



# KEK測定器開発室

KEK 幅 淳二

# 測定器開発室メンバー

新井 康夫  
宇野 彰二  
杉本 康博  
田中 真伸

徳宿 克夫  
中平 武  
幅 淳二（室長）  
春山 富義

吉田 哲也  
吉村 浩司

- 汎用性、斬新さ、緊急性などの観点から4プロジェクトでスタート
- アトラス、Belle、K2K、BESS、回路Gなど真のグループ横断（**派閥横断**）、KEK外からも15機関（含む宇宙科学研、4外国機関）
  - 高度の測定器技術の保持・開発・発信
  - 新しいtechnologyからまったく新しい実験研究のブレークスルーを見出すかもしれない。

# \* ASIC（特定用途向け集積回路） 技術の蓄積と実践

## メンバー

- KEK素核研: 新井康夫、齊藤正俊、佐々木修、島崎昇一、谷口敬、田内一弥、田中真伸、藤田陽一、内田智久
- 京都大: 谷森達、窪秀利
- 神戸大: 川越清以、折戸玲子
- 信州大: 竹下徹
- 大阪大: 青木正治
- Krakow: P. Kapusta
- BINP: V. Aulchenko

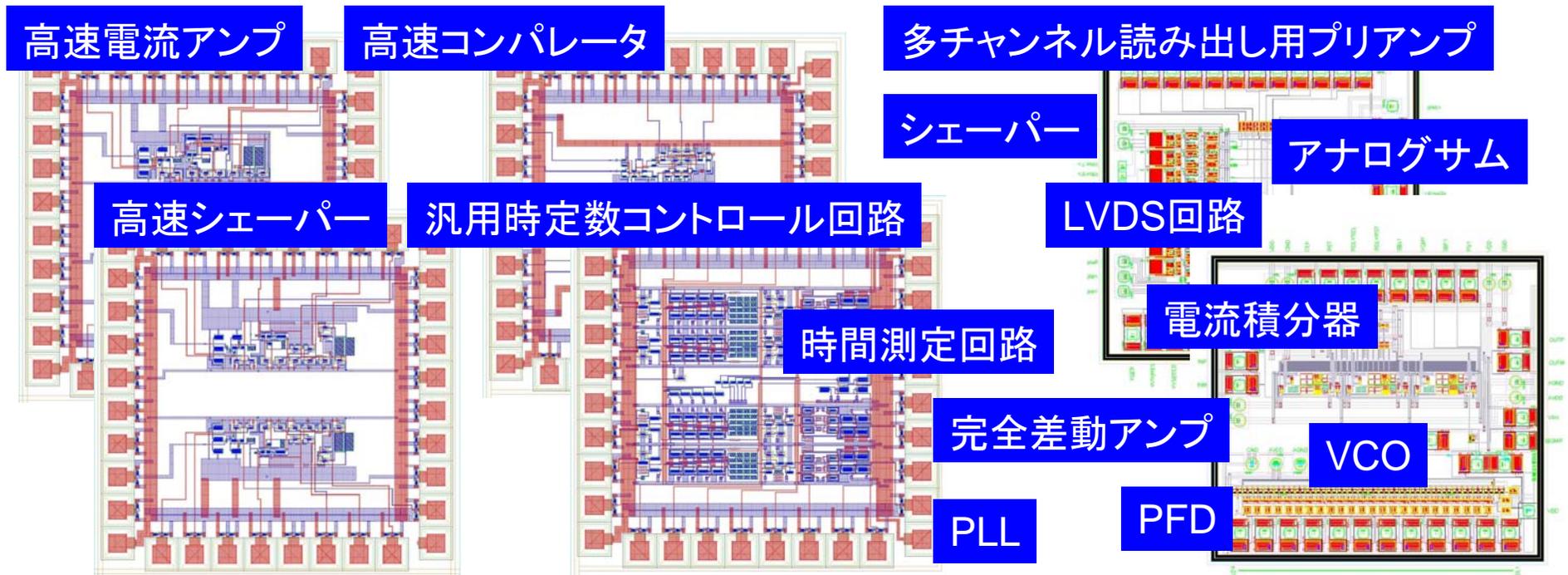
## 今年度の目標／成果

- ガスチェンバー用フロントエンドチップ、MPGD用フロントエンドチップ、MPPC用電流積分チップ、高精度TMCTDCチップのプロトタイプを試作、その性能評価をおこなう。

## ＝専属レビュアー＝

- 杉山晃(佐賀大)、徳宿克夫(KEK)

# ASICアクティビティの裾野を広げるための汎用ASICライブラリ(今年度)



JPARC用ガス検出器用フロントエンド	MPGD用多チャンネルフロントエンド
汎用ドリフトチェンバー用フロントエンド	電流積分器+ADC
ピクセル検出器用フロントエンド	TDC+電流積分器
	システムASIC
	システムASIC

他分野(宇宙、物性、医療など)との  
検出器システム共同開発作業も容易になる。

# SOI技術の応用

次世代VLSIの  
Key Technology

## メンバー

- KEK素核研: 新井康夫、海野義信、寺田進、池上陽一、坪山透、羽澄昌史、田島治、後田裕
- 新潟大: 川崎健夫
- 筑波大: 原和彦
- 東工大: 石野宏和
- 広島大: 大杉節
- JAXA宇宙科学研究本部: 池田博一
- ハワイ大: Gary Varner, Elena Martin, Marlon Barbero, James Kennedy, Larry Ruckman, Kirika Uchida, Catherine Yang
- SLAC: Hiro Tajima

## 今年度の目標／成果

- SOI(Silicon-On-Insulator)技術を応用して、読出し回路を統合した、理想的なシリコン半導体検出器を開発する。幸い、世界で初めてFully-Depleted SOI技術の量産化に成功した沖電気工業(株)の協力を得、10月に試作(TEG: Test Element Group)チップのプロセスへの投入を行なうことが出来た。またこの過程でいろいろな研究テーマのアイデアが生まれ、KEKと沖電気との間で、共同開発研究を締結する所まで発展した。

## ＝専属レビュアー＝

- 廣瀬和之(JAXA)、杉本康博(KEK)

# SOI技術による検出器

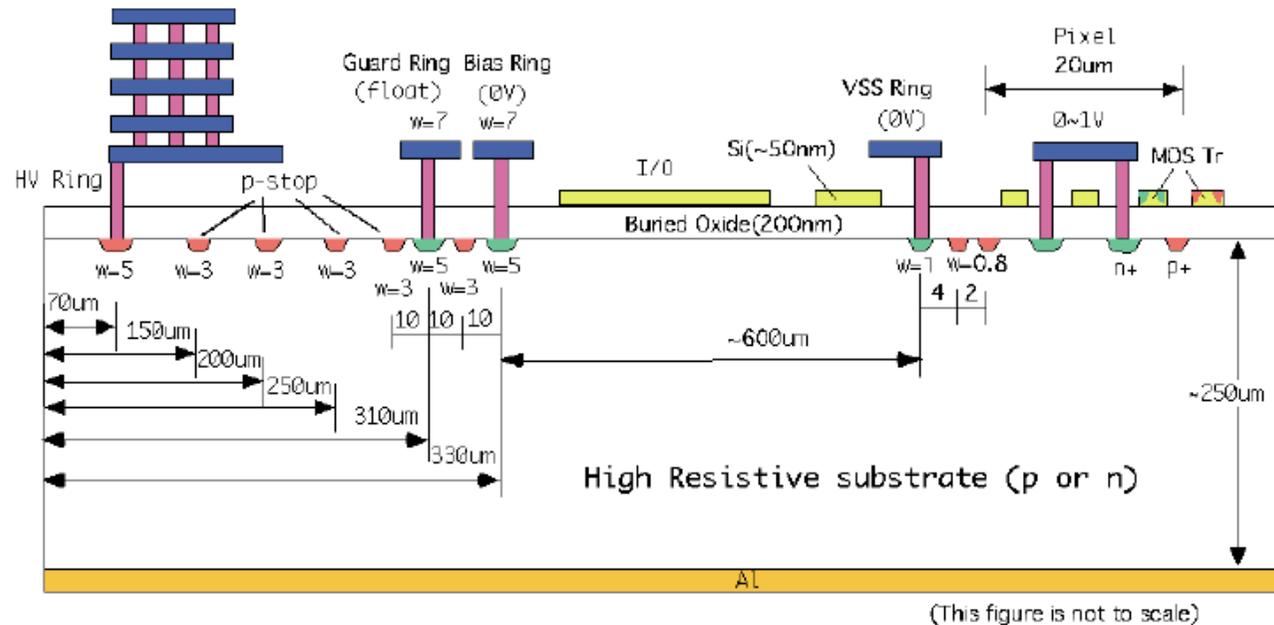


図 1. SOI Pixel 断面構造例。

- a 厚い高抵抗Si ウエハーに酸化膜を挟んで薄い低抵抗Si ウエハーを貼合せた物を基板として使用する。BOX(Buried Oxide)と呼ばれる薄い酸化膜に穴を開けた後、MOSトランジスタのドレイン、ソースの形成と同時にセンサー部に n+, p+ のインプラントを行ない p-n junction 及び guard ring 等を形成する。

# 試作が始まった評価チップ

表 1。試作 TEG チップ

Chip Name	Service	Contents	Designer
SOITEG1V (10/7 submit)	VDEC	Preamp, TOT, Comparator, Active Feedback, etc.	池田
S5KE01 (TOPNSUB_h1) (10/23 submit)	TOPPIXPN	shuttle Pixel TEG	新井
	TOPPIXN	shuttle 32x32 Pixel Array for NSUB	新井
	TOPPONN	shuttle Short Strip Sensor Prototype for NSUB	坪山、羽澄
	Hawaii2N	shuttle Imaging Hard X-ray Compton Polarimeter SOI Sensor for NSUB	Elena, Gary
S5KE02 (TOPNSUB_h1) (10/23 submit)	TOPTEG1	shuttle Tr TEG, Ring Oscillator etc.	新井
	TOPPIXP	shuttle 32x32 Pixel Array for PSUB	新井
	TOPNONP	shuttle Short Strip Sensor Prototype for PSUB	坪山、羽澄
	Hawaii2P	shuttle Imaging Hard X-ray Compton Polarimeter SOI Sensor for PSUB	Elena, Gary

# 2次元ガス検出器開発

## メンバー

- KEK素核研 宇野彰二、関本美智子、氏家宣彦、田中真伸、村上武、仲吉一男、池野正弘、田中秀治
- 大阪市大 中野英一
- 佐賀大 杉山晃、門松宏治、山本拓也

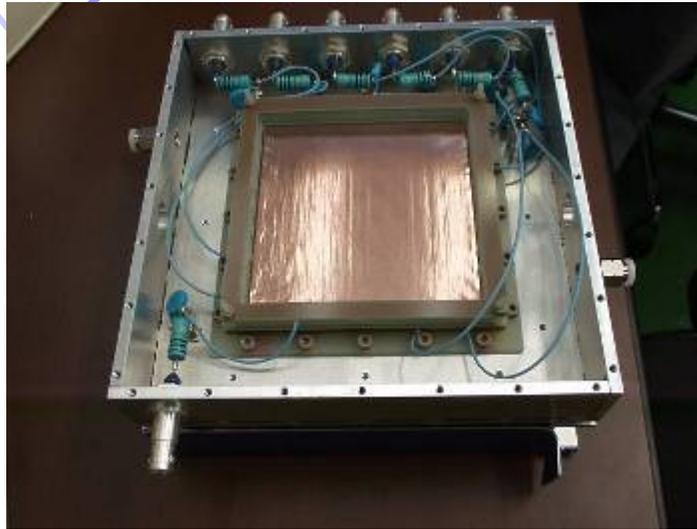
## 今年度の目標／成果

- 多段GEMを応用した10cmx10cmのX線検出器を作り、X線吸収画像が得られることを目標とする。
- GEM増幅に対する基礎データの収集をほぼ終えて、2次元パッド読出しのプロトタイプシステム(10x10cm<sup>2</sup>)を構築中である。
- 硬X線検出器／中性子検出器としての応用を狙って、厚膜金メッキ／ボロンコーティングGEMを試作し、その実証試験が進行中。

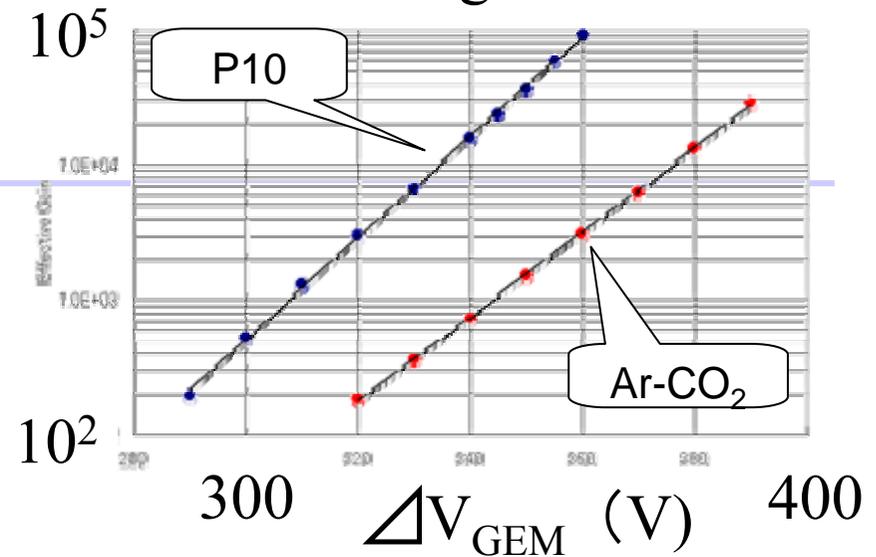
## ＝専属レビュアー＝

- 越智敦彦(神戸大)、幅淳二(KEK)

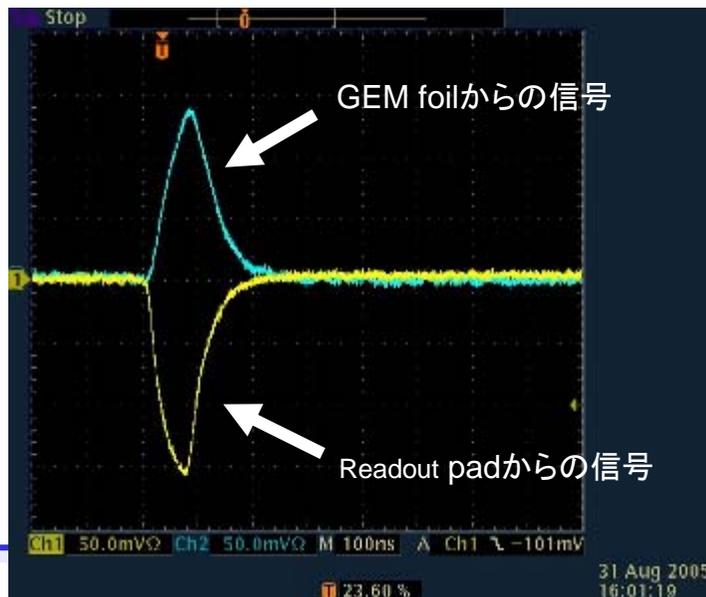
## Test Chamber



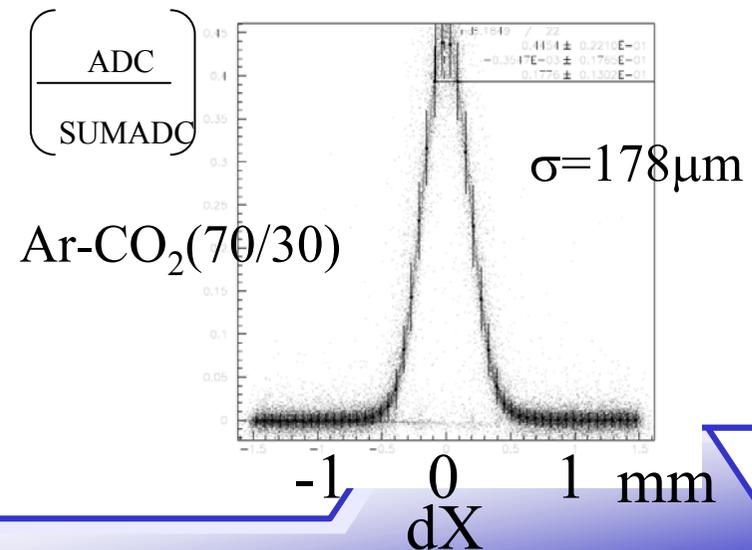
## Gas gain



## Signal



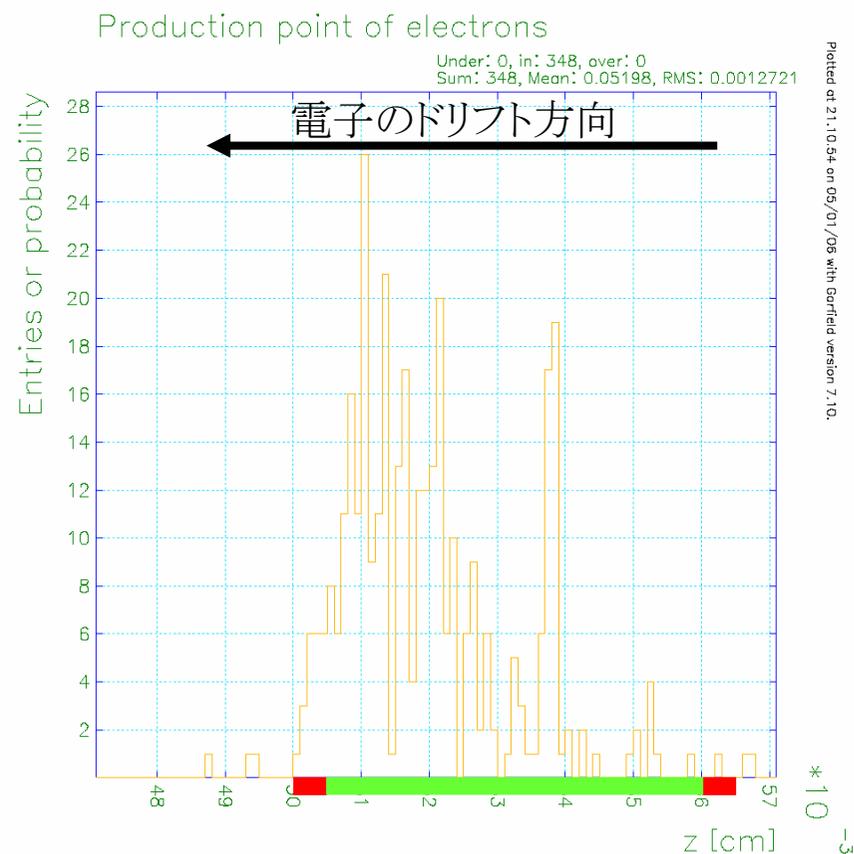
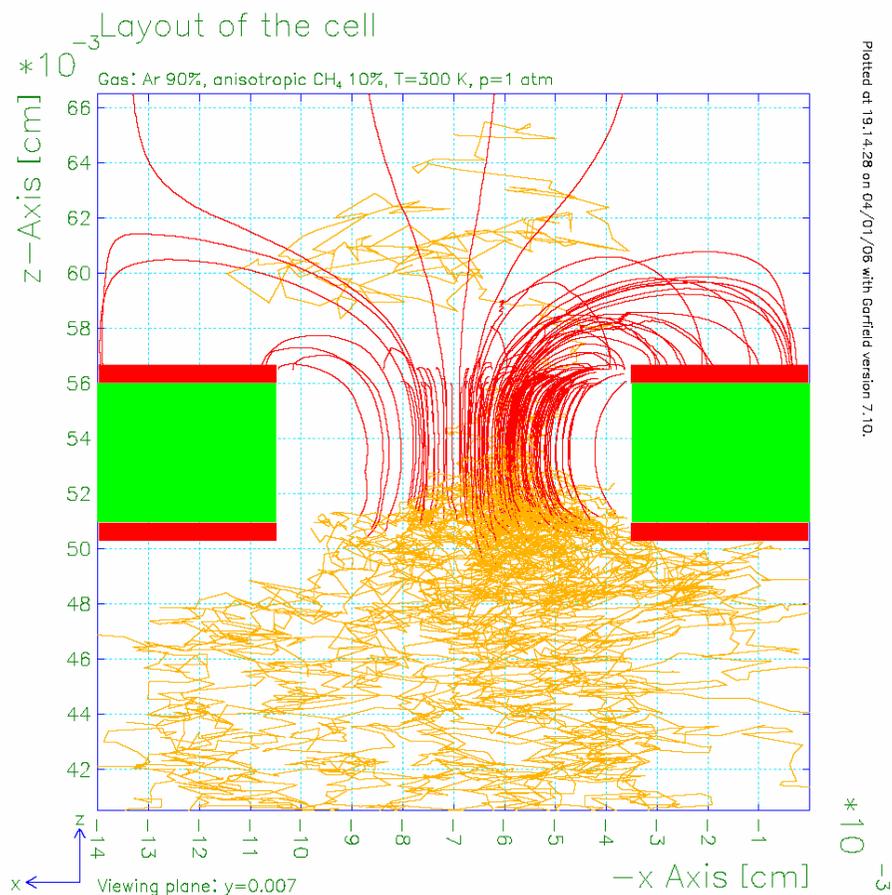
## Charge Distribution



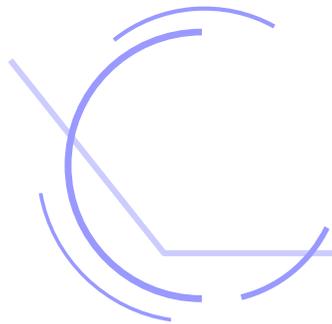
# ドリフトとガス増幅

シミュレーション研究の  
環境整備も同時進行

GEM-Holeの直上に電子を1個置き、ガス増幅をさせた



Holeの下のほう(出口付近)でよく増幅が起こっている

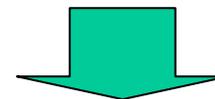


# GEMを用いた 硬X線検出器

広い応用可能性  
を模索

エネルギーが高い(200keV)

電子変換効率が悪い

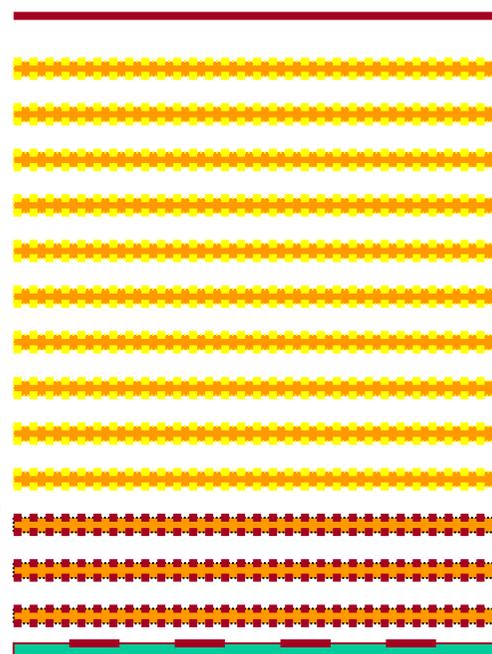


多層GEM検出器

各GEMを  
電子変換器  
電子収集器  
として使用する

変換用  
金メッキ

増幅用



多層GEM検出器

# 次世代光センサー開発

## メンバー

- KEK素核研: 吉村浩司、中平武
- 京都大: 中家剛、横山将志
- 神戸大: 川越清以
- 信州大: 竹下徹
- 筑波大: 金信宏
- 新潟大: 宮田等

## 今年度の目標／成果

- MPPC型光センサーの評価システムを、レーザースポット光源により確立して、素子開発への有意義なフィードバックを行う。その準備段階として国産／ロシア製の試作品についてBelleグループの照射装置をもちいて、画素単位での特性評価を行った。今年度末に専用の光源装置が納品予定であり、其れにより本格的な評価作業が可能となる。

## ＝専属レビュアー＝

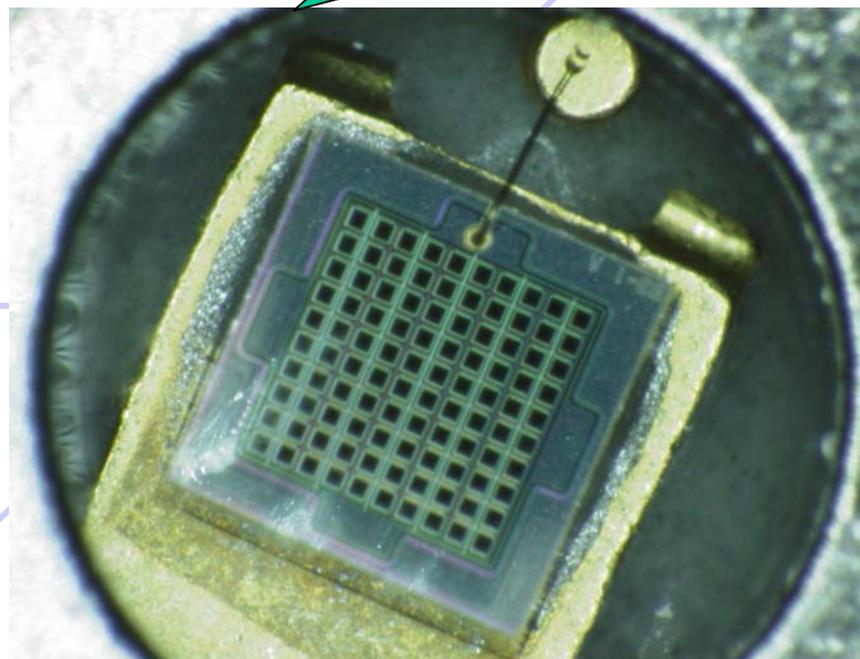
- 飯嶋 徹(名古屋大)、吉田哲也(KEK)

# T2K 前置検出器にむけた MPPC(SiPM)の性能評価

12月の研究会より  
外部ユーザーに向け評  
価システムを整備

## Contents

1. Introduction
2. シグナル& p.e. ピーク
3. 基礎特性評価
4. ビームテスト
5. レーザーテスト
6. Summary



京都大学大学院理学研究科 修士課程二年  
高エネルギー研究室 信原 岳

# レーザーを使ったテスト

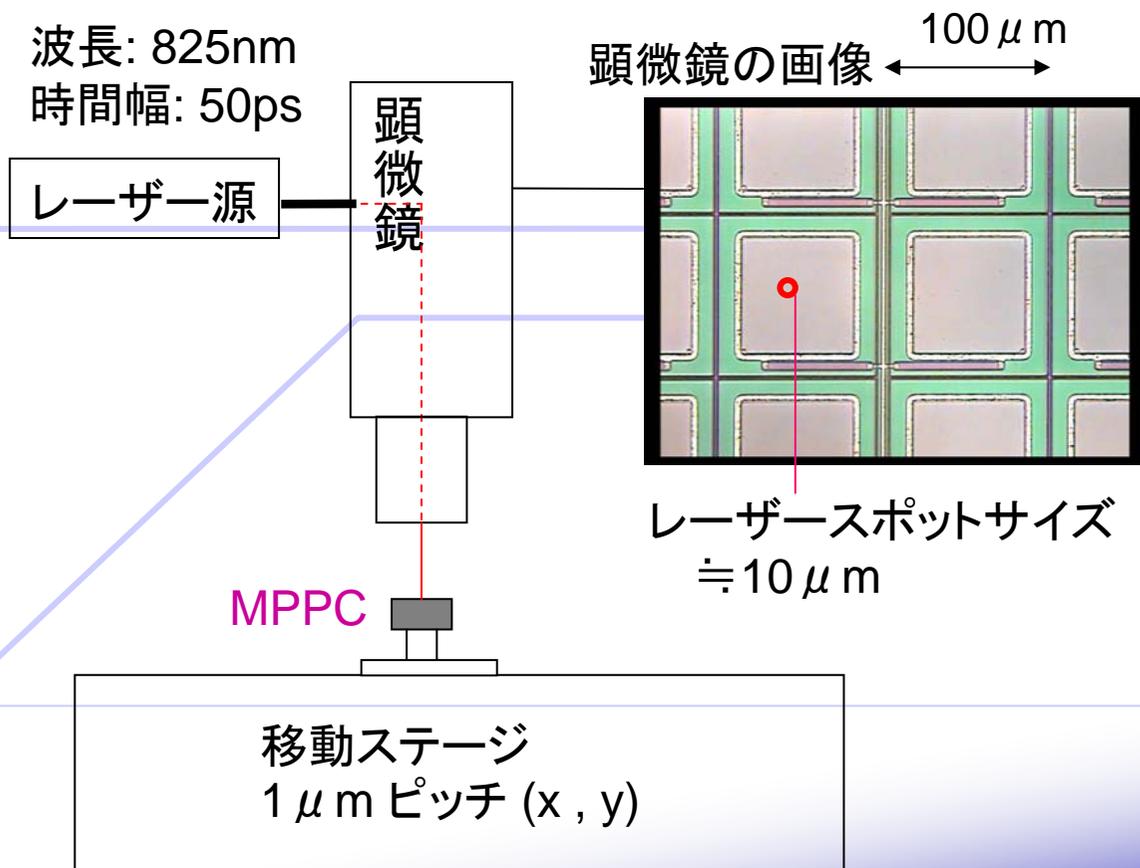
動機 レーザーでピクセルごとに光を入射し、  
MPPCのピクセルごとのふるまいを調べる

全ピクセルきちんと動作しているか。製品開発においても重要な情報。

今回  
HPK製の、ビームテスト  
で使ったタイプ  
(100ピクセル)について、

- 1ピクセル内での efficiency 分布
- ピクセルごとの gain, efficiency のばらつき

の測定を行った



# ソサイエティ 開発研究の活性化

## 研究会開催

- =3月1日「素核研・測定器技術開発の現状とプラン」
- =4月25日「素核研件での測定器開発」
- =10月4日「開発室中間報告」
- =12月26-27日「次世代光センサーに関するワークショップ」

## 主催セミナー

- 10月4日「粒子線治療における線量測定の高度化にむけた検出器開発計画」  
吉本光男氏（放医研）
- 10月14日「TPC resolution studies with charge dispersion in MPGDs with a resistive anode」  
Mandu Dixit 氏（Carleton Univ.）
- 11月14日「Challenges in Electronics for Future HEP experiment」  
Ray Yarema 氏（FNL）
- 12月5日「Vacuum and gaseous photon detector studies」  
Jerry Va'vra 氏（SLAC）
- 12月14日「SiPM: Development and Applications」  
Pasha Pakhlov 氏（ITEP）
- 12月20日「完全空乏型SOI技術と超低消費電力LSIへの応用」  
長友良樹（沖電気・研究本部デバイス研究開発部 部長）
- 1月11日「シリアルバックプレーンを用いた次世代のデータ収集システム」  
能町正治氏（大阪大）

# 機構内研究ユニットとの連携

- 5月26日 \* 物構研放射光分野より講師を招いて測定器の研究会:
- 6月14日 \* 物構研中性子分野より講師を招いて測定器の研究会
- 中性子DAQシステムについての合同研究会  
9月28日、11月11日  
→次期中性子DAQシステムにむけて具体的な提案を検討中→ミュオン科学グループとも接触開始 **3月末プロトシステム提示**  
――>来年度以降のプロジェクトへ発展を企画
- ボロンコート(金メッキ)MPGDによる**中性子(硬X線)検出実証**開始。

# [これから]

- プロジェクト発展
  - 前年度端緒のついたプロジェクトを一層具体的なものへ発展させる事を目指す。すべてのプロジェクトで、試作品のができ上がった所であり、その評価などによって、大きな成果の足がかりを得る大事な時期といえる
  - 様々な評価作業のためには、各種の機器の展開や既存機器の活用が必要であり、活動拠点となるスペースの確保が是非とも必要である。こういった拠点は、今後ますます増えていくと思われる測定器開発関連の「共同利用」研究者にとっても、ある意味でPSにかわる拠り所になり得る。
- 新しい方向性
  - 素核研がもつ優れた技術(低温など)を活かした検出器の新たなプロジェクトを立ち上げたい。
- 他分野連携
  - モデルケースとして、中性子DAQシステム開発について合同プロジェクトを立ち上げる。またMPGD2次元検出システムの完成度によっては、中性子/X線検出システムへ向けた合同プロジェクトの方向を模索から
  - 理研・JAXAなど同様の検出器プロジェクトを持つところとの合同研究会を企画する。

# [ 開発プロジェクト縦割りでは困る ]

- 横糸としてのASIC
- MPGD ↔ 光センサー
  - ガスPM
- MPGD ↔ SOIピクセル
  - シリコンパッドMPGD

# 情報交換、さらに

- 相乗りウエブアー
- OPEN IP
- ASIC 共同開発
- 共通規格(リンク、パーツ)
- 施設、設備、機器、エキスパートなどリソースの相互活用
- 企業との合理的なお付き合い
- (相互)レビュー
- 若手の交流