

ATLAS実験IBL検出器の インストールに向けた準備状況

'14 3/27 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)

D. Dobos (CERN), M. Lippert (MPI)

J. Bilbao, D. Ferrere, S. G. Sevilla (ジュネーブ大)

M. Kocian, M. Wittgen (SLAC), 他ATLAS-IBLコラボレーション

講演内容

- ATLAS-IBL検出器
- IBLで発生した問題と解決策
- インストールの現状
- まとめ

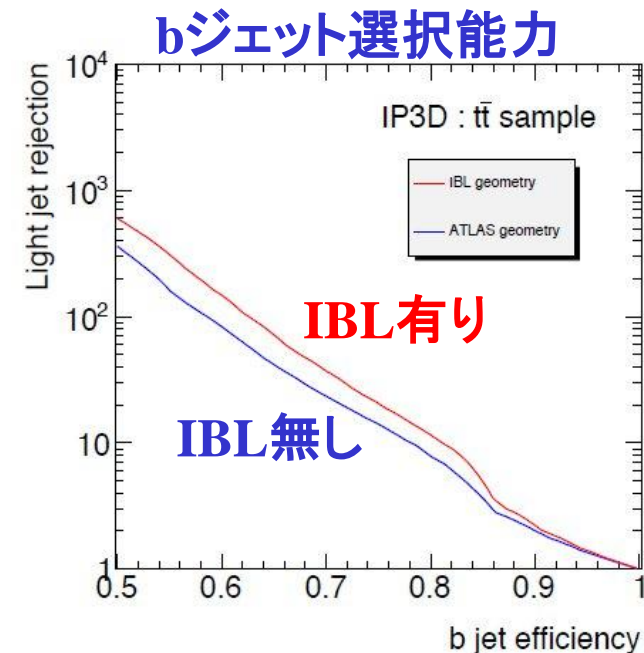
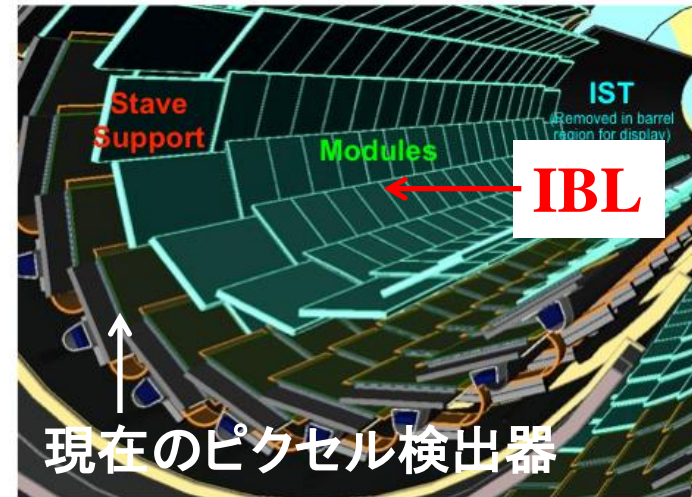
ATLAS-IBL(Insertable B-Layer)

IBL検出器

- 2014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

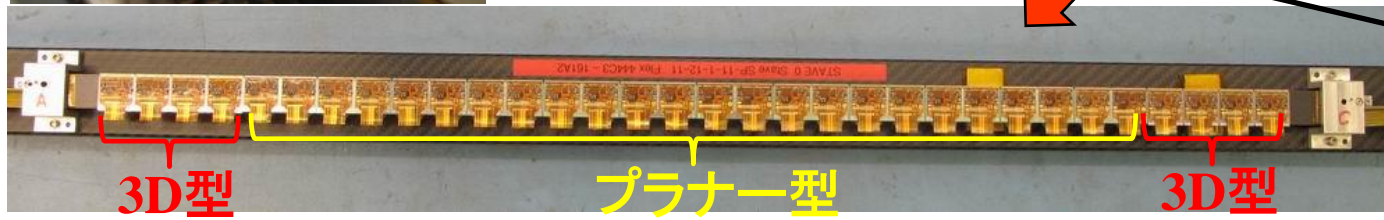
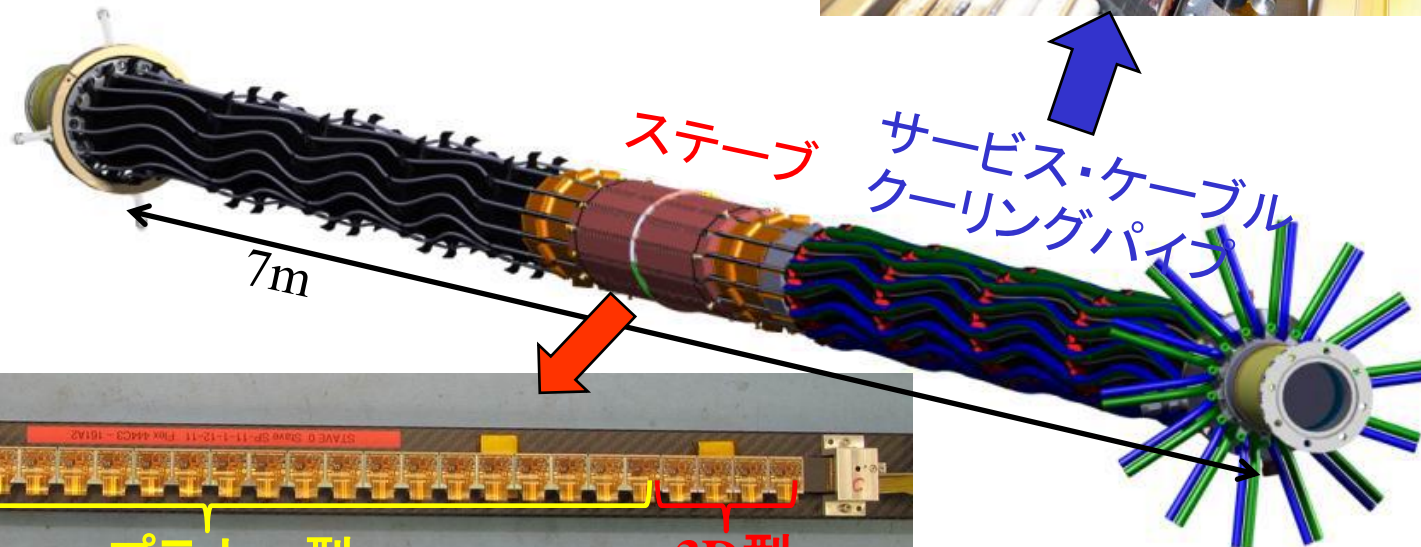
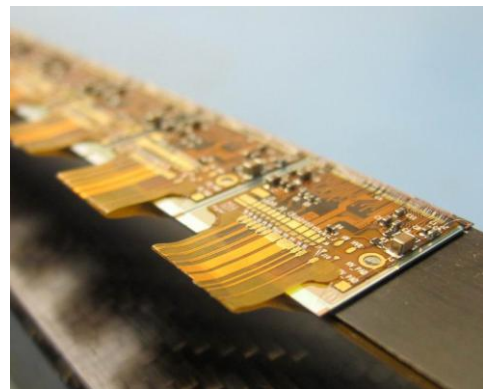
設置目的

- 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

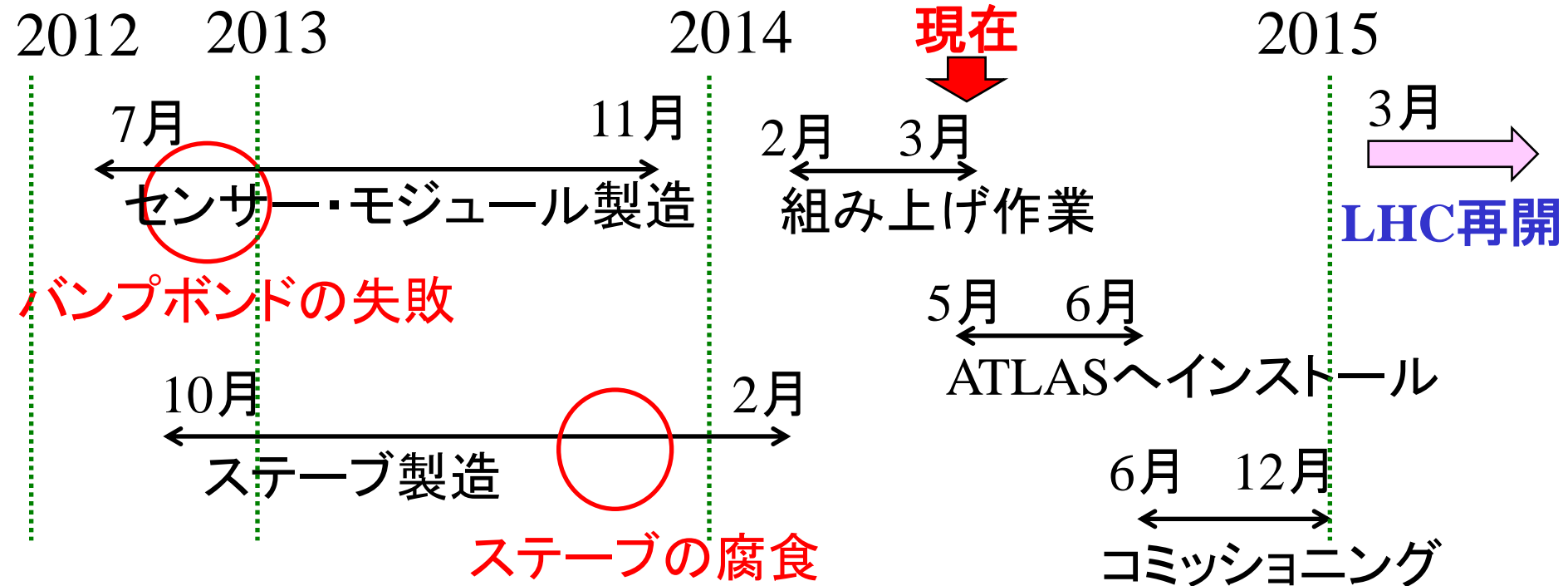


IBLの構成要素

- センサー: プラナー型(75%)と3D型(25%)
- ピクセル・サイズ: 50um x 250um
- モジュール当たりのピクセル数: 53,760
- ステーブ: 14枚 (ステーブ当たり16モジュール)
- サービス・ケーブル: 検出器と共に挿入
- クーリング・パイプ: 直径3mmのチタンパイプ



イントールまでの予定表



- 当初の予定では2014年の1月にはインストール予定だった。
- 数々の危機的な不具合の発生により2014年5月に予定を変更

IBL検出器でこれまで起きた危機的な不具合と現状について紹介します。

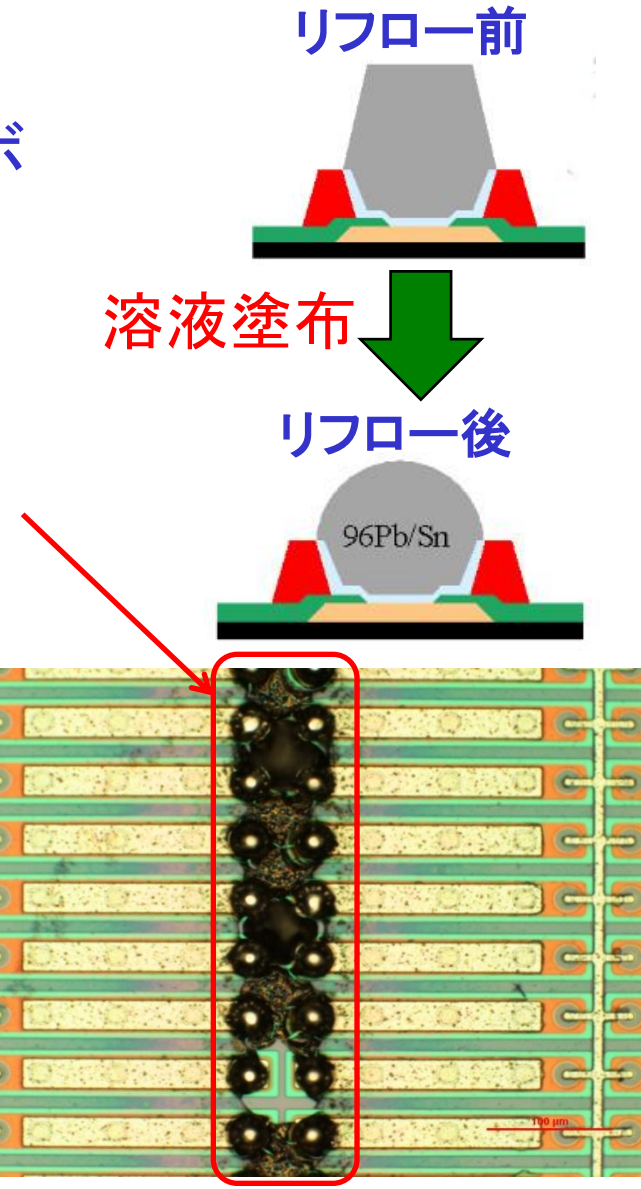
IBLの危機 バンプボンドの失敗

問題と原因

- モジュールを約200個製造した段階でバンプボンドの歩留まりが約70%だった
 - 全体の歩留まりは約40%
- リフローの際に使用する溶液がバンプの間に挟まって、バンプ同士がくっついていなかった
- バンプボンドの業者(IZM)の技術者が別の人に交代したのが原因

対策

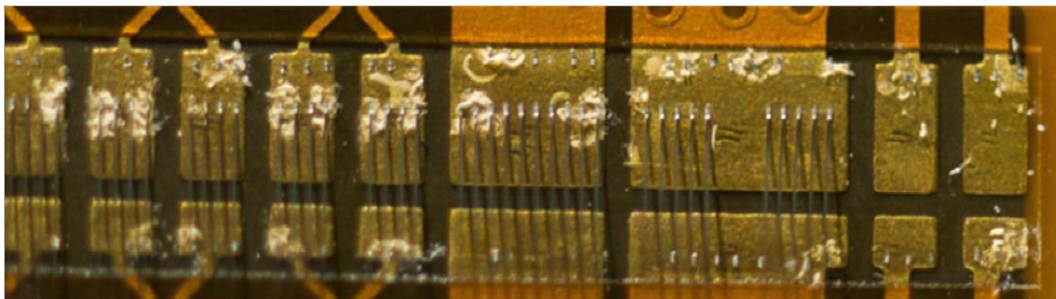
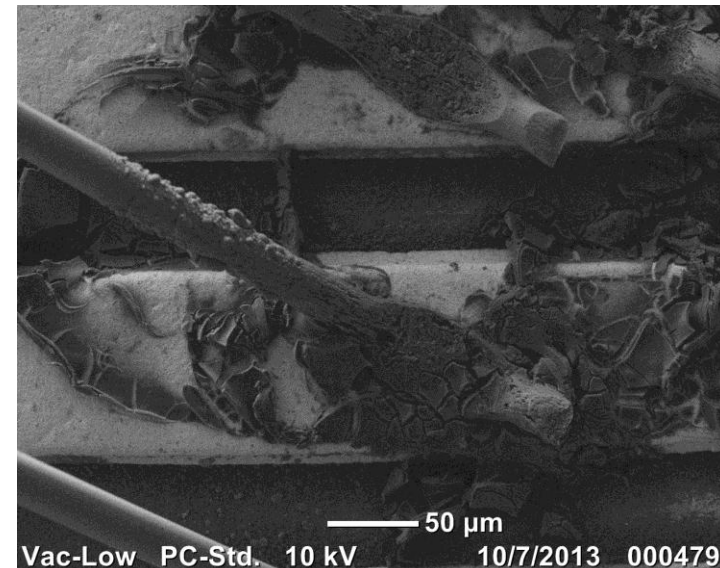
- 技術者の再教育
- リフローに溶液を使わなくて済む装置に切り替えた



IBLの危機 ボンドパッドの腐食 (1)

問題と原因

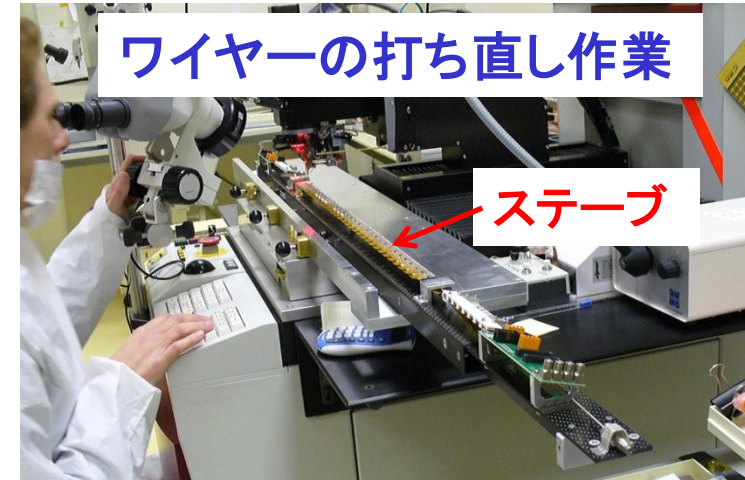
- ステープを13枚製造した段階でボンディング・パッドに腐食が見つかる。
- ボンディング・ワイヤーに使用しているアルミが腐食していた ($\text{Al}(\text{OH})_3$)
- 塩素がアルミと水分中の酸素の結合を媒介していることが判明
 - 温度耐性試験で-20度にしたときに結露を起こしていたのが水分の起源
 - 最後まで塩素の起源は特定されず



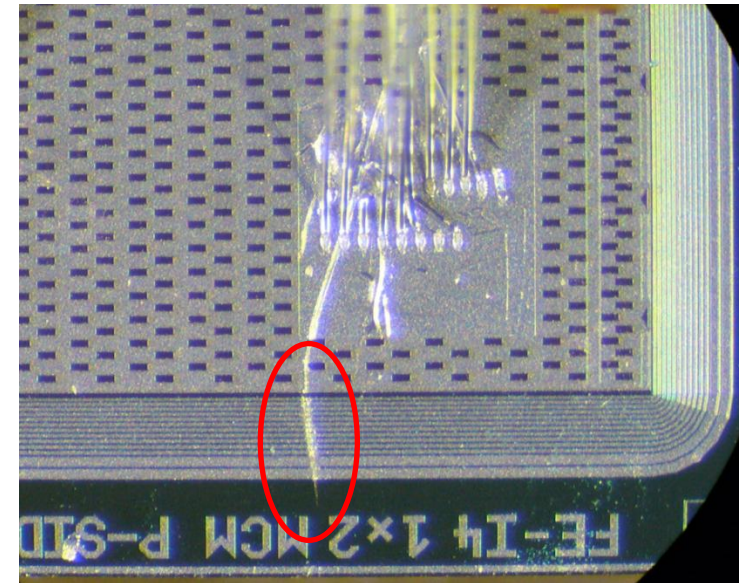
IBLの危機 ボンドパッドの腐食 (2)

対策

- 13枚の腐食したステーブについて約50%のワイヤーを打ち直した
 - モジュールは取り外せないなので、ステーブごとワイヤーを打ち直し
- KEKとジュネーブ大が修理後の動作試験を担当し、数々の不具合を発見
 - 修理中にFEが破損: 2モジュール
 - センサーの破損: 2モジュール
 - ワイヤーの打ち間違い: 8モジュール
- FEとセンサーに不具合のあるモジュールは全て取り替えた
- 約3か月で作業を完了 (2014年2月)



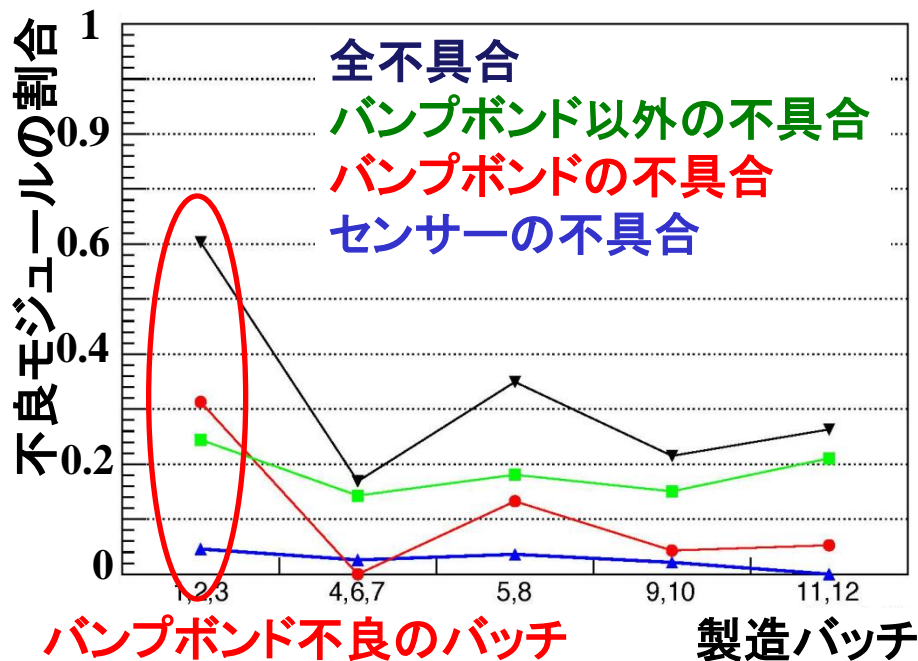
ガードリングが破損したセンサー



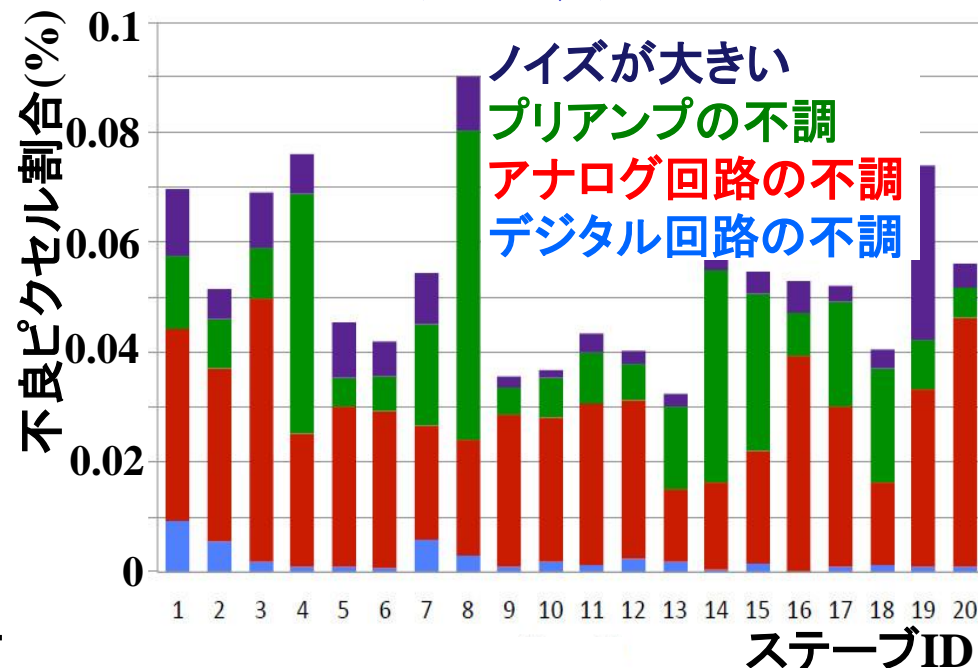
モジュールとステープの製造成績

- 数々の危機を乗り越え、2014年2月にスペアも含めて全てのモジュールとステープを製造完了
- 最終的なモジュール製造の歩留まりは約70%
 - FEピクセルの不具合など、バンプボンド以外の不具合が優勢
- ステープ上の不良ピクセルは0.1%以下

プラナーモジュールの不良割合

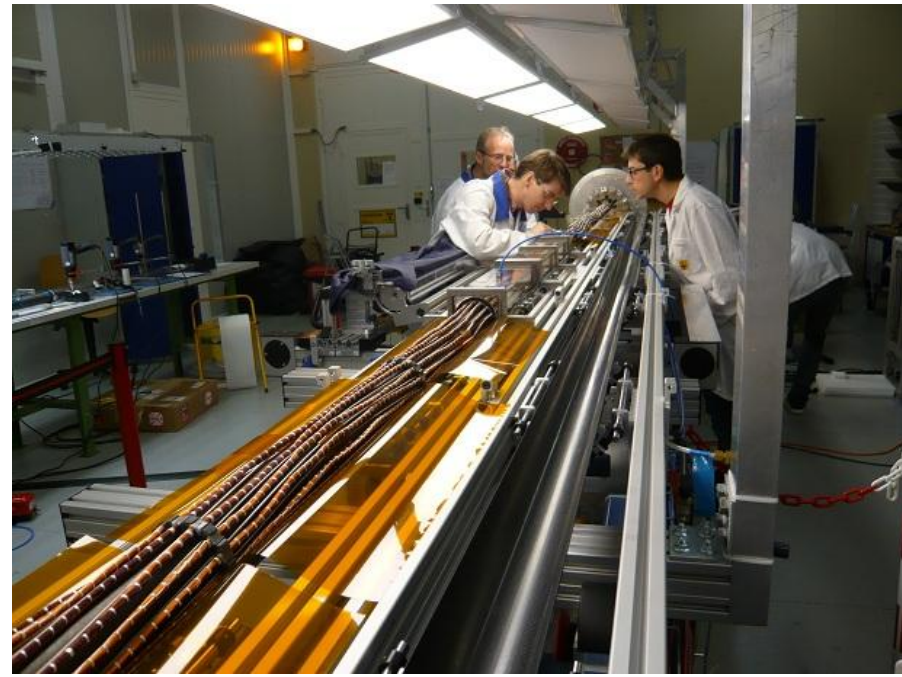
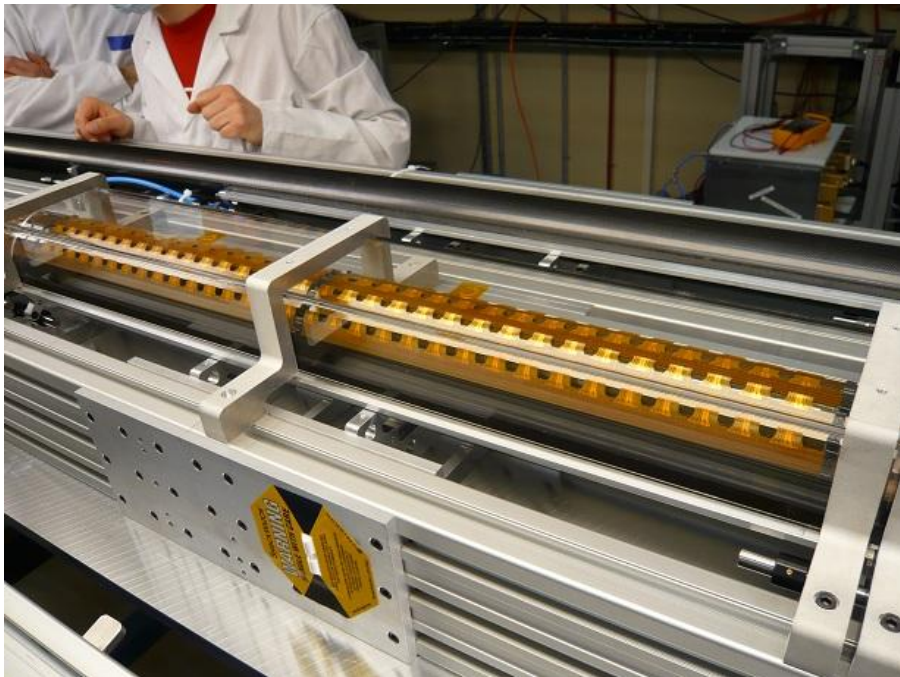


ステープ当たりの不良ピクセルの割合



ステーブの設置作業

- 2014年2月からステーブを構造体に設置開始
 - 3月27日に14枚のステーブを設置完了
 - これまでのところ設置後のステーブの動作は良好
 - KEK, ジュネーブ大, SLACが試験を担当
- 5月にATLAS検出器へインストール予定



まとめ

- IBL検出器は高ルミノシティにおいてピクセル検出器の検出効率を維持するために2011年から開発を開始した
- 開発当時から数々の問題に直面してきた
 - モジュール製造の歩留まりはバンプ・ボンドの失敗のために当初40%程度だったが、最終的には70%に改善
 - ステーブの腐食はワイヤーを打ち直し、湿度管理を徹底することで解決
- 最終的にステーブ上の不良ピクセルの割合は0.1%以下
- 3月に全てのステーブを構造体に設置完了
- 5月にATLAS検出器にインストール予定