

LHC/ATLAS 報告

1. ヒッグス粒子解析の更新

LHC の運転は 2013 年 2 月で終了し、14TeV の衝突エネルギーを実現するため 2 年間のシャット・ダウンに入った。8TeV の衝突エネルギーでの積分ルミノシティは 20fb^{-1} を超えた。3 月初めの Moriond コンファレンスでフルデータによる $\gamma\gamma$ 及び ZZ^* 崩壊による結果を更新した。図 1 にこれまでの結果のサマリを示すが、上記両モード及び WW 崩壊モードでの観測は確立した。 $\tau\tau \cdot bb$ 崩壊モードについてもフルデータでの解析が進行中である。スピン・パリティを決める解析も進んでおり、 $\gamma\gamma \cdot ZZ^*$ 両崩壊とも新粒子が 0^+ であるとしてよく分布が説明できている。

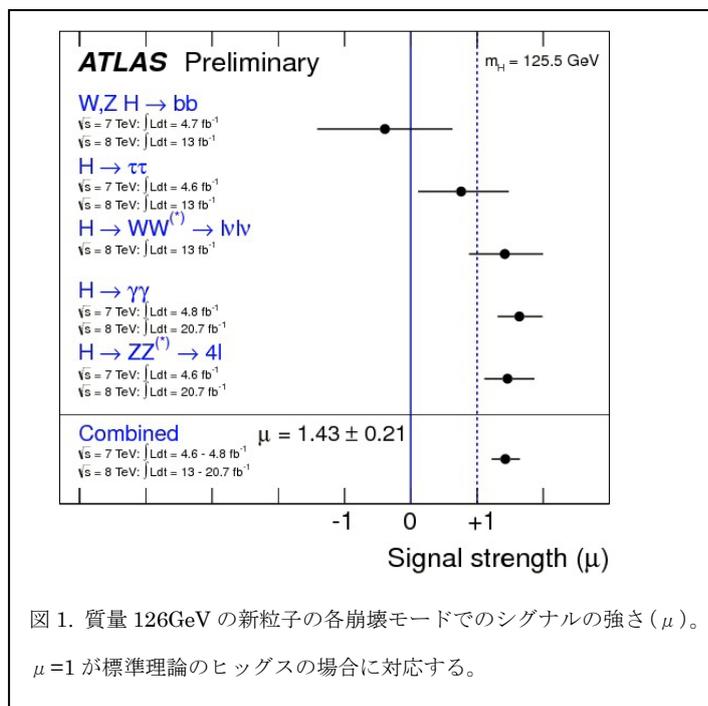


図 1. 質量 126GeV の新粒子の各崩壊モードでのシグナルの強さ (μ)。
 $\mu=1$ が標準理論のヒッグスの場合に対応する。

2. Insertable B-Layer(IBL)の導入

ATLAS 実験ではこの 2 年間のシャット・ダウンの期間中にピクセル検出器の最内層のさらに内側に、IBL 検出器と呼ばれるピクセル検出器をもう一層導入することになっており準備を進めている。ATLAS 検出器にとっては初めてのアップグレードとなる。

IBL 検出器を導入する目的は大きく分けて 2 つあり、「高ルミノシティにおけるトラッキング効率の維持」と「トラッキング性能の改善と、それに伴う b ジェット同定の性能向上」である。特に高ルミノシティにおけるトラッキング効率の維持は切実な問題である。現在のピクセル検出器は $1 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ のピーク・ルミノシティまで検出効率が維持できるように、読み出し ASIC のバンド幅を設計している。しかし、2018 年にはピーク・ルミノシティが $2 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ に到達する予定になっているため、このままでは検出効率の低下は避けられない。そこで、IBL 検出器は $3 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ まで検出効率を維持できるように設計してある。IBL 検出器を最内層に設置することはトラッキング性能を維持するために必須の課題である。

我々はアトラス日本シリコングループとして IBL に参加しており、東京工業大学と共にインストールに向けて活動を活発化している。IBL における日本グループの活動は大きく分けて「ステップへの実装前後のセンサー・モジュールの試験」と「DAQ シス

テムの開発」である。本報告では日本グループの活動状況と今後の展望を紹介したい。

● IBL 検出器のデザイン

ここで簡単に IBL 検出器を紹介する。IBL 検出器はビーム衝突点から 3.3cm の所に設置される。ピクセル・サイズは現在のピクセル検出器の約半分の $50 \times 250 \mu\text{m}^2$ となっている。ここで特筆すべきは、IBL では従来の $n^+in\text{-}n$ プラナー・センサーと共に 3D センサーを使用する。高エネルギー実験において実機に 3D センサーを使用するのは初の試みである。ステープには全体の 25%に相当する前方・後方部分に 3D センサーを使用し、残り 75%にプラナー・センサーを使用する。ステープのサイズは $2 \times 66 \text{cm}^2$ で、ビーム・パイプの周りに 14 枚を円筒状に並べて検出器とする。

● センサー・モジュールの試験状況

センサー・モジュールの製造はボン大学とジェノバ大学(INFN)で分担している。IBL 全体ではスペアも入れてプラナー型センサーで 240 個、3D センサーで 80 個程度のモジュールを製造することになっている。これらのモジュール製造元では、ステープに実装可能なモジュールを選定するためにモジュールの性能評価をしなければならない。我々はジェノバ大学におけるモジュール試験に参加している。東工大から学生 1



図 2. ジェノバ大学でのモジュール試験の様子。
ジェノバ大学のスタッフと東工大の大学院生。

名が長期間ジェノバに滞在し、モジュール試験と共に試験作業の最適化や必要となるソフトウェアの開発を進めている(図 2)。実機用のモジュールの製造は 2013 年の 2 月から始まっており、夏前までを目途に製造を完了することになっている。

ボン大学とジェノバ大学で選定されたセンサー・モジュールはジュネーブ大学にてステープ上に実装される。我々はステープに実装後の性能評価試験を担当している。特に、読み出しシステムの維持管理と解析コードの開発を担当している。2012 年 11 月に実機仕様のプロトタイプ(図 3)が作成され、特に問題もなくデータ読み出しに成功した。現在は、実機用モジュールが届き、いよいよ実機ステープの製造を開始する段階になっている。

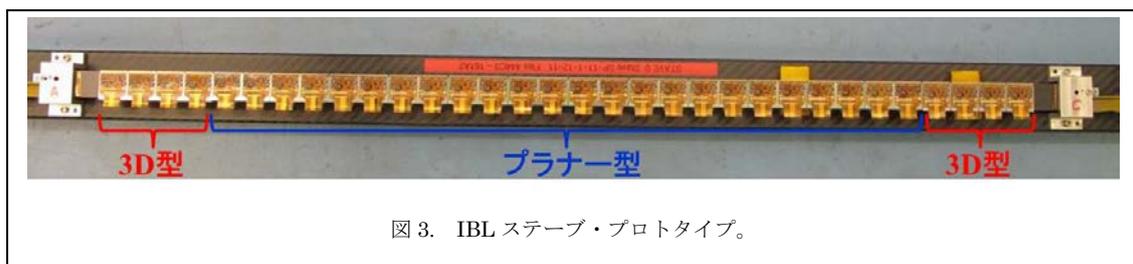


図 3. IBL ステープ・プロトタイプ。

- **DAQ システムの開発状況**

IBL の DAQ システムに必要となるエレクトロニクス・ボードはマンハイム大学、ヴッパータール大学、ボローニャ大学(INFN)で開発されている。我々はボードの制御に必要なとなるファームウェアとソフトウェアの開発に参加している。ファームウェアは数個のセンサー・モジュールを接続した実験室のセットアップを用いて開発を進めている(図 4)。2013 年 4 月を目途にエレクトロニクス・ボードをステープに接続し、実機に即したセットアップを用いた動作試験を開始する。

ソフトウェアは既に ATLAS 検出器のシャット・ダウン中に IBL 用の DAQ を用いて現在のピクセル検出器のデータを読み出すことに成功している。あとは IBL ステープを用いた読み出し試験を待つ状態になっている。



図 4. DAQ システムの開発を行っている実験室にて。

- **今後の展望**

2013 年は IBL のイントール作業が本格化する年で、夏までに全てのセンサー・モジュールとステープの製造を終え、秋を目途にステープをサポート・フレームに設置することになっている。我々にとってもセンサー・モジュールの試験と共に DAQ の開発も完了しなければならない重要な一年となるので、頑張っていきたい。