

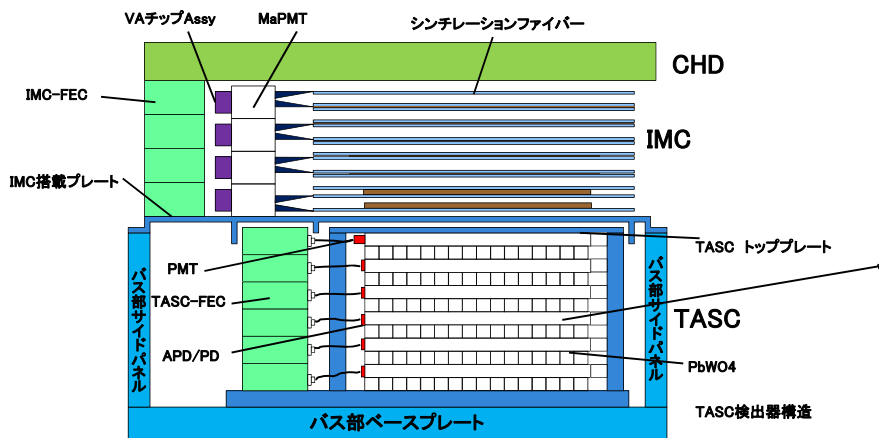
# CALET: 全吸収型カロリメータ(TASC)読み出しシステム

## Read-out System for Total Absorption Calorimeter of CALET

片寄祐作、柴田禎雄(横浜国大工)、鳥居祥二、清水雄輝、村上浩之、森 國城、小澤俊介、相場俊英、  
植山良貴、伊藤大二郎(早大理工研)、田村忠久、奥野祥二、日比野欣也(神奈川大工)

### 概要

CALETの主要観測装置は飛跡検出型カロリメータ(IMC)とその下の全吸収型カロリメータ(TASC)から構成される。TASC はタングステン酸鉛結晶シンチレータ( $PbWO_4$ )からなる不感領域のないアクティブ検出器で、IMC で検出されたシャワーの発達の様子をセグメント化してエネルギーを計測する。とくに、高エネルギー領域において電磁成分とハドロン成分のシャワー発達の差異を利用した粒子識別を行う。  $PbWO_4$ の信号読み出しには、最上層部にトリガー生成用として光電子増倍管が使用され、2層目以降はエネルギー計測とシャワーイメージ計測のため アバランシェフォトダイオード(APD)とPNタイプのフォトダイオードを一体化したAPD/PDパッケージが用いられる。現在、センサーと読み出し回路の試作器を用いた読み出しシステムを製作中であり、これらの概要について述べる。

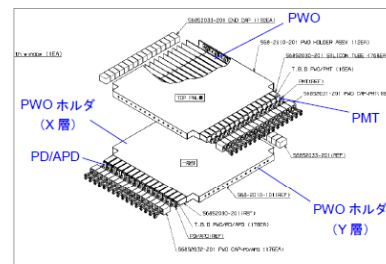


CALET検出器 概略図

#### 【TASC 検出器構成の概要】

- ・シンチレータ:  $PbWO_4$  (20x19x326[mm])  
X 方向6 層, Y 方向6 層(計12 層)  
1 層あたり本数: 16 本  
 $PbWO_4$  総本数: 192 本 (= 16x6x2)
- ・センサ: PMT (1 層目のみ, 16個)  
APD/PD (2層目~12層目)

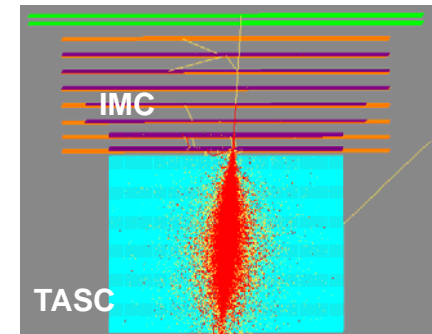
各要素は比重が大きく放射長の短い $PbWO_4$ シンチレータからなり、断面積が20mm×19mm で長さが326mm の $PbWO_4$  ログを16 本並べて一層としたものを、XY 方向に1 層ずつ交互に、全部で12 層積層する。 $PbWO_4$ の1 輻射単位は約0.89cmであり、TASC の厚さは約27r.lに相当する。



TASC 検出器 の基本単位

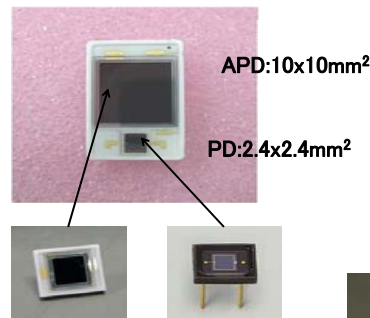
#### TASC の役割

エネルギー ←シンチレータの発光量の和  
陽子除去、粒子選別 ←発光量と横広がり  
粒子の到来方向 ←シャワー軸の飛跡

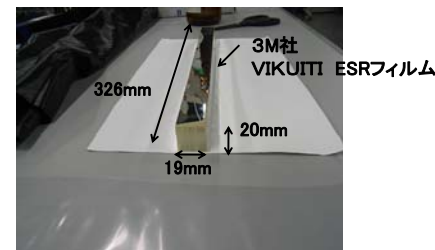


シミュレーションによるシャワーイメージ電子 1TeV

#### 新たに開発したAPD/PDパッケージ



パッケージに使用したAPD, PD  
APD(左) :S8664-1010  
PD(右) :S1227-33BR  
浜松ホトニクス社



$PbWO_4$   
(中国 SICCAS社製)



#### 要求性能

測定エネルギーのダイナミックレンジ

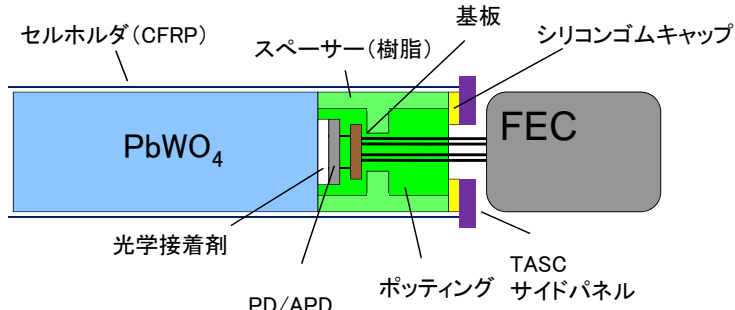
最小値 ← 陽子の除去能力  
最大値 ← 高エネルギー電子 (10 TeV)、陽子 (1000 TeV)  
⇒ 0.5 ~ 10<sup>6</sup> MIPs / one  $PbWO_4$

## TASC読み出しシステム

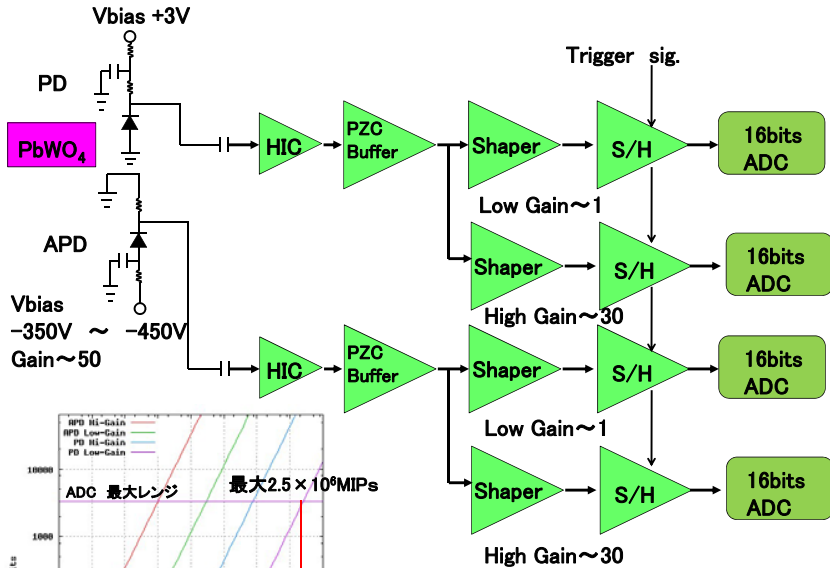
最上層(16本の $PbWO_4$ )はトリガー用としても用いるため各 $PbWO_4$ 毎にPMTによる読み出しを行う。それ以外の $PbWO_4$ の読み出しには、大きさの異なるAPD,PDを使用し、ワイドレンジフロントエンド回路による信号読み出しを行う。

## APD/PD 読み出し回路

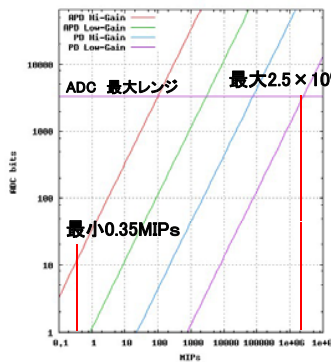
1本の $PbWO_4$ 当たり  $0.5 \sim 10^6$  MIPsレンジでの測定を行うため、APD/PD (面積×ゲイン比 約1000)がシンチレータ側面に取り付けられておられる。センサーからの電荷信号は直後に取り付けられたフロントエンド回路(FEC)によって処理される。FEC内で電荷信号はハイブリッドICにより積分され、APD/PDそれぞれについてゲインの異なる波形整形回路によって増幅される。APDのHighゲイン回路により0.5MIPsから測定でき、4系統の信号処理系によって $10^6$ MIPs以上までの観測が可能となる。



APD/PD取り付け概略図



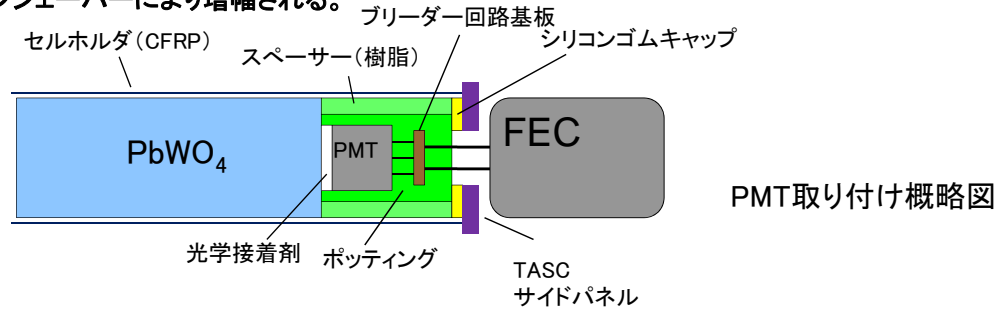
APD/PD読み出し回路ブロック図



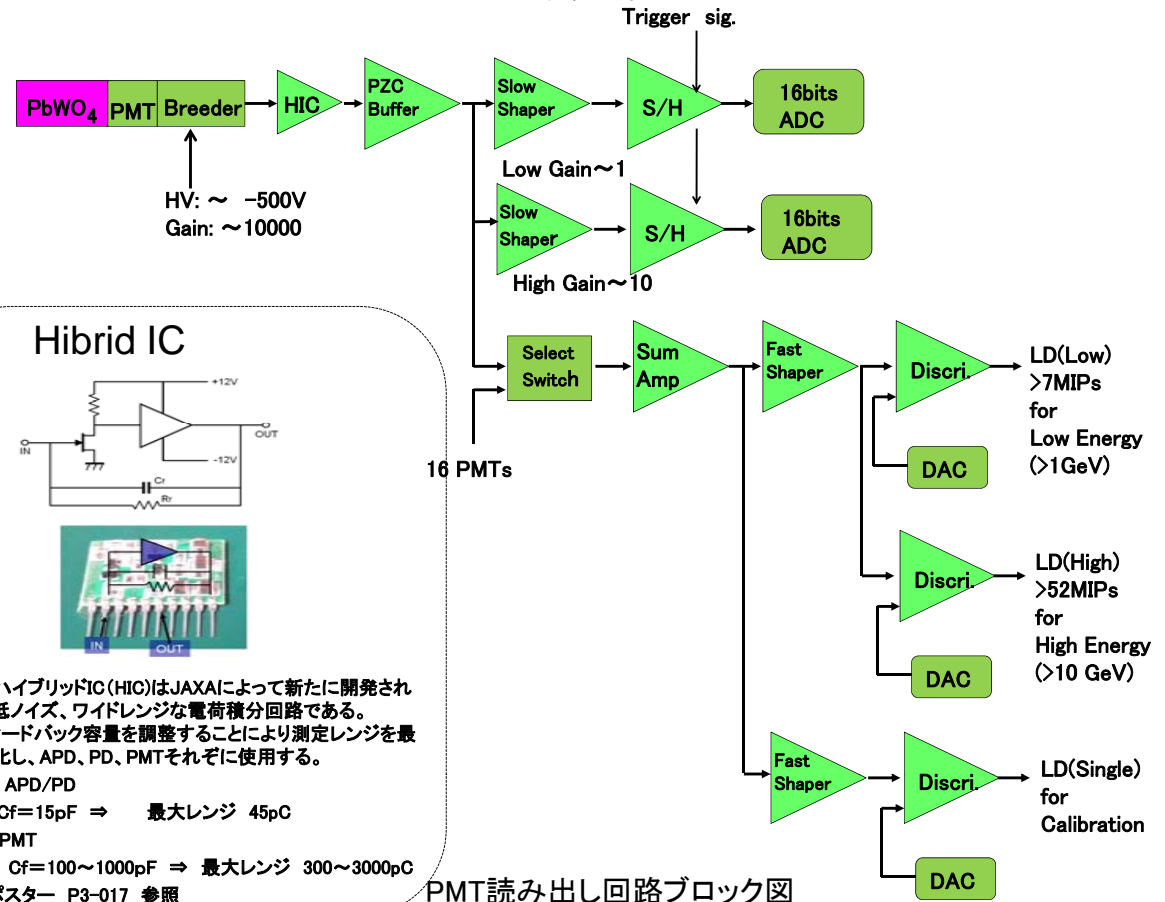
APD/PD測定レンジ

## PMT 読み出し回路

PMTからの信号はトリガー生成とエネルギー測定に使用される。16本のPMT信号のアナログ和は観測モード(1: High energy(>10GeV), 2: Low energy(>1GeV), 3: single trigger)に応じて3種類のディスクリ回路によって識別される。またエネルギー 2000 MIPs程度まで即測定するため、ゲイン1対10のデュアルゲインシェーパーにより増幅される。

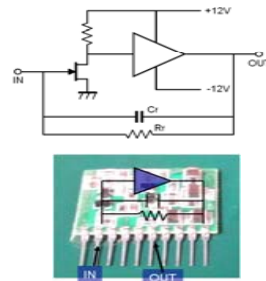


PMT取り付け概略図



PMT読み出し回路ブロック図

## Hibrid IC



本ハイブリッドIC(HIC)はJAXAによって新たに開発された低ノイズ、ワイドレンジな電荷積分回路である。フィードバック容量を調整することにより測定レンジを最適化し、APD、PD、PMTそれぞれに使用する。

- ◆ APD/PD  
Cf=15pF ⇒ 最大レンジ 45pC
  - ◆ PMT  
Cf=100~1000pF ⇒ 最大レンジ 300~3000pC
- ポスター P3-017 参照