

Csl calorimeter上に作られる シャワー形状による background事象の判別

25 Dec. 2007 @合同発表会

山中研M2 佐藤和史

目次

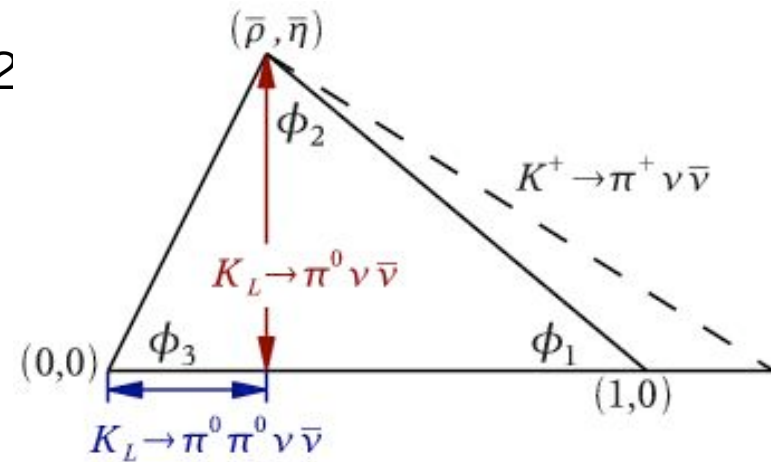
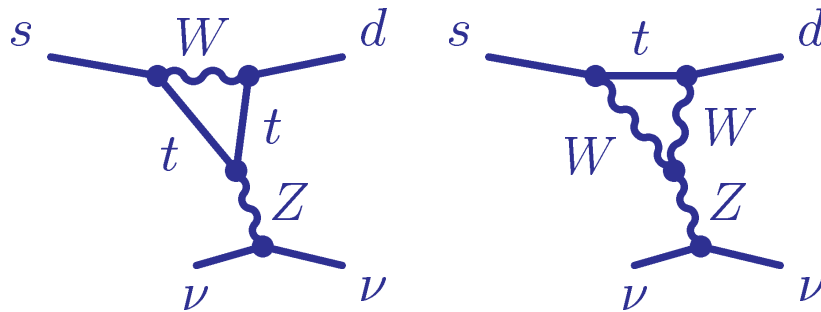
- introduction
 - E14実験の紹介
 - バックグラウンド (fusion, η event)の説明と
このstudyの意義
- 分散 σ^2 による η eventの除去
- fusion eventのための χ^2 cutの改良 (目下研究中)

E14実験の紹介

J-PARCにおいて**E14**という実験が予定されています。

☆ $\text{Br}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu})$ を測定する実験

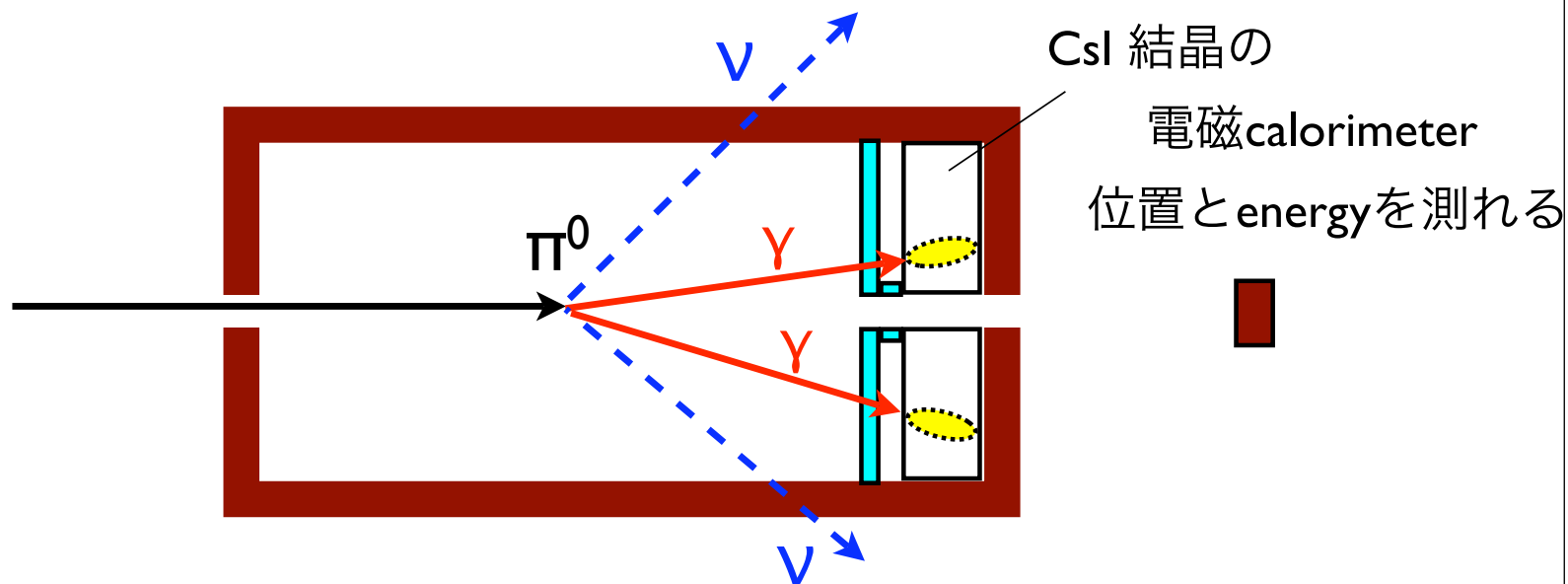
$$\text{Br}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}) \propto \text{Im}(V_{ts}^* V_{td})^2 \propto \eta^2$$



☆ theoretical uncertainty 1~2% Clean process !

☆ 予想される分岐比は 2.8×10^{-11}

基本原理



☆ π からの 2γ をCsI calorimeterで検出

☆全立体角を囲むveto検出器→他に検出できる粒子は無い

☆CsIの前にplastic scintillator →CsIに入射したのは中性粒子(γ)

終状態が $2\gamma + \text{invisible}$ は $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ のみ

vetoしにくいbackground

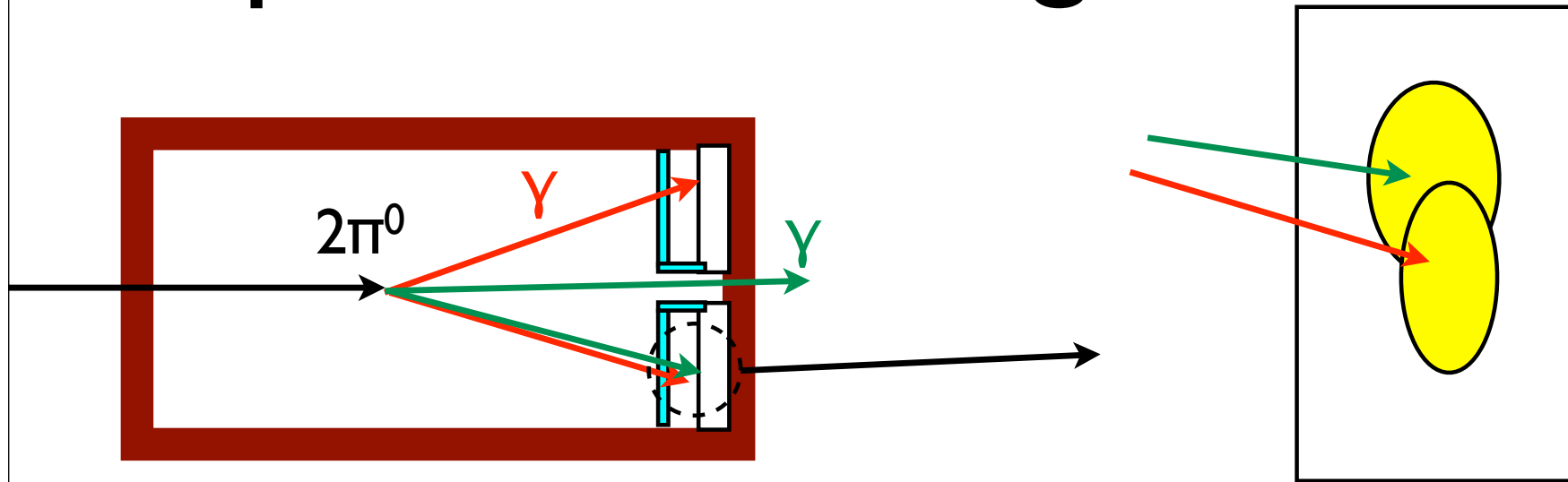
主なbackground sourceは...

- K_L の他のdecay mode
- halo neutronのinteraction

	decay mode	kinetic&veto cut
signal	$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$	3
K_L other decay	$K_L \rightarrow 2\pi^0$ (no fusion)	1.3
	$K_L \rightarrow 2\pi^0$ (fusion)	0.6
	$K_L \rightarrow \pi^0 \pi^+ \pi^-$	0.09
	$K_L \rightarrow \pi e \nu$	0.06
halo n	CV	
	η	4

fusion event, η eventはveto検出器ではとらえにくい

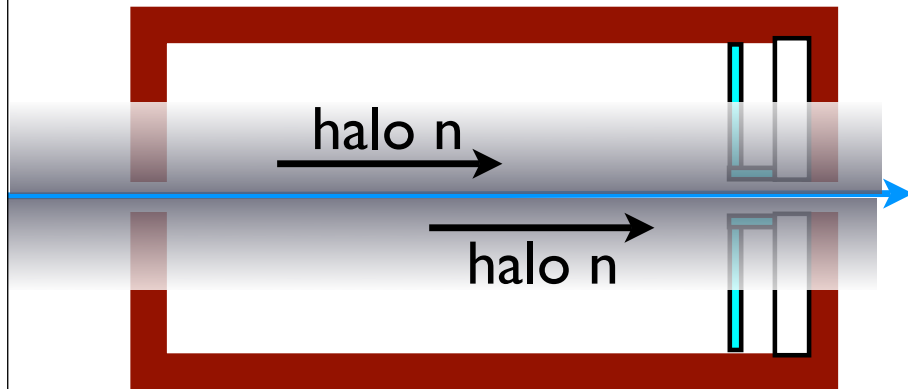
2 π^0 fusion background



2つの γ を1つのクラスターと見誤る事象

veto検出器に引っかかるのは γ 1つだけ

halo neutronによるbackground

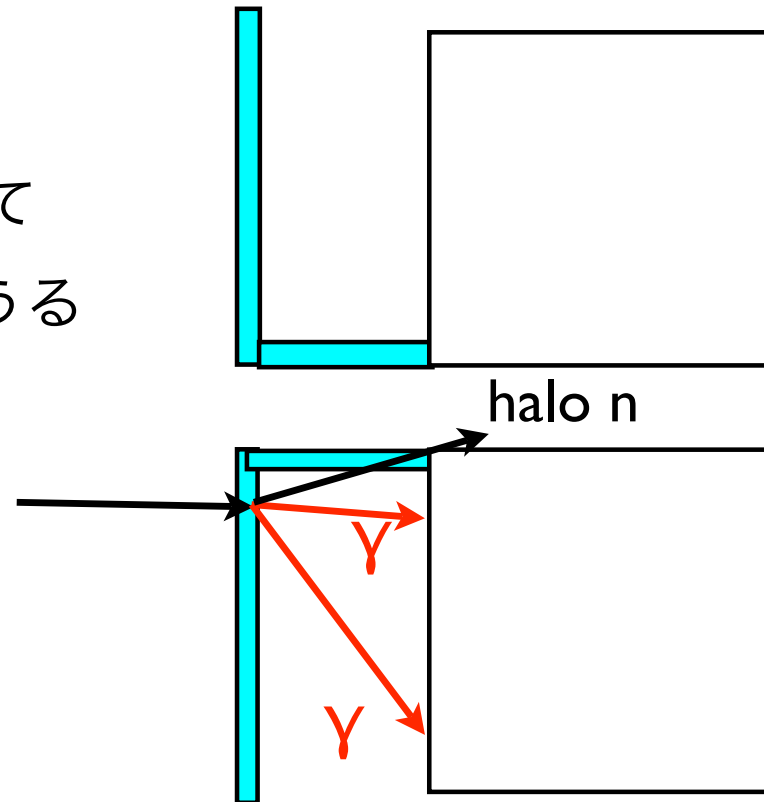


- beamの周りにはコリメートしきれなかったneutronが残存(halo n)

- halo nがシンチと相互作用して π^0, η を作るとbackgroundに成りうる

$$\text{BR}(\pi^0 \rightarrow 2\gamma) = 0.98798$$

$$\text{BR}(\eta \rightarrow 2\gamma) = 0.3938$$



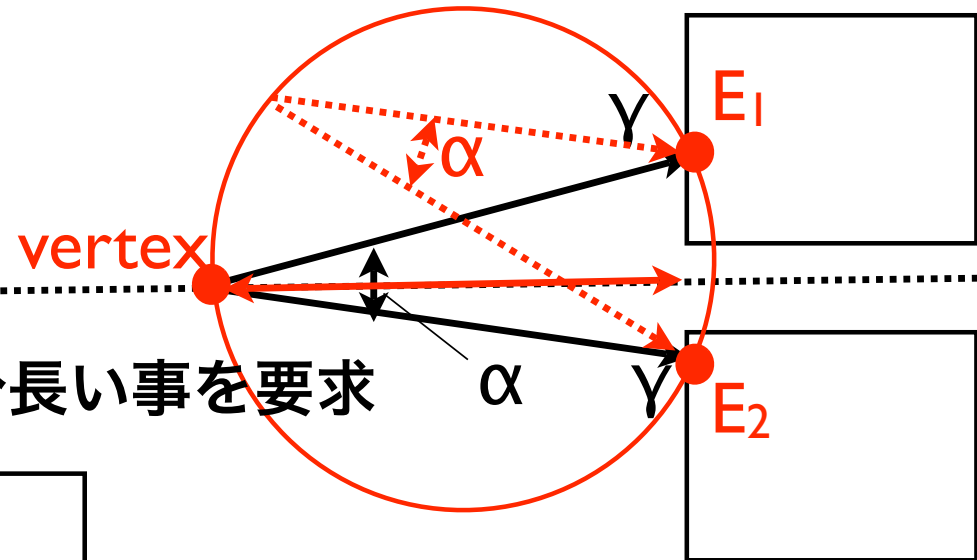
vertexのreconstruct

- halo nの作る π^0 はvertexをreconstructする事で除去可能

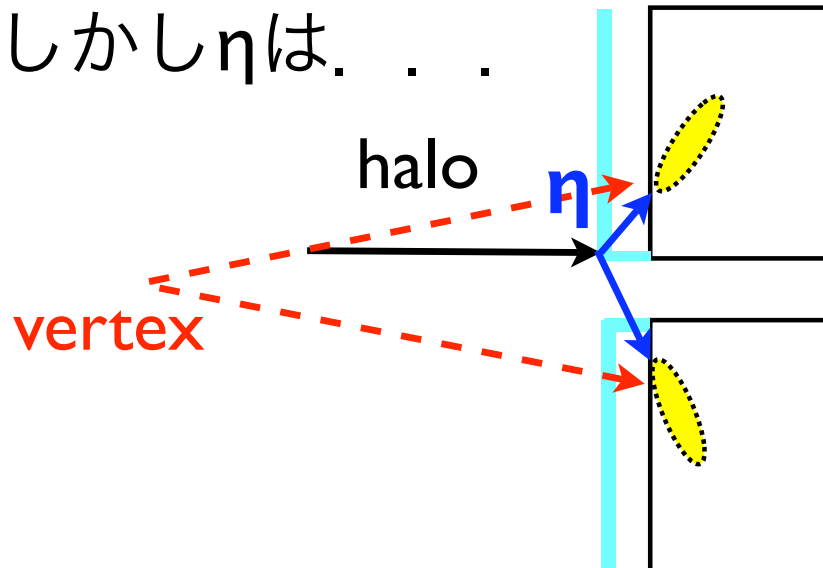
$$P_{\pi} = P_{\gamma 1} + P_{\gamma 2}$$

$$\rightarrow \cos \alpha = 1 - M_{\pi}^2 / 2E_1 E_2$$

vertexとCsIの距離が十分長い事を要求



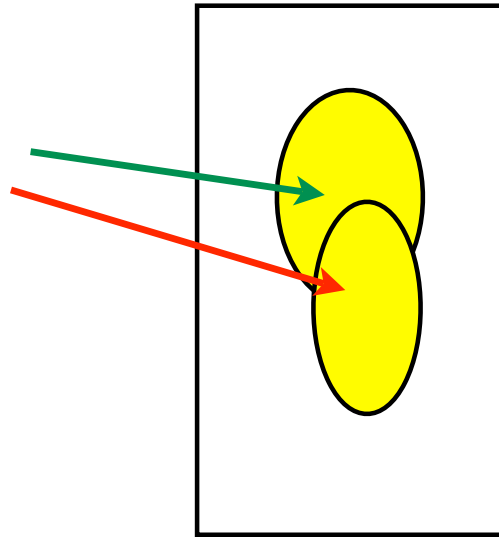
しかし η は. . .



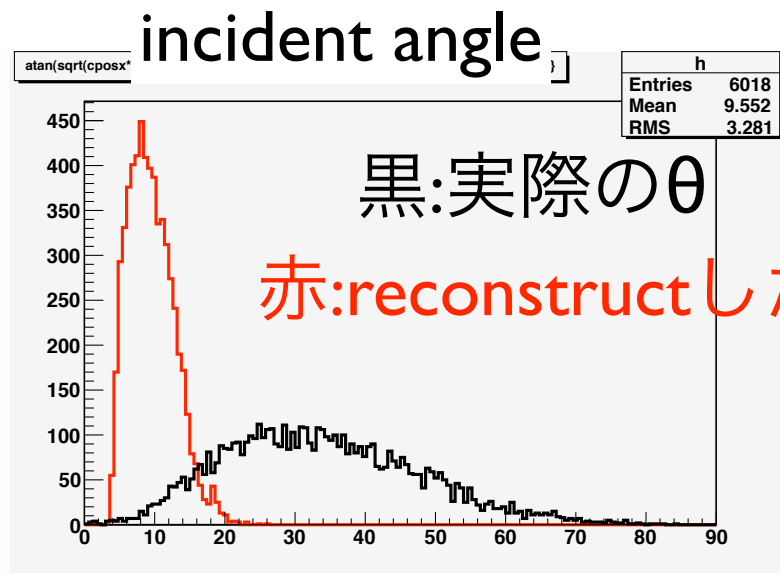
η の場合vertexが実際より
上流側に組まれる

→この方法では識別不可

CsIのクラスター形状で判別しよう

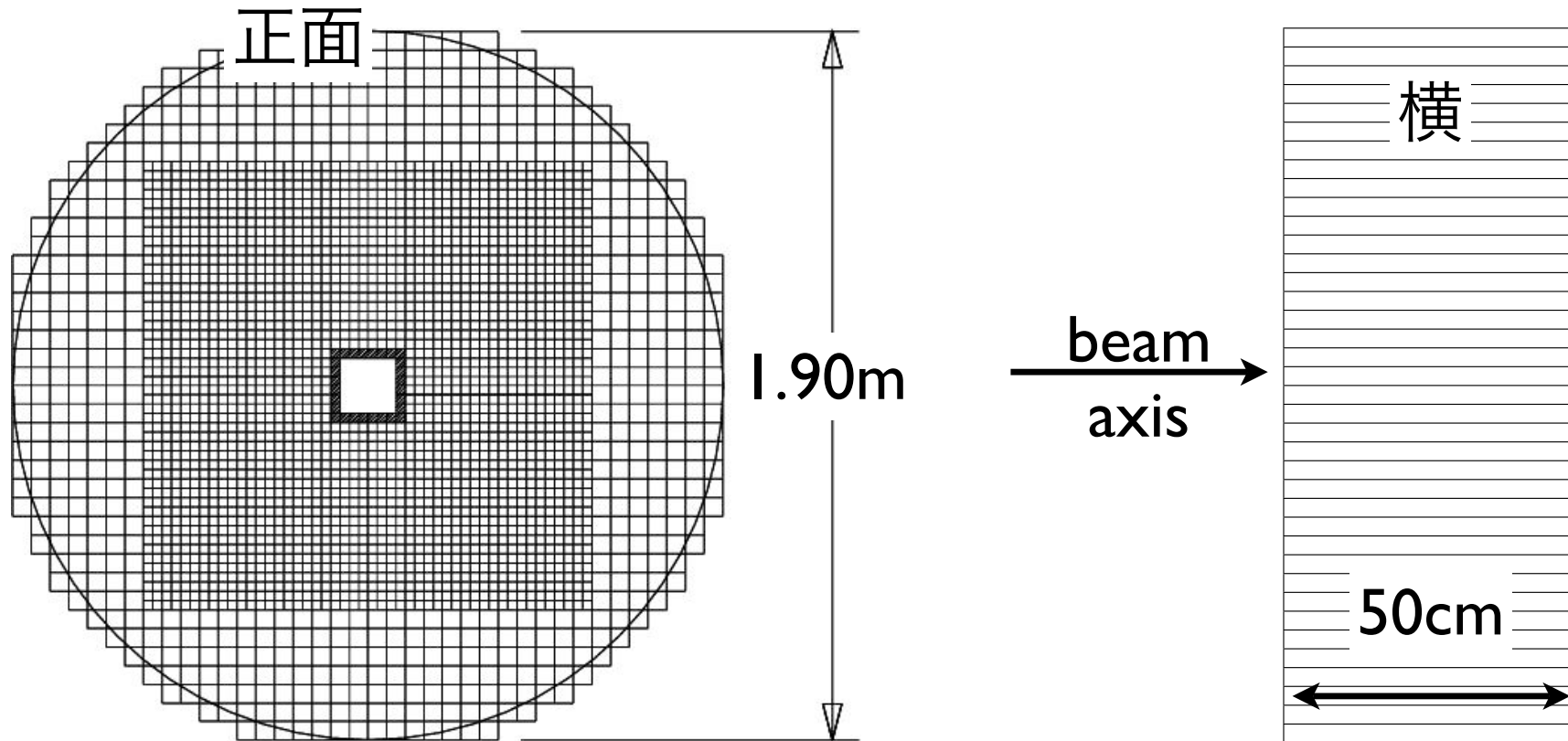


fusionはクラスターの形が歪になる



η の入射角は
reconstructしたvertex
から予想される入射角
よりも大きい

CsI calorimeter

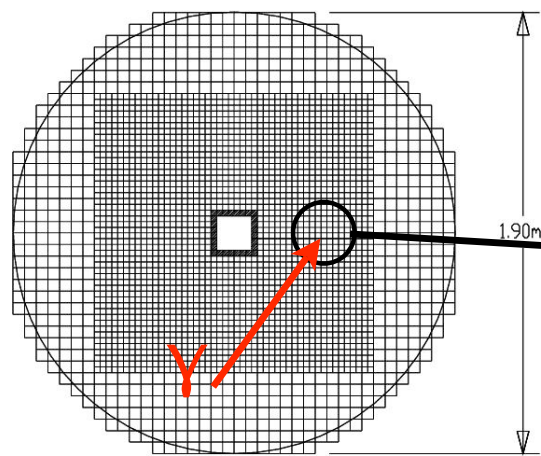


細いCsI結晶を積み上げる

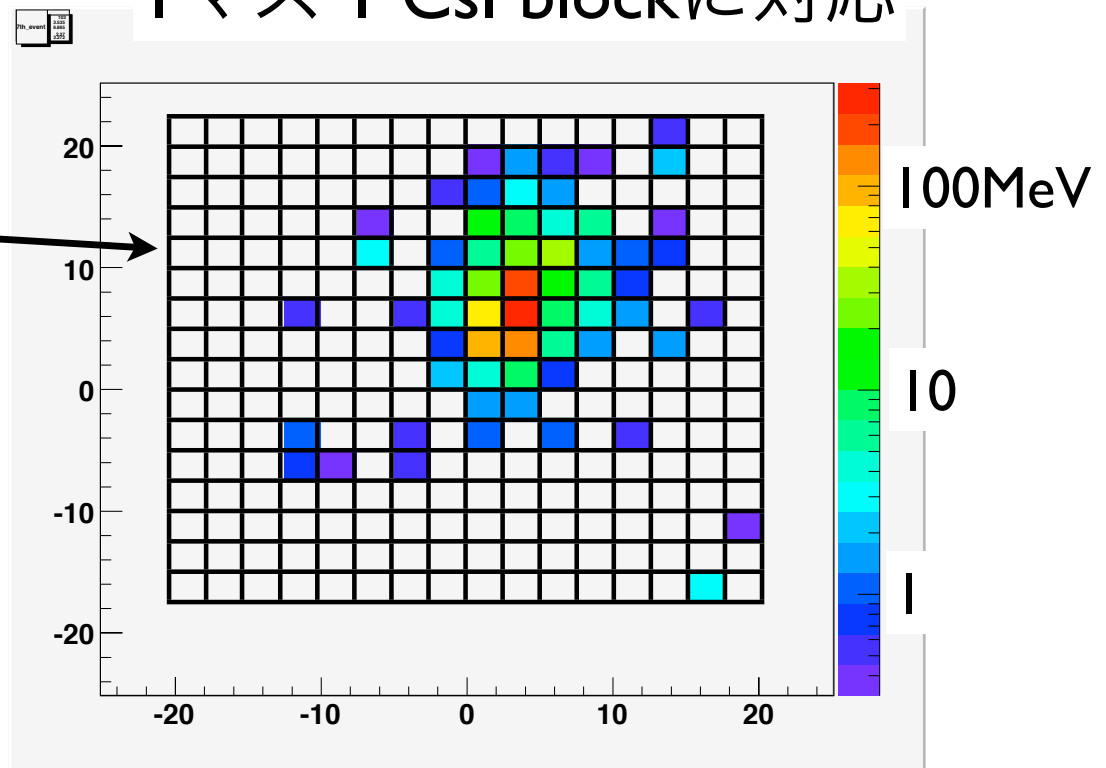
2.5 x 2.5 x 50 cm : 2204本

5.0 x 5.0 x 50 cm : 492本

CsI calorimeterでの γ の検出



1マス1 CsI blockに対応

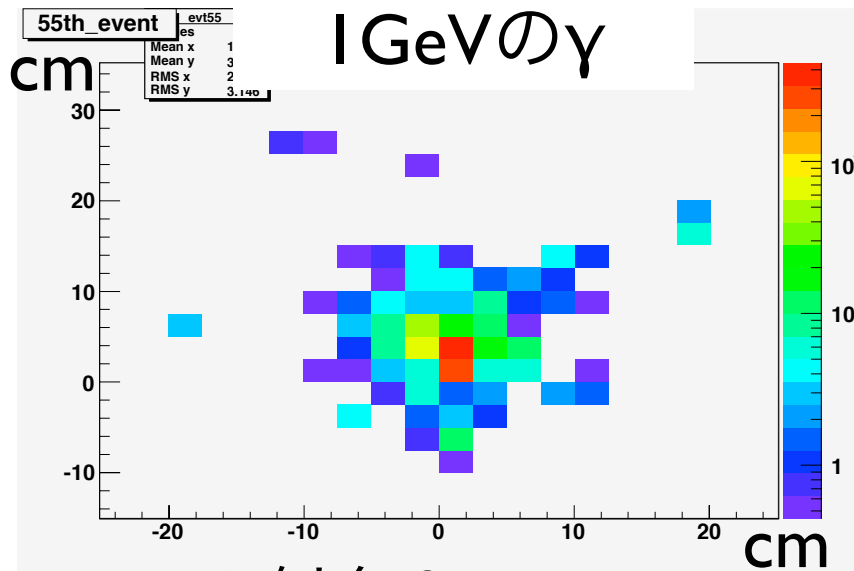


このエネルギー分布の形に
角度による違いがある事を期待

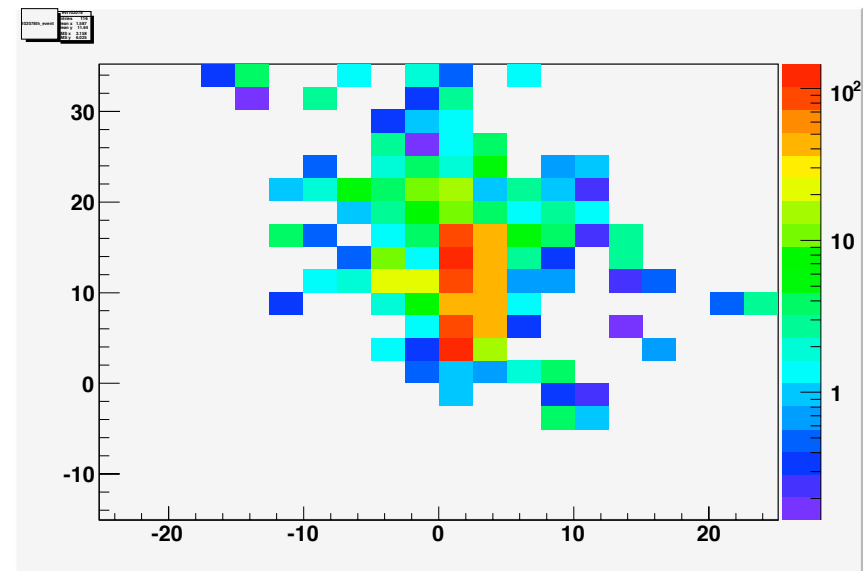
η eventのための σ^2 cut

入射角度 θ と形状

geant4を用い、 γ の作るEnergy depositをsimulation



入射角 $\theta = 10\text{deg}$



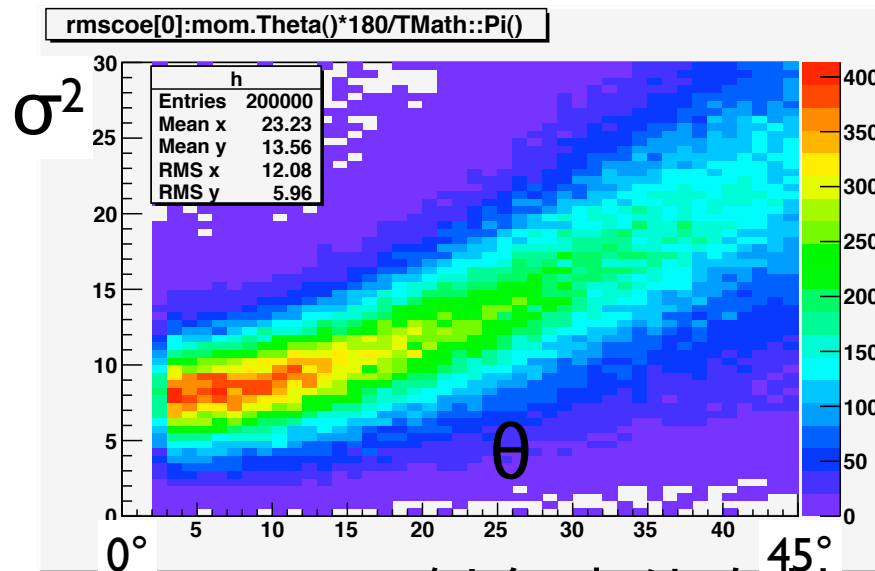
入射角 $\theta = 40\text{deg}$

角度が大きいほど分散が大きいだろう

$$\text{分散 } \sigma^2 = \sum (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_{\text{重心}})^2 E_i / E_{\text{total}}$$

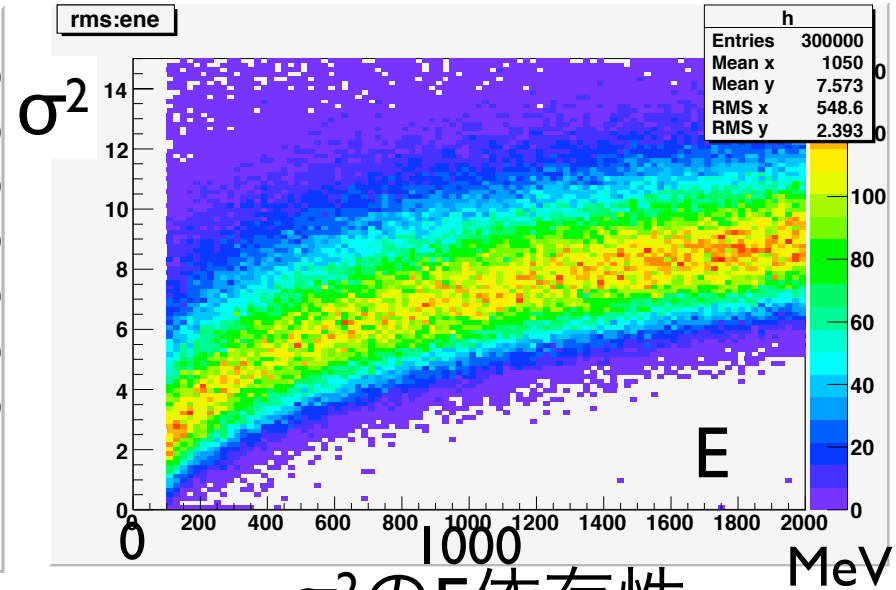
r_i : i 番目のCsIの中心位置 E_i : i 番目のCsIのenergy deposit

σ^2 の入射角度,エネルギー依存性



σ^2 の入射角度依存性

($E=1$ GeV)



σ^2 のE依存性

($\theta=30^\circ$)

今知りたいのは σ^2 と入射角 θ の関係。 E への依存性は邪魔

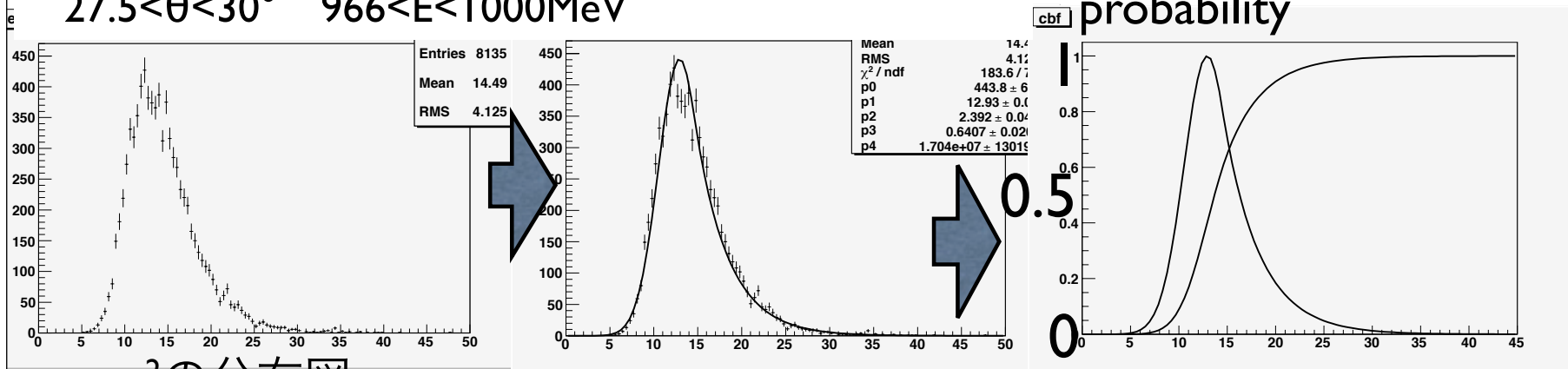
$\Rightarrow \theta, E$ を細かく区切り、そのある E ,ある θ

での σ^2 の分布を求める

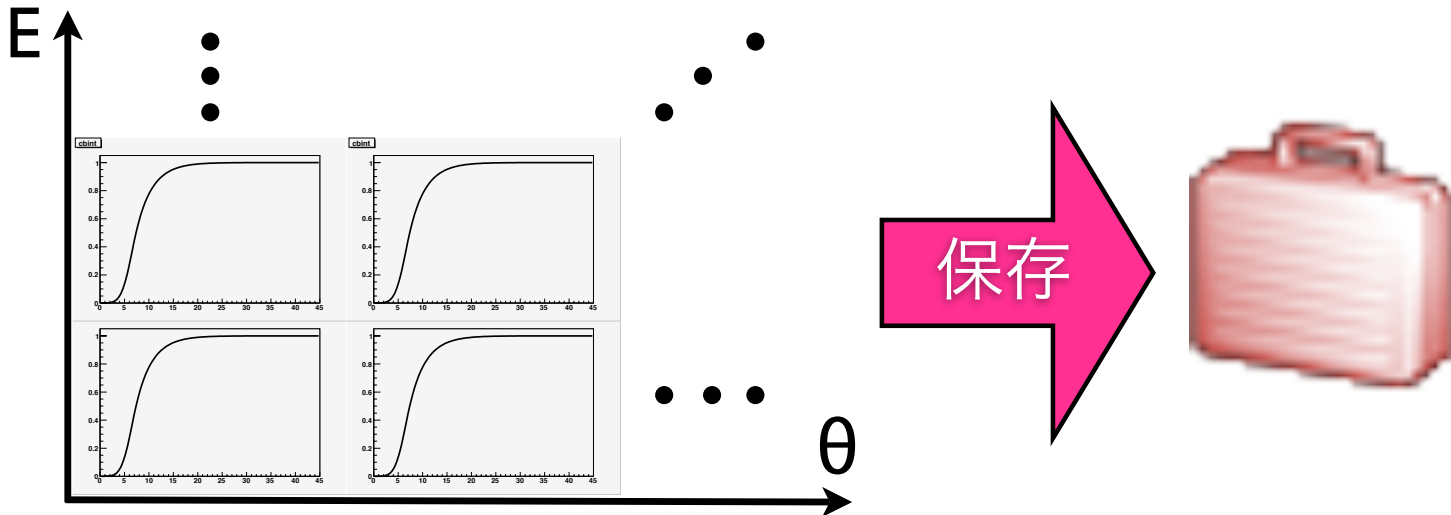
分散の分布図

0.1 GeV < E < 2 GeV 0.1/3 GeV刻み 0° < θ < 45° 2.5° 刻み

27.5 < θ < 30° 966 < E < 1000 MeV

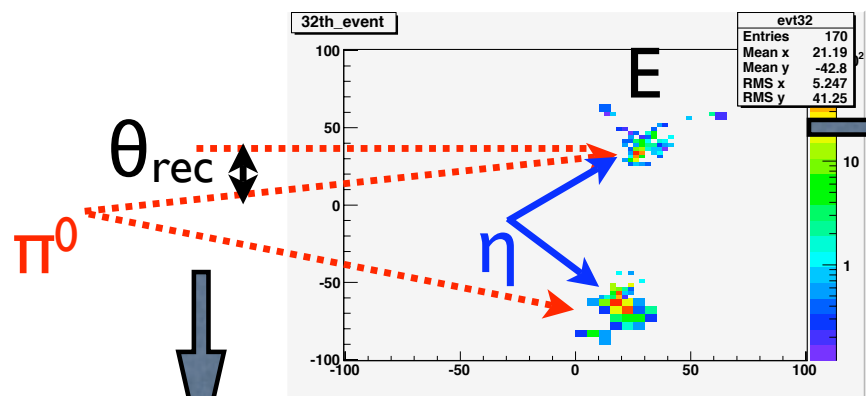


σ^2 の分布図



η eventの判別

η がCsIに作るenergy depositから...



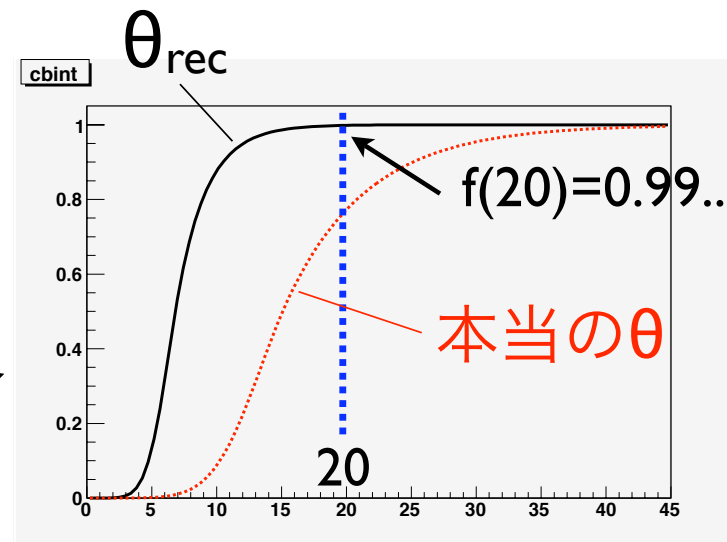
σ^2 を計算

例えば...
 $\sigma^2=20$ だ!

π^0 をreconstructし、それから
予想される入射角 θ_{rec} を算出



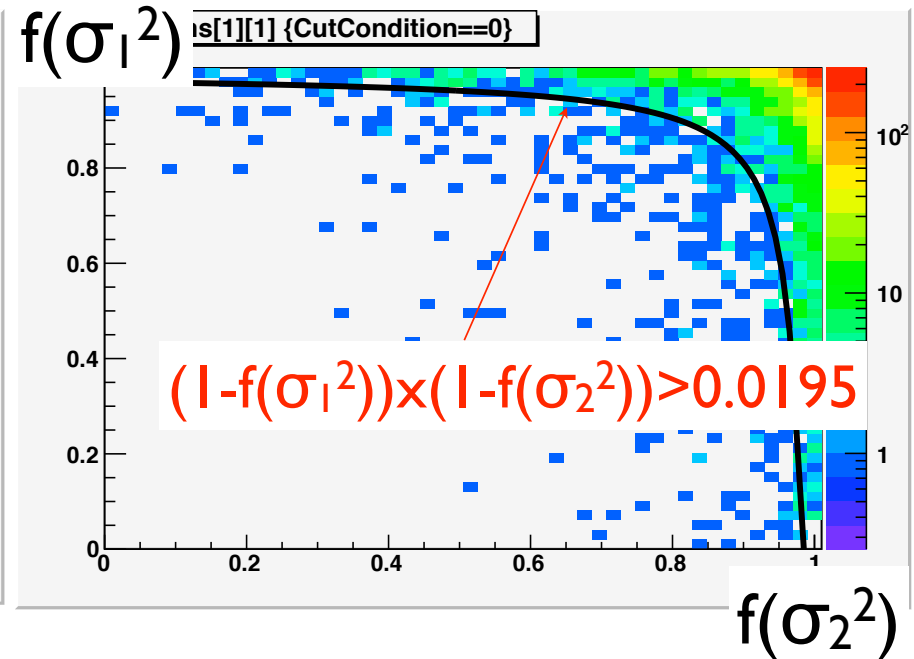
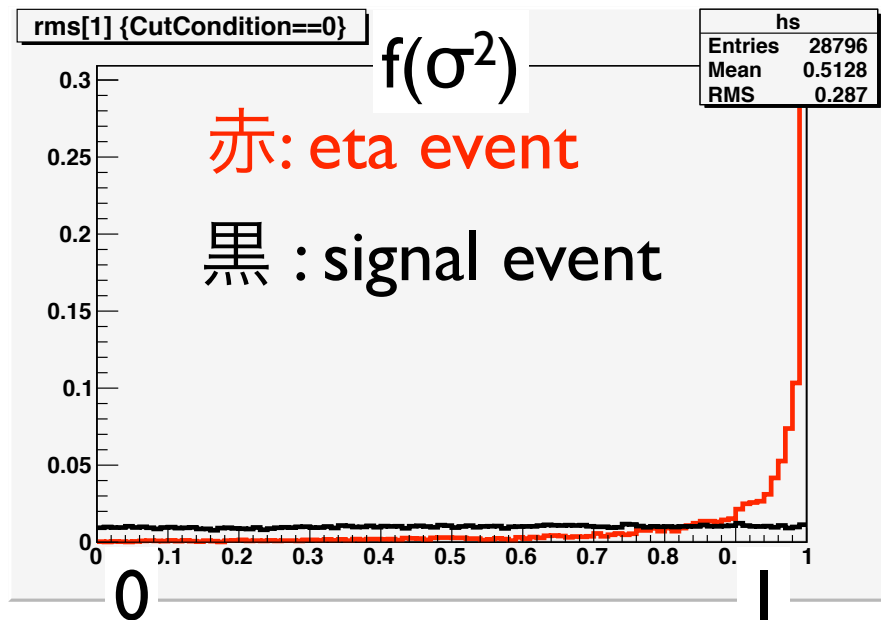
θ_{rec}, E に対応する σ^2 分布表
を引っ張りだす



実際の入射角は θ_{rec} より大きいので

$f(\sigma^2)$ は1に近い値を返す

rejection power



90% eta eventを排除 (90% signal acceptance)

rejection power ~9

eta ~0.44 event (signal 2.7 event)

fusion event のための chi2 cutの改良

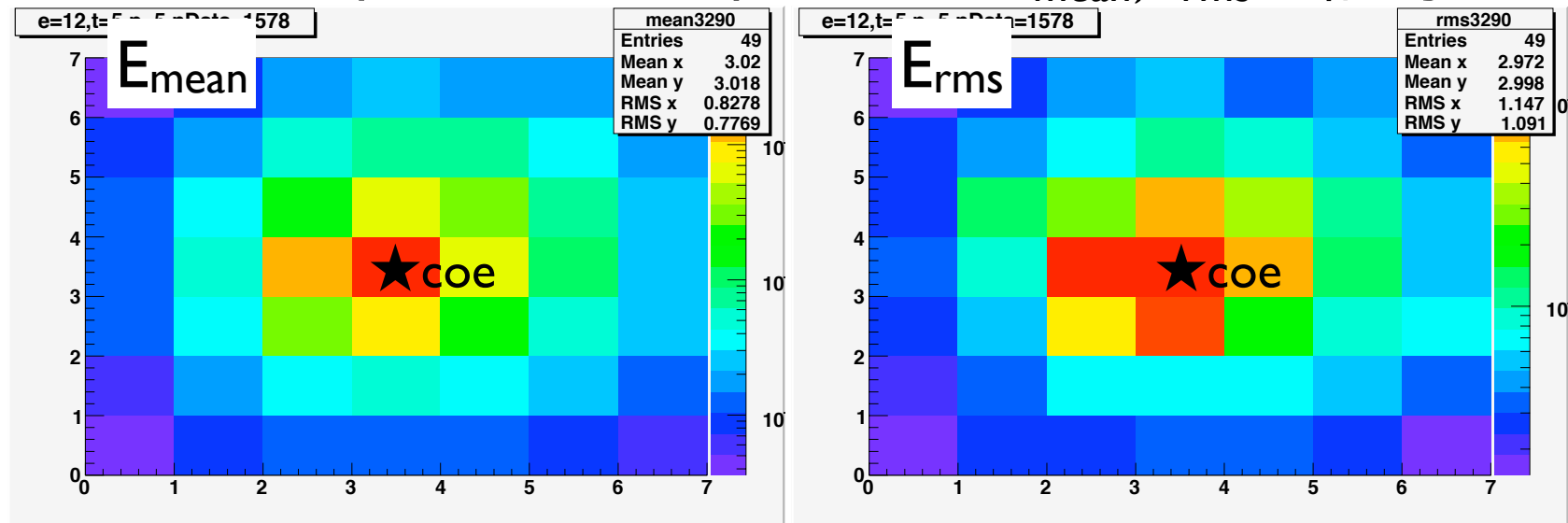
(方針の紹介)

現行のchi2 cut

現在fusion eventにはchi2 cutが用意されている。

☆MCでsignalが作るgamma clusterをsimulate

coeを中心に7x7本のCsIのE_{mean}, E_{rms}を記録



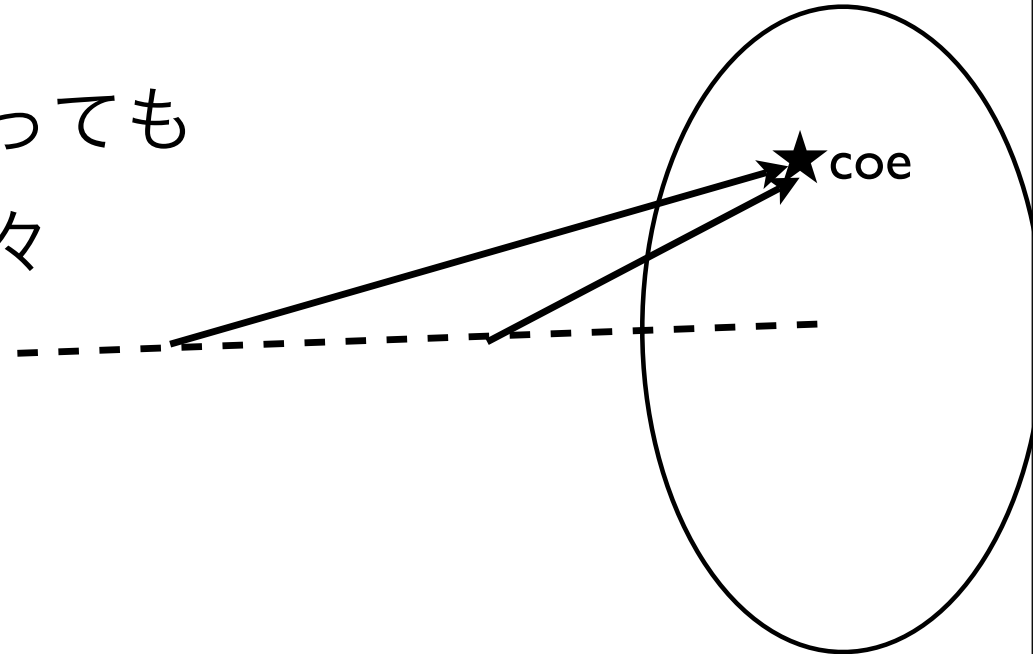
☆それぞれのCsI crystalについてこのライブラリを用意

$$\star \text{chi2} = \sum (E_i - E_{\text{mean}})^2 / E_{\text{rms}}^2 / 49$$

改良の余地①

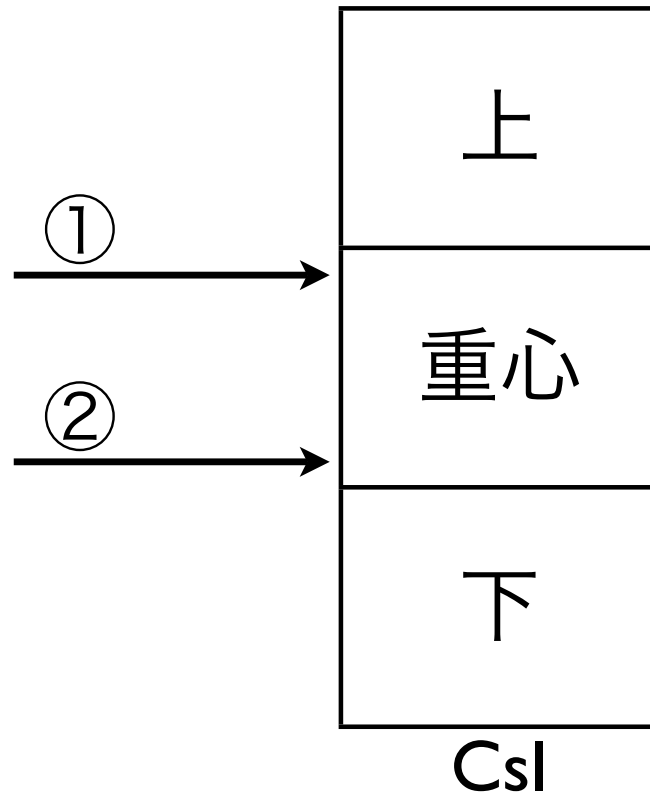
☆ライブラリが各Csl crystalについて用意されている

- 同じcrystalにcoeがあっても
 γ の入射角度は様々

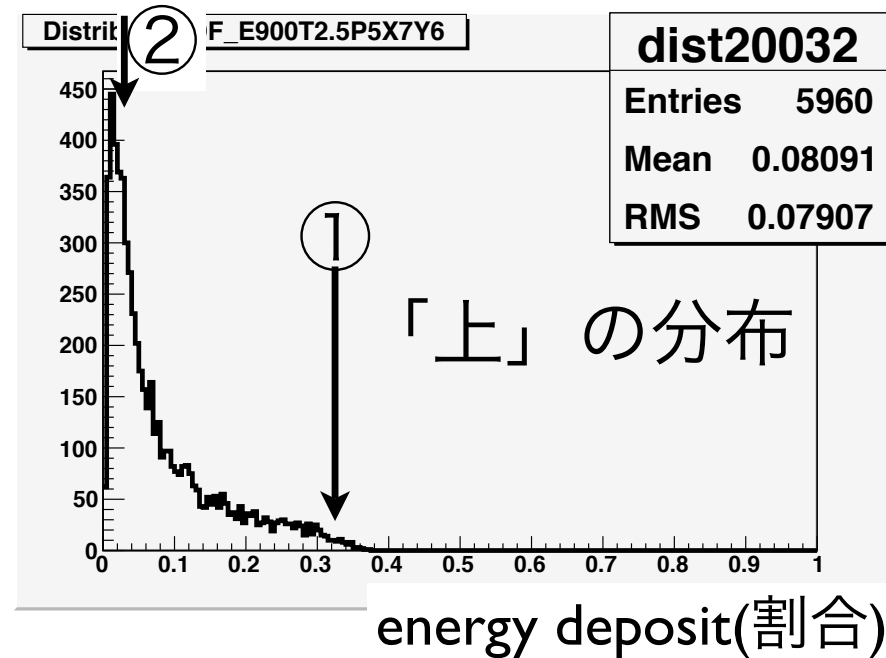


⇒入射角度 θ 毎にlibraryを用意しよう

改良の余地②



CsIのE deposit分布は入射位置によってかわる



今は一緒くたにしている

CsI crystal中のシャワーの発生位置毎にlibraryを用意しよう

まとめ

- CsI calorimeter上に作られるcluster shapeの情報からバックグラウンドの判別を目指す
- 分散 σ^2 を使って η eventを判別
rejection power ~9
- fusion eventのため用意されていたchi2 cutには改良の余地あり。ただいま研究中。