

# ILDのためのシリコン電磁カロリ メーターのシミュレーション研究

2014 / 7 / 22

ILC夏の合宿@鳥取

小坂井 千紘、Daniel Jeans、<sup>A</sup>神谷 好郎、  
駒宮 幸男

東大理、<sup>A</sup>東大素セ、CALICE-Asia group

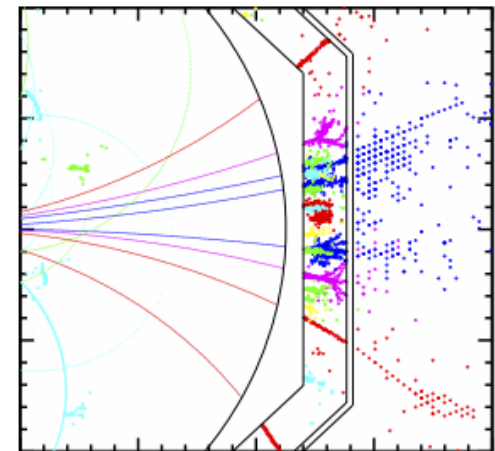
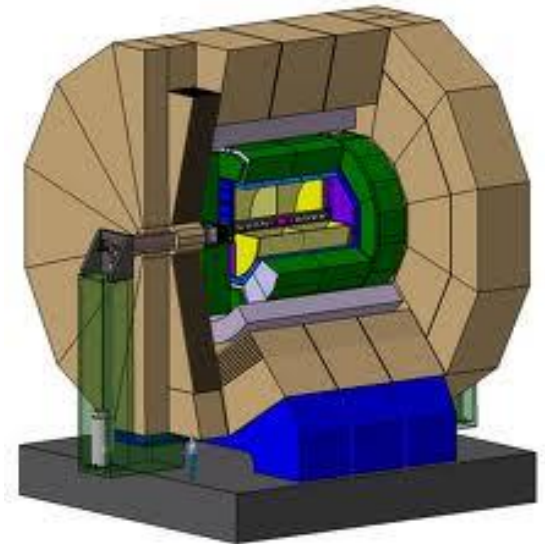
# Outline

- イントロダクション
- 電磁カロリメーターの最適化
  - PCB の厚み
- 頑健性についてのシミュレーション
  - ノイズ

# ILD 検出器

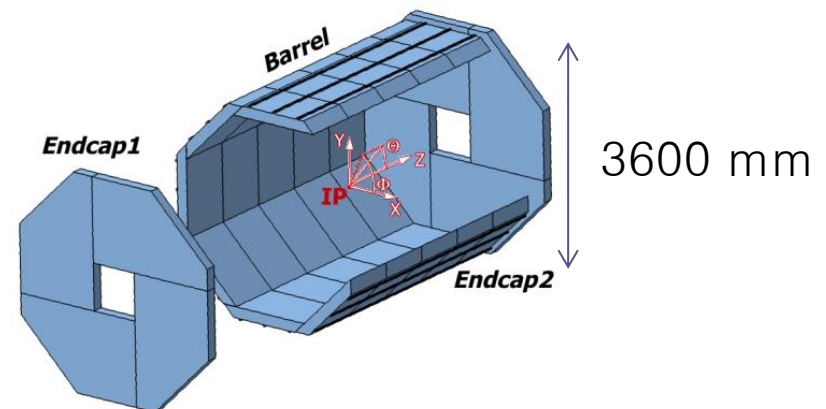
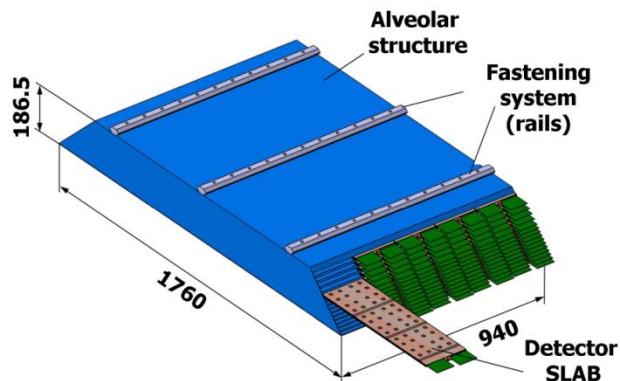
## –Particle Flow Algorithm (PFA)–

- ILCの物理では、複数ジェット  
の測定が重要
- PFAを使ったエネルギー測定
- 軌跡とカロリメータ内のクラ  
スタを結び付ける
- **トラッカーで測れる荷電粒子**  
(~65%)と**カロリメータで測る**  
**光子(~25%)・中性ハドロン**  
(~10%)を分ける

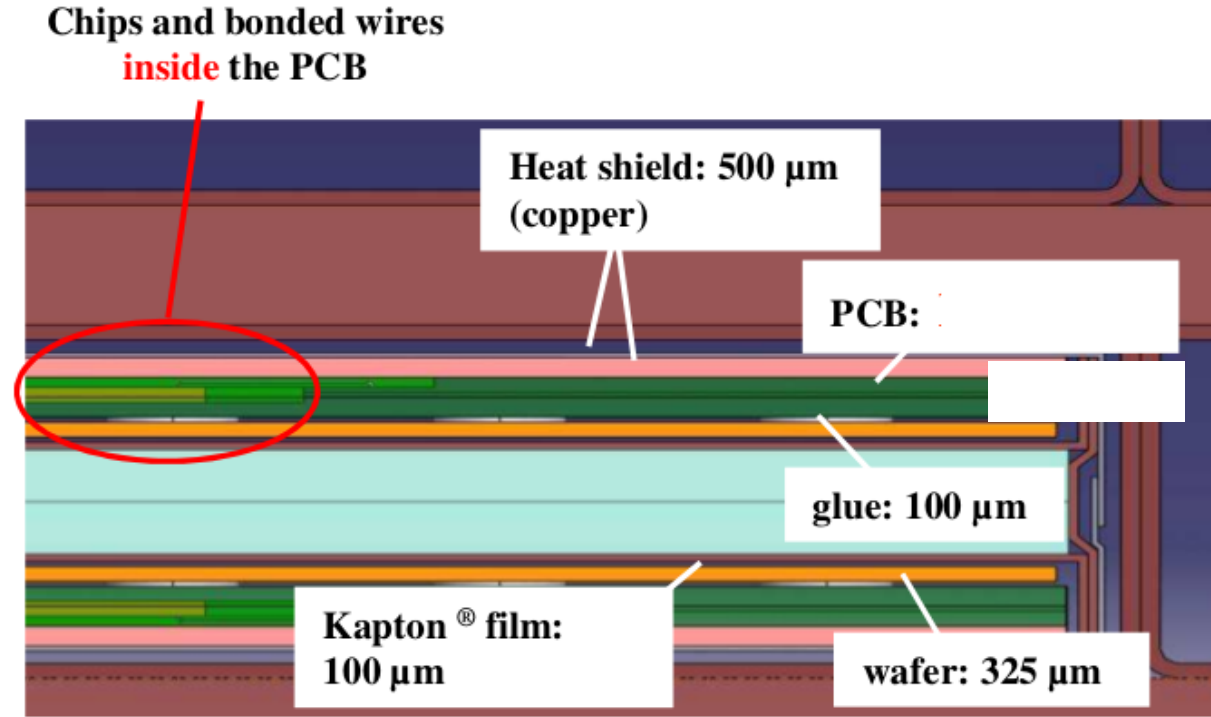


# SiW 電磁カロリメータの設計

- ILD電磁カロリメータの候補の一つ
  - シリコンPINダイオード検出器を用いたサンドイッチカロリメータ
- PFAに最適化された設計
  - タングステンの吸収体: 小さな電磁シャワー
  - $5 \times 5 \text{ mm}^2$  のピクセル, 全体で $O(10^8)$ チャンネル
  - シリコン検出器は薄くできる。



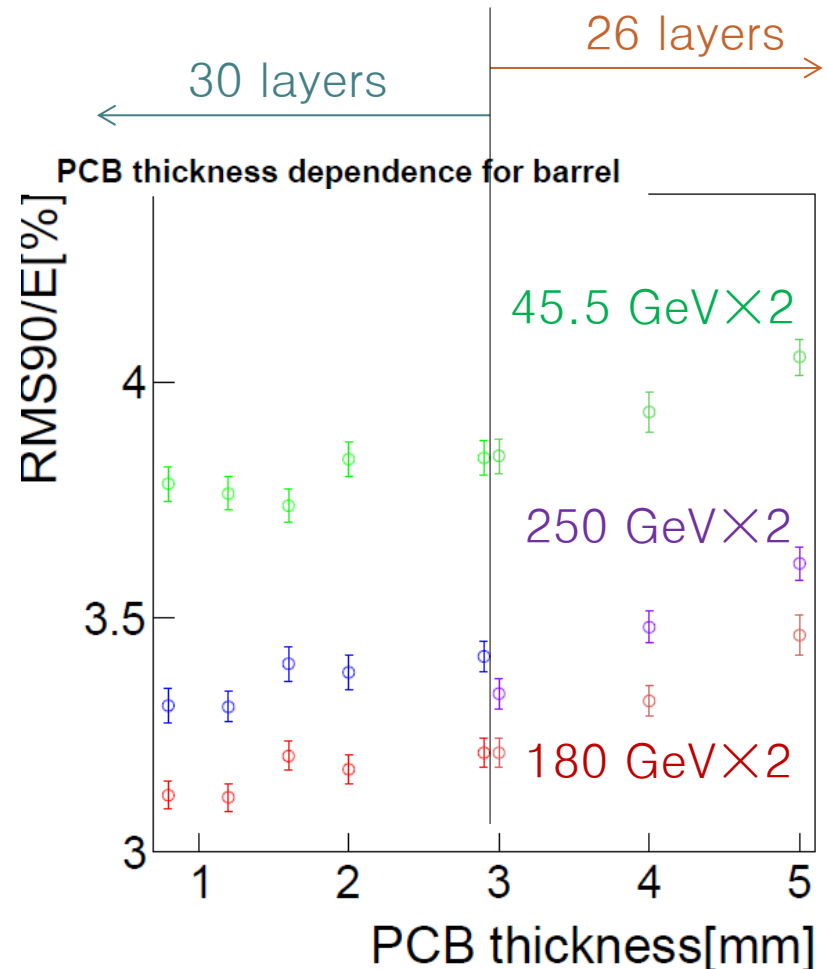
# PCBの厚みの最適化



- 複数チャンネルの信号をシリアライズ  
→デッドエリアとなる読み出しケーブルの本数を減らす。
- PCBが厚いとシャワーが横方向に大きくなる。
- 薄く、平らなPCBの製造は、技術的に難しくコストもかかる。

# PCBの厚みに対する ジェットエネルギー分解能

- 3mmでは、層数は結果に影響がない。
- 3mmまではほぼ一定値
- 3mm から 5mmで、分解能の変化は 5-8 %.

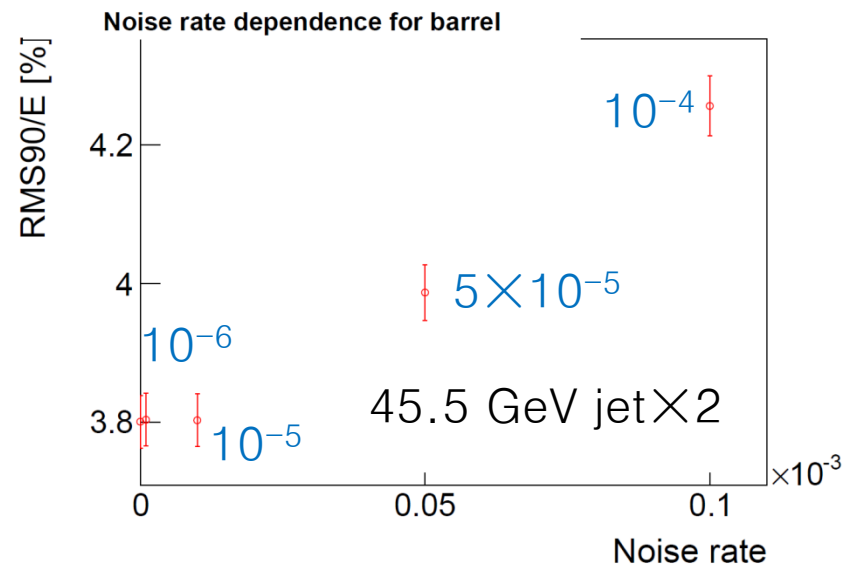
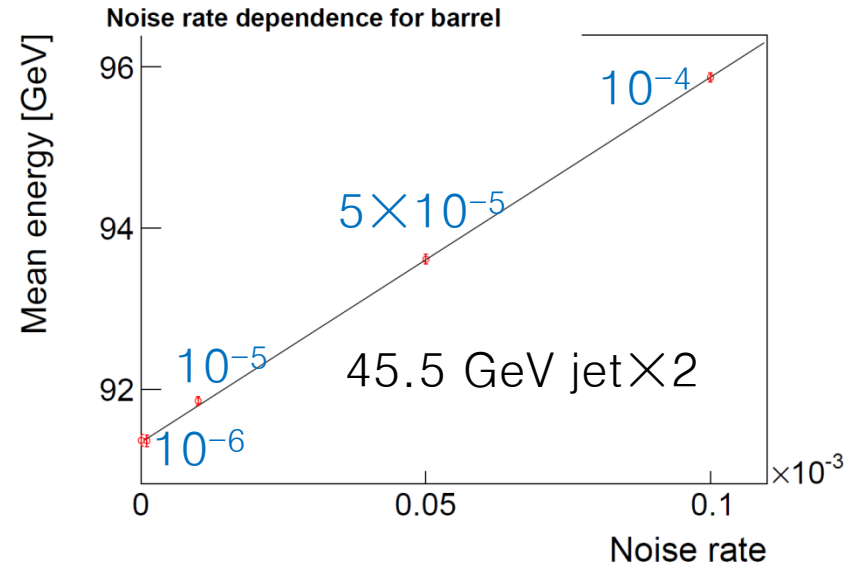


# ノイズに対する頑健性

- シリコン検出器のMIPに対する典型的な信号/雑音比は $\sim 10$ 。
  - ガウシアン分布のノイズを仮定、閾値 $0.5 \text{ MIP}$   
→  $\sim 10^{-7}$  ノイズレート
- 実際にはもっとノイズがある
  - $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  のノイズレートをシミュレーション
  - ノイズヒットとして $1.4 \text{ MIP}$ をランダムに加える
- PFAへの影響
  - 多くのノイズヒットは孤立し、クラスタリングされない。

# ジェットエネルギー測定への影響

- 平均値変化
  - ノイズレートに対して線形に増加。
- ジェットエネルギー分解能
  - $10^{-5}$ までのノイズレートなら、分解能に影響がない。





# まとめ

- ILDのためのSiW 電磁カロリメータの最適化、頑健性についての研究を行った。
- PCBの厚みを増やすと、3 mmからジェットエネルギー分解能が悪化し始める。 3 mm → 5 mmで 5-8 %増加。
- $10^{-5}$ までのノイズレートは許容範囲である。  
(現在のPFPAの場合)

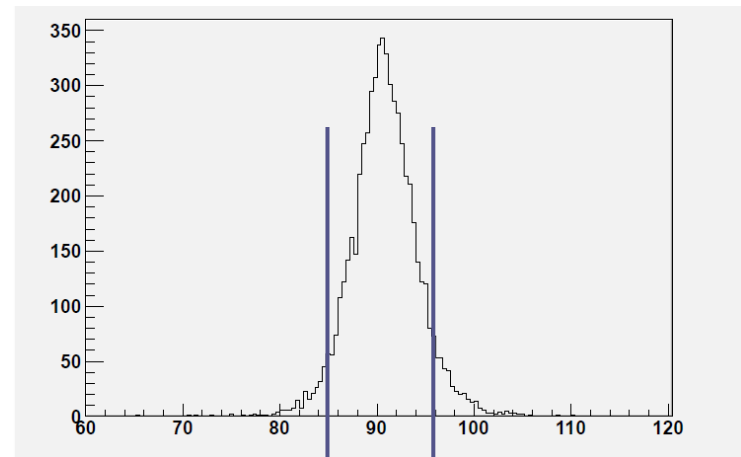
Back up

# ECAL structure in ILD

- Sandwich calorimeter with **tungsten absorber** and **Silicon sensor** or **scintillator** and **MPPC** for detector.
- Tungsten absorber for **short radiation length  $X_0$  (0.35 cm)**, **small Molière radius (0.93 cm)** and **large ratio of interaction length to radiation length (27.4)**.
- For PFA, high granularity is required for good separation of clusters. The segmentation is **5 mm  $\times$  5 mm**.
- ECAL has 30 layers, equivalent to about  **$24X_0$** .

# Jet Energy Resolution (JER) evaluation

- We use “ $Z \rightarrow uu\bar{}/dd\bar{}/ss\bar{}$ ” events
  - Z decayed at rest, avoid barrel/endcap overlap region.
- Tails
  - Confusion is significant
  - RMS over-emphasizes the tails
- **RMS90**
  - Defined as the RMS in the smallest range of reconstructed energy which contains **90 % of the events**



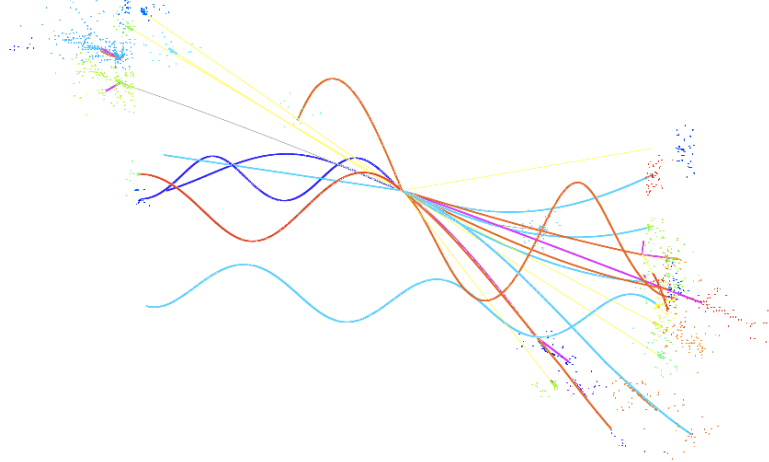
RMS90 is calculated  
using events in this  
90 % area

# イベントディスプレイ例

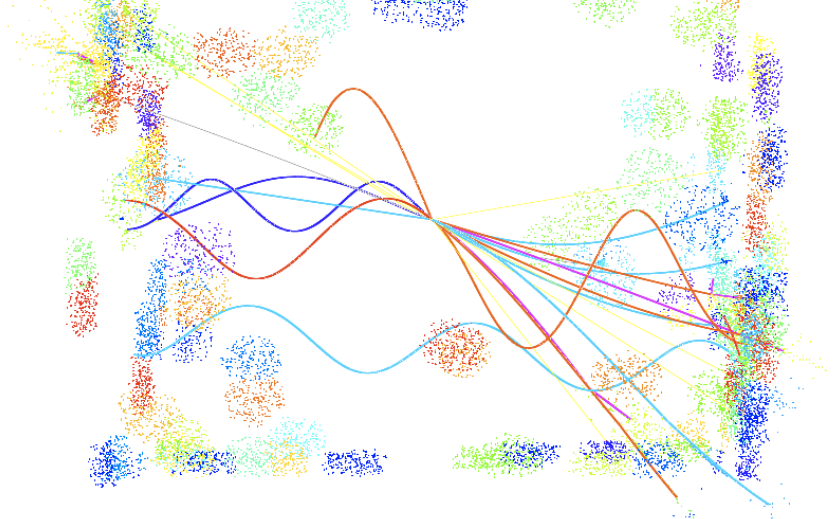
- ノイズレート  $10^{-5}$

ノイズレート  $10^{-3}$

DRUID, RunNum = 0, EventNum = 1



DRUID, RunNum = 0, EventNum = 1



ノイズヒットによる偽クラスターが  
多数再構成されている