

平成21年 4月24日現在

研究種目：学術創成研究費

研究期間：2006～2010

課題番号：18GS0202

研究課題名（和文） 国際リニアコライダーでの実験のための革新的測定器システムの
開発研究研究課題名（英文） Research and development of a novel detector system
for the international linear collider

研究代表者

山本 均 (YAMAMOTO HITOSHI)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：00333782

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：素粒子実験、先端機能デバイス、ネットワーク、計算物理

1. 研究計画の概要

国際リニアコライダーの検出器には、その物理的成果を実現するために、既存及び LHC の測定器を遥かに超える分解能が要求される。研究期間内には、バーテックス検出器、飛跡検出器、カロリメータの基本的要素として、高精細ピクセル CCD、TPC による飛跡検出器、そして新しい光検出素子 MPPC を用いたカロリメータを、実機に近いプロトタイプを試作試験して実証するとともに、ILC 測定器システムの全体としての最適化を行う。また、国際協力を緊密に進めるために超高速ネットワーク環境 GRID を整備する。以上を踏まえて、国際共同研究による国際リニアコライダーの測定器開発において、日本のリーダーシップを確立するとともに、国際舞台で活躍する若手研究者を養成する。

2. 研究の進捗状況

2007年の夏に、アジアを中心に進められて来た ILC の測定器概念 GLD と欧州を中心として進められて来た LDC 測定器概念が合体して新しい測定器グループ ILD が誕生したが、2009年3月31日に約170ページの ILD 測定器の LOI (Letter of Intent) を ILCSC (国際リニアコライダー運営委員会) のもとにある国際リニアコライダーの実験プログラム統括組織 (ディレクター：山田作衛) に提出した。これは、主として日本とヨーロッパの共同研究によるものであるが、日本の貢献はほとんどがこの研究計画によるものである。即ち、測定器最適化のためのシミュレーション研究と測定器要素の研究開発を LOI 作成に十分なまでに推進した。具体的には、(1)測定器最適化(OPT)に関しては、LDC と GLD 統合のための測定器の分解能評価及び物理解析を行った。我々の科学的主張は国際的に評価され、統合

された測定器 ILD はそれらを十分に反映したものとなった。(2)反応点測定器 (VTX) は、高精細 CCD プロトタイプの試験を行い、基本的な機能を実証し、レーザーによる試験も成功した。また、読み出し集積回路に関しては、前置増幅器、ADC、時間スライス、保存、そしてピクセルレジスタの読み出しの全ての機能が確認された。(3)飛跡検出器(TPC) は、2重 GEM 電子検出器を KEK の超伝導磁石と欧州で製作されている大型 TPC プロトタイプ(LP1)を使って、DESY(ドイツ電子シンクロトロン研究所)においてビーム試験を行った。検出器の一部が漏電したが基本的機能が確認された。(4)カロリメータ(CAL)に関しては、光センサーMPPC の基本的測定と開発を終えた。戦略を HCAL から ECAL に移し、ほぼ商品化された MPPC を使って ECAL の試作機を米国のフェルミ国立研究所に輸送し、ビーム試験を行い、予想通りの分解能を実証した。(5)GRID ネットワークは、ヨーロッパとのシミュレーションデータの交換が実用化された。

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)

測定器最適化は、主にヨーロッパとの競争/協力のもとに ILD 測定器と言う形で結実し、当初の計画以上に進展している。VTX は検出器と読み出し回路の試作が成功したが CCD のピクセルサイズが十分に精細でない。TPC は大型試作機のビーム試験がほぼ成功し、当初の計画以上に進展している。CAL は当初の予定になかった ECAL のビームテストに成功したが、予定の HCAL の試作機は遅れている。GRID はほぼ当初の計画通りに進展して

いる。したがって、全体として、ほぼ順調に進展していると考える。

4. 今後の研究の推進方策

測定器最適化では解析プログラムの開発に重点を置き、物理解析を更に現実に近いものへとレベルアップする。ピクセルサイズを超高精細とした反応点測定器の試作機を設計／製作／試験し、TPCは陽イオン用ゲートを備えたGEM検出器をテストする。CALでは、HCALの試作機を製作し、ビームテストを行う。全体として、ヨーロッパと研究協力しながらILD測定器の工学設計を目指す。

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14件)

1. E. Asakawa, M. Asano, K. Fujii, T. Kusano, S. Matsumoto, R. Sasaki, Y. Takubo, and H. Yamamoto, 'Precision measurements of Little Higgs parameters at the international linear collider', Physical Review, 査読あり, accepted to be published, 2009, hep-ex arXiv:0901.1081.
2. D. C. Arogancia ... A. Sugiyama (26番目) ... (計31名), 'Study in a beam test of the resolution of a Micromegas TPC with standard readout pads', Nuclear Instruments and Methods, 査読あり, A602, 2009, 403-414.
3. H. Ono ... K. Kawagoe (9番目) ... T. Takeshita ... (17番目) ... (計19名), 'Beam test results of a high granularity tile/fiber electromagnetic calorimeter', Nuclear Instruments and Methods, 査読あり, A600, 2009, 398-407.
4. K. Fujii, H. Hano, H. Itoh, N. Okada, and T. Yoshioka, 'Hidden particle production at the ILC', Physical Review, 査読あり, D78, 2009, 015008-015016.
5. B. C. Barish, N. Walker, H. Yamamoto, 'Building the next generation collider', Scientific American, 査読あり, February, 2008, 32-37.
6. S. Gomi ... K. Kawagoe (5番目) ... T. Takeshita (21番目) ... (計28名), 'Development and study of the multi pixel photon counter', Nuclear Instruments and Methods, 査読あり, A581,

2007, 427-432.

[学会発表] (計98件)

1. A. Sugiyama, 'GEM TPC large prototype beam test', Joint ACFA Physics and Detector Workshop and GDE Meeting in International Linear Collider (TILC09), April 20 2009, Tsukuba, Japan.
2. Y. Takubo, 'Fine pixel CCD for ILC vertex detector', International Workshop on Vertex Detectors, July 28 2008, Uto Island, Sweden.
3. A. Miyamoto, 'Status of Jupiter', Joint Meeting of the American Linear Collider Physics Group ILC Global Design Effort, October 23 2007, Fermi National Accelerator Laboratory, USA.
4. A. Ishikawa, 'Study of Gating with GEM for ILC TPC', IEEE Nuclear Science Symposium, October 29 2007, Honolulu, USA.
5. T. Takeshita, 'Scintillator Tungsten ECAL', International Linear Collider Workshop, June 1 2007, Hamburg, Germany.

[その他]

1. home page:
<http://www.awa.tohoku.ac.jp/ilcousei/>
2. 一般物理学者向け連続講演、講師：M. Peskin, 'Beyond the Standard Model', 1回90分 x 3回、2007年12月4日-6日, KEK。(KEKとの共催)
3. 一般物理学者向け連続講演、講師：村山 齊, 'Perspective on particle physics and cosmology', 1回90分 x 3回、2006年12月21日-23日, KEK。(KEKとの共催)
4. 佐賀県経営者協会セミナー「リニアコライダー計画について」、はがくれ荘(佐賀市天神) 2006年9月28日。