シミュレーションによる PHENIX-VTX検出器を用いた チャームとボトムの分離

Stephen Baumgart
for the PHENIX Collaboration
理化学研究所

チャームとボトムを測定する目的

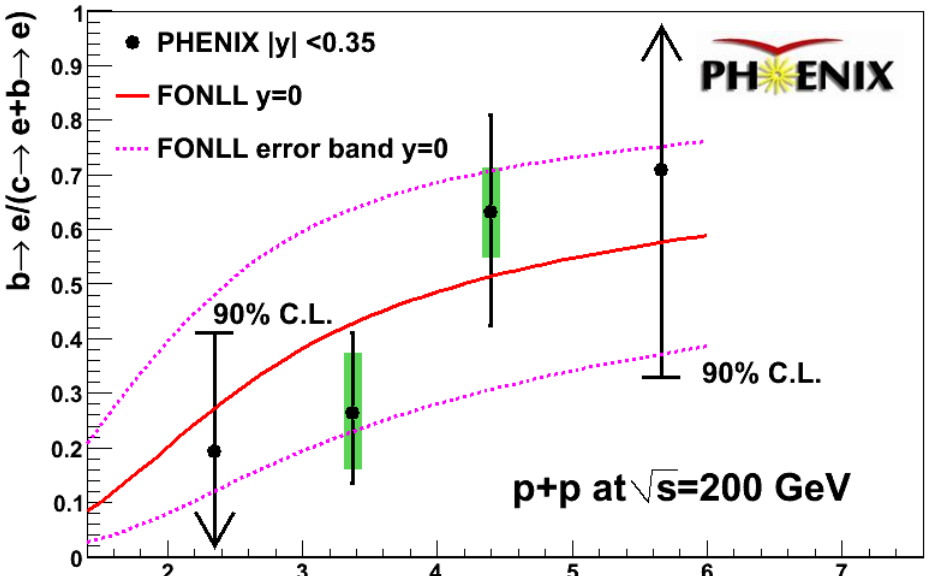
QGP中でのチャームおよびボトムの相互作用を調べる

- チャームとボトムの微分断面積
- チャームとボトムのElliptic Flow (v_2)
- Nuclear Modification Factor (QGP中で高運動量のチャームと軽いクォークに強い抑制の影響が見られた。ボトムではどうか？)

これまでのRHICの結果

PHENIX実験

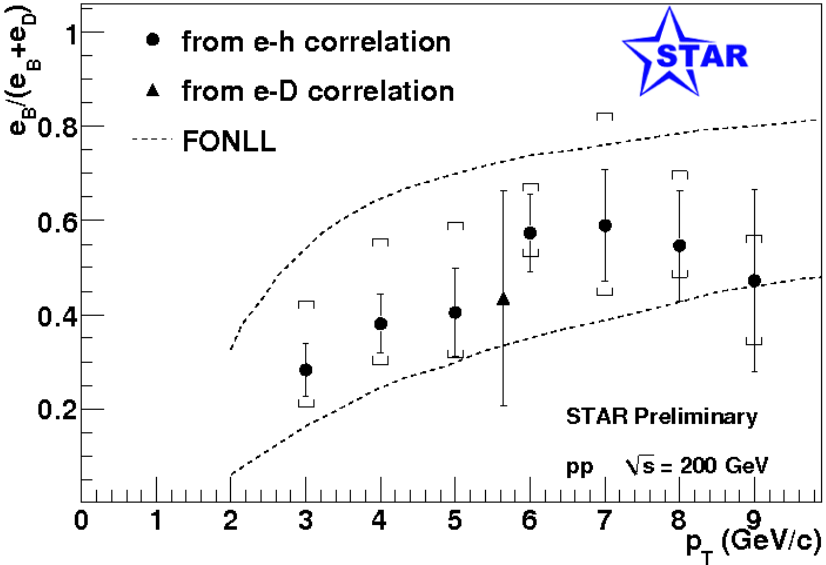
D→KeXの崩壊モードを用い、ボトムとチャームの比率を測定。



STAR実験

相関 からボトムとチャームの比率を測定。

崩壊距離測定によって直接的に重いクォークの識別を行いたい。

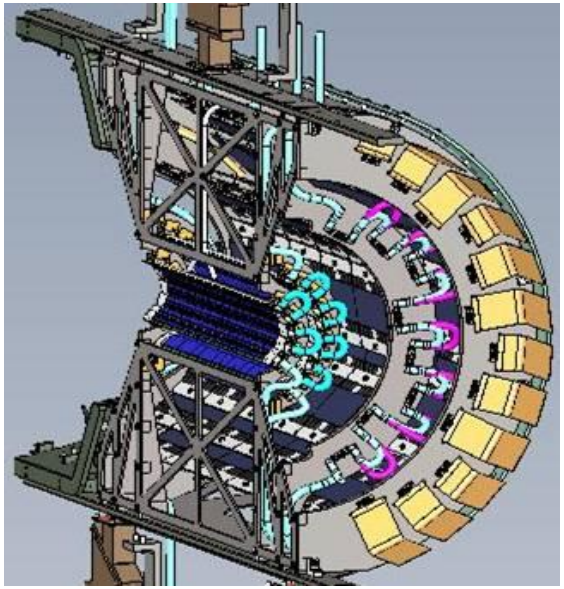


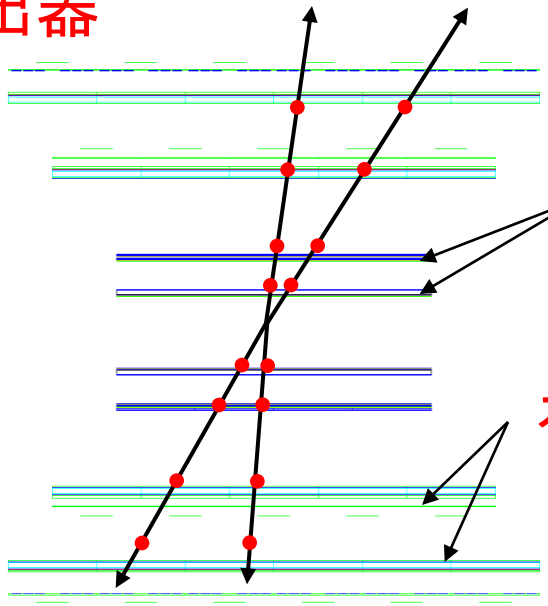
PHENIXのVTX検出器

- シリコン崩壊点検出器
  （4層円筒構造）

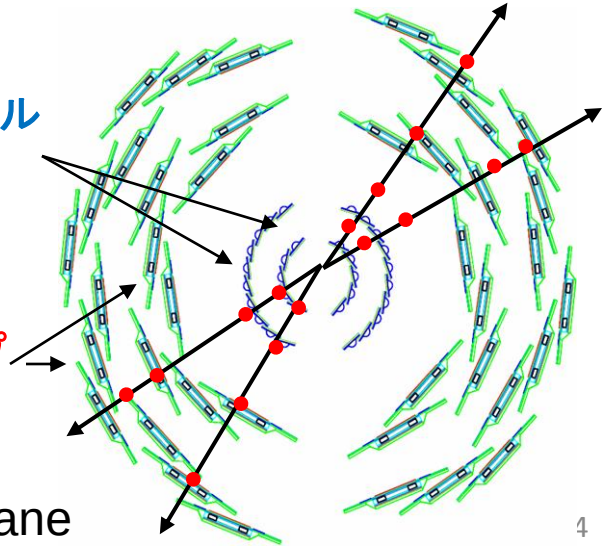
- 内側の第1、第2層
  ピクセル型検出器
  外側の第3、第4層
  ストリップ型検出器

- 層の半径
  ピクセル　2.5, 5.0 cm
  ストリップ 11.6, 16.5 cm



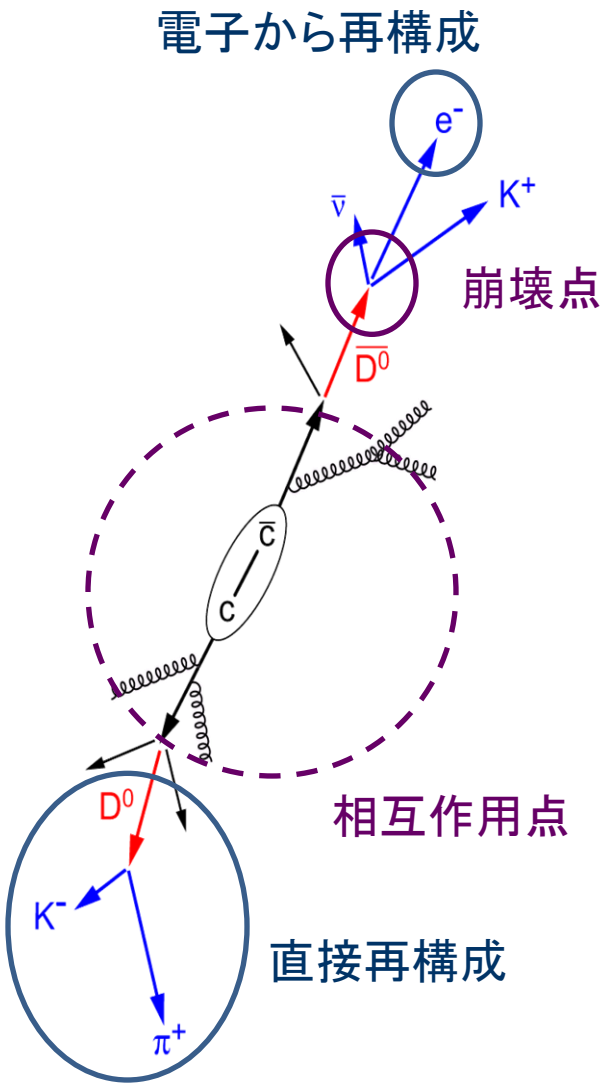


z plane

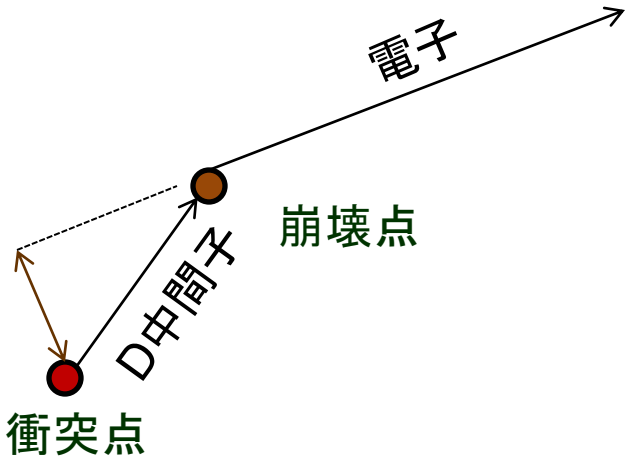


ϕ plane

重いクォークの中間子の崩壊距離による識別

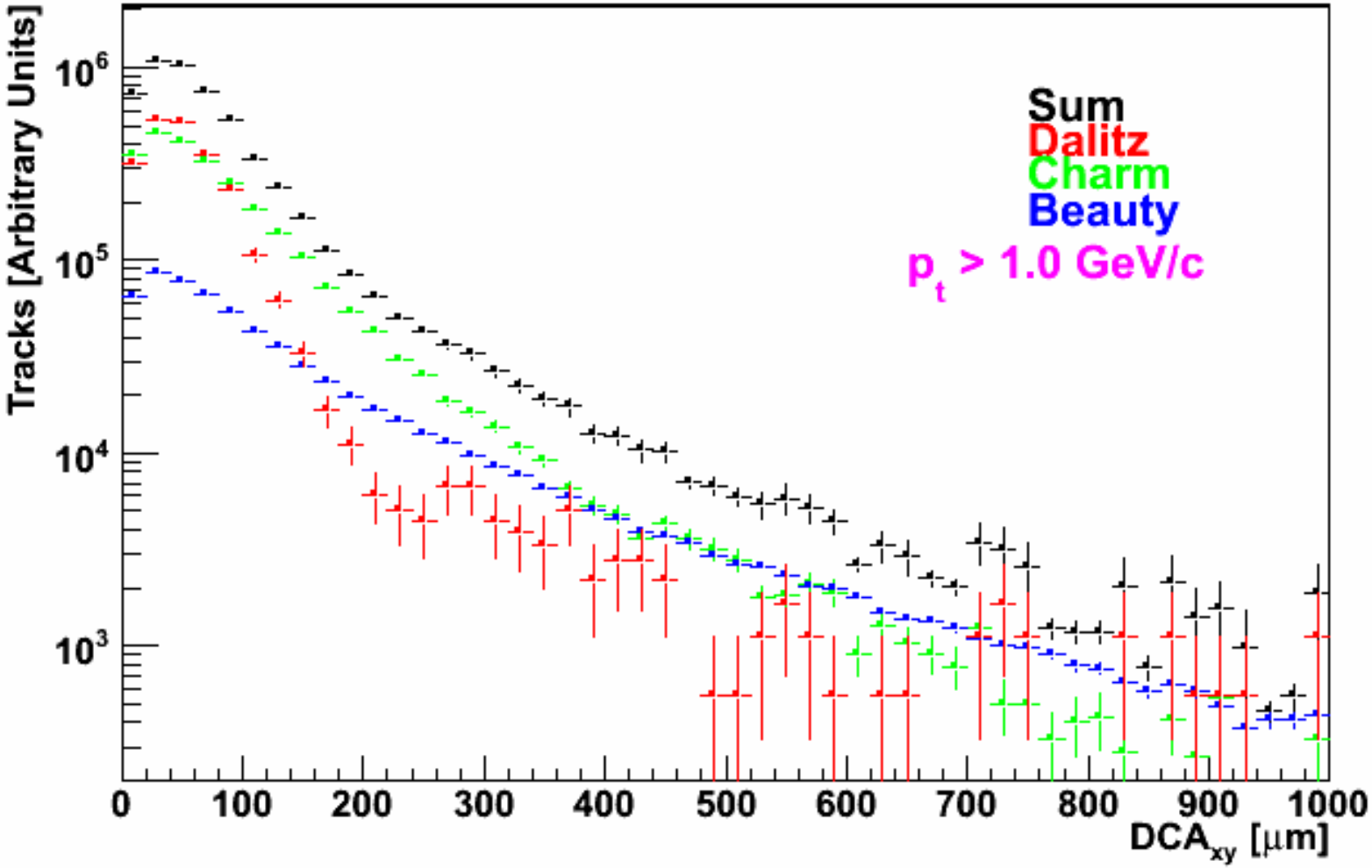


Distance-of-Closest Approach (**DCA**)



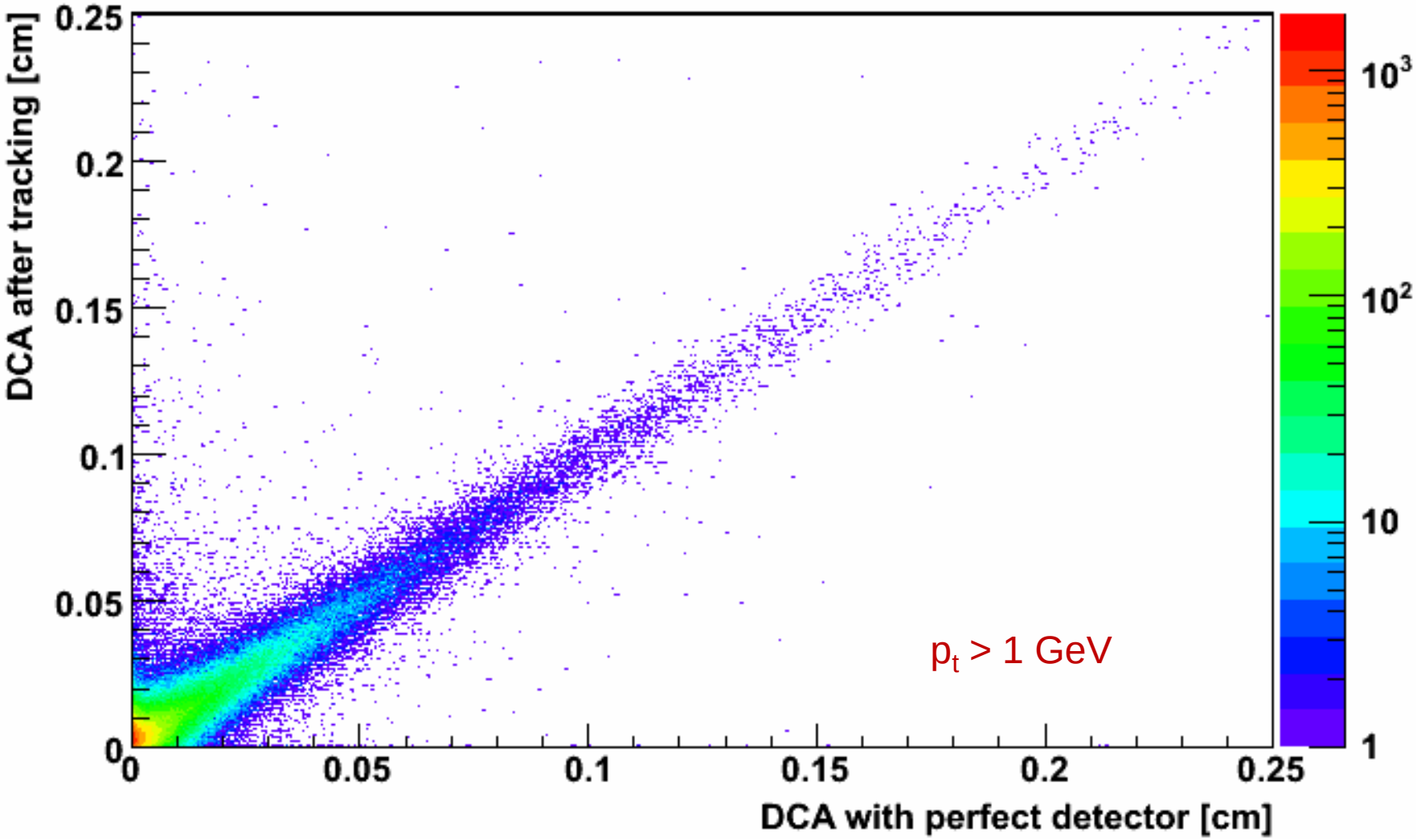
粒子の種類	**質量 (MeV)**	**cτ (μm)**
D^0	1864.84 +/- 0.17	122.9
$D^{+/-}$	1869.62 +/- 0.20	311.8
D_s	1968.49 +/- 0.34	149.9
$B^{+/-}$	5279.17 +/- 0.29	491.1
B^0	5279.50 +/- 0.30	457.2
B_s	5366.3 +/- 0.6	441

Distance-of-Closest Approach

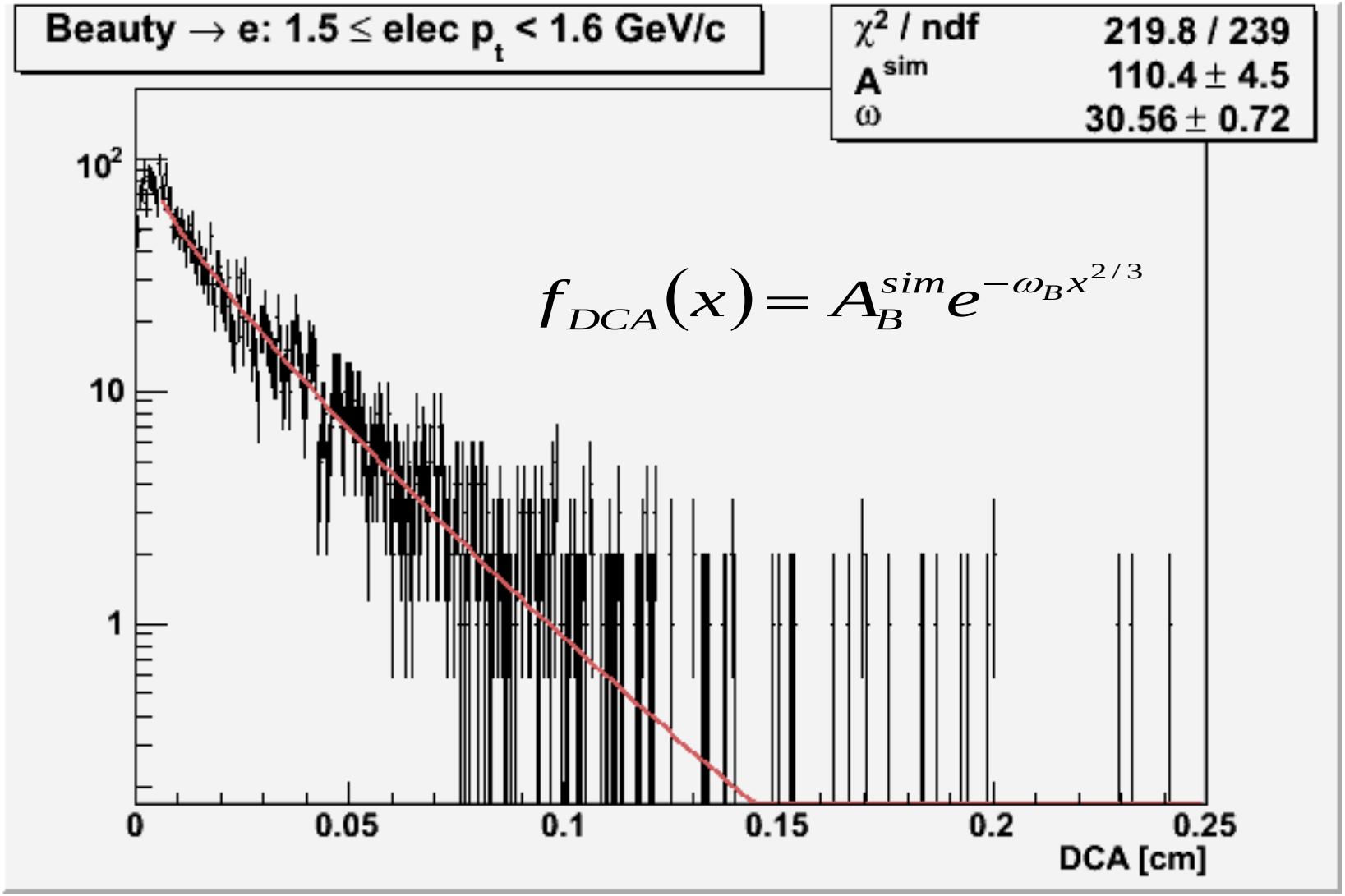


DCA分布はD、B中間子で異なる。

VTX+既存のPHENIX検出器での測定



DCA Fit の例


Beauty → e: 1.5 ≤ elec p_t < 1.6 GeV/c
χ^2 / ndf 219.8 / 239
A^{sim} 110.4 ± 4.5
ω 30.56 ± 0.72
10^2
10
1
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
DCA [cm]
$f_{DCA}(x) = A_B^{sim} e^{-\omega_B x^{2/3}}$

Fit Procedure

1) シミュレーションデータを用いて、D, B中間子それぞれのDCA分布の Fit から、ω_D , ω_Bを計算し、(ω_B/ω_D) を決定する。
   x: DCA
   A, ω : 自由パラメータ

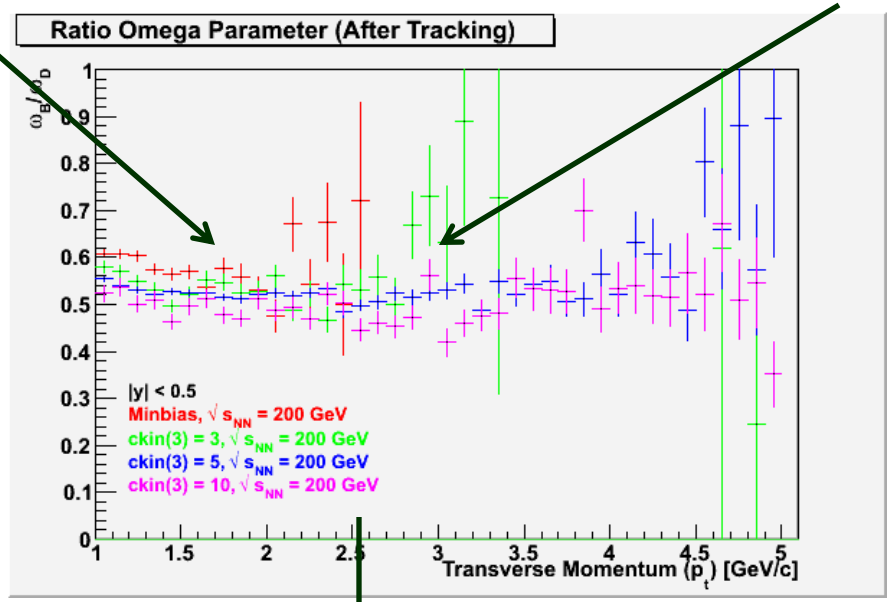
   (ω_B/ω_D) は D, B中間子起源の電子の運動量に依存しないため、(ω_B/ω_D)を固定パラメータとして用いることができる。

2) D, B中間子を分離するには(ω_B/ω_D)を固定パラメータとしてデータを Fit する。
   (ω_B/ ω_D) : 固定パラメータ
   A_D, A_B, ω_D : 自由パラメータ

3) 積分から収率を計算

2/3は経験的に決定。

$$f_{DCA}(x) = A_D^{sim} e^{-\omega_D x^{2/3}} \quad \Big| \quad f_{DCA}(x) = A_B^{sim} e^{-\omega_B x^{2/3}}$$



$$f_{DCA}(x) - background$$

$$= A_D^{combined} e^{-\omega_D x^{2/3}} + A_B^{combined} e^{-\omega_B x^{2/3}}$$

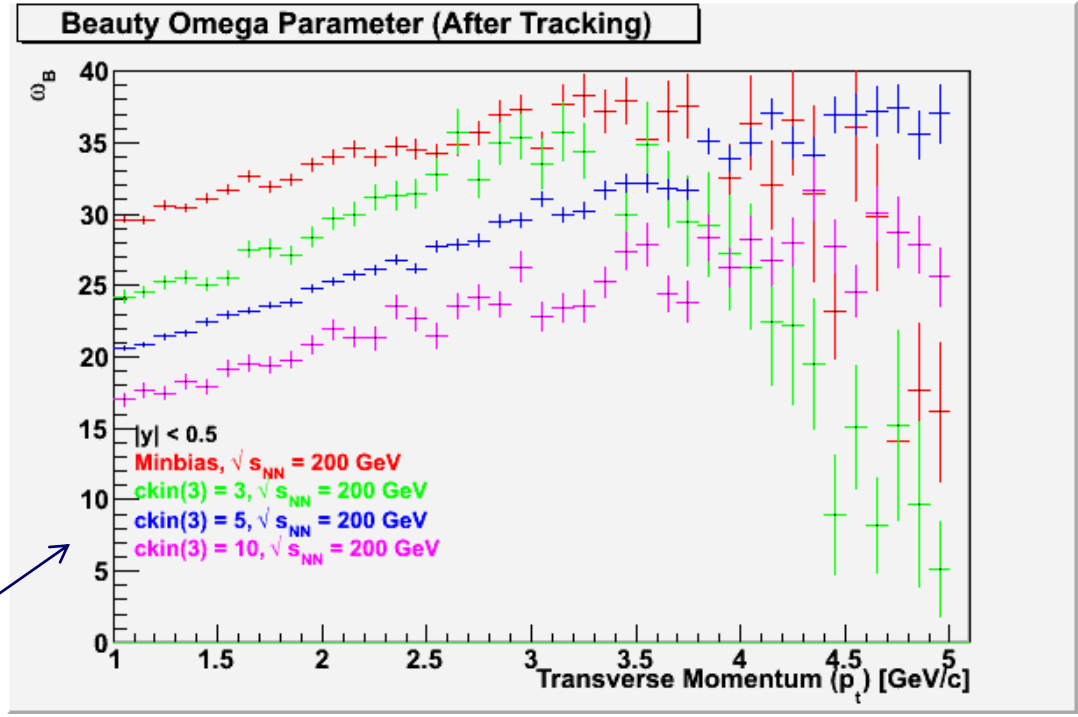
$$Y_D = \int A_D^{comb.} e^{-\omega_D x^{2/3}} dx \quad \Big| \quad Y_B = \int A_B^{comb.} e^{-\omega_B x^{2/3}} dx$$

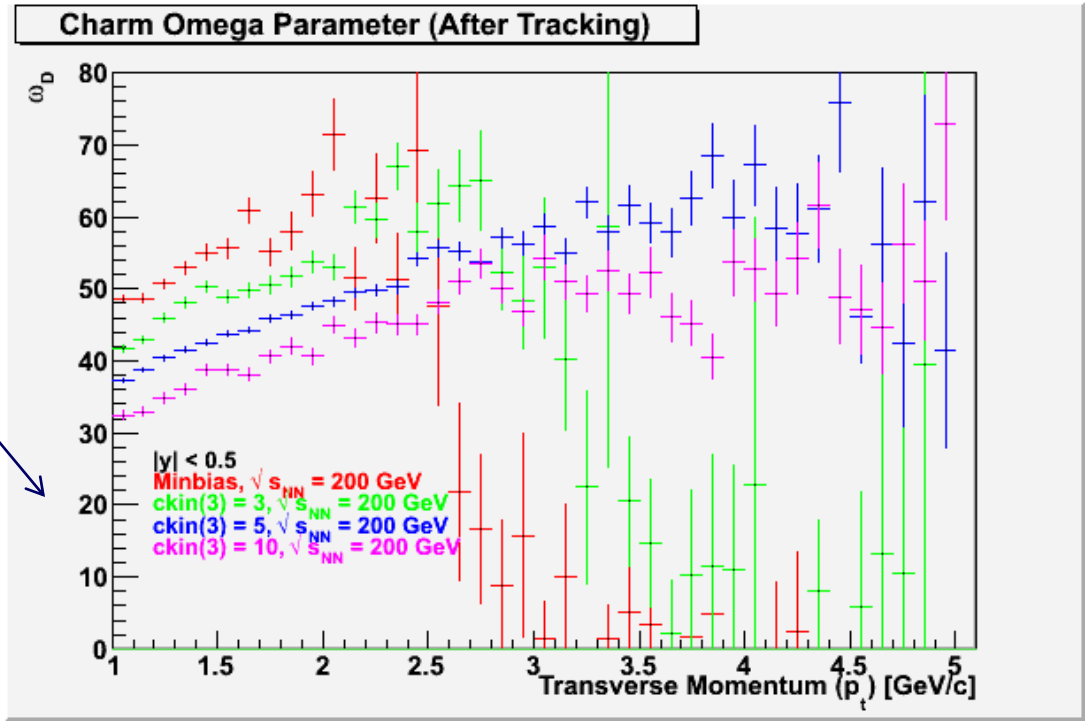
Fit の結果

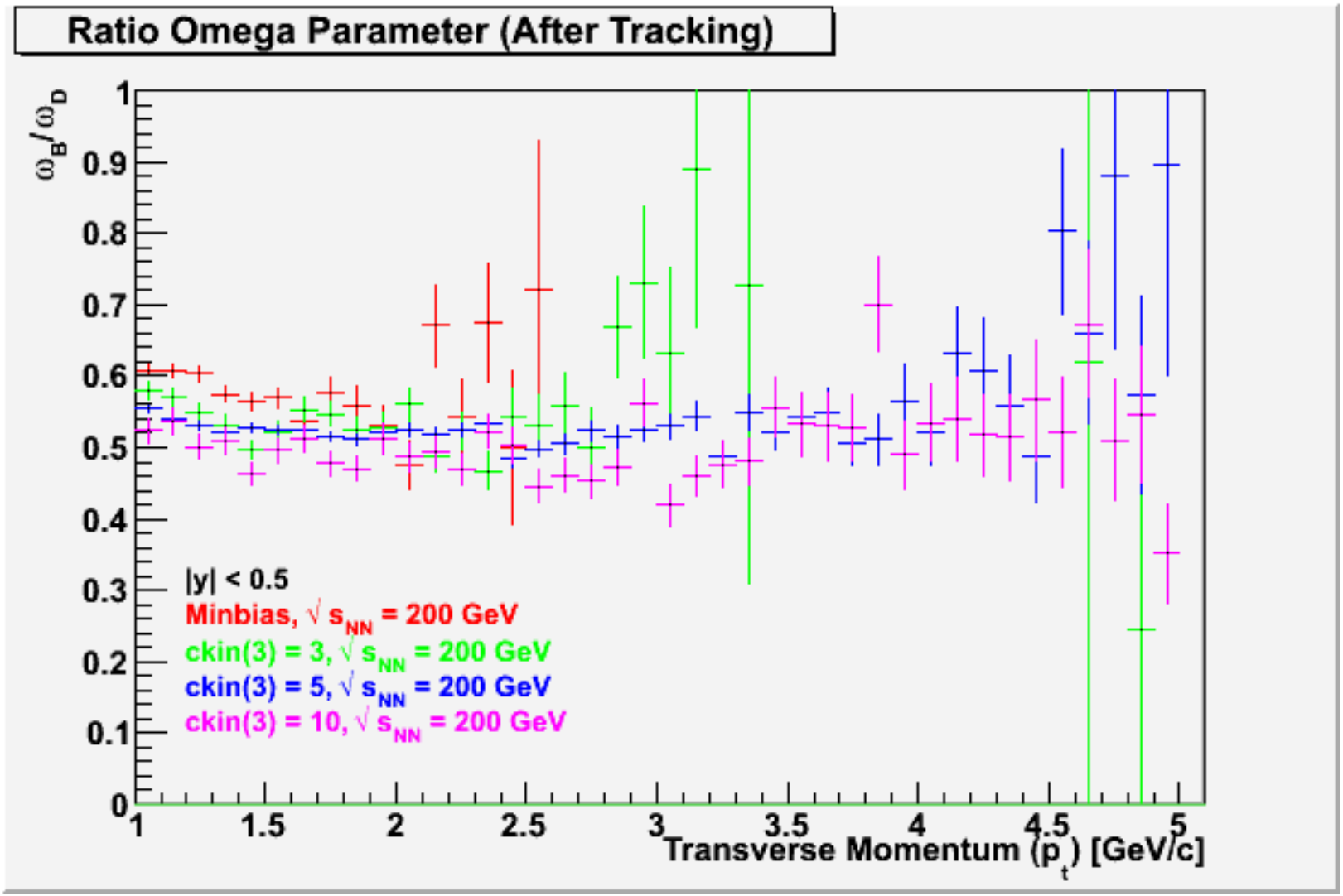
$$f_{DCA}(x) = A^{sim} e^{-\omega x^{2/3}}$$

ω は hard process の横運動量下限値(ckin(3))、およびD, B中間子起源の電子の運動量に依存。

直接 ω を使うことができない。

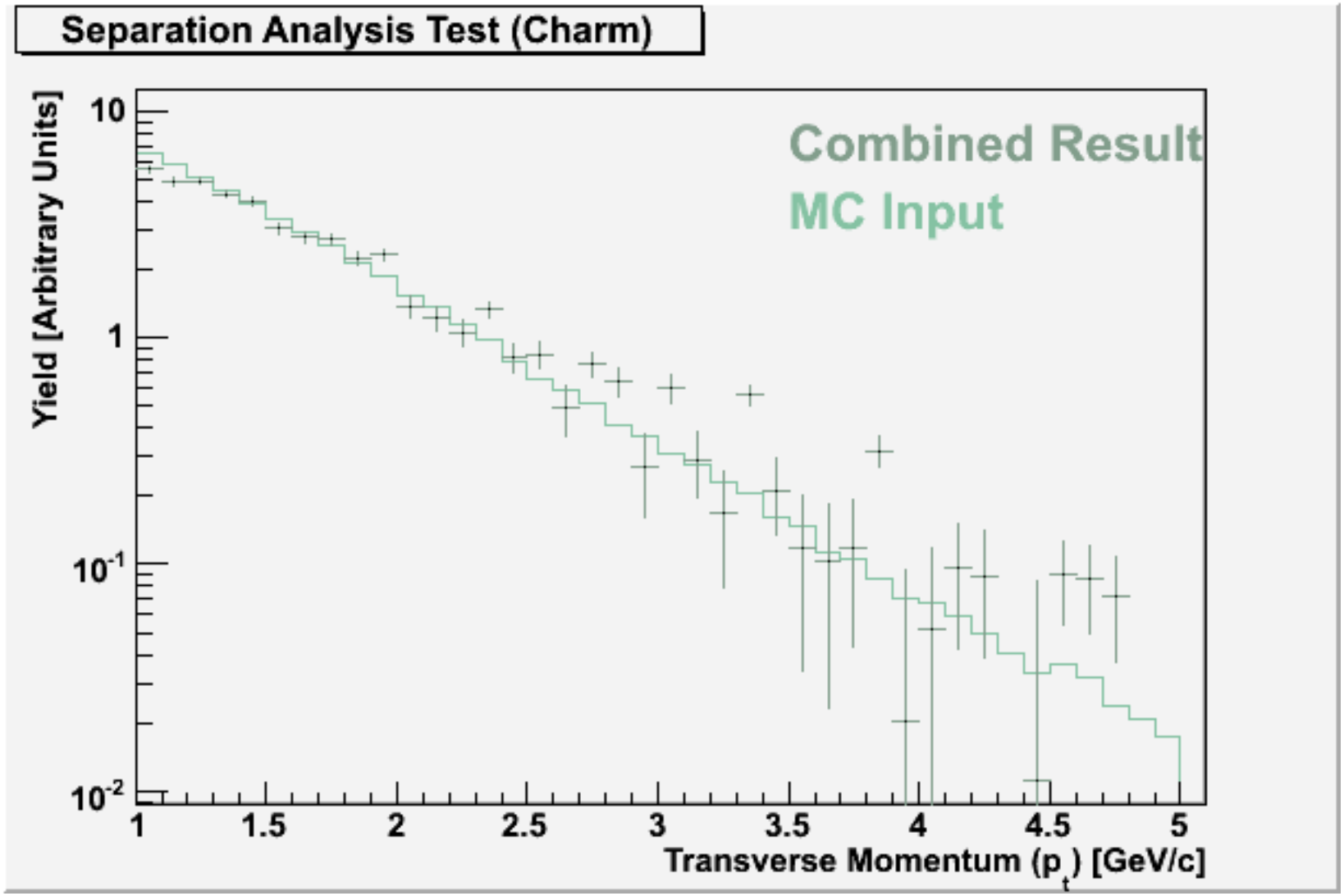




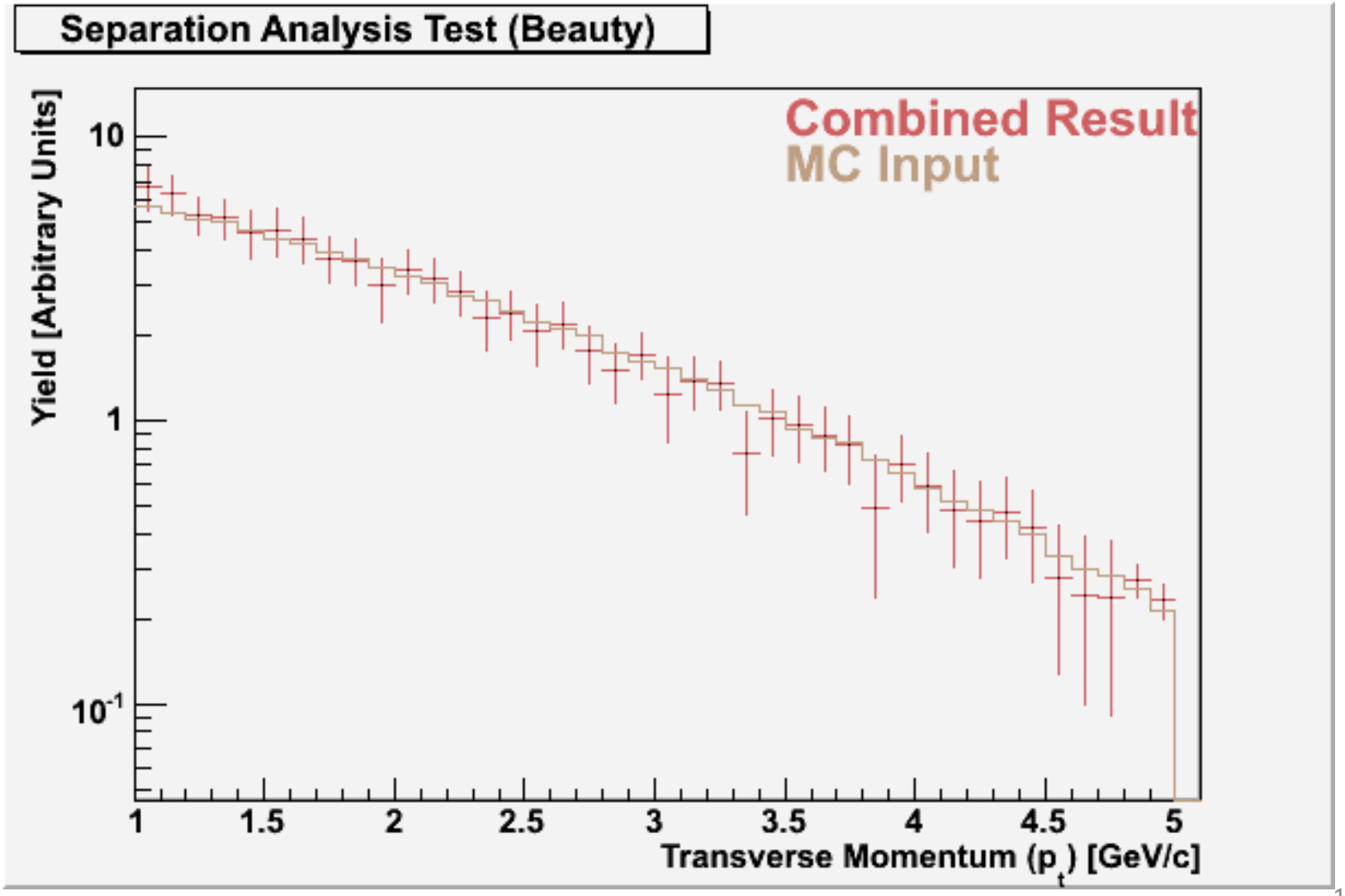


(ω_B/ω_D)は ckin(3)、D, B中間子起源の電子の運動量に依存しない。

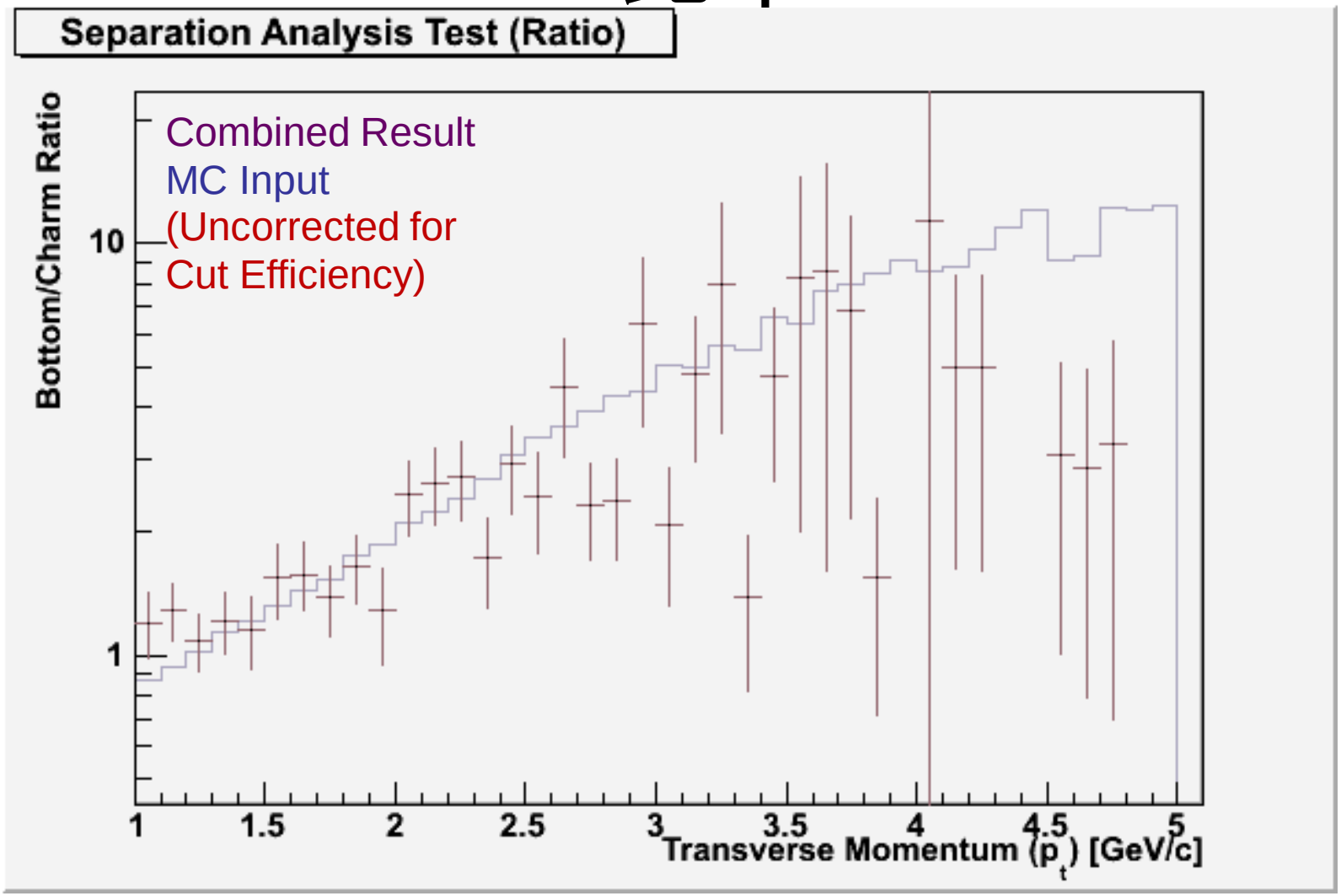
チャームから電子の数


Separation Analysis Test (Charm)
Combined Result
MC Input
Yield [Arbitrary Units]
10
1
10^-1
10^-2
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
Transverse Momentum (p_t) [GeV/c]

ボトムから電子の数


Separation Analysis Test (Beauty)
Combined Result
MC Input
Yield [Arbitrary Units]
10
1
10^-1
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
Transverse Momentum (p_t) [GeV/c]

比率


Separation Analysis Test (Ratio)
Combined Result
MC Input
(Uncorrected for
Cut Efficiency)
Bottom/Charm Ratio
10
1
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
Transverse Momentum (p_t) [GeV/c]

まとめ

- PHENIX-VTXでチャームやボトム中間子を幾何学的な再構成をすることができる。
- グローバルトラッキングを確認できた。
- シミュレーションのFitからのパラメータをデータのFitで使って、チャームとボトムの比率を計算できる。
- Double-Blind Analysis

Blind Analysis Challenge

「Blind Analysis Challenge」とは、解析者とは異なる者が作ったシミュレーションデータを解析すること。「Blind」の解析では、解析者はボトムとチャームの比率とスペクトラの勾配を知らない。

これから「Blind Analysis Challenge」をします。