

高圧電源 1CH 小型デジタルパルスプロセッサ

APU201-M

取扱説明書

第 1.0.5 版 2026 年 2 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

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	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	31
5. 6.	HV タブ	33
5. 7.	wave タブ	35
5. 8.	(オプション) PSD グラフ	36
6.	初期設定	38
6. 1.	接続と電源	38
6. 2.	高圧電源印加	38
6. 3.	検出器出力信号の確認	39
6. 4.	外部入力コネクタによる信号処理	39
6. 5.	GATE 信号によるデータ取得	39
6. 6.	外部CLRの使用	39
7.	計測	40
7. 1.	ヒストグラムモード	40
7. 1. 1.	環境	40
7. 1. 2.	電源と接続	40
7. 1. 3.	アプリケーション起動及び設定	40
7. 1. 4.	波形確認	41
7. 1. 5.	計測開始	43

7. 1. 6.	計測終了	44
7. 2.	リストモード	45
7. 2. 1.	準備	45
7. 2. 2.	エネルギースペクトルの確認	45
7. 2. 3.	設定	46
7. 2. 4.	計測開始	46
7. 2. 5.	計測終了	46
7. 3.	(オプション) PSD モード	47
7. 3. 1.	準備	47
7. 3. 2.	入力波形の確認	47
7. 3. 3.	エネルギースペクトルの確認	47
7. 3. 4.	設定	47
7. 3. 5.	計測開始	48
7. 3. 6.	計測終了	49
8.	終了	50
9.	ファイル	51
9. 1.	ヒストグラムデータファイル	51
9. 2.	波形データファイル	54
9. 3.	リストデータファイル	55
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	56
9. 5.	(オプション) PSD データファイル	58
10.	機能	59
10. 1.	外部 GATE 入力信号タイミングによるデータ取得	59
10. 2.	FWHM (半値幅) の算出方法	60
10. 3.	gross (グロス) カウント及び net (ネット) カウントの算出	60
10. 4.	2 点校正の計算方法	61
11.	参考図書	62
12.	トラブルシューティング	63
12. 1.	接続エラーが発生する	63
12. 2.	コマンドエラーが発生する	63
12. 3.	ヒストグラムが表示されない	64
12. 4.	IP アドレスを変更したい	64

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 500Msps, 14bit を 1CH と、高圧電源 4000V max を搭載した波形解析装置です。

FPGA による 500Msps 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。

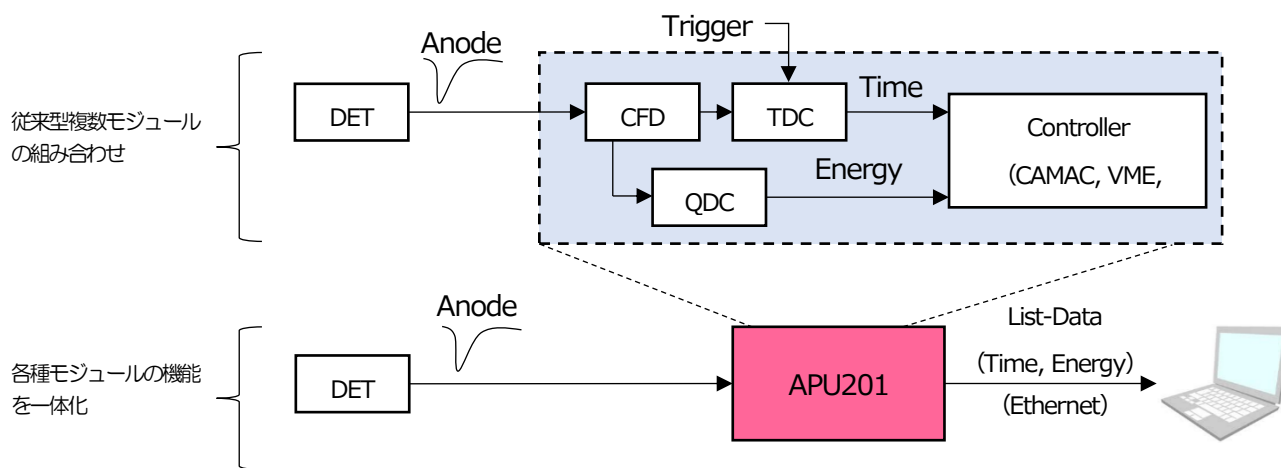


図 1 DPP 構成

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、LEMO コネクタ |
| | ・入力レンジ | ±1V |
| | ・入力インピーダンス | 50Ω |
| | ・コースゲイン | x0.5、x 1、x 1.5、x 2、x 2.5 |
| | ・入力信号立上り時間 | 2ns 以下 |
| (2) | ADC | |
| | ・サンプリング周波数 | 500Msps |
| | ・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 | Coarse : 2ns、Fine : 7.8ps LSB |
| (4) | 機能 | |
| | ・動作モード | ヒストグラム、リスト（時間ヒストグラム）、波形 |
| | ・イベント転送レート | 約 20MByte/秒。1 イベント 16Byte（128Bit）の場合。 |
| (5) | 高圧電源 | 出力電圧 : 最大 4000V ※極性は購入時の仕様による
出力電流 : 最大 1mA
SHV コネクタ |
| (6) | オプション | |
| | ・機能 | 波形リストモード、パイルアップ波形リストモード |
| (7) | 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 |
| (8) | 消費電流 | +12V、0.7A（最大） |
| (9) | 形状 | デスクトップ型 |
| (10) | 外径寸法 | 150 (W) x 40 (H) x 100[※130] (D) mm（※突起物含む） |
| (11) | 重量 | 約 302g |
| (12) | 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

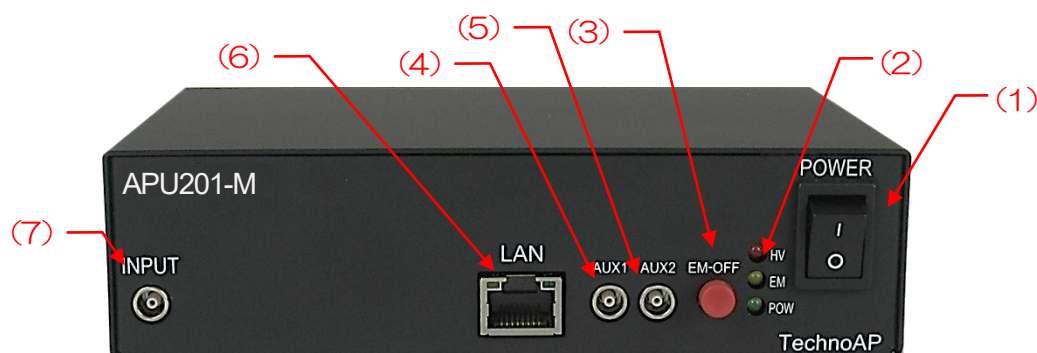


写真 1 前面



写真 2 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う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 $10k\Omega$ 。
※ 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。
- （２） 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\APP201”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。

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。

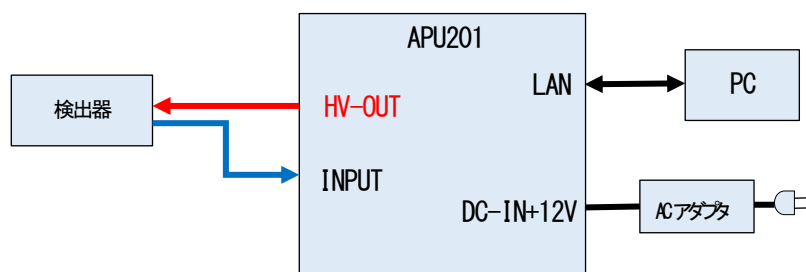


図 2 接続図

- (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

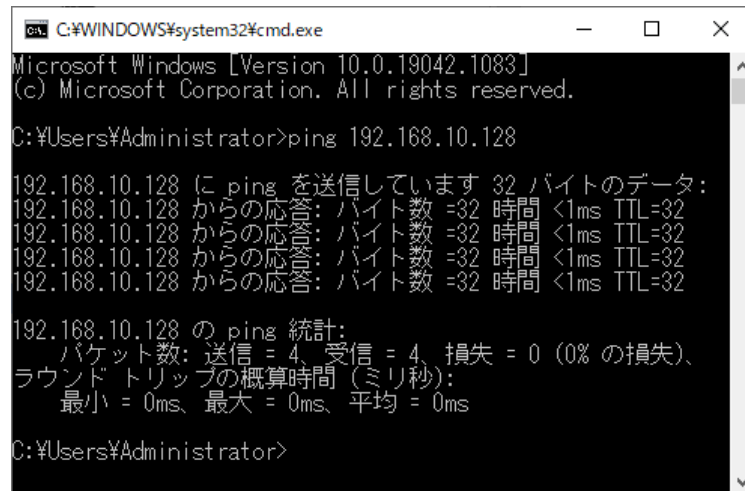


図 3 通信接続確認 ping コマンド実行

- (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 APP201 または Windows ボタンから AP P201 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。

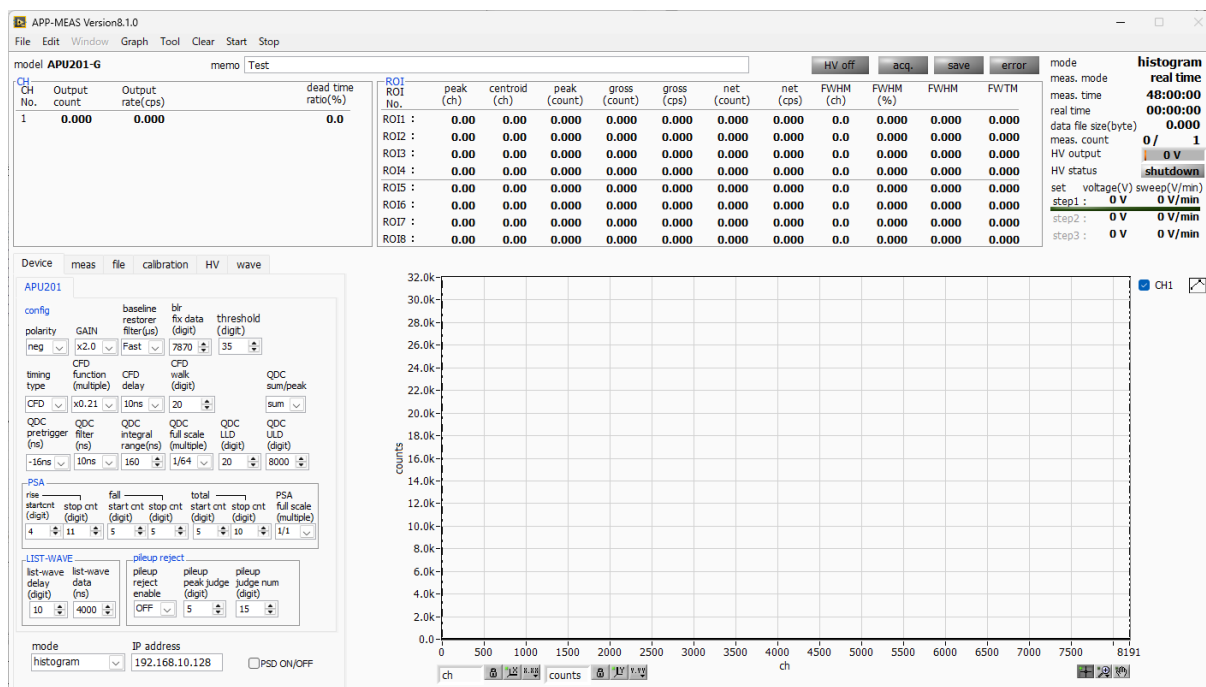


図 4 起動画面（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・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	（オプション）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	（オプション）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	（オプション）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 - convert to text from binary list data file	バイナリファイルのリストデータをテキストデータに変換
File - reconnect	本機器との再接続
File - quit	本アプリ終了
Edit - IP configuration	本機器の IP アドレスを変更
Graph - histogram	ヒストグラムグラフを表示

Graph - wave	wave グラフを表示
Graph - PSD	(オプション) PSD 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

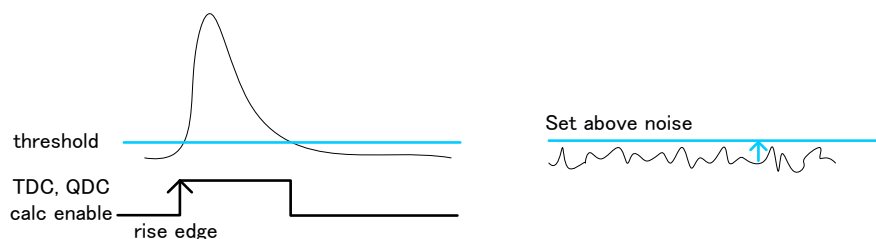
Device	入力 CH に関する設定
meas	計測時間に関する設定
file	データのファイル保存に関する設定
calibration	ROI 間の算出結果を表示します
HV	HV 出力に関する設定
wave	波形データの表示。

5. 2. Deviceタブ

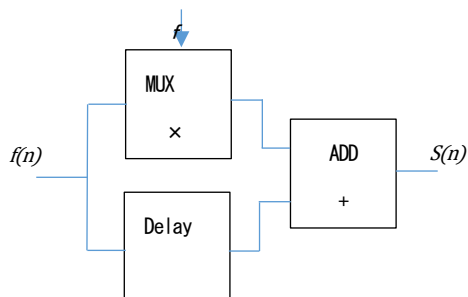
図 5 Deviceタブ

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。



本機器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。



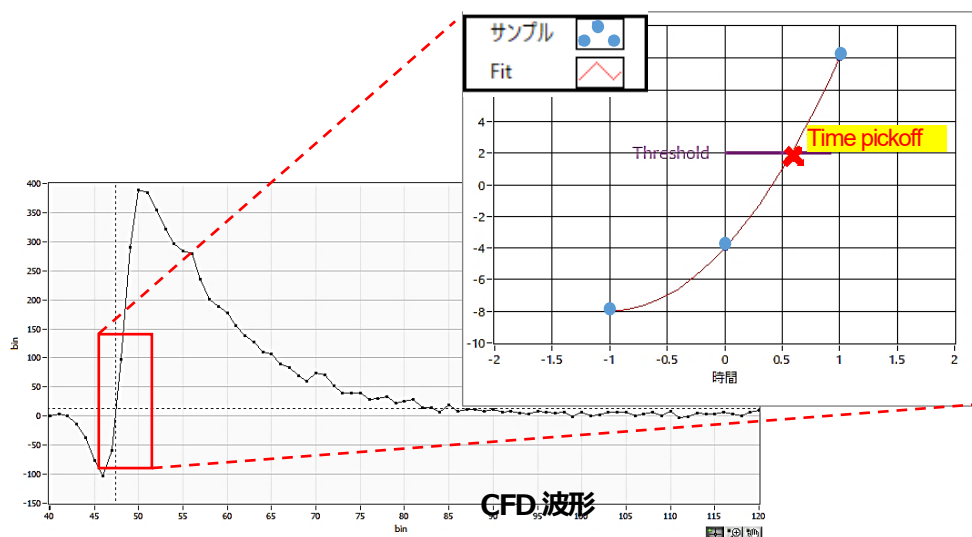
$$s(n) = f v(n) - v(n - \text{delay})$$

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。

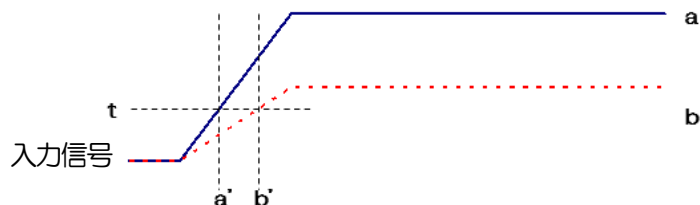
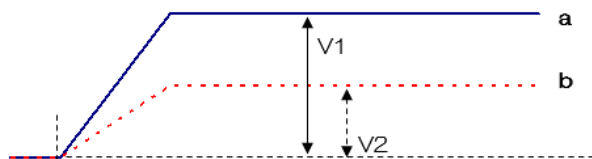


図 6 リーディングエッジ (Leading Edge Timing) の考え方

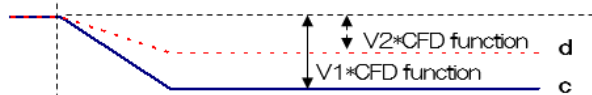
CFD コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing)

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。

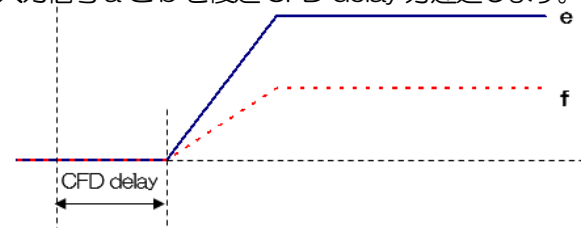
入力信号 a と b 。



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。

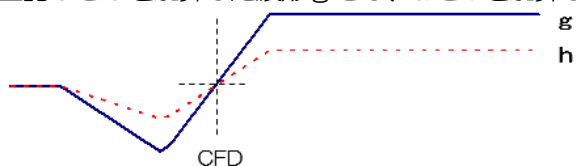
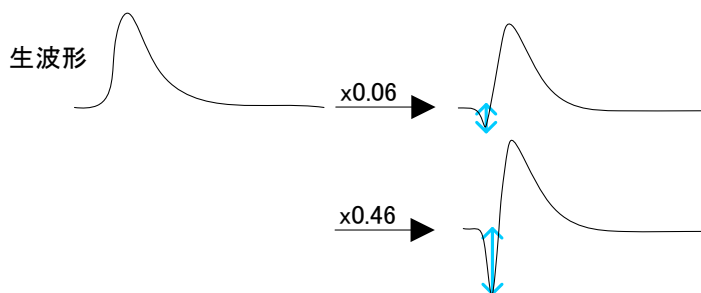
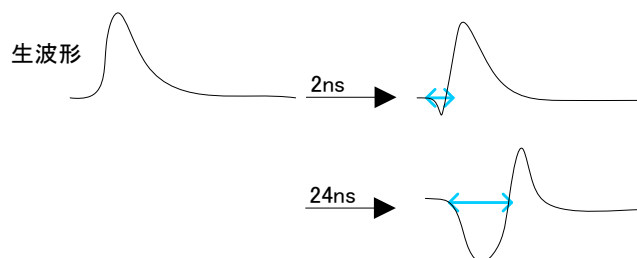


図 7 コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

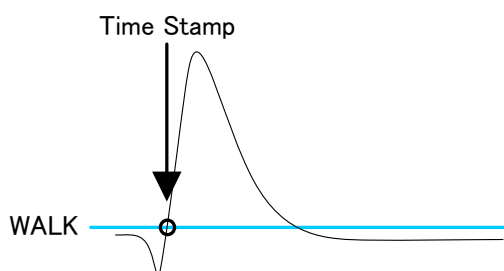
CFD function CFD 波形整形用に元波形を縮小するための倍率。0.03 倍、0.06 倍、0.09 倍、0.12 倍、0.15 倍、0.18 倍、0.21 倍、0.25 倍、0.28 倍、0.31 倍、0.34 倍、0.37 倍、0.40 倍、0.43 倍、0.46 倍 から選択します。



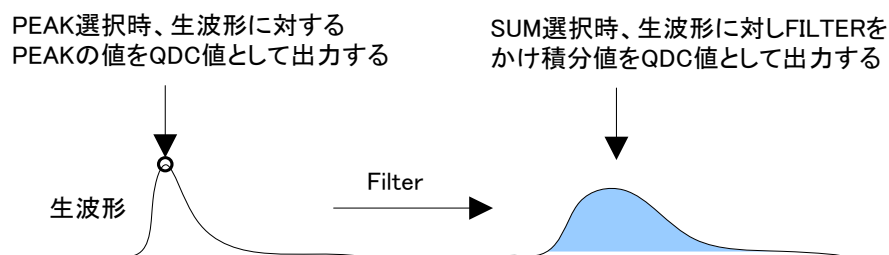
CFD delay CFD 遅延時間を設定します。1ns から 24ns まで 1ns 単位で設定します。



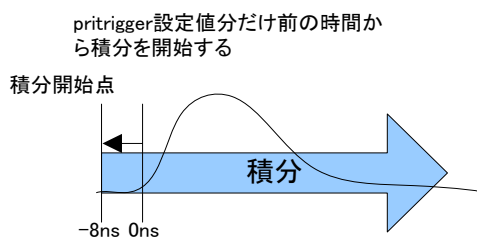
CFD walk タイムスタンプする閾値を設定します。単位は digit です。wave モードで CFD の波形を見ながら、0 クロス位置より近辺の値で設定します。



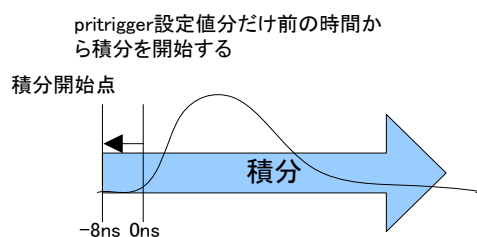
QDC sum/peak QDC データの出力形式を選択します。PEAK 値、SUM 値から選択します。



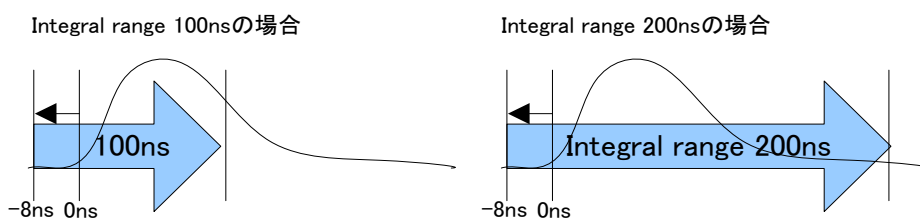
QDC pre trigger (ns) 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを 0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns、-40ns、-48ns、-56ns、-64ns から選択します。



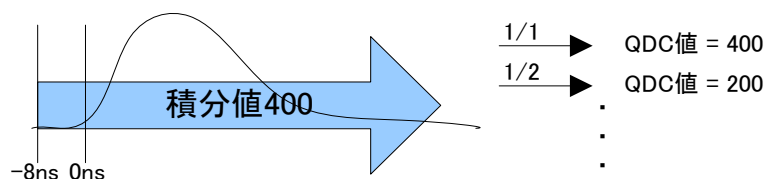
QDC filter (ns) 積分値算出用の波形を整形するための時定数を設定します。設定は Ext、10ns、20ns、50ns、100ns、200ns から選択します。



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

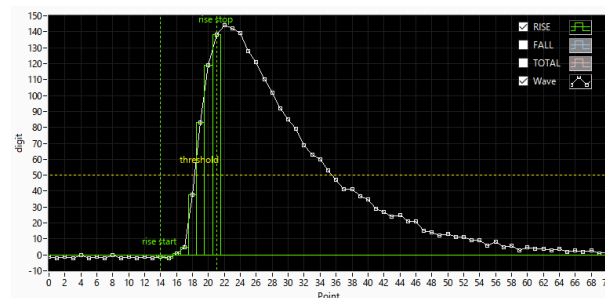


図 9 RISE の対象範囲設定例

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。

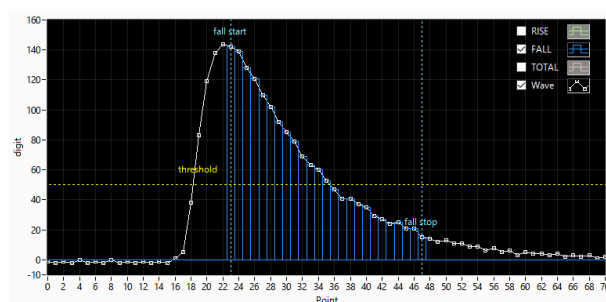


図 10 FALL の対象範囲設定例

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。

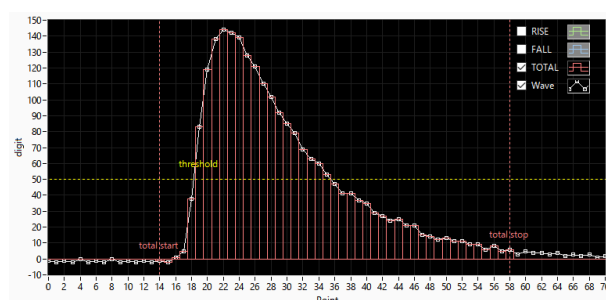


図 11 TOTAL の対象範囲設定例

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。

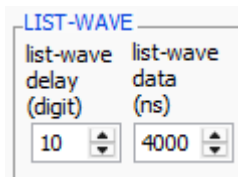


図 12 list-wave 関連設定

• 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、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。

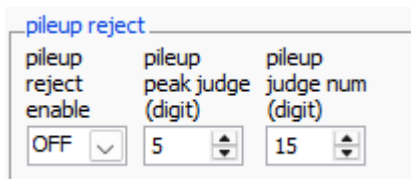


図 13 pile up reject 関連設定

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いって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

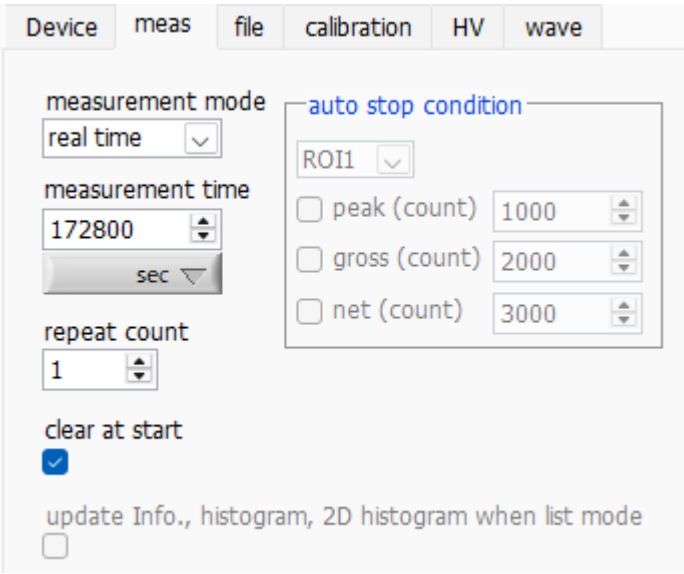
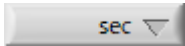


図 14 meas タブ

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。 mode が histogram の場合に限り、選択可能になります。
measurement time	計測時間設定。設定範囲は 00:00:00 から 48:00:00 です。 上記 auto stop の場合、本設定は無視され、自動的に 48:00:00 となります。 単位 sec を選択した場合、設定範囲は 0 秒から 172800 秒です。
	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	計測開始時にヒストグラムデータの初期化を実行するか否かを設定します。
update Info, histogram, 2D histogram when list mode	リストモードで計測中に、Information 部のデータ取得と表示を行います。また、受信したイベントデータよりヒストグラムを作成して表示を行います。 mode が list または coincidence の場合に限り、指定可能になります。

※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

measurement mode で auto stop を選択した場合に限り有効となり、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 以下の各種カウントの対象となる 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

• file 部

data folder	後述のデータファイル格納先となる共通フォルダを、絶対パスで指定します。
save configuration file on 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 on stop	チェックを入れると、計測停止時のヒストグラムデータをファイルに保存します。 ファイル名の拡張子はcsv となります。
histogram file name	ヒストグラムデータファイルの名称を設定します。サブフォルダから開始することも可能です。また、拡張子無しも可です。

※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：data folder に C:\Data、 histogram file name に histogram.csv と設定し、日時が 2025/09/01 12:00:00 の場合は、
C:\Data\histogram_20250901_120000.csv というファイル名でデータ保存します。

histogram continuous save	ヒストグラムデータを設定時間間隔でファイルに保存するか否かを設定します。
---------------------------	--------------------------------------

※注意※

処理状態により保存間隔にずれが生じる場合があります。簡易バックアップ用としてご使用ください。

histo file save time (sec)	ヒストグラムデータの連続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。
save chn file of win	save histogram as stop にチェックがあるとき、chn ファイル (Windows 版) を出力します。
save chn file of dos	save histogram as stop にチェックがあるとき、chn ファイル (dos 版) を出力します。
save chn file of maestro	save histogram as stop にチェックがあるとき、chn ファイル (maestro 版) を出力します。
例 : data folder に C:\¥Data、histogram file name に histogram.csv と設定し、日時が 2025/09/01 12:00:00 の場合は、 C:\¥Data¥histogram_20250901_120000_win_CH1.chn C:\¥Data¥histogram_20250901_120000_dos_CH1.chn C:\¥Data¥histogram_20250901_120000_maestro_CH1.chn というファイル名でデータ保存します。	
save screenshot file on 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。 ※注意※ 左下半分 (Device, meas などのタブ)、右下グラフ、いずれも計測停止時に選択表示されていた状態で保存されます。全ての表示内容が保存されるわけではないので、注意して下さい。
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。 リストモード選択時のみ有効です。
list file name	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。 ※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 : data folder に C:\¥Data、list file name に 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する番号の開始番号を設定します。 設定可能範囲は、0 から 999999 までです。999999 を超えた場合 0 にリセットされます。
file name	list file name と list file number を元に、実際に保存される時のファイル名を表示します。
list read size from device (byte)	リストモード時の最小読み込みデータ長。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て少ない数でイベントを受信できるようにします。

max. list file size (byte)

リストデータファイルを保存する最大サイズを設定します。SI（国際単位系）表記法で 1M、10M、100M等とし、1Mバイトから 2Gバイトの間で設定します。

list data format

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。

binary (big endian)

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。

binary (little endian)

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。

txt (CSV)

カンマ (,) 区切りのテキスト形式。データをメモ帳やExcelなどで容易に確認できます。

※注意※

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。

5. 5. calibration タブ

ROI (Region Of Interest) 及びエネルギー校正の設定をします。ヒストグラムピークに ROI を設定することで、ピークのカウント数や半値幅などの算出を行います。

ROI	CH	ROI start (keV)	ROI end (keV)	energy (keV)	Gauss fitting
1	CH1	61	265	59.54	☒
2	CH1	530	775	121.78	☒
3	CH1	1816	1959	661.7	☒
4	CH1	3081	3305	1173.2	☒
5	CH1	4095	4095	1332.5	☒
6	CH1	50	4090	1408	☐
7	CH1	50	4095	1	☐
8	CH1	50	4095	1	☐

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

ROI centroid(ch) energy (keV) *a
 ROI1 - 0.00 - 59.54 1
 none - 0.00 - 0 +b
 0
 x^2*c
 0
 unit
 keV

energy calibration file path

☐ auto update file

図 16 calibration タブ

• ROI 部

- 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。⁶⁰Co 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。
- Gauss fitting チェックを入れると、ガウス関数フィッティングをします。計算結果は ROI 部に表示されます。

※注意※

なおチェックを入れると、ROI 幅が 256 超の場合、peak(ch)を中心に 256ch 範囲の ROI 幅で ROI 部の計算を行います。ただし、gross(count), gross(cps)については、常に指定した ROI 範囲で算出します。

• unit of x axis 部

X 軸の単位。設定に伴い、histogram グラフ 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	2 次関数 $y = ax + b + cx^2$ の a, b, c を適用します。単位は任意に設定します。
file	Tool - create 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。 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。
ROI	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。
energy calibration file path	前出 file で使用するファイル名を指定します。
auto update file	チェックを入れると、energy 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。
*a, +b, x ² *c	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。
unit	manual を選択した場合、ヒストグラムグラフ横軸の単位名称や ROI 間の計算結果の単位名称を任意に設定します。

5. 6. HV タブ

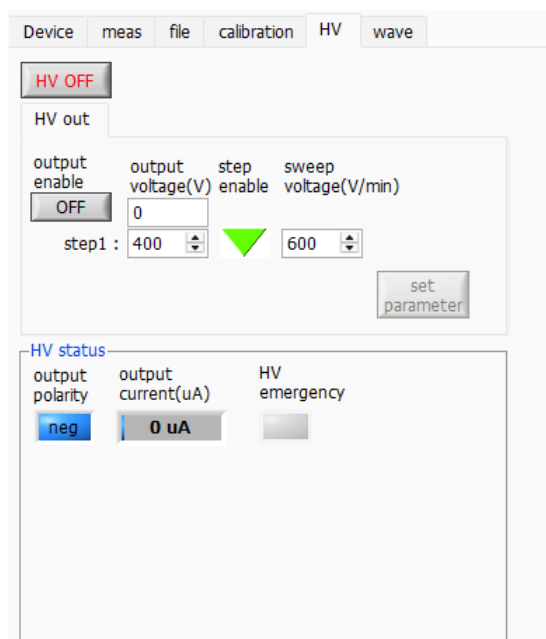
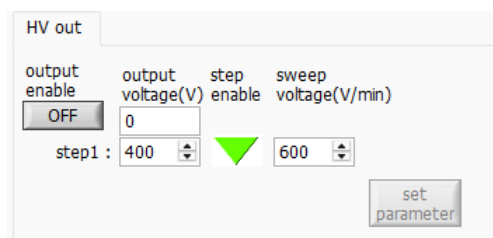


図 17 HV タブ (HV out タブ)

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 のみ ON(緑)/OFF(灰)で指定。

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

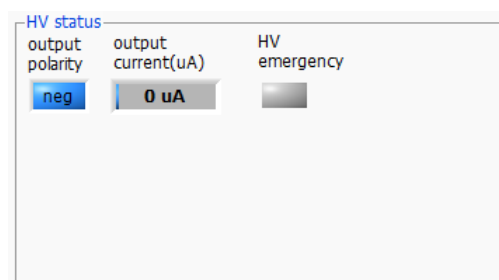


図 18 HV status

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。

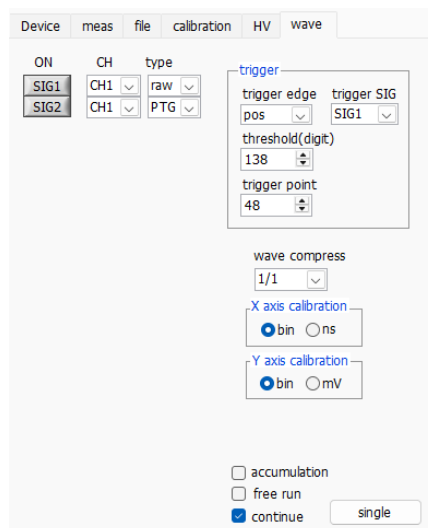


図 19 wave タブ

ON	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。（本機器は 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。
trigger point	波形の表示開始ポイントを指定します。
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。
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。
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	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。
continue	連続波形取り込みを選択します。
single	シングルトリガー取り込みを実行します。

5. 8. (オプション) PSD グラフ

本グラフは、Graph メニューで PSD を選択した場合、または、Device タブ右下の PSD ON/OFF にチェックを入れて計測開始した場合に表示されます。

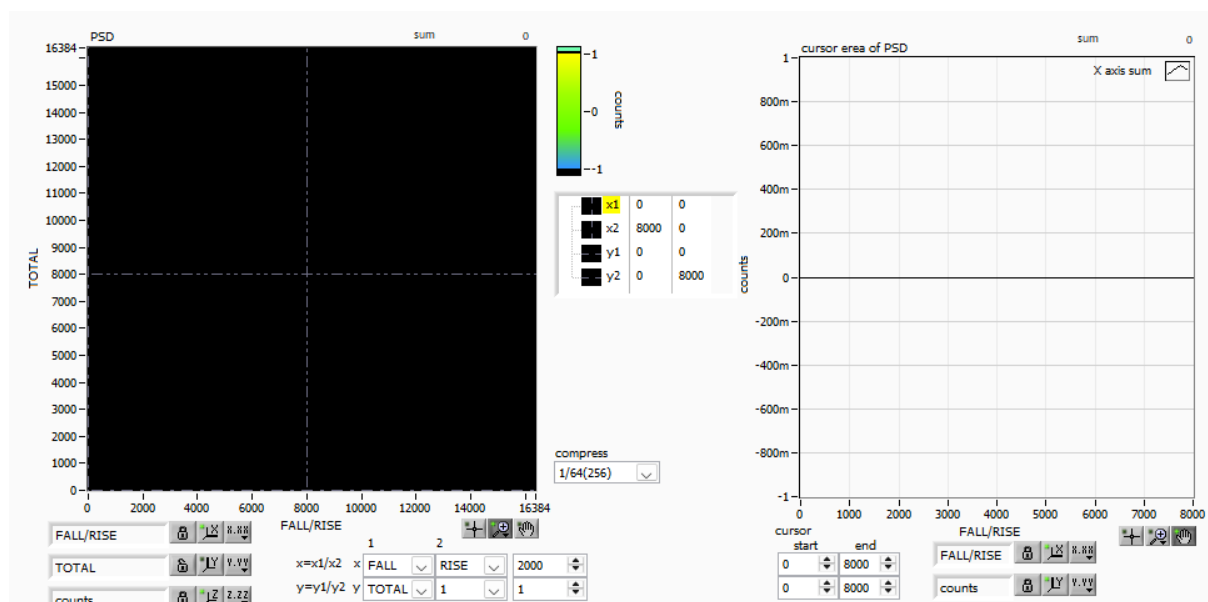


図 20 PSD グラフ

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類を選択しておき、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。

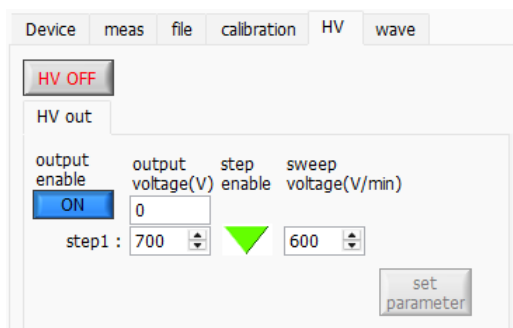


図 21 高圧電源出力設定

- (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。

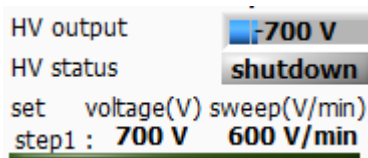


図 22 高圧電源状態確認

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。

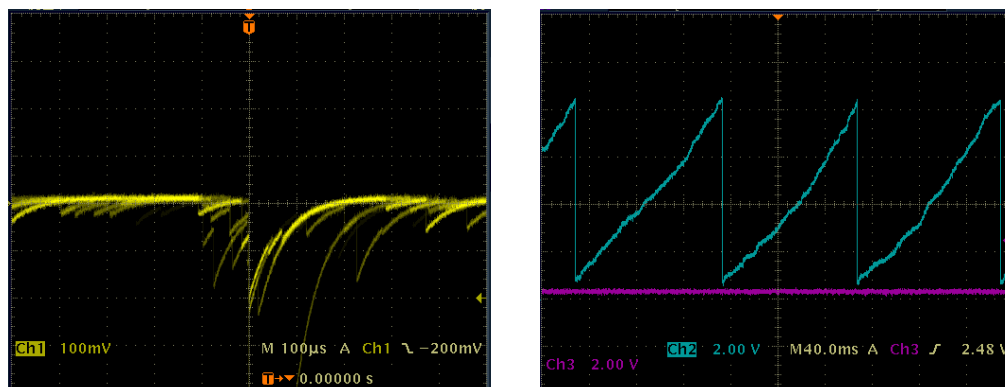


図 23 左側：抵抗フィードバック型 負極性の場合、右側：トランジスタリセット型 正極性の場合

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. 5. 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下りまでをカバーするパルス幅) を作り入力します。

6. 6. 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

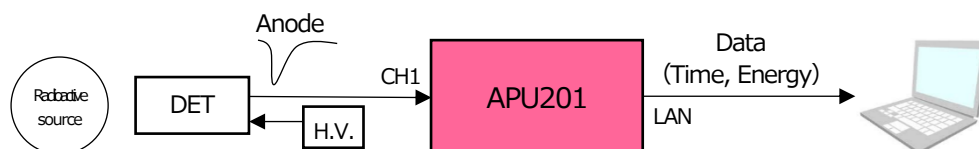


図 24 計測環境

7. 1. 2. 電源と接続

- (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。
- (4) 本機器と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

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APP201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。

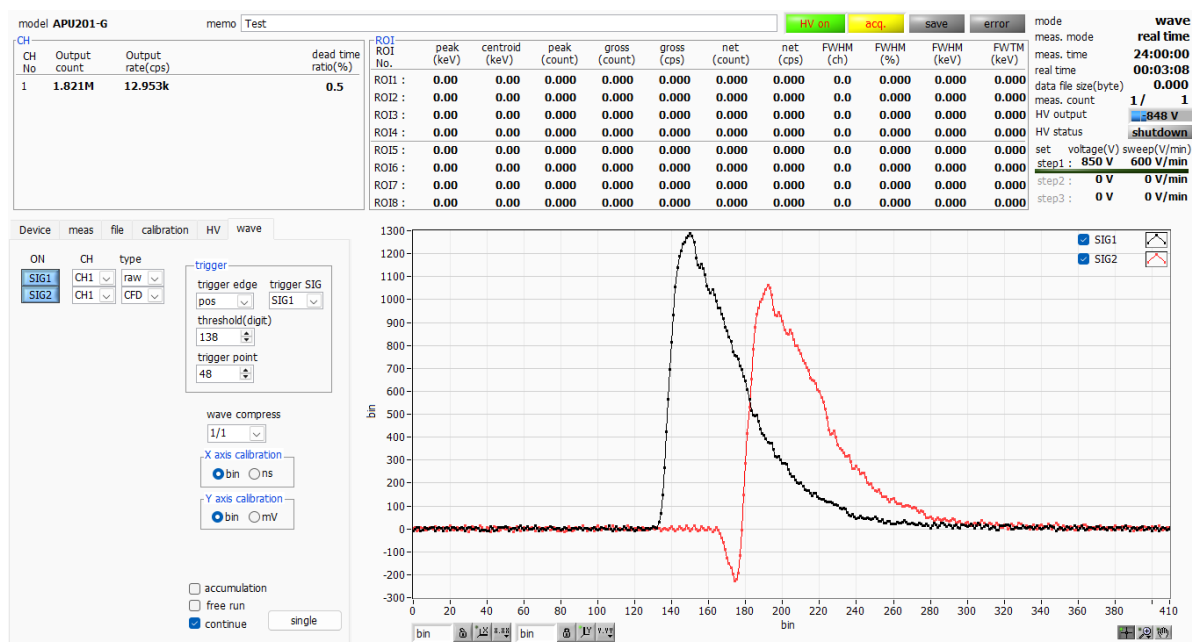


図 26 波形計測画面

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 free run と continue 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。

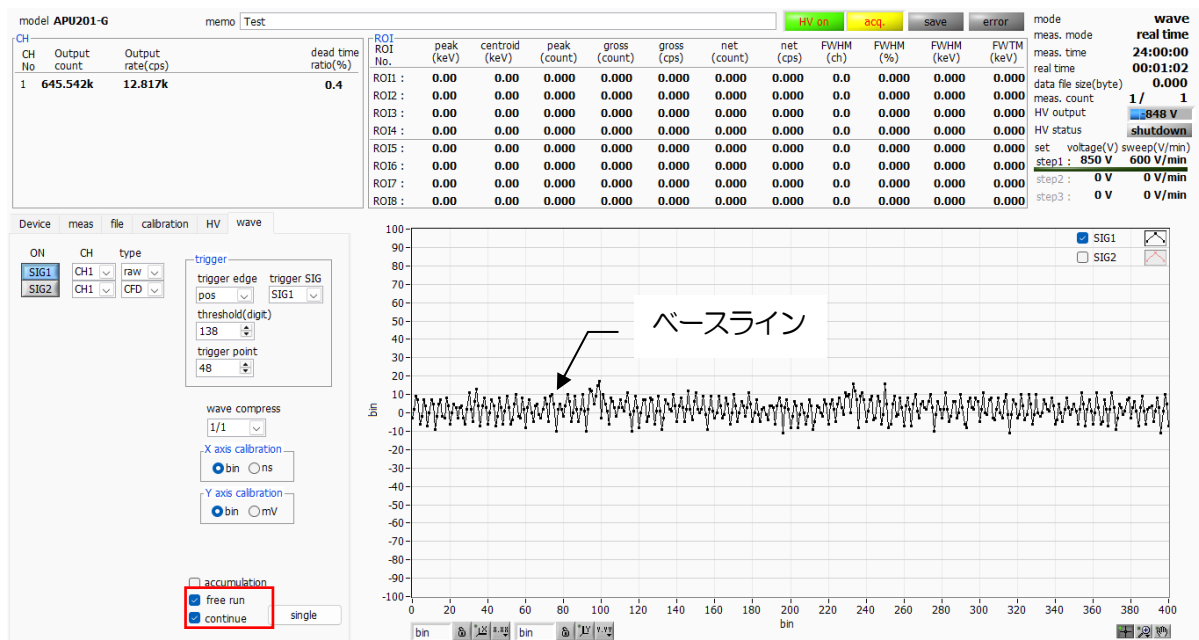


図 27 ベースライン確認中

次に 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、GAIN を $\times 1.0$ などに下げたり、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

Device 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、Devie タブ内 threshold に設定します。

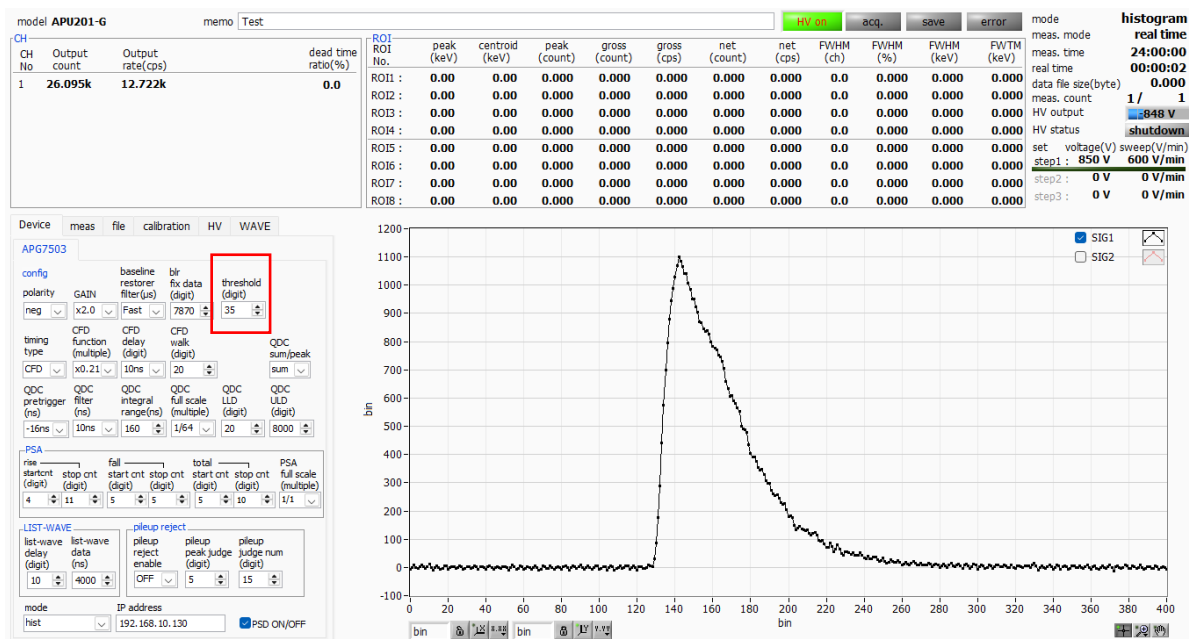


図 28 Device タブ内 threshold 設定

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。

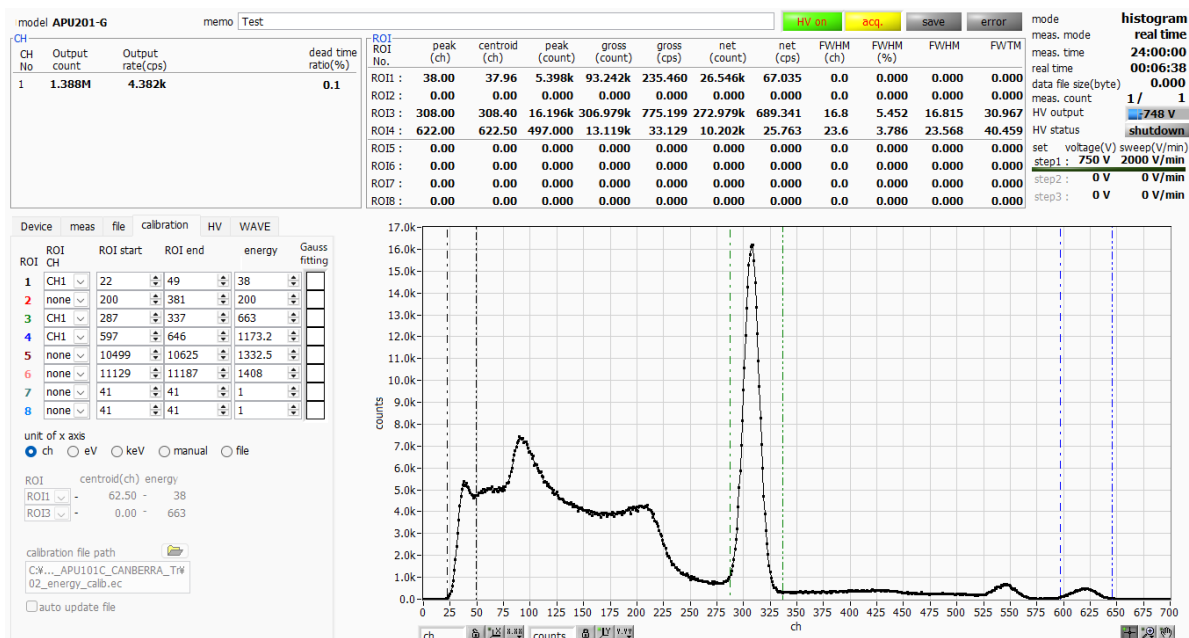


図 29 ヒストグラムモード計測中

- 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に注意します。

- 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。

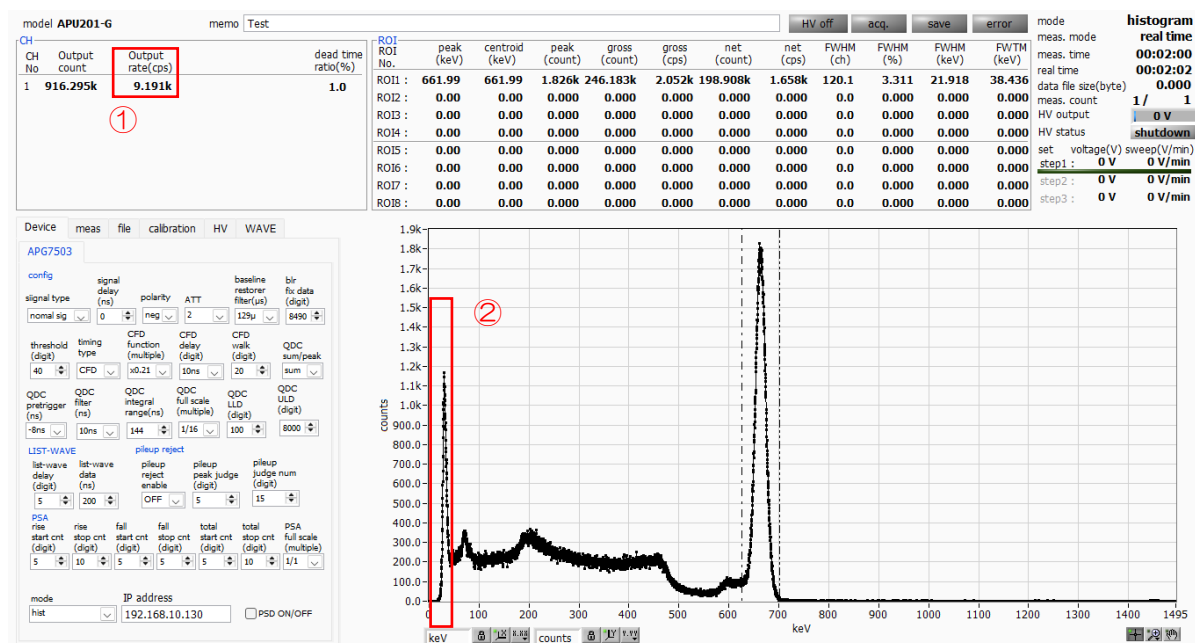


図 30 list モード計測前注意点

7. 2. 3. 設定

- (1) Device 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 save list file にチェックを入れ、list file name などの各項目を設定します。

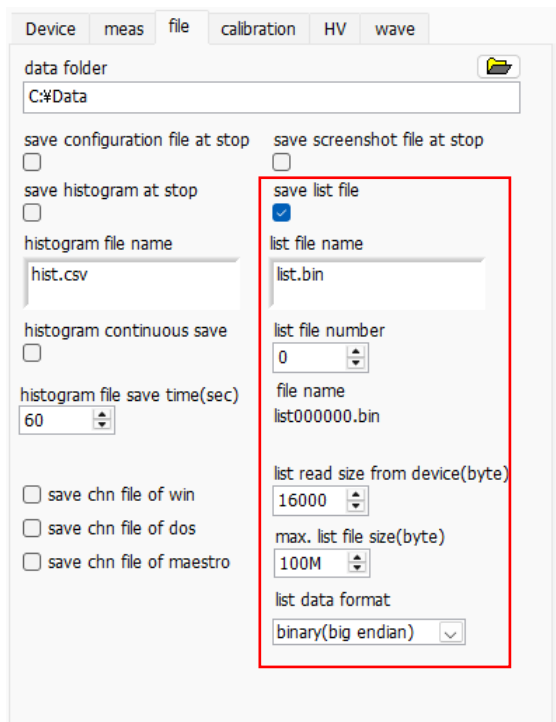


図 31 file タブ内リストデータ保存関連設定

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		APU201-G		memo		Test												HV on acq. save error				mode		list	
CH	No	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. mode	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	meas. time	24:00:00							
					ROI2 :	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	realtime	00:00:10							
					ROI3 :	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							
					ROI4 :	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							
					ROI5 :	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							
					ROI6 :	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							
					ROI7 :	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)							
					ROI8 :	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							
																	step2 :	0 V 0 V/min							
																	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

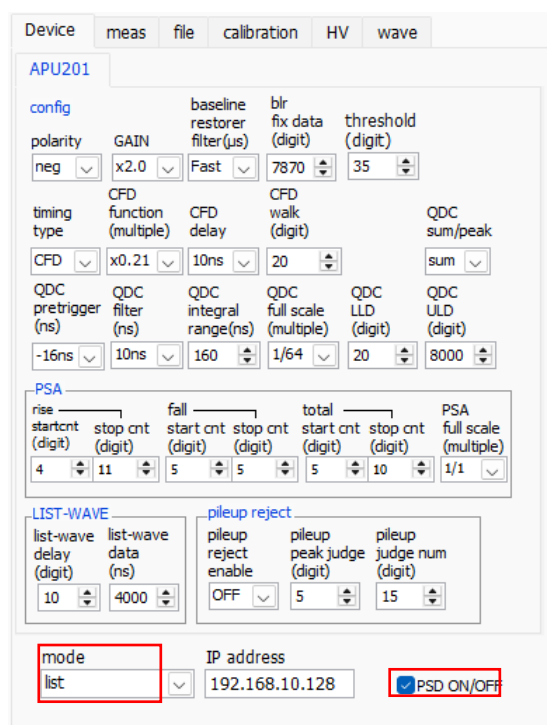


図 33 Device タブ

(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。

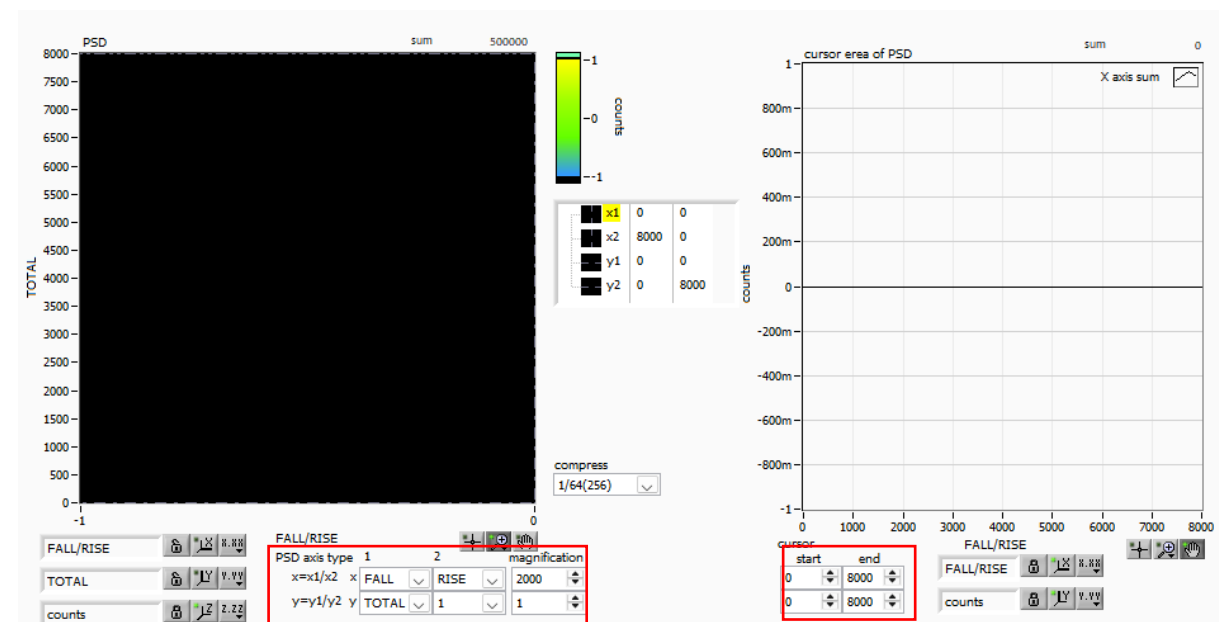


図 34 PSD グラフ

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。

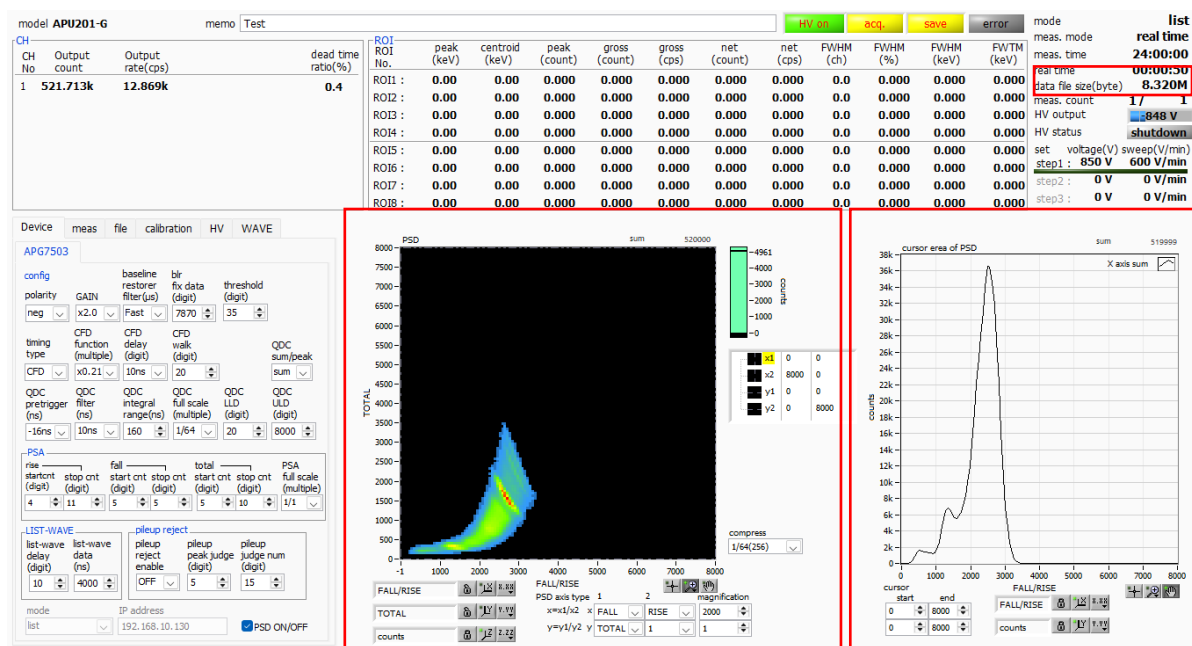


図 35 list データ計測中、PSD グラフと cursor area グラフ更新

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 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]

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
baseline restorer filter(us)	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 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

file タブ内 list file name 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：data folder に “D:\data”、list file name に “123456.bin”、number に “1” と設定した場合、“D:\data\123456_000001.bin”。

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（ビッグエンディアン形式の場合）

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 2ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 7.8124ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。0（CH1 の意）固定。
- 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 2ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 7.8124ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。0（CH1 の意）固定。
- 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、スレッショ

- 波形データ ルドを超えたところから、設定範囲間の波形の積算値。
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)
- 波形データ 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. 機能

10. 1. 外部 GATE 入力信号タイミングによるデータ取得

ある事象発生時に、外部からの条件によりその時のイベントデータを取得したい場合は、フロントパネルの AUX1 (GATE) 入力端子に対し LV-TTL レベルの外部 GATE 信号を入力します。High の時は計測をし、Low の時は計測しません。

外部 GATE 入力信号は、波形整形入力信号を十分覆う下図のような範囲で入力してください。

特に、波形整形入力信号がベースラインからスレッシュホールドレベル V_{th} を超えるところは、外部 GATE 入力信号が High レベルを保持してください。波形整形入力信号がスレッシュホールドレベルを下回ったタイミングで A/D 変換処理が行われ、 $1.2\mu s$ の処理時間を経てピーク値を確定します。

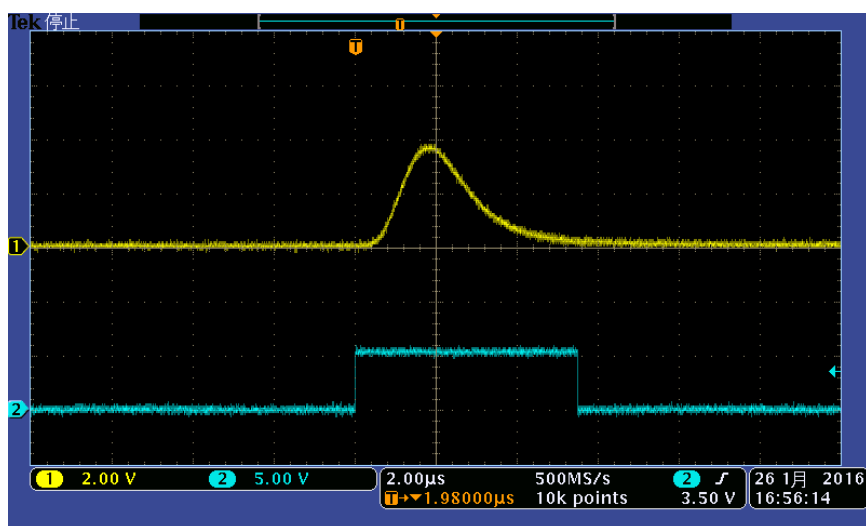


図 38 外部 GATE 入力信号タイミング

※ 外部 GATE 入力信号は LV-TTL レベルで、0.8V 以下を Low レベル 2.0V 以上を High レベルと判定しております。最大入力電圧は 5V です。

10. 2. 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。

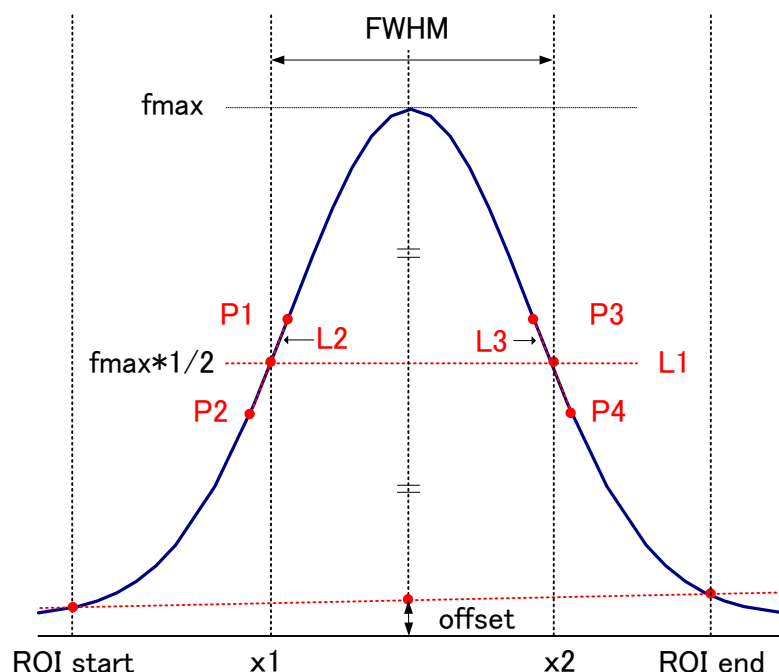


図 39 FWHM 算出

- (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。

10. 3. gross（グロス）カウント及び net（ネット）カウントの算出

ROI 部内にある gross カウント及び net カウントは、Covell 法で算出しています。

詳細は、参考図書「アプリケーション Tool 編 取扱説明書」の「3.4 Covell 法で ROI 計算」を参照してください。

10. 4. 2点校正の計算方法

エネルギー校正の実行として、グラフの横軸単位目盛をエネルギー（例：keV）にするために、2 つエネルギーピークの centroid とピークエネルギー値を使用して 2 点校正を行っています。1 点校正も可能です。

ROI No.	peak (ch)	centroid (ch)
ROI1	3189.00	3188.78
ROI2	3622.00	3621.88

グラフ上部に位置する ROI に表示される ROI1/ROI2 の centroid(ch) 値を参考に、calibration タブ内上側に位置する ROI にて、ROI start(keV) および ROI end(keV) を設定するか、グラフのカーソル移動によって ROI1 と ROI2 の範囲を設定します。

ROI	ROI CH	ROI start	ROI end	energy
1	CH1	3183	3195	1173.2
2	CH1	3615	3628	1332.5

ROI1/ROI2 それぞれのピークのエネルギーが何 keV に該当するかを peak(keV) に設定します

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

ROI1	centroid(ch)	energy (keV)	*a
ROI1	3188.78	1173.2	0.367813
ROI2	3621.88	1332.5	+b
			0.323865

calibration タブ内下側に位置する unit of x axis にて、ラジオボタン keV を選択します。さらに下側に位置する ROI にて、ROI1 および ROI2 を選択します。すると、右側に位置する a と b に、以下の式にて算出された、一次式 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b が自動で反映されます。

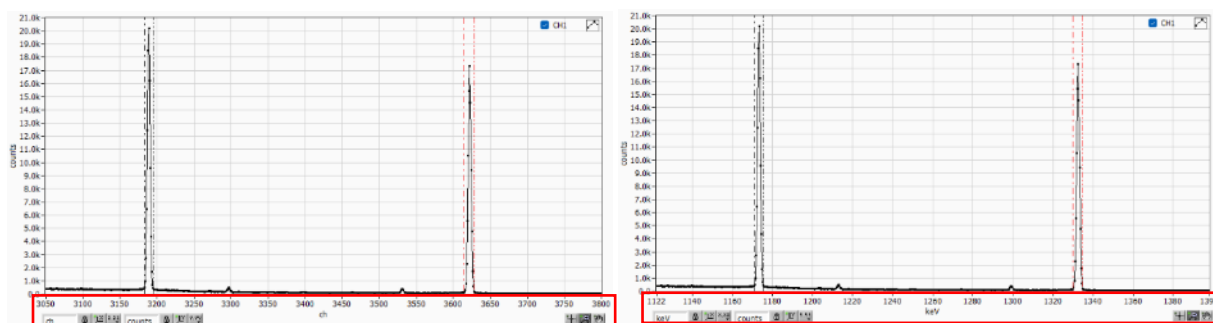


図 40 左側：エネルギー校正前 ch、右側：エネルギー校正後 keV

$$a = (\text{peak1} - \text{peak2}) / (\text{centroid1} - \text{centroid2})$$

$$b = y - ax$$

例として、 ^{60}Co の 1173keV の centroid が 4723.50ch、1332keV の centroid が 5364.77ch の場合

$$a = (1332 - 1173) / (5364.77 - 4723.50) = 0.248$$

$$b = 1332 - 0.248 * 5364.77 = 1.537$$

以上により、a には 0.248、b には 1.537 と自動で反映され、横軸の単位目盛は、一次式 $0.248 * \text{ch} + 1.537$ にて作成されます。

11. 参考図書

本取扱説明書は本機器のハードの説明、アプリケーションのパラメータの説明を主体に記載しています。
高機能な解析が可能な Tool の詳細説明については別紙を参考にしてください。

- Tool の詳細説明

“アプリケーション Tool 編 取扱説明書”

12. トラブルシューティング

アプリケーションに関する各種トラブルの対処法につきましては、以降の各項目の他、下記もご参照ください。

["https://www.techno-ap.com/support_app.html"](https://www.techno-ap.com/support_app.html)

12. 1. 接続エラーが発生する

起動時に connection error エラーが発生する場合、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 [APU201]セクション IP 行の IP アドレスが正しく定義され、各ポート番号が下記のとおり定義されていることを確認します。
 IP = モジュール底面などを参照
 UDPDevConfigPort = 4660
 TCPDevDataPort = 24
- (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 モジュール底面などを参照
 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
- (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アウォールソフトを 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。

12. 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っ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。

12.3. 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) output count と 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 count と 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。

12.4. IP アドレスを変更したい

本アプリのメニュー Edit から IP configuration を実行して変更します。

または、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