

デジタルパルスプロセッサ

APV8104

取扱説明書

第1.2.5版 2025年12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
1. 1.	概要.....	5
1. 2.	特徴.....	6
2.	仕様.....	7
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.....	16
5. 2. 1.	(オプション) LIST-WAVE 部.....	22
5. 2. 2.	(オプション) PSA 部.....	23
5. 2. 3.	(オプション) list-pile up.....	25
5. 2. 4.	(オプション) pile up reject.....	25
5. 2. 5.	(オプション) OR 出力.....	26
5. 3.	file タブ.....	27
5. 4.	wave タブ.....	29
5. 5.	spectrum タブ.....	31
5. 6.	time spectrum タブ.....	33
5. 7.	PSD タブ.....	34
6.	計測.....	36
6. 1.	ヒストグラムモード.....	36
6. 1. 1.	環境.....	36
6. 1. 2.	電源と接続.....	36
6. 1. 3.	アプリケーション起動及び設定.....	36
6. 1. 4.	波形確認.....	37
6. 1. 5.	計測開始.....	39
6. 1. 6.	計測終了.....	39
6. 2.	リストモード.....	40
6. 2. 1.	準備.....	40
6. 2. 2.	エネルギースペクトルの確認.....	40
6. 2. 3.	設定.....	41
6. 2. 4.	計測開始.....	41
6. 2. 5.	計測終了.....	41
6. 3.	時間スペクトル計測.....	42

6. 3. 1.	環境.....	42
6. 3. 2.	電源と接続.....	42
6. 3. 3.	準備.....	42
6. 3. 4.	エネルギースペクトルの確認.....	43
6. 3. 5.	設定.....	45
6. 3. 6.	計測終了.....	46
6. 4.	(オプション) PSD モード.....	47
6. 4. 1.	準備.....	47
6. 4. 2.	入力波形の確認.....	47
6. 4. 3.	エネルギースペクトルの確認.....	47
6. 4. 4.	設定.....	47
6. 4. 5.	計測開始.....	48
6. 4. 6.	計測終了.....	48
7.	終了.....	49
8.	ファイル.....	50
8. 1.	ヒストグラムデータファイル.....	50
8. 2.	波形データファイル.....	52
8. 3.	リストデータファイル.....	53
8. 4.	(オプション) PSA リストデータファイル.....	54
8. 5.	(オプション) リスト波形及びリストパイルアップ波形データファイル.....	55
8. 6.	(オプション) PSD データファイル.....	57
9.	トラブルシューティング.....	58
9. 1.	接続エラーが発生する。.....	58
9. 2.	コマンドエラーが発生する.....	58
9. 3.	ヒストグラムが表示されない.....	59
9. 4.	IP アドレスを変更したい.....	59

1. 概要

1. 1. 概要

テクノエーピー社製 DPP (Digital Pulse Processor、デジタルパルスプロセッサ) 製品 APV8104 (以下、本機器) は、高速・高分解能 ADC (1GHz, 14bit) を 4CH 搭載した波形解析ボードです。

FPGA による 1GHz リアルタイムの解析に加え、信号処理によるデッドタイムの無い高速処理を、高時間分解能・高スループットで実現しています。全ての ADC は 1GHz クロックにて同期動作をしており、複数の高速なシンチレーション検出器からの信号解析などにもご利用いただけます。また、複数ボード間の同期処理にも対応しており、多 CH 系の解析にも拡張が容易です。さらに、タイムピックオフにおいて FPGA 上で多項式補間をリアルタイムに行うことで、サンプリング周波数の刻みを超える高い時間分解能を実現でき、線形補間と比較して微分直線性をより一段向上することができます。この計算時間はわずか 100ns で完了します。

本書は、本機器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”、ビン数を表すチャネルは“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 APV8104 をユニットに納めた型式は APU8104 となります。本書では APU8104 の説明も含まれます。
- ※ 2CH 版は APV8102 となり、機能について CH 数以外は同様のものとして記載いたします。
- ※ 型式に-14 や-12 が含まれる場合は、搭載している ADC の分解能が 14bit や 12bit であることを表示しています。便宜上、この-14 や-12 を省略し、型式 APV8104 としています。
- ※ 本機器にはオプションとして機能を追加することが可能です。本書ではその機能部分を (オプション) と明記します。

1. 2. 特徴

主な特徴は下記の通りです。

- 用途例としては、高速タイミング、高時間分解能、高計数、波形弁別、粒子弁別 (n/γ)。
- 対象検出器としては、シンチレータ（プラスチック、 $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 、液体シンチレータ等）、ワイヤーチェンバーやMPPCなどで、光電子増倍管（PMT）からの出力信号やFAST-NIM 信号などを直接入力可能です。
- デジタルパルスプロセッサがデジタルCFD、QDCによって時間情報とエネルギー情報を取得。
- 波形フィットによりサンプリング内挿をもとめ高い時間分解能を実現。
- オプションで中性子/ガンマ線弁別PSD 機能や波形情報LIST-WAVE など追加可能。
- ギガビットイーサネット（TCP/IP）によるデータ収録。
- タイムピックオフにおいて FPGA 上で多項式補間をリアルタイムに行うことで、サンプリング周波数の刻みを超える高い時間分解能を実現でき、線形補間と比較して微分直線性をより一段向上することができます。この計算時間はわずか 100ns で完了します。

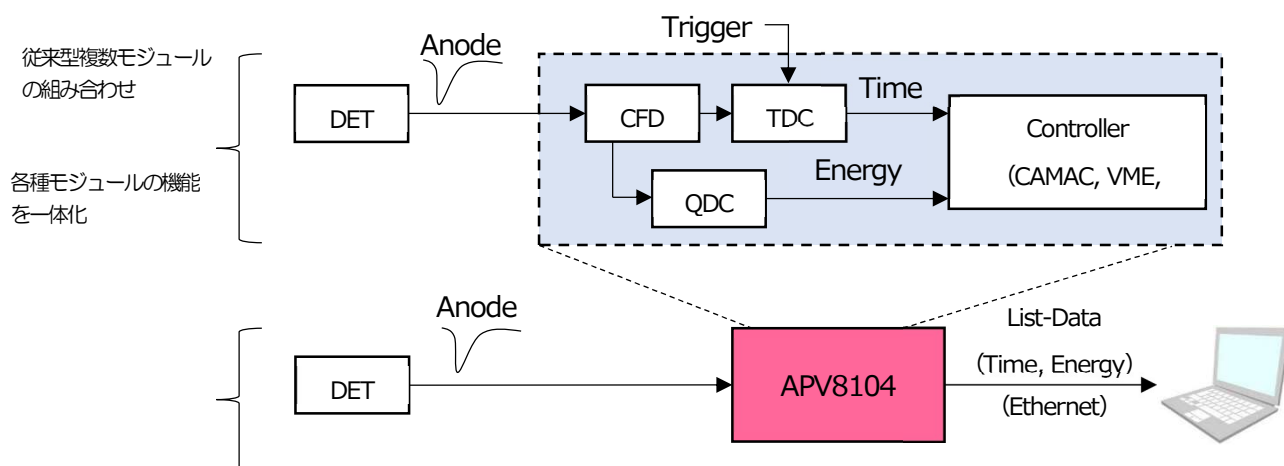


図 1 DPP 構成

DPP への設定やデータの取得は、付属の DPP アプリケーション（以下本アプリ）で行います。本アプリは Windows 上で動作します。付属アプリ以外にも、コマンドマニュアルを元にプログラミングすることも可能です。DPP との通信は TCP/IP や UDP でのネットワーク通信のみため、特別なライブラリは使用せず、Windows 以外の環境でもご使用頂けます。

2. 仕様

- | | |
|----------------|--|
| (1) アナログ入力 | |
| ・チャンネル数 | 4CH |
| ・入力レンジ | ±1V |
| ・入力インピーダンス | 50Ω |
| ・コースゲイン | ×1、×3 |
| ・オフセット調整 | ±1V |
| ・入力信号立ち上がり時間 | 1ns 以下 ※コースゲイン×1 の場合 |
| (2) ADC | |
| ・サンプリング周波数 | 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 | 3.90625ps |
| (4) 機能 | |
| ・動作モード | ヒストグラムモード、リストモード（時間ヒストグラム）、波形モード |
| ・イベント転送レート | 約20MByte/秒。1 イベント16Byte（128Bit）の場合。 |
| (5) オプション | |
| ・機能 | PSD2次元ヒストグラム、波形リストモード、パイルアップ波形リストモード、OR出力 |
| (6) 通信インターフェース | |
| ・LAN | TCP/IP Gigabit Ethernet 1000Base-T、データ転送用
UDP コマンド送受信用 |
| (7) 消費電流 | |
| +5V | 3.0A（最大） |
| +12V | 0.8A（最大） |
| -12V | 0.4A（最大） |
| (8) 形状 | |
| ・VME 型（VME6U） | APV8104 |
| ・ユニット型 | APU8104 |
| (9) 外径寸法 | |
| ・VME 型（VME6U） | 20（W）×262（H）×187（D）mm |
| ・ユニット型 | 300（W）×56（H）×335（D）mm |
| (10) 重量 | |
| ・VME 型（VME6U） | 約430g |
| ・ユニット型 | 約3100g |
| (11) 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 Full HD (1920×1080) 以上推奨

3. 外観



写真 1 APV8104



写真 2 APU8104

- | | | |
|------|---------|--|
| (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~CH4 | 信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。入力レンジは±1V、コースゲインはアプリから×1、×3 を選択可能です。入力インピーダンスは 50Ω。 |
| (3) | RESET | 通信機能リセットスイッチ。 |
| (4) | CLK-I | 外部クロック信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。外部クロックを使用して外部機器と同期を取ることが可能です。外部クロックを使用する際は、後述の外部クロック使用時を参照のこと。 |
| (5) | CLK-O | 外部クロック信号出力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。外部機器と同期を取ることができます。25MHz、Duty サイクル 50% の LVTTTL 信号を出力します。 |
| (6) | GATE | 外部ゲート信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL または TTL 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。 |
| (7) | VETO | 外部 VETO (ベト) 信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL または TTL 信号を入力します。High の間データの取得を無効にします。 |
| (8) | CLR | 外部クリア信号入力用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。LVTTTL または TTL ロジック信号を入力します。High の立ち上がりエッジでイベント検知時の時間情報であるカウンタデータをクリアします。 |
| (9) | AUX | オプション用 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。仕様により LVTTTL の OR タイミングのロジック信号などを出力します。 |
| (10) | LAN | イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。1000Base-T。 |

※ 外部クロック使用時

電源を OFF の状態で、下写真基板上ジャンパ JP17 を 1-6CPU 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。

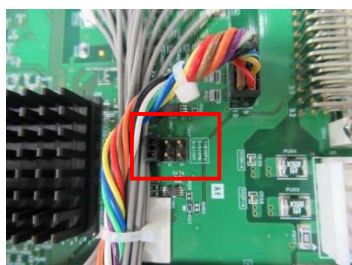


写真 3 JP17

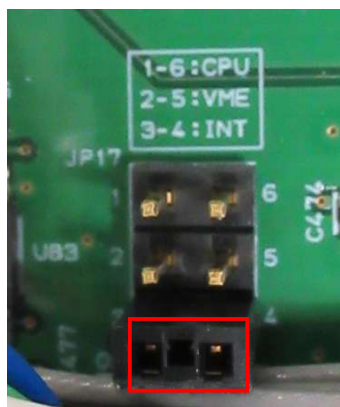


写真 4 内部クロック動作時 (3-4: INT ジャンパ)

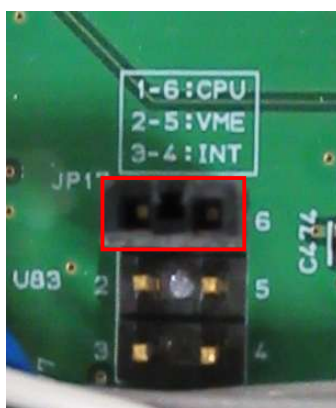


写真 5 外部クロック動作時 (1-6: CPU ジャンパ)

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Application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 - APP8104（またはAPP8102、ビット数やオプション名付加の場合有り）を実行します。

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

4. 2. 接続

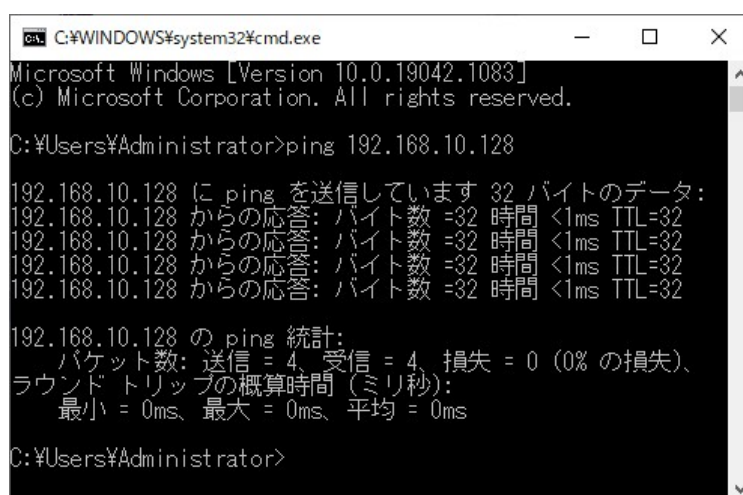
本機器とPCをイーサネットケーブルで接続します。PCによってはクロスケーブルをご使用ください。ハブを使用する場合はスイッチングハブをご使用ください。

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。以下は変更例です。
 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) VME ラックまたは筐体の電源を 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



```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1083]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Administrator>ping 192.168.10.128

192.168.10.128 に ping を送信しています 32 バイトのデータ:
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=32

192.168.10.128 の ping 統計:
    パケット数: 送信 = 4、受信 = 4、損失 = 0 (0% の損失)、
    ラウンドトリップの概算時間 (ミリ秒):
        最小 = 0ms、最大 = 0ms、平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>
  
```

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 APP8104 または Windows ボタンから APP8104 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（オプション構成や更新により画像が異なる場合があります）

・メニュー

File - open config	設定ファイルの読み込み。
File - open histogram	ヒストグラムデータファイルの読み込み。
File - open PSD	PSD2 次元グラフ用 CSV データファイルの読み込み。
File - open list for PSD	PSD2 次元グラフ用リスト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	現在の波形データをファイルに保存。
File - save PSD	PSD2 次元グラフ用 CSV データファイルの保存。
File - save image	本アプリ画面を PNG 形式画像で保存。
File - quit	本アプリ終了。
Edit - copy setting of CH1	CH タブ内の CH1 の設定を他の全 CH の設定に反映。
Edit - IP configuration	本機器の IP アドレスを変更。

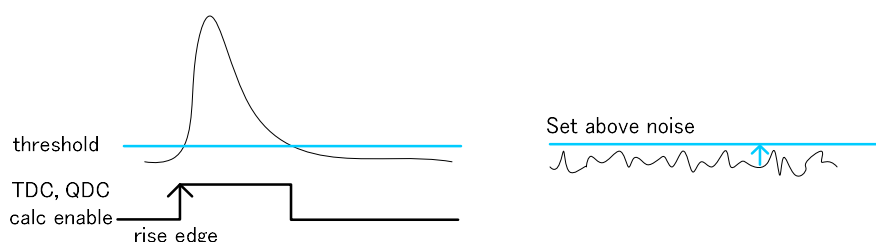
calibration	calibration を実行します。wave 波形に乱れがある場合実行します。
Config	本機器へ全項目を設定。
Clear	本機器内のヒストグラムデータを初期化。
Start	本機器へ計測開始。
Stop	本機器へ計測停止。
・タブ	
config	入力 CH に関する設定。
file	データのファイル保存に関する設定。
wave	波形データの表示。
spectrum	スペクトル（ヒストグラム）表示、ROI（Region Of Interest）の設定。
timespectrum	リストデータの時間情報から予め設定した 2 つの CH の時間差スペクトルを表示と、ROI（Region Of Interest）の設定及び時間分解能算出結果の表示。
PSD	リストデータの各種情報から、CH1 と CH2 とでそれぞれ設定した QDC データでの 2 次元スペクトルを表示。
・CH 部	
output count	信号処理した総カウント数
output rate(cps)	1 秒間あたりの output count
・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 秒間あたりの 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の総和
net(cps)	1 秒間あたりの net(count)
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
device	対象機器を選択。
IP address	対象機器の IP アドレス。構成ファイルにて定義し、device で選択した機器の IP アドレスを表示。
memo	任意テキストボックス。計測データ管理用にご使用ください。
acq. LED	計測中に点滅。
save LED	データ保存中に点滅。

error LED	エラー発生時点灯。
mode	設定中の動作モード名称を表示。
measurement time	設定した計測時間を表示。
real time	有効先頭 CH のリアルタイム（実計測時間）。
file size(byte)	保存中のリストデータファイルのサイズを表示します。 SI 表記法で 0.789M、10.100M、1.230G 等と表示します。
sampling	対象機器のサンプリング周波数を表示します。単位は Hz。

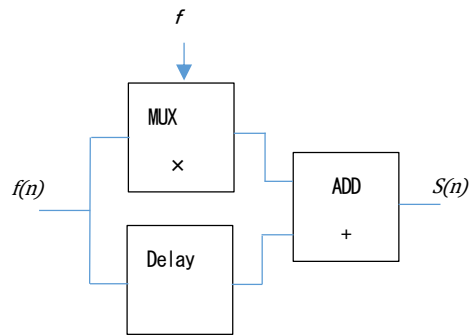
5. 2. config タブ

図 4 config タブ

- CH enable CH 使用可否。通常は全 CH を enable (押下) 状態に設定します。
- signal type 入力波形のタイプを選択します。
 fast sig NIM 信号や Timing 信号入力時。
 normal sig fast sig 以外の時。
- signal delay (ns) 入力信号を本機器内部で遅延します。最大遅延時間は 2000ns (2us) です。
- polarity 入力信号の極性。正極性の場合は pos、負極性の場合は neg を選択します。
- analog gain (multiple) アナログのゲイン (増幅値) を $\times 3$ または $\times 1$ から選択します。
- analog offset (mV) アナログのオフセットを選択します。範囲は $\pm 1000\text{mV}$ です。通常は 0.0mV に設定してください。
- baseline restorer filter ベースラインレストアラの時定数を設定します。Ext (自動ベースラインレストアラ無し)、Fast、 $4\mu\text{s}$ 、 $85\mu\text{s}$ 、 $129\mu\text{s}$ 、 $260\mu\text{s}$ 、Fix から選択します。通常は $85\mu\text{s}$ に設定します。
- blr fix data(digit) baseline restorer filter の設定で Fix を選択時有効です。前述の baseline restorer filter で Fix 時は、ADC data から blr fix data 値を減算することができます。設定範囲は 0 から 16383 です。
- threshold (digit) 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を設定します。



APV8104 及び APV8508 のコンスタントフラクショントイミングはFPGA によるデジタル信号処理にて実現しております。



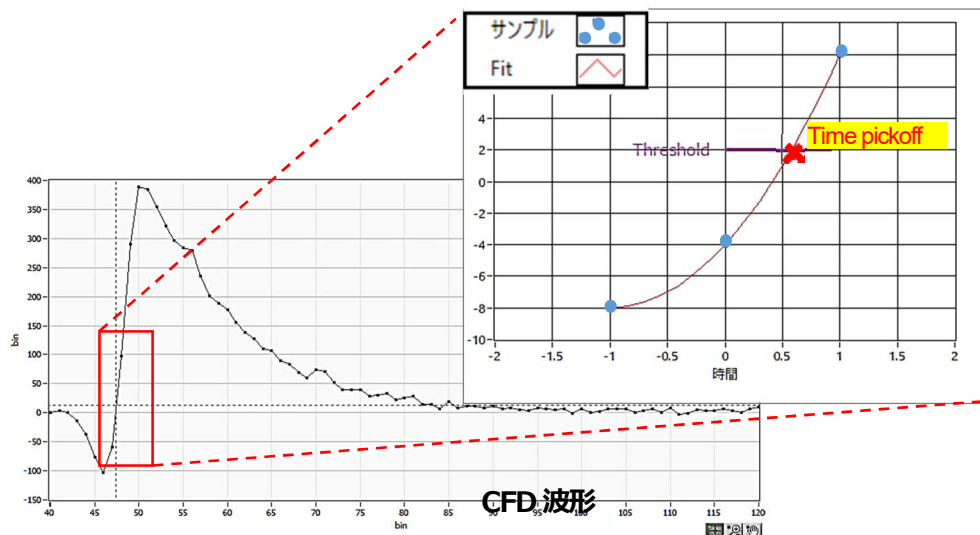
$$s(n) = fv(n) - v(n - delay)$$

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 タイムスタンプする際の波形を、CFD 波形または LE 波形から選択します。

LE リーディングエッジ (Leading Edge Timing、LET や LED も同意です)
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' のように波高が変われば時間も異なります。

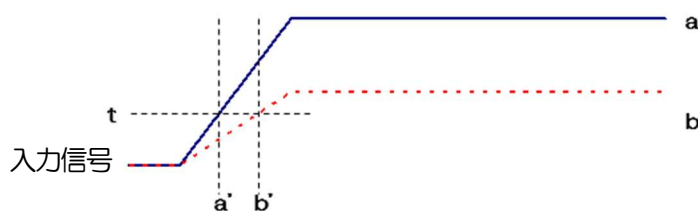
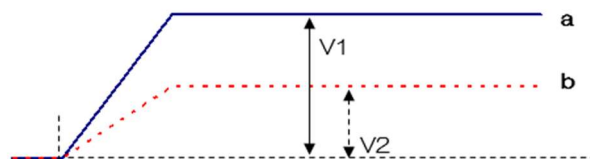


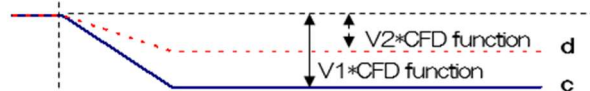
図 5 リーディングエッジ (Leading Edge Timing) の考え方

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。

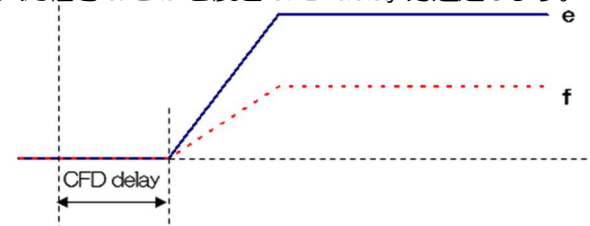
入力信号 a と b 。



入力信号 a と b を後述の CFD function 倍し反転します。



入力信号 a と b を後述 CFD delay 分遅延します。



上記 c と e を加算した波形 g とし、 d と f を加算した波形を h とします。

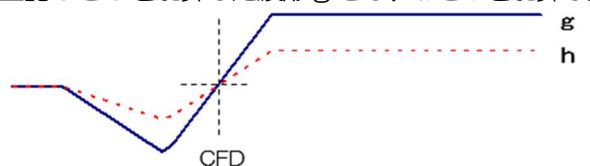
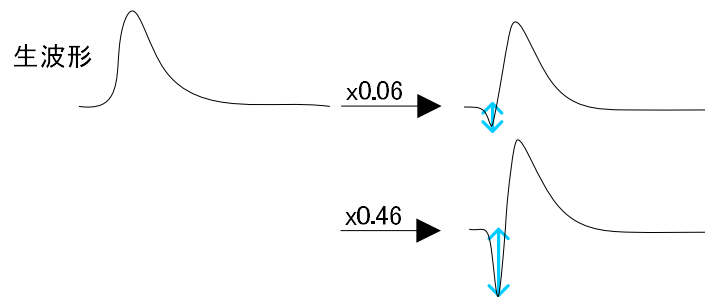


図 6 コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

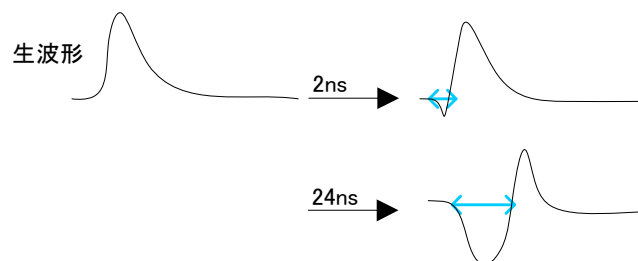
CFD function

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。



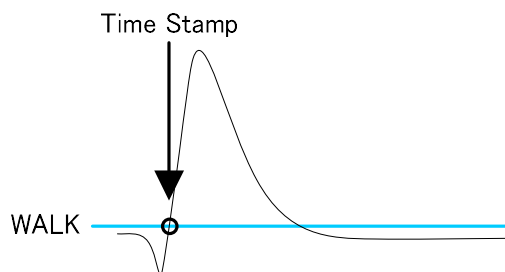
CFD delay

CFD 遅延時間を設定します。APV8104 は 1ns から 24ns まで 1ns 単位で設定します。



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。

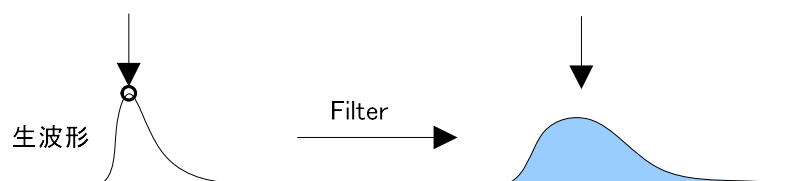


QDC sum/peak

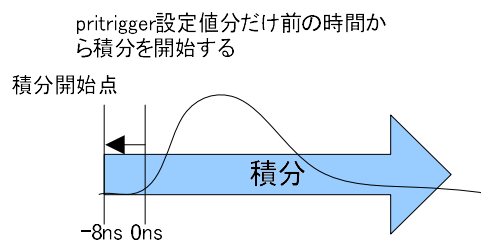
QDC データの出力形式を選択します。PEAK 値、SUM 値から選択します。

PEAK 選択時、生波形に対する PEAK の値を QDC 値として出力する

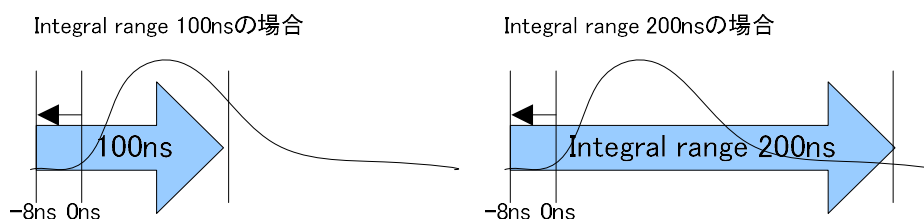
SUM 選択時、生波形に対し FILTER をかけ積分値を QDC 値として出力する



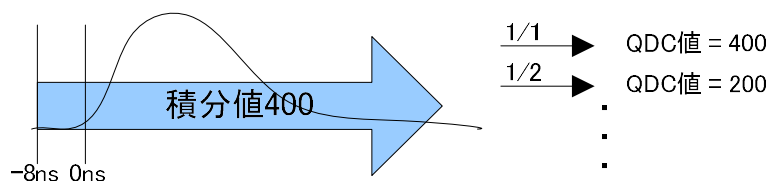
QDC pre trigger (ns) 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns、-40ns、-48ns、-56ns、-64nsから選択します。



QDC integral range (ns) QDC の積分時間を選択します。設定範囲は48nsから32000nsです。



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。



QDC LLD(digit) QDC のLLD (Lower Level Discriminator) を設定します。単位は digit です。この閾値より下の積分値はタイムスタンプデータ、積分値データを取得しません。ULD より小さい値に設定します。設定範囲は0から8191 です。

QDC ULD(digit) QDC のULD (Upper Level Discriminator) を設定します。単位は digit です。この閾値より上の積分値はタイムスタンプデータ、積分値データを取得しません。LLD より大きい値に設定します。設定範囲は0から8191 です。

mode	動作モードを選択します。
hist	入力信号を積分しスペクトルを表示します。
wave	入力信号をデジタイズし波形を表示します。
list	入力信号について、時間、CH、積分の情報を1イベントとし、バイナリファイルとして出力、保存することができます。時間スペクトルやPSD2次元ヒストグラムを取得する際にも使用します。
list-wave	(オプション) list データの後に波形データを付加して出力します。
list-pileup	(オプション) パイルアップした場合に list データ中に波形データを挿入して出力します。
list-coinc-wave	(オプション) コインシデンスした list データと波形データを合わせて出力します。コインシデンスはCH1 及びCH2 のみ有効です。
list-com	(オプション) 複数のボード間でタイミングを合わせて計測をする場合に使用します。CH1 を common signal 入力端子として使用し、スタート後ジッターの少ない早いパルスを入力します。
measurement time	計測時間を指定します。最大8760時間です。
list read byte(byte)	リストデータの1回の読み出しサイズを設定します。1イベントの当たりリストデータサイズが10byteの場合は、設定範囲1000byteから100,000byteまでを1000byte刻みで設定します。1イベントの当たりリストデータサイズが16byteの場合は、設定範囲1600byteから160,000byteまでを1600byte刻みで設定します。
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ご注意ください。
PSD ON/OFF	(オプション) 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ご注意ください。

5. 2. 1. (オプション) LIST-WAVE 部

list モード中に波形データを付加することができます。

	list-wave delay (digit)	list-wave data (ns)	list-wave sampling
CH1 :	10	1000	1ns
CH2 :	10	1000	1ns
CH3 :	10	1000	1ns
CH4 :	10	1000	1ns

図 7 list-wave 関連設定

• LIST-WAVE 部

- | | |
|------------------------|--|
| list-wave delay(digit) | list-wave または list-pileup 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 31digit です。1 digit は波形 8 点分です。 |
| list-wave data(digit) | list-pileup モードまたは list-wave 用パラメータ。パイルアップ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 4000 点です。 |
| list-wave sampling | list-pileup モードまたは list-wave 用パラメータ。波形データのサンプリングを指定できます。APV8104 の場合、1ns、2ns、4ns、8ns、16ns、32ns、64ns、128ns、256ns、512ns、1024ns から選択します。 |

5. 2. 2. (オプション) PSA 部

PSA (Pulse Height Analysis) 演算に関する設定です。list モード時の追加データとして、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 の積分範囲等に関する設定をします。PSA 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します。

	rise start cnt (digit)	rise stop cnt (digit)	fall start cnt (digit)	fall stop cnt (digit)	total start cnt (digit)	total stop cnt (digit)	PSA full scale (multiple)
CH1 :	5	10	8	5	5	20	1/1
CH2 :	5	10	8	5	5	20	1/1
CH3 :	5	10	8	5	5	20	1/1
CH4 :	5	10	8	5	5	20	1/1

図 8 PSA 関連設定

• PSA 部

rise start cnt(digit) 立ち上がり部分の積分値 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 ($498\text{ns}=498\times 1\text{ns}$) です。

rise stop cnt(digit) 立ち上がり部分の積分値 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 ($16383\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) です。

RISE 値の算出例：

設定 threshold : 50, rise start cnt : 5, rise stop cnt : 8, PSA full scale : 1/1 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 8 点分、下図の緑枠線部分を積分します。その積分値を PSA full scale 倍してリストデータの RISE 値とします。

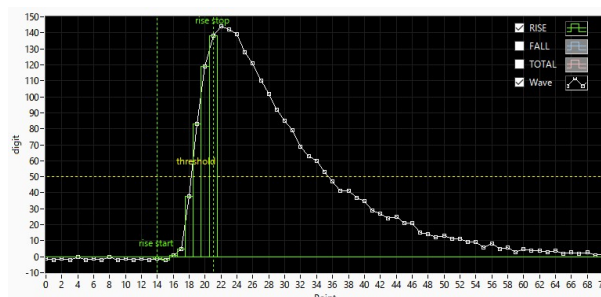


図 9 RISE の対象範囲設定例

fall start cnt(digit) 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 ($16383\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) です。

fall stop cnt(digit) 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 ($16383\text{ns}=16383\times 1\text{ns}$) です。

FALL 値の算出例：

設定 threshold: 50、fall start cnt: 5、fall stop cnt: 25、PSA full scale: 1/1
 の場合、FALL 値は threshold を超えて 5 点目から 25 点分、下図の青枠線部分を
 積分します。その積分値を PSA full scale 倍してリストデータの FALL 値とします。

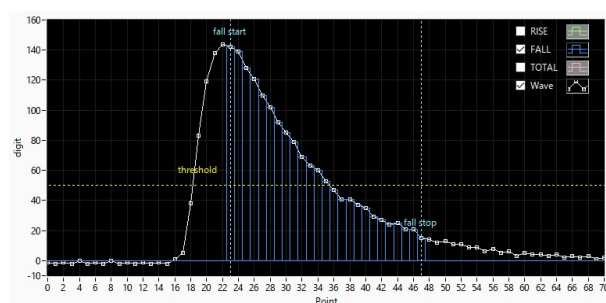


図 10 FALL の対象範囲設定例

total start cnt(digit) 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(digit) 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、PSA full scale: 1/1 の場合、threshold を超えた位置の 5 点手前から 50 点分、下図の赤枠線部分を積分します。その積分値を PSA full scale 倍してリストデータの TOTAL 値とします。

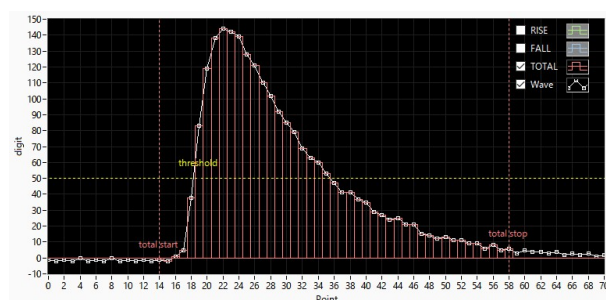


図 11 TOTAL の対象範囲設定例

PSA full scale (multiple) リストデータのRISE値、FALL値、TOTAL値の縮小倍率を、1/1、1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256、1/512 から選択します。積分値が65535を超える場合は縮小倍率を大きく設定します。

5. 2. 3. (オプション) list-pile up

list-pile up モード中にパイルアップを検知した場合、list データの中にパイルアップ有無の情報を含め、list データの後にパイルアップしている波形データを付加します。

pileup wave delay (digit)	pileup judge num (digit)	pileup timing type	pileup data num (digit)
6	10	rise	200
6	10	rise	200

図 12 list-pile up 関連設定 (上部 2CH 分のみ表示)

- pileup wave delay(digit) 取得波形の取り込み開始位置の遅延 delay を設定します。単位は digit です。デフォルトは 5digit に設定します。設定範囲は 0digit から 31digit です。
- pileup jugde num(digit) パイルアップ波形の判定量を設定します。単位は digit です。wave 波形の振幅にあたる縦軸(digit)と相関があります。この値が小さすぎるとノイズでもパイルアップと判定する場合がありますので注意してください。
- pileup timing type パイルアップ波形出力の基準エッジを選択します。
rise 立ち上がり
pileup パイルアップ
- pileup data num(digit) パイルアップ波形出力のデータ点数を設定します。

5. 2. 4. (オプション) pile up reject

取得波形にパイルアップが含まれる場合、CH 毎の設定により、そのイベントデータを除去することが可能です。

pileup reject enable
ON
ON

図 13 pile up reject 関連設定 (上部 2CH 分のみ表示)

- pile up reject パイルアップリジェクト機能を選択します。
ON 有効。パイルアップを含む波形で算出されたイベントデータを除去します。
OFF 無効。パイルアップを含む波形で算出されたイベントデータでも出力します。

5. 2. 5. (オプション) OR 出力

CH 毎の LLD と ULD とでエネルギー範囲を限定した検出タイミングで、フロントパネルの AUX 端子から LVTTTL の OR ロジック信号を出力することが可能です。

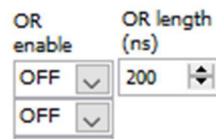


図 14 OR 出力設定（上部 2CH 分のみ表示）

OR enable フロントパネルの AUX 端子から OR 出力可否設定をします。

OR length ロジック信号のパルス幅を設定します。設定範囲は 8ns から 1000ns です。

5. 3. file タブ

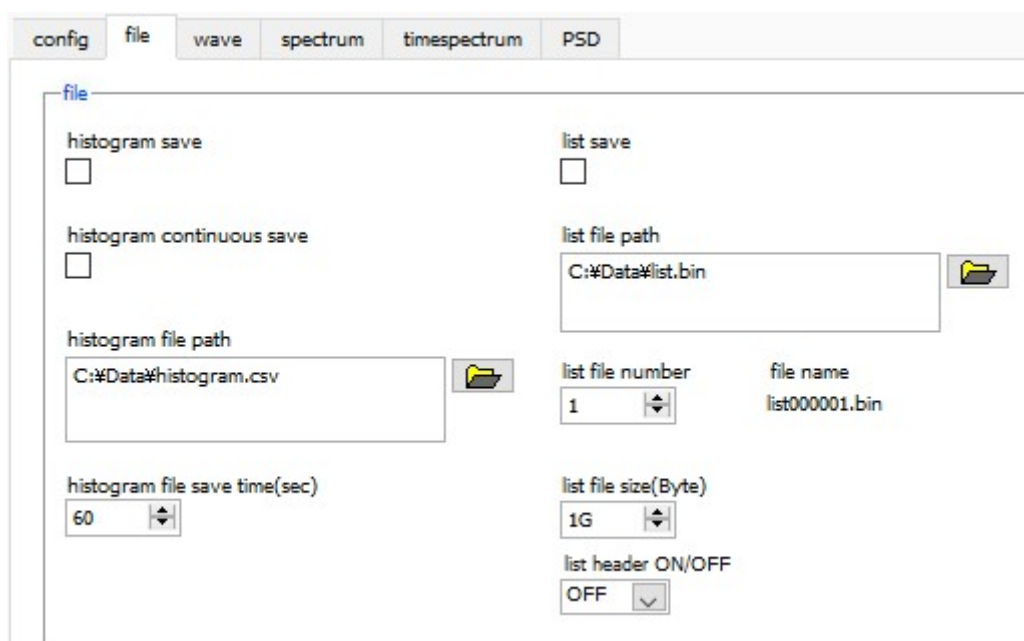


図 15 file タブ

• file 部

histogram save	計測終了時に spectrum 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。hist モード時のみ有効です。
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。mode で hist を選択時のみ有効です。
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¥histogram.csv と設定し、日時が 2010/09/01 12：00：00 の場合は、C：¥Data ¥ histogram _20100901_120000.csv というファイル名でデータ保存を開始します。
histogram file save time(sec)	ヒストグラムデータの連続保存の時間間隔を設定します。単位は秒です。設定範囲は5 秒から 3600 秒です。
list save	リストモード時のデータをファイルに保存するか否かを設定します。
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 を元に保存される時のファイル名を表示。

- | | |
|----------------------|---|
| list file size(Byte) | リストデータファイルの最大ファイルサイズを設定します。リストデータ保存中にこのサイズを超えるとファイルを閉じ、list file number を 1 つ繰り上げた新しいファイル名でデータの保存を継続します。設定右側に位置する file size(byte)には現在保存中のファイルのサイズが表示されます。 |
| list header ON/OFF | リストデータ取得時のヘッダーON/OFF を設定します。ヘッダーは IP アドレスです。OFF にすると、IP アドレスヘッダーのないデータが保存されます。 |

5. 4. wave タブ

本機器内部での信号処理の状態を本アプリにて波形データとして取得することが可能です。計測前の信号処理調整の際、MONI 端子からの preamp や slow 信号をオシロスコープで確認しますが、本機能でも同様のことが可能です。

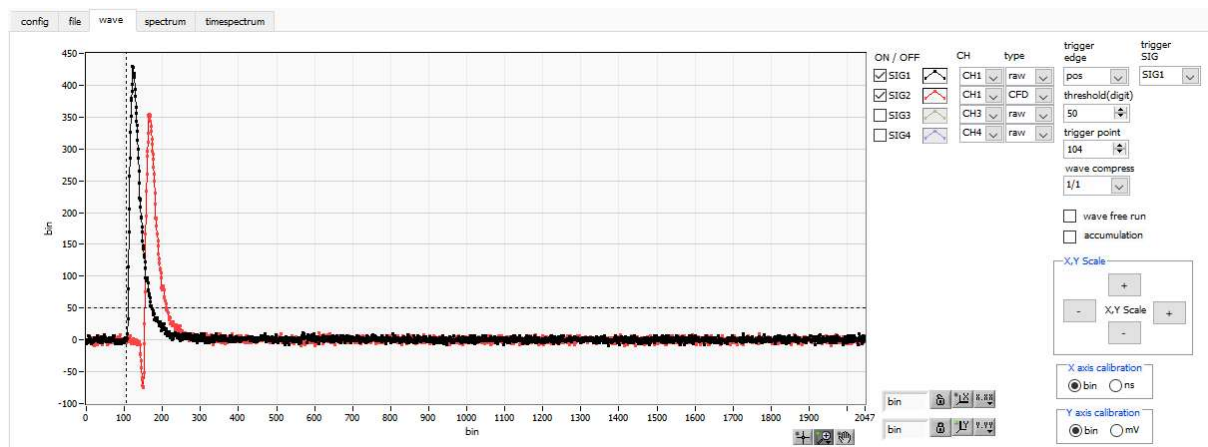


図 16 wave タブ

グラフ	波形グラフ。config タブ内 mode にて wave を選択した場合、計測中に波形データを表示します。
ON/OFF	波形表示の可否を指定します。（オプション）SIG4。
CH	表示する波形の CH を選択します。
t type	表示する波形の種類を下記から選択します。 raw ADC でデジタイズされ、BLR 処理された波形 CFD CFD 波形整形された波形 Filter （オプション）QDC で積分される波形 PTG （オプション）パイルアップしたタイミングの矩形波
trigger edge	トリガーの極性を選択します。通常は pos を選択してください。
trigger SIG	トリガーとなる SIG (Signal) を選択します。通常は SIG1 を選択してください。
hreshold	トリガーの閾値を設定します。※グラフ内のカーソルでも設定できます。
trigger point	波形の表示開始ポイントを指定します。※グラフ内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度を、1/1、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/256 から選択します。1/2 はありません。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	チェックを外すとトリガーされた波形が表示され、チェックするとトリガーフリーの波形が表示されます。ベースラインレベルやノイズレベルを見ることにも使用できます。
accumulation	波形データ重ね合わせの有効・無効を選択します。
X,Y Scale	X 軸 Y 軸のスケールをボタンで調整できます。拡大は+（プラス）、縮小は-（マイナス）です。
X axis calibration	X 軸の単位を bin または ns から選択します。
Y axis calibration	Y 軸の単位を bin または mV から選択します。※mV 表示は参考としてお使いくだ

さい。

X 軸範囲

X 軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、X 軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで変更できます。

Y 軸範囲

Y 軸上で右クリックして自動スケールをチェックすると自動スケールになります。チェックを外すと自動スケールでなくなり、Y 軸の最小値と最大値が固定になります。最小値または最大値を変更する場合は、マウスのポインタを変更する数値の上に置き、クリックまたはダブルクリックすることで変更できます。



カーソル移動ツールです。ROI 設定の際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。

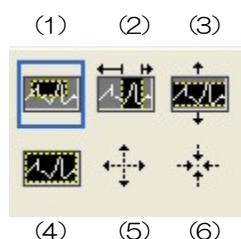


図 17 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- (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 X 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 Y 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. 5. spectrum タブ

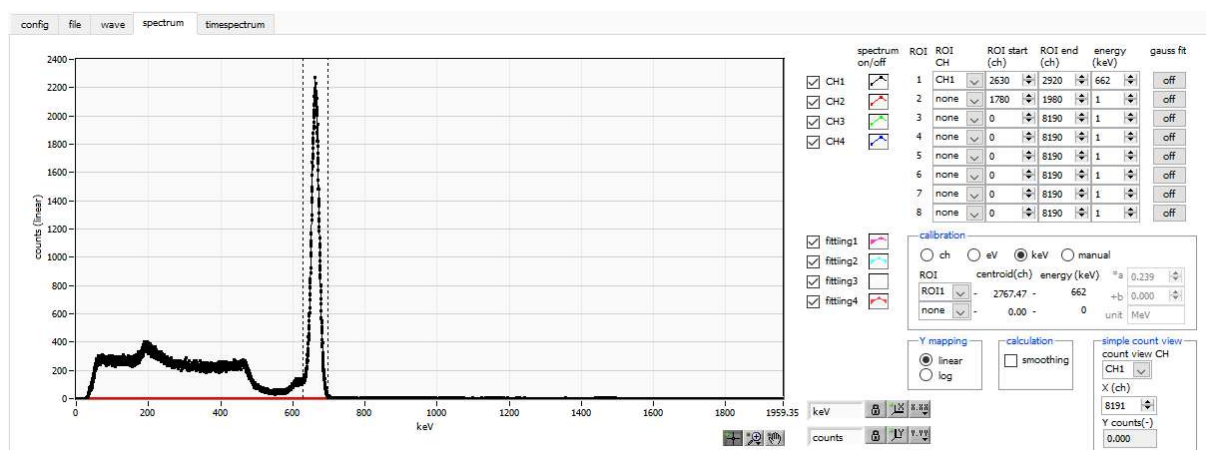


図 18 spectrum タブ

- グラフ ヒストグラムグラフ。config タブ内 mode にて histogram を選択した場合、または mode で list を選択し且つ spectrum ON/OFF のチェックが有効の場合、計測中にエネルギーヒストグラムを表示します。
- 凡例チェックボックス グラフに CH 毎のヒストグラム、およびガウスフィッティング波形を表示する可否かの選択。
- ROI CH ROI (Region Of Interest) を適用する CH 番号を選択します。1 つのヒストグラムに対し最大 8 つの ROI を設定可能です。
- ROI start ROI の開始位置。単位は後述 calibration で選択した単位です。
- ROI end ROI の終了位置。単位は後述 calibration で選択した単位です。
- energy ピーク位置(ch)のエネルギー値の定義。 ^{60}Co の場合、1173 や 1332(keV) と設定。後述の calibration にて ch を選択した場合、ROI 間のピークを検出しそのピーク位置(ch)と設定したエネルギー値から 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。設定に伴い X 軸のラベルも変更されます
- ch ch (チャネル) 単位表示。ROI の FWTM の FWHM などの単位は任意になります。
- eV eV 単位表示。1 つのヒストグラムにおける 2 種類のピーク (中心値) とエネルギー値の 2 点校正により、ch が eV になるように 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b を算出し X 軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は eV になります。
- keV keV 単位表示。1 つのヒストグラムにおける 2 種類のピーク (中心値) とエネルギー値の 2 点校正により、ch が keV になるように 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b を算出し X 軸に設定します。ROI の FWTM の FWHM などの単位は keV になります。
例: 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		グラフの Y 軸のマッピングを選択します。設定に伴い Y 軸のラベルも変更され ます。
	linear	直線
	log	対数
smoothing		統計が少ない場合に半値幅を計算するためのスムージング機能です。
simple count view		グラフに表示されているカウントを簡易に取り出すことができます。
gauss fit	on	選択時は、スペクトルにガウスフィッティングを適用します。

5. 6. time spectrum タブ

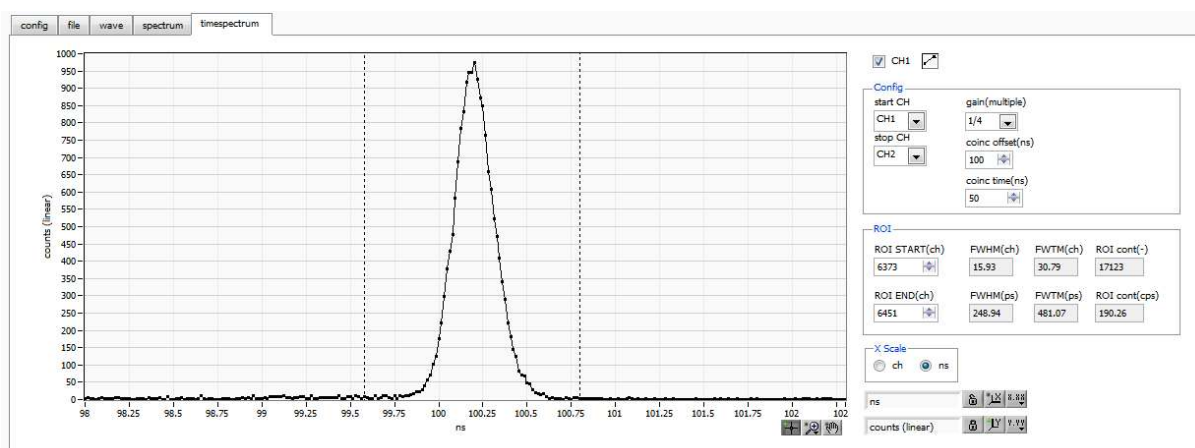


図 19 time spectram タブ

timespectrum 表示に関する設定です。ボード内の計測に限ります。

※list モードにて取得したリストデータをもとに timespectrum を生成します。

- グラフ 時間差スペクトル。config タブ内 mode にて list を選択し、timespectrum ON/OFF をチェックした場合、計測中に時間差スペクトルを表示します。
- 凡例チェック スペクトル表示の有無を選択します。

• Config 部 時間スペクトルの設定です。

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 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)、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 におけるイベント検出の時間差が、この設定範囲内の場合、コインシデンス (同時) とみなし、有効データとします。

• ROI 部

ROI START ROI のスタートチャンネル

ROI END ROI のエンドチャンネル

FWHM 計算された半値幅が表示されます。

FWTM 計算された全値幅が表示されます。

• Xscale 部 X 軸の単位を ch または ns から選択します。

5. 7. PSD タブ

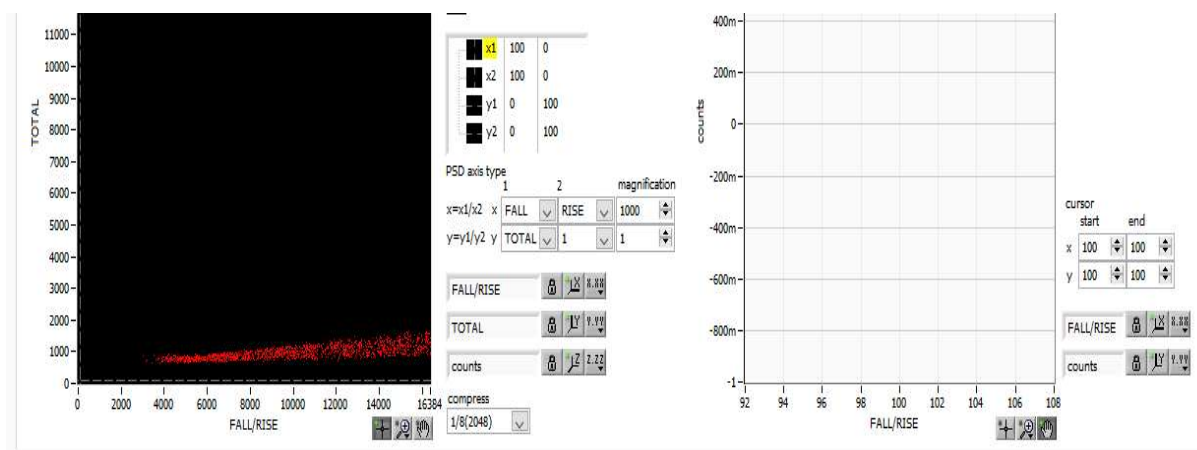


図 20 PSD タブ

PSD 表示に関する設定です。

※list モードにて取得したリストデータをもとに PSD グラフと cursor area グラフを生成します。

PSD グラフ リストデータ内の値を用いた 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別を選択しておき、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 PSD グラフの圧縮率を以下の項目より選択します。分割数とその場合のメモリ使用量を記載します。尚、PC の状態により、メモリを多く使用する項目を選択するとエラーメッセージが表示され、使用できない場合があります。

1 (16384)	使用不可。16384×16384。約 537MB
1/2 (8192)	16384 チャンネルの 1/2。8192×8192。約 135MB
1/4 (4096)	16384 チャンネルの 1/4。4096×4096。約 34MB
1/8 (2048)	16384 チャンネルの 1/8。2048×2048。約 8.4MB
1/16 (1024)	16384 チャンネルの 1/16。1024×1024。約 2.1MB
1/32 (512)	16384 チャンネルの 1/32。512×512。約 0.52MB
1/64 (256)	16384 チャンネルの 1/64。256×256。約 0.13MB
1/128 (128)	16384 チャンネルの 1/128。128×128。約 0.03MB

cursor area グラフ PSD グラフ内カーソルにて指定した範囲内のデータを抽出し、X 軸方向から見た場合の

1 次元ヒストグラムです。

cursor cursor area グラフ用データを抽出するために、PSD グラフ内でこのカーソルにて範囲を設定します。設定を変更すると PSD 内カーソルに反映され、その四方で囲まれた範囲のデータを X 軸方向から見た 1 次元ヒストグラムを cursor グラフに表示します。

6. 計測

例として、 $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 検出器（以下検出器）を使用した際の、エネルギースペクトル計測、リスト計測、PSD 計測、時間スペクトル計測の操作手順を記載します。

6. 1. ヒストグラムモード

6. 1. 1. 環境

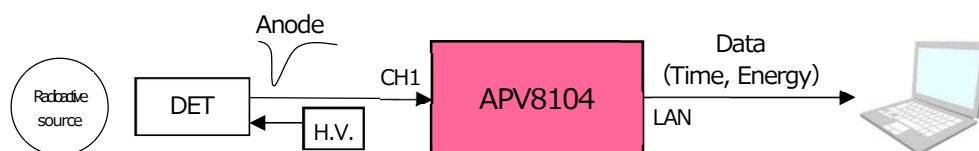


図 21 計測環境

6. 1. 2. 電源と接続

- (1) 全ての機器（VME 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。
- (5) PC の電源を ON にします。本アプリを起動します。
- (6) VME ラックの電源を ON にします。
- (7) 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します。
- (8) この例では ^{137}Cs 線源を使用しています

6. 1. 3. アプリケーション起動及び設定

- (1) デスクトップ上ショートカットアイコン APV8104 をダブルクリックして本アプリを起動します。起動直後、本アプリと本機器のネットワーク接続が実行されます。その際に接続エラーが発生する場合は、後述のトラブルシューティングを参照してください。
- (2) 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、DPP 内ヒストグラムデータが初期化されます。

6. 1. 4. 波形確認

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。

(1) 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。

The screenshot shows the 'config' tab with various settings for four channels (CH1-CH4). The settings include signal type, delay, polarity, gain, offset, baseline restorer, threshold, timing type, CFN function, delay, walk, QDC sum/peak, pretrigger, integral range, full scale, LLD, and ULD. There are also sections for PSA (rise/fall start/stop counts and total counts) and LIST-WAVE (list-wave delay, data, and sampling). At the bottom, there are checkboxes for 'time spectrum ON/OFF' and 'PSD ON/OFF'.

図 22 波形計測設定

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。

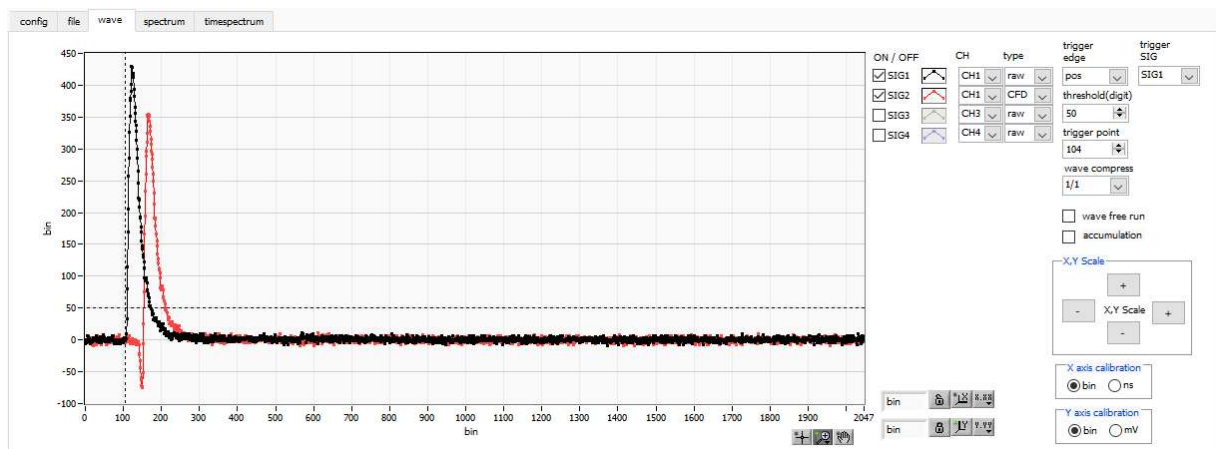


図 23 波形計測画面

以下の点に注意します。

- 波形が表示されない場合、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 にチェックを入れて、メニュー Config → Clear → Start を実行します。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。

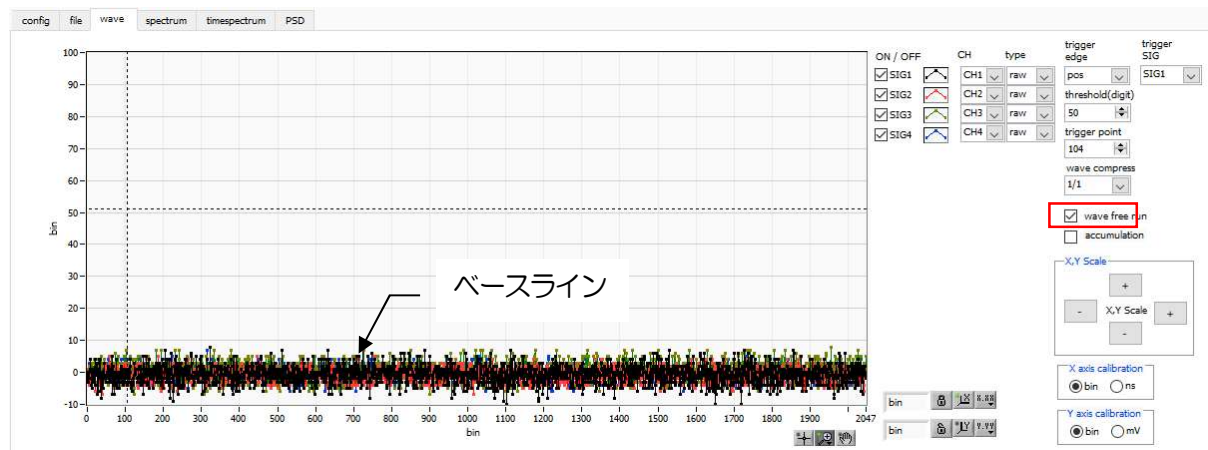


図 24 ベースライン確認中

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。

- 波形の波高が大きすぎてサチレーション（飽和）していないかを確認します。波高が大きい場合は、analog gain を×1 にするか、印加高圧を下げるなどして、本機器への入力信号の振幅を下げます。

6. 1. 5. 計測開始

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。

The screenshot shows the 'config' tab with various settings for four channels (CH1-CH4). The 'threshold' column is highlighted in red, and all channels are set to 30. Other settings include signal type (normal sig), delay (0 ns), polarity (neg), gain (x3), offset (0.0 mV), filter (4μ), and various timing and integration parameters.

図 25 Config タブ内 threshold 設定

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、下図のようなスペクトルが表示されます。

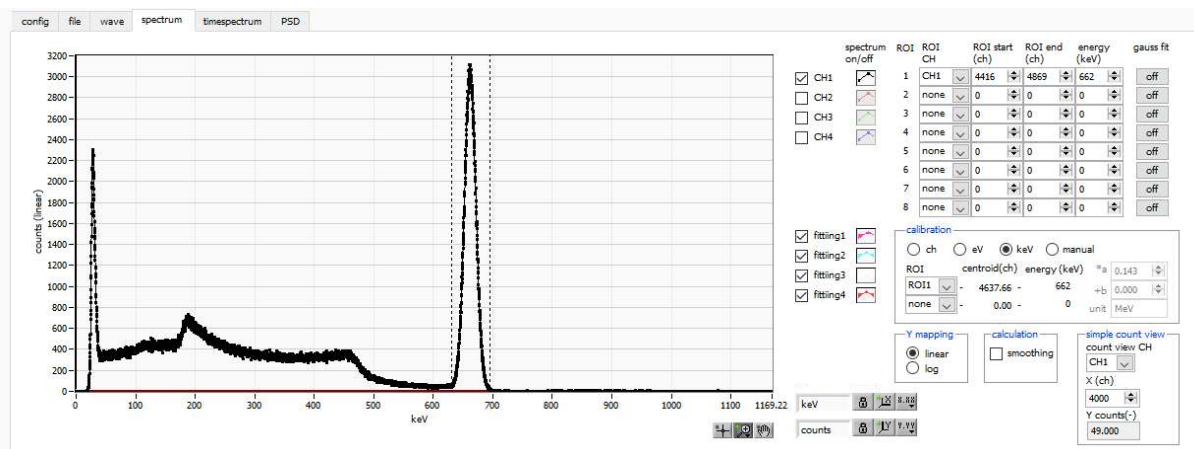


図 26 ヒストグラムモード計測中

- 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。
- mode に hist と表示されます。
- ROI 部に ROI 毎の計算結果が表示されます。
- spectrum on/off の CH1 をチェックし、spectrum タブにヒストグラムが表示されます。

6. 1. 6. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 2. リストモード

6. 2. 1. 準備

前章 6. 1. ヒストグラムモード の 6. 1. 1. 環境 から 6. 1. 5. 計測開始 まで、同様の準備を行います。

6. 2. 2. エネルギースペクトルの確認

ヒストグラムモードにて下記の点に注意します。

- output rate(cps)は 1 秒間に所得するイベント数であり、想定に対して低過ぎたり、高過ぎたりしていないか下図の①を確認します。リストモードでは 1 イベント毎に 16Byte のデータを所得するため、例として、output rate(cps)が 500kcps の場合、1 秒間に 8MB/秒 (500kcps×16Byte) のデータを保存することになります。
- spectrum タブのグラフにてスペクトルの形状に異常はないか、特にノイズデータを過剰に取得 していないか下図の②を確認します。

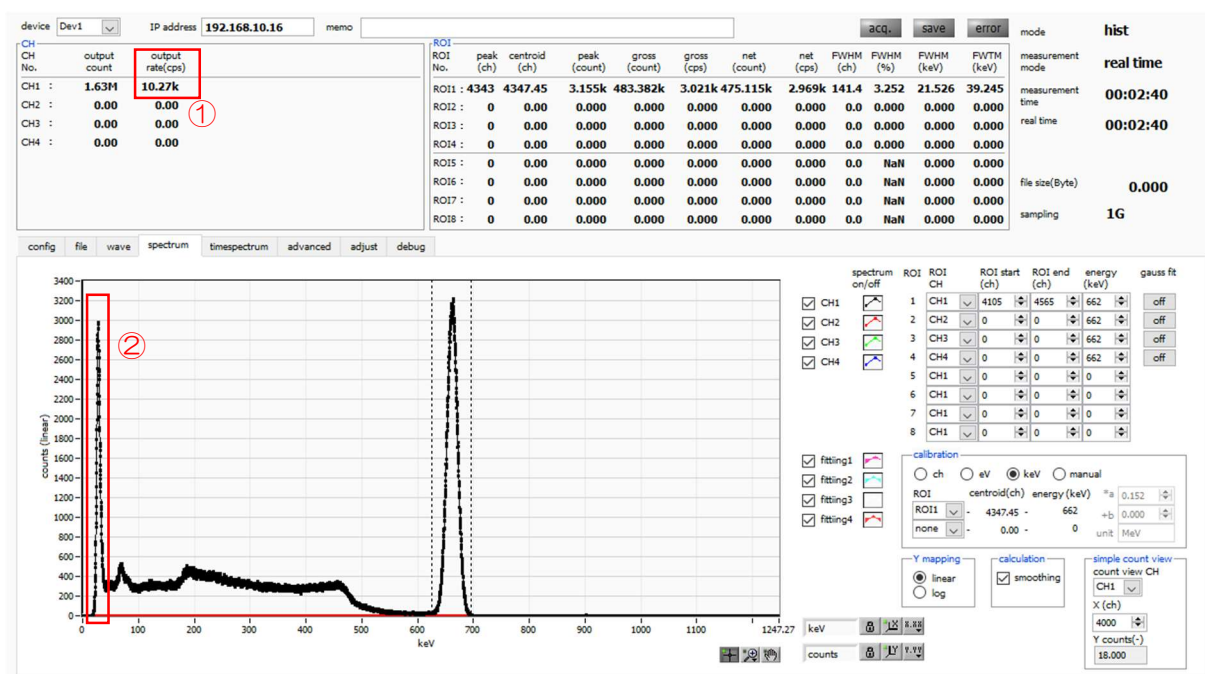


図 27 list モード計測前注意点

6. 2. 3. 設定

- (1) config タブにて mode を list に設定します。
- (2) リストデータを保存する場合は、file タブ内の以下の各項目を設定します。

list save チェック

list file path 基準となるファイルパス

list file number 0 から 9999999 までで任意。重複しないように注意してください。

list file size(byte) list データファイルのサイズ。このサイズを超過すると自動で list file number を 1 つ繰り上げ、新しいファイルへ保存します。

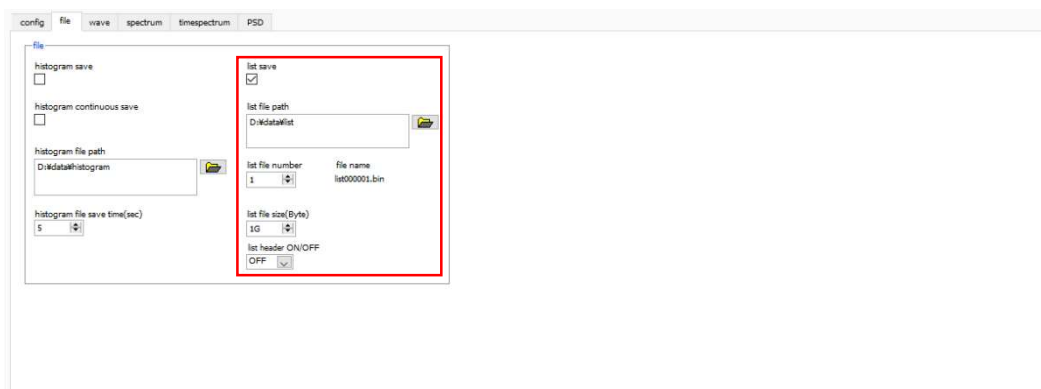


図 28 file タブ内リストデータ保存関連設定

6. 2. 4. 計測開始

メニュー Config → Clear → Start の順にクリックします。実行後、イベントを検知しリストデータを取得すると、以下の file size(byte)が増加します。

device		Dev1	IP address	192.168.10.128		memo			ACQ.		SAVE	ERROR	mode	list
CH							ROI							
CH No.	output count	output rate(cps)	ROI No.	peak (ch)	centroid (ch)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM	FWTM
CH1	761.40k	12.82k	ROI1	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	0.000	0.000	0.000
CH2	0.00	0.00	ROI2	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	0.000	0.000	0.000
CH3	0.00	0.00	ROI3	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	0.000	0.000	0.000
CH4	0.00	0.00	ROI4	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	0.000	0.000	0.000
			ROI5	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	NaN	0.000	0.000
			ROI6	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	NaN	0.000	0.000
			ROI7	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	NaN	0.000	0.000
			ROI8	0	0.00	0.000	0.000	NaN	0.000	NaN	0.0	NaN	0.000	0.000
													measurement mode	real time
													measurement time	00:01:00
													real time	00:01:00
													file size(Byte)	12.176M
													sampling	1G

図 29 list データ計測・保存中画面

6. 2. 5. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 3. 時間スペクトル計測

6. 3. 1. 環境

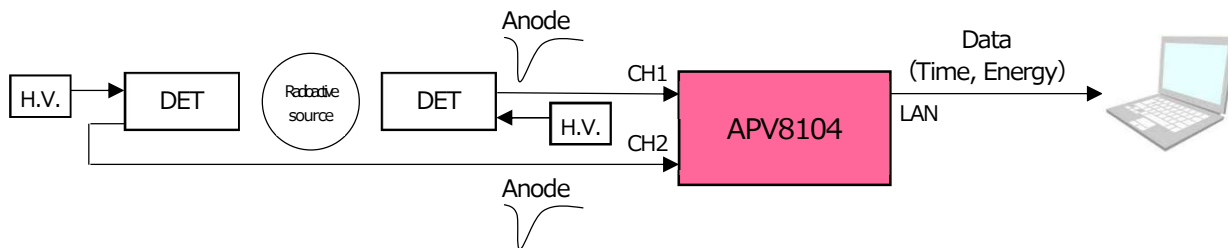


図 30 計測環境

6. 3. 2. 電源と接続

- (1) 全ての機器（VME 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 と CH2 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。
- (5) PC の電源を ON にします。本アプリを起動します。
- (6) VME ラックの電源を ON にします。
- (7) 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します。
- (8) この例では ^{22}Na 線源を使用しています

6. 3. 3. 準備

前章 6. 1. ヒストグラムモードの 6. 1. 4. 波形確認、同様の準備を行います。

6. 3. 4. エネルギースペクトルの確認

検出器の状態を確認しつつ、時間計測対象エネルギーの範囲指定を行います。

まず、以下の設定にてエネルギースペクトル計測を行います。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 31 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測設定（エネルギー全範囲）

spectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後以下のようなスペクトルが表示されます。スペクトルの形状や計数を確認しつつ、ROI start と ROI end を使ってピーク範囲の目安を設定します。

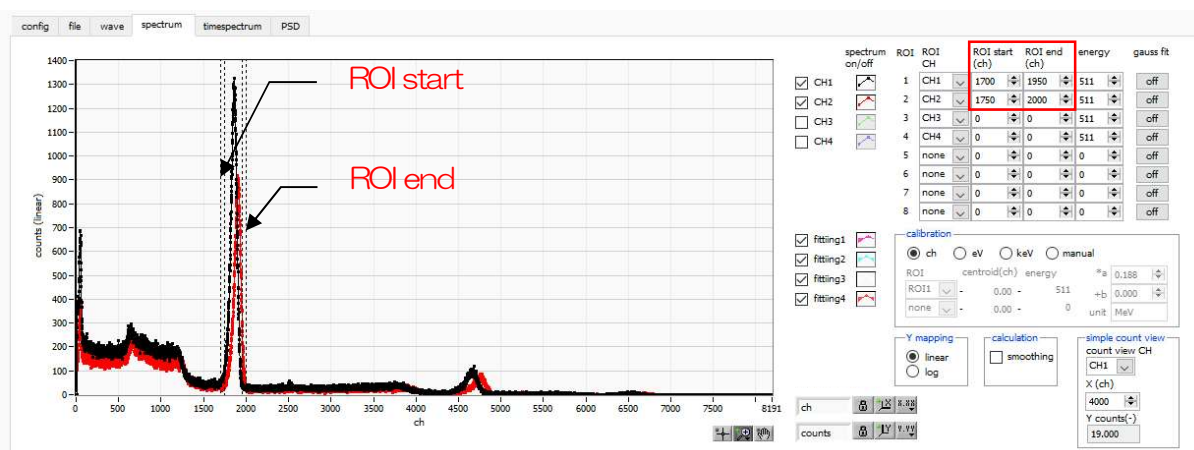


図 32 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー全範囲）

次に、時間計測の対象となるエネルギー（この例の場合は ^{22}Na の511keVピーク）を絞り込む為に、以下の設定をします。前ページのROI startとROI endにて目安を付けた値を、下図赤色枠のconfigタブ内QDC LLDに対してROI startを、QDC ULDに対してROI endを設定します。

CH enable	signal type	signal delay (ns)	polarity	analog gain (multiple)	analog offset (mV)	baseline restorer filter(μs)	bl fix data (digit)	threshold (digit)	timing type	CFD function (multiple)	CFD delay (digit)	CFD walk (digit)	QDC sum/peak	QDC pretrigger (ns)	QDC integral range(ns)	QDC full scale (multiple)	QDC LLD (digit)	QDC ULD (digit)
CH1	normal sig	0	neg	x1	0.0	4μ	8443	50	CFD	x0.21	10ns	20	sum	-8ns	144	1/1	1700	1950
CH2	normal sig	0	neg	x1	0.0	4μ	8443	50	CFD	x0.21	10ns	20	sum	-8ns	144	1/1	1750	2000
CH3	normal sig	0	neg	x1	0.0	4μ	8443	50	CFD	x0.21	10ns	20	sum	-8ns	144	1/1	10	8190
CH4	normal sig	0	neg	x1	0.0	4μ	8443	50	CFD	x0.21	10ns	20	sum	-8ns	144	1/1	10	8190

PSA		rise start cnt (digit)		rise stop cnt (digit)		fall start cnt (digit)		fall stop cnt (digit)		total start cnt (digit)		total stop cnt (digit)		PSA full scale (multiple)	
CH1	5	10	8	5	5	20	1/1								
CH2	5	10	8	5	5	20	1/1								
CH3	5	10	8	5	5	20	1/1								
CH4	5	10	8	5	5	20	1/1								

LIST-WAVE		list-wave delay (digit)		list-wave data (ns)		list-wave sampling	
CH1	10	1000	1ns				
CH2	10	1000	1ns				
CH3	10	1000	1ns				
CH4	10	1000	1ns				

図 33 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー範囲絞り込み設定）

spectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後、QDC LLD と QDC ULD の範囲にて絞り込まれた下図のようなエネルギーピークが表示されます。

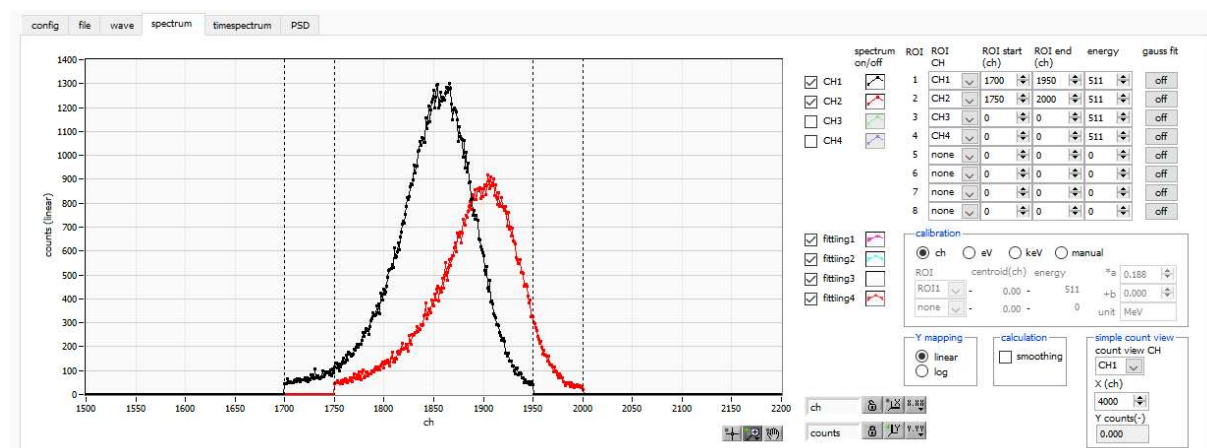


図 34 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー範囲絞り込み）

6. 3. 5. 設定

- (1) config タブにて
mode list
timespectrum ON/OFF チェック
- (2) メニュー Config をクリックします。
※ このモードにて高計数で計測を行うと、パソコンに計算の負荷がかかり、挙動が不安定になる場合がありますのでご注意ください。

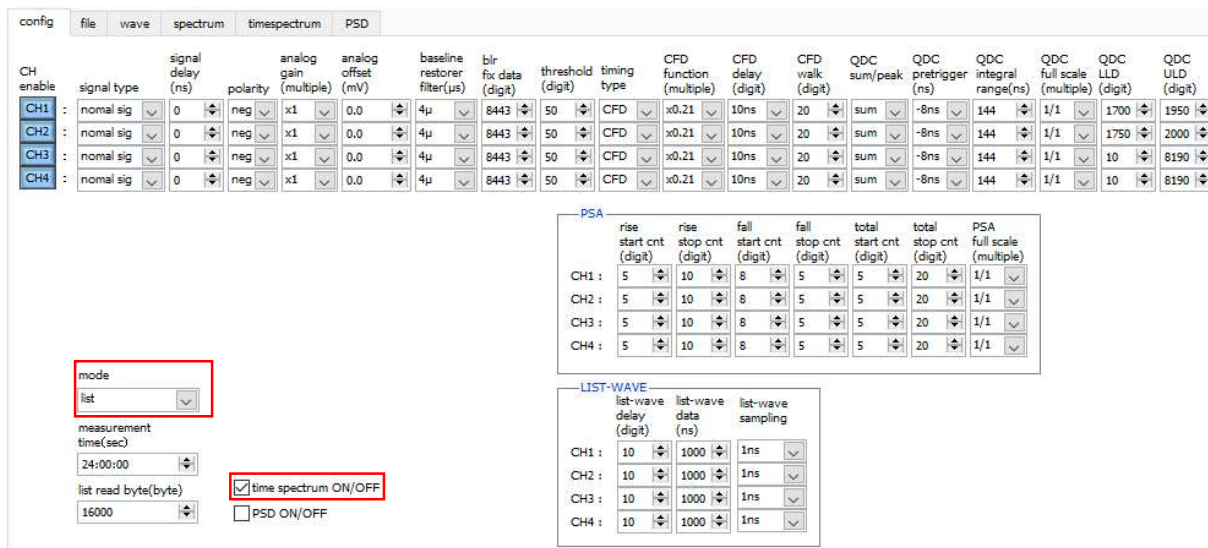


図 35 時間スペクトル計測設定

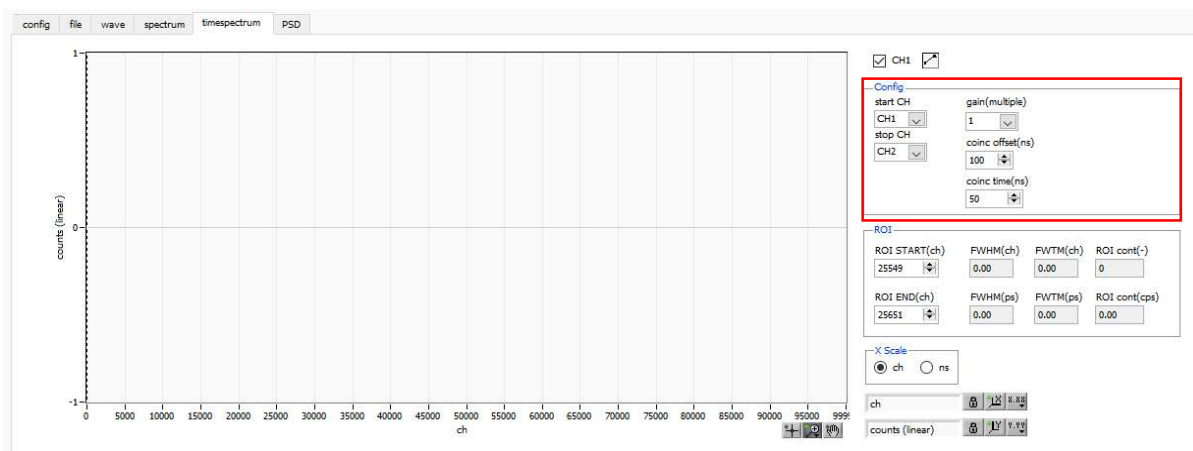


図 36 時間スペクトル計測設定

timespectrum タブを開き、メニュー Clear → Start の順にクリックします。実行後以下のようなスペクトルが表示されます。画面右下側 ROI 部を設定することで、時間分解能 FWHM (ps) が算出されます。

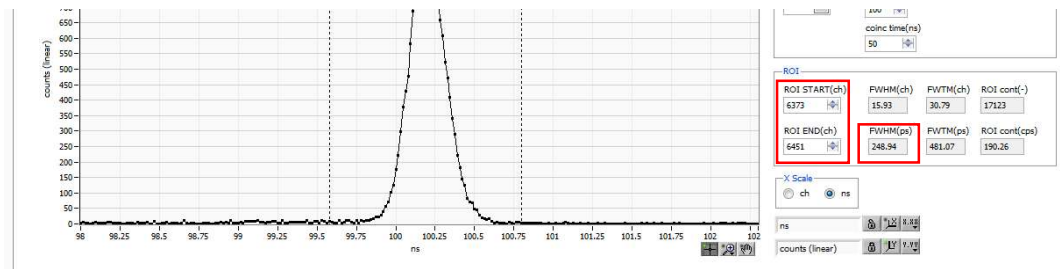


図 37 時間スペクトル計測（横軸拡大表示）

6. 3. 6. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

6. 4. (オプション) PSD モード

6. 4. 1. 準備

前章 6. 1. ヒストグラムモード の 6. 1. 1. 環境 から 6. 1. 4. 波形確認 まで、同様の準備を行います。

6. 4. 2. 入力波形の確認

threshold 設定からの立ち上がり部分の点数、立ち下がりまでの点数を押さえておきます。

6. 4. 3. エネルギースペクトルの確認

前章 6. 1. ヒストグラムモード同様の確認を行います。

6. 4. 4. 設定

(1) config タブにて下記の設定をします。

mode list

PSD ON/OFF チェック

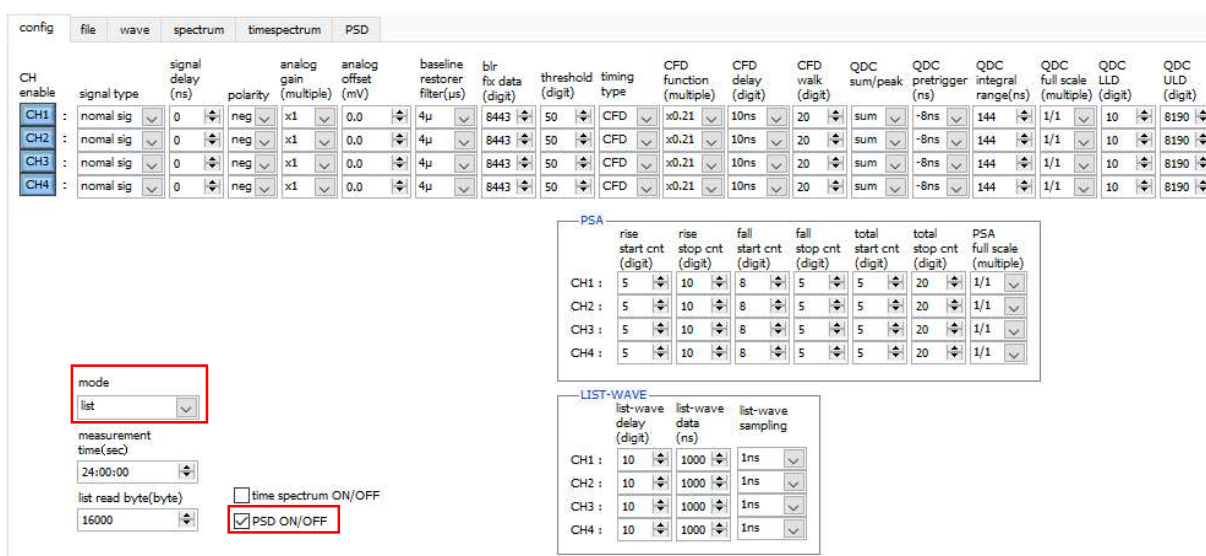


図 38 config タブ

(2) リストデータを保存せずとも PSD 計測は可能です。リストデータを保存することで、このファイルを読み込むことで PSD グラフを生成することも可能です。

(3) PSD タブにて下記の設定をします。

PSD axis type X 軸と Y 軸に割り当てるデータを選択します。除算結果にて小数点以下も表現した場合は商への倍率も設定します。計測中の変更は不可です。

cursor PSD グラフ内の着目エリアを設定します。計測中の変更も可能です。

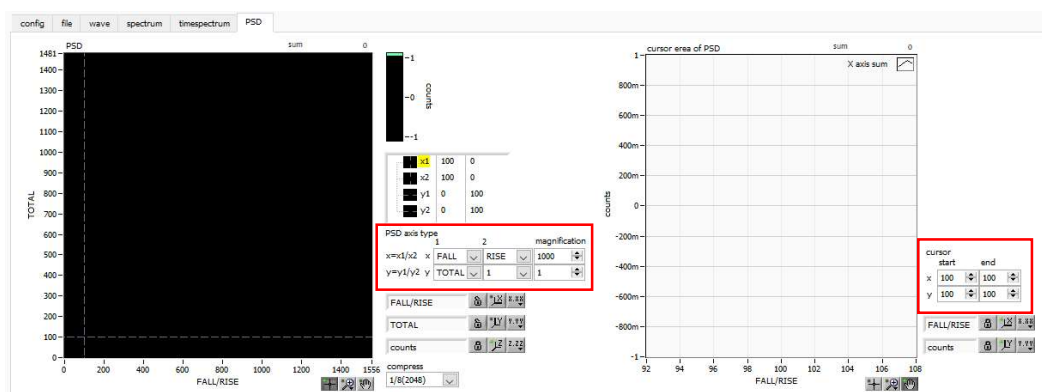


図 39 PSD タブ

6. 4. 5. 計測開始

メニュー Config → Clear → Start の順にクリックします。実行後、PSD グラフと cursor area グラフが更新されます。file save をチェックした場合、イベントを検知しリストデータを取得すると以下の file size(byte)が増加します。計測したデータは、メニュー File - save PSD にて保存できます。

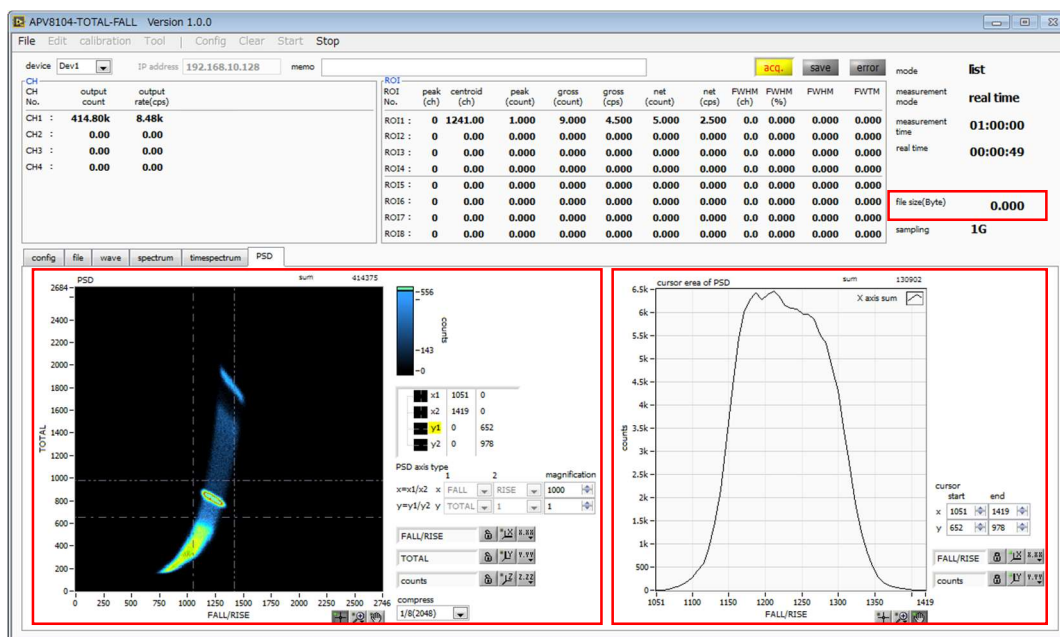


図 40 list データ計測中、PSD グラフと cursor area グラフ更新

6. 4. 6. 計測終了

計測を終了する場合は、メニュー Stop をクリックします。

7. 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。

8. ファイル

8. 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 (ヘッダー) 部

Measurement time 計測設定時間。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 極性

TGC 波形取得極性

TGE 波形表示トリガーCH

RJT 波形取得スレッシュホールド

CCF CFD ファンクション

CDL CFD ディレイ

CWK CFD walk

CTH CFD スレッシュホールド

FLK ベースライン時定数

PTS QDC プリトリガー

LIG QDC フィルタ時定数

LIT QDC サムor ピーク

AFS QDC 積分縮小

CLD QDC LLD

CUD QDC ULD

TTY タイミングタイプ

※以下単一に保存

MOD モード

MTM 計測時間

MEMO メモ

•Calculation (計算) 部

※以下ROI 毎に保存

ROI_ch ROI の対象となった入力チャンネル番号

ROI_start ROI 開始位置(ch)

ROI_end ROI 終了位置(ch)

Energy(keV)	ROI 設定のエネルギー(keV)
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 c h カウント
gross(count)	ROI 間のカウント数の総和
gross(cps)	ROI 間のカウント数の 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)	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の cps
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅(ch)
FWHM(%)	ROI 間の分解能(%)
FWHM	ROI 間の半値幅
FWTM	ROI 間の全値幅

• Status (ステータス) 部

※以下 CH 毎に保存

output count	アウトプットカウント
output rate	アウトプットカウントレート

• Data (データ) 部

チャンネル毎のヒストグラムデータ。最大 8192 点。

8. 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 (ヘッダー) 部

Measurement time 計測設定時間。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 極性

TGC 波形取得極性

TGE 波形表示トリガーCH

RJT 波形取得スレッシュホールド

CCF CFD ファンクション

CDL CFD ディレイ

CWK CFD walk

CTH CFD スレッシュホールド

FLK ベースライン時定数

PTS QDC プリトリガー

LIG QDC フィルタ時定数

LIT QDC サム or ピーク

AFS QDC 積分縮小

CLD QDC LLD

CUD QDC ULD

TTY タイミングタイプ

※CH 毎はここまで

MOD モード

MTM 計測時間

MEMO メモ

•Status (ステータス) 部

※以下CH 毎に保存

output count アウトプットカウント

output rate アウトプットカウントレート

•Data (データ) 部

表示中 device の波形データ

8. 3. リストデータファイル

- (1) 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
- (2) ファイル名
config タブ内 list file path に設定したファイルパスに、file number を0 詰め6 桁付加したものになります。例えば、list file path に D:\data¥123456.bin、file number に 1 と設定した場合、D:\data¥123456_000001.bin です。
- list file size に到達すると、保存中のファイルを閉じます。その後、list file number を自動で1 つ繰り上げ新しいファイルを開き、データのファイル保存を続けます。
- (3) 構成
1 イベントあたり 80bit（10Byte、5WORD）

Bit79		real time[55..40]		64
63		real time[39..24]		48
47		real time[23..8]		32
31	24		23	16
real time[7..0]		real time 固定小数[7..0]		
15	13	12		0
CH[2..0]		QDC[12..0]		

図 41 list データフォーマット（通常）

- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は0、CH4 は3。
- Bit12 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 13 ビット整数。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。

8. 4. (オプション) PSA リストデータファイル

- (1) 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
- (2) ファイル名
config タブ内 list file path に設定したファイルパスに、file number を 0 詰め 6 桁付加したものになります。例えば、list file path に D:\data\123456.bin、file number に 1 と設定した場合、D:\data\123456_000001.bin です。
list file size に到達すると、保存中のファイルを閉じます。その後、list file number を自動で 1 つ繰り上げ新しいファイルを開き、データのファイル保存を続けます。
- (3) 構成
1 イベントあたり 128bit（16Byte、8WORD）

Bit127		TOTAL[15.0]		112
Bit111		FALL[15.0]		96
Bit95		RISE[15.0]		80
Bit79		real time[55.40]		64
63		real time[39.24]		48
47		real time[23.8]		32
31	24	23	16	
real time[7.0]		real time 固定小数[7.0]		
15	13	12	0	
CH[2.0]		QDC[12.0]		

図 42 list データフォーマット（PSA 付きリスト）

- Bit127 から Bit112 TOTAL（波形全積分）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 RISE（波形立上部分積分）値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。
- Bit12 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 13 ビット整数。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。

8. 5. （オプション）リスト波形及びリストパイルアップ波形データファイル

- (1) 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
- (2) ファイル名
任意
- (3) 構成
 - ① 通常（リストデータ部 80Bit の場合）

Bit79		64	
real time[55..40]			
63		48	
real time[39..24]			
47		32	
real time[23..8]			
31	24	23	16
real time[7..0]		real time 固定小数[7..0]	
15	13	12	0
CH[2..0]	QDC[12..0]		
wave number[15..0]			
header[31..16]			
header[15..0]			
wave data[15..0] × wave number 分			

図 43 list-wave 及び list pile up データフォーマット（通常）

- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。
- Bit12 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 13 ビット整数。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。
- 波形データ wave number。16Bit。波形点数。
- 波形データ 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。

② PSA 付きリスト（リストデータ部 128Bit の場合）

Bit127		TOTAL[15..0]		112
Bit111		FALL[15..0]		96
Bit95		RISE[15..0]		80
Bit79		real time[55..40]		64
63		real time[39..24]		48
47		real time[23..8]		32
31		24	23	16
		real time[7..0]	real time 固定小数[7..0]	
15	13	12	0	
CH[2..0]		QDC[12..0]		
wave number[15..0]				
header[31..16]				
header[15..0]				
wave data[15..0] × wave number 分				

図 44 list-wave 及び list pile up データフォーマット（PSA 付きリスト）

- Bit127 から Bit112 TOTAL（波形全積分）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 RISE（波形立上部分積分）値。符号無 16 ビット整数。
- Bit79 から Bit24 real time。56Bit。1Bit あたり 1ns。
- Bit23 から Bit16 real time 固定小数。8Bit。1Bit あたり 3.90625ps。
- Bit15 から Bit13 CH。チャンネル番号。3Bit。CH1 は 0、CH4 は 3。
- Bit12 から Bit0 QDC（積分値）。符号無 13 ビット整数。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。
- 波形データ wave number。16Bit。波形点数。
- 波形データ 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 点あたり 16bit。16384bit 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。

8. 6. (オプション) 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, 積算カウント
6952,9192,1
:
(可変長。最大 $8192 \times 8192 = 67108864$)

[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)

9. トラブルシューティング

9. 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設定は以下の通りです。
 IP アドレス 192.168.10.128
 サブネットマスク 255.255.255.0
 デフォルトゲートウェイ 192.168.10.1
- (3) UDP 接続用の PC 側の任意ポート番号が競合している。この場合は起動前の構成ファイル config.ini 内 Port に別の番号を定義します。
- (4) イーサネットケーブルが接続されている状態で電源を ON にします。
- (5) コマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し本機器と PC が通信できるかを確認します。
- (6) 本機器の電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。
- (7) ウィルス検出ソフトやファイヤーウォールソフトを 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。

9. 2. コマンドエラーが発生する

オプションの有無などによる、本機器のファームウェアとアプリケーションの組み合わせがない場合があります。弊社までお問い合わせください。

9. 3. ヒストグラムが表示されない

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

- (1) histogram タブ内 plot ON にて CH1 を ON に設定します。
- (2) input total rate(cps)と throughput rate(cps)がカウントしているか確認します。
- (3) DAC monitor CH を CH1 に、DAC monitor type を pre amp にして、preamp の波高が小さすぎたり大きすぎたりせず、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 total rate(cps)と throughput 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。

9. 4. IP アドレスを変更したい

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

株式会社テクノエーピー

住所：〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL：029-350-8011 FAX：029-352-9013

URL：<http://www.techno-ap.com> e-mail：info@techno-ap.com