

平成28年度 委託研究開発成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) 脳科学研究戦略推進プログラム
(英語) Strategic Research Program for Brain Sciences

研究開発課題名： (日本語) 「脳のシステム論的理解に基づく革新的BMIリハビリテーション機器・手法の開発と臨床応用～脳卒中片麻痺を中心として～」
(英語) Development and clinical application of revolutionary Brain-Machine Interface rehabilitation devices and measures based on systematic understanding of brain functions -with emphasis on hemiparetic stroke

研究開発担当者 (日本語) 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室 教授 里宇明元
所属 役職 氏名： (英語) Department of Rehabilitation Medicine
Keio University School of Medicine, Professor, Meigen Liu

実施期間： 平成28年4月1日 ～ 平成29年3月31日

分担研究 (日本語) BMIリハビリテーションのための上肢・下肢外骨格ロボットの開発と制御
開発課題名： (英語) Development of Lower and Upper Limb Exoskeleton Robots for BMI Rehabilitation

研究開発分担者 (日本語) 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所
室長 森本 淳
所属 役職 氏名： (英語) Advanced Telecommunications Research Institute International
Brain Information communication Laboratory Group
Head of Department, Jun Morimoto

分担研究 (日本語) 筋骨格モデルを用いたデコーディング手法の開発
開発課題名： (英語) Development of decoding method using musculoskeletal model

研究開発分担者 (日本語) 国立大学法人東京工業大学科学技術創成研究院 教授 小池 康晴
所属 役職 氏名： (英語) Tokyo Institute of Technology
Institute of Innovative Research Professor Yasuharu Koike

分担研究 (日本語) 脳卒中の BMI リハビリテーションを支える神経可塑性の多次元可視化
開発課題名: (英語) Multi-modal imaging of neuroplasticity underpinning functional recovery enhanced by BMI

研究開発分担者 (日本語) 国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター部長 花川 隆
所属 役職 氏名: (英語) Integrative Brain Imaging Center, National Center of Neurology and Psychiatry, Director, Takashi Hanakawa

II. 成果の概要 (総括研究報告)

① 上肢多関節複合運動回復プロジェクトのための臨床研究プラットフォームの構築

1. 上肢挙上運動 (肩屈曲運動) に係る脳情報のデコーディング結果に基づいて上肢外骨格ロボットを駆動する BMI の症例集積研究を実施した。具体的には、高密度脳波計を用いて脳卒中慢性期重度片麻痺患者の頭皮上から運動関連脳波を計測し、上肢挙上運動の生成に利用される複数の運動下行路のうち、機能回復に貢献する特定経路 X を選択した上で、その機能活性強度を実時間解析した。一定値以上の強度を認めた時のみ、分担機関である国際電気通信基礎技術研究所が開発した外骨格ロボットが駆動して体性感覚フィードバックが与えられる仕様とした。被験者 n 名に対して 1 日 T 時間、計 D 日間にわたる継続介入の結果、次のとおり電気生理学的、運動学的表現型における統計的有意差を認めた。運動関連脳波の経路選択的焦点化、上肢挙上主動筋である三角筋前部線維における随意表面筋電図の増加、臨床的運動評価尺度 (Fugl-Meyer Score) の臨床的重要効果量 (Clinically Important Difference; CID) を上回る改善。本症例集積研究は、適切なリスクマネジメント下で施行した結果、全例において有害事象を認めなかった。以上の結果から、BMI による神経経路選択的な機能修飾の POC 取得、臨床的有効性検証、安全性検証を達成した。
2. このとき得られた脳活動パターンに関して、上肢運動機能の初期値ならびに経日的変化との関連を分析し、機能回復のバイオマーカー候補を探索したが、現在までのところ有望な候補信号成分は取得できていない。平成 29 年度に集積する症例を含めて、引き続き再検討を進める予定である。
3. BMI リハによる上肢多関節複合運動の回復を客観的に評価する目的で開発した臨床的評価尺度については、評価マニュアルの作成、評価者のトレーニングを実施した。健常者 14 名および脳卒中片麻痺患者 32 名のデータを用いてシナジー解析を行い、片麻痺患者のリーチ運動の特性を表す指標を抽出したところ、Fugl-Meyer スコアと特に関係のある三つのシナジーが抽出された。
4. 脳卒中重度片麻痺症例の上肢挙上動作アシストについてリスク分析をおこない、主要リスクである亜脱臼とインピンジメント (筋腱組織の関節内への巻き込みによる損傷と疼痛) を回避するための (1) ルーズ・カップリング機構、(2) 療法士によるアシスト軌道の学習再生機構、(3) 痙性麻痺の漸増漸減による抵抗力変動に対応する空圧制御の 3 つを設計仕様に組み込み、研究開発分担機関である国際電気通信基礎技術研究所が実施する二次試作を支援した。試作品は臨床フィールドへ導入し、健常成人での試験運用を経て脳卒中症例への適用を実現した。
5. BMI リハによって誘導される脳構造・機能可塑性を評価するため、研究開発分担機関である国立精神神経センターと共同で脳イメージングを主評価項目とした症例集積研究を実施した。脳構造に関しては、複数の運動関連脳領域において灰白質体積信号の系統的な増加を認めた。脳機能に関しては、体性感覚領域と運動関連脳領域から計測された安静時活動の同期性が増加することを認めた。

②歩行機能回復プロジェクトのための臨床研究プラットフォームの構築

1. 歩行のバイオマーカー検出を行うために、立位、歩行中の脳波、筋電図、動きを同時に計測し、筋電図の活動パターンを解析した結果、どの筋肉の活動も歩行周期に同期して活動することから、健足側の筋電図の発火のタイミングから歩行周期を推定できることが分かった。
2. 健常者3名、脳卒中患者2名に対して外骨格ロボットを装着し、バランス制御実験を行い、前脛骨筋と腓腹筋の活動が荷重移動の計測値と連動していることを示した。
3. 12名の脳卒中患者において随意運動とパターン電気刺激の併用治療による歩行に関連した脊髄反射経路の可塑的变化を検討した。脳卒中患者の随意運動にパターン電気刺激を併用することにより、有意に脊髄反射経路の可塑的变化を誘導し、かつその効果は随意運動およびパターン電気刺激単独より有意に長く持続することが明らかとなった。

③プロジェクトの総合的推進

機能回復グループ内において、メール・クラウド等を活用した日常的な情報交換のほか、プロジェクトミーティングの開催、共同実験の実施等、参画各機関の連携・調整を継続的に諮り、プロジェクト全体の緊密な連携と円滑な運営を達成した。プロジェクトの成果は、学会発表、メディア発表、公開シンポジウム等を通して、広く社会に発信した。BMI技術全体として、各グループ代表研究者との密な情報交換の実施、BMI技術分科会の開催等を通して進捗状況を把握するとともに、PS、POの助言を仰ぎながら、必要な対応を行った。生命倫理に関しても、プロトコルレビューおよび定期的モニタリングを通じて、現状の把握と問題点への対応を行なった。

I Building a clinical research platform for upper-extremity multi-joint compound movement recovery

1) We conducted a case series study of a brain-machine interface (BMI) intervention that supports upper extremity (U/E) elevation movement (shoulder flexion movement) via an exoskeleton robotic device. A high-density electroencephalogram (EEG) was recorded over the scalp in chronic post-stroke survivors with hemiplegia, and motor-related responses following attempted U/E elevation were detected. We targeted cortical region X, which is known as an origin of compensatory motor pathways, and we monitored its excitation level in real-time. A somatosensory stimulus, a combination of neuromuscular electrical stimulation to the prime mover and exoskeleton robotic action of U/E elevation, was only given if the excitation level of cortical region X reached the pre-determined threshold. A total of n participants were assigned to this study, and we conducted daily T-hour BMI training over D days with these participants. Data suggested both electrophysiological and kinesiological improvements as follows: focal facilitation of motor-related cortical responses on EEG, increased electromyographic signaling of a prime mover in U/E elevation movement, and improvement of a clinical motor assessment score (Fugl-Meyer Score) beyond the minimally clinical important difference. With proper risk management, we safely conducted all experiments without any incidents. With this experience, we achieved proof-of-concept of target-specific neural conditioning by BMI, its clinical relevance, and safety.

2) We have tried to find a possible EEG biomarker that predicts BMI efficacy in motor recovery, but no statistically relevant components have been found so far. Further study will be needed over the next year.

3) As for a reaching assessment scale (RAS) developed for patients with hemiparetic stroke, we prepared evaluation manuals and conducted training for evaluators. Three synergies that are particularly related to the Fugl-Meyer score were extracted as indicators representing the characteristics of the reach movement of hemiplegic patients.

4) The exoskeleton robotic device for BMI intervention was designed to be clinically relevant. We first identified two main risk factors (dislocation of shoulders and impingement of musculo-tendon organs), and the following three mechanisms were embedded into the devices: (1) loose-coupling attachment to the paralyzed limb; (2) memory-and-play of therapist's manual assistance of U/E elevation movement; and (3) pneumatic actuation of the robot that smoothly adjusts its driving force to the time-varying impedance of spastic shoulders. The designed prototype was used in the clinical environment, and we confirmed its relevance and safety in both healthy individuals and post-stroke hemiplegic patients.

5) Neuroimaging assessment of BMI efficacy on structural and functional neural plasticity was conducted as a case series study. Compared to the control group, we found a significant increase of tissue density in several motor-related brain regions on voxel-based morphometry. Resting-state functional connectivity also showed significant strengthening of sensory-motor connectivity after BMI intervention. These results support the neurophysiological relevance of BMI intervention.

II Building a clinical research platform for a locomotor function recovery project

1) We simultaneously monitored the electroencephalogram during walking and the electromyogram during movement. It was found that the walking cycle can be estimated from the ignition timing of the electromyogram on the foot of the healthy side.

2) Three healthy volunteers and two stroke patients were fitted with an exoskeleton robot, and a balance control experiment was conducted to show that the tibialis anterior and gastrocnemius muscles interlocked with the measured values of load transfer.

3) Voluntary contraction (VC) could modulate the plastic changes in spinal reciprocal inhibition induced by patterned electrical stimulation (PES) in 12 post-stroke patients with hemiparesis. PES combined with VC has the potential to modulate impaired reciprocal inhibition, and it may facilitate functional recovery and improve locomotion after central nervous system lesions.

III Integrative promotion of the entire project

We facilitated sharing and exchanging results and know-how on the research project among researchers through e-mail and cloud services. Regular internal meetings were also organized for this purpose. Regarding the bioethics of this research, we understood and handled the present situations and improved the management policy through peer review and regular activity monitoring.

III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧（国内誌 4 件、国際誌 10 件）

【慶應義塾】

1. 里宇明元. 【神経生理学的手法の応用-実践と可能性-】 脳卒中後重度上肢麻痺の回復に向けての挑戦 Brain Machine Interface 技術を利用した新たなリハビリテーション機器の開発. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2016, 53(6), 465-470. (査読無し)
2. Ushiba J, Soekadar SR. Brain-machine interfaces for rehabilitation of poststroke hemiplegia. *Progress in Brain Research*, 2016, 228, 163-183.
3. Kawakami M, Fujiwara T, Ushiba J, Nishimoto A, Abe K, Honaga K, Nishimura A, Mizuno K, Kodama M, Masakado Y, Liu M. A new therapeutic application of brain-machine interface (BMI) training followed by hybrid assistive neuromuscular dynamic stimulation (HANDS) therapy for patients with severe hemiparetic stroke: A proof of concept study. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 2016, 34(5), 789-797.
4. Ushiyama J, Yamada J, Liu M, Ushiba J. Individual difference in β -band corticomuscular coherence and its relation to force steadiness during isometric voluntary ankle dorsiflexion in healthy humans. *Clinical Neurophysiology*, 2017, 128(2), 303-311.

【ATR】

5. LISI G., MORIMOTO J., Noninvasive brain machine interfaces for assistive and rehabilitation robotics: a review, *Human Modelling for Bio-inspired Robotics: Mechanical engineering in assistive technologies*, 2016, 187-213.
6. 野田智之, 寺前達也, 高井飛鳥, 長谷公隆, 森本淳, 普段使いの装具をロボット化：空気圧人工筋で駆動するモジュール関節付き短下肢装具の開発, *Monthly Book Medical Rehabilitation*, 2017, 205, 22-27

【東工大】

7. Yoshimura N, Nishimoto A, Abdelkader Nasreddine B, Shin D, Kambara H, Hanakawa T, Koike Y. Decoding of covert vowel articulation using electroencephalography cortical currents. *Frontiers in Neuroscience*. 2016, 10(175), 1-15.
8. Zintus-art K, Shin D, Kambara H, Yoshimura N, Koike Y. Individualistic weight perception from motion on a slope. *SCIENTIFIC REPORTS*. 2016, 6, 25432, 1-11.
9. Kawase T, Yoshimura N, Kambara H, Koike Y. Controlling an electromyography-based power-assist device for the wrist using electroencephalography cortical currents. *Advanced Robotics*. 2016, 31, 88-96.
10. Nakanishi Y, Yanagisawa T, Shin D, Kambara H, Yoshimura N, Tanaka M, Fukuma R, Kishima H, Hirata M, Koike Y. Mapping ECoG channel contributions to trajectory and muscle activity prediction in human sensorimotor cortex. *SCIENTIFIC REPORTS*. 2017, 7:45486, 1-13. (online 2017.3.31)
11. Minati L, Yoshimura N, Koike Y. Hybrid control of a vision-guided robot arm EOG, EMG, EEG biosignals and head movement acquired via a consumer-grade wearable device. *IEEE*

Access. 2017, 4, 9528-9541.

【NCNP】

12. 高澤 英嗣, 阿部 十也, 飯塚 伯, 設楽 仁, 高岸 憲二, 花川 隆: 機能的 MRI を用いた神経イメージングによる脳脊髄の神経機能評価法の開発. *Journal of Spine Research*. 2016, 7(9): 1366-1372.
13. 花川 隆: ヒト歩行制御機構のメカニズムから再考するリハビリテーション. 京都府理学療法士会誌. 2017, 46: 7-10.
14. Takamura T, Hanakawa T: Clinical utility of resting-state functional connectivity magnetic resonance imaging for mood and cognitive disorders. *J Neural Transm* 2017 (doi: 10.1007/s00702-017-1710-2)

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

【慶應義塾】

1. Brain Machine Interface が拓くリハビリテーションの新たな可能性. 口頭、里宇明元. 第 23 回道北脳神経懇話会 (特別講演)、2016.4.22、国内(旭川).
2. 脳卒中患者における patterned electrical stimulation と随意運動の併用が脊髄相反性抑制に与える効果, 口頭、高橋容子, 藤原俊之, 山口智史, 川上途行, 水野勝広, 里宇明元, 第 51 回日本理学療法学会大会, 2016/5/27, 国内(札幌).
3. How do we design the treatment pipeline? 口頭、Ushiba J, BCI Meeting 2016, Workshop W-1: BCIs for stroke rehabilitation, Asilomar, California, U.S.A, 2016/6/1, 国外.
4. 脳卒中片麻痺患者における上肢到達運動の動作解析、口頭、中村拓也、第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会、2016/6/10、国内(京都).
5. リハビリテーションにおける先端科学研究の方向性～脳波-BMI リハシステムの開発と臨床応用を例として～. 口頭、里宇明元. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会 (特別シンポジウム)、2016.6.10、国内(京都).
6. ニューロリハビリテーションの歴史と BMI による新たなリハビリテーションの展開. 教育講演、口頭、新藤恵一郎、第 11 回脳卒中診療ネットワークフォーラム, 2016/6/29、国内(千葉).
7. Development of Brain machine interface (BMI) robot therapy for shoulder flexion movement in patients with hemiparetic stroke, Poster, Fumio Liu, Kenichi Takasaki, Miho Hiramoto, Katsuhiko Mizuno, Shoko Kasuga, Tomoyuki Noda, Keiichiro Shindo, Yohei Otaka, Syoichi Tachiro, Junichi Ushiba and Meigen Liu, 10th World Congress of International Physical and Rehabilitation Medicine, Kuala Lumpur, Malaysia, 2016/6/29-7/2, 国外(マレーシア).
8. The physiological mechanism of improvement of gait with rhythm in patients with Parkinson's disease, 口頭、Daisuke Nishida, Katsuhiko Mizuno, Emi Yamada, Kenji Kato, Hiroki Ebata, Meigen Liu. 10TH INTERNATIONAL SOCIETY OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE WORLD CONGRESS (Kuala Lumpur, Malaysia) , 2016 年 6/29-7/2, 国外(マレーシア).

9. The effects of patterned electrical stimulation combined with voluntary contraction on spinal reciprocal inhibition in patients with stroke, ポスター, Yoko Takahashi, Toshiyuki Fujiwara, Tomofumi Yamaguchi, Michiyuki Kawakami, Katsuhiko Mizuno, Meigen Liu, FENS Forum 2016, 2016/7/4, 国外(Copenhagen).
10. 神経科学の成果を臨床現場へ：革新的ニューロリハ医療機器開発プロジェクトの紹介. 口頭, 里宇明元. 第 10 回モーターコントロール研究会 (シンポジウム)、2016.9.1、国内(横浜).
11. 慢性期重度片麻痺患者における Brain-Machine Interface (BMI) と作業療法を用いた集中的訓練の効果、口頭、井上那築, 林純子, 山田絵美, 西田大輔, 江端広樹、第 50 回作業療法学会、2016 年 9 月 9 日～11 日、国内(札幌).
12. 肩関節屈曲運動における皮質脊髄路の興奮性の変化に関する検討, 口頭, 平本美帆, 水野勝広, 里宇文生, 牛場潤一, 里宇明元, 第 50 回日本作業療法学会, 2016/09/10, 国内
13. Brain-Machine Interface (BMI) 技術による脳卒中後重度上肢麻痺の回復. 口頭, 里宇明元. 第 426 回国際治療談話例会「未来医療機器の展開と展望」(シンポジウム)、2016.9.15、国内(東京).
14. BMI 技術がリハビリテーションに新たな可能性を拓く. 口頭, 里宇明元. 日本脳神経外科学会第 75 学術集会、特別企画-6.BMI (Brain Machine Interface)、2016.10.1、国内(福岡).
15. Feeling of bodily congruence to visual stimuli improves motor imagery based Brain-Computer Interface control, 口頭, Ushiba J, Symposium T4-F-S7: Role of Input Synergies for rehabilitation, International Conference on NeuroRehabilitation, Spain, 2016/10/21, 国外.
16. 肩関節屈曲運動における皮質脊髄路の興奮性の変化に関する検討 – 同側経路、対側経路の比較 –, 口頭, 平本美帆, 水野勝広, 川上途行, 高崎兼一, 里宇文生, 牛場潤一, 里宇明元, 第 46 回日本臨床神経生理学会学術大会, 2016/10/29, 国内
17. Restoration of post-stroke upper limb paralysis with BMI neurorehabilitation - from basic neuroscience to clinical application-. 口頭, Liu Meigen. 5th World Centenarian Initiative International Symposium on Stroke: Innovation for Longer Healthy Life. Section 4: Neurorehabilitation, Tokyo, 2016/10/29、国外(国際学会・東京).
18. Brain-machine interface for functional recovery of elevation of the shoulder girdle in a stroke survivor : A single case A-B-A-B design. ポスター, Takasaki K, Liu F, Hiramoto M, Noda T, Kasuga S, Mizuno K, Liu M, Ushiba J, The 46th Annual Meeting of the Society for Neuroscience, 2016/11/13, 国外.
19. 慢性期脳卒中片麻痺患者における相反性抑制の変化について – HANDS therapy, BMI リハ前後での検討 –, 口頭, 奥山航平, 川上途行, 平本美帆, 藤原俊之, 里宇明元, 第 42 回日本脳卒中学会学術集会, 2017/03/17, 国内(大阪).
20. Brain Machine Interface システムの臨床的有用性に関する評価, 口頭, 奥山航平, 川上途行, 平本美帆, 水野勝広, 里宇明元, 第 42 回日本脳卒中学会学術集会, 2017/03/18, 国内(大阪).
21. 脳卒中片麻痺患者における運動イメージ中の事象関連脱同期 (ERD) に影響を及ぼす因子の検討, 口頭, 平本美帆, 川上途行, 奥山航平, 高崎兼一, 西本敦子, 牛場潤一, 藤原俊之, 里宇明元, 第 42 回日本脳卒中学会学術集会, 2017/03/18, 国内

22. Brain-machine interface リハビリテーション後の HANDS 療法は重度上肢麻痺の機能回復を加速させる, 口頭, 川上途行, 藤原俊之, 牛場潤一, 西本敦子, 阿部薫, 里宇明元, 第 42 回日本脳卒中学会学術集会, 2017/03/18, 国内
23. 指定発言: スマートリハプロジェクトへの期待, 2.セラピスト・研究員の立場から, 平本美帆, リハビリ技術と神経科学研究との融合: ニューロリハビリテーション新時代の到来, 2017/03/25, 国内

【ATR】

24. Learning assistive strategies from few user-robot interactions: model-based reinforcement learning approach, 口頭, HAMAYA M., MATSUBARA T., NODA T., TERAMAE T., MORIMOTO J., IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2016), 2016/5/16-5/21, 国外.
25. Dry-wireless EEG and asynchronous adaptive feature extraction towards a plug-and-play co-adaptive brain robot interface., 口頭, LISI G., HAMAYA M., NODA T., MORIMOTO J., IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2016), 2016/5/16-5/21, 国外.
26. Exoskeleton robots for rehabilitation, 口頭, MORIMOTO J., IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2016) Workshop, 2016, 2016/5/16-5/21, 国外.
27. Development of brain machine interface (BMI) robot therapy for shoulder flexion movement in patients with hemiparetic stroke, 口頭, LIU F., TAKASAKI K., HIRAMOTO M., MIZUNO K., KASUGA S., NODA T., SHINDO K., OTAKA Y., TACHIRO S., USHIBA J., LIU M., 10th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (ISPRM2016), 2016/5/29-6/2, 国外.
28. リハビリテーションとヘルスケア応用に向けた BMI 外骨格ロボット制御, 口頭, 森本淳, 第 39 回日本神経科学大会 (Neuroscience2016) ランチョンセミナー, 2016/7/20-7/22, 国内.
29. Exoskeleton robots for rehabilitation, 口頭, MORIMOTO J., ATR Mini Symposium on Sensorimotor Control and Robotics, 2016/8/8, 国内.
30. 上肢・下肢リハビリロボット展示「神経科学の成果を臨床現場へ: AMED 未来医療ニューロリハビリテーションプロジェクト」, 口頭, 野田智之, 寺前達也, 高井飛鳥, 第 10 回 Motor Control 研究会 サテライト・シンポジウム, 2016/9/1, 国内
31. 外骨格ロボットを用いた動作支援戦略のタスク非依存モデルベース強化学習, 口頭, 濱屋政志, 松原崇充, 野田智之, 寺前達也, 森本淳, 2016/9/7-9/9, 国内.
32. Development of upper-extremity exoskeleton robots towards robotic rehabilitation, 口頭, NODA T., IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2016) Workshop, 2016/10/9-10/14, 国外.
33. Brain-machine interface for functional recovery of elevation of the shoulder girdle in a stroke survivor: a single case A-B-A-B design, ポスター発表, TAKASAKI K., LIU F., HIRAMOTO M., NODA T., KASUGA S., MIZUNO K., LIU M., USHIBA J., Society for Neuroscience 46th Annual Meeting (Neuroscience2016), 2016/11/12-11/16, 国外.

【東工大】

34. 非侵襲脳計測による運動推定, 口頭, 小池康晴, 第 59 回日本手外科学会学術集会, 2016/4/22, 国内.
35. Electromyographic activity reconstruction of ankle flexors and extensors from estimated cortical currents, ポスター, Mejia Tobar A, Hyoudou R, Kita K, Nakamura T, Kambara H, Hanakawa T, Koike Y, Yoshimura N, The 1st International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (EmboSS2016), 2016/5/9, 国外.
36. Classifying force level of hand grasping and opening using electroencephalography cortical currents, 口頭, Yoshimura N, Okushita R, Aikawa H, Kambara H, Hanakawa T, Koike Y, Internatioal Brain-Computer Interface Meeting 2016 (BCI Meeting 2016), 2016/5/30, 国外.
37. Force field adaptation using computational model without trajectory planning, ポスター, Koike Y, Kambara H, Yoshimura N, Biomechanics and Neural Control of Movement 2016, 2016/6/5, 国外.
38. Rehabilitation robot using muscle activity and neural decoding, 口頭, Kawase T, Shin D, Kambara H, Yoshimura N, Koike Y, The XXI International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK) , 2016/7/8, 国外.
39. Human's Episodic Learning : Subsequent Memory Analysis on Large fMRI Dataset, 口頭, Saetia S, Yoshimura N, Koike Y, 第 39 回日本神経科学大会, 2016/7/22, 国内.
40. A BMI-based robotic exoskeleton for neurorehabilitation and daily actions: effects of hybrid BMI-based assistance on muscle activities in a stroke patient, ポスター, Kawase T, Koike Y, Kansaku K, 第 39 回日本神経科学大会, 2016/7/22, 国内.
41. 片麻痺患者と健常者のシナジーによる運動解析, 口頭, 川瀬利弘, 日本運動制御・ニューロリハビリテーション研究会 2016 (JSMC&NR2016) , 2016/7/31, 国内.
42. Human Interface based on Musculoskeletal model, 口頭, The 3rd Tokyo Tech - Uppsala University Joint Symposium, Koike Y, 2016/9/13, 国外.
43. Muscle synergy analysis for motor control, 口頭, Koike Y, The 23rd International Conference on Neural Information Processing (ICONIP 2016), 2016/10/20, 国外.
44. 計算機シミュレーションによる一制御と力制御の運動学習, 口頭, 小池康晴, 第 31 回生体・生理工学シンポジウム (LE2016), 2016/11/3, 国内.
45. Modulation of muscle synergy activation during arm movements in patients with hemiparesis, ポスター, Kawase T, Nishimura A, Nishimoto A, Liu F, Kim Y, Kambara H, Yoshimura N, Koike Y, The 46th annual meeting of the Society for Neuroscience (SfN), 2016/11/12, 国外.
46. Muscle activity reconstruction of ankle flexors and extensors using non-invasive brain activity recording methods, ポスター, Mejia Tobar A, Hyoudou R, Kita K, Nakamura T, Kambara H, Hanakawa T, Koike Y, Yoshimura N, The 46th annual meeting of the Society for Neuroscience (SfN), 2016/11/13, 国外.
47. Directionally tuned signals in human EEG during step-tracking wrist movement, ポスター, Kambara H, Tanaka H, Miyakoshi M, Yoshimura N, Koike Y, The 46th annual meeting of the Society for Neuroscience (SfN), 2016/11/14, 国外

48. Overview of Brain Circulation Program (Program for Advancing Strategic International Networks to Accelerate the Circulation of Talented Researchers), 口頭, Koike Y, MoBI(Mobile Brain/Body Imaging) Workshop, 2016/11/22, 国外.
49. EMG/EEG signal source estimation during finger movements, 口頭, Yoshimura N, MoBI(Mobile Brain/Body Imaging) Workshop, 2016/11/22, 国外.
50. Mobile brain/body imaging during 3-balls juggling performance, 口頭, Kambara H, MoBI(Mobile Brain/Body Imaging) Workshop, 2016/11/22, 国外.
51. 力場適応を行う到達運動学習モデル, 口頭, 第 29 回自律分散システム・シンポジウム, 神原裕行, 吉村奈津江, 小池康晴, 2017/1/30, 国内.

【NCNP】

52. 安静時脳機能結合 MRI の基礎と臨床応用, 口頭,花川隆, 第 57 回日本神経学会学術集会「臨床脳神経イメージングセミナー」,2016/05/21, 国内.
53. Correlational and manipulative neuroscience toward development of novel rehabilitation for motor impairment. 口頭, Hanakawa T, Japan-Italy international meeting on Embodied-brain System Sciences. 2016/06/01, 国外.
54. 運動異常の理解と制御の試み, 口頭,花川隆,日本大脳基底核研究会, 2016/7/23, 国内.
55. 脳内機能的統合研究の現状, 口頭, 花川隆, 第 46 回日本臨床神経生理学会総会 教育講演, 2016/10/27, 国内.
56. Prestimulus oscillatory activity can provide predictive value for false perception of somatosensory stimuli, ポスター, Yoshinaga K, Matsushashi M, Hanakawa T, Mima T, Fukuyama H, Takahashi R, Ikeda A, Neuroscience 2016, 2016/11/13, 国外.
57. Muscle activity reconstruction of ankle flexors and extensors using non-invasive brain activity recording methods. ポスター, Tobar AM, Hyoudo R, Kita K, Nakamura T, Kambara, Hanakawa T, Koike Y, Yoshimura N, Neuroscience 2016, 2016/11/13, 国外.
58. Changes of brain activity in brain-computer interface learning. ポスター, Mizuno Y, Kim N, T. Hanakawa T, Neuroscience 2016, 2016/11/13, 国外.
59. 脳波律動 BMI の操作・学習・リハビリ応用のイメージング, 口頭,花川隆, 第一回脳情報の解読と制御研究会・第三回自発脳活動研究会, 2016/11/21, 国内.

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

【慶應義塾】

1. スマートリハプロジェクトとは. AMED 未来医療 公開シンポジウム リハビリ技術と神経科学研究との融合:「ニューロリハビリテーション」新時代の到来, 里宇明元, 2017/3/25, 国内(東京)
2. 神経科学研究の成果を臨床現場へ. AMED 未来医療 公開シンポジウム リハビリ技術と神経科学研究との融合:「ニューロリハビリテーション」新時代の到来, 牛場潤一, 2017/3/25, 国内(東京)

【ATR】

3. BMI リハビリテーションおよび日常生活支援のための上肢・下肢外骨格ロボットの開発, 野田智之, 寺前達也, 高井飛鳥, 古川淳一郎, 岩根史明, 沼田椋太郎, 森本淳, 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会・第 2 回リハビリテーション先端機器研究会, 2016/6/9-6/12, 国内.
4. BMI リハビリテーションに向けた上肢・下肢外骨格型ロボットの開発, 野田智之, ATR オープンハウス 2016(若手トーク), 2016/11/10-11/11, 国内.
5. 運動アシストのための機械学習技術～ヒトの状態抽出によるロボット制御デザイン～, ポスター, 古川淳一郎, 高井飛鳥, 岩根史明, 濱屋政志, 沼田涼太郎, 吉川裕樹, 森本淳, ATR オープンハウス 2016, 2016/11/10-11/11, 国内.
6. 空電ハイブリッドアクチュエータ技術とその医療分野 (BMI リハビリテーション) への応用, 野田智之, 平成 28 年度「知財ビジネスマッチング事業」: 中小企業シーズオープン交流会, 2016/11/25, 国内.
7. 回復期脳卒中リハに向けた下肢・上肢用リハビリロボットの開発, 野田智之, 寺前達也, 古川淳一郎, 回復期リハビリテーション病棟協会 第 29 回研究大会 in 広島, 2017/2/10-2/11, 国内.
8. 「リハビリ技術と神経科学研究との融合: ニューロリハビリテーション新時代の到来」～展示・体験コーナー: 上肢・下肢リハビリロボット～, 野田智之, 寺前達也, 古川淳一郎, 高井飛鳥, GLOGER M., 森本淳, AMED 未来医療公開シンポジウムリハビリ技術と神経科学研究との融合"ニューロリハビリテーション"新時代の到来 2017/3/25, 国内.

【NCNP】

9. リハビリテーションに役立つ脳イメージング入門, 花川隆, 平成 28 年度 区東部地域リハビリテーション支援センター研修会, 2016/10/17, 国内.
10. 大脳基底核障害と運動学習, 花川隆, 札幌医科大学集学的理学療法セミナー (神経障害系分野), 2017/1/20, 国内.
11. ヒト歩行制御機構のメカニズムから再考するリハビリテーション, 花川隆, 京都理学療法研究会, 2017/1/22, 国内.

(4) 特許出願

なし