

ASIC 試験 (リニアリティ)

東貴俊

1 目的

液体キセノン用 ASIC(FEXE08) のリニアリティの評価を行う。リニアリティは、検出器から得られた電荷信号を、どれだけ正確に電圧値に変化させることができるのかを評価する上で重要である。

2 手段

入力電荷は $\pm 2\text{fC}$, $\pm 4\text{fC}$, $\pm 6\text{fC}$, $\pm 8\text{fC}$, $\pm 10\text{fC}$, $\pm 30\text{fC}$, $\pm 50\text{fC}$ を予定。
アテネータで入力電荷を調整しながら、オシロスコープでアンプ値を読み取っていく。今回、0 チャンネルのリニアリティを所要時間とともに測った。

2.1 準備

電源は DC Power Supply (KENWOOD REGULAR DC POWER SUPPLY PW18-1.8Q) を用いる。テスト信号は、Pulse generator (Agilent 33220A 20MHz Function / Arbitrary Waveform Generator) を使い、アテネータ (ATTENUATOR KEK MODEL-I NO.214) で減衰させて送る。モニターは Oscilloscope (Tektronix TDS 5054 Digital Phosphor Oscilloscope) を使う。
図 1 に、信号の流れを示す。

2.1.1 Function Generator

Agilent 33220A 用いる。設定は Amp 92 mV_{pp}, Offset $\pm 46.8\text{mV}_{\text{DC}}$ にセットしてある。これにより、アテネータ、ならびに T 字コネクタを介して最終的に出力される信号が $\pm 60\text{mV}$ となる。

追記：京都大の岩城さんより、Agilent 81110A を 1、2 日貸していただけるそうなので、こちら

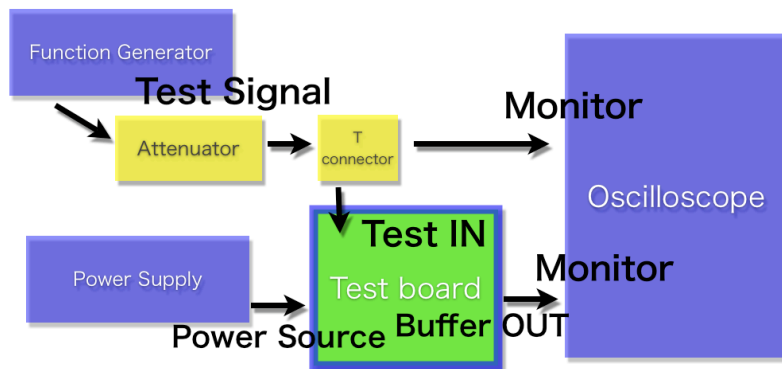


図 1 信号の流れ

で 2fC 付近のデータを取りたい (1fC 付近はノイズを落として、かろうじて取れるか取れないか。
図 2 参照)。

2.1.2 アテネータ

アテネータを調整することで、テスト入力の波高を調整する。

以下に、アテネータ 0dB で $\pm 60\text{mV}$ のテスト入力になっている場合の目安の dB 値を示す 1。
あくまで目安でなので、実際のテスト入力値はオシロスコープで確認する。

表 1 テスト入力とアテネータ値の対応

テスト入力 (mV)	アテネータ値 (dB)
± 60	0
± 50	2
± 30	7
± 10	16
± 8	19
± 6	20
± 4	24
± 2	32

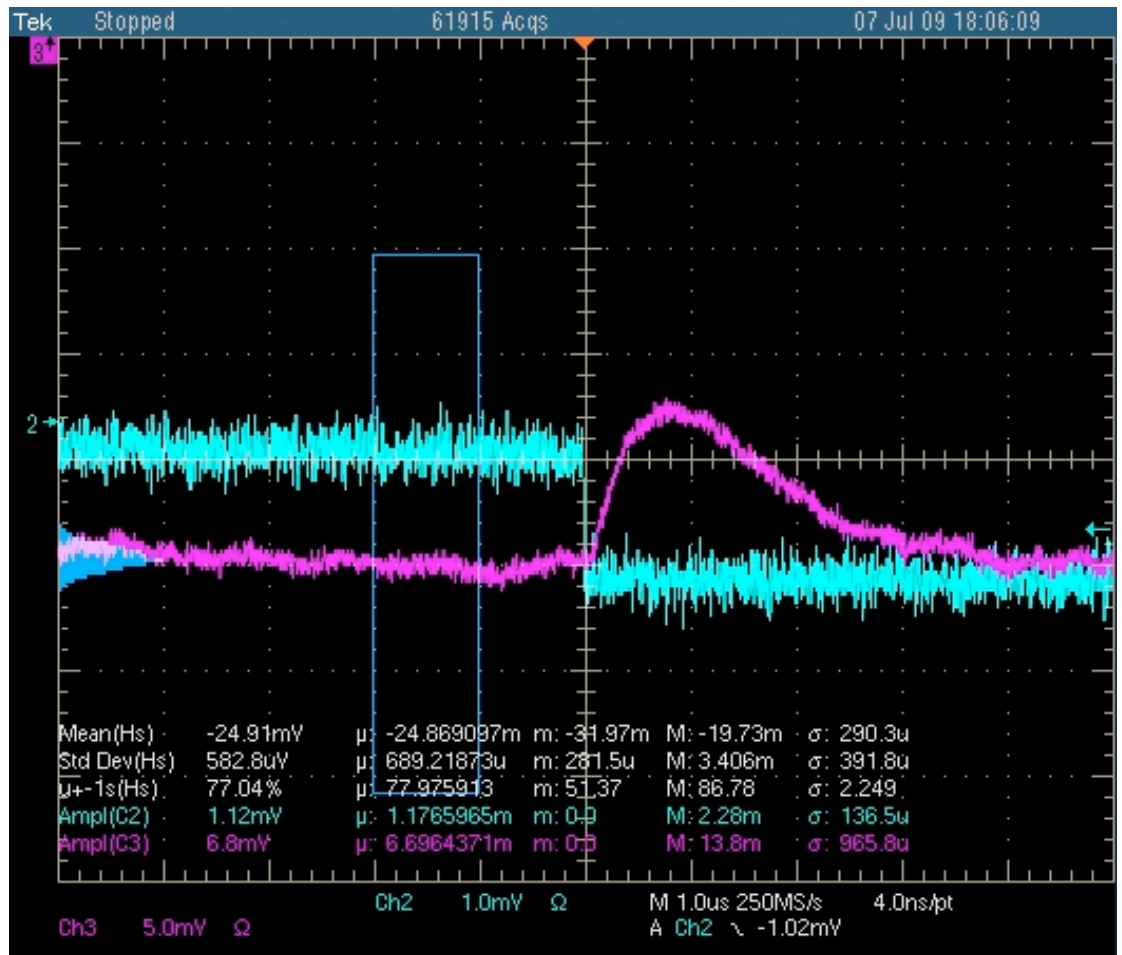


図2 1mV 入力波形と出力波形

2.1.3 Oscilloscope

オシロスコープは、自動的にアンプ値を測定する機能を兼ね備えている。設定方法はメニューバーで、Measure を選び、Measurement Set up を選べば、下方より GUI が現れるので、感覚的に調整できる。以下、GUI でアンプを測定する場合の設定手順を示す (今回のテストの場合)。

Ampl タブをクリックして、

- Channel 2 (入力信号) をクリック、Amp をクリック
- Channel 3 (buffer 出力) をクリック、Amp をクリック
- Setup の枠内、statistics の [n, μ, σ] ボタンをクリック。All を選択し、weight $n = 10000$ とする。

これで、10000 イベントの平均アンプ値と sigma が取れる。

また、記録は File をクリック、Select for Export から Graticule [bitmap] を選びクリック (初回のみ) し、再び File から今度は Export をクリックしたら、保存場所を指定すればよい。

2.2 テストボード

テストボードは現行の液体キセノンプロトタイプ検出器へのインストールを想定して、60mm x 50mm と小型に設計しており、検出器接続の簡便さを計る為に、直径 6mm の穴を四カ所に空けている。図 3 に写真を示す。

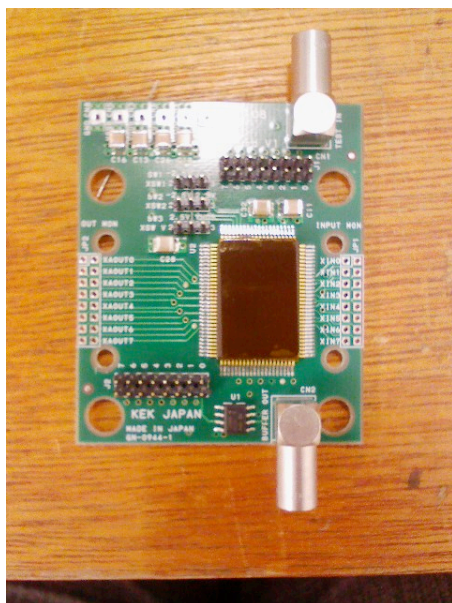


図 3 テストボードの写真。写真上方にテスト入力 (LEMO コネクタ) と電源入力 (スルーホール)。写真下方にバッファ出力 (LEMO コネクタ)。左にアナログ出力。右にアナログ入力。

2.2.1 機能

テスト入力に関して、各チャンネルをジャンパーで切り替えることが可能である。また、出力にバッファアンプを 1 つ備えており、ジャンパーを切り替えることで各チャンネルの出力を確認できる。

3 結果

データを波形画像と共にファイルに保存した。さらに、Excel ファイルにデータを記入し 4、プロットした 5。

入力電荷が十数 fC の位置では十分なりニアリティが得られている。若干、ゲインが低くなっているが、原因はよくわからない。他のチャンネルに関しても、よく調べる必要がある。

Input [fC]	Input(actual)[fC]	Output	Conversion Gain [V/pC]	sigma [mV]
-60	-60.31	-335.2	5.557950589	1.093
-50	-52.38	-296	5.651011837	0.9355
-30	-29.89	-176.4	5.901639344	1.073
-10	-9.551	-58.17	6.090461732	0.5063
-8	-7.646	-46.25	6.048914465	0.5319
-6	-6.043	-36.63	6.061558828	0.5521
-4	-3.765	-22.84	6.066401062	0.514
-2	-1.908	-11.53	6.042976939	0.5625
2	1.89	11.5	6.084656085	0.5964
4	3.746	23.07	6.15856914	0.5369
6	6.035	37.1	6.147473074	0.5737
8	7.615	47.2	6.198292843	0.501
10	9.541	59.25	6.210040876	0.5344
30	29.79	188.2	6.317556227	0.9665
50	52.07	333.2	6.399078164	1.278

図 4 エクセルファイル

3.1 所要時間

1 チャンネル分、すべての入力電荷を測り終えるのに 50 かかった。1 回の測定で 3 ~ 4 分ほどかかっているようだ。いろいろ記録しながらだったので、もう少し早くできる余地がある。残りのチャンネルで、測ってみたい。

4 冷却試験に関して

高圧ガス封入チェンバーを作成して液体窒素などにつける予定でしたが、低温の笠見さんと相談した結果、ガス封入の箱を冷却をするのは危険であるということで、そのまま液体窒素につけてみる運びとなった。しかし、霜の問題が以前として残る。効果があるのかどうかはわからないが、冷却の直前に、容器内で乾燥したガス (アルゴン、CO₂?) などに晒しておく必要があるように思える。

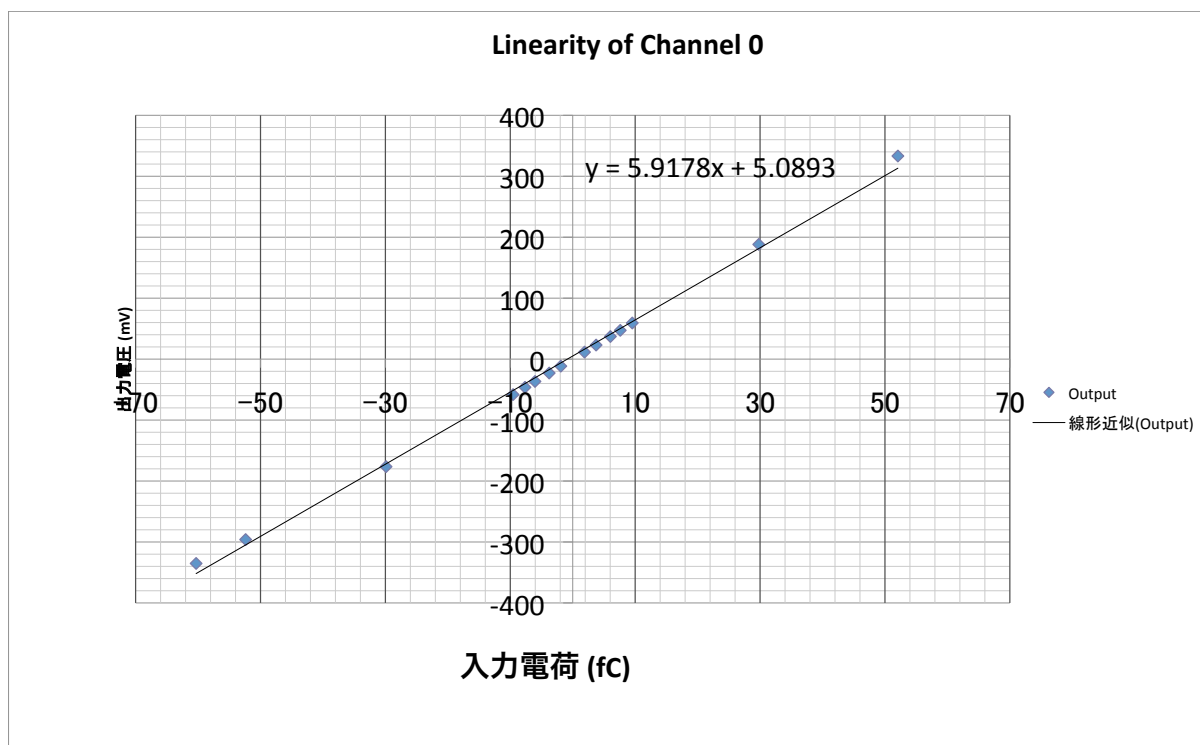


図 5 チャンネル 0 のリニアリティ

4.1 温度のモニターに関して

液体窒素で温度を一定に保つことは原理的に難しい。液体窒素温度 (-196) 以外は温度が変化して行く中での測定となる。温度データを時間で取り込む必要があるのではないだろうか。