

分担研究課題（小課題）：脳波測定装置の開発

A. 研究目的

現在ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) 研究に使用される神経画像法のうち、非侵襲であり、大型装置が必要でなく、さらに運用が容易であることから頭皮上電極を用いる脳波計が主として使用されている。人間の脳波は 1929 年に H. Berger によって報告されている人間の脳活動を捉える手法としては古いものであり、現在ではデータをデジタル化し記録する脳波計が研究用として販売されている。

その中でも主だった機器を挙げると Neuro Scan 社(US)、Brain Products 社(Germany)、g.tec 社(Austria)等の製品が使用されており、本グループでも BMI 研究用および実用化検討用として g.tec 社の脳波計を使用している。これらの機器はいずれも主に研究用の機器として販売されている。そのため多くの機能を持ち結果として非常に高額であり、また海外の製品であるためにサポ

ートの問題もあるため、本研究の目的である国内での BMI 機器の普及を含めた実用化の障害となる。

B. 研究方法

試作機の機能詳細を、現在本研究で使用している g.tec 社製脳波計と比較し表 1 に示す。チャンネル数については、精度が多少劣るが P300 を利用した BMI は 3ch でも駆動可能であるとされており (Krusiensi ら 2008)、今回は BMI に使用できる信号品質が得られるかの試験の意味も含め 4ch の脳波計を試作した。AD 分解能については信号品質を左右する部分であり、g.tec 社製と同等の 24bit とした。

本稿で目指すのは、BMI 機器としての使用が可能な脳波計であり、最終的には機能の要、不要についても考慮することが必要となるが、まずは、技術的検証としてスペックおよび波形について、現状 BMI 機器として使用可能であるこの水準を到達目標とした。

表 1 詳細比較

	試作機	g.USBamp
チャンネル数	4ch	16ch
AD 分解能	24bit	24bit
増幅率	12000 倍	未公表
入力レベル	+0.2mV	+250mV
入力インピーダンス	1M $\Omega$	100M $\Omega$
寸法	200x180x40mm	197x155x40mm
重量	1200g	1550g



図1 試作機外観

### C. 研究結果

ここでは今期に完成した試作機について記す。

図1は試作機の外見写真である。サイズに関しては目標水準とした g.tec のものと比較して大差ないが、チャンネル数が少なく、より一層の小型化が望まれる。

図2はこの試作機により計測されたまばたき時、および閉眼時の波形である。比較対象として図3に g.tec 社製脳波計により計測した波形を示す。まばたき時、閉眼時のどちらにおいても、同等にまばたきによる筋電、閉眼時の  $\alpha$  帯の波形を観察することが出来た。

さらにはこの脳波計を使用し BMI-ECS の制御にも成功しており、本試作機により取得できる脳波が BMI 機器への使用に足るものであることが実証されている。

### D. 考察

今回作成した試作機を用いて BMI-ECS の動作は可能であるが、より精度の向上のためにはチャンネル数の増加が有効である。試作機は複数台連結することで同期した脳波を取得することが可能となっており、チャンネル数の増加だけであれば同機の増産で可能となる。しかしながら、試作機は一台でも現在使用している g.tec 社のものと比較して

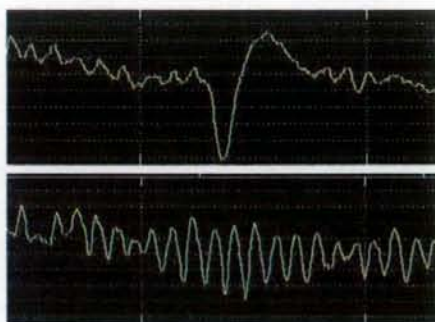


図2 試作機により計測された波形  
(上)まばたき時 (下)閉眼時



図3 gUSBamp により計測された波形  
(上)まばたき時 (下)閉眼時

大きい。増幅回路等の1チップ化を行うなどすれば小型化が可能と思われるが、このことについては BMI 機器が普及可能なレベルまで開発が進み、大量生産の目処が立った段階で解決可能なものである。今後はチャンネル数の増加および小型化へ歩を進めたい。

また、BMI 機器の普及を阻む別の問題として、容易に使用可能な電極の問題がある。現状では BMI 機器を実用レベルの精度を持って使用するにはペーストの塗布等、設置に時間が掛かるだけでなく、熟練した技術者の存在が必要となる。現在これらの問題を解決するため、設置が容易な電極の開発に取り掛かり始めている。

## E. 結論

BMI 用脳波計の作成を行ない、4ch の脳波計の作成を行なった。また現状使用している g.tec 社の脳波計との比較を行なった。そ

の結果、得られるデータとしては遜色無いものであることが確認された。

## 分担研究課題（小課題）：BMI システムの開発

### A. 研究目的

BMI の開発において、入力された脳機能信号が符号化され何らかのアプリケーションを制御する段階までを通した「システムとしての非侵襲 BMI」を見た場合、2008 年段階で代表的なものはニューヨーク州立大発の『BCI2000』およびオーストリア企業グーガー・テクノロジーズの商品である一連の『g.tec』パッケージである。前者はソースコードが公開されているため研究プラットフォームに適している一方、商業利用には制限が科せられている。後者はそもそも商業パッケージであるため、システム開発が進むほどブラックボックス部分が足枷となり、またそもそも今後の医療現場などでの応用展開を見据えた場合には、パッケージ価格の高さが問題となり得る。

本研究は基礎的データ収集のため g.tec パッケージを導入するかたちで開始されたが、アプリケーションを強く念頭においた BMI システムを今後に渡って構築してゆく際、幾つか採りうる選択肢が存在するであろう。また公開されている BCI2000 のソースを換骨奪胎するだけでは、それをもって制限をかいぐれると考えるのは適切でないだろう。

結局、既存の BMI アルゴリズムを参考にしてつつ新規開発を行い、コードレベルから内製化してしまうのが、遠回りのようではあるがもっとも利便の面でも道義的な面でも望ましいと考えられる。よって本小報告は、その戦略に従って行われた BMI システム開発の成果について述べる。

### B. 研究方法

BMI アルゴリズムとしてはすでに公開されているものが多くある。また符号化された脳機能信号によって発行される制御信号を TCP で被制御機器にまで送達する（局所的な意味での）インタフェースについては、既に昨年度、企業へ開発委託したものが存在するため、これを発展的に今回の BMI システムソフトウェアへ組み込むことが可能である。システムの最上流である脳波計の開発は必須であるが、これは別に項を割いているのでそちらを参照されたい。

つまり本開発の新たに行うべきを端的に述べれば、研究・開発両面の要求に従った新規ソフトウェア群——脳機能信号を取得し、信号処理および判別アルゴリズムを経て符号化し、制御機器へ向けたコマンドに変換するものを設計し、適切な実装を行うことである。

さてここで、生活環境制御というアプリケーションの最終段階を考慮して上記アルゴリズムを俯瞰すると、「視覚提示された多数選択肢からの択一を行える」という利点をもつため入力効率に優れた視覚応答型（P300 スペラー等の名称で知られる）と、「視覚提示を待たず任意のタイミングでコマンド発行できる」という利点を持つ自発イメージ型があり、両者の適切な組み合わせが望まれる。そこで本システムは、両者に対応できるよう基礎設計が行なわれた。また後者については、上肢の運動をイメージした場合の脳波変化を利用することとした。

コーディング言語は C++を採用し、徹底

的なモジュール化を目指した。開発環境としてラピッドプロトotypingには Borland 社製の、本実装には Microsoft 社製の統合開発環境を導入した。システムの実行環境には当面 Windows XP を選定した。

また本年度においては本システムに含まれる『文字入力ボード』および別項を設けた『アシストスーツ』以外、BMI によるアプリケーションは未だ存在する予定がない。よってシステムテストおよびデモンストレーション用として、実物と同じプロトコルで制御されるパーチャル生活環境の構築も行った。これには 3D 空間内に配置された、複数のパーチャル家電製品等が含まれる。

### C. 研究結果

開発の一部は企業への委託として行った。これにより共同実装されたソフトウェアは、

[1] 上述の視覚刺激をユーザに提示するモジュール(Fig.1)

[2] それによる選択から発行された制御コマンドを受けて動作する、パーチャルリアリティ技術を援用した模擬的な生活環境

[3] 脳波計デバイスドライバ用ラッパー DLL(dynamic Link library)

以上 3 点である。



Fig.1 視覚提示パネル

いっぽう本所において実装されたソフトウェアは、アルゴリズムを内包し、上記要素を結んで動作する所謂“エンジン”にあたる(Fig.2)。本年度は先に述べた 2 つのアルゴリズムのうち、視覚応答型が優先して完成された。自発イメージ型に関しては、ラピッドプロトotypingによる技術実証機(デモンストレータ)を構築したが、システムの組み込みは設計段階のみ終了している。

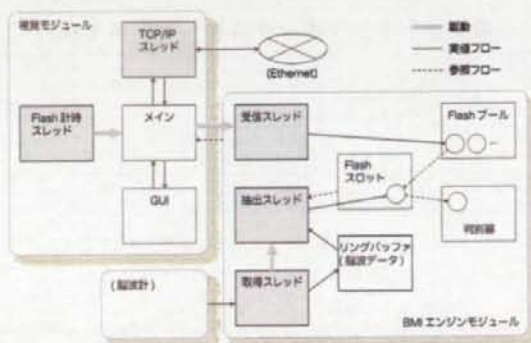


Fig.2 システム構成

### D. 考察

BMI アルゴリズムは逐次処理よりむしろバッチ処理的であるため、本システムは複数のスレッドを非同期的に連続駆動させることで、プロセス負荷の軽減および相互依存関係の排除を狙っている。

継ぎ接ぎでない完全新規開発の利点を生かし、ソフトウェア設計においてモジュール化を徹底したことが、多方面に寄与したと考えられる。まず分業的開発だったにも関わらず短期で実装終了できたこと、その過程において本所と委託企業間でスパイラル型の開発を行い得たことが挙げられる。さらに実装待ちの自発イメージ型アルゴリズムのみな

らず、および近い将来登場する可能性のあるあらたなアルゴリズムに対しても柔軟な拡張が行えることも期待できるであろう。

またソースコードにおいて、ウィンドウベースの画面表示まわりと脳波計デバイスドライバを除いて Windows に依存したライブラリ等は導入しておらず、将来的に他 OS への移植を考えた場合、あらためて開発工数を要するのは脳波計デバイスドライバだけと言ってよい(しかもその開発は本所の研究負荷から完全に切り離せる)。生活環境制御用のセットトップボックス等への展開を視野

に入れた場合、次段階として Linux/UNIX 環境への移植は考慮する必要がある。

#### E. 結論

生活環境制御などのアプリケーション展開を念頭に置いた場合、既存の BMI プラットフォームは様々な制限を負っていた。よって本分担研究では、新規の BMI アルゴリズムを柔軟に搭載しうるソフトウェアを設計・実装した。また、バーチャルな生活環境の実装も行った。

#### A. 研究目的

この課題では、上肢に麻痺のある患者を対象とした、BMI によるパワーアシストスーツ使用者の操作意志推定法の実装及びパワーアシストスーツによる動作補助の機能を有するBMI 型上肢アシストスーツの開発を目的とする。解決すべき課題には、脳波計測からの意志推定が高い精度で行える判別システムの実装と、使用者にパワーアシストスーツを積極的に使用してもらうための高いモチベーションを想起可能な視覚情報提示システムがある。



図.1 BMI 型パワーアシストスーツ

#### B. 研究方法

本課題の開発要素として、以下に挙げる事柄について開発及び実験による検証を行う。

- ・ 上肢アシストスーツの機構開発
- ・ 脳波計測による日常生活環境下での合目的動作を可能とする動作システム開発
- ・ 直感的な視覚情報のもとでBMI 型上肢アシストスーツに適したグラフィカ

#### ルユーザインターフェイスの開発

まず第 1 項の機構開発ではアシストスーツ装着者にとって安全確保を実現する外骨格構造を採用し、対象物体の把持や操作を可能とする手指の動作補助機構に出力制限機能や、想定外の外力から手指を保護する機能を取り入れる。また、適正検査や実機への導入を目的として直接装着せずに仮想空間での実施を可能とするバーチャルリアリティシステムを併せて開発を行う。

第 2 項の動作システムの開発では、アシストスーツ装着者の運動意思の想起を EEG から検出する手法や、注視先の物体の検出といった BMI 型上肢アシストスーツの基本システムの開発および効果を実験により検証する。

第 3 項のグラフィカルユーザインターフェイス開発では、ソフトウェアにおける開発を主として、第 2 項の EEG 計測と同期して被験者評価による検証を行う。



図.2 バーチャルリアリティシステム

#### C. 研究結果

- ・ 上肢アシストスーツの機構開発

手指の動作補助による把持動作の実現と把持感覚をアシストスーツ装着者に伝えるための機構を備えつつ、出力制限機能、外力から手指保護機能を実現した。

- ・ 脳波計測による日常生活環境下での合目的動作を可能とする動作システム開発

EEG から運動意思の想起を検出し、任意にスイッチング動作可能な手法を構築した。また、EEG から注視先を判別するシステムの開発に成功した。

- ・ 直観的な視覚情報のもとで BMI に適したグラフィカルユーザインターフェイスの開発

視覚情報による環境認識をコンピュータ側も共有可能なシステムを開発した。EEG 計測と連動した操作が可能であることを被験者実験により確認した。

#### D. 考察

麻痺側の上肢を訓練する目的の装置は既に海外をはじめ、国内でも研究開発が行われている。医療分野におけるロボット技術導入は、外科手術での成功を始まりに着実な進歩を遂げている技術であり、上肢訓練装置も実用化が期待される技術である。しかしながら、報告されるリハビリ効果については疑問が残されている。本課題で開発を進める上肢アシストスーツでは、実生活

での活用に着目した合目的動作を補助する機能の特徴としている。訓練ではなく実生活環境下での用途では、環境情報を処理する認知機能を装置側にも実装しなければ、対象物の位置や姿勢の把握は勿論、作業方法も決定できない。BMI による意思推定は、行動パターンを決定する用途には向くが、細かな運動制御には不向きである。本課題では、細かな運動制御は上肢パワーアシストスーツのシステムに分担させ、装着者は意思決定を行うという手法を模索し、対象物の種類特定と、位置姿勢の把握が可能な環境認識技術を上肢パワーアシストスーツのシステムに取り入れることに成功した。

#### E. 結論

実生活用途の BMI 型アシストスーツの開発を目指して、その根幹となる機構開発、脳波解析アルゴリズムの構築、装置への入力を可能とするマン・マシン インターフェイスの開発という 3 本柱に取り組んだ。安全性に関わる機能面での充実は十分に図られるべきものであるが、一度に完全に安全な機構を開発することは現実的に難しい。安全面に配慮したバーチャルリアリティシステムによる BMI 型上肢アシストスーツへの導入と実際に装着する実機との効果的な組み合わせについて配慮を行いつつ、実際の合目的動作の実演に向けて開発を進めたい。



A. 研究発表

1. 論文発表

論文：原著

Takano, K., Komatsu, T., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. Visual stimuli for the P300 brain-computer interface: a comparison of white/gray and green/blue flicker matrices. (in revision)

Kadota, H., Nakajima, Y., Miyazaki, M., Sekiguchi, H., Kohno, Y., Kansaku, K. Anterior prefrontal cortex activities during the inhibition of stereotyped responses in a neuropsychological rock-paper-scissors task. *Neuroscience Letters*, (in press)

Iidaka, T., Nogawa, J., Kansaku, K., Sadato, N. Neural correlates involved in processing happy affect on same race faces. *Journal of Psychophysiology*, 2(2): 91-99, 2008.

論文：総説

神作憲司. 福祉機器のブレイン-マシン・インターフェイス. *日本機械学会誌* 111(1080): 924-926, 2008.

神作憲司. 脳からの信号で機器を操作. *福祉介護機器テクノプラス* 02: 38-41, 2008.

神作憲司. 超の世界：ブレイン-マシン・インターフェイスを用いた生活環境制御. *自動車技術*. 62(12): 105-106, 2008.

論文：その他

筑紫新, 神作憲司. テクノロマン・インタビュー：頭で念じて機器を操作、障害者のための BMI 技術. *商工ジャーナル*. 34(10): 52-55, 2008.

論文：抄録・プロシーディング

外山滋, 沖野浩二, 神作憲司, 長谷川有貴, 南戸秀仁, 三好扶, 畠直輝, 小島洋一郎. 福祉とセンシング. 平成 21 年電気学会全国大会論文集 (in press)

畠直輝, 小松知章, 神作憲司. インテリジェントハウスを目指した BMI 環境制御システム. *精密工学会知能メカトロニクスワークショップ講演論文集*. 49-52, 2008.

Gjini, K., Sakihara, K., Ueno, S., Ando, J., Kansaku, K. Functional connectivity between parietal and frontal areas of the human brain during silent counting assessed by coherence measures: an MEG study. Program No. 869.18. *2008 Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington DC: *Society for Neuroscience*, 2008. Online.

Shimotomai, T., Kansaku, K. A connectionist model of the neural system for counting in the human brain. Program No. 869.14. *2008 Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington DC: *Society for Neuroscience*, 2008. Online.

Takano, K., Komatsu, T., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. A non-training BMI system for environmental control: a comparison between white/gray and green/blue flicker

matrices. Program No. 863.9. 2008 *Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington DC: *Society for Neuroscience*, 2008. Online.

Komatsu, T., Sakihara, K., Gjini, K., Nakajima, Y., Kansaku, K. Synchronization changes during action execution and observation: a whole-head MEG study. Program No. 385.1. 2008 *Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington DC: *Society for Neuroscience*, 2008. Online.

Ide, H., Kato, J., Kabashima, I., Kadota, H., Kansaku, K. Social decision making while viewing political and economic advertisements: fMRI experiment using 1992 US presidential campaign videos. Program No. 716.8. 2008 *Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington DC: *Society for Neuroscience*, 2008. Online.

Komatsu, T., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. A non-training EEG-based BMI system for environmental control. *Neurosci Res*, 61: S251, Suppl. 1, 2008.

Voon, V., Gallea, C., Ekanayake, V., Hattori, N., Bruno, M., Kansaku, K., Hallett, M. Loss of motor-limbic functional connectivity in convention disorder. *Biological Psychiatry*. 63(7), 118S, 356, Suppl. S, 2008.

#### 書籍

神作憲司. 脳のセンシング技術を用いた新しい福祉機器. *心とからだのセンシング: 健康・医療・福祉のためのテクノロジー*

(ヒューマンサイエンスとセンシング調査研究委員会編). 海文堂. (印刷中)

Gjini, K., Sakihara, K., Ueno, S., Ando, J., Kansaku, K. Coherence estimates of the cortical functional connectivity during silent counting and solfège notes naming: an MEG study. *Biomagnetism: Interdisciplinary Research and Exploration*. (Eds) Kakigi, R., Yokosawa, K., Kuriki, S., Sapporo, Hokkaido University Press, pp. 218-220, 2008.

## 2. 学会発表

### 一般口演・ポスター

Kansaku, K. Representation of exact abstract concepts in the human brain. *The 3rd Japanese-French Frontiers of Science Symposium*. Jan 2009; Shonan, Japan

神作憲司, 高野弘二, 小松知章, 畠直輝, 中島八十一. ブレイン-マシン・インターフェイス (BMI) による環境制御. 第25回国立障害者リハビリテーションセンター業績発表会. 2008年12月; 所沢.

高野弘二, 小松知章, 畠直輝, 中島八十一, 神作憲司. 効率的なブレイン-マシン・インターフェイスのための視覚刺激法. 第25回国立障害者リハビリテーションセンター業績発表会. 2008年12月; 所沢.

Gjini, K., Sakihara, K., Ueno, S., Ando, J., Kansaku, K. Functional connectivity between parietal and frontal areas of the human brain

during silent counting assessed by coherence measures: an MEG study. *The 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*. Nov 2008; Washington DC, USA.

Shimotomai, T., Kansaku, K. A connectionist model of the neural system for counting in the human brain. *The 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*. Nov 2008; Washington DC, USA.

Takano, K., Komatsu, T., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. A non-training BMI system for environmental control: a comparison between white/gray and green/blue flicker matrices. *The 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*. Nov 2008; Washington DC, USA.

Komatsu, T., Sakihara, K., Gjini, K., Nakajima, Y., Kansaku, K. Synchronization changes during action execution and observation: a whole-head MEG study. *The 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*. Nov 2008; Washington DC, USA.

Ide, H., Kato, J., Kabashima, I., Kadota, H., Kansaku, K. Social decision making while viewing political and economic advertisements: fMRI experiment using 1992 US presidential campaign videos. *The 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience*. Nov 2008; Washington DC, USA.

神作憲司. 時間と数・時間と空間の情報  
を離散化する脳内表現. 第1回「脳における

時間表現の研究」ワークショップ. 2008年10  
月; 箱根.

畠直輝、小松知章、神作憲司. インテリ  
ジェントハウスを目指した BMI 環境制御シ  
ステム. 精密工学会知能メカトロニクスワ  
ークショップ. 2008年9月; 香川

Gjini, K., Sakihara, K., Ueno, S., Ando, J.,  
Kansaku, K. Coherence estimates of the cortical  
functional connectivity during silent counting  
and solfege notes naming: a MEG study.  
*International Conference on Biomagnetism  
(Biomag) 2008*. Aug 2008; Sapporo, Japan.

Ide, H., Kato, J., Kadota, H., Kansaku, K.,  
Kabashima, I. How does the electoral campaign  
affect the choice of voters?: fMRI experiment  
using the 1992 US presidential campaign video.  
*2008 Annual Meeting of the American Political  
Science Association*. Aug 2008; Boston, USA.

Komatsu, T., Hata, N., Nakajima, Y.,  
Kansaku, K. A non-training EEG-based BMI  
system for environmental control. *The 31st  
Annual Meeting of Japan Neuroscience Society*.  
July 2008; Tokyo, Japan.

Voon, V., Gallea, C., Ekanayake, V., Hattori,  
N., Bruno, M., Kansaku, K., Hallett, M. Loss of  
motor-limbic functional connectivity in  
convention disorder. *63<sup>rd</sup> Annual Meeting of the  
Society of Biological Psychiatry*. May 2008;  
Washington DC, USA.

講演等

Kansaku, K. Neuroimaging: from systems-neuroscience to rehabilitation. *Neurology Seminar. The Neurological Institute of Columbia University.* Nov 2008; New York, NY, USA.

the case of sex differences in language function in the human brain. *Today - Yale Initiative Symposium on Mind, Brain, and Society: Neurocognitive Approaches to the Social Sciences.* April 2008; New Haven, CT, USA.

神作憲司. 国立障害者リハビリテーションセンターでの BMI 開発研究. シンポジウム: 脳インターフェース(BCI/BMI)が拓く重度障害者の未来の生活. 2008 年 11 月; 所沢.

神作憲司. A non-training EEG-based BMI system for environmental control. 第 31 回 日本神経科学大会 パネル 2(システム神経科学) プレス・コンファレンス: -ブレイン・マシン・インターフェースの最前線-. 2008 年 7 月; 東京.

Kansaku, K. Limits and possibilities of neuroimaging approach to behavior in society:

B. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

神作憲司、小松知章、畠直輝. 制御システム及び制御方法. (特願 2008-174402)

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

#### 研究要旨

本研究は、活動領域拡張医療機器開発事業として、ブレインマシン・インターフェイス（BMI）による障害者自立支援機器の開発に関して、研究を推進するものである。BMI に関しては、非侵襲型のインタフェースを用いることとし、また、障害者自立支援機器として、これまで研究開発を進めてきたロボットスーツ HAL を改良・活用する。本年度は、基礎試験用の HAL の部材の設計と部材の試作を行い、従来装置を改良した試験モデルを準備し、基礎実験を行った。

#### A. 研究目的

本研究では、活動領域拡張医療機器開発事業として、ブレインマシン・インターフェイス（BMI）による障害者自立支援機器の開発に関して、研究を推進することを目的としている。

本年度は、基礎試験用の HAL の部材の設計・試作を行い、上肢モデルに関して基礎的実験を行う。下肢についての準備も可能な限り進める。

#### B. 研究方法

現状の BMI 技術による分解能を検討すると、侵襲型であっても非侵襲型であっても高い分解能を期待する事は現時点では困難であるため、検討の結果、本研究では非侵襲型の適用が当面は妥当であると判断し、これを想定して研究を進める事とする。また、障害者自立支援機器として、これまで研究開発を進めてきたロボットスーツ HAL を改良・活用する

ことで研究推進の効率化をはかり、改良型試験装置の製作と基礎実験を行う。

#### （倫理面への配慮）

人支援技術の研究開発の推進には、被験者に対する適切な対応が求められるため、当該研究では、厚生労働省の臨床研究に関する倫理指針を遵守した。

#### C. 研究結果

研究開発方針に従って、従来から研究開発を進めてきた上肢型 HAL を基に改良を加えた上肢用 HAL の試作モデルを製作し、基礎実験を行った。



図1 従来装置を基に改良を行った試験装置  
（上肢用 HAL）

また、下肢バージョンについても、当該研究推進で活用できるように、機構的／電子的／制御論的機能を拡充した。更に、BMI に関しても可能な範囲で試行を行った。

人間の上半身の可動域を検討し(図2)、これをもとに、可能な限り対応できるように設計変更を加え、図3に示されるように、実際の試験を通して検証を行った。

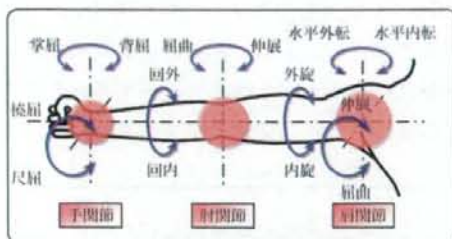


図2 人間の上半身可動域の検討



図3 装着時の可動域

#### D. 考察

動作速度に関しては、健常者には多少遅く感じられたが、障害者にとっては当該試験システムの速度でも活用可能であると示唆された。

#### E. 結論

障害者自立支援機器として、従来の HAL を改良することで、上半身 HAL の試作を行う事ができた。また、下半身 HAL の機構的／電子的／制御論的機能を自律システムとして適用できるよう研究開発を推進することができた。

#### F. 健康危険情報

該当なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

(これまでの関連研究の成果を含む)

K.Suzuki, G.Mito, H.Kawamoto, Y.Hasegawa, Y.Sankai:Intention-Based Walking Support for Paraplegia Patients with Robot Suit HAL, *Advanced Robotics*, Vol.21, pp. 1441 – 1469, No.13, 2007

など

##### 2. 学会発表

(これまでの関連研究の成果を含む)

- 1) HAL (Hybrid Assistive Limb) based on Cybernetics, Yoshiyuki Sankai, 日本小児神経学会 50 回記念国際シンポジウム, ホテル日航東京, 2008. 5. 28
- 2) 失われた機能をどう補うか ロボットスーツの開発, 山海嘉之, 日本小児外科学会, つくば国際会議場, 2008. 5. 29
- 3) 神経内科治療と工学の接点-ロボットスーツの医療への応用-, 山海嘉之, 第 26 回日本神経治療学会総会, 新横浜プリンスホテル, 2008. 6. 27
- 4) サイバニクス: 人・機械・情報系の融合複合, 山海嘉之, 日本神経回路学会 第

- 18 回全国大会, 産業技術総合研究所,  
2008. 9. 24
- 5) サイバニクスと神経難病分野への展開,  
山海嘉之, 第 12 回新潟神経内科シンポ  
ジウム, 東北大学有壬記念会館,  
2008. 9. 27
- 6) 次世代の動作補助ロボット・HAL, 山海  
嘉之, リハビリテーションケア合同研究  
大会, フェニックスプラザ福井,  
2008. 11. 7
- 7) Leading Edge of Cybernics and Future  
Robotics, Yoshiyuki Sankai, IEEE-RAS  
International Conference on  
Humanoids 2008, 韓国, 2008. 12. 13
- 8) ロボットスーツの医療や介護への応用,  
山海嘉之, 第 5 回広島脳卒中シンポジウ  
ム, 広島国際会議場, 2008. 12. 14
- 9) Leading Edge of Cybernics and  
BMI/BCI, Yoshiyuki Sankai, 有楽町朝日  
ホールスクエア, 2009. 2. 12

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(これまでの関連研究の成果を含む)

##### 1. 特許取得、申請

###### 1) 発明者 山海嘉之

発明の名称 装着式動作補助装置、基準  
パラメータデータベース構築装置、装着  
式動作補助装置における駆動制御方法、  
基準パラメータデータベース構築方法及  
びそのプログラム

出願人 筑波大学

出願番号 2008-181472

###### 2) 発明者 山海嘉之

発明の名称 装着式動作補助装置、装着

式動作補助装置のキャリブレーション装  
置、及びキャリブレーション用プログラ  
ム

出願人 筑波大学

出願番号 2008-200028

###### 3) 発明者 山海嘉之

発明の名称 装着式動作補助装置の動作  
補助システム及び装着式動作補助装置及  
び装着式動作補助装置の動作補助システ  
ム

出願人 筑波大学

出願番号 2008-208027

###### 4) 発明者 山海嘉之

発明の名称 装着式動作補助装置の同示  
唆補助システム及び装着式動作補助装置  
及び装着式動作補助装置の動作補助方法

出願人 筑波大学

出願番号 PCT/JP2008/064700

###### 5) 発明者 山海嘉之

発明の名称 生体信号計測装着具及び装  
着式動作補助装置

出願人 筑波大学

出願番号 2008-232091

###### 6) 発明者 山海嘉之

発明の名称 装着式動作補助装置のフレ  
ーム構造

出願人 筑波大学

出願番号 2008-248774

##### 2. 実用新案登録

該当なし

##### 3. その他

該当なし

### III. 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	
Gjini, K., Sakihara, K., Ueno, S., Ando, J., Kansaku, K.	Coherence estimates of the cortical functional connectivity during silent counting and solfege notes naming: an MEG study	Kakigi, R., Yokosawa, K., Kuriki, S.		Hokkaido University Press	Biomagnetism: Interdisciplinary Research and Exploration	Sapporo	2008	218-220
神作憲司	脳のセンシング技術を用いた新しい福祉機器.	ヒューマンサイエンスとセンシング調査研究委員会編	心とからだのセンシング:健康・医療・福祉のためのテクノロジー	海文堂				(印刷中)
餅田亜希子、中島八十一	失語症と高次脳機能障害に対する社会支援体制	鹿島晴雄、大東祥孝、種村純	よくわかる失語症セラピーと認知リハビリテーション	永井書店	大阪	2008	615-621	
中島八十一	中枢神経(脳の解剖)	岩谷力他	運動器リハビリテーションクルーズ	南江堂	東京	2008	20-21	
中島八十一	麻痺-中枢神経麻痺、末梢神経麻痺	岩谷力他	運動器リハビリテーションクルーズ	南江堂	東京	2008	124-127	
中島八十一	筋緊張異常、異常姿勢反射、不随意運動	岩谷力他	運動器リハビリテーションクルーズ	南江堂	東京	2008	131-133	
Nakajima, Y	Rehabilitation Manual 19	Ushiyama, T.	Guide to Support for Persons with Higher Brain Dysfunction I	National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities	Japan			(in press)

山海嘉之	第4章 検査・診断 機器／ヘマトクリ ット，酸素飽和度	日本機会学会	機械工学便 覧 応用システ ム編 y9 医療・福 祉・バイオ機 器	丸善	東京	2008 年	P49-51
------	-----------------------------------	--------	---	----	----	-----------	--------

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
Kadota, H., Nakajima, Y., Miyazaki, M., Sekiguchi, H., Kohno, Y., Kansaku, K.	Anterior prefrontal cortex activities during the inhibition of stereotyped responses in a neuropsychological rock-paper-scissors task	Neuroscience Letters			(in press)
Iidaka, T., Nogawa, J., Kansaku, K., Sadato, N	Neural correlates involved in processing happy affect on same race faces	Journal of Psychophysiology	2(2)	91-99	2008
神作憲司	福祉機器のブレイン-マシン・インターフェイス	日本機械学会誌	111(1080)	924-926	2008
神作憲司	脳からの信号で機器を操作	福祉介護機器テクノ プラス	02	38-41	2008
神作憲司	超の世界：ブレイン-マシン・インターフェイスを用いた生活環境制御	自動車技術	62(12)	105-106	2008
筑紫新、神作憲司	テクノロマン・インタビュー：頭で念じて機器を操作、障害者のためのBMI技術	商工ジャーナル	34(10)	52-55	2008
外山滋、沖野浩二、神作憲司、長谷川有貴、南戸秀仁、三好扶、畠直輝、小島洋一郎	福祉とセンシング	平成21年電気学会全 国大会論文集			(印刷中)
畠直輝、小松知章、神作憲司	インテリジェントハウスを目指したBMI環境制御システム	精密工学会知能メカ トロニクスワークシ ョップ講演論文集		49-52	2008

中島八十一	高次脳機能障害支援の現状と問題点	国リ八研紀	28	1-8	2008
Yamane, T., Nonaka, K., Miyoshi, H., Maruyama, O., Nishida, M., Kosaka, R., Sankai, Y., Tsutsui, T.	Pivot wear of a centrifugal blood pump developed for circulatory assist.	Journal of Artificial Organs	11(4)	232-237	2008
Yamane, T., Maruyama, O., Nishida, M., Kosaka, R., Chida, T., Kawamura, H., Kuwana, Katsuyuki., Ishihara, K., Sankai, Y., Matsudaki, M., Shigeta, O, Enomoto, Y., Tsutui, T.	Antithrombogenic Properties of a Monopivot Magnetic Suspension Centrifugal Pump for Circulatory Assist.	Journal of Artificial Organs	32(6)	484-489	2008

#### IV. 研究成果の刊行物・印刷