

陽電子消滅寿命／ドップラー拡がり測定装置

取扱説明書

第1.9版 2020年6月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL : 029-350-8011

FAX : 029-352-9013

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

e-mail : order@techno-ap.com

目 次

1.	安全上の注意・免責事項	3
2.	概要	4
3.	セットアップ	6
3. 1.	ケーブル接続	6
3. 2.	電源投入	10
3. 3.	アプリケーションのインストール	10
3. 4.	ネットワークのセットアップ	11
3. 5.	アプリケーションの起動	12
4.	アプリケーション画面	13
4. 1.	起動画面	13
4. 2.	config タブ	15
4. 3.	AMOC タブ	16
4. 4.	CDB タブ	17
4. 5.	lifetime タブ	19
4. 6.	wave タブ	21
4. 7.	energy タブ	22
4. 8.	advanced タブ	24
5.	測定	32
5. 1.	高圧電源印加	32
5. 2.	energy モード	34
5. 3.	CDB モード	39
5. 4.	wave モード	42
5. 5.	lifetime モード	47
5. 6.	CDB&lifetime モード	51
5. 7.	AMOC モード	52
6.	ファイル	55
6. 1.	設定ファイル	55
6. 2.	energy データファイル	57
6. 3.	lifetime データファイル	58
6. 4.	CDB データファイル	61
6. 5.	AMOC データファイル	62
6. 6.	wave データファイル	66
7.	トラブルシューティング	67
7. 1.	通信エラー	67
7. 2.	AMOC3 次元グラフ不具合	68
7. 3.	操作が分からない、時間分解能やエネルギー分解能といった性能がでない	69
7. 4.	コネクタ変換アダプタ	69
8.	保証規定	70

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」)の陽電子消滅寿命/ドップラー拡がり測定装置(以下本装置)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。

本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できません。
- ・ 強い衝撃や振動を与えないでください。
- ・ 分解、改造はしないでください。
- ・ 水や結露などで濡らさないでください。濡れた手でのご操作もおやめください。
- ・ 発熱、変形、変色、異臭などがあった場合には直ちにご使用を止めて弊社までご連絡ください。

注意事項

- ・ 本装置の使用温度範囲は室温とし、結露無いようにご使用ください。
- ・ 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。
- ・ 本装置は高精度な精密電子機器です。静電気にはご注意ください。
- ・ 本装置は、ほこりの多い場所や高温・多湿の場所には保管しないでください。
- ・ 携帯電話やトランシーバー等、強い電波を出す機器を近づけないでください。
- ・ 電氣的ノイズの多い環境では誤作動のおそれがあります。
- ・ 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。

2. 概要

本装置は、ガンマ線エネルギースペクトル測定、コインシデンスドップラー拡がり(CDB : Coincidence Doppler Broadening)測定、寿命(lifetime または PALS : Positron Annihilation lifetime Spectroscopy)測定、寿命測定用 3GSPS の波形測定、寿命-エネルギー相関(AMOC : Age-Momentum Correlation)測定機能を有した測定システムです。本装置は主に下記の製品にて構成されています。



写真 1 陽電子消滅寿命/ドップラー拡がり測定装置と機器構成例 ※別途 PC も必要です

- ① 陽電子消滅寿命/ドップラー拡がり測定装置
 - ・ ガンマ線スペクトル測定用 DSP(Digital Signal Processing) (型式 APV8002)
 - ・ PALS(Positron Annihilation lifetime Spectroscopy)測定用タイムスペクトロメータ(型式 APV8702)
 - ・ 高圧電源 4CH(型式 APV3304)
 - ・ プリアンプ電源 4CH(型式 APV4004)
 - ・ VME7 スロット電源ラック(型式 APV9007)
- ② BaF₂ シンチレーション検出器
- ③ Ge 半導体検出器
- ④ ²²Na 線源及びサンプル

本装置はパソコン(以下 PC)と LAN ケーブル、スイッチングハブで接続し、付属のアプリケーション「PositronAnnihilationSystem」(以下本アプリ)を使用することで、各モジュールのパラメータ設定やスペクトルデータの読み出しやデータの解析等ができます。

寿命データファイルについては、デンマークの DTU(Technical University of Denmark)で開発された PALSfit3(<http://palsfit.dk/>)で読み込み易い pm(スペース区切り)形式でも保存しています。

本書は、本装置の取り扱いについて記載したものです。本書の記載内容は予告なく変更することがあります。

改定履歴

2017年3月	第1版	初版
2017年12月	第1.1版	アプリケーション画面更新
2018年3月	第1.2版	CDBモード説明更新
2018年3月	第1.3版	一部の修正
2018年5月	第1.5版	全体見直し
2018年9月	第1.6版	データファイルヘッダー追加、一部追加修正
2019年2月	第1.7版	接続配線図更新
2019年9月	第1.8版	CDBモード機能追加、CDB&lifetimeモード追加 CDBモードデータファイルフォーマット変更
2020年6月	第1.9版	寿命測定範囲 1000ns 拡張追加。AMOC 初期処理、lifetime モード設定追記

3. セットアップ

3. 1. ケーブル接続

全ての機器の電源が OFF の状態で、Ge 半導体検出器や BaF₂ シンチレーション検出器などと本装置を各種ケーブルで接続します。各測定モードに応じた接続図を記載します。各測定モードの詳細については後述の5. 測定を参照ください。

(1) wave モード、lifetime モード

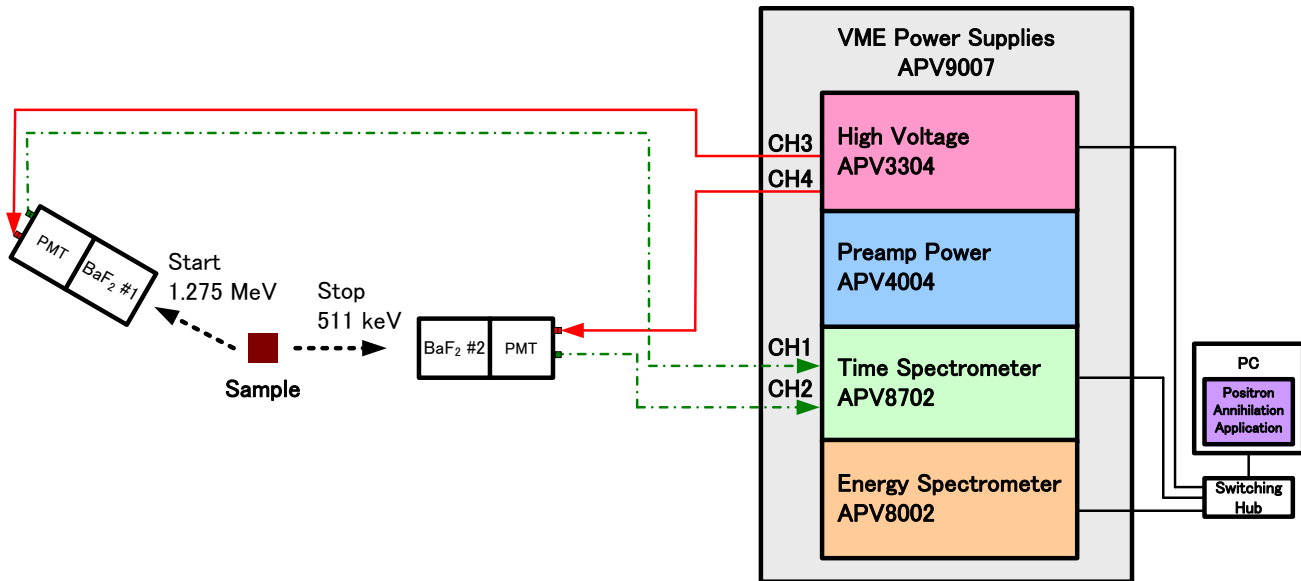


図 1 wave モード、lifetime モード接続配線図

- ・ 高圧電源 APV3304 と各検出器を SHV コネクタ付きケーブル(上図赤色)で接続します。標準仕様では APV3304 の CH3 と CH4 と BaF₂ シンチレーション検出器を接続します。
 ※ 高圧電源 CH1 と CH2 は Ge 半導体検出器用最大定格+5000V です。BaF₂ シンチレーション検出器と接続しないように十分注意してください。
- ・ タイムスペクトロメータ APV8702 と BaF₂ シンチレーション検出器を SMA コネクタ付きケーブル(緑色)で接続します。検出器側が BNC コネクタの場合は BNC-SMA 変換アダプタを使用します。APV8702 の CH1 には START 用検出器と、CH2 には STOP 用検出器と接続します。
- ・ APV3304 と APV8702 と PC を LAN ケーブル(黒色)でスイッチングハブに接続します。

(2) CDB モード、energy モード

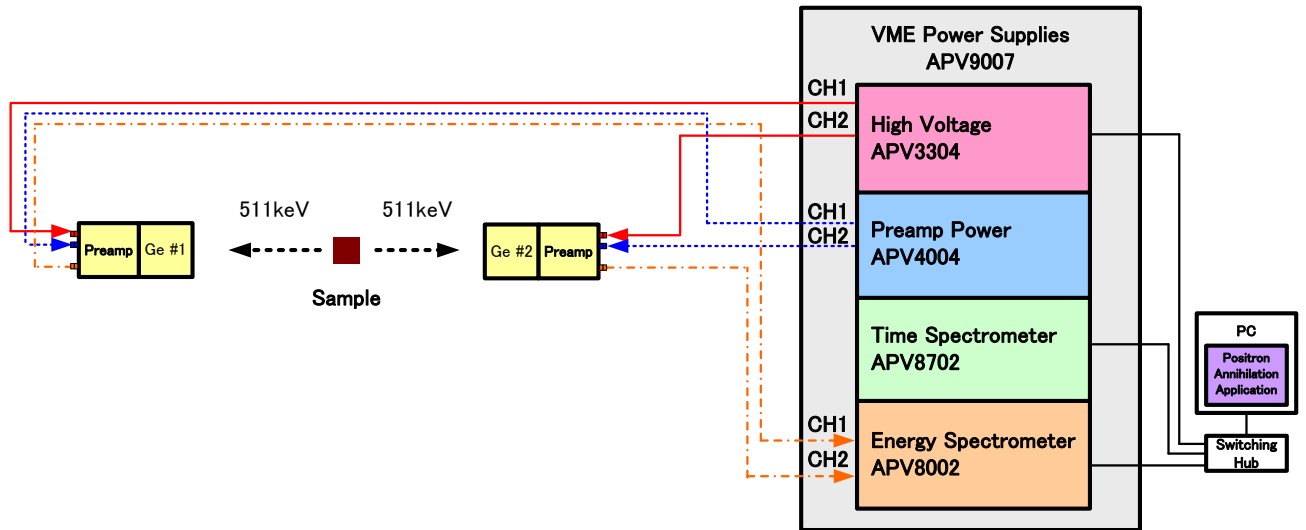


図 2 CDB モード、energy モード接続配線図

- ・ 高圧電源 APV3304 と各検出器を SHV コネクタ付きケーブル(上図赤色)で接続します。標準仕様では APV3304 の CH1 と CH2 と Ge 半導体検出器を接続します。
 ※ 高圧電源 CH3 と CH4 は BaF₂ シンチレーション検出器用最大定格 4000V です。Ge 半導体検出器と接続しないように十分注意してください。
- ・ プリアンプ電源 APV4004 と Ge 半導体検出器を D-sub9 ピンコネクタ付きケーブル(上図青色)で接続します。
- ・ DSP APV8002 と Ge 半導体検出器を BNC コネクタ付きケーブル(オレンジ)で接続します。APV8002 の CH1 と CH2 は LEMO コネクタのため BNC-LEMO 変換アダプタを使用します。
- ・ APV3304 と APV8002 と PC を LAN ケーブル(黒色)でスイッチングハブに接続します。

(3) CDB&lifetime モード

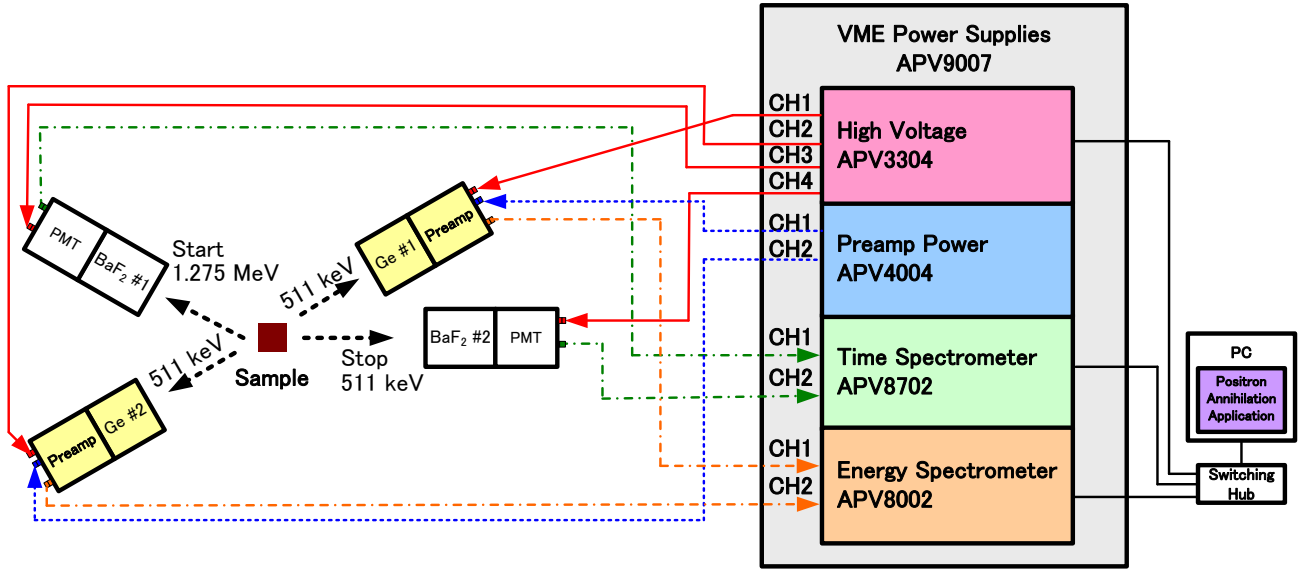


図 3 CDB&lifetime モード接続配線図

- 高圧電源モジュール APV3304 と各検出器を SHV コネクタ付きケーブル(上図赤色)で接続します。標準仕様では APV3304 の CH1 と CH2 は Ge 半導体検出器、CH3 と CH4 は BaF₂ シンチレーション検出器と接続します。
 ※ 高圧電源 CH1 と CH2 は Ge 半導体検出器用最大定格+5000V です。高圧電源 CH3 と CH4 は BaF₂ シンチレーション検出器用最大定格-4000V です。十分注意して接続してください。
- プリアンプ電源モジュール APV4004 と Ge 半導体検出器を D-sub9 ピンコネクタ付きケーブル(上図青色)で接続します。
- タイムスペクトロメータ APV8702 と BaF₂ シンチレーション検出器を SMA コネクタ付きケーブル(緑色)で接続します。検出器側が BNC コネクタの場合は BNC-SMA 変換アダプタを使用します。APV8702 の CH1 には START 用検出器、CH2 には STOP 用検出器を接続します。
- DSP モジュール APV8002 と Ge 半導体検出器を BNC コネクタ付きケーブル(橙色)で接続します。APV8002 の CH1 と CH2 は LEMO コネクタのため BNC-LEMO 変換アダプタを使用します。
- APV3304 と APV8702 と APV8002 と PC を LAN ケーブル(黒色)でスイッチングハブに接続します。

(4) AMOC モード

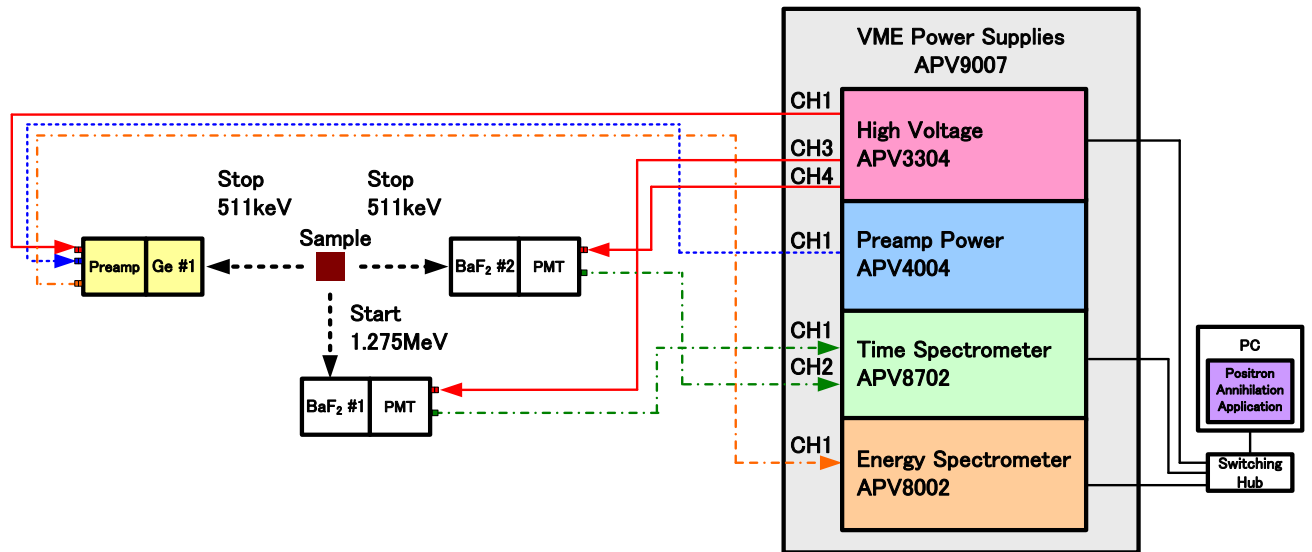


図 4 AMOC モード接続配線図

- ・ 高圧電源モジュール APV3304 と各検出器を SHV コネクタ付きケーブル(上図赤色)で接続します。標準仕様では APV3304 の CH1 は Ge 半導体検出器、CH3 と CH4 は BaF₂ シンチレーション検出器と接続します。
 ※ 高圧電源 CH1 と CH2 は Ge 半導体検出器用最大定格+5000V です。高圧電源 CH3 と CH4 は BaF₂ シンチレーション検出器用最大定格-4000V です。十分注意して接続してください。
- ・ プリアンプ電源モジュール APV4004 と Ge 半導体検出器を D-sub9 ピンコネクタ付きケーブル(上図青色)で接続します。
- ・ タイムスペクトロメータ APV8702 と BaF₂ シンチレーション検出器を SMA コネクタ付きケーブル(緑色)で接続します。検出器側が BNC コネクタの場合は BNC-SMA 変換アダプタを使用します。APV8702 の CH1 には START 用検出器、CH2 には STOP 用検出器を接続します。
- ・ DSP モジュール APV8002 と Ge 半導体検出器を BNC コネクタ付きケーブル(オレンジ色)で接続します。APV8002 の CH1 は LEMO コネクタのため BNC-LEMO 変換アダプタを使用します。
- ・ APV3304 と APV8702 と APV8002 と PC を LAN ケーブル(黒色)でスイッチングハブに接続します。

3. 2. 電源投入

電源を ON する前に下記の件を確認します。

- (1) 前述のケーブル接続に誤りや異常がないこと。
- (2) APV3304 の CH1 から CH4 の ON/OFF スイッチを OFF にします。

電源を以下の手順で ON します。

- (1) スイッチングハブ
- (2) PC
- (3) VME 電源ラック APV9007

電源を ON した後下記の件を確認します。

- (1) Ge 半導体検出器のプリアンプ出力信号をオシロスコープにて目視し OV 近辺にあり数 V などに張り付いているなどの異常がないこと。
- (2) BaF₂ シンチレーション検出器のアノード出力信号をオシロスコープにて目視し OV 近辺にあり数 V などに張り付いているなどの異常がないこと。

尚、電源を OFF の手順は上記の逆となります。

3. 3. アプリケーションのインストール

本装置は Windows 上で動作する専用のアプリケーション「PositronAnnihilationSystem」(以下本アプリ)からイーサネット通信によって制御します。ご使用の際は測定に使用する PC 上に本アプリの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対話形式でインストールできます。インストール手順は以下の通りです。

- (1) PC に管理者権限でログインします。
- (2) 付属 CD-ROM 内「Installer」フォルダ内の「Setup.exe」を実行します。対話形式にて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下記のとおりです。
C:\Program Files\TechnoAP\PositronAnnihilationSystem
- (3) インストール完了後デスクトップにショートカットアイコンが作成されます。

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

3. 4. ネットワークのセットアップ

PC と本装置を LAN ケーブルとハブ等のネットワーク機器によって接続してください。接続方法は本装置の構成要素である各モジュール(APV8002・APV8702・APV3304)のマニュアルをご参照ください。

- (1) 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 ※任意。但し後述の IP アドレスと重複しない値
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) コマンドプロンプトで ping コマンドを実行し本装置の各モジュールと PC の接続を確認します。各モジュールの IP アドレスは基板上にあります。有線 LAN を使用し、無線 LAN を使用しない場合は無線 LAN を無効にしてください。デフォルトのネットワーク情報は以下の通りです。

• APV8002 のネットワーク情報

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

• APV8702 のネットワーク情報

IP アドレス : 192.168.10.129 (出荷状態)
サブネットマスク : 255.255.255.0 (出荷状態)
デフォルトゲートウェイ : 192.168.10.1 (出荷状態)

• APV3304 のネットワーク情報

IP アドレス : 192.168.10.130 (出荷状態)
サブネットマスク : 255.255.255.0 (出荷状態)
デフォルトゲートウェイ : 192.168.10.1 (出荷状態)

3. 5. アプリケーションの起動

- (1) 「スタートボタン」 - 「TechnoAP」 - 「PositronAnnihilationSystem」 またはデスクトップ上のショートカットアイコンのダブルクリックを実行します。
- (2) 「PositronAnnihilationSystem」 が起動します。

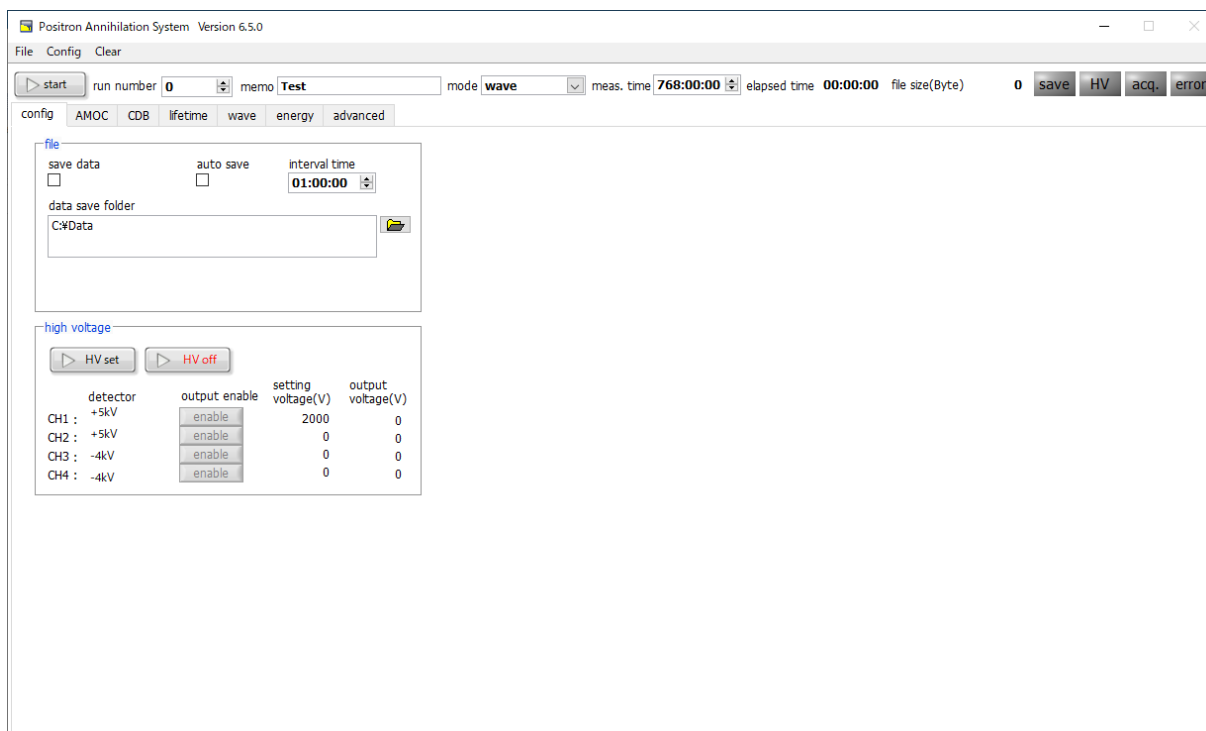


図 5 起動画面

※ 起動時に「connection error」エラーが発生する場合は後述「7. 1. 通信エラー」を参照ください。

4. アプリケーション画面

4. 1. 起動画面

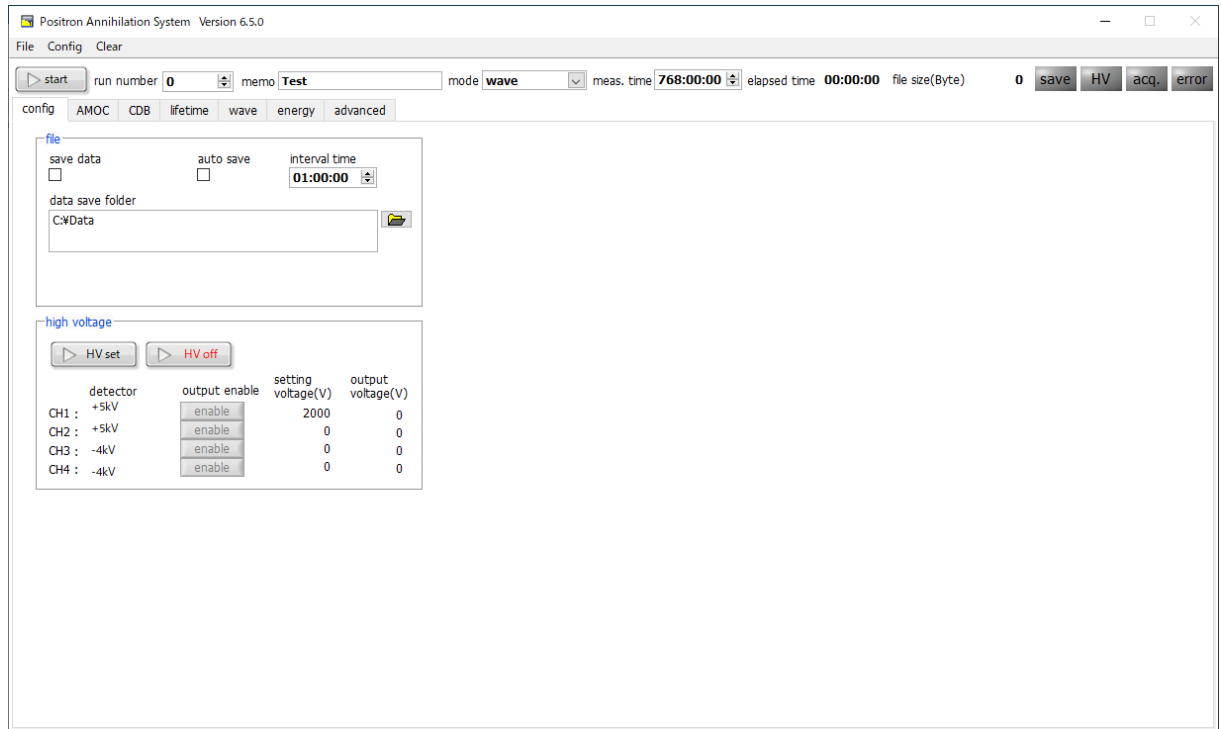


図 6 起動画面

•メニュー

「File」、「Config」、「Clear」から構成される。

- 「File」 - 「open config file」 : 設定ファイルの読み込み。
- 「File」 - 「open AMOC file」 : AMOC データファイルの読み込み。
- 「File」 - 「open CDB file」 : CDB データファイルの読み込み。
- 「File」 - 「open lifetime file」 : ライフタイムスペクトルデータファイルの読み込み。
- 「File」 - 「open energy file」 : エネルギースペクトルデータファイルの読み込み。
- 「File」 - 「open list file」 : リストデータファイルの読み込み。
- 「File」 - 「save config file」 : 現在の設定をファイルに保存。
- 「File」 - 「save AMOC file」 : AMOC モードで取得したスペクトルデータを保存。
- 「File」 - 「save CDB file」 : CDB モードで取得したライフタイムスペクトルデータを保存。
- 「File」 - 「save lifetime file」 : lifetime モードで取得したライフタイムスペクトルデータを保存。
- 「File」 - 「save wave file」 : wave モードで取得した波形データを保存。
- 「File」 - 「save energy file」 : wave モードで取得した波形データを保存。
- 「File」 - 「save image file」 : 画面のキャプチャー画像を PNG 形式ファイルに保存。
- 「File」 - 「reconnect HV device」 : 高圧電源モジュールと再接続を実行。
- 「File」 - 「quit」 : 本アプリを終了。

・タブ

「config」、「AMOC」、「CDB」、「lifetime」、「wave」、「energy」、「advanced」から構成されます。

「config」	：	測定データの保存や高圧電源に関する設定です。
「AMOC」	：	AMOC モードの測定データの表示、測定の設定を行います。
「CDB」	：	CDB モードの測定データの表示、測定の設定を行います。
「lifetime」	：	lifetime モードの測定データの表示、測定の設定を行います。
「wave」	：	wave モードの測定データの表示を行います。
「energy」	：	energy モードの測定データの表示、測定の設定を行います。
「advanced」	：	APV8002、APV8702、APV3304 のパラメータを設定します。

・タブ以外

各測定モードの共通設定・制御を行います。

「start/stop」 ボタン	：	現在選択されている測定モードにて測定を開始/停止します。
「run number」	：	測定ナンバー。測定データの自動保存時にファイル名に自動で付与されます。設定範囲は0～999999 です。自動保存がON であり測定終了または中断時に1 つ繰り上がります。
「memo」	：	任意テキストボックス。測定データ管理用にご使用ください。
「mode」	：	測定モード。クリックすると表示されるプルダウンメニューから測定モードを選択してください。測定中のモード変更はできません。
「meas. time」	：	測定時間設定。測定中に測定時間がこちらに設定した時間に到達すると自動で測定を終了します。
「elapsed time」	：	測定時間表示。測定開始からの経過時間を表示します。
「file size(Byte)」	：	AMOC モード時の list データのファイルサイズを表示します。
「save」 (LED)	：	config タブ内 save data がON の時に点灯します。
「HV」 (LED)	：	高圧電源が印加中に点灯します。
「acq.」 (LED)	：	測定中に点滅します。
「error」 (LED)	：	エラー表示。本機器との通信エラー等が起きると赤く点灯します。

4. 2. config タブ

各モードでの共通設定及び高圧電源の簡易制御を行います。

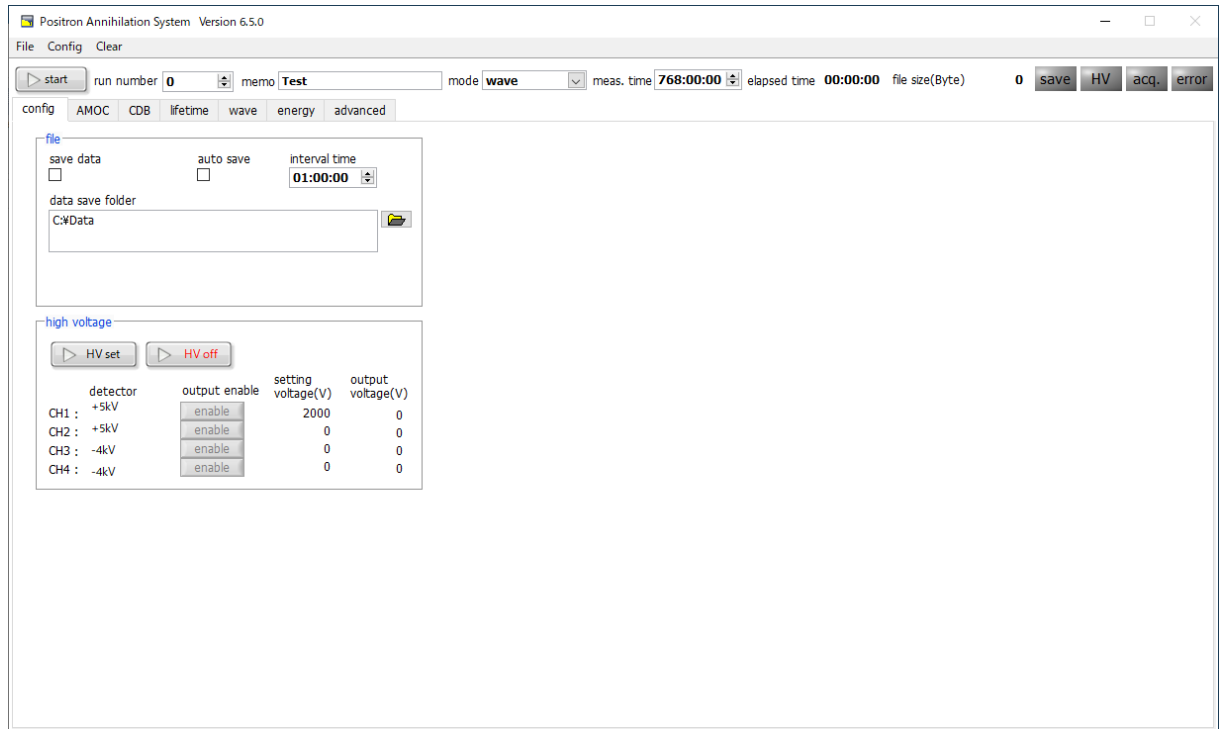


図 7 config タブ

• file 部

- save data : 自動保存機能を有効にする場合はチェックボックスにチェックを入れます。チェックを入れた場合測定終了または中断時に run number が 1 つ繰り上がります。
- auto save : 測定中定期保存機能を有効にする場合はチェックボックスにチェックを入れます。
- interval time : 定期保存する時間間隔を設定します。設定範囲は 10 秒から 1 時間です。
- data save folder : 自動保存先のディレクトリを選択します。

※注意※

測定中に上記設定の interval time 以外変更はできません。測定終了時及び測定中のデータ保存はメニューfile から項目をクリックして保存します。

• high voltage 部

- HV set ボタン : high voltage 部及び advanced タブ high voltage 部内の全設定を送信します。
- HV off ボタン : 全 CH の高圧電源出力をオフにします。
- detector : advanced タブ内 high voltage 部 detector の設定を表示します。
- output enable : チャンネル毎に高圧電源出力可否を選択します。advanced タブ high voltage 部内 output enable ボタンと連動しています。高圧電源フロントパネルの ON/OFF スイッチが OFF の場合は無効灰色状態になり可否の選択はできません。
- setting voltage(V) : advanced タブ high voltage 部内 voltage(V) の設定を表示します。
- output voltage(V) : チャンネル毎に高圧電源出力電圧値を表示します。

4. 3. AMOCタブ

AMOC モードに測定結果を表示します。AMOC モードは APV8002 及び APV8702 を使用して時間情報とエネルギー情報を同時に取得する AMOC(寿命-エネルギー相関法、Age-Momentum Correlation)測定を行うモードです。

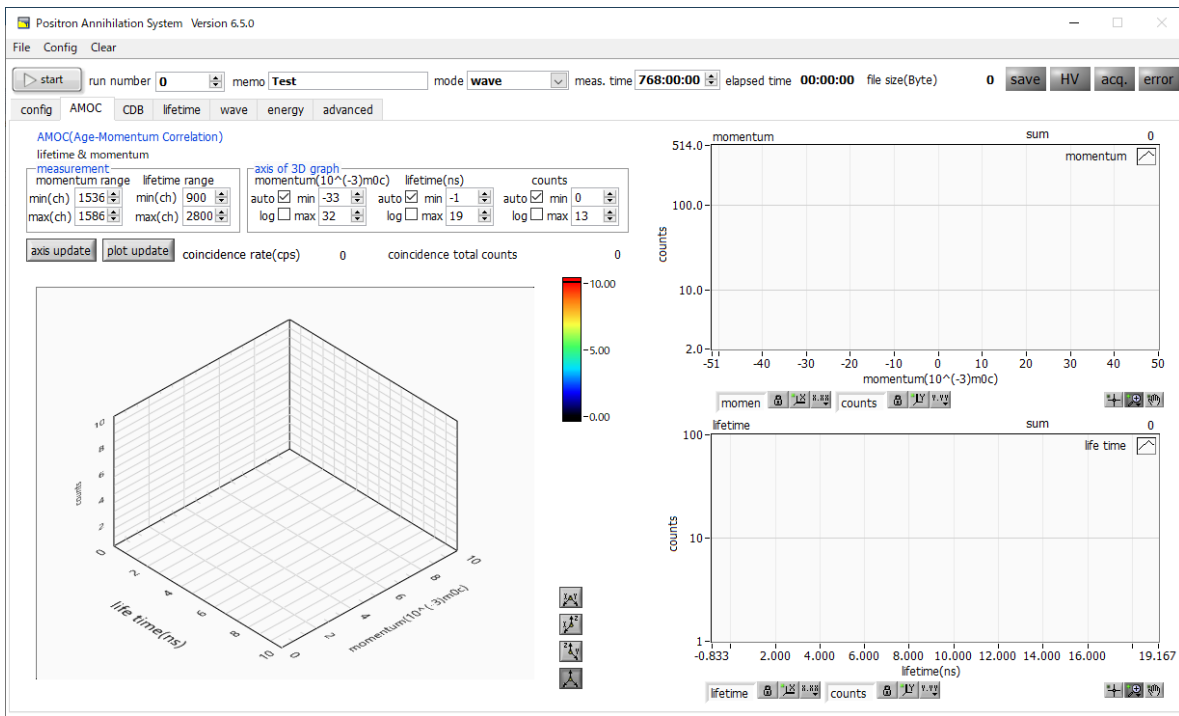


図 8 AMOCタブ

AMOC タブでは AMOC モードの測定における有効イベントデータの積算スペクトルと計数率を表示します。画面左は 3 次元グラフ、画面右上はモーメンタムスペクトルと画面右下はライフタイムスペクトルです。

- | | | |
|--------------------------|---|--|
| measurement 部 | ： | 3 次元グラフのメモリー範囲の設定です。momentum range には energy モードで取得したエネルギースペクトルの内、3 次元グラフに取り込むエネルギー範囲を ch 単位で入力します。energy タブの ROI 設定から入力することも可能です。life time rage には lifetime モードで取得したライフタイムスペクトルの内、3 次元グラフに取り込む時間範囲を ch 単位で入力します。lifetime range の max(ch) と min(ch) の差が 2000 を超えないように設定します。lifetime タブ右下の ROI 設定から入力することも可能です。 |
| axis of 3D graph | ： | 3 次元グラフの軸表示設定です。 |
| coincidence rate(cps) | ： | 有効イベントの計数率です。 |
| coincidence total counts | ： | 3 次元グラフのカウントの総和です。sum も同様です。 |
| (画面左側グラフ) | ： | 3 次元グラフです。x 軸を APV8002 で取得したイベントデータの momentum、y 軸を APV8702 で取得したイベントの lifetime、z 軸を頻度となっています。 |
| (画面右側グラフ) | ： | モーメンタム(エネルギー)スペクトルです。x 軸がモーメンタム、y 軸が頻度です。 |
| (画面右下グラフ) | ： | 寿命スペクトルです。x 軸が寿命、y 軸が頻度です。 |

4. 4. CDBタブ

CDB モードは APV8002 を使用して 2 台の Ge 半導体検出器からの同時イベントを取得し CDB(Coincidence Doppler Broadening、コインシデンスドップラー拡がり)測定を行うモードです。

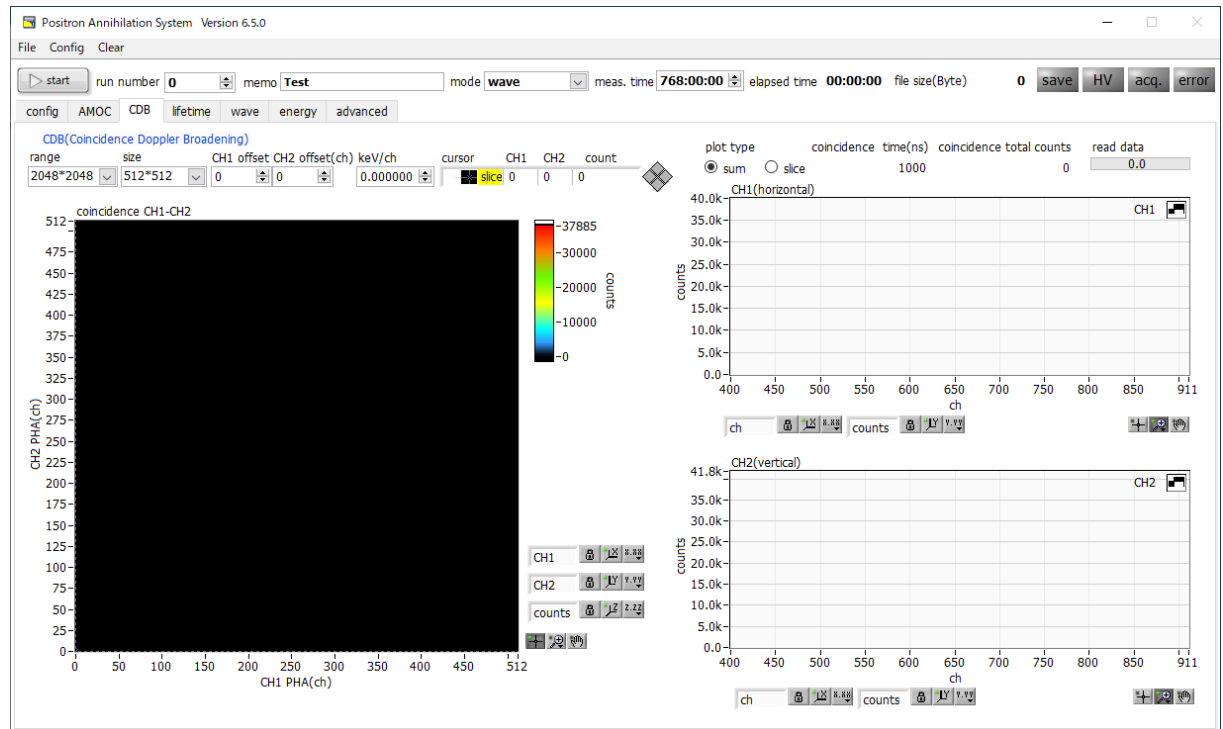


図 9 CDBタブ

CDB タブでは CDB モード測定における有効イベントデータの積算スペクトルを表示します。画面左側は 2 次元スペクトル、画面右側は 2 次元の SUM/スライススペクトルです。

- range : 2 次元スペクトルの形状を選択します。2048*2048 固定です。
- size : 2 次元スペクトルのサイズを 512*512 または 2048*2048 から選択します。
- CH1 offset CH2 offset(ch) : ピーク位置のオフセット調整。2 次元スペクトルは最大 512 または 2048ch までとなっており、測定対象のピーク位置(centroid)がこの範囲外の場合、offset を調整します。例えばピーク位置が 3000ch、前述のsizeが512で、ピーク位置をおおよそグラフの中心に表示したい場合、offset 値は、 $2744\text{ch} = (3000\text{ch} - 512\text{ch}) / 2$ と設定します。
- keV/ch : 2 次元スペクトルの 1ch あたりのエネルギー値 keV を任意に設定します。この設定での各グラフへの影響は無く、情報として CDB データファイルの Header に保存されます。設定は、まず energy モードで 511keV などを測定してエネルギー校正を行い、その際の算出された傾き*a をコピーします。
- cursor, CH1, CH2 ,count : 2 次元スペクトル内の縦方向カーソルを CH1 への設定またはカーソルをドラッグアンドドロップして操作し、同様に横方向カーソルを CH2 への設定またはドラッグアンドドロップして操作して操作して、それら

- の交点のカウントを count に表示します。
- 2次元スペクトル : 同時計測した際に得られた CH1 と CH2 の波高値(PHA)を元に、X軸に CH1 2次元スペクトル内の縦方向カーソルを CH1 への設定またはカーソルの交点のカウントを count に表示します。
- plot type : 2次元スペクトルから、CH1 側またはCH2 側から見た場合のchの合計による 1次元グラフか、設定した場所での断面グラフかを選択します。
- sum : CH1 及びCH2 のそれぞれの方向から見た場合のch合計
- slice : 2次元ヒストグラム上のカーソル位置による断面
- coincidence time(ns) : advanced タブ内 coincidence time での設定値を表示。
- coincidence total counts : 2次元スペクトルに表示されたカウント数の総和。
- read data : 2次元スペクトルの読み込み状態。プログレスバーが一杯になるとデータの読み込みが完了し、2次元スペクトルと CH1(horizontal)グラフとCH2(vertical)グラフが更新されます。
- CH1(horizontal) : 前述 plot type に応じたCH1 側から見た 1次元スペクトルを表示。
- CH2(vertical) : 前述 plot type に応じたCH2 側から見た 1次元スペクトルを表示。

4. 5. lifetime タブ

lifetime(寿命)測定のための設定及び結果を表示します。AMOC モードで測定する前に寿命測定で確認を行います。

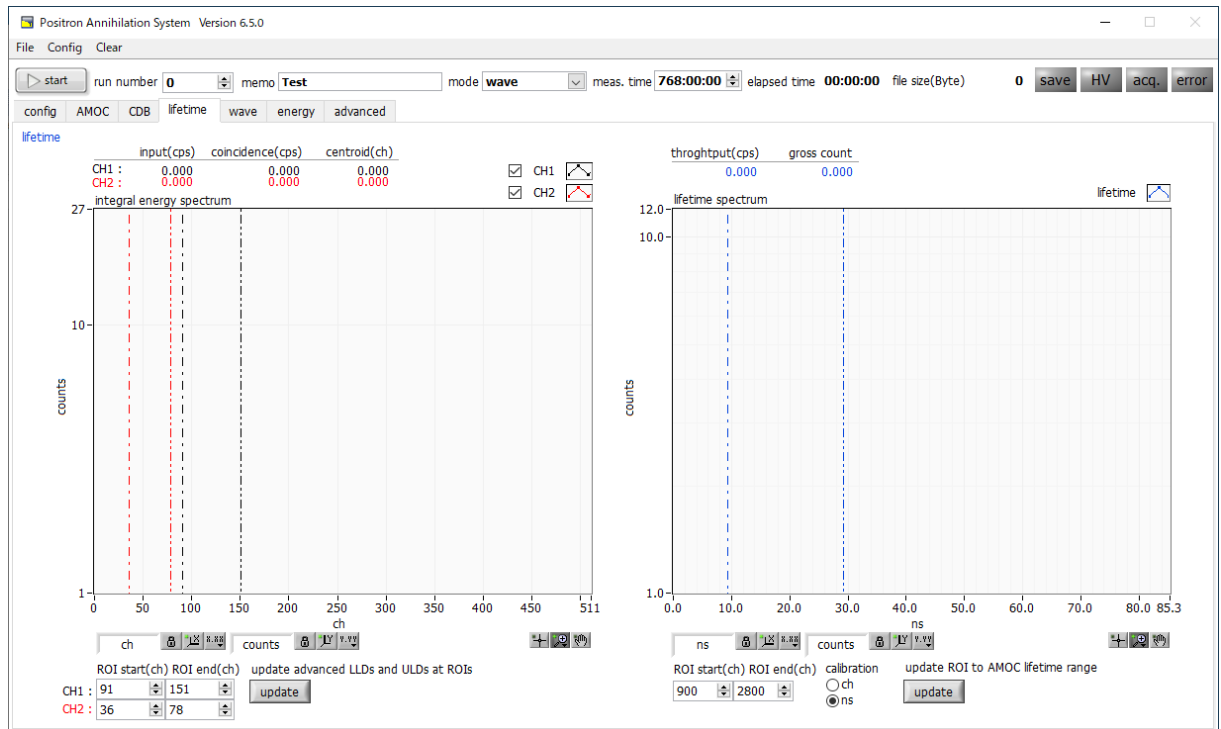


図 10 lifetime タブ(左側：CH1：1275keV ピーク、CH2：511keV ピーク、右側：寿命スペクトル)

lifetime タブでは lifetime モードの測定における有効寿命データの積算スペクトルと各種計数率を表示します。画面左側はエネルギースペクトル、右側は寿命スペクトルです。有効イベントデータとは、スレッシュホールド、LLD、ULD、コインシデンス等の条件をクリアしたイベントデータのことです。これらの条件は advanced タブ内 APV8702 部にて設定します。

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| Input(cps) | : | アナログコンパレータの計数率です。 |
| coincidence(cps) | : | アナログスレッシュホールド、コインシデンス条件をクリアし、波形処理プロセッサに取り込まれたイベントの計数率です。Walk,LLD,ULD 等の CFD/LET 条件は反映されていません。 |
| centroid(cps) | : | エネルギースペクトルピークを ROI 設定した時の中心値です。 |
| integral energy spectrum | : | 横軸をエネルギー(ch)、縦軸を頻度としたエネルギースペクトルグラフです。エネルギーはプロセッサに取り込まれた wave データの波高値を時間に対して積分して求められます。CH1 では START(1275keV)タイミングを取るエネルギー範囲を、CH2 では STOP(511keV)タイミングを取るエネルギー範囲を、各々の LLD と ULD を設定することで、寿命スペクトルにそのタイミングを反映することが可能です。 |
| ROI start(ch) ※左側 | : | CH 毎に integral energy spectrum グラフにおける ROI の開始位置を設定します。設定と連動してグラフ内対象カーソルが移動します。 |
| ROI end(ch) ※左側 | : | CH 毎に integral energy spectrum グラフにおける ROI の終了位置を設定します。設定と連動してグラフ内対象カーソルが移動します。 |

- update ボタン ※左側 : 前述の ROI start、ROI end の設定値を advance タブ内 APV8702 の LLD と ULD に反映させます。反映後 AMOC モードまたは CDB&lifetime モードまたは lifetime モードで測定を開始後、該当エネルギー範囲内で選別されたイベントの時間情報を元に lifetime spectrum グラフを更新します。例えば、CH1 で ^{22}Na の 1275keV のピーク、CH2 で 511keV のピークをそれぞれ ROI start と ROI end で範囲設定すると 1275keV 検出時間-511keV 検出時間での時間差スペクトルを取得することができます。
- throughput(cps) : アナログスレッシュホールド、コインシデンス、threshold、CFD walk、CFD threshold、LLD、ULD 条件をクリアした有効イベントの計数率です。
- gross count : 後述 lifetime spectrum 内 ROI 間のカウントの総和です。
- lifetime spectrum : 横軸を CH1 と CH2 の検出器時間の差、縦軸を頻度(カウント)とした寿命スペクトルです。時間差はプロセッサに取り込まれた wave データに対して CFD タイミングを取り、CH1 と CH2 のディスクリミネートタイミングの時間差として算出します。CH1 をスタート、CH2 を STOP としています。
- ROI start(ch) ※右側 : lifetime spectrum グラフにおける ROI の開始位置を設定します。設定と連動してグラフ内対象カーソルが移動します。
- ROI end(ch) ※右側 : lifetime spectrum グラフにおける ROI の終了位置を設定します。設定と連動してグラフ内対象カーソルが移動します。
- calibration : 横軸の単位を ch または ns で切り替えます。ns の場合、およそ 10.4ps/ch です。
- update ボタン 右側 : ROI start、ROI end の値をそれぞれ AMOC タブの lifetime range に反映させます。

4. 6. wave タブ

BaF₂ シンチレーション検出器からの出力信号を確認します。lifetime モードや CDB&lifetime モードや AMOC モードで測定する前に波形がサチレーションしていないか、ベースラインやスレッシュホールドが適切かの確認を行います。

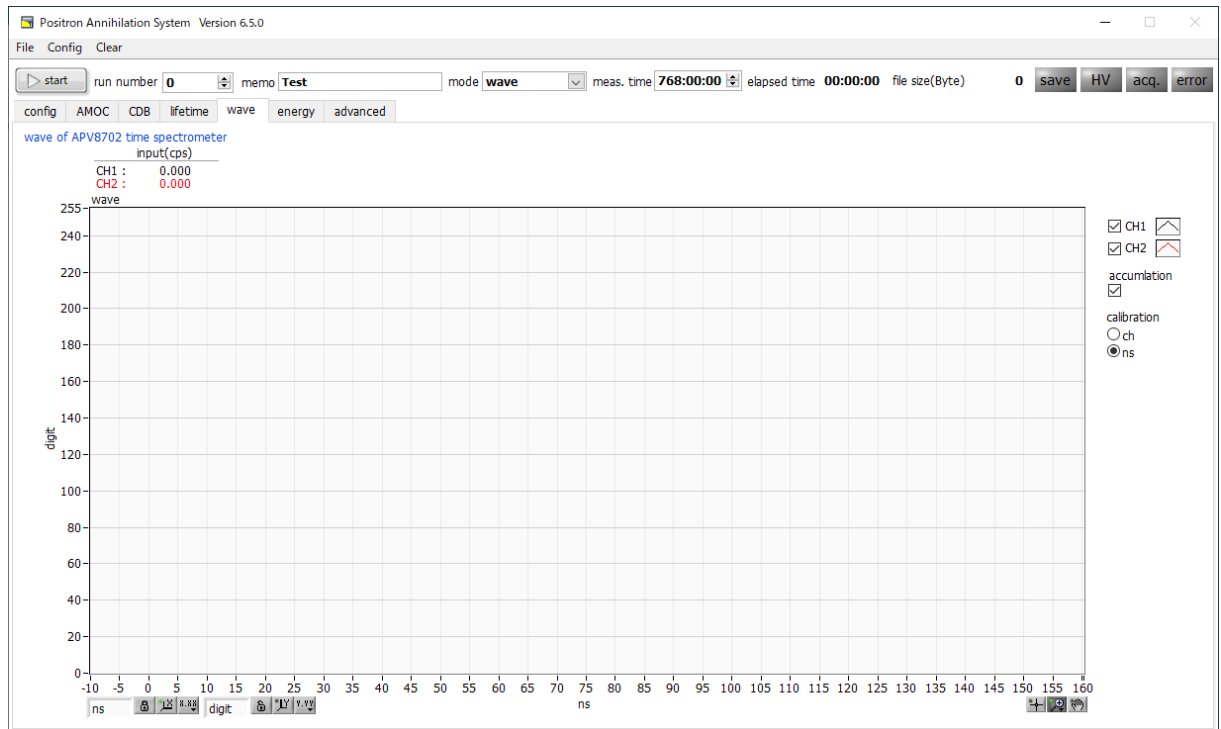


図 11 wave タブ

- Input(cps) : アナログコンパレータでの計数率です。アナログスレッシュホールドを超えた場合にカウントします。
- wave(グラフ) : wave モード測定中に ADC より取り込まれた wave データをグラフとして表示します。横軸はサンプリングナンバー/時間、縦軸は ADC コード (0~255digit) となっております。advanced タブでの設定により、波形のベースラインを 240digit にし、波形が 0 から 240digit におさまるようにします。
- accumulation : wave データの残像機能の有無を選択します。ON の時残像有りです。
- calibration : 横軸の単位を ch または ns から選択します。ns の場合、およそ 333ps/ch です。

4. 7. energy タブ

energy モードにて使用するタブです。APV8002 を使用して Ge 半導体検出器のプリアンプ出力信号から波形整形したデータを元にエネルギースペクトルをつくり、計数率、ROI 演算結果を表示します。また AMOC モードや CDB モードの前調整でも使用します。

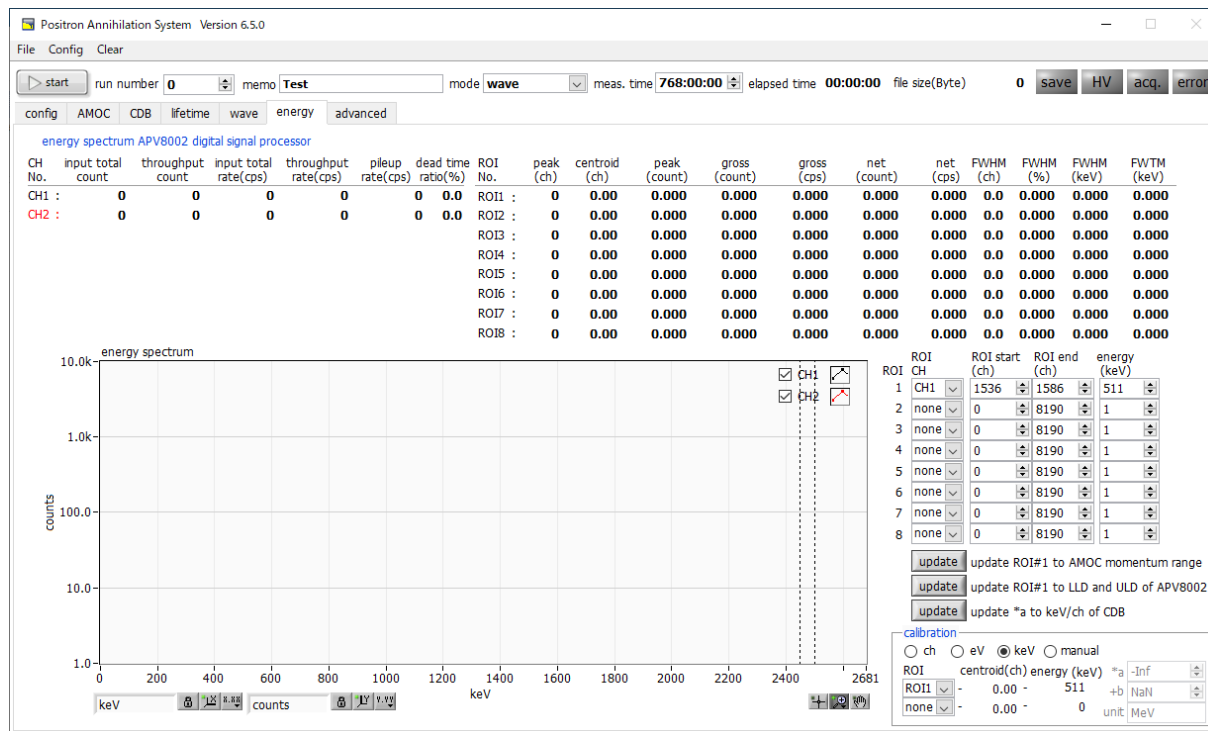


図 12 energy タブ

- input total count : 入力のあったイベント数。
- throughput count : 入力に対し処理された数。
- input total rate(cps) : 1 秒間の入力のあったイベント数。
- throughput rate(cps) : 1 秒間の入力に対し処理されたイベント数。
- pileup rate(cps) : 1 秒間のパイルアップカウント数。
- dead time ratio(%) : デッドタイム割合。取り込み毎の瞬時値。
- energy spectrum : エネルギースペクトル。横軸エネルギー、縦軸頻度のヒストグラム。
- ROI CH : ROI1 から 8 まで ROI 間演算の対象 CH を選択します。
- 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。 ^{60}Co の場合、1173 や 1332(keV)と設定。
- update ※上段 : AMOC モードのエネルギー(momentum)グラフの範囲に ROI1 の設定をコピーします。
- update ※中段 : advanced タブ内 APV8002 の CH1 と CH2 の LLD と ULD に ROI1 の設定をコピーします。CDB モード測定開始前の設定などに使用します。
- update ※下段 : エネルギー校正での傾き*a を CDB タブ内 keV/ch にコピーします。
- 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}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。
※CDBタブでのkeV/chを設定する際にここでの傾きaを使用します。
- 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。

4. 8. advancedタブ

使用する全モジュールの詳細設定を行うタブです。APV8702 にはパルス測定を行う通常版と高周波パルス対応版の2種類があり、不使用の設定は灰色無効にマスクされます。

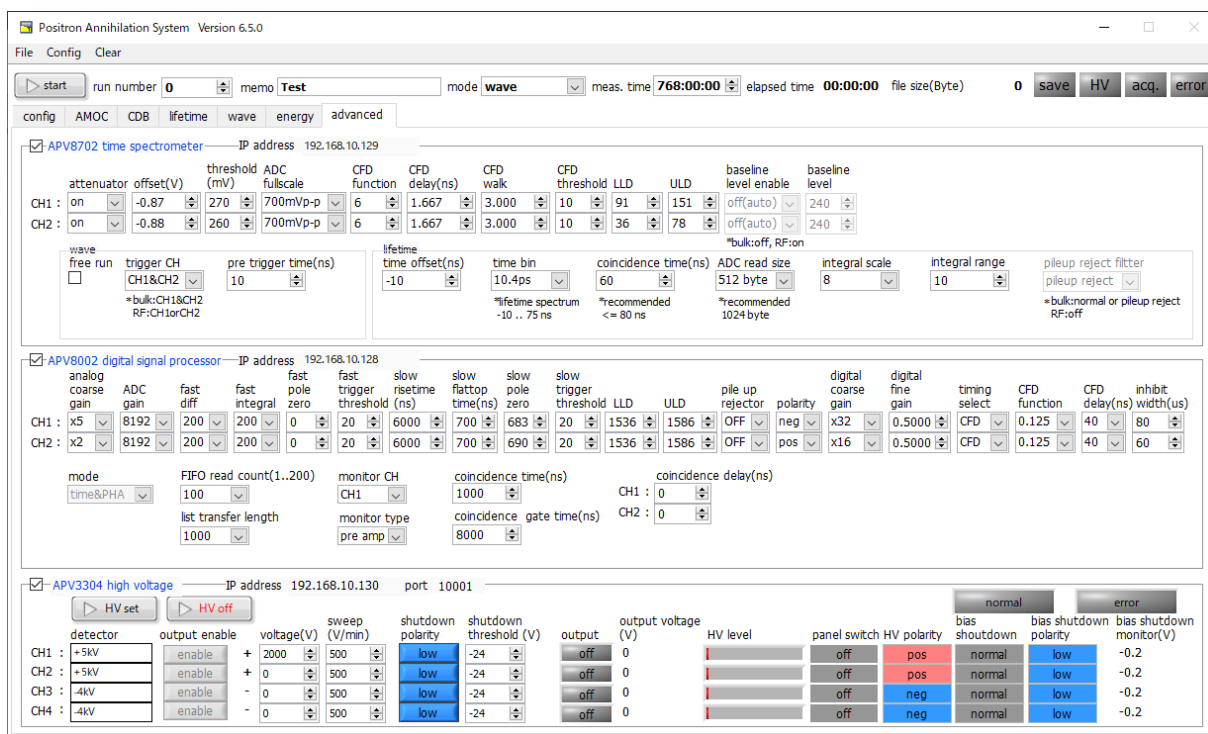


図 13 advancedタブ 通常版

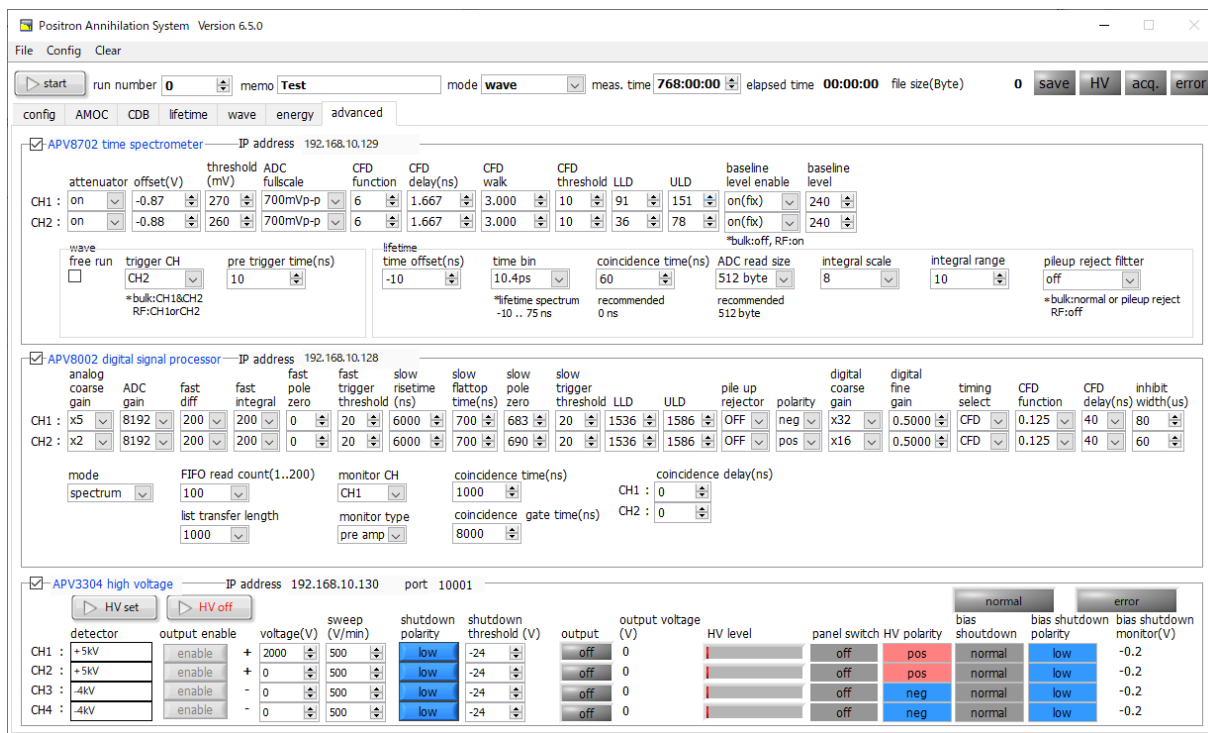


図 14 advancedタブ 高周波パルス対応用

- APV8702 time spectrometer 部(BaF₂ シンチレーション検出器用) :

attenuator	:	入力信号におけるアッテネータの設定。off または on 時は 1/5 です。
offset(V)	:	入力信号におけるオフセット調整の設定。通常-1V 近辺。ベースラインの調整時に使用します。wave モードを実行し、この設定によりベースラインを240digit になるように調整します。
threshold(mV)	:	アナログの閾値を設定。通常270から300mV。lifetime モード時不要低エネルギー領域の除去にも使用します。
ADC fullscale	:	ADC のアナログフルスケールレンジ。attenuator を off とした際の入力端子での入力電圧。
CFD function	:	CFD の元波形縮小倍率に関する設定。通常6 または 7。
CFD delay(ns)	:	CFD の遅延時間に関する設定。通常 1.333 または 1.667。
CFD walk	:	CFD の walk に関する設定。通常 3。
CFD threshold	:	CFD の閾値に関する設定。通常 10。

※補足※

本装置では取り込んだ波形から CFD(Constant Fraction Discriminator) 処理により各 CH のゼロクロスタイミングを算出しています。CFD 処理波形を確認できないため上記 4 つの設定は少しずつ変更し寿命スペクトルで確認しながらの調整となります。

LLD	:	lifetime モードでの Integral energy spectrum の下限値に関する設定です。 ²² Na のエネルギースペクトルにおける 1275keV や 511keV のタイミングを絞る際に、そのピーク範囲設定の下限閾値として使用します。
ULD	:	lifetime モードでの Integral energy spectrum の下限値に関する設定です。 ²² Na のエネルギースペクトルにおける 1275keV や 511keV のタイミングを絞る際に、そのピーク範囲設定の上限閾値として使用します。
baseline level enable	:	固定ベースラインレベルの使用可否を選択します。off(auto) の場合は波形の取り込み付近から演算でベースラインレベルを決定します。on の場合は次の baseline level の値を固定ベースラインレベルとして使用します。高周波(RF)パルス対応版でのみ有効で、ベースライン演算範囲に高周波パルスが含まれてしまいベースラインが正しく算出できない場合での対策です。
baseline level	:	前述の baseline level enable を on にした場合ここでの設定値を固定のベースラインレベルとします。通常は 240 です。
free run	:	チェックを入れると内部で 10Hz のトリガ信号を生成し連続して波形データ取得することができます。前述の offset 調整やノイズレベルの確認などに使用します。
trigger ch	:	トリガとする CH の選択。(CH1/CH2/CH1&CH2)。バルク測定の場合は同時測定である CH1&CH2 を使用します。高周波(RF)パルス対応版の場合は CH1&CH2 または CH1 または CH2 のシングルトリガで使用します。
pre trigger time(ns)	:	wave モード時のプリトリガタイミングの設定です。トリガタイミングより設定した時間分前の波形データを収集することができます。通常 10ns、設定範囲は 0 から 50ns です。
time offset(ns)	:	lifetime モードにおける lifetime spectrum の時間オフセットの設定。通常-10ns、設定範囲は-1000ns から 0 です。高周波(RF)パルス対応版の場合は 0

です。

- time bin : lifetime モードにおける life time spectrum グラフの 1bin あたりの時間幅の設定です。通常 10.4ps です。
- coincidence time(ns) : 同時と見なす範囲の上限値。通常は 60ns、設定範囲は 10 から 1300ns。周波 (RF)パルス対応版の場合は 0 です。
- ADC read size : APV8702 内 ADC で保管した波形データの読み込み処理サイズです。通常は 512byte、設定範囲は 512byte から 4096byte。設定の目安として、時間差が短い場合や計数が多い場合は 512byte、時間差が長く計数が少ない場合は 4096byte を設定します。

※補足※

time bin と coincidence time と ADC read size の組み合わせにより、lifetime spectrum のおおよその計測可能範囲が決まります。推奨組み合わせ設定は下表の通りです。

表 1 time bin と coincidence time と ADC read size の推奨組み合わせ設定

time bin	coincidence time	ADC read size
10.4 ps	< 30 ns	512 byte
10.4 ps	< 80 ns	1024 byte
20.8 ps	< 150 ns	2048 byte
41.6 ps	< 310 ns	4096 byte
83.3 ps	< 660 ns	4096 byte
166.6 ps	< 1100 ns	4096 byte

- integral scale : integral energy spectrum 向けの横軸スケール換算に関する設定。波形の積分結果を 1/設定値にします。ゲインが高く積分範囲が広い場合、積分結果が大きな値となるため 512ch におさまるように調整します。
- integral range : integral energy spectrum 向けの積分範囲に関する設定です。通常 10 です。積分した値をエネルギー相当とします。
- pileup rejector filter : パイルアップアップリジェクトは波形が 2 つ重なった場合など演算に不適切として使用しないとする機能です。通常 normarm1(必要最低限のリジェクト)または pileupreject を選択します。高周波 (RF)パルス対応版の場合は off です。

• APV8002 digital signal processor 部(Ge 半導体検出器用) :

- analog coarse gain : アナログコース(粗)ゲイン。内部に取り込んだプリアンプ出力信号の増幅倍率です。1、2、5、10 倍から選択します。フロントパネル MONI 出力端子とオシロスコープを接続し後述の monitor type を preamp にして信号レベルが 0 から 1V 以内におさまるように調整します。
- ADC gain : ADC のゲイン(チャンネルまたはビン数)通常は 8192ch です。
- fast diff : fast 系微分回路の定数。通常は 200 です。
- fast integral : fast 系積分回路の定数。通常は 200 です。
- fast pole zero : fast 系ポールゼロキャンセルを設定します。通常は 0(自動設定)です。
- 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です。単位は digit です。通常は 10 から 20 です。ノイズレベルが高い場合は 30 以上になる場合もあります。input total rate(cps)の計数率を確認しながら極端に値が大きくなるノイズレベル付近より少し大きい値で調整します。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。その波形におい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フィルタ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。
- slow risetime(ns) : slow 系フィルタのライズタイムを設定します。通常は 6000ns(リニアアンプ 3 μ sec 相当)です。小さく設定すれば計数は上がりますがエネルギー分解能力が悪くなります。
- slow flattop time(ns) : slow 系フィルタのフラットトップタイムを設定します。通常は 700ns です。
- slow pole zero : slow 系ポールゼロキャンセルを設定します。フロントパネル MONI 出力端子とオシロスコープを接続し後述の monitor type を slow にしてベースライン付近にオーバーシュートやアンダーシュートが無いようポールゼロを調整します。

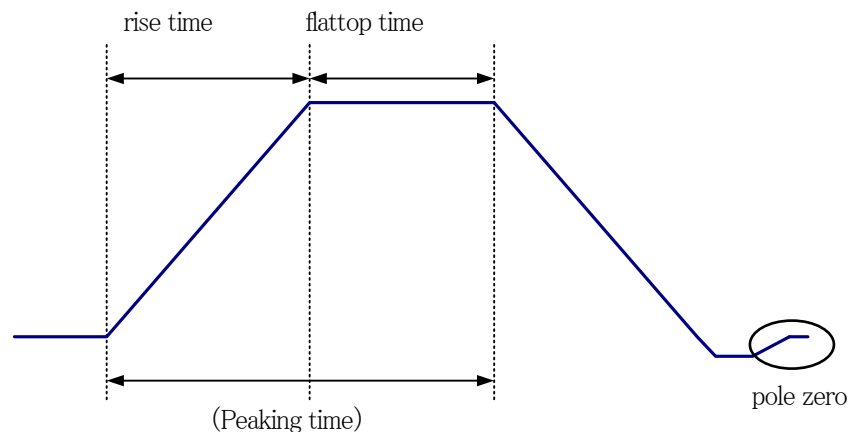


図 15 rise time と flattop time と pole zero

- slow trigger threshold : slow 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を設定します。通常は 20 から 30 です。ノイズレベルより若干上で後述の LLD 以下に設定します。throughput rate(cps)の計数率を確認しながら極端に値が大きくなるノイズレベル付近より少し大きい値で調整します。生成されたスペクトロスコープアンプのフィルタ波形においてこの閾値以上になった場合に、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。

- LLD : エネルギーLLD(Lower Level Discriminator)を設定します。単位はchです。この閾値より下のchはカウントしません。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)を設定します。単位はchです。この閾値より上のchはカウントしません。LLDより大きい値に設定します。

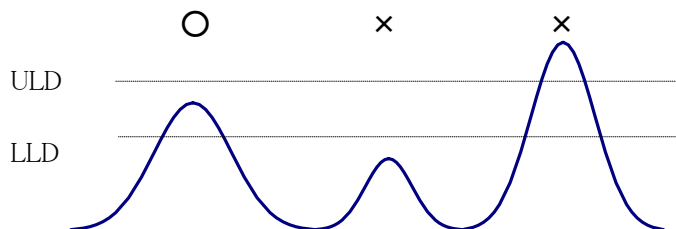


図 16 LLDとULD

- pileup rejecter : パイルアップリジェクトの使用可否を設定します。通常OFFです。
- polarity : プリアンプ信号の極性を選択します。posは正極性、negは負極性です。
- 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。
- 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。エネルギースペクトルのピーク位置の微調整に使用します。
- timing select : タイムスタンプを決定するタイミングを選択します。
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。

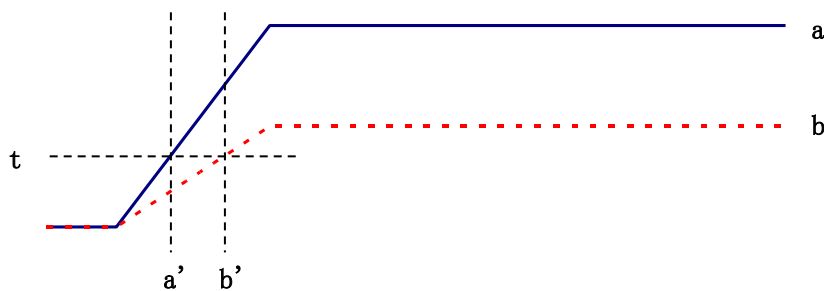


図 17 リーディングエッジ(Leading Edge Timing)の考え方

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

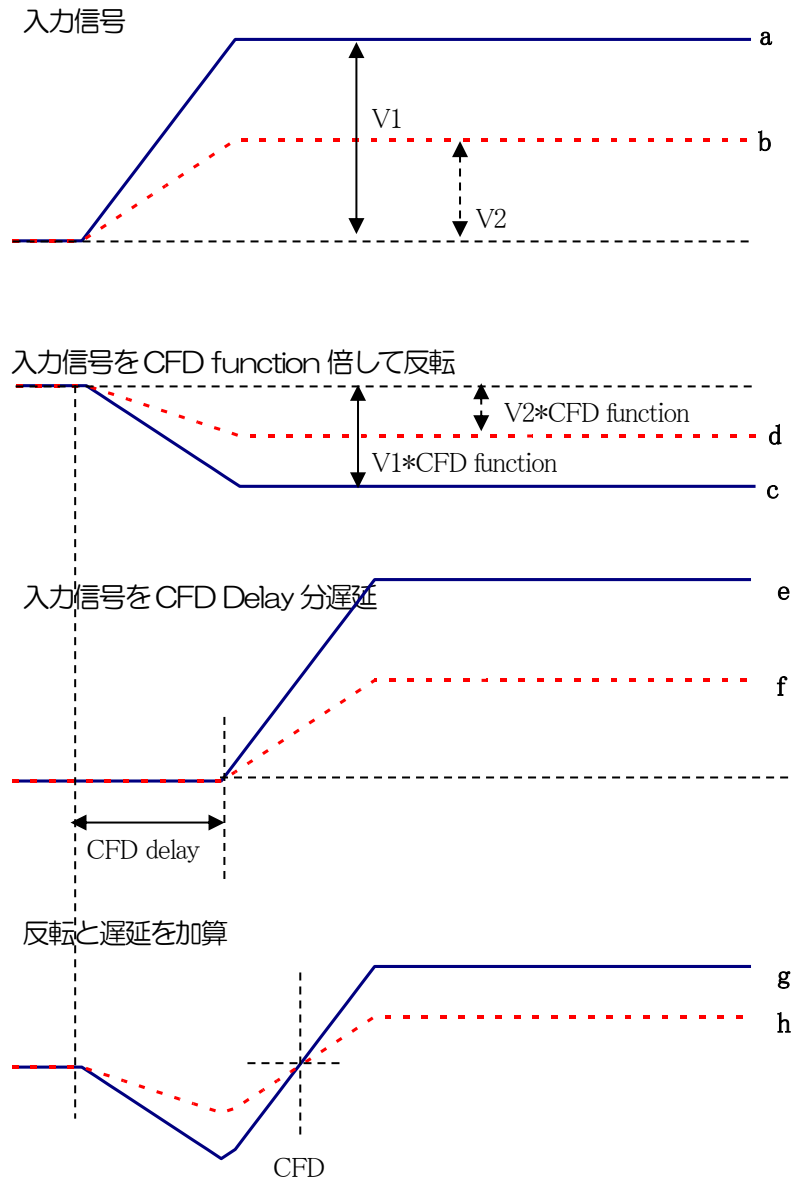


図 18 コンスタントフラクションタイミング(Constant Fraction Discriminator Timing)の考え方

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 を加えた波形と波形 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 算出用に元波形を縮小するための倍率。0.125、0.25、0.375、0.4、0.5、0.625、0.75、0.875 から選択します。

CFD delay : CFD 遅延時間を 10、20、30、40、50、60、70、80ns から選択します。

inhibit width(ns)	:	リセット型 Ge 半導体検出器インヒビット信号を内部にて時間幅を調整する設定です。設定範囲は0 から 16383ns。
monitor CH	:	DAC 出力のCH 番号を選択します。
monitor type	:	DAC 出力の波形選択。DAC 出力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
	fast	: fast 系フィルタ信号
	slow	: slow 系フィルタ信号
	CFD	: CFD の信号
coincidence time	:	同時測定と見なす時間範囲です。通常 100ns。fast 系フィルタを同時判定に使用します。
coincidence gate time(ns)	:	同時測定での波高値算出を待機する時間を設定します。通常slow rise time+slow flattop time より十分大きい値で設定します。slow rise time が60000 でslow flattop time 700 の場合、8000 と設定します。
coincidence delay time(ns)	:	同時判定遅延時間。通常 0 です。ケーブル長の違いなどの微調整用に使用します。

• APV3304 high voltage 部(高圧電源用) :

HV set ボタン	:	後述の全設定を APV3304 へ送信します。
HV off ボタン	:	全CH の高圧電源出力を OFF にします。sweep(v/min)に応じて降圧します。
normal/emergency off	:	ハードウェアの障害もしくはパネルの EMO スイッチを 3 秒以上長押しすることで点灯します。点灯時には全 CH の高圧出力を sweep(v/min)に応じて降圧します。解除するためには、VME 電源ラックの電源を OFF にします。
error	:	通信エラーが発生した場合に点灯します。
detector	:	検出器名称。任意文字列を入力します。
output enable	:	高圧電源 ON/OFF 選択。APV3304 フロントパネルの ON/OFF スイッチが OFF の場合灰色無効となり、ON の場合は選択可能です。出力する CH の ON/OFF スイッチを ON にして、そのCH のenable ボタンをクリックし、HV set ボタンをクリックすることで高圧電源出力制御が開始します。
voltage	:	設定電圧値。通常本装置用 APV3304 は、最大設定電圧値は CH1 と CH2 は +5000V、CH3 と CH4 は-4000V です。極性は選択不可で APV3304 の出荷状態によります。極性は後述の HV polarity にて確認できます。
sweep(V/min)	:	設定高圧値 Voltage(V)に遷移する際の 1 分間電圧上昇/下降量です。
		※注意※
		大きい値を設定すると、検出器に対し急速に高圧を供給することになります。検出器を壊さないように検出器毎に推奨された値に設定する必要があります。
shutdown polarity	:	APV3304 フロントパネルの CH1 用 SHTD1 から CH4 用 SHTD4 までの信号入力端子においてバイアスシャットダウンとする極性を設定します。後述の shutdown threshold(V)とともに使用します。例えば shutdown polarity を low、shutdown threshold(V)を 4(V)と設定し、SHTD2 に 5.3V かかっている

る場合、SHTD2 端子に 4V 以下の電圧がかかった場合にバイアスシャットダウン制御が開始します。バイアスシャットダウンの仕様は検出器メーカーや機種により異なりますので十分確認が必要です。出荷時は low です。

shutdown threshold(V)	:	APV3304 フロントパネルの CH1 用 SHTD1 から CH4 用 SHTD4 までの信号入力端子においてバイアスシャットダウンとする閾値を設定します。前述の shutdown polarity とともに使用します。出荷時は -24V です。
output	:	高圧電源の出力状態を表示します。 消灯 : 高圧出力 OFF 点滅 : 設定した高電圧へ遷移中 点灯 : 設定した高電圧を出力中
output voltage(V)	:	現在の出力電圧値を表示します。精度は搭載高圧電源の仕様±5%程度です。この仕様上定格出力の1%以下時のモニタ精度は保証されません。出力電圧には負荷依存性があるため、負荷の大きさによっては設定電圧 voltage(V)とこの表示が異なる場合があります。
HV level	:	現在の出力電圧値をプログレスバーで表示します。最大+または-5000V です。
panel switch	:	フロントパネルの ON/OFF スイッチの状態を表示します。
HV polarity	:	APV3304 に実装されている高圧電源の極性を表示します。通常 CH1 と CH2 は pos(正極性)、CH3 と CH4 は neg(負極性)です。
bias shutdown	:	バイアスシャットダウン条件時に点灯します。条件は検出器のバイアスシャットダウン信号の仕様と、前述の shutdown polarity と shutdown threshold(V) の設定によります。
shutdown polarity	:	前述の shutdown polarity の設定状態を表示します。
bias shutdown monitor(V)	:	SHTD1 から SHTD4 に入力された信号の電圧値(V)を表示します。前述の shutdown polarity と shutdown threshold(V) の設定はこの値をもとに判定します。検出器の出力インピーダンスが高い場合正しく表示できない場合があります。

※ bias shutdown 信号の仕様により、APV3304 基板上のジャンパ設定が必要な場合があります。詳細は別冊「APV3304 取扱説明書」を参照ください。

5. 測定

5. 1. 高圧電源印加

測定を開始するに際し各検出器に対して高電圧を印加します。

高圧電源を操作する前に下記の点をご確認ください。

- ※ SHV ケーブル及びブリアンプ電源ケーブルが断線無く正しく接続されていること。
- ※ 検出器の高電圧極性(プラスまたはマイナス)、最大定格電圧、1 分間に昇圧または降圧させる電圧量(V/min)。
- ※ 別冊「APV3304 取扱説明書」の注意事項。

(1) advanced タブ内 high voltage 部にて下記の点を確認します。

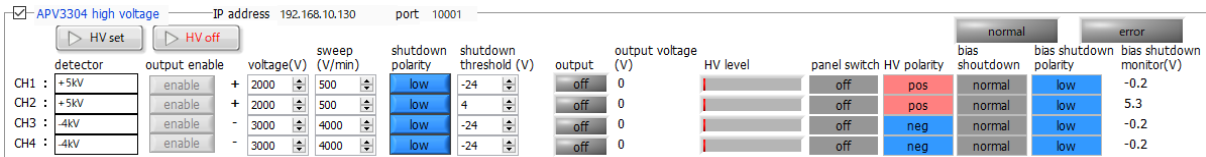


図 19 起動時の high voltage 部

- ・ output enable が OFF 状態かつ無効灰色であること。
- ・ sweep(V/min)が接続されている検出器にあった設定になっていること。例として、Ge 半導体検出器が接続されている CH1 と CH2 は 1 分間あたり 500V 昇圧したい場合 500V/min と設定します。BaF₂ シンチレーション検出器が接続されている CH3 と CH4 は 1 分間あたり 4000V 昇圧したい場合 4000V/min と設定します。
- ・ shutdown polarity と shutdown threshold(V)は検出器にバイアスシャットダウン信号が無い場合は便宜上 low と-24V と設定します。これは APV3304 のフロントパネル SHTD1 から SHTD4 コネクタに該当する CH のバイアスシャットダウン信号のレベルが-24V を下回る場合はバイアスシャットダウンとみなし印加不可となります。バイアスシャットダウン信号のレベルは bias shutdown monitor(V)に表示されます。バイアスシャットダウンの例を下図の CH2 に記載します。

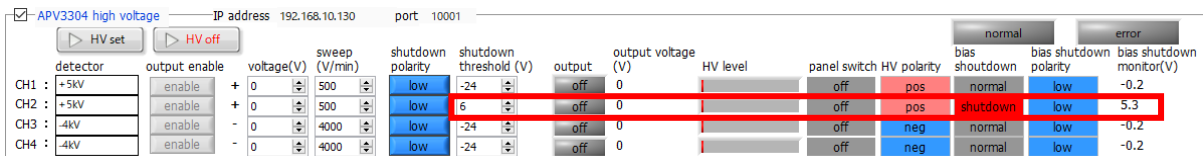


図 20 CH2 バイアスシャットダウン状態

CH2 の設定は low と(+6V)に対して bias shutdown monitor(V)が 5.3V となって 6V を下回っているため赤色で shutdown と表示されています。この場合印加を開始する事はできません。また印加中にこの状態になった場合 sweep(V/min)の設定に応じて降圧します。

- ・ output が消灯し output voltage(V)が 0 近辺の値であること。
- (2) 検出器からの出力信号をオシロスコープにてモニタします。この後の印加開始後異常な動作をした場合は直ちに HV off ボタンをクリックするか APV3304 フロントパネルの EM-OFF(緊急高圧電源出力停止ボタン)ボタンを 3 秒以上押下するか ON/OFF スイッチを OFF にし高圧電源の出力を OFF にします。

- (3) APV3304 フロントパネルのON/OFF スwitchをONにします。panel switch が点灯してONになり、output enable ボタンが設定可になります。

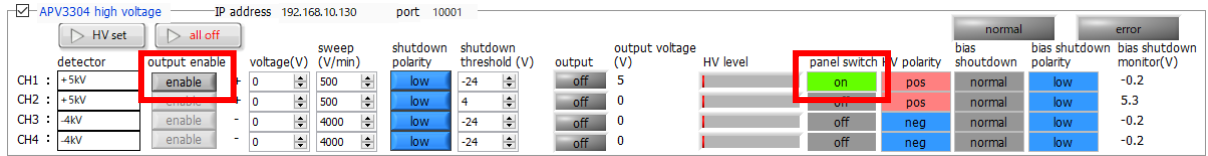


図 21 CH1 設定可能状態

- (4) voltage(V)に検出器に応じた印加したい電圧値を入力し、output enable ボタンをONにします。
- (5) HV set ボタンをクリックします。クリック後全4CH分の現在の設定状態が送信され印加が開始されます。印加中はoutput が点滅し、output voltage(V)とHV levelが増加します。

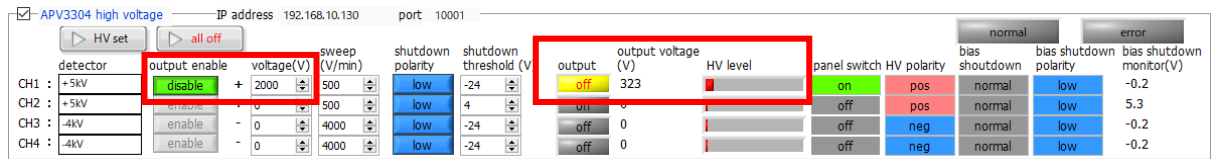


図 22 CH1 昇圧中

- (6) voltage(V)に設定した電圧に到達するとoutput が点灯し、output voltage(V)とHV levelが設定した近辺の値になります。また、画面右上のHVも点灯します。

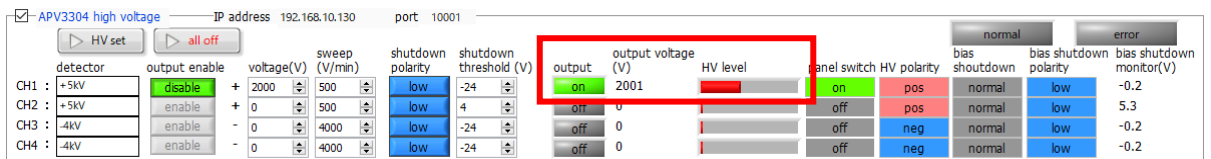


図 23 CH1 印加完了

- (7) 高圧電源のON/OFF だけであれば config タブ内 high voltage 部からも実行することが可能です。

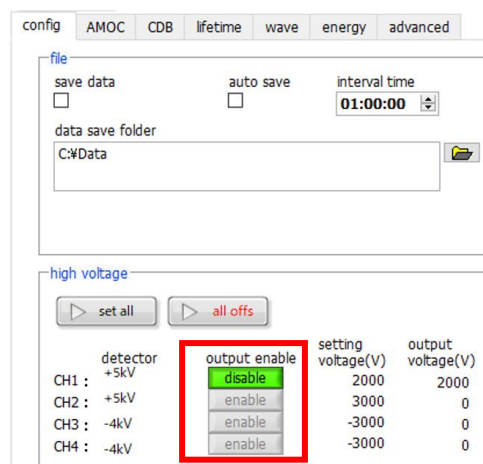


図 24 config タブでの高圧電源設定及び状態表示

5. 2. energy モード

energy モードは APV8002 単体を使用してガンマ線エネルギースペクトル測定を行うモードです。

5. 2. 1. 環境

(1) energy モードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

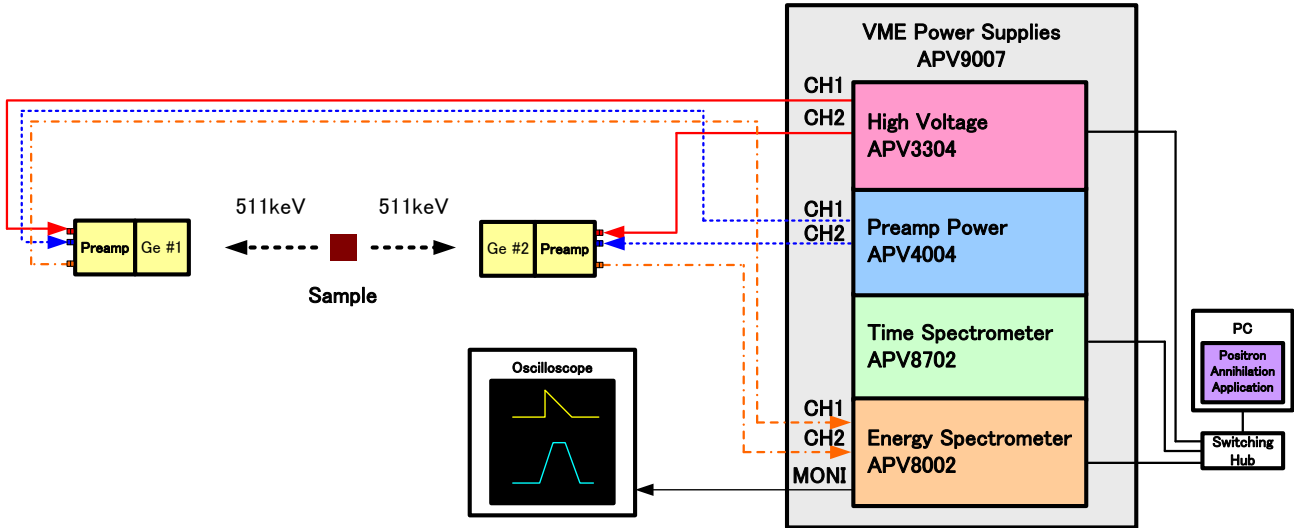


図 25 energy モード接続配線図

5. 2. 2. 調整

(1) advanced タブ内にて下記の設定を行います。下図の設定は目安であり環境により異なります。

APV8002 digital signal processor — IP address 192.168.10.128

	analog coarse gain	ADC gain	fast diff	fast integral	fast pole zero	fast trigger threshold	slow risetime (ns)	slow flattop time(ns)	slow pole zero	slow trigger threshold	LLD	ULD	pile up rejector	polarity	digital coarse gain	digital fine gain	timing select	CFD function	CFD delay(ns)	CFD width(us)	inhibit width(us)
CH1 :	x2	8192	200	200	0	20	6000	700	690	20	30	8100	OFF	pos	x16	0.5000	CFD	0.125	40	80	
CH2 :	x2	8192	200	200	0	20	6000	700	690	20	30	8100	OFF	pos	x16	0.5000	CFD	0.125	40	80	

mode	FIFO read count(1..200)	monitor CH	coincidence time(ns)	coincidence delay(ns)
spectrum	100	CH1	1000	CH1 : 0
	list transfer length	monitor type	coincidence gate time(ns)	CH2 : 0
	1000	pre amp	8000	

図 26 energy モード設定(目安)

- mode にて energy を選択します。
- 上図を参考に APV8002 のパラメータを設定します。各パラメータの説明は 4. 8. advanced タブ及び別冊の DSP ソフトウェアマニュアルを参照してください。
- meas. time を最大の 768 時間に設定します。
- 調整時は config タブ内 save data を OFF にすると測定毎にデータを保存しません。
- APV8002 フロントパネルの MINI 端子とオシロスコープを接続します。接続することで APV8002 内部の信号処理の状態を波形としてオシロスコープで確認でき、ゲインやポールゼロの調整を行います。オシロスコープの設定の目安は横軸 100 μ sec/Div.、縦軸 100mV/Div.です。
- メニュー Config をクリックし設定を APV8002 へ送信します。

- (2) アナログ系を調整の準備をします。アナログ系とは Ge 半導体検出器のプリアンプ出力信号に応じた APV8002 側の設定です。
- ・ polality にて検出器の極性を設定します。正極性であれば pos、負極性であれば neg を設定します。
 - ・ analog coarse gain は×2 倍または×5 倍としておきます。
 - ・ monitor CH を CH1、monitor type を preamp にします。MONI 端子から CH1 の APV8002 内プリアンプ信号がオシロスコープにて確認できます。0 から+1V の範囲内でありサチレーションしていないかを確認します。

- (3) アナログゲインとアナログポールゼロを調整します。DSP 機器フロントパネル上「F.G」(アナログのファインゲイン)を回しながら、プリアンプ信号の波高が400mVから600mVの範囲になるように調整します。

抵抗フィードバック型の設定

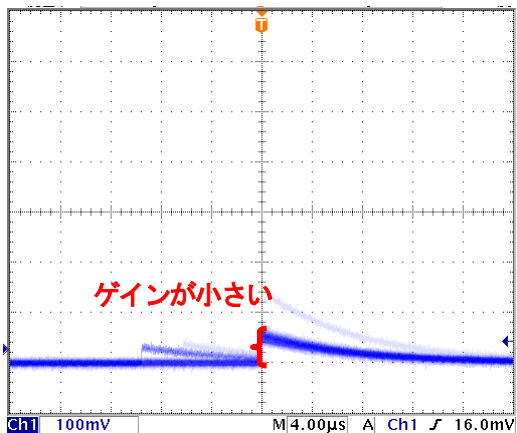


図 27 調整前

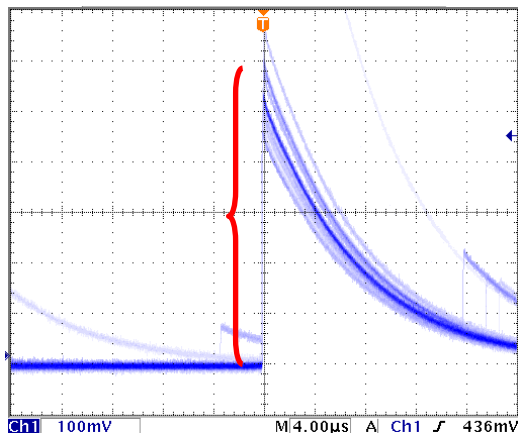


図 28 調整後

- DSP 機器フロントパネル上「P.Z」(アナログのポールゼロ)を回しながら、プリアンプ信号のポールゼロを調整します。

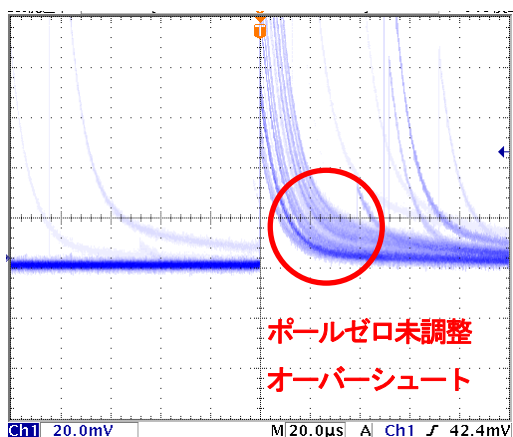


図 29 調整前(オーバーシュートの場合)

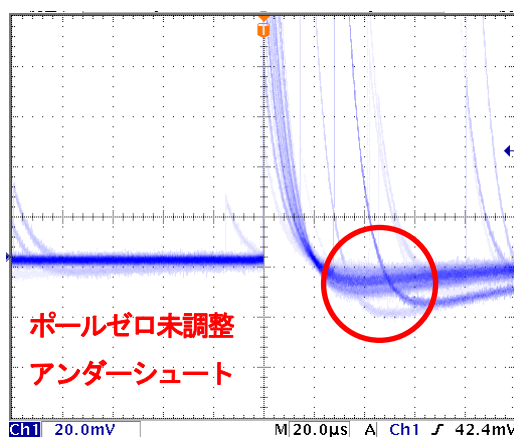


図 30 調整前(アンダーシュートの場合)

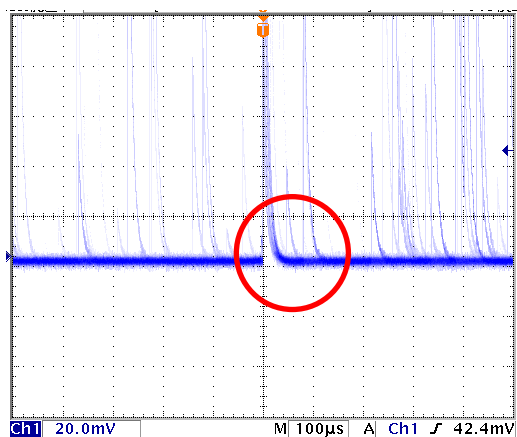


図 31 調整後

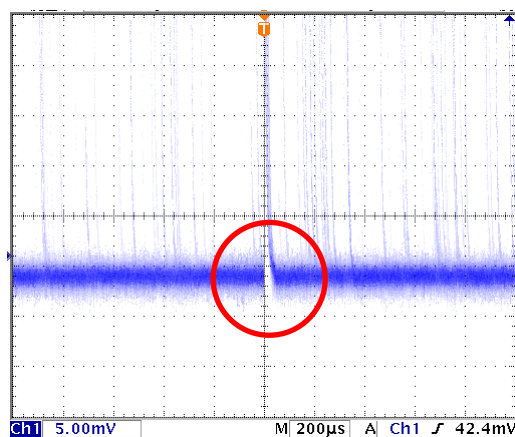


図 32 調整後(拡大)

リセット型の設定

- ① DSP 機器フロントパネル上「MONI」端子からのプリアンプ出力信号をオシロスコープで確認します。
 - ② DSP 機器フロントパネル上「P.Z」(アナログポールゼロ)を反時計回りに音が「カチカチ」と鳴るまで振り切ります。
 - ③ DSP 機器フロントパネル上「F.G」(アナログのファインゲイン)を回しながら、プリアンプ信号の波高が400mV から600mV になるように調整します。
- (4) デジタルポールゼロを調整します。monitor CH をCH1、monitor type をslow にします。MONI 端子からCH1 のAPV8002 内slow フィルタ(台形フィルタ)波形整形信号がオシロスコープにて確認できます。

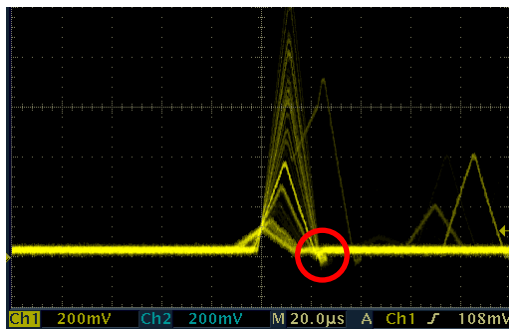


図 33 調整前(アンダーシュート)

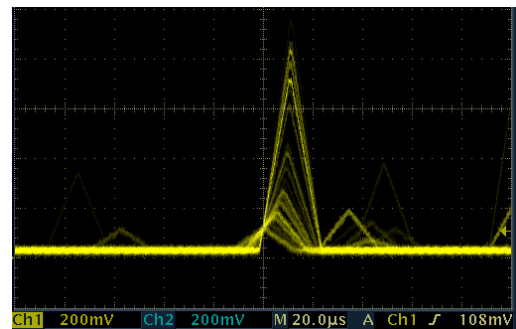


図 34 調整後

- (5) スレッシュホールドを設定します。スレッシュホールドの設定はゲーテッドベースラインレストアラ(BLR)の閾値として使用します。fast trigger threshold と slow trigger threshold の2種類があります。fast trigger threshold は、タイミング系フィルタから信号を検出するための閾値です。slow trigger threshold は、波形整形フィルタから信号を識別するための閾値です。
- start ボタンをクリックし測定を開始します。
- まず「fast trigger threshold」をある程度大きい値(50 程度)を入力してinput total rate(cps)を観測します。スレッシュホールドを徐々に小さくしinput total 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。目安は10 から20 です。
- 次に「slow trigger threshold」をある程度大きい値(50 程度)を入力してthroughput rate(cps)を観測します。slow trigger threshold を徐々に小さくしthroughput 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。目安は20~30 です。
- どちらの値もノイズレベルに可能な限り近い程、エネルギー分解能が向上する傾向にあります。
- (6) デジタルファインコースゲインとデジタルファインゲインを調整します。start ボタンをクリックし測定を開始します。digital coarse gain と digital fine gain を調整することでエネルギースペクトルにおける着目するピークの横軸位置を調整できます。

上記調整は特に重要な点だけであり、この他にもご使用中の環境によっては他の設定が必要になるかと思われます。その場合は別冊のDSP ソフトウェアマニュアルを参照してください。

5. 2. 3. 測定

前述の調整完了後測定を開始します。

- (1) 測定が始まると表示が自動的に energy タブに切り替わります。測定中は acq.LED が点滅し、装置と本アプリが通信中であることを表します。計数率の情報やエネルギースペクトルグラフが表示されます。ROI の設定を操作することでグラフの横軸のエネルギー校正を行ったり、ROI に対する演算結果を表示させたりすることができます。各設定の詳細に関しては 4. 7. energy タブを参照してください。

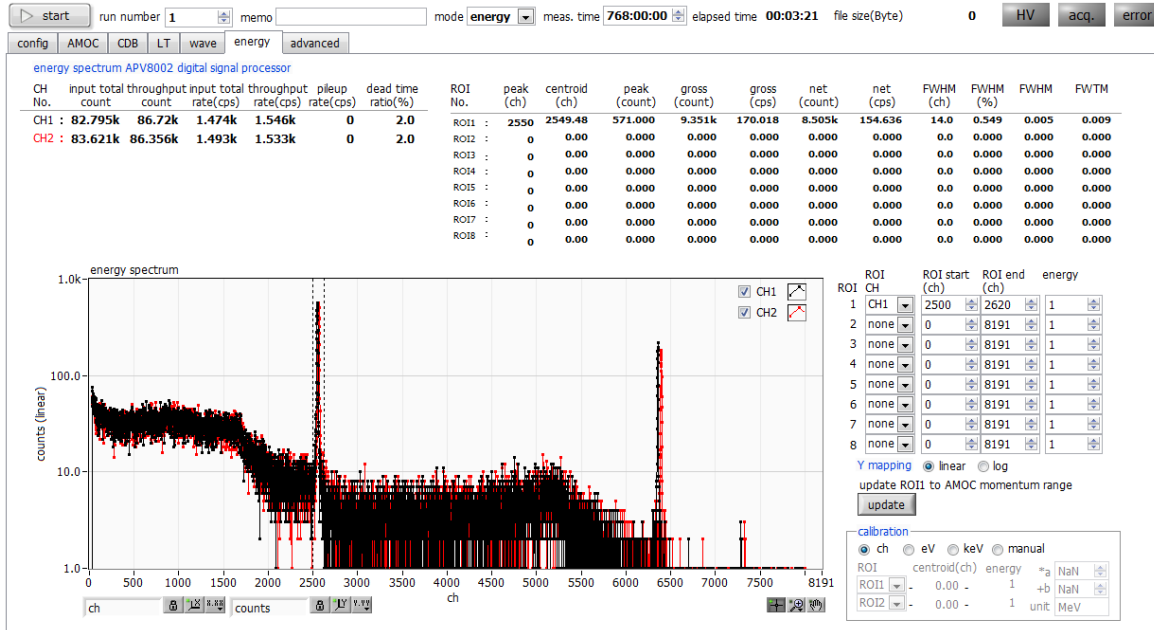


図 35 energy モード測定画面(^{22}Na スペクトル)

- elapsed time が meas.time に到達するか、start ボタン(測定開始後、自動的に表示が stop に変わります。)をクリックすることで測定が停止します。
- config タブにて save data の項目にチェックが入れてあれば測定停止時に測定データと config ファイルが自動で保存されます。保存先は config タブの下部に表示されているパスになります。また測定停止後にメニューバーの save energy file をクリックすることでも測定データを保存することができます。config タブの設定の詳細については 4. 2. config タブを参照してください。

5. 3. CDBモード

CDBモードはAPV8002を使用して2台のGe半導体検出器からの同時イベントを取得しCDB(Coincidence Doppler Broadening、コインシデンスドップラー拡がり)測定を行うモードです。

5. 3. 1. 環境

(1) CDBモードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

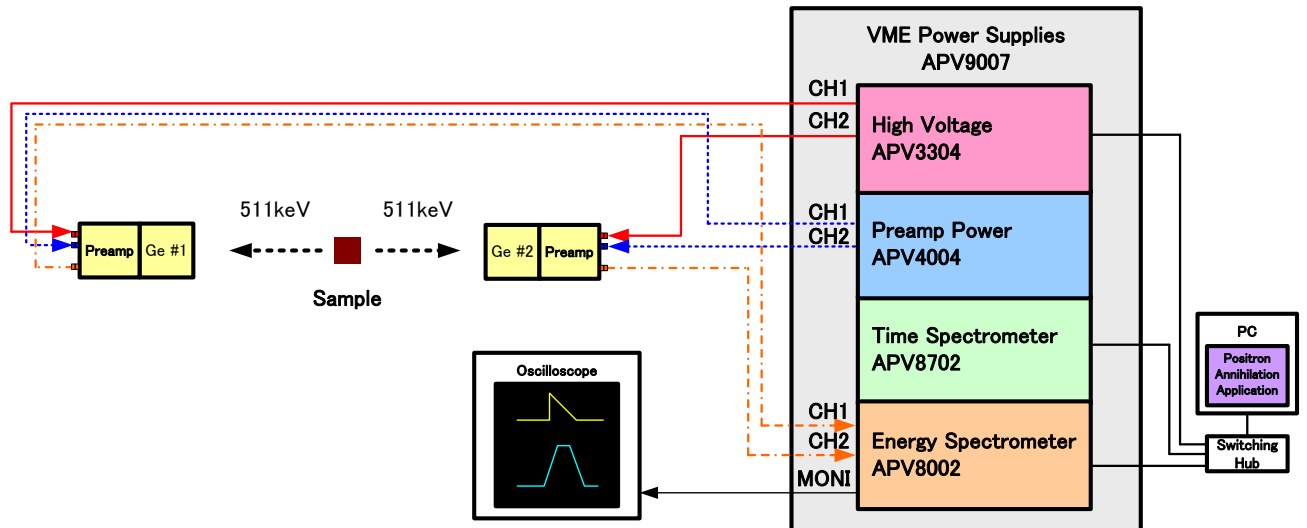


図 36 CDBモード接続図

5. 3. 2. 調整

- (1) 動作モードをenergyモードに切り替えて測定を行い、energyタブのenergy spectrumグラフのCH1とCH2に511keVのピークが表示されるようにadvanceタブの調整を行います。energyモードの操作については5. 2. energyモードを参照してください。
- (2) energyタブのenergy spectrum内511keVピークにROI start(ch)とROI stop(ch)を囲むように設定します。設定すると該当するカーソルがグラフ内を移動します(下図下向き矢印)。

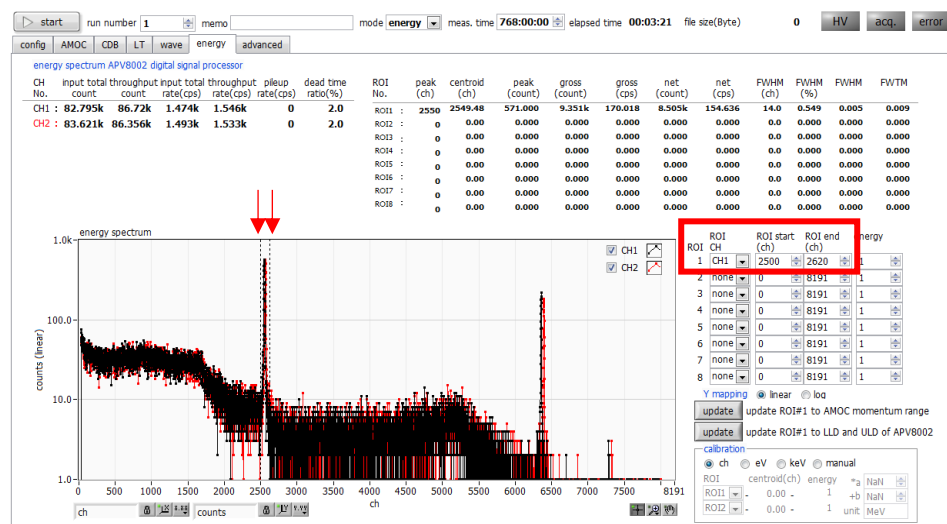


図 37 ROI設定

- (3) advanced タブの LLD の項目に ROI start(ch) を ULD の項目に ROI stop(ch) の値を入力するか、または update ROI#1 to LLD and ULD of APV8002 ボタンをクリックし、再度エネルギーモードで測定を開始します。
- (4) energy spectrum に LLD・ULD の設定が反映されたスペクトルが表示されていることを確認します。

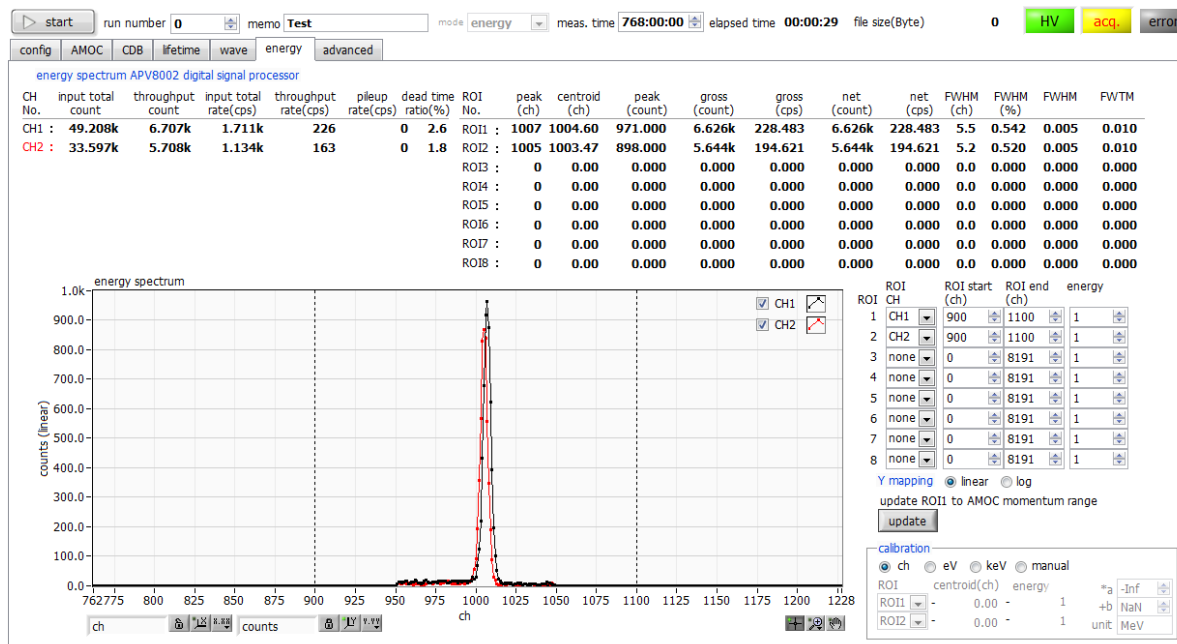


図 38 511keV ピークを囲むように LLD と ULD が設定されたエネルギースペクトル

- (5) CDB モードでの調整を終えたら、次の手順に従って設定を行います。
- mode のプルダウンメニューをクリックして CDB を選択します。
 - CDB タブに切り替えます。
 - range にて 2048*2048 を選択します。
 - CH1 offset(ch)/CH2 offset(ch) に advanced タブで設定した各 CH の LLD の値を入力します。尚 CDB データの出力可能範囲は 2048ch 分ですので 511keV ピークが LLD 以降 2048ch 内に入らない場合はさらにこの設定を増やして入るように調整します。
 - meas. time を設定します。

5. 3. 3. 測定

前述の調整完了後測定を開始します。

- (1) start ボタンをクリックし測定を開始します。

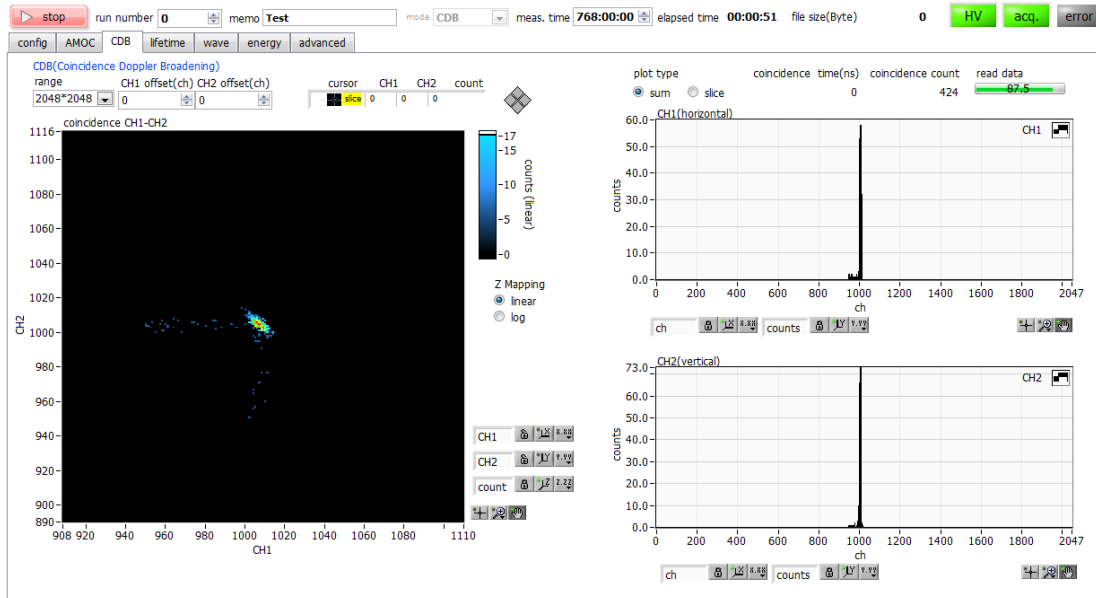


図 39 511keV ピークを囲むように LLD と ULD が設定されたエネルギースペクトル

- 読み込み中は read data プログレスバーが増加して読み込み進行状況を表示します。1 回の読み込みに 5 秒程度要します。
- グラフスケールの数字をダブルクリックし値を入力し、スケール調整を行うことができます。
- 測定中は acq.LED が点滅し装置と本アプリが通信中であることを表します。coincidence CH1-CH2 に 2 次元ヒストグラムが表示されます。
plot type にて sum を選択すると右側の上下段グラフに 2 次元ヒストグラム縦方向及び横方向の総和スペクトルが表示されます。
plot type にて slice を選択するとグラフ上のカーソルを操作することで右側のエネルギー-2 次元スペクトルグラフのスライスグラフを表示することができます。
- elapsed time が meas.time に到達するか、stop ボタンをクリックすることで測定が停止します。
- config タブにて save data の項目にチェックが入れてあれば測定停止時に測定データと config ファイルが自動で保存されます。保存先は config タブの下部に表示されているパスになります。測定停止後にメニューバーの save CDB file をクリックすることでも測定データを保存することができます。config タブの設定の詳細については 4. 2. config タブを参照してください。

5. 4. waveモード

waveモードはAPV8702を使用して入力信号の波形データを取得するモードです。lifetimeモード測定前には必ずwaveモードで波形を確認します。

5. 4. 1. 環境

(1) waveモードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

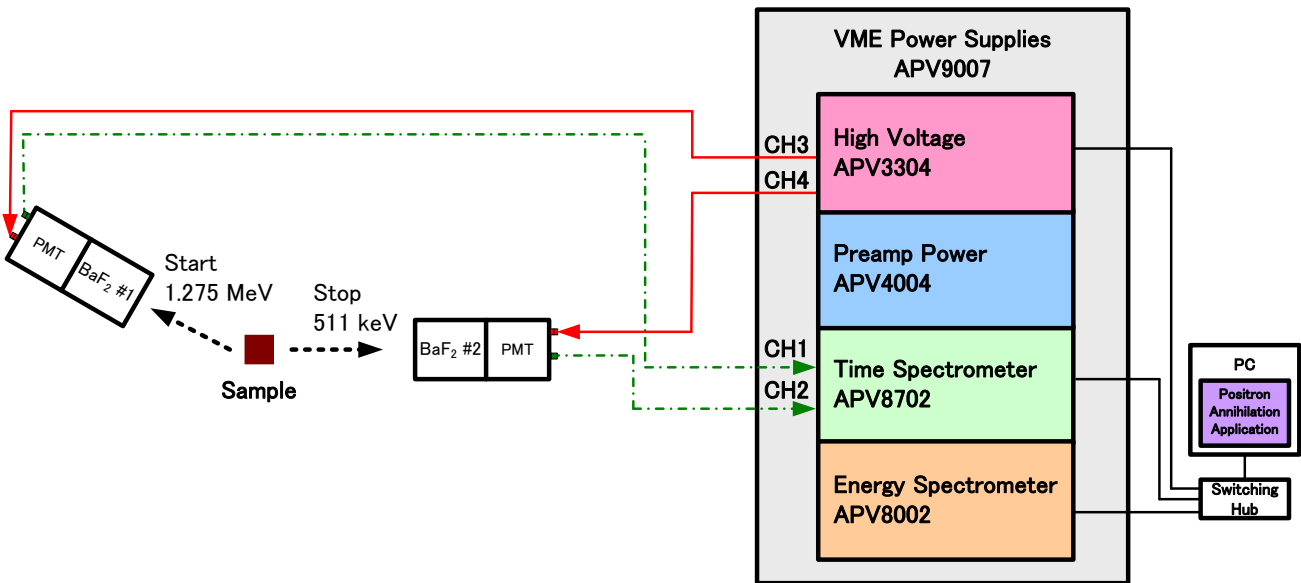


図 40 waveモード接続配線図

5. 4. 2. 調整

- (1) BaF₂シンチレーション検出器への高圧電源をOFFにします。
- (2) advancedタブ内にて下記の設定を行います。下図の設定は目安であり環境により異なります。

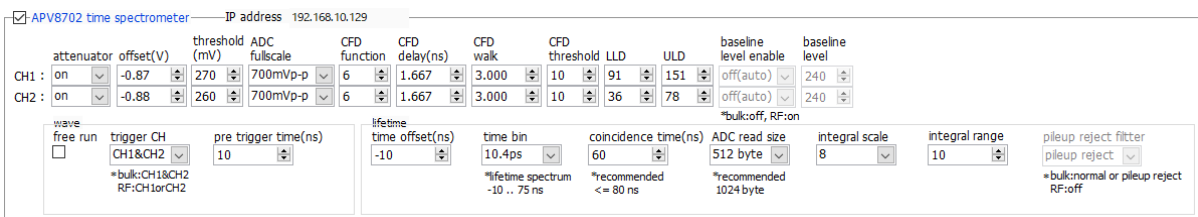


図 41 waveモード設定(目安)

- ・ modeにてwaveを選択します。
- ・ 上図を参考にAPV8702のパラメータを設定します。各パラメータの説明は4. 8. advancedタブを参照してください。
- ・ free runにチェックします。
- ・ meas. timeを最大の768時間に設定します。
- ・ 調整時はconfigタブ内save dataをOFFにすると測定毎にデータを保存しません。
- ・ startボタンをクリックし測定を開始します。

- (3) 測定が始まると表示が自動的に wave タブに切り替わります。測定中は acq.LED が点滅し、装置と本アプリが通信中であることを表します。wave グラフが2つの波形が表示されます。下図ではフリーランで動作しており未調整のためベースラインのオフセットがあてないことが分かります。

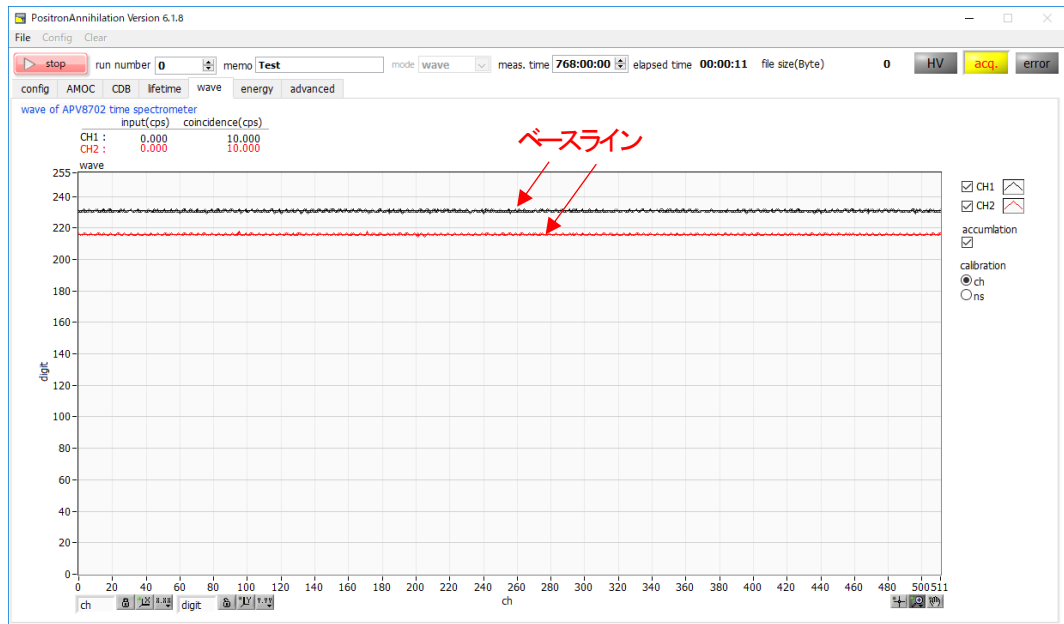


図 42 オフセット調整前フリーラン

- (4) オフセットを調整します。free run で動作させ、CH1 及び CH2 のベースラインの縦軸の値が 240digit 近辺になるように下図の offset(V) を設定します。測定を停止して offset(V) の設定を小数点以下で値を変えて再度測定を繰り返します。

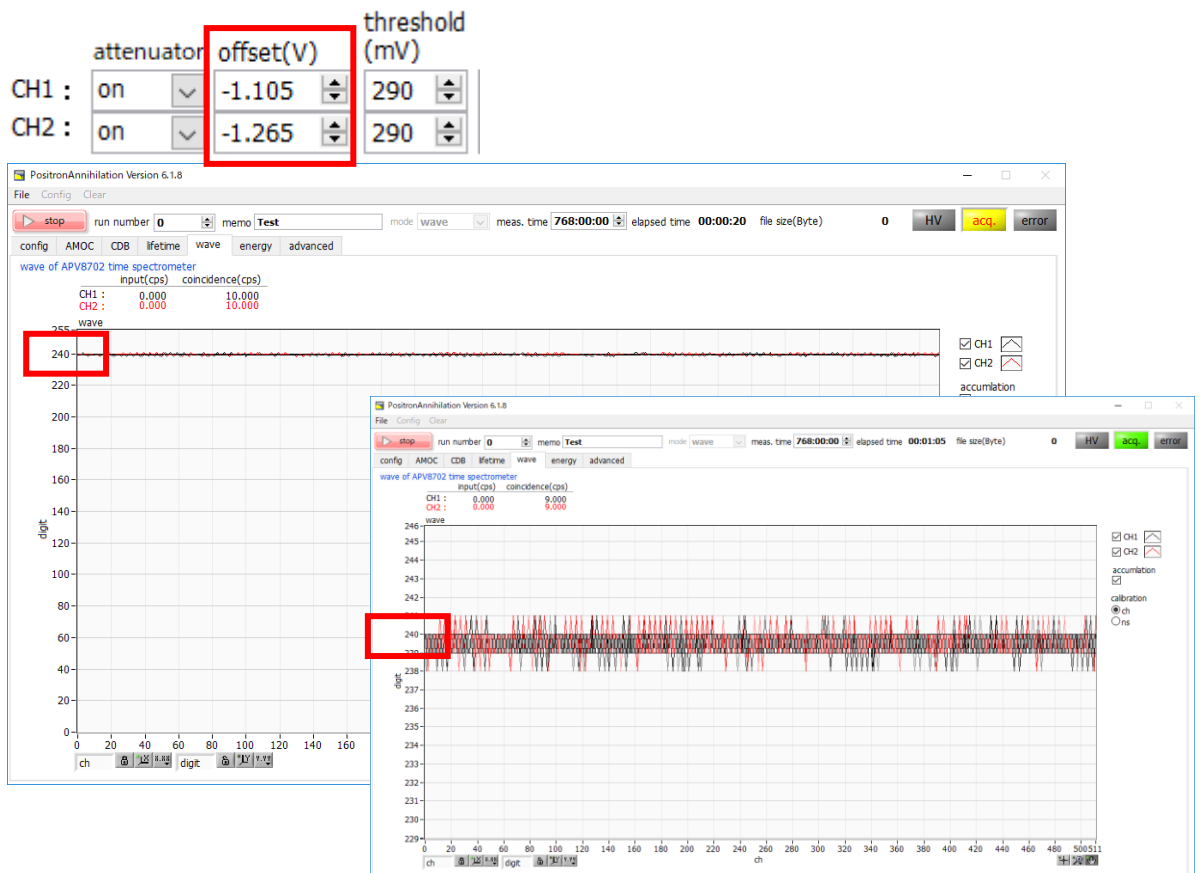


図 43 オフセット調整後(上側：advanced タブ内設定、左側：全体、右側：拡大)

- (5) BaF₂ シンチレーション検出器へ高圧電源を印加します。

- (6) 波高値を確認します。free run のチェックを外し wave モードで測定します。必要に応じて線源をご使用ください。下図では trigger CH が CH1&CH2 であり、threshold を超過したタイミングでの波形が表示されます。CH1 及び CH2 の波形の波高レベルが縦軸 0 から 255digit 内に十分おさまることを確認してください。

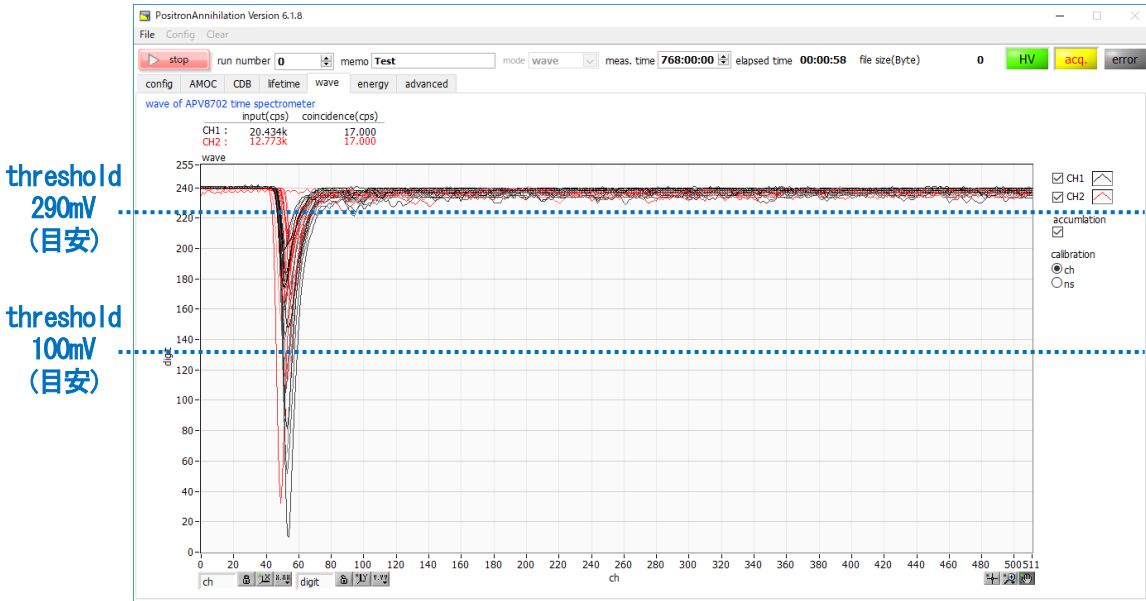


図 44 波高値、input(cps)確認

- threshold の値を大きくするとベースラインに近づき input(cps)が大きくなります。threshold が信号レンジから外れると input(cps)が 0 となり wave の更新が止まります。
- 上図青色文字 threshold の値と点線は目安であり正確なものではありません。

- (7) 波高値を調整します。CH1 及び CH2 の波形の波高レベルが縦軸 0 から 255digit 内に十分おさまるようにします。free run のチェックを外し測定開始します。下図の場合両チャンネルとも波高レベルが大きく振り切れています。

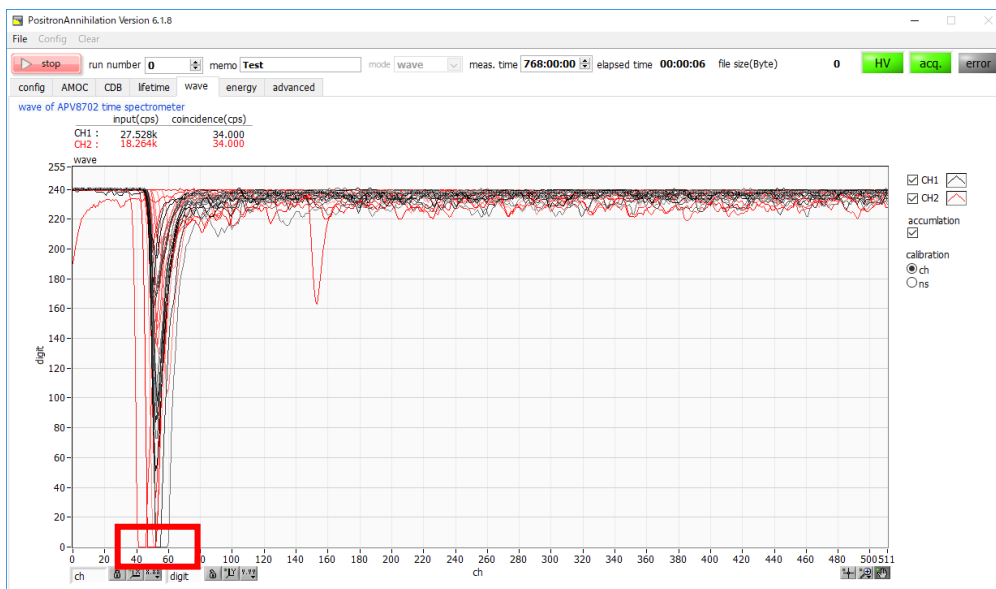


図 45 波高値調整

波高値が縦軸0から255digit内におさまらない場合、下図のように寿命スペクトルの立ち上がり前に盛り上がりができる場合があります。

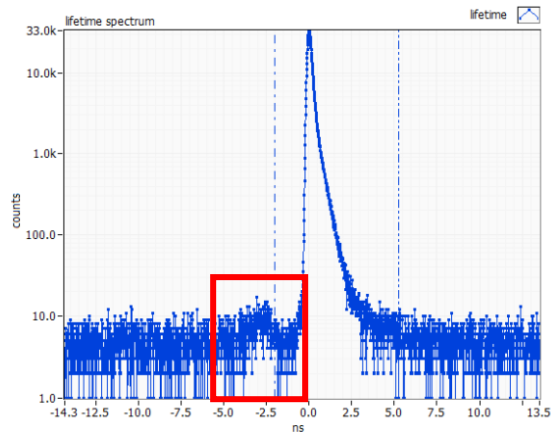


図 46 寿命スペクトルの盛り上がり

下記の設定により波高レベルを縦軸内におさめるようにします。

- ・ attenuator を ON にする。これに伴い波高が小さくなり過ぎた時は高圧を上げる必要がある場合があります。
- ・ ADC fullscale を 840mVp-p などに広げる。
- ・ APV8702 の CH1 及び CH2 の接続の間に外付けアッテネータを取り付ける。この場合寿命値や時間分解能が悪くなる場合があります。
- ・ 高圧電源の印加電圧値を下げる。この場合寿命値や時間分解能が悪くなる場合があります。

5. 4. 3. 測定

前述の調整完了後測定を開始します。

(1) 下記の設定を行います。設定は目安であり機器構成や用途により変更します。

図 47 設定例

- mode にて wave を選択します。
- 上図を参考に APV8702 のパラメータを設定します。
各パラメータの説明は4. 8. advanced タブを参照してください。
- config タブ内 save data を ON にすると測定毎にデータを自動保存できます。

(2) start ボタンをクリックし測定を開始します。

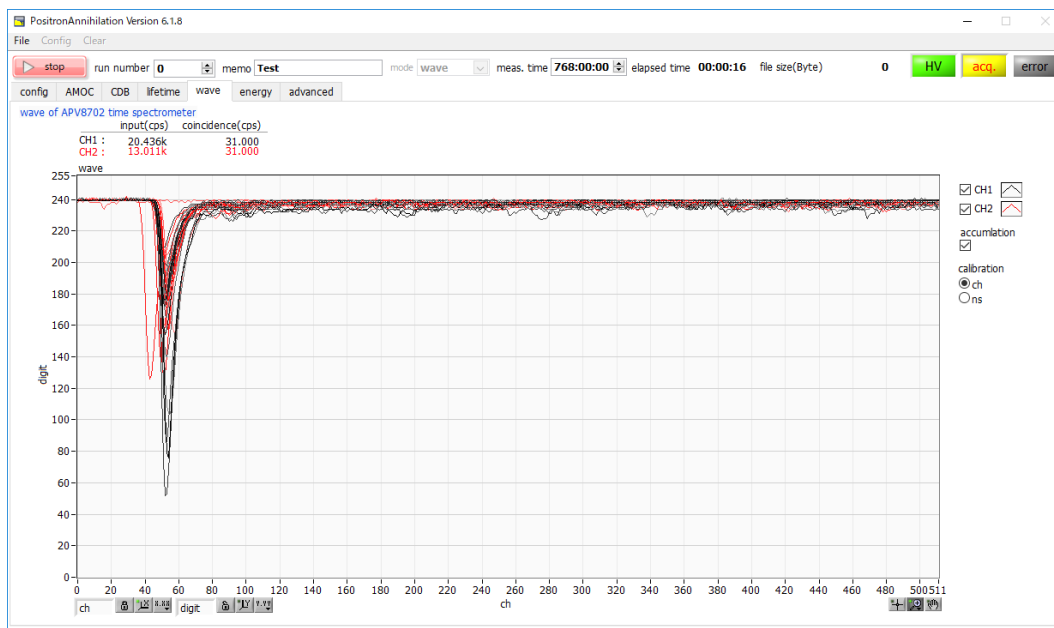


図 48 wave モード測定

- 測定中波形がグラフに表示されます。
- meas. time に到達すると測定は終了します。測定を中断する場合 stop ボタンをクリックします。
- config タブ内 save data を ON の場合、設定したフォルダに下記のファイルが作成されます。ファイルの詳細は後述の6. 6. wave データファイルを参照ください。
 RUN999999_config.ini : 設定ファイル
 RUN999999_wave.csv : wave データファイル
 ※999999は測定時のrun number になります。
- config タブ内 save data を ON の場合、run number が自動で1つ繰り上がります。

5. 5. lifetime モード

lifetime モードは APV8702 を使用して陽電子消滅寿命測定を行うモードです。ifetime モードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

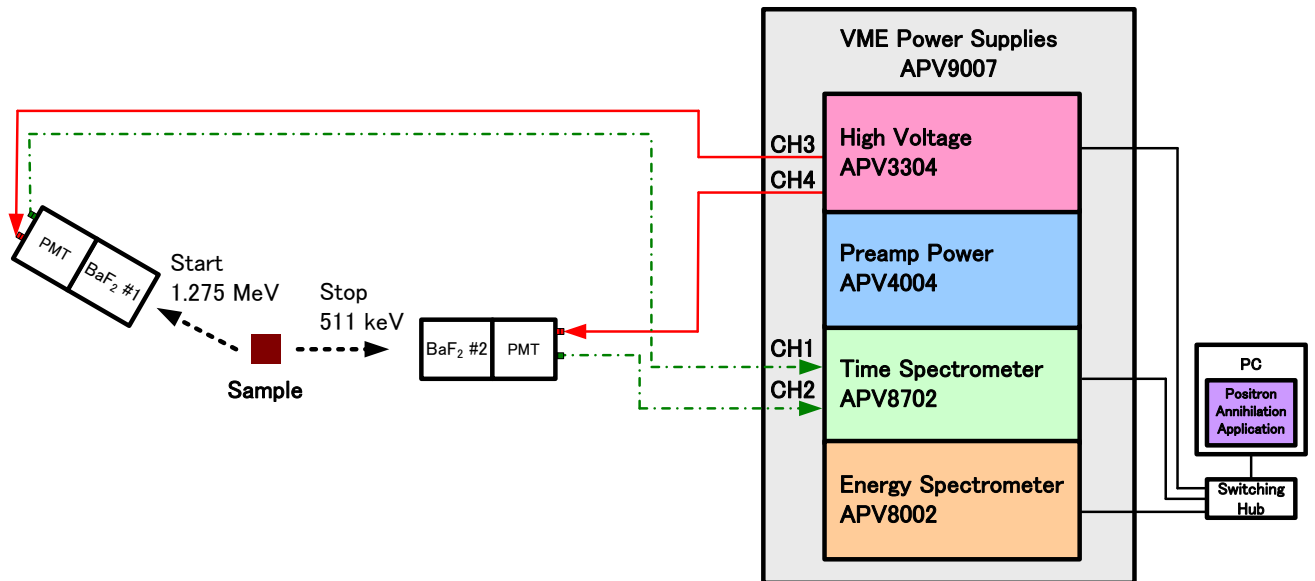


図 49 lifetime モード接続配線図

5. 5. 1. 調整

- (1) 動作モードを wave モードに切り替えて測定を行い、wave タブの wave グラフに ch1、ch2 の波形データが表示されるように advance タブの調整を行います。wave モードの操作については 5. 4. wave モードを参照してください。
- (2) 下記の設定を行います。

attenuator		offset(V)	threshold (mV)	ADC fullscale	CFD function	CFD delay(ns)	CFD walk	CFD threshold	LLD	ULD	baseline level enable	baseline level
CH1:	on	-0.87	270	700mVp-p	6	1.667	3.000	10	91	151	off(auto)	240
CH2:	on	-0.88	260	700mVp-p	6	1.667	3.000	10	36	78	off(auto)	240

free run	trigger CH	pre trigger time(ns)	lifetime time offset(ns)	time bin	coincidence time(ns)	ADC read size	integral scale	integral range	pileup reject filter
<input type="checkbox"/>	CH1&CH2	10	-10	10.4ps	60	512 byte	8	10	pileup reject

bulk:CH1&CH2
RF:CH1orCH2

bulk:off, RF:on
recommended
recommended
recommended

bulk:normal or pileup reject
RF:off

図 50 設定例

- ・ mode のプルダウンメニューをクリックして lifetime を選択します。
- ・ advanced タブに切り替え両 CH の LLD を 10、ULD を 500 に設定します。
- ・ meas. time を最大の 768 時間に設定します。
- ・ 調整時は config タブ内 save data を OFF にすると測定毎にデータを保存しません。

- start ボタンをクリックし測定を開始します。下図の lifetime タブに切り替わります。

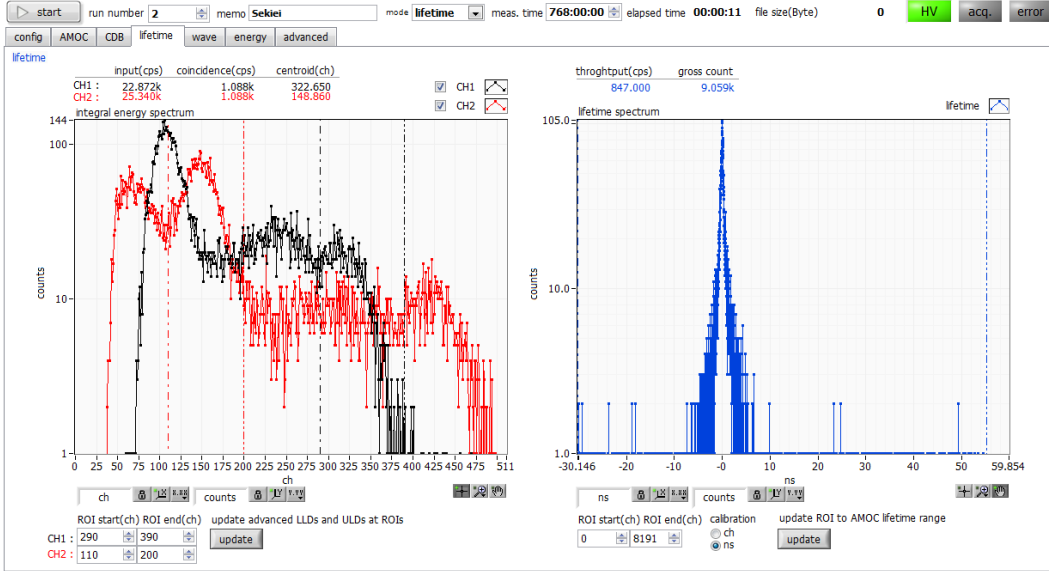


図 51 lifetime モード(threshold 及び LLD、ULD 調整前)

- CH1 と CH2 の input(cps)が同じになるように、サンプルと線源の位置を調整します。
- 左側の integral energy spectrum グラフに QDC スペクトルが表示されます。 ^{22}Na の 511keV と 1275keV の光電効果ピークが判別できる程度まで計数を積算します。
- 計数が十分に積算されたら stop ボタンをクリックして測定を停止します。
- CH1 は 1275keV を START タイミングとし、CH2 は 511keV を STOP タイミングとします。それより低いエネルギー帯のデータは不要なので threshold を調整して切り捨てます。

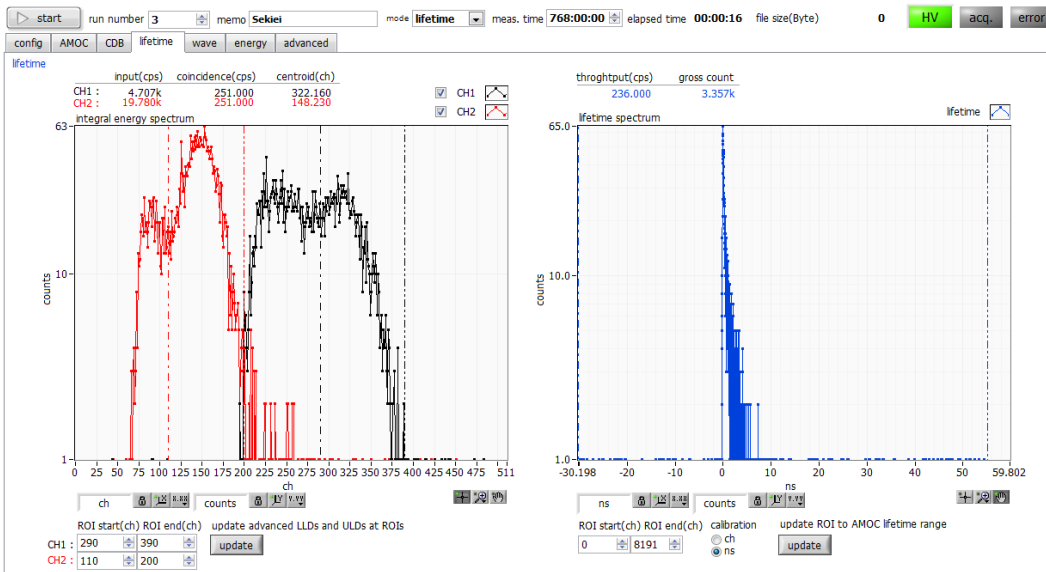
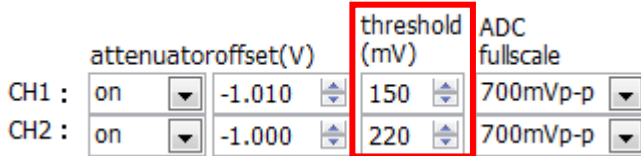


図 52 lifetime モード(threshold 調整後、LLD と ULD 調整前)

start ボタンをクリックして測定を開始すると左側の QDC グラフの低エネルギー側が切り捨てられています。

- ROIstart,ROIend に数値を調整しCH1 のROIが1275keV、CH2 のROIが511keV を囲うようにしてupdate ボタンをクリックします。クリック後ROI の設定がadvanced タブ内LLDとULD に反映されます。

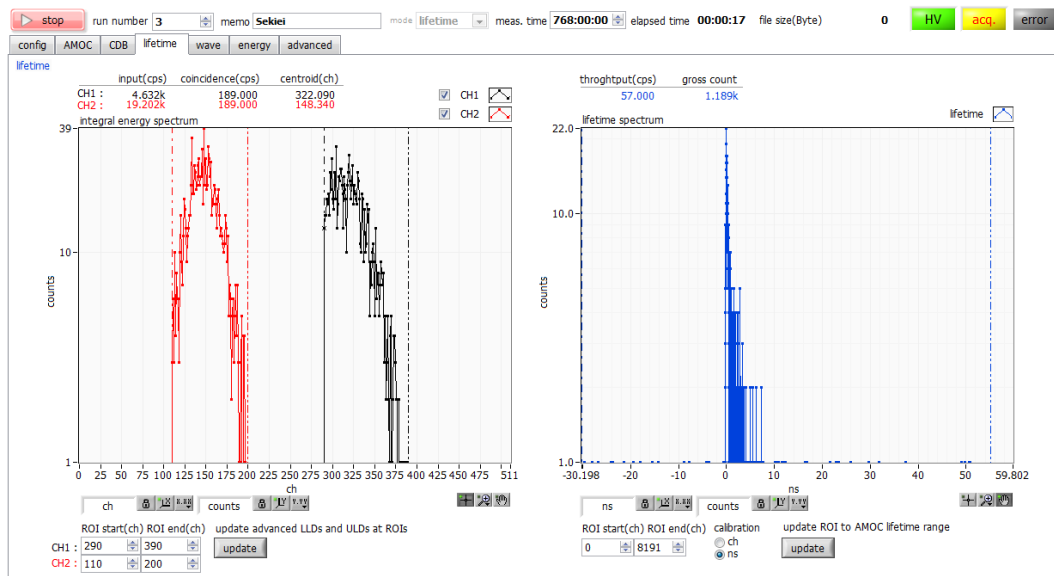


図 53 lifetime モード(threshold、LLD、ULD 調整後)

start ボタンをクリックして測定を開始すると左側のQDC グラフにおいてLLDとULDの範囲で低エネルギー側と高エネルギー側が切り捨てられています。

右側のlifetime spectrum にはCH1 の1275keVのSTART タイミングとCH2 の511keVのSTOP タイミングとの時間差のヒストグラムが表示されます。

※計測のポイント※

計数率はthroughput (cps) の表示で100cps以下を推奨します。最大で200cpsまでが目安です。計数が高くなるとパイルアップの発生が増えスペクトル形状に影響がでてくる場合があります。

スペクトル形状に異常がある場合、下記の事が懸念されます。

- 高圧電源ケーブルや検出器からの信号ケーブルを巻いたりきつく束線などせず、伸ばした状態で使用する。
- 線源とサンプルの間に隙間が多かったり、サンプルと線源がずれている。

5. 5. 2. 測定

前述の調整完了後測定を開始します。

(1) 下記の設定を行います。設定は目安であり機器構成や用途により変更します。

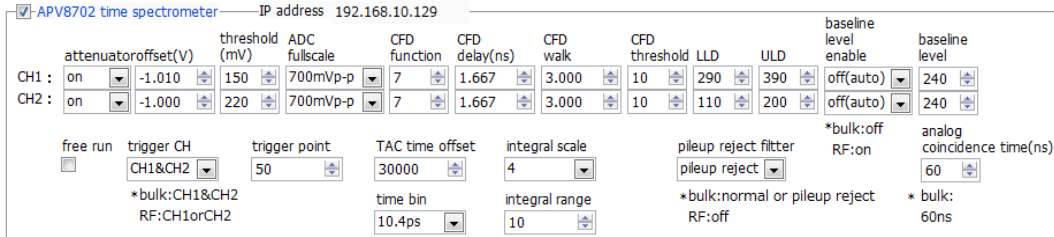


図 54 設定例

- mode にて lifetime を選択します。
- 上図を参考に APV8702 のパラメータを設定します。
各パラメータの説明は4. 8. advanced タブを参照してください。
- config タブ内 save data を ON にすると測定毎にデータを自動保存できます。

(2) start ボタンをクリックし測定を開始します。

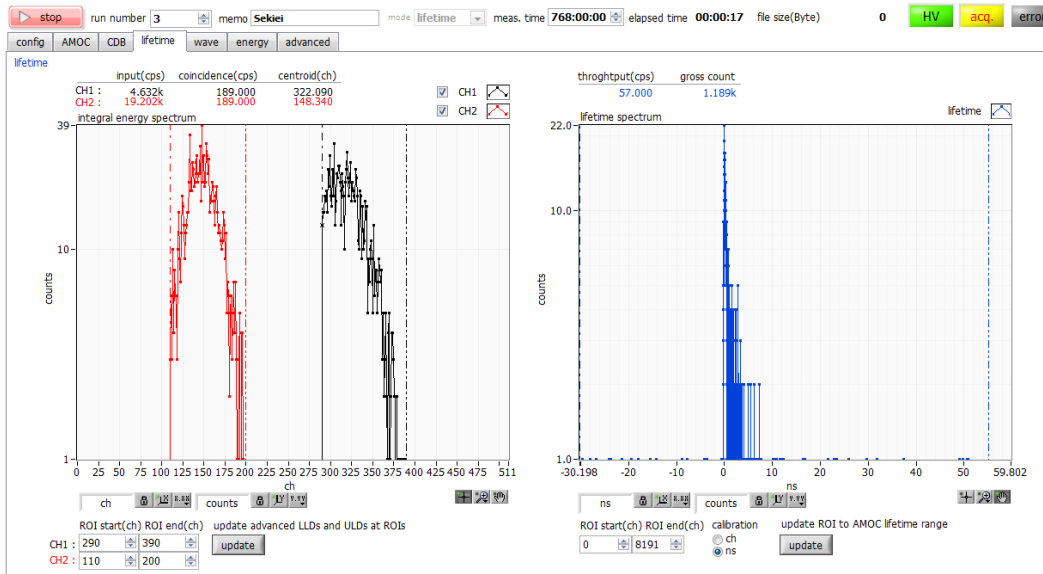


図 55 lifetime モード測定

- 測定中 lifetime タブ内左側の integral energy spectrum グラフにおいて CH1 には 1275keV のスペクトルが、CH2 には 511keV のスペクトルが表示されます。右側の lifetime spectrum には CH1 の 1275keV の START タイミングと CH2 の 511keV の STOP タイミングとの時間差のヒストグラムが表示されます。
- meas. time に到達すると測定は終了します。測定を中断する場合 stop ボタンをクリックします。
- config タブ内 save data を ON の場合、設定したフォルダに下記のパイルが作成されます。尚_rev と _integral は設定により保存可能です。詳細は後述の6. 3. lifetime データファイルを参照ください。

RUN999999_config.ini : 設定ファイル
 RUN999999_LT_diff.csv : lifetime スペクトル(カンマ区切りテキスト形式)
 RUN999999_LT_diff.dat : lifetime スペクトル(10 桁左側スペース詰めテキスト形式)
 RUN999999_LT_diff_rev.dat : lifetime 反転スペクトル(10 桁左側スペース詰めテキスト形式)
 RUN999999_LT_integral.csv : integral energy スペクトル(カンマ区切りテキスト形式)

※999999は測定時の run number になります。

5. 6. CDB&lifetime モード

CDB&lifetime モードは APV8002 及び APV8702 を使用して CDB モード測定と lifetime モード測定を同時に行うモードです。

5. 6. 1. 環境

(1) CDB&lifetime モードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

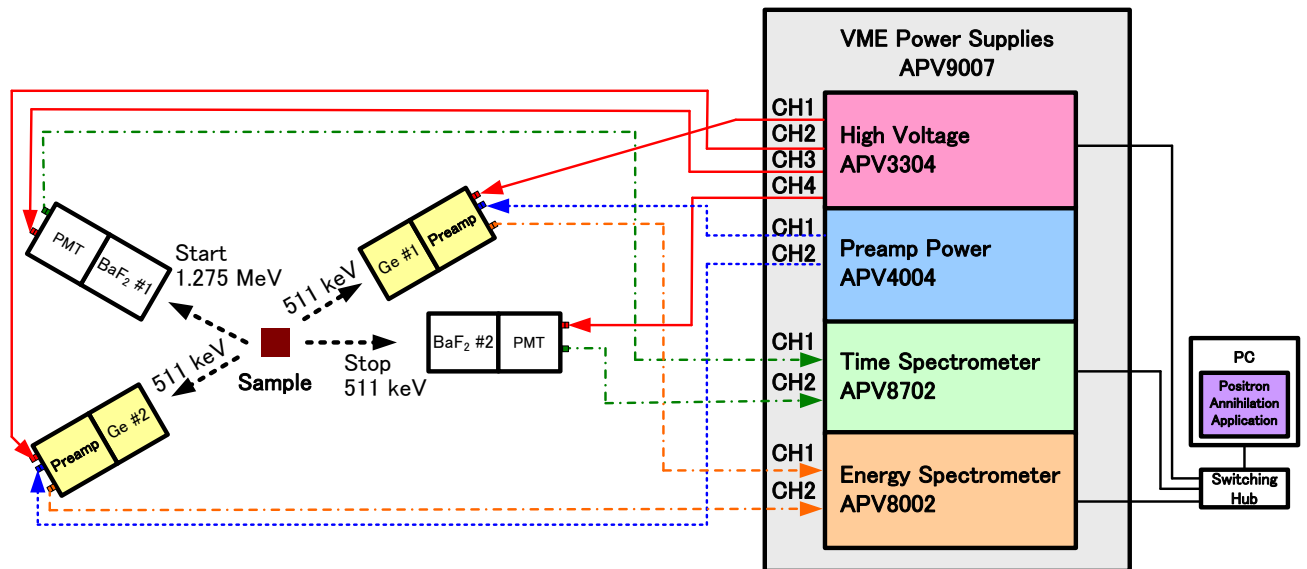


図 56 CDB&lifetime モード接続配線図

5. 6. 2. 調整

advanced タブ内にて設定を行います。設定内容は前述の CDB モードと lifetime モードでの設定をそれぞれ参照ください。

5. 6. 3. 測定

- ・ mode にて CDB&lifetime を選択します。
- ・ meas. time を最大の 768 時間に設定します。
- ・ config タブ内 save data を ON にすると測定毎にデータを自動保存できます。
- ・ start ボタンをクリックし測定を開始します。測定の内容は前述の CDB モードと lifetime モードと同様です。

5. 7. AMOCモード

AMOCモードはAPV8002及びAPV8702を使用して時間情報とエネルギー情報を同時に取得するAMOC(寿命-エネルギー相関法、Age-Momentum Correlation)測定を行うモードです。

5. 7. 1. 環境

(1) AMOCモードを使用する際は本装置を下図のように接続してください。

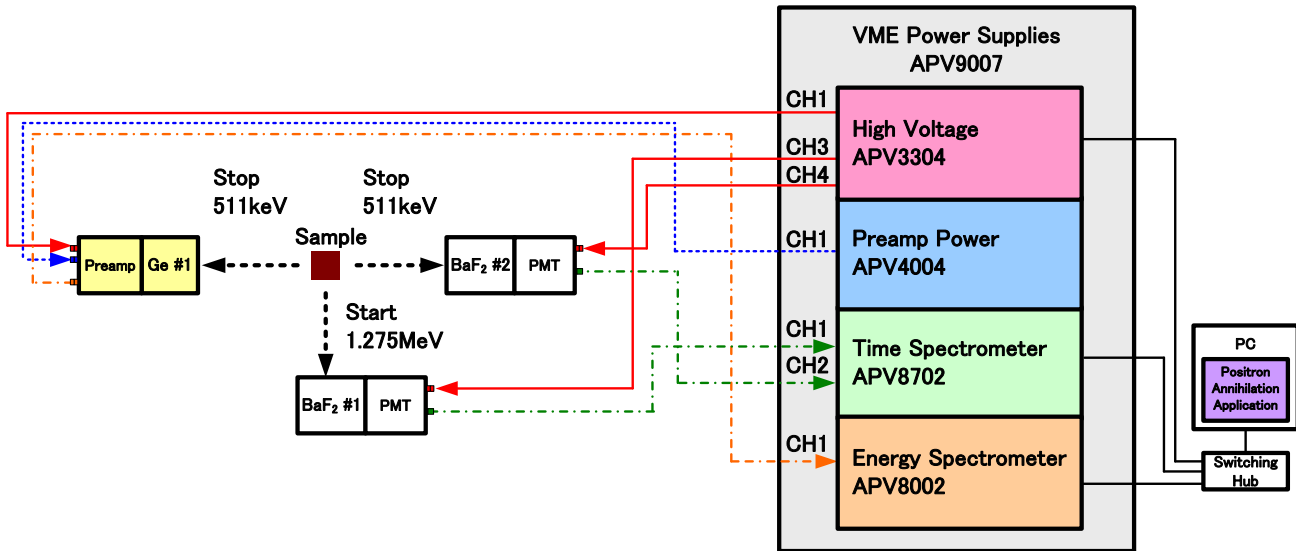


図 57 AMOCモード接続配線図

5. 7. 2. 調整

(1) 動作モードをenergyモードに切り替えて測定を行い、energyタブのenergy spectrumグラフのCH1にGe半導体検出器のエネルギースペクトルが表示されるようにadvanceタブの調整を行います。energyモードの操作については5. 2. energyモードを参照してください。511keVのピークスペクトルを確認したら、このピークを挟むようにROI1のROI startとROI endを設定し、updateボタンをクリックします。クリック後AMOCタブ内momentum rangeのmin(ch)とmax(ch)にこのROI startとROI endが反映されます。

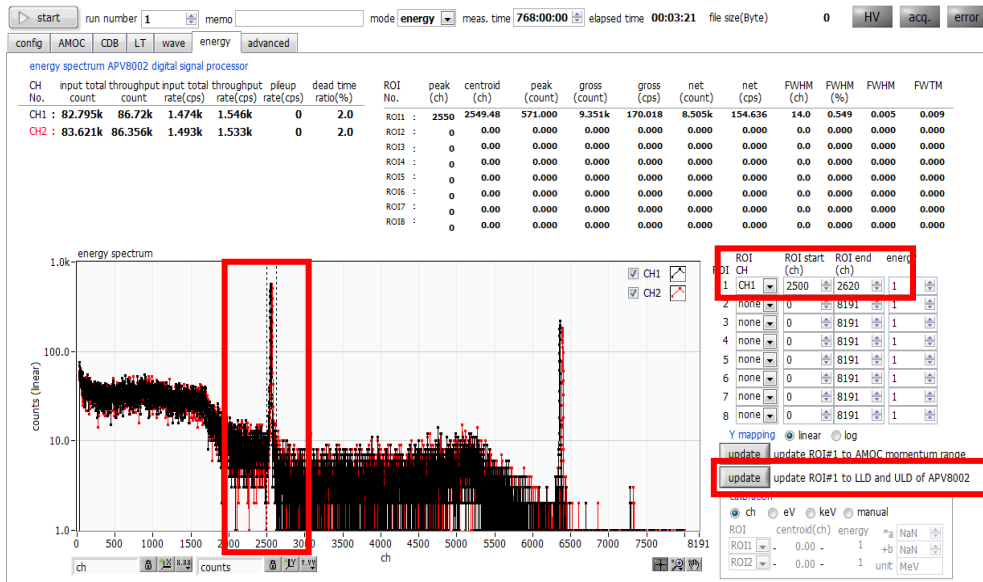


図 58 energyモードでのエネルギー領域設定

- (2) 動作モードを wave モードに切り替えて測定を行い、wave タブの wave グラフに ch1、ch2 の波形データが表示されるように advance タブの調整を行います。wave モードの操作については5. 4. wave モードを参照してください。
- (3) 動作モードを life モードに切り替えて測定を行い、lifetime タブの lifetime spectrum グラフに寿命スペクトルが表示されるように advance タブの調整を行います。lifetime モードの操作については5. 5. lifetime モードを参照してください。

寿命スペクトルのピークを確認したら、このピークを挟むように lifetime spectrum の ROI start と ROI end を設定します。ROI end と ROI start の差が2000ch を超えないようにして、update ボタンをクリックします。クリック後 AMOC タブ内 lifetime range の min(ch) と max(ch) にこの ROI start と ROI end が反映されます。ROI end と ROI start の差が大きい程、AMOC 3 次元グラフのデータ量が大きくなり動作が遅くなる場合があります。

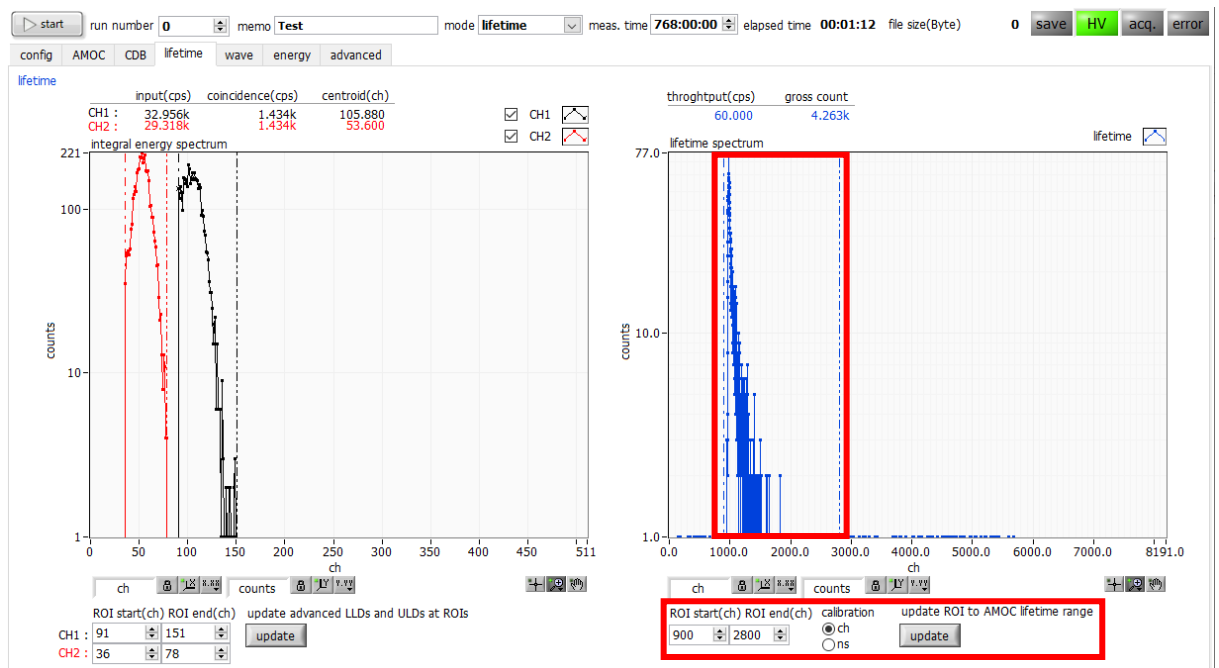


図 59 lifetime モードでの寿命領域設定

- (4) 下記の設定を行います。

AMOC(Age-Momentum Correlation)

lifetime & momentum measurement

momentum range		lifetime range	
min(ch)	1536	min(ch)	900
max(ch)	1586	max(ch)	2800

axis of 3D graph

momentum(10 ⁻³)m0c		lifetime(ns)		counts	
auto	<input checked="" type="checkbox"/> min 0	auto	<input checked="" type="checkbox"/> min 0	auto	<input checked="" type="checkbox"/> min 0
log	<input type="checkbox"/> max 10	log	<input type="checkbox"/> max 10	log	<input type="checkbox"/> max 10

図 60 設定例

- AMOC タブに切り替えます。momentum range と lifetime range は前述の調整において energy タブ内及び lifetime タブ内 update ボタンをクリックした値が反映されています。
- axis of 3D graph には AMOC タブ内 3 次元グラフの表示範囲の設定をします。設定を反映する場合は axis update ボタンをクリックします。
- meas. time を最大の 768 時間に設定します。
- 調整時は config タブ内 save data を OFF にすると測定毎にデータを保存しません。

- mode にて AMOC を選択します。
- config タブ内 save data を ON にすると測定毎にデータを自動保存できます。
- start ボタンをクリックし測定を開始します。

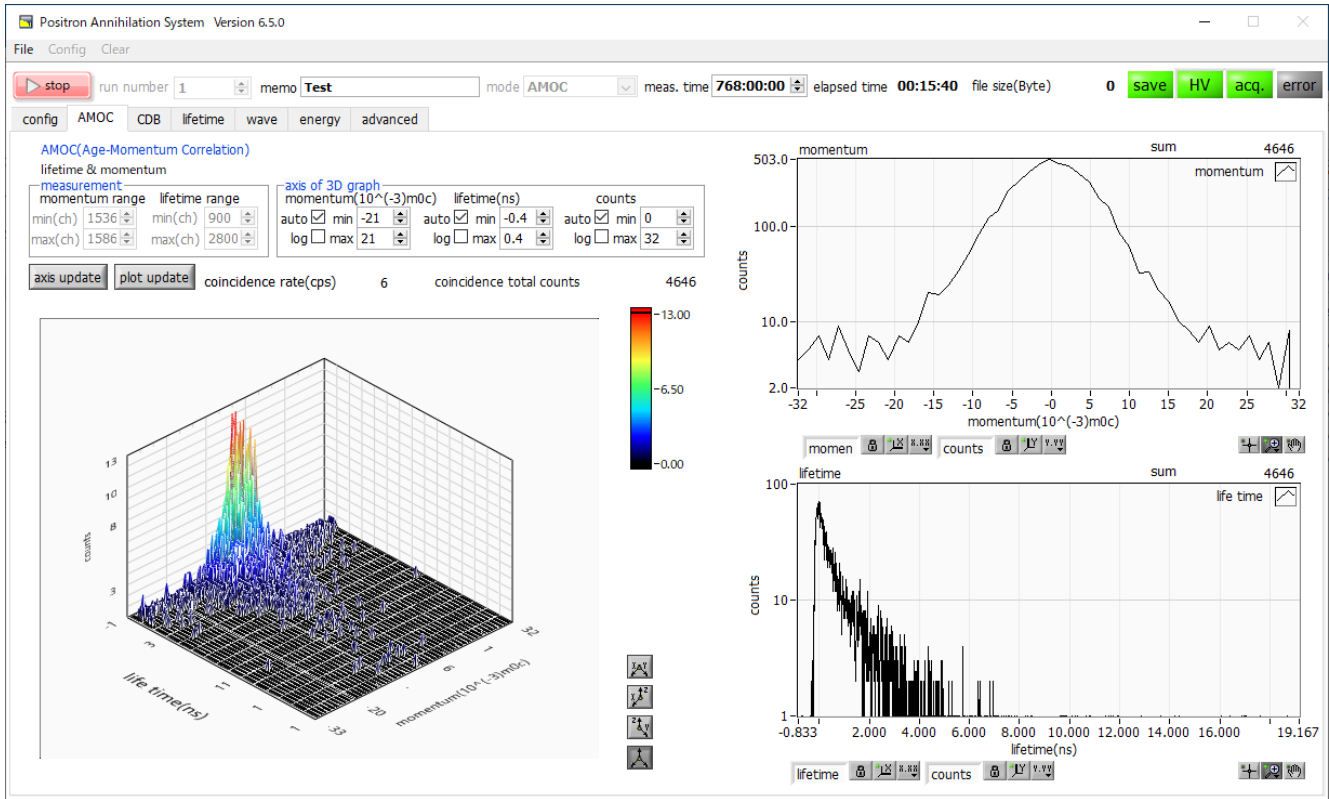


図 61 AMOC 測定

- 測定中 lifetime タブ内左側の 3 次元グラフには横軸寿命、縦軸エネルギー、高さ軸カウントの AMOC 測定グラフが表示されます。
※注意※
 PC のスペックが低い場合や、momentum range や lifetime range の設定範囲が広い場合（特に初回）、アプリケーションが固まったり、グラフの表示に 10 分以上時間がかかる場合があります。
- 右側上段の momentum グラフにはエネルギースペクトルが右側下段の lifetime グラフには寿命スペクトルが表示されます。
- meas. time に到達すると測定は終了します。測定を中断する場合 stop ボタンをクリックします。
- config タブ内 save data を ON の場合、設定したフォルダに下記のファイルが作成されます。ファイルの詳細は後述の 6. 5. AMOC データファイルを参照ください。
 RUN999999_config.ini : 設定ファイル
 ※999999 は測定時の run number になります。

6. ファイル

6. 1. 設定ファイル

本アプリの構成ファイルです。ファイル名はRUN999999_config.ini。各モード測定終了時にデータと共に保存されます。メニューから読み込みことで設定を再現することも可能です。

例：

```
[System]
PCConfigPort = 55001
PCStatusPort = 55000
PCDataPort = 55002
DevConfigPort = 5000
DevStatusPort = 5001
DevDataPort = 5002
SubnetMask = "255.255.255.0"
Gateway = "192.168.10.1"
ChNumber = 2

[3G]
Enable = 1
IP = "192.168.10.129"
CH1 = "0 0 150 6 0 230 0 0 0 0 7 1.666665 3 10 290 372 0 0 0 0 0 150 255 0 -1 1 0 60 31 0 0 240"
CH2 = "0 0 220 6 0 230 0 0 0 0 7 1.666665 3 10 110 195 0 0 0 0 0 220 255 0 -1 1 0 60 31 0 0 240"
Mode = 0
WaveTrigCH = 3
WaveTrigMode = 0
ADCBufSize = 0
ADCReadSize = 1
TrigPoint = 50
CalcFIFOIRQTrig = 200
CalcDiscrMode = 0
TimeOffset = -10
TimeBin = 3
IntegralScale = 2
IntegralRange = 10
CoinGateTime = 3
PileupRejectFilter = 1
ForRF = 0

[DSP]
Enable = 1
IP = "192.168.10.128"
CH1 = "1 0 3 4 6000 700 0 676 10 30 8100 20 0 0 4 0.5000 1 0 3 60"
CH2 = "1 0 3 4 6000 700 0 676 10 30 8100 20 0 0 4 0.5000 1 0 3 60"
CH3 = "3 0 4 4 6000 700 0 680 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
CH4 = "3 0 4 4 6000 700 0 672 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
CH5 = "3 0 4 4 6000 700 0 680 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
CH6 = "3 0 4 4 6000 700 0 680 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
CH7 = "3 0 4 4 6000 700 0 680 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
CH8 = "3 0 4 4 6000 700 0 680 30 30 8190 30 0 1 5 0.5000 1 0 0 40"
MOD = 0
MMD = 0
MTM = 2764800
CLS = 0
DAC = 0
CCH = 0
CTM = 100
CGT = 8000
CDL = "0 0 0 0"
FRC = 100
LTL = 1000
CMR = 2
CMO = "0 0"
ACT = 1000
ACD = 2810

[HV]
Model = "APV3304"
Enable = 1
IP = "192.168.10.130"
Port = 10001
CH = 4
HV1 = "+5kV 2000 500 8192 8192 8176 8439 8120 8162 0 -24 6000"
HV2 = "+5kV 2000 500 8192 8192 8197 8371 8192 8102 0 -24 6000"
HV3 = "-4kV 3000 4000 8232 8192 8240 8253 8156 8080 0 -24 4000"
HV4 = "-4kV 3000 4000 8232 8192 8240 8249 8080 8089 0 -24 4000"

[Config]
RunNumber = 5
Memo = "SUS"
Mode = 3
MeasTime(s) = 2764800
SaveData = 1
SaveFolder = "/C:/Data/180510_KUR_Sekiei"
ListSave = 1
ListPath = "/C:/Temp/list_bin"
ListFileNum = 16
ListFileSize(Byte) = 10000000
```

```
AutoSave = 1
IntervalTime(s) = 3600

[AMOC]
MeasRange = "2250 2300 2800 3200"
3DAxis = "0 0 -30 30 0 0 -1 2.2 1 0 1 10"
LifeAxis = "2 0 0 4.487472 2 1 1 100"
MomeAxis = "2 0 -33.885286 9.472864 2 0 -1 1"
LifeMultOffset = "0.010417 0"
MomeMultOffset = "0.867163 -33.885286"
SaveAllRange = 1

[CDB]
MapAxis = "2 0 0 512 2 0 0 512 2 0 0 37885"
MapCursor = "0 0"
HoriVertPlotType = 0
HoriGraphAxis = "2 0 400 911 2 0 0 40000"
VertGraphAxis = "2 0 400 911 2 0 0 41765"
SaveRegionCursorPosition = 0
MapSize = 1
keVPerCh = 0.000000

[LifeTime]
InteROI = "91 151 36 78"
InteGraphAxis = "2 0 0 511 2 1 1 27"
InteGraphEnergy = "0 0"
InteGraphXScale = 0
LifeROI = "900 2800"
LifeGraphAxis = "2 0 0 85.322917 2 1 1 12"
LifeGraphXScale = 1
SaveRev = 0
SaveIntegral = 0

[Wave]
Display = "1 1"
Accume = 0
XScale = 1
WaveAxis = "2 0 -10 160.333333 0 0 0 255"
XScaleA = 0.333333

[Energy]
Display = "1 1 1 1 1 1 1 1"
ROIch = "1 0 0 0 0 0 0 0"
ROI = "0 8191 0 8191 0 8191 0 8191 0 8191 0 8191 0 8191 0 8191"
Energy = "1 1 1 1 1 1 1 1"
Axis = "2 0 0 8191 2 0 -1 1"
XScale = 0
XScaleCentroid(ch) = "0 0"
XScaleEnergy(keV) = "1 1"
XScaleA = -Inf
XScaleB = NaN
ManualUnit = "MeV"
CalibrationROI = "1 2"
CalculationSmoothing = 1
```


6. 2. energy データファイル

energy モードでのデータです。エネルギースペクトルデータ及びステータスや ROI 間の演算結果などが保存されています。カンマ区切りのテキスト形式ファイルです。ファイル名は RU999999_spectrum.csv。

例：

```
[Header]
Measurement mode, Real Time
Measurement time, 2764800
Real time, 39
Live time, 36
Dead time, 3
Start Time, 15/12/21 17:47:45
End Time, 15/12/21 17:48:55
//CH#, ACG, ADG, FIT, FDI, SFR(ns), SFP(ns), FPZ, SPZ, FTH, LLD, ULD, STH, PUR, POL, DCG, DFG, TMS, CFF, CFD, IHW, PZD, FGD, DIF, BRS, BTS
CH1, 2, 0, 3, 3, 6000, 700, 0, 680, 10, 30, 8100, 20, 0, 0, 5, 0, 632033, 1, 0, 3, 60
CH2, 2, 0, 3, 3, 6000, 700, 0, 680, 10, 30, 8100, 20, 0, 0, 5, 0, 708600, 1, 0, 3, 60
CH3, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 680, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
CH4, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 672, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
CH5, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 680, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
CH6, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 680, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
CH7, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 680, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
CH8, 2, 1, 4, 4, 6000, 700, 0, 680, 30, 30, 8190, 30, 0, 1, 5, 0, 500000, 1, 0, 0, 40
MOD, 0
MMD, 0
MTM, 2764800
CLS, 0
[Calculation]
//ROI_CH, ROI_start, ROI_end, Energy, peak(ch), centroid(ch), peak(count), gross(count), gross(cps), net(count), net(cps), FWHM(ch), FWHM(%), FWHM, FWT
M
CH1, 1990, 2095, 1173, 2036, 2036, 16, 2556, 34452, 883, 385, 33082, 486, 848, 269, 11, 291, 0, 555, 6, 505, 13, 56
CH1, 5027, 5143, 1333, 5082, 5081, 96, 1163, 9194, 235, 744, 9086, 362, 232, 984, 7, 125, 0, 14, 1, 869, 3, 543
CH0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH0, 4614, 5344, 511, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH0, 5958, 6032, 1274, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH0, 0, 8191, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH0, 0, 8191, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH0, 0, 8191, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
[Status]
//CH, input total count, throughput count, input total rate(cps), throughput rate(cps), pileup rate(cps), dead time ratio(%)
CH1, 241307, 224267, 6153, 5739, 0, 8, 2
CH2, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH3, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH4, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH5, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH6, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH7, 0, 0, 0, 0, 0, 0
CH8, 0, 0, 0, 0, 0, 0
[Data]
ch, CH1, CH2
0, 0, 0
1, 0, 0
2, 0, 0
3, 0, 0
4, 0, 0
5, 0, 0
6, 0, 0
7, 0, 0
8, 0, 0
9, 0, 0
10, 0, 0
11, 0, 0
12, 0, 0
13, 0, 0
14, 0, 0
15, 0, 0
16, 0, 0
17, 0, 0
18, 0, 0
19, 0, 0
20, 0, 0
21, 0, 0
22, 0, 0
23, 0, 0
24, 0, 0
25, 0, 0
26, 0, 0
27, 0, 0
28, 0, 0
29, 0, 0
30, 0, 0
31, 55, 0
32, 67, 0
33, 60, 0
34, 74, 0
35, 56, 0
:
※8192ch分
```

6. 3. lifetime データファイル

lifetime モードでのデータです。形式の異なる下記のファイルが同時に保存されます。

- (1) 寿命スペクトル(ファイル名はRUN999999_LT_diff.dat)
- 寿命スペクトル(ファイル名はRUN999999_LT_diff_rev.dat)

prn(スペース区切りテキスト)形式。デンマークのDTU(Technical University of Denmark)で開発された PALSfit3(<http://palsfit.dk/>)で読み込み易い、1行目はTime/bin(ns)、2行目から10桁左詰めスペース形式にて保存されています。ファイル名に_rev が付いた方はスペクトルの並びが反転(reverse)した形式となっています。_rev ファイルは、config.ini 内[Lifetime]セクション SaveRev=1 の場合に保存されます。

例：

```

0.010417
 20
 29
 26
 19
 25
 13
 20
 26
 24
 28
 25
 28
 28
 24
 27
 28
 32
 17
 19
 19
 21
 32
 19
 23
 22
 29
 17
 17
 31
 22
 18
 21
 16
 20
 22
 22
 19
 15
 24
 26
 23
 15
 17
 22
 15
 27
 18
 32
 17
 28
 19
 18
 17
 17
 15
 27
 21
 15
 25
 27
 20
 28
 21
 15
:
※8192ch分
    
```

- (2) 寿命スペクトル(ファイル名はRUN999999_LT_diff.csv)
csv(カンマ区切りテキスト)形式。

例：

```
[Header]
meas. start, 2018/05/11, 10:19:30
meas. end, 2018/05/11, 18:20:32
meas. time (s), 2764800
elapsed time (s), 28862
EnergyROI1 (ch), 290, 372
EnergyROI2 (ch), 110, 195
LifetimeROI (ch), 0, 8191
input (cps), 7851, 43067
coincidence (cps), 338, 338
centroid (cps), 317.92, 146.28
throughput (cps), 88
gross count, 2740070
a, 0.010417
b, -30.125000
TimePerCh (ns), 0.010417
[Data]
20
29
26
19
25
13
20
26
24
28
25
28
28
22
22
19
15
24
26
23
15
17
22
15
27
18
32
17
28
19
18
17
17
15
27
21
15
25
27
20
28
21
15
15
24
25
17
26
31
27
24
32
19
31
22
22
18
13
12
12
14
22
16
16
13
18
15 :
※8192ch分
```


6. 4. CDB データファイル

タブ区切りテキスト形式。config.ini 内[CDB]セクション MapSize = 0 の場合、CH1 と CH2 の ch 座標データとその位置のカウント数が CH1 の ch(bin)、CH2 の ch(bin)、カウント数の順で保存され、最大行列数はおおよそ 4M(2048*2048) または 262k(512*512) となります。MapSize = 1 の場合は最大行列数となり 0 カウントも保存されます。

例 (MapSize = 0 の場合) :

```
[Header]
CH1Range=2048
CH2Range=2048
CH1Offset=0
CH2Offset=0
meas. start, 2018/09/26, 08:34:16
meas. end, 2018/09/26, 08:34:31
meas. time(s), 2764800
elapsed time(s), 14
total counts, 14300
keV/ch = 0.101907
[Data]
#CH1 (ch)    CH2 (ch)    Counts
912          933          1
912          948          1
912          1012         1
912          1018         1
912          1033         1
912          1035         1
912          1036         3
912          1037         7
912          1038         14
912          1039         14
912          1040         16
912          1041         20
912          1042         14
912          1043         8
912          1044         2
912          1045         2
912          1046         2
912          1080         1
912          1088         1
912          1089         1
912          1129         1
913          918          1
913          935          1
913          984          1
913          1030         1
913          1035         3
913          1036         1
913          1037         11
913          1038         13
913          1039         17
913          1040         21
913          1041         11
913          1042         10
913          1043         16
913          1044         4
913          1045         1
913          1144         1
914          923          1
914          925          1
914          982          1
914          991          1
914          994          1
914          1002         1
914          1021         1
914          1023         1
914          1031         1
914          1032         2
914          1034         1
914          1036         4
914          1037         7
914          1038         9
914          1039         19
914          1040         22
914          1041         14
914          1042         16
914          1043         10
914          1044         4
914          1049         1
914          1109         1
914          1145         1
915          913          1
915          956          1
915          973          1
915          991          1
915          995          1
※可変長
```

6. 5. AMOC データファイル

AMOC モードでのデータです。形式の異なる下記のファイルが同時に保存されます。

(1) AMOC 3次元データ(ファイル名はRUN999999_AMOC_3D.csv)

カンマ区切りテキスト形式。config.ini内[AMOC]セクションSaveAllRange=0の場合、momentumとlifetimeのchデータとその位置のカウント数がmomentum(bin)、lifetime(bin)、カウント数の順で保存されています。保存サイズはmomentum範囲(ch)×lifetime範囲(ch)の可変長です。SaveAllRange=1の場合は最大範囲となり0カウントデータも保存されます。

例 (SaveAllRange=0の場合) :

```
[Header]
meas. start, 2018/09/26, 08:34:16
meas. end, 2018/09/27, 08:34:31
meas. time (s), 2764800
elapsed time (s), 86414
total counts, 1430120
Momentum start, -45.002651, 1990
Momentum end, 58.045506, 2095
Life time start, -0.802083, 2800
Life time end, 2.322905, 3100
[Data]
#Momentum(ch), Life time(ch), Counts
1990, 2868, 1
1990, 2869, 1
1990, 2870, 1
1990, 2875, 1
1990, 2879, 1
1990, 2880, 1
1990, 2882, 2
1990, 2884, 1
1990, 2887, 2
1990, 2895, 1
1990, 2918, 1
1991, 2865, 1
1991, 2869, 1
1991, 2872, 1
1991, 2874, 1
1991, 2876, 1
1991, 2878, 1
1991, 2880, 1
1991, 2881, 3
1991, 2882, 1
1991, 2884, 1
1991, 2887, 1
1991, 2894, 1
1991, 2895, 1
1991, 2898, 1
1991, 2909, 1
1991, 2914, 1
1992, 2864, 1
1992, 2867, 2
1992, 2871, 3
1992, 2873, 1
1992, 2876, 1
1992, 2877, 1
1992, 2880, 1
1992, 2882, 1
1992, 2889, 2
1992, 2929, 1
1992, 2946, 1
1992, 3080, 1
1993, 2867, 1
1993, 2872, 1
1993, 2873, 1
1993, 2879, 1
1993, 2880, 1
1993, 2882, 1
1993, 2883, 1
1993, 2885, 1
1993, 2886, 1
1993, 2891, 1
1993, 2893, 1
1993, 2902, 1
1993, 2903, 1
1993, 2924, 1
1993, 2955, 1
1993, 2962, 1
1994, 2866, 1
1994, 2868, 1
1994, 2869, 2
1994, 2876, 1
1994, 2877, 1
.
※範囲指定分
```

- (2) AMOC 寿命スペクトル(ファイル名はRUN999999_AMOC_LT.csv)
csv(カンマ区切りテキスト)形式。AMOC タブ内 lifetime スペクトルデータ。

例：

```
[Header]
a, 0.010417
b, -0.802083
[Data]
0
1
0
0
0
2
1
0
1
3
1
0
2
1
1
1
1
1
0
0
1
1
2
1
2
0
0
0
0
1
0
0
2
1
1
1
0
1
3
2
1
3
1
2
1
2
5
2
3
4
4
5
14
17
29
33
61
102
130
180
256
338
499
603
769
1038
1196
1465
1724
2065
2285
2508
2715
2913
3127
3292
3297
.
※8192ch分
```

- (3) AMOC エネルギースペクトル(ファイル名はRUN999999_AMOC_mo.csv)
csv(カンマ区切りテキスト)形式。AMOC タブ内 momentum スペクトルデータ。
例：

```
[Header]  
a, 0.981411  
b, -45.002652  
[Data]  
14  
18  
17  
16  
15  
25  
15  
25  
15  
15  
13  
23  
30  
17  
18  
17  
21  
17  
27  
21  
13  
29  
21  
26  
28  
42  
44  
47  
56  
65  
88  
83  
119  
164  
220  
292  
345  
456  
611  
789  
992  
1221  
1478  
1615  
1910  
2006  
2026  
2012  
1955  
1788  
1520  
1269  
1006  
802  
591  
459  
358  
281  
220  
158  
115  
102  
70  
60  
36  
28  
33  
25  
18  
19  
16  
8  
7  
9  
14  
10  
9  
5  
10  
9  
:  
:  
※8192ch分
```


- (4) AMOC リストデータ(ファイル名はRUN999999_list.bin)
 ビッグエンディアン(ネットワークバイトオーダー、MSB first)形式のバイナリデータ。
 1 イベントあたり 160bit(20Byte、10WORD)

Bit15				Bit0
APV8002 ABS[47..32]				
APV8002 ABS[31..16]				
APV8002 ABS[15..4]			APV8002 ABS 固定小数[3..0]	
空き [2..0]	APV8002 PHA (momentum) [12..0]			
空き[8..0]			UNIT[3..0]	CH[2..0]
lifetime CH1 integral [15..0]				
lifetime CH2 integral [15..0]				
lifetime MSB[31..16]				
lifetime LSB[15..0]				
dummy data 0xABCD				

7. トラブルシューティング

7. 1. 通信エラー

(1) 「connection error」エラーが発生する

起動時またはメニュー「config」にてエラーがする場合、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。

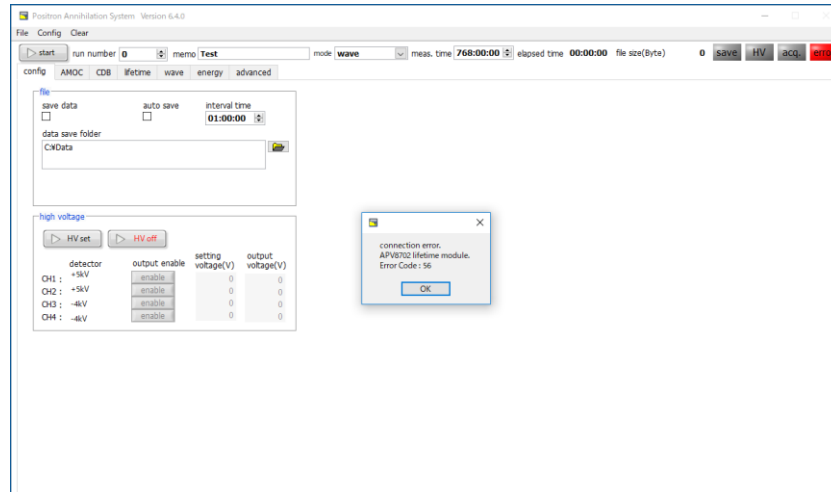


図 62 起動時の機器接続エラー

以下を確認します。

- ① スイッチングハブを使用。
- ② 起動前の構成ファイル config.ini 内[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、かつ各機器の「IP」が例えば DSP の場合「192.168.10.128」と記述されていること、また本アプリを起動して advanced タブ内 DSP の「IP Address」の表示が同じであることを確認します。

```
[System]
PCConfigPort = 55000
PCStatusPort = 55001
PCDataPort = 55002
DevConfigPort = 5000
DevStatusPort = 5001
DevDataPort = 5002
SubnetMask = "255.255.255.0"
Gateway = "192.168.10.1"
ChNumber = 2
```

- ③ PC のネットワーク情報が DSP と接続できる設定かどうか確認します。DSP のデフォルト値は以下の通りです。

IP アドレス : 192.168.10.128 (APV8002)
 192.168.10.129 (APV8702)
 192.168.10.130 (APV3304)

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

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。

コマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し各モジュールと PC が接続できるか確認します。

各モジュールの電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。

- ④ 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。
- ⑤ PC の省電力機能を「常に ON」にします。スリープ機能などは全て OFF にします。
- ⑥ ノート PC などの場合無線 LAN 機能を無効にします。
- ⑦ Windows update など自動で動作し再起動しないようにし、インターネット未接続とします。

7. 2. AMOC3次元グラフ不具合

(1) AMOCタブ内3次元グラフの表示に異常がある

デバイスマネージャのディスプレイアダプタにて使用中のデバイスドライバーのアイコンを右クリックして、可能であればデバイスを無効にしてください。

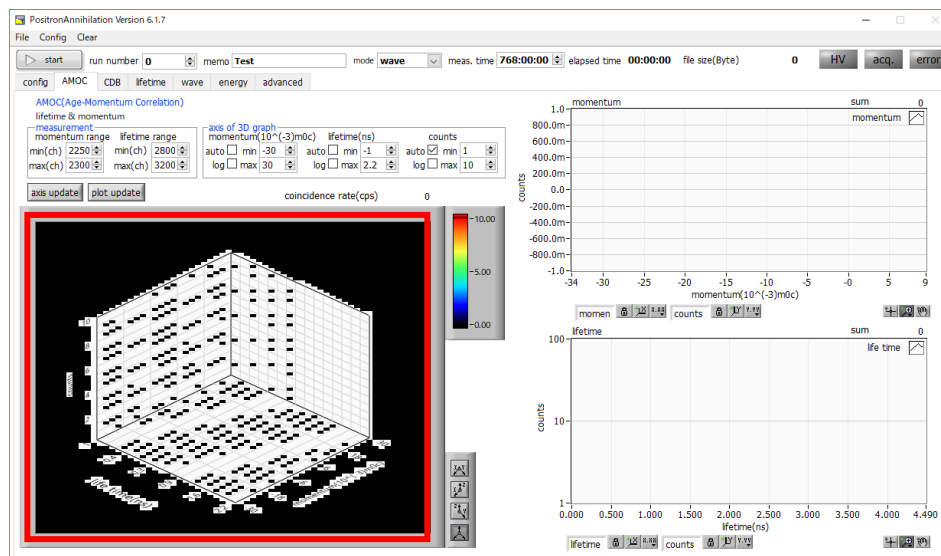


図 63 AMOC タブ内 3D グラフ表示異常

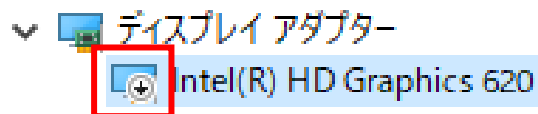


図 64 デバイスマネージャ - ディスプレイアダプタのデバイス無効状態

(2) 3次元グラフにデータが表示されない

PCのスペックが低い場合や、momentum range や lifetime range の設定範囲が広い場合（特に初回）、アプリケーションが固まったり、グラフの表示に10分以上時間がかかる場合があります。

7. 3. 操作が分からない、時間分解能やエネルギー分解能といった性能がでない

lifetime モードや energy モードで基本性能がでない場合は、下記の調整方法を説明した動画を参照ください。
https://www.youtube.com/channel/UCAgOkt_V_I7OzELMfiR2WBw



図 65 YouTube での調整方法説明動画

7. 4. コネクタ変換アダプタ

変換アダプタについて一例を記載します。

① BaF₂ 検出器側 BNC-SMA 変換アダプタ

HUBER+SUHNER 社製 33_BNC-SMA-50-1/1--_U
 BNC プラグ(オス)-SMA ジャック(メス)



② DSP モジュール側 BNC-LEMO 変換アダプタ

HUBER+SUHNER 社製 33_QLA-BNC-01-1/1--_N
 QLA-01 (LEMO) プラグ(オス)-BNC ジャック(メス)



8. 保証規定

「弊社製品」の保証条件は次のとおりです。

- 保証期間 ご購入日より1年間といたします。
- 保証内容 保証期間内で本取扱説明書にしたがって正しい使用をしていたにもかかわらず、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。
 - (1) 使用上の誤り、又は不当な修理や改造、分解による故障・損傷。
 - (2) 落下等による故障・損傷。
 - (3) 過酷な環境(高温・多湿又は零下・結露など)での故障・損傷。
 - (4) 上記のほか「弊社製品」以外の原因。
 - (5) 消耗品。
 - (6) 火災・地震・水害・落雷などの天災地変、盗難による故障。
 - (7) 水濡れと判断された場合。

弊社製品をご使用の際には上記の全項目について同意されたものとします。

【お問い合わせ先】

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 : order@techno-ap.com
お問合せ受付時間 : 電話：平日9：30～17：00

【代理店】