

陰イオン/LArTPC ASIC開発

2017/4/22@アクティブ媒質TPC開発座談会

神戸大学M2

中澤 美季

NI μ TPC

イオンのドリフト速度(10^{-2} cm/ μ m) が非常に遅い



時定数の遅い回路が必要

Minority peakが小さい (main peakの約3%)



ダイナミックレンジの大きい回路が必要

これらの条件を満たす回路をKEKと協同開発中
今まではLArTPC用に開発されたASIC(LTARS2014)を使用

ASIC(LTARS2016_K01)要請値

	Minority peak	Main peak
Minimum signal	3fC	100fC
ENC	2000(0.3fC)以下	6.4×10^4 (10fC)以下
ダイナミックレンジ	-80fC~80fC	-1600fC~1600fC
Gain	10mV/fC	0.5mV/fC
時定数	4 μ s	
検出器容量	300pF	

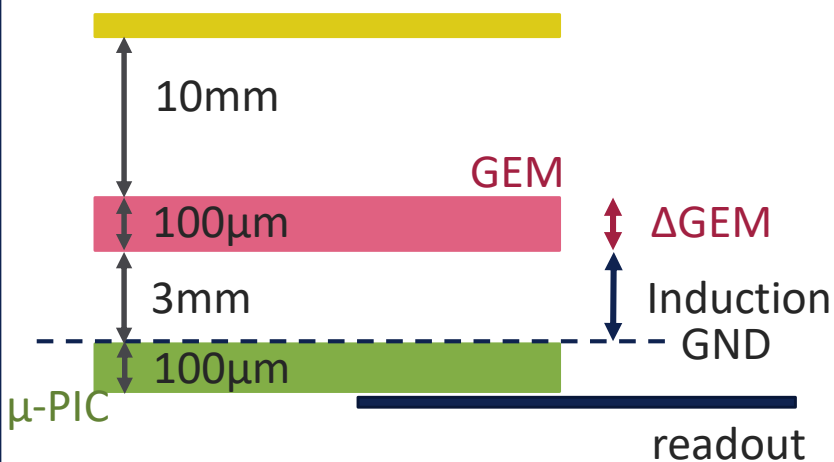
将来的には30cm角 μ -PIC \times 18枚で768ch \times 2 \times 18枚 = 27648chを読み出したい。

時定数

陰イオンのドリフト速度に最適な時定数決定試験を行った。

Set Up

DRIFTメッシュ(SUS)



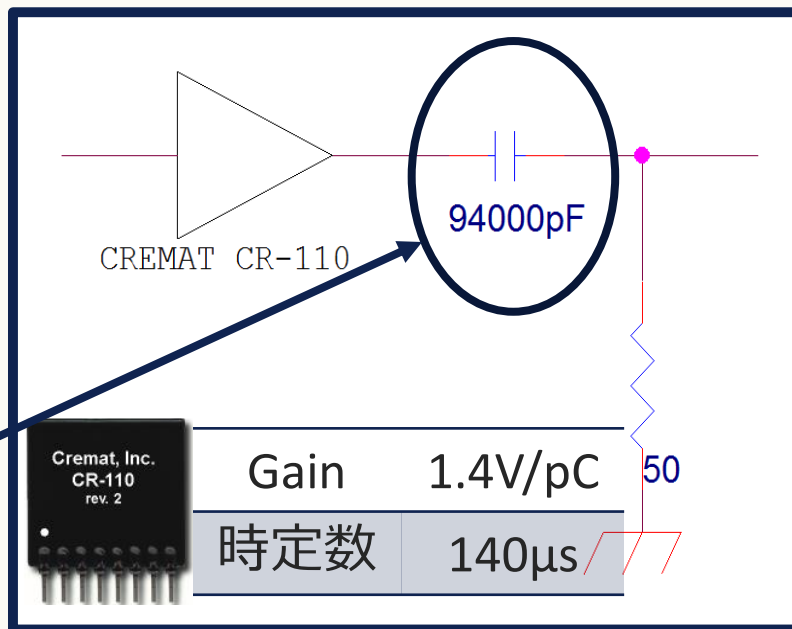
55Fe信号をSF6ガスで測定
読み出しは μ -PIC

時定数の遅いAMP

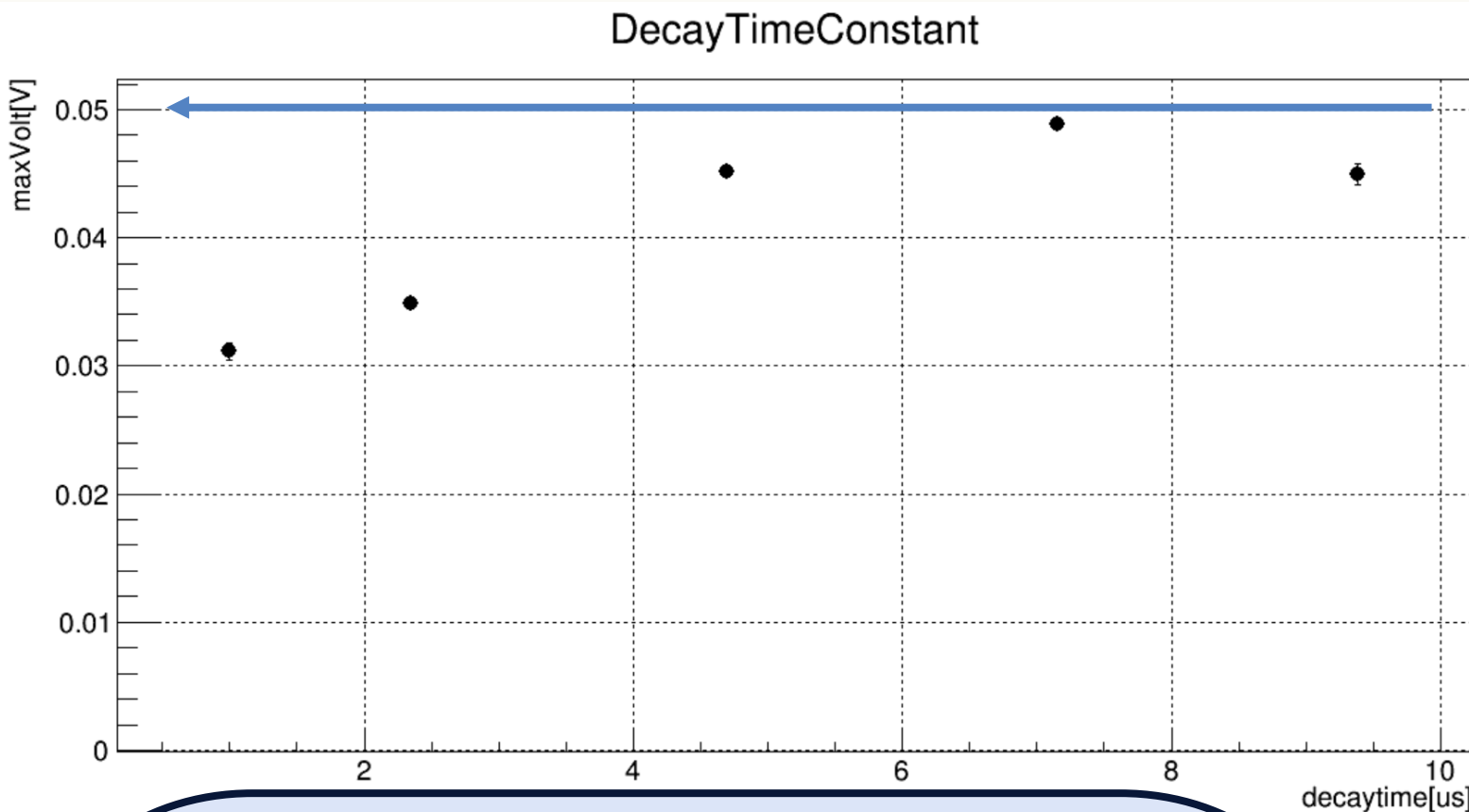
(CREMAT CR-110)を通った信号を
後段のCRを調整することで

時定数を変えて

(1 μ s/2.4 μ s/4.7 μ s/7.2 μ s/9.4 μ s)比較



時定数



約6 μ sでプラトーになっている



ASICのデザインとの兼ね合い

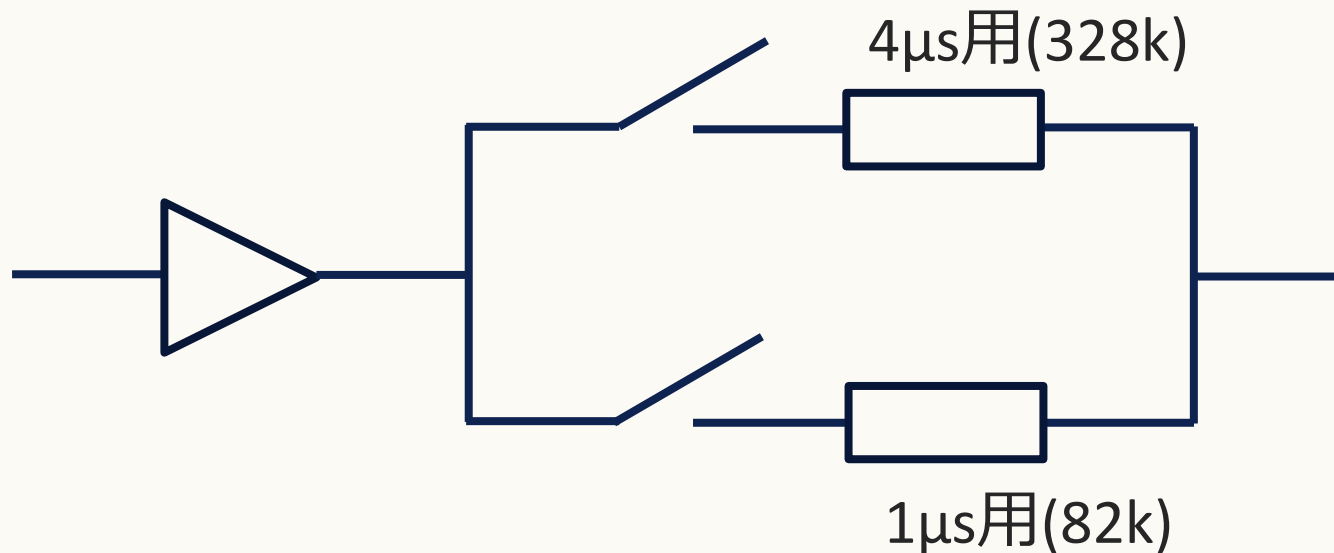
時定数4 μ s(LTARS2014では1 μ s)を要請

時定数

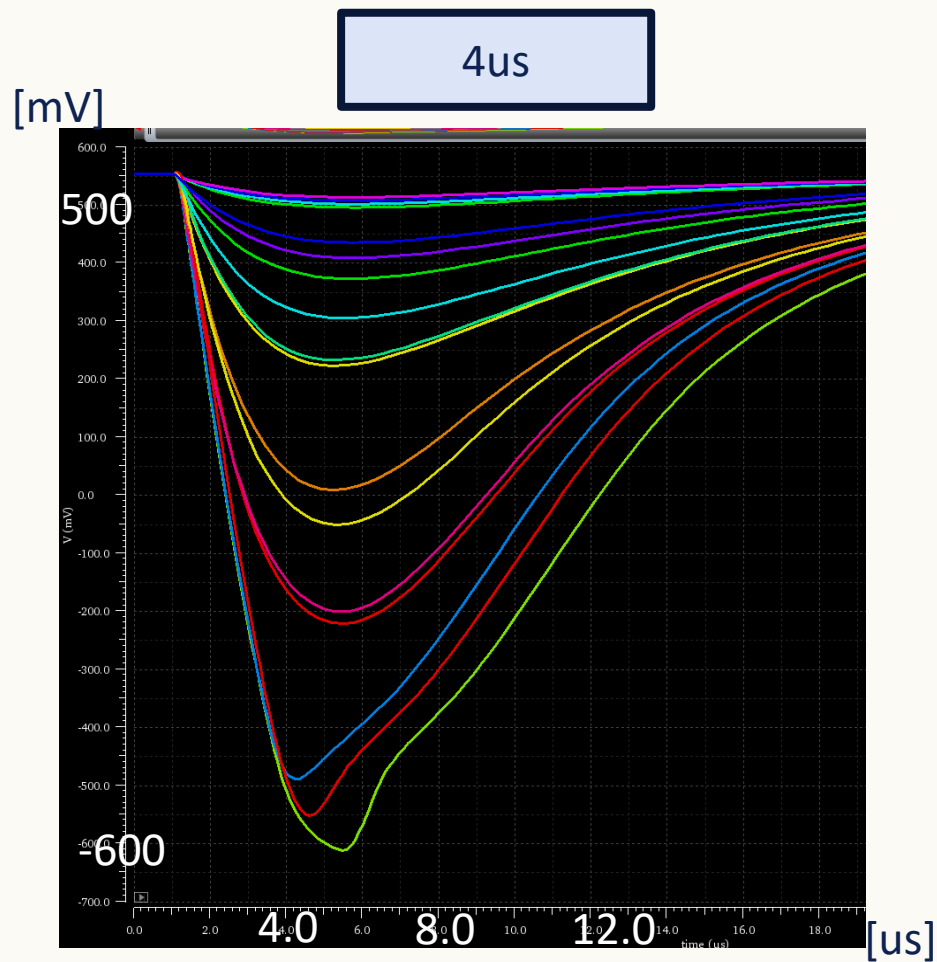
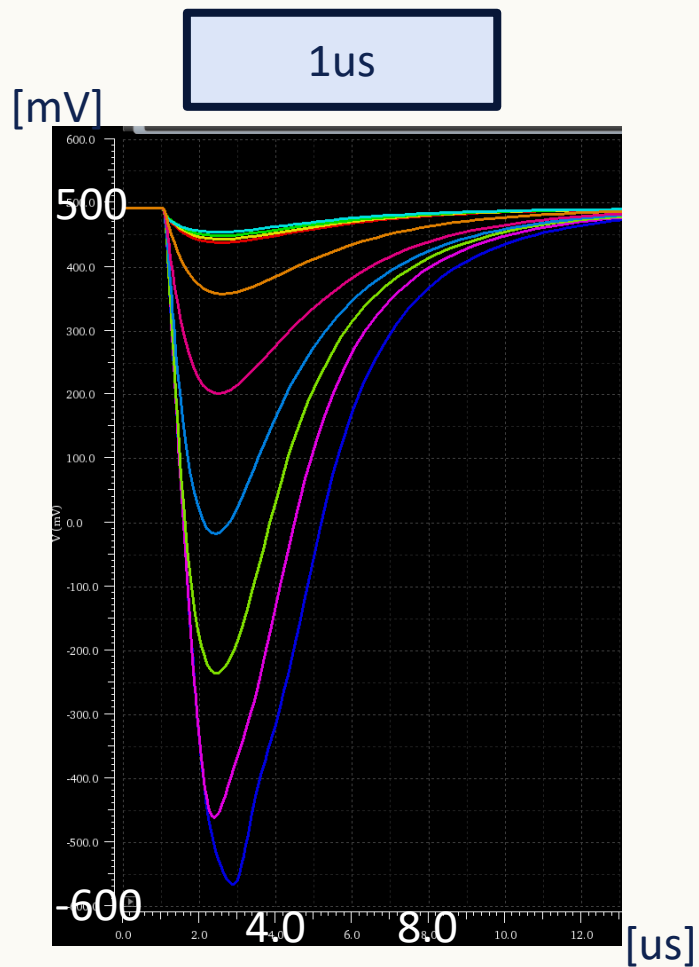
スイッチの切り替えで時定数を $1\mu\text{s}$ と $4\mu\text{s}$ 変更可能に



LArTPCとNI μ TPCの両方の要請を満たす。



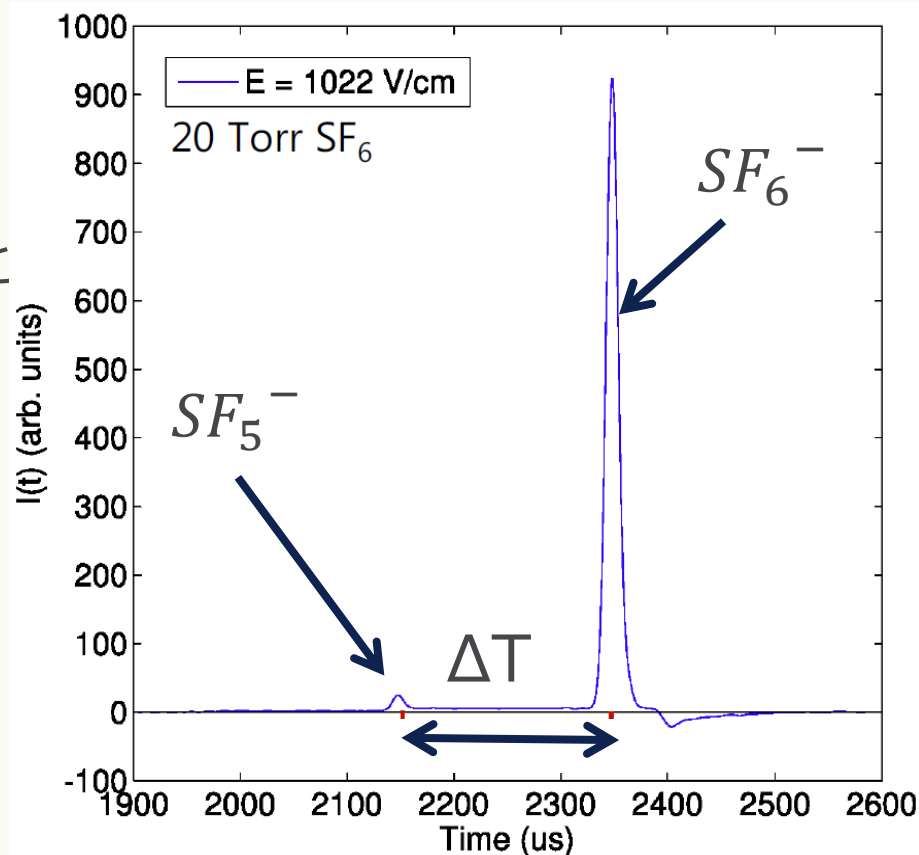
時定数



ダイナミックレンジ

- Minority peakはMain peakの3%程度。
- S/N10倍などを考慮するとダイナミックレンジ 10^4 を要請

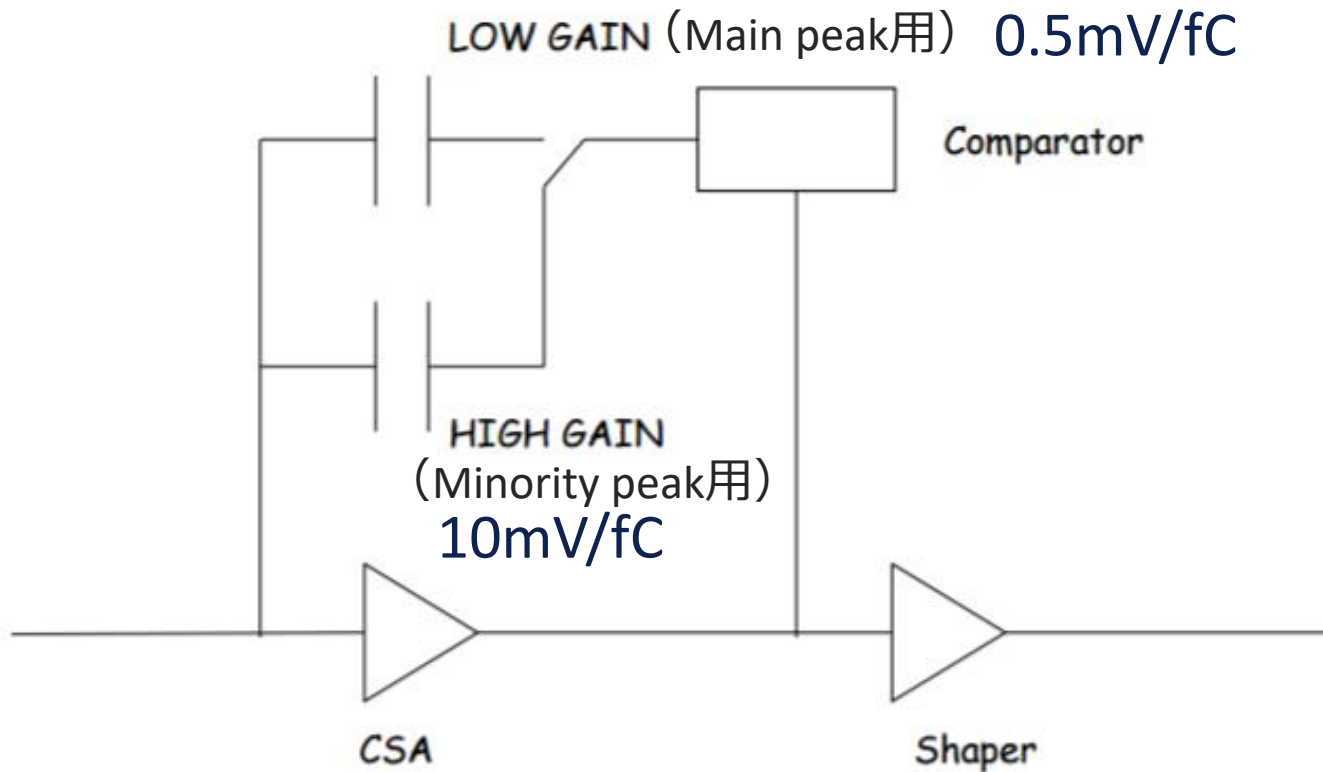
1系統のAMP
では難しい...



[N.Phan/CYGNUS2015]

ダイナミックレンジ

ゲインを切り替えることで解決！



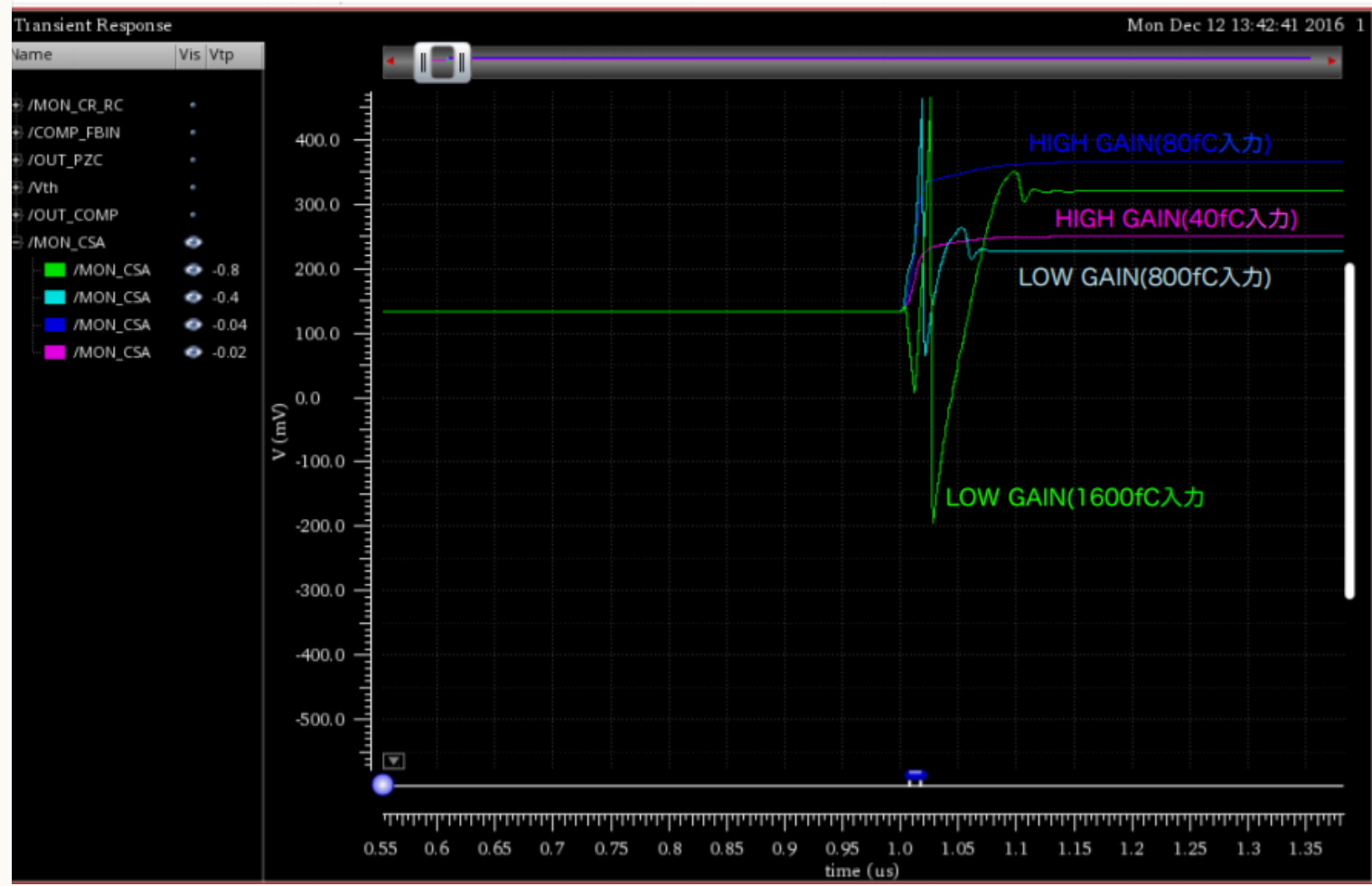
通常はHIGH GAIN (minority peak用) に設定されているが閾値を超えるとLOW GAIN (Main peak用) に切り替わることでダイナミックレンジ問題を解決。

シミュレーション

CSAの出力

Vth=400mV

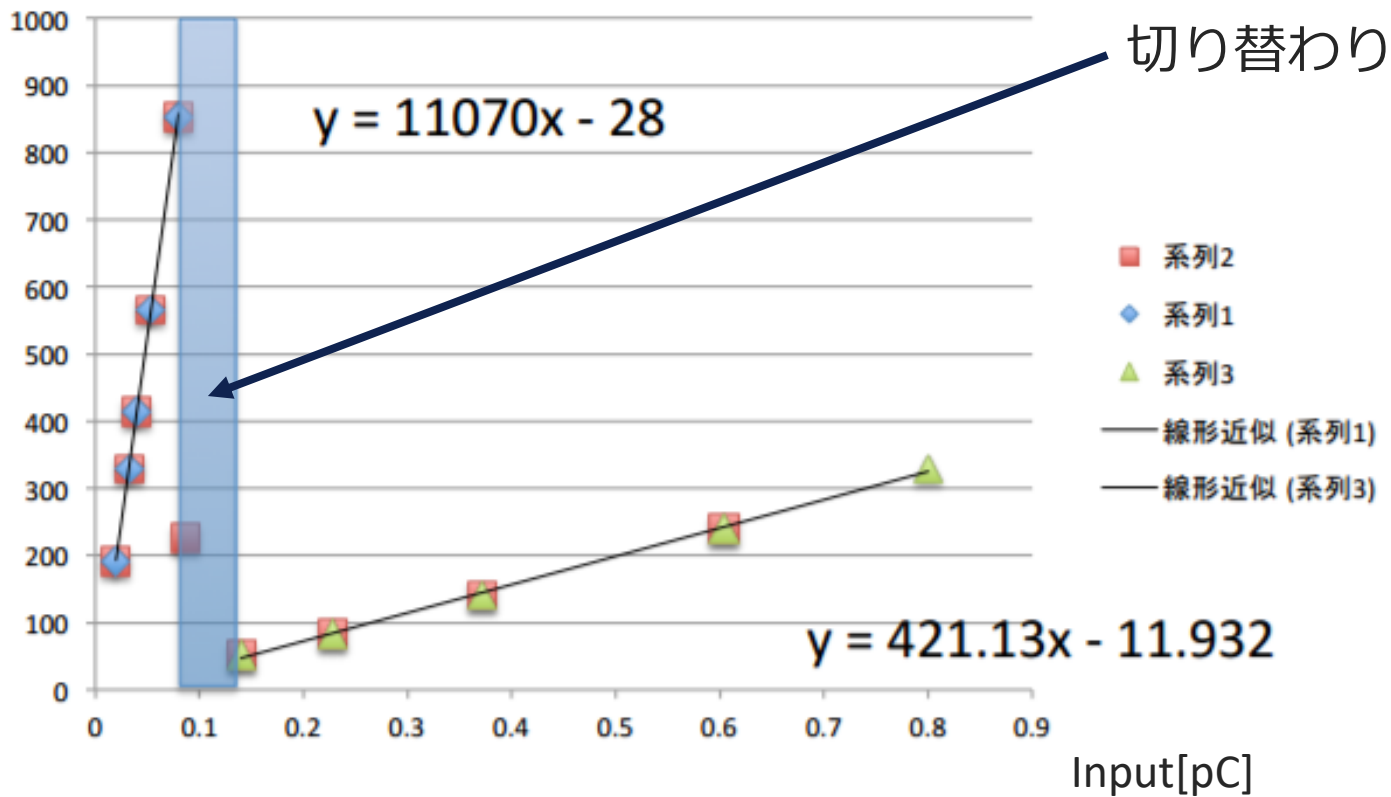
- Vthをこえるとコンパレータからスイッチはいてゲインが切り替わる様子がみえる



ゲイン

Output[mV]

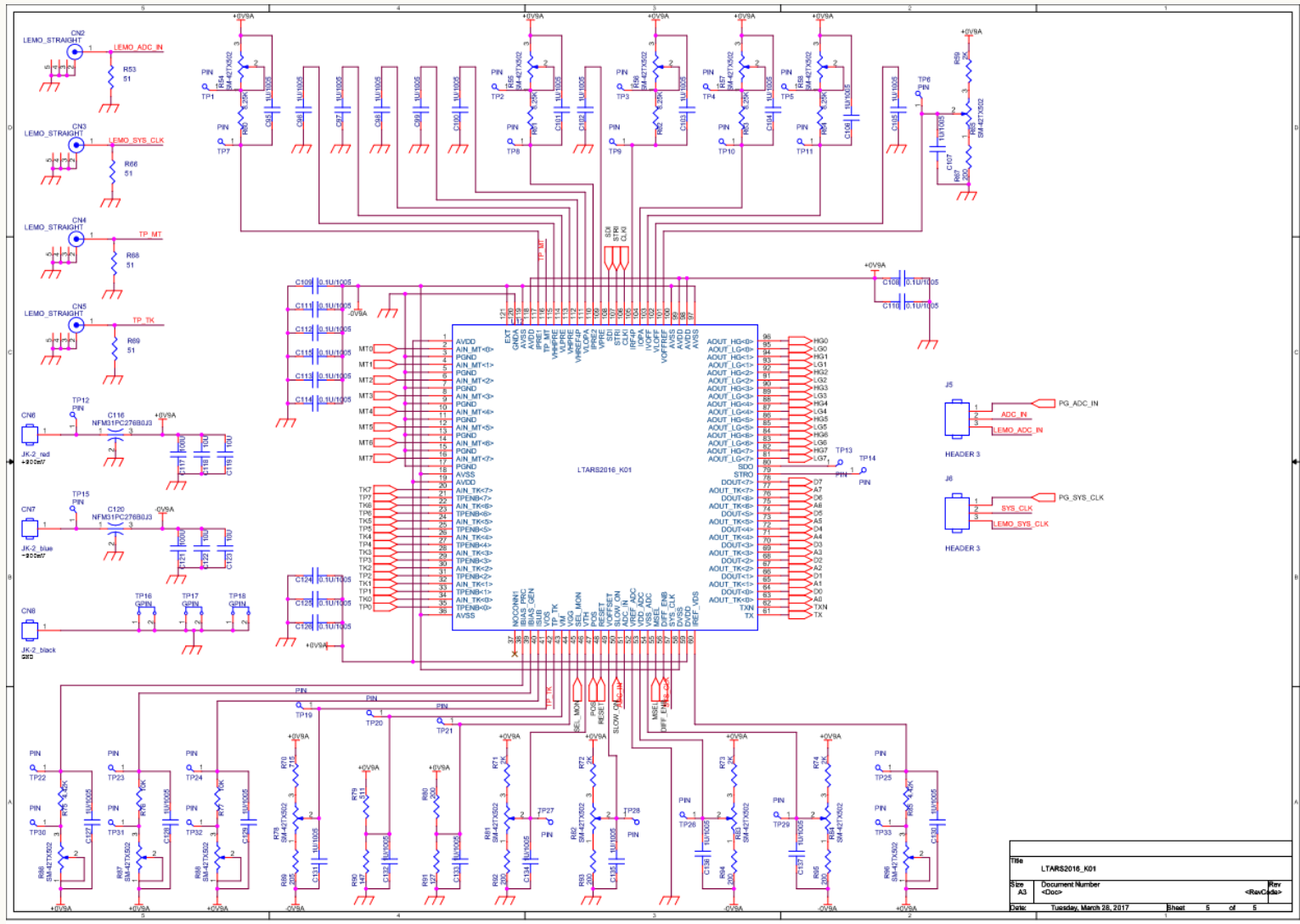
20fC-1600fC



HIGH GAIN 11mV/fC

LOW GAIN 0.42mV/fC

テストボード回路設計



LTARS2016_K01 Chipを搭載したテストボードの回路設計も行った。

今後の予定

5月末

- Chip/テストボード完成
- ボンディング + 部品実装@KEK

6月

- 試験@KEK(最初の動作確認)

6月～

- ASIC性能評価

早めのフィードバック→年度内の量産へ！

Back Up

