

## 素粒子原子核研究所陽子加速器共同利用実験計画書

### 1. 実験組織

	氏名	所属	身分	役割分担（参加度）
実験責任者	藤井芳昭	KEK 素核研	助手	全体統括、チームライン（100%）
実験協力者	金 信弘	筑波大	教授	データ解析（50%）
	松永浩之	筑波大	研究員	データ収集システム（50%）
	松本偉史	筑波大	大学院生	データ収集システム（100%）
	山本澄江	筑波大	大学院生	シミュレーション（100%）
	永野あい	筑波大	大学院生	モジュール製作（100%）
	山内 伸	筑波大	大学院生	モジュール製作（100%）
	宮田 等	新潟大学	助教授	データ解析（50%）
	中島典子	新潟大学	大学院生	シミュレーション（50%）
	A.L.Sanchez	新潟大学	大学院生	データ解析（100%）
	小野裕明	新潟大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	堀野 崇	新潟大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	竹内純一	新潟大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	川越清以	神戸大学	助教授	データ解析（50%）
	岸本 晋	神戸大学	大学院生	シミュレーション（100%）
	中村龍平	神戸大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	竹下 徹	信州大学	教授	データ解析（50%）
	伊藤さおり	信州大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	阿部 司	信州大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	田中 聡	信州大学	大学院生	モジュール製作（100%）
	梶野文義	甲南大学	教授	データ解析（30%）
植村真人	甲南大学	大学院生	データ解析（100%）	
山岡知隆	甲南大学	大学院生	データ解析（100%）	
神前純一	KEK 素核研	助手	データ解析（50%）	

### 2. 実験課題の内容

（1）実験の目的及び意義、（2）国内外における他の実験との関連、（3）実験の方法及び実験計画のレイアウト等、（4）実験のマシントイム算出の根拠、などについて。

#### （1）実験の目的及び意義

高エネルギー実験の次期計画として欧米垂でスタディが進められているリニアコライダー実験においては、極めて高性能の測定器が要求される。カロリメータにおいてはこの性能は、a) ジェットの密集したクラスタを解きほぐすためのグラニュラリティ、及び b) 解きほぐされたクラスタのエネルギーを精度良く測定するためのエネルギー分解能、という 2 個のパラメータとして表現される。本件ビームテストの目的は、細かいグラニュラリティをもつ電磁カロリメータテストモジュールの性能の実証にある。なおテストは今年度（3月を希望）及び来年度早々（来年改めて実験申請）の 2 回に渡り行なう。

## 実験計画書

日本グループがそのカロリメータの第 1 候補としてスタディしている鉛/シンチレータサンドイッチ型のタイルファイバーカロリメータでは、非常に細かいグラニュラリティのモジュールはこれまで製作されたことがない。これはカロリメータ製作上の技術的な問題（WLS ファイバーの曲げ径限界等）よりはむしろ、タイル製作のコストと適切な多チャンネル光検出器が無かったことによる。近年これらの問題は、シンチレータのモールド製法の進展や半導体を用いた多チャンネル光検出器の開発により解決されつつある。これを受けて我々のグループでは、a)従来の正方形のタイルを技術的限界まで小さくしたタイルファイバーモジュールと、b)ストリップ直交型の新デザインによるモジュールの 2 種についてスタディを開始し、従来とは 1 線を描く細かいグラニュラリティをもつタイルファイバー型カロリメータの実現を目指している。

昨年度は T517 実験において、タイルアセンブリの一様性の測定やシミュレーション入力のためのマッピングを行なった。その結果を踏まえ今回はフルモジュールを製作し、その性能を実証する。なおカロリメトリックな性能を検証するため、4GeV までの電子入射による測定が不可欠である。

カロリメータ本体に加えシャワー位置測定装置についても、APD 直付け型及びマルチチャンネル HPD を用いたファイバー読み出し型の 2 タイプの性能検証を行なう。

### (2) 国内外における他の実験との関連

鉛/シンチレータサンドイッチ型のタイルファイバーカロリメータのエネルギー分解能に関しては、1995 年より KEK (T365,T405,T411) [1]及び FNAL[2]で一連のビームテストを行ない、その性能を実証した。今回のテストは、昨年度の T517 に引き続く一連の基礎的スタディの最終段階となるものである。

非常に細かいグラニュラリティの実現を目指したカロリメータとしては、タングステン/シリコンサンドイッチ型のカロリメータがある[3]。原理的には（コストを度外視すれば）これは極めて高性能のカロリメータを実現しうるが、SLD/LEP のルミノシティ測定器[4]に用いられた程度の実績しかなく、大規模実験のパレルカロリメータに実装するには今しばらくの基礎的なスタディが必要と思われる。

[1] a) 「電子陽電子リニアコライダー実験における測定器の開発研究」

平成 8 年度科学研究費補助金（基盤研究 A、課題番号 06302019、代表者小林富雄）研究成果報告書

b) Particle Physics Experiments at JLC, KEK Report 2001-11

c) "A Systematic Measurement of Energy Resolution and  $e/\pi$  Ratio of a Lead/Plastic-Scintillator Sampling Calorimeter", T.Suzuki, et al., NIM A432(1999)48-65

[2] a) "Performance of a Compensating Lead/Plastic-scintillator Tile/Fiber Calorimeter"

S.Uozumi et al., KEK Preprint 2001-16/UTPP-65, to be published in NIM.

b) "Performance of Preshower and Shower-maximum Detectors with a Compensating Lead/Plastic-scintillator

Tile/Fiber Calorimeter", K.Kawagoe et al., KEK Preprint 2001-17/KOBE-HEP 01-02, to be published in NIM.

[3] "TESLA technical design report", March 2001

[4] "A silicon-tungsten electromagnetic calorimeter for LEP", S.Almehed. et al., NIM A305(1991)320-330

### (3) 実験の方法及び実験計画のレイアウト等

測定は基本デザインの正方形型タイルファイバーモジュールと、より野心的なシンチストリップ型モジュールについて行なう。各々のモジュールは、横方向には 4cm 角及び実効 1cm 角、縦方向には共に 2.9 輻射長毎という、サンドイッチ型としては過去に例を見ない細かいグラニュラリティをもっている。実機においてはこの膨大なチャンネル数をマルチチャンネル HPD 若しくは EBCCD を用いて読み出す予定であるが、本ビームテストでは通常の MAPMT を用いる。

## 実験計画書

シャワー位置測定装置は2タイプとも 1cm 幅のストリップアレイから構成される。こちらについては実機に則し、マルチチャンネル HPD 及び APD/SiPM を用いてテストを行なう。

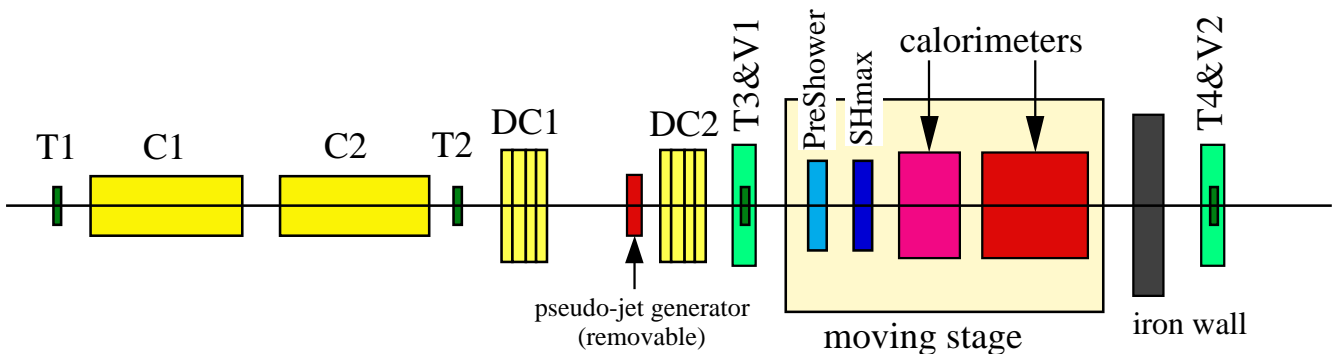
実験は pi2 ビームラインの 1GeV~4GeV の混合ビームを用いて行なう。セットアップの概略を次頁に示すが、2組のカロリメータに加えてプリシャワー測定器とシャワー位置測定器のテストもあわせて行なう。

ビームラインの構成は、典型的なビームテストと同じく測定器本体の他にトリガーカウンター、トラッキングチェンバー等から構成される。電子トリガ生成及びオフライン解析における粒子識別のため、ライン常備のチェレンコフカウンターを2段で用いる。4GeV 電子を用いた測定が不可欠であり、ある程度のイベントレートを得るため、ビーム強度も必要である。

測定する特性は以下のようなものである。

- 電子入射に対するエネルギー分解能、リニアリティ、レスポンスの一様性、位置分解能、及び2クラスタ分離能
- 較正のための貫通ミュオン測定
- シャワー位置測定器の位置分解能及び2クラスタ分離能
- カロリメータ・プリシャワー測定器・シャワー位置測定器を組み合わせた粒子識別性能

また実施時期及び必要日数は、2004年3月に16日間(内ビーム使用33シフト)を希望する。



ビームテストのセットアップの概略

### (4) 実験のマシントime算出の根拠

今回の測定において必要なシフト数を以下に示す。ここで1ランの長さはトリガにより異なるが、平均30分の測定+測定条件変更に10分程度の、合計40分程度である。

a) 正方形タイルファイバーモジュールについて、各々以下の測定を行なう。

- エネルギー分解能及び

リニアリティ測定のための中心入射 (トリガ = Incl, e, mu) x (E = 1, 2, 3, 4 GeV) = 12 runs

- 較正のための tower-scan (e, mu) @ 3GeV x (5 x 5 towers) = 50 runs

- 一様性測定のための WLS-scan (e, mu) @ 3GeV x (3mm-step x 2点 x 10倍統計) = 40 runs

小計: 102 runs

## 実験計画書

### b) 直交ストリップ型モジュール

- ・エネルギー分解能及び  
リニアリティ測定のための中心入射 (トリガ = Incl, e, mu) x (E = 1, 2, 3, 4 GeV) = 12 runs
  - ・較正のための strip-scan (e, mu) @ 3GeV x (20 x 2 strips) = 80 runs
  - ・マッピングのための WLS-scan (e, mu) @ 3GeV x (3mm-step x 2 点 x 10 倍統計) = 40 runs
- 小計 : 132 runs

### c) シャワーマックス測定器の位置分解能

- ・位置分解能測定のための中心入射 (トリガ = Incl, e, mu) x (E = 1, 2, 3, 4 GeV) = 12 runs
  - ・較正のための strip-scan (e, mu) @ 3GeV x (20 x 2 strips) = 80 runs
  - ・マッピングのための WLS-scan (e, mu) @ 3GeV x (3mm-step x 2 点 x 10 倍統計) = 40 runs
- 小計 : 132 runs

以上 3 群あわせて 366 ランとなるが、このうち直交ストリップ型モジュールとシャワーマックス測定器の 3GeV muon 較正ランについては貫通測定で出来るので、実 326 ラン = 217 時間 = 27 シフトとなる。これに途中のセットアップ組み替え 2 回 = 1 シフト、ビームチューニング及びビームを用いた測定系のチューニングに 5 シフトの合計 33 シフトのビームタイムを確保したい。

非ビームタイムとして初期セットアップに 3 日、撤退に 2 日程度必要なので、pi2 ビームラインの占有日数は 16 日となる。

## 実験計画書

### 3. 実験実施計画

期間	実施内容	実施場所
2004年3月中に 連続して16日間	セットアップ(3日間) チューニング及び測定(33シフト) 撤退作業(2日間)	東カウンターホール pi2 ビームライン

\* マシンタイムに係わる希望(時期の制限、連続/間欠の別など)があれば明記すること

### 4. 実験経費の所要内訳及び実験旅費

実験経費(単位 千円)

項目	所要額			年次別内訳			
	数量	単価	金額	年度	年度	年度	年度
要求無し							

実験旅費(単位 千円)

年度	年度	年度	年度	総額
				0円

### 5. 加速器・ビームチャンネルについての条件

- 5.1 一次ビーム(強度、エネルギー、パルス特性、ビームプロファイル等)  
4GeV 電子ビームを用いるため、12GeV 運転が不可欠である。
- 5.2 一次標的(標的物質、サイズ、位置等)  
特に無し
- 5.3 二次ビーム(ビームチャンネル、運動量範囲、セパレーターの条件等)  
遅い取り出しによる 1GeV ~ 4GeV の混合ビーム(pi2 ビームライン)。特に 4GeV 電子が不可欠である。
- 5.4 特殊なビームの希望(前もってビームチャンネルグループと打ち合せを行って下さい。)  
特に無し

## 実験計画書

### 6. 実験用機器の使用計画及び共通的施設の利用希望等

#### 6.1 オンライン・オフライン計算機の使用希望（機器名と使用期間）

データ収集用 PC 及びモニタ・解析用 PC の IP アドレスを 7 個（2004 年 3 月 1 日～3 月 31 日）使用したい。

#### 6.2 回路モジュールの使用希望（機器名と使用期間）

期間	回路モジュール名	台数
2004 年 3 月 1 日～3 月 31 日	PMT amp	30 チャンネル分
	Dicriminator	20 チャンネル分
	Variable Analog Delay	314 チャンネル分
	Logic Unit	3 台
	Coincidence	3 台
	Gate Generator	3 台
	Beam-Spill Gate Generator	1 台
	Visual Scaler	6 台

#### 6.3 低温装置（機器名と使用期間）

特に無し

#### 6.4 実験室に係わる希望（機器名と使用期間）

実験期間中適宜天井クレーンを使用したい。

実験期間前の 1 週間、東カウンターホールに以下のような準備エリアを拝借したい。

- ・ クレーンアクセスができること。
- ・ 100V 及び 3 相 200V 電源が近くにあること。
- ・ 広さは 3m x 4m 程度

#### 6.5 工作室など当研究所の共通施設等の利用希望

実験期間中適宜工作室を使用したい。

#### 6.6 上記の項目以外で、当研究所の現有機器・施設等の利用希望等

実験期間中適宜東カウンターホールの物品倉庫から出庫したい。

#### 6.7 実験者側で用意する装置・機器

上記に明示されているもの以外の一切の機器・消耗品。

### 7. その他の連絡事項