# MEG実験用液体Xeカロリメータの 電子ビームテスト

2003年 3/31 日本物理学会第58回年次大会 東北学院大学土樋キャンパス

#### 東京大学 澤田龍

東大素セ,東大理A,早大理工総研B,阪大理C,高工研D,BINP-NovosibirskE,INFN-PisaF,PSIG

大谷航, 小曽根健嗣, 菊池順B, 久野良孝C, 鈴木 聡B,

寺沢和洋B,道家忠義B,西口創、春山富義D,真木晶弘D,真下哲郎,三橋利也,三原智, 森俊則,八島純D,山下了、山下雅樹B,吉村浩司D,吉村剛史B,

A.A.Grebenuk<sup>E</sup>, D.GrigorievE, I.IoudineE, D.NicoloF, S.RittG, G.Signorelli<sup>F</sup>

# 発表内容

- o MEG実験の紹介
- o 液体キセノン検出器の概要
- o 電子ビームを用いた時間分解能測定

## MEG実験



- O μ粒子の稀崩壊探索により SUSY-GUT等の標準模型を 超える物理に迫る.
- o 2004年にスイス国立PSI研 究所にてエンジニアリング ラン開始予定.



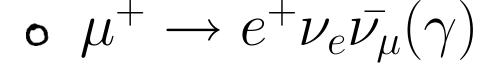




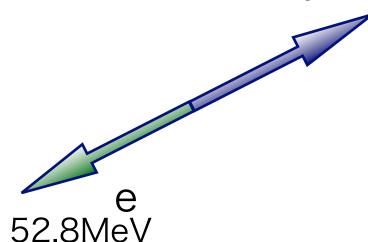


### μ→eγ崩壊とバックグラウンド

52.8MeV  $\gamma$ 



$$\bullet \ \mu^+ \to e^+ \gamma$$



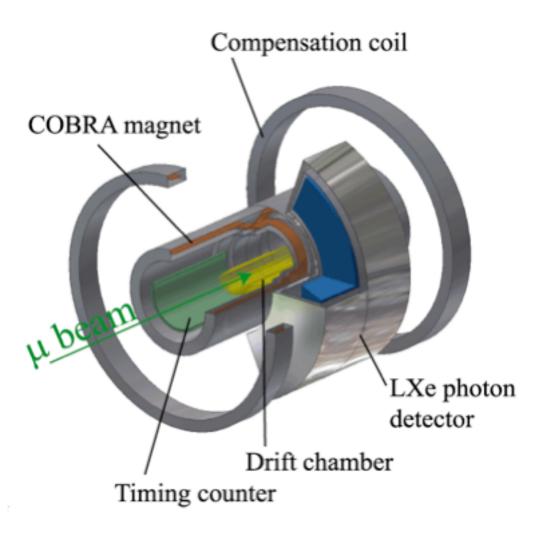
標準模型では $\mu \rightarrow e \gamma$  は禁止されているが、SUSY-GUT等の理論では観測可能な分岐比( $10^{-14}$ ~ $10^{-12}$ )が予想されている.

バックグラウンド

- μの輻射崩壊 ~8×10<sup>-17</sup>
- 〇 通常の $\mu$ 崩壊と $\gamma$ 線の コインシデンス ~ $5\times10^{-15}$

バックグラウンド低減のために  $\Delta t_{er} = 150 psec$  (FWHM)を目標とする.

# MEG実験用検出器



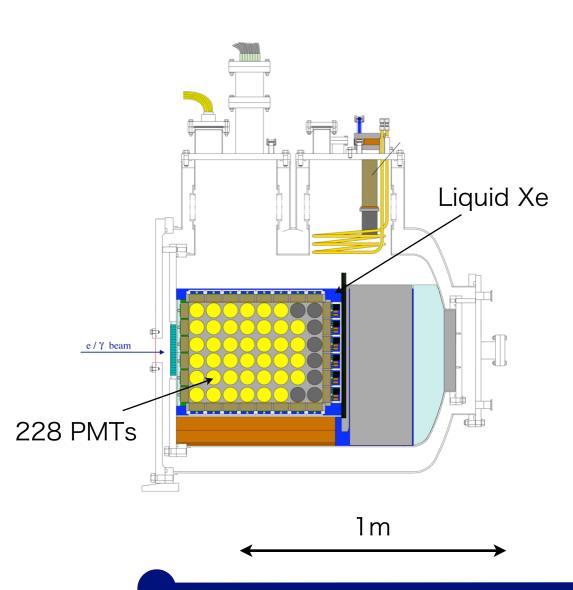
#### **O** ポジトロン

- o 中心磁場1.2Tの超伝導マグネット
- o 17枚のドリフトチェンバーからなる トラッカー
- o プラスチックシンチレータによるタイ ミングカウンター

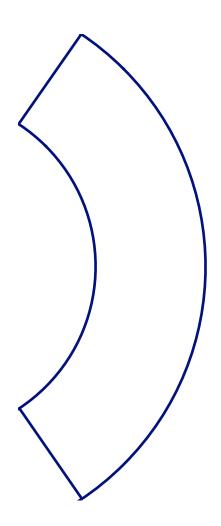
#### Oγ線

o 約800本のPM-tubeと800リットルの 液体キセノンによるシンチレーション 検出器

## ガンマ線検出器プロトタイプ

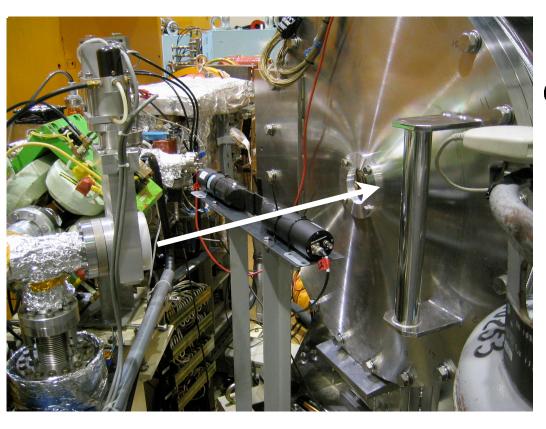


- や 検出器の長期安定性
- ▶ 冷凍機を中心とした冷却保温システムの テスト
- キセノンの光の透過率の測定
- O PMTの較正法、事象再構成法の確立
- **○** 50MeV付近の *γ* 線に対する検出器の性 能評価



### 京大KSRにおける電子ビームテスト

京都大学化学研究所の電子蓄積リング (KSR)でビームテストを行った.

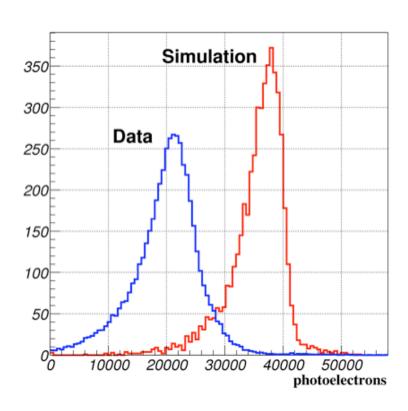


#### **O** 目的

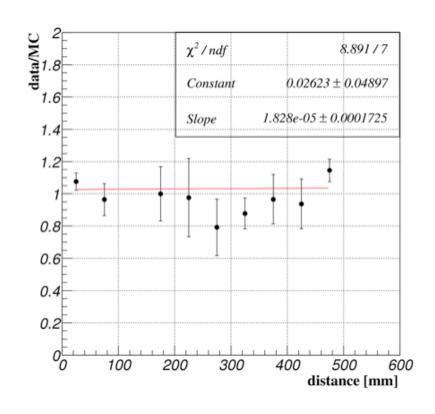
- o 電子に対する検出器の応答を調べる.
- ο 時間分解能の評価
- ビームの特性
  - o 100~10 kHzのDCビーム
  - o 60±0.1 MeV
  - o ビームスポットサイズ2mm

液体キセノンに到達する前にエネルギーを失うため、キセノン中でのエネルギー 損失は45 MeVになる。

### 電子に対する検出器の応答



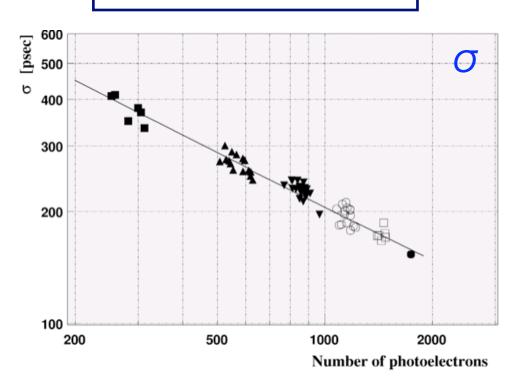
電子について全光量のヒストグラムが MCと一致していない。前面物質の理解 が課題となる。



5.5 MeVの $\alpha$ 線による発光からキセノンによる光の吸収がないことが分かる。

### 液体キセノン検出器の時間分解能

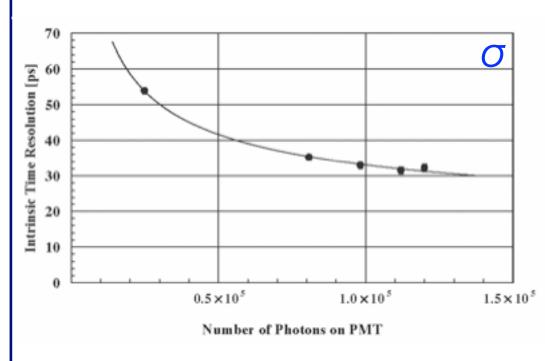
#### $1.8 {\sf MeV}$ $\gamma$ 線源による評価



光電子数による外挿から $\mu$   $\rightarrow$ e  $\gamma$  の  $\gamma$  線では 120 psec(FWHM)程度の分解能が予想される

修士論文 『崩壊探索実験用液体キセノンガンマ線検出器の時間分解能』小曽根

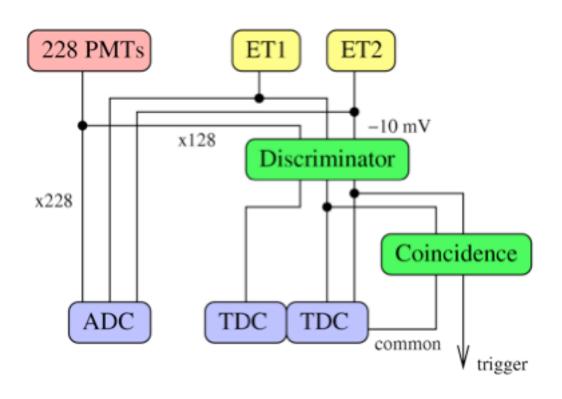
#### 135A MeV <sup>20</sup>Ne ビームを用いた測定



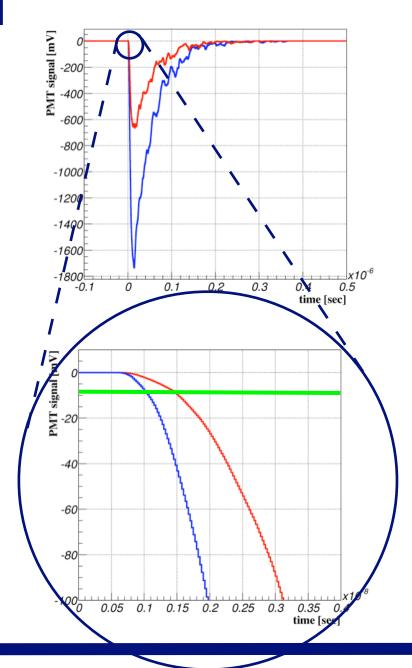
そのまま $\gamma$ に対して適応できないが30000 個程度の光電子数では100 psec(FWHM)程度の分解能が出ている。

JJAP. Vol.40 (2001) pp.3377-3381 T.Kato et al.

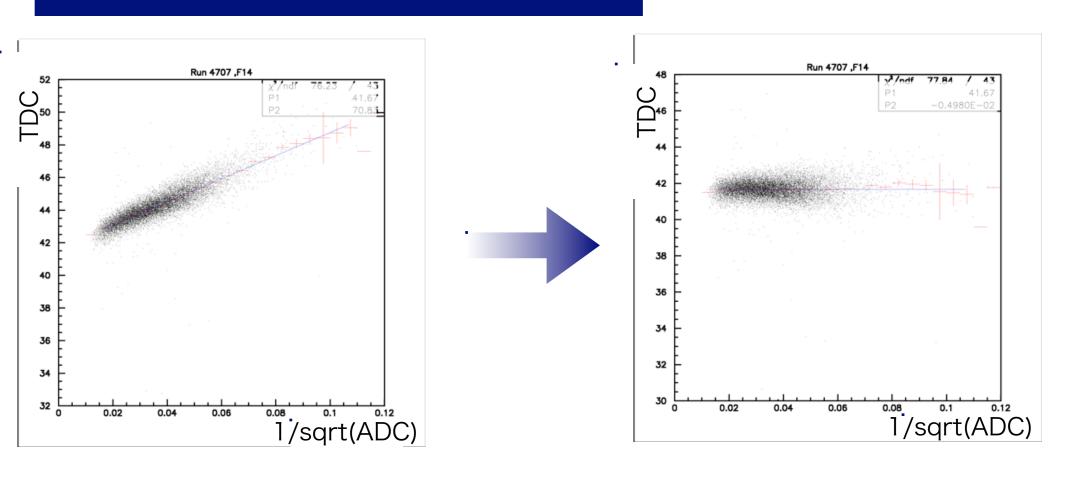
### データ取得とタイムウォーク



時間情報をリーディングエッジ法により得て いるために波高に依ってしまう.

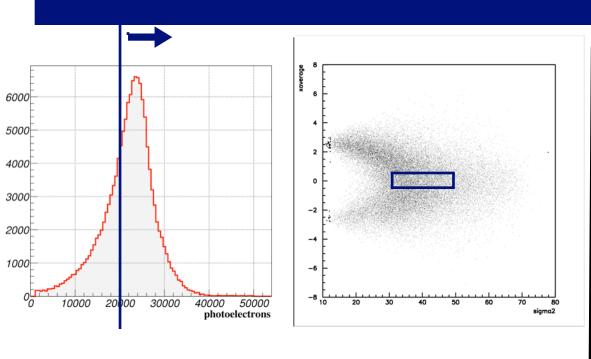


# タイムウォーク補正



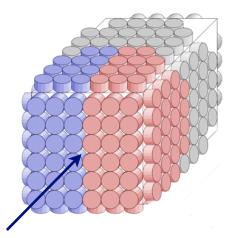
TDCとADCの相関を取ることで波高依存性を除いている.

## 時間分解能評価



解析1

PMTを二組に分け、左右 の時間差を評価する。



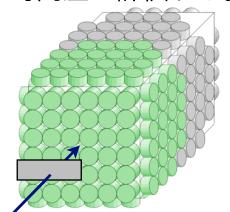
PMTの時間情報の重み付き平均を評価する。

$$t = \frac{\sum t_i \cdot w_i}{\sum w_i}$$

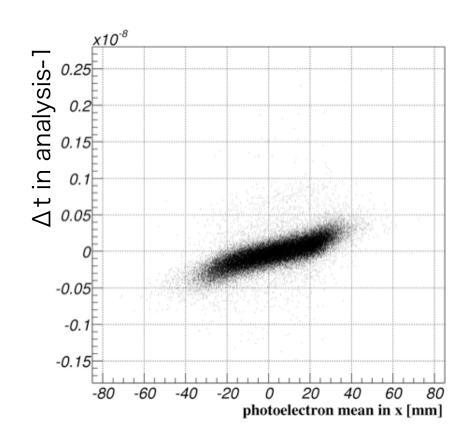
$$w_i = 1/(\Delta t_i)^2$$

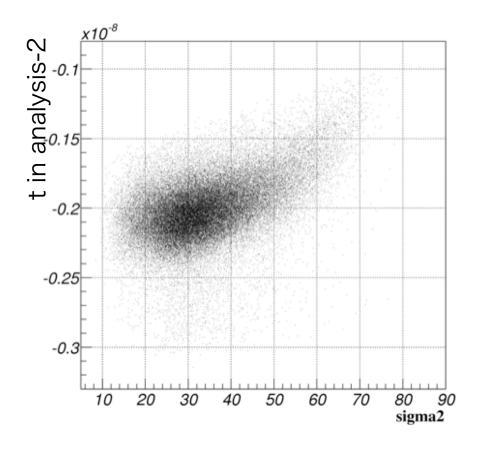
解析2

トリガーカウンターとの 時間差を評価する。

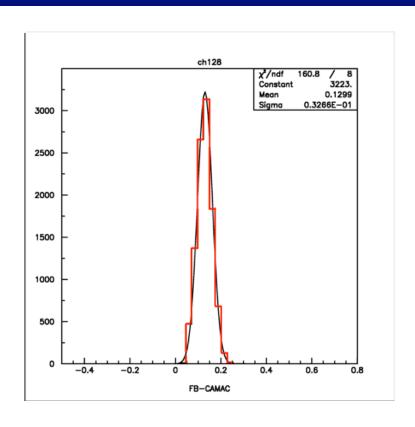


# イベント選択

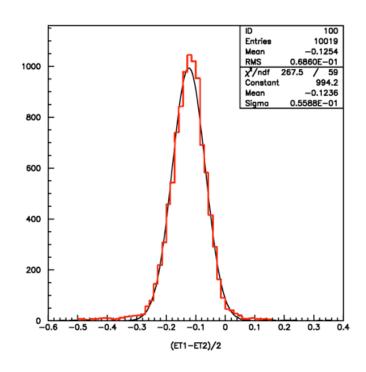




# 系統誤差の評価



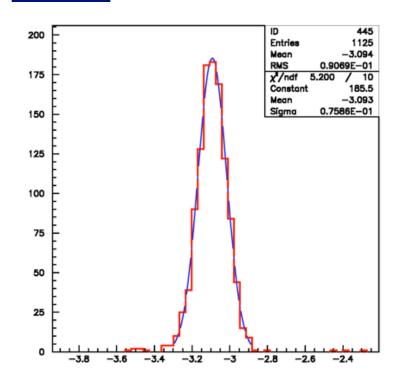
TDCモジュール間の系統誤差 ~82 psec(FWHM)



トリガーカウンターの分解能 ~132 psec(FWHM)

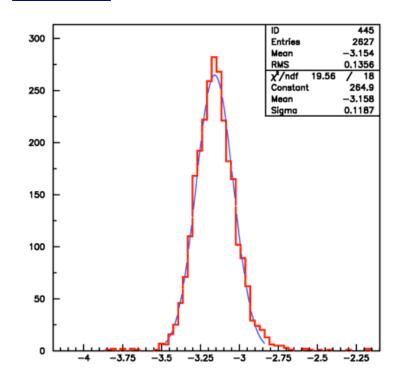
### 結果

### 解析1



 $\sigma_{t}$ =178 psec(FWHM)

### 解析2



 $\sigma_t$ =279 psec(FWHM)

系統誤差を引く



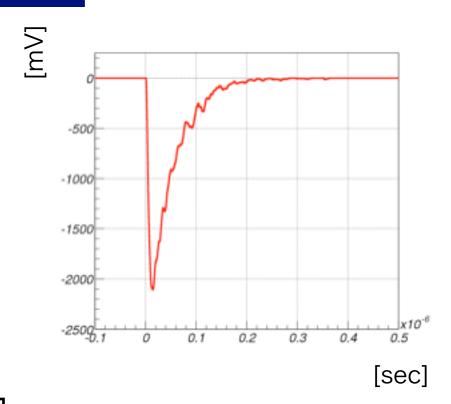
246 psec(FWHM)

## TDCシミュレーション

波形のシミュレーションについて、 実験と同様の解析を行った。 ここで、 $\gamma$ 線では電子では統計で決 まる誤差以外に60psec程度の差が 出ることが分かった。

#### MCシミュレーション

	MC(e)	$MC(\gamma)$
解析1	152	129
解析2	171	146



$$\sqrt{152^2 \cdot (45/52.8) - 129^2} = 55$$

$$\sqrt{171^2 \cdot (45/52.8) - 146^2} = 60$$

# ア線への外挿

光電子数による外挿と電子と $\gamma$ 線の違いから、 $\gamma$ 線で得られる分解能を予想する。

解析1	155 psec
解析2	219 psec

(FWHM)

### 今後の展望

- **o** さらにQ.E.が3倍程度の PMTを開発中
- MEG実験では波形の解析 を行うことで時間を得 る。今後、波形の解析法 を考える。

## まとめ

- 京都大学において電子ビームを用いた時間分解能の評価を 行った。
- o 二つの解析法で時間分解能を見積もり、それぞれ 178psec,246psec(FWHM)となった。
- **ο** γ線ではそれぞれの解析法で155psec,219psec(FWHM)と 予想される。
- o 今後γ線を用いた時間分解能測定を行う。→次の講演