

# ATLAS実験IBL検出器の導入に向けたステーブ試験の現状報告

'12 3/24 田窪洋介(KEK)

池上陽一、海野義信、寺田進、三井真吾(KEK)

A. La Rosa, D. Ferrere (ジュネーブ大)

他、ATLAS-IBLコラボレーション

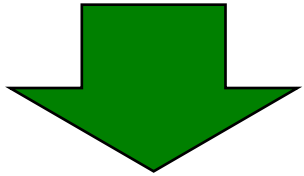
## 講演内容

- ATLAS-IBL検出器
- ステーブの製造と性能評価
- ステーブ試験の準備状況
- まとめ

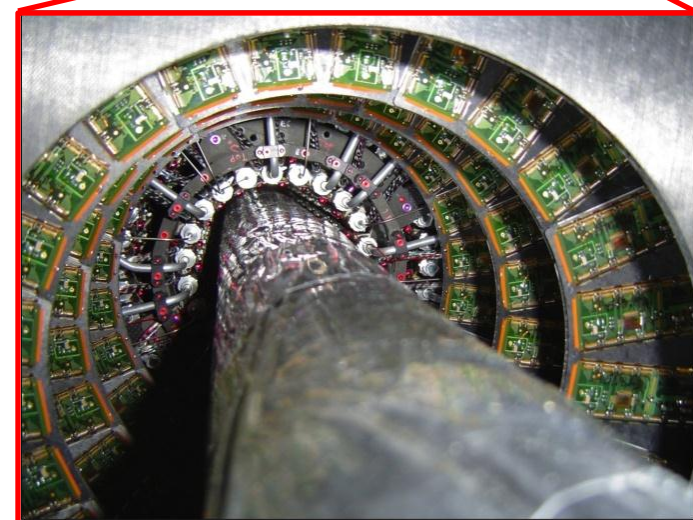
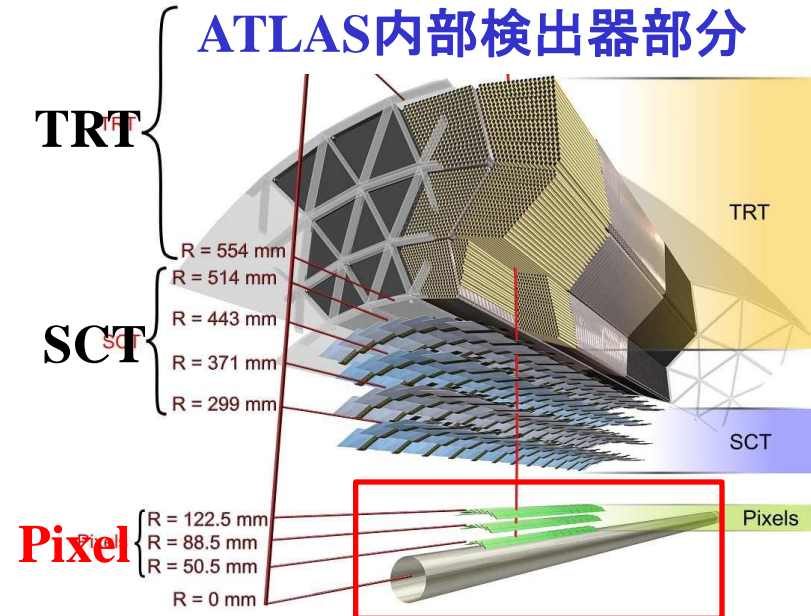
# ATLASピクセル検出器

- プラナー型ピクセル検出器
- ピクセル・サイズ:  $50 \times 400 \text{ um}^2$
- 総ピクセル数: 80M
- バレルの最も内側に置かれ、3層ある
  - 半径: 50.5mm, 88.5mm, 122.5mm
- エンドキャップ: 前後に3層

LHCは2013年に14TeVへ改良するため  
2年間止まる



IBL検出器を新たに導入する  
ことになった



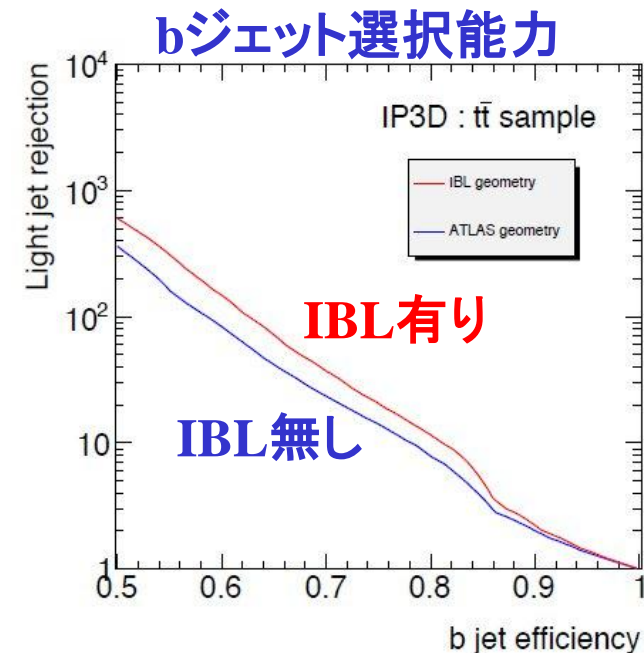
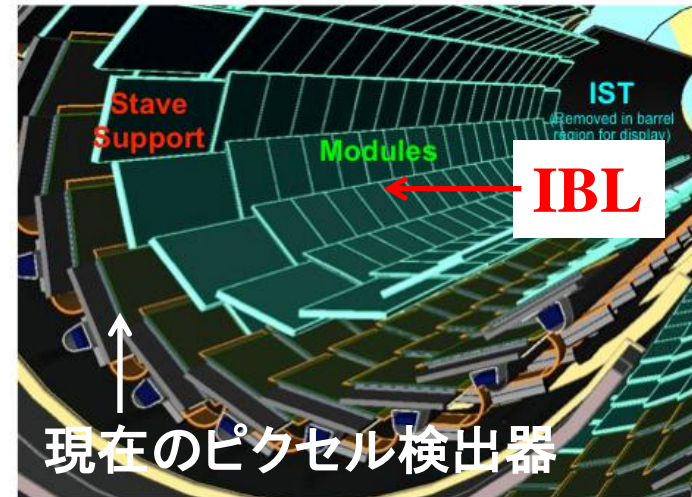
# IBL(Insertable B-Layer)

## IBL検出器

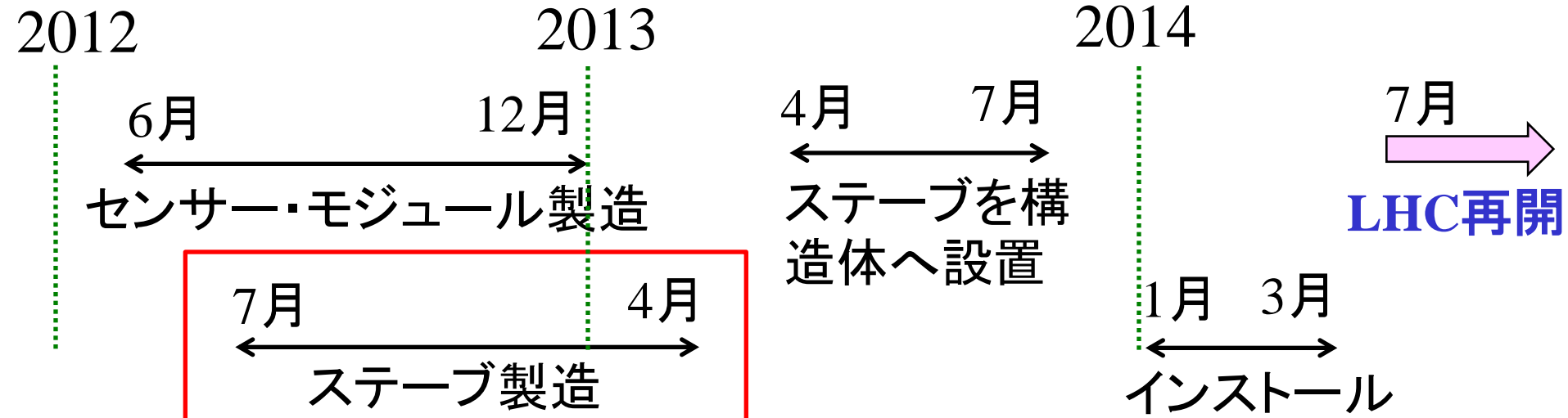
- 2013-14年に新たに最内層に設置されるピクセル検出器
- 半径33mmの所に設置

## 設置目的

- ピクセル検出器の放射線による性能劣化を補う
  - 現行ピクセルは $10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ のピーク・ルミノシティに耐えるように設計
  - 2018年には $2 \times 10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ に到達
- トラッキングの性能向上
  - 特にbタグの性能が改善する



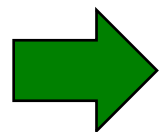
# IBLのインストール計画



ステーブ実装前後にセンサー・モジュールの動作確認が必要

## 不安要因

- モジュール運搬中のバンプ・ボンドやワイヤーボンドの剥離や損傷
- ステーブへの実装中におけるワイヤーボンディングの失敗
- その他、不慮の不具合の発生



KEKとジュネーブ大が試験を担当することになった

# IBLセンサー・モジュール

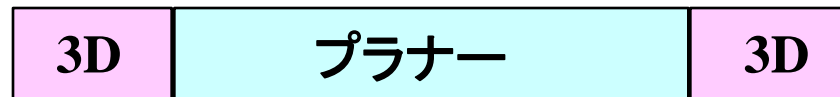
## センサー

- プラナーを75%、3Dを25%使用
- ピクセル・サイズ:  $50 \times 250 \mu\text{m}^2$
- 厚み:  $200 \mu\text{m}$
- 放射線耐性:  $5 \times 10^{15} \text{ n}_{\text{eq}} \text{cm}^{-2}$ 
  - ピーク・ルミノシティ:  $3 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
  - 積分ルミノシティ:  $550 \text{ fb}^{-1}$

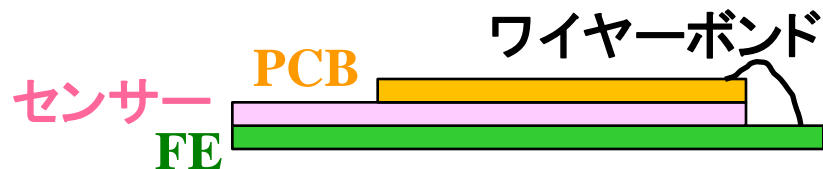
## センサー・モジュール

- センサーとFEチップを bumps ボンドし、モジュールにする
- ピクセル数: 53760(プラナー)、26880(3D)
- 試験用コネクタはステープに実装の際に取り外せるようになっている

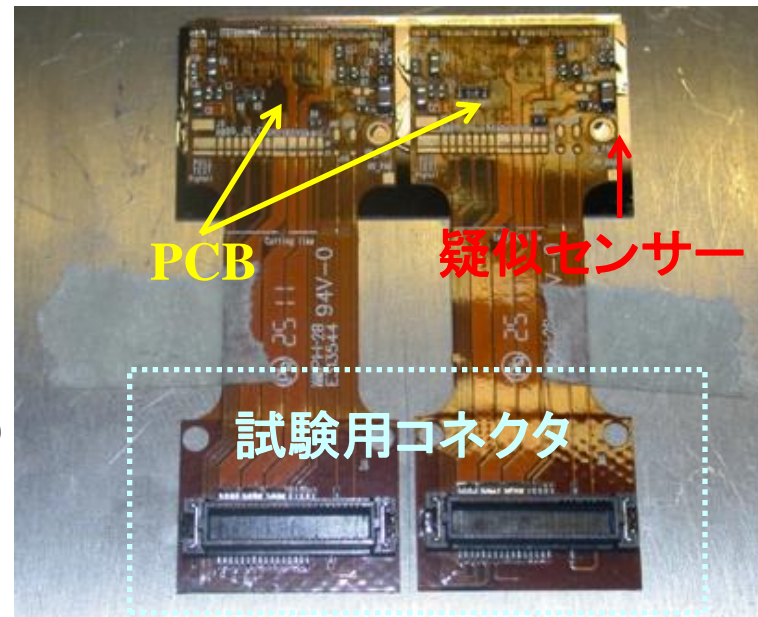
## IBLステープのイメージ



## モジュールの断面図



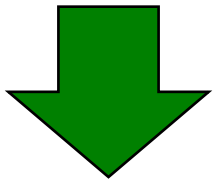
## プラナー型疑似モジュール



# IBLステーブの製造

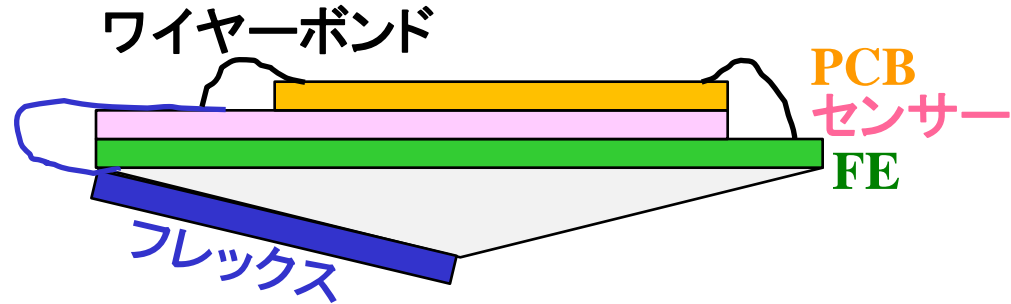
## IBLステーブ

- サイズ: 2 x 66 cm<sup>2</sup>
- 32個のFEチップが載る
- 14枚使用 (30枚程度作成)
- ジュネーブ大が製造を担当
- 4月中旬にプロトタイプを作成
- 7月から実機の製造開始

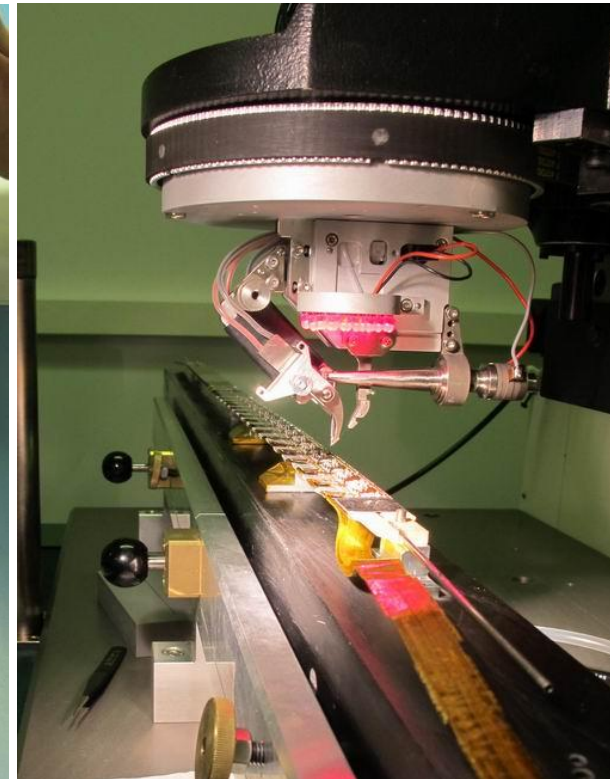


4月中旬には試験システムが完成している必要がある

→ 準備状況を紹介します



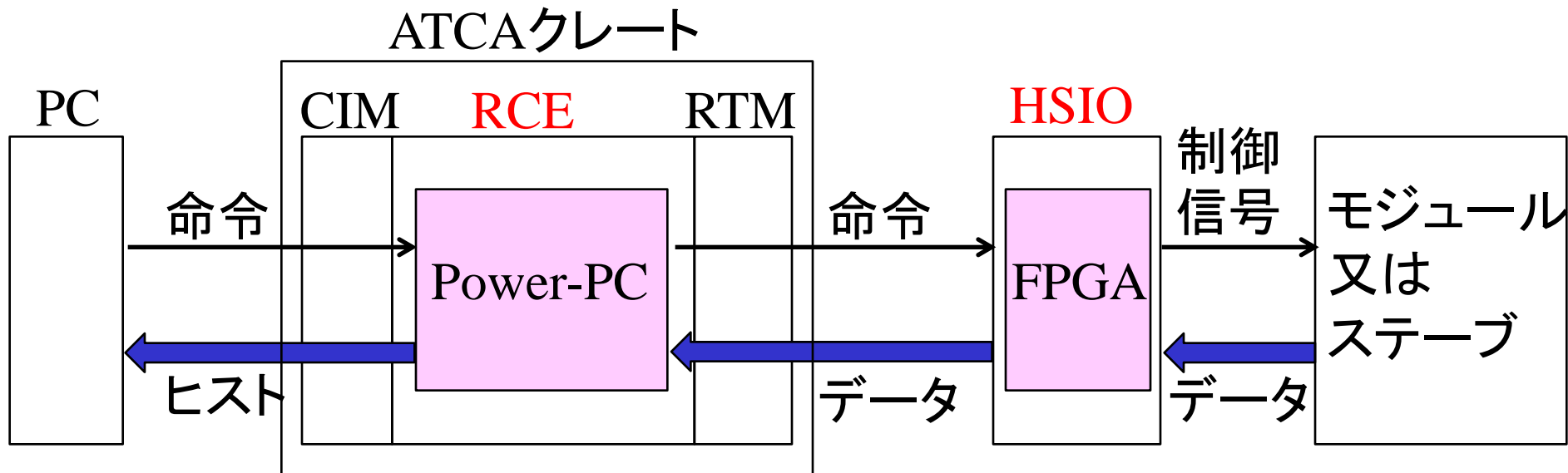
疑似ステーブの製造の様子



# 試験システム

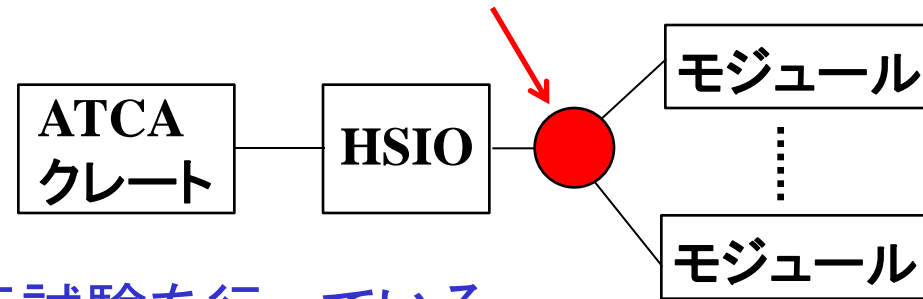
試験システムとしてRCEシステムを使用する

- SLACが開発 (Martin Kocian氏)
- RCEボード1枚で半分のステーブが読み出せる
  - Power-PCを搭載し、ボード上でヒスト作成までやる
  - ATCAクレートを使用
- モジュールとステーブを制御するのにHSIOボードを使用



# 実装前モジュールの試験準備の状況

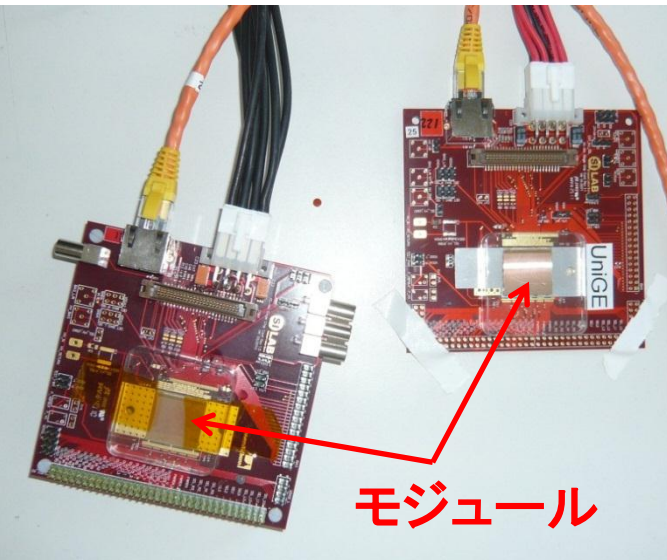
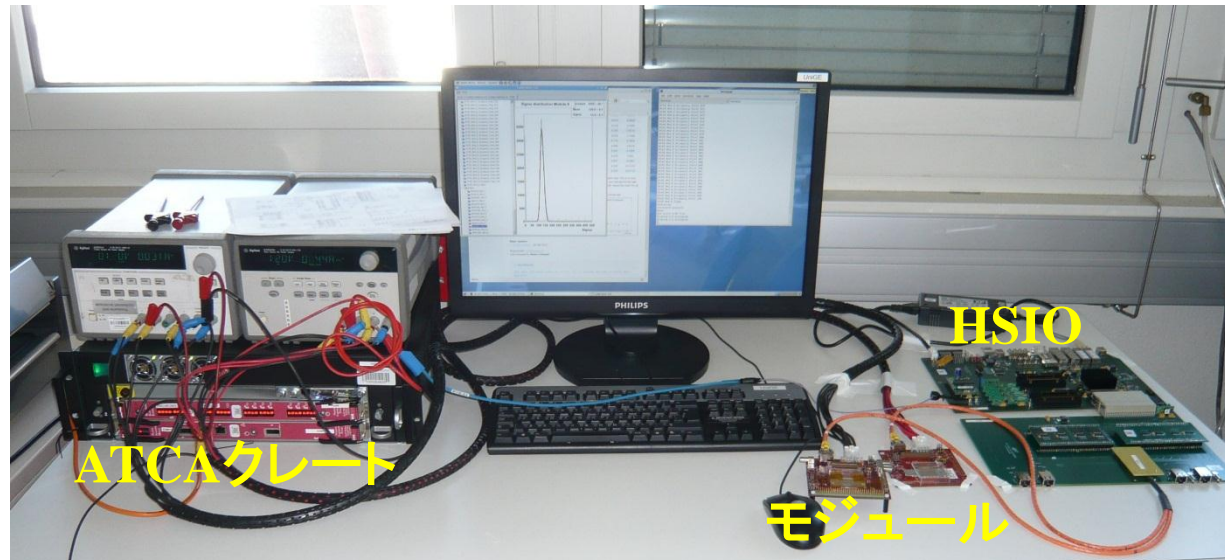
- 8モジュールを同時に試験するためのシステムを準備中
- 試験システムとモジュールの間のインターフェースとなる回路が完成すれば準備完了
  - 4月初旬に完成予定



→ 試験用モジュールを用いて、予行試験を行っている

試験システム

試験用モジュール

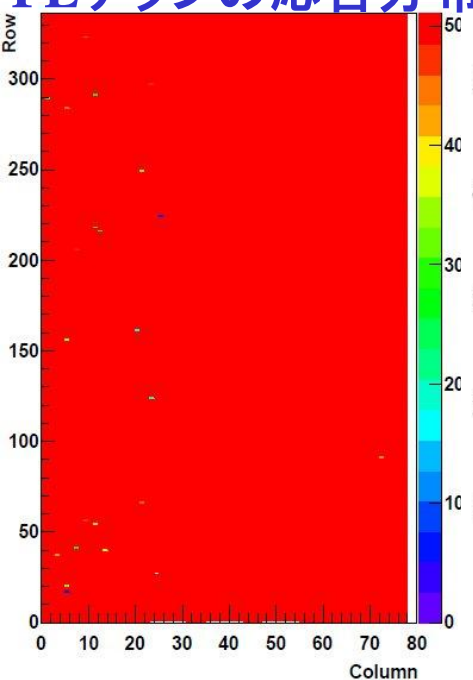




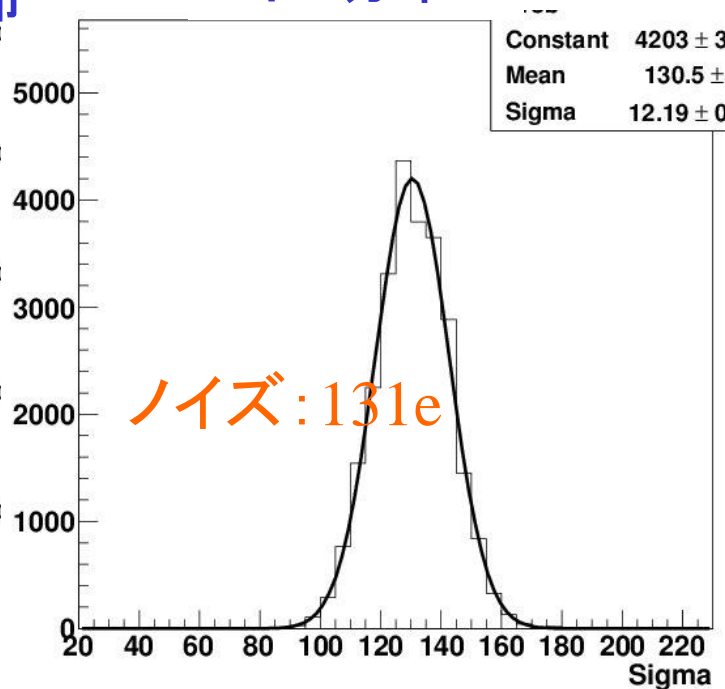
# 試験用モジュールを用いた予行試験

- ノイズ値やチューニングの結果は期待通り
  - ノイズ:  $\sim 130e$ 、閾値の設定精度: 2.4%
  - システムが正しく動いていることが確認できた
- ステーブ・プロトタイプ<sup>1</sup>の製造までに試験項目を決定する

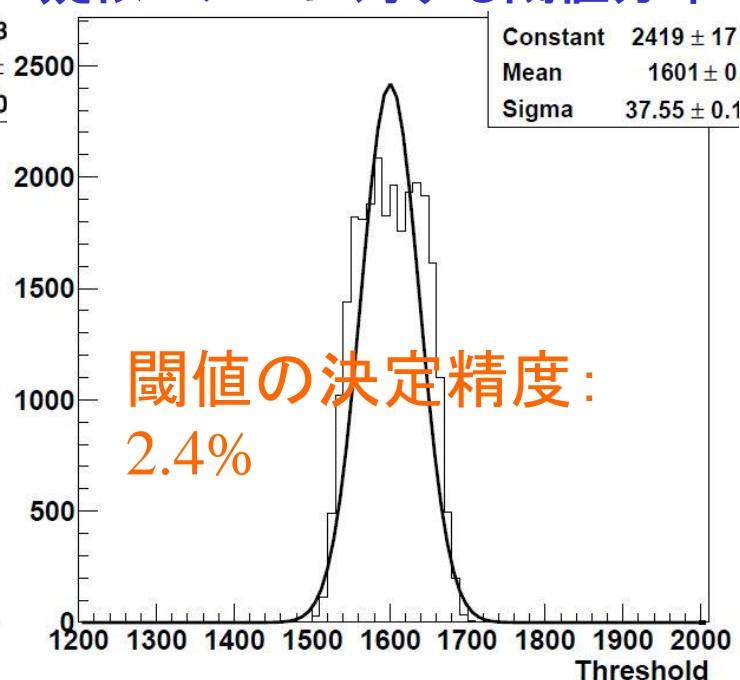
疑似パルスに対する  
FEチップの応答分布



ノイズ分布



疑似パルスに対する閾値分布



# ステーブ試験の準備状況

- 試験システムの準備は完了
- 疑似ステーブを使って試験準備を進めている
  - ダミーセンサーと読み出しチップをモジュール化したものを使用
  - ノイズ対策など最適なセットアップを思考錯誤中
- 4月にはプロトタイプを読み出しを行い、不具合の洗い出しと最終的な試験項目を決定する

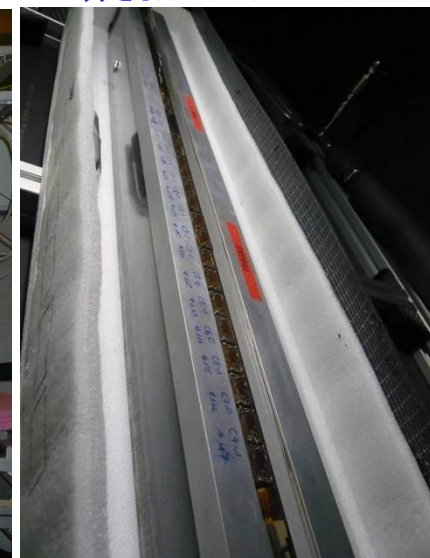
試験システム (HSIOボード)



疑似ステーブの試験の様子



疑似ステーブ



# まとめ

- 2013年から2年間かけて最内層のピクセル検出器としてIBL検出器を導入する。
- 我々はステーブに実装前後のセンサーモジュールの性能評価を担当しており、試験システムの準備を進めている。
- 実装前モジュールの試験システムは4月に完成予定。
- ステーブ試験は4月からステーブ・プロトタイプを読み出しに取り組む。
- 7月から実機ステーブの製造が開始するので、それまでに試験システムの準備を完了し、試験項目を決定する。