

# Cosmo-Z for Windows の使い方

平成 28 年 6 月 15 日  
特殊電子回路株式会社

## 1. 現在の機能

### 1. 1 概要

放射線計測用の TFA、CFD、Trapezoid Shaper、PeakHold、LinearGate、LLD/ULD、ゲート発生回路、MCA が動作するようになりました。

### 1. 2 一時的な機能制限

FFT およびヒストグラム、波形の範囲選択や拡大などの機能が無効になっています。  
CFD のトリガ出力が使えません。

## 2. 使用のための準備

6 月 13 日付けの boot.bin と、6 月 15 日付けの cosmoz.elf を、SD カードのルートディレクトリに入れてください。init.sh の末尾には、下記の 4 行を追加してください。

```
/cosmoz.elf -server &  
/cosmoz.elf adc freq 80  
/cosmoz.elf adc reset
```

これは、起動時に cosmoz.elf を自動的にサーバモードで起動し、ADC を 80MHz に設定してリセットを行うためのものです。

## 3. 装置を起動する

従来（3 月）のものより 2W 程度、消費電力が増えているので、リブートを繰り返したり電源が入らなくなるようであればご連絡ください。

サーバが起動した場合、ps で見ると、下記のように cosmoz.elf が 2 つ見えるはずです。

```
587 root      0:00 httpd -h /var/www  
588 root      0:00 tcpdsvd 0:21 ftpd ftpd -w /  
593 root      0:00 /usr/sbin/sshd  
603 root      0:00 [kworker/1:1H]  
618 root      0:00 busybox udpsvd -vE 0.0.0.0 89 busybox tftpd -c /  
620 root      0:00 /cosmoz2.elf -server  
621 root      0:00 -/bin/ash  
622 root      0:00 -/bin/ash  
623 root      0:00 /cosmoz2.elf -server  
624 root      0:00 ps
```

図 1 サーバモードで起動していることの確認

## 4. ソフトウェアの使用方法

### 4. 1 起動

Cosmo-Z 本体が起動し、LAN で接続したら、CosmozWin.exe を起動します。  
最初に Connect ボタンを押します。

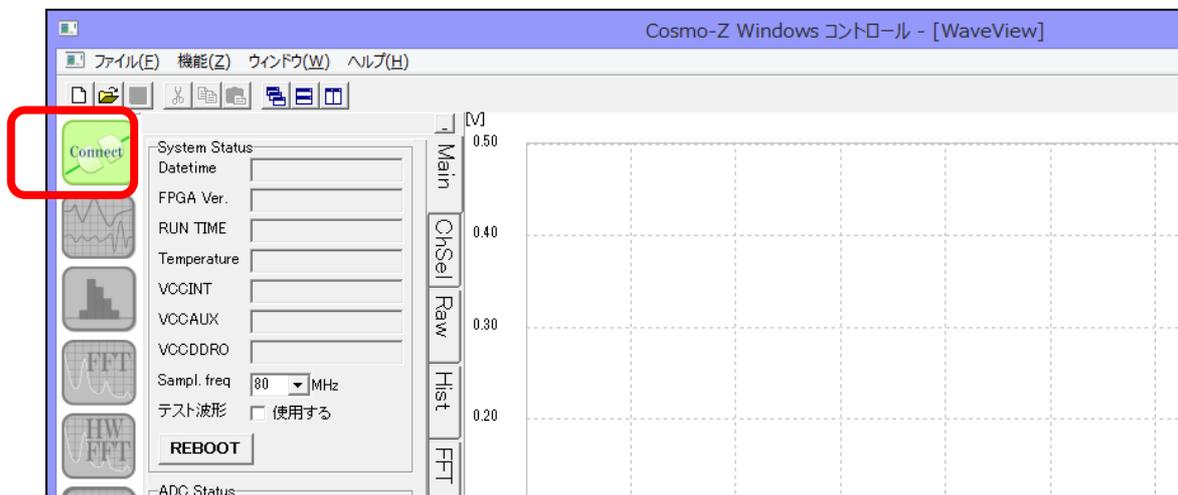


図 2 Connect ボタン

### 4. 2 接続

ダイアログが出るので、接続したい Cosmo-Z の IP アドレスを入力します。



図 3 IP アドレスを入力する

接続に成功すると、左のボタンに色が付き、ADC からのシリアルデータのデコード状態に合わせて●（正常）または●（エラー）が表示されます。

また、システムの温度や起動時間なども表示されます。

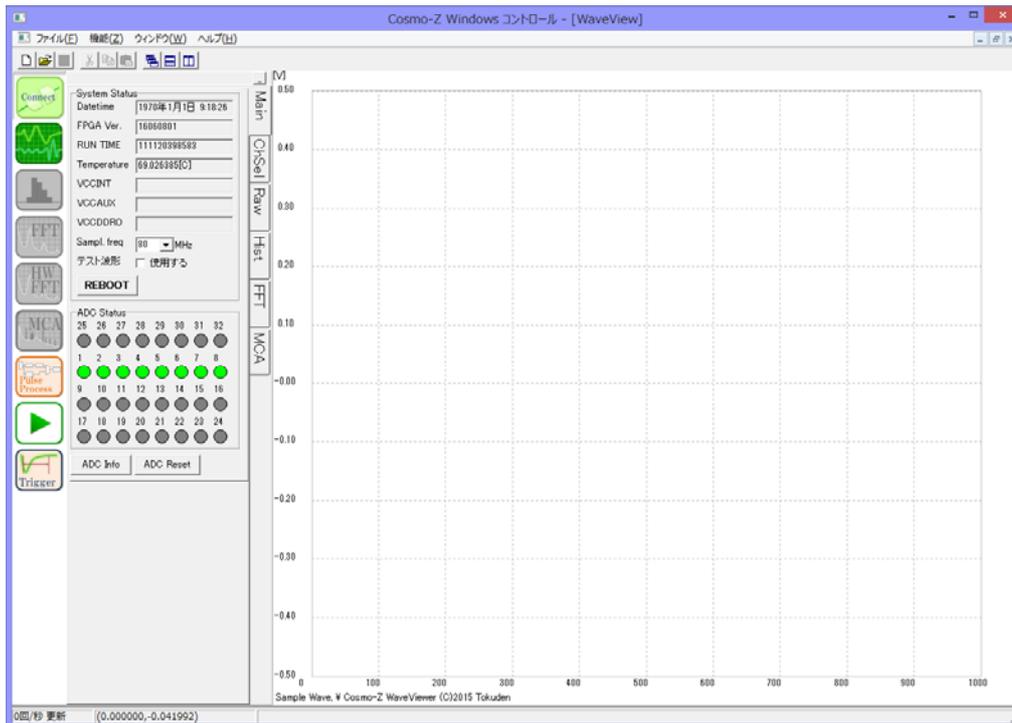


図 4 ターゲットに接続された状態

#### 4. 3 波形の表示

▶ ボタンを押すと、波形を取得して表示します。

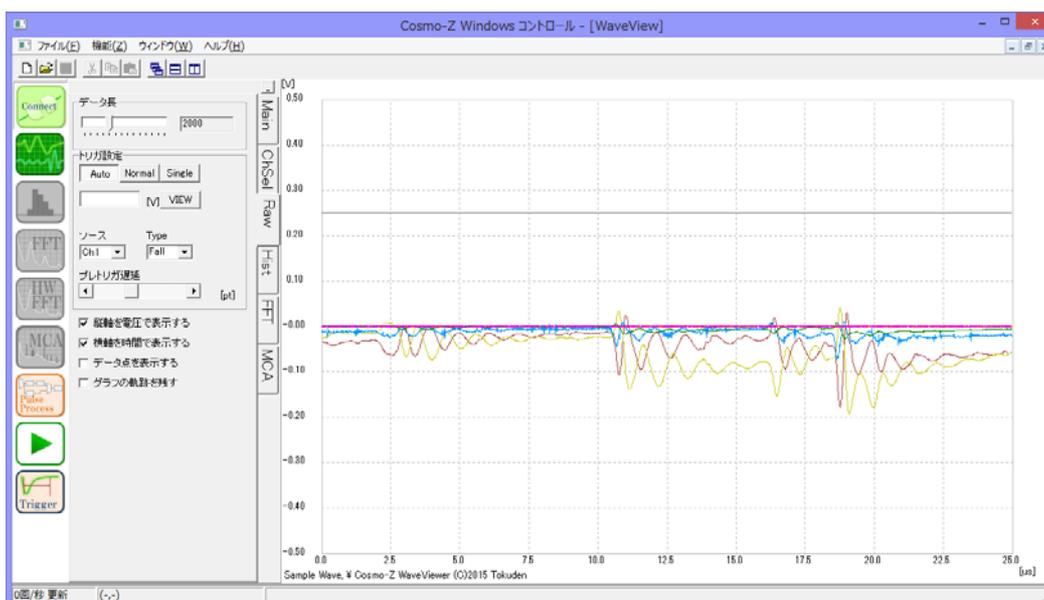


図 5 波形のキャプチャと表示

波形の表示を開始するとボタンが  になるので、押すと停止します。

#### 4. 4 波形の取得の設定

波形を表示するチャンネルは、Chsel と書かれたタブを開き、チェックボックスを ON/OFF することで選択できます。

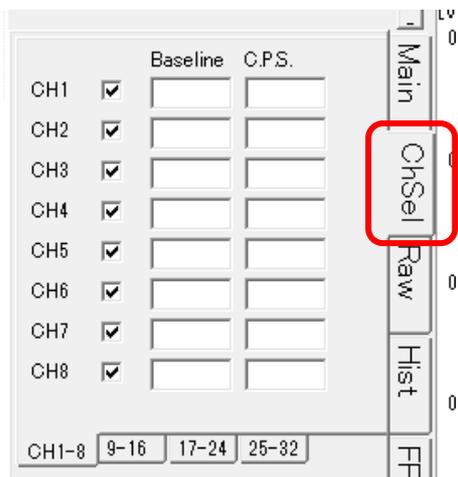


図 6 ターゲットに接続された状態

Raw と書かれたタブを開くと、様々な波形表示方法を変更できます。設定項目の詳細は表 1 をご覧ください。

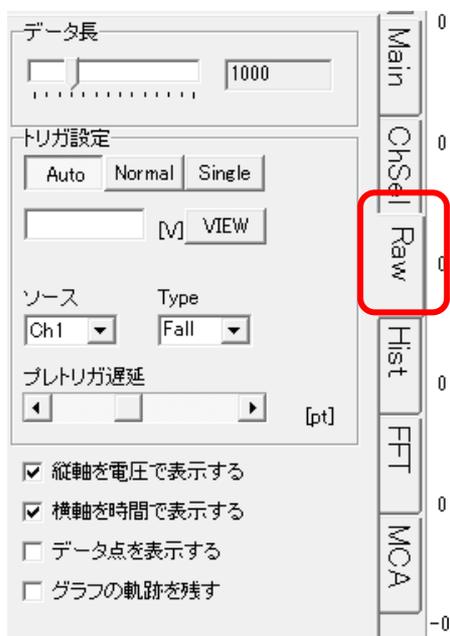


図 7 計測の設定パネル

表 1 計測の設定項目

項目	機能
データ長	キャプチャするデータ長を設定します 100~100000 まで変えられます
トリガ設定	オシロのようにトリガモードを設定します
Auto Normal Single	
□[V]	トリガがかかる電圧を指定します
VIEW	トリガの位置を波形に重ねて表示します
ソース	CH1~CH32、拡張トリガなど、トリガソースを指定します
Type	Rise(立ち上がり)、Fall(立下り)、または Discr を選択します
プレトリガ遅延	トリガがかかった時刻よりどれだけ前の波形を見るかを設定します
縦軸を電圧で表示する (機能しない)	ON : 縦軸を電圧に換算して表示します OFF: : 縦軸を ADC の値で表示します
横軸を時間で表示する (機能しない)	ON : 横軸を時間に換算して表示します OFF: : 横軸をデータ番号で表示します
データ点を表示する	グラフにデータ点を ■ で表示します
グラフの軌跡を残す	グラフを消さずに重ね書きします

#### 4. 5 テスト波形の使用

放射線計測のためのテスト波形を FPGA 内で作り出す機能があります。テスト波形は指数関数的に減衰する波形にわずかな LPF を通したものです。テスト波形を使用するには、Main タブを開いて、テスト波形のチェックボックスを ON にしてください。



図 8 計測の設定パネル

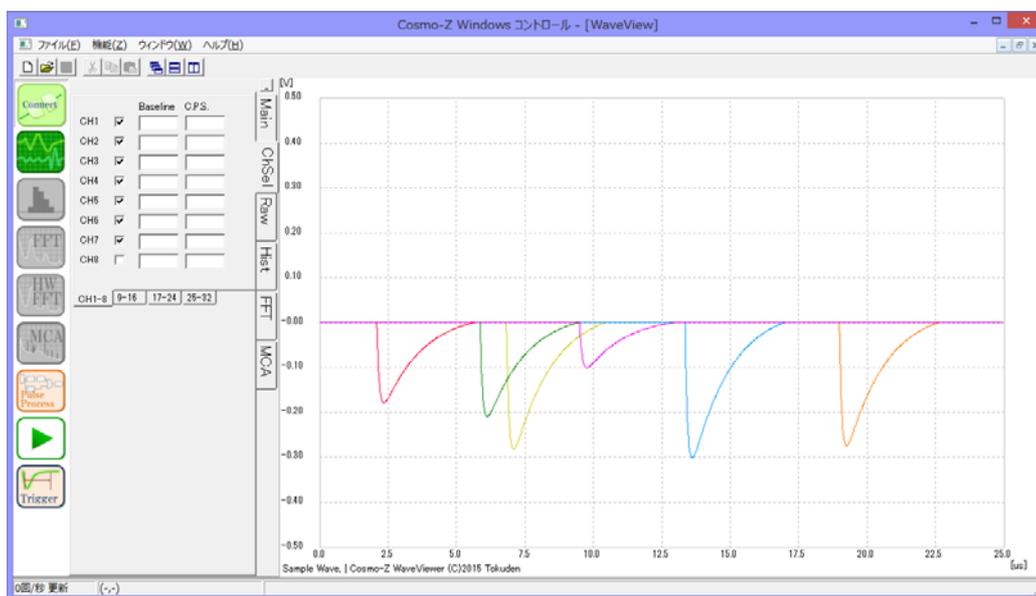


図 9 テスト波形の表示

## 5 信号処理回路の使用

### 5.1 信号処理設定の起動

放射線信号処理回路を使用するには、次のボタンを押します。



図 10 放射線信号処理回路の設定ボタン

図 11 に示したウィンドウが開きます。

この画面が出たら、ツールバーの ボタンを押して、波形と同時に設定画面を開いたほうが便利でしょう。

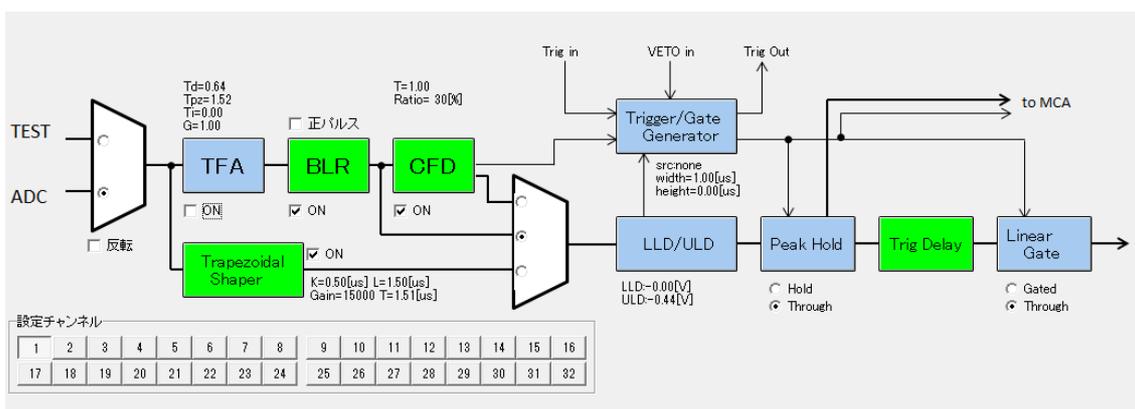


図 11 放射線信号処理回路設定ウィンドウ

### 5.2 設定するチャンネルの選択

最初に「設定チャンネル」を選びます。本装置では1チャンネルごとに設定します。



図 12 チャンネルの選択

### 5. 3 TFA の設定

TFA と書かれた四角をクリックすると、TFA(Timing Filter Amplifier)の設定ボックスが開きます。 $\tau d$  は微分時定数、 $\tau pz$  はポールゼロ回路の時定数、 $\tau int$  は積分時定数、Gain は積分器のゲインです。

デフォルトの値は、テスト波形に対して最適な値となるように設定されています。

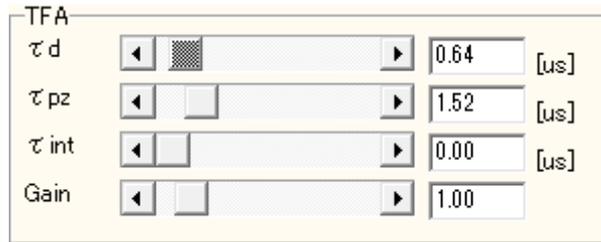


図 13 TFA 設定ウィンドウ

また、TFA の四角の下にあるチェックボックスを ON/OFF すると、TFA の有無を切り替えられます

### 5. 4 BLR の設定

BLR と書かれたボックスの下のチェックボックスを ON にすると、ベースライン回復回路 (Base Line Restorer) が ON になります。BLR は負極性のパルスに対して動作するようになっていますが、「正パルス」と書かれたチェックボックスを ON にすることで、正の極性のパルスにも対応できます。

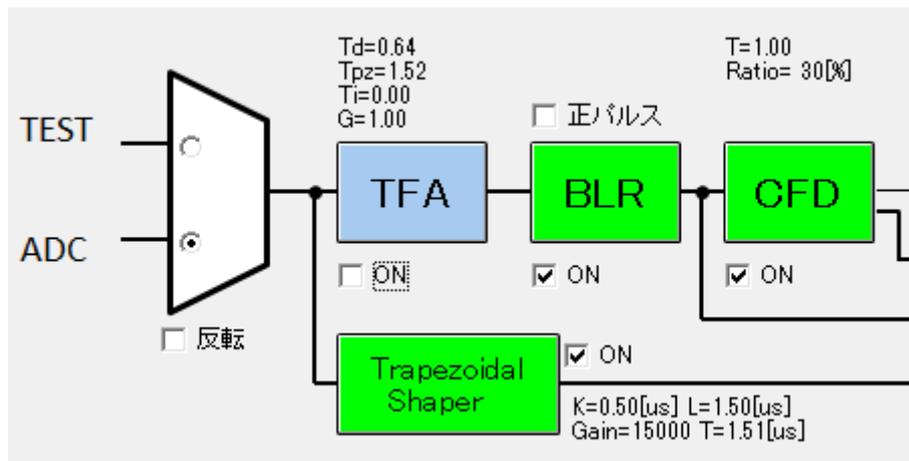


図 14 BLR の設定

#### 5. 4 CFD の設定

CFD と書かれた四角をクリックすると、CFD(Constant Fraction Discriminator)の設定ボックスが開きます。CFD は一定の時間遅延させた信号を引くことで、正確なトリガタイミングを生成する回路です。

$\tau$  は遅延時間、Ratio は引き算する信号の比率です。特に変更する必要はないでしょう。



図 15 CFD 設定ウィンドウ

また、CFD の四角の下にあるチェックボックスを ON/OFF すると、TFA の有無を切り替えられます

#### 5. 5 Trapezoidal Shaper の設定

Trapezoidal Shaper と書かれた四角をクリックすると、台形波形整形回路の設定ができます。

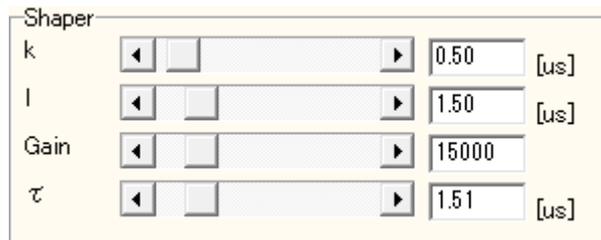


図 16 Shaper 設定ウィンドウ

k は整形後の台形波形の立ち上がり時間、l は台形の頂上の時間、Gain は整形回路のゲイン、 $\tau$  は入力波形の減衰の時定数です。デフォルトの値は、テスト波形に対して最適な値となるように設定されています。

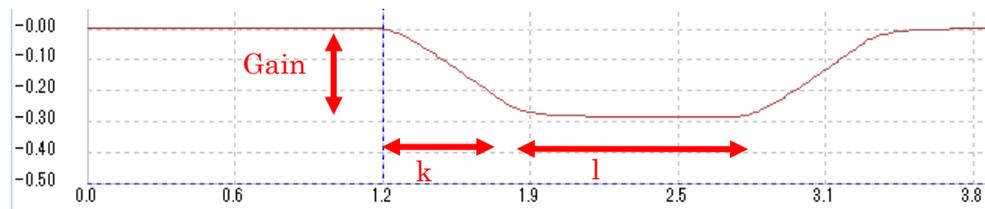


図 17 台形波形整形回路の意味

$\tau$  の値が入力波形の減衰時定数と一致すると、綺麗な台形になります。一致していない

と、台形の頂上の部分に傾きが生じます。

## 5. 6 出力波形マルチプレクサ

マルチプレクサで、ディスクリや MCA へ送る信号を選択します。

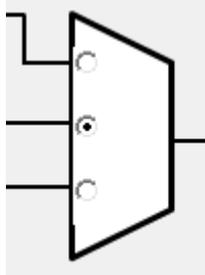


図 18 出力マルチプレクサ

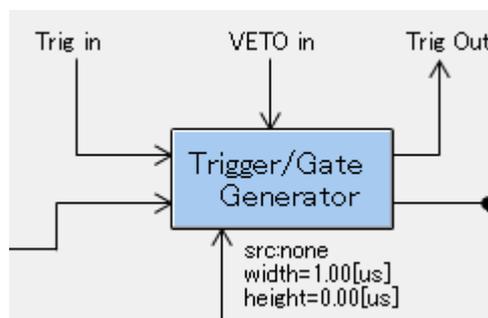
本マルチプレクサは、TFA+BLR の出力、CFD の出力、Shaper の出力を選択します。

半導体検出器等の場合は台形整形回路(Shaper)、NaI や CsI の場合は TFA+BLR を選んでください。CFD の出力は、CFD が正しく動作しているかどうかのモニタ用に使用します。

選択されていない回路も裏で動作しています。したがって、TFA+BLR の出力を選んでいる場合であっても、CFD は動作してタイミング信号をゲートジェネレータへ送り続けています。

## 5. 7 トリガ・ゲート・ジェネレータ

トリガ・ゲート・ジェネレータは、トリガが入ってから一定時間のゲート信号を生成します。生成されたトリガ信号は、後段のピークホールド回路やリニアゲート回路のゲート信号として使用できます。トリガソースには、同じチャンネルの CFD 出力、LLD/ULD 出力、外部入力を選択できます。



※VETO と、CFD、外部からのトリガ入力はまだ使用できません。

図 19 トリガ・ゲート・ジェネレータ

図 19 に示して四角をクリックすると、トリガ・ゲート・ジェネレータの設定画面が開きます。

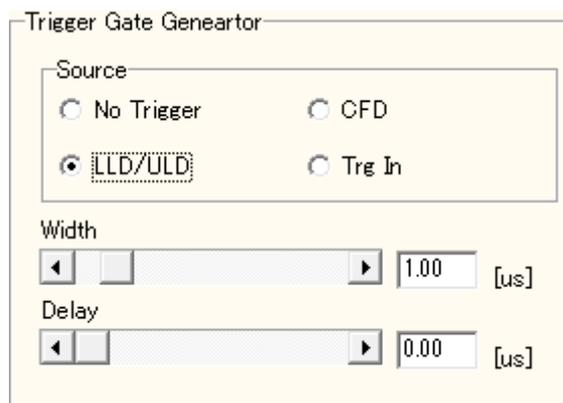


図 20 トリガ・ゲート・ジェネレータの設定画面

この画面では、トリガ入力に対する、トリガ出力信号の幅とディレイを設定します。

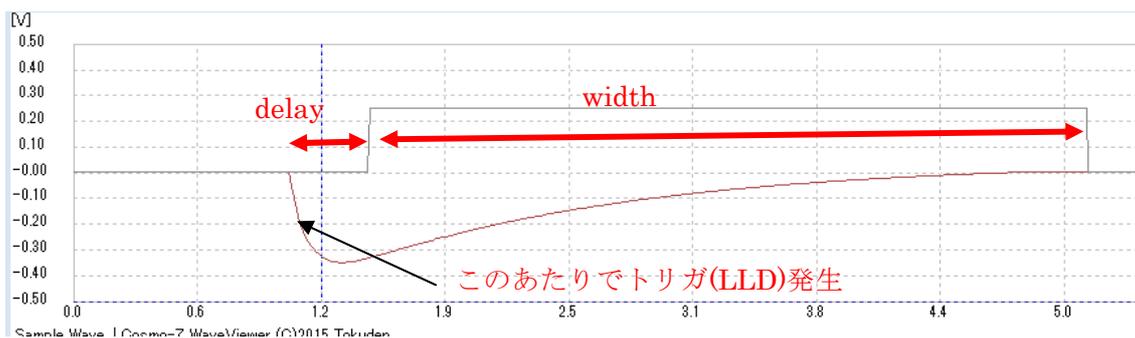


図 21 トリガ・ゲート・ジェネレータの意味

## 5. 8 ディスクリミネータ(LLD/ULD)

ディスクリミネータは、下限閾値(LLD)を超え、上限閾値(ULD)未満の波形に対してトリガを発生させます。

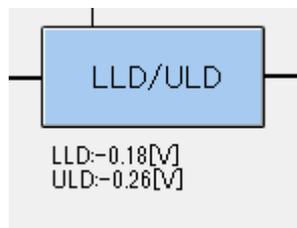
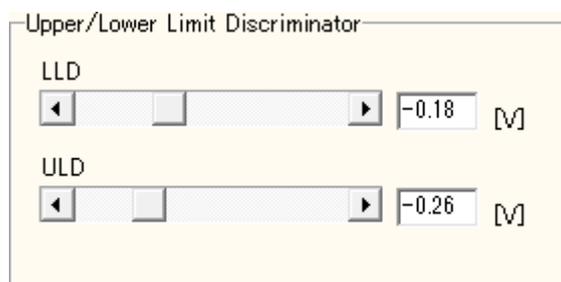


図 22 ディスクリミネータ

図 22 の四角をクリックすると、設定画面が開きます。



※ULD は機能しません。

図 23 ディスクリミネータの設定画面

設定の意味は、図 24 をご覧ください。

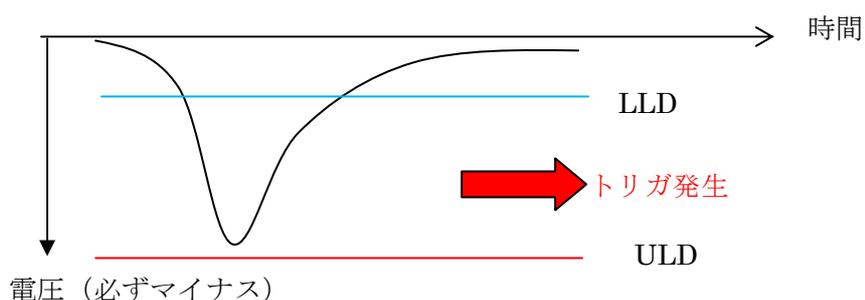


図 24 ディスクリミネータの設定の意味

このディスクリミネータは、負の極性のパルスでしか動作しません。もし、ご利用の計測器が正のパルスを出す場合には、入力のあるところにある「反転」と書かれたチェックボックスを ON にして、正のパルスに直してからご使用ください。

### 5. 9 ピーク・ホールド回路

ピークホールド回路を ON にすると、ゲート期間中に発生した最大値（負のパルスなので最小値）を保持し続けます。

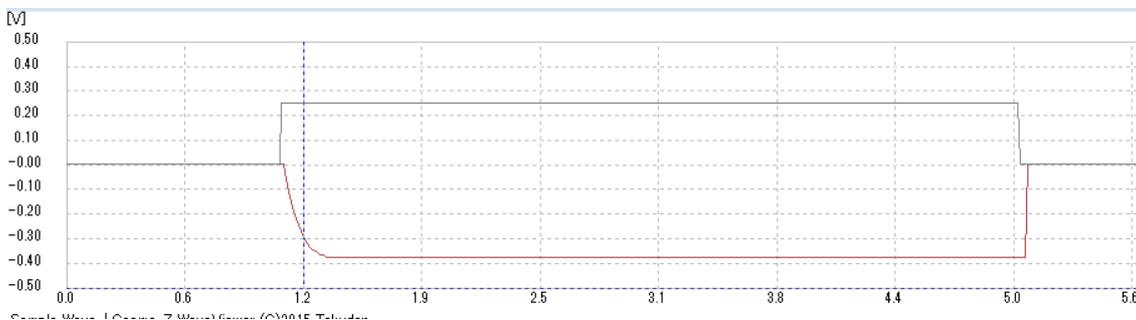


図 25 ピーク・ホールド回路の効果

### 5. 10 リニア・ゲート回路

リニア・ゲート回路を ON にすると、ゲート期間中のみ信号を通します。ゲートが OFF になっている期間は、0V を出力します。

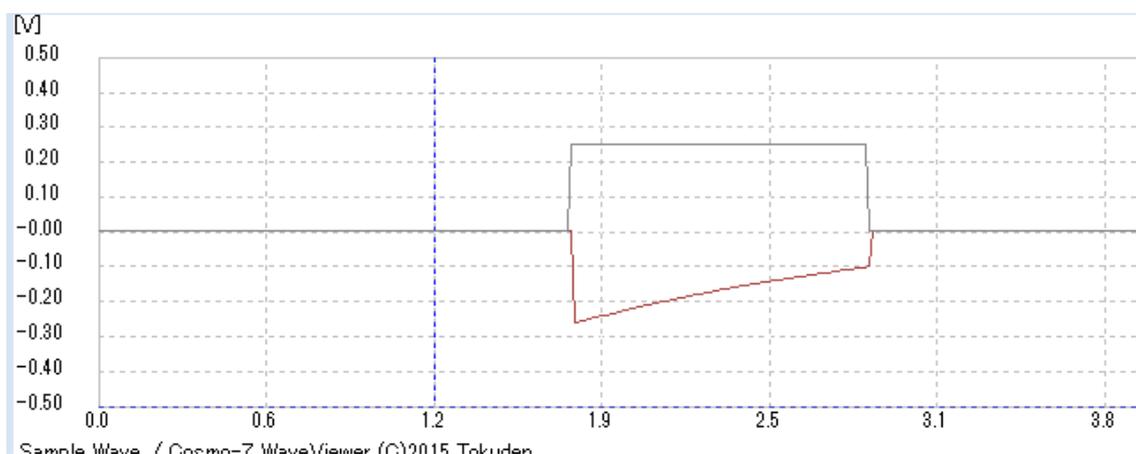


図 26 リニア・ゲート回路の効果

## 6. MCA(マルチチャネルアナライザ)の使い方

### 6. 1 概要

本機は、32 入力のハードウェア MCA を内蔵しています。この MCA は、FPGA 内のハードウェアで信号を処理しているため、高いレートであっても信号の取りこぼしがありません。また、各入力が独立して動作しており、他の入力のカウントレートに影響されずに計測を行うことができます。

### 6. 2 計測の仕様

ハード MCA は、ピークホールド回路が出力するピーク値を記録していきます。ピークホールド回路はスルーの設定にしても MCA は動作します。本機は 12 ビットで計測し、-0.5V を ADC の 0、+0.5V を ADC の 4095 としています。ピーク検出機能は、0V(ADC の 2048)に対する相対的な高さを測るため、MCA のチャンネル数は 2048 となります。

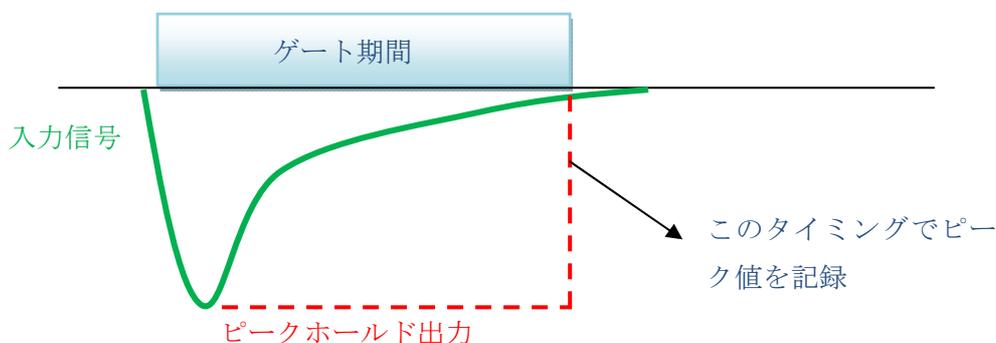


図 27 MCA の計測の原理

この MCA には以下のような制約があります。これらの制約はいずれ解決される見込みです。

- (1) ハードウェア MCA を動作させるには、トリガ・ゲート回路がゲート信号を出力する必要がありますが、FPGA のデフォルトの設定で有効になっています。ゲート時間を 0 にすると MCA は動作しません。
- (2) MCA を動作させるためには、入力されるパルスの極性は負である必要があります。もし、正の極性のパルスが入力される場合は、図 14 の「反転」をチェックして極性を反転させてください。
- (3) 0V を基準にして負の値を測定します。入力がないときに 0V になっていない場合は、BLR を有効にするか、Shaping 回路を有効にしてください。
- (4) ULD (Upper Limit Discriminator) は現時点では使用できません。ULD を超えたパルスであっても、記録されてしまいます。

表 2 MCA の仕様

項目	値
入力数	32
MCA チャンネル数	2048
計測タイミング	ゲート信号が下がった時点
計測される値	(0V - 計測値) を ADC の目盛りで表した値
最大値	4294967295 ( $2^{32}-1$ )
その他の機能	ROI (1 つのみ設定可) カーソル機能 範囲選択・拡大
計測時間	1 秒~1 か月

### 6. 3 使用の前の準備

まず、第 5 章で説明した信号処理回路を設定します。特に設定すべきものは、TFA または Shaper のゲイン等の調整と LLD の設定です。LLD は-0.01V~-0.02V になるように設定してください。ULD の設定は効果を持ちません。

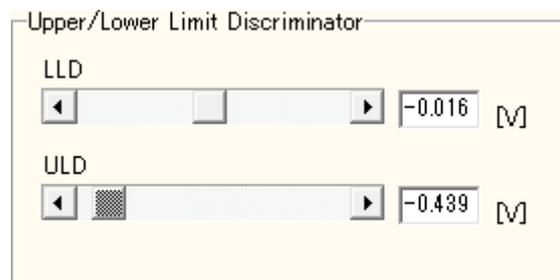


図 28 LLD の設定

TFA/Shaper で設定されるゲインが、MCA のゲインとなります。Coarse と Fine に分かれてはおりません。

TFA のゲインを設定する場合は、 $\tau_{int}$  を小さな値に設定してから Gain を変更してください。 $\tau_{int}=0$  ではゲインの設定が効きません。

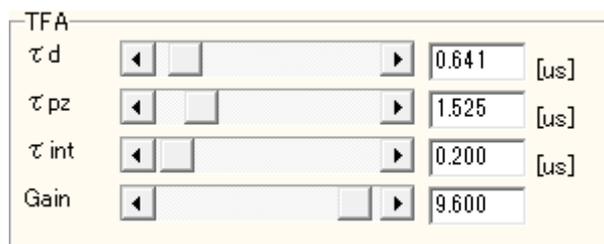


図 29 TFA の設定

$\tau$  int に非ゼロを設定すると、Gain が効くようになる

TFA や Shaper の設定の効果を見るには Raw と書かれたタブを開き、トリガのソースを Discr1 にし、トリガ設定を Normal にします。すると、LLD のディスクリがかかったタイミングで波形をキャプチャするようになります。

なお、このトリガの設定 (Rise/Fall/Discr1) は、MCA での計測には影響を与えません。

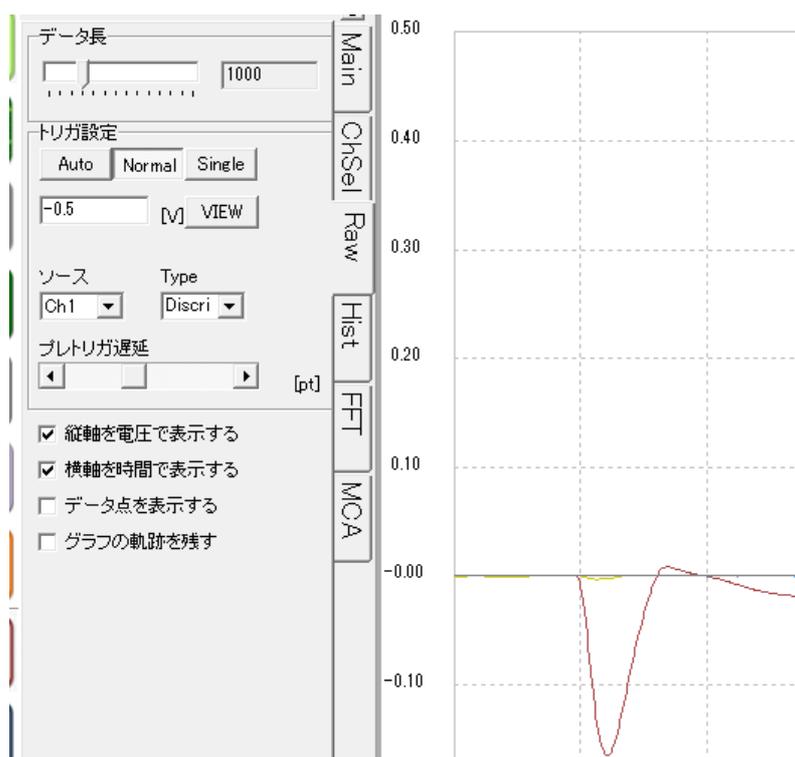


図 30 TFA/Shaper の効果の確認

各チャンネルのトリガ Type を Discr1 にして NORMAL を選ぶ

その次に、ChSel と書かれたタブを開き、各チャンネルの計数率（C.P.S.）を見ます。

		Baseline	C.P.S.	Pls.Height
CH1-8				
CH1	<input checked="" type="checkbox"/>	2048	25	81
CH2	<input checked="" type="checkbox"/>	2047	0	1586
CH3	<input checked="" type="checkbox"/>	2048	0	2047
CH4	<input checked="" type="checkbox"/>	2047	14	74
CH5	<input checked="" type="checkbox"/>	2047	0	2047
CH6	<input checked="" type="checkbox"/>	2048	0	0
CH7	<input checked="" type="checkbox"/>	2048	0	2048
CH8	<input checked="" type="checkbox"/>	2047	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> まとめてON/OFF				
CH9-16				
CH9	<input type="checkbox"/>	2048	0	381
CH10	<input type="checkbox"/>	2048	0	2048
CH11	<input type="checkbox"/>	2048	0	2009
CH12	<input type="checkbox"/>	2048	0	2048

図 31 各チャンネルの計数率を確認する

C.P.S.は、ディスクリにかかった1秒間のパルス数を数えています。この値が0ならば、ディスクリを1つも通過していません。ゲインが低いか、LLDの絶対値が大きすぎます。

この値が大きい場合は、ディスクリを透過してくるパルスが多すぎますので、TFAの設定を見直すか、ノイズによるイベントを排除するようLLDを大きくします。

図 31 は、宇宙線によるバックグラウンドなので、毎秒 30 回程度になるようにしています。

## 6. 4 MCA の起動

Windows アプリで、MCA と書かれたタブか、MCA ボタンを押します。



図 32 MCA ボタン

MCA の表示ウィンドウが開き、FPGA 内で記録されている値が読み出されてグラフとして表示されます。

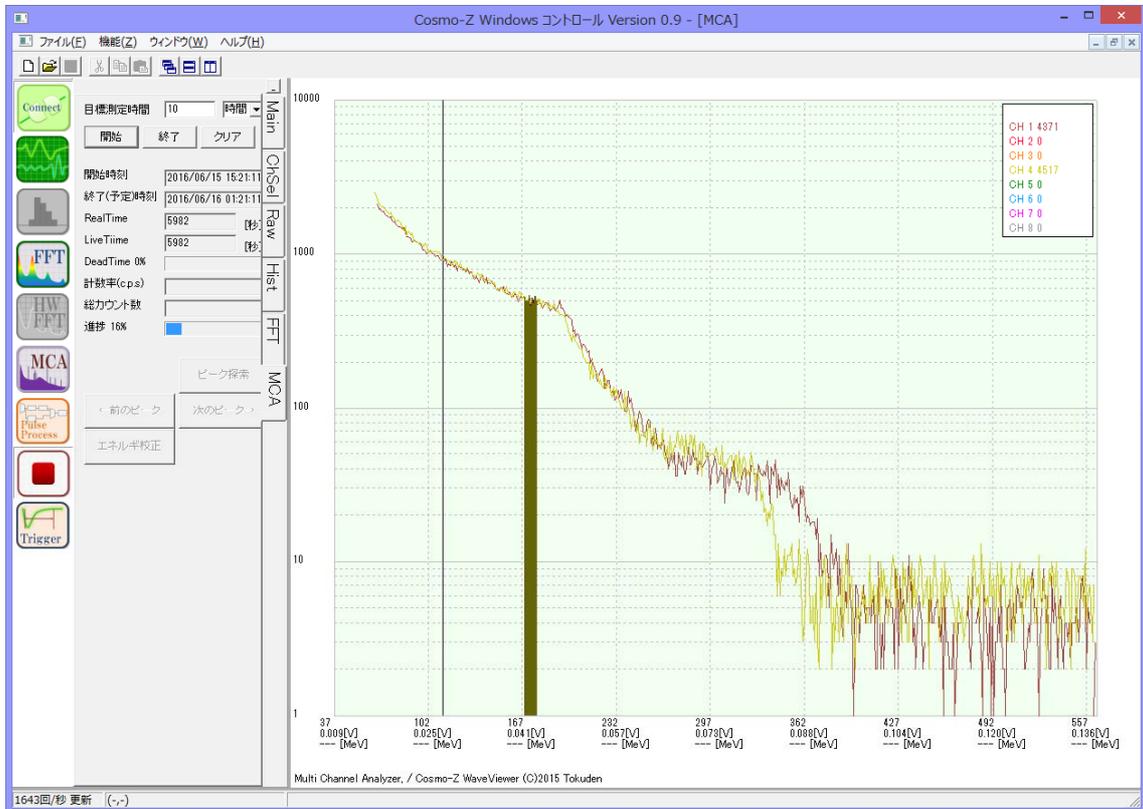


図 33 MCA 表示ウィンドウ

計測を開始するには、「目標計測時間」を設定し、「開始」を押します。  
 「終了」を押すと、計測を途中で終了します。



図 34 MCA の計測時間の設定

また、「クリア」を押すと、FPGA 内の MCA メモリがクリアされます。  
 「クリア」を押さずに「開始」を押すと、前のデータに追記する形で新たな計測を始めることができます。

MCA のグラフの領域で右クリックすると、プルダウンメニューが開きます。



図 35 MCA プルダウンメニュー

メニューの各項目の機能は表 3 のとおりです。

表 3 MCA のメニューと機能

項目	機能
横軸範囲選択	横方向のカーソルを表示します (選択した範囲の拡大のために使います)
測定カーソル	クリックしたポイントの計数値を表示します
ROI 設定	ROI 設定します
全体表示	範囲選択を解除し、全体を表示します
選択範囲を拡大	範囲選択した領域を拡大します

「横軸範囲選択」と「選択範囲を拡大」を使用すると、気になる部分をマウスで拡大して表示することができます。



図 36 選択領域の拡大

「測定カーソル」を使用すると、マウスでクリックした点のカウント数を表示します。

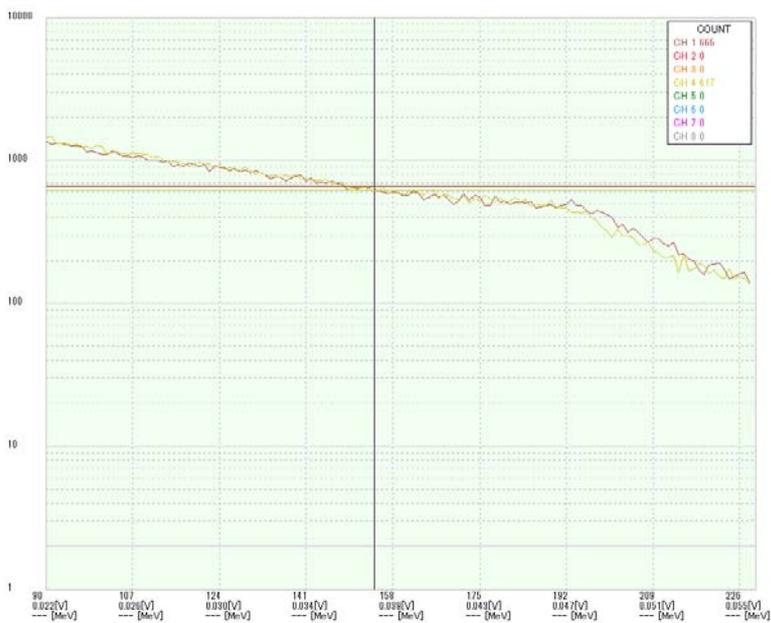


図 37 カーソル機能

「ROI 設定」を使用すると、マウスで選択した範囲のカウント数を表示します。ROI がかけられた領域は、少し暗い色で塗りつぶされて表示されます。

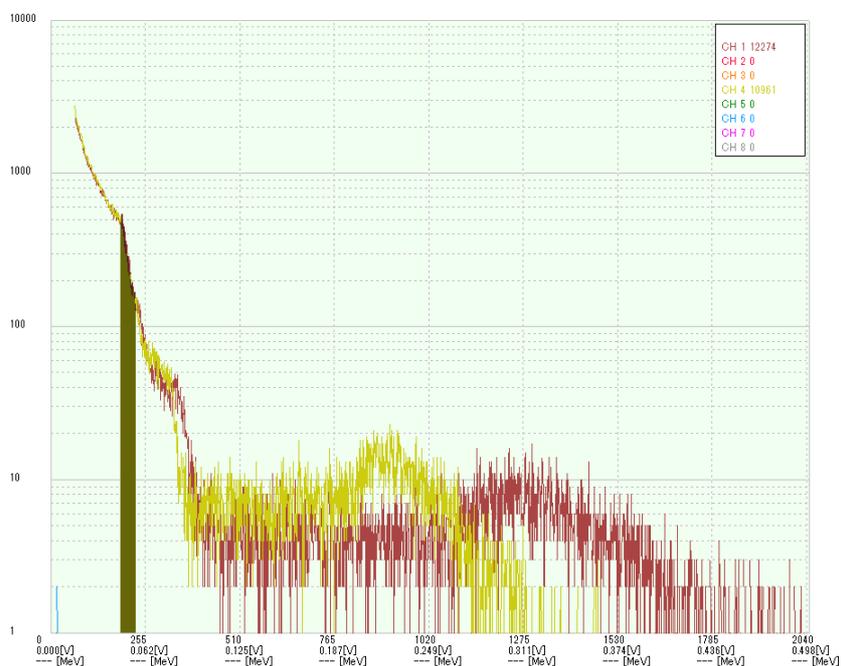


図 38 ROI 機能

計測したい入力チャンネルは、ChSel タブを開き、チェックボックスを ON/OFF することで選択できます。

	Baseline	C.P.S.	Pls.Height
CH1-8			
CH1	<input checked="" type="checkbox"/> 2048	25	81
CH2	<input checked="" type="checkbox"/> 2047	0	1586
CH3	<input checked="" type="checkbox"/> 2048	0	2047
CH4	<input checked="" type="checkbox"/> 2047	14	74
CH5	<input checked="" type="checkbox"/> 2047	0	2047
CH6	<input checked="" type="checkbox"/> 2048	0	0
CH7	<input checked="" type="checkbox"/> 2048	0	2048
CH8	<input checked="" type="checkbox"/> 2047	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> まとめてON/OFF			
CH9-16			
CH9	<input type="checkbox"/> 2048	0	381
CH10	<input type="checkbox"/> 2048	0	2048
CH11	<input type="checkbox"/> 2048	0	2009
CH12	<input type="checkbox"/> 2048	0	2048

図 39 計測入力チャンネルの設定

なお、このチェックボックスを **OFF** にしても、グラフと計数値を画面に表示しないだけであって、ハードウェア的には常に計測を行っています。

## 7. 前回からの更新点

- ・トリガ機能が改善し、しっかりとトリガがかかるようになった
- ・32ch の計測が可能になった
- ・ソフトウェアに MCA 機能を追加した
- ・生波形のキャプチャは 8ch までだが、32ch 中の任意のチャンネルを選択できるようになった。
- ・そのほか、ソフトウェアの数多くの改善が行われた