



# ER175 波形ジェネレータ



- インタラクティブなオペレーション
- パルス波、ランプ波、三角波、サイン波を出力
- ソフトウェアで初期条件を設定
- サイクリックボルタンメトリーに最適
- 各種ポテンシostatに対応
- USB接続

## 特長

ER175 波形ジェネレータは比較的遅い波形を出力させるための装置で、測定中に随時印可電圧のスweepを逆走させたり一時停止させることができます。

パルス波、ランプ波、三角波、サイン波の振幅は最大±10Vまで設定できます。さらに三角波の初期値は任意の設定値からスタートできます。

内部DACによって設定した波形をクロックレート10kHz 22bitの分解能で出力します。

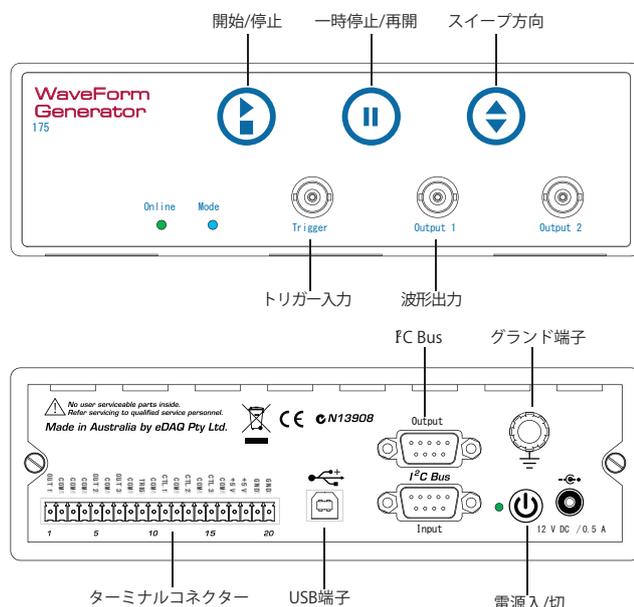
TTL(又は接点リレー)シグナルが出せますので、出力する波形を外部装置(水銀電極、市販のポテンシostat、光源、スターラなど)と同期させることも可能です。

## アプリケーション

この波形ジェネレータはサイクリックやリニアスweepボルタンメトリーに最適で、測定中にスweepの逆走、一時停止が随時行えます。電圧レベルも連続的に設定でき、デュレーションの変更やシーケンスの反復も任意に行えます。その他、バイプレッションテストやサーボコントロールのループ試験などにも応用できます。

## 使用コンピュータ

Windows XP、VISTA、Windows 7に対応し、波形ジェネレータとe-corderに接続できるUSB端子を装備するコンピュータ。



## ソフトウェア

波形ジェネレータをe-corderに接続する時(I<sup>2</sup>C端子を介し)は、Chartソフトウェア(v.3.9以降)を使用します。それ以外はACアダプターから電源を取りコンピュータとUSBで接続し、シリアル対応ソフトウェア(RS232)で対応します。ソフトウェアの例：

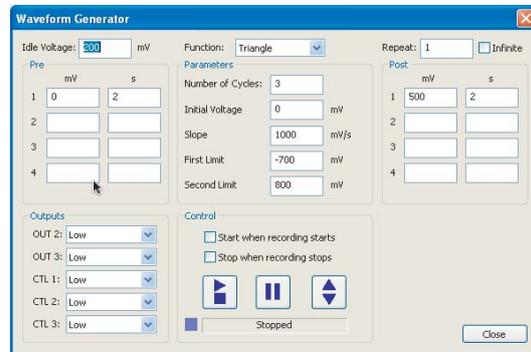
- LabVIEW™、www.ni.com
- Connect™、www.labtronics.com/DI/RS232\_Software.htm
- WinWedge®、www.taltech.com/products/winwedge.html
- Tera Term、http://logmett.com/

または、Visual Basic や C++ などで作成したプログラム。

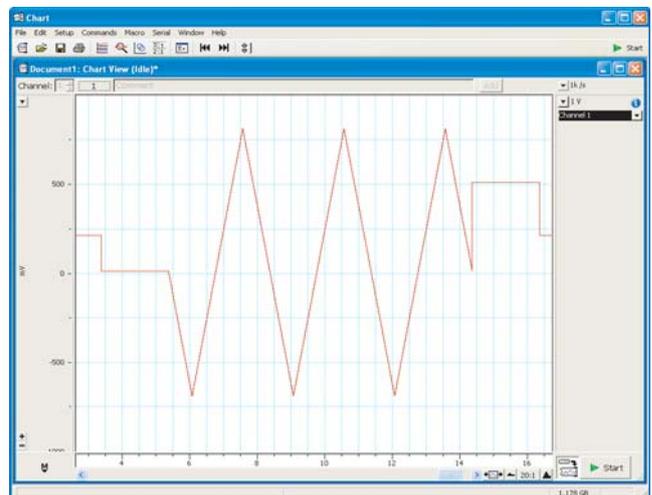
## パッケージ

eDAQ ER175 波形ジェネレータ

付属品：接続ケーブル、12V DC 電源アダプター



Chartソフトウェアの標準的な設定項目



三角波のプレ、及びポスト電圧レベル



## シリアルコミュニケーション

波形ジェネレータは USB 端子に対応し、Windows、Mac OSX、及びLinux コンピュータのバーチャルシリアルポートとして機能します。 殆どのWindows コンピュータのUSB ドライバーが、波形ジェネレータに付属するeDAQ ソフトウェアインストーラーに入っています。それ以外のドライバは、下記からダウンロードできます。

<http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

ドライバーをインストールすると、波形ジェネレータをシリアル(RS232)デバイスとして扱いますので、通信用のソフトウェアをLabView、C++、Visual Basicなどを使って作成し制御します。

まず、シリアルポートの番号を開示します。Windows コンピュータのシリアル番号 1 と 2 は、マザーボード用に割り当てられています。

従って波形ジェネレータには通常シリアルポート 3 (COM3)、またはそれ以上を割り当てます。

このバーチャルシリアルポートのコンフィグレーションを、115200 baud、8 bits、1 stopbit、no parity とし、flow control は NONE とします。

正しくコンフィグレートされるとコマンドプロンプト **WF>** が表示し、新しいコマンドが送信できます。これを略式記号 **>** で表します。

## 双方向通信

端末エミュレーションソフト(例えば Tera Term)を使えば、波形ジェネレータとマニュアルで双方向通信ができます：

1. <http://logmett.com> から Tera Term のインストーラーをダウンロード
2. 不必要なものをインストールさせないために 'Compact Installation' オプションを選んで Tera Term をインストール
3. 波形ジェネレータを接続し、必要なら eDAQ ソフトウェアのインストーラー CD をコンピュータに挿入。
4. Windows のデバイスマネージャを開き、波形ジェネレータとそれに対応する COM ポートを 'Ports (COM & LPT)' のリストから見つけてください。どの COM ポートが対応しているかは判りませんが、COM 3 以上のポートの筈です。

双方向通信が構築できたらシリアル通信が確保されたことになり、独自のソフトウェアを書き込めば、それで処理ができます。

## シリアルプロトコル

下記に示すように、波形ジェネレータには対応するコマンドがあります： Durations は、秒(初期設定)、ms sec、 $\mu$ sec の単位で設定できます。例えば、Durations 5、5s、5 ms、5 $\mu$ s はすべて有効で、durations として設定されます。電圧レベルは mV 単位で  $\pm 10000$  mV の範囲で入力できます。

## Help コマンド

**> help**

**> ?**

所定のコマンドリストを返す。

## 波形の定義

**> pre <level> <duration> [ <level> <duration> ... ]**

最大20種類の電圧レベルとデュレーションが設定可能です。これらはメインファンクションの前に作動します。例えば、**> pre -800 15s** なら、そのファンクションが始まる前に -800mV で15秒間出力します。このコマンドはデポジションをセットしたり、アノードストリッピングボルタンメトリーの傾斜電位の静止電圧として使用します。

**> triangle <N> <slope> <start level> <first limit> <second limit>**

三角波の設定です。<N> は反復回数です。<start level> を起点とし<slope> mV/s のレートで<first limit> に、次いで<second limit> まで進め、<start level> に戻り、これをN回繰り返します。例えば、**> triangle 5 100 200 800 -500** では、200 mV から始め 100 mV/s のレートで800 mVまで上げ、次に -500 mV まで下げて200 mV に戻す三角波を5回繰り返す設定になります。

**> ramp <N> <slope> <first limit> <second limit>**

ランプ波を<N> 回反復する設定で、<first limit> を起点とし<slope> mV/s で<second limit> にします。例えば**> ramp 1 100 -200 700** では、起点を -200 mV とし 100 mV/s のレートで 700 mV まで上げるシングル・リニアスイープボルタングラムの設定となります。

**> pulse <N> <first level> <first duration> <second level> <second duration>**

連続パルス<N> 回の設定です。<first level> mV で<first duration> 秒出力し、次に<second level> mV を<second duration> 秒出力します。通常、<second level> は静止電圧と同じになります。例えば、**> pulse 999 450 200ms -50 800ms** では、450 mV を 200ms の間出力した後に -50 mV を 800 ms 間出力するパルスペアを999回反復する設定です。

**> sine <N> <frequency> <baseline> <amplitude>**

<N> サイクルのサイン波の設定です。周波数<frequency> Hz、振幅<amplitude> mV、ベースライン<baseline> mVのサイン波。例えば、**> sine 99999 25 0 50** では、周波数 25Hz で振幅 50mV (Vp-p 100 mV)、ベースライン 0 mV のサイン波になります。

**> none**

何もファンクションを登録しない(これが初期設定です)。 定電位の状態にしたい場合や、プレ、及びポストコマンド用に電圧を一定に保つのに使います。

**> post <level> <duration> [ <level> <duration> ... ]**

電圧レベル継続時間を最大各20まで設定できます。前のファンクションが終了すると直ぐに開始します。例：**> post 300 5s -500 2s** では、直ぐに300 mVを2秒間、次いで-500 mVで2秒間出力します。設定通り終了すると、そのまま静止電位に戻ります。このコマンドを使えば、アノードストリッピングボルタンメトリーの分析終了後のクリーニングポテンシャルとして利用することができます。

**> repeat <N>**

設定した波形やファンクションの反復回数を設定するコマンドです。反復回数<N> を繰り返した後、静止電圧に戻ります。初期設定は<N>=1 です。<N>=INF では、停止ポーズのコマンドがセットされるまで連続して反復します。

## アクション

**> idle <level>**

静止電圧の設定です。静止電圧は直ぐに導入されます。波形を出力中の時は、終了後に導入されます。この静止電圧は、波形の出力が終了すると必ず作動します。

**> run or > go**

波形のプレ電圧を設定し、ファンクションを決め、ポスト設定を選んでから静止電圧を選定します。このコマンドは、フロントパネルのTriggerコネクタに適正なシグナルが入ると初期化します。即ち、フロントパネルのスタートボタンに相当します。

**> stop**

停止し、静止電圧に戻ります。フロントパネルのストップボタンと同等です。

**> reverse**

出力している波形を逆走させます。静止電圧には戻しません。フロントパネルの reverse direction ボタンに相当します。

**> pause**

出力している波形を現行の電圧値で休止します。フロントパネルの pause/ resume ボタンに相当します。

**> resume**

停止した波形の出力を再開します。フロントパネルの pause/resume ボタンに相当します。

**> prompt off or prompt on**

コマンドプロンプトを無効、または再有効させます。

## シグナルの同期

Output 2 が、フロントパネルとバックパネルのターミナルコネクタに設けてあります。また、Output 3 とコントロールライン (CTL1, CTL2, 及び CTL3) がバックパネルのターミナルコネクタにあります。これらの端子から、波形ジェネレータで作成された同期信号が出力します。

初期設定では、コントロールラインは接点リレー (CC) の Open になります。Outputs 2 と 3 は 0 か +2.5 V に設定されており、コントロールラインが TTL on コマンドであれば 0 (Low) か、4 V (High) になります。Pulse At... か Pulse Per... コマンドは 10 ms 状態を反転 (即ち low から high、または open から close) にさせます。

**> TTL off**

CTL1、CTL2、CTL3 を接点リレーに設定します。これが初期設定で、コンタクトオープン状態です。

**> TTL off**

CTL1、CTL2、及び CTL3 を TTL (最初は low に設定されます) として機能させます。

**> output <outputname> <outputfunc>**

<outputname> = OUT2、OUT3、CTL1、CTL2、または CTL3 で、<outputfunc> = Low、High、PulseAtRun、PulseAtFunction、EntireRun、FunctionSync、SlopePos、SlopeNeg、PulseAtLimit、または PulsePerCycle であれば、表1に規定する状態で出力し、外部装置に同期します。



表1. 外部装置と同期する為の利用可能な出力機能

Low	TTL low, CC open
High	TTL high, CC closed
PulseAtRun	TTL pulse, or brief CC closed, at start of pre period
PulseAtFunction	TTL pulse, or brief CC closed, at start of function
EntireRun	TTL high, CC closed, from start of pre period to end of the post period
FunctionSync	TTL high, CC closed, from end of pre period to start of the post period
SlopePos	TTL high, CC closed, when a triangle or sine function is increasing
SlopeNeg	TTL high, CC closed, when a triangle or sine function is decreasing
PulseAtLimit	TTL pulse, brief CC closed, at upper or lower limit of triangle function
PulsePerCycle	TTL pulse, brief CC closed, at end of each main function cycle

## Chart ソフトウェアを使って

この波形ジェネレータは eDAQ の e-corder ユニットと Chart ソフトウェア (Version 5.5.9以降)とを組み合わせ使用することができます。この場合は、e-corder の I<sup>2</sup>C 端子と波形ジェネレータとを専用ケーブルで接続します。これによって波形ジェネレータに電源を供給し、通信します。従って、USBケーブルや 12V DC 電源バックも必要ありません。Setup メニューの Waveform Generator コマンドを使って、ソフトウェアコントロールパネルにアクセスできますので、シリアルプロトコルを使ってプログラミングする必要はありません。

設定項目: pre, post, function, idle, repeat, output などは、前の項で説明した同名のシリアルプロトコルとまったく同じです。その他、下記コントロール:

- Start when recording starts
- Stop when recording stops

Chart ソフトウェアの記録の Start / Stop コマンドに同期しており、波形の開始 / 停止をさせることができます。バーチャルボタン:



アクション (stop/start, pause/resume, 及び reverse) ボタンでフロントパネルのボタン (図 1) と同等です。スライダバー:



e-corder ユニットのステータスと、波形の進行状況を表示します。

e-corder と Chart ソフトウェアを使う時は、波形ジェネレータの Output 1 は通常ポテンシオスタットの外部入力(通常 "E In" か、"Ext In" と表示されています)に接続します。ポテンシオスタットの電位と電流シグナルの出力は、e-corder の入力チャンネルに接続します。

テスト用には、波形ジェネレータの Output 1 は e-corder のフロントパネルの Input 1 コネクタに接続します。これで Chart ソフトウェアから直接、波形ジェネレータのシグナルが記録できます。

## ハードウェアの特長

図 1. は波形ジェネレータのフロントパネルとバックパネルを示したものです。フロントパネルの指示ランプ:

- **Online**—オンの時は緑ランプ点灯、シリアル又は I<sup>2</sup>C 通信時は点滅。
- **Mode**—停止中は青 (静止電圧出力)、波形出力時は緑、波形出力休止中は黄色。

フロントパネルには次の三つのコントロールボタンがあります:

- ① 波形出力の開始と停止。波形はプレコンディショニング電圧レベル (pre) を始め、メインファンクション (triangle, ramp, pulse, none)、ポストファンクション電圧レベル (post) から構成され、図 2. に示す Chart コントロールパネルか、バーチャルシリアルポートを通じて出力波形を設定します。

- ② その瞬時の電圧レベルで波形の出力を休止します。ボタンを再度押しと休止したそのポイントから波形の出力が始まります。
- ③ ファンクションの方向を逆走させます。静止電圧、pre、post 電圧レベルは変更しません。

フロントパネルには、次の三つのコネクタが配置されています:

- **Trigger**: この入力端子で受けた TTL や接点リレー信号で、波形出力を開始します。
- **Output 1**: 波形シグナルを出力します。通常ポテンシオスタット、オシロスコープ、e-corder の入力端子に接続します。
- **Output 2**: このアナログ出力はシリアルプロトコルコマンド(上記参照)によって制御します。

バックパネルの特性:

- **USB 端子**: バーチャルシリアルポートとしてコンピュータに接続します。シリアルプロトコル (上記) を使って設定します。
- **I<sup>2</sup>C Bus 端子**: e-corder ユニットに接続し、Chart ソフトウェアを使います。
- **12 V DC 入力**: e-corder を使わない時に必要です。Power On/Off スイッチで作動します。
- **グランド端子**: 通常はグランド端子を使う必要はありませんが、ノイズレベルが高い場合に接続します。
- **ターミナルコネクタ**: ターミナルコネクタは、機能的にフロントパネルの代用となる接続端子です。さらに、表 1. に示す様々なシンクロナイズ機能や **Output** シリアルコマンド (上記) で制御される機能、図 2. に示す Chart ソフトウェアコントロールコマンドなども提供します。

www.eDAQ.jp

E-mail: info@edaq.jp

PowerChrom & e-corder は eDAQ 社の登録商標です。それ以外は、それぞれの所有者の商標です。



バイオリサーチセンター株式会社 eDAQ事業部  
〒461-0001 名古屋市東区泉2-28-24 Tel:052-932-6421



# ER175 波形ジェネレータ

## 仕様

波形シグナル	
出力シグナル:	~±10 V
出力精度:	±1 mV、フルスケールの +0.02%
出力電流:	連続 ±50 mA (200 Ω 負荷時)
波形:	パルス波、ランプ波、三角波、サイン波
ランプ波と三角波のスイープ速度:	< 1 mV/h ~ 1 V/s (0.1 mV ステップ) 10 V/s (1 mV ステップ)
波形ステップ:	最小ステップ幅 100 μs 最小ステップ高 5 μV
ノイズ (p-p):	<15 μV 標準
直線性:	<0.02% 標準
スルーレート:	0.2 V/μs
コントロール	
ユーザ側の操作:	停止/開始 ポーズ/再開 スイープ方向の逆走
トリガー入力:	TTL または接点リレー
ロジック出力:	CTL 1, CTL 2, CTL 3
ロジック TTL レベル:	4 V high、最大各 1 mA 0.5 V low、最大各 15 mA
アナログ出力:	OUT 1 (主), OUT2, OUT3
OUT2, OUT3 ロジックレベル	2.5 V high 0.0 V low

使用可能なロジックシグナル:	Low, High, Pulse at Run, Pulse at Function, Entire Run, Function Synch, Slope is Positive, Slope is Negative, Pulse per Cycle.
補助電源:	2 x +5 V 出力、最大各100 mA
前処理レベル:	4 (Chart ソフトウェア) 20 (シリアルプロトコールコマンド)
プレファンクションレベル	4 (Chart ソフトウェア) 20 (シリアルプロトコールコマンド)
ファンクションサイクル	1~連続
リピートレベル	1~連続
接続端子	
形式:	20ピン オスコネクター、3.5 mm 間隔 ネジ端子付き
データ通信	
USB:	USB 2.0 または 1.1 対応
I <sup>2</sup> C 拡張端子:	e-corder 使用時は、DB-9 コネクターで 電源と制御を管理
寸法	
サイズ (w x h x d):	200 x 65 x 250 mm
重さ:	1.4 kg
使用電源:	12 V DC、2 A
作動環境:	0 ~ 35 ° C 0 ~ 90% 湿度 (非結露)

仕様は予告無く変更することがあります。

保証期間: eDAQ 社のハードウェアは1年間保証です。

[www.eDAQ.jp](http://www.eDAQ.jp)

E-mail: [info@edaq.jp](mailto:info@edaq.jp)

PowerChrom & e-corder は eDAQ 社の登録商標です。  
それ以外は、それぞれの所有者の商標です。



バイオリサーチセンター株式会社 eDAQ事業部  
〒461-0001 名古屋市東区泉2-28-24 Tel: 052-932-6421