

Proposal of T545

Beam Test of Fine-Granularity JLC EM Calorimeter test modules

Yoshiaki Fujii (KEK)

for GLC-CAL group (KEK, Kobe, Konan, Niigata, Shinshu, Tsukuba) + DESY + JINR

[要旨]

- ・ リニアコライダー実験に必要とされる細かいグラニュラリティの電磁カロリメータにおいて
ストリップアレイ型テストモジュール
角形タイルファイバーテストモジュール
についてその性能を検証する。合わせて
シャワー位置測定器
についても、APD直付やEBCCD, multi-ch-HPD/HAPD読出しを用いた総合テストを行なう。
- ・ π 2 ビームライン 1 ~ 4 GeV 混合ビーム
- ・ 2004年3月に ビームタイム = 33シフト + 準備・撤退計5日間

1. 目的

リニアコライダー測定器に対する要求基本性能

- 2ジェット質量分解能
- フレーバータギング (b, c and hopefully s)
- 運動量分解能・ハーマティシティ・時間分解能・・・

高エネルギージェット再構成の流れ

1. ジェット中の粒子を一個一個識別・再構成する；**グラニュラリティ**
2. 再構成された粒子のエネルギーを決定；1粒子**エネルギー分解能**

∴カロリメータに要求される性能は：

- グラニュラリティ** (T517及び本件T545)
- エネルギー分解能** (KEK-T365, T405, T411, FNAL-T911で検証済)

2. テストモジュールの概要

基本デザイン = タイルファイバー型

4mm鉛 + 1mmプラスチックシンチ + 1mmアクリル ; $R_{\text{Moliere}}=24\text{mm}$

Hardware Compensation → the best energy resolution and linearity

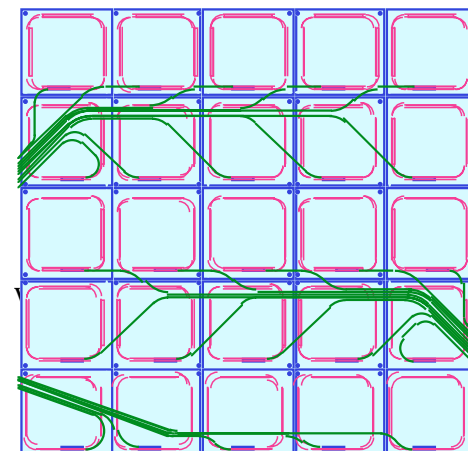
a) EMテストモジュール-1 ; 基本デザイン細グラニュラリティ

○ 4cm x 4cm 角タイル + σ ループWLSファイバー

○ 4層で1 SuperLayer, 6 SL=17Xo

○ 光読み出しは16ch-MAPMT (ビームテスト時のみ)

☆ 量産を念頭に置いたメガタイルによる製作



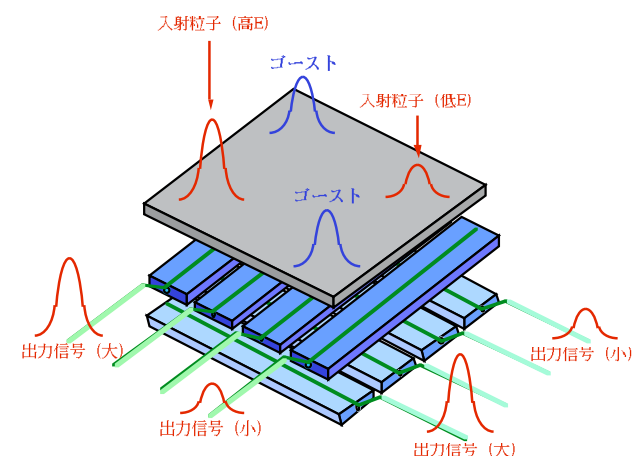
b) EMテストモジュール-2 ; 超細グラニュラリティオプション

○ 1cm幅シンチストリップ直交アレイ + 直線WLSファイバー

○ 4層で1 SuperLayer, 6 SL=17Xo

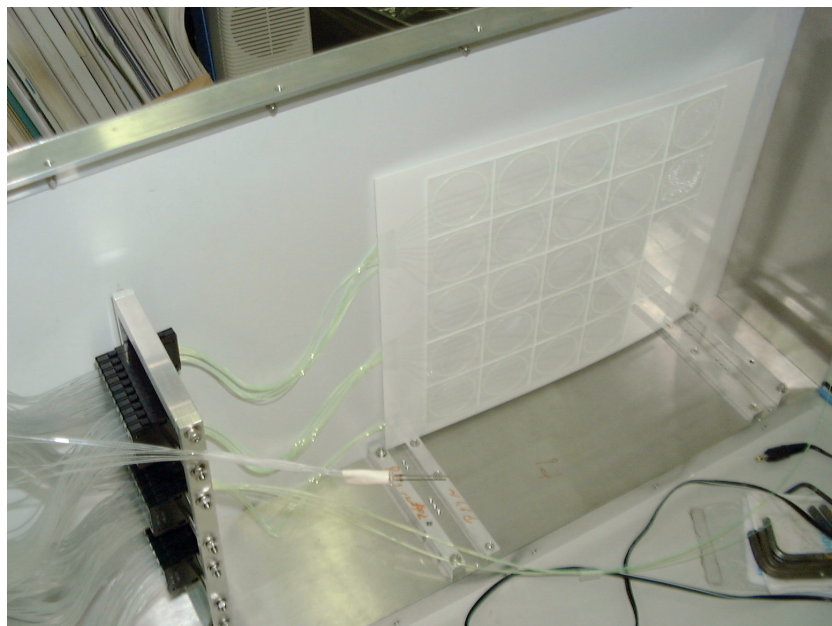
○ 光読み出しは16ch-MAPMT (ビームテスト時のみ)

★ ゴーストが出来る → パルス高解析で除去

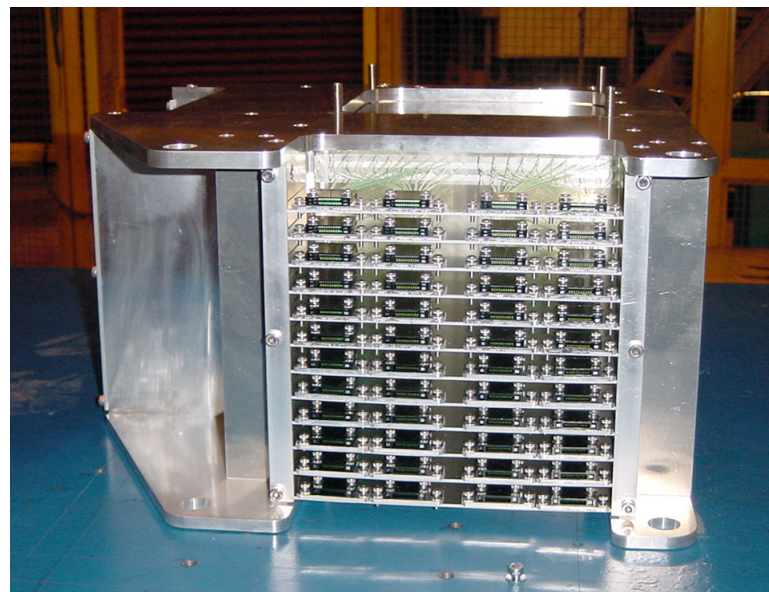


2. テストモジュールの概要 - 2

EMカロリメータモジュール 2種



角形EMモジュールのシンチ1層。
これを24層積み重ねたモジュールとなる。

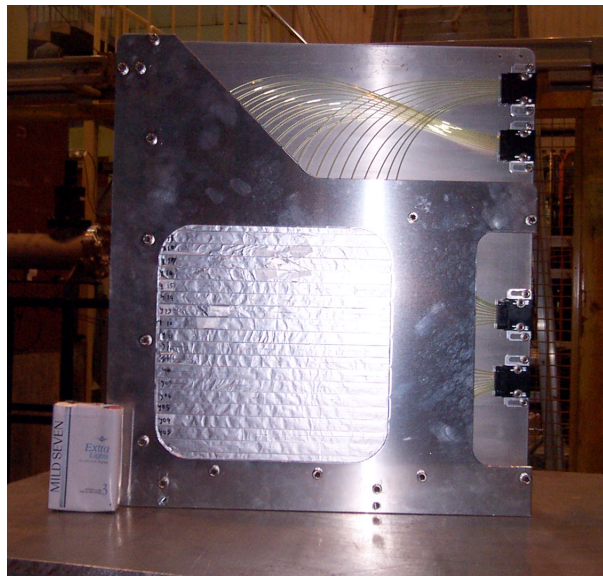
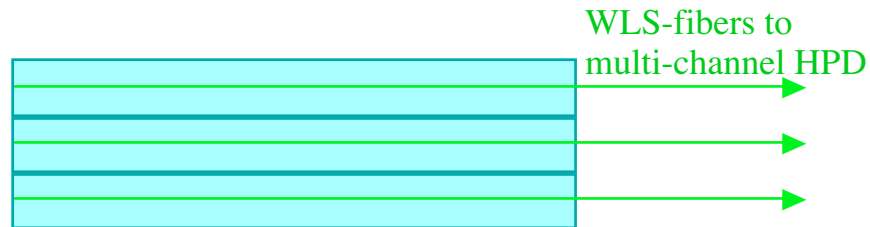


ストリップアレイEMモジュールの概観。
T517モジュールを高精度に測定する。

- ・角形EMモジュールは現在増強作業進行中 (2SL@T157 → 6SL@T545)
- ・ストリップアレイEMモジュールはT517と同じもの。マッピングの統計を上げる。

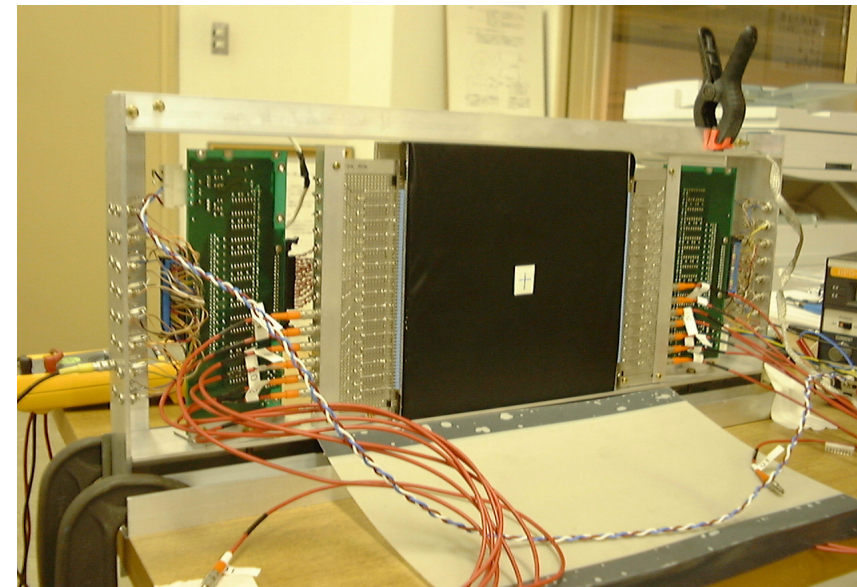
2. テストモジュールの概要 - 3

シャワー位置測定器 2種



WLSファイバー読出しSHmax

T517時はMA-PMTで読出したが、今回は61ch-HPD/64ch-HAPD/EBCCDで読出す。



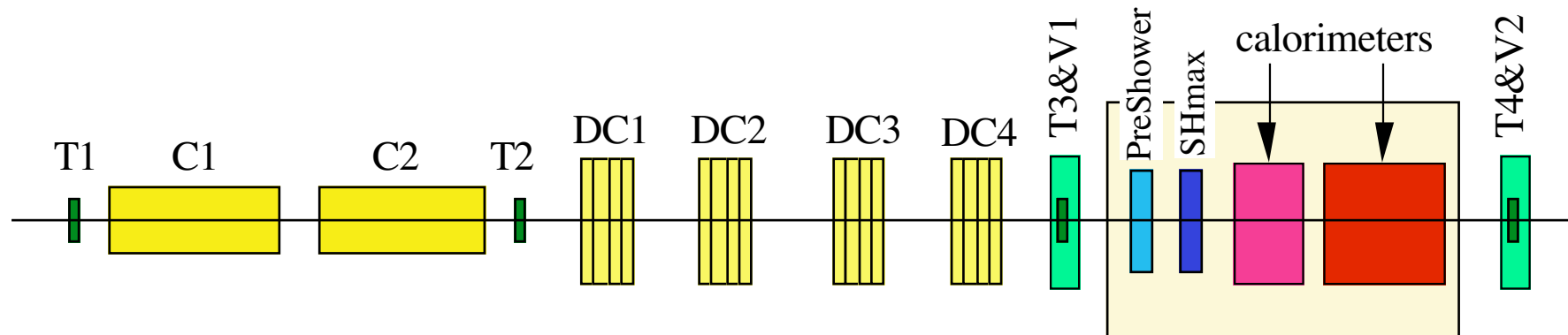
APD直付けSHmax

T517時は5本しか実装ストリップが無かったが今回はフルに実装。

3. 測定項目の概要

3-a) セットアップ

π -2ビームラインに下図の様なセットアップを組む。(T 5 1 7と同じ)



C1,C2;ビームライン常備のチェレンコフカウンターを借用する。

被テスト系：

- ・ EMCAL-1：角タイル型
- ・ EMCAL-2：ストリップアレイ型
- ・ SHmax-1；通常型WLS読み出し
- ・ SHmax-2；APD直付読み出し型

3. 測定項目の概要－2

3-b) 測定項目

- レスポンスマッピング (全測定器)

 - T 5 1 7 の 1 0 倍 の 統 計 を 得 る。

- 電磁カロリメータ (特に角型)

 - ・ エネルギー分解能

 - ・ リニアリティ

- シャワーマックス測定器の

 - ・ 光検出器も含めた総合性能評価 (特に W L S 型)

 - ・ 位置分解能 & 2 粒子分離能 (特に A P D 直付型)

加えて

- ミューオン貫通による相対較正 (全測定器)

- 電子入射による絶対較正 (全測定器)

3. 測定項目の概要 - 3

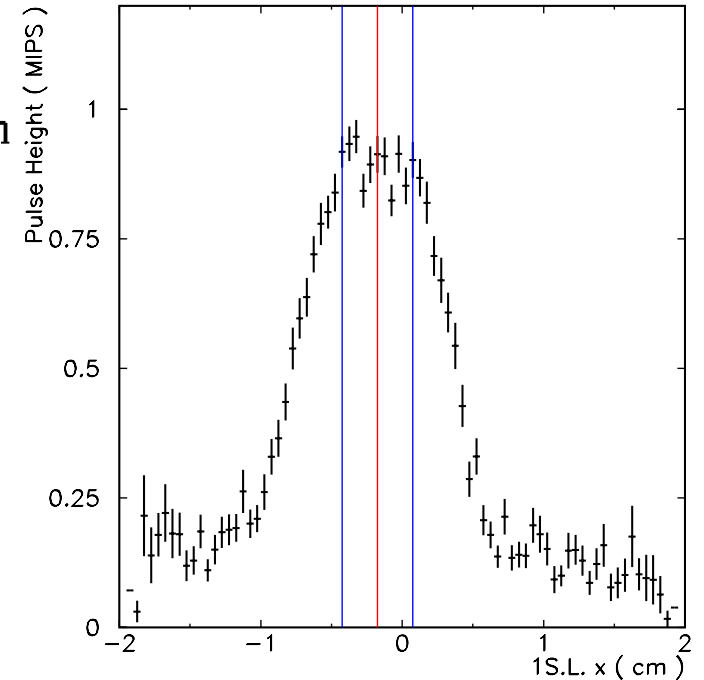
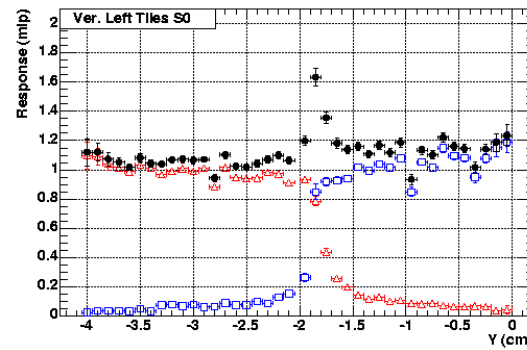
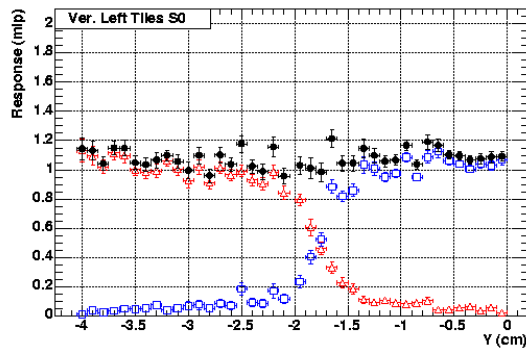
i) レスポンスマッピング

T517 結果：角形辺領域↓ : ストリップスライス→
mesh=0.5mm-width

Tile Uniformity (1mm x 10mm)

Alternating WLS

Aligned WLS



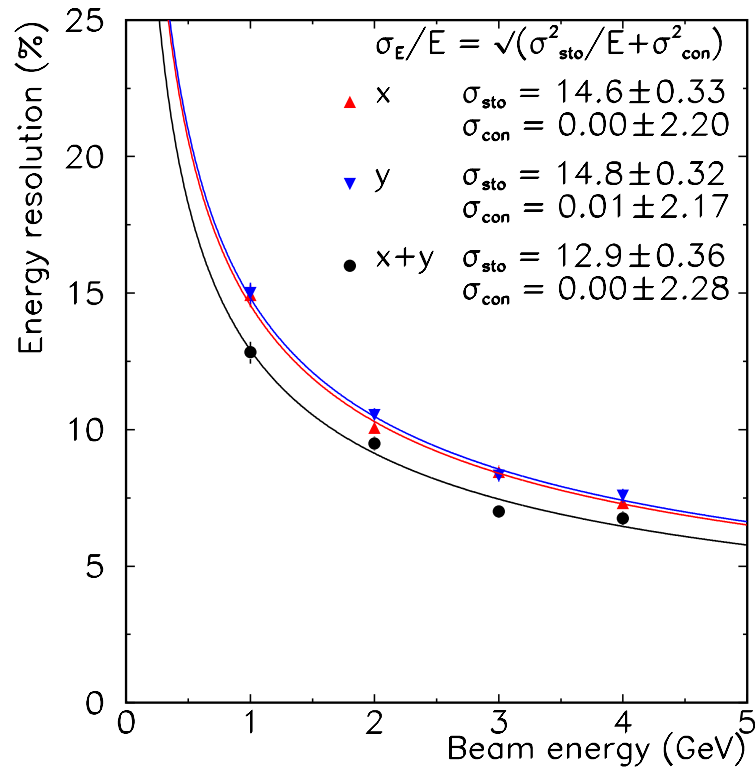
↑↑ WLS-dip??

40k-triggers/point ~ a few hundred events/mesh (T517) ×10 (T545) → more than 1k-ev/mesh

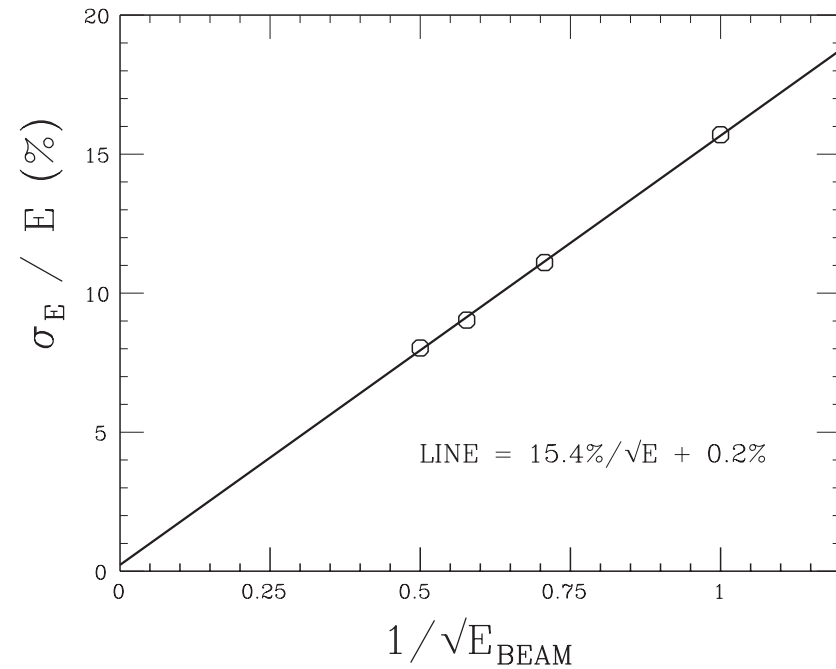
→より詳細なマッピング：特に隅領域・WLS上が可能になる。

ii) エネルギー分解能

ストリップアレイ EMCAL @ T517
(4mmPb + 2mmSci + 2mmSci)



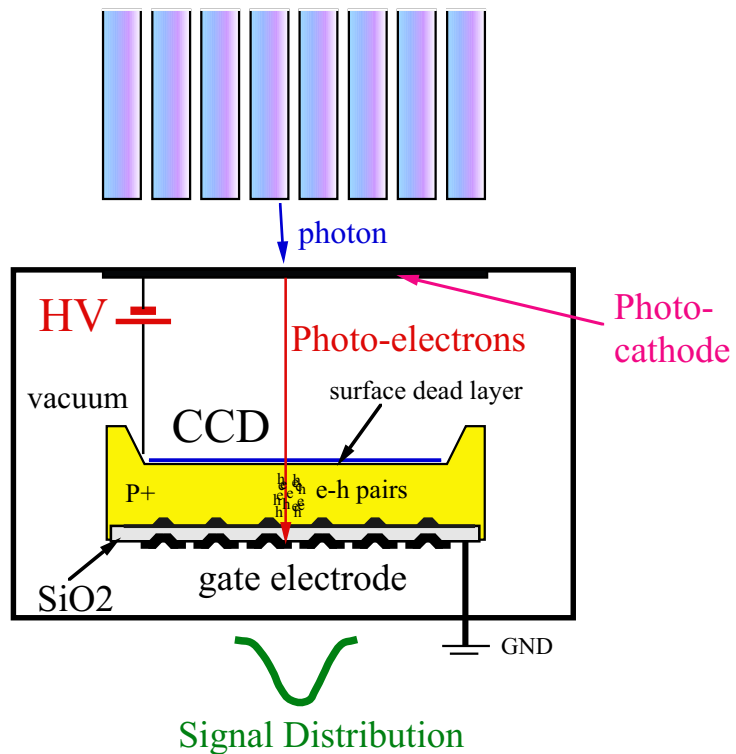
T365 module (ZEUS-type)
(4mmPb + 1mmSci)



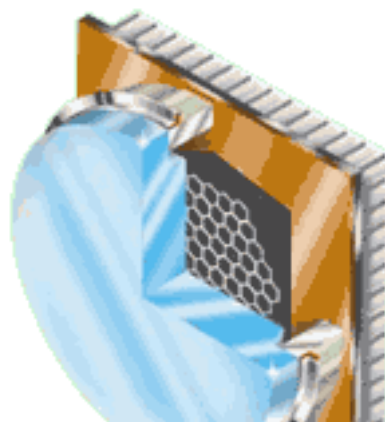
(4mmPb+1mmSci)Tile/FiberEMC → T 5 4 5 でテストする。

iii) シャワー位置測定器 + 光検出器

EBCCD：最終的には下図だが
今回は数本のファイバーのみ



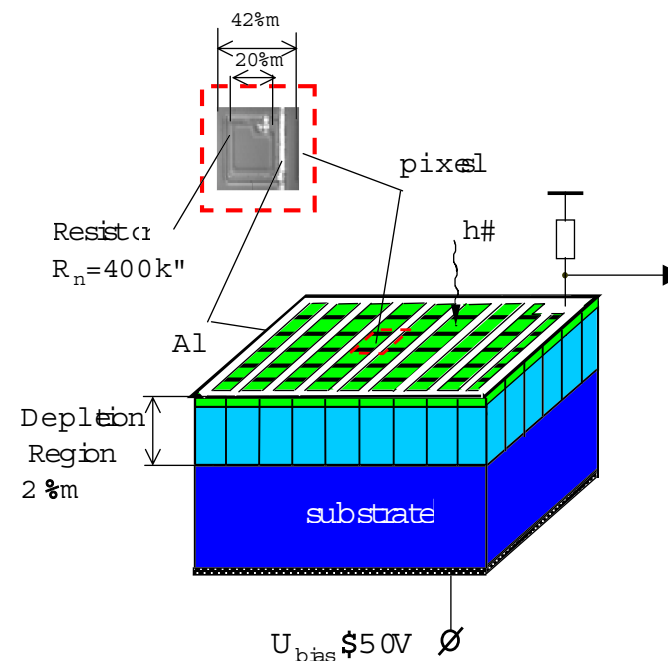
61ch-HPD
(1面全読出し)



64ch-HAPD (M.Suyama)



SiPM
(入手間に合わないかも)



4. 測定シフト数積算

(時間算定はT 5 1 7実績による)

1) 電子入射による絶対較正 = 4シフト

1 較正点 = $2\text{GeV } e^- \times 2500\text{triggers} = 0.5\text{hour}$

角型タイルEMモジュール = 8点 (中心 3×3 各点中心入射 - モジュール中心)

ストリップEMモジュール = 18点 (中央10ストリップ \times XY - モジュール中心)

WLSシャワー位置測定器 = 18点 (中央10ストリップ \times XY - モジュール中心)

APDシャワー位置測定器 = 18点 (中央10ストリップ \times XY - モジュール中心)

2) ミューオン貫通による相対較正 = 4シフト (= 2シフト \times 2回 (最初と最後))

1 較正点 = $2\text{GeV } \mu \times 2500\text{triggers} = 15\text{min.}$

角型タイルEMモジュール = 25点 (5×5 全点中心入射)

ストリップEMモジュール = 40点 (WLS/APDシャワー位置測定器兼用貫通測定)

*) 1%精度で較正係数を決めるには2000エントリが必要。

3) 電子エネルギー分解能・リニアリティ・位置精度 = 3シフト

1 測定点 = (1,2,3,4GeV) × 5000triggers = 5hours

角型タイルEMモジュール単独で = 1点

ストリップEMモジュール単独で = 1点

WLSシャワー位置測定器 + EM = 1点

APDシャワー位置測定器 + EM = 1点

T517テストでは

- ・角型モジュールは2SLのみで、エネルギー測定は行なっていない。今回は6SL。
- ・WLSシャワー位置測定器はMA-PMTで読出した。
今回は実機候補の61ch-HPD/64ch-HAPD/EBCCD。
- ・APDシャワー位置測定器は5ストリップのみ実装で、proof-of-principle試験であった。
今回はフルに実装し、性能評価を行なう。

4) レスポンスマッピング = 16シフト

1 測定点 = 2GeV-inclusive x 400k-triggers = 4hours (T517の3倍DAQレート)

角型タイルEMモジュール = 8点 (中心・辺・角・スキャン5点)

ストリップEMモジュール = 8点 (中心・長辺・短辺・スキャン5点)

WLSシャワー位置測定器 = 8点 (中心・長辺・短辺・スキャン5点)

APDシャワー位置測定器 = 8点 (中心・長辺・短辺・スキャン5点)

3 測定器貫通測定はトラッキング精度が悪化するので行なわない。

*) T517テストでは一部のミューオン測定は貫通で行なった。

以上合計 27シフト + チューニング5シフト + 組替え1シフト相当 = **33シフト**を希望

加えてセットアップに3日、撤退に2日の、合計16日間の実験期間を希望する。

5. まとめ

- ・ 2種の電磁カロリメータテストモジュールと
- ・ 2種のシャワー位置測定器テストモジュールの

ビームテストを

- ・ 2004年3月に
 - ・ π 2ビームラインに於いて
 - ・ 1～4 GeVの混合ビームを用いて
 - ・ 33シフトのビームタイムを得て
 - ・ 連続した16日間の実験期間で

行ないたい。

- ・ 関連して、回路・IP・準備スペース・工作機器の使用などをお願いしたい。
- ・ 実験費用・旅費は申請しない。