

# APU8516-8

## 取扱説明書

第1.0版 2018年1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 : [order@techno-ap.com](mailto:order@techno-ap.com)

## 目 次

1.	安全上の注意・免責事項	3
2.	概要	4
2. 1.	概要	4
2. 2.	仕様	5
2. 3.	改定履歴	5
3.	外観	6
3. 1.	外観	6
4.	セットアップ	7
4. 1.	アプリケーションのインストール	7
4. 2.	接続	7
4. 3.	ネットワークのセットアップ	8
5.	アプリケーション画面	9
5. 1.	起動画面	9
5. 2.	config タブ	11
5. 3.	file タブ	17
5. 4.	wave タブ	18
5. 5.	spectrum タブ	20
5. 6.	timespectrum タブ	22
5. 7.	status タブ	23
6.	計測	24
6. 1.	エネルギースペクトル計測	24
6. 2.	リスト計測	28
6. 3.	時間スペクトル計測	32
7.	ファイル	36
7. 1.	ヒストグラムデータファイル	36
7. 2.	リストデータファイル	38
8.	終了	39

## 1. 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。本装置をご使用前に、この「安全上の注意・免責事項」をお読みの上、内容を必ずお守りいただき、正しくご使用ください。

弊社装置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

「弊社製品」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) 「弊社製品」本来の使い方以外のご利用
  - (イ) 上記のほか「弊社」または「弊社製品」以外の原因（天災等の不可抗力を含む）
  - (ウ) 消耗品等

## 2. 概要

### 2. 1. 概要

APU8516-8は高速・高分解能ADC(500MHz, 8bit)をCH毎に採用した波形解析ボードです。FPGAによる500MHz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500MHz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、CH数は16CHあり、多CH系の解析にも拡張が容易です。

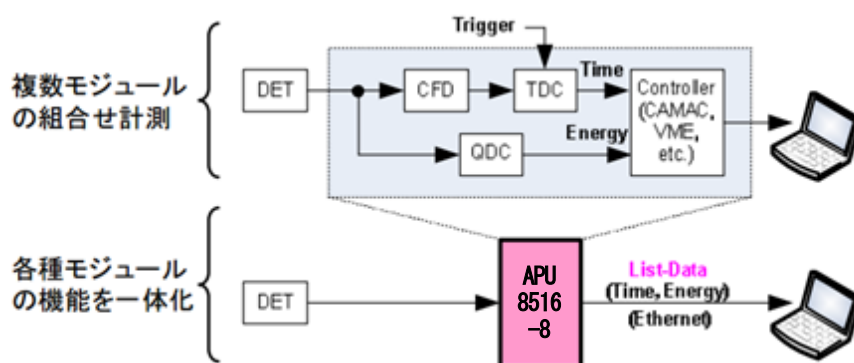


図 1 DPP 構成

本書は、本装置を計測制御するためのソフトウェアについて説明するものです。

※文章中の、“リスト”と“イベント”は同意義です。

※文章中の、“ヒスト”と“スペクトル”は同意義です。

※文章中に「」や「」がある場合は、「APU8516-8」に置き換えてお読みください。

## 2. 2. 仕様

### (1) アナログ入力

- チャンネル数 : 16CH
- 入力レンジ :  $\pm 1V$
- 入力インピーダンス :  $50\Omega$

### (2) ADC

- サンプリング周波数 : 500MHz
- 分解能 : 8bit
- SNR : 49.3dBFS@500MHz

### (3) 性能

- QDC スループット : 1 Mcps 以上
- 時間分解能 : Coarse : 2ns | Fine : 31.2ps (LSB)

### (4) MCA

- 計測モード : 波形モード、ヒストグラムモード、リストモード
- イベント転送レート : 約 1.2MByte/秒。  
1 イベント 10Byte(80Bit)の場合、16CH 合計で 75kcps

### (5) インターフェース

- LAN : Ethernet TCP/IP 1000Base-T (List データ取得時)、  
UDP (config データ送受信、status データ受信時)

### (6) 形状

- スタンドアローン型 : APU8516-8 (16CH)

### (7) 消費電流

- +5V : 3.8A (最大)
- +12V : 0.8A (最大)
- 12V : 0.1A (最大)

### (8) アプリケーション

- OS : Windows 7 以降、32bit 及び 64bit
- 画面解像度 : HD (1366×768) 以上推奨

## 2. 3. 改定履歴

2018年1月 第1.0版 初版

### 3. 外観

#### 3. 1. 外観

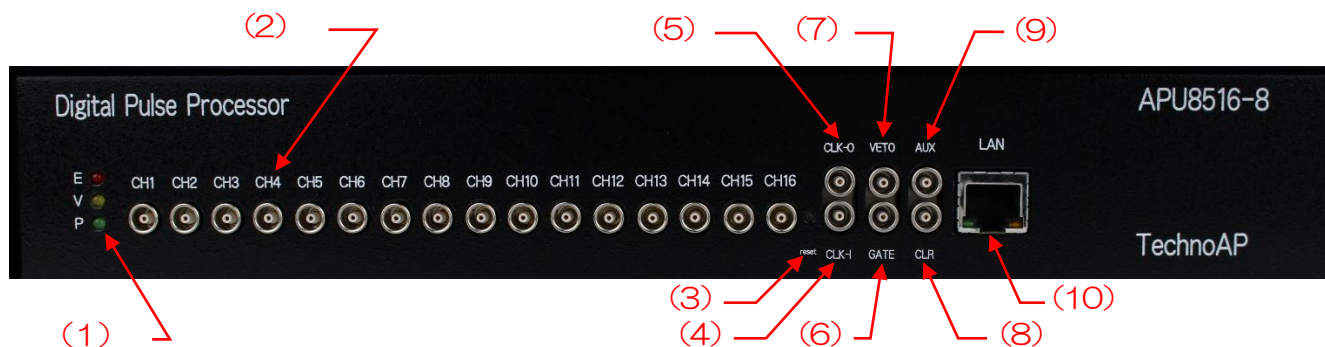


写真 1 APU8516-8

- (1) LED P：電源 ON、V：未使用。 E：未使用。
- (2) CH1～CH16 信号入力用 LEMO コネクタ。  
入力レンジ：±1V、入力インピーダンス：50Ω。
- (3) RESET 通信ボードリセットスイッチ。
- (4) CLK-I 外部クロック信号入力用 LEMO コネクタ。外部クロックを使用し動作させることができます。使用時は基板上「JP17」を「1-6CPU」に変更後、25MHz の TTL 信号を入力してから電源を投入します。
- (5) CLK-O 外部クロック信号出力用 LEMO コネクタ。25MHz の TTL 信号を出力します。
- (6) GATE 外部ゲート信号入力用 LEMO コネクタ。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 外部ベト信号入力用 LEMO コネクタ。“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 コネクタ。TTL 信号を入力します。“High”の立ち上がりエッジでカウンタデータをクリアします。
- (9) AUX オプション出力用 LEMO コネクタ。
- (10) LAN イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。1000Base-T。

## 4. セットアップ

### 4. 1. アプリケーションのインストール

APU8516-8 用アプリケーション（以下本アプリ）は Windows 上で動作します。ご使用の際は、計測に使用する 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。
- (3) 「スタートボタン」 - 「TechnoAP」 - 「APU8516」を実行します。

アンインストールは、「プログラムの追加と削除」から「APU8516」を選択して削除します。

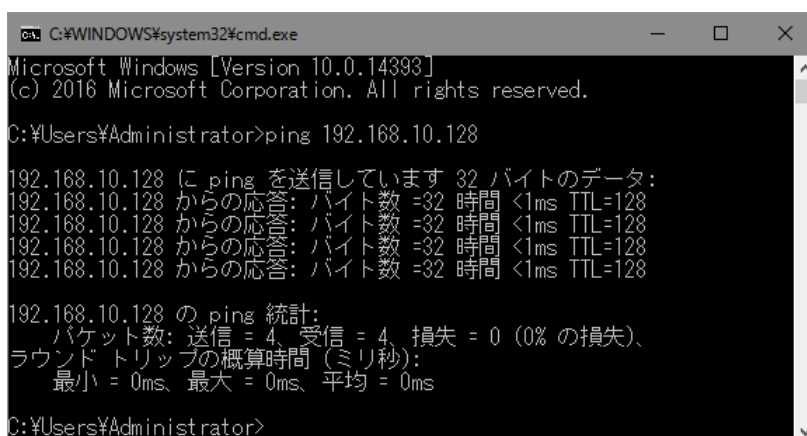
### 4. 2. 接続

- (1) 本装置と 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

- (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 ※192.168.10.128を除く任意の値  
 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) 本装置の電源をONにします。電源投入後10秒間はなにも操作しないでください。
- (3) PCと本装置の通信接続を確認します。Windowsのコマンドプロンプトにてpingコマンドを実行し、本装置とPCが接続できるか確認します。本装置のIPアドレスは基板上にあります。工場出荷時の本装置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 10.0.14393]
(c) 2016 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=128
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=128
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=128
192.168.10.128 からの応答: バイト数 =32 時間 <1ms TTL=128

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) PCにて本アプリを起動してください。
- ※本アプリを起動した時に、装置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があります。主な原因は以下の通りです。
- 構成ファイル「config.ini」内「System」セクションのポート定義が不適切な値である。特に「DevConfigPort = 4660」、「DevDataPort = 24」、「SubnetMask = "255.255.255.0"」、「Gateway = "192.168.10.1"」、「ChNumber = 16」は重要である。
  - PC側のLANケーブルの差し込みが不足している。
  - 本装置側のLANケーブルの差し込みが不足している。
  - 本装置の電源がOFFのまま、もしくは、LANケーブルの断線。
  - PC側のネットワーク設定がDHCPになっている。
  - PC側のネットワーク設定がプライベートアドレス（192.168.10.128を除く192.168.10.2から255）で設定されていない。
  - PCの省電力モードが機能している。
  - PCの無線LANが有効になっている。

上記の原因でも正しく起動されない場合は以下の方法をお試しください。

- ケーブルの接続などの確認後、本アプリの再起動をする。



## 5. アプリケーション画面

### 5.1. 起動画面

「スタートボタン」 - 「TechnoAP」 - 「APU8516」を実行すると、以下の起動画面が表示されます。

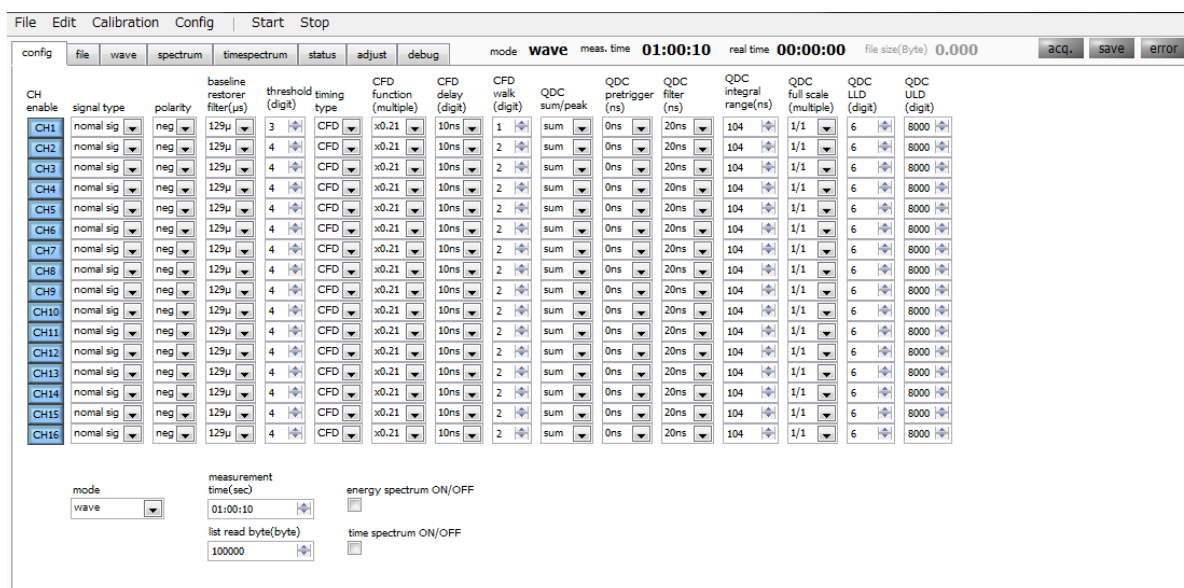


図 3 起動画面

各項目の内容は下記の通りです。

#### ・メニュー

「File」、「Edit」、「Calibration」、「Config」、「Start」、「Stop」から構成されます。

- 「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」 - 「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 image」 : 本アプリ画面をPNG形式画像で保存
- 「File」 - 「quit」 : 終了
- 「Edit」 - 「copy setting of CH1」 : 「CH」タブ内CH1の設定を他の全CHの設定に反映
- 「Edit」 - 「IP configuration」 : 表示device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」 : 本装置へ全設定を送信
- 「Start」 : 本装置へ計測開始を送信
- 「Stop」 : 本装置へ計測停止を送信

## ・タブ

- |                |   |                                     |
|----------------|---|-------------------------------------|
| 「config」       | : | 本装置設定及び計測に関する設定                     |
| 「file」         | : | 波形、リストデータの保存の設定                     |
| 「wave」         | : | 入力波形、CFD 波形、QDC 波形の表示               |
| 「spectrum」     | : | ヒストグラム表示                            |
| 「timespectrum」 | : | リストデータの時間情報からのCH1 とCH2 の時間差スペクトルを表示 |
| 「status」       | : | 本装置計測に関する波形観測状態(ステータス)を表示           |
- acq. LED : 計測中に点滅
  - save LED : リストデータ保存中に点滅
  - error LED : エラー発生時点灯
  - mode : モード。「hist」、「wave」、「list」を表示。オプションの構成によって、前述のモードがない場合がありますのでご了承ください。
  - meas. time : 設定した計測時間
  - real time : 有効先頭 CH のリアルタイム (実計測時間)。計測終了時 measurement time と等しくなります
  - file size(Byte) : イベントデータの保存中にファイルの容量 (Byte) を表示します

## 5. 2. config タブ

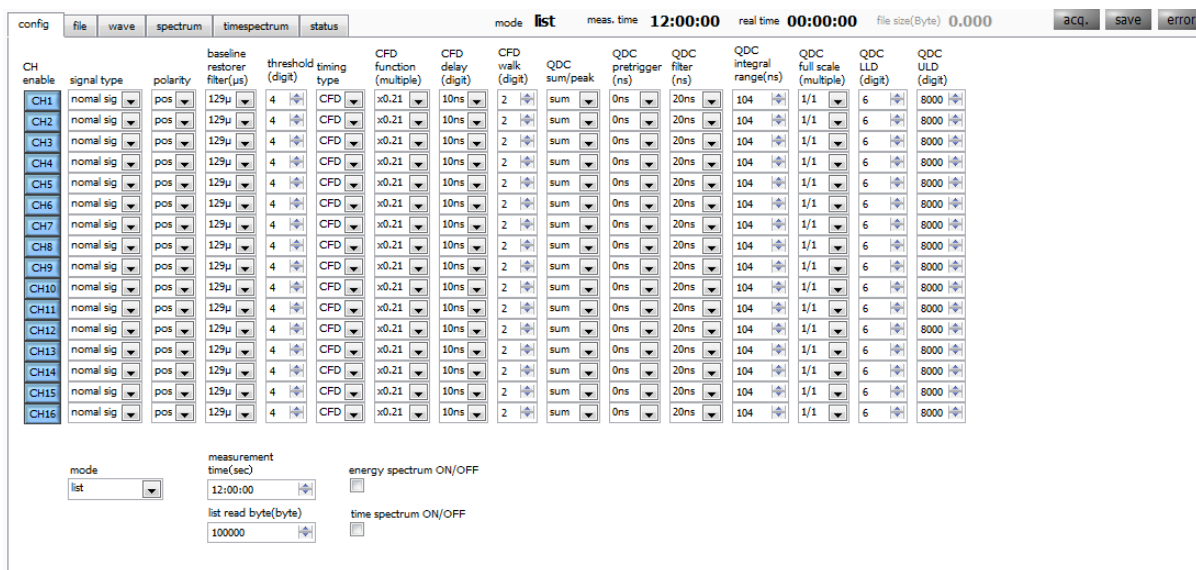
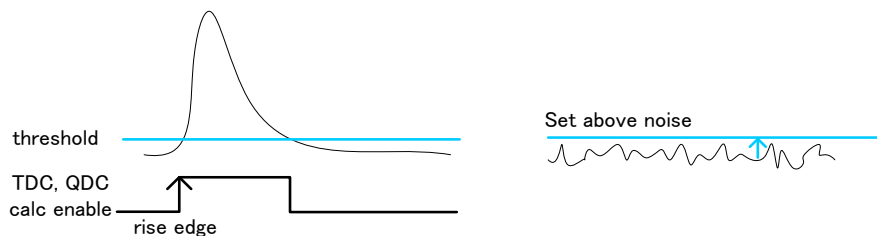


図 4 config タブ

本装置のパラメータに関わる設定です。

- CH enable : CH 使用可否。通常は全 CH を enable (押した) 状態にしてください。
- 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「nomal sig」を設定してください。
- polarity : 入力信号の極性を、正極性の場合は「pos」、負極性の場合は「neg」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 (AutoBLR なし)、Fast、 $4\ \mu\text{s}$ 、 $85\ \mu\text{s}$ 、 $129\ \mu\text{s}$ 、 $260\ \mu\text{s}$  から設定します。通常は  $85\ \mu\text{s}$  に設定します。
- 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 127 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。



- timing type : タイムスタンプする際の波形を、CFD波形、LED（生波形）から選択します。  
「LET」：リーディングエッジ（Leading Edge Timing）  
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。

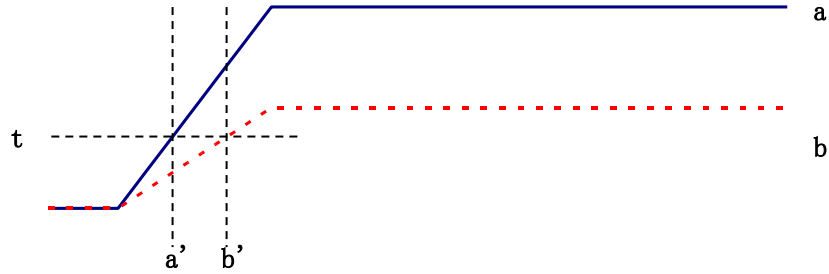


図 5 リーディングエッジ（Leading Edge Timing）の考え方

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

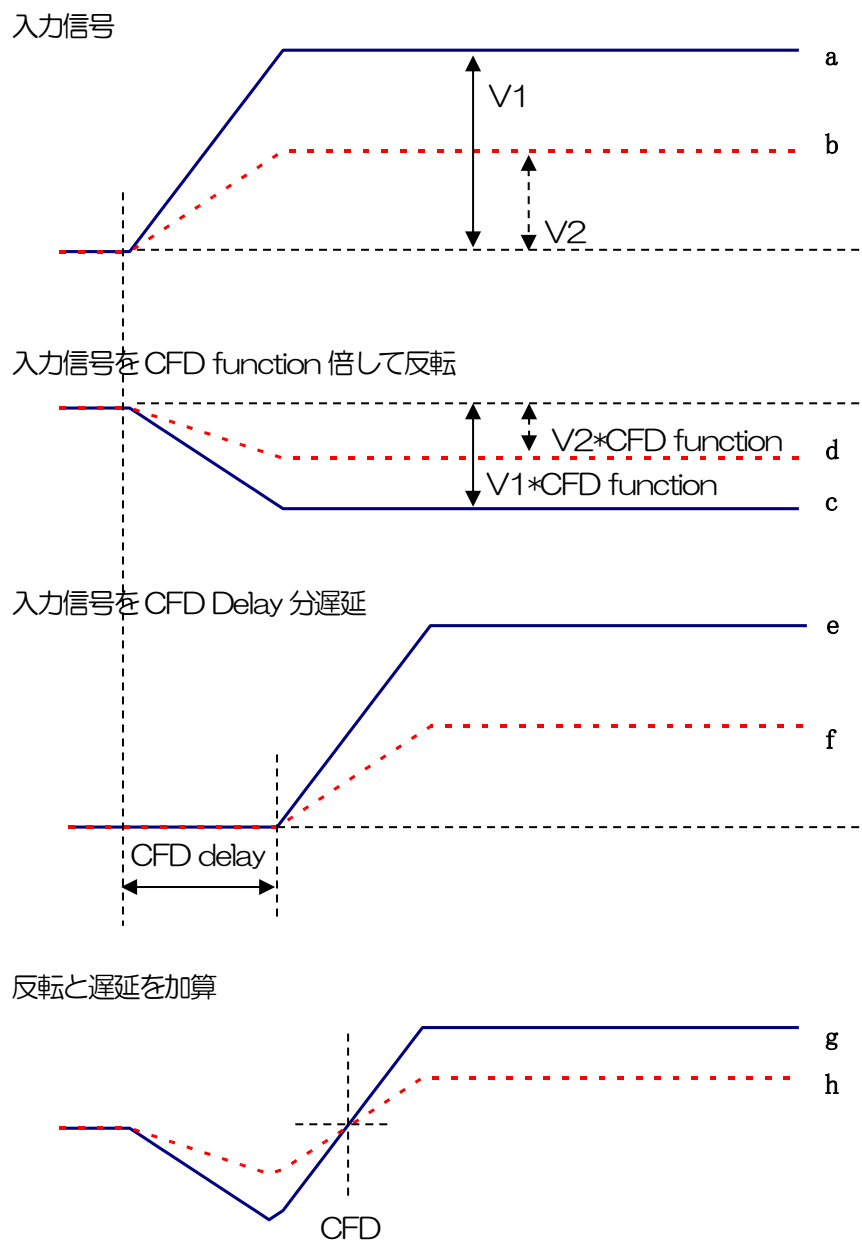


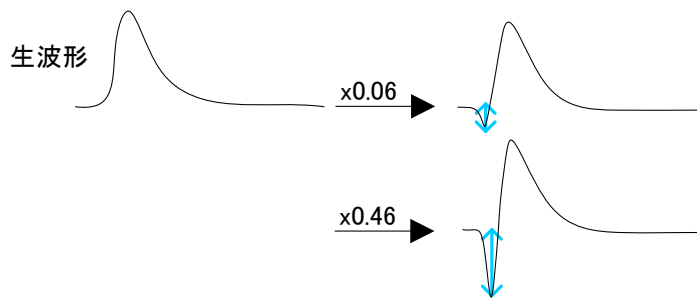
図 6 コンスタントフラクションタイミング (Constant Fraction Discriminator Timing) の考え方

上図の異なる波形 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。

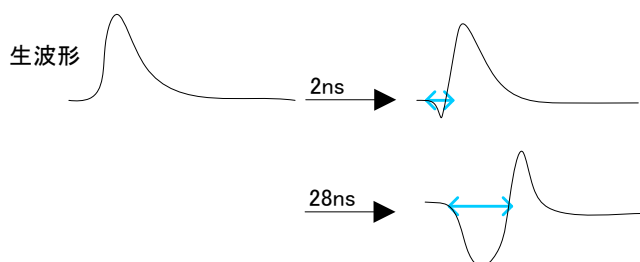
- 波形 c, d : 波形 a と b を CFD function 倍し、反転した波形
- 波形 e, f : 波形 a と b を CFD delay 分遅延した波形
- 波形 g, h : 波形 c と e を加えた波形と d と f を加えた波形

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。

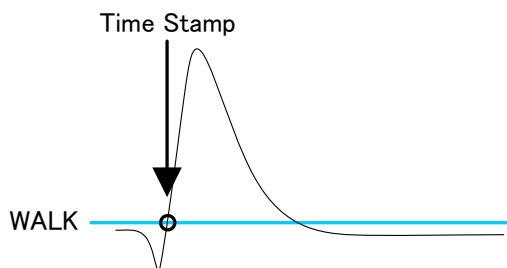
- CFD function : CFD 波形整形用に元波形を縮小するための倍率。0.03 倍、0.06 倍、0.09 倍、0.12 倍、0.15 倍、0.18 倍、0.21 倍、0.25 倍、0.28 倍、0.31 倍、0.34 倍、0.37 倍、0.40 倍、0.43 倍、0.46 倍 から設定します。



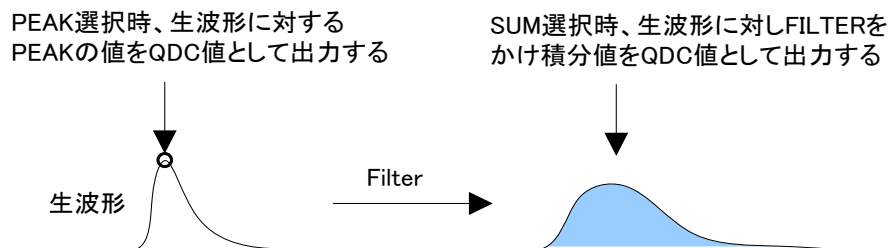
- CFD delay : CFD 遅延時間を設定します。APU8516-8 は 2ns から 28ns で設定します。



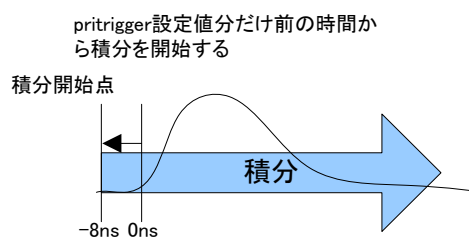
- CFD walk : タイムスタンプする閾値を設定します。単位は digit です。wave モードで「CFD」の波形を見ながら、0 クロス位置より近辺の値で設定します。



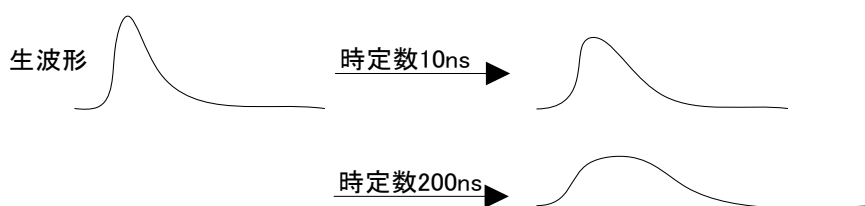
- QDC sum/peak : QDC データの出力形式を選択します。PEAK 値、SUM 値 から選択します。



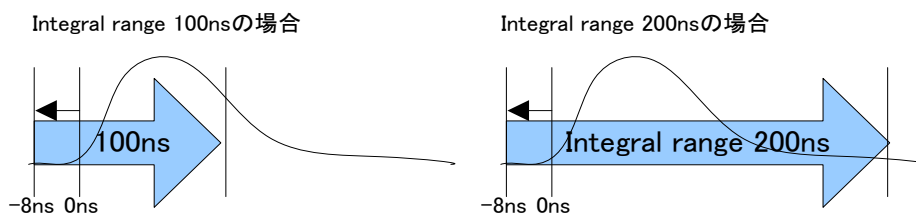
- QDC pre trigger : 積分値算出用に波形整形を開始するタイミングを、0ns、-8ns、-16ns、-24ns、-32ns から選択します。



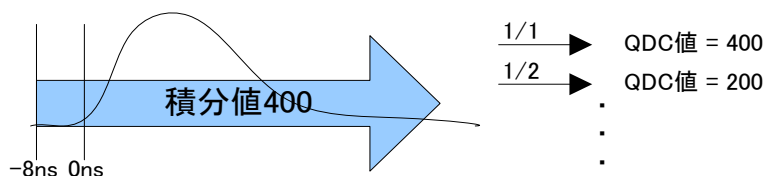
- QDC filter : 積分値算出用の波形を整形するための時定数を設定します。設定は Ext、10ns、20ns、50ns、100ns、200ns から選択します。



- QDC integral range : QDC の積分時間を選択します。範囲は0ns 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 : 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 : 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。

- device : 計測対象とする装置を選択します
- mode : hist、list、wave、list-pileup、list-wave、list\_oom から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、時間情報、CH情報、積分情報を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。
- measurement time : 計測時間を指定します。最大 8760 時間です。
- list read byte : 単位読出し数を設定します。10,000Byte の固定となります。
- 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。
- energy spectrum on/off : list モードでリストデータ取得中の 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。



### 5. 3. file タブ

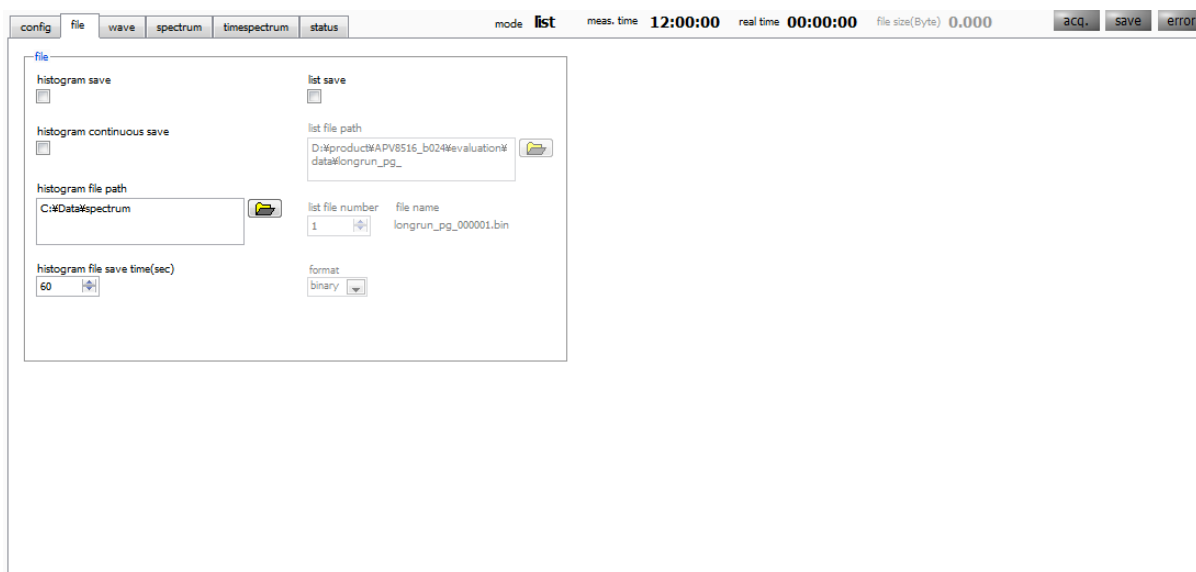


図 7 file タブ

保存に関する設定です。

- 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。「mode」で「hist」を選択時のみ有効です。
- 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」、 「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¥histogram\_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¥histogram\_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 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 : リストデータをファイルに保存するか否かを設定します。Config タブ内「mode」にて「list」を選択時のみ有効です。
- 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。
- format : リストデータのフォーマットを「binary」と「text」から選択できます。

## 5. 4. wave タブ

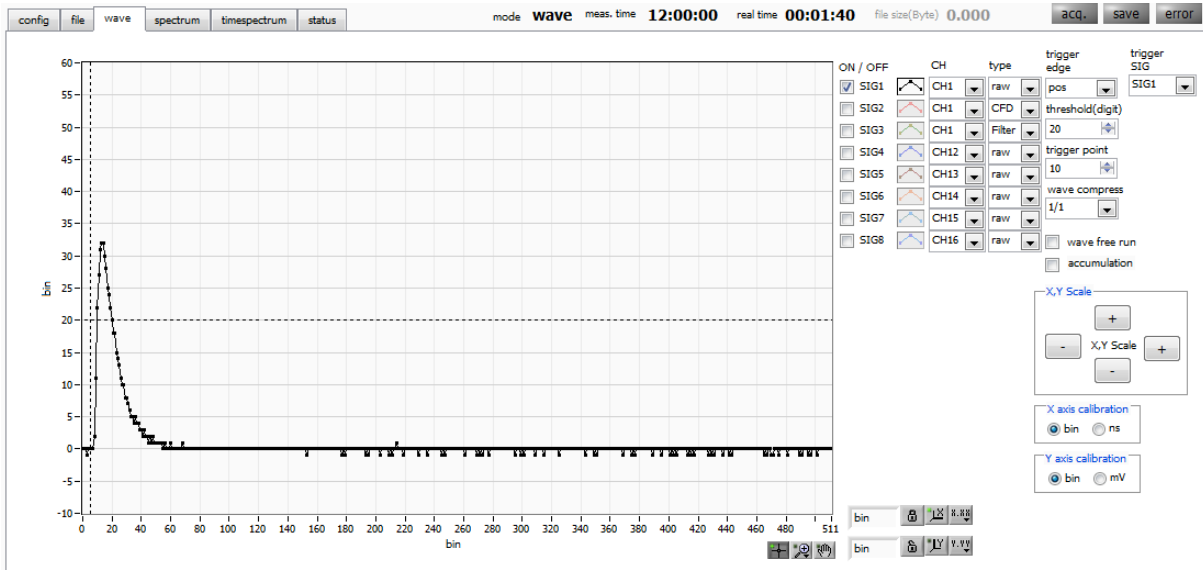


図 8 wave タブ

波形表示に関する設定です。

- グラフ : 波形グラフ。「config」タブ内「mode」にて「wave」を選択した場合、波形を表示します。
- on/off : 波形表示の可否を指定します。
  - CH : 表示させる波形の CH を選択します。
  - Type : 表示させる波形の種類を選択します。
    - 「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」 : QDC で積分される波形
  - 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。
  - threshold : トリガーの閾値を設定します。※グラフ中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。※グラフ中のカーソルでも設定できます。
  - 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。
  - wave compress : X 軸の時間スケール圧縮度を設定します。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 : 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。
  - XY 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 軸の単位を選択します。
  - Y axis calibration : Y 軸の単位を選択します。※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。

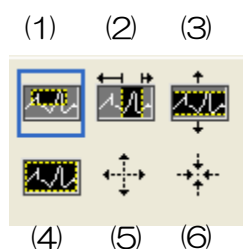


図1 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

(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

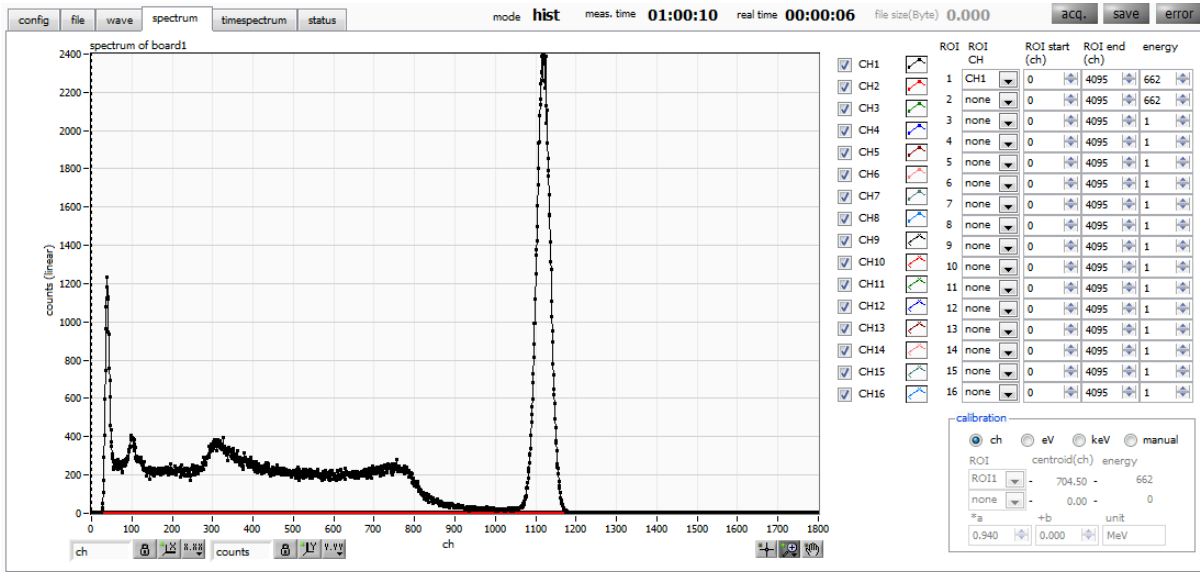


図 9 spectrum タブ

spectrum 表示に関する設定です。

- グラフ : エネルギースペクトル。「config」タブ内「mode」にて「hist」を選択した場合または「mode」で「hist」を選択し且つ「spectrum ON/OFF」のチェックが有効の場合にスペクトルを表示します。
- チェックBOX : 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。
- ROI CH : ROI (Region Of Interest) を摘要するCH 番号を選択します。1 つのCH 信号に対し、最大8 つのROI を設定可です。
  - ROI start (ch) : ROI の開始位置を設定します。単位はch です
  - ROI end (ch) : ROI の終了位置を設定します。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。60Co の場合、1173(keV) や 1332(keV) と設定。「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摘要します。

- 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「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 $^{60}\text{Co}$ の1173.24keV、6498.7chに $^{60}\text{Co}$ 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。

## 5. 6. timespectrum タブ

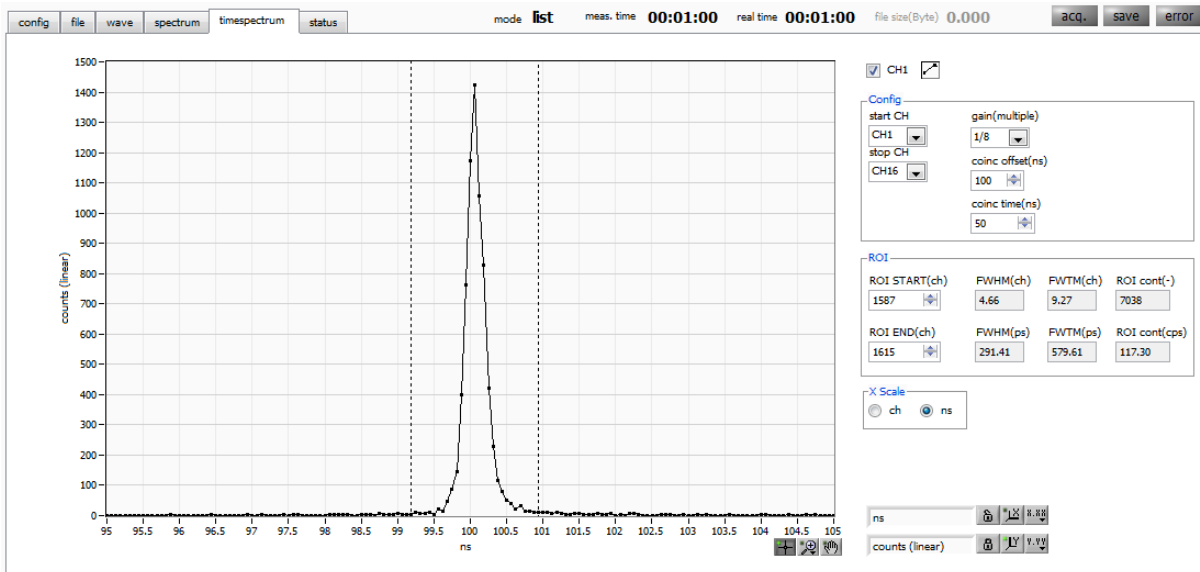


図 10 timespectrum タブ

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」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。
- チェック BOX : 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 : 1/8 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 7.8ps)、1/128 倍時フルスケールは約 100 $\mu$ s (1digit あたり 1ns) 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 : 計算に関わる設定です。
  - 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 : 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. 7. statusタブ

config				file	wave	spectrum	timespectrum	status	mode		hist	meas. time	01:00:10	real time	00:00:06	file size(Byte)	0.000	acq.	save	error
CH								ROI												
	output count	output rate(cps)		peak (ch)	centroid (ch)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM	FWTM						
CH1 :	305550	50009	ROI1 :	1119	638.52	2.399k	305.550k	50.925k	305.123k	50.854k	500.0	75.529	500.000	500.000						
CH2 :	0	0	ROI2 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH3 :	0	0	ROI3 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH4 :	0	0	ROI4 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH5 :	0	0	ROI5 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH6 :	0	0	ROI6 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH7 :	0	0	ROI7 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH8 :	0	0	ROI8 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH9 :	0	0	ROI9 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH10 :	0	0	ROI10 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH11 :	0	0	ROI11 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH12 :	0	0	ROI12 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH13 :	0	0	ROI13 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH14 :	0	0	ROI14 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH15 :	0	0	ROI15 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						
CH16 :	0	0	ROI16 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000						

図 11 statusタブ

計測時の状態(ステータス)を表示します。

### • CH部

CH 毎の状況を表示します。

- 「output count」 : アウトプット総イベント数
- 「output rate(cps)」 : 1 秒間あたりのアウトプットイベント数

### • ROI部

ROI 間の算出結果を表示します。

- 「peak(ch)」 : 最大カウントのch
- 「centroid(ch)」 : 全カウントの総和から算出される中心値(ch)
- 「peak(count)」 : 最大カウント
- 「gross(count)」 : ROI 間のカウントの総和
- 「gross(cps)」 : ROI 間のカウントの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のCPS
- 「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

## 6. 計測

例として、LaBr<sub>3</sub> (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. エネルギースペクトル計測

#### (1) 環境

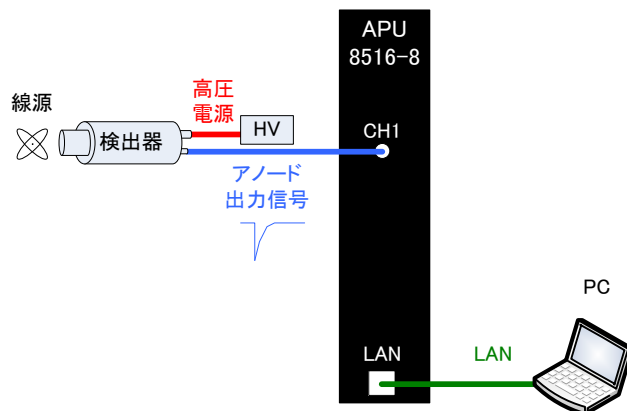


図 12 エネルギースペクトル計測環境

- 全ての機器（APU8516-8、HV（高圧電源）、PC）がOFFであることを確認します。
- 検出器とHVをSHVコネクタのケーブルで接続します。
- 検出器からのアノード出力信号をAPU8516-8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。
- APU8516-8とPCをLANケーブルで接続します。
- APU8516-8の電源をONにします。
- PCの電源をONにします。本アプリを起動します。
- 高圧電源をONにし、検出器に応じた電圧を印加します。
- この例では<sup>137</sup>Cs線源を使用しています。



(2) 波形計測

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。

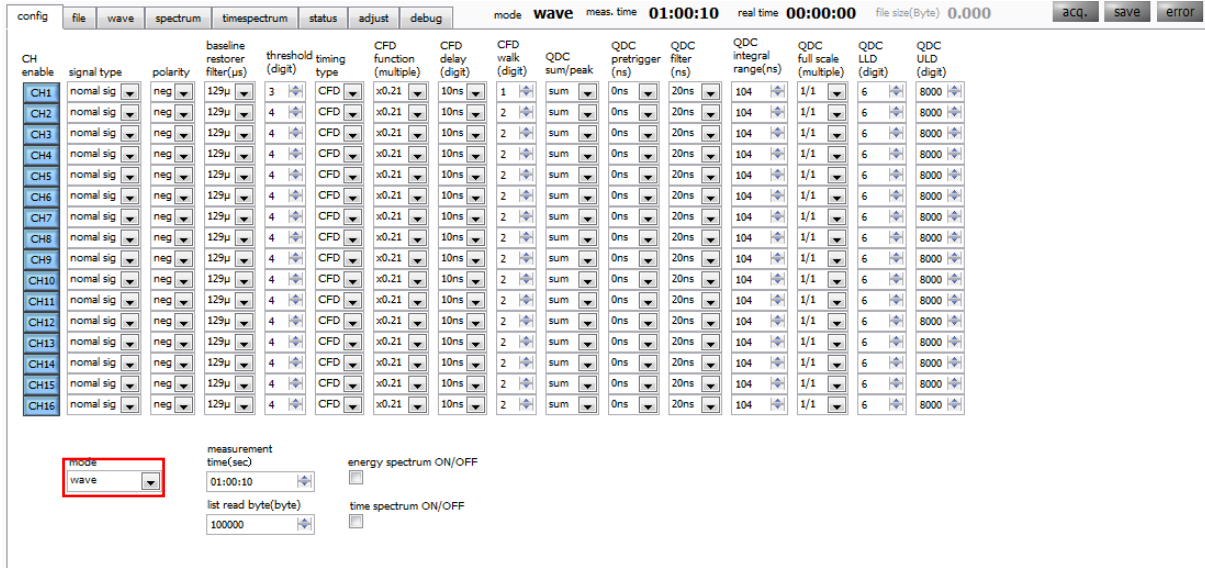


図 13 波形計測設定

「wave」タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー「Start」をクリックします。グラフに検出器からの波形が確認できます。

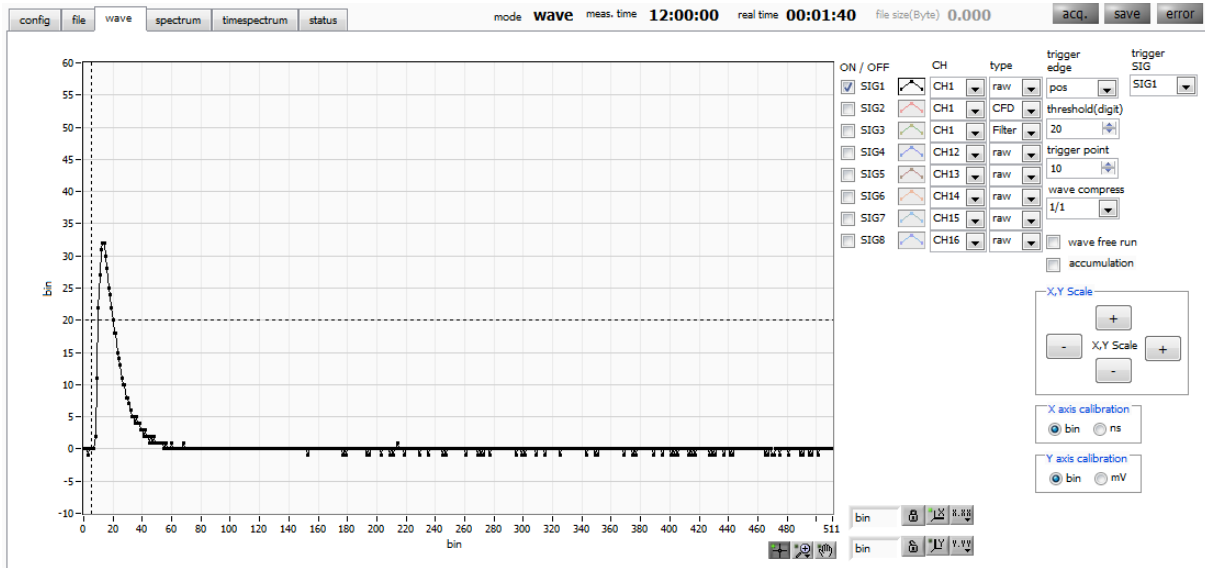


図 14 波形計測画面

以下の点に注意します。

- 信号が表示されているか？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ので、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」→「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。

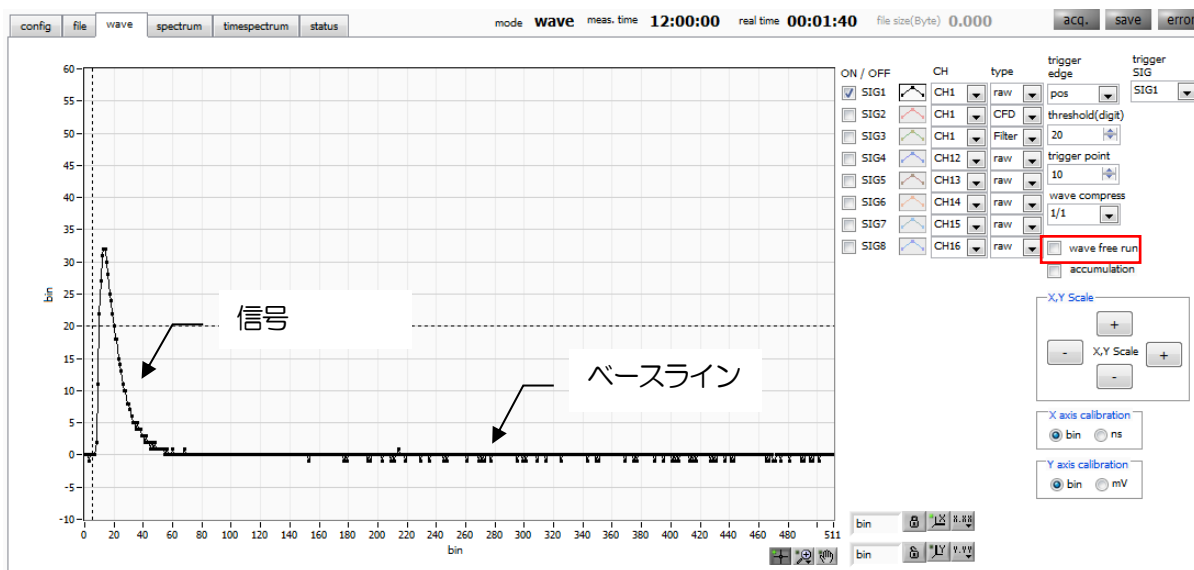


図 15 ベースライン確認中

次に「wave free run」にチェックを外し、「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、印加高圧を下げるなどして、本装置への入力信号の振幅を下げてください。

## (3) エネルギースペクトル計測

スペクトルの計測を行う場合、「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。

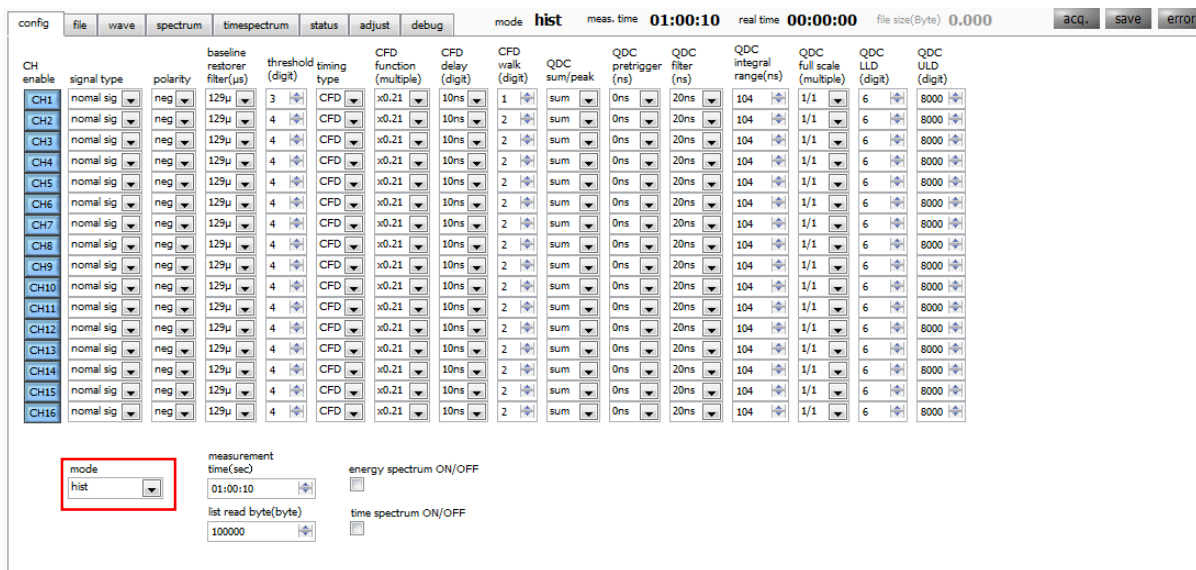


図 16 Config タブ

「spectrum」タブを開き、下図の設定を確認した後、メニュー「Start」をクリックします。実行後以下のスペクトルが表示されます。

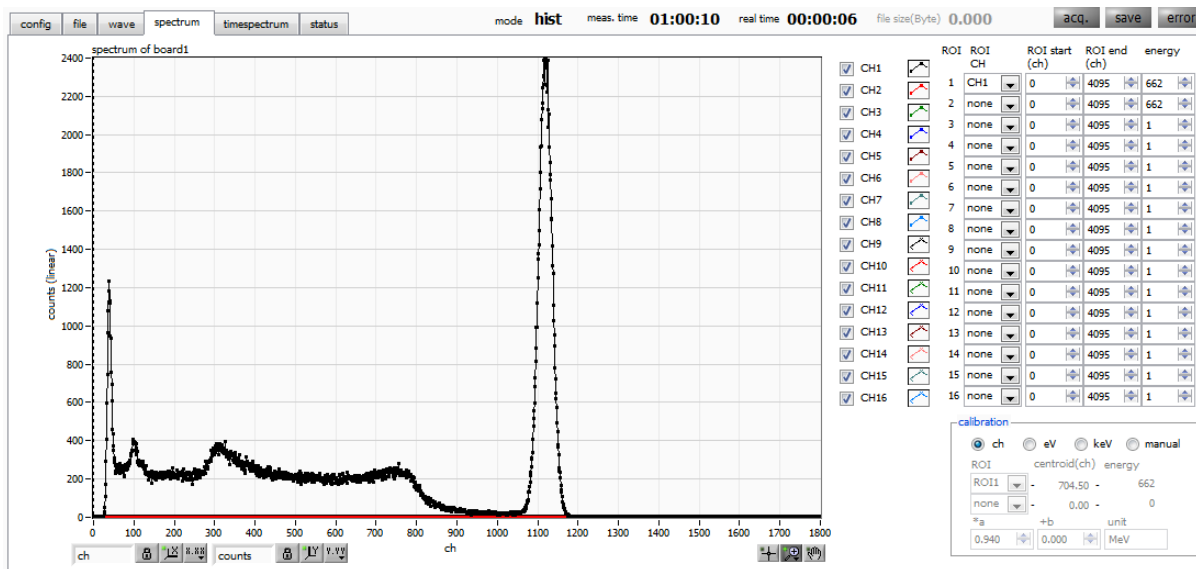


図 17 エネルギースペクトル計測環境

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。詳細は「5. 5. spectrum タブ」を参照ください。

計測したデータは、メニュー「File」-「save histogram」にて保存できます。

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. リスト計測

### (1) 環境

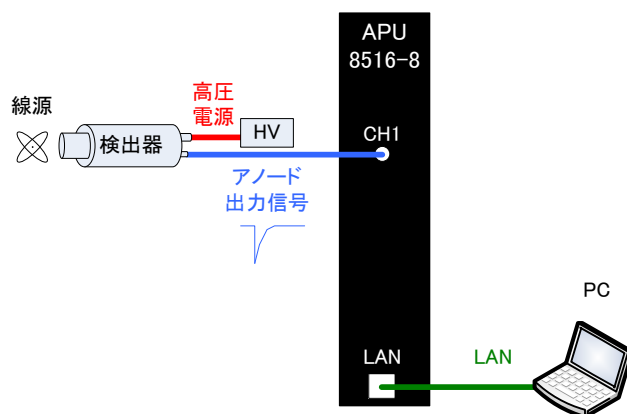


図 18 エネルギースペクトル計測環境

- 全ての機器 (APU8516-8、HV (高圧電源)、PC) が OFF であることを確認します。
- 検出器と HV を SHV コネクタのケーブルで接続します。
- 検出器からのアノード出力信号を APU8516-8 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。
- APU8516-8 と PC を LAN ケーブルで接続します。
- APU8516-8 の電源を ON にします。
- PC の電源を ON にします。本アプリを起動します。
- 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します。
- この例では  $^{137}\text{Cs}$  線源を使用しています。

### (2) 入力波形の確認

前述「6. 1. エネルギースペクトル計測 (2) 波形計測」同様の確認をします。

### (3) エネルギースペクトルの確認

前述「6. 1. エネルギースペクトル計測 (3) エネルギースペクトル計測」同様の確認をします。

特に、本ソフトにおける以下の点に注意します。

「output rate(cps)」 : 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 (次ページ図内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 : 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所得していないか (次ページ図内②) を確認します。

CH	output count	output rate(cps)	ROI	peak (ch)	centroid (ch)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM	FWTM
CH1 :	305550	50009	ROI1 :	1119	638.52	2.399k	305.550k	50.925k	305.123k	50.854k	500.0	75.529	500.000	500.000
CH2 :	0	0	ROI2 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH3 :	0	0	ROI3 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH4 :	0	0	ROI4 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH5 :	0	0	ROI5 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH6 :	0	0	ROI6 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH7 :	0	0	ROI7 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH8 :	0	0	ROI8 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH9 :	0	0	ROI9 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH10 :	0	0	ROI10 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH11 :	0	0	ROI11 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH12 :	0	0	ROI12 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH13 :	0	0	ROI13 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH14 :	0	0	ROI14 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH15 :	0	0	ROI15 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
CH16 :	0	0	ROI16 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000

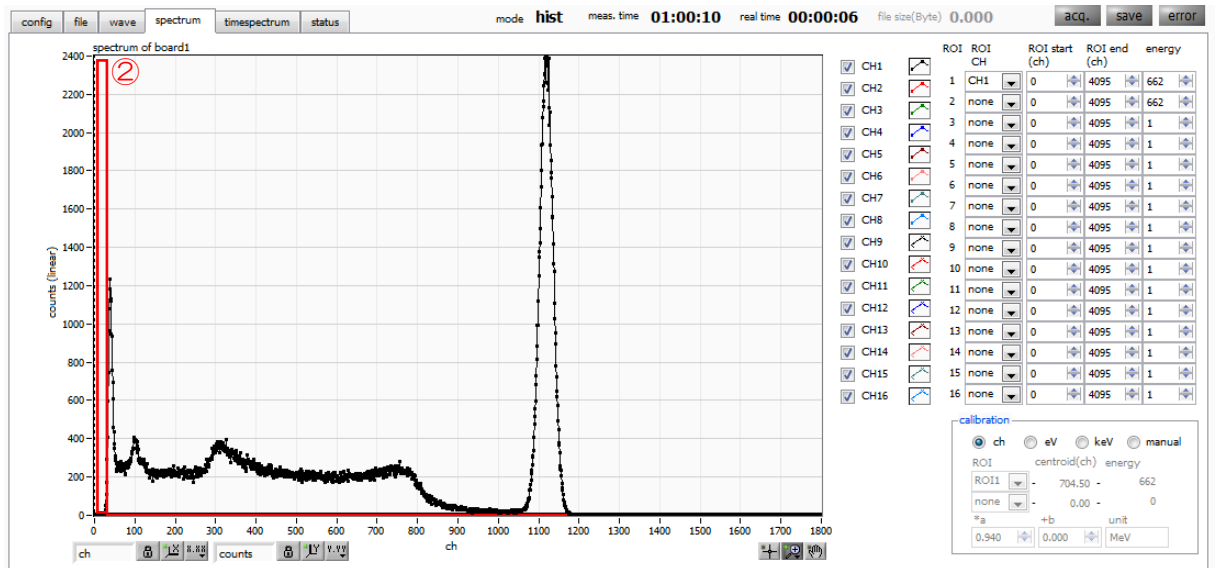


図 19 list モード計測前注意点

### (4) リスト計測

リスト計測を開始します。「config」タブ内「mode」を「list」に設定します。

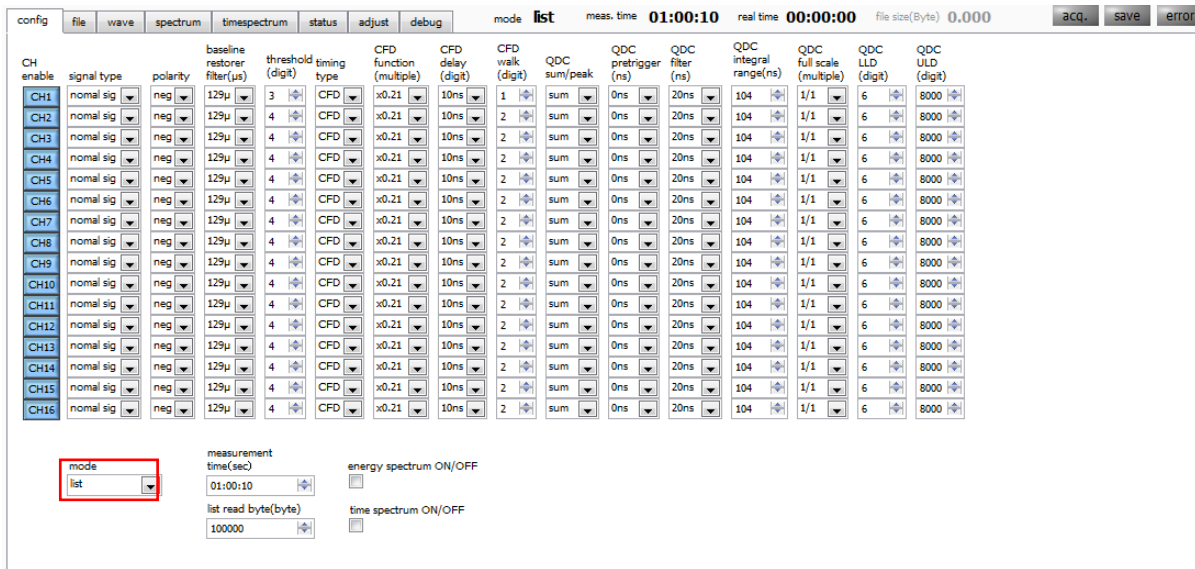


図 20 Config タブ

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 999999 までで任意。重複しないように注意してください。

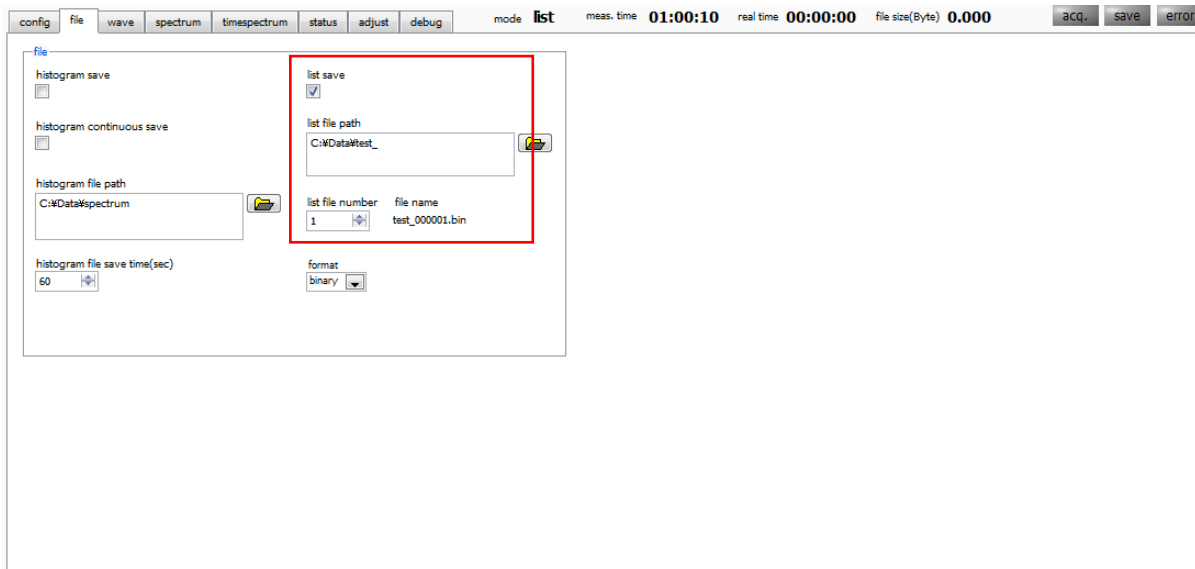


図 21 file タブ内リストデータ保存関連設定

メニュー「Config」→「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。

config	file	wave	spectrum	timespectrum	status	adjust	debug	mode	list	meas. time	24:00:00	real time	12:04:00	file size(Byte)	408.503M	acq.	save	error	
CH		output count	output rate(cps)	ROI															
				peak (ch)	centroid (ch)	peak (count)	gross (count)	gross (cps)	net (count)	net (cps)	FWHM (ch)	FWHM (%)	FWHM	FVTM					
CH1 :	10850105	890		ROI1 :	334	164.35	264.000	23.710k	987.917	17.861k	744.208	260.8	39.400	260.826	324.348				
CH2 :	0	0		ROI2 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH3 :	0	0		ROI3 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH4 :	0	0		ROI4 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH5 :	0	0		ROI5 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH6 :	0	0		ROI6 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH7 :	0	0		ROI7 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH8 :	0	0		ROI8 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH9 :	0	0		ROI9 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH10 :	0	0		ROI10 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH11 :	0	0		ROI11 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH12 :	0	0		ROI12 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH13 :	0	0		ROI13 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH14 :	0	0		ROI14 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH15 :	6	0		ROI15 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				
CH16 :	0	0		ROI16 :	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000				

図 22 list データ計測・保存中画面

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

#### (1) 環境

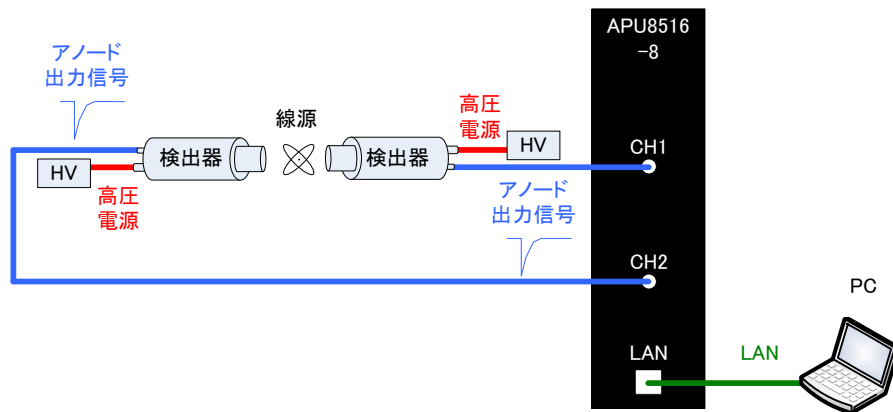


図 23 時間スペクトル計測環境

- 全ての機器 (APU8516-8、HV (高圧電源)、PC) が OFF であることを確認します。
- 検出器と HV を SHV コネクタのケーブルで接続します。
- 検出器からのアノード出力信号を本装置の 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。
- 本装置と PC を LAN ケーブルで接続します。
- APU8516-8 の電源を ON にします。
- PC の電源を ON にします。本アプリを起動します。
- 高圧電源を ON にし、検出器に応じた電圧を印加します。
- この例では  $^{22}\text{Na}$  線源を使用しています。

#### (2) 波形計測

前述「6. 1. エネルギースペクトル計測 (2) 波形計測」同様の確認をします。



(3) エネルギースペクトル計測

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。

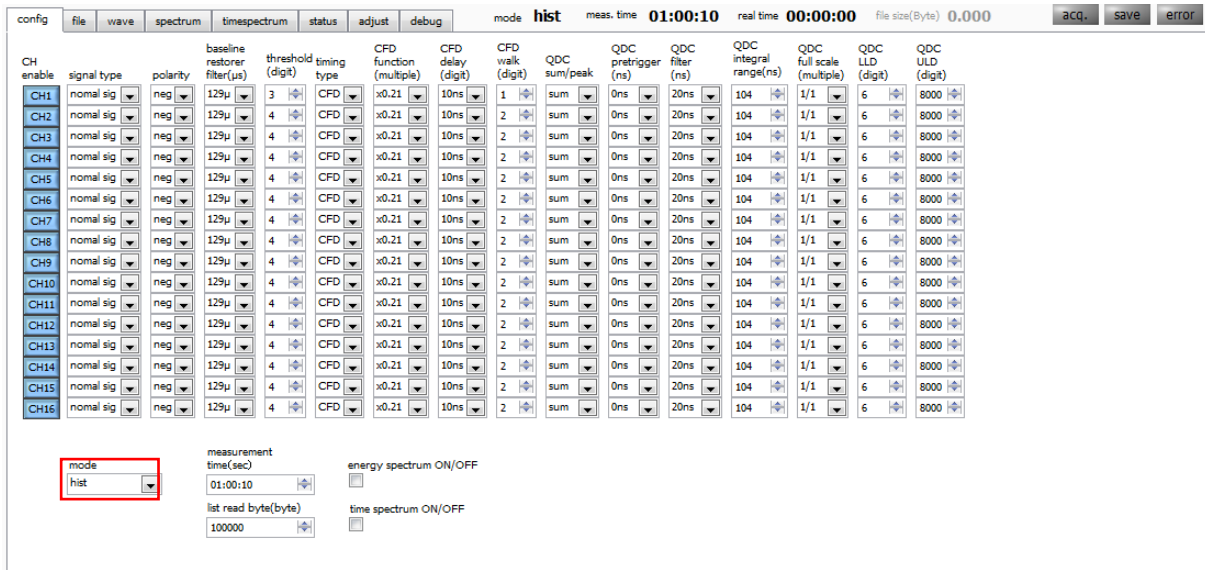


図 24 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測設定（エネルギー全範囲）

「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。

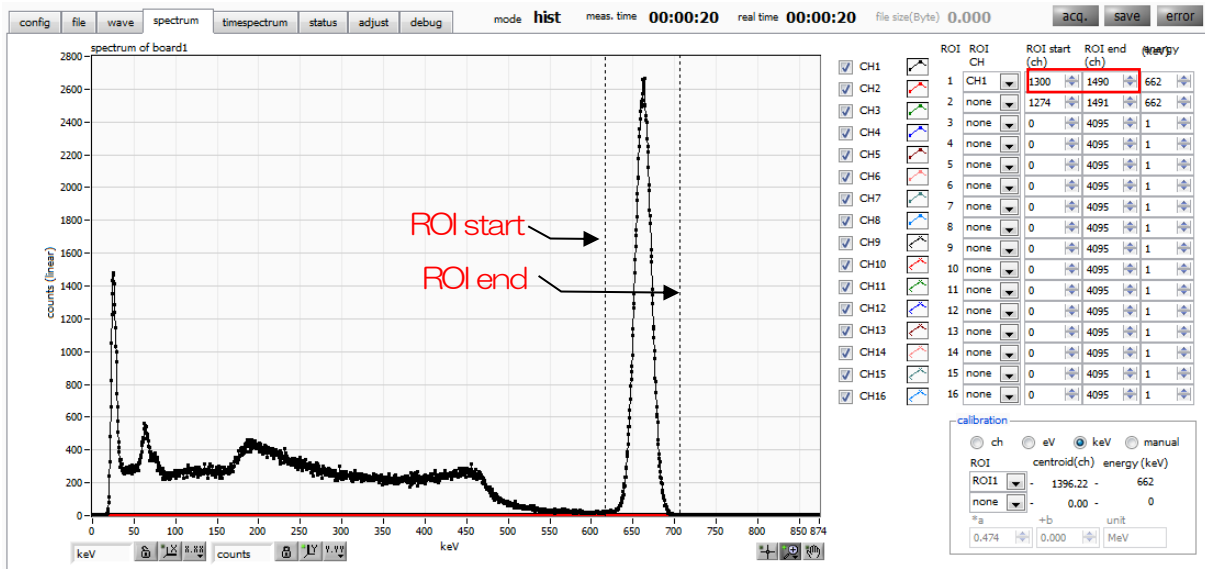


図 25 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー全範囲）

次に、時間計測の対象となるエネルギー（この例の場合は<sup>22</sup>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。

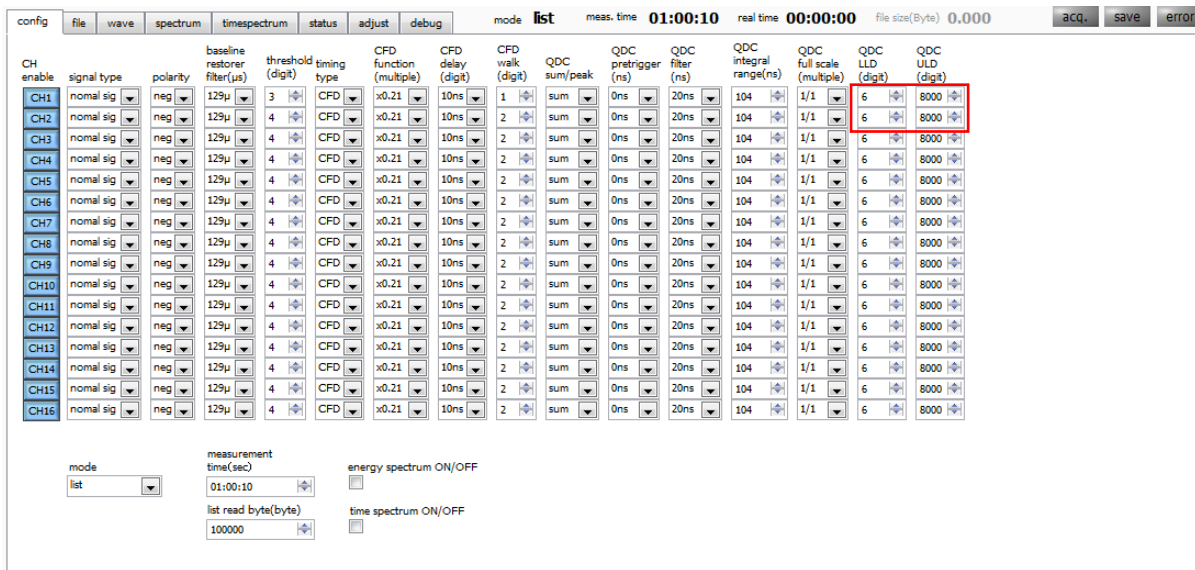


図 26 時間スペクトル計測前エネルギースペクトル計測（エネルギー範囲絞り込み設定）

(4) 時間スペクトル計測

スペクトルの計測を行う場合、「timespectrum ON/OFF」のチェックを入れ、「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。「mode」が「list」モードであることに注意してください。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。

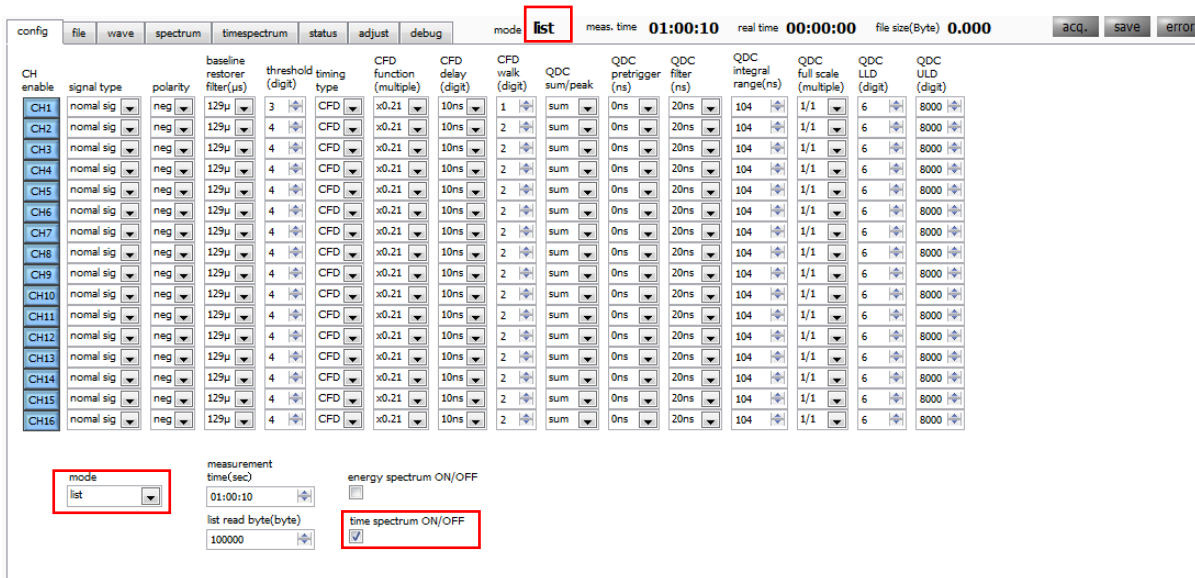


図 27 時間スペクトル計測設定

「timespectrum」タブを開き、メニュー「Start」をクリックします。実行後以下のスペクトルが表示されます。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。

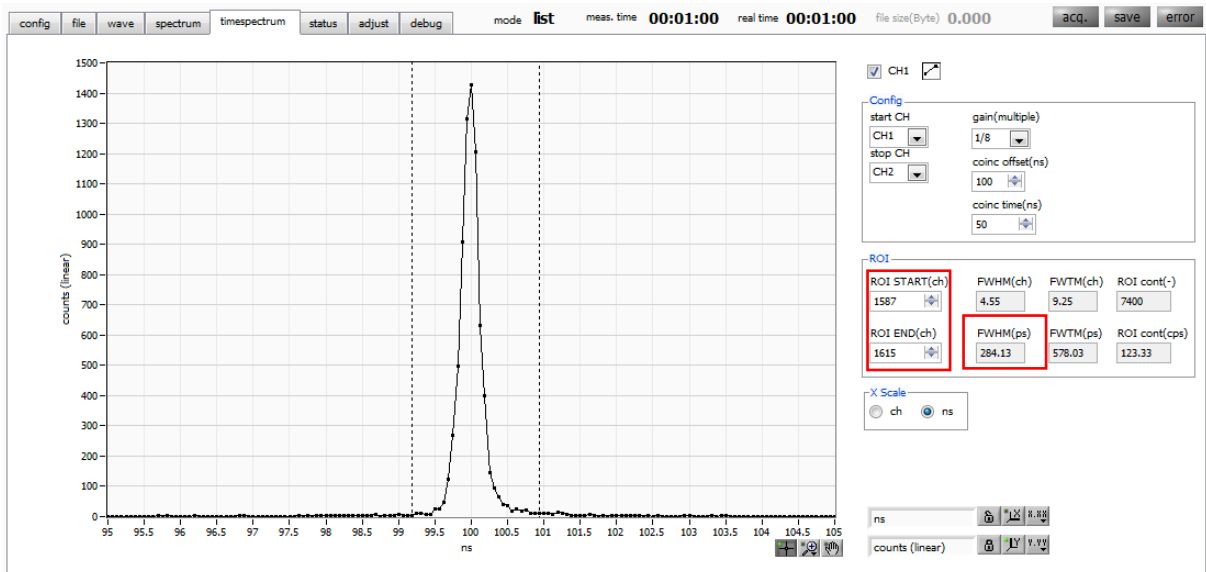


図 28 時間スペクトル計測

計測を終了する場合は、メニュー「Stop」をクリックします。

## 7. ファイル

### 7. 1. ヒストグラムデータファイル

#### (1) ファイル形式

カンマ区切りのCSV テキスト形式

#### (2) ファイル名

任意

#### (3) 構成

「Header」部と「Calculation」部と「Status」部と「Data」部からなります

##### •Header (ヘッダー) 部

Measurement mode : 計測モード。  
 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

WAS : 入力信号タイプ  
 SGD : “0” 固定  
 POL : 極性  
 GSL : “0” 固定  
 EPD : “100” 固定  
 FLK : ベースライン時定数  
 CTH : CFD スレッシュホールド  
 TTY : タイミングタイプ  
 CCF : CFD ファンクション  
 CDL : CFD ディレイ  
 CWK : CFD walk  
 LIT : QDC サムor ピーク  
 PTS : QDC プリトリガー  
 LIG : QDC フィルター時定数  
 AFS : QDC 積分縮小  
 CLD : QDC LLD  
 CUD : QDC ULD  
 PWD : “8” 固定  
 PDN : “152” 固定  
 RST : “10” 固定

※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 ch 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(keV) : ROI 間の半値幅 (keV)  
 FWTM(keV) : ROI 間の全値幅 (keV)

• 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  
 dead time : デットタイム比

• Data (データ) 部

チャンネル毎のヒストグラムデータ。最大4096点。

## 7. 2. リストデータファイル

(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) 構成

APU8516-8 は、list モード時に以下のフォーマットのバイナリデータを PC へ逐次送信します。

bit79		TDC[55..40]		64
63		TDC[39..24]		48
47		TDC[23..8]		32
31		24	23	16
TDC[7..0]		TDCFP[7..0]		
15	12	11	0	
CH[3..0]		QDC [11..0]		

図 29 list データフォーマット（10Byte(80Bit)）

list データの詳細：

- Bit79 から Bit24 TDC カウント。56bit。 1Bit あたり 2ns。
- Bit23 から Bit16 TDCFP（小数部）カウント。8bit。1bit あたり 7.8125ps。サンプリングポイント間の内挿(2ns ÷ 256 = 7.8125 ps)
- Bit15 から Bit12 CH 番号。0:CH1, 1:CH2, 2:CH3, 3:CH4, 4:CH5, 5:CH6, …, 15:CH16
- Bit11 から Bit0 QDC 積分値。符号無 12 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. 終了

メニュー「File」-「quit」をクリックします。クリック後、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。

**株式会社テクノエーピー**

TEL. : 029-350-8011 FAX. : 029-352-9013

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

住所 : 〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15