

# Beam-test of Fine-granularity JLC EM-calorimeter test modules

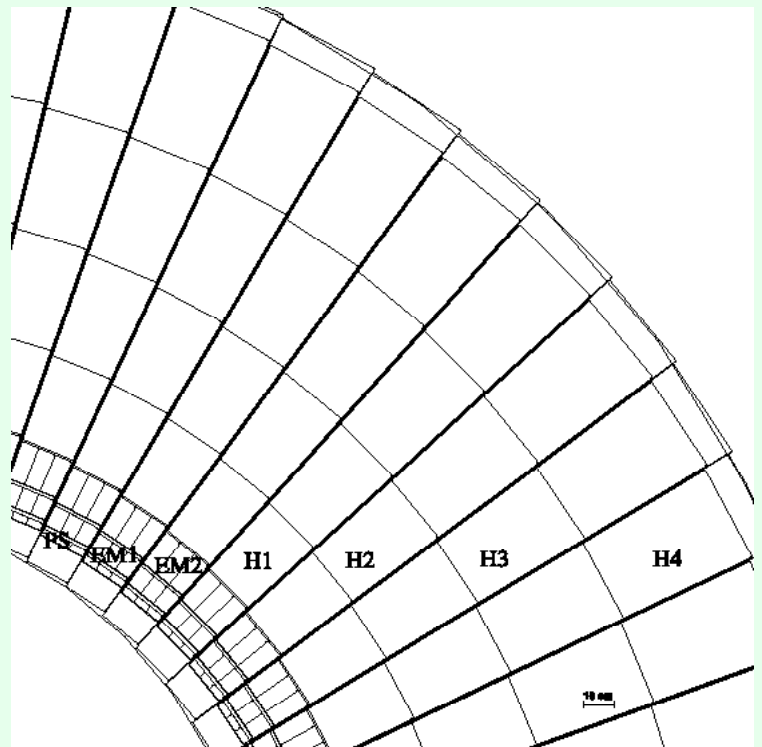
Yoshiaki Fujii

JLC-Calorimeter group

KEK, Kobe, Konan, Niigata, Shinshu, Tsukuba

## CONTENTS

1. Purpose
2. Test-module description
3. Plan of test
  - a) Measurement Items
  - b) SetUp
  - c) Measurement Time-table
4. Preparation Status
5. Summary



# 1. Purpose

## 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)

ハーメティシティ・時間分解能・・・

## 高エネルギージェット再構成の流れ

### 1. クラスタ構築；**グラニュラリティ**

密集した多数のカロリメータヒットを分別・合体させ、  
1 粒子に起因する 1 個のクラスタを構築し、その位置・方向を求める。

### 2. クラスタエネルギー決定；1 粒子**エネルギー分解能**

構築された 1 粒子クラスタに正しいエネルギーを与える。

### 3. バックグラウンド光子を排除；EM初期**グラニュラリティ**

シャワーアルベド等によるバックグラウンド光子を  
そのエネルギー・発生方向などを用いて見つけ出し、解析から排除する。

### 4. 荷電粒子に起因するクラスタの識別・排除；**グラニュラリティ**

荷電粒子のエネルギーはトラッカーを用いて求める。このため荷電粒子が作ったクラスタを、  
トラックの着地点・方向・運動量と比較して見つけ出し、解析から排除する。

**カロリメータに要求される性能は：**

**グラニュラリティ (本件テスト)**

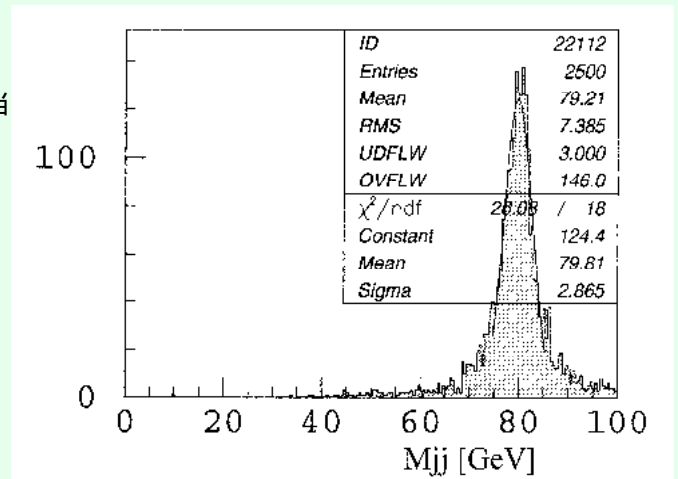
**エネルギー分解能 ( KEK-T365&T411, FNAL-T911で検証済 )**

## グラニュラリティとエネルギー分解能は、 バランス良く高性能を達成することが重要

下図；旧デザインのJLC測定器 (10cm x 10cm -EMC) における、  
Quick-simulationによるWの2-jet-mass reconstruction (kinema-fit後)

### Kinematical-fit 無しの場合

W natural-width	1.6 GeV 相当
Neutrino escape	0.8 GeV
CDC momentum resol.	1.3 GeV
CAL energy resolution	1.2 GeV
Trk-CIs association	1.9 GeV
Jet combinatory	1.1 GeV
Total Width	3.3 GeV



トラック - クラスタ対応付の寄与が悪い

グラニュラリティ不足 (エネルギー分解能に比べ)

新JLC測定器デザインでは EMC グラニュラリティは3倍細かい。  
バランスは改善されたはず。現在シミュレーション中。

シミュレーションと平行して

**新JLC-EMCの性能をビームテストにより検証する。**

**レスポンスの詳細なマッピングを行ない、**

**フルシミュレータに埋め込む。**

## 2. Test-module description

### 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) 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 + ループWLSファイバー (SHmax等が別途必要)

5層で1 SuperLayer, 2 SLを準備 (来年度に6 SLを用意)

光読み出しは16ch-MAPMT (ビームテスト時のみ)

WLS位置ずらしと整列の2タイプ (組み替えにより)

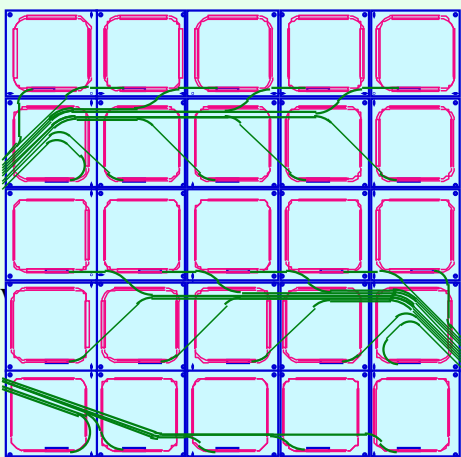
#### b) テストモジュール - 2 ; 超細グラニュラリティオプション

1cm 幅シンチストリップ直交アレイ + 直線WLSファイバー

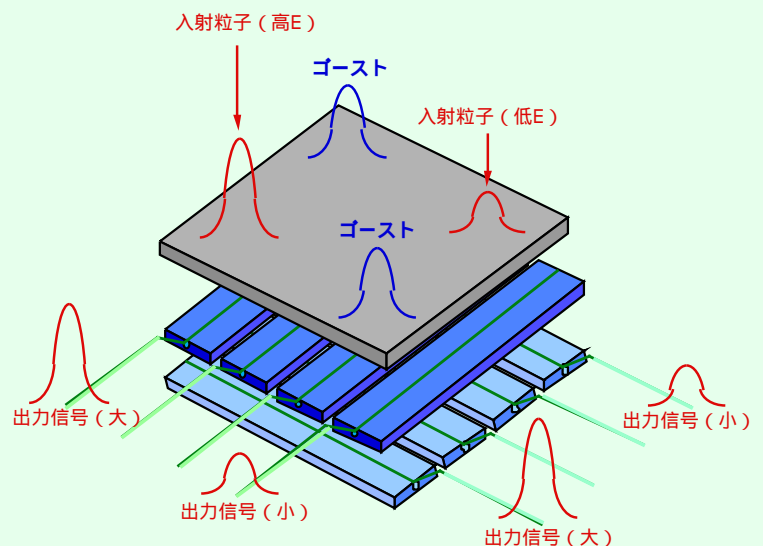
4層で1 SuperLayer, 6 SLを準備

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



a) 角形モジュール概略図



b) ストリップモジュール概略図

### 3. Plan of test

#### a) 測定項目

レスポンスマッピング (WLSずらし(両型) & 整列(角型))

WLSファイバー上・付近はレスポンスが異なる。

WLSを整列させないことにより特異性を薄める。

シャワーでのみ測定可能；ずらし・整列ともGEANT4進行中

電子エネルギー分解能・リニアリティ (ストリップ型)

既に検証済。確認事項。特に斜め入射。

疑似ジェットによる

ゴースト除去・クラスタ分離検証 (ストリップ型)

上流に物質を置いて軽くシャワーを起こし、数粒子入射に

対する上記性能をみる (直入射・斜入射)。

加えて

ミューオン貫通による較正 (電子入射も必要)

シャワーマックス測定器 (WLSファイバー型・Si直付型) の

・位置分解能；前回テストではMAPMTクロストークのため

2 ~ 3 mm@数十GeV；再挑戦

・クラスタ分離 (疑似ジェット)

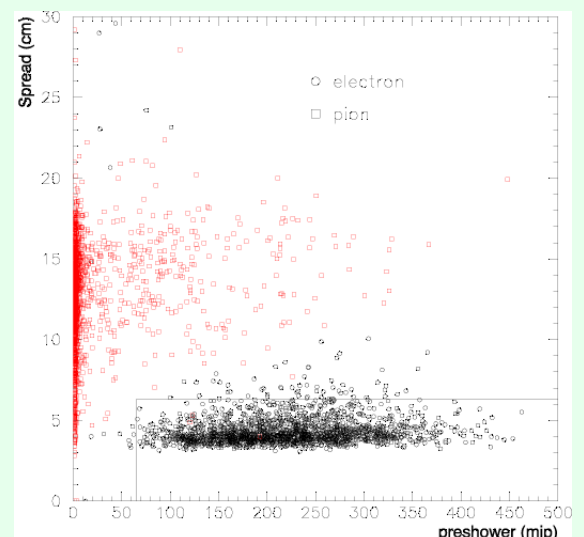
全測定器による粒子識別

左図 = FNAL-test

MAPMTにクロストークあったが

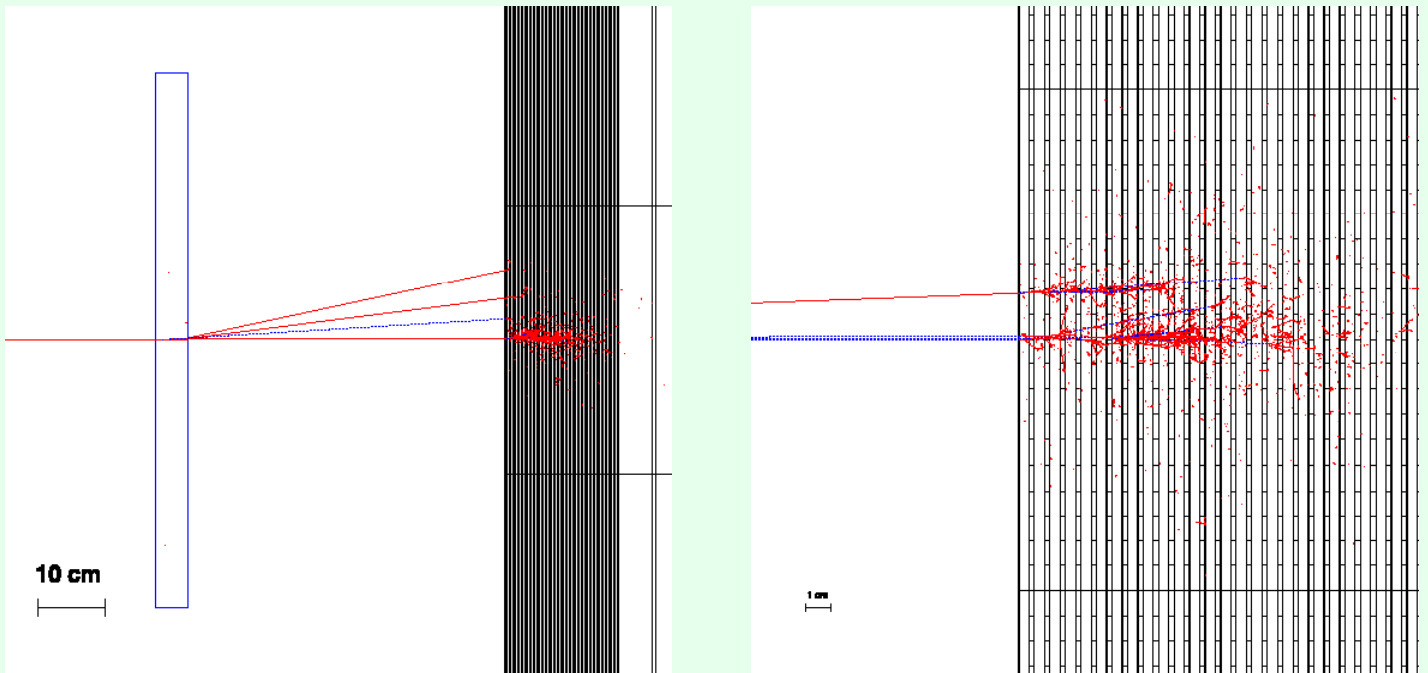
=1/1400 at e=98%

今回改良版でどこまでいくか

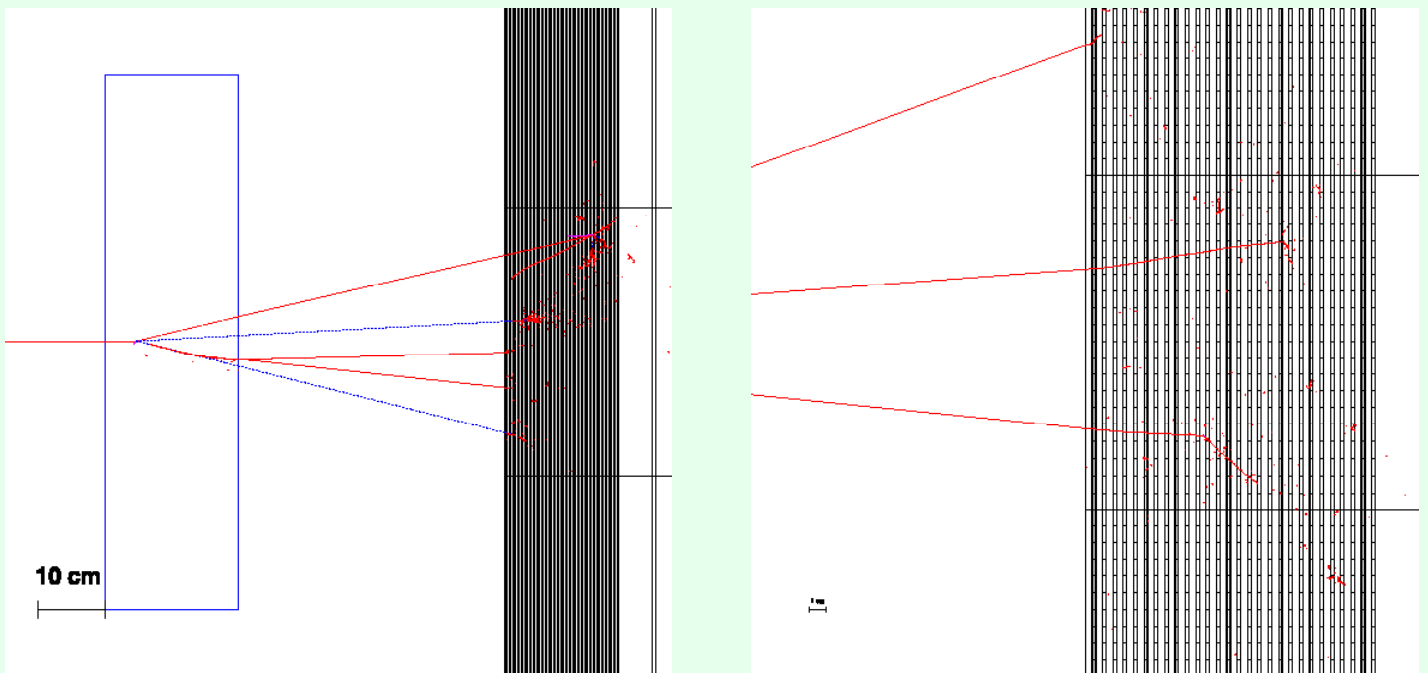


## 3-a) 測定項目 - 疑似ジェット

適当な厚みの鉄板をカロリメータ上流において疑似ジェットを作り、  
近接ヒットクラスタリングやゴースト除去を行なう。10%程度は  
解析可能な疑似ジェットが得られる。



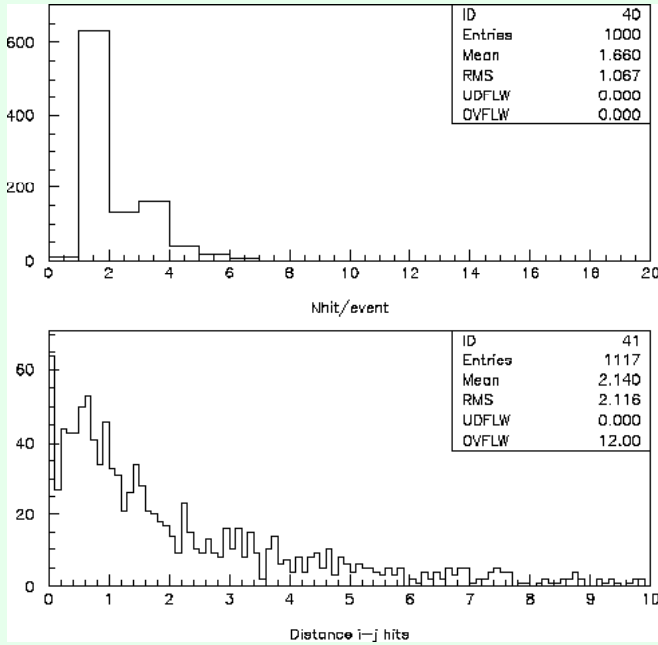
4GeV 電子による疑似ジェット。左は拡大したプロット。



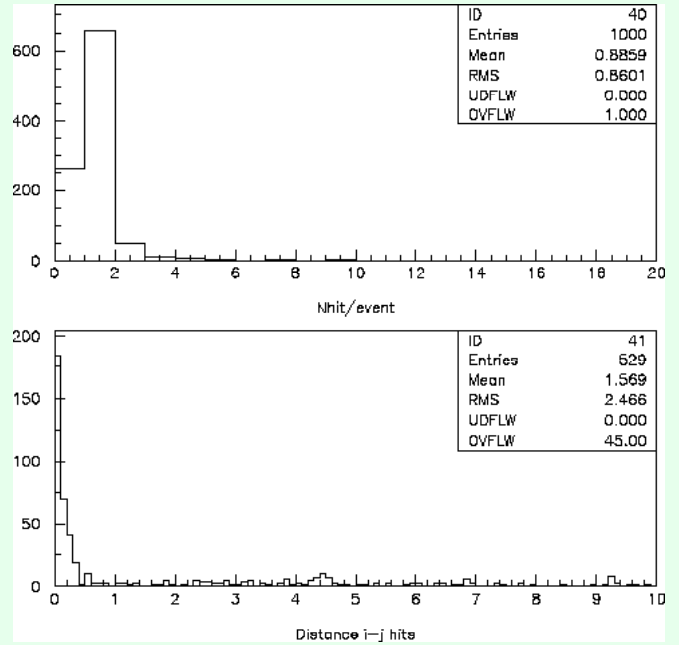
4GeV パイオンによる疑似ジェット。左は拡大したプロット。

## 3-a) 測定項目 - 疑似ジェット ( 続き )

## 疑似ジェットによるヒット数とヒット間距離



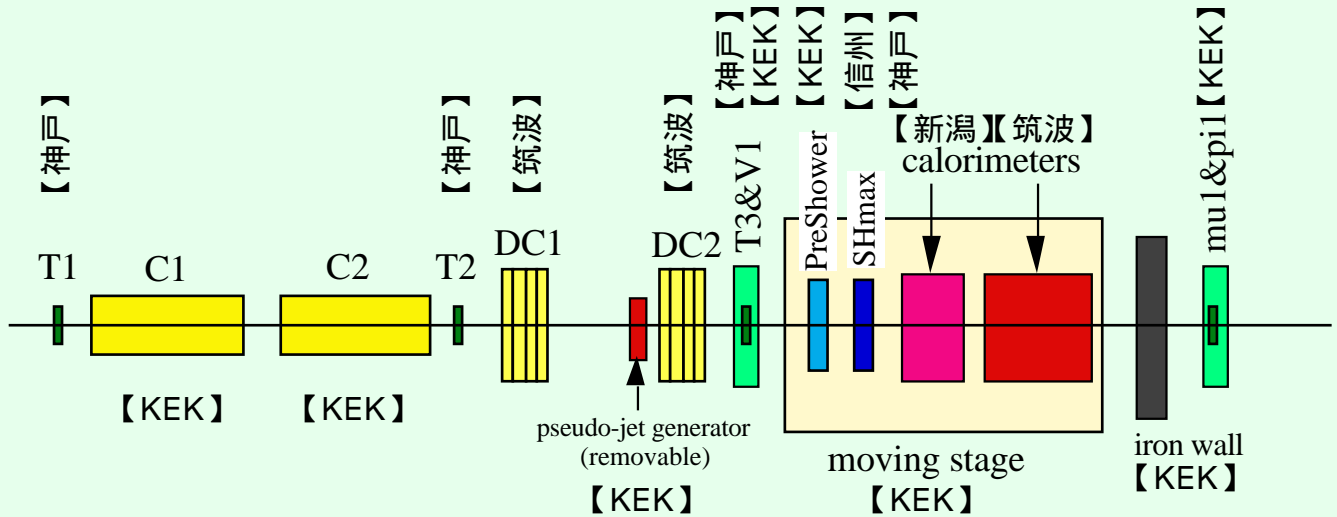
4GeV電子入射 - 1cm鉄挿入時



4GeVパイオン入射 - 10cm鉄挿入時

## 3-b) セットアップ

-2ビームラインに下図のようなセットアップを組む。



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：CAL-1 (角型)

CAL-2 (ストリップ型)

SHmax ; 通常型WLS読み出し 及び Si直付型



## 3-c) 必要シフト数

	RectTile	StripArray	SHmax
エネルギー測定	none	36 runs	none
位置測定 ; 1-4GeV e	4 x 2 runs	4 runs	4 runs
疑似ジェット入射	none	9 runs	3 runs
全体マッピング ; 3GeV e	9 x 2 runs	6 runs	6 runs
全体マッピング ; 3GeV $\mu$	9 x 2 runs	6 runs	<---
WLSマッピング ; 3GeV e	6 x 2 runs	6 runs	6 runs
WLSマッピング ; 3GeV $\mu$	6 x 2 runs	6 runs	<---
較正 - 1 ; 3GeV electron	25 x 2 runs	40 runs	40 runs
較正 - 2 ; 3GeV muon	25 x 2 runs	40 runs	<---
<b>total</b>	<b>168 runs</b>	<b>153 runs</b>	<b>59 runs</b>

x 2 means  
 WLS-line-up  
 and staggered

<--- means  
 that can share  
 with StripArray

上表合計 380 runs = 254 hours = 32 shifts

これに組み替え 2 シフト + チューニング 6 シフトを加え、

ビームタイム **総計 40 シフト**

これにさらにセットアップ 3 日間 & 撤退作業 2 日を加え、  
 総日数 19 日間 (連続)

## 4. Preparation Status

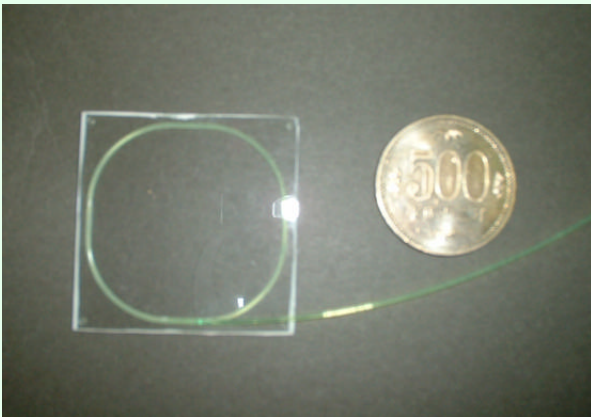
### a) 4cm x 4cm 角タイルモジュール

シンチ・WLS最適組合せ計算完了。

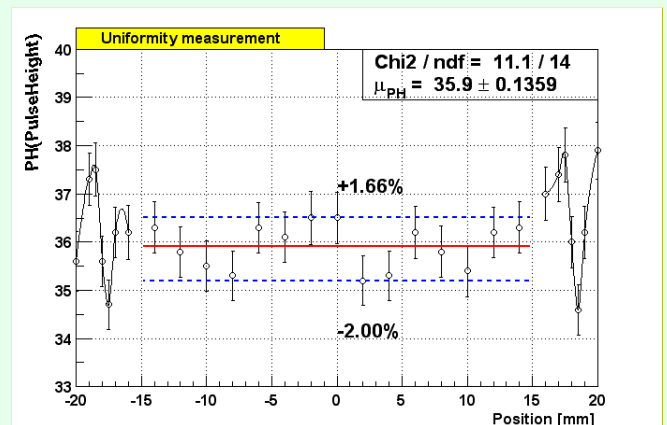
数種試作・ベンチテスト進行中（概略完了・細部測定中）

モジュール部品 8月末納品完了予定、9月末組立完了。

測定ユニフォーミティを入れたGEANT4シミュレーション進行中



4cm角タイル+WLSファイバーの写真



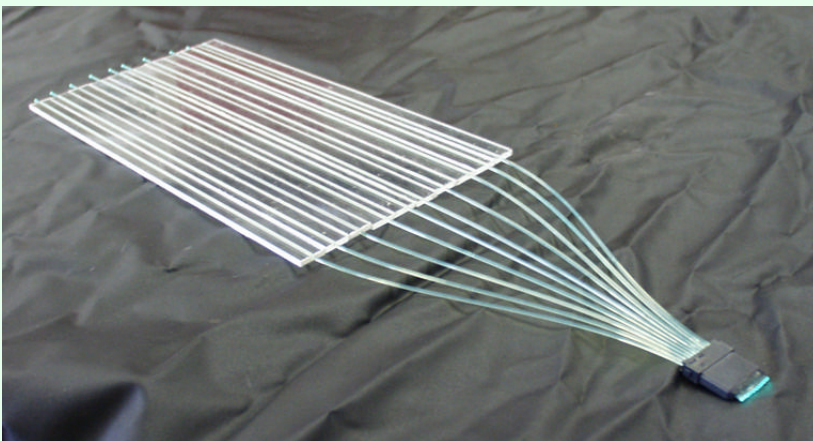
タイルの光量ユニフォーミティ測定

### b) シンチストリップモジュール

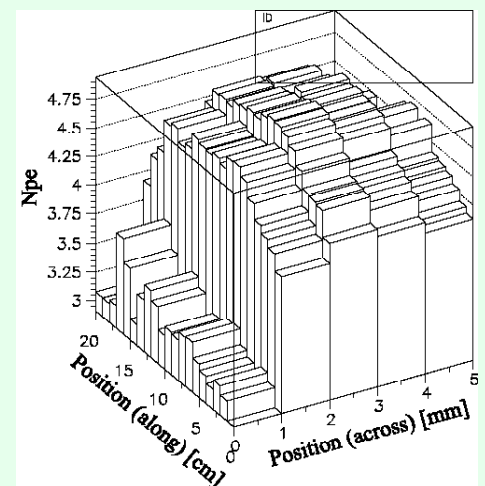
数種試作・ベンチテスト進行中（概略完了・細部測定中）

モジュール部品 8月末納品完了予定(?), 9月末組立完了。

ビームラインセットアップ入りGEANT3シミュレーション進行中



ストリップアレイ(1面)+WLSファイバーの写真



光量ユニフォーミティ

## 5. Summary

細グラニュラリティEMカロリメータのビームテストのため  
11月に40シフトのビームタイムを申請する。

グラニュラリティはカロリメータの基本性能の1つである。  
性能をグラニュラリティの関数として把握するには  
シミュレーションに頼らざるを得ないが、最低1点で  
ビームテストを行ない、シミュレーションへの入力と  
較正点を得る必要がある。