

Array型MPPCによる  
フォトンカウンティング  
～チェレンコフ光のイメージングに向けて～

植村祥大  
前田進吾

# 目次

1. 動機・目標

2. Array MPPCで1p.e.を見る

3. ダークカウンットの測定

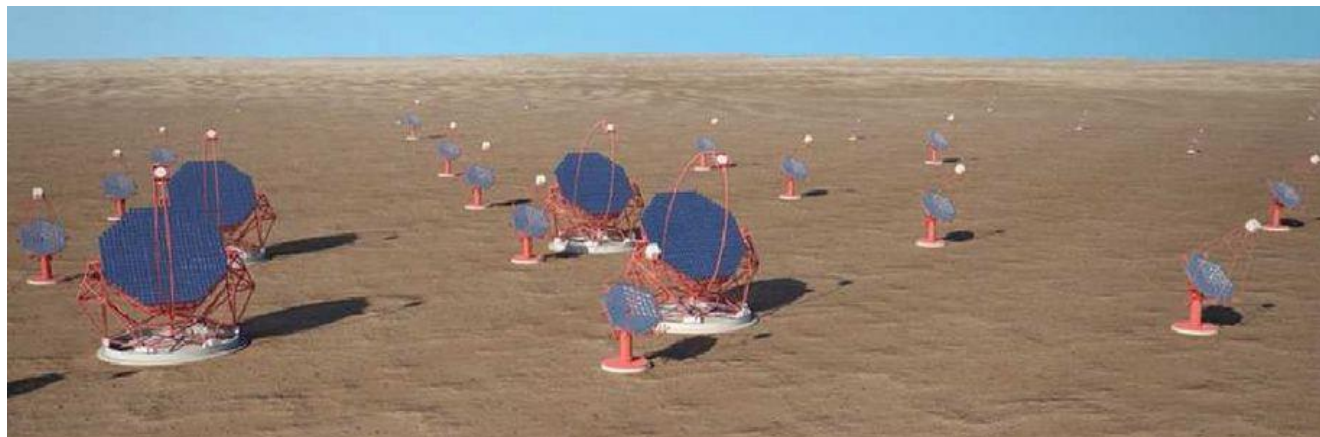
4. まとめ

5. 今後の展望

# 1. 実験の動機・目標

## PMTの代替として

CTA実験始め多くの大気チェレンコフ望遠鏡ではPMTが利用されることが一般的だが、MPPCにも以下に示すような有用性がある。  
⇒MPPCを用いた計測を行いたい



CTA計画の完成イメージ図

<http://www.cta-observatory.jp/>

	動作電圧(V)	Gain	検出効率	価格	磁場の影響
MPPC	20~60	$\sim 10^6$	高	低	OK
PMT	$\sim 1000$	$\sim 10^7$	高	高	NG

実験の最終目標

多数のMPPCによるチェレンコフ光のイメージング

# チェレンコフ光について

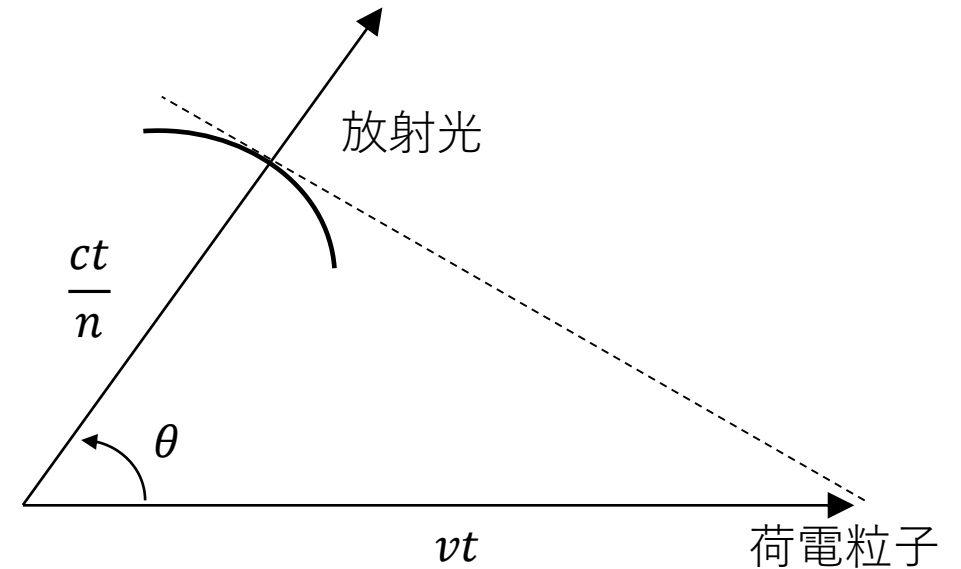
物質中に入射した荷電粒子の速度が  
その物質中の光速よりも速い時に放射される光

チェレンコフリングの半径から粒子の速度が分かる

$$\cos\theta = \frac{1}{n\beta}$$

チェレンコフ放射はある速度以上でないと起こらない  $\Rightarrow$  粒子の速度の選別

放出される光子数  $\propto Z^2$   $\Rightarrow$  重荷電粒子の識別にも利用される



# MPPCの動作原理

MPPC(Multi Pixel Photon Counter)は高い検出効率を持つフォトンカウンティングデバイス

MPPCの一つのピクセルは図のようにガイガーモードAPDとクエンチング抵抗から構成される

ガイガーモードAPDに入射した一つの光子はアバランシェ増幅を経て、増幅された光電流として放出される

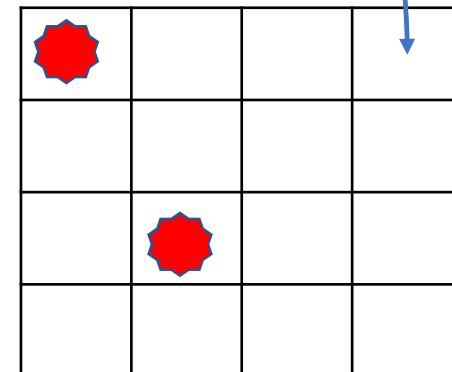
$$Q_{total} = \text{光子が入射したピクセル数} \times Q$$

得られた電荷量からMPPCにいくつかのフォトンが入射したか分かる



MPPC

~10um



## 2 .Array MPPCで1p.e.を見る

### Array MPPCの仕様

Sensi製 UM-ArraySM-8

有効受光面： $6 \times 6\text{mm}^2$

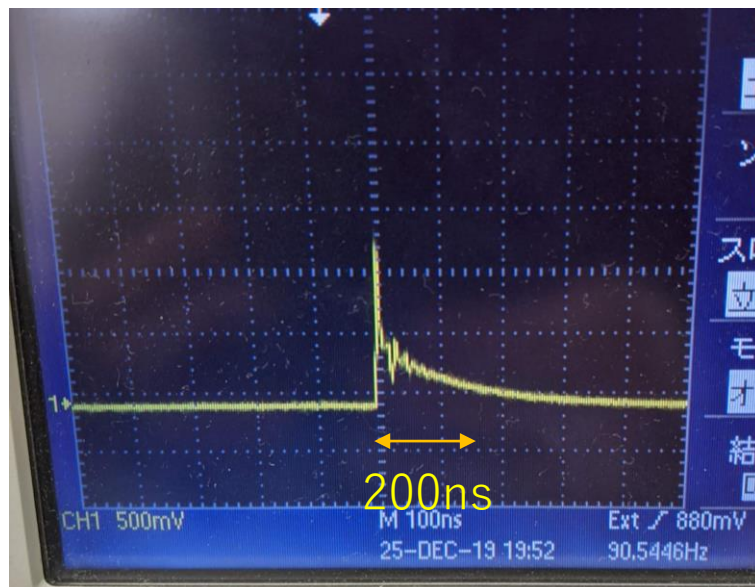
Array Layout：64個（ $8 \times 8$ ）

Pixel：18980個

PDE：20%

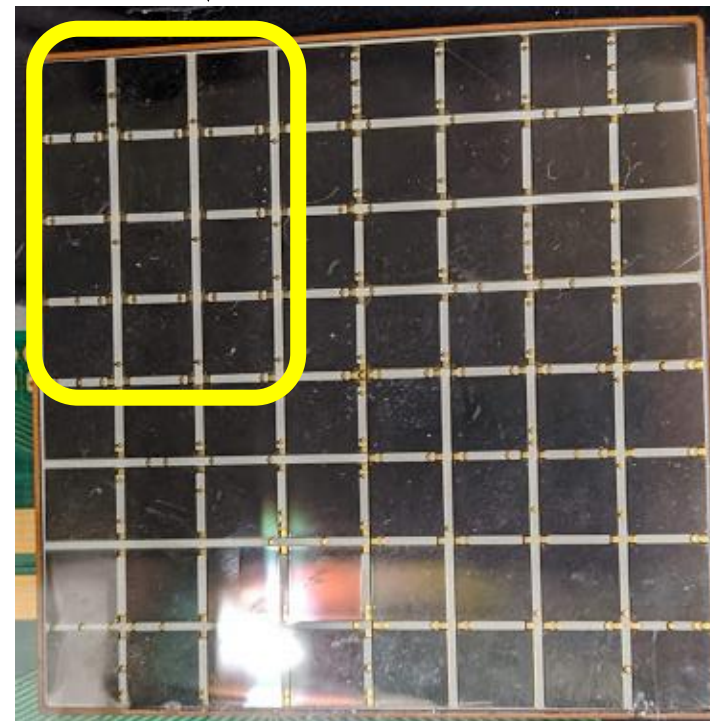
Gain： $2.3 \times 10^6$

降伏電圧：27.5V



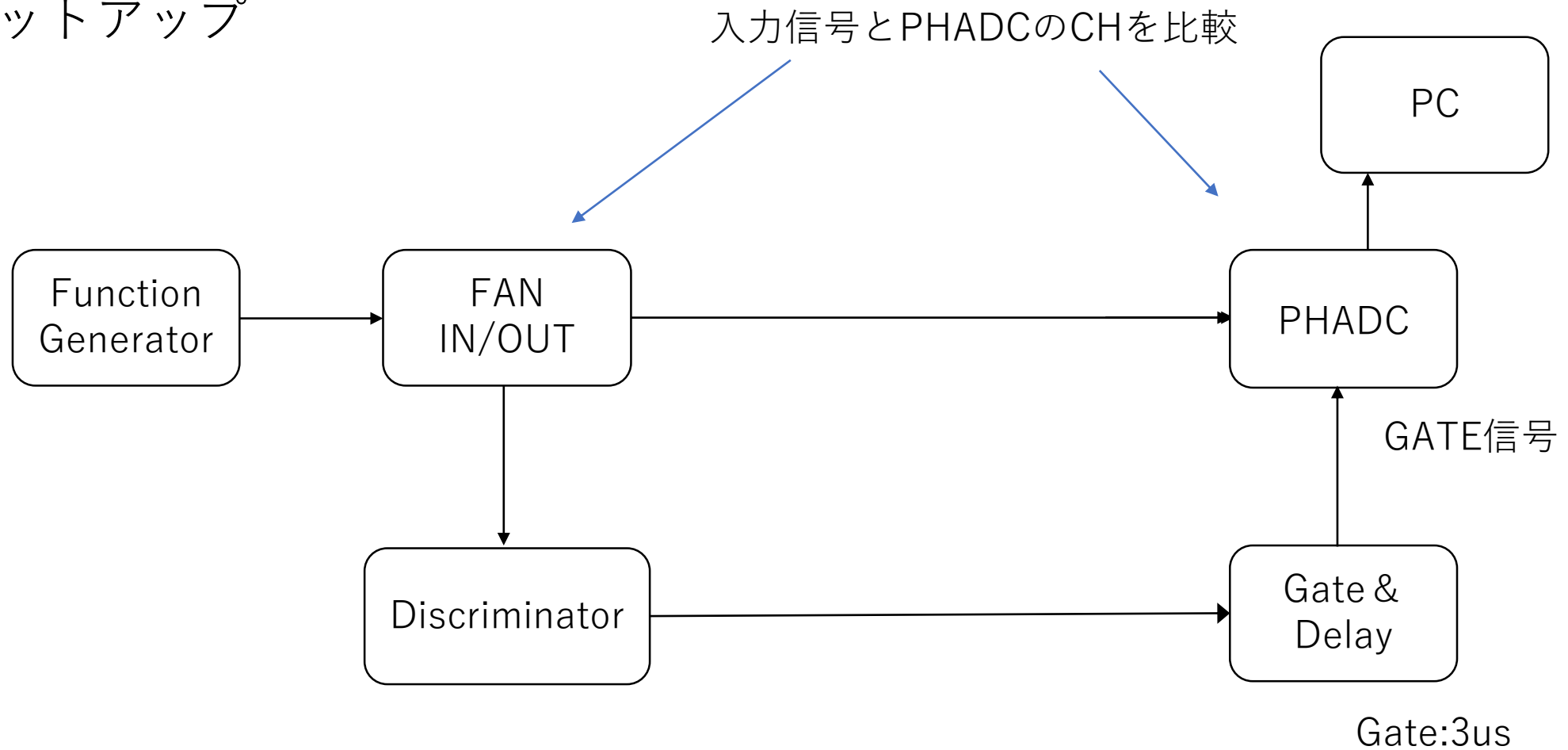
今回の実験では都合により枠で囲んだ12chを使用

6mm



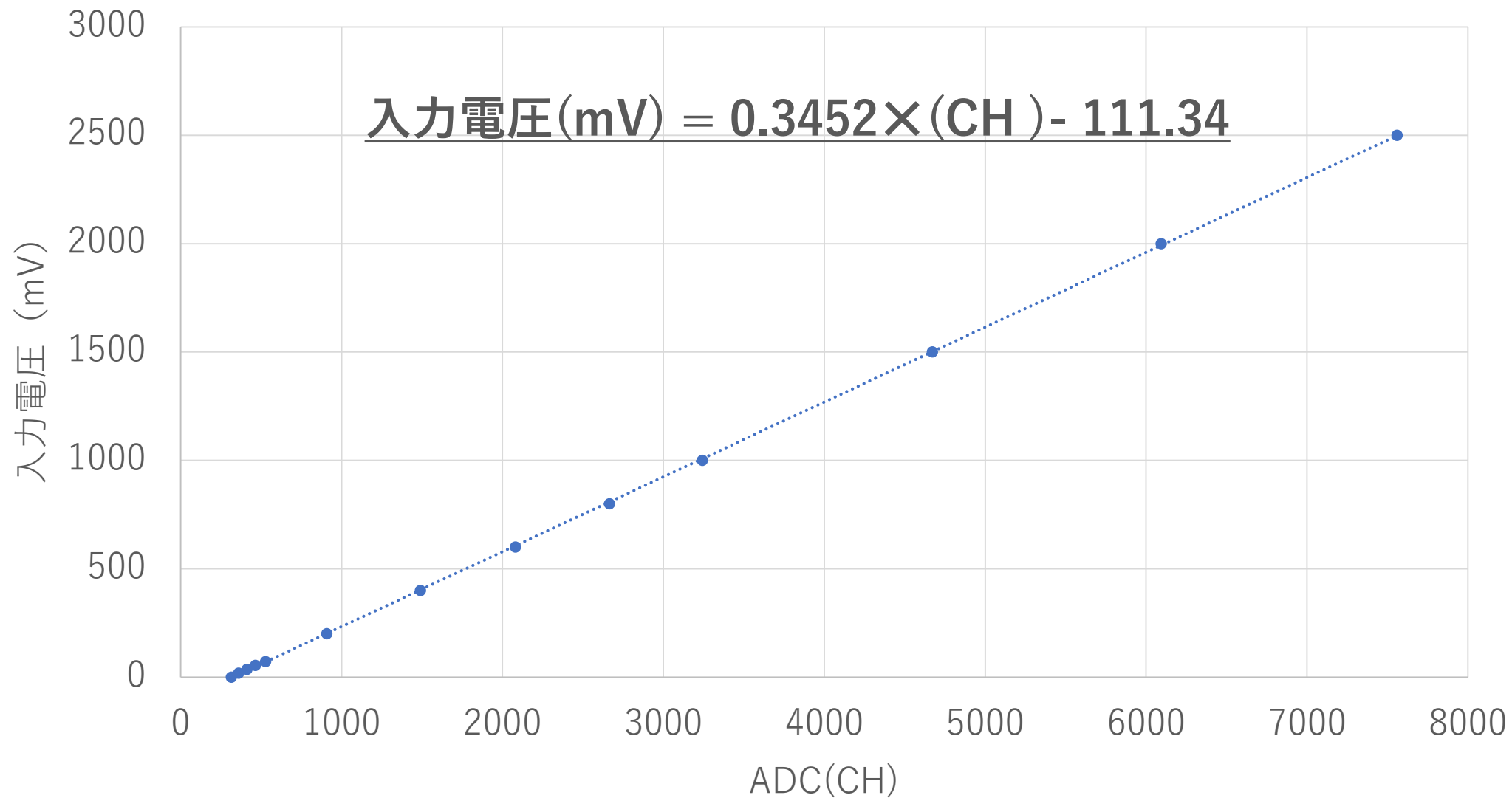
# PHADCの較正

セットアップ



# PHADCの較正

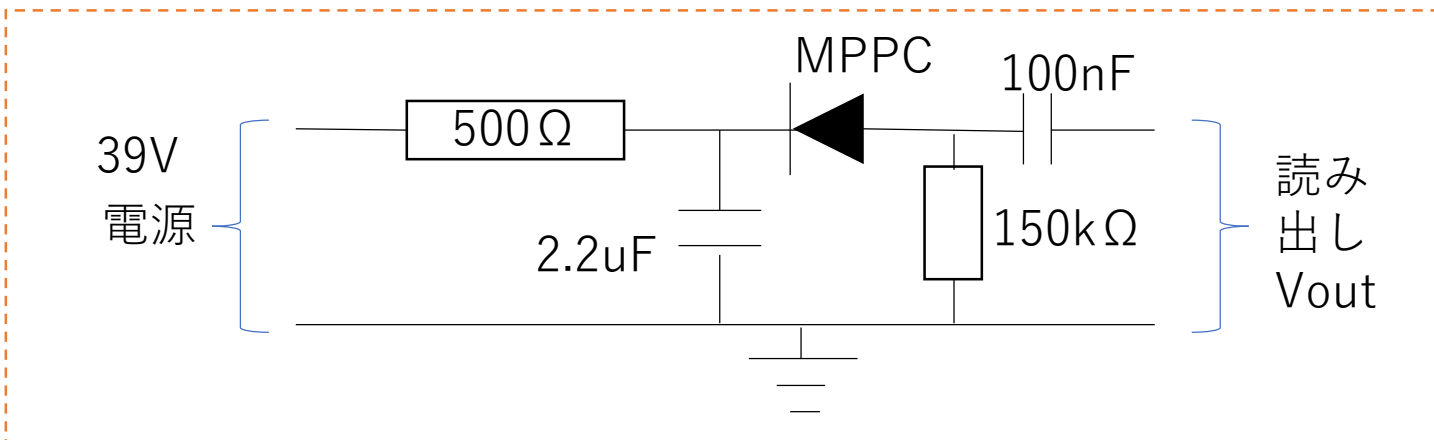
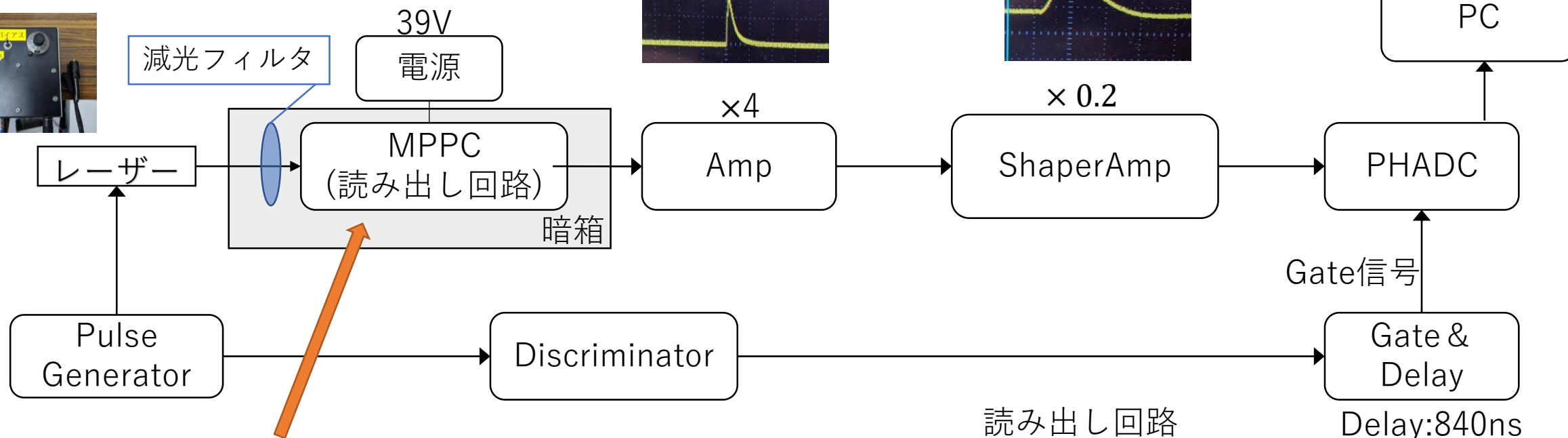
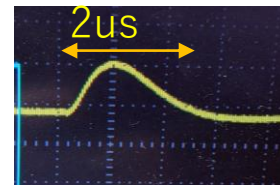
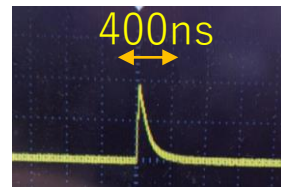
較正グラフ



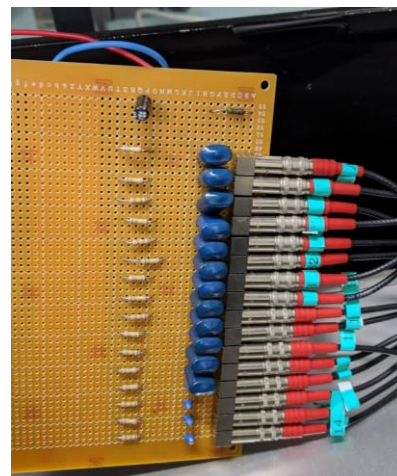


# Array MPPCで1p.e.を測る

セットアップ



読み出し回路

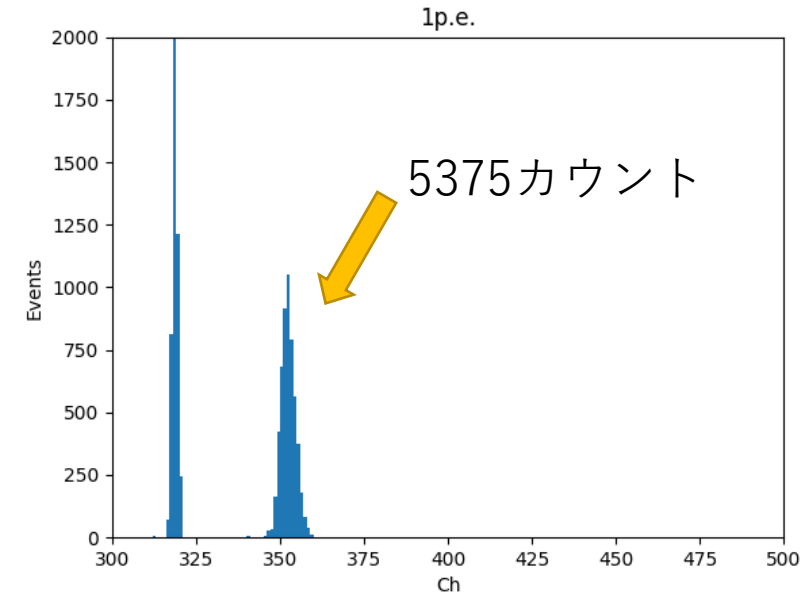
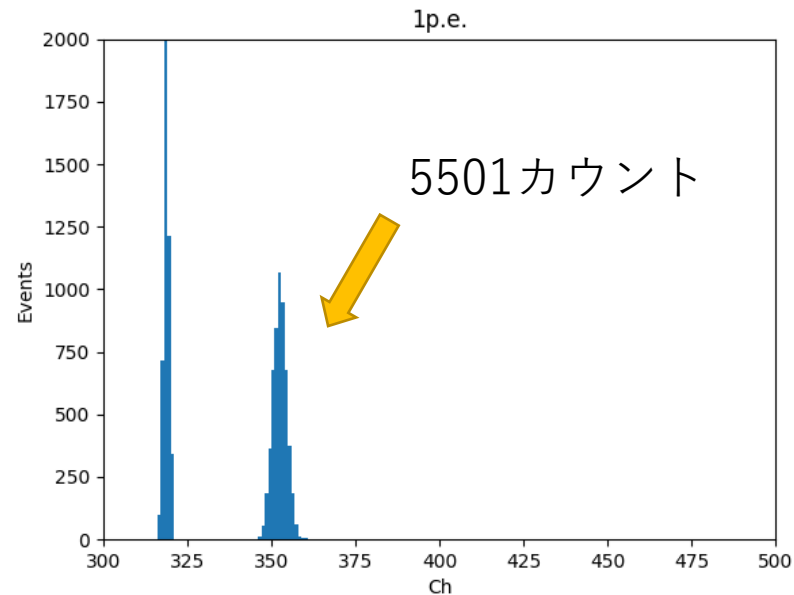
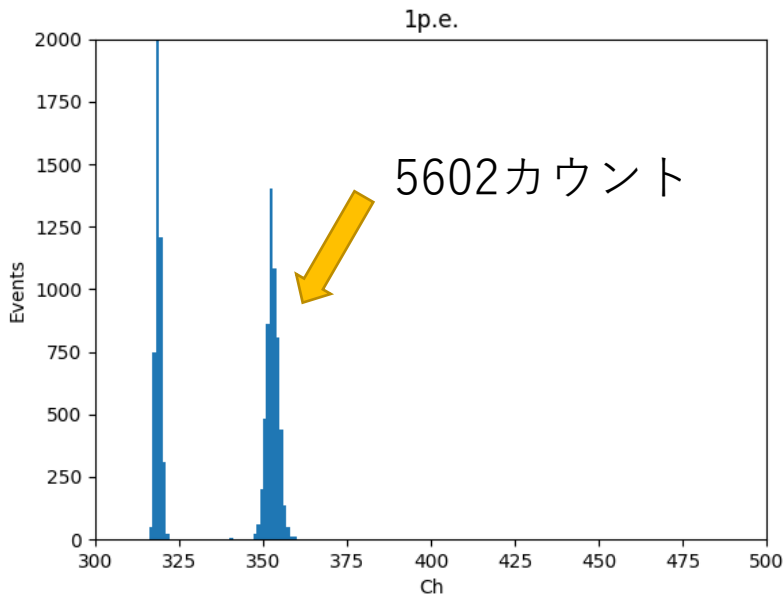


暗箱



# ADCで1p.eを求める

減光していき、PHADC上でカウント数の推移を見る。カウント総数は1万回



減光していく

1p.eのピークをMPPCからの生の電圧に直すと、**15.1mV**。



オシロスコープで同様に調べたときは15.0mVで一致している。

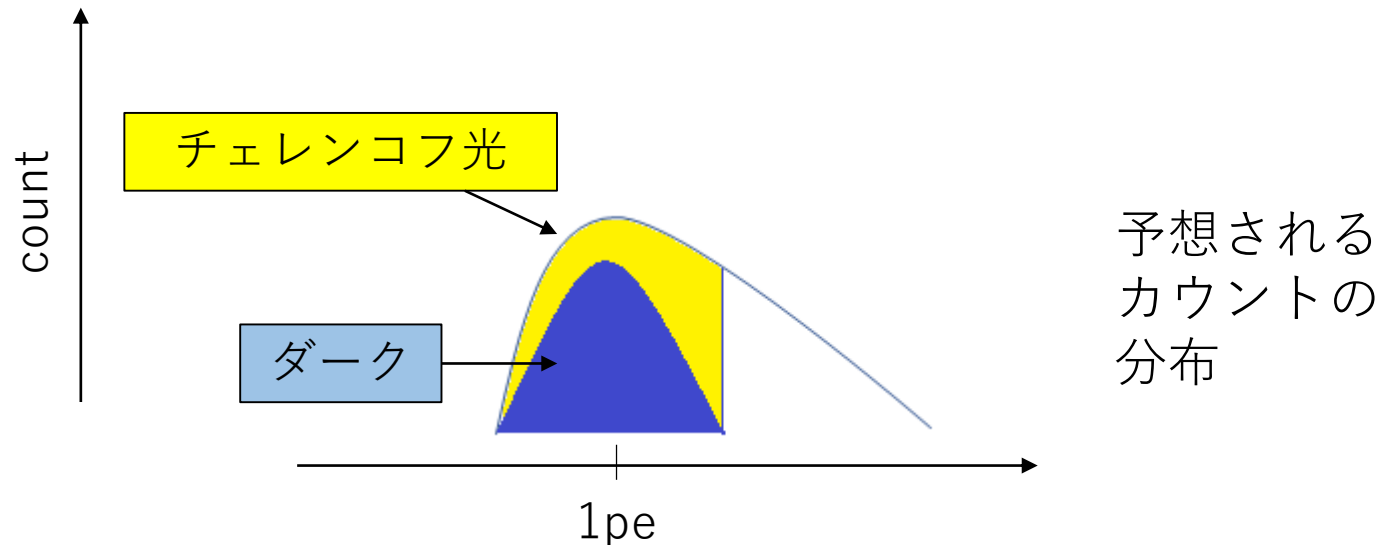
なお、この15.0mVの時のゲインは $1.3 \times 10^6$ でカタログ値 ( $2.3 \times 10^6$ ) と同じオーダー

# 3. ダークカウントの測定(目的)

ダークカウントとは、熱的に発生したキャリア由来の信号で、1p.e.程度に対応する

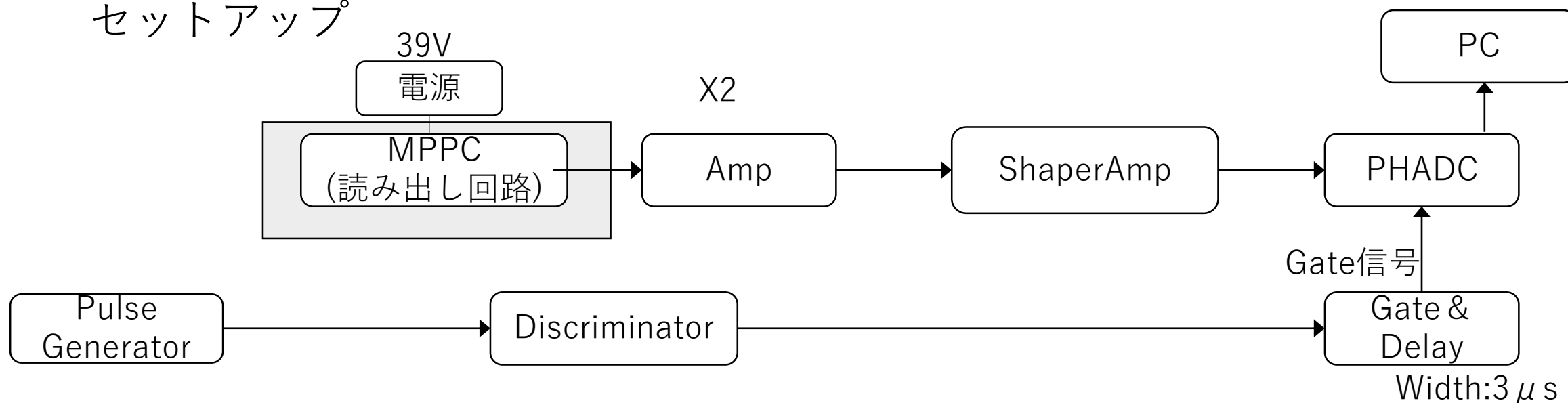
→チェレンコフ光の信号と識別困難になる可能性

→チェレンコフ光の識別のためには、ダークレートの測定が必要



# ダークカウントの測定

セットアップ



ダークカウントは、1p.e.程度に対応する。

→0.5p.e.に当たるch以上の出力を出したものをダークカウントとして計測した

10万カウント中33811個のカウント

計測時間 $3 \mu \times 10$ 万なので、**ダークカウントレートは $1.11 \times 10^5 \text{ Hz}$**

## 4.まとめと反省

- ・ 1 p.e.を求めることができた。
- ・ ダークカウントレートを測ることができた。

しかし、

- ・ チェレンコフ光の測定に関してはタイムアップとなってしまった。
- ・ セットアップを組むまでに想定以上の時間を費やしてしまった。

## 5. 今後の展望

- ・ MPPCの性能（ダークカウントなど）は温度に依存するところ  
が大きい。しかし、今回は温度に関しては考慮していないので、  
温度依存性を考えたセットアップを作る必要がある。
  
- ・ 当初目的としていた、チェレンコフ光のイメージングはタイム  
アップとなってしまった。解析方法やセットアップを改善すれば  
計測できる？

ご清聴ありがとうございました