Proper High Voltage value searching of T0 and PCR counter at $S^{1/2}$=200GeV Proton-Proton collisions in RHIC-PHENIX experiment

T0/PCR group

Univ.of Tsukuba

For the PHENIX collaboration

Purpose and Contents

Purpose:
T0counterおよびPCRの運用HV値を決定する。

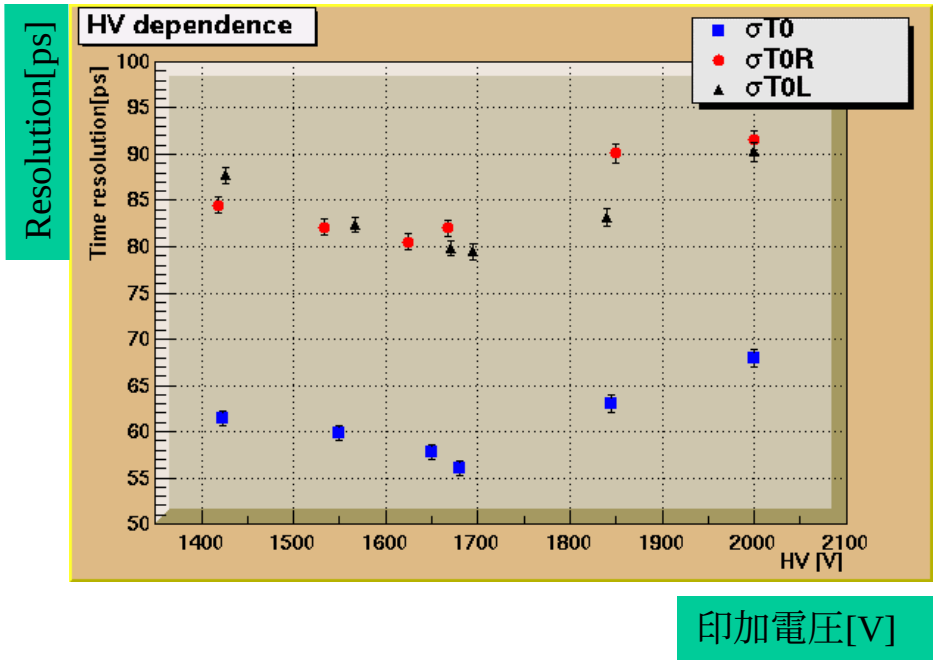
Contents:

1. **Basis**
2. **Test procedure for T0 counter**
3. **Results of T0 counter**
4. **Test procedure for PCR**
5. **Results of PCR**
6. **Conclusion**

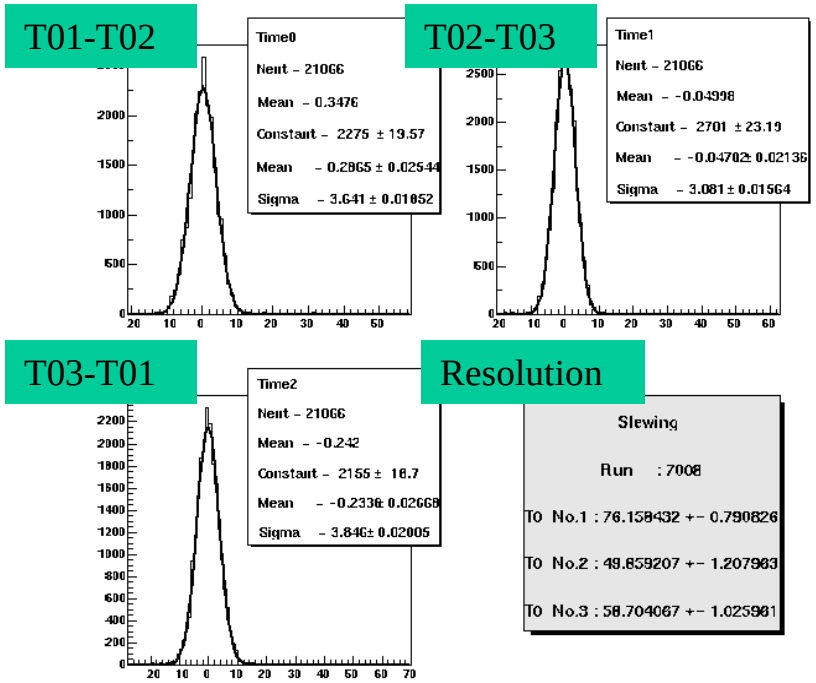
Basis

- FEMへの入力が1V～1.5V程度であること
- 全てのカウンターのHVは同じにする。（Gainを合わせるために各PMT毎にHVを変更するとtimingがずれるから）
- KEK-testの結果から1700V付近で最もresolutionが良くなることがわかっている。（ただしシンチ厚さ2cm）
- 宇宙線実験結果では印加電圧1800Vで50-75psが得られている。

KEK-test結果



宇宙線実験結果



Test procedure for T0(1)

・β線源^{90}SrをT0counterの中心に置いて、オシロスコープでの波高をチェックした。

・β線源で得られた波高から、実際にpp-run中に荷電粒子が通過したときのFEM直前での波高の推測は以下のように行った

A.Energy deposit の違い

今回用いた^{90}Srのエネルギーは2.282MeVである。このエネルギーが全てシンチレーターで落されると仮定。

また、MIPの荷電粒子が1.75cmの厚さのシンチで落とすエネルギーは

(dE/dx|min [MeV/g/cm^2])*(シンチ厚さ[cm])*(シンチ密度[g/cm^3])

=(1.956)*(1.75)*(1.032)

=3.53MeV

B.FEMまでのケーブルによる減衰

KEK-testで用いた24m cableでは波高が約70%に減衰していたことからケーブルによるパルス減衰を98.5[%/m]と仮定。((0.985)^24=0.696)

T0からFEMまでのケーブル長は（佐藤さんトラペ参照,pig-tailは共通なので考えない）

(counterからrackまで:RG8 581cm)+(cable-buffer:400cm)+(rack内部FEMまで:214cm)

=1195cm(=約12m)

よってケーブルによる減衰は(98.5%^12)=83.4%

Test procedure for T0(2)

A.B.より

$$(\text{期待される出力}1.0-1.5V)$$

$$=\frac{(\text{オシロ出力})}{(\beta\text{線}energy)}\times\left(\frac{dE}{dx}\bigg|_{MIN}\right)\times(\text{ケーブル減衰})$$

$$=\frac{(\text{オシロ出力})}{(2.282MeV)}\times(3.53MeV)\times(83.4\%)$$

$$=(\text{オシロ出力})\times 1.29$$

と、なればよいから結局、「オシロでの出力が0.8-1.2VとなるHVを求める」ことになる。

Test procedure for T0(3)

調べたカウンターは以下の通り。

最もゲインの高いものと低いもの、そしてそれらの平均のゲインを持つものの

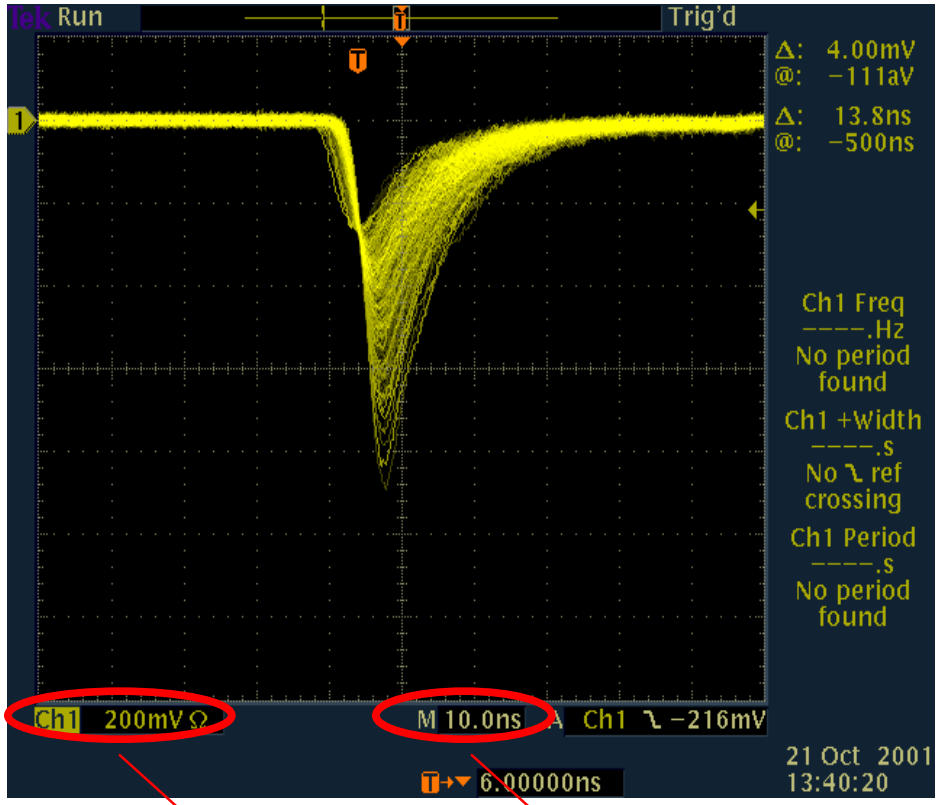
3種類を調べた。

呼び名	PMT number	ADCmean(@1400V)	Gain**の大きさ**
No.1	20,21	1180,1036	1**位**/8**本中**
No.2	4,17	737,770	2**位**/8**本中**
No.3	9,18	443,438	8**位**/8**本中**

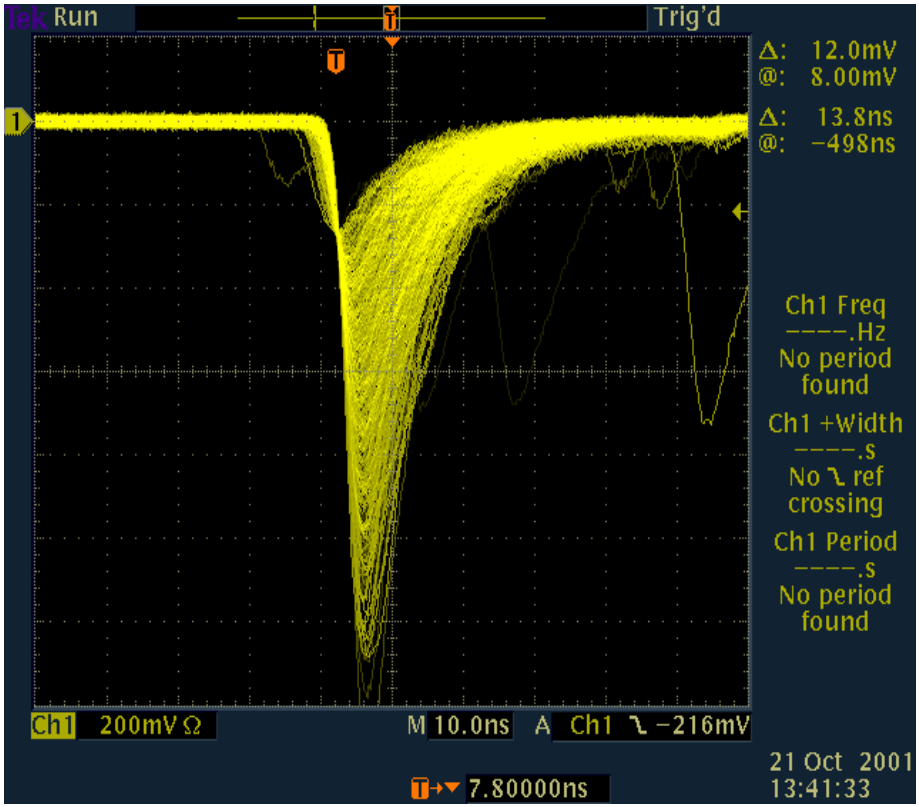
Results(1)

No.1(最もGainが高いもの)

1500V(Pulse-Hight=0.8V)



1600V(Pulse-Hight=1.2V)

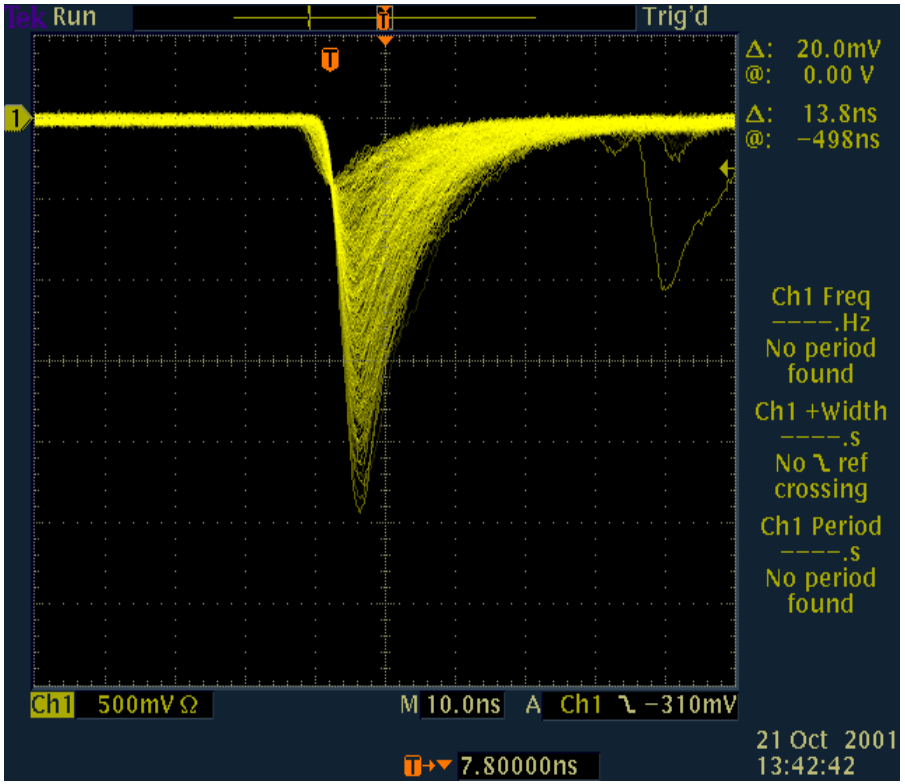


縦軸range　　横軸range

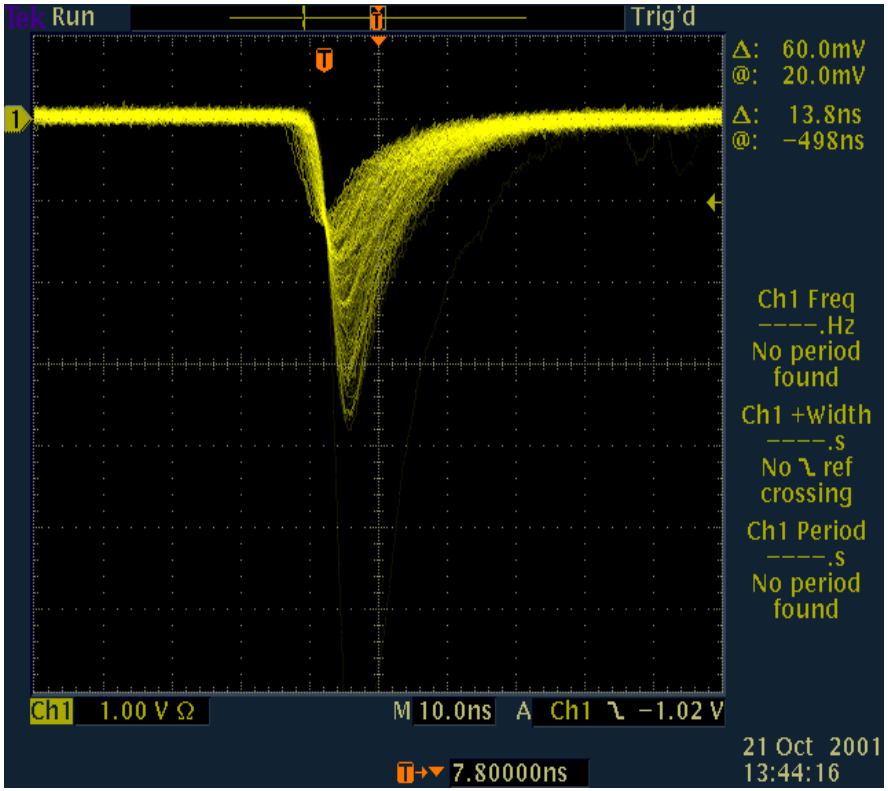
Results(2)

No.1(最もGainが高いもの)

1700V(Pulse-Hight=2.0-2.5V)



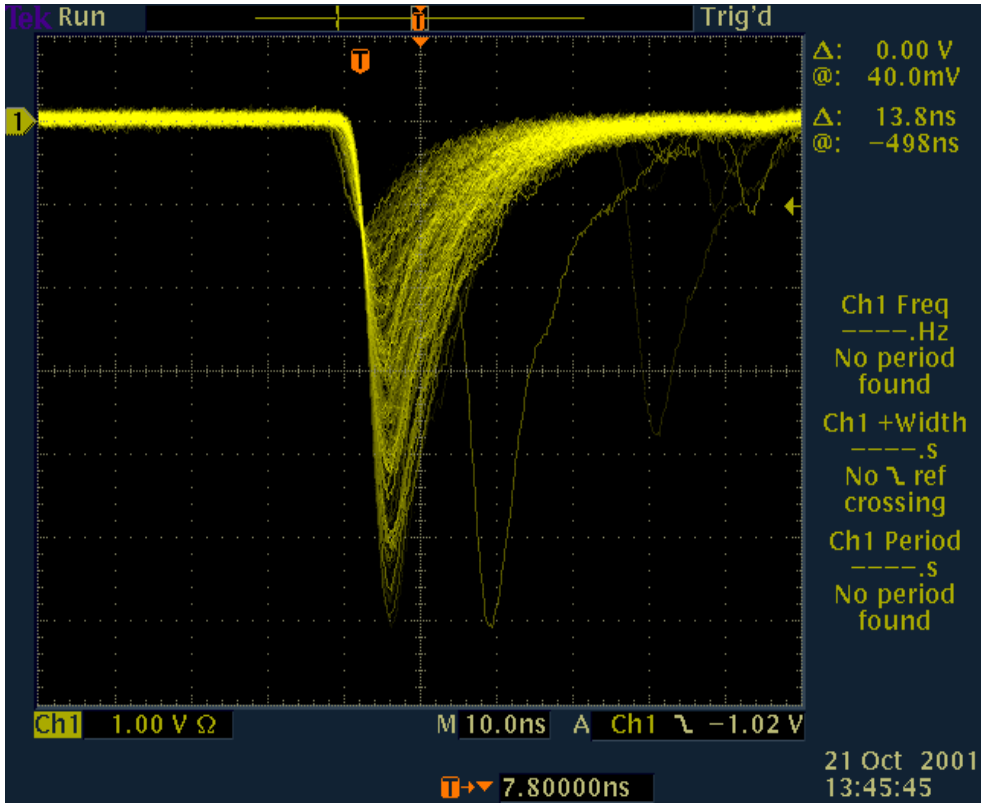
1800V(Pulse-Hight=3.0-3.5V)



Results(3)

No.1(最もGainが高いもの)

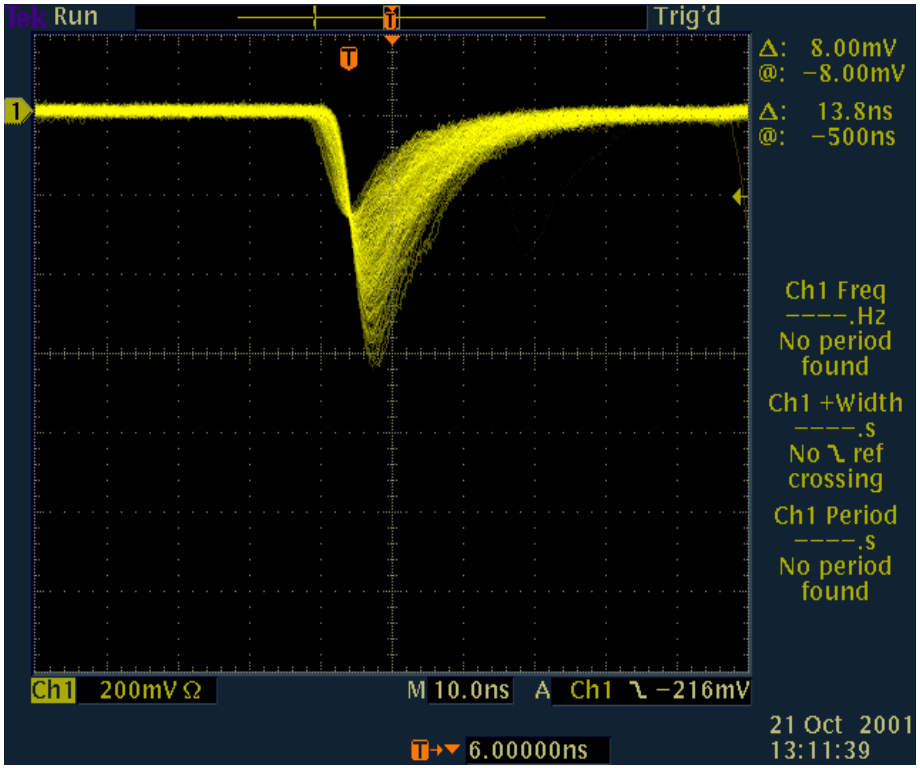
1900V(Pulse-Hight=5.0V)



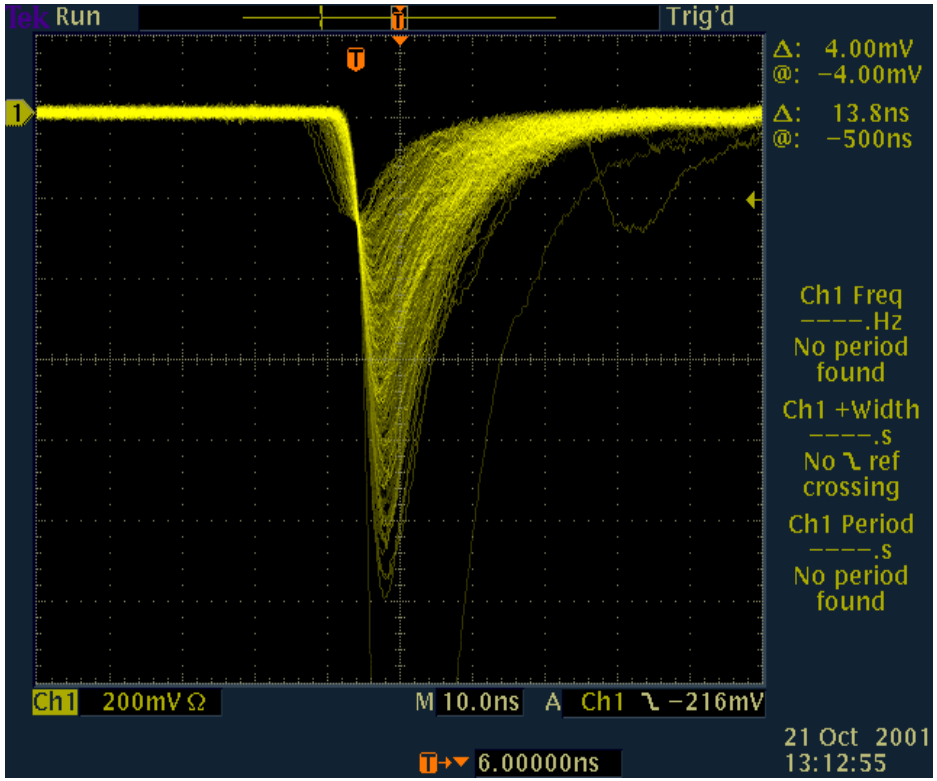
Results(4)

No.2(平均Gainのもの)

1500V(Pulse-Hight=0.6V)



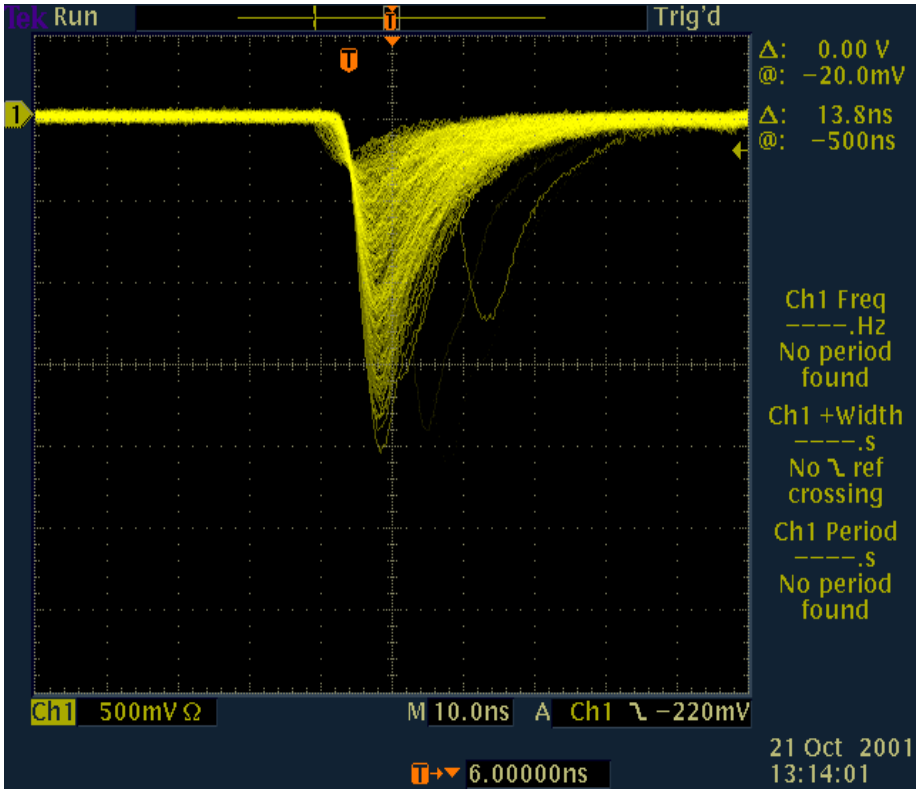
1600V(Pulse-Hight=1.0V)



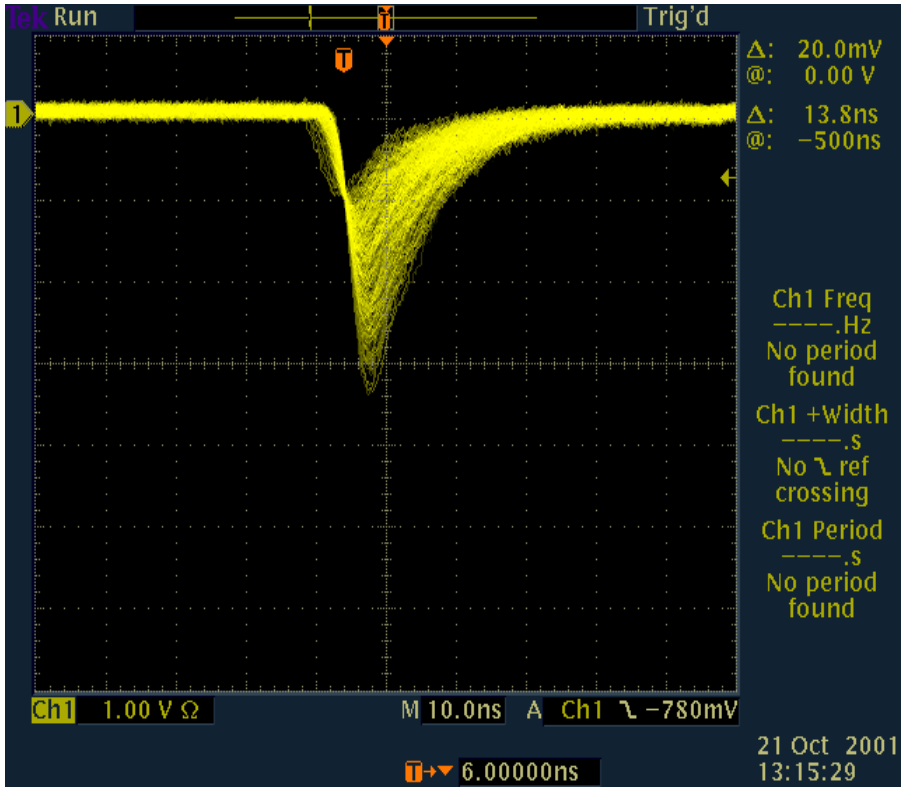
Results(5)

No.2(平均Gainのもの)

1700V(Pulse-Hight=1.5-2.0V)



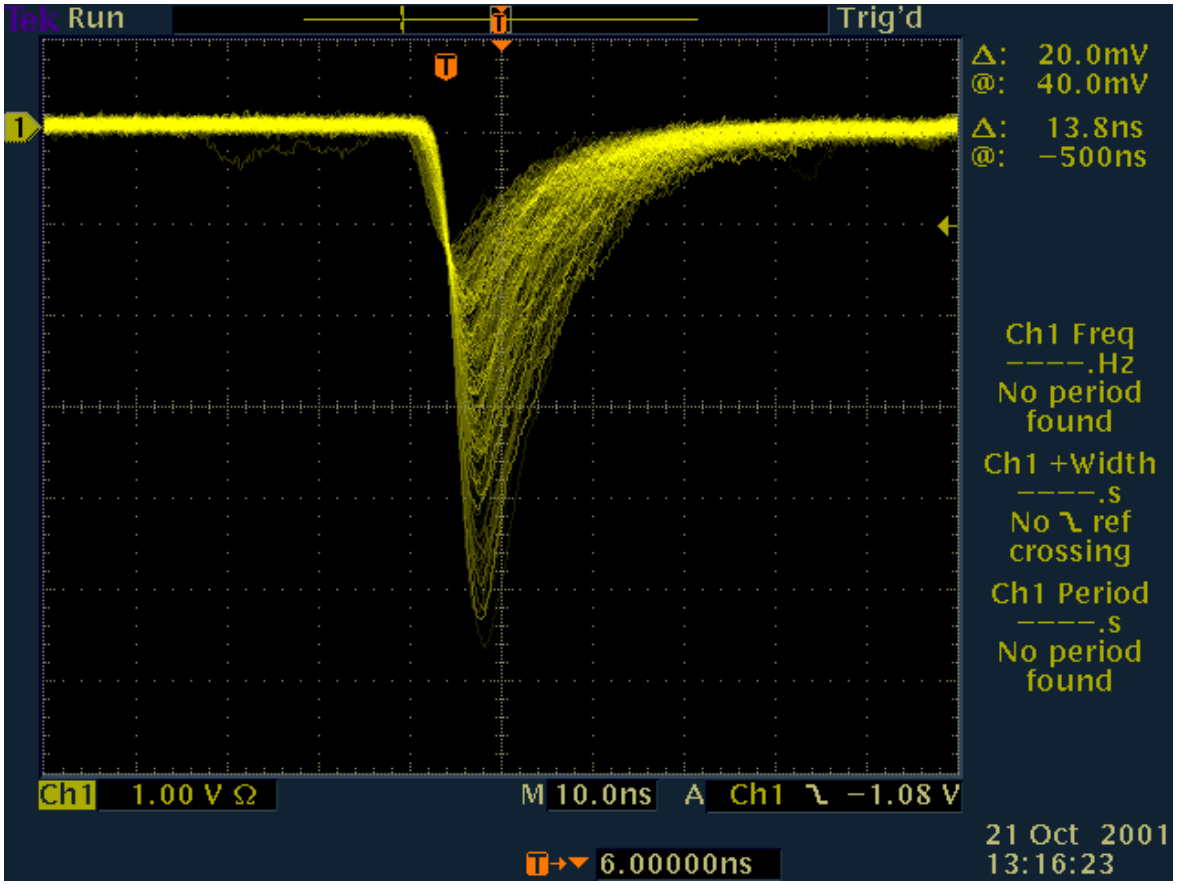
1800V(Pulse-Hight=3.0V)



Results(6)

No.2(平均Gainのもの)

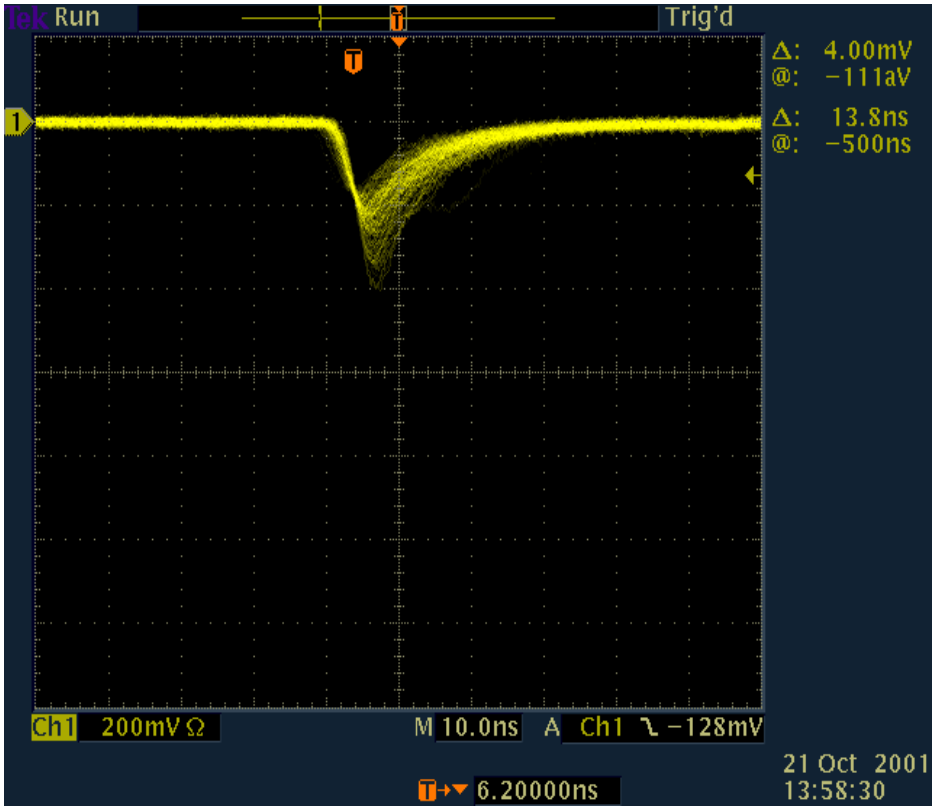
1900V(Pulse-Hight=4.0-5.0V)



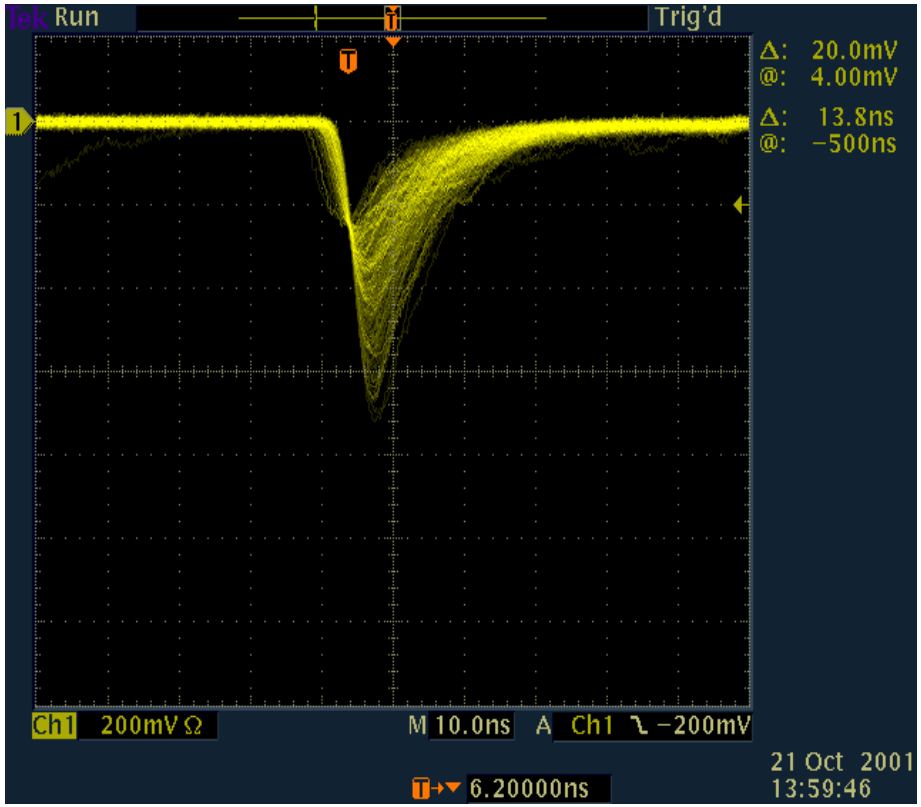
Results(7)

No.3(最もGainが低いもの)

1500V(Pulse-Hight=0.2-0.3V)



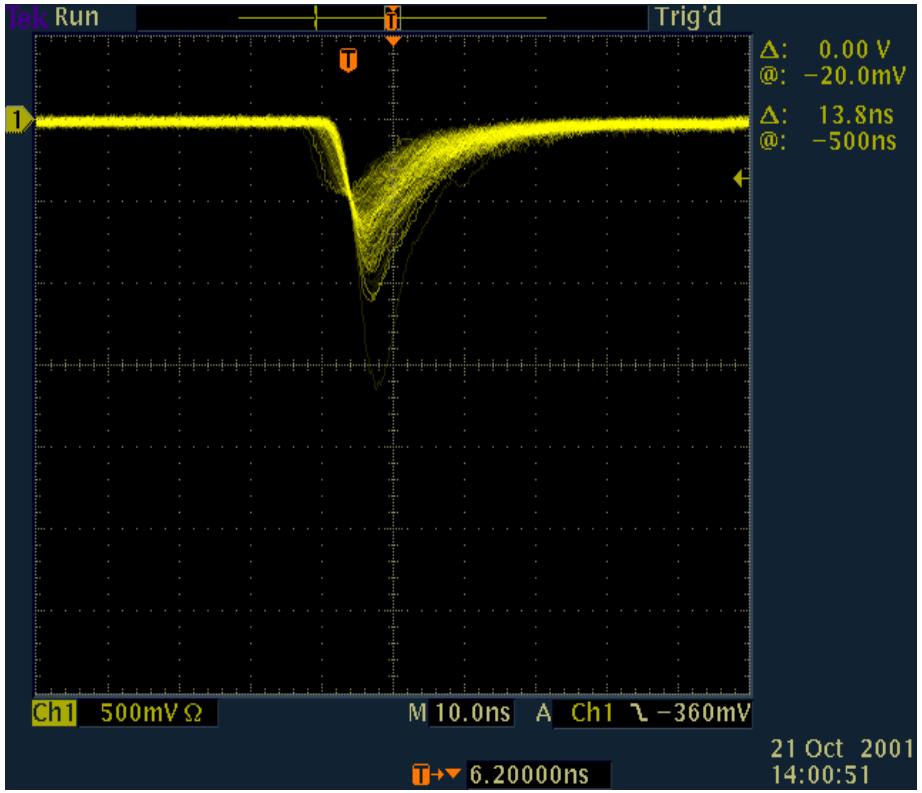
1600V(Pulse-Hight=0.6V)



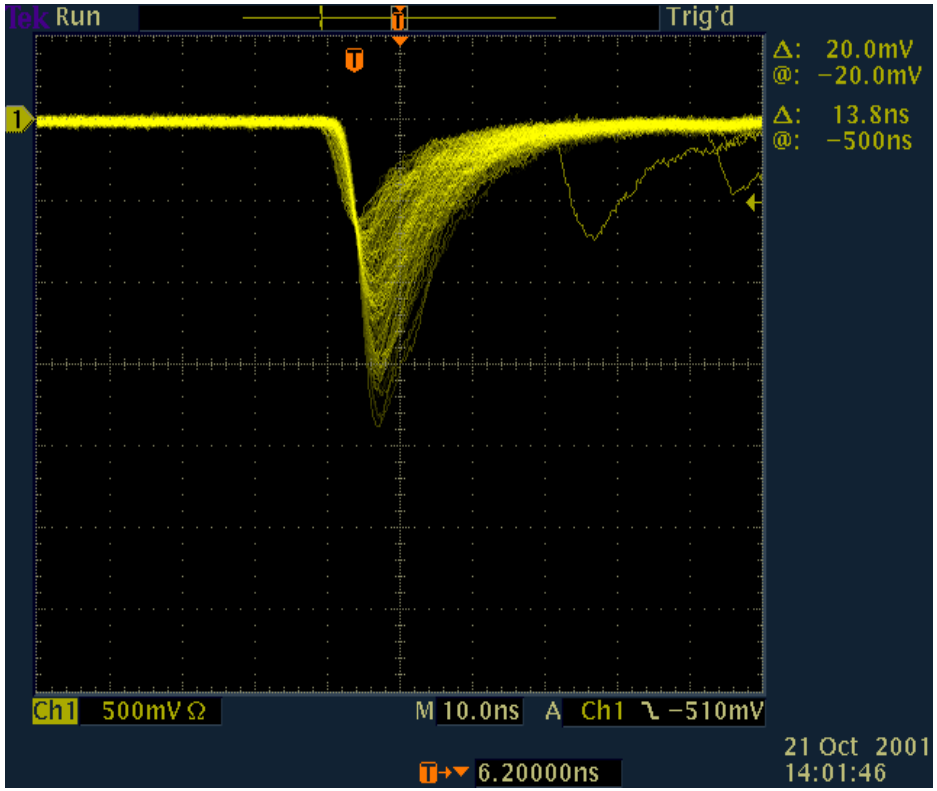
Results(8)

No.3(最もGainが低いもの)

1700V(Pulse-Hight=1.0V)



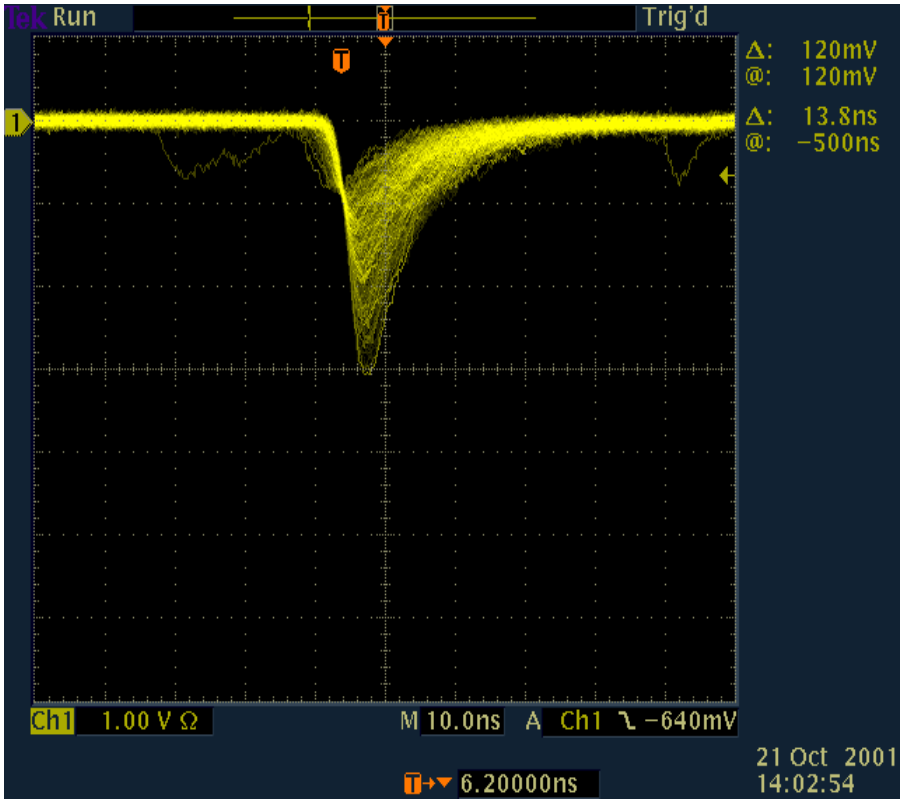
1800V(Pulse-Hight=1.5V)



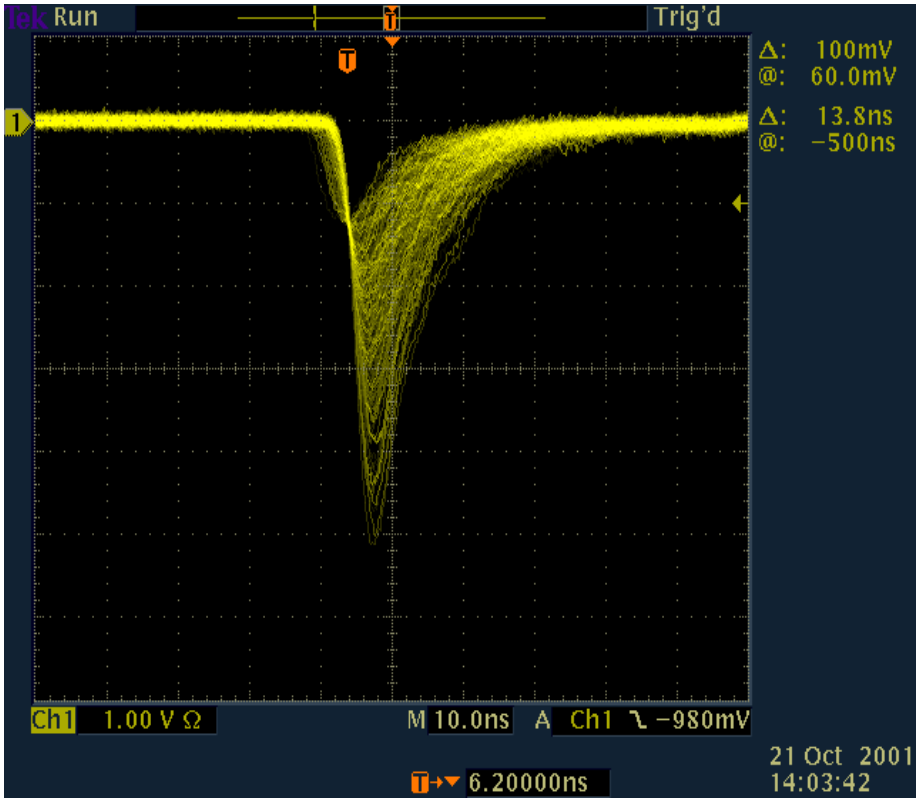
Results(9)

No.3(最もGainが低いもの)

1900V(Pulse-Hight=2.0-3.0V)



2000V(Pulse-Hight=4.0V)



Results(10)

結果をまとめると以下のようになる

Test counter	1500V	1600V	1700V	1800V	1900V
No.1(Gain高)	0.8	1.2	2.0-2.5	3.0-3.5	5.0
No.2(Gain中)	0.6	1.0	1.5-2.0	3.0	4.0-5.0
No.3(Gain低)	0.2-0.3	0.6	1.0	1.5	2.0-3.0

単位[V]

他の5本のcounterのGainはNo.2とNo.3の間である。

↓

よって1600Vでは多少Pulse-Hightが小さく、1700Vでは少し大きい → 1650V !?

↓

しかし、（2cm厚シンチを用いた）KEK-testでは1700Vが最も良い点であった。 → 1700V !?

実際に使うものは1.75cmであるからT0のperformanceの点からは1700V以上が望ましい。

Test procedure for PCR

•PCRの中心にβ線源を置き、その出力をオシロで観測した。

•PCR用PMTには1本のみファイバーを接続し、残りの7本分のファイバー差込口はきちんと遮光した。

•また使用したPMTは実際に実験で用いられるものを使った。（PMT-No.15）

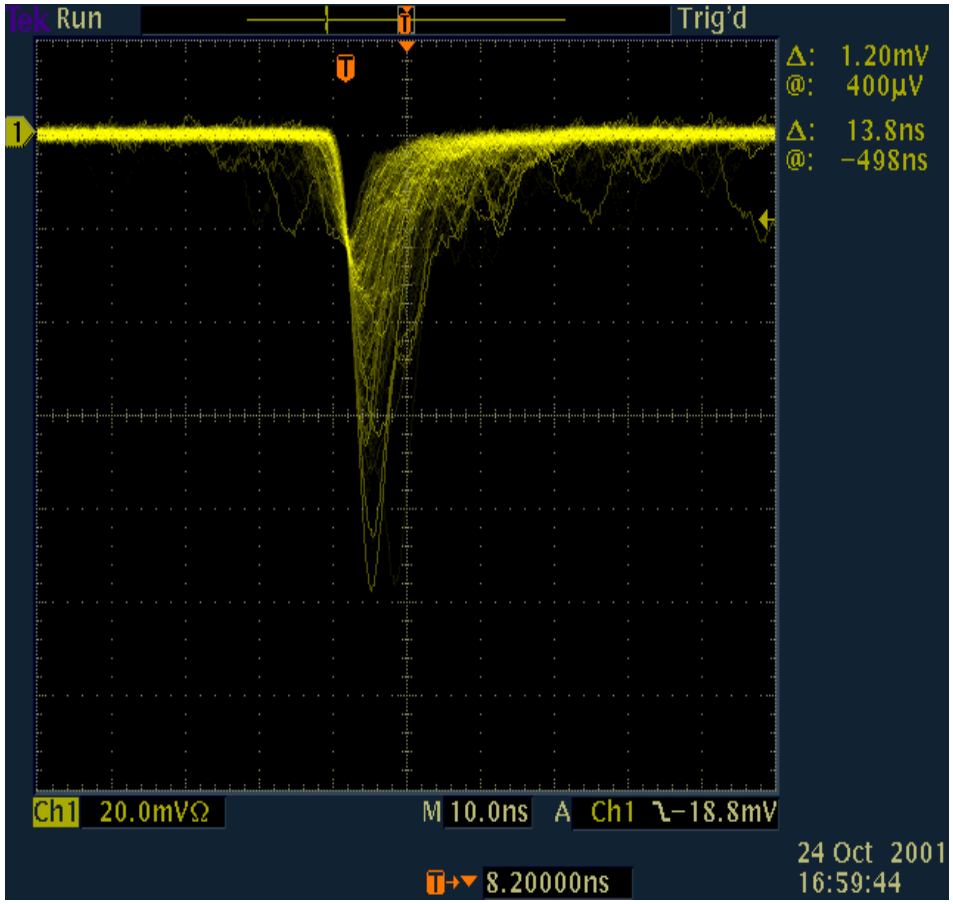
•PCRについてはβ線源が落とすエネルギーと、荷電粒子が落とすエネルギーは等しいとして、ケーブルによる減衰だけ考える。

$$
\begin{aligned}
&(FEM\text{直前での出力}100-150mV)\\
&=(\text{オシロ出力})\times(\text{ケーブル減衰})\\
&=(\text{オシロ出力})\times(83.4\%)
\end{aligned}
$$

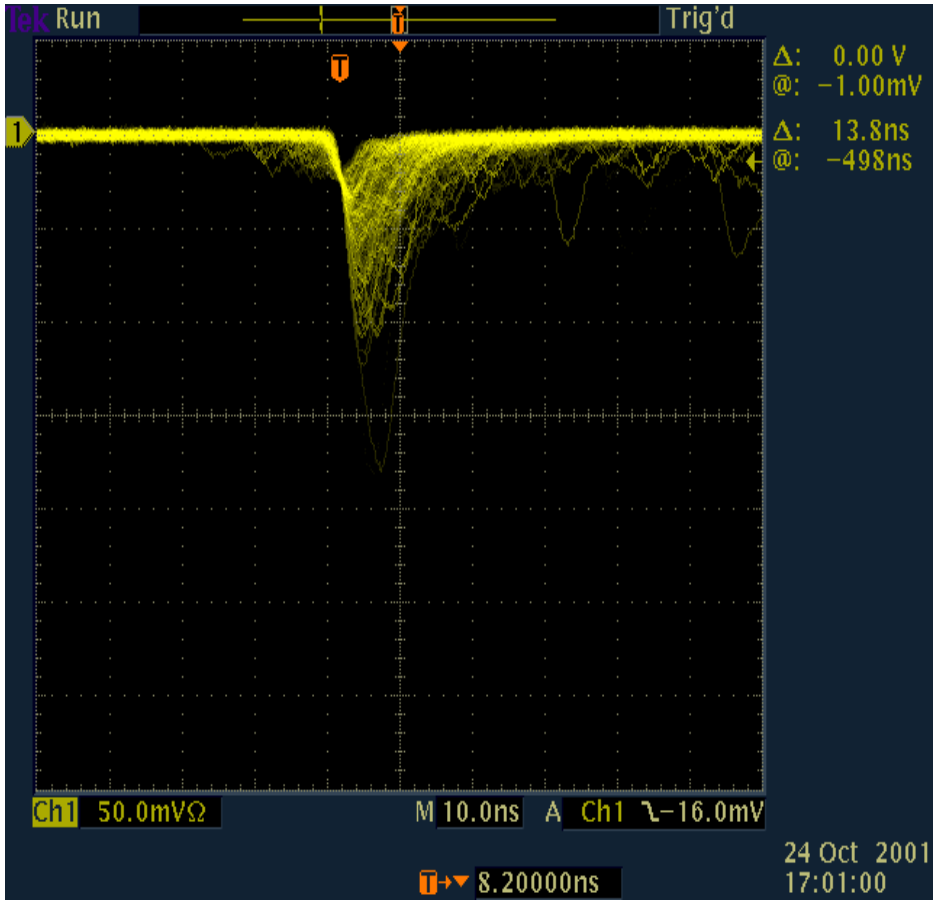
よって120mV-180mVとなる出力を探す。

Results of PCR(1)

1700V(Pulse-Hight=60-80mV)

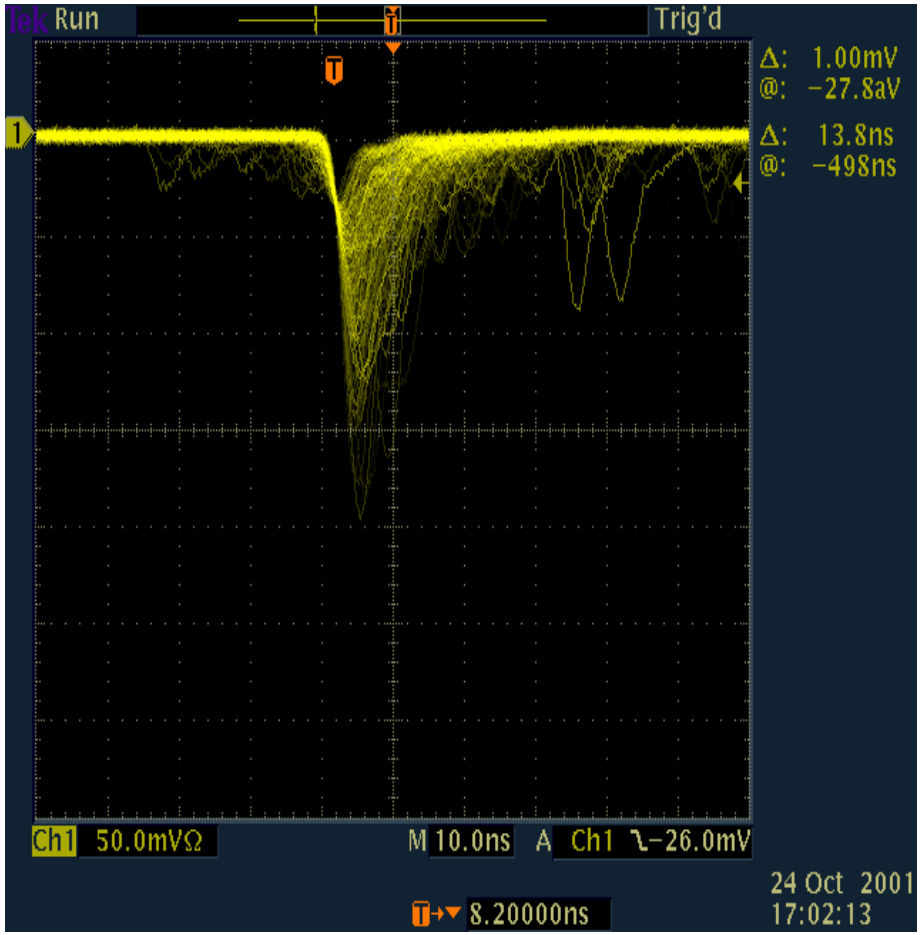


1800V(Pulse-Hight=100-120mV)

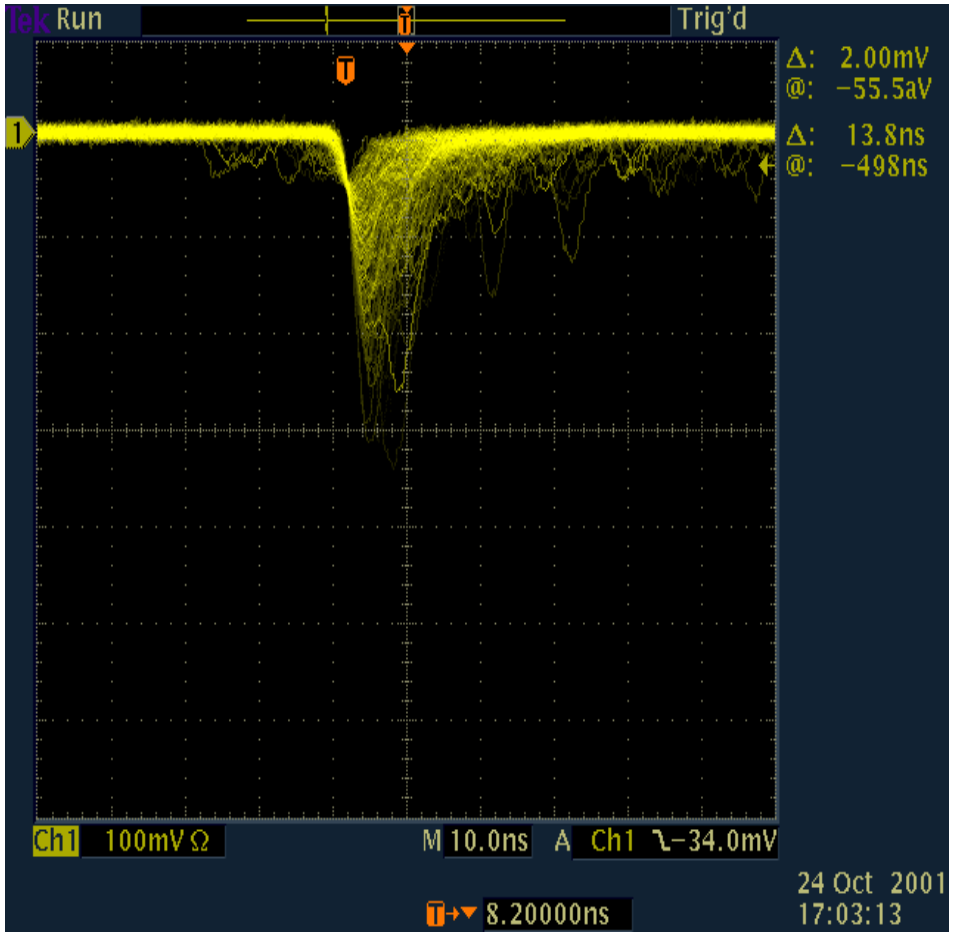


Results of PCR(2)

1900V(Pulse-Hight=150-200mV)



2000V(Pulse-Hight=300mV)



Results of PCR(3)

結果をまとめると以下のようになる

Test counter	1700V	1800V	1900V	2000V
PCR	60-80	100-120	150-200	300

単位[mV]

1900Vが適当である。 → 1900V !?

↓

しかし、1900Vでは十分なefficiencyが得られるか不明

できれば2000Vで使いたい。 → 2000V !?

Conclusions

- 今回の実験結果よりT0counter用HVの値は
  1700Vにするのが良い。
  （ただし最も適当な波高を与えるのは1650Vである。）

- PCRは宇宙線実験において2000Vにて十分なefficiency
  が得られたので2000Vで運用したい。
  （ただし最も適当な波高を与えるのは1900Vである。）