

デジタルパルスプロセッサ

APV82516

取扱説明書

第1.1.2版 2025年12月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡2976-15

TEL : 029-350-8011

FAX : 029-352-9013

URL : <http://www.techno-ap.com>

e-mail : info@techno-ap.com

安全上の注意・免責事項

このたびは株式会社テクノエーピー（以下、弊社）の製品をご購入いただき誠にありがとうございます。ご使用の前に、この「安全上の注意・免責事項」をお読みの上、内容を必ずお守りいただき、正しくご使用ください。

弊社製品のご使用によって発生した事故であっても、装置・検出器・接続機器・アプリケーションの異常、故障に対する損害、その他二次的な損害を含む全ての損害について、弊社は一切責任を負いません。



禁止事項

- 人命、事故に関わる特別な品質、信頼性が要求される用途にはご使用できません。
- 高温、高湿度、振動の多い場所などでのご使用はご遠慮ください（対策品は除きます）。
- 定格を超える電源を加えないでください。
- 基板製品は、基板表面に他の金属が接触した状態で電源を入れないでください。



注意事項

- 発煙や異常な発熱があった場合はすぐに電源を切ってください。
- ノイズの多い環境では正しく動作しないことがあります。
- 静電気にはご注意ください。
- 製品の仕様や関連書類の内容は、予告無しに変更する場合があります。

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

- 保証期間　　ご購入後一律 1 年間といたします。
- 保証内容　　保証期間内で使用中に故障した場合、修理または交換を行います。
- 保証対象外　故障原因が次のいずれかに該当する場合は、保証いたしません。
 - (ア) 「当社製品」本来の使い方以外のご利用
 - (イ) 上記のほか「当社」または「当社製品」以外の原因（天災等の不可抗力を含む）
 - (ウ) 消耗品等

— 目 次 —

1.	概要	5
1. 1.	概要	5
1. 2.	特徴	6
2.	仕様	7
3.	外観	8
4.	セットアップ	10
4. 1.	アプリケーションのインストール	10
4. 2.	ネットワークのセットアップ	11
5.	アプリケーション画面	12
5. 1.	起動画面	12
5. 2.	config タブ	16
5. 3.	option タブ	23
5. 4.	file タブ	25
5. 5.	wave タブ	27
5. 6.	spectrum タブ	29
5. 7.	time spectrum タブ	31
6.	計測	32
6. 1.	ヒストグラムモード	32
6. 1. 1.	環境	32
6. 1. 2.	電源と接続	32
6. 1. 3.	アプリケーション起動及び設定	32
6. 1. 4.	波形確認	33
6. 1. 5.	計測開始	35
6. 1. 6.	計測終了	35
6. 2.	リストモード	36
6. 2. 1.	準備	36
6. 2. 2.	エネルギースペクトルの確認	36
6. 2. 3.	設定	37
6. 2. 4.	計測開始	37
6. 2. 5.	計測終了	37
6. 3.	時間スペクトル計測	38
6. 3. 1.	環境	38
6. 3. 2.	電源と接続	38
6. 3. 3.	準備	38
6. 3. 4.	エネルギースペクトルの確認	39
6. 3. 5.	設定	41
6. 3. 6.	計測終了	42

6. 4.	リストロガーモード.....	43
6. 4. 1.	外部トリガーの準備.....	43
6. 4. 2.	設定.....	43
6. 4. 3.	計測開始.....	45
6. 4. 4.	計測終了.....	45
7.	終了.....	46
8.	ファイル.....	47
8. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	47
8. 2.	波形データファイル.....	49
8. 3.	リストデータファイル.....	50
8. 4.	(オプション) PSA リストデータファイル.....	51
8. 5.	(オプション) PSD データファイル.....	52
8. 6.	(オプション) リスト波形データファイル.....	53
8. 7.	(オプション) リストロガーデータファイル.....	57
9.	トラブルシューティング.....	58
9. 1.	接続エラーが発生する.....	58
9. 2.	コマンドエラーが発生する.....	58
9. 3.	ヒストグラムが表示されない.....	59
9. 4.	IP アドレスを変更したい.....	59

1. 概要

1. 1. 概要

テクノエーピー社製DPP (Digital Pulse Processor、デジタルパルスプロセッサ) 製品APV82516 (以下、本機器) は、高速・高分解能ADC (250MHz, 14bit) を16CH搭載した波形解析ボードです。

FPGAによる250MHzリアルタイムの解析に加え、信号処理によるデッドタイムの無い高速処理を、高時間分解能・高スループットで実現しています。全てのADCは250MHzクロックにて同期動作をしており、複数の高速なシンチレーション検出器からの信号解析などにもご利用いただけます。また、複数ボード間の同期処理にも対応しており、多CH系の解析にも拡張が容易です。さらに、タイムピックオフにおいてFPGA上で多項式補間をリアルタイムに行うことで、サンプリング周波数の刻みを超える高い時間分解能を実現でき、線形補間と比較して微分直線性をより一段向上することができます。この計算時間はわずか100nsで完了します。

本書は、本機器について説明するものです。

- ※ 文章中、信号入力のチャンネルは“CH”、ピン数を表すチャネルは“ch”と大文字小文字を区別しております。
- ※ 文章中の、“リスト”と“イベント”は同意義です。
- ※ 型式のAPVはVME規格サイズの基板型を表しています。この基板型に電源を供給するためにはVME電源ラック(弊社製品APV9007等)が別途必要となります。また、この基板をユニット(筐体)に納め、AC電源を直接使用できるタイプの型式には、APVの代わりにAPUが付きます。例として、VME型APV82516をユニットに納めた型式はAPU82516となります。本書ではAPU82516の説明も含みます。
- ※ 本機器にはオプションとして機能を追加することが可能ですが、本書ではその機能部分を(オプション)と明記します。

1. 2. 特徴

主な特徴は下記の通りです。

- 用途例としては、高速タイミング、高時間分解能、高計数、波形弁別、粒子弁別 (n/γ)
- 対象検出器としては、シンチレータ ($\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 、 $\text{NaI}(\text{Tl})$ 等)、ワイヤーチェンバーや MPPC などで、光電子増倍管 (PMT) からの出力信号などを直接入力可能です。
- デジタルパルスプロセッサがデジタル CFD、QDC によって時間情報とエネルギー情報を取得。
- 波形フィットによりサンプリング内挿をもとめ高い時間分解能を実現。
- オプションで中性子/ガンマ線弁別 PSD 機能や波形情報 LIST-WAVE など追加可能。
- ギガビットイーサネット (TCP/IP) によるデータ収録
- タイムピックオフにおいて FPGA 上で多項式補間をリアルタイムに行うことで、サンプリング周波数の刻みを超える高い時間分解能を実現でき、線形補間と比較して微分直線性をより一段向上することができます。この計算時間はわずか 100ns で完了します。

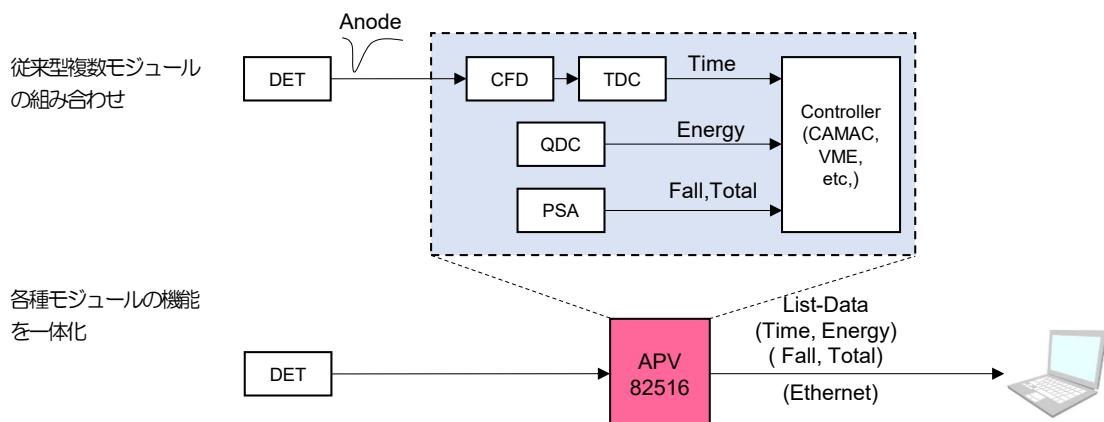


図1. DPP 構成

DPP への設定やデータの取得は、付属の DPP アプリケーション（以下本アプリ）で行います。本アプリは Windows 上で動作します。付属アプリ以外にも、コマンドマニュアルを元にプログラミングすることも可能です。DPP との通信は TCP/IP や UDP でのネットワーク通信のみため、特別なライブラリは使用せず、Windows 以外の環境でもご使用頂けます。

2. 仕様

(1) アナログ入力	
・チャネル数	16CH
・入力レンジ	±1V (入力段ATTの設定により±6Vまで可)
・入力インピーダンス	50Ω
(2) ADC	
・サンプリング周波数	250MHz
・分解能	14bit
・SNR	69dBFS@170MHz
(3) 性能	
・QDC アウトプット	2Mcps 以上
・時間分解能	15.625ps
(4) 機能	
・動作モード	ヒストグラムモード、リストモード(時間ヒストグラム)、波形モード
・イベント転送レート	約20MByte/秒。1イベント14Byte(112Bit)の場合。
(5) オプション	PSD2次元ヒストグラム、波形リストモード
(6) 通信インターフェース	
・LAN	TCP/IP Gigabit Ethernet 1000Base-T、データ転送用 UDP コマンド送受信用
(7) 消費電流	
+5V	6.0A(最大)
+12V	0.1A(最大)
-12V	0.1A(最大)
(8) 形状	
・VME型(VME6U)	APV82516
・ユニット型	APU82516
(9) 外径寸法	
・VME型(VME6U)	20(W)×262(H)×187(D)mm
・ユニット型	300(W)×56(H)×335(D)mm
(10) 重量	
・VME型(VME6U)	約460g
・ユニット型	約3130g
(11) PC環境	
・OS	Windows 7以降、32bit及び64bit以降
・ネットワークインターフェース	
・画面解像度	Full HD(1920×1080)以上推奨

3. 外観



写真1 APV82516

- (1) LED P（緑色）は電源ON時点灯、V（オレンジ）とE（赤色）は未使用。
- (2) CH1～CH16 信号入力用LEMO社製OO.250互換コネクタ。入力レンジは±1V、入力インピーダンスは50Ω。
- (3) RESET 機器のリセット。
- (4) CLK-I 外部クロック信号入力用LEMO社製OO.250互換コネクタ。外部クロックを使用して外部機器と同期を取ることが可能です。外部クロックを使用する際は、電源をOFFの状態で、基板上ジャンパJP3を1-4CPUに変更後、25MHz、Dutyサイクル50%のLVTTLまたはTTL信号をCLK-Iに入力してから電源を投入します。

- (5) CLK-O 外部クロック信号出力用 LEMO 社製 OO.250 互換コネクタ。外部機器と同期を取ることができます。25MHz、Duty サイクル 50% の LVTTL 信号を出力します。
- (6) GATE 外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 OO.250 互換コネクタ。LVTTL または TTL 信号を入力します。入力が High の間データの取得を有効にします。
- (7) VETO 外部 VETO (ベト) 信号入力用 LEMO 社製 OO.250 互換コネクタ。LVTTL または TTL 信号を入力します。
(LIST-LOGGER オプション無)
入力が High の時、データ取得が無効になります。
(LIST-LOGGER オプション有)
LIST-LOGGER の取得タイミングを入力します。
タイミングは立ち上がりエッジです。
- (8) SYNC-I 同期タイミング信号入力用 LEMO コネクタ。LVTTL または TTL 信号を入力します。信号の立ち上がりエッジで時間をクリアします。多ボーダーを使用するときに接続します。
- (9) SYNC-O 同期タイミング信号出力用 LEMO コネクタ。LVTTL または TTL 信号を出力します。

(10)

4. セットアップ

4. 1. アプリケーションのインストール

本アプリはWindows上で動作します。ご使用の際は、使用するPCに本アプリのEXE（実行形式）ファイルとNational Instruments 社のLabVIEW ランタイムエンジンをインストールする必要があります。本アプリのインストールは、付属 CD に収録されているインストーラによって行います。インストーラには、EXE（実行形式）ファイルとLabVIEW のランタイムエンジンが含まれており、同時にインストールができます。インストール手順は以下の通りです。

- (1) 管理者権限でWindowsへログインします。
- (2) 付属CD-ROM内 Application（またはInstaller）フォルダ内のsetup.exeを実行します。対話形式でインストールを進めます。デフォルトのインストール先は“C:\TechnoAP”です。このフォルダに、本アプリの実行形式ファイルと設定値が保存された構成ファイルconfig.iniがインストールされます。
- (3) スタートボタン - TechnoAP - APP82516 を実行します。

尚、アンインストールはプログラムの追加と削除からAPP82516を選択して削除します。

4. 2. ネットワークのセットアップ

本機器と本アプリの通信状態を下記の手順で確認します。

- (1) PC の電源をON にし、PC のネットワーク情報を変更します。以下は変更例です。

IP アドレス 192.168.10.2 ※本機器割り当て以外のアドレス

サブネットマスク 255.255.255.0

デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

- (2) VME ラックまたは筐体の電源をON にします。電源投入後 10 秒程待ちます。

- (3) PC と本機器の通信状態を確認します。Windows のコマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し、本機器と PC が接続できるかを確認します。

本機器のIP アドレスは基板上にテプラで明記しております。必ず確認をしてください。

ネットワーク情報が以下の場合を例にして説明をします。

IP アドレス 192.168.10.128

サブネットマスク 255.255.255.0

デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

> ping 192.168.10.128

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1083]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\$Users\$Administrator>ping 192.168.10.128

192.168.10.128 に ping を送信しています 32 バイトのデータ:
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32

192.168.10.128 の ping 統計:
パケット数: 送信 = 4, 受信 = 4, 損失 = 0 (0% の損失),
ラウンド トリップの概算時間 (ミリ秒):
最小 = 0ms、最大 = 0ms、平均 = 0ms

C:\$Users\$Administrator>
```

図2. 通信接続確認 ping コマンド実行

- (4) 本アプリを起動します。デスクトップ上のショートカットアイコン APP82516 または Windows ボタンから APP82516 を検索して起動します。

本アプリを起動した時に、本機器との接続に失敗した内容のエラーメッセージが表示される場合は、後述のトラブルシューティングを参照ください。

5. アプリケーション画面

5. 1. 起動画面

本アプリを実行すると、以下の起動画面が表示されます。

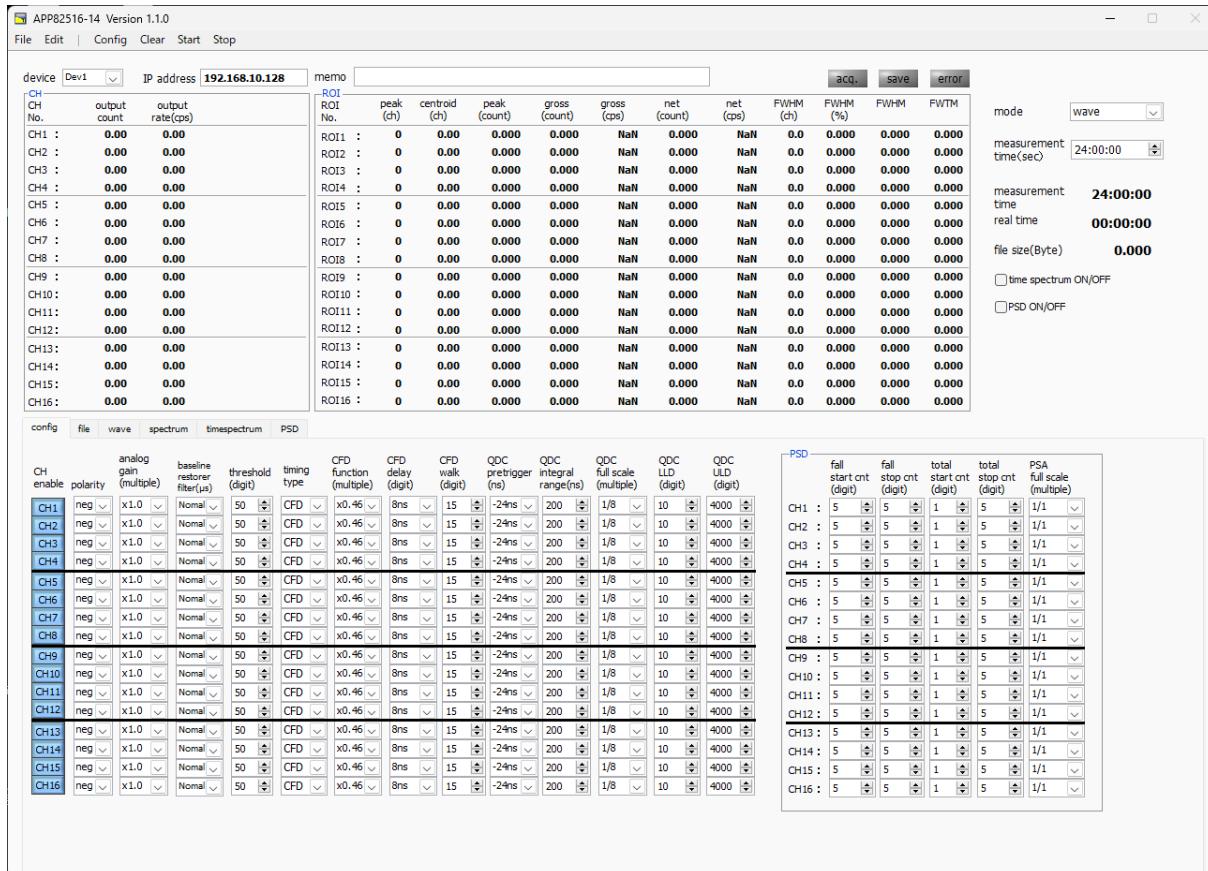


図3.起動画面（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・メニュー

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| File - open config | 設定ファイルの読み込み |
| File - open histogram | ヒストグラムデータファイルの読み込み |
| File - save config | 現在の設定をファイルに保存 |
| File - save histogram | 現在のヒストグラムデータをファイルに保存 |
| File - save image | 本アプリ画面をPNG形式画像で保存 |
| File - quit | 本アプリ終了 |
| Edit - copy setting of CH1 | CHタブ内のCH1の設定を他の全CHの設定に反映 |
| Edit - IP configuration | 本機器のIPアドレスを変更 |

Config	本機器へ全項目を設定
Clear	本機器内のヒストグラムデータを初期化
Start	本機器へ計測開始
Stop	本機器へ計測停止
 • 画面最上段	
device	対象機器を選択
IP address	対象機器のIPアドレス。構成ファイルにて定義し、deviceで選択した機器のIPアドレスを表示
memo	任意テキストボックス。計測データ管理用にご使用ください
 acq. LED 計測中に点滅	
save LED	データファイル保存中に点滅
error LED	エラー発生時に点灯
 • CH部	
CH毎の状況を表示します。	
output count	信号処理した総カウント数
output rate(cps)	1秒間あたりの output count
 • ROI部	
ROI間の算出結果を表示します。	
peak(ch)	最大カウントの ch
centroid(ch)	全力カウントの総和から算出される中心値(ch)
peak(count)	最大カウント
gross(count)	ROI間のカウントの総和
gross(cps)	1秒間当たりの gross(count)
net(count)	ROI間のバックグラウンドを差し引いたカウントの総和
net(cps)	1秒間当たりの net(count)
FWHM(ch)	半値幅(ch)
FWHM(%)	半値幅(%)。半値幅÷ROI 定義エネルギー×100
FWHM	半値幅
FWTM	1/10幅

・画面上段右側

mode	動作モードを選択します
hist	入力信号を積分スペクトルを表示します
wave	入力信号をデジタイズし波形を表示します
list	入力信号について、時間、CH、積分の情報を 1 イベントとし、バイナリファイルとして出力、保存することができます。時間スペクトルや PSD2 次元ヒストグラムを取得する際にも使用します
list-pileup-wave (オプション)	パイルアップした場合に list データ中に波形データを挿入して出力します
list-wave (オプション)	list データの後に波形データを付加して出力します
list-logger (オプション)	外部トリガーのエッジタイミングにより、設定サンプリング間隔で 4000 点の振動電圧の計測をして出力します
measurement time(sec)	計測時間を設定。設定範囲は最大 48 時間
real time	有効先頭 CH のリアルタイム (実計測時間)
list read byte(byte)	リストデータの 1 回の読み出しサイズを設定します。1 イベントの当たりリストデータサイズが 16byte なので、設定範囲 1600byte から 160,000byte までを 1600byte 刻みで設定します。
file size(Byte)	保存中のリストデータファイルのサイズを表示します。 SI 表記法で 0.789M、10.100M、1.230G 等と表示します。
time spectrum ON/OFF	list モードでリストデータ取得中の time spectrum 表示の有無を選択します。リストデータのみを取得したい場合はチェックを外します。高計数の時 ON にすると、リストデータの取得が遅くなるので注意ください。

・タブ

config	入力CHに関する設定
optoin	入力CHに関するオプションの設定
file	データのファイル保存に関する設定
wave	入力波形、CFD 波形、フィルタ波形データの表示
spectrum	スペクトル（ヒストグラム）表示、ROI（Region Of Interest）の設定
timespectrum	リストデータの時間情報から予め設定した 2 つの CH の時間差スペクトルを表示と、ROI（Region Of Interest）の設定及び時間分解能算出結果の表示

5. 2. config タブ

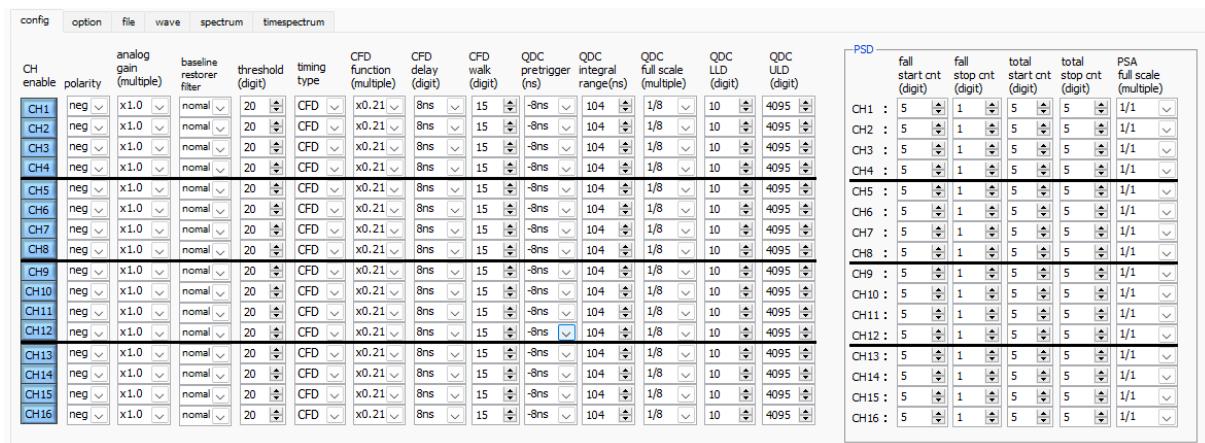


図4. config タブ

CH enable

CH 使用有無。通常は全 CH を enable (押下) 状態に設定します。

polarity

入力信号の極性。正極性の場合は pos、負極性の場合は neg を選択します。

analog gain

アナログのゲイン (増幅値)。x1.0、x0.75、x0.5、x0.25、x0.15 から選択します。

baseline restorer filter

ベースラインレストアラを設定します。Fast、nomal から選択します。

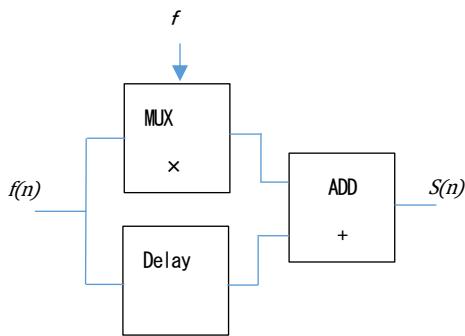
threshold (digit)

1Mcps などの高計数信号の場合は Fast に設定します。

入力信号の波形取得の閾値を設定します。単位は digit です。設定範囲は 0 から 4095 です。wave モードで raw の波形を見ながら、ノイズレベルより大きい値を設定します。



APV82516 のコンスタントフラクションタイミングは FPGA によるデジタル信号処理にて実現しております。



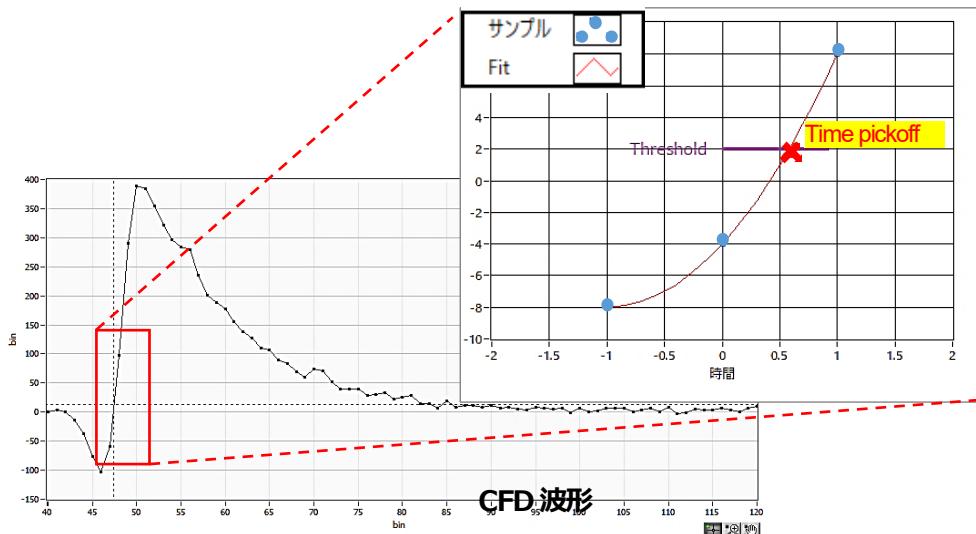
$$s(n) = fv(n) - v(n - \text{delay})$$

当社で開発したデジタル信号処理のアルゴリズムは、サンプリングした波形データから最小二乗法による多項式近似を用います。

$$L(a, b, c) = \sum_{i=1}^N \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)\}^2$$

を最小となる a, b, c のパラメータを探して CFD であればゼロクロス点 (WALK) 、リーディングエッジであればスレッショルド点の内挿を得ることで、より精密な時間情報を計算しています。

なおFPGAによりパイプライン形式で計算をすることで、一連の演算時間は約 100ns 以下と非常に高速に計算されるため、デットタイムが小さく高スループットを可能としております。

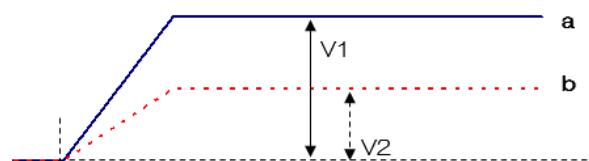


timing type タイムスタンプする際の波形を、CFD 波形または LE 波形から選択します。

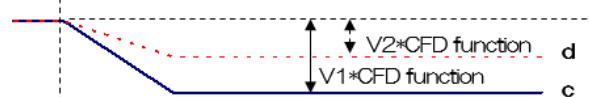
CFD コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing)

下図の波形 g と h のゼロクロスタイミングである CFD は、波形の立ち上がり時間が同じであれば、波高が変化しても一定である、という特徴があります。

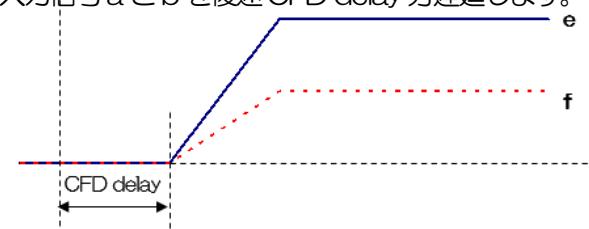
入力信号 a と b 。



入力信号 a と b を後述の CFD function 倍し反転します。



入力信号 a と b を後述 CFD delay 分遅延します。



上記 c と e を加算した波形 g とし、 d と f を加算した波形を h とします。

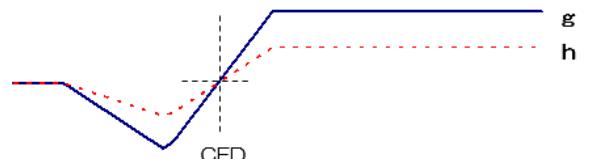


図5. コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

LE リーディングエッジ (Leading Edge Timing、LET や LED も同意です)

あるトリガーレベル t に到達したタイミングです。トリガー取得タイミングは a' と b' のように波高が変われば時間も異なります。

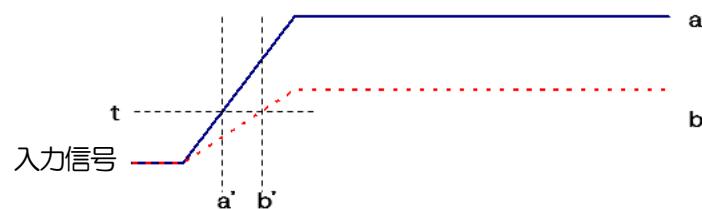
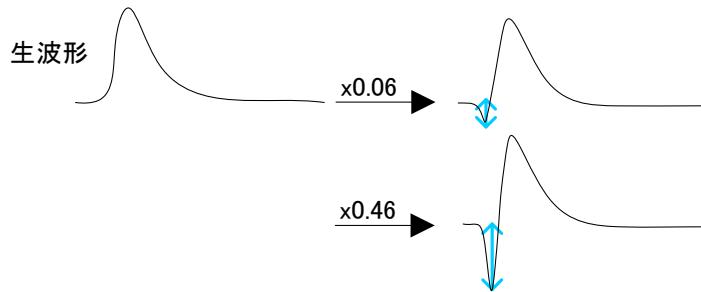
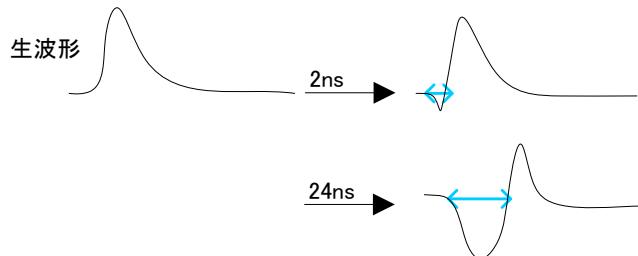


図6. リーディングエッジ (Leading Edge Timing) の考え方

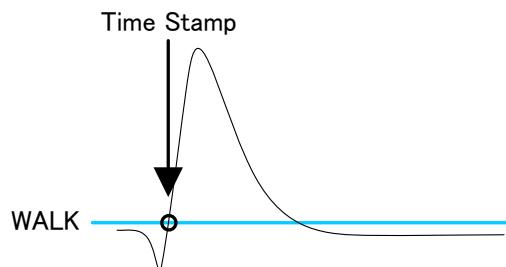
CFD function CFD 波形整形用に元波形を縮小するための倍率。0.03 倍、0.06 倍、0.09 倍、0.12 倍、0.15 倍、0.18 倍、0.21 倍、0.25 倍、0.28 倍、0.31 倍、0.34 倍、0.37 倍、0.40 倍、0.43 倍、0.46 倍 から選択します。



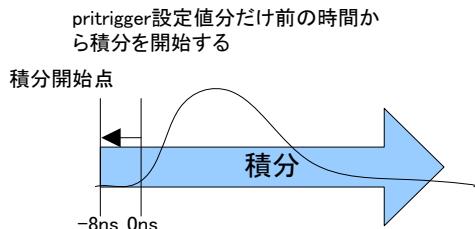
CFD delay CFD 遅延時間を設定します。4ns から 32ns まで 4ns 単位で設定します。



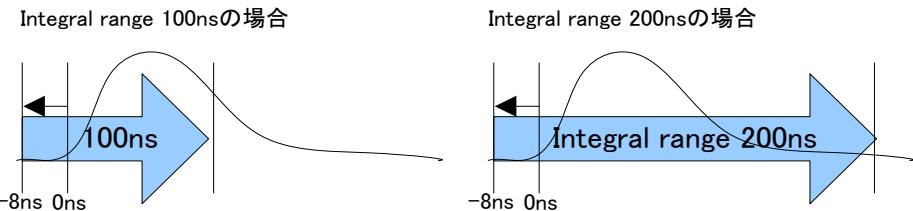
CFD walk タイムスタンプする閾値を設定します。単位は digit です。wave モードで CFD の波形を見ながら、O クロス位置より近辺の値で設定します。



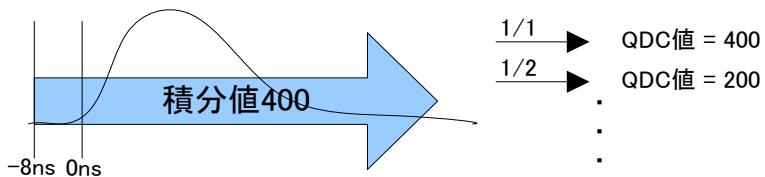
QDC pretrigger (ns) 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを 0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns から選択します。



QDC integral range (ns) QDC の積分時間を選択します。設定範囲は 48ns から 32000ns です。



QDC full scale QDC データのゲインを設定します。設定は 1/1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256、1/512 から選択し、QDC 値が 4095 以下になるようにします。



QDC LLD(digit) QDC の LLD (Lower Level Discriminator) を設定します。単位は digit です。この閾値より下の積分値はタイムスタンプデータ、積分値データを取得しません。ULD より小さい値に設定します。設定範囲は 0 から 4095 です。

QDC ULD(digit) QDC の ULD (Upper Level Discriminator) を設定します。単位は digit です。この閾値より上の積分値はタイムスタンプデータ、積分値データを取得しません。LLD より大きい値に設定します。設定範囲は 0 から 4095 です。

PSA は list モード時の追加データとして、取得波形の立ち上がり部分 RISE、立ち下がり部分 FALL、波形全体 TOTAL の積分範囲等に関する設定をします。PSA 演算では、入力波形が負極性の場合は反転して正極性とし、波形は常に正極性とします。

fall start cnt(digit) 立ち下がり部分の積分値 FALL の対象範囲の開始位置です。threshold を超えた位置から、積分範囲の開始位置を設定します。設定範囲は 1 から 16383 ($65532\text{ns}=16383 \times 4\text{ns}$) です。

fall stop cnt(digit) 立ち下がり部分の積分値 FALL の対象範囲の終了位置です。前述の fall start cnt から積分をする範囲を設定します。設定範囲は 1 から 16383 ($65532\text{ns}=16383 \times 4\text{ns}$) です。

FALL 値の算出例：

設定 threshold : 50、fall start cnt : 5、fall stop cnt : 25、PSA full scale : 1/1 の場合、FALL 値は threshold を超えて 5 点目から 25 点分、下図の青枠線部分を積分します。その積分値を PSA full scale 倍してリストデータの FALL 値とします。

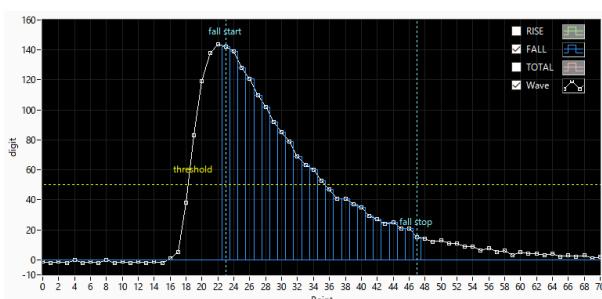


図7. FALL の対象範囲設定例

total start cnt(digit) 波形全体積分値 TOTAL の対象範囲の開始位置です。 threshold を超えた位置から、その手前の範囲を設定します。設定範囲は 1 から 498 ($1992\text{ns}=498 \times 4\text{ns}$) です。

total stop cnt(digit) 波形全体積分値 TOTAL の対象範囲の終了位置です。前述の total start cnt から積分をする範囲を設定します。設定範囲は 1 から 16383 ($65532\text{ns}=16383 \times 4\text{ns}$) です。

TOTAL 値の算出例：

設定 threshold : 50、total start cnt : 5、total stop cnt : 50、PSA full scale : 1/1 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 50 点分、下図の赤枠線部分を積分します。その積分値を PSA full scale 倍してリストデータの TOTAL 値とします。

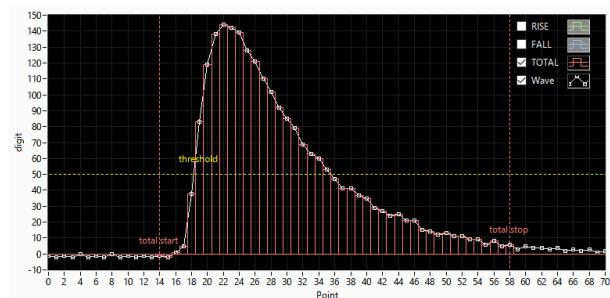


図8. TOTAL の対象範囲設定例

PSA full scale (multiple) リストデータのRISE値、FALL値、TOTAL値の縮小倍率を、1/1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256、1/512 から選択します。積分値が65535 を超える場合は縮小倍率を大きく設定します。

5. 3. option タブ

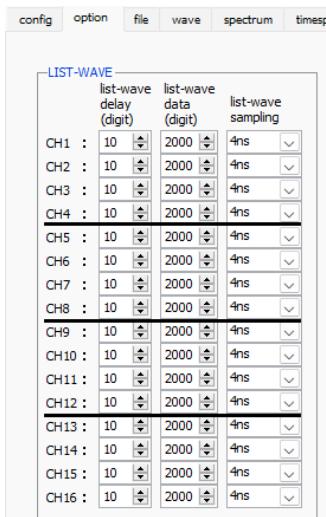
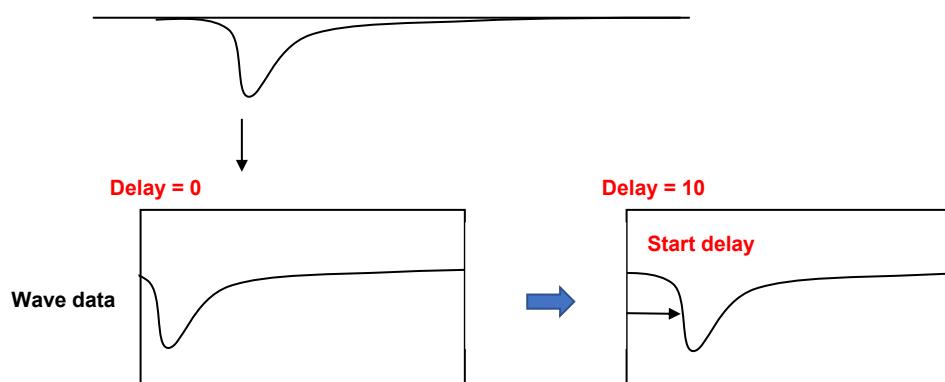


図9. option タブ: オプション list-wave 設定

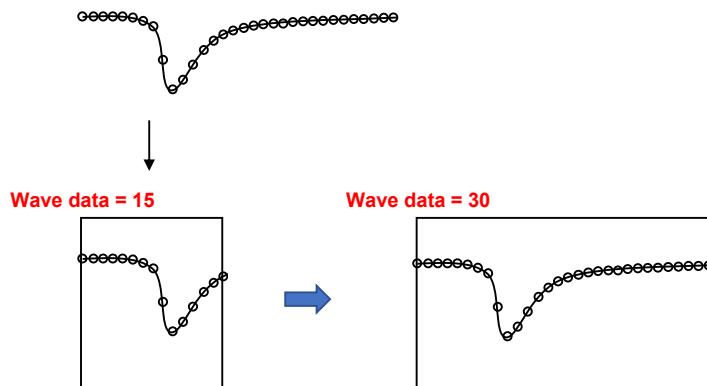
(1) (オプション) list-wave

list モード中に波形データを CH 毎に可否を選択して付加することができます。

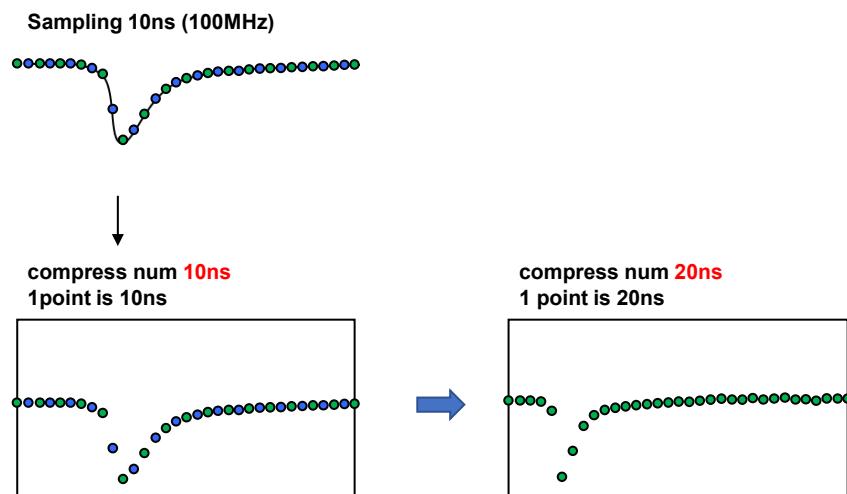
list-wave delay(digit) list-wave または list-pileup モード用設定。取得波形の delay を調整します。
設定範囲は 0digit から 31digit です。1digit は波形 2 点分です。



list-wave data(digit) list-pileup モードまたは list-wave 用パラメータ。パイルアップ波形出力のデータ点数を設定します。設定範囲は8点から2000点です。



list-wave sampling list-wave フォーマットで波形を取得する時の、サンプリング時間を設定します。4ns、8ns、16ns、32ns、64ns、128ns、256ns、512ns、1024ns、1ms から選択します。



5. 4. file タブ

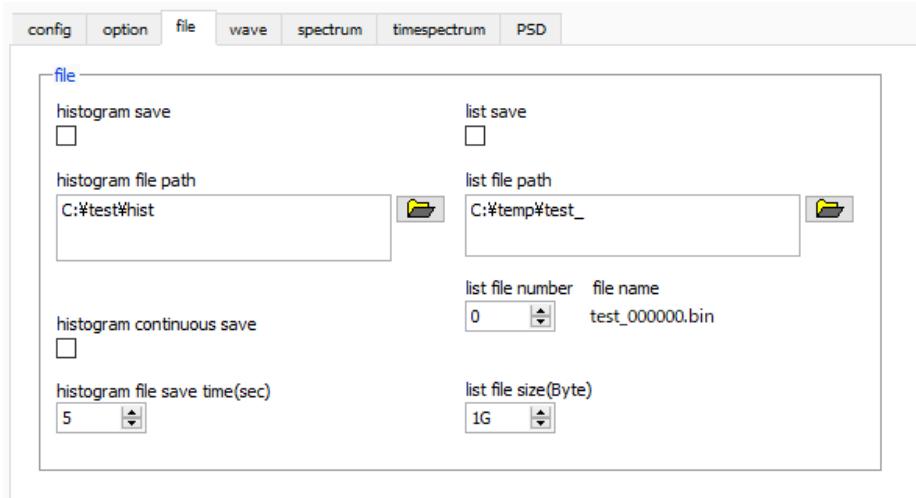


図10. file タブ

- file 部

histogram save	チェックを入れると、計測終了時に spectrum タブに表示されているヒストグラムデータをファイルに保存します。ファイルの保存先は後述のフォーマットになります。hist モード時のみ有効です。
histogram file path	ヒストグラムデータファイルの絶対パスを設定。拡張子無しも可能です。 ※注意※このファイル名で保存されるのではなく、このファイル名をもとに以下のフォーマットになります。 例：histogram file path に C : ¥Data¥histogram.csv と設定し、日時が 2010/09/01 12 : 00 : 00 の場合は、C : ¥ Data ¥ histogram _201009 01_120000.csv というファイル名でデータ保存を開始します。
histogram continuous save	チェックを入れると、ヒストグラムデータを後述の時間間隔で連続してファイルに保存します。hist モード時のみ有効です。
histogram file save time(sec)	上記保存の時間間隔を設定します。単位は秒です。設定範囲は 5 秒から 3600 秒です。
list save	チェックを入れると、リスト系モード時のデータをファイルに保存します。
list file path	リストデータファイルの絶対パスを設定。拡張子無しも可能です。 ※注意※ このファイル名で保存されるのではなく、このファイル名をもとに以下のフォーマットになります。 例：list file path に C : ¥Data¥list_bin と設定し、後述の list file number が 0 の場合は、C : ¥Data¥list_000000.bin というファイル名でデータ保存を開始します。
list file number	リストデータファイルに付加される番号の開始番号を設定します。0 から 999999 まで。999999 を超えた場合 0 にリセットされます。
file name	list file path と list file number を元に保存される時のファイル名を表示

list file size(Byte) 1つのリストデータファイルの最大サイズを指定します。このサイズに達すると、続きたデータは次番号のリストデータファイルに保存されます。

5. 5. wave タブ

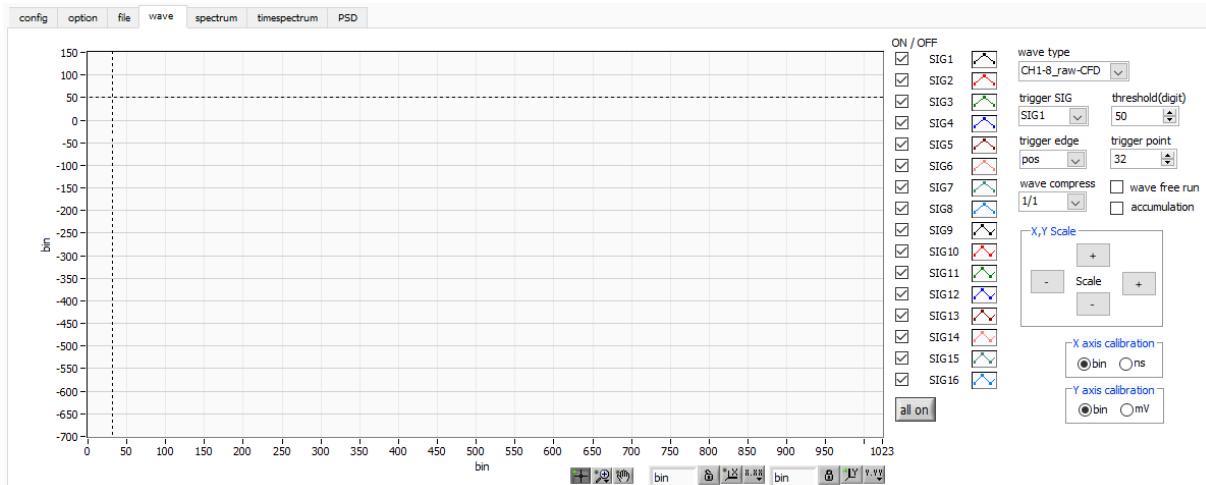


図11. wave タブ

グラフ	波形グラフ。画面右上 mode にて wave を選択した場合、計測中に波形データを表示します。
ON/OFF	波形表示の有無を指定します
all on/all off	全てのCH の表示有無を切り替えます
type	表示する波形のCH と種類を下記から選択します。
All_raw	ADC でデジタイズされ、BLR 処理された波形 (SIG1 から順に全 16CH)
All_CFD	CFD 波形整形された波形 (SIG1 から順に全 16CH)
CH1-8_raw-CFD	SIG1 が CH1 の raw, SIG2 が CH1 の CFD、以下同様に SIG16 が CH8 の CFD
CH9-16_raw-CFD	SIG1 が CH9 の raw, SIG2 が CH9 の CFD、以下同様に SIG16 が CH16 の CFD
trigger SIG	トリガーとなる SIG (Signal) を選択します。通常は SIG1 を選択してください。
trigger edge	トリガーの極性を選択します。通常は pos を選択してください。
wave compress	X 軸の時間スケール圧縮度を、1/1、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256 から選択します。立ち下がり時間の長い波形を表示する場合に使用します。
threshold	トリガーの閾値を設定します。※グラフ内のカーソルでも設定できます。
trigger point	波形の表示開始ポイントを指定します。※グラフ内のカーソルでも設定できます。
wave free run	チェックを外すとトリガーされた波形が表示され、チェックするとトリガーフリーの波形が表示されます。ベースラインレベルやノイズレベルを見ることにも使用できます。
accumulation	波形データ重ね合わせの有効・無効を選択します
X,Y Scale	X 軸 Y 軸のスケールをボタンで調整できます。拡大は+ (プラス)、縮小は- (マイナス) です。
X axis calibration	X 軸の単位を bin または ns から選択します

Y axis calibration Y 軸の単位を bin または mV から選択します

※mV 表示は参考としてお使いください。

X 軸範囲 X 軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、X 軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで変更できます。

Y 軸範囲 Y 軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、Y 軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで変更できます。



カーソル移動ツールです。ROI 設定の際カーソルをグラフ上で移動可能です。



ズーム。クリックすると以下の 6 種類のズームイン及びズームアウトを選択し実行できます。

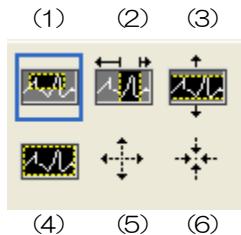


図12. グラフ ズームイン及びズームアウトツール

(1) 四角形 ズームこのオプションを使用して、ズーム領域のコーナーとするディスプレイ上の点をクリックし、四角形がズーム領域を占めるまでツールをドラッグします。

(2) X-ズーム X 軸に沿ってグラフの領域にズームインします。

(3) Y-ズーム Y 軸に沿ってグラフの領域にズームインします。

(4) フィットズーム 全ての X および Y スケールをグラフ上で自動スケールします。

(5) ポイントを中心にズームアウト ズームアウトする中心点をクリックします。

(6) ポイントを中心にズームインズームインする中心点をクリックします。



パンツール。プロットをつかんでグラフ上を移動可能です。

5. 6. spectrum タブ

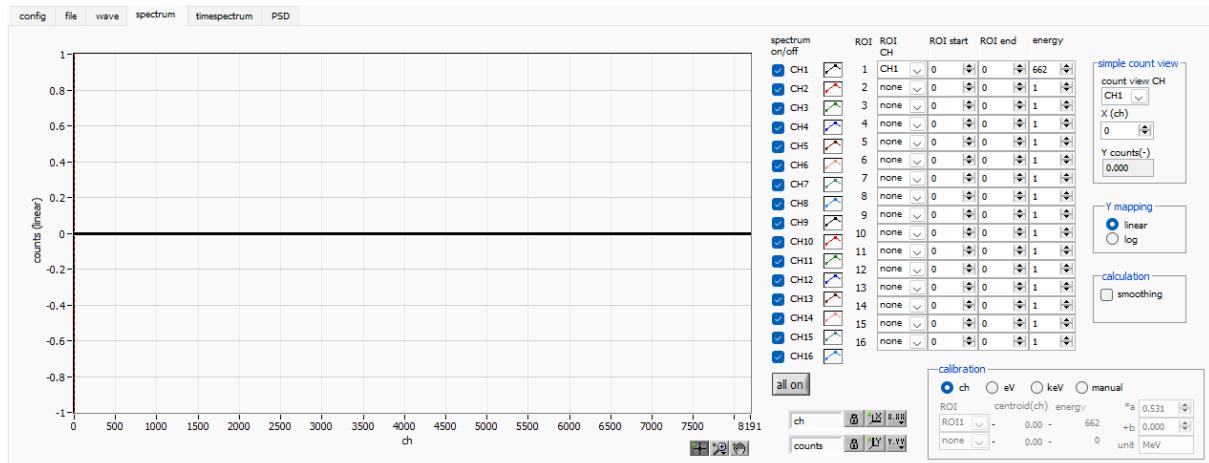


図13.spectrum タブ

グラフ

凡例チェックボックス

all on/all off

ROI CH

ROI start

ROI end

energy

gauss fit

calibration

ヒストグラムグラフ。画面右上 mode にて histogram を選択した場合、または mode で list を選択し且つ energy spectrum ON/OFF のチェックが有効の場合、計測中にエネルギーヒストグラムを表示します。

グラフに CH 毎のヒストグラムを表示するか否かの選択

全ての CH の表示有無を切り替えます

ROI (Region Of Interest) を適用する CH 番号を選択します。1 つのヒストグラムに対し最大 16 個の ROI を設定可能です。

ROI の開始位置。単位は ch です。

ROI の終了位置。単位は ch です。

ピーク位置(ch)のエネルギー値の定義。 ^{60}Co の場合、1173 や 1332(keV)と設定。後述の calibration にて ch を選択した場合、ROI 間のピークを検出しそのピーク位置(ch)と設定したエネルギー値から keV/ch を算出し、半値幅の算出結果に適用します。

on 選択した CH に対しては、スペクトルにガウスフィッティングを適用します X 軸の単位。設定に伴い X 軸のラベルも変更されます

ch ch (チャネル) 単位表示。ROI の FWTM の FWHM などの単位は任意になります。

eV eV 単位表示。1 つのヒストグラムにおける 2 種類のピーク（中心値）とエネルギー値の 2 点校正により、ch が eV になるように 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b を算出し X 軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は eV になります。

keV keV 単位表示。1 つのヒストグラムにおける 2 種類のピーク（中心値）とエネルギー値の 2 点校正により、ch が keV になるように 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b を算出し X 軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は keV になります。例 : 5717.9ch に ^{60}Co の 1173.24keV、6498.7ch に ^{60}Co の 1332.5keV がある場合、2 点校正より a を 0.20397、b を

6.958297 と自動算出します。

manual 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b と単位ラベルを任意に設定し
X 軸に設定します。単位は任意に設定します。

Y mapping グラフの Y 軸のマッピングを選択します。設定に伴い Y 軸のラベルも変更され
ます。

linear 直線

log 対数

smoothing 統計が少ない場合に半値幅を計算するためのスムージング機能です。

5. 7. time spectrum タブ

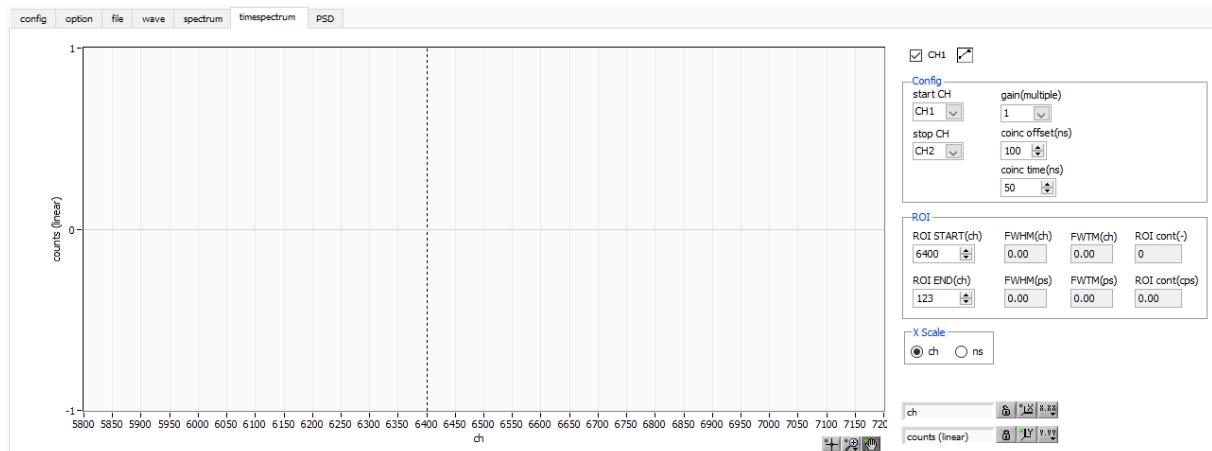


図14. time spectrum タブ

timespectrum 表示に関する設定です。ボード内の計測に限ります。

※list モードにて取得したリストデータをもとに timespectrum を生成します。

- | | |
|--------|---|
| グラフ | 時間差スペクトル。画面右上 mode にて list を選択し、timespectrum ON/OFF をチェックした場合、計測中に時間差スペクトルを表示します。 |
| 凡例チェック | スペクトル表示の有無を選択します |

• Config 部 時間スペクトルの設定です

- | | |
|--------------|--|
| start CH | スタートタイミングを取得するCH 番号を選択します |
| stop CH | ストップタイミングを取得するCH 番号を選択します |
| gain | 1 から 1/256 まで選択できます。1 の時の x 軸 1 digit は 15.625ps、1/128 の時 x 軸 1 digit は 2ns です。 |
| coinc offset | timespectrum の X 軸オフセットを設定します。設定範囲は 0.008ns から 100,000ns です。 |
| coinc time | コインシデンスタイムを設定します。前述の start CH と stop CH におけるイベント検出の時間差が、この設定範囲内の場合、コインシデンス（同時）とみなし、有効データとします。設定範囲は最大 500,000ns です。 |

• ROI 部

- | | |
|-----------|-----------------|
| ROI START | ROI のスタートチャネル |
| ROI END | ROI のエンドチャネル |
| FWHM | 計算された半値幅が表示されます |
| FWTM | 計算された全値幅が表示されます |

• Xscale 部 X 軸の単位を ch または ns から選択します

6. 計測

例として、 $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 検出器（以下検出器）を使用した際の、エネルギースペクトル計測、リスト計測、PSD 計測、時間スペクトル計測の操作手順を記載します。

6. 1. ヒストグラムモード

6. 1. 1. 環境

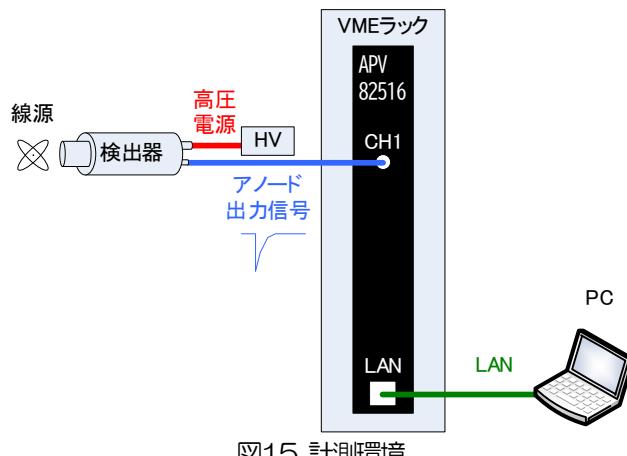


図15. 計測環境

6. 1. 2. 電源と接続

- (1) 全ての機器（VME ラック、HV（高圧電源）、PC）がOFFであることを確認します。
- (2) 検出器とHVをSHVコネクタのケーブルで接続します。
- (3) 検出器からのアノード出力信号をAPV82516のCH1にLEMOコネクタ同軸ケーブルで接続します。BNCコネクタの場合には、BNC-LEMO変換アダプタをご使用ください。
- (4) APV82516とPCをLANケーブルで接続します。
- (5) PCの電源をONにします。本アプリを起動します。
- (6) VME ラックの電源をONにします。
- (7) 高圧電源をONにし、検出器に応じた電圧を印加します。
- (8) この例では ^{137}Cs 線源を使用しています

6. 1. 3. アプリケーション起動及び設定

- (1) デスクトップ上ショートカットアイコンAPP82516をダブルクリックして本アプリを起動します。起動直後、本アプリと本機器のネットワーク接続が実行されます。その際に接続エラーが発生する場合は、後述のトラブルシューティングを参照してください。
- (2) メニュー Config をクリックして全設定を本機器へ送信します。実行後、DPP 内ヒストグラムデータが初期化されます。

6. 1. 4. 波形確認

まず波形モードにて入力されている検出器からの信号を確認します。

(1) config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。

config	file	wave	spectrum	timespectrum	PSD										
CH enable	polarity	analog gain (multiple)	baseline restorer filter(μs)	threshold (digit)	timing type	CFD function (multiple)	CFD delay (digit)	CFD walk (digit)	QDC pretrigger	QDC integral range(ns)	QDC full scale (multiple)	QDC LLD (digit)	QDC ULD (digit)		
CH1	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH2	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH3	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH4	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH5	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH6	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH7	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH8	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH9	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH10	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH11	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH12	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH13	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH14	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH15	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		
CH16	neg ↴	x1.0 ↴	Nomal ↴	50 ⚡	CFD ↴	x0.46 ↴	8ns ↴	15 ⚡	-24ns ↴	200 ⚡	1/8 ↴	10 ⚡	4000 ⚡		

図16. 波形計測設定

wave タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー Clear → Start の順にクリックします。グラフに検出器からの波形が確認できます。

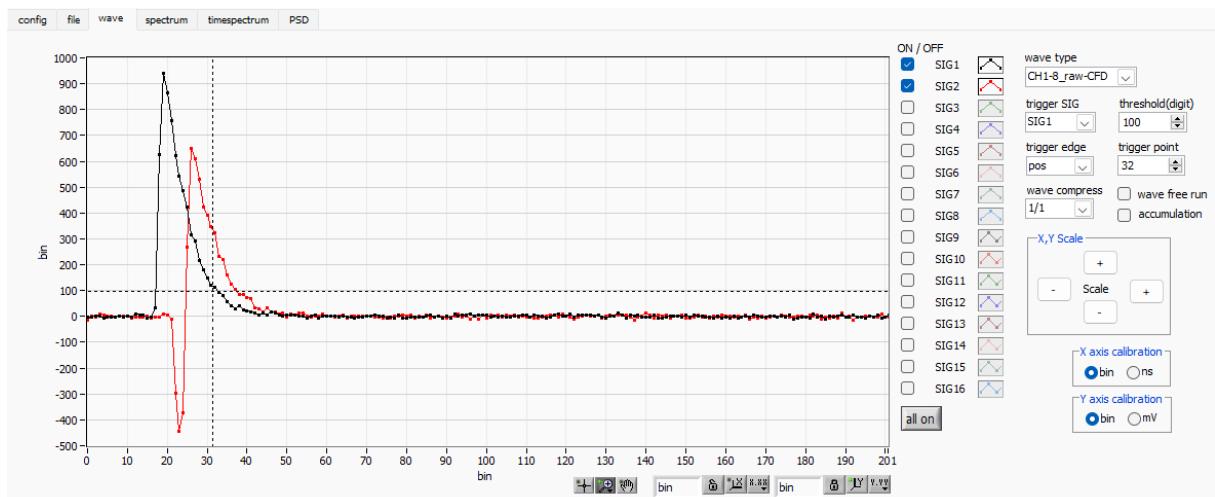


図17 波形計測画面

以下の点を注意します。

- 波形が表示されない場合、トリガーがかかっていない場合があります。まずベースラインを確認するために、wave タブ内 wave free run にチェックを入れて、メニュー Config → Clear → Start を実行します。ベースラインと大まかにどのくらいの波高の信号がきているかを確認できます。

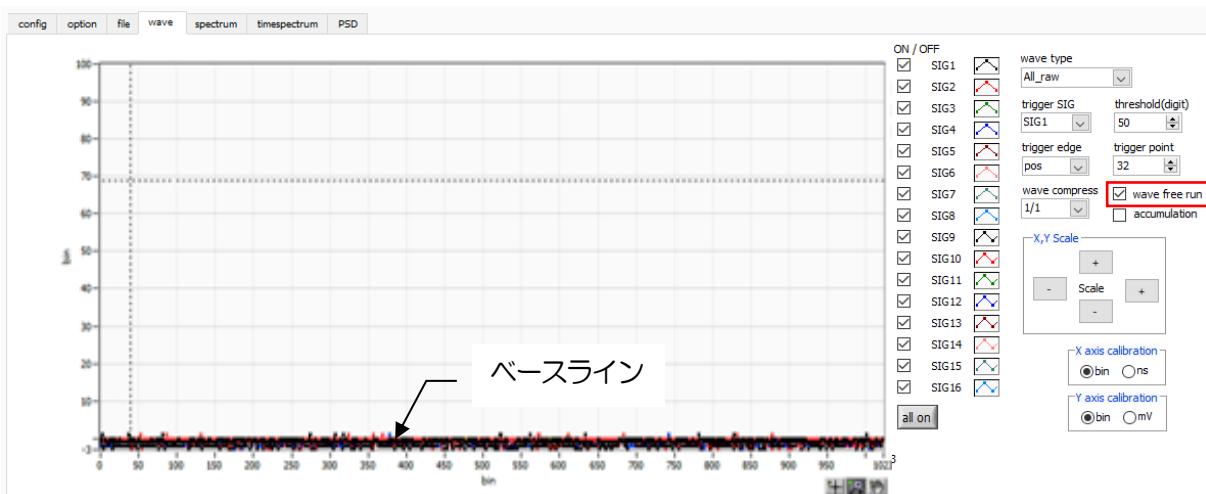


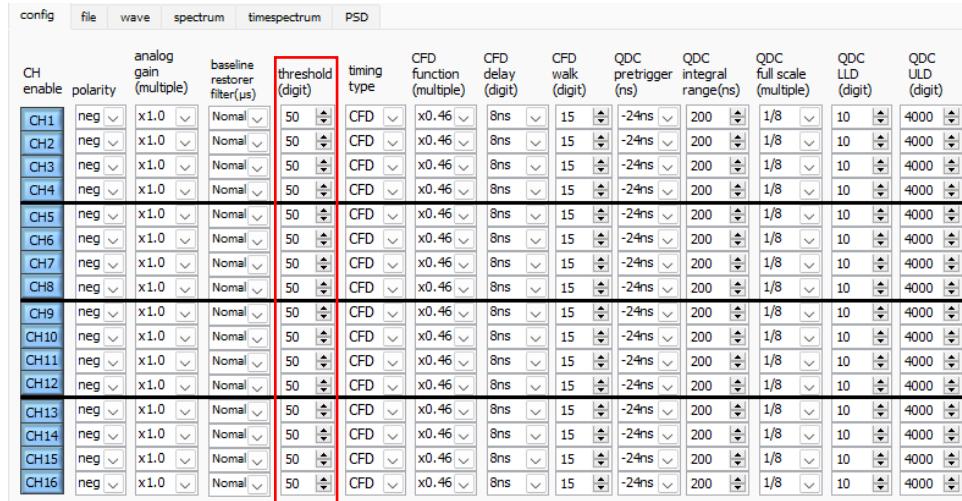
図18. ベースライン確認中

次に wave free run のチェックを外し、threshold を 10 くらいから徐々に上げていき、前ページのように波形がしっかり捉えられる、threshold 値を控えておきます。この控えをこの後の設定にも使用します。

- 波形の波高が大きすぎてサチレーション（飽和）していないかを確認します。波高が大きい場合は、analog gain を下げるか、印加高圧を下げるなどして、本機器への入力信号の振幅を下げます。

6. 1. 5. 計測開始

config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。波形計測にて控えておいた threshold 値を、config タブ内 threshold に設定します。



CH	enable	polarity	analog gain (multiple)	baseline restorer filter(μs)	threshold (digit)	timing type	CFD function (multiple)	CFD delay (digit)	CFD walk (digit)	QDC pretrigger (ns)	QDC integral range(ns)	QDC full scale (multiple)	QDC LLD (digit)	QDC ULD (digit)
CH1	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH2	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH3	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH4	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH5	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH6	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH7	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH8	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH9	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH10	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH11	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH12	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH13	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH14	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH15	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	
CH16	neg ✓	x1.0 ✓	Normal ✓	50 ⚡	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ⚡	-24ns ✓	200 ⚡	1/8 ✓	10 ⚡	4000 ⚡	

図19. Config タブ内 threshold 設定

spectrum タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後、下図のようなスペクトルが表示されます。

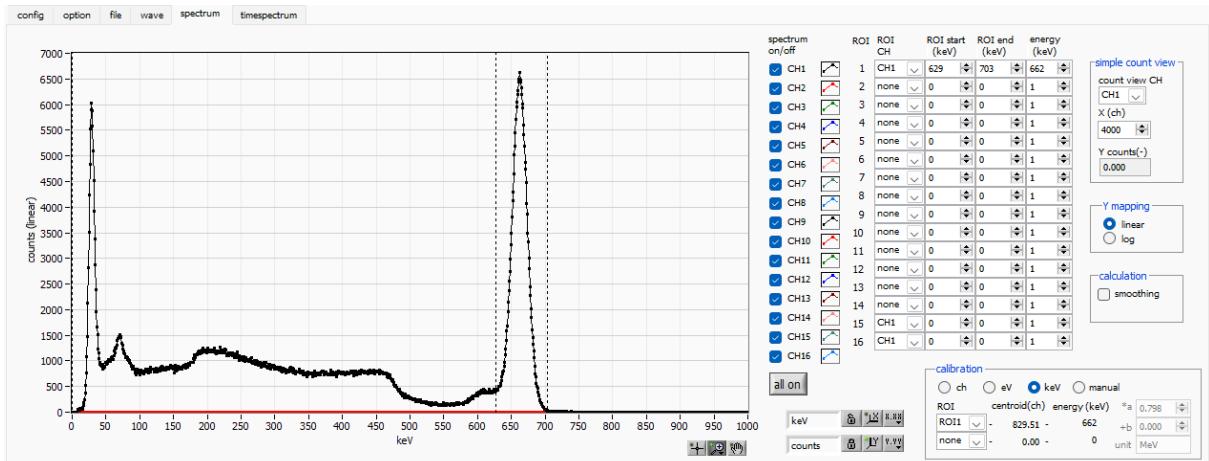


図20. ヒストグラムモード計測中

- CH 部に CH 毎の計測状況が表示されます
- acq LED が点滅します
- real time に本機器から取得した経過時間が表示されます
- ROI 部に ROI 每の計算結果が表示されます
- spectrum on/off の CH1 をチェックし、spectrum タブにヒストグラムが表示されます

6. 1. 6. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 2. リストモード

6. 2. 1. 準備

前章 6. 1. ヒストグラムモード の 6. 1. 1. 環境 から 6. 1. 5. 計測開始 まで、同様の準備を行います。

6. 2. 2. エネルギースペクトルの確認

ヒストグラムモードにて下記の点を注意します。

- output rate(cps)は1秒間に所得するイベント数であり、想定に対して低過ぎたり、高過ぎたりしていないか下図の①を確認します。
- spectrumタブのグラフにてスペクトルの形状に異常はないか、特にノイズデータを過剰に取得していないか下図の②を確認します。

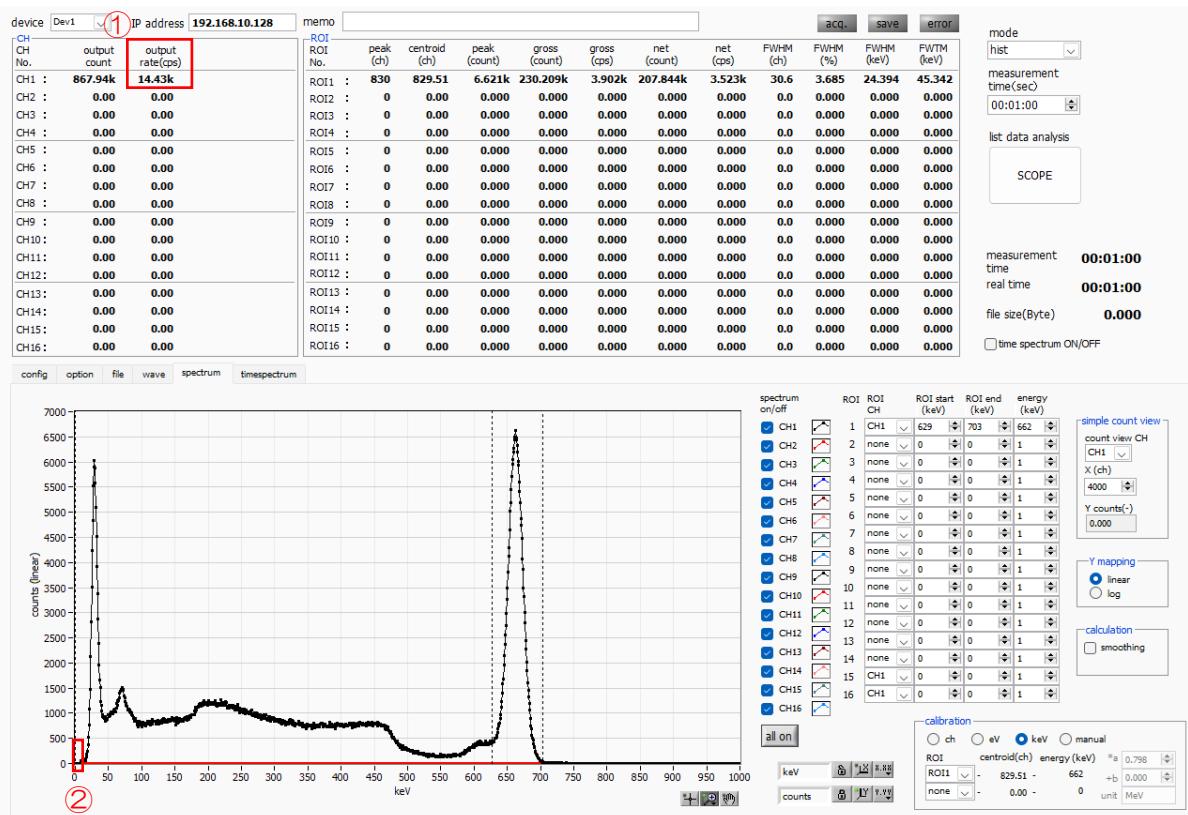


図21. list モード計測前注意点

6. 2. 3. 設定

- (1) 画面右上で mode を list に設定します。
- (2) リストデータを保存する場合は、file タブ内の以下の各項目を設定します。

list save チェック
 list file path 基準となるファイルパス
 list file number 0 から 999999 まで任意。重複しないように注意してください。

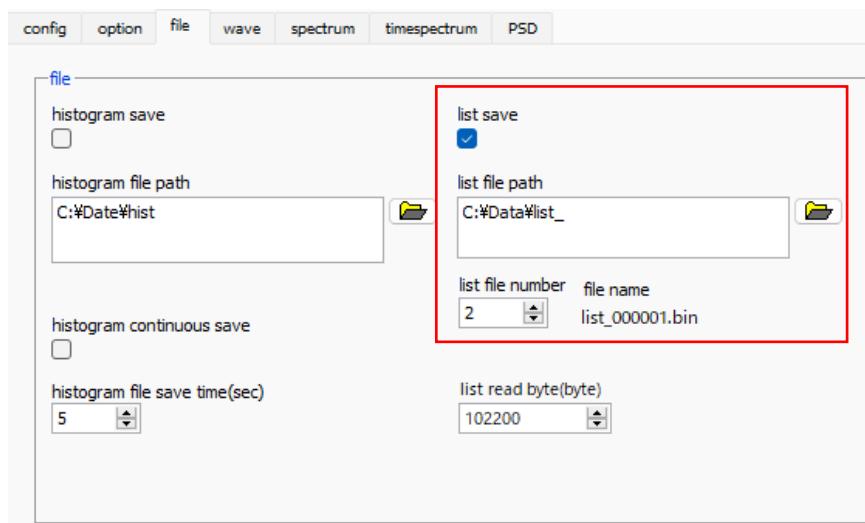


図22. file タブ内リストデータ保存関連設定

6. 2. 4. 計測開始

メニュー Config → Clear → Start の順にクリックします。実行後、イベントを検知しリストデータを取得すると、画面右上（下図赤枠）の file size(Byte) が増加します。

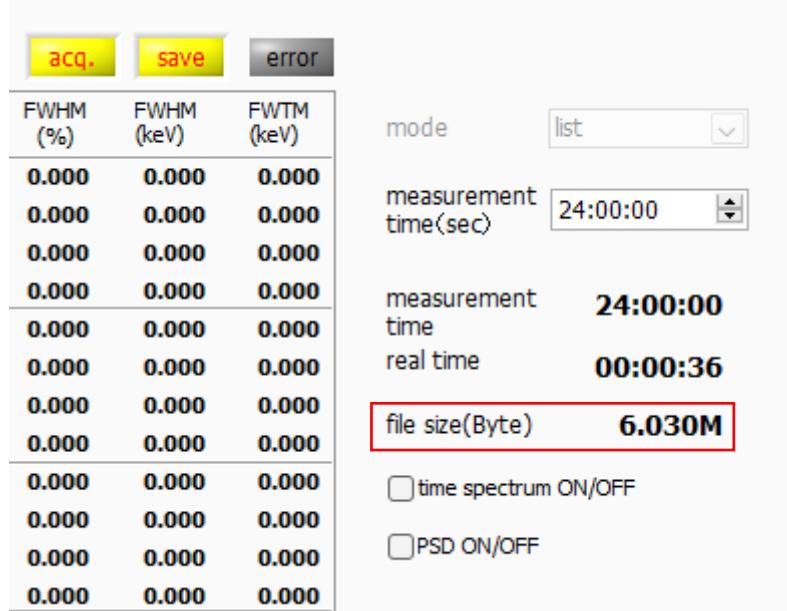


図23. list データ計測・保存中画面

6. 2. 5. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 3. 時間スペクトル計測

6. 3. 1. 環境

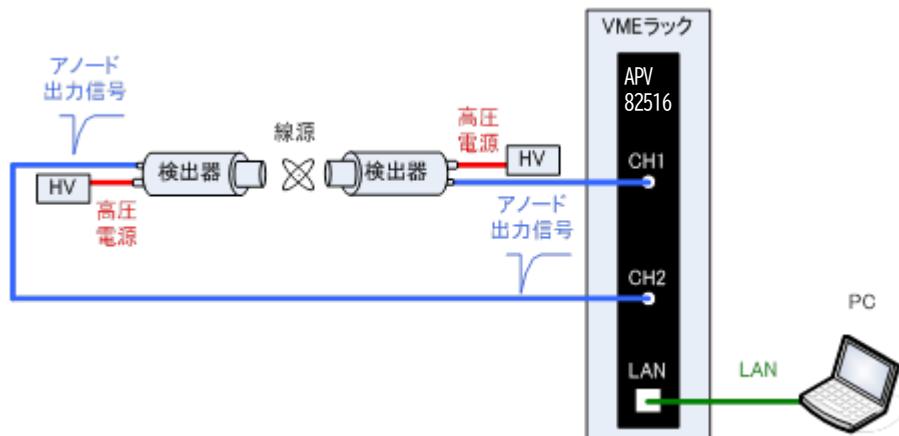


図24. 計測環境

6. 3. 2. 電源と接続

- (1) 全ての機器 (VME ラック、HV (高圧電源)、PC) がOFFであることを確認します。
- (2) 検出器とHVをSHVコネクタのケーブルで接続します。
- (3) 検出器からのアノード出力信号をAPV82516のCH1とCH2にLEMOコネクタ同軸ケーブルで接続します。BNCコネクタの場合は、BNC-LEMO変換アダプタをご使用ください。
- (4) APV82516とPCをLANケーブルで接続します。
- (5) PCの電源をONにします。本アプリを起動します。
- (6) VMEラックの電源をONにします。
- (7) 高圧電源をONにし、検出器に応じた電圧を印加します。
- (8) この例では²²Na線源を使用しています

6. 3. 3. 準備

前章6. 1. ヒストグラムモードの6. 1. 4. 波形確認、同様の準備を行います。

6. 3. 4. エネルギースペクトルの確認

検出器の状態を確認しつつ、時間計測対象エネルギーの範囲指定を行います。

まず、以下の設定にてエネルギースペクトル計測を行います。config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。

	config	file	wave	spectrum	timespectrum	PSD								
CH	enable	polarity	analog gain (multiple)	baseline restorer filter(μs)	threshold (digit)	timing type	CFD function (multiple)	CFD delay (digit)	CFD walk (digit)	QDC pretrigger (ns)	QDC integral range(ns)	QDC full scale (multiple)	QDC LLD (digit)	QDC ULD (digit)
CH1	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH2	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH3	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH4	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH5	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH6	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH7	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH8	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH9	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH10	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH11	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH12	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH13	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH14	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH15	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	
CH16	neg ✓	x1.0 ✓	Nomal ✓	50 ▲	CFD ✓	x0.46 ✓	8ns ✓	15 ▲	-24ns ✓	200 ▲	1/8 ✓	10 ▲	4000 ▲	

図25. 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測設定（エネルギー全範囲）

spectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後以下のようなスペクトルが表示されます。スペクトルの形状や計数を確認しつつ、ROI start と ROI end を使ってピーク範囲の目安を設定します。

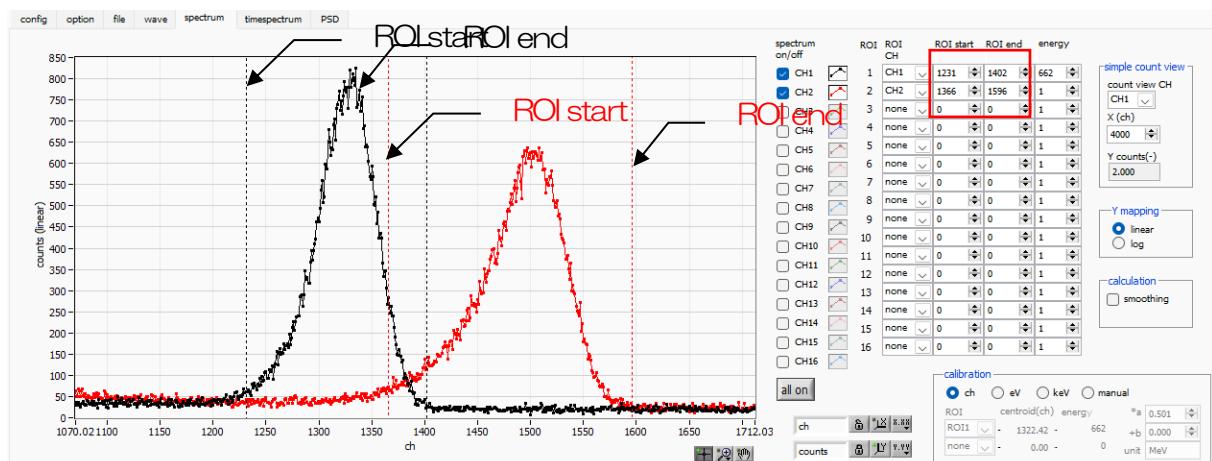


図26. 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー全範囲）

次に、時間計測の対象となるエネルギー（この例の場合は ^{22}Na の511keV ピーク）を絞り込む為に、以下の設定をします。前ページの ROI start と ROI end にて目安を付けた値を、下図赤色枠の config タブ内 QDC LLD に対して ROI start を、QDC ULD に対して ROI end を設定します。

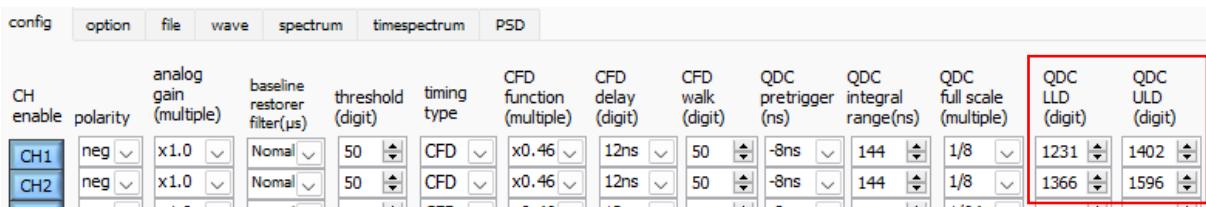


図27. 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー範囲絞り込み設定）

spectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後、QDC LLD と QDC ULD の範囲にて絞り込まれた下図のようなエネルギーピーカーが表示されます。

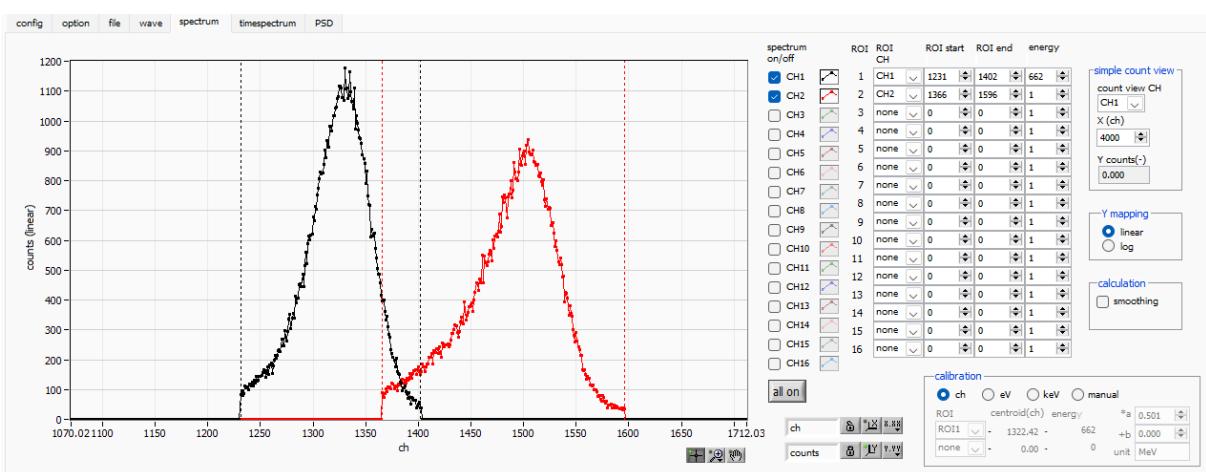


図28. 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー範囲絞り込み）

6. 3. 5. 設定

(1) 画面右上にて

mode list

timespectrum ON/OFF チェック

(2) メニュー Config をクリックします。

※ このモードにて高計数で計測を行うと、パソコンに計算の負荷がかかり、挙動が不安定になる場合がありますのでご注意ください。

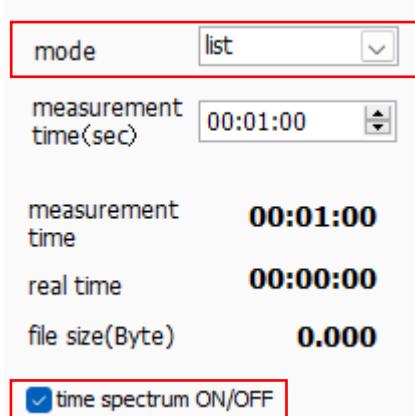


図29. 時間スペクトル計測設定

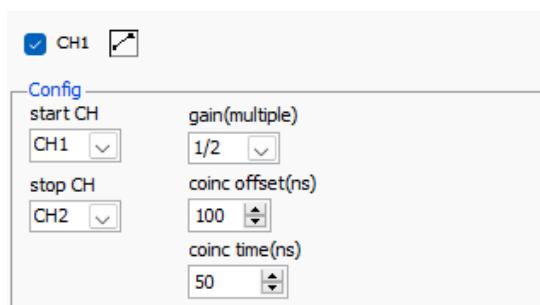


図30. timespectrum タブ内時間スペクトル計測設定

timespectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後以下のようなスペクトルが表示されます。画面右下側 ROI 部を設定することで、時間分解能 FWHM (ps) が算出されます。

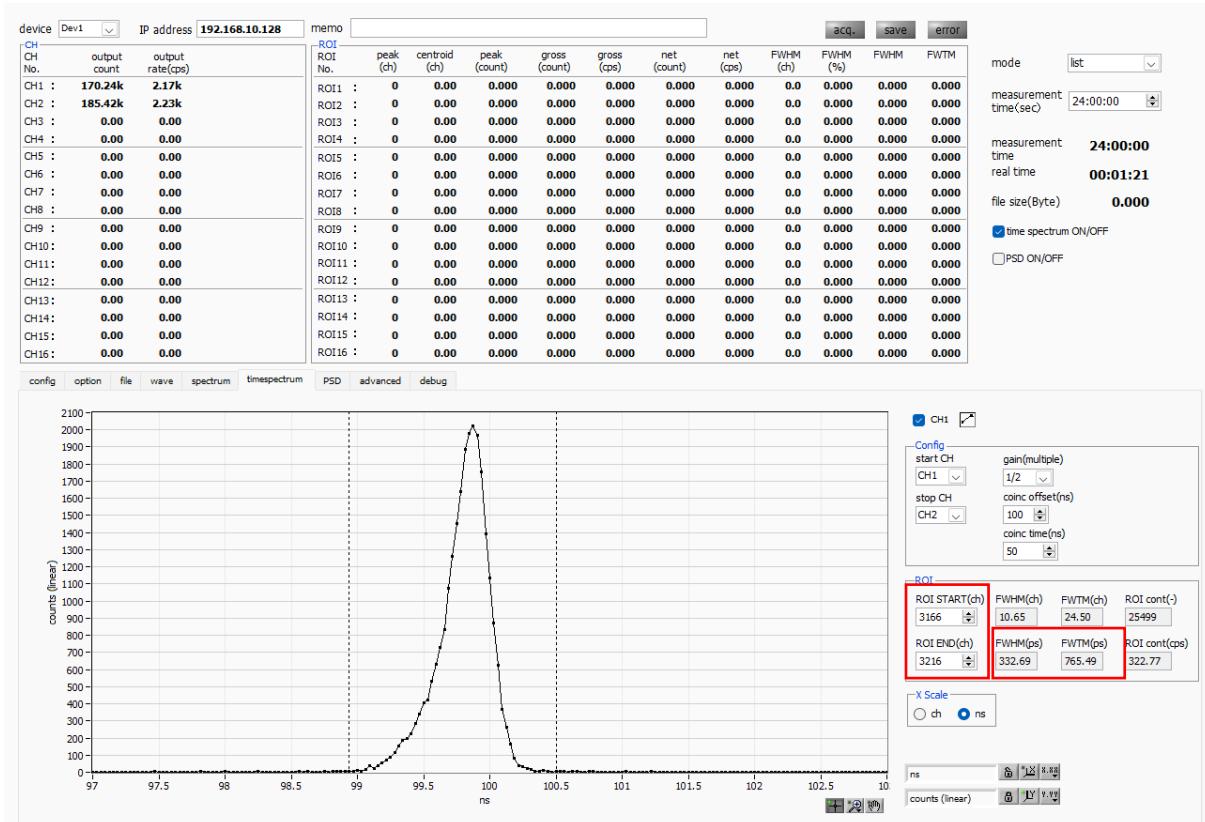


図31. 時間スペクトル計測

6. 3. 6. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 4. リストロガーモード

6. 4. 1. 外部トリガーの準備

トリガー信号を VETO へ接続します。



図32. 外部トリガー信号接続箇所

6. 4. 2. 設定

- (1) 画面右上で mode を list-logger に設定します。

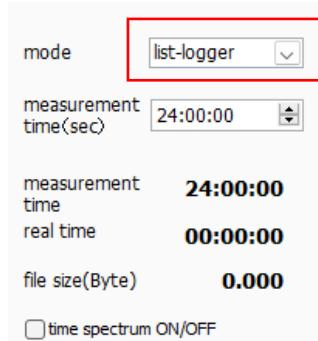


図33. mode 設定箇所

- (2) リストロガーデータを保存する場合は、file タブ内の以下の各項目を設定します。

list save	チェック
list file path	基準となるファイルパス
list file number	0 から 999999 までで任意。重複しないように注意してください。

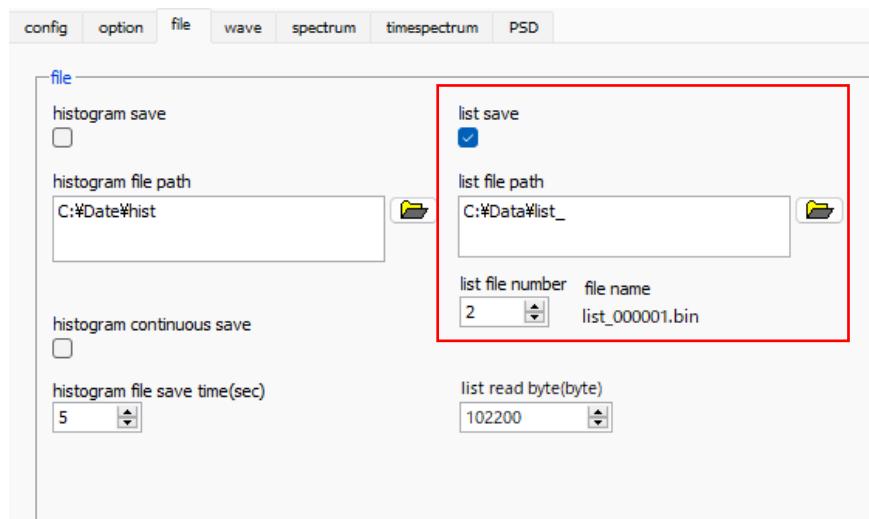


図34. file タブ内リストデータ保存関連設定

- (3) 1点あたりの時間設定をします。
option タブ内の LIST-LOGGER sampling を設定します。

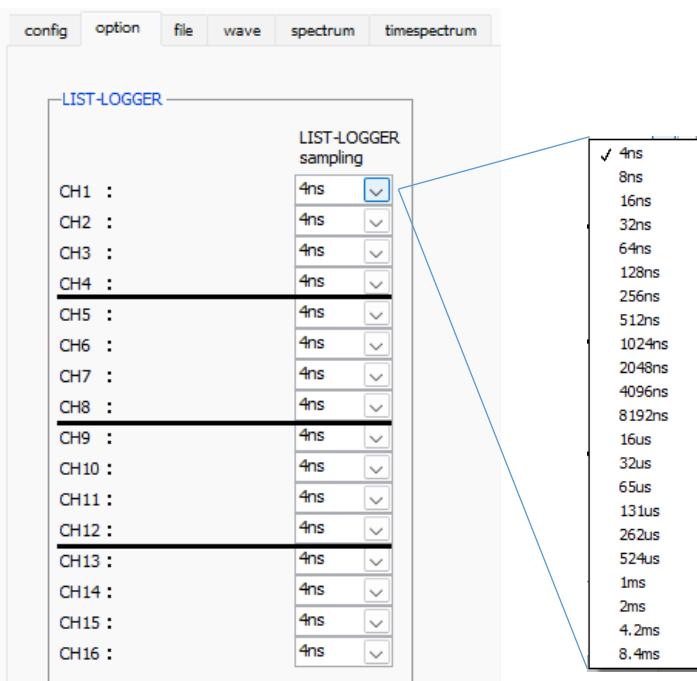


図35. option タブ内 LIST-LOGGER sampling 設定

$4 \times 2^n \quad n=0 \sim 21$ 単位(ns)

$$n=0 \rightarrow 4\text{ns} \times 4000 \text{ 点} = 16\mu\text{s}$$

$$n=1 \rightarrow 8\text{ns} \times 4000 \text{ 点} = 32\mu\text{s}$$

~

$$n=21 \rightarrow 8.4\text{ms} \times 4000 \text{ 点} = 33\text{s}$$

※ 1レコード取得中に次 trigger があった場合は、無効となります。

※ 伝送時間はおよそ 7msec です。

6. 4. 3. 計測開始

メニュー Config → Clear → Start の順にクリックします。実行後、LIST-LOGGER sampling に設定したデータを取得すると、画面右上（下図赤枠）の file size(Byte)が増加します。

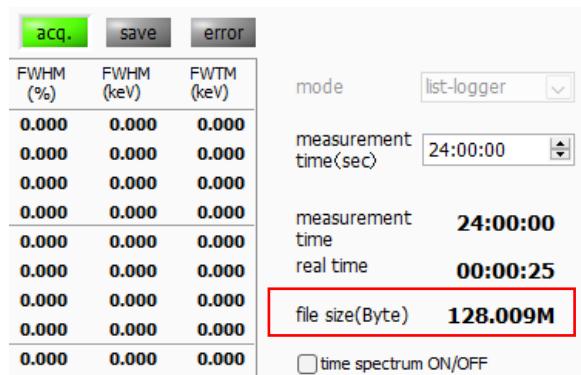


図36. list データ計測・保存中画面

6. 4. 4. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

7. 終了

メニュー File - quit をクリックします。確認ダイアログが表示された後、quit ボタンをクリックすると本アプリは終了し、画面が消えます。次回起動時は、終了時の設定が反映されます。

8. ファイル

8. 1. ヒストグラムデータファイル

(1) ファイル形式

カンマ区切りのCSVテキスト形式

(2) ファイル名

任意

(3) 構成

- Header (ヘッダー) 部

Measurement mode 計測モード

Measurement time 計測設定時間。単位は秒

Real time リアルタイム

Start Time 計測開始日時

End Time 計測終了日時

※以下CH毎に保存

POL 極性

GSL アナログゲイン

CTH 波形取得スレッシュホールド

TTY タイミングタイプ

CCF CFDファンクション

CDL CFDディレイ

CWK CFD walk

PTS QDCプリトリガー

QIR QDC積分時間

AFS QDC積分縮小

CLD QDC LLD

CUD QDC ULD

RST RISE開始位置

RSP RISE終了位置

FTS FALL開始位置

FSP FALL終了位置

TST TOTAL開始位置

TSP TOTAL終了位置

PFS RISE, FALL, TOALの縮小倍率

PWD list-wave時の取得波形のdelay

PDN list-wave時の波形出力のデータ点数

LWC list-wave時の波形サンプリング時間

※以下単一に保存

MOD	モード
MTM	計測時間
MEMO	メモ

• Calculation (計算) 部

※以下 ROI 毎に保存

ROI_CH	ROI の対象となった入力チャンネル番号
ROI_start	ROI 開始位置(ch)
ROI_end	ROI 終了位置(ch)
Energy	ROI 設定のエネルギー(ch)
peak(ch)	ROI 間のピーク位置(ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間のピーク count
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	ROI 間のカウント数の cps
net(count)	ROI 間のバックグラウンドを差し引いたカウント数の総和
net(cps)	ROI 間のバックグラウンドを差し引いたカウント数の総和の cps
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅(ch)
FWHM(%)	ROI 間の分解能(%)
FWHM	ROI 間の半値幅
FWTM	ROI 間の全値幅

• Status (ステータス) 部

※以下 CH 毎に保存

output count	アウトプットカウント
output rate(cps)	アウトプットカウントレート
dead time(%)	デットタイム比

• Data (データ) 部

チャンネル毎のヒストグラムデータ。最大 4096 点。

8. 2. 波形データファイル

- (1) ファイル形式
カンマ区切りのCSVテキスト形式
- (2) ファイル名
任意
- (3) 構成
 - Header(ヘッダー)部
ヒストグラムデータファイルと同じ
 - Data(データ)部
表示中のdeviceの波形データ

8. 3. リストデータファイル

(1) ファイル形式

バイナリ、ネットワークバイトオーダー（ビッグエンディアン、MSB First）形式

(2) ファイル名

file タブ内 list file path に設定したファイルパスに、file number を 0 詰め 6 桁付加したものになります。例えば、list file path に D:\data\123456.bin、file number に 1 と設定した場合、D:\data\123456_000001.bin です。

list file size に到達すると、保存中のファイルを閉じます。その後、list file number を自動で 1 つ繰り上げ新しいファイルを開き、データのファイル保存を継続します。

(3) 構成

1 イベントあたり 80bit (10Byte, 5WORD)

Bit79	78		64
WAV[0]		real time[54..40]	
63			48
		real time[39..24]	
47			32
		real time[23..8]	
31	24	23	16
	real time[7..0]		real time 固定小数[7..0]
15 12	11		0
CH[3..0]		QDC[11..0]	

図37. リストデータフォーマット

- Bit79 WAVE データ有無。有る場合は 1。
- Bit78 から Bit24 real time。55Bit。1Bit あたり 4ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 15.625ps。
- Bit15 から Bit12 CH。チャンネル番号。4Bit。CH1 は 0、CH16 は 15。
- Bit11 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 12 ビット整数。収集した波形にフィルタをかけ、スレッシュホールドを超えたところから、設定範囲間の波形の積算値。

8. 4. (オプション) PSA リストデータファイル

(1) ファイル形式

バイナリ、ネットワークバイトオーダー（ビッグエンディアン、MSB First）形式

(2) ファイル名

file タブ内 list file path に設定したファイルパスに、file number を 0 詰め 6 桁付加したものになります。例えば、list file path に D:\data\123456.bin、file number に 1 と設定した場合、D:\data\123456_000001.bin です。

list file size に到達すると、保存中のファイルを閉じます。その後、list file number を自動で 1 つ繰り上げ新しいファイルを開き、データのファイル保存を継続します。

(3) 構成

1 イベントあたり 112bit (14Byte、7WORD)

Bit111		96
TOTAL[15..0]		
Bit95		80
FALL[15..0]		
Bit79	78	64
WAV[0]		real time[54..40]
63		48
real time[39..24]		
47		32
real time[23..8]		
31	24	23
real time[7..0]		16
15 12	11	real time 固定小数[7..0]
CH[3..0]		QDC[11..0]
		0

図38.PSA リストデータフォーマット

- Bit111 から Bit96 TOTAL (波形全積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit95 から Bit80 FALL (波形立下部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 WAVE データ有無。有る場合は 1。
- Bit78 から Bit24 real time。55Bit。1Bit あたり 4ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 15.625ps。
- Bit15 から Bit12 CH。チャンネル番号。4Bit。CH1 は 0、CH16 は 15。
- Bit11 から Bit0 QDC (積分値)。符号無 12 ビット整数。収集した波形にフィルタをかけ、スレッシュホールドを超えたところから、設定範囲間の波形の積算値。

8. 5. (オプション) PSD データファイル

- (1) ファイル形式
カンマ区切りの CSV テキスト形式
- (2) ファイル名
任意
- (3) 構成
PSD 部、PSD 2D histogram 部および cursor area spectrum 部からなります。PSD 2D histogram 部と cursor area spectrum 部のデータは、カウントが 1 以上あるデータで、可変長です。

[PSD]

XAxisCursorRange	カーソルでの X 軸範囲開始チャネル及び終了チャネル
YAxisCursorRange	カーソルでの Y 軸範囲開始チャネル及び終了チャネル
Compress (x/16384)	圧縮率のチャネル数

[PSD 2D histogram]

#FALL,TOTAL,Counts	X 軸に選択した List 内データ, Y 軸に選択した List 内データ, 積算カウント
6952,9192,1	
:	
(可変長。最大 4096×4096=16,777,216)	

[cursor area spectrum]

FALL,Counts	：	X 軸に選択した List 内データ, 積算カウント
6644,0		
:		
(可変長。最大 4096)		

8. 6. (オプション) リスト波形データファイル

(4) ファイル形式

バイナリ、ネットワークバイトオーダー（ビッグエンディアン、MSB First）形式

(5) ファイル名

任意

(6) 構成

① 通常（リストデータ部 80Bit の場合）

Bit79	78		64
WAV[0]		real time[54..40]	
63		real time[39..24]	48
47		real time[23..8]	32
31	24	23	16
	real time[7..0]		real time 固定小数[7..0]
15 12	11		0
CH[3..0]		QDC[11..0]	
wave number[15..0]			
header[31..16]			
header[15..0]			
wave data[15..0] × wave number 分			

図39. list-wav データフォーマット（通常）

- Bit79 WAVE データ有無。有る場合は 1。
- Bit78 から Bit24 real time。55Bit。1Bit あたり 4ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 15.625ps。
- Bit15 から Bit12 CH。チャンネル番号。4Bit。CH1 は 0、CH16 は 15。
- Bit11 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 12 ビット整数。収集した波形にフィルタをかけ、スレッシュホールドを超えたところから、設定範囲間の波形の積算値。
- 波形データ wave number。16Bit。波形点数。
- 波形データ header。32Bit。ヘッダーとして下記の CH 情報が付加されます。

CH1 ヘッダー	0x57415630 (=WAV0)
CH2 ヘッダー	0x57415631 (=WAV1)
CH3 ヘッダー	0x57415632 (=WAV2)
CH4 ヘッダー	0x57415633 (=WAV3)
CH5 ヘッダー	0x57415634 (=WAV4)
CH6 ヘッダー	0x57415635 (=WAV5)
CH7 ヘッダー	0x57415636 (=WAV6)
CH8 ヘッダー	0x57415637 (=WAV7)
CH9 ヘッダー	0x57415638 (=WAV8)
CH10 ヘッダー	0x57415639 (=WAV9)

- | | |
|-----------|--------------------|
| CH11 ヘッダー | 0x57415641 (=WAVA) |
| CH12 ヘッダー | 0x57415642 (=WAVB) |
| CH13 ヘッダー | 0x57415643 (=WAVC) |
| CH14 ヘッダー | 0x57415644 (=WAVD) |
| CH15 ヘッダー | 0x57415645 (=WAVE) |
| CH16 ヘッダー | 0x57415646 (=WAVF) |
- 波形データ
wave data。波形1点当たり16bit。16384digitのオフセットがあります。wave number分の波形情報が附加されます。

② PSA 付きリスト (リストデータ部 112Bit の場合)

Bit111		96		
TOTAL[15..0]				
Bit95		80		
FALL[15..0]				
Bit79	78	64		
WAV[0]	real time[54..40]			
63	real time[39..24]			
47	real time[23..8]			
31	24	23		
real time[7..0]		real time 固定小数[7..0]		
15 12	11	0		
CH[3..0]	QDC[11..0]			
wave number[15..0]				
header[31..16]				
header[15..0]				
wave data[15..0] × wave number 分				

図40. list-wave データフォーマット (PSA 付きリスト)

- Bit111 から Bit96 TOTAL (波形全積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit95 から Bit80 FALL (波形立下部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 WAVE データ有無。有る場合は 1。
- Bit78 から Bit24 real time。55Bit。1Bitあたり 4ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bitあたり 15.625ps。
- Bit15 から Bit12 CH。チャンネル番号。4Bit。CH1 は 0、CH16 は 15。
- Bit11 から Bit0 QDC (積分値)。符号無 12 ビット整数。収集した波形にフィルタをかけ、スレッシュホールドを超えたところから、設定範囲間の波形の積算値。
- 波形データ wave number。16Bit。波形点数。
- 波形データ header。32Bit。ヘッダーとして下記の CH 情報が付加されます。
 - CH1 ヘッダー 0x57415630 (=WAV0)
 - CH2 ヘッダー 0x57415631 (=WAV1)
 - CH3 ヘッダー 0x57415632 (=WAV2)
 - CH4 ヘッダー 0x57415633 (=WAV3)
 - CH5 ヘッダー 0x57415634 (=WAV4)
 - CH6 ヘッダー 0x57415635 (=WAV5)
 - CH7 ヘッダー 0x57415636 (=WAV6)
 - CH8 ヘッダー 0x57415637 (=WAV7)
 - CH9 ヘッダー 0x57415638 (=WAV8)
 - CH10 ヘッダー 0x57415639 (=WAV9)
 - CH11 ヘッダー 0x57415641 (=WAVA)

CH12 ヘッダー	0x57415642 (=WAVB)
CH13 ヘッダー	0x57415643 (=WAVC)
CH14 ヘッダー	0x57415644 (=WAVD)
CH15 ヘッダー	0x57415645 (=WAVE)
CH16 ヘッダー	0x57415646 (=WAVF)

波形データ wave data。波形 1 点当たり 16bit。16384digit のオフセットがあります。wave number 分の波形情報が付加されます。

8. 7. (オプション) リストロガーデータファイル

(1) ファイル形式

バイナリ、ネットワークバイトオーダー（ビッグエンディアン、MSB First）形式
リストロガーファイルフォーマット

(2) ファイル名

任意

(3) 構成

通常 (1 レコードのフォーマット最大 125Kbyte)

0(bit) ASCII [L]	7 (bit)	8(bit) ASCII [O]	15 (bit)
16(bit) ASCII [G]	23 (bit)	24(bit) ASCII [S]	31 (bit)
32(bit) Logger Number(0~4,294,967,295)			63 (bit)
64(bit) 各CH Enable (1:有効, 0:無効)			79 (bit)
80(bit) 各有効CH Data 16 bit × 4000 (Wave Number Point)			64,079 (bit)
～			
960,080(bit) 各有効CH Data(全CH 有効の場合) 16 (CH 数) × 16 bit × 4000 (Wave Number Point)			1,024,079 (bit)

9. トラブルシューティング

9. 1. 接続エラーが発生する。

起動時またはメニュー config にて connection error エラーがする場合、ネットワークが正しく接続されていない可能性があります。この場合、以下を確認します。

- (1) 起動前の構成ファイル config.ini 内 IP が 192.168.10.128 と設定され、[System]セクションの各ポート番号が下記のとおり定義されており、本アプリを起動して IP Address の表示が同じあることを確認します。

[System]

PConfigPort = 55000

PCStatusPort = 55001

PCDataPort = 55002

DevConfigPort = 4660

DevStatusPort = 5001

DevDataPort = 24

SubnetMask = "255.255.255.0"

Gateway = "192.168.10.1"

- (2) PC のネットワーク情報が本機器と接続できる設定かどうかを確認します。本機器のデフォルト設定は以下の通りです。

IP アドレス 192.168.10.128

サブネットマスク 255.255.255.0

デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

- (3) UDP 接続用の PC 側の任意ポート番号が競合している。この場合は起動前の構成ファイル config.ini 内 Port に別の番号を定義します。

- (4) イーサネットケーブルが接続されている状態で電源を ON にします。

- (5) コマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し本機器と PC が通信できるかを確認します。

- (6) 本機器の電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。

- (7) ウィルス検出ソフトやファイヤーフォールソフトを OFF にします。

- (8) PC のスリープなどの省電力機能を常に ON にします。

- (9) ノート PC などの場合、無線 LAN 機能を無効にします。

9. 2. コマンドエラーが発生する

オプションの有無などによる、本機器のファームウェアとアプリケーションの組み合わせがあつてない場合があります。弊社までお問い合わせください。

9. 3. ヒストグラムが表示されない

メニュー Start を実行しても histogram タブのグラフに何も表示されない場合、以下の点を確認します。

- (1) spectrum タブ内 spectrum on/off にて CH1 を ON に設定します。
- (2) output rate(cps) がカウントしているか確認します。
- (3) threshold の値が小さすぎたり大きすぎたりせず、output rate(cps) のカウントを見ながら、100 から 30 くらいまで設定を下げながら変更していく、output rate(cps) がノイズを検知して高くならないように調整します。
- (4) グラフの X 軸と Y 軸を右クリックしてオートスケールにします。

9. 4. IP アドレスを変更したい

別添の「取扱説明書 APG5107 搭載製品 IP アドレス変更方法」を参照してください。添付無き場合は弊社までお問い合わせください。

株式会社テクノエーピー

住所：〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡2976-15

TEL. : 029-350-8011 FAX. : 029-352-9013

URL : <http://www.techno-ap.com> e-mail : info@techno-ap.com