

X線用デジタルスペクトロメーター

APU101X

APN101X

取扱説明書

第2.0.0版 2025年6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

目次

1. 概要	5
2. 仕様	6
2. 1. 仕様	6
2. 2. 特徴	8
3. 外観	9
4. セットアップ	12
4. 1. アプリケーションのインストール	12
4. 2. ケーブル接続	12
4. 3. ネットワークのセットアップ	13
5. アプリケーション画面	14
5. 1. 起動画面	14
5. 2. Device タブ	17
5. 3. meas タブ	21
5. 4. file タブ	22
5. 5. calibration タブ	25
5. 6. option タブ	27
5. 7. HV タブ	28
5. 8. wave タブ	29
5. 9. グラフ	30
6. 初期設定	32
6. 1. 接続と電源	32
6. 2. 高圧電源印加	32
6. 3. プリアンプ出力信号の確認	33
6. 4. 設定実行	33
6. 5. プリアンプ出力信号の入力レンジの確認	34
6. 6. SLOW 系フィルタの設定	35
6. 7. SLOW 系スレッシュホールドの設定	37
6. 8. 外部入力コネクタによる信号処理	38
6. 9. 半値幅 FWHM (Full Width at Half Maximum) の計算方法	39
7. 計測	40
7. 1. 初期化設定	40
7. 2. 計測開始	40
7. 2. 1. ヒストグラムモードの場合	40
7. 2. 2. ウェーブモードの場合	41
7. 2. 3. クイックスキャンモードの場合	41
7. 2. 4. リストモードの場合	41
7. 3. 計測停止	42
8. 終了	42
8. 1. 高電圧出力降圧	42
8. 2. アプリ終了	42

9. ファイル.....	43
9. 1. ヒストグラムデータファイル.....	43
9. 2. ウェーブデータファイル.....	45
9. 3. クイックスキャンデータファイル.....	46
9. 3. 1. 標準.....	46
9. 3. 2. カウント上限拡張（オプション）.....	47
9. 4. リストデータファイル.....	48
9. 5. リストデータファイルテキスト形式変換.....	49
10. Tool 機能.....	50
11. トラブルシューティング.....	51
11. 1. 接続エラーが発生する。.....	51
11. 2. コマンドエラーが発生する.....	51
11. 3. ヒストグラムが表示されない.....	52
11. 4. IP アドレスを変更したい.....	52

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

1. 概要

X 線用デジタルスペクトロメーターAPU101X（以下本機器）は、高圧電源・プリアンプ電源・MCA（マルチチャンネルアナライザ）を1つにまとめたデジタルスペクトロメーターです。リアルタイムデジタルシグナルプロセッシング機能（DSP）を搭載したマルチチャンネルアナライザ（MCA）のため、アナログ回路による波形整形処理が不要になり、非常に高速なA/Dコンバータを利用して、プリアンプからの信号を直接デジタルに変換しFPGAによるパイプラインアーキテクチャによって、リアルタイムに台形フィルタ（Trapezoidal Filter）処理されます。これにより非常に優れたエネルギー分解能と時間分解能を提供し、高い計数率（1Mcps以上）でも抜群の安定感を持ちます。

本機器はパソコン（以下PC）とLANケーブルにより接続し、付属のアプリケーションAPP101X（またはDSP MCA、以下本アプリ）を使用することでパラメータの設定やデータの読み出し、計測したデータの解析及び取込み等ができます。

本書は、本機器と本アプリの取り扱いについて記載したものです。

- ※ 本書は通常品について記載しており、オプションの有無、特別仕様、高圧電源モジュールの仕様により、ご使用中のものとは異なる場合がございます。
- ※ 型式のAPUは基板をユニット（筐体）に納め、AC電源アダプタで使用できるタイプを表しています。この基板をNIM規格サイズの筐体に格納した型式には、APUの代わりにAPNが付きます。この型式に電源を供給するためにはNIMピン電源ラックが別途必要となります。この例として、ユニット型のAPU101XをNIM型の筐体に納めた型式はAPN101Xとなります。本書ではAPN101Xの説明も含みます。
- ※ 本機器にはオプションとして機能を追加することが可能です。本書ではその機能部分を（オプション）と明記します。
- ※ 写真等の型式にAPU101などの記載がありますが、APU101Xと読み替えてください。
- ※ 本書は、アプリケーションAPP101X Ver.7.0.2以降に対応しています。
- ※ 本書の記載内容は予告なく変更することがあります。

2. 仕様

2. 1. 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 $1k\Omega$
- コースゲイン $\times 5$ 、 $\times 10$ 、 $\times 20$ アプリケーションから設定。納品時の仕様によります。

(2) ADC

- サンプリング周波数 100MHz
- 分解能 16bit

(3) MCA

- ADCゲイン 4096、2048、1024、512、256 チャンネル
- 計測モード ヒストグラム、クイックスキャン、ウェーブ、リスト

(4) デジタルパルスシェイピング

- SLOW系フィルター $0.01\mu s \sim 20\mu s$
- デジタルFine gain $\times 0.333 \sim \times 1.0$
- デジタルPole zero cancel
- デジタルBaseline Restorer
- デジタルPile up Reject
- LLD (Low Level Discriminator)
- ULD (Upper Level Discriminator)

(5) ユニットパネル、スイッチ、ボタン、コネクタ

【前面】

- ユニット電源、HV印加/ EMERGENCY動作確認用LED
- 緊急停止 (EMERGENCY) ボタン
- 高圧モニタLED
- クリア信号入力用コネクタ
- クロック信号入力用コネクタ (未使用)
- ゲート信号入力用コネクタ
- クイックスキャンゲート信号入力用コネクタ
- ROI-SCA、およびFAST-SCA (オプション) 信号出力用コネクタ
- プリアンプ出力信号入力用コネクタ
- フィルタ波形信号出力用コネクタ
- LAN用RJ45コネクタ

【背面】

- DC電源供給用コネクタ
- F.G端子
- 検出器ファン電源用コネクタ
- 検出器電源用ピンコネクタ

- (6) 高圧電源
 - 出力電圧 最大-200V
 - 出力電流 最大 1mA
- (7) プリアンプ電源 +5V、60mA Max.
- (8) ペルチェ冷却電源 +1.8V、1A Max.
- (9) 通信インターフェース RJ45 コネクタ、Ethernet 1000Base-T TCP/IP 及びUDP
- (10) 外径寸法
 - ユニット型 210 (W) x45 (H) x275 (D) mm 突起物除く
 - NIM型 34 (W) x221 (H) x249 (D) mm 突起物除く
- (11) 重量
 - ユニット型 約 1550g
 - NIM型 約 960g
- (12) 消費電流 +12V (0.8A 程度、最大 1.2A)
- (13) PC 環境
 - OS Windows 7 以降、32bit 及び 64bit 以降
 - 画面解像度 WXGA+ (1440×900) 以上推奨

2. 2. 特徴

主な特徴は下記の通りです。

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

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

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

FAST系とSLOW系の2種類のフィルタブロックで処理されます。

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

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

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

ROI-SCA機能により予め設定したROI間のピーク検出タイミングで、FAST-SCA機能（オプション）で、InputタイミングでLVTTTLロジック出力を得ることが可能です。

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

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

3. 外観

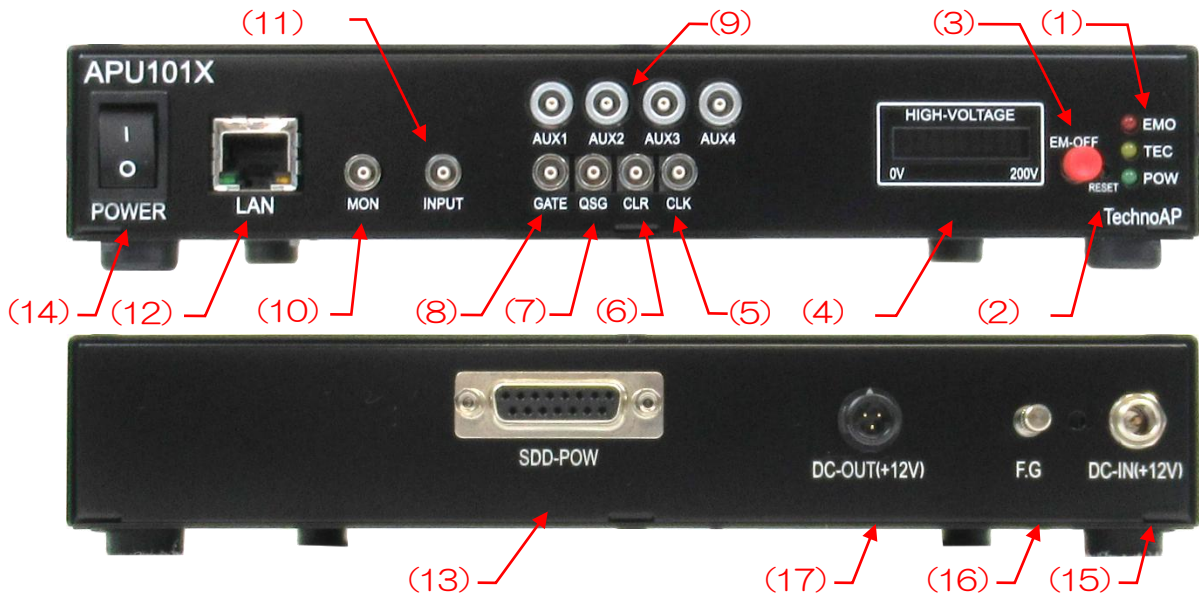


写真1 APU101X (上: フロントパネル, 下: リアパネル)

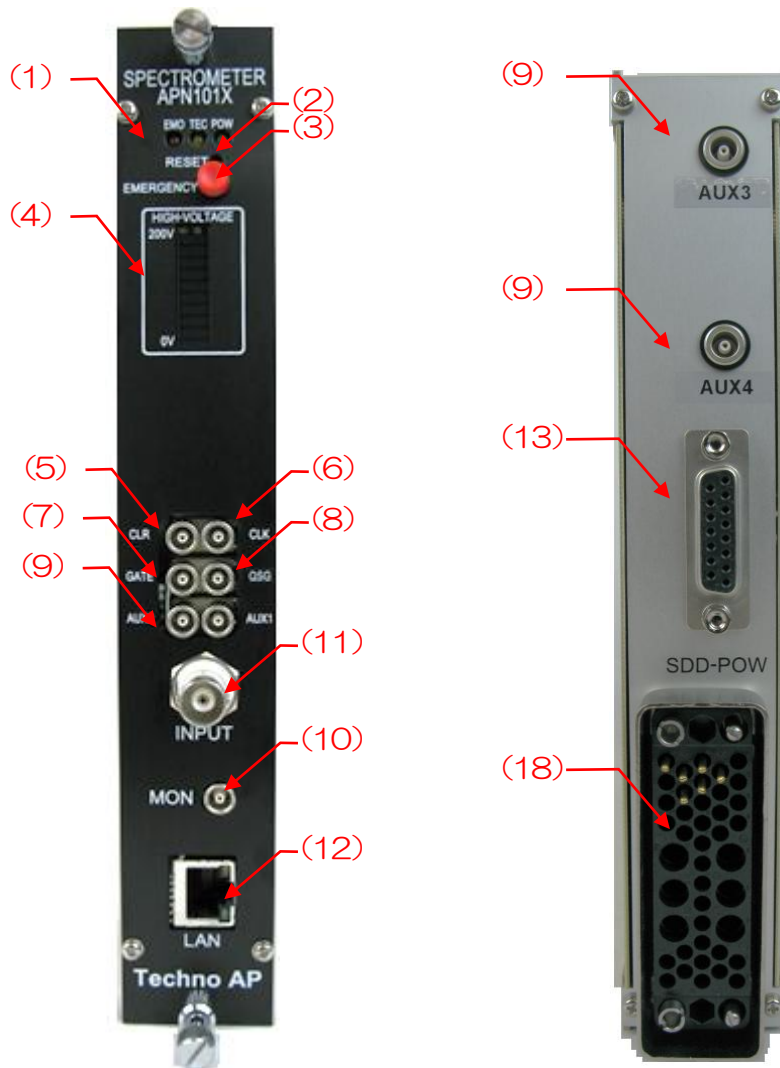


写真2 APN101X (左: フロントパネル, 右: リアパネル)

- (1) LED EMO (赤) 正常時はHV印加時に点灯、スリープ時は点滅。エマージェンシー時は常に点滅。TEC (橙) 電源投入後しばらくして点灯します。POW (緑) 電源ランプ。電源投入後しばらくして点灯します。
- (2) RESET 通信ができなくなってしまった場合のイーサネット接続復旧用ボタンです。ハードウェア的にイーサネットの再接続 (リンクアップ処理) が必要な場合に使用します。
- (3) EM-OFF 緊急用HV停止 (Emergency-Off) 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20V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→アプリ起動で解除になります)。
- (4) HIGH-VOLTAGE 高電圧用モニタ。極性は無視し20V/LED。各LEDはおおよそ20Vごとに点灯します。
- (5) CLK (未使用)
- (6) CLR クリア信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL ロジック信号。20ns以上のHighレベル信号を入力するとアプソリュートカウンタをクリアします。
- (7) QSG Quick Scan 外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。ファンアウトモジュール等からのLVTTTLゲート信号を入力します。最小周期は10msで、Highレベルが10ms続き、その後Lowレベルが最短10 μ sとなり、これを1周期とします。quick scanモードでの動作中は、ネガティブエッジを検出し、ヒストグラムメモリの切り替えを行います。
- (8) GATE 外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL または TTL 信号を入力します。Highの間データの取得を有効にします。
- (9) AUX1, AUX2, AUX3, AUX4 ROI-SCA 出力及び、FAST-SCA 出力 (オプション) 機能用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。
- (10) MON フィルタ処理波形出力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。出力可能な電圧範囲は $\pm 1V$ (1M Ω 終端時)。
- (11) INPUT プリアンプ出力信号入力用。ユニット型はBNCコネクタ、NIM型はLEMO社製00.250互換コネクタ。入力可能な電圧範囲は $\pm 1V$ 。入力インピーダンスは約1k Ω 。
- (12) LAN イーサネットケーブルを接続するRJ45コネクタ。工場出荷時のIPアドレスは192.168.10.128です。
- (13) SDD-POW 検出器電源供給用 Dsub15 ピンコネクタ。
- (14) POWER (ユニット型) 主電源スイッチ。『O』側がOFF、『I』側がONとなります。
- (15) DC-IN (ユニット型) 電源入力プラグ。付属のACアダプタを接続します。付属のACアダプタにはネジ切りロック機構があるため、奥まで差し込んだ後、ネジを締めることで抜け落ち防止になります。

※ 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。

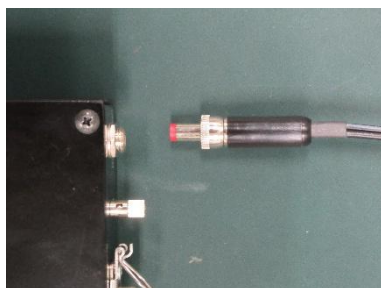


写真3 ねじ込み式プラグ

- (16) F.G (ユニット型) アース付の壁コンセントが使えない場合やアースが弱い場合などはこの端子にアース線を接続します。
- (17) DC-OUT(+12V) (ユニット型) 検出器ファン電源用コネクタ。付属ケーブルと接続します。
(NIM 型) 付属 AC 電源アダプタを使用します。
- (18) NIM ピン電源 (NIM 型) NIM ピン電源と接続し本機器に電源供給。

※ 変換アダプタのご紹介

本機器への信号入出力コネクタに、LEMO 社製 EPL00.250.NTN 及び、両端が同等の形状のものを使用しております。BNC コネクタケーブルをご使用の場合、以下のような変換アダプタをご使用頂くことで、本機器と接続することが可能となります。

メーカー Huber & Suhner 社

メーカー型式 33_QLA-BNC-01-1/1--_NE

内容 QLA-01 to BNC

Connector Gender 1 Interface QLA-01

Connector Gender 2 Interface BNC



写真4 33_QLA-BNC-01-1/1--_NE

隣り合ったコネクタで使用する際に干渉する場合は、下写真のような LEMO-BNC 変換ケーブルを使用ください。



写真5 LEMO-BNC 変換ケーブル列

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。

尚、既に他のLabVIEWアプリケーションがインストールされているPCにインストールする場合は、全てのLabVIEWアプリケーションを終了しておいてください。

- (1) 管理者権限でWindowsへログインします。
- (2) 付属CD-ROM内Application（またはInstaller）フォルダ内のsetup.exeを実行します。
対話形式でインストールを進めます。デフォルトのインストール先はC:\TechnoAP\APP101Xです。
このフォルダに、本アプリの実行形式ファイル（拡張子.exe）と設定値が保存された構成ファイル（拡張子.ini）がインストールされます。
- (3) スタートボタン - TechnoAP - APP101X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. ケーブル接続

本機器による計測を行うために必要な、ケーブルを接続します。**全ての電源がOFFの状態**で、以下の手順に従い接続を行ってください。

- (1) 本機器の電源がOFFになっていることを確認します。
- (2) 本機器とSDD-POWコネクタ（D-sub15ピン）を付属検出器電源供給用ケーブルにて接続します。
- (3) INPUT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。
- (4) 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。
- (5) （ユニット型）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。

以下は必要に応じて行って下さい。

- (1) MONコネクタとオシロスコープをケーブルにて接続。
※ オシロスコープは毎回計測に必須ではありませんが、調整作業（本機器及び対象検出器の性能を十分に発揮するために必要）の際にあると便利です。

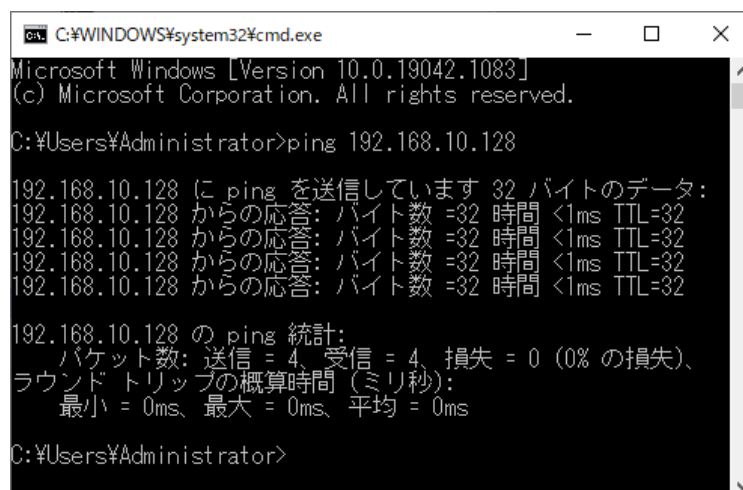
4. 3. ネットワークのセットアップ

本機器と本アプリの通信状態を下記の手順で確認します。

- (1) PC の電源を ON にし、PC のネットワークアダプタ情報を変更します。
 IP アドレス 192.168.10.2 ※本機器割り当て以外のアドレス
 サブネットマスク 255.255.255.0
 デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1
- (2) 電源を ON にします。電源投入後 10 秒程待ちます。
- (3) PC と本機器の通信状態を確認します。Windows のコマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し、本機器と PC が接続できるかを確認します。本機器の IP アドレスは筐体の背面や底面にあります。工場出荷時の本機器のネットワーク情報は以下の通りです。

IP アドレス 192.168.10.128
 サブネットマスク 255.255.255.0
 デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

> ping 192.168.10.128



```

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

C:\Users\Administrator>ping 192.168.10.128

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

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

C:\Users\Administrator>
  
```

図 1 通信接続確認 ping コマンド実行

- (4) デスクトップ上のショートカットアイコン APP101X から本アプリを起動します。
 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

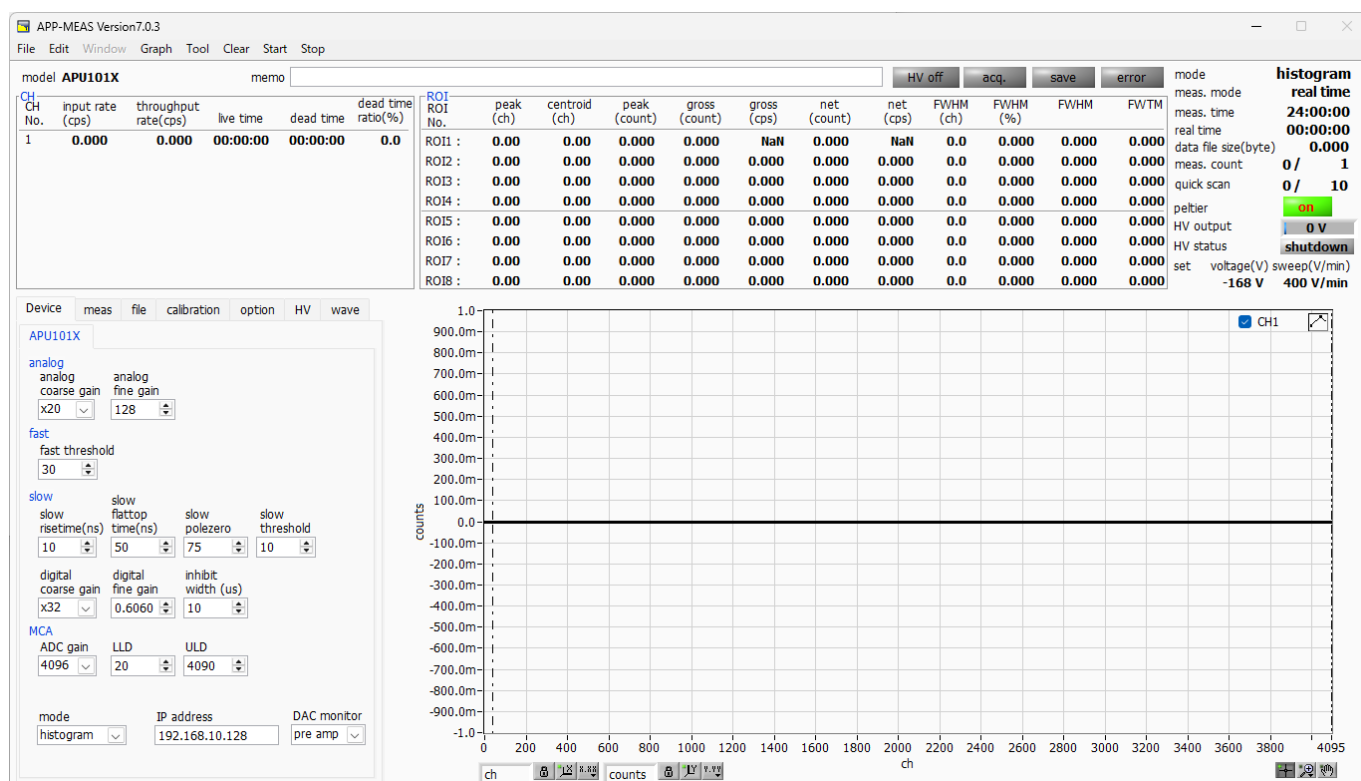


図 2 起動画面（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・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 | ウェーブ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 CSV 形式ファイルに保存 |
| File - save wave | 現在のウェーブデータを CSV 形式ファイルに保存 |
| File - save image | 画面のキャプチャー画像をファイルに保存 (PNG 形式) |
| File - convert to text from binary list data file | リストデータファイルを CSV 形式に変換する画面を開く |
| File - reconnect | 本機器との再接続 |
| File - quit | 本アプリ終了 |
| Edit - IP configuration | IP アドレスの設定 |
| Graph- histogram | ヒストグラムグラフを表示 |
| Graph - wave | 波形グラフを表示 |
| Tool - gauss fit analysis | ガウスフィット画面表示。指定ピークにガウスフィッティングを実行し、半値幅解析などを行います。 |
| Tool - peak search analysis | ピークサーチ画面表示。ヒストグラムデータに対してピーク検出を実行し、半値幅解析などを行います。 |

Tool - auto pole zero	自動ポールゼロ設定画面表示
Tool - auto threshold	自動スレッシュホールド（波形取得タイミング閾値）設定画面表示
Tool - spectrum calculation	異なる二つのスペクトルデータの演算結果グラフを表示
Tool - create calibration file	エネルギー校正ファイルとFWHM校正ファイルの作成画面を表示
Clear	本機器のヒストグラムデータ・real time を初期化
Start	本機器へ計測開始を送信
Stop	本機器へ計測停止を送信

• 画面最上行

model	APU101X 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 10V 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

input rate(cps)	カウントレート。1 秒間に入力のあったイベント数
throughput rate(cps)	スループットカウントレート。1 秒間の入力に対し処理された数
live time	ライブタイム（有効計測時間）
dead time	デッドタイム
dead time ratio(%)	デッドタイムの割合（%）。取り込み毎の瞬時値

• ROI 部

peak（任意単位）	最大カウント。単位はエネルギー校正の状態による。
centroid（任意単位）	カウントの総和から算出される中心値。単位はエネルギー校正の状態による。
peak(count)	最大カウント
gross(count)	ROI 間のカウントの総和
gross(cps)	1 秒間の ROI 間のカウントの総和
net(count)	ROI 間のバックグラウンドを差し引いたカウントの総和
net(cps)	1 秒間の ROI 間のバックグラウンドを差し引いたカウントの総和
FWHM(ch)	半値幅(ch)
FWHM(%)	半値幅÷ROI 設定エネルギー×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)	保存したリストデータ、またはクイックスキャンデータのファイルのサイズ
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	APU101X タブ。本機器のCHやhistogramやlistモードに関する設定
meas	本機器の計測動作や計測時間等に関する設定
file	データ保存に関する設定
calibration	ROI (Region Of Interest) 及びエネルギー校正に関する設定
option	オプションに関する設定。通常 wave モード時の波形に関する設定含む。
HV	本機器の高圧電源に関する設定

5. 2. Device タブ

Device meas file calibration option HV wave

APU101X

analog

analog coarse gain analog fine gain

x20 128

fast

fast threshold

30

slow

slow risetime(ns) slow flattop time(ns) slow polezero slow threshold

800 300 75 10

digital coarse gain digital fine gain inhibit width (us)

x32 0.6000 10

MCA

ADC gain LLD ULD

4096 20 4090

mode IP address DAC monitor

list 192.168.10.128 pre amp

図 3 Device タブ

analog 部

analog coarse gain

アナログコースゲイン。5 倍、10 倍、20 倍から選択します。取り込んだプリアンプ出力信号を内部で増幅します。

analog fine gain

アナログファインゲイン調整。設定範囲は 0 から 255 です。x0.1 から x1.5 相当です。

fast 部

fast threshold

FAST 系フィルタを使用した波形取得開始のタイミングの閾値。単位は digit。設定範囲は 0 から 4095 です。デフォルト設定は 50digit です。

取り込んだプリアンプ出力信号を元に、タイミングフィルタアンプ回路の微分処理と積分処理をした FAST 系フィルタ波形を生成します。その波形にて、この閾値以上になった場合に、その時点での時間情報取得タイミングやスペクトロスコープアンプ回路での波形生成開始のタイミングを取得します。主に時間取得（タイムスタンプ）に関係します。

この閾値が小さ過ぎるとノイズを検知し易くなり input total rate(cps)が増えることとなります。input total rate(cps)を見ながら、極端に数値が増えるノイズレベルの境目より数 digit 高めに設定します。

slow 部

slow risetime (ns) SLOW 系フィルタのライズタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底に到達するまでの立ち上がり時間です。

短い値だとエネルギー分解能は悪いがスループットは多くなり、長い値だとエネルギー分解能は良いがスループットが少なくなるという傾向があります。

リニアアンプのピーキングタイムは2.0~2.4×時定数になっていることが多いので、リニアアンプの時定数の2倍程度のライズタイムで同じような分解能を示します。

デフォルト設定は800nsです。これはリニアアンプのシェイピングタイム1μsに相当します。

slow flat top time (ns) SLOW 系フィルタのフラットトップタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底部分の時間です。

プリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）のバラツキによる波高値の誤差を、台形の上底の長さで調整します。設定値はプリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）時間の0から100%で、最も遅い時間の2倍の時間を目安とします。

デフォルト設定は300nsです。この場合は立ち上がり（立ち下がり）の最も遅い時間を150nsと想定しています。

DSP のスループットは以下の式のようにになります。

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

slow pole zero

SLOW 系ポールゼロキャンセル。SLOW 系フィルタの立ち下りアンダーシュートまたはオーバーシュートをこの値を適切に設定することで軽減することができます。

デフォルト設定は75です。この値は検出器によって変わりますので、MONI コネクタとオシロスコープを接続して、DAC モニタの種類で SLOW 系フィルタを選択して、SLOW 系フィルタの立ち下がり部分が平坦になるように調整します。

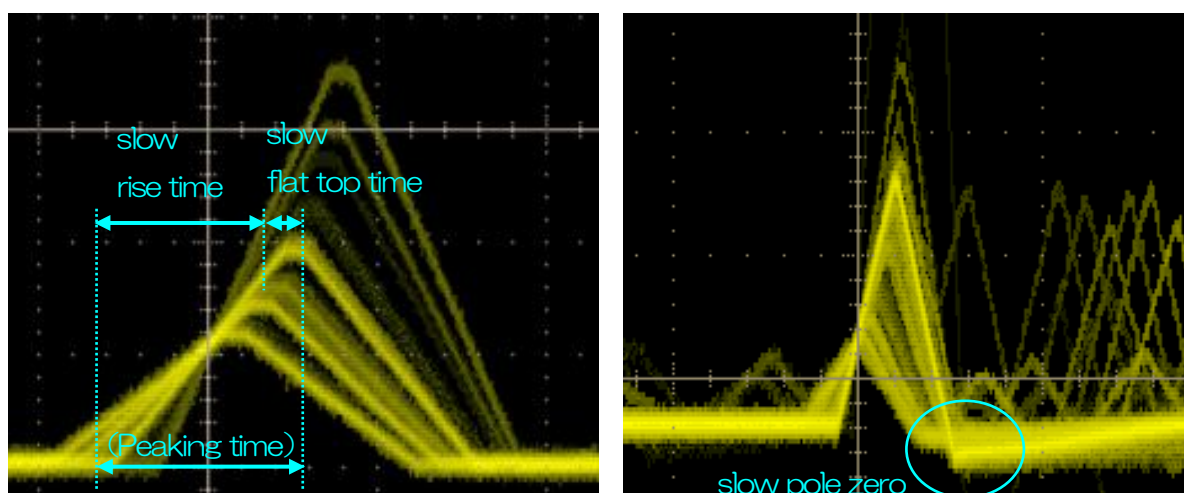


図 4 SLOW 系（台形）フィルタ

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

slow threshold	<p>SLOW 系フィルタの波形取得開始のタイミングの閾値。単位は digit です。設定範囲は 0 から 4095 です。デフォルト設定は 50digit です。</p> <p>この値を上下させ throughput rate(cps)の増えるところであるノイズレベルより 10digit 程度以上に設定します。後述の LLD 以下に設定します。</p> <p>生成された SLOW 系フィルタの波形において、この閾値以上になった時に、予め設定した時間 (slow rise time + slow flattop time) における波高値を確保します。</p>
digital coarse gain	<p>デジタル的にゲインを 1 倍、2 倍、4 倍、8 倍、16 倍、32 倍、64 倍、128 倍から選択します。</p> <p>台形フィルタの場合、積分回路は積和演算によって計算されます。slow rise time を大きく設定するほど積和演算の回数が増え数値が大きくなり、小さく設定するほど数値が小さくなります。この値がそのまま SLOW フィルタの値になるため補正をする必要があります。slow rise time の設定と合わせて使用します。</p>
digital fine gain	<p>デジタル的にファインゲインを設定します。設定範囲は 0.3333 倍から 1 倍です。</p> <p>digital coarse gain 同様に補正に使用します。digital coarse gain と digital fine gain の設定により SLOW 系フィルタの波高値が変わるので、結果 histogram のピーク位置調整に使用できます。</p>
inhibit width(us)	<p>トランジスタリセット型プリアンプ用のリセット検出時からの不感時間幅。検出器からの inhibit 信号を入力せずに内部で処理し、この間の計数を行いません。</p>
MCA 部	
ADC gain	<p>ADC のゲイン (チャンネル)。4096、2048、1024、512、256 チャンネル(ch)から選択します。histogram グラフの横軸の分割数になります</p>
LLD	<p>エネルギーLLD (Lower Level Discriminator)。単位は ch です。この閾値より下の ch はカウントしません。show threshold 以上かつ ULD より小さい値に設定します。</p>
ULD	<p>エネルギーULD (Upper Level Discriminator)。単位は ch です。この閾値より上の ch はカウントしません。LLD より大きく、ADC ゲインより小さい値に設定します。</p>

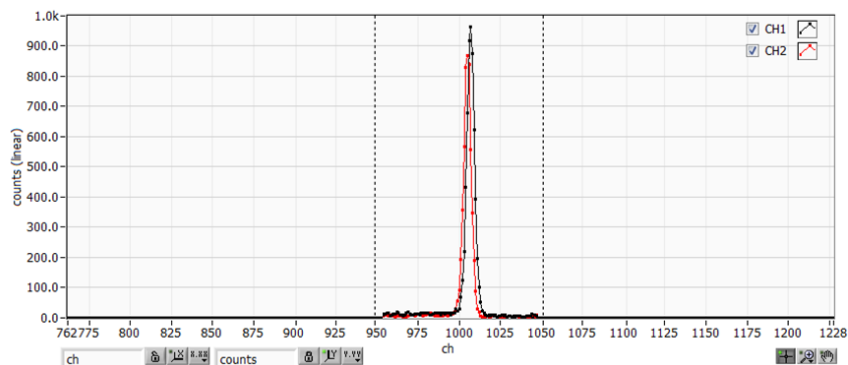


図 5 LLD と ULD の設定例

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

〈その他〉

mode	データ処理の選択
histogram	ヒストグラムモードは、プリアンプ信号の波高値を最大4096ch に格納し、ヒストグラムを作成します。
wave	プリアンプ出力信号を元に内部処理した preamp、fast、slow、CFD の波形を取得します。
quick scan	クイックスキャンモード。QSG (Quick Scan Gate) 端子へLVTTTL の立ち上がりエッジを受信する毎にヒストグラムを取得するモードです。最小時間間隔は 10ms です。プリアンプ出力信号の波高値を 4096ch に格納し、ヒストグラムを作成します。
list	プリアンプ信号のタイムスタンプ、波高値、CH 番号を 1 つのイベントデータとし、連続的に PC ヘデータを転送するモードです。 (オプション)
IP address	本機器の IP アドレスを表示します。
DAC monitor type	DAC 出力の波形選択。DSP 内部で処理された波形のうち、選択した種類の波形信号を MON コネクタから出力します。この信号をオシロスコープで見ることにより、DSP 内部での処理状態を確認できます。
pre amp	プリアンプ信号を微分した信号。内部に取り込んだ時点で、計測対象エネルギーレンジが 1V 以内におさまっているかの確認、アナログポールゼロ調整に使用します。
fast	FAST 系フィルタ信号
slow	SLOW 系フィルタ信号。波形整形処理後のポールゼロ調整に使用します。
CFD	CFD の信号。CFD タイミングを使用時に CFD delay や function の設定状態が確認できます

5. 3. meas タブ

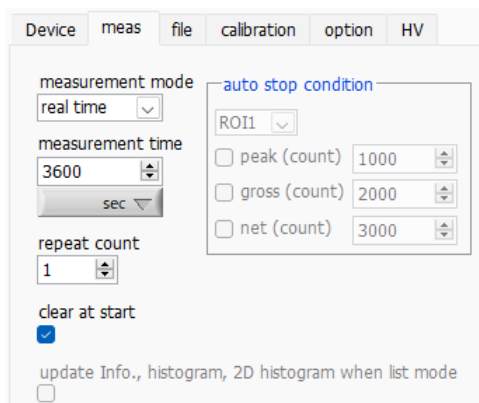


図 6 meas タブ

- 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

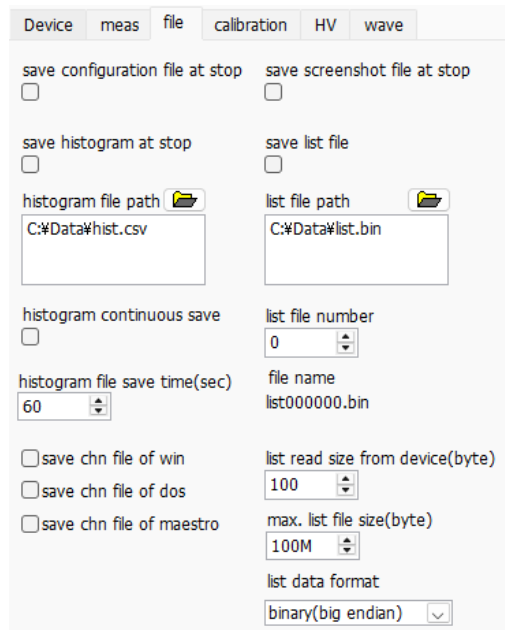


図 7 file タブ

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”形式文字列が附加され、最後に拡張子が附加されます。

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附加されます。

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 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 : histogram file path に C:\Data\¥histogram.csv と設定し、日時が 2014/09/01 12:00:00 の場合は、
- C:\Data ¥histogram_20240901_120000_win_CH1.chn
C:\Data ¥histogram_20240901_120000_dos_CH1.chn
C:\Data ¥histogram_20240901_120000_maestro_CH1.chn
というファイル名でデータ保存します。

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	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：list file path に C:\Data\list_bin と設定し、後述の list file number が 0 の場合は、C:\Data\list_000000.bin というファイル名でデータ保存を開始します。
list file number	リストデータファイルに付加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 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)	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 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)	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続けます。
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	ROI CH	ROI start (eV)	ROI end (eV)	energy (eV)	Gauss fitting
1	CH1	5625.4	6142.9	5895	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CH1	6290.8	6734.4	6490	<input checked="" type="checkbox"/>
3	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>
4	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>
5	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>
6	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>
7	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>
8	none	80.1	80.1	1	<input type="checkbox"/>

unit of x axis
 ch eV keV manual file

ROI	centroid(ch)	energy (eV)	*a
ROI1	- 806.47	- 5895	7.39371
ROI2	- 886.94	- 6490	+b
			-67.8025
			x^2*c
			0
			unit
			keV

calibration file path

auto update file

図 8 histogram 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。⁵⁶Fe の場合、5895 や 6490(eV)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 eV/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	<p>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。</p> <p>例： 806.47ch に ^{56}Fe の 5895eV、886.94ch に ^{56}Fe の 6490eV がある場合、2 点校正より a を 7.39371、b を -67.80225 と自動算出します。</p>
manual	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。
file	<p>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。</p> <p>エネルギー校正ファイルについての詳細は、別添の「統合版アプリケーション Tool 編 取扱説明書」を参照してください。</p>
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。
*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	前述 manual 選択時に使用する、任意の単位を入力します。
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、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。別添の「統合版アプリケーション Tool 編 取扱説明書」を参照してください。
Gauss fitting	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。

5. 6. option タブ

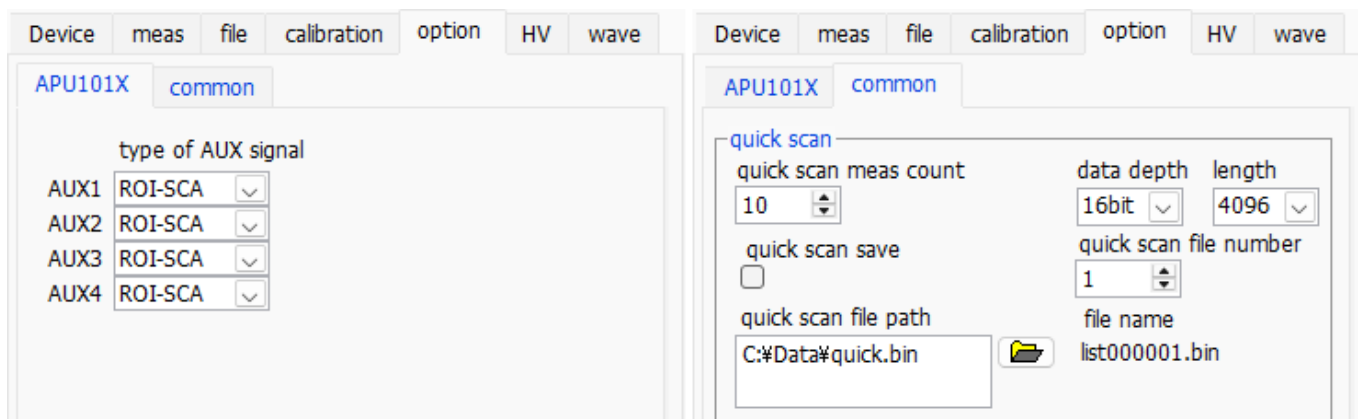


図 9 option タブ(common タブ)

type of AUX signal	ROI-SCA を選択した場合、前述の calibration タブ内で設定した CH 番号と ROI 範囲間にエネルギーを検知した場合、対応する AUX 端子から、SCA (Single Ch Analyzer) として LVTTTL ロジック出力を得ることが可能です。 fast (オプション) を選択した場合、Input タイミングで LVTTTL ロジック出力を得ることが可能です。
quick scan 部	
quick scan meas count	クイックスキャンモード時のデータ読み込み回数。
quick scan save	クイックスキャンデータをファイルに保存するかを設定します。クイックスキャンモード選択時のみ有効です。
quick scan file path	クイックスキャン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。
data depth	後述 9.3 より、クイックスキャンデータにインプットカウントデータを付加し、データを 16bit から 32bit に拡張ができます。(オプション)
length	クイックスキャンデータで取得する波高値の分割数を 4096 と 8192 から選択可能です。(オプション)
quick scan file number	クイックスキャン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。

5. 7. HVタブ

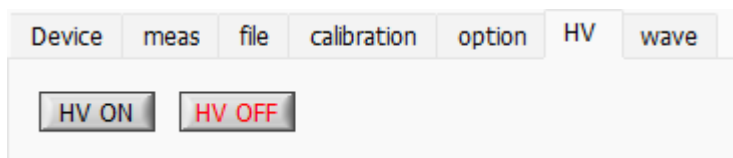


図 10 HVタブ

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

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 モニター部

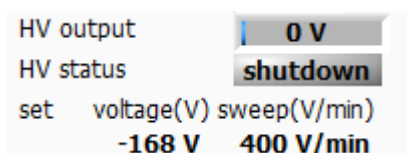


図 11 HV モニター部

set voltage(V) 高圧出力値の設定。設定は標準-168V 出力。

sweep voltage(V/min) 高圧出力の昇圧/降圧のレート(V/min)。設定は 400V/min。

5. 8. waveタブ

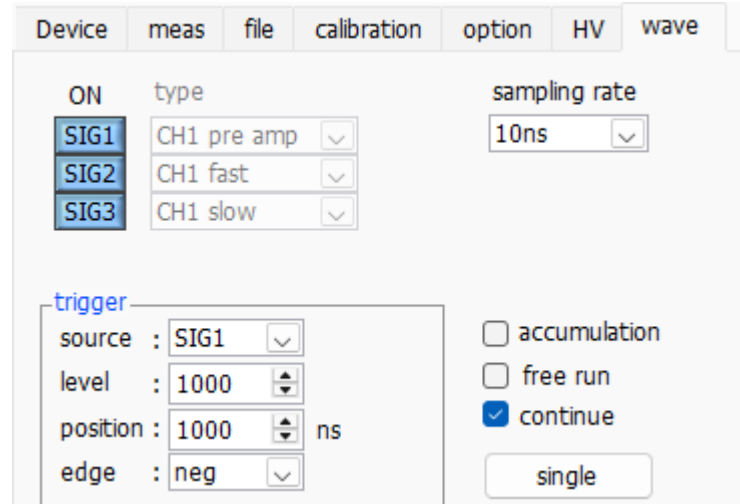


図 12 waveタブ

ON	波形の表示可否を設定します。
type	表示する波形の種類を選択します。※本機器では固定になります。 CH1 pre amp プリアンプ信号 CH1 fast FAST系フィルタ信号 CH1 slow SLOW系フィルタ信号
sampling rate	表示する波形のサンプリング周波数を設定します。サンプリング間隔時間として、10ns、20ns、40ns、80nsから選択します。
trigger 部	
source	トリガースource。トリガーをかける波形番号を選択します。
level	トリガー波形取得用閾値。デジタルオシロスコープの立ち上りエッジトリガーと同じようなイメージです。この閾値を超えたところでトリガーがかかり、波形データが取得されます。0を設定すると閾値設定の目安を決めるときなどに有用なフリーラン動作（閾値に関係なく約1秒周期で強制的にデータ取得）を行います。
position	トリガーした地点へのオフセット点数設定。トリガーがかかる以前の波形データが必要な場合などに設定します。
edge	トリガーの取得タイミングとして、立ち上がりエッジか立ち下がりエッジかを選択します。 neg 立ち下がりエッジ pos 立ち上がりエッジ
accumulation	数回分の波形データの重ね合わせの有効・無効を選択します。
free run	トリガーとは関係無く波形を取得します。
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（1回計測）を実行します。

5. 9. グラフ

• histogram グラフ

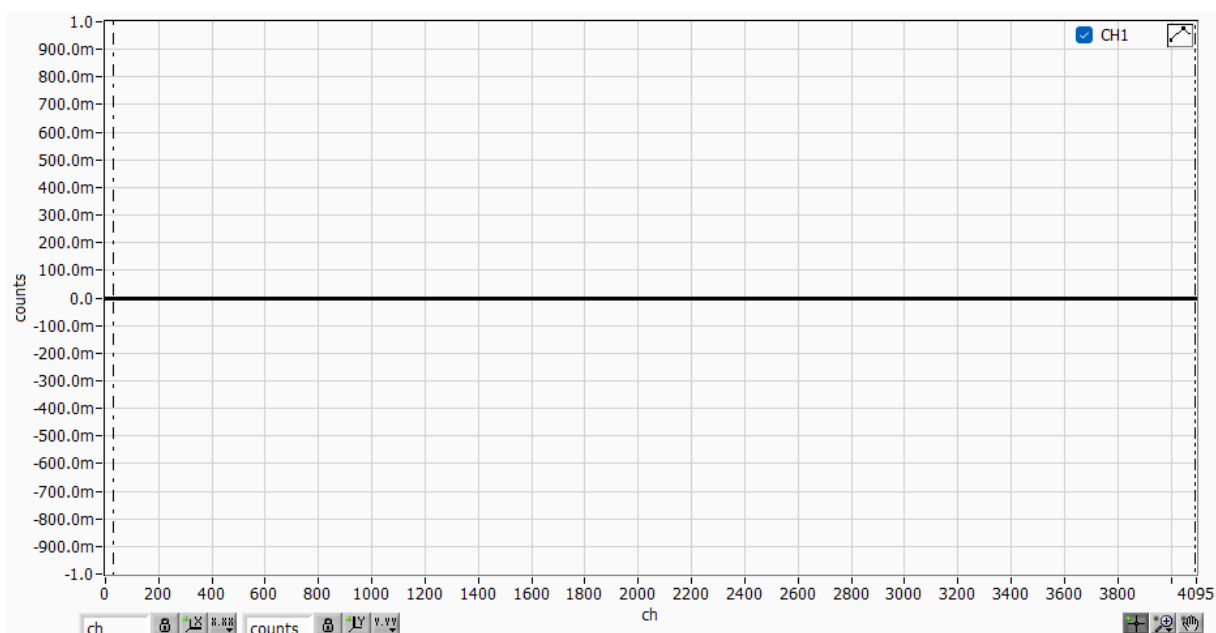



図 13 histogram グラフ


グラフ ヒストグラムグラフ。Device タブ内 mode にて histogram を選択した場合、計測中にエネルギーヒストグラムを表示します。

凡例チェックボックス グラフにヒストグラムを表示するか否かの選択

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

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

 カーソル移動ツールです。ROI 設定の際、グラフ上のカーソルをマウスでドラッグして移動できます。

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

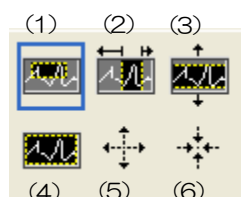


図 14 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- | | |
|--------------------|---|
| (1) 四角形 | ズーム。このオプションを使用して、ズーム領域のコーナーとするディスプレイ上の点をクリックし、四角形がズーム領域を占めるまでツールをドラッグします。 |
| (2) X-ズーム | X 軸に沿ってグラフの領域にズームイン |
| (3) Y-ズーム | Y 軸に沿ってグラフの領域にズームイン |
| (4) フィットズーム | 全てのX 及びY スケールをグラフ上で自動スケール |
| (5) ポイントを中心にズームアウト | ズームアウトする中心点をクリックします。 |
| (6) ポイントを中心にズームイン | ズームインする中心点をクリックします。 |
- パンツール。プロットをつかんでグラフ上を移動可能です。



• wave グラフ

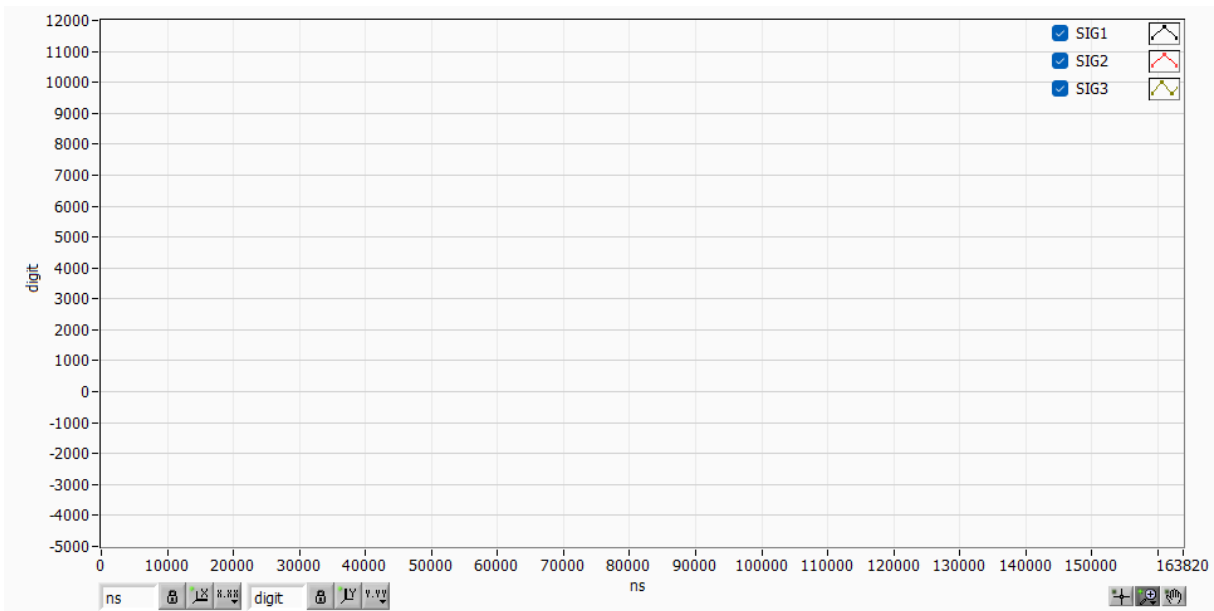


図 15 wave グラフ

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

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) 必要に応じてMON コネクタとオシロスコープを接続します。
- (3) 本機器の電源をONにします。
- (4) PCの電源をONにします。
- (5) 本アプリを起動します。

6. 2. 高圧電源印加

前述のHV タブ、HV モニター部にて高圧電源の状態を確認及び実行します。

HV sweep					acq.	save	error	mode	wave
net	FWHM	FWHM	FWHM	FWTM				meas. mode	real time
cps)	(ch)	(%)	(eV)	(eV)				meas. time	24:00:00
NaN	0.0	0.000	0.000	0.000				real time	00:00:00
NaN	0.0	0.000	0.000	0.000				data file size(byte)	0.000
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				meas. count	0 / 1
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				quick scan	0 / 10
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				peltier	on
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				HV output	-110 V
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				HV status	shutdown
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				set voltage(V)	sweep(V/min)
.000	0.0	0.000	0.000	0.000				-168 V	400 V/min

図 16 ペルチエ及び高圧電源状態確認

- (1) peltier LED が緑色に点灯していることを確認します。
- (2) HV LED が消灯していることを確認します。
- (3) HV status LED が消灯していることを確認します。
- (4) set voltage が -168V 近辺であることを確認します。
- (5) set sweep voltage が 400V/min であることを確認します。
- (6) 検出器に高圧電源を印加します。HV ON ボタンをクリックします。実行後、HV LED が黄色に点滅し、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 LED が緑色に点灯します。

6. 3. プリアンプ出力信号の確認

プリアンプ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。

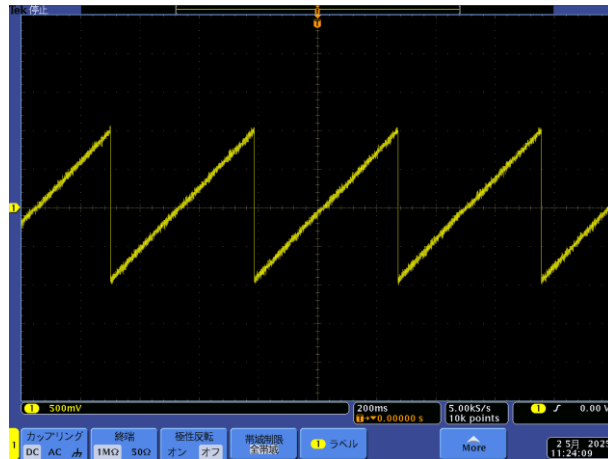


図 17 トランジスタリセット型プリアンプ波形 (正極性の場合)

6. 4. 設定実行

Device タブ等の設定をします。下記に設定例を記します。

※注意※

ご使用になる検出器、プリアンプや環境によって、最適な設定は異なります。

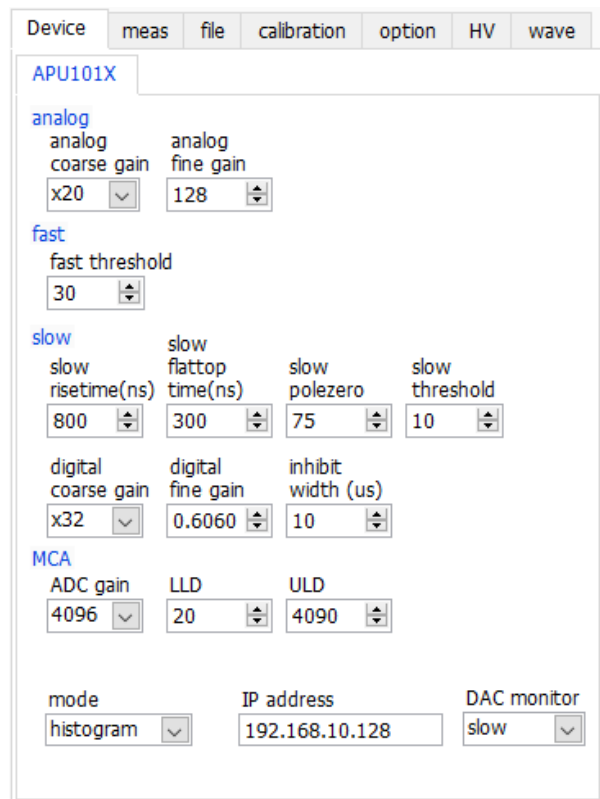


図 18 Device タブ設定例

6. 5. プリアンプ出力信号の入カレンジの確認

本機器に実装されているADCのアナログ入力レンジは回路のグランドレベルを中心に±1V となっております。このレンジが計測対象のX線のエネルギー帯に対応する信号の波高値をカバーしているかをMONコネクタからの出力信号によって確認する事ができます。

- (1) 本アプリ内DAC monitor を pre amp と設定します。
- (2) INPUT コネクタにエネルギーが既知の信号を入力します。
- (3) MON コネクタから出力されている信号をオシロスコープで確認します。
- (4) analog course gain を切り替えながら、preamp 信号の計測対象のエネルギー要素を含む波高が、±1V 以内におさまるように調整します。
- (5) 例えば、エネルギー20keVまでの計測をする場合、⁵⁵Feのチェックソースがあれば、K α 線 (5895eV@⁵⁵Fe) の重なりが濃い部分を、196mV 以下のところに合わせます。

$$196 \text{ mV} \div 5.895 \text{ keV} \div 30 \text{ keV} \times 1000 \text{ mV}$$

アナログコースゲインの設定は、CHタブ内 analog course gain にて倍率を選択し設定できます。

アナログファインゲインの設定は、0.5倍～1.5倍の調整ができます。デジタル的なファインゲインの調整もできますが、それとは違いプリアンプ信号そのものを調整するため、信号対雑音比(S/N)が改善されることがあります。

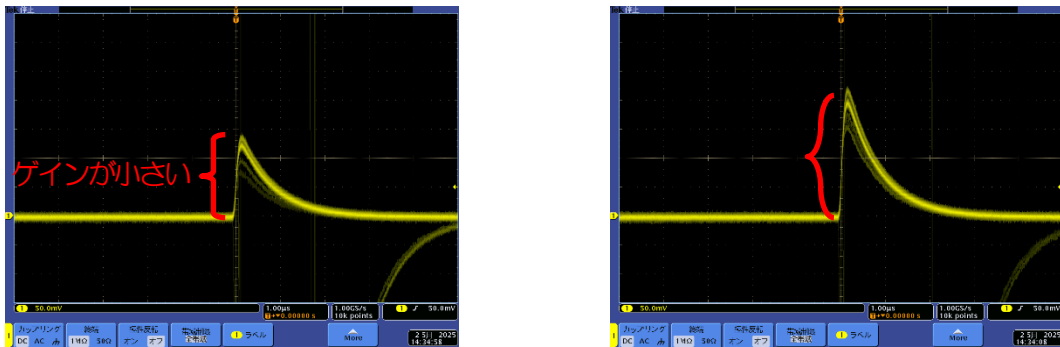


図 19 MON コネクタからのDAC monitor preamp 信号 (左：調整前、右：調整後)

6. 6. SLOW系フィルタの設定

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

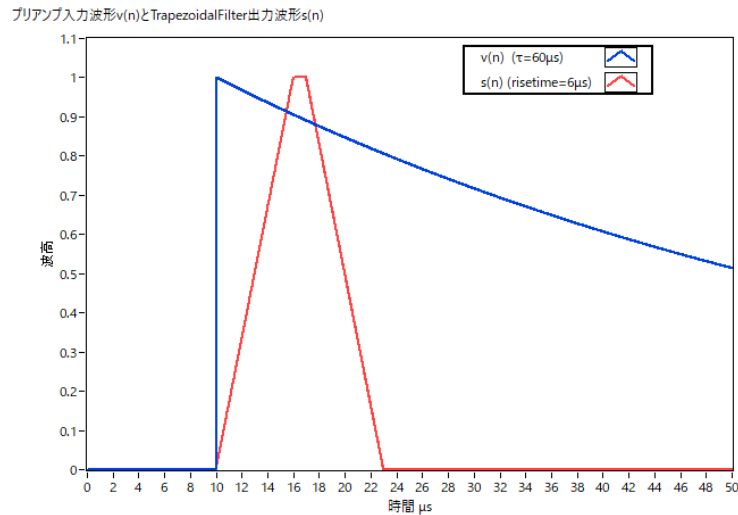
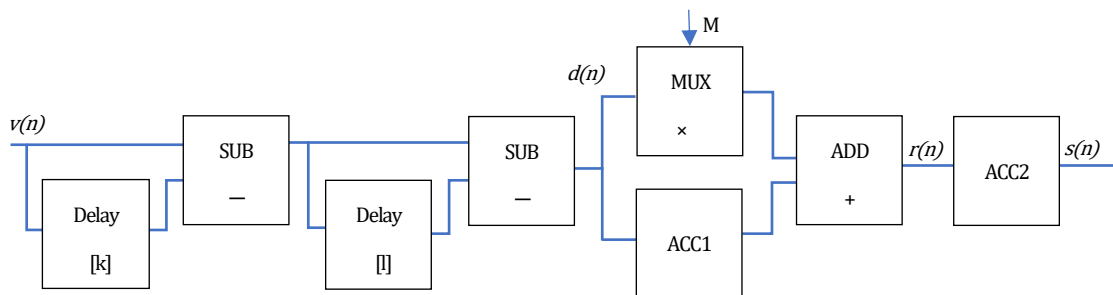


図 20 SLOW系フィルタ (赤色)



$$\begin{aligned}
 d(n) &= v(n) - v(n - k) - v(n - l) + v(n - k - l), \\
 p(n) &= p(n - 1) + d(n), \\
 r(n) &= p(n) - M * d(n), \quad n \geq 0, \\
 s(n) &= s(n - 1) + r(n), \quad n \geq 0,
 \end{aligned}$$

Where:

k : risetime ,

l : risetime + flottoptime ,

M : pole zero

References:

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

図 21 SLOW系フィルタ (Trapezoidal Filter) ブロック図及び数式

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

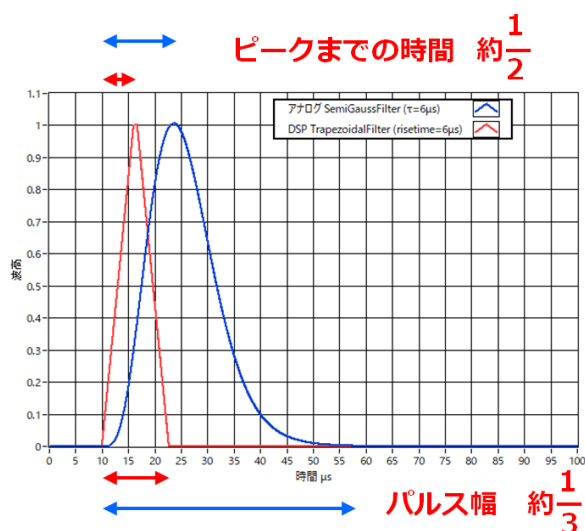


図 22 Trapezoidal Filter と Semi Gauss Filter の応答の違い

DSP はパルス応答が速いにも関わらず、下図のように高レートでエネルギー分解能を維持したままデータが得られることがわかります。

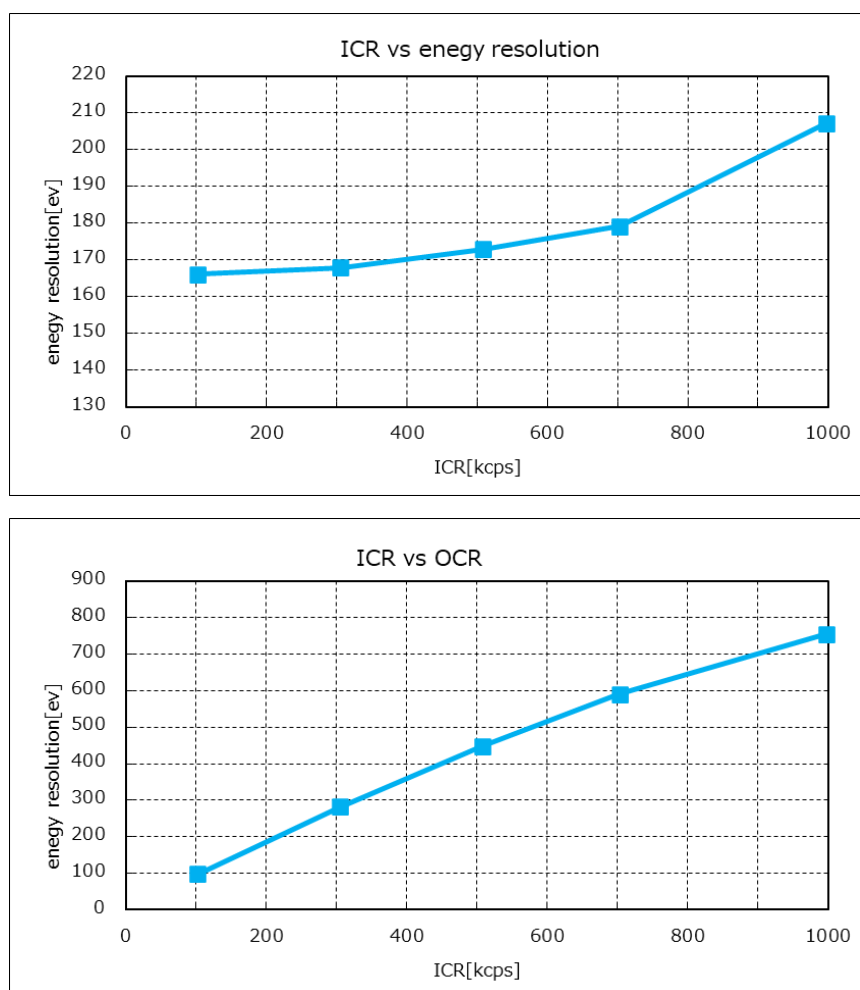


図 23 Trapezoidal Filter の計数率とエネルギー分解能

SLOW 系フィルタの設定を記載します。

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

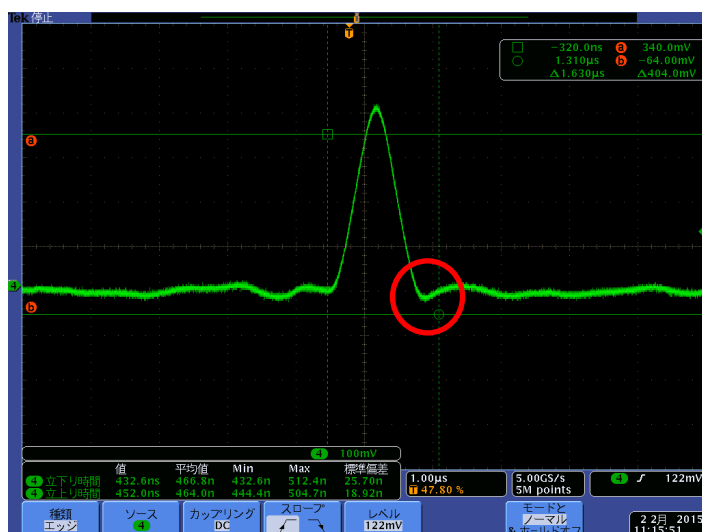


図 24 slow pole zero 調整後

6. 7. SLOW 系スレッシュホルドの設定

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

6. 8. 外部入力コネクタによる信号処理

GATE、VETO、CLR、CLK 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）

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、GATE 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。

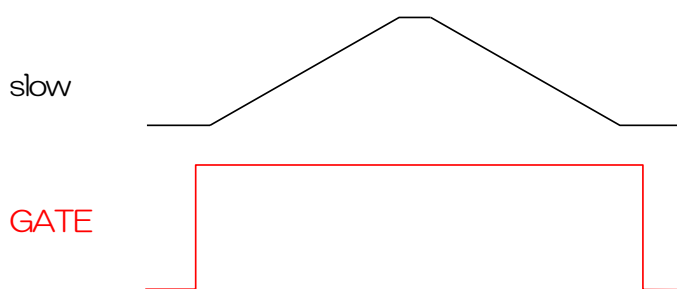


図 25 外部ゲートタイミング

VETO 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破棄したい場合は、VETO コネクタを使用します。Low の時は計測をし、High の時は計測しません。必要なパルス幅は GATE 処理時と同様です。

外部クロックの使用

未使用です。

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、CLR 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。

6. 9. 半値幅 FWHM (Full Width at Half Maximum) の計算方法

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

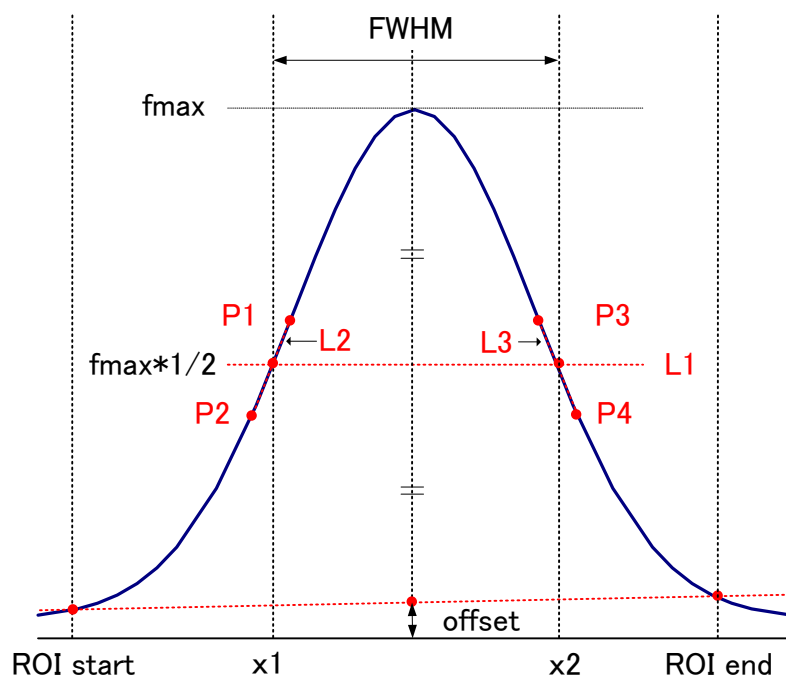


図 26 FWHM 算出

- (1) ヒストグラムにおける ROI Start と ROI end 間の最大値 f_{max} を検出します。
- (2) ヒストグラムと ROI start の交点と、ヒストグラムと ROI end の交点を直線で結びます。その直線とピーク値 f_{max} から x 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、 x 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。

7. 計測

※ 本章は計測部についての説明のため、すでに電源や高電圧等が検出器やプリアンプに印加されており、プリアンプからの信号がINPUT コネクタに入力されている状態を想定した手順になります。

7. 1. 初期化設定

メニュー Clear をクリックします。実行後、本機器内ヒストグラムデータが初期化されます。

前回の計測したヒストグラムや計測結果を継続する場合は、Clear をクリックせずに次の計測を開始します。

7. 2. 計測開始

- メニュー Start をクリックすると、計測を開始します。
- CH 部に CH の計測状況が表示されます。
- acq. LED が点滅します。
- measurement time に計測設定時間が表示されます。
- real time に DSP から取得したリアルタイムが表示されます。

7. 2. 1. ヒストグラムモードの場合

- mode に histogram と表示されます。
- ROI 部に各計算結果が表示されます。
- histogram タブにヒストグラムが表示されます。

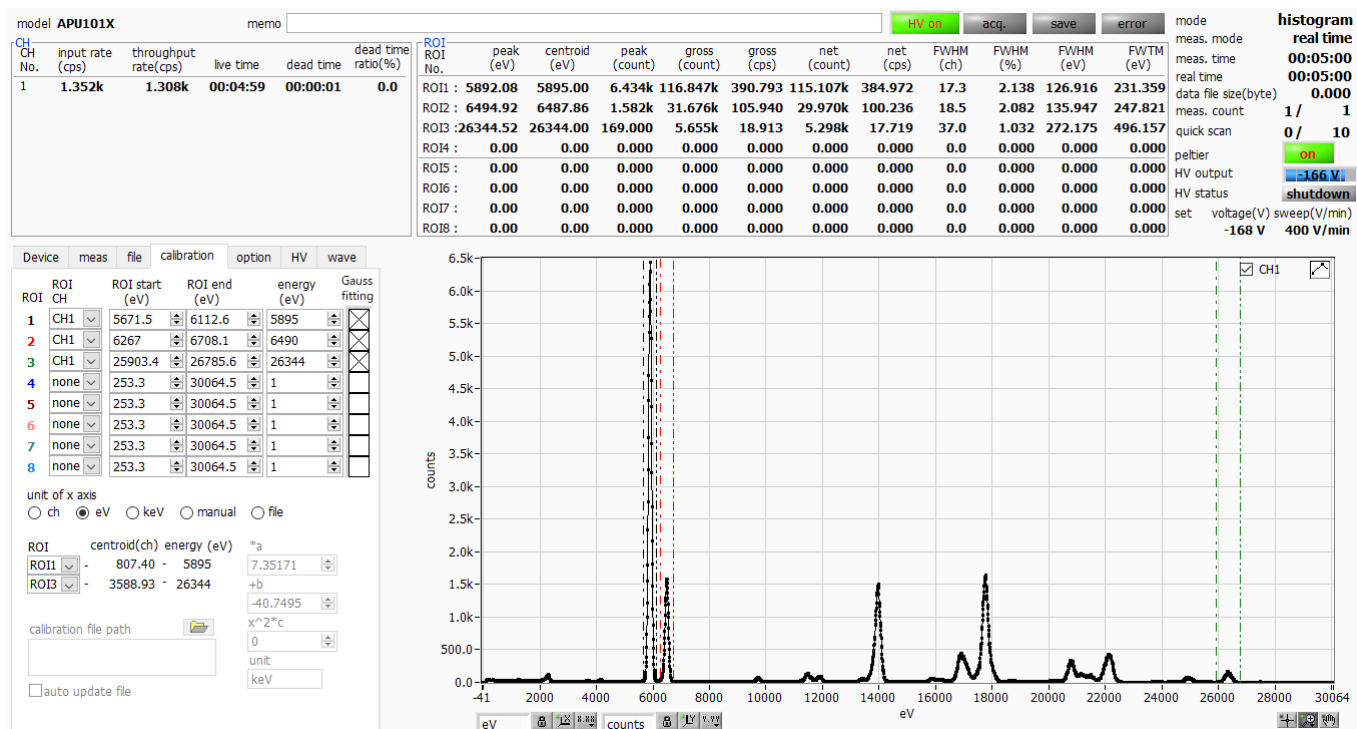


図 27 ヒストグラムモード

7. 2. 2. ウェーブモードの場合

- mode に wave と表示されます。
- wave グラフに波形情報が表示されます。

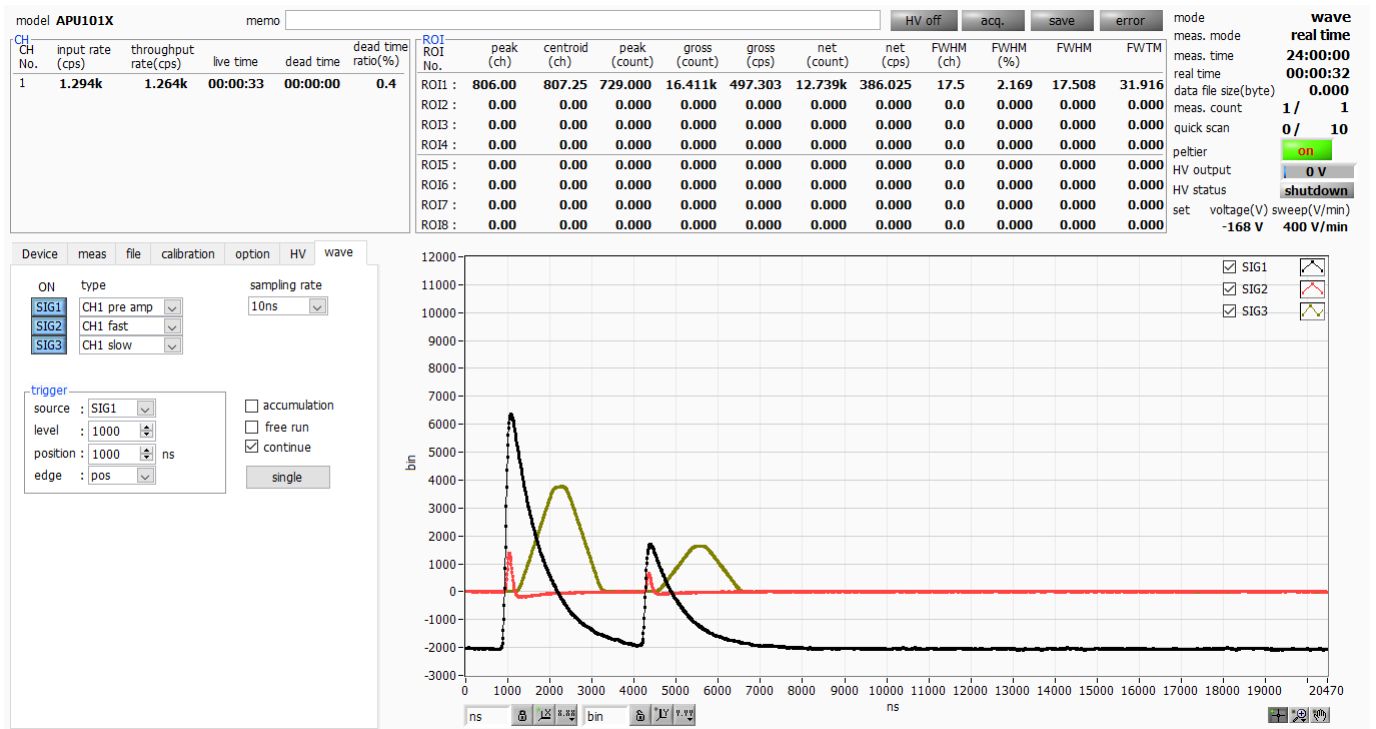


図 28 wave モード

7. 2. 3. クイックスキャンモードの場合

- mode に quick scan と表示されます。
- 計測開始前は QSG 端子への信号が 0V (LOW レベル) である必要があります。
- メニュー Start をクリックし、acq. LED が点滅した状態になるとデータファイルを生成し、QSG 端子への LVTTTL の信号待ちとなります。
- QSG 端子への LVTTTL の立ち上がりエッジを検出してから High 状態の間 CH1 のスペクトルデータ生成し、立ち下りエッジ検出後にデータを PC へ転送して、PC では読み出したデータをファイルへ保存します。立ち下りエッジを検出する回数は、予め設定した quick scan meas. count の回数分となります。QSG 端子への信号のパルス幅は、例えば 10ms 設定では、High 状態が 10ms 続き、その後 Low 状態が最短 10 μ s としたものを 1 回 (周期) とします。

7. 2. 4. リストモードの場合

- mode に list と表示されます。
- save LED が点滅し、list file size (byte) に現在保存中のファイルサイズが表示されます。

7. 3. 計測停止

- real time が measurement time に到達すると計測は終了します。
- 計測中に停止する場合は、メニュー Stop をクリックします。実行後計測を停止します。

8. 終了

8. 1. 高電圧出力降圧

HV OFF ボタンをクリックし、高電圧出力を OFF にします。実行後、set sweep voltage の早さで降圧を開始します。降圧中は output LED が点滅します。output voltage が OV 近辺になると output LED が消灯します。

8. 2. アプリ終了

メニュー File - quit をクリックします。確認ダイアログにて quit をクリックします。実行後、本アプリは終了します。

9. ファイル

9. 1. ヒストグラムデータファイル

- (1) ファイル形式
カンマ区切りのCSV テキスト形式
- (2) ファイル名
任意
- (3) 構成
Header 部と Calculation 部と Status 部と Data 部からなります
[Header]
- | | |
|------------------|-------------------------------|
| Memo | メモ |
| Measurement mode | 計測モード。Real Time または Live Time |
| Measurement time | 計測時間。単位は秒 |
| Real time | リアルタイム |
| Live time | ライブタイム |
| Dead time | デッドタイム |
| Start Time | 計測開始時刻 |
| End Time | 計測終了時刻 |
| ※以下CH | |
| ACG | アナログコースゲイン |
| ADG | ADC ゲイン |
| FIT | FAST 系積分 |
| FDT | FAST 系微分 |
| SFR (ns) | SLOW 系ライズタイム |
| SFP (ns) | SLOW 系フラットトップタイム |
| FPZ | FAST 系ポールゼロキャンセル |
| SPZ | SLOW 系ポールゼロキャンセル |
| FTH | FAST 系スレッシュホールド |
| LLD | エネルギーLLD |
| ULD | エネルギーULD |
| STH | SLOW 系スレッシュホールド |
| PUR | パイルアップリジェクト |
| POL | 極性 |
| DCG | デジタルコースゲイン |
| DFG | デジタルファインゲイン |
| TMS | タイミング選択 |
| CFF | CFD ファンクション |
| CFD | CFD ディレイ |
| IHW | インヒビット幅 |

PZD	アナログポールゼロ
FGD	ベースラインカウントマニュアル
DIF	カップリング
BRS	ベースラインレストアラ選択
BTS	ベースラインセレクト
IHT	(未使用)

※CHはここまで

MOD	動作モード
MMD	計測モード
MTM	計測時間
CLS	クロック選択
SCS	WAVE サンプルング選択

[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(ch)	ROI 間のピーク位置(ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間のピークカウント値
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 total count	トータルカウント
throughput count	スループットカウント
input total rate	トータルカウントレート
throughput rate	スループットカウントレート
pileup rate	パイルアップレート
dead time ratio	デッドタイム割合

[Data]

ヒストグラムデータ。最大 4096 点。

9. 2. ウェーブデータファイル

(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、APU101 部、HighVoltage 部およびData 部からなります

(Data 部以外については、前述の9.1 ヒストグラムデータファイル と同じなので、そちらを参照ください)

[Data]

ウェーブデータ。最大2048点。

9. 3. クイックスキャンデータファイル

9. 3. 1. 標準

(1) ファイル形式

バイナリ形式、ビッグエンディアンまたはリトルエンディアン。計測前の設定により選択が可能です。設定ファイル config.ini 内 Config セクションの ByteOrder において、0 のときはビッグエンディアン、1 の時はリトルエンディアンです。

(2) ファイル名

config タブ内 quick scan file path に設定したファイルパス

(3) 構成

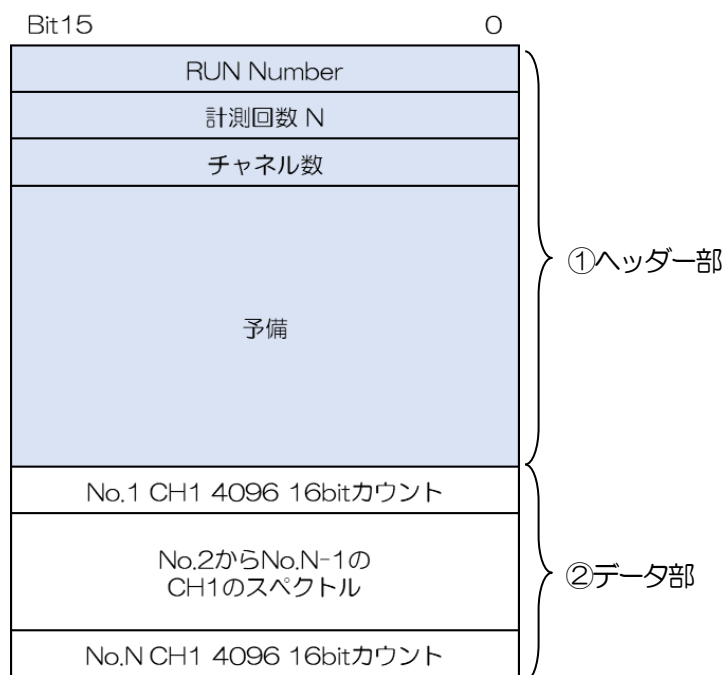


図 29 クイックスキャンデータファイル構造

① ヘッダー部

データファイルの先頭固定 20 バイト。

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

② データ部

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

例：計測回数が最大 8000 回の場合、

65,536,020 バイト = 20 バイト + 4096 チャンネル × 2 バイト × 8000 回

9. 3. 2. カウント上限拡張 (オプション)

外部 GATE 信号タイミングの間隔(10ms/min)で高速にヒストグラム取得できるクイックスキャン機能において、1 スキャンあたりのカウント数の上限を選択可能です。長時間計測のようなステップスキャンに対応することが可能となります。また、クイックスキャンデータへさらに 1 スキャンあたりのインプットカウントを付加することができます。

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

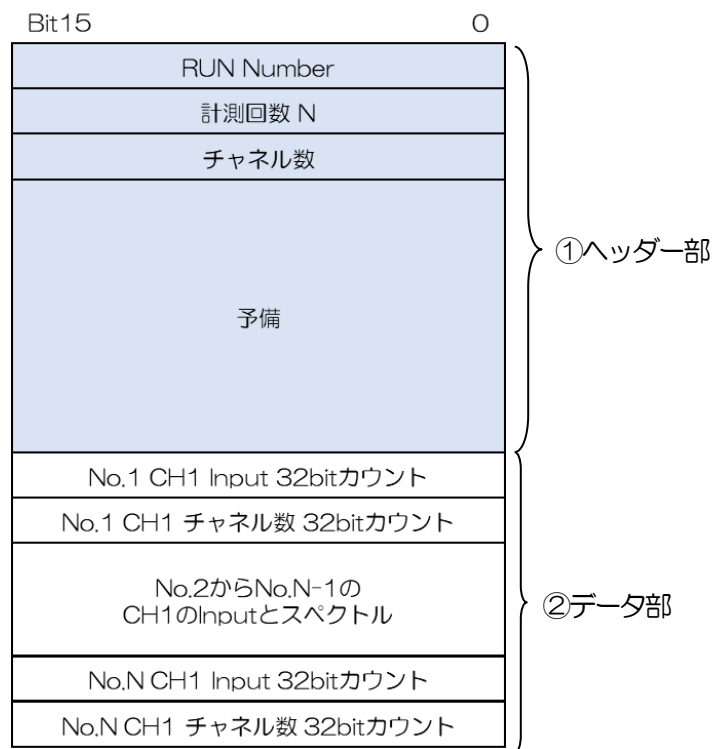


図 30 (オプション) カウント上限拡張 クイックスキャンデータファイル構造

- ① ヘッダー部
データファイルの先頭固定 20 バイト。
 - RUN Number 実行番号。0 から 65535。2 バイト。
 - 計測回数 N 計測回数。1 から 65535。2 バイト。
 - チャンネル数 チャンネル (ピン) 数。4096、2048、1024、512、256。2 バイト。
 - 予備 14 バイト。
- ② データ部
 - Input QSG コネクタ High の間の入力カウント数。1 チャンネルあたり 4 バイト。
 - スペクトル 1 チャンネル (ピン) 当たり 4 バイト。
 - データサイズは計測回数とチャンネル数により可変。
 例：計測回数が最大 8000 回、チャンネル数が 4096 の場合、
 $131,104,020 \text{ バイト} = 20 \text{ バイト} + (4 \text{ バイト} + 4096 \text{ チャンネル} \times 4 \text{ バイト}) \times 8000 \text{ 回}$

9. 4. リストデータファイル

(1) ファイル形式

バイナリ、ビッグエンディアン形式

(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1 : list file path に “D:\data¥123456.bin”、number に” 1” と設定した場合、

“D:\data¥123456_000001.bin”。

例2 : list file path に “D:\data¥123456”、number に” 100” と設定した場合、

“D:\data¥123456_000100.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続けます。

(3) 構成

1 イベントあたり 80bit (10Byte、5WORD)

79		ABS[43..28]				64	
63		ABS[27..12]				48	
47		ABS[11..0]		36	35	32	
		空き[3..0]					
31	30	29	PHA[13..0]				16
空き[1..0]							
15		空き[9..0]		6	5	2	
				UNIT[3..0]		1	0
						CH[1..0]	

図 31 リストデータ (80 bit) 構成

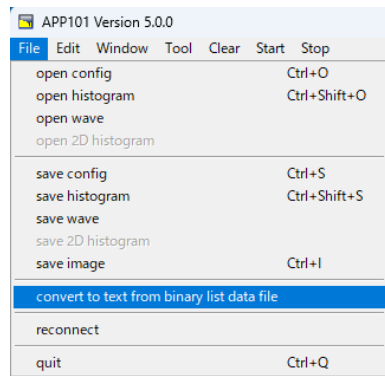
- Bit79 から Bit36 ABS(アブソリュート)カウント。44Bit
1Bit あたり 10ns。
最大計測時間は約 24 時間 (24 時間 $\div 2^{43} * 10ns$)。
- Bit35 から Bit30 空き。6Bit。
- Bit29 から Bit16 PHA(波高値)。ADC gain が最大 16384 の場合は 14Bit、0 から 16383。
- Bit15 から Bit6 空き。10Bit。
- Bit5 から Bit2 ユニット番号。4Bit
※複数台使用時向け：ユニット 1 は 0、ユニット 16 は 15。
- Bit1 から Bit0 CH 番号。2Bit。 ※本機器では CH1 を表す 0 固定

9. 5. リストデータファイルテキスト形式変換

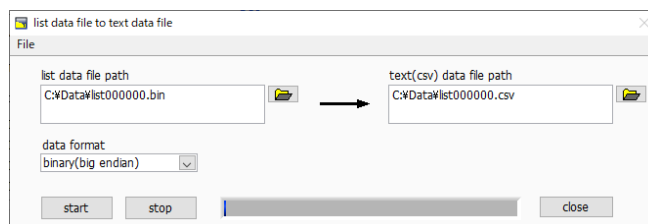
リストモード計測で保存したバイナリ形式のリストデータファイルを、カンマ区切りのテキスト (csv) 形式に変換することが可能です。1 イベントあたり 1 行で、ABS (時間情報), CH 番号, PHA (波高値) の形式で保存されます。

- ABS (アブソリュート) カウント バイナリ: 10ns 単位 テキスト: ns 単位
- CH 番号 バイナリ: 0 テキスト: 1
- PHA (波高値) バイナリ/テキストともに 0~16383

以下の手順にて、バイナリ形式のリストデータファイルをテキスト (CSV) 形式に変換します。
メニュー File - convert to text from binary list data file をクリックします。

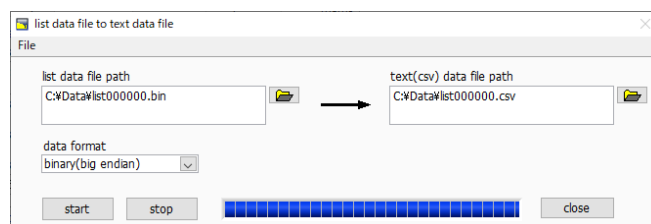


以下の list data file to text data file 画面が開きます。



- list data file path リストモード計測で保存した変換する対象のバイナリ形式リストデータファイルを、絶対パスで設定します。
- data format リストモード計測で保存したバイナリ形式のリストデータファイル形式を設定します。binary (big endian) または binary (little endian) から選択します。
- text (csv) data file path 変換後のカンマ区切りのテキスト (csv) 形式のリストデータファイルを、保存する絶対パスで設定します。list data file path 設定後、拡張子.csv のパスが自動で設定されます。

start ボタンをクリックすると、変換を開始します。画面下部の青色のステータスバーがいっぱいになると変換は完了です。変換を中断するには stop ボタンをクリックします。



close ボタンをクリックして、本画面を閉じます。

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。

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

[System]

PCConfigPort = 55000

PCStatusPort = 55001

PCDataPort = 55002

DevConfigPort = 4660

DevStatusPort = 5001

DevDataPort = 24

SubnetMask = "255.255.255.0"

Gateway = "192.168.10.1"

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

IP アドレス 192.168.10.128

サブネットマスク 255.255.255.0

デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

- (6) 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。
- (7) 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。
- (8) 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。
- (9) 本機器の電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。
- (10) 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。
- (11) PC のスリープなどの省電力機能を常に ON にします。
- (12) 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) histogram タブ内 plot ON にて CH1 を ON に設定します。
- (2) input total rate(cps) と throughput rate(cps) がカウントしているか確認します。
- (3) DAC Monitor CH を CH1 に、DAC Monitor type を pre amp にして、preamp の波高が小さすぎたり大きすぎたりせず、入力レンジ以内位出ているかを確認します。
- (4) DAC Monitor type を fast にして FAST 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (5) DAC Monitor type を slow にして SLOW 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (6) fast trigger threshold や slow trigger threshold の値が小さすぎたり大きすぎたりせず、input total rate(cps) と throughput rate(cps) のカウントを見ながら、100 から 30 くらいまで設定を下げながら変更していき、2 つの rate が近いカウントになるように調整します。
- (7) グラフの X 軸と Y 軸を右クリックしてオートスケールにします。

11.4. IP アドレスを変更したい

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

株式会社テクノエーピー

住所：〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL：029-350-8011 FAX：029-352-9013

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