

# ATLAS実験IBL検出器の導入に向けた実機用ステーブの性能評価

'13 9/20 田窪洋介(KEK)

池上陽一、海野義信 (KEK)

陣内修、本橋和貴 (東工大理)

J. Bilbao, D. Ferrere , A. Miucci, A. La Rosa (ジュネーブ大)

M. Kocian (SLAC)、他ATLAS-IBLコラボレーション

## 講演内容

- ATLAS-IBL検出器
- IBLステーブ
- ステーブの試験結果
- まとめ

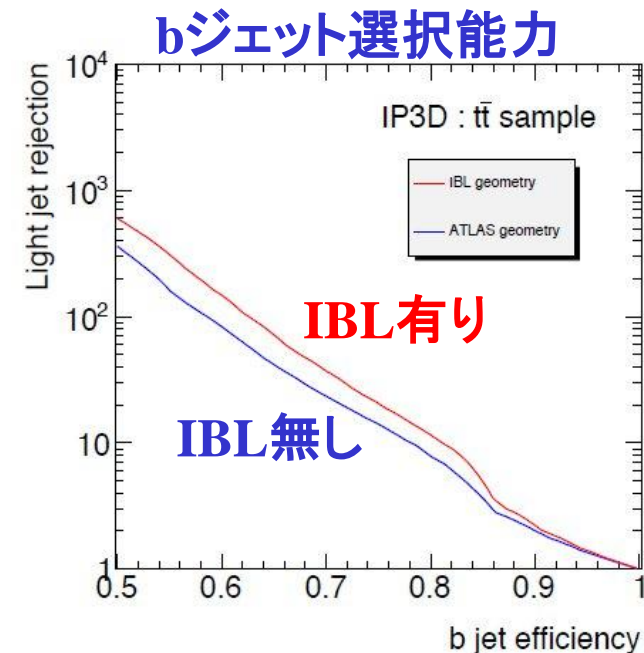
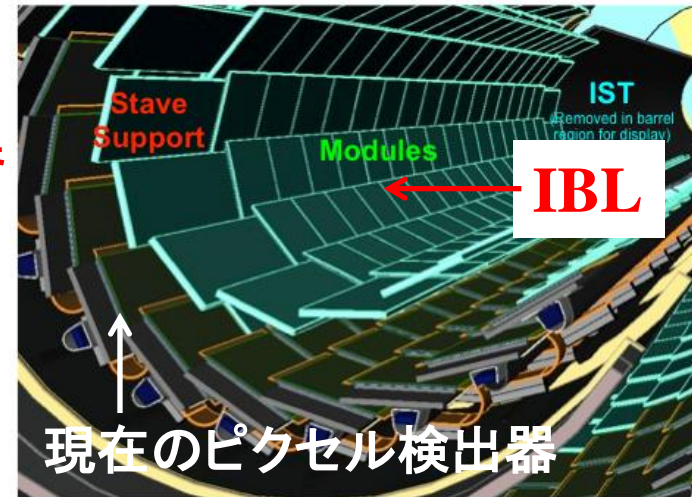
# ATLAS-IBL(Insertable B-Layer)

## IBL検出器

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

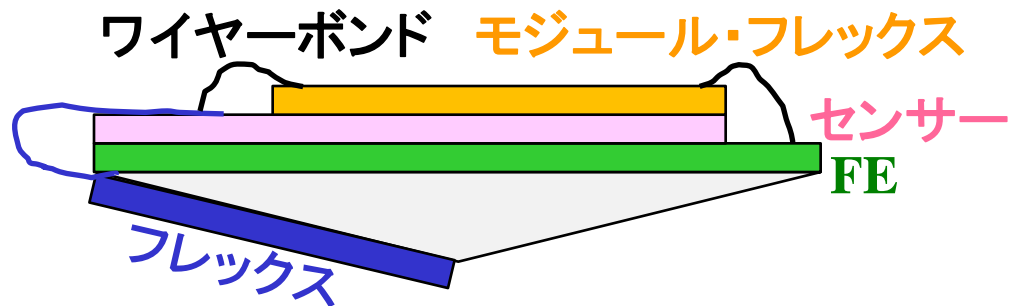
## 設置目的

- ピクセル検出器の検出効率の劣化を補う
  - 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バンド幅を設計
  - 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ステーブ

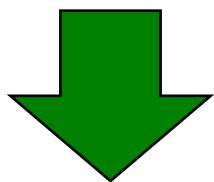
## IBLステーブのイメージ



## ステーブの製造の様子



- サイズ: 2 x 66 cm<sup>2</sup>
- プラナーを75%、3Dを25%使用
  - プラナー: 12個, 3D: 4個
- 14枚使用
- ジュネーブ大が製造を担当
- 3月に実機ステーブの製造を開始し、これまで8枚が完成
- KEKとジュネーブ大が性能評価を担当

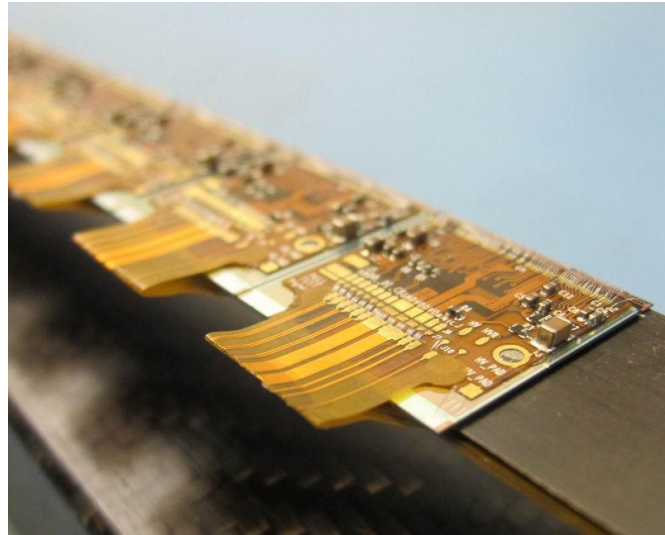


8枚のステーブの性能評価の結果について紹介します

# 試験目的と要求性能

## 評価試験の目的

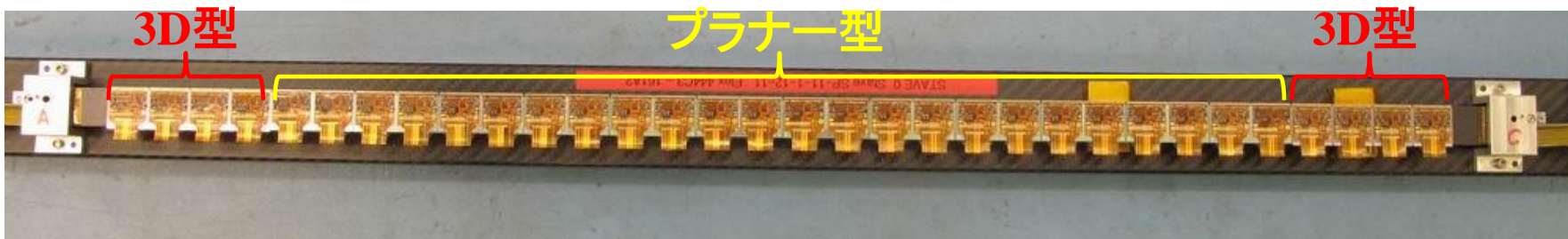
- ステーブに実装後の各モジュール内の不良ピクセル数の確認
- ステーブ全体の性能評価(ノイズの平均値など)



## 不良ピクセルの種類

- FEチップ内の動作不良
- バンプボンドの接続不良
- ノイズが大きい(350e以上)

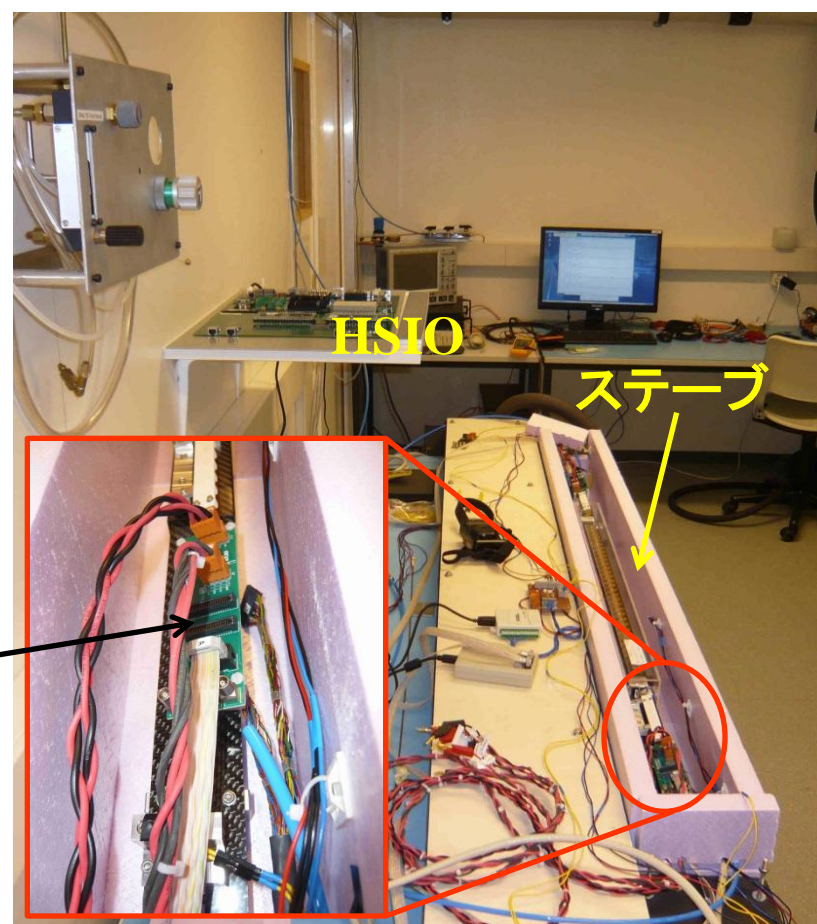
これらの不良ピクセルがモジュール  
当たり1%以下が要求性能





# 試験システム

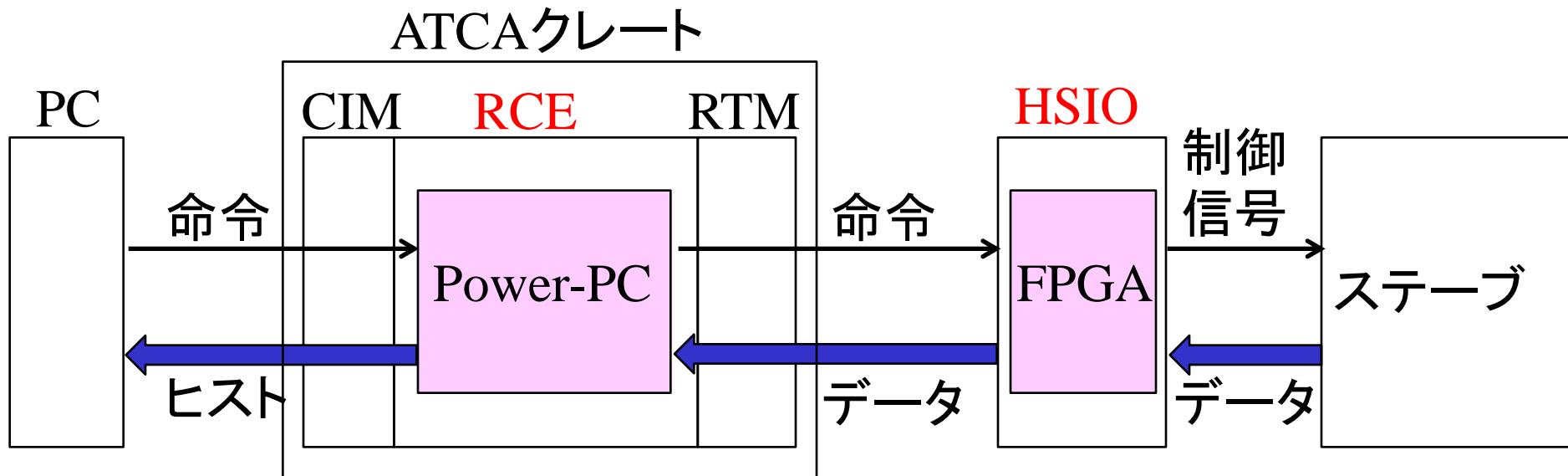
- 場所: ジュネーブ大学
- **DAQシステム: RCEシステム**
  - RCEボード + HSIOボード
- ステープへの電源供給や信号の引き回しは試験用コネクタ・ボードを使用
- センサーHV: 60V(プラナー), 20V(3D)
- 冷却: 10度 (CO<sub>2</sub>クーリング)
  - 実機では約-20度
  - ドライエアーを使用
- 試験ではFEの閾値を3keに設定し、16keの電荷を入力。



# 試験用DAQシステムの概略

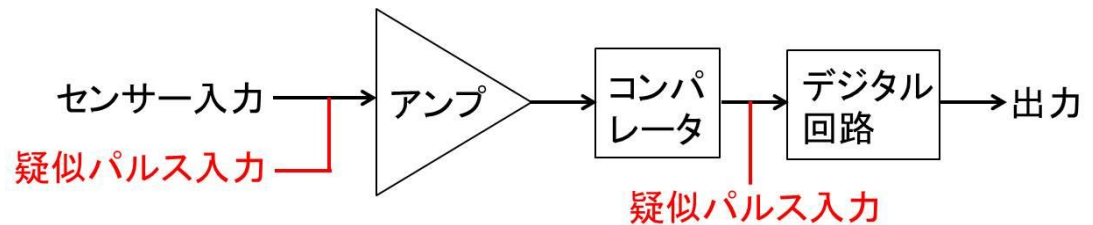
試験システムとしてRCEシステムを使用する

- SLACが開発
- RCEボード1枚で半分のステープが読み出せる
  - ▶ 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プを制御するのにHSIOボードを使用

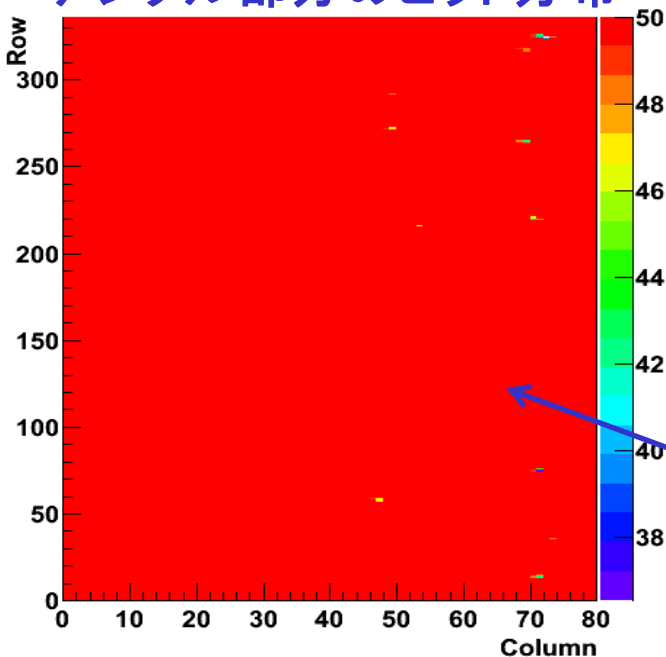


# FEチップの動作確認

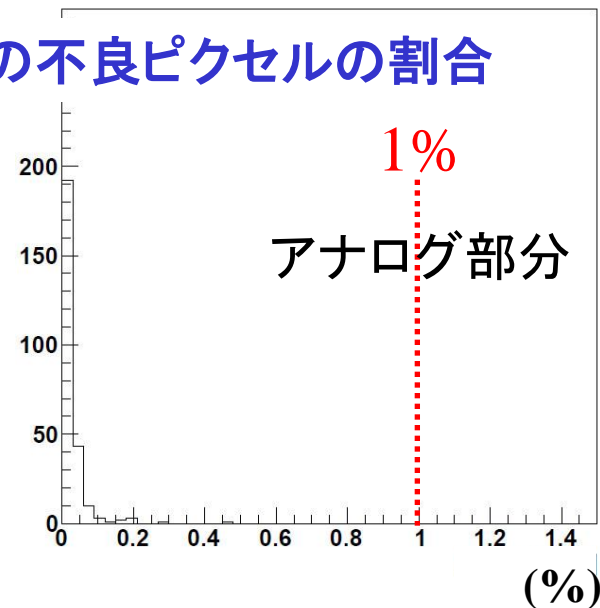
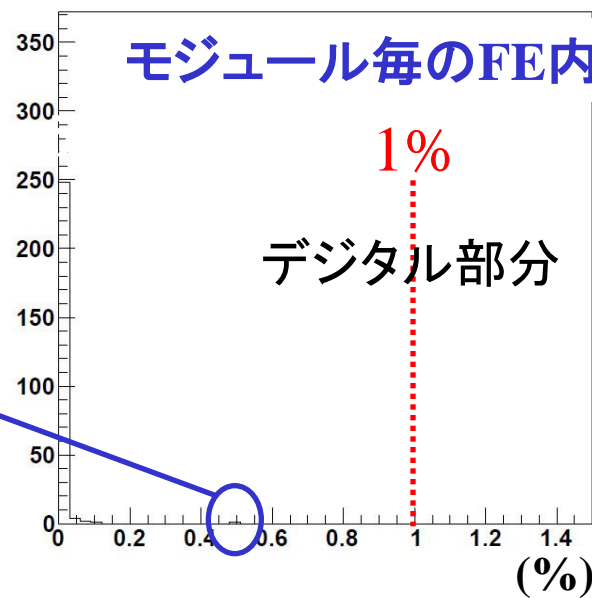
- FEチップの各ピクセルに疑似パルスを入力して動作を確認
  - アナログ部分とデジタル部分に信号を入力
- 全てのモジュールでFE内の不良ピクセルの割合は1%以下だった



デジタル部分のヒット分布

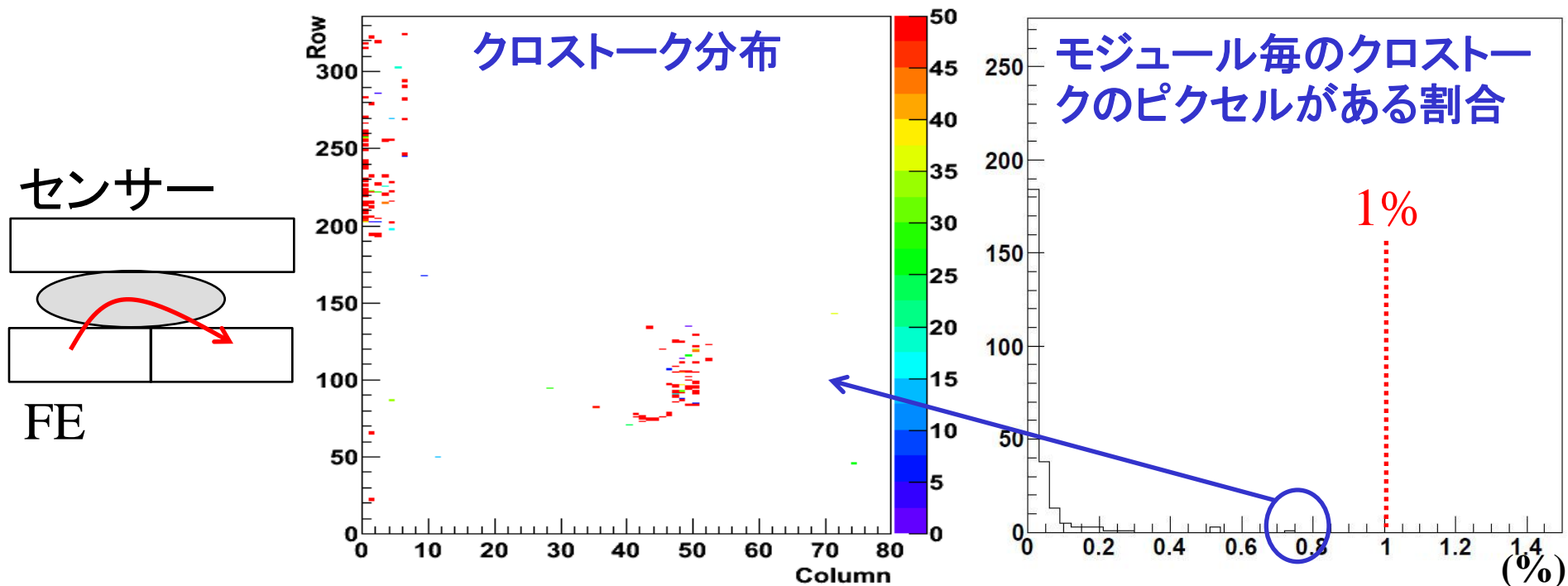


モジュール毎のFE内の不良ピクセルの割合



# バンプボンドの接続の確認

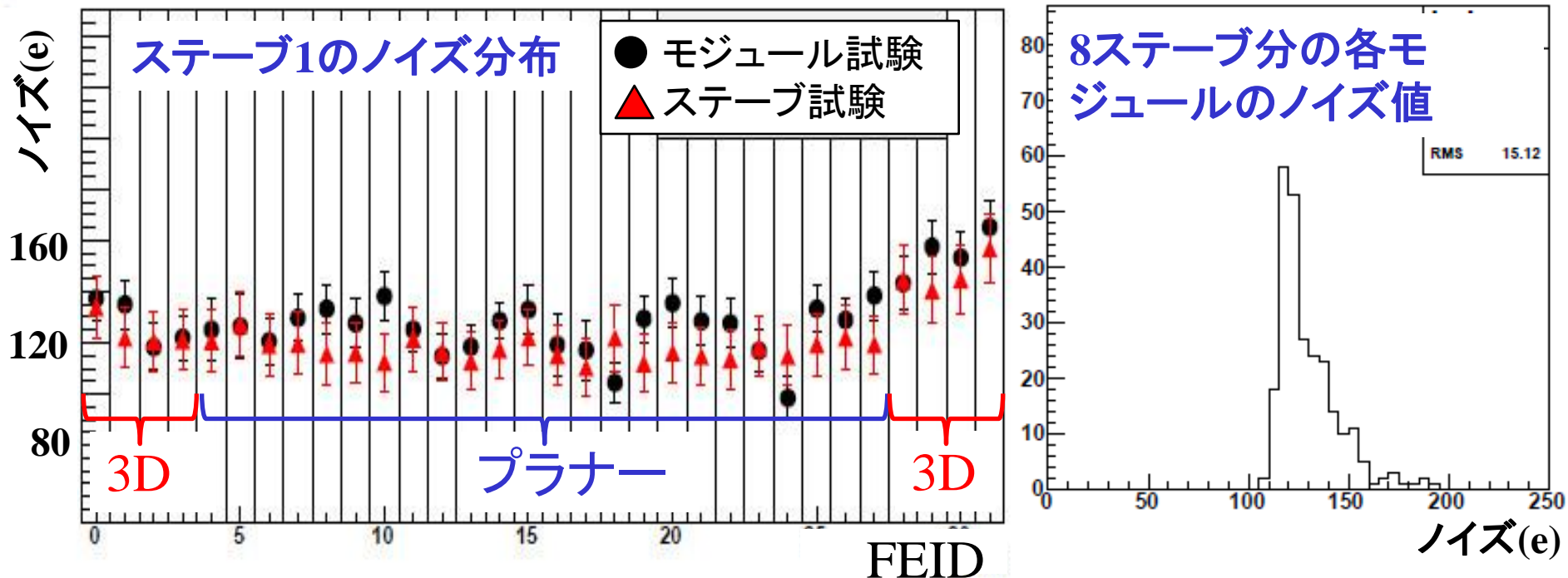
- バンプボンドが隣のピクセルにはみ出していないか確認
  - 隣のピクセルに疑似パルスを入力して、クロストークを確認
  - FEの疑似パルスの入力がセンサー入力につながっているのも、もしバンプが隣にはみ出していると隣のピクセルにヒットが見える
- 全てのモジュールでクロストークのあるピクセルは1%以下だった





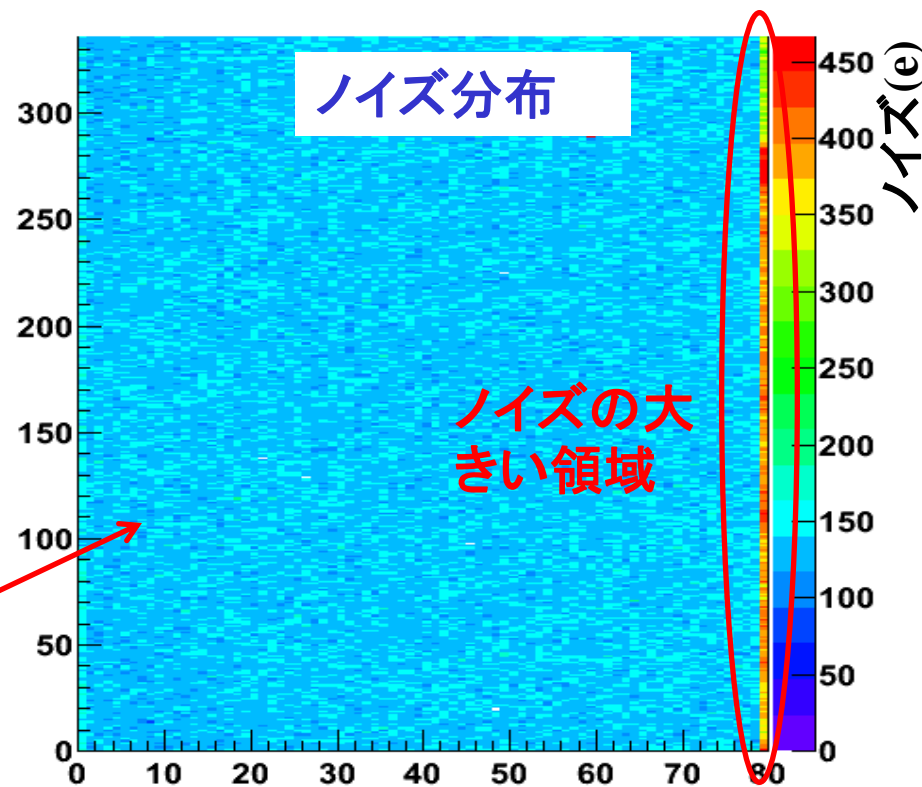
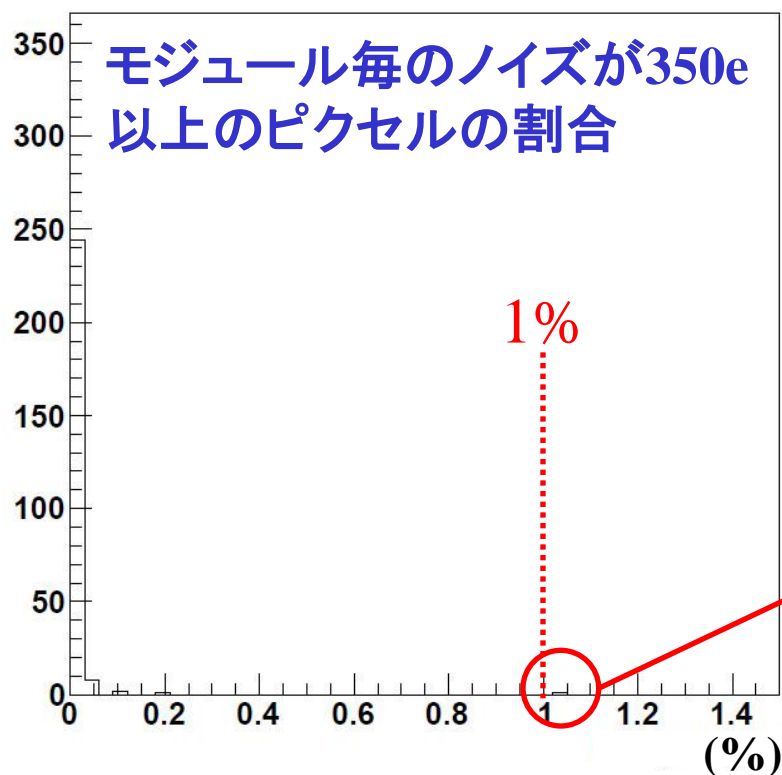
# ノイズの評価 (1)

- ノイズが大きいピクセル(350e以上)はデータ転送量に影響を与えるので、特に正確に把握しておく必要がある
- 閾値スキヤンの分布の立ち上がりの幅を使ってノイズを評価
- 各モジュールのノイズの平均値は130eで、全て200e以下だった  
→ 検出器全体としては良好な結果が得られた



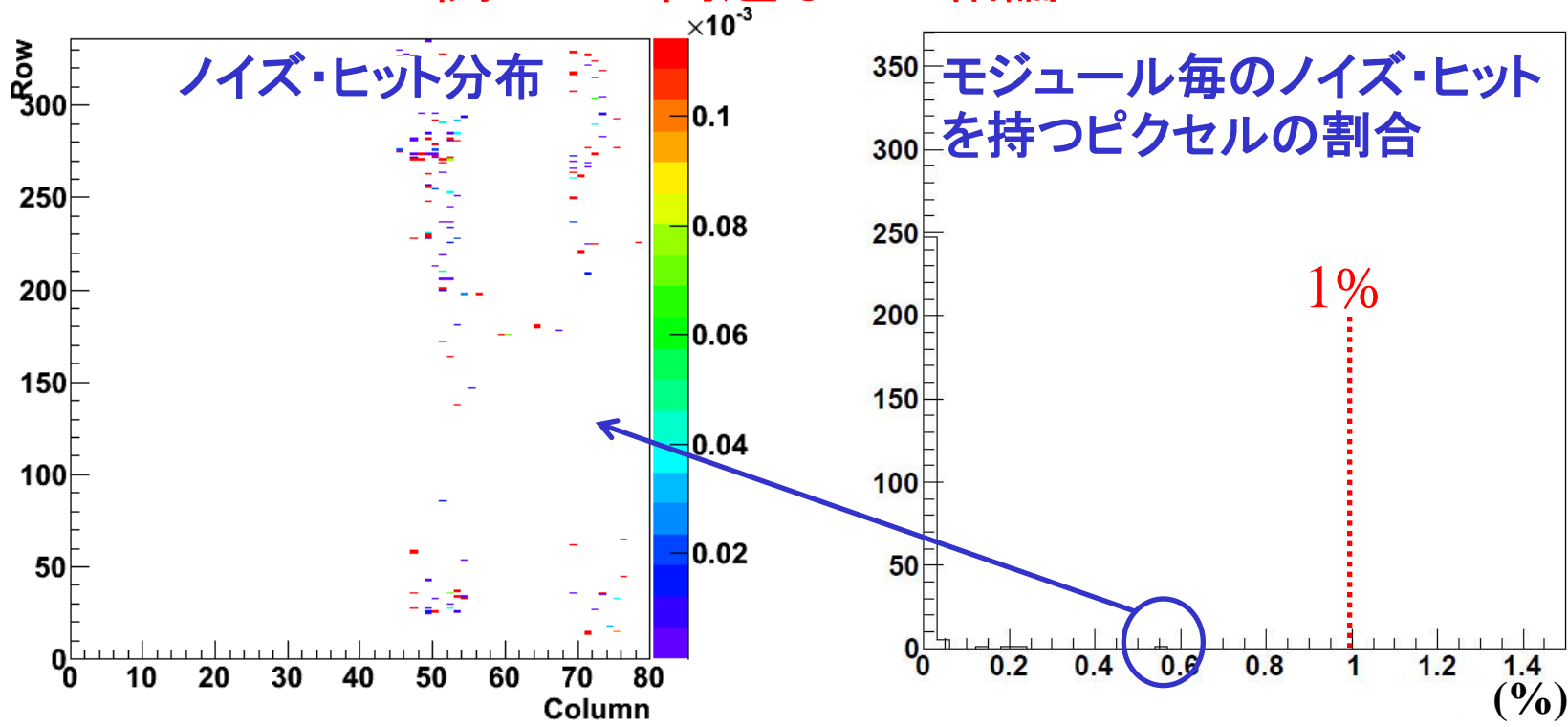
# ノイズの評価 (2)

- 350e以上のノイズを持つピクセル数を確認した
  - 1つのモジュールで350e以上のノイズを持つピクセルが1.05%だった
    - 端の領域でノイズが大きくなっている → 原因は不明
- データ量に影響するか確認するため、ノイズ・ヒットの数を確認した



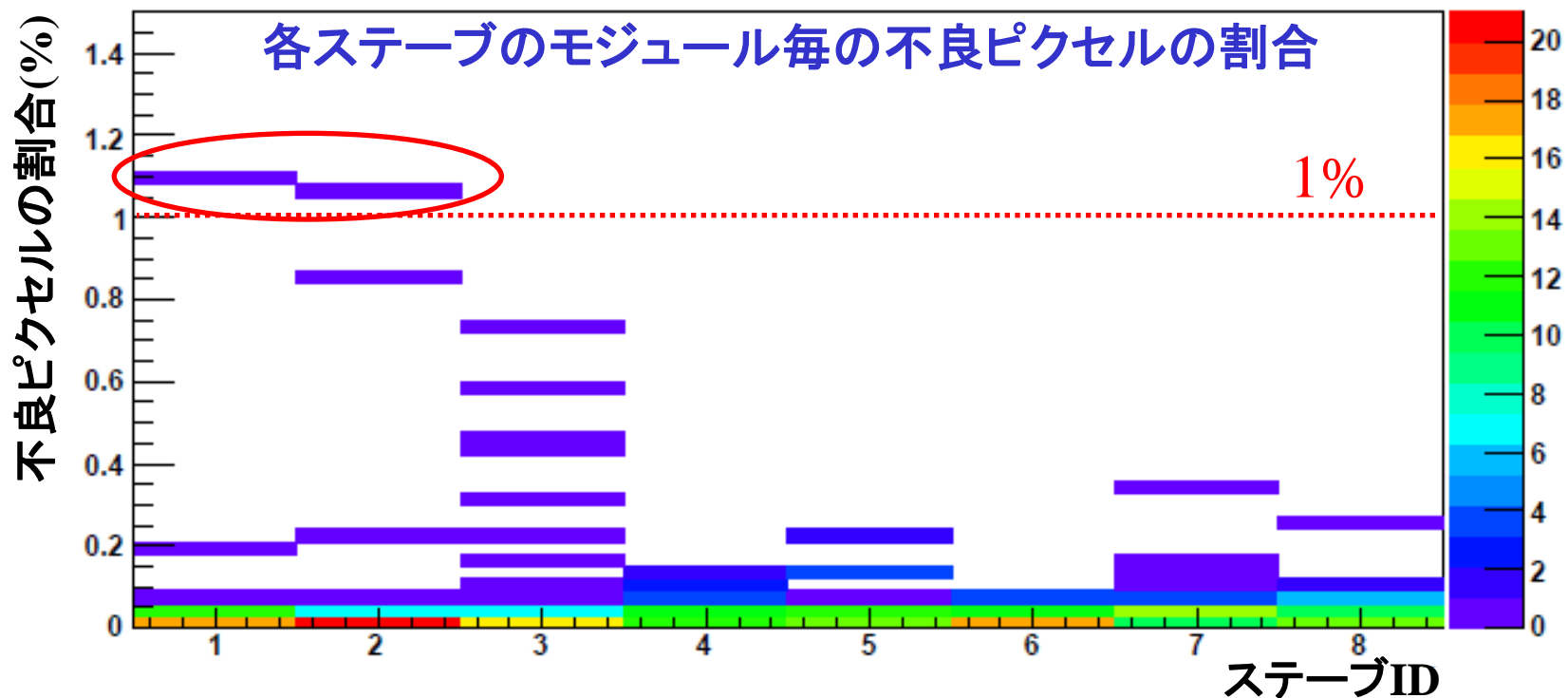
# ノイズ・ヒット数の確認

- 電荷を入力せずに $10^6$ 回データを取得して、ノイズによるヒットを持つピクセル数を確認した
- 全てのモジュールでノイズ・ヒットのあるピクセルは1%以下だった
- 350e以上のノイズを持つピクセルが1%以上だったモジュール: 0%
- このモジュールに関しては問題ないと結論



# 各ステータの不良ピクセル数のまとめ

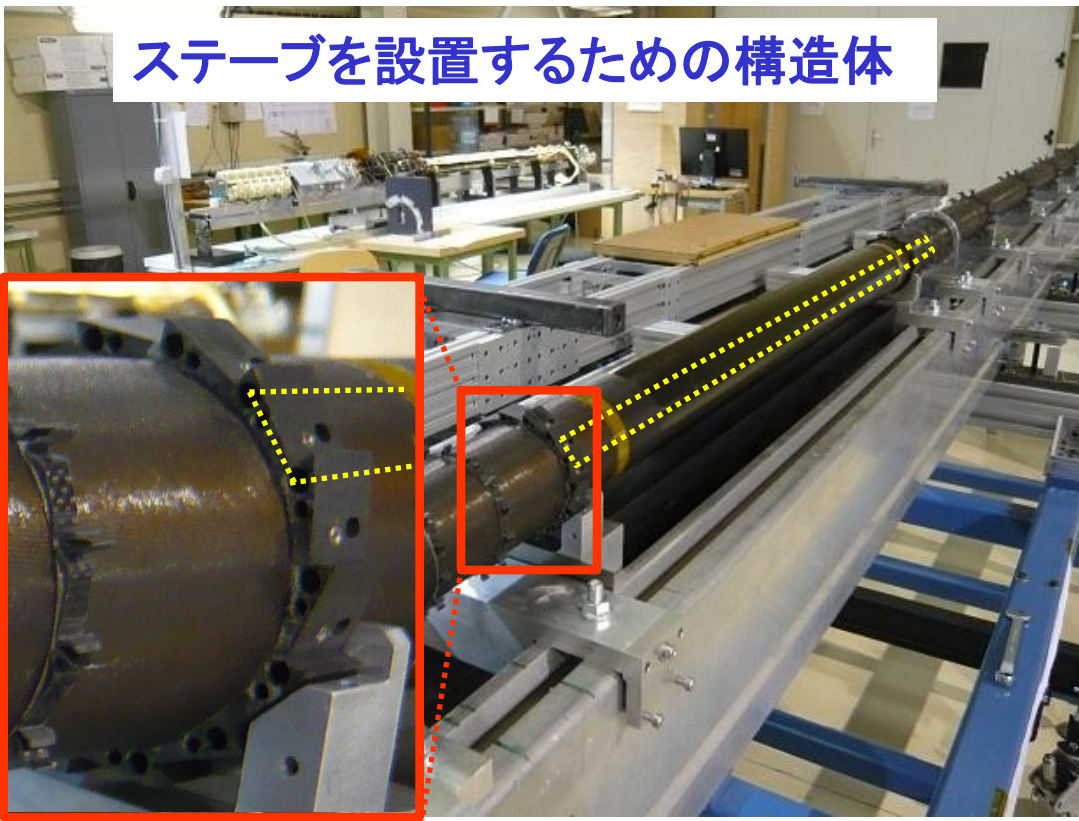
- モジュール毎の全不良ピクセルの割合を確認した
- 2つのモジュールで不良ピクセル数が1%以上だった。
  - 1.1%(FEの不良、クロストーク)、1.06%(350e以上のノイズ)
- どちらも、不良ピクセル数がほぼ1%で、ノイズ・ヒットを持つピクセルの割合が十分1%以下(0.57%と0%)なので、許容範囲と判断した



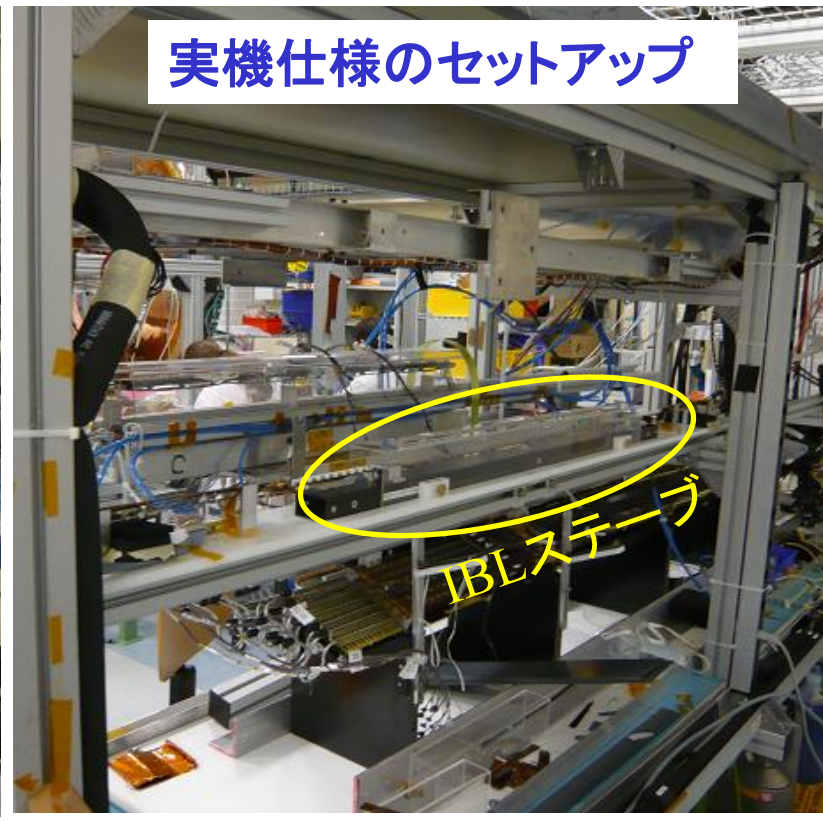
# インストールに向けた作業状況

- ステーブは11月中に14枚の製造完了
  - 10月からIBLステーブを構造体へ設置する
  - 実機DAQを使ったステーブの読み出し試験も開始
- 2014年4月にATLAS検出器へインストール予定

ステーブを設置するための構造体



実機仕様のセットアップ





# 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。
- 我々はステープに実装前後のセンサーモジュールの性能評価を担当。
- ステープの製造を3月から開始し、8枚のステープが完成。
- 性能評価試験では2つのモジュールを除いて不良ピクセルの割合が1%以下だった。
  - 2つのモジュールもノイズ・ヒットを持つピクセルの割合が0.6%以下だったので問題なしと判断。
- 11月中に全ステープの製造を完了し、構造体への設置を開始する。