頭皮から記録される脳波に比較し、大きな信号でアーチファクトに強い。また、頭皮脳波に比較して随意制御しやすいという点で有利である。

テーマB 無拘束・自由行動下での人工神経接続

人工神経接続の有効性を無拘束・自由行動下の動物モデルで小型の人工神経接続装置を

用いて検討した。自由行動下のサルにおいて、大脳皮質—脊髄間の人工神経接続によって、世界で初めて皮質脊髄路のシナプス結合を規則的に強化・減弱することに成功し、人工神経接続に3-22時間程度暴露す

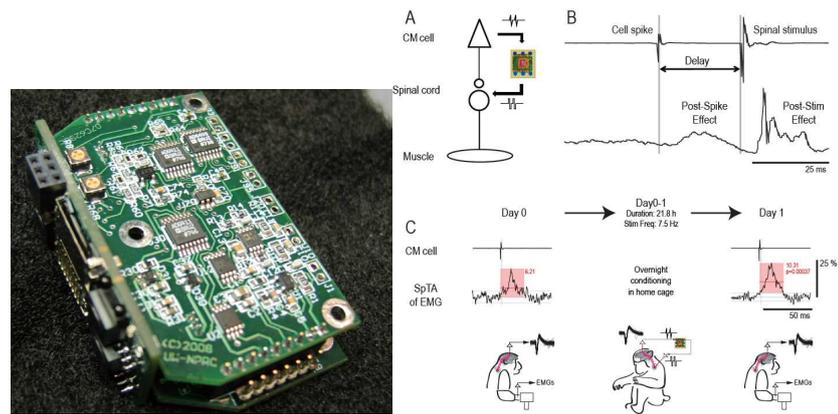


図4 無拘束・自由行動下のサルに大脳皮質-脊髄間の人工神経接続によるシナプス増強

ることにより、既存の大脳皮質-脊髄運動ニューロン間の神経経路のシナプス結合強度を自在に制御することに成功した(図4、論文11)。

テーマC ヒトへの人工神経接続の応用

人工神経接続のヒトへの応用を検討する目的で、非侵襲的な人工神経接続を健康なヒトを被験者にして検討した。胸髄レベルで脊髄損傷患者は上肢の運動機能は残存するが、上位中枢からの腰髄にある歩行中への下降入力切断されるために歩行機能が失われる。そこで、随意制御可能な上肢の筋活動を用いて、胸髄の損傷領域をバイパスすることを想定して、上肢筋肉-腰髄歩行中枢間の人工神経接続による随意歩行の再建を試みた。上肢の筋活動により、磁気刺激装置が制御され、非侵襲的に腰髄の歩行中枢を刺激した。人工神経接続によって、歩行運動の開始、停止、歩行リズムの変調が可能であった(図5、論文4)。

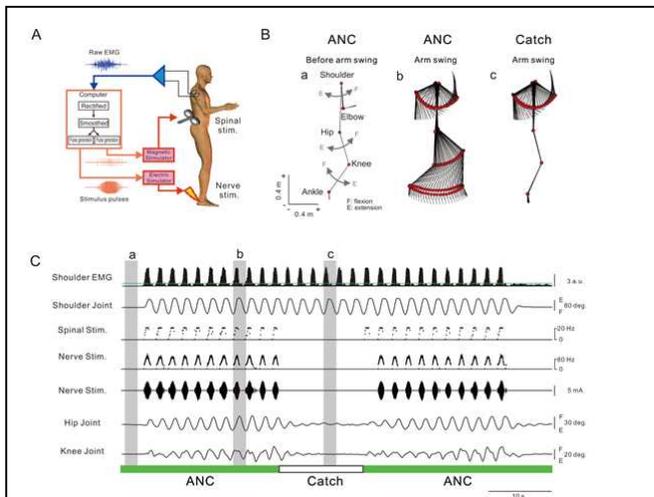


図5 上肢筋肉-腰髄歩行中枢間の人工神経接続による随意歩行の再建

以上のように、モデル動物では侵襲的な方法で、ヒトでは非侵襲的な方法で、人工神経接続に利用可能な生体信号を抽出し、それを用いて生体情報から電気刺激への変換し、様々な神経結合様式を用いて、人工神経接続による麻痺肢の随意運動制御の再建に成功した。

3. 今後の展開

人工神経接続の安全性を十分に検討し、脊髄損傷患者や脳梗塞患者で臨床研究を重ね、運動麻痺患者に対する革新的な機能再建法・リハビリテーション法を確立する。

4. 評価

(1) 自己評価

(研究者)

米国でさきがけ研究がスタートし、日本に帰国して、研究室の立ち上げた0からのスタートであったが、当初計画していた以上に成果が飛躍的に出た5年間であった。当初は脊髄損傷モデル動物で人工神経接続の有効性を検証することを最終目標としていたが、実際には3年目で達成した。この成果はロボットアームなどに頼らない、人工神経接続による麻痺した自分の手の随意運動機能を再建した世界で初めての成功した例となった。また、当初計画にはなかったヒトでの人工神経接続の有効性の実証、更にはヒトの脊髄損傷者で非侵襲的な人工神経接続を用いて、随意歩行機能再建に成功したことは自分でもここまで達成できるとは思っていなかった。この人工神経接続は、これまで不治の病とされていた中枢神経障害の機能再建・機能回復に対する革新的な治療法になることを示すことが出来た。これも一重に JST・さきがけによる支援のたまものである。今後も、人工神経接続のさらなる進展、臨床応用に向けて邁進するために JST、経産省或いは厚労省からのサポートを期待する。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された、年2回の領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った)。

(研究総括)

研究進捗状況は質・量ともに良好で、当初の研究目標を達成し、さらに研究を進展させている。本研究では、患者さん自身の損傷されずに残った神経と四肢を有効利用し、神経代替装置を介して神経同士をつなぐ“人工神経接続”による閉ループ型の BMI 技術、すなわち“人工的な神経細胞”を介した、随意制御可能な自分の神経活動を用い、自分自身を“制御し”、“感じる”ことのできる BMI の実現を目指した。はじめに、人工神経接続に利用可能で安定した生体信号について検討し、次に、人工神経接続に有効な生体信号から電気刺激への信号変換方法について人工神経接続への適応現象から理解し、最後には先に得られた知見を基にして、体内に埋め込み可能な神経機能代替装置を用いて、無拘束・自由行動下の脊髄損傷モデルでの運動機能再建を試みた。

“人工神経接続”による運動機能再建を目的とし、随意制御可能な自分の神経活動を用い、自分自身を“制御”することのできる BCI の実現を目指し、随意制御可能な生体信号の抽出、生体情報から電気刺激への変換方法、それを用いて、脊髄損傷モデル動物とヒト脊髄損傷患者での随意歩行機能再建を行った。脊髄損傷モデルでは、脊髄と筋肉間の人工神経接続により麻痺している手の随意運動制御の再建に成功した。さらに、小型の人工神経接続装置を、無拘束・自由行動下のモデル動物に搭載し、大脳と脊髄との繋がりを強化したり、減弱させたり自在に制御することに成功した。さらに、動物実験で得られた成果をヒト脊髄損傷患者に応用し、健常な上肢の筋電図を用いた非侵襲的な筋—脊髄間の人工神経接続により、麻

痺した下肢での随意歩行機能の再建にも成功した。

Innovative Technologies 2013 特別賞(Human 部門)、平成 24 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞、第 13 回 日本生理学会奨励賞 (平成 23 年度)、平成 22 年度日本神経科学学会奨励賞を受賞した。

本研究成果が評価され、1) 第一期脳プロ(H22-24)、2) 第二期脳プロ(H25-29) 3) 新学術質感脳情報学(H25-26) (公募班) に採択された。また、スポーツ脳科学集会を開催した(H27、1 月)。

5. 主な研究成果リスト

• Sasada S, Kato K, Kadowaki S, Groiss SJ, Ugawa Y, Komiyama T, Nishimura Y. Volitional Walking via Upper Limb Muscle-Controlled Stimulation of the Lumbar Locomotor Center in Man. *J Neurosci*. 2014 Aug 13; 34(33):11131-42. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4674-13.

• Nishimura Y, Perlmutter SI, Ryan WE, Fetz EE. Spike-timing dependent plasticity in primate corticospinal connections induced during free behavior. *Neuron*. 2013 Dec 4; 80(5):1301-9. doi: 10.1016/j.neuron.2013.08.028. 16.

• Nishimura Y, Perlmutter SI, Fetz EE. Restoration of upper limb movement via artificial corticospinal and musculoskeletal connections in a monkey with spinal cord injury. *Front Neural Circuits*. 2013 Apr 11; 7:57. doi: 10.3389/fncir.2013.00057.

• Nishimura Y, Onoe H, Onoe K, Morichika Y, Tsukada H, Isa T. Neural substrates for the motivational regulation of motor recovery after spinal-cord injury. *PLoS One*. 2011; 6(9):e24854. doi: 10.1371/journal.pone.0024854.

(1) 論文(原著論文)発表

1. Murata Y, Higo N, Hayashi T, Nishimura Y, Sugiyama Y, Oishi T, Tsukada H, Isa T, Onoe H. Temporal plasticity involved in recovery from manual dexterity deficit after motor cortex lesion in macaque monkeys. *J Neurosci*. 2015 Jan 7;35(1):84-95. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1737-14.2015.
2. Soichiro Morishita, Keita Sato, Hidenori Watanabe, Yukio Nishimura, Tadashi Isa, Ryu Kato, Tatsuhiro Nakamura and Hiroshi Yokoi. Brain-machine interface to control a prosthetic arm with monkey ECoGs during periodic movements. *Front. Neurosci.*, 12 December 2014 | doi: 10.3389/fnins.2014.00417
3. Umeda T, Isa T and Nishimura Y. Proprioceptive information coded by populational sensory afferents. *J Phys Fitness Sports Med*, 2014 3(5):477-482. DOI:10.7600/jpfsm.3.477.
4. Sasada S, Kato K, Kadowaki S, Groiss SJ, Ugawa Y, Komiyama T, Nishimura Y. Volitional Walking via Upper Limb Muscle-Controlled Stimulation of the Lumbar Locomotor Center in Man. *J Neurosci*. 2014 Aug 13; 34(33):11131-42. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4674-13.
5. Watanabe H, Sakatani T, Suzuki T, Sato MA, Nishimura Y, Nambu A, Kawato M, Isa T. Reconstruction of intracortical whisker-evoked local field potential from electrocorticogram using a model trained for spontaneous activity in the rat barrel cortex. *Neurosci Res*. 2014

Jul 7; pii: S0168-0102(14)00121-7.

6. Umeda T, Watanabe H, Sato M, Kawato M, Isa T, Nishimura Y. Decoding of the spike timing of primary afferents during voluntary arm movements in monkeys. *Front. Neurosci.*, 2014 May 09; doi: 10.3389/fnins.2014.00097.
7. Chen C, Shin D, Watanabe H, Nakanishi Y, Kambara H, Yoshimura N, Nambu A, Isa T, Nishimura Y, Koike Y. Decoding grasp force profile from electrocorticography signals in non-human primate sensorimotor cortex. *Neurosci Res.* 2014 Apr 13; pii: S0168-0102(14)00047-9. doi: 10.1016/j.neures.2014.03.010
8. Isa T, Nishimura Y. Plasticity for recovery after partial spinal cord injury –hierarchical organization. *Neurosci Res.* 2014 Jan; 78:3-8.
9. 澤田真寛,加藤健治,尾上浩隆,伊佐 正,西村幸男“脊髓損傷からの回復期における側坐核の役割”*脊髓外科* Vol.28 No.1:77-79, 2014.
10. Chen C, Shin D, Watanabe H, Nakanishi Y, Kambara H, Yoshimura N, Nambu A, Isa T, Nishimura Y, Koike Y. Prediction of hand trajectory from electrocorticography signals in primary motor cortex. *PLoS One.* 2013 Dec 27; 8(12):e83534.
11. Nishimura Y, Perlmutter SI, Ryan WE, Fetz EE. Spike-timing dependent plasticity in primate corticospinal connections induced during free behavior. *Neuron.* 2013 Dec 4; 80(5):1301-9. doi: 10.1016/j.neuron.2013.08.028.
12. Isa T, Kinoshita M, Nishimura Y. Role of Direct vs. Indirect Pathways from the Motor Cortex to Spinal Motoneurons in the Control of Hand Dexterity. *Front Neurol.* 2013 Nov 19; 4:191.
13. Yamamoto T, Oishi T, Higo N, Murayama S, Sato A, Takashima I, Sugiyama Y, Nishimura Y, Murata Y, Yoshino-Saito K, Isa T, Kojima T. Differential expression of secreted phosphoprotein 1 in the motor cortex among primate species and during postnatal development and functional recovery. *PLoS One.* 2013 May 31; 8(5):e65701. doi:10.1371/journal.pone.0065701.
14. Sugiyama Y, Higo N, Yoshino-Saito K, Murata Y, Nishimura Y, Oishi T, Isa T. Effects of early versus late rehabilitative training on manual dexterity after corticospinal tract lesion in macaque monkeys. *J Neurophysiol.* 2013 Jun; 109(12):2853-65.
15. Yamamoto T, Oishi T, Higo N, Murayama S, Sato A, Takashima I, Sugiyama Y, Nishimura Y, Murata Y, Yoshino-Saito K, Isa T, Kojima T. Differential expression of secreted phosphoprotein 1 in the motor cortex among primate species and during postnatal development and functional recovery. *PLoS One.* 2013 May 31; 8(5):e65701. doi: 10.1371/journal.pone.0065701.
16. Nishimura Y, Perlmutter SI, Fetz EE. Restoration of upper limb movement via artificial corticospinal and musculoskeletal connections in a monkey with spinal cord injury. *Front Neural Circuits.* 2013 Apr 11; 7:57. doi: 10.3389/fncir.2013.00057.
17. Kojima T, Higo N, Sato A, Oishi T, Nishimura Y, Yamamoto T, Murata Y, Yoshino-Saito K, Onoe H, Isa T. Functional annotation of genes differentially expressed between primary motor and prefrontal association cortices of macaque brain. *Neurochem Res.* 2013 Jan; 38(1):133-40. doi: 10.1007/s11064-012-0900-4.

18. 佐藤圭太, 森下壮一郎, 渡辺秀典, 西村幸男, 加藤龍, 伊佐正, 横井浩史. “硬膜下電位からのサル捕食運動中の状態判別とロボットアーム動作決定.” 日本ロボット学会誌, Vol. 31, Issue 1, 51–59, doi: 10.7210/jrsj.31.51, February 17, 2013.
19. Umeda T, Seki K, Sato MA, Nishimura Y, Kawato M, Isa T. Population coding of forelimb joint kinematics by peripheral afferents in monkeys. *PLoS One*. 2012; 7(10):e47749. doi: 10.1371/journal.pone.0047749.
20. Nishimura Y, Isa T. Cortical and subcortical compensatory mechanisms after spinal cord injury in monkeys. *Exp Neurol*. 2012 May; 235(1):152–61. doi: 10.1016/j.expneurol.2011.08.013.
21. Shin D, Watanabe H, Kambara H, Nambu A, Isa T, Nishimura Y, Koike Y. Prediction of muscle activities from electrocorticograms in primary motor cortex of primates. *PLoS One*. 2012; 7(10):e47992. doi: 10.1371/journal.pone.0047992.
22. Kinoshita M, Matsui R, Kato S, Hasegawa T, Kasahara H, Isa K, Watakabe A, Yamamori T, Nishimura Y, Alstermark B, Watanabe D, Kobayashi K, Isa T. Genetic dissection of the circuit for hand dexterity in primates. *Nature*. 2012 Jul 12; 487(7406):235–8.
23. Watanabe H, Sato MA, Suzuki T, Nambu A, Nishimura Y, Kawato M, Isa T. Reconstruction of movement-related intracortical activity from micro-electrocorticogram array signals in monkey primary motor cortex. *J Neural Eng*. 2012 Jun; 9(3):036006. doi: 10.1088/1741-2560/9/3/036006.
24. Nishimura Y, Isa T. Cortical and subcortical compensatory mechanisms after spinal cord injury in monkeys. *Exp Neurol*. 2012 May; 235(1):152–61. doi: 10.1016/j.expneurol.2011.08.013.
25. Nishimura Y, Onoe H, Onoe K, Morichika Y, Tsukada H, Isa T. Neural substrates for the motivational regulation of motor recovery after spinal-cord injury. *PLoS One*. 2011; 6(9):e24854. doi: 10.1371/journal.pone.0024854.
26. Alstermark B, Pettersson LG, Nishimura Y, Yoshino-Saito K, Tsuboi F, Takahashi M, Isa T. Motor command for precision grip in the macaque monkey can be mediated by spinal interneurons. *J Neurophysiol*. 2011 Jul; 106(1):122–6.
27. Yamamoto T, Higo N, Sato A, Nishimura Y, Oishi T, Murata Y, Yoshino-Saito K, Isa T, Kojima T. SPP1 expression in spinal motor neurons of the macaque monkey. *Neurosci Res*. 2011 Jan; 69(1):81–6. doi: 10.1016/j.neures.2010.09.010.

(2) 特許出願

研究期間累積件数: 1 件

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

受賞

- ・日本神経科学学会奨励賞(2010年9月)
- ・日本生理学会奨励賞(2011、3月)
- ・文部科学大臣表彰・若手科学者賞(2012、4月)
- ・経済産業省 Innovative Technologies 2013 特別賞(2013、11月)



日本語総説

1. 加藤健治,西村幸男”脳と脊髄との神経結合を人工的に強化する.” BRAIN and NERVE.66(12):1481-1486,2014.
2. 西村幸男. ”再生・再建の工夫 人工神経接続による神経補綴.” JOHNS, 2014 October Vol.30 No.10;1483-1487
3. 澤田真寛,加藤健治,尾上浩隆,伊佐 正,西村幸男”脊髄損傷からの回復期における側坐核の役割”脊髄外科 Vol.28 No.1:77-79, 2014.
4. 西村幸男,伊佐 正. “大脳皮質と筋肉での振動性活動から脊髄損傷からの機能回復をみる”Clinical Neuroscience,Vol.32 No.7:773-776, 2014
5. 西村幸男 “脊髄神経回路への人工神経接続による随意運動機能の再建.” 医学のあゆみ, Vol.246, No.8: 582-587, August 24, 2013.
6. 西村幸男 “人工神経接続による運動機能再建.” 脳 21, Vol.16, No.1: 30-36, January 20, 2013.
7. 西村幸男 “神経活動依存的刺激による機能再建と神経可塑性の誘導.” 神経内科, 題 79 巻, 第 4 号:500-504, October 25, 2013.
8. 西村幸男,伊佐正. “脊髄損傷の回復機構.” 神経, Annual Review, 2011:1-9, January 25, 2011.

プレスリリース

新聞記事

- 2014年8月19日 毎日新聞 腕の動き刺激に変換⇒足動く 生理研発表 下半身まひでも歩ける可能性
- 2014年8月15日 読売新聞 腕振ると脚動く 脳の指令読み取り成功
- 2014年8月15日 東海愛知 脊椎損傷者に光 人工神経回路で歩行機能再建へ 腕の筋肉の電気信号活用
- 2014年8月14日 日本経済夕刊 腕の振りで脚動かす 歩行機能回復に道
- 2014年8月14日 中日夕刊 腕振り信号 脚動かす 脊椎損傷でも歩行可能へ
- 2014年8月14日 朝日夕刊 手の信号、足を動かす 脊椎損傷治療へ人工回路
- 2013年12月13日 日経産業 脳信号解読研究が加速 医療やリハビリに活用
- 2013年12月13日 科学新聞 脳と脊髄のつながり 神経接続装置で強化 「世界初」生理研など成功
- 2013年11月19日 読売新聞 大脳と脊髄 神経結合の強化成功 生理学研サル実験 リハビリに応用期待
- 2013年11月8日 朝日夕刊 脳と脊髄結ぶ神経を増幅 生理学研 身体機能回復に光
- 2013年11月8日 毎日夕刊 大脳と脊髄 人工的に神経強化 まひ患者機能再建も 生理学研サルで成功
- 2013年11月8日 東海愛知 脳と関心のつながり強化に成功 生理研・西村准教授ら
- 2013年11月8日 日刊工業新聞 脳指令で脊髄に電気信号 生理研 小型の神経接続装置を開発

2013年11月8日 中日新聞 大脳と脊髄つなぐ 人工回路で神経を強化
2013年11月8日 共同通信 電子回路でまひ手足回復も 愛知の研究所、米誌に発表

2013年8月29日 読売東京版 駆ける 西村幸男氏 脳と神経を人工接続
2013年5月3日 科学新聞 脊髄損傷部位をバイパス サルの手の機能回復に成功—
生理研など人工神経接続技術開発—
2013年4月12日 読売新聞 電子回路で神経接続 脊髄損傷サル 手を動かした 生
理学研究所
2013年4月12日 日本経済新聞 脊髄損傷の治療 サルで実験成功 生理学研究所な
ど
2013年4月12日 日刊工業新聞 脊髄神経を人工接続 自然科学研究機構 外部コン
ピュータ介し
2013年4月12日 東海愛知 「人工神経」で運動機能回復へ 岡崎・生理研の西村准教
授ら研究
2013年4月11日 毎日新聞 脊髄損傷でも手動く！ 生理学研、サルで技術開発
2013年4月11日 朝日新聞 脊髄損傷部迂回し信号 岡崎の生理学研 サルで実験
不自由な手足の治療に応用も
2013年4月11日 中日新聞 脳と損傷脊髄 接続成功 まひしたサル動いた 岡崎・生
理研が開発
2012年12月16日 日本経済新聞 SUNDAY NIKKEI やる気脳の働き解明へ 我慢強さ
もつかさどる
2012年6月8日 科学新聞 脳内部の神経活動をやさしく正確に推定 脳表面に電極シ
ートを貼るだけ 生理研
2012年4月20日 科学新聞 平成24年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科
学者賞受賞者
2011年10月21日 科学新聞 やる気だとリハビリ効果アップ 科学的に証明 大脳辺
縁系の活動度高まる 生理研など成果
2011年10月5日 日経産業新聞 元気・やる気 気持ちが一役 リハビリでの運動機能
回復 神経回路新生、サルで実証
2011年10月4日 中日新聞 「やる気」の向上 リハビリに効果 岡崎・生理研など実験
2011年9月30日 日刊工業新聞 モチベーションがリハビリ効果に関与 脳科学的に証
明 生理学研など
2011年9月29日 読売大阪版 やる気リハビリ効果アップ 自然科学研、サルで証明
2011年9月29日 産経新聞 「やる気」リハビリ効果 脳科学的に解明 理研など
2009年2月6日 科学新聞 脊髄損傷からの機能回復 指の筋肉活動が手助け

メディア

2014年8月27日 CBC ラジオ 丹野みどりの よりどりっ！

2013年4月11日 CBC テレビ 傷ついた脊髄を人工的につないで手を自在に動かす
「人工神経接続」技術を開発



2013年4月12日 NHK テレビ 傷ついた脊髄を人工的につないで手を自由に動かす
「人工神経接続」技術を開発