

研究種目：若手研究 (A)  
研究期間：2007 ~ 2010  
課題番号：19684006  
研究課題名 (和文) ヒッグスと b クォークとの結合定数測定による新現象探索とシリコン検出器開発  
研究課題名 (英文) Search for new phenomena beyond the Standard Model by measuring b-quark Yukawa coupling and R&D of silicon detector  
研究代表者  
花垣 和則 (HANAGAKI KAZUNORI)  
大阪大学大学院理学研究科・准教授  
研究者番号：40448072

研究分野：数物系科学  
科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理  
キーワード：素粒子物理

### 1. 研究計画の概要

(1) 欧州原子核研究機構 (CERN) における LHC 実験の一つ ATLAS 実験に参画し、ヒッグスが b クォーク対に崩壊する事象を探索する。

(2) LHC 以降の将来計画として、b クォークの湯川結合定数の精密測定が考えられる。このためには、LHC のアップグレードあるいは国際大型線形加速器実験の推進が必要であり、それらの将来計画に向けた次世代シリコン飛跡検出器の開発を行う

### 2. 研究の進捗状況

(1) ATLAS 実験において、本研究計画で提案している手法でヒッグスを発見するために重要な役割を果たすのがシリコンストリップ飛跡検出器 (SCT) である。そこで、SCT の較正とモニタリングシステムの整備を進め、ノイズレベル等が設計値通りであること等を確認し、SCT の立ち上げおよび運転に大きく貢献してきた。  
また、発見を目指しているヒッグス生成・崩壊モードの探索感度の調査を精力的に行った。実際の検出器の性能により近いシミュレーションにより生成されたデータを用いて、事象選択の最適化などを行った。最終的には、2 種類のモードでヒッグス発見のために必要なデータ量を系統誤差も含めて精査した。

(2) 将来の大型加速器実験計画で必要とされる性能を満たす飛跡検出器を開発するために、SOI (Silicon On Insulator) と呼ばれる半

導体テクノロジーを用いた次世代シリコン検出器の開発に参画した。KEK の測定器開発室のプロジェクトに加わり、特に、我々のグループはプロトタイプ検出器の信号読み出し用のボード、および、データ収集システムの開発を中心に行った。このシステムがプロジェクト全体で広く使われ、各種検出器の信号読み出しテストに大きく貢献した。  
一方、プロトタイプ検出器のテストも精力的に行い、INTPIX2 と呼ばれるプロトタイプのアナログ性能の評価、および、デジタル部分の系統的な評価を行った。その結果、実用化に向けての最大の問題が backgate 効果であることを定量的に評価し、その後の対策のための礎を築いた。

### 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

(理由)

SOI に関する研究の目標は粒子線検出器としての実用化であり、そのための最大の問題点 backgate 効果の対策が予想以上に進んでいる。また、そのための動作試験に大きく貢献してきた。よって、SOI に関しては当初の計画を大きく上回る進捗状況と判断する。

一方、LHC はヘリウム漏れに伴う故障で運転が 1 年間停止、かつ、修理や調整等のために当初予定よりも実験そのものの進展が遅れている。ただし、データ収集できない期間中、シミュレーションによる解析や SCT の整備を大きく進めることができた。この点に関しては計画通りである。

以上から②という自己評価点を与えた。

#### 4. 今後の研究の推進方策

LHC がいよいよ運転を再開したので、データを収集次第、物理解析を行う。データ量が予定よりも少ないことが予想されるので、まずは、検出器の性能評価、そして、b クォークを終状態に持つ事象として top クォーク対生成事象に着目した解析を行う。

SOI 検出器の開発においては、これまで通り、新たに製造されるプロトタイプの試験を系統的に行い、background 効果抑制対策の効能を定量的に評価していく。

並行して、LHC アップグレード計画に備えたシリコン検出器の研究開発の一環として、読み出しテスト用の新たなデータ収集システムの開発を行う。すでに研究に着手しており、検出器の信号読み出しチップとのコミュニケーションに成功している。2010 年度中に現存するデータ収集システムと同様の機能を実装する予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① A. Abdesselam, K. Hanagaki 他 357 名.  
“The integration and engineering of the ATLAS Semiconductor Tracker barrel”, JINST, 3, 10006-10072 (2008)  
査読あり

[学会発表] (計 7 件)

- ① 廣瀬穰、花垣和則 “アトラス実験における b-jet 同定性能を実データから推定する方法の開発”, 日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 26 日, 近畿大学
- ② 石川迪雄、花垣和則、他 “ATLAS 実験シリコンストリップ飛跡検出器の解析”, 日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 26 日, 近畿大学
- ③ 内田桐日、花垣和則 “SUSY Higgs 探索、 $bbH/A$ ,  $H/A \rightarrow bb$ ”, 日本物理学会秋季大会, 2008 年 9 月 22 日, 山形大学
- ④ 廣瀬穰、花垣和則、他 “SiTCP 技術を用いた SOI pixel 検出器読み出しシステムの開発”, 日本物理学会秋季大会, 2008 年 9 月 23 日, 山形大学
- ⑤ 廣瀬穰、花垣和則、他 “SOI pixel 検出器用 DAQ システムの開発、および性能試験”, 日本物理学会秋季大会, 2009 年 3 月 27 日, 立教大学
- ⑥ 廣瀬穰、花垣和則、他 “ATLAS Semiconductor Tracker の beam data を用いた解析”, 日本物理学会第 65 回年次大会, 2010 年 3 月 23 日, 岡山大学津島キャンパス

- ⑦ 内田潤、花垣和則、他 “計数型 SOI ピクセル検出器の動作試験” 日本物理学会第 65 回年次大会, 2010 年 3 月 23 日, 岡山大学津島キャンパス

[その他]

ウェブサイト

<http://osksn2.hep.sci.osaka-u.ac.jp/atlas/index.html>