
BCI2000 を用いた脳インターフェース (BCI)

運用マニュアル

(視覚性事象関連誘発反応脳波を利用した文字入力)

2012 版



編集 岡さち子・岡田美苗・丸岡稔典・森浩一

発行 「在宅重度障害者に対する効果的な支援技術の適用に関する研究」班

目次

1. 脳インターフェース（BCI）システムの概略	1p
2. 必要な器具	2p
3. 手順	4p
5. Q&A	13P
6. 参考資料	14p

1. BCI システムの概略

(1) 脳インターフェース(BCI)の仕組み

脳インターフェース(Brain-Computer Interface, 略して BCI)は、脳活動に伴って生じる信号を計測し、その中から意図に関連する信号を取り出し、文字選択や他の装置の操作を可能にする装置である(図 1)。脳信号としては、導出のしやすさと応答性から、脳波がよく使われる。脳波の計測は、頭皮に電極をつけるだけで、安全で痛みもないため、よく使われている。

現在の技術では、人の思考をそのまま解読することはできないので、ある選択肢の中で使用者がどれを選択しているのかを解読する。このために (A) 区別しやすい選択肢を用意して、(B) 使用者がその内の一つを選択することでそれに特徴的な脳信号を出し、(C) それを装置が読み取って使用者の選択が何であったかを解読・解釈する(図 1)。使用者の意図が正しく解読されない場合は、選択肢を簡略化する、間隔をあけるなどして成績が良くなる形に修正することもある。また、使用者が結果を見ながら練習し、自らの脳波の波形を安定させて装置が正しく解釈できる確率を高めることも可能な場合がある。

(2) 視覚刺激を用いた脳インターフェースのシステム

2000 年以降、視覚性 P300 と呼ばれる誘発反応を使う方式(P3Speller)によって高速に文字を選択できることがわかり、現在これが、文字入力のための脳インターフェースの第一選択となっている。具体的には、選択すべき文字や図形(アイコン)を行列として並べ、一度に複数の選択肢が点滅する(右図では縦に 1 列であるが、行単位でも点滅する)。入力したい文字や図形(アイコン)に注目していると、その文字や図形(アイコン)が明るくなったことに反応して特徴的な脳波が出る。その脳波を見つけて、そこからさかのぼって、どの行(または列)に対する反応であったかを推定すると、その人が注目していた選択肢を推定することができる。この方式では、選択にかかる時間は選択肢の数の平方根にほぼ比例するため、多数の選択肢を効率良く配置することができる。また、選択肢が多少増えても推定成績があまり低下しないことが知られている。あまり練習しなくても使えることも特徴で、健常者では 2 回程度の練習でその人の最高の推定精度に達することが多い。

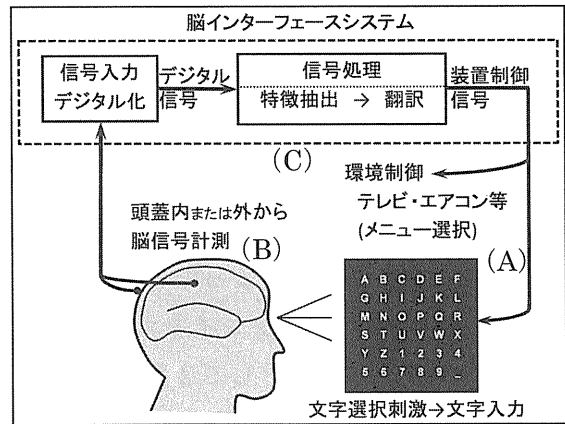


図 1. 脳インターフェースの構成

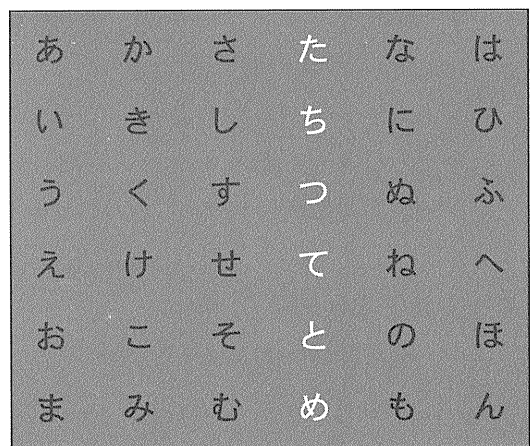


図 2. 文字選択のための視覚刺激の例

(3) 想定される利用者

自分の意思を相手に伝える方法は様々あるが、ほとんどの場合、筋肉活動が必要となる。筋萎縮性側索硬化症(ALS)などの進行性の神経筋疾患の場合、病気の進行により全身の筋肉が徐々に使えなくなり、いわゆる完全閉じ込め状態(total locked-in-state)になる場合がある。こうした場合には脳活動を直接記録して、意図に関連した信号を抽出する以外に、意思を伝達することはできない。この方法が脳インターフェースであり、進行性の神経筋疾患を患っている患者とその家族からの期待は高い。

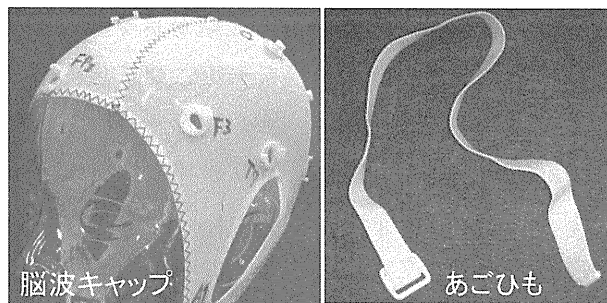
2.必要な器具

● パソコン機器関連

- パソコン(OS; Windows XP) 1台
- ソフトウェア: BCI 2000 (<http://www.bci2000.org/BCI2000/Home.html>) このマニュアルでは、知識がある者によって BCI2000 の設定があらかじめ完了していることを前提としている。
- モニター: ディスプレイモニター 2 台またはノートパソコンとディスプレイモニター1 台 (「拡張デスクトップ」として 2 画面別々の表示ができること)
- 外部ディスプレイ用のディスプレイ用ケーブル (VGA など、ディスプレイと PC を接続)
- ディスプレー用アーム, アーム固定台 (ベッド・テーブルでも可) 又はパソコン用デスク。ディスプレイを台に置く場合、ベッド上から見るのが難しいことがある。ディスプレイを下向きにするためには、下向きにも調節できるアームを使うのが便利。
- アームとディスプレイを固定するためのねじ、ドライバー、六角レンチ
- テーブルタップ

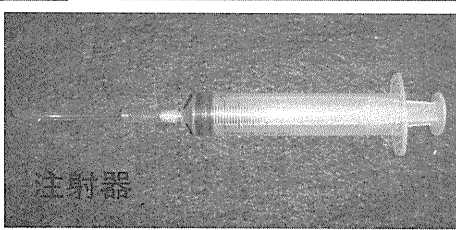
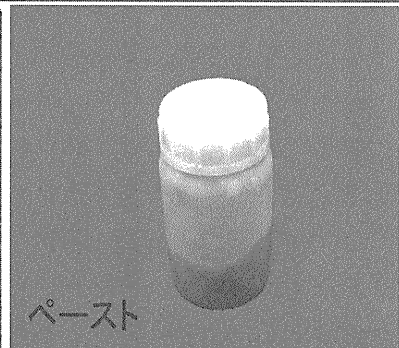
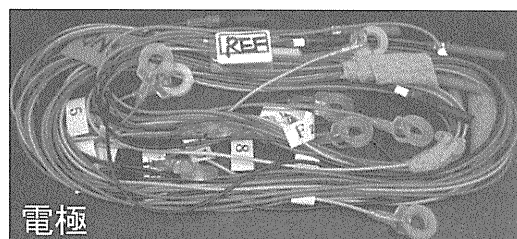
● 脳波キャップ関係

- 脳波キャップ (size 54, 56, 58 cm など、アジア人の頭の形に合うもの)
- メジャー (頭囲を計り、キャップを合わせる)
- あごひも (脳波キャップ専用)
- 頭部用緩衝材 (スポンジなどを加工)



● 脳波・電極関係

- 脳波計(V-Amp, USB ケーブル, ケース)
- 脳波電極 18 本 (16 本 + reference + ground)
- 脳波電極予備(2 本程度)
- 電極用円形両面テープ
- 消毒用アルコール(市販品可)
- 綿棒:軸が紙製で曲げられるもの (市販品)
- 電極ペースト(100 ml 程度)
- 注射器×2 (10~20 ml)
- 注射器接続チューブ×2
- ペーパータオル
- サージカルテープ (脳波電極の電線等を仮固定するためなので、粘着力があまり強くないもの)



● 片付け・清掃関係

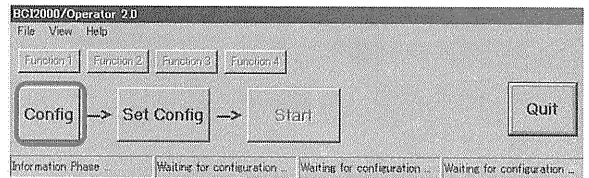
- 目の細かい櫛（つげの「くし」など、ペーストを髪からすき取る）
- ビニル袋（使用した脳波キャップ、電極等がすぐ水洗できない場合は乾燥しないように収納）
- 歯ブラシ（電極、くしの清掃用）
- ハンガー（電極や脳波キャップを水洗いした後、吊って乾燥させる）
- タオル（頭部清拭）
- ぞうきん（出張実験の際には、濡らしたものをビニール袋に入れて用意しておく）
- ゴミ袋
- 一式運搬用ないし収納用の箱、トランク等

3. 手順

(0)事前準備：P3Speller_VAmp.bat の設定確認

パソコンを起動後、V-Amp を USB に接続。

アプリケーション (bat ファイル) 「P3Speller_VAmp.bat」をクリックすると、Operat.exe (BCI2000 version 2) ないし Operater.exe (同 version3) が立ち上がるので、「Config」のボタンをクリックして、「P3Speller」の設定を確認する。確認後、Set Config のボタンを押すとパラメータがセットされ、脳波計が動作を開始する。脳波計の電圧が落ち着いて、使用者の準備が整えば、Start をクリックする。



Config で設定を開始

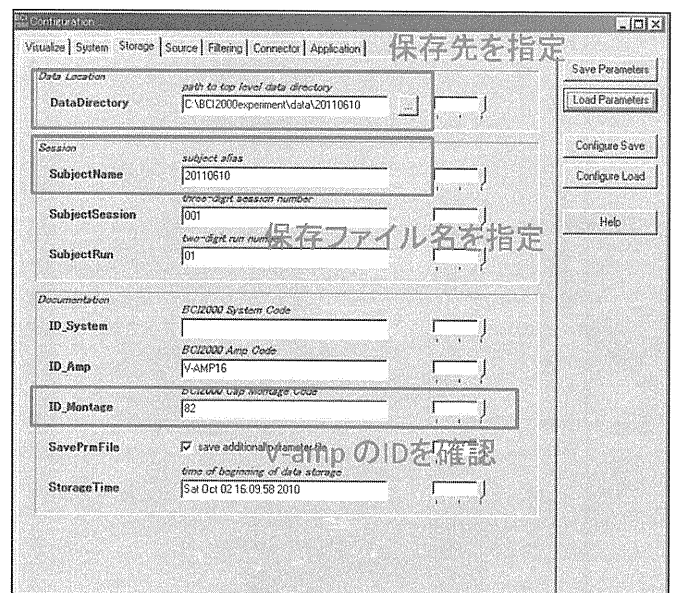
1) Storage のタブ

・データが保存される場所を指定する。文字入力
の枠の右の四角いボタンを押すと、保存場所を選
択する対話窓が出る。

・SubjectName に被験者名などを記入。ここで入
れた名前がデータ・ファイルの名前の一部になる。
(後ろにセッション番号とラン (試行) 番号が自
動的につく。)

・日本語は使わないで、英数字のみ、空白なしで
記入する。

・その下のセッション番号やラン番号は数字のみ
使用可能。ラン番号は実験の進行に伴い、自動的
に1ずつ増加するので、毎回入力する必要はない。



Storage のタブで保存場所等を設定

2) Source のタブ

・脳波計の設定を行う所であるが、パラメータは自動的に設定してあるはずである。

・記録する脳波チャンネルの数が異なる場合は、別のパラメータファイルを用いる (右の LoadParameters のボタンから)。

・フィルターの設定を行う (確認する)

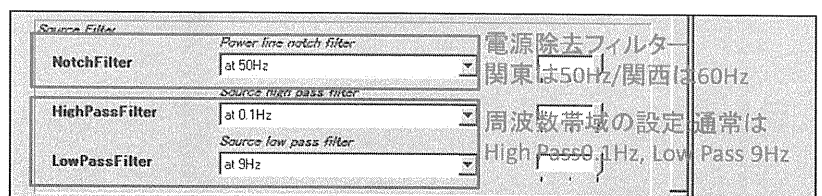
✓ Notch Filter: 電源ノイズの除去のためのフィルター (東日本では 50Hz, 西日本では 60Hz)

✓ HighPass/LowPass Filter: 特定周波数帯を取り出すためのフィルター

✓ 通常は標準設定のままで良い。

HighPassFilter は 0.1 Hz,

LowPassFilter は 9 Hz



Source のタブで周波数フィルターを確認

3) Application のタブ

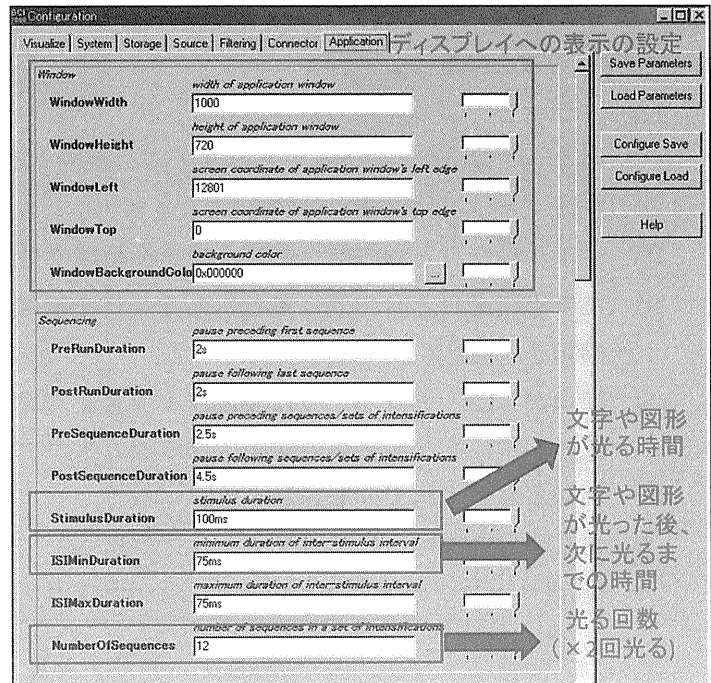
・パラメータは自動的に設定してあるはずであるが、念の為確認する。

・ **WindowLeft** : 使用者が見る文字選択表示の左端の位置。拡張ディスプレイでは介助者が見ている画面の横幅（ピクセル数で表示）の値に設定すると、拡張ディスプレイの左端から表示が始まる。表示される全ての文字は、使用者が直視できる範囲にないといけないので、ディスプレイを動かすか、**Window** のセクションにある数字を調節して、利用者が直視できる範囲に全文字が納まるようにする。ちなみに、**WindowHeight** は表示の高さ、**WindowWidth** は表示の幅、**WindowTop** は表示の上端の位置。

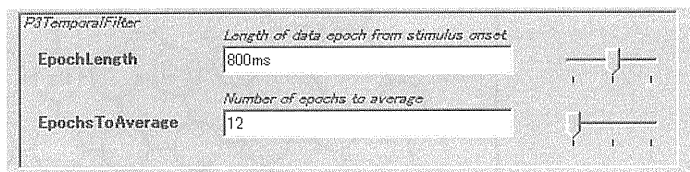
・ 光る時間が 100 ms, 間隔が 200 ms とするのが標準的。健常者の場合は間隔を 75 ms まで短くすることは可能。

・ **NumberOfSequences** に縦、横それぞれが明滅する回数を記入する。目標文字はこの倍の回数明滅することになる。なお、ここに入れた数字は、**Filtering** のタブの **EpochsToAverage** の数字（**P3TemporalFilter** のセクションにある）と一致している必要がある。一致していないと異常動作を起こすので、明滅回数を変更する時には注意が必要。

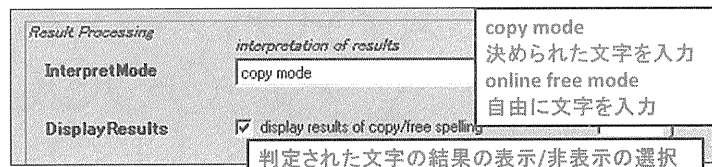
・ **InterpretMode**: 自由に文字入力をする場合は、**online free mode** を選択し、その下の **Display Results** をチェックして、選択した結果が表示されるようにする。見本の文字列に合わせて入力し、推定精度を計る場合は **copy mode** にする。この場合は、**DisplayResults** を表示するかどうかは使用目的によって違う。**copy mode** にした場合は、見本の文字列を設定する（**Speller** セクションの **TextToSpell** の欄）。ここで設定する文字列は、表示する文字表の中に含まれている文字以外は使えない（使うとエラーになる）。なお、**BCI2000 version2** では、入力中は日本語が読めるが、入力を確定すると字化けして日本語が読めなくなる。しかし、利用者の表示には正しく日本語が出る。マウスを入力欄の上にただよわせると日本語で表示される。



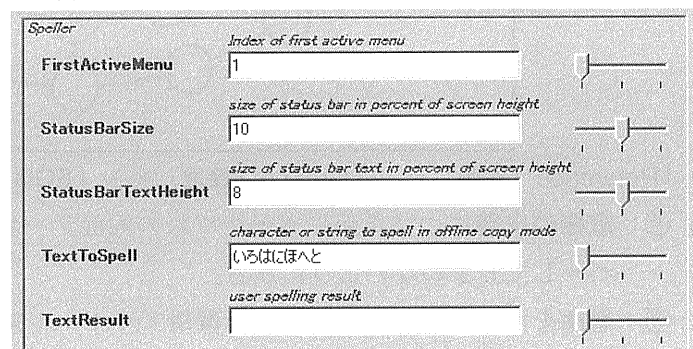
Application のタブでの設定確認



Filtering のタブでの設定と一致を確認



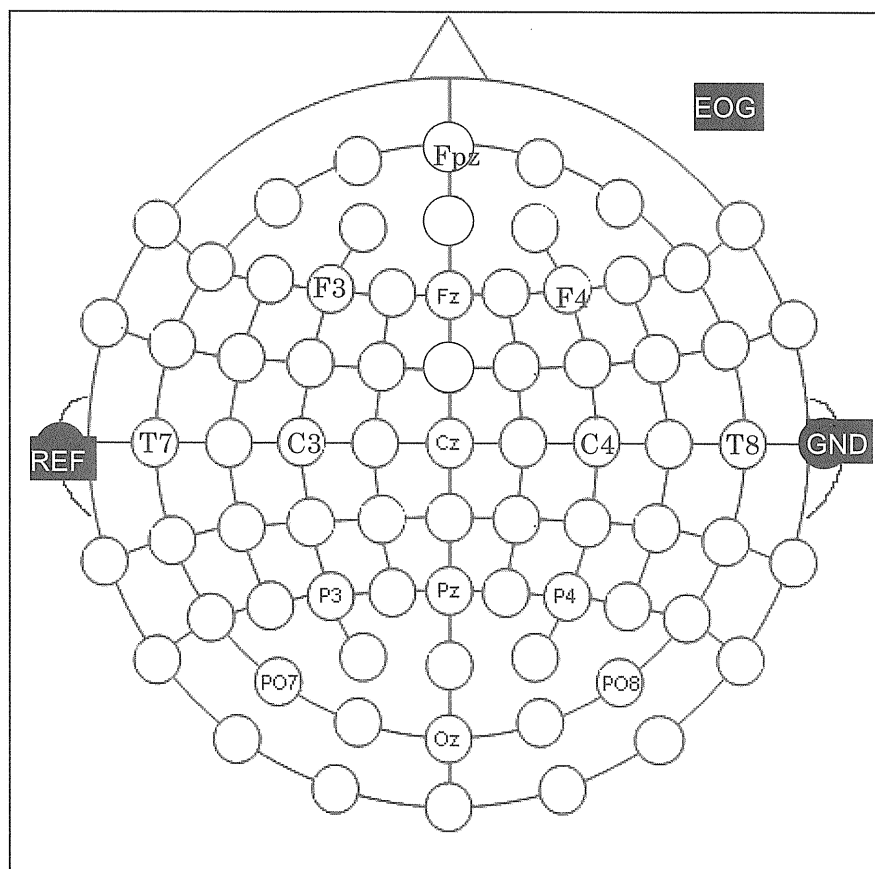
Application のタブで使用モードと見本を設定



(1) 脳波キャップの装着

1) 脳波キャップの装着

- ① メジャーで頭の周囲の長さを計り、サイズのあった脳波キャップを選択する。頭囲が奇数の cm になった場合は、1 cm 小さいサイズを選択する。
- ② 脳波キャップに電極を付ける(図 3-4 参照)
- ③ 右手小指を目と目の間、左手小指を後頭部中央に置き、両手親指の接点をもとに頭頂を確認
- ④ 左手小指を目と目の間に触れ、右手小指を後頭部のでっばりに触れ、両親指の出会った部分を頭頂とする。
- ⑤ 頭頂が「Cz」となるように脳波キャップをかぶせる。Cz は、正確には、両目の真ん中と、後頭部の正中にある頭蓋骨の切れ込みの部分との中点になる。
- ⑥ 前後左右がずれていないか、確認する。
- ⑦ あごひもをつけ、耳が脳波キャップの耳用スリットから完全に出るようにあごひもを引っ張る。(脳波キャップがずれないようにしっかり固定する。)



2) 「Reference (参照)」・「Ground (接地)」・「EOG (眼電図)」の電極の装着

- ⑧ 電極の皮膚につける面にドーナツ状の両面テープをつける。両面テープが電極の金属部分をカバーしてしまわないように注意。
- ⑨ 電極を付ける予定の場所は、消毒用アルコールを浸した綿棒で清拭する。
 - i. GND は右耳朶(耳たぶ)、REF は左耳朶につける。これらの電極を基準にして脳波を測定することになるので、電極のインピーダンスが低い必要がある (20 k Ω 以下)。インピーダンスは全電極にペーストを注入した後で確認するが、GND と REF の電極の接

続が悪いと、他のすべての電極のインピーダンスが高いように表示されることがある。

- ii. EOG は右眼瞼の横（後ろ、医学用語では「外側」）につける（水平眼球運動を捉えるため。通常、垂直眼球運動は最も前につけた脳波の電極である Fp や Fpz から記録できるため、水平眼球運動のみを記録するために電極を追加することが有用）。

※アルコールで清拭するとき、敏感な人はアルコールがしみることがあるので、綿棒に含むアルコールを少なくしておく。アルコールが目に入らないようによく注意する。

- ⑩ 電極を両面テープで貼りつける。電極の穴が耳朶からはみ出さないように注意。

3) ペーストの注入

- ⑪ 皮膚の油をとるためアルコールにつけた綿棒で、髪をかき分け地肌が見えるようにする（一度使った綿棒は、再び消毒用アルコールの容器内には入れない）
- ⑫ 注射器（シリンジ）に電極ペーストを吸い込む（空気が入らないように外筒の先端をペーストの中に入れ、ゆっくり吸い上げる）
- ⑬ 注射器にビニールの接続チューブをつけ、電極の穴からチューブを突っ込み、チューブの先端を頭皮に押しつけ、ペーストがまず地肌に付くように注入する。次いで、接続チューブの周囲からペーストがはみ出すくらいになったら、ペーストを注入しながら、少しずつチューブを引き抜いて、ペーストが頭皮から電極まで繋がるように、隙間を埋めるように入れる。電極の位置を意識して、そこに向かってペーストがつながるように注入する。

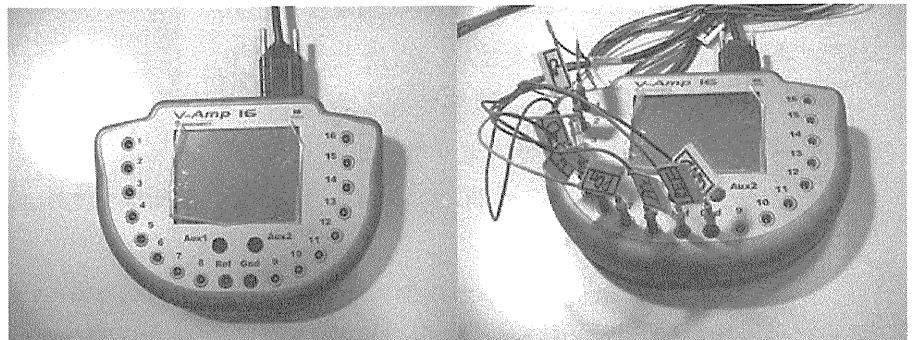
4) 脳波キャップと脳波計の接続

- ① 電極の先端を脳波計の指定の穴に差し込む（表 1、下図）

表 1 脳波計のチャンネル番号と脳波電極位置の対応表

脳波計	1	2	3	4	5	6	7	8	Ref	Gnd
電極	Cz	Fz	Pz	Oz	P3	P4	PO7	PO8	Reference	Ground
脳波計	9	10	11	12	13	14	15	16		
電極	F3	F4	C3	C4	T7	T8	Fpz	EOG		

- ② （まだであれば）モニターとパソコンの電源スイッチを入れる
- ③ （まだであれば）脳波計の USB ケーブルをパソコンにつなぐ。



- ④ 脳波計が BCI2000 から認識できなくなる、脳波計用のソフトが立ち上がらなくなるなどの動作不良が起きた場合は、BCI2000 を一度終了させてから、USB ケーブルを PC 側で一度抜き、StopCore3.bat をダブルクリックして走らせ、再度接続すると回復することがある。

(2) インピーダンスの確認

- ① アプリケーション「P3Speller_VAmp.bat」を起動する。
- ② Configをクリックする（右の図）
- ③ Load Parametersをクリックする（2番目の図）
- ④ ファイル「Impedance_check.prm」をクリックする（3番目の図）
- ⑤ Set Configをクリックする。脳波の表示が出て、1秒に1～2回、脳波がステップ状に変化する。この時、インピーダンスが測定される。このような脳波変化がない場合はインピーダンスを測定するモードになっていないので、最初からやり直す。
- ⑥ 脳波計の画面にインピーダンスの値が出ていることを確認する。GNDの電極のインピーダンスだけは表示されない。REFと合わせて表示されるので、REFが高い場合はGNDの方の問題があることもある。右の4番目の図のように、全部のチャンネルが「>1 MOhm（1メガオーム）」となっている場合は、GND（とREF）の電極にペーストがうまくついていない場合が多い。

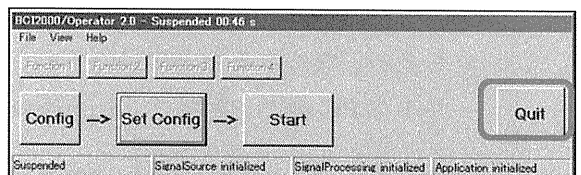
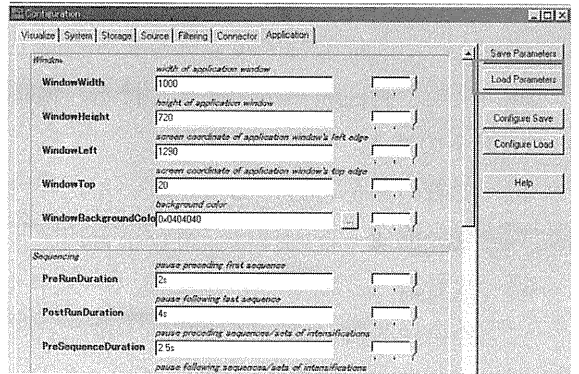
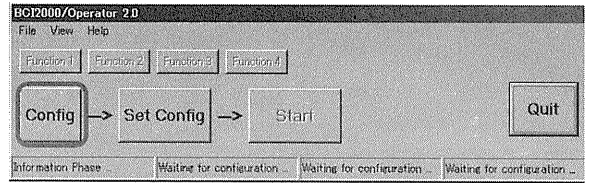
16チャンネルの脳波計で8チャンネルのみ記録する場合は、左半分の表示のみが意味を持つ（右の図で、四角で囲った部分）。

- ⑦ インピーダンスの値が高い電極(50kΩ以上)があるときは、a) 綿棒を使い、皮膚とペースト、ペーストと電極の間に隙間がなくなるようにする（頭髮などの影響により電極が浮くのを避ける、b) 電極と地肌の上にペーストを追加する。

GNDとREFは他の電極の基準となるので、20kΩ以下が望ましい。

すべての電極のインピーダンスが高い場合は、電極の接続が正しいかどうか確認することと、GNDとREFの電極（耳朶）に正しく電極ペーストが注入されているかどうか確認する。

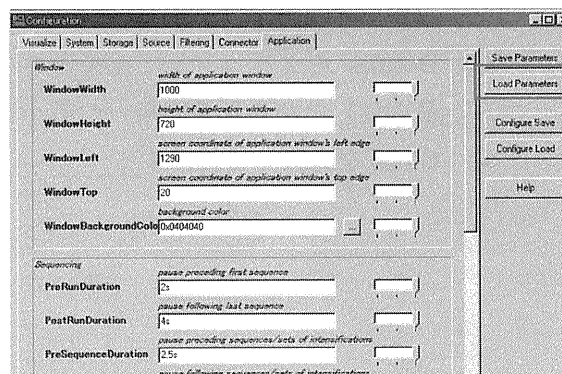
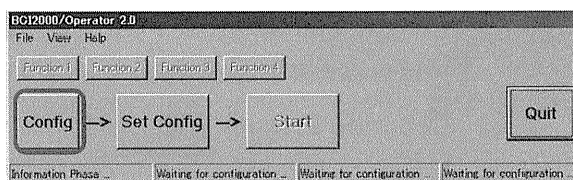
- ⑧ Quitをクリックして終了する



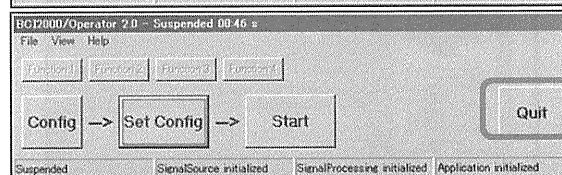
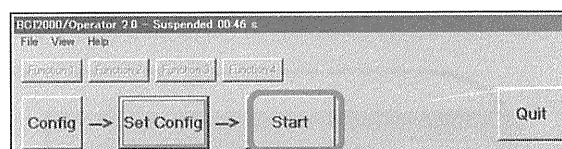
(3)個人パラメータの作成

(毎回する必要はないが、定期的実施した方がよい)

- ① 「P3Speller_VAmp.bat」を起動する。
- ② オペレーターの Config をクリックする。
- ③ Load Parameters をクリックする。
- ④ ファイル「irohanihoheto.prm」をクリックする。
- ⑤ オペレーターの Set Config をクリックする。
- ⑥ オペレーターの Start をクリックする。
- ⑦ 「いろはにほへとちりぬるを」について各文字の光る回数を数えてもらう。
- ⑧ 数えた回数を答えてもらい、記録用紙に記録する。
- ⑨ オペレーターの Quit をクリックする。



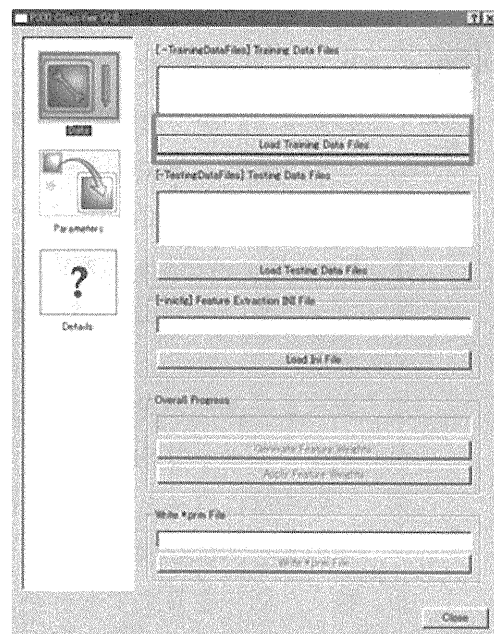
text to spell	selected	count
い	数えた回数を記入	
ろ		
は		
に		
ほ		
へ		
と		
ち		
り		
ぬ		
る		
を		



利用者への説明

- 文字表の文字が明滅します
- 入力する文字だけに注意を向けて下さい
- その文字が光る回数を数えて下さい
- すると文字が入力されます
- 明滅が少しの間止まります。この間に、次に入力したい文字に注意を移して下さい
(見本文字列がある場合は、次の文字は見本文字列右の括弧の中に表示されます)

- ⑩ アプリケーション「P300Classifier」 をクリック
- ⑪ Load Training Data Files をクリック
- ⑫ irohanihohetoS001R01.dat (など、先に設定した場所に保存された BCI2000 データファイル) を選択
- ⑬ Generate Feature Weights をクリック
- ⑭ Write *.prm File をクリックし個人データを保存 (ファイル名は「userID_日付」)
- ⑮ Details をクリックして正答率が 100% (あるいは最大値) となる加算回数 (の最小回数) を確認する
- ⑯ Close を選択して終了する



Flashes	Correct	Predicted Symbols
1	50	ひほわにほひとちりめり
2	50	ちほはにほひとちらぬる。
3	75	あろはにほへとちれぬる。
4	83	いろはにほへとちりぬる。
5	92	あろはにほへとちりぬるを
6	92	あろはにほへとちりぬるを
7	100	いろはにほへとちりぬるを
8	100	いろはにほへとちりぬるを
9	100	いろはにほへとちりぬるを
10	100	いろはにほへとちりぬるを

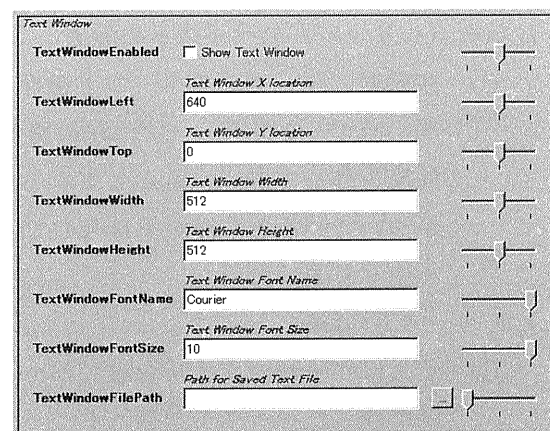
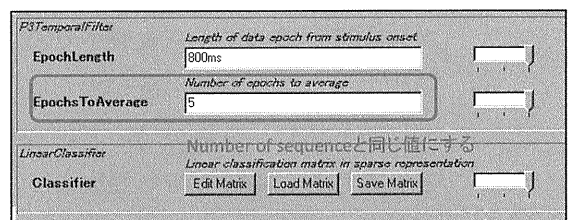
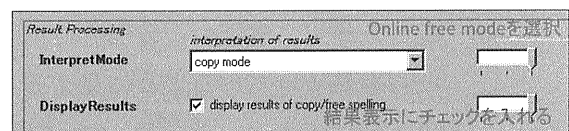
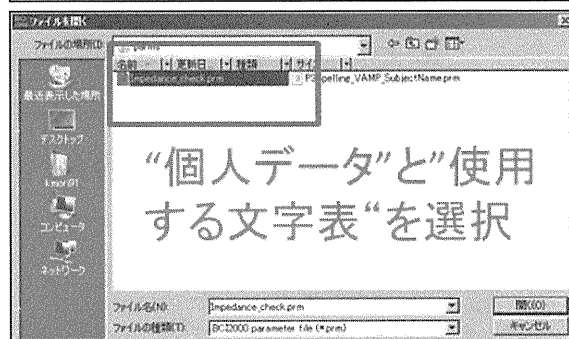
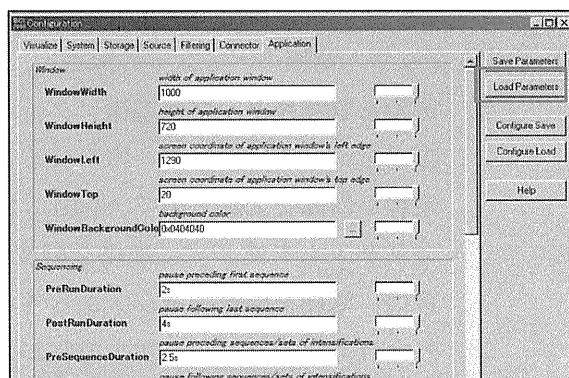
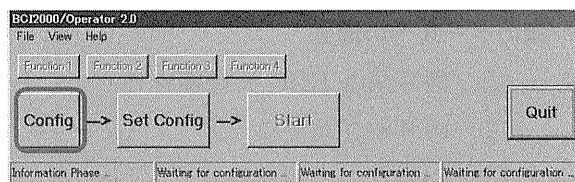
この場合7回加算(14回光る)で正答率100%

(4)文字の自由入力

- ① P3Speller_VAmp.bat を起動する
- ② オペレーターの Config をクリックする
- ③ Load Parameters をクリックする
- ④ [保存した個人データ: userID_日付] を選択
- ⑤ Load Parameters をクリックする
- ⑥ [使用する文字表] を選択
- ⑦ Application タブの Number of sequence で加算回数を設定する
- ⑧ Application タブの Result Processing で、online free mode を選択し、結果表示にチェックを入れる
- ⑨ Filtering タブの epochs to average の数値を Number of sequence の数値を同じにする
- ⑩ オペレーターの Config をクリックする
- ⑪ オペレーターの Start をクリックする
- ⑫ 文字入力が終了したら、オペレーターの Quit をクリック

※Application タブの *Text Window* セクションで、*TextWindowEnabled* の項目の *Show Text Window* をチェックすると、入力文字を表示する窓を出すことができる。文字選択の窓の上の行の表示は入力が長くなると最初の方が見えなくなるので、長く入力する場合はこの機能を利用すると良い。文字選択の窓と重ならないように配置する。文字種類は *Courier* (クーリエ) のままにしても日本語の表示には問題ない。文字の大きさ (*TextWindowFontSize*) は、ポイント数で指定される。(文字選択の窓の文字の大きさは、窓の大きさに対する%表示なので、こことは単位が違うことに注意。)

テキストの内容は自動的に保存されない。BCI2000 を終了する前に介助者がコピーして保存するか、選択メニューの中に保存のコマンドを埋め込んで利用者が保存する必要がある。これが必要な場合は、BCI2000 に詳しい人に相談する。



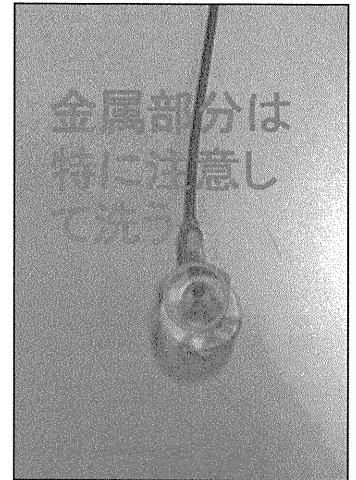
(5)片づけ

1) 頭のペーストの除去

- ① 両耳朶と EOG の電極を外してからあごひもを外し、使用者の頭から脳波キャップをとる。
- ② 両耳朶と頭髪についているペーストをくしやペーパータオルなどでふき取る。
- ③ お湯などで頭髪を洗う。ペーストは水・湯で流せば取れる。シャンプーを使っても良いが、ペーストには塩分が含まれているので、泡立ちは悪い。

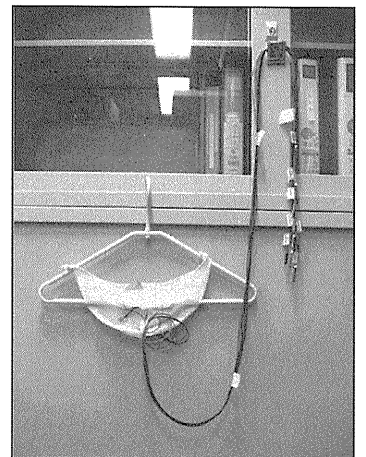
2) 脳波キャップと電極のペーストの除去

- ① 電極を脳波キャップの電極ソケットから外す。電線がついている方からついていない方へ滑らせると外れる。電線に力をかけると電線が内部で切れるので、電線には力をかけないように注意する。
(ソケットを使わずに電極を脳波キャップに直接つけている場合は、電極を脳波キャップから外さないで洗う)
- ② ペーストをペーパータオルでおおまかにふき取る。
- ③ 脳波キャップについているペーストを水で洗う。取れにくい所は歯ブラシでこする。洗剤を使う必要はない。
- ④ 電極についているペーストは流水にさらしながら、歯ブラシでこすって落とす。(電極の裏側の金属部分は特に丁寧にこすり、ペーストを落とす)
- ⑤ 電極を洗う際、電極の反対側の端子(脳波計に差し込む部分)は水につけないようにする。
- ⑥ ペーパータオル、ティッシュペーパー等で電極の水分をふきとる。
- ⑦ 脳波キャップと電極を干す。
- ⑧ 乾いた後で、電極の金属部分にペーストが残っていると白くなって塩が着いているように見える。この場合は水に5分程度つけておいてから、歯ブラシで付着しているペーストを除去し、水分を拭き取ってから乾燥させる。
- ⑨ 脳波キャップと電極が乾いたら、電極を脳波キャップのソケットに差し込む。電線がついている方からソケットにスライドさせて入れる。電線を折らないようにするため、電線そのものは押さない(力を加えない)ように注意する。



3) 注射器(シリンジ)のペーストの除去

- ① 注射器に残っているペーストを押し出して容器に戻す。付着して残っているペーストを水で洗い流す。接続チューブは注射器から水を通して内部のペーストを洗い流す。注射器は内筒・外筒を外して洗い、乾かしてから内筒を外筒に差し込んで保管する。乾燥した時に白いものがついていたら洗浄が不良なので、水に5分程度つけておいてから、よく水洗いする。洗剤を使う必要はない。



4) くしペーストの除去

- ① くしはペーパータオルなどでペーストをおおまかに落とし、水中で、歯ブラシを使って、隙間に残ったペーストを落とす。

4. Q&A

(1) 脳波キャップの装着

Q: 電極のインピーダンスが下がらない

- A:
- 1) Reference と Ground が正確に接続されているか、ペーストが注入されているか、確認する
 - 2) 帽子が頭に密着していない可能性があるため、あごひもを締めなおすなどで密着を良くする
 - 3) 電極と頭皮が接触していない可能性があるため、綿棒で頭髪をかき分ける
 - 4) ペーストを追加する
 - 5) どうしても下がらない、脳波の電位がふらつくなどの場合は、電極を交換してみる。

(2) 文字の入力

Q: 文字入力の推定精度が低い

- A:
- 1) 脳波キャップがずれていないか確認。後頭部がきちんと被っているか、左右差はないか。
 - 2) 電極が適切に装着されているか確認
 - 3) Notch Filter、High Pass/Low Pass Filter が適切に設定されているか確認

本脳インターフェースは、開発中の特定の 방법으로脳波の記録を解析するものであり、意図に関連する情報が抽出できないことも十分にあり得る。その結果は必ずしも、脳波による意思抽出がその利用者について将来にもわたってもできないことを意味するものではない。ここで紹介した方式では健常者でも1～2割、ALS患者では3割程度の方は、推定精度が高くないこと (<70%) が分かっている。

(3) ペーストの安全性

Q: 使用するペーストは人体に影響がないのか

A: 電極糊は電極と皮膚を電気的に接続する働きをするもので、人体に害はない。水溶性なので、濡らしたタオルで拭くか、洗髪すれば落とすことができる。ペーストをつけてから綿棒で強く皮膚をこすると、後でかさぶたになることがあるので、地肌を出す時にあまり強くこすりすぎないように注意が必要。

(4) 脳インターフェースの使用を控えるべき場合

Q: 脳インターフェースの使用を控えた方がよい場合

A: 一般的に以下のような方は控えた方がよい

- 1) 既往症状にてんかんがある、脳波検査で光刺激をすると異常が出たことがある
- 2) 眼球乾燥がある
- 3) 視力が不十分 (文字が十分に見えない)、表示された文字の一部しか直視できない

(5) 姿勢の変更

Q: 操作の途中で、いったん楽な姿勢をとったのち、もとに姿勢に戻ることは問題ないか。

A: 操作の途中で休んでいただくことに問題はない。ただし、姿勢を変更した際には、電極が頭部を圧迫していないか、脳波キャップがずれていないか、を確認する必要がある。姿勢を変えた時に電極を頭に押し付けると直下のペーストが動くので、圧力が除かれるとペーストが途切れてしまうことがある。

5. 参考資料

(1) 文献

- 1) Schalk G, Mellinger, J. A Practical Guide to Brain-Computer Interfacing With BCI2000. Springer. 2010.
- 2) Schalk G, McFarland DJ, Hinterberger T, Birbaumer N, Wolpaw JR. BCI2000: a general-purpose brain-computer interface (BCI) system. IEEE Trans. Biomed. Eng. 2004; 51(6): 1034-43.
- 3) SELLERS ERIC W, VAUGHAN THERESA M. &WOLPAW JR. A brain-computer interface for long-term independent home use. Amyotrophic Lateral Sclerosis. 2010; 00: 1-7.
- 4) 森浩一, 井上剛伸, 丸岡稔典 編集. 「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」報告書. 「重度身体障害を補完する福祉機器の開発需要と実現可能性に関する研究」班.2009.
- 5) 森浩一, 岡田美苗, 岡さち子, 丸岡稔典. 脳インターフェースは誰が使うのか. 電子情報通信学会技術研究報告 110(164): 25-30. 2010.

(2) Web Sites

- 1) BCI2000 公式 site: <http://www.bci2000.org/BCI2000/Home.html>
- 2) BCI2000 Wiki site: http://www.bci2000.org/wiki/index.php/Main_Page
- 3) The Impact of EEG-Based Brain-Computer Communication on the Quality of Life of Individuals with Late-Stage ALS (平成 20 年度厚生労働科学研究費補助金 障害保健福祉総合研究推進事業報告書): <http://www.dinf.ne.jp/doc/japanese/resource/kousei/h20houkoku/itaku1.html>

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）

分担研究報告書

重度障害者用意思伝達装置の販売とサポートの体制に関する研究

リサーチレジデント 丸岡 稔典

国立障害者リハビリテーションセンター研究所感覚機能系障害研究部

研究分担者 井上剛伸

国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部長

研究要旨：萎縮性側索硬化症（ALS）患者等の重度身体障害者の療養生活の充実を図り、社会参加を促進する上でコミュニケーションの支援は重要である。コミュニケーション支援を充実させる上では機器利用のサポート体制まで視野に入れる必要がある。本研究では、現在の意思伝達装置の販売とのサポート体制の実情と課題を明らかにすることを目的とし、販売事業所への調査を実施した。結果、1) 意思伝達装置販売事業者は長期にわたり多様なサポートを実施しているものの、その費用を利用者から徴収しにくい状況にあること、2) サポート費用を意思伝達装置販売事業単独で回収できていない事業所が存在する可能性あること、3) 販売事業者以外の機関による意思伝達装置利用のサポートに地域間格差が生じている可能性があること、が示唆された。今後、大規模な、事業所への調査をもとにした意思伝達装置の販売とサポートのより詳しい実態の解明が望まれる。

A. 研究目的

認知・意識面に問題がないにも関わらず、発話・発声による意思伝達ならびに指先動作等を通じた書字や文字入力による意思伝達の両方が困難な場合、一般的な方法を用いて自らの意思を他者に伝達することができない。例えば、進行性神経筋疾患である筋萎縮性側索硬化症（ALS）は、病気の進行により患者の95%は自然な発話によりコミュニケーションニーズを満たすことができなくなることが指摘されおり[1]、また指先動作等も困難となる。しかし、介助者が50音を読み上げる口文字盤、透明文字盤、さらに意思伝達装置に代表されるようなコミュニケーション機器を用いることにより、意思伝達を維持することが可能である[2]。近年、医療技術や福祉施策の発展によ

り在宅で生活する重度身体障害者が増加しており、その療養生活を支える上で、また社会参加を促進する上で、コミュニケーション支援の重要性は増している[3]。

中でも、重度障害者用意思伝達装置(以下意思伝達装置)は、文書入力や合成音声による出力、電子メールの送信などにより、初対面の相手や遠隔地にいる相手に対しても簡易に意思を伝えることが可能な機器もあり、発話や一般的な方法での機器操作が困難な重度障害者にとって欠かすことのできないコミュニケーションの一手段となっている[4]。意思伝達装置は2006年より日常生活用具から補装具費給付制度対象機器に移行し、「ソフトウェアが組み込まれた専用機器及びプリンタで構成さ

れたもの、もしくは生体現象（脳の血液量等）を利用して「はい・いいえ」を判定するもの」と規定された。実際には「パソコンを主要なハードウェアとしてソフトウェアを組み込んだ機器もある[5]。同制度のもとで2010年度には新規に471台が給付されている[6]。

しかし、日本リハビリテーション工学協会の調査では、意思伝達装置の給付を受けたにも関わらず「現在利用していない」と回答した者は15.2%存在しており[7]、機器の継続使用に課題が残されている。さらに、意思伝達装置の利用にあたり支援が必要と回答した人が58.4%であったのに対し、実際に支援を受けている人は45.5%であった。意思伝達装置は、一般の福祉機器と異なり、機器を利用するためにさまざまな支援を必要とする人は多いがその支援は不十分な状況にある。したがって重度身体障害者に対するコミュニケーション支援を考える上で、機器開発のみならずそのサポート体制も併せて検討する必要がある。

上記調査によると、サポートを担っている者・機関として一番多い回答はリハ職(35.2%)であったものの、第二位としてボランティア(15.8%)が挙げられていた。意思伝達装置の利用のサポートは、その先進的地域では、これまでその傍にいる個々の技術者や専門職の自発的な意思によりなされてきた部分が多い[8],[9]。しかしサポートに当たりあらかじめ、無償のボランティアを当てにすることに対する疑問も指摘されている[10]。他方で、その他の多くの地域では、その対価が十分に得られないまま販売事業者の善意によりサポートが実施されている現状も存在する[11]。昨年度ま

での研究においても、サポート費用が利益を圧迫し、意思伝達装置販売が単独では事業として成立しにくいなどの意見が聞かれた。

自発的な意思によるサポートは現在も必要でありかつ重要であり続けている。しかし、こうした人称的なサポートは、意思伝達装置の製品化の進展や補装具費給付制度への移行などの中でその利用者が拡大するにつれて、サポートを拡大することが限界となりつつあり。また地域間格差の温床ともなりやすい。持続可能な意思伝達装置の給付と利用の体制を構築する上では、無償のボランティアに依存した現行のサポート体制を見直す必要がある。

意思伝達装置のサポート体制については井村による一連の調査研究[12]があるものの、実際に利用者へ販売やサポートを実施している事業者を対象としたものは少ない。そこで本研究では意思伝達装置の継続利用が可能となるような持続可能な給付制度の在り方を検討するために、販売事業者への調査を実施し、意思伝達装置の販売とサポートの実態と課題の解明を明らかにする。

B. 研究方法

2011年から2012年にかけて重度障害者用意思伝達装置を販売している65事業所を対象として郵送質問紙調査を実施した。販売事業者全体を網羅するリストが存在しないため、Web Site上で公開されている情報や有識者への聞き取りをもとに調査対象を選定した。調査対象を事業者ではなく、事業所単位としたのは、事前の聞き取りで、事業所単位で集計がされているとの意見を得たためである。な

お、一部の事業所に対しては電子メールにて調査票の発送と回収を行った。

有効回答は17票（回収率26%）であった。調査項目は1) 事業所概要（法人格、取扱品目、従業員数、事業対象地域）、2) サポートの内容と実績（実施サポート内容/訪問サポート回数・実人数/訪問サポート利用料/1回の訪問サポートにかかる費用の推計）、3) 販売事業の実績（販売台数/仕入価格・販売価格）、4) 販売とサポートについての意見、である。この他補足的に販売事業者への聞き取りを実施した。

（倫理面での配慮）

調査の実施に当たり国立障害者リハビリテーションセンター倫理委員会の承認を得た。調査実施に当たりプライバシーの保護やインフォームドコンセントに十分配慮した。調査票への回答は無記名で返送してもらい、回答をもって調査に協力する承諾とみなした。

C. 研究結果

(1) 意思伝達装置の販売の実態

回答事業所が販売事業の対象としている地域(表1)から、ほぼ全国の事業所から回答が得られたことがうかがえた。法人形態では株式会社が大半を占めたが、社会福祉法人やNPO等の形態も存在した(表2)。

今回の調査で回答の得られた事業所の2010年度の各事業所の補装具としての意思伝達装置本体の販売台数(表3)の合計は87台であり、これは2010年度の全国における補装具としての意思伝達装置本体の総給付数471台の約18%を占めていた。事業所別意思伝達装置販

売台数では、6割近くの事業の2010年度の本体販売台数が10代以下であった(表4)。

意思伝達装置以外の補装具の取扱品目を尋ねた結果、多くの事業所が他の補装具も取り扱っていたが、意思伝達装置のみを取り扱っている事業所も存在した(表5)。

(2) 事業所による利用者へのサポートの実態

意思伝達装置の導入前後に事業所が実施している利用者へのサポートの実態は図1のとおりである。7割以上の事業所が機器の導入前後わたり、事前説明・スイッチ選定・デモ機貸出・機器設定・操作指導・故障時対応等のサポートを実施していた。

事業所に当該事業所以外で利用者へのサポートを実施していることを知っている機関について尋ねた(図2)。結果、実施している機関を知らないと回答した事業所が多かった。実施している機関としては訪問リハ、難病相談支援センター、更生相談所などが多くなっていた。サポートの内容別では、適合場面においては、更生相談所、訪問リハ、病院/施設セラピスト等の公的機関などのリハ専門職の関与が多くなっていた。

サポートのための年間の総訪問回数は中央値39回(0~600回)、実サポート人数は中央値8.5人(0~120人)であった(図3)。事業所の1人当たりの年間サポート回数(総訪問回数を実人数で除した値)は中央値4.4回/年(1.1~10回/年間)であった。年間の販売台数1台あたりの実サポート人数(実サポート人数を販売台数で除した値)の中央値は2.5(0~5.5)となり、多くの事業所で販売台数以上の人にサポートを実施している、つまり購

入後 1 年以上後も継続的サポートをしている
様子がうかがえた。

各事業所に 1 回のサポートに要する費用に
ついての推計を求めた結果、中央値 9000 円
(3000 円から 16000 円)であった(図 4)。他方
で、サポートの実施にあたり利用者から徴収
している料金についてみると、料金を徴収し
ている事業所は 4 か所のみであり、12 事業所
が無料でサポートを実施していた。また、徴収
している金額は 3500 円前後が多かった[表 6]。
これらのことから、事業所は利用者からサポ
ート費用を十分に回収できていない可能性が
示唆された。

(3) 意思伝達装置販売事業の収益

事業所ごとの収益状況について、回答の得
られた事業所のみを抽出し、推計した(表 7)。
結果、販売価格から仕入れ価格を引いた販売
差益の意思伝達装置販売収入に占める割合は
11~27%であった。販売差益から推計サポー
ト費(サポートに要していると事業所が推計
した費用)を引いた金額が意思伝達装置販売
収入に占める割合は-39%から 9%であり、少
なくとも 3 事業所は推計サポート費が販売差
益を上回っていた。これらの事業所では、他の
事業の収益や助成金の活用等により、赤字を
補てんしていると考えられる。

D. 考察

(1) 意思伝達装置販売事業者による利用者へ のサポート

本調査の結果から、回収率からするとサポ
ートに力を入れている事業所に回答が偏った
可能性があるものの、7 割以上の事業所が納入

前後に事前の説明、スイッチの選定・適合、
デモ機の貸し出し、操作指導、機器の初期設定、
故障時の対応、スイッチの適合フォローなど
のサポートを実施していた。また、訪問サポ
ート実人数が本体販売台数を上回ったことから、
サポートが購入年度を越えて長期的なものとな
っていることが推察された。

これらの結果から、重度身体障害者が意思
伝達装置を利用する上では、単に機器が給付
されるのみならず、多様なサポートが継続的
になされる必要があることが示唆された。

また、本調査の結果から、意思伝達装置事業
者が意思伝達装置のサポートを実施するに当
たり、利用者から費用を徴収しにくい様子が
うかがえた。

(2) 意思伝達装置販売事業の収益

事業所への調査結果からは、少なくとも 3
事業所でサポートに要する費用が販売差益を
上回っていることが推察された。これらの団
体では助成金の活用や他の事業収入で超過分
を賄っていると考えられる。この要因の一つ
として、意思伝達装置購入者へ年度を越えた
長期的なサポートを実施していることが考え
られる。したがって、3 事業所以外にもサポ
ート費用を意思伝達装置販売事業単独で回収で
きていない事業所が存在する可能性ある。意
思伝達装置事業者が事業として意思伝達装置
の販売を行うことが困難な状況は、意思伝達
装置の安定的な給付と利用者の継続的な使用
を困難にすることが予測される。

厚生労働省内に設置されている補装具評価
検討委員会による検討[15]では、意思伝達装
置の粗利率は補装具の他の種目と比較して概