

# 脳波検出回路チップのBMI-EEG両用化の検討

2012年9月26日  
(株)エイアールテック

BMI用脳波計測アナログLSIの脳波計への適用性を、システムの要求機能、要求特性から検討し、BMI,EEG両用のチップ搭載機能、回路構成案を示した。

低雑音アンプの雑音を現状より1桁程度低減するには、アナログ回路の面積を4~5倍程度大きくする必要があり、  
64CH搭載の両用チップでは、チップ面積:73mm<sup>2</sup>(BMI用64CH:25mm<sup>2</sup>の3倍)、  
ピン数:154 (BMI用64CH:90の1.7倍)が必要となり、BMI用に対して冗長なものになる。

128CH搭載はBMI用でチップ面積45mm<sup>2</sup>、EEG兼用でチップ面積144mm<sup>2</sup>と大きなものとなり、ピン数的に実装が容易ではない。

## 脳波計アナログ回路に要求される機能・特性、実現性

### 脳波信号増幅器

ゲイン	60dB以上	○
帯域	0.1-1KHz	○現用の容量帰還アンプで実現可能
雑音	1uVp-p(0.1-100Hz)	△低雑音化が最大の課題 別資料参照 チップ面積増が必要、CH数/チップ減少

入力抵抗	2GΩ以上	○
入力容量	10pF以下	○

電極インピーダンス測定 5kΩ以下を確認する

### 計測電流源回路

印加電流波形: 10Hz正弦波	○:10Hzの波形生成
出力インピーダンス: 200MΩ	△:オンチップで精度、線形性は困難
駆動電流: 2V/200MΩ=0.01uA	駆動電流を1桁上げたい

### 電圧計測回路

計測電圧閾値: 5kΩx0.01uA=50uV 10Hzフィルタリングして電圧振幅測定  
電圧感度的には脳波計測アンプとADCで可能。

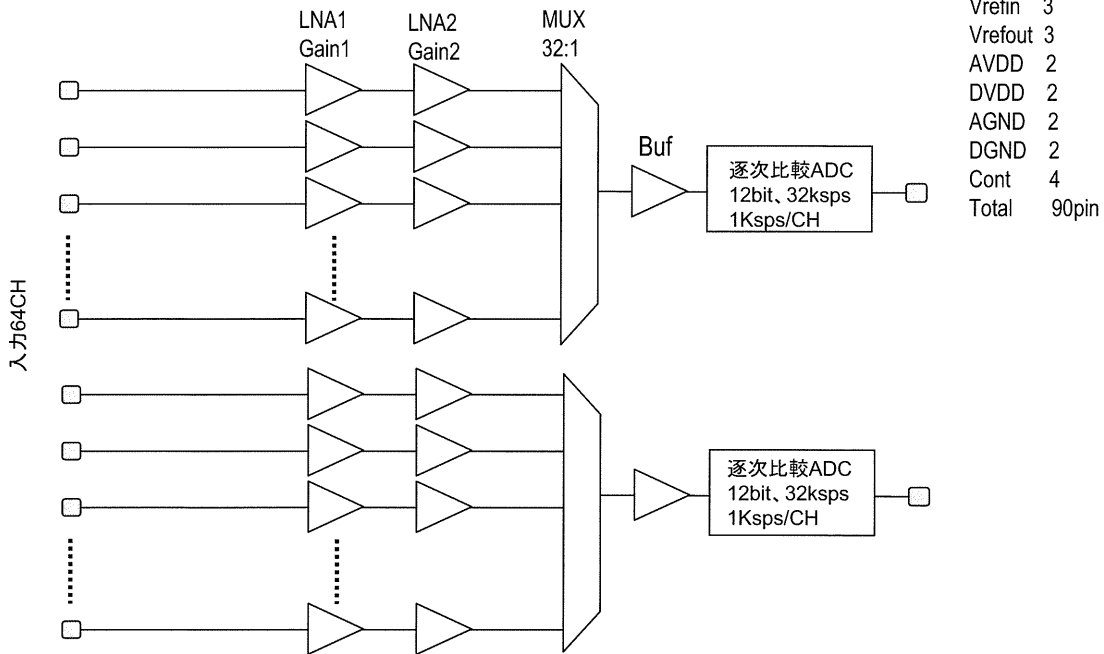
### 基準電圧制御機能(Z電極)

DC電位計測用バッファアンプ	
平均値回路、FB電極アンプ	○チップに3回路程度搭載することは可能

### インスト機能

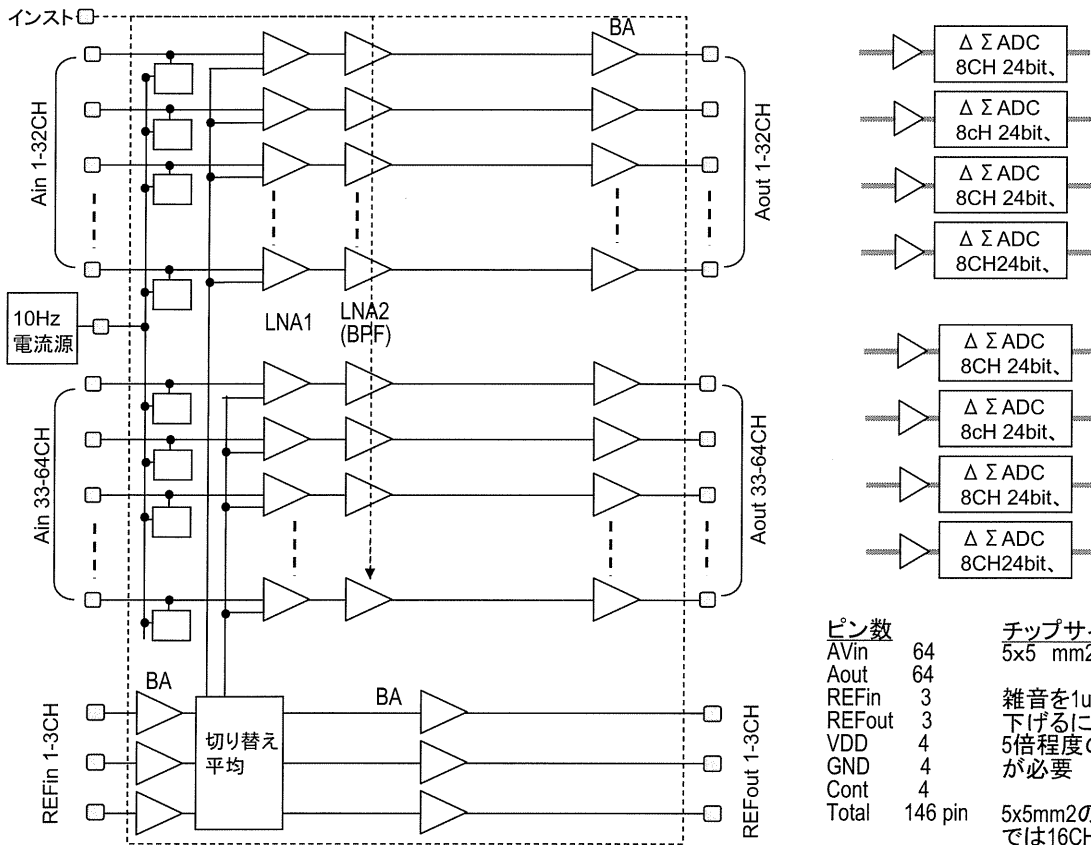
C結合ハイパスフィルタの時定数を  
一時的に下げてDCレベルを中心に復帰させる ○MOSスイッチで実現可能

# BMI用アナログ計測LSIのブロック図



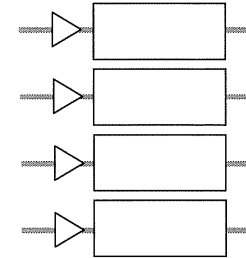
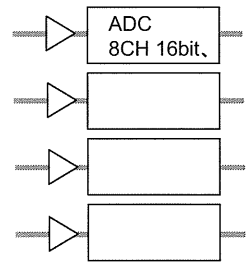
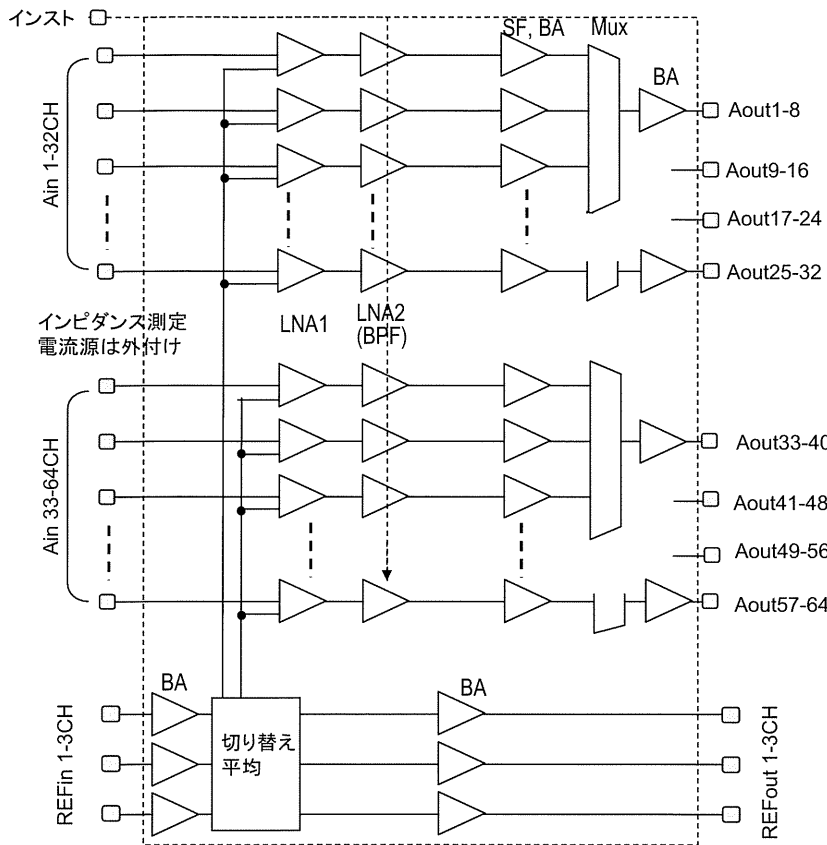
Vin	64 pin
DIO	8
Vrefin	3
Vrefout	3
AVDD	2
DVDD	2
AGND	2
DGND	2
Cont	4
Total	90pin

# 脳波計用アナログ計測LSIのブロック構成案



ピン数		チップサイズ	
AVin	64	5x5 mm <sup>2</sup>	
Aout	64	雑音を1uVrmsに	
REFIn	3	下げるには	
REFOut	3	5倍程度の増加	
VDD	4	が必要	
GND	4	5x5mm <sup>2</sup> の面積	
Cont	4	では16CH/チップ	
Total	146 pin		

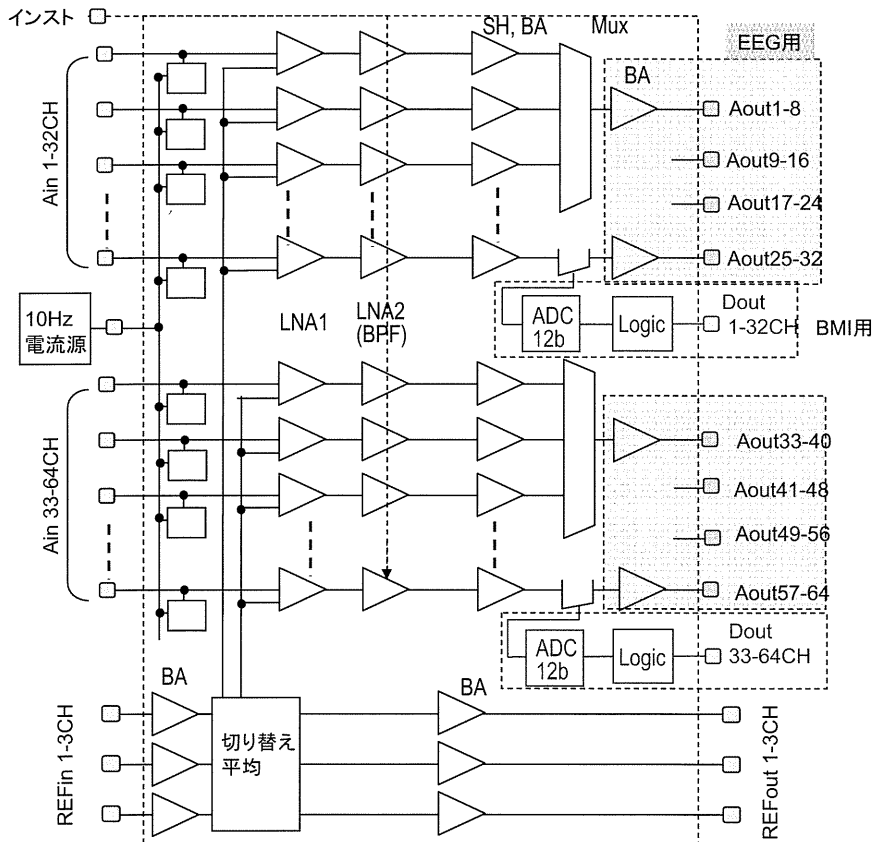
## 脳波計用アナログ計測LSIのブロック構成案



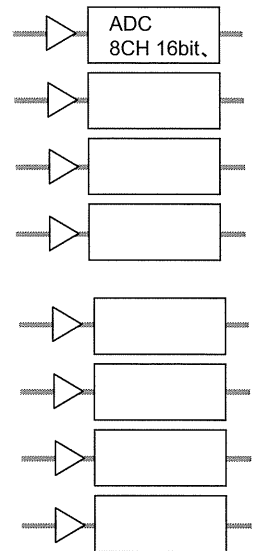
ピン数

AVin	64
Aout	64
REFIn	3
REFOut	3
VDD	4
GND	4
Cont	4
Total	146 pin

## 脳波計にも適用できるアナログ計測LSIのブロック構成案



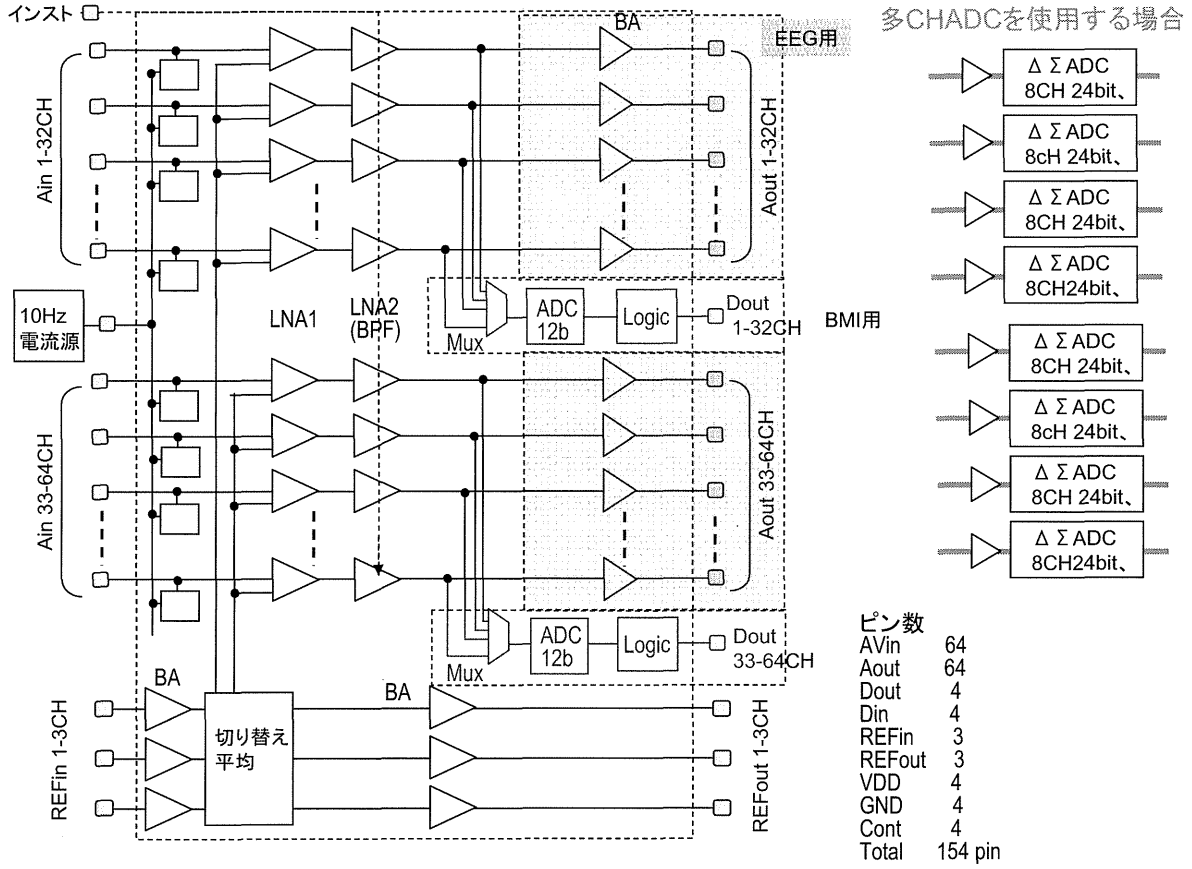
多重ADCを使用する場合



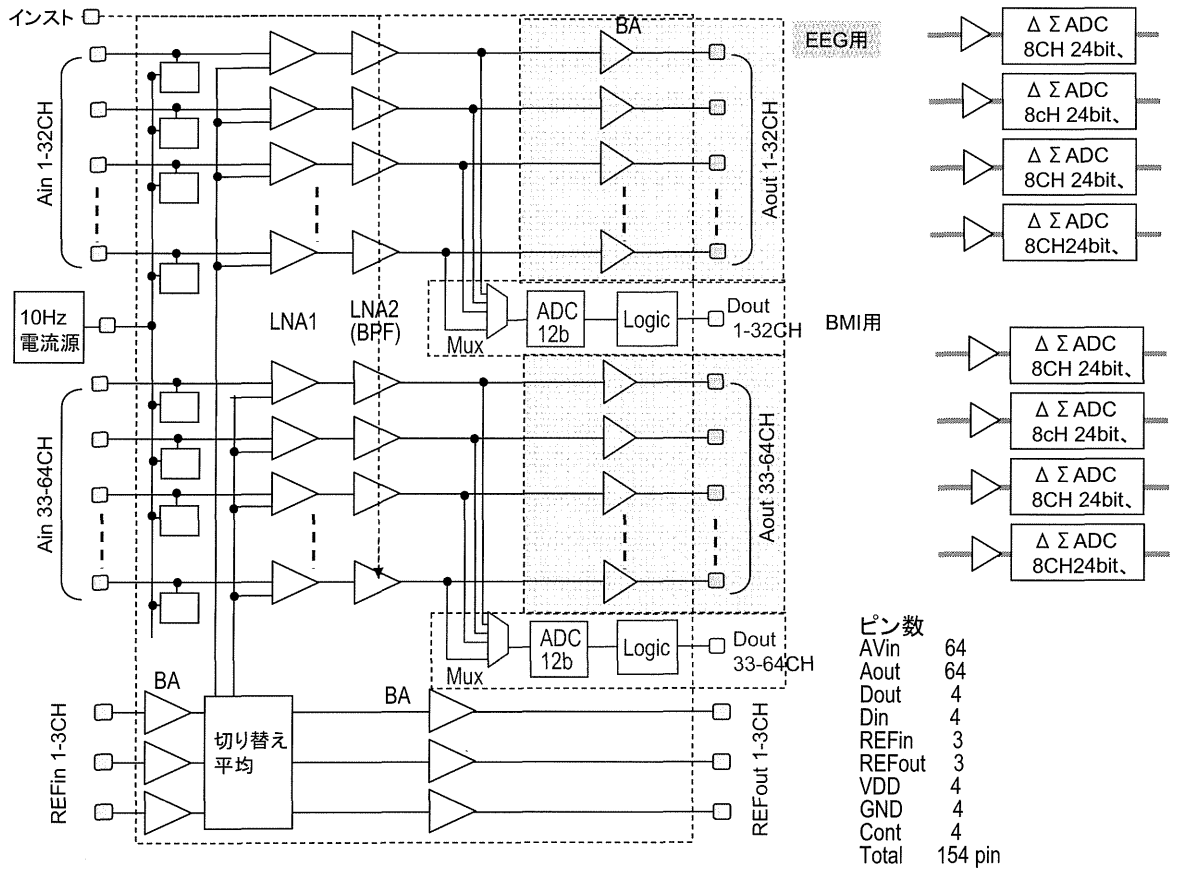
ピン数

AVin	64
Aout	64
REFIn	3
REFOut	3
VDD	4
GND	4
Cont	4
Total	146 pin

## 脳波計にも適用できるアナログ計測LSIのブロック構成案



## 脳波計にも適用できるアナログ計測LSIのブロック構成案

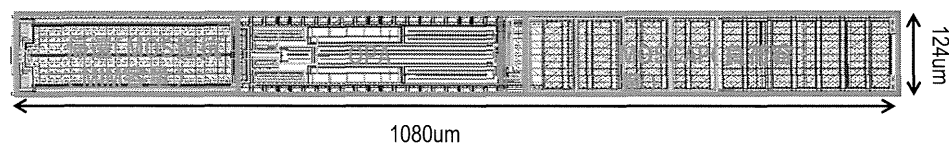


## チップ面積とピン数

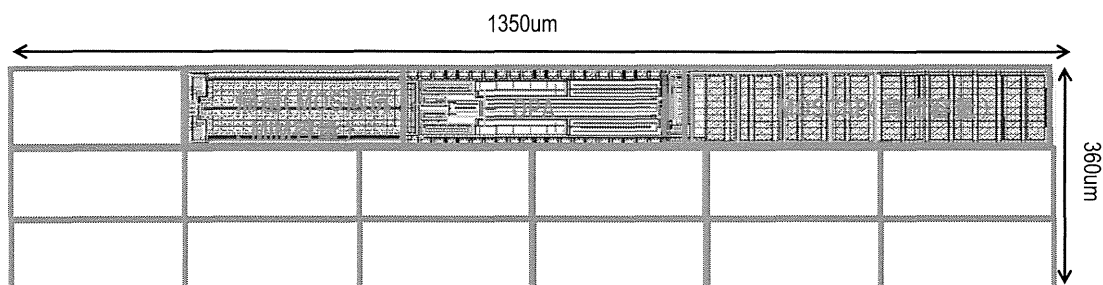
CH数	ピン数	チップ面積 回路規模による	パッケージサイズ (ピン数による)	消費電力 アナログ+デジタル
64CH BMI用	90	5x5mm <sup>2</sup>	11.3x11.3mm <sup>2</sup>	BMI: 2+1 mA
64CH EEG兼用	154	8.5x8.5mm <sup>2</sup>	19.5x19.5mm <sup>2</sup>	BMI: 2+1 EEG: 4
32CH EEG兼用	80	6x6mm <sup>2</sup>	11.3x11.3mm <sup>2</sup>	BMI: 1+1 EEG: 2
128CH BMI用	154	5x9mm <sup>2</sup>	19.5x19.5mm <sup>2</sup>	BMI: 4+2
128CH EEG兼用	282	12x12mm <sup>2</sup>	35.5x35.5mm <sup>2</sup>	BMI: 4+2 EEG: 8
算出条件		LNAの面積 EEG用 2x 0.36mm <sup>2</sup> BMI用 1.5x0.12mm <sup>2</sup>	ピンピッチ0.5mm のQFNパッケージ	

### LNA1 面積予測

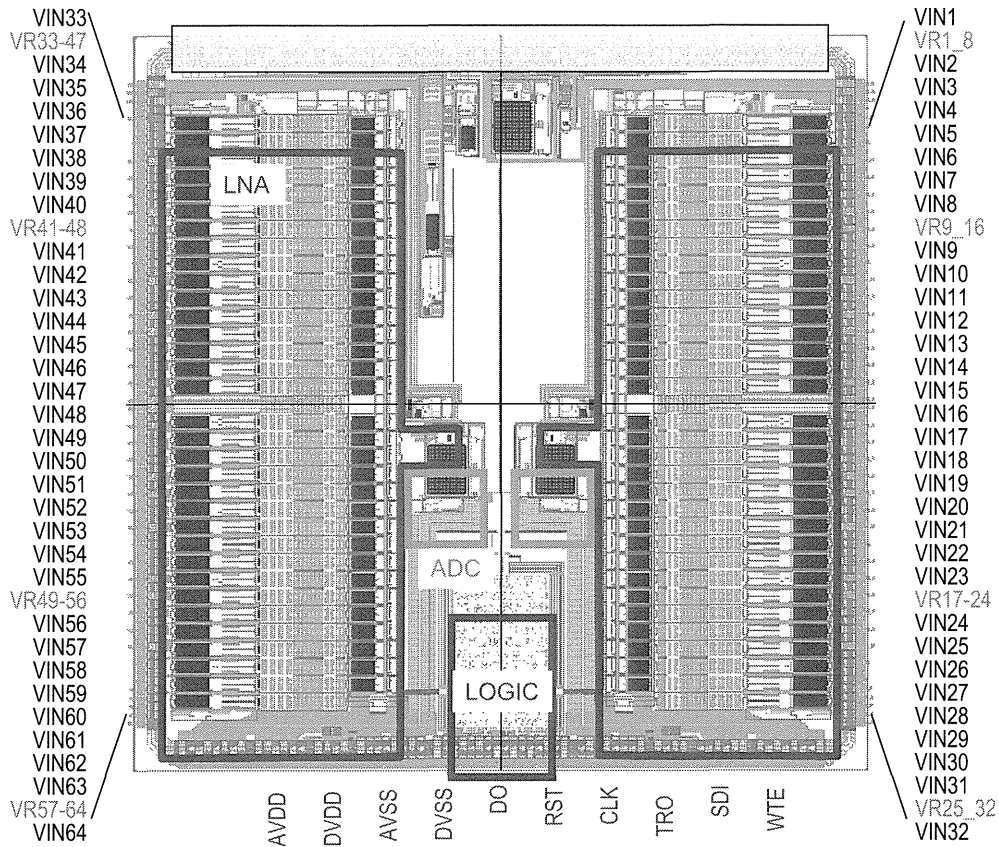
BMI LNA1



EEG LNA1

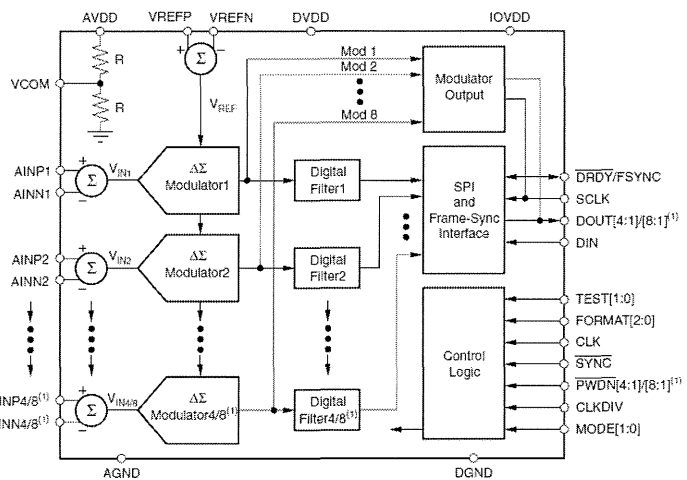


# チップレイアウト図と主要ピン



- OPA1 PA2140 TI  
JFET Input 5.1nv/rt(Hz)  
Preamp 20dB
- OPA2 AD8622 AD  
3<sup>rd</sup> LPF gain 40dB
- OPA3 THS4522 TI  
single-differential
- ADC ADS1278 TI  
24bit delta-sigma  
8CH/chip  
Fsample 1Ksps  
SN=110dB

## ADS1278 TI 24bit delta-sigma ADC



注記：(1) ADS1274には4チャンネル、ADS1278には8チャンネルがある。

## V. 患者への広報に関する資料

## 平成24年度 日本ALS協会近畿ブロック 総会&交流会

### 講演

大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座、特任准教授の平田雅之先生から、脳表電極を用いた運動・コミュニケーション支援装置の臨床研究のご講演をお願いいたします。

大阪大学脳神経外科のグループでは、脳表電極によりヒトの脳から直接、意志を読み取って文字をパソコンに表示したり、ロボットを動かしたりするブレイン・マシン・インターフェースの臨床研究を行っていますが、ALS患者への臨床応用に先駆けて、今日は直接ALS患者さんや関係の皆さまにお話をさせていただくことになりました。それでは平田先生よろしく申し上げます。

### 脳表電極を用いた運動・コミュニケーション

### 支援装置の臨床研究

大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座  
特任准教授 平田雅之

### 脳の信号を用いてロボットアームを動かす

今日は、このような会に発表させていただける機会を与えていただき感謝いたします。

我々が現在取り組んでいる研究は、ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) という研究です。ヒトは脳の活動によって手足を動かしたり、話をしたりしています。脳科学が非常に進歩して、脳の活動を詳しく調べると、そのヒトが手をどのように動かそうとしているのか、何をしゃべろうと思っているのか、といったことがだんだん分かるようになってきています。

そうになったら何ができるかということを考えてみましょう。例えば、身



体の筋肉が動かなくなってきたとしても、脳の信号を用いて、ロボットアームを動かして身の回りのことができるかもしれません。

口の筋肉は動かなくても、脳の信号を用いて、言いたいことをコンピュータの画面に表示したり、究極的にはコンピュータに自分の思ったことをしゃべらせることができる、そういった技術ができれば、病気が進行してからも活発にコミュニケーションできるかと思います。

頸髄損傷の患者さんも、手足が全然動かなくなることがあります。口の筋肉は動くため発話ができる場合が多いのですが、手足が動かないということで、大変困ります。脳卒中後遺症の患者さんは、片麻痺とって、左右どちらか半身が動かず、生活に支障をきたしていらっしゃいます。脳卒中後遺症の患者さんは 100 万人くらい日本にいらっしゃるのですが、そういった患者さんも助かるかもしれません。

## アメリカでは早くから研究

BMI の研究動向を少しここでご紹介したいと思います。アメリカでは早くから動物実験で熱心に研究が行われてきました。100 本くらいの針電極をサルの大脳の運動野、手足を動かす部分に刺して、脳信号を測ってコンピュータで解析すると、このサルがどの方向に手を動かそうとしているか正確に分かりました。この原理を用いて、サルにロボットアームをコントロールしてエサを自在に取らせることに成功しました。これは 4 年くらい前に有名な学術雑誌に発表されています。

同様の方法を用いて、頸髄損傷で手足が動かなくなった患者さんがロボットアームをコントロールして、ジュースを飲むことができたという報告が、今年の 5 月に発表されています。

針電極を用いる方法には問題点もあります。針電極を刺入すると組織が傷ついたので治すための炎症反応が起こります。時間がたってくると、瘢痕組織というものが電極のまわりを囲んでしまって、神経の活動がだんだん測れなくなってきたり、半年とか 1 年たつと性能が劣化してしまうといわれています。半年間、神経活動が測れて、よい研究結果が出れば、価値のある研究といえますが、患者さんが在宅で使う治療方法が半年とか 1 年で使えなくなってしまうたら、不十分だと思います。一度手術をしたら 5 年間くらいは使用できる必要があると思います。

## 脳表脳波を使う方法

脳外科では、手術をして脳の表面にシート状の電極を置いて、てんかんがどこから起きているかを検査する手法があります。脳波を脳の表面から直接に測ることができるので非常に正確な脳波を測ることができます。これは脳表脳波と呼ばれ、頭の皮膚に電極を貼る通常の脳波に比べるとずいぶん正確です。しかも針電極と違って脳に傷をつけないので、瘢痕組織が生じず、長期間安定して測ることができます。動物実験で約1年間電極を置いたところ、その間ずっと安定して正確に測れたと日本の研究者が発表しています。脳表脳波は、患者さんに使うには適した方法であるというふうに考えられます。

我々は脳表脳波を使った方法を10年間くらい前から研究をしてきました。薬が効かない難治性の痛みやてんかんの治療や検査のために電極を脳の表面に置く必要がある患者さんに、大阪大学医学部附属病院の倫理委員会の承認のもと、ボランティアとして研究に協力して頂き、研究を行ってきました。てんかんがどこから起きているか、痛みに対してどこを刺激するのが一番効くかを、電極を脳表面に置いて2週間くらいかけて検査するのですが、その間にBMIの研究に御協力して頂きました。その研究結果を今からご紹介したいと思います。

まず、調べたのはどの領域の脳信号を用いると運動内容を正確に推定できるかということです。手足を動かす領域は運動野という大脳前頭葉の一番後ろあたりにあります。ヒトの場合は、特に中心溝という脳のしわの前壁に、手を動かす運動野の大部分があると言われていました。

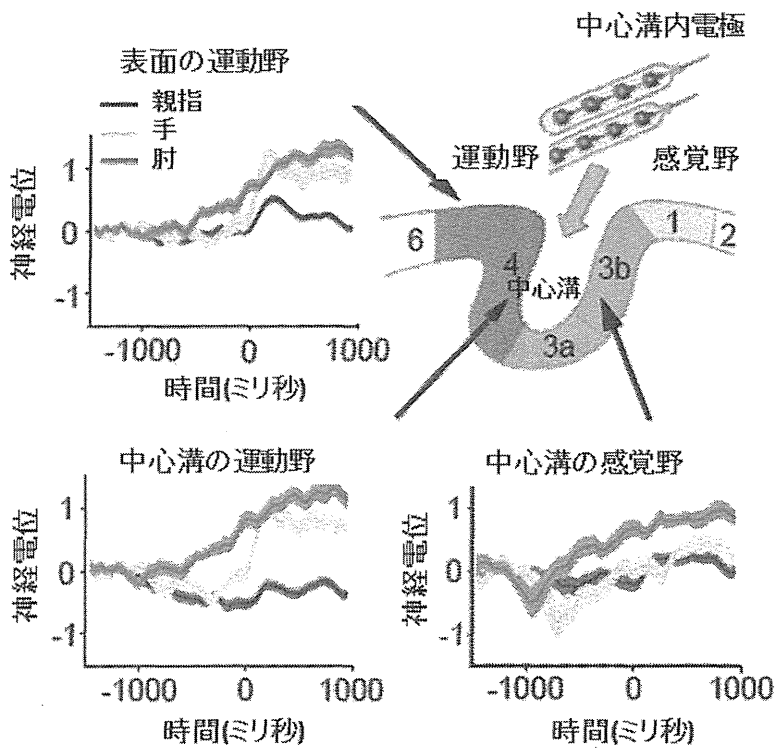
中心溝の前壁に手を動かす領域があるので、ここの脳信号を測ってコンピュータで解析すれば、手を開いているのか閉じているのか、つまもうとしているのか、肘を曲げようとしているのか、動きに対応した脳信号を一番正確に測れる、区別できるのではないかと考えました。

## 運動内容の差を推定しやすい

難治性の痛みの治療のために脳の表面と中心溝の中に電極を一時的に入れて患者さんに協力して頂き、手足をそれらの電極から動かしている時の脳波を計りました。中心溝前壁の電極では肘を曲げているとき(濃灰色)、手を曲げているとき(淡灰色)、親指を曲げているとき(黒色)で波形

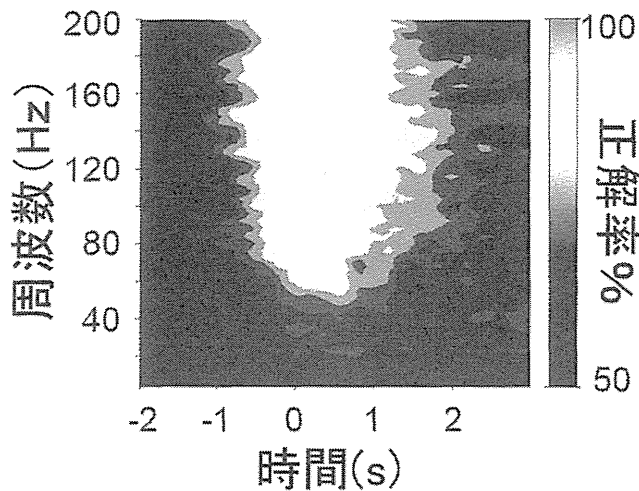
に大きな差があるということが分かります(図 1)。それに比べて、脳の表面の電極ではあまり差がありません。中心溝後壁は感覚野と呼ばれる領域ですが、これは同じ中心溝でも差がありませんでした。ということは、中心溝前壁の運動野から脳表脳波を測ってコンピュータで処理すると、運動内容の差が一番推定しやすいと思われれます。区別しやすいければ、ロボットをコントロールしやすいとか、何をしゃべろうとしているか推定しやすいと考えられます。

図 1



それから、どの周波数の脳波が重要かということについても調べました。よく知られているα波というのは大体 10 ヘルツくらいの低い周波数の波です。我々の脳の表面に電極を置く方法を使うと、200 ヘルツくらいまで正確に測れます。これはガンマ波と呼ばれ、普通の脳波で容易には測れないような高い周波数、細かい周波数の脳波です。ガンマ波を使うと、運動の種類、親指を曲げているのか、手を曲げているのか、手を開いているのかということが正確に推定できることが分かりました(図 2)。

図 2

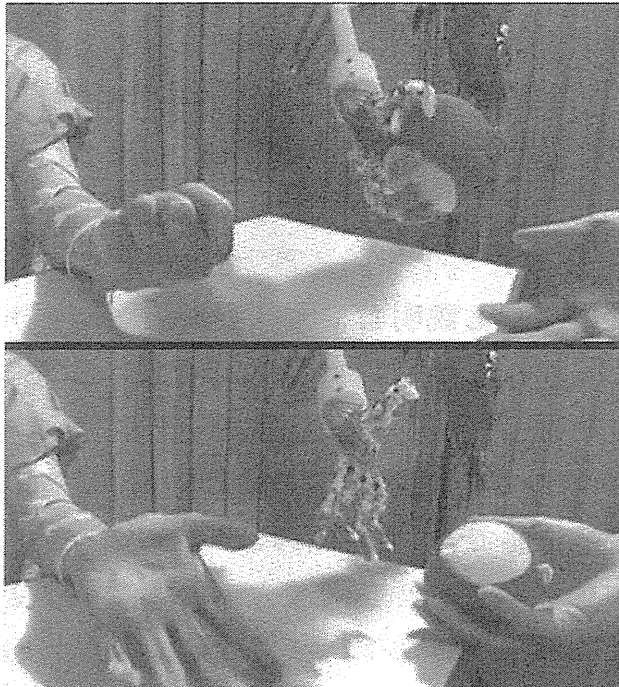


以上のような方法で運動内容を推定し、ロボットアームをコントロールするようなことが、最近できるようになってきました。これは難治性疼痛の治療のために脳表電極をおいて難治性の痛みの患者さん、にこの研究にボランティアとして参加していただいて、手や腕を動かしてもらって、そのときの脳波をコンピュータで解析して、ロボットをコントロールしてみました。患者さんが手を開いたり閉じたりしているのと合わせて、ロボットが、物をつかんだり離したりすることができました。

#### 実験4日後にも動かせる

皮質脳波を用いた方法が優れている点として、安定性を挙げました。こうした患者さんでは脳表電極は通常2週間しか置きませんから、長期の安定性を調べることはできませんが、最初のロボット実験から4日後に、コンピュータのセッティングを変えることなく、患者さんの動きと同じようにロボットアームが動かすことができました(図3)。手のひらだけでなく、肘や肩もコントロールすることができるようになってきています。これは手を動かすところを解読するモジュールと、肘の運動を解読するモジュールを別々にコンピュータの中で作って、同時に別々に動かします。これを0.2秒ごとに連続的に行うことにより、手と肘の動きを同時に、独立して動かすことができます。モジュールをもっと増やすと、手と肘だけではなく、肩の動きとか反対側の手とか、足の動きも推定できる可能性があります。

図 3



### 意思疎通のサポートも

運動機能のサポートも重要ですが、ALS の患者さんで、一番重要なのはコミュニケーション、意思疎通をサポートすることですね。それを実現するために、コンピュータ上のカーソルを脳波で動かせれば、画面上に「はい」とか「いいえ」を表示して、これをカーソルで選択する装置をつくることにより、脳波で意思疎通ができると考えています。

私たちの方法は脳の表面に電極を置く方法なので、最終的に在宅ですっと使おうと思うと、細菌がコードを伝わって頭の中に入ったりを防ぐために、装置を心臓のペースメーカーのように手術により体内に埋め込んでしまう必要があります。逆にいったん装置を体内に埋め込んでしまうと心臓のペースメーカーのように非常に便利になります。そこで私たちは現在ブレイン・マシン・インターフェースの体内埋め込み装置を開発しています。現在、動物実験を進めているところですが、実際に ALS の患者さんで体内に埋め込んで治療するというのは、少なくともあと数年から5年くらいはかかると思います。

このような状況において、我々、ALS の患者さんを対象として、BMI の臨床研究を計画してきました。その臨床研究ではロボットアームがどれくらい動かせるか、どれくらい意思疎通ができるかということ調べる計

画です。大阪大学医学部附属病院の未来医療センターというところで十分な審議を重ねて準備をしてきまして、倫理委員会が通る最終段階に近づいてきました。(その後平成 24 年 8 月 22 日の大阪大学医学部医学倫理委員会で承認されました。)

## 臨床研究の最終準備

臨床研究の内容について少し説明します。最終的にはワイヤレス埋め込み装置をめざしていますが、完全に体内に埋め込むのはまだ時間がかかるので、今回は有線状態で行います。有線状態というのは、手術で脳表電極を入れますが、配線が体外へ出てきて、コネクタで体外の脳波計と接続した状態です。この有線の状態で、ロボットアームのコントロールと、カーソル制御を用いた文書作成がどれくらいできるかということ进行调查します。これまでの研究で、てんかんとか痛みの患者さんでは、うまくできるところを明らかにしましたが、ALS の患者さんでできるかどうかは明らかではありません。ALS 患者さんは運動ニューロンが徐々に変性していくので、脳から BMI に必要な運動に関する脳活動がうまく出ているかどうか分からない面があるからです。

重症の患者さん 3 名を対象とします。患者さんが多い病気ではなく、しかも今回、手術を行う必要があるということで最低限の患者さんを対象とします。ずっと電極が置いておければ良いのですが、配線が外へ出ているので、これをずっと在宅で続けることは感染の危険性があるため困難です。今回は残念ですが、脳の表面に電極を置くのは 3 週間だけです。手術をして、ブレイン・マシン・インターフェース技術を用いてロボットアームがどれくらいうまく動かせるか、文書の作成がどれくらいうまくできるかということ进行调查のと、この方法の安全性を評価します。

対象になる患者さんについて説明します。疾患名としては ALS と脊髄性筋萎縮症です。成人の重症の患者さん 3 名です。すでに人工呼吸管理にある患者さんが対象です。というのは、呼吸状態が ALS の患者さんは不安定で、ちょっとしたことで悪くなったりしやすいのです。研究による危険性を低くするため、最初から人工呼吸器の管理下にある患者さんを対象とすることになりました。また倫理的な面からは、患者さんご自身から同意がとれる必要があります。手術の危険性が高い状態の患者さんも対象に

なりません。

今回の臨床研究では専用に研究開発した電極径 1mm の電極を電極間隔最小 2.5mm で置くように考えています。患者さんの個々人の脳の形状に合わせて電極を置きます。ロボットアームは電気通信大学の横井先生が開発したロボットを用います。意思疎通は 2 種類行います。まず、カーソルで「はい」「いいえ」を選択するものです。もうひとつは、カーソルをコントロールして文字を選択することにより文章を作成するものです。

以上のように研究の実施計画も、いま最終段階にきているところです。

研究の責任者は大阪大学脳神経外科の吉峰教授で、私は主任研究分担者です。脳外科の医師が大勢協力して、神経内科、麻酔科、集中治療部が協力します。さらに未来医療センターがコーディネータ、モニター、データのマネジメントを客観的に行う体制でやっています。

病棟の看護師さんの勉強会も進めているところです。また ALS の患者さんを専門的に診療している施設、大阪難病医療情報センター、府立急性期・総合医療センターの澤田先生、刀根山病院の藤村先生にご協力いただいています。大体このような研究で準備を進めているというところであります。

現在、最終的に準備を進めているところで、もうしばらく時間が掛かるかと思えます。実際に臨床研究を行う段階になった際には、また改めて説明をさせていただきたいと考えていますので、どうか皆さま、今後とも宜しくお願いいたします。今日はどうもご静聴ありがとうございました。

### 【質疑応答】

○質問・川口有美子さん 患者さんが参加されるということですが、その患者さんはどういうふうに見つけられるのですか。

○平田先生 大阪府下の ALS の患者さんを専門的に診療している先生方からもご紹介いただくこともできますが、具体的な手順に関しては未来医療センターの臨床研究のサポートをしている森脇先生から説明します。

○森脇先生 先程ご紹介ありました大阪大学未来医療センターのプロジェクトマネージャーの森脇です。それに関してはまだ現在進行中の部分もありますけども、基本的には、こういった対象患者さんにご理解いただいた上で、臨床基準を決めてありますので、そういう中で良く吟味して、基

本的には広く公募の形をいま検討しているところです。

○川口有美子さん ちょっと宣伝させていただきます。今日は橋本みさおが出席していますが、今年度から厚労省の難治性疾患克服研究事業で、患者の橋本が主任研究者になって「患者および患者支援団体による研究支援体制の構築に関わる研究班」が立ち上っています。

それで今年 30 人近い分担研究者、協力研究者の方を集めて、七つの難治性疾患の患者から集めたポータルサイトを立ちあげて、そこにその患者さんが個人で自分のデータを入力する。それを先生方に使っていただけるようにということで、今そういう準備に取りかかっています。

そうするとたとえば治験の公募というのは、それを見ていただいたら適性のある患者さんが瞬時に見つかる。それから私たちには、「こういう研究が進んでいます」という情報が瞬時に分かるということで、情報を双方やりとりできる。これは厚生省の方でも初めてという試みで、いま進んでいます。近畿ブロックでは小林貴代さんに研究協力者として参加していただいております。

それで、ポータルサイト、要するにインターネットのホームページですね、それが出来あがりましたら、ぜひ近畿ブロックの皆さんにご紹介しますので、それぞれで自分のデータを入力していただいて、研究に協力していただきたいことをお願いいたします。会報にも細かく書かせていただきますので、ぜひ先生方もお使いくださいますようお願いいたします。

○橋本みさおさん よろしくご協力ください。

## 利用者の負担減のアクションも

○松尾さん パナソニックの松尾と申します。レッツチャットをつくったものです。メーカーの立場でいくとお金のことが気になります。おそらく、もし最初に発売したら、いくらくらいになりそうかということはわかりませんか。

○平田先生 どういうふうに値段設定をするかはむずかしいと思うのですが、現状の機器の 10 倍くらいなるかもしれません。

○松尾さん そうでしょうね。普及しても 50 万円の意思伝達装置でもやっとなんかところで、100 万円超えたもの、視線入力なんかはほとんどの人は自己負担で買えない状況です。研究を進める中で国を巻き込んで、



発売した時には補助金対象として利用者負担が1割であるとか、そういうアクションをとってもらいながら進めていただきたいと思います。発売してからアクションを進めると、恐らくなかなか数が出なくて、ニーズがないという企業理論に陥ってしまうので。

○平田先生 私もまったく同感です。それが必須だと思います。国を巻き込み、さらに患者さんの皆さんのご協力がないと難しいだろうと思っています。患者さんが、必要であると感じて要望されるのが一番強い支持になるのではないかと思います。もちろん企業の方の努力もあります。そういったものが全てそろそろ必要があると思っています。

○多田さん(大阪府・患者) 埋め込み電極でということなのですが、埋め込み電極のデータと並行して、頭蓋表面のデータも採取して、複合的にデータ収集することによって、将来的に簡便な方法でロー・コストで、手術せずに、表面に電極を外部装着するだけで使用できるという展望はどうでしょうか。

## どんどん研究は進んでいく

○平田先生 脳表面の電極だけでなく、頭皮の表面にも電極を付けて同時に測定することによって、将来的には頭皮の脳波だけで同じことができるような、そういう研究を進めてほしいということですね。

我々も、そういった研究も進めていきたいと思っています。我々は脳外科なので脳の表面に電極置くという方法に力を入れてやっていますが、頭皮脳波だけでどれくらい性能を上げるか、そういったことに取り組んでおられる研究者もたくさんおられますので、どんどん研究は進んで行くと思います。

○蓮池さん(奈良・家族)今のと関連があるかどうか分からないのですが、重症になる前に、そういう電極から、実際に筋肉を動かして手が動くとか、そういうようなことは不可能なんでしょうか。

○平田先生 筋肉を直接電気刺激する、機能的電気刺激(FES)という方法があります。これはもうだいぶ昔からそういった技術自体はあって、ずっと研究が続けられています。自分の手足の筋肉を電気で刺激して、それが収縮して思ったとおりに動かせれば一番理想的ですね。ただまだ解決すべき点もあるようです。

## これからの夢をつなげよう

○吉峰先生 私どもは今回、患者さんと支援されている家族の関係とか、普段どんなふうにしてこういう場へ出て来られたり、会場ボランティアの方はどんなことをされているかというのを見させて頂きたいので参加しました。

今日は4人で参りましたが、主に脳の研究をメインにしているグループ、もう一つは機械とのつながりを考える開発研究のグループもあれば、先ほど森脇先生から紹介がありましたけど、そういう研究開発から一歩離れて患者さんとのつなぎ方をどうしようかという橋渡しの研究、この頃よく言われてますね。患者さんと家族に具合が良いようにこれからの夢をつなげようと、そういうのが集まって4人来ております。

先程来、いろいろご質問をいただきましたが、技術が進むと手術をしなくてもいけるものも出てくると思います。ただ、骨の下に入れたほうが圧倒的に信号の性質が良いのです。頭皮の方からも色んなことが分かってくる。手術したらもっと良いことができるというそんな感じで進むのだらうと思います。

夢を言えば、お話のありましたロボットじゃなくて自分の体を動かすということもやっぱり夢です。科学の夢からいうと、今はカーソルを動かす方法でコンピュータを使えたらと言っていますが、これはもっと夢を言えば、ペンギンおやじさんの絵（4コマ漫画あります）がありますけど、ここにおしっこの「お」があつたら、読み取る方が「おしっこ」と言える。もしこの方法が上手くいけば、「おしっこ」と考えただけでコンピュータが「おしっこ」と言える。ピンクのブラシを考えただけで、言わなくてもピンクのブラシが出てくる。ちょっと違うのが出てくるかもしれませんが（笑）。その人が考えたらそれが出てくる、イメージだけで疎通できる。それは患者さんだけでなく、ひょっとしたら、怖い話ですけど、人類全部がそうなるかも知れないということも考えられますので。

それはそうとして、川口さんから良い情報ありがとうございました。その辺りは連携をとって脳外科と本当の社会というのをつなげていけたらと思っております、今日はありがとうございました。（拍手）

昨年（平成 24 年）度の日本 ALS 協会近畿ブロックの総会で、大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座特任准教授の平田雅之先生に、脳の信号を用いて、自分の言いたいことをコンピューターの画面に表示したり、ロボットアームを動かしたりする「ブレイン・マシン・インターフェース」の臨床研究について講演をしていただきました。その臨床試験が、いよいよ始まったそうです。

## 「ブレイン・マシン・インターフェース臨床試験」のお知らせ

大阪大学大学院医学系研究科脳神経外科学講座  
特任准教授 平田雅之

脳の活動は電気信号でとりおこなわれており、その一部は「脳波」として外部から観察できます。一般病院での「脳波検査」は頭皮の上から検査しますが、脳神経外科の特殊な手術患者さんでは「脳の表面に」電極をおいて精密な「脳表脳波」を検査することがあります。

### 1. 「脳表脳波」を利用すると「考えただけ」で機械を動かすことができる

この「脳表脳波」をうまく解読すると、「患者さんが行おうとしている運動を読み取る」ことができるようになりました。そしてこれを応用すると、人が「考えただけで」コンピュータなどの機械を操作することが可能となりました。これが実用化されると、ALS や脳卒中、脊髄損傷などにより手足が動かないかたであっても、「脳波だけで機械を操作できる」ことになります。

### 2. ALS の方での「臨床試験」—「考えただけで機械を動かせるか？」

しかし、これが実際の ALS の患者さんでも可能かどうか、そしてそれが安全かどうかは確認しておく必要があります。今回、大阪大学医学部附属病院

ではこれを確認するための「臨床試験」を開始します。対象となる患者さんは病状が進行し、ほぼ完全な四肢麻痺状態で、発話もできず、すでに人工呼吸器をつけておられるかたに限られています。

今回の臨床試験では、手術で実際に脳の表面に電極をおき、安全性の確認とともに、次のことが「考えただけで」どこまでできるかを検査します。

- 1) コンピュータ画面を操作して、文字を画面に表示する
- 2) ロボットアームを動かして物をつかんだり、離したりする

### 3. この研究の将来展望

今回の場合、電極からコードが体外に出たままですので、そのままご自宅でも使用し続けることはできません。3週間の試験期間が終了すると電極ごと抜去して、臨床試験を修了することになります。そして、次の段階で「完全埋め込み型ワイアレスシステム」を開発し、自宅で使用できるシステムを開発することになります。

(お問い合わせ)

この臨床試験は、大阪大学医学部附属病院未来医療開発部未来医療センターのプロジェクトとして進められています。現在、おひとりの患者さんが登録され、臨床試験が始まったところです。ご興味のおありのかたは下記までご連絡ください。

大学医学部附属病院未来医療開発部未来医療センター  
BMI 臨床研究事務局

メールアドレス : [bmi@hp-mctr.med.osaka-u.ac.jp](mailto:bmi@hp-mctr.med.osaka-u.ac.jp)

