

# スペクトロスコープ

## A101

### 取扱説明書

第 1.0.1 版 2025 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

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

e-mail : [info@techno-ap.com](mailto: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  |
| 7.    | セッティング.....  | 11 |

## 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

A101 は NIM1 幅のスペクトロスコピアンプです。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。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  $5\mu\text{V}$  以下に抑えております。

アクティブゲート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。

A101 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               | 1 ~ 1500 倍   |
| (2) 波形整形              | セミガウス整形 ピーキングタイム $2.2\tau$ パルス幅 $6\tau$  |
| (3) 雑音特性              | ゲイン $\geq 100$ 入力換算 $5\mu\text{V}$ 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 (BLR) | アクティブゲート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              | POS (正) / NEG (負) フロントパネルのスイッチにより設定  |
| (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え   |
| (9) COARSE GAIN       | $\times 20$ / $\times 50$ / $\times 100$ / $\times 200$ / $\times 500$ / $1\text{k}$<br>フロントパネルのスイッチにより設定                                  |
| (10) FINE GAIN        | $\times 0.5$ ~ $\times 1.5$ フロントパネルのダイヤルにより設定  |
| (11) PZ ADJ (ポールゼロ調整) | $40\mu\text{s}$ ~ $\infty$ フロントパネルのポテンショメータにより設定   |
| (12) SHAPNG TIME      | $0.5$ / $1$ / $2$ / $3$ / $6$ / $10\mu\text{s}$ フロントパネルのスイッチで設定  |
| (13) オフセット電圧          | $\pm 40\text{mV}$ フロントパネルのポテンショメータにより設定  |
| (14) 入力特性             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 入力レンジ <math>\pm 1.5\text{V}</math></li> <li>• 入力インピーダンス <math>1\text{k}\Omega</math></li> </ul>   |
| (15) 出力特性             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 出力レンジ 正極ユニポーラ <math>0 \sim 10\text{V}</math></li> <li>• 駆動電流 <math>100\text{mA}</math></li> </ul> |
| (16) BUSY 出力          | TTL 出力 (ハイレベル: $5\text{V}$ )   |
| (17) プリアンプ電源          | D-Sub9 $\pm 12\text{V}$ , $\pm 24\text{V}$ (NIM 規格準拠) 内蔵   |
| (18) 消費電流             | $+12\text{V}$ $160\text{mA}$<br>$+24\text{V}$ $40\text{mA}$ / $-24\text{V}$ $40\text{mA}$<br>※ プリアンプ電源の消費電流は含みません。                         |
| (19) 形状               | NIM1 幅   |
| (20) 外形寸法             | $34(\text{W}) \times 221(\text{H}) \times 249(\text{D})\text{mm}$ *突起物除く   |
| (21) 重量               | 約 $975\text{g}$  |

### 3. 外観

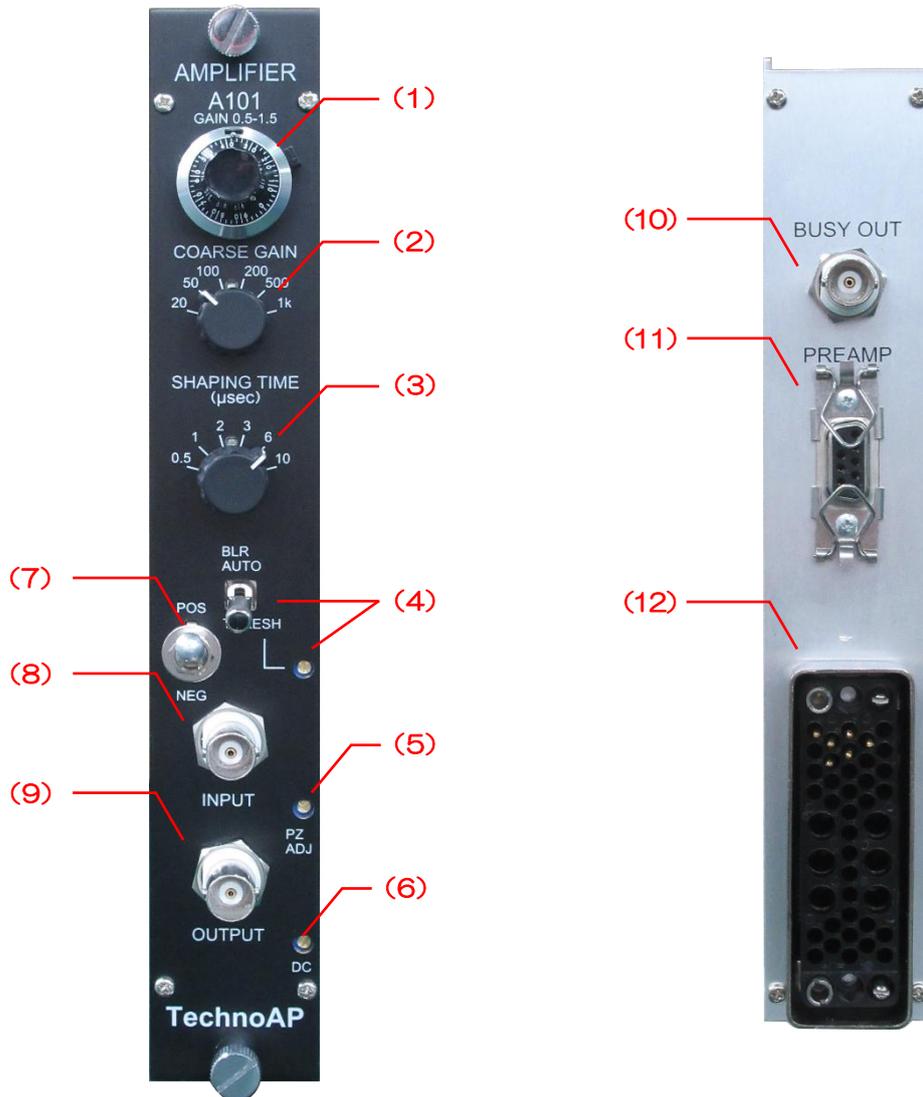


写真 1 A101 (左:フロントパネル 右:リアパネル)

- |      |                 |  |
|------|-----------------|--|
| (1)  | FINE GAIN       | ゲイン調整用ダイヤル   |
| (2)  | COARSE GAIN     | ゲイン選択用スイッチ   |
| (3)  | SHAPING TIME    | 時定数選択用スイッチ   |
| (4)  | BLR AUTO/THRESH | ベースラインレストアラ 自動 / 手動 切替え用スイッチ<br>および スレッシュホールド調整用ポテンシオメータ |
| (5)  | PZ ADJ          | ポールゼロ調整用ポテンションメータ。                                       |
| (6)  | DC              | オフセット電圧調整用ポテンションメータ                                      |
| (7)  | POS / NEG       | 入力極性切替え用スイッチ   |
| (8)  | INPUT           | 信号入力用 BNC コネクタ   |
| (9)  | OUTPUT          | 信号出力用 BNC コネクタ   |
| (10) | BUSY OUT        | ビジー信号出力用 BNC コネクタ  |
| (11) | PREAMP          | プリアンプへの電源供給用 Dsub9pin コネクタ                               |
| (12) | 電源用コネクタ         | NIM ビンへ接続し本機器に電源を供給                                      |

## 4. 基板

※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。

- アッテネータ切替えジャンパー ※初期設定では JP1 : ×1.0 倍 に設定されています。



写真 2 A101 部品面側 および 内部基板

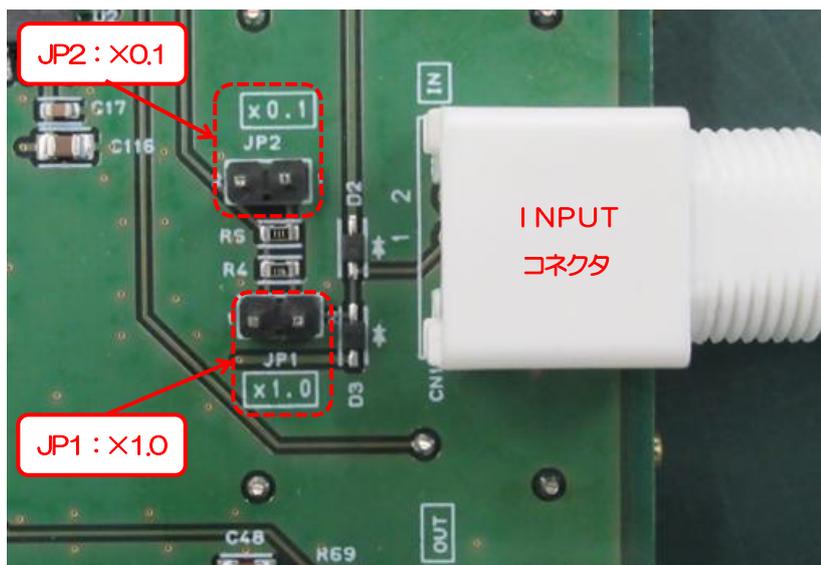


写真 3 切替えジャンパー実装部分

## 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なって下さい。

### 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

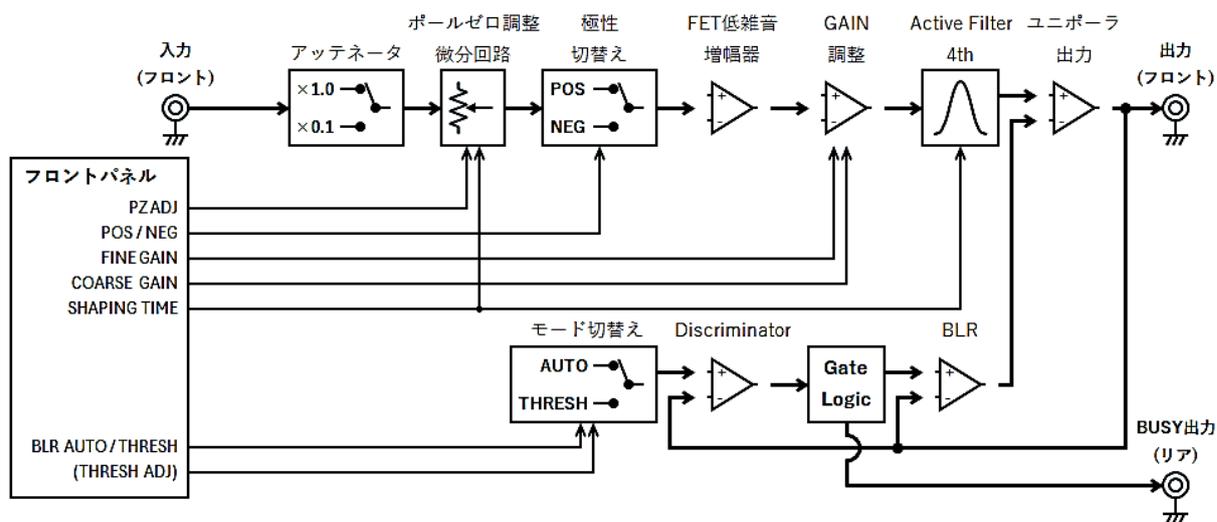


図1 ブロック図

A101 は入力インピーダンスが約  $1\text{k}\Omega$  あります。ポジティブ及びネガティブパルスで risetime が  $< 700\text{ns}$ 、falltime が  $> 40\mu\text{s}$  の信号を受け入れることができます。6パターンの整形係数を持ち、フロントパネルのロータリスイッチを切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鋭く、 $50\sim 100\mu\text{s}$  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。

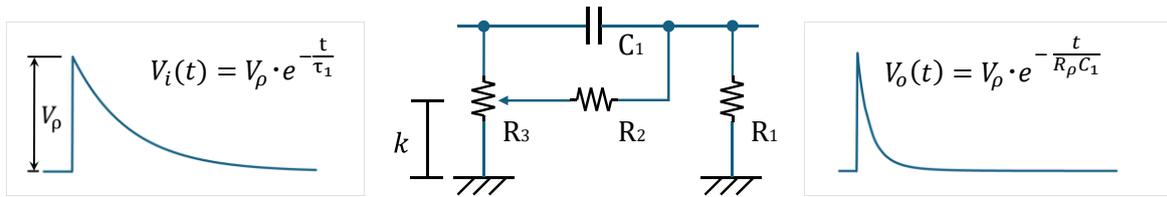


図2 ポールゼロ調整回路

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

$F(t)$  : 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変抵抗が取り付けられたものであり、その調整はフロント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係数定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様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。

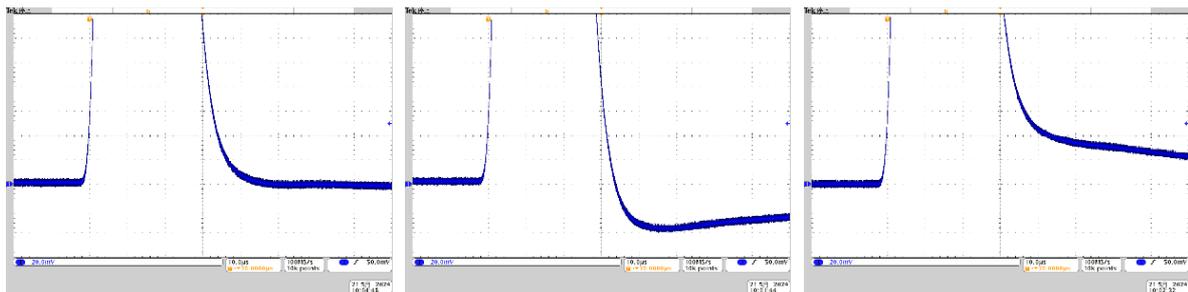


図3 ポールゼロ調整 (左：適正、中央：アンダーシュート、右：オーバーシュート)

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。ShepingTimeが $2\mu\text{s}$ 時における入力換算ノイズはわずか $5\mu\text{V}$ です ( $> \text{Gain} \times 100$ )。

ゲインはフロントパネルにあるCoarseGainロータリスイッチで $\times 20/\times 50/\times 100/\times 200/\times 500/\times 1\text{k}$ と切り替えることができます。FineGainは同じくフロント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。

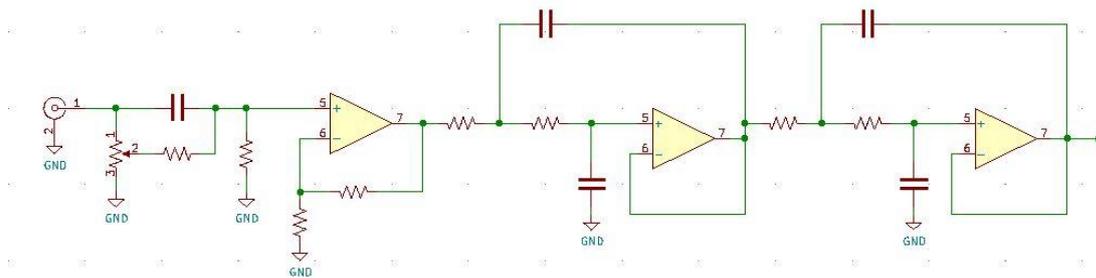


図4 セミガウス整形回路

完全なガウス整形のS/Nは実現不可能なカプス整形と比べて、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 $\infty$ 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。

$$G(s) = \frac{s}{s+(1/\tau)} \times \frac{1}{\{[s+(1-k_1j)/\tau][s+(1+k_1j)/\tau][s+(1-k_2j)/\tau][s+(1+k_2j)/\tau]\}} \quad j = \sqrt{-1} \quad \dots (7)$$

A101 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 100mA で出力インピーダンスは 0Ω出力に対応しています。

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 ShepingTime 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。オフセット電圧はフロント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。

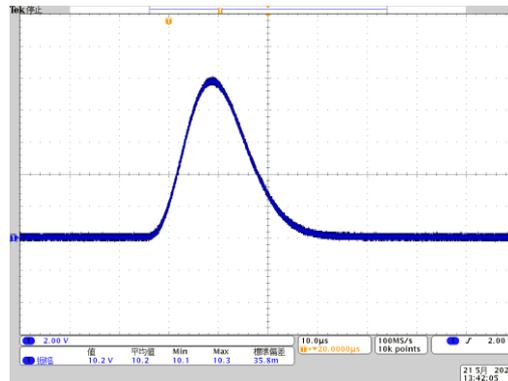


図5 10Vパルス波高出力 (ShapingTime 6 μs, Decay 100 μs 信号)

リアパネルのBUSY 出力は A101 の出力のタイミングで正のパルスを出力します。BUSY 出力が Hi の期間、BLRは無効になっています。

※BUSY 出力は TTL なので 50Ω終端ではモニタしないでください。

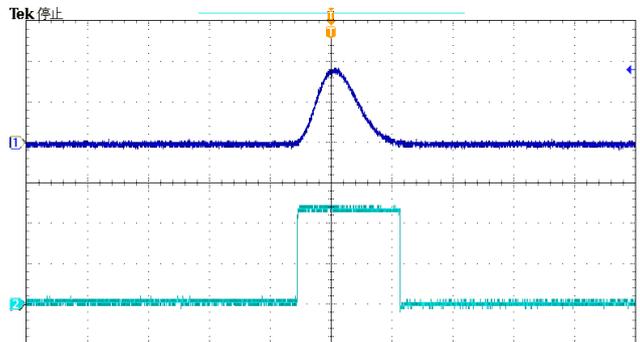


図6 A101 出力信号 (上) とBUSY 出力 (下)

## 7. セッティング



図7 検出器接続例

### 検査環境

- 使用線源 :  $^{241}\text{Am}$ 、 $^{152}\text{Eu}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$
- プリアンプ出力極性 : POS
- スペクトロスコピアンプ設定
  - 極性 : POS
  - アッテネータ :  $\times 1.0$
  - CoarseGain :  $\times 50$
  - ShapingTime :  $6\ \mu\text{s}$
- USB-MCA 設定
  - ADC : 16384
  - LLD : 80
  - ULD : 16380
  - Threshold : 50

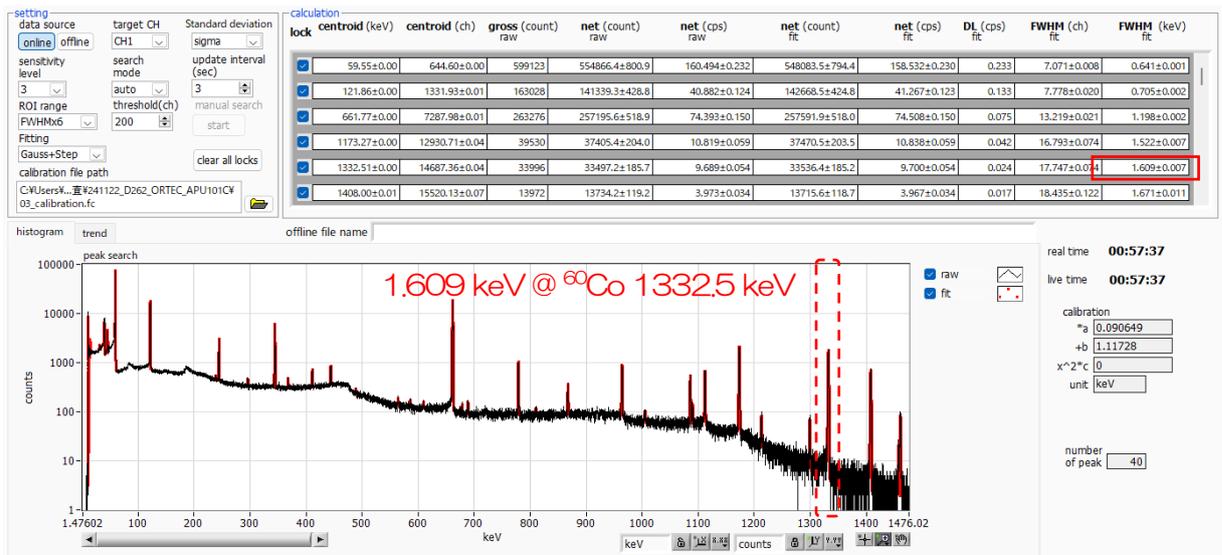


図8 USB-MCA スペクトル

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](mailto:info@techno-ap.com)