

Signal を使用した TMS と *Magstim*
の制御

Signal と 1401 をセットアップして TMS
記録用の *Magstim*

31/7/2012

Cambridge Electronic Design Ltd.

はじめに

Signal は 1401

インターフェイス、1902

増幅器と共に、経頭蓋磁気刺激

装置 Magstim

シリーズと併用して誘発反応を記録するための総合的なソリューションを提供します。



Signal はスイープベースのデータ獲得および解析ソフトウェア・パッケージです。刺激の強さやトリガー・タイミングの調整を含めて、サンプリング中の Magstim 刺激装置のパラメーターを直接制御します。この文書は、Signal、1401 インターフェイス、1902 増幅器、Magstim

刺激装置を使って誘発電位を記録するために TMS システムのセットアップを行う際のガイドとなることを目的としています。

システム条件: Signal for Windows バージョン 3.08 以降、Power1401 または micro1401 ラボラトリ・インターフェイス、Magstim 200²、BiStim²、Rapid²、Super Rapid² または Super Rapid² Plus 刺激装置。

オプション: CED 1902 増幅器または他のソフトウェア制御可能な増幅器 (例: Digitimer D360)、電極アダプター・ボックス、USB シリアル変換アダプター。

CEDへの連絡

電話による: [+44] 1223 420186

米国内フリーダイヤル:
1-800-345-7794

電子メールによる: info@ced.co.uk

www.ced.co.uk

目次	ページ
ソフトウェア・インストール	3-5
• 信号変換器のサポート	3
• 使用可能な COM ポートの確認	4
• Magstim のサポート	5
1401 インターフェイス	6-7
• コンフィデンスチェック	6
• セルフテスト	6
• Try1401	6-7
ハードウェア構成	8
Signal のサンプリング設定	9
• 1902 増幅器の設定	9-13
Magstim の制御設定	14-20
• Magstim のモデル別制御オプション	16
• 外部制御なしの Magstim 200 と BiStim	16
• Magstim 200 ² と 2 台の Magstim 200 ²	17
• Magstim BiStim ²	18-19
• Magstim Rapid ²	20
出力トリガーの設定	21-22
• Magstim をトリガーする外部パルス出力	21-22
データのサンプリング	23

ソフトウェア・インストール

付属の CD で Signal

のソフトウェアをインストールします。インストールの過程でいくつものオプションが現れます。適切な機能をインストールできるように、以下の手順に従ってください。インストールするディレクトリ、ユーザー名、組織名を設定し、[Compact]、[Custom]、または [Typical] セットアップを選択すると、次のページが現れます。

信号変換器のサポート

これは、信号変換器のソフトウェア・サポートをインストールするためのオプションです。CED

1902 増幅器を使用している場合は、

[CED 1902 signal conditioner]

を選択して、[Next]

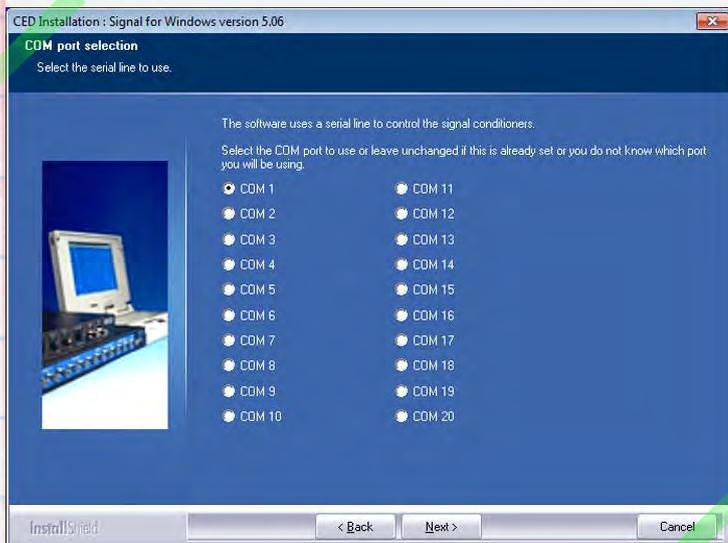
をクリックします。記録用に 1902 増幅器を設定する方法については、

[1902 増幅器の設定](#)

のセクションをご覧ください。



 Digitimer D360 増幅器を使用している場合は、[Digitimer D360 signal conditioner] のオプションを選択します。この装置は、自動選択される USB/シリアル・インターフェイスを使って接続されます。



CED 1902 増幅器は、COM ポート (RS232)

を介して制御されます。多くのデスクトップ PC は、使用できる COM ポートを少なくとも 1 つは備えています (通常は COM1)。ラップトップおよび使用可能な COM ポートを備えていないデスクトップ PC の場合は、代わりに

[USB リアル変換アダプター](#)

を使用できます。作業を続ける前に、これを使用可能な USB ポートに接続してください。

使いたい COM ポートが分かっている場合は、ここでそのポートを選択して、[Next] をクリックします。使いたいポートが分からない場合は、以下の説明に従って使用可能な COM ポートを確認できます。あるいは、ここでは COM1 を選択しておき、あとから Signal で [Edit menu Preferences] → [Conditioner] と進み、1902 COM ポートを変更できます。

使用可能な COM ポートの確認

使用可能な COM ポートはすべて、Windows の [デバイス マネージャ] に表示されます。Windows のバージョンに関係なく、Windows ロゴ キー + R のショートカットキーを使って [ファイル名を指定して実行] コマンドを開き、ダイアログに `devmgmt.msc` と入力して [OK] をクリックすると、一番速く [デバイス マネージャ] を開くことができます。

Windows XP では、[スタート] メニューから

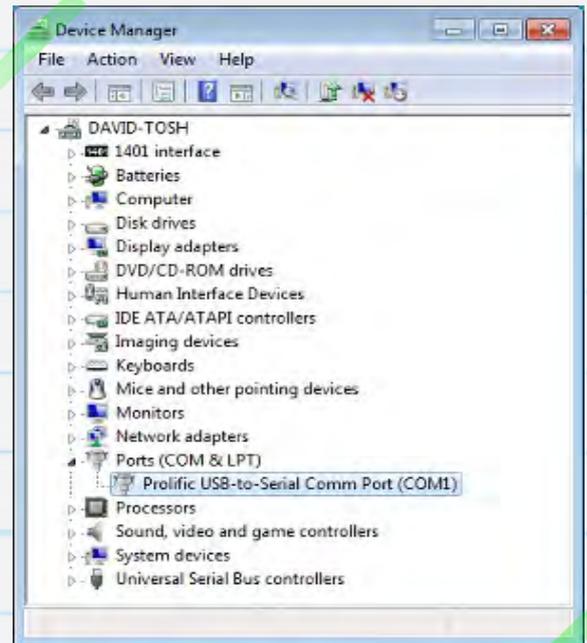
[ファイル名を指定して実行]

コマンドを開くこともできます。Windows 7

では、[スタート] メニューの [コントロール パネル] から

[デバイス マネージャ] にアクセスするか、[スタート]

メニューの [すべてのプログラム] → [アクセサリ] フォルダから [ファイル名を指定して実行] コマンドを開くことができます。



ハードウェアデバイスのリストの中に、ポート (COM と LPT)

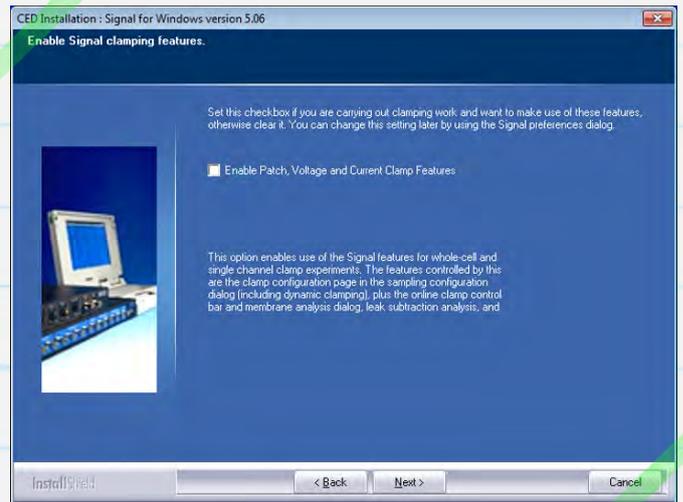
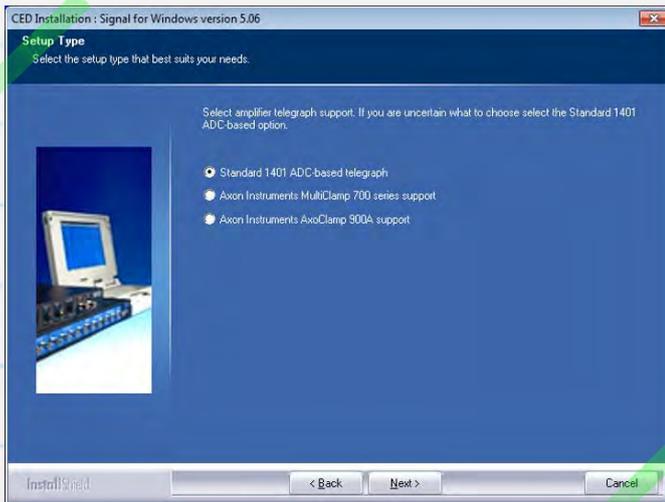
のエントリーがあるはずですが、これをクリックすると、使用可能なポートが表示されます。このエントリーでダブルクリックして、大部分のデバイス用ポートに割り当てられる COM

番号を編集することができます。[Port Settings] タブの [Advanced...]

ボタンをクリックします。ドロップダウンリストで COM ポート番号を設定できます。

次の 2 つは、Signal

内の電信サポートとパッチおよび電圧クランプ機能を含めるためのオプションです。これらは電気生理学的な研究のための専門的な機能であるため、こうしたオプションが必要ない場合はデフォルト設定を受け入れて、[Next] をクリックしてください。



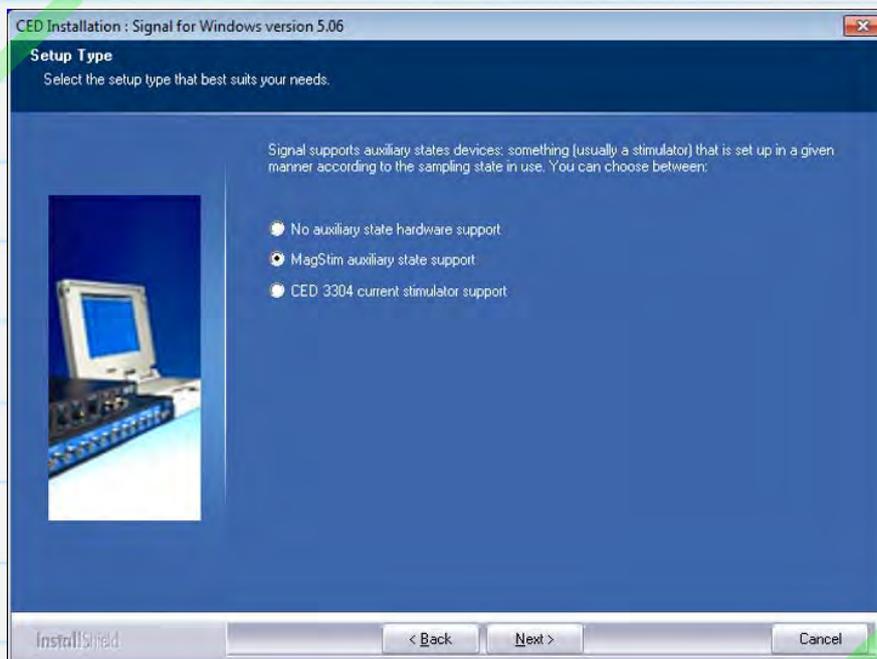
Magstim のサポート

使っている刺激装置のモデルが 200²、BiStim²、Rapid²、Super Rapid² または Super Rapid² Plus の場合は、**[Magstim auxiliary state support]**

のオプションを選び、それ以外なら **[No auxiliary state hardware support]**

を選びます。Signal を使って出力パルスを生成し、旧モデルの Magstim

をトリガーすることはできますが、補助ステート・システムを使用して設定と制御を完全に行えるのは xxx² シリーズのモデルだけです。



インストールが完了するまで **[Next]**

をクリックしてデフォルトのオプションを受け入れ、作業を続けてください。

1401 インターフェイス

コンフィデンスチェック

Micro1401 および Power1401 インターフェイスのデバイス・ドライバは、Signal と共に自動的にインストールされます。Signal のインストレーションが完了したら、付属のパワーブリックを装置背面の DC 電源ポートに接続し、電源コンセントにプラグを差し込みます。付属の USB ケーブルを使って 1401 を PC に接続し、1401 の電源を入れます。Windows が 1401 を検出し、ドライバを探していることを伝えるメッセージが自動的に現れます。CED1401 ドライバが見つかりインストールされると、メッセージは消えます。

セルフテスト

最初に行う一番簡単なチェックは 1401 のスタンドアローン・セルフテストを実行することで、これは、1401 の電源が入ると自動的に始まります。1401 から USB 接続を外し、フロントパネルとリアパネルから他のすべての接続を外します。すべての接続を外したら、1401 の電源を入れます。メインスイッチの LED が赤く点灯し、フロントパネルの LED が順番に点滅して、セルフテストが実行されます。セルフテストが完了して何も問題がなければ、LED は Micro1401 では青、Power1401 では緑に変わります。1401 がこのテストに合格していながら、PC またはその他のデバイスに接続して使用している間に不具合が生じた場合、その原因はホスト・コンピューターのハードウェアかソフトウェアにありそうです。

Try1401

1401 の LED が赤く点滅を続けたら、スタンドアローン・セルフテストによって問題が検出されています。1401 の診断プログラム、Try1401 が Signal と共にインストールされるので、これを使って問題の詳細を知ることができます。USB ケーブルを使って 1401 をホスト PC に再接続し、Try1401 プログラムを開きます。これは Signal フォルダにあり、[スタート] メニューからアクセスできます。Try1401 プログラムの [File] メニューから [1401 info...] を選ぶと、1401 のハードウェアとインストールされているファームウェアに関する情報が表示されます。この時点で Try1401 がエラーを返したら、1401 マニュアルの Troubleshooting (トラブルシューティング) ガイドを参照するか、CED までご連絡ください。

[1401 info...] が情報一覧を返したら、通信に問題はなく、Try1401
テストを続けることができます。メインツールバーの [Self test] オプションにチェックを入れて、
[Run once] をクリックします。これにより 1401
で一連のテストが行われて、結果が報告されます。この段階でエラーが検出されない場合は、
[Run cont]
オプションを選択して、断続的な問題が見つかるかどうか試してみるとよいでしょう。エラーが見つかったら CED にご連絡ください。[File] メニューの [Send email] オプションで、Try1401
レポートが添付された新規メールを作成し、hardhelp@ced.co.uk に送信することができます。

1401 のメイン LED が点滅せずに赤く点灯したままの場合は、お電話か hardhelp@ced.co.uk
に E メールを送って、直接 CED にご相談ください。

CEDへの連絡

電話による: [+44] 1223 420186

米国内フリーダイヤル:
1-800-345-7794

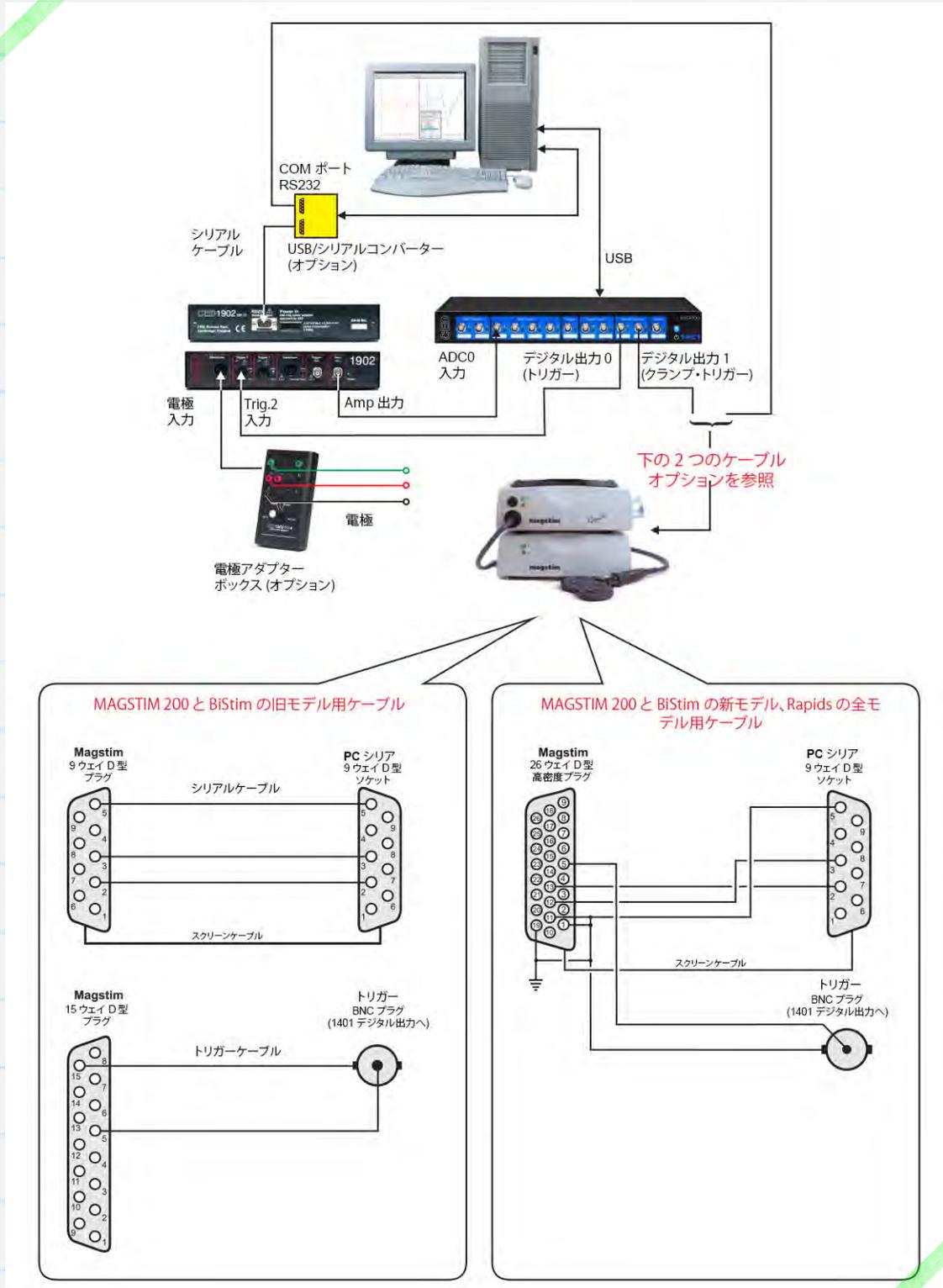
電子メールによる: info@ced.co.uk

www.ced.co.uk

ハードウェア構成

下の接続図は、TMS

記録の一般的なハードウェア構成を示しています。含まれるものは、デュアルタイプの USB シリアル変換アダプターを使ってシリアルラインで PC に接続される 1902 増幅器 1 台と、Micro1401-3、Magstim Rapid² です。Magstim は、USB シリアル変換アダプターの第二のシリアルライン入力端子を使って PC に接続します。



上図において、CED 1902

は入力クランプ・オプションを装備しており、これを使って、刺激後に起こるアーティファクトを抑制することができます。これは一般に、反応が非常に速い場合（刺激後

2~10ms）、あるいは刺激位置のすぐそばで記録を取る場合に限って必要になります。入力クランプは図に示すように、1902 の Trigger 2 ポートへの入力でトリガーされます。詳細は、

[1902 増幅器の設定](#)を参照してください。

Signal のサンプリング設定

データのサンプリング、1902

増幅器の制御、Magstim

の制御の全設定は、Signal のサンプリング設定で行います。ダウンロード可能な設定ファイル、

[MagstimExample.SGC](#)

には設定例が含まれていて、これを使って、

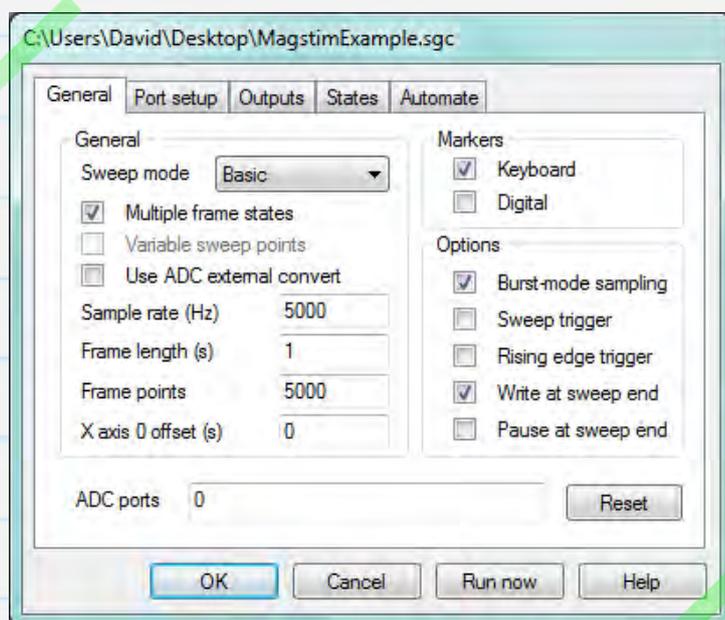
Magstim

をトリガーするための出力パルスを生成し、反応データを記録することができます。Signal

を開き、[File] メニューの [Load sampling configuration] オプションから

MagstimExample.SGC

ファイルをロードします。



1902 増幅器の設定

以下に、CED1902

増幅器を誘発電位の記録用に設定する方法について説明します。ソフトウェアで制御されないサードパーティの増幅器を使用している場合は、ここを飛ばしてそのまま

[Magstim の設定](#)に進んでください。主電源をオフにして、パワーブリックと付属の RS232

シリアルケーブルを 1902 の背面に接続します。パワーブリックをコンセントに接続します。RS232 ケーブルは、ホスト PC の使用可能な COM ポートに接続するか、Signal

ソフトウェアのインストール中にホスト・コンピューターの使用可能な USB ポートに接続した USB

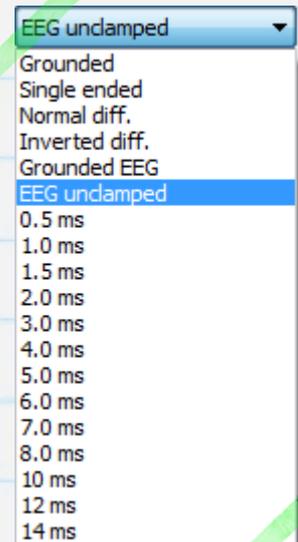
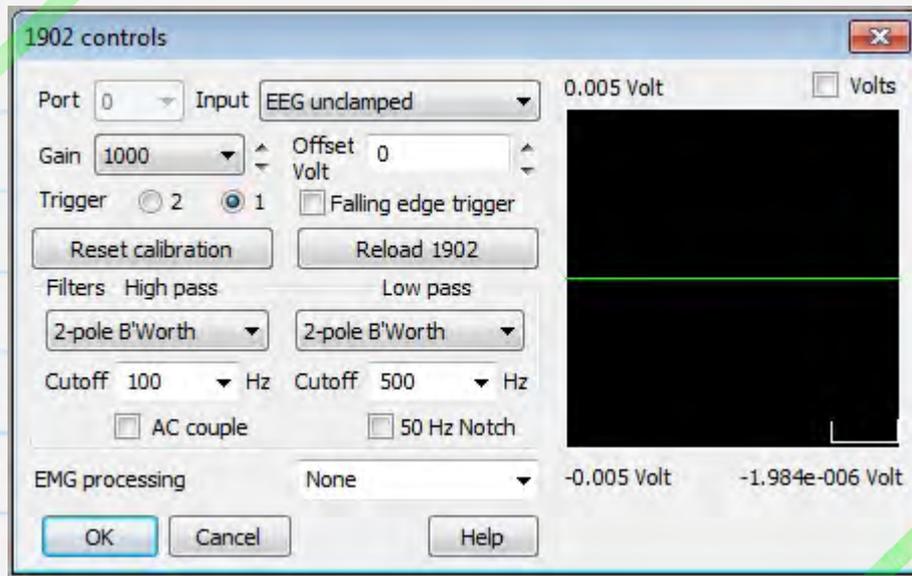
シリアル変換アダプターに接続します。コンセントの電源を入れて、1902 をオンにします。緑の電源 LED が点灯したら、1902 の使用準備が整います。

インストール中に 1902 変換器のサポートを選択した場合、Signal はコントロールパネルを介して 1902 増幅器の設定に対する完全制御機能を提供し、これを使って、増幅器のゲインとオフセットを調整し、フィルター設定を変更し、1902 が入力クランプ・オプションを装備している場合はトリガリングとクランプ持続時間を有効にすることができます。デフォルトで、制御ソフトウェアは 1902 の各チャンネルが BNC ケーブルを使って 1401 インターフェイスの対応する ADC ポート番号に接続されるものと想定するため、ここで接続を行ってください。この例では、1 台の 1902 のチャンネル 0 が使われていて、これは ADC 0 に接続されます。

★ ハードウェアのポート接続はチャンネル 0 から始まりますが、Signal データ・ファイルのチャンネル番号は常に 1 で始まることを覚えておいてください。

1902 のコントロールパネルは、Signal のサンプリング設定の [Port setup] タブで使用できます。リストで ADC ポートを選択し、対応する 1902 がつながっている場合は、CED 1902 のボタンが有効になります。これをクリックして、1902 コントロールを開きます。メイン・コントロールパネルの右側にオシロスコープ・ウィンドウがあり、現在選択されている 1902 から入ってくるデータがここに表示されます。コントロールパネルには、[Sample] メニューで [Signal conditioner...] を選択して、サンプリング中にアクセスすることもできます。

★ Signal が 1902 の検出に失敗した場合は、Signal の COM ポート設定と 1902 が接続されている COM ポートが一致しているかどうか確認します。Signal で使用する COM ポートの設定は、[Edit Preferences] メニューの [Conditioner] タブで行います。1902 がどの COM ポートに接続されているかを確認するには、上述した [使用可能な COM ポートの確認](#) を参照してください。

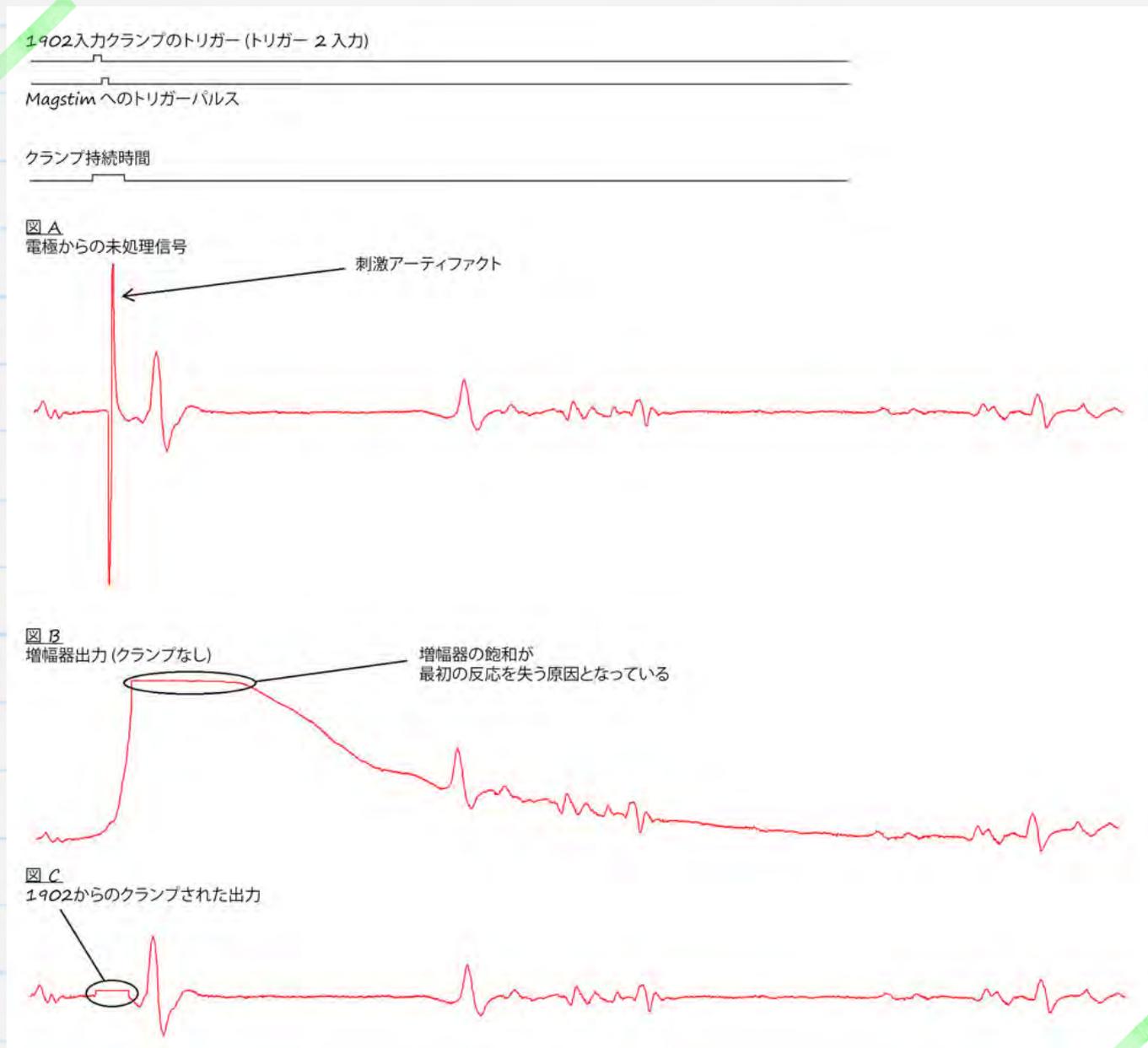


[Port] リストは現在の 1902 チャンネルを表し、[Input] ドロップダウンリストは選択された 1902 用の入力モードを設定します。入力クランプ付きで、リストには [EEG unclamped] が表示され、ミリ秒の時間一覧も含まれます。これは、1902 の [Trigger 2] ポートのパルス入力に反応して入力クランプを適用する時間の長さを指定します。クランプ・オプションを装備していない場合は、[Isolated EEG] を使うように入力を設定してください。

[Gain] コントロールと [Offset] コントロールは、入ってくるデータをスケールするために使用します。[Filter] 設定は、必要に応じて入力フィルター処理を適用させるために使用します。

[EEG unclamped]、クランプ持続時間設定、[Isolated EEG] のオプションはいずれも増幅器の絶縁ステージを使い、表面電極からの応答を記録するのに適しているのはこうした入力だけになります。

入力クランプのトリガリング



刺激アーティファクトは増幅器の入力を飽和させることが多く、増幅器の入力が正常レベルに戻るまでの間、記録が「失われる」原因となります。これは、反応が非常に速い場合や、刺激位置のすぐそばで記録されているときに問題になることがあります。上図は、刺激アーティファクトが引き起こす増幅器の飽和 (図 B) が原因で失われる電極からの急速な MEP 反応 (図 A) を示しています。

CED 1902

増幅器には、刺激中に増幅器の入力をグラウンドにクランプすることによってアーティファクトを抑制する入力クランプ・オプションを装備させることができます。これにより増幅器の入力が飽和状態になるのを防ぎ、急速な反応を記録することが可能になります (図 C)。

上図に示されているように、Magstim より少し前に入力クランプをトリガーして、刺激が適用される前にクランプ回路を完全に作動させる必要があります。これを確実に行う 1 つの方法は、0.5~1ms の単一パルス出力を使用し、Tピースを使って、その経路を Magstim のトリガー入力と Trigger 2 入力の両方にするということです。そして同じパルスが、上昇エッジで 1902 クランプをトリガーし、下降エッジで Magstim をトリガーして、必要な遅延を確保できるようにします。あるいは、別のデジタル出力に第二のパルスを設定して、Magstim とは別に 1902 クランプ回路をトリガーすることができます。詳細は、[出力トリガーの設定](#)を参照してください。

 入力クランプを使用する場合は、[AC couple] オプションをオフにして、1902 高域濾波フィルター設定を [None] にしてください。

Magstim の制御設定

サンプリング設定の [General]

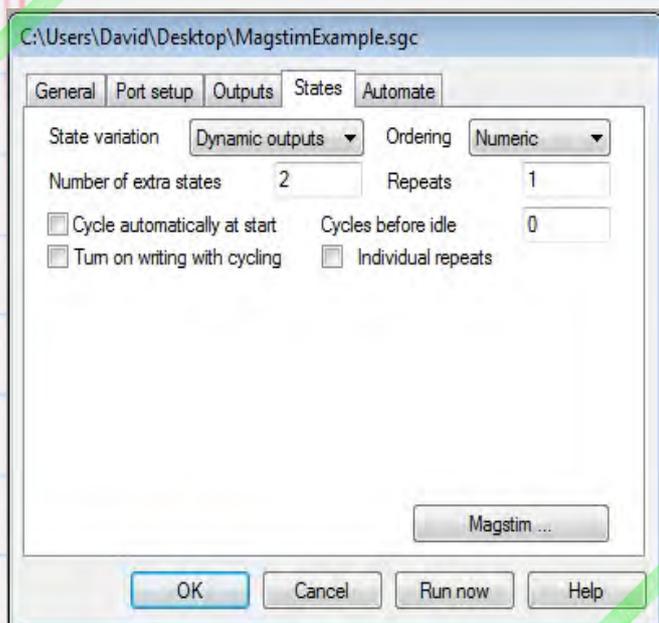
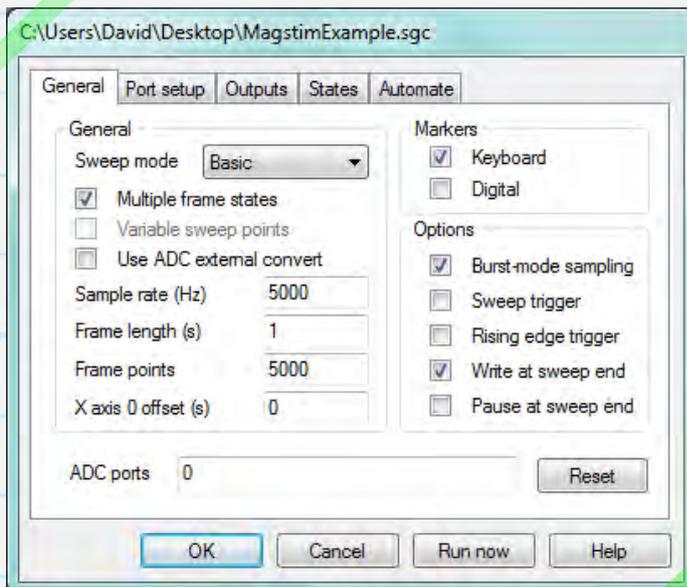
タブで、スイープ・モード、記録するチャンネル数、サンプル・レートの設定のほか、マーカー・チャンネルを記録し、データを保存し、サンプリングをトリガーするための各種オプションの設定を行います。Magstim

の設定にアクセスできるようにするには、

[Multiple frame states]

チェックボックスを選択する必要があります。これによりダイアログの [States]

タブが有効になり、このタブで、複数ステート (刺激プロトコル) を指定して、Magstim 装置の強度とタイミング設定が行えます。



[States] タブで、[State variation]

[Dynamic outputs]

に設定されています。[Number of extra states]

フィールドは、Magstim

で使用したい異なる強度とトリガー設定の数を指定するのに使用します。こうした追加ステートは、デフォルトで手動制御になっているベーシックなステート 0 に加えられるものです。

例えば、1 つは低出力、もう 1 つは高出力の異なる 2

つの強度の刺激を使いたい実験を考えてみます。この例のように、[Number of extra states]

フィールドを 2 に設定すると、Magstim の設定で 2

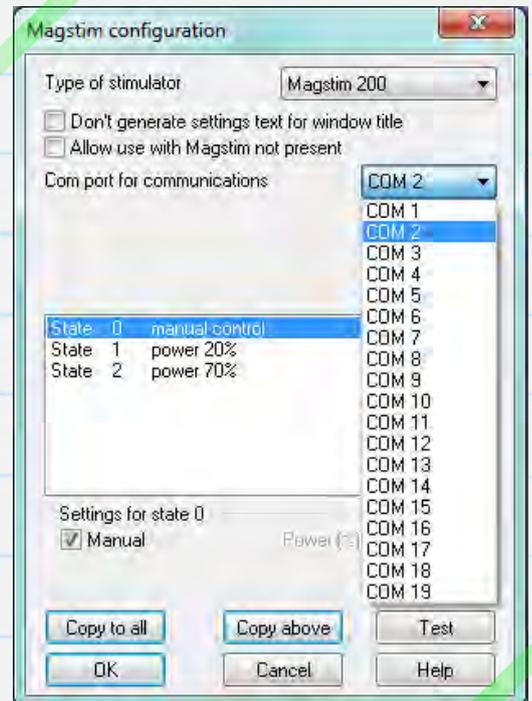
つの刺激を追加して設定できるようになります。ここでは、20% の強度と 70% の強度のステートを使用します。

ステートは、数字、ランダム、セミランダムの順に、あるいはプロトコルによって定義づけられるステップの順序に従って、実験中に自動サイクルになるように設定できます。この例では、数字順に設定してあります。

[Magstim...] ボタンをクリックして、使用する Magstim のタイプ、装置と通信を行う COM ポートを設定します。詳細は、[使用可能な COM ポートの確認](#)を参照してください。

★ CED 1902 増幅器を使用している場合は、Magstim が別の COM ポートを使うように設定してください。

使われるステートのリストが表示され、リストでクリックしてダイアログで設定を変更し、ステートを編集することができます。選択される Magstim のタイプによっては、出力強度、パルスの数、パルス間隔の変更が可能になります。



Magstim のモデル別制御オプション

次の表は、現在サポートされている Magstim 磁気刺激装置の全モデルと、Signal および 1401 インターフェイスを使うときに各モデルで使用可能な制御オプションをまとめたものです。

Magstim	200*	BiStim*	200 ²	BiStim ²	Rapid ²	Super Rapid ²	Super Rapid ² Plus
トリガー入力	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
出力強度設定	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓
パルス間隔	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
パルス周波数	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
単一パルスモード	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓

*出力強度の制御オプションを備えていない旧モデルの Magstim 200 と BiStim 装置を表す

外部制御なしの Magstim 200 と BiStim

旧モデルの Magstim 200 と BiStim 装置は、刺激タイミングで Signal のパルス出力だけに反応可能です。詳細は、[出力トリガーの設定](#)を参照してください。出力強度とパルス間隔の設定は、Magstim 装置のフロントパネルのコントロールを使って行います。

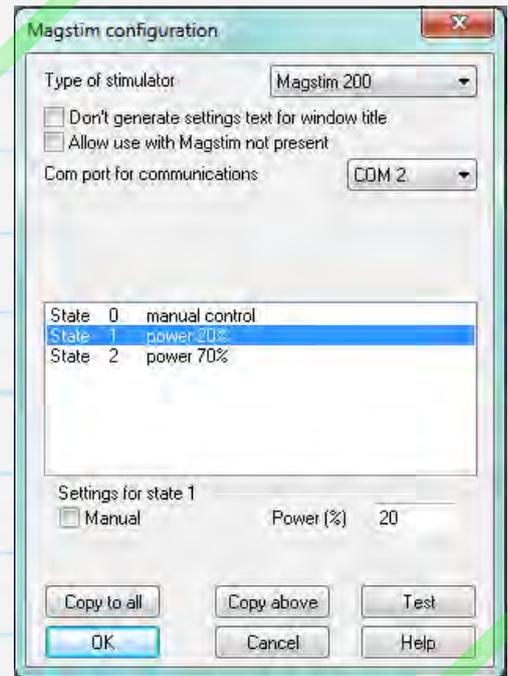
Magstim 200² の設定

これは、1 台の Magstim 200²

装置で使用できる設定を示しています。各制御ステートの出力設定は、リストに表示されているステート番号をダブルクリックして編集できます。別の [Settings for state 0] チェックボックスを使用して、ステート 0 が Magstim 装置の手動制御となるように設定することができます。

[Dual Magstim 200²]

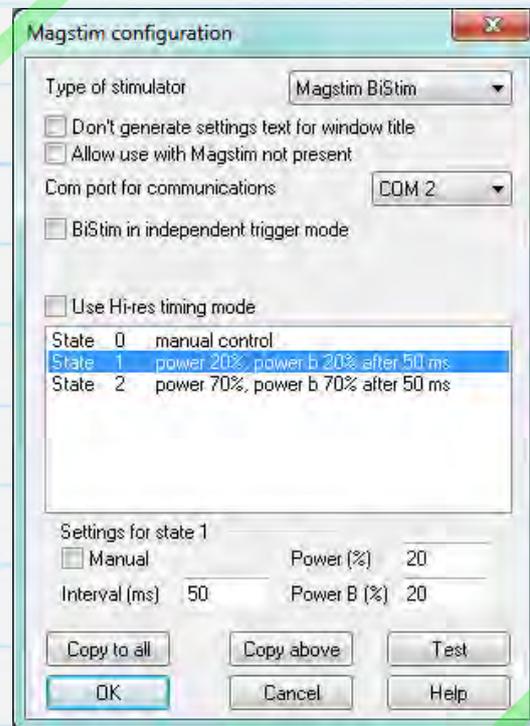
オプションはここで説明されている設定と同じになりますが、200² の各装置に 1 つずつ、2 つの COM ポートが必要になります。



Magstim BiStim² の設定

BiStim装置は同期化された2つの刺激装置からなり、これは2

つの刺激パルスを送るのに使用できます。一般に、最初のパルスは外部トリガー時に、第二のパルスはあらかじめ設定された間隔でトリガー後に送られます。間隔の設定は、画面に表示されているように、Magstim の設定のステート設定で行います。



間隔を0に設定すると、BiStim

は同時パルス・モードに切り替わります。このモードでは両方の刺激装置が同じ出力レベルを使用しなければならず、これが設定におけるメイン出力設定とみなされて、出力 b の設定は無視されます。

[UseHi-res timing mode] オプションは、間隔を

1 ミリ秒の分解能で 0~999 ミリ秒の値に設定するのに使用できます。

独立トリガー (IBT) モードで BiStim² を使用

最初の刺激 (Power) と第二の刺激 (Power B) の両方をトリガーするのに、2つのデジタル出力パルスを使うことが可能です。この方法を用いるためには、BiStimのフロントパネルで次の操作を行って、独立トリガー・モード (IBT モード) が使えるように設定しなければなりません。マスター BiStim のユーザー・インターフェイスを [Simultaneous Discharge] に設定し、パルス間隔を 0 にします。次に、UI 停止ボタンを押し下げて、出力レベル・ノブを左に回します。下の装置のディスプレイに「E」と表示されて、IBT モードであることを示します。

BiStim 装置で IBT モードが設定されたら、Signal の Magstim の設定で、[BiStim in independent trigger mode]

チェックボックスも選択しなければなりません。このモードでは、同期化された BiStim 装置のそれぞれに、1401 から別々のデジタル出力接続が必要になります。

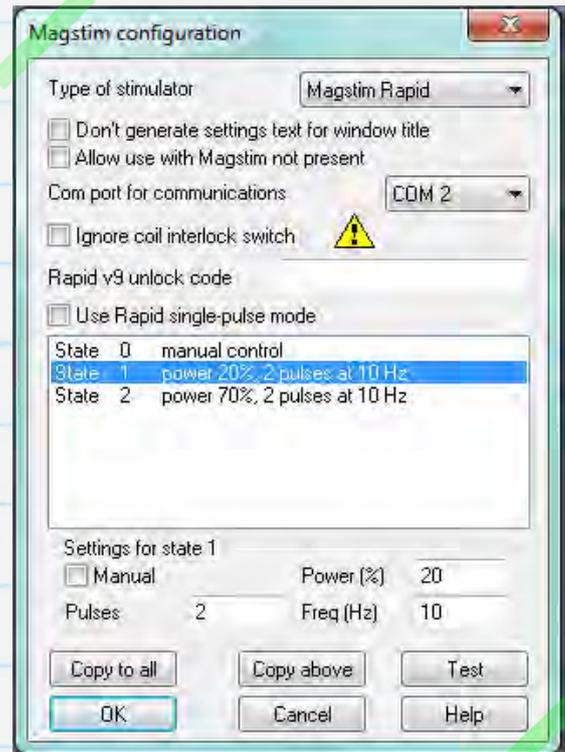
異なる出力強度設定で独立トリガー・モードを使用しているときは、1ms 未満のパルス間隔で装置がトリガーされるようにパルス出力を設定することのないようにしてください。

Magstim Rapid² の設定

Magstim Rapid

装置は、高速で刺激パルス列を生成することができます。*Rapid* は独立した制御システムをもつことができ、PC に接続するシリアルラインの制御ポートにアクセスするには、その接続を外さなければなりません。詳細は、*Rapid* 装置のマニュアルを参照してください。

設定の部分で、パルスの強さ、数、周波数を設定できます。また、*[single-pulse mode]* を使うチェックボックスのオプションがあり、これを使うと、最大 110% の出力レベルが可能になります。このオプションを選択すると、*Rapid* はトリガーごとに 1 つの刺激パルスを生成し、パルス列のパラメータは無視されます。



[Ignore coil interlock switch] オプションは *Magstim*

のコイル巻きハンドルのスイッチを無効にするため、ボタンを押さなくても、装置はトリガーに反応してパルスを発します。*Magstim* はスイッチを無視することは推奨いたしません。これは安全上の機能であり、絶対に必要な場合を除き使用しないでください。最新のバージョン 9 ファームウェアを搭載する *Rapid* 装置では、追加の安全策として、アンロックコードが必要になっています。装置のアンロックコードを入力するには、*Magstim* にご連絡ください。



出カトリガーの設定

最後に必要なのは各ステートに対するパルス出力を設定することで、これを使って

Magstim

をトリガーし、割り当てたステートの刺激を送ることができます。パルス出力は、サンプリング設定の **[Outputs]**

タブで作成します。このセクションには、デジタルおよび DAC

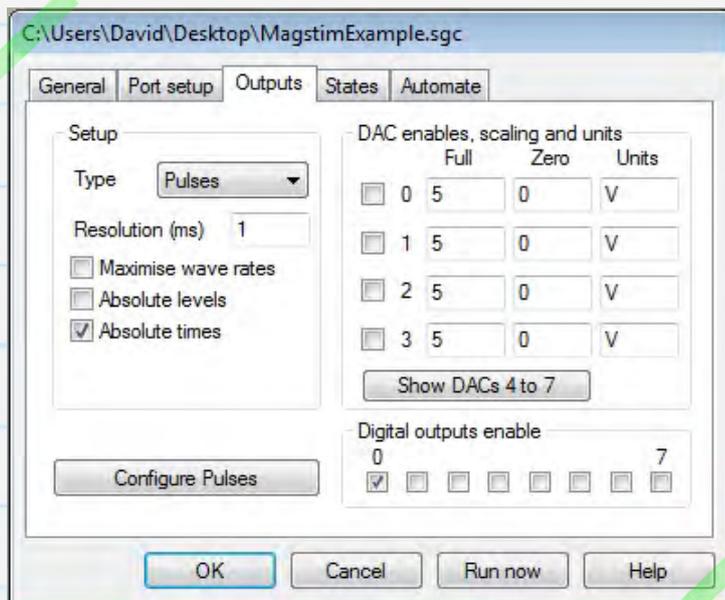
出力の有効化と無効化の設定が含まれてい

ます。この Magstim の制御例では、1つのデジタル出力だけを使うことを考えてい

ます。グラフィカル・パルス・エディターを開く

には、**[Configure pulses]**

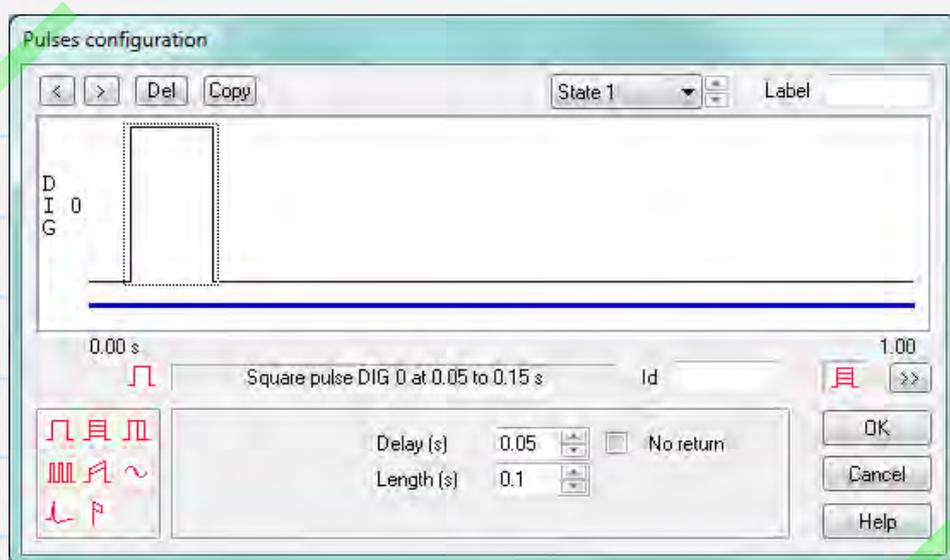
をクリックしてください。



IBT モードで BiStim² を使う場合は、トリガーする BiStim² 装置ごとに 1 つずつ、2 つのデジタル出力を有効にする必要があります。

Magstim 装置をトリガーするパルス出力の例

グラフィカル・パルス・エディターはダイアログの上部に、選択された出力を「トラック」として表示します。太いブルーのトラックはコントロール・トラックで、これは、別のスイープ・モードを使っているときにフレーム間隔を設定するのに使用します。設定画面の左下にパルス・パレットがあり、ここからパルスを有効な出カトラックにドラッグすることができます。



これより先に *Magstim*

の設定で指定した各ステートには異なる一連のパルスを設定することができ、これにより複数の刺激プロトコルを準備し、実験を通して使用できるようになります。ダイアログの上部にドロップダウンリストがあり、設定するステートをここで選択できます。

設定例では、[Basic 0]

ステートは出力トリガーのない手動制御のステートとなるため、ブランクのままです。[State 1] と [State 2] はそれぞれ、トリガー・パルスが 10ms に設定されています。これは、*Magstim* を 10ms でサンプルされたスイープにトリガーし、*Magstim* の設定で先に指定してあるため、[State 1] では 20% の強度、[State 2] では 70% の強度でパルスを生成します。[OK] をクリックしてパルス設定を閉じ、サンプリング設定に戻ります。

データのサンプリング

サンプリング設定で **[Run now]**

をクリックして、サンプリングの準備が整った新しいデータ・ファイルを開始します。サンプリングの開始

と停止を行うツールバーのほかにも、下に示すように、**[Multiple states]**

ツールバーがあるのが分かります。サンプリングの間、このツールバーは現在の状態を示すほか、状態循環の開始と一時停止の制御機能や現在の状態の手動選択オプションを備えています。



サンプリング・ツールバーの **[Start]**

をクリックして、データのサンプリングを始めます。サンプリング開始時にデフォルトの出力と制御ステ

ートは **[Basic 0]**

に設定されています。ツールバーのボタンまたはドロップダウンリストを使って現在の出力状態を選

択し、各状態を手動で適用させたり、**[Cycle]** をクリックし、このサンプリング設定例の **[States]**

タブで指定した数字順に状態を適用させることができます。**[State 1]** と **[State 2]**

は出力強度の値をそれぞれ 20% と 70%

に設定し、サンプルされたスイープの開始時に出力パルスを生成して Magstim をトリガーします。

