

ATLAS検出器を用いた 長寿命荷電粒子や消えるトラックの研究

日本物理学会 第63回年次大会@近畿大学

東裕也、野本裕史^A、陣内修^B、浅井祥仁、小林富雄^A

東京大学大学院理学系研究科
東京大学素粒子物理国際研究センター^A
高エネルギー加速器研究機構^B

outline

1. Introduction

1-1 超対称性から期待される長寿命荷電粒子

a. GMSBモデル

b. AMSBモデル

1-2 ATLASのInner Detector

2. reconstruction efficiency及びnoiseの評価

2-1 reconstruction efficiency

2-2 noiseの評価-single particleの場合-

2-3 noiseの評価-他のtrackがあった場合-

3. Full Simulationを用いたcharginoの寿命測定

4. まとめ

1-1.長寿命の超対称性荷電粒子

a.GMSBモデル

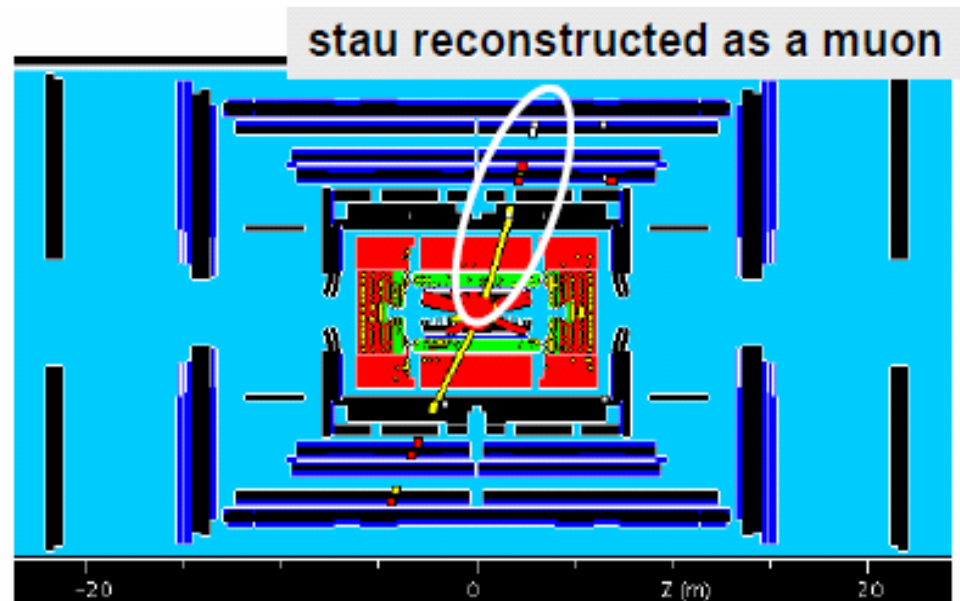
二番目に軽い超対称性粒子(NLSP)がsleptonの場合
sleptonとgravitinoの結合が弱い
ためにsleptonが長寿命になる

$$\tilde{l} \rightarrow l + \tilde{G}$$

muon likeなheavy charged
particleもしくはkink track
としてATLASでの観測が
期待される

→ ATLASで発見かつ再構成
可能

(2007年秋の学会:野本)



1-1.長寿命の超対称性荷電粒子

b. AMSBモデル

gauginoのmassの関係

$$\begin{array}{c} \longrightarrow \\ M_1 : M_2 : M_3 \approx 3 : 1 : 7 \\ \text{bino wino gluino} \end{array}$$

- charginoとneutralinoのmassが縮退している

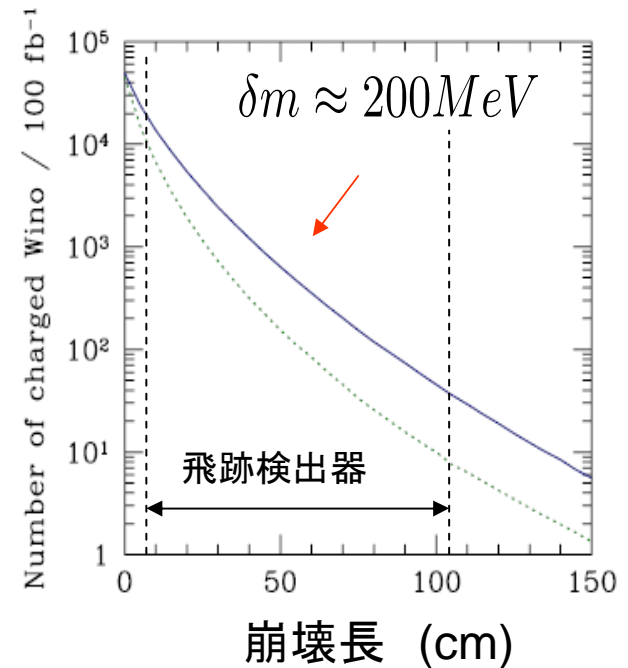
ために崩壊の際のpiまたはeがsoft

$$\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + \pi^\pm, e^\pm \nu$$

- 飛跡検出器内(~100cm)で崩壊

kink trackもしくは途中でtrackが消える

- ✓ heavy charged particleの再構成が可能か？
- ✓ heavy charged particleの運動量等の測定が可能か？
- ✓ 消えたtrackのIDが可能か？



1-2.Inner Detector

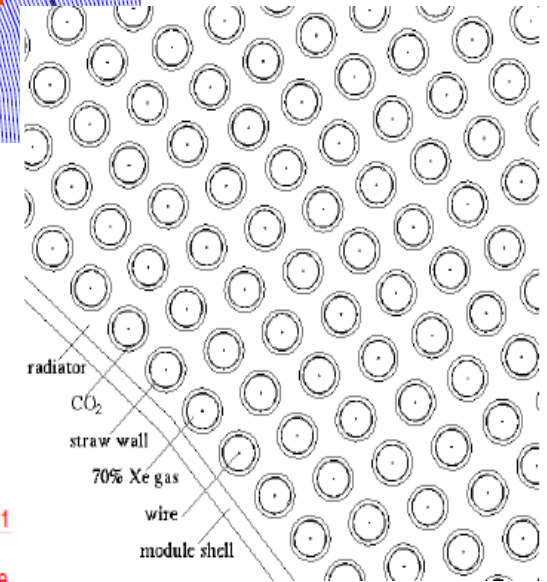
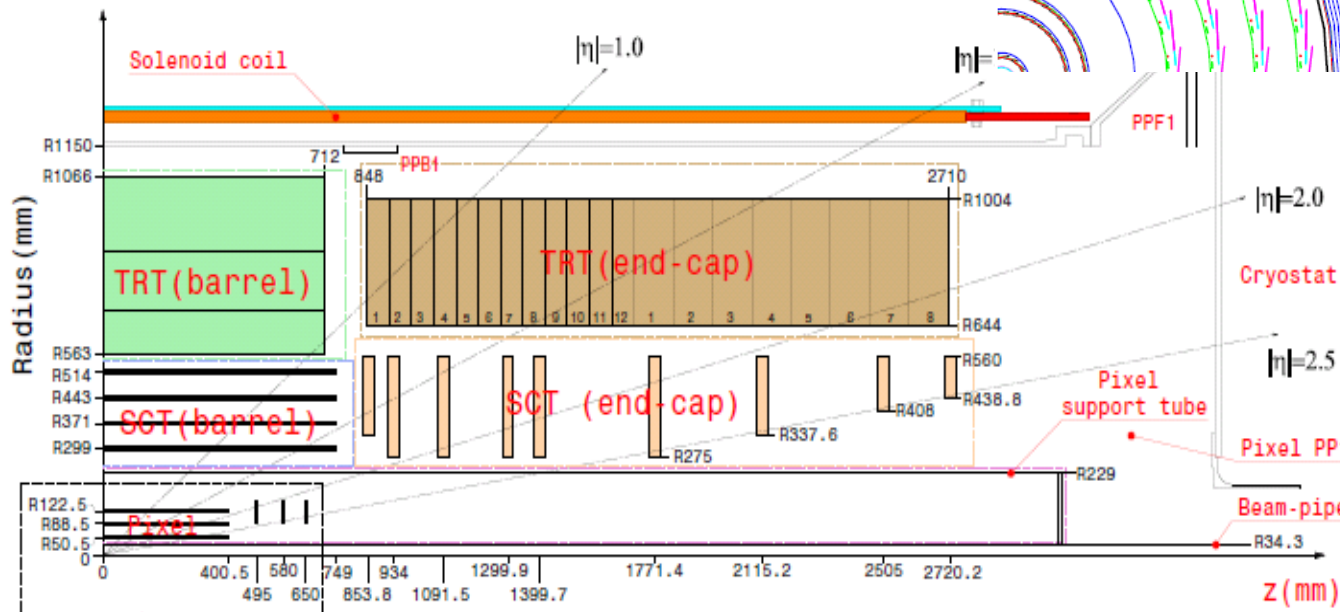
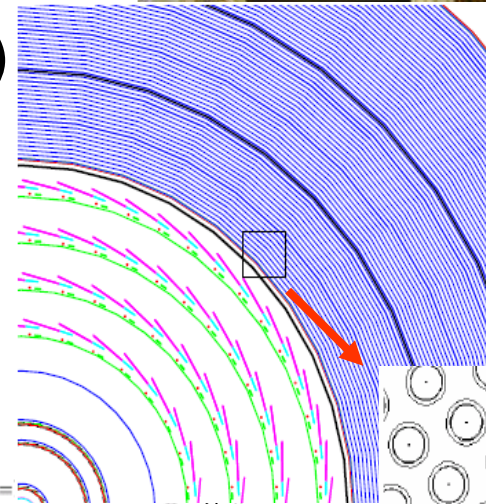
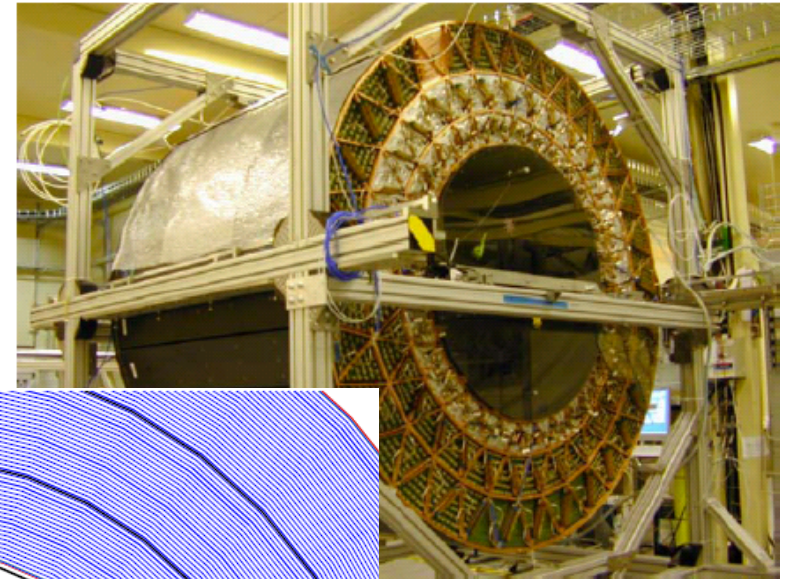
pixel + SCT + TRT

TRT(Transition Radiation Tracker)

ストローチューブでIonization loss

により連続飛跡の検出

(遷移輻射でelectronのID)



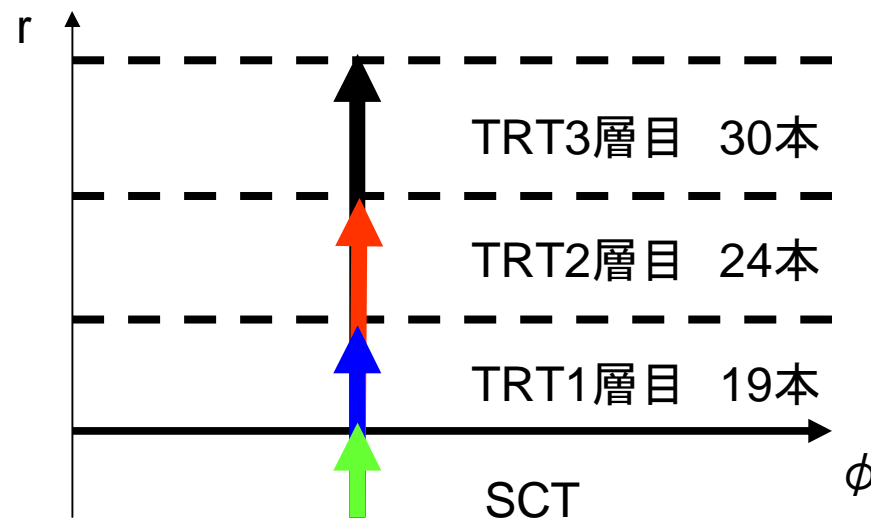
2-1 reconstruction efficiency

途中でhitが消えてもreconstructionが可能かどうか、
そしてPtのresolutionに違いが出るかを見た。
そこで、故意にTRTのhit情報を落とした。

- TRTの3層目、
- 3層及び2層目、
- 全て

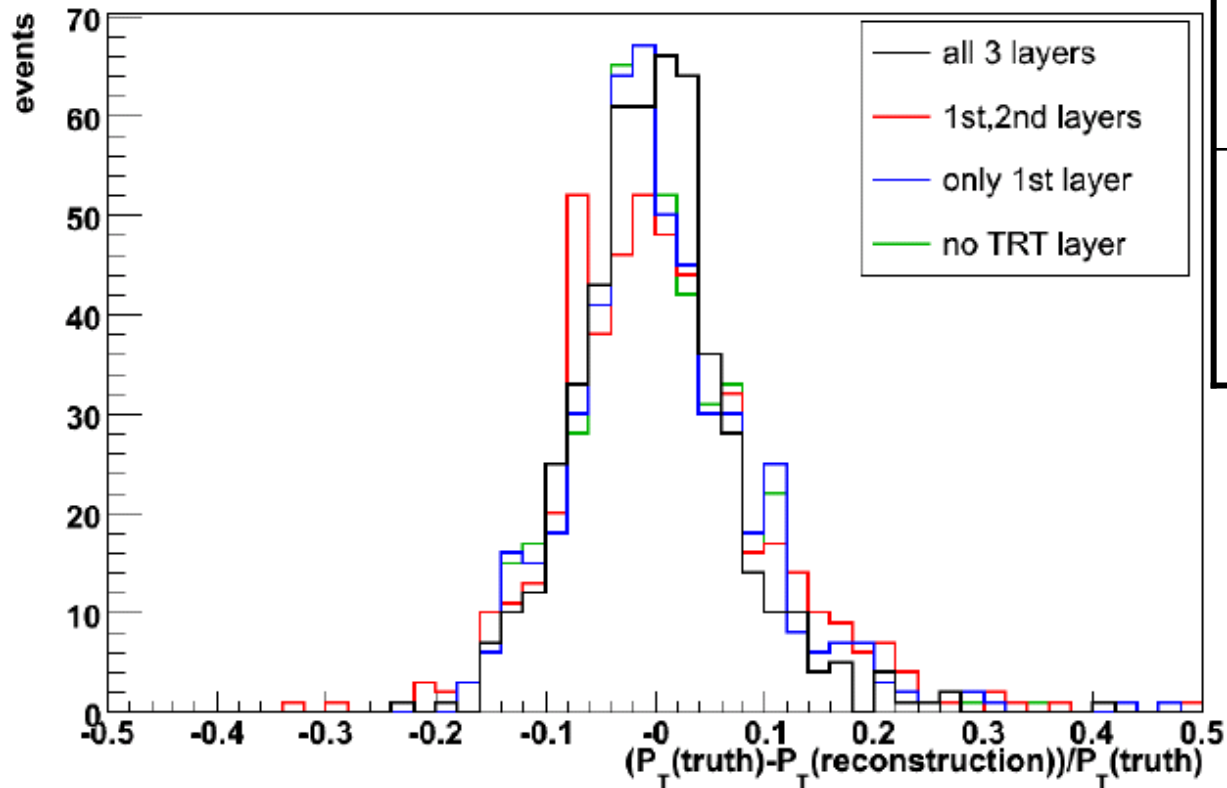
を外した場合と、TRTの全ての層を使用した場合との
比較を行った

用いたevent
stau (mass=102GeV), $\beta = 0.8$
single particle
今回はBarrel領域のみ
($|\eta| < 1.0$)



2-1.reconstruction efficiency

TRTの全ての層を通過すると ~30hit
 sleptonのsingle particle に対する
 reconstruction efficiencyはほぼ100%
 どの場合も P_T のresolutionに大きな変化はない



	平均 Hit数	Efficien- cy
3層目ま で	~30	500/ 500
2層目ま で	~15	500/ 500
1層目ま で	~5	500/ 500

efficiency
 =track数/stau particle 数

2-2.noiseの評価-single particleの場合-

TRTの2層目で粒子が崩壊した場合と、崩壊せずにTRTを突き抜けた場合とを比較する。

trackからphiずらした点の3層目のhit数とtrack上にある3層目のhit数とを比較

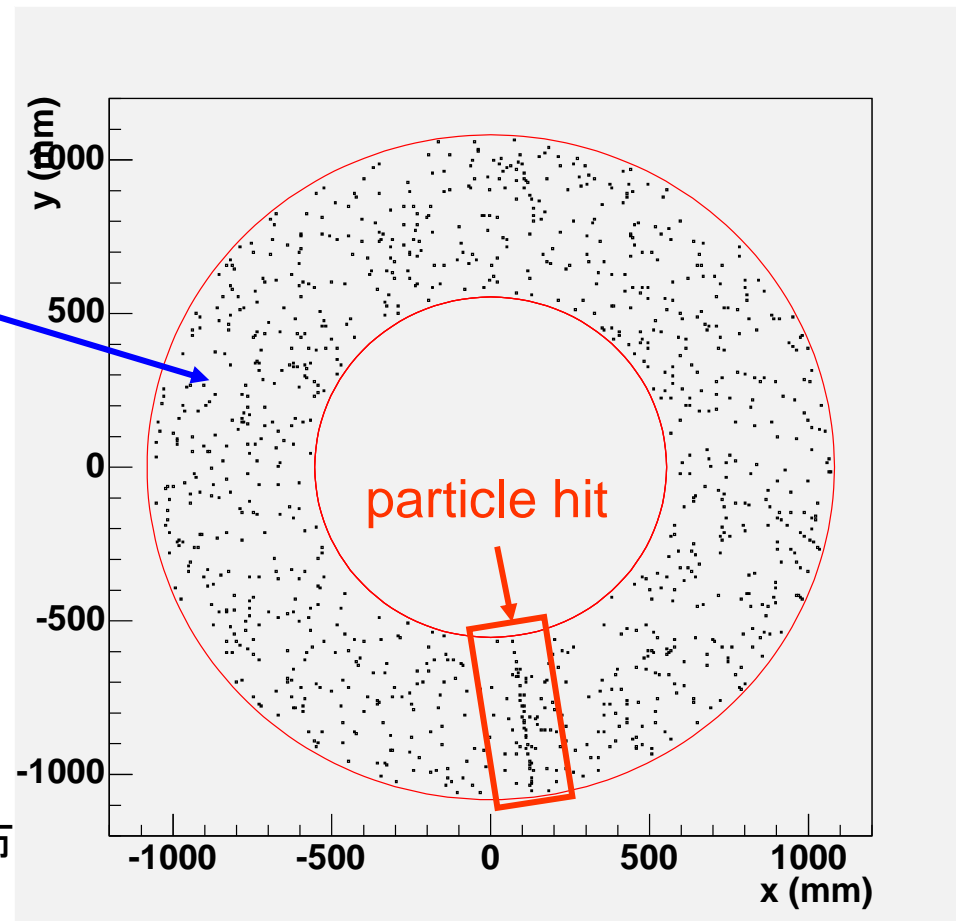
eta 依存性をなくすため

$$|\eta| < 0.63$$

delta ϕ ~ strawの直径
(4mm)の幅でhit数を
数える

ビームラインを原点
としたTRTのhit分布

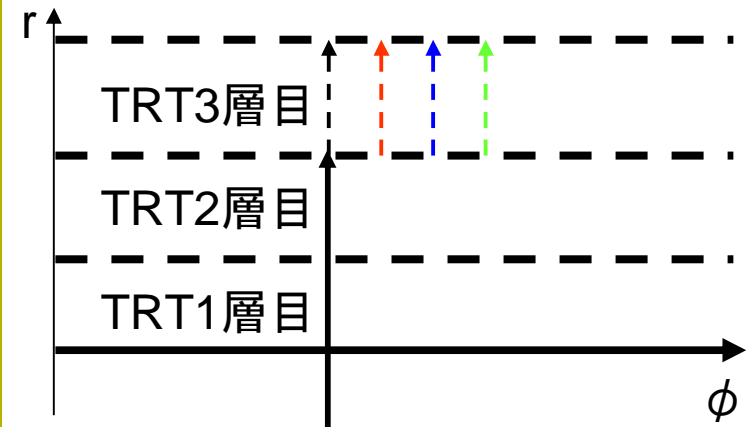
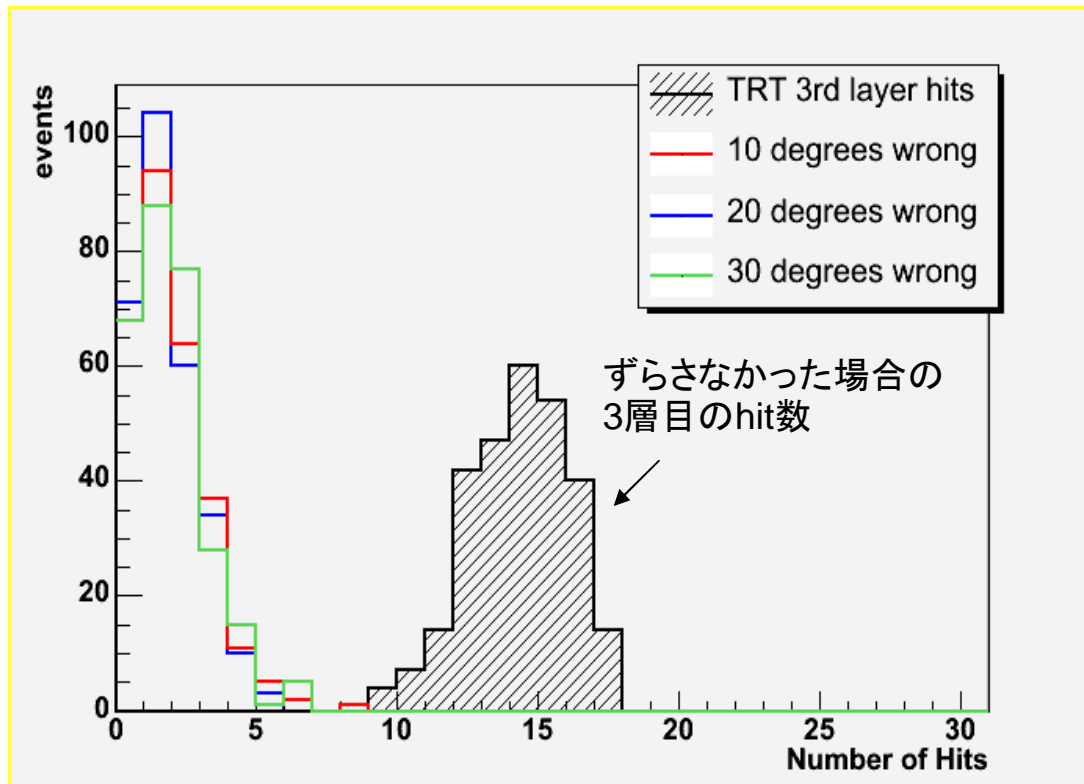
noise



2-2.noiseの評価-single particleの場合-

実際に粒子がhitを残す場合と、noiseのhitでは分布が大きく異なる

hit数の違いからnoiseとの区別が可能

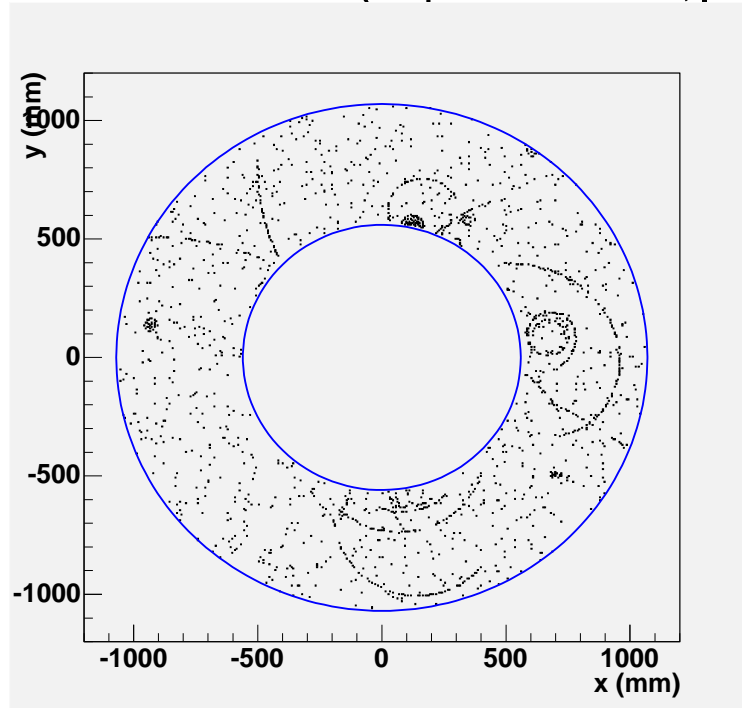


2-3. noiseの評価-複数のtrackがある場合-

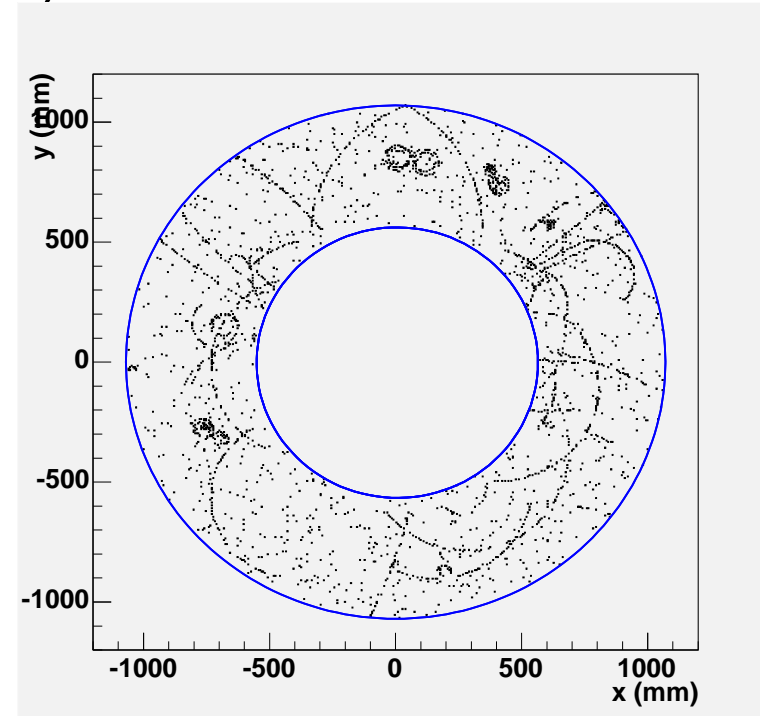
実際には複数のtrackがある。

他のtrackによるhitの影響も考慮する必要がある。

ここでは、 μ ($P_T > 20\text{GeV}, |\eta| < 0.63$)のhitを含む物理イベント



$Z \rightarrow \mu\mu$



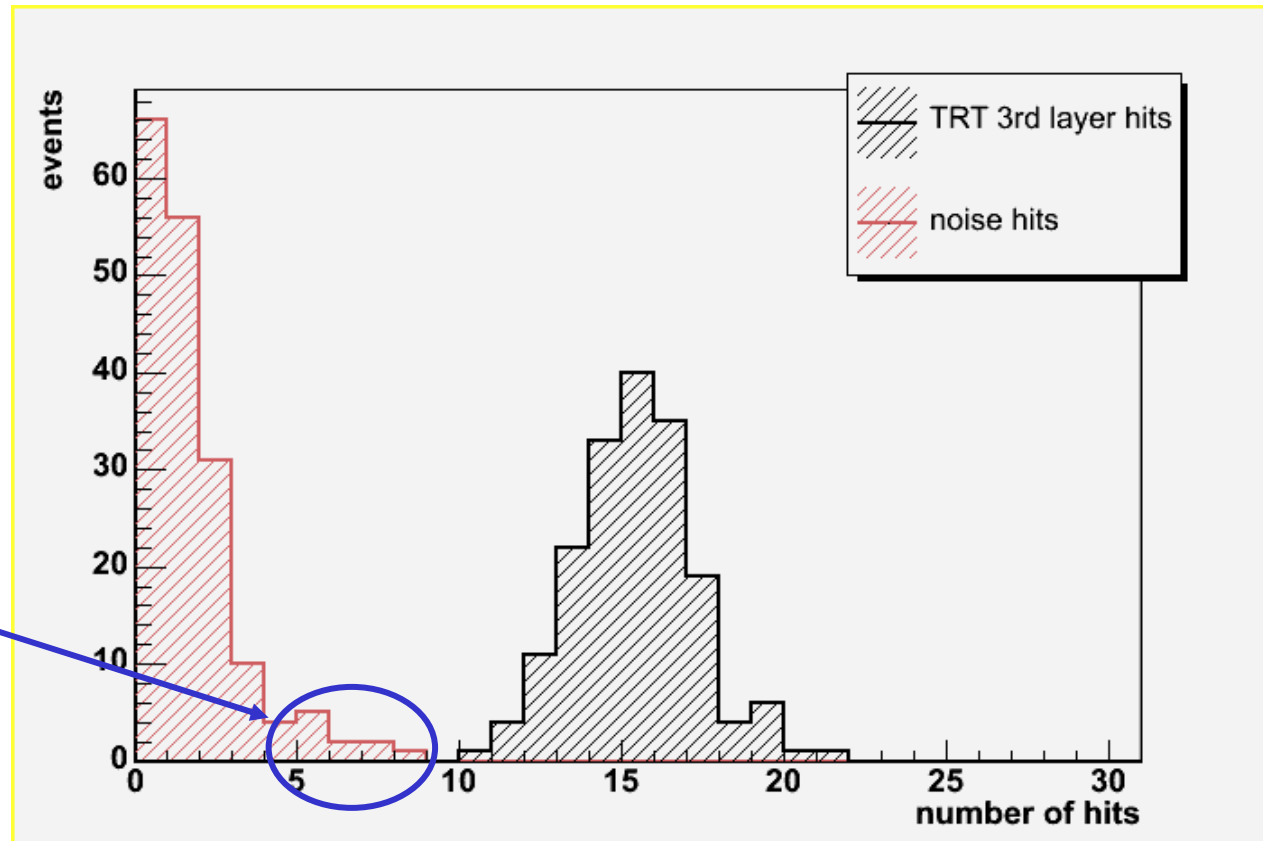
SUSY

$m_0 = 100\text{GeV}, m_{1/2} = 300\text{GeV}$

2-3.noiseの評価-複数のtrackがある場合-

他のparticleのtrackの影響を含めても区別が可能
ただし、この場合は直線のtrackが重ならないように ϕ を選択

noiseの5hit以上の部分が多く
なっている



3.Full Simulationを用いたcharginoの寿命測定

AMSBモデルを仮定し、
charginoがneutralinoと π またはeに崩壊した場合の
検出器のFull Simulation eventを2種類生成した

1.electron channel

chargino 質量 = 100.1GeV

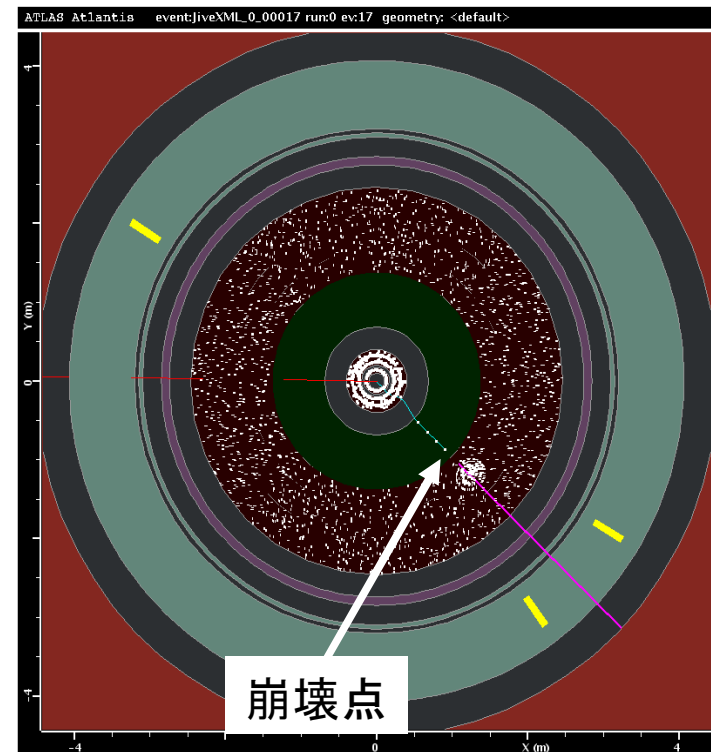
neutralino 質量 = 100GeV

2. π channel

chargino 質量 = 100.15GeV

neutralino 質量 = 100GeV

ともに $\beta = 0.8$ 、 $|\eta| = 0.5$ $c\tau = 3$ nsec

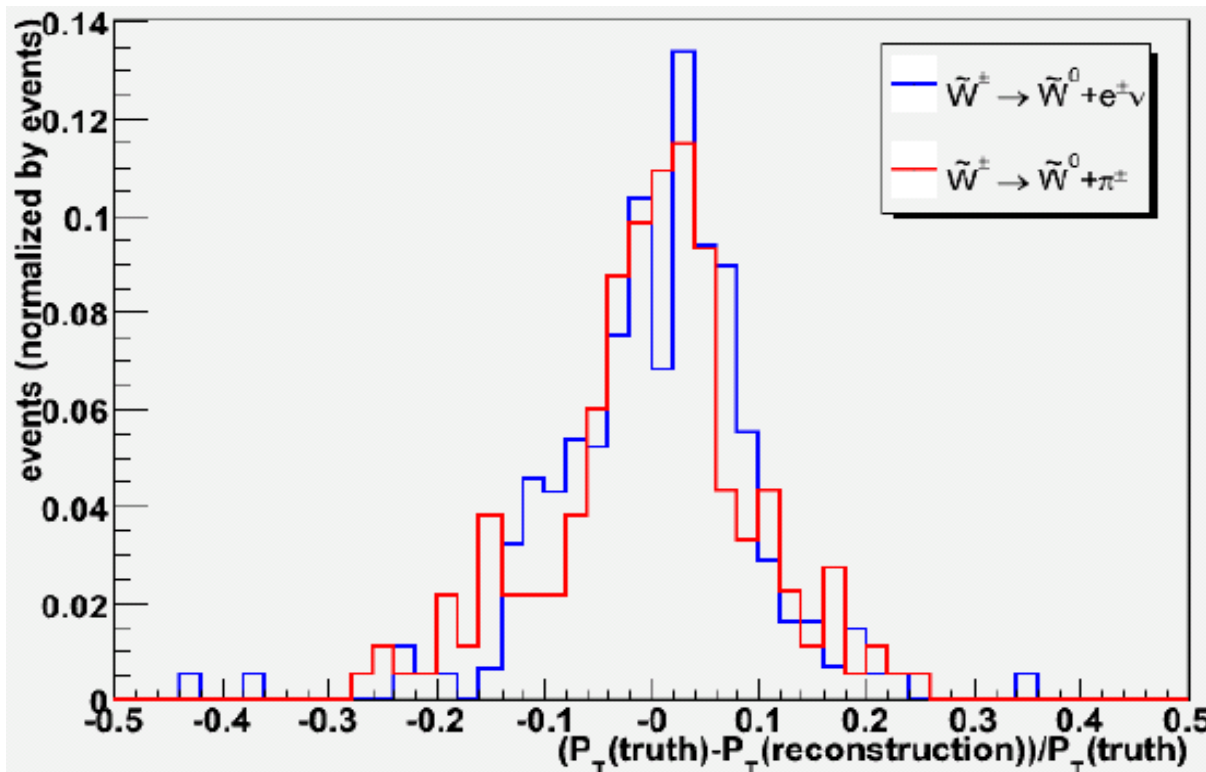


3.Full Simulationを用いたcharginoの寿命測定

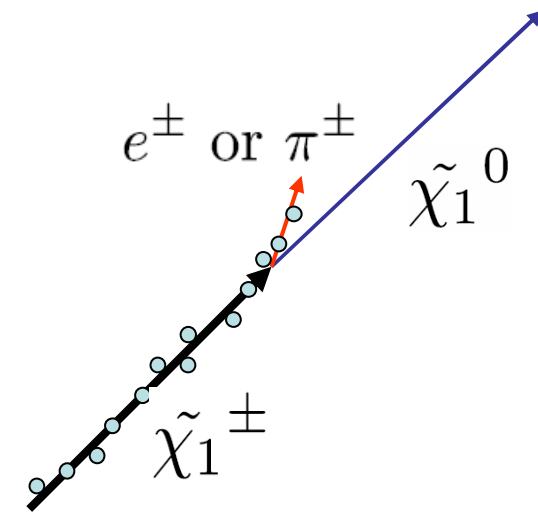
resolution及び
reconstruction efficiency

崩壊直後にeがhitを多く残し
resolutionが悪くなる
efficiencyはほぼ100%

	efficiency
electron	186/186
π	183/183



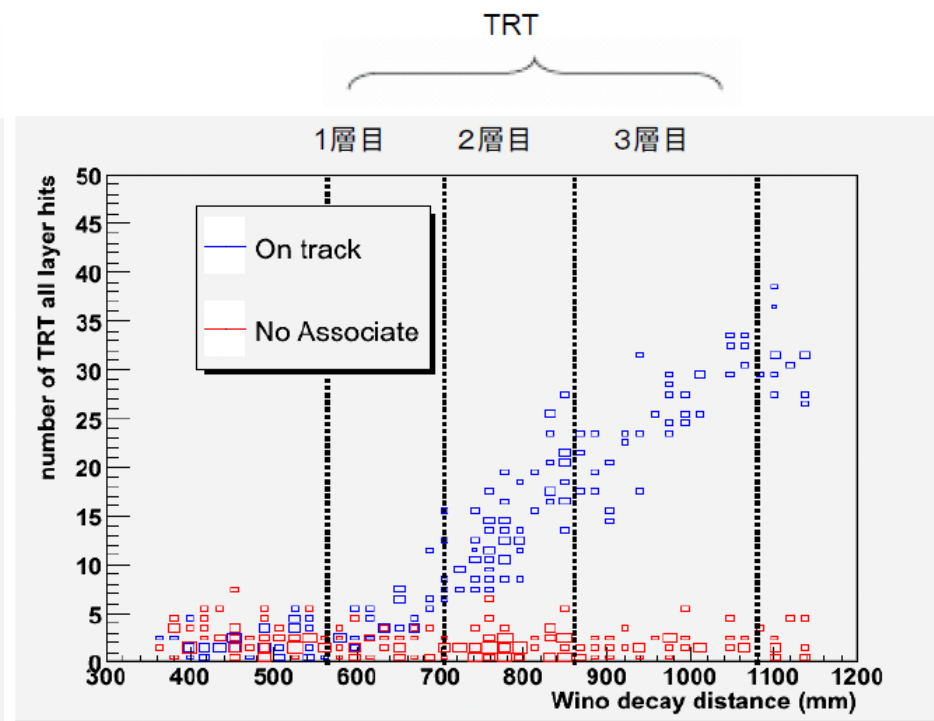
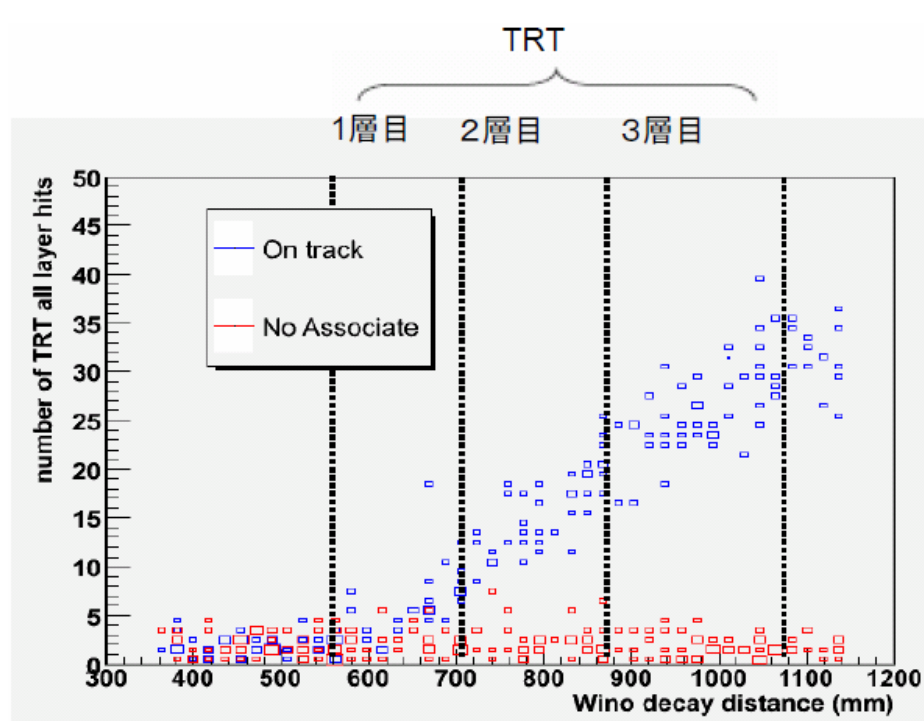
efficiency
= track数/mc particle 数



3. Full Simulationを用いたcharginoの寿命測定

崩壊位置のビームラインからの距離とtrackがもつTRT hit数との比較
 どちらのチャンネルにおいても相関が見られる

→ 寿命の測定が可能



$$\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + \pi^\pm$$

$$\tilde{\chi}_1^\pm \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + e^\pm \nu \quad 14$$

4.まとめ

- ATLASにおいて超対称性から期待される長寿命荷電粒子のトラックについての研究を行った。

trackが途中で消える場合の重要な点

- 長寿命荷電粒子が再構成できるか？
- 長寿命荷電粒子の P_T 等の測定がきちんとできるか？
- 消えるtrackがきちんと認識できるか？

結論

- ✓ reconstruction efficiencyはほぼ100%
- ✓ P_T のresolutionに大きな変化は見られない
- ✓ TRTを用いた消えるトラックの事象のIDも可能
- ✓ TRTのhit数の相関から長寿命荷電粒子の寿命の測定も可能

■ 展望

- TRTを用いた長寿命荷電粒子の寿命測定精度の評価
- 物理イベントを用いて、endcapまで含めた研究

backup

track reconstructionに用いたhit数

η に依存して粒子の通過するstrawの層の数が変化する

TRT3層全てのhit数を数えても η が大きい場合には10~25程度しか残さない

