平成１２年度　高エネルギー加速器研究機構

共　同　開　発　研　究　申　請　書

平成１２年１月２５日

高エネルギー加速器研究機構長　殿

研究責任者氏名	竹　下　　徹　　印
生　年　月　日	
所　属　機　関	信　州　大　学
部　局・職　名	理学部　・助教授
電　話　番　号	0263-37-2898
ＦＡＸ　番　号	0263-34-2358

下記により、共同開発研究を実施したいので申請します。

研究課題

リニアコライダーカロリメータのためのシャワープロファイル測定器の開発

研究目的

標準理論を超えた物理を探究するために、電子陽電子衝突型線形加速器（以下リニアコライダーと略）の開発が世界の主要な研究所で進められている。質量の起源たるヒッグス粒子や統一理論の担い手たるSUSY 粒子を研究するためには超高性能の加速器と超高性能の測定器が必要であり、神戸大･甲南大･信州大･筑波大･KEK からなる我々のグループでは補償型タイルファイバーカロリメータを候補としてその研究開発を進めている。

ヒッグス粒子の精密研究やゲージ粒子の結合定数の精密測定のためには 2 ジェット質量再構成によってW/Z粒子を識別出来ることが必要であり、W/Z粒子の自然幅程度よりも良い 2 ジェット質量分解能が必要である。このような高精度の 2 ジェット質量再構成を行なうためには、

a)エネルギー分解能及びエネルギー測定の線形性が優れていること、

b)細かくセグメント化された電磁シャワー発達部測定により、高精度なクラスタートラックマッチング及び光子/中性パイ中間子識別ができること、

c)細かくセグメント化されたシャワー本体測定部をもち、電磁粒子とハドロン粒子が高い精度で識別でき、かつ中性クラスターと荷電トラックの偶発的な重なりあいが十分防げること、

等の条件を満たすことが必要である。このうち項目a)については既にこれまでの我々の研究から、要求される条件を満たすことの出来るデザインをほぼ確立した。本研究では項目b),c)の達成のため、高精度の初期シャワープロファイル測定器を開発することを目的とする。また最近衝突点から離れたところから発生する孤立単色ガンマ線測定の重要性が指摘されているが、このためにもシャワー位置を精密に測定できる測定器をカロリメータに複数層組み込む事は極めて重要である。本研究では測定器単体の高性能だけでは無く、我々が候補としているタイルファイバー型カロリメータと自然に統合できるデザインを目指して開発を進めていく。

共同利用実験の実験責任者として、採択または申請中の課題があれば記入して下さい。

無し

受理年月日

受理番号

研究組織（研究責任者、研究従事者、会計責任者）

研究責任者	竹下　徹	（たけした　とおる）	信州大学理学部 助教授
研究従事者	久保幸恵	（くぼ　ゆきえ）	信州大学理学部 M 1
	川越清以	（かわごえ　きよとも）	神戸大学理学部 助教授
	野崎光昭	（のざき　みつあき）	神戸大学自然科学研究科 教授
	武田廣	（たけだ　ひろし）	神戸大学理学部 教授
	金　信弘	（きむ　しんほん）	筑波大学物理学系 教授
	魚住　聖	（うおずみ さとる）	筑波大学物理学系 M1
	梶野文義	（かじの　ふみよし）	甲南大学理学部 教授
	神前純一	（かんざき　じゅんいち）	高エネ研素核研 助手
会計責任者☆	藤井芳昭	（ふじい　よしあき）	高エネ研素核研 助手

研究の意義

イベントをトポロジカルに正しく再構成するためには、カロリメータ上でのシャワーの位置を精度良く測定してトラックとの対応付けを正確に行なうと共に、シャワーのオーバーラップを解きほぐすことが必要である。このためにはシャワーの発達段階におかれる高位置分解能のシャワープロファイル測定器が必要である。またこれは中性パイ中間子とガンマ線の識別やハドロンと電子の識別にも極めて有効である。

このような測定装置としては、CDFに用いられたシンチストリップ測定器やZEUSに用いられたシリコンHES測定器がある。またCMSにおいても第2フェイズにおいてシリコン測定器を組み込む計画になっている。シリコンを用いた測定器は高性能ではあるが、非常にコストがかかる。このためZEUSにおいてはバレル部に組み込むことは出来ず、またCMSにおいても実験開始当初から組み込むことは断念している。これに対してシンチストリップ型は性能的には若干劣るもののシリコンほどコストがかからず、また我々がカロリメータ本体の候補としているタイルファイバー型と非常に相性が良い。従って我々の実験に必要なレベルまでシンチストリップ型の性能を向上させる事が出来れば、リニアコライダーの測定器に対して極めて優れた解となる。

研究方法

シンチストリップ型のシャワープロファイル測定器の主な問題点は、

1) x面とy面の組み合わせによるゴースト生成
2) ストリップ間の光クロストーク
3) WLSファイバーのコスト
4) 光量の少なさ

である。このうちゴースト生成に関しては、実際の物理過程をシミュレーションして、xーyダブレットの面積とストリップ幅の許容限度を決定する。項目2),3),4)に関しては、テストモジュールを製作し、単体での性能試験を行なう。

ストリップ幅を狭くしてストリップ数を増やせば、位置測定精度やクラスタ分解能は向上するがコストが増大する。このコストの大半を占めるのがWLSファイバー+クリアファイバー+マルチチャンネル光検出器からなる光読み出し系である。シンチストリップの端にシリコンフォトダイオードを直付して読み出すことが出来れば、これらのコストを大幅に削減できる可能性があると共に、集光率を飛躍的に向上できる。また信号ケーブルの方がクリアファイバーよりも引き回しの自由度が高く、設計が容易になる可能性がある。この場合問題になるのがシャワー粒子の直接貫通によるシグナルである。原理的にはこれはフォトダイオードの2枚重ねで識別が出来るはずであるが、この点についてもテストを重ねて実証していく。我々のグループではSi-padアレイからなるシャワープロファイル測定器を試作･試験した経験があるが、このSi-pad測定器と比較しながらシンチストリップ測定器の性能評価を行なっていく。また通常の光ファイバーを用いた光読み出しについても、平行してコストダウンのスタディを行なう。

予想される研究成果

我々のグループのこれまでのスタディから、リニアコライダーのカロリメータ本体については補償型タイルファイバーカロリメータが要求される性能を満たすことをほぼ確立した。タイルファイバー型の弱点は非常に細かい横方向セグメンテーションが実現しにくいという点であるが、本研究によって比較的安価で高性能のシャワープロファイル測定器が確立すれば、これを複数層組み込むことによりこの弱点を補うことができる。これによりエネルギー分解能、グラニュラリティともに優れた、高精度でイベントトポロジー再構成が可能な測定器をリーズナブルなコストで実現することができる。NLC やTESLA グループではタングステン/シリコンという非常に高性能かつ高価な測定器を候補としてスタディを進めているが、本研究によりそれに匹敵する性能を非常に低いコストで実現できると期待される。

所要経費

プラスチックシンチレータ	5mmx5mmx20cm等5種類	各20本	200千円	信州大学
シリコンフォトダイオード	3mmx 3mm程度	40個	400千円	信州大学
プリアンプ	フォトダイオード用	40個	200千円	信州大学
定電圧電源	フォトダイオード用	４台	120千円	信州大学
溝付プラスチックシンチレータ	5mmx5mmx20cm等3種類	各20本	600千円	筑波大学
光ファイバー	端面加工、接合費含む	20本	200千円	筑波大学
マルチアノード光電子増倍管	H６５８６	２本	400千円	筑波大学
ファイバー-PMT結合部品		２個	60千円	筑波大学
暗箱	測定器収納	２個	100千円	信州･筑波
その他	遮光シート等小物類	一式	100千円	信州･筑波
合計			2,380千円	

その他