

ATLAS実験シリコンストリップ飛跡検出器 を用いた粒子の dE/dx 測定

早大理工 三谷貴志

木村直樹, 寄田浩平(早大理工)

池上陽一, 海野義信, 近藤敬比古, 田窪洋介, 寺田進, 東城順治(KEK)

永井康一, 原和彦(筑波大),

陣内修(東工大), 高嶋隆一(京都教育大), 中野逸夫(岡山大), 花垣和則(阪大)

他アトラスSCTグループ

日本物理学会2011年秋季大会 (弘前大学 文京町キャンパス) 9月16日

Contents

- Introduction
- Motivation
- Analysis method using “timebin”
- Preliminary Result
 - Minimum Bias Event
 - Cosmic
 - Pion from K^0_s resonance state
- Summary & Future Plan

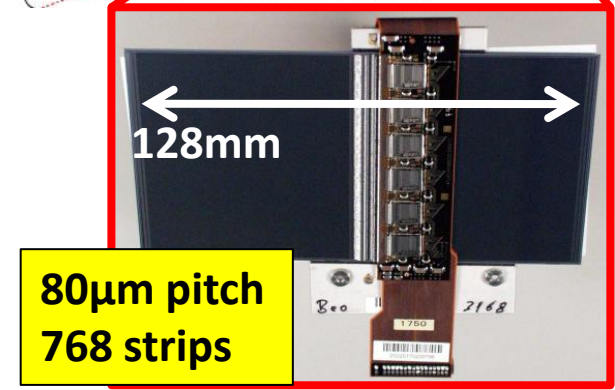
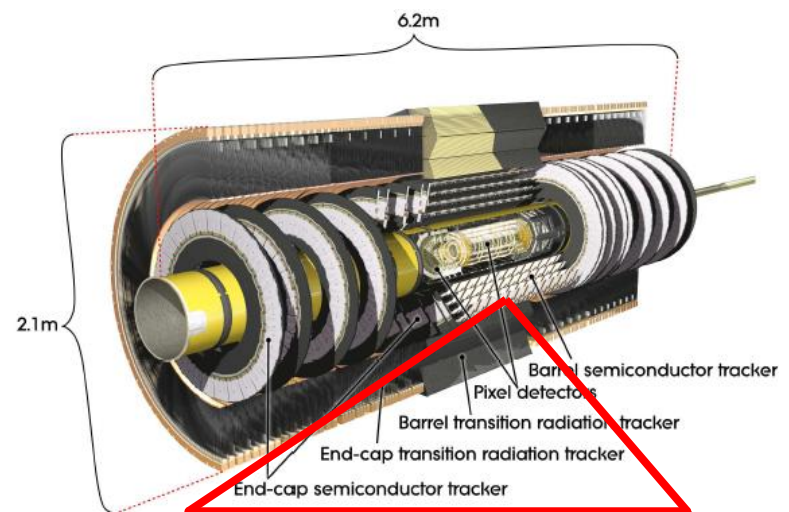
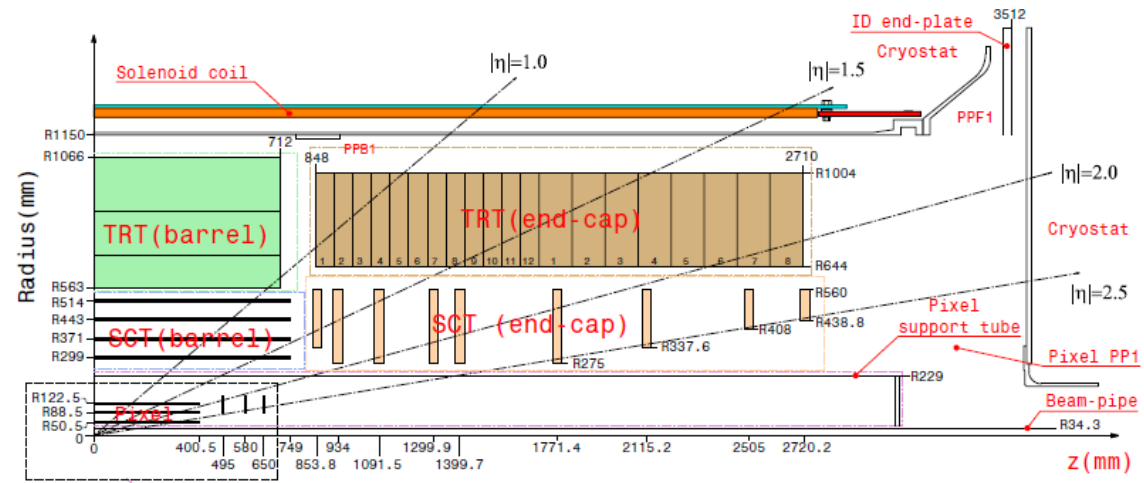
Introduction

- ATLAS内部飛跡検出器

- Pixel検出器
 - SCT
 - TRT(Transition Radiation Tracker)
- 2Tの磁場中で、荷電粒子の軌跡，運動量，primary vertex, secondary vertexを高い精度で測定することができる。

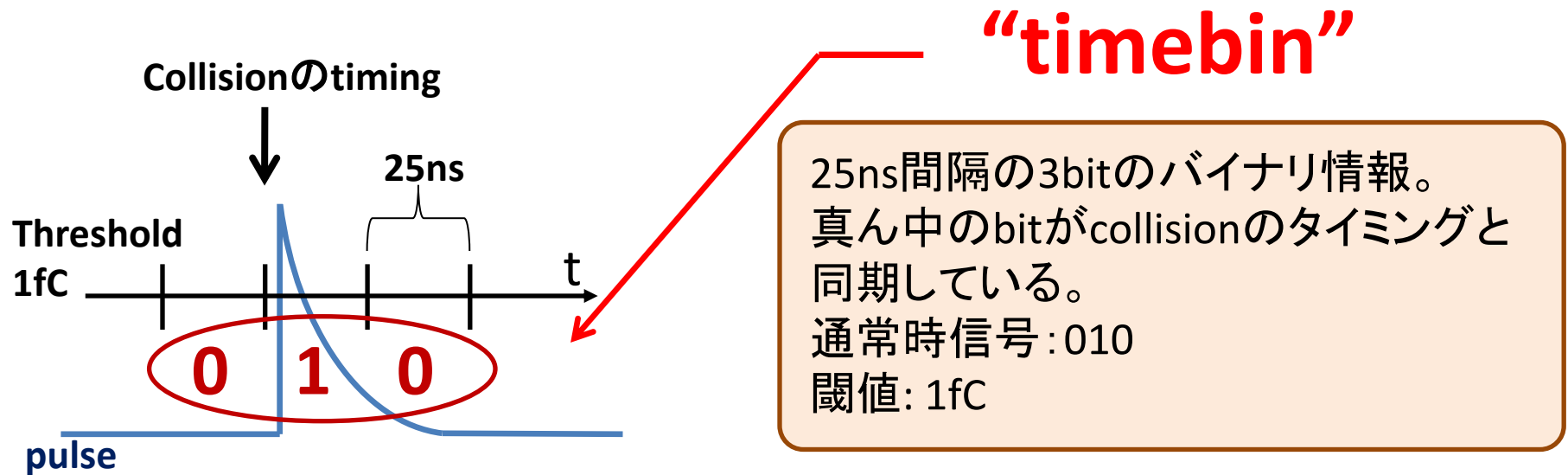
- SCT (SemiConductorTracker)

- Barrel region : 4層
- Endcap region : 9層
- 40mradずれた2枚のシリコンマイクロストリップ検出器により構成
- 位置分解能
17 μ m (lateral), 580 μ m(longitudinal)



Motivation

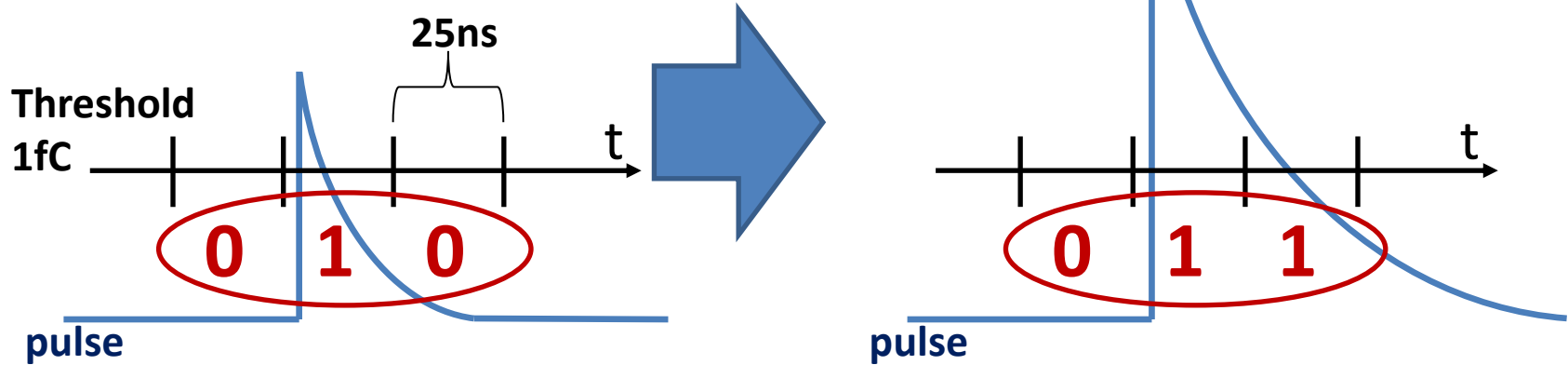
- SCTの各ストリップは, Trackが落とした電荷量が閾値を越えたかどうかというバイナリ情報を読み出し, ヒットの有無を確認する。



TOT(Time Over Threshold)をもつPixelと異なり, SCTでは**直接電荷を測定することはできない。**

Motivation

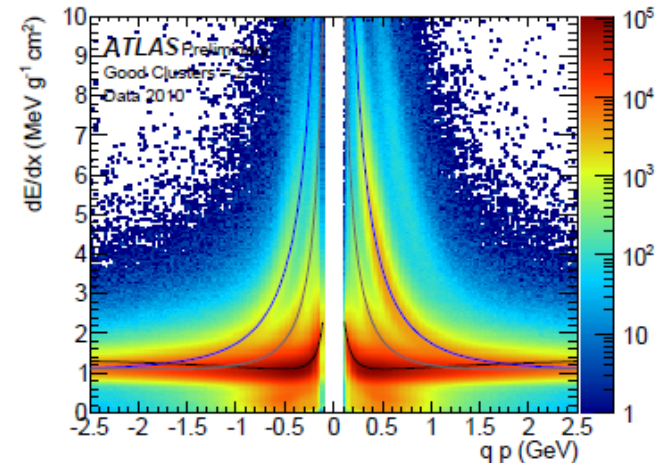
- しかし、落とした電荷量が大きければ...



となることが、予想される。

本研究では、“timebin”の情報を用いて、SCTのエネルギー損失(dE/dx)測定の実効性を議論する。

- ➔
- ✓ SCTの長期安定性評価
 - ✓ 粒子識別能力



Pixellによる dE/dx と運動量の相関
ATLAS-CONF-2011-016

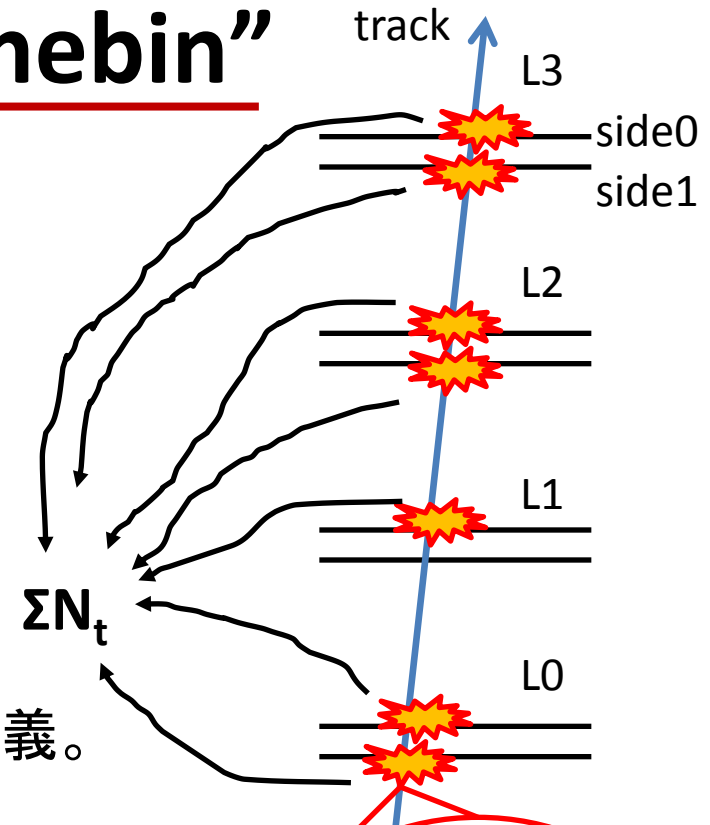
Analysis method using "timebin"

• "timebin" のデータを下のように分ける。

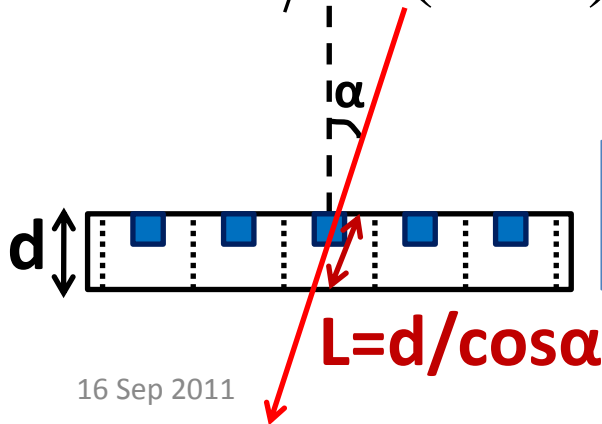
- 000,101 → $N_t = 0$
- 010,001,100 → $N_t = 1$
- 011,110 → $N_t = 2$
- 111 → $N_t = 3$

N_t は電荷量に相当すると仮定

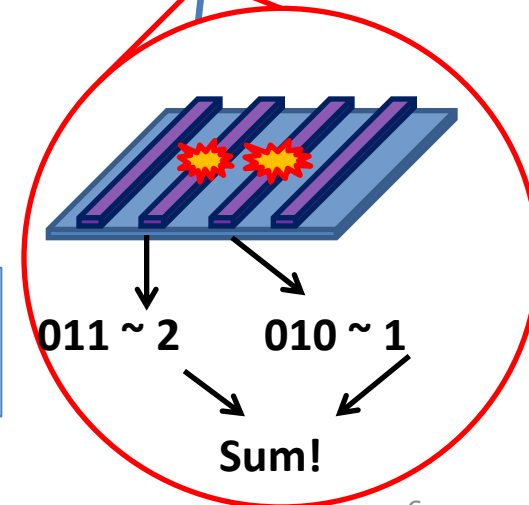
Trackによってヒットしたストリップ全ての N_t の和をとり, そのTrackのエネルギー損失量と定義。



$$"dE/dx(SCT)" = \sum N_t \cos \alpha$$



α はSCTに対するtrackの入射角。Path lengthの補正をしている。



Preliminary Result

Minimum Bias event

- Minimum Bias eventを用いて、 dE/dx と運動量の相関を確認した。

IP(impact parameter)

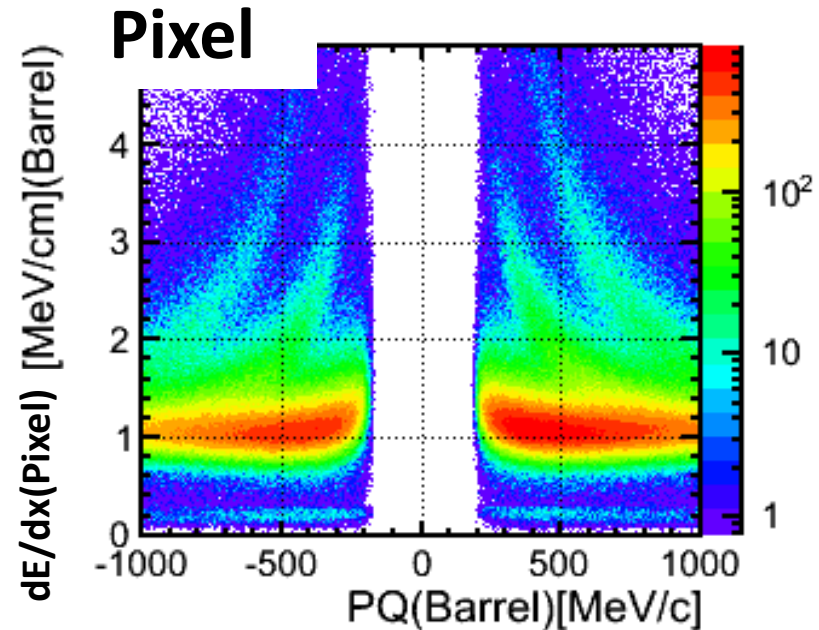
$|d_0| < 2\text{mm}$, $|z_0| < 10\text{cm}$

← primary vertex由来のTrack

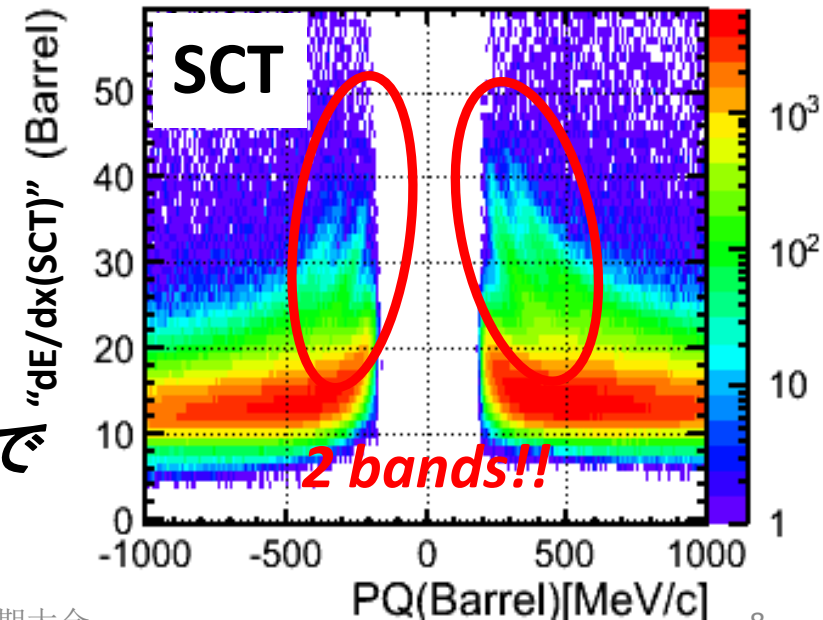


- $dE/dx(\text{Pixel})$ にてK, pバンドを確認。
- “ $dE/dx(\text{SCT})$ ”でも、**運動量の小さい領域にKとpと考えられる2つのバンドが見えている。**

3つのバンドが、どの粒子由来のものであるのかを確認していく。

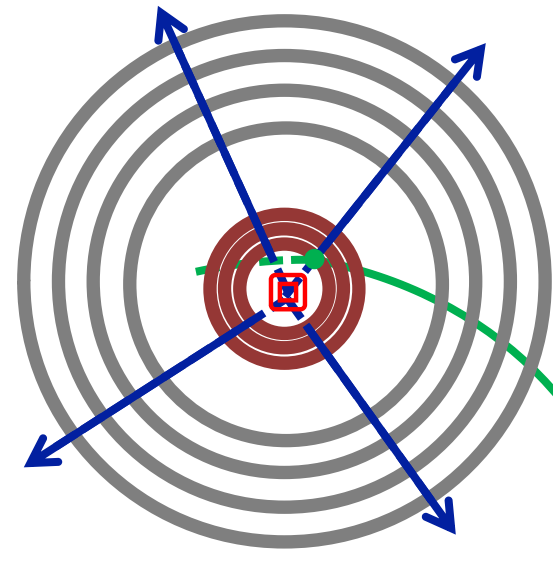


ATLAS Work in progress



ATLAS Work in progress 8

Interaction with the beam pipe



青: primary vertex
由来のTrack

緑: Beam pipe由来
のTrack

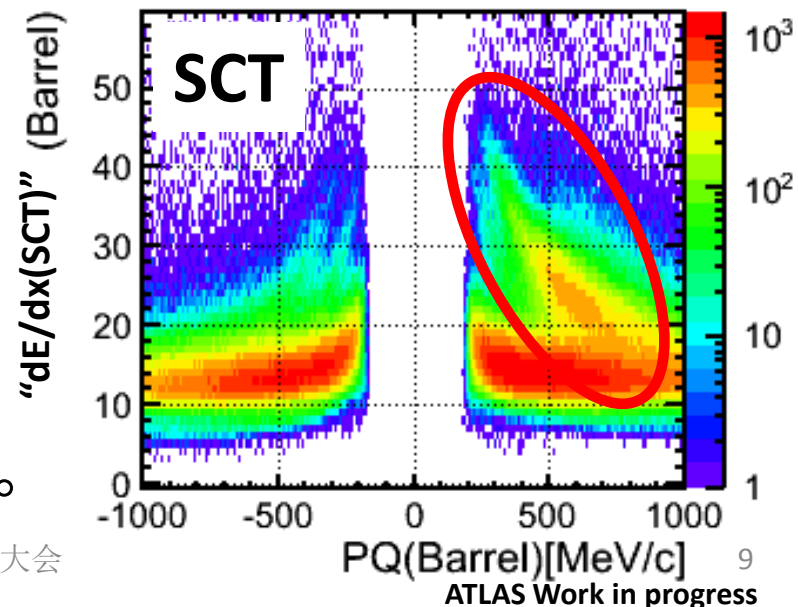
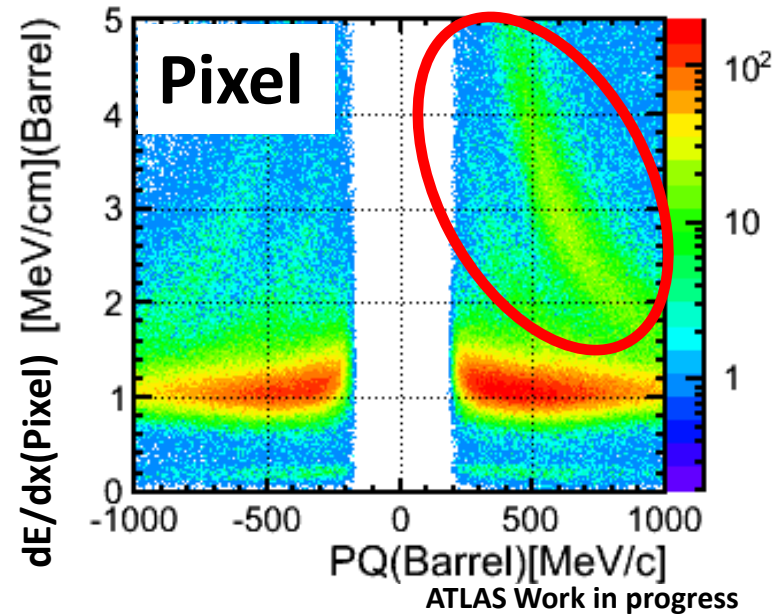
- IPの要請

$|d_0| > 2\text{mm}$, $|z_0| > 10\text{cm}$

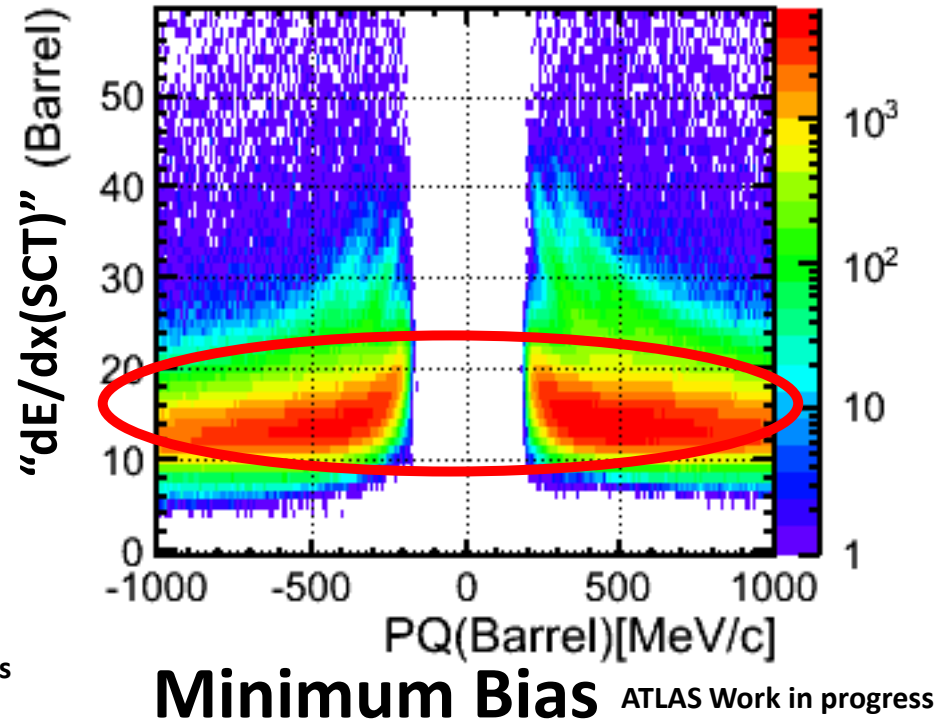
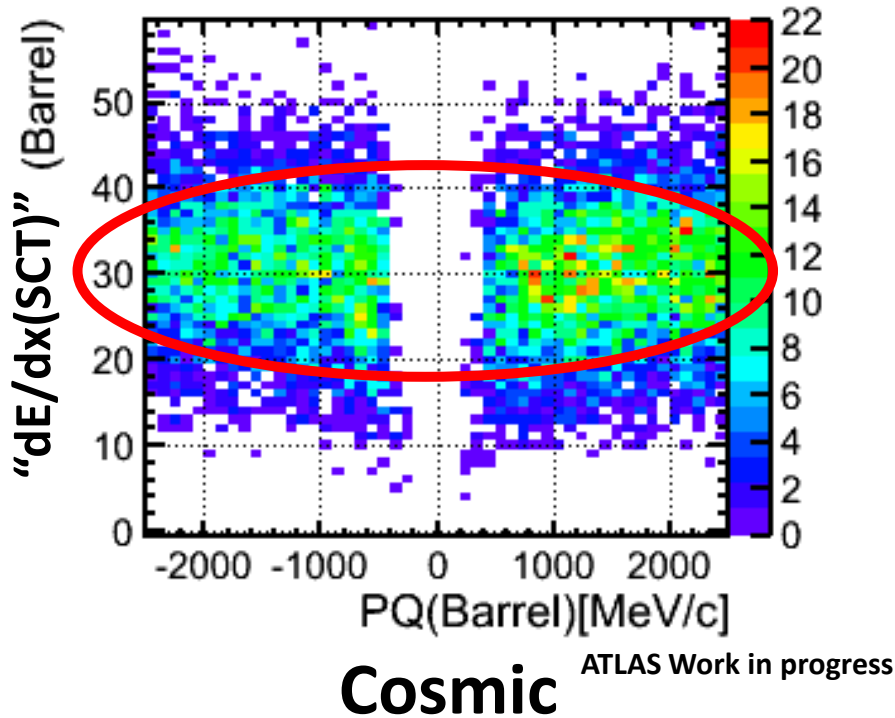
- Pixel, SCTともに、正のPQ領域に大きなバンドがあることを確認。



Beam pipeとの相互作用によって生成された**Deuteron**のバンドが見えている。



Cosmic event



- 宇宙線eventに関してもdE/dxと運動量の相関を確認した。
 - KとPと考えられていた**2つのバンドが無い**ことを確認。
 - Cosmic eventはMinimum Bias eventに比べると“dE/dx”の平均値が高い。
...Trackが通るSCTのモジュール数が~2倍になっていることに起因している。

Pion from K_s^0 resonance state

- Minimum Bias eventで、2本のTrackのinvariant massを再構成。

K_s^0 のresonanceから、 π の多いsampleを取り出す。

- $K_s^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ (69.20%)
- $\text{mass}(K_s^0) : 497.614 \pm 0.024 \text{ MeV}/c^2$
- $c\tau(K_s^0) : 2.6842 \text{ cm}$

- Invariant massの再構成方法**

- ✓ Track2本のmassをそれぞれ、 $\pi(139.57 \text{ MeV}/c^2)$ と仮定。
- ✓ $2 \text{ mm} < |d_0| < 50 \text{ mm}$, $|z_0| < 10 \text{ cm}$
- ✓ 2本のtrackは反電荷を要求。
- ✓ secondary vertexの位置情報で、 K_s^0 をつくる正しい2本のtrackの組み合わせを選ぶ。
→ trackの d_0 , ϕ_{PV} 情報から、secondary vertexを決定。

K_s^0 候補

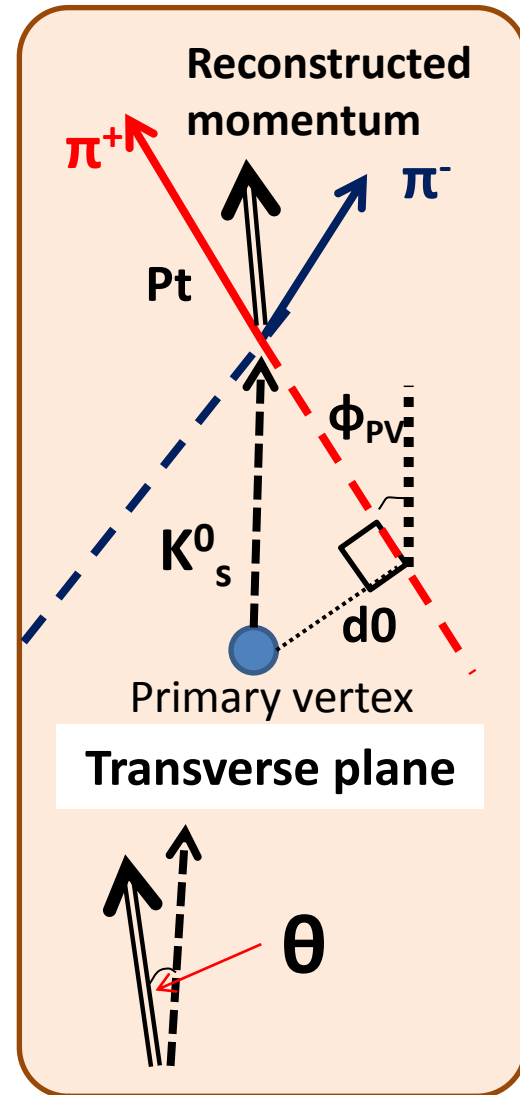
$$\cos\theta > 0.999$$

$$K_s^0 \text{ の飛行距離} > 4 \text{ mm}$$

θ の定義:

K_s^0 の飛行方向と再構成された運動量方向の間の角度

日本物理学会 2011年秋期大会



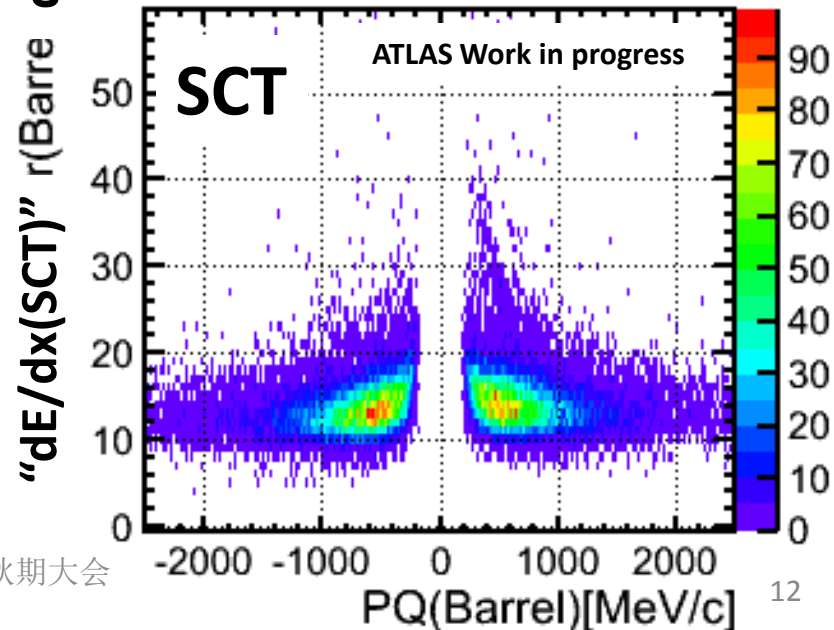
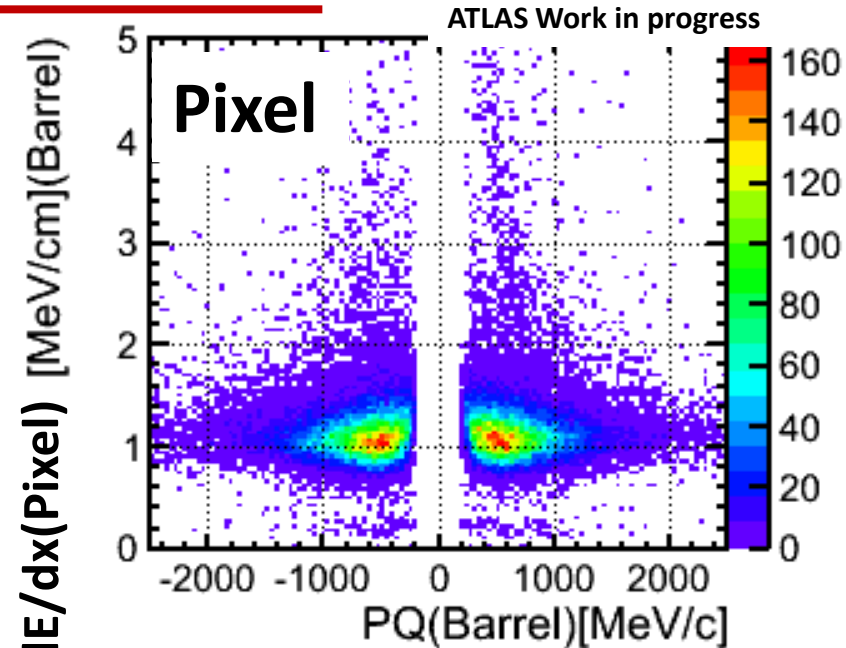
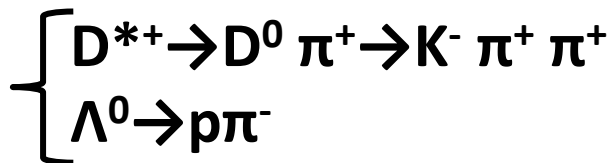
Pion from K_s^0 resonance state

- invariant massを再構成し, K_s^0 の mass windowでカットして, 純度の高い π のsampleを選択した。
- Deuteronのバンドが少し見えるが, Cosmicと同様, Kとpと考えられていた**2つのバンドが無い**ことを確認。

Cosmic, π の振る舞いが確認できた。

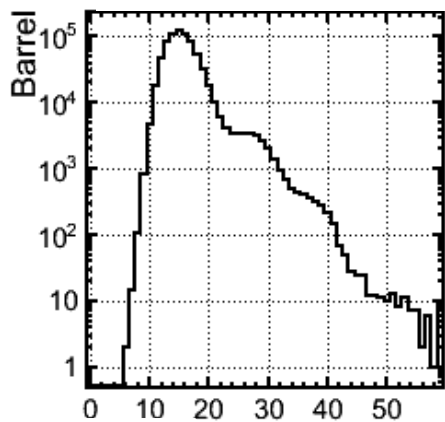


今後は**K, p**の振る舞いを直接確認したい。



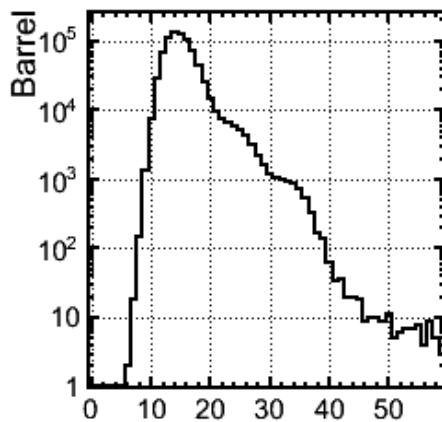
Future Study

ATLAS Work in progress



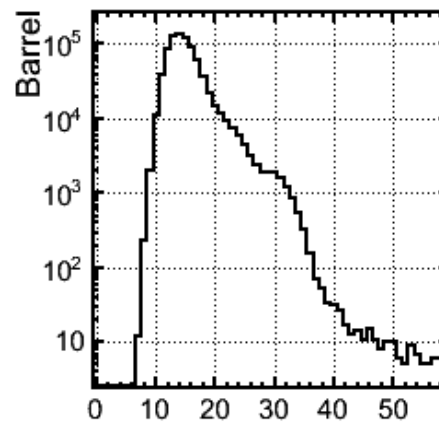
" $dE/dx(SCT)$ " (300~350MeV/c)

ATLAS Work in progress



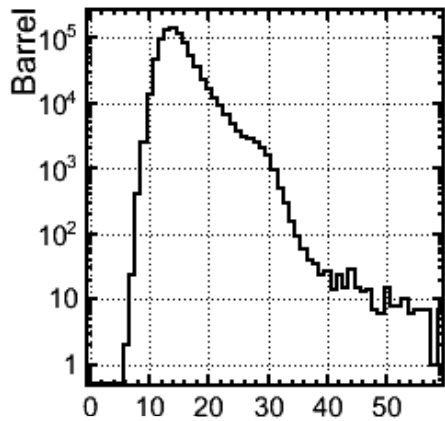
" $dE/dx(SCT)$ " (350~400MeV/c)

ATLAS Work in progress



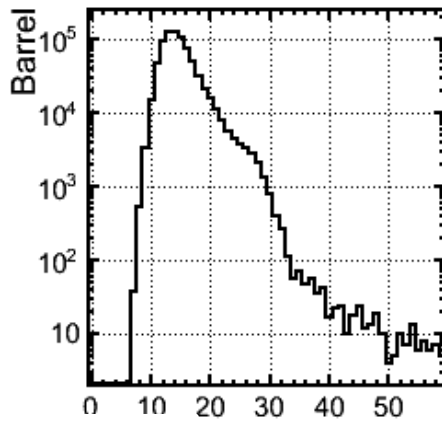
" $dE/dx(SCT)$ " (400~450MeV/c)

ATLAS Work in progress



" $dE/dx(SCT)$ " (450~500MeV/c)

ATLAS Work in progress



" $dE/dx(SCT)$ " (500~550MeV/c)

運動量ごとにMinimum Bias eventの
" $dE/dx(SCT)$ "の分布を作成した。

最終的には、このプロットから確率分
布関数を作成し、Likelihood法等によ
り、**SCTの粒子識別能力を確認したい。**

Summary

- “timebin”を用いて, SCTでのエネルギー損失“ $dE/dx(SCT)$ ”を定義し, 次のsampleを用いて, 運動量との相関を確認した。

Minimum Bias Event	$\pi, K, p, \text{ Deuteron}$
Cosmic	No K & p
π from K0s resonance state	No K & p

Future Plan

- 他のresonance stateのsampleを選択し ($D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+, \Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$), K, p, (π) の “ $dE/dx(SCT)$ ” の振る舞いを確認する。
- MC sampleに関して, 同様の振る舞いを示すかを確認する。
- 最終的には, 検出器応答として, 長期安定性の検証などに有効に役立てる。また, もし識別能力が見込める場合は, Pixel検出器と統合させ, 粒子識別能力を向上させ, 物理結果に生かしていきたい。

BACKUP

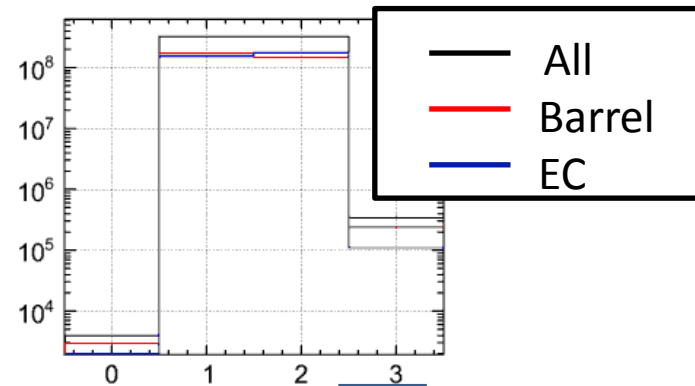
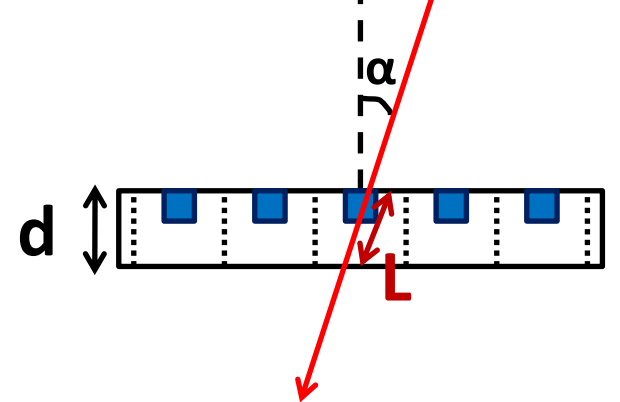
Correction for path length

- 各ストリップでのエネルギー損失量 N_t を SCT を通過した距離 (L) によって補正する。
- 図のように SCT を粒子が通過した場合, $L = d / \cos(\alpha)$ ($d = 285 \pm 15 \mu\text{m}$)。よって, N_t を以下のように補正。

$$N'_t = N_t \cos \alpha$$

本発表では, 上の補正を用い, SCT 中のエネルギー損失を以下のように定義。

$$"dE/dx(SCT)" = \sum N'_t$$



補正後

