



第4回 脳神経外科 BMI懇話会

抄録集

Brain-machine Interface

会期

2017年11月18日(土) 11:00-17:30

会場

東京医科歯科大学 鈴木章夫記念講堂

当番世話人

前原 健寿 (東京医科歯科大学 脳神経外科)

第4回 脳神経外科 BMI懇話会

会場のご案内



【最寄り駅】

- JR中央線・地下鉄丸ノ内線「御茶ノ水駅」
- 地下鉄千代田線「新御茶ノ水駅」下車、徒歩5分

ご案内とお願い

参加者の皆様へ

1. 参加受付は M&D タワー2 階・鈴木章夫記念講堂前にて、11 月 18 日午前 10 時半より行います。
2. 参加費は 3000 円、学生無料です。
3. 会場内での呼び出しは行いません。
4. クロークの設置はありません。
5. 鈴木章夫記念講堂内は飲食厳禁です。ご協力をお願い致します。

演者・座長の皆様へ

1. 演題受付方法について
PC 受付はございません。各自の PC をお持ち込みでご発表をお願い致します。
プロジェクターへの接続は D-sub 15pin (VGA) アダプタをご用意しています。
2. 発表に際して
 - ① 前演者の発表開始後、直ちに会場内の次演者席にお座りください。
 - ② 発表は全て PC によるプレゼンテーション（1 面映写）になります。スライドやビデオはご使用になれません。
 - ③ 発表時間は特別講演 30 分、特別シンポジウム 10 分、ポスターは自由発表形式ですので、ご自身のポスターのお近くで待機してください。時間厳守をお願い致します。
3. 座長の先生へ
 - ① いらっしゃいましたら座長受付にお寄り下さい。
 - ② セッション開始 10 分前には会場内の次座長席におつきください。
 - ③ 時間厳守にて進行をお願い致します。
4. 討論される方へ
鈴木章夫記念講堂では座席にマイクがございます。挙手の上、座長の許可をお待ちいただき、着席のまま座席よりご討論ください。

ランチョンセミナーについて

12-13 時に、ミユキ技研の共催にて、医学科共用講義室にて行われます。食事のご用意がありますが、教室外への持ち出しはご遠慮ください。事前の登録は不要です。

第4回脳神経外科BMI懇親会 プログラム

受付開始 10:30

開会の辞 11:00

当番世話人 前原 健寿

特別講演1 BMI入門 11:05～12:05

座長：東北大学脳神経外科 富永 悌二

自治医科大学脳神経外科 川合 謙介

講演1 生体信号とデジタルデータ処理の基本

旭川医科大学医学部脳神経外科 鎌田 恭輔

講演2 非侵襲脳計測によるブレインマシンインタフェース

東京工業大学科学技術創成研究院 小池 康晴

ランチョンセミナー 12:10～13:10

(株式会社ミュキ技研共催)

座長：東京医科歯科大学脳神経外科 前原 健寿

「Real-Time Applications of Invasive Brain-Computer Interfaces」

Christoph Kapeller, Ph.D.

Head of Department of Invasive Neuroimaging, Guger Technologies OG

特別シンポジウム BMIの医工連携・ニーズとシーズのマッチング 13:10～14:40

座長：大阪大学国際医工情報センター 吉峰 俊樹

ATR 脳情報通信総合研究所 川人 光男

1. 脳外科医から工学者へ

1-1 覚醒下手術における新たな脳機能マッピング法 “Passive language mapping”の展望

旭川医科大学脳神経外科 田村 有希恵

1-2 非接触3次元位置センサと皮質脳波を用いた生体計測技術のBMI応用を通じて医工連携を考える

東京医科歯科大学脳神経外科 清水 一秀

1-3 東大脳外科におけるBMIへの取り組み

東京大学医学部附属病院脳神経外科 嶋田 勢二郎

2. 工学者から脳外科医へ

2-1 非接触センサによる生体計測技術の BMI 応用

東京電機大学理工学部電子・機械工学系 荒船 龍彦

2-2 実環境 BMI 研究の現状と課題ー工学者から脳外科医へー

国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 動的脳イメージング研究室 川鍋 一晃

3. パネルディスカッション (上記パネリスト 5 人)

ポスターセッション 14:45～15:45

刺入電極で計測される神経発火頻度を用いた、高精度に神経義手制御可能な新しいデコーダー

大阪大学 医学系研究科 脳神経外科 井上 洋

単一ニューロン活動・局所電場電位・皮質脳波活動の同時記録によるヒト発声活動のデコーディング

東京大学医学部脳神経外科 井林 賢志

難治性てんかん患者における頭蓋内留置電極と運動負荷試験および Microsoft Kinect 等を用いた BMI (Brain Machine Interface) 解析

東京医科歯科大学医学部医学科 柏 良之輔

ブレイン・マシン・インターフェースのための体内埋込型脳波計の開発

大阪大学国際医工情報センター 亀田 成司

P300 脳波解析における畳み込みニューラルネットワークの応用

筑波大学生命領域学際研究センター 兒玉 拓巳

嚥下機能再建を目指したヒト頭蓋内電極による嚥下時脳機能解析

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 橋本 洋章

ブレイン・マシン・インターフェース技術による意思伝達支援～スマートデバイスのアクセシビリティ機能との融合～

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学寄付研究部門 藤本 陽介

ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) に対する脊髄損傷患者の期待に関する意識調査

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学 何 馨

課題に応じた ECoG High- γ band activity の発現傾向の検討

順天堂大学医学部脳神経外科 三橋 匠

心拍変動モニタリングによるウェアラブルてんかん発作予測システムの開発

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科心療・緩和医療学分野 宮島 美穂

特別講演 2 BMI の最先端 15:50～17:50

座長：東京大学脳神経外科 斉藤 延人

大阪大学脳神経外科 貴島 晴彦

講演 1 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：

長期埋込臨床研究に向けた取組みと今後の展望

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学／大阪大学脳神経外科 平田 雅之

講演 2 計測と制御から見た BMI

大阪大学大学院基礎工学研究科 大城 理

講演 3 神経信号多点記録と電気刺激－in vitro 系からのアプローチ

東京大学・大学院工系研究科 神保 泰彦

講演 4 ストレッチャブル薄膜電極を用いたワイヤレス脳信号計測システムの開発

大阪大学産業科学研究所 関谷 毅

閉会の辞 17:50～17:55

当番世話人：前原 健寿

当番世話人ご挨拶



この度、第4回 脳神経外科 BMI 懇話会を平成 29 年 11 月 18 日 東京医科歯科大学 鈴木章夫記念講堂で開催させていただくことになりました。脳の機能を知ることは脳の手術を行う脳神経外科医にとっては身近で不可欠な作業です。脳科学の進歩により我々が今まで知らなかった技術や知識が次々に出現してきたことで、脳神経外科は大きな発展を遂げてきました。日本の脳神経外科医は欧米の脳神経外科医と異なり、手術だけではなく、検査、診断に深くかかわっています。非合理的な作業を行い、一見時間を無駄にしているようにみえますが、脳そのものから直視下に脳の情報をえることができることこそが、脳神経外科医の BMI に対する情熱の原動力になっているのだと思います。

しかし、その情報をいかに解析するか、どのような interface を介して output するかについては、脳科学者、工学者など、多くの科学者の力を借りなければなりません。

今回の学会では、まず BMI に興味をもっているものの、ノウハウがわからない先生を対象に BMI 入門のためのシンポジウムを企画しました。次に脳外科医、工学者双方の立場からの要望を発信してもらい、BMI のニーズとシーズに対する医工連携を目指したパネルディスカッションを予定しています。締めくくりとして、現在の BMI の最先端の先生の講演を予定しています。脳神経外科医のみならず脳科学者、工学者の多くの方々の参加をお待ちしています。

東京医科歯科大学 脳神経機能外科学 教授
前原 健寿

特別講演 1 BMI 入門

(11:05～12:05)

座長：東北大学脳神経外科 富永 悌二
自治医科大学脳神経外科 川合 謙介

講演 1 生体信号とデジタルデータ処理の基本

旭川医科大学医学部脳神経外科 鎌田 恭輔

講演 2 非侵襲脳計測によるブレインマシンインタフェース

東京工業大学 科学技術創成研究院 小池 康晴

講演 1

生体信号とデジタルデータ処理の基本

¹⁾旭川医科大学医学部脳神経外科

²⁾旭川医科大学医学部教育推進センター

鎌田恭輔 ¹⁾、竹内文也 ²⁾

脳神経外科医は開頭術を含めた手法を用いて、頭蓋内信号の計測により治療戦略を立てることができる大きなアドバンテージがある。頭蓋内信号とは脳皮質電位(Electrocorticogram)、血流、および組織蛍光マッピングなどが上げられる。本学会のテーマである Brain Computer Interface では、被験者の意志と関連した ECoG の時間軸に沿った電位・周波数変化を高速で解析することがある。次に解析結果パターンを判別し、その結果をリアルタイムに出力系デバイスと連結することである。ECoG の関心周波数の潜時、検出電極位置などは未だに目視による選択が必要であり、まず 1, ECoG データを Matlab で読み取り可能なフォーマットに変換する必要がある。Wavelet toolbox を用いて時間-周波数解析 (Wavelet, short FFT)、またコヒーレンス解析を行うことができる。しかし、解析結果は未だに visual inspection による解析者による関心信号を決定する必要がある。また選択した信号群を課題別に判別するには、artificial intelligence(AI)を用いて、容易に抽出できるレベルには未だ到達していない。2, 判別関数では Linear Discrimination Analysis, Support Vector Machine, 特に本邦では Sparse Logistic Regression (SLR) が用いられている。SLR の特徴は、ECoG 生データを自動解析した後に特徴量を検出、必要な電極、時間軸上に判別の重み付けを行うことができる。AI はデータを投入することで、我々の望む結果を得ることができるという幻想があることを認識しなければならない。つまり、未だ地道、しかし、確実なデータ解析が未だ AI を凌駕していること、さらにデータを解析するために便利な toolbox、tips について解説する。

講演 2

非侵襲脳計測によるブレインマシンインタフェース

Brain Machine Interface using non-invasive brain measurement system

東京工業大学科学技術創成研究院

小池康晴

「考えただけでロボットを操作する」ブレインマシンインタフェースの研究は過去 20 年近く発展し、現在では、多自由度のロボットを使って物体を操作できるところまで進んでいる。ハードウェアの技術としては、多チャンネルの針電極、ECoG などが一般的に用いられ、信号も無線により転送することで、非拘束でも計測できる環境が整いつつある。また、信号を解析するソフトウェアの技術についても、機械学習の進歩により大量のデータを用いてデコーダーを作成することもできるようになってきている。

一方、非侵襲計測装置を用いたブレインマシンインタフェースとしては、脳波を用いたものは古くから開発されていたが、実用的に利用できるものはあまりなかった。fMRI や NIRS を用いたブレインマシンインタフェースも開発されているが、可搬性や価格などを考えると、実際に実用化するまでにはまだ解決しなければいけない問題も多い。

我々のグループでは、侵襲型の計測装置である針電極や ECoG を用いて動物実験により、筋骨格計モデルを用いたブレインマシンインタフェースの研究を続けている。その結果、脳活動から運動を直接推定するのではなく、いったん筋活動を推定した後、筋骨格系モデルを用いて運動を推定する手法により、多自由度の動きや力の情報も推定することが可能となった。脳波などの非侵襲計測手法により筋活動が推定可能であれば、侵襲的な手法で確立した方法が利用可能であるため、時間分解能が高い脳波によるブレインマシンインタフェースの研究を現在は進めている。

脳波は空間分解能が低いことから屈筋や伸筋などの筋活動を推定することは困難であるため、VBMEG という脳波のセンサデータからその信号源を推定する技術を用いて、時間的に、空間的にも高解像度の情報を用いて筋活動を推定した。

本講演では、脳波によるブレインマシンインタフェースの研究を中心に、運動情報を抽出する手法についてその概要を解説する。

MEMO

Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal dashed lines.

ランチョンセミナー

(12:10～13:10)

座長：東京医科歯科大学脳神経外科 前原 健寿

Real-Time Applications of Invasive Brain-Computer Interfaces

Christoph Kapeller, Ph.D.

Head of Department of Invasive Neuroimaging, Guger Technologies OG

ランチョンセミナー

Real-Time Applications of Invasive Brain-Computer Interfaces

Head of Department of Invasive Neuroimaging,
Guger Technologies OG
Christoph Kapeller, Ph.D.



Abstract:

Progressing neural diseases can lead to severe functional deficits, making a normal life almost impossible for those affected. Without any possibility to communicate via their body, such people would greatly benefit from a brain-computer interface that directly interprets their brain signals and thus allows them to interact with their environment. Concepts of brain-computer interfaces have been demonstrated over the last 40 years, revealing their great potential and at the same time suffering from their complex nature. Recently utilized invasive sensor types, recording electrocorticographic signals directly from the brain surface, tremendously improved the signal quality with a moderate amount of required sensors. Brain-computer interface concepts that have previously lacked in speed or accuracy might overcome these issues using invasive sensors and regain attention. This enables reliable real-time detection and discrimination of real and imagined movements, as well as real-time classification of visual percepts within half a second. Moreover, brain activity in the electrocorticogram can be excellently localized with great temporal resolution. The ability to reveal important cortical regions in the operating room in real-time could support neurosurgeons to optimize the functional outcome of candidates for brain surgery from approximately 50 million people worldwide suffering from epilepsy and about 260,000 new brain tumor cases worldwide every year.

CV:

Christoph Kapeller received his BSc. and MSc. in Biomedical Engineering at the University of Technology in Graz in 2010 and 2012, and his PhD. in Computer Science at the Johannes Kepler University in Linz in 2017. He is currently working on non-invasive and invasive real-time brain-computer interfaces, looking for new ways to interact with the brain. This includes design and implementation of signal processing methods, which are applicable for real-time processing. Furthermore, he is investigating technologies to localize and categorize brain functions, including high-gamma activity and cortico-cortical evoked potentials.

特別シンポジウム

BMI の医工連携・ニーズとシーズのマッチング

(13:10～14:40)

座長：大阪大学国際医工情報センター 吉峰 俊樹
ATR 脳情報通信総合研究所 川人 光男

1. 脳外科医から工学者へ

1-1 覚醒下手術における新たな脳機能マッピング法“Passive language mapping”の展望

旭川医科大学脳神経外科 田村 有希恵

1-2 非接触 3 次元位置センサと皮質脳波を用いた生体計測技術の BMI 応用を通じて医工連携を考える

東京医科歯科大学脳神経外科 清水 一秀

1-3 東大脳外科における BMI への取り組み

東京大学医学部附属病院脳神経外科 嶋田 勢二郎

2. 工学者から脳外科医へ

2-1 非接触センサによる生体計測技術の BMI 応用

東京電機大学理工学部電子・機械工学系 荒船 龍彦

2-2 実環境 BMI 研究の現状と課題ー工学者から脳外科医へー

国際電気通信基礎技術研究所(ATR)動的脳イメージング研究室 川鍋 一晃

3. パネルディスカッション(上記パネリスト 5 人)

1. 脳外科医から工学者へ

1-1

覚醒下手術における新たな脳機能マッピング法“Passive language mapping”の展望

The future of the innovational technique of Passive language mapping for awake craniotomy

旭川医科大学脳神経外科

田村有希恵

覚醒下手術における脳機能マッピングとして、脳皮質電気刺激(ECS)がゴールドスタンダードとして用いられている。しかし、患者状態により課題が困難な場合、特に言語野マッピングに難渋する。近年、脳皮質電位(ECoG)における 80-140Hz の高周波律動である high gamma activity(HGA)は脳局所活動を反映するとされ、脳機能マッピング法として注目されている。また、言語皮質に対する単発皮質電気刺激を用いた皮質-皮質間誘発電位(CCEP)は、皮質領野間のネットワークを機能的かつ両方向性に評価できると報告されている。これら HGA 解析と CCEP を用いた、新たなリアルタイム言語野マッピング法として、我々は患者協力不要の“Passive language mapping”を以前報告した。

優位半球に脳実質内腫瘍のある患者らを対象とし、覚醒下で Passive language mapping を行った。まず患者らに linguistic sound を聴かせ側頭葉言語野における HGA 解析を行った。同定した側頭葉言語野に単極皮質電気刺激を行い、前頭葉で CCEP を検出、前頭葉言語野を確認した。すべての対象について ECS を行い、Passive language mapping の感度特異度を算出、比較検討したところ、5 症例ではあるが比較的高い精度のマッピング方法であることがわかった。以上より“Passive language mapping”は患者協力が不要な合理的かつ客観的に行うことのできる手法といえる。一方、ハード・ソフトウェアの使用方法がやや煩雑であることが課題であり、工学者の方々にはシステムの簡便化や計測結果の表示の簡明化を期待する。これによりマッピング時間が短縮され、患者負担を軽減することができ、またデバイスの操作者や観測者によらない統一性のある結果を得ることができると考えられる。

1. 脳外科医から工学者へ

1-2

非接触 3 次元位置センサと皮質脳波を用いた生体計測技術の BMI 応用を通じて
医工連携を考える

Discussion on medical-engineering collaboration through brain machine interface study using non-contact 3-dimentional sensor and intracranial electrocorticography.

東京医科歯科大学脳神経外科

清水一秀

当科では東京電機大学荒船研究室と共同で、難治性てんかん患者の頭蓋内電極留置症例に対して運動負荷時の皮質脳波を解析し、同時に非接触 3 次元センサである Microsoft Kinect v2 センサと独自開発モジュールを用いた空間位置計測による BMI 応用を目指し研究を行っている。頭蓋内に電極を留置することで通常の皮質脳波の 10 倍の感度と空間分解能を持つ脳波を得ることが出来るが、侵襲的な操作であり難治性てんかんの治療など特殊な状況下のみで計測が可能となる。一方で、検査や治療のみならず、臨床で得られる貴重なデータを用いた breakthrough を生み出すには臨床医以外の目と技術を欠かすことができない。これら双方の needs と seeds が互いに噛み合い、違う技術を持つ者同士が同じ現場に立ち、新たな発見と技術開発を生む環境こそが医工連携の有るべきところと考える。古くは「お医者さんの無理難題」を工学者が「御用聞き」していた時代からどう変わっていくべきかを議論したい。

1. 脳外科医から工学者へ

1-3

東大脳外科における BMI への取り組み

Neurosurgeons' approach to BMI in the University of Tokyo Hospital

東京大学医学部附属病院脳神経外科

嶋田勢二郎

一般に BMI と言えば、出力型のシステムを想像するが、侵襲的な BMI において先に臨床応用が進んでいるのは、聴性脳幹インプラントなどの入力型のシステムや神経疾患治療に対する脳刺激型のシステムである。治療を目的とした刺激システムには、迷走神経刺激療法や RNS (Responsive NeuroStimulation)、脳深部刺激療法がある。これは電気刺激が脳に一定の興奮もしくは抑制を慢性的に引き起こすことで作用する。また、入力型のシステムではある程度の誤差が許容されるとともに、入力パラメータの調整による誤差の軽減が期待できる。すなわち、これらの BMI では埋め込み段階での繊細なチューニングが必要ないため、臨床応用が比較的進みやすいと考えられる。一方で、出力型の侵襲的 BMI の開発・臨床応用は大きく遅れており、これには複数の要因が想定される。てんかんを持つ患者さんにおける慢性頭蓋内脳波記録という経験と BMI システム確立の間のギャップについて我々の現状に基づいて考察し、問題解決に向けた医工連携の在り方について議論する。

2. 工学者から脳外科医へ

2-1

非接触センサによる生体計測技術の BMI 応用

Biomedical measuring system for BMI Application using non-contact sensor

東京電機大学理工学部電子・機械工学系

荒船龍彦

てんかん焦点切除治療患者の埋め込み電極による脳波計測の際、脳波計測と同時に運動タスク計測が必須である。近年の脳波形装置の計測サンプリングレートが向上したことに伴い、これら運動計測にも高い正確性と誰が計測しても同じように計測ができる定量性が求められるようになった。我々は Microsoft 社の Kinect V2 センサと、Kinect SDK として同社より提供されている画像処理による骨格抽出 (Skeleton Tracking) とマイコンモジュールを用い、肘の屈折運動や口の開閉といった身体運動をマーカー無しに画像計測のみから導出し、肘であれば屈折角度閾値を指定しての屈折タイミング、口であれば open/close タイミングをマイコン経由でトリガ信号を脳波形へと出力し、オフラインでの脳波解析に活用できる計測システムを構築した。Kinect V2 はカラーカメラだけでなく TOF 方式の赤外線深度カメラ (三次元計測装置) の機能も搭載されており、こちらを活用した様々な生体計測技術についても紹介する。

2. 工学者から脳外科医へ

2-2

実環境 BMI 研究の現状と課題－工学者から脳外科医へ－

Current State and Issues of Real-world BMI Researches -From Engineers to Brain Surgeon-

国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 動的脳イメージング研究室

川鍋一晃

ATR は 2011 年から 2015 年にかけて総務省の「脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発」に従事し、日常的に装着できる小型・軽量の脳活動計測装置の信号から、ネットワーククラウド上のビッグデータを活用して利用者の意図を解読することで、要介護者等の日常的な動作やコミュニケーションの支援を可能とするネットワーク型 BMI のプロトタイプを構築した。一方で、このようなシステムが社会に応用されるためにはまだ課題が多いことも明らかになった。まず、ガジェットを除けば、現在の脳活動計測装置は日常生活を送れるほど小型・軽量ではなく、一般の方が正しく装着するのも容易ではない。次に、実環境での脳活動信号は個人差や非定常性が大きく、脳情報を日々安定的に解読するためにはロバスト機械学習法の開発が必須である。最後に、複雑な日常生活状況を脳情報のみから推測するのは困難なので、IoT やウェアラブルセンサからの情報を人工知能技術で解析し、統合することで BMI の利便性を大幅に向上させることが不可欠である。特に、最初のポイントについては、現在はまだ手術などの敷居が高いが、低侵襲型で長時間記録可能な脳活動計測装置の実現や社会情勢の変化があれば、日常生活での脳情報を疾患の治療や健康の維持に活かせる時代がいずれ到来するかもしれない。医工連携によりそのようなシステムが発展していくことを期待している。

特別講演2 BMIの最先端

(15:50～17:50)

座長：東京大学脳神経外科 齊藤 延人
大阪大学脳神経外科 貴島 晴彦

- 講演1 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：
長期埋込臨床研究に向けた取組みと今後の展望
大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学／大阪大学脳神経外科 平田 雅之
- 講演2 計測と制御から見た BMI
大阪大学大学院基礎工学研究科 大城 理
- 講演3 神経信号多点記録と電気刺激－*in vitro*系からのアプローチ
東京大学大学院工系研究科 神保 泰彦
- 講演4 ストレッチャブル薄膜電極を用いたワイヤレス脳信号計測システムの開発
大阪大学産業科学研究所 関谷 毅

講演 1

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：

長期埋込臨床研究に向けた取組みと今後の展望

Fully-implantable wireless brain machine interfaces: progress toward clinical research of chronic implantation and future perspective

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学／大阪大学脳神経外科
平田雅之

今年に入り Tesla motors や Facebook など先進的企業が相次いでブレインマシンインターフェース (BMI) への参入を表明しており、BMI に関する認知が経済界まで広がり、実用化がいよいよ現実味を帯びてきた。

我々は約 10 年前に本格的に BMI の研究を開始し、頭蓋内電極を留置した患者を対象として臨床研究を行い、ロボットアーム制御を中心とした BMI 技術を開発してきた。その成果にもとづき 4 年前に完全四肢麻痺 ALS 患者を対象として、有線での臨床研究を短期電極留置により行い、意思伝達装置とロボットハンドの操作に成功した。

その後、多チャンネルワイヤレス体内埋込脳波計、人工知能技術を用いた脳信号解読、インテリジェント自律ロボットアーム等の開発を続けており、平成 28 年 4 月に大阪大学に臨床神経医工学を設立し、研究開発体制をさらに強化して取り組んできた。平成 29 年度末からワイヤレス体内埋込装置の長期埋込による臨床研究を開始するべく、平成 28 年度末に臨床研究申請を行い、現在、患者の認知機能や BMI への関心の有無を踏まえて、臨床研究の候補患者の絞り込みを行っている。この臨床研究では人工呼吸器管理下にある重症 ALS 患者 3 名を対象として、体内埋込装置の安全性の検証と、脳信号解読制御の有効性の検証と探索を行い、その結果を踏まえて次の段階で治験を実施する計画である。

この臨床研究により多チャンネルワイヤレス体内埋込装置が長期埋込されれば、重症身体障害者に対する BMI による 24 時間 365 日のサポートが可能になるだけでなく、体内埋込装置を用いた頭蓋内脳波の長期計測により、クオリティの高い脳信号のビッグデータが取得可能になるため、最新 AI 技術を用いて解読制御性能の飛躍的向上が期待できる。

またマルチチャンネルワイヤレス体内埋込脳波計は、従来の神経系体内埋込装置のほとんどが電気刺激により神経機能を修飾するのに対して、脳活動を多チャンネルで計測して、脳信号解読制御に用いるという全く新規の埋込装置であり、その発展応用が期待される。

講演 2

計測と制御から見た BMI

Instrument and Control Engineering for BMI

大阪大学大学院基礎工学研究科

大城 理

負帰還を施された自動制御系は、制御すべき対象と計測器、比較器、制御器等から構成される閉ループシステムであり、現在社会を支える最も重要な基盤技術の一つである。例えば、超高層ビルが立位したり、公共交通機関が時間通りに目的地に到達したりするのも、この技術の恩恵の賜物である。制御対象としてヒトを鑑みると、ヒトは体温、血圧等のバイタルシグナルを一定に保つ機能、すなわち、ホメオスタシスを有している。これは工学的観点から見ると、ヒトの体内にも計測器、比較器、制御器等から構成される負帰還制御系が備わっていることと等価になる。体調不良、すなわち、この制御系が不調になると、発熱、高血圧等の症状が発生する。この症状を和らげるために、検温、血圧測定等の計測技術(診断)と冷却、投薬等の制御技術(治療)が発達してきた。このように、ヒトは、元来有する計測制御機能と自らが発展させてきた計測制御技術を組み合わせることで、快適な日常生活を暮らしている。しかしながら、先天的、あるいは、不慮の事故等でその機能が失われた時、すなわち、上述した閉ループが体内で切断された時、為す術もなかったのが現実である。これは、従来の技術が経皮的な計測、経口的な制御であるため、ループを復元することができなかったためである。近年、ヒトの筋肉や神経から直接生体信号を獲得したり、それらにダイレクトに刺激を与えることが可能な技術が発達してきた。具体例を挙げると、人工内耳は既に実用化されているし、人工網膜も研究室レベルから次の段階へ進みつつある。また、VR(Virtual Reality)、AR(Augmented Reality)、HI(Human Interface)技術等も併用することにより、失われた機能を仮想的に復元させる研究も行われている。換言すると、自動制御系の閉ループシステムをヒト体内で独立させるのではなく、ヒトが開発した計算機、センサ等も含めてループを構成できるようになりつつある。本講演では、VR 技術等を駆使した力触覚提示システムに関して紹介する。

講演 3

神経信号多点記録と電気刺激—*in vitro* 系からのアプローチ—

MEA-based stimulation and recording in cultured neuronal networks

東京大学・大学院工系研究科

神保泰彦

1. 神経信号の多点記録

脳神経系における情報表現・情報処理に用いられているのはニューロンの膜電位であり、細胞内外のイオンの不均一分布とイオンチャネルの選択的透過性に基づく平衡反応で決まる。細胞内に電極を刺入して外部との電位差を記録するのが最も直接的な計測手法であるが、**sparse coding**を本質とする情報表現に対する適用には限界がある。これに対し、細胞外記録は時空間的に広がる神経活動の計測を可能にする方法であるが、観測可能なのは**field potential**と**spike**信号に限られる。通常、記録される**spike**の振幅は100 μ V程度であり、活動電位発生時の膜電位変化の約1/1000である。*in vitro*系では30-50 μ m角の電極を64個底面に集積化した細胞培養皿 (MicroElectrode-Array; MEA) が広く用いられており、25 kHz程度で標本化したデータに**spike sorting**を適用して**raster plot**として表現する処理が標準的である。

2. 多点電気刺激

刺激電極材料としてはAu, Ptなどを用いる場合が多く、電極表面の分極や刺激パルス印加時の電荷注入につき考慮する必要がある。電圧制御方式を適用する場合は、電極電位のモニタリングに基づきこれに重畳する形で刺激パルスを印加する、刺激直後も低抵抗系に一定時間接続して注入電荷の放出を行なうなどの工夫により再現性の良い電気刺激が可能になる。誘発応答は刺激入力部位近傍で発生すると考えられるが、その検出には刺激に伴う大きなアーティファクトとの分離が必須である。これらの要素を勘案した刺激制御モジュールの開発により、刺激電極のプログラム制御、刺激後数ms程度での神経信号記録が実現されている。

3. 神経制御システムの*in vitro*再構成

in vitro 系の利点は細胞レベルで制御した生体制御システムの構成、可視化が可能なことである。シリコンゴム (Poly-DiMethyl-Siloxane; PDMS) 製のマイクロ構造物を MEA 表面に設置した基板の上に、自律神経支配を有する培養心筋系を構築した例を図 1 に示す。3つのマイクロ細胞培養区画に実験動物 (Wistar rat) から採取した心筋細胞と上頸神経節、心臓神経節細胞をそれぞれ播種して培養している。区画間は神経突起のみ進入可能なトンネル構造とすることにより、3種類の細胞群を独立に維持した状態で交感／副交感神経細胞から心筋細胞へのシナプス結合形成を導くことができる。交感神経刺激に対する心筋拍動亢進と副交感神経刺激に対する緩徐化、拮抗薬 (propranolol, atropine) 投与によるそれらの作用のブロックが確認された。

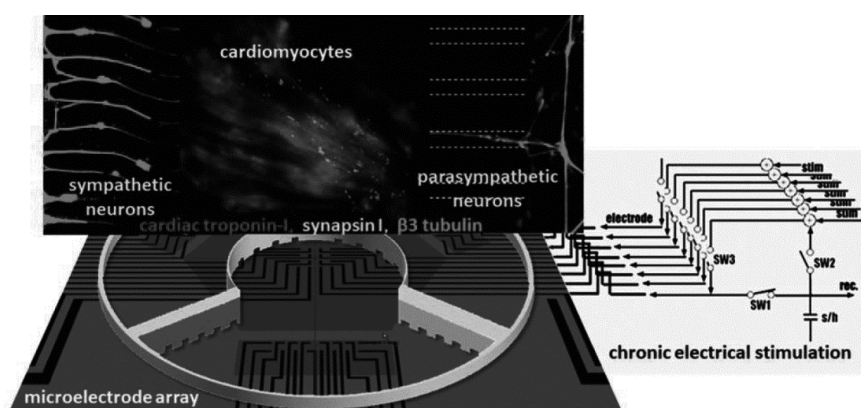


Fig. 1 Cultured cardiomyocytes innervated by autonomic neurons

講演 4

ストレッチャブル薄膜電極を用いたワイヤレス脳信号計測システムの開発

Wireless brain monitoring system using stretchable thin-film electrodes

大阪大学産業科学研究所

関谷 毅

本研究チームでは、柔らかく折り曲げ可能なフレキシブルエレクトロニクス・ゴムのように伸縮自在なストレッチャブルエレクトロニクス技術を用いて、パッチ型脳波センサシステムや胎児モニタリングセンサシステムから、構造物ヘルスケアに至るシート型センサシステムの研究開発を行っている。センサシステムの開発のみならず、機械学習、人工知能に代表される情報処理技術の研究開発を進め、これらを融合させることで次世代 IoT システムに関する研究開発を進めている。

本講演では、上記技術に生体適合性材料を融合させることによって実現してきた柔軟な電極を有する埋め込み型脳活動計測システムについて紹介したい。脳機能ネットワークの全容を解明するためには革新的技術により脳信号センサを脳表・脳深部にくまなく留置して脳信号を計測することが重要である。一方で、高度な脳活動を有する霊長類、例えばマーモセット等は小型なためセンサが容易に脳を圧迫するため、センサの薄膜化と柔軟化が鍵となる。マーモセットは社会性をもつ点で貴重であるが、社会的行動への影響を可及的に低減するためには計測装置の超小型化完全埋込が重要である。

本研究では、関谷らが世界に先駆けて開発に成功した「世界最薄膜、最軽量、最柔軟の有機 TFT 集積回路およびセンサ」(Nature 2013, Nature Comm. 2012)、および「ゴムのように伸縮自在な柔軟高導電性材料とそれを用いた有機集積回路技術」(Nature Mater. 2009, Science 2008)を用いて、柔らかくて薄い完全埋込多チャンネル脳活動計測システムを開発している。更に世界最薄膜の有機発光素子(LED)技術[Nature Photonics 2013]、有機光センサ技術[Nature Comm. 2012]を有しており、この光機能デバイスを加えて、本研究では極低侵襲の Optogenetics 対応型脳機能計測システムの開発を行ってきたので紹介したい。

MEMO

Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal dashed lines.

ポスターセッション

(14:45～15:45)

刺入電極で計測される神経発火頻度を用いた、高精度に神経義手制御可能な新しいデコーダー

大阪大学 医学系研究科 脳神経外科 井上 洋

単一ニューロン活動・局所電場電位・皮質脳波活動の同時記録によるヒト発声活動のデコーディング

東京大学医学部脳神経外科 井林 賢志

難治性てんかん患者における頭蓋内留置電極と運動負荷試験および Microsoft Kinect 等を用いた BMI (Brain Machine Interface) 解析

東京医科歯科大学医学部医学科 柏 良之輔

ブレイン・マシン・インターフェースのための体内埋込型脳波計の開発

大阪大学国際医工情報センター 亀田 成司

P300 脳波解析における畳み込みニューラルネットワークの応用

筑波大学生命領域学際研究センター 兒玉 拓巳

嚥下機能再建を目指したヒト頭蓋内電極による嚥下時脳機能解析

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 橋本 洋章

ブレイン・マシン・インターフェイス技術による意思伝達支援～スマートデバイスのアクセシビリティ機能との融合～

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学寄付研究部門 藤本 陽介

ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)に対する脊髄損傷患者の期待に関する意識調査

大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学 何 馨

課題に応じた ECoG High- γ band activity の発現傾向の検討

順天堂大学医学部脳神経外科 三橋 匠

心拍変動モニタリングによるウェアラブルてんかん発作予測システムの開発

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科心療・緩和医療学分野 宮島 美穂

1

刺入電極で計測される神経発火頻度を用いた、高精度に神経義手制御可能な新しいデコーダー

¹⁾大阪大学医学系研究科脳神経外科

²⁾Department of Neurobiology, University of Pittsburgh, USA

井上 洋 ¹⁾²⁾、Andrew Schwartz ²⁾、貴島晴彦 ¹⁾

一次運動野には、腕の動く方向と速度の情報が内在し、BMI 技術により、神経義手を動かすことが出来る。しかし、未だ義手制御は、実際の腕の動きに比べて劣っている。特に速度制御は不十分で、義手を正確な方向に制御しても目標地で減速し停止させられない。我々は、現 Decoder の速度制御が劣る原因探索と、新 Decoder 開発を行った。

マカクザル 2 頭の一次運動野に 96 極刺入電極を移植し、Center Out Reaching Task を行った。腕の動きを Tracking し、神経発火頻度を計測した。神経発火頻度は方向と速度を含む下記線形モデルに高い精度で回帰された。

$$Fr(t) = bxVx(t) + byVy(t) + bs V(t) + b0$$

Fr は神経発火頻度、[Vx,Vy]は方向ベクトル、V(t)は速度。

現 Decoder は bs V(t) を含まないモデルを使用する為、速度のみならず方向もが低精度で推定された。新 Decoder では、重みを掛けて足し合わせることで bs V(t) 項が零に近似され、推定された運動は、実際の運動と高相関を認めた ($p < 0.0031$, t-test, Bonferroni)。

今研究では、刺入電極による神経発火頻度から、Offline で従来よりも高精度に運動推定可能な新 Decoder を開発した。今後、新 Decoder を Online に適用されることが期待される。

2

単一ニューロン活動・局所電場電位・皮質脳波活動の同時記録による ヒト発声活動のデコーディング

¹⁾東京大学医学部脳神経外科

²⁾東京都立神経病院脳神経外科

³⁾自治医科大学脳神経外科

井林賢志 ¹⁾、國井尚人 ¹⁾、松尾 健 ²⁾、石下洋平 ¹⁾、
嶋田勢二郎 ¹⁾、川合謙介 ³⁾、斉藤延人 ¹⁾

ヒト発声活動に関わるさまざまな大脳領野のうち、顔面運動野は発声のための調音器官の運動を司るため、同部位からの信号計測は BMI 構築のために有効となりうる。一方、BMI に使用される頭蓋内信号には、皮質脳波・局所電場電位・単一ニューロン活動の 3 種が用いられているが、これらを同時に計測して使用する手法は報告されていない。そこでわれわれは、スケールの異なる上記 3 種の信号を同時に計測することを可能とするハイブリッド型電極を開発し、同電極を用いて平仮名発声の復号化精度を検討した。3 種の信号を各々単一で用いる場合に比して、信号を組合せて使用する場合の方が高いデコーディング精度を達成できることが確認された。8 名の被検者において解析した結果、母音 5 種の弁別精度は平均して 59%であった。今後、コミュニケーション補助 BMI 構築に向けて、同電極を用いた手法が有用である可能性が示された。

3

難治性てんかん患者における頭蓋内留置電極と運動負荷試験および Microsoft Kinect 等を用いた BMI (Brain Machine Interface) 解析

¹⁾東京医科歯科大学 医学部医学科

²⁾東京医科歯科大学 脳神経外科

³⁾東京電機大学 理工学部電子・機械工学系

柏良之輔 ¹⁾、清水一秀 ²⁾、荒船龍彦 ³⁾、関 拓哉 ³⁾、
稲次基希 ²⁾、前原健寿 ²⁾

難治性てんかんの外科的治療に際して、頭蓋内電極を留置することで皮質脳波記録 (Electrocorticography: ECoG) と解析が可能となる。本研究では運動時に発生する微弱な生理的 HFO を Rolandic area の ECoG から検出し、運動状態と脳機能図の整合性を確認した。3 症例において手の把握、肘の屈曲、開閉口を free run で行い ECoG を記録した。加算トリガとして、把握は被検者自身の運動を矩形波として入力し、肘屈曲では筋電図を用いた。運動状態を定量的かつ簡便に評価するため、非接触 3 次元位置センサである Microsoft Kinect の Skeletal tracking 機能を用いて肘角度のリアルタイム検出、開閉口の判定を行った。得られた脳波は解析ソフト EMSE を用いてオフライン解析した。把握・肘屈曲運動では 50-250Hz の活動を当該皮質上に検出可能であった。Kinect は適切な条件設定下に 3 次元位置や特徴的運動を自動検出可能であるが測定対象が静止時には lost する場合も見られた。今後の BMI への発展のためには、より複雑で意図的な運動を評価できるようプログラムの改良が必要と考えられた。

4

ブレイン・マシン・インターフェースのための体内埋込型脳波計の開発

¹⁾大阪大学国際医工情報センター

²⁾情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター

³⁾日本光電工業株式会社

亀田成司 ¹⁾、安藤博士 ²⁾、鎌田隆嗣 ¹⁾、今城 郁 ³⁾、
鈴木克佳 ³⁾、鈴木隆文 ²⁾、吉峰俊樹 ¹⁾、平田雅之 ¹⁾

脳神経筋疾患による運動・発話障害の機能支援を目的として、我々は皮質脳波 (ECoG) を用いた体内埋込型ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) 装置の研究開発を行っている。埋込型 BMI は、非侵襲型に比べて正確な脳波信号計測が期待できるが、埋込装置を体内に留置するため、無線給電・通信機構、および安全性への十分な配慮が必要である。本研究では、臨床研究に向けた体内埋込用脳波計を試作した。埋込脳波計は、受電コイルを通した体外からの無線給電により駆動され、128ch の ECoG 信号の計測、体外装置への無線送信を行える。筐体や受電コイルなどの生体組織と接触する箇所には、生体適合性が保証されている材料を使用した。一部、新規開発材料については、GLP 試験を実施し、生体適合性を確認した。ECoG 電極を含む動物実験用の埋込脳波計をイヌに長期的に埋め込み、無線給電による脳波計本体の駆動および無線通信が可能なこと、無線給電に伴う温度上昇などの安全性の問題が無いことなどを確認した。

5

P300 脳波解析における畳み込みニューラルネットワークの応用

筑波大学生命領域学際研究センター

兒玉拓巳、牧野昭二

本研究の目的は、主に画像認識タスクに用いられる畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Networks, 以下 CNN) を、刺激駆動型 BCI で計測された P300 脳波解析に応用し、コマンド識別率を向上させることである。1 電極辺り 512Hz で計測された EEG を、外部刺激提示後から 400 プロットのみ (約 800 ミリ秒区間) を抽出し、 1×400 の 1 次元ベクトルから 20×20 の 2 次元ベクトルに変換する。実験の際、1 刺激あたり 9 つの 2 次元ベクトル (8 電極 + それらの平均) を取得し、グリッド状に並べることで 60×60 の 2 次元ベクトルが生成される。この 2 次元ベクトルを CNN の入力層とし、2 度の畳み込み層とプーリング層を経て、出力層に全結合層を用いる。全身振動刺激型 BCI [1] のデータセットを用い、10 被験者の平均コマンド識別率を計測した結果、非線形 SVM を用いて得られた 59.83% [2] を大きく上回る 79.66% を記録した [3]。

- [1] T. Kodama, S. Makino and T.M. Rutkowski, “Tactile Brain-Computer Interface Using Classification of P300 Responses Evoked by Full Body Spatial Vibrotactile Stimuli,” in Proc. the Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2016 (APSIPA ASC 2016), IEEE Press, pp. Article ID: 176, Dec. 2016. doi: 10.1109/APSIPA.2016.7820734.
- [2] T. Kodama, K. Shimizu, S. Makino and T.M. Rutkowski, “Full-body Tactile P300-based Brain-computer Interface Accuracy Refinement,” in Proc. the International Conference on Bio-engineering for Smart Technologies 2016 (BioSMART 2016), IEEE Press, pp. 20-23, Dec. 2016.
- [3] T. Kodama and S. Makino, “Convolutional Neural Network Architecture and Input Volume Matrix Design for ERP Classifications in a Tactile P300-based Brain-Computer Interface,” in Proc. the 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2017), IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 3814-3817, Jul. 2017.

6

嚥下機能再建を目指したヒト頭蓋内電極による嚥下時脳機能解析

¹⁾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

²⁾大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科

³⁾九州大学大学院医学研究院神経解剖学分野

橋本洋章 ¹⁾²⁾、平田雅之 ¹⁾²⁾、亀田成司 ¹⁾、吉田史章 ³⁾、
柳澤琢史 ¹⁾²⁾、押野 悟 ²⁾、吉峰俊樹 ¹⁾、貴島晴彦 ²⁾

嚥下は生命活動に不可欠な機能であり、その障害は誤嚥や肺炎を引き起こし時として死に至る。高齢化とともに嚥下障害の割合は増加して来ているものの有効な治療法が確立されているとは言い難い。そこで我々は嚥下 BMI という新たな嚥下障害に対するアプローチを構想し、その実現のためヒト頭蓋内電極を用いて嚥下時の脳機能解析を行った。てんかん手術のために頭蓋内電極を留置した4名の患者の協力を得て、水2mlを自由嚥下してもらい惹起される脳活動を解析した。嚥下実行1秒前から全ての被験者の Brodmann area 43 (BA 43) で High γ 帯域 (>50Hz) でのパワー増強が出現し嚥下実行後0.5秒まで継続した。0.5秒以降は High γ 帯域の活動が突然消失し50Hz以下の周波数帯域でパワーの増強が出現した。活動周波数帯域の切り替わりは随意嚥下である口腔期と不随意嚥下である咽頭期を境界として出現しており、嚥下時の大脳と脳幹部の相互作用を反映している可能性がある。これらの活動を手掛かりに嚥下時脳活動の解読制御を行なっていきたい。

7

ブレイン・マシン・インターフェイス技術による意思伝達支援 ～スマートデバイスのアクセシビリティ機能との融合～

¹⁾大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学寄付研究部門

²⁾神戸大学医学部脳神経外科

³⁾大阪大学医学部神経内科

⁴⁾大阪大学医学部脳神経外科

藤本陽介 ¹⁾²⁾、平田雅之 ¹⁾⁴⁾、金 南憲 ¹⁾、橋本洋章 ¹⁾⁴⁾、
アブドゥルカダー ベルカッセム ¹⁾、ジェイソン パルマー¹⁾、
柳澤琢史 ¹⁾⁴⁾、亀田成司 ¹⁾⁴⁾、服部憲明 ¹⁾³⁾、貴島晴彦 ⁴⁾、
吉峰俊樹 ¹⁾

Brain machine interfaces (以下 BMI) は重度障がい者における機能補綴に応用できる可能性がある技術として期待され、我々は運動想起時の脳活動の特徴量とした脳信号解読技術、埋込型 BMI 装置の開発を行ってきた。障がい者への意思伝達支援では一般に市販意思伝達装置が利用されてきたが、近年はスマートデバイス (smartphone/tablet/PC 端末) にもスイッチコントロールを利用したアクセシビリティ機能が提供されており、BMI 技術を応用し脳波を入力スイッチ信号として利用することで意志伝達装置として利用可能である。これは障がい者への合理的配慮を求める社会的機運・法整備を背景としており、電子機器・インターネット等におけるアクセシビリティの整備は益々進むと思われる。我々は BMI 技術とスマートデバイスのアクセシビリティ機能の融合により、従来の意思伝達装置と比較し障がい者の QOL 向上により貢献できる可能性があると考えており、今後は ALS 患者を対象とした完全埋込型 BMI 装置を用いる臨床試験において探索的研究としてスマートデバイスを扱う予定である。

8

ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) に対する脊髄損傷患者の期待に関する意識調査

¹⁾大阪大学国際医工情報センター臨床神経医工学

²⁾大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学

何 馨 ¹⁾²⁾、影山 悠 ²⁾、柳澤琢史 ¹⁾²⁾、貴島晴彦 ²⁾、
吉峰俊樹 ¹⁾、平田雅之 ¹⁾²⁾

【背景】

ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) は、脊髄損傷による身体障害を支援する技術として期待されている。

【方法】

大阪頸髄損傷者連絡会に協力を得て、大阪府下の 160 名頸髄損傷患者を対象として BMI に対する意識調査を行った。

【結果】

(1) 50 名患者から回答を得られた。(2) 侵襲型 57%、非侵襲型 27%、計 84% の患者が関心を示した。2/3 を占めた侵襲型の性別、年齢、発症年数などの影響因子を分析すると、男性因子 $p=0.09$ 、若年発症因子 $p=0.03$ であった。(3) 意思伝達 (32%) より、運動制御 (66%) や環境制御 (60%) に対する期待が多かった。運動制御では体位変換 (88%)、車椅子移動 (96%) に対して強い希望を認め、環境制御では、緊急時のアラーム (96%)、ベッドコントロール (87%) に期待があった。

【考察】

BMI 全体に対する関心は 84% と高く、さらに手術侵襲を要する侵襲型 BMI を選択した患者が 57% と多く、積極的に活動レベルを改善したいという強い意思の反映と考えられた。また、今後の課題として患者数を増やすとともに、より詳細な調査を並行して進めたい。ニーズを踏まえて患者の役立つ装置を開発したい。

9

課題に応じた ECoG High- γ band activity の発現傾向の検討

順天堂大学医学部脳神経外科

三橋 匠、菅野秀宣、中島 円、肥後拓磨、飯村康司、
鈴木皓晴、新井 一

【目的】

ECoG で得られる high- γ band activity は運動型 BMI の制御方法、また言語や記憶等の高次脳活動の指標として研究が進められている。しかし、刺激持続による減衰や、タスク特異的な周波数の偏り等依然未知の点が多い。今回我々は、てんかん外科治療に際し頭蓋内電極留置を施行した症例でタスク毎の high- γ band activity の発現傾向について検討した。

【方法】

機能マッピング・焦点同定を目的に頭蓋内電極留置を施行したてんかん症例 4 名に対し、電極位置に応じて ECoG 記録下に言語タスク、運動タスクを行い、各 high- γ band activity を Wavelet 法で解析、評価した。

【結果】

各タスクで、臨床的脳機能部位に矛盾無く high- γ band activity の増加を確認した。タスク施行時間に限らず 3-4 秒程度で一様に減衰を呈する一方、タスクの繰り返し方に応じ異なる経時変化も呈した。

【結論】

High- γ band activity はタスク特異的に、空間的、時間的発現を呈した。文献学的考察も交え報告する。

¹⁾東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科心療・緩和医療学分野

²⁾京都大学大学院情報学研究科システム科学専攻

³⁾熊本大学大学院自然科学研究科情報電気電子工学専攻

⁴⁾筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構

⁵⁾東京医科大学睡眠学講座

⁶⁾埼玉医科大学病院神経精神科

⁷⁾国立精神・神経医療研究センター病院精神科

⁸⁾医療法人天仁会天久台病院

⁹⁾新宿神経クリニック

¹⁰⁾東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科生命機能情報解析学

¹¹⁾東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科脳神経機能外科学分野

宮島美穂 ¹⁾、藤原幸一 ²⁾、山川俊貴 ³⁾、坂根史也 ²⁾、加納 学 ²⁾、
鈴木陽子 ⁴⁾、笹井妙子 ⁵⁾、渡辺さつき ⁶⁾、村田佳子 ⁷⁾、渡辺裕貴 ⁸⁾、
渡辺雅子 ⁹⁾、笹野哲郎 ¹⁰⁾、前原健寿 ¹¹⁾、松島英介 ¹⁾

【背景】

てんかん発作が起きる前に警報を与えて安全確保を促すシステムが実現すれば、難治てんかん患者の QOL が改善する。本発表では、心拍変動 (HRV) モニタリングに基づくウェアラブルてんかん発作予測システム開発の取り組みを紹介する。

【方法】

異常検知手法に基づいて発作前の HRV 変化を検出する発作予測アルゴリズムを構築し、検査時の発作周辺期、発作間欠期の心拍データに適用して性能を検証した。更に、スマートフォンアプリ化した同アルゴリズムと独自の小型 HRV センサを組み合わせるウェアラブルシステムを構築し、患者を対象に実装試験を行った。

【結果】

アルゴリズムの後ろ向き検証では、局在関連てんかんで 91%、全般てんかんで 79% の発作が 30 秒以上前に予測できた。局在関連てんかんに対する実装試験でも 86% の感度を得られた。

【結論】

従来の脳波を用いた手法と同等の感度を得られ、ウェアラビリティにも優れるため、臨床応用が期待できる。今後は発作前の治療介入により個々の発作を直接抑制する closed-loop 型治療への応用を目指し、より実用性を高めたい。

Your choice of sealant matters

SEAL TO HEAL



DuraSeal[®] is the dural sealant that strengthens your repair and supports the body's natural healing process.

Please see DuraSeal[®] Instructions for Use for more information.

販売名：デュラシールブルースプレー

医療機器承認番号：22100BZX00895000

特定保険医療材料区分：合成吸収性硬膜補強材

クラス分類：IV/高度管理医療機器

インテグージャパン株式会社

〒107-0052 東京都港区赤坂7-9-4 4F

TEL : 03-6809-0235 FAX : 03-6809-0236

製造販売元：EPJメディカルサービス株式会社

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-16 小川ビル

© 2016 Integra LifeSciences Corporation. All rights reserved.

DuraSeal, Integra, and the Integra logo are registered trademarks of Integra LifeSciences Corporation or its subsidiaries in the United States and/or other countries.



私たちの使命は

「生きる喜びを、もっと

Do more, feel better, live longer」

グラクソ・スミスクラインは、科学に根ざした
グローバルヘルスケア企業として、「生きる
喜びを、もっと」を使命に、世界中の人々が
より充実して心身ともに健康で
長生きできるよう、生活の
質の向上に全力を尽くし
ていきます。

Do more,
feel better,
live longer

グラクソ・スミスクライン株式会社

〒151-8566 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-6-15 GSKビル

<http://jp.gsk.com>



抗てんかん剤

VIMPAT® ビムパット錠 50mg 100mg

薬価基準収載

劇薬、処方箋医薬品：注意—医師等の処方箋により使用すること
一般名／ラコサミド(Lacosamide)

●「効能・効果」、「用法・用量」、「禁忌を含む使用上の注意」、「用法・用量に関連する使用上の注意」等については添付文書をご参照ください。



販売元（資料請求先）
第一三共株式会社
東京都中央区日本橋本町3-5-1

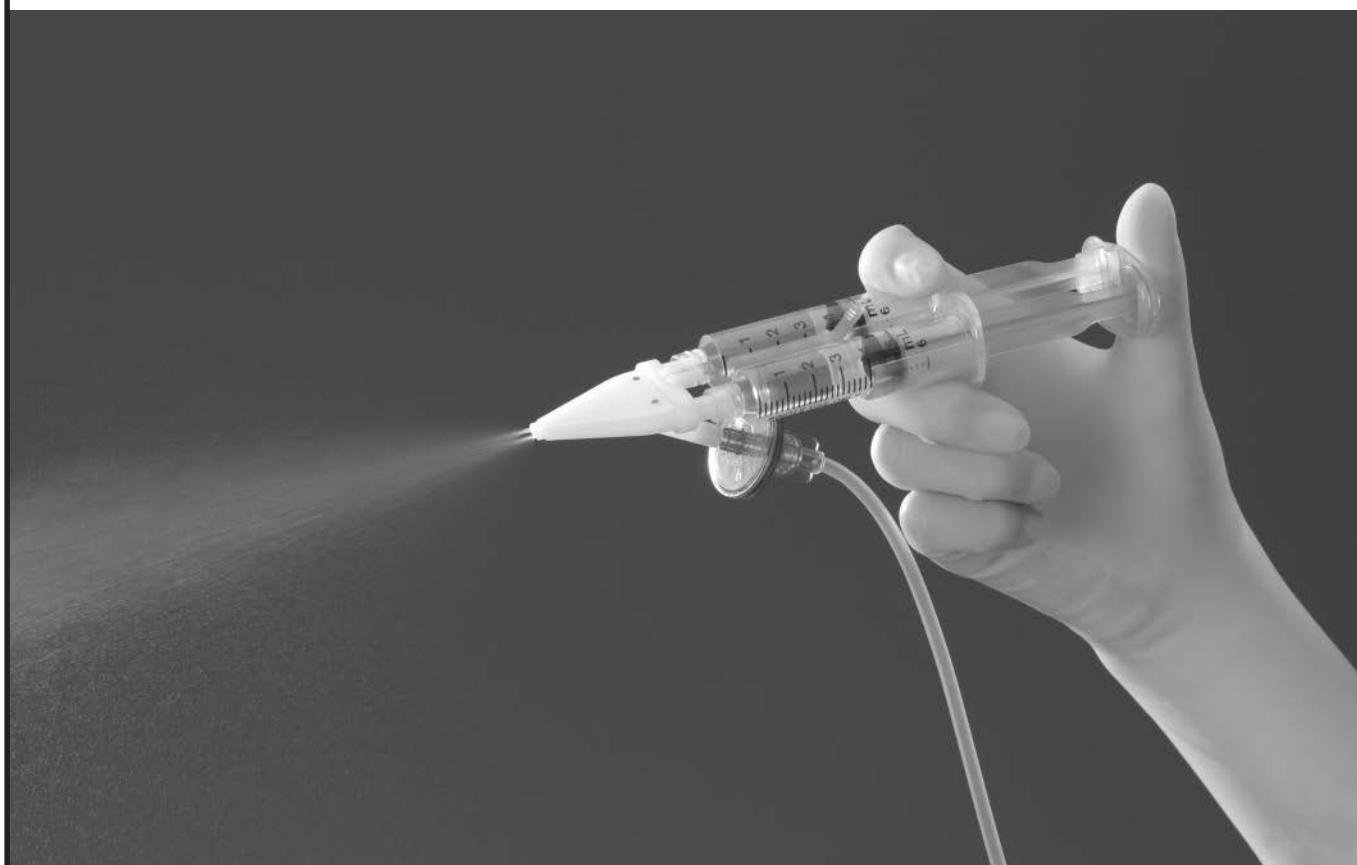


製造販売元
ユーシービージャパン株式会社
東京都新宿区西新宿8丁目17番1号

2017年6月作成

TEIJIN

Human Chemistry, Human Solutions



血漿分画製剤(生体組織接着剤)

薬価基準収載

ボルヒール[®]組織接着用

献血

特定生物由来製品、処方箋医薬品^{注)}
注)注意—医師等の処方箋により使用すること

BOLHEAL[®]

■「効能・効果」、「用法・用量」、「禁忌を含む使用上の注意」等につきましては、製品添付文書をご参照ください。

販売

TEIJIN 帝人ファーマ株式会社
〒100-8585 東京都千代田区霞が関3丁目2番1号
【資料請求先】:メディカル情報部 ☎ 0120-189-315

製造販売

一般財団法人



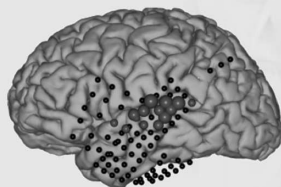
化学及血清療法研究所

熊本市北区大窪一丁目6番1号 〒860-8568
【資料請求先】:営業推進部 ☎ 0120-345-724

cortiQ[®]

rapid cortical mapping

Functional real-time mapping of the eloquent cortex using the electrocorticogram (ECoG)



www.cortiQ.at



recoveriX[®]

MOTOR-RECOVERY NEUROTECHNOLOGY

Motor rehabilitation for stroke patients using BCI-neurotechnology and functional electrical muscle stimulation.

www.recoveriX.at



mindBEAGLE[®]

CONSCIOUSNESS ASSESSMENT & COMMUNICATION

Assessment, communication and training for patients with severe brain damage and disorders of consciousness.

www.mindBEAGLE.at



g.tec medical engineering GmbH | Schiedlberg | Austria
GUGER TECHNOLOGIES OG | Graz | Austria
g.tec medical engineering Spain | Barcelona | Spain
g.tec neurotechnology USA Inc. | Rensselaer, NY | USA



www.gtec.at



先端レギュラー
9mm

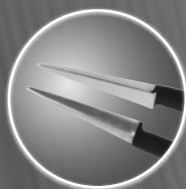
先端ショート
4.5mm

SILVER SOLID

NON-STICK BIPOLAR FORCEPS

BONIMED シルバーバイポーラピンセット

Whole Silver



先端チップ部に熱伝導性・熱収容率に優れた銀合金「Whole Silver」を採用。ピンセット先端の焦げ付きを抑制し、最高のパフォーマンスを提供。

管理医療機器
認証番号: 223ACBZX00049000
販売名: BONIMED シルバーバイポーラピンセット

村中医療器 株式会社

〒540-0036 大阪市中央区船越町 2-3-6 ☎06-6943-1221(代)
総合センター 〒594-1157 大阪府和泉市あゆみ野 2-8-2 ☎0725-53-5541(代)
<http://www.muranaka.co.jp/>

東京支店 ☎03-3813-9211(代) 札幌営業所 ☎011-737-9121(代)
仙台営業所 ☎022-274-7780(代) 埼玉営業所 ☎048-844-3500(代)
金沢営業所 ☎076-286-4531(代) 名古屋営業所 ☎052-709-7111(代)
村中船越ビル ☎06-6943-1159(代) 米子営業所 ☎0859-33-6231(代)
広島営業所 ☎082-532-1800(代) 福岡営業所 ☎092-473-0123(代)



抗てんかん剤

処方箋医薬品（注意—医師等の処方箋により使用すること）

薬価基準収載

イーケフラ[®]

錠 250mg
錠 500mg
ドライシロップ50%

Ekeppra[®]

レベチラセタム製剤

抗てんかん剤

処方箋医薬品（注意—医師等の処方箋により使用すること）

薬価基準収載

イーケフラ[®]

点滴静注 500mg

Ekeppra[®]

レベチラセタム注射液

●効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等については添付文書をご参照ください。



販売

大塚製薬株式会社

東京都千代田区神田司町2-9

資料請求先

大塚製薬株式会社 医薬情報センター

〒108-8242 東京都港区港南2-16-4 品川グランドセントラルタワー

製造販売元



ユーシービー・ジャパン株式会社

東京都新宿区西新宿8丁目17番1号

（'16.11 作成）



毒薬 処方せん医薬品（注意—医師等の処方せんにより使用すること）

抗悪性腫瘍剤

薬価基準収載

デモダール[®]カプセル
20mg/100mg

テモゾロミドカプセル

Temodal[®]

毒薬 処方せん医薬品（注意—医師等の処方せんにより使用すること）

抗悪性腫瘍剤

薬価基準収載

デモダール[®]点滴静注用
100mg

注射用テモゾロミド

Temodal[®]

★「効能・効果」、「用法・用量」、「警告、禁忌を含む使用上の注意」、
「用法・用量に関連する使用上の注意」等については、製品添付
文書をご参照ください。



製造販売元〔資料請求先〕

MSD株式会社

〒102-8667 東京都千代田区九段北1-13-12 北の丸スクエア

Tel.(03)6272-1001 Fax.(03)6272-9136

<http://www.msd.co.jp/>

【MSDカスタマーサポートセンター】

医師、病院薬剤師の方 0120-024-961

〈受付時間〉9:00-17:30（土日祝日・当社休日を除く）

2014年6月作成

TEM14AD034-0619



私たちは人びとの健康を高め

満ち足りた笑顔あふれる

社会づくりに貢献します。



大鵬薬品

<https://www.taiho.co.jp>



人々に驚きと喜びをもたらす新しい価値は、
想像を超えたところで、発見される。
常識の枠にとらわれることのない発想と
アプローチが、世界を変えてゆく。

中外製薬は、
世界トップクラスの研究開発力と創造性で、
まだ有効な治療法がない領域で新薬を生み出し、
待ち望んでいた多くの人々の新しい時間を
生み出しつつける。

**新薬が生まれる。
世界が変わってゆく。**

すべての革新は患者さんのために
創造で、想像を超える。

 **中外製薬**
 ロシュ グループ

nihon
medi+physics

f o r t h e h a p p i n e s s



明日の幸せを願い、「診る」そして「治す」核医学。

私たちは、がんや心臓病、脳血管疾患および認知症などの早期発見に役立つSPECT・PET検査用放射性医薬品や、がん治療用の医療機器、疼痛緩和に有効な治療薬などの創出を通じ、これからも皆様の健康に貢献します。

〒136-0075 東京都江東区新砂3丁目4番10号 TEL (03) 5634-7006(代)

<http://www.nmp.co.jp/>

 **日本メジフィジックス株式会社**

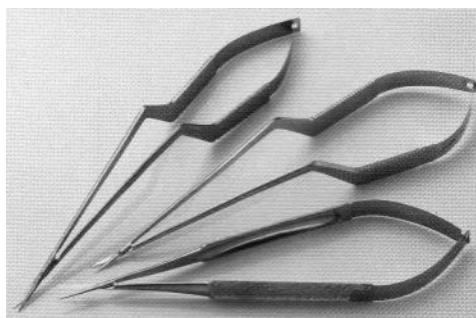
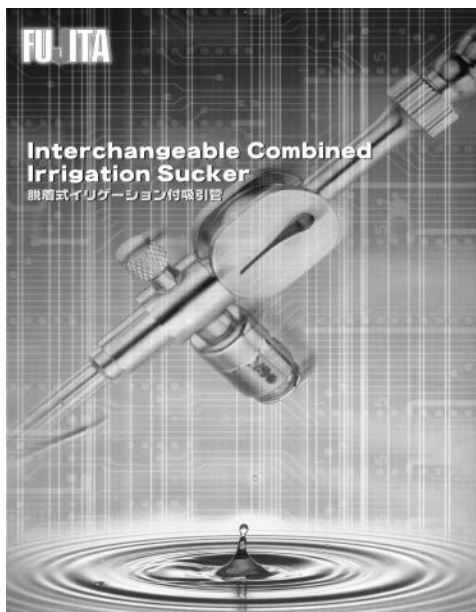
2009年8月作成

FUJITA

現場のニーズに対応した、
高付加価値の製品を開発、創造、提供いたします。



圧調節式マイクロ吸引管



マイクロ剪刀 各種

FUJITA

株式会社 フジタ医科器械

本社/〒113-0033 東京都文京区本郷3-6-1

TEL.03-3815-8810 FAX.03-3815-7620

〔URL〕 <http://www.fujitaika.co.jp>

高度管理医療機器
医療機器承認番号 22800BZX00404000

GUNZE **LA** 株式会社 **メディカルユーアンドエイ**

d dura wave

合成吸収性人工硬膜 デュラウェーブ®



株式会社メディカ・ライン

人をつなぐ。
医療をつなぐ。
未来へつなぐ。

私たちメディカ・ラインは
医師・医療機関専門の「AGENT」です。

- ・ 先進医療機器の導入サポート
- ・ 医療機器・医療材料販売およびメンテナンス
- ・ 新規開業・開設支援および経営サポート
- ・ 医業経営コンサルタント

東京本社

〒113-0034 東京都文京区
湯島 1-6-3 湯島一丁目ビル 3F
Tel 03-5840-5844
Fax 03-5840-5843

大阪支店

〒550-0013 大阪府大阪市西区
新町 1-5-7 四ツ橋ビルディング 8F
Tel 06-6532-0101
Fax 06-6532-0115

高知営業所

〒780-0822 高知県高知市
はりまや町 3-1-18 こうち橋ビル 3F
Tel/Fax 088-875-3389