

いて、有線型の運動・コミュニケーション支援装置の臨床研究を目的として、臨床試験での使用に耐えうる多くの制御可能な運動自由度をもつ高出力なロボットアームの開発を行い、外部装置の実用化開発と改良を目指した。

本研究では、拮抗筋制御を導入した多自由度ロボットハンドの開発し、関節剛性を制御可能にしたことで、鶏肉のような柔らかいものでも愛護的に把持するなど、人に近い高度な把持制御を可能とした。

また、肘・肩関節用2自由度関節をアルミ合金で再設計することで、これまで問題であった関節の高強度化と関節摺動抵抗の低減化を図り、丈夫かつ駆動力伝達ロスが少ないロボットアームを実現した。

上記成果は、今後、重症ALS患者に対して、多くの運動自由度を制御できるロボットアームの適用とその普及の可能性を大きく広げ、ワイヤレス埋込型BMI装置を用いた臨床試験への準備ができた結論付ける。

F. 研究発表

1. 論文発表 (計1件)

Tatsuya Seki, Tatsuhiro Nakamura, Ryu Kato, Soichiro Morishita, and Hiroshi Yokoi: “Development of Five-Finger Multi-DoF Myoelectric Hands with a Power Allocation Mechanism,” Journal of Mechanics Engineering and Automation 4 , pp. 97-105, 2014.3

2. 学会発表 (計1件)

Tatsuya SEKI, Tatsuhiro NAKAMURA, Ryu KATO, Soichiro MORISHITA ,and Hiroshi YOKOI: “Development of Five-Finger Multi-DoF Myoelectric Hands with a Power Allocation Mechanism,” In proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2013), pp. 2046-2051, 2013.5

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

ブレイン・マシン・インタフェース向け集積化アンプに関する研究

研究分担者 吉田 毅 広島大学

研究要旨

BMI用集積化アンプを高度な脳波計測に適用するため、最適な回路構成、構成回路の仕様、ノイズ抑圧機能を検討して集積回路の設計、検証およびレイアウト設計を行い、チップ製造を行った。

A. 研究目的

BMI用集積化アンプが高度な脳波計測に適用できるように、アンプ、AD変換器などの構成回路で発生するノイズおよび外部ノイズの漏れ込を極限的なレベルまでに低減させるために、最適な回路構成、構成回路の仕様、ノイズ抑圧機能を検討して策定したBMI用集積化アンプ：ノイズ低減の仕様に基づき、実際のCMOS-LSIのデバイスを用いて集積回路の回路設計、検証およびレイアウト設計を行う。

B. 研究方法

- (1) 策定した仕様に基づき回路設計を行う。
- (2) 設計した回路について、シミュレータを用いて回路検証を行い、策定した仕様を満たしているかを確認する。
- (3) 回路設計及び検証を行った回路のレイアウトを行い、チップ製造を行う。
(倫理面への配慮) 該当なし

C. 研究結果

長期動作試験結果

(1) 回路設計結果

設計を行った回路の機能を以下に示す。

- ・微弱な脳波信号を増幅する機能(LNA回路)
 - ・脳波信号増の帯域制限機能(SCF回路)
- (不要な雑音成分を抑圧する)
- ・多チャンネル(64CH)の脳波信号を同時刻にサンプリングし、順次チャンネル毎にAD変換する機能(SH回路)
 - ・AD変換する際に発生する折り返しを防止するためのフィルタリング機能
 - ・アンプの利得、帯域、AD変換速度などの動作パラメータを外部からデジタルデータで設定する機能
 - ・接続された電極のインピーダンスを測定する機能
 - ・動作時に電極端子に流れる異常なリーク電流を検出する機能
 - ・デバイスのスイッチングを用いた低雑音化機能

(2) 回路検証結果

検証した主要な特性項目を以下に示す。

- ・電源電圧: 1.8V
- ・消費電力: 3.5mW

- ・電圧利得: 50, 60, 70, 80 dB
- ・低域カットオフ周波数: 0.3, 1, 10, 70 Hz
- ・高域カットオフ周波数: 30, 100, 180, 250Hz
- ・入力換算雑音(0.3-250Hz): 7.8uVpp / 3.9uVpp (中精度版/高精度版)

入力換算雑音については、4回時間平均処理を行った結果の値である。また、回路面積、消費電力が小さい中精度版と、回路面積、消費電力が大きい高精度版の増幅回路の2種類の回路を設計した。入力換算雑音の仕様は5uVpp以下なので高精度版でなければ仕様を満足しない。

- ・帯域内入力換算雑音は3dB低減できる。しかし入力インピーダンスが低下する問題がある。

(3) レイアウト設計結果

レイアウト設計を行ったチップの概略を以下に示す。

- テクノロジー: TSMC0.25um GPIIa
- 電源電圧: 1.8V~2.5V
- 搭載回路:
 - ・異常電流モニタ回路 16ch
 - ・LNA+SCF+SH+MUX 32ch
 - ・ADCバッファとADC
 - ・インピーダンス測定用の正弦波生成回路
 - ・動作設定用レジスタ
 - ・BGR回路TEG
 - ・トランジスタとESD-TEG
- チップサイズ: 6x7.5 [mm]
- ピン数: 128

チップ面積が当初の要求値の5x5mmよりも大きい。これは増幅回路が大きくなった事に加えて、SCF、SH回路の面積が大であるためである。

D. 考察

基本的には設計した回路は策定した仕様を満たすのを確認できた。しかし、要求の雑音値を達成するには増幅回路の面積が現状よりも大になるため、雑音値の仕様とチップ面積を鑑みて仕様の改定等が必要である。今後は製造したチップの測定評価を行って設計した回路の検証を行う必要がある。

E. 結論

BMI用集積化アンプが高度な脳波計測に適用できるように、実際のCMOS-LSIのデバイスを用いて集積回路

の回路設計を行った。回路検証を行い要求仕様を満たす事を確認した。レイアウト設計を行い、チップを製造した。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

[1]吉田毅, 安藤博士, 鈴木隆文, 平田雅之, “テレスコピック型OPAの1/f雑音低減技術”,
2014年電子情報通信学会総合大会エレクトロニクス
講演論文集2, P.66・2014年3月.

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

ブレイン・マシン・インターフェースによる
運動・コミュニケーション機能支援装置の臨床研究

研究分担者 佐藤 文博 東北大学大学院工学研究科

研究要旨

本研究では、体内埋込型皮質脳波計測装置用の非接触給電システムについて検討を行った。これまで所望の電力を体外から体内へ伝送可能なシステムを構築してきたが、更なる送受電装置の小型化や共振条件を変えた場合について装置全体駆動安定化を目指し改良を行った。

A. 研究目的

体内埋込型皮質脳波計測装置は、てんかん患者の脳波を観測することを主な目的としており、得られたデータは体外へ無線通信され、治療や研究の補助となる。装置を体内に埋め込むことにより、精度の高い脳波計測、確実な脳波データの取得、またそれらによるてんかん患者への発作への備えというメリットが得られる。これらの実現には、埋込装置を体内で駆動させるための安定した電力供給が必須となり、体内埋込された各種装置類ならびに蓄電池への給電を可能する事が目的となる。併せて埋込時の生体に対する負担を軽減するためにも可能な限り装置全体として小型化を実現する必要がある。本研究に於いては、腹部に埋め込まれる体内側受電装置と体外側励磁システムの試作を行い、改良装置の動作確認を行うものとする。特に生体への負担が少ない様に送受電コイルサイズの小型化と動作の安定駆動を目指すものである。

B. 研究方法

前年度までは周波数を中間周波数帯域である数百kHzに於いて検討を行い装置全体の改良を行ったが、今年度は更にコイルサイズの小型化と共振条件の変更による更なる駆動安定化の為の改良を行った。特に負荷変動による駆動特性の算定についてバッテリー駆動実験も併せて検討を行った。

（倫理面への配慮）

本検討に於いては工学的な検討と機器の試作のみであり、倫理面への問題はないと判断される。

C. 研究結果と考察

図1に今回検討を行った共振条件による等価回路を示す。今回は1次側整流器の前段までについて検討を行った。

また、図2は共振系以降の負荷条件を示したものである。大小（重軽）それぞれの負荷を想定し2種類設定した。負荷値としては最重負荷として、63Ωと32.7Ω、最軽負荷として105.5Ωと41.4Ωである。

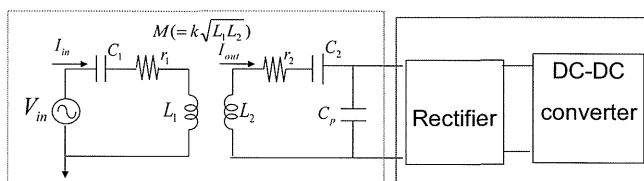


図1. 共振条件を検討した等価回路

| | 消費電力 [mW] | | 消費電流 [mA] | | 負荷 [Ω] | |
|-------|-----------|-----|-----------|-------|--------|-------|
| | Max | Min | Max | Min | 最重 | 最軽 |
| Type1 | 397 | 237 | 79.4 | 47.4 | 63 | 105.5 |
| Type2 | 764 | 604 | 152.8 | 120.8 | 32.7 | 41.4 |

図2. 共振系以降の負荷条件

これらの共振系と負荷条件を基に構築したコイル仕様を図3に示す。

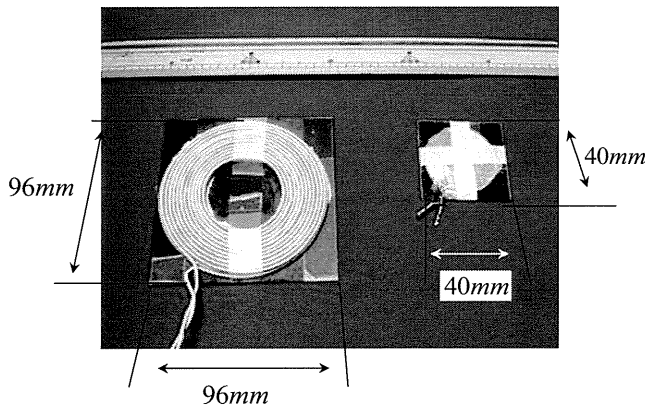


図3. 検討に用いた送受電コイル

送電側直径は96mm，受電側直径は体内埋込を考慮して40mmとした。

| f=266 kHz | 1次側 | 2次側 |
|------------|-------|--------|
| 外径 | 96 | 40 |
| 内径 | 48 | 20 |
| 巻数 | 24 | 32 |
| 層数 | 2 | 1層2個並列 |
| L μ H | 76.9 | 14.3 |
| r Ω | 0.476 | 0.113 |
| Q | 291.1 | 110.8 |

図4. 検討コイルの仕様

図4に今回用いたコイルの詳細な仕様を示す。周波数は266kHzとし、自己インダクタンス値は1次側76.9 μ H，2次側14.3 μ Hでそれぞれフェライトが設置してある。

図5には、各ギャップにおける電圧負荷特性を示す。入力9V一定とした。各ギャップにおいて線形的な特性が得られている事がわかる。

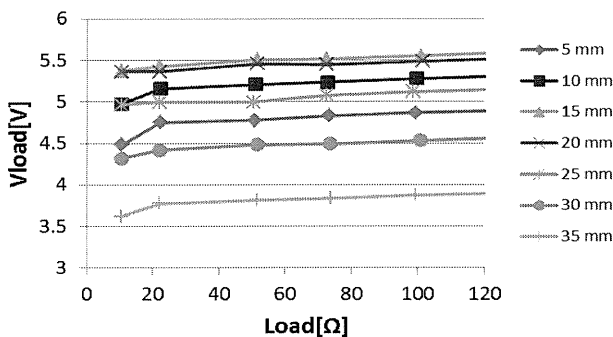


図5. 各ギャップにおける電圧負荷特性

また、図6には各ギャップにおける電力の負荷特性を示す。電圧特性同様に線形的な結果が得られている事がわかる。

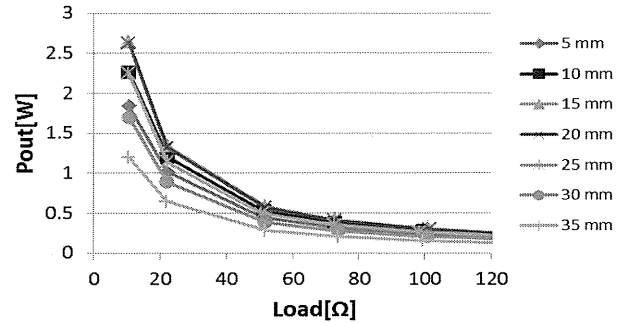


図6. 各ギャップにおける電力の負荷特性

これらの結果により所望の特性が得られていた事がわかったため、本回路と送受電コイルを用い引き続きバッテリーへの充電実験を行った。図7には充電実験を行ったブロック図を示す。

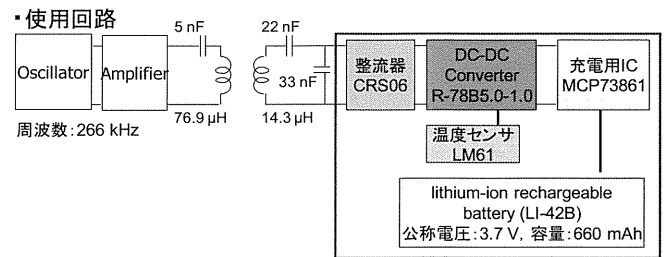


図7. 充電実験使用回路

図8には各ギャップにおけるバッテリー充電特性、図9には各位置ずれにおける充電特性を示す。これらの結果により、給電可能範囲は約30mmであり、位置ずれ許容範囲としては約25mmを達成する事ができた。

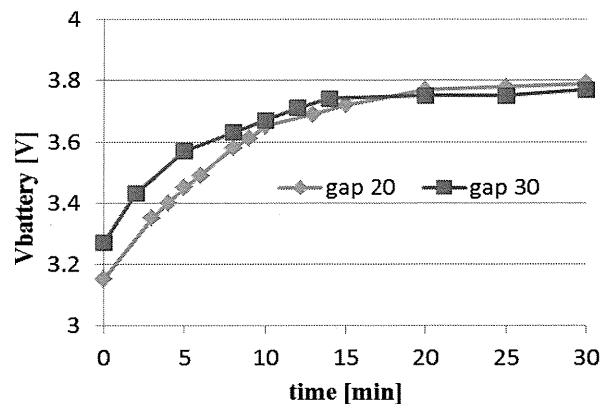


図8. 各ギャップにおけるバッテリー充電特性

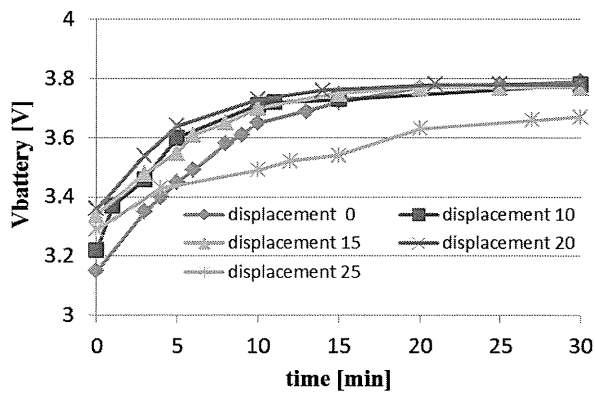


図 9. 各位置ずれにおけるバッテリー充電特性

なお図 10 には各位置ずれにおけるコイル間電圧, および DC-DC コンバータ入力電圧特性を示す. 入力電圧は 12V である. 2 次側回路以降の電圧が給電範囲内で, DC-DC コンバータの動作電圧を満たしている事がわかる.

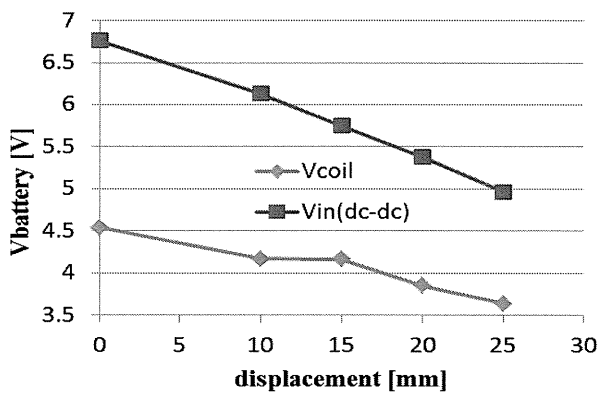


図 10. 各位置ずれにおけるコイル間電圧および DC-DC コンバータ入力電圧特性 (Vin=12 V, 周波数: 266 kHz)

また, これらの充電回路は体内で使用される事が前提となるため, 回路自体の発熱が非常に制約される. 送受電コイル自体は既に発熱を考慮した設計を行い既に確認済みであるが, 今回検討を行った回路では, 特に電力変換を行う DC-DC コンバータの発熱については考慮が必要になる. そのため, 各ギャップに対する温度特性, 併せて各位置ずれにおける温度特性について検討を行った.

図 11 には, 各 gap における DC-DC コンバータ温度特性, 図 12 には各位置ずれにおける DC-DC コンバータ温度特性を示す. 何れも入力電圧は Vin=12 V,

周波数 266 kHz, 室温は 20 °C である.

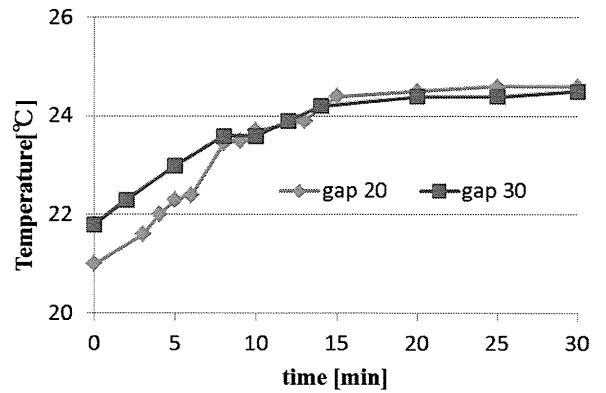


図 11. 各 gap における DC-DC コンバータ温度特性

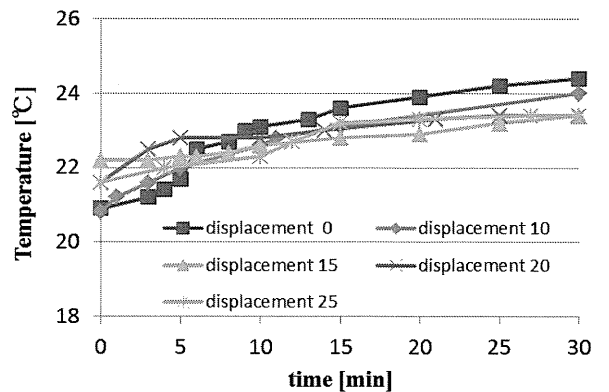


図 12. 各位置ずれにおける DC-DC コンバータ温度特性

各 gap, 位置ずれにおいて DC-DC コンバータの発熱が 5°C 以内に抑えられ, 所望の結果が得られる個 t がわかった. 体内においては血流作用により更なる良好な温度特性が得られるものと思われる.

D. 結論

以上のように, 給電可能範囲として最大ギャップ 30mm, 位置ずれ特性最大 25mm を得る事ができ更なる改良が実現できた.

E. 研究発表

1.論文発表
なし

2.学会発表

T. Oikawa, Y. Ota, T. Takura, F. Sato, H. Matsuki, T. Sato, 「Examination of Superimposed Signal and Power Transmission System in Direct Feeding FES」, 『35th Annual International IEEE EMBS Conference』, SaD10.7, 大阪, 2013.7

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

2. 実用新案登録

3. その他

該当なし

ブレイン・マシン・インターフェースによる運動・コミュニケーション機能支援装置の臨床研究

研究分担者 柳澤 琢史 大阪大学大学院医学系研究科 助教

研究要旨

本研究では、重症重症筋萎縮性側索硬化症(ALS)患者を対象として、3次元高密度多極脳表電極とブレイン・マシン・インターフェース(BMI)による脳信号解読を用いて、有線型の運動・コミュニケーション支援装置の臨床研究を行うとともに、ワイヤレス埋込型BMI装置を臨床試験実施可能なレベルの実用機の開発と非臨床試験実施を目指す。

脳磁図装置(MEG)を用いて非侵襲検査による評価手法の探索研究をさらに進め、ALS患者計1名に対して行った。その結果、平成24年度からALS患者合計4名において、MEGを用いて、皮質脳波には及ばないものの、1回1回の運動内容推定とロボットアームのリアルタイム制御が可能であることを確認した。また実運動と運動想起とで、脳活動の近似性と相違性、脳信号解読精度との関係を調べ、評価指標として実運動あるいは運動イメージ開始直前の運動関連脳磁界成分が有用であると考えられた。

A. 研究目的

本研究では、重症重症筋萎縮性側索硬化症(ALS)患者を対象として、3次元高密度多極脳表電極とブレイン・マシン・インターフェース(BMI)による脳信号解読を用いて、有線型の運動・コミュニケーション支援装置の臨床研究を行うとともに、ワイヤレス埋込型BMI装置を臨床試験実施可能なレベルの実用機の開発と非臨床試験実施を目指す。

上記を達成するため、平成25年度は、脳磁図装置(MEG)を用いた非侵襲検査による評価手法の探索研究を継続し、下記のことを行う。

- ・実運動と運動想起との比較
- ・実運動と運動想起のConnectivity解析
- ・運動内容推定とリアルタイムロボット制御

B. 研究方法

1) 実運動と運動想起との比較

脳信号解読を行う際、通常、実運動を行いその運動と脳信号解読による運動推定を比較して信号解読の推定精度を評価するが、実際に脳信号解読を必要とする患者は運動障害により実運動は困難で、運動想起時の脳信号を解読する必要がある。そこで、実運動と運動想起とで脳活動、信号解読がどのように類似点、相違点を調べた。

2) 実運動と運動想起のConnectivity解析

実運動と運動想起において、中心前回手の領域における α 帯域活動が他の領域とどのように機能的に接続しているかをimaginary coherenceを指標として調べた。

3) 運動内容推定とリアルタイムロボット制御
平成24年に引き続き、MEGを用いて運動内容推定とリアルタイムロボット制御を行い、ALS患者1名に対して適用した。

C. 研究結果

1) 実運動と運動想起との比較

実運動と運動想起の開始直前にそれぞれ一次

運動野で運動内容の解読に必要な神経活動が出現した。

2) 実運動と運動想起のConnectivity解析

一次運動野と運動関連領域との機能的接続性が強いほど実運動および運動想起時の解読精度が高くなることが明らかになった(図1)。

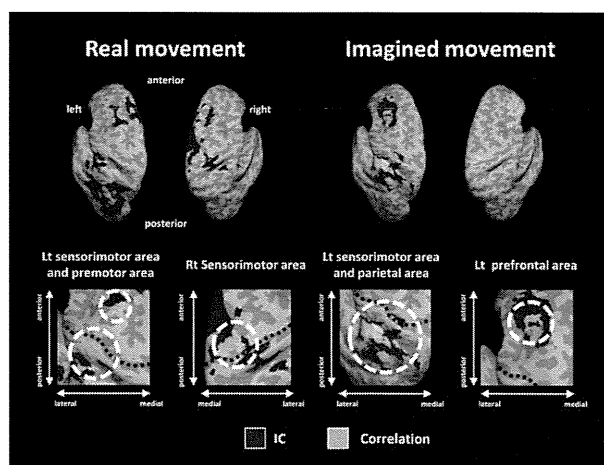


図1. 機能的接続性と解読精度との相関

3) 運動内容推定とリアルタイムロボット制御

皮質脳波には及ばないものの、MEGを用いて1回1回の運動内容推定とロボットアームのリアルタイム制御が可能であることを確認できた。

D. 考察

1) 実運動と運動想起との比較

運動障害によって実運動が困難な患者の運動想起開始直前の脳情報を的確に抽出することで、運動想起時の運動内容解読精度の向上や、侵襲型BMIに移行する際の術前評価や術前訓練などに応用できる可能性が示された。この成果をNeuroimageに投稿し、現在revision中である。

2) 実運動と運動想起のConnectivity解析

一次運動野と運動関連領域との機能的接続性を強化することで実運動や運動想起時の運動

内容解読精度を向上できる可能性が示された。
この成果をFrontiers in Human Neuroscienceに投稿した。

3) 運動内容推定とリアルタイムロボット制御

平成24年度からALS患者合計4名において、皮質脳波には及ばないものの、MEGを用いて1回1回の運動内容推定とロボットアームのリアルタイム制御が可能であることを確認できた。

E. 結論

脳磁図を用いて非侵襲的に侵襲型BMIに移行する際の術前評価や術前訓練ができる可能性が示された。

F. 健康危険情報

報告すべき健康に関する重大な危険性は認めなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

Nakanishi Y, Yanagisawa T, Shin D, Fukuma R, Chen C, Kambara H, Yoshimura N, Hirata M, Yoshimine T, Koike Y. Prediction of Three-Dimensional Arm Trajectories Based on ECoG Signals Recorded from Human Sensorimotor Cortex. PLoS One. 2013. 8(8):e72085. DOI:10.1371/journal.pone.0072085

2. 学会発表

Yanagisawa T, Fukuma R, Hirata M, Matsushita K, Kishima H, Saitoh Y, Kato R, Seki T, Sugata H, Yokoi H, Kamitani Y, Yoshimine T. Neuroprosthetic arm using MEG signals of paralyzed patients., ICCN2014, 2014/3/20, Berlin

Yanagisawa T, Fukuma R, Matsushita K, Kishima H, Saitoh Y, Hirata M, Kato R, Seki T, Sugata H, Yokoi H, Kamitani Y, Yoshimine T, Real-time prosthetic arm control using MEG signals of paralyzed patients, Society for neuroscience, 2013/11/10, SanDiego, ポスター

柳澤琢史、福岡良平、平田雅之、齋藤洋一、貴島晴彦、押野悟、菅田陽怜、松下光次郎、神谷之康、吉峰俊樹、BMI神経義手による新たなニューロ・モジュレーション、第53回日本定位・機能神経外科学会、2014/2/7-2/8、大阪、口演

柳澤琢史、脳磁図によるBCI/BMI、臨床神経生理学学会、2013/11/7、高知、招待口演

柳澤琢史、Brain machine interfaceによる神経機能の補填と修飾、近畿理学療法学会、2013/11/3、京都、教育講演

柳澤琢史、福岡良平、平田雅之、齋藤洋一、貴島晴彦、押野悟、菅田陽怜、松下光次郎、神谷之康、吉峰俊樹、運動機能障害に対する神経義手を用いたニューロフィードバック療法、一般社団法人日本脳神経外科学会 第72回学術総会、2013/10/18、横浜、口

演

Yanagisawa T, Yamashita O, Hirata M, Kishima H, Saitoh Y, Kamitani Y, Yoshimine T, Deteriorated phase-amplitude coupling on sensorimotor cortices of paralyzed patients, 第36回日本神経科学大会、2013/6/20、京都、口演

柳澤琢史、福岡良平、平田雅之、貴島晴彦、押野悟、齋藤洋一、菅田陽怜、松下光次郎、シェインモリス、神谷之康、吉峰俊樹、運動機能障害患者に対するMEG-BMIによる神経義手の適用、第28回日本生体磁気学会、2013/6/7、新潟、ポスター

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

発明者：平田雅之、柳澤琢史、神谷之康、横井浩史、吉峰俊樹、後藤哲、福岡良平、加藤龍。
名称：機器制御装置、機器システム、機器制御方法、機器制御プログラム、および記録媒体。
出願人：国立大学法人大阪大学、株式会社国際電気通信基礎技術研究所、国立大学法人東京大学。
出願：2010/03/05 特願2010-049814。
公開：2011/9/22 特開2011-186667。
取得：2014/2/7特許5467267

Ⅲ. マスコミ報道 関連資料

ICTフューチャプロジェクト

ICT FUTURE PROJECT

大阪初開催!

2014.3/23 [グランキューブ大阪]

入場無料

スイッチHAL の紹介



13:30 16:00 「デモンストレーション」

- NPO法人ICT救助隊活動報告
- 視線入力・・・藤沢義之さん
- スイッチHAL・・・岡部宏生さん
- BMI研究報告・・・平田雅之さん&橋秀明

11:00
16:00

展示コーナー

- 伝の心 ● オペレートナビTT ● マイビー
- スプリング ● レッツチャット
- トーキングエイド for iPad
- HeartyLadder

11:00
13:00

遠隔操作支援
体験とアドバイス!

11:00
13:00

相談コーナー

機器やスイッチに
関して、ご相談受付。

お気軽に
ご相談
ください!

11:00
13:00



i-Padで遊ぶ「太鼓の達人」大会

1ボタンで「太鼓の達人」に挑戦してみよう!! 誰でも参加OKです。

- 主催/NPO法人ICT救助隊・ALS協会近畿ブロック
- 協賛/NEC CSR推進本部社会貢献室

| | |
|-------|---------------|
| 総合テレビ | 月～金 4:30～8:00 |
| | 土 6:00～8:00 |
| | 日 7:00～7:45 |

NHKニュース おはよう日本

ホーム

これまでの放送

出演者

出演者ブログ

ご意見・ご要望

📺 これまでの放送

カレンダー

特集まるごと

まちかど情報室

けんコン!

| これまでの放送はこちら | 特集まるごとポータル |

2013年4月11日 (木)

念じるだけで機械が動く！ 密着・日本初の手術

[ツイート](#)
[シェアする](#)
[チェック](#)
[+](#)
[共有する](#)
[?](#)

※NHKサイトを離れます



阿部

「未来の医療につながる、驚きの映像をご覧ください。」

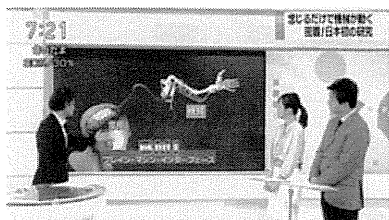
鈴木

「これは、機械で動くロボットアームなのですが、操作しているのは…。

全身の筋肉を動かさない難病の患者さんです。

体を一切動かさずに、頭で念じるだけで、操作しているんです。

取材を担当した、福岡放送局の市川ディレクターです。」



市川ディレクター

「この技術は、BMI、『ブレイン・マシン・インターフェース』と呼ばれるものです。

脳が出す電気信号を電極を使って読み取り、それで機械を操作するものです。海外では電極を直接脳に刺しこむ方法で、ロボットなどの操作に成功した例はあったのですが、安全面が大きな課題になっていました。

今回、大阪大学を中心とした研究グループは、この課題を克服すべく、世界に先駆けた臨床研究を行いました。」

念じるだけで機械が動く 密着！日本初の研究

脳と機械をつなぐBMI技術。

それを医療に活かそうと研究する大阪大学の平田雅之（ひらた・まさゆき）さんです。

大阪大学医学部特任准教授 平田雅之さん

「脳の表面にこのような電極を置いてですね。」



新たに開発した薄いシリコン製の電極。

脳を傷つけずに設置することが出来ます。

この技術を使えば、病気などで体を動かさない人でも、機械を操作できるようになると期待されています。

「橘さん、こんにちは。」

先月（3月）、日本で初めてとなる臨床研究が行われました。

橘秀明（たちばな・ひであき）さん、61歳です。

6年前、全身の筋肉が動かなくなる難病、ALS＝筋萎縮性側索硬化症と診断されました。

大手化学メーカーの研究者として長年働いてきた橘さん。

診断からわずか1年で寝たきりとなり、自力で呼吸することさえできなくなりました。

今、動くのは目と唇を動かす筋肉だけです。

病気が進行する中、少しでも早くこの技術が実用化されればと、協力を決めました。

どうやって機械を操作するのか。

橘さんが何か動きをイメージすると、脳からはそれに応じた電気信号が出されます。

この信号を電極で読み取り、今どんな動きをしたいのか、分析します。

その結果をロボットアームなどに送り、同じ動きをさせるのです。

3月6日。

手術が始まりました。

まず慎重に脳の表面をあらわにします。

こうした手術はてんかんの検査を行うときなどにも用いられ、安全性が確認されています。

開発したシリコン製の電極を脳の表面におきます。

位置がわずかでもずれば、正確に信号を捉えることができません。

開始から5時間。

手術は無事、成功しました。

妻 三千代さん

「もう目が覚めている、すごいいね。」

大丈夫？」

橘さんの意識はすぐに回復。

後遺症も見られません。



妻 三千代さん

「ほっとしました。」

期待どおりに進んでいけばと思います。」

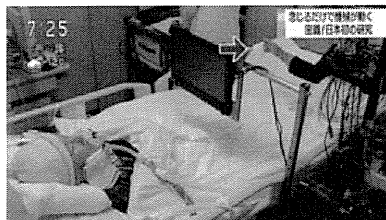
手術から19日後。

いよいよ、脳の信号を使って機械を操作できるか試す日です。

今回のような方法でALSの患者が機械を操作できた例は、世界でも報告されていません。

電極から送られてくる信号を独自のシステムで解析。

橘さんがイメージした動きをロボットアームに伝えます。



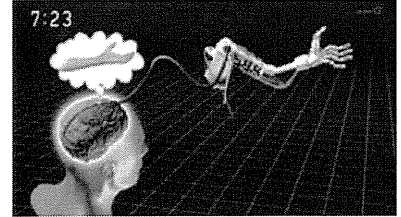
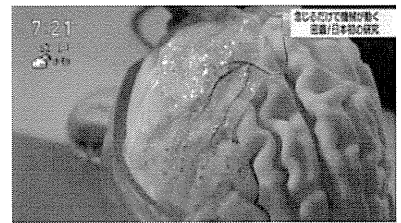
始めに、手を握る動き。

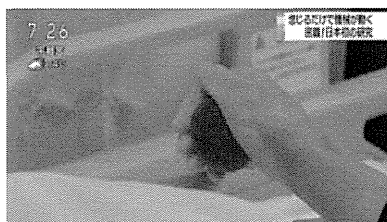
橘さんが頭の中でイメージすると…。

ロボットが手を握りました。

成功です。

続いて、つかんで離す、2つの動き。





「はい、じゃあ握ってみて下さい。
ぐー。
はいはい、はい良いですよ。
はい、じゃあ開いて下さい。
はいはい。」

思い浮かべた瞬間に、動作が実現します。

テストを繰り返した結果、最終的に8割ほどの確率で操作を成功させられるようになりました。

さらに挑んだのはパソコンの操作です。

文字盤の上を自動で動くカーソルを、狙った場所で止めながら文字を選んでいきます。

目指すのは、「こんにちは」と入力すること。

ところが、なかなかうまくいきません。

橋さんが1文字選ぶたびに、システムは何回も正確に信号を読み取る必要があります。

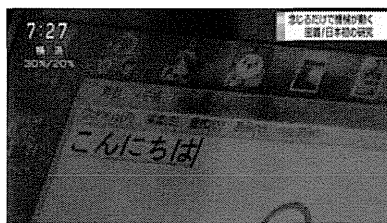
しかし、精度がなかなか高まりません。

「ちょっとこれ、だいぶ不安定ですね。

これあかんですね。」

微妙な調整を繰り返します。

そして、ついに。



「おー！」

「よかったね。
すごい、すごい、すごい、すごい。」

この日、成功したのは「こんにちは」の一言。
たった5文字ですが、確かな一歩です。



大阪大学医学部特任准教授 平田雅之さん

「ALSの患者さんでもできるということがわかったことは、非常に大きなことで。

(将来的には) 車いすを思いどおりに動かしたり、ロボットアームを思いどおりに動かしたり、コンピューターで自分が思ったようにしゃべってくれるということで、普通になりに近い形で生活ができるというところを目指していきたい。」

阿部

「病気を抱える患者や家族のみなさんにとって、この研究は大きな希望になりますよね。」

鈴木

「研究に参加された橋さんはどう感じていらっしゃったんでしょうか？」

市川ディレクター

「橋さんはずっと体を動かしていなかったので、動作をきちんとイメージ出来るかというのが不安に思ってたんですが、無事にできてほっとしたということです。

この今回のデータが、これからの技術の発展に少しでも役立てばというふうに願っていらっしゃいました。」

阿部

「やはり患者さんにとって、実用化に向けた願いは強いものがあるでしょうね。」

市川ディレクター

「ただ、大阪大学の研究はまだ臨床研究という段階で、まだまだ長い期間の安全性ですとか、検証を要することはたくさん残っています。」

ただ大阪大学では、できるだけ早い実用化を目指したいとしています。」



Copyright NHK (Japan Broadcasting Corporation). All rights reserved. 許可なく転載することを禁じます。

[ご意見・お問い合わせ](#) | [NHKにおける個人情報保護について](#) | [NHK著作権保護](#) | [NHKオンライン利用上の注意](#) | [番組表](#) |

このページは受信料で制作しています。

IV. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

| 著者氏名 | 論文タイトル名 | 書籍全体の編集者名 | 書籍名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|-----------|-----|------|---------------|
| 平田雅之、 柳澤琢史、 吉峰俊樹 | 脳表電極を用いた ブレイン・マシン ・インターフェ ース | 鈴木則宏、 祖父江元、 荒木信夫、 宇川義一、 川原信隆 | Annual Review of 神経2014 | 中外医学 社 | 日本 | 2014 | pp107-11 3 |

雑誌

| 発表者氏名 | 論文タイトル名 | 発表誌名 | 巻号 | ページ | 出版年 |
|--|--|---------------------------------------|---------|-----------|------|
| Nakanishi Y, Yanagisawa T, Shin D, Fukuma R, Chen C, Kambara H, Yoshimura N, Hirata M, Yoshimine T, | Prediction of Three-Dimensional Arm Trajectories Based on ECoG Signals Recorded from Human Sensorimotor Cortex | PLoS One | 8(8) | e72085 | 2013 |
| Matsushita K, Hirata M, Suzuki T, Ando H, Ota Y, Sato F, Morris S, Yoshida T, Matsuki H, Yoshimine T | Development of an implantable wireless ECoG 128ch recording device for clinical brain machine interface | Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc | | 1867-1870 | 2013 |
| Nomura K, Kazui H, Tokunaga H, Hirata M, Goto T, Goto Y, Hashimoto N, Yoshimine T, Takeda M | Possible roles of the dominant uncinate fasciculus in naming objects: A case report of intraoperative electrical stimulation on a patient with a brain tumour | Behav Neurol | 27(2) | 229-234 | 2013 |
| Hirata M, Yoshimine T | Clinical application of neuromagnetic recordings: from functional imaging to neural decoding | IEICE Trans Electron | 96-C(3) | 313-319 | 2013 |
| 平田雅之、吉峰俊 樹 | 皮質脳波を用いたブレ イン・マシン・インター フェースによる身体機 能障害の代替 | 技術予測レポ ート2023 | | 15-25 | 2013 |
| 平田雅之 | 皮質脳波を用いた低侵 襲BMI | 別冊・医学のあ ゆみ BMIの 現状と展望 | | 45-52 | 2013 |
| 平田雅之 | 脳律動変化にもとづい た脳電磁計測とブレ イン・マシン・インター フェース | 認知神経科学 | 15(1) | 55-60 | 2013 |

| | | | | | |
|--|--|---|---------|-----------|------|
| 平田雅之、吉峰俊樹 | 皮質脳波を用いたワイヤレス体内埋込型運動・意思伝達機能補填装置 | 臨床評価 | 41(1) | 102-105 | 2013 |
| 平田雅之、吉峰俊樹 | ブレイン・マシン・インターフェース Brain-machine interface | 理学療法ジャーナル | 47(7) | 629-634 | 2013 |
| 平田雅之 | Brain-machine interface (BMI) の現状と展望① 皮質脳波を用いた低侵襲BMI | 医学のあゆみ | 245(12) | 1035-1042 | 2013 |
| Seki T, Nakamura T, Kato R, Morishita S, and Yokoi H | Development of Five-Finger Multi-DoF Myoelectric Hands with a Power Allocation Mechanism | Journal of Mechanics Engineering and Automation | 4 | 97-105 | 2014 |

V. 研究成果の刊行物・別刷

7) 脳表電極を用いた ブレイン・マシン・インターフェース

大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学特任准教授 平田雅之
同 脳神経外科学 柳澤琢史
同 教授 吉峰俊樹

key words brain machine interface, electrocorticogram, neural decoding, implantable device

要 旨

ブレイン・マシン・インターフェースは非侵襲型、低侵襲型、高侵襲型に分けられる。侵襲型では手術が必要であるが、高い性能が得られやすい。微小針電極を用いる高侵襲型では運動ニューロンがもつdirectional tuningという特性を用いて、巧緻な運動制御が可能であるが、長期安定性に問題がある。脳表電極を用いる低侵襲型では運動企图時に生じるγ帯域活動を用いて、ロボットアームのリアルタイム制御が可能であり、長期安定性の面で優れる。侵襲型では感染リスク低減のため体内埋込化が必要であるが、いったん埋め込むと装脱着の必要がなく利便性に優れる。また、当初はALSなどの重症の身体障害者への適用が期待されるが、技術レベルの進歩により、より患者数の多い疾患にも適用可能となると考えられる。

動 向

ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) は侵襲性の観点からは、侵襲型と非侵襲型に大きく2つに分けられる。非侵襲型はその名の通り侵襲性がないのが最大の利点である。一方侵襲型は手術を必要とするが高い性能が得られやすいのが特徴である。侵襲型はさらに高侵襲型と低侵襲型に分けられる。高侵襲型が微小多極針電極を脳実

質に刺入するのに対して、低侵襲型は脳表電極(硬膜下電極)を脳表面に置くだけなので、脳実質に対する侵襲が少ない。

微小針電極からは個々の神経細胞のスパイク活動や複数個の神経細胞の集合電位であるlocal field potential (LFP) が計測され、時間・空間分解能が高い。BMIは最初は脳波を用いてヒトに適用されたが、2000年を境に米国の神経生理学者がサルを用いた実験で運動野のスパイク活動を解読してロボットアームやコンピュータカーソルの制御ができることを明らかにしたことで研究が急速に進み、盛んになった^{1,3)}。

これらの研究ではいずれも運動野の運動ニューロンがもつdirectional tuningという特性を利用している。directional tuningとは上肢の運動ニューロンは上肢の特定の運動方向に選択的に反応するというものである⁴⁾。この特性を用いると上肢の運動方向が2次元であればわずか数十個、3次元でも数百個の運動ニューロンの発火パターンを見るだけで正確に推定できることがわかり、大きく注目された^{1,2)}。

最近ではサルがBMIでコントロールしたロボットアームで自在に餌を食べることに成功したとSchwartzのグループが報告している⁵⁾。また2006年にHochbergらは脊髄損傷で四肢麻痺の