

MCA (Multi Channel Analyzer)

ユーザーマニュアル

第 1.2.3 版 2011 年 2 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

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

免責事項

平素は株式会社テクノエーピー(以下「当社」)の製品をご愛用いただき誠にありがとうございます。

当社製品のご使用によって発生した事故であっても、装置・接続機器・ソフトウェアの異常、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補償について、当社は一切責任を負いません。ご利用に際しては、自己責任にてご判断くださいますようお願いいたします。

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でのご使用はご遠慮ください。
- ・ 高温、高湿度、振動の多い場所などでのご使用はご遠慮ください(対策品は除きます)。
- ・ 定格を超える電源を加えないでください。
- ・ 基板製品は、基板表面に他の金属が接触した状態で電源を入れないでください。

注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

株式会社テクノエーピー

目 次

1. 概要.....	5
1. 1. 仕様.....	6
1. 2. 改訂.....	7
2. 準備.....	8
2. 1. ケーブル.....	8
2. 2. 電源.....	8
2. 3. ネットワーク接続の確認.....	8
2. 4. モニタ.....	8
2. 5. ソフトウェア.....	8
3. 画面.....	9
3. 1. 起動画面.....	9
3. 2. CH タブ.....	11
3. 3. config タブ.....	12
3. 4. histogram タブ.....	14
4. 設定.....	16
4. 1. スレッシュホールドの設定.....	16
4. 2. ピーク検出モードの設定.....	16
5. 計測.....	17
5. 1. 初期化設定.....	17
5. 2. 計測開始.....	17
5. 3. 計測停止.....	18
6. ファイル.....	19
6. 1. ヒストグラムデータファイル.....	19
6. 2. リストデータファイル.....	20
7. コマンド.....	21
7. 1. 概要.....	21
7. 2. コマンドフォーマット.....	21
7. 3. コマンドの種類.....	22
7. 4. コマンド一覧.....	24
7. 5. コマンド説明.....	25

7. 6.	リストデータ処理フロー	30
8.	機能	31
8. 1.	GATE 信号によるイベントデータ取得	31
8. 2.	VETO 信号によるイベントデータ破棄	31
8. 3.	ネットワーク情報の設定方法	32
8. 4.	2 点校正の計算方法	35
9.	トラブルシューティング	36

1. 概要

テクノエーピー社製 MCA(Multi Channel Analyzer、マルチチャンネルアナライザ)製品は、アナログ信号入力に4チャンネルまたは8チャンネルを持ち、各チャンネルに高速逐次比較型 ADC を搭載した MCA です。高計数率、多チャンネルを必要とする、原子核実験、放射光実験などでの使用を目的にした製品です。

MCAには、検出器からのプリアンプ信号をスペクトロスコピアンブ(リニアアンブ)に入力し、アナログ回路によって増幅と波形整形(シェイピング)処理された出力信号を入力します。この信号の振幅(波高値、ピーク値)には、放射線のエネルギー情報などが含まれています。MCAは、この信号を検出し、最大波高値をデジタル(AD)変換しスペクトル(ヒストグラム)を生成する波高解析装置です。

MCAの性能を表す指標に「デッドタイム」があります。デッドタイムとは、MCA が波高値を計測できない時間帯のことです。放射線のように不規則に発生する事象に対し、事象発生からピーク検出から、波高値のデジタル変換、メモリ書き換え、波高値のリセットまでを実行している間は、新たな事象を計測できません。通常 MCA のデッドタイムは、速いもので $1\mu\text{sec}$ と言われていますが、弊社 MCA のデッドタイムは固定 360nsec です。

ADC に関しては、複数の入力 CH に対し 1 つの ADC で循環処理するマルチプレクサではなく、全ての入力 CH に対し逐次比較型 ADC を搭載しています。

ピーク検出の手法としては、ピークを検出してから AD 変換する一般的な「アブソリュートモード」の他に、「ファーストピーク検出モード」があります。このモードでは、パルスピークを検出した直後に AD 変換を開始します。スペクトロスコピアンブで高速とされる $0.25\mu\text{s}$ パルスシェイピングまでは、パルス内で検出変換処理を終わらせることが可能です。

計測データとしては、「ヒストグラム」データと「リスト」データがあります。ヒストグラムは波高値のスペクトルです。リストは事象ごとにタイムスタンプと波高値と CH 情報を出力します。計測データは、イーサネットを介して PC へ転送することができます。

アプリケーションソフトウェアは、Windows 上で動作するソフトウェアが付属しております。MCA は、一般的な TCP/IP や UDP 通信を使用した製品ですので、Windows 以外の Linux などの環境でも、同様の計測制御のプログラムを作成することができます。

本書は、弊社 MCA 製品の取り扱いについて説明するものです。

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

※文章中の、“リスト”と“イベント”は同意義です。

※文章中の、“スペクトル”と“ヒストグラム”は同意義です。

※文章中の、“波高値”と“ピーク値”は同意義です。

1. 1. 仕様

- (1) アナログ入力
- ・チャンネル数 4CH、8CH
 - ・入力レンジ 0 から 10V
 - ・入力インピーダンス 1k Ω
 - ・入力可能パルス幅 最小 100nsec から最大 100 μ sec
- (2) ADC
- ・変換方式 逐次比較型
 - ・分解能 16bit
 - ・変換時間 200ns
 - ・リセット時間 160ns
 - ・ADC GAIN 16384、8192、4096、2048、1024、512、256、128 チャンネル
 - ・スレッシュホルド フルスケール 0 から 50%、PC から設定
 - ・LLD フルスケール 0 から 100%、PC から設定
 - ・ULD フルスケール 0 から 100%、PC から設定
 - ・ゼロ調整 フルスケール 0 から 2%、フロントパネルのボリュームにて調整
- (3) 性能
- ・デッドタイム 360nsec 固定
 - ・スループット 高エネルギー γ 線の場合 130kcps 以上、低エネルギー X 線 250kcps 以上
 - ・分解能 130eV @ 5.keV (Si(Li)検出器)
 - ・積分非直線性 $\pm 0.025\%$ (typ)
 - ・微分非直線性 $\pm 1\%$ (typ)
- (4) 機能
- ・計測モード ヒストグラムモード、リストモード
 - ・通信 I/F TCP/IP、UDP
 - ・イベント転送レート ※オプションでデータ転送量が約 2MByte/秒の UDP も可
約 1.2MByte/秒。1 イベント 10Byte(80bit)の場合、CH 合計で 120kcps。
- (5) 消費電流
- +5V :1.0A
 - +12V :0.7A
 - 12V :0.7A
- (6) アプリケーション MCA software Windows 版。付属 CD からインストール。

(7) 外形

・ユニット型	寸法	: 300(W) x56(H) x335(D)
	重量	: 約 3300g
	型式	: APU8204 (4CH)、APU8208 (8CH)
	配置	:

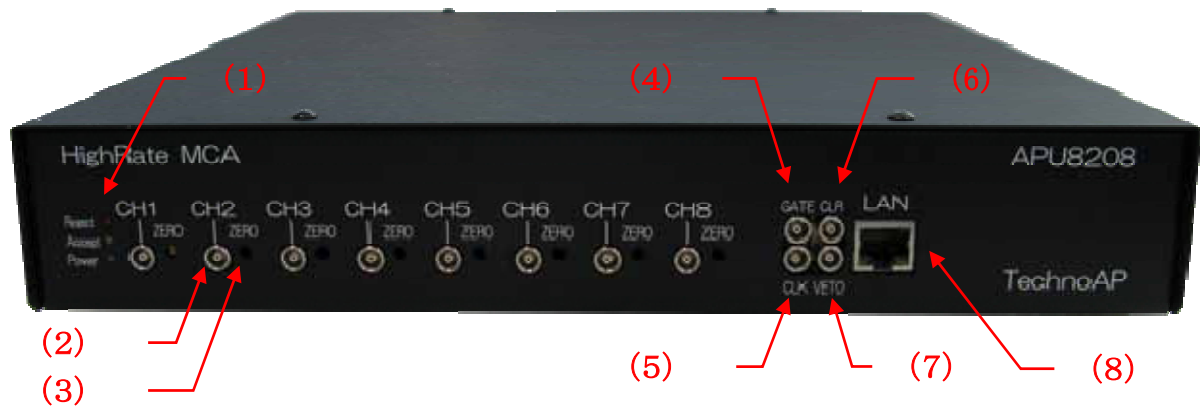


図 1 APU8208 前面

【前面】

(1) LED	: P は電源、V は DSP 処理中、E はパイルアップ検出。
(2) CH1～8	: プリアンプ信号入力用 LEMO コネクタ。
(3) ZERO	: ゼロ調整用ボリューム。フルスケール 0 から 2%。
(4) LEMO 左上 (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“H”の間データの取得を有効にします。
(5) LEMO 左下 (CLK)	: 外部クロック信号入力用 LEMO コネクタ。25MHz の TTL 信号を入力します。
(6) LEMO 右上 (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。“H”の立ち上がりエッジでアブソリュートカウンタデータをクリアします。
(7) LEMO 右下 (VETO)	: 外部ベト信号入力用 LEMO コネクタ。“H”の間データの取得を無効にします。
(8) LAN	: イーサネットケーブル用 RJ45 コネクタ。

【背面】

電源スイッチ、AC 電源ケーブルコネクタ、冷却 FAN 排気口、ダウンロードケーブルコネクタ

・VME 型	寸法	: 20(W) x262(H) x187(D)、VME6U
	重量	: 約 400g
	型式	: APV8204 (4CH)、APV8208 (8CH)
	配置	: ※入力端子等の配置は上記ユニット型と共通です。

1. 2. 改訂

2010/02/04	第 1.0.0 版	初版
2010/04/13	第 1.1.0 版	ファイル説明の修正。コマンド説明の追加
2011/02/23	第 1.2.3 版	免責事項追記。全体見直し

2. 準備

2. 1. ケーブル

- (1) 高圧電源ケーブルの接続を確認します。
- (2) プリアンプ電源の接続を確認します。
- (3) プリアンプ出力信号をスペクトロスコープアンプに接続します。
- (4) スペクトロスコープ(リニア)アンプの出力信号を MCA の各 CH に接続します。
- (5) MCA と PC をイーサネットケーブルで接続します。

2. 2. 電源

- (1) 高圧電源を入れます。定格になったことを確認します。
- (2) スペクトロスコープアンプの電源を入れます。
- (3) MCA の電源を入れます。

2. 3. ネットワーク接続の確認

- (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
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にて ping コマンドを実行し MCA と PC が接続できるか確認します。
MCA の IP アドレスは基板上またはケース背面にあります。
デフォルト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 (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)

※ノート PC で有線 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。

2. 4. モニタ

モニタの解像度は WXGA(1280x768) 以上を推奨します。

2. 5. ソフトウェア

MCA の実行形式ファイルと LabVIEW のランタイムエンジンをインストールする必要があります。
MCA のインストーラには MCA の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) 管理者権限でログインします。
- (2) 添付 CD-ROM「MCA Software」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、「C:\Program Files\TechnoAP」です。
- (3) 「スタートボタン」-「TechnoAP」-「MCA」を実行します。
- (4) 「MCA」が起動します。

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

3. 画面

3.1. 起動画面

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

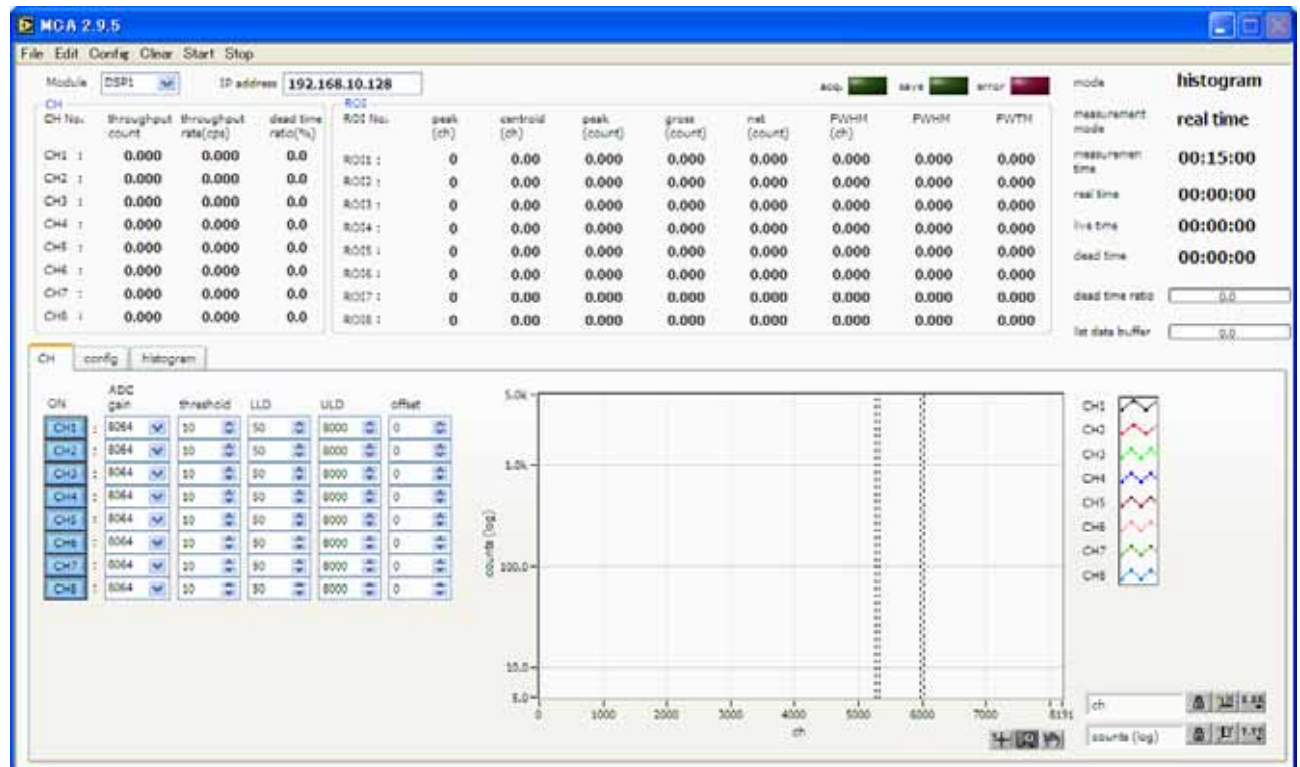


図 2 MCA 起動画面

内容は以下の通りです。

・メニュー

- 「File」、「Edit」、「Config」、「Clear」、「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」 : MCA 画面を PNG 形式画像で保存
- 「File」-「quit」 : 終了
- 「Edit」-「IP configuration」 : IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイの設定
- 「Config」 : MCA へ全設定を送信
- 「Clear」 : MCA 内のヒストグラムデータを初期化
- 「Start」 : MCA へ計測開始を送信
- 「Stop」 : MCA へ計測停止を送信

・タブ

- 「CH」、「config」、「histogram」から構成されます。
- 「CH」 : 入力 CH に関する設定
- 「config」 : 入力 CH 以外の設定
- 「histogram」 : ヒストグラムの表示、ROI (Region Of Interest) の設定

・CH 部

- CH 毎の状況を表示します。
- 「throughput count」 : トータルカウント。処理したイベント数
- 「throughput rate(cps)」 : カウントレート。1 秒間に処理したイベント数

「dead time ratio(%)」 : 計測開始からのデッドタイムの割合(%). $\text{dead time} / \text{real time} * 100$

•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
 「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
 「FWHM(ch)」 : 半値幅(ch)
 「FWHM」 : 半値幅
 「FWTM」 : 1/10 幅
 「ROI count」 : ROI カウント値(選択中の CH タブが対象)

- Module : 計測対象とする MCA を選択します
- IP Address : IP アドレス。構成ファイルにて定義し、「Module」にて選択した MCA の IP アドレスが表示
- 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。「histogram」または「list」を表示
- measurement mode : 計測モード。「real time」または「live time」を表示
- measurement time : 設定した計測時間
- real time : 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
- live time : 第 1CH のライブタイム(有効計測時間)。real time - dead time
- dead time : 第 1CH のデッドタイム(無効計測時間)。real time - live time
- dead time ratio : 第 1CH のデッドタイムの割合(%). $\text{dead time} / \text{real time} * 100$
- list data buffer : リストデータ用バッファ状態(%). 100%はオーバーフローを意味します。

3. 2. CH タブ

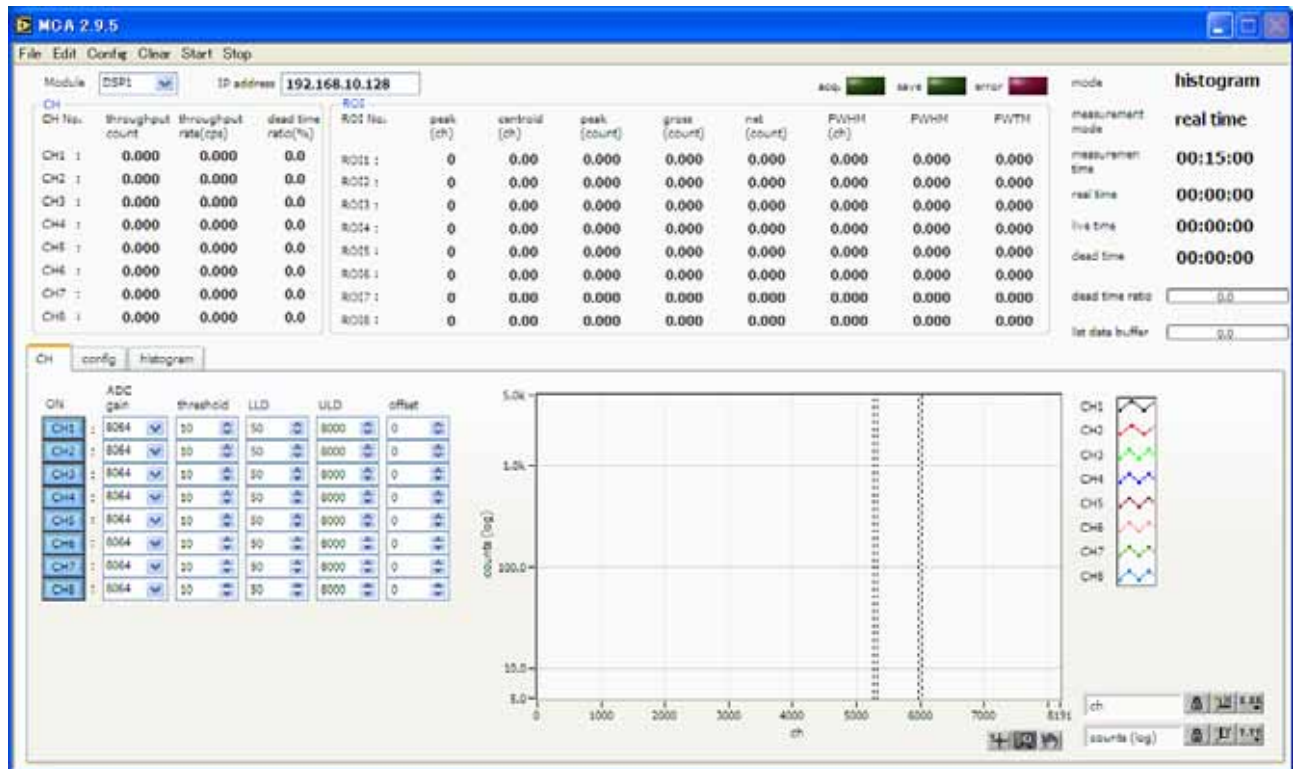


図 3 CH タブ

CH に関わる設定です。

- ON CH 使用可否
- ADC gain ADC のゲイン
16128、8064、4032、2016、1008、504、252、126 チャンネル(ch)から選択します
※最大値が 16384 ではなく 16128 と 256ch 分不足しているのは、弊社 MCA が ADC のスライディングスケールを使用しているために、上位ビットの使用が制限されてしまうためです。
- threshold 波形取得開始のタイミングの閾値を設定します。単位は digit です。設定範囲は 0 から 16383 です。デフォルト値は 10 です。LLD 以下の値に設定します。
- LLD エネルギー LLD (Lower Level Discriminator) を設定します。単位は ch です。この閾値より下の ch はカウントしません。threshold 以上かつ ULD より小さい値に設定します。
- ULD エネルギー ULD (Upper Level Discriminator) を設定します。単位は ch です。この閾値より上の ch はカウントしません。LLD より大きい値に設定します。

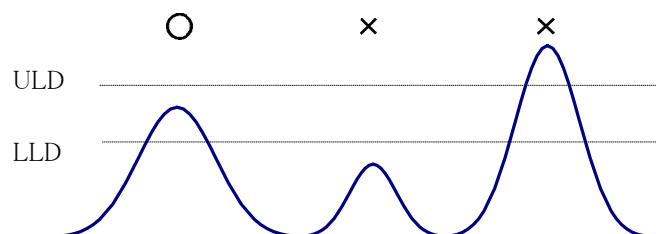


図 4 ULD と LLD

- offset プラス方向のオフセットを設定します。単位は ch です
- グラフ CH1 から CH8 のヒストグラムを表示します。グラフの設定は「histogram」タブ内の設定が反映されます。

3. 3. config タブ

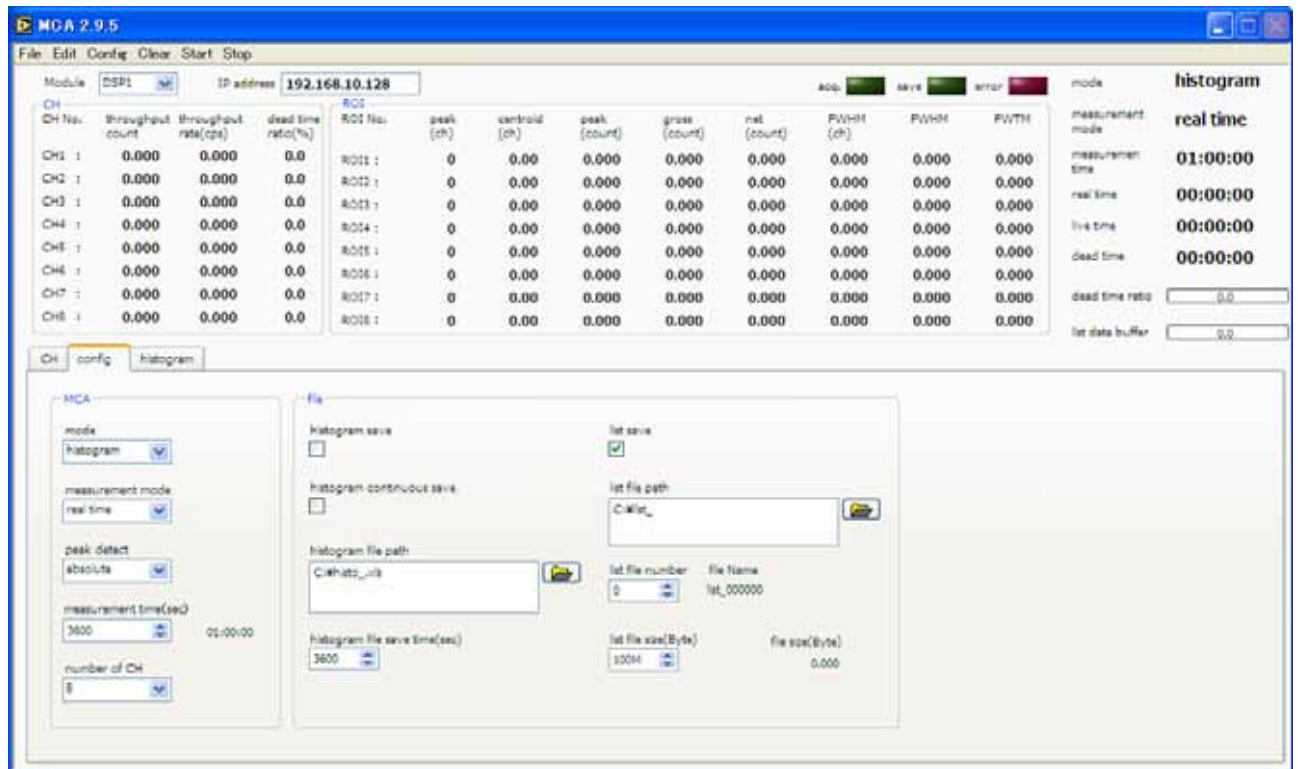


図 5 config タブ

「config」タブ内「MCA」部
MCA の動作に関わる設定です。

- mode : 以下の 2 つの動作モードから選択します。
「histogram」 ヒストグラムモードは、リニアアンプ信号の波高値を最大 16384 の ch に格納し、ヒストグラムを作成します。
「list」 リストモードは、アンプ信号のタイムスタンプと波高値と CH 番号を 1 つのイベントデータとし、連続的に PC ヘデータを転送するモードです。
- measurement mode : 計測モードとして、「real time」または「live time」を選択します。
「real time」 予め設定した時間データを計測します。
「live time」 有効計測時間(リアルタイムとデッドタイムの差)が予め設定した時間になるまで計測します。
- peak detect : ピーク(最大波高値)の検出方法として、「abs」または「fast」を選択します。
「abs」 アブソリュートモード
threshold を超えてからピークに到達し減衰していき threshold を下回った時に AD 変換を実行します。より確定的に最大波高値を取得可能。
「fast」 ファストモード
最大波高値を常に監視し到達直後に AD 変換を実行します。高計数時の計測用です。
- measurement time : 計測時間設定。設定範囲は 0 から 86400 秒(1 日)です。
- number of CH : 有効 CH 数です。機器にあった CH 数を設定します。
※注意※
現状にあった CH 数で適切に設定します。

「config」タブ内「file」部
計測に関わる設定です。

- histogram save : 計測終了時に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。
- 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。MCA 部「mode」にて「histogram」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します。拡張子無しも可です。
 ※注意※
 このファイル名で保存されるのではなく、このファイル名をもとにして以下のフォーマットになります。
 例:
 「histogram file path」に「C:¥Data¥histogram.csv」、「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。MCA 部「mode」にて「list」または「coinc list」を選択時のみ有効です。
- list file path : リストデータファイルの絶対パスを設定します。拡張子無しも可です。
 ※注意※
 このファイル名で保存されるのではなく、このファイル名をもとにして以下に説明する「file number」からはじまる番号がファイル名と拡張子の間に 0 詰め 6 桁で付加されます。
 例:
 「list file path」に「C:¥Data¥list.bin」、「list file number」に「0」と設定した場合は、
 「C:¥Data¥list000000.bin」というファイル名でデータ保存を開始します。
- list file number : リストデータファイルに付加される番号の開始番号を設定します。0 から 999999 まで。999999 を超えた場合 0 にリセットされます。
- file name : 現在の設定で保存されるファイル名が表示されます。
- list file size(Byte) : リストデータファイルの最大ファイルサイズを設定します。
 リストデータ保存中にこのサイズを超えるとファイルを閉じ、「list file number」を 1 つ繰り上げた新しいファイル名でデータの保存を継続します。
 設定右側に位置する「file size(Byte)」には現在保存中のファイルのサイズが表示されます。

3. 4. histogram タブ

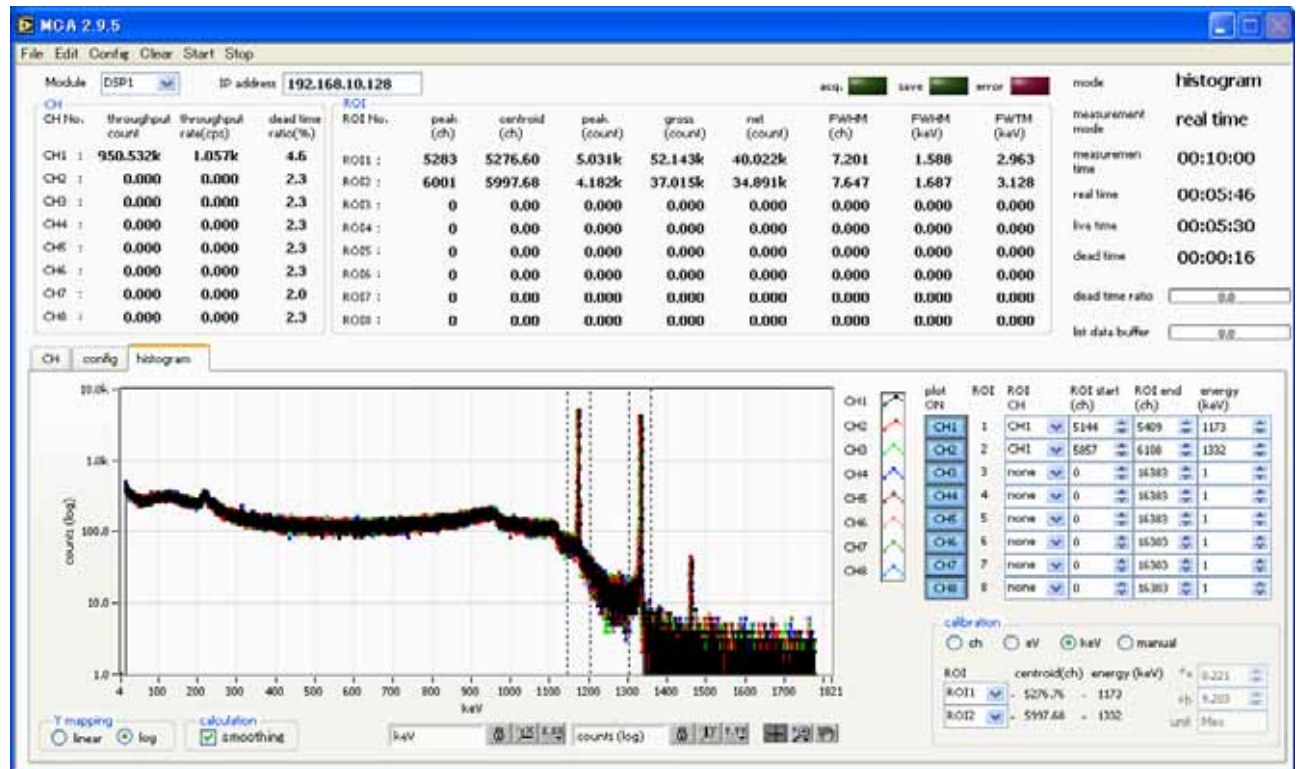



図 6 histogram タブ

- グラフ : ヒストグラムグラフ
- plot ON : 「config」タブ内「mode」にて「histogram」を選択した場合、計測中にヒストグラムを表示します
- ROI CH : 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 の対象とする CH 番号を選択します
- ROI start (ch) : 1 つの CH 信号に対し、最大 8 つの ROI を設定可能です
- ROI end (ch) : ROI の開始位置を設定します。単位は ch です
- energy(keV) : ROI の終了位置を設定します。単位は ch です
- energy(keV) : ピーク位置 (ch) のエネルギー値を定義します。⁶⁰Co の場合、1173 や 1332 と設定します。
- calibration : 次の「calibration」にて「ch」を選択した場合、ROI 間のピークを検出しそのピーク位置 (ch) と設定したエネルギー値から keV/ch を算出し、半値幅の算出結果に摘要します。
- 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 ⁶⁰Co の 1173.24keV、6498.7ch に ⁶⁰Co の 1332.5keV がある場合、2 点校正より a を 0.20397、b を 6.958297 と自動算出します。
- manual : 1 次関数 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b と単位ラベルを任意に設定し X 軸に設定します。単位は任意に設定します。
- Y mapping : グラフの Y 軸のマッピングを選択します。設定に伴い Y 軸のラベルも変更されます。
- linear : 直線

log 対数

- 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。

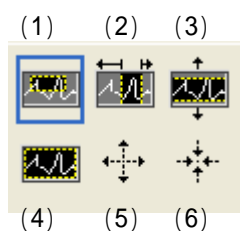



図 7 グラフ ズームイン及びズームアウトツール

- (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。

4. 設定

MCA の主な設定について記載します。

4. 1. スレッショルドの設定

スレッショルドの設定は以下の 2 つに影響します。

- ① この閾値を超えたタイミングでタイムスタンプします。
- ② この閾値を超えた時から AD 変換及びピーク検出を開始します。

この設定をあまりに大きい値に設定すると、低エネルギーの波高値を取得できなくなります。逆に設定が小さ過ぎるとノイズをひろってしまいます。

はじめ 10 から 20 の値を設定し、ヒストグラムを見ながらノイズとの境目を判別します。

LLD 以下の設定とします。

4. 2. ピーク検出モードの設定

最大波高値の検出方法として、「config」タブの「peak detect」にて「abs」または「fast」を選択します。

「abs」は「アブソリュートモード」で、threshold を超えてからピークに到達し減衰していき threshold を下回った時に AD 変換を実行します。より確定的に最大波高値を取得可能。

「fast」は「ファストモード」で、最大波高値を常に監視し到達直後に AD 変換を実行します。高計数時の計測用です。

スペクトロスコピアンプの波形

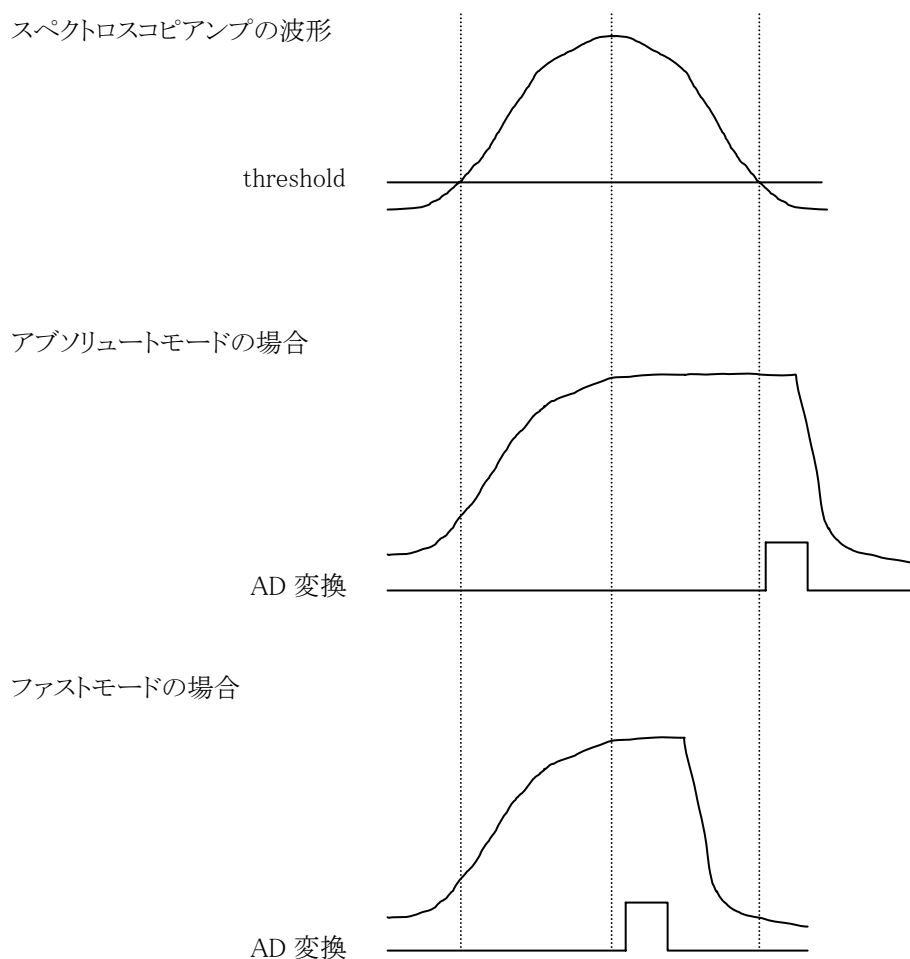


図 8 ピーク検出方法(アブソリュートモードとファストモード)

5. 計測

5.1. 初期化設定

- (1) メニュー「Config」をクリックします。実行後、MCA 内全設定が MCA に送信されます。
- (2) メニュー「Clear」をクリックします。実行後、MCA 内ヒストグラムデータが初期化されます。
 前回の計測したヒストグラムや計測結果を継続する場合は、「Clear」をクリックせずに次の計測を開始します。

5.2. 計測開始

- ・メニュー「Start」をクリックすると、計測を開始します。
- ・「CH」部に各 CH の計測状況が表示されます。
- ・「acq」LED が点滅します。
- ・「measurement time」に計測設定時間が表示されます。
- ・「real time」に MCA から取得したリアルタイムが表示されます。
- ・「live time」に MCA から取得したライブタイムが表示されます。
- ・「dead time」に MCA から取得したデッドタイムが表示されます。
- ・「dead time ratio」に「dead time」/「real time」の割合が表示されます。

【ヒストグラムモードの場合】

- ・「mode」に「histogram」と表示されます。
- ・「ROI」部に各計算結果が表示されます。
- ・「histogram」タブにヒストグラムが表示されます。

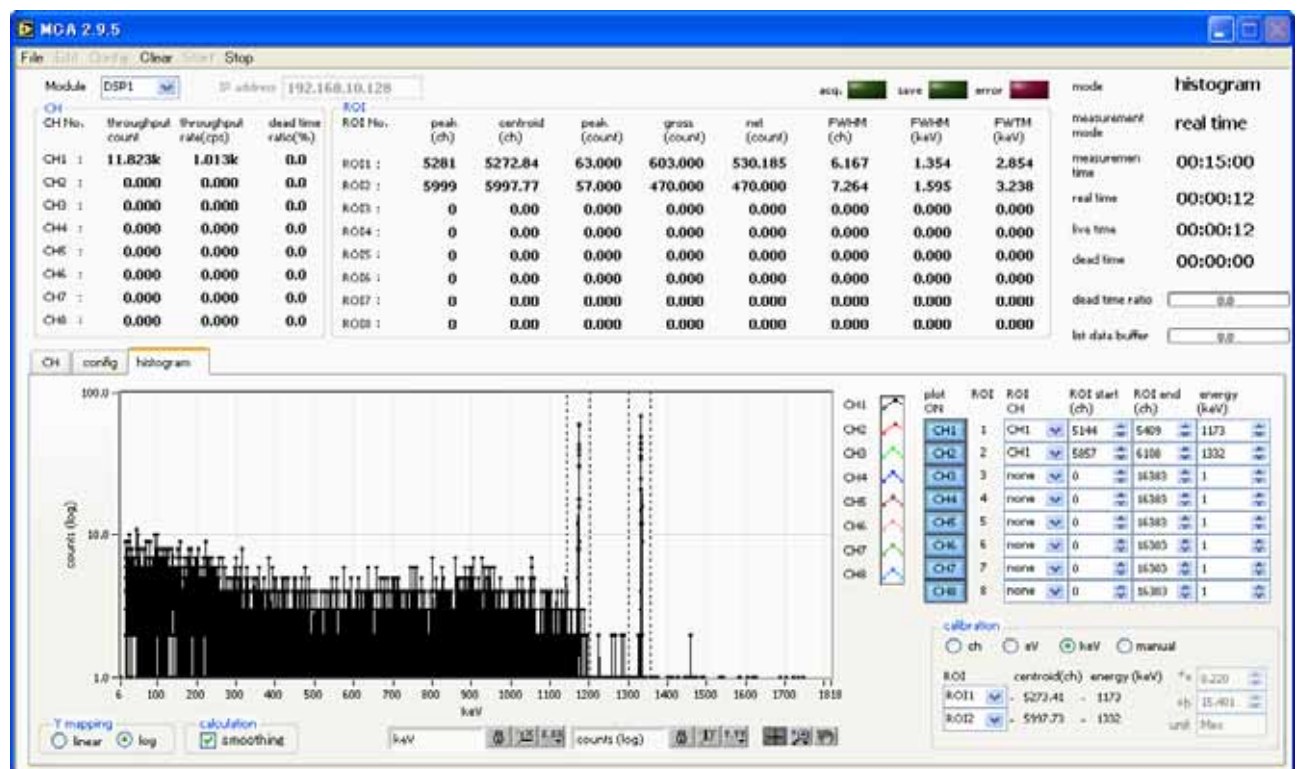


図 9 histogram モードでの計測

【リストモードの場合】

- ・「mode」に「list」と表示されます。
- ・リストモード時は「save」LED が点滅し、「config」タブ内「file size(Byte)」右側に現在保存中のファイルサイズが表示されます。
- ・「list data buffer」に MCA のリストデータ送信バッファの状態が表示されます。100%に到達した場合オーバーフローとなり、データを取りこぼすことになります。全 CH の「throughput rate(cps)」の和が 160kcps を超えないようにご使用ください。

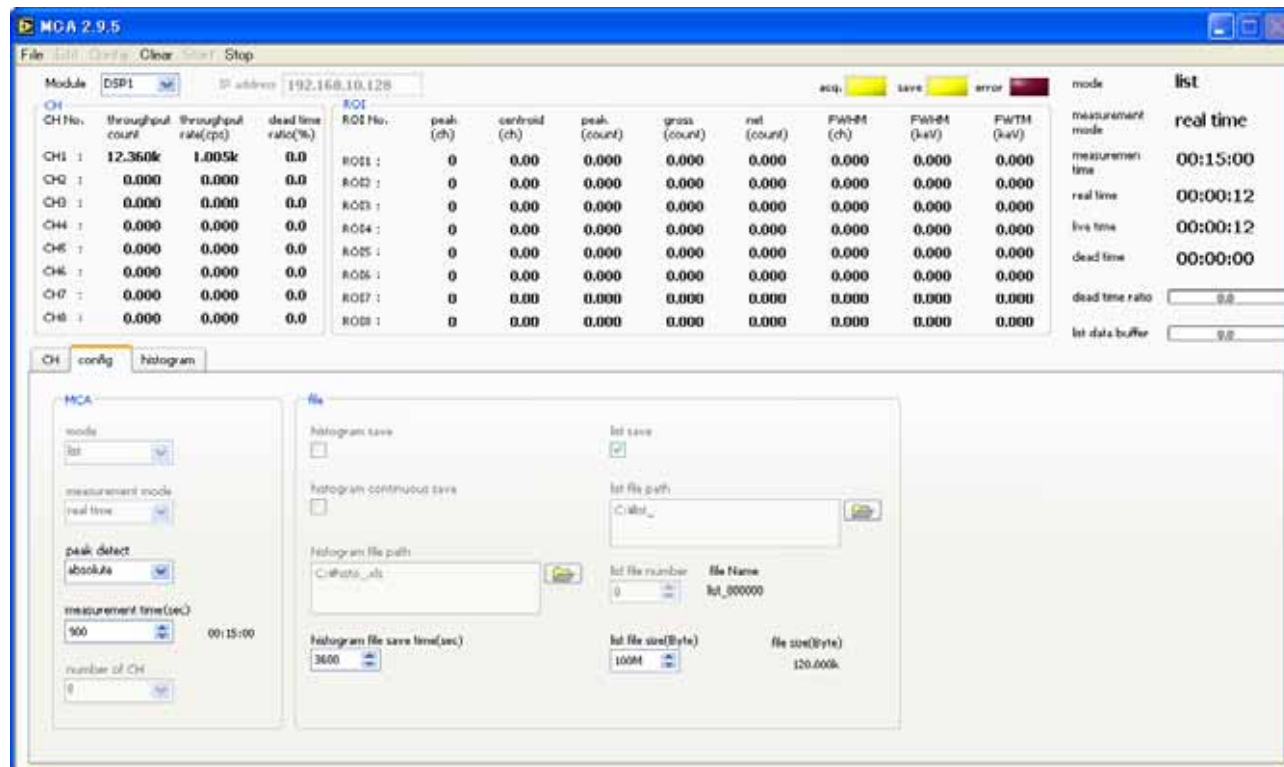


図 10 list モードでの計測

5. 3. 計測停止

- ・「measurement mode」が「real time」の場合、「real time」が「measurement time」に到達すると計測は終了します。
- ・「measurement mode」が「live time」の場合、「live time」が「measurement time」に到達すると計測は終了します。
- ・計測中に停止する場合は、メニュー「Stop」をクリックします。実行後計測を停止します。

6. ファイル

6. 1. ヒストグラムデータファイル

(1) ファイル形式

タブ区切りのテキスト形式

(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。Real time または Live time
Measurement time	計測時間。単位は秒
Real time	リアルタイム
Live time	ライブタイム
Dead time	デッドタイム
Start Time	計測開始時刻
End Time	計測終了時刻

※以下 CH 毎に保存

ADG	ADC ゲイン
THR	FAST 系スレッシュホールド
LLD	エネルギー LLD
ULD	エネルギー ELD
OFF	オフセット

※CH 毎はここまで

MOD	モード
MMD	計測モード
MTM	計測時間

•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)
peak(ch)	ROI 間のピーク位置 (ch)
centroid(ch)	ROI 間の中心位置 (ch)
FWHM(ch)	ROI 間の半値幅 (ch)
FWHM(keV)	ROI 間の半値幅 (keV)
Energy(keV)	ROI 間のピークのエネルギー値 (keV)

•Status (ステータス) 部

※以下 CH 毎に保存

throughput count	処理したイベント数
throughput rate	1秒間に処理したイベント数
dead time ratio(%)	デッドタイムの割合

•Data (データ) 部

各チャンネル毎のヒストグラムデータ。最大 16384 点。

6. 2. リストデータファイル

(1) ファイル形式

バイナリ、ビッグエンディアン形式

(2) ファイル名

「config」タブ内「list file path」に設定したファイルパスに、「file number」を 0 詰め 6 桁付加したものになります。

例 1: 「list file path」に“D:¥data¥123456.xls”、「number」に“1”と設定した場合、“D:¥data¥123456_000001.xls”。

例 2: 「list file path」に“D:¥data¥123456”、「number」に“100”と設定した場合、“D:¥data¥123456_000100”。

「list file size」に到達すると、保存中のファイルを閉じます。その後、「list file number」を自動で 1 つ繰り上げ新しいファイルを開き、データのファイル保存を続けます。

(3) 構成

1 イベントあたり 80bit (10Byte、5WORD)

Bit79	76	75		64
空き[3..0]		ABS[43..32]		
63	ABS[31..16]			48
47	ABS[15..0]			32
31	29	28	PHA[12..0]	
空き[2..0]				
15	7	6	3	2
空き[8..0]		UNIT[3..0]		CH[2..0]
				0

図 11 リストデータ(80 bit)構成

- Bit79 から Bit76 空き。4Bit
- Bit75 から Bit32 ABS(アブソリュート)カウント。44Bit
1Bit あたり 40ns。
最大計測時間は約 195 時間 ($48 \div 2^{44} * 40\text{ns}$)
- Bit31 から Bit30 空き。3Bit
- Bit28 から Bit16 PHA(波高値)。ADC gain が最大 8192 の場合は、13Bit、0 から 8191。
- Bit15 から Bit7 空き。9Bit。
- Bit6 から Bit3 ユニット番号。4Bit
ユニット 1 は 0、ユニット 16 は 15
- Bit2 から Bit0 CH 番号。3Bit

7. コマンド

7.1. 概要

MCA に対する設定及びデータの取得はイーサネット経由 TCP/IP によって行っています。特殊なライブラリなどは使用していませんので、通信フォーマット(コマンド)に準拠すれば、任意のアプリケーションでも MCA を制御可能です。

コマンドの種類は、「Config(設定)」、「Status(ステータス)」、「Data(データ)」の3つに大別されます。MCA ではこの3種類のコマンドを競合せずに送受信できるよう、3つのタスクが動作しており、それぞれに通信ポートを定義しています。Config 用ポートは 5000 番、Status 用ポートは 5001 番、Data 用ポートは 5002 番になっています。

以下にコマンドのフォーマットや種類について記載します。

7.2. コマンドフォーマット

コマンドのフォーマットは、「コマンド部」と「パラメータ部」と「応答部」からなります。

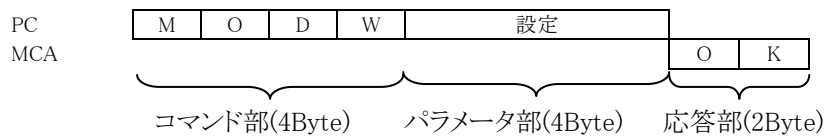


図 12 コマンドフォーマット モード設定コマンド MODW の場合

「コマンド部」は、ASCII コードの 3 文字と、設定の種類 1 文字を加えた計 4 文字 4Byte です。設定の種類は、設定は「W」、設定要求は「R」となります。

「パラメータ部」は、単一設定とチャンネル設定があります。

単一設定の場合のデータ長は 4Byte になります。

チャンネル設定の場合のデータ長は、CH1 から CH8 の設定を連結した 32Byte (8CH*4Byte) になります。

「応答部」は、MCA からの戻り値です。設定や設定要求やデータ要求コマンドの送信後、MCA から応答があります。コマンド送信後は、該当する応答 Byte 数分データを受信するようプログラムしなければなりません。

設定の場合は、エラー無しなら「OK」、エラー有りなら「NG」が MCA から返ってきます。

設定要求の場合は、MCA からはエラーが無ければ送信したコマンド部の後に「A」を追加した文字列と値が返ってきます。エラーの場合は「NG」が返ってきます。

データ要求の場合は、1 回のデータ転送サイズを 16384Byte とし、ヒストグラムデータやイベントデータは分割して受信します。

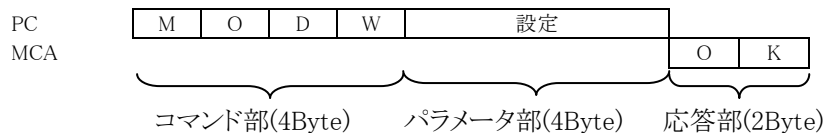
ネットワークバイトオーダーはビッグエンディアンです。上記 MODW コマンドにて 1 と設定する場合は、MCA に対し“4D4F445700000001”と送信すると、OK である“4F4B”が返信されてきます。

7. 3. コマンドの種類

コマンドの種類は以下のように分類されます。概要及びその例を記載します。

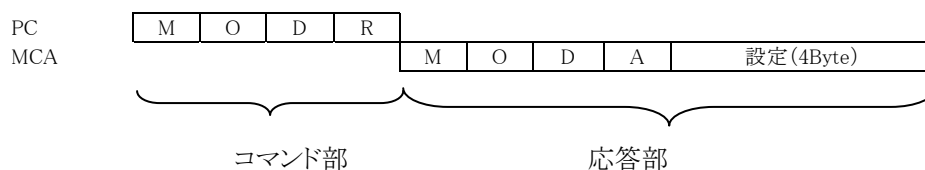
(1) 単一設定

動作モード設定など、チャンネル毎ではない設定。



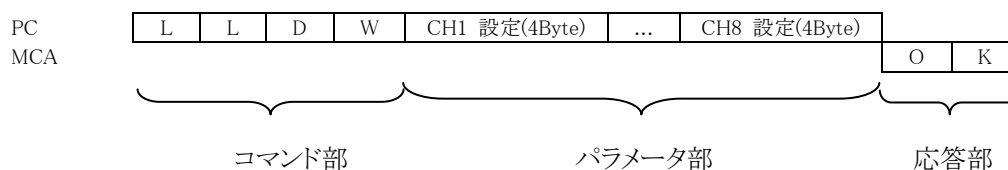
(2) 単一設定要求

動作モード設定要求など、チャンネル毎ではない設定要求。



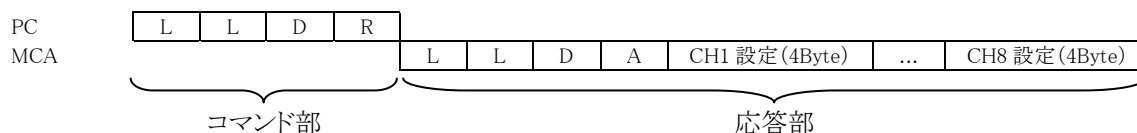
(3) チャンネル設定

LLD 設定など、チャンネル毎の設定。



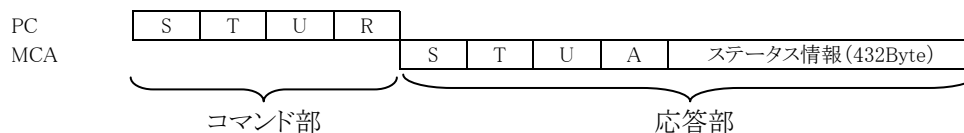
(4) チャンネル設定要求

LLD 設定など、チャンネル毎の設定要求。



(5) ステータス

入力カウント数などのステータス要求。

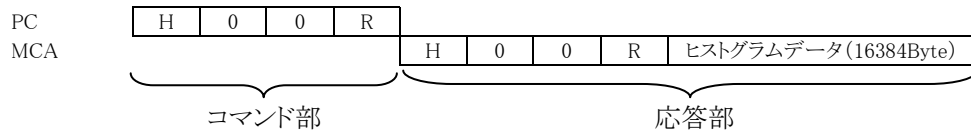


(6) ヒストグラムデータ

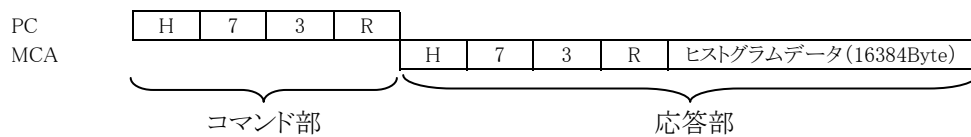
ヒストグラムデータ要求。ヒストグラムデータは符号無し 4Byte 整数で、チャンネルあたり 4096 点。4 回に分けてデータを取得します。取得したデータを連結して 1 つのヒストグラムデータとします。

コマンドフォーマットを「HxyR」とし、x がチャンネル番号(0 から 7)、y がブロック番号(0 から 3)となります。

チャンネル 1 ブロック番号 0 ヒストグラムデータ取得の場合



チャンネル 8 ブロック番号 3 ヒストグラムデータ取得の場合

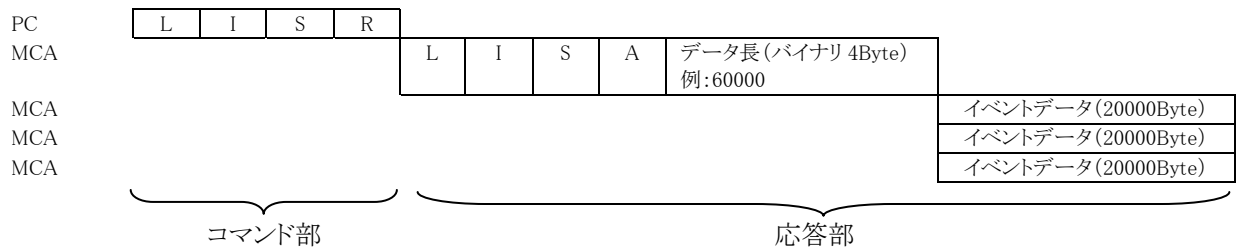


(7) イベントデータ

イベントデータ要求。

LIST データサイズの問い合わせと LIST データの読み込みの 2 段階で LIST データを連続的に取得します。

まずコマンドの応答とデータ長を取得します。データ長は ASCII 文字列ではなくバイナリ(ビッグエンディアン)です。1 回のデータ受信量は 20,000Byte です。応答データ長が 20,000 より大きい場合は、データ長分を 20,000 で割った回数分、連続して 20,000Byte 分データを読み込みます。



7. 4. コマンド一覧

番号	種別	MCA ポート 番号	内容	設定範囲	動作	コマンド	コマンド長 (Byte)	応答 (Byte)
1	CH 設定	5000	ADC ゲイン	2..7 ※0と1は不可	設定	ADGW	36	2
					設定要求	ADGR	4	36
2			タイミング スレッシュホルト	0..16383	設定	THRW	36	2
					設定要求	THRR	4	36
3			エネルギー LLD	0..16383	設定	LLDW	36	2
	設定要求				LLDR	4	36	
4	エネルギー ULD		0..16383	設定	ULDW	36	2	
				設定要求	ULDR	4	36	
5	オフセット		0..16383	設定	OFFW	36	2	
				設定要求	OFFR	4	36	
6	単一 設定		動作モード	0, 1	設定	MODW	8	2
		設定要求			MODR	4	8	
7		計測モード	0, 1	設定	RLSW	8	2	
				設定要求	RLSR	4	8	
8		ピーク検出 方法選択	0..1	設定	PDSW	8	2	
				設定要求	PDSR	4	8	
9		計測時間	0..2 ⁴⁴ -1	設定	MTMW	12	2	
				設定要求	MTMR	4	12	
10		計測開始停止	0..1	設定	AQSW	8	2	
11		クリア	-	設定	CLRW	4	2	
12		ステータス	5001	ステータス	-	ステータス要求	STUR	4
13	データ	5002	ヒストグラム	-	データ要求	HxyR x:CH 0..7 y:ブロック 0	4	16388
14			リスト(イベント)	-	データ要求	LISR	4	20000

7. 5. コマンド説明

CH 設定

1. ADC ゲイン

説明 ADC ゲイン(チャンネル・ビンサイズ)
 コマンド 設定:ADGW (コマンド長 36Byte、応答 2Byte)
 要求:ADGR (コマンド長 4Byte、応答 36Byte)
 ポート番号 5000
 種類 チャンネル設定
 範囲 2 から 7
 0:16128 ※使用不可
 1:8064 ※使用不可
 2:4032
 3:2016
 4:1008
 5:504
 6:252
 7:126

2. タイミングスレッシュヨルド

説明 トリガータイミングの閾値
 コマンド 設定:THRW (コマンド長 36Byte、応答 2Byte)
 要求:THRR (コマンド長 4Byte、応答 36Byte)
 ポート番号 5000
 種類 チャンネル設定
 範囲 0 から 16383

3. エネルギーLLD

説明 エネルギーLLD(Lower Level Discriminator)
 コマンド 設定:LLDW (コマンド長 36Byte、応答 2Byte)
 要求:LLDR (コマンド長 4Byte、応答 36Byte)
 ポート番号 5000
 種類 チャンネル設定
 範囲 0 から 16383

4. エネルギーULD

説明 エネルギーULD(Upper Level Discriminator)
 コマンド 設定:ULDW (コマンド長 36Byte、応答 2Byte)
 要求:ULDR (コマンド長 4Byte、応答 36Byte)
 ポート番号 5000
 種類 チャンネル設定
 範囲 0 から 16383

5. オフセット

説明 オフセットの設定
 コマンド 設定:OFFW (コマンド長 36Byte、応答 2Byte)
 要求:OFFR (コマンド長 4Byte、応答 36Byte)
 ポート番号 5000
 種類 チャンネル設定
 範囲 0 から 16383

単一設定

6. 動作モード

説明 動作モード。histogram(ヒストグラム)モードまたは list(リスト)モードを選択設定
 コマンド 設定:MODW (コマンド長 8Byte、応答 2Byte)
 要求:MODR (コマンド長 4Byte、応答 8Byte)
 ポート番号 5000
 種類 単一設定
 範囲 0 または 1
 0:ヒストグラムモード
 1:リストモード

7. 計測モード

説明 計測モード。real time(リアルタイム)または live time(ライブタイム)を選択設定
 コマンド 設定:RLSW (コマンド長 8Byte、応答 2Byte)
 要求:RLSR (コマンド長 4Byte、応答 8Byte)
 ポート番号 5000
 種類 単一設定
 範囲 0 または 1
 0:real time
 1:live time

8. ピーク検出方法選択

説明 ピーク(最大波高値)の検出方法として、「abs」または「fast」を選択します。
 コマンド 設定:PDSW (コマンド長 8Byte、応答 2Byte)
 要求:PDSR (コマンド長 4Byte、応答 8Byte)
 ポート番号 5000
 種類 単一設定
 範囲 0 から 1
 0:アブソリュートモード
 1:ファストモード

9. 計測時間

説明 計測時間
 パラメータ部を 8Byte(64Bit)に拡張し、ビッグエンディアン(MSB First)にて 44Bit 分設定する。
 上位 20Bit は 0 とする。

M	T	M	W	x00	x00	x0F	xFF	xFF	xFF	xFF	xFF
---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

コマンド 設定:MTMW (コマンド長 12Byte、応答 2Byte)
 要求:MTMR (コマンド長 4Byte、応答 12Byte)
 ポート番号 5000
 種類 単一設定
 範囲 0 から $2^{44}-1$
 1Bit あたり 40ns なので、最大計測時間は約 195 時間($48 \approx 2^{44} * 40ns$)。
 備考 単一設定ですが 12Byte であることに注意してください。

10. 計測開始停止

説明 計測開始、停止の選択設定。ABS カウンタクリア。
コマンド 設定:AQSW (コマンド長 8Byte、応答 2Byte)
ポート番号 5000
種類 単一設定
範囲 0 から 1
0:計測停止
1:計測開始
備考 APV8208X はヒストグラムクリア

11. クリア

説明 ヒストグラムデータのクリア。
コマンド CLRW
コマンド 設定:W (コマンド長 4Byte、応答 2Byte)
ポート番号 5000
種類 単一設定
備考 APV8208X ではヒストグラムクリア無し。

ステータス

12. ステータス

- 説明 ステータス情報の要求
 コマンド 要求:STUR (コマンド長 4Byte、応答 436Byte)
 ポート番号 5001
 種類 ステータス
 内容 以下の情報を連結したもの。サイズは 436Byte。
 ビッグエンディアン(MSB First)です。
 備考 : 以下の点ご注意ください。
 (ア) 1 8CH 分の領域が確保されています。2CH 及び 4CH の製品をご使用の際は有効 CH 分ご使用ください。

番号	先頭位置	内容	サイズ (Byte)
1	0	応答ヘッダ「STUA」	4
2	4	計測状態。1:計測中	4
3	8	(未使用)	32
4	40	スループットトータルカウント(8CH 分、4Byte/CH) 信号処理したトータルカウント数	32
5	72	(未使用)	32
6	104	(未使用)	32
7	136	(未使用)	32
8	168	スループットカウントレート(8CH 分、4Byte/CH) 1 秒間に信号処理したカウント数	32
9	200	(未使用)	32
10	232	(未使用)	32
11	264	ライブタイム(8CH 分、8Byte/CH)	64
12	328	デッドタイム(8CH 分、8Byte/CH)	64
13	392	リアルタイム(40ns/カウント)	8
11	400	ライブタイム(40ns/カウント)	8
12	408	デッドタイム(40ns/カウント)	8
14	416	LIST バッファ 4Byte 毎に以下の並びで格納されています。 ・最大バッファサイズ ・現在バッファサイズ ・先頭位置 ・末尾位置	4 4 4 4
15	432	CPU スループット	4
合計			436

データ

13. ヒストグラム

説明 ヒストグラムデータ要求
 コマンド 要求:HxyR (コマンド長 4Byte、応答 16388Byte)
 ポート番号 5002
 種類 データ
 内容 コマンド HxyR の x は CH 番号です。
 0:CH1 1:CH2 2:CH3 3:CH4 4:CH5 5:CH6 6:CH7 7:CH8

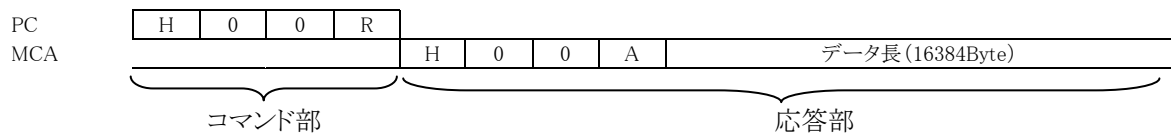
コマンド HxyR の y はブロック番号です。y は 0 から 3 を設定します。4 つのブロックのデータを取得することで 1CH 分のヒストグラムを取得します。

1CH あたりのヒストグラムデータの点数は 16384 点です。データサイズは 16384*4Byte より 65536Byte です。

MCA の 1 回の最大転送サイズは 16384Byte なので 1 度に全データを転送できず、4 ブロック (4=65536/16384) に分けて転送します。

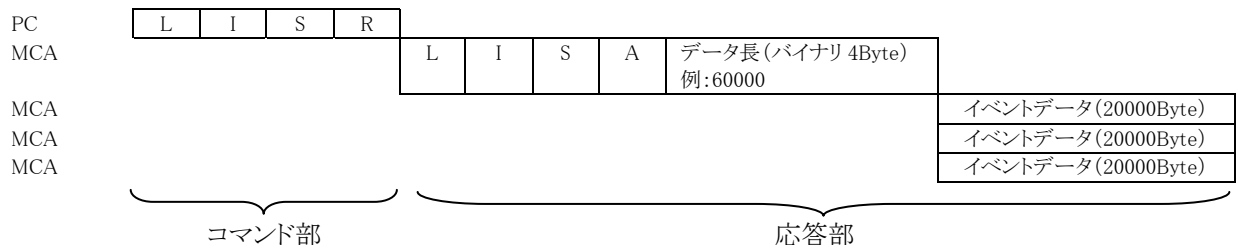
例:CH1 のヒストグラムデータを取得する場合は、まず「H00R」を送信して 1/4 データを取得し、次に「H01R」を送信して 2/4 データを取得、次に「H02R」を送信して 3/4 データを取得、最後に「H03R」を送信して 4/4 データを取得し、取得した 4 回分のデータを連結します。

受信データ 16388Byte の内、先頭から 4Byte は応答ヘッダ (例:H10A) です。



14. リスト(イベント)

説明 イベントデータ要求
 コマンド 要求:LISR (コマンド長 4Byte、応答 8Byte+LIST データ)
 ポート番号 5002
 種類 データ
 内容 LIST データサイズの問い合わせと LIST データの読み込みの 2 段階で LIST データを連続的に取得します。
 まずコマンドの応答とデータ長を取得します。データ長は ASCII 文字列ではなくバイナリ(ビッグエンディアン)です。1 回のデータ受信量は 20,000Byte です。応答データ長が 20,000 より大きい場合は、データ長分を 20,000 で割った回数分、連続して 20,000Byte 分データを読み込みます。



7. 6. リストデータ処理フロー

PC 側のリストデータの受信は、MCA 側に対しリストデータの保有するデータ長を問い合わせ、ある一定の量(20000 バイト)以上になった場合、MCA から送信されてくるので、それに合わせて受信することになります。以下に、PC 側のリストデータ受信と MCA 側のリストデータ送信に関する処理フローを記載します。

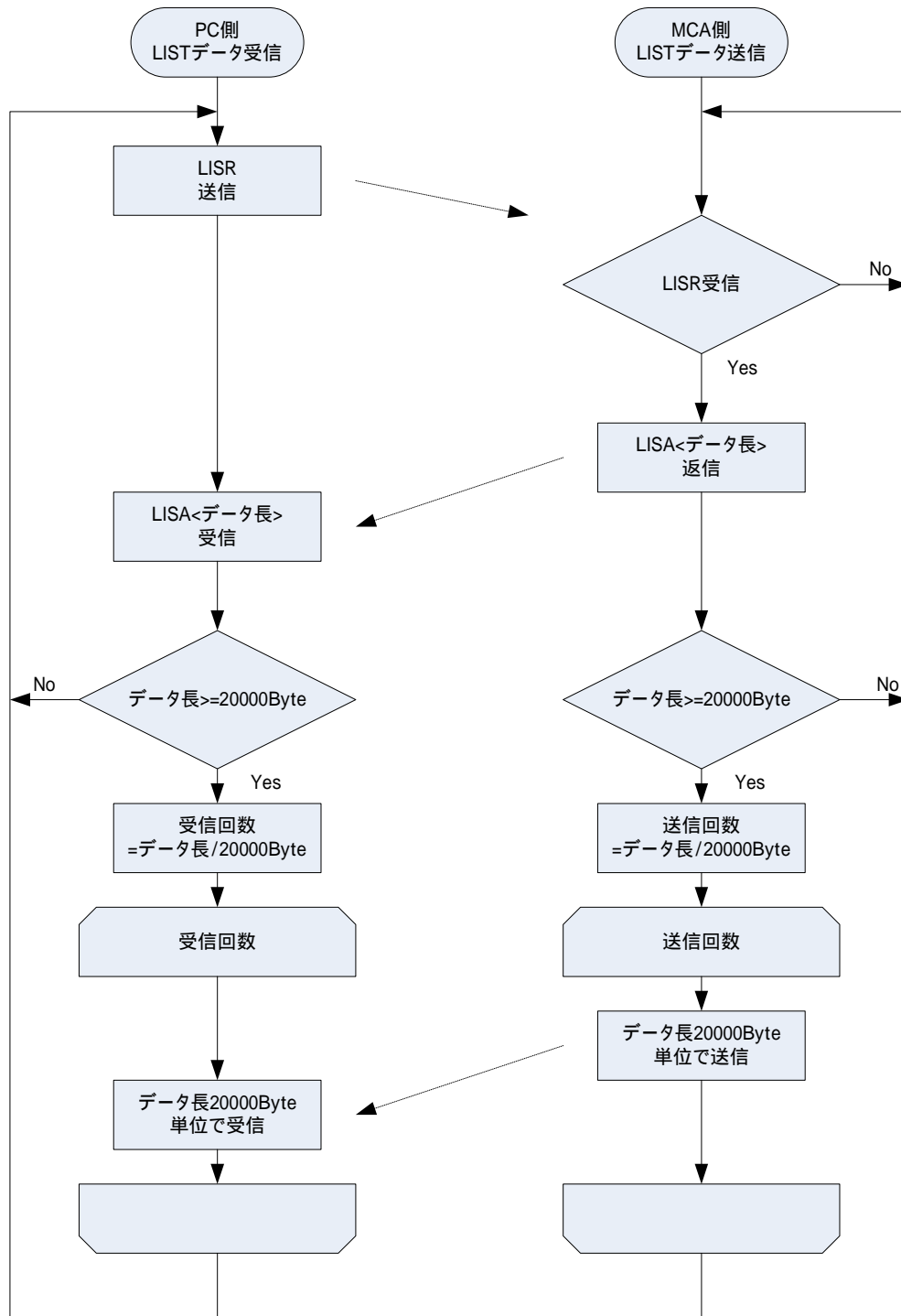


図 13 リストデータ処理フロー

(ア) PC 側の「LISR」コマンドの発行頻度は 10ms から 100ms 間隔が目安です。

(イ) MCA 側は、リストデータを保持するために循環型リングバッファを 4Mbyte(2M ワード)または 8Mbyte(4M ワード)を持っています。リングバッファの書込ポインタと読込ポインタの位置はステータス受信コマンド「STUR」コマンドの応答で取得可能です。

8. 機能

8. 1. GATE 信号によるイベントデータ取得

ある事象発生時にその時のイベントデータを取得したい場合は、フロントパネルの LEMO コネクタ「GATE」に対し TTL の信号を入力します。High の時が計測をし、Low の時は計測しません。

8. 2. VETO 信号によるイベントデータ破棄

ある事象発生時にその時のイベントデータを破棄したい場合は、フロントパネルの LEMO コネクタ「VETO」に対し TTL の信号を入力します。Low の時が計測をし、High の時は計測しません。

8. 3. ネットワーク情報の設定方法

CPU ボードの IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイの設定は変更可能です。ネットワーク情報は以下の CPU ボード APG8101 に確保されています。以下に APG8101 を使用したネットワーク情報の設定方法を記載します。

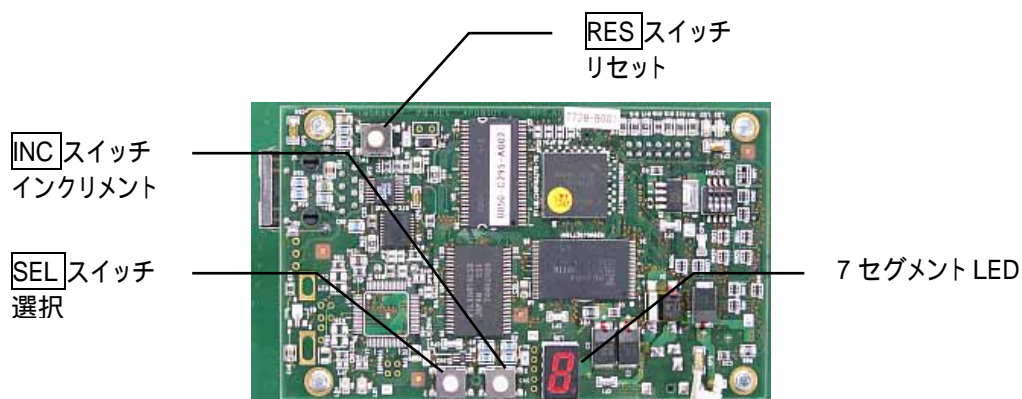


図 14 CPU ボード APG8101

- CPU ボード APG8101 上の、**SEL** スイッチ、**INC** スイッチ、**RES** スイッチ、7 セグメント LED の位置を確認します。
※VME シャーンにて設定作業を行う場合は、怪我をしないように作業スペースを十分確保してください。
- MCA の電源を入れます。
- **SEL** スイッチを押したままの状態 で **RES** スイッチを一瞬おします。
- 1 秒ほど待った後、**SEL** スイッチを離します。
離した後、7 セグメント LED のドット部分が点滅していることを確認します。
7 セグメント LED のドット部分が点滅は、24 回ある設定の先頭を表しています。
点滅していない場合は **RES** スイッチを押し、(3)からやり直してください。
- IP アドレスを設定します。
設定は 16 進数表記で設定します。デフォルトの 192.168.10.128 の場合、「C0A80A80」の 8 文字を設定します。
7 セグメント LED を見ながらまず「C」になるまで **INC** スイッチを連続しておします。「C」になったら次の「0」の設定に移るため **SEL** スイッチを 1 回押します。
次の値が表示されドットが点灯していることを確認します。
ドットの点灯は設定 8 ビット中下位 4 ビットの設定中であることを表現しています。
セグメント LED を見ながら「0」になるまで **INC** スイッチを連続しておします。
同じようにして残り 6 文字も設定します。
- サブネットマスクを設定します。
IP アドレスの 8 文字設定後サブネットマスクの設定に移ります。
設定は 16 進数表記で設定します。デフォルトの 255.255.255.0 の場合、「FFFFFF00」の 8 文字を設定します。
設定方法は IP アドレスの時と同じです。
- デフォルトゲートウェイを設定します。
サブネットマスクの 8 文字設定後デフォルトゲートウェイの設定に移ります。
設定は 16 進数表記で設定します。デフォルトの 192.168.10.1 の場合、「C0A80A01」の 8 文字を設定します。
設定方法は IP アドレスの時と同じです。
設定を完了すると、先頭の IP アドレスの設定に戻り、7 セグメント LED には「C」と表示されドット部分が点滅します。
- 設定内容を確認します。
SEL スイッチを 24 回連続的に押しながら設定した内容を確認し、先頭まで戻れることを確認します。
- **RES** スイッチを押します。

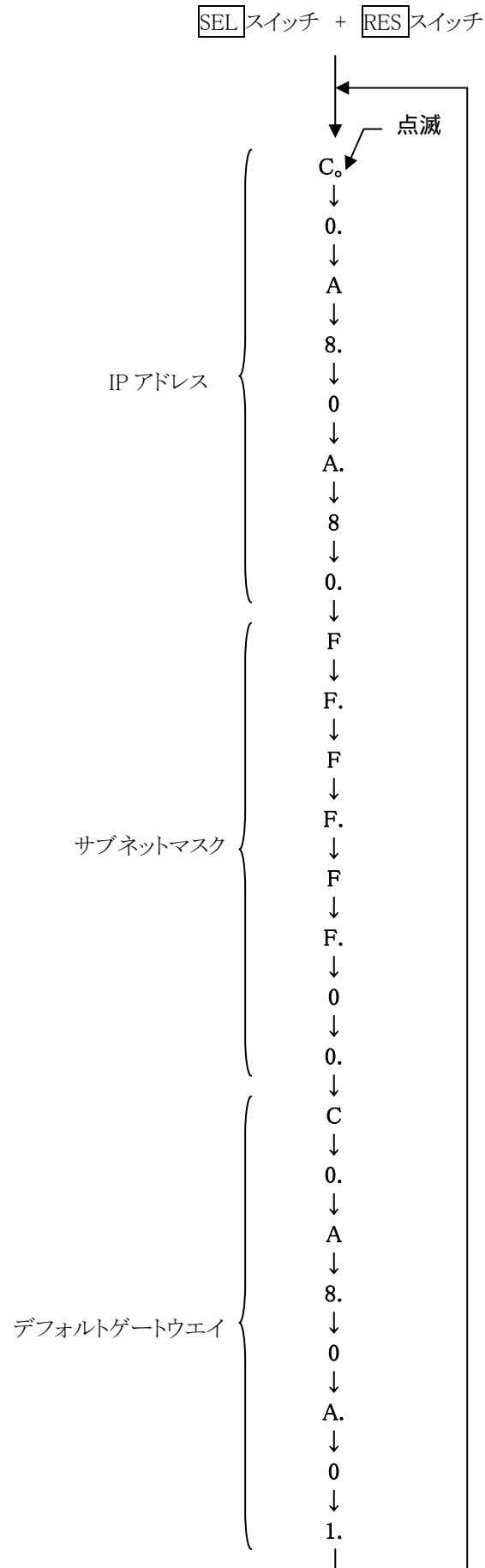


図 15 ネットワーク情報設定順序

「status」タブ内にある FWHM (Full Width at Half Maximum) は、以下の通りに算出されています。

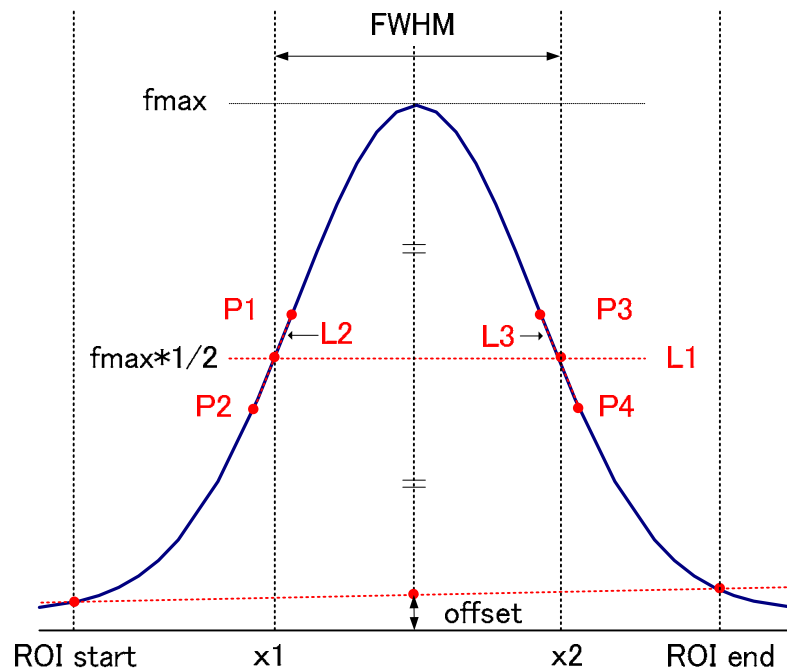


図 16 FWHM 算出

- (1) ヒストグラムにおける ROI Start と ROI end 間の最大値 f_{max} を検出します。
- (2) ヒストグラムと ROI start の交点と、ヒストグラムと ROI end の交点を直線で結びます。その直線とピーク値 f_{max} から x 軸へ垂直におろした線との交点を求めバックグラウンドオフセット (offset) を算出します。
- (3) f_{max} から offset を差し引いた部分の 1/2 を算出し、 X 軸と平行した直線 $L1$ を引きます。
- (4) ヒストグラムと $L1$ が交差する 2 点を求めるため、交差する前後点 $P1$ と $P2$ 、及び $P3$ と $P4$ を検出します。
- (5) $P1$ と $P2$ を結ぶ直線 $L2$ と、同じく $P3$ と $P4$ を結ぶ直線 $L3$ を引きます。
- (6) $L1$ と $L2$ の交点の X 座標 $x1$ と、同じく $L1$ と $L3$ の交点の X 座標 $x2$ を求めます。
- (7) $x2$ と $x1$ の差を FWHM とします。

8. 4. 2 点校正の計算方法

※以下は、MCA のバージョン 2.3.8 以降に該当します。

グラフの X 軸単位目盛をエネルギー(keV)にするために、2 つエネルギーピークの centroid を使用した 2 点校正を行っています。

「histogram」タブ内グラフ右側に位置する「X Scale」にて、ラジオボタン「keV」を選択します。次に、「centroid(ch)」での値を「centroid(ch)」に、それぞれの ch に該当するエネルギー値を「energy(keV)」に入力します。

「X Scale」の「centroid(ch)」または「energy(keV)」を入力すると、下側に位置する「*a(keV)」と「+b(keV)」に、以下の式にて算出された、一次式 $y=ax+b$ の傾き a と切片 b が自動で反映されます。

$$a = (\text{energy1} - \text{energy2}) / (\text{centrid1} - \text{centroid2})$$
$$b = y - ax$$

例とし、Co-60 の 1173.2keV の centrid が 5278.5ch、1332.5keV の centrid が 5997.4ch の場合は、

$$a = (1332.5 - 1173.2) / (5997.4 - 5278.5) = 0.221589, \quad b = 1332.5 - 0.221589 * 5997.4 = 3.544902。$$

以上により、「*a(keV)」には 0.221589、「+b(keV)」には 3.544902 と自動で反映され、X 軸の単位目盛は、一次式 $0.221589 * \text{ch} + 3.544902$ にて作成されます。

9. トラブルシューティング

(1) 「connection error」エラーが発生する

メニュー「Config」にてエラーがする場合は、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。

以下を確認します。

- ① 起動前の構成ファイル mca.ini の「IP」が「192.168.10.128」と設定されており、[System]セクションの各ポート番号が定義されており、MCA を起動して「IP Address」の表示が同じあることを確認します。
- ② PC のネットワーク情報が MCA と接続できる設定かどうか確認します。MCA のデフォルト値は以下の通りです。

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

- ③ 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。HUB を使用せず PC と MCA を直接接続する際はクロスケーブルを使用します。
- ④ コマンドプロンプトにて ping コマンドを実行し MCA と PC が接続できるか確認します。
- ⑤ MCA の電源を入れ直し、再度 ping コマンドを実行します。
- ⑥ 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。
- ⑦ PC の省電力機能を「常に ON」にします。
- ⑧ ノート PC などの場合無線 LAN 機能を無効にします。

(2) ヒストグラムが表示されない

「Start」を実行しても「histogram」タブのグラフが何も表示されない場合、以下の点を確認します。

- ① 「histogram」タブ内「plot ON」にて「CH1」を ON に設定します。
- ② 「throughput rate(cps)」がカウントしているか確認します。
- ③ 「threshold」の値が小さすぎたり大きすぎたりせず、「total count rate(cps)」のカウントを見ながら、30 から 10 くらいまで設定を下げながら変更していき、カウントするように調整します。
- ④ グラフの X 軸と Y 軸を右クリックしてオートスケールにします。

以上