

$\mu \rightarrow e\gamma$  探索実験用液体 Xe カロリメータを用いた液体 Xe のシンチレーション光  
の減衰長の測定

澤田 龍

60010475@mse.waseda.ac.jp

小曾根健嗣<sup>B</sup>, 石田卓也<sup>B</sup>, 大谷航<sup>A</sup>, 折戸周治<sup>B</sup>, 菊池順, 久野良孝<sup>C</sup>, 鈴木聰,  
寺沢和洋, 道家忠義, 西口創<sup>B</sup>, 春山富義<sup>D</sup>, 真木晶弘<sup>D</sup>, 真下哲郎<sup>A</sup>, 三原智<sup>A</sup>, 森俊則<sup>A</sup>, 八島純<sup>D</sup>, 山下雅樹, 吉村浩司<sup>D</sup>, 吉村剛史, A.A.Grebenuk<sup>E</sup>,  
D.Grigoriev<sup>E</sup>, I.loudine<sup>E</sup>, D.Niccolo'<sup>F</sup>, S.Ritt<sup>G</sup>, G.Signorelli<sup>F</sup>

早大理工総研, 東大素セ<sup>A</sup>, 東大理<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup>, 高工研<sup>D</sup>, BINP-Novosibirsk<sup>E</sup>,  
INFN-Pisa<sup>F</sup>, PSI<sup>G</sup>

# Abstract

$\mu \rightarrow e\gamma$  実験では  $\gamma$  線検出器として、今までで最大の液体キセノンシンチレーション検出器を用いる。この大きさではシンチレーション光の減衰を無視することができなくなるため、今回宇宙線によるシンチレーション光を見ることにより、減衰長を測定した。さらに、ここでは散乱と吸収による減衰をそれぞれ求めた。

# Sensitivity

$\mu \rightarrow e\gamma$  実験では  $B(\mu \rightarrow e\gamma) < 1 \times 10^{-14}$  の感度が得られることを期待している。

$$B_{acc} \propto \delta E_e \cdot \delta t_{e\gamma} \cdot (\delta E_\gamma)^2 \cdot (\delta \theta_{e\gamma})^2$$

$\delta E_e$ : 52.8MeVのポジトロンのエネルギー分解能

$\delta t_{e\gamma}$ : ポジトロンとフォトンの検出時間差の分解能

$\delta E_\gamma$ : 52.8MeVのフォトンのエネルギー分解能

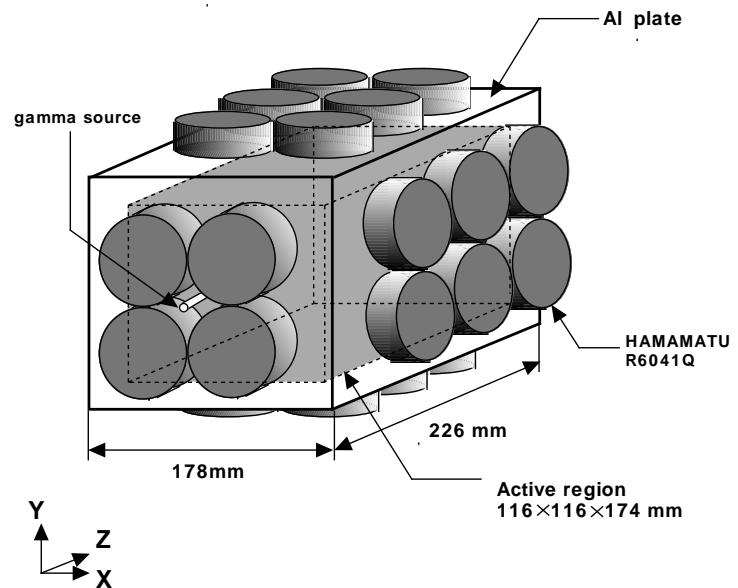
$\delta \theta_{e\gamma}$ : 52.8MeVのポジトロンのエネルギー分解能

$\delta t_{e\gamma}, \delta E_\gamma, \delta \theta_{e\gamma}$  はほぼ、 $\frac{1}{\sqrt{(N_{ph})}}$  に比例して小さくなるため、減衰が少ないことが望ましい。

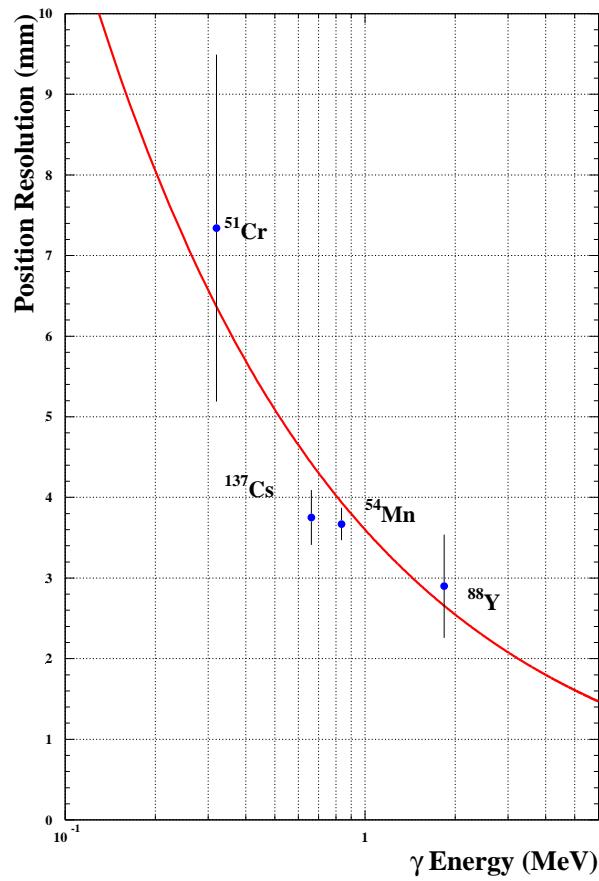
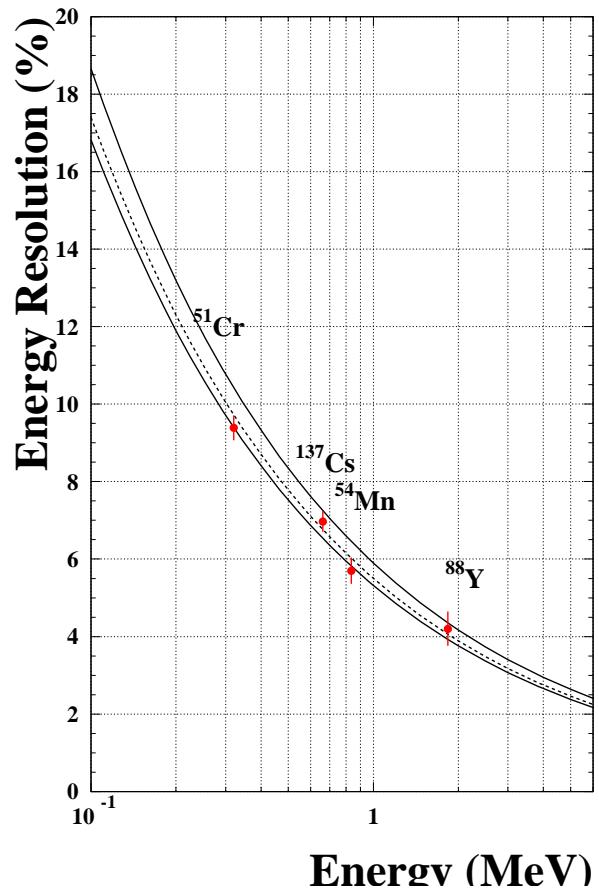
# *Resolution estimation*

今までの予備実験において以下のようない性能が期待される。

|          |         |
|----------|---------|
| エネルギー分解能 | 1.4%    |
| 位置分解能    | 4mm     |
| 時間分解能    | 100psec |

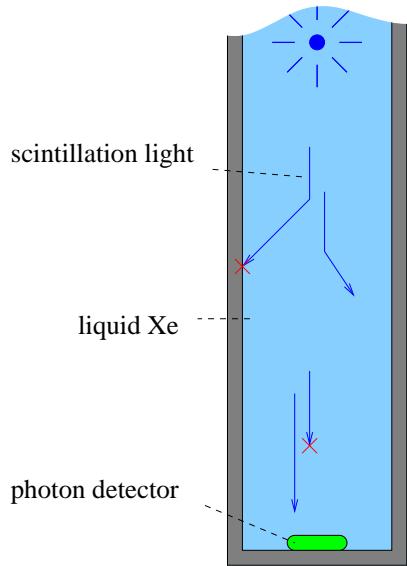


# Energy and position resolution



# Attenuation length

シンチレーション光の減衰は散乱と吸収からなる。



$$\begin{aligned} L(x) &= L(0) \cdot e^{-\frac{x}{\lambda_{abs}}} \cdot e^{-\frac{x}{\lambda_{scat}}} \\ &= L(0) \cdot e^{-\frac{x}{\lambda_{att}}} \\ \lambda_{att} &= \left( \frac{\lambda_{scat} \lambda_{abs}}{\lambda_{scat} + \lambda_{abs}} \right) \end{aligned}$$

今まで散乱と吸収を分けて測定されたことはない。

# History-A.Braem(1993)

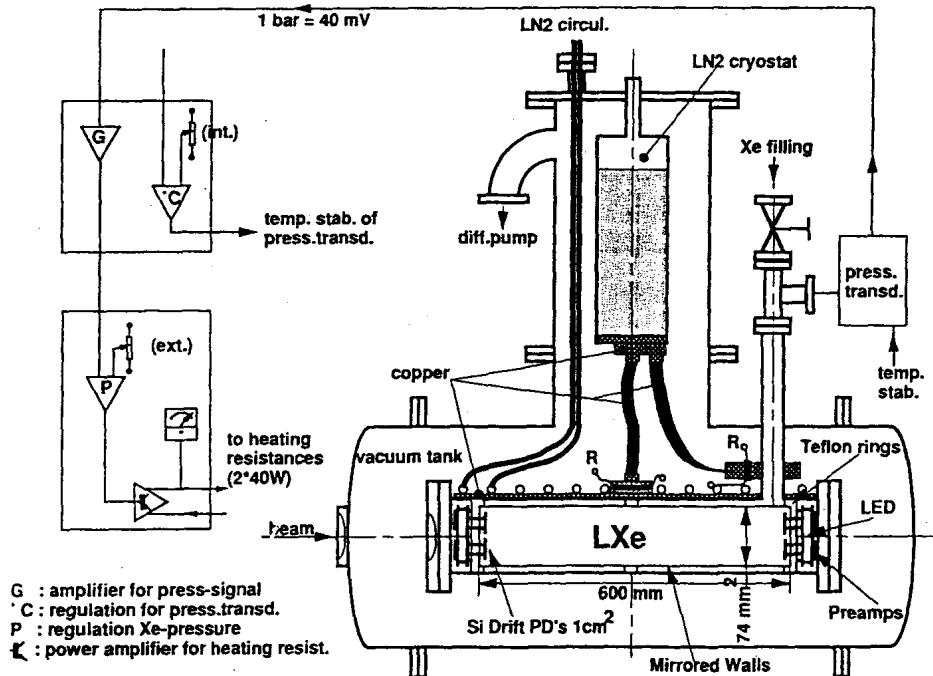
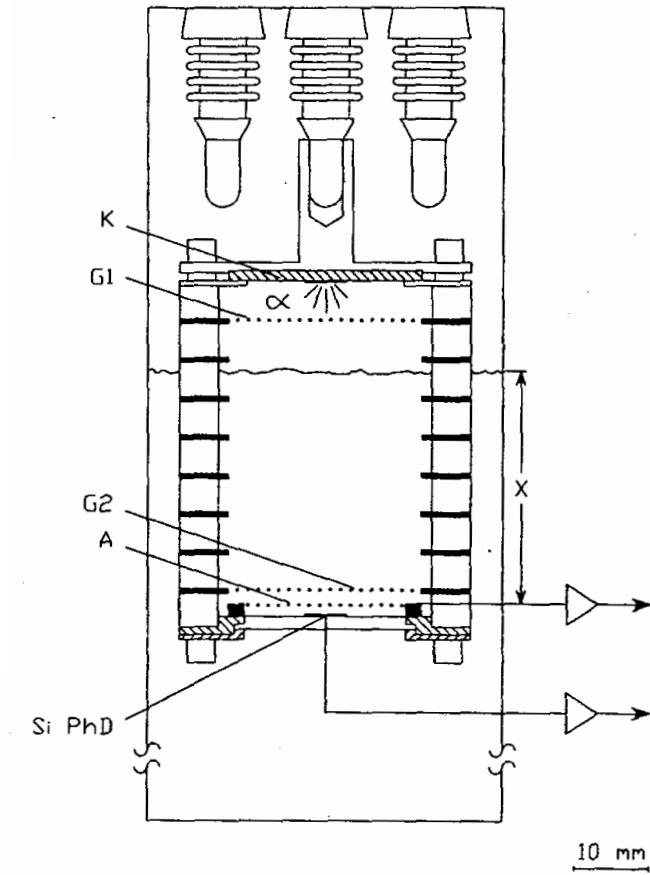


Fig. 1.

光源 :5GeV 電子ビームによる  
Xe のシンチレーション光  
検出器 :Si フォトダイオード  
ビームの入射位置による光量の変  
化から attenuation length を求めた。

$$\lambda_{att} = 40\text{cm}$$

# History-V.Y.Chepel(1994)



光源 : $\alpha$  線による Xe のシンチレーション光

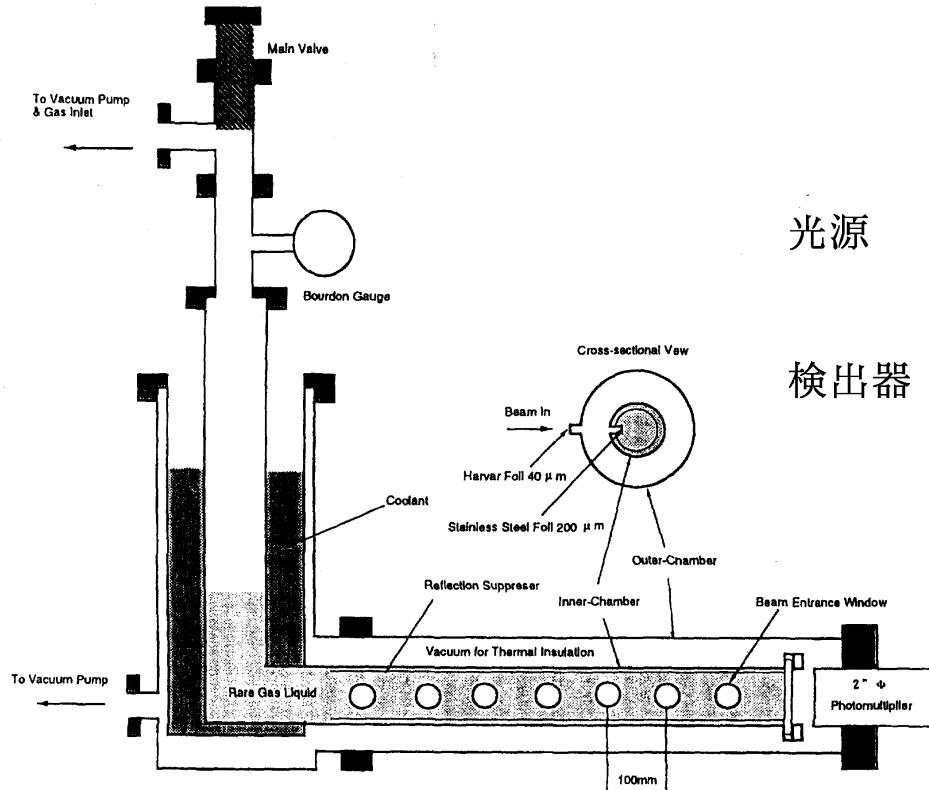
検出器 :Si フォトダイオード

Liquid Xe の液面を上下させたときの光量の変化

から attenuation length を求めた。

$$\lambda_{att} \geq 50\text{cm}$$

# History-N.Ishida(1997)

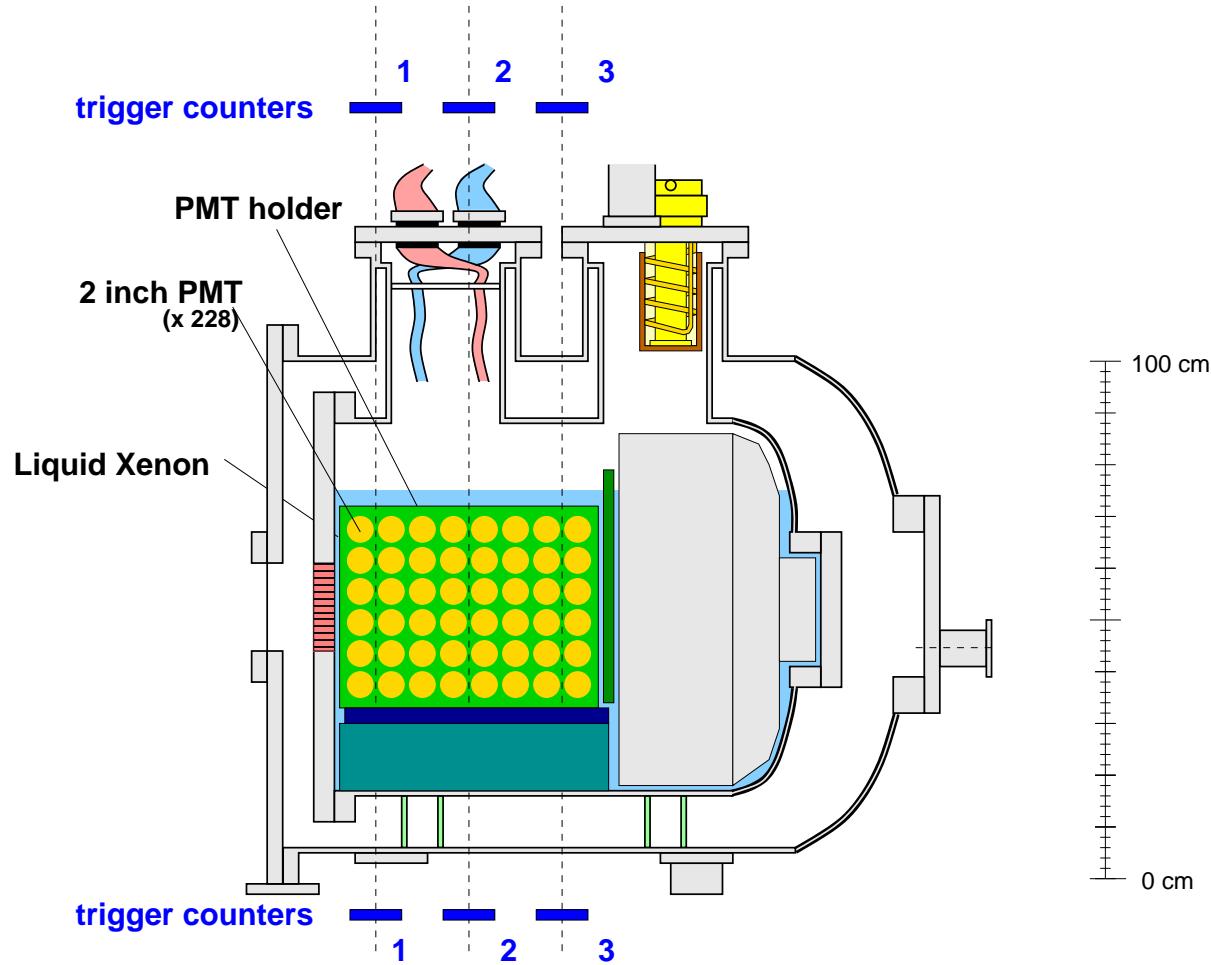


光源 : 窒素原子核ビームによる  
Xe のシンチレーション光  
検出器 : 光電子増倍管

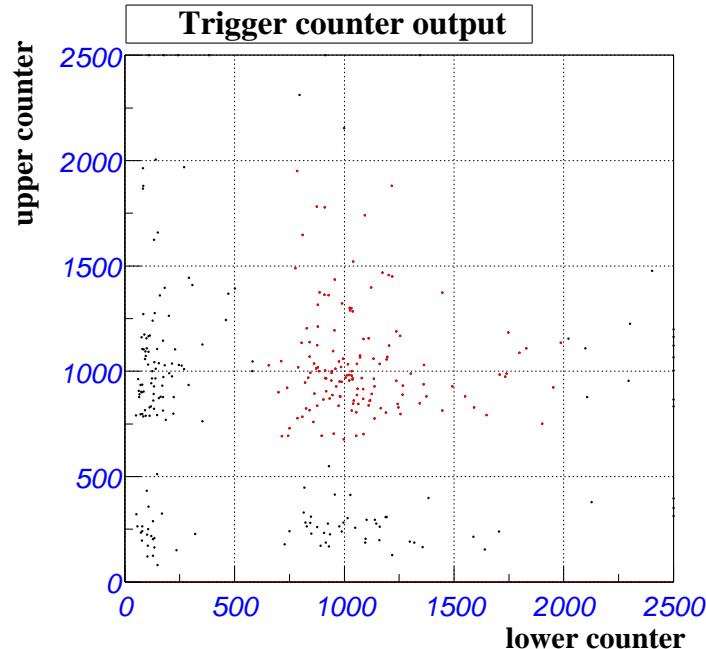
ビームの入射位置による光量の変化  
から attenuation length を求めた。

$$\lambda_{att} = 29 \pm 2\text{cm}$$

# Experimental set up



# Trigger



トリガーカウンターの出力でカットすることで、宇宙線がシンチレータを通過したイベントのみを選ぶことができる。

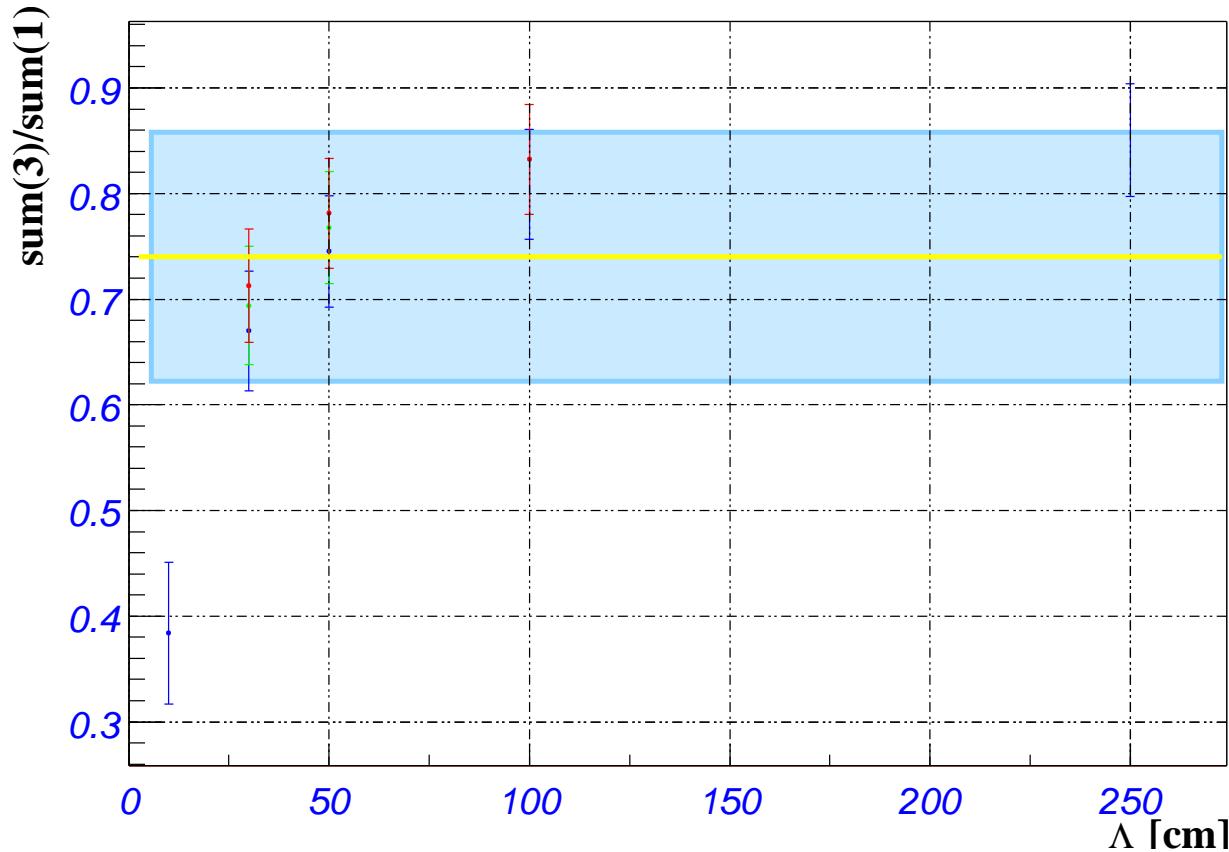
それぞれのカウンター対について 15 時間で 150 イベントずつが得られた。

# Analysis

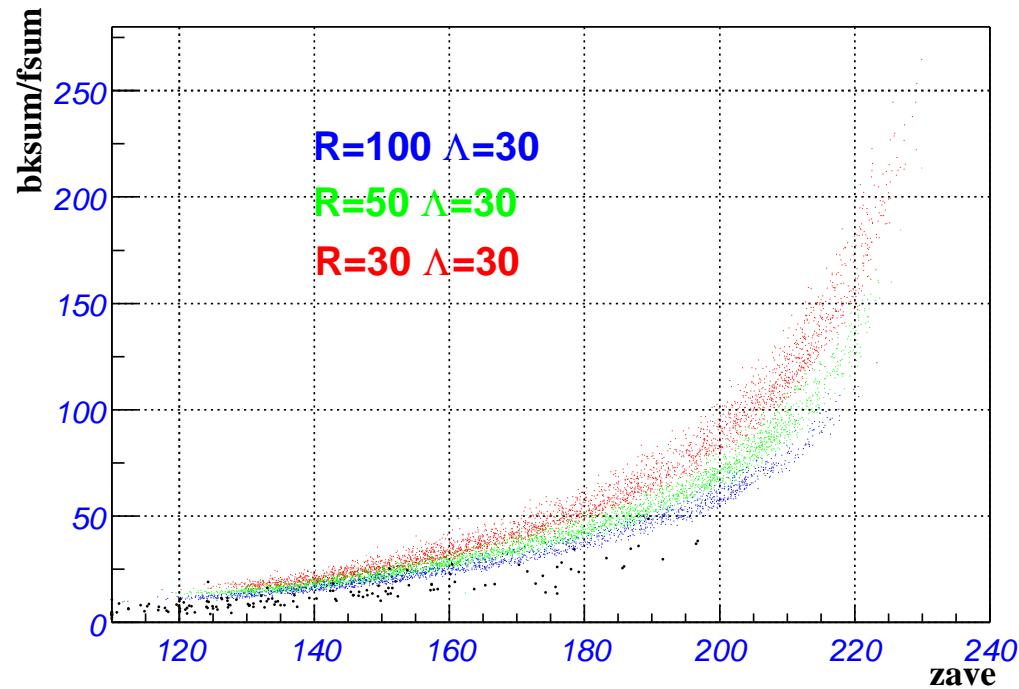
2つの方法で解析をすることにより散乱と吸収をそれぞれ算出する。

- trigger1 と trigger2 でトリガーされたイベントについて光電子の合計のランダウピークをくらべる。シミュレーションによるとこれは散乱長にはあまり依らない。
- trigger3 でトリガーされたイベントについて、後面と前面の光電子数の比の宇宙線の入射位置による変化を見る。

# Analysis 1



# Analysis2



# Result

$$l_{abs} \sim 40 \text{ cm} > 25 \text{ cm}$$

$$l_{scat} \sim 200 \text{ cm} > 100 \text{ cm}$$

$$l_{att} \sim 33 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

# Prospect

- この結果を元に  $B(\mu \rightarrow e\gamma)$  の再計算を行う。
- 今回の実験では宇宙線を使ったために、イベント数が少なくエラーが大きくなってしまったので、放射線源を用いた新たな実験を計画している。

# Lower Counters



# *Upper counters*

