

マルチチャネルアナライザ

USB-MCA4
APG7400A

取扱説明書

第 1.4.4 版 2024 年 3 月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL : 029-350-8011

FAX : 029-352-9013

URL : <http://www.techno-ap.com>

e-mail : info@techno-ap.com

安全上の注意・免責事項

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

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



禁止事項

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



注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

目 次

1.	概要.....	5
2.	仕様.....	6
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
4. 3.	アプリケーションソフトウェアのインストール.....	21
5.	アプリケーション画面.....	24
5. 1.	起動画面.....	24
5. 2.	終了画面.....	25
5. 3.	config タブ.....	26
5. 4.	file タブ.....	28
5. 5.	calibration タブ.....	30
5. 6.	option タブ.....	32
5. 7.	グラフ.....	35
6.	計測.....	37
6. 1.	ヒストグラムモード.....	37
6. 2.	リストモード.....	38
6. 3.	コインシデンスモード.....	39
6. 4.	MCS モード.....	41
6. 5.	計測停止.....	42
7.	ファイル.....	43
7. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	43
7. 2.	リストデータファイル.....	44
7. 3.	リストデータファイルのテキスト形式変換.....	46
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.....	47
7. 5.	MCS データファイル.....	49
8.	機能.....	50
8. 1.	外部 GATE 入力信号タイミングによるデータ取得.....	50
8. 2.	VETO 信号タイミングによるデータ破棄.....	50
8. 3.	FWHM (半値幅) の算出方法.....	51
8. 4.	gross (グロス) カウント及び net (ネット) カウントの算出.....	52
8. 5.	2 点校正の計算方法.....	53
9.	Tool 機能 gauss fit analysis.....	55
9. 1.	起動画面.....	56
9. 2.	オンラインの場合.....	58
9. 3.	オフラインの場合.....	59
9. 4.	注意事項.....	60
9. 5.	終了.....	60

10.	Tool機能 peak search analysis.....	61
10. 1.	起動画面.....	62
10. 2.	オンラインの場合.....	64
10. 3.	オフラインの場合.....	65
10. 4.	注意事項.....	65
10. 5.	終了.....	65

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) APG7400A (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 $1.5 \mu\text{sec}$ 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ュホールドを超え、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 チャン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、チャンネルあたり 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、その時スレッシュホー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ン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 $\pm 40\text{ns}$ から最大 $\pm 10 \mu\text{sec}$ 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 チャンネル) 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。

2. 仕様

製品名	USB-MCA4 ※付属アプリケーション名も同じ
型式	APG7400A ※型式以降に追加表記がある製品も含まれます
(1) アナログ入力	
・チャンネル数	4CH
・入力レンジ	0 から+10V
・入力インピーダンス	1 k Ω
・入力可能パルス幅	最小 100nsec から最大 100 μ sec ※スレッシュホー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	1.5 μ s
・ADC ゲイン	4096、2048、1024、512 チャンネル
・スレッシュホールド	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	1.5 μ sec 固定 ※アンプの処理時間は含みません
・積分非直線性	$\pm 0.025\%$ (typ) 以下
・微分非直線性	$\pm 1\%$ (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 時間カウンタのクリア) 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) \times 160 (D) \times 20 (H) mm
(8) 重量	約 230g
(9) 付属品	取扱説明書 CD (ドライバ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

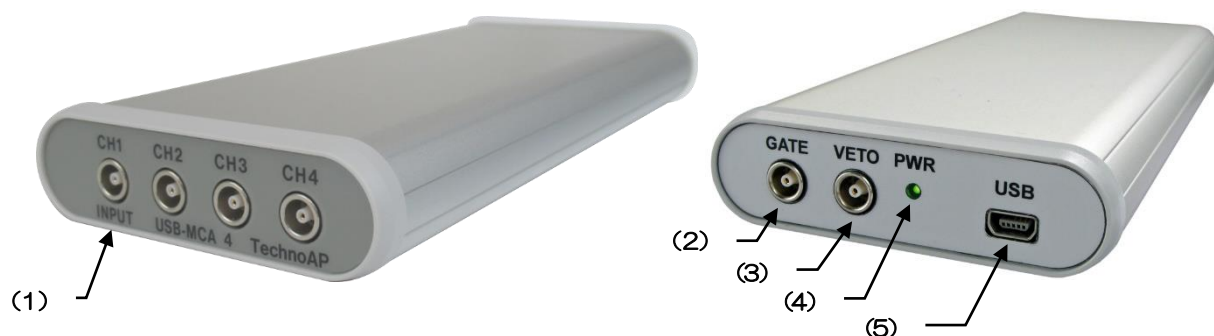


写真1 APG7400A

【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。

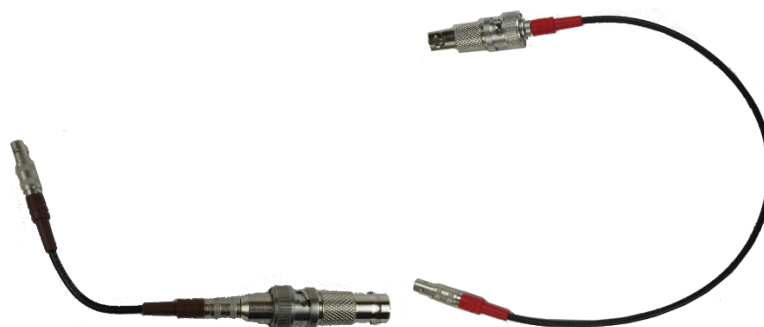


写真3 LEMO-BNC 変換ケーブル例

4. セットアップ

4. 1. 接続

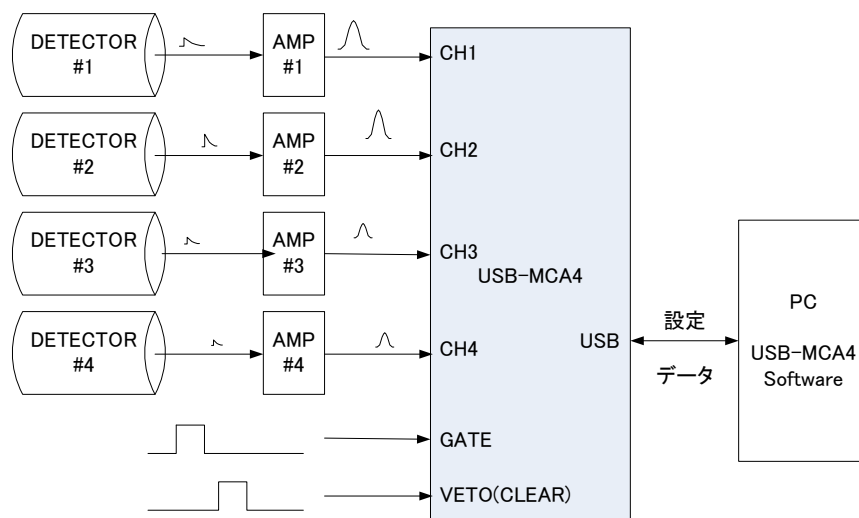


図 1 MCA 使用時の接続

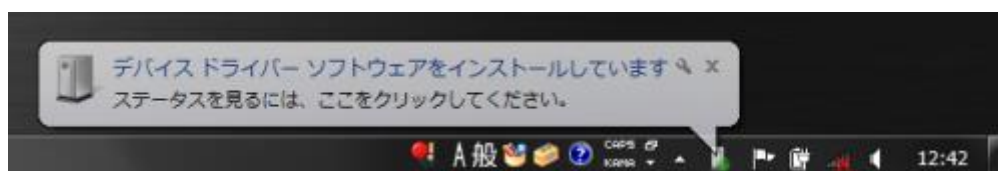
- (1) USB-MCA4 と PC を付属 USB ケーブルで接続します。
 ※ はじめて接続する PC にはドライバーソフトウェアをインストールする必要があります。ドライバーソフトウェアのインストール方法は後述を参照ください。
 ※ **本機器の電源が OFF の状態での信号ケーブル接続は行わないでください。**
- (2) PWR LED の点灯を確認します。
- (3) 検出器（上図 DETECTOR）のプリアンプ出力信号をアンプ（上図 AMP）に接続します。
- (4) アンプの波形整形された出力信号を、本機器の CH1 から CH4 のいずれかに接続します。
- (5) 外部信号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

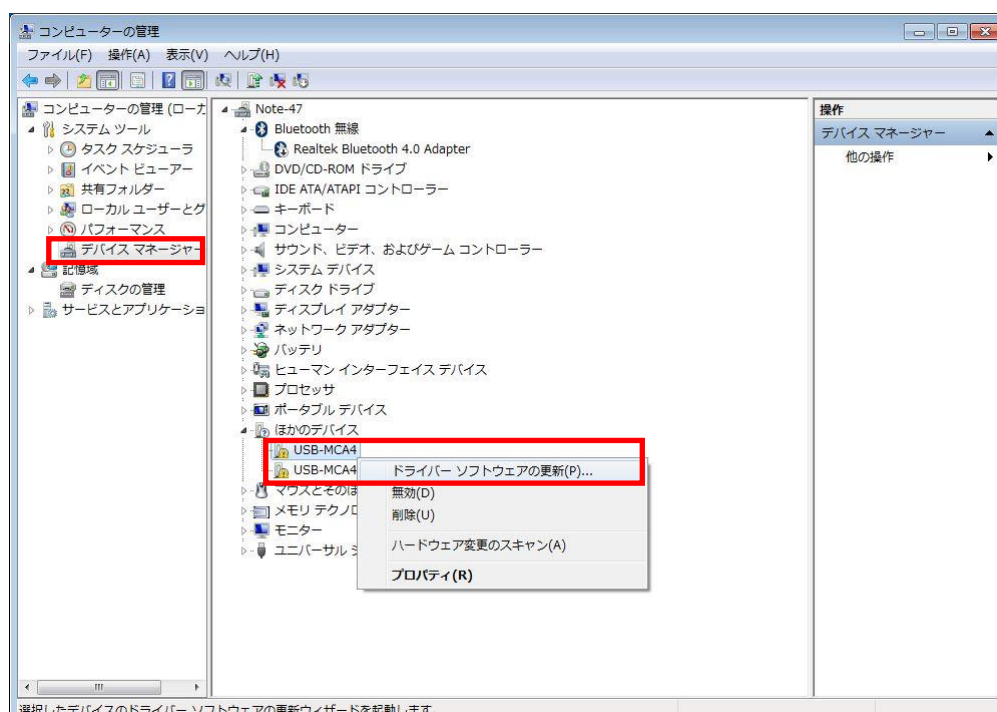
はじめて本機器を接続するPCには、まず付属CDからドライバーソフトウェアをインストール必要があります。

Windows 7 の場合

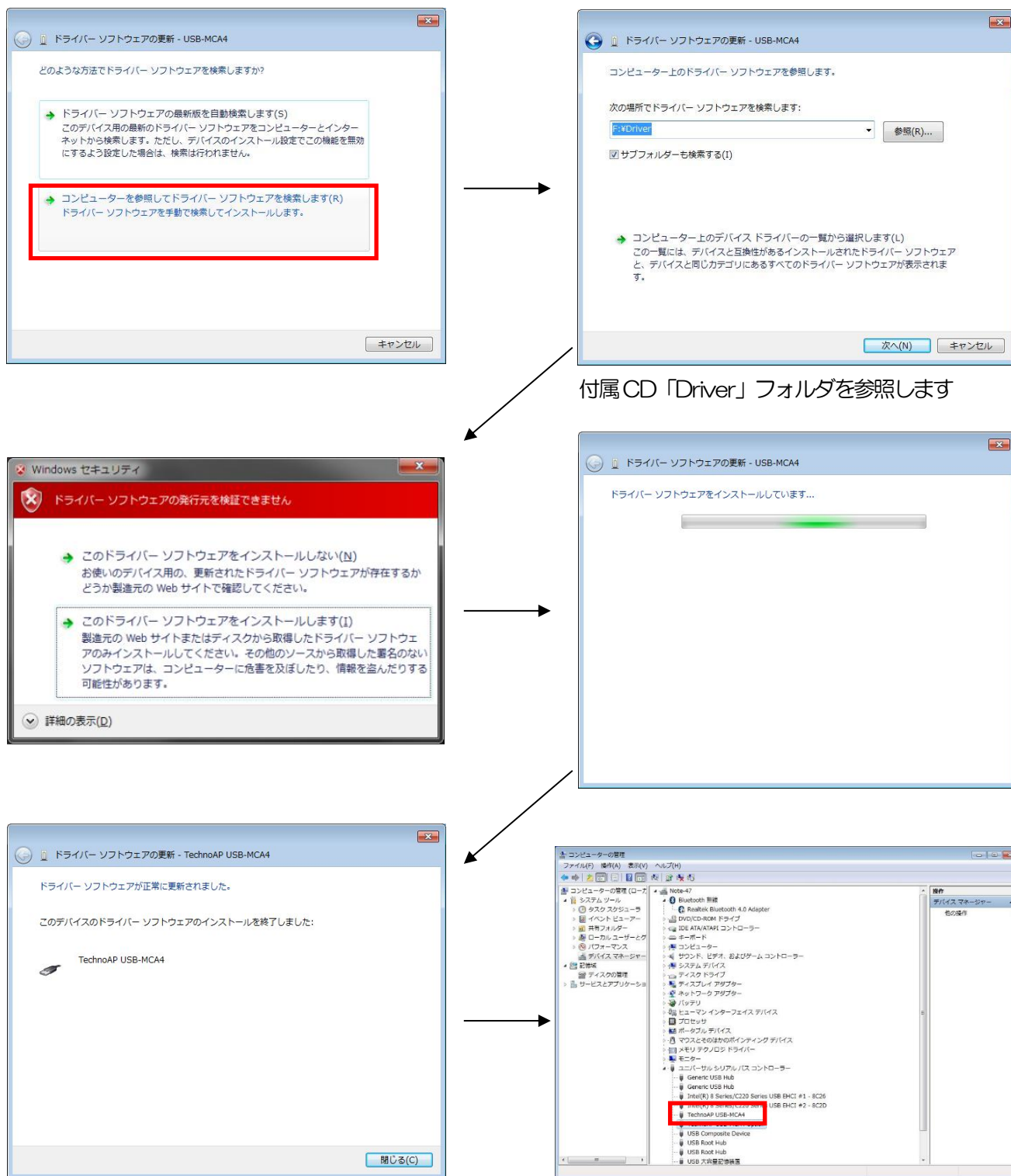
- (1) (必須) Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
- (2) 本機器をPCとUSBケーブルで接続します。
- (3) デスクトップ右下に「デバイスドライバーソフトウェアをインストールしています」と表示。



この後、「デバイスドライバーソフトウェアは正しくインストールされませんでした」と表示された場合、デバイスマネージャーを開き、「USB-MCA4」のアイコンを確認します。アイコンの上で右クリックし「ドライバーソフトウェアの更新」をクリックします。



(4) 対話形式にてインストールを進めます



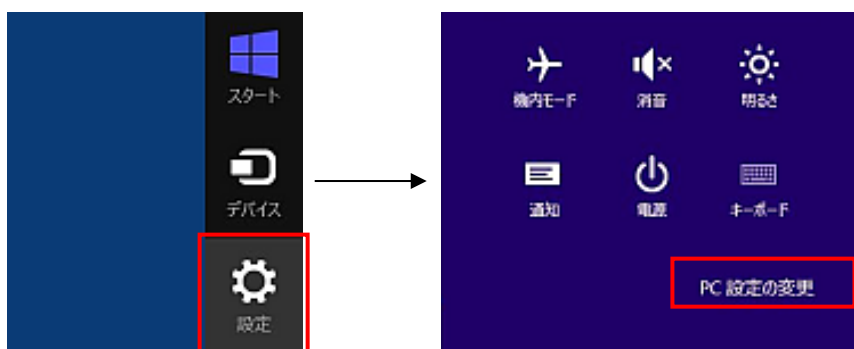
続けて「TechnoAP USB-MCA4 Option」をインストールします。「TechnoAP USB-MCA4」ドライバーソフトウェアのインストール後、同じ手順で「TechnoAP USB-MCA4 Option」をインストールします。デバイスマネージャーにて「TechnoAP USB-MCA4」と「TechnoAP USB-MCA4 Option」の2つのアイコンが正常であることを確認します。ドライバーソフトウェアが正常にインストールできた後、アプリケーションをインストールします。インストール手順を次章に記載します。

Windows 8 (64bit) の場合

Windows8 (64bit) では、ユーザーが誤ってドライバーソフトウェアをインストールすることを防ぐため、デジタル署名のないドライバーソフトウェアは標準ではインストールできないようになっています。

本ドライバーソフトウェアはデジタル署名が無いため、インストールする前に以下の手順で「ドライバー署名の強制を無効にする」必要があります。

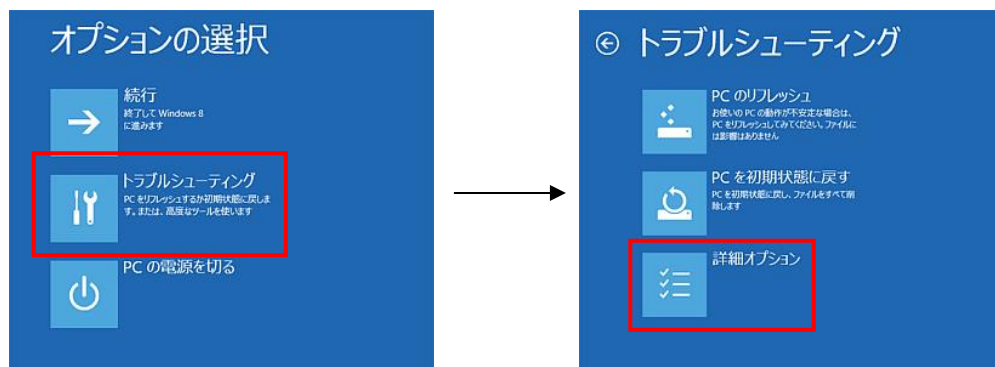
- (1) スタート画面でチャームを表示させます。
 - ・マウス操作の場合：画面の右上隅か右下隅にマウスを移動する。
 - ・タッチ操作の場合：画面右側から中央に向かってスワイプする。
- (2) チャームより「設定」を選択し、設定メニューより「PC 設定の変更」を選択します。



- (3) 「PC 設定」画面より「全般」を選択し、「PC の起動をカスタマイズする」-「今すぐ再起動する」を選択します。



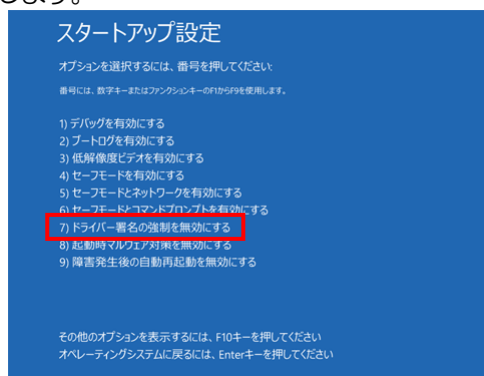
- (4) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。



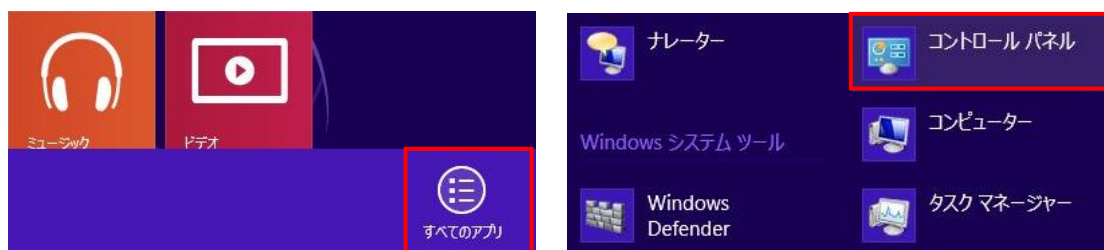
- (5) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



- (6) 再起動後の「スタートアップ設定」画面で「7」キーを押し「7) ドライバー署名の強制を無効にする」を選択します。



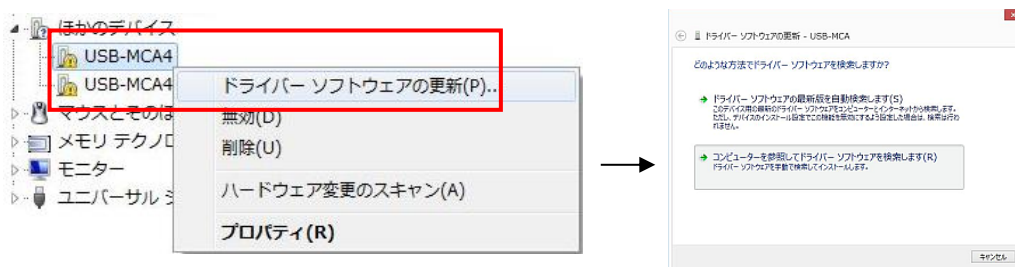
- (7) (必須) 再起動後に Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
 (8) USB-MCA4 を PC と USB ケーブルで接続します。
 (9) スタート画面で右クリックし「アプリ・バー」を表示し、「すべてのアプリ」を選択し、「アプリ」ビューから「コントロールパネル」を選択します。



- (10) 「コントロールパネル」より「デバイスマネージャー」を選択し、「デバイスマネージャー」を表示します。



- (11) 「USB-MCA4」を右クリックし、「ドライバーソフトウェアの更新(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。



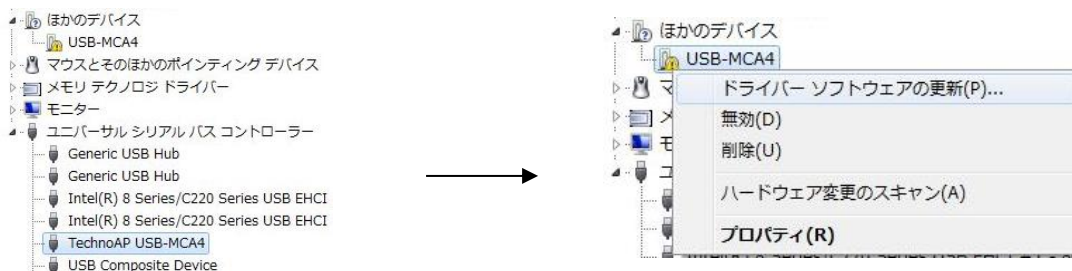
- (12) 「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら「参照」を選択し、「フォルダーの参照」画面が表示されたら「USB-MCA4」のドライバーソフトウェアが保存されているドライブを選択し、「OK」を選択します。「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ」を選択します。



- (13) 「Windows セキュリティ」画面が表示されたら、「このドライバーソフトウェアをインストールします」を選択します。「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」を選択します。



- (14) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」が表示されたら、残っている「USB-MCA4」を右クリックし、(11) から繰り返す、残りのドライバーソフトウェアを更新します。




- (15) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4 Option」が表示され、ドライバーソフトウェアのインストールが完了します。

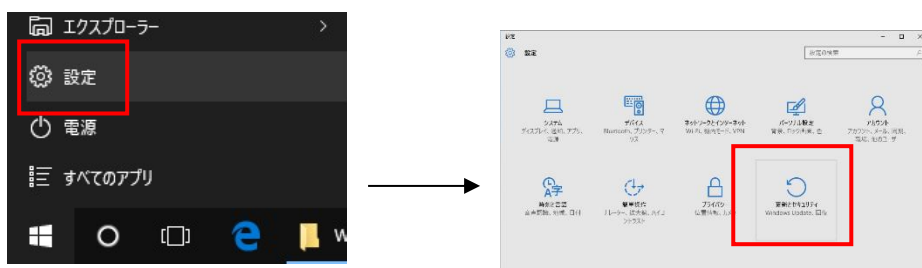


Windows10 (64bit) の場合

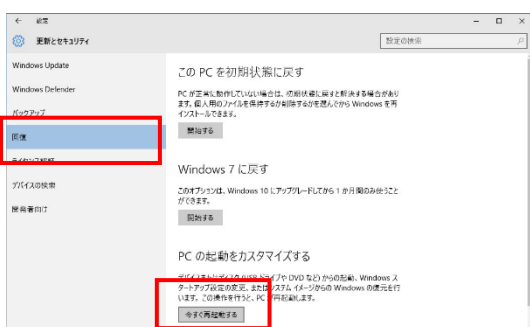
Windows10 (64bit) では、ユーザーが誤ってドライバーソフトウェアをインストールすることを防ぐため、デジタル署名のないドライバーソフトウェアは標準ではインストールできないようになっています。

本ドライバーソフトウェアはデジタル署名が無いため、インストールする前に、以下の手順で「ドライバー署名の強制を無効にする」必要があります。

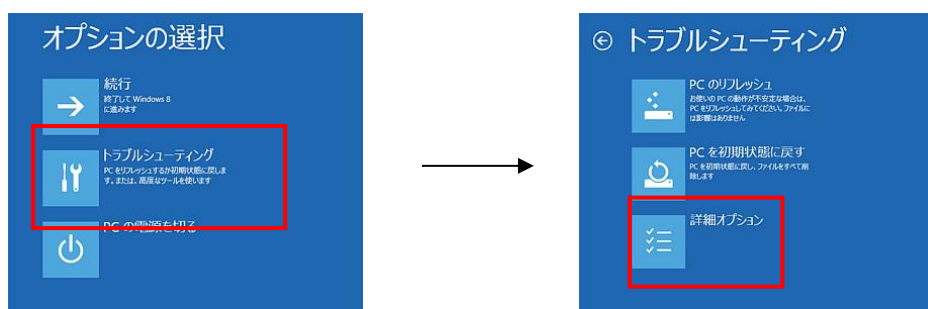
- (1) 画面の左下にあるスタートボタンを右クリックし、ポップアップメニューから「設定」を選択します。
- (2) 「設定」画面より「更新とセキュリティ」を選択します。



- (3) 「更新とセキュリティ」画面より「回復」を選択し、「PCの起動をカスタマイズする」-「今すぐ再起動する」を選択します。



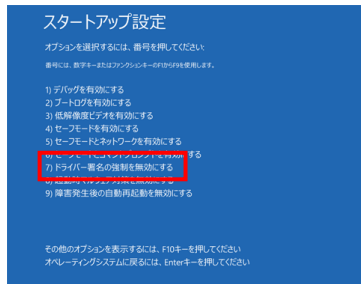
- (4) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。




- (5) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



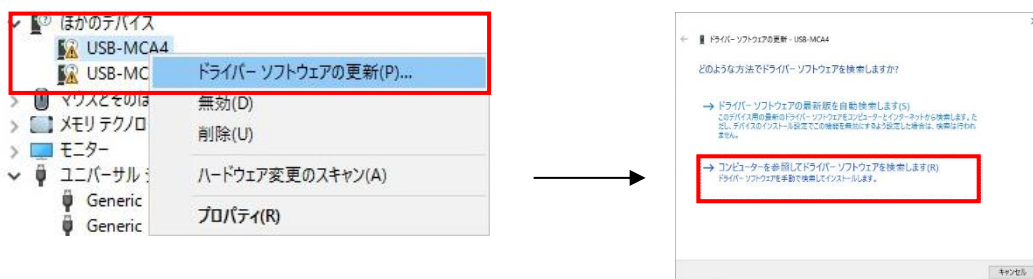
- (6) 再起動後の「スタートアップ設定」画面で「7」キーを押し「7) ドライバー署名の強制を無効にする」を選択します。



- (7) (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。
 (8) USB-MCA4 を PC と USB ケーブルで接続します。
 (9) 画面の左下にあるスタートボタン  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。



- (10) 「USB-MCA4」を右クリックし、「ドライバーソフトウェアの更新」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」を選択します。

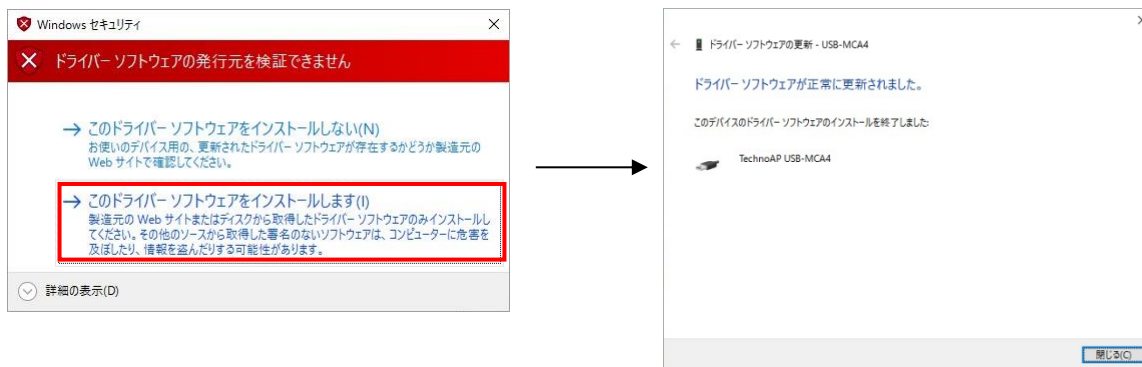


- (11) 「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら、「参照」を選択します。
 「フォルダーの参照」画面が表示されたら、「USB-MCA4」のドライバーソフトウェアが保存されているドライブを選択し、「OK」を選択します。
 「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ」を選択します。

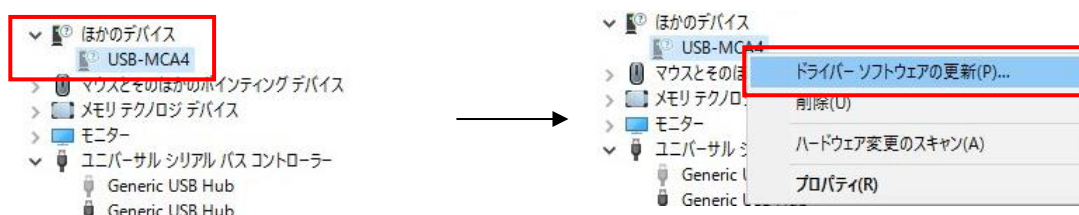


- (12) 「Windows セキュリティ」画面が表示されたら、「このドライバーソフトウェアをインストールします」を選択します。

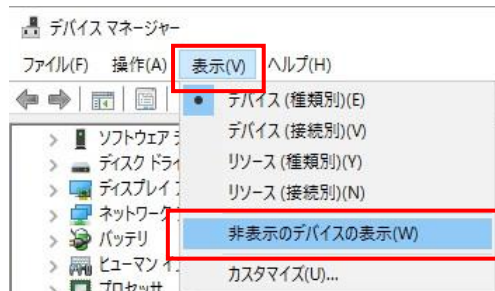
「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」と表示されたら、「閉じる」を選択します。



- (13) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」が表示されたら、残っている「USB-MCA4」を右クリックし、(11)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。



- (14) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」が表示されなかった場合は、デバイスメニューの「表示」から「非表示デバイスの表示」を選択します。




- (15) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4 Option」が表示され、ドライバーソフトウェアのインストールが完了します。



Windows11 の場合

Windows11 では、ユーザーが誤ってドライバーソフトウェアをインストールすることを防ぐため、デジタル署名のないドライバーソフトウェアは標準ではインストールできないようになっています。

本ドライバーソフトウェアはデジタル署名が無いため、インストールする前に、以下の手順で「ドライバー署名の強制を無効にする」必要があります。

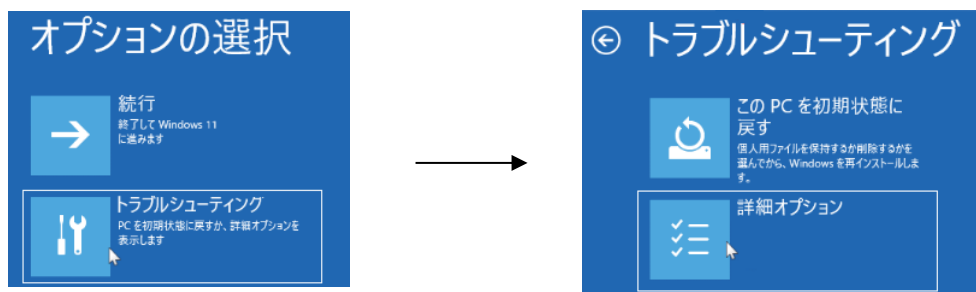
- (1) 画面下にあるスタートボタン  を右クリックし、ポップアップメニューから「設定」を選択して、「システム」画面を表示します。



- (2) 「システム」画面より「回復」を選択し、「PC の起動をカスタマイズする」から「今すぐ再起動」を選択します。



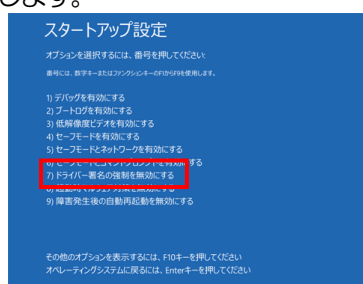
- (3) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。




- (4) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



- (5) 再起動後の「スタートアップ設定」画面で「F7」キーを押し「7) ドライバー署名の強制を無効にする」を選択します。

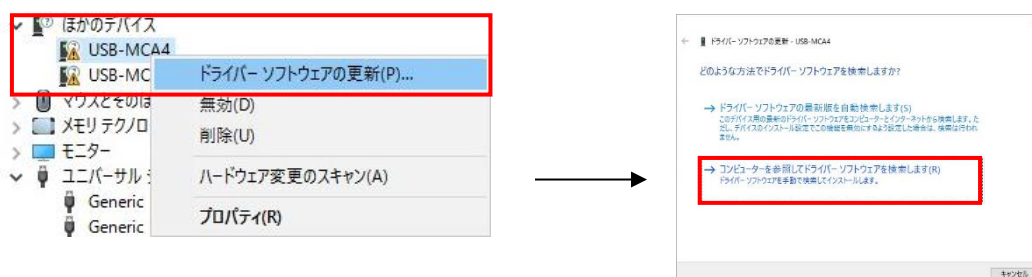


- (6) (必須) 再起動後に Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
 (7) USB-MCA4 を PC と USB ケーブルで接続します。

- (8) 画面下にあるスタートボタン  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。



- (9) 「USB-MCA4」を右クリックし、「ドライバーソフトウェアの更新 (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。



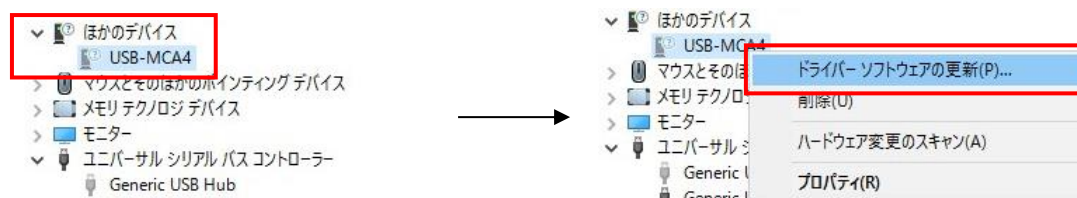
- (10) 「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら「参照 (R)」を選択し、「フォルダーの参照」画面が表示されたら「USB-MCA4」のドライバーソフトウェアが保存されているドライブを選択し、「OK」を選択します。「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ (N)」を選択します。



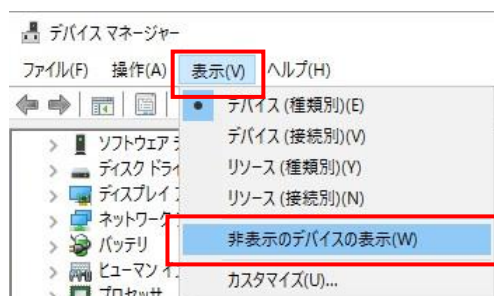
- (1 1) 「Windows セキュリティ」画面が表示されたら、「このドライバーソフトウェアをインストールします (I)」を選択します。「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」と表示されたら、「閉じる (C)」を選択します。



- (1 2) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」が表示されたら、残っている「USB-MCA4 4」を右クリックし、(1 1) 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。



- (1 3) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4」が表示されなかったら、デバイスメニューの「表示」から「非表示デバイスの表示」を選択します。



- (1 4) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA4 Option」が表示され、ドライバーソフトウェアのインストールが完了します。

- ▼  ユニバーサル シリアル バス コントローラー
 -  Generic USB Hub
 -  Generic USB Hub
 -  Generic USB Hub
 -  Generic USB Hub
 -  Generic USB Hub
 -  Generic USB Hub
 -  Intel(R) 6 Series/C200 Series Chipset Family USB Enhanced Ho:
 -  Intel(R) 6 Series/C200 Series Chipset Family USB Enhanced Ho:
 -  Renesas USB 3.0 eXtensible Host Controller - 0.96 (Microsoft)
 -  TechnoAP USB-MCA4
 -  TechnoAP USB-MCA4 Option

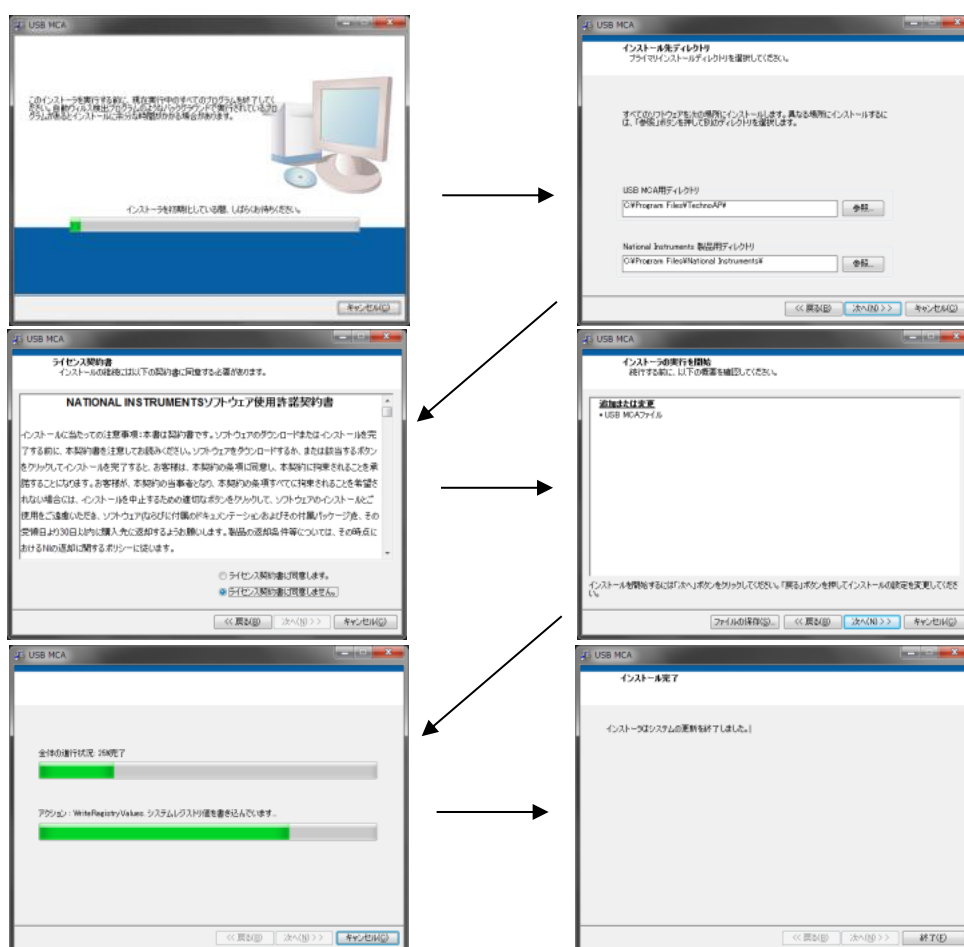
4. 3. アプリケーションソフトウェアのインストール

前章の手順にてドライバソフトウェアが正常にインストールされた後、USB-MCA4 のアプリケーション（実行形式ファイル）と開発環境である LabVIEW の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。付属 CD にあるインストーラには、USB-MCA4 のアプリケーションと 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できます。

インストール手順は以下の通りです。

Windows 7 の場合（Windows 8 の場合も同様）

- (1) **(必須)** 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) 付属 CD 内の「Application」フォルダ内の「setup.exe」を実行します。対話形式にてインストールを進めます。

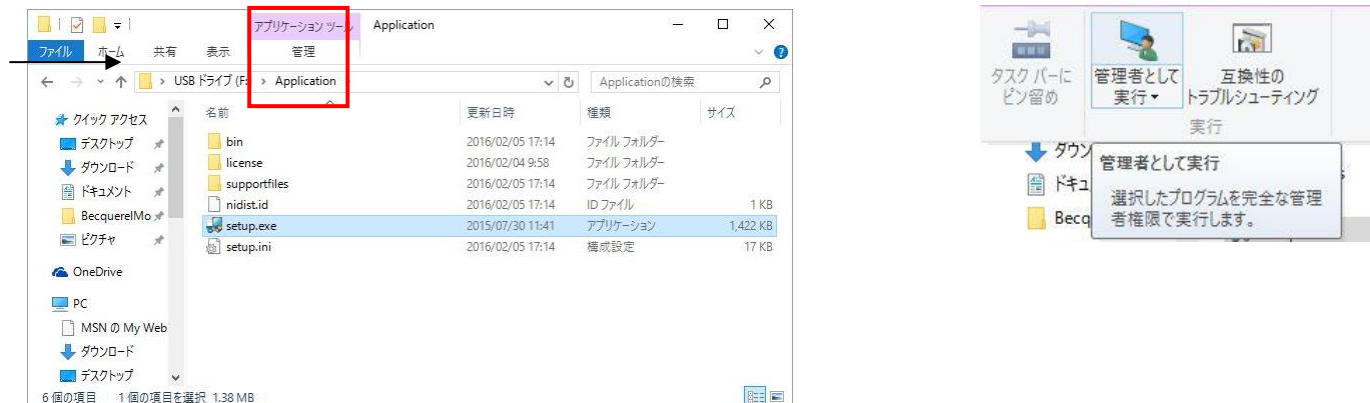


- (3) 「スタートボタン」-「TechnoAP」-「USB-MCA4」を実行します。
- (4) アプリケーション「USB-MCA4」が起動します。

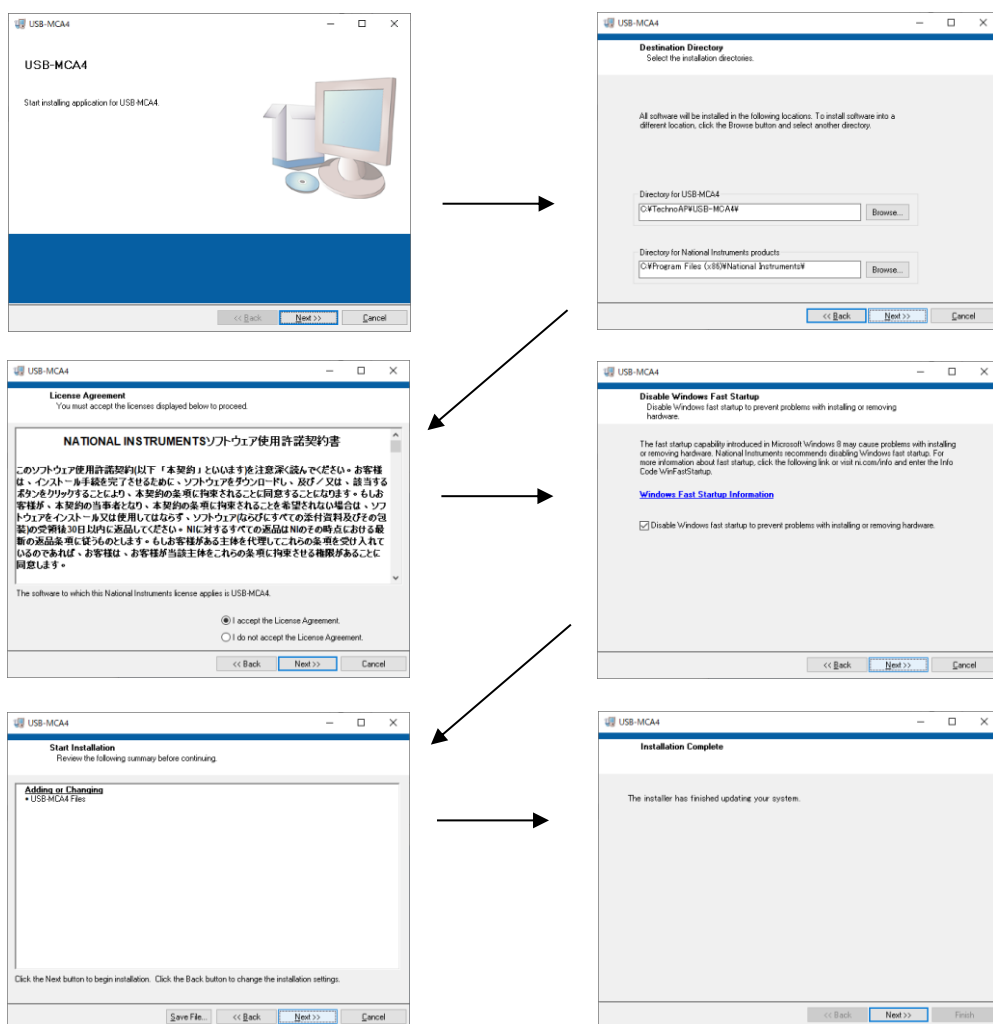
もし起動直後に「connection error」ダイアログが表示された場合は、本機器が PC と正しく接続されているか、デバイスマネージャで本機器が認識されているか、をご確認ください。

Windows 10 の場合 (Windows11 の場合も同様)

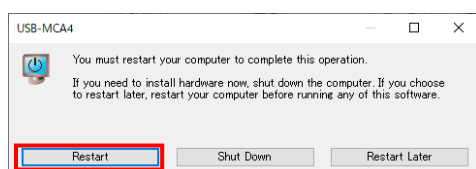
- (1) 付属CD内の「Application」フォルダ内の「setup.exe」を選択します。メニューのアプリケーションツールの「管理」を選択し、「管理者として実行」を選択します。



- (2) 付属CD内の「Application」フォルダ内の「setup.exe」を実行します。対話形式にてインストールを進めます。



- (3) コンピュータを再起動するように表示されるので、「Restart」ボタンをクリックして再起動します。



- (4) デスクトップに「USB-MCA4」のアイコンが作成されるので、ダブルクリックするとアプリケーションが起動します。

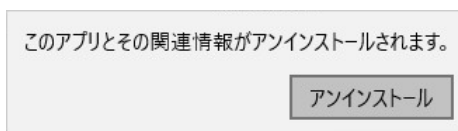
もし起動直後に「connection error」ダイアログが表示された場合は、本機器がPCと正しく接続されているか、デバイスマネージャで本機器が認識されているか、をご確認ください。

※アンインストール

アンインストールは、スタートボタンを右クリックし、「アプリと機能」から「USB-MCA4」を選択して、「アンインストール」を選択します。



「このアプリとその関連情報がアンインストールされます。」と表示されるので、「アンインストール」を選択します。



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-MCA4 またはスタート画面または アプリ ビューで USB-MCA4 (Windows 8 の場合) を実行すると、以下の起動画面が表示されます。

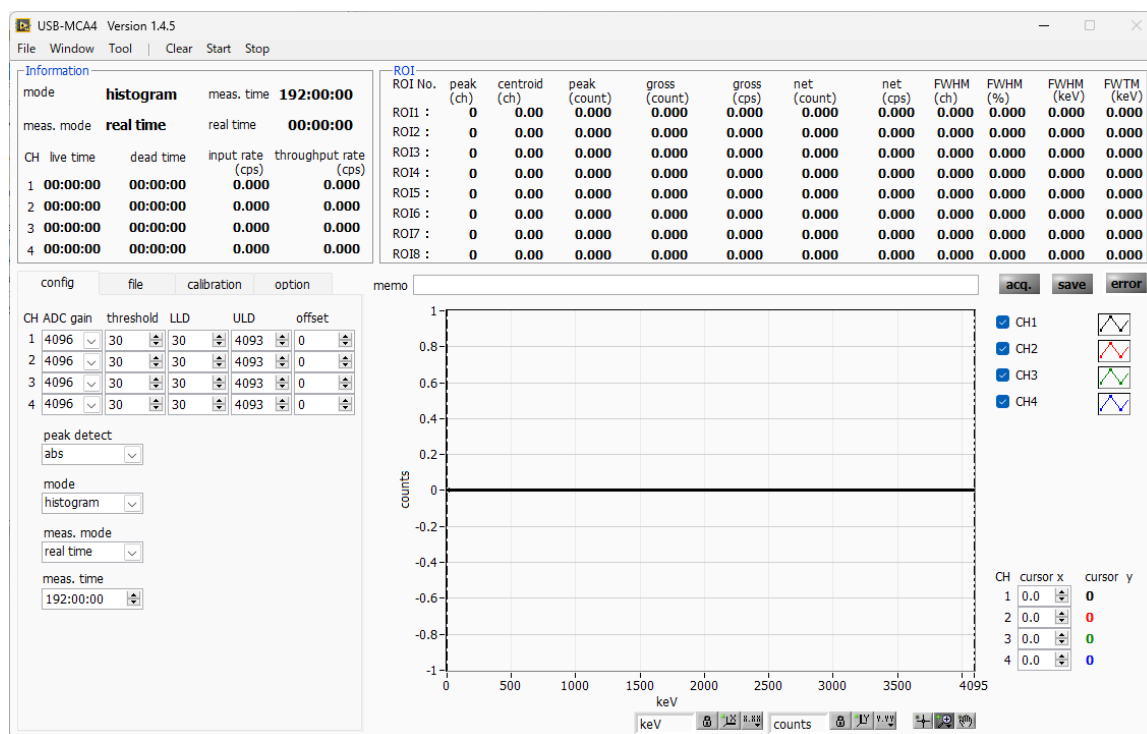


図 2 USB-MCA4 起動画面

・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 - quit	本アプリ終了
Window - histogram	ヒストグラムグラフを表示
Window - 2D histogram	2 次元ヒストグラムグラフを表示
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。
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

config	計測に関する設定
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

• Information 部

mode	モード。histogram、list、coincidence、MCS を表示
meas. mode	計測モード。real time または live time 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)
live time	ライブタイム (有効計測時間)。real time - 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。
input rate(cps)	入力信号レベルが threshold レベルを超えた 1 秒間のカウント数
throughput rate(cps)	LLD と ULD 間でありピークとして確保した 1 秒間のカウント数

• ROI 部

CH 毎に 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(ch)	半値幅 (ch)
FWHM(%)	半値幅/ピーク値*100
FWHM	半値幅
FWTM	ピークの 1/10 幅
acq. LED	計測中に点滅
save LED	データ保存中に点灯
error LED	エラー発生時点灯

5. 2. 終了画面

本アプリを終了する場合は、メニュー File - quit をクリックします。実行後、以下の確認画面が表示されます。

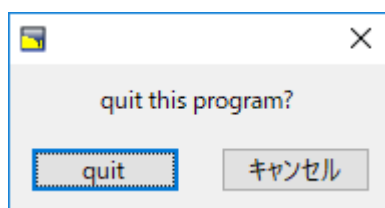


図 3 終了確認画面

終了する場合は quit ボタンをクリックします。実行後、本アプリの画面が消えて終了します。

5. 3. config タブ

config

file

calibration

option

CH	ADC gain	threshold	LLD	ULD	offset
1	4096	30	30	4093	0
2	4096	30	30	4093	0
3	4096	30	30	4093	0
4	4096	30	30	4093	0

peak detect

abs

mode

histogram

meas. mode

real time

meas. time

192:00:00

図 4 config タブ

ADC gain ADCゲイン（波高の分割数）を4096、2048、1024、512（ch）チャンネルから選択します。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ンネルで分割します。

threshold 波形取得開始のタイミングのスレッシュホールド（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ュホー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ュホールドとします。

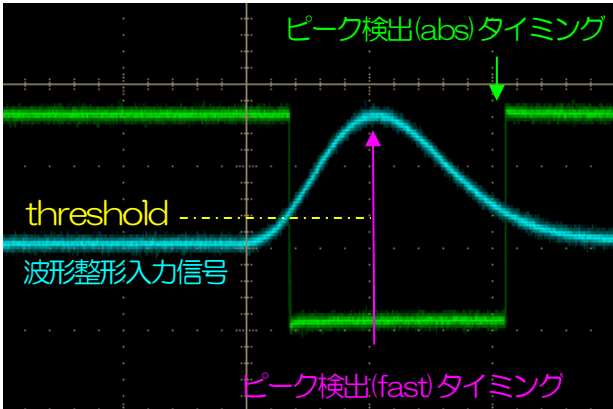


図 5 threshold とピーク検出（abs/fast）タイミング

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（数千cps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。
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 ヘデータを転送し連続的にファイルへ保存します。
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、チャンネル数は 16384、チャンネルあたり 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、そのスレッシュホー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ンネルにカウントを加算していきます。
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 $\pm 40\text{ns}$ から最大 $\pm 10\mu\text{sec}$ です。リストモードとして 2 チャ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 チャンネル) を作成したりすることができます。
meas. mode	計測モードとして、real time または live time を選択します。
real time	予め設定した時間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。
meas. time	計測時間設定。設定範囲は 0 から 192 時間（8 日）です。0 と設定した場合は計測時間による停止はなく、192 時間を超過してもメニュー Stop をクリックするまで計測を続けます。

5. 4. file タブ

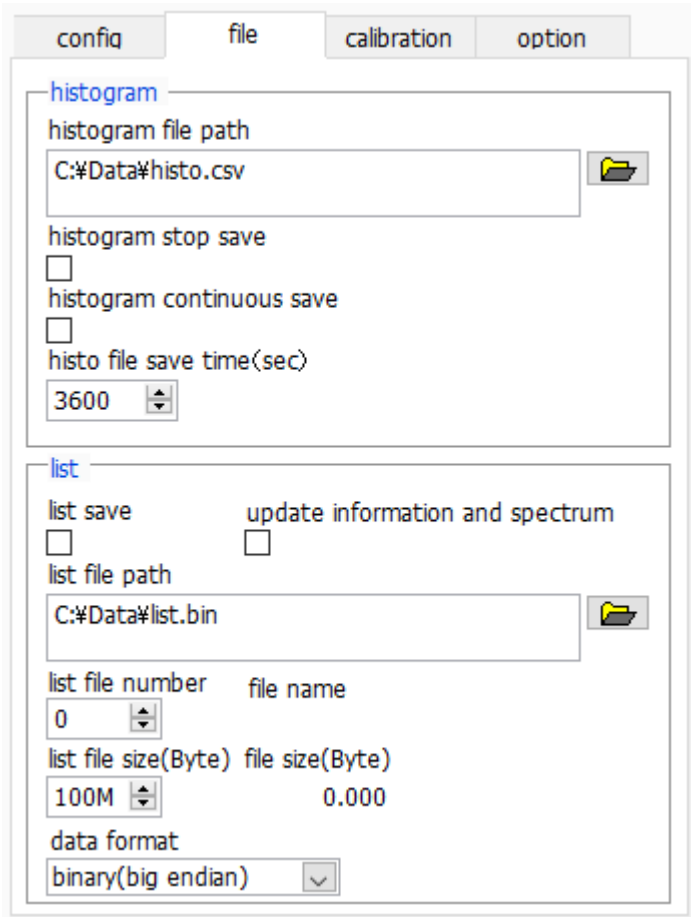


図 6 file タブ

histogram 部

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。拡張子無しも可能です。

※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。

例として、histogram file path に C:\Data\histogram.csv、histogram file save time (sec) に 10 と設定し、日時が 2015/12/23 12:34:00 の場合は、C:\Data\histogram_20151223_123400.csv というファイル名でデータ保存を開始します。10 秒後に C:\Data\histogram_20151223_123410.csv というファイルで保存します。

histogram stop save

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。ファイルの保存先は前述のフォーマットと同様です。

histogram continuous save

ヒストグラムデータを設定時間間隔でファイルに保存するか否かを設定します。

※注意※

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

histo file save time (sec)

ヒストグラムデータの連続保存の時間間隔を設定します。単位は秒です。設定範囲は5秒から3600秒です。

list 部

list save

update information and spectrum

計測開始後、PC に送られてくるリストデータをリストデータファイルに保存します。
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。

※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。

list file path

リストデータファイルの絶対パスを設定します。拡張子無しも可能です。

※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。

例として、list file path に C:\Data\list.bin と設定し、list file number に 10 と設定した場合は、C:\Data\list_000010.bin というファイル名でデータ保存を開始します。

list file size (Byte) で設定したファイルサイズに達すると、list file number が 11 に更新され、C:\Data\list_000011.bin というファイルで保存します。

list file number

リストデータファイル名に自動的に付加される番号です。最大 999999 まで使用できます。999999 の次は 0 となります。

file number

list file path と list file number より作成されたリストデータファイル名です。

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。

file size (Byte)

現在保存中のリストデータファイルのサイズを表示します。SI 表記法で 0.789M、10.100M、1.230G 等と表示します。

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

configfilecalibrationoption

ROI

	ROI ch	ROI start (keV)	ROI end (keV)	peak (keV)
ROI1 :	CH1	2208	2234	1173
ROI2 :	CH1	2512	2533	1332
ROI3 :	CH1	0	8191	1
ROI4 :	none	0	8191	1
ROI5 :	none	0	8191	1
ROI6 :	none	0	8191	1
ROI7 :	none	0	8191	1
ROI8 :	none	0	8191	1

calibration

ch

eV

keV

manual

calibration

ROI	centroid(ch)	peak(keV)
ROI1	- 0.00 -	1332
none	- 0.00 -	0

manual a

1.000

unit

unit

manual b

0.000

図 7 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、ROI 間のピークのカウンツ数や半値幅などの算出を行います。

ROI 部

ROI CH

ROI start

ROI end

peak

ROI 対象の CH 番号を選択します。1 つの CH 信号に対し、最大 8 つの ROI を設定可能です。

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 以下の値とします。

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。ROI start 以上の値とします。

ピーク位置 (ch) のエネルギー値等を定義します。⁶⁰Co で単位が keV の場合、1173 や 1332 と設定します。次の calibration 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。

30

株式会社テクノエーピー

calibration 部

calibration の種類 以下の 4 つからヒストグラムグラフ横軸の単位を選択します。MCS モードの場合は横軸が時間になるので、以下のエネルギーの単位である eV と keV ではなく、時間の単位である ns、us、ms、sec となります。

ch (チャンネル) 単位表示。ROI の FWTM の FWHM などの単位は任意になります。

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 を算出し横軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は 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 を算出し横軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は keV になります。

例として、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 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b と単位ラベルを、manual a と manual b と unit にて任意に設定し、エネルギー校正の際に使用します。

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。

a および b エネルギー校正の算出結果である、ヒストグラム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。

manual a および b manual を選択した場合、ヒストグラムグラフ横軸の作成するため、一次関数 $y=ax+b$ における傾き a と切片 b を固定で任意に設定します。

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。

calibration ボタン calibration の種類に応じてエネルギー校正を実行します。実行後にグラフ横軸に適用される一次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b が算出され、下側の a と b に表示されます。計算方法につきましては、後述の 8. 5. 2 点校正の計算方法を参照ください。

例えば、下図のように calibration 部にて keV を選択し、calibration ボタンをクリックすると ROI1 と ROI2 の centroid 値と peak 値から、各々のピークが各々のエネルギー値になるようにエネルギー校正を実行し、グラフの横軸単位、ROI の設定値、ROI の算出結果の単位も keV になります。

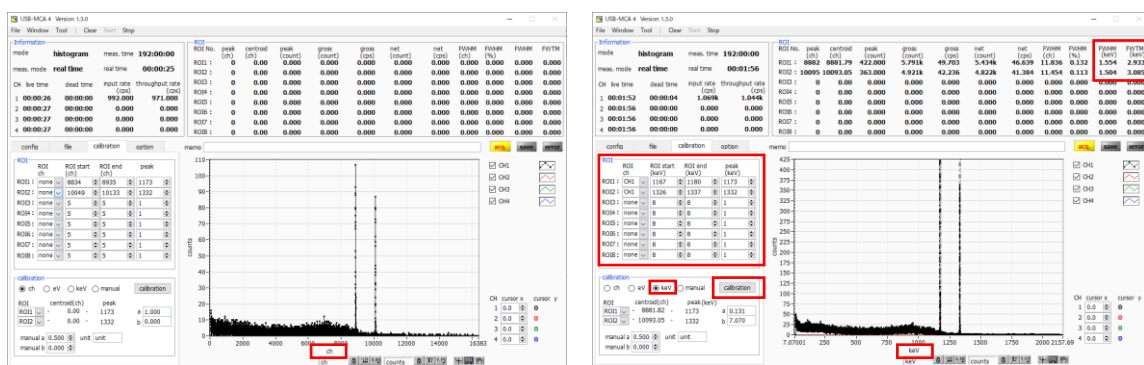


図 8 calibration 部にて keV を選択した場合
(左図：エネルギー校正実行前、右図：エネルギー校正実行後)

5. 6. 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。

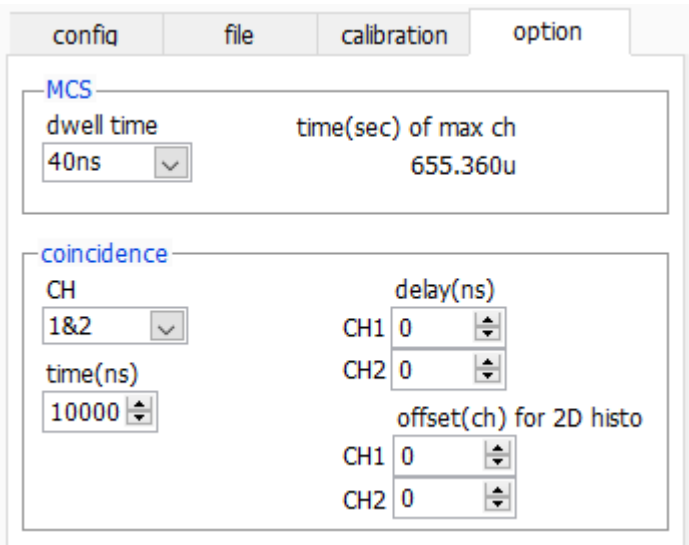


図 9 option タブ

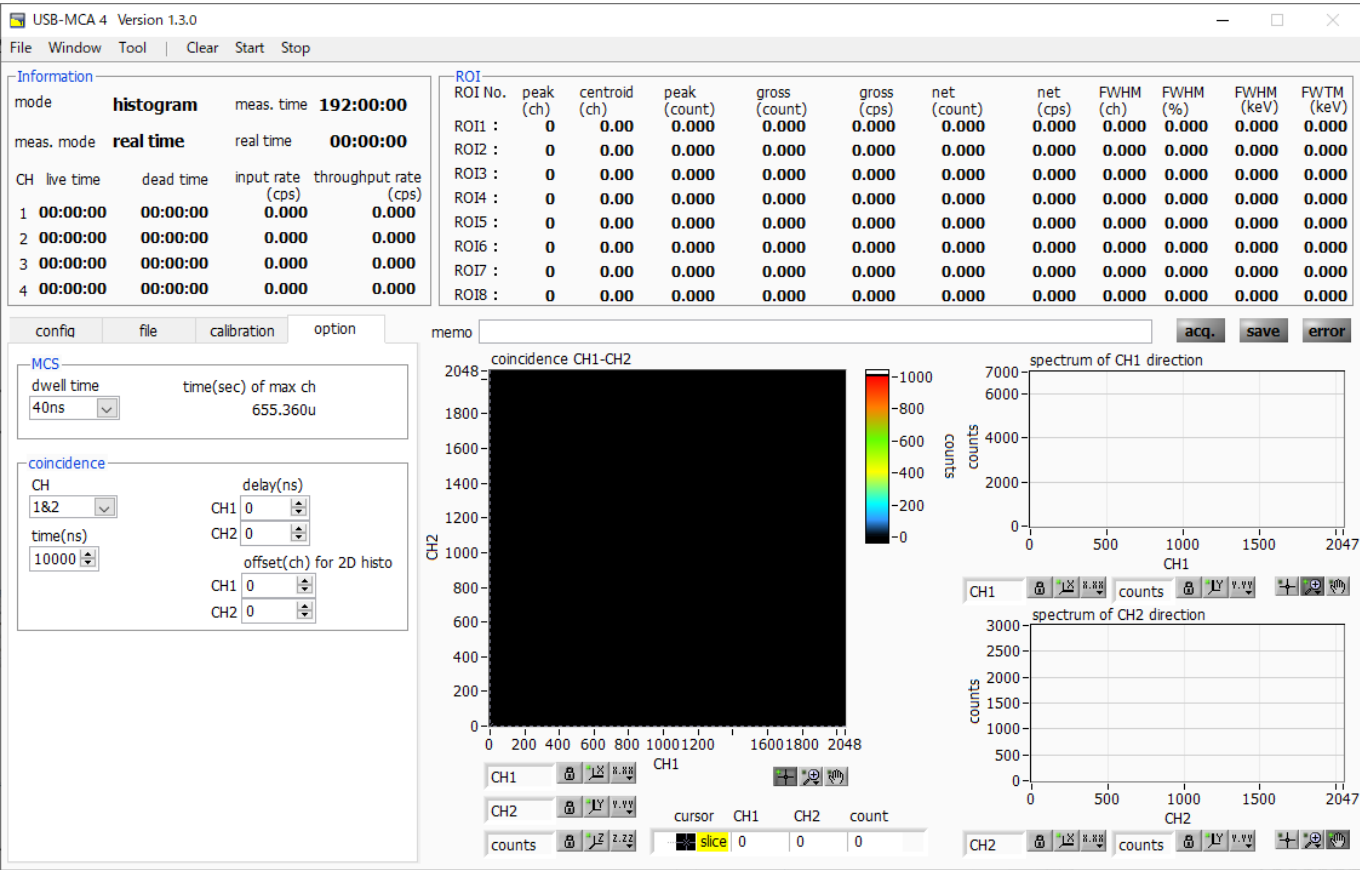


図 10 コインシデンス 2 次元ヒスト

MCS 部

dwell time 横時間のヒストグラムにおける 1 チャン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、 1 μ s、 2 μ s、 5 μ s、
 10 μ s、 20 μ s、 50 μ s、 100 μ s、 200 μ s、 500 μ s、 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ンネルの時間を表示します。16384 チャンネルありますので、最小の 40ns の場合は $40\text{ns} \times 16384$ チャンネルより、 $655,360\text{ns}$ ($655.36\mu\text{s}$) となります。

coincidence 部

CH 対象 CH。1 & 2 (CH1 と CH2) のみ選択可能。

time (ns) 同時計数とするための時間範囲。範囲は 40ns から 10,000ns (10 μsec)。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。

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 (10 μsec)。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。

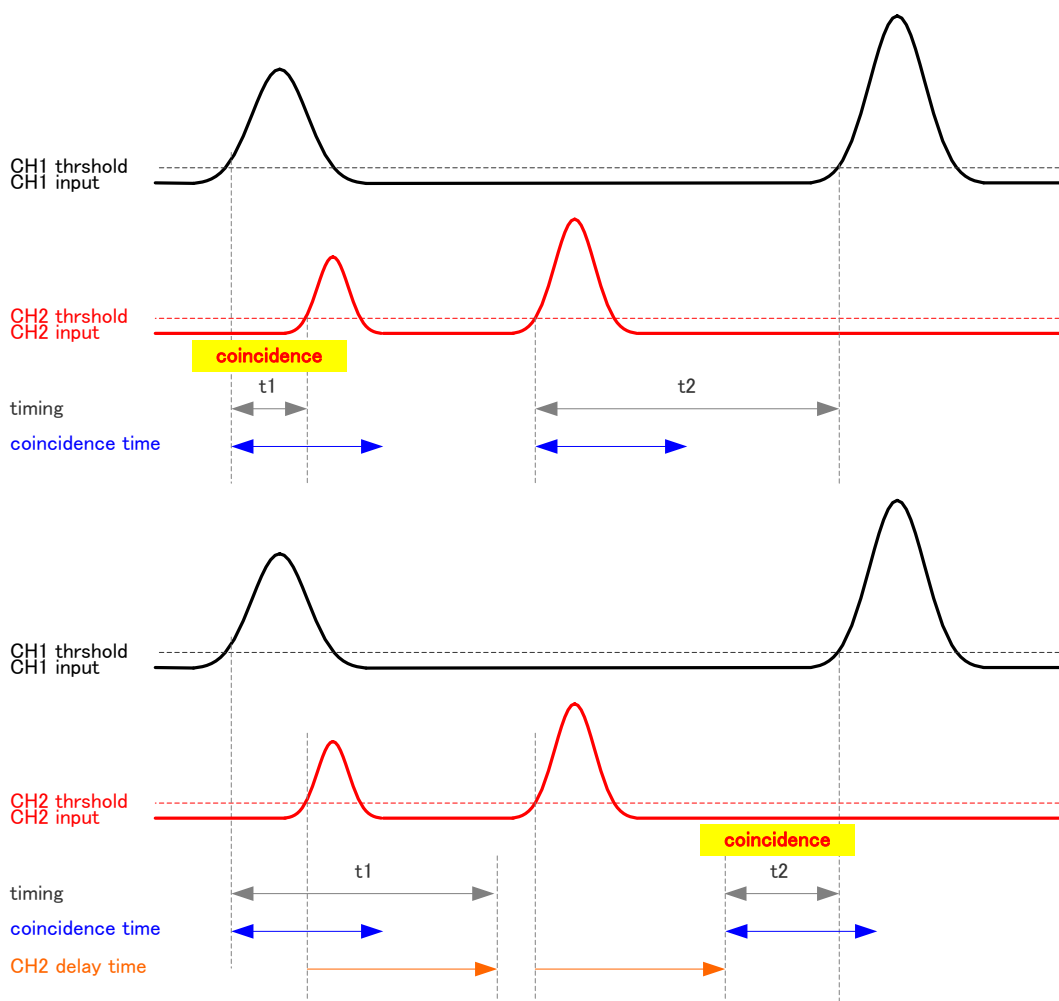


図 11 コインシデンスタイミング例 (上図: delay 不使用時、下図: CH2 delay time 使用時)

offset(ch) for 2D histo 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ンネルを設定します。設定範囲は0から2048 (4096-2048) チャンネルです。表示範囲が 2048×2048 チャンネルです。この範囲内にピークが入るようにオフセット値を調整します。

グラフ 2次元ヒストグラムグラフ。横軸を CH1 の波高値 (ch)、縦軸を CH2 の波高値 (ch)、Z 軸をカウント数とします。横軸と縦軸の最大チャンネル数は2048 チャンネルです。

spectrum of CH1 direction CH1 側から見た 1 次元のチャンネル加算ヒストグラムグラフを表示します。

spectrum of CH2 direction CH2 側から見た 1 次元のチャンネル加算ヒストグラムグラフを表示します。

5. 7. グラフ

グラフ

cursor x

プロット凡例

横軸範囲

縦軸範囲

CH1 から CH4 のヒストグラムを表示します

CH 毎に点線カーソルがあり、設定したチャンネルにおけるヒストグラム上のカウント値を、対応する CH の cursor y に表示します。

グラフの色や線の種類などを設定します。グラフ上でのサブメニューにて表示/非表示を切り替えることができます。

横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、横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。

縦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、縦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。

横軸において、オートスケール可否や精度、マッピング（線形・対数）を設定します。

縦軸において、オートスケール可否や精度、マッピング（線形・対数）を設定します。

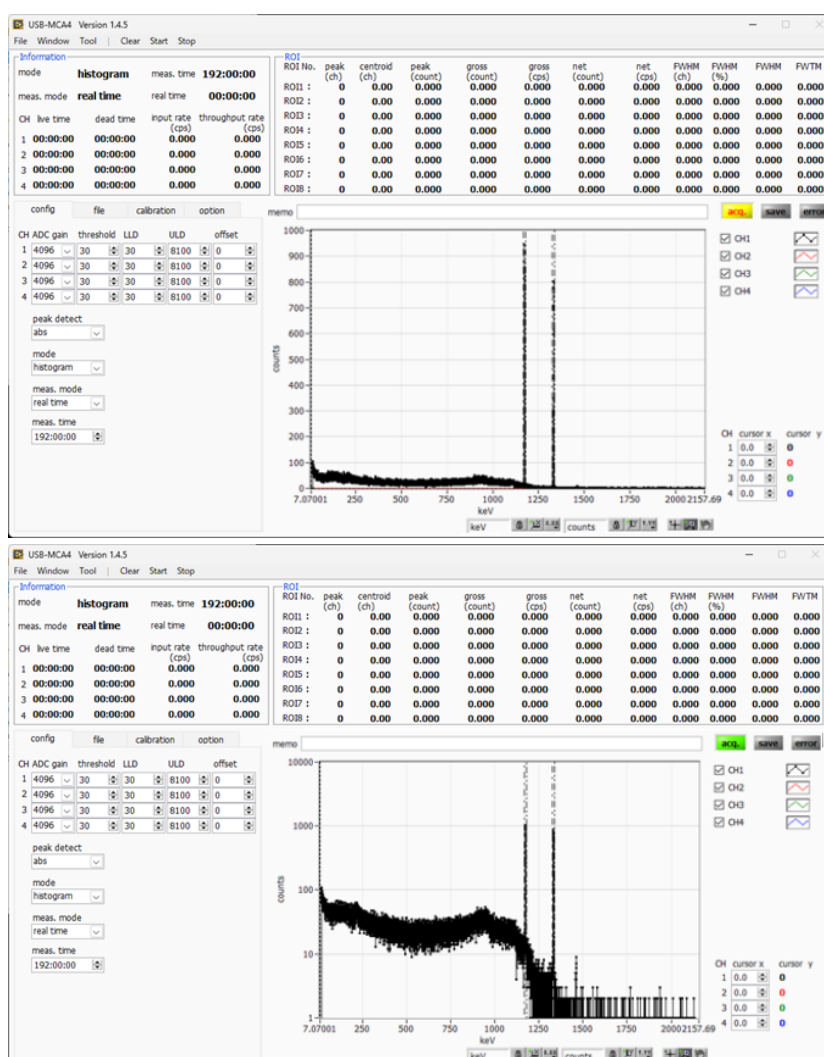
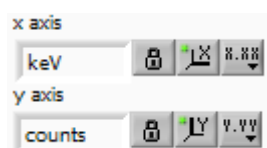


図 12 グラフ（上側：縦軸マッピングモードにて線形、下側：対数）



カーソル移動ツールです。ROI 設定の際カーソルをグラフ上で移動可能です。



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。

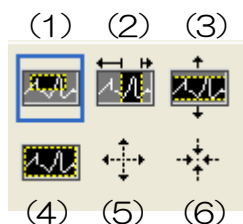


図 13 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- (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 横軸に沿ってグラフの領域にズームインします。
- (3) Y-ズーム 縦軸に沿ってグラフの領域にズームインします。
- (4) フィットズーム 全てのXおよびY スケールをグラフ上で自動スケールします。
- (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。

6. 計測

6. 1. ヒストグラムモード

- (1) config タブ内 mode にて histogram を選択します。
- (2) 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、Clear をクリックせずに次の計測を開始します。
- (3) 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。
- (4) 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 histogram 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。
 - ・ 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。

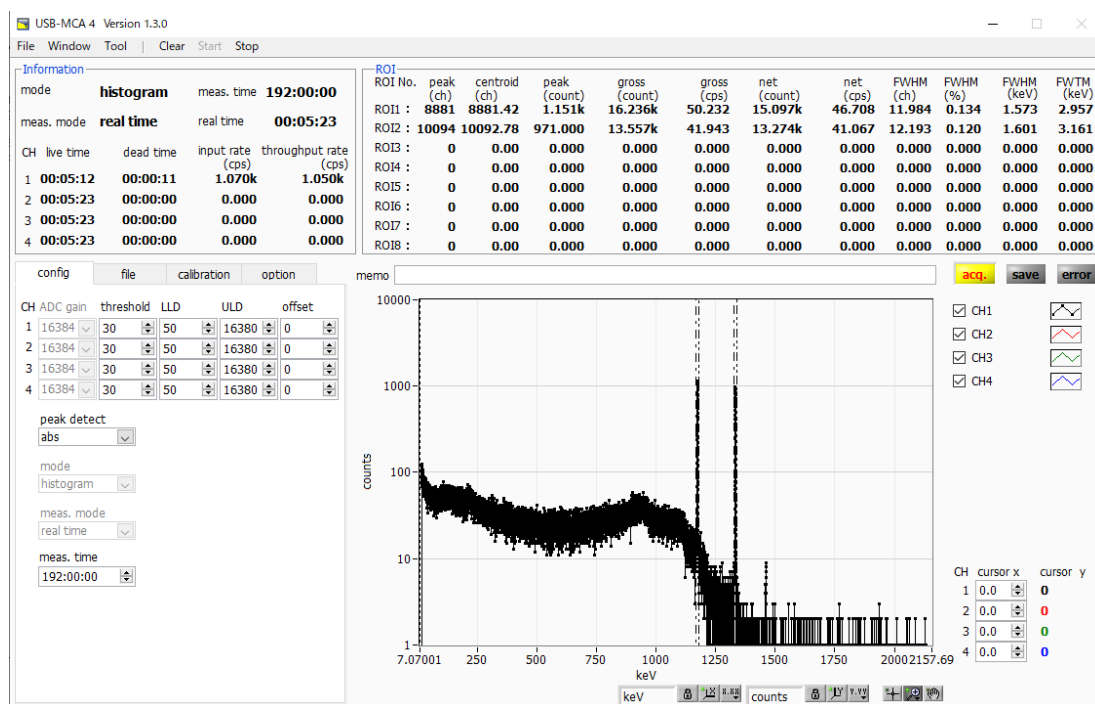


図 14 ヒストグラムモード計測画面

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) config タブ内 mode にて list を選択します。
- (3) file タブ内 list ブロックにて、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。
- (6) 計測開始後、以下の状態に移移します。
 - ・ acq LED が点滅します。
 - ・ save LED が点滅します。
 - ・ Information 部に計測状況が表示されます。
 - ・ mode に list 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。
 - ・ 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。list file size 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 information and spectrum 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。

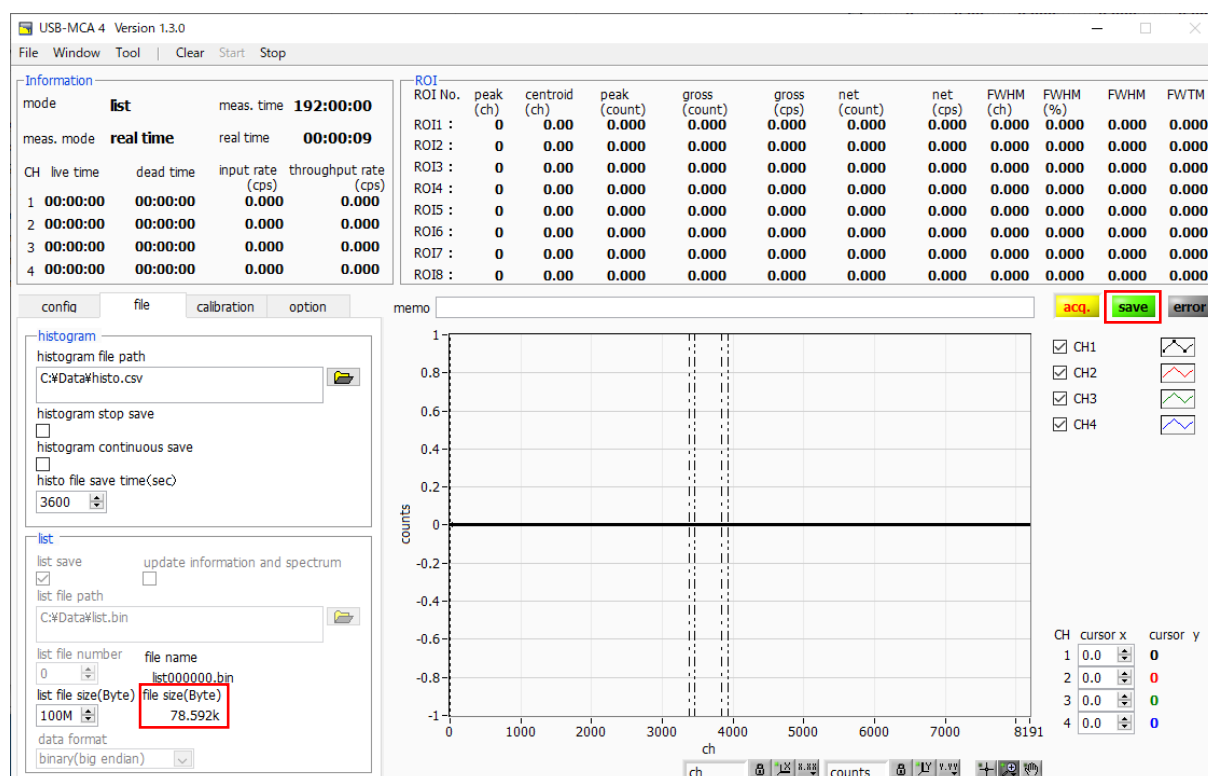


図 15 リストモード計測画面

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) 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ンネルがどこにあるかを確認します。config タブ内 mode にて histogram を選択します。
- (3) config タブ内 LLD と ULD を広めに設定します。
- (4) 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。
- (5) 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。

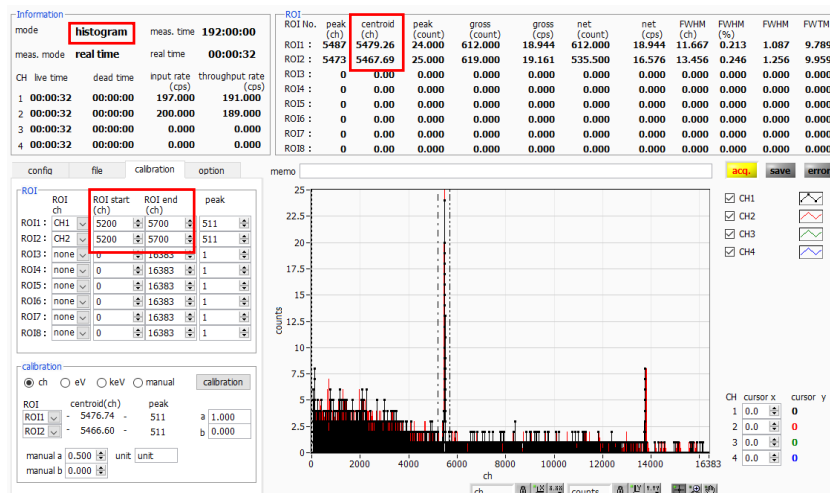


図 16 ヒストグラムモードにて着目ピークの centroid(ch) を確認

- (6) 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。
- (7) 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。

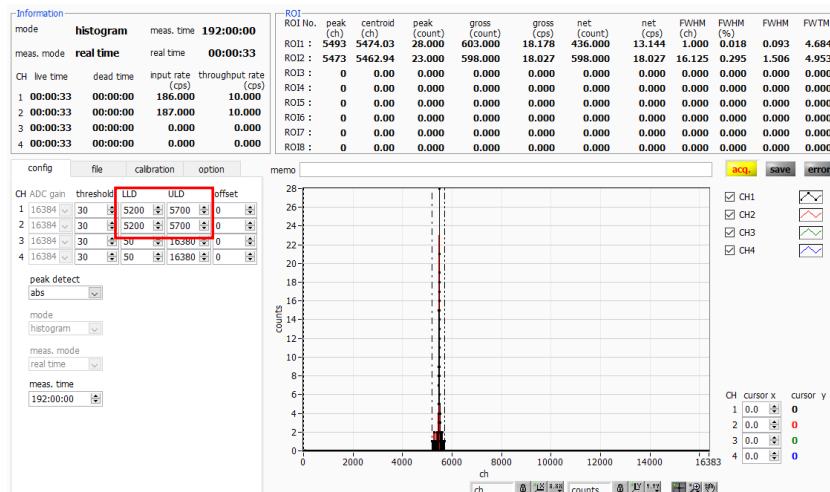


図 17 ヒストグラムモードにて LLD とULD の設定状態を確認

- (8) 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 Window - 2D histo 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。また、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 list save と update information and spectrum のチェックボックスを使用します。

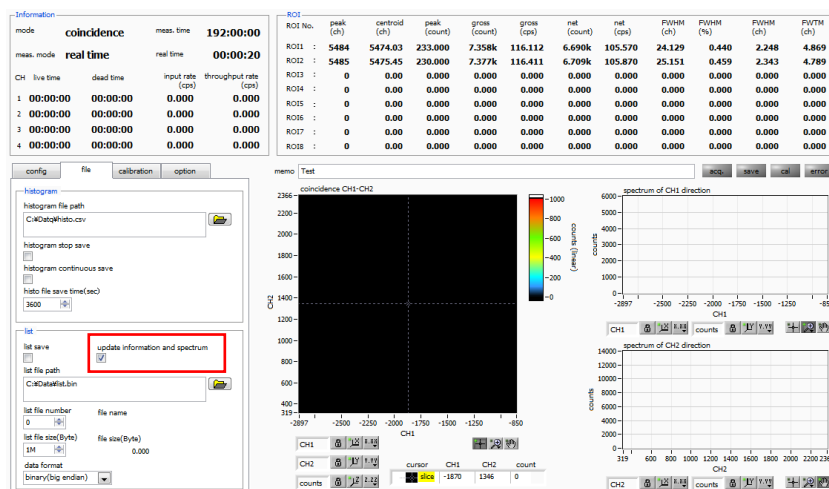


図 18 file タブ設定

- (9) option タブ内 coincidence 部の設定を行います。上の例の場合、コインシデンスを見たいエネルギー帯の centroid 値が、2 次元ヒストの範囲 (CH1) 2048× (CH2) 2048 の範囲を両方とも超えているので、offset(ch) for 2D histo の設定が必要となります。それぞれが中心の 1024ch にくるようにする場合は、中心値-1024ch より 4451ch と設定します。
- (10) config タブ内 mode にて coincidence を選択します。
- (11) 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。
- (12) 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。
- (13) 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 information and spectrum 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。

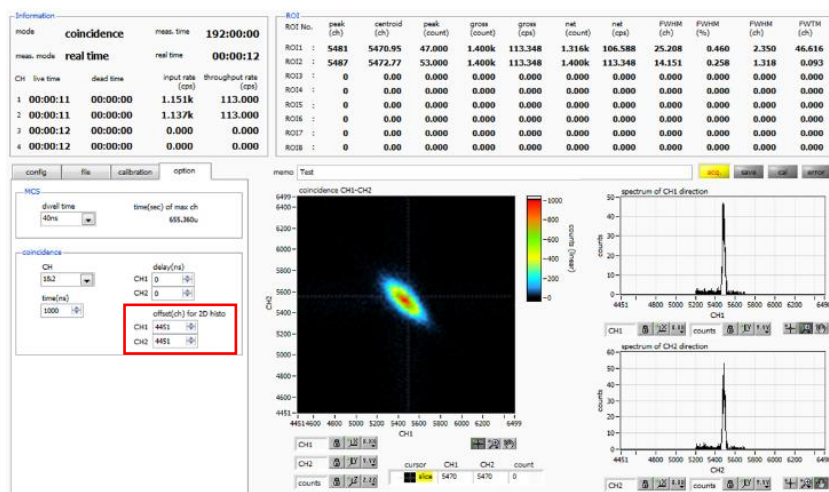


図 19 コインシデンス 2 次元ヒストグラム ※参考データ

6. 4. MCS モード

- (1) config タブ内 mode にて MCS を選択します。
- (2) config 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 チャン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ュホー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 間隔のチャン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ンネルに 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 間隔のチャン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ンネルに 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ン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、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、最終チャンネルに加算されます。

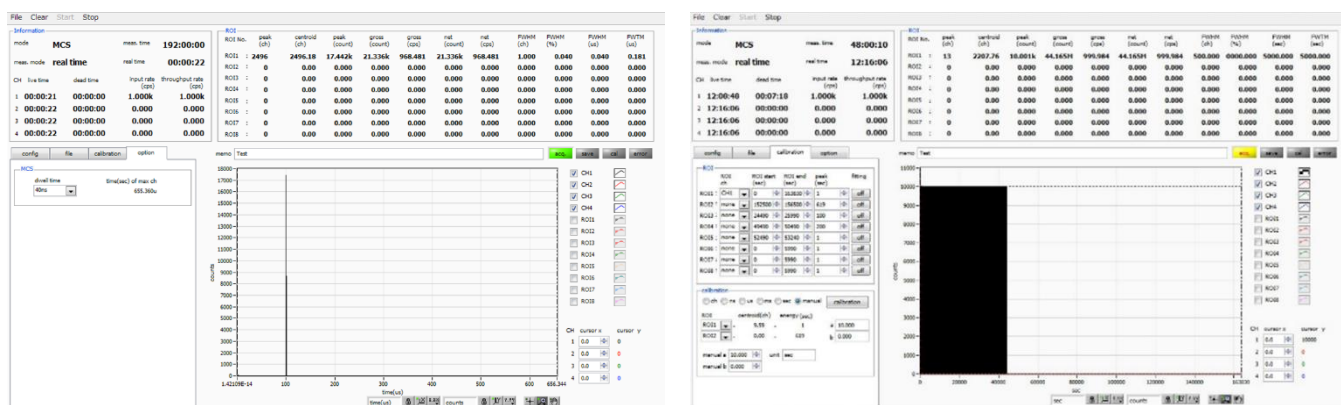


図 20 MCS ヒストグラムモード計測画面

- (左図: リセット有り。リセットから 100 μ sec 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 live 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
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	CH 毎ライブタイム。単位は秒
Dead time	CH 毎デッドタイム。単位は秒
Start Time	計測開始時刻
End Time	計測終了時刻
※以下 CH 毎に保存	
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッシュホールド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
※CH 毎はここまで	
mode	モード
meas. mode	計測モード
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
CH1CursorX	CH1 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH2CursorX	CH2 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH3CursorX	CH3 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH4CursorX	CH4 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI の対象となった入力チャンネル番号。
ROI start(ch)	ROI 開始位置 (ch)
ROI end(ch)	ROI 終了位置 (ch)
peak	ROI 間のピークのエネルギー値
fitting	(未使用) フィッティング適用
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	ROI 間の半値幅 (keV 等)
FWTM	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
ヒストグラムグラフ X 軸と CH1 から CH4 の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 path に設定したファイルパスに、file number を0 詰め6 桁付加したものになります。
例：list file path に “ D:¥data¥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	60	59	48
3	0	43	32
空き [3..0]		ABS[43..32]	
47			32
31			16
ABS[31..16]			
31			16
15			0
ABS[15..0]			
15	14	13	0
1	0	13	0
CH [1..0]		PHA[13..0]	

図 21 リストデータ (80 bit) 構成、ビッグエンディアンの場合

- 空き

空き。4Bit。Bit63 から Bit60。
- ABS

アプソリュートカウント (時間情報、計測経過時間、Real Time)。44Bit (ABS[43..0])。1Bit あたり 40ns。最大計測時間は約 8 日 (8 日÷2⁴⁴ * 40ns)。
Bit59 から Bit48 ABS[43..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	55	52	51	48
39	32	3	0	43	40
ABS[39..32]		空き [3..0]		ABS [43..40]	
47	40	39			32
23	16	31			24
ABS[23..16]		ABS[31..24]			
31	24	23			16
7	0	15			8
ABS[7..0]		ABS[15..8]			
15	8	7	6	5	0
7	0	1	0	13	8
PHA[7..0]		CH [1..0]		PHA[13..8]	

図 22 リストデータ (80 bit) 構成、リトルエンディアンの場合

- 空き 空き。4Bit。Bit55 から Bit52。
- ABS アブソリュートカウント (時間情報、計測経過時間、Real Time)。44Bit (ABS[43..0])。1Bit
あたり 40ns。最大計測時間は約 8 日 ($8 \text{ 日} \div 2^{44} * 40\text{ns}$)。
 Bit63 から Bit56 ABS[39..32]
 Bit51 から Bit48 ABS[43..30]
 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]

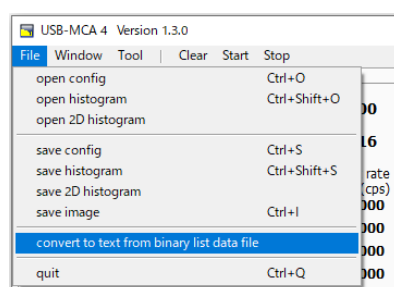
7. 3. リストデータファイルのテキスト形式変換

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。

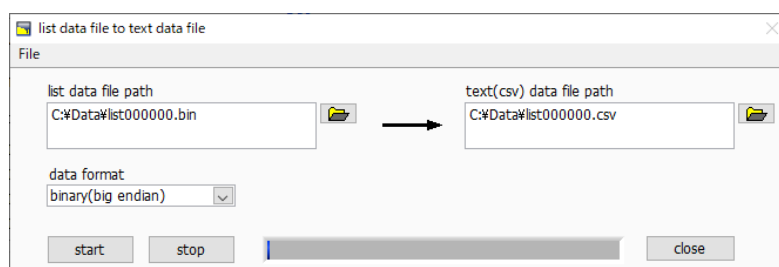
- ABS（アブソリュート）カウント バイナリ：40ns 単位 テキスト：ns 単位
- CH 番号 バイナリ：0～3 テキスト：1～4
- PHA（波高値） バイナリ/テキストともに 0～4095

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。

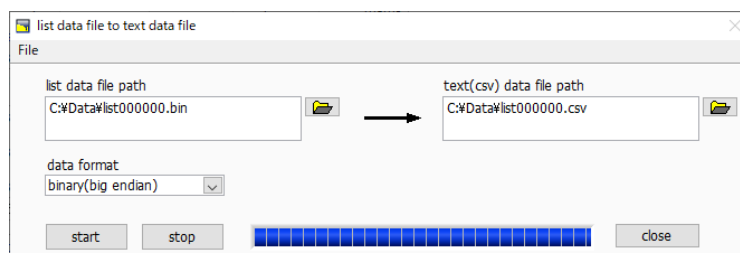


以下のlist data file to text data file 画面が開きます。



- 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
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	CH 毎ライブタイム。単位は秒
Dead time	CH 毎デッドタイム。単位は秒
Start Time	計測開始時刻
End Time	計測終了時刻
※以下 CH 毎に保存	
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッシュホールド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
※CH 毎はここまで	
mode	モード
meas. mode	計測モード
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
CH1CursorX	CH1 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH2CursorX	CH2 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH3CursorX	CH3 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH4CursorX	CH4 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI の対象となった入力チャンネル番号。
ROI start(ch)	ROI 開始位置 (ch)
ROI end(ch)	ROI 終了位置 (ch)
peak	ROI 間のピークのエネギー値
fitting	(未使用) フィッティング適用
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	ROI 間の半値幅 (keV 等)
FWTM	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

[2D Histogram]

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ンネル

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ンネル

[Data]

データ部

CH1 と CH2 の ch 座標データとその位置のカウント数。

最大行数は 2048×2048 。

CH1 の ch (bin)、CH2 の ch (bin)、カウント数の順。

行数は可変長です。

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
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	CH 毎ライブタイム。単位は秒
Dead time	CH 毎デッドタイム。単位は秒
Start Time	計測開始時刻
End Time	計測終了時刻
※以下 CH 毎に保存	
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッシュホールド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
offset	オフセット
※CH 毎はここまで	
mode	モード
meas. mode	計測モード
meas. time(sec)	計測時間。単位は秒
dwell time (sec)	ドゥエルタイム。単位は秒
CH1CursorX	CH1 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH2CursorX	CH2 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH3CursorX	CH3 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
CH4CursorX	CH4 用カーソル位置と CH1 ヒストグラム上のカウント値
[Calculation]	計算部
※以下 ROI 毎に保存	
ROI No.	ROI の対象となった入力チャンネル番号。
ROI start(ch)	ROI 開始位置 (ch)
ROI end(ch)	ROI 終了位置 (ch)
peak	ROI 間のピークのエネルギー値
fitting	(未使用) フィッティング適用
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	ROI 間の半値幅 (keV 等)
FWTM	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
ヒストグラムグラフ X 軸と CH1 から CH4 の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ュホールドレベル V_{th} を超えるところは、外部 GATE 入力信号が High レベルを保持してください。波形整形入力信号がスレッシュホールドレベルを下回ったタイミングで A/D 変換処理が行われ、 $1.2\mu s$ の処理時間を経てピーク値を確定します。

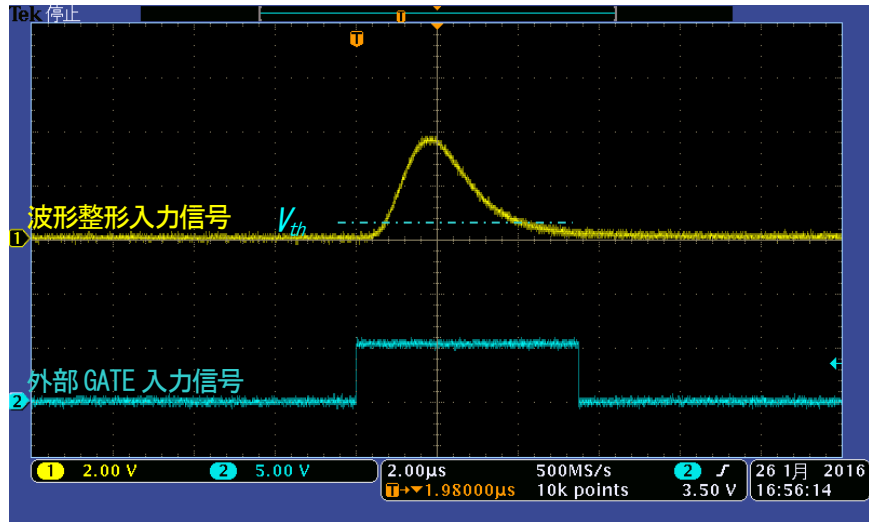


図 23 外部 GATE 入力信号タイミング

※ 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、Low 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。

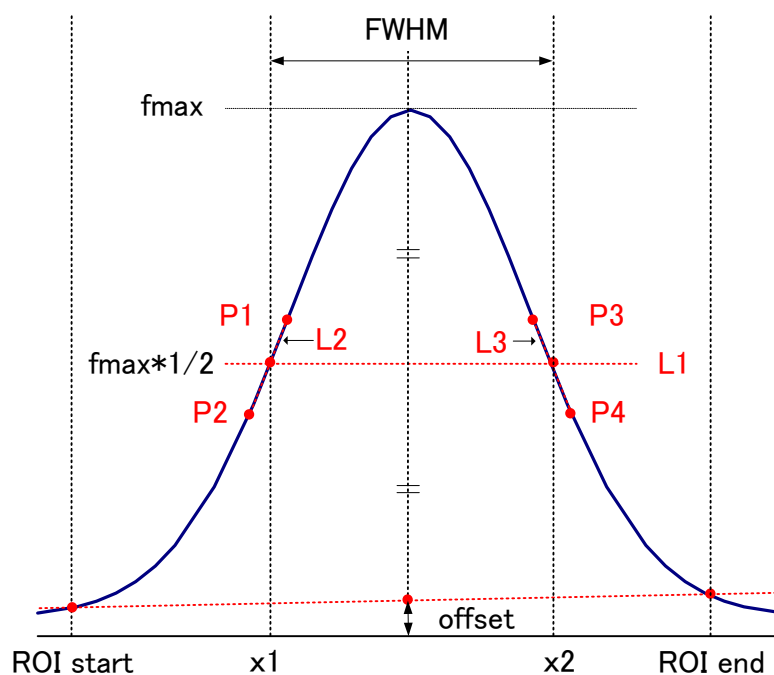


図 24 FWHM 算出

- (1) ヒストグラムにおける ROI start と ROI end 間の最大値 f_{\max} を検出します。
- (2) ヒストグラムと ROI start の交点と、ヒストグラムと ROI end の交点を直線で結びます。その直線とピーク値 f_{\max} から横軸へ垂直におろした線との交点を求めバックグラウンドオフセット (offset) を算出します。
- (3) f_{\max} から offset を差し引いた部分の $1/2$ を算出し、横軸と平行した直線 $L1$ を引きます。
- (4) ヒストグラムと $L1$ が交差する 2 点を求めるため、交差する前後点 $P1$ と $P2$ 、及び $P3$ と $P4$ を検出します。
- (5) $P1$ と $P2$ を結ぶ直線 $L2$ と、同じく $P3$ と $P4$ を結ぶ直線 $L3$ を引きます。
- (6) $L1$ と $L2$ の交点の X 座標 $x1$ と、同じく $L1$ と $L3$ の交点の X 座標 $x2$ を求めます。
- (7) $x2$ と $x1$ の差を FWHM とします。

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、コベル法で算出しています。

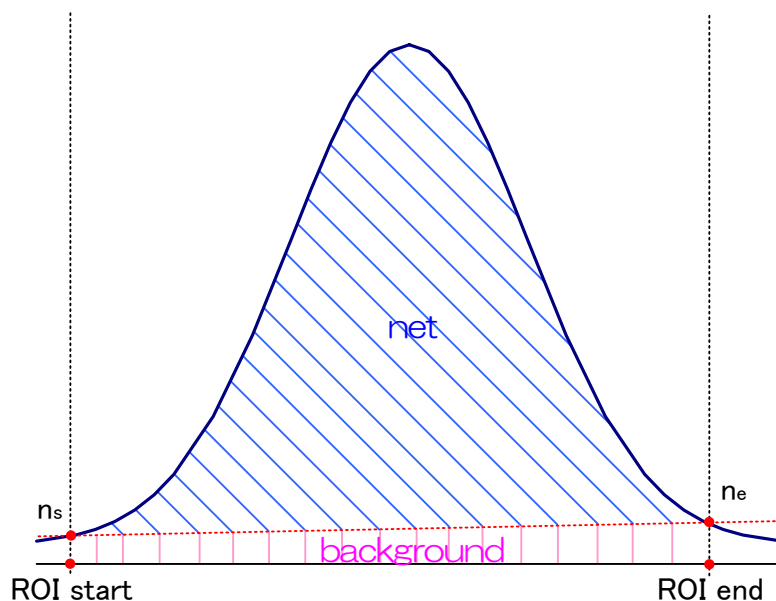


図 25 グロスカウントとネットカウント算出

- (1) gross カウントは、ROI start と ROI end 間のカウントの総和です。
- (2) net カウントは、gross カウントから background (バックグラウンド) カウントを差し引いたピークの正味カウント (上図の青色の斜線部分) です。
- (3) background (バックグラウンド) カウントは、ROI start とヒストグラムの交点 n_s と、ROI end とヒストグラムの交点 n_e を直線で結びます。ROI start と n_s と n_e と ROI end の 4 点を囲む四角形の面積 (上図の桃色の線部分) です。

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。

ROI		
ROI No.	peak (ch)	centroid (ch)
ROI1	9446	9446.99
ROI2	10728	10729.54

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。

calibration				
<input type="radio"/> ch	<input type="radio"/> eV	<input checked="" type="radio"/> keV	<input type="radio"/> manual	calibration
ROI	centroid(ch)	energy (keV)	a	1.000
ROI1	9446.99	1173	b	0.000
ROI2	10729.53	1332		

calibration タブ内下側に位置する calibration にて、ラジオボタン keV 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 を選択します。ROI2 を none とすることで 1 点校正も可能です。

ROI				
ROI	ch	ROI start (keV)	ROI end (keV)	energy (keV)
ROI1	CH1	1164	1185	1173
ROI2	CH1	1323	1352	1332

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				
<input type="radio"/> ch	<input type="radio"/> eV	<input checked="" type="radio"/> keV	<input type="radio"/> manual	calibration
ROI	centroid(ch)	energy (keV)	a	0.124
ROI1	9446.99	1173	b	1.831
ROI2	10729.53	1332		

calibration ボタンをクリックすると、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。

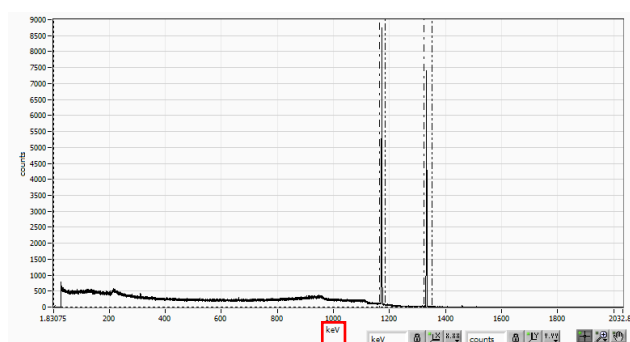
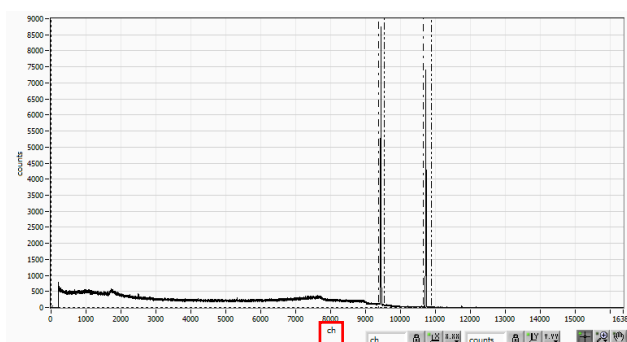


図 26 左側：エネルギー校正前 ch、右側：エネルギー校正後 keV

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

$$b = y - ax$$

例として、 ^{60}Co の 1173keV の centroid が 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 $0.124 * \text{ch} + 1.831$ にて作成されます。

(2) MCS モード時

calibration 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。

ROI		
ROI No.	peak (ch)	centroid (ch)
ROI1 : 2500		2500.33
ROI2 : 10000		10000.31

dwell time と calibration 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。

calibration				
<input type="radio"/> ch	<input checked="" type="radio"/> us	<input type="radio"/> ms	<input type="radio"/> sec	<input type="radio"/> manual
ROI	centroid(ch)	peak (us)	a	b
ROI1	2500.31	100	0.040	
ROI2	10000.25	400	0.000	

calibration タブ内下側に位置する calibration 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 を選択します。

ROI				
ROI	ch	ROI start (us)	ROI end (us)	peak (us)
ROI1 :	CH1	90	108	100
ROI2 :	CH1	391	415	400

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

calibration				
<input type="radio"/> ch	<input checked="" type="radio"/> us	<input type="radio"/> ms	<input type="radio"/> sec	<input type="radio"/> manual
ROI	centroid(ch)	peak (us)	a	b
ROI1	2500.31	100	0.040	
ROI2	10000.25	400	0.000	

calibration ボタンをクリックすると、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。

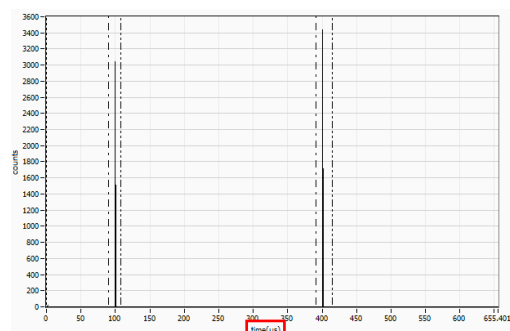
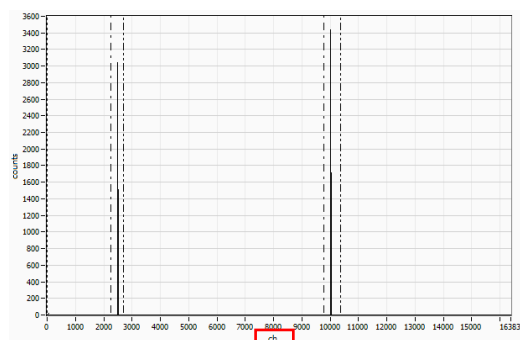


図 27 左側：エネルギー校正前 ch、右側：エネルギー校正後 time(us)

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

$$b = y - ax$$

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. Tool 機能 gauss fit analysis

本アプリにはガウスフィッティングによるピーク解析機能があります。専用画面を開き、計測中またはデータファイルのヒストグラムデータを対象に、カウント数の少ないピークや重なり合うピークを分けて半値幅やカウント数などを算出することができます。

ガウスフィッティングは、バックグラウンドを考慮したガウス関数+1 次式をモデル関数として使用します。

パラメータの初期値は ROI で設定した範囲から自動的に算出します。ガウスフィッティングのアルゴリズムは最急降下法と Gauss-Newton 法のよいところを組み合わせることで収束性が向上している Levenberg-Marquardt 法を採用しております。

$$f(x; A, \mu, \sigma, a, b) = A \exp \left\{ -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\} + (ax + b)$$

Where:

A : amplitude , μ : center , σ : standard deviation

a : slope , b : intercept

数式 1 ガウス関数+1 次式

9. 1. 起動画面

メニュー Tool - gauss fit analysis を実行します。実行後、下図の起動画面が表示されます。

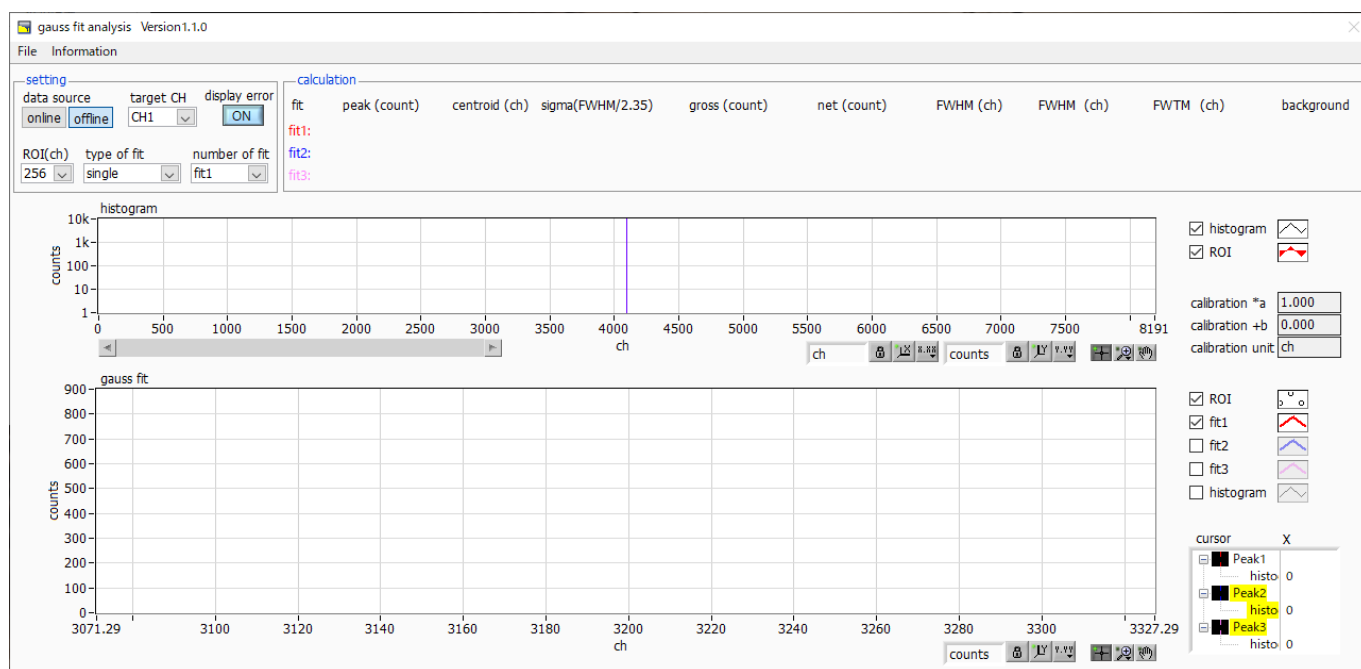


図 28 ガウスフィット起動画面

・メニュー部

File - open gauss fit file	ガウスフィットファイル読み込み
File - open histogram file	ヒストグラムデータファイルの読み込み
File - save gauss fit file	ガウスフィットデータをファイルに保存
File - save image	画面を png 形式で保存
File - close	画面の終了
Information	情報画面を表示。ダイアログ画面で本画面を使用する際の注意事項などを表示

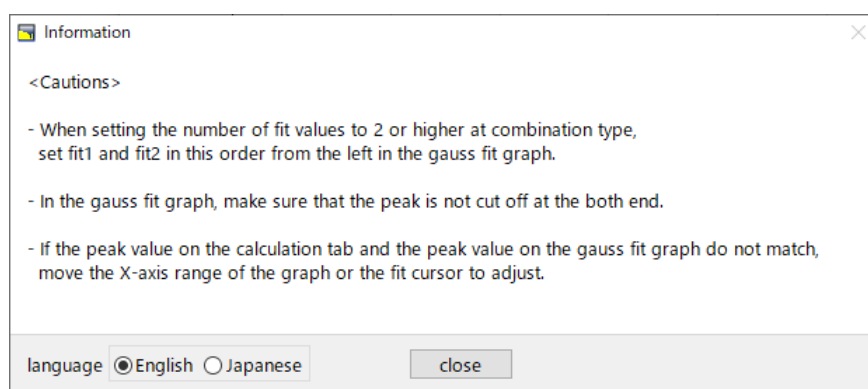



図 29 information 画面

• setting 部

data source	解析対象データを選択します。
online	メイン画面で計測中のデータを対象とします。
offline	予め読み込んだヒストグラムデータファイルまたはガウスフィットデータファイル内のデータを対象とします。
target CH	解析対象 CH を選択します。
display error	calculation 部の各種算出値について、誤差表示の ON/OFF を切り替えます。
ROI(ch)	gauss fit グラフ内で表示する解析対象のデータ点数です。256 または 512 チャンネルから選択します。
type of fit	フィッティングの種類を single, combination から選択します。 通常は single を推奨しますが、ピークが近接しておりフィッティングし難い場合は、combination を選択します。
number of fit	ガウスフィット数の選択。一つのヒストグラムに対し、最大3つのピークに対してガウスフィット解析を実行することが出来ます。

• calculation 部

peak(count)	最大カウント
centroid(ch)	全カウントの総和から算出される中心値 (ch)
sigma(FWHM/2.35)	分散値
gross(count)	カウントの総和
net(count)	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
FWHM	半値幅 ※単位はメイン画面でのエネルギー校正状況に従います
FWTM	ピークの 1/10 幅 ※単位はメイン画面でのエネルギー校正状況に従います
background	バックグラウンド値

calibration *a	メイン画面でのエネルギー校正係数 *a が表示されます。
calibration +b	メイン画面でのエネルギー校正係数 +b が表示されます。
calibration unit	メイン画面での unit が表示されます。
histogram グラフ	histogram グラフ内 histogram プロットは、ガウスフィット対象のヒストグラムデータをグラフ表示します。ROI プロットは gauss fit グラフで表示している部分であり、赤色で表示されます。グラフ左下の横スライドバーを左右に動かすと、表示点数は一定のまま表示位置を変えることができます。各チェックボックスのチェック有りはプロット表示、チェック無しはプロット非表示です。
gauss fit グラフ	histogram グラフに表示されたヒストグラムデータから、gauss fit グラフの X 軸の開始位置から ROI(ch) で設定したチャンネル分を抽出して表示します。fit1 から fit3 プロットは、各カーソルで設定したピークを対象にガウスフィットしたデータです。histogram プロットは、ガウスフィットした結果を連結したデータです。グラフ右下の  (表示のパン) ボタンを選択後、グラフ上をクリックしたままドラッグすると、表示点数は一定のまま表示位置を変えることができます。また、グラフ右下のカーソルの X は、ガウスフィット対象ピークに合わせるカーソルの位置であり、X を直接入力することでカーソルを移動させることもできます。各チェックボックスのチェック有りはプロット表示、チェック無しはプロット非表示です。

9. 2. オンラインの場合

計測中に取得したヒストグラムを対象に、下記の手順で指定ピークに対してガウスフィット解析を行います。

- (1) data source で online を選択します。
- (2) ヒストグラムモードで計測を開始します。計測中のヒストグラムが随時 histogram グラフに表示されます。
- (3) gauss fit グラフでは、histogram グラフ内の着目部分のヒストグラムが表示されます。このグラフの横軸範囲の設定は、histogram グラフ側で垂直カーソルを対象範囲の中央に移動するか、gauss fit グラフ側で横軸の最小値を直接入力します。設定後、histogram グラフには gauss fit グラフで選択した範囲が赤色になります。
- (4) 解析対象のおおよそのピーク部分に、最大 3 本の垂直カーソルを設定します。カーソルの設定は下図赤枠のボタンが押された状態で、赤色と青色と桃色の垂直カーソル線をそれぞれドラッグし、ピーク部分にドロップします。または、画面右下のカーソルの X 値に数値を入力することで、カーソル位置を設定することもできます。
- (5) calculation 部には、各ガウスフィットデータを元にした半値幅等の演算結果が表示されます。

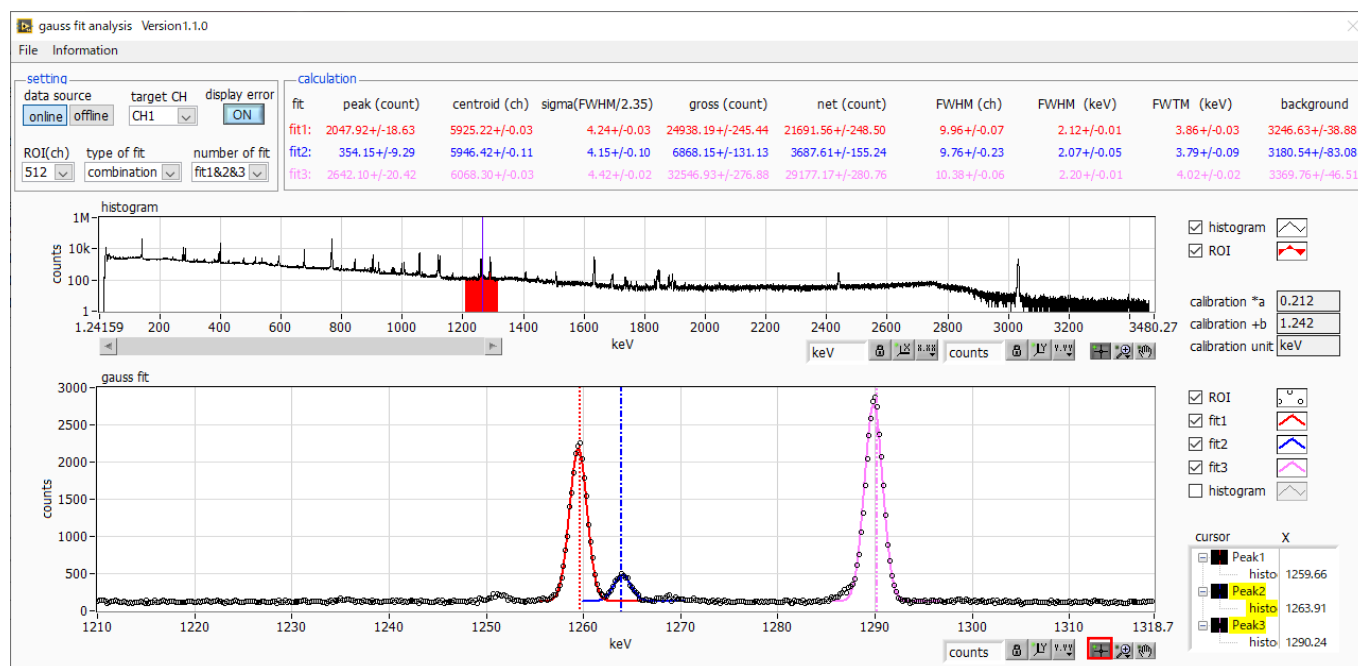


図 30 ガウスフィット画面 (online 時)

9. 3. オフラインの場合

ヒストグラムデータファイルまたはガウスフィットデータファイルを読み込むことで、取得済のヒストグラムを対象に、下記の手順で指定ピークに対してガウスフィット解析を行います。

- (1) data source で offline を選択します。
- (2) メニュー file - open gauss fit file または file - open histogram file をクリックします。ファイル選択ダイアログが表示されるので、読み込み対象のデータファイルを選択して開きます。データファイル内のヒストグラムが histogram グラフに表示されます。

以降の手順は、オンラインの場合と同様です。

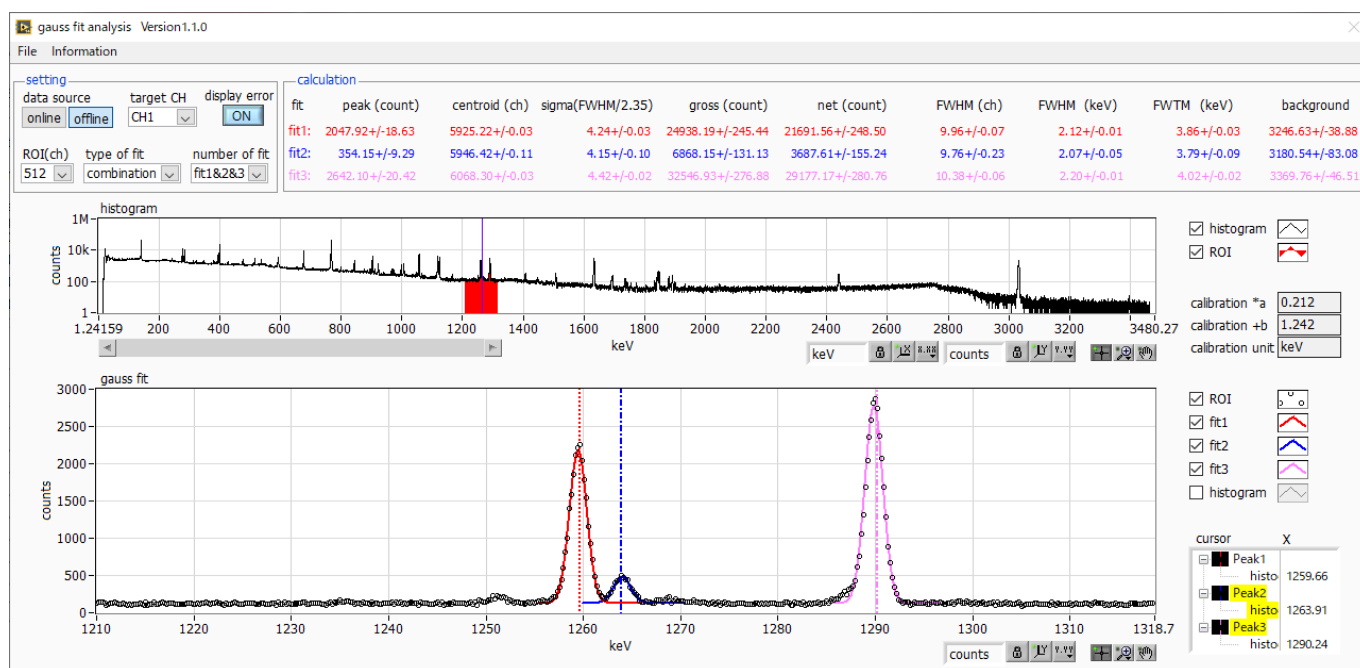


図31 ガウスフィット画面 (offline時)

9. 4. 注意事項

ガウスフィット画面において正常に動作するために、下記の点をご注意ください。

- type of fit で combination を選択し、number of fit を 2 以上に設定する場合は、gauss fit グラフでは左から fit1、fit2 の順で設定します。fit1 が正常に動作していない場合、続く fit2 と fit3 も非表示になります。
- fit 対象のピークは gauss fit グラフの両端で切れることなく、ピーク全体を表示するようにします。
- calculation タブの peak 値と gauss fit グラフのピーク値が一致しない場合は、グラフの横軸範囲や fit のカーソルを動かしてください。

9. 5. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

10. Tool 機能 peak search analysis

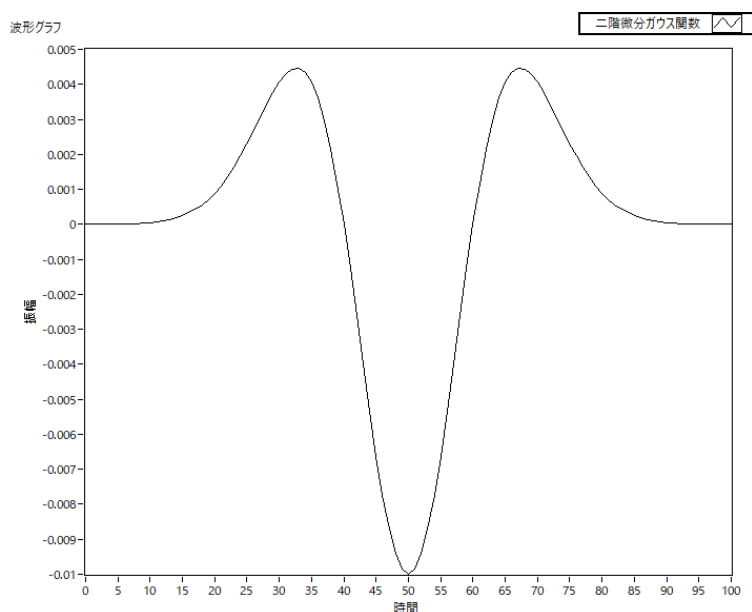
本アプリにはピークを自動で検知するピークサーチ機能があります。専用画面を開き、計測中またはデータファイルのヒストグラムデータを対象に、自動でピークを検出して半値幅やカウント数などを算出することができます。

ピークサーチは、ガウス型平滑化二次微分フィルタを作成し、得られたスペクトルに対して平滑化二次微分を実施し、その計数誤差と比較してピークサーチを行います。フィルタのパラメータはすべて自動計算されます。

$$f(x; a, \mu, \sigma) = \frac{a(x - \mu)^2 e^{-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma^4} - \frac{ae^{-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma^2}$$

where :

a : amplitude , μ : center , σ : standard deviation



数式 2 2階微分ガウス関数

10. 1. 起動画面

メニュー Tool - peak search analysis を実行します。実行後、下図の起動画面が表示されます。

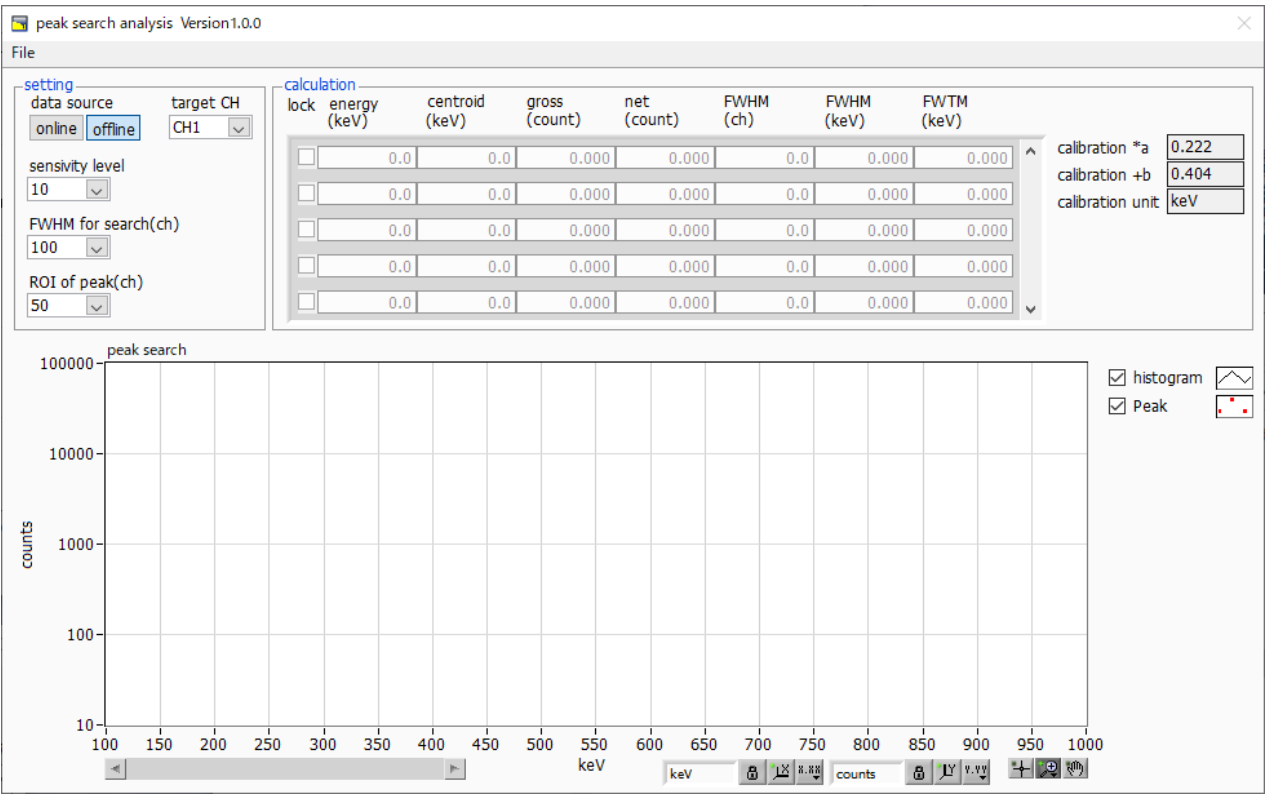


図 32 ピークサーチ起動画面

・メニュー部

- File - open peak search file ピークサーチファイル読み込み
- File - open histogram file ヒストグラムデータの読み込み
- File - save peak search file ピークサーチデータの書き込み
- File - save image 画面を png 形式で保存
- File - close 画面の終了

・setting 部

- data source 解析対象データを選択します。
 - online メイン画面で計測中のデータを対象とします。
 - offline 予め読み込んだヒストグラムデータファイルまたはガウスフィットデータファイル内のデータを対象とします。
- target CH 解析対象 CH の設定。
- sensitivity level ピーク検知の閾値の選択。値が小さいとわずかなピークでも検知します。
- FWHM for search(ch) ピークサーチに必要な目安半値幅。単位はチャンネル。実際のピークからおおよその半値幅をチャンネル（点数）で設定します。
- ROI of peak(ch) ピークに対して ROI のプロット（CH）数の設定です。

• calculation 部

lock	リストの上部に表示したい場合チェックを ON にします。OFF の場合、ピーク検知する毎に表示位置が上下する場合があります。
centroid(ch)	全カウントの総和から算出される中心値 (ch)。
gross(count)	カウントの総和。
net(count)	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。
FWHM	半値幅 ※単位はメイン画面でのエネルギー校正状態になります。
FWTM	ピークの 1/10 幅 ※単位はメイン画面でのエネルギー校正状態になります。
calibration *a	メイン画面でのエネルギー校正係数*a が表示されます。
calibration +b	メイン画面でのエネルギー校正係数+b が表示されます。
calibration unit	メイン画面での unit が表示されます。
peak search グラフ	peak search グラフ内 histogram プロットはピークサーチ対象のヒストグラムデータをグラフ表示します。Peak プロットはピークを検知した部分でありガウスフィットして赤色で表示されます。グラフ左下の横スライドバーを左右に動かすと表示点数は一定のまま表示位置を変えることができます。各チェックボックスのチェック有りはプロット表示、チェック無しはプロット非表示です。

10. 2. オンラインの場合

計測中に取得したヒストグラムを対象に、下記の手順でピークサーチ解析を行います。

- (1) data source で online を選択します。
- (2) ヒストグラムモードで計測を開始します。計測中のヒストグラムが peak search グラフに表示されます。
- (3) peak search グラフでは、ピーク検知したピーク部分をガウスフィットして赤色のヒストグラムを表示します。
- (4) calculation 部にはピーク検知したピーク毎に半値幅等の演算結果が表示されます。ピークを検知がなかったりかからなかったりする場合、演算結果の表示が上下に移動して見え難い場合があります。この場合は lock チェックを ON にすると常に上部に表示されるようになります。

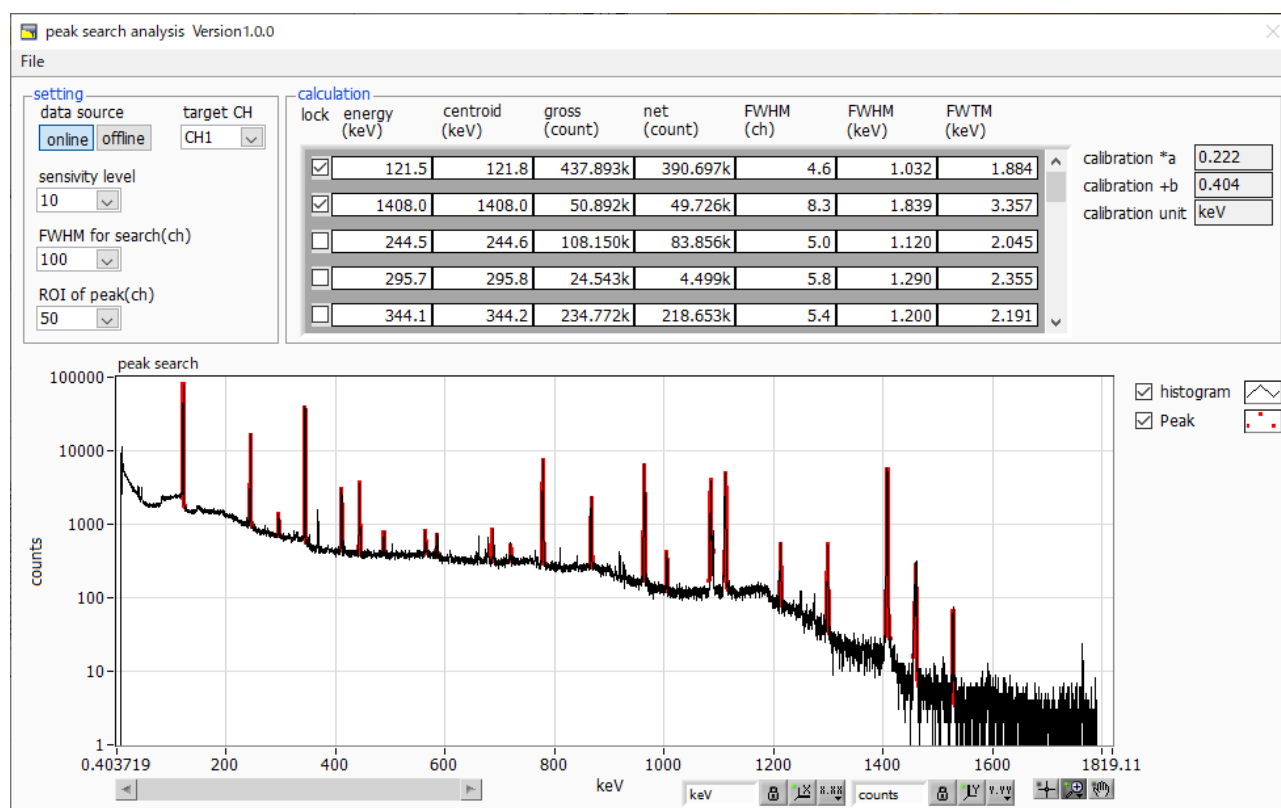


図 33 ピークサーチ画面 (online 時)

10. 3. オフラインの場合

ヒストグラムデータファイルまたはピークサーチデータファイルを読み込むことで取得したヒストグラムを対象に、下記の手順でピークサーチ解析を行います。

- (1) data source で offline を選択します。
- (2) メニュー file - open peak search file または file - open histogram file をクリックします。ファイル選択ダイアログが表示されます。読み込み対象のデータファイルを選択して開きます。データファイル内のヒストグラムが peak search グラフに表示されます。

以降の手順は、オンラインの場合と同様です。

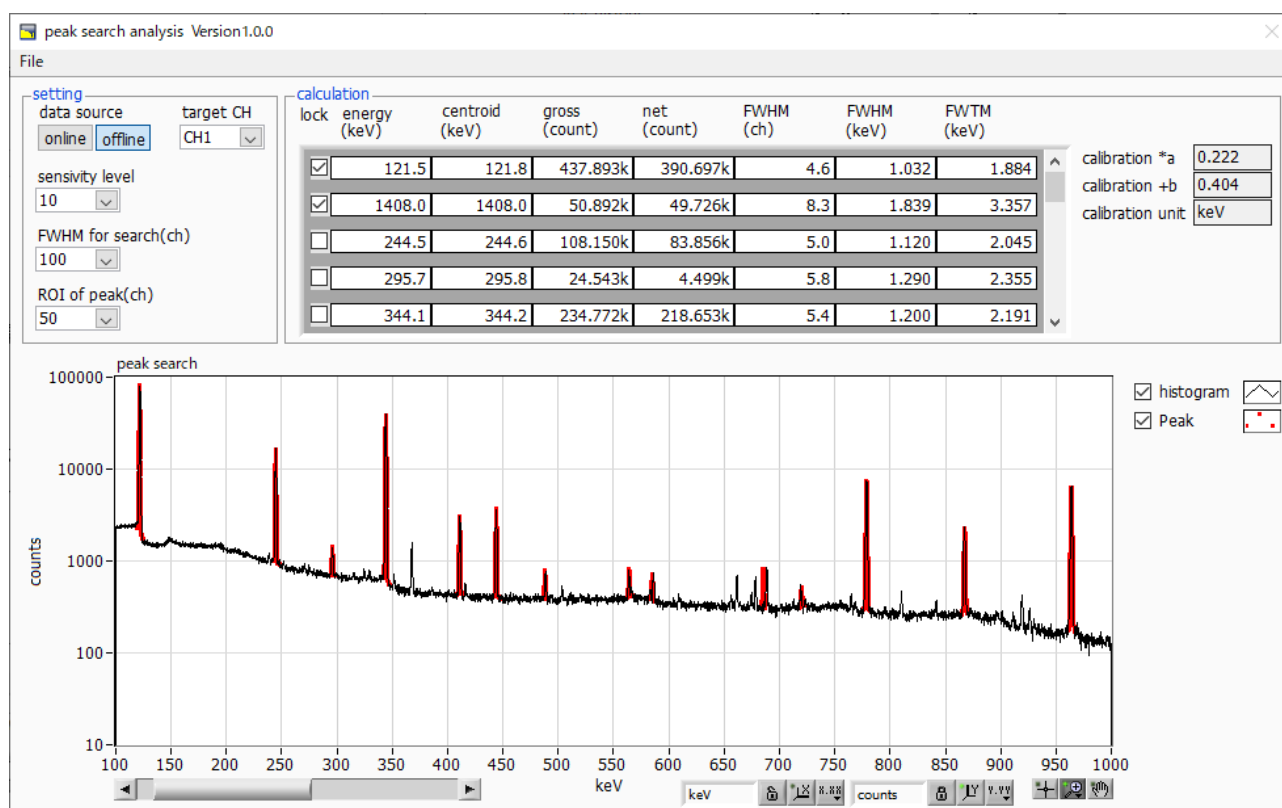


図 34 ピークサーチ画面 (offline 時)

10. 4. 注意事項

ピークサーチ画面において正常に動作するために、下記の点にご注意ください。

- ピークサーチのかかり具合は、sensitivity level と FWHM for search(ch) と ROI of peak(ch) の調整によって変化します。赤色のピーク検知部分の形状を見ながら各設定を最適になるよう調整します。

10. 5. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

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