X 線用デジタルスペクトロメーター

APU101X

取扱説明書

第3.1.1 版　2026 年９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

ー 目　次 ー

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 11
4．1．アプリケーションのインストール 11
4．2．ケーブル接続 11
4．3．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
5．3．meas タブ 20
5．4．file タブ 21
5．5．calibration タブ 24
5．6．option タブ 26
5．7．HV タブ 27
5．8．wave タブ 28
5．9．グラフ 29
6．初期設定 31
6．1．接続と電源 31
6．2．高圧電源印加 31
6．3．プリアンプ出力信号の確認 32
6．4．設定実行 32
6．5．プリアンプ出力信号の入力レンジの確認 33
6．6．SLOW 系フィルタの設定 34
6．7．SLOW 系スレッショルドの設定 36
6．8．外部入力コネクタによる信号処理 37
6．9．半値幅 FWHM（Full Width at Half Maximum）の計算方法 38
7．計測 39
7．1．初期化設定 39
7．2．計測開始 39
7．2．1．ヒストグラムモードの場合 39
7．2．2．ウェーブモードの場合 40
7．2．3．クイックスキャンモードの場合 40
7．2．4．リストモードの場合 40
7．3．計測停止 40
8．終了 41
8．1．高電圧出力降圧 41
8．2．アプリ終了 41

９．　ファイル……42
９．１．　ヒストグラムデータファイル……42
９．２．　ウェーブデータファイル……44
９．３．　クイックスキャンデータファイル……45
９．４．　リストデータファイル……46
９．５．　リストデータファイルテキスト形式変換……47
１０．　Tool 機能……48
１１．　トラブルシューティング……49
１１．１．　接続エラーが発生する。……49
１１．２．　コマンドエラーが発生する……49
１１．３．　ヒストグラムが表示されない……50
１１．４．　IP アドレスを変更したい……50

安全上の注意・免責事項

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

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



禁止事項

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



注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

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あり、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。
※　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.8.0.0 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

- チャネル数　　1CH
- 入力レンジ　　±1V
- 入力インピーダンス　1kΩ
- コースゲイン　　×5、×10、×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　　8192、4096、2048、1024、512、256 チャネル
- 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　0.01 μs～20 μs
- デジタル Fine gain　×0.333　～　×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、TEC 電源、HV 印加/ EMERGENCY 動作確認用 LED
- 緊急停止（EMERGENCY）ボタン
- クリア信号入力用コネクタ
- 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　　定格-168V（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　　+1.7V、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　　171（W） x35（H） x 145（D）mm　突起物除く

（11）重量　　約 460g

（12）消費電流　　+12V、0.8A 程度（最大 1.2A）

（13）PC 環境
- OS　　Windows 10 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 LVTTL 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

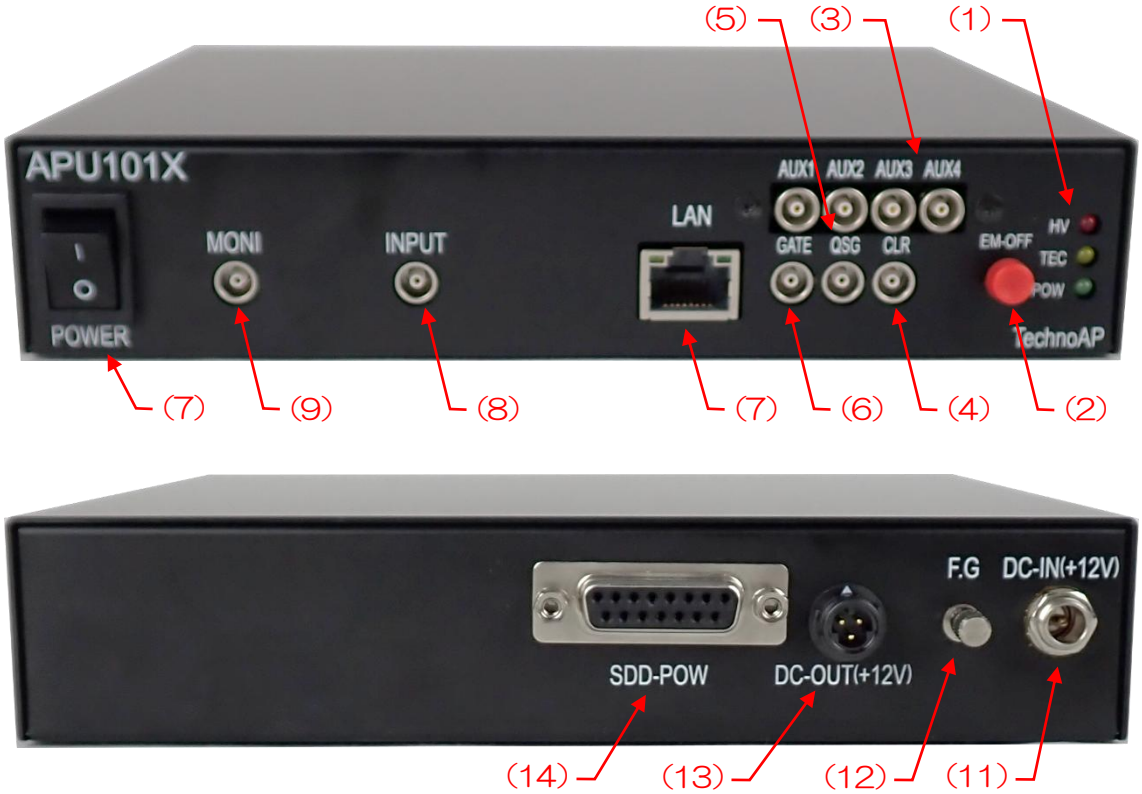


写真 1　APU101X（上：フロントパネル、下：リアパネル）

（1）　LED　　HV（赤）　電源投入後、数秒間の点灯の後に消灯。
以降正常時は HV 印加時に点灯、スイープ時は点滅します。
TEC（橙）　電源投入後点灯します。
POW（緑）　電源ランプ。電源投入後点灯します。

（2）　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。
PC と通信ができなくなってしまった場合･･･**素早く２回押してください。**
通信のリセットが働き、通信の再接続が行われます。
緊急時に高電圧を OFF にしたい場合･･･**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）。

（3）　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。

（4）　CLR　クリア信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。
LVTTL ロジック信号。20ns 以上の High レベル信号を入力するとアブソリュートカウンタをクリアします。

（5）　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 LVTTL 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 10μs 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。

（6）　GATE　　外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTL 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。

（7）　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。

（8）　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±1V。入力インピーダンスは約 1kΩ。

（9）　MONI　　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±1V（1MΩ 終端時）。

（１０）POWER　　主電源スイッチ。『O』側が OFF、『Ｉ』側が ON となります。
※ 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。

（１１）DC-IN　　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。

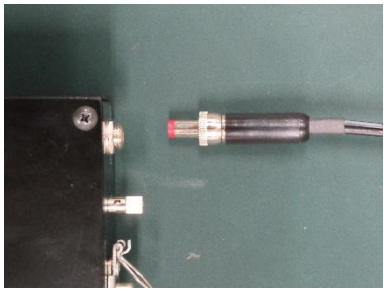


写真 2　ねじ込み式プラグ

（１２）F.G　　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。

（１３）DC-OUT(+12V)　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。

（１４）SDD-POW　　検出器電源供給用 Dsub15 ピンコネクタ。

※　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 EPL.00.250.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３　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、
右写真のような LEMO-BNC 変換ケーブルを使用ください。



写真４　LEMO-BNC 変換ケーブル例

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）　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。

（6）　MONI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充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

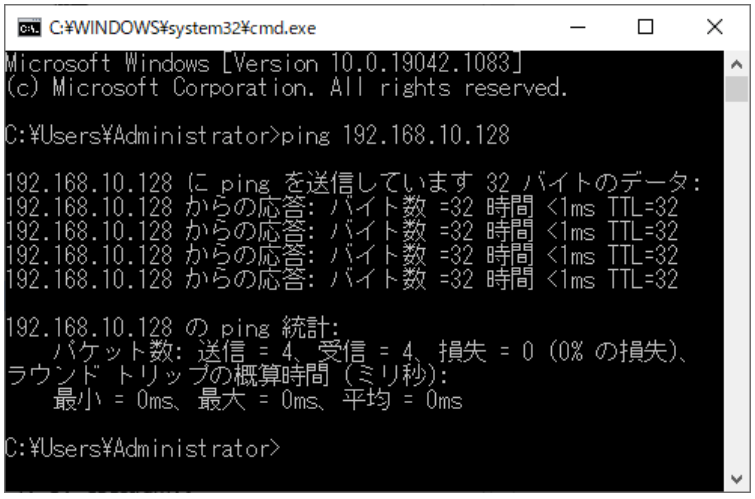


図 1　通信接続確認 ping コマンド実行

（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

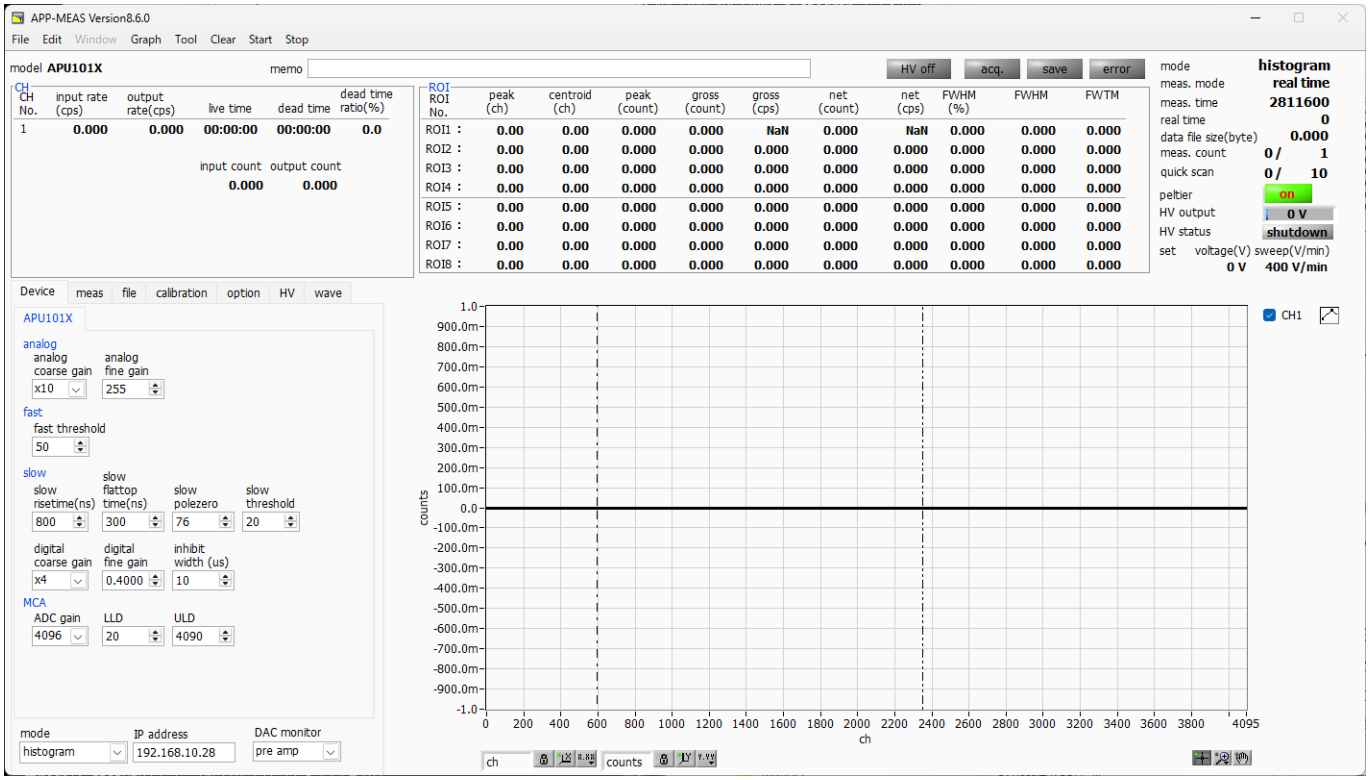


図 2　起動画面（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・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 threshold	自動スレッショルド（波形取得タイミング閾値）設定画面表示
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)	入力カウントレート。1秒間に入力のあったイベント数
output rate(cps)	出力カウントレート。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
input count	入力カウント。入力のあったイベント数。
output count	出力カウント。入力に対し、処理された数。

・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(%)	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
wave	wave モードに関する設定

5．2．Device タブ

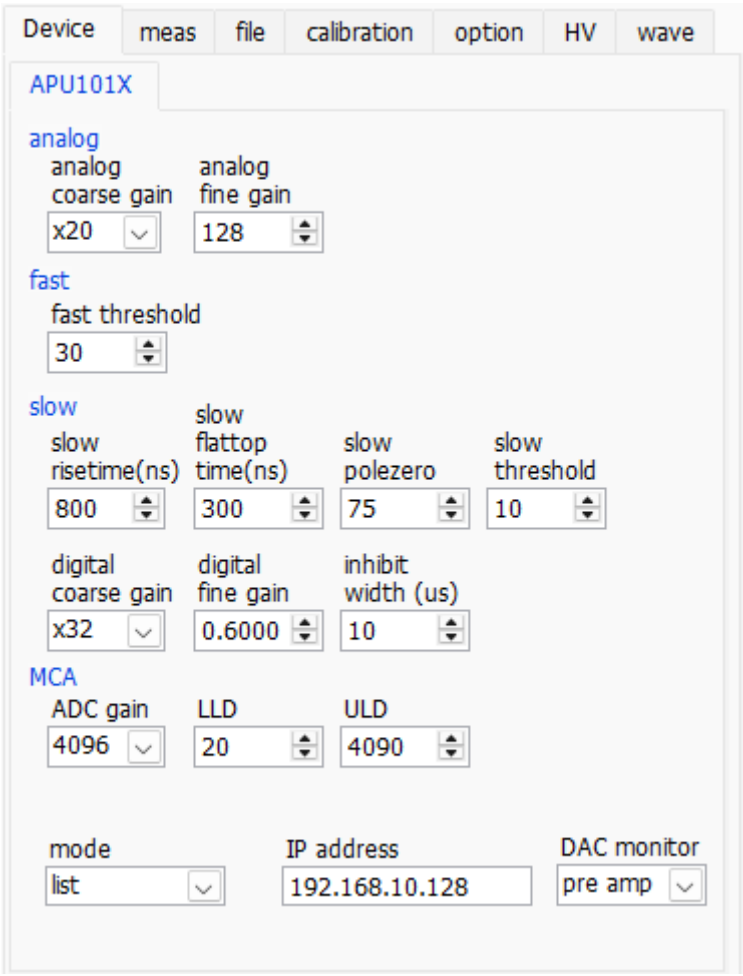


図 3　Device タブ

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ピー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 rate(cps)が増えることになります。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なります。
（ slow rise time ＋ slow flat top time ）×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。

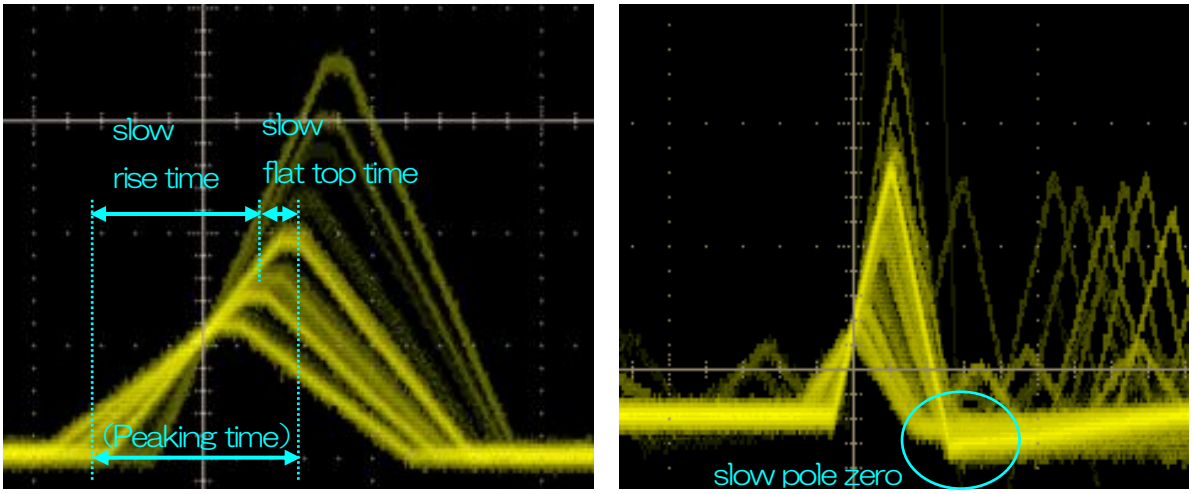


図 4　SLOW 系（台形）フィルタ

※ 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　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。
この値を上下させ throughout rate(cps)の増えるところであるノイズレベルより 10digit 程度上に設定します。後述の LLD 以下に設定します。
生成された SLOW 系フィルタの波形において、この閾値以上になった時に、予め設定した時間（slow rise time + slow flattop time）における波高値を確保します。

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

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

inhibit width(us)　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。

MCA 部

ADC gain　ADC のゲイン（チャネル）。8192、4096、2048、1024、512、256 チャネル(ch)から選択します。histogram グラフの横軸の分割数になります

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

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

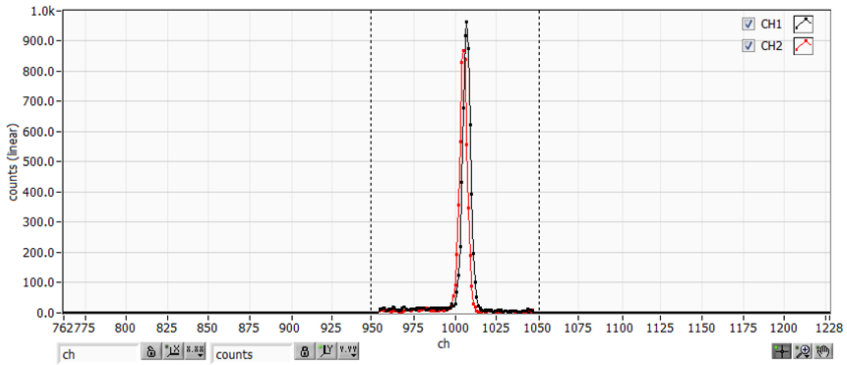


図 5　LLD と ULD の設定例

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

〈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 LVTTL 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 へデータを転送するモードです。

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 MONI 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

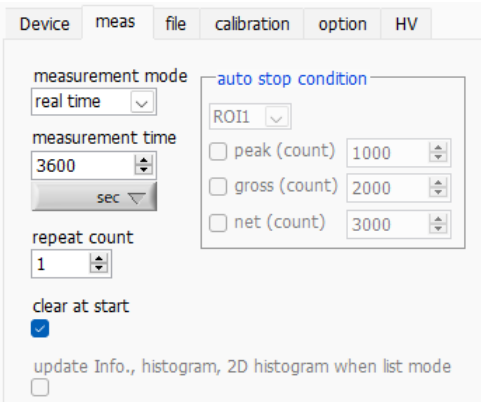


図 6　meas タブ

measurement mode　real time、live time または auto stop を選択します。

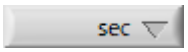
real time　リアルタイムが後述 measurement time になるまでデータを計測します。

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。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

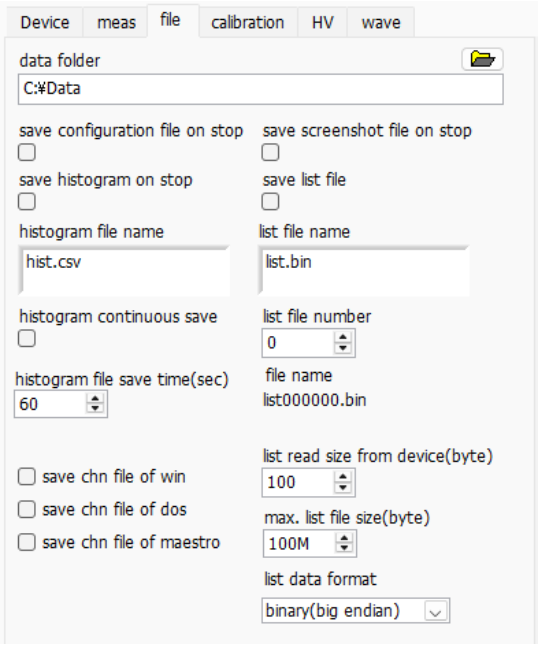


図 7　file タブ

data folder	データファイルの絶対パスを設定します。
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	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 name	ヒストグラムデータのファイル名を設定します。拡張子無しも可です。 このファイル名で保存されるのではなく、ここで指定した名称の直後に、このファイル名を元にして計測停止時の日時(年月日時分秒)を示す"_YYYYMMDD_hhmmss"形式文字列が付加され、最後に拡張子が付加されます。 例：data folder に C:¥Data と設定し、file name を 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	チェックを入れると、以下で指定した時間経過毎にヒストグラムデータファイルを保存します。ファイル名には保存時点の日時を示す文字列が付加されます。
histogram file save time	上記で保存する時間間隔を指定します。

save 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 と設定し、file name を 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。

save list sfile　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 name　リストデータのファイル名を設定します。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 と設定し、file name を 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 name 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)　最大リストデータファイルサイズ。リストデータを保存中にこの設定を超過した時、list file number を 1 つ加算したファイル名を生成し、このファイル名で保存を継続します。

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

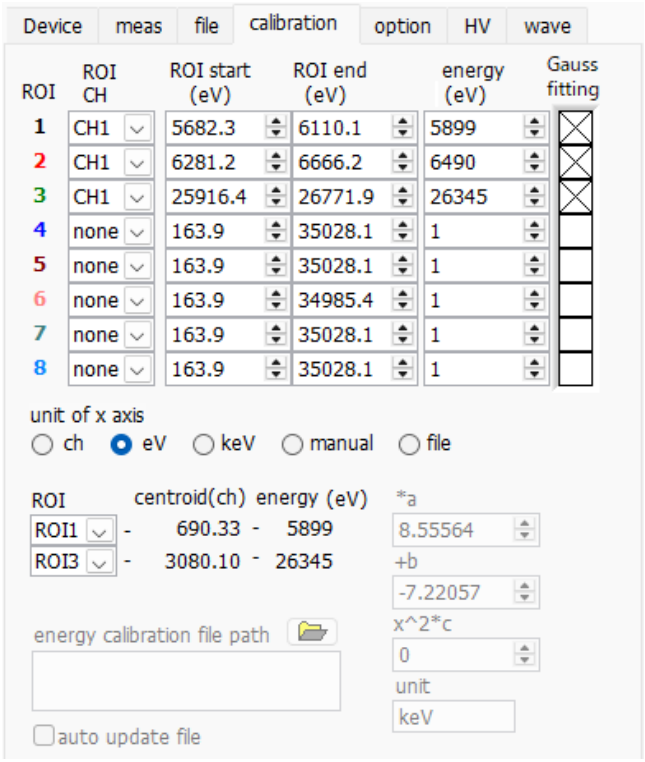


図 8　histogram タブ

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。^{55}Fe の場合、5899 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： 690.33ch に ^{55}Fe の 5899eV、3080.10ch に ^{241}Am の 26345eV がある場合、2 点校正より a を 8.55564、b を-7.22057 と自動算出します。
	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	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、別添の「アプリケーション Tool 編 取扱説明書」を参照してください。
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。	
*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。	
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。別添の「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

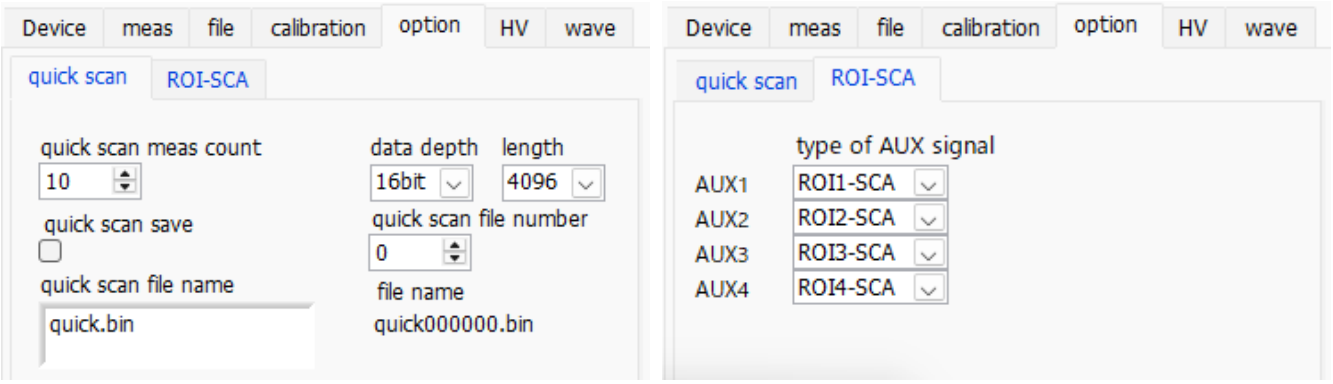


図 9　option タブ

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 name	クイックスキャンデータのファイル名を設定します。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。

ROI-SCA 部

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 LVTTL ロジック出力を得ることが可能です。 fast-CH1（オプション）を選択した場合、Input タイミングで LVTTL ロジック出力を得ることが可能です。

5．7．HV タブ

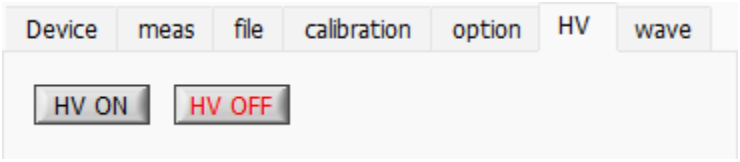


図 10　HV タブ

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 モニタ部

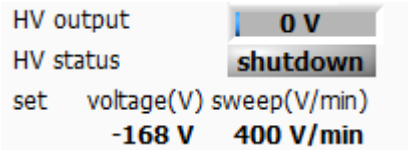


図 11　HV モニタ部

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

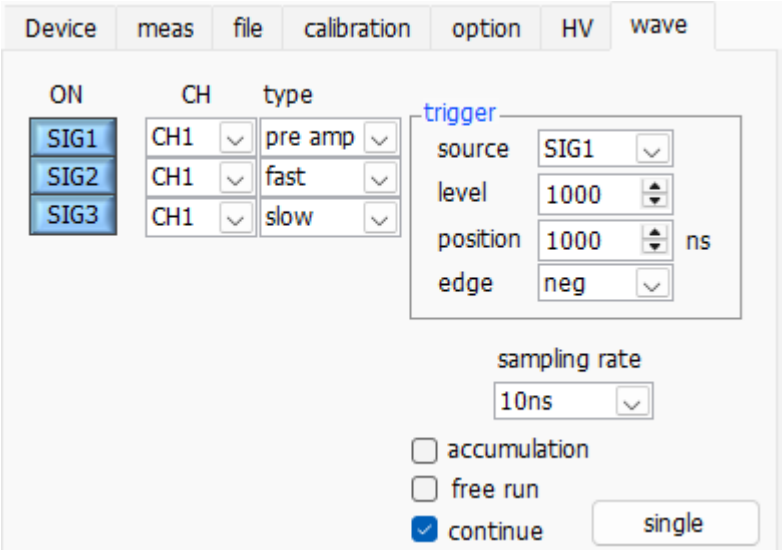


図 12　wave タブ

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	トリガーソース。トリガーをかける波形番号を選択します。
level	トリガー波形取得用閾値。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

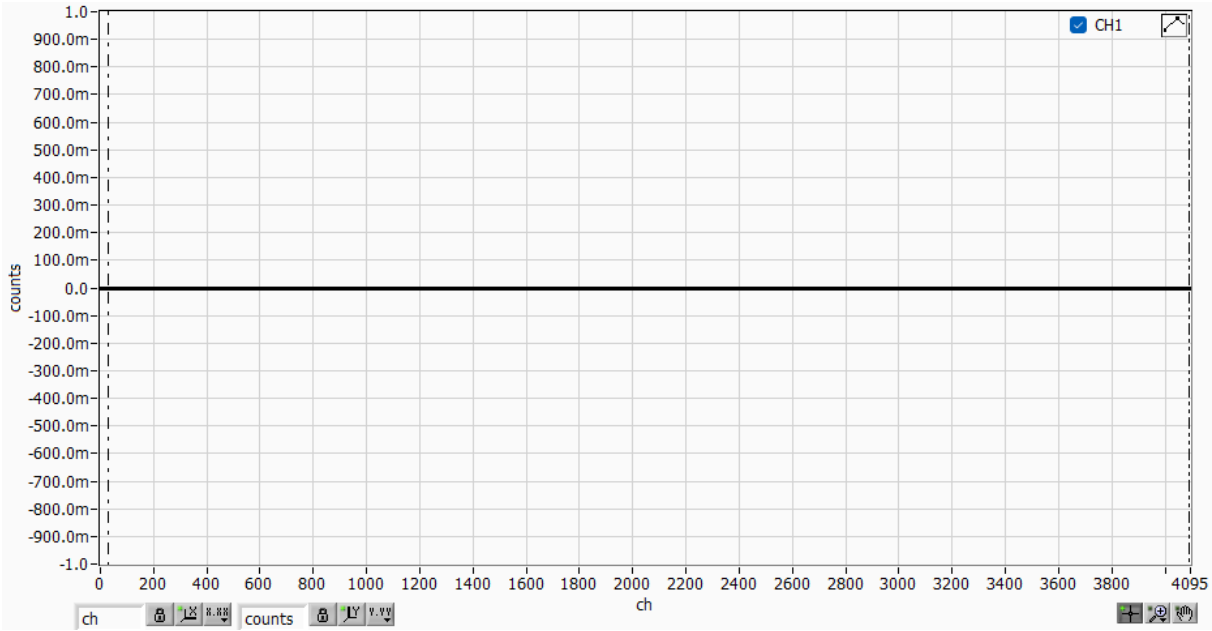


図 13　histogram グラフ

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。

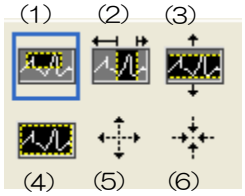


図 14　グラフ　ズームイン及びズームアウトツール

（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

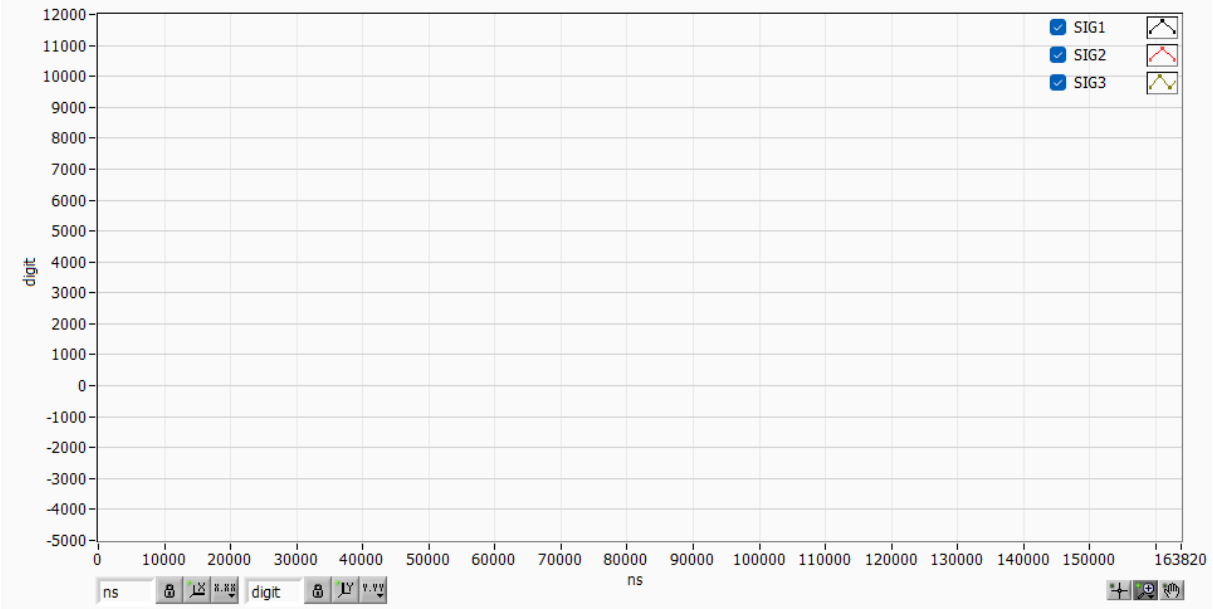


図 15　wave グラフ

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MONI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モニタ部にて高圧電源の状態を確認及び実行します。

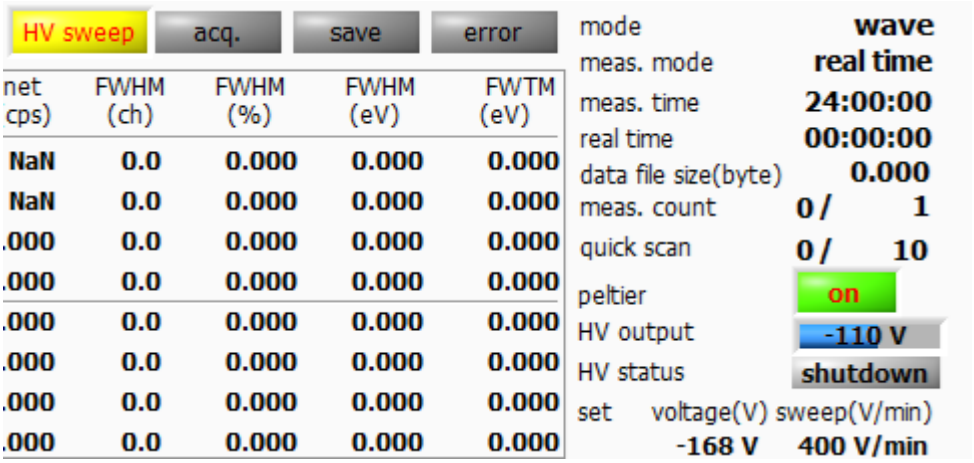


図 16　ペルチェ及び高圧電源状態確認

（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HV off表示で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HV sweep表示で黄色に点滅し、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HV on表示で緑色に点灯します。

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。

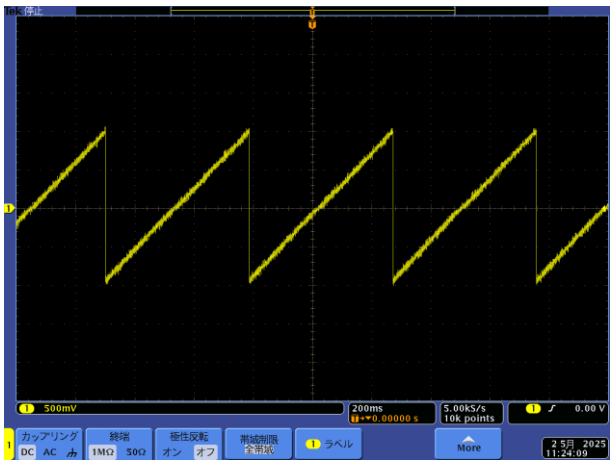


図 17　トランジスタリセット型プリアンプ波形（正極性の場合）

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。

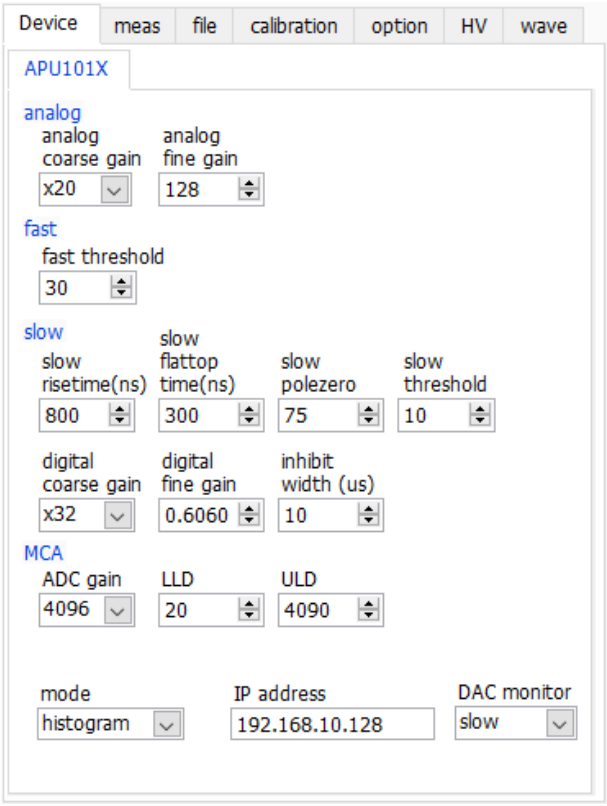


図 18　Device タブ設定例

6．5．プリアンプ出力信号の入力レンジの確認

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MONI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） MONI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、^{55}Feのチェッキングソースがあれば、Kα線（5899eV@^{55}Fe）の重なりが濃い部分を、196mV以下のところに合わせます。

$$196\ \mathrm{mV} \fallingdotseq 5.899\ \mathrm{keV} \div 30\ \mathrm{keV} \times 1000\ \mathrm{mV}$$

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。

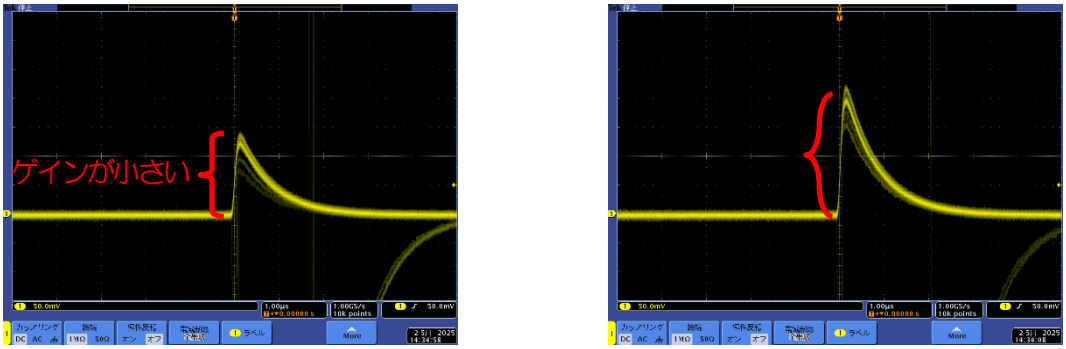


図 19　MONIコネクタからのDAC monitor preamp信号（左：調整前、右：調整後）

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。

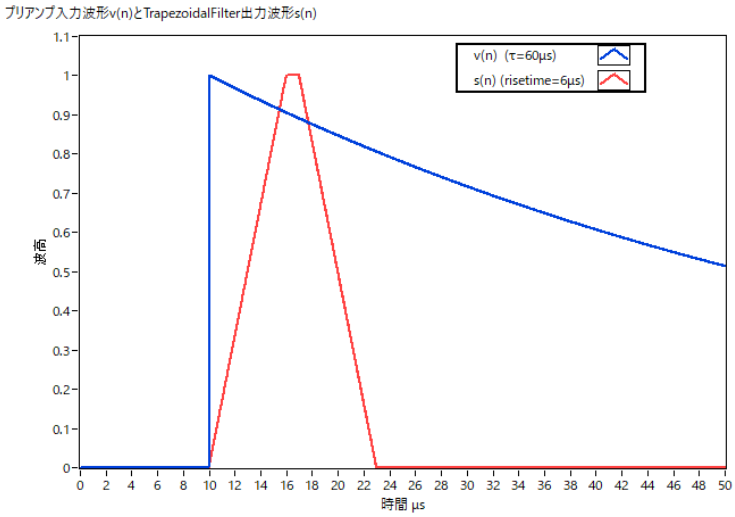
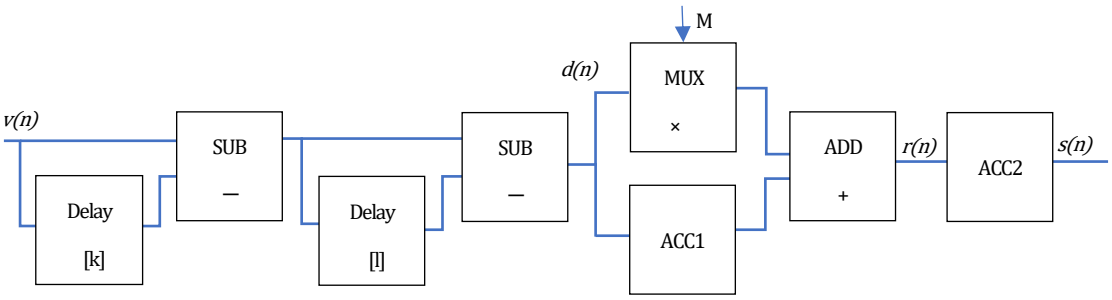


図 20　SLOW 系フィルタ（赤色）



$$d(n) = v(n) - v(n-k) - v(n-l) + v(n-k-l)\,,$$
$$p(n) = p(n-1) + d(n)\,,$$
$$r(n) = p(n) - M * d(n)\,, \quad n \geq 0\,,$$
$$s(n) = s(n-1) + r(n)\,, \quad n \geq 0\,,$$

$$Where:$$
$$k:\ risetime\,,$$
$$l:\ risetime + flottoptime\,,$$
$$M:\ pole\ zero$$

References:

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

図 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。

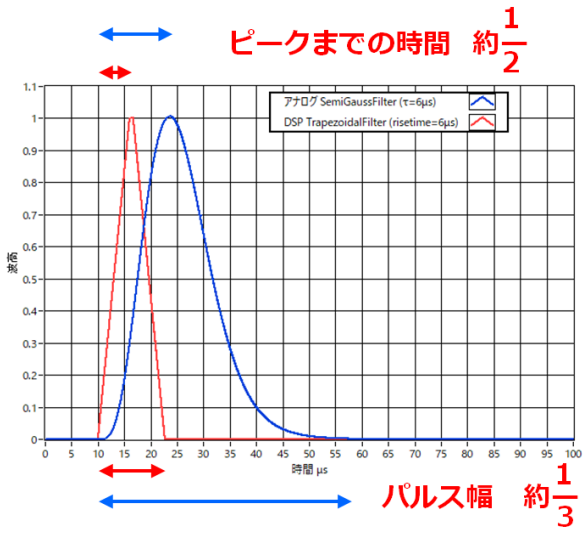


図 22　Trapezoidal Filter と Semi Gauss Filter の応答の違い

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。

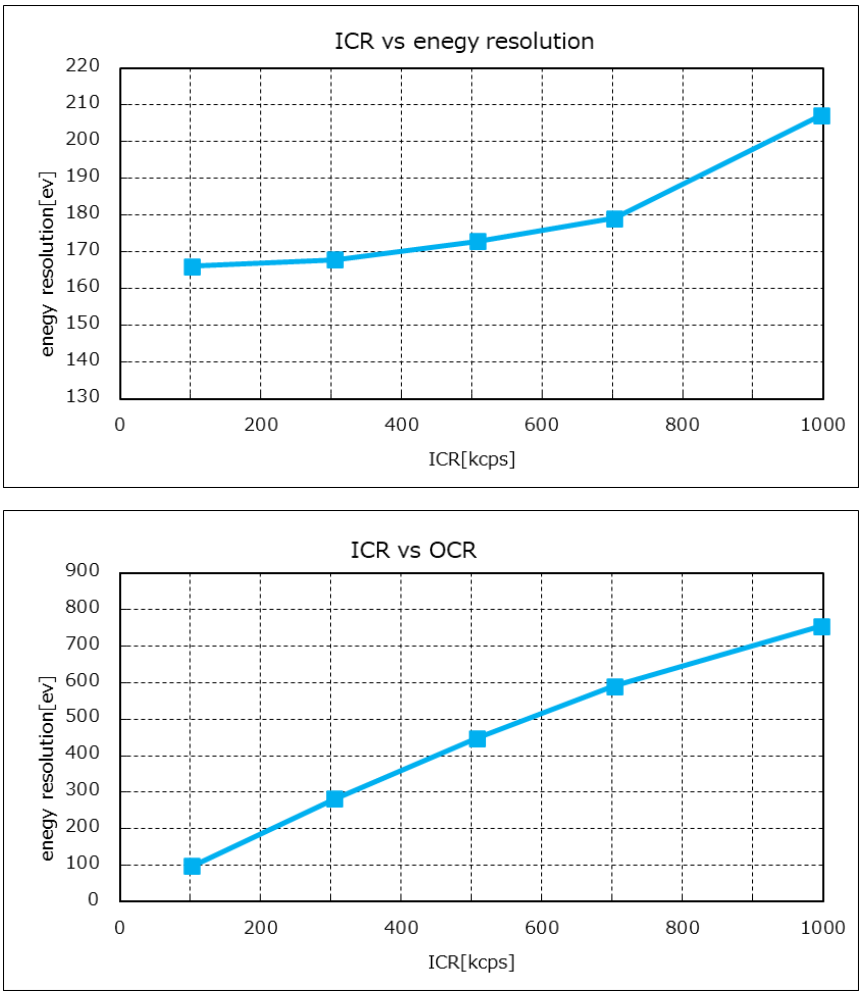


図 23　Trapezoidal Filter の計数率とエネルギー分解能

SLOW 系フィルタの設定を記載します。

（1）　MONI 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 μs 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ョ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。

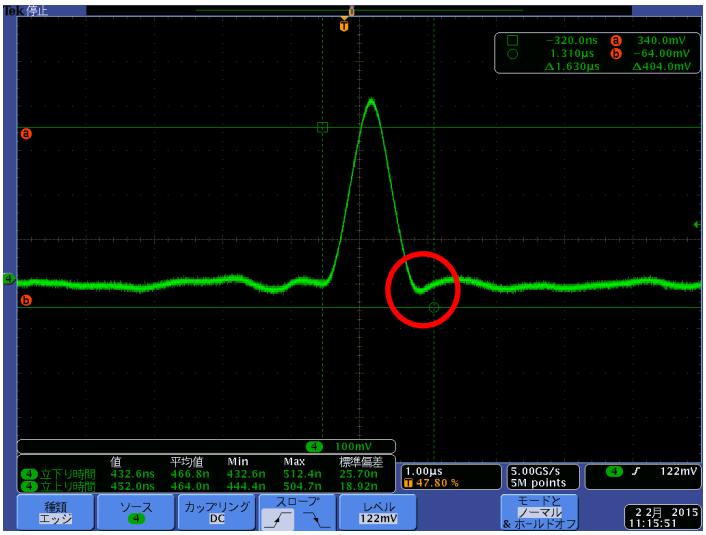


図 24　slow pole zero 調整後

6．7．SLOW 系スレッショルドの設定

まず、ある程度大きい値（100 程度）を入力して output rate(cps)を観測します。slow trigger threshold を徐々に小さくし、output 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、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、LVTTL 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。

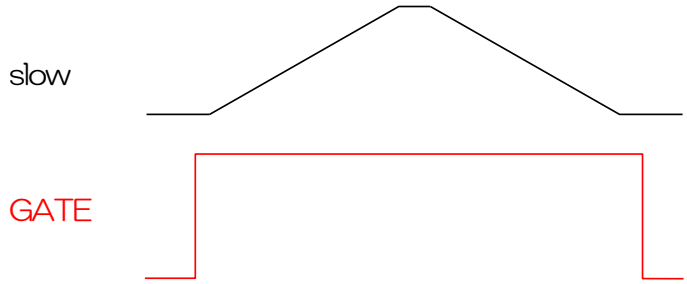


図 25　外部ゲートタイミング

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。

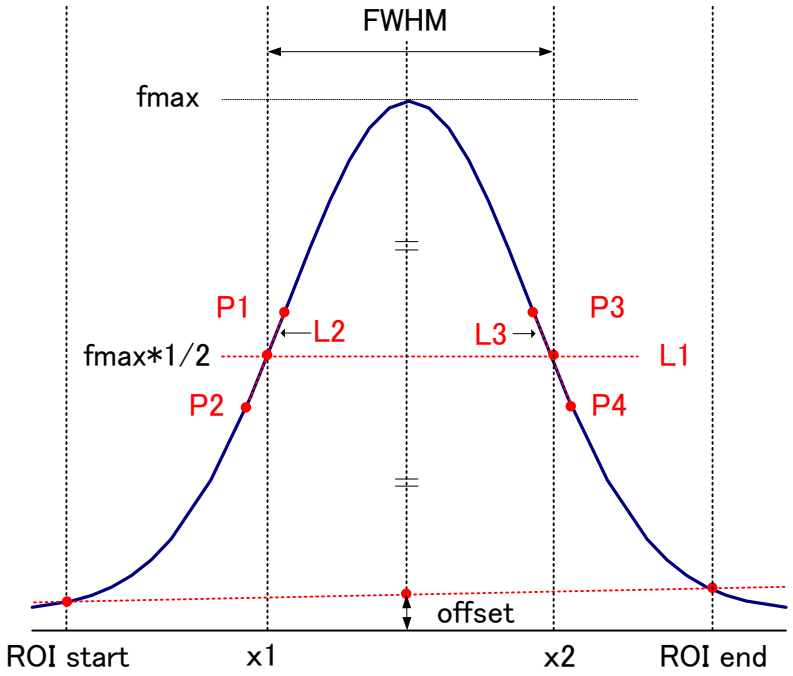


図 26　FWHM 算出

（1）ヒストグラムにおけるROI Start とROI end 間の最大値 fmax 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 fmax 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）fmax 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、予め meas タブの˝clear at start˝のチェックを外しておき、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。

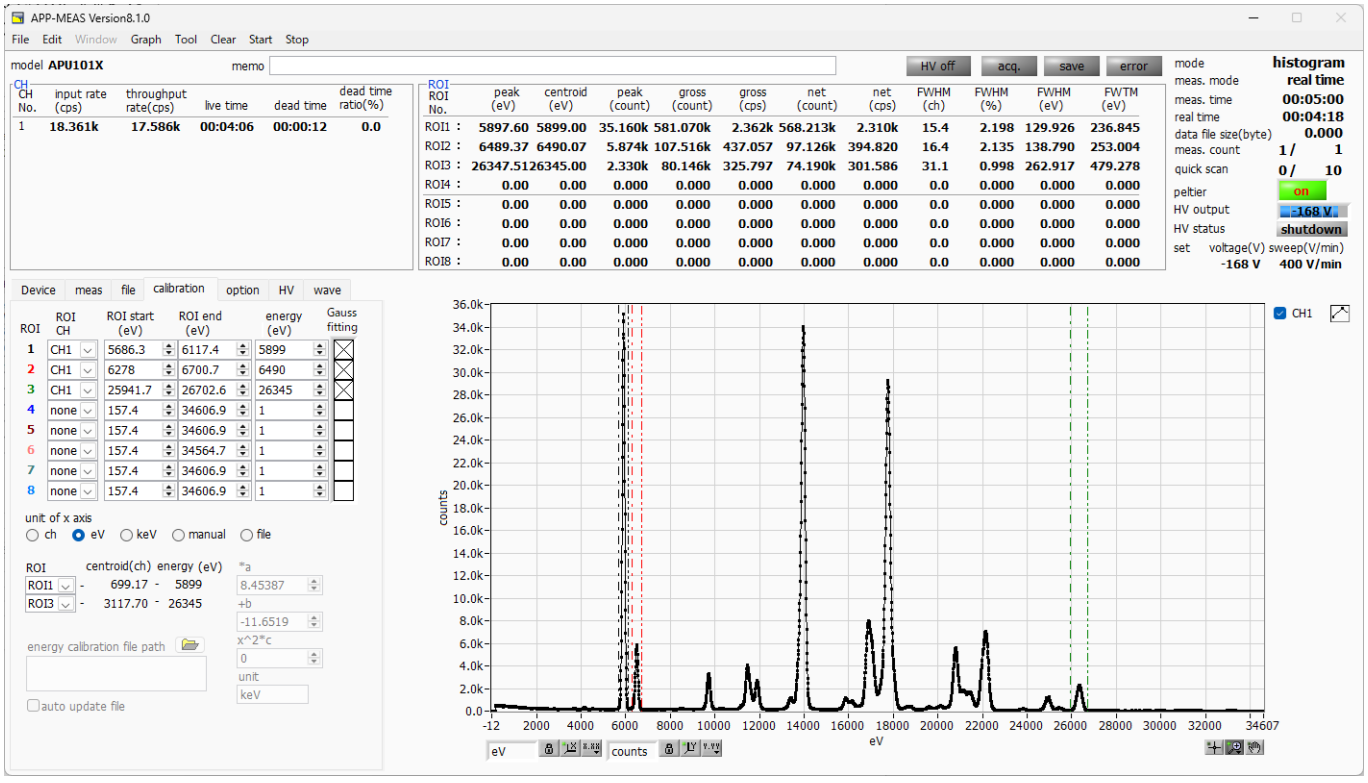


図 27　ヒストグラムモード

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。

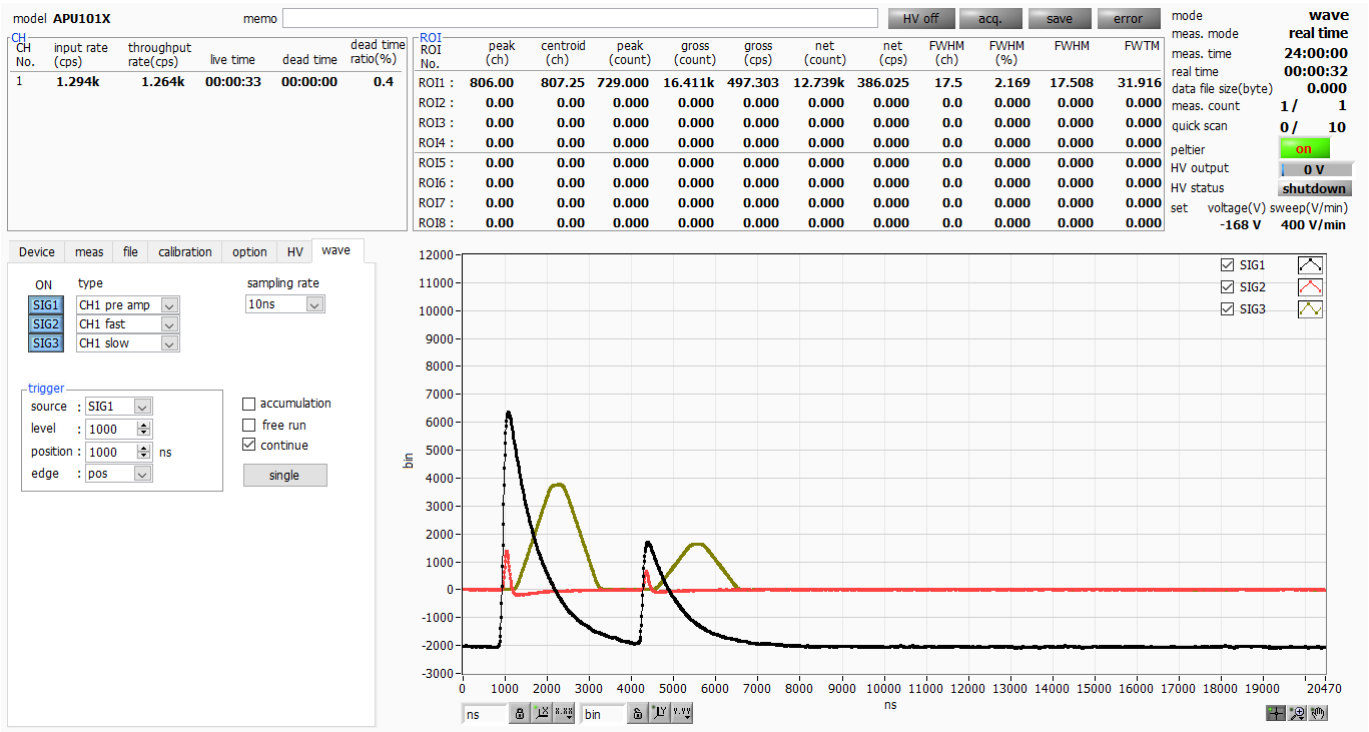


図 28　wave モード

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 LVTTL の信号待ちとなります。
- QSG 端子への LVTTL 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。立ち下が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 μs 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、本体前面およびアプリ画面のHV LED が点滅します。output voltage がOV 近辺になるとHV 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、APU101X 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

[APU101X]

polarity	入力するプリアンプ出力信号の極性
analog coarse gain	アナログコースゲイン
analog fine gain	アナログファインゲイン
analog pole zero	アナログポールゼロ
coupling	シェイピングタイプ
fast diff	FAST 系微分回路の定数
fast integral	FAST 系積分回路の定数
fast pole zero	FAST 系ポールゼロキャンセル
fast threshold	FAST 系スレッショルド
slow rise time(ns)	SLOW 系ライズタイム
slow flattop time(ns)	SLOW 系フラットトップタイム
slow pole zero	SLOW 系ポールゼロキャンセル
slow threshold	SLOW 系スレッショルド
digital coarse gain	デジタルコースゲイン
digital fine gain	デジタルファインゲイン

inhibit width(us)	インヒビット幅
ADC gain	ADC ゲイン
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
pile up rejector	パイルアップリジェクト

[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)	gross(count)÷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)	net(count)÷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)	入力カウントレート
output rate(cps)	出力カウントレート
input count	入力カウント
output count	出力カウント

[Histogram]

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、APU101X 部およびWave 部からなります

（Wave 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）

[Wave]

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

（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

option タブ内 quick scan 部の file name に表示されたファイル名

（3） 構成

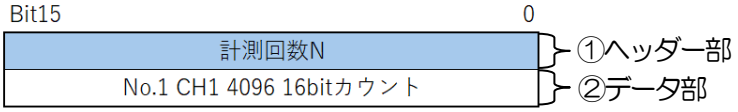


図 29　クイックスキャンデータファイル構造

① ヘッダー部

データファイルの先頭固定２バイト。

- 計測回数 N　　計測回数。１から 65535。２バイト。

② データ部

- スペクトル１チャネル（ビン）当たり２バイトまたは４バイト。
- データサイズは計測回数とチャネル数により可変。
  例：計測回数が最大 8000 回、16bit、4096 チャネルの場合、
  131,072,002 バイト ＝２バイト＋4096 チャネル×4 バイト×8000 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

file タブ内 list file name に設定したファイル名に、file number を 0 詰め 6 桁付加したものになります。

例1：data folder に″C:¥Data″、list file name に“list.bin”、number に”1”と設定した場合、
“C:¥Data¥list000001.bin”。

例2：data folder に″C:¥Data″、list file name に“list.bin”、number に”100”と設定した場合、
“C:¥Data¥list000100.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

1 イベントあたり 80bit（10Byte、5WORD）

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

図 30　リストデータ（80 bit）構成

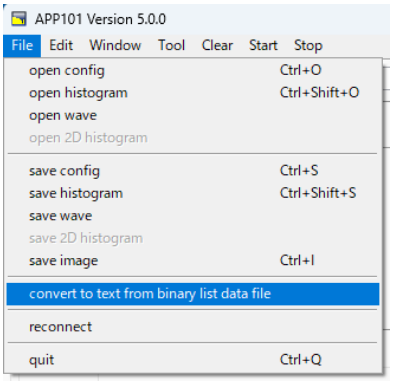
- Bit79 から Bit36　　ABS(アブソリュート)カウント。44Bit
  1Bit あたり 10ns。
  最大計測時間は約 24 時間（24 時間≒2^{43}＊10ns）。
- Bit35 から Bit30　　空き。6Bit。
- Bit29 から Bit16　　PHA(波高値)。ADC gain が最大 16384 の場合は 14Bit、0 から 16383。
- Bit15 から Bit6　　空き。10Bit。
- Bit5 から Bit2　　ユニット番号。4Bit
  ※複数台使用時向け：ユニット 1 は 0、ユニット 16 は 15。
- Bit1 から Bit0　　CH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

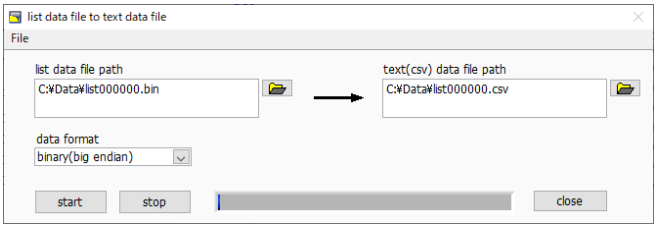
リストモード計測で保存したバイナリ形式のリストデータファイルを、カンマ区切りのテキスト（csv）形式に変換することが可能です。1 イベントあたり 1 行で、ABS（時間情報）, CH 番号 , PHA（波高値）の形式で保存されます。

- 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。

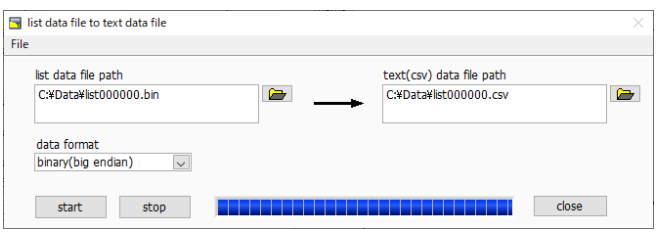


以下の list data file to text data file 画面が開きます。



- 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、または File メニューから close を選択して、本画面を閉じます。

１０．Tool 機能

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。

起動時または測定中にて 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 IP が 192.168.10.128 と設定され、[APU101X]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。

UDPPCConfigPort = 50128
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	192.168.10.128
サブネットマスク	255.255.255.0
デフォルトゲートウェイ	192.168.10.1

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

（４）イーサネットケーブルが接続されている状態で電源を ON にします。

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

（６）本機器の電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。

（７）ウィルス検出ソフトやファイヤーフォールソフトを OFF にします。

（８）PC のスリープなどの省電力機能を常に OFF にします。

（９）ノート PC などの場合、無線 LAN 機能を無効にします。

１１．２．コマンドエラーが発生する

オプションの有無などによる、本機器のファームウェアとアプリケーションの組み合わせがあ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。

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 rate(cps)と output 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 rate(cps)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。
（７） グラフのＸ軸とＹ軸を右クリックしてオートスケールにします。

１１．４．IP アドレスを変更したい

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

株式会社テクノエーピー
住所：〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15
TEL.：029-350-8011　FAX.：029-352-9013
URL：https://www.techno-ap.com　e-mail：info@techno-ap.com