

PMTの性能測定装置

~KTeV Laser Calibration System

Lee Jong-won

山中研(M1)

Intro

E14実験でのKaonの希崩壊の測定に使われるCslカロリメータのPMTの性能を測定しようとしている。そのため、PMTの性質と、測定に使われる機材の性質の測定を行った。

PMTの性質

PMTの特徴 = 入射した光に対する出力(gain)
電圧、光量、温度などの影響を受ける。

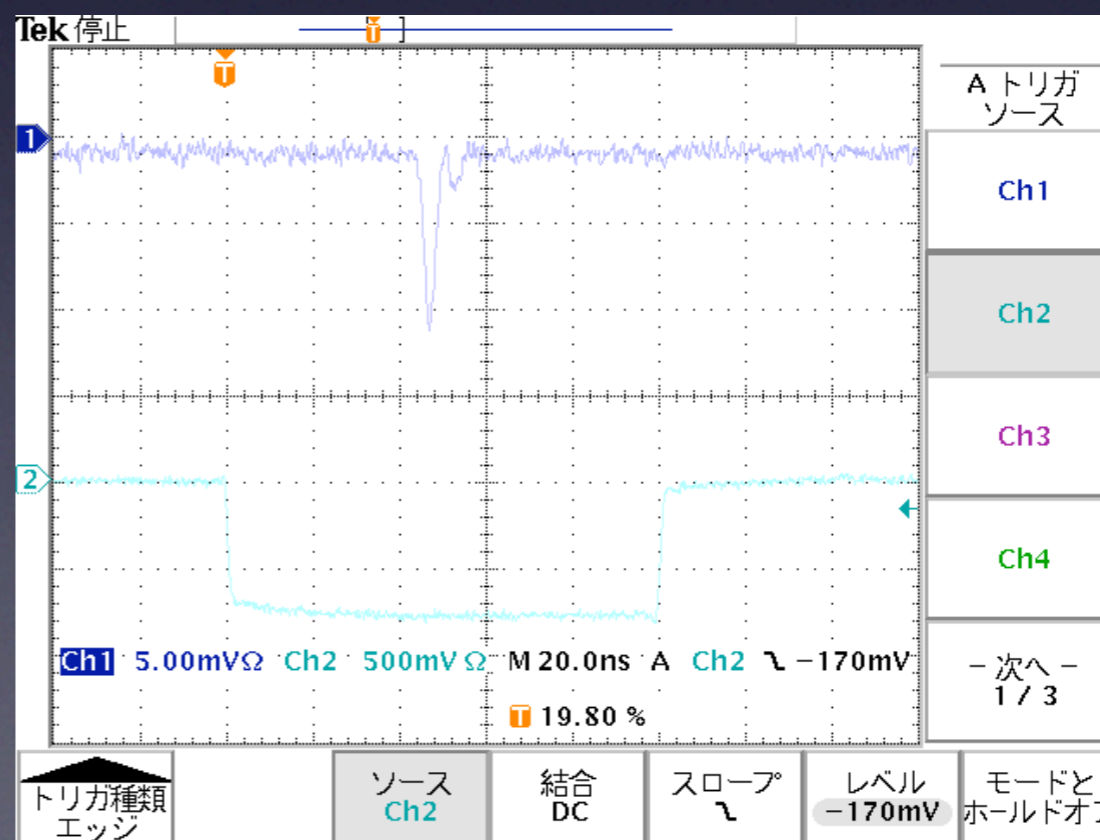
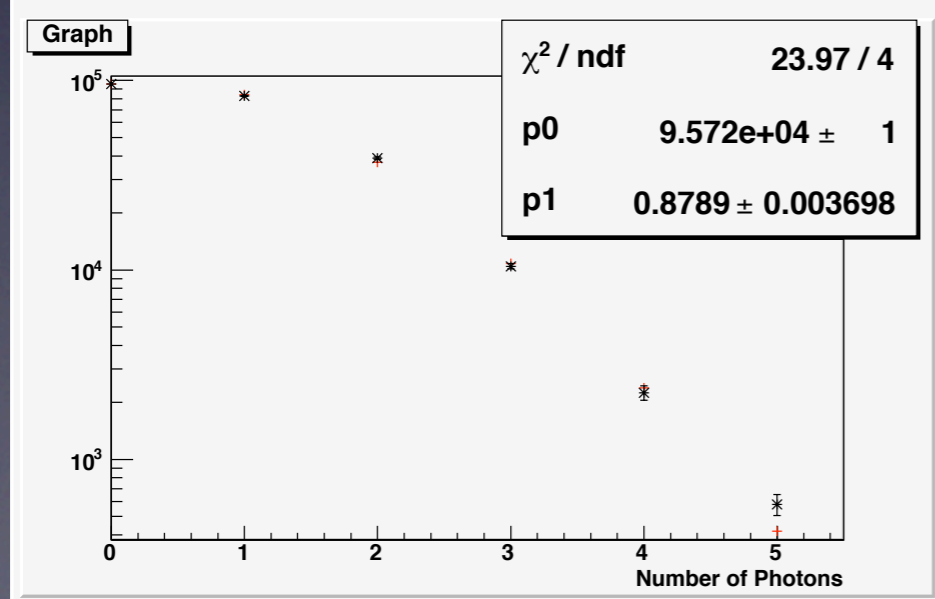
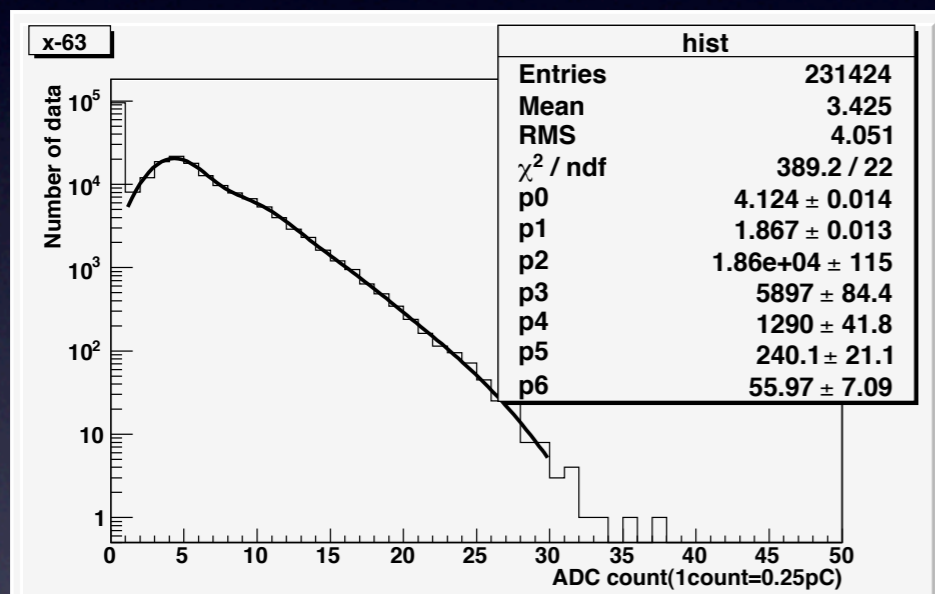
出力の安定性、
入射光に対する出力の線形性、

PMT(H7195)のgainの測定

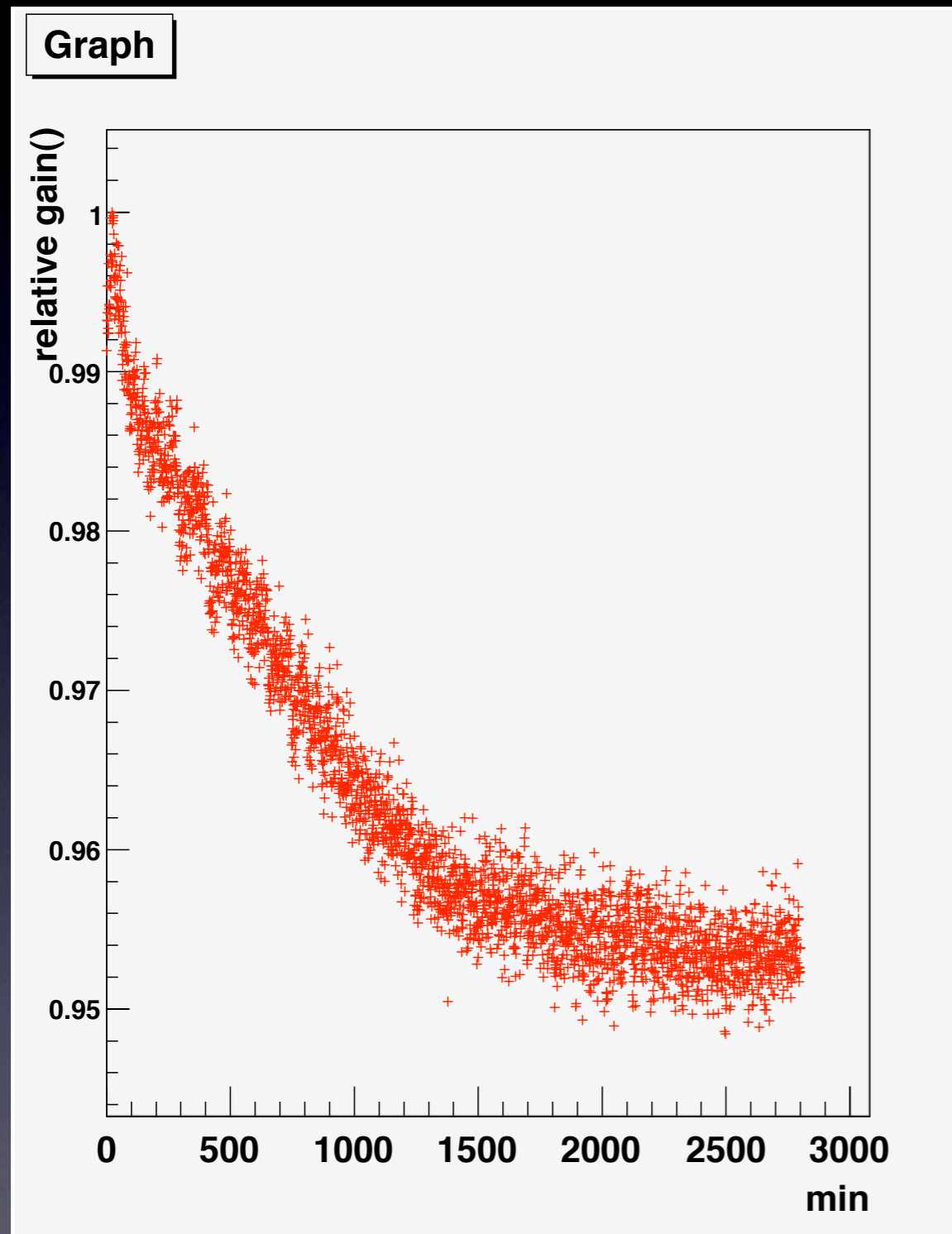
フォトンカウンティング法を用いてPMTのgainを測定する。
その結果を次のがガウシアン関数の重ねた関数でfittingした。

$$[3] * e^{-\frac{(x - [0])^2}{2 * [1]^2}} + [4] * e^{-\frac{(x - 2 * [0])^2}{4 * [1]^2}} + [5] * e^{-\frac{(x - 3 * [0])^2}{6 * [1]^2}} + \dots$$

その結果PMTのgainは1800Vで
 6.54×10^6 、その分散は
 2.9×10^6 が得られた。



長時間測定によるPMTのgainの変化

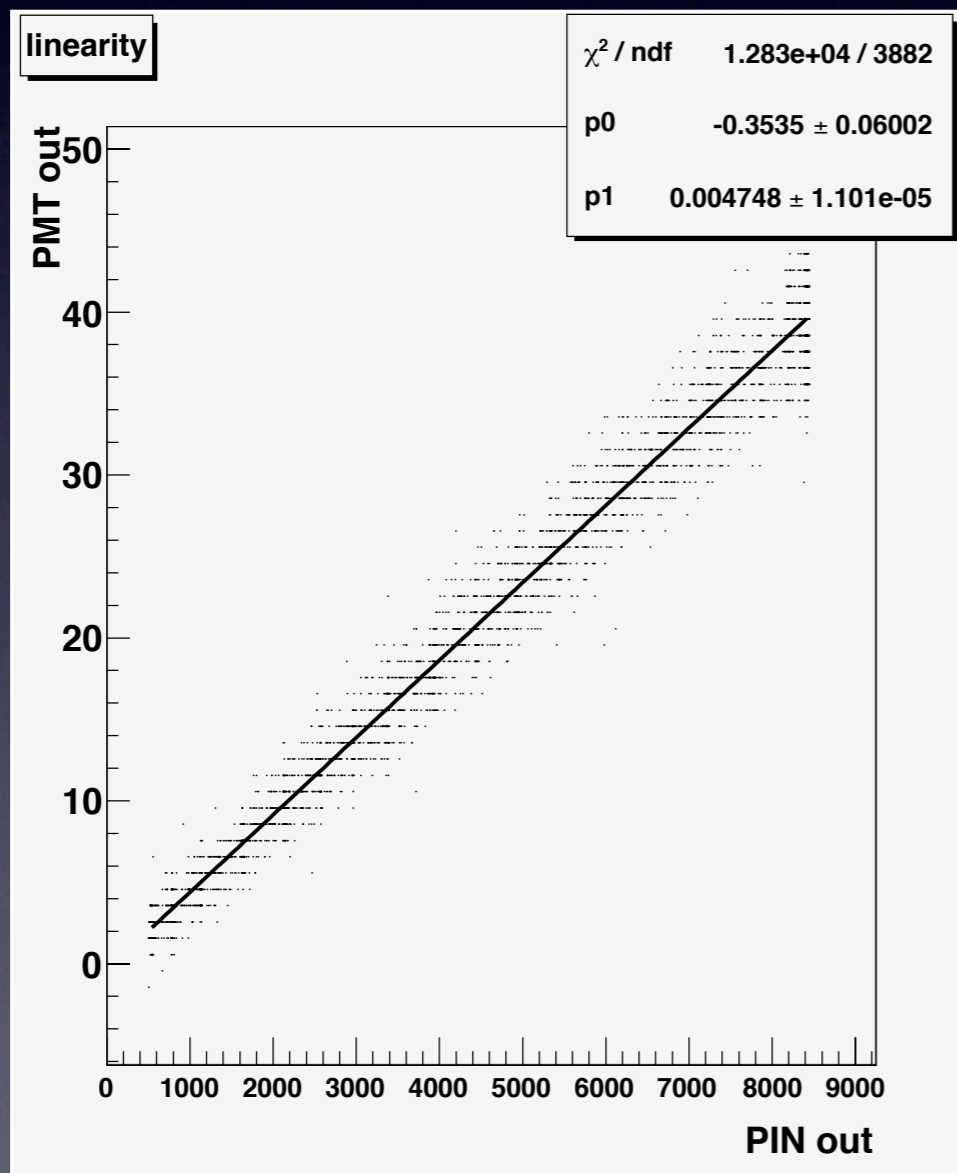


2日かけて~5%の時間変化が
みられた。->最初の1日で4%
のgainの変化が見られ、その
後はゆっくり変化する事が見
えた。 gainの変化幅を小さ
くするためにはエージング
をしておく必要がある。

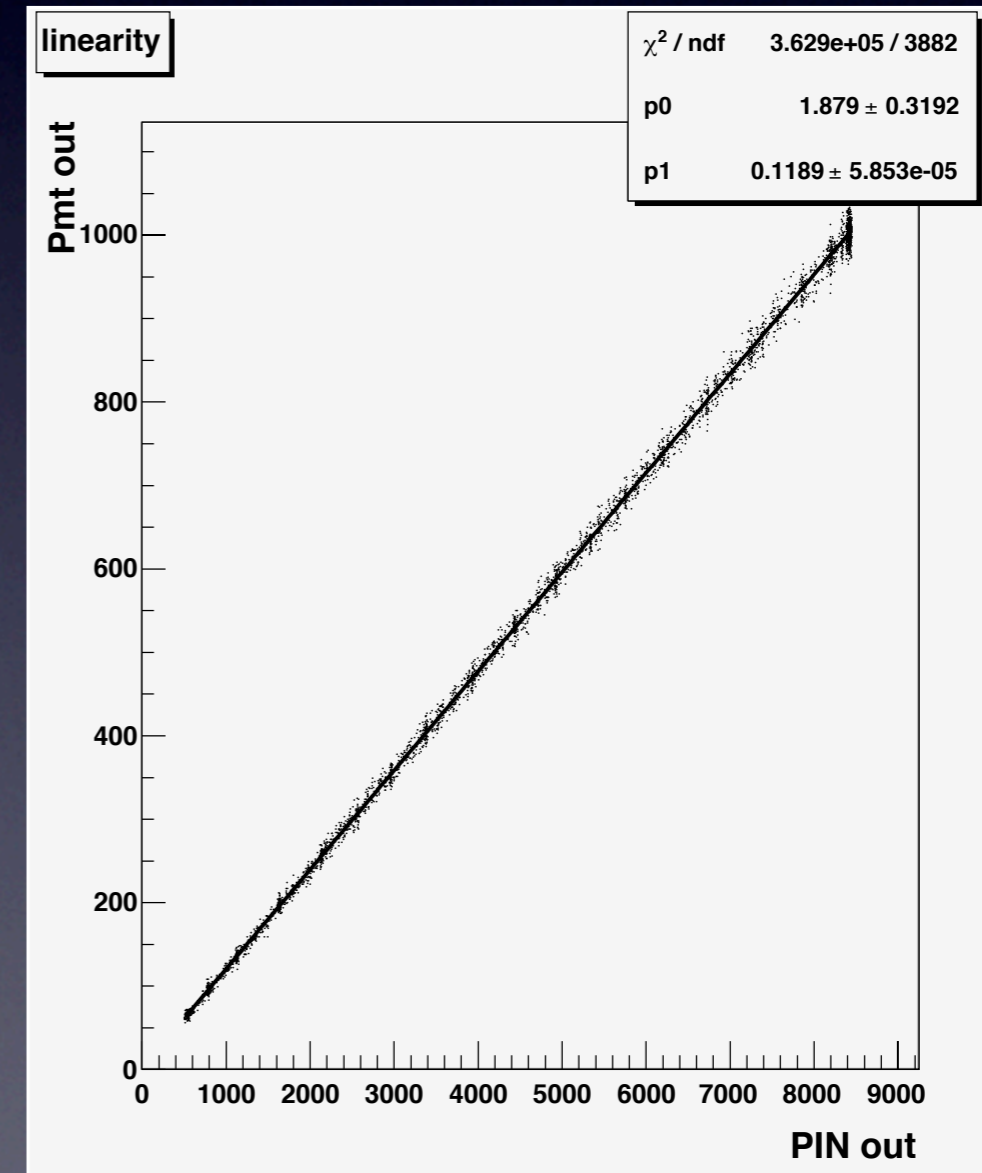
リニアリティ

KTeVの実験で使われたPIN-diodeと20bit-ADCを用いて線形性の測定を行った。PMTの電圧は1200V、光源としては白色LEDを使った。

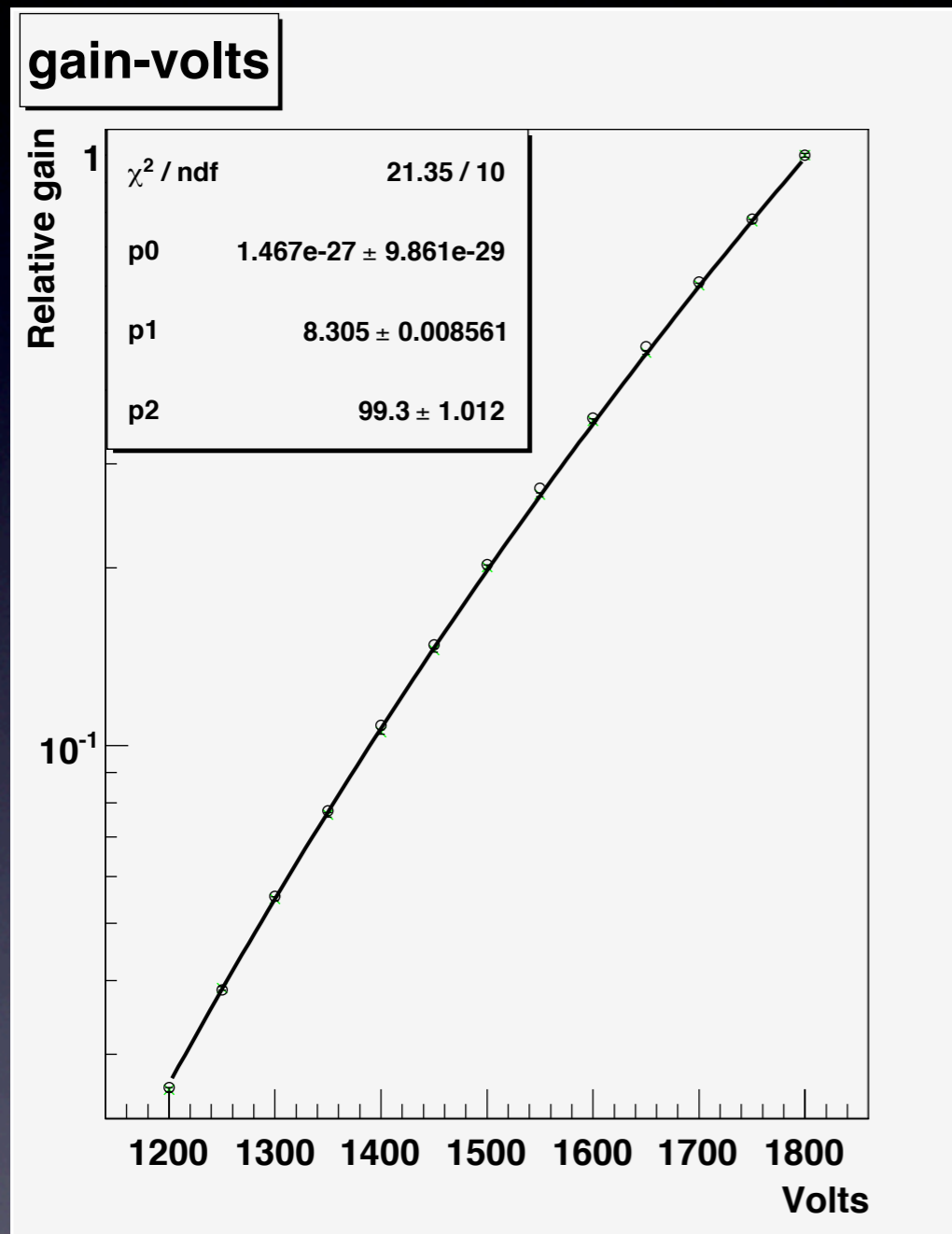
pmt1



pmt2

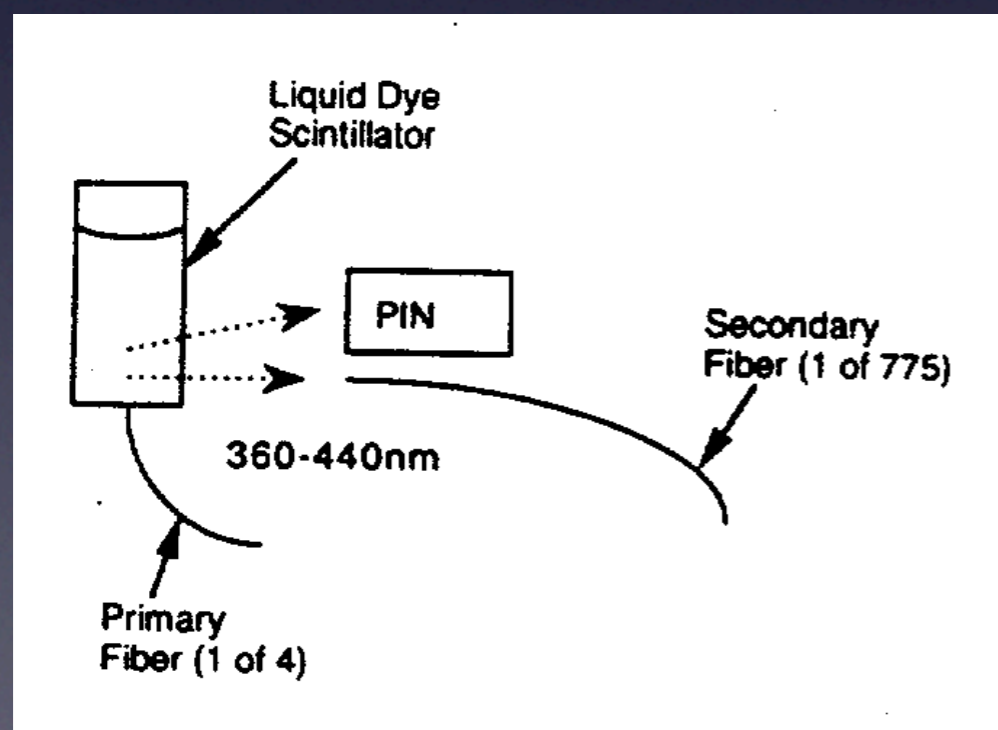
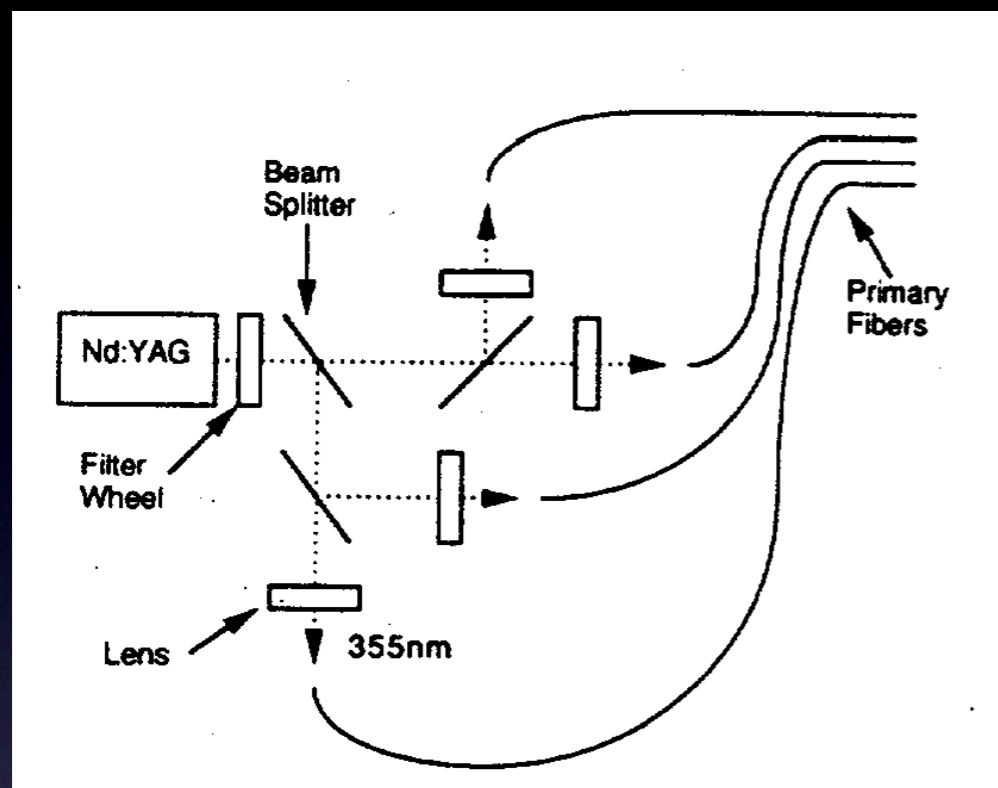


gainの電圧依存性



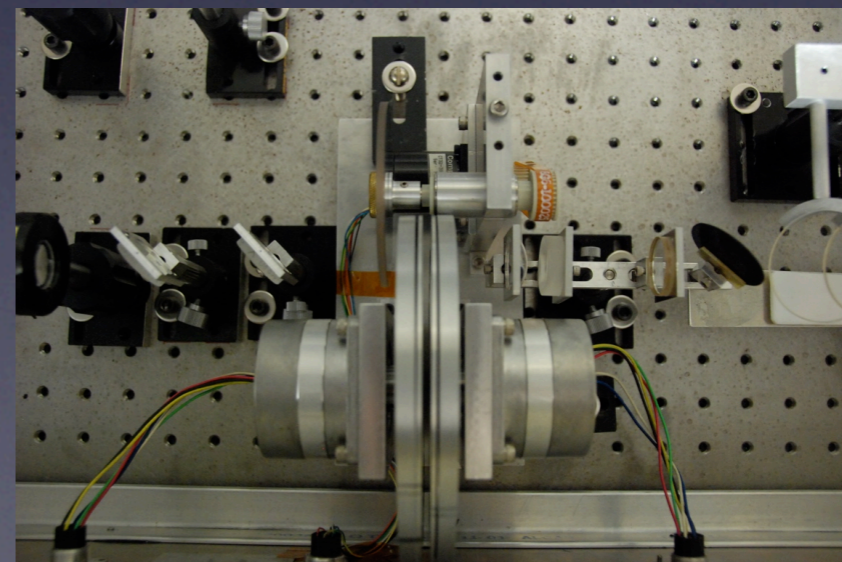
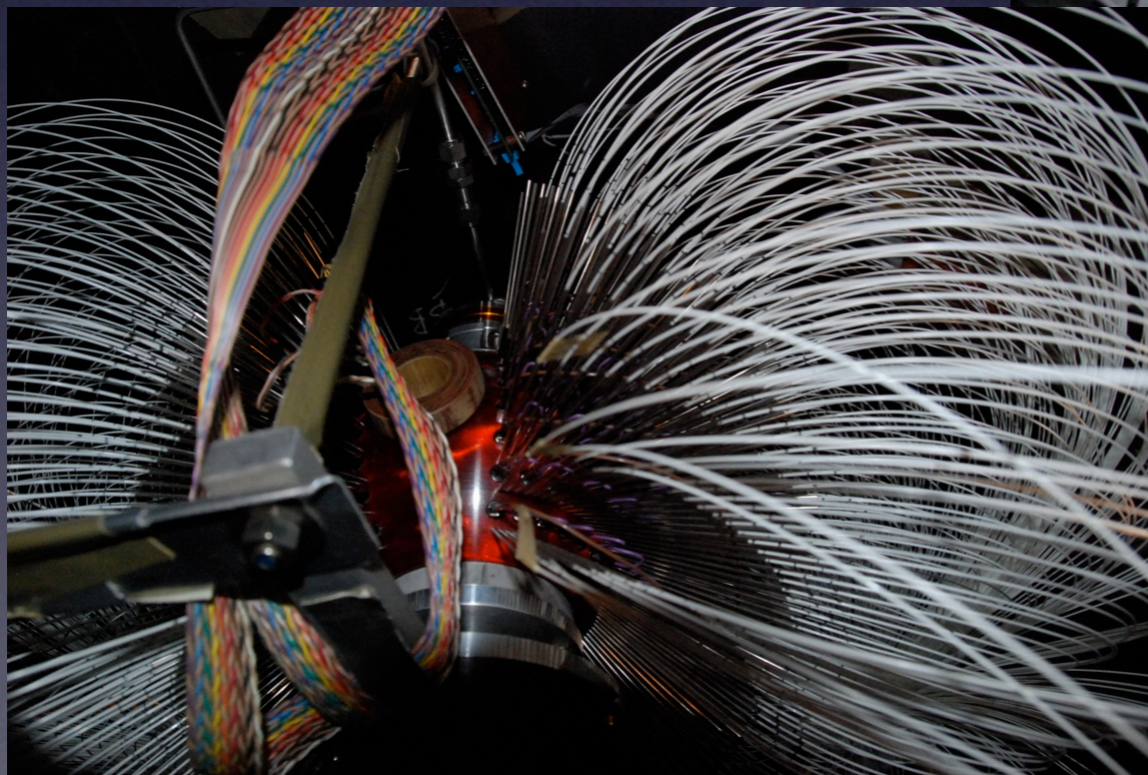
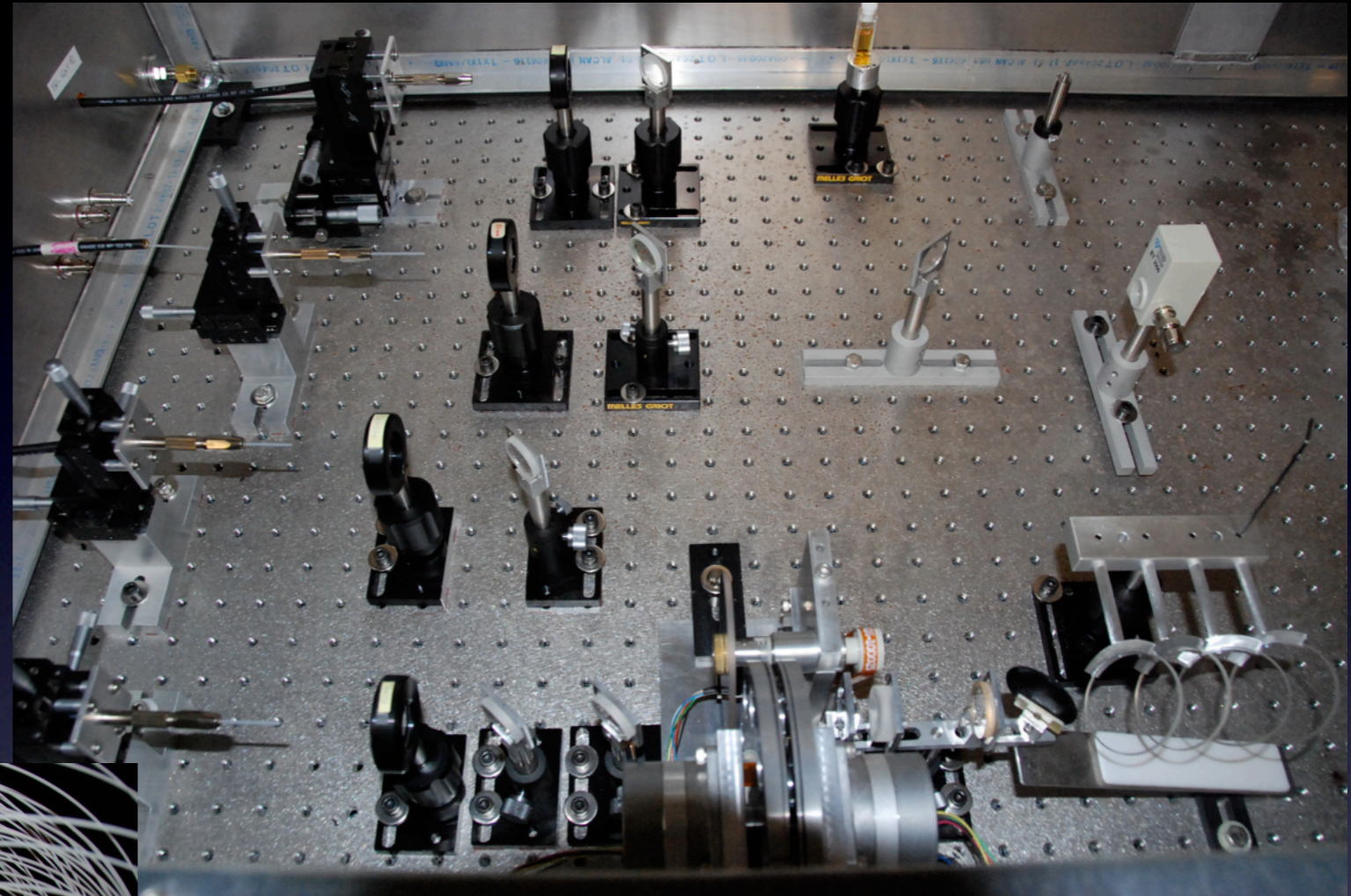
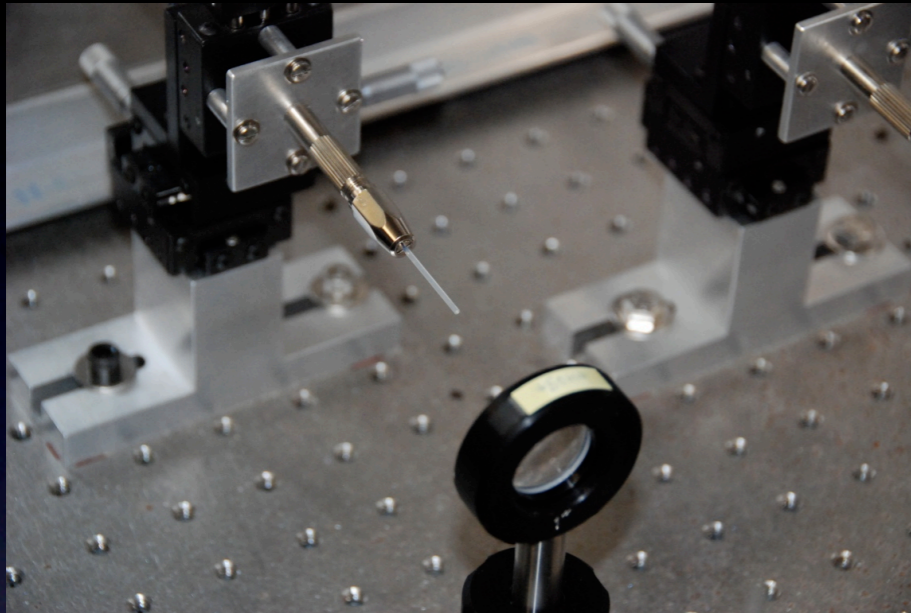
PMTの電圧を50Vずつあげて行きながらgainの測定をおこなった。その結果を関数 $p0 \cdot (x - p2)^{p1}$ でFittingした。その結果、gainは電圧の8.3乗に比例する結果がでた。各電圧でのリニアリティの傾きもほぼ一致する点であった。

KTeV Laser Calibration System(1)



1. Nd:YAGレーザーから発振されたレーザーはAttenuatorで減衰されFilter wheelにより強度を制御される。
2. 光学回路に入射した光はhalf mirrorにより4つの等しい強度に分離され、光ファイバ(Primary)に入射される。
3. Primary fiberに入射された光は”ボーリングボール”の中の液体染料シンチレーターに入りシンチを光らせる。
4. シンチで発せられた光は強度測定のためのPIN-diodeと775個のSecondary Fiberに入射する。
5. 計3100本のSecondary FiberでCslカロリメータに光を供給してCalibrationを行う。

KTeV Laser Calibration System(2)

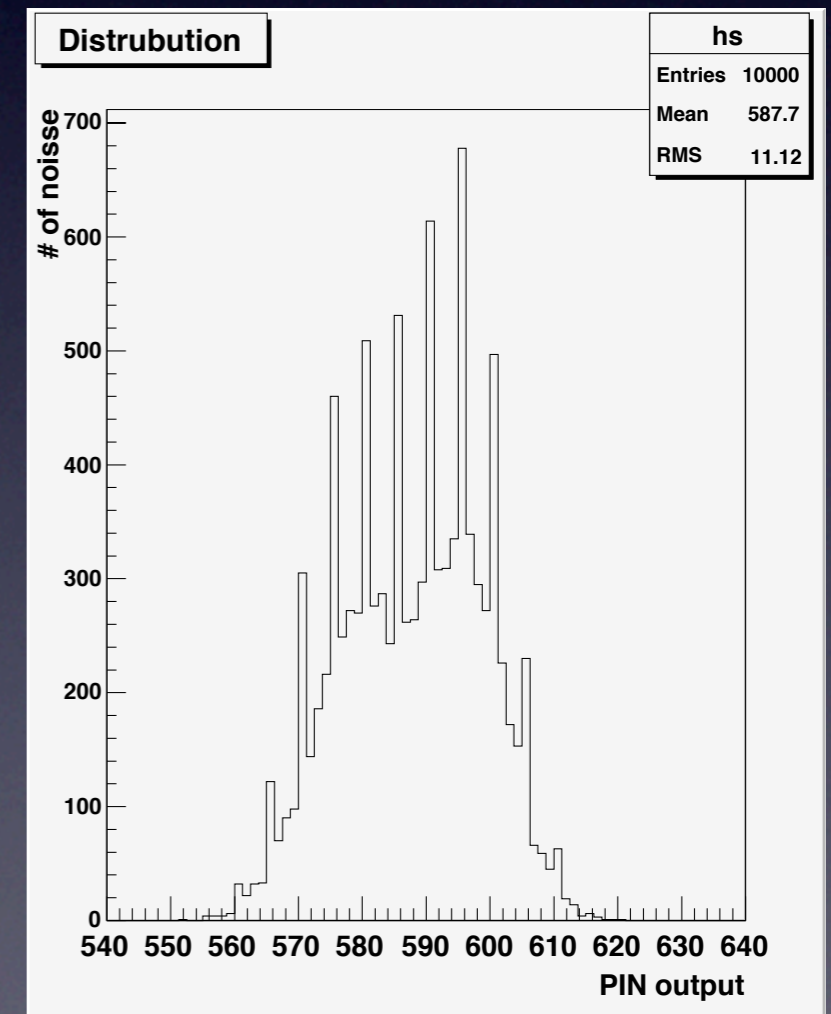
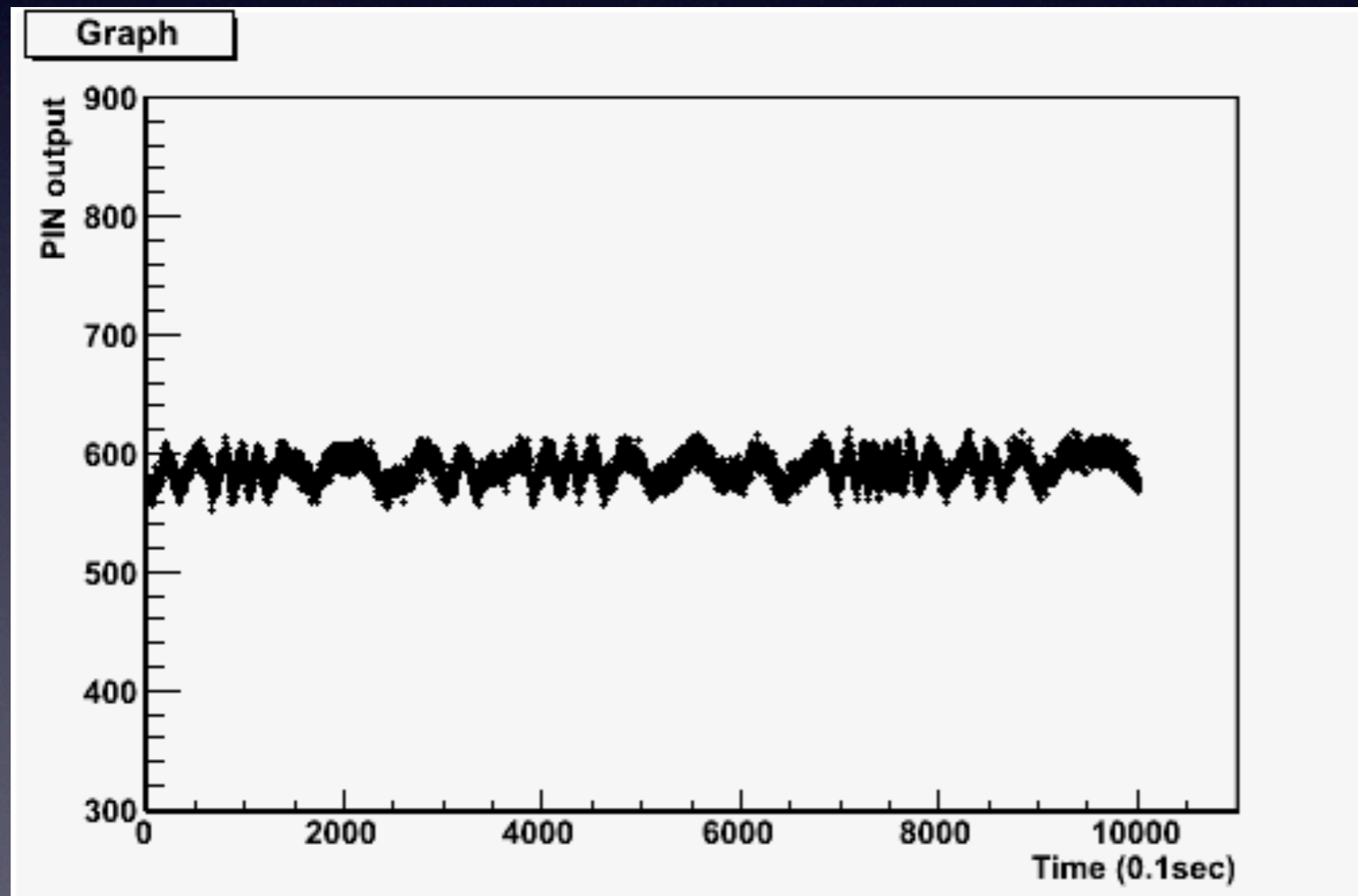


PIN-diode + 20bit ADC

広い領域でのPMTの線形性やgainを調べるためにPMTと20bit-ADCを用いる。PIN-diodeは広いDynamic rangeとよい線形性を持っている。その信号のデジタル化に使われるBurr-Brownの20bit ADCも広い領域でよい線形性を持っている。よって、PIN-diodeと20bitのADCを合わせる事により、光量を正確に測定できる。

PIN-diode+20-bit ADCのノイズ

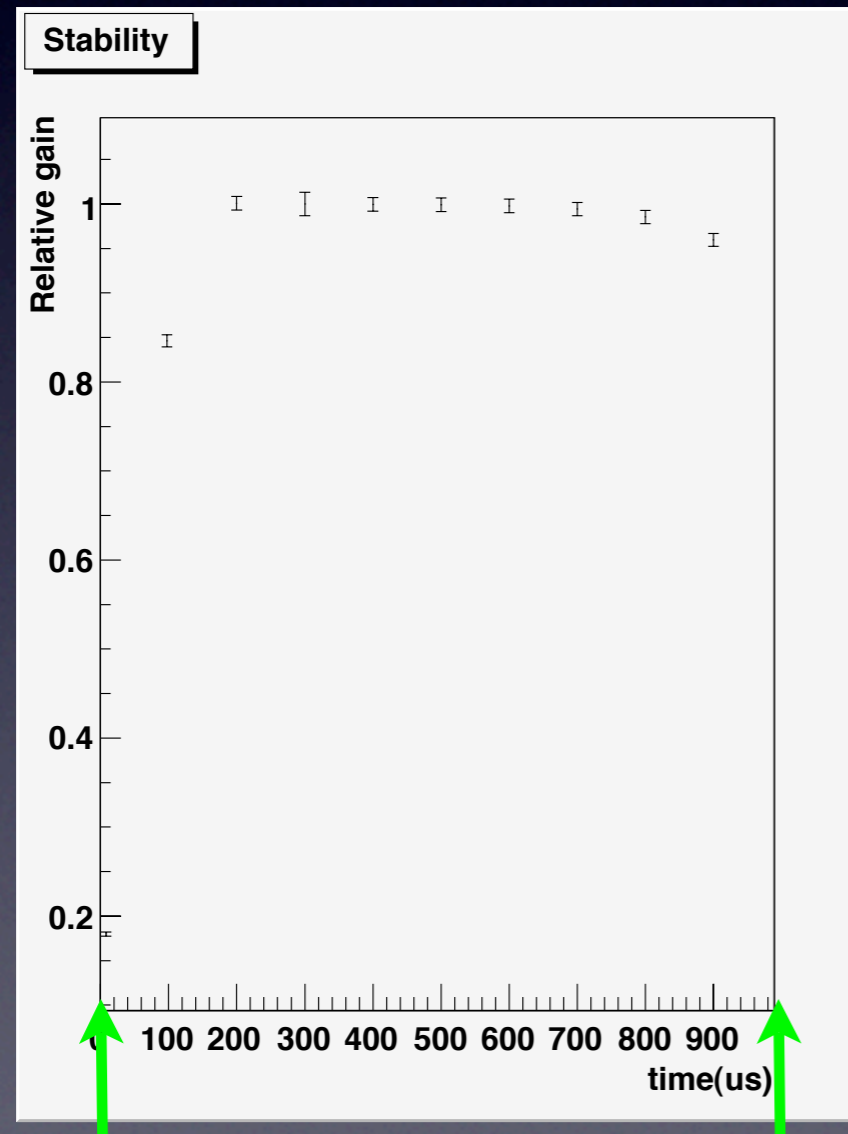
PIN-diodeのノイズはRMS~15の値を持って振動(周期:~50sec)するような結果が得られた(振動の原因はまだ未説明)。ノイズの温度依存性がみられ、10月:~600で11月:~400、12月:~300の値を持っている。->温度依存性の調べる必要あり。



PIN-diode + 20bit ADC

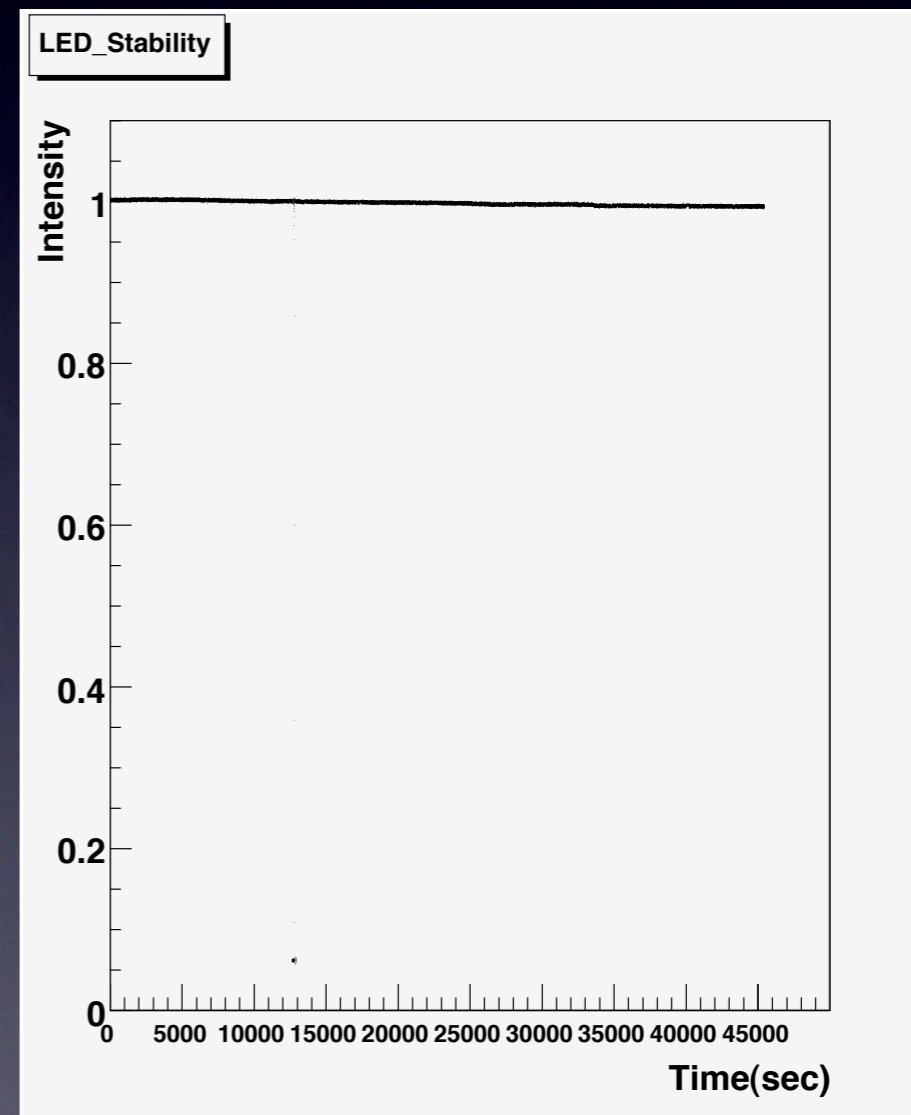
PIN-diode専用の20bit-ADCは PIN-diodeの性質と20bit-ADCの処理時間が長いいため1msecの長いゲート幅を要求する。

ゲートの中でのgainの変化



gate open

gate close



LEDの安定性&PINの安定性(1時間半)

まとめ

PMTは高いgainを得られる測定器の一つである。だが、時間経過、光量などでgainが変化する。よって、より正確な測定のためには、gain変化を正確に測定できるシステムがいる。

PIN-diodeの出力の温度依存性について調べる必要がある。

AVF室でKTeV Laser calibration system を用いて3000本のPMTの性能測定を行う予定。