

2002年2月4日
共同開発研究発表会

研究課題

シンチレータストリップを用いた高性能電磁カロリメータの開発

研究代表者

川越清以 神戸大学理学部

共同研究者

金 信弘 筑波大学物理学系

梶野文義 甲南大学理工学部

竹下 徹 信州大学理学部

宮田 等 新潟大学理学部

神前純一 KEK IPNS

藤井芳昭 KEK IPNS

本日の発表者

藤井芳昭 KEK IPNS

研究課題の要旨

リニアコライダーにおける超精密実験において必要とされる高性能なカロリメータを実現するための基礎的テクノロジーとして、シンチレータストリップを用いた超細グラニュラリティ電磁カロリメータの開発を行なう。

1. なぜ超細グラニュラリティカロリメータなのか

カロリメータの2大特性

- ア) エネルギー分解能；要求性能をほぼ達成した
- イ) グラニュラリティ

これまで超細グラニュラリティカロリメータがなかった訳

- そんな精密な解析は必要なかった (LEP2以前は)
- とてつもなくコストがかかる

JLCでの解析：6ジェット、8ジェット… +バックグラウンド

超細グラニュラリティカロリメータがあると

- ◎ トラックークラスタマッチング
- ◎ 粒子識別 (e , γ , π^0)
- ◎ 近接粒子の解きほぐし
- ◎ γ の方向が分かる
- ◎ BGヒット除去

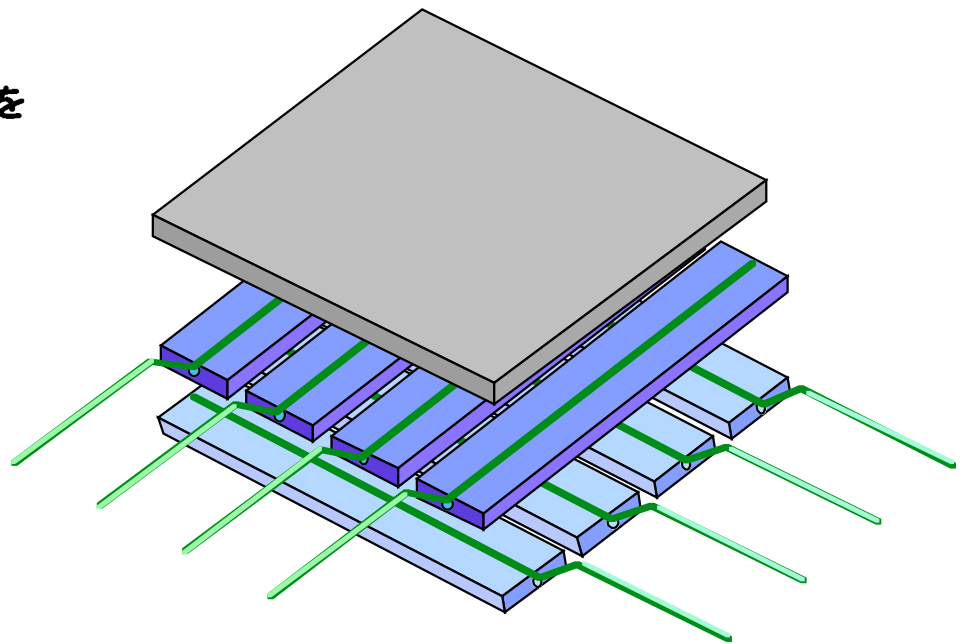
何とかリーズナブルなコストで

超細グラニュラリティカロリメータが実現できないか？

…できます。シンチストリップで。

2. シンチストリップ型カロリメータの構造

細長いシンチレータの板を多数並べて直交させる。各々の板にはWLSファイバーが埋め込まれていて、シンチからの光を捕らえる。捕らえられた光は透明な光ファイバーでマルチチャンネルの光検出器に導かれる。



模式図：実際のテストモジュールは20本のストリップが並ぶ。

特徴：

- ◎ (a) ストリップの幅を1 cmにすると1 cmの分解能が得られる。
- ◎ (b) その割に読み出しチャンネルが少なく、読み出しコストが大幅に下がる。
- ◎ (c) 層毎に読み出せば奥行き方向にも優れた空間分解能。
- ? (d) ゴーストが出来る。
- ? (e) '少ない' とは言えこんなに多チャンネルの光ファイバー読み出せるの？
- ? (f) ストリップを敷き詰める手間は膨大じゃない？

本研究では、

- 基本製法・性能の確立 に加えて
- 上記???.の3点 についても解を得る。

3. テストモジュールのデザイン

○ 1面の構成：

幅1cm、長さ20cm、厚み1mm
のストリップを20枚敷く。

○ 1層の構成：

X方向の面とY方向の面を組み合わせ
て1層とする。

○ スーパーレイヤーの構成：

ストリップ1本では光量が少ないので、相当位置にある4層分のストリップを
まとめて1チャンネルの光検出器で読み出す。

○ 全体の構成：

全10スーパーレイヤー（40層）をもって1モジュールとする。

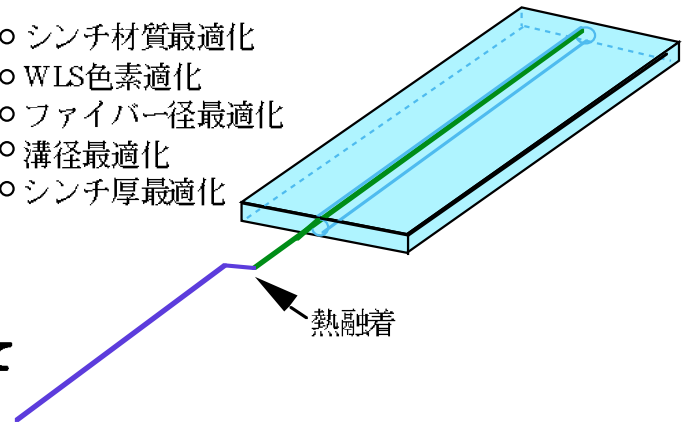
1層ごとに挟み込む鉛は4mm厚とする（補償比率）

全物質量=鉛160mm=28.6Xo

横サイズ=20cm x 20cm

読み出しチャンネル=400ch (20strips x (X,Y) x 10SuperLayers)

- シンチ材質最適化
- WLS色素適化
- ファイバー径最適化
- 溝径最適化
- シンチ厚最適化



● 基本製法：

ストリップサイズ・シンチの種類・溝位置・溝径

WLSの種類・直径・濃度・クリアファイバーとの接合法（コスト・光ロス）

● 基本性能：

- ・ 3次元的位置分解能
- ・ 3次元的近接クラスタ分離能
- ・ マルチヒット耐性（ゴースト除去）
- ・ エネルギー分解能
- ・ 粒子識別能力
- ・ シャワー方向測定精度

4. スケジュール

OH 14 : 本件申請分

(1) 2スーパーレイヤーを製作する。(5.7Xo~PreSH/SHmax相当)

- ・製作技術の確立
- ・コストダウン法の探索

(2) 11月にKEK-PSでビームテストを行ない、基本特性を把握する。

- ・位置分解能 (2次元)
- ・近接クラスタ分離能 (2次元)
- ・マルチヒット耐性 (ゴースト除去)

(3) 結果を部品パラメータ・製作法に反映させる。

OH 15 : 次年度に改めて申請

(1) 1モジュールを製作する。

- ・量産法の確立
- ・コストダウン法の確立

(2) 11月KEK-PSでビームテストを行ない、基本特性を把握する。

- ・3次元的位置分解能
- ・3次元的近接クラスタ分離能
- ・エネルギー分解能
- ・粒子識別能力

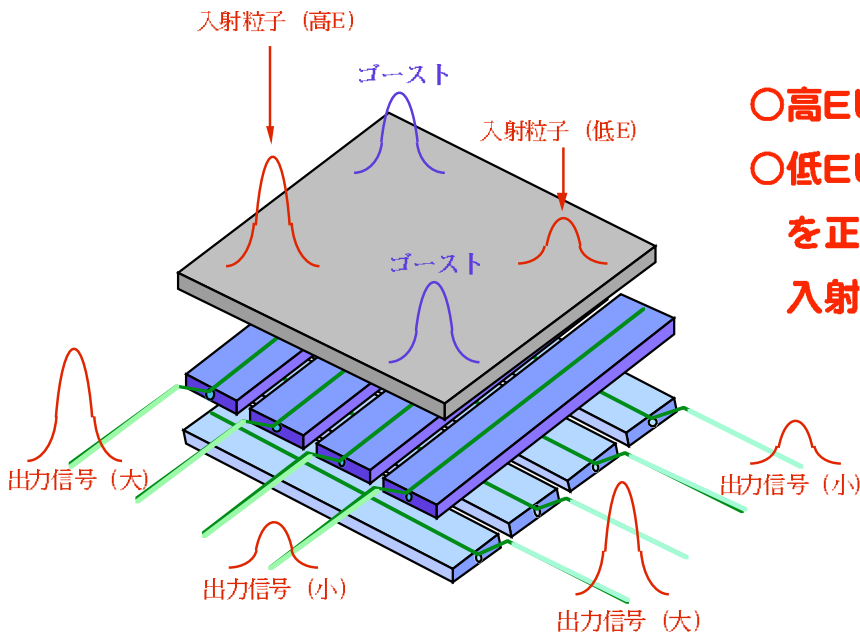
5. 申請経費 (H 14年度分のみ)

シンチレータ	320本 + a	2,400 千円
光ファイバー (WLS,clear及び加工)	各320本 + a	500 千円
鉛板 (含加工費)	8 枚 + a	200 千円
構造部品・その他	一式	1,300 千円
PMT (テストベンチ用)	数本	600 千円(*)

合計 5, 0 0 0 千円

(*) 本体用PMTは、申請提出後にH13素核研所長留保再配分で調達出来た。

補足説明 (d) ゴーストの生成



○高Eヒット同士
○低Eヒット同士
を正しく組み合わせれば
入射粒子を正しく再構成。

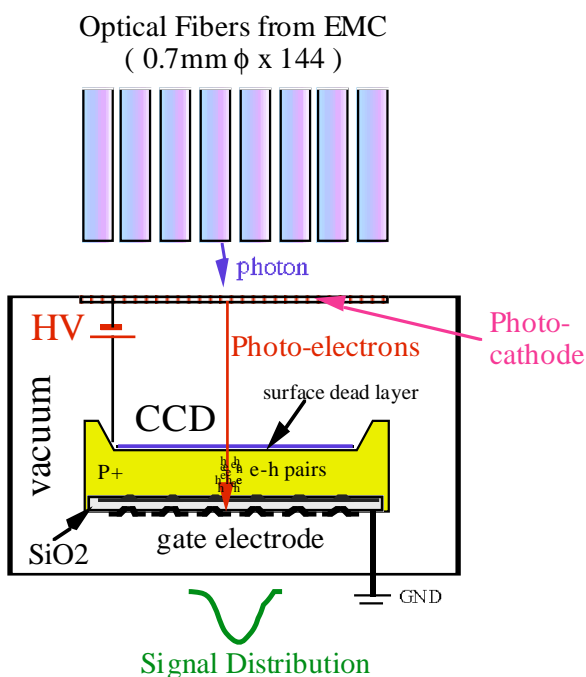
×間違った組み合わせが
ゴーストを作る。

パルス高解析で十分防げるか
シミュレーションが必要。

補足説明 (e) 多チャンネルの光読み出し

本研究のテストモジュールではマルチチャンネル光電子増倍管を用いる。

実際の測定器へのビジョン；ハイブリッド型光検出器



光電面とCCDを狭いギャップで向かい
合わせ、真空容器に置いて高電圧を印加

- 超多チャンネル
- シリアル読み出し
- 高感度 (単一光子測定可能)
- △中ゲイン (数千)
- ×時間情報無し

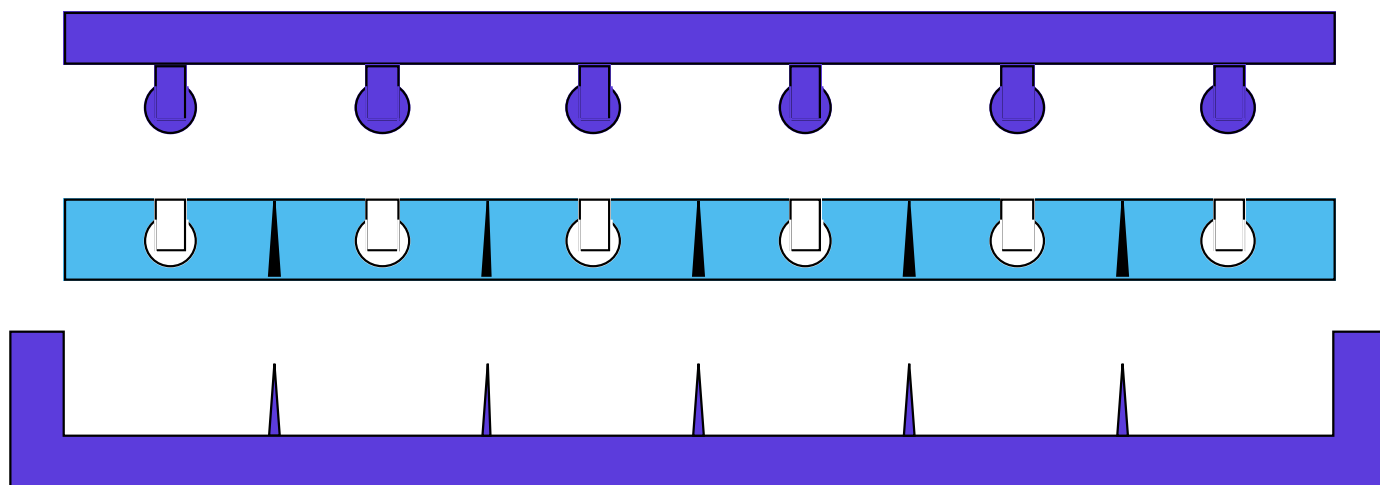
まだ基本性能のスタディ中。
本研究では採用しない。

補足説明 (f) ストリップ敷き詰めの手間を削減する

省力化・コストダウン＝メガストリップを鋳造で作る。

例えば（机上の空論ながら）

下の型を抜いてから
遮光クサビを埋め込み・接着し、
上の型をスライドしてはずす。



うまいアイデアがひねり出せたら試作を行なうが、本件本年度申請の範囲外。