

# 進捗報告

## DOI-PET/WLSF

22Na test  
GAGG energy calibration  
GAGG + R-3 coll. eff. estimation

## M-ACC

LEPS II Detector Meeting  
日本物理学会発表

## SrCounter

なし

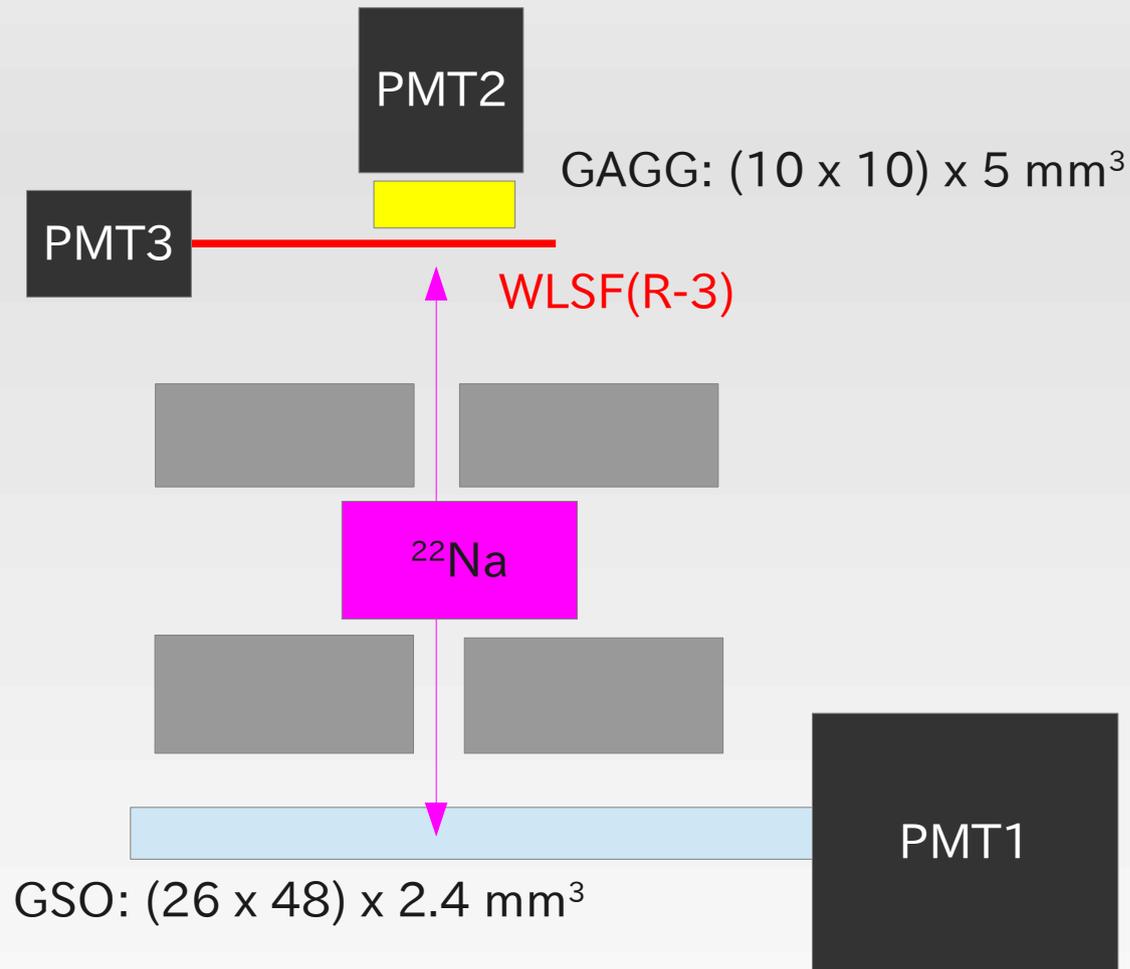
### 前回までのおさらい

3/08-14: MPPCのcalibrationを実施  
EASIROC PreAmp 150  
SlowShaper 時定数 50 ns  
におけるHV-Gainと  
S/Nによる適正電圧を決定した。

### 今回の仕事

- 実際にGAGGとWLSF(R-3)を使用して、PMT読出しで、WLSF経由による光電子数を評価する。
- 位置検出のために光量は十分かを確認する。
- GAGGのエネルギー分解能を調べる。

### setup



PMT1: H11934-200  
PMT2: R9880U-20  
PMT3: R9880U-20

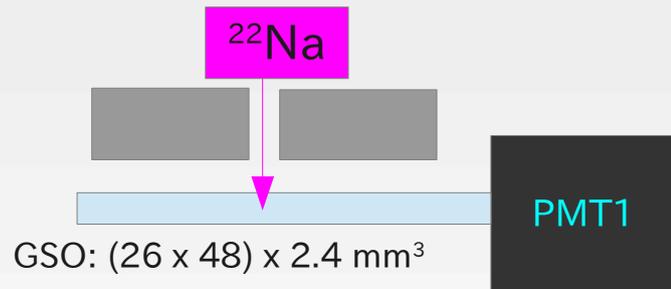
# GSO scintillator

2015.03.16 – 2015.03.27  
進捗報告



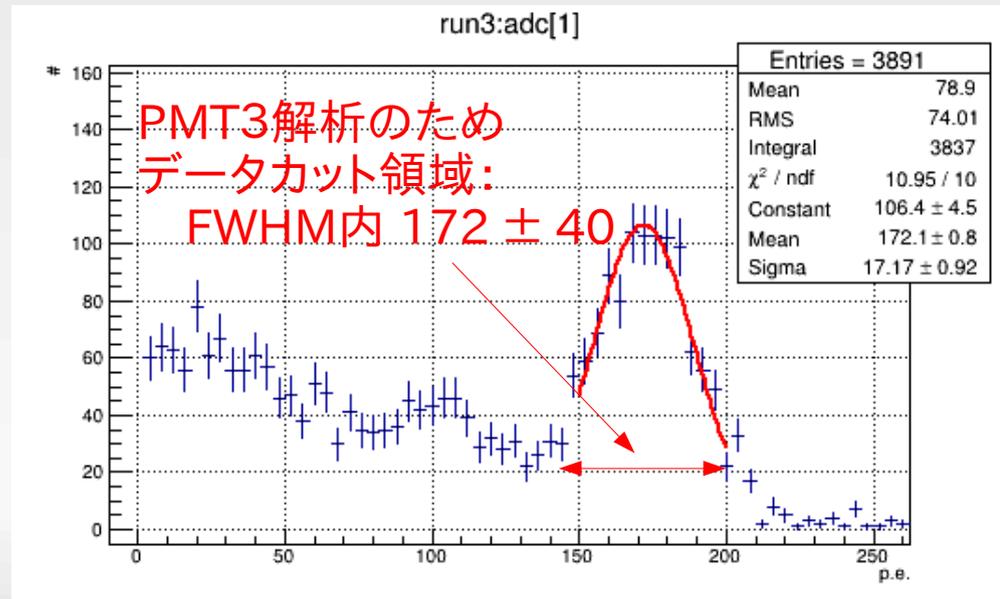
## Characteristics

Crystal Scintillators	GSO	BGO	LSO	YSO	YAP	CWO	NaI:TI
Density (g/cm <sup>3</sup> )	6.71	7.13	7.4	4.45	5.55	7.9	3.67
Radiation length (cm)	1.38	1.11	1.14	2.75	2.67	1.06	2.6
Decay constant (ns)	30 - 60	300	40	280	28	5000	230
Light yield (relative)	20	7 - 12	40 - 75	30 - 45	40	30 - 40	100
Peak emission $\lambda_{em}$ (nm)	430	480	420	347	347	480	415
Index of refraction (at)	1.85	2.15	1.82	1.94	1.94	2.25	1.85
Radiation hardness (gray)	$10^6$	$10^{2-3}$	$10^5$	$10^4$	$10^4$	$10^3$	10
Hygroscopicity	no	no	no	no	no	no	Strong
Melting point (°C)	1950	1050	2050	1980	1850	1300	651



$$\text{Resolution } dE = \frac{\sigma}{\mu} \sim 0.1$$

$\mu$  : mean  
 $\sigma$  : sigma



Crystals for your future

## GAGG

( $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}(\text{Ce})$ )

High light output &  
High energy resolution &  
Non hygroscopic nature  
Scintillator



### | Product Information



Fig.1: Photograph of 3-inch-diameter GAGG scintillator.

### Outline

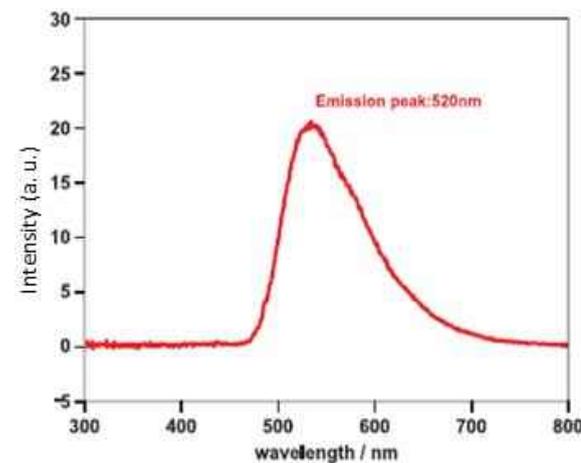
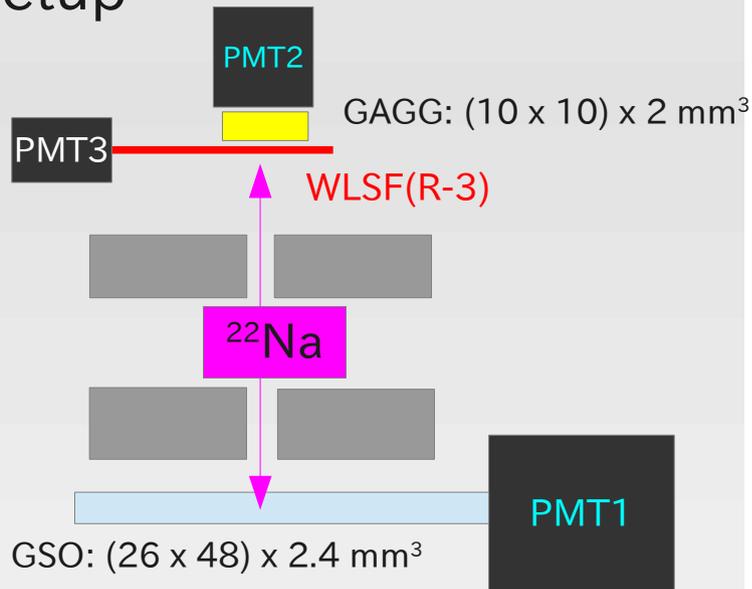


Fig.2: Radioluminescence spectra of GAGG excited by X-ray,  $\text{CuK}\alpha$ , 30mA, 40mV

### Scintillation Properties

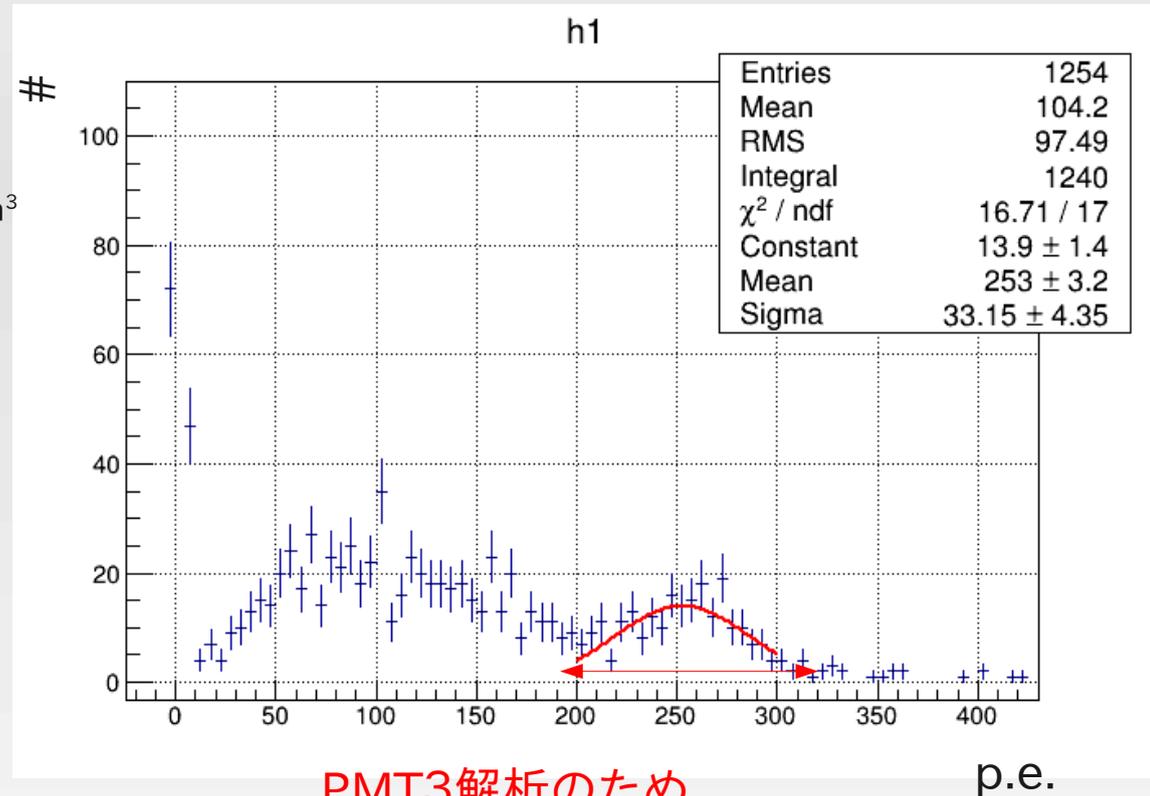
Light output [photons/MeV]	~56,000
Energy resolution (662 keV, FWHM) [%]	5-6
Decay time [ns]	92ns(86%), 174ns(14%)
Emission wavelength [nm]	520
Density [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]	6.63

setup



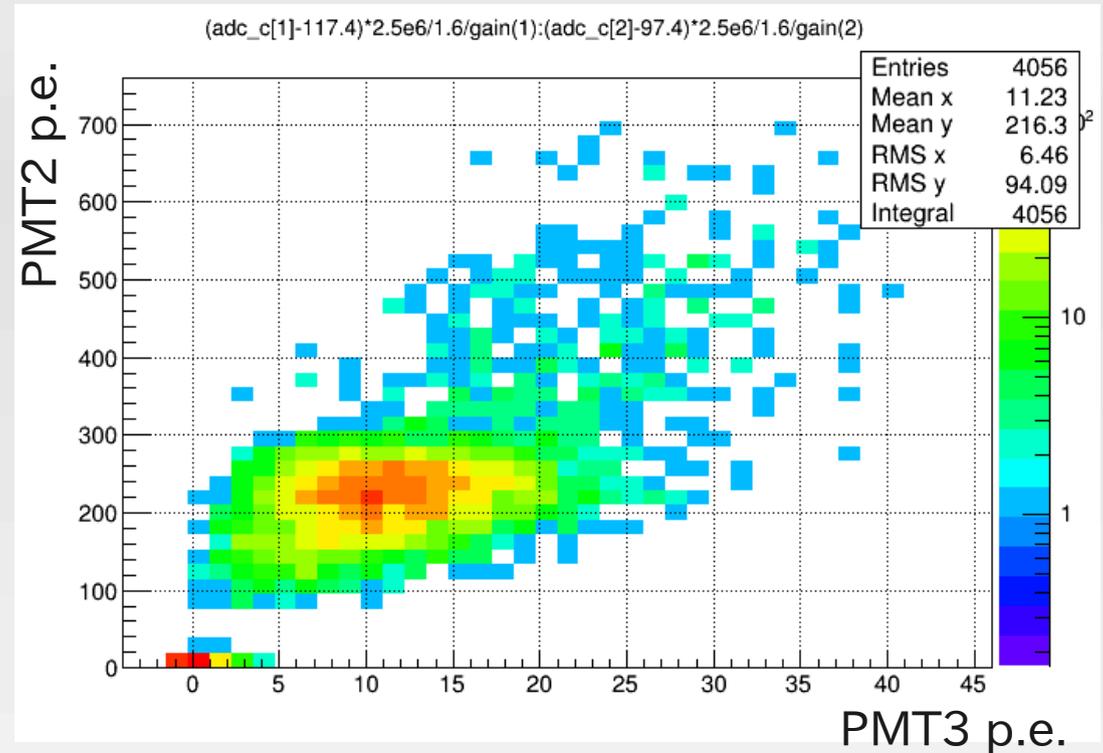
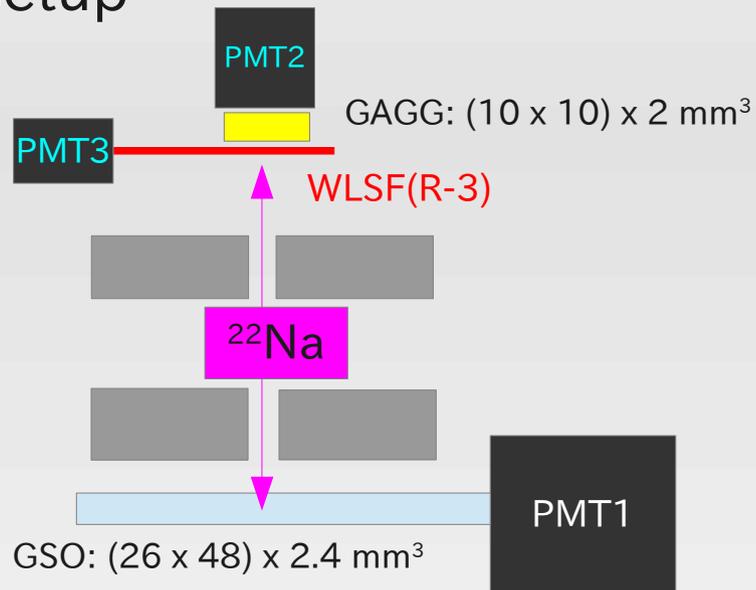
$$\text{Resolution } dE = \frac{\sigma}{\mu} \sim 0.13$$

$\mu$  : mean  
 $\sigma$  : sigma



PMT3解析のため  
 データカット領域:  
 FWHM内 253 ± 78

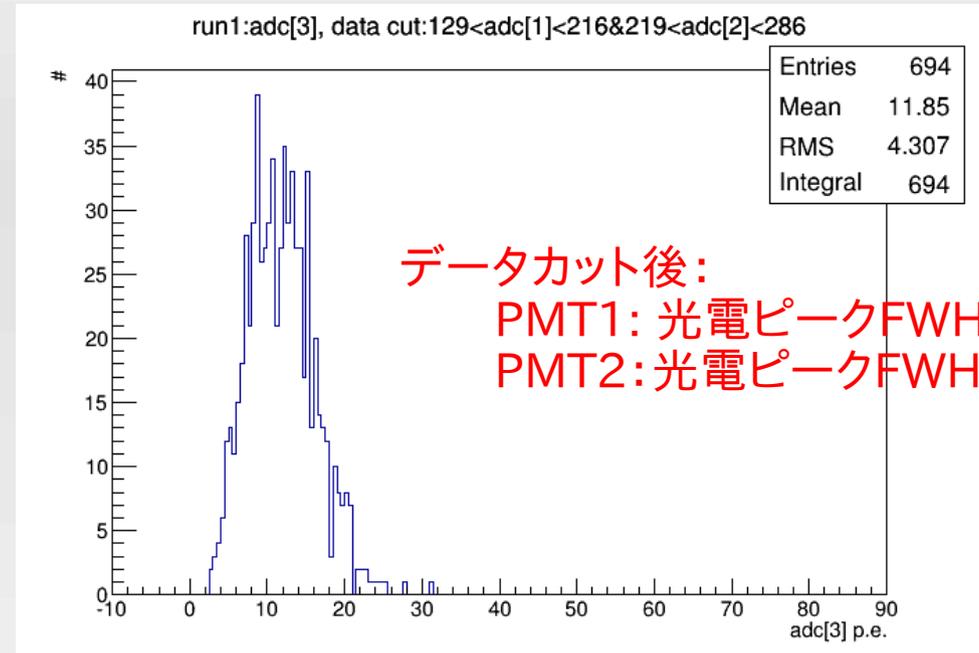
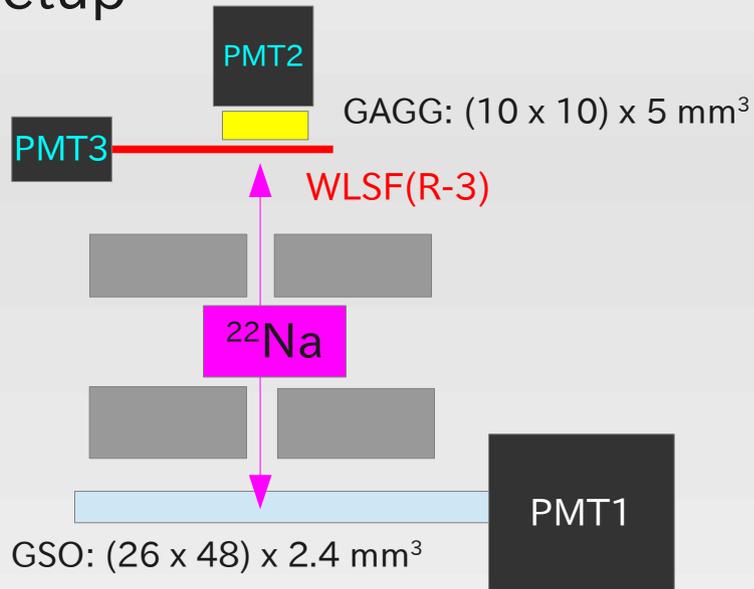
setup



わかったこと

- 相関がある。
- 傾きがおおよそ1/200。
- 片読みなので、両読みを想定して収集効率が10%と評価できる。

setup



データカット後:  
PMT1: 光電ピークFWHM内  
PMT2: 光電ピークFWHM内

WLSF4層の収集効率

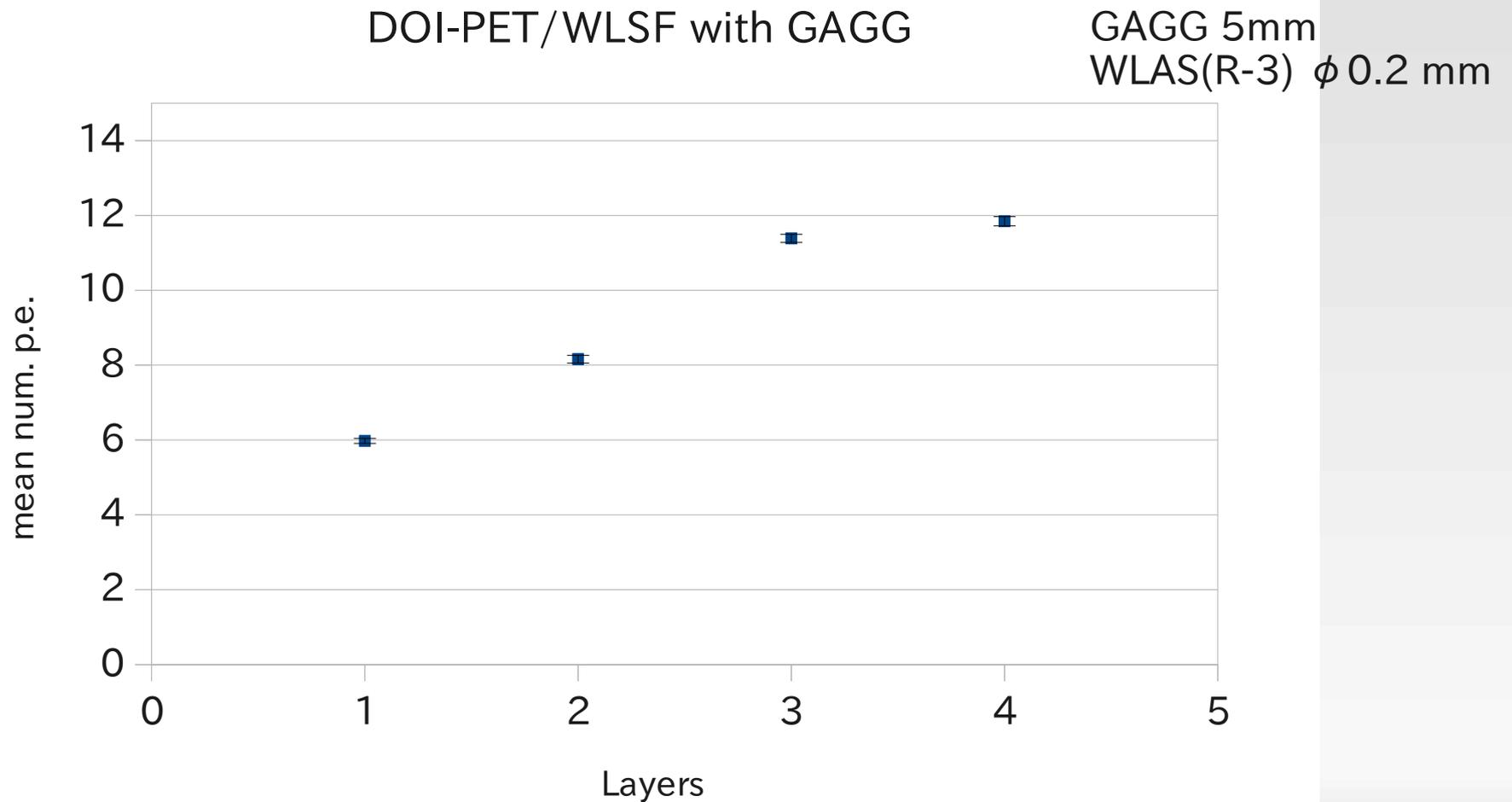
PMT2: 253 p.e.  
PMT3: 11.85 p.e.

$$\text{Coll. Eff.} = (9.2 \pm 0.1) \times 10^{-2}$$

$$\text{Np.e.} = 11.85 @ 511 \text{ KeV}$$

$$\begin{aligned} \text{Coll. Eff.} &\sim 2N_3/N_2 \\ &\sim 2 \times 11.85 / 253 \\ &\sim 0.092 \end{aligned}$$

### Fiber Layers v.s. mean num. p.e.



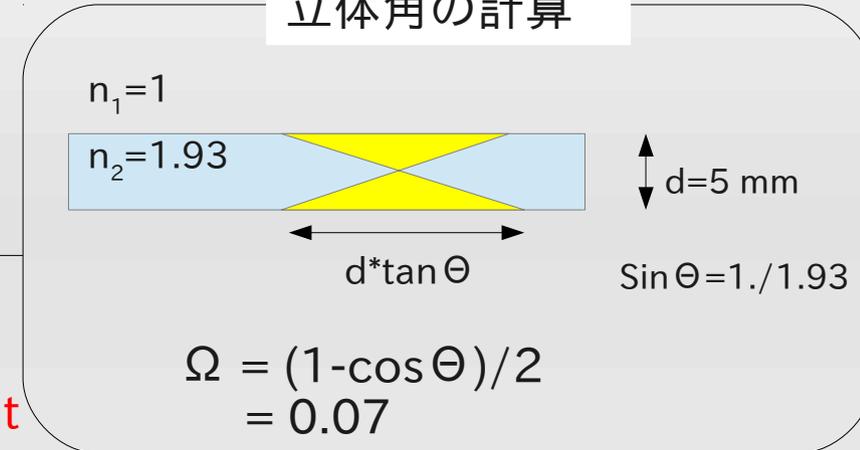
## 考察

GAGGの発光量:  $N=57,000$  ph/MeV  
 $^{22}\text{Na}$  gamma-ray  $E=0.511$  MeV  
 立体角:  $\Omega=0.036$   
 量子効率:  $\varepsilon \sim 0.25$

$N_{p.e.} = N * E * \Omega * \varepsilon$   
 $\sim 262$  p.e.

実験結果とconsistent  
 $N_{exp} = 253 \pm 33$  p.e.

## 立体角の計算



WLSFでの収集効率10%は?

$$\varepsilon_{coll} = \varepsilon_{trap}(\lambda_1) \varepsilon_{abs}(\lambda_1) \varepsilon_{WLS}(\lambda_1; \lambda_2) \varepsilon_{PMT}(\lambda_2)$$

トラッピング効率  $\varepsilon_{trap}(\lambda_1) \sim 0.54$

ファイバーQ.E.  $\varepsilon_{abs}(\lambda_1)$

再発光効率  $\varepsilon_{WLS}(\lambda_1; \lambda_2)$

PMT 平均Q.E.  $\varepsilon_{PMT}(\lambda_2) \sim 0.2$

$\lambda_1$ : シンチ光波長

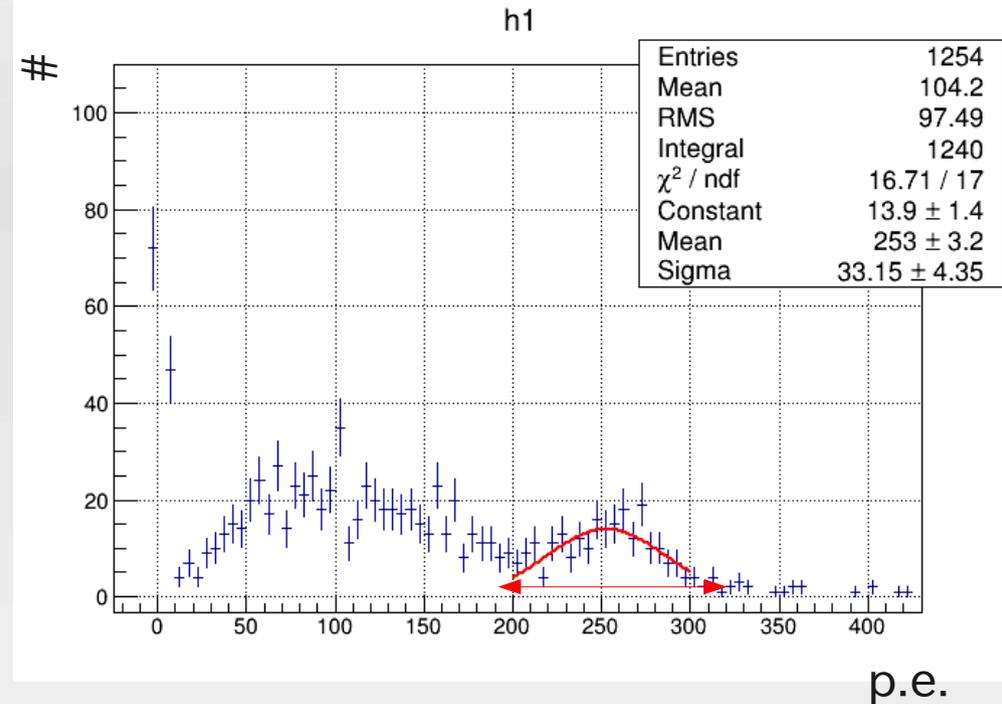
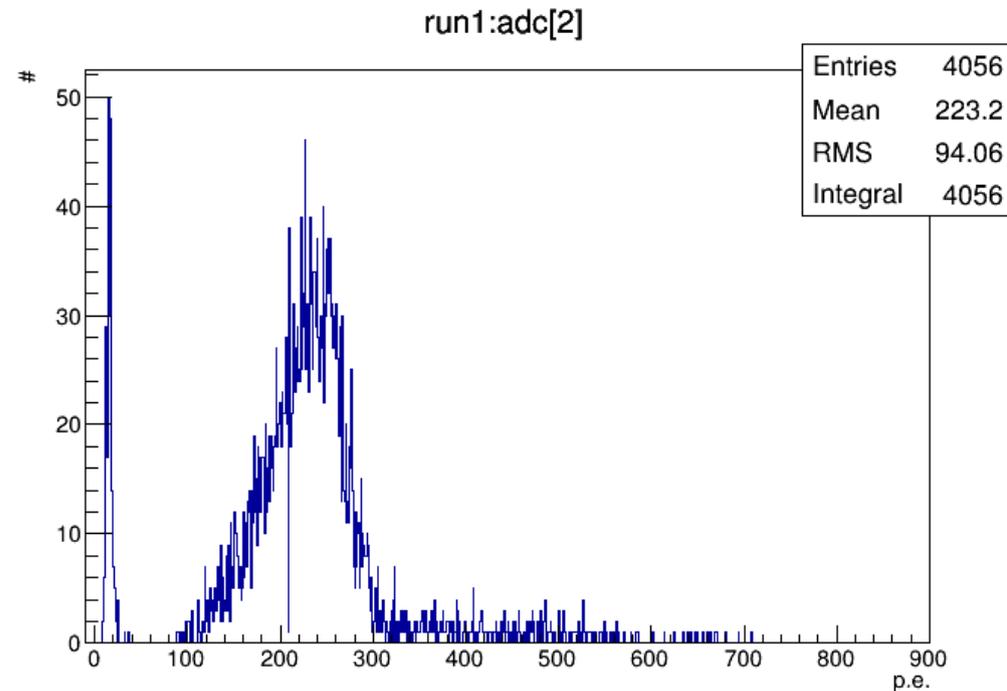
$\lambda_2$ : 変換後の波長

$\varepsilon_{coll} 0.1$ なので、

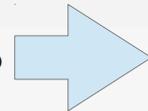
$$\varepsilon_{abs} \varepsilon_{WLS} \sim 0.4$$

と推定できる。

## 改善点



GAGGからのシンチ光のp.e.分布  
 コンプトン散乱の寄与がみえない  
 >>おかしい?  
 >>もしかしたら、光電効果しか見えていない?



結晶の厚さ5mm  
 >>厚さを変えて、分布の変化をみてみよう

解決した。  
 >>やっぱり260p.e.付近が光電ピークだった。  
 >>エネ分解能~13%

PMT2だけをトリガーにして、  
 PMT1で光電ピークをカットした。

3/28 – 4/3: WLSF(R-3)stripで  
Estimation of Position Resolutionする。

2015年 3月

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>
<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>				

LEPS 英語発表練習 (3/8-10)  
 Setup作成 (3/15-17)  
 MPPC Calib. (3/12-14)  
 LEPS 物理学会発表練習 (3/19-21)  
 MPPC Calib. (3/15-18)  
 exp1 (3/16-17)  
 物理学会 (3/23)  
 修了式 (3/25)  
 千葉大入学手続き (3/26-27)  
 東北大出張 (3/29-30)  
 一旦まとめ: ポスター (3/30-31)  
 exp2 (3/24-25)  
 exp3 (3/28-31)

2015年 4月

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>		

exp3 (4/1-4)  
 ANIMMA Full Paper (4/6)  
 ポスター完成予定発表練習 (4/13-14)  
 医学物理学会 (4/16)  
 ANIMMA@ポルトガル (4/19-25)  
 昭和の日 (4/29)

## LEPS II Detector Meeting

議事録:

### 1. AC with MPPC readout, Hiroshi ITO (Chiba)

p11, 12 の Nth と NMPPC の説明が逆になっている。LEPS II では 1-1.5GeV は TOF で  $\pi/K$  できるから AC は高い運動量領域の  $\pi/K$  を頼む。また、 $\pi/K/p$  まではオーバースペックだと言われた。ただ、使わないとは言っていない。エアロゲルの契約については阪大の振込が月末締めだから、そこは河合さんと交渉してもらって、融通を聞かせてもらいたい。M-ACC の測定で、MPPC のノイズを考えると、Nth=2.5p.e., NMPPC=2 ではオンライン PID は難しいよ。tracking で粒子が通過している位置の MPPC をベトーすると効率は上がるかもしれませんが。そうですね。次回試してみたい。斜めに入射した場合の寄与とかも調べたほうがいいのではない?それも必要ですが、優先順位としては製作と契約についてのプレゼンはつかみは良かったと思う。営業担当みたいに喋れたと思う。

### 2. Aerogel, Takeshi Ohta (RCNP)

LEPS II で使用するエアロゲルは現在、 $n=1.05$  が 36 バッチ、 $n=1.03$  が 36 バッチで計 72 バッチ必要。ここで 1 バッチは 2L である。一つの AC 検出器に 1 バッチのエアロゲルが使用されるらしい。ゲルのサイズは  $(10 \times 20) \times 10$  cm<sup>3</sup> を想定している。エアロゲル 4 cm での実験では光量は 20 p.e. 得られていて PID するには問題ないはずである。しかし LEPS II にインストールするためには厚すぎる。AC について最終デザインがまだ決定していないのは問題である。エアロゲル 6cm で直接読み出しでは十分な光量はあるが、K で p での mis-id の評価や、エアロゲルの厚さの fix がまだである。次回のビームテストにやらないといけないことを太田さんと打ち合わせする必要がある。

### 3. Barrel Gamma, Atsushi Tokiyasu

ソレノイド磁石内部すぐ近くの鉛ガラスチェレンコフのライトガイドの復旧と修理、動作確認の進捗発表だった。2014 年 8 月から初めてようやくすべての検出器を修理した。動作確認はこれから行う予定でビームを当てて  $\gamma p \rightarrow \pi 0 N$  で起こる  $2\gamma$  を調べてセクションごとに性能評価する。その前にちゃんと信号が来ているのかを確認していたみたい。

### 4. Trigger & DAQ, 新山さん

LEPS II の DAQ をどうしようかという事で、J-PARC の五十嵐さん経由で REPIC のボードを思索するらしい。お金がいくらいるとか、何かうまい方法はないだろうかとか、話していた。

### 5. RPC Practice talk JPS(Japanese)

RCNP の学生が今年の物理学会で発表するみたい。名前は田中慎太郎くん。時間があれば見に行こうと思う。RPC は LEPS II の TOF ですね。その開発を行なっているみたい。

## LEPS II Detector Meeting

### 1. AC with MPPC readout, Hiroshi ITO (Chiba)

内容:

1. LEPS II ACの提案
2.  $\pi$ /K/p識別法
3. エアロゲル契約内容のお知らせ

### 2. Aerogel, Takeshi Ohta (RCNP)

#### Cosmic-ray experiment

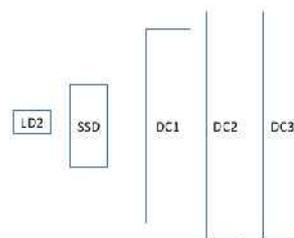
Current best design for using ESR reflector



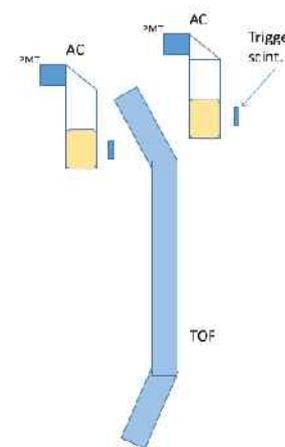
reflector	Cherenkov	Scintillation without AC	Scintillation with AC (estimate)
ESR	20.5 a.e.	6.0 p.e.	2.2

In this condition,  
Detector efficiency of  $\pi$  is 99.99% and miss identification of  $\pi$  as  $k$  is less than 5%.

#### Evaluation of the response to Hadron



Setting of AC detector  
behind TOF wall : over 1 month of data  
In front of TOF wall : 12 hours of data



#### Summary

- Electron detection efficiency is 99.8%
- The performance of AC detector is enough in cosmic-ray experiment.
- The performance of AC detector is not enough in LEPS experiment.

## 日本物理学会発表

会場:早稲田大  
Id:23pDL-8データ収集段階における汎用性の高い粒子識別装置  
エアロゲルチェレンコフカウンターの開発

内容:

1. エアロゲルの宣伝
2. 薄型、エアロゲル直後にMPPC貼り付け法
3.  $\pi$ /K/p識別法
4. ビームテスト結果報告

## 研究の目的

通常のACでの限界

- 識別面積に対して奥行きが必要 … 大面積薄型化が困難
- 磁場中動作が困難 … FM-PMTは設置に制限
- 空気ライトガイドでは入射位置・角度に依存性が出来る
- 反跳電子によってPID 97 - 98%が限界
- オンラインとオフラインの解析で発展性がない  
など...

開発目標

- 大面積・薄型
- 高磁場中動作
- 高識別能力 PID99%以上
- 任意実験環境化における高汎用性のAC

DOI-PET/WLSF  
GAGG+WLSF  $^{22}\text{Na}$  test  
GAGG energy resolution test  
次回position resolution測定

LEPS II ミーティング 3/19  
日本物理学会@早稲田大 3/23