

8chスペクトロスコープ

A1008

取扱説明書

第 1.0.0 版 2024 年 5 月

株式会社 テクノエーピー

〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

TEL : 029-350-8011

FAX : 029-352-9013

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

e-mail : info@techno-ap.com

－ 目 次 －

1.	概要.....	4
2.	仕様.....	4
3.	外観.....	5
4.	基板.....	6
5.	接続.....	7
5. 1.	プリアンプ電源.....	7
6.	ブロック図.....	7

安全上の注意・免責事項

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

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

禁止事項

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

注意事項

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

保証条件

「当社製品」の保証条件は次のとおりです。

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

1. 概要

A1008 は NIM1 幅に 8ch ものスペクトロスコープアンプを搭載したモジュールです。波形整形はアクティブフィルタ方式を採用し、理想のガウス整形に近づけております。

また、最新の低雑音 FET を利用したディスクリート増幅回路を採用しており、入力雑音特性を $4\mu\text{V}$ 以下に抑えております。アクティブゲーテッド方式のベースラインレストアラも搭載しているため、高計数率などの測定にもご利用できます。A1008 は特に HPGe 半導体検出器を用いた測定において、優れた分解能と直線性を実現することが可能です。

2. 仕様

(1) ゲイン	最大 750 倍
(2) 波形整形	セミガウス整形 ピーキングタイム 2.2τ パルス幅 6τ
(3) 雑音特性	ゲイン ≥ 100 入力換算 $4\mu\text{V}$ 以下 $2\mu\text{s}$ 時
(4) 非線形直線性	$< \pm 0.05\%$ $2\mu\text{s}$ 時
(5) ベースラインレストアラ	アクティブゲーテッド 方式オートスレッシュホールド
(6) 高計数率特性	ピーク広がり最大 15% $2\mu\text{s}$ 時、入力計数率 50kcps 時
(7) 入力極性	正/負 内部基板の SW により設定
(8) アッテネータ	$\times 0.1/\times 1.0$ 内部基板のジャンパーにより切替
(9) CoarseGain	$\times 20/\times 50/\times 100/\times 200/\times 500$ 内部基板の SW により設定
(10) FineGain	$\times 0.5\sim\times 1.5$ パネル取付けポテンショメータにより設定
(11) PZ ADJ	$40\mu\text{s}\sim\infty$ パネル取付けポテンショメータにより設定
(12) ShapingTime	$0.5/2/6\mu\text{s}$ 内部基板の SW により設定 (3 ポジション)
(13) オフセット電圧	$\pm 40\text{mV}$ パネル取付けポテンショメータにより設定
(14) 入力特性	<ul style="list-style-type: none"> • 回路数 8ch • LEMO コネクタ • 入力レンジ $\pm 1.5\text{V}$ • 入力インピーダンス $1\text{k}\Omega$
(15) 出力特性	<ul style="list-style-type: none"> • LEMO コネクタ • 出力レンジ 正極ユニポーラ $0\sim 10\text{V}$ • 駆動電流 45mA
(16) プリアンプ電源	D-Sub9 +24V、-24V、+12V、-12V
(17) 消費電流	+12V 200 mA(最大), -12V 180 mA(最大), +24V 220 mA(最大), -24V 200 mA(最大) ※ プリアンプ電源の消費電流は含みません。
(18) 形状	NIM モジュール、1 幅
(19) 外形寸法	$34(\text{W}) \times 221(\text{H}) \times 249(\text{D})\text{mm}$ *突起物除く
(20) 重量	約 980g

3. 外観

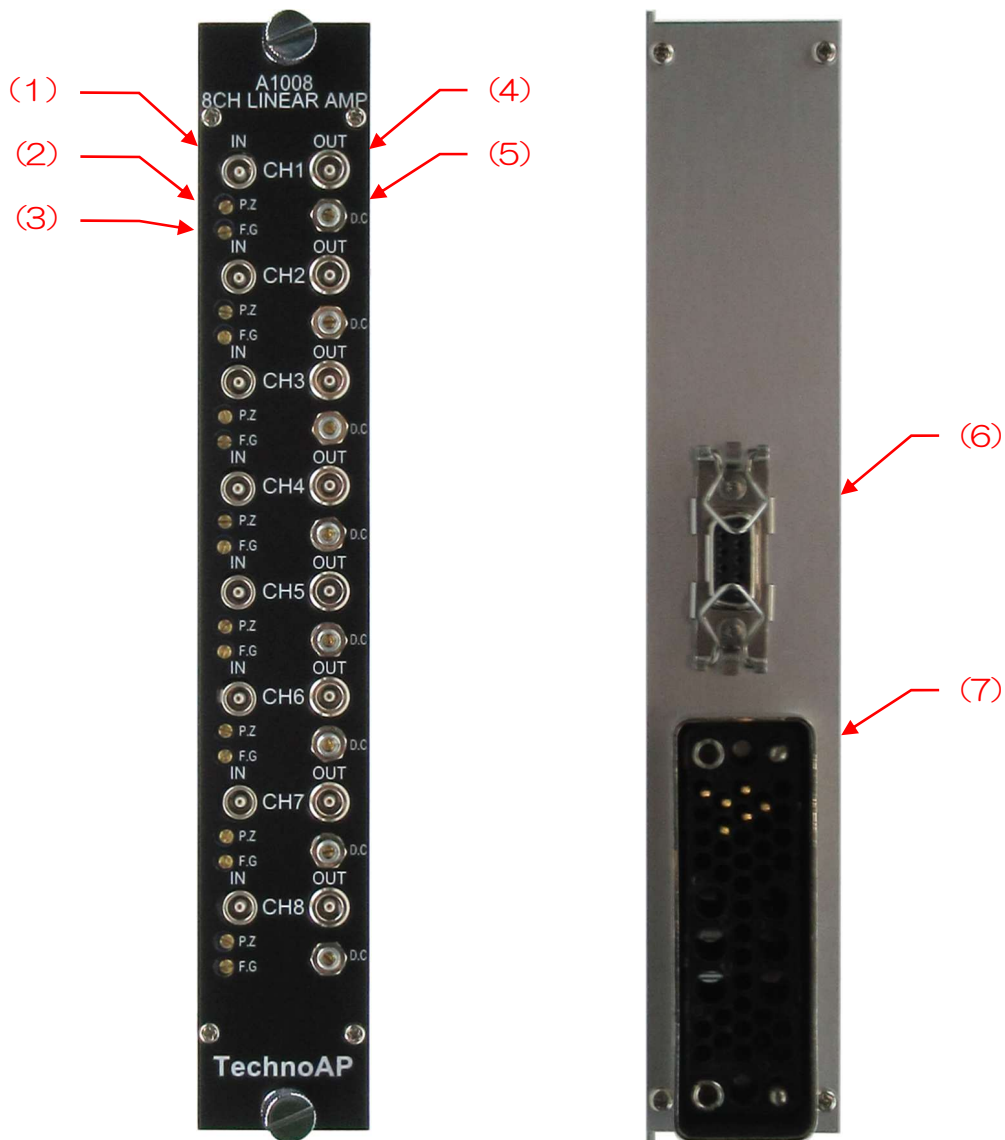


写真 1 A1008 (左:フロントパネル、右:リアパネル)

- (1) IN 信号入力 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。
- (2) PZ ポールゼロ調整ポテンションメータ。
- (3) F.G ファインゲイン調整ポテンションメータ。
- (4) OUT 信号出力 LEMO 社製 00.250 互換コネクタ。
- (5) D.C オフセット電圧調整ポテンションメータ。
- (6) プリアンプ電源供給用 Dsub9pin コネクタ。NIM 規格準拠のピン割り付けにて $\pm 12V, \pm 24V$ を供給可能です。
- (7) NIM ビン電源。NIM ビン電源と接続し本機器に電源供給します。

4. 基板



写真 2 A1008 内部基板 (左：表面、右：裏面)

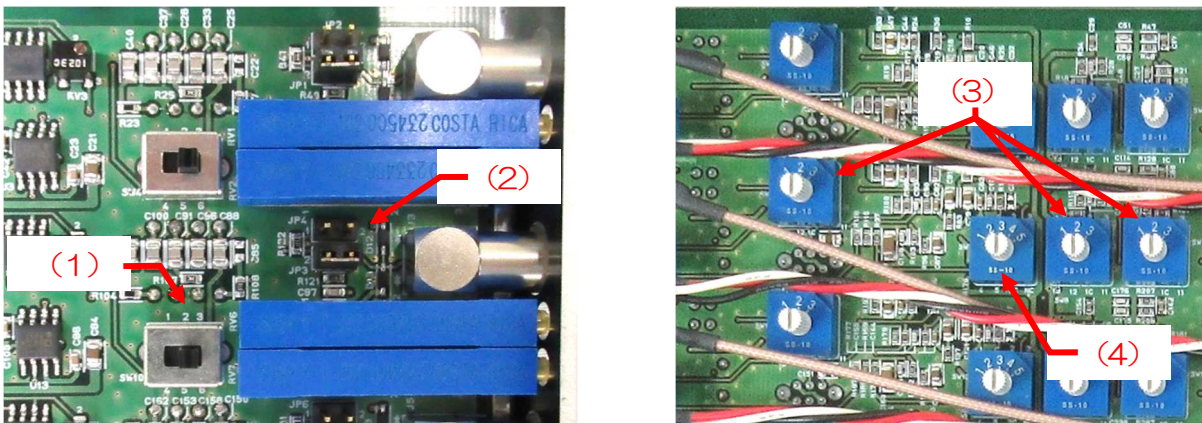


写真 3 A1008 内部基板拡大 (左：表面、右：裏面)

※必ず本機器の電源を切った状態で、ドライバーでネジを回して蓋を開けてください。

- | | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| (1) 入力極性切替 SW | 左：負極性、右：正極性 |
| (2) アッテネータ切替ジャンパー | 上：×0.1、下：×1.0 |
| (3) ShapingTime 切替 SW | 1：0.5 μ s、2：2 μ s、3：6 μ s |
| | ※矢印の3個のSWを1組で使用します。設定を揃えて下さい。 |
| (4) CoarseGain 切替 SW | 1：×20、2：×50、3：×100、4：×200、5：×500 |

5. 接続

※ 基板内部の設定変更及び、プリアンプ電源ケーブルの抜き差しは、機器を破壊する恐れがありますので、必ず本機器の電源を切った状態で行って下さい。

5. 1. プリアンプ電源

ピン配置は下表のNIM規格準拠です。

表1 プリアンプ電源コネクタピン配置

1	GND	6	-24V
2	GND	7	+24V
3	NC	8	NC
4	+12V	9	-12V
5	NC		

6. ブロック図

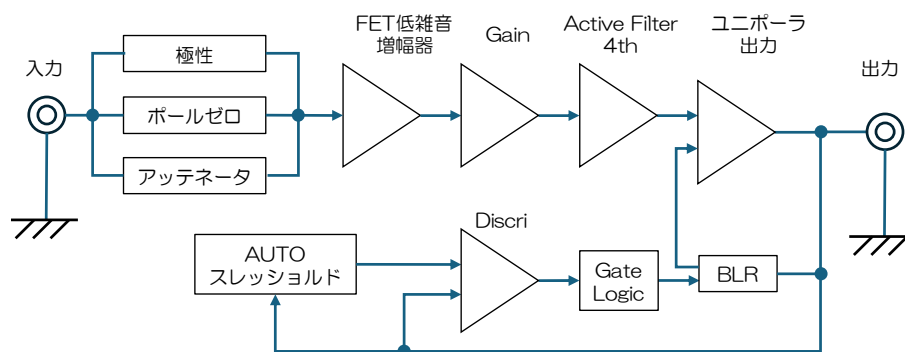


図1 ブロック図

A1008は入力インピーダンスが約1kΩあります。ポジティブ及びネガティブパルスで risetime が < 700ns、falltime が > 40μs の信号を受け入れることができます。3パターンの整形時定数を持ち、基板上のロータリSWを切り替えることで変更することができます。

スペクトロスコピアンプの入カステージではポールゼロ調整付微分回路から成り立ちます。抵抗帰還型プリアンプからの信号は立ち上がりが鋭く、50~100μsほどの長い減衰時間をもつテールパルスです。単純な微分回路を介すとアンダーシュートを帯びたテールパルスになり、分解能に悪影響を及ぼします。そこでポールゼロ調整を行うことにより、アンダーシュートのない短くなったテールパルスにすることができます。

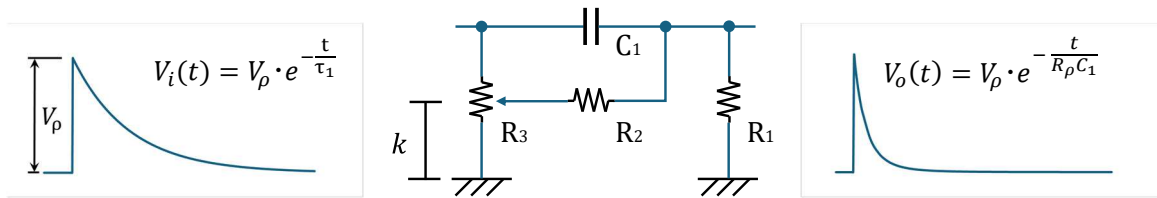


図2 ポールゼロ調整回路

$$V_o(s) = V_i(t) \times F(t) \quad \dots (1)$$

$F(t)$: 伝達関数

(1) をラプラス変換して表すと、

$$V_o(s) = V_p \times \frac{1}{s + \frac{1}{\tau_1}} \times \frac{s + \frac{k}{R_2 C_1}}{s + \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C_1}} \quad \dots (2)$$

R_3 の抵抗値を調整して、 k の値を次の関係、

$$s + \frac{k}{R_2 C_1} = s + \frac{1}{\tau_1} \quad \dots (3)$$

を満足するようにすると (2) 式は、

$$V_o = V_p \times \frac{1}{s + \frac{1}{\tau_1}} \times \frac{s + \frac{1}{\tau_1}}{s + \frac{1}{R_p C_2}} = \frac{V_p}{s + \frac{1}{R_p C_2}} \quad \dots (4)$$

ただし、

$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_o = V_p \cdot e^{-\frac{t}{R_p C_1}} \quad \dots (5)$$

ポールゼロ調整回路は、微分回路のコンデンサの両端に可変抵抗が取り付けられたものであり、その調整は前面パネルのポテンショメータを精密ドライバー等で回すことによって調整できます。その調整にはオシロスコープを使用して拡大した電圧スケールでパルスのテールを確認しながら行います。パルスがアンダーシュートしている場合、ポテンショメータを時計方向に回して調整します。パルスがオーバーシュートしている場合、ポテンショメータを反時計方向に回して調整します。ポールゼロ調整は整形遅延数の設定を変更したときは必ず行うようにしてください。ポールゼロ調整が十分でない場合、分解能力が悪い場合があります。また、プリアンプがトランジスタリセットタイプのようにテールを持たない場合は、ポテンショメータを時計方向に振り切るまで回して調整します。

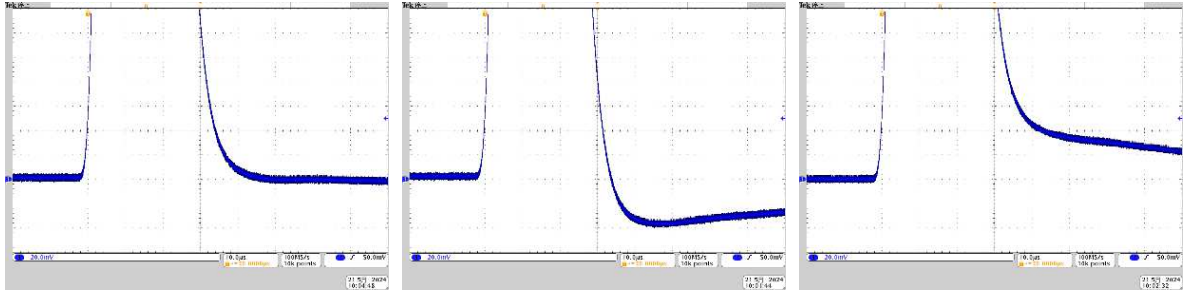


図3 ポールゼロ調整 (左：適正、中央：アンダーシュート、右：オーバーシュート)

増幅回路の初段には最新のDual ペア JFET を用いてハイブリット増幅回路を構成しており、市販のオペアンプでは実現不可能な低雑音電圧及び低雑音電流特性を実現しています。シェイピングタイムが $2\mu\text{s}$ 時における入力換算ノイズはわずか $4\mu\text{V}$ です。 ($> \text{Gain} \times 100$) ゲインの切替は CoarseGain を基板上のロータリ SW で $\times 20/\times 50/\times 100/\times 200/\times 500$ と切り替えることができます。FineGain は前面パネルのポテンショメータを回して $\times 0.5 \sim \times 1.5$ に調整することが可能です。

セミガウス整形回路 (アクティブフィルタ方式) は図 4 の様に初段にポールゼロ調整付微分回路があり増幅回路を挟んで積分回路という構成になります。

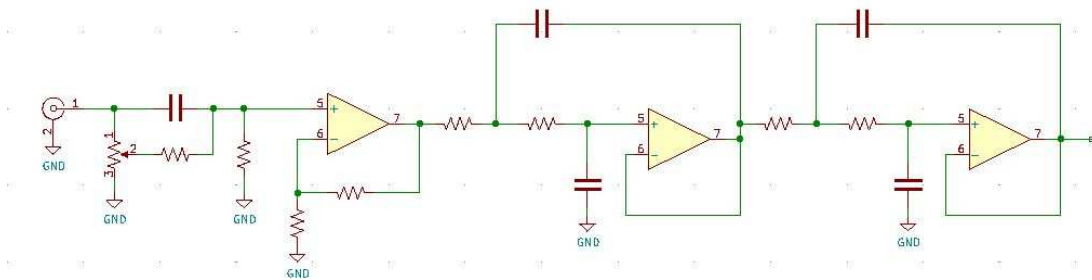


図4 セミガウス整形回路

完全なガウス整形の S/N は実現不可能なカブス整形と比べて、S/N 比 1.12 でラプラス変換された計算式 (6) となります。しかし積分を ∞ 回することは不可能です。

$$G(s) = \frac{s}{s+(1/\tau)} \times \frac{1}{\{s+(1/\tau)\}^n} \quad (n \rightarrow \infty) \quad \dots (6)$$

そこで出来る限りガウス整形近づけて実用可能としたセミガウス整形は、積分回路をアクティブフィルタ方式にして $k_1 k_2$ のフィルタの鋭さを調整することにより、S/N 比 1.14 にすることができます。計算式 (7) はラプラス変換したものになります。

$$G(s) = \frac{s}{s + (1/\tau)} \times \frac{1}{\{[s + (1 - k_1 j)/\tau] [s + (1 + k_1 j)/\tau] [s + (1 - k_2 j)/\tau] [s + (1 + k_2 j)/\tau]\}} \quad j = \sqrt{-1} \quad \dots (7)$$

A1008 の出力はユニポーラパルスで最大 10V のパルス波高を出力できます。出力電流は 45mA で出力インピーダンスは 50Ωです。アクティブゲート方式でベースラインレストアラ (BLR) されており、スレッシュホールドはオート制御されており、自社開発した BLR は優れた特性をもち HPGe 半導体検出器においてシェイピングタイムが 2 μs で入力計数率が 50kcps 時においても、分解能の劣化はわずか 15%に過ぎません。オフセット電圧は前面パネルのポテンショメータにて調整することが可能です。

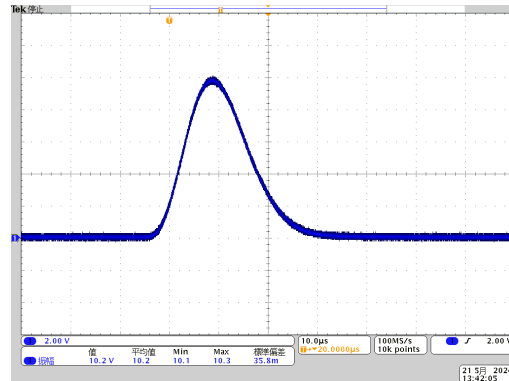


図5 10Vパルス波高出力 (ShapingTime 6 μs, Decay 100 μs 信号)

7. セッティング

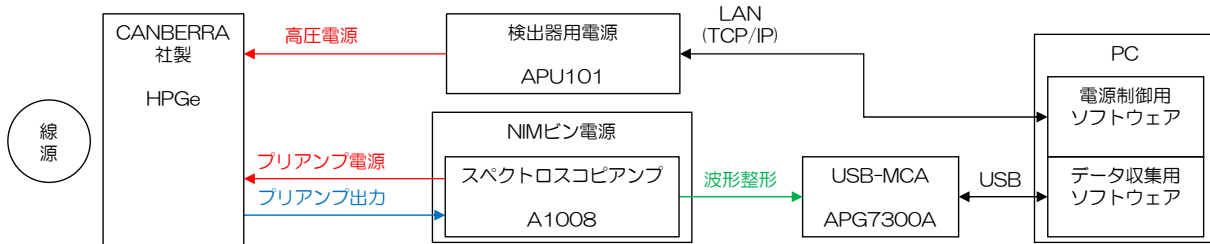


図6 検出器接続例

検査環境

- 使用線源： ^{241}Am 、 ^{152}Eu 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co
- プリアンプ出力極性：NEG
- スペクトロスコピアンプ設定
 - 極性：NEG
 - アッテネータ：×1.0
 - CoarseGain：×50
 - ShapingTime：6 μs

• USB-MCA 設定

ADC : 16384

LLD : 80

ULD : 16380

Threshold : 50

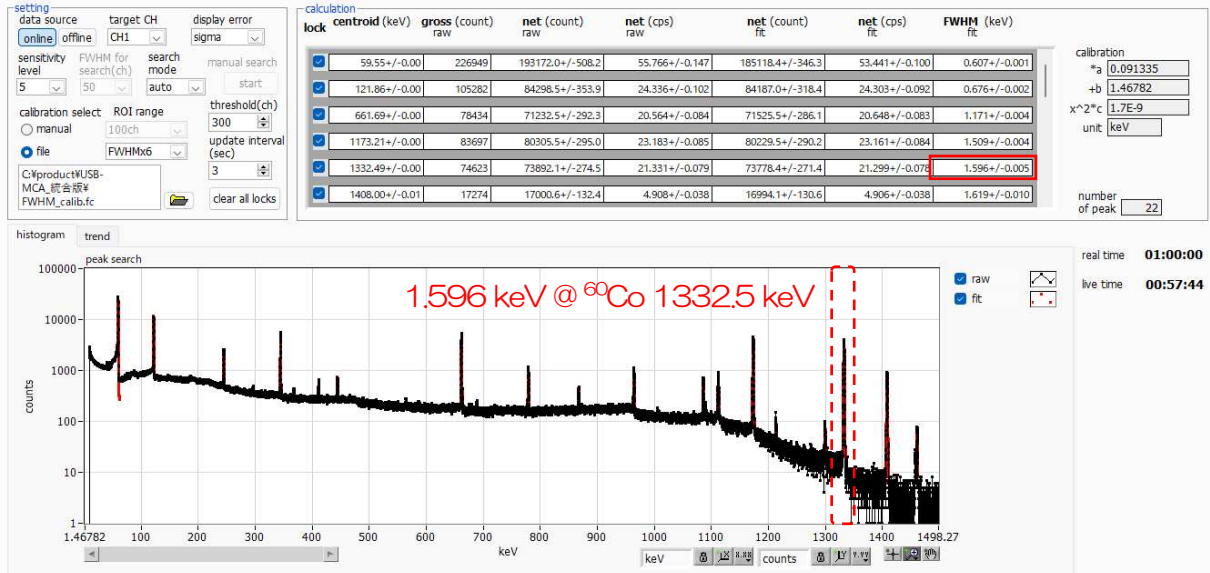


図7 USB-MCA スペクトル

以上

株式会社テクノエーピー

住所：〒312-0012 茨城県ひたちなか市馬渡 2976-15

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

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