

スペクトロスコープアンプ搭載 マルチチャネルアナライザ

USB-MCA-AMP APG7305B

取扱説明書

第 1.4.0 版 2024 年 6 月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL : 029-350-8011

FAX : 029-352-9013

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

e-mail : info@techno-ap.com

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.....	7
3.	外観.....	8
4.	セットアップ.....	9
4. 1.	接続.....	9
4. 2.	ドライバーソフトウェアのインストール.....	10
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.....	26
5. 3.	Device タブ.....	27
5. 4.	meas タブ.....	31
5. 5.	file タブ.....	32
5. 6.	calibration タブ.....	33
5. 7.	グラフ.....	35
6.	計測.....	37
6. 1.	ヒストグラムモード.....	37
6. 2.	波形モード.....	38
6. 3.	計測停止.....	38
7.	ファイル.....	39
7. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	39
7. 2.	波形データファイル.....	40
8.	機能.....	41
8. 1.	外部 GATE 入力信号タイミングによるデータ取得.....	41
8. 2.	VETO 信号タイミングによるデータ破棄.....	41
8. 3.	FWHM (半値幅) の算出方法.....	42
8. 4.	gross (グロス) カウント及び net (ネット) カウントの算出.....	43
8. 5.	2 点校正の計算方法.....	44
9.	Tool 機能 gauss fit analysis.....	45
9. 1.	起動画面.....	45
9. 2.	オンラインの場合.....	47
9. 3.	オフラインの場合.....	48
9. 4.	注意事項.....	49
9. 5.	終了.....	49
10.	Tool 機能 peak search analysis.....	50
10. 1.	起動画面.....	51
10. 2.	オンラインの場合.....	54
10. 3.	オフラインの場合.....	55
10. 4.	注意事項.....	55
10. 5.	終了.....	55

1 1.	Tool機能 create energy calibration file.....	56
1 1. 1.	起動画面.....	56
1 1. 2.	実行.....	57
1 1. 3.	終了.....	57
1 2.	Tool機能 create FWHM calibration file	58
1 2. 1.	起動画面.....	58
1 2. 2.	実行.....	59
1 2. 3.	終了.....	59

1. 概要

テクノエーピー社製 USB-MCA-AMP (USB-Multi Channel Analyzer (スペクトロスコピーアンプ搭載 1CH、USB-マルチチャンネルアナライザ) APG7305B (以下本機器) は、半導体検出器や比例計数管、シンチレーション検出器などと接続されたプリアンプ出力信号を直接入力可能な MCA です。伝統的なアナログ回路によるスペクトロスコピーアンプ機能をFPGAによるデジタル信号処理にて搭載し、シェイピングタイム、ゲイン、ポールゼロなどのパラメータ設定は PC 上のアプリケーションから行います。その設定を元にセミ・ガウシアン波形整形をデジタル信号処理にて実現して波高値を算出します。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。

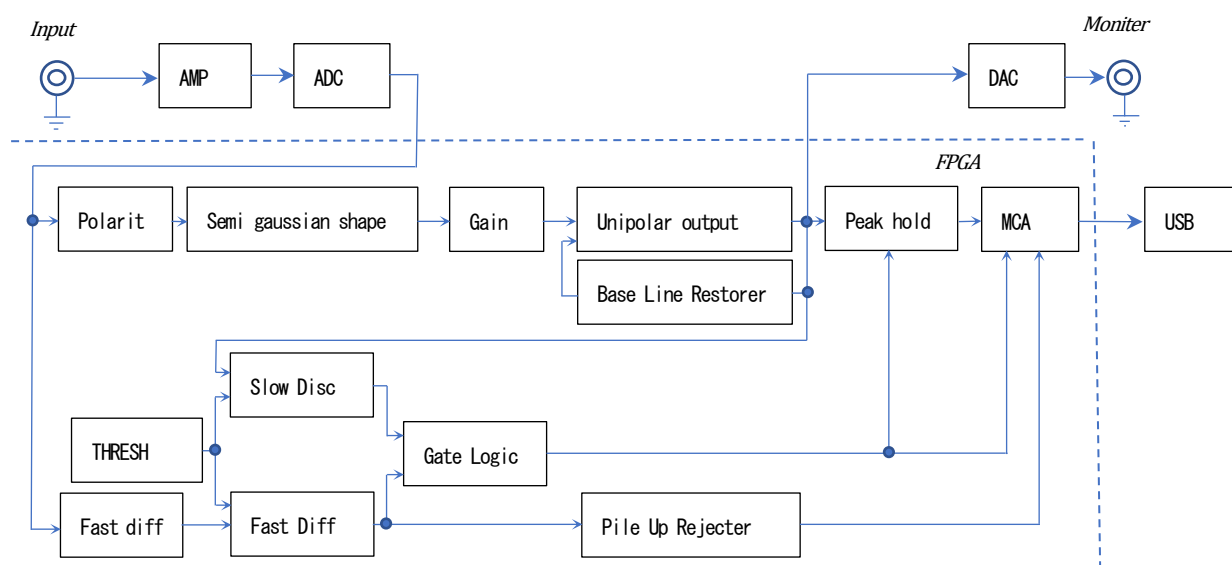
計測に関する動作としては、通常ヒストグラムモードと波形モードの2 つがあります。

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スペクトルデータを生成します。

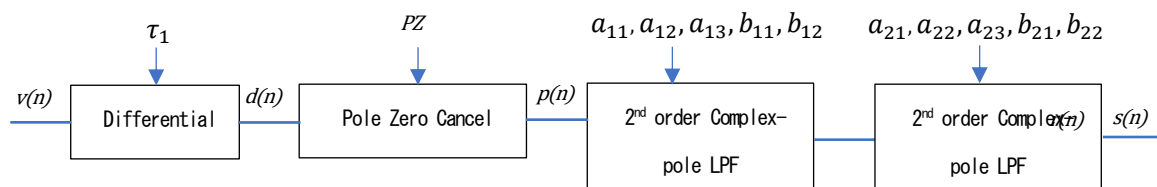
波形モードは、本機器への検出器プリアンプ出力などの入力信号、タイミング処理信号 (fast)、セミ・ガウシアン波形 (slow) をPC に取り込みます。ゲインやポールゼロ調整に使用できます。

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。



【Semi Gaussian shaping】



$$d(n) = v(n) - v(n-1) + \tau_1 * d(n-1),$$

$$p(n) = v(n) * PZ + d(n),$$

$$r(n) = a_{11}p(n) + a_{12}p(n-1) + a_{13}p(n-2) + b_{11}r(n-1) + b_{12}r(n-2),$$

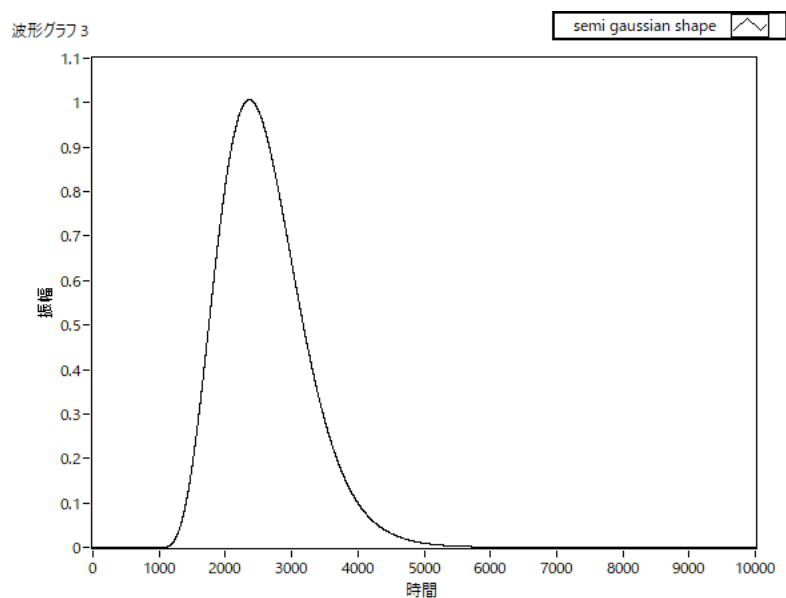
$$s(n) = a_{21}r(n) + a_{22}r(n-1) + a_{23}r(n-2) + b_{21}s(n-1) + b_{22}s(n-2),$$

Where:

τ_1 : differential time ,

$a_{11}, a_{12}..b_{22}$: integral time

PZ : polezero



2. 仕様

製品名	USB-MCA-AMP ※付属アプリケーション名も同じ
型式	APG7305B ※型式以降にオプション等の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	1CH
・入力レンジ	±1.5V ※プリアンプ出力信号
(2) 性能	
・波形処理	Semi-Gaussian peaking time 2.2τ
・シェイピングタイム	0.25、0.375、0.5、0.75、1、1.5、2、3、4、5、6、8、10、16 μs
・ベースラインレストアラ	Auto アクティブゲート
・ゲイン	×1～×500
・ADC Gain	4096、2048、1024、512 チャンネル
・Peak 検出モード	Absolute pulse
・スループット	50 kcps 以上
・積分非直線性	±0.025 % 以下
・微分非直線性	±1 % 以下
・スレッシュホールド	0-50 % Full-scale from PC
・ADC LLD	0-100 % Full-scale from PC
・ADC ULD	0-100 % Full-scale from PC
(3) 外部入力	
・外部入力	GATE と VETO
(4) 機能	
・動作モード	ヒストグラム、波形
・通信 I/F	USB 2.0
	※ USB 3.0 以上、0.6A 以上の供給能力のある USB ポートと本機器を接続してください。USB 2.0 ポートは供給能力が 0.5A の場合、正しく動作しない場合や故障の原因になる場合があります。 ※ USB ケーブルの長さは 2m 以下を推奨とします。ラップトップ PC などの場合、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。USB ハブによっては検出器や PC とのアース接続が必要な場合がございます。
(5) ソフトウェア	アプリケーション USB-MCA-AMP software Windows 版 ドライバソフトウェア
(6) 外形寸法	70 (W) ×160 (D) ×20 (H) mm
(7) 重量	約 230g
(8) 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

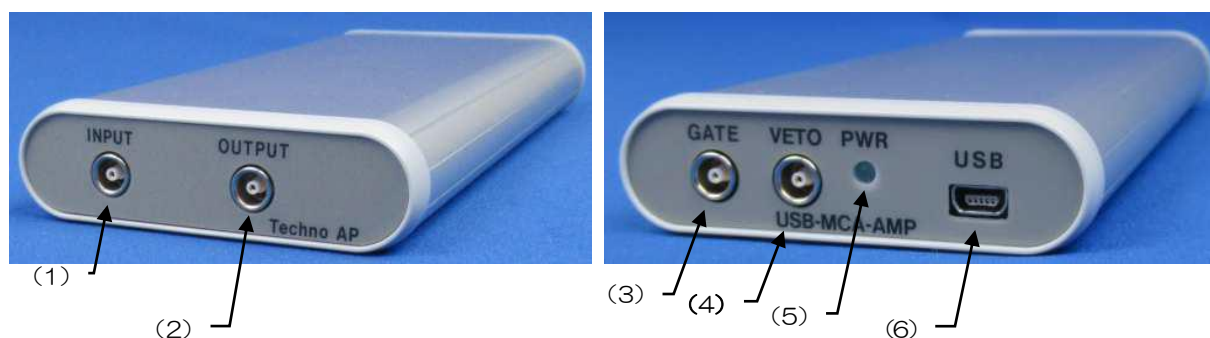


写真1 APG7305B

【前面】

- (1) INPUT プリアンプ信号入力用 LEMO 社製 (EPL.00.250.NTN) コネクタ。
 (2) OUTPUT 信号処理結果選択 DAC 出力用 LEMO 社製 (EPL.00.250.NTN) コネクタ。

【背面】

- (3) GATE 外部 GATE (ゲート) 信号入力用 LEMO 社製 (EPL.00.250.NTN) 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。
 (4) VETO 外部 VETO (ベト) 信号入力用 LEMO 社製 (EPL.00.250.NTN) 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。
 (5) PWR 電源 ON (PC と接続) 時に LED 点灯。
 (6) 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

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。

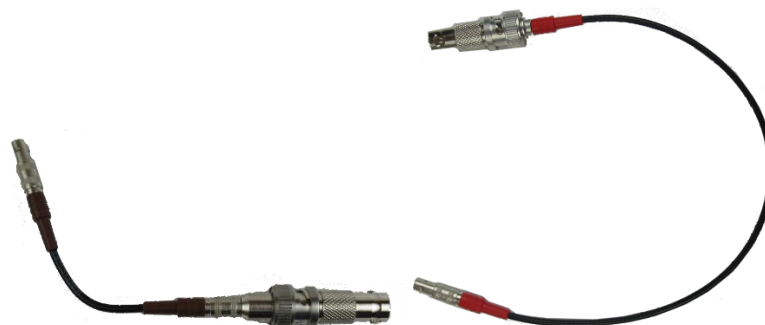


写真3 LEMO-BNC 変換ケーブル例

4. セットアップ

4. 1. 接続

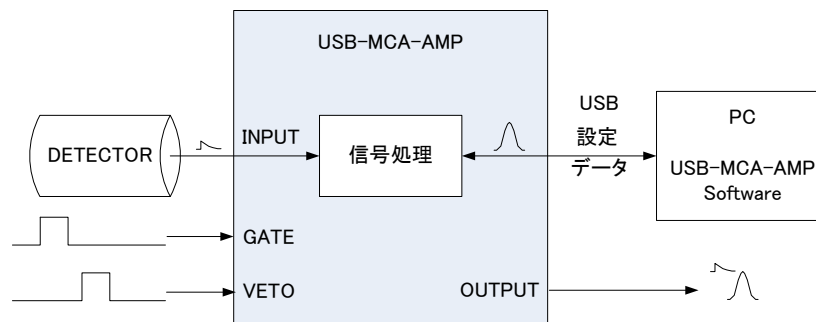


図 1 MCA 使用時の接続

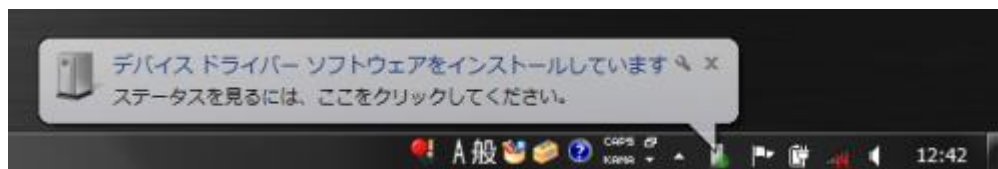
- (1) USB-MCA-AMP と PC を付属 USB ケーブルで接続します。
 ※ はじめて接続する PC にはドライバーソフトウェアをインストールする必要があります。ドライバーソフトウェアのインストール方法は後述を参照ください。
 ※ 本機器の電源が OFF の状態での信号ケーブル接続は行わないでください。
- (2) PWR LED の点灯を確認します。
- (3) 検出器（上図 DETECTOR）のプリアンプ出力信号を本機器の INPUT に接続します。
- (4) 外部信号による制御が必要な場合は、GATE または VETO 端子に LV-TTL レベルを入力します。GATE 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。

4. 2. ドライバーソフトウェアのインストール

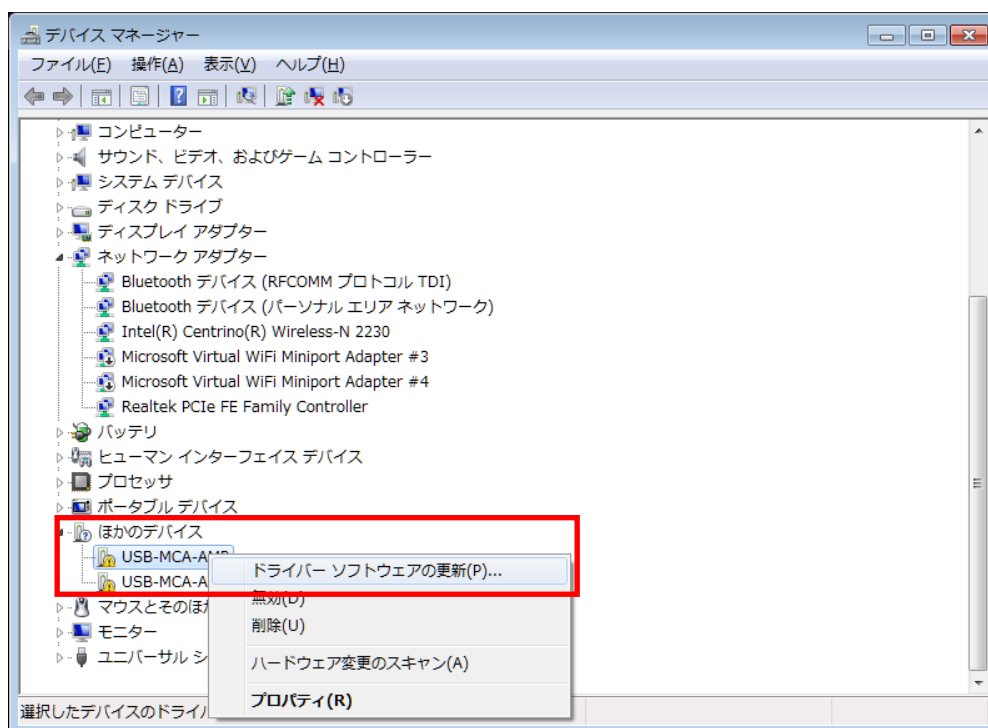
はじめて本機器を接続するPCには、まず付属CDからドライバーソフトウェアをインストールする必要があります。

Windows 7 の場合

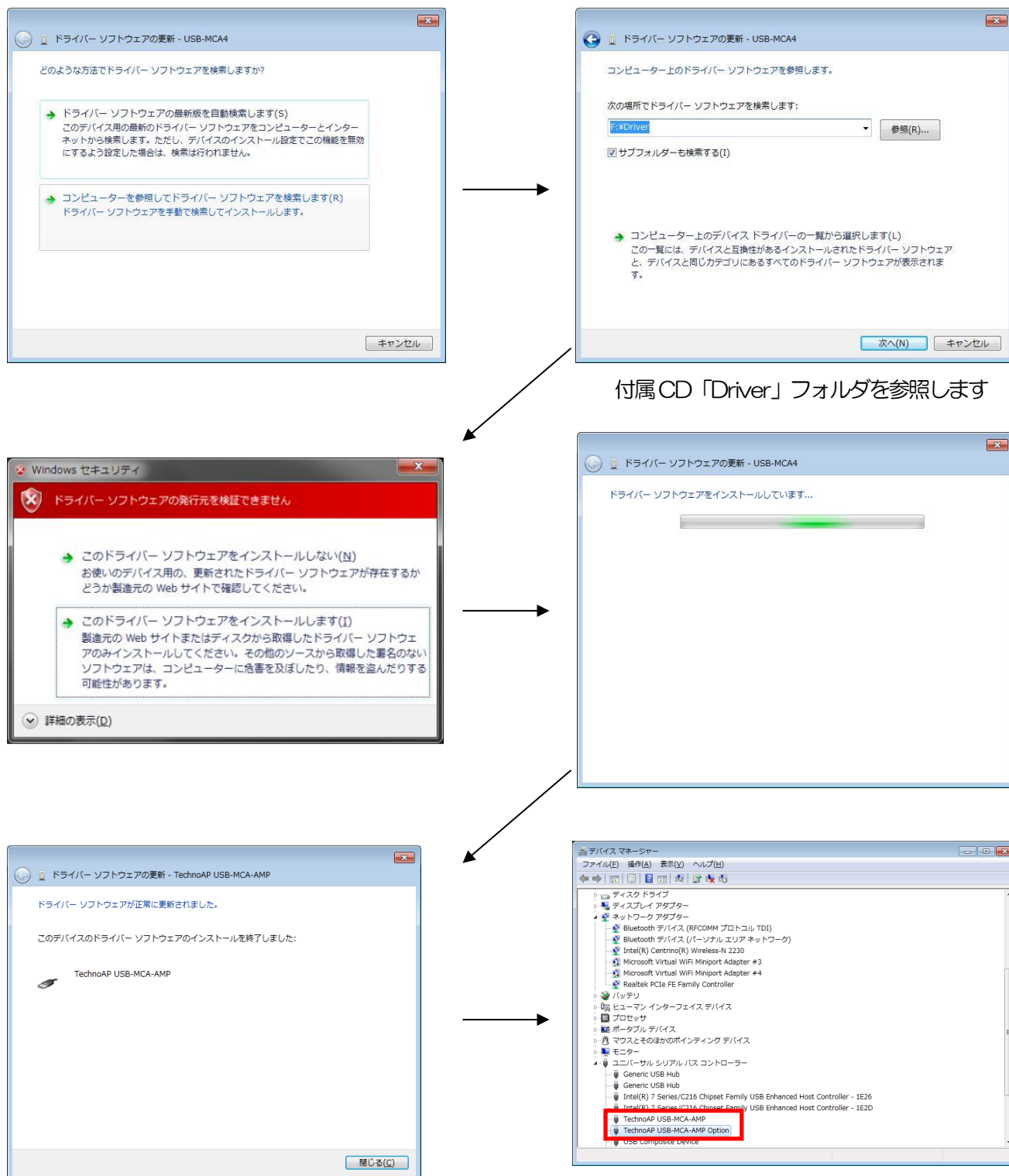
- (1) **(必須)** Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
- (2) 本機器をPCとUSBケーブルで接続します。
- (3) デスクトップ右下に「デバイスドライバーソフトウェアをインストールしています」と表示。



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-MCA-AMP」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



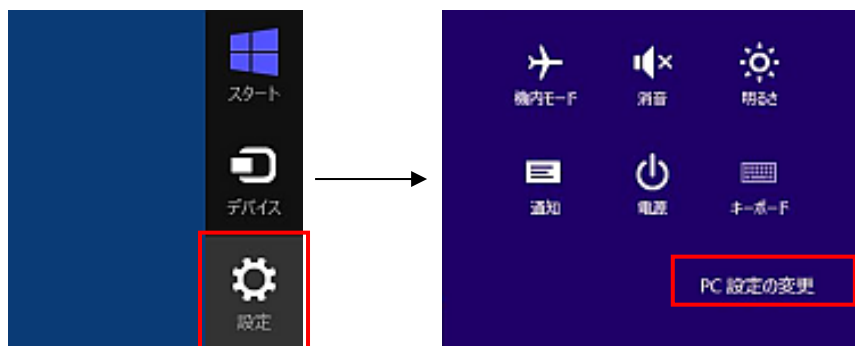
続けて「TechnoAP USB-MCA-AMP Option」をインストールします。「TechnoAP USB-MCA-AMP」ドライバーソフトウェアのインストール後、同じ手順で「TechnoAP USB-MCA-AMP Option」をインストールします。デバイスマネージャーにて「TechnoAP USB-MCA-AMP」と「TechnoAP USB-MCA-AMP Option」の2つのアイコンが正常であることを確認します。ドライバーソフトウェアが正常にインストールできた後、アプリケーションをインストールします。インストール手順を次章に記載します。

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。

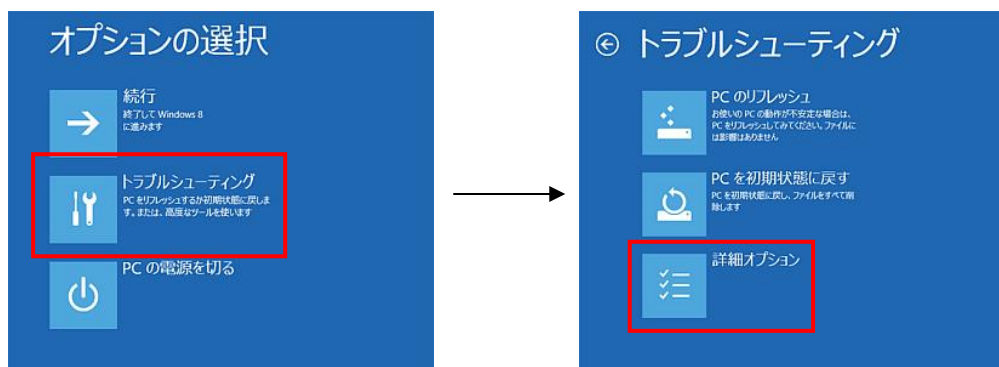
- (1) スタート画面でチャームを表示させます。
 - ・マウス操作の場合：画面の右上隅か右下隅にマウスを移動する。
 - ・タッチ操作の場合：画面右側から中央に向かってスワイプする。
- (2) チャームより「設定」を選択し、設定メニューより「PC 設定の変更」を選択します。



- (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。



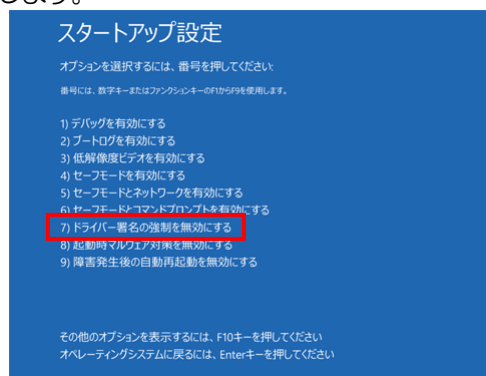
- (4) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。



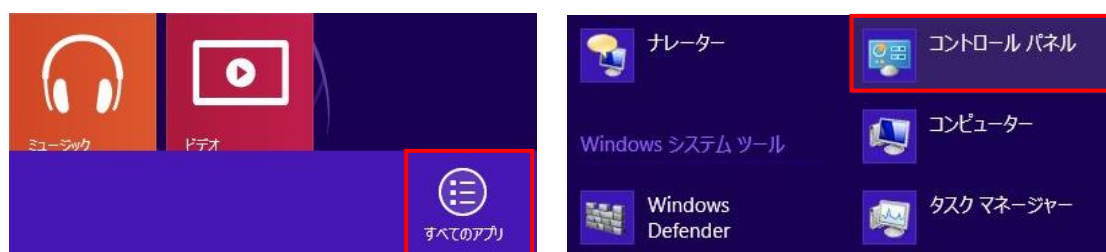
- (5) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



- (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。



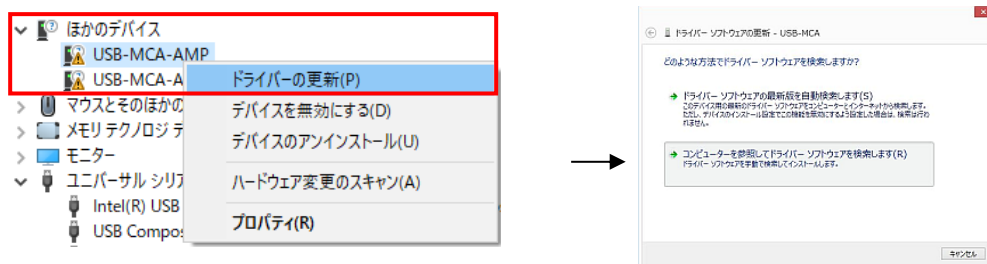
- (7) (必須) 再起動後に Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
 (8) USB-MCA-AMP を PC と USB ケーブルで接続します。
 (9) スタート画面で右クリックし「アプリ・バー」を表示し、「すべてのアプリ」を選択し、「アプリ」ビューから「コントロールパネル」を選択します。



- (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-MCA-AMP」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。



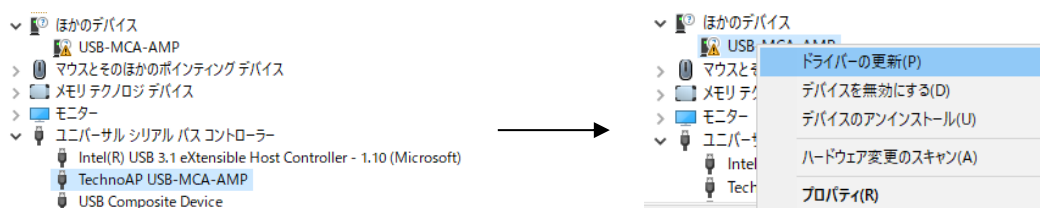
- (12) 「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら「参照」を選択し、「フォルダーの参照」画面が表示されたら「USB-MCA-AMP」のドライバーソフトウェアが保存されているドライブを選択し、「OK」を選択します。「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ」を選択します。



- (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-MCA-AMP」が表示されたら、残っている「USB-MCA-AMP」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。



- (15) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA-AMP 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

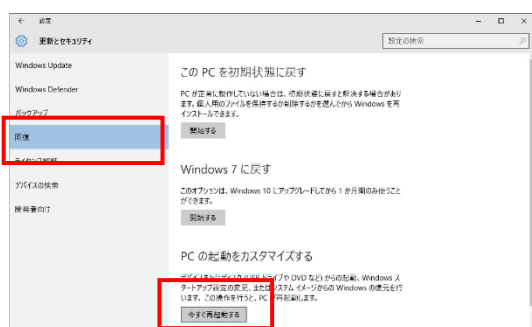
Windows10（64bit）では、ユーザーが誤ってドライバーソフトウェアをインストールすることを防ぐため、デジタル署名のないドライバーソフトウェアは標準ではインストールできないようになっています。

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。

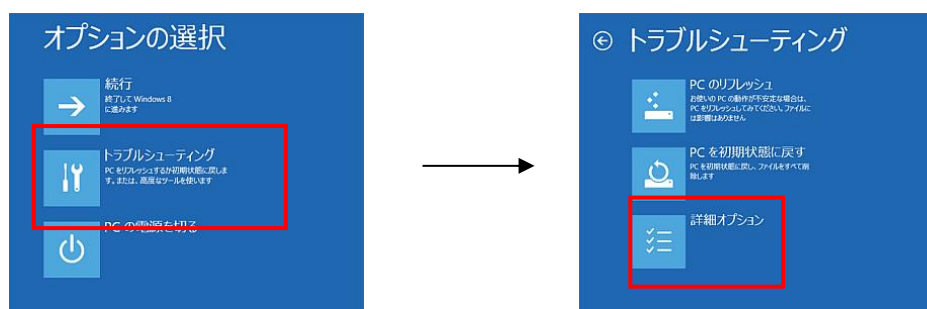
- (1) 画面の左下にあるスタートボタンを右クリックし、ポップアップメニューから「設定」を選択します。
- (2) 「設定」画面より「変更とセキュリティ」を選択します。



- (3) 「変更とセキュリティ」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。



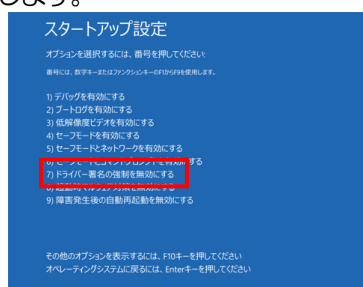
- (4) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。



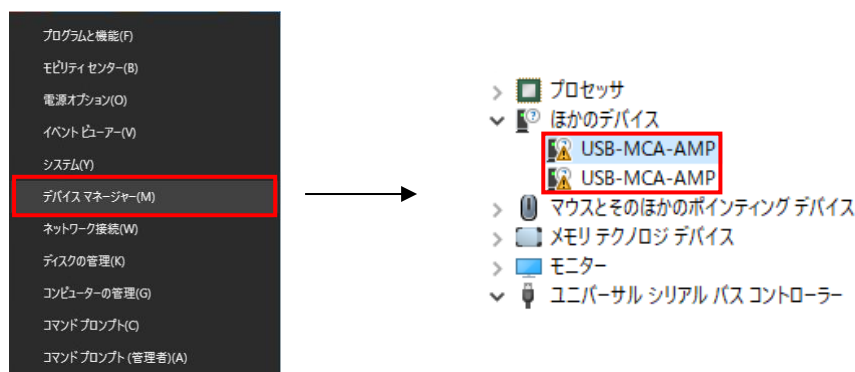
- (5) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



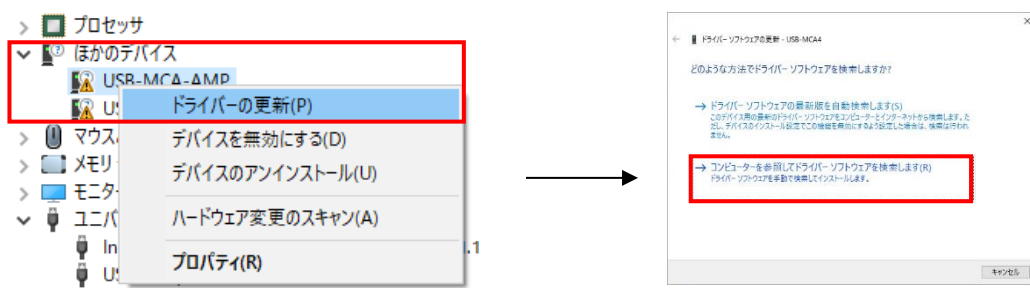
- (6) 再起動後の「スタートアップ設定」画面で「7」キーを押し「7) ドライバー署名の強制を無効にする」を選択します。



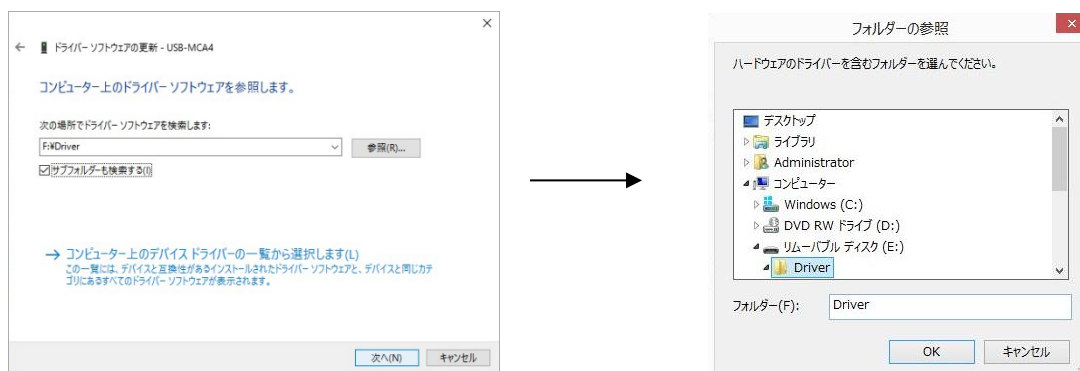
- (7) (必須) 再起動後に Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
 (8) USB-MCA-AMP を PC と USB ケーブルで接続します。
 (9) 画面の左下にあるスタートボタンを右クリックし、ポップアップメニューから「デバイスマネージャー」を選択します。



- (10) 「USB-MCA-AMP」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。



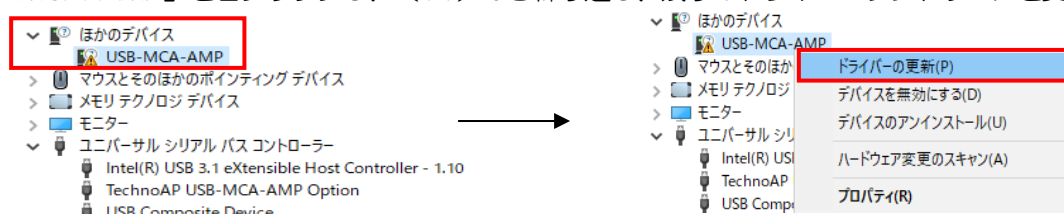
- (11) 「ドライバーソフトウェアの更新」画面が表示されたら、「参照」を選択します。
 「フォルダーの参照」画面が表示されたら、「USB-MCA-AMP」のドライバーソフトウェアが保存されているドライブを選択し、「OK」を選択します。
 「ドライバーソフトウェアの更新」画面に戻ったら「次へ」を選択します。



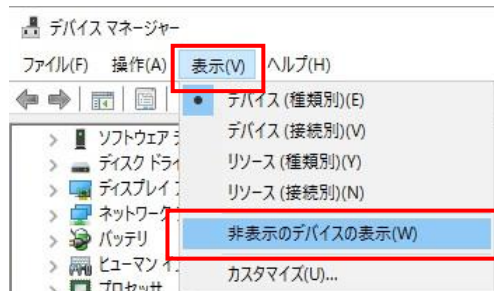
- (12) 「Windows セキュリティ」画面が表示されたら、「このドライバーソフトウェアをインストールします」を選択します。
「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」と表示されたら、「閉じる」を選択します。



- (13) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA-AMP」が表示されたら、残っている「USB-MCA-AMP」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-MCA-AMP」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-MCA-AMP 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

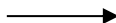
Windows11 では、ユーザーが誤ってドライバーソフトウェアをインストールすることを防ぐため、デジタル署名のないドライバーソフトウェアは標準ではインストールできないようになっています。

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。

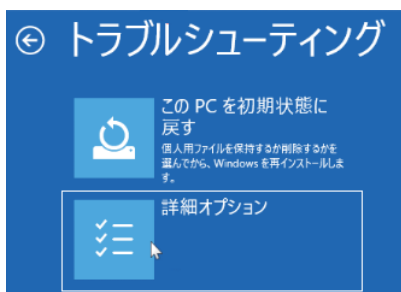
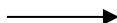
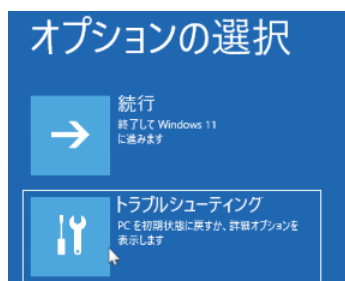
- (1) 画面下にあるスタートボタンを右クリックし、ポップアップメニューから「設定」を選択して、「システム」画面を表示します。



- (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。



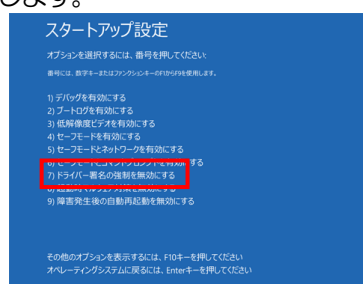
- (3) 「オプションの選択」画面より「トラブルシューティング」を選択し、「トラブルシューティング」画面より「詳細オプション」を選択します。



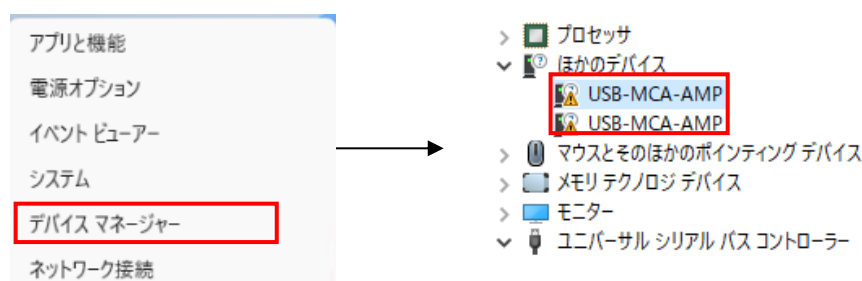
- (4) 「詳細オプション」画面より「スタートアップ設定」を選択し、「スタートアップ設定」画面で「再起動」を選択します。



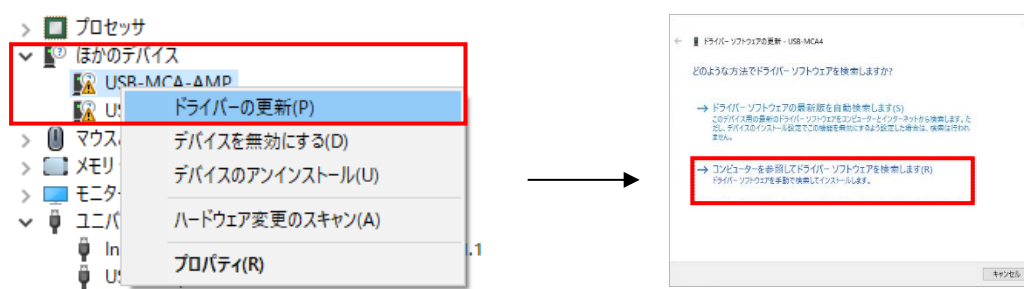
- (5) 再起動後の「スタートアップ設定」画面で「F7」キーを押し「7) ドライバー署名の強制を無効にする」を選択します。



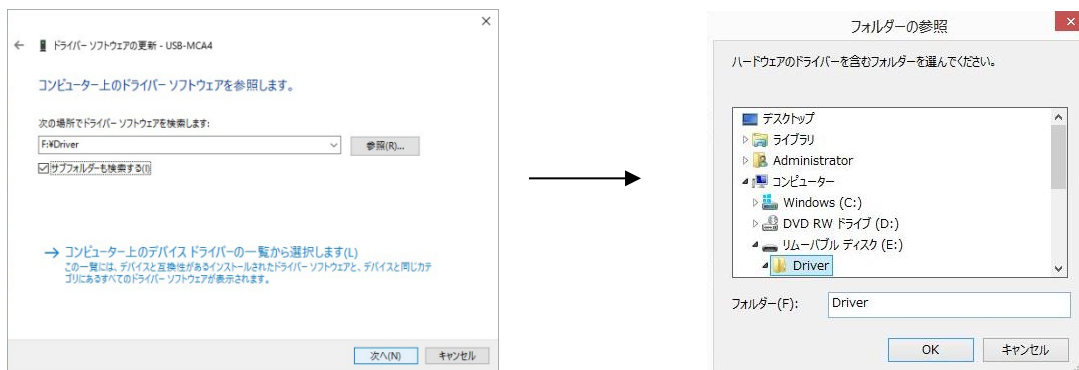
- (6) (必須) 再起動後に Administrator でログインまたは管理者権限のアカウントでログインします。
 (7) USB-MCA-AMP を PC と USB ケーブルで接続します。
 (8) 画面下にあるスタートボタン  を右クリックし、ポップアップメニューから「デバイスマネージャー」を選択します。



- (9) 「USB-MCA-AMP」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。



- (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」を選択します。
 「フォルダーの参照」画面が表示されたら、「USB-MCA-AMP」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。

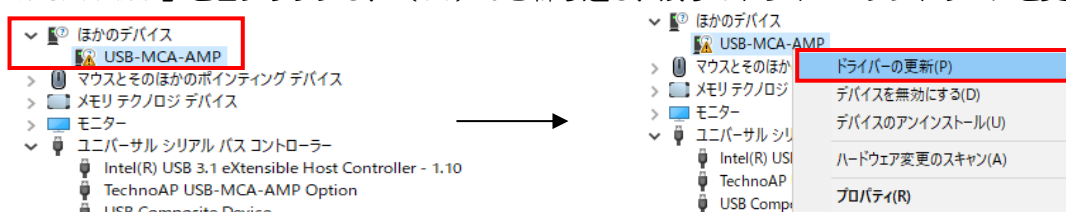


(11) 「Windows セキュリティ」画面が表示されたら、「このドライバーソフトウェアをインストールします」を選択します。

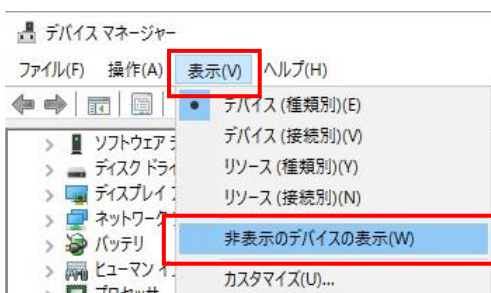
「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」と表示されたら、「閉じる」を選択します。



(12) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA-AMP」が表示されたら、残っている「USB-MCA-AMP」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。



(13) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA-AMP」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。



(14) 「デバイスマネージャー」画面に「TechnoAP USB-MCA-AMP 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。



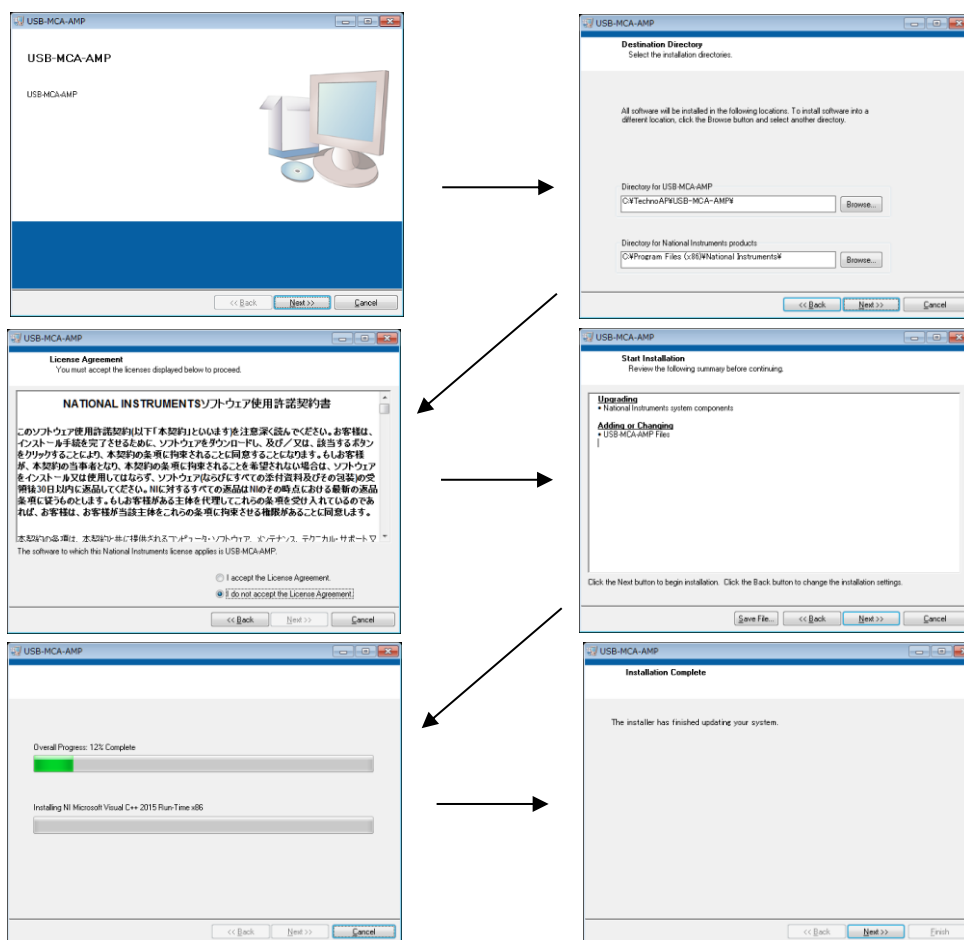
4. 3. アプリケーションソフトウェアのインストール

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-MCA-AMP 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-MCA-AMP 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。

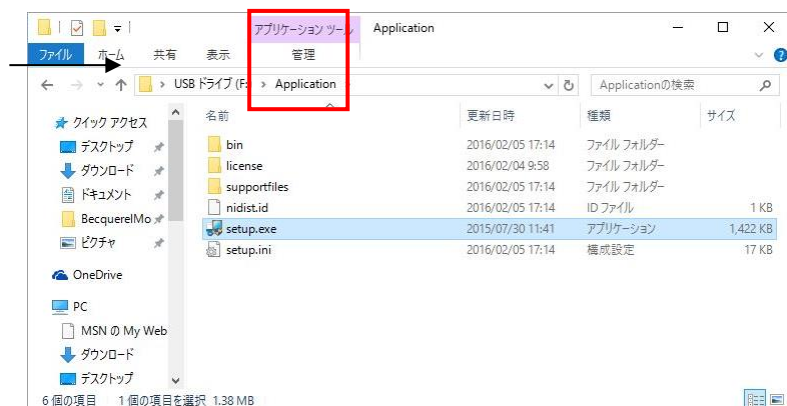


- (3) 「スタートボタン」 - 「TechnoAP」 - 「USB-MCA-AMP」を実行します。
- (4) アプリケーション「USB-MCA-AMP」が起動します。

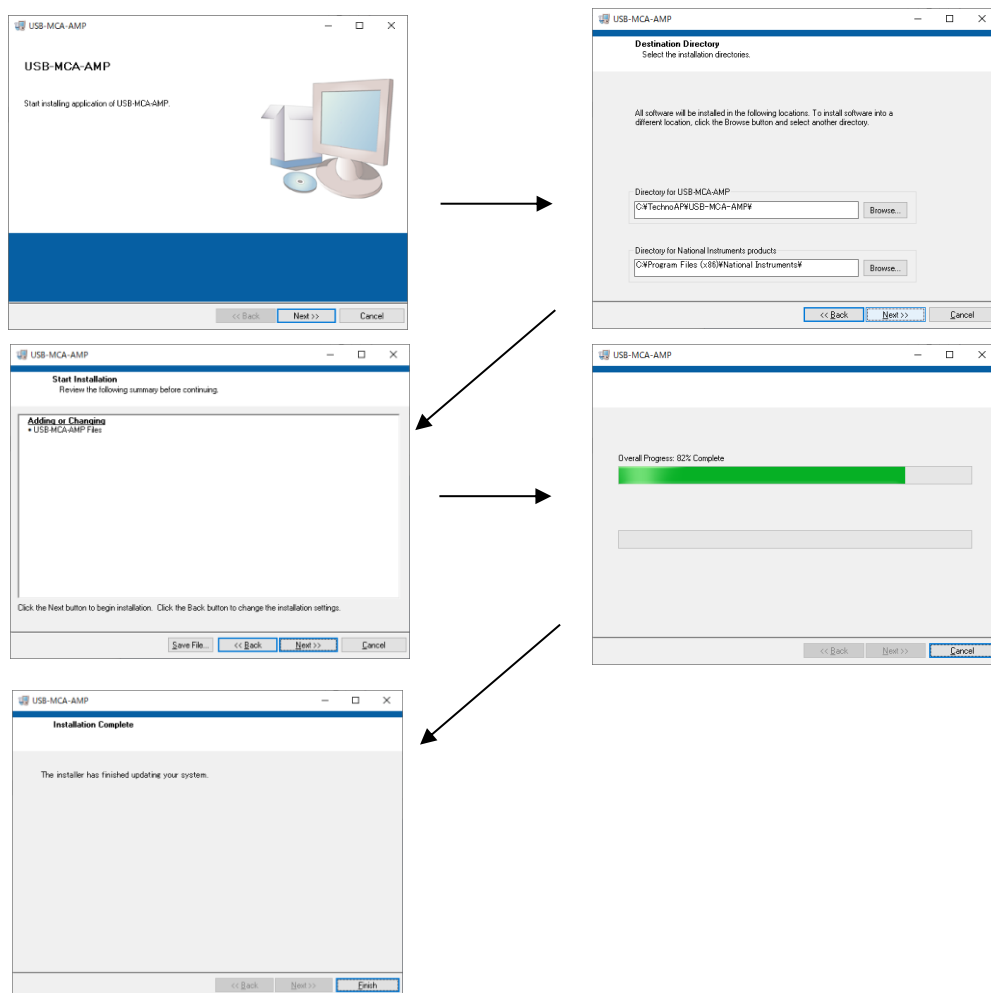
もし起動直後に「connection error」ダイアログが表示された場合は、本機器が PC と正しく接続されているか、デバイスマネージャで本機器が認識されているか、をご確認ください。

Windows 10 の場合 (Windows11 の場合も同様)

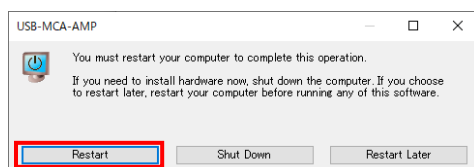
- (1) 付属CD内の「Application」フォルダ内の「setup.exe」を選択します。メニューのアプリケーションツールの「管理」を選択し、「管理者として実行」を選択します。



- (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。

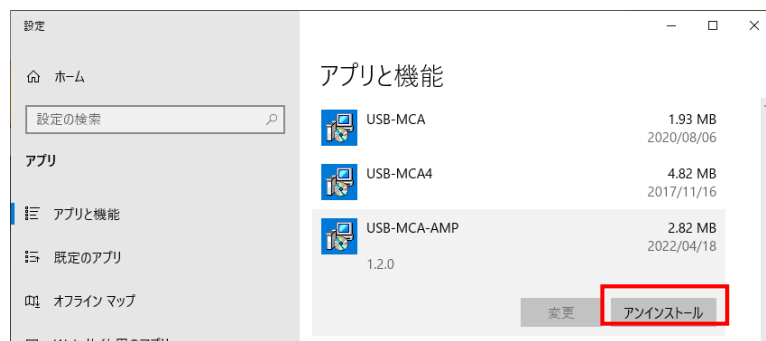


- (4) デスクトップに「USB-MCA-AMP」のアイコンが作成されるので、ダブルクリックするとアプリケーションが起動します。

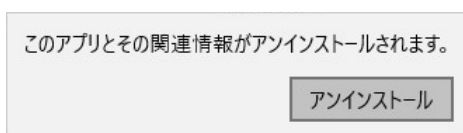
もし起動直後に「connection error」ダイアログが表示された場合は、本機器がPCと正しく接続されているか、デバイスマネージャで本機器が認識されているか、をご確認ください。

※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-MCA-AMP」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-MCA-AMP」またはスタート画面または[アプリ]ビューで「USB-MCA-AMP」（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。

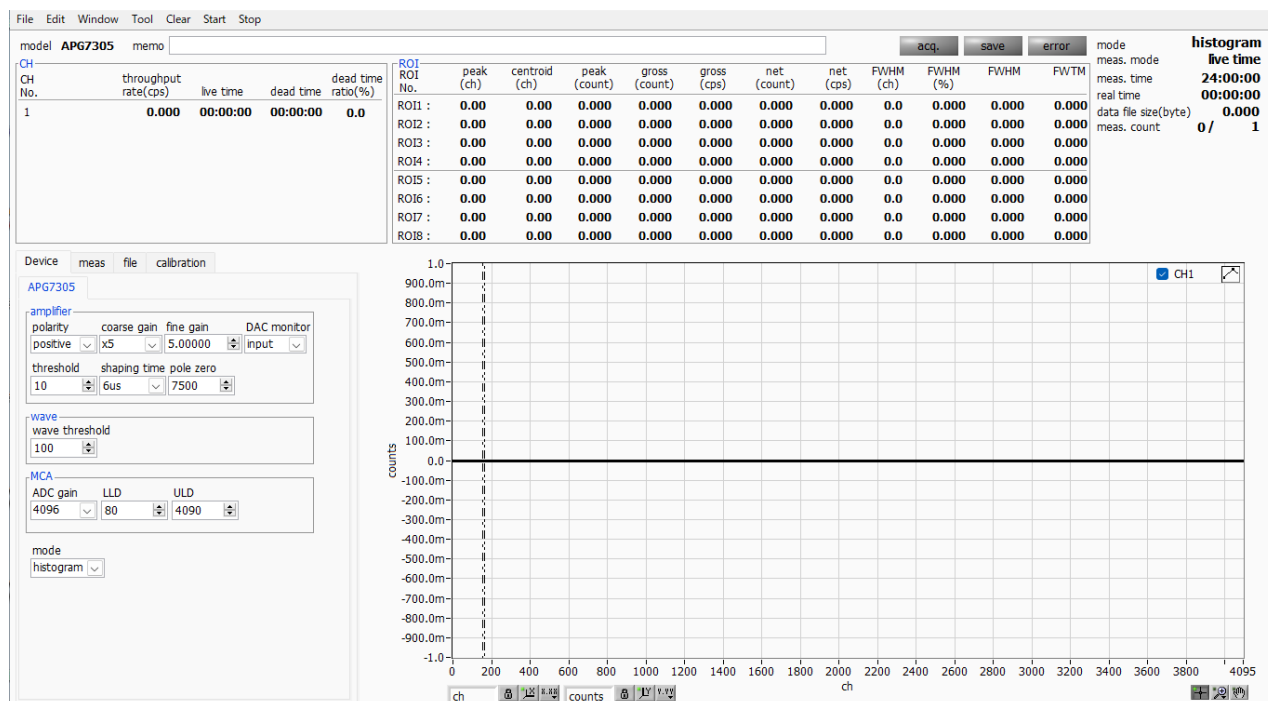


図2 USB-MCA-AMP 起動画面

・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 wave	波形データファイルの読み込み
File - save config	現在の設定をファイルに保存
File - save histogram	現在のヒストグラムデータをファイルに保存
File - save wave	波形データファイルに保存
File - save image	本機器画面を PNG 形式画像で保存
File - reconnect	本機器との再接続
File - quit	アプリケーション終了
Window - histogram	histogram モードの画面を表示します。
Window - wave	wave モードの画面を表示します。
Tool - gauss fit analysis	ガウスフィット画面表示。指定ピークにガウスフィッティングを実行し、半値幅解析などを行います。
Tool - peak search analysis	ピークサーチ画面表示。ヒストグラムデータに対してピーク検出を実行し、半値幅解析などを行います。

Tool - create energy calibration file	エネルギー校正ファイルの作成画面を表示
Tool - create FWHM calibration file	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

・タブ以外

model	本機器 APG7305 と表示されます。
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 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)
live time	ライブタイム (有効計測時間)
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 config タブ内、DSP 枠の repeat count で指定します。

・CH 部

throughput rate (cps)	スループットカウントレート。1 秒間の入力に対し処理された数
live time	ライブタイム (有効計測時間)。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。

• 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(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

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、以下の確認画面が表示されます。

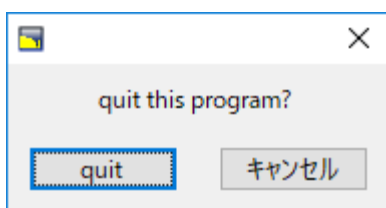


図3 終了確認画面

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

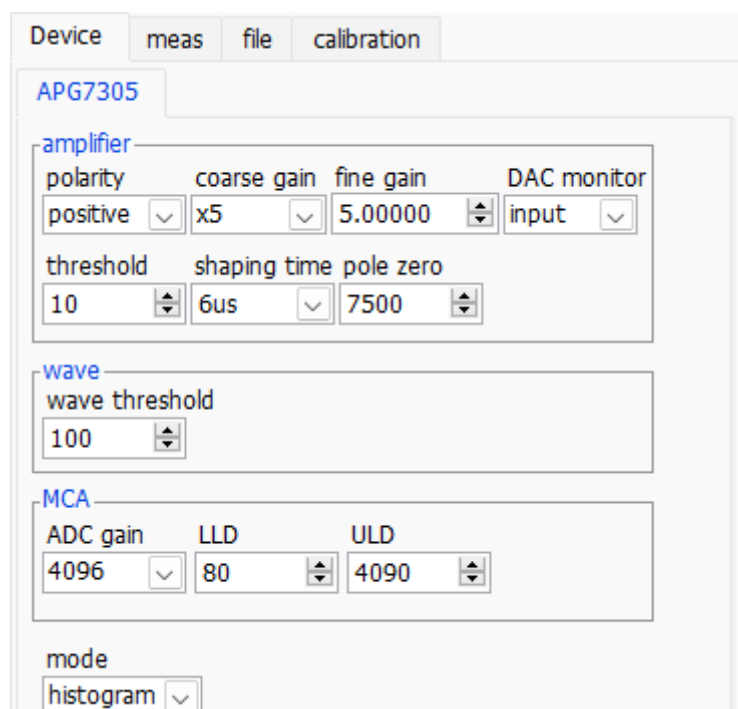
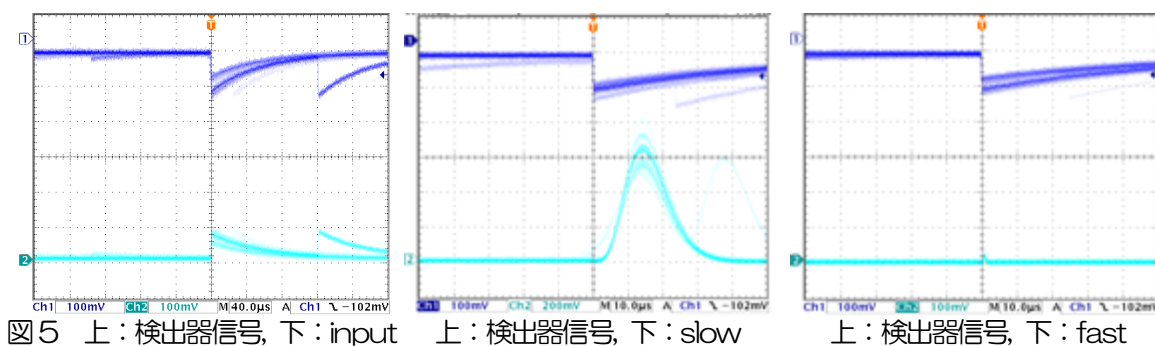


図4 Device タブ

• amplifier 部

polarity	入力信号の極性選択。正極性の場合は positive、負極性の場合は negative を選択。
coarse gain	コースゲインの選択。アナログ入力信号に対して、×1、×2、×5、×10 から選択してその倍率が増加します。推奨は×1 ですが、入力信号の波形が小さい場合は×2 以上に上げていきます。後述の DAC monitor にて input を選択し、output 端子からの信号をオシロスコープにて表示し、1.5V 以内にサチレーション（飽和）することなく収まるように設定します。
fine gain	ファインゲインの設定。作成するセミ・ガウシアン波形に対して、その倍率をかけます。設定範囲は 0.00001 倍から 100 倍、デフォルトは 1 倍です。
DAC monitor	本機器にて取り込んだ入力信号または信号処理の状態を、フロントパネルの OUTPUT 端子からアナログ出力します。出力する波形は input、slow、fast の 3 通りから 1 つ選択します。いずれも 2V 以内でありサチレーションしていないことを確認します。



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。ADC gain が 4096 の場合などは、はじめは threshold と LLD を 20 くらいで設定します。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。

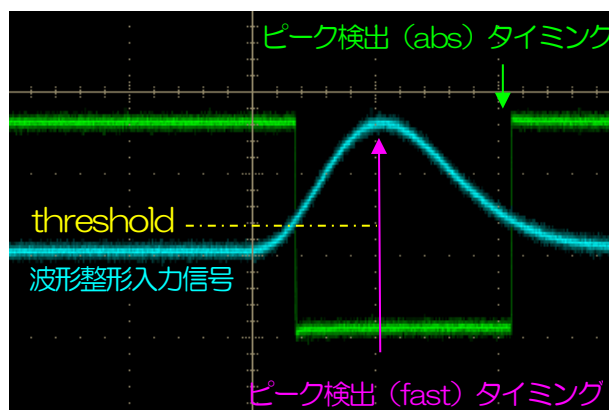


図6 threshold とピーク検出 (abs/fast) タイミング

shaping time

プリアンプ出力信号に対して S/N の改善を実現するためにセミ・ガウシアン波形の整形処理を用いています。設定は下記の値から選択します。

0.25、0.375、0.5、0.75、1、1.5、2、3、4、5、6、8、10、16 μ s

シェイピングの時定数 (peaking time) は 2.2τ (タウ) です。設定変更した場合、後述の pole zero も変更が必要です。この設定の変更の際に表示される下記のダイアログにて ok ボタンをクリックすることで、pole zero の目安値を設定することが出来ます。

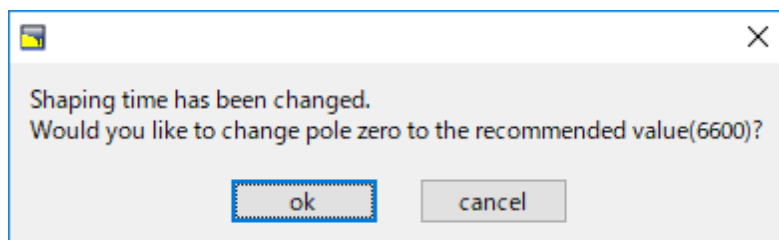


図7 pole zero の確認を促すダイアログ

pole zero セミ・ガウシアン波形整形処理した信号の終息部分に対する設定です。デフォルト設定は 6600 (shaping time $6\mu\text{s}$ 時) です。wave モードまたは DAC monitor にて slow を選択して OUTPUT 端子出力信号をオシロスコープで確認するなどして、下図のようなオーバーシュートやアンダーシュートがあれば平になるようにこの設定を調整します。

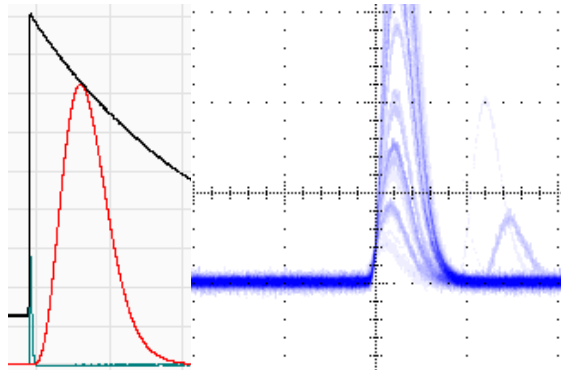


図8 正常例 (左側: wave モード、右側: OUTPUT 端子 slow 出力、pole zero 6600 時)

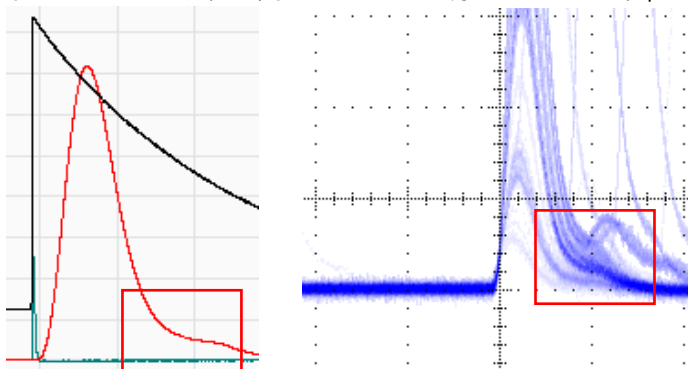


図9 オーバーシュート例 (左側: wave モード、右側: OUTPUT 端子 slow 出力、pole zero 9600 時)

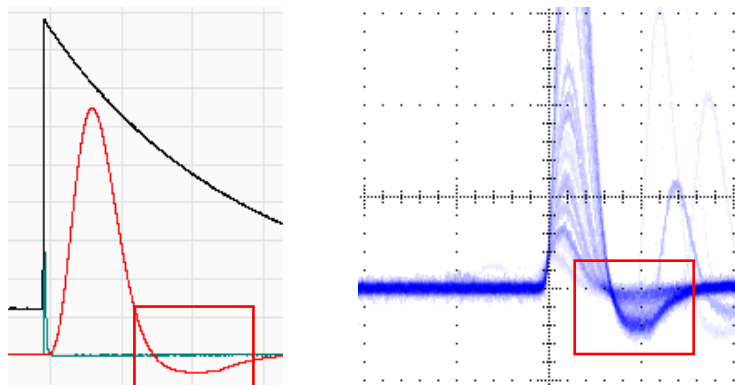


図10 アンダーシュート例 (左側: wave モード、右側: OUTPUT 端子 slow 出力、pole zero 3600 時)

• wave 部

wave threshold 波形取得開始のプリアンプ出力信号を対象とした閾値です。この値を超えた波形を取得します。

•MCA 部

ADC gain	ADC ゲイン（波高の分割数）を 4096、2048、1024、512 チャンネル(ch)から選択します。 波形整形処理した信号の飽和しない最大範囲を前述のチャンネルで分割します。
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。
mode	動作モードの選択。
histogram	プリ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。
wave	本機器への検出器プリアンプ出力などの入力信号、本機器内部でのタイミング処理信号（fast）、セミ・ガウシアン波形（slow）プリアンプ信号の波形を表示します。

5. 4. meas タブ

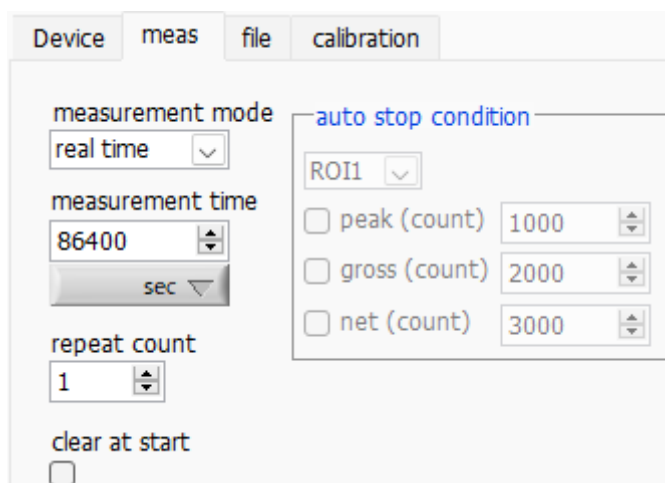


図 11 meas タブ

• 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。
measurement time	計測時間設定。設定範囲は 00:00:00 から 781:00:00 です。 上記 auto stop の場合、本設定は無視され、自動的に 781:00:00 となります。 単位 sec を選択した場合、設定範囲は 0 秒から 2811600 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。

• 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트의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

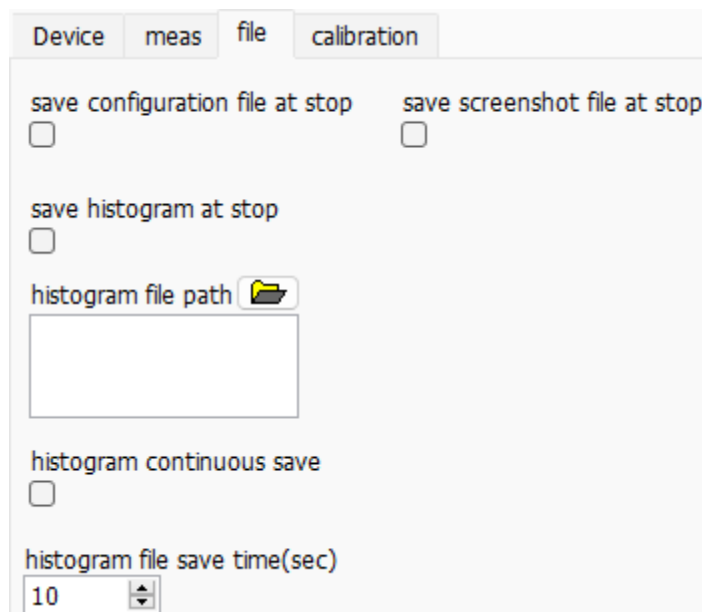


図 12 file タブ

• file 部

- save configuration file at 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 at 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。

※注意※

上半分(CH, config, status タブ)、下半分(wave, histogram タブ)いずれも計測停止時に選択表示されていた状態で保存されます。全てのタブの内容が保存されるわけではないので、注意して下さい。

- save histogram at 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 path ヒストグラムデータファイルの絶対パスを設定します。拡張子無しも可です。

※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：histogram file path に C:\¥Data¥¥histogram.csv と設定し、日時が 2014/09/01 12:00:00 の場合は、C:\¥Data ¥¥histogram_20140901_120000.csv というファイル名でデータ保存します。

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

※注意※

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

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

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。

ROI	ROI CH	ROI start keV	ROI end keV	energy keV
1	CH1	8.8	8.8	59.54
2	none	8.8	8.8	121.78
3	none	8.8	8.8	661.7
4	none	8.8	8.8	1173.2
5	none	8.8	8.8	1332.5
6	none	8.8	8.8	1408
7	none	8.8	8.8	1
8	none	8.8	8.8	1

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

ROI	centroid(ch)	energy keV	*a
ROI1	159.17	59.54	0.091335
none	3802.66	0	

+b
1.46782

x^2*c
1.7E-9

unit
keV

calibration file path
C:\Product\USB-MCA-AMP\energy_calib.ec

☐ auto update file

図 13 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。

- unit of x areas 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 (チャンネル) 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。
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 energy 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、後述の O

Tool 機能 create energy calibration file を参照ください。

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。
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。

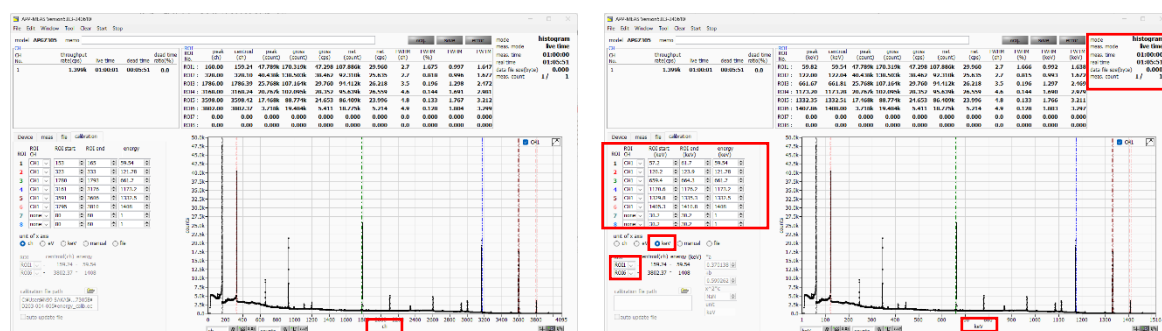
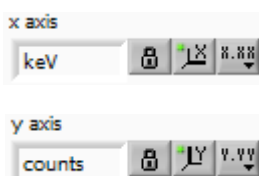


図 14 calibration 部にて keV を選択した場合
(左図：エネルギー校正実行前、右図：エネルギー校正実行後)

5. 7. グラフ

spectrum グラフ	histogram モード時の横軸エネルギー、縦軸カウン트의ヒストグラム（スペクトル）。
cursor x	グラフ内点線カーソルの位置設定。設定した位置でのスペクトル上のカウント値を cursor y に表示します。
cursor y	グラフ内点線の交点におけるカウント値を表示します。カーソルの X 軸方向の設定は cursor x またはカーソルをドラッグ&ドロップで行います。
プロット凡例	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。
横軸範囲	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。
縦軸範囲	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。

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。

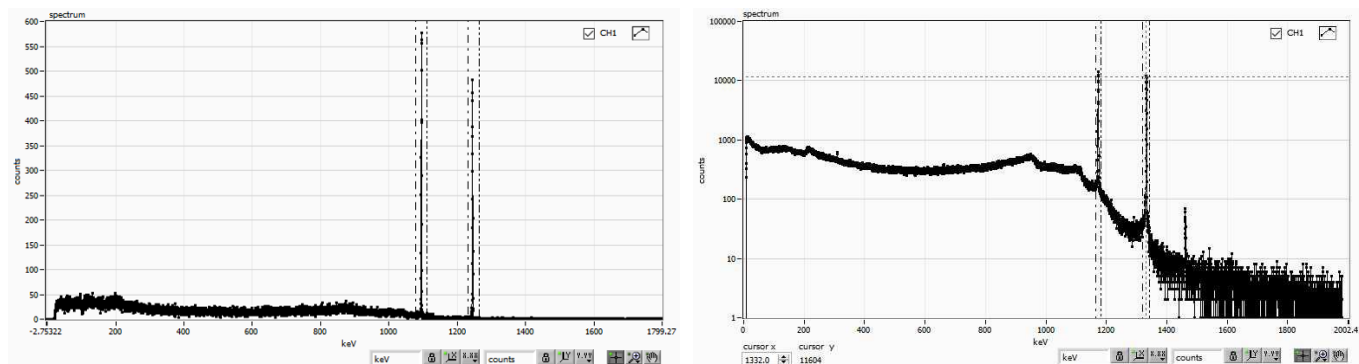


図 15 ヒストグラムグラフ（左側：縦軸マッピングモードにて線形、右側：対数）

wave グラフ

入力波形、セミ-ガウシアン処理波形、タイミング処理波形を表示します。セミ-ガウシアン処理波形を確認しながら、ゲインやポールゼロの調整を行う事が可能です。

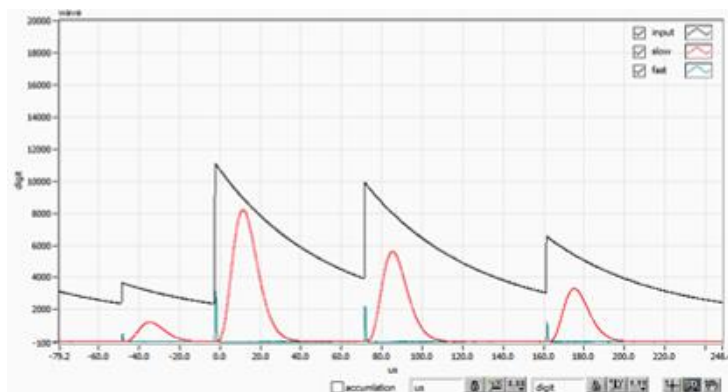


図 16 波形グラフ

accumulation

重ね合わせ可否設定。ON の時、前回読み込み済み直近の 16 回分を重ねて波形を表示します。



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。

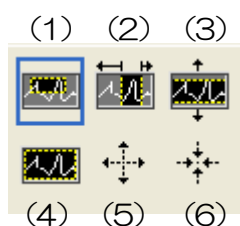


図 17 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- (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) 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。
- (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。
 - ・ 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。
 - ・ CH 部 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。
 - ・ CH 部 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。

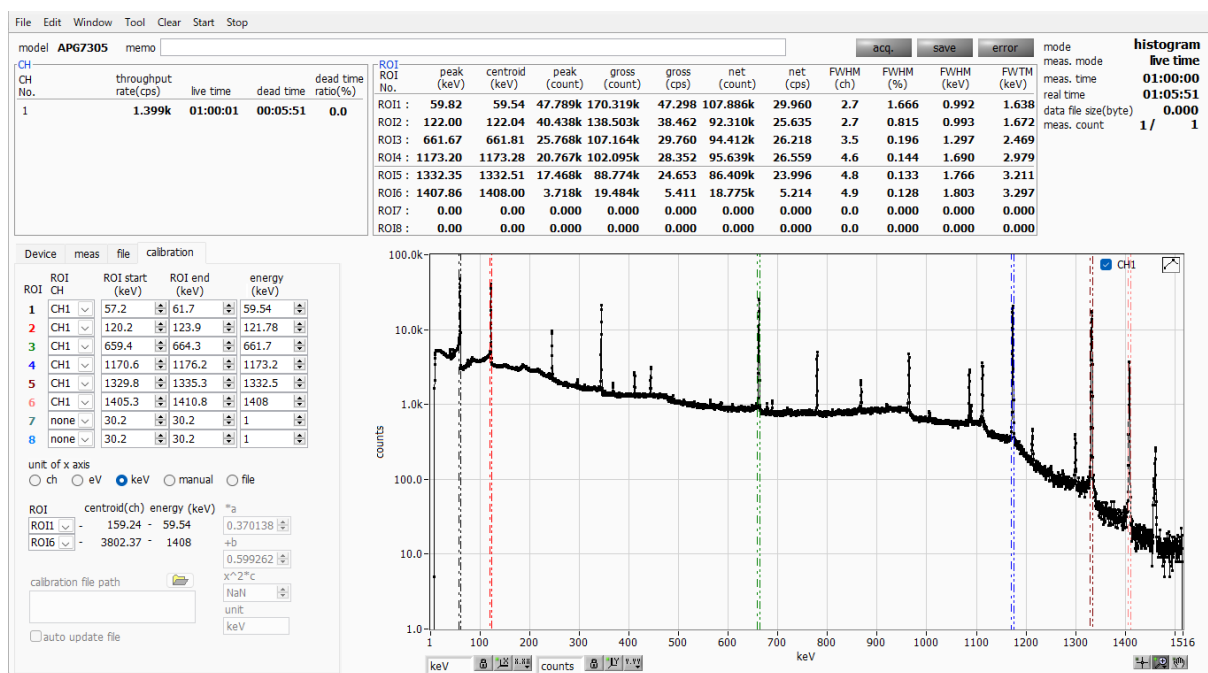


図 18 ヒストグラムモード計測画面

6. 2. 波形モード

- (1) ヒストグラムモード計測前に入力波形及び信号処理波形の確認などに使用します。
- (2) Device タブ内 mode にて wave を選択します。画面右上 mode に wave と表示されます。
- (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。
 - ・ 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。

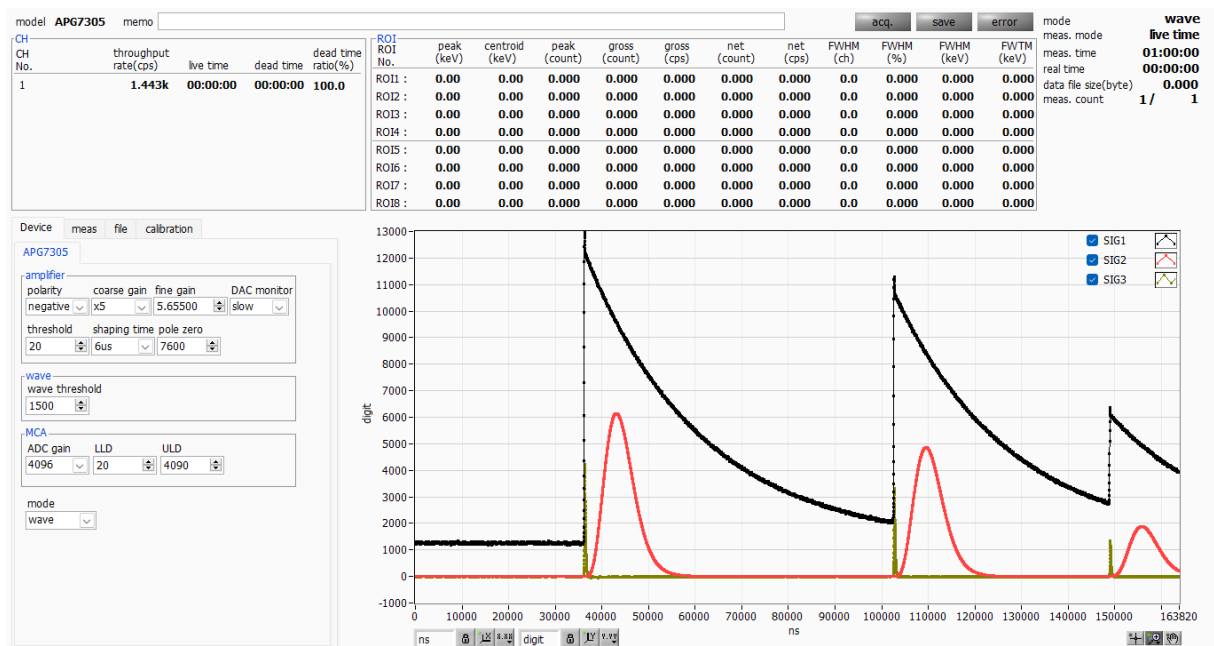


図 19 波形モード計測画面

6. 3. 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、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
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
start time	計測開始日付時刻
end time	計測終了日付時刻
mode	モード (histogram)
polarity	入力信号の極性
coarse gain	コースゲイン
fine gain	ファインゲイン
shaping time	シェイピングタイム
pole zero	ポールゼロ
wave threshold	リガー波形取得用閾値
ADC gain	ADC ゲイン
threshold	スレッシュホルド
LLD	エネルギーLLD
ULD	エネルギーULD
peak detect	ピーク検出方法 (abs)
cursor x(任意)	ヒストグラムカウント値取得用カーソル位置。単位はグラフ内 X 軸表示
cursor y(count)	カーソル位置と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(任意)	ROI 間のピークのエネルギー値
peak(ch)	ROI 間のピーク位置(ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置(ch)
peak(count)	ROI 間の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
output rate(cps)	1 秒間に処理したイベント数
[Data]	データ部
X 軸データ (チャンネルまたは eV, keV, 任意) ヒストグラムデータ 最大 4096 点	

7. 2. 波形データファイル

(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
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
start time	計測開始日付時刻
end time	計測終了日付時刻
mode	モード (wave)
polarity	入力信号の極性
coarse gain	コースゲイン
fine gain	ファインゲイン
shaping time	シェイピングタイム
pole zero	ポールゼロ
wave threshold	トリガー波形取得用閾値
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
peak detect	ピーク検出方法 (abs)
[Status]	ステータス部
output rate(cps)	1 秒間に処理したイベント数
[Data]	データ部
time, input, slow, fast	※time の単位は μs 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 LEMO コネクタ GATE に対し LV-TTL レベルの信号を入力します。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ような範囲（下図参照）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。

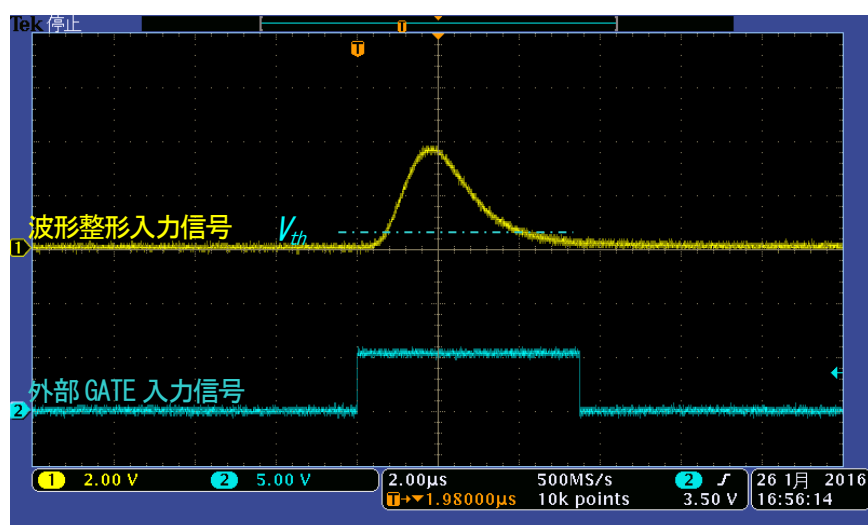


図 20 外部 GATE 入力信号タイミング

※ 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 LEMO コネクタ VETO 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。

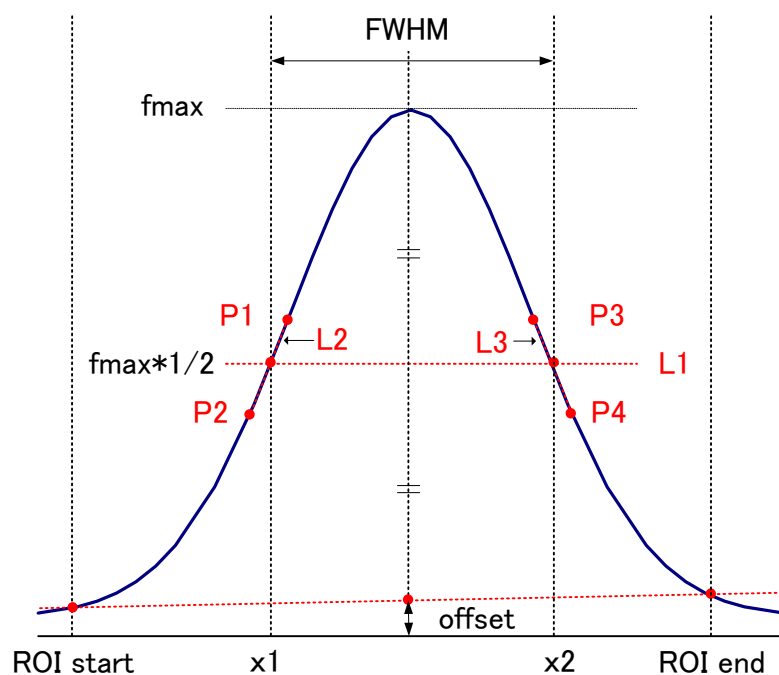


図21 FWHM算出

- (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。

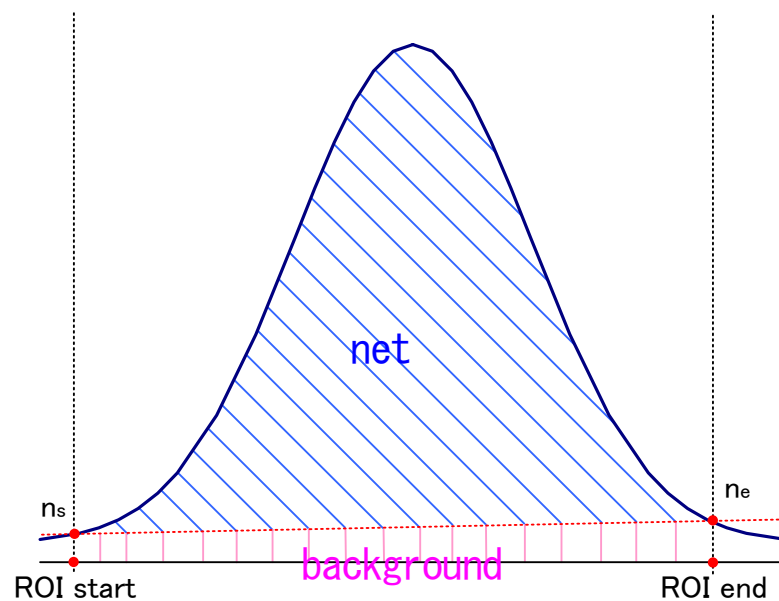


図 22 グロスカウントとネットカウント算出

- (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

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

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

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

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

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

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

ROI1	centroid(ch)	energy (keV)	*a
ROI2			+b

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。

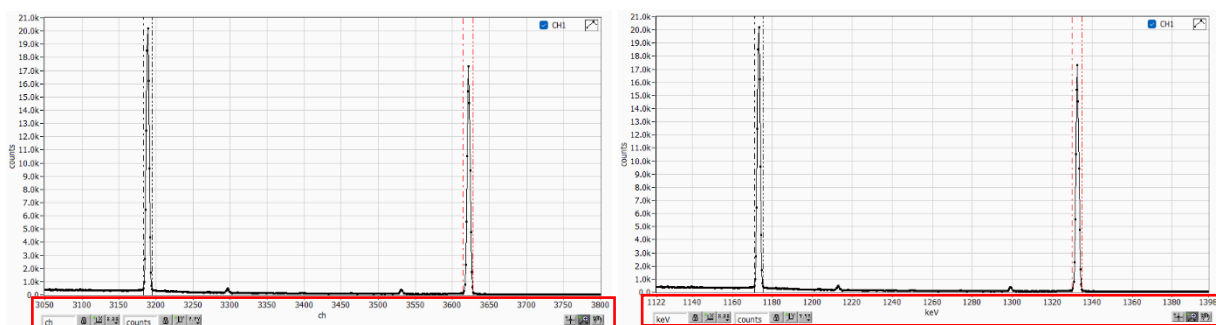


図 23 エネルギー校正前 (左) エネルギー校正後 (右)

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

$$b = y - ax$$

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

$$a = (1332 - 1173) / (10729.53 - 9446.99) = 0.124$$

$$b = 1332 - 0.124 * 10729.53 = 1.831$$

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。

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います。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

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。

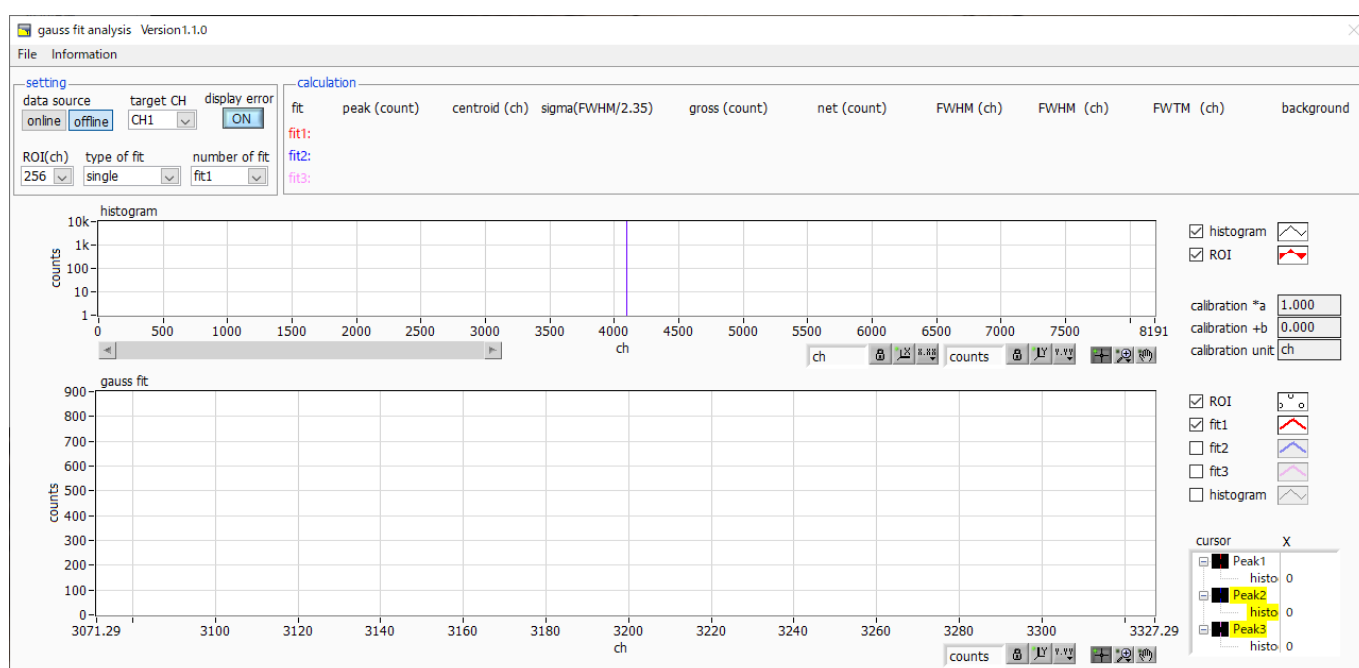


図 24 ガウスフィット起動画面

・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

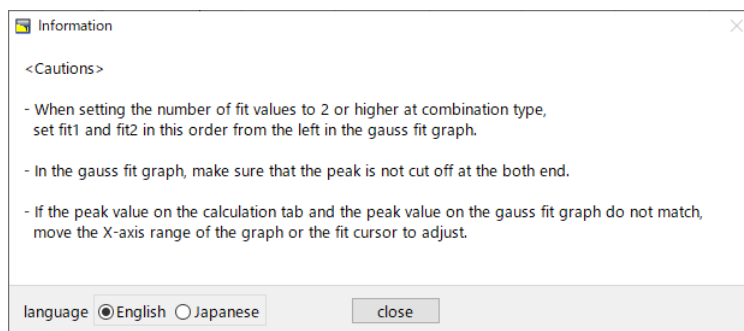


図 25 information 画面

- 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設定。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ダ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 に選択します。
- (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を移動し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。

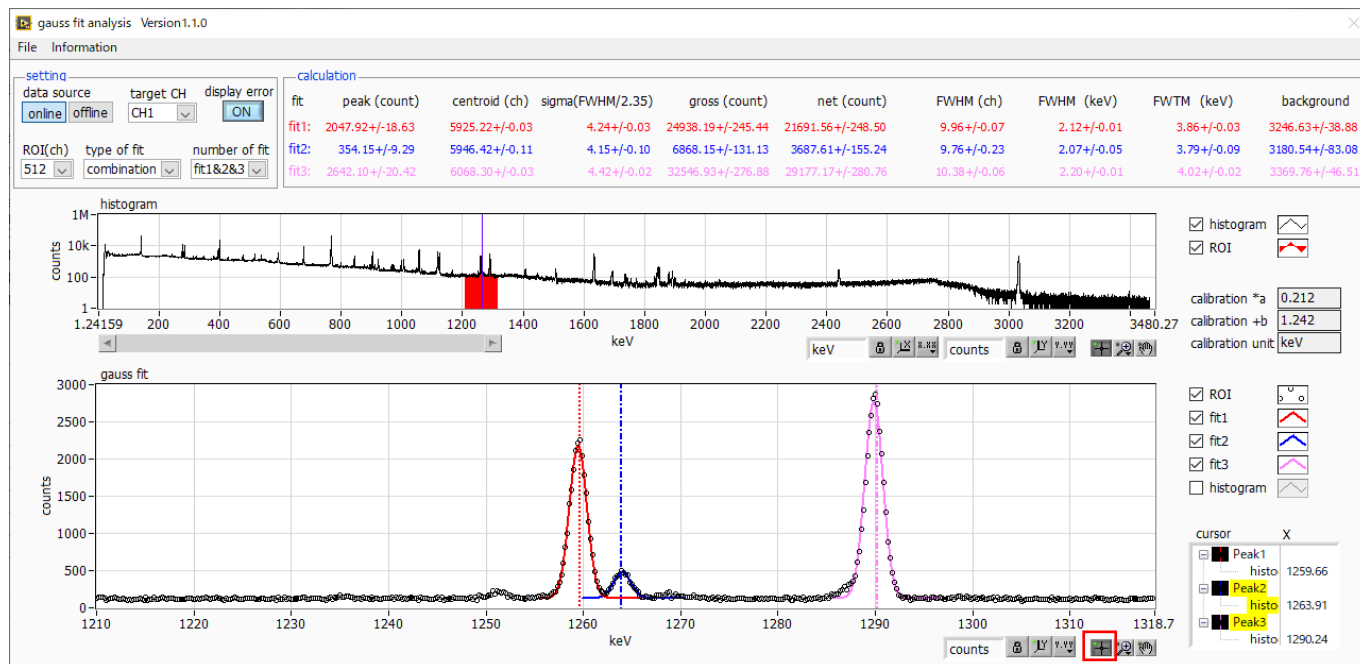


図 26 ガウスフィット画面 (online 時)

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 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 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。

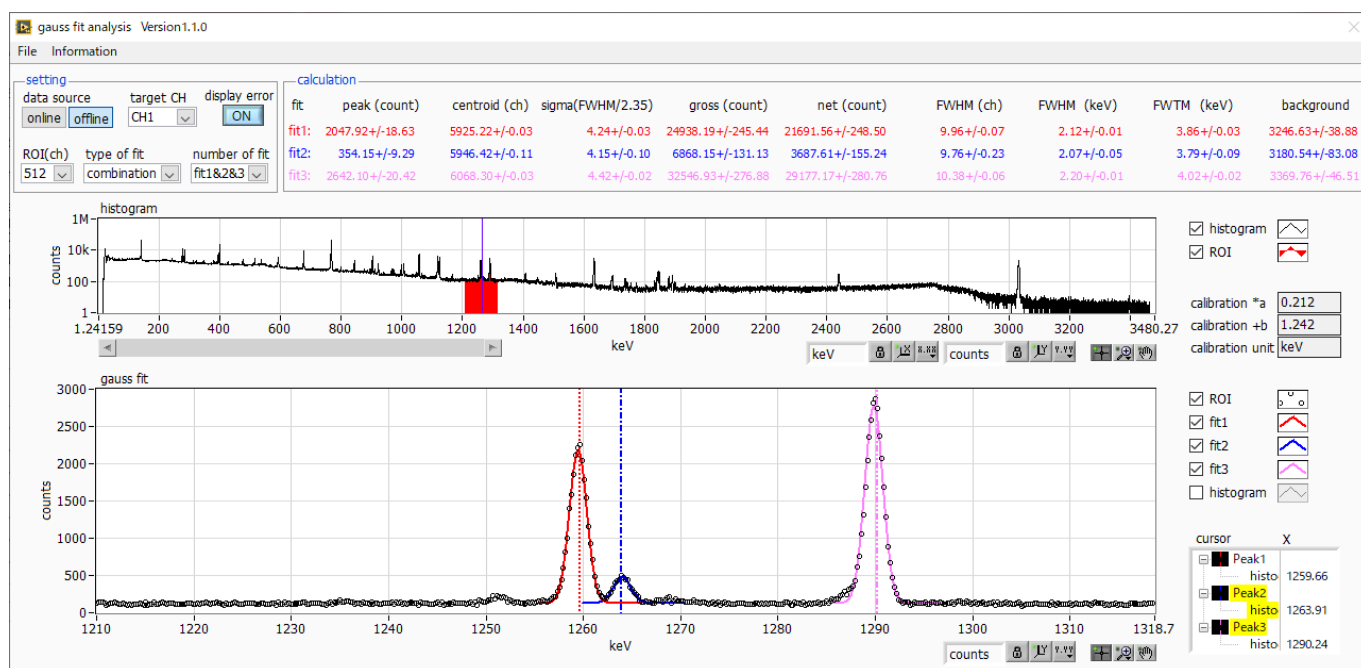


図 27 ガウスフィット画面 (offline 時)

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、下記の点にご注意ください。

- 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。

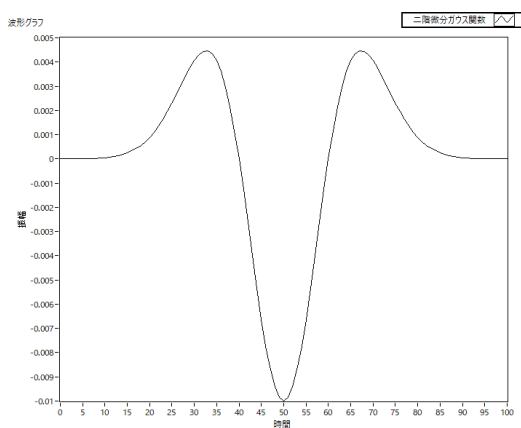
ピークサーチは、ガウス型平滑化二次微分フィルタを作成し、得られたスペクトルに対して平滑化二次微分を実施し、その計数誤差と比較してピークサーチを行います。

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



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。

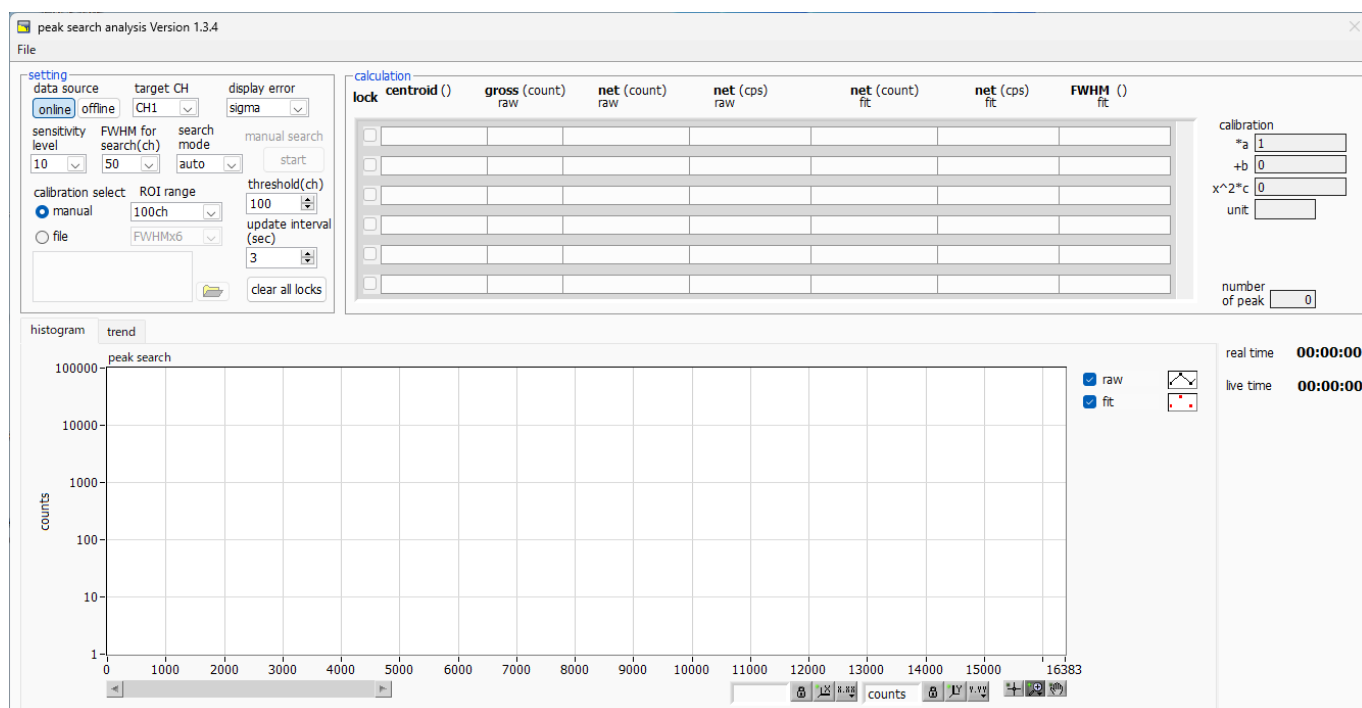


図 28 ピークサーチ起動画面

• メニュー部

File - open peak search file	ピークサーチファイル読み込み（後述の offline 時のみ有効）
File - open histogram file	ヒストグラムデータの読み込み（後述の offline 時のみ有効）
File - open trend file	トレンドファイルの読み込み（後述の offline 時のみ有効）
File - save peak search file	ピークサーチファイルへの書き出し
File - save trend file	トレンドファイルへの書き出し
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。本機種では CH1 のみ。
display error	calculation 部の各種算出値について、誤差表示の OFF、sigma、2 sigma、3 sigma を切り替えます。
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。
search mode	ピークサーチの実行タイミングを指定します。
auto	後述 update interval 間隔で、毎回実行します。

manual	後述 manual search で start 押下した時に、一度だけ実行します。
manual search	manual search 選択時、ピークサーチを実行するタイミングを指示します。
calibration select	各ピークに対する ROI 幅の指定方法を選択します。
manual	エネルギーの大小に関わらず、全区間に渡って、ROI range(ch) で指定した幅を適用します
file	FWHM 校正ファイルの値に基づき、エネルギーの大きさに応じた値を算出し、それに ROI range(FWHM) で指定した倍数を適用します。FWHM 校正ファイルの拡張子は ".fc" 固定になります。 FWHM 校正ファイルについての詳細は、後述の 1 2. 機能 create FWHM calibration file を参照ください。
ROI range(ch)	ピークに対する ROI のプロット (CH) 数の設定です。calibration select が manual の場合に指定します。
ROI range(FWHM)	ピークに対する ROI のプロット (FWHM の倍数) 数の設定です。calibration select が file の場合に指定します。
threshold(ch)	ピークサーチ対象範囲の下限値を指定します。
update interval(sec)	online 計測中の時は、search mode が auto の場合の、ピークサーチの実行間隔を指定します。 停止中や offline の時は、各種 setting 項目の変更を検出してピークサーチを再実行する間隔として使用されます。 また、trend グラフのプロット間隔にも使用されます。
clear all locks	下記の lock ON を全てクリアします。
• 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 fit	全カウントの総和から算出される中心値 (ガウスフィッティングからの算出値)
gross(count) raw	カウントの総和 (実データからの算出値)
net(count) raw	バックグラウンドを差し引いたカウントの総和 (実データからの算出値)
net(cps) raw	同 1 秒当たりの値 (実データからの算出値)
net(count) fit	バックグラウンドを差し引いたカウントの総和 (ガウスフィッティングからの算出値)
net(cps) fit	同 1 秒当たりの値 (ガウスフィッティングからの算出値)
FWHM fit	半値幅
※ cps の算出においては、カウントの総和を live time で割っています。	
※ centroid と FWHM の単位は、online 時はメイン画面でのエネルギー校正状況に、offline 時は読み込み対象ファイルに格納されているエネルギー校正状況に、それぞれ従います。	
以下の calibration *a から calibration unit も同様です。	
calibration *a	エネルギー校正係数*a が表示されます。
calibration +b	エネルギー校正係数+b が表示されます。
calibration x ² *c	エネルギー校正係数 x ² *c が表示されます。
calibration unit	エネルギー校正時の単位が表示されます。

number of peak 検出されたピーク数が表示されます。

peak search グラフ peak search グラフ内 histogram プロットには、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ダ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。

trend グラフ net (cps) raw または net (cps) fit の値の遷移をプロットします。プロット対象は lock されたものに限定されます。プロット間隔は、前出 update interval(sec)に従います。

plot start/stop プロットの開始・終了を指示します。

net (cps) plot プロット対象として、net (cps) raw、net (cps) fit のいずれかを選択します。

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）

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、ピーク検出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。calculation 部にはピーク検出したピーク毎に半値幅等の演算結果が表示されます。ピーク検出にか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。

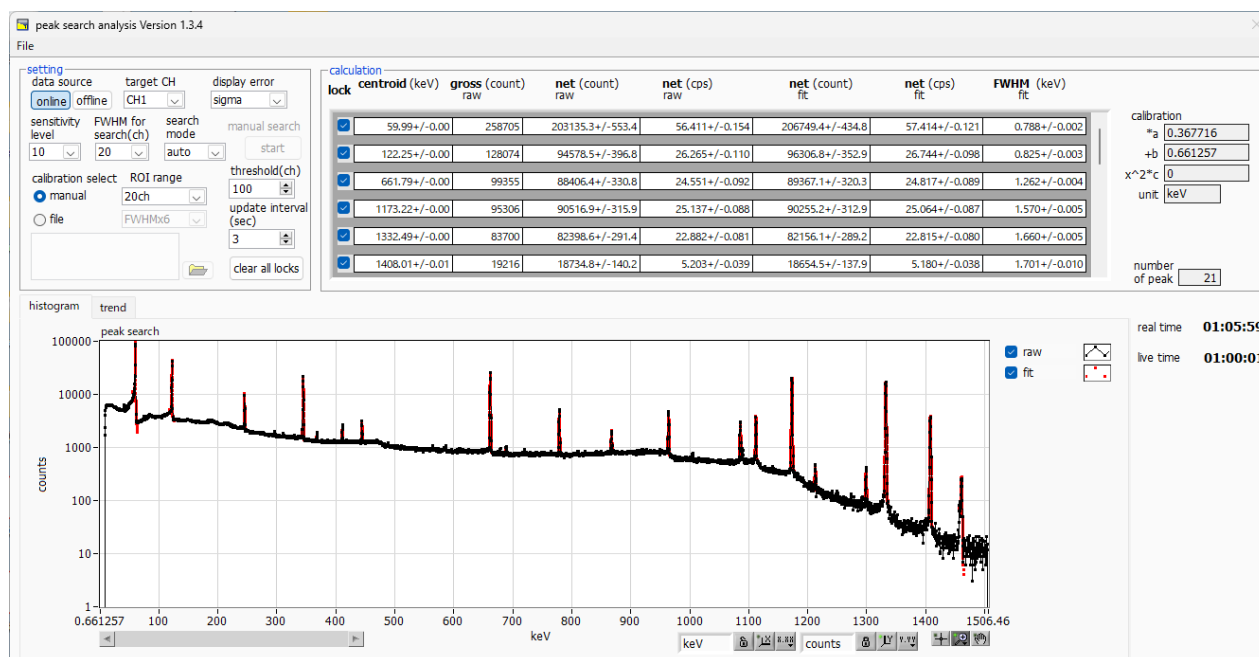


図 29 ピークサーチ画面 (online 時)

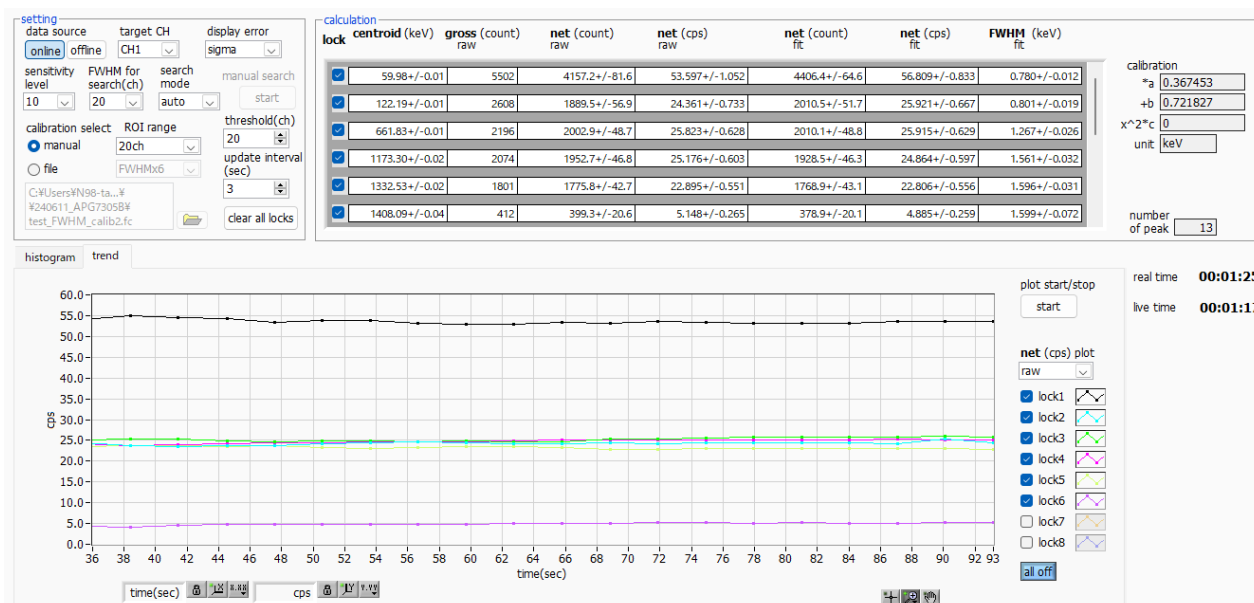


図 30 ピークサーチ画面 (trend グラフ)

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。
- (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。

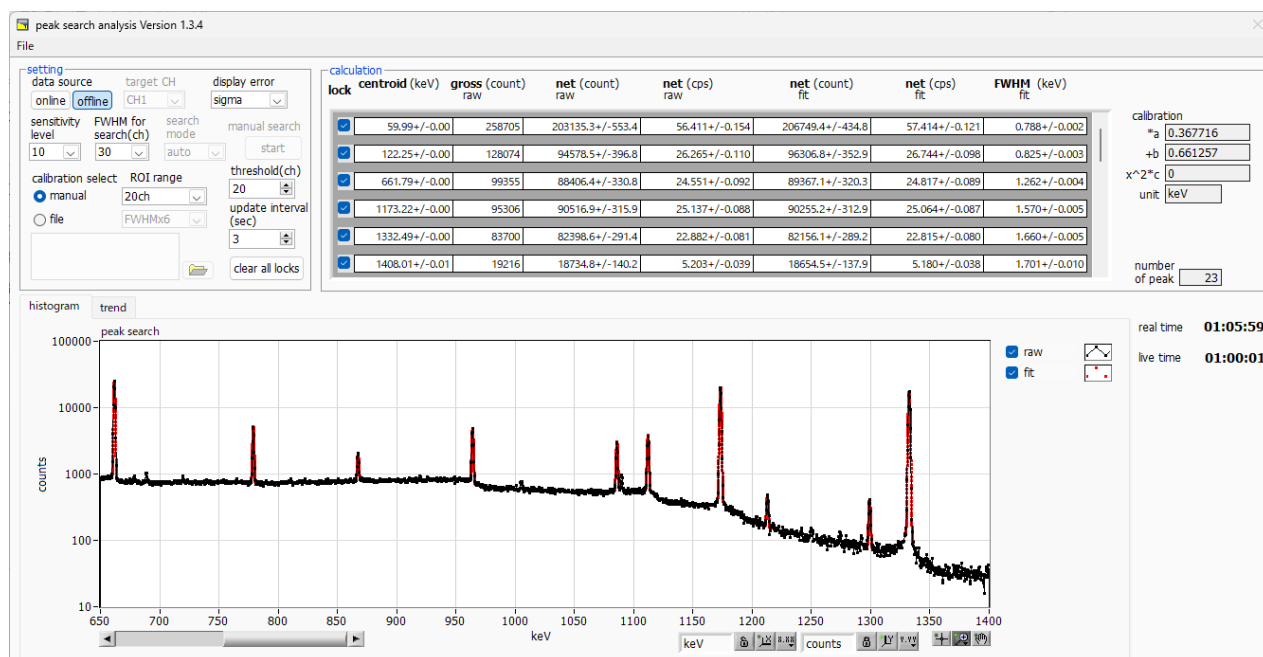


図 31 ピークサーチ画面 (offline 時)

10. 4. 注意事項

ピークサーチ処理を正常に動作させるために、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)、および ROI range(ch) または ROI range(FWHM) 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。

1 1. Tool 機能 create energy calibration file

※機器構成の都合上、非実装の場合があります。

本アプリには、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、エネルギー校正ファイルを作成する機能があります。ヒストグラム計測時に、本ファイルを参照した半値幅などの計算が可能となります。

1 1. 1. 起動画面

メニュー Tool -create energy calibration file を実行します。実行後、下図のような起動画面が表示されます。

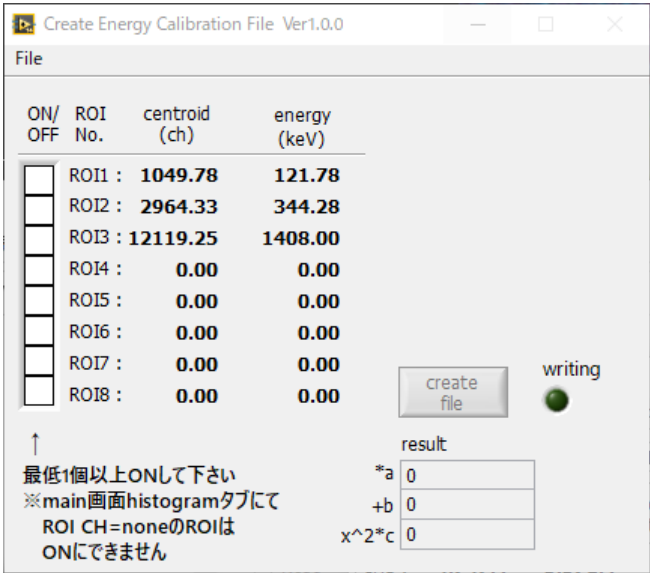


図 32 create energy calibration file 起動画面

- ・メニュー部
 - File - close 画面の終了
- ・画面内
 - ON/OFF 計算に使用する ROI の選択/解除
(ROI CH と範囲については、メイン画面の histogram タブにて設定)
 - centroid(ch) ROI の中心値。単位は ch 固定。
 - energy(ch) ROI 設定エネルギー。単位は ch 固定。
 - create file 計算に使用する ROI を最低 1 個以上選択すると、押下可能になります。
本ボタン押下により、エネルギー校正ファイルに必要な値を算出し、指定されたファイルに書き出します。
 - writing ファイル作成中に点灯
 - result 計算結果を表示

11. 2. 実行

ON/OFF 列にて、計算に使用するROIを1つ以上選択後、create file ボタンを押下します。ファイル名の入力を促す画面が表示されますので、入力確定後、下図のように画面が更新されます。

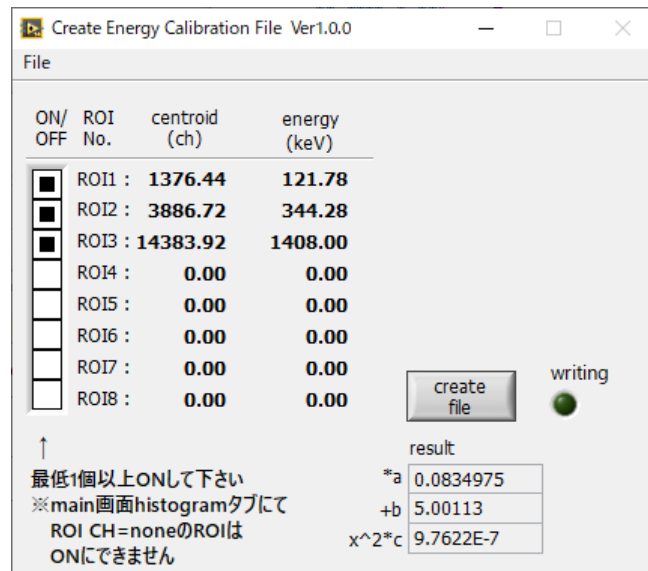


図 33 create energy calibration file 実行後画面

11. 3. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

1 2. Tool 機能 create FWHM calibration file

※機器構成の都合上、非実装場合があります。

本アプリには、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、FWHM 校正ファイルを作成する機能があります。

$$FWHM = a\sqrt{P} + bP + c$$
 (FWHM：半値幅、P：ピーク中心ch)

エラー！ 参照元が見つかりません。エラー！ 参照元が見つかりません。 実行時に、本ファイルを参照することで、エネルギーの大きさに応じた ROI 幅の指定が可能となります。

1 2. 1. 起動画面

メニュー Tool - create FWHM calibration file を実行します。実行後、下図のような起動画面が表示されます。

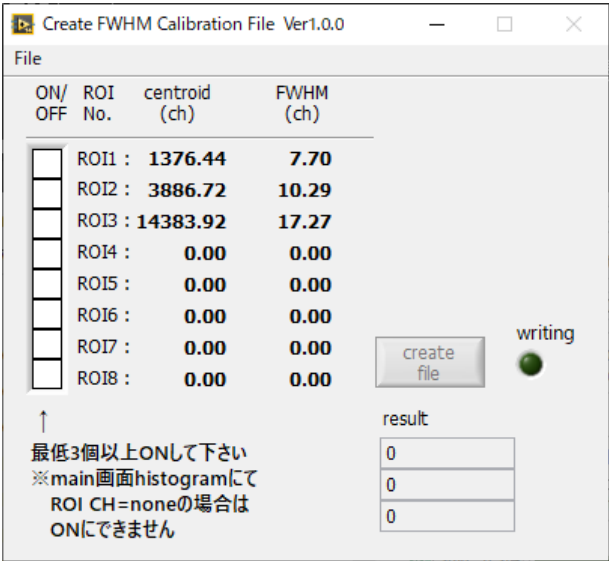


図 34 create FWHM calibration file 起動画面

- 画面内
 - ON/OFF 計算に使用する ROI の選択/解除
(ROI CH と範囲については、メイン画面の histogram タブにて設定)
 - centroid(ch) ROI の中心値。単位は ch 固定。
 - FWHM(ch) ROI の半値幅。単位は ch 固定。
 - create file 計算に使用する ROI を最低 3 個以上選択すると、押下可能になります。
本ボタン押下により、FWHM校正ファイルに必要な値を算出し、指定されたファイルに書き出します。
 - writing ファイル作成中に点灯
 - result 計算結果を表示

12. 2. 実行

ON/OFF 列にて、計算に使用する ROI を3つ以上選択後、create file ボタンを押下します。ファイル名の入力を促す画面が表示されますので、入力確定後、下図のように画面が更新されます。

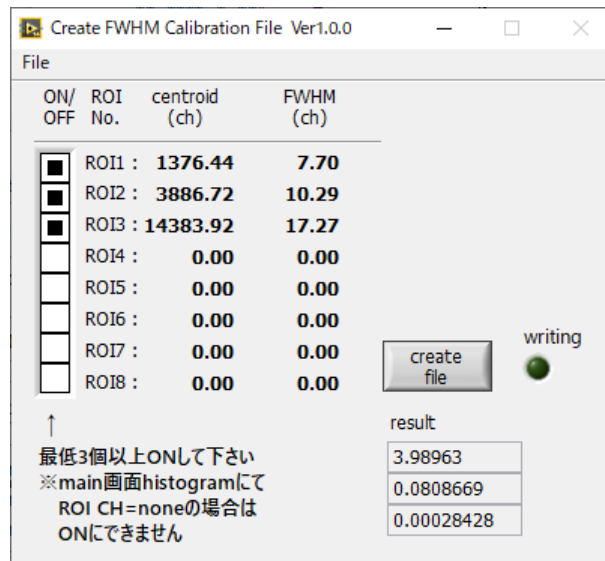


図 35 create FWHM calibration file 実行後画面

12. 3. 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