

FOREST AC開発 12月ELPHビームテスト結果報告

河合、伊藤、小林
千葉大

今日の流れ

- FOREST AC開発について
- ACアイデアの提案
- ELPHビームテスト結果
- まとめ

FOREST AC開発

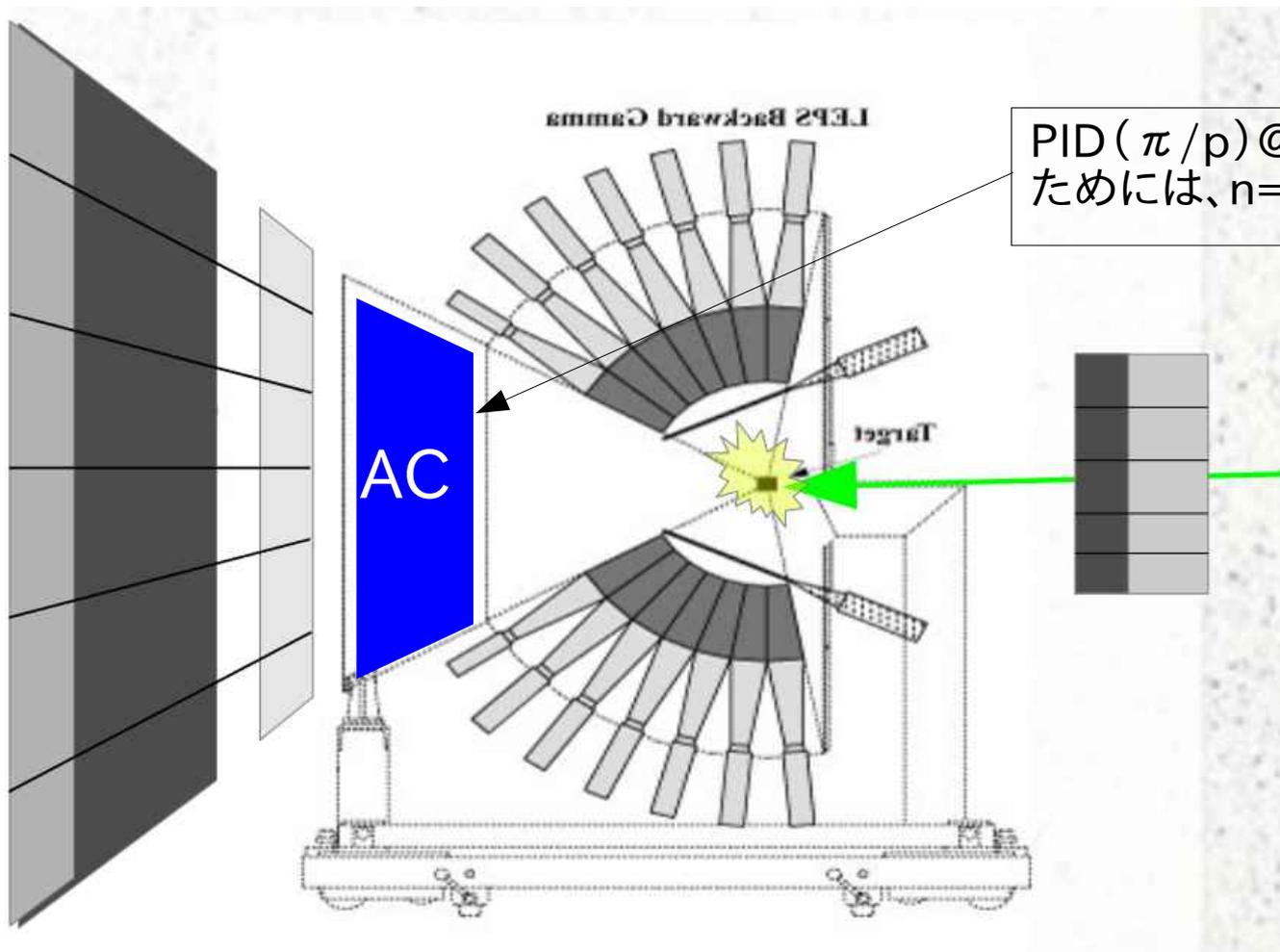
目的

- FOREST検出器のアップグレード
- $f_0(500)$ or σ 測定を可能に

ACの要請

- 大面積
- 狭い空間に配置
- 低密度
- 無磁場でのPID(π/p)

FOREST AC開発



PID (π/p) @ 245 - 1500 MeV/cの
ためには、 $n=1.15$ が必要

ACの要請

- 大面積
- 狭い空間に配置
- 低密度
- 無磁場での π/p

ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. WLSファイバー(反応個数しきい値)
3. MPPC読み出し(反応個数しきい値)

ACのアイデア

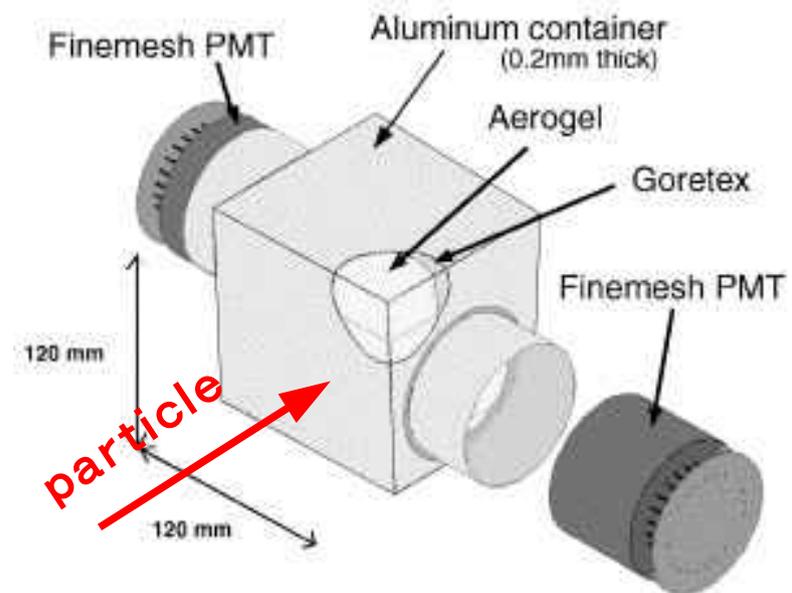
1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)

一般のAC

チェレンコフ光発光条件

$$\beta = v/c > 1/n$$

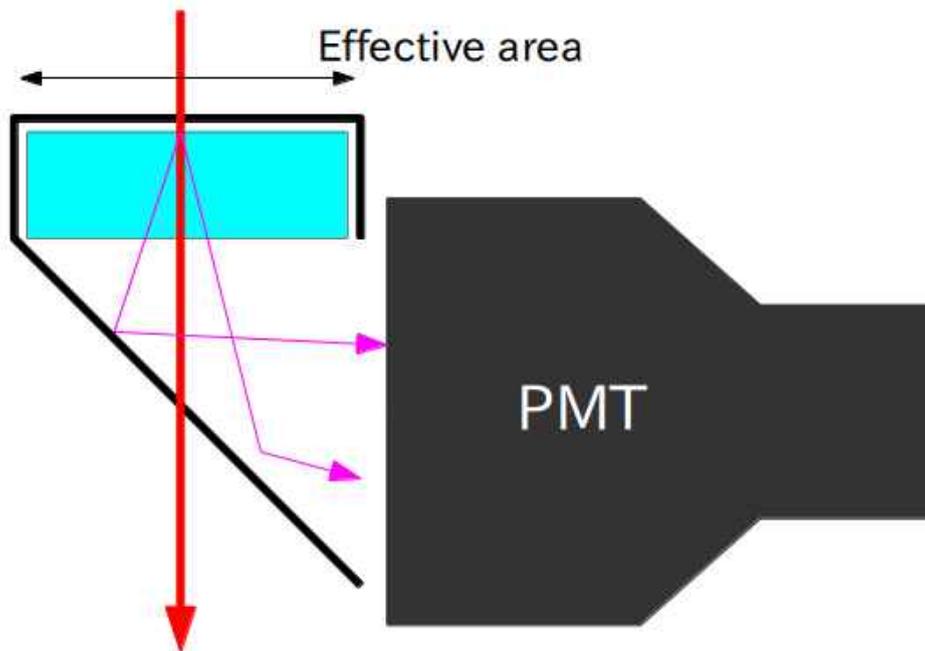
n: 屈折率
v: 速度
c: 光速



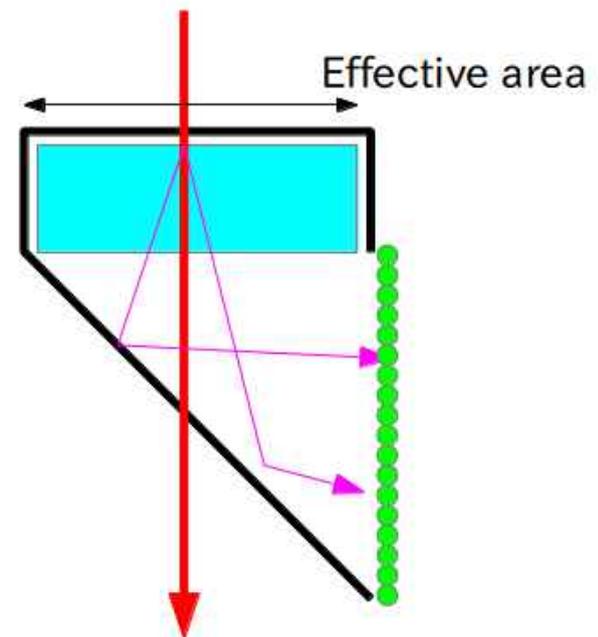
Belle ACのデザイン、T. Iijima et al. / Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 453 (2000) 321-325

ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)



一般



WLSF方式

ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)

メリット:

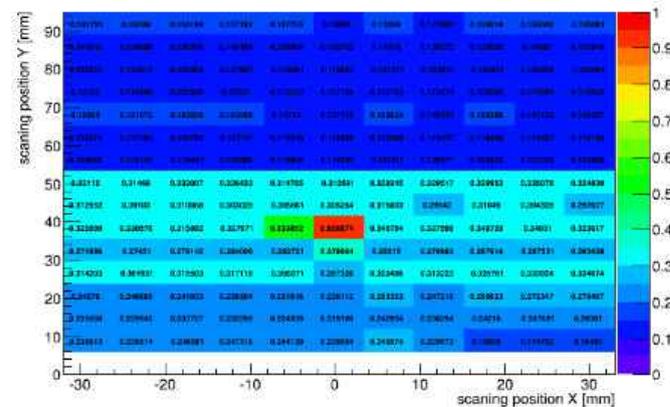
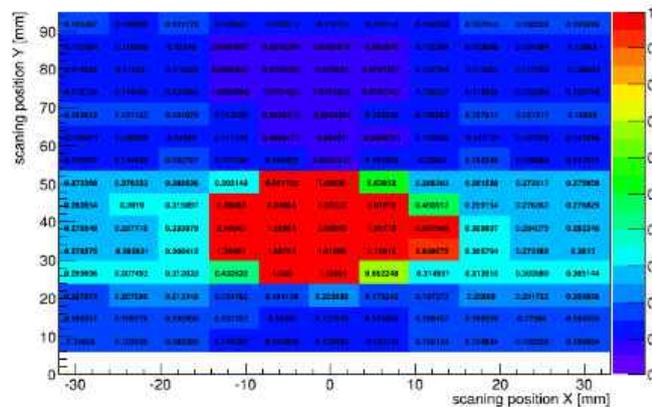
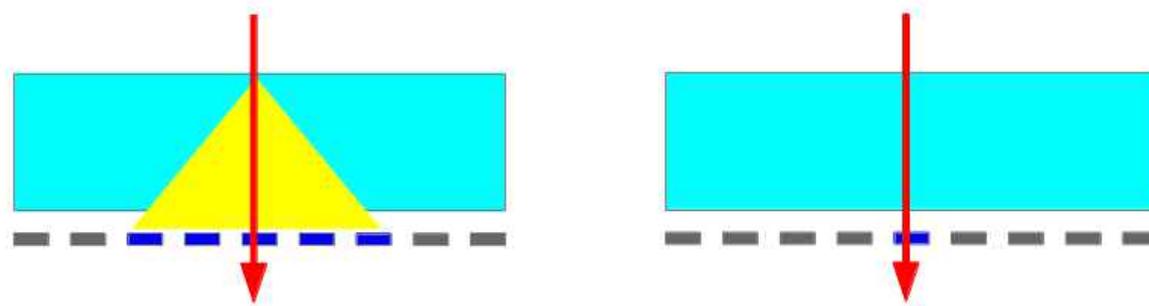
- PMT設置スペースを排除
- 任意形状を可能: **細いファイバー使用**
- アクシデンタル・ノイズを抑制: **大PMT → 小PMT**
- 入射位置一様性よい
- 磁場中動作可能
- 低コスト

課題点

- 検出光量が少ない: **エアロゲルの厚さ大**

ACのアイデア

1. WLSファイバー (光量しきい値)
2. MPPC読み出し (反応個数しきい値)
3. WLSファイバー (反応個数しきい値)



ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)

メリット:

- 大面積・薄型・任意形状
- 反跳電子の除去可
- 磁場中動作可能

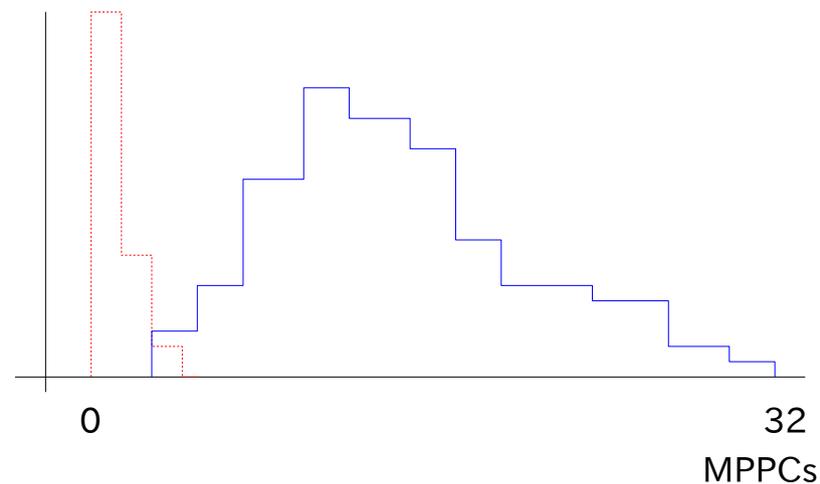
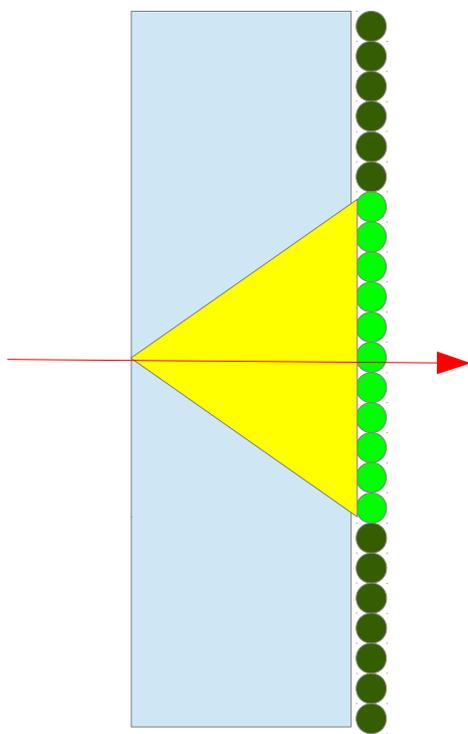
課題点

- MPPCのノイズ対策
- 設置密度の適性

実験結果で詳しく

ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)



ACのアイデア

1. WLSファイバー(光量しきい値)
2. MPPC読み出し(反応個数しきい値)
3. WLSファイバー(反応個数しきい値)

メリット:

- 大面積・薄型・任意形状
- 反跳電子の除去可
- 磁場中動作可能
- 低コスト

課題点

- MPPCのノイズ対策
- 光量がすくない
- ファイバー層の適性

実験結果で詳しく

目的
アイデア2と3の実証実験

実験1. MPPCアレイ読み出し

実験2. WLSF方式(直撃)

実験2. WLSF方式(直撃)

考察

結果は詳しく見るまでもなく、よろしくない。

>>なぜか？

- おそらく、**BYORの層構造**が原因：漏れた光が隣のファイバーを鳴らすことがノイズになる。
- ファイバーサイズ0.2 mmでは**収集光量が少なすぎる**。

改善案

- ファイバーのサイズは1 mm程度と太くする。
- ファイバー種類は1種類で1層
>>収集効率は検討していない
- 薄型WLSF方式を2段重ね

ELPHビームテスト

2015年3月30日
進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

setup

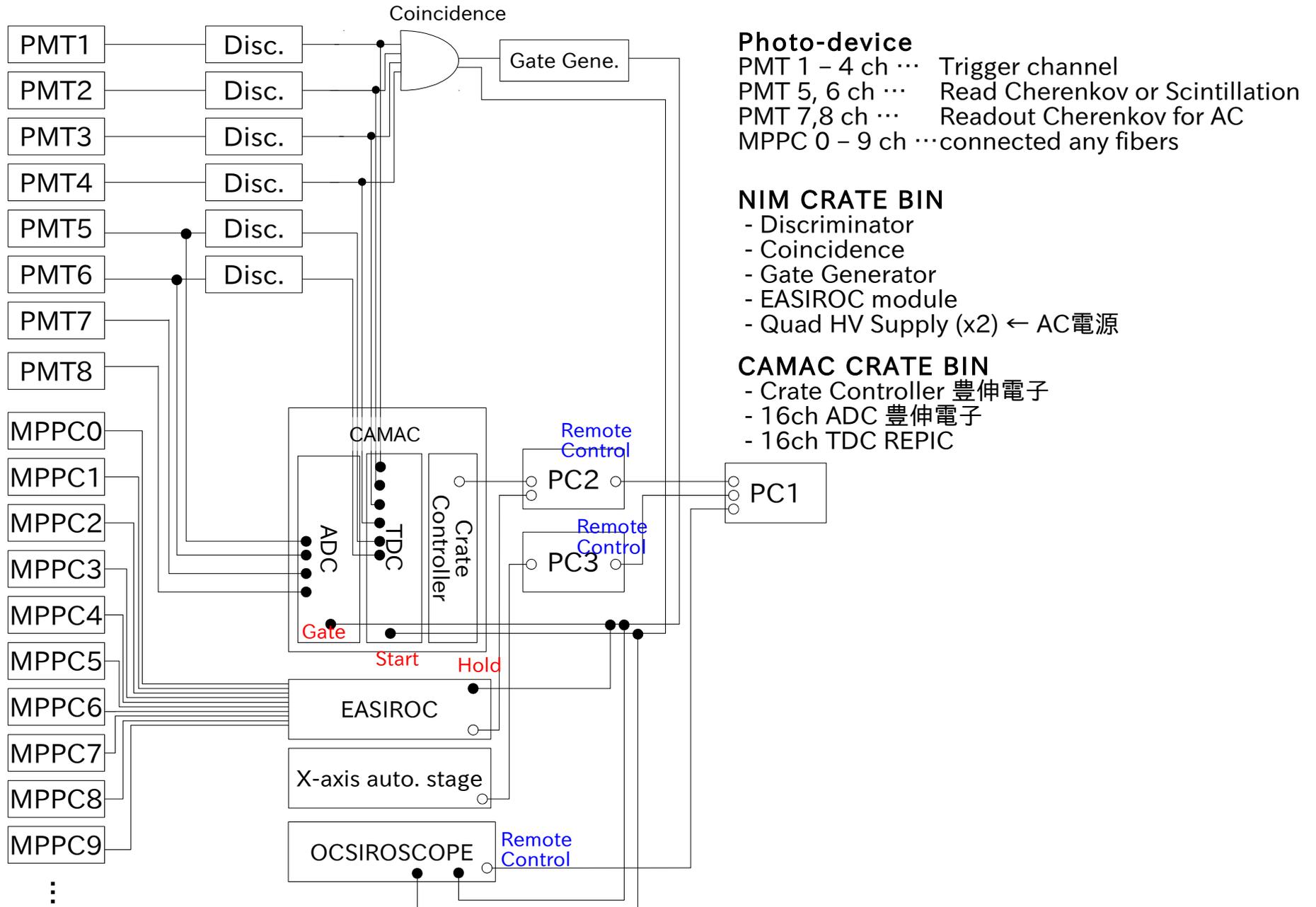


Photo-device

- PMT 1 - 4 ch ... Trigger channel
- PMT 5, 6 ch ... Read Cherenkov or Scintillation
- PMT 7, 8 ch ... Readout Cherenkov for AC
- MPPC 0 - 9 ch ... connected any fibers

NIM CRATE BIN

- Discriminator
- Coincidence
- Gate Generator
- EASIROC module
- Quad HV Supply (x2) ← AC電源

CAMAC CRATE BIN

- Crate Controller 豊伸電子
- 16ch ADC 豊伸電子
- 16ch TDC REPIC

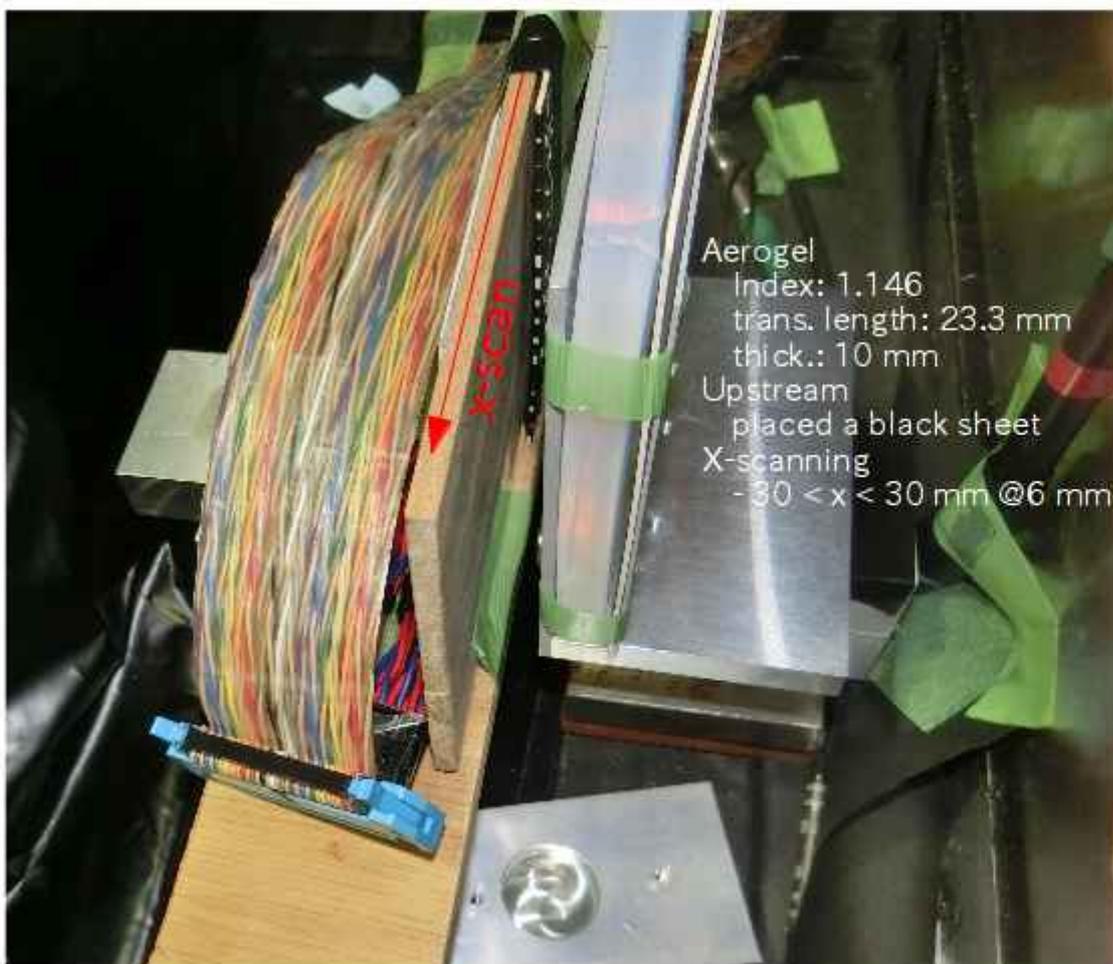
ELPHビームテスト

2015年3月30日

進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

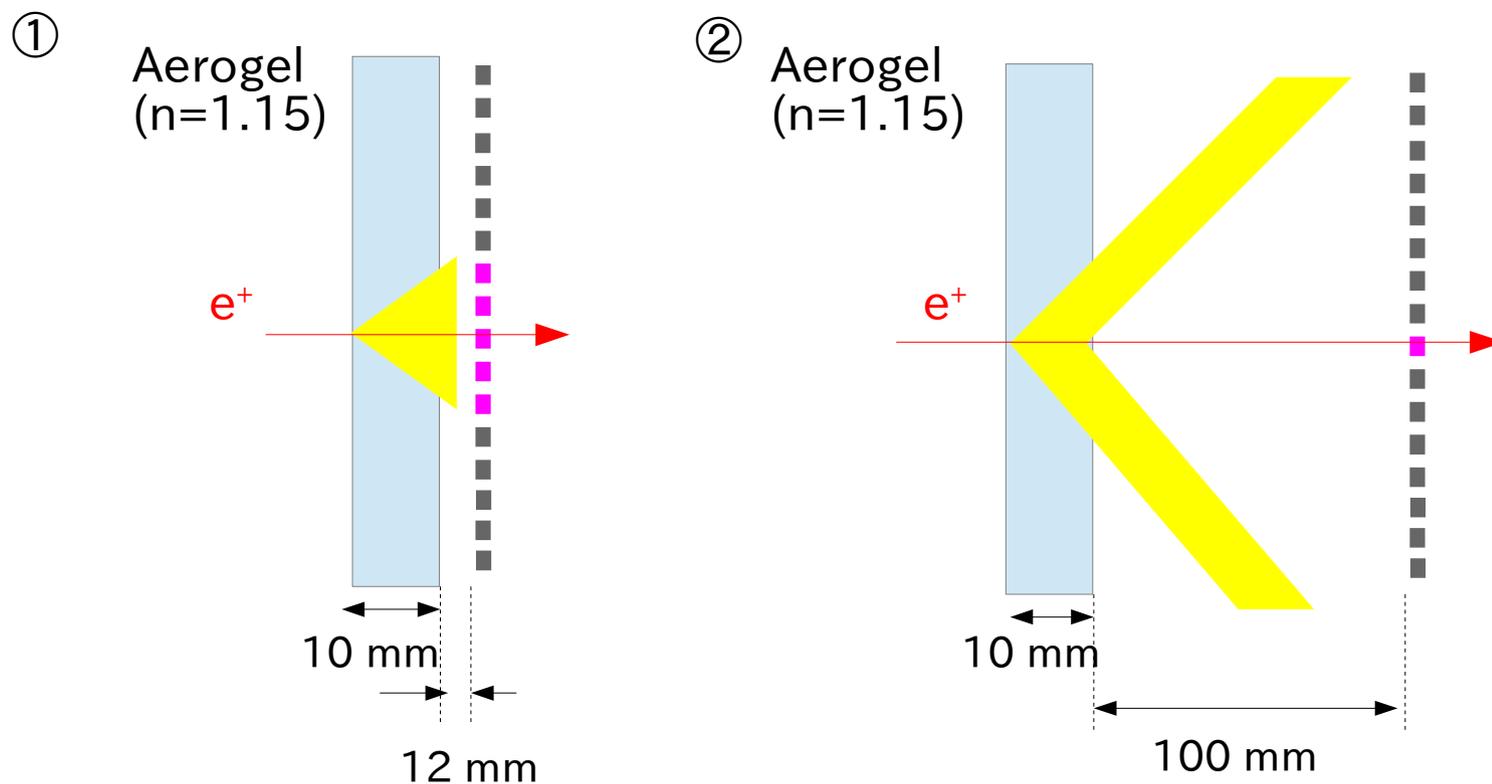
実験1. MPPCアレイ読み出し



ELPHビームテスト

実験1. MPPCアレイ読み出し

ELPH: 東北大学電子光物理学研究センター
e⁺ Beam line @ GeV Gamma room

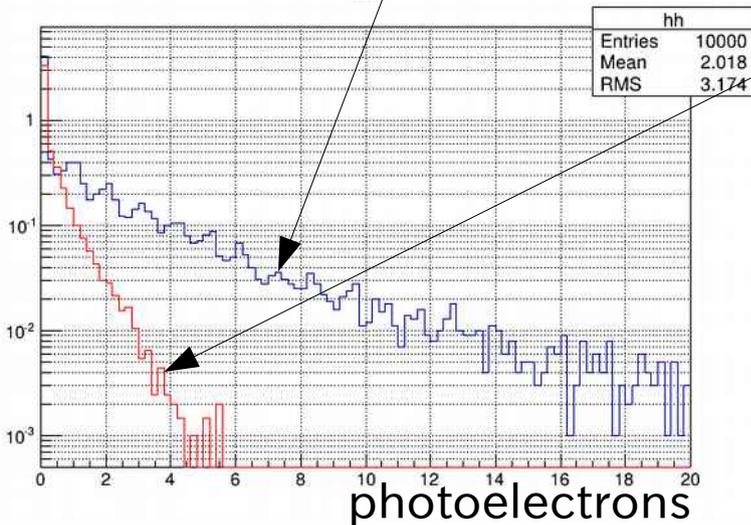
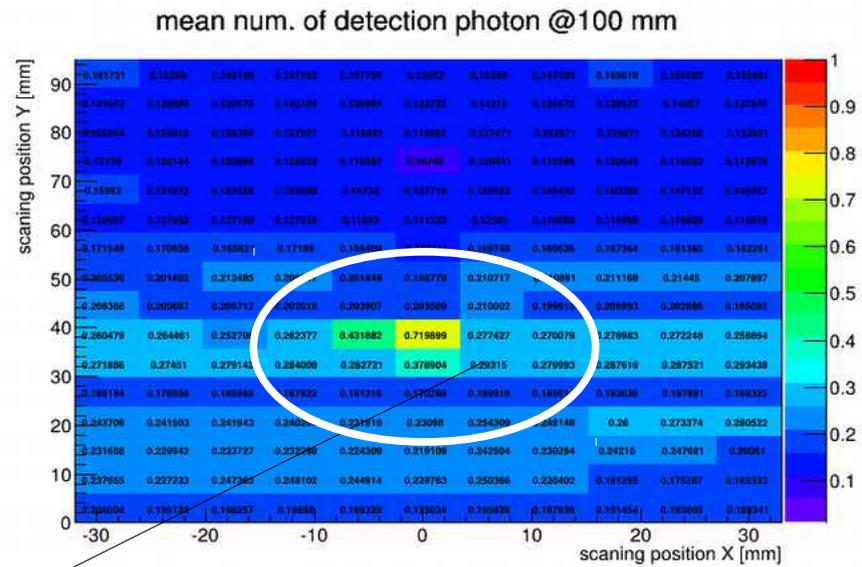
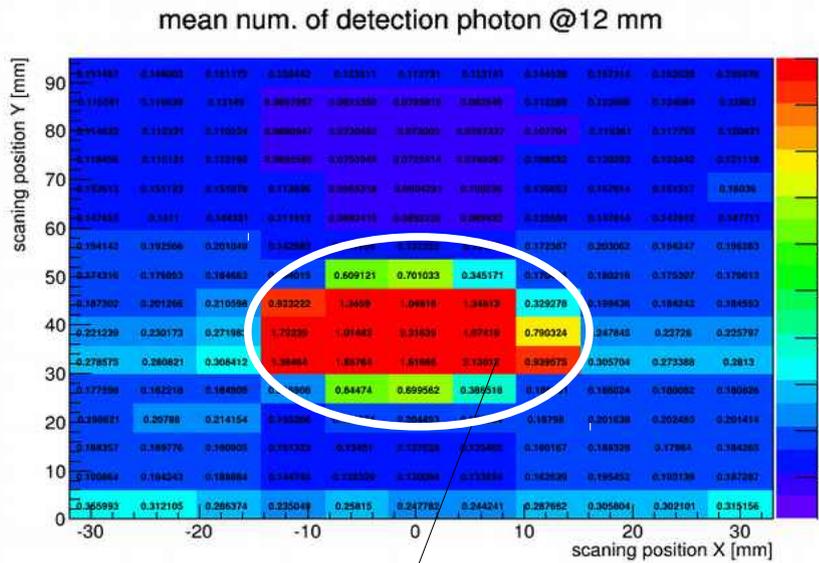


ELPHビームテスト

2015年3月30日
進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

実験1. MPPCアレイ読み出し



These distribution of Cherenkov are clearly.

In main Cherenkov region channels, total num. of p.e. is 23 and 6, respectively.

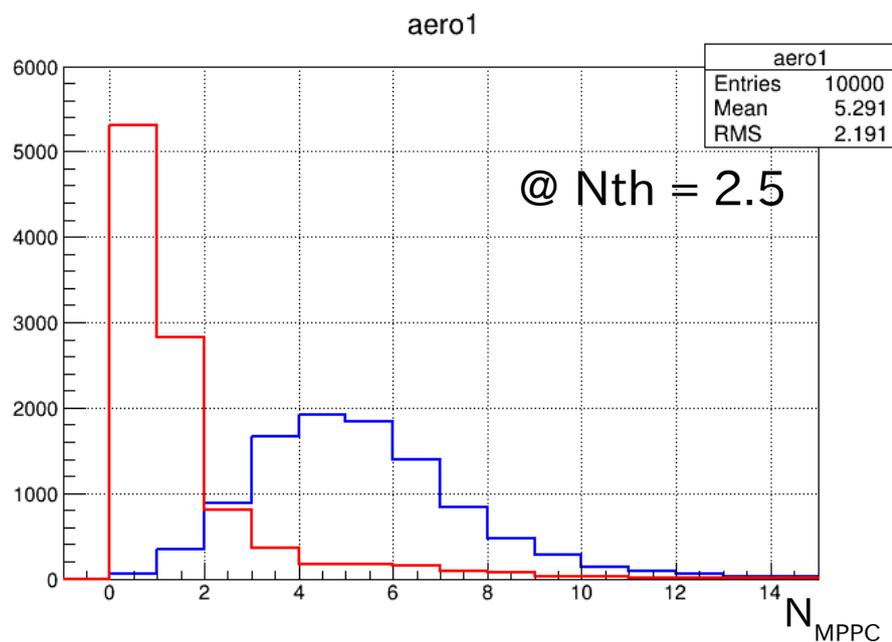
ELPHビームテスト

2015年3月30日

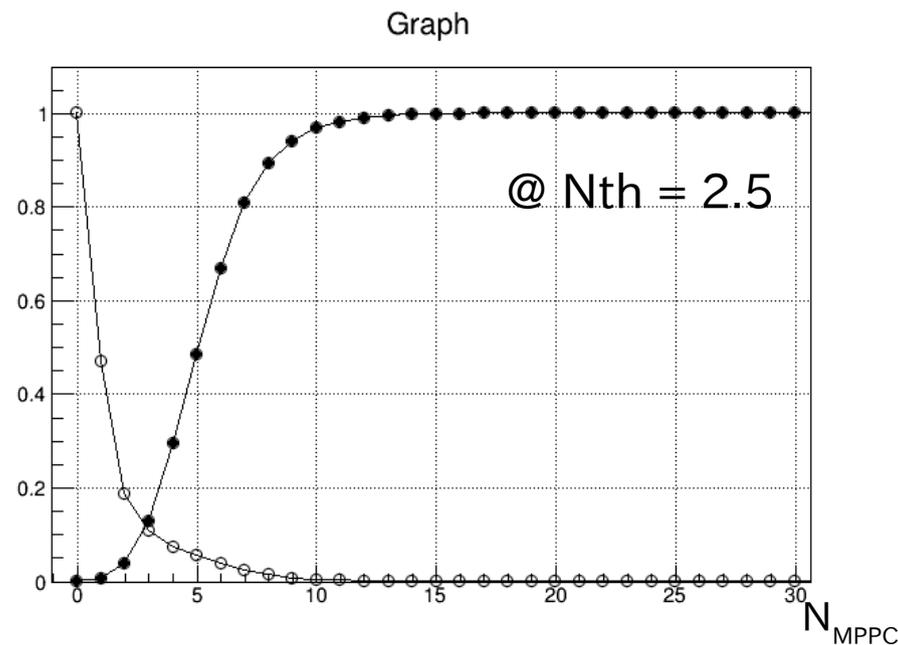
進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

実験1. MPPCアレイ読み出し



N_{MPPC} Distribution
Blue ... 12 mm
Red ... 100 mm



Miss-Id of Cherenkov
● ... 12 mm
○ ... 100 mm

N_{MPPC} : 反応MPPC個数しきい値
 N_{th} : 各MPPCのp.e.しきい値

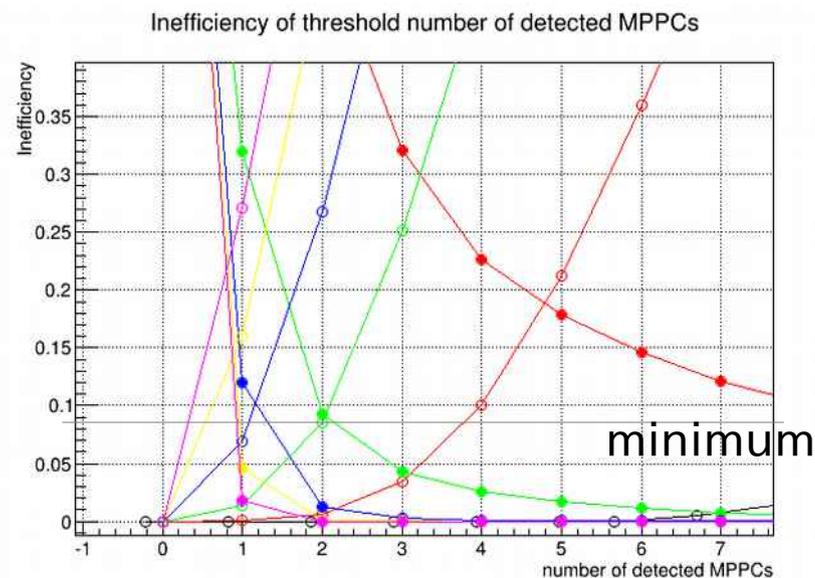
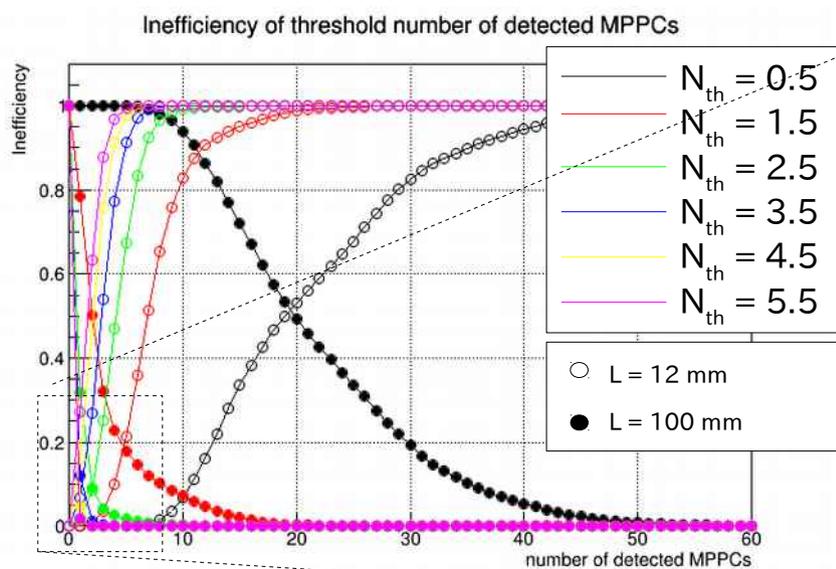
ELPHビームテスト

2015年3月30日

進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

実験1. MPPCアレイ読み出し



Minimum Mis-Id is 0.09
 → PID: 91% @ $N_{th} = 2.5$, $N_{MPPC} = 2$

N_{MPPC} : 反応MPPC個数しきい値
 N_{th} : 各MPPCのp.e.しきい値

実験1. MPPCアレイ読み出し

なぜ、17 p.e.あるのにPIDは90%程度なの？

>> MPPCのノイズとクロストークが原因では

- ノイズ: N_{MPPC} を上げる必要がある
- クロストーク: p.e.とeffの関係を壊す

$$\begin{aligned} N(n=1.15, d=1\text{cm}, \beta=1) &\sim 93 \\ \rightarrow N_{\text{p.e.}} = N * \epsilon_{\text{MPPC}} * \Omega &\sim 8 \text{ p.e.} \\ \epsilon_{\text{MPPC}} &= 0.35 \\ \Omega &= 0.25 \end{aligned}$$

改善案

MPPCのアクセプタンスは適正？

- 本測定では25%
- もっと蜜に並べれば(50%)PID99%は到達するかも？

エアロゲルの厚さ

本測定では1 cmを使用

2 - 4 cm あれば十分99%達成可能

ELPHビームテスト

2015年3月30日

進捗報告

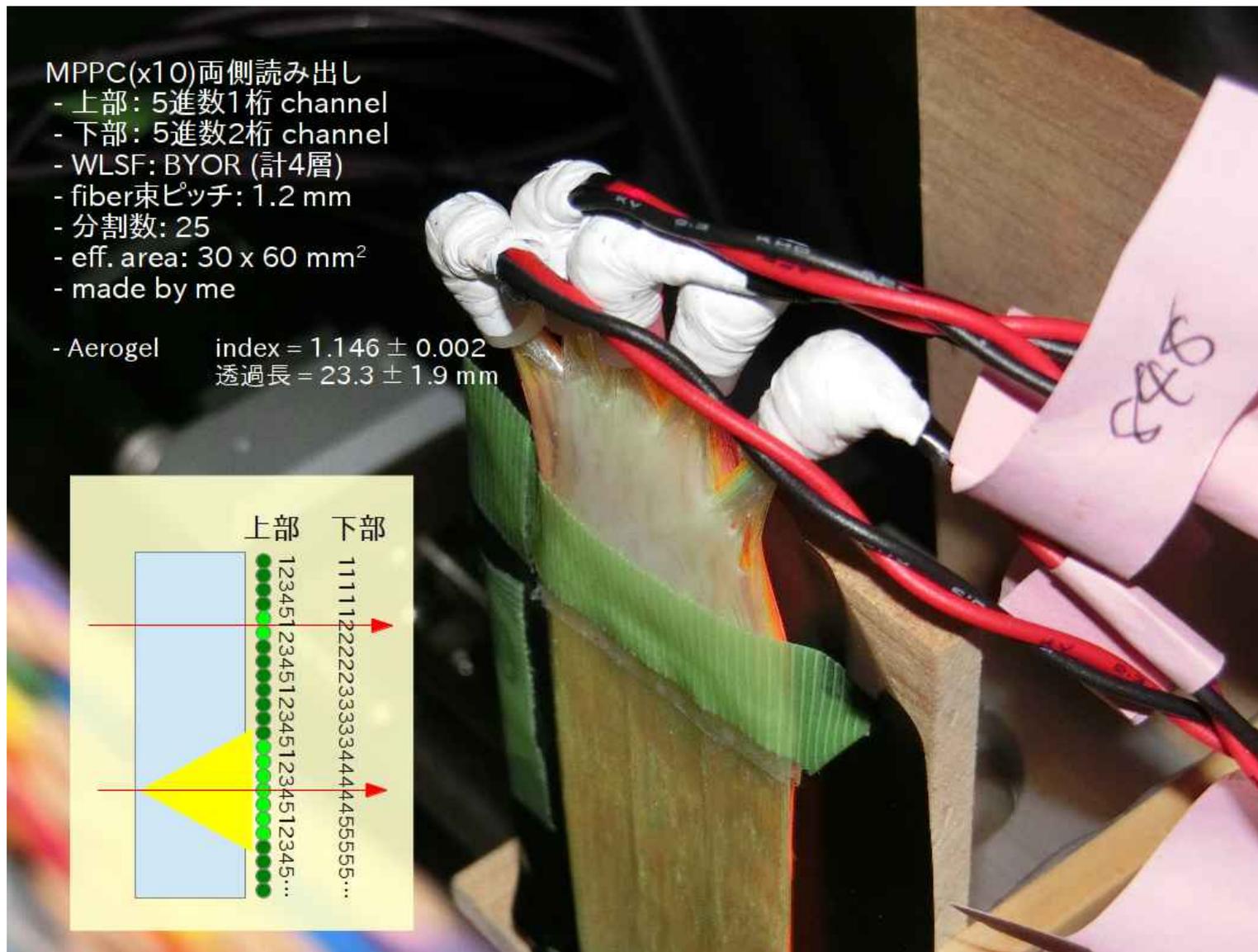
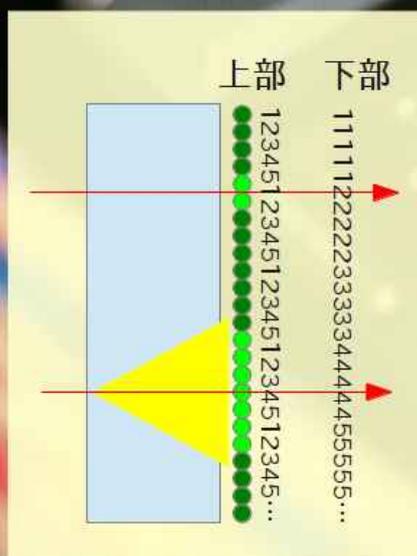
東北大学電子光物理学研究センター

実験2. WLSF方式(直撃)

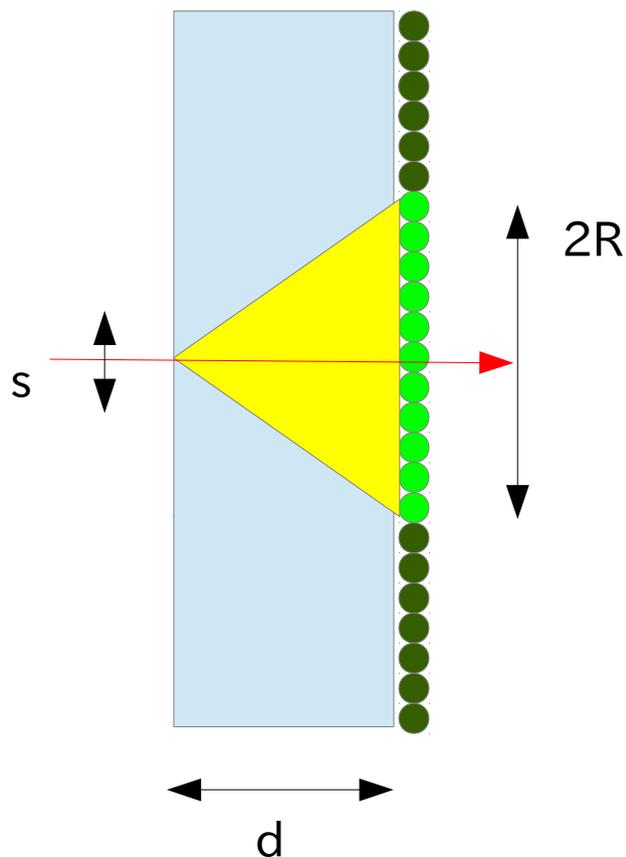
MPPC(x10)両側読み出し

- 上部: 5進数1桁 channel
- 下部: 5進数2桁 channel
- WLSF: BYOR (計4層)
- fiber束ピッチ: 1.2 mm
- 分割数: 25
- eff. area: 30 x 60 mm²
- made by me

- Aerogel index = 1.146 ± 0.002
透過長 = 23.3 ± 1.9 mm



実験2. WLSF方式(直撃)



$$2R = 2d \cdot \tan \theta + s$$
$$\cos \theta = 1/n\beta$$
$$s = 1 \text{ cm}$$

$$\rightarrow 2R \sim 1.13 \cdot d + 1 \text{ cm}$$

$2R$... チェレンコフ光の外半径
 s ... ビームの広がり
 d ... エアロゲルの厚さ
 n ... エアロゲル屈折率 $n=1.15$

実験内容:
エアロゲルの厚さと反応ファイバー本数の関係
-> PID評価に直結

ELPHビームテスト

2015年3月30日

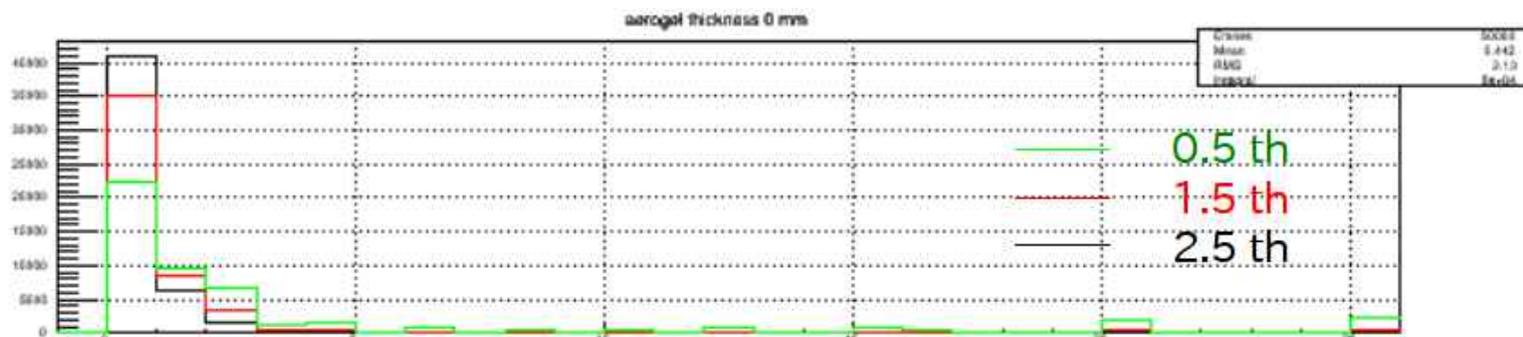
進捗報告

東北大学電子光物理学研究センター

実験2. WLSF方式(直撃)

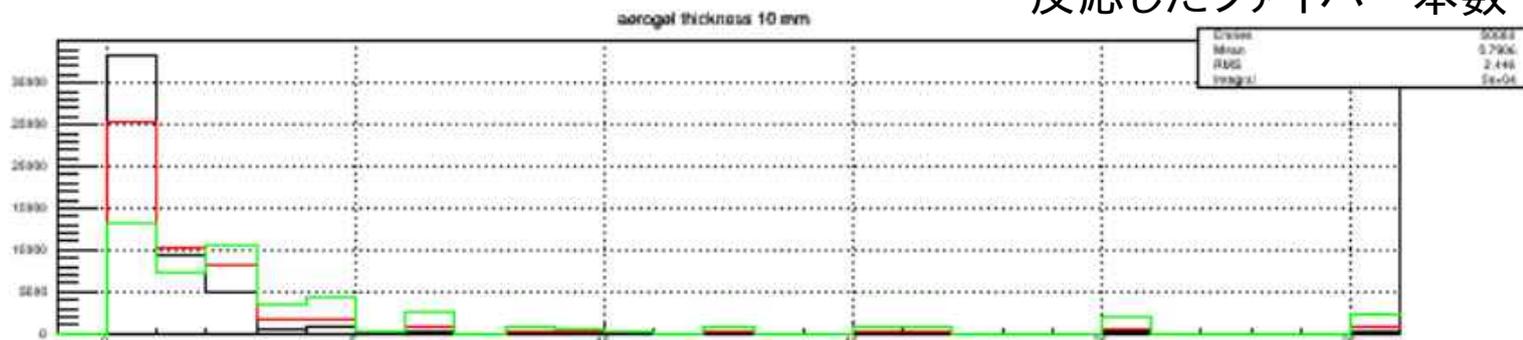
エアロゲル
厚さ

0 cm

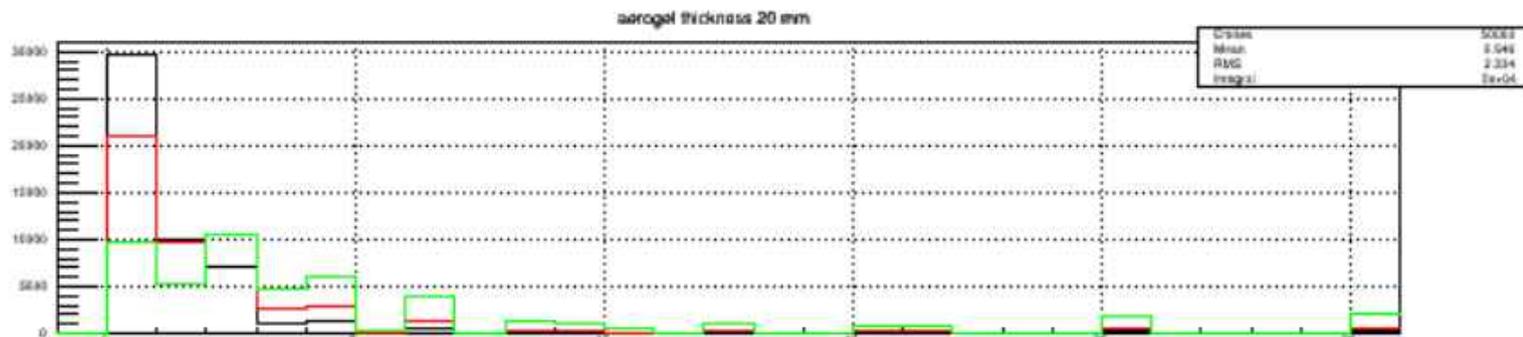


反応したファイバー本数

1cm



2cm



実験2. WLSF方式(直撃)

考察

結果は詳しく見るまでもなく、よろしくない。

>>なぜか？

- おそらく、BYORの層構造が原因：漏れた光が隣のファイバーを鳴らすことがノイズになる。
- ファイバーサイズ0.2 mmでは収集光量が少なすぎる。

改善案

- ファイバーのサイズは1 mm程度と太くする。
- ファイバー種類は1種類で1層
>>収集効率は検討していない
- 薄型WLSF方式を2段重ね

ELPHビームテスト

2015年3月30日
進捗報告
東北大学電子光物理学研究センター

まとめ

実験1. MPPCアレイ読み出し

1. MPPC 1次元アレイで2次元をスキャンした。
2. PIDは仮想的でも90%検証できた。
3. MPPC密度25% → 50%でPID99%いくのかも
4. ゲル2 - 4 cm使用すれば密度25%でもOKかも

実験2. WLSF方式(直撃)

1. 実験としては失敗かも
2. 改良するならば、太いファイバーで1種類で1層

FORESTAC開発のためのビームテスト結果報告

3種類のアイデアを提案しました。

- ファイバー方式
- MPPCアレイ方式
- ファイバー直撃方式

ELPHビームテストの結果を2つ報告しました。

- 実験1. MPPCアレイ方式
- 実験2. ファイバー直撃方式