

K⁰TO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

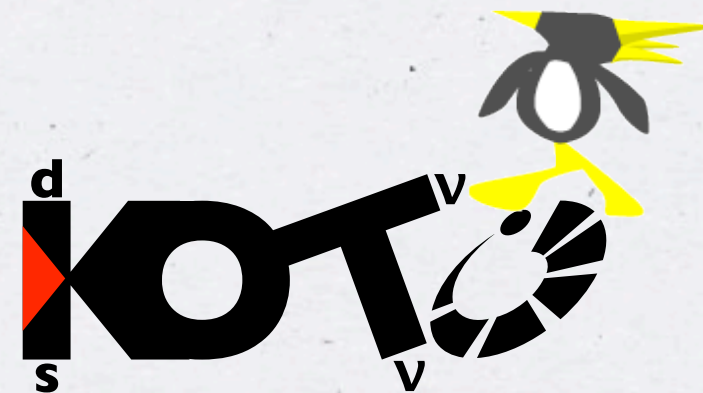
2009.3.30. 日本物理学会 第64回年次大会

京都大学理学研究科, KEK^A

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^A
for the J-PARC E14 K⁰TO 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

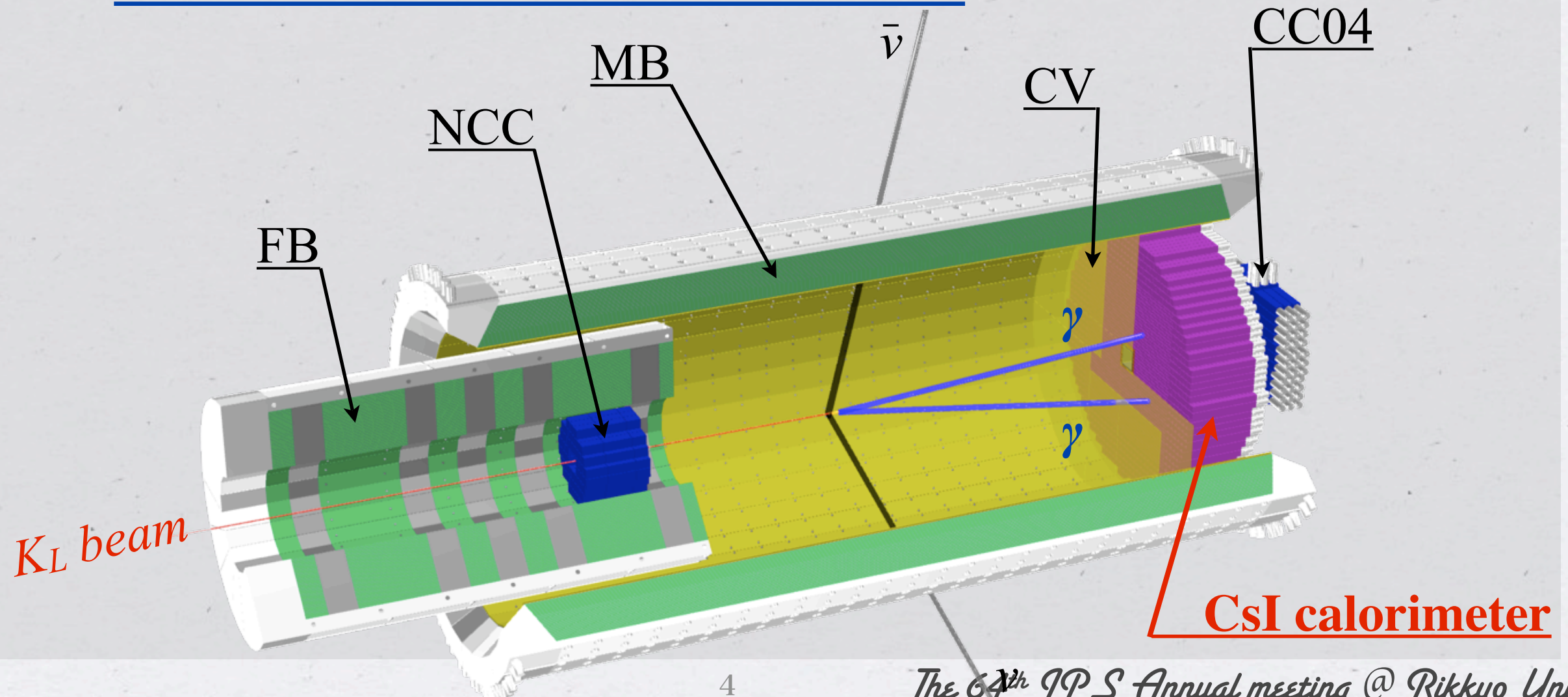


concept

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

- 2 γ をCsI電磁カロリメータで詳細測定
 - ▶ 2 γ 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}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 (γ 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

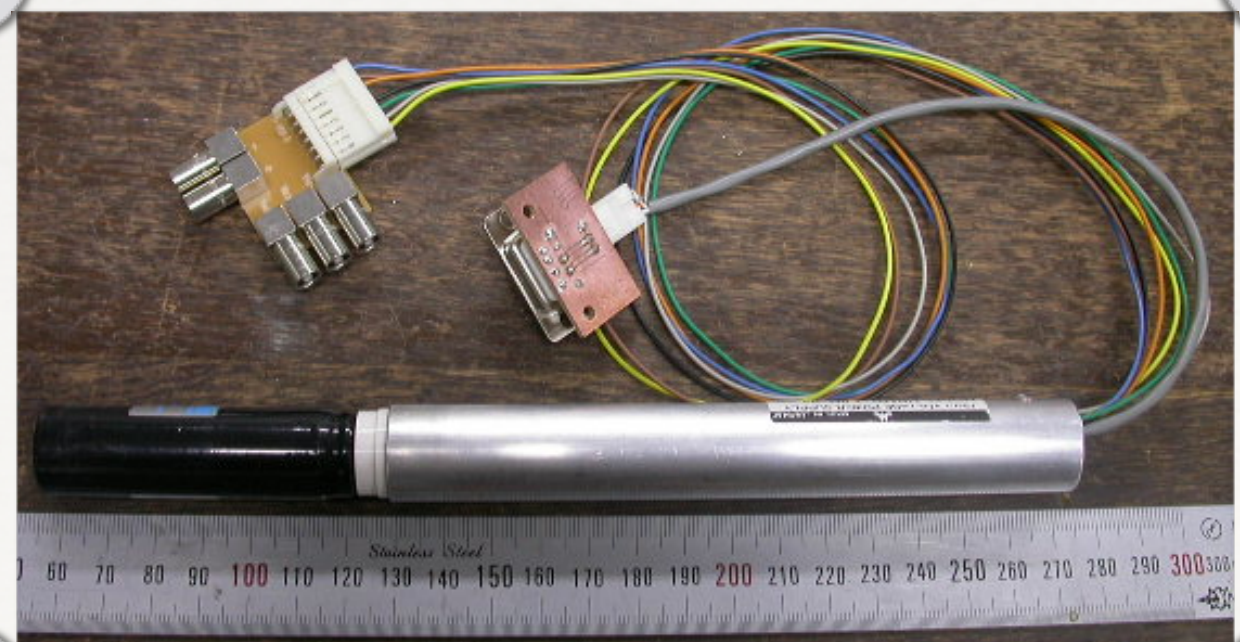
- PMTへの高電圧供給を
抵抗分割型からCockcroft-Walton Base(CW base)へ変更

✓ 増倍率を増やす

- プリアンプを導入

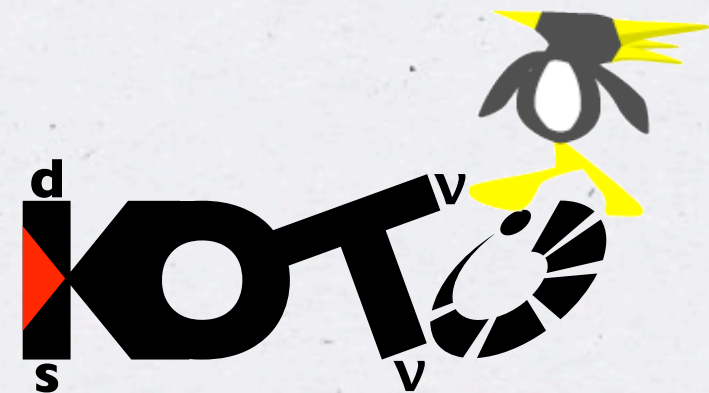
前学会講演にてデザインを発表

✓ 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

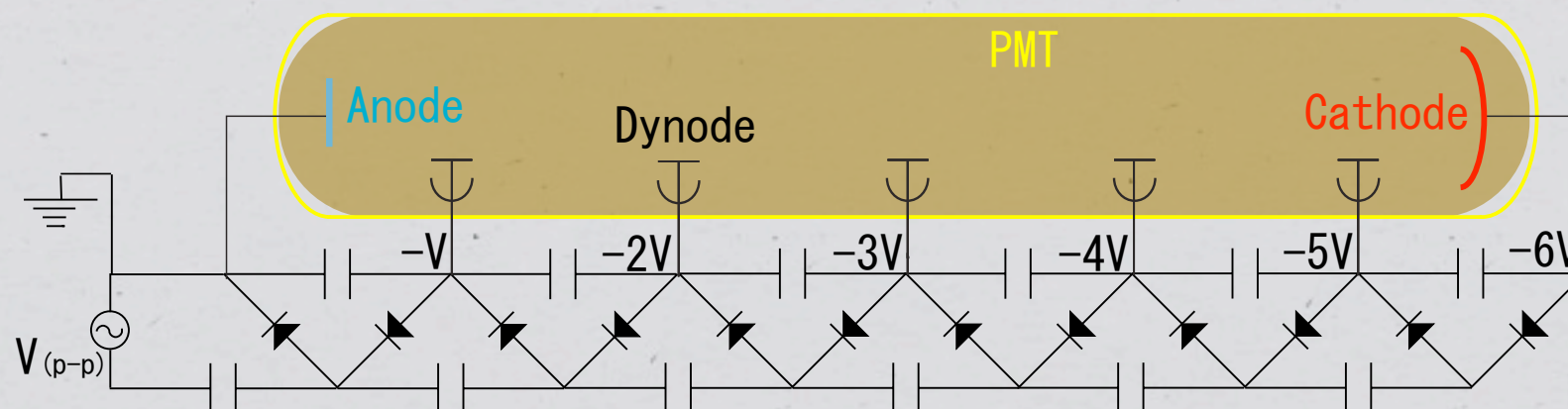


	old base	CW base
HV supply	700mW	60mW
preamp	-	90mW
Total	700mW →	150mW

✓ 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

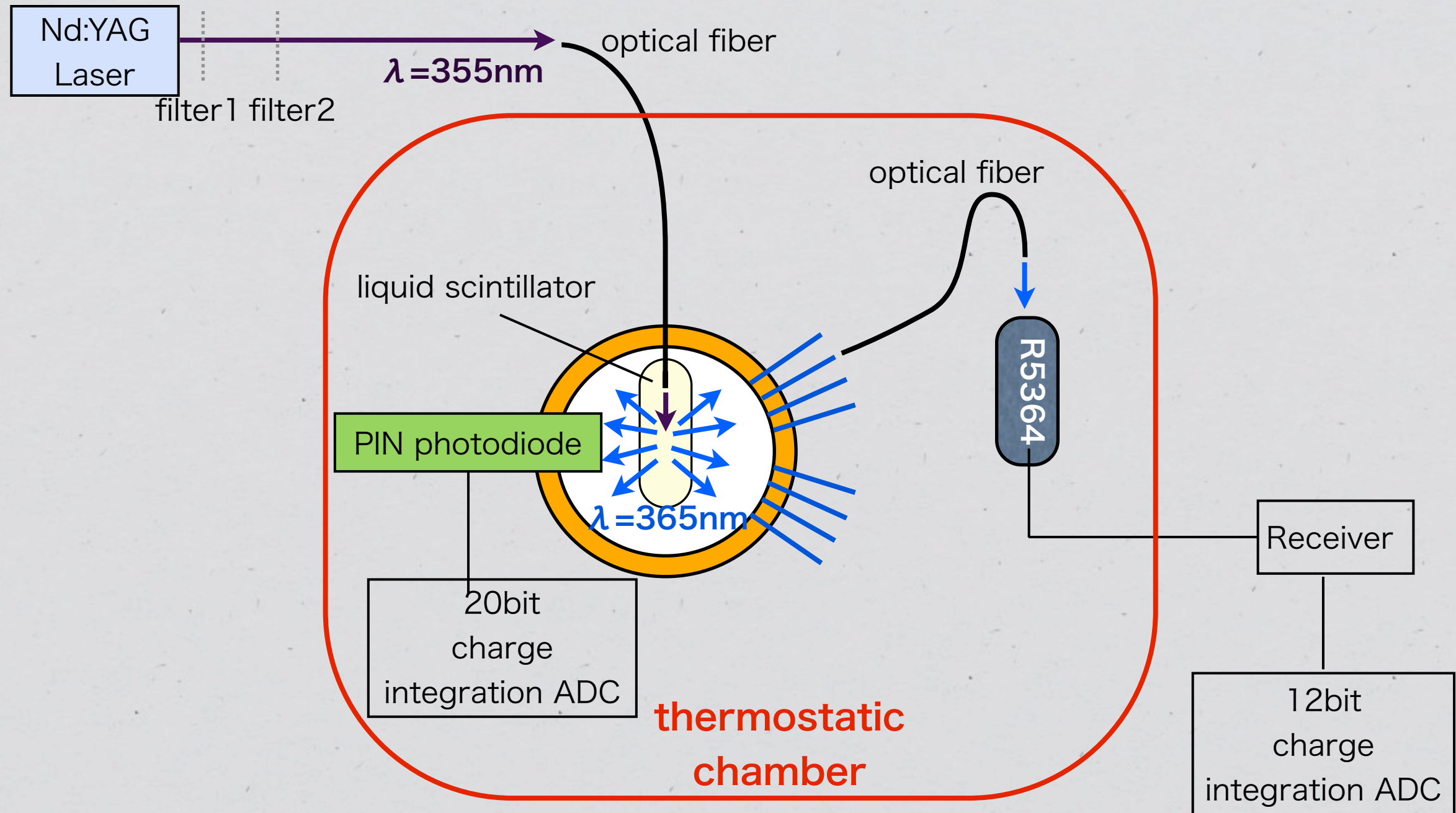
2kW → 400W



Linearity



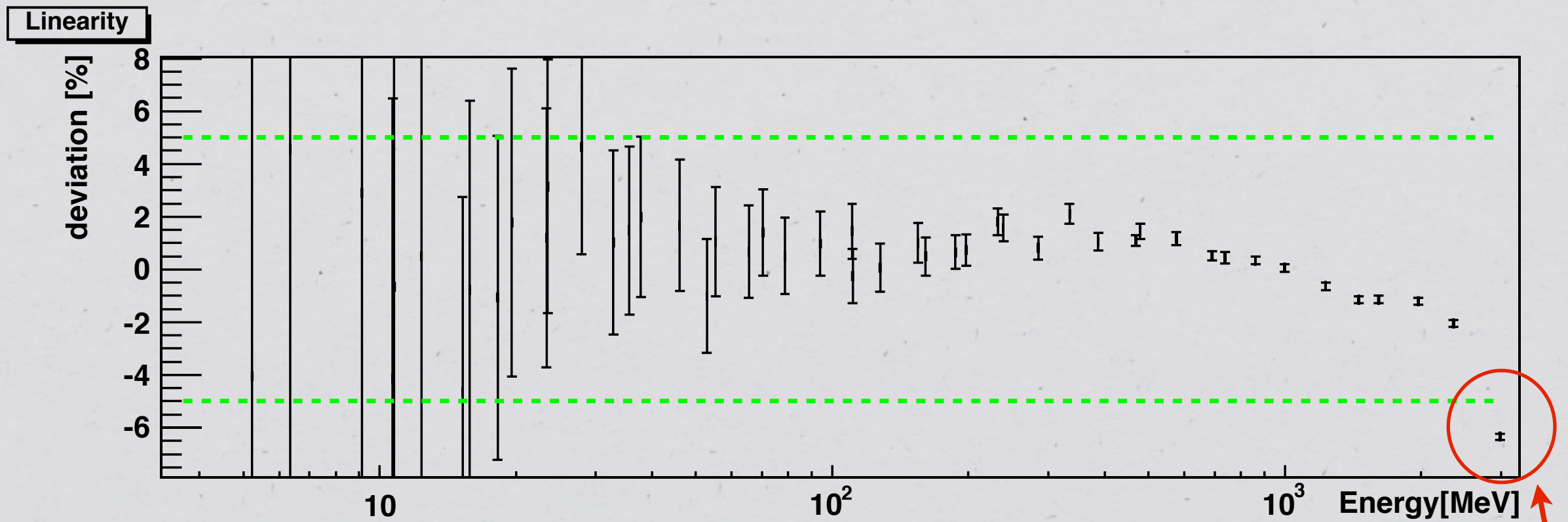
✓ 実際使用するレーザー較正システム(講演30pSE5,6)を用いて、
プロトタイプのLinearityを測定



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



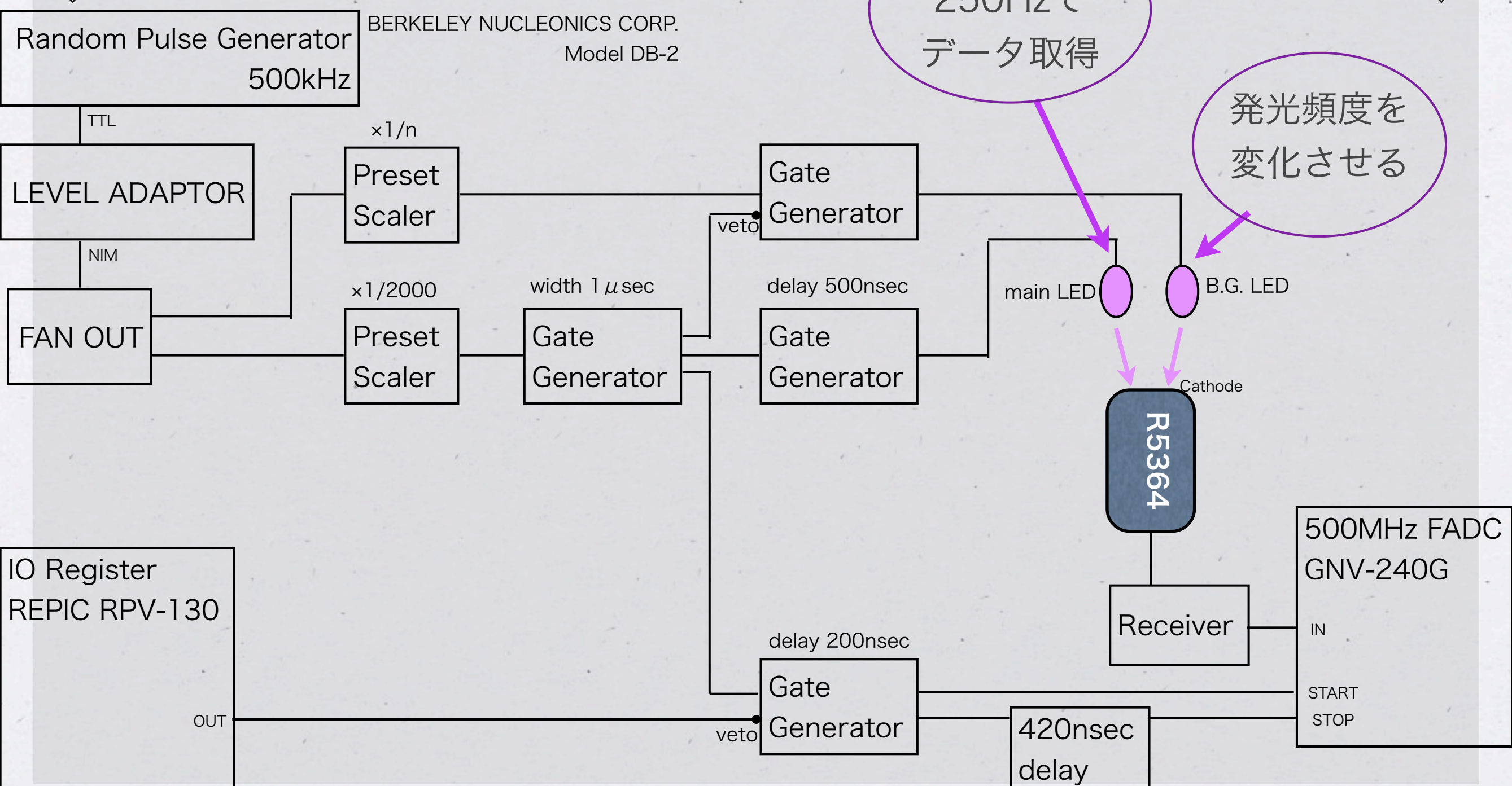
プリアンプの
飽和

Rate effect



常時
250Hzで
データ取得

発光頻度を
変化させる

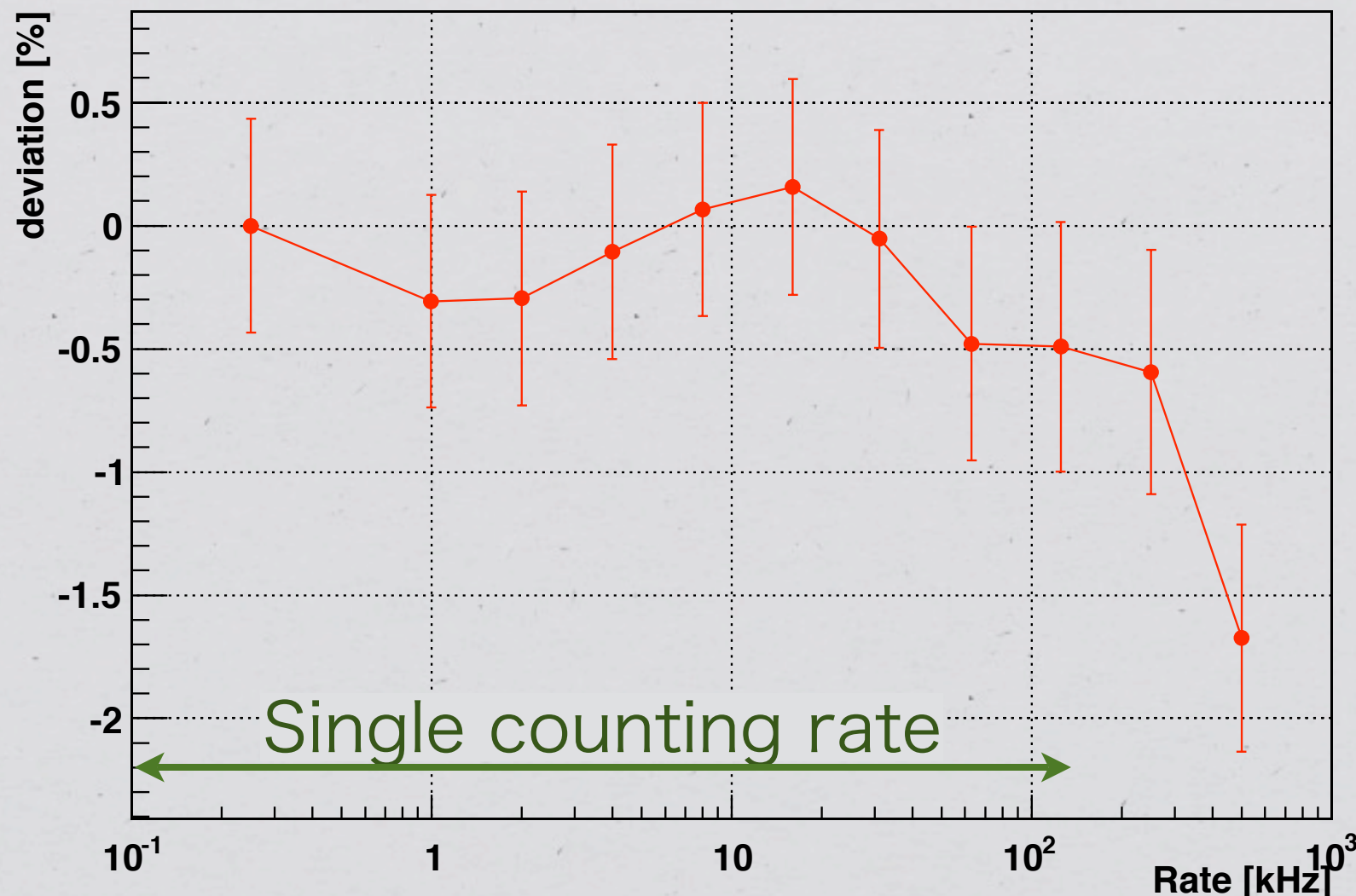


Rate effect

✓ 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)



課題

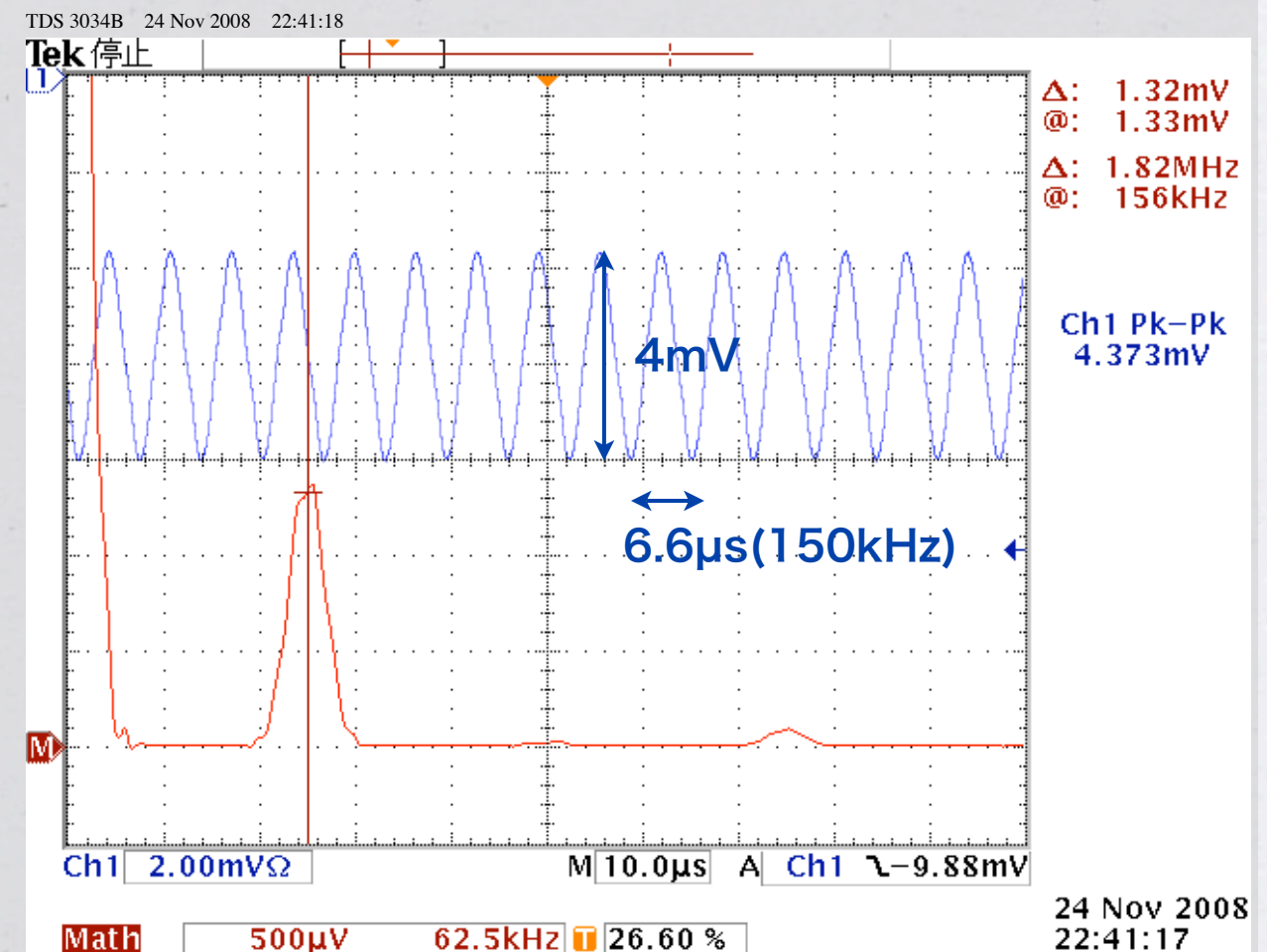
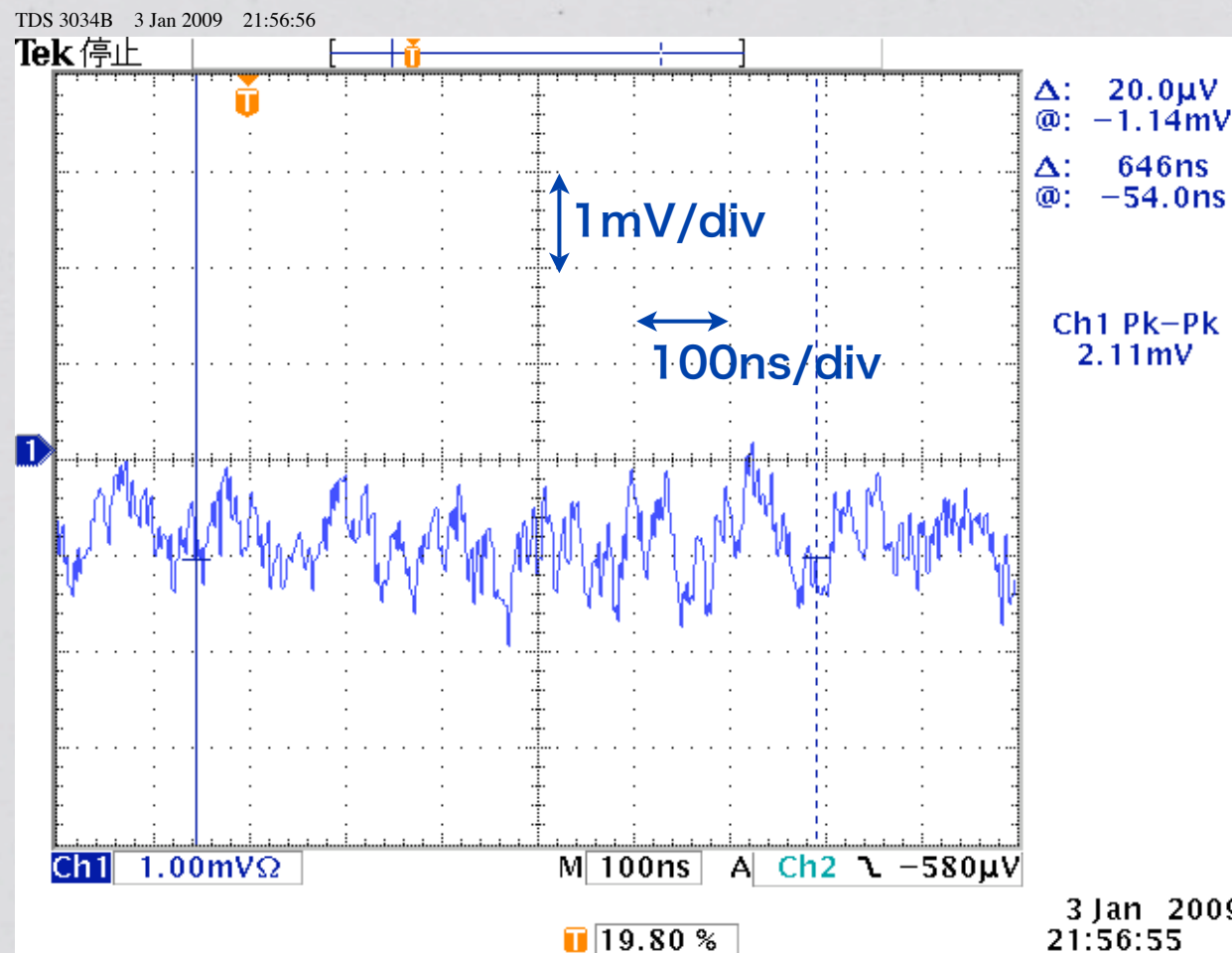


✓ 2.5MeV相当のノイズが存在 (下左図)

➔ 1MeV thresholdがかけられない

✓ 150kHz、4mV_{p-p}程度のリップルが存在 (下右図)

➔ ペDESTAL取得がやや複雑になる



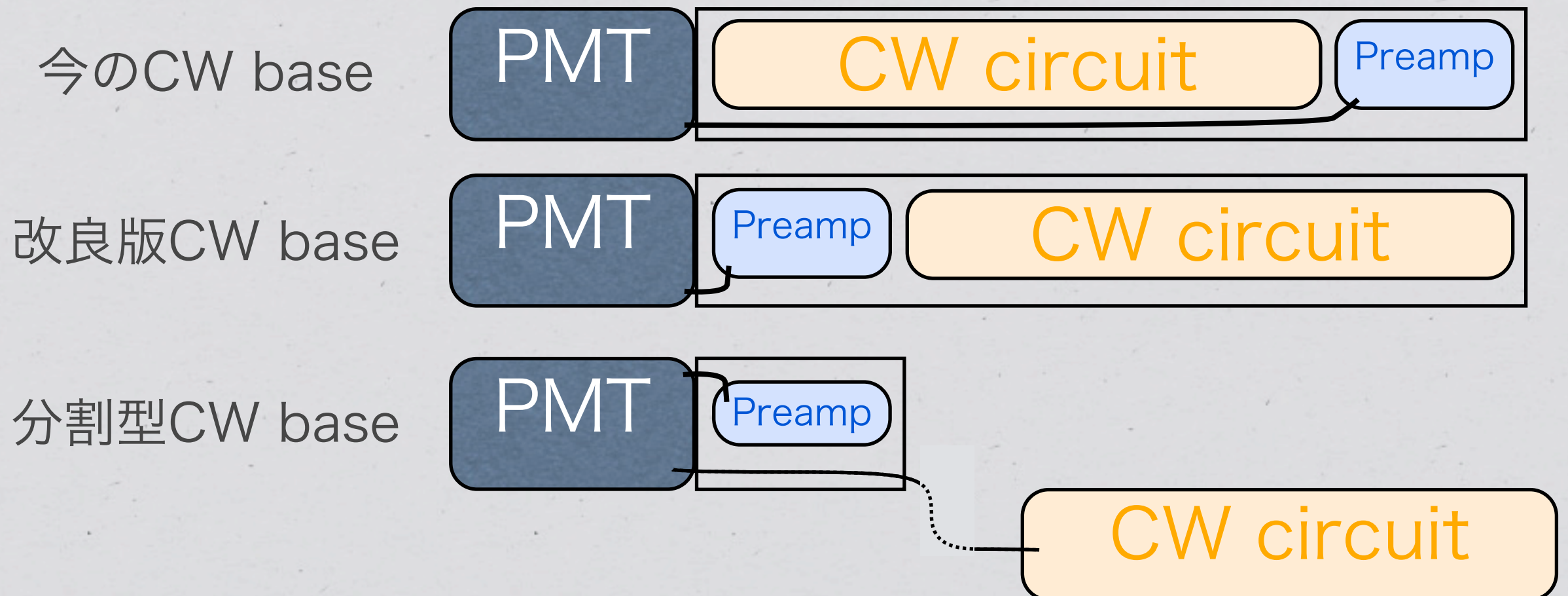
原因と対策

✓ 原因

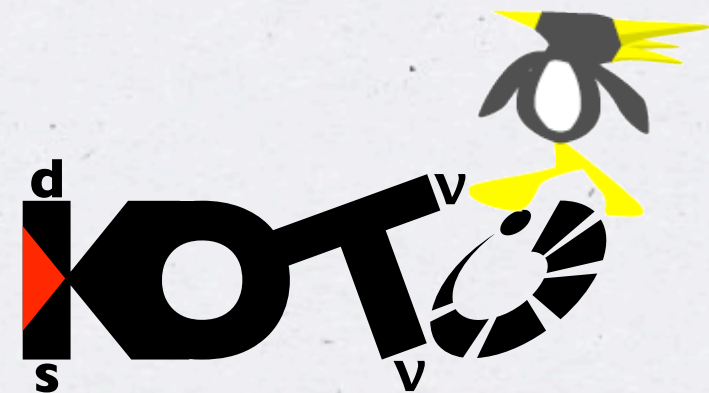
- CW baseの内部配置に問題有り

✓ 解決方針

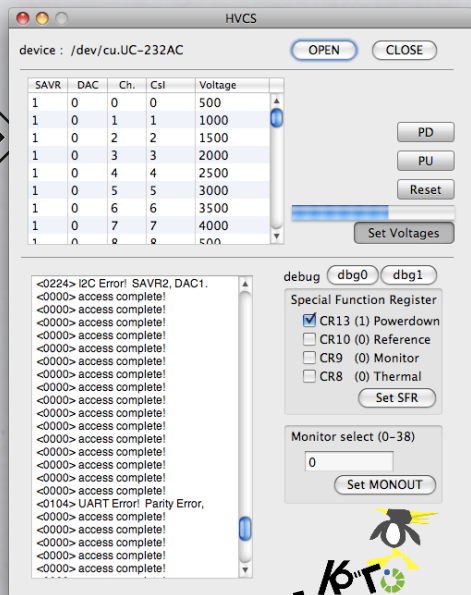
- 回路配置の見直し (改良案、分割案)



3. CW base control system



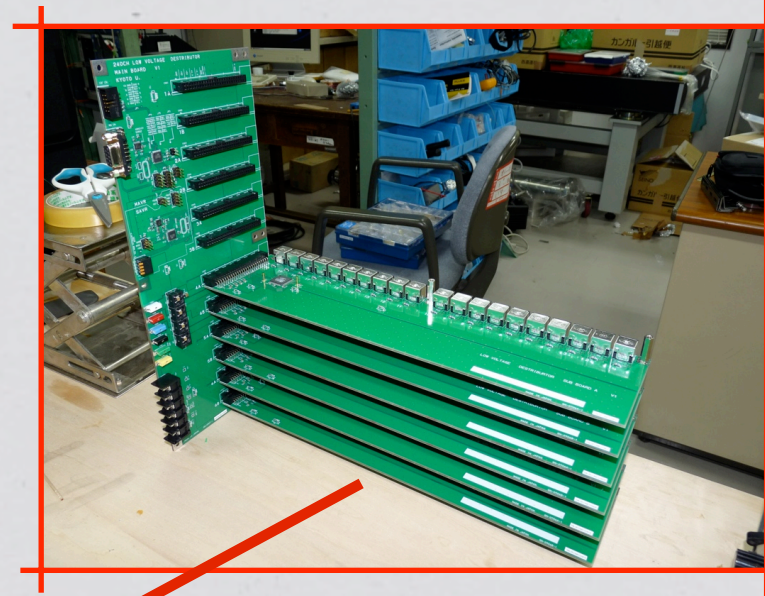
System overview



User interface

Master

vacuum



1 module

Splitter 1

40ch DAC 1

⋮

40ch DAC 6

CW base
×240

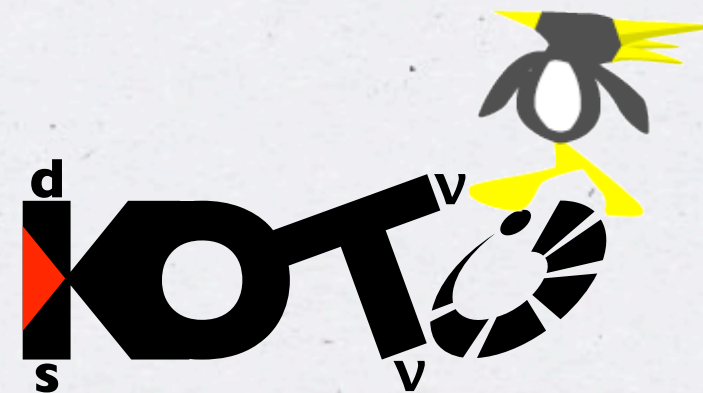
Splitter 2

⋮

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	1MeV - 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

K⁰TO experiment
2011年度

END

