

# K<sup>0</sup>TO実験用PMTプロトタイプのパフォーマンス評価と ボルテージコントロールについて

2009.3.30. 日本物理学会 第64回年次大会

京都大学理学研究科, KEK<sup>A</sup>

増田孝彦, 笹尾登, 南條創, 森井秀樹, 塩見公志,  
臼杵亨, 河崎直樹, 内藤大地, 前田陽祐, 野村正<sup>A</sup>  
for the J-PARC E14 K<sup>0</sup>TO Collaboration

---

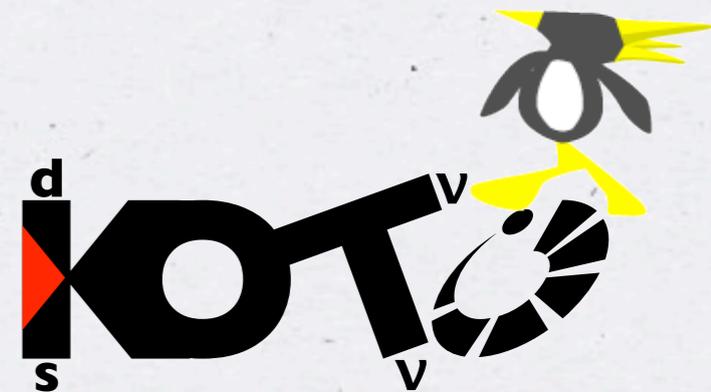
---

# 1. CsI Calorimeter

---

---

- CsIカロリメータの紹介
- CsIカロリメータへの要請
- 問題点と解決策

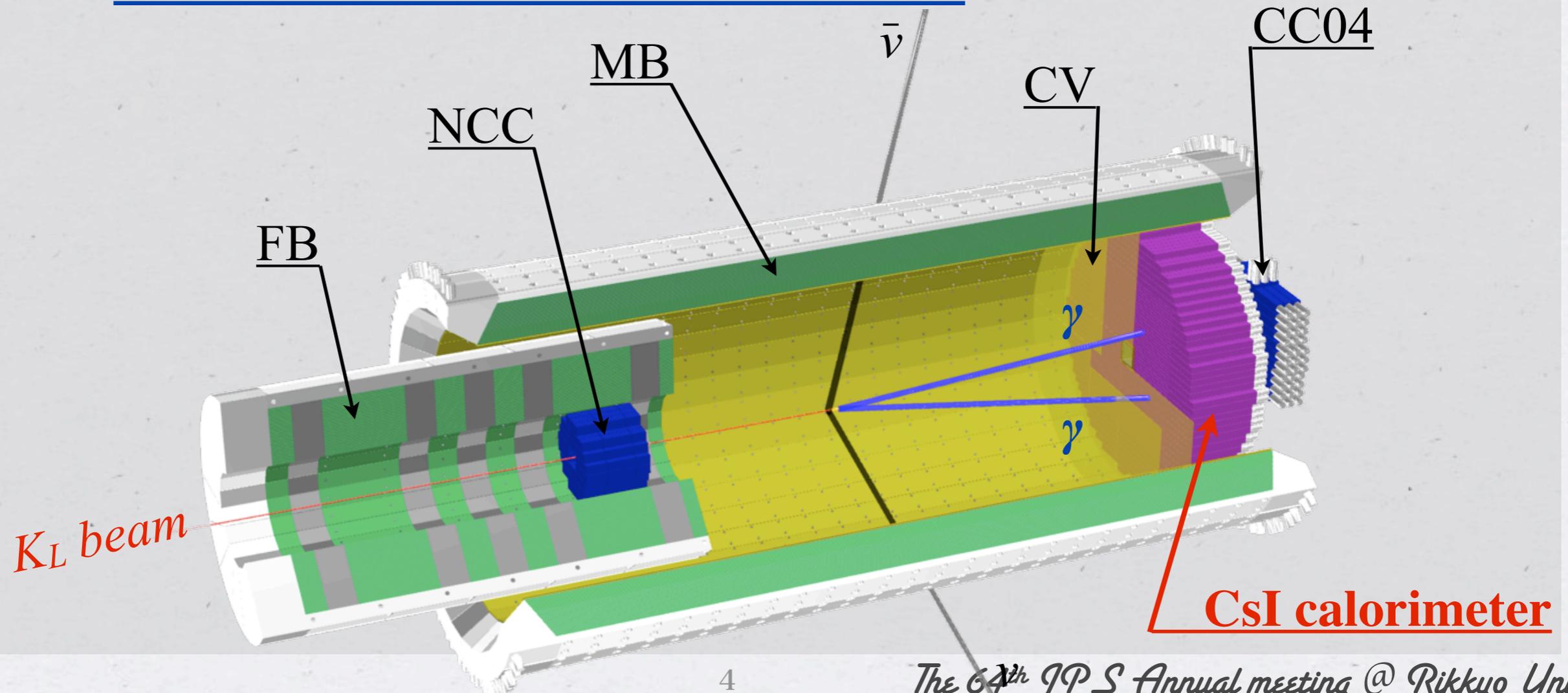


# concept

✓ 「2 $\gamma$ 以外何も無い」  $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ ,  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$

- 2 $\gamma$ をCsI電磁カロリメータで詳細測定
  - ▶ 2 $\gamma$ の位置とエネルギーで、 $K_L$ のvertexを再構成
- 崩壊領域全体を囲むVeto検出器達(カロリメータ含む)が、何も無い事を保証
- B.G.を削減するため、崩壊領域は $10^{-5}\text{Pa}$ に、検出器は**0.1Pa**中に置く

★2600本のCsI+PMTを真空中に設置



# 前提条件



## Requirements (シミュレーションによる見積もり)

Single counting rate	120kHz
Linearity	$\pm 5\%$
Energy range	1 MeV - 1.3 GeV ( $\gamma$ veto) (dynamic range)

## Conditions (\* w/ old base)

Power consumption	700mW*
PMT gain	typ.5000 (1500V)*
Light yeild	21 p.e./MeV

### ✓ 現状

- 消費電力が大きすぎる
- 増倍率が小さすぎる

# 解決策

## ✓ 消費電力を下げる

- PMTへの高電圧供給を

抵抗分割型からCockcroft-Walton Base(CW base)へ変更

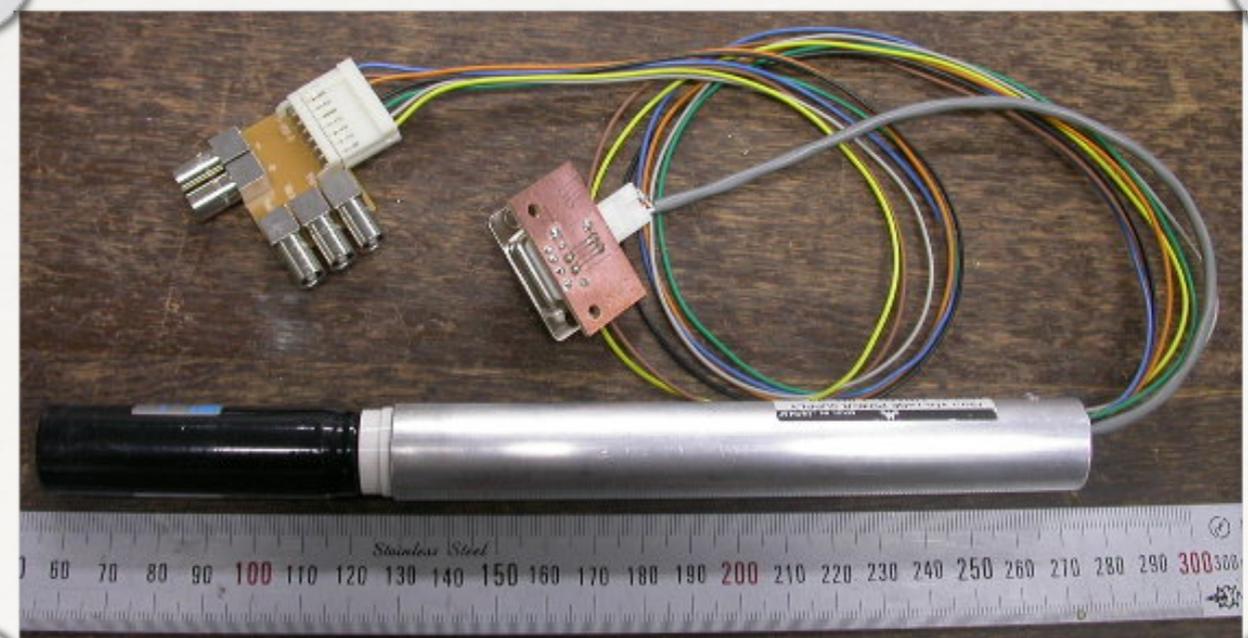
## ✓ 増倍率を増やす

- プリアンプを導入

前学会講演にてデザインを発表

## ✓ 本講演では実際に製作したCW base prototypeの

性能測定結果を報告する



---

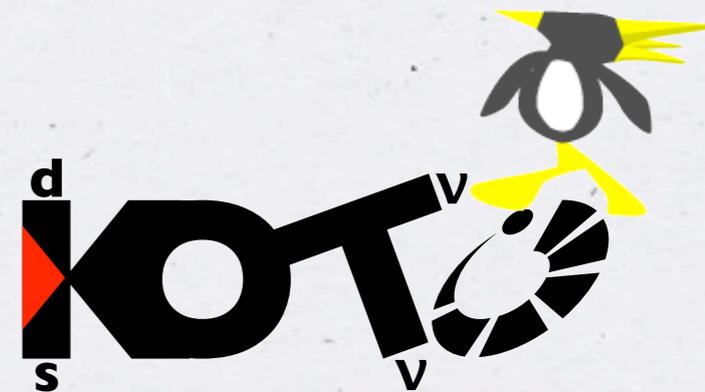
---

# 2. CW base prototype performances

---

---

- プロトタイプ紹介
- 消費電力
- Linearity
- レート耐性
- 課題



# 消費電力

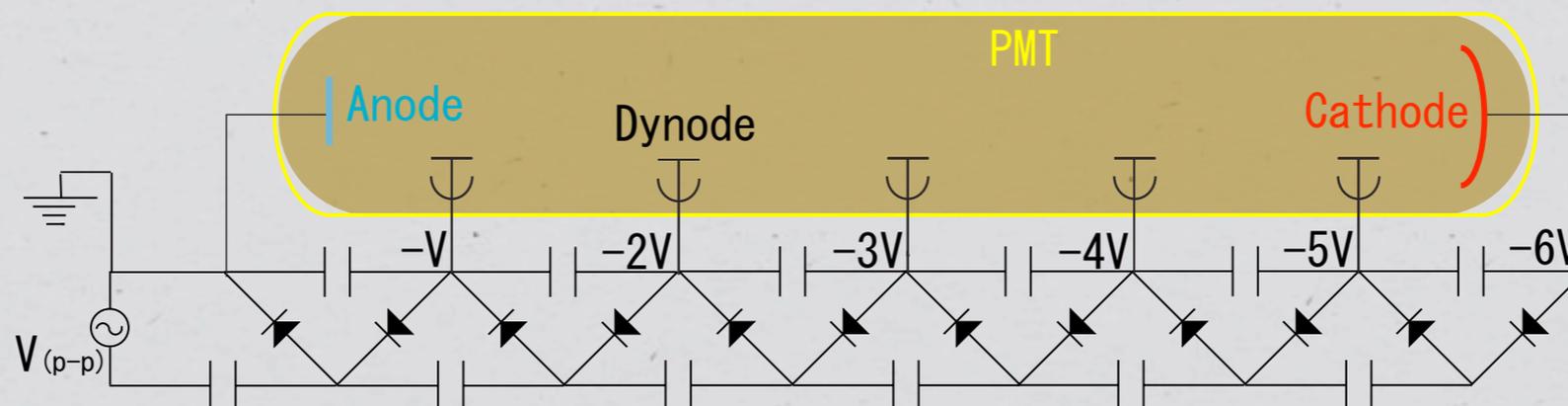


	old base	CW base
HV supply	700mW	60mW
preamp	-	90mW
Total	700mW →	150mW

✓ 消費電力を20%まで削減する事ができた

✓ CsIカロリメータ全体での発熱量は

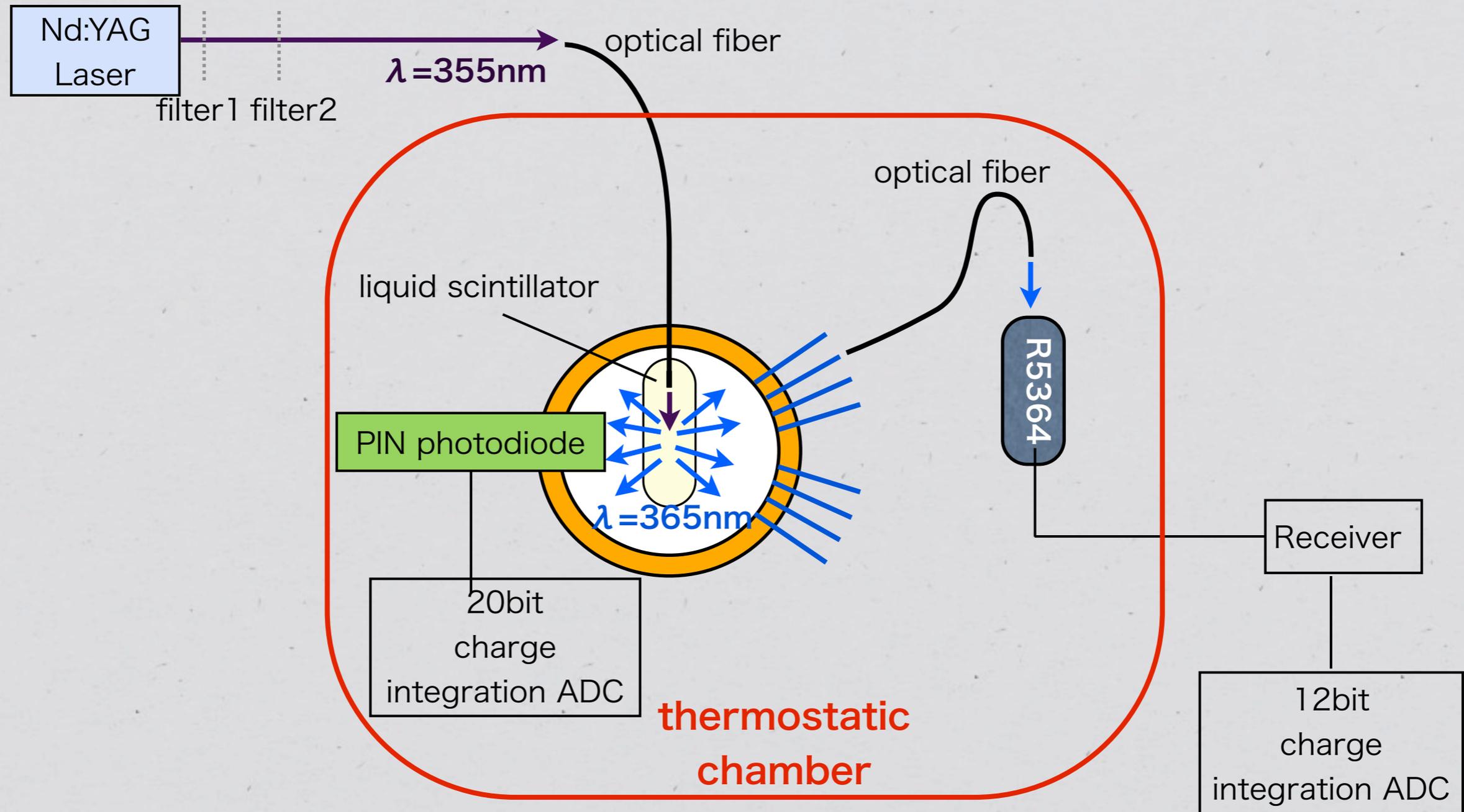
**2kW → 400W**



# Linearity



✓ 実際使用するレーザー較正システム(講演30pSE5,6)を用いて、  
プロトタイプのLinearityを測定

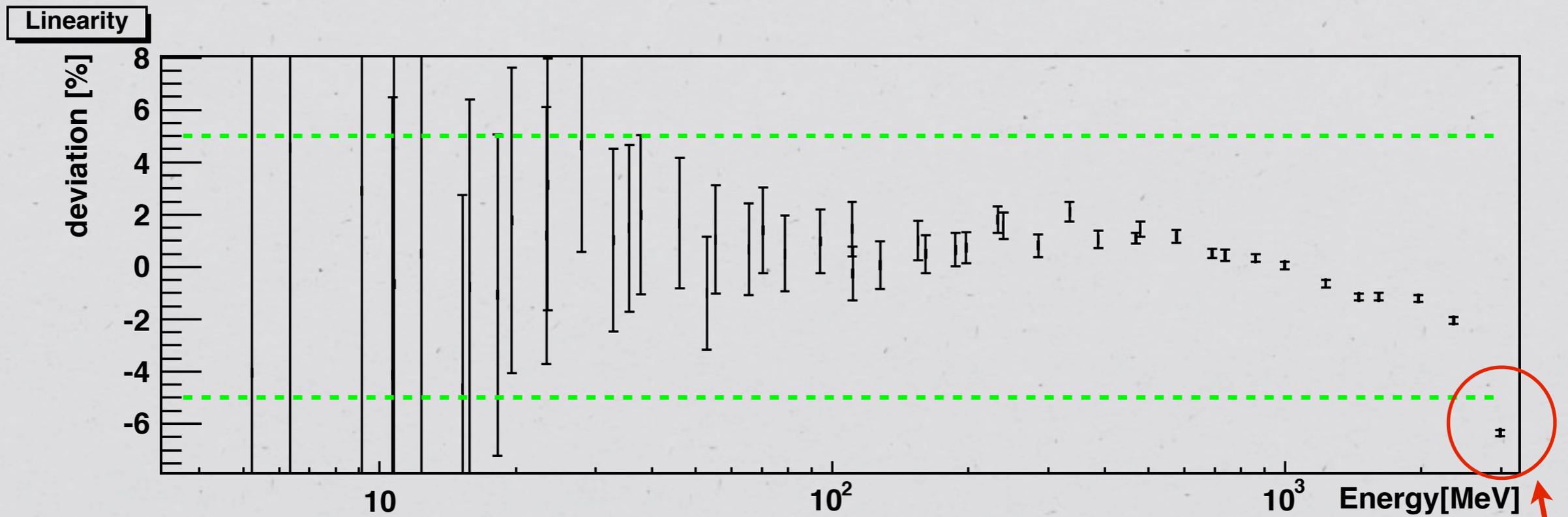


# Linearity



✓ エネルギー換算30MeV以上では、Linearity許容値 $\pm 5\%$ 以内を満たしている。

- 下の方はエラーが大きくて測定不能だった
- PMTの特性上、下の方でLinearityが悪化する事は無い



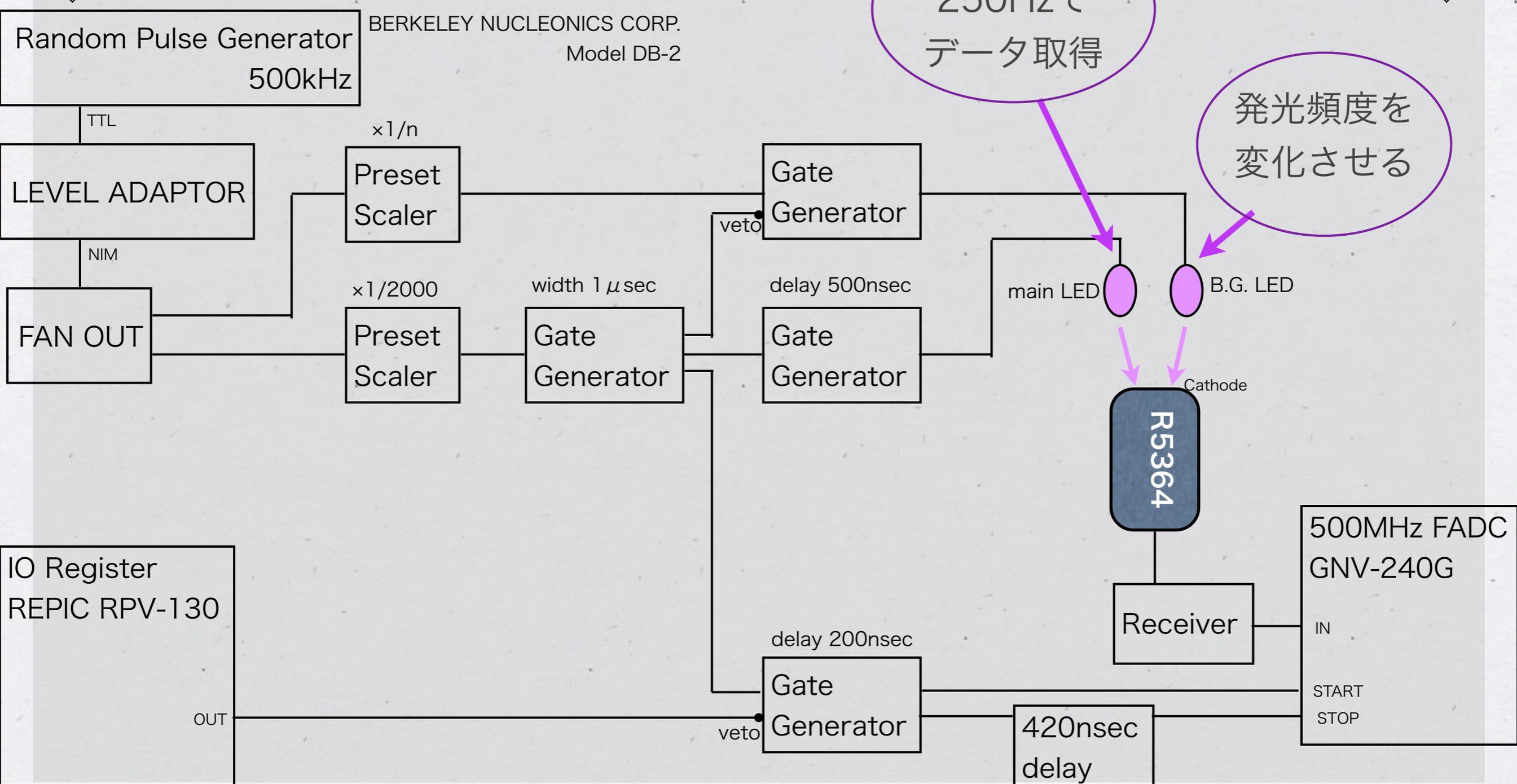
プリアンプの飽和

# Rate effect



常時  
250Hzで  
データ取得

発光頻度を  
変化させる

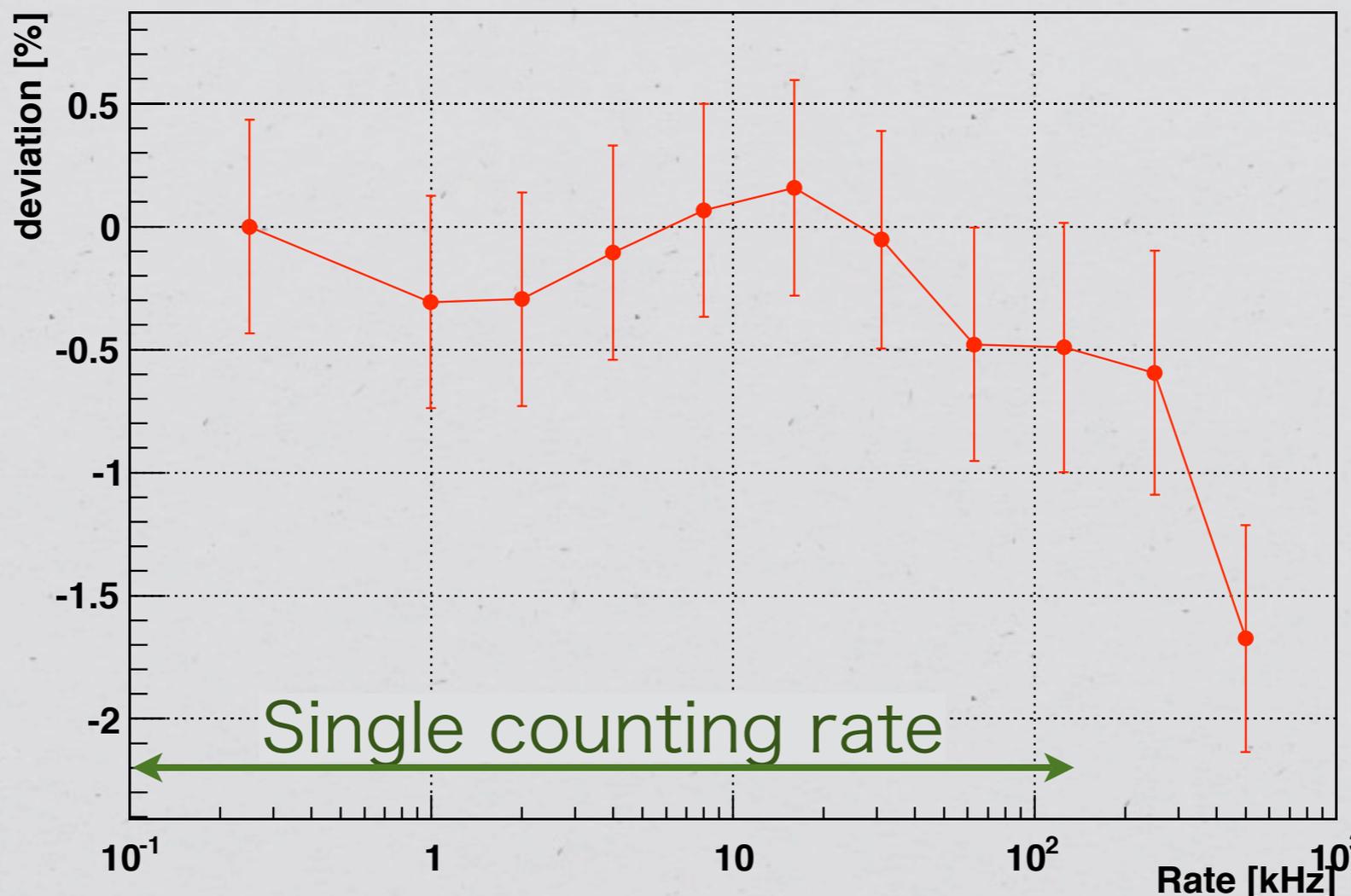


# Rate effect

✓ LEDの光量を1GeV相当に設定し、PMTの出力変動を測定

➔ Single counting rate 120kHzの範囲内で変動は1%未満

**Rate effect (1GeV)**





# 原因と対策

## ✓ 原因

- CW baseの内部配置に問題有り

## ✓ 解決方針

- 回路配置の見直し (改良案、分割案)

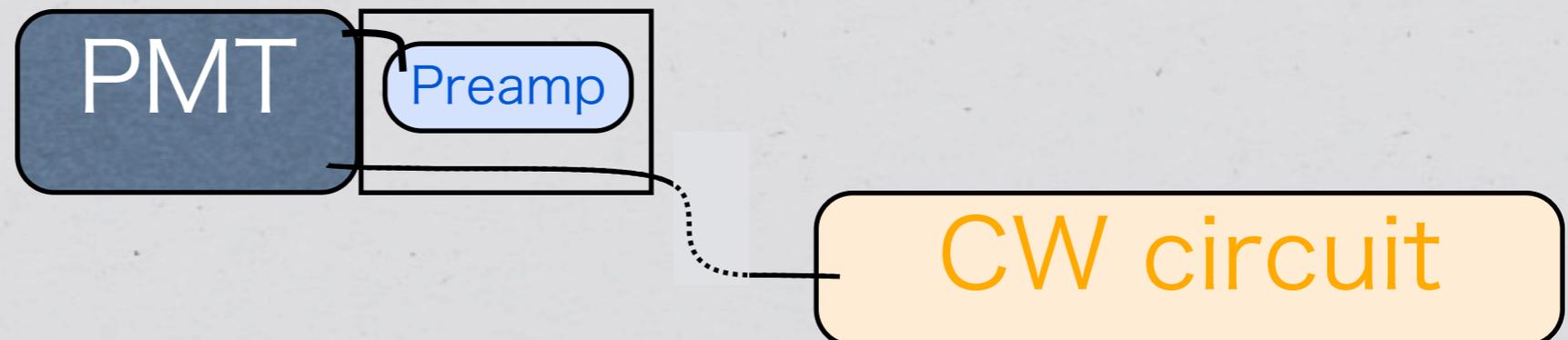
今のCW base



改良版CW base



分割型CW base



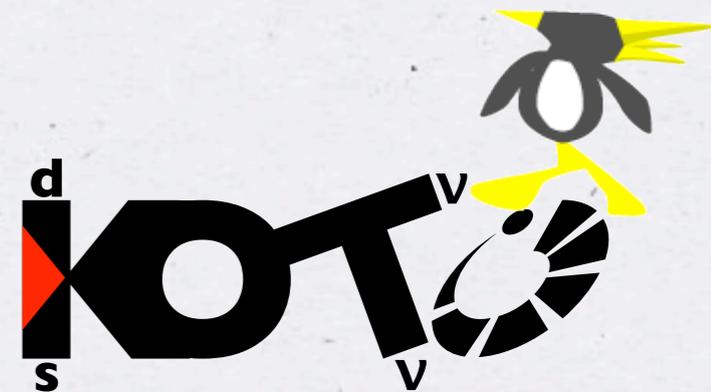
---

---

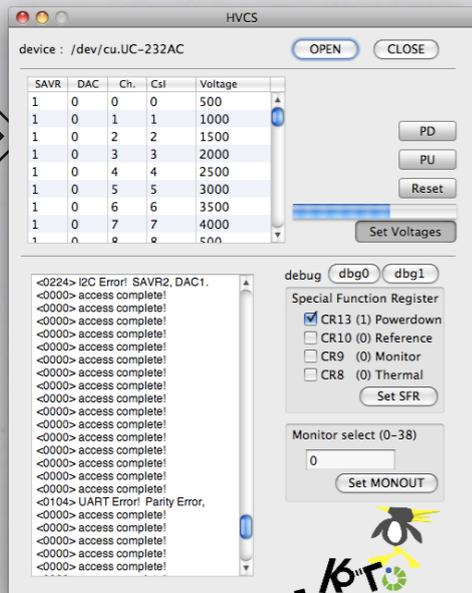
# 3. CW base control system

---

---



# System overview



vacuum →



User interface

1 module

Splitter 1

40ch DAC 1

⋮

40ch DAC 6

CW base  
×240

Master

Splitter 2

⋮

Splitter 12

- ✓ 簡素なシリアル通信インターフェイスで真空壁を抜けるフィードスルーの削減
- ✓ 1chずつ独立に制御可能
- ✓ 0.000~2.000Vまで1mV刻みで調整可能
- ✓ フィードバック機構をつけるか思案中

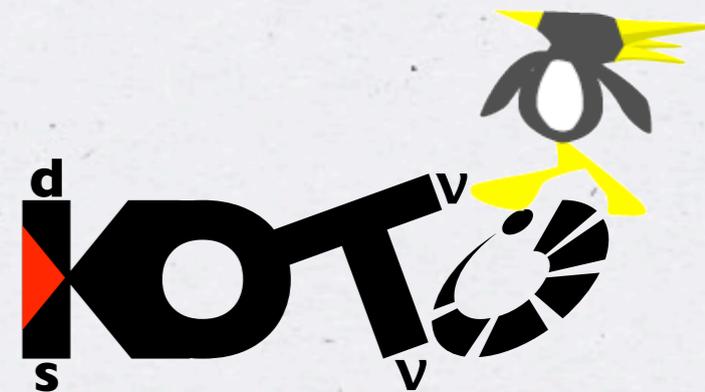
---

---

# 4. Summary

---

---



# Summary

✓ CsIカロリメータへの実験的要求の見積もり

Requirements	
Single counting rate	120kHz
Linearity	< 5%
Energy range	<del>1MeV</del> - 1.3GeV

✓ CW baseの設計開発

✓ CW baseプロトタイプ性能評価

- Noise, Rippleの課題が残るものの、  
その他は満足する性能が得られた

CW base (1500V時)	
消費電力	150mW
Signal	1.5mV/MeV
レート耐性	< ±1%
Linearity	< ±5% (30MeV以上)
Noise	4mV(2.5MeV相当)
Ripple	150kHz

# future work



ノイズ落とし終了  
CW base完成

Csl、FADCも  
含めた複数本試験

100ch integration  
beam test

2009年度

Mass production  
**2010年度**

Control  
system  
完成

K<sup>0</sup>TO experiment  
**2011年度**

*END*

