

# デジタルシグナルプロセッサ

APN504X

APU504X

## 取扱説明書

第2.1.6版 2025年11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 : <https://www.techno-ap.com>

e-mail : [info@techno-ap.com](mailto: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.....	7
2.	仕様.....	8
3.	外観.....	10
4.	セットアップ.....	12
4. 1.	アプリケーションのインストール.....	12
4. 2.	接続.....	12
4. 3.	ネットワークのセットアップ.....	13
5.	アプリケーション画面.....	14
5. 1.	起動画面.....	14
5. 2.	CH タブ.....	16
5. 3.	advanced タブ.....	20
5. 4.	config タブ.....	22
5. 5.	histogram タブ.....	24
5. 6.	wave タブ.....	26
5. 7.	ROI-SCA 機能.....	27
6.	初期設定.....	28
6. 1.	電源と接続.....	28
6. 2.	設定実行.....	28
6. 3.	プリアンプ出力信号のアナログ入力レンジの確認.....	29
6. 4.	FAST 系フィルタ（時間取得用）フィルタの設定.....	30
6. 5.	SLOW 系フィルタの設定.....	31
6. 6.	SLOW 系スレッシュホルドの設定.....	33
7.	計測.....	34
7. 1.	設定.....	34
7. 2.	計測開始.....	34
7. 3.	ヒストグラムモード.....	34
7. 4.	リストモード.....	35
7. 5.	クイックスキャンモード.....	35
7. 6.	計測停止.....	35
8.	終了.....	35
9.	ファイル.....	36
9. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	36
9. 2.	リストデータファイル.....	38
9. 3.	クイックスキャンデータファイル.....	39
10.	機能.....	41

10. 1.	FWHM（半値幅）の算出方法.....	41
11.	トラブルシューティング.....	42
11. 1.	接続エラーが発生する。.....	42
11. 2.	コマンドエラーが発生する.....	42
11. 3.	ヒストグラムが表示されない.....	43
11. 4.	IP アドレスを変更したい.....	43

## 1. 概要

### 1. 1. 概要

テクノエーピー社製 DSP (Digital Signal Processor、デジタルシグナルプロセッサ) 製品は、リアルタイムデジタルシグナルプロセッシング機能を搭載したマルチチャンネルアナライザ (MCA) です。

これまでの放射線計測は、プリアンプからの信号をスペクトロスコピアンプに渡し、アナログ回路によって増幅と波形整形処理をして、MCA などの計測装置に合わせてスペクトル解析を行っていました。

DSP の場合は、非常に高速な 100MHz・16Bit の A/D コンバータを利用して、プリアンプからの信号を直接デジタルに変換します。デジタルに変換されたデータは高集積 FPGA (Field Programmable Gate Array) に送られ、数値演算によって、スペクトル分析されます。プリアンプの信号は FPGA によるパイプラインアーキテクチャによって、リアルタイムに台形フィルター (Trapezoidal Filter) 処理されます。

DSP の構成はスペクトロスコピアンプと MCA を一体化したもので、伝統的なアナログ方式に代わり最新のデジタル信号処理技術を用いたパルスシェイピングを実行します。

台形フィルターの他に、タイミングフィルタアンプ、CFD、波形デジタイザ等の機能を有しています。

非常に優れたエネルギー分解能と時間分解能を提供し、高い計数率時でも抜群の安定感を持ちます。またアナログ方式最高スループットを誇るゲートインテグレートアンプ以上のスループット (100Kcps 以上) を提供します。

最大 4CH のマルチチャンネル DSP は、すべての ADC が同期して動作しており、またモジュール間も同期させることが可能です。多チャンネルのシステムや、コインシデンス、アンチコインシデンスシステム、エネルギーと時間の相関解析にも応用できます。

APN504X には AC タイプと DC タイプがあります。AC タイプは型式を APN504X とし従来型です。DC タイプは型式を APN504XDC とし、AC タイプより高計数型で 1Mcps 以上の高計数下であっても一定のエネルギー分解能を保ちます。

本書は、APN504X (以下本機器) 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”、ピン数を表すチャンネルは“ch”と大文字小文字を区別してあります。
- ※ 文章中の、“リスト”と“イベント”は同意義です。
- ※ 型式の APN は NIM 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 NIM ピン電源ラック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 電源アダプタで利用できるタイプの型式には、APN の代わりに APU が付きます。例として、NIM 型 APN504X をユニットに納めた型式は APU504X となります。本書では APU504X 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。本書ではその機能部分を（オプション）と明記します。
- ※ 写真等の型式に APN504 や APU504X などの記載がありますが、NIM 型の場合は APN504X、ユニット型の場合は APU504X と読み替えてください。

## 1. 2. 特徴

主な特徴は下記の通りです。

- X線スペクトロスコピー用デジタルシグナルプロセッシング
- 多素子SSDの高エネルギー分解能検出器に最適
- SDD（シリコンドリフト検出器）、Si(Li)、SiPin 検出器などのスペクトル解析
- 高集積FPGAによるデジタルパルスシェイピング（Digital Pulse Shaping）
- イーサネット（TCP/IP）によるデータ収録

検出器のプリアンプの出力信号を直接DSPへ入力し、DSP内の高速ADC（100MSPS）でデジタル化します。デジタルパルスプロセッシングの心臓部であるA/Dコンバータは、最新の100MHz・16bitの高速、高分解能パイプライン型ADCを採用し、プリアンプからの信号を直接デジタル化します。

FPGAにてハードウェア演算により台形波形成処理を行います。台形波形成に整形するために必要なシェイピングタイムは、PCからのパラメータにより設定します。FAST系とSLOW系とも、ピーキングタイム（Peakingtime = Rise time + Flat top time）によりピーク値をデジタル的に検出します。

FAST系とSLOW系の2種類のフィルタブロックで処理されます。

FAST系でタイミングを取得とパイルアップリジェクト（Pile up Reject）を行います。

SLOW系でポールゼロ キャンセル（Pole zero Cancel）、ベースライン レストアラ（Baseline Restorer）処理後エネルギー解析を行います。

FPGAに取り込んだプリアンプ信号や台形波形成処理信号はDAC（Digital Analog Converter）で出力し、デジタルオシロスコープにて動作確認できます。

FAST-SCA 機能により、予め設定したROI間のピーク検出タイミングとInput タイミングでTTL ロジック出力を得ることが可能です。

Quick scan機能により、外部トリガタイミング（最小10ms）間隔でその間のヒストグラムデータをPC側に送信し、PC側で連続してHDDにデータを保存することが可能です。QXAFS計測に最適です

DSPへの設定やデータの取得は、付属のDSP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。DSP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
- ・チャンネル数 4CH
  - ・入力レンジ  $\pm 1V$
  - ・入力インピーダンス  $1k\Omega$
  - ・コースゲイン  $\times 1$ 、 $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$   
※納品時の仕様によります。
- (2) ADC
- ・サンプリング周波数 100MHz
  - ・分解能 16bit ※フルスケール $\pm 1V$ にて
- (3) MCA
- ・ADC ゲイン 4096、2048、1024、512、256 チャンネル
  - ・計測モード ヒストグラムモード、クイックスキャンモード
- (4) 機能
- ・Quick scan 最少 10ms 間隔で CH 当たり 4096 チャンネルのヒストグラム送信
- (5) オプション
- ・FAST-SCA 機能 fast タイミング及び ROI 間でピーク検出時に外部出力端子より LVTTTL ロジック信号を出力
  - ・カウント上限拡張 インプットカウントデータを付加し、クイックスキャンデータを 16bit から 32bit に拡張。
- (6) デジタルパルスシェイピング
- ・Trapezoidal Filter  $0.05\mu s \sim 12\mu s$
  - ・Fine gain  $\times 0.333 \sim \times 1.0$
  - ・Baseline Restorer
  - ・Pile up Reject
  - ・LLD (Low Level Discriminator)
  - ・ULD (Upper Level Discriminator)
- (7) 外部端子
- ・MONI 内部フィルタ結果アナログ波形出力、preamp、fast、slow、CFD
  - ・CLK-I クロック信号入力、LVTTTL または TTL 25MHz ロジック信号
  - ・GATE 未使用
  - ・QSG (GATE) quick scan モード時タイミング信号入力。および、ゲート信号入力 (High 時有効) と共有。LVTTTL または TTL ロジック信号。
  - ・CLR クリア入力。立ち上がりエッジ検出時有効、LVTTTL または TTL ロジック信号
  - ・AUX ROI-SCA 出力、(オプション) FAST-SCA、LVTTTL ロジック信号
- (8) プリアンプ電源  $\pm 12V$ 、 $\pm 24V$  (NIM 規格準拠)
- (9) 通信インターフェース
- |        |                  |                   |
|--------|------------------|-------------------|
| TCP/IP | Gigabit Ethernet | 1000Base-T、データ転送用 |
| UDP    | コマンド送受信用         |                   |



- (10) 消費電流
- +6V 1.5A (最大)  
+12V 0.2A (最大)  
-12V 0.1A (最大)
- ※ プリアンプ電源の消費電流は含みません。  
※ 本体部の電力はデジタル回路用電源の選択により必要な電圧及び電流が変わります。
- (11) 形状
- ・NIM型 APN504X
  - ・ユニット型 APU504X
- (12) 外径寸法
- ・NIM型 34 (W) × 221 (H) × 249 (D) mm
  - ・ユニット型 210 (W) × 45 (H) × 275 (D) mm
- (13) 重量
- ・NIM型 約 900g
  - ・ユニット型 約 1800g
- (14) 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 HD (1366×768) 以上推奨

### 3. 外観

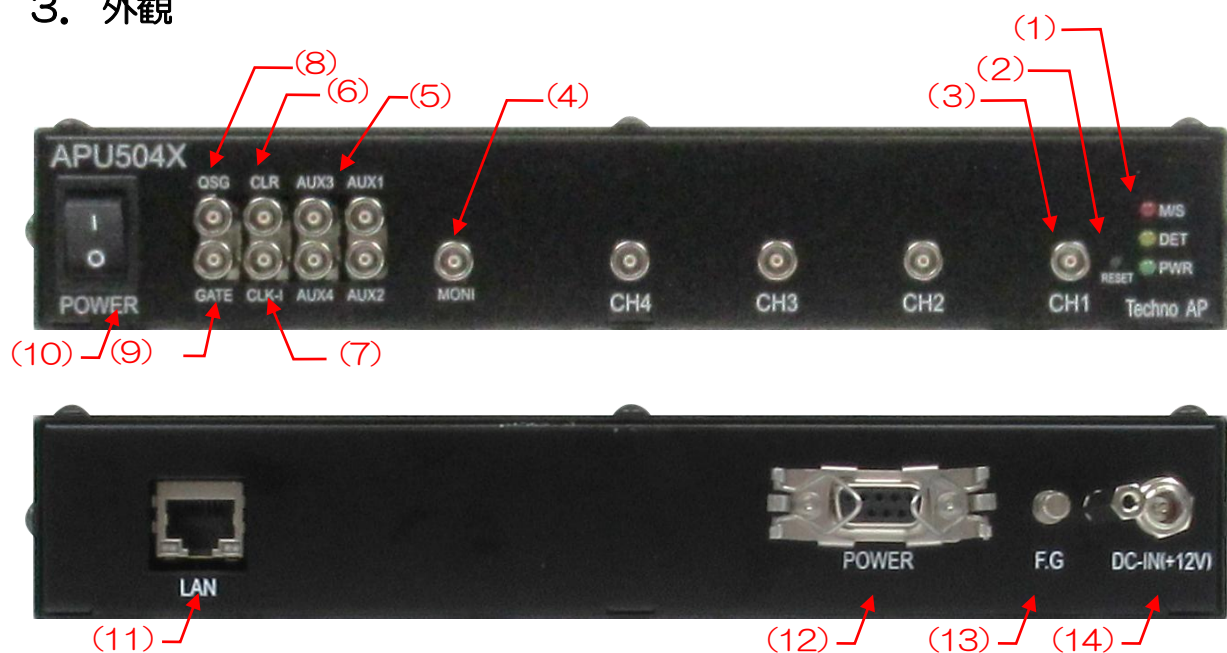


写真 1 APU504X (上：フロントパネル、下：リアパネル)

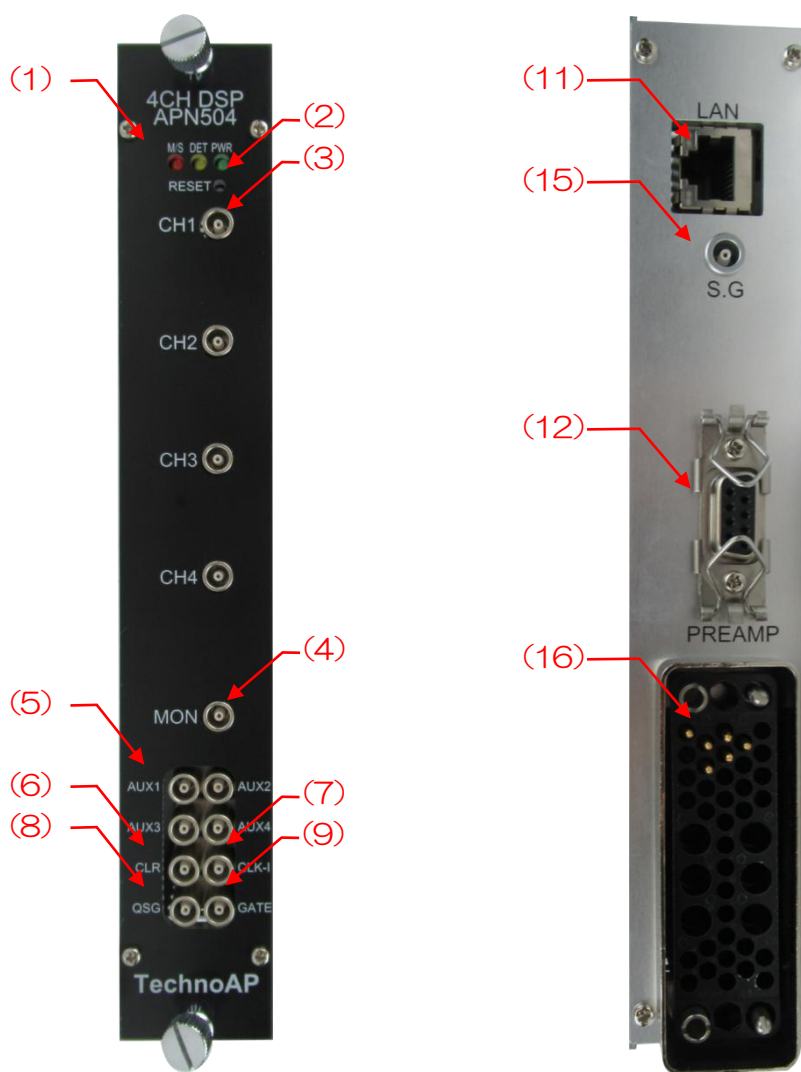


写真 2 APN504X (左：フロントパネル、右：リアパネル)

- |      |             |  |
|------|-------------|--|
| (1)  | LED         | MS (赤) 未使用。DET (橙) 計測中にアナログ信号パルスを検出した際に点灯します。PWR (緑) 電源ランプ。本機器に電源が投入される点灯します。  |
| (2)  | RESET       | リセットボタン。設定やデータの読み出しなどトラブルで通信ができなくなってしまう場合の、イーサネット接続復旧用ボタンです。ハードウェア的にイーサネットの再接続 (リンクアップ処理) が必要な場合に使用します。  |
| (3)  | CH1~CH4     | 信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。入力レンジは $\pm 1V$ 、コースゲインはアプリから $\times 1$ 、 $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$ (納品時仕様による) を選択、入力インピーダンスは $1k\Omega$ 。  |
| (4)  | MONI (MON)  | モニター出力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。CH1~4 の DSP 処理中の信号等を DAC 出力します。出力可能な電圧範囲は $\pm 1V$ ( $1M\Omega$ 終端時)。以下 MONI。  |
| (5)  | AUX1~4      | ROI-SCA 出力機能用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。   |
| (6)  | CLR         | アブソリュートカウンタクリア信号入力用 LEMO コネクタ。LVTTTL ロジック信号。20ns 以上の High レベル信号を入力するとアブソリュートカウンタをクリアします。レベルセンス動作となります。この端子は内蔵 $10k\Omega$ の抵抗によりグラウンドに接続されています。(未使用)   |
| (7)  | CLK-I       | 外部クロック信号入力用 LEMO 社製 00.250 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できます。25MHz、Duty サイクル 50% の矩形 LVTTTL 信号を入力してから電源を投入します。   |
| (8)  | QSG         | Quick Scan 外部ゲート信号入力用、および外部ゲート信号入力用、LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。この端子は内蔵 $10k\Omega$ の抵抗により回路デジタル電源 3.3V に接続されています。詳細は後述の 5.4 config タブをご参照ください。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>● QSG 端子として動作させる場合<br/>ファンアウトモジュール等からの LVTTTL ゲート信号を入力します。最小周期は 10ms で、High レベルが 10ms 続き、その後 Low レベルが最短 <math>10\mu s</math> となり、これを 1 周期とします。quick scan モードでの動作中は、ネガティブエッジを検出し、ヒストグラムメモリの切り替えを行います。</li> <li>● GATE 端子として動作させる場合<br/>LVTTTL 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。</li> </ul> |
| (9)  | GATE        | 未使用。   |
| (10) | POWER       | ユニットへの電源供給用 ON/OFF スイッチです。   |
| (11) | LAN         | イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。ギガビットイーサネット。   |
| (12) | POWER       | プリアンプ電源供給用 Dsub コネクタ。NIM 規格準拠のピン割り付けにて $\pm 12V$ 、 $\pm 24V$ を供給可能です。  |
| (13) | F.G         | 筐体アース接続用端子。通常は未使用。ご使用の環境の電気配線によっては検出器筐体などと接続することでノイズ低減できる場合がございます。   |
| (14) | DC-IN(+12V) | ユニット本体への電源供給コネクタ。付属専用 AC アダプタ (抜止め金具付) をご使用ください。   |
| (15) | S.G         | 筐体アース接続用端子。通常は未使用。ご使用の環境の電気配線によっては検出器筐体などと接続することでノイズ低減できる場合がございます。   |
| (16) | NIM ピン電源    | NIM ピン電源と接続し本機器に電源供給。  |

## 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APP504X.exe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 - APP504X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APP504Xを選択して削除します。

※仕様によりアプリケーション名称が異なる場合がございます。

### 4. 2. 接続

本機器とPCをイーサネットケーブルで接続します。PCによってはクロスケーブルをご使用ください。ハブを使用する場合はスイッチングハブをご使用ください。

### 4. 3. 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。

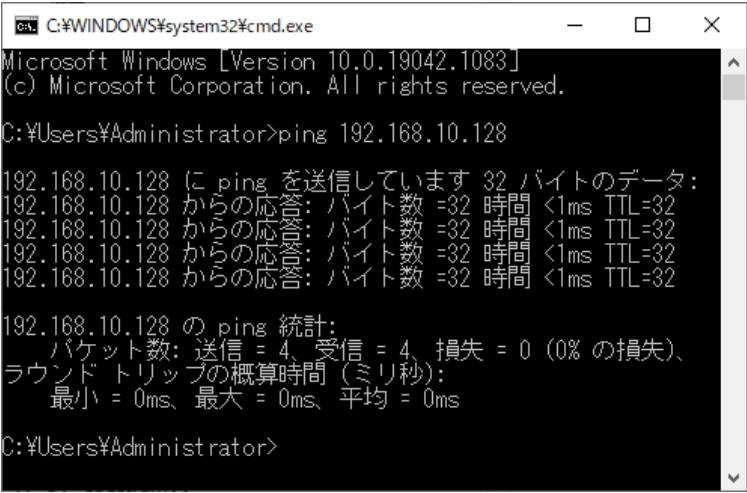
IP アドレス : 192.168.10.2 ※本機器割り当て以外のアドレス  
サブネットマスク : 255.255.255.0  
デフォルトゲートウェイ : 192.168.10.1

- (2) 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 アドレスは基板上またはユニットの背面にあります。工場出荷時の本機器のネットワーク情報は以下の通りです。

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

> 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 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32
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 1 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 APP504X または Windows ボタンから APP504X 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 APP504X を実行すると、以下の起動画面が表示されます。

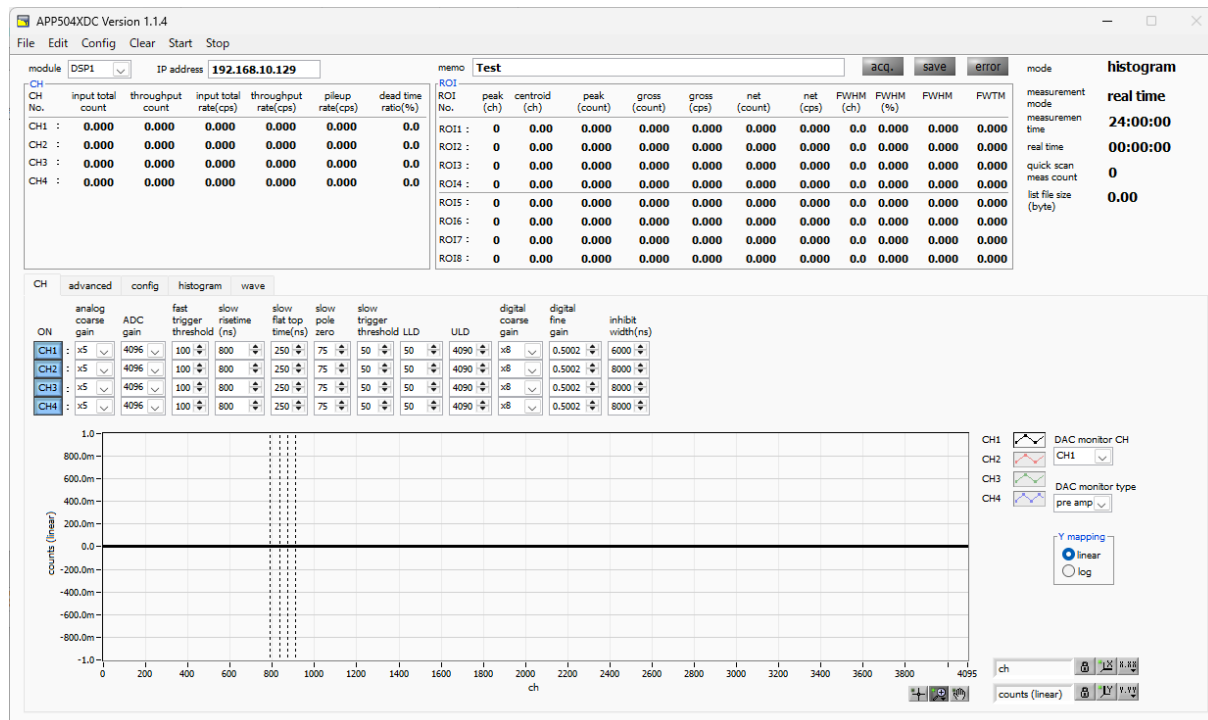


図 2 起動画面

#### ・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。

#### ・タブ

CH	各入力 CH に関する設定。
advanced	各入力 CH に関する高度設定。
config	入力 CH 以外の設定及び保存や計測に関する設定。
histogram	ヒストグラム表示、ROI (Region Of Interest) の設定。

• CH 部

CH 毎の状況を表示します。

input total count	入力のあったイベント数。
throughput count	入力に対し処理した数。
input total rate(cps)	1 秒間の入力のあったイベント数。
throughput rate(cps)	1 秒間の入力に対し処理した数。
pileup rate(cps)	1 秒間のパイルアップカウント数。
dead time ratio(%)	デッドタイムの割合。取り込み毎の瞬時値。

• 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)	$\text{gross(count)} \div \text{計測経過時間}$ 。
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)	$\text{net(count)} \div \text{計測経過時間}$ 。
FWHM(ch)	半値幅(ch)。
FWHM(%)	半値幅(%)。半値幅 $\div$ ROI 定義エネルギー $\times 100$ 。
FWHM	半値幅。
FWTM	1/10 幅。

module	計測対象とする機器を選択。
IP address	IP アドレス。構成ファイルにて定義し、module で選択した DSP 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	リストデータ保存中に点滅。
error LED	エラー発生時点灯。
mode	動作モード。histogram または list または quick scan を表示。
measurement mode	計測モード。real time を表示。
measurement time	設定した計測時間。
real time	有効先頭 CH のリアルタイム（実計測時間）。計測終了時 measurement time と等しくなります。
quick scan meas count	quick scan モード時のデータ読み込み回数。
list file size(byte)	list モード時に保存中ファイルのサイズ (byte) を表示します。

## 5. 2. CHタブ

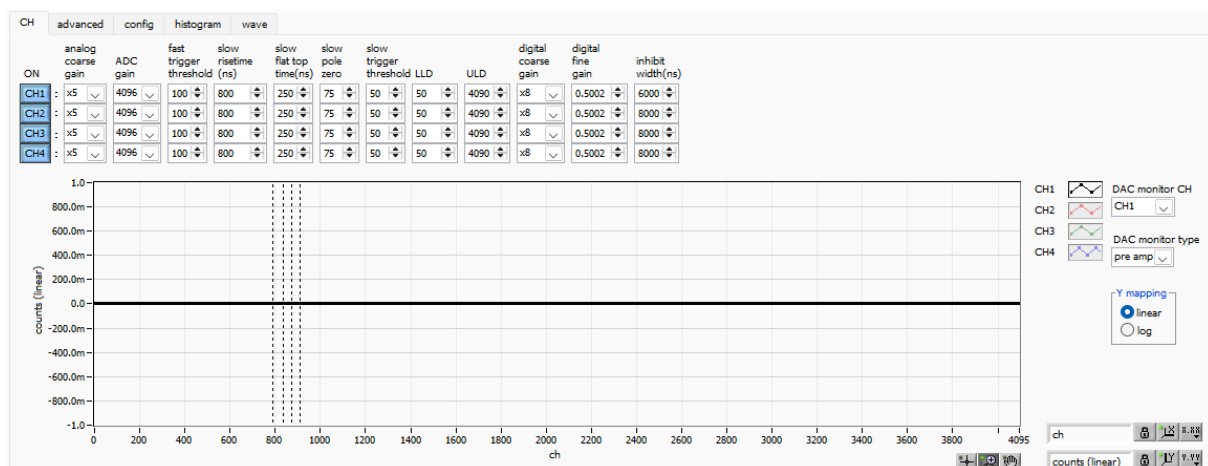


図 3 CHタブ

- ON CH 使用可否。
- analog coarse gain アナログ粗ゲイン。1 倍、2 倍、5 倍、10 倍から選択します。※納品時の仕様により異なります。取り込んだプリアンプ出力信号を内部で増幅します。
- ADC gain ADC のゲイン（チャンネル）。4096（デフォルト）、2048、1024、512、256 チャンネルから選択します。histogram グラフの横軸の分割数になります
- fast trigger threshold FAST 系フィルタを使用した波形取得開始のタイミングの閾値。単位は digit。設定範囲は 0 から 2047 です。取り込んだプリアンプ出力信号を元に、タイミングフィルタアンプ回路の微分処理と積分処理をした FAST 系フィルタ波形を生成します。その波形にて、この閾値以上になった場合に、その時点での時間情報取得タイミングやスペクトロスコープアンプ回路での波形生成開始のタイミングを取得します。主に時間取得（タイムスタンプ）に関係します。この閾値が小さ過ぎるとノイズを検知し易くなり input total rate(cps)が増えることになります。input total rate(cps)レートを見ながら、極端に数値が増えるノイズレベルの境目より数 digit 高めに設定します。デフォルト設定は 50digit です。
- slow risetime(ns) SLOW 系フィルタのライズタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底に到達するまでの立ち上がり時間です。短い値だとエネルギー分解能は悪いがスループットは多くなり、長い値だとエネルギー分解能は良いがスループットが少なくなるという傾向があります。リニアアンプのピーキングタイムは 2.0 ~ 2.4 × 時定数になっていることが多いので、リニアアンプの時定数の 2 倍程度のライズタイムで同じような分解能を示します。デフォルト設定は 800ns です。これはリニアアンプのシェイピングタイム 0.5 μs に相当します。



slow flat top time(ns) SLOW 系フィルタのフラットトップタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底部分の時間です。プリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）のバラツキによる波高値の誤差を、台形の上底の長さで調整します。設定値はプリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）時間の0から100%で、最も遅い時間の2倍の時間を目安とします。デフォルト設定は 300ns です。この場合は立ち上がり（立ち下がり）の最も遅い時間を 150ns と想定しています。

※ DSP のスループットは以下の式のようにになります。

$$(\text{slow rise time} + \text{slow flattop time}) \times 1.25$$

slow pole zero SLOW 系ポールゼロキャンセル。SLOW 系フィルタの立ち下りアンダーシュートまたはオーバーシュートをこの値を適切に設定することで軽減することができます。デフォルト設定は 65 です。この値は検出器によって変わりますので、フロントパネル上 MONI 端子とオシロスコープを接続して、DAC モニタの種類で SLOW 系フィルタを選択して、SLOW 系フィルタの立ち下がり部分が平坦になるように調整します。

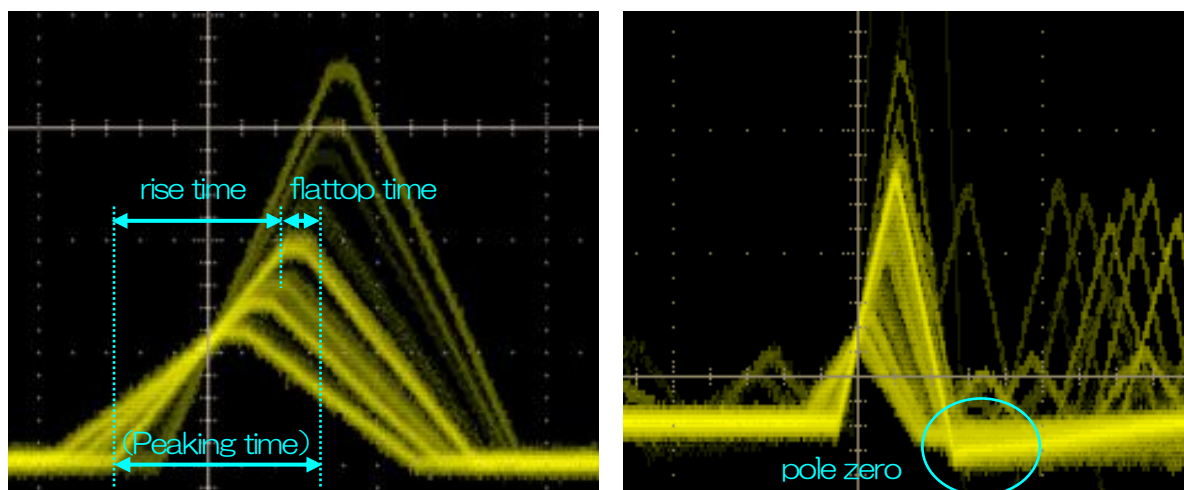


図 4 SLOW 系（台形）フィルタ

※ 右図は SLOW 系フィルタにアンダーシュートがあり pole zero があっていない例です。この場合、slow pole zero の値を現在の設定より下げることで、アンダーシュート部分が上側に持ち上がります。

slow trigger threshold Slow 系フィルタの波形取得開始のタイミングの閾値。単位は digit です。設定範囲は0から4095です。デフォルト設定は40digitです。この値を上下させ throughout rate(cps)の増えるところであるノイズレベルより 10digit 程度上に設定します。後述の LLD 以下に設定します。生成された SLOW 系フィルタの波形において、この閾値以上になった時に、予め設定した時間（slow rise time + slow flattop time）における波高値を確保します。

LLD エネルギーLLD (Lower Level Discriminator)。単位は ch です。この閾値より下の ch はカウントしません。show trigger threshold 以上かつ ULD より小さい値に設定します。

ULD エネルギーULD (Upper Level Discriminator)。単位は ch です。この閾値より上の ch はカウントしません。LLD より大きく、ADC ゲインより小さい値に設定します。

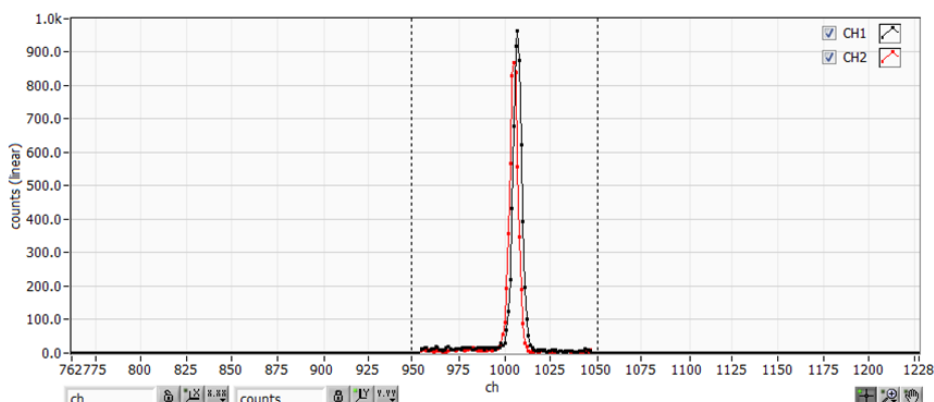


図 5 LLD と ULD の設定例

※ 上図は LLD を 955、ULD を 1045 に設定した例です。LLD より小さい部分と ULD より大きい部分が計測されないことが分かります。

digital coarse gain デジタル的にゲインを 1 倍、2 倍、4 倍、8 倍、16 倍、32 倍、64 倍、128 倍から選択します。台形フィルタの場合、積分回路は積和演算によって計算されます。slow rise time を大きく設定するほど積和演算の回数が増え数値が大きくなり、小さく設定するほど数値が小さくなります。この値がそのまま SLOW フィルタの値になるため補正をする必要があります。slow rise time の設定と合わせて使用します。

digital fine gain デジタル的にファインゲインを設定します。設定範囲は 0.3333 倍から 1 倍です。digital coarse gain 同様に補正に使用します。digital coarse gain と digital fine gain の設定により SLOW 系フィルタの波高値が変わるので、結果 histogram のピーク位置調整に使用できます。

inhibit width (ns) トランジスタリセット型プリアンプ用のリセット検出時からの不感時間幅。検出器からの inhibit 信号を入力せずに内部で処理し、この間の計数を行いません。設定範囲は 0 ~ 60000 ns (60  $\mu$ s)。デフォルトは 8000 nsec です。

DAC monitor CH DAC 出力を行う CH 番号選択します。選択した CH の DAC monitor type で選択した波形が MONI 端子から出力されます。

DAC monitor type DAC 出力の波形選択。DSP 内部で処理された波形のうち、選択した種類の波形信号を MONI 端子からアナログ出力します。この信号をオシロスコープで見ることにより、DSP 内部での処理状態を確認できます。

pre amp プリアンプ信号を微分した信号。内部に取り込んだ時点で、計測対象エネルギーレンジが 1V 以内におさまっているかの確認、ポールゼロ調整に使用します。

fast FAST 系フィルタ信号

	slow	SLOW 系フィルタ信号。波形整形処理後のポールゼロ調整に使用します。
	CFD	CFDの信号。CFDタイミングを使用時にCFD delayやfunctionの設定状態が確認できます
グラフ		CH1 から最大 CH4 のエネルギースペクトル（ヒストグラム）を表示します。横軸がエネルギー、縦軸がカウントです。グラフの設定は histogram タブ内の設定が反映されます。

## 5. 3. advancedタブ

The screenshot shows the 'advanced' tab of a configuration window. It contains several sections:

- config**: A checkbox that is checked.
- fast diff**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 20.
- fast integral**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 20.
- fast pole zero**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 0.
- pile up rejector**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to OFF.
- polarity**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to neg.
- timing select**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to CFD.
- CFD function**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 0.25.
- CFD delay(ns)**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 20.
- baseline select**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to Auto.
- bit range**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to SDD.
- coupling**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to Tr.
- analog fine gain**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 180.
- analog pole zero**: Four dropdown menus for CH1, CH2, CH3, and CH4, all set to 0.
- tr rst diff num (digit)**: A dropdown menu set to -230.
- measurement mode**: A dropdown menu set to real time.
- clock**: A dropdown menu set to internal.
- number of CH**: A text input field set to 4.
- wait for list**: A dropdown menu set to 5.
- list read size(byte)**: A dropdown menu set to 10000.
- AUX select**: A section with four dropdown menus for AUX1, AUX2, AUX3, and AUX4, all set to ROI1-SCA.

図 6 advanced タブ

config	メニューConfigを実行した際、advancedタブ内の設定送信の可否。起動時1回は設定します。2回目以降はOFFにすることで設定回数を軽減することが可能です。
fast diff	FAST系微分回路の定数。設定はext（除外）、20、50、100、200。
fast integral	FAST系積分回路の定数。設定はext（除外）、20、50、100、200。
fast pole zero	FAST系ポールゼロキャンセルを設定します。デフォルト設定は0で自動設定です。
pileup rejector	パイルアップリジェットの使用可否を設定します。波形整形された信号の立ち上がり時間以下で生じた2つのパルスは、波形が重なり実際のピーク値とは異なる値になります。高計数下においては大きなバックグラウンドノイズになります。デジタル信号処理によりこのイベントを除外するパイルアップリジェットを行います。対象となる時間は（risetime + flattoptime）× 1.25でこの間に2つイベントがあった場合、リジェクトされます。パイルアップリジェットの回数が多いほど、input countが複数あるのに対し、throughput countが0になるため、その差は大きくなります。
polarity	ブリアンプ信号の極性を選択します。posは正極性、negは負極性です。
timing select	タイムスタンプを決定するタイミングを選択。 LETリーディングエッジ（Leading Edge Timing） CFDコンスタントフラクションタイミング（Constant Fraction Discriminator Timing）
CFD function	CFD算出用に元波形を縮小するための倍率。0.125、0.25、0.375、0.5、0.625、0.75、0.875から選択。
CFD delay	CFD遅延時間を10、20、30、40、50、60、70、80nsから選択。

baseline select	ベースライン処理設定。 Auto 自動（デフォルト）。 High 高計数時ベースライン安定化用自動設定。
bit range	使用する検出器に応じて SDD, Ge から選択します。
analog fine gain	アナログのファインゲイン調整。設定範囲は 0 (×0.10) から 255 (×1.50) です。
coupling	アナログのカップリングを選択します。（オプション） DC 微分回路を通しません。DC 選択時は、後述の表 1 に従い、 analog course gain は x1 を選択してください。 Tr トランジスタリセット型プリアンプ用スタンダード。

coupling と、analog course gain の設定の組み合わせについては、下表を参照ください。

表 1 組み合わせ

coupling	analog course gain	特徴
DC (オプション)	x1	高計数の計測向き
Tr	適宜	分解能重視の計測向き

type of AUX signal	ROI-SCA を選択した場合、後述の histogram タブ内で CH 番号と ROI 範囲を設定します。 (オプション) FAST-SCA 機能にて AUX1 から AUX4 端子から、SCA (Single Ch Analyzer、ROI 間のエネルギーを検知した場合) または fast タイミングの LVTTTL 信号するための選択をします。
measurement mode	計測モードを選択。 real time 予め設定した時間データを計測します。 live time 有効計測時間（リアルタイムとデッドタイムの差）が予め設定した時間になるまで計測します。
clock	クロックソースを選択。 internal 内部クロックを使用。 external 外部クロックを使用。複数台で同期を取る場合に使用。 ※注意※ external を使用する場合、予め CLK 端子に LVTTTL レベル 25MHz の安定したクロック信号を供給しておく必要があります。
number of CH	予め定義されている最大 CH 数を表示します。
wait for list	リストモード時の転送レート調整値 (default : 5)
list read size(byte)	単位読出し数を設定します。

## 5. 4. config タブ

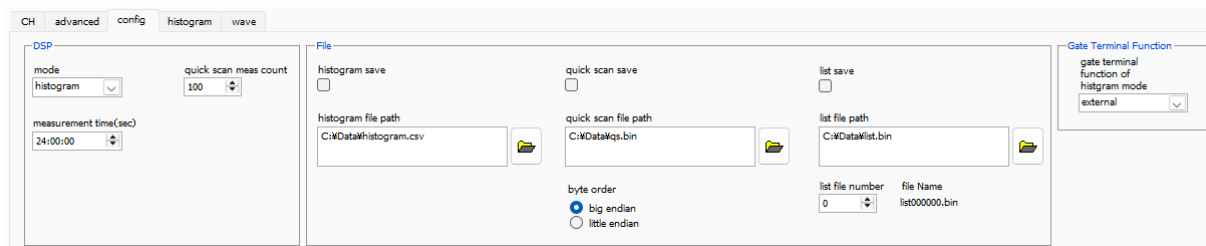


図 7 config タブ

### • DSP 部

mode

動作モードです。以下から選択します。

**histogram** ヒストグラムモード。プリアンプ出力信号の波高値（SLOW 系フィルタの波高値）を最大 4096 の ch に格納し、横軸エネルギー、縦軸カウントのヒストグラムを取得します。

**list** リストモード。プリアンプ出力信号のタイムスタンプと波高値と CH 番号を 1 つのイベントデータとして、連続的に PC ヘデータを転送します。

**quick scan** クイックスキャンモード。QSG（Quick Scan Gate）端子へ LVTTTL の立ち上がりエッジを受信する毎にヒストグラムを取得するモードです。最小時間間隔は 10ms です。プリアンプ出力信号の波高値を 4096ch に格納し、ヒストグラムを作成します。

**wave** プリアンプ出力信号を元に内部処理した preamp、fast、slow、CFD の波形を取得します。

measurement time

計測時間。設定範囲は 00:00:00 から 781:00:00 です。

quick scan meas count

quick scan モードでの計測回数数の設定で、外部 QSG タイミング信号の入力回数上限です。設定範囲は 0 から 65535 です。

### • File 部

histogram save

計測終了時に histogram 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。histogram 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して以下のフォーマットになります。

例：histogram file path に C : ¥Data¥histogram.csv、日時が 2010/09/01 12 : 00 : 00 の場合は、C : ¥Data¥histogram\_20100901\_120000.csv というファイル名でデータ保存します。

quick scan save

quick scan モード時チェックを入れるとデータ保存を有効にします。チェックを入れない場合はデータが保存されません。

quick scan file path

quick scan データファイルの保存パスを絶対パスで設定します。

byte order

保存されるバイナリ形式ファイルのエンディアンを選択します。

**big endian** ビッグエンディアン。最上位バイトから保存します。

	little endian リトルエンディアン。最下位バイトから保存します。Windows PC の場合、HDD への書き込みが早く、プログラムでの読み込みが容易な場合があります。
list save	リストデータをファイルに保存するか否かを設定します。リストモード選択時のみ有効です。
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して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_0000000.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 9999999 まで。9999999 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 を元に実際に保存される時にファイル名を表示します。
• Gate Terminal Function 部	
Gate Terminal Function	フロントパネル QSG 端子の機能切替になります。機能は前述の 3.外観を
Of histogram mode	ご参照ください。
internal enable	Quick Scan 用外部 GATE 信号入力機能。
internal disenable	入力を無効化します
external	外部 GATE 信号入力機能。

## 5. 5. histogram タブ

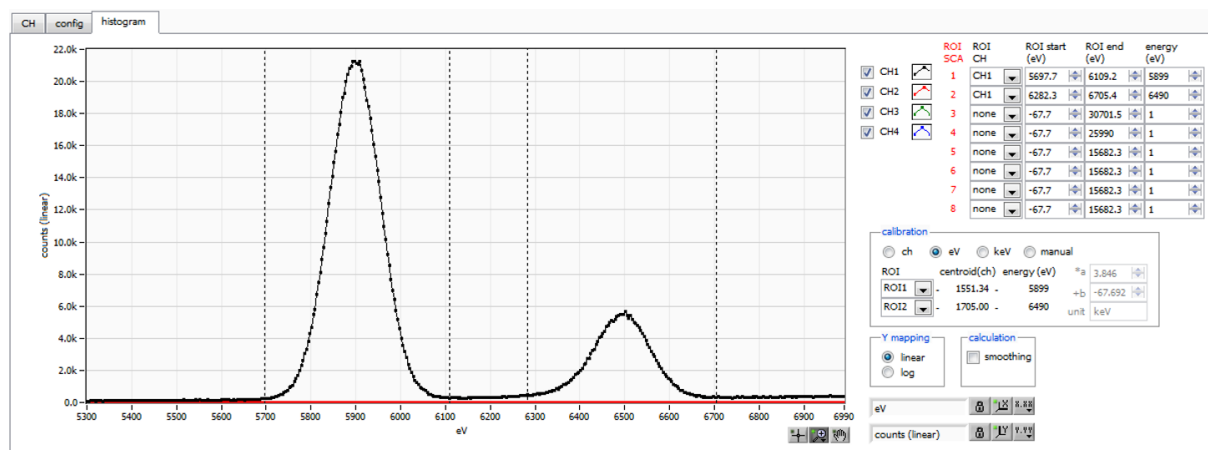


図 8 histogram タブ

グラフ	ヒストグラムグラフ。config タブ内 mode にて histogram を選択した場合、計測中にエネルギーヒストグラムを表示します。
凡例チェックボックス	グラフに CH 毎のヒストグラムを表示するか否かの選択をします。
ROI CH	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 8 つの ROI を設定可です。
ROI start	ROI の開始位置。単位は後述 calibration で選択した単位です。
ROI end	ROI の終了位置。単位は後述 calibration で選択した単位です。
ROI-SCA	ROI 間にて信号を検出した場合、DSP フロントパネル上の AUX1 から AUX4 の各端子から 1 $\mu$ sec の LVTTTL ロジック信号を出力します。ROI1 は AUX1 端子に、ROI4 は AUX4 に対応します。 (オプション) FAST-SCA 機能を追加すると、AUX5 から AUX8 出力端子を増設して最大 8 つの ROI を使用でき、信号を検知した FAST タイミングで LVTTTL ロジック信号を出力することが可能です。
energy	ピーク位置(ch)のエネルギー値の定義。Mn-K $\alpha$ の場合 5899eV、Mn-K $\beta$ の場合 6490eV と設定します。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。
calibration	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 (チャンネル) 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：585.25chにMn-K $\alpha$ の5.899(keV)、642.14chにMn-K $\beta$ の6.490(keV)がある場合、2点校正よりaを10.144、bを-23.677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。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。

X axis calibration X 軸の単位を選択します。

Y axis calibration Y 軸の単位を選択します。

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、グラフ上のカーソルをマウスでドラッグして移動できます。



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。

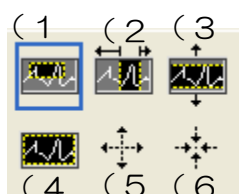


図 9 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

(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

(3) Y-ズーム Y 軸に沿ってグラフの領域にズームイン

(4) フィットズーム 全ての X 及び Y スケールをグラフ上で自動スケール

(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. waveタブ

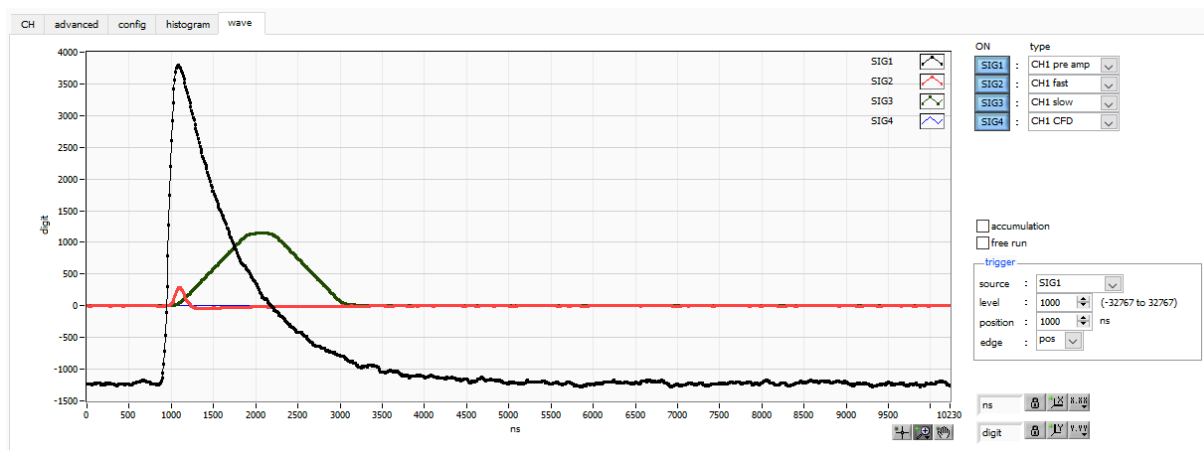


図 10 waveタブ

### グラフ

config タブ内 mode にて wave を選択した場合、計測中に信号処理した波形を表示します。

### ON

波形の表示可否を設定します。

### type

表示する波形の種類を選択します。

pre amp    プリアンプ信号

fast        FAST 系フィルタ信号

slow        SLOW 系フィルタ信号

CFD        CFD の信号

### accumulation

数回分の波形データの重ね合わせの有効・無効を選択します。

### free run

トリガーレベルとは関係無く波形を取得します。

### • trigger 部

#### source

トリガーソース。トリガーをかける波形番号を選択します。

#### level

トリガー波形取得用閾値。オシロスコープの立ち上りエッジトリガーと同じようなイメージです。この閾値を超えたところでトリガーがかかり、波形データが取得されます。0 を設定すると閾値設定の目安を決めるときなどに有用なフリーラン動作（閾値に関係なく約 1 秒周期で強制的にデータ取得）を行います。

#### position

トリガーした地点へのオフセット点数設定。トリガーがかかる以前の波形データが必要な場合などに設定します。

#### edge

トリガーの取得タイミングとして、立ち上がりエッジか立ち下がりエッジかを選択します。

neg        立ち下がりエッジ

pos        立ち上がりエッジ

## 5. 7. ROI-SCA 機能

設定したエネルギー範囲（ROI）内に取得した波高値がある場合、その取得タイミングで AUX1 から AUX4 端子からパルス幅 1  $\mu\text{sec}$  の TTL ロジック信号を出力することが可能です。

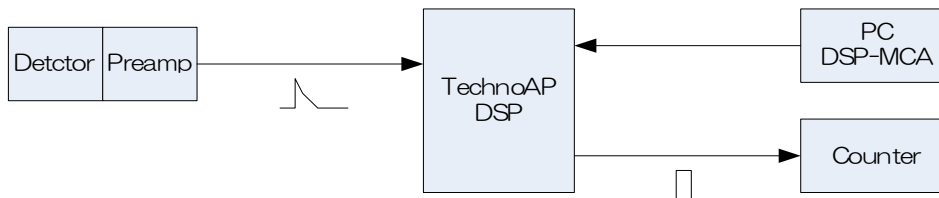


図 11 ROI-SCA 機能

histogram タブ内で ROI CH と ROI start と ROI end を設定します。下図、赤色（SCA）の ROI1 から ROI4 の数字は、本機器フロントパネル上の AUX1 から AUX4 の端子に対応しています。ROI CH には入力 CH を選択します。ROI start と ROI end は ROI の範囲を設定します。単位は ch です。設定後、メニュー Config をクリックすることで設定が本機器へ送信されます。

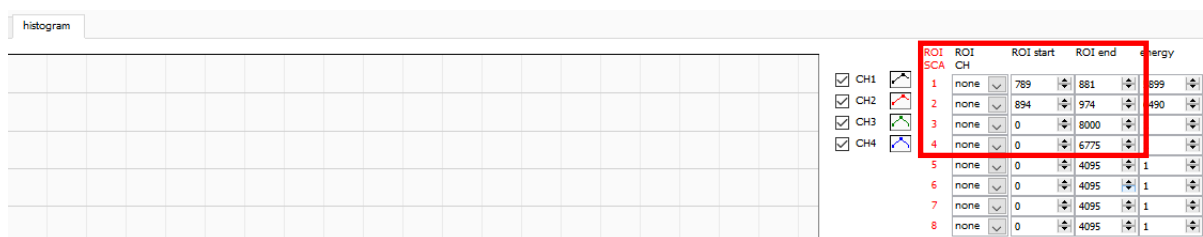


図 12 ROI の設定

出力したロジック信号は以下の通りです。

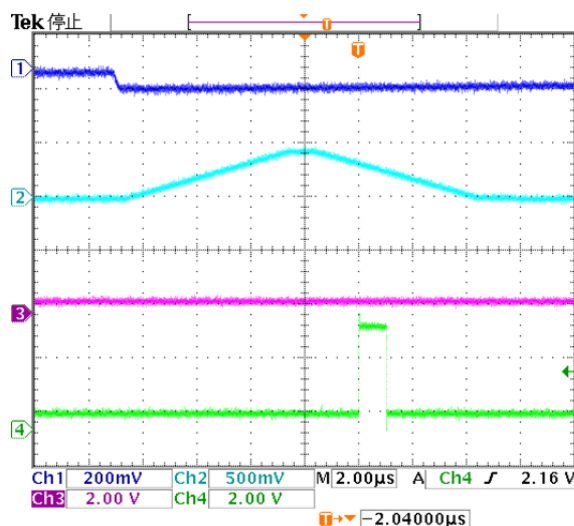


図 13 ROI-SCA 機能によるロジック信号出力

※オシロ CH1：プリアンプ出力信号、CH2：slow、CH4：AUX 端子出力信号

## 6. 初期設定

### 6. 1. 電源と接続

- (1) 全ての機器の電源をOFF にします。
- (2) フロントパネル上 LAN コネクタと PC を LAN ケーブルで接続します。
- (3) スイッチングハブを使用の場合はONにします。
- (4) 本機器の電源をONにします。
- (5) PCの電源をONにします。
- (6) フロントパネル上のCH1 端子とプリアンプ出力信号を接続します。
- (7) フロントパネル上のMONI 端子とオシロスコープを接続します。

### 6. 2. 設定実行

- (1) 本アプリを起動します。
- (2) CH タブ、config タブ、オプションがあれば option タブ等の設定をします。

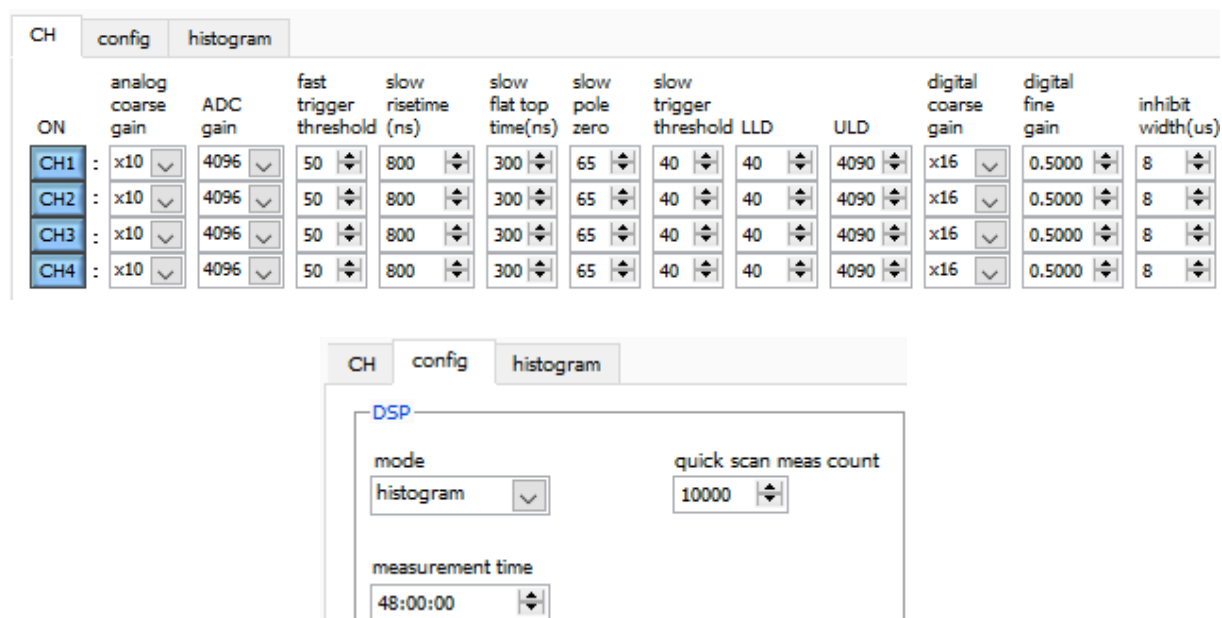


図 14 CH タブ及び config タブ設定例

- (3) メニューConfig をクリックし、全設定を行います。

### 6. 3. プリアンプ出力信号のアナログ入力レンジの確認

本装置に搭載されている ADC のアナログ入力レンジは、回路のグラウンドレベルを中心に 2Vpp となっております。このレンジが計測対象の X 線のエネルギー帯に対応する信号の波高値をカバーしているかをフロントパネルの MONI 端子出力によって確認します。

- (1) 本アプリにて、DAC monitor CH を CH1、DAC monitor を pre amp と設定します。
- (2) CH1 端子に Mn-K $\alpha$  (5.9keV) などエネルギーが既知の信号を入力します。
- (3) MONI 端子から出力されているアナログ信号をオシロスコープで確認し、パルスの波高値を計測します。
- (4) 入力信号の X 線エネルギー Ex、計測した信号の波高値 Vh (V) と本装置のエネルギーレンジ Emax には、次式が成り立ちます。

$$E_{\max} = E_x \times 2/V_h$$

例えば、Mn の蛍光 X 線の検出器信号を本装置へ入力し、K $\alpha$  線 (5.9keV) に対応するパルスの波高値が 200mV であった場合、最大エネルギーレンジは 59keV となります。

- (5) また、CH タブの analog coarse gain を切り替える事により Vh が変動するため、エネルギーレンジを変更する事ができます。

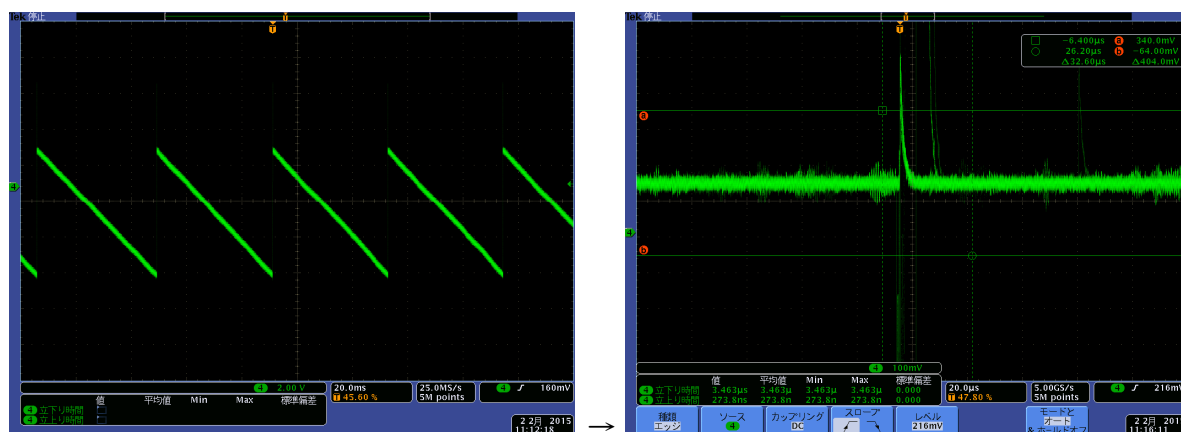


図 15 左側：トランジスタリセット型プリアンプ出力信号、右側：MONI 端子からの preamp 信号

## 6. 4. FAST 系フィルタ（時間取得用）フィルタの設定

本機器には、放射線検知時の時間情報を得るためのFAST 系フィルタと、エネルギー（波高）を取得するためのSLOW 系のフィルタがあります。まずFAST 系のフィルタ関連の設定をします。設定は、一般的なタイミングフィルタアンプと同じような特性があります。

下図の水色の波形は、FAST 系微分 fast diff を200ns、FAST 系積分 fast integral を200ns に設定した場合の波形です。

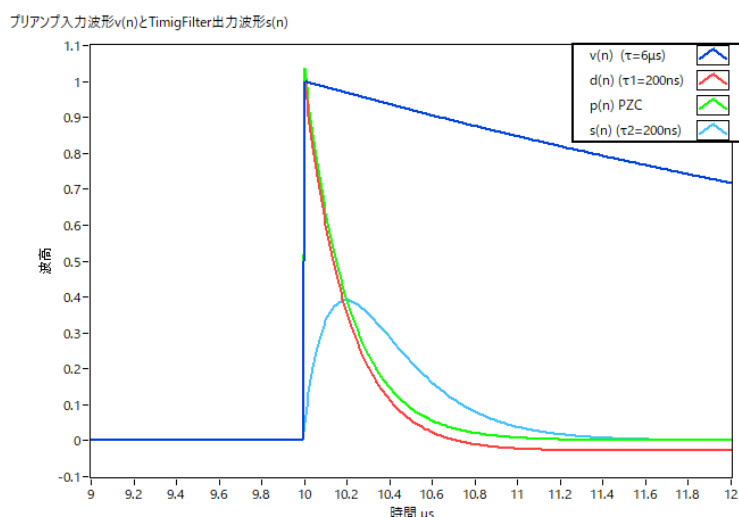
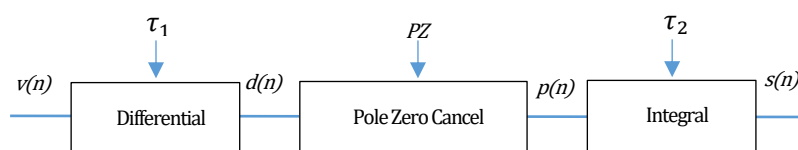


図 16 FAST 系フィルタ（水色）



$$d(n) = v(n) - v(n-1) + \tau_1 * d(n-1),$$

$$p(n) = v(n) * PZ + d(n),$$

$$s(n) = (1 - \tau_2) * p(n) + \tau_2 * s(n-1),$$

Where:

$\tau_1$  : differential time ,

$\tau_2$  : integral time

PZ : polezero

図 17 FAST 系フィルタブロック図及び数式

CH1 への入力例として、下記の設定を行います。

- (1) CH タブの DAC monitor CH を CH1、DAC monitor を fast と設定します。
- (2) 本機器の MONI 端子からの fast 系フィルタ信号をオシロスコープで確認します。
- (3) advanced タブ内 CH1 の fast diff と fast integral を 20 または 50 に設定してパルス状のフィルタ信号が出力されていることを確認します。

## 6. 5. SLOW 系フィルタの設定

プリアンプ出力信号に対しSLOW 系の台形整形を行ないます。台形フィルタ (Trapezoidal Filter) のアルゴリズムとして、パイプラインアーキテクチャで構成されたフィルタブロックは、台形フィルタに必要な遅延・加減算・積分といった値を、ADC の 100MHz のクロックに同期して演算します。

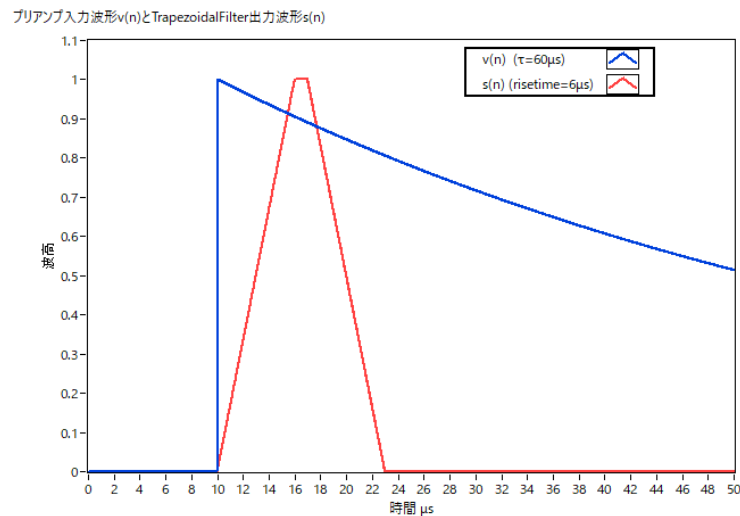
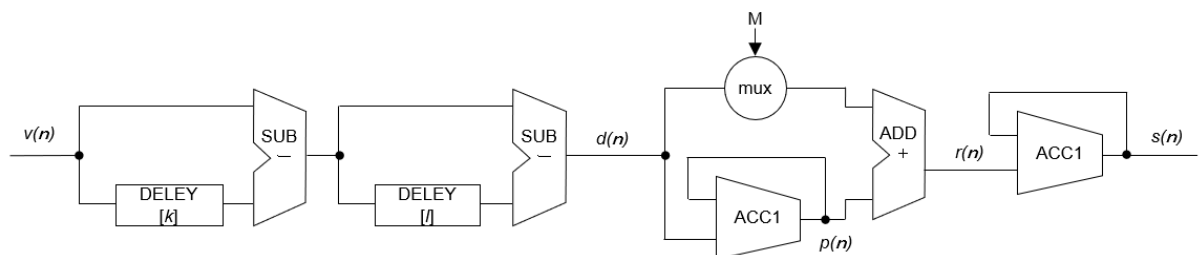


図 18 SLOW 系フィルタ (赤色)



$$d(n) = v(n) - v(n - k) - v(n - l) + v(n - k - l) ,$$

$$p(n) = p(n - 1) + d(n) ,$$

$$r(n) = p(n) + M * d(n) , \quad n \geq 0 ,$$

$$s(n) = s(n - 1) + r(n) , \quad n \geq 0 ,$$

Where:

$k$  : risetime ,

$l$  : risetime + flottoptime ,

$M$  : pole zero

References:

[1] V.T. Jordanov and G.F. Knoll, Nucl Instr. and Meth A353(1994)261-264

図 19 SLOW 系フィルタ (Trapezoidal Filter) ブロック図及び数式

下図に従来からあるアナログ Semi Gauss Filter のパルス応答の違いを示します。Semi Gauss Filter に比べ、DSP はピークまでの時間が約  $\frac{1}{2}$ 、パルス幅が約  $\frac{1}{3}$  と短いことがわかります。

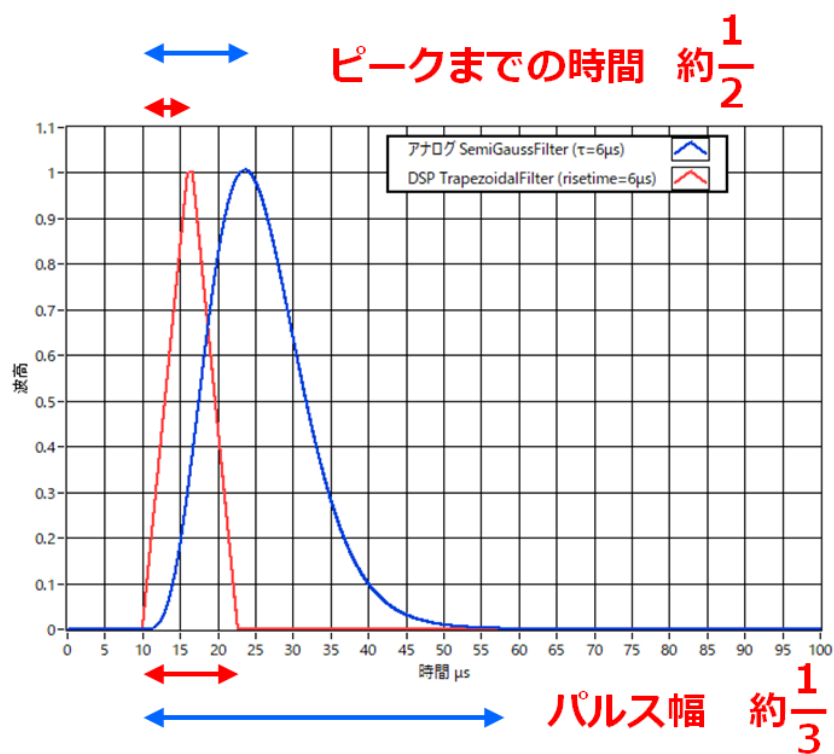


図 20 Trapezoidal Filter と Semi Gauss Filter の応答の違い



SLOW 系フィルタの設定を記載します。

- (1) MONI 端子をオシロスコープに接続し、DAC monitor CH を該当 CH に選択し、DAC monitor type を slow と設定します。オシロスコープにてその信号が見えるよう準備します。
- (2) リニアアンプのシェイピングタイムを  $0.5\mu\text{s}$  とした場合と同じ条件にするには、slow rise time を  $800\text{ns}$  と設定します。この値はエネルギー分解能に影響します。短く設定するとより高計数計測が可能となりますが、エネルギー分解能が落ちます。逆に設定が長過ぎると計数がかせげないことがあります。デフォルト設定は  $800\text{ns}$  です。
- (3) slow flattop time を設定します。デフォルト設定は  $300\text{ns}$  です。± $100\text{ns}$  刻みでエネルギー分解能（半値幅）を確認しながら調整します。
- (4) slow pole zero を設定します。この設定にて SLOW 系フィルタの立ち下がり部分のオーバーシュートやアンダーシュートを軽減することが可能です。デフォルト設定は 75 です。検出器によって異なりますのでオシロスコープにて最適な値に設定します。

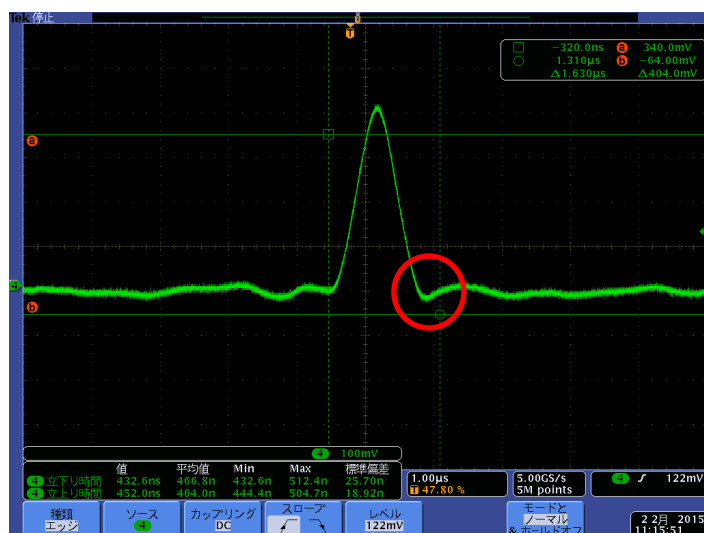


図 21 slow pole zero 調整後

## 6. 6. SLOW 系スレッシュホールドの設定

まずある程度大きい値（100 程度）を入力して throughput rate(cps) を観測します。slow trigger threshold を徐々に小さくし throughput rate(cps) が大きくなる値を見つけます。その値が信号とノイズの境界なので、その値より +3~+10 程度に設定します。デフォルト設定は 40 です。

## 7. 計測

### 7. 1. 設定

- (1) 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、DSP 内ヒストグラムデータが初期化されます。
- (2) 前回の計測したヒストグラムや計測結果を初期化する場合にメニューClear をクリックします。初期化せずにヒストグラムデータを継続する場合は、メニューClear をクリックせずに次の計測を開始します。

### 7. 2. 計測開始

メニューStart をクリックします。計測が開始され、下記が実行されます。

- 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。
- measurement time に計測設定時間が表示されます。
- real time に本機器から取得した経過時間が表示されます。
- live time に本機器から取得したライブタイムが表示されます。
- dead time に本機器から取得したデッドタイムが表示されます。
- dead time ratio に dead time / real time の割合(%)が表示されます。

### 7. 3. ヒストグラムモード

config タブ内 mode で histogram を選択して計測を開始した場合、下記が実行されます。

- mode に histogram と表示されます。
- ROI 部に ROI1 から ROI8 毎の計算結果が表示されます。
- CH タブと histogram タブにヒストグラムが表示されます。

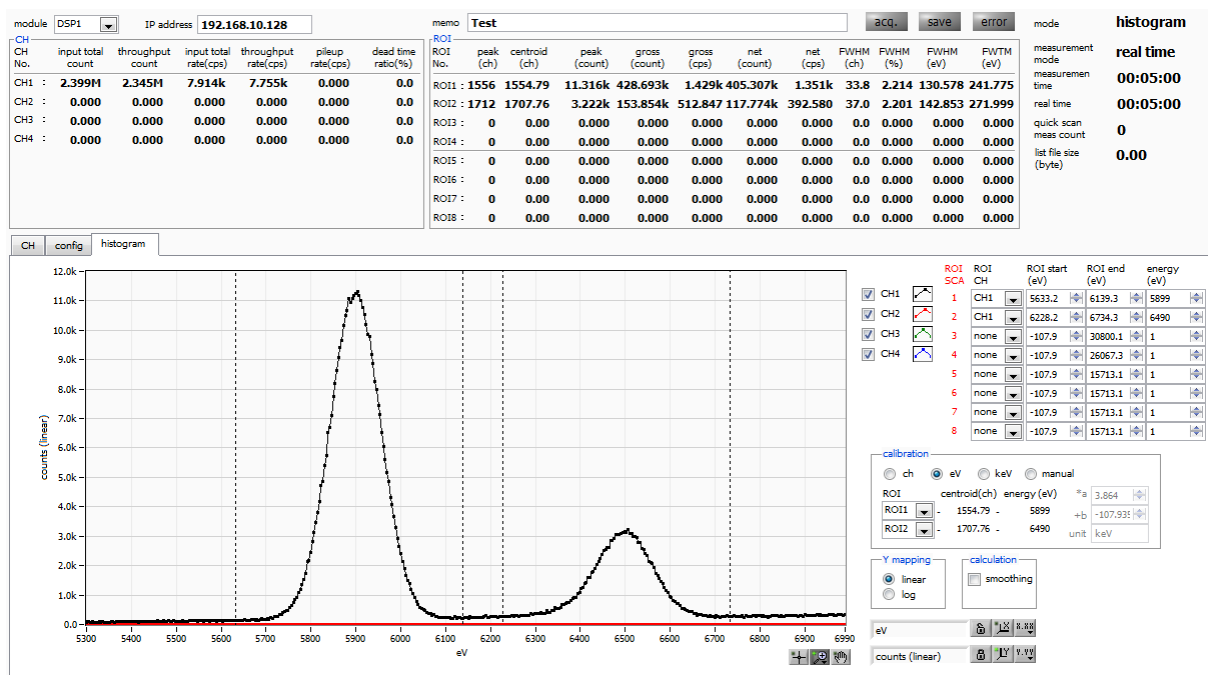


図 22 histogram モード計測

## 7. 4. リストモード

config タブ内 mode で list を選択して計測を開始した場合、下記が実行されます。

- mode に list と表示されます。
- save LED が点滅し、file size (Byte) に現在保存中のファイルサイズが表示されます。
- list file size(byte) に本機器からのリストデータを受信してファイルに保存した容量が表示されます。

## 7. 5. クイックスキャンモード

- mode に quick scan と表示されます。
- 計測開始前は QSG 端子への信号が OV (LOW レベル) である必要があります。
- 計測開始前に config タブの Gate Terminal Function が、internal enable であることを確認します。
- メニュー Start をクリックし、acq. LED が点滅した状態になるとデータファイルを生成し、QSG 端子への LVTTTL の信号待ちとなります。
- QSG 端子への LVTTTL の立ち上がりエッジを検出してから High 状態の間 CH1 から CH4 のスペクトルデータ生成し、立ち下りエッジ検出後にデータを PC へ転送して、PC では読み出したデータをファイルへ保存します。立ち下りエッジを検出する回数は、予め設定した quick scan meas. count の回数分となります。QSG 端子への信号のパルス幅は、例えば 10ms 設定では、High 状態が 10ms 続き、その後 Low 状態が最短 10  $\mu$ s としたものを 1 回 (周期) とします。

## 7. 6. 計測停止

- 計測中に停止する場合は、メニュー Stop をクリックします。実行後計測を停止します
- measurement mode が real time が measurement time に到達すると計測は終了します。
- 計測中に停止する場合は、メニュー Stop をクリックします。実行後計測を停止します。
- save LED が消灯します。
- real time の更新が停止します。
- list file size (Byte) の更新が停止します。
- quick Scan モードでは、QSG 端子に入力された外部入力トリガーのネガティブエッジの数が予め設定した quick scan meas count に到達すると計測が停止します。

## 8. 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。

## 9. ファイル

### 9. 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 部と Calculation 部と Status 部と Data 部からなります

[Header]

Measurement mode	Real time
Measurement time	計測時間。単位は秒
Real time	リアルタイム
Live time	ライブタイム
Dead time	デッドタイム
Start Time	計測開始時刻
End Time	計測終了時刻

※以下 CH 毎に保存。設定項目にない設定も含まれます。

ACG	コースゲイン
ADG	ADC ゲイン
FFR	FAST 系ライズタイム
FFP	FAST 系フラットトップタイム
SFR	SLOW 系ライズタイム
SFP	SLOW 系フラットトップタイム
FPZ	FAST 系ポールゼロキャンセル
SPZ	SLOW 系ポールゼロキャンセル
THR	FAST 系スレッシュホールド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
OFF	オフセット
PUR	パイルアップリジェクト
POL	極性
DCG	デジタルコースゲイン
TMS	タイミング選択
CFF	CFD ファンクション
CFD	CFD ディレイ
IHW	インヒビット幅

※CH 毎はここまで

MOD	動作モード
-----	-------

MMD	計測モード
MTM	計測時間
CLS	クロック選択
SCK	WAVE サンプリングクロック

#### [Calculation]

※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)
peak(ch)	ROI 間のピーク位置(ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
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
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅(ch)
FWHM	ROI 間の半値幅
Energy	ROI 間のピークのエネルギー値

#### [Status]

※以下 CH 毎に保存

input total count	トータルカウント
throughput count	スループットカウント
input total rate	トータルカウントレート
throughput rate	スループットカウントレート
dead time ratio	デッドタイム割合

#### [Data]

各チャンネルのヒストグラムデータ。最大 4096 点。

## 9. 2. 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

config 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続けます。

### (3) 構成

1 イベントあたり 80bit（10Byte、5WORD）

Bit79		64	
real time[47..32]			
63		48	
real time[31..16]			
47		36	35
real time[15..4]		real time 固定小数[3..0]	
31 29	28		16
空き[2..0]	PHA[12..0]		
15		6	5
空き[9..0]		2	
		UNIT[3..0]	
		1 0	
		CH[2..0]	

図 23 list データフォーマット

- Bit79 から Bit36 real time。44Bit。1Bit あたり 10ns  
最大計測時間は約 48 時間（48 時間  $\div 2^{44} \times 10\text{ns}$ ）
- Bit35 から Bit32 real time 固定小数。4Bit。1Bit あたり 0.625ns
- Bit31 から Bit29 空き。3Bit
- Bit28 から Bit16 PHA（波高値）。13Bit。0 から 4095 を使用。
- Bit15 から Bit6 空き。10Bit
- Bit5 から Bit2 ユニット番号。4Bit。ユニット 1 は 0、ユニット 16 は 15
- Bit1 から Bit0 CH 番号。2Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。

### 9. 3. クイックスキャンデータファイル

#### ※注意※

後述は本アプリでクイックスキャンデータを保存した場合のファイル形式です。本アプリを使用せず、コマンドにて本機器からクイックスキャンデータを読み出した場合のデータ形式とは異なります。コマンドの詳細は、別冊「コマンドマニュアル」を参照します。

- (1) ファイル形式  
バイナリ形式、ビッグエンディアンまたはリトルエンディアン。計測前の設定により選択が可能です。設定ファイル config.ini 内 Config セクションの ByteOrder において、0 のときはビッグエンディアン、1 の時はリトルエンディアンです。
- (2) ファイル名  
config タブ内 quick scan file path に設定したファイルパスになります。
- (3) 構成



図 24 クイックスキャンデータファイル構造

#### ① ヘッダー部

データファイルの先頭固定 20 バイト。

- ・ RUN Number 実行番号。0 から 65535。2 バイト。
- ・ 計測回数 N 計測回数。1 から 65535。2 バイト。
- ・ チャンネル数 チャンネル（ビン）数。固定 4096。2 バイト。
- ・ 予備 14 バイト。

#### ② データ部

- ・ スペクトル 1 チャンネル（ビン）あたり 2 バイト。
- ・ データサイズは計測回数とチャンネル数により可変。

例：計測回数が最大 8000 回の場合、

$$262,144,020 \text{ バイト} = 20 \text{ バイト} + 4096 \text{ チャンネル} \times 2 \text{ バイト} \times 4 \text{ CH} \times 8000 \text{ 回}$$

## (4) 構成（オプション）カウント上限拡張



図 25 (オプション) カウント上限拡張 クイックスキャンデータファイル構造

## ③ ヘッダー部

データファイルの先頭固定 20 バイト。

- RUN Number 実行番号。0 から 65535。2 バイト。
- 計測回数 N 計測回数。1 から 65535。2 バイト。
- チャンネル数 チャンネル（ビン）数。4096、2048、1024、512、256。2 バイト。
- 予備 14 バイト。

## ④ データ部

- Input QSG 端子 High の間の入力カウント数。1 チャンネル当たり 4 バイト。
- スペクトル 1 チャンネル（ビン）当たり 4 バイト。
- データサイズは計測回数とチャンネル数により可変。

例：計測回数が最大 8000 回、チャンネル数が 4096 の場合、

524,416,020 バイト = 20 バイト + ( (4 バイト × 4CH) + (4096 チャンネル × 4 バイト × 4CH) ) × 8000 回



## 10. 機能

### 10. 1. FWHM（半値幅）の算出方法

status タブ内にある FWHM（Full Width at Half Maximum）は、以下の通りに算出されています。

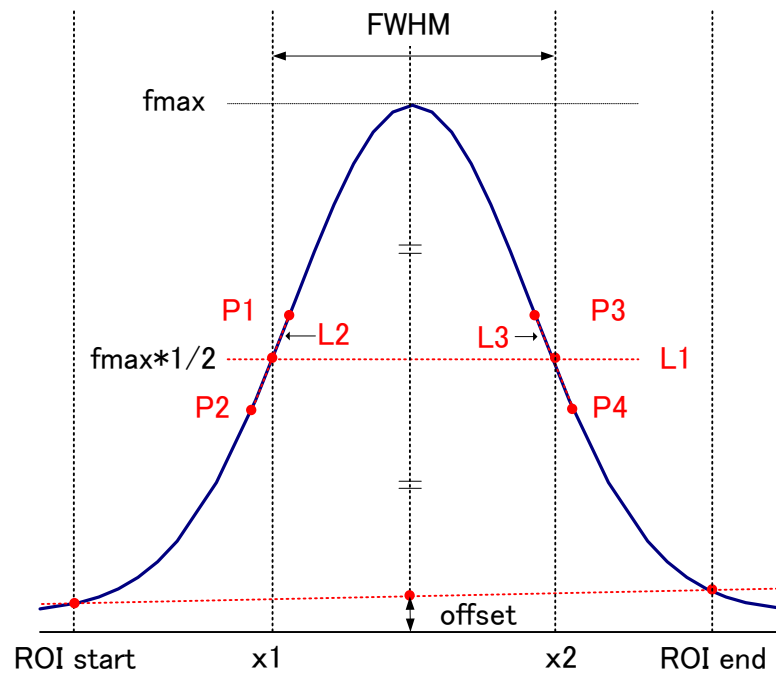


図 26 FWHM 算出

- (1) ヒストグラムにおける ROI start と ROI end 間の最大値  $f_{max}$  を検出します。
- (2) ヒストグラムと ROI start の交点と、ヒストグラムと ROI end の交点を直線で結びます。その直線とピーク値  $f_{max}$  から横軸へ垂直におろした線との交点を求めバックグラウンドオフセット (offset) を算出します。
- (3)  $f_{max}$  から offset を差し引いた部分の  $1/2$  を算出し、横軸と平行した直線  $L1$  を引きます。
- (4) ヒストグラムと  $L1$  が交差する 2 点を求めるため、交差する前後点 P1 と P2、及び P3 と P4 を検出します。
- (5) P1 と P2 を結ぶ直線  $L2$  と、同じく P3 と P4 を結ぶ直線  $L3$  を引きます。
- (6)  $L1$  と  $L2$  の交点の X 座標  $x1$  と、同じく  $L1$  と  $L3$  の交点の X 座標  $x2$  を求めます。
- (7)  $x2$  と  $x1$  の差を FWHM とします。

## 11. トラブルシューティング

### 11. 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]

PCConfigPort = 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ウォールソフトを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。

### 11. 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ない場合があります。弊社までお問い合わせください。

### 11. 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) histogram タブ内 plot ON にて CH1 を ON に設定します。
- (2) input total rate(cps)と throughput rate(cps)がカウントしているか確認します。
- (3) DAC monitor CH を CH1 に、DAC monitor type を pre amp にして、preamp の波高が小さすぎたり大きすぎたりせず、1V (1M $\Omega$  終端時)以内位出ているかを確認します。
- (4) DAC monitor type を fast にしてFAST 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (5) DAC monitor type を slow にしてSLOW 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (6) fast trigger threshold や slow trigger threshold の値が小さすぎたり大きすぎたりせず、input total rate(cps)と throughput 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き、2 つの rate が近いカウントになるように調整します。
- (7) 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。

### 11. 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 : <https://www.techno-ap.com> e-mail : [info@techno-ap.com](mailto:info@techno-ap.com)