

# Nd:YAGレーザーによるアトラスSCT モジュール検査法の開発

筑波大物理 皆川真実子, 原和彦  
他 ATLAS-SCT Japanグループ

## 概要

アトラスSCTシリコンモジュールの総合試験としてYAGレーザーを各ストリップに入射して応答を測定するシステムを開発した。検査システムの構成・特徴とともに最初の50台のモジュールに対する結果を報告する。

# SCTモジュールの検査

SCT-Japanは、現在約520台(全900台)を量産し、品質検査を継続

XY-Z精度測定、IV測定、電気試験セッ

浜松⇒セイコー

受け入れ XY-Z精度測定、電気試験セッ

温度サイクル(-25°C~40°C:10セット全20h)

0°C安定性試験(24h):電気試験セット、暗電

XY-Z精度測定、電気試験セット@27°C

電気試験セット@0°C

レーザーを用いた総合検

主に、3次元測定装置  
による位置精度測定と  
テストパルスによる電  
気試験

実際にシリコンからの  
信号を読み出す

# YAGレーザー 検査システム

VME SCTdaq system

Zstage

レーザー  
ヘッド

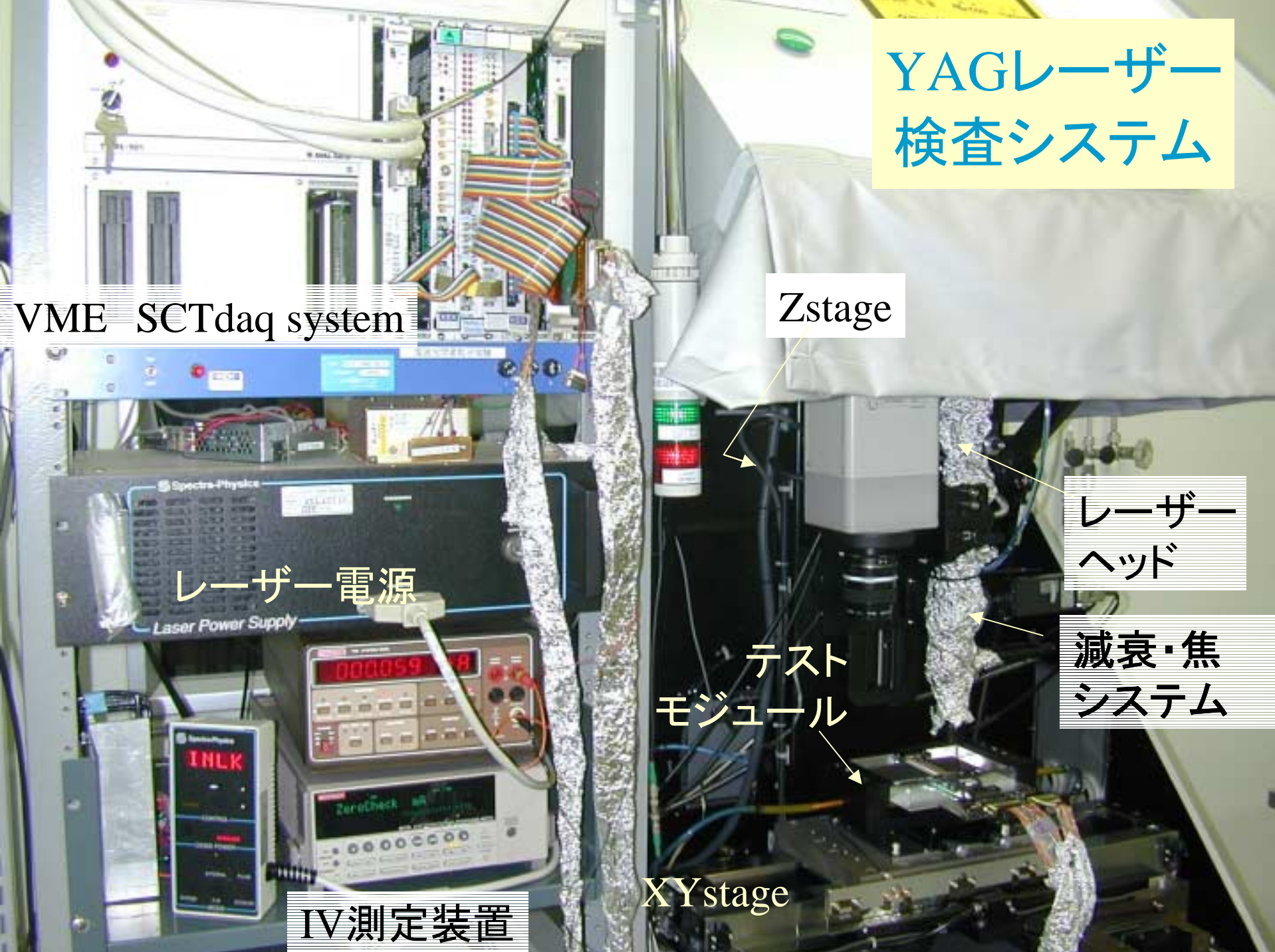
減衰・焦  
システム

レーザー電源

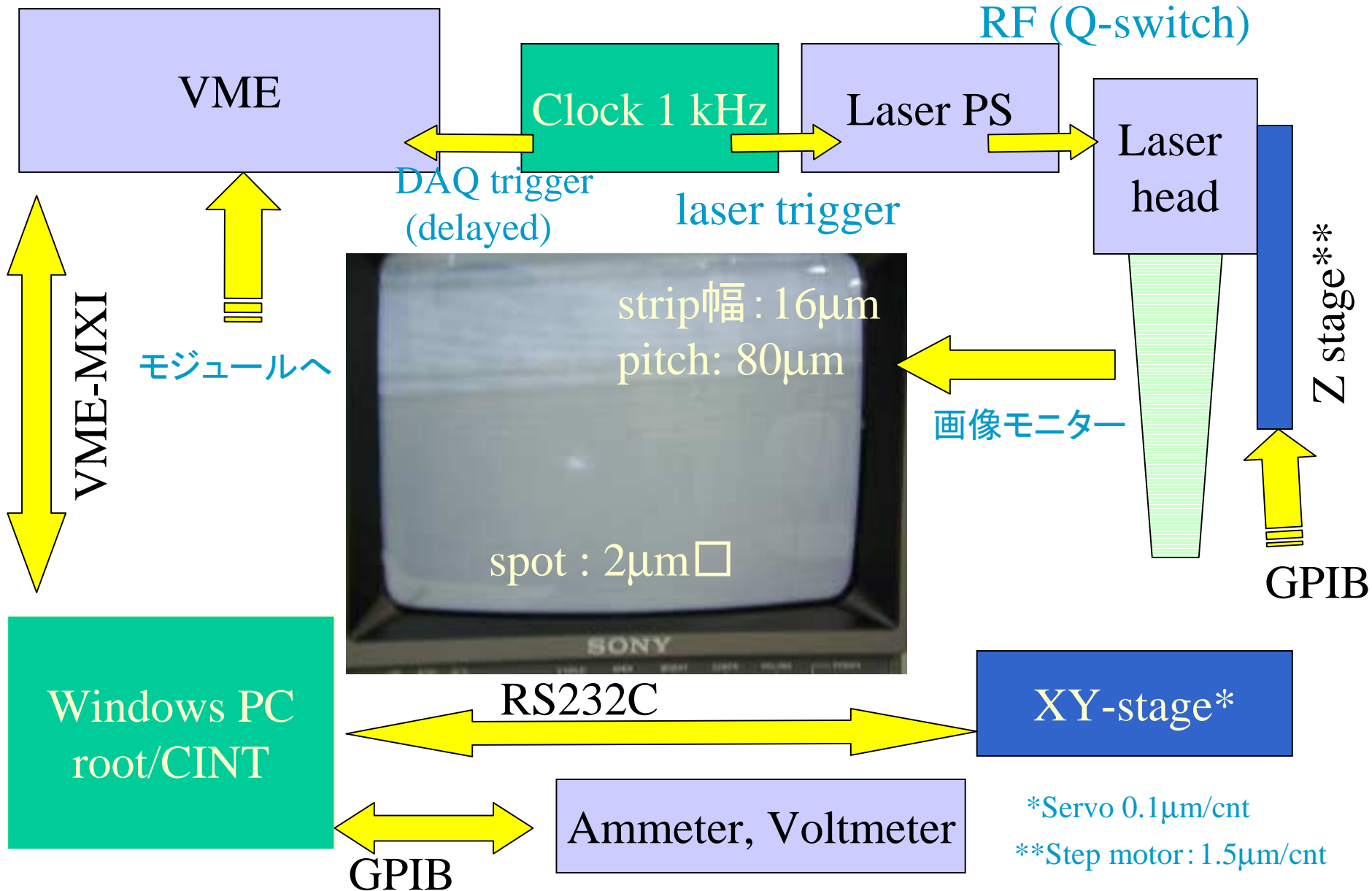
テスト  
モジュール

XYstage

IV測定装置



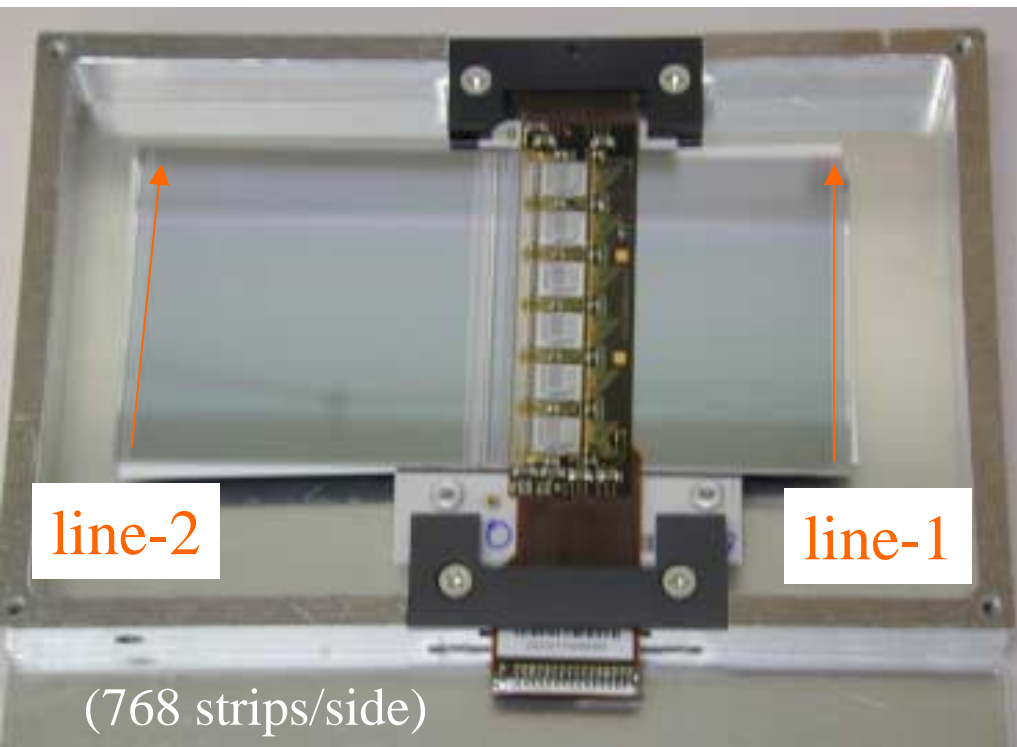
# システム制御



\*Servo 0.1 $\mu$ m/cnt  
\*\*Step motor: 1.5 $\mu$ m/cnt

# システムの設定パラメータ

## ① 設置を含め検査時間を片面1時間程度とする



Center-tap⇒両端を試験

片面センサー張り合せ⇒両面を試験

binary読出し⇒閾値曲線を測定

分布のある光源: 生死を見る?

絞ったレーザー光: ゲイン、クロストーク

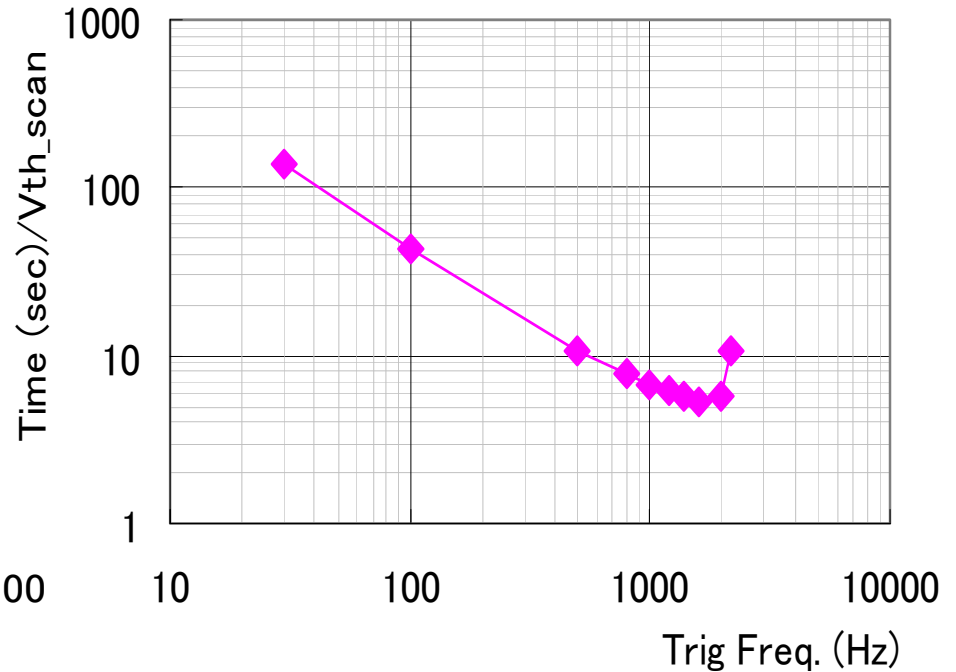
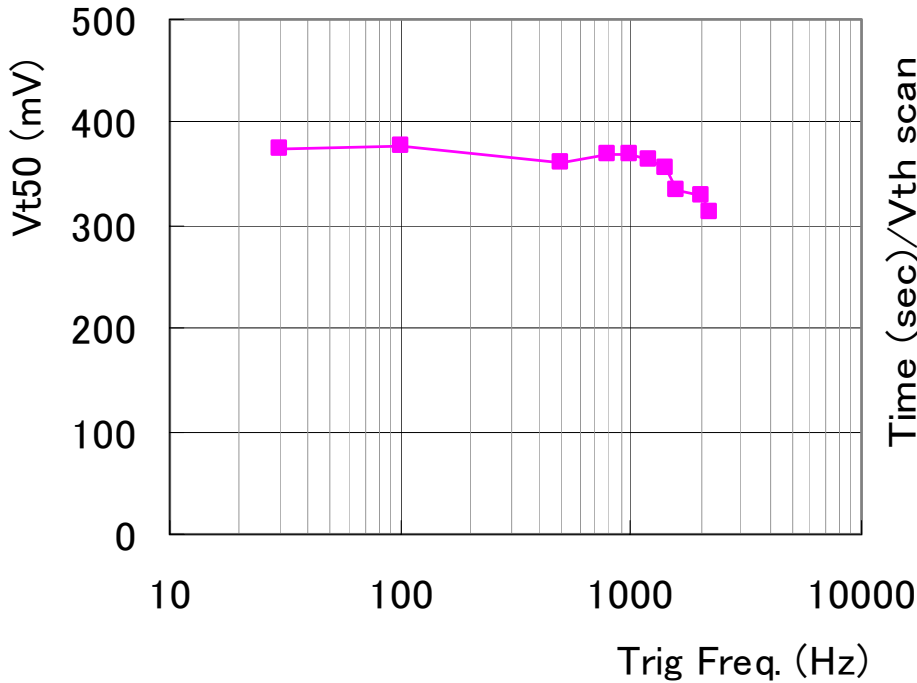


各ストリップの両端でThreshold curveをとることでゲインを評価  
両隣りのストリップも記録し、クロストークの評価

# システムの設定パラメータ

## ① 検査時間を片面1時間程度...(トリガーレート依存性)

[60,450,10] 100evts

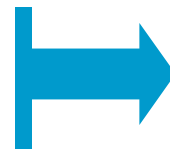


レーザー出力は1kHzを超えると減少する

**トリガーレート = 1kHz**

ある設定の閾値曲線を得るのに要する時間: 1kHzを超えるとあまり短くならない

ストリップあたり  
閾値曲線 (50eventsX10Vth):  
移動: 0.15s



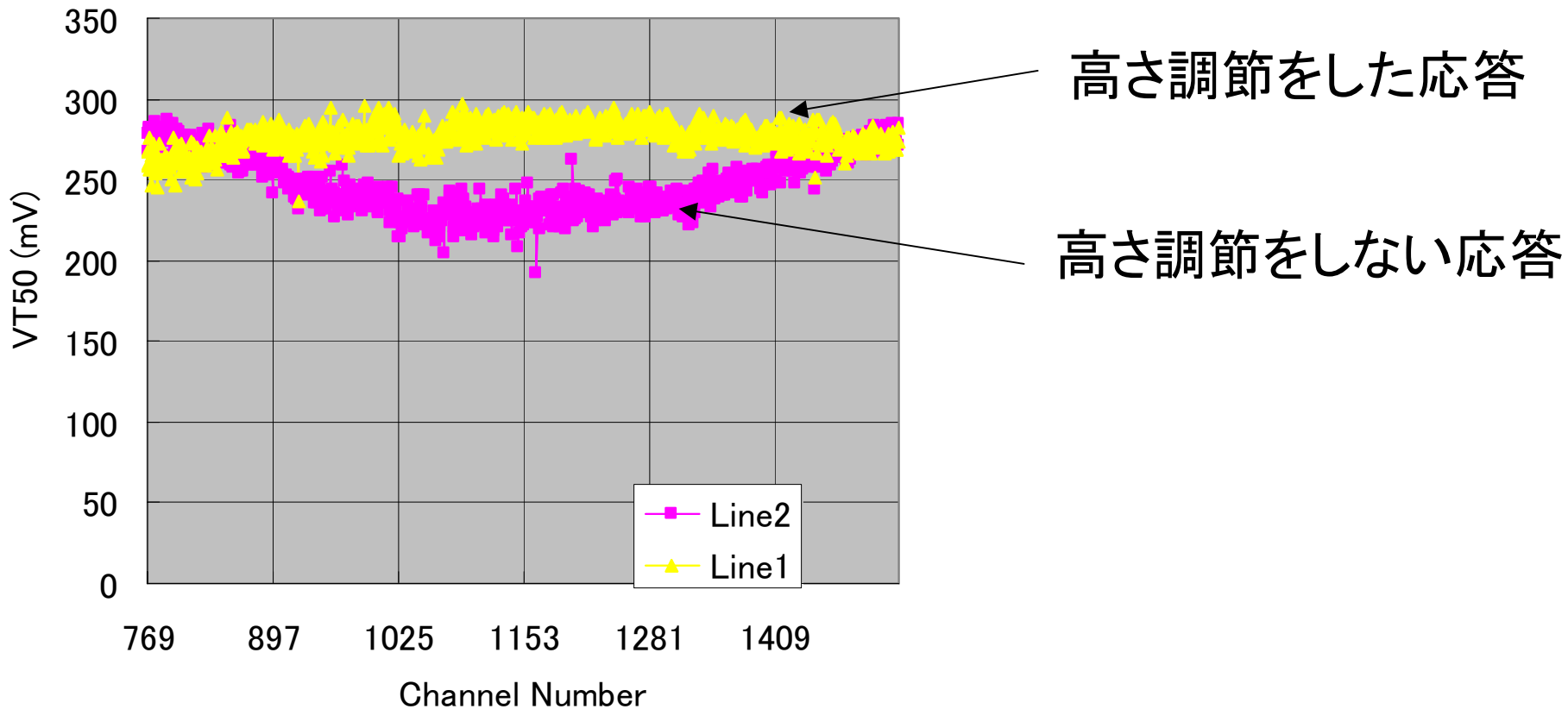
**2ラインの測定 + 移動 = 32分**  
**pedestal, 位置・高さ較正 < 15分**

# システム設計のパラメータ

## ② Zの調節は必要か？

フォーカスが変わるが精度は $10\mu\text{m}$ 程度で十分。モジュール自体の $50\mu\text{m}$ 程度の  
変形、設置の水平出しの手間を考慮し

⇒ スキャンライン上3点で高さを較正し、2次関数で補正



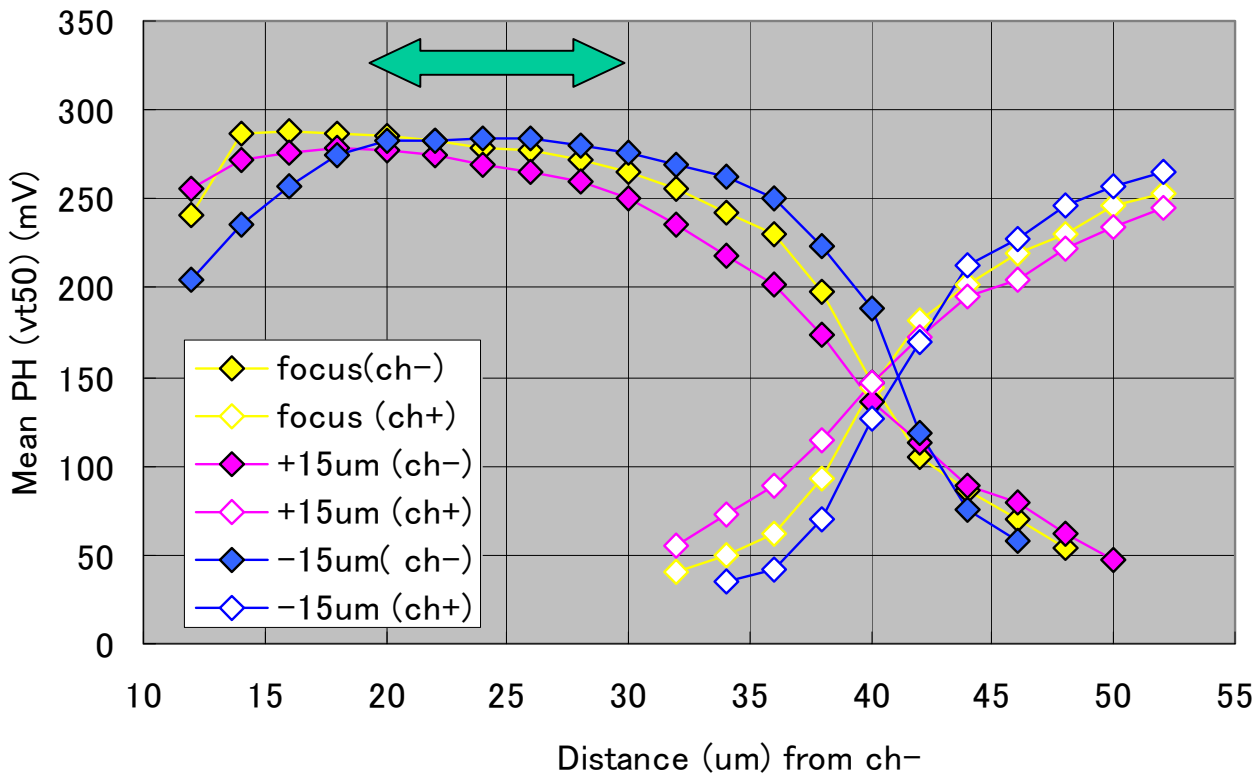
# システム設計のパラメータ

## ③ XYの精度は要求は？

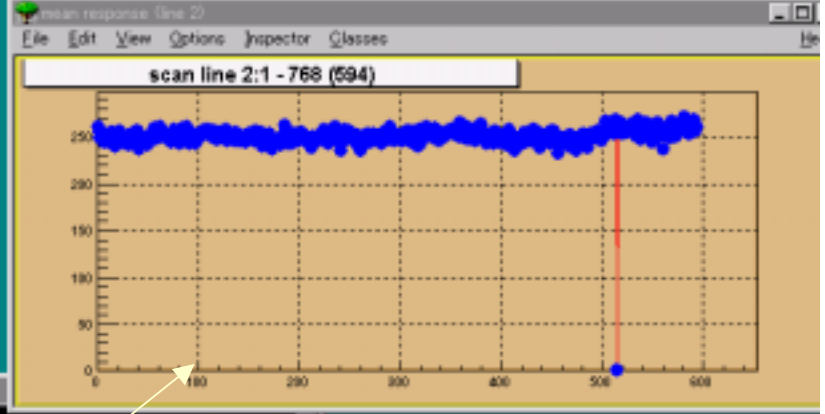
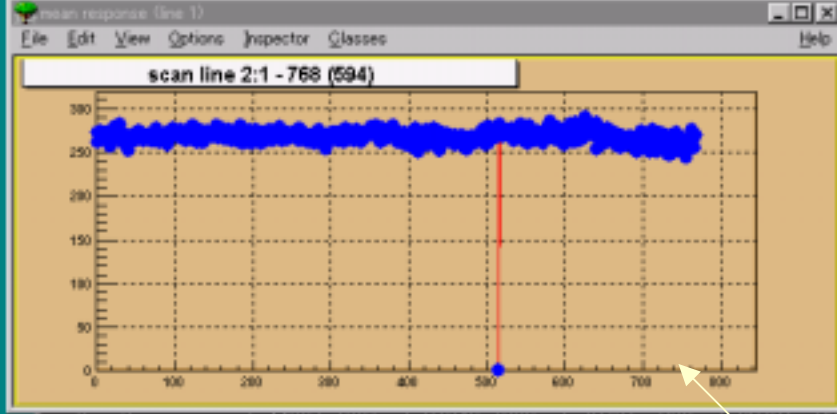
センサーフィデューシヤル2点を使って較正。標準的にストリップから $25\ \mu\text{m}$ の位置(ピッチ $80\ \mu\text{m}$ )に入射。

較正の精度、温度変形により最大 $5\ \mu\text{m}$ 程度はずれてしまう。

⇒ Zの不定性を含め、 $\pm 7\%$ の変動





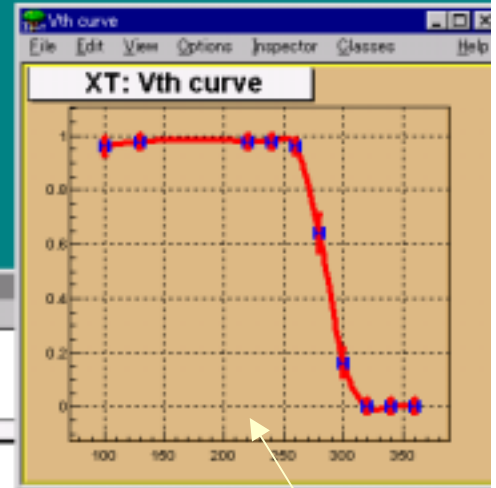


```

3 p2 1.44967e+001 1.81049e+000 1.79791e-003 -1.83701e-008
FCN=3.16444 FROM MIGRAD STATUS=CONVERGED 59 CALLS 60 TOTAL
EDM=4.40318e-016 STRATEGY=1 ERROR MATRIX ACCURATE
EXT PARAMETER
NO. NAME VALUE ERROR SIZE DERIVATIVE
1 p0 1.00000e+000 fixed
2 p1 2.85278e+002 1.83151e+000 1.81878e-003 1.82531e-008
3 p2 1.44967e+001 1.81049e+000 1.79791e-003 -1.83701e-008
time (ms) 1081
594 0.21 0.20 285.278 14.50 0.00 24.00
Z=0.0000011
  
```

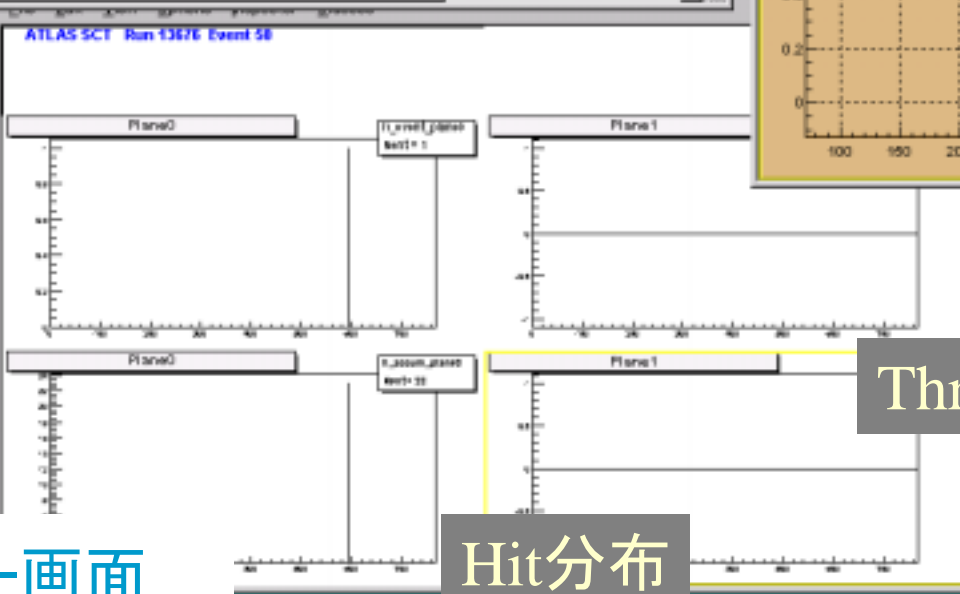
Line-1 vt50 vs strip#

モーター制御とThreshold曲線フィット結果



Threshold曲線

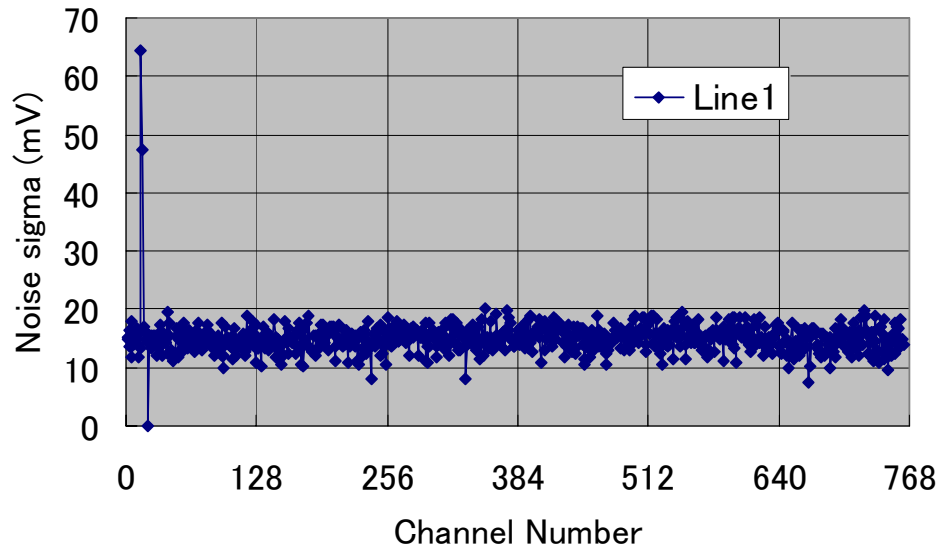
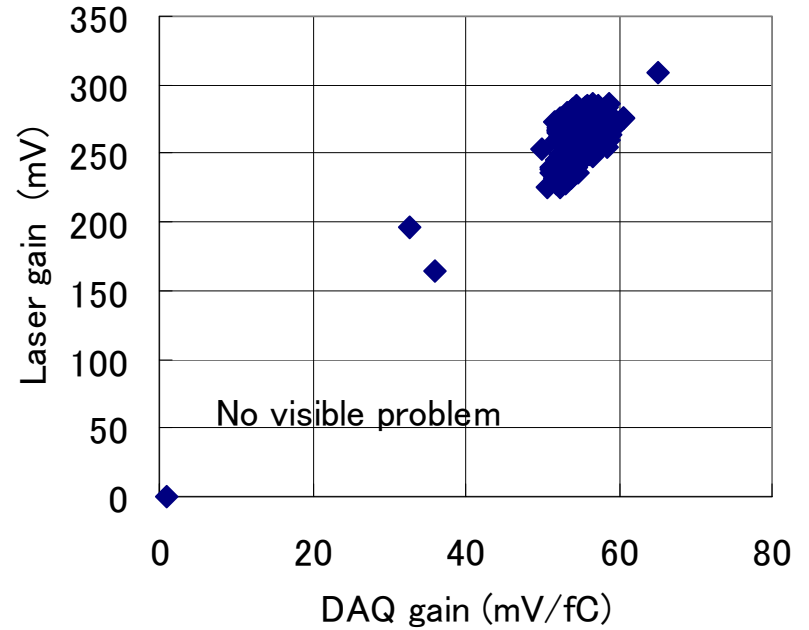
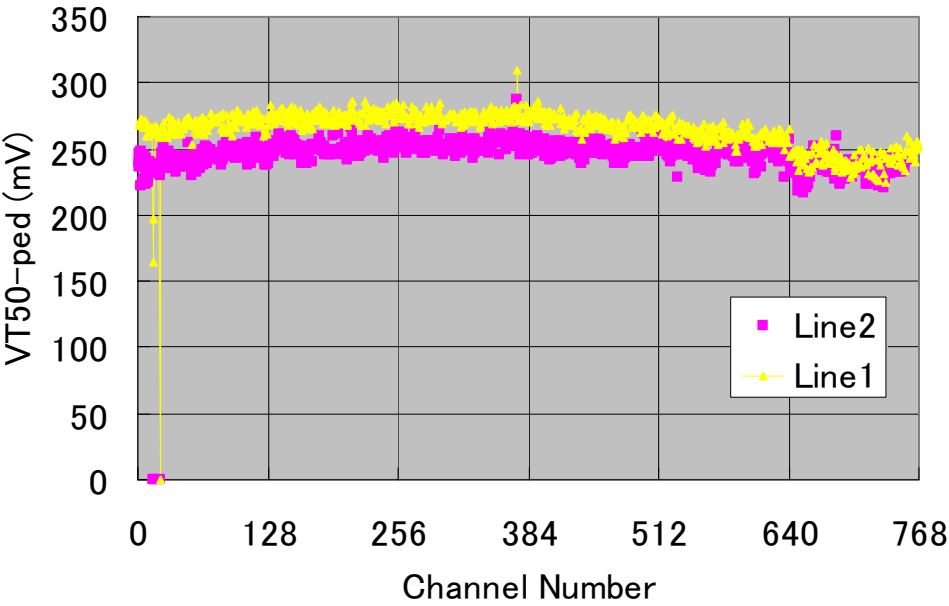
DAQパネル



オンラインモニター画面

# 2-line scan の測定例

Link0



左上: 2lineでの応答

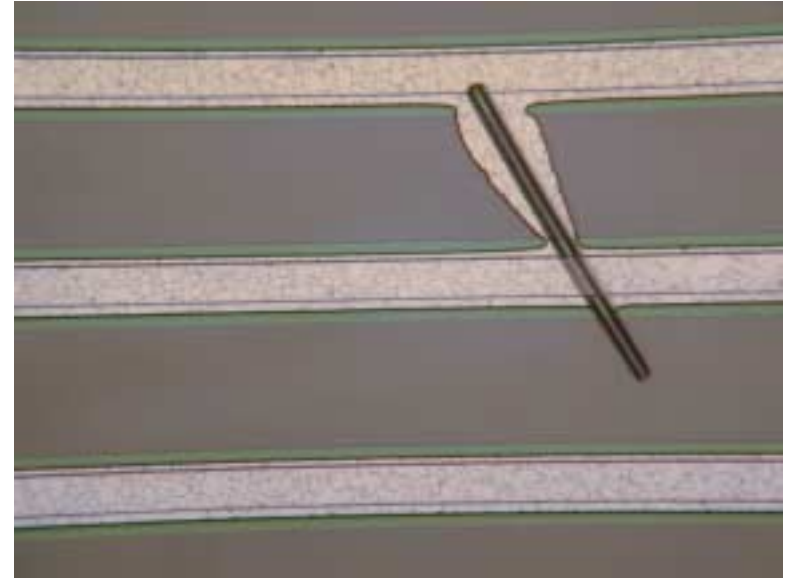
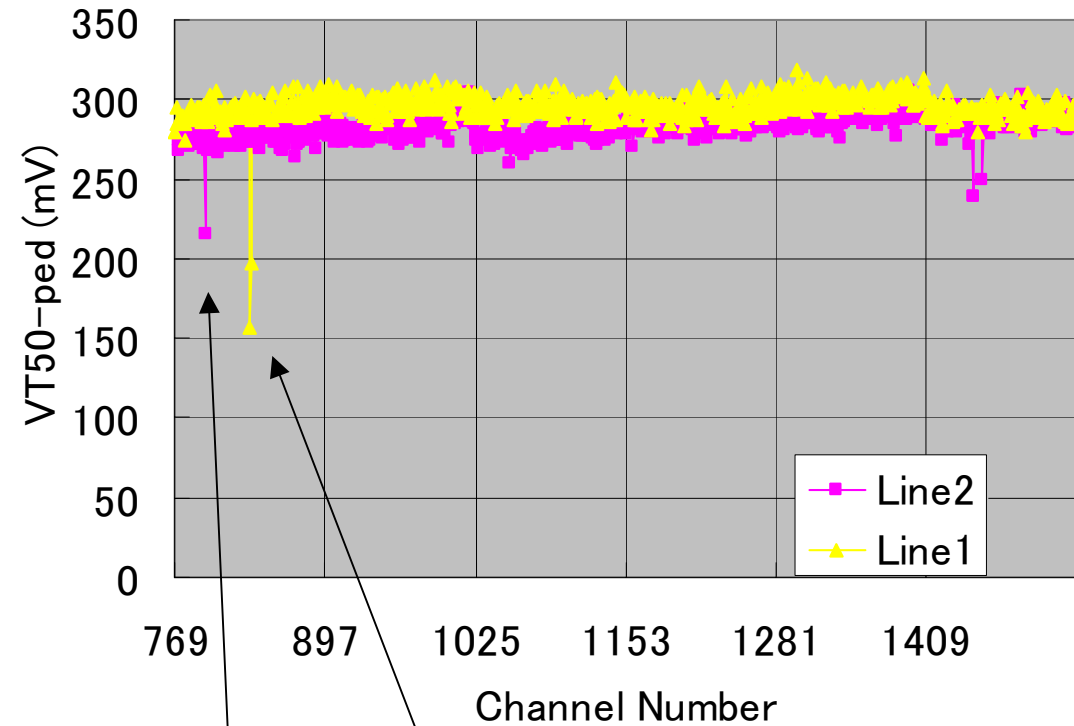
上: 応答をアンプゲインと比較

アンプの問題かシリコンの問題かを分別できる

左下: ノイズ (line-1)

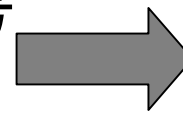
# 2-line scan の測定例

Link1



ストリップでのショート

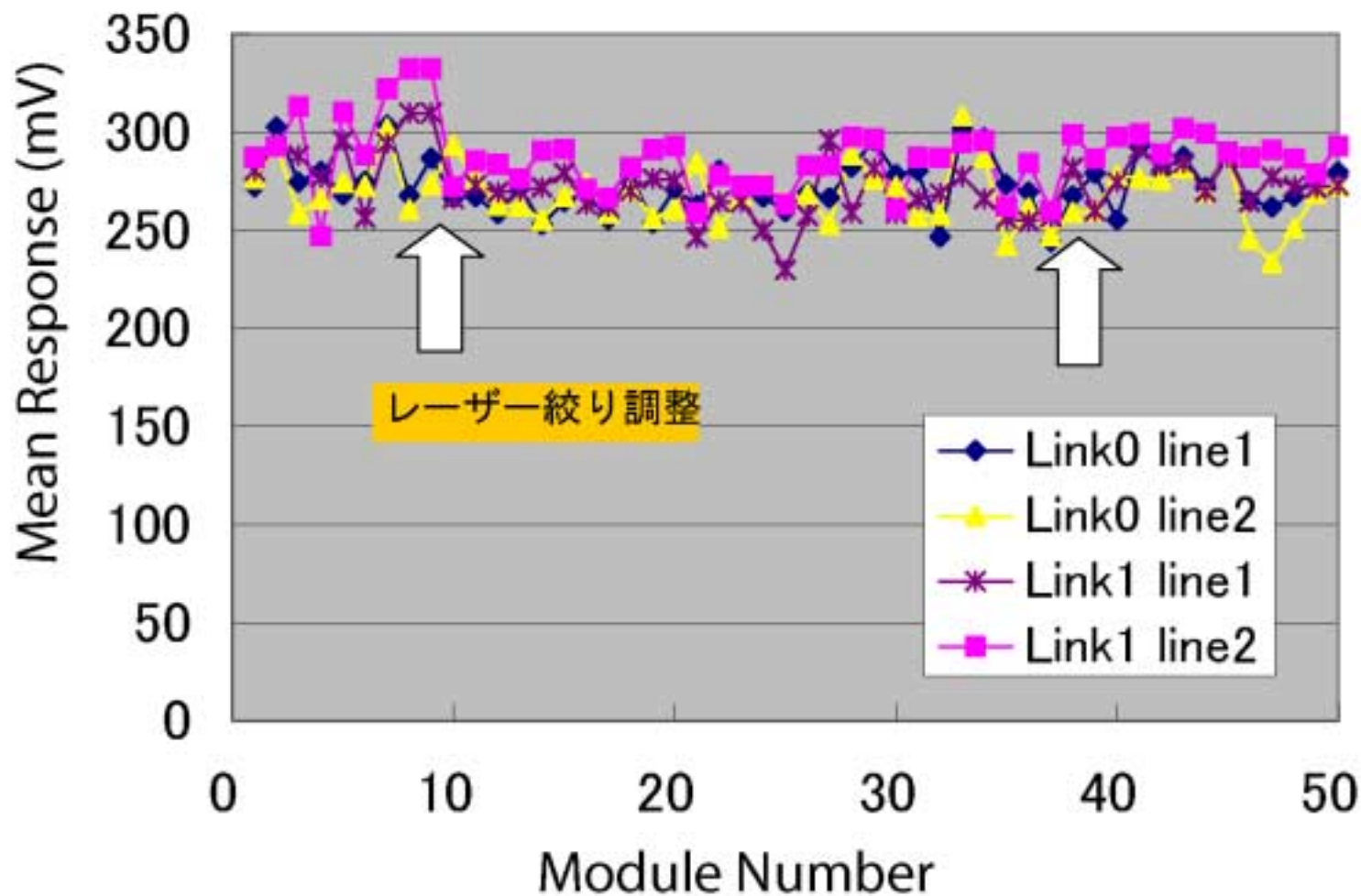
隣接2stripから同じ様な信号  
クロストークもしている



テストパルス試験では  
criteriaをぎりぎりパスし  
ていた

目視しても原因が分からない場合もある...

## 平均応答の時間依存性

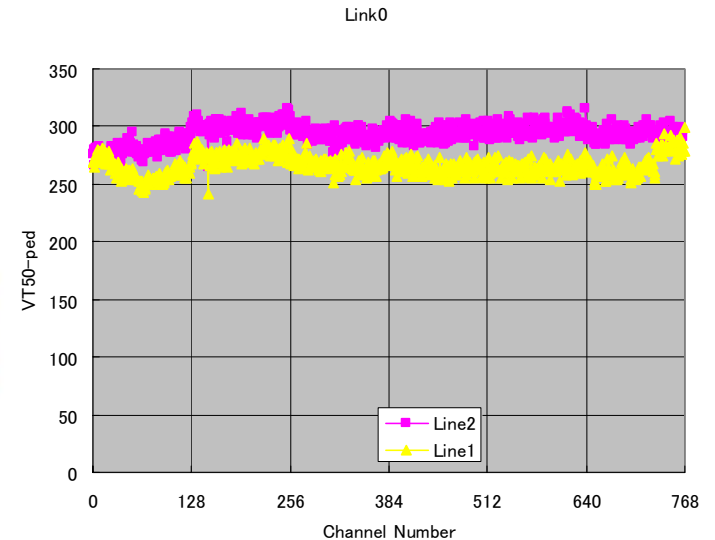
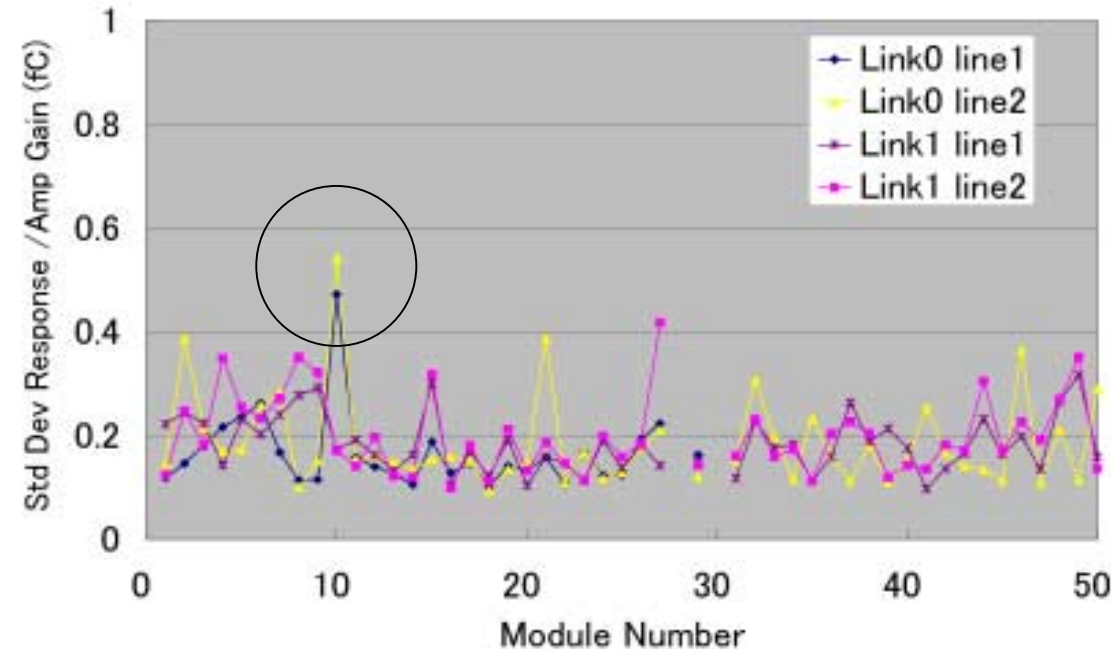
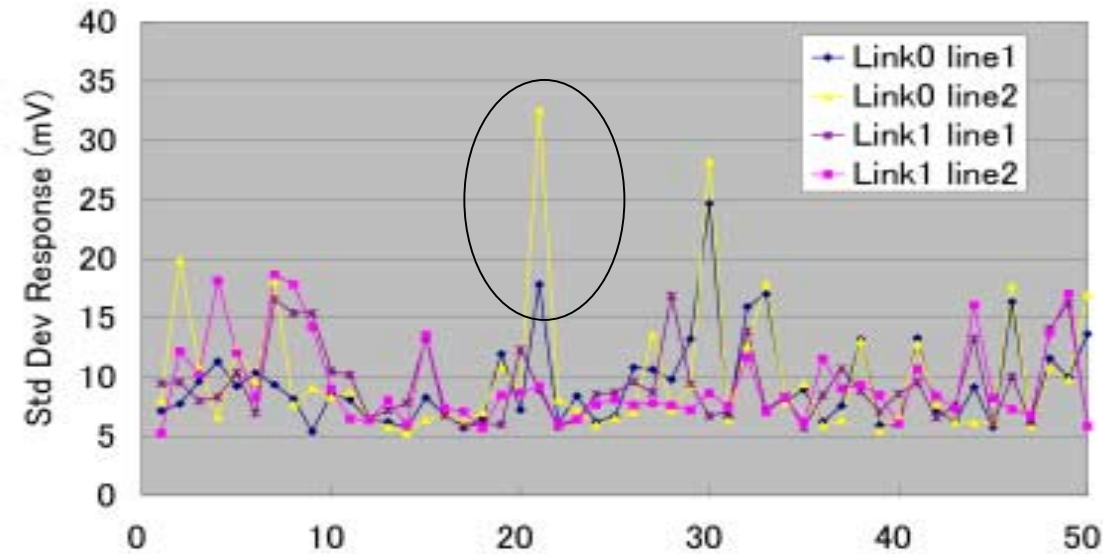


# 平均応答のばらつき(標準偏差)の時間依存性

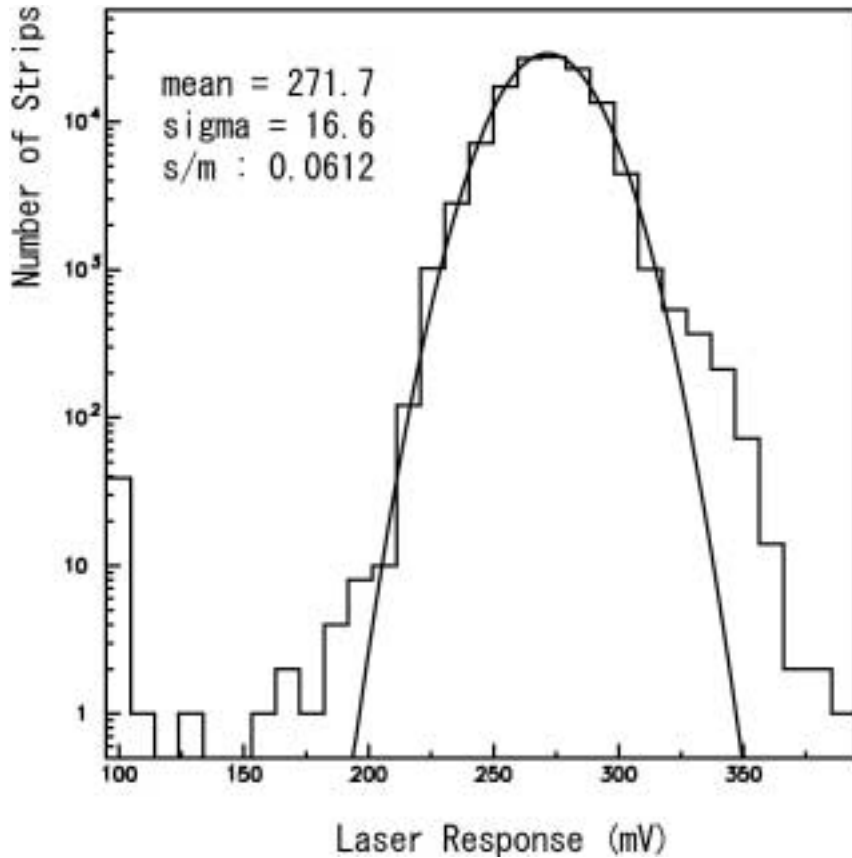
各lineでの応答の標準偏差

デッドチャンネルの影響で  
大きな場合がある

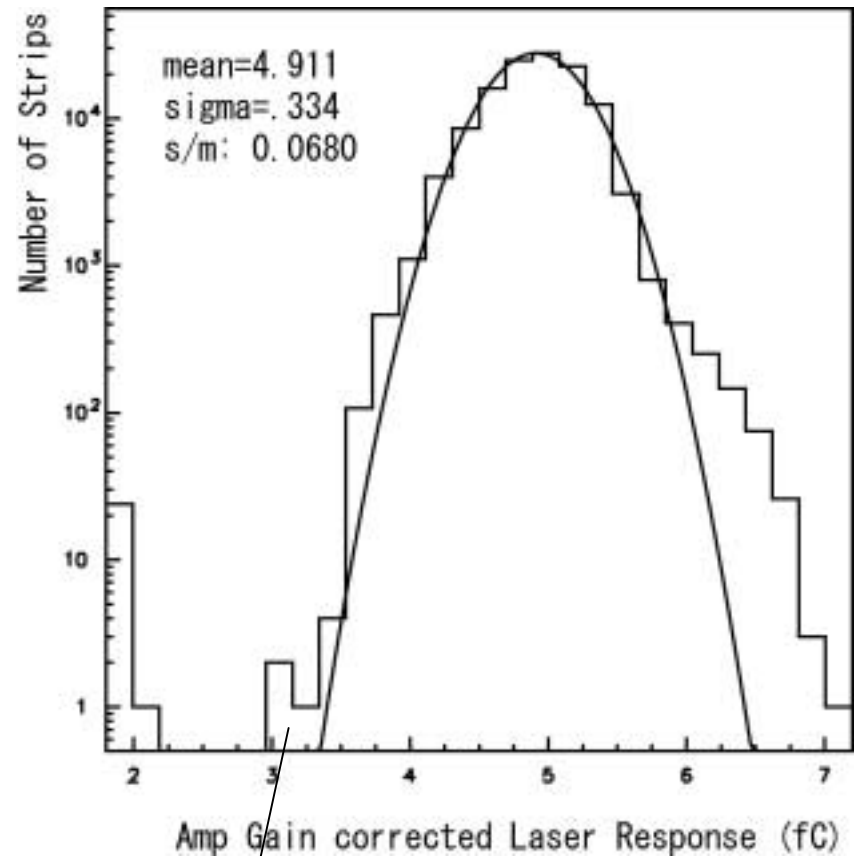
アンプのゲインで規格化  
すると、多少マイルドに...



# ストリップ応答のばらつき — どの程度の較正ができるか



6% ( $\sigma$ ) で応答較正ができる



アンプゲインで補正すれば...

↓  
小さなゲインの補正は良い...

## まとめ

レーザーを用いたSCTシリコンモジュールの総合検査を開始した

最初の50台を測定した結果:

