

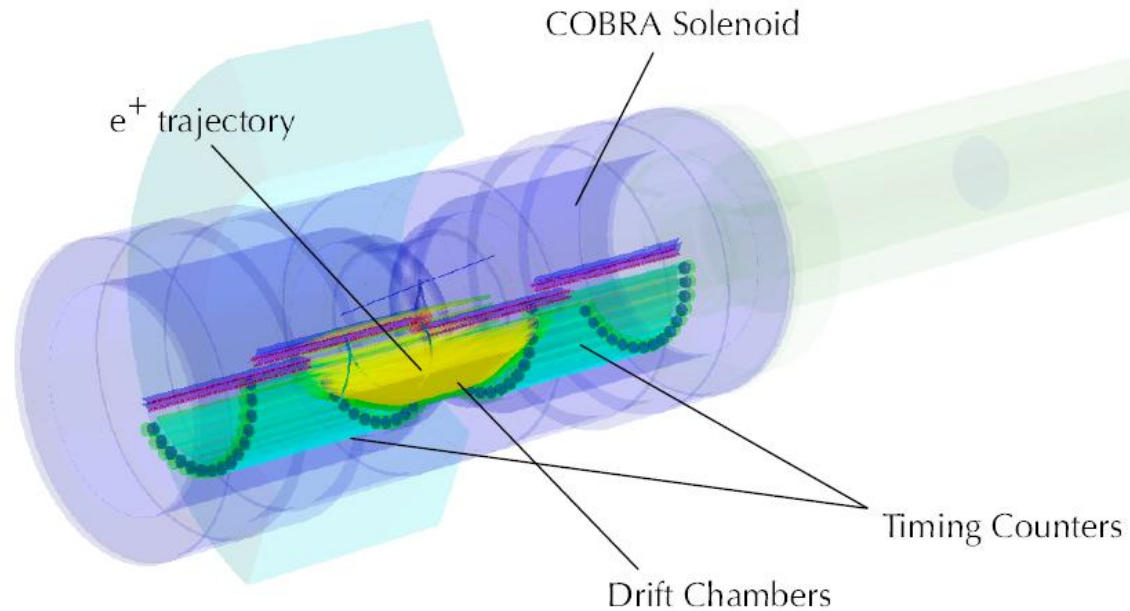
MEG実験2009

陽電子スペクトロメータの性能評価

東京大学 藤井 祐樹
他 MEG コラボレーション
2010年3月23日
日本物理学会 第65回年次大会
岡山大学津島キャンパス

contents

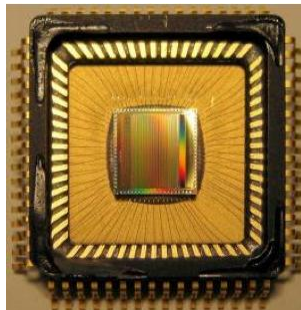
- Run 2009
 - 測定原理
 - 性能評価
 - Efficiency
 - Resolution
 - Noise
- Future prospects
- Summary



測定原理(1)

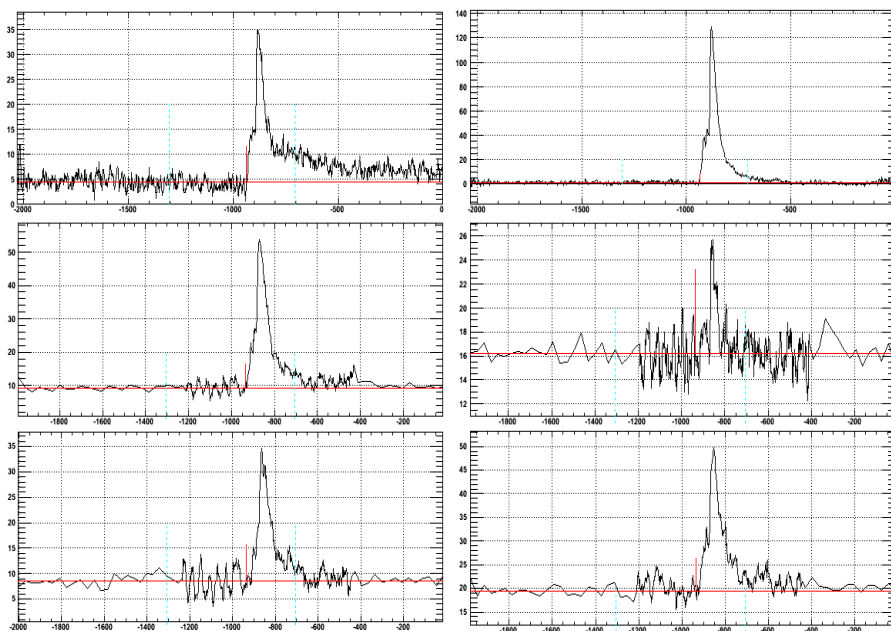


MEG drift chamber



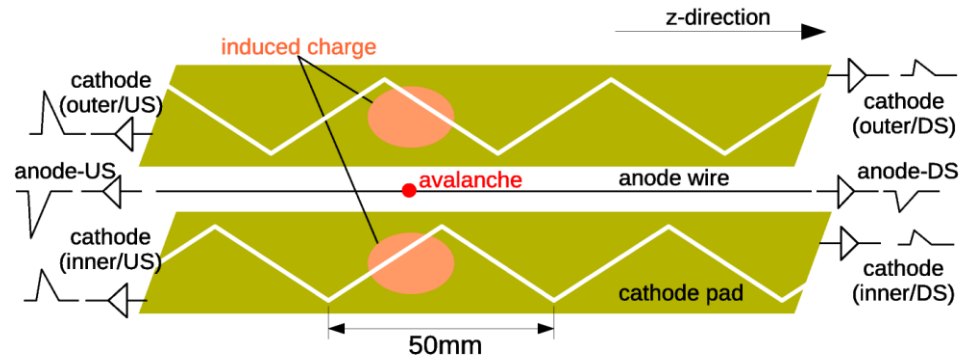
DRS4 waveform digitizer

- Wave form analysis
 - MEG実験ではすべてのdrift chamber cellでwaveform digitizer(DRS4)によってデータ収集を行っている.
 - Wave formから
 1. Charge
 2. Drift time
 の情報を得ることができる

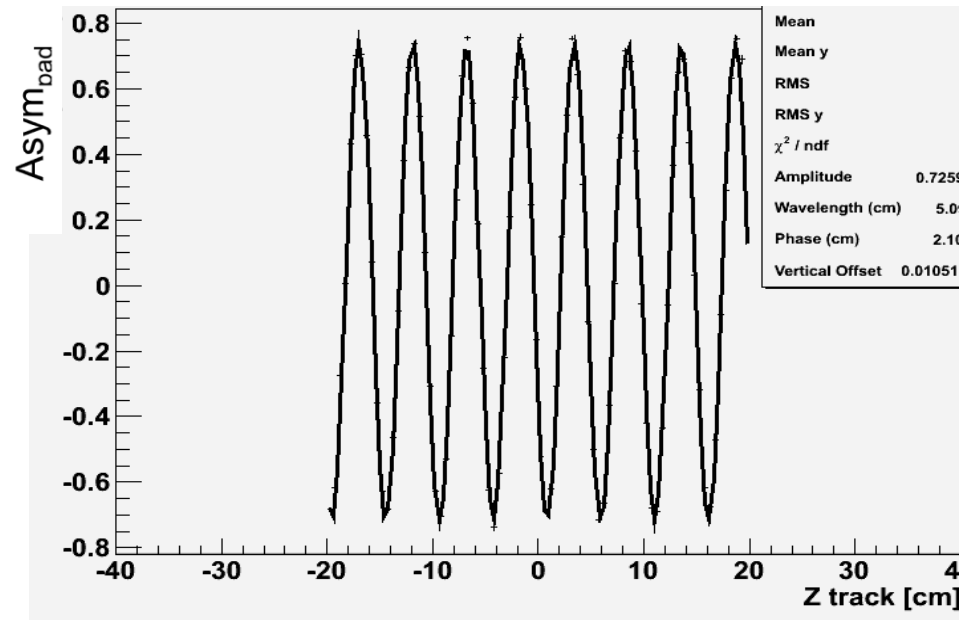


測定原理(2)

- Hit reconstruction
 - Z方向 : charge division
 - Vernier methodにより 1mm以下のZ resolutionを達成する

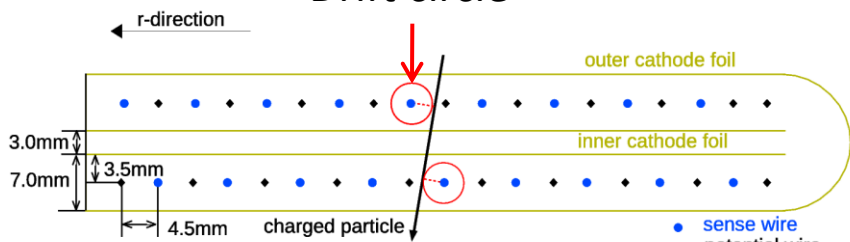


$$A = \frac{Q_u - Q_d}{Q_u + Q_d}$$



- XY方向 : drift時間

Drift circle



Detector performance

- Efficiency
 - Spectrometer Efficiency
 - Drift Chamber Tracking Efficiency
- Resolution
 - Drift Chamber Position Resolution
 - Momentum Resolution
 - Angular Resolution
 - Vertex Resolution

Efficiency

- Michel positron trigger mixed in MEG physics run
- Spectrometer efficiency : 再構成されたMichel positronの数と、targetに止まったmuon数から計算できる
- Target muonの数はproton beamのcurrentから見積もることができる

$$- N_{\text{obs}} = 6.677 \times 10^{10} = N_{\text{stop}\mu} \times \Omega_{\text{acc}} \times \epsilon_{(e+)}$$

$$- N_{\text{stop}\mu} \times \Omega_{\text{acc}} = (15.5 \pm 0.7) \times 10^{10}$$

$$\epsilon_{(e+)} \approx (43 \pm 2)[\%]$$



$$\epsilon_{DCH} \approx (93 \pm 4)[\%]$$

$$\epsilon_{(\text{matching})} \approx 46[\%]$$

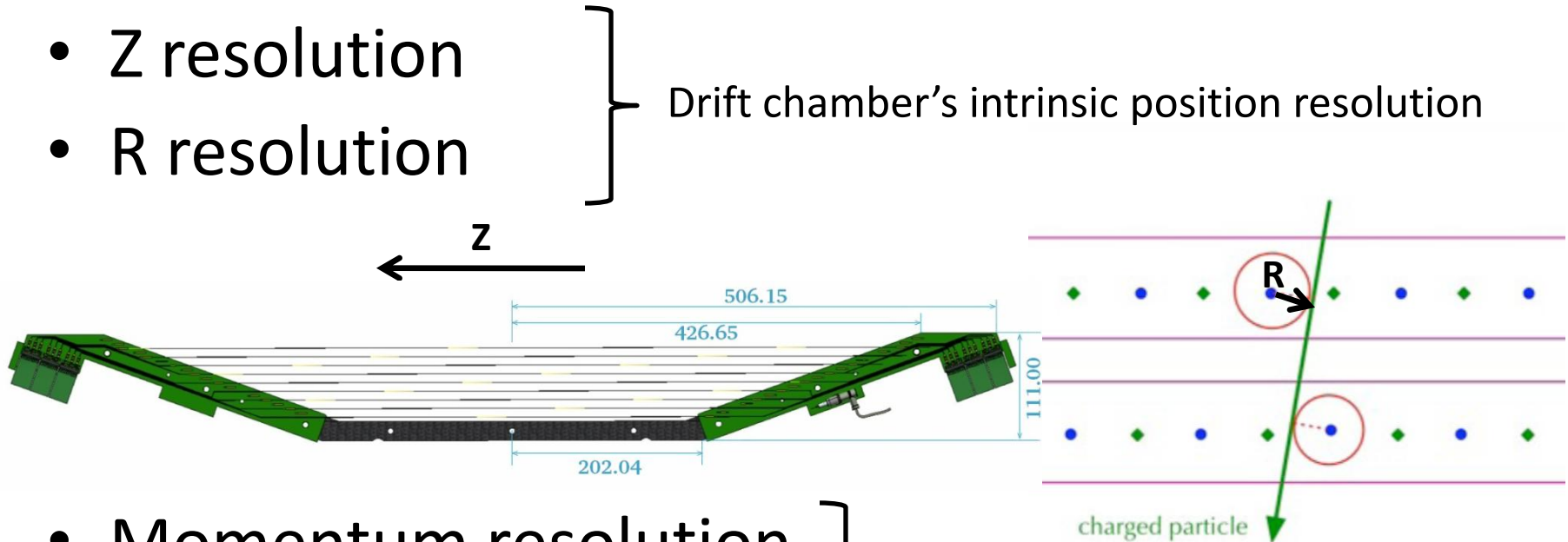
3 times larger!

$$\epsilon_{(e+)} \approx 14[\%] \text{ In 2008}$$

Resolution

- Z resolution
- R resolution

Drift chamber's intrinsic position resolution

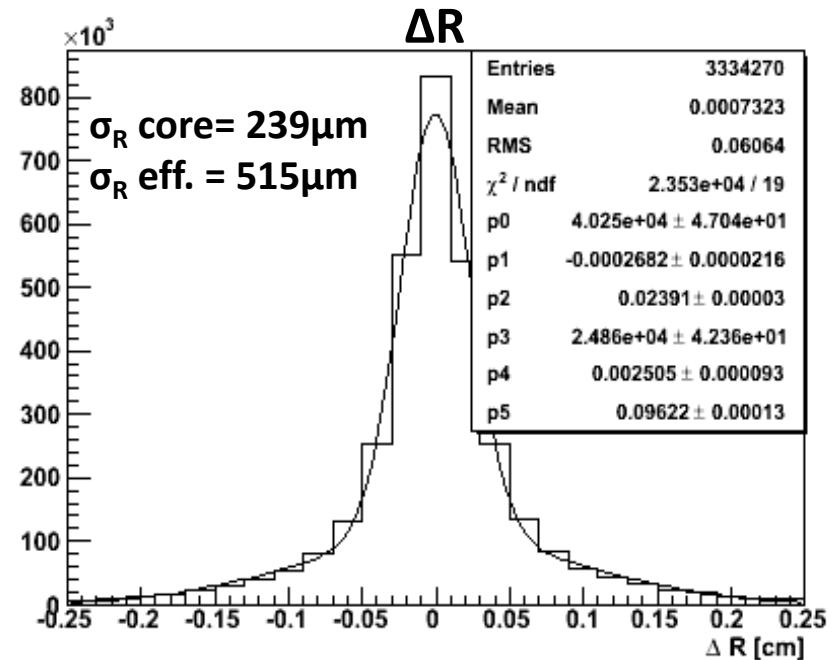
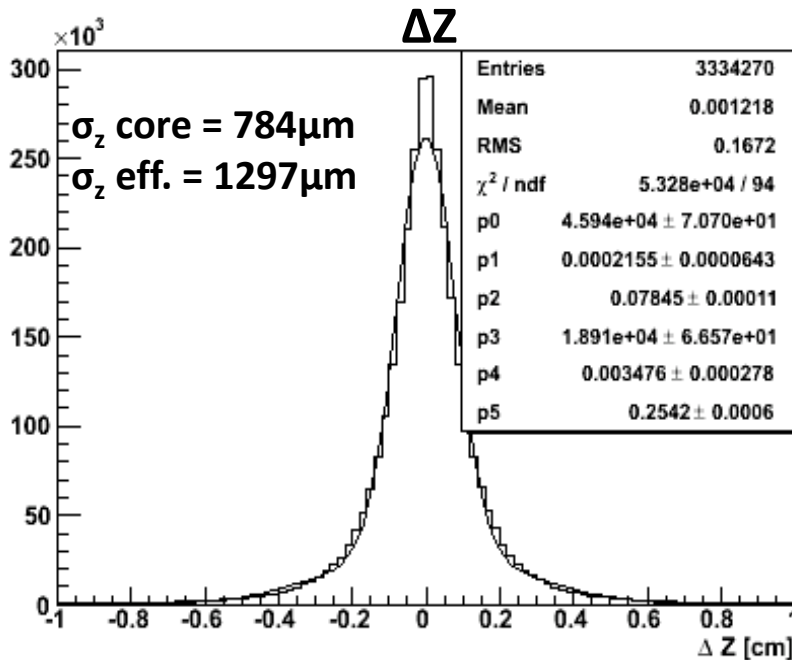
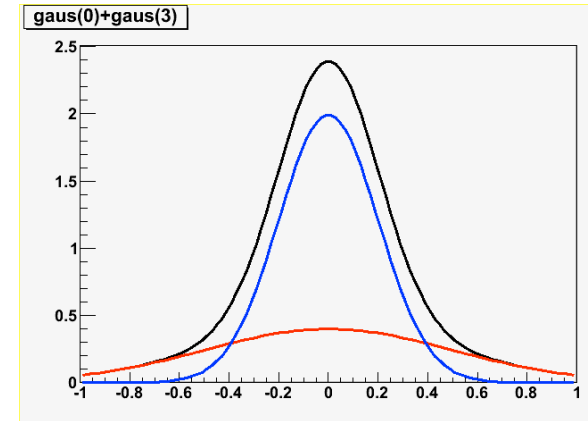


- Momentum resolution
- Angular resolution
- Vertex resolution

Spectrometer performance

Z/R resolution

- Z resolution : charge divisionで再構成されたZとZ in Trackの残差
- R resolution : drift timeから再構成されたRとR in Trackの残差
- Tailを考慮して2 gaussianでfitする



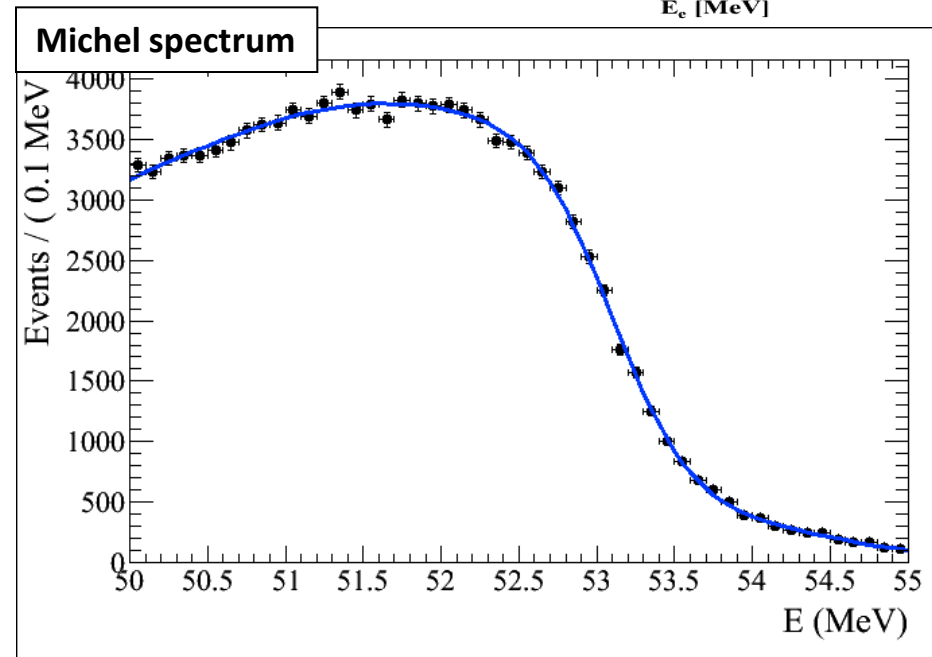
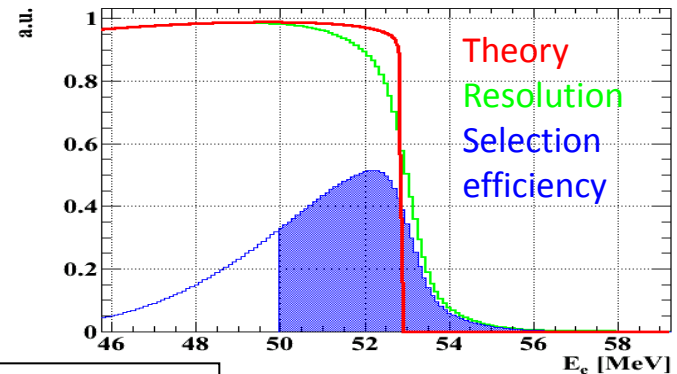
Momentum resolution

$$(F_{Michel}(E) \times \Omega(E)) \otimes R(E)$$

- Michelのtheoreticalなspectrumに selection efficiencyの関数と resolutionをかけたものが実際の e^+ energy spectrumとなる
→ Michel Energy spectrum から resolutionを評価することができる
- Resolution functionとして3 gaussianを用いる
- 結果 : $\sigma_p \text{ eff.} = (0.57 \pm 0.02) \text{ [MeV]}$
- 52.8 [MeV] に対しては 1.08 % の resolutionとなる

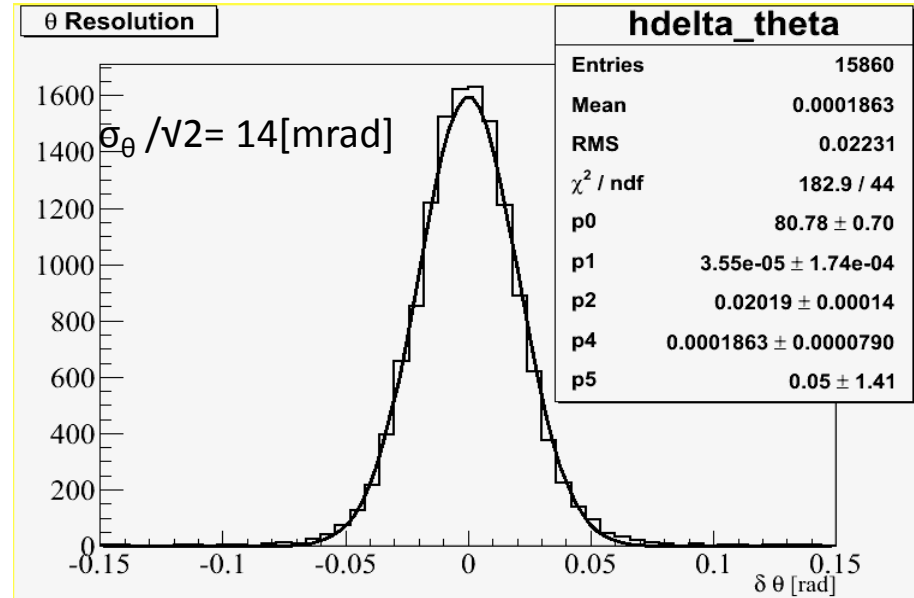
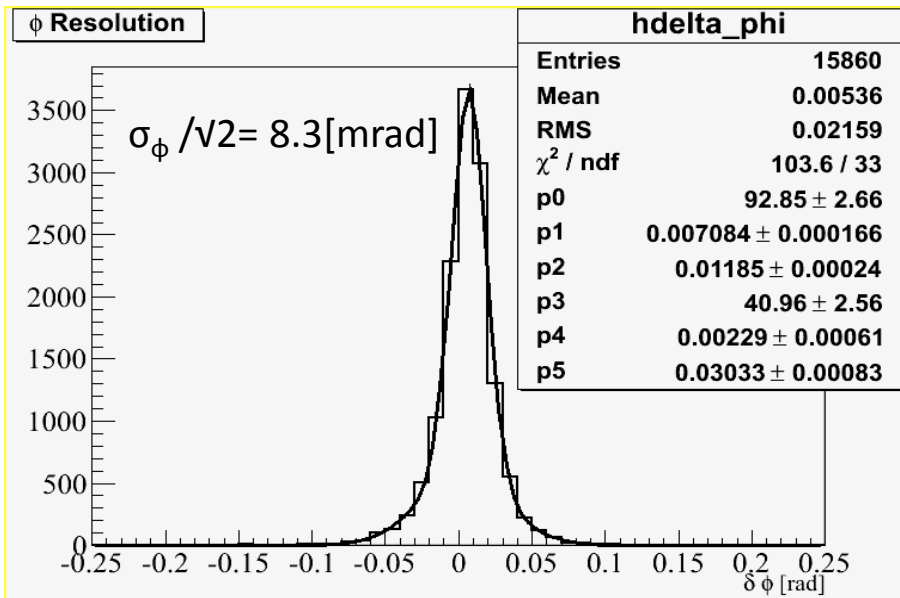
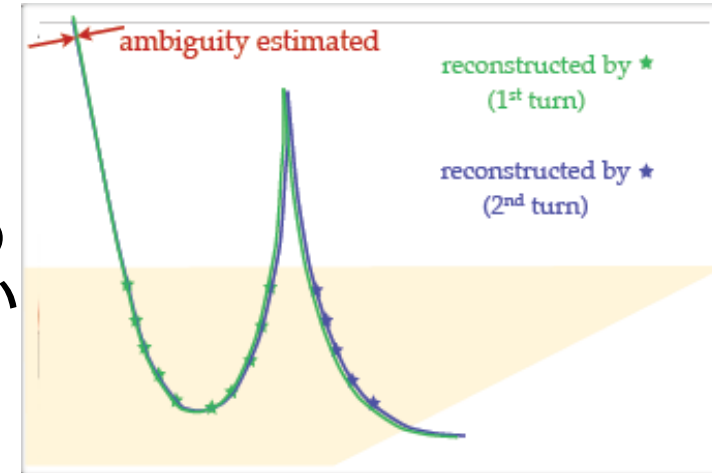


今後MCとの比較等、quality checkを行う



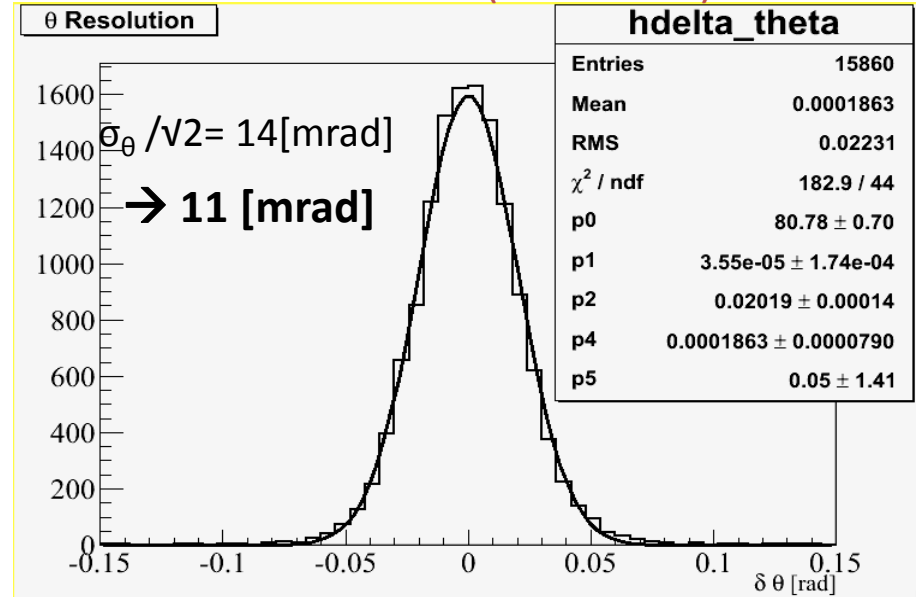
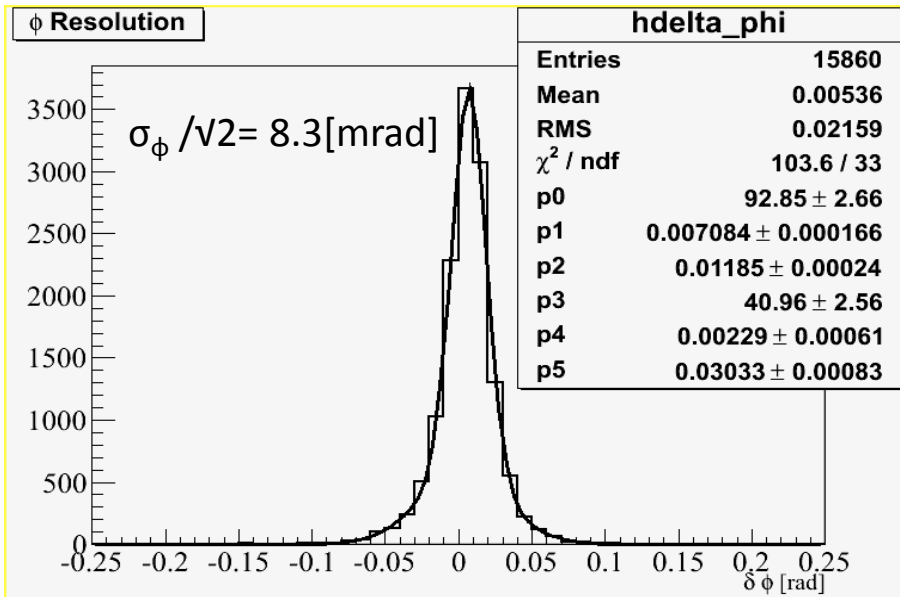
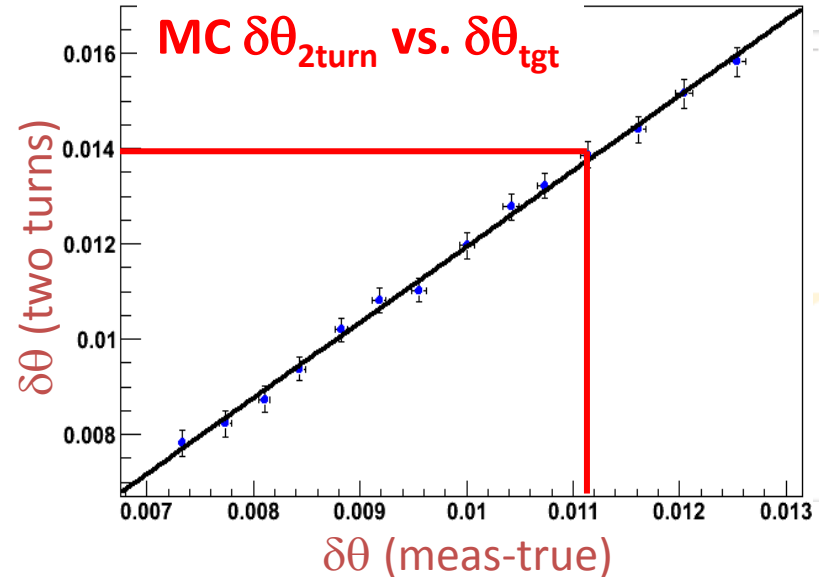
Angular resolution

- Angular resolution is estimated by double turn track
 - Compare 1st turn and 2nd turn
- MCによるstudyから、2 turn methodでは θ の角度分解能を実際より少し悪く見積もっていることがわかっている
 - これを補正する



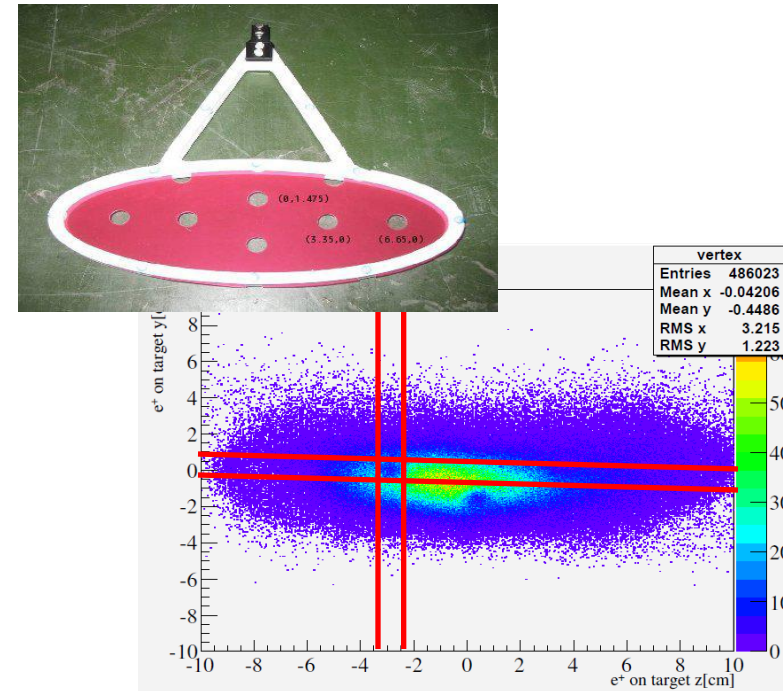
Angular res

- Trackをtargetまで戻した時の角度分解
Track自身から求める
 - 2 turn method
- MCによるstudyから、2 turn methodでは
角度分解能を実際より少し悪く見積も
ることがわかっている
→これを補正する



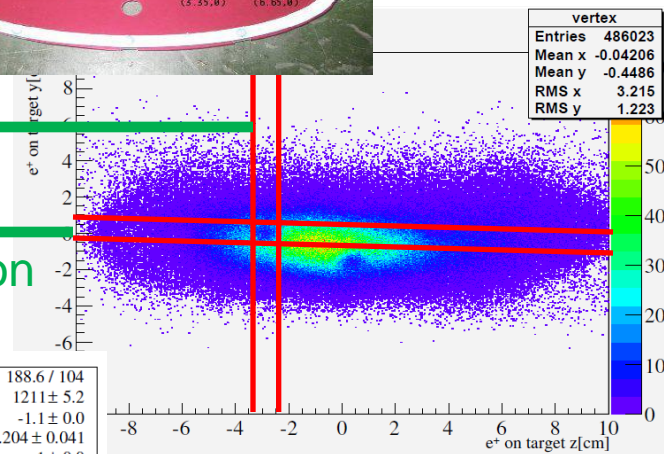
Vertex resolution

- Hole method
 - Target上にあけている穴を再構成された vertex がどれほど再現できるかで、target 上での position resolution を見積もることができる



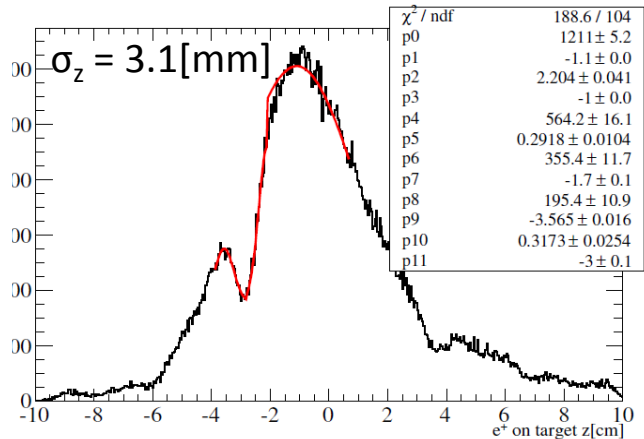
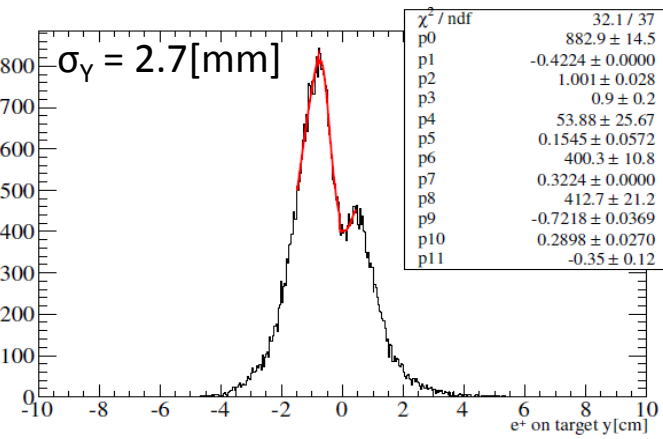
Vertex resolution

- Hole method
 - Target上にあけている穴を再構成された vertex がどれほど再現できるかで、target 上での position resolution を見積もることができる



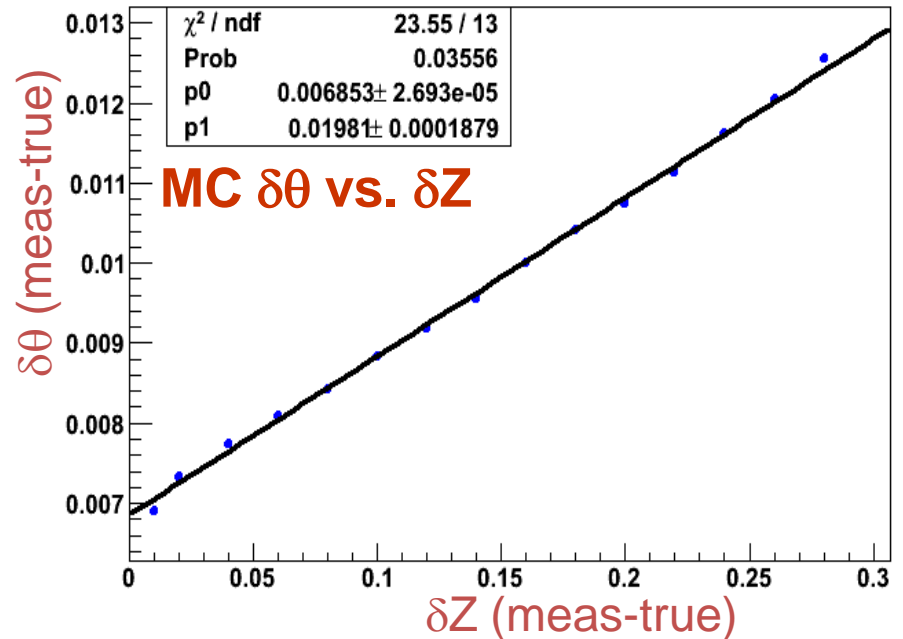
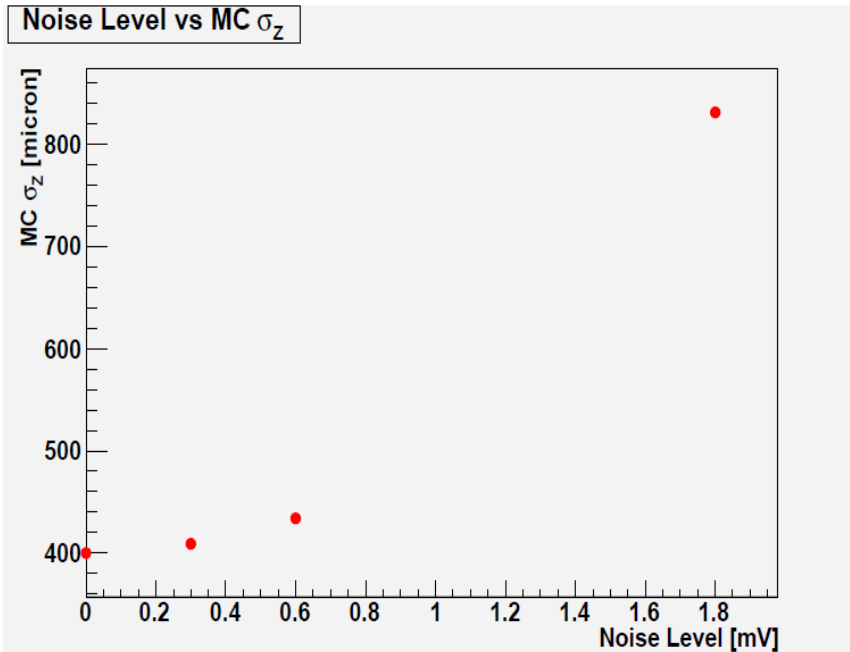
Y projection

Z projection



Noise

- 現在、drift chamberの分解能はnoiseによって強く制限されている



- Noise levelを1/3まで落とせればZ resolutionが2倍良くなる(MC simulation)
- Z resolutionが良くなれば θ resolutionも良くなる
- MEG実験ではdrift chamberからの信号をwaveformとして取得しているため、offline analysisで取り除ける可能性がある

Future prospects

- Calibrationが完璧では無いので、2009年の resolutionはまだ改善の余地あり
- 放電問題の解決によりEfficiency, Resolutionが改善した現在、Resolutionを主に制限しているのはnoiseである
- Ground 強化等、hard面でnoiseの低減を行う
- Drift chamberは先に述べたようにすべてのデータを waveformとして収集しているため、offlineでnoiseを低減することも可能で、現在そのためのstudyを進めているところである

Summary

- 2009年runでの陽電子スペクトロメータの性能評価を行った
- 各値の2008年runとの比較を表に示す

Preliminary!

	2008	2009
Efficiency (%)	14	43
Z/R resolution (μm)	819/202	784/239
e^+ momentum (%)	1.6	1.08
e^+ Angle (mrad)	10(ϕ)/18(θ)	8(ϕ)/11(θ)
Vertex resolution (mm)	3.2(R)/4.5(Z)	- /3.1(Z)

- これらの結果はpreliminaryなものであり、calibrationや解析方法の改善等により、向上する可能性がある
- さらにresolutionを向上させるために現在soft wareによるnoise reduction algorithmのtestを進めているところである