

進捗報告

2014/10/31

テーマ「WLS FiberとMPPCを用いた3D-PET検出器の基礎研究」

内容:先週の測定で ^{22}Na からのガンマ線測定ではWLSF+MPPCの再構成で位置を判別出来なかった。これは光量が少ないことが原因であろう。そこで、Fiber SheetのWLS種類と層数の収集効率を調べる方針をとった。

多重位置再構成のプログラム作成とLED2個による測定と解析結果

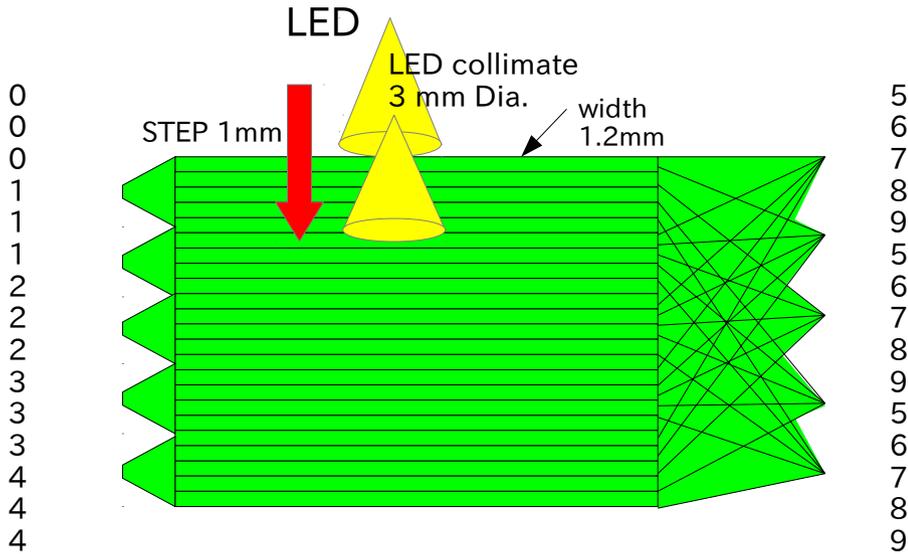
10/27 - 10/29の仕事

- 多重位置再構成プログラム作成
- 2つのLED光入射での測定と解析

<この実験系でわかったことまとめ>

1. sheet type $2*\sqrt{n}$ による読出し方法の確立
2. 重心演算による位置再構成:分解能、誤差
3. 波長変換種類による収集効率
4. シート層数による収集効率
5. ファイバークラッド数による収集効率
6. 多重位置再構成の実装

工夫したファイバーの読み出し方法 でのLEDによる位置分解能測定

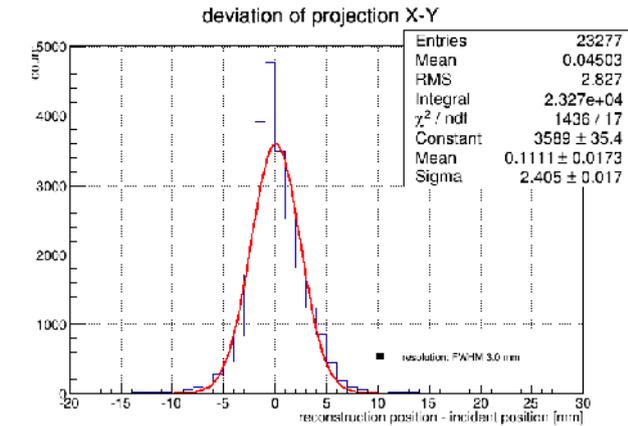
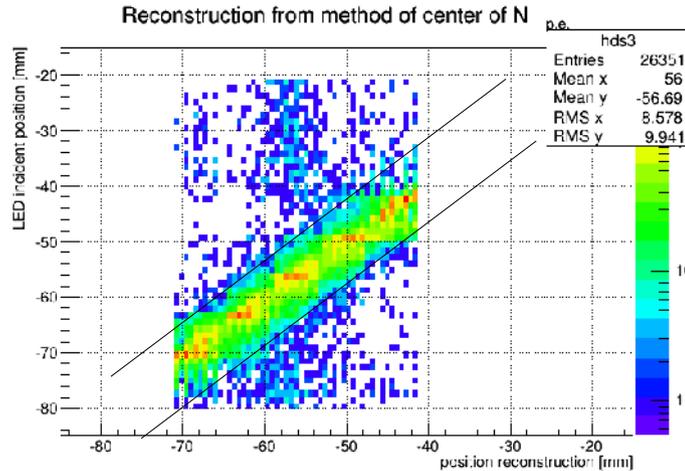
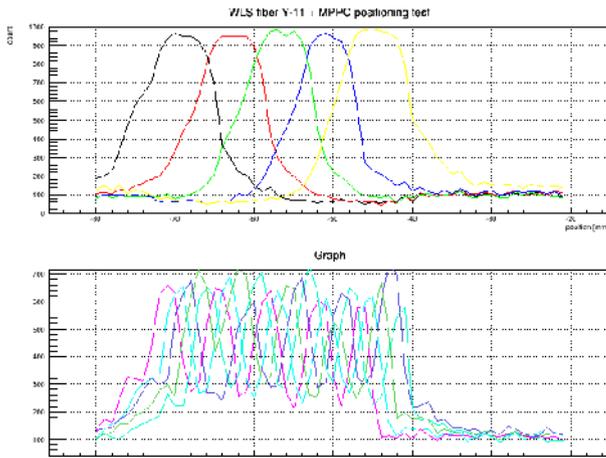


左は直径0.2mmファイバー30本を1つのMPPCで読み出し、右は左の束から6本取り出して1つのMPPCで読み出す。つまり、左右を5進数の位と考えるとファイバーのどこに入射したかが一意に決定する。

例) fiber channel 2 & 6 ... $x = 11/25$

つまり、ファイバーを用いれば分解能を100分割するのにMPPCは100ではなく20で済む。分解能をn分割するのにMPPCの数はnではなく $2\sqrt{n}$ で済む。

LED bench test

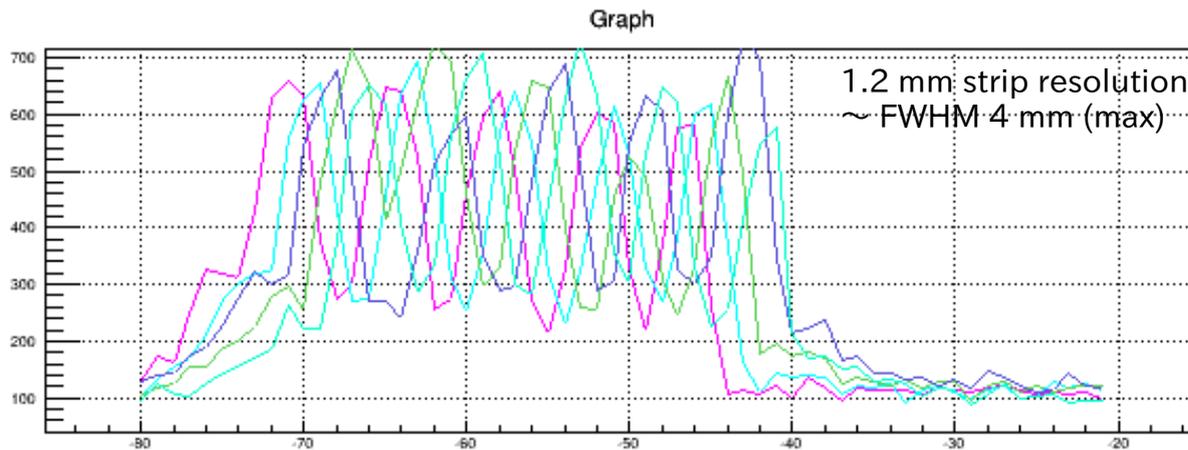
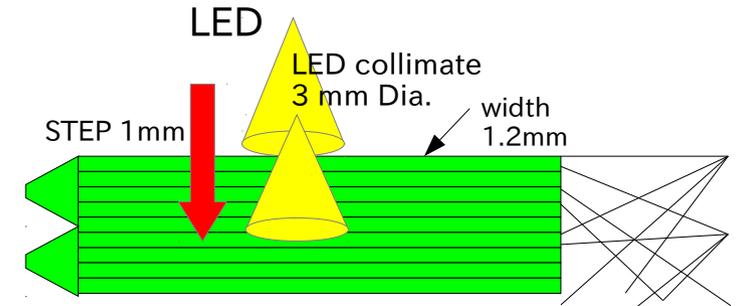
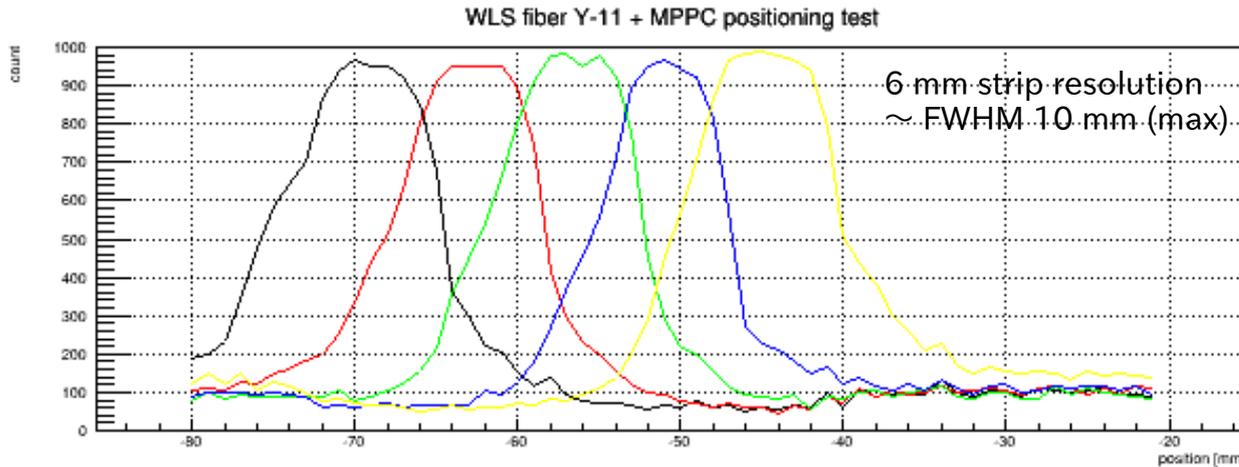


MPPCチャンネルごとの分解能
0-4ch resolution ~ FWHM 10 mm
5-9ch resolution ~ FWHM 4 mm

再構成した結果
Resolution ~ FWHM 2-3 mm

再構成x-y成分射影
Error = 0.1 mm
Resolution = 2.4 mm sigma
FWHM 3 mm

ファイバーシート分解能測定



セットアップ:

- LED(470nm), コリメータ3mm
- Fiber Sheet Y-11(300)MJ 0.2 mm Dia.,
150 fibers, total width: 30 mm, 25 separates ...
strip width: 1.2mm, 10 MPPC connection (5
linear & 5 opposite cross),
- MPPC S12572-100P (x10) @65.7±0.1 v

- 理論値

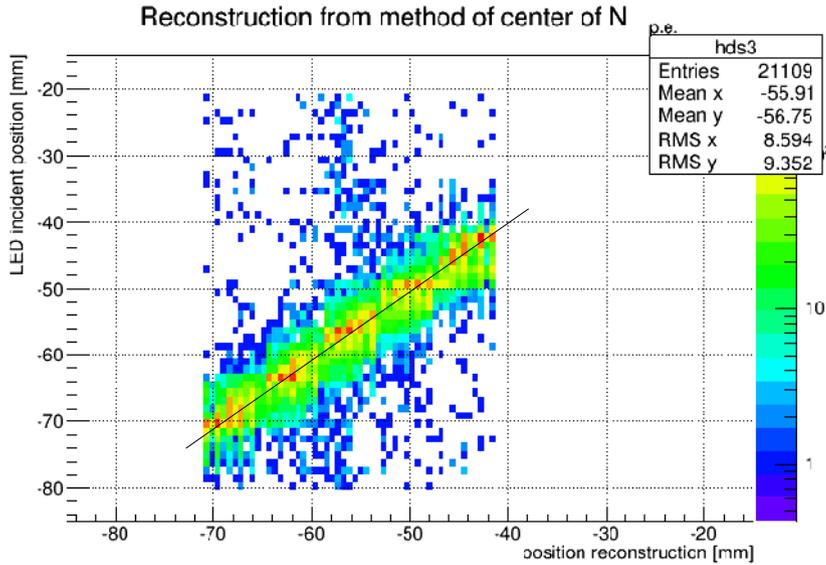
LEDコリメータ3 mmより分解能は
strip width + collimator size
が予測できる。

- 実験結果

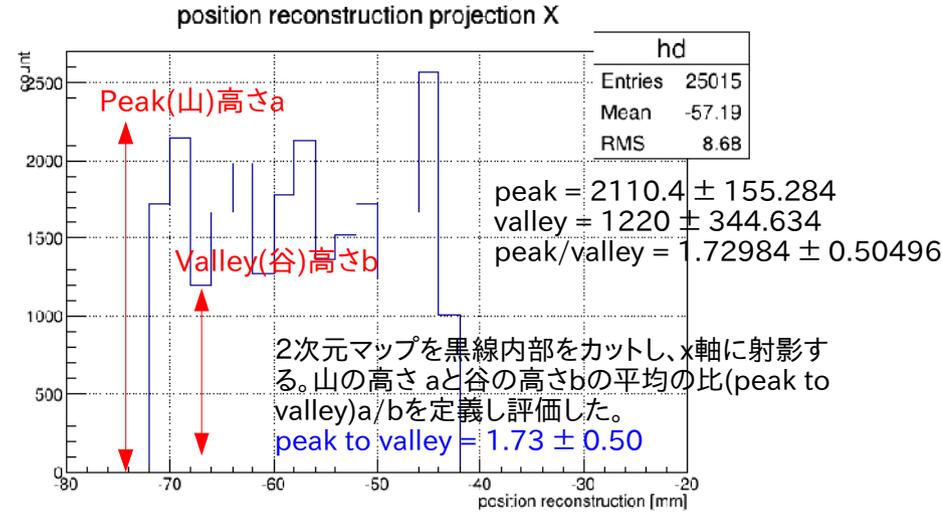
6 mm strip ... $3 + 6 = 9\text{mm}$

1.2 mm strip ... $3 + 1.2 = 4.2\text{mm}$

ファイバーシート分解能測定 入射位置再構成



x軸に射影



x-yに射影

- 重心演算による位置再構成評価 -
重心演算式

$$x_L = \frac{1}{N} \sum_i N_i d_L (2i + 1) / 2$$

$$x_R = \frac{1}{N} \sum_i N_i d_R (i - 7)$$

$$N = \sum_i N_i$$

$$x = x_L + x_R$$

i : Channel number of MPPC

Left: $i = 0 - 4$ ch

Right: $i = 5 - 9$ ch

n : Total number of channel in one side

N_i : Number of photoelectrons

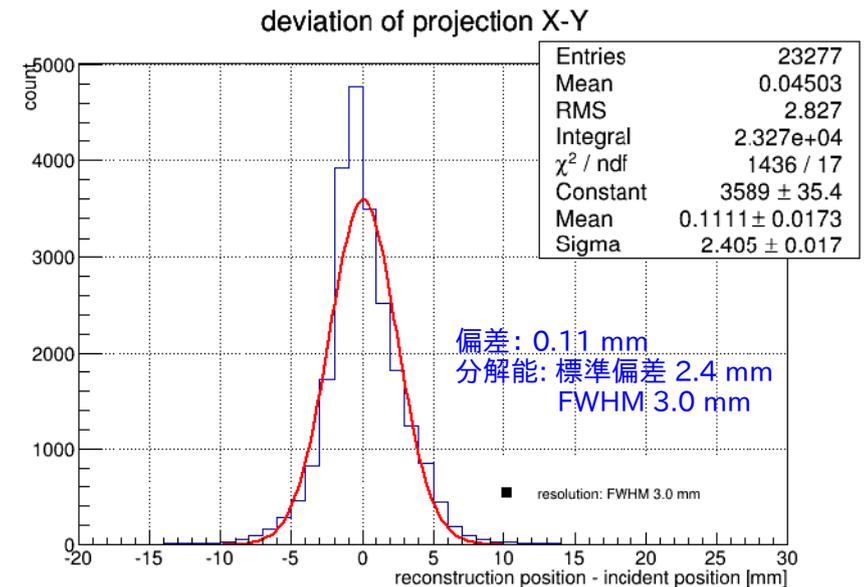
x : reconstruction position

x_L : reconstruction position in left side channels

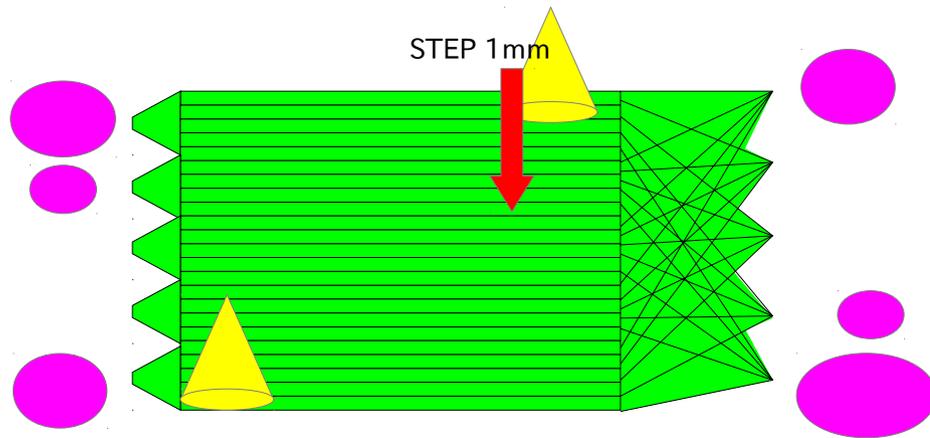
x_R : reconstruction position in right side channels

d_L : width of strips = 6.0 mm

d_R : width of strips = 1.2 mm



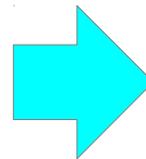
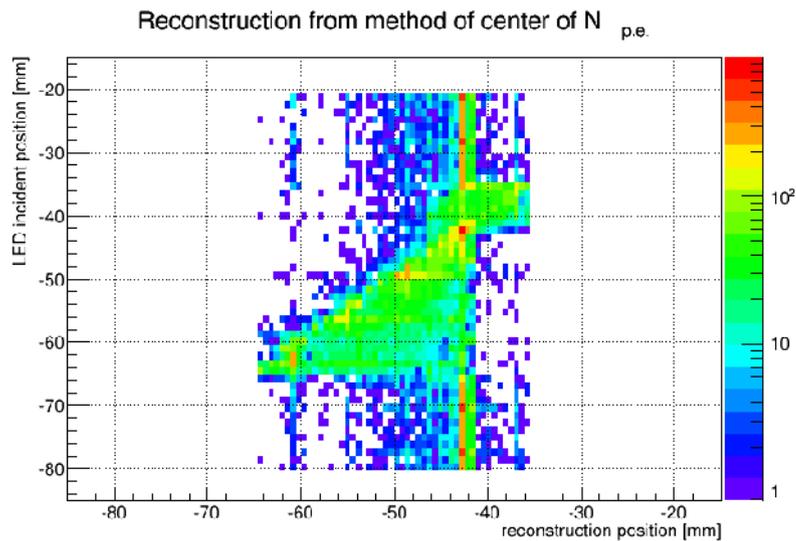
多重位置再構成の実装とLED x2 による多重入射測定



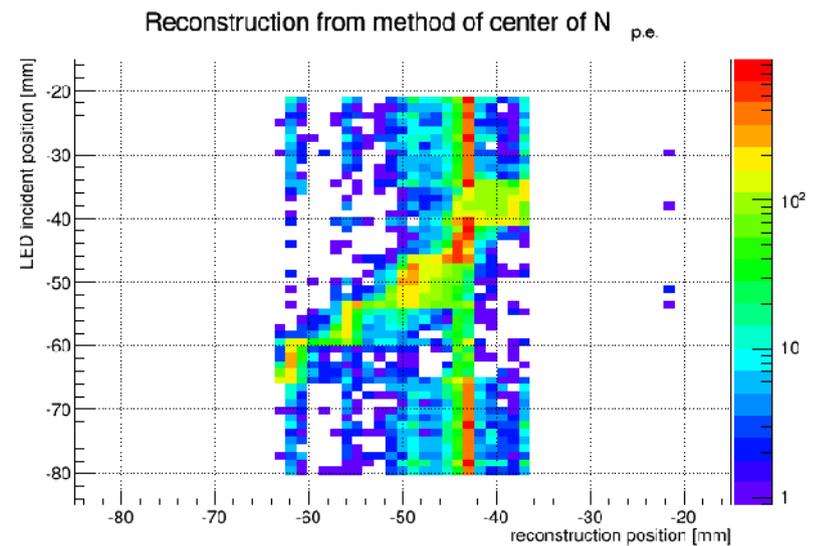
隣のチャンネルが反応していたらまとめて1イベントとみなして重心演算。離れていたら2イベントに分ける。

1	1	0	0	1		2	1	0	0	0	1		2
1	0	1	1	1		2	0	0	1	1	1		1
0	1	1	1	0		1	0	1	1	0	0		1
0	0	1	0	0		1	0	0	0	0	0		0
1	1	1	0	1		2	1	1	1	1	1		1

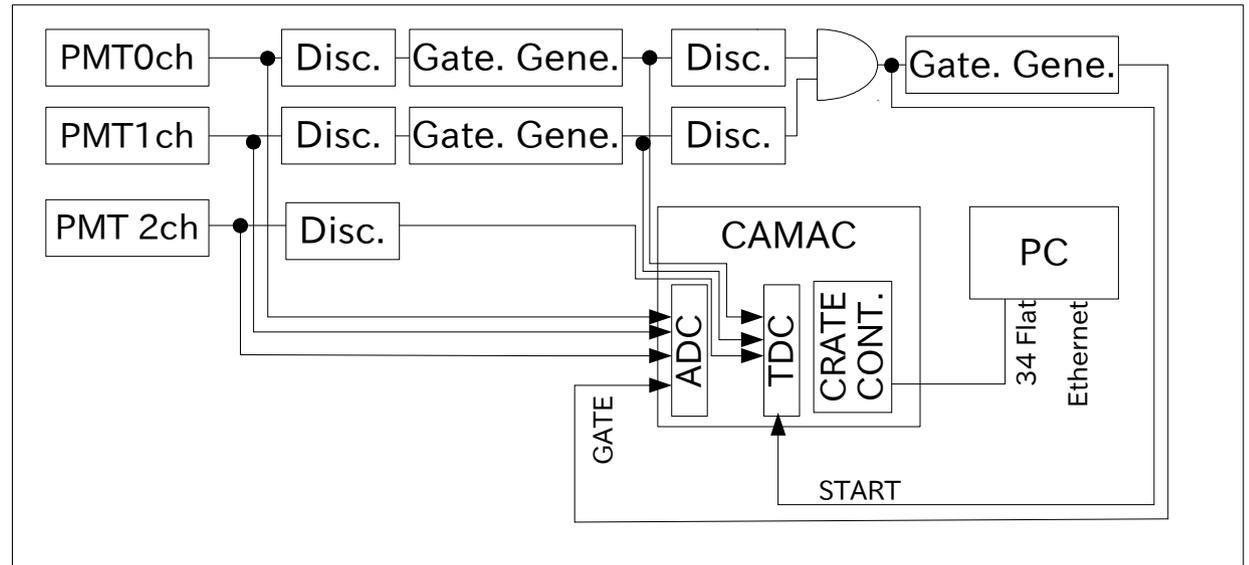
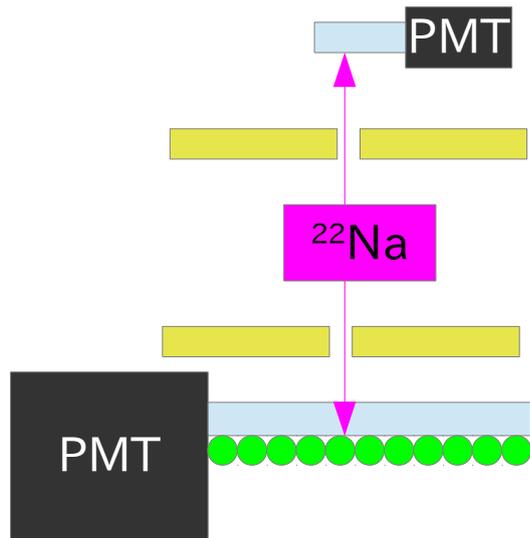
重心演算法



重心演算法 改

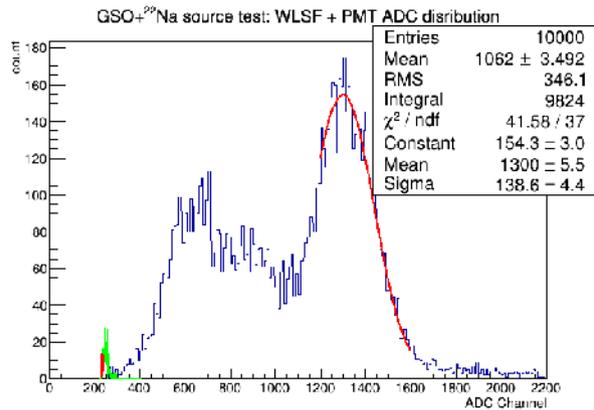


WLS fiberの収集効率測定



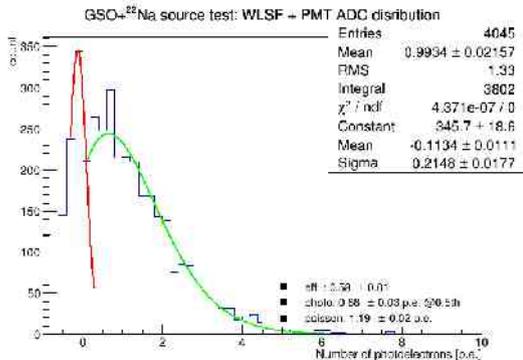
吸収波長領域の違いによる収集効率
B-3, Y-11, O-2, R-3

Y-11, 層数変化による収集効率
1, 2, 3, 4層



PMT0ch ADC Distribution

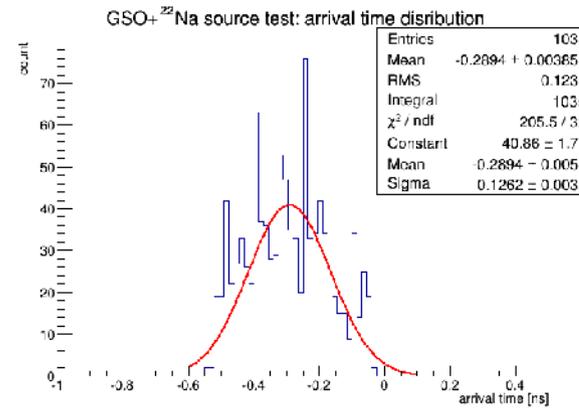
- Gaussian Fitting
Mean: 1300, Sigma: 138
- Mean num. of p.e.
137 ± 18 p.e.
- Energy spectrum
511.8 ± 66.3 keV, Resolution ~ 12%



PMT2ch ADC Distribution

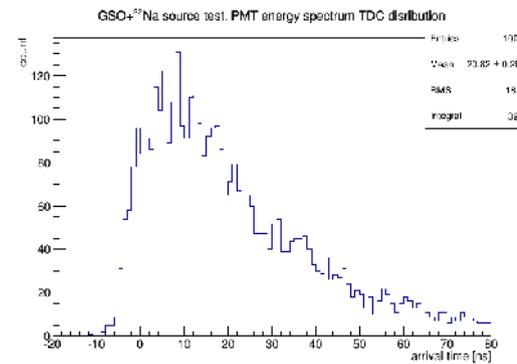
- Detection efficiency @0.5th 58 ± 1%
- Mean number of photoelectrons @0.5th 0.88 ± 0.03
- Mean number of photoelectrons @ Poisson Fitting 1.25 ± 0.02
- Fiber Y-11(300)MJ one layer collection eff. $\epsilon = 1.19/137 = 0.87\%$

Tcut: `adc[0]>1200 && adc[1]<1600`



PMT0ch TDC Distribution

- timing resolution sigma 126 ps
- logic: `tdc[0] - (tdc[0]+tdc[1])/2`



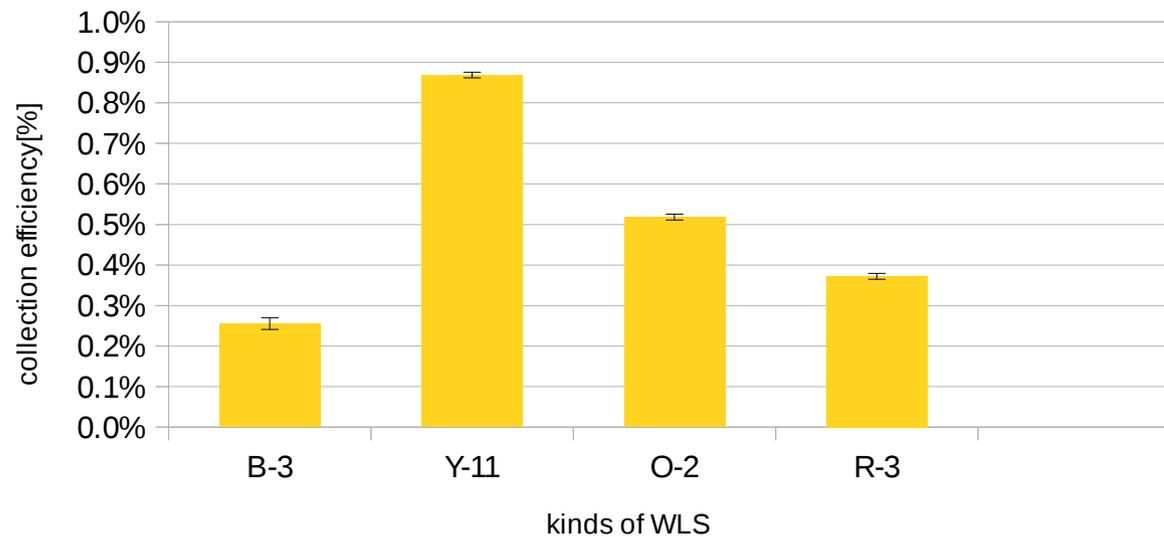
PMT2ch TDC Distribution

- timing resolution FWHM 24 ns
 - GSO decay time ~ 28 ns
 - rise time ~ 8 ns
 - reasonable?
- 光量が少ないからDecayの間でゆらぐ

WLSF種類によるGSOシンチレーション光収集効率

collection efficiency in kinds of WLSF

for the light guide of GSO scintillation light



511KeV photon ... 137 ± 18 p.e.

B-3: 0.26 ± 0.01 %

Y-11: 0.87 ± 0.01 %

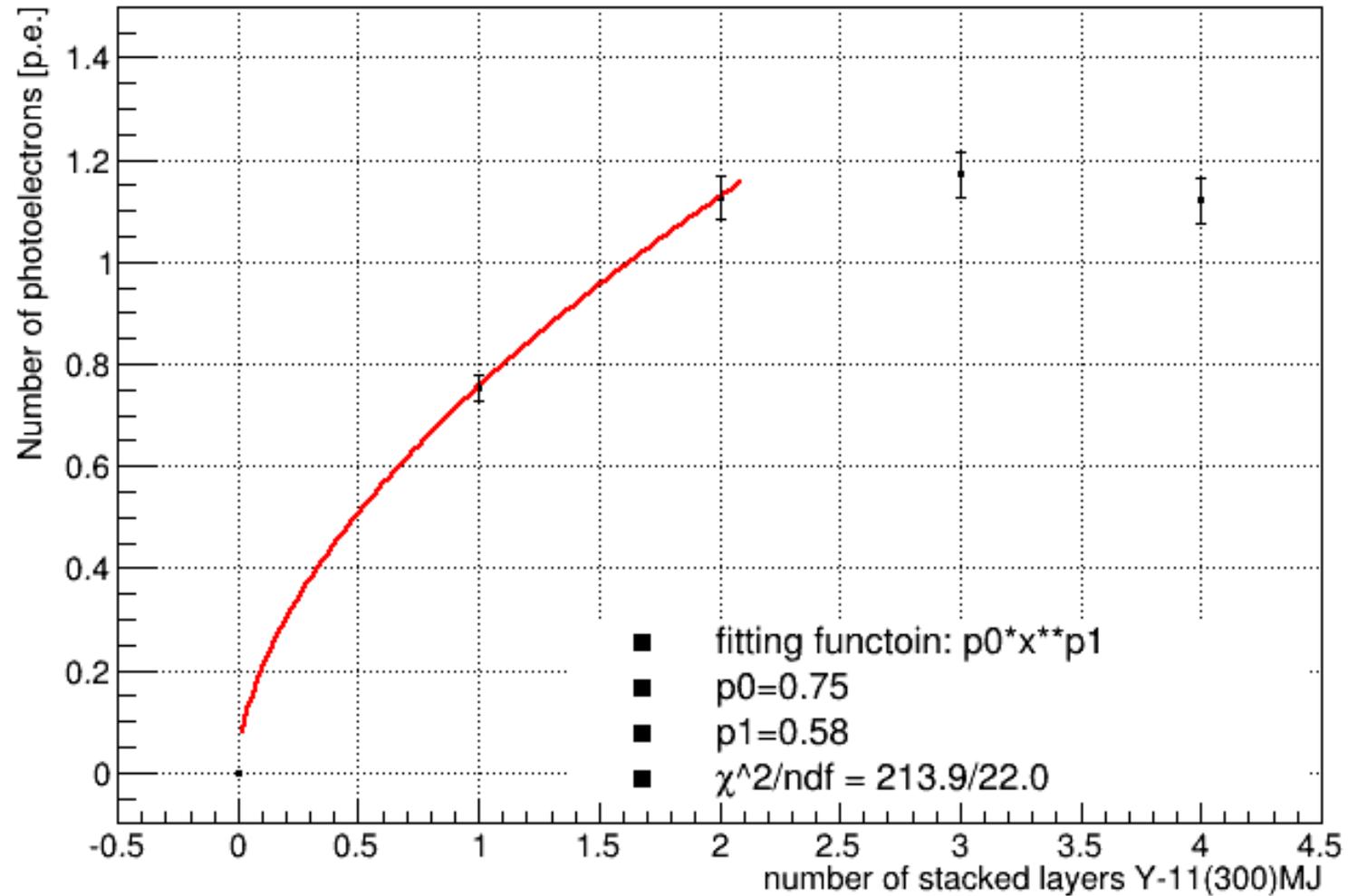
O-2: 0.52 ± 0.01 %

R-3: 0.37 ± 0.01 %

WLSF 種類における収集効率比較

層数によるGSOシンチレーション光収集効率

number of photoelectrons in stacked layers



511KeV photon ... $137 \pm 18 \text{p.e.}$

10月実験でわかったこと

(1) WLSF single/double cladding collection efficiency test

result

	ratio S/D	error_stat	error_sys	error
Y-11	1.19	0.09	0.00	0.09
B-3	1.24	0.10	0.03	0.10
O-2	1.34	0.08	0.03	0.09
R-3	1.40	0.06	0.01	0.06

(2) WLSF sheetの作成とLED+MPPCによる評価測定

Fiber sheet strip width: 1.2 mm

Fiber 0-4 ch resolution: FWHM 10mm (max)

Fiber 5-9 ch resolution: FWHM 4mm (max)

Reconstruction peak to valley: 1.7 ± 0.5

resolution: FWHM 2-3 mm

(3) WLSF 種類における収集効率比較

511KeV photon ... 137 ± 18 p.e.

B-3: 0.26 ± 0.01 %

Y-11: 0.87 ± 0.01 %

O-2: 0.52 ± 0.01 %

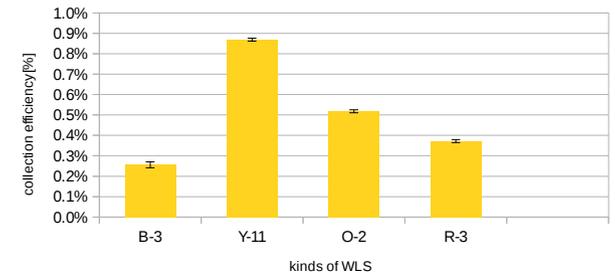
R-3: 0.37 ± 0.01 %

(4) Y-11シート層数における収集効率比較

2層以降飽和

(5) 多重位置再構成の実装

collection efficiency in kinds of WLSF
for the light guide of GSO scintillation light



number of photoelectrons in stacked layers

