

ハイブリッドデジタルシグナルプロセッサ

APV8M42 / APU8M42

APV8M22 / APU8M22

取扱説明書

第 1.0.5 版 2026 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 : <https://www.techno-ap.com>

e-mail : info@techno-ap.com

安全上の注意・免責事項

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

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

禁止事項

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

注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

目次

1.	概要	5
2.	仕様	7
2. 1.	DPP仕様 (CH1 から CH4)	7
2. 2.	DSP仕様 (CH5 から CH6)	7
2. 3.	共通仕様	8
3.	外観	9
4.	セットアップ	11
4. 1.	アプリケーションのインストール	11
4. 2.	接続	11
4. 3.	ネットワークのセットアップ	12
5.	アプリケーション画面	13
5. 1.	起動画面	13
5. 2.	config タブ	17
5. 3.	file タブ	36
5. 4.	status タブ	37
5. 5.	wave タブ	38
5. 6.	spectrum タブ	39
5. 7.	timespectrum タブ	41
5. 8.	PSD タブ	42
6.	DPP 初期設定	43
6. 1.	接続	43
6. 2.	電源 ON	43
6. 3.	波形計測	43
6. 4.	エネルギースペクトル計測	45
6. 5.	リスト計測と時間差スペクトル計測	46
6. 6.	コインシデンス及びアンチコインシデンス出力	47
7.	DSP 初期設定	48
7. 1.	接続	48
7. 2.	電源 ON	48
7. 3.	プリアンプ出力信号の確認	48
7. 4.	プリアンプ出力信号のアナログファインゲインとアナログポールゼロ調整	49
7. 5.	FAST 系フィルタの設定	52
7. 6.	SLOW 系フィルタの設定	54
7. 7.	SLOW 系スレッシュホールドの設定	56
8.	計測	57
8. 1.	設定	57
8. 2.	計測開始	57

8. 3.	ヒストグラムモード.....	57
8. 4.	リストモード.....	58
8. 5.	計測停止.....	58
9.	終了.....	58
10.	ファイル.....	59
10. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	59
10. 2.	波形データファイル.....	61
10. 3.	リストデータファイル.....	62
10. 4.	リスト波形データファイル (オプション)	63
10. 5.	PSD データファイル.....	64
11.	Tool 機能 gauss fit analysis.....	65
11. 1.	起動画面.....	66
11. 2.	オンラインの場合.....	69
11. 3.	オフラインの場合.....	70
11. 4.	注意事項.....	71
11. 5.	終了.....	71
12.	Tool 機能 peak search analysis.....	72
12. 1.	起動画面.....	73
12. 2.	オンラインの場合.....	76
12. 3.	オフラインの場合.....	77
12. 4.	注意事項.....	77
12. 5.	終了.....	77
13.	Tool 機能 create FWHM calibration file.....	78
13. 1.	起動画面.....	78
13. 2.	実行.....	79
13. 3.	終了.....	79
14.	トラブルシューティング.....	80
14. 1.	接続エラーが発生する.....	80
14. 2.	コマンドエラーが発生する.....	80
14. 3.	ヒストグラムが表示されない.....	81
14. 4.	IP アドレスを変更したい.....	81
15.	APV8M42、APV8M22 の性能.....	82
15. 1.	DSP の分解能.....	82

1. 概要

テクノエーピー社製 APV8M42 及び APV8M22 は、リアルタイム DPP（デジタルパルスプロセッシング）機能と、高速・高分解能 ADC を持つ DSP（デジタルシグナルプロセッサ）機能を備えたハイブリッドなデジタルシグナルプロセッサです。

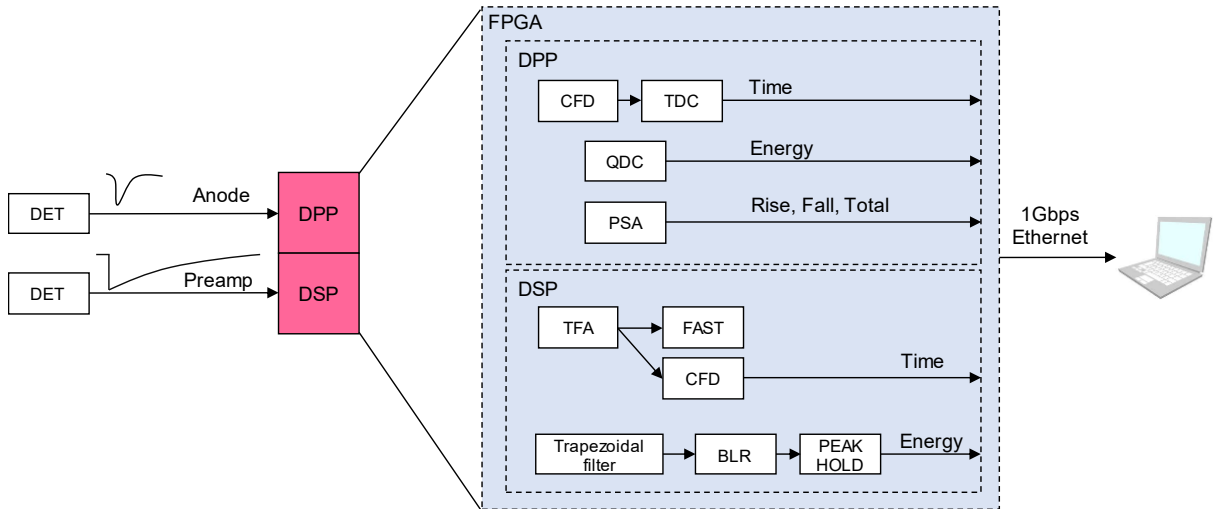


図 1 ブロック図

APV8M42 の CH1 から CH4 には DPP が搭載しており、500MHz の高速 A/D コンバータによりリアルタイムの信号解析に加え、パイプライン信号処理によるデッドタイムの無い高速処理をし、高時間分解能・高スループットを実現します。

APV8M22 の CH1 と CH2 には DPP が搭載しており、1GHz の高速 A/D コンバータによりリアルタイムの信号解析に加え、パイプライン信号処理によるデッドタイムの無い高速処理をし、高時間分解能・高スループットを実現します。

APV8M42 及び APV8M22 の CH5 から CH6 には DSP を搭載しており、62.5MHz・14Bit の A/D コンバータを使用し、検出器プリアンプからの出力信号は、FPGA によるパイプラインアーキテクチャによって、リアルタイムに台形フィルタ（Trapezoidal Filter）処理されます。構成はスペクトロスコピーアンプと MCA を一体化したもので、伝統的なアナログ方式に変わり最新のデジタル信号処理技術を用いたパルスシェイピングを実行します。

台形フィルタの他に、タイミングフィルタアンプ、CFD、波形デジタイザ等の機能を有しております。

また、コインシデンス、アンチコインシデンス端子を標準で有しており、コインシデンス時間や CH の組み合わせなど自由度の高いセッティングが可能となっております。

本書は、本製品を計測制御するためのアプリケーション（以下本アプリ）について説明するものです。

※ 文章中、信号入力のチャンネルは“CH”、ピン数を表すチャンネルは“ch”と大文字小文字を区別し

てあります。

- ※ 文章中の、“リスト”と“イベント”は同意義です。
- ※ 型式のAPVはVME規格サイズの基板型を表しています。この基板型に電源を供給するためにはVME電源ラック（弊社製品APV9007等）が別途必要となります。また、この基板をユニット（筐体）に納め、AC電源を直接使用できるタイプの型式には、APVの代わりにAPUが付きます。例として、VME型APV8M42をユニットに納めた型式はAPU8M42となります。本書ではAPU8M42やAPU8M22の説明も含まれます。
- ※ 本機器にはオプションとして機能を追加することが可能です。本書ではその機能部分を（オプション）と明記します。

2. 仕様

2. 1. DPP仕様 (CH1 からCH4)

(1) アナログ入力

- チャンネル数 (APV8M42) 4CH
(APV8M22) 2CH
- 入力レンジ $\pm 1V$
- 入力インピーダンス 50Ω
- コースゲイン $\times 1$ 、 $\times 3$

(2) ADC

- サンプリング周波数 (APV8M42) 500MHz
(APV8M22) 1GHz
- 分解能 14bit
- SNR 68.3dBFS@605MHz

(3) 性能

- QDC アウトプット 2Mcps 以上
- 時間分解能 (APV8M42) 7.8125ps (500MHz)
(APV8M22) 3.90625ps (1GHz)

(4) MCA

- ADC ゲイン 4096、2048、1024、512、256 チャンネル

2. 2. DSP仕様 (CH5 からCH6)

(1) アナログ入力

- チャンネル数 2CH
- 入力レンジ $\pm 2V$
- 入力インピーダンス $1k\Omega$
- コースゲイン $\times 1$ 、 $\times 4$ 、 $\times 10$ 、 $\times 20$
- 周波数帯域 DC~25MHz

(2) ADC

- サンプリング周波数 62.5MHz
- 分解能 16bit
- SNR 85dB@3MHz

(3) 性能

- 分解能 1.70keV@1.33MeV (代表値)
- スペクトルブローテニング 12%以下 (1Kcps~100Kcps)
- 積分非直線性 $\pm 0.025\%$ (typ)
- パルスペア分解能 $1.25 \times (\text{Risetime} + \text{Flat top time})$

(4) MCA

- ADCゲイン 16384、8192、4096、2048、1024、512、256チャンネル
※listモード時は最大8192まで。

(5) デジタルパルスシェイピング

- トリガータイミング LET (Leading Edge Timing) 、
CFD (Constant Fraction Discriminator Timing)
- 時間分解能 62.5ps

2. 3. 共通仕様

(1) 通信インターフェース

- LAN Ethernet TCP/IP 1000Base-T 及びUDP

(2) 形状

- VME型 APV8M42、APV8M22
- ユニット型 APU8M42、APU8M22

(3) 消費電流

※APV8M42の場合

- +5V 4.0A (最大)
- +12V 1.0A (最大)
- 12V 0.5A (最大)

(4) 外径寸法

- VME型 20 (W) ×262 (H) ×187 (D) mm
- ユニット型 300 (W) ×56 (H) ×335 (D) mm

(5) 重量

- VME型 約460g
- ユニット型 約3360g

(6) PC環境

- OS Windows 7以降、32bit 及び64bit 以降
- ネットワークインターフェース
- 画面解像度 FHD (1920×1080) 以上推奨

3. 外観

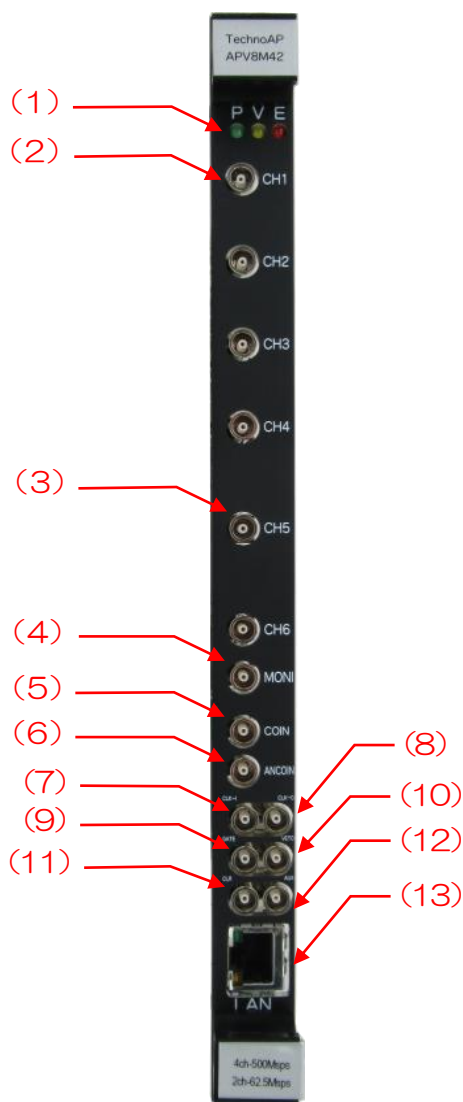


写真1 APV8M42

- | | | |
|-----|--------|---|
| (1) | LED | P (緑色) は電源 ON 時点灯、V (橙色) と E (赤色) は未使用。 |
| (2) | CH1~4 | アノード出力信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。入力レンジは ±1V、コースゲインはアプリから ×1 または ×3 を選択、入力インピーダンスは 50Ω。APV8M22 の場合は CH1 及び CH2。 |
| (3) | CH5~6 | プリアンプ出力信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。入力レンジは ±2V、コースゲインはアプリから ×1、×4、×10、×20 を選択、入力インピーダンスは 1kΩ。 |
| (4) | MONI | モニタ出力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。CH5~8 の DSP 処理中の信号等を DAC 出力します。 |
| (5) | COIN | コインシデンス出力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。任意の CH でコインシデンスを検知した時、任意の時間幅だけ LVTTTL 信号を出力します。GATE、VETO に入力することで、ボード全体にコインシデンスをかけることができます。 |
| (6) | ANCOIN | アンチコインシデンス出力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。任意の CH でアンチコインシデンスを検知した時、任意の時間幅だけ LVTTTL 信号を出力します。GATE、VETO に入力することで、ボード全体にアンチコインシデンスをかけることができます。 |

- (7) CLK-I 外部クロック信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。外部クロックを使用して外部機器と同期を取ることができます。
外部クロック使用時は、後述の「※外部クロック使用時」を参照。
- (8) CLK-O 外部クロック信号出力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。25MHz の LVTTTL 信号を出力します。
- (9) GATE 外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。TTL または LVTTTL 信号を入力します。入力が “High” の間データの取得を有効にします。
- (10) VETO 外部バート信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。TTL または LVTTTL 信号を入力します。“High” の間データの取得を無効にします。
- (11) CLR 外部クリア信号入力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。TTL または LVTTTL 信号を入力します。GATE、VETO に入力することで、ボード全体にコインシデンスをかけることができます。“High” の立ち上がりエッジで時間カウンタデータをクリアします。
- (12) AUX オプション出力用 LEMO 社製 00.250 コネクタ。LVTTTL の OR ロジック（全 CH の内 1CH でも検知すれば High）が出力されます。
- (13) LAN イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。Ethernet TCP/IP 1000Base-T。

※ 外部クロック使用時

電源 OFF の状態で、基板上ジャンパ JP21 を 1-6 : CPU に変更後、25MHz、Duty サイクル 50% の LVTTTL または TTL 信号を CLK-I に入力してから、電源を投入します

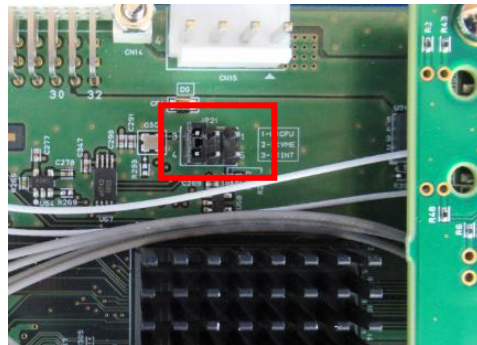


写真2 JP21 の位置

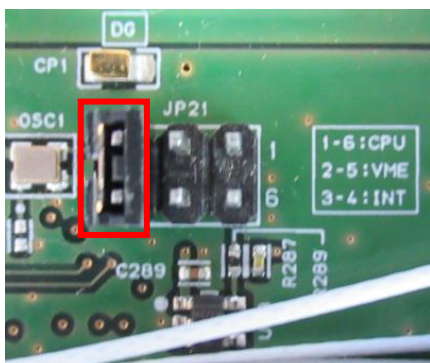


写真3 内部クロック使用時(3-4:INT ジャンパ)

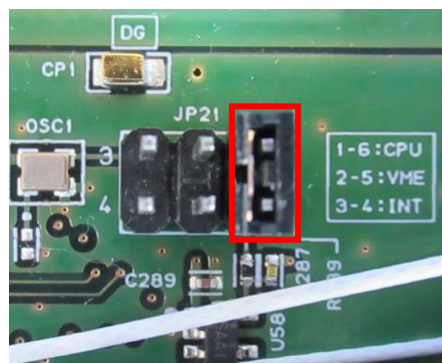


写真4 外部クロック使用時(1-6:CPU ジャンパ)

4. セットアップ

4. 1. アプリケーションのインストール

本アプリはWindows上で動作します。ご使用の際は、使用するPCに本アプリのEXE（実行形式）ファイルとNational Instruments社のLabVIEWランタイムエンジンをインストールする必要があります。本アプリのインストールは、付属CDに収録されているインストーラによって行います。インストーラには、EXE（実行形式）ファイルとLabVIEWのランタイムエンジンが含まれており、同時にインストールができます。インストール手順は以下の通りです。

- (1) 管理者権限でWindowsへログインします。
- (2) 付属CD-ROM内Installerフォルダ内のsetup.exeを実行します。対話形式でインストールを進めます。デフォルトのインストール先はC:\TechnoAPです。このフォルダに、本アプリの実行形式ファイルと設定値が保存された構成ファイルconfig.iniがインストールされます。
- (3) スタートボタン - TechnoAP - APP8M22を実行します。

尚、アンインストールはプログラムの追加と削除からAPP8M22を選択して削除します。

4. 2. 接続

本機器とPCをイーサネットケーブルで接続します。PCによってはクロスケーブルをご使用ください。ハブを使用する場合はスイッチングハブをご使用ください。

4. 3. ネットワークのセットアップ

本機器と本アプリの通信状態を下記の手順で確認します。

- (1) PCの電源をONにし、PCのネットワーク情報を変更します。

IPアドレス : 192.168.10.2 ※本機器割り当て以外のアドレス
 サブネットマスク : 255.255.255.0
 デフォルトゲートウェイ : 192.168.10.1

- (2) 本機器の電源をONにします。電源投入後 10 秒程待ちます。

- (3) PCと本機器の通信状態を確認します。Windowsのコマンドプロンプトにてping コマンドを実行し、本機器とPCが接続できるかを確認します。本機器のIPアドレスは基板上またはユニットの背面にあります。工場出荷時の本機器のネットワーク情報は以下の通りです。

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

> ping 192.168.10.128

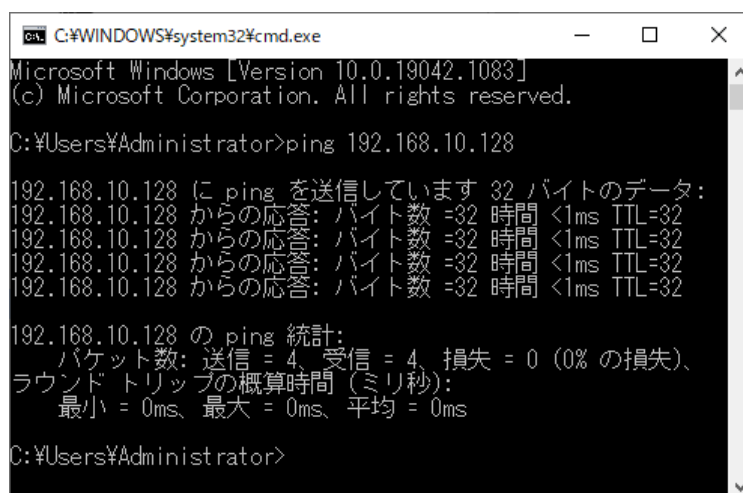


図 2 通信接続確認 ping コマンド実行

- (4) 本アプリを起動します。デスクトップ上のショートカットアイコン APP8M22 または Windows ボタンから APP8M22 を検索して起動します。
 本アプリを起動した時に、本機器との接続に失敗した内容のエラーメッセージが表示される場合は、後述のトラブルシューティングを参照ください。

5. アプリケーション画面

5. 1. 起動画面

本アプリを実行すると、以下の起動画面が表示されます。

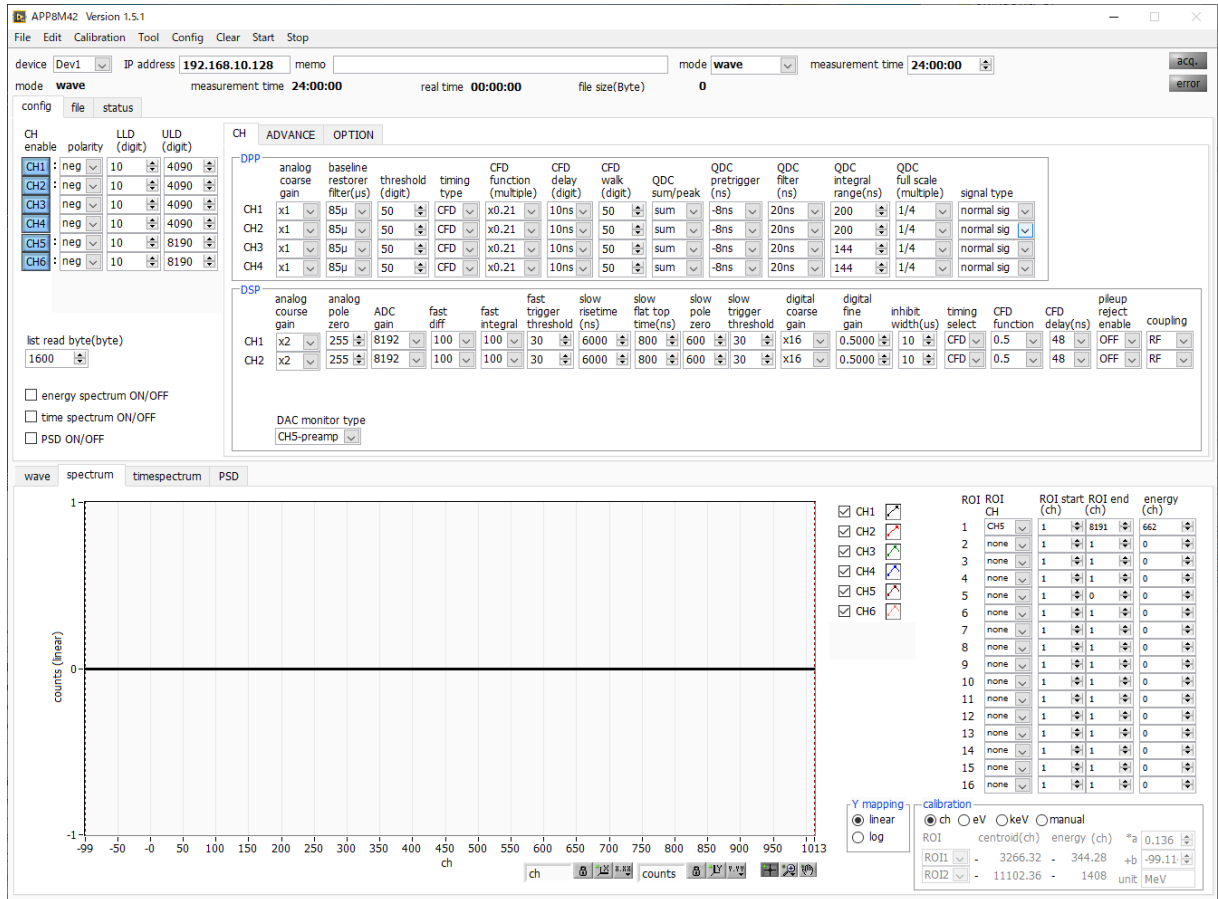


図3 起動画面（オプションや更新により画像と異なる場合があります）

メニュー

- | | |
|---|--------------------------------------|
| File - open config | 設定ファイルの読み込み。 |
| File - open histogram | ヒストグラムデータファイルの読み込み。 |
| File - open wave | 波形データファイルの読み込み。 |
| File - open PSD | PSD 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をファイルに保存。 |
| File - save PSD | PSD データファイルをファイルに保存。 |
| File - save image | 本アプリ画面をPNG 形式画像で保存。 |
| File - convert binary list file to csv | 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。 |
| Edit - copy setting of CH1 | CH タブ内 CH1 及び CH5 の設定を他の CH の設定に反映。 |
| Edit - copy setting of CH1 to all modules | CH タブ内 CH1 及び CH5 の設定を他の全モジュールの設定に反映 |

Edit - IP configuration	本機器のIP アドレスを変更。
Calibration	CH1 からCH4のwave 動作に乱れがある場合に実行します。本アプリ起動時にも実行されます。
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 FWHM calibration File	FWHM 校正ファイルの作成画面を表示

Config	本機器へ全項目を設定。
Clear	本機器内のヒストグラムデータを初期化。
Start	本機器へ計測開始。
Stop	本機器へ計測停止。

device 計測対象とする装置を選択します。

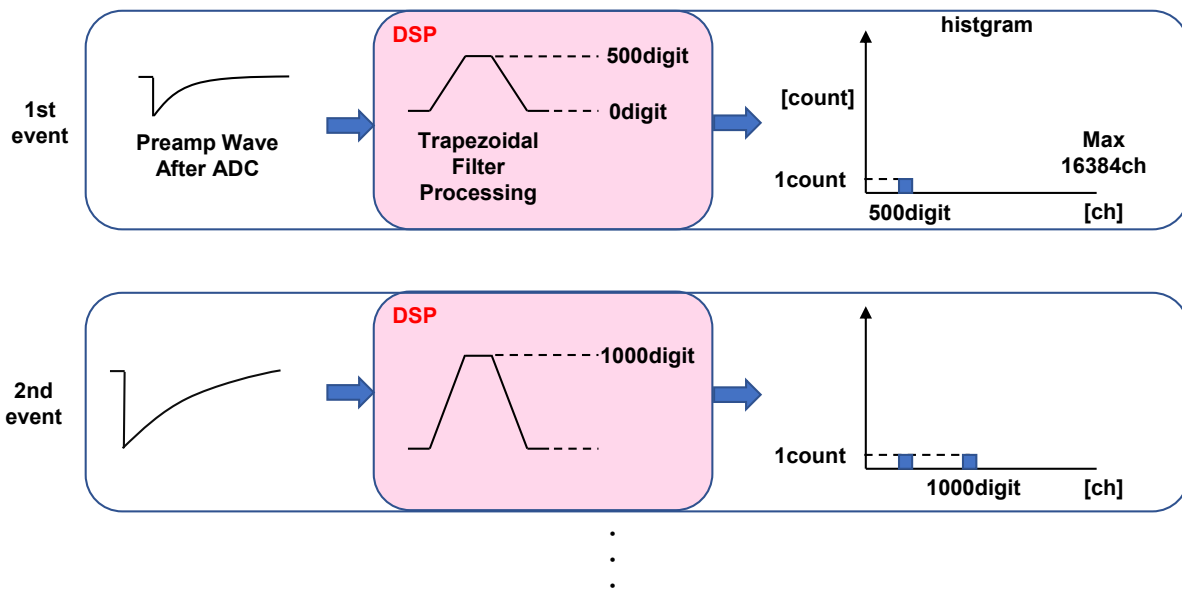
IP address 本機器のIP アドレスを表示します。Module 毎に異なるIP アドレスを設定します。

memo メモを書き込むことができます。

mode 以下のモードを選択できます。

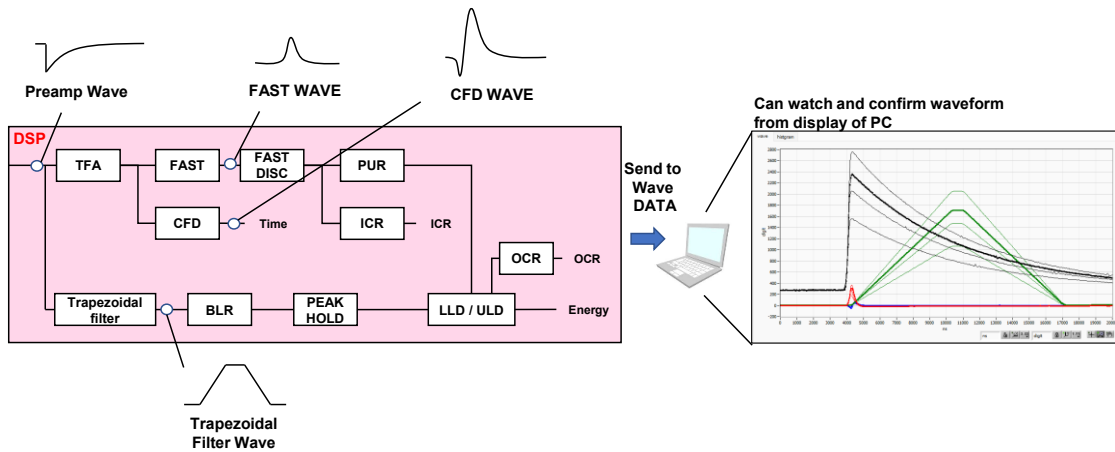
hist ヒストグラムモードは、内部で演算した波高値や QDC 値を CH1 からCH4は最大 4096ch に格納、CH5 からCH6は最大 16384ch に格納し、横軸エネルギー、縦軸カウントのヒストグラムを取得します。

下図は CH5-8 の DSP の場合のイメージです。



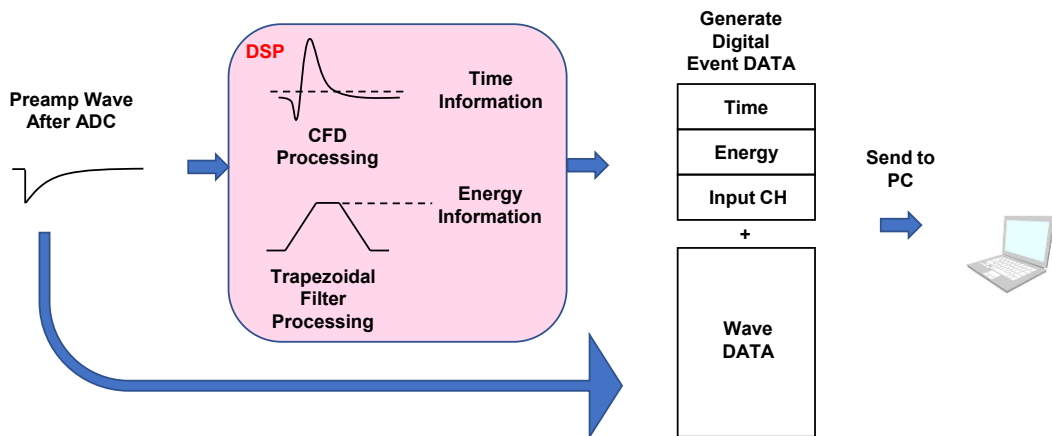
wave オシロスコープのように信号処理中の波形を確認できます。

下図はCH5-8のDSPの場合のイメージです。



list リストモードは、検出器からの出力信号のタイムスタンプと波高値や QDC 値と CH 番号を 1 つのイベントデータとし、連続的に PC ヘデータを転送するモードです。ADC gain に制限があり DPP は固定 4096ch、DSP は最大 8192ch です。

下図はCH5-8のDSPの場合のイメージです。



- | | |
|------------------|--------------------------------|
| measurement time | 計測時間を設定します。 |
| acq. LED | 計測中に点滅。 |
| error LED | エラー発生時点灯。 |
| mode | 選択中のモードを表示。 |
| measurement time | 設定した計測時間またはデータファイル読み込み時を表示。 |
| real time | 有効先頭 CH のリアルタイム (実計測時間)。 |
| file size (Byte) | リストデータの保存中のファイルの容量 (Byte) を表示。 |

タブ

config	CH 設定及び計測に関する設定。
file	ファイルに関する設定。
status	CH 毎のステータスを表示。
wave	入力波形、台形処理した波形などの表示。
spectrum	ヒストモード時のスペクトルの表示。
timespectrum	リストモードで time spectrum on/off にチェックを入れた時に、リストデータから時間スペクトルを作成し表示。高計数時に時間スペクトルを作成しようとする PC 処理が追いつかず、データ取得にエラーが起きてしますので注意してください。
PSD	CH1 のみ対応。リストデータ内 RISE、FALL、TOTAL 値から、x 軸と y 軸に対してどの値を使用するか予め設定し、2 次元スペクトルを表示。 例として、n/r 粒子弁別では、x 軸に FALL/TOTAL、y 軸に TOTAL と用いられることもあります。

5. 2. config タブ

5. 2. 1. CH タブ

DPP 及び DSP 共通設定

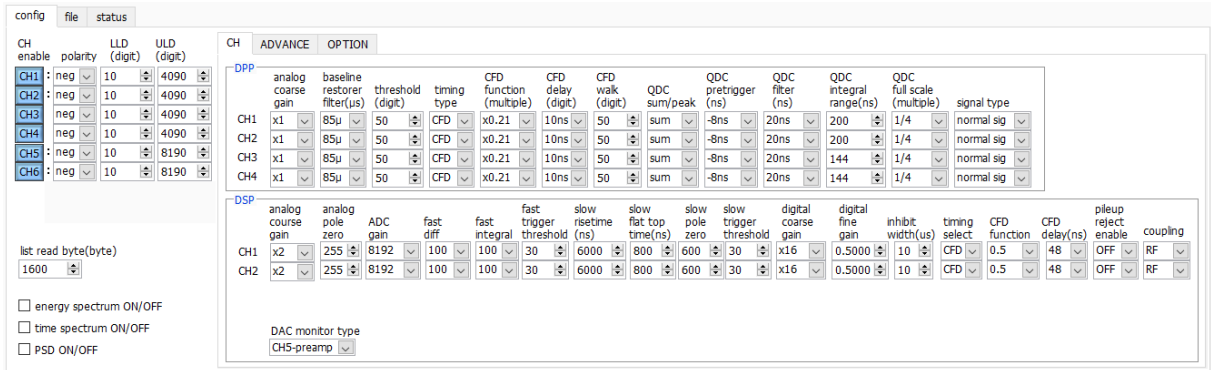


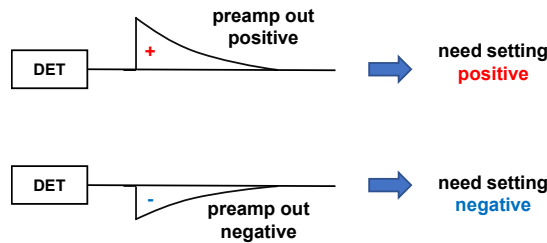
図4 config タブ

CH enable

CH 使用可否。

polarity

入力する信号の極性。pos は正極性、neg は負極性。



LLD

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

ULD

エネルギー-ULD (Upper Level Discriminator)。単位は digit (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。

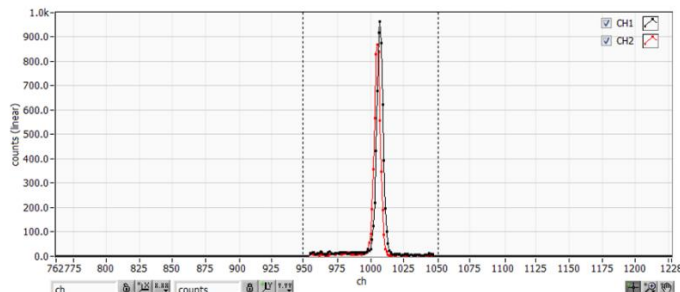


図5 LLDとULD の設定例

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

- list read byte (byte) リストデータ読み込み時の単位バイトを指定します。値が小さ過ぎると高計数出力時に読み出しきれずエラーになってしまいますので注意してください。
- list read byte (byte) リストデータ読み込み時の単位バイトを指定します。値が小さ過ぎると高計数出力時に読み出しきれずエラーになってしまいますので注意してください。
- energy spectrum ON/OFF list モードでリストデータ取得中のenergy spectrum 表示の有無を選択します。リストデータのみを取得したい場合はチェックを外します。高計数の時 ON にすると、リストデータの取得が遅くなるので注意ください。
- time spectrum ON/OFF list モードでリストデータ取得中のtime spectrum 表示の有無を選択します。リストデータのみを取得したい場合はチェックを外します。高計数の時 ON にすると、リストデータの取得が遅くなるので注意ください。
- PSD ON/OFF list モードでリストデータ取得中の PSD2 次元ヒストグラム等の表示の有無を選択します。リストデータのみを取得したい場合はチェックを外します。高計数の時 ON にすると、リストデータの取得が遅くなるので注意ください。

CHタブ DPPのCHに関する設定

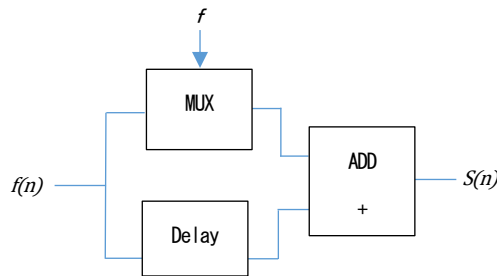
analog coarse gain アナログ粗ゲイン。1 倍または 3 倍から選択します。

baseline restorer filter ベースラインレストアラーの時定数を設定します。Ext (除外、AutoBLR なし)、Fast、4 μ s、85 μ s、129 μ s、260 μ sから設定。通常は 85 μ s。

threshold 入力信号の波形取得の閾値を設定します。単位は digit です。設定範囲は 0 から 8191 です。wave モードで raw の波形を見ながら、ノイズレベルより大きい値で設定します。



APV8M42 及び APV8M22 のコンスタントフラクショナルタイミングは FPGA によるデジタル信号処理にて実現しております。



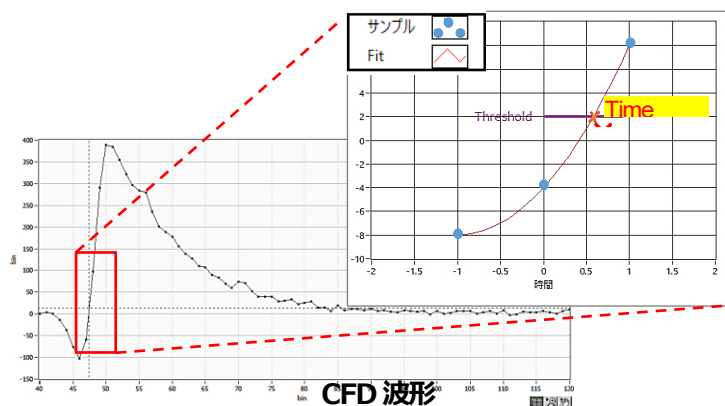
$$s(n) = fv(n) - v(n - delay)$$

当社で開発したデジタル信号処理のアルゴリズムは、サンプリングした波形データから最小二乗法による多項式近似を用います。

$$L(a, b, c) = \sum_{i=1}^N \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + C)\}^2$$

を最小となる a,b,c のパラメータを探して CFD であればゼロクロス点 (WALK)、リーディングエッジであればスレッシュホールド点の内挿を得ることで、より精密な時間情報を計算しています。

なお FPGA によりパイプライン形式で計算をすることで、一連の演算時間は約 100ns 以下と非常に高速に計算されるため、デッドタイムが小さく高スループットを可能としております。



timing type

イベントを検出した時間（タイムスタンプ）する際の波形を、CFD 波形、LE（生波形）から選択します。

CFD コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing)

下図の異なる preamp 波形 a と b に対し、以下の波形 c, d と e, f と g, h のような波形を生成します。

波形 c, d : 波形 a と b を CFD function 倍し、反転した波形

波形 e, f : 波形 a と b を CFD delay 分遅延した波形

波形 g, h : 波形 c と e を加えた波形と d と f を加えた波形

波形 g と h のゼロクロスタイミングである CFD は、波形の立ち上がり開始時間が同じであれば、波高が変化しても一定である、という特徴があります。

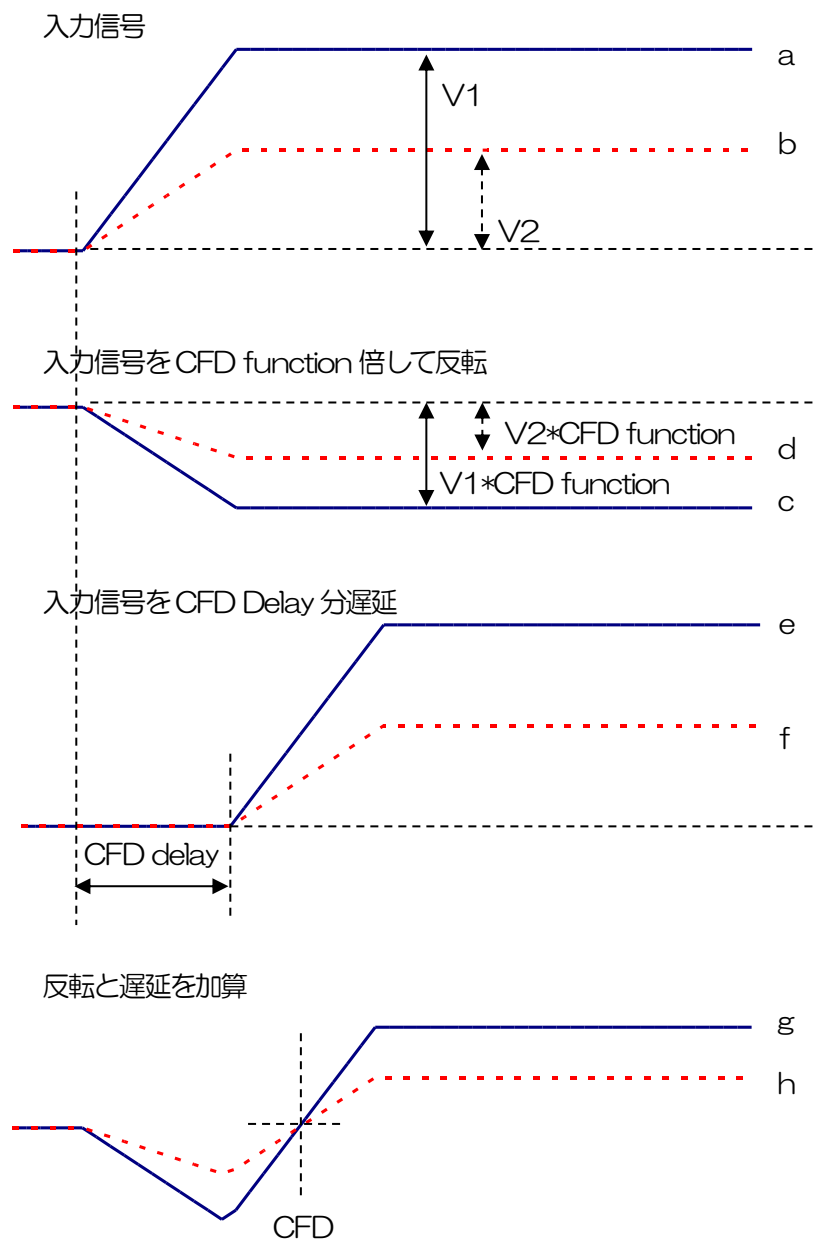


図 6 コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

LE リーディングエッジ (Leading Edge)
 あるトリガーレベル t に到達したタイミングです。トリガー取得タイミングは a' と b' のように立ち上がりの傾きが変われば時間も異なります。

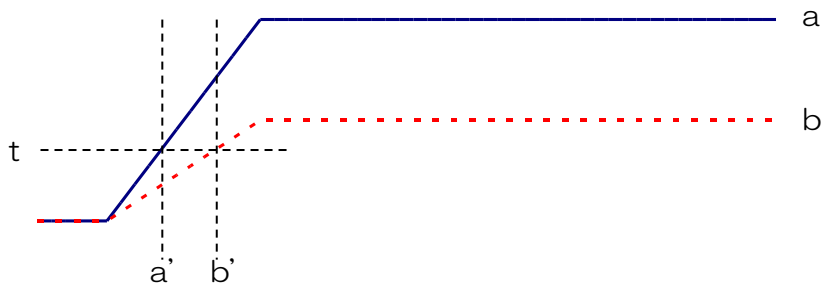
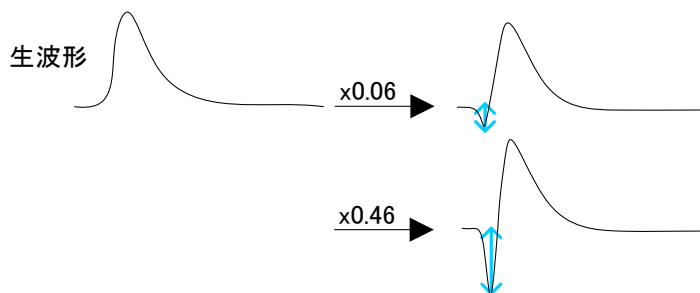


図7 リーディングエッジ (Leading Edge) の考え方

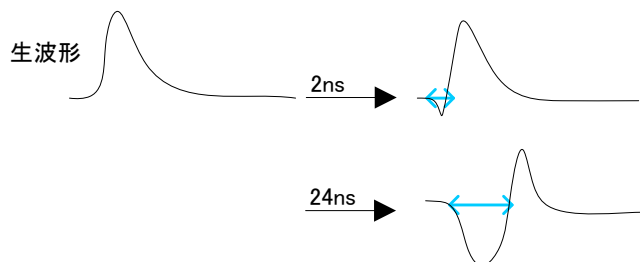
CFD function

CFD 波形整形用に元波形を縮小するための倍率。0.03 倍、0.06 倍、0.09 倍、0.12 倍、0.15 倍、0.18 倍、0.21 倍、0.25 倍、0.28 倍、0.31 倍、0.34 倍、0.37 倍、0.40 倍、0.43 倍、0.46 倍 から選択します。



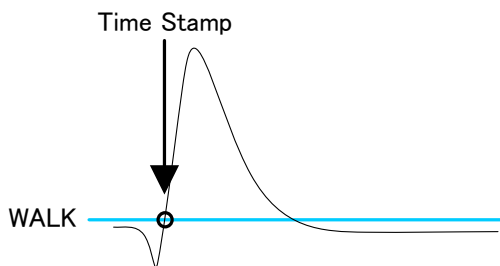
CFD delay

CFD 遅延時間を 1ns から 24ns で選択します。

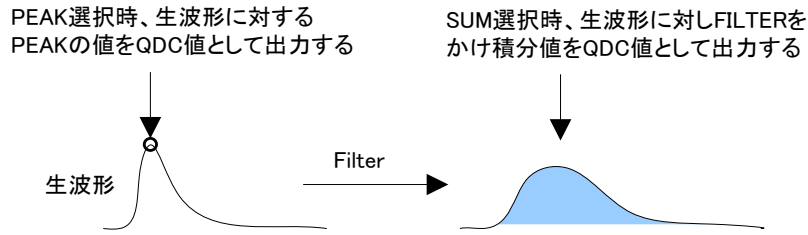


CFD walk

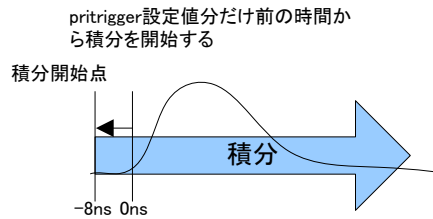
タイムスタンプする閾値を設定します。単位は digit です。wave モードで CFD の波形を見ながら、0 クロス位置より近辺の値で設定します。



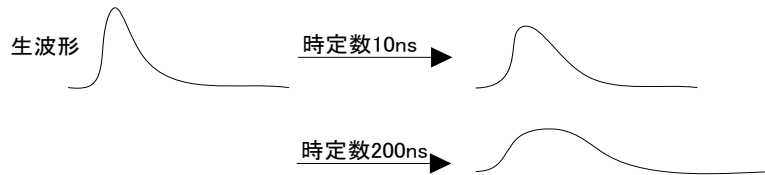
QDC sum/peak QDC データの出力形式を選択します。peak または sum から選択します。



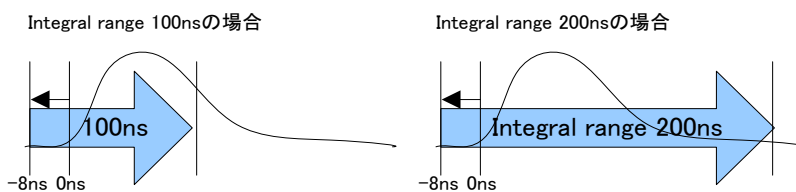
QDC pretrigger 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを、0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns から選択します。



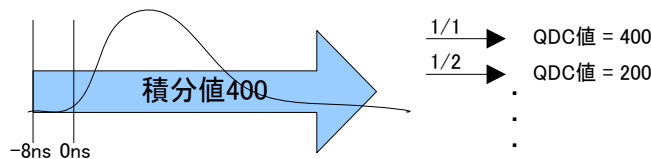
QDC filter 積分値算出用の波形を整形するための時定数を設定します。設定はext (除外、フィルタ不使用)、10ns、20ns、50ns、100ns、200ns から選択します。



QDC integral range QDC の積分時間を 48ns から 32000ns、8ns 単位で設定します。



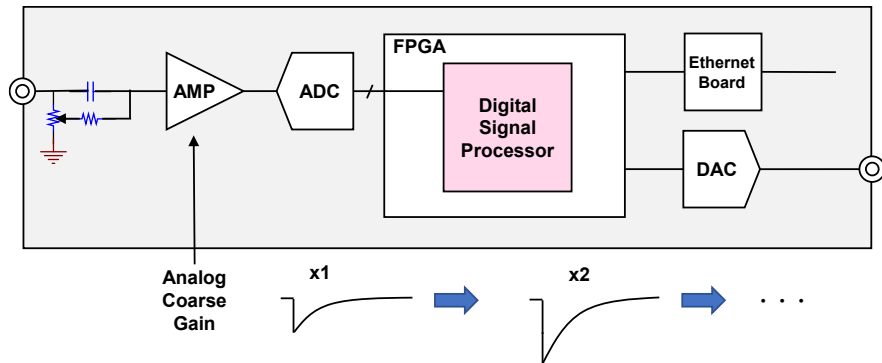
QDC full scale QDC データのゲインを設定します。設定は 1/1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256、1/512 から選択し、QDC 値が 8191 以下になるようにします。



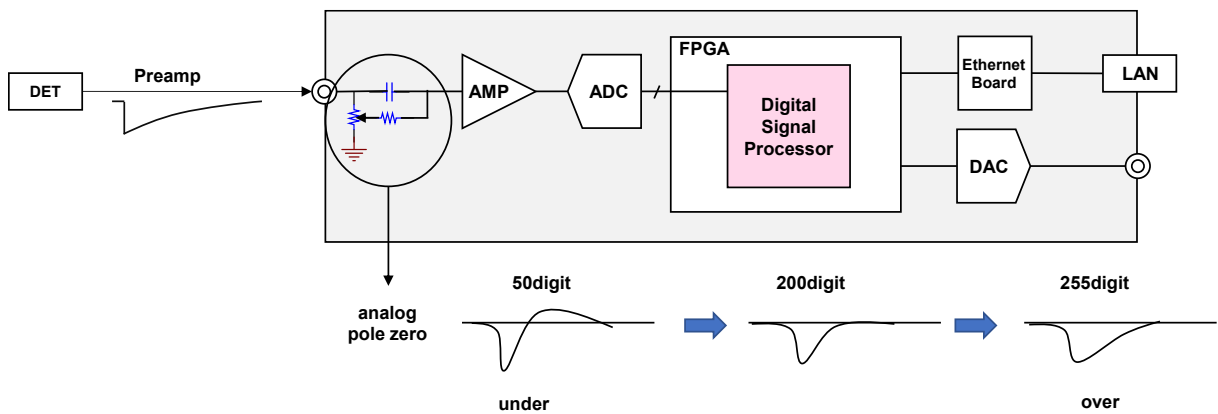
signal type 入力波形のタイプを選択します。NIM 信号や Timing 信号入力時は fast sig に設定してください。その他は normal sig を設定してください。

CHタブ DSPのCHに関する設定

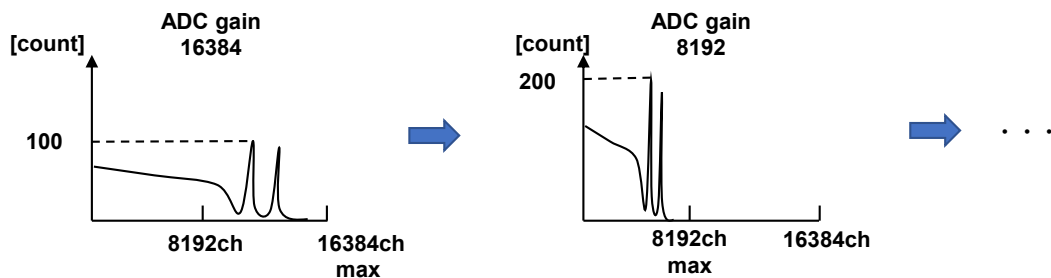
analog coarse gain アナログ粗ゲイン。1倍、2倍、5倍、10倍から選択します。取り込んだプリアンプ出力信号を内部で増幅します。



analog pole zero アナログポールゼロ。本機器に入力されたプリアンプ出力信号における内部での立ち下がり部分のオーバーシュートやアンダーシュートを修正する設定をします。設定範囲は0から255です。

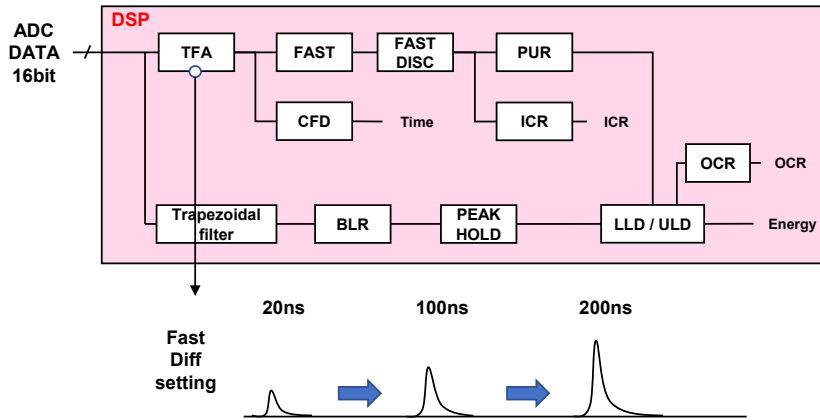


ADC gain ADCのゲイン(チャンネル)。16384、8192、4096、2048、1024、512、256チャンネル(ch)から選択します。spectrumグラフの横軸の分割数になります。※listモード時は最大8192chまでです。



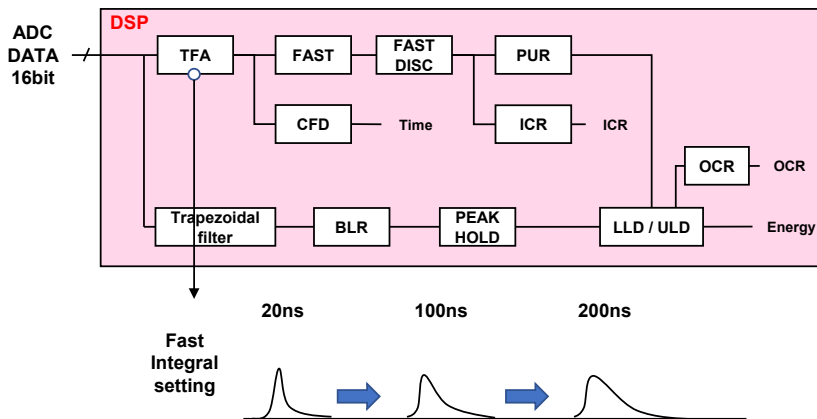
fast diff

FAST 系微分回路の定数。ext (除外、フィルタ不使用)、20、50、100、200、500 から選択します。立ち上がり早い検出器の場合は、ext または 20 を選択します。Ge 半導体検出器などの場合は 100 または 200 を設定します。

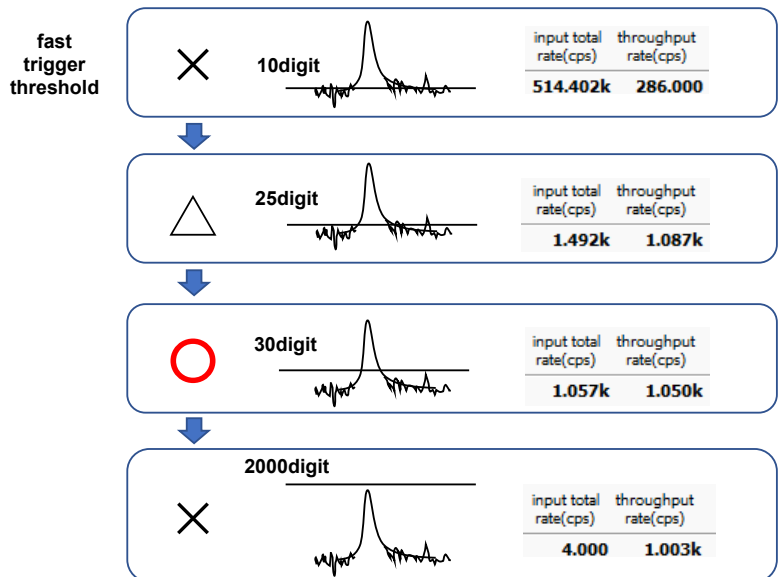
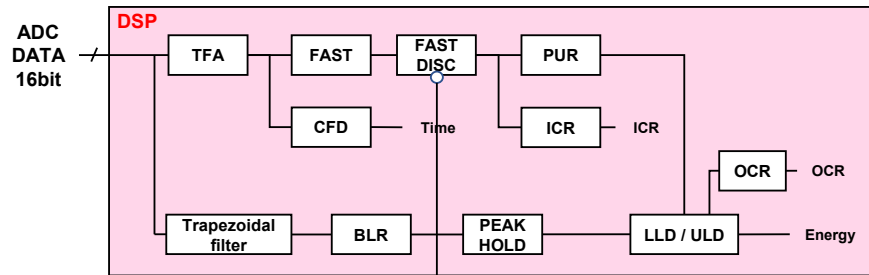


fast integral

FAST 系積分回路の定数。ext (除外、フィルタ不使用)、20、50、100、200 から選択します。立ち上がり早い検出器の場合は、ext または 20 を選択します。Ge 半導体検出器などの場合は 100 または 200 を設定します。

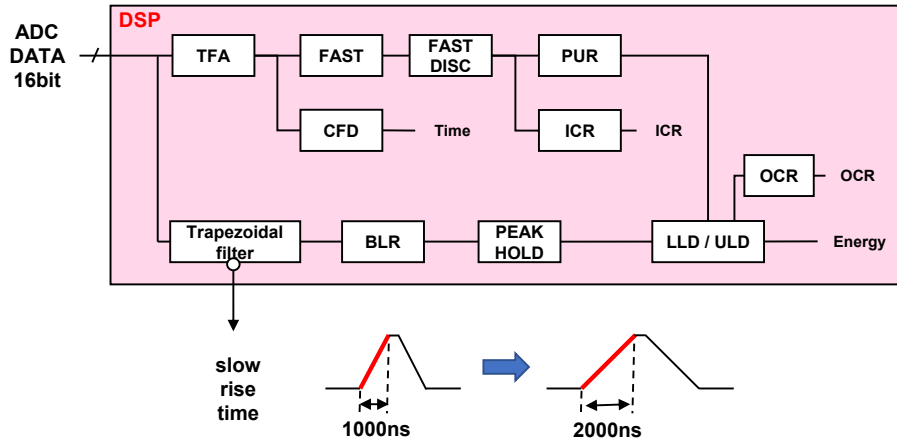


fast trigger threshold FAST系フィルタを使用した波形取得開始のタイミングの閾値。単位はdigitです。設定範囲は0から8191です。取り込んだプリアンプ出力信号を元に、タイミングフィルタアンプ回路の微分処理と積分処理をしたFAST系フィルタ波形を生成します。その波形にて、この閾値以上になった場合に、その時点での時間情報取得タイミングやスペクトロスコープアンプ回路での波形生成開始のタイミングを取得します。主に時間取得（タイムスタンプ）に関係します。この閾値が小さすぎるとノイズを検知し易くなり input count rate(cps)が増えることになります。



slow risetime

SLOW 系フィルタのライズタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底に到達するまでの立ち上がり時間です。短い値だとエネルギー分解能は悪いがスループットは多くなり、長い値だとエネルギー分解能は良いがスループットが少なくなるという傾向があります。リニアアンプのピーキングタイムは 2.0 ~ 2.4 × 時定数になっていることが多いので、リニアアンプの時定数の 2 倍程度のライズタイムで同じような分解能を示します。デフォルト設定は 6000ns です。これはリニアアンプのシェイピングタイム 3 μs に相当します。

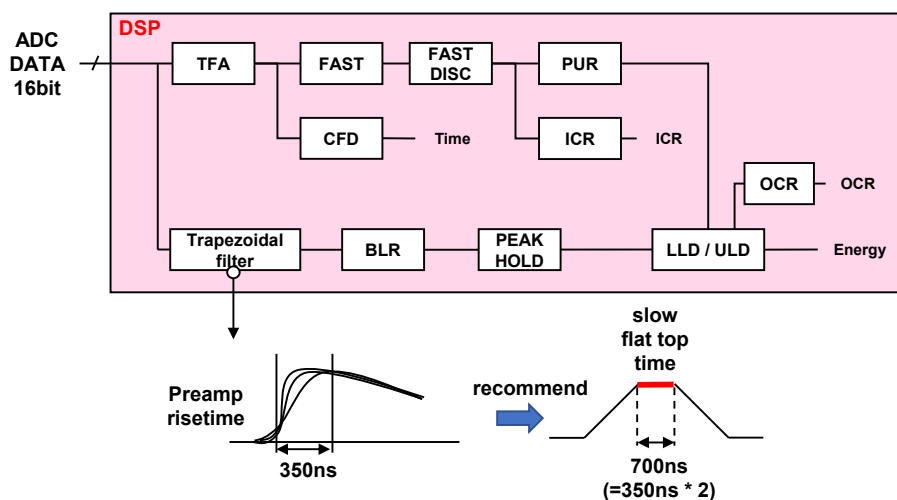


slow flat top time

SLOW 系フィルタのフラットトップタイム。下図の SLOW 系（台形）フィルタの上底部分の時間です。プリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）のバラツキによる波高値の誤差を、台形の上底の長さで調整します。設定値はプリアンプ出力信号の立ち上がり（立ち下がり）時間の 0 から 100% で、最も遅い時間の 2 倍の時間を目安とします。デフォルト設定は 700ns です。この場合は立ち上がり（立ち下がり）の最も遅い時間を 350ns と想定しています。

※DSP のスループットは以下の式ようになります。

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



slow pole zero

SLOW 系ポールゼロキャンセル。SLOW 系フィルタの立ち下りアンダーシュートまたはオーバーシュートをこの値を適切に設定することで軽減することができます。デフォルト値は680です。この値は検出器によって変わりますので、フロントパネル上 MONI 端子とオシロスコープを接続して、DAC モニタの種類で SLOW 系フィルタを選択して、SLOW 系フィルタの立ち下り部分が平坦になるように調整します。

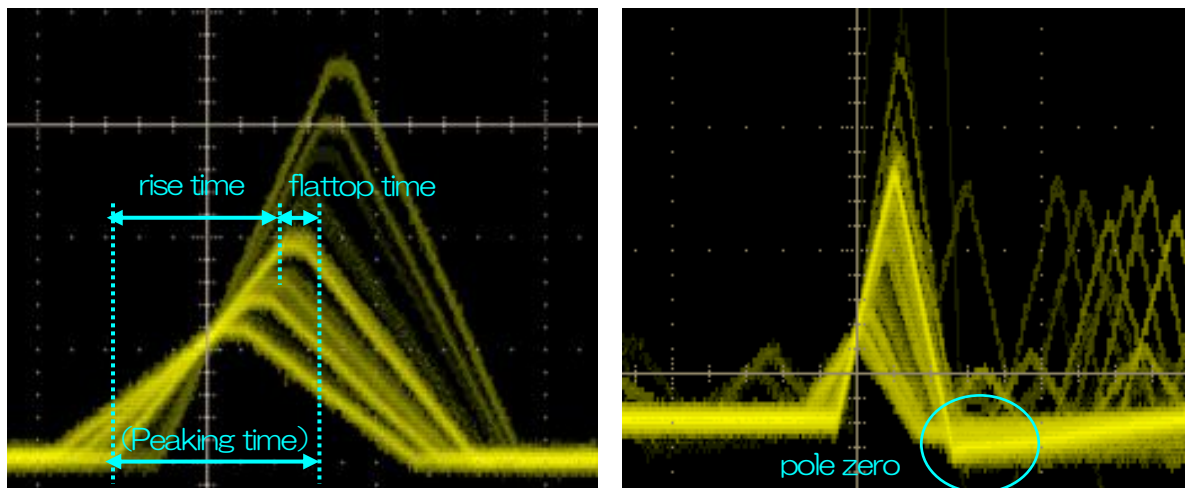
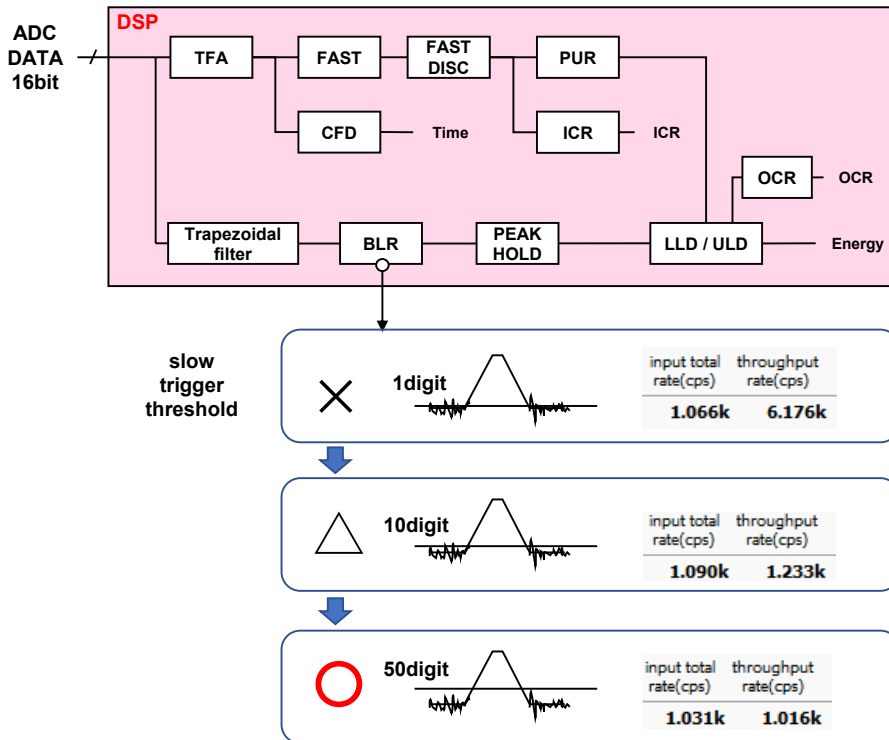


図8 SLOW系（台形）フィルタ

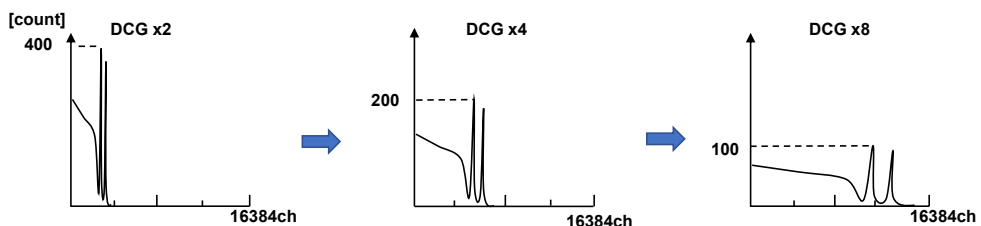
※ 右図はSLOW系フィルタにアンダーシュートがあり polezero があっていない例です。この場合、slow pole zero の値を現在の設定より下げること、アンダーシュート部分が上側に持ち上がります。

slow trigger threshold Slow 系フィルタの波形取得開始のタイミングの閾値。単位は digit です。設定範囲は0から8191 です。この値を上下させ out rate(cps)の増えるところであるノイズレベルより 10digit 程度上に設定します。後述の LLD 以下に設定します。生成された SLOW 系フィルタの波形において、この閾値以上になった時に、予め設定した時間 (slow rise time + slow flattop time) における波高値を確保します。

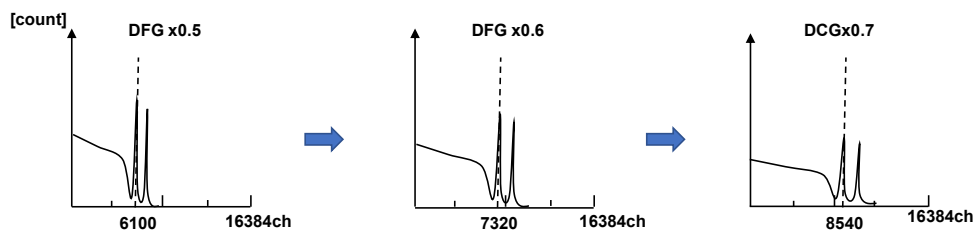


digital coarse gain

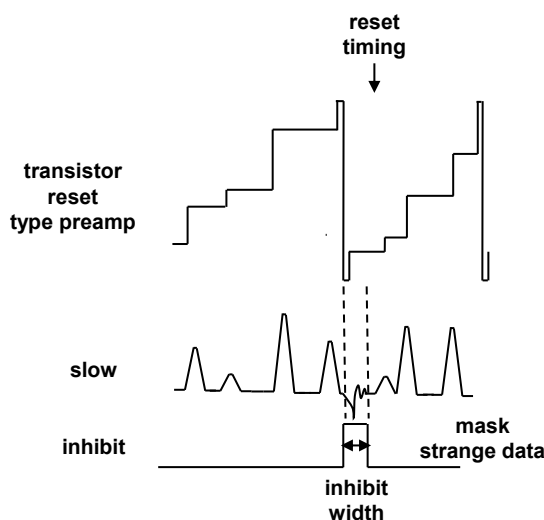
デジタル的にゲインを1倍、2倍、4倍、8倍、16倍、32倍、64倍、128倍から選択します。台形フィルタの場合、積分回路は積和演算によって計算されます。slow rise time を大きく設定するほど積和演算の回数が増え数値が大きくなり、小さく設定するほど数値が小さくなります。この値がそのまま SLOW フィルタの値になるため補正をする必要があります。slow rise time の設定と合わせて使用します。



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



inhibit width トランジスタリセット型プリアンプ用のリセット検出時からの不感時間幅。単位は μs です。検出器からの inhibit 信号を入力せずに内部で処理し、この間の計数を行いません。



timing select イベントを検出した時間（タイムスタンプ）を決定するためのタイミング取得方法を LET（Leading Edge Timing）または CFD（Constant Fraction Discriminator Timing）から選択します。詳細は前述を参照してください。

CFD function CFD 算出用に元波形を縮小するための倍率。0.125、0.25、0.375、0.5、0.625、0.75、0.875から選択します。デフォルトは0.25から0.625倍です。

CFD delay CFD 算出用に元波形を遅延する時間を、16、32、48、64、80、96、112、128nsから選択します。デフォルトは48から80nsです。

dsp bit sel 入力するプリアンプ出力信号の振幅などの特性により Ge または SDD から選択します。Ge は Ge 半導体検出器のようなある程度の振幅がある場合に、SDD は微弱な振幅の場合に選択します。

pileup reject enable パイルアップリジェクトの使用可否。ON の時有効。下図のように波形整形された信号の立ち上がり時間以下で生じた2つのパルスは、波形が重なり実際のピーク値とは異なる値になります。高計数下においては大きなバックグラウンドノイズになります。デジタル信号処理によりこのイベントを除外するパイル

アップリジェクトを行います。対象となる時間は (risetime + flattop time)
 × 1.25 でこの間に 2 つイベントがあった場合、リジェクトされます。パイ
 ルアップリジェクトの回数が多いほど、input count が複数あるのに対し、
 throughput count が 0 になるため、その差は大きくなります。

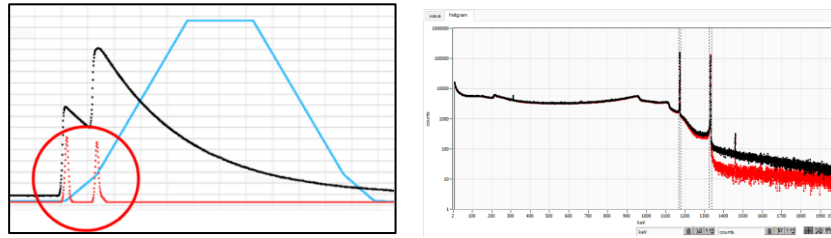


図 9 左側：パイルアップ事象、右側：黒色リジェクト無し、赤色リジェクト有り

coupling

シェイピングタイプ。RF, DC, TR から選択。

RF 抵抗フィードバック型プリアンプ用スタンダード

DC カップリングなし

TR トランジスタリセット検出器向け

DAC monitor type

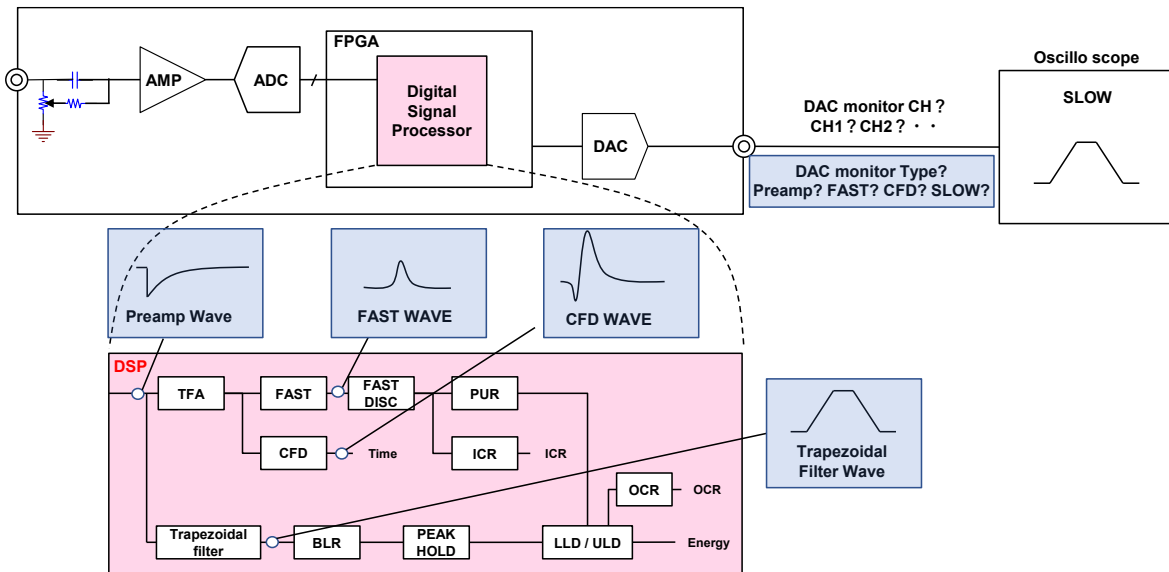
DAC 出力する対象 CH と波形の組み合わせを選択します。選択した入力 CH か
 からの信号をもとに DSP 内部で処理された波形のうち、選択した種類の波形信号
 を MONI 端子から出力します。この信号をオシロスコープで見ることにより、
 DSP 内部での処理状態を確認できます。

pre amp プリアンプ信号を微分した信号。内部に取り込んだ時点で、計測
 対象エネルギーレンジが 1V 以内におさまっているかの確認、ポ
 ールゼロ調整に使用します。

fast FAST 系フィルタ信号

slow SLOW 系フィルタ信号。波形整形処理後のポールゼロ調整に使用
 します。

CFD CFD の信号。CFD タイミングを使用時に CFD delay や function
 の設定状態が確認できます



5. 2. 2. ADVANCE タブ

DPP の PSD (Pulse Shape Discrimination) CH に関する設定

CH	ADVANCE	OPTION
DPP PSD		
	rise start cnt (digit)	rise stop cnt (digit)
CH1	10	10
CH2	10	10
CH3	10	10
CH4	10	10
	fall start cnt (digit)	fall stop cnt (digit)
CH1	10	50
CH2	10	50
CH3	10	50
CH4	10	50
	total start cnt (digit)	total stop cnt (digit)
CH1	5	60
CH2	5	60
CH3	5	60
CH4	5	60
	PSA full scale (multiple)	
CH1	1/1	
CH2	1/1	
CH3	1/1	
CH4	1/1	
coincidence		
	coinc enable	coinc time (ns)
CH1	10	10
CH2	10	10
CH3	5	coinc dly (ns)
CH4	20	0
	coinc gate width (ns)	
CH1	300	
anti coincidence		
	ancoinc enable	ancoinc time (ns)
CH1	10	20
CH2	10	ancoinc dly (ns)
CH3	10	0
CH4	10	0

図 10 ADVANCE タブ

list モード時のデータである、取得波形の立ち上がり部分 RISE、立ち下がり部分 FALL、波形全体 TOTAL の積分範囲等を設定します。PSD 演算では、入力波形が負極性の場合は反転して正極性とし、波形は常に正極性と考えます。

rise start cnt 立ち上り部分の積分値 RISE の対象範囲の開始位置です。threshold を超えた位置から、その手前の範囲を設定します。設定範囲は 1 から 498 (498ns=498×1ns) です。

rise stop cnt 立ち上り部分の積分値 RISE の対象範囲の終了位置です。前述の rise start cnt から積分をする範囲を設定します。設定範囲は 1 から 16383 (16363ns=16383×1ns) です。

RISE 値の算出例：

設定 threshold : 50, rise start cnt : 5, rise stop cnt : 8 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 8 点分、下図緑枠線部分を積分し rise 値とします。

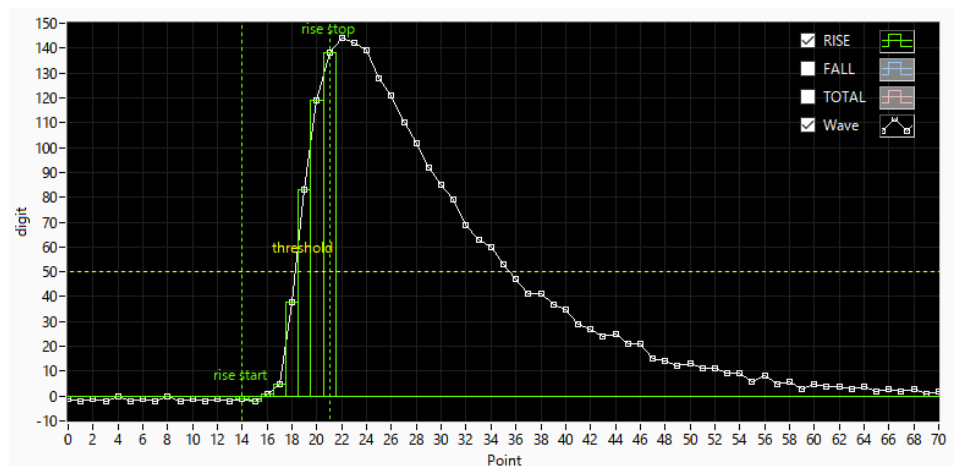


図 11 rise start cnt と rise stop cnt の設定例

fall start cnt 立ち下がり部分の積分値 FALL の対象範囲の開始位置です。threshold を超えた位置から、積分範囲の開始位置を設定します。設定範囲は 1 から 16383 (16383ns=16383×1ns) です。後述の fall stop cnt より小さい値を設定します。

fall stop cnt 立ち下がり部分の積分値 FALL の対象範囲の終了位置です。前述の fall start cnt から積分をする範囲を設定します。設定範囲は 1 から 16383 (16383ns=16383×1ns) です。前述の fall start cnt より大きい値を設定します。

FALL 値の算出例：

設定 threshold : 50, fall start cnt : 5, fall stop cnt : 25 の場合、FALL 値は threshold を超えて 5 点目から 25 点分、下図青枠線部分を積分し fall 値とします。

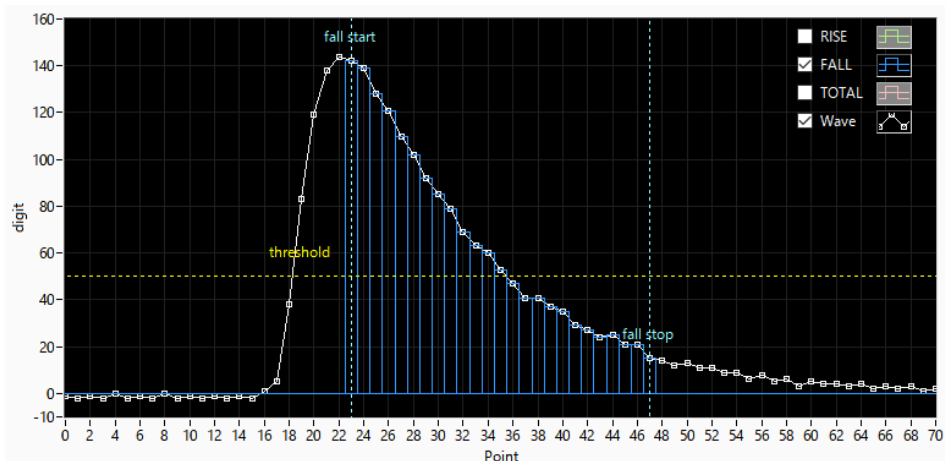


図 12 fall start cnt と fall stop cnt の設定例

total start cnt 波形全体積分値 TOTAL の対象範囲の開始位置です。threshold を超えた位置から、その手前の範囲を設定します。設定範囲は 1 から 498 (498ns=498×1ns) です。

total stop cnt 波形全体積分値 TOTAL の対象範囲の終了位置です。前述の total start cnt から積分をする範囲を設定します。設定範囲は 1 から 16383 (16383ns=16383×1ns) です。

TOTAL 値の算出例：

設定 threshold : 50, total start cnt : 5, total stop cnt : 50 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 50 点分、下図赤枠線部分を積分し TOTAL 値とします。

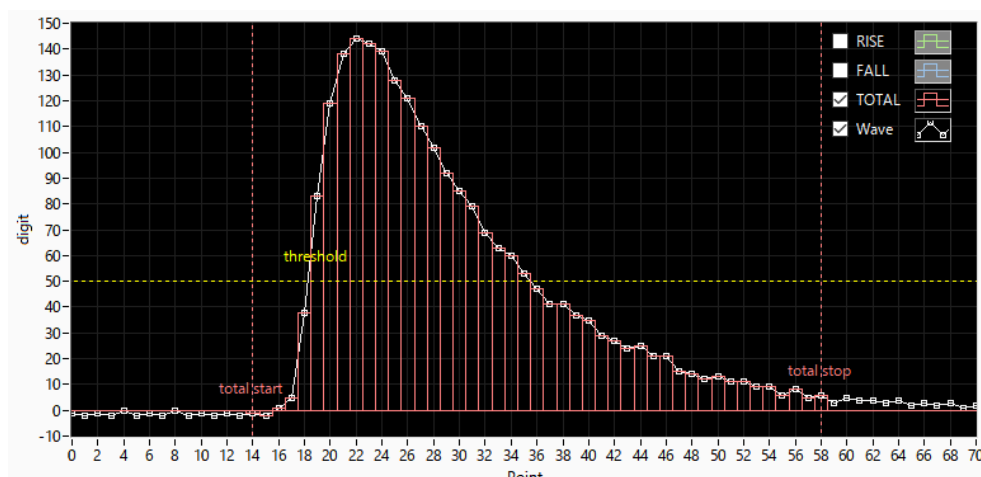


図 13 total start cnt と total stop cnt の設定例

coincidence 部

coinc enable

コインシデンスに使用するCHのON/OFF

coinc time

あるCHが入力信号を検知し、コインシデンス（同時計数）として他のCHの検知を待つまでの有効時間をCH毎に設定します。単位はnsです。設定範囲は16nsから524 μ s。全てのCHで有効状態になった時コインシデンスとなり、COIN端子からLVTTTLのロジック信号を、後述のcoinc gate widthの時間、出力します。

coinc gate width

コインシデンスを検知後に、その状態を保持する時間幅を設定します。単位はnsです。設定範囲は120nsから524 μ s。この間COIN端子からLVTTTLのロジック信号を出力します。

coinc dly

コインシデンス遅延時間

anti coincidence 部

ancoinc enable

アンチコインシデンスに使用するCHのON/OFF

ancoinc time

あるCHが入力信号を検知し、他のCHが未検知の時アンチコインシデンス（反同時計数）となり、ACOIN端子からLVTTTLのロジック信号を、後述のancoinc gate widthの時間、出力します。アンチコインシデンスの設定時間をCH毎に設定します。単位はnsです。設定範囲は16nsから524 μ sです。

ancoinc gate width

アンチコインシデンスを検知後に、その状態を保持する時間幅を設定します。単位はnsです。設定範囲は120nsから524 μ s。この間ACOIN端子からLVTTTLのロジック信号を出力します。

ancoinc dly

アンチコインシデンス遅延時間

coincidence 部と anti coincidence 部につきましては、後述の「6. 6. コインシデンス及びアンチコインシデンス出力」を参照ください。

5. 2. 3. OPTION タブ

※機器構成の都合上、非実装の場合があります。

list モード中に波形データを付加することができます

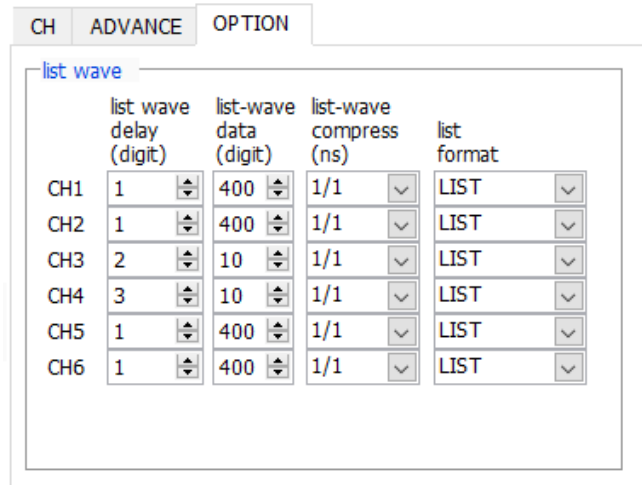
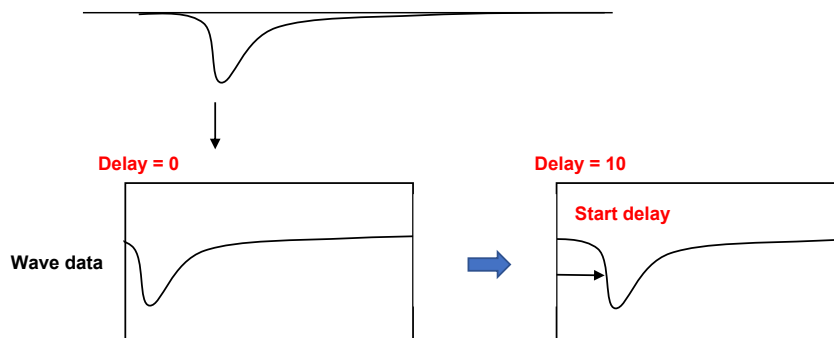


図 14 list-wave 関連設定

LIST-WAVE 部

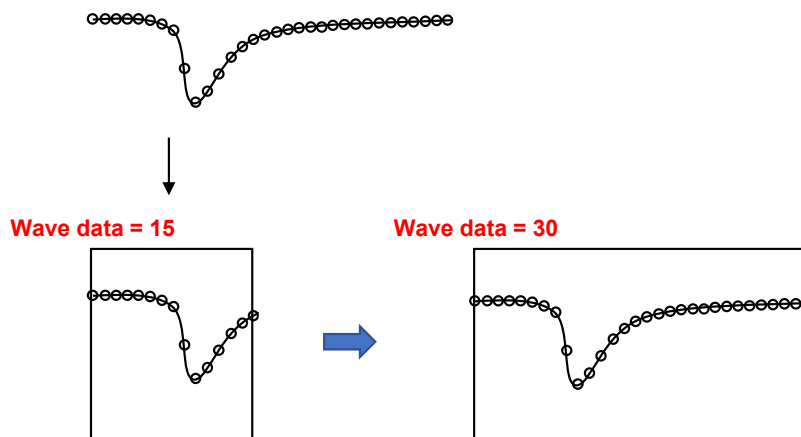
list-wave delay

list-wave モード用設定。取得波形の delay を調整します。設定範囲は 0digit から 30digit です。取得した波形を読み込み、信号の立ち上がり位置を調整してください。

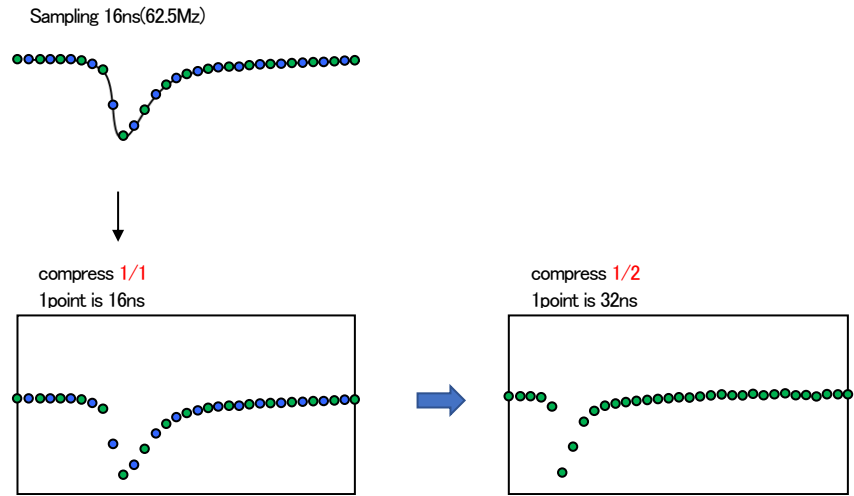


list-wave data

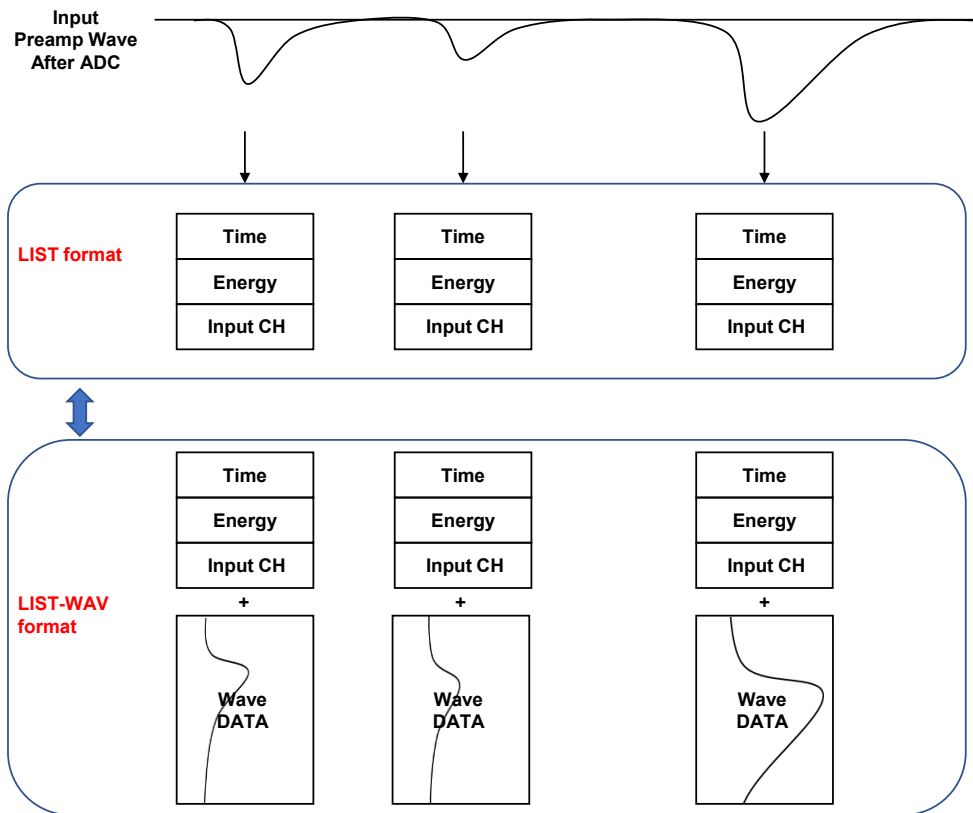
list-wave モード用パラメータ。波形出力のデータ点数を設定します。設定範囲は 8 点から 1000 点です。



list-wave compress list-wave モード用パラメータ。X 軸の時間スケール圧縮度を指定できます。1/1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128 から選択します。立ち下がり時間の長い波形を表示する場合に使用します。



list format list データのフォーマットを設定します。
 LIST 1 イベント 16byte のデータです。
 LIST-WAV LIST データと波形データの混合のデータです。



5. 3. file タブ

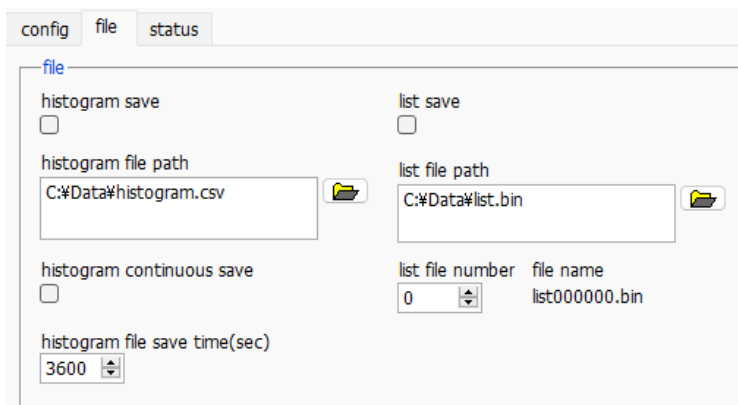


図 15 file タブ

histogram save	計測終了時に histogram タブに表示されている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後述のフォーマットになります。ヒストグラムモード時のみ有効です。
histogram file path	ヒストグラムデータファイルの絶対パスを設定。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： histogram file path に C : ¥Data¥histo.csv、 histogram file save time (sec) に 10 と設定し、日時が 2010/09/01 12 : 00 : 00 の場合は、 C : ¥Data¥histo_20100901_120000.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¥histo_20100901_120010.csv というファイルで保存します。 ※上記 120010 が 120009 または 120011 になる場合もあります。
histogram continuous save	ヒストグラムデータを設定時間間隔で連続してファイルに保存するか否かを設定します。ヒストグラムモード選択時のみ有効です。
histogram file save time	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 save	リストデータをファイルに保存するか否かを設定します。リストモード選択時のみ有効です。
list file path	リストデータファイルの絶対パスを設定。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： list file path に C : ¥Data¥list_bin と設定し、後述の list file number が 0 の場合は、 C : ¥Data¥list_000000.bin というファイル名でデータ保存を開始します。
list file number	リストデータファイルに付加される番号の開始番号を設定します。0 から 999999 まで。999999 を超えた場合 0 にリセットされます。
file name	list file path と list file number を元に実際に保存される時にファイル名を表示します。

5. 4. status タブ

config						file	status										
CH						ROI											
CH No.	input count	output count	input rate(cps)	output rate(cps)	deadtime (%)	ROI No.	peak (ch)	centroid (ch)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM (ch)	FWTM (ch)
CH1 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI1 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH2 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI2 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH3 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI3 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH4 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI4 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH5 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI5 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH6 :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	ROI6 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI7 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI8 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI9 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI10 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI11 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI12 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI13 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI14 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI15 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
						ROI16 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000

図 16 status タブ

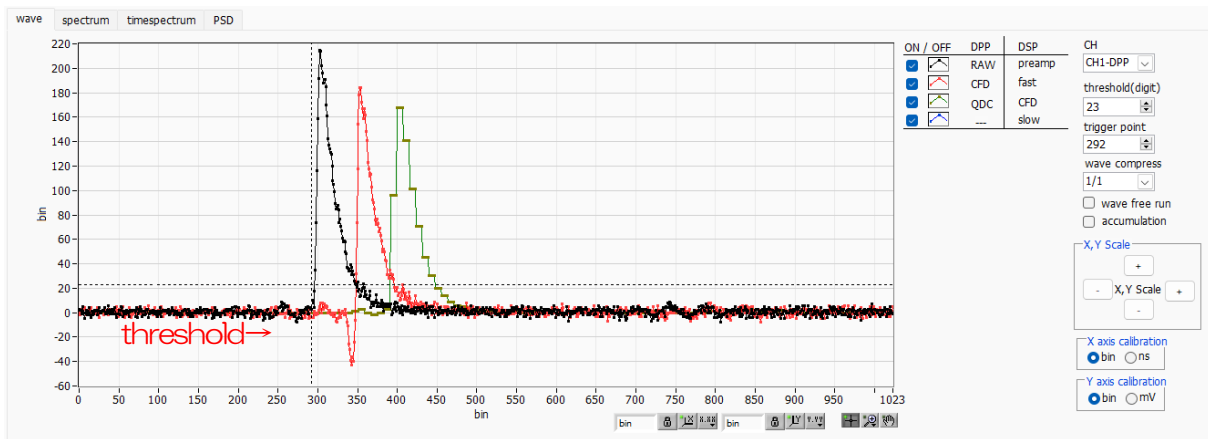
CH 部

input count	インプットトータルカウント。入力のあったイベント数。
output count	アウトプットトータルカウント。入力に対し処理された数。
input rate(cps)	インプットレート。1 秒間の入力のあったイベント数。
output rate(cps)	アウトプットレート。1 秒間の入力に対し処理された数。
dead time(%)	デッドタイム割合。取り込み毎の瞬時値。

ROI 部

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 秒間当たりの 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 秒間当たりの 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 (%)。半値幅 ÷ ROI 定義エネルギー × 100。
FWHM	半値幅。
FWTM	1/10 幅。

5. 5. wave タブ



↑ trigger point 図 17 wave タブ

グラフ	波形グラフ。mode にて wave を選択した場合、計測中に波形を表示します。
ON/OFF	グラフへの表示可否と設定します。チェック有りは表示、チェック無しは非表示。
CH	表示する波形のCH を選択します。DPP のCH を選択した場合、入力された信号 RAW、CFD 処理した CFD、積分処理した QDC の波形がグラフに表示されます。DSP のCH の選択した場合には、プリアンプ出力信号を入力して微分した preamp、タイミングフィルタ処理をした fast、CFD 処理した CFD 波形、台形フィルタ処理した slow の信号がグラフに表示されます。
threshold	トリガーの閾値を設定します。単位は digit です。この閾値を超えた時の波形を取得します。グラフ中のカーソルでも設定できます。
trigger point	グラフ X 軸での threshold がかかる位置を設定します。グラフ中のカーソルでも設定できます。
wave compress	X 軸の時間スケール圧縮率を設定します。立ち下がり時間の長い波形を表示する場合に使用します。
wave free run	ランダム時間毎に波形を取得します。
accumulation	最終取得した数回分の波形データを重ね合わせ表示を行うか否かの設定をします。チェック有りは重ね合わせ表示を行い、チェック無しは最終波形のみ表示です。
X,Y Scale	グラフの X 及び Y 軸の表示範囲の拡大縮小を設定します。+ ボタン押下時は拡大、- ボタン押下時は縮めます。
X axis calibration	グラフの X 軸の単位を bin または ns から選択します。
Y axis calibration	グラフの Y 軸の単位を bin または mV から選択します。

5. 6. spectrum タブ

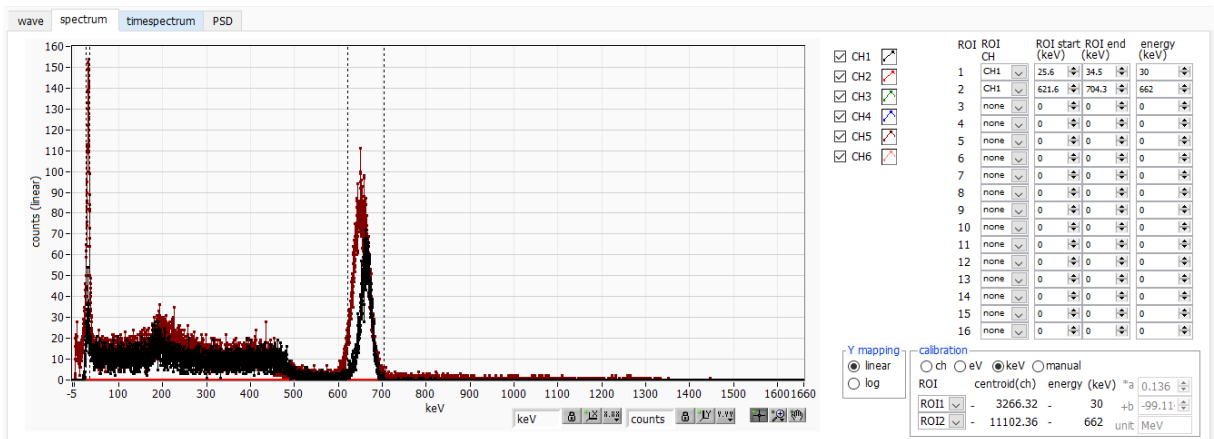


図 18 spectrum タブ

- グラフ mode にて hist を選択した場合、計測中にエネルギーヒストグラムを表示します。
- 凡例 on/off グラフに CH 毎のヒストグラムを表示するか否かの設定をします。チェック有りの場合は表示、チェック無しの場合は非表示です。
- ROI CH ROI (Region Of Interest) を適用する CH 番号を選択します。1 つの CH 信号に対し最大 16 の ROI を設定可能です。
- ROI start ROI の開始位置をピークの左側裾野付近に設定します。単位は ch です。
- ROI end ROI の終了位置をピークの右側裾野付近に設定します。単位は ch です。
- energy ピーク位置 (ch) のエネルギー値を定義します。 ^{60}Co の場合、1173 や 1332 (keV) と設定します。次の calibration にて ch を選択した場合、ROI 間のピークを検出しそのピーク位置 (ch) と設定したエネルギー値から keV/ch を算出し、半値幅の算出結果に適用します
- calibration X 軸の単位を選択します。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 の FWHM などの単位は任意です。
- 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 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 X 軸に設定します。ROI の FWHM などの単位は keV になります。例：5717.9ch に ^{60}Co の 1173.24keV、6498.7ch に ^{60}Co の 1332.5keV がある場合、2 点校正より a を 0.20397、b を 6.958297 と自動算出します。
- manual 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b と単位ラベルを任意に設定し X 軸に設定します。単位は任意に設定します。

Y mapping	<p>グラフのY軸のマッピングを選択します。それに伴いY軸ラベルも変更されます。</p> <p>linear 直線（線形）</p> <p>log 対数</p>
X軸範囲	<p>X軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、X軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで直接入力により変更できます。</p>
Y軸範囲	<p>Y軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、Y軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで直接入力により変更できます。</p>



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。

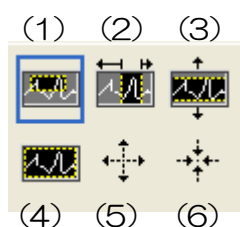


図 19 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- (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。

5. 7. timespectrum タブ

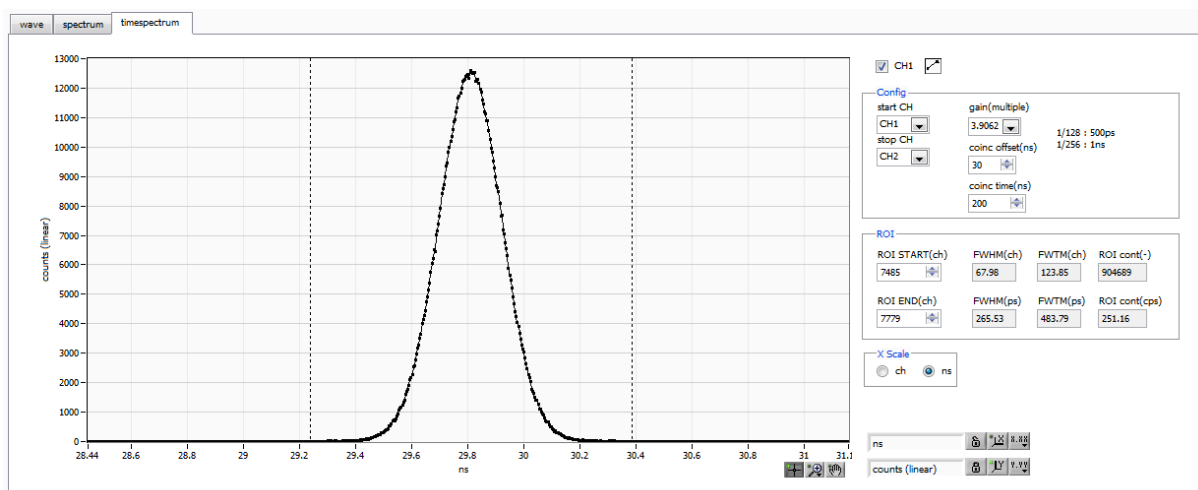


図 20 timespectrum タブ

timespectrum 表示に関する設定です。ボード内の計測に限りです。

予め config タブ内 time spectrum ON/OFF チェックボックスを ON にしてから list モードを実行し、取得したリストデータを元に timespectrum グラフを生成します。

グラフ 時間差スペクトル。mode にて list を選択し、timespectrum on/off にチェックした場合、計測中に時間差スペクトルを表示します。

CH1 チェックボックス 時間差スペクトル表示の有無を選択します。チェック有りの場合は時間差スペクトルを表示、チェック無しの場合は非表示になります。

Config 部

start CH スタートタイミングを取得する CH 番号を選択します。

stop CH ストップタイミングを取得する CH 番号を選択します。

gain 1 倍から 1/128 倍まで選択できます。1 倍の時フルスケール約 780ns (1digit あたり約 3.9ps)、1/128 倍時フルスケールは約 100 μ s (1digit あたり 0.5ns) です。

coinc offset 1ns 単位でオフセットを設定します。

coinc time 1ns 単位でコインシデンスタイムを設定します。前述の start CH と stop CH における各検出の時間差が、この設定範囲内の場合にコインシデンス (同時) とみなし時間差データを取得します。

ROI 部

ROI START(ch) ROI のスタートチャンネル

ROI END(ch) ROI のエンドチャンネル

FWHM(ch) ROI 間で計算された半値幅が表示されます。

FWTM(ch) ROI 間で計算された 1/10 幅が表示されます。

Xscale 部

X 軸の単位を、ch (チャンネル) または ns 表示を選択します。

5. 8. PSDタブ

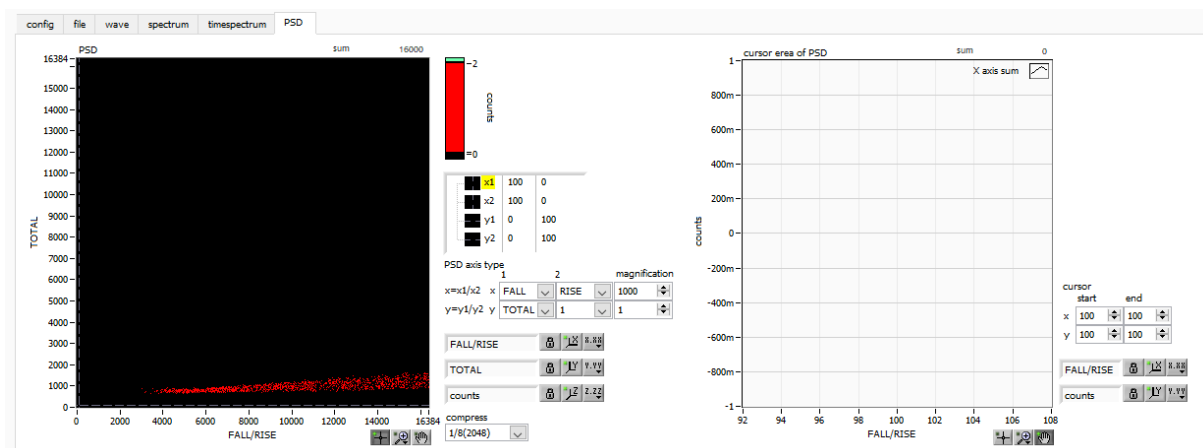


図21 PSDタブ

予め config タブ内 PSD ON/OFF チェックボックスを ON にしてから list モードを実行し、取得したリストデータを元に PSD グラフと cursor area グラフを生成します。

PSD グラフ

コインシデンス（同時計数）して得られた 2 つのリストデータ内の波高値を用いた 2 次元ヒストグラムです。X 軸と Y 軸にそれぞれ任意にデータの種類を選択しておき、X 軸と Y 軸の交点に頻度を積算していきます。

※注意※

X 軸と Y 軸のチャンネル数は 16384 チャンネルありますが、この場合約 537MB (16384×16384×2Byte (counts)) ものメモリが必要となるため、実際は後述の compress の設定により圧縮しています。

PSD axis type

PSD グラフの X 軸と Y 軸に割り当てるリストデータ内の項目を選択します。X 軸は x1 と x2 の組み合わせから x1/x2 とします。Y 軸は y1 と y2 の組み合わせから y1/y2 とします。選択項目は、TOTAL、FALL、RISE、QDC、1 です。

magnification

PSD グラフの X 軸と Y 軸の値に対し設定値を積算します。例えば X 軸のこの設定を 1000 とし、x1 に FALL、x2 に RISE と選択した場合、X 軸は FALL/RISE になりますが、その商が 1.234 の場合、1000 倍して 1234 となります。

• compress

最大 16384ch に対する圧縮に関する設定です。1/8 (2048) を選択した場合、16384×16384 の範囲を 2048×2048 の範囲で表現します。その際、8ch 分ずつデータを 1 にまとめて積算し、2048ch の内の 1ch に格納していきます。

6. DPP 初期設定

6. 1. 接続

- (1) 全ての機器 (VME 電源ラック、HV (高圧電源)、PC) が OFF であることを確認します。
- (2) 検出器と HV を SHV コネクタのケーブルで接続します。
- (3) 検出器からのアノード出力信号を本機器の CH1 に LEMO コネクタ同軸ケーブルで接続します。
BNC コネクタの場合は、BNC-LEMO 変換アダプタをご使用ください
- (4) 本機器と PC を LAN ケーブルで接続します。

6. 2. 電源 ON

- (1) VME 電源ラックの電源を ON にします。
- (2) PC の電源を ON にします。本アプリを起動します
- (3) 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します

6. 3. 波形計測

- (1) まず波形モードにて入力されている検出器からの信号を確認します。config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。

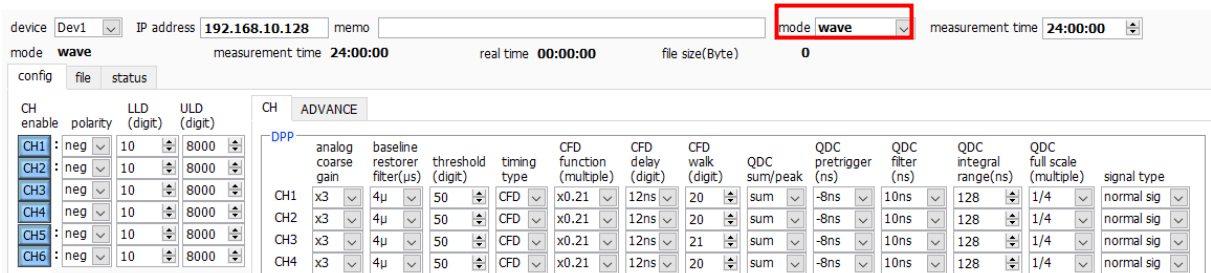


図 22 波形計測設定例

- (2) wave タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー Clear → Start の順にクリックします。グラフに検出器からの波形が確認できます。

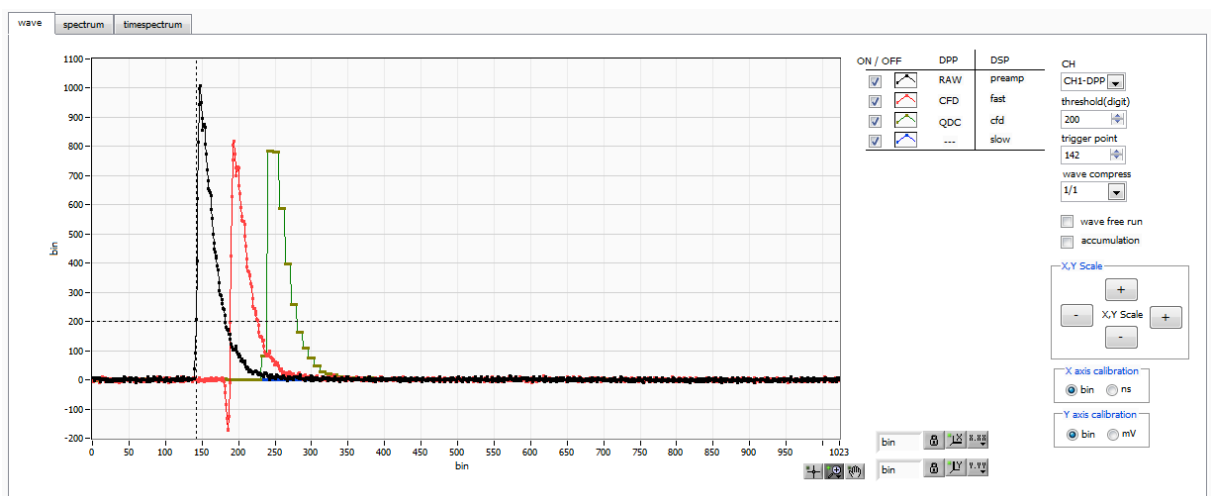


図 23 波形計測画面

以下の点に注意します。

- wave データがグラフに表示されていない場合、トリガーがかかっていない場合があります。まずベースラインを確認するために、wave タブ内 wave free run にチェックをして、メニュー Config → Clear → Start を実行してください。ベースラインと大まかにどのくらいの波高の信号がきているかを確認できます。

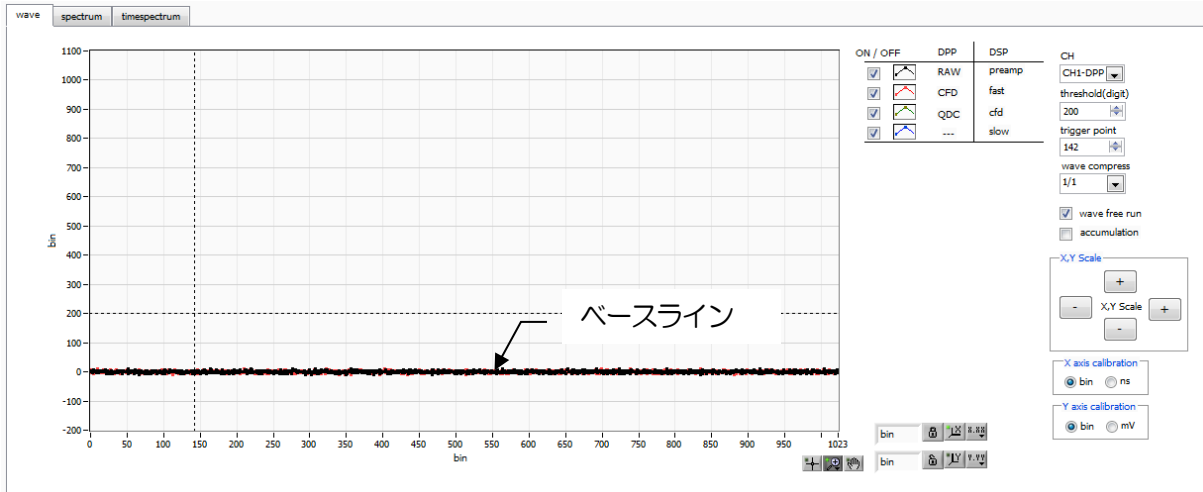


図 24 ベースライン確認中

次に wave free run のチェックを外し、threshold を 10 くらいから徐々に上げていき、前ページのように波形がしっかり捉えられる、threshold 値を控えておきます。この控えをこの後の設定にも使用します。

- 波高が大きすぎてサチレーションしていないかを確認します。波高が大きい場合は、config タブ内 CH タブの analog gain を $\times 1$ にするか、検出器の印加高圧電源を下げるなどして、本機器への入力信号の振幅を下げてください。

6. 4. エネルギースペクトル計測

- (1) mode を hist とし、config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。波形計測にて控えておいた threshold 値を、config タブ内 threshold に設定します。

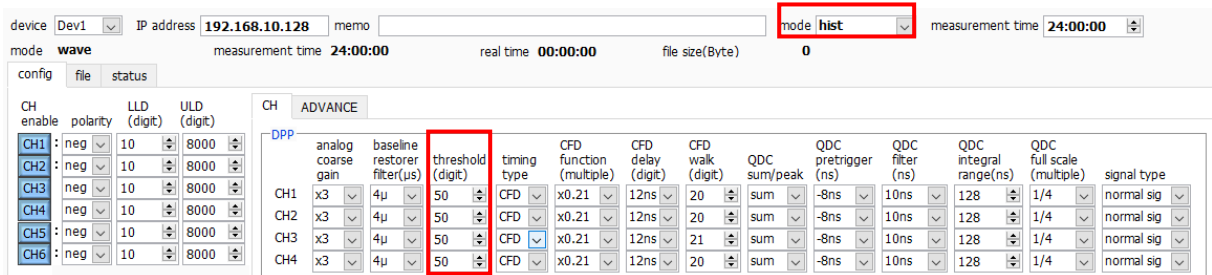


図 25 エネルギースペクトル計測設定例

- (2) spectrum タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後以下のスペクトルが表示されます。

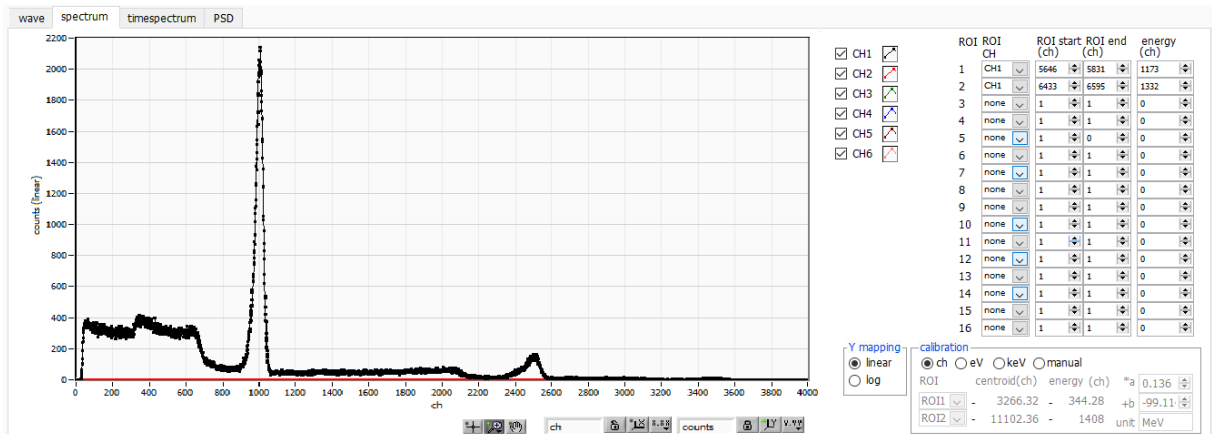


図 26 エネルギースペクトル計測例 ※線源は ^{137}Cs を使用

以下の点を注意します。

- spectrum on/off の CH1 をチェックし、CH1 のスペクトルを表示できるようにします。
- ピークの解析を行う場合は、ROI を設定します。

- (3) 計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 5. リスト計測と時間差スペクトル計測

- (1) mode を list とし、config タブにて以下の設定をした後、メニュー Config をクリックします。波形計測にて控えておいた threshold 値を、config タブ内 threshold に設定します。

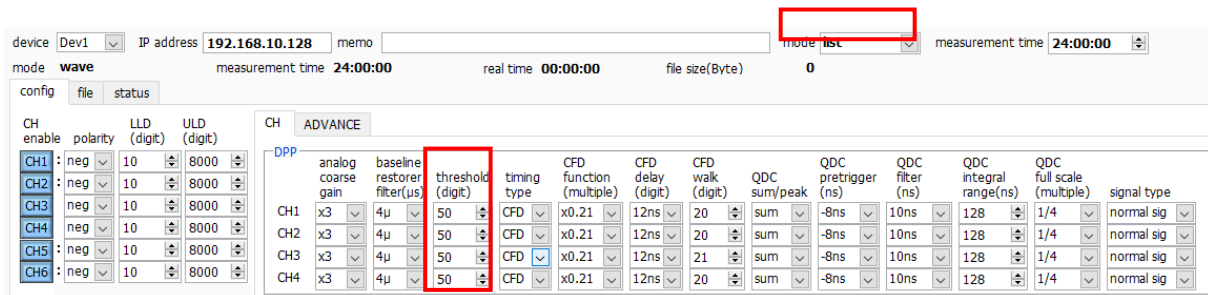


図 27 リスト計測と時間差スペクトル計測設定例

- (2) file タブ中の list save にチェックを入れ、ファイルの場所と名前を設定します。

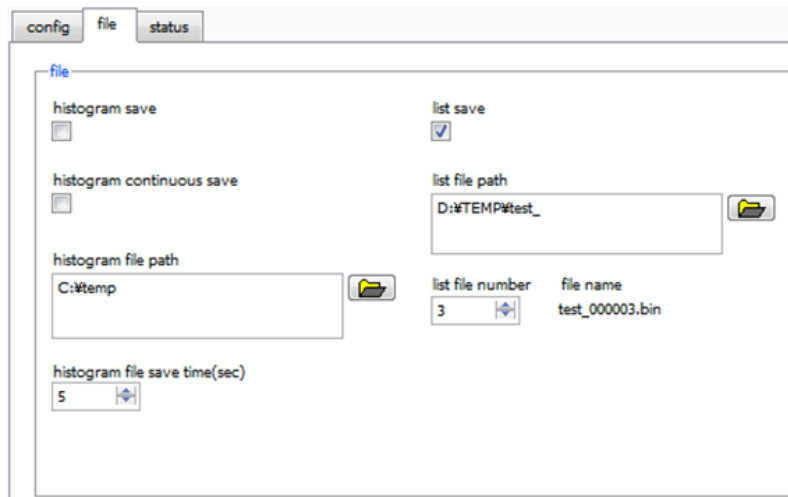


図 28 file タブ

- (3) メニュー config → clear → start を実行し、list データを取得します。
 (4) list モードでデータ取得時に time spectrum ON/OFF にチェックを入れると、timespectrum タブに時間差スペクトルを表示することが出来ます。但し、高計数出力時に時間差スペクトルを生成しようとする、コンピューターの計算が間に合わなくなり、list データ取得にエラーが生じてしまいますので注意してください。

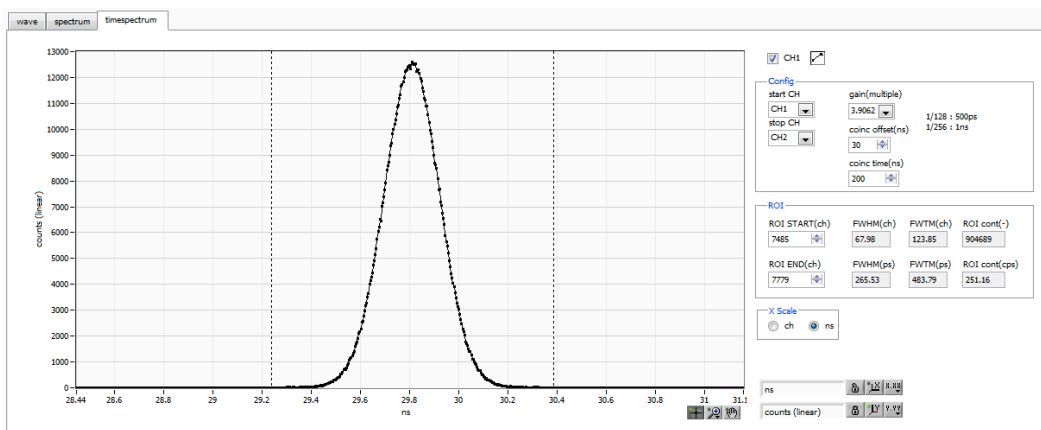


図 29 timespectrum 画面 (LaBr₃ (Ce) vs LaBr₃ (Ce) の例)

6. 6. コインシデンス及びアンチコインシデンス出力

CH1 からCH4 の計測情報は、時間とエネルギーと波形分別情報を得ることができます。その他にも入力 CH 間のコインシデンス及びアンチコインシデンスを判定し、フロントパネルの端子からロジック信号を出力することができます。

このロジック信号出力をフロントパネルの GATE や VETO に入れることで、CH5 から CH6 の計測に対してGATEをかけることができ、計測情報をピックアップできます。

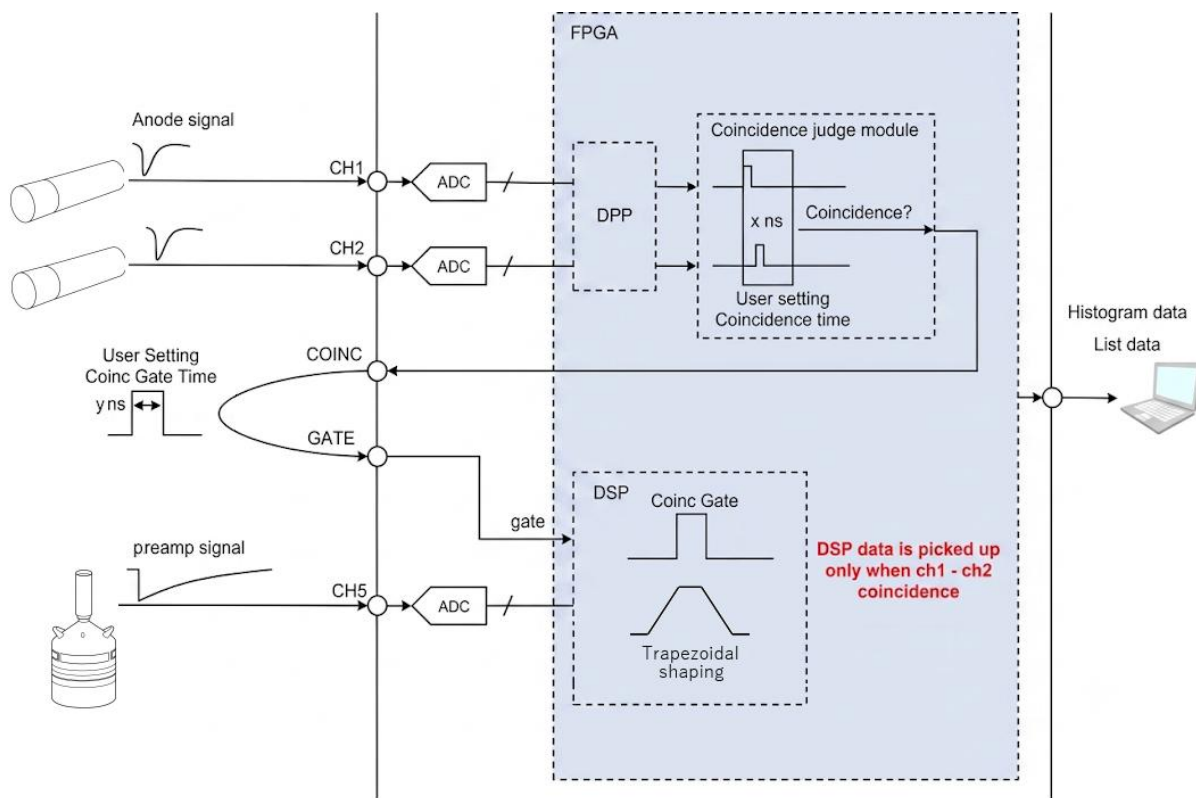


図 30 コインシデンスロジック出力のブロック図

7. DSP 初期設定

7. 1. 接続

- (1) 全ての機器（VME 電源ラック、HV（高圧電源）、PC）がOFFであることを確認します。
- (2) 検出器とHVをSHVコネクタのケーブルで接続します。
- (3) 本機器とPCをLANケーブルで接続します。

7. 2. 電源 ON

- (1) VME 電源ラックの電源をONにします。
- (2) PCの電源をONにします。本アプリを起動します
- (3) 高圧電源をONにし、検出器に応じた電圧を印加します

7. 3. プリアンプ出力信号の確認

- (1) プリアンプ出力信号をオシロスコープと接続し、波高値（mV）と極性を確認します。
トランジスタリセット型プリアンプの場合、右上がりであれば正極性、右下がりであれば負極性です。

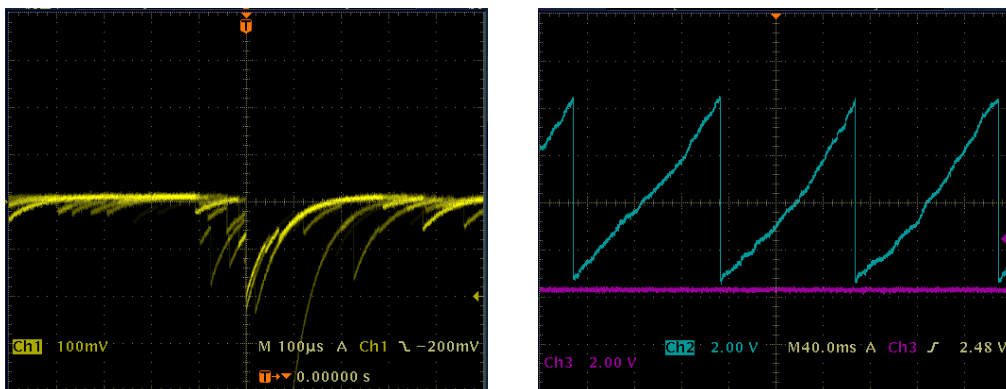


図 31 左側：抵抗フィードバック型 負極性の場合、右側：トランジスタリセット型 正極性の場合

- (2) config タブ内 DSP 側 CH5 以降の polarity に確認した極性を設定し、メニュー Config をクリックします。

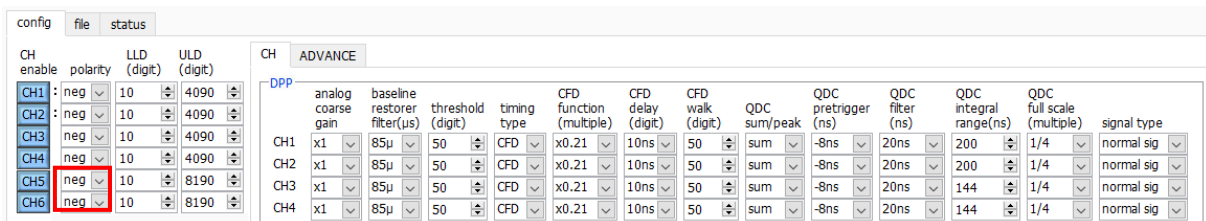


図 32 config タブ DSP CH の polarity 設定

以降、DSP の主な設定は config タブ内 CH タブにおける DSP 部での設定で行います。

7. 4. プリアンプ出力信号のアナログファインゲインとアナログポールゼロ調整

超低雑音高速プログラマブルゲインアンプにより、立ち上がりが早く低雑音が要求されるプリアンプからの信号を高精度に増幅することができます。アナログコースゲインの設定は、本アプリにて1倍、2倍、5倍、10倍から選択し設定できます。

本機器に入力される検出器のプリアンプの出力信号が抵抗フィードバック型かリセット型かによって設定方法は異なります。

7. 4. 1. 抵抗フィードバック型プリアンプ出力信号の場合

プリアンプ出力信号は通常 $50\ \mu\text{s} \sim 100\ \mu\text{s}$ 程度のディケイ (減衰) を持つ信号です。本機器で処理するにはディケイが長すぎるため高計数に対応できません。その為、内部で処理しやすい時定数に微分します。その際に生じるアンダーシュートは以下の式になり、従来のアナログ方式同様に本機器でも過負荷特性が悪くなります。

$$\text{Undershoot (\%)} = \text{different amplitude} / \text{preamp decay time}$$

- (1) config タブ内 CH タブにおける DSP 部にある coupling で、RF を選択します。

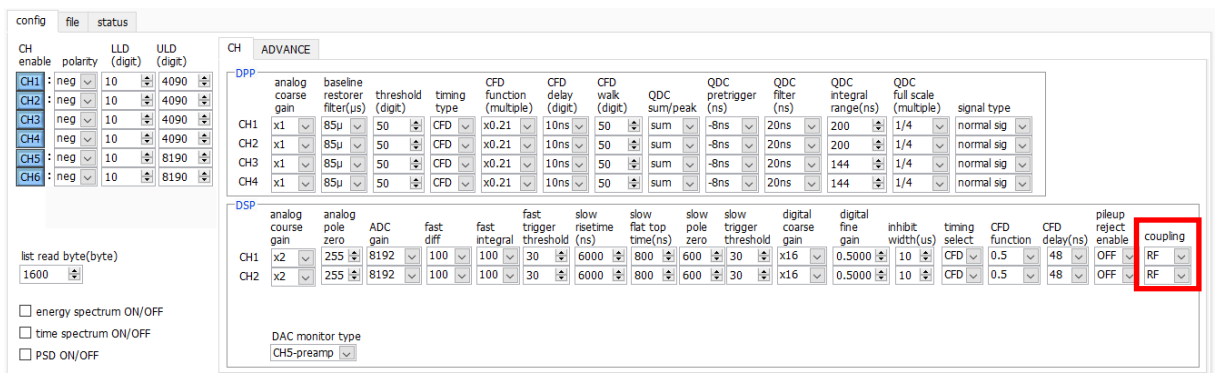


図 33 config タブ coupling RF 設定

- (2) フロントパネル上の MONI 出力端子からのプリアンプ出力信号を微分した preamp 信号をオシロスコープで確認します。config タブ内 CH タブにある DAC monitor type にて該当 CH-preamp を選択します。
- (3) preamp 信号の計測対象のエネルギー要素を含む波高が、1V 以内におさまるように analog course gain を設定します。

例えば、エネルギー2000keV までの計測をする場合、 ^{60}Co のチェックソースがあれば、 $1332\text{keV}@^{60}\text{Co}$ の重なりが濃い部分を、 0.666V ($1\text{V} \div 2000\text{keV} \times 1332\text{keV}$) 以下のところに合わせます。

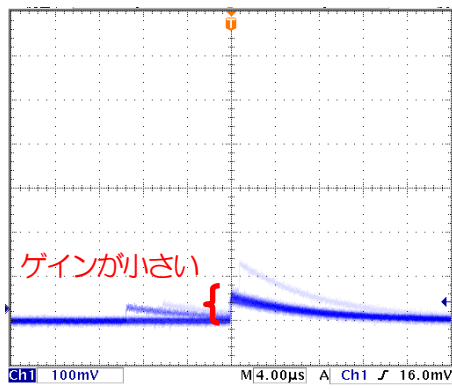


図 34 調整前

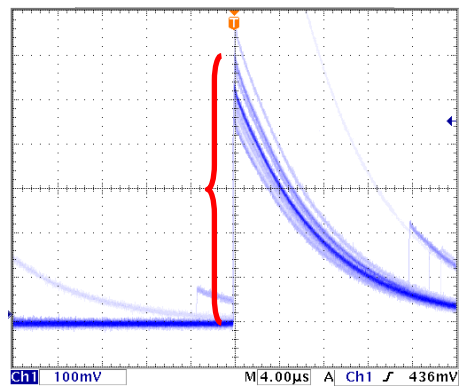


図 35 調整後

- (4) analog pole zero の値を変化させ、オシロスコープの縦横のレンジを切り替えながら、立ち下がり部分が平坦になるようにポールゼロを調整します。

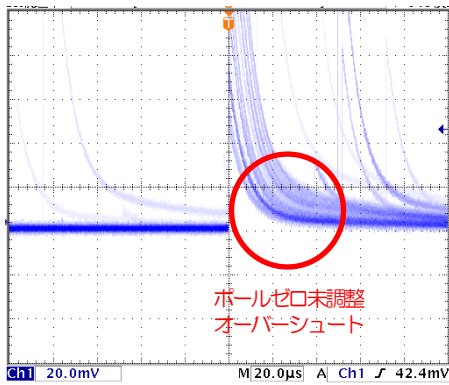


図 36 調整前（オーバーシュートの場合）

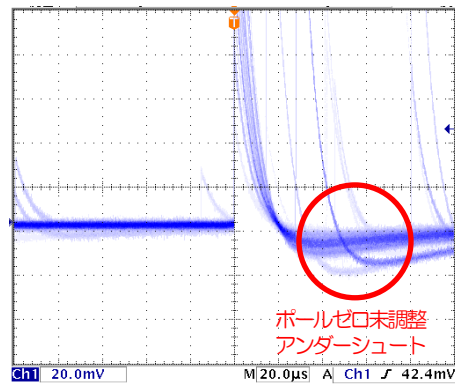


図 37 調整前（アンダーシュートの場合）

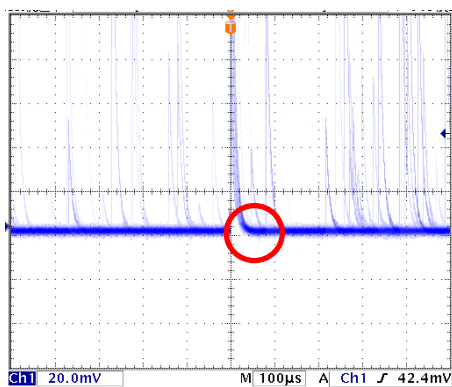


図 38 調整後

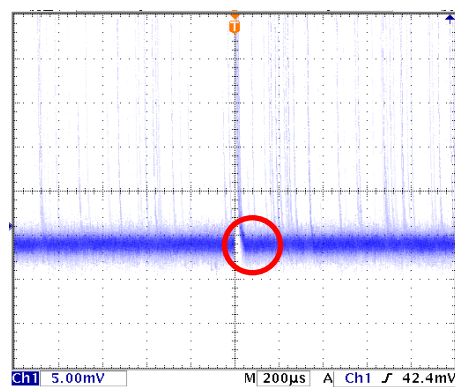


図 39 調整後（横軸を広げた場合）

7. 4. 2. トランジスタリセット型プリアンプ出力信号の場合

- (1) config タブ内 CH タブにおける DSP 部にある coupling で、TR を選択します。

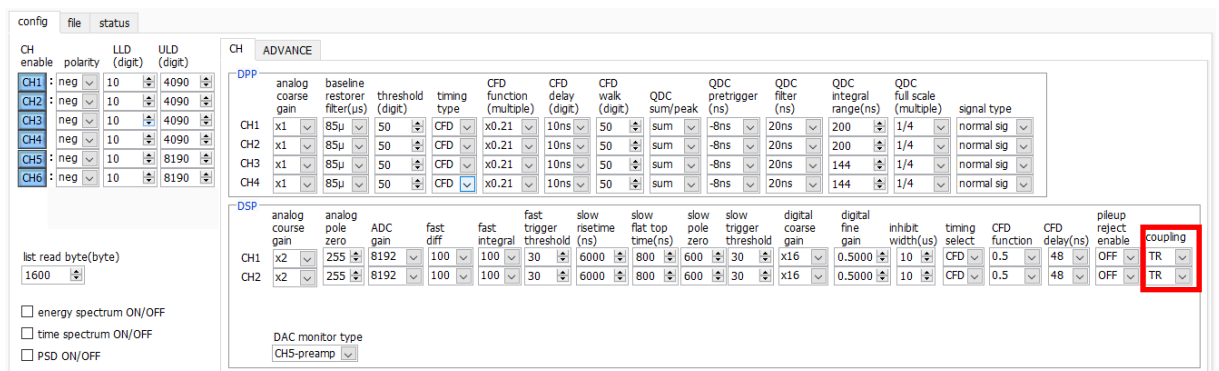


図 40 config タブ coupling TR 設定

電源を OFF にできない場合は、analog pole zero の設定を 0 に設定します。

- (2) フロントパネル上の MONI 端子からのプリアンプ出力信号を微分した preamp 信号をオシロスコープで確認します。
- (3) 前述の抵抗フィードバック型と同様に preamp 信号のエネルギー要素を含む波高が、1V 以内におさまるように調整します。

7. 5. FAST 系フィルタの設定

本機器には、放射線検知時の時間情報を得るためのFAST 系フィルタと、エネルギー（波高）を取得するためのSLOW 系のフィルタがあります。まずFAST 系のフィルタ関連の設定をします。設定は、一般的なタイミングフィルタアンプと同じような特性があります。

図の水色の波形は、FAST 系微分 fast diff を200ns、FAST 系積分 fast integral を200ns に設定した場合の波形です。

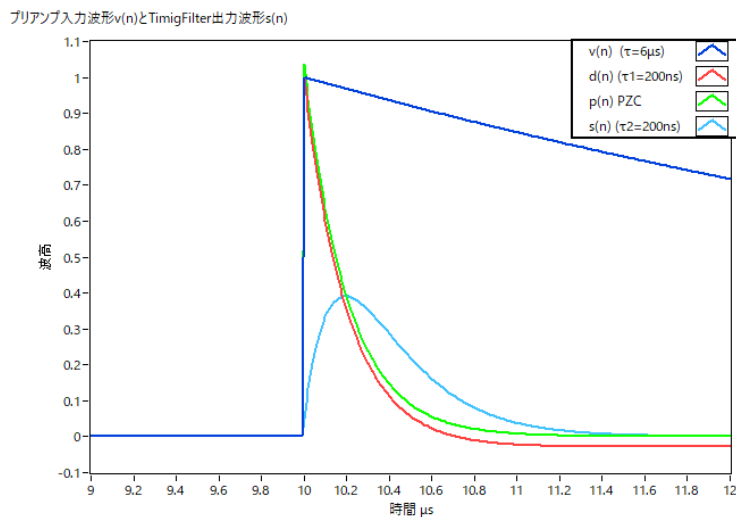
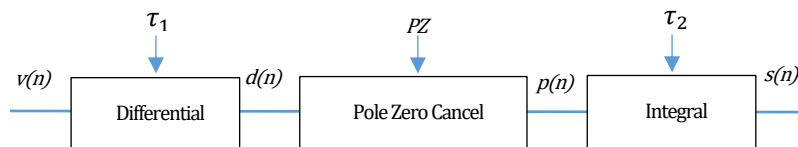


図 41 FAST 系フィルタ（水色）



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

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

$$s(n) = (1 - \tau_2) * p(n) + \tau_2 * s(n - 1),$$

Where:

τ_1 : differential time ,

τ_2 : integral time

PZ : polezero

図 42 FAST 系フィルタブロック図及び数式

FAST 系フィルタの設定を記載します。

- (1) MONI 出力端子をオシロスコープに接続し、DAC monitor CH を該当 CH に選択し、DAC monitor type を fast と設定します。オシロスコープにてこの信号が見えるよう準備します。
- (2) fast diff にてFAST 系微分回路の定数を設定します。ext (除外、フィルタ不使用) ・20 ・50 ・100 ・200 ・500 から選択します。
- (3) fast integral にてFAST 系積分回路の定数を設定します。ext (除外、フィルタ不使用) ・20 ・50 ・100 ・200 から選択します。

fast diff と fast integral の設定は検出器や信号の状態によって異なります。以下に設定例を記載します。

表 1 fast diff と fast integral 設定例

検出器	特徴	fast diff	fast integral
LaBr ₃ (Ce) シンチレータ	立ち上がりが高速	20	ext または 20
Ge 半導体検出器	高エネルギー分解能	100	100

- (4) fast trigger threshold にてFAST 系フィルタの信号検知の閾値を設定します。この閾値を超えたタイミングでリーディングエッジタイミング (LET) のタイムスタンプをします。また、baseline restorer (ベースラインレストアラ) や pileup rejector (パイルアップリジェクタ) の閾値としても使用します。この値は検出器と接続した場合でノイズと弁別可能なできるだけ低い値に設定します。デフォルト値は 25 です。

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

7. 6. SLOW 系フィルタの設定

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

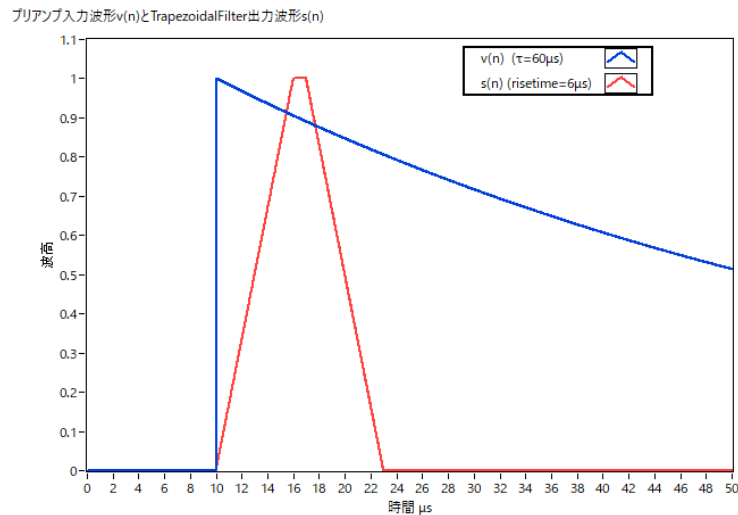
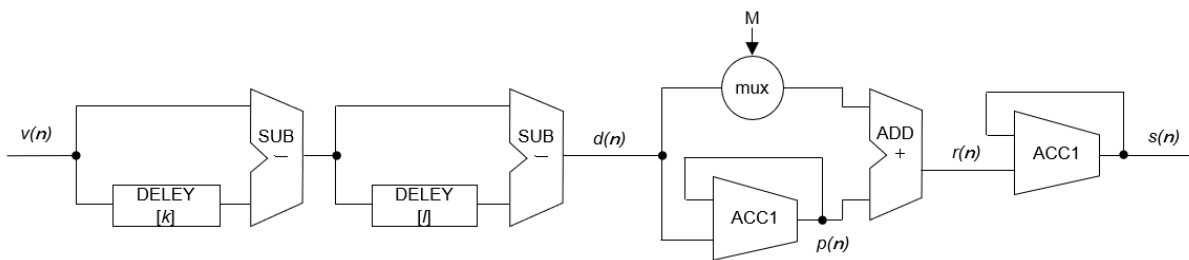


図 43 SLOW 系フィルタ (赤色)



$$d(n) = v(n) - v(n - k) - v(n - l) + v(n - k - l) ,$$

$$p(n) = p(n - 1) + d(n) ,$$

$$r(n) = p(n) + M * d(n) , \quad n \geq 0 ,$$

$$s(n) = s(n - 1) + r(n) , \quad n \geq 0 ,$$

Where:

k : risetime ,

l : risetime + flottoptime ,

M : pole zero

References:

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

図 44 SLOW 系フィルタ (Trapezoidal Filter) ブロック図及び数式

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

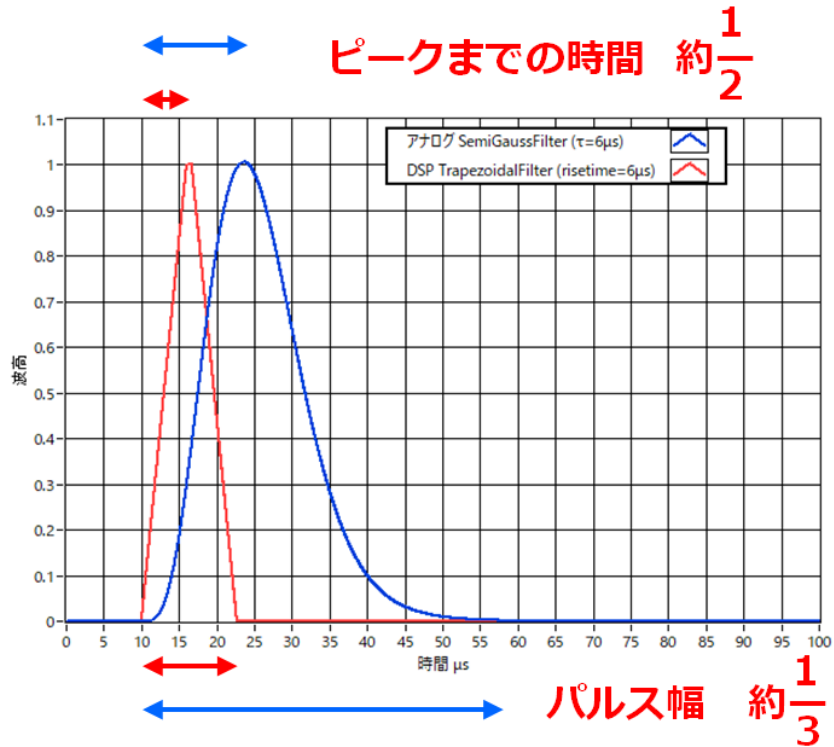


図 45 Trapezoidal Filter と Semi Gauss Filter の応答の違い

DSP の方はパルス応答が速いにも関わらず、Ge 半導体検出器を使用したエネルギー分解能を比較すると、下図のように Input Rate での低レートでは同様の高分解能を得られ、さらに高レートでは Semi Gauss Filter よりもより分解能を維持したままデータが得られることがわかります。デジタル Trapezoidal Filter 処理を行うことで高計数且つ豊富なデータが得られる為、Semi Gauss Filter に比べ様々な解析をすることが可能となります。

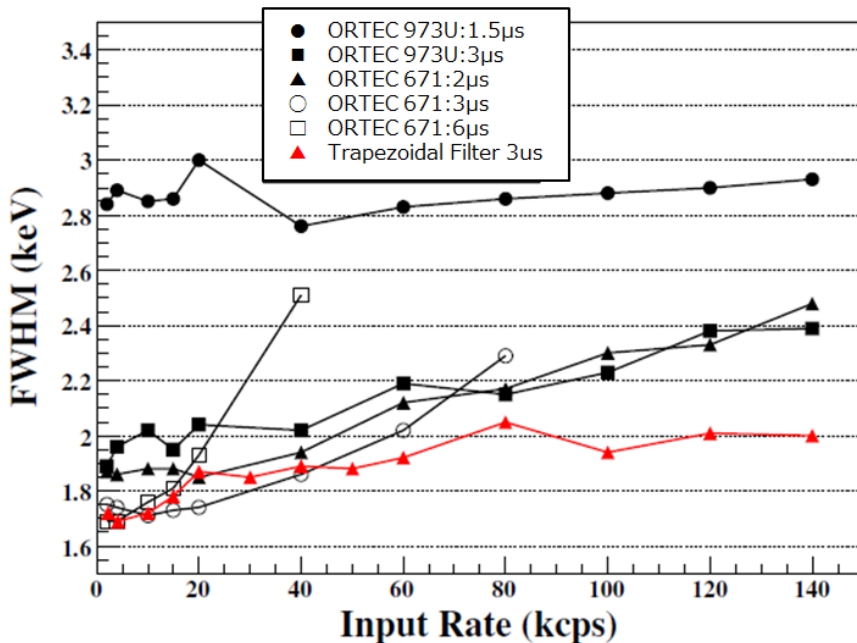


図 46 Trapezoidal Filter と Semi Gauss Filter の計数率とエネルギー分解能の違い
SLOW 系フィルタの設定を記載します。

- (1) MONI 出力端子をオシロスコープに接続し、DAC monitor type を該当 CH-slow と設定します。オシロスコープにてその信号が見えるよう準備します。
- (2) リニアアンプのシェイピングタイムを $3\mu\text{s}$ とした場合と同じ条件にするには、slow rise time を 6000ns と設定します。この値はエネルギー分解能に影響します。短く設定するとより高計数計測が可能となりますが、エネルギー分解能が落ちます。逆に設定が長過ぎると計数がかげげないことがあります。デフォルト値は 6000ns です。
- (3) slow flattop time を設定します。抵抗フィードバック型プリアンプ出力信号の場合、立ち上がり時間の 0 から 100% で、最も遅い立ち上がりの 2 倍の値を設定します。推奨値は 608ns です。トランジスタリセット型の場合は 608ns から $\pm 96\text{ns}$ 刻みでエネルギー分解能（半値幅）を確認しながら調整します。
- (4) slow pole zero を設定します。この設定にて SLOW 系フィルタの立ち下がり部分のオーバーシュートやアンダーシュートを軽減することが可能です。デフォルト値は 680 です。検出器によって異なりますのでオシロスコープにて最適な値に設定します。

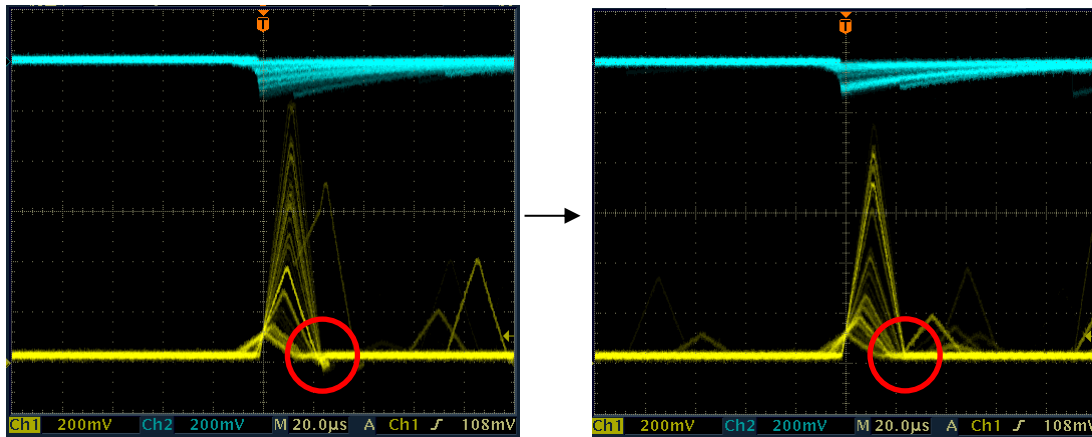


図 47 slow pole zero (左側：調整前 (アンダーシュート有り)、右側：調整後)

7. 7. SLOW 系スレッシュホールドの設定

まずある程度大きい値（100 程度）を入力して output rate(cps) を観測します。slow trigger threshold を徐々に小さくし output rate(cps) が大きくなる値を見つけます。その値が信号とノイズの境界なので、その値より $+3 \sim +10$ 程度に設定します。デフォルト値は 30 です。

8. 計測

8. 1. 設定

- (1) メニューConfig をクリックして全設定を本機器へ送信します。実行後、DSP 内ヒストグラムデータが初期化されます。
- (2) 前回の計測したヒストグラムや計測結果を初期化する場合はメニューClear をクリックします。初期化せずにヒストグラムデータを継続する場合は、メニューClear をクリックせずに次の計測を開始します。

8. 2. 計測開始

メニューStart をクリックします。計測が開始され、下記が実行されます。

- CH 部に CH 毎の計測状況が表示されます。
- acq LED が点滅します。
- measurement time に計測設定時間が表示されます。
- real time に本機器から取得した経過時間が表示されます。
- 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。
- 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。
- dead time ratio に dead time / real time の割合 (%) が表示されます。

8. 3. ヒストグラムモード

mode で hist を選択して計測を開始した場合、下記が実行されます。

- mode に histogram と表示されます。
- ROI 部に ROI1 から ROI16 毎の計算結果が表示されます。
- CH タブと histogram タブにヒストグラムが表示されます。

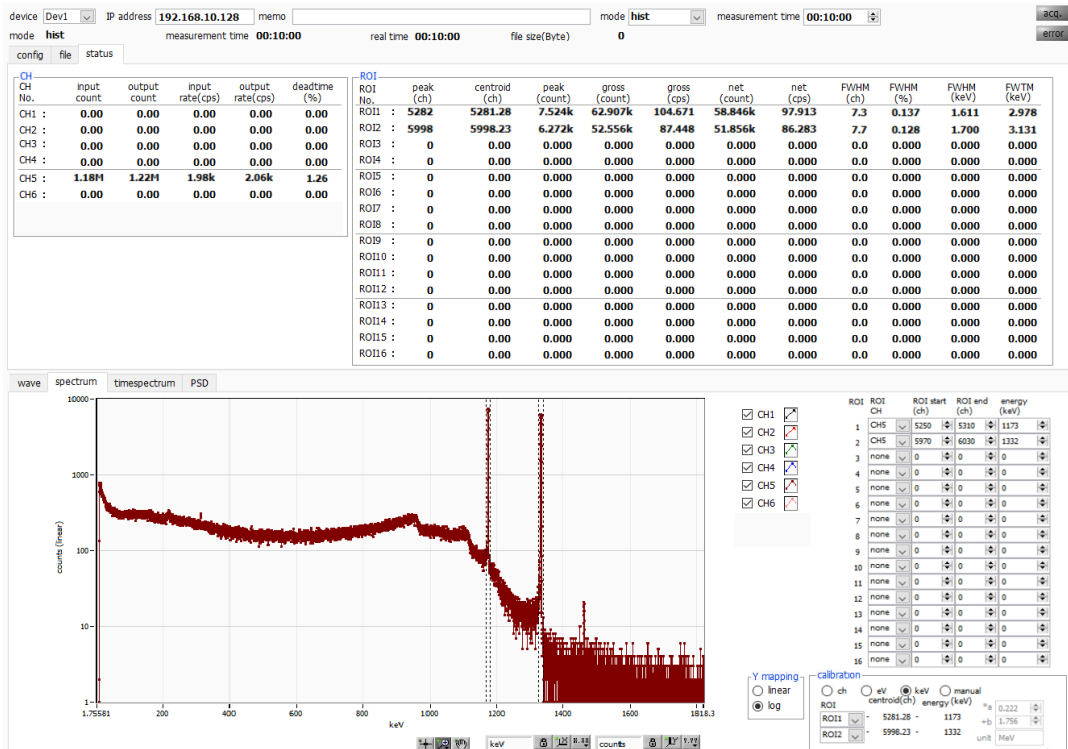


図 48 histogram モード計測

8. 4. リストモード

mode で list を選択して計測を開始した場合、下記が実行されます。

- mode に list と表示されます。
- file size (Byte) に現在保存中のファイルサイズが表示されます。
- list data buffer に本機器のリストデータ送信バッファの状態が表示されます。100%に到達した場合はオーバーフローとなり、データを取りこぼすこととなります。全 CH の output rate(cps) の和が 160kcps を超えないようにご使用ください。

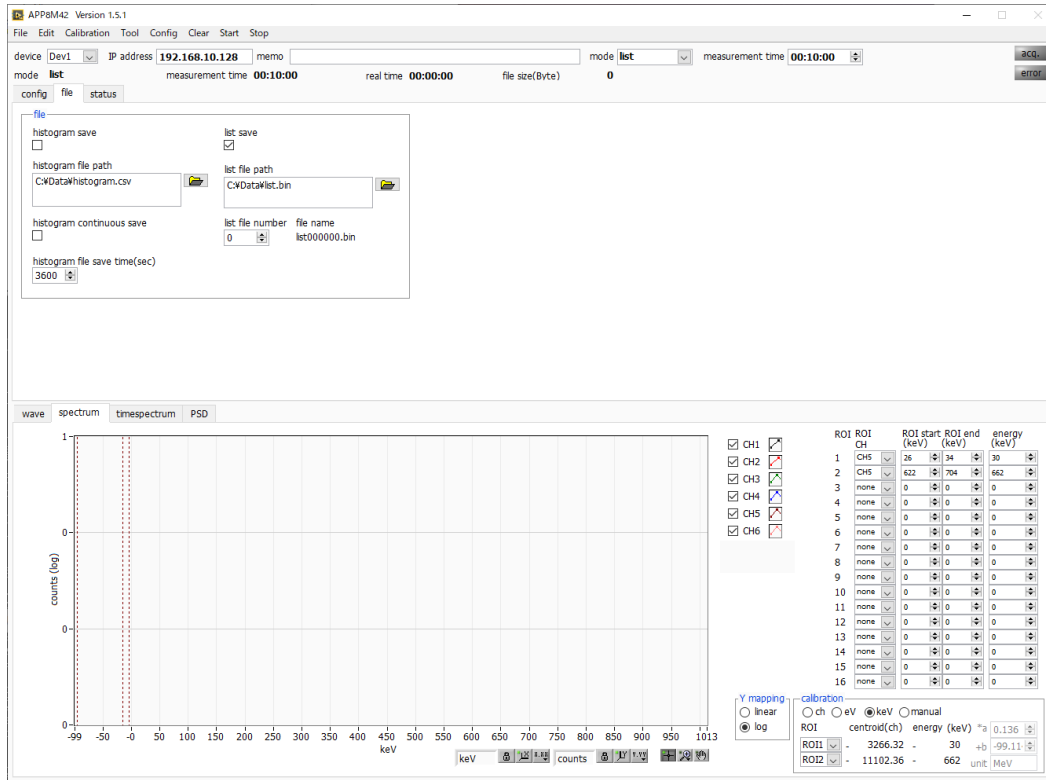


図 49 list モード計測

8. 5. 計測停止

- measurement mode が real time の場合、real time が measurement time に到達すると計測は終了します。
- measurement mode が live time の場合、live time が measurement time に到達すると計測は終了します。
- 計測中に停止する場合は、メニュー Stop をクリックします。実行後計測を停止します。
- real time の更新が停止します。
- live time の更新が停止します。
- dead time の更新が停止します。
- file size (Byte) の更新が停止します。
- dead time ratio の更新が停止します。

9. 終了

メニュー File - quit をクリックします。確認ダイアログが表示された後、quit ボタンをクリックすると本アプリは終了し、画面が消えます。次回起動時は、終了時の設定が反映されます。

10. ファイル

10. 1. ヒストグラムデータファイル

(1) ファイル形式

カンマ区切りのCSV テキスト形式

(2) ファイル名

任意

(3) 構成

Header 部、 Calculation 部、 Status 部および Data 部からなります
[Header]

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

Start Time 計測開始時刻

End Time 計測終了時刻

※以下 CH 毎に保存

POL polarity

CLD LLD

CUD ULD

GSL analog course gain DPP(CH1~CH4)用

FLK baseline restorer filter

CTH threshold

TTY timing type

CCF CDF function

CDL CFD delay

CWK CDF walk

LIT QDC sum/peak

PTS QDC pretrigger

LIG QDC filter

QIR QDC integral range

AFS QDC full scale

WAS signal type

GSM analog course gain DSP(CH5~CH6)用

PZD analog pole zero

ADG ADC gain

FFD fast diff

FFI fast integral

FTH fast trigger threshold

SFR slow risetime

SFP slow flat top time

SPZ	slow pole zero
STH	slow trigger threshold
DCG	digital coarse gain
DFG	digital fine gain
IHW	inhibit width
TMS	timing select
CFF	CFD function
CFD	CFD delay
PRE	pileup reject enable
CSEL	coupling
※CH 毎はここまで	
MOD	モード
MTM	計測時間
Memo	メモ

[Calculation]

※以下 ROI 毎に保存

ROI_CH	ROI の対象となった入力チャンネル番号。
ROI_start	ROI 開始位置 (ch)
ROI_end	ROI 終了位置 (ch)
peak(ch)	ROI 間のピーク位置 (ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置 (ch)
peak(count)	ROI 間のピークカウント数の総和
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	gross の cps
net(count)	ROI 間のバックグラウンドを差し引いたカウント数の総和
net(cps)	net の cps
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅 (ch)
FWHM(%)	ROI 間の半値幅 (%)
FWHM(keV)	ROI 間の半値幅 (keV)
Energy(keV)	ROI 間のピークのエネルギー値 (keV)

[Status]

※以下 CH 毎に保存

input total	トータルカウント
output total	アウトプットカウント
input rate	トータルカウントレート
output rate	アウトプットカウントレート
dead time	デッドタイム (%)

[Data]

各チャンネルのヒストグラムデータ

10. 2. 波形データファイル

(1) ファイル形式

カンマ区切りのCSV テキスト形式

(2) ファイル名

任意

(3) 構成

Header 部、Status 部およびData 部からなります。

Header 部とStatus 部は前述ヒストグラムデータと同様。

Data 部は wave タブ内 CH で選択した CH の下記種類の波形データ。

CH1 から CH4 DPP の場合 RAW, CFD, QDC

※APV8M22 の場合 1024 点、APV8M42 の場合 512 点

CH5 から CH6 DSP の場合 preamp, fast, CFD, slow、各 512 点

※accumulation データも保存される。

10. 3. リストデータファイル

(1) 構成

1 イベントあたり 128bit (16Byte, 8WORD)

Bit127		RISE[15..0]		112
111		FALL[15..0]		96
95		TOTAL[15..0]		80
79	78	TDC[54..40]		64
WAV[0]				
63		TDC[39..24]		48
47		TDC[23..8]		32
31	24	23	TDCFP[7..0]	16
TDC[7..0]				
15	13	12	QDC[12..0]	0
CH[2..0]				

図 50 list データフォーマット

- Bit127 から Bit112 RISE (波形立上部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit111 から Bit96 FALL (波形立下部分積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit95 から Bit80 TOTAL (全波形積分) 値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 波形の有無。0: 波形なし。1: 波形あり
- Bit78 から Bit24 TDC カウント。55bit。
APV8M22 は 1ns/Bit、APV8M42 は 2ns/Bit。
- Bit23 から Bit16 TDCFP (小数部) カウント。8bit。
APV8M22 は 3.90625ps Bit。サンプリングポイント間の内挿 1ns ÷ 256 = 3.90625 ps。
CH5からCH6はTDCFPの[3..0]はゼロ固定です。
- Bit15 から Bit13 CH 番号。0はCH1、1はCH2、5はCH6
- Bit12 から Bit0 DPP の場合は QDC(積分)値または PEAK 値、DSP の場合は PHA(波高)値。
符号無 13 ビット整数。DPP の CH1 から CH4は収集した波形にフィルタを
かけスレッシュホールドを超えたところから設定範囲間の波形の積算値。
DSP の CH5 から CH6は PHA 値。PHA は最大 8191 まで。

10. 4. リスト波形データファイル (オプション)

- (2) ファイル形式
バイナリ、ネットワークバイトオーダー (ビッグエンディアン、MSB First) 形式
- (3) ファイル名
任意
- (4) 構成

Bit127		RISE [15..0]		112
Bit111		FALL [15..0]		96
Bit95		TOTAL [15..0]		80
79	78	TDC [54..40]		64
WAV [0]				
63		TDC [39..24]		48
47		TDC [23..8]		32
31	24	23	TDC FP [7..0]	16
TDC [7..0]				
15	13	12	QDC [12..0]	0
CH [2..0]				
wave number [15..0]				
header [31..16]				
header [15..0]				
wave data [15..0] × wave number 分				

図 51 list-wave データフォーマット (PSD 付きリスト)

- Bit127 から bit0 128bit のリストデータと同じです。
- 波形点数 wave number。16Bit。波形点数。
- 波形ヘッダ header。32Bit。ヘッダーとして下記の CH 情報が付加されます。
 CH1 ヘッダー 0x57415630 (=WAV0)
 CH2 ヘッダー 0x57415631 (=WAV1)
 CH3 ヘッダー 0x57415632 (=WAV2)
 CH4 ヘッダー 0x57415633 (=WAV3)
- 波形データ wave data。波形 1 点当たり 16bit。16384digit のオフセットがあります。wave number 分の波形情報が付加されます。

10. 5. PSD データファイル

- (1) ファイル形式
カンマ区切りのCSV テキスト形式
- (2) ファイル名
任意
- (3) 構成
PSD 部と PSD 2D histogram 部と cursor area spectrum 部からなります。PSD 2D histogram 部と cursor area spectrum 部のデータは、カウントが 1 以上あるデータで可変長です。

[PSD]

XAxisCursorRange	カーソルでの X 軸範囲開始チャンネル及び終了チャンネル
YAxisCursorRange	カーソルでの Y 軸範囲開始チャンネル及び終了チャンネル
Compress (x/16384)	圧縮率のチャンネル数

[PSD 2D histogram]

#FALL, TOTAL, Counts X 軸に選択した List 内データ, Y 軸に選択した List 内データ, 積算
6952, 9192, 1
:
(可変長。最大 $8192 \times 8192 = 67,108,864$)

[cursor area spectrum]

FALL, Counts X 軸に選択した List 内データ, 積算カウント
6644, 0
:
(可変長。最大 8192)

1 1. 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

また、gross(count), net(count)の算出においては、Covell 法を用いています。

11. 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 52 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（後述の offline 時のみ有効）
- File - open histogram file ヒストグラムデータファイルの読み込み（後述の offline 時のみ有効）
- 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

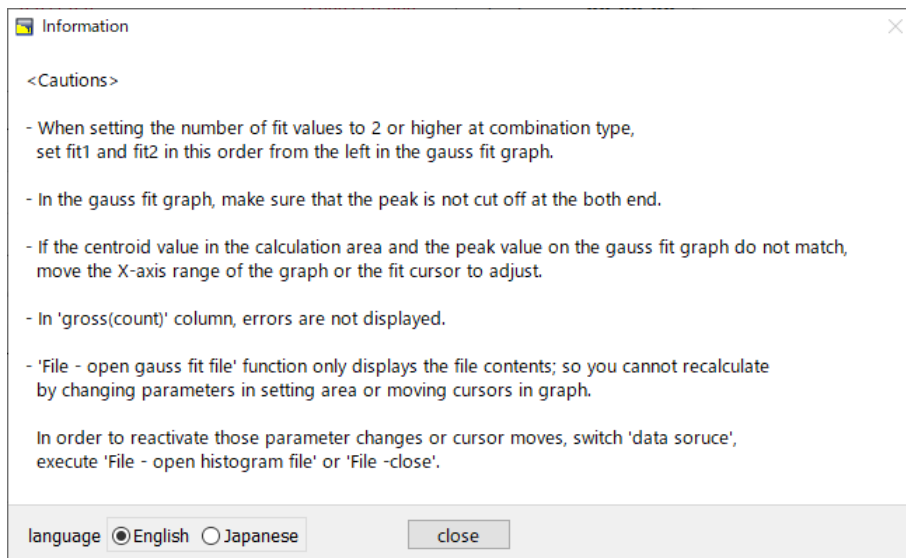


図 53 information 画面

• 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 の選択 ※本機器では CH1 固定となります
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。
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

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 *b 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。


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。図 52 赤枠のボタンが押された状態で、ROI プロット中央の垂直青カーソルをドラッグすることで、ROI プロット位置を変更できます。また、自動スケールが OFF の場合に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。

11. 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 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を表示します。このグラフの横軸範囲の設定は、まず横軸オートスケールを解除し、gauss fit グラフ横軸の最小値を直接入力するか、グラフのX-ズーム機能を使用します。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。

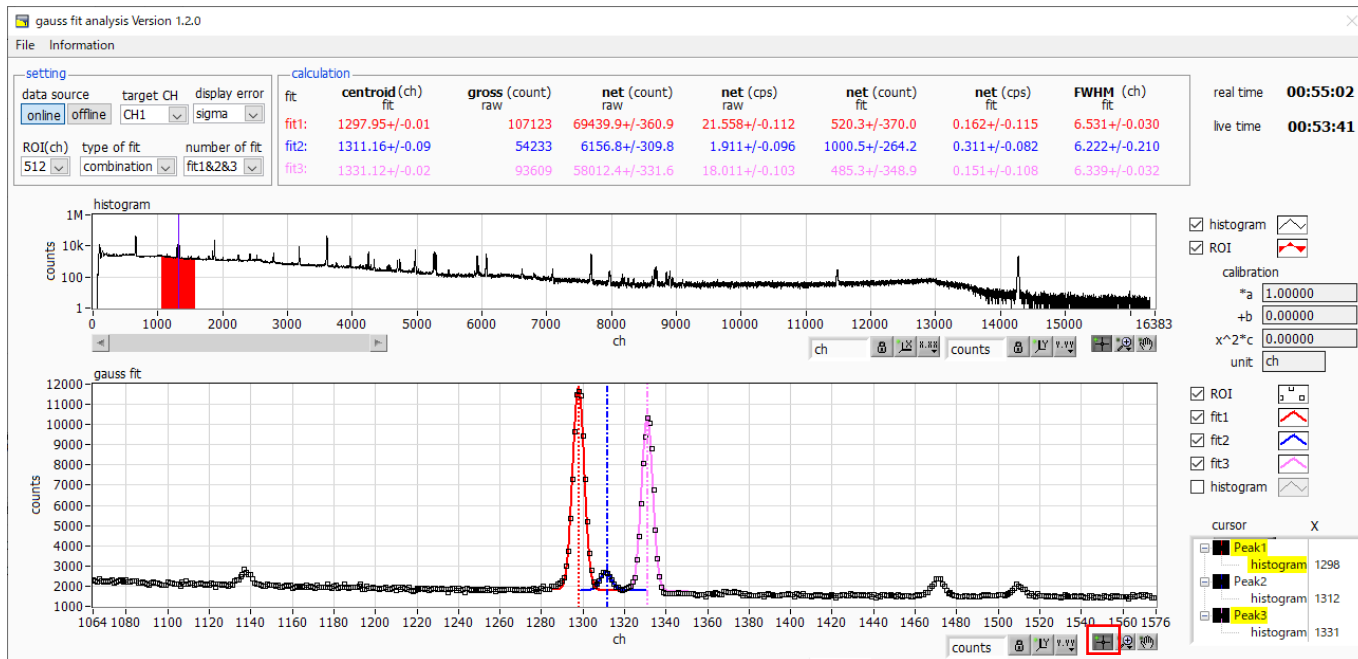


図54 ガウスフィット画面 (online時)

11. 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。

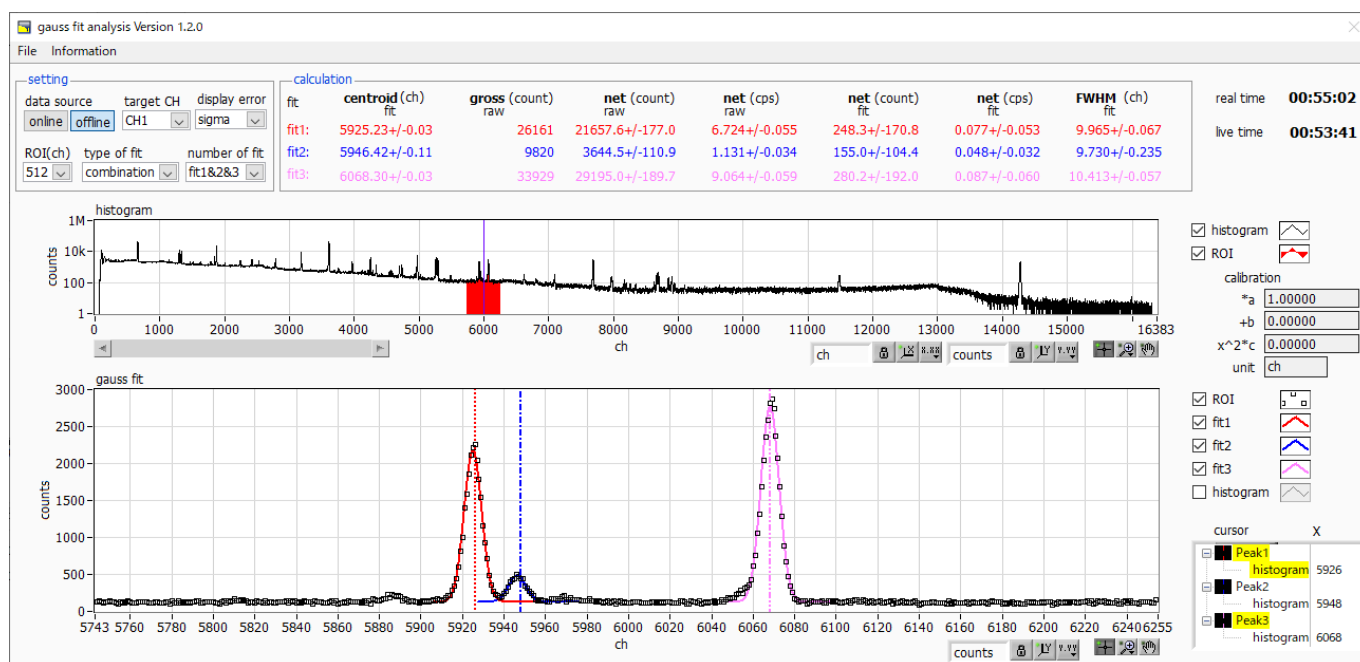


図 55 ガウスフィット画面 (offline 時)

なお、ガウスフィットデータファイルの読み込み時は、ファイルの保存内容を表示するだけの機能となり、setting 部のパラメータ変更や、グラフ上でのフィッティング位置変更に伴う再計算は行えません。そのため、それらの部品に対する操作も無効となっています。有効に戻すには、以下のいずれかの操作を行ってください。

- data source にて、online に切り替える
- File - open histogram file にて、ヒストグラムデータファイルを読み込む
- File - close にて、ツール画面を一度閉じる

11. 4. 注意事項

ガウスフィット画面において正常に動作させるために、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 centroid 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。

11. 5. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

12. Tool機能 peak search analysis

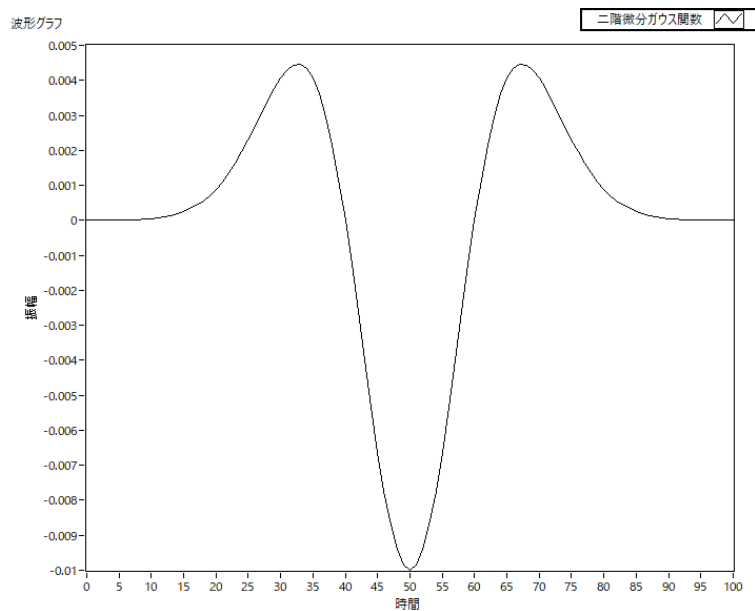
本アプリにはピークを自動で検知するピークサーチ機能があります。専用画面を開き、計測中またはデータファイルのヒストグラムデータを対象に、自動でピークを検出して半値幅やカウント数などを算出することができます。

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

12. 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。

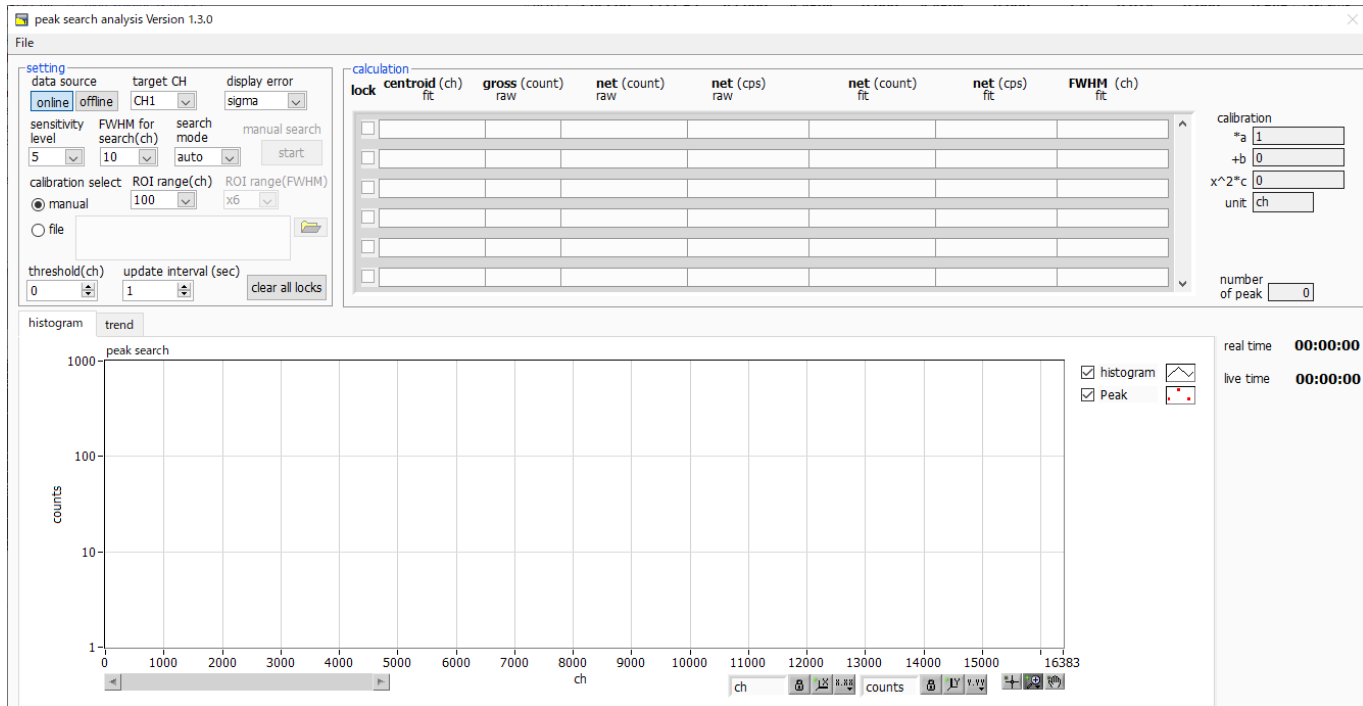


図 56 ピークサーチ起動画面

• 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。
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 13. Tool 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

※ 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*b 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。
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)

12. 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。ピーク検出が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ことがあります。この場合は、lock チェックを ON にすると、該当ピークの演算結果が常に上部に表示されるようになります。

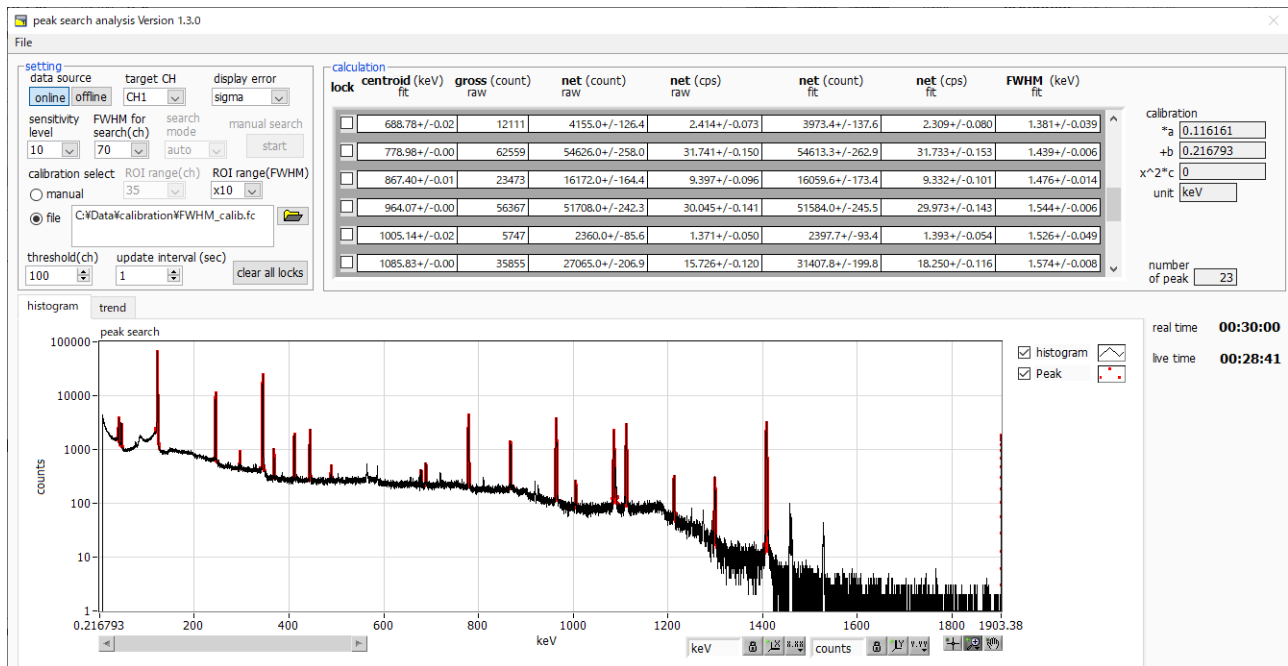


図 57 ピークサーチ画面 (online 時)

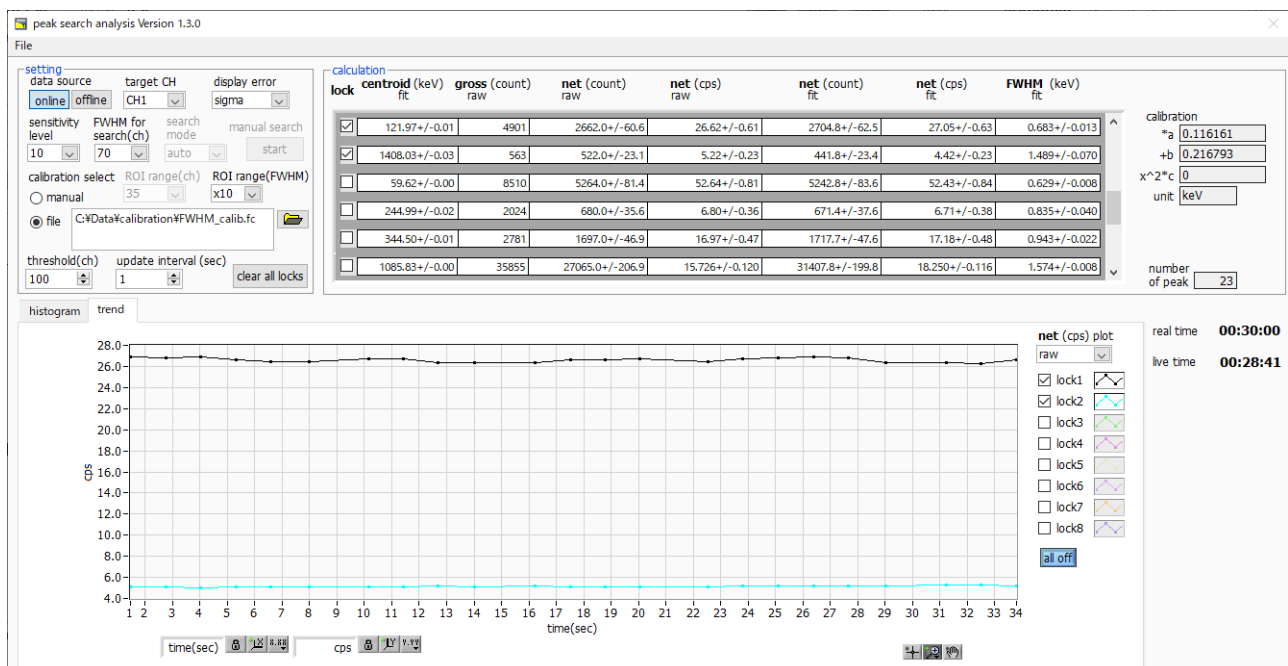


図 58 ピークサーチ画面 (trend グラフ)

12.3. 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 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。

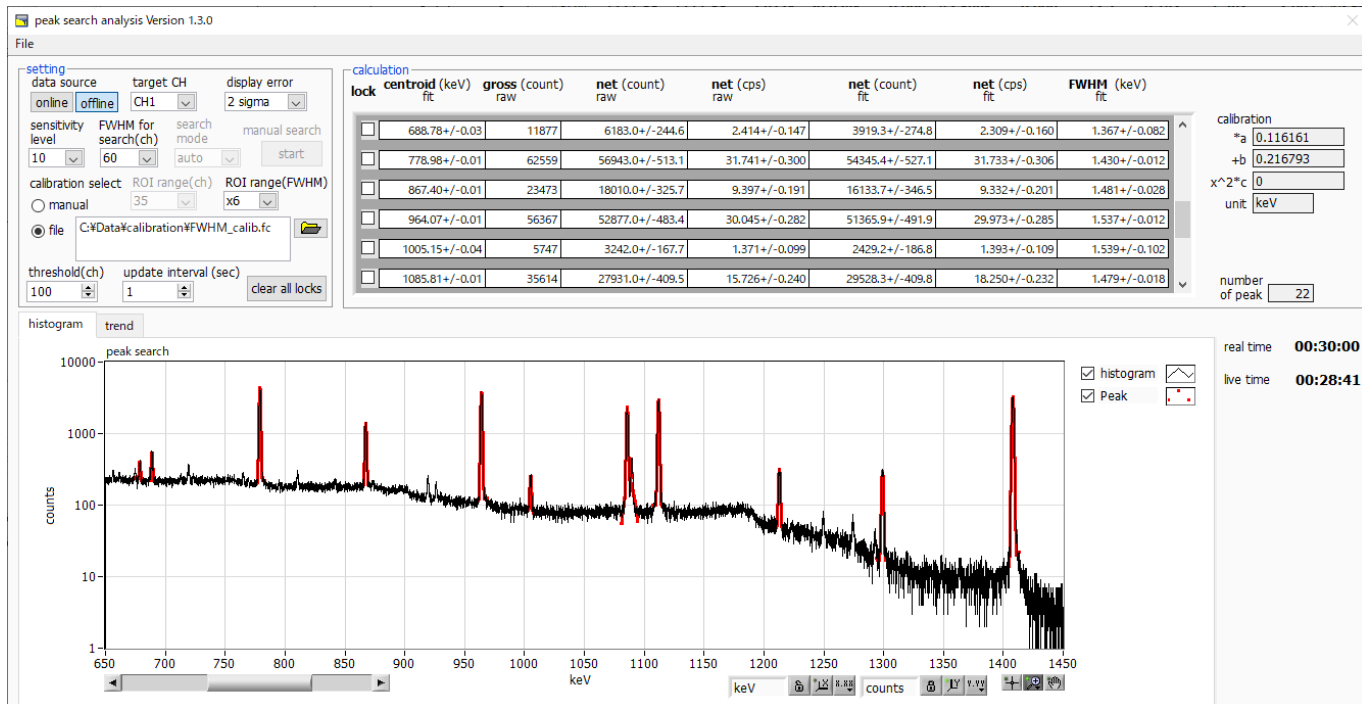


図 59 ピークサーチ画面 (offline 時)

12.4. 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。

12.5. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

13. Tool機能 create FWHM 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、FWHM 校正ファイルを作成する機能があります。12. Tool機能 peak search analysis 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。

13. 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。

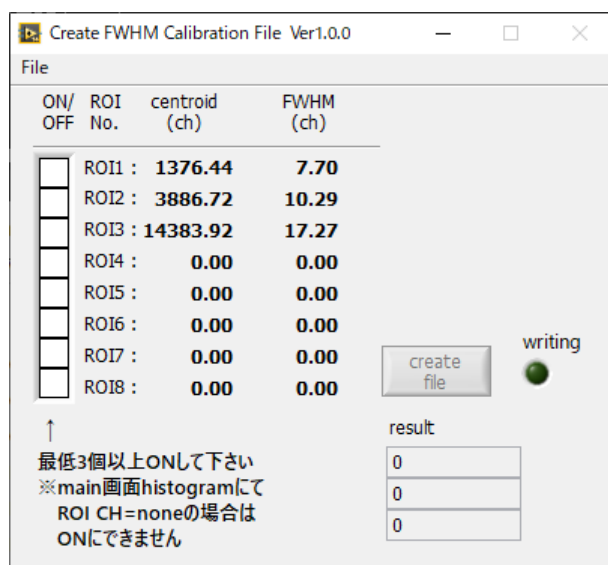


図 60 create FWHM calibration file 起動画面

・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

13. 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。

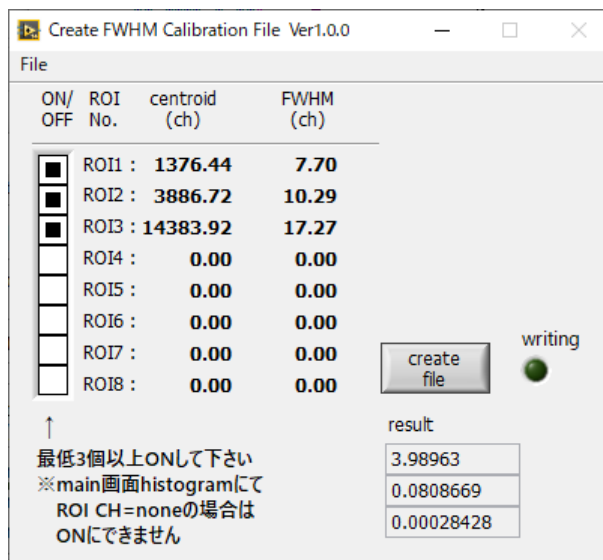


図 61 create FWHM calibration file 実行後画面

13. 3. 終了

本画面を閉じる場合は、File - close をクリックします。

14. トラブルシューティング

14. 1. 接続エラーが発生する

起動時またはメニューconfigにて connection error エラーがする場合、ネットワークが正しく接続されていない可能性があります。この場合、以下を確認します。

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

[System]

PCConfigPort = 55000

PCStatusPort = 55001

PCDataPort = 55002

DevConfigPort = 4660

DevStatusPort = 5001

DevDataPort = 24

SubnetMask = "255.255.255.0"

Gateway = "192.168.10.1"

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

IPアドレス 192.168.10.128

サブネットマスク 255.255.255.0

デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1

- (3) UDP 接続用のPC側の任意ポート番号が競合している。この場合は起動前の構成ファイルconfig.ini内Portに別の番号を定義します。
- (4) イーサネットケーブルが接続されている状態で電源をONにします。
- (5) コマンドプロンプトにてpingコマンドを実行し本機器とPCが通信できるかを確認します。
- (6) 本機器の電源を入れ直し、再度pingコマンドを実行します。
- (7) ウィルス検出ソフトやファイヤーウォールソフトをOFFにします。
- (8) PCのスリープなどの省電力機能を常にONにします。
- (9) ノートPCなどの場合、無線LAN機能を無効にします。

14. 2. コマンドエラーが発生する

本機器の有効CH数が正しくない可能性があります。以下の確認をします。

- (1) 使用DSPのCH数を確認
- (2) configタブ内number of CHが、使用するCH数と同じであることを確認します。

14. 3. ヒストグラムが表示されない

メニューStart を実行してもグラフに何も表示されない場合、以下の点を確認します。

- (1) spectrum タブ内 spectrum on/off にてCH1 をON に設定します。
- (2) input rate(cps)と output rate(cps)がカウントしているか確認します。
- (3) DAC monitor type を該当CH-pre amp にして、preamp の波高が小さすぎたり大きすぎたりせず、1V 以内位出ているかを確認します。
- (4) DAC monitor type を fast にしてFAST 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (5) DAC monitor type を slow にしてSLOW 系フィルタの信号が出力されているかを確認します。
- (6) fast trigger threshold や slow trigger threshold の値が小さすぎたり大きすぎたりせず、input rate(cps)と output rate(cps)のカウントを見ながら、100 から 30 くらいまで設定を下げながら変更していき、2 つの rate が近いカウントになるように調整します。
- (7) グラフのX 軸とY 軸を右クリックしてオートスケールにします。

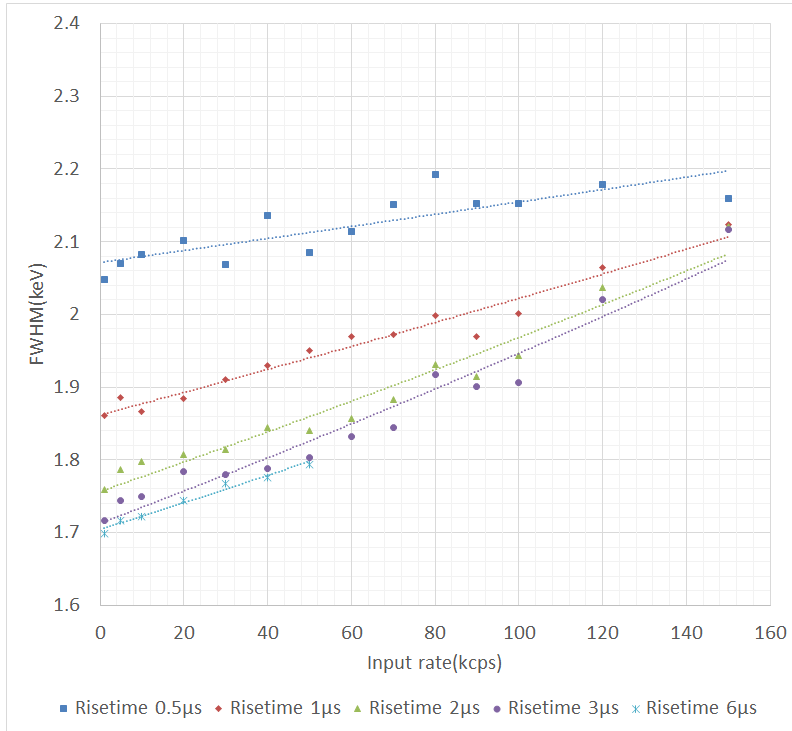
14. 4. IP アドレスを変更したい

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

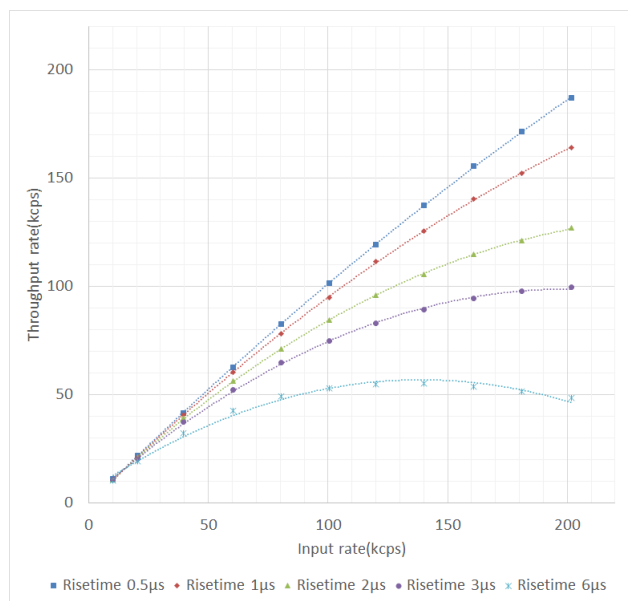
15. APV8M42、APV8M22 の性能

15. 1. DSP の分解能

最新のデジタルパルスプロセッシング技術により**高分解能**、**高計数率のスペクトロスコピー**が可能です。



スループットはFPGAによるデジタル信号処理の採用により、従来のMCAにおける変換時間、リセット時間のデッドタイムがありません。本装置のスループットはまひモデルである $m = ne^{(-n\tau)}$ の曲線にうまく整合します。ここで $\tau = \text{rise time} + \text{flattop time}$ です。ただし検出器の応答速度もあるため、立ち上がりが遅い検出器や高計数になるほど差異が生じます。



※弊社所有 PGT 社製 IGC10200HPGe 半導体検出器

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 : [ht://www.techno-ap.com](http://www.techno-ap.com) e-mail : info@techno-ap.com