

WAGASCI検出器のための MPPC大量試験と性能評価

細見郁直 / 東京大学M2

2016年 3月 1日

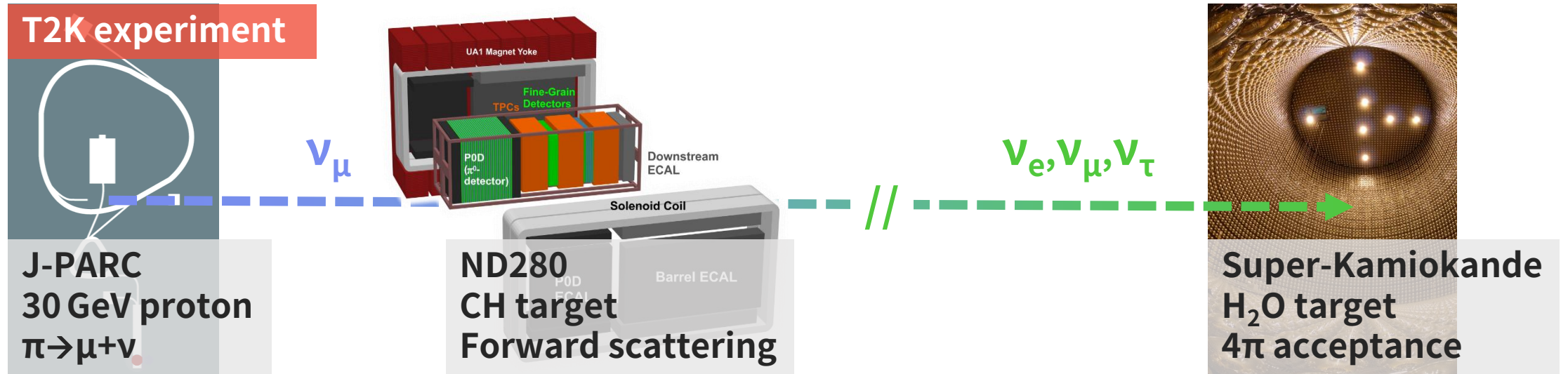
22nd ICEPP Symposium

長野県北安曇野郡白馬村 岳美山荘

Contents

- WAGASCI検出器およびMPPC大量試験の概要
- MPPC大量試験システム－光量分布の測定
- MPPC大量試験システム－ノイズレートの測定

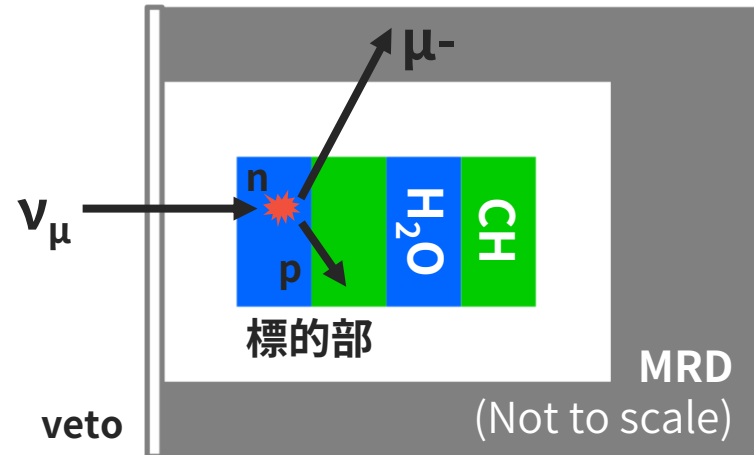
Motivation for WAGASCI detector



Systematic error sources	$\nu_\mu \rightarrow \nu_e$	$\nu_\mu \rightarrow \nu_\mu$
Cross section error due to nuclear difference	4.7%	5.0%
Total	6.8%	7.7%

➔ 水とニュートリノの
断面積測定が必要

WAGASCI検出器の目的と構成

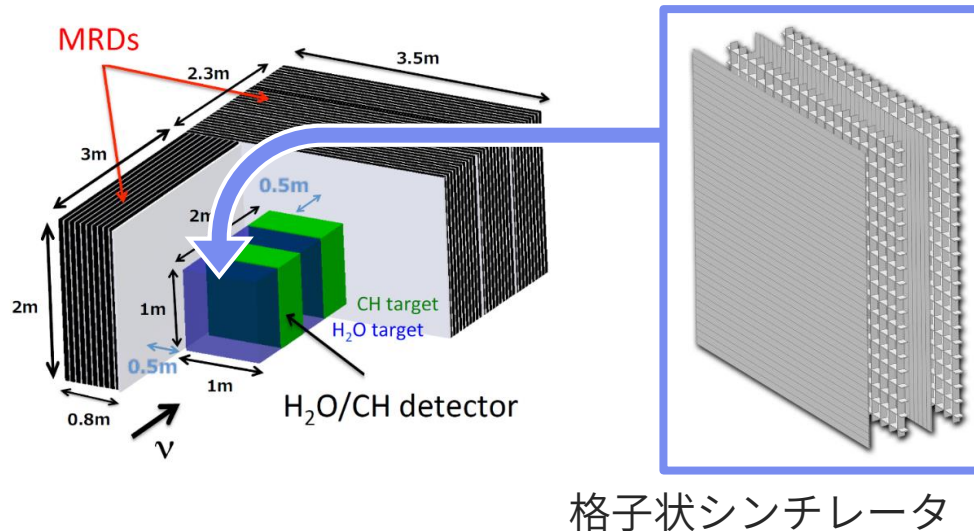


Water Grid And Scintillator

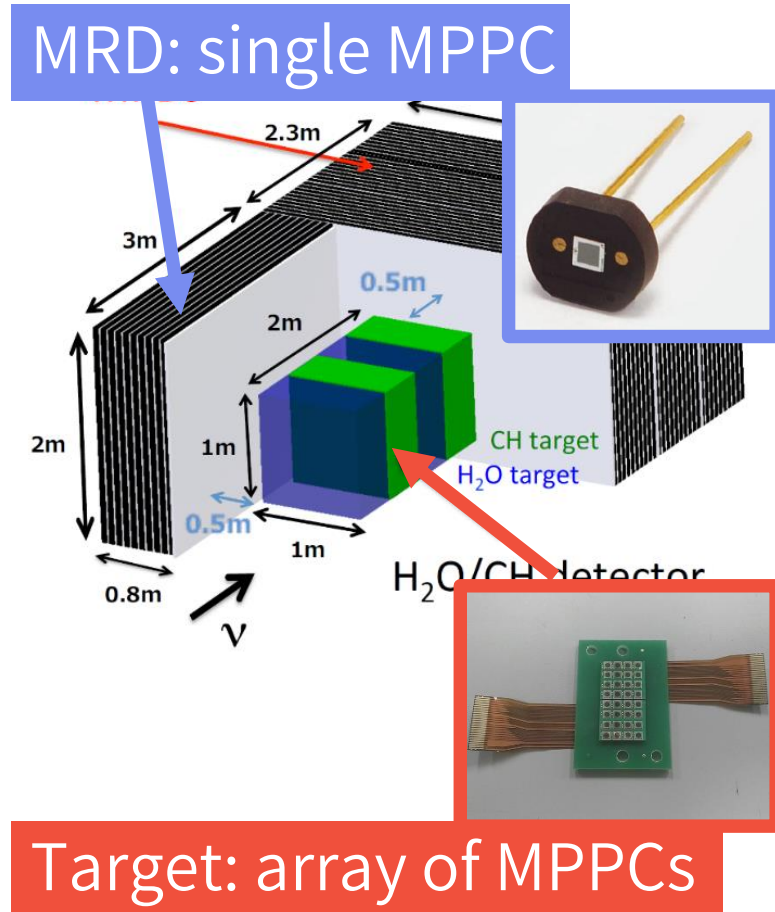
J-PARCでニュートリノ反応を測定する新検出器
H₂O/CH断面積比を3%の精度で測定

検出器の構成

- 標的部
 - H₂OとCHのサンドイッチ構造
 - 3次元格子状シンチレータ
- Muon range detector (MRD)
 - 鉄とシンチレータ



WAGASCI検出器で用いられるMPPC



シンチレータからの信号は波長変換ファイバと
クロストーク抑制型の新型MPPCで読み出す
(Multi-Pixel Photon Counter)

- 標的部
 - Array of MPPCs (32ch) 168個 (i.e. 5,376ch)
- Muon range detector (MRD)
 - Single channel MPPC 2,750個

インストール前に合計**8,126ch**のMPPCの
基礎特性を知りたい
→ 大量試験のシステムを開発している

測定項目

Gain, Relative PDE, Dark noise rate, Optical crosstalk

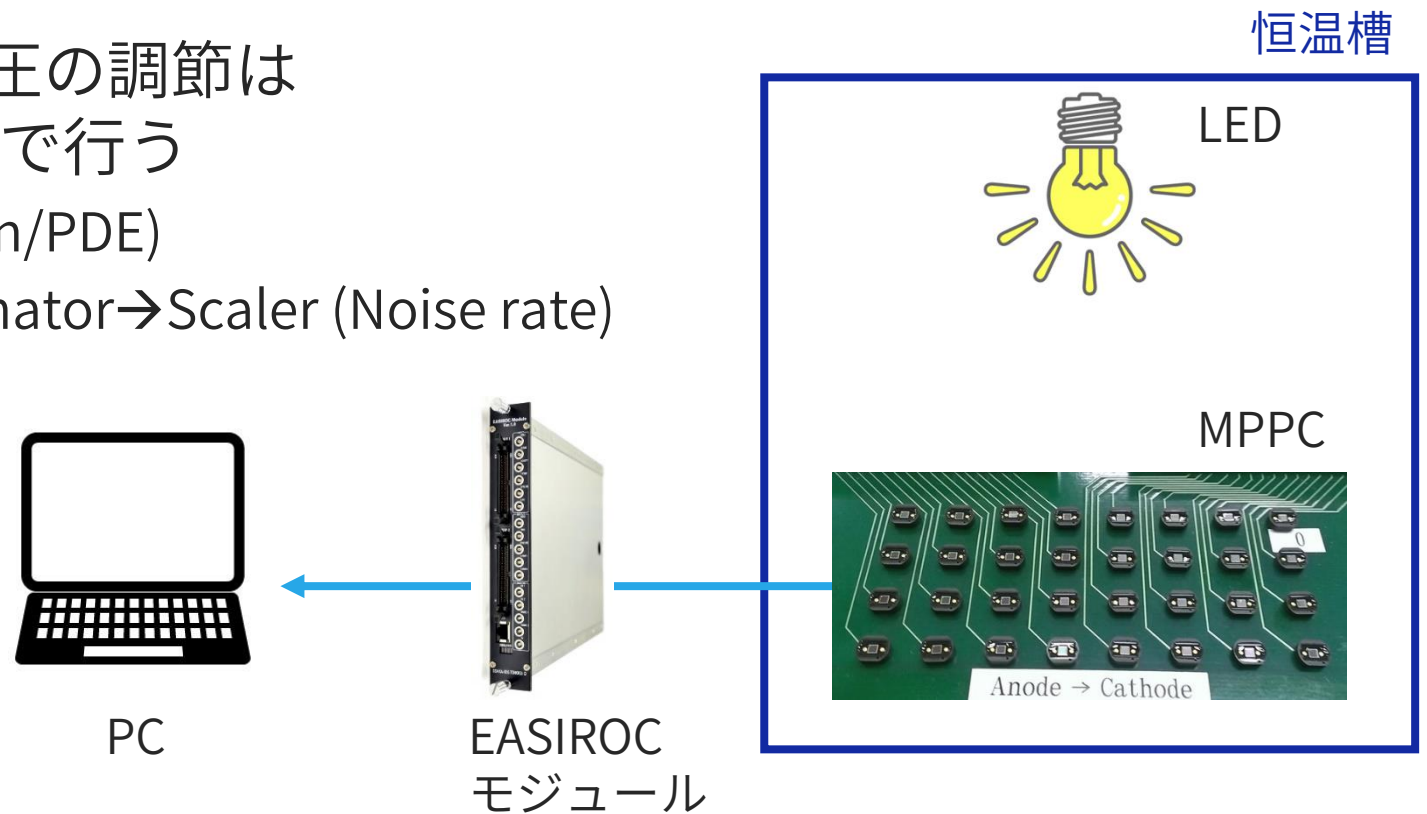
これらの特性を、温度、バイアス電圧を変えて測る

測定方法

- 光源有り無しでそれぞれ測定
 - 光源有り：Gain, Relative PDE
 - 光源無し：Dark noise rate, Optical crosstalk
- Single channel MPPC, Array of MPPCsの2種類を同じセットアップで測定
- 一度に64ch/128chのMPPCを測定

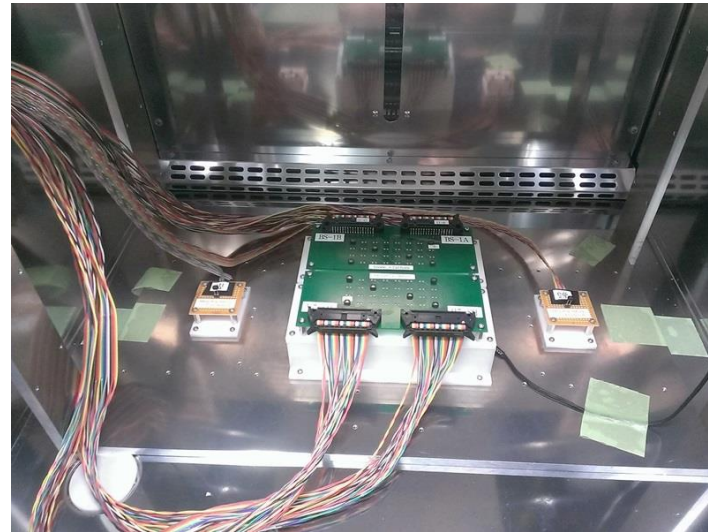
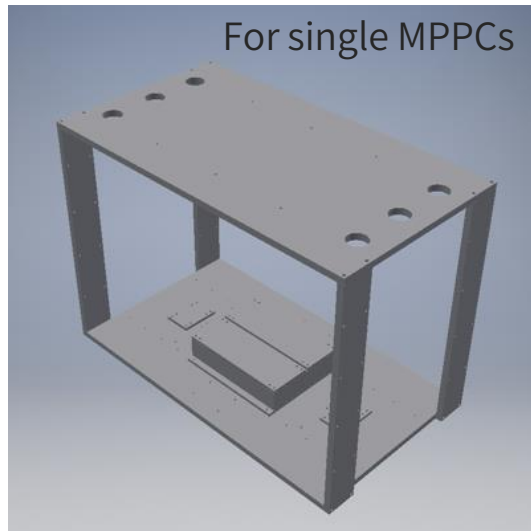
Diagram of setup

- 恒温槽内に光源とMPPCをいれ3つの温度で測定
- データ取得とバイアス電圧の調節はEASIROCモジュールとPCで行う
 - Amp.→Shaper→ADC (Gain/PDE)
 - Amp.→Shaper→Discriminator→Scaler (Noise rate)



恒温槽内部の様子

- MPPCを底面に、光源を天井の裏に固定するためのサポート構造を設計
- 中央に測定用MPPC、左右の空いたところにモニター用MPPC
- MPPCと光源は30cm程度離れている

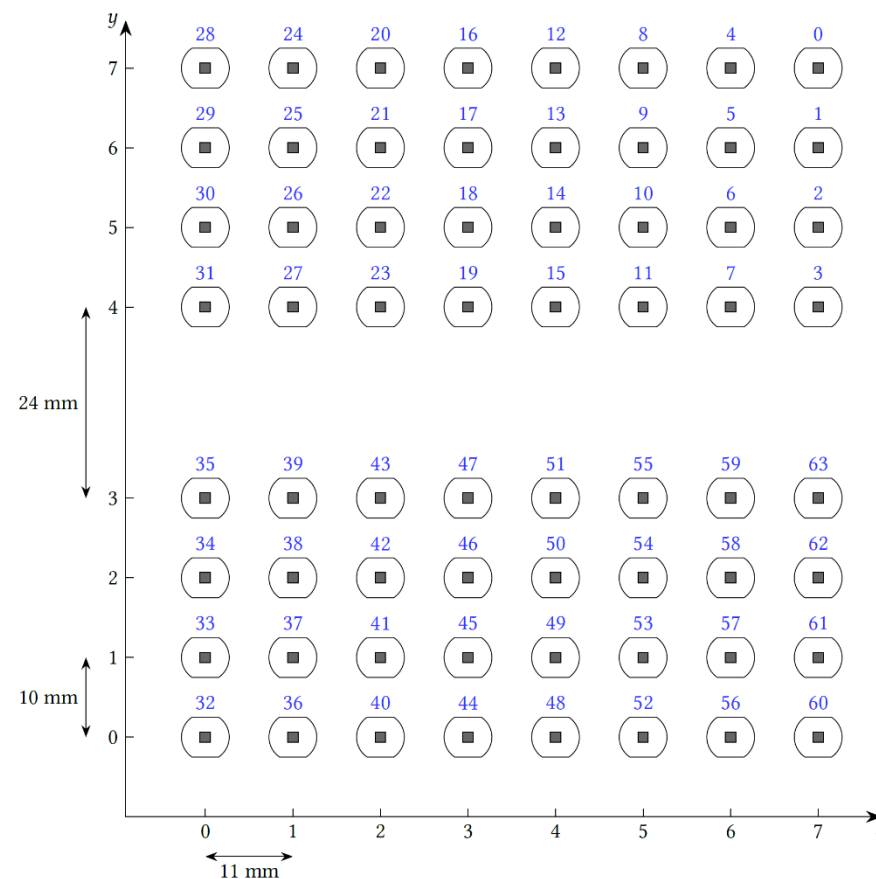


Contents

- WAGASCI検出器およびMPPC大量試験の概要
- MPPC大量試験システム－光量分布の測定
- MPPC大量試験システム－ノイズレートの測定

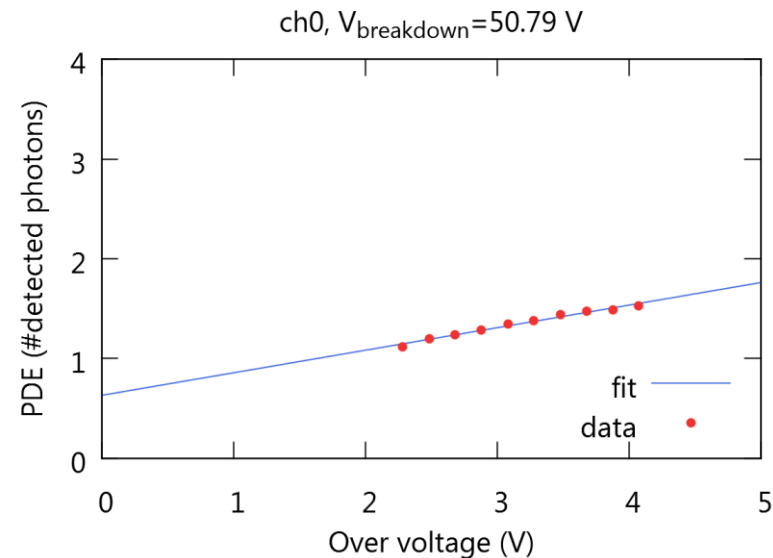
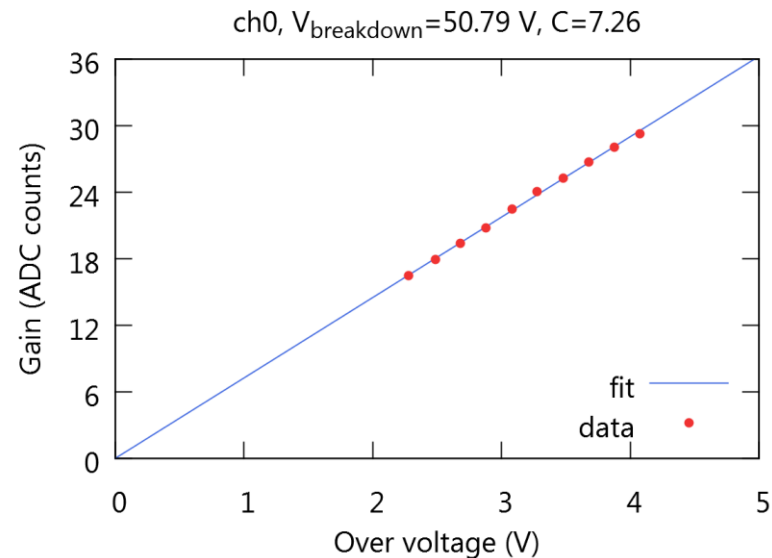
光量の測定 目的と手法

- これまで：Gain, PDEの64ch自動測定
- 検出効率測定のため、光量の分布を測定
- 測定用に64個のsingle channel MPPCを用いる
 - およそ80x80mm²の範囲
- 電圧を0.2Vごとに変化させて10点で測定
 - およそover voltage=2.0—4.0Vの範囲
 - 各電圧ごとに30k eventsを取得



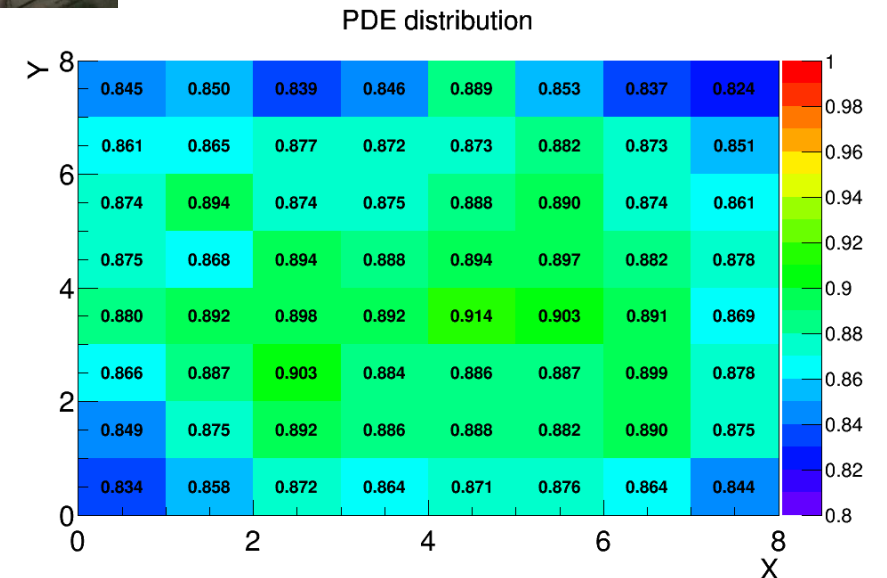
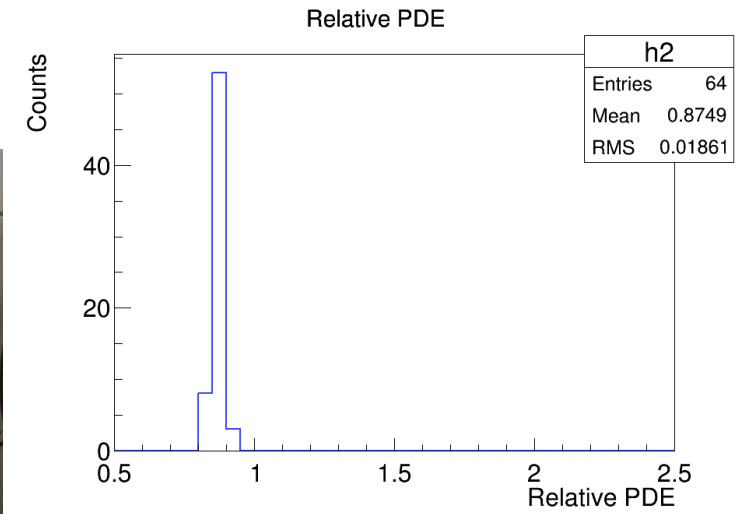
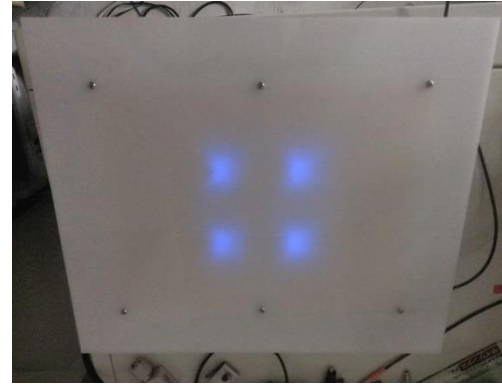
Gainと検出光子数の測定

- Over voltage=(Bias voltage)－(Breakdown voltage) ごとに Gainと検出光子数を測定する
- Over voltage=3.5Vの時の検出光子数をそのMPPCの位置の光量とする



光量分布の測定結果

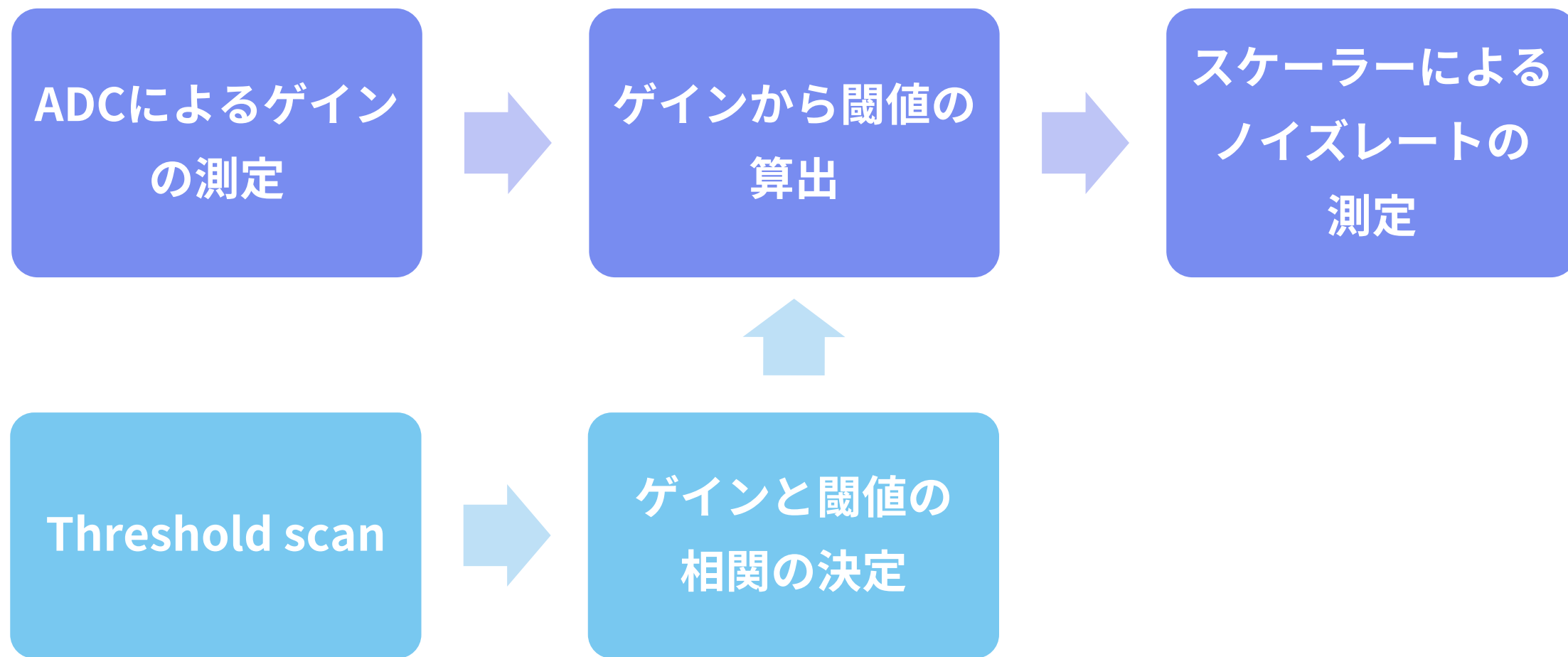
- 4個のチップLEDを60mm間隔で設置
 - 数を減らし配線の長さも等しくなるようにした
- 64chのデータで
RMS/Mean=2.1%
- まとめと今後の課題
 - ひとまず十分な精度を達成した
 - 光量の安定性はどうか？
 - 大量試験を行うにあたっての不安要素となる
→さらなる改善



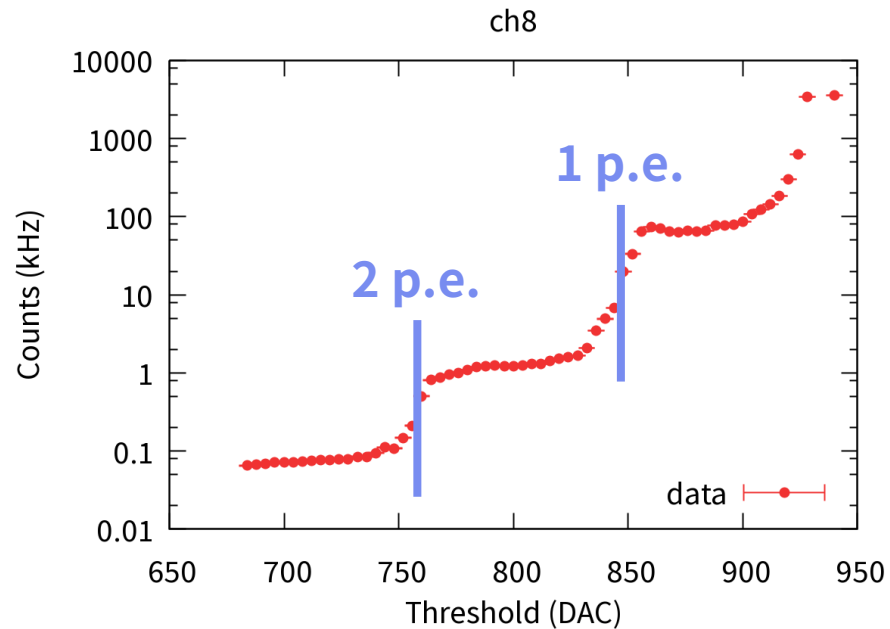
Contents

- WAGASCI検出器およびMPPC大量試験の概要
- MPPC大量試験システム－光量分布の測定
- MPPC大量試験システム－ノイズレートの測定

ノイズレートの測定方法



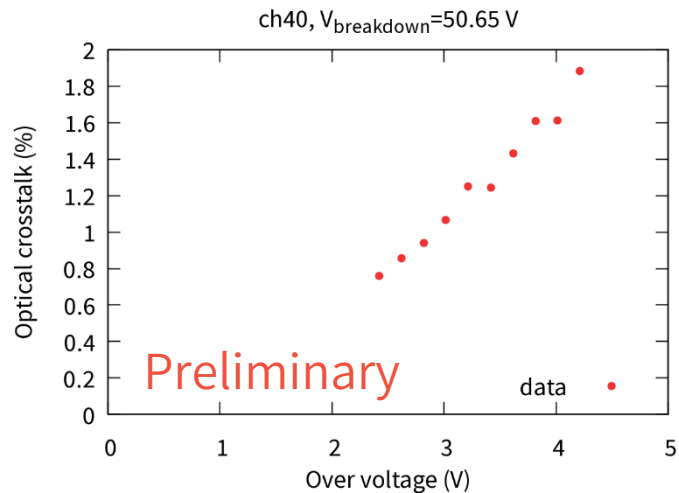
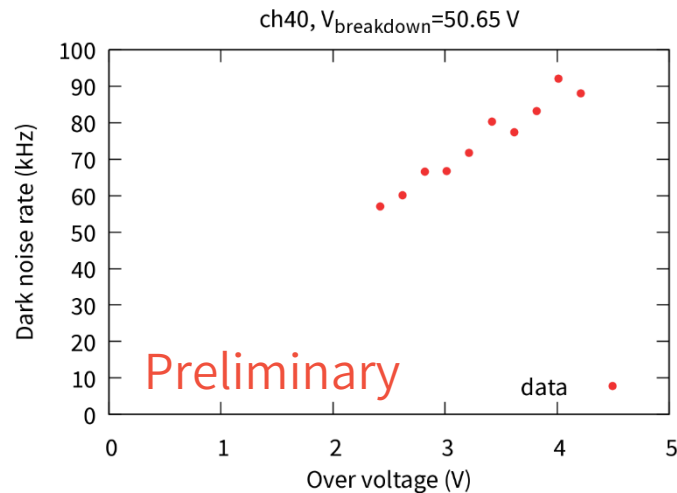
Threshold scan



- x軸：閾値のDAC値、DAC値が小さいほど閾値は大きくなる
- y軸：ダークノイズのカウントレート、logスケール
- 左図ではDAC値850~1 p.e., DAC値750~2 p.e.で大きくノイズレートが下がる
- Gainを変えて同様の測定をして、Gainとthresholdの相関を決定する

Dark noise rate & optical crosstalk

- 64chのノイズレートの測定を自動化
- 単一サンプルの測定のとくとconsistentな結果が得られた
- Over voltageに対してデータががたついている、温度変化の影響か？
- 一部のチャンネルではMPPC以外のノイズを多く拾ってしまっている



Summary

- 新しいニュートリノ検出器WAGASCIの開発
- WAGASCI検出器に用いるMPPCの大量試験のシステムを開発している
 - 測定装置の設計および製作を行った
 - 光源は2.1%の一様性を達成
 - ノイズレート測定の自動化に成功
- 今後
 - WAGASCI検出器プロトタイプに用いるMPPCを優先的に測定
 - システムの改良を行い8000chのMPPCを測定

