

デジタルパルスプロセッサ

APU201-M

取扱説明書

第 1.0.1 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.	高圧電源極性の確認.....	11
4. 3.	ケーブル接続.....	11
4. 4.	接続.....	11
4. 5.	ネットワークのセットアップ.....	12
5.	アプリケーション画面.....	13
5. 1.	起動画面.....	13
5. 2.	Device タブ.....	16
5. 2. 1.	(オプション) PSA 部.....	22
5. 2. 2.	(オプション) LIST-WAVE 部.....	24
5. 2. 3.	(オプション) pile up reject 部.....	25
5. 3.	meas タブ.....	26
5. 4.	file タブ.....	28
5. 5.	calibration タブ.....	30
5. 6.	HV タブ.....	32
5. 7.	wave タブ.....	34
6.	初期設定.....	37
6. 1.	接続と電源.....	37
6. 2.	高圧電源印加.....	37
6. 3.	検出器出力信号の確認.....	38
6. 4.	外部入力コネクタによる信号処理.....	38
6. 5.	GATE 信号によるデータ取得.....	38
6. 6.	外部 CLR の使用.....	38
7.	計測.....	39
7. 1.	ヒストグラムモード.....	39
7. 1. 1.	環境.....	39
7. 1. 2.	電源と接続.....	39
7. 1. 3.	アプリケーション起動及び設定.....	39
7. 1. 4.	波形確認.....	40
7. 1. 5.	計測開始.....	42
7. 1. 6.	計測終了.....	43

7. 2.	リストモード	44
7. 2. 1.	準備	44
7. 2. 2.	エネルギースペクトルの確認	44
7. 2. 3.	設定	45
7. 2. 4.	計測開始	45
7. 2. 5.	計測終了	45
7. 3.	(オプション) PSD モード	46
7. 3. 1.	準備	46
7. 3. 2.	入力波形の確認	46
7. 3. 3.	エネルギースペクトルの確認	46
7. 3. 4.	設定	46
7. 3. 5.	計測開始	47
7. 3. 6.	計測終了	48
8.	終了	49
9.	ファイル	50
9. 1.	ヒストグラムデータファイル	50
9. 2.	波形データファイル	53
9. 3.	リストデータファイル	54
9. 4.	(オプション) リスト波形及びリストパイルアップ波形データファイル	55
9. 5.	(オプション) PSD データファイル	57
10.	Tool 機能	58
11.	トラブルシューティング	59
11. 1.	接続エラーが発生する。	59
11. 2.	コマンドエラーが発生する	59
11. 3.	ヒストグラムが表示されない	60
11. 4.	IP アドレスを変更したい	60

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 APU201-M (以下、本機器) は、高速・高分解能 ADC (500MHz, 14bit) を 1CH 搭載したユニットです。

FPGA による 500MHz 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。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。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。
- ※ 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。
- ※ 本書の記載内容は予告なく変更することがあります。

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（プラスチック、 $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 、液体シンチレータ等）、ワイヤーチェンバーやMPPCなどで、光電子増倍管（PMT）からの出力信号やFAST-NIM 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（以下、DPP）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。

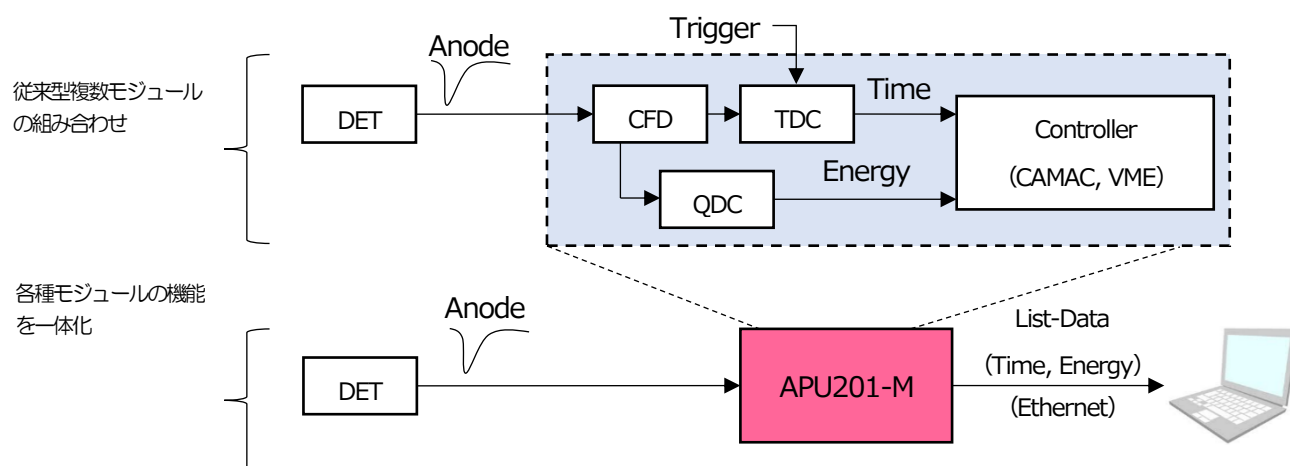


図 1 DPP 構成

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
- ・チャンネル数 1CH
 - ・入力レンジ $\pm 1V$
 - ・入力インピーダンス 50Ω
 - ・コースゲイン $\times 0.5$ 、 $\times 1$ 、 $\times 1.5$ 、 $\times 2$ 、 $\times 2.5$
 - ・入力信号立ち上がり時間 2ns 以下
- (2) ADC
- ・サンプリング周波数 500MHz
 - ・分解能 14bit
 - ・SNR 68.3dBFS@605MHz
- (3) 性能
- ・QDC アウトプット 2Mcps 以上
 - ・時間分解能 7.8125ps
- (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 16Byte（128Bit）の場合。
- (5) オプション
- ・機能 PSD2 次元ヒストグラムパイルアップ波形リストモード、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
- +12V 0.8A（最大）
- (8) 形状
- ・ユニット型
- (9) 外径寸法
- ・150 (W) x 40 (H) x 100[※130] (D) mm（※突起物含む）
- (10) 重量
- ・約 310g
- (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

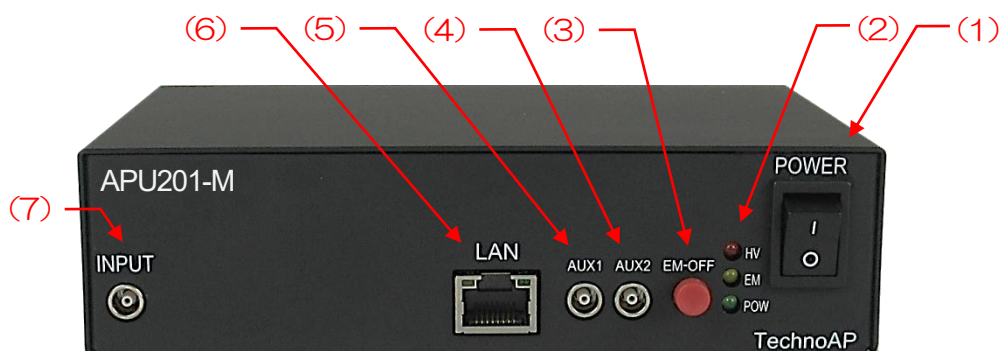


写真 1 APU201-M (前面)



写真 2 APU201-M (背面)

- | | | |
|-----|--------|--|
| (1) | POWER | 本機器の主電源スイッチ。「O」側が OFF、「I」側が ON。 |
| (2) | LED | POW（緑色）は電源 ON 時点灯、HV（赤色）は HV 出力時点灯、EM（橙色）は緊急（EMERGENCY）用 HV 停止時点灯。 |
| (3) | EM-OFF | 緊急（EMERGENCY）用 HV 停止ボタンです。PC と通信ができなくなってしまった場合などの緊急用に設けております。緊急時に高電圧を OFF にしたい場合に 3 秒以上長押ししてください。sweep voltage のレート (V/min) に従い、降圧していきます。HV LED が全消灯すれば高電圧が 400V 以下になったことを確認できます。（エマージェンシー状態を解除したい場合には高電圧が十分に下がっている状態でアプリ終了→本体電源 OFF→1 分以上待つ→電源 ON→アプリ起動でのみ解除になります）。 |
| (4) | AUX1 | 外部ゲート（GATE）信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL 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。 |
| (5) | AUX2 | 外部クリア（CLR）信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL または TTL ロジック信号を入力します。High の立ち上がりエッジでイベント検知時の時間情報であるカウンタデータをクリアします。 |
| (6) | LAN | イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。1000Base-T。 |
| (7) | INPUT | 信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。入力レンジは±1V。入力インピーダンスは 50Ω。 |

- (8) HV-OUT (HV) 高電圧出力用 SHV コネクタ。出力インピーダンスは約 $10\text{k}\Omega$ 。
※ 高電圧出力中や電源 ON の状態でのケーブル抜き差しは、本機器だけでなく検出器側も破損する恐れがありますので絶対にやめてください。
- (9) DC-IN+12V (ユニット型) 電源入力プラグです。付属の AC アダプタを接続します。下写真のように、付属の AC アダプタねじ込み式プラグをご使用ください。



写真 3 ねじ込み式プラグ

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。

付属CD-ROM内 Application 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。

（2） スタートボタン - TechnoAP-APP-MEAS 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本アプリを選択して削除します。

4. 2. 高圧電源極性の確認

ご使用になる前に、対象の検出器と本機器の極性があることを確認します。

※注意※

検出器の仕様と異なる極性で、決して高圧電源を印加しないでください。検出器及び本機器の故障の原因となります。

4. 3. ケーブル接続

本機器による計測を行うために必要な、基本的なケーブル接続図を以下に記載します。

全ての電源がOFF の状態で、接続図と以下の手順に従い接続を行ってください。

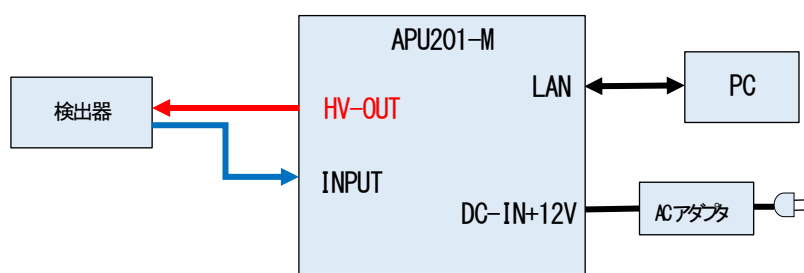


図 2 接続図

- (1) 本機器の電源がOFF になっていることを確認します。
- (2) 予め本機器と検出器の高圧電源の極性が一致していることを確認した後、HV-OUT 出力コネクタと、検出器側の高圧電源用 SHV コネクタを高圧電源用ケーブルにて接続します。
- (3) POWER 出力コネクタと検出器側プリアンプ用電源コネクタをケーブルにて接続します。
- (4) INPUT 入力コネクタと検出器側プリアンプ出力信号コネクタをケーブルにて接続します。
- (5) LAN コネクタとPC 側 LAN コネクタをLAN ケーブルにて接続します。
- (6) 付属の AC アダプタの先端の丸いコネクタと DC-IN コネクタを接続します。

4. 4. 接続

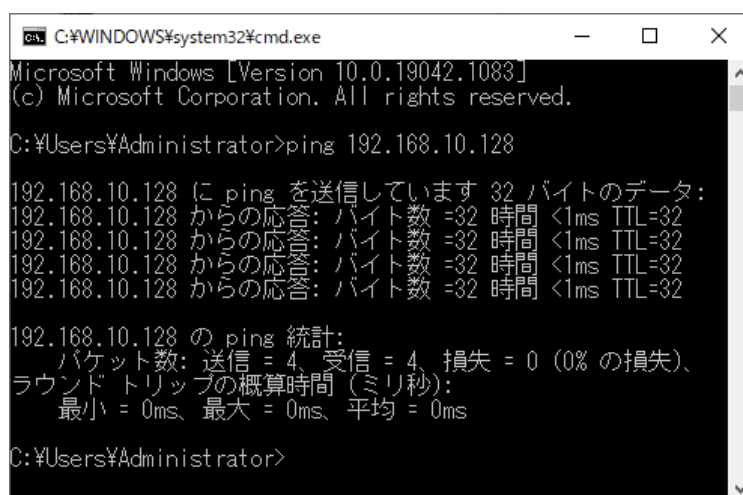
本機器とPC をイーサネットケーブルで接続します。PC によってはクロスケーブルをご使用ください。ハブを使用する場合はスイッチングハブをご使用ください。

4. 5. 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) 本機器の電源を 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 アドレスは基板上またはユニットの背面にあります。
 IP アドレス モジュールの底面を参照
 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 3 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 APP-MEAS または Windows ボタンから APP-MEAS 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

ここから未確認

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。

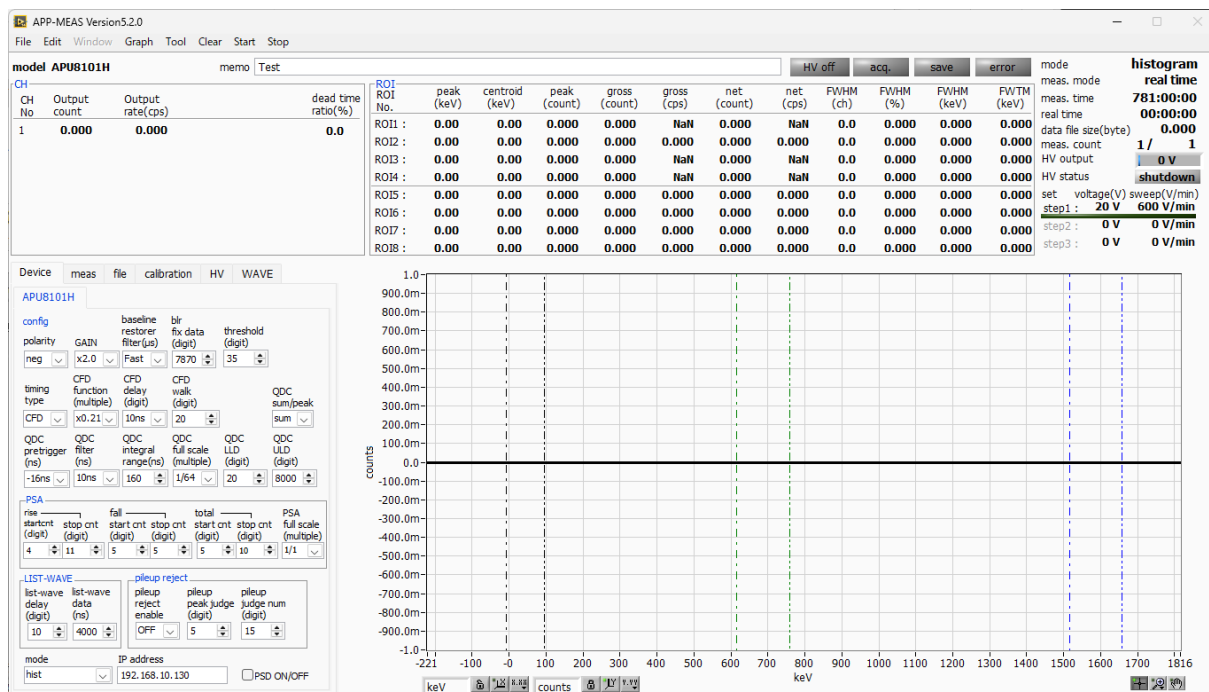


図 4 起動画面（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・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 - open wave	wave データファイルの読み込み。
File - open PSD	PSD2 次元グラフ用 CSV データファイルの読み込み。
File - open list for PSD	PSD2 次元グラフ用リスト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 wave	現在の波形データをファイルに保存。
File - save PSD	PSD2 次元グラフ用 CSV データファイルの保存。
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 - IP configuration	本機器の IP アドレスを変更。（DIPP スイッチの変更が必要）
Graph - histogram	ヒストグラムグラフを表示。
Graph - wave	wave グラフを表示。
Tool	別紙 tool 編を参照。

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。

• 画面最上行

model	APU201-M 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
HV LED	出力電圧が 30V 以上の時に HV on 表示になり点灯。掃引時は HV sweep 表示になり点滅。出力停止中は HV off 表示で消灯
acq. LED	計測中に点滅
save LED	データ保存時に点灯
error LED	エラー発生時点灯

• CH 部

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
dead time ratio(%)	デッドタイム割合

• 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)	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 (任意単位)	半値幅。後述の半値幅 FWHM (Full Width at Half Maximum) の計算方法を参照。単位はエネルギー校正の状態による。
FWTM (任意単位)	1/10 幅。半値幅がピークの半分の位置であるのに対し、ピークから 1/10 (ピークの裾野) の幅。単位はエネルギー校正の状態による。

• 画面右上側

mode	モード。histogram など動作モードの設定状態を表示
meas. mode	計測モード。real time、live time または auto stop を表示
meas. time	設定した計測時間
real time	リアルタイム (実計測時間)
data file size(byte)	保存したリストファイルのサイズ

meas. count	現在の計測回数/総計測回数を表示。総計測回数は、後述のmeasタブ内のrepeat count で指定します。
HV output	極性と出力中の電圧モニタ値を表示（モニタ電圧は±約 1%の誤差があります）。出力電圧には負荷依存性があるため、設定電圧とモニタ電圧が一致しない場合があります。
HV status LED	バイアスシャットダウン状態、緊急停止ボタンが押された場合等、HV に関する異常があった時に点灯
voltage(V)	本機器に設定されている出力電圧 (V)
sweep voltage(V/min)	本機器に設定されている 1 分間の出力掃引電圧 (V/min)

• タブ

Device	入力CHに関する設定。
meas	計測時間に関する設定。
file	データのファイル保存に関する設定。
calibration	ROI 間の算出結果を表示します。
HV	HV 出力に関する設定
WAVE	波形データの表示。

5. 2. Device タブ

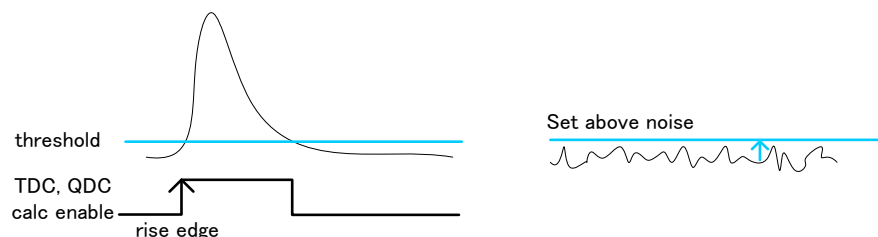
The screenshot shows the 'Device' tab for 'APU8101H'. It contains several configuration sections:

- config**: polarity (neg), GAIN (x2.0), baseline restorer filter (Fast), blr fix data (7870), threshold (35).
- timing**: type (CFD), function (x0.21), delay (10ns), walk (20), QDC sum/peak (sum).
- QDC**: pretrigger (-16ns), filter (10ns), integral range (160), full scale (1/64), LLD (20), ULD (8000).
- PSA**: rise start cnt (4), stop cnt (11), fall start cnt (5), stop cnt (5), total start cnt (5), stop cnt (10), PSA full scale (1/1).
- LIST-WAVE**: list-wave delay (10), list-wave data (4000).
- pileup reject**: reject enable (OFF), peak judge (5), judge num (15).
- mode**: list.
- IP address**: 192.168.10.130.
- PSD ON/OFF**: checkbox.

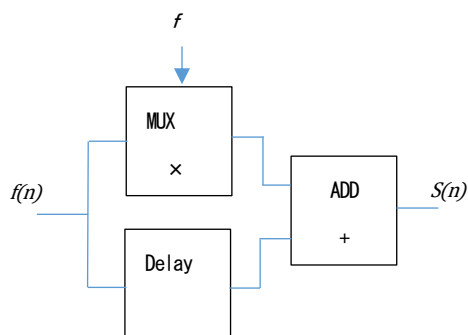
図 5 Device タブ

Device 部

- 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。
- GAIN** アナログのゲイン（増幅値）を選択します。
- baseline restorer filter** ベースラインレストアラの時定数を設定します。Ext（自動ベースラインレストアラ無し）、Fast、4 μ s、85 μ s、129 μ s、260 μ s、Fix から選択します。通常は 85 μ s に設定します。
- blr fix data(digit)** baseline restorer filter の設定で Fix を選択時有効です。前述の baseline restorer filter で Fix 時は、ADC data から blr fix data 値を減算することができます。設定範囲は 0 から 16383 です。
- threshold(digit)** 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 8191 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。



APU201-M 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。



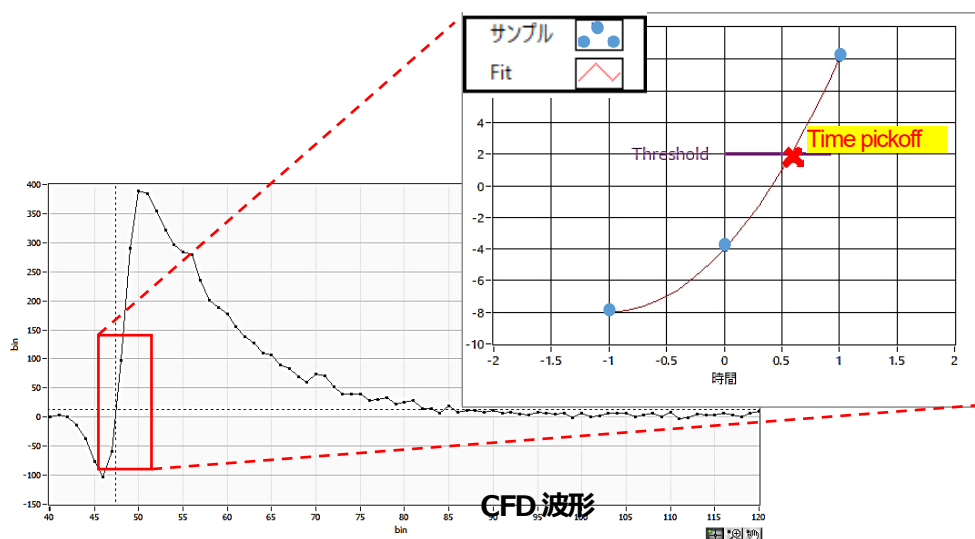
$$s(n) = fv(n) - v(n - \text{delay})$$

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ュホー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、デッド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。

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。

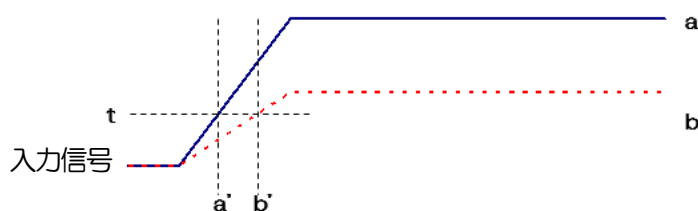
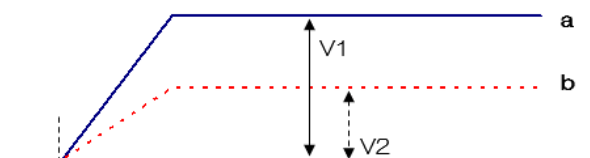


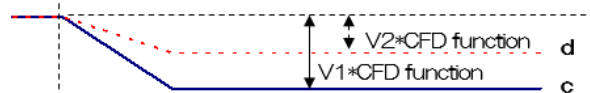
図 6 リーディングエッジ (Leading Edge Timing) の考え方

CFD 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。

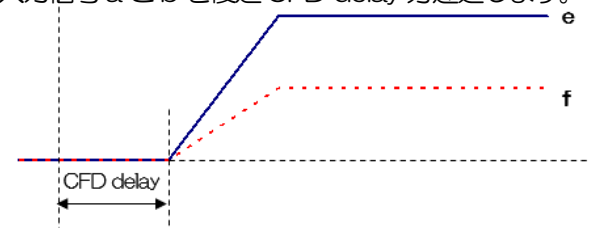
入力信号 a と b 。



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。

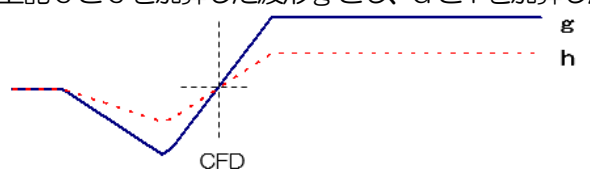
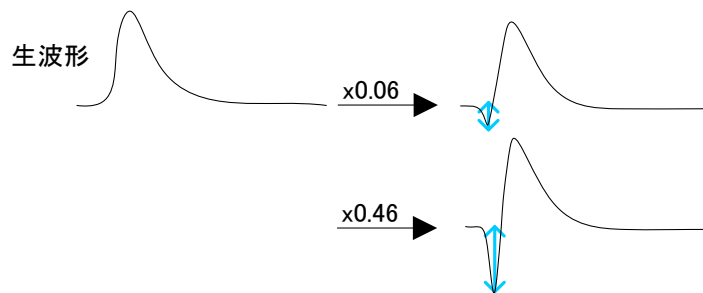


図 7 コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

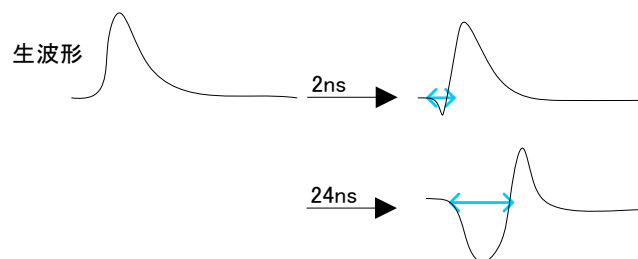
CFD function

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。



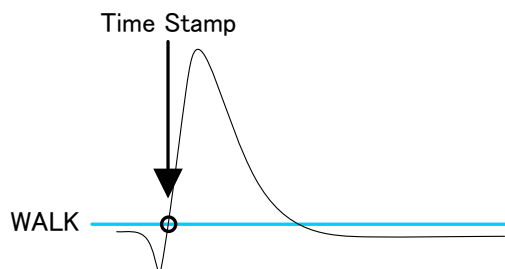
CFD delay

CFD 遅延時間を設定します。APU8101H は 1ns から 24ns まで 1ns 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、0 クロス位置より近辺の値で設定します。

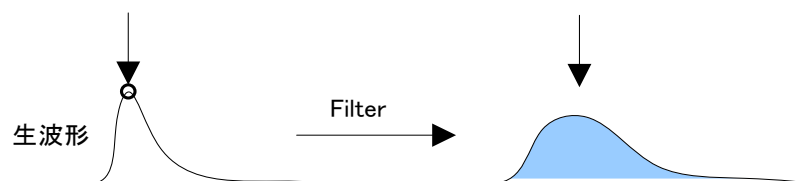


QDC sum/peak

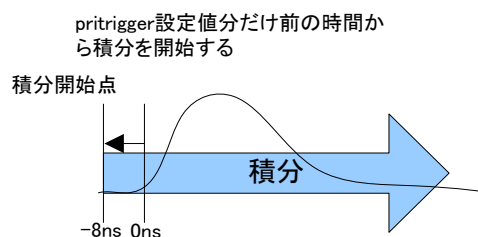
QDC データの出力形式を選択します。PEAK 値、SUM 値から選択します。

PEAK 選択時、生波形に対する PEAK の値を QDC 値として出力する

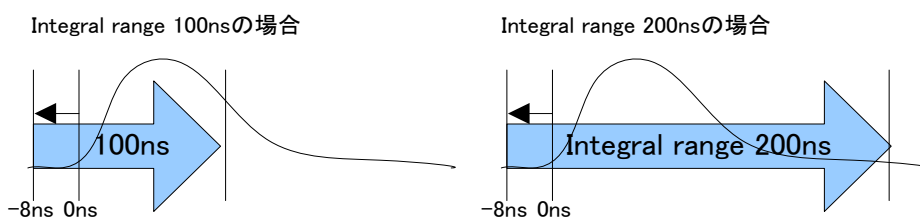
SUM 選択時、生波形に対し FILTER をかけ積分値を QDC 値として出力する



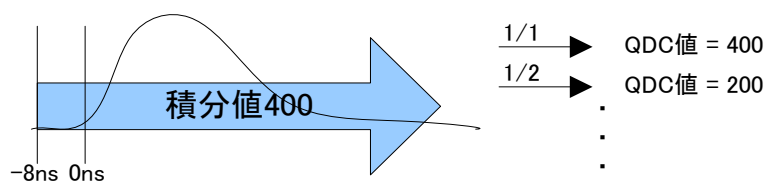
QDC pre trigger (ns) 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns、-40ns、-48ns、-56ns、-64nsから選択します。



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8191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8191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8191です。

mode	動作モードを選択します。
hist	入力信号を積分し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-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-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。
PSD ON/OFF	(オプション) listモードでリストデータ取得中のPSD2次元ヒストグラム等の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ご注意ください。

5. 2. 1. (オプション) PSA 部

PSA (Pulse Height Analysis) 演算に関する設定です。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。

rise		fall		total		PSA full scale
start cnt (digit)	stop cnt (digit)	start cnt (digit)	stop cnt (digit)	start cnt (digit)	stop cnt (digit)	(multiple)
4	11	5	5	5	10	1/1

図 8 PSA 関連設定

・PSA 部

rise start cnt(digit) 立ち上がり部分の積分値 RISE 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 ($498\text{ns}=498\times 1\text{ns}$) です。

rise stop cnt(digit) 立ち上がり部分の積分値 RISE の対象範囲の終了位置です。前述の rise 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 ($16363\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) です。

RISE 値の算出例：

設定 threshold : 50、rise start cnt : 5、rise stop cnt : 8、PSA full scale : 1/1 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 8 点分、下図の緑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 RISE 値とします。

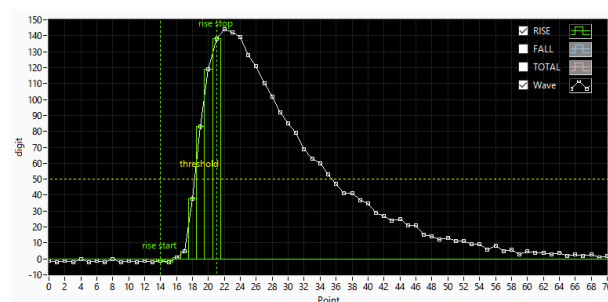


図 9 RISE の対象範囲設定例

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 ($16383\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) 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 ($16383\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) 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。

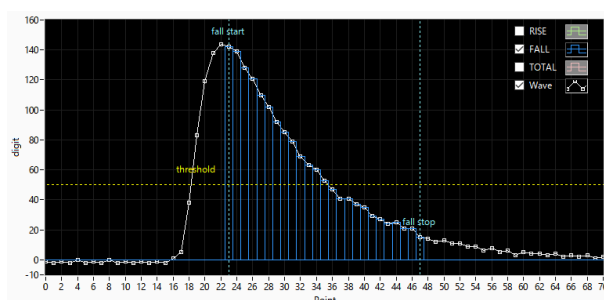


図 10 FALL の対象範囲設定例

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 (498ns=498×1ns) 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 (16383ns=16383×1ns) 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。

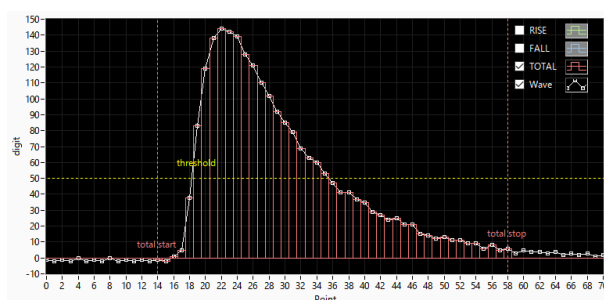


図 11 TOTAL の対象範囲設定例

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. 2. 2. (オプション) LIST-WAVE 部

list モード中に波形データを付加することができます。

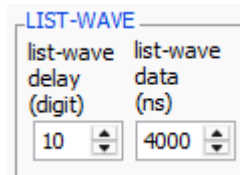


図 12 list-wave 関連設定

• LIST-WAVE 部

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 8 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 4000 点です。

5. 2. 3. (オプション) pile up reject 部

取得波形にパイルアップが含まれる場合、CH 毎の設定により、そのイベントデータを除去することが可能です。

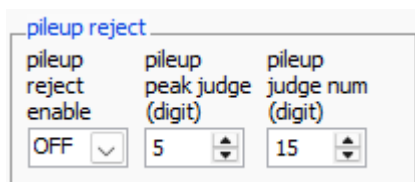


図 13 pile up reject 関連設定 (上部 2CH 分のみ表示)

pile up reject パイルアップリジェクト機能を選択します。

ON 有効。パイルアップを含む波形で算出されたイベントデータを除去します。

OFF 無効。パイルアップを含む波形で算出されたイベントデータでも出力します。

pileup peak judge(digit) パイルアップ波形の判定量を設定します。単位は digit です。wave 波形の振幅にあたる縦軸(digit)と相関があります。この値が小さすぎるとノイズでもパイルアップと判定する場合がありますので注意してください。

pileup judge num(digit) パイルアップ波形出力のデータ点数を設定します。

5. 3. meas タブ

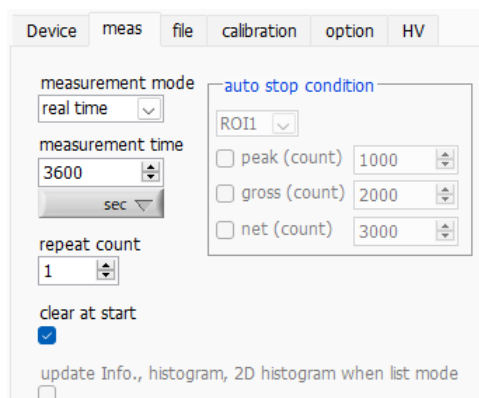
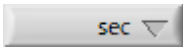


図 14 meas タブ

measurement mode	real time、live time または auto stop を選択します。
real time	リアルタイムが後述 measurement time になるまで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。
auto stop	後述の auto stop condition 部で指定した条件に達するまで計測します。
measurement time	計測時間設定。設定範囲は 00:00:00 からヒストグラムモード時は 781:00:00、list モード時は 48:00:00 です。 上記 auto stop の場合、本設定は無視され、自動的に 781:00:00 となります。
	sec / hh:mm:ss 表示切替用のプルダウン
repeat count	繰り返しの計測回数を指定します。
clear at start	チェックを入れると、計測開始時にヒストグラムデータの初期化を実行します。
update Info, histogram, 2D histogram when list mode	list モードで計測中に CH 部のデータ取得と表示を行います。また、受信したリストデータよりヒストグラムを作成して表示を行います。
	※注意※ PC のスペックによっては、処理が間に合わず全てのイベントデータを受信できない可能性がありますのでご注意ください。

auto stop condition 部

一回の計測の停止条件を指定します。以下でチェックを入れた条件の中から、いずれか一つでも停止条件が成り立つと、計測が停止します。

ROI 選択	以下の各種カウン트의対象となる ROI を一つ選択します。
peak(count)	上記で選択した ROI の peak(count) が、ここで指定した値以上になると、停止条件が成立します。

gross(count)	上記で選択した ROI の gross(count)が、ここで指定した値以上になると、停止条件が成立します。
net(count)	上記で選択したROIのnet(count)が、ここで指定した値以上になると、停止条件が成立します。

5. 4. file タブ

図 15 file タブ

save configuration file at stop

チェックを入れると、構成ファイルを保存します。ファイル名の拡張子は.ini となります。

save histogram at stop

計測終了時にヒストグラムデータをファイルに保存します。

histogram file path

ヒストグラムデータファイルの絶対パスを設定します。拡張子無しも可です。このファイル名で保存されるのではなく、ここで指定した名称の直後に、このファイル名を元にして計測停止時の日時(年月日時分秒)を示す“_YYYYMMDD_hhmmss”形式文字列が付加され、最後に拡張子が付加されます。

例：

histogram file path に C:\Data\¥histogram.csv と設定し、日時が 2024/09/01 12:00:00 の場合は、C:\Data ¥histogram_20240901_120000.csv というファイル名でデータ保存します。

histogram continuous save

チェックを入れると、以下で指定した時間経過毎にヒストグラムデータファイルを保存します。ファイル名には保存時点の日時を示す文字列が付加されます。

histogram file save time 上記で保存する時間間隔を指定します。

save screenshot file at stop

チェックを入れると、計測停止時に表示されていた本アプリ画面をファイルに保存します。ファイル名の拡張子は.png となります。

save list file	リストデータをファイルに保存するかを設定します。list モード選択時のみ有効です。
list file path	<p>リストデータファイルの絶対パスを設定します。拡張子無しも可です。</p> <p>※注意※</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
list file number	<p>リストデータファイルに不可する番号の開始番号を設定します。</p> <p>設定可能範囲は、0 から 9999999 までです。9999999 を超えた場合 0 にリセットされます。</p>
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。
list read size from device(byte)	<p>リストデータ最小読み込み長。単位はByte。通常は 10000 に設定します。高カウントレート時は 20000Byte として PC 側で多くのイベントを受信できるようにします。低カウントレート時に設定を下げた少ない数でイベントを受信できるようにします。</p>
max. list file size(byte)	<p>最大リストデータファイルサイズ。リストデータを保存中にこの設定を超過した時、list file number を 1 つ加算したファイル名を生成し、このファイル名で保存を継続します。</p>
list data format	<p>バイナリやテキストといったリストデータのファイル保存形式を選択します。</p> <p>binary (big endian)</p> <p>ビッグエンディアンバイナリファイル形式。ファイルサイズを小さくできます。最上位のバイトが最下位のメモリアドレスを占有します。ネットワークバイトオーダーとして一般的です。データの並びを目視にて容易に確認できます。</p> <p>binary (little endian)</p> <p>リトルエンディアンバイナリファイル形式。ファイルサイズを小さくできます。最下位のバイトが最上位のメモリアドレスを占有します。Windows、Mac OS X、Linux で使用されます。データの並びを目視で確認することは困難です。</p> <p>txt (CSV)</p> <p>カンマ (,) 区切りのテキスト形式。データをメモ帳や Excel など容易に確認できます。</p> <p>※注意※</p> <p>カンマや改行などのデータも付加され、計測時間が長くなるにつれ時刻データの桁数も増えていきますので、1 イベントあたりのデータ量が増え、ファイルサイズが増加していきます。</p>

5. 5. calibration タブ

ROI	CH	ROI start (keV)	ROI end (keV)	energy (keV)	Gauss fitting
1	CH1	0	8191	59.54	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CH1	0	0	121.78	<input checked="" type="checkbox"/>
3	CH1	0	0	661.7	<input checked="" type="checkbox"/>
4	CH1	0	0	1173.2	<input checked="" type="checkbox"/>
5	CH1	0	0	1332.5	<input checked="" type="checkbox"/>
6	CH1	0	0	1408	<input checked="" type="checkbox"/>
7	none	0	0	1	<input type="checkbox"/>
8	none	0	0	1	<input type="checkbox"/>

unit of x axis
☐ ch ☐ eV ☒ keV ☐ manual ☐ file

ROI	centroid(ch)	energy (keV)	*a
ROI1	- 657.57 - 59.54		0.0909
ROI6	- 15492.13 - 1408		+b

calibration file path
 C:\...01C_regulator入れる入力に%
☐ auto update file

x^2*c
 NaN
 unit
 keV

図 16 calibration タブ

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 を設定可能です。
ROI start	ROI の開始位置。単位は後述 unit of x axis で選択した単位です。
ROI end	ROI の終了位置。単位は後述 unit of x axis で選択した単位です。
energy	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。
unit of x axis	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 部の peak, centroid, FWHM, FWTM の単位は ch 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 部の peak, centroid, FWTM, FWHM 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 部の peak, centroid, FWTM, FWHM の単位は keV に

	<p>なります。</p> <p>例：</p> <p>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。</p>
manual	<p>1 次関数 $y = ax + b$ の a, b を適用します。単位は任意に設定します。</p>
file	<p>create energy calibration file にて作成した、エネルギー校正ファイル情報を使用します。ファイルの拡張子は“.ec”固定になります。</p> <p>エネルギー校正ファイルについての詳細は、Tool 編 create calibration file を参照ください。</p>
ROI	<p>前述 eV, keV での計算時に参照する ROI の番号を選択します。1 点校正の場合、片方を none に設定します。</p>
*a, +b, x ² *c	<p>前述 manual 選択時に使用する、任意の値を入力します。前述 eV, keV, file 選択時は、その時に算出された値を表示します。</p>
unit	<p>前述 manual 選択時に使用する、任意の単位を入力します。</p>
calibration file path	<p>前出 file で使用するファイル名を指定します。</p>
auto update file	<p>チェックを入れると、calibration file path で指定されたファイルを定期的に更新します。計算では、エネルギー校正ファイルの作成画面で選択した ROI が使われます。詳細については、Tool 編 create calibration file を参照ください。</p>
Gauss fitting	<p>ROI 範囲のピーク波形にガウス関数フィッティングを掛けて出力します。</p>

5. 6. HVタブ

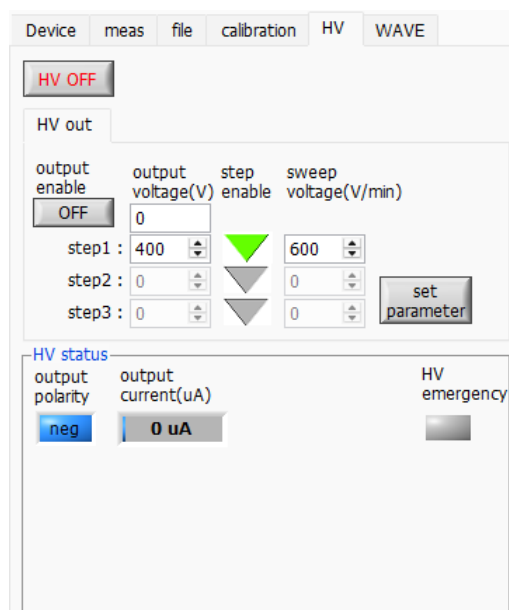
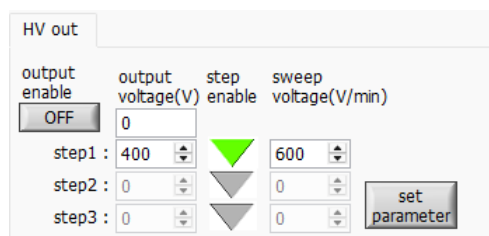


図 17 HV タブ (HV out タブ)

HV OFF

高圧電圧出力 OFF ボタン。クリック後、後述の sweep voltage(V/min) のレートで降圧します。

HV out タブ部



output enable

高圧出力 ON/OFF を選択します。

output voltage(V)

高圧出力値の設定。極性に関係なく絶対値にて入力。設定範囲は 0 から 4000V(最大定格電圧 4000V 時)。機器構成によっては 5000V(最大定格 5000V)の場合有り。

step enable

step1 から step3 のうち、どの段階まで使用するかを ON(緑)/OFF(灰)で指定 (APU8101H は step1 のみ可)

sweep voltage(V/min)

高圧出力の昇圧/降圧のレート(V/min)。設定範囲は 1 から 5000V/min。output voltage(V)の step1 までは、sweep voltage(V/min)の step1 のレートで、設定可能。

※ 急激な昇圧/降圧は、検出器の故障の原因になる場合があります。検出器に最適な値で設定してください。

set parameter

上記 high voltage 関連の設定値を、本機器へ送信します。

HV status 部

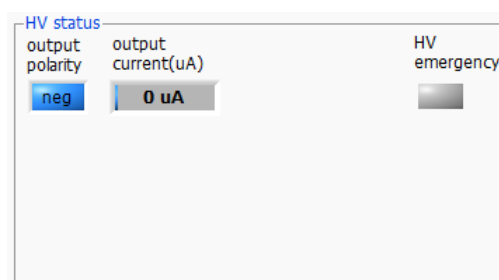


図 18 HV status

output polarity

高圧出力の極性。pos は正極性、neg は負極性。

output current(uA)

出力電流値 (uA)。モニタ電流は±約 5%の誤差があります。

※ 負荷依存性があるため、負荷が軽い場合（数十 μ A 以下相当）には予想される電流値とモニタ値が大きく異なる場合があります。

HV Emergency LED

HV に関する異常があった時や緊急停止ボタンが押された時に点灯。
点灯時直ちに降圧のレートで高圧出力を OFF にします。

5. 7. wave タブ

本機器内部での信号処理の状態を本アプリにて波形データとして取得することが可能です。計測前の信号処理調整の際、MONI 端子からの preamp や slow 信号をオシロスコープで確認しますが、本機能でも同様のことが可能です。

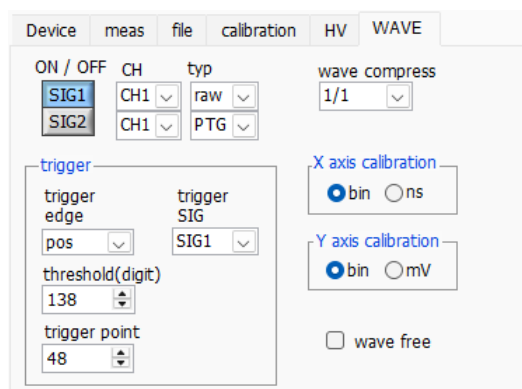


図 19 wave タブ

ON/OFF	波形表示の可否を指定します。
CH	表示する波形の CH を選択します。(APU8101H は CH1 のみ可)
type	表示する波形の種類を下記から選択します。 raw ADC でデジタイズされ、BLR 処理された波形 CFD CFD 波形整形された波形 PTG (オプション) パイルアップしたタイミングの矩形波
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。
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。
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 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。1/2 はありません。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。
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。
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。

PSD タブ

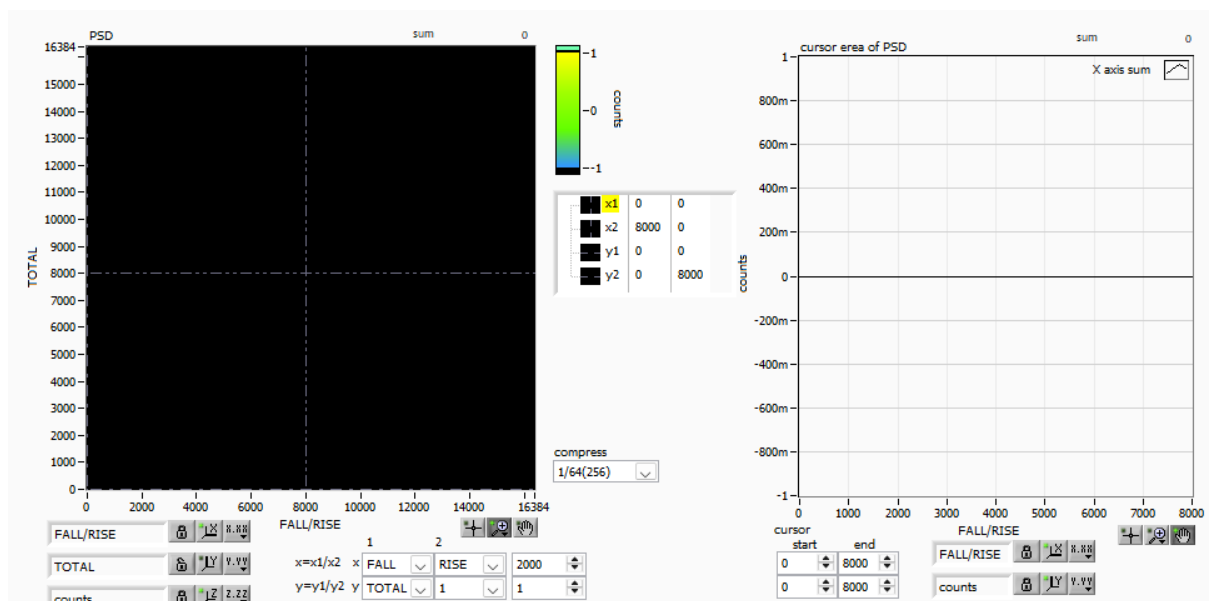


図 20 PSD タブ

PSD 表示に関する設定です。

※list モードにて取得したリストデータをもとに PSD グラフと cursor area グラフを生成します。

PSD グラフ リストデータ内の値を用いた 2 次元ヒストグラムです。X 軸と Y 軸にそれぞれ任意にデータの種別を選択しておき、X 軸と Y 軸の交点に頻度を積算していきます。

※注意※

X 軸と Y 軸のチャンネル数は 16384 チャンネルありますが、この場合約 537MB (16384×16384×2Byte (counts)) ものメモリが必要となるため、実際は後述の compress の設定により圧縮しています。

PSD axis type PSD グラフの X 軸と Y 軸に割り当てるリストデータ内の項目を選択します。X 軸は x1 と x2 の組み合わせから x1/x2 とします。Y 軸は y1 と y2 の組み合わせから y1/y2 とします。選択項目は、TOTAL、FALL、RISE、QDC、1 です。

magnification PSD グラフの X 軸と Y 軸の値に対し設定値を積算します。例えば X 軸のこの設定を 1000 とし、x1 に FALL、x2 に RISE と選択した場合、X 軸は FALL/RISE になりますが、その商が 1.234 の場合、1000 倍して 1234 となります。

compress PSD グラフの圧縮率を以下の項目より選択します。分割数とその場合のメモリ使用量を記載します。尚、PC の状態により、メモリを多く使用する項目を選択するとエラーメッセージが表示され、使用できない場合があります。

1 (16384)	使用不可。16384×16384。約 537MB
1/2 (8192)	16384 チャンネルの 1/2。8192×8192。約 135MB
1/4 (4096)	16384 チャンネルの 1/4。4096×4096。約 34MB
1/8 (2048)	16384 チャンネルの 1/8。2048×2048。約 8.4MB
1/16 (1024)	16384 チャンネルの 1/16。1024×1024。約 2.1MB
1/32 (512)	16384 チャンネルの 1/32。512×512。約 0.52MB

1/64 (256) 16384 チャンネルの 1/64。256×256。約 0.13MB

1/128 (128) 16384 チャンネルの 1/128。128×128。約 0.03MB

cursor area グラフ PSD グラフ内カーソルにて指定した範囲内のデータを抽出し、X 軸方向から見た場合の 1 次元ヒストグラムです。

cursor cursor area グラフ用データを抽出するために、PSD グラフ内でこのカーソルにて範囲を設定します。設定を変更すると PSD 内カーソルに反映され、その四方で囲まれた範囲のデータを X 軸方向から見た 1 次元ヒストグラムを cursor グラフに表示します。

6. 初期設定

6. 1. 接続と電源

- (1) 前述のケーブル接続を確認します。
- (2) 本機器の電源をONにします。
- (3) PCの電源をONにします。
- (4) 本アプリを起動します。

6. 2. 高圧電源印加

前述のHV タブにて、検出器の仕様による適切な高電圧設定を実行し、HV output 部にて、高圧電源の状態を確認します。

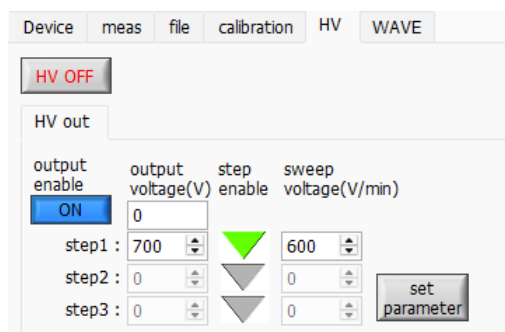


図 21 高圧電源出力設定

- (1) HV status LED が消灯していることを確認します。
- (2) HV out タブで output voltage が設定電圧近辺であることを確認します。
- (3) sweep voltage が検出器仕様に適切なレート (V/min) であることを確認します。
- (4) 検出器に高電圧を印加します。output enable をONにして、set parameter ボタンをクリックします。

実行後、HV output LED がHV sweep 点滅し、HV output の値とスライドが上昇します。set voltage 付近に到達するとHV output LED がHV on 点灯します。

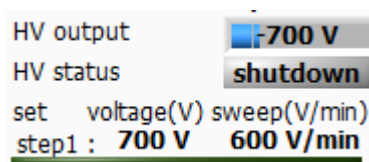


図 22 高圧電源状態確認

6. 3. 検出器出力信号の確認

- (1) 検出器出力信号をオシロスコープと接続し、波高値 (mV) と極性を確認します。
トランジスタリセット型プリアンプの場合、右上がりであれば正極性、右下がりであれば負極性です。

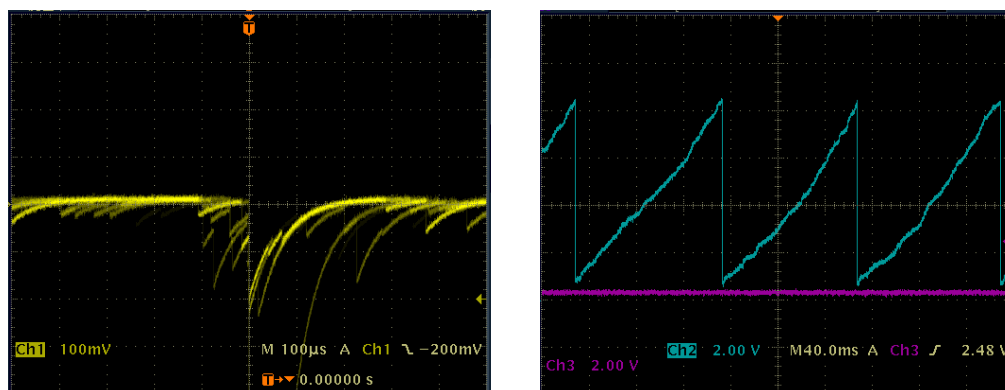


図 23 左側：抵抗フィードバック型 負極性の場合、右側：トランジスタリセット型 正極性の場合

6. 4. 外部入力コネクタによる信号処理

GATE、CLRコネクタを使用することで下記のような信号処理が可能です。使用する場合にはLVTTTLまたはTTLレベルの信号が必要となります。許容できるHighの信号レベルは2~5Vですが、3.3V信号にて最適化しているため、3.3V以下での使用を推奨致します。(必要な信号振幅(パルス幅)は使用する信号処理で異なります)

6. 4. 1. GATE 信号によるデータ取得

ある事象発生時にその時のイベントデータを取得したい場合は、AUX1コネクタを使用します。Highの時は計測し、Lowの時は計測しません。設定手順は以下の通りです。

- (1) DAC モニタ出力のSLOW系フィルタのslowをオシロスコープで見ます。
- (2) SLOW系フィルタが確定する範囲のGATE信号(目安としてslow信号の立ち上がりから立ち下りまでをカバーするパルス幅)を作り入力します。

6. 4. 2. 外部CLRの使用

外部タイミング信号で計測時間をゼロクリアしたい場合は、AUX2コネクタを使用します。Highの時にクリアを行います。システムがクリア入力を十分に判別可能なパルス幅(Highレベルを50ns以上の信号を入力してください)。

7. 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 計測の操作手順を記載します。

7. 1. ヒストグラムモード

7. 1. 1. 環境

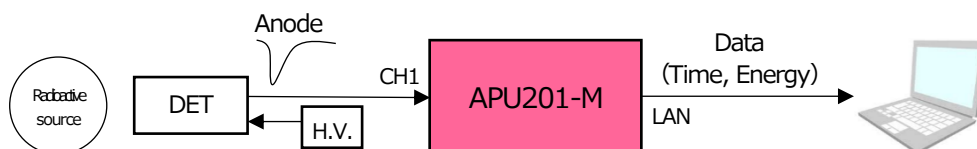


図 24 計測環境

7. 1. 2. 電源と接続

- (5) 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。
- (6) 検出器と HV を SHV コネクタのケーブルで接続します。
- (7) 検出器からのアノード出力信号を本機器の CH1 に LEMO コネクタ同軸ケーブルで接続します。BNC コネクタの場合は、BNC-LEMO 変換アダプタをご使用ください。
- (8) 本機器と PC を LAN ケーブルで接続します。
- (9) PC の電源を ON にします。本アプリを起動します。
- (10) VME ラックの電源を ON にします。
- (11) 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します。
- (12) この例では ^{137}Cs 線源を使用しています

7. 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 APU8101H 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。

7. 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) Device タブにて以下の設定をします。

図 25 波形計測設定

上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。

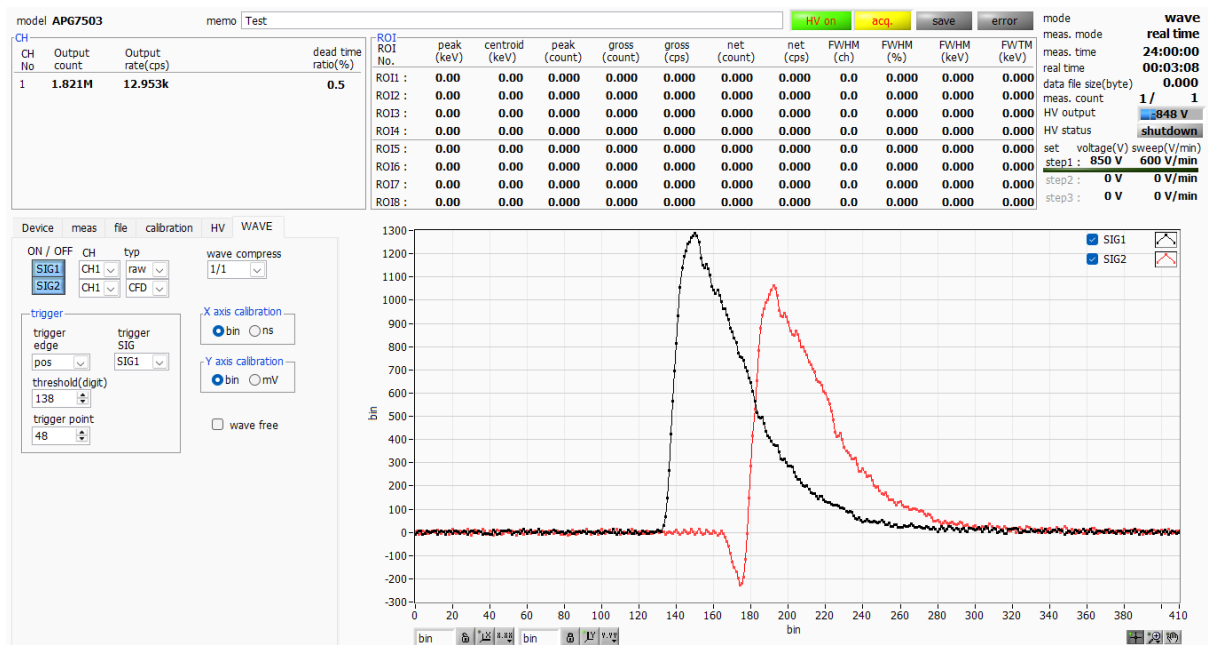


図 26 波形計測画面

以下の点に注意します。

- ・ 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。

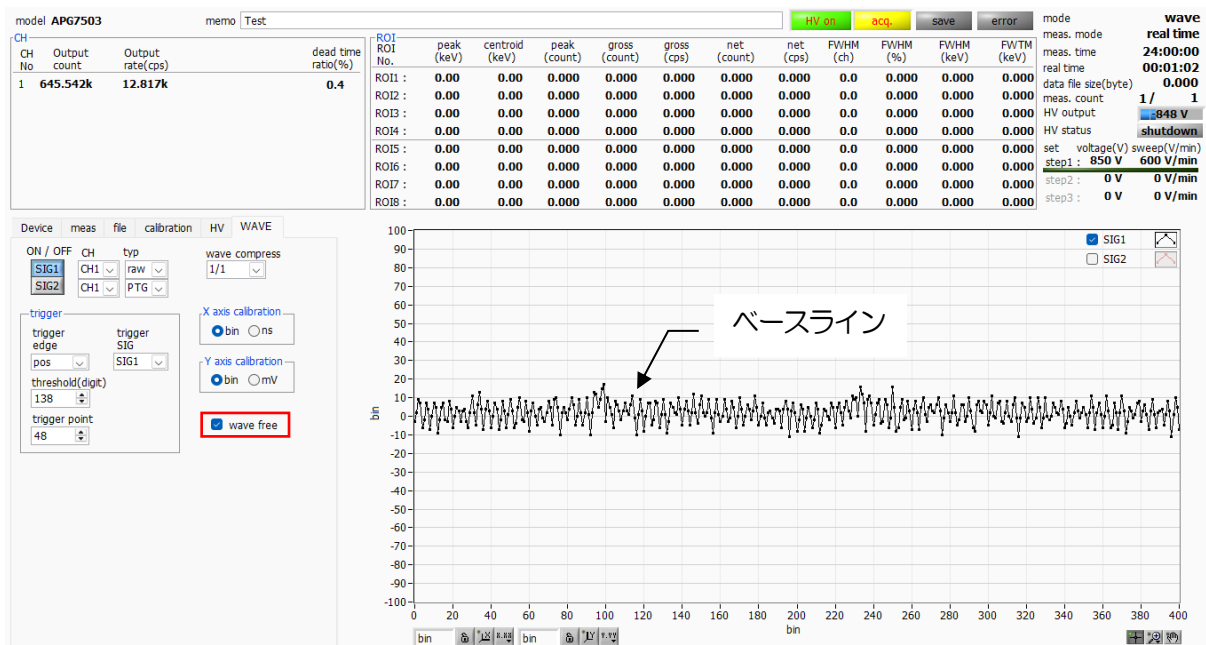


図 27 ベースライン確認中

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×1 にするか、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。

7. 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。

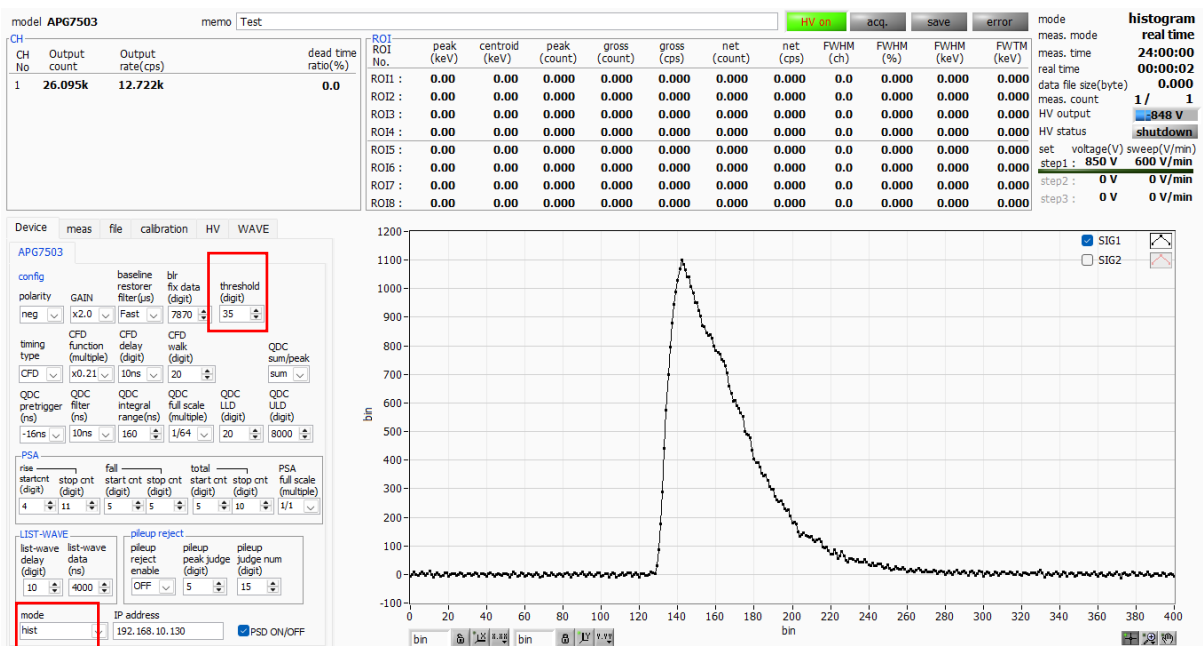


図 28 Config タブ内 threshold 設定

mode プルダウンで hist を選択し、config 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。

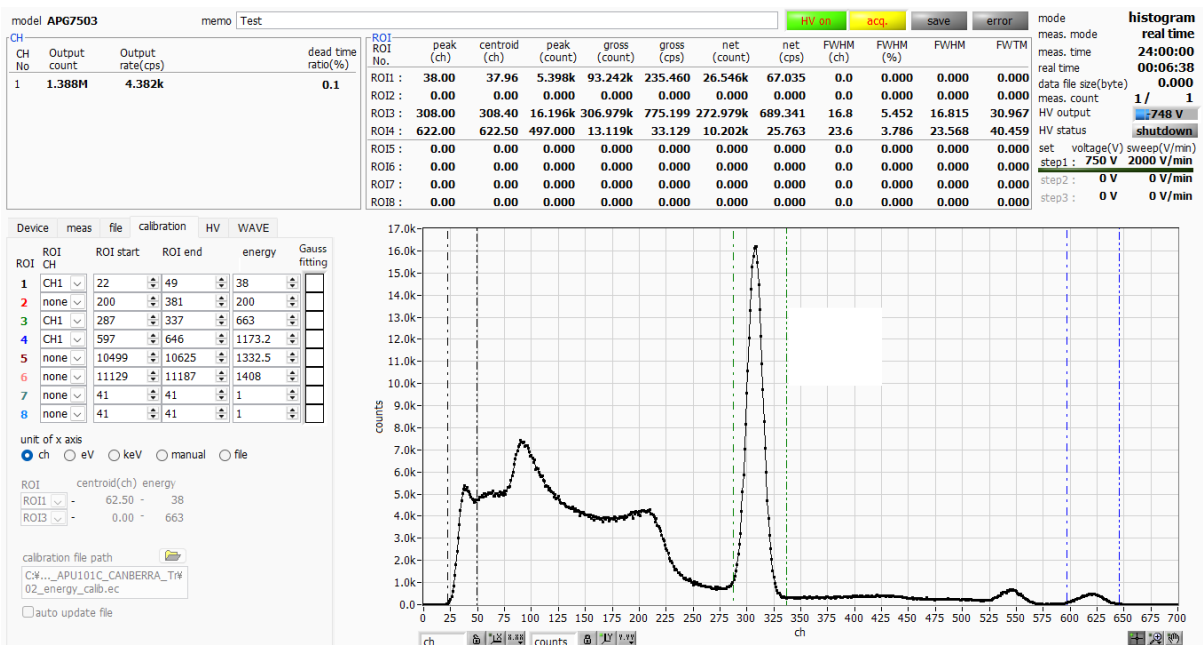


図 29 ヒストグラムモード計測中

- 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。
- mode に histogram と表示されます。
- ROI 部に ROI 毎の計算結果が表示されます。

7. 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。

7. 2. リストモード

7. 2. 1. 準備

前章 7. 1. ヒストグラムモード の 7. 1. 1. 環境 から 7. 1. 5. 計測開始 まで、同様の準備を行います。

7. 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。リストモードでは 1 イベント毎に 16Byte のデータを所得するため、例として、output rate(cps)が 500kcps の場合、1 秒間に 8MB/秒 (500kcps×16Byte) のデータを保存することになります。
- 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。

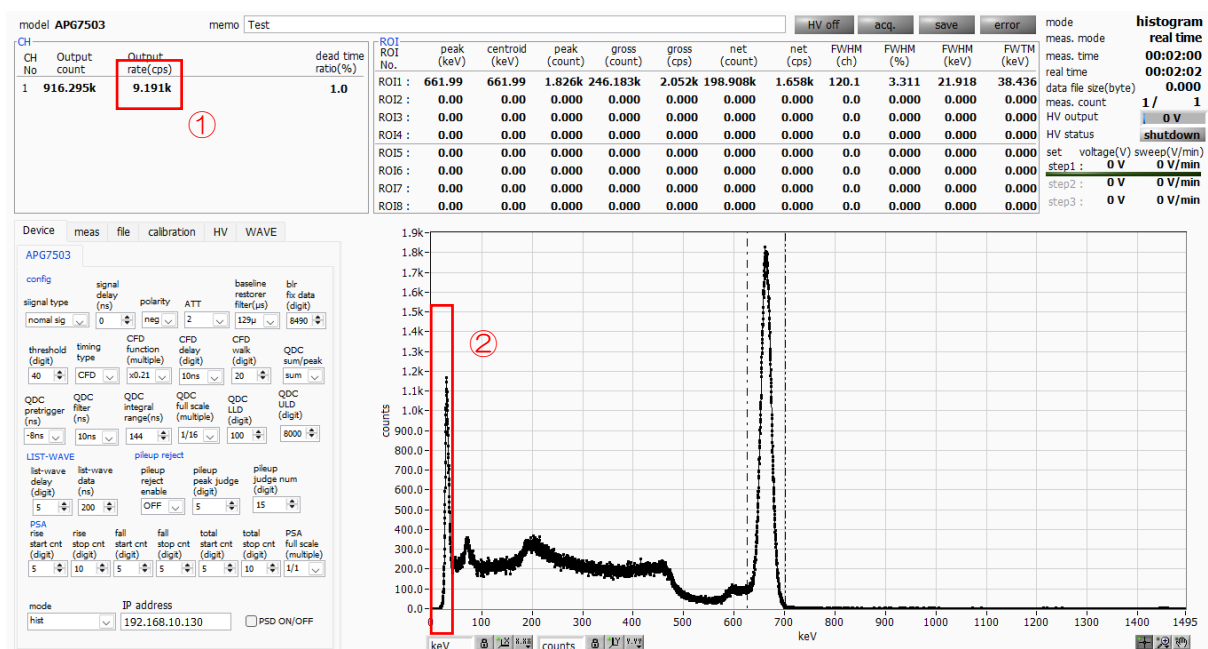


図 30 list モード計測前注意点

7. 2. 3. 設定

- (1) config タブにて 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 までで任意。重複しないように注意してください。
 - list file size(byte) list データファイルのサイズ。このサイズを超過すると自動で list file number を 1 つ繰り上げ、新しいファイルへ保存します。

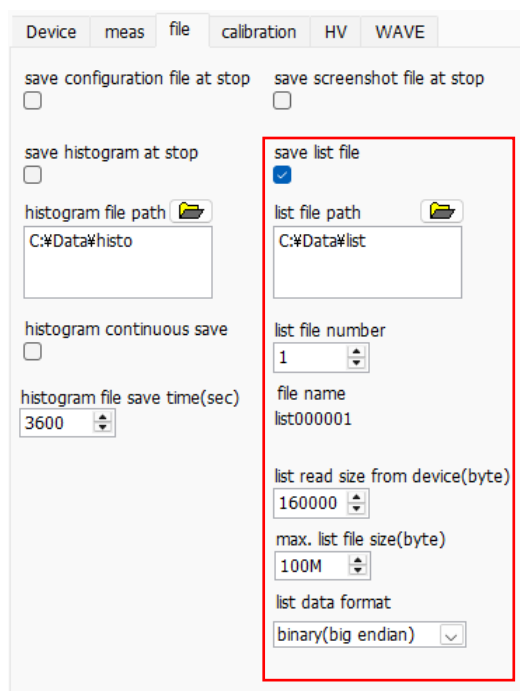


図 31 file タブ内リストデータ保存関連設定

7. 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、以下の file size(byte)が増加します。

model APG7503				memo	Test											HV on	acq.	save	error	mode	meas. mode	list
CH	Output count	Output rate(cps)	dead time ratio(%)	ROI No.	peak (keV)	centroid (keV)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM (keV)	FWTM (keV)	meas. time	real time					
1	109.564k	12.952k	0.3	ROI1 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	data file size(byte)	1.920M					
				ROI2 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	meas. count	1 / 1					
				ROI3 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	HV output	848 V					
				ROI4 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	HV status	shutdown					
				ROI5 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	set voltage(V) sweep(V/min)						
				ROI6 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	step1 : 850 V 600 V/min						
				ROI7 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	step2 : 0 V 0 V/min						
				ROI8 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	step3 : 0 V 0 V/min						

図 32 list データ計測・保存中画面

7. 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。

7. 3. (オプション) PSD モード

7. 3. 1. 準備

前章 7. 1. ヒストグラムモード の 7. 1. 1. 環境 から 7. 1. 4. 波形確認 まで、同様の準備を行います。

7. 3. 2. 入力波形の確認

threshold 設定からの立ち上がり部分の点数、立ち下がりまでの点数を押さえておきます。

7. 3. 3. エネルギースペクトルの確認

前章 7. 1. ヒストグラムモード同様の確認を行います。

7. 3. 4. 設定

(1) Device タブにて下記の設定をします。

mode list

PSD ON/OFF チェック

The screenshot shows the 'Device' configuration window for the APG7503. The 'config' tab is active. The 'mode' is set to 'list' and 'PSD ON/OFF' is checked. Other settings include polarity (neg), gain (x2.0), baseline restorer (Fast), and threshold (35). The 'PSA' section shows rise and fall times, and the 'LIST-WAVE' section shows list-wave delay and data. The 'pileup reject' section shows pileup reject enable (OFF), peak judge (5), and judge num (15).

図 33 config タブ

(2) リストデータを保存せずとも PSD 計測は可能です。リストデータを保存することで、このファイルを読み込むことで PSD グラフを生成することも可能です。

(3) PSD グラフにて下記の設定をします。

PSD axis type X 軸と Y 軸に割り当てるデータを選択します。除算結果にて小数点以下も表現した場合は商への倍率も設定します。計測中の変更は不可です。

cursor PSD グラフ内の着目エリアを設定します。計測中の変更も可能です。

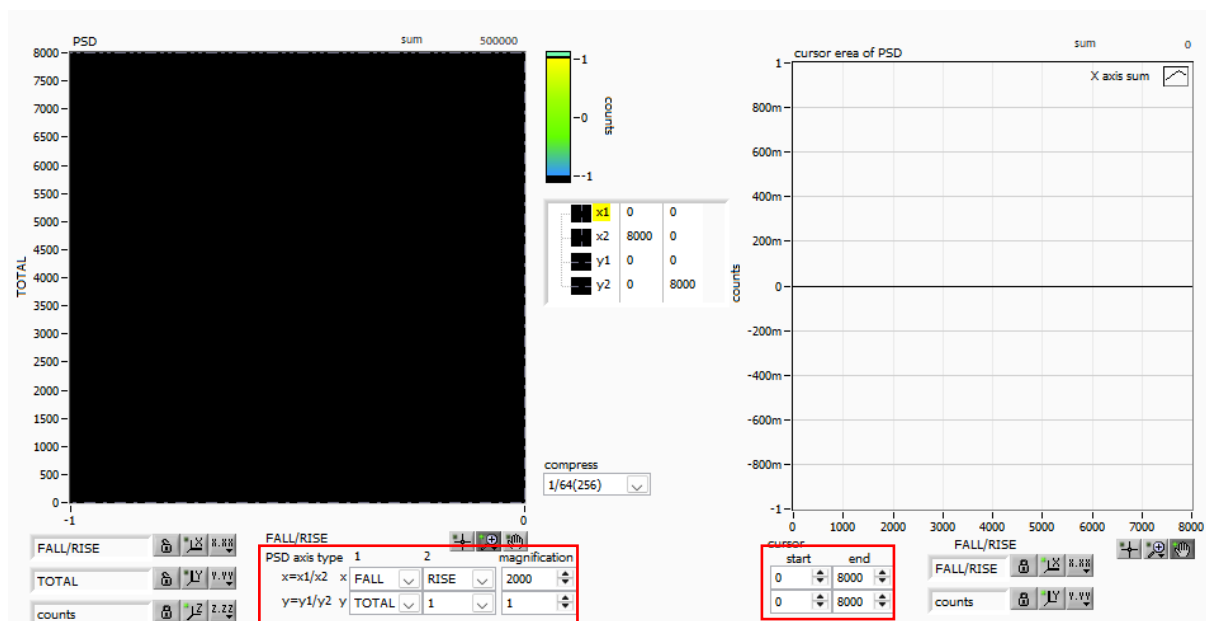


図 34 PSD グラフ

7. 3. 5. 計測開始

メニュー Config → Clear → Start の順にクリックします。実行後、PSD グラフと cursor area グラフが更新されます。file save をチェックした場合、イベントを検知しリストデータを取得すると以下の file size(byte)が増加します。計測したデータは、メニュー File - save PSD にて保存できます。

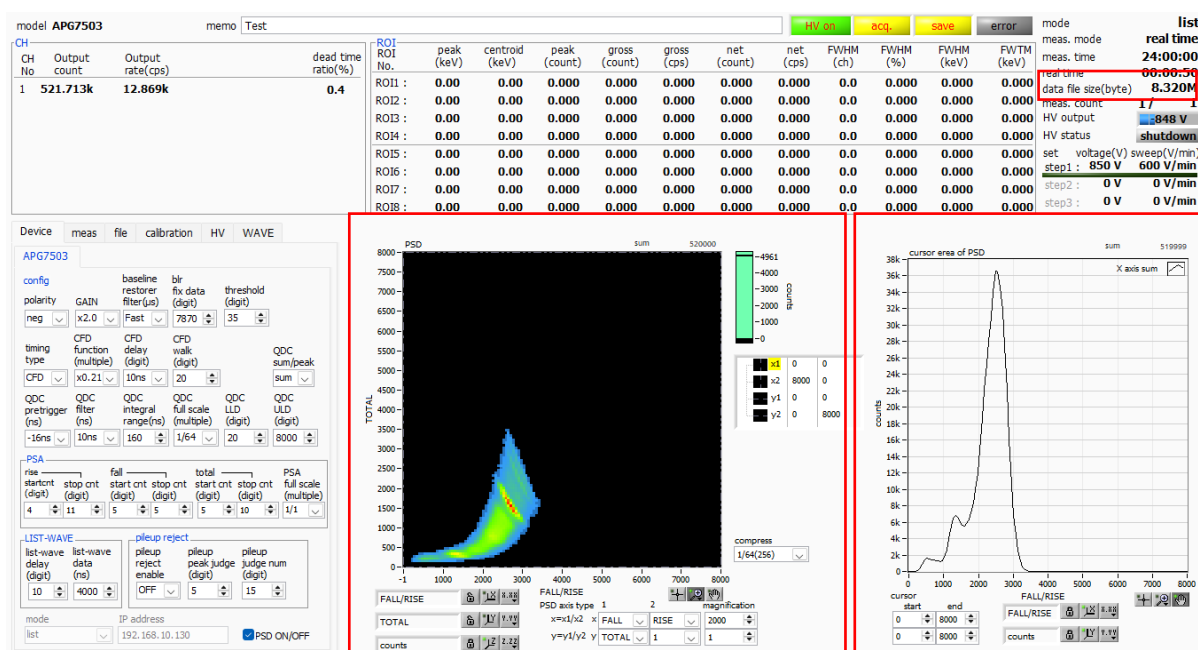


図 35 list データ計測中、PSD グラフと cursor area グラフ更新

7. 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。

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、APU201-M 部、HighVoltage 部、Calculation 部、Status 部、およびHistogram 部から成ります。

[Header]

Memo	メモ
mode	histogram、list など
meas. mode	計測モード。real time、live time または auto stop
meas. time(sec)	計測時間(秒)
Real time(sec)	リアルタイム(秒)
Live time(sec)	ライブタイム(秒)
Dead time(sec)	デッドタイム(秒)
Dead time ratio(%)	デッドタイム割合
Start Time	計測開始日時
Stop Time	計測終了日時

[APU201-M]

polarity	入力するプリアンプ出力信号の極性
GAIN	アナログコースゲイン
baselinerestorerfilter(μ s)	ベースラインリストアラ
blr fix data(digit)	ベースラインリストアラ フィックス時 オフセット
timing type	タイミングタイプ
CFD function (multiple)	CFD ファンクション
CFD delay(digit)	CFD ディレイ
CFD walk(digit)	CFD walk
QDC sum/peak	QDC サムor ピーク
QDC pretrigger(ns)	QDC プリトリガー
QDC filter(ns)	QDC フィルター時定数
QDC integral range(ns)	QDC 積分範囲
QDC full scale (multiple)	QDC フルスケール

QDC LLD(digit)	エネルギーLLD
QDC ULD(digit)	エネルギーULD
rise start cnt(digit)	PSA ライズ スタート カウント
rise stop cnt(digit)	PSA ライズ ストップ カウント
fall start cnt(digit)	PSA フォール スタート カウント
fall stop cnt(digit)	PSA フォール ストップ カウント
total start cnt(digit)	PSA スタート カウント
total stop cnt(digit)	PSA ストップ カウント
PSA full scale (multiple)	PSA フルスケール

[HighVoltage]

sweep step	掃引段階 (1 から 3 のいずれか)
set voltage(V)	本機器に設定されている出力電圧 (V) (順に step1, step2, step3 の値)
set sweep voltage(V/min)	本機器に設定されている 1 分間の出力掃引電圧 (V/min) (順番は同上)
bias shutdown judge voltage(V)	バイアスシャットダウンとする閾値電圧
bias shutdown polarity	バイアスシャットダウンと判定する極性
output voltage(V)	出力中の電圧モニタ値
output current(uA)	出力電流モニタ値
bias shutdown voltage(V)	バイアスシャットダウンモニタ電圧
bias shutdown	バイアスシャットダウン状態

[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)
Energy	ROI 間のピークのエネルギー値
peak	ROI 間のピーク位置
centroid	ROI 間の中心位置
peak(count)	ROI 間のピークカウント値
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
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数の総和
net(cps)	$\text{net(count)} \div \text{計測経過時間}$
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅(ch)
FWHM(%)	ROI 間の半値幅
FWHM	ROI 間の半値幅
FWTM	ROI 間の 1/10 幅

[Status]

input rate(cps)	トータルカウントレート
throughput rate(cps)	スループットカウントレート

[Histogram]

calibration a	エネルギー校正係数*a
calibration b	エネルギー校正係数*b
ヒストグラムデータ	最大
最大 8192 点。	

9. 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 部、APU201-M 部、HighVoltage 部、Status 部およびWave 部からなります
(Data 部以外については、9. 1. ヒストグラムデータファイル と同じ仕様です。

[Wave]

ウェーブデータ。最大 4096 点。

9. 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

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 128bit (16Byte, 8WORD)

Bit127		TOTAL[15.0]		112
Bit111		FALL[15.0]		96
Bit95		RISE[15.0]		80
Bit79		real time[55.40]		64
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	13	12	0	
CH[2.0]		QDC[12.0]		

図 36 list データフォーマット (PSA 付きリスト)

- Bit127 から Bit112 TOTAL (波形全積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit111 から Bit96 FALL (波形立下部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit95 から Bit80 RISE (波形立上部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。
- Bit12 から Bit0 QDC (積分値)。符号無 13 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。

9. 4. (オプション) リスト波形及びリストパイルアップ波形データファイル

- (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
任意
- (3) 構成

PSA 付きリスト（リストデータ部 128Bit の場合）

Bit127		TOTAL[15..0]		112
Bit111		FALL[15..0]		96
Bit95		RISE[15..0]		80
Bit79		real time[55..40]		64
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	13	12		0
CH[2..0]		QDC[12..0]		
wave number[15..0]				
header[31..16]				
header[15..0]				
wave data[15..0] × wave number 分				

図 37 list-wave 及び list pile up データフォーマット (PSA 付きリスト)

- Bit127 から Bit112 TOTAL（波形全積分）値。符号無 16 ビット整数。
- Bit111 から Bit96 FALL（波形立下部分積分）値。符号無 16 ビット整数。
- Bit95 から Bit80 RISE（波形立上部分積分）値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。
- Bit12 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 13 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)

- 波形データ
 - CH2 ヘッダー 0x57415631 (=WAV1)
 - CH3 ヘッダー 0x57415632 (=WAV2)
 - CH4 ヘッダー 0x57415633 (=WAV3)
- wave data。波形 1 点当たり 16bit。16384bit 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。

9. 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 部と PSD 2D histogram 部と 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 軸範囲開始チャンネル及び終了チャンネル

YAxisCursorRange カーソルでの Y 軸範囲開始チャンネル及び終了チャンネル

Compress (x/16384) 圧縮率のチャンネル数

[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 $8192 \times 8192 = 67108864$)

[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 8192)

10. Tool 機能

統合版アプリケーション Tool 編の取扱説明書ご参照ください。

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 がモジュール底面に設定され、[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	モジュール底面参照
---------	-----------

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。

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あてい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) calibration タブ内 ROI CH にて CH1 を設定します。
- (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) 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。
- (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。

11.4. IP アドレスを変更したい

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