

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) BMI を用いた運動・コミュニケーション機能の代替  
(英語) Brain-machine interfaces for restoration of motor and communication

研究開発担当者 (日本語) 国立大学法人大阪大学 国際医工情報センター特任教授 吉峰俊樹  
所属 役職 氏名 : (英語) Global Center for Medical Engineering and Informatics, Osaka  
University Specially Appointed Professor, Toshiki Yoshimine

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 制御のためのインテリジェント電導補助装置の開発  
開発課題名 : (英語) Development of intelligent electric assistance device for BMI control

研究開発分担者 (日本語) 大学院情報理工学研究科 教授 横井浩史  
所属 役職 氏名 : (英語) Graduate School of Informatics and Engineering,  
The University of Electro-Communications  
Professor, Hiroshi Yokoi

分担研究 (日本語) BMI 多点計測システム及びデコーディング技術の開発と応用  
開発課題名 : (英語) Development and application of multi-channel BMI measurement system  
and decoding technology

研究開発分担者 (日本語) 情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室  
室長 鈴木隆文  
所属 役職 氏名 : (英語) National Institute of Information and Communications Technology  
Center for Information and Neural Networks  
Director of BNC Laboratory, Takafumi Suzuki

分担研究 (日本語) BMI による運動・感覚の双方向性機能再建  
開発課題名: (英語) Bidirectional restoration of somatosensory and motor function using brain-machine interface

研究開発分担者 (日本語) 京都大学 大学院医学研究科 神経生物学 准教授 西村 幸男  
所属 役職 氏名: (英語) Department of Neuroscience, Graduate School of Medicine,  
Kyoto University  
Associate Professor, Yukio Nishimura

## II. 成果の概要 (総括研究報告)

### 和文

#### ① 効率的脳情報抽出法と運動・感覚の双方向性機能再建法の開発

大阪大は NINS、NICT との連携により、非拘束下・長時間・高サンプリング周波数での皮質脳波計測・解析を行い、脳信号からの脳情報抽出法の開発ならびに双方向機能再建を行った。極留置患者 27 名で計 200 日以上の計測により、脳律動・位相情報を抽出し、クラスタリング解析により、特徴量が広範囲に分散していることが明らかにした。また嚙下時に外側感覚運動野に高周波帯域活動を認めることを明らかにした。また大阪大と NINS との連携により、電気刺激により人工知覚を誘発でき、刺激感と刺激強度との間に線形性があることを明らかにした。大阪大と NICT が連携して、長期埋込動物実験により 1 年後においても高密度脳表電極が安定計測できることを確認した。

NINS は、機能的電気刺激 (DecNES) による上肢運動機能の再建の動物実験に 2 頭を加え、DecNES は運動・体性感覚麻痺を呈する脳梗塞モデルサルの手の随意運動の再建に有効なことを明らかにした。

#### ② デコーディング法とインテリジェント自律ロボット制御の開発とそのハイブリッド化

大阪大は電通大、東工大と連携して、手の運動の識別的デコーディングと腕の運動の 3 次元デコーディングを統合を進め、ついでこの上肢全体のデコーディング法とインテリジェント自律ロボット制御法とのハイブリッド化を進めた。さらにこのハイブリッドシステムを評価するロボット操作課題を考案するとともに、完全麻痺患者でも BMI の機械学習ができる方法を考案して、臨床研究計画に導入した。また電通大神作 Gr と連携して環境制御装置で体位変換を行うシステムの開発を進めた。

電通大はロボット義手の改良を進めた。指関節に受動機構を付与して把持安定性を向上し、無限回転型ボールチェーン牽引倍力機構を導入して 3 倍のピンチ力、力学適応性向上、MP 関節可動域拡大を達成した。手指・手関節の可動域を拡大した。導電性シリコンセンサを開発して義手に触覚を付与した。義手のインテリジェント化では、視覚センサによる把持対象自動識別、把持姿勢選択とアーム経路の自動計画アルゴリズムを実装し、阪大に導入した。また大阪大での臨床研究に向けて環境制御機器に改変を行った。

#### ③ MEG を用いた非侵襲脳機能評価とニューロフィードバック

大阪大は、筋萎縮性側索硬化症患者 6 名で MEG を用いた術前評価指標を検討し、運動想起時の  $\alpha \sim \beta$  帯域の脱同期反応が有用であることを明らかにした。また磁界強度を特徴量とし、体性感覚や視覚による感覚フィードバックを導入したインタラクティブな義手制御を確立、論文化し、これを用いた術前トレーニング法を考案した。

電通大神作 Gr は、頸髄損傷者でトレーニング後の BMI の精度の向上、脳卒中患者で BMI アームによる運動補助後の筋活動向上を明らかにした。

#### ④ 128ch ワイヤレス体内埋込装置臨床モデルの開発

阪大は NICT と連携して、体内埋込装置を改良した。埋込装置の性能評価を行い、入力換算雑音  $3\mu\text{Vpp}$  以下を確認した。動物実験にて電極の機能性評価を行い、ロボットアーム操作ができた。さらに臨床研究版ワイヤレス体内埋込装置を開発して、GLP 試験を実施するとともに、体内埋込装置の長期埋込実験を開始して、明らかな安全性上の問題点がないことを確認した。

NICT は阪大と連携して、ベンチ・動物実験での耐久性評価実験、温度上昇の評価、無線伝送の確認等を行い、装置埋込み部位の体表温度上昇は  $1^\circ\text{C}$  未満で、128ch の皮質脳波相当量のデータを無線送信できることを確認した。

#### ⑤ 臨床研究の候補患者の抽出と適応基準・評価指標の策定

大阪大は、ワイヤレス体内埋込装置を用いた BMI の臨床研究の適応基準と評価指標を策定した。適応基準に Frontal assessment battery サブスコアが 4 点以上という項目を加えた。評価指標としてワイヤレス体内埋込装置の安全性、脳信号の解読精度等を設定した。また呼吸器装着 ALS 患者 38 名を対象として臨床症状、認知機能、意思伝達能力等を評価し、研究対象者候補を 11 名抽出した。また NIRS を用いた術前ニューロフィードバック訓練の効果を検討した。

#### ⑥ プロジェクトの総合的推進

大阪大は、平成 28 年 4 月に BMI 研究開発拠点として大阪大学国際医工情報センターに臨床神経医工学寄附研究部門を設置し、本プロジェクトの総合的推進体制を強化した。平成 29 年 3 月にワイヤレス体内埋込装置を用いた BMI の臨床研究を大阪大学医学部附属病院に申請した。革新的な BMI の研究開発ができるよう、臨床研究計画に有効性を探索する項目を設定した。企業との連携をさらに強化し、PMDA 薬事戦略を推進した。運営委員会を 2 回、技術検討会を 15 回開催した。また、Brown 大学 /Harvard 大学などの世界最先端の BMI 研究グループと交流を行った。

## 英文

### ① Development of effective extraction of neural information and bidirectional restoration of sensorimotor function

We, Osaka Univ., in collaboration with NINS and NICT, performed the recordings and analyses of electrocorticograms (ECoGs) under unconstrained, long-term and high sampling rate condition. We extracted neural information regarding oscillation and phase from ECoG data recorded for more than 200 days in 27 patients with subdural electrodes, and demonstrated by using clustering analyses that neural features for decoding diffusely and widely distributed. Swallowing movement induced high frequency activity in the lateral sensorimotor area. We also demonstrated, in collaboration between Osaka Univ. and NINS, that artificial somatic sensation was induced by electrical stimulation, and that subjective sensation and stimulus intensity were linearly correlated. In collaboration between Osaka Univ. and NICT, we confirmed, by animal experiments based on chronic implantation, that high density cortical electrodes were able to record stably even one year after the implantation.

In order to develop the restoration of upper extremities motor function, NINS performed experiments using additional 2 animals, and demonstrated that DecNES is effective to restore

voluntary hand movement in the animals of the brain infarction model with sensorimotor deficits

② Development of neural decoding and intelligent autonomous robotic control, and their hybrid integration

We, Osaka Univ., in collaboration with the university of Electro-Communications and Tokyo Institute of technology, integrated classification decoding of hand movement with 3 dimensional decoding of arm trajectory, and this decoding method of the whole upper limbs was integrated with intelligent autonomous robotic control. We also planned a robot manipulation task that is used to evaluate this hybrid system, developed a method that can train the decoder even in completely paralyzed patients. These task and method were adopted in the clinical research of our implantable BMI. We also developed a postural change system using our environmental control system in collaboration with Kansaku Gr from the University of Electro-Communications.

The University of Electro-Communications further improved their robotic arm. In order to improve the stability of grip, they installed a passive mechanism into finger joints. They also introduced unlimited rotation type ball chain traction system, enabled robotic hands to pinch three times as powerful as they were, improved kinematic adaptability and increased the range of MP joint motion. They also increased the range of fingers and wrist joint motion. They developed conductive silicon force sensors and installed touch sensation into the robotic arms. Regarding the development of intelligent robotic arms, they installed automatic recognition of gripping targets using visual sensors and the selection of gripping posture and automatic planning algorithm of arm trajectory and introduced them in Osaka Univ. They also revised their environmental control system for clinical research in Osaka Univ.

③ Non-invasive evaluation of brain function and neurofeedback by MEG

We, Osaka Univ, investigated a preoperative biomarker by using MEG in 6 patients with ALS and demonstrated that  $\alpha$  and  $\beta$  desynchronization during attempt movement is useful. We also established interactive robotic arm control with sensory feedback by somatic and visual sensations using magnitudes of the magnetic fields as a decoding feature. We published a paper about this and developed a preoperative training method by using this control system.

Kansaku Gr from the University of Electro-Communications demonstrated improved BMI performance after training in patients with cervical spinal cord injury and improved muscular activity after exercise regimen assisted by a BMI arm in patients with stroke.

④ Development of clinical models of 128ch wireless implantable devices

We, Osaka Univ., in collaboration with NICT, improved implantable devices. We evaluated their performance and confirmed that input referred noise was less than  $3\mu\text{Vpp}$ . We evaluated the performance of electrodes in animal experiments and succeeded in manipulating a robot arm. We also developed wireless implantable devices for clinical research, carried out GLP tests, started long-term implantation in animal experiments, and confirmed that there were no safety issues.

NICT, in collaboration with Osaka Univ., evaluated durability by bench tests and animal experiments, evaluated temperature increase, confirmed wireless data transfer, and so on. The increase of skin temperature around the implanted device was less than  $1^\circ\text{C}$  and the devices were able to wirelessly transmit data equivalent to 128ch electrocorticograms.

⑤ Selection of candidates of clinical research and design of indication and endpoints

We, Osaka Univ, designed inclusion and exclusion criteria and endpoints of BMI clinical research using wireless implantable devices. We added an item that the subscore of the frontal assessment battery was no less than 4 points. We set the safety of wireless implantable devices and the decoding accuracy of brain signals as endpoints. We also assessed clinical symptoms, cognitive function, and communication ability in 38 ALS patients under mechanical ventilation and selected 11 patients as research candidates. We also investigated the effects of preoperative neurofeedback training using NIRS.

⑥ Comprehensive promotion of the projects

As a base of research and development of BMIs, we, Osaka Univ., established Endowed Research Department of Clinical Neuroengineering in Osaka University Global Center for Medical Engineering and Informatics in April/2017 and reinforced overall promotion systems of this program. We submitted to Osaka University Hospital clinical research of BMI using wireless implantable devices in March/2017. We set an endpoint to explore the efficacy in clinical research protocol in order to develop innovative BMI research. We further reinforced collaboration with medical companies and promoted PMDA pharmaceutical strategy. We also held a steering committee twice and a technological committee 15 times. We also interacted with the world most advanced BMI research groups such as Brown Univ., Harvard Univ., and so on.

### 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9件、国際誌9件）

1. 平田雅之. 体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースの開発. 未来医学. in press.
2. Kaiju T, Doi K, Yokota M, Watanabe K, Inoue M, Ando H, Takahashi K, Yoshida F, Hirata M, Suzuki T. High spatiotemporal resolution ECoG recording of somatosensory evoked potentials with flexible micro-electrode arrays. Front. Neural Circuits. in press.
3. Sugata H, Hirata M, Tamura Y, Onishi H, Goto T, Araki T, Yorifuji S. Frequency-dependent oscillatory neural profiles during imitation. Scientific Reports. in press.
4. 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. in press.
5. 柳澤琢史、貴島晴彦、谷直樹、枝川光太朗、押野悟、Khoo Hui Ming、平田雅之、圓尾知之、井上洋、菅田陽怜、影山悠、細見晃一、清水豪士、吉峰俊樹. てんかんのネットワーク診断：imaginary coherence の描出が有用であった1例. Progress in Computed Imaging CI 研究. 2016. 37 (3・4)
6. 吉峰俊樹、平田雅之、柳澤琢史、貴島晴彦. ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) が切り開く新しいニューロテクノロジー. 脳神経外科ジャーナル. 2016. 25(12):964-972

7. 菅田陽怜、平田雅之、脳磁図 (MEG) を利用した脳機能計測とその応用, 理学療法学, 2016. 43(6):514-519
8. 吉峰俊樹、平田雅之. 運動・意思伝達支援用ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI)の開発. 臨床評価. 2016. 44(3):624-629
9. Araki T, Hirata M, Yanagisawa T, Sugata H, Onishi M, Watanabe Y, Ogata S, Honda C, Hayakawa K, Yorifuji S. Language-related cerebral oscillatory changes are influenced equally by genetic and environmental factors. NeuroImage. 2016. 142:241–247
10. 平田雅之. 体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェイス. 神経治療学. 2016. 33 : 399-404
11. Yanagisawa T, Fukuma R, Seymour B, Hosomi K, Kishima H, Shimizu T, Yokoi H, Hirata M, Yoshimine T, Kamitani Y, Saitoh Y. Induced sensorimotor brain plasticity controls pain in phantom limb patients. Nature Communications. 2016. 7:13209
12. Hirata M. Brain machine-interfaces for motor and communication control. Springer. Cognitive Neuroscience Robotics: Interdisciplinary Approaches to Human Understanding. Vol. II. Analytic Approaches.2016. p 227-251
13. Mihara M. Miyai I. Review of functional near-infrared spectroscopy in neurorehabilitation. Neurophotonics. 2016. 3(3):031414-031414.
14. 三原雅史. パーキンソン病の最新リハビリテーション. 脳 21. 2016. 19(4):69-73.
15. 三原雅史. 近赤外分光法(NIRS)のリハビリテーションへの応用. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2016. 53(6): 471-478.
16. 三原雅史, 宮井一郎. パーキンソン症候群のリハビリテーション MEDICAL REHABILITATION . 2016. 196: 39-43.
17. Edakawa K, Yanagisawa T, Kishima H, Fukuma R, Oshino S, Khoo HM, Kobayashi M, Tanaka M, Yoshimine T. Detection of epileptic seizures using phase-amplitude coupling in intracranial electroencephalography. Sci Rep. 2016. 6:25422.
18. Sugata H, Hirata M, Yanagisawa T, Matsushita K, Yorifuji S, Yoshimine T. Common neural correlates of real and imagined movements contributing to the performance of brain-machine interfaces. Sci Rep. 2016. 6:24663

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. Implantable Brain Machine Interface. 口頭. Hirata M. The 8th MEI<sup>3</sup> Center International Symposium (Medical Engineering Innovation for Hybrid Organs of the future). 2017/3/2. 国内
2. Human electrocorticograms with multimodal recording during swallowing: toward brain machine interfaces for swallowing support. ポスター. Hashimoto H, Hirata M, Yoshida F, Kameda S, Yanagisawa T, Kishima H, Yoshimine T. The 8th MEI<sup>3</sup> Center International Symposium (Medical Engineering Innovation for Hybrid Organs of the future). 2017/3/2. 国内

3. Human electrocorticograms with multimodal recording during swallowing: toward brain machine interfaces for swallowing support. ポスター. Hashimoto H, Hirata M, Yoshida F, Kameda S, Yanagisawa T, Kishima H, Yoshimine T. The 3rd International Symposium on Cognitive Neuroscience Robotics: toward Constructive Developmental Science. 2016/12/11 国内
4. MEG-DecNef for phantom limb pain. 口頭. Yanagisawa T, Fukuma R, Seymour B, Hosomi K, Kishima H, Shimizu T, Yokoi H, Hirata M, Yoshimine T, Kamitani Y, Saitoh Y. ATR DecNef workshop. 2016/12/6. 国内
5. Validation of high density flexible ECoG arrays: monkey somatosensory evoked potential analysis. ポスター. Kaiju T, Doi K, Yokota M, Watanabe K, Inoue M, Ando H, Takahashi K, Yoshida F, Hirata M, Suzuki T. The 46th annual meeting of Society for Neuroscience. 2016/11/14. 国外
6. Noninvasive measurement of language-related frontal gamma band activity with magnetoencephalography. ポスター. Hashimoto H, Hasegawa Y, Araki T, Sugata H, Yanagisawa T, Yorifuji S, Hirata M. The 46th annual meeting of Society for Neuroscience. 2016/11/14. 国外
7. Sensorimotor cortical plasticity induced by the brain-machine interface reduces phantom limb pain. ポスター. Yanagisawa T, Fukuma R, Seymour B, Hosomi K, Kishima H, Shimizu T, Yokoi H, Hirata M, Yoshimine T, Kamitani Y, Saitoh Y. The 46th annual meeting of Society for Neuroscience. 2016/11/13. 国外
8. Pathological brain network in epilepsy patients. 口頭. Yoshimine T. 10th AESC 2016. 2016/11/5. 国外
9. A Fully-implantable Wireless System for Intracranial EEG Recording. 口頭. Hirata M. The 10th Asian Epilepsy Surgery Congress (AESC 2016). 2016/11/5. 国外
10. Cutting Edge of MEG and ECoG based Brain Machine Interfaces. 口頭. Hirata M. The 20th International Conference on Biomagnetism. 2016/10/3. 国外
11. Neuromodulation of phantom limb pain using MEG-BMI. ポスター. Yanagisawa T, Fukuma R, Seymour B, Hosomi K, Kishima H, Shimizu T, Yokoi H, Hirata M, Yoshimine T, Kamitani Y, Saitoh Y. IASP. 2016/9/27. 国内
12. Implantable wireless multichannel neural recording system for clinical BMI applications. ポスター. Ando H, Kamata T, Imajo K, Suzuki K, Kameda S, Suzuki T, Hirata M. The 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2016). 2016/8/19. 国外
13. ECoG BCI for patients with severe ALS. 口頭. Yanagisawa T. Sixth International Brain-Computer Interface Meeting. 2016/6/2. 国外
14. M-8 BCI implants: medical, ethical, regulatory and commercial issues. Yanagisawa T, 口頭. Sixth International Brain-Computer Interface Meeting. 2016/6/2. 国外
15. Nationwide survey of 780 Japanese patients with amyotrophic lateral sclerosis: Their present status and expectations from brain-computer interfaces. ポスター. Hirata M, Kageyama Y, Shimokawa T, Sawada J, Yanagisawa T, Morris S, Kishima H, Sakura O,

- Mihara M, Mochizuki H, Yoshimine T. Sixth International Brain-Computer Interface Meeting. 2016/6/1. 国外
16. Technological development of patient-specific electrodes and a fully-implantable device for ECoG-based BMIs. 口頭. Hirata M. Sixth International Brain-Computer Interface Meeting. 2016/6/1. 国外
  17. MEG Neurofeedback による幻肢痛治療. 口頭. 柳澤琢史、福間良平、Ben Seymour、細見晃一、清水豪士、貴島晴彦、平田雅之、横井浩史、吉峰俊樹. 第 19 回日本ヒューマンブレインマッピング学会. 2017/3/10. 国内
  18. 脳磁図・皮質脳波による機能マッピングから機能再建へ. 口頭. 平田雅之. 第 40 回日本脳神経 CI 学会総会. 2017/3/4. 国内.
  19. Clinical application of Neuromodulation technique in Neurorehabilitation. 口頭. 三原雅史. 第 94 回日本生理学会. 平成 29 年 3 月. 国内
  20. 脳と機械を繋いで神経機能を再建する～Brain-machine interface (BMI). 口頭. 吉峰俊樹. 医療法人若弘会平成 28 年度地域医療支援病院等合同研修会. 2017/2/25. 国内
  21. 「脳と機械を繋ぐ」ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)～重度神経障害の患者さんの今と未来のために～. 口頭. 吉峰俊樹. 医療法人医誠会学術集会. 2017/2/12. 国内
  22. 回復期リハにおける fNIRS の活用～機能回復に関わる神経ネットワークの解明と治療への応用～. 口頭. 三原雅史. 回復期リハビリテーション病棟協会. 第 29 回 研究大会. 平成 29 年 2 月. 国内
  23. ワイヤレス体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースによる運動・意思伝達再建. 口頭. 平田雅之. 第 56 回日本定位・機能神経外科学会. 2017/1/27. 国内
  24. BMI による幻肢痛の病態解明と新たな治療法開発. 口頭. 柳澤琢史、福間良平、Ben Seymour、細見晃一、清水豪士、貴島晴彦、平田雅之、横井浩史、吉峰俊樹、神谷之康、齋藤洋一. 第 56 回日本定位・機能神経外科学会. 2017/1/27. 国内
  25. 脳と機械をつなぐ～ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI). 口頭. 吉峰俊樹. 千里ライフサイエンスフォーラム講演会. 2016/12/15. 国内
  26. Effectiveness of micro-electrocorticography ( $\mu$  ECoG) on brain machine-interface. 口頭. Kaiju T, Doi K, Yokota M, Watanabe K, Inoue M, Ando H, Takahashi K, Yoshida F, Hirata M, Suzuki T. 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム 2016. 2016/11/3. 国内
  27. 脳機能画像技術を用いた神経機能ネットワークの解明と臨床への応用. 口頭. 三原雅史. 第 375 回. 川崎医学会講演会. 2016 年 11 月. 国内
  28. MEG を用いたネットワーク診断と Decoding による治療. 口頭. 柳澤琢史、福間良平、貴島晴彦、押野悟、細見晃一、平田雅之、田中将貴、小林真紀、清水豪士、吉峰俊樹、齋藤洋一. 臨床神経生理. 2016/10/29. 国内
  29. 痛みに対するデコーデッドニューロフィードバック. 口頭. 柳澤琢史、福間良平、Seymour B、細見晃一、清水豪士、貴島晴彦、平田雅之、吉峰俊樹、神谷之康、齋藤洋一. 臨床神経生理学会. 2016/10/27. 国内
  30. BMI と再生医療. 口頭. 吉峰俊樹. 日本骨髄間葉系幹細胞治療学会 第 1 回学術集会. 2016/10/22. 国内



31. マルチモーダル嚙下機能計測を用いた嚙下時頭蓋内脳波解析～BMIによる嚙下機能再建を目指して～. ポスター. 橋本洋章、平田雅之、吉田史章、柳澤琢史、貴島晴彦、吉峰俊樹. 第3回脳神経外科 BMI 懇話会. 2016/10/15. 国内
32. 皮質脳波を用いたブレインマシンインターフェース～大阪大学における研究開発の状況～. 口頭. 平田雅之. 第3回脳神経外科 BMI 懇話会. 2016/10/15. 国内
33. ブレイン・マシン・インターフェースの研究開発者から見た脳波解析の将来展望 (Future prospects of EEG analysis from the viewpoint of brain machine interfaces). 口頭. 平田雅之. 第50回日本てんかん学会学術集会. 2016/10/8. 国内
34. 体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースを用いた運動・意思伝達支援. 口頭. 平田雅之. 日本脳神経外科学会第74回学術総会. 2016/10/1. 国内
35. 腕神経叢引き抜き損傷後疼痛に対する DREZotomy から DecNef. 口頭. 柳澤琢史、細見晃一、福間良平、清水豪士、貴島晴彦、平田雅之、横井浩史、吉峰俊樹、神谷之康、齋藤洋一. 日本脳神経外科学会総会. 2016/10/1. 国内
36. NIRS を用いたニューロフィードバックによる、脊髄小脳変性症患者に対する姿勢バランス機能改善効果の検討. ポスター. 藤本宏明、三原雅史、乙宗範宏、角田溪太、梶山裕太、小仲邦、宮井一郎、望月秀樹. 第10回パーキンソン病・運動障害疾患コンgres. 2016年10月. 国内
37. マルチモーダル嚙下機能計測を用いた嚙下時頭蓋内脳波解析～BMIによる嚙下機能再建を目指して～. 口頭. 橋本洋章、平田雅之、吉田史章、亀田成司、柳澤琢史、貴島晴彦、吉峰俊樹. 日本脳神経外科学会第75回学術総会. 2016/9/30. 国内
38. ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)に対する頸髄損傷患者さんの意識調査. 口頭. 何馨、影山悠、柳澤琢史、吉峰俊樹、平田雅之. 日本脳神経外科学会第75回学術総会. 2016/9/28. 国内
39. 体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースによる運動・意思伝達支援の現状と展望. 口頭. 平田雅之. 第八回 最先端医療イノベーションセンター 定例セミナー. 2016/8/25. 国内
40. NIRS を用いたニューロフィードバックによる、脊髄小脳変性症患者に対する姿勢バランス機能改善効果の検討. ポスター. 藤本宏明、三原雅史、乙宗範宏、服部憲明、平松佑一、畠中めぐみ、矢倉一、河野悌司、宮井一郎、望月秀樹. 日本光脳機能イメージング学会. 第19回学術集会. 2016年7月. 国内
41. 脳神経外科のニーズ：失われた機能の代替・補完. 口頭. 平田雅之. 第3回 MEI クラブ. 2016/6/27. 国内
42. 最新技術で脳の可能性を引き出す ブレインマシンインターフェースのリハビリへの応用. 口頭. 三原雅史. 第21回富山県理学療法学会学術大会. 2016/6/26. 国内
43. ブレイン・マシン・インターフェースと脳リハビリテーション. 口頭. 平田雅之. 第53回日本リハビリテーション医学会学術集会. 2016/6/11. 国内
44. 体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースの開発. 口頭. 平田雅之. 第39回未来医学研究会大会. 2016/5/21. 国内

45. 注意障害を含めた前頭葉機能障害は、近赤外分光法を用いたニューロフィードバック (NIRS-NF) の治療効果に影響するのか? ポスター. 藤本宏明、三原雅史、服部憲明、畠中めぐみ、矢倉一、河野悌司、平松佑一、望月秀樹、宮井一郎. 第7回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会. 2016/5/21. 国内
46. 脳の可能性を引き出すニューロリハビリテーション. 口頭. 三原雅史. 第7回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会. 2016/5/21. 国内
47. ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) が切り開く新しい神経医工学. 口頭. 吉峰俊樹. 第36回日本脳神経外科コンgres. 2016/5/21. 国内
48. fNIRS-mediated neurofeedback combined with mental practice enhances gait recovery after stroke. 口頭. Fujimoto H, Mihara M, Hiramatsu Y, Hattori N, Hatakenaka M, Kawano T, Yagura H, Otomune H, Konaka K, Miyai I, Mochizuki H. 第57回日本神経学会学術大会. 2016年5月. 国内
49. NIRS-mediated neurofeedback for cerebellar ataxia: potential therapy for augmenting rehabilitative intervention. 口頭. Fujimoto H, Mihara M, Hiramatsu Y, Hattori N, Hatakenaka M, Yagura H, Kawano T, Miyai I, Mochizuki H. 第57回日本神経学会学術大会 2016年5月. 国内
50. 咀嚼嚥下機能の頭蓋内脳波とマルチモーダル行動計測. 口頭. 平田雅之、橋本洋章、吉田史章、柳澤琢史、貴島晴彦、吉峰俊樹. 第30回日本ニューロモデュレーション学会. 2016/5/7. 国内
51. MEG-BMI による新たなニューロモジュレーション. 口頭. 柳澤琢史、齋藤洋一、細見晃一、福岡良平、清水豪士、貴島晴彦、平田雅之、横井浩史、神谷之康、吉峰俊樹. 第30回日本ニューロモジュレーション学会. 2016/5/7. 国内
52. Spatiotemporal dynamics of SEP recorded with high density flexible electrode arrays in the somatosensory area of Rhesus Macaque. ポスター. Kaiju T, Doi K, Yokota M, Watanabe K, Inoue M, Ando H, Takahashi K, Yoshida F, Hirata M, Suzuki T. 第55回日本生体医工学会大会. 2016/4/28. 国内

### (3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

1. 平成28年度 脳と心の研究課 進捗報告会の研究者向け公開セッション、ポスターセッションにて本課題の成果を紹介した。吉峰俊樹・平田雅之、平成28年度 脳と心の研究課 進捗報告会、2016/11/9-10, 国内
2. 脳と心の研究 第一回公開シンポジウムのポスター発表にて、ビデオでの発表と埋込装置の展示も行い、国民に広く本課題の成果を公表した。吉峰俊樹・平田雅之、脳と心の研究 第一回公開シンポジウム, 2017/3/11, 国内
3. BMI の研究拠点として設立した大阪大学国際医工情報センターに設立した臨床神経医工学寄附研究部門のホームページを作成し、本課題の概要を国民に広く紹介した。平田雅之、大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学寄附研究部門ホームページ, 2016/4、国内・国外

4. 大阪大学の学生に対して BMI の外部制御機器にも用いる体位変換装置の開発・事業化を教育、これを発展させて学生を中心とした開発・事業化を開始、病院看護師、病院経営者にアプローチしてニーズを抽出し、ベンチャーキャピタルにアプローチしてベンチャー会社の設立を企画するとともに、開発を進めている。平田雅之、大阪大学「デザインシンキングプログラム」「リーンローンチパッドプログラム」、2016/9-2017/3, 国内
5. 企業と連携した体内埋込型 BMI の研究開発を紹介、平田雅之、亀田誠司、産学パートナーシップ創造展（東京ビッグサイト）、2016/8/25-26, 国内
6. 大阪大学学生、海外学生に対して体内埋込型 BMI の研究を紹介、ディスカッション、研究室紹介、平田雅之、大阪大学国際医工情報センターサマースクール、2016/8/4-5, 国内
7. 第 8 回最先端医療イノベーションセンター定例セミナーにて体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェースによる運動・意思伝達支援の現状と展望について紹介した。平田雅之、第 8 回最先端医療イノベーションセンター定例セミナー、2016/8/25, 国内。
8. 人間再生の現場、ブレイン・マシン・インターフェース開発の現状と展望。口頭。吉峰俊樹、名古屋大学医学部選択科目。2017/1/18. 国内

#### (4) 特許出願

特許出願が 2 件あるが、公開を希望しない。