

# ATLAS実験IBL検出器の導入に向けた 実機ステープの性能評価

'13 3/26 田窪洋介(KEK)

池上陽一、海野義信、寺田進、中村浩二、三井真吾(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
- センサー・モジュールとステープ
- 実機用ステープの試験結果
- まとめ

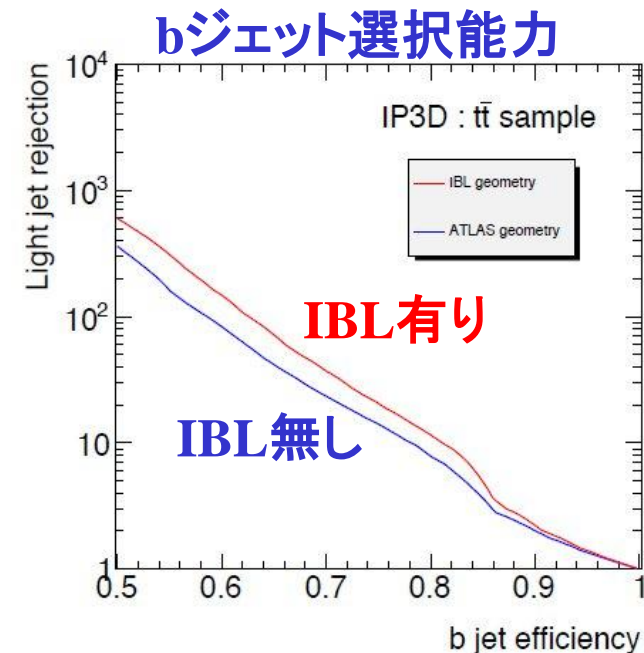
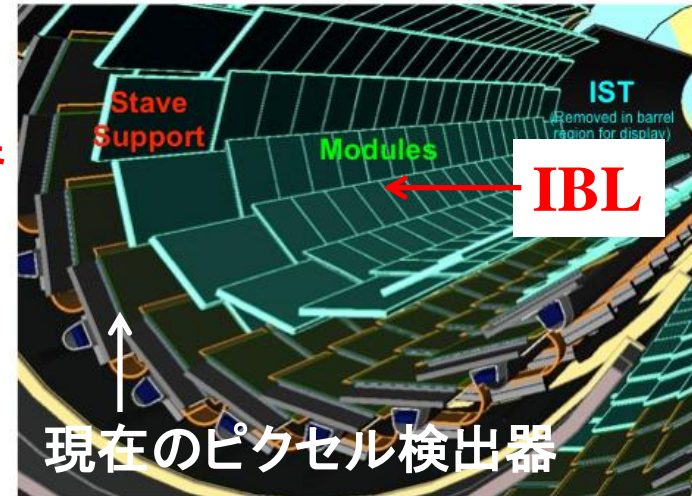
# ATLAS-IBL(Insertable B-Layer)

## 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

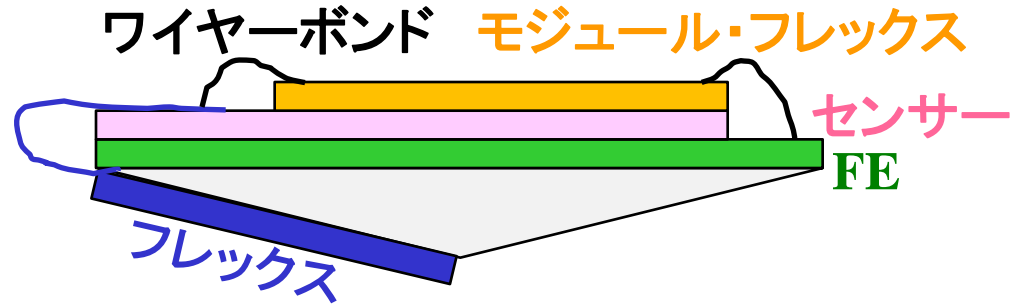
## 設置目的

- 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

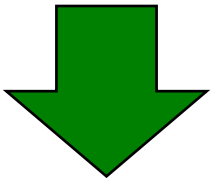
## IBLステーブのイメージ



## 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 (20枚程度作成)
- ジュネーブ大が製造を担当
- 3月に実機ステーブ1号を作成
- KEKとジュネーブ大が性能評価を担当



ステーブ1号の性能評価の結果  
について紹介します

# 不良ピクセルの評価と要求性能

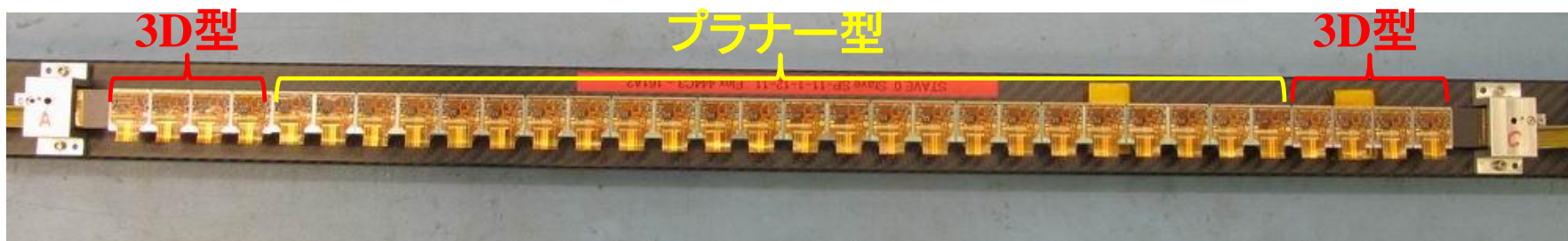
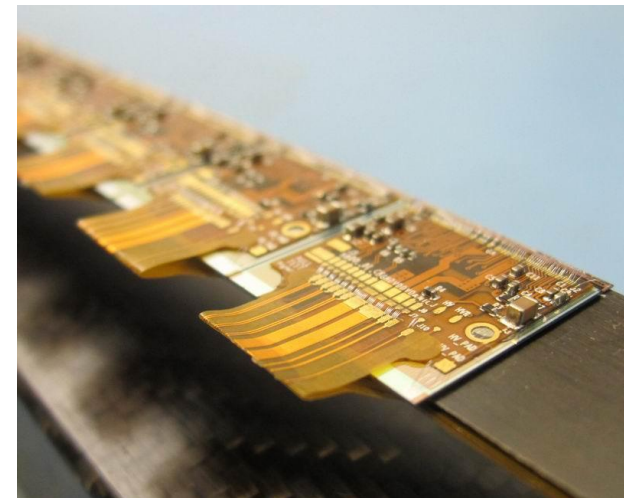
## 不良ピクセルの種類

- 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0.3%以下という基準で選択

## 評価試験の目的

- 性能不良のモジュールを排除
  - ▶ ステーブ1号はスペア・モジュールが無かったため、多少性能の悪いものもある
- ステーブへの実装前後の性能の違いを確認

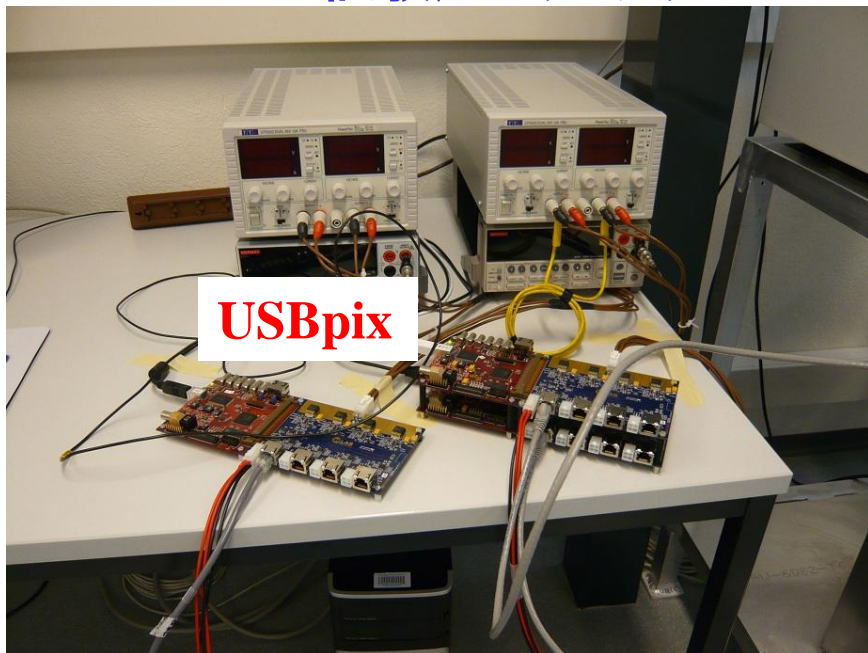




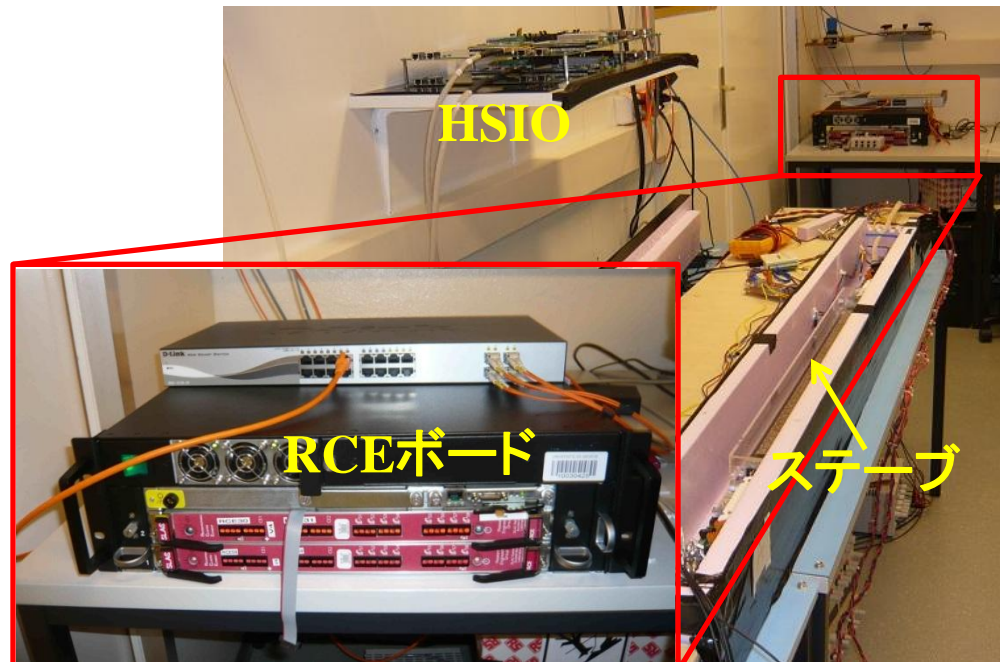
# 試験セットアップ

- 全ての試験はジュネーブ大学で行った。
- モジュール試験: USBpixシステム(ゲッティンゲン大学が開発)
  - 1度に4モジュールの試験が可能
- ステーブ試験: RCEシステム(SLACが開発)
  - 2つのRCEボードでステーブ1枚を読み出す

## モジュール試験用セットアップ

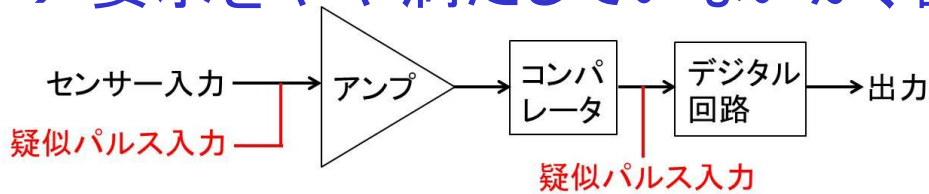


## ステーブ試験用セットアップ

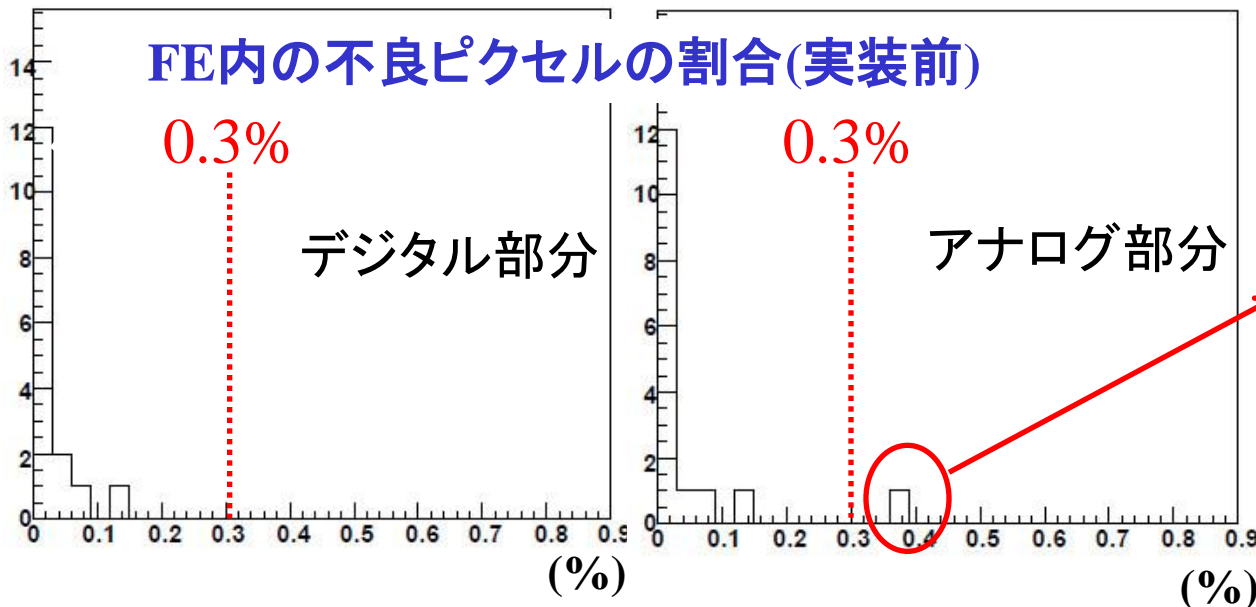


# FEチップの動作確認

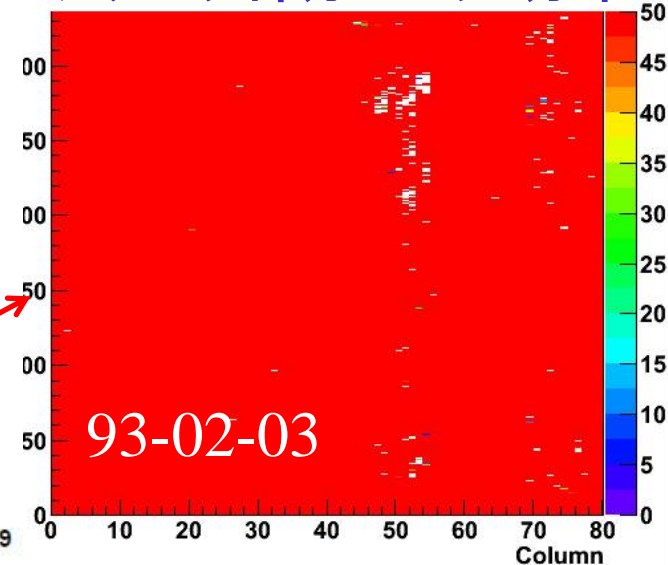
- FEチップの各ピクセルに疑似パルスを入力して動作を確認
  - アナログ部分とデジタル部分に信号を入力
- 1つのモジュールでアナログ部分の不良ピクセルが0.37%だった  
→ 要求をやや満たしていないが、許容レベル



FE内の不良ピクセルの割合(実装前)

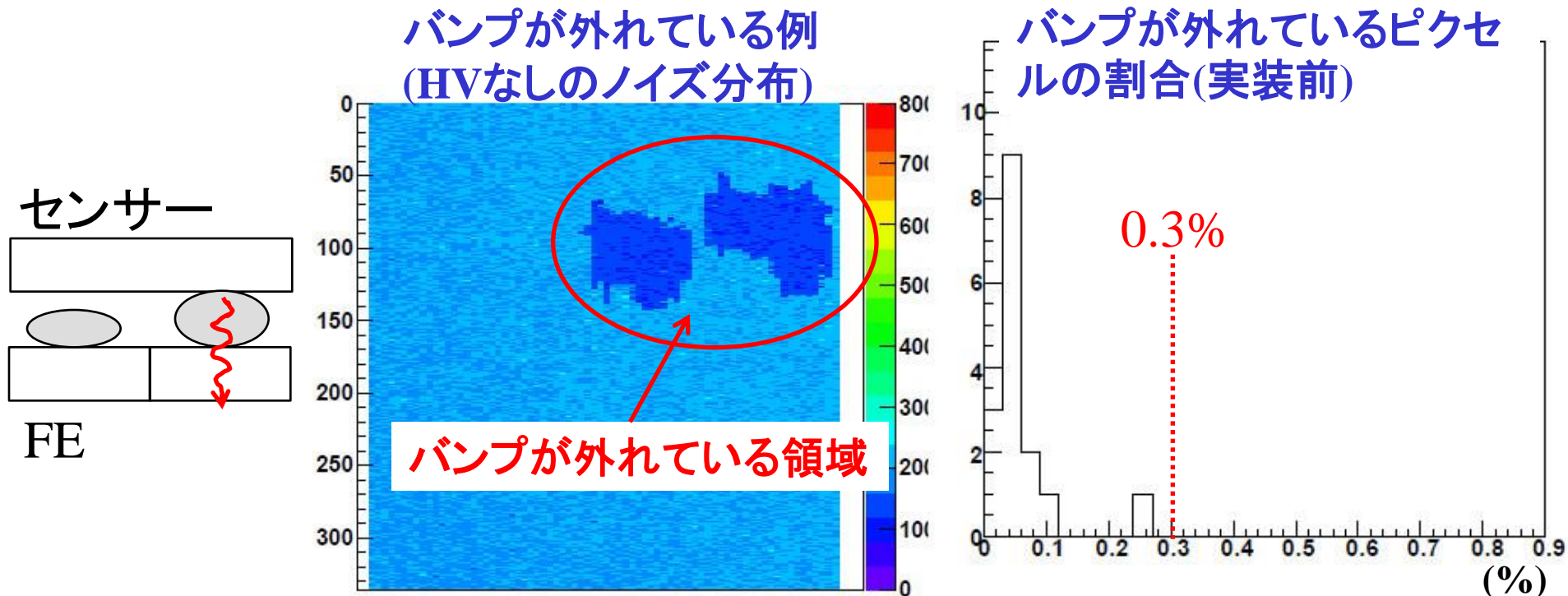


アナログ部分のヒット分布



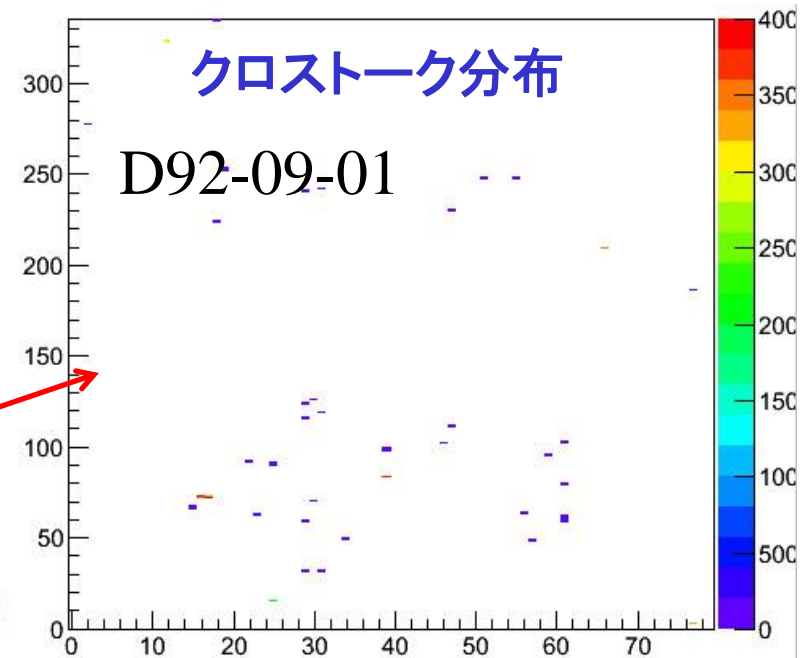
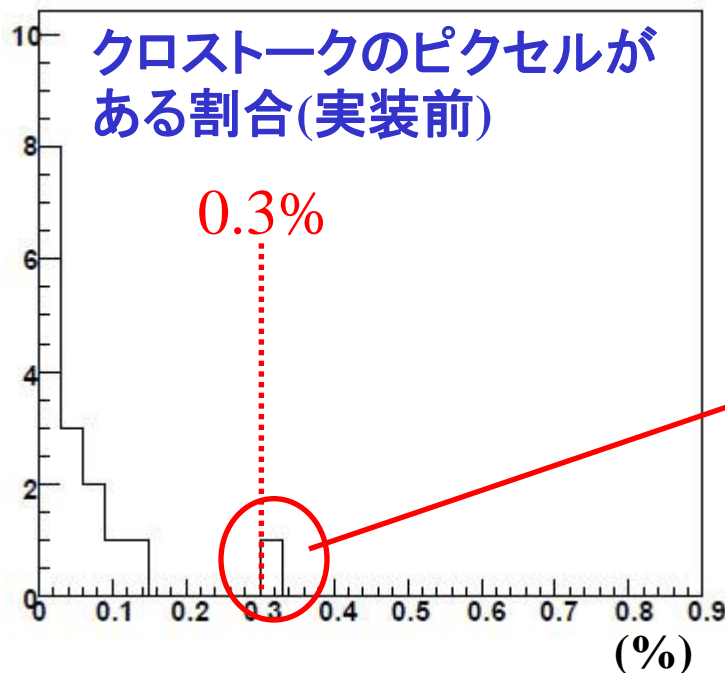
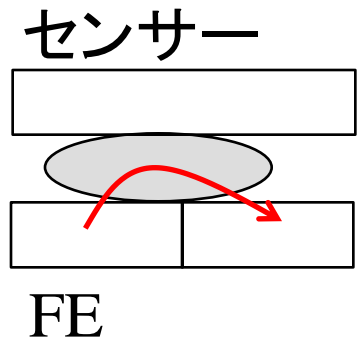
# バンプボンドの接続の確認 (1)

- バンプボンドが外れていればセンサーからのノイズが寄与しないのでノイズが小さくなる
- HV有り無しで20e以上ノイズの値が違うピクセルをバンプが外れているピクセルと定義
- バンプが外れているモジュールの割合: <math><0.25\%</math>



# バンブボンドの接続の確認 (2)

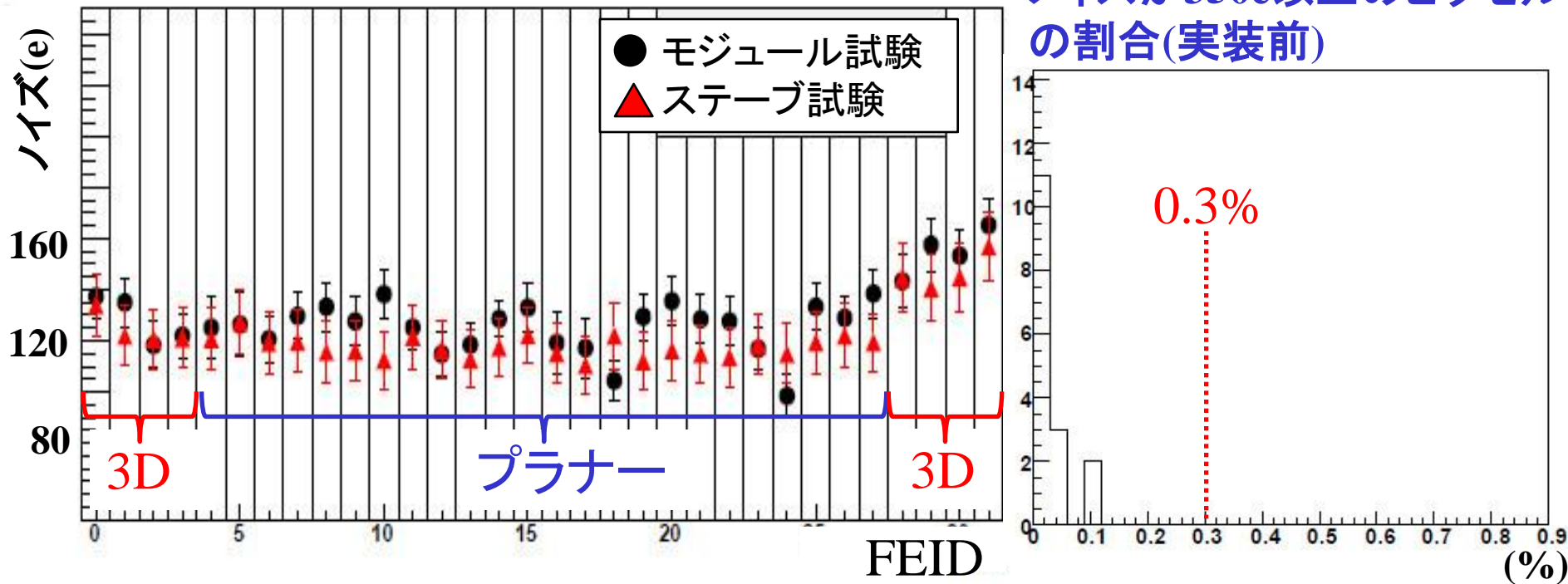
- バンプボンドが隣のピクセルにはみ出していないか確認
  - 隣のピクセルに疑似パルスを入力して、クロストークを確認
  - FEの疑似パルスの入力がセンサー入力につながっている
- 1つのモジュールでクロストークのあるピクセルが0.31%だった  
→ 要求をやや満たしていないが、許容レベル





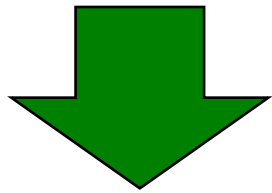
# ノイズの評価

- 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
- どのモジュールもステーブへの実装前後で平均値は150e程度
- ノイズが350e以上のピクセル: <math><0.04\%</math>

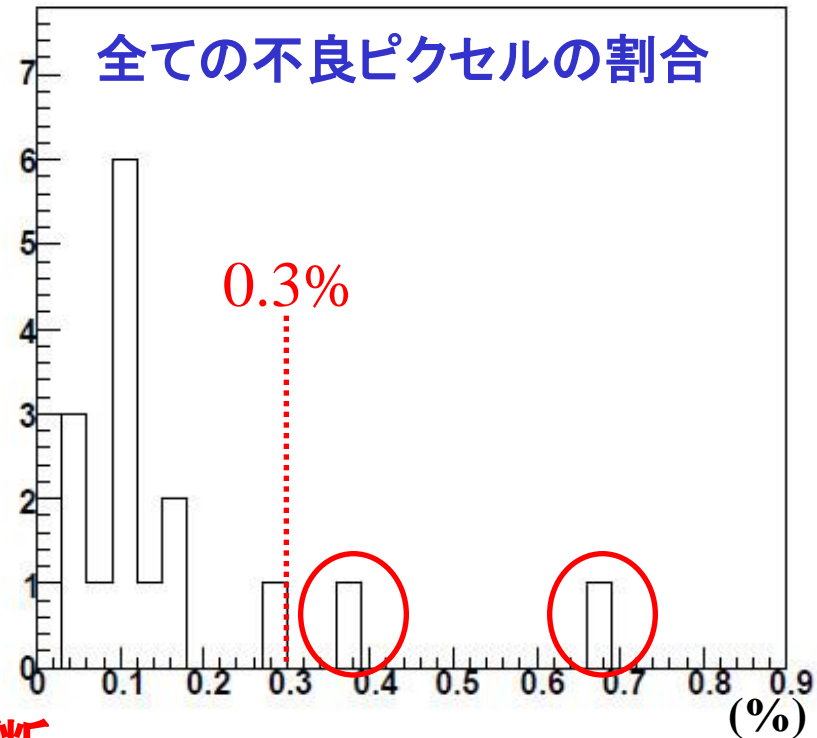


# 不良ピクセルのまとめ

- 全ての不良ピクセルの割合を評価した
- 2つのモジュールで0.3%以上の不良ピクセルが見つかった
  - 0.7%と0.4%
- ノイズが350e以上のピクセルの割合が0.04%以下なので、運転には問題ない



ステーブ1号は実機として使用可能と判断  
(しかし、スペアになる可能性が大きい。)



今後夏までを目途に約20ステーブを製造し、  
全ての試験を完了する

# 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。
- 3月に完成したステープ1号の性能評価を行い、2つのモジュールで不良ピクセルの割合が0.3%以上だった。
- ノイズが大きいピクセルの割合が少ないのでステープ1号は実機に使用可能と結論。
- 夏までを目途に20枚程度のステープを製造し、性能試験を完了する。