マルチチャネルアナライザ

USB-MCA4
APG7400

取扱説明書

第2.0.0版　2026年11月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012　茨城県ひたちなか市馬渡2976-15
TEL　：　029-350-8011
FAX　：　029-352-9013
URL　：　https://www.techno-ap.com
e-mail　：　info@techno-ap.com

安全上の注意・免責事項

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

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



禁止事項

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



注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

― 目　次 ―

1.　概要 4
2.　仕様 5
3.　外観 7
4.　セットアップ 8
4．1.　接続 8
4．2.　ドライバーソフトウェアのインストール 9
5.　アプリケーション画面 11
5．1.　起動画面 11
5．2.　終了画面 13
5．3.　Device タブ 14
5．4.　meas タブ 16
5．5.　file タブ 18
5．6.　calibration タブ 21
5．7.　option タブ 23
5．8.　グラフ 26
6.　計測 27
6．1.　ヒストグラムモード 27
6．2.　リストモード 28
6．3.　コインシデンスモード 29
6．4.　MCS モード 32
6．5.　計測停止 33
7.　ファイル 34
7．1.　ヒストグラムデータファイル 34
7．2.　リストデータファイル 36
7．3.　リストデータファイルのテキスト形式変換 38
7．4.　コインシデンス２次元ヒストグラムデータファイル 40
7．5.　MCS データファイル 42
8.　機能 44
8．1.　外部 GATE 入力信号タイミングによるデータ取得 44
8．2.　VETO 信号タイミングによるデータ破棄 44
8．3.　FWHM（半値幅）の算出方法 45
8．4.　gross（グロス）カウント及び net（ネット）カウントの算出 45
8．5.　２点校正の計算方法 46
9.　参考図書 49
１０.　トラブルシューティング 49

1.　概要

テクノエーピー社製 USB-MCA4（USB-Multi Channel Analyzer（マルチチャネルアナライザ） 4CH）APG7400（以下本機器）は、信号入力用各 4CH に高速逐次比較型 ADC を搭載し、電源は AC アダプタを使用せずに USB バスパワーのみで動作する軽量コンパクトな MCA です。

検出器からのプリアンプ信号をスペクトロスコピアンプ（リニアアンプ、以下アンプ）に入力し、アナログ回路によって増幅と波形整形（シェイピング）処理された出力信号を本機器へ入力します。この信号の振幅（波高値、ピーク値）には、放射線のエネルギー情報などが含まれています。MCAは、この信号を検出し最大波高値をデジタル（AD）変換しヒストグラムを生成する波高解析装置です。

MCAの性能を表す指標にデッドタイムがあります。デッドタイムとは、MCA が波高値を計測できない時間帯のことです。放射線のように不規則に発生する事象に対し、事象発生からピーク検出、波高値のデジタル変換、メモリ書き換え、波高値のリセットまでを実行している間は、新たな事象を計測できません。本機器のデッドタイムは、固定 1.5μsec です。

計測に関する動作としては、ヒストグラム（histogram）モードとリスト（list）モードと MCS（Multi Channel Scaler）モードやコインシデンス（coincidence）モードの４つがあります。

ヒストグラムモードは、横軸を keV などのエネルギー波高値、縦軸をカウントとしたヒストグラムを生成します。

リストモードは、アンプからの信号がスレッショルドを超え、波高値が LLD と ULD の間にある有効なイベントを検出した場合に、計測開始からの経過時刻と波高値と CH 番号を、８バイト長のリストデータとして PC に転送してファイルに保存します。いずれのデータとも、USB ケーブルを介して PC へ転送します。

MCS モードは、横軸をナノ秒から秒といった時間、縦軸をカウントとしたヒストグラムデータを生成します。横軸は予め 1 チャネルあたりの時間幅であるデュエルタイムを最小 40 ナノ秒から最大 100 秒から選択し、チャネルあたり 2^{32} カウントすることが可能です。LLD と ULD 範囲内の有効イベントを検出した際に、その時スレッショルドを超えたタイミングの時間情報を元に、該当する経過時間チャネルにカウントを加算していきます。

コインシデンスモードは、CH1 とCH2 を用いて、ある設定時間内に同時に検出した時間とCH 番号と波高値を取得するモードです。設定時間の範囲は、最小±40ns から最大±10μsec です。リストモードとして 2 チャンネル同時リストデータを保存したり、横軸CH1 PHA と縦軸CH2 PHA による２次元ヒストグラム（2048×2048 チャネル）を作成したりすることができます。

付属品としては、Windows 上で動作するドライバーソフトウェアとアプリケーション（以下本アプリ）があります。

本書は、本機器の取り扱いについて説明するものです。尚、付属ソフトウェア（USB-MCA Version20.0.0 以降）に対応しています。

2. 仕様

製品名	USB-MCA4　※付属アプリケーション名はUSB-MCA
型式	APG7400　※型式以降に追加表記がある製品も含みます

（1） アナログ入力

・チャネル数	4CH
・入力レンジ	0から+10V
・入力インピーダンス	1kΩ
・入力可能パルス幅	最小100nsecから最大100μsec　※スレッショルドを超えている期間

（2） ADC

・変換方式	逐次比較型
・分解能	16bit
・変換+リセット時間	1.5μs
・ADC ゲイン	4096、2048、1024、512チャネル
・スレッショルド	フルスケール　0から50%、PCから設定
・LLD	フルスケール　0から100%、PCから設定
・ULD	フルスケール　0から100%、PCから設定

（3） 性能

・デッドタイム	1.5μsec固定　※アンプの処理時間は含みません
・積分非直線性	±0.025%（typ）以下
・微分非直線性	±1%（typ）以下

（4） 外部入力

・外部入力	GATEとVETO ※VETOはLISTモード実行時CLR（時間情報のクリア）となります ※VETOはMCSモード実行時CLR（MCS時間カウントのクリア）となります

（5） 機能

・動作モード	ヒストグラムモード（最大4096ch、2^{32}カウント/ch） リストモード（1イベントあたりの時間情報、CH番号、波高値） MCSモード（40nsから100sec/ch、4096ch、2^{32}カウント） Coincidenceモード（CH1とCH2による同時計測、2次元ヒストグラム）
・通信I/F	USB 2.0 ※　USBケーブルの長さは2m以下、USB3.0ポートでのご使用を推奨とします。USB ポートに低消費電力設定がある場合は極力解除するか、AC アダプタでの給電があるUSB ハブでのご使用をご検討ください。

（6） ソフトウェア	アプリケーション　USB-MCA4　software　Windows版 ドライバーソフトウェア ※　弊社ホームページ内サポートにLinuxやVisual C++/C#などのサンプルプログラム公開中です。
（7） 外形寸法	70（W）×160（D）×20（H）mm
（8） 重量	約230g
（9） 付属品	取扱説明書

CD（ドライバーソフトウェアとアプリケーション及び取扱説明書）
USB ケーブル（コネクタが USB（A）オスと USB（Mini-B）オスのケーブル）

3. 外観

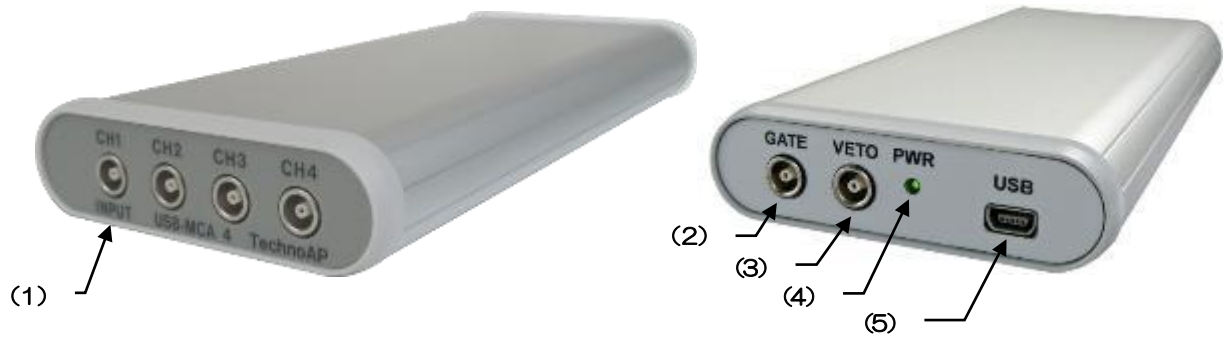


写真１　APG7400

【前面】

（1）INPUT　　アンプ信号入力用 LEMO 社製（EPL.00.250.NTN）コネクタ。1～4CH 分有り。
コインシデンスモード時は CH1 と CH2 を使用します。

【背面】

（2）GATE　　外部 GATE（ゲート）信号入力用 LEMO コネクタ。LV-TTL レベルの信号を入力。
入力“High”でデータ取得、”Low“でデータ未取得。

（3）VETO　　外部 VETO（ベト）信号入力用 LEMO コネクタ。LV-TTL レベルの信号を入力。
入力“High”でデータ未取得、”Low“でデータ取得。
LIST モードもしくは MCS モード実行時は CLR（時間カウントクリア）
となり、入力信号の立ち上がりエッジ（パルス幅 100ns 以上）でクリアします。

（4）PWR　　電源 ON（PC と接続）時に LED 点灯。

（5）USB　　USB 2.0 Mini-B レセプタクル（メス）

※　変換アダプタのご紹介

本機器への信号入力コネクタに、LEMO 社製 EPL.00.250.NTN 及び同等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２　33_QLA-BNC-01-1/1--_NE

但し、CH1 と CH2 など隣り合った CH で使用する際に干渉する場合は、下写真のような LEMO-BNC 変換ケーブルをご使用ください。



写真３　LEMO-BNC 変換ケーブル例

4.　セットアップ

4．1.　接続

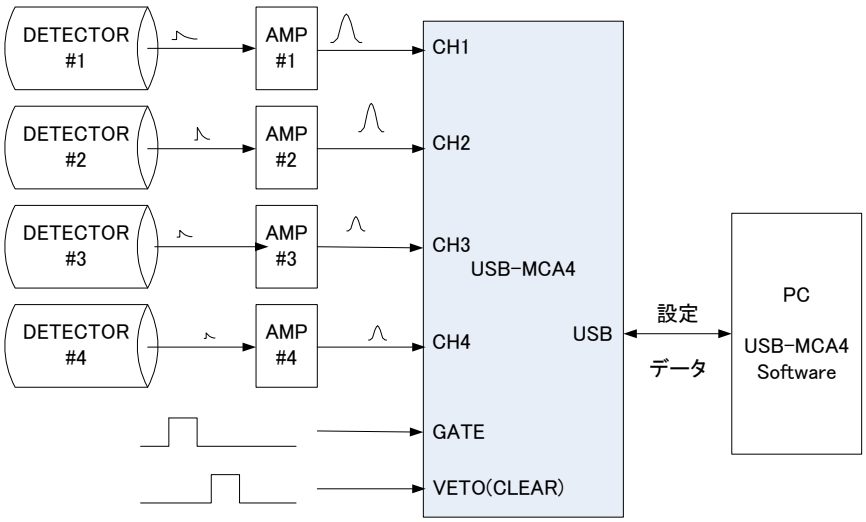


図 1　MCA 使用時の接続

（1）　USB-MCA4 と PC を付属 USB ケーブルで接続します。

※　はじめて接続する PC にはドライバーソフトウェアをインストールする必要があります。ドライバーソフトウェアのインストール方法は後述を参照ください。

※　本機器の電源が OFF の状態での信号ケーブル接続は行わないでください。

（2）　PWR LED の点灯を確認します。

（3）　検出器（上図 DETECTOR）のプリアンプ出力信号をアンプ（上図 AMP）に接続します。

（4）　アンプの波形整形された出力信号を、本機器の CH1 から CH4 のいずれかに接続します。

（5）　外部信号による制御が必要な場合は、GATE または VETO 端子に LV-TTL レベルを入力します。GATE 端子にケーブルを接続した状態で CH1 から CH4 にてピークを検出時に、オープンまたは GATE 信号が High 状態の場合にデータを取得します。または VETO 端子にケーブルを接続した状態で CH1 から CH4 にてピークを検出時に、オープンまたは VETO 信号が Low 状態の場合にデータを取得します。

（6）　VETO 端子は LIST モード/MCS モード実行時は CLR 端子となります。VETO 端子にケーブルを接続した状態で立ち上がりエッジ信号を検知した場合に、LIST の時間情報 / MCS 時間カウンタをクリアすることができます。

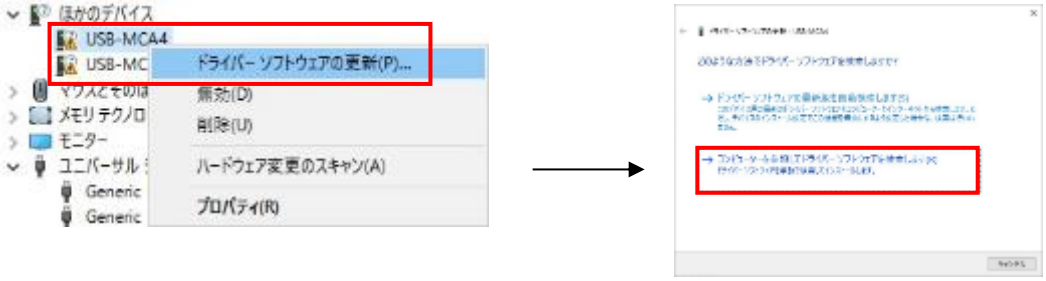
4．2．　ドライバーソフトウェアのインストール

はじめて本機器を接続するPCには、まず付属CDからドライバーソフトウェアをインストール必要があります。

（1）　（必須）再起動後にAdministratorでログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
（2）　USB-MCA4をPCとUSBケーブルで接続します。
（3）　スタートボタンを右クリックし、ポップアップメニューから「デバイスマネージャー」を選択します。



（4）　一方の「USB-MCA4」を右クリックして「ドライバーの更新（P）」を選択し、「コンピュータを参照してドライバーソフトウェアを検索します（R）」を選択します。



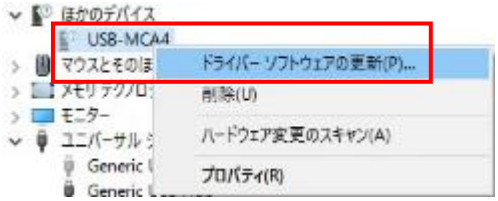
（5）　「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら、「参照（R）」を選択します。
次に、「フォルダーの参照」画面が表示されたら「USB-MCA4」のドライバーソフトウェアが保存されているフォルダー（Driver¥Windows10-11）を選択し、「OK」を選択します。
「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ（N）」を選択します。



（6）　「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」と表示されたら、「閉じる（C）」を選択します。



（7）　残っている「USB-MCA4」を右クリックし、（5）から繰り返し、残りのドライバーソフトウェアを更新します。



（8）　「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」と「TechnoAP USB-MCA4 Option」が表示されたら、ドライバーソフトウェアのインストールは完了です。



5.　　アプリケーション画面

5．1.　起動画面

スタートボタン－TechnoAP－usb-mca を実行すると、以下の起動画面が表示されます。

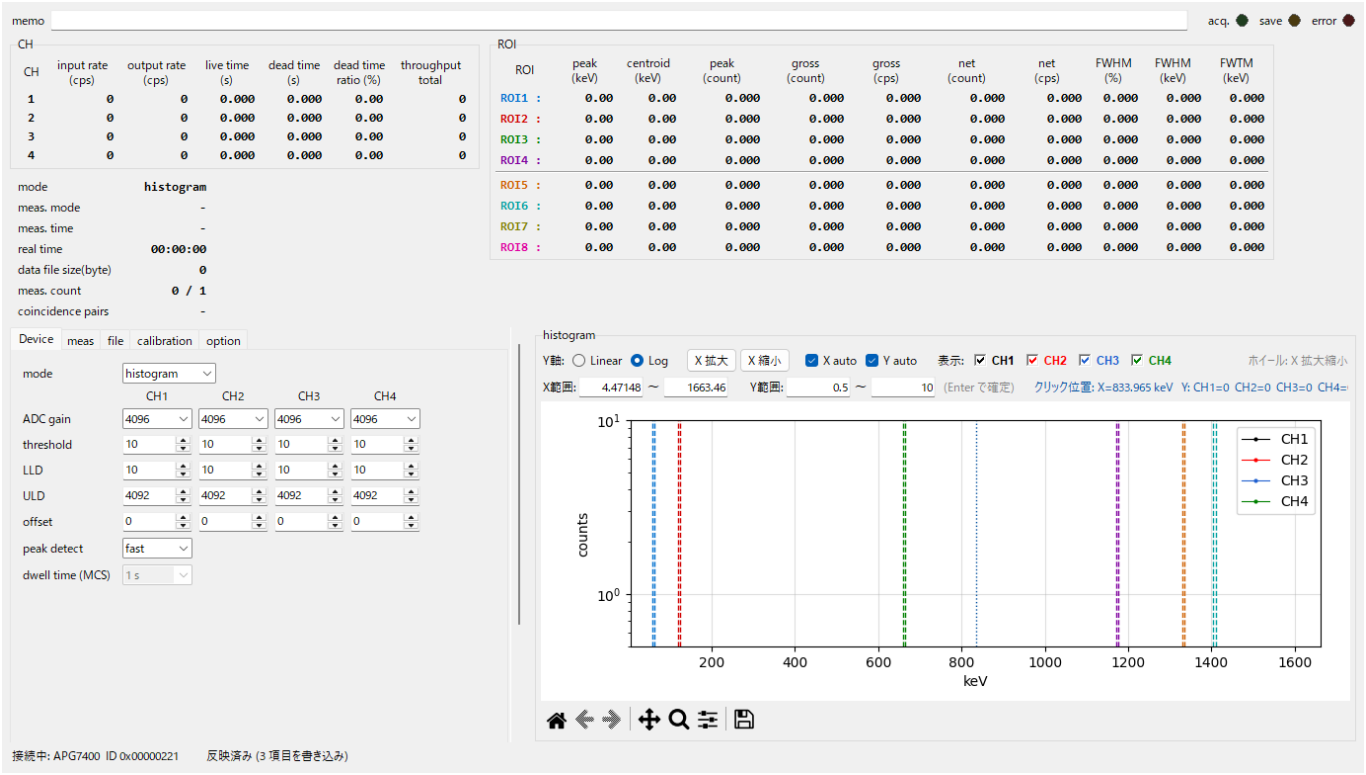


図２　USB-MCA4 起動画面

・メニュー部

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 2D histogram	コインシデンス２次元ヒストグラムデータファイルの読み込み
File－save config	現在の設定をファイルに保存
File－save histogram	現在のヒストグラムデータをファイルに保存
File－save 2D histogram	現在のコインシデンス２次元ヒストグラムデータをファイルに保存
File－save image	本機器画面を PNG 形式画像で保存
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	アプリケーション終了
Graph－histogram	ヒストグラムのグラフ画面を表示します。
Graph－2D histogram	２次元ヒストグラムのグラフ画面を表示します。
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－create calibration file	エネルギー校正ファイルおよび FWHM 校正ファルの作成画面を表示
Clear	本機器内のヒストグラムデータを初期化

Start	本機器へ全設定を送信後、本機器へ計測開始を送信
Stop	本機器へ計測停止を送信

・タブ部

Device	本機器の計測に関する設定
meas	本機器の計測動作や計測時間等に関する設定
file	ファイルに関する設定
calibration	エネルギー校正に関するROI（Region Of Interest）などの設定
option	MCSやcoincidenceなどの設定

・タブ以外

memo	任意テキストボックス。計測データ管理用にご使用ください
acq. LED	計測中に点滅
save LED	データ保存時に点灯
error LED	エラー発生時点灯
mode	モード。histogram、list、coincidence、MCSなど動作モードの設定状態を表示
meas. mode	measurement mode、計測モード。real timeもしくはlive timeを表示。後述のmeasタブで解説します。
meas. time	measurement 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)	保存したファイルのサイズ
meas. count	measurement 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。

・CH部

input rate(cps)	インプットカウントレート。1秒間に入力のあったイベント数
output rate（cps）	アウト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）。real time（実計測時間）－dead time（後述参照）
dead time	デッドタイム（無効計測時間）。real time－live time 入力信号が後述thresholdを超えた時点から、ピークを検出しそのピークをAD変換してリセットするまでの不感時間です。
dead time ratio（%）	デッドタイムの割合（%）。取り込み毎の瞬時値。
throughput total	信号処理した総カウント数

・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/ピーク値*100
FWHM	半値幅
FWTM	ピークの 1/10 幅

5．2．　終了画面

アプリケーションを終了する場合は、メニュー File－quit をクリックします。
実行後アプリケーション画面が消えて終了します。

5．3．　Device タブ

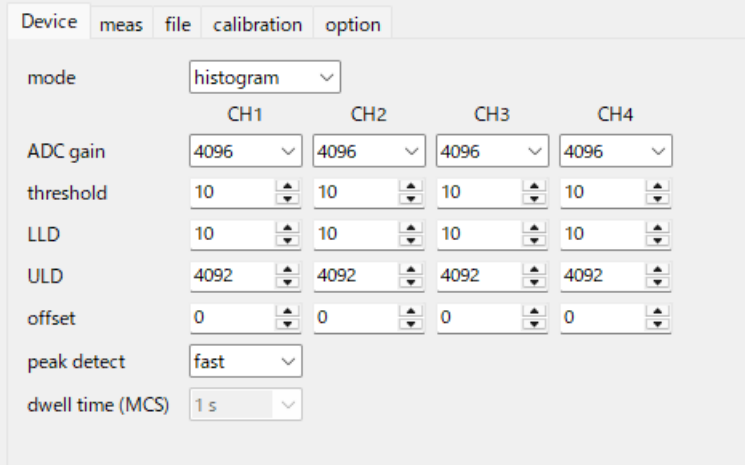


図３　Device タブ

mode　　動作モードの選択。

histogram　アンプ信号の波高値を最大 4096 の ch に格納し、横軸エネルギー、縦軸カウントのヒストグラムを作成します。

list　　アンプ信号が threshold を超えた時の時間情報と最大波高値と CH 番号を 1 つのイベントデータとし、連続的に PC へデータを転送し連続的にファイルへ保存します。

coincidence　CH1 と CH2 を用いて、ある設定時間内に同時に検出した時間と波高値を取得するモードです。設定時間の範囲は、最小±40ns から最大±10μsec です。リストモードとして 2 チャンネル同時リストデータを保存したり、横軸 CH1 PHA と縦軸 CH2 PHA による 2 次元ヒストグラム（2048×2048 チャネル）を作成したりすることができます。

MCS　　横軸をナノ秒から秒といった時間、縦軸をカウントとしたヒストグラムデータを生成します。横軸は予め 1 チャネルあたりの時間幅であるデュエルタイムを最小 40 ナノ秒から最大 100 秒から選択し、チャネル数は 16384、チャネルあたり 232 カウントすることが可能です。LLD と ULD 範囲内の有効イベントを検出した際に、その時スレッショルドを超えたタイミングの時間情報を元に、該当する経過時間チャネルにカウントを加算していきます。

ADC gain　　ADC ゲイン（波高の分割数）を 4096、2048、1024、512 チャネル(ch)から選択します。各 CH の入力電圧範囲は 0 から 10V です。この範囲を前述のチャネルで分割します。

threshold　　波形取得開始のタイミングのスレッショルド（閾値）を設定します。単位は digit です。設定範囲は 0 から 4095 です。LLD 以下の値に設定します。波形整形入力信号がスレッショルドの設定値を超えたタイミングからピーク検出及び AD 変換のトリガーとなります。この設定をあまりに大きい値に設定すると、低エネルギーの波高値を取得できなくなります。逆に設定が小さ過ぎるとノイズをひろってしまいます。input rate と throughput rate とヒストグラムを見ながら少しずつ下げていき、値が増えるノイズとの境目を判別し、その少し上の値をスレッショルドとします。

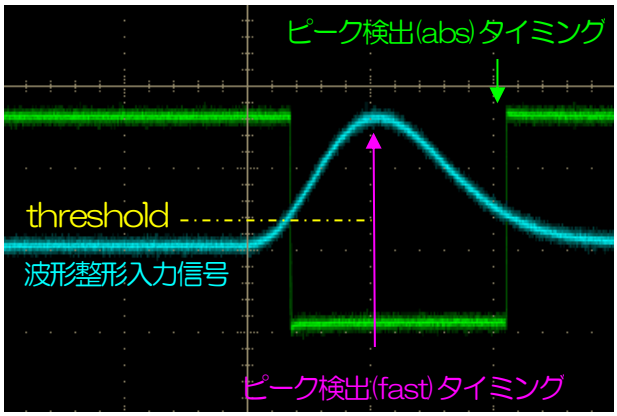


図４　threshold とピーク検出（abs/fast）タイミング

LLD　　エネルギーLLD（Lower Level Discriminator）を設定します。単位は ch です。この閾値より下の ch はカウントしません。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）を設定します。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 より大きい値に設定します。

offset　　プラス方向のオフセットを設定します。単位は ch です。オフセット設定値を加算することで、ヒストグラムを右方向（高い波高値の方向）にシフトすることができます。ピーク位置調整などに使用できます。

peak detect　　ピーク（最大波高値）の検出方法の選択。前ページの図を参照ください。

- abs　　入力信号が threshold を超え、ピークに到達した後、減衰し threshold を下回った時に AD 変換を実行します。より確定的に最大波高値を取得可能。
- fast　　入力信号が threshold を超え、最初にピークに到達したタイミングで AD 変換を実行します。高計数（数kcps以上）での計測やパイルアップ対策などにも向いています。

dwell time　　横時間のヒストグラムにおける 1 チャネルあたりの時間幅。最小 40ns から最大 100s から選択可能で、選択項目は以下の通りです。

40ns、	80ns、	120ns、	160ns、	200ns、	240ns、	280ns、	320ns、	360ns、
400ns、	440ns、	480ns、	520ns、	560ns、	600ns、	640ns、	680ns、	720ns、
760ns、	800ns、	840ns、	880ns、	920ns、	960ns、	1μs、	2μs、	5μs、
10μs、	20μs、	50μs、	100μs、	200μs、	500μs、	1ms、	2ms、	5ms、
10ms、	20ms、	50ms、	100ms、	200ms、	500ms、	1s、	2s、	5s、
10s、	20s、	50s、	100s					

5．4．　meas タブ

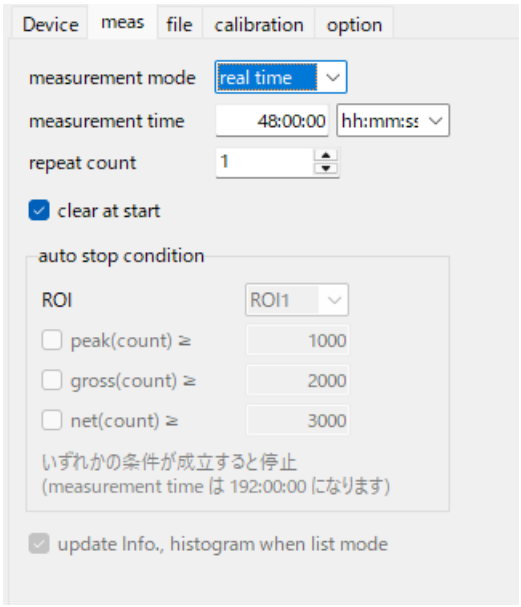


図５　meas タブ

・measurement 部

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 3120:00:00（130 日）です。
上記 auto stop の場合、本設定は無視され、自動的に 3120:00:00 となります。
単位 sec を選択した場合、設定範囲は 0 秒から 11,232,000 秒です。

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 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 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

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。

5．5．　file タブ

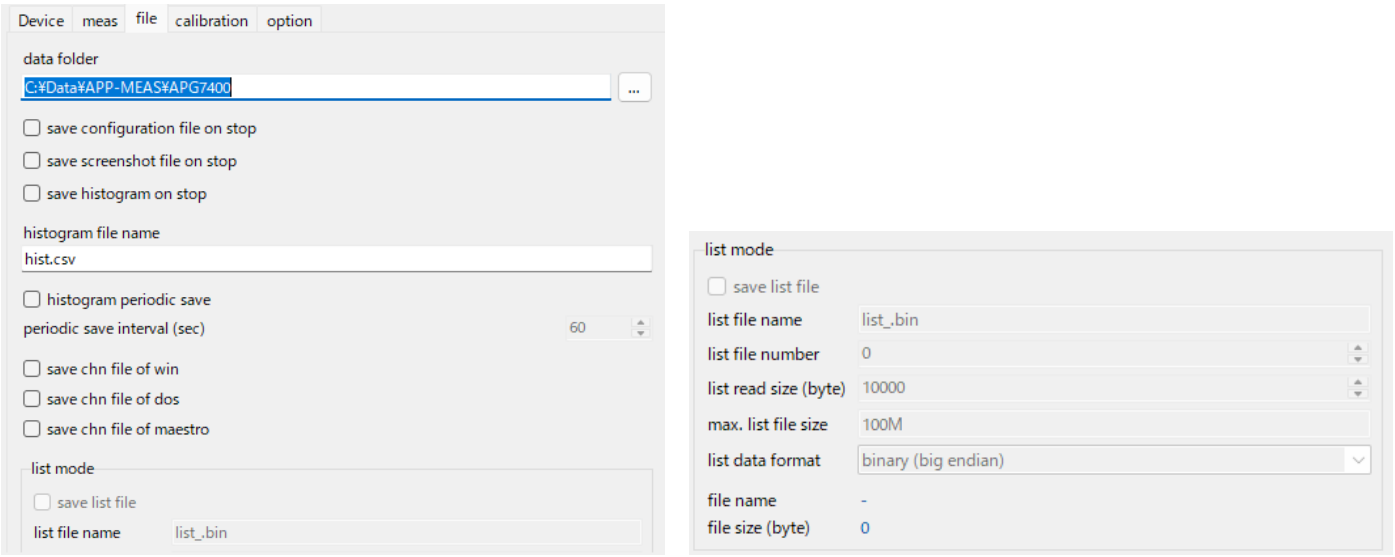


図６　file タブ

・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ーを、絶対パスで指定します。

save configuration file on stop　チェックを入れると、計測停止毎に構成ファイルを自動保存します。ファイル名の拡張子は.ini となります。

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画面全体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 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。サブフォルダー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 periodic 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。

periodic save interval（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 86400 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 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名称を設定します。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_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。

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。

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。

file size(byte)　　保存しているファイルのサイズを表示します。

5．6．　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。

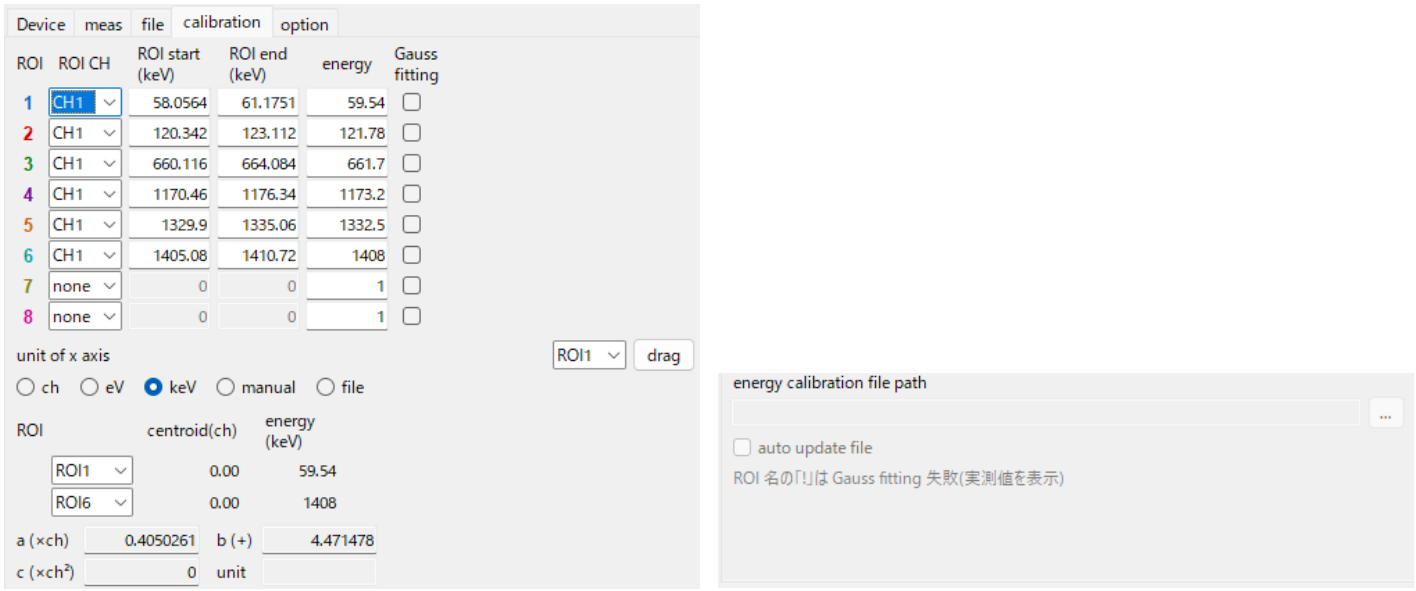


図７　calibration タブ

・ROI 部

ROI CH　　ROI 対象の CH 番号を選択します。最大８つの ROI を設定可能です

ROI start　　ROI の開始位置を設定します。単位はエネルギー校正の状況によります。

ROI end　　ROI の終了位置を設定します。単位はエネルギー校正の状況によります。

energy　　ピーク位置(ch)のエネルギー値等を定義します。単位はエネルギー校正の状況によります。^{60}Co の場合 1173.2 や 1332.5 と設定します。次の unit of x areas 部にて 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。

ROI drag　　クリックして有効化（選択状態）にすることで、グラフ上でのマウスドラッグによる ROI 範囲設定が可能になります。

・unit of x axis 部

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, FWTM, FWHM 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 をご参照ください。
ROI	エネルギーまたは時間校正の対象 ROI 番号を選択します。右隣の centroid と peak には、選択中の ROI の中心値と設定中のエネルギー値が表示されます。例えば ROI1 と none を選択した場合は、ROI1 のピーク中心値と予め設定した peak により 1 点校正を行います。ROI1 と ROI2 を選択した場合は、ROI1 と ROI2 のピーク中心値と、予め設定した peak により 2 点校正を行います。
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	チェックがあると、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。
manual a および b	エネルギー校正の算出結果である、グラフ横軸の作成するための一次関数 y=ax+b における傾きを a に、切片を b に表示します。
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。

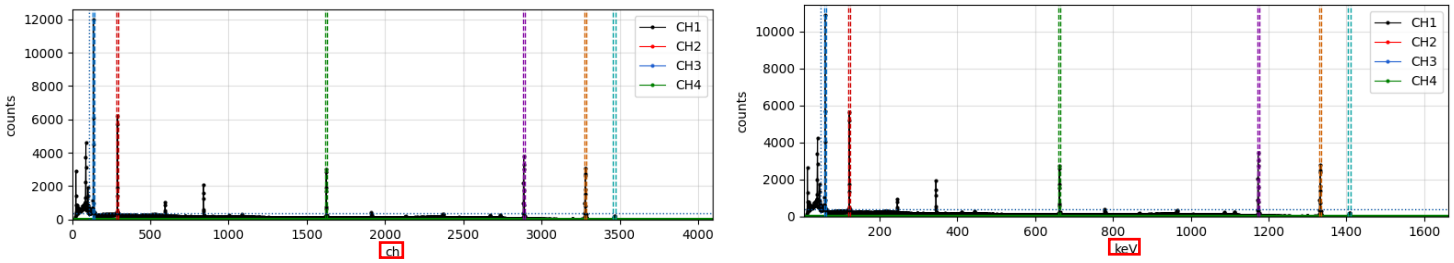


図８　calibration 部にて keV を選択した場合

（左側：エネルギー校正実行前、右側：エネルギー校正実行後）

5．7．　option タブ

option タブでは、MCS（Multi Channel Scaler）やコインシデンス（同時計測）などの設定を行います。

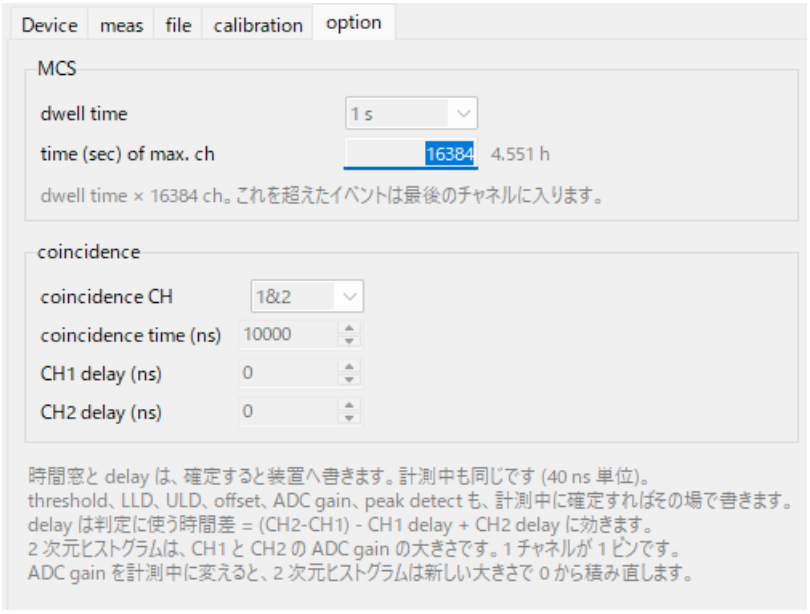


図９　option タブ

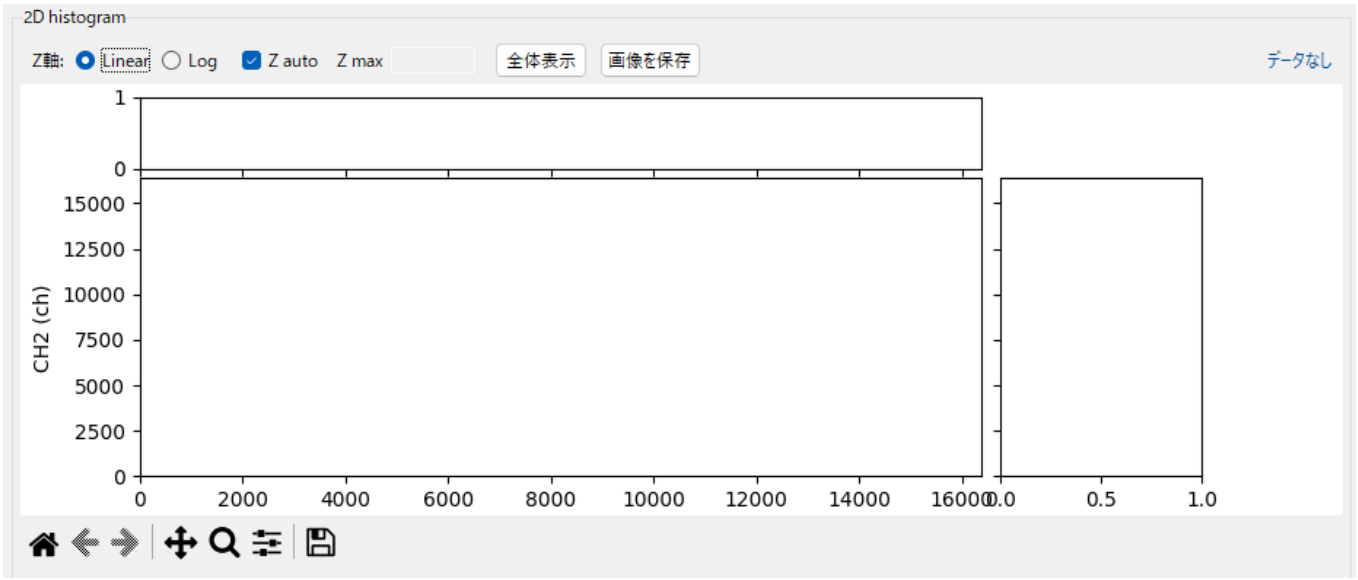


図 10　コインシデンス２次元ヒストグラム

MCS 部

dwell time　横時間のヒストグラムにおける 1 チャネルあたりの時間幅。最小 40ns から最大 100s から選択可能で、選択項目は以下の通りです。

40ns、 80ns、 120ns、 160ns、 200ns、 240ns、 280ns、 320ns、360ns、
400ns、 440ns、 480ns、 520ns、 560ns、 600ns、 640ns、 680ns、720ns、
760ns、 800ns、 840ns、 880ns、 920ns、 960ns、 1μs、 2μs、 5μs、
10μs、 20μs、 50μs、 100μs、 200μs、 500μs、 1ms、 2ms、 5ms、
10ms、 20ms、 50ms、 100ms、 200ms、 500ms、 1s、 2s、 5s、
10s、 20s、 50s、 100s

time（sec） of max. ch

dwell time の設定を元とした最大チャネルの時間を表示します。16384 チャネルありますので、最小の 40ns の場合は 40ns×16384 チャネルより、655,360ns（655.36μs）となります。

coincidence 部

coincidenceCH　対象 CH。1＆2（CH1 と CH2）のみ選択可能。

coincidencetime（ns）　同時計数とするための時間範囲。範囲は40nsから10,000ns（10μsec）。片方のCH の threshold を超えた時から、もう片方の CH の threshold を超えまでの時間が、この範囲内であれば同時計数と、それぞれの CH の時間情報、CH 番号、波高値を読み出し、保存します。

CH1 delay（ns）
CH2 delay（ns）　同時計数遅延時間。CH 間の信号伝達の遅延を調整可能です。設定範囲は 0 から 10,000ns（10μsec）。ケーブル長などで時間差が生じている場合などの調整用にご使用ください。

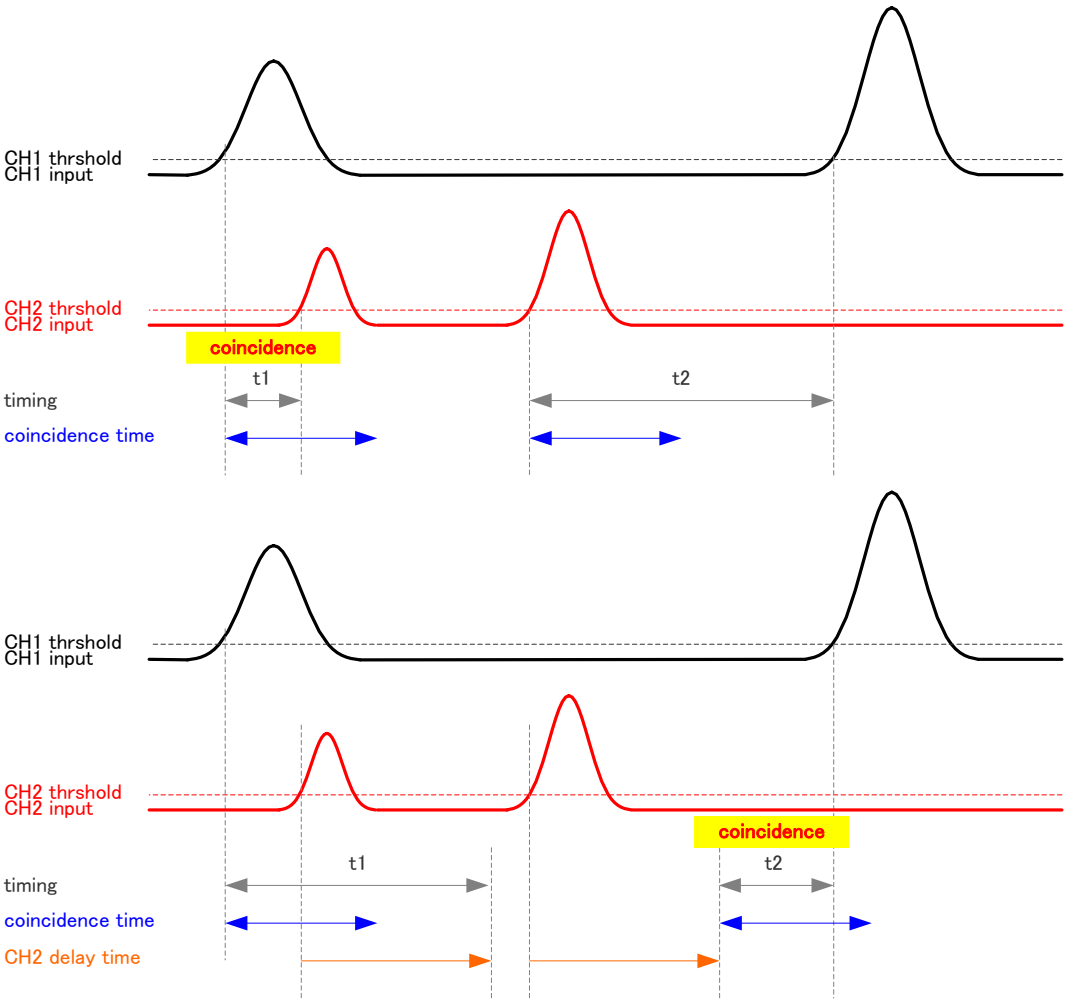


図 11　コインシデンスタイミング例（上図：delay 不使用時、下図：CH2 delay time 使用時）

5．8．　グラフ

CH1 から CH4 のヒストグラムを表示します

グラフ	ヒストグラムを表示します
Linear	マッピングを線形に設定します
Log	マッピングを対数に設定します
X 拡大	X 軸をズームインします
X 縮小	X 軸をズームアウトします
X auto	チェックすると X 軸が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。
Y auto	チェックすると Y 軸が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。
X 範囲	数値を入力すると X 軸を入力した範囲で表示することができます。
Y 範囲	数値を入力すると Y 軸を入力した範囲で表示することができます。
	拡大や平行移動を行った表示範囲を、最初の初期状態に戻します。
	拡大・縮小や平行移動を行う前の、1 つ前の表示範囲に戻します。
	「戻る」で前の表示範囲に戻した後、1 つ後の表示範囲へ進めます。
	クリックして有効化（ボタンが凹んだ状態）にすると、グラフ上をドラッグして表示領域を上下左右にスライド移動できます。また、右クリックしながらドラッグすることで無段階のズームイン／ズームアウトも可能です。
	クリックして有効化にすると、グラフ上でドラッグした四角形の範囲（矩形領域）を拡大表示します。特定のピークをピンポイントで拡大観察したい際に使用します。
	グラフ外枠の余白（上下左右のマージン）やスペーシングを調整するダイアログを開きます。
	現在表示されているグラフ領域を、画像ファイル（PNG、JPEG、PDF、SVG など）として保存するダイアログを開きます。

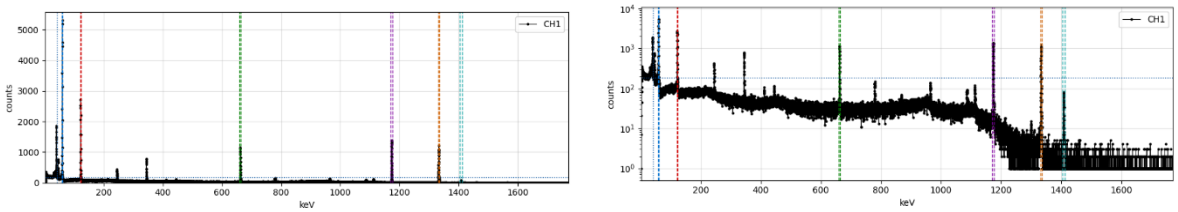


図 12　ヒストグラムグラフ（左側：縦軸マッピングモードにて線形、右側：対数）

6.　　計測

6．1．　ヒストグラムモード

（1）　Device タブ内 mode にて histogram を選択します。画面右上の mode に histogram と表示されます。メニュー Clear をクリックします。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。

（2）　メニュー Start をクリックすると、全設定が本機器に送信された後に計測を開始します。

（3）　計測開始後、以下の状態に遷移します。

- acq. LED が点滅します。
- 画面右上に計測状況が表示されます。
- 画面右上 real time に本機器から取得したリアルタイムが表示されます。
- 各 CH の live time に本機器から取得したライブタイムが表示されます。
- 各 CH の dead time に本機器から取得したデッドタイムが表示されます。
- ROI には ROI No.毎に、calibration タブ内 ROI 範囲設定による、中心値、グロスカウント（範囲内総和）とレート、ネットカウント（範囲内総和からバックグラウンドを引いた正味カウント）とレート、半値幅、1/10 幅等の計算結果が表示されます。
- グラフには横軸が波高値のヒストグラムが表示されます。

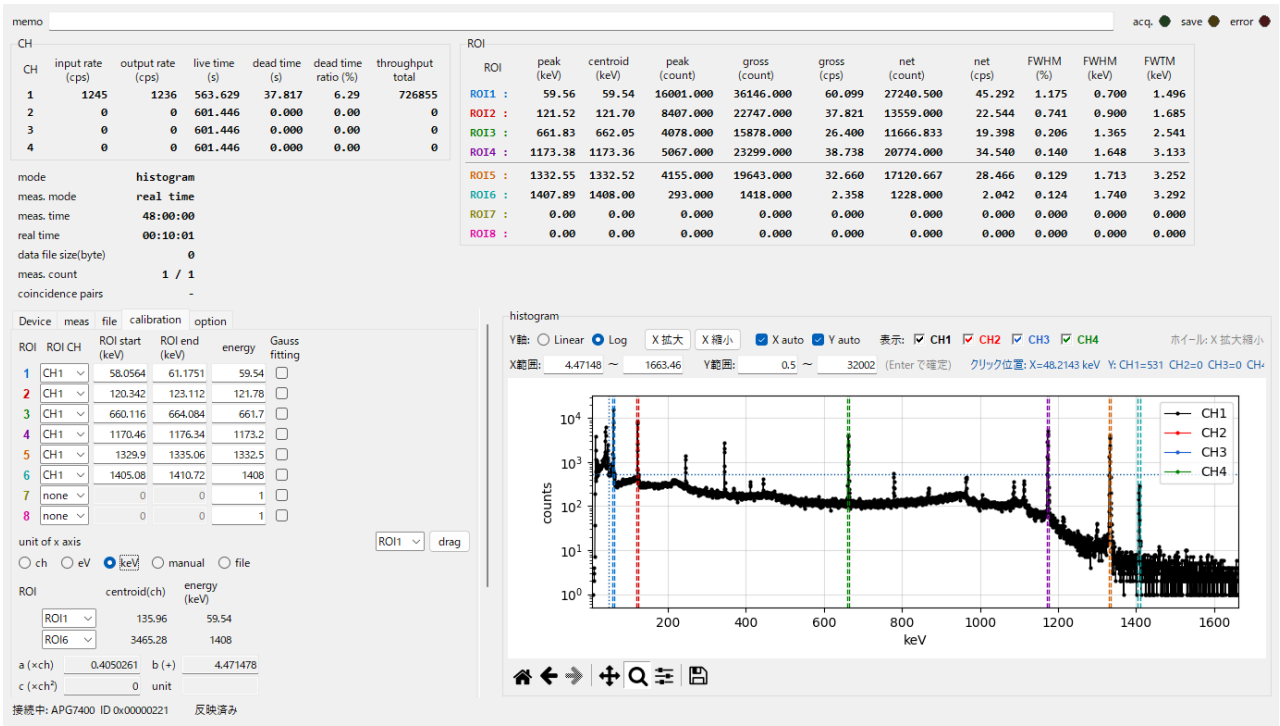


図 13　ヒストグラムモード計測画面

6．2．　リストモード

（1）　予め前述のヒストグラムモードにて計測を行い、ヒストグラムの状態やカウントレートなどを確認します。
（2）　Device タブ内 mode にて list を選択します。
（3）　file タブ内 list file name にて、データの保存先を設定します。
（4）　メニュー Clear をクリックします。本機器内リスト計測用バッファデータが初期化されます。
（5）　メニュー Start をクリックすると、全設定が本機器に送信された後に計測を開始します。
計測開始後、以下の状態に遷移します。

- 画面右上部 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。
- file タブ内 file name に保存中のファイル名が、file size には保存中のファイルサイズが表示されます。
- max. list file size (byte)に到達すると保存中のファイルを閉じます。続けて list file number が 1 つ繰り上がり、file name が新しいファイル名になり保存処理を継続します。

file タブ内 update Info., histogram when list mode にチェックがある場合は、ROI には ROI No.毎に、calibration タブ内 ROI 範囲設定による、中心値、グロスカウント（範囲内総和）とレート、ネットカウント（範囲内総和からバックグラウンドを引いた正味カウント）とレート、半値幅、1/10 幅等の計算結果が表示され、グラフにはヒストグラムが表示されます。

※注意※

リストモード時のヒストグラム表示は負荷が大きいため、高計数計測時などには十分ご注意ください。

VETO（CLR）端子を使用することで計測中でもリストデータの時間情報のクリアが可能です。LV-TTL レベルの立ち上がりエッジ（パルス幅 100ns 以上）を検知すると、時間情報がクリアされます。

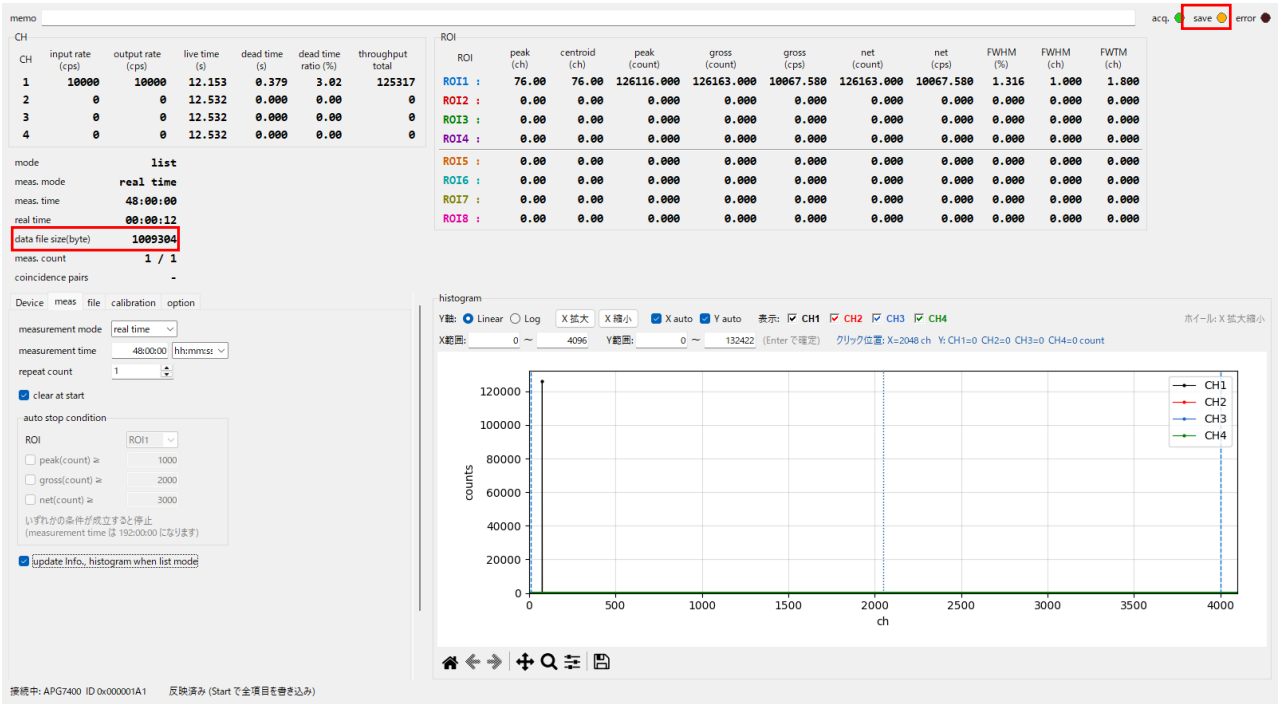


図 14　リストモード計測画面

6．3．　コインシデンスモード

（1） CH1 とCH2 にアンプなどからの信号を接続します。CH3 とCH4 は使用しません。
（2） Device タブ内 mode にて histogram を選択します。
（3） 現在のCH1 とCH2 のヒストグラムをヒストグラムモードで確認し、着目するピークの中心チャネルがどこにあるかを確認します。
（4） Device タブ内 LLD とULD を広めに設定します。
（5） メニュー Clear → Start をクリックすると、全設定が本機器に送信された後に計測を開始します。
（6） CH1 とCH2 の読み込まれた着目ピークにROI を設定し、centroid(ch)の値を確認します。

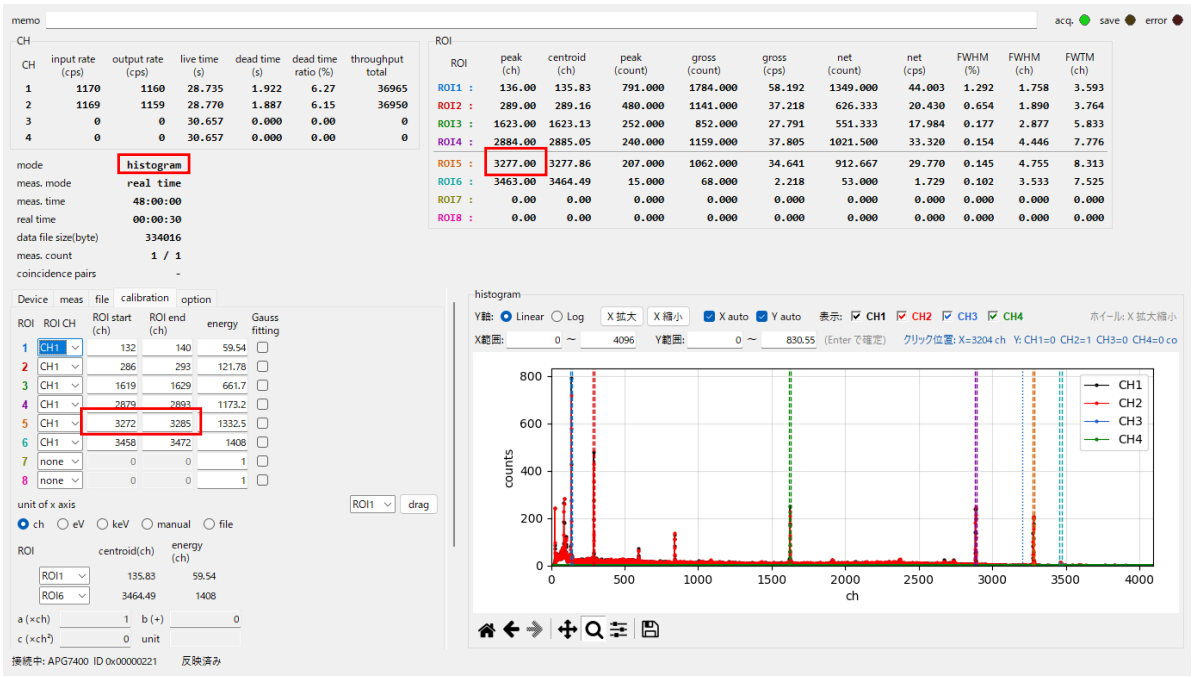


図 15　ヒストグラムモードにて着目ピークのcentroid(ch)を確認

（7） centroid(ch)の値を確認後、メニューStop をクリックして計測を停止します。
（8） LLD とULD を設定して、再度ヒストグラムモードで計測し、LLD とULD の範囲内のヒストグラムが取得できることを確認します。

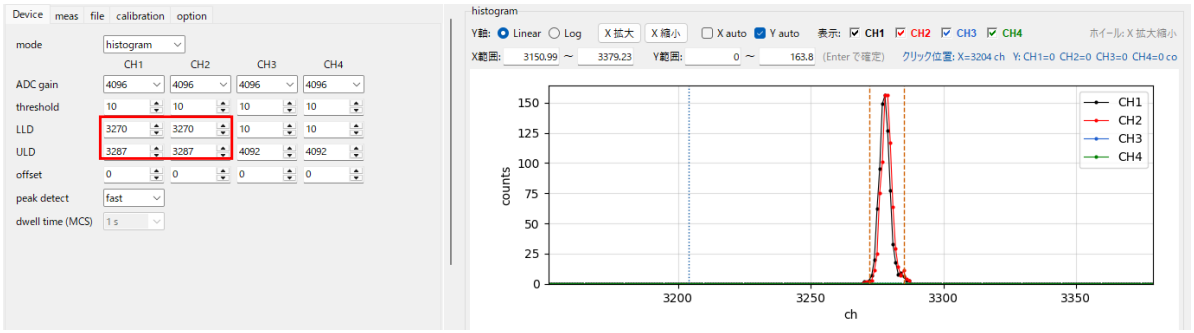


図 16　ヒストグラムモードにてLLD とULD の設定状態を確認

（9）　Device タブ内 mode にて coincidence を選択します。

（10）　コインシデンス２次元ヒストでの計測を開始する前には、メニュー Graph - 2D histogram をクリックして２次元ヒストグラム用画面に切り替えます。

（11）　コインシデンス２次元ヒスト用データは、list データを元に本アプリ上で生成されますので、表示や保存につきましては file タブ内 save list file と、meas タブ内 update Info., histogram when list mode のチェックボックスを使用します。

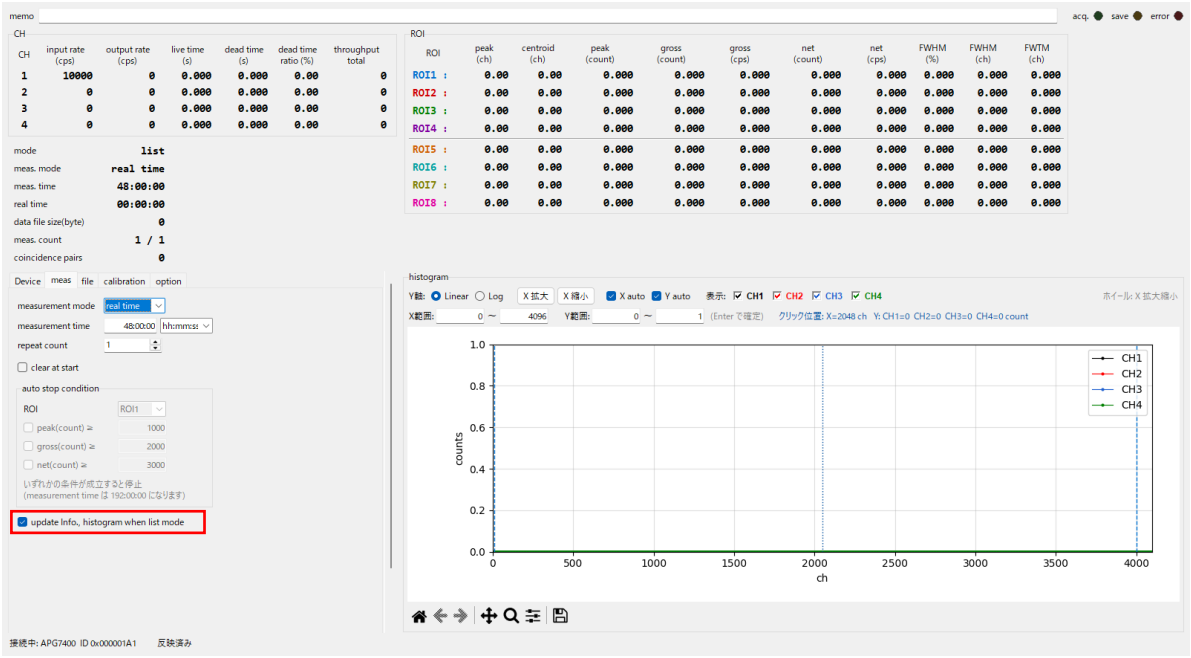


図 17　meas タブ設定

（12）　メニュー Clear をクリックします。本機器内リスト計測用バッファデータが初期化されます。

（13）　メニュー Start をクリックすると、全設定が本機器に送信された後に計測を開始します。

（14）　計測開始後、以下の状態に遷移します。

- acq LED が点滅します。
- mode に coincidence と表示されます。
- meas. 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リアルタイムが表示されます。

以下、update Info., histogram when list mode のチェック有りの場合

- Information 部に計測状況が表示されます。
- コインシデンス２次元ヒストグラフにマップグラフ表示されます。
- CH1 方向からのグラフと CH2 方向側のグラフにヒストグラムが表示されます。

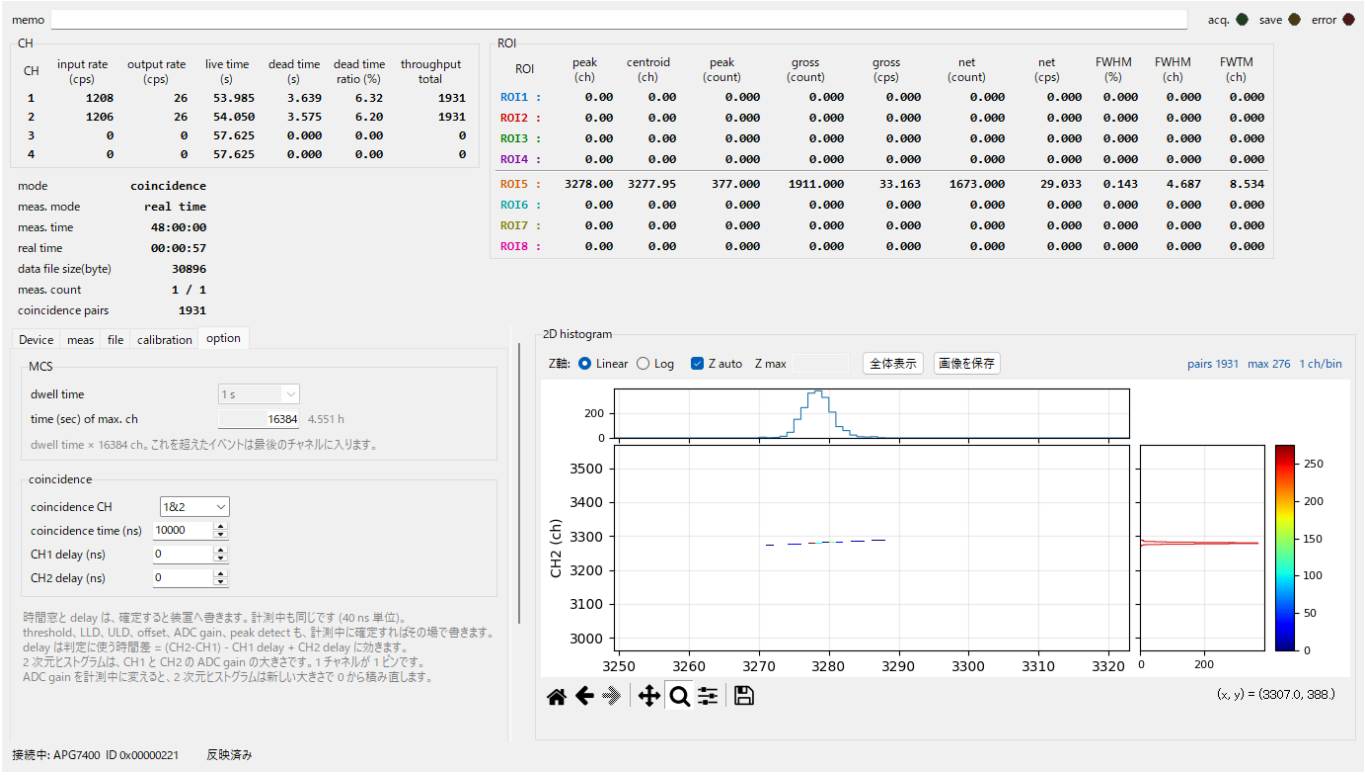


図 18　コインシデンス２次元ヒストグラム　※参考データ

6．4．　MCS モード

（1） Device タブ内 mode にて MCS を選択します。
（2） Device タブ内 LLD と ULD を設定します。この範囲内の波高値を取得した際の時刻を使用します。
（3） option タブ内 dwell time にて 1 チャネルあたりの計測時間を選択します。
（4） グラフ横軸の校正は calibration タブ内にて、予めピーク値の時間が分かっている場合は ns、us、ms、sec から選択し、ROI の peak にその時間を設定します。不明の場合は manual をチェックし、manual a に dwell time で選択した時間を入力し、unit にその単位名称を入力します。
（5） MCS モードでは、外部からの経過時間リセット信号を使用するか否かで、以下の 2 通りの計測が可能です。

リセット使用　経過時間をリセットする周期的な事象を、リセット信号として VETO（CLR）端子に接続します。このリセットからイベント検知までの経過時間ヒストグラムを生成します。VETO（CLR）端子にて LV-TTL レベルの立ち上がりエッジ（パルス幅 100ns 以上）を検知すると、経過時間がリセットされます。リセット後からチャンネルへの入力信号がスレッショルドを超過するまでの経過時間を確保し、最大波高値が LLD から ULD 内の有効イベントを検出すると、確保していた経過時間を元に、dwell time 間隔のチャネルを持つヒストグラムにおける、その経過時間に該当するチャネルに 1 を加算します。リセットの周期は、time（sec） of max ch 未満になるように、リセット信号または dwell time を調整します。

リセット不使用　計測開始からイベント検知までの経過時間を元に、dwell time 間隔のチャネルを持つヒストグラムにおける、その経過時間に該当するチャネルに 1 を加算します。経過時間がリセットされないため、計測時間の経過とともに加算対象チャネルが大きい方に移動します。半減期計測などにご使用頂けます。

（6） メニュー Clear をクリックします。本機器内 MCS 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、meas タブ内 clear at start のチェックを外した上で、メニュー Clear をクリックせずに次の計測を開始します。
（7） メニュー Start をクリックすると、全設定が本機器に送信された後に計測を開始します。

（8）　計測開始後、以下の状態に遷移します。

- acq LED が点滅します。
- Information 部に計測状況が表示されます。
- mode に MCS と表示されます。
- meas. 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リアルタイムが表示されます。
- グラフには横軸が時間の MCS ヒストグラムが表示されます。
- time（sec） of max ch を超過したイベントは、最終チャネルに加算されます。

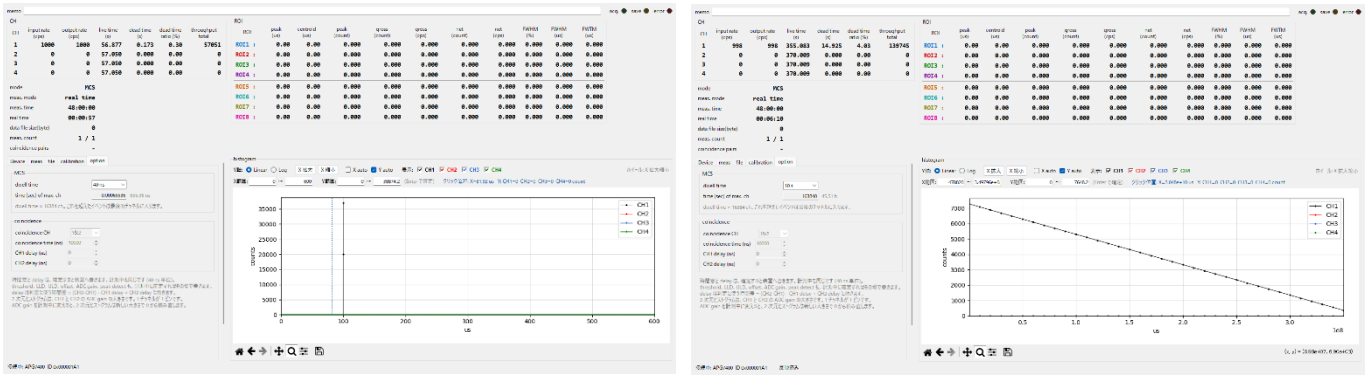


図 19　MCS ヒストグラムモード計測画面

（ 左図：リセット有り。リセットから 100 μsec 後に発生したイベントを繰り返し計測した場合
右図：リセット無し。1kHz の模擬信号を dwell time 10sec で計測した場合）

6．5．　計測停止

- meas. mode が real time の場合、real time が meas. time に到達すると計測は終了します。
- meas. mode が livel time の場合、最も遅い live time が meas. 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。

7.　ファイル

7．1.　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（csv）のテキスト形式

（2） ファイル名

任意

（3） 構成

[Header]	ヘッダー部
Memo	メモ
mode	モード（histogram）
meas. mode	計測モード。real time または live time
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
Real time(sec)	リアルタイム
Live time(sec)	毎ライブタイム。単位は秒
Dead time(sec)	毎デッドタイム。単位は秒
Dead time ratio(%)	毎デッドタイム比率。単位はパーセント
Start Time	計測開始日付時刻
Stop Time	計測終了日付時刻
[APG7400]	APG7400 固有部
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッショルド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI 番号
ROI CH.	ROI の対象となった入力チャンネル番号
ROI start(任意)	ROI 開始位置（keV 等）
ROI end(任意)	ROI 終了位置（keV 等）
Energy(任意)	ROI 間のピークのエネルギー値（keV 等）
peak(任意)	ROI 間のピーク位置（keV 等）
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間の最大ピークカウント
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	1 秒間の 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数の総和
net(cps)	1 秒間の net(count)

FWHM(ch)	ROI 間の半値幅（ch）
FWHM(%)	ROI 間の半値幅（%）
FWHM(任意)	ROI 間の半値幅（keV 等）
FWTM(任意)	ROI 間の 1/10 幅（keV 等）

[Status]	ステータス部
※以下 CH 毎に保存	
input rate(cps)	（0 固定）
throughput rate(cps)	1 秒間に処理したイベント数

[Data]	データ部
calibration a	傾き a
calibration b	切片 b

X 軸データ（チャネルまたは eV,keV,任意）ヒストグラムデータ
最大 4096 点

7．2.　リストデータファイル

リストモードに保存されるデータファイルのフォーマットです。コインシデンスモード時に保存されるデータも同様のフォーマットです。

（1）　ファイル形式
　　バイナリ、ビッグエンディアン/リトルエンディアン形式　またはテキスト（CSV）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 64bit（8Byte、4WORD）

63		48
	ABS[47..32]	
47		32
	ABS[31..16]	
31		16
	ABS[15..0]	
15　14	13	0
CH[1..0]	PHA[13..0]	

図 20　リストデータ（64 bit）構成、ビッグエンディアンの場合

- ABS　　アブソリュートカウント（時間情報、計測経過時間、Real Time）。48Bit（ABS[47..0]）。
　　1Bit あたり 40ns。最大計測時間は約 130 日（130 日≒2^{48}＊40ns）。
　　Bit63 から Bit48　ABS[47..32]
　　Bit47 から Bit32　ABS[31..16]
　　Bit31 から Bit16　ABS[15..0]
- CH　　チャンネル番号。2Bit（CH[1..0]）。0 は CH1、1 は CH2、2 は CH3、3 は CH4。
　　Bit15 から Bit14　CH[1..0]
- PHA　　波高値。14Bit（PHA[13..0]）。0 から 4095。
　　Bit13 から Bit0　PHA[13..0]

（4）　構成（リトルエンディアン形式の場合）

1 イベントあたり 64bit（8Byte、4WORD）

63 56 ABS[39..32]		55 48 ABS[47..40]	
47 40 ABS[23..16]		39 32 ABS[31..24]	
31 24 ABS[7..0]		23 16 ABS[15..8]	
15 8 PHA[7..0]		7 6 CH[1..0]	5 0 PHA[13..8]

図 21　リストデータ（64 bit）構成、リトルエンディアンの場合

- ABS　　アブソリュートカウント（時間情報、計測経過時間、Real Time）。48Bit（ABS[47..0]）。
  1Bit あたり 40ns。最大計測時間は約 130 日（130 日≒2^{48}＊40ns）。
  Bit63 から Bit56　ABS[39..32]
  Bit55 から Bit48　ABS[47..40]
  Bit47 から Bit40　ABS[23..16]
  Bit39 から Bit32　ABS[31..24]
  Bit31 から Bit24　ABS[7..0]
  Bit23 から Bit16　ABS[15..8]
- CH　　チャンネル番号。2Bit（CH[1..0]）。0 は CH1、1 は CH2、2 は CH3、3 は CH4。
  Bit7 から Bit6　　CH[1..0]
- PHA　　波高値。14Bit（PHA[13..0]）。0 から 4095。
  Bit15 から Bit8　　PHA[7..0]
  Bit5 から Bit0　　PHA[13..8]

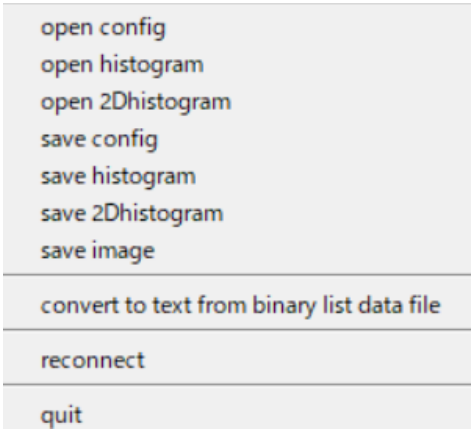
7．3．　リストデータファイルのテキスト形式変換

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。

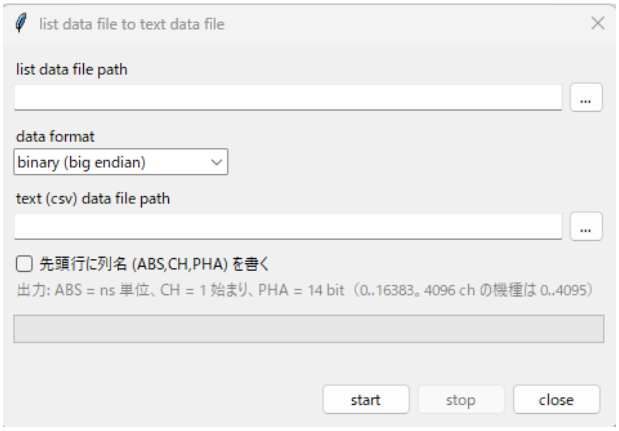
- ABS（アブソリュート）カウント　　バイナリ：40ns 単位　　テキスト：ns 単位
- CH 番号　　バイナリ：0～3　　テキスト：1～4
- PHA（波高値）　　バイナリ/テキストともに 0～4095

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。

（1）　メニュー File - convert to text from binary list data file をクリックします。

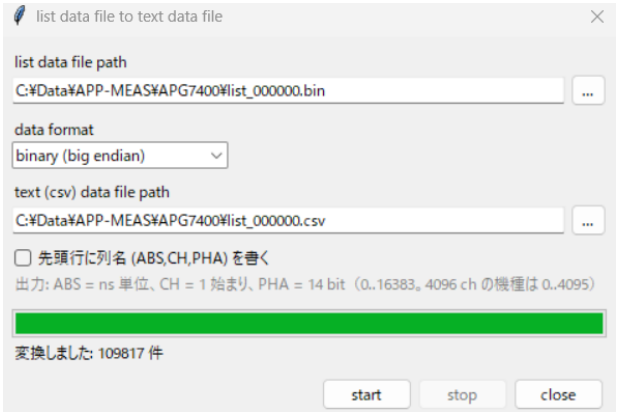


以下の list data file to text data file 画面が開きます。



- 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。

（2） 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。



（3） close ボタンをクリックして、本画面を閉じます。

7．4.　コインシデンス２次元ヒストグラムデータファイル

コインシデンスモードでの計測後、任意のタイミングでメニュー File - save 2D histogram をクリックすることにより、コインシデンス２次元ヒストグラムデータをファイルに保存することができます。

（1） ファイル形式
　　カンマ区切り（csv）のテキスト形式
（2） ファイル名
　　任意
（3） 構成

[Header]	ヘッダー部
Memo	メモ
Mode	モード（coincidence）
meas. Mode	計測モード。real time または live time
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
Real time(sec)	リアルタイム
Live time(sec)	毎ライブタイム。単位は秒
Dead time(sec)	毎デッドタイム。単位は秒
Dead time ratio(%)	毎デッドタイム比率。単位はパーセント
Start Time	計測開始日付時刻
Stop Time	計測終了日付時刻
[APG7400]	APG7400 固有部
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッショルド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI 番号
ROI CH.	ROI の対象となった入力チャンネル番号
ROI start(任意)	ROI 開始位置（keV 等）
ROI end(任意)	ROI 終了位置（keV 等）
Energy(任意)	ROI 間のピークのエネルギー値（keV 等）
peak(任意)	ROI 間のピーク位置（keV 等）
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間の最大ピークカウント
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	1 秒間の 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数の総和
net(cps)　　１秒間の net(count)
FWHM(ch)　　ROI 間の半値幅（ch）
FWHM(%)　　ROI 間の半値幅（%）
FWHM(任意)　　ROI 間の半値幅（keV 等）
FWTM(任意)　　ROI 間の 1/10 幅（keV 等）

[Status]　　ステータス部
※以下 CH 毎に保存
input rate(cps)　　１秒間に検知したイベント数
throughput rate(cps)　　１秒間に処理したイベント数

[2DHistogram Header]
CH1 Offset(ch)　　CH1 コインシデンス２次元ヒストグラムへのオフセットチャネル
CH2 Offset(ch)　　CH2 コインシデンス２次元ヒストグラムへのオフセットチャネル

[2DHistogram]
CH1(ch)
CH2(ch)
Counts

[2DHistogramCH1Direction]
CH1
counts

[2DHistogramCH2Direction]
CH2
counts

[Data]　　データ部
calibration a　　傾き a
calibration b　　切片 b
X 軸データ（チャネルまたは eV,keV,任意）ヒストグラムデータ
最大 4096 点

7．5.　MCS データファイル

（1） ファイル形式
カンマ区切り（csv）のテキスト形式

（2） ファイル名
任意

（3） 構成

[Header]	ヘッダー部
Memo	メモ
mode	モード（MCS）
meas. Mode	計測モード。real time または live time
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
Real time(sec)	リアルタイム
Live time(sec)	毎ライブタイム。単位は秒
Dead time(sec)	毎デッドタイム。単位は秒
Dead time ratio(%)	毎デッドタイム比率。単位はパーセント
Start Time	計測開始日付時刻
Stop Time	計測終了日付時刻
[APG7400A]	APG7400A 固有部
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッショルド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI 番号
ROI CH.	ROI の対象となった入力チャンネル番号
ROI start(任意)	ROI 開始位置（keV 等）
ROI end(任意)	ROI 終了位置（keV 等）
Energy(任意)	ROI 間のピークのエネルギー値（keV 等）
peak(任意)	ROI 間のピーク位置（keV 等）
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間の最大ピークカウント
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	1 秒間の 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数の総和
net(cps)	1 秒間の net(count)
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅（ch）

FWHM(%)	ROI 間の半値幅（%）
FWHM(任意)	ROI 間の半値幅（keV 等）
FWTM(任意)	ROI 間の 1/10 幅（keV 等）

[Status]	ステータス部
※以下 CH 毎に保存	
input rate(cps)	１秒間に検知したイベント数
throughput rate(cps)	１秒間に処理したイベント数

[Data]	データ部
calibration a	傾き a
calibration b	切片 b

X 軸データ（チャネルまたは eV,keV,任意）ヒストグラムデータ
最大 4096 点

8.　　機能

8．1.　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ョルドレベル 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ョ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、1.2μs の処理時間を経てピーク値を確定します。

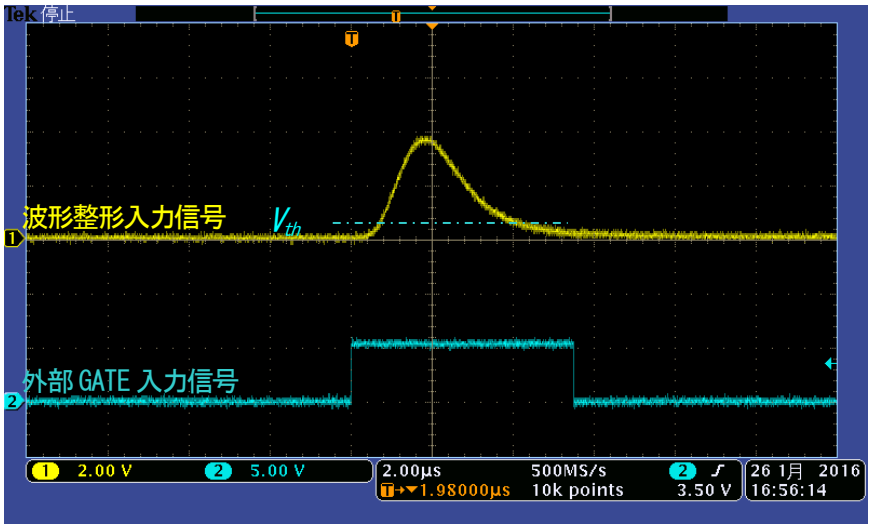


図22　外部 GATE 入力信号タイミング

※　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。

8．2.　VETO 信号タイミングによるデータ破棄

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破棄したい場合は、フロントパネルの VETO 入力端子に対し LV-TTL レベルの信号を入力します。GATE とは逆で、Low の時は計測をし、High の時は計測しません。タイミングは前述の GATE と同様です。

8．3.　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。

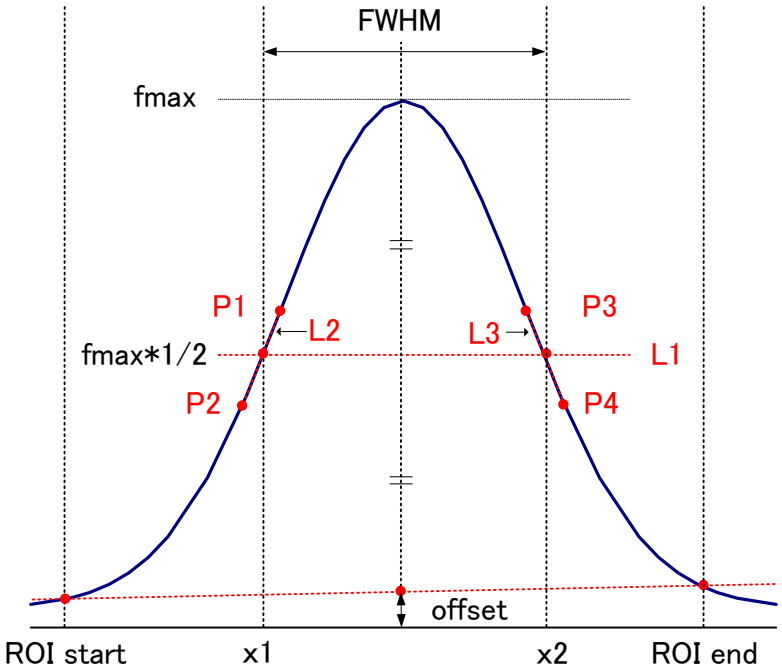


図 23　FWHM 算出

（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。

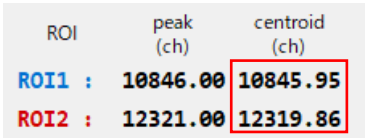
8．4.　gross（グロス）カウント及び net（ネット）カウントの算出

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。

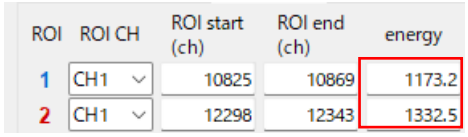
8．5．　２点校正の計算方法

（1）　ヒストグラムモード時

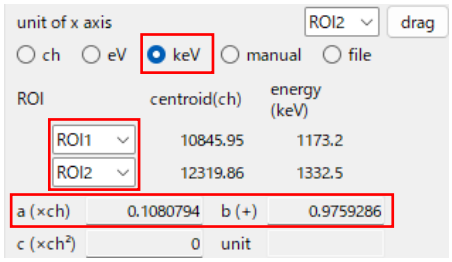
エネルギー校正の実行として、グラフの横軸単位目盛をエネルギー（例：keV）にするために、2 つエネルギーピークの centroid とピークエネルギー値を使用して２点校正を行っています。１点校正も可能です。



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。



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



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。

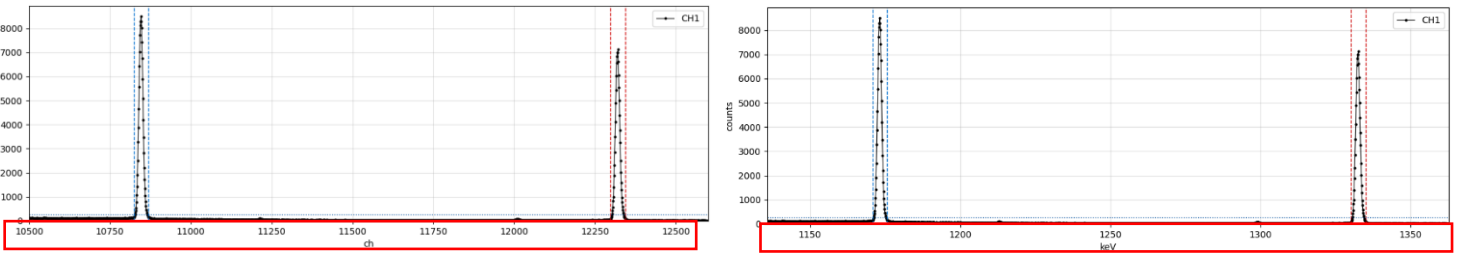


図24　左側：エネルギー校正前ch、右側：エネルギー校正後keV

a = （peak1-peak2） / （centroid1-centroid2）

b = y − ax

例として、^{60}Co の1173keV の centroid が9446.99ch、1332keV の centroid が10729.53ch の場合

a = （1332 − 1173） / （ 10729.53 − 9446.99 ） = 0.124

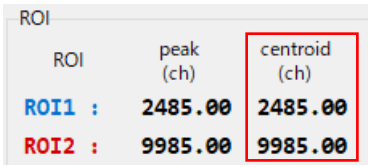
b = 1332 − 0.124 * 10729.53 = 1.831

以上により、a には0.124、b には1.831 と自動で反映され、横軸の単位目盛は、一次式0.124 * ch + 1.831 にて作成されます。

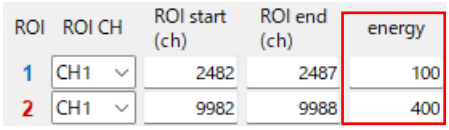
（2）　MCS モード時

calibtaion タブ内 manual を選択し、manual a に dwell time を、manual b に 0 を設定して calibration ボタンを実行することで、時間校正を実行することができます。

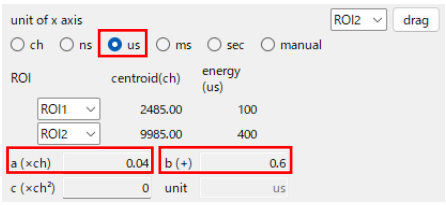
また、前述のエネルギー校正同様に、時間校正の実行として、グラフの横軸単位目盛を時間（例：us）にするために、２つピークの centroid とピーク時間値を使用して２点校正を行っています。１点校正も可能です。



dwell time と caliration を ch に設定し計測を開始。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(ch)および ROI end(ch)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。



ROI1/ROI2 それぞれのピークの時間が何 usec に該当するかを energy（us）に設定します



calibration タブ内下側に位置する unit of x axis にて、ラジオボタン us を選択します。calibration タブ内下側に位置する calibration にて、ROI に ROI1 および ROI2 を選択すると、下側に位置する 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。

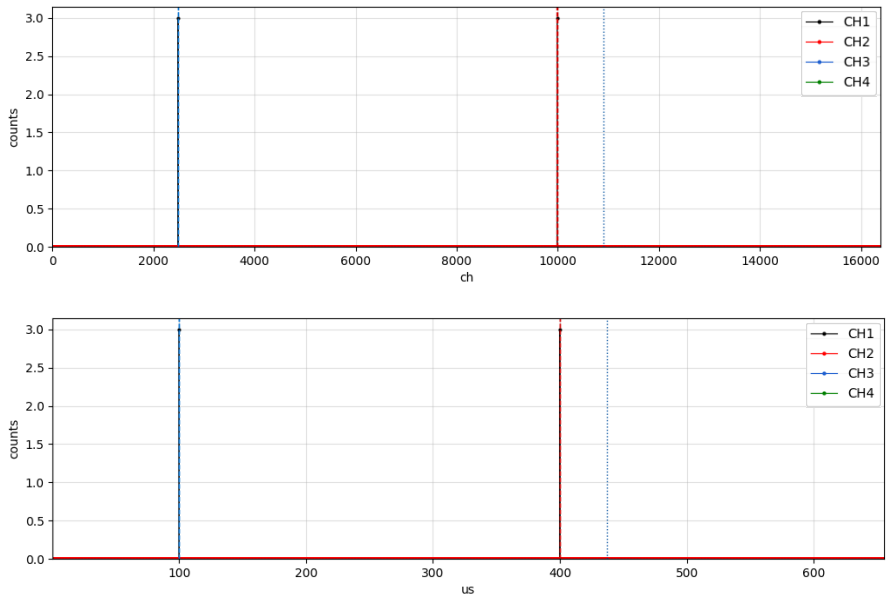


図 25　左側：エネルギー校正前 ch、右側：エネルギー校正後 time(us)

a = （peak1-peak2）/（centroid1-centroid2）

b = y − ax

例として、時間差 100us のピークの centroid が 2500ch、400us の centroid が 10000ch の場合は、

a = （400 - 100） / （ 10000 - 2500 ） = 0.04
b = 400 - 0.04 * 10000 = 0

以上により、a には 0.04、b には 0 と自動で反映され、横軸の単位目盛は、一次式 0.04 * ch + 0 にて作成されます。尚、基本的に a には dwell time で設定した値と等しくなります。

9. 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、以下の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”

10.　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、下記もご参照ください。
　″https://www.techno-ap.com/support_app.html″

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