

Measurement of the single
transverse-spin asymmetry in
charged hadrons in $\sqrt{s}=200\text{GeV}$
 $p+p$ collisions

岡田謙介 理化学研究所

For PHENIX collaboration

2003年3月30日 日本物理学会

PHENIX Run2 Central Arm での A_N の測定

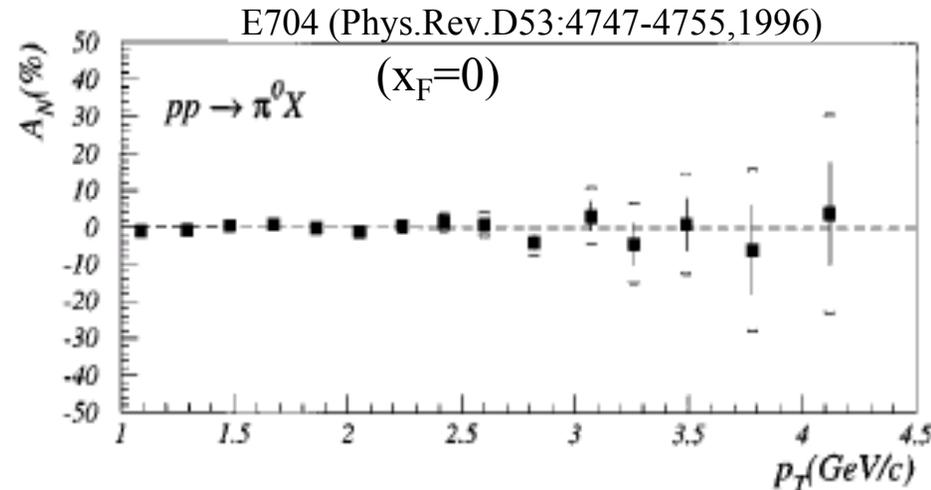
A_N = 横偏極ビームにおける粒子生成の左右非対称度

$\sqrt{s}=200\text{GeV}$ における h^\pm, π^0 の測定 ($x_F=0$ region)

今まで観測していない高エネルギー反応 (E704の10倍)と高 p_T 領域 ($\sim 6\text{GeV}/c$ まで到達)における測定で、ひょっとしたら有限な A_N が見つかるかもしれない。荷電ハドロンではどうなっているか？

+

偏極陽子コライダー実験での解析手法の確立。



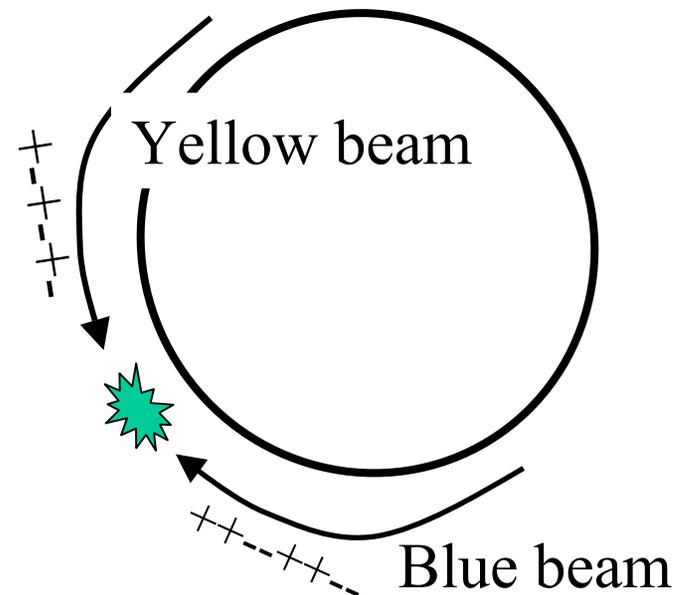
PHENIX Run2 (2001-2002)

偏極陽子コライダーからの初めてのデータ

横偏極ビーム： 偏極度： <blue beam>=14%
<yellow beam>=17%

積分ルミノシティ： 0.15 pb⁻¹ (Jan 8 ~ Jan 22)

加速器、測定器の時間変動の影響を抑えるため、偏極方向は bunch毎に切り替えた。



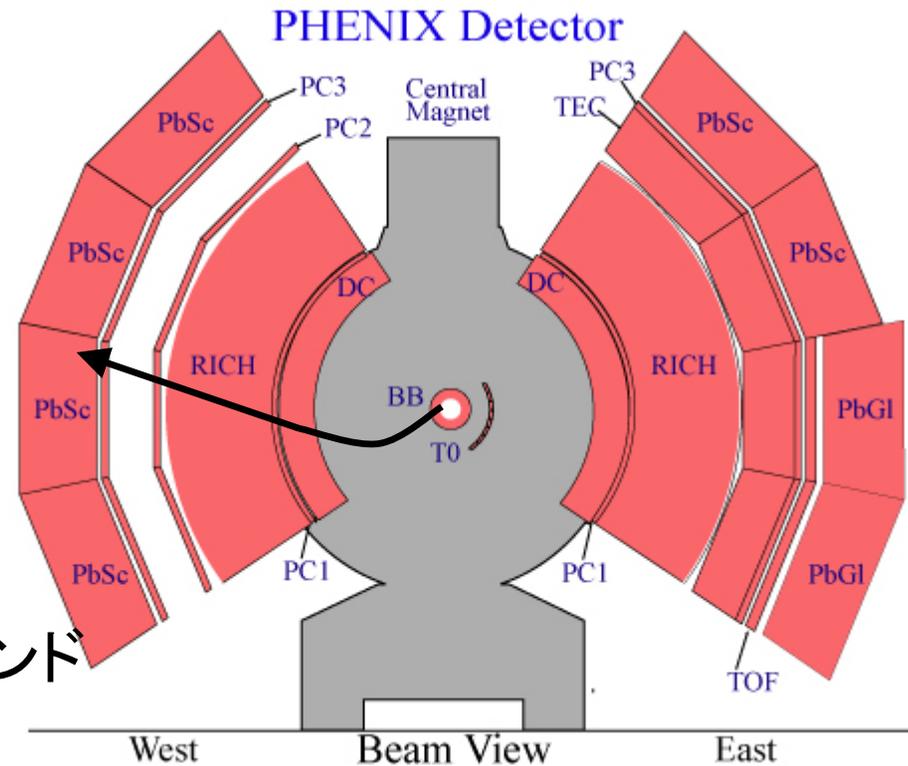
PHENIX セントラルアーム検出器

2 アーム (west, east)

$|\eta| < 0.35$, $\phi = 180$ 度

ドリフトチェンバー (DC) の内側に
スペクトロメータ磁場。
($B \cdot dl = 0.78$ [T·m])

パッドチェンバー (PC) のヒットとの
マッチングを取ることでバックグラウンド
を減らした。

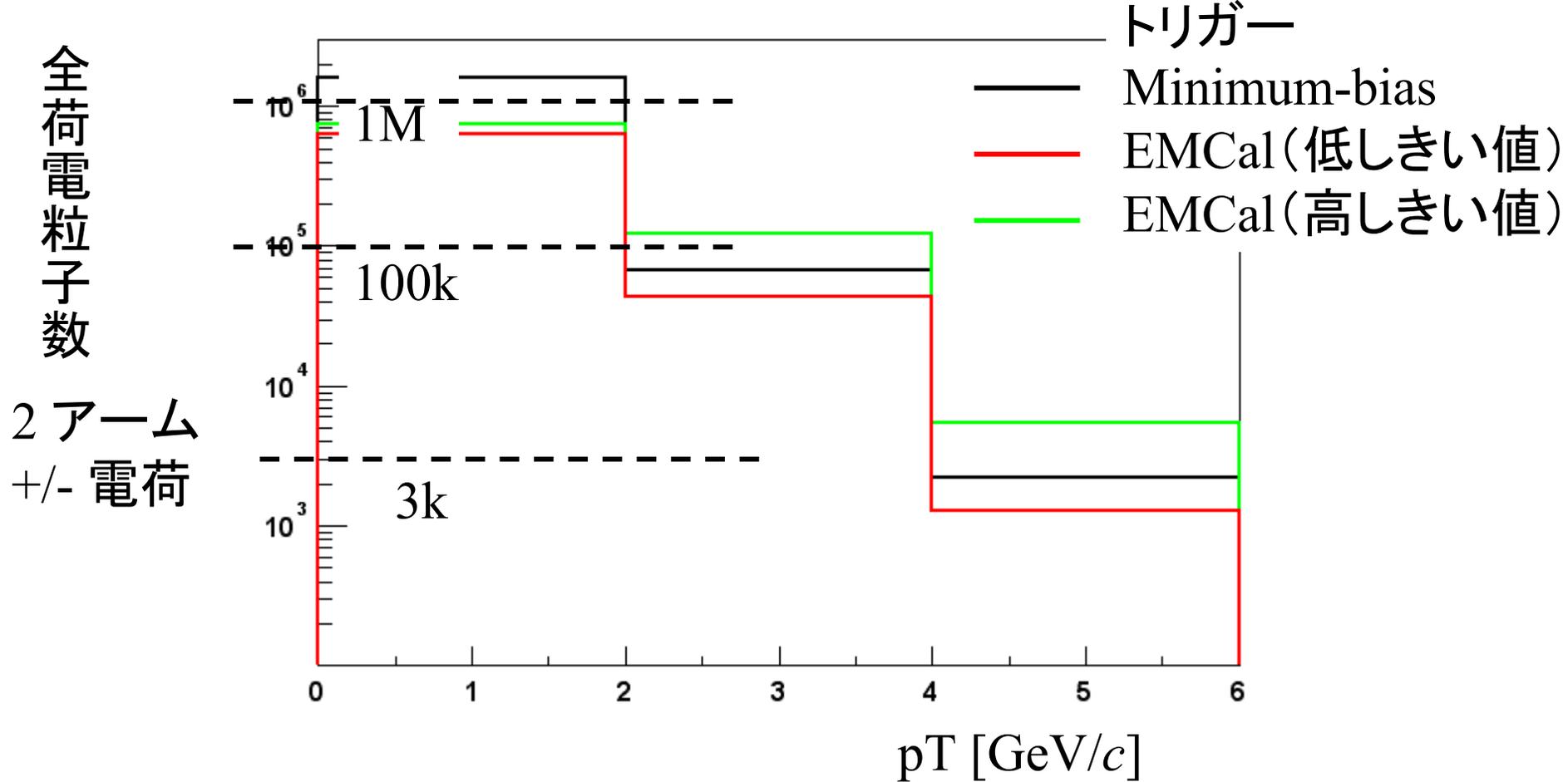


イベント トリガー: BBCトリガー (minimum-bias trigger=mb)

EMCalトリガー (しきい値 高、低の二つの時期)

荷電粒子の収量

3 p_T bins, 0.8-2GeV/c, 2-4GeV/c, 4-6GeV/c



この期間のmin-bias トリガー数 = 31M イベント

左右非対称度の求め方

(左右の違い) = (片側アームでの偏極向き上下に対する違い)

→ #bunch crossing
++ -- ++ -- ++ -- ++ -- ++ -- ++ -- ++ -- Blue 偏極方向
+- +- +- +- +- +- +- +- +- +- +- +- +- +- Yellow 偏極方向
1234 1234

Raw asymmetry : ϵ_B, ϵ_Y があった場合、粒子数は

- #1: $(1 + \epsilon_B - \epsilon_Y)$ {Blueにとっての**左側**はYellowにとっての**右側**}
- #2: $(1 + \epsilon_B + \epsilon_Y)$ {Blueにとっての**右側**はYellowにとっての**左側**}
- #3: $(1 - \epsilon_B - \epsilon_Y)$ {Blueにとっての**左側**はYellowにとっての**左側**}
- #4: $(1 - \epsilon_B + \epsilon_Y)$ {Blueにとっての**右側**はYellowにとっての**右側**}

フィット関数: $Y_i/L_i = \alpha(1 + \underline{\epsilon_B} u_{B_i} - \underline{\epsilon_Y} u_{Y_i})$ $i: \#crossing$

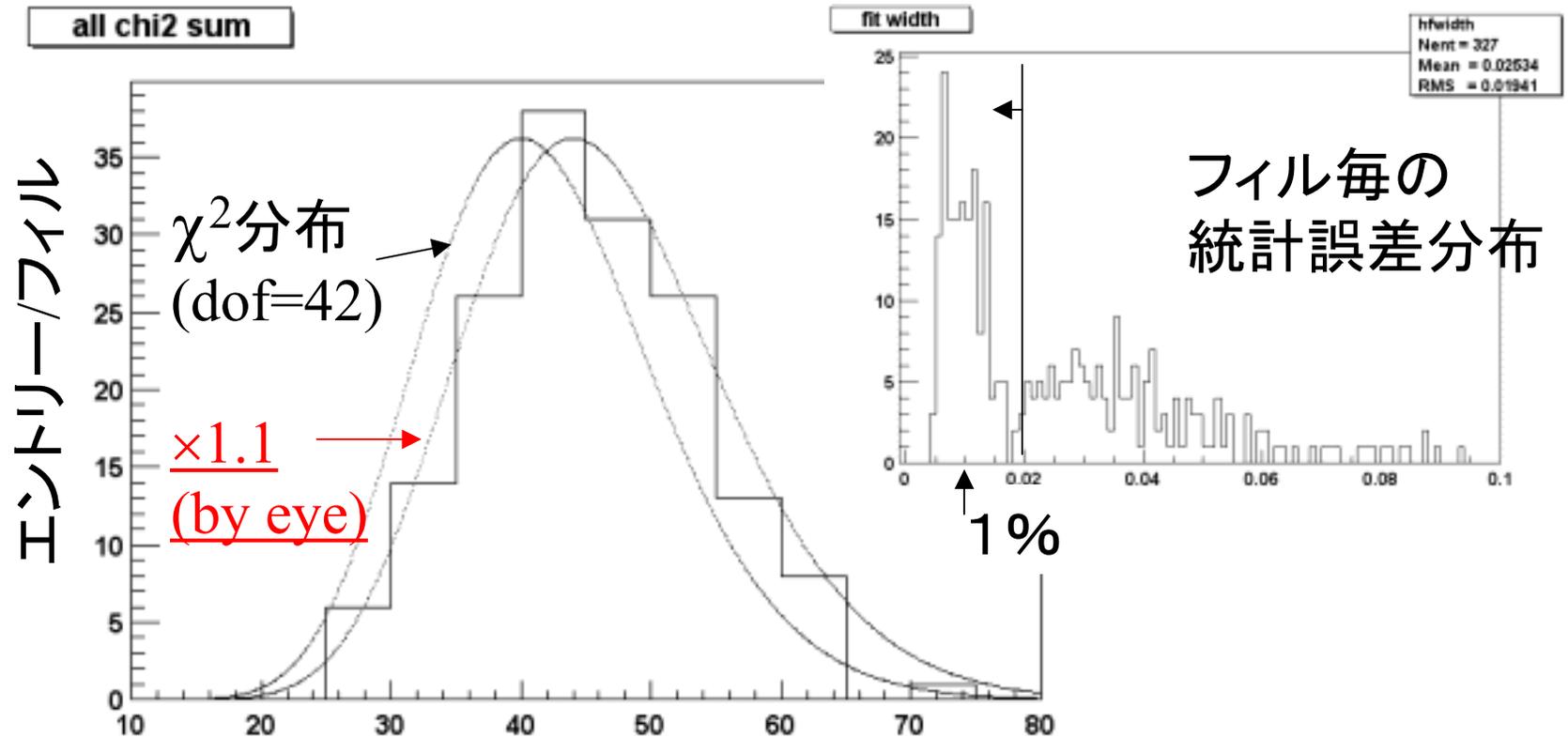
それぞれのフィルに対して24通り

= 2(アーム) * 2(電荷) * 2(トリガー種類) * 3(pT 領域)

フィル: (加速器に陽子ビームを入れてダンプするまでの1サイクル)

統計誤差以外の成分 (χ^2 分布より)

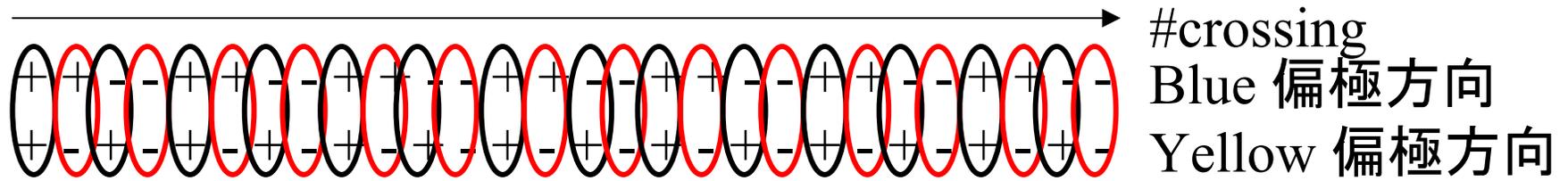
高い統計をもつフィルを選別。(Raw asymmetryの統計誤差2%以下)



分布の違い⇒統計以外の誤差の存在。(bunchに関わるもの)

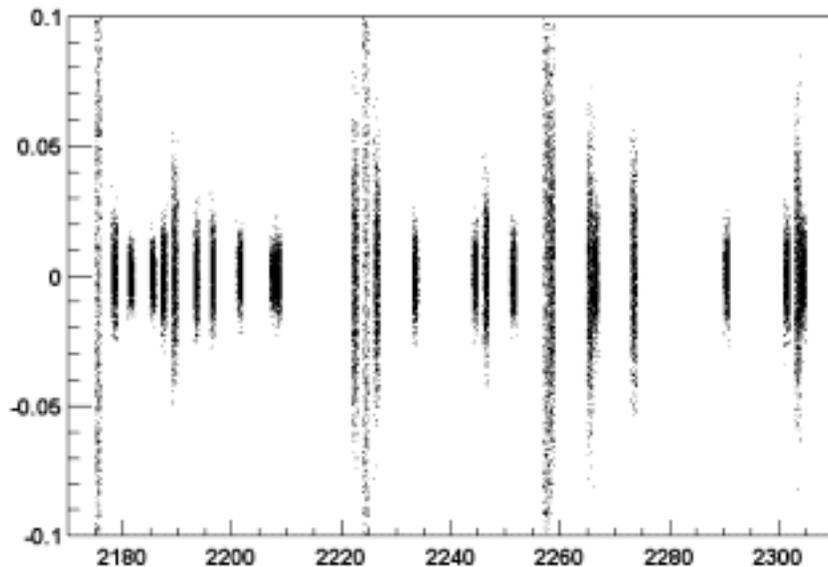
Raw asymmetry に対して 0.32%

別の見積もり (Bunch Shuffling)



Yellow (+-) のグループ内で擬似的にBlueの偏極方向を割り振り、Blue の非対称度を求める。Yellowについても同様。

Raw asymmetry



フィル番号

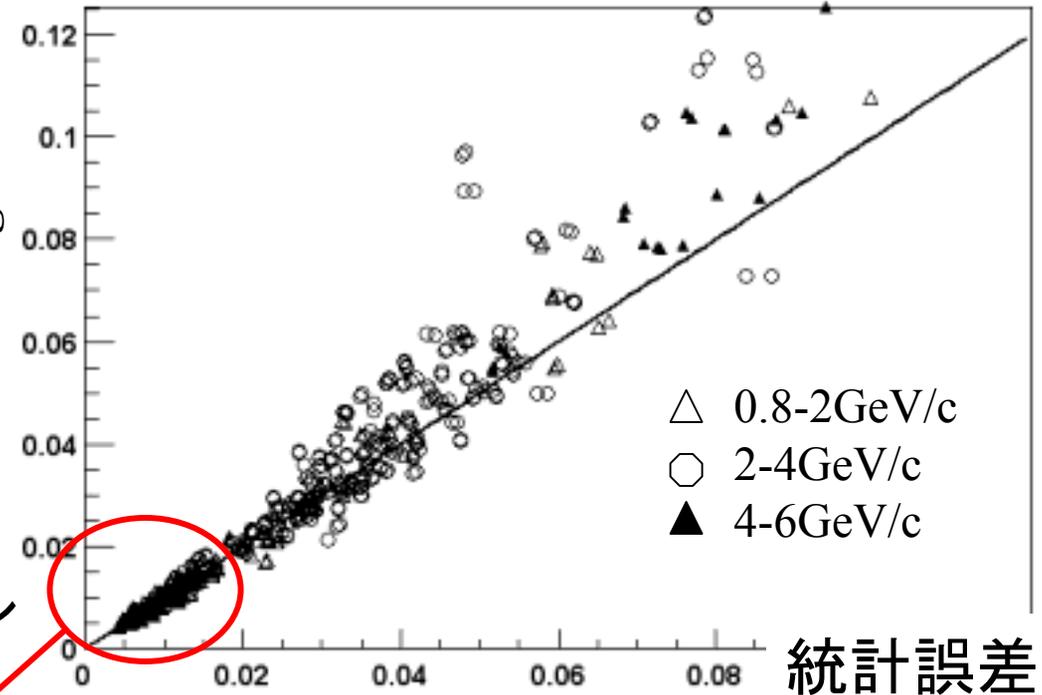
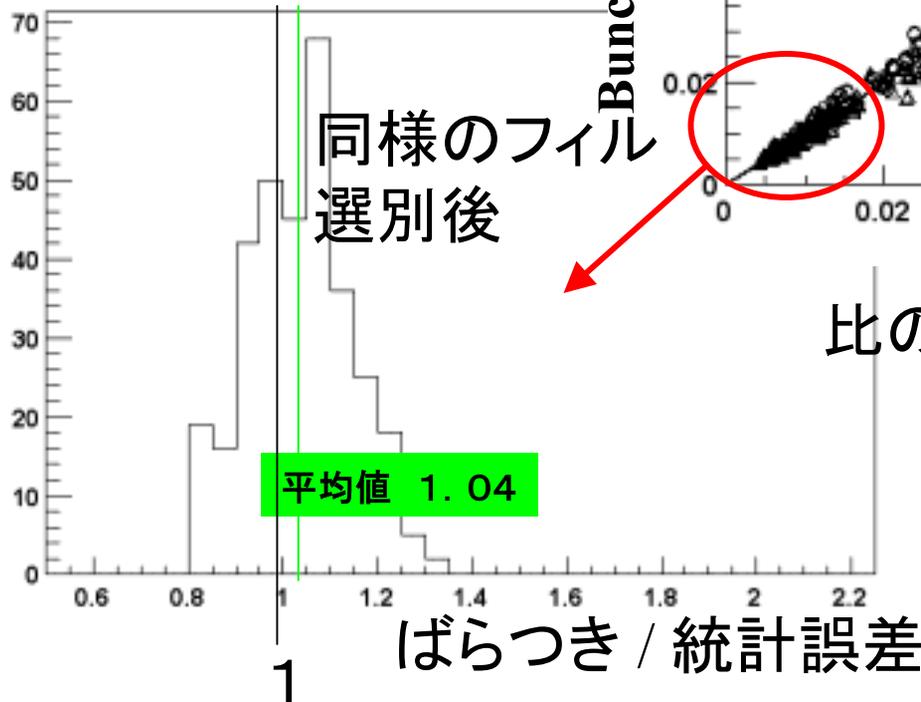
このばらつきは統計誤差と系統誤差を合わせた誤差の評価となる。

Bunch Shuffling のばらつきと統計誤差の比較

x

Bunch Shuffling ばらつき

shuffle error over fit error



比の1からのずれより系統誤差は

0.28%

χ^2 分布からの見積もりと
コンシステント

全てのフィルの加重平均

各フィルの
Raw asymmetry

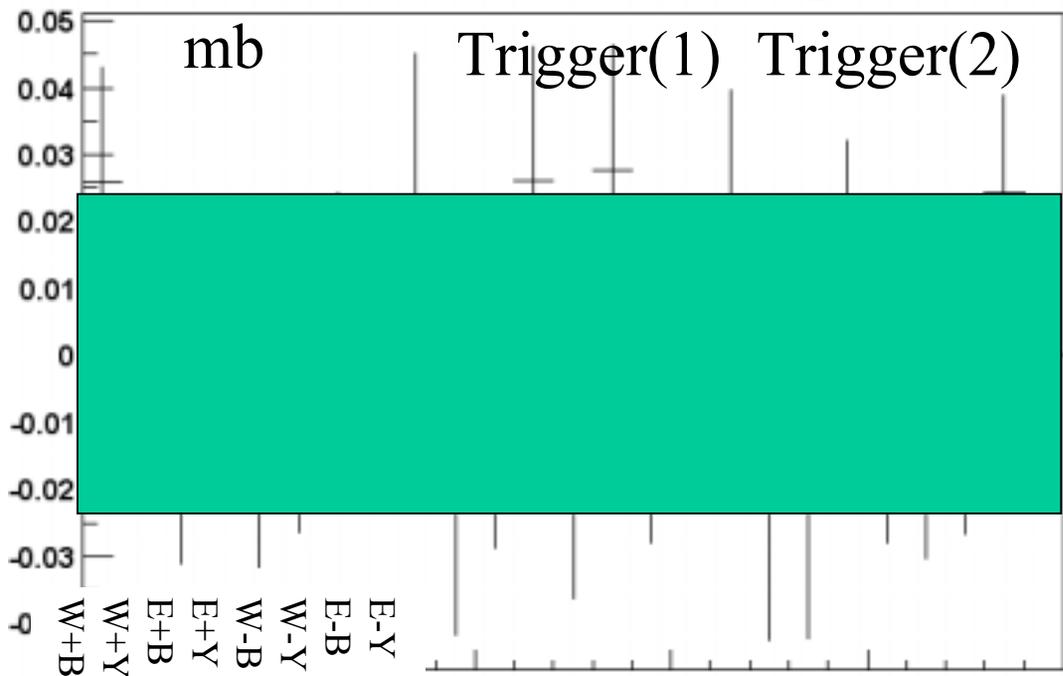
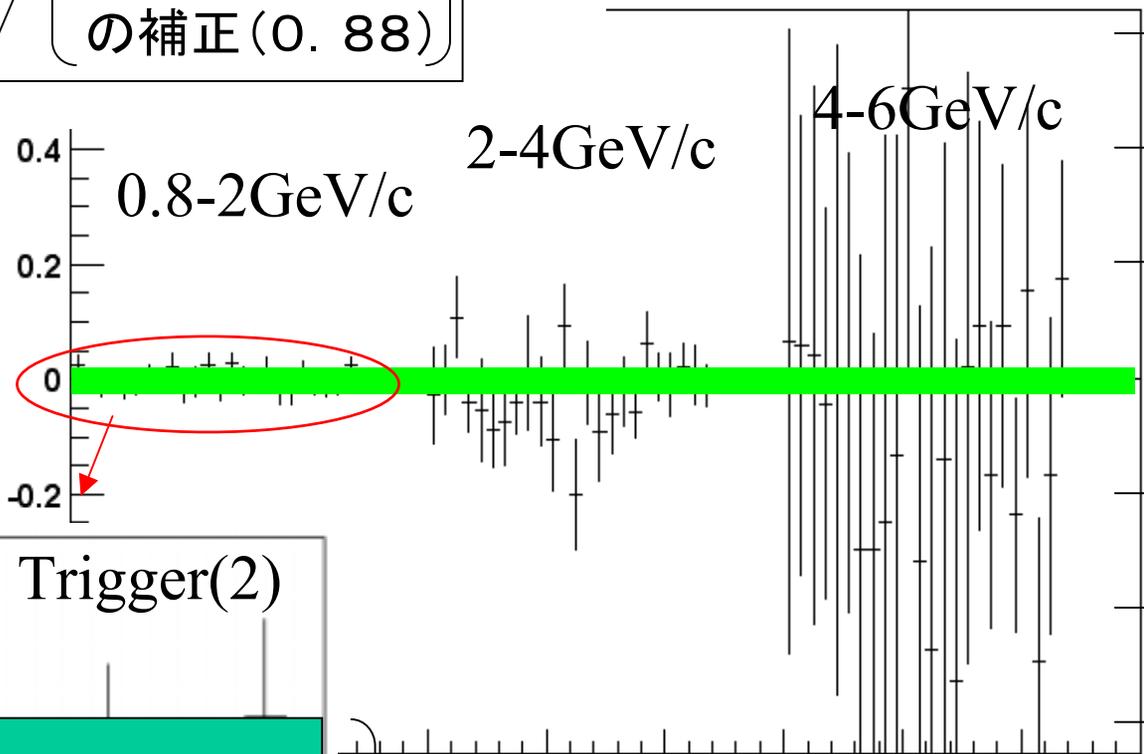
偏極度
($\sim 15\%$)

ϕ アクセプタンス
の補正 (0.88)

A_N を求めるための手続き

(注) 不十分な点

トリガーによる粒子種構成の偏り
バックグラウンドによる薄め効果
を含んでいる。



各フィルの統計以外の誤差をそのまま投影したもの。

まとめ

昨年行った偏極陽子衝突のデータを用いて、スピン横偏極左右非対称度 (A_N) 計算の手順を示した。

各フィルのRaw asymmetryの測定において測定誤差以外のものが0.3% (3×10^{-3})ある。

RHIC RUN3 偏極陽子衝突実験

前段加速器 (AGS) で40%以上の偏極度を3月末に計測。
4月末より物理データ取得開始予定。

今回はいよいよ縦偏極陽子の登場。
核子内のグルーオン偏極を捕える手段である。

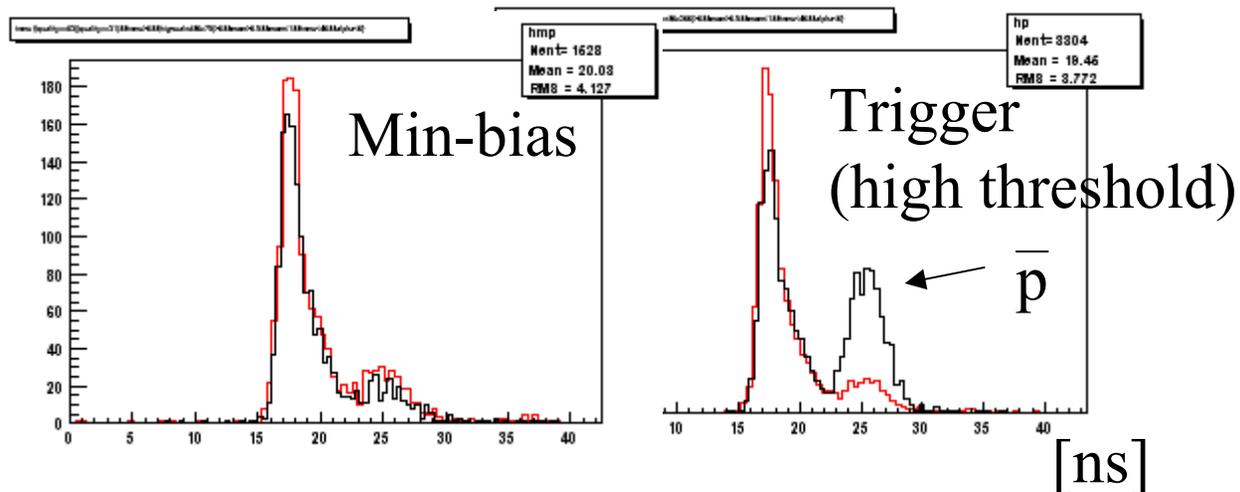
荷電ハドロンにおいても面白い結果が期待される。
解析方法はバンチ毎の粒子数、ルミノシティの組み合わせについて
行うため今回の方法と本質的に同じである。

Backups

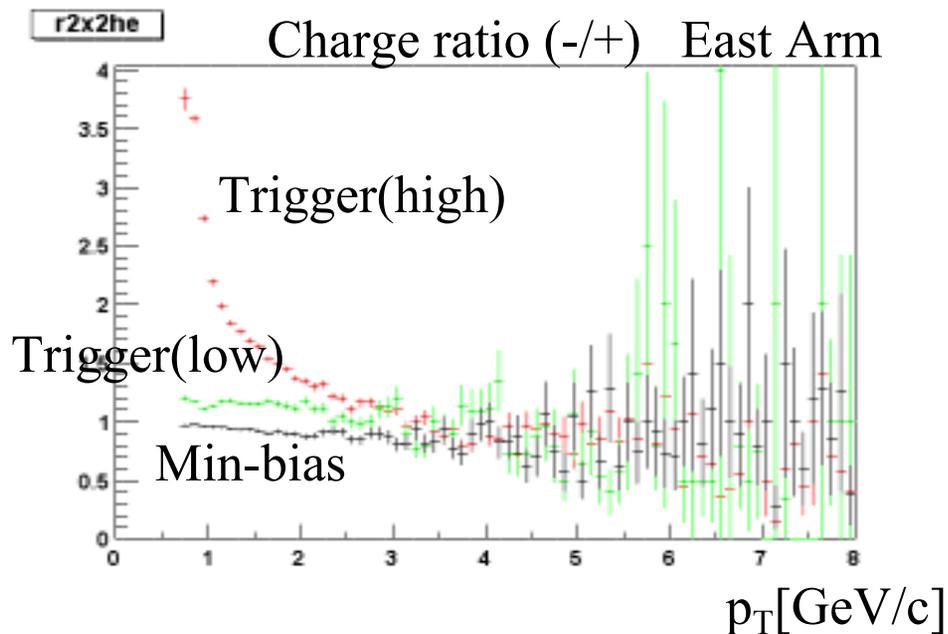
粒子の構成 (粒子毎に影響が違っても知れない)

トリガーサンプルでは対消滅によって反陽子が増える

カロリメータのtofの
情報より右図。
($0.8 < p_T < 1 \text{ GeV}/c$)

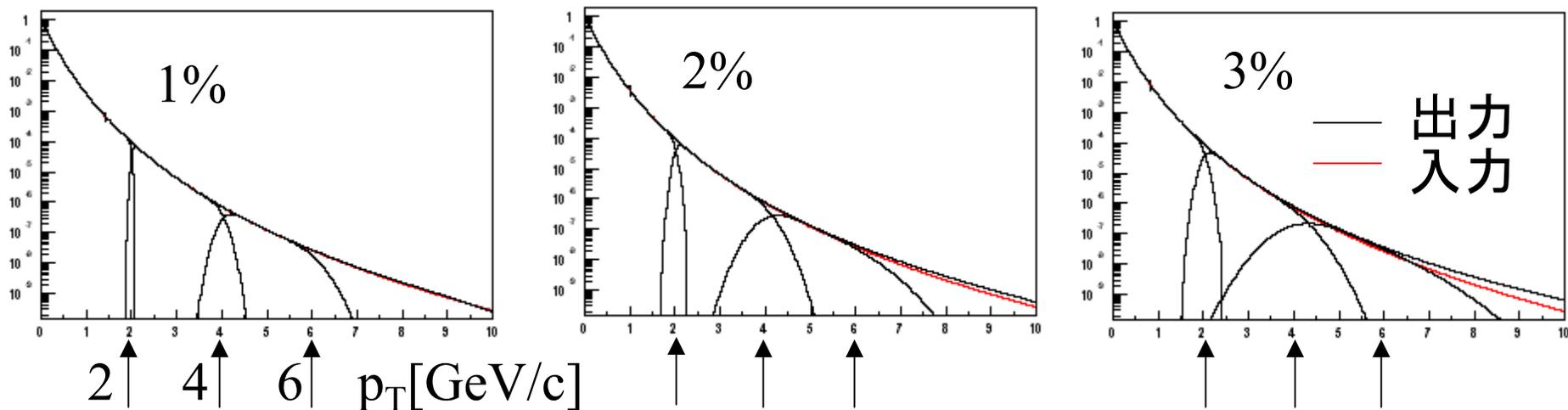


正負電荷の比によっても
観測できる。



運動量測定誤差によるしみだし

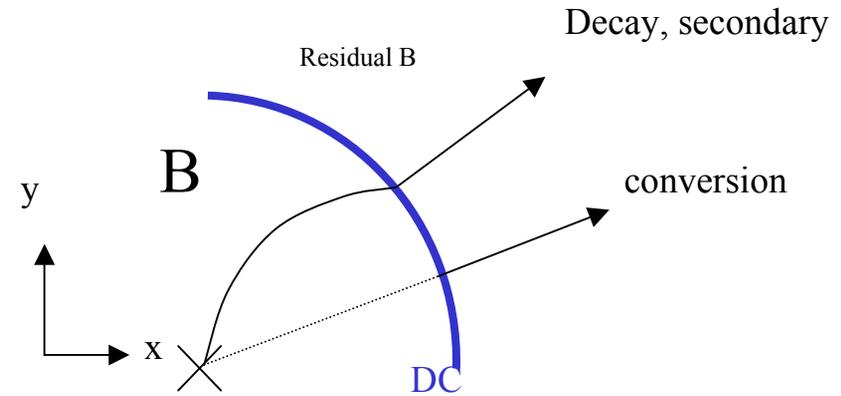
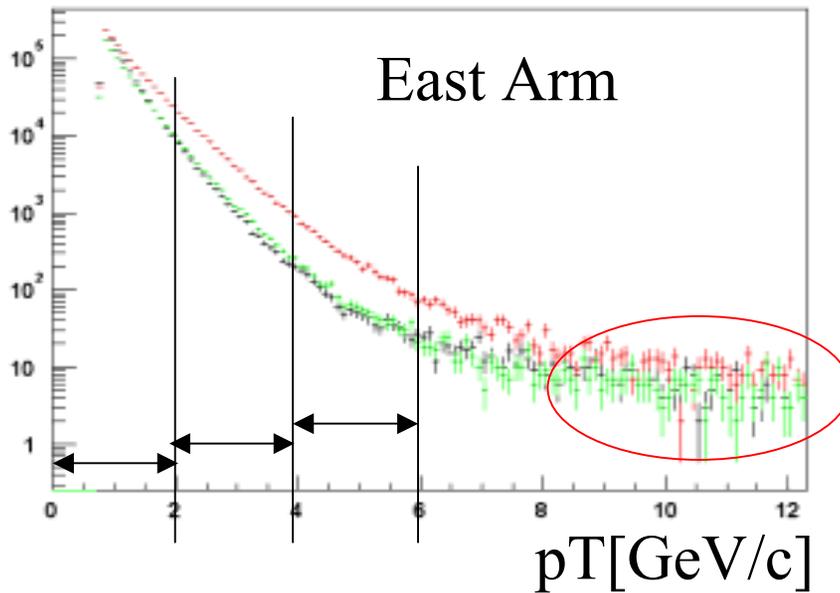
$\delta p/p^2$ [GeV/c]=1%,2%,3%における簡単な予想。



非対称度の運動量依存性を調べるときに必要である。

高 p_T 領域におけるバックグラウンド

hmbe_0



発生源

DCの手前で磁場による p_T キックを打ち消すように崩壊した粒子や電子対生成。

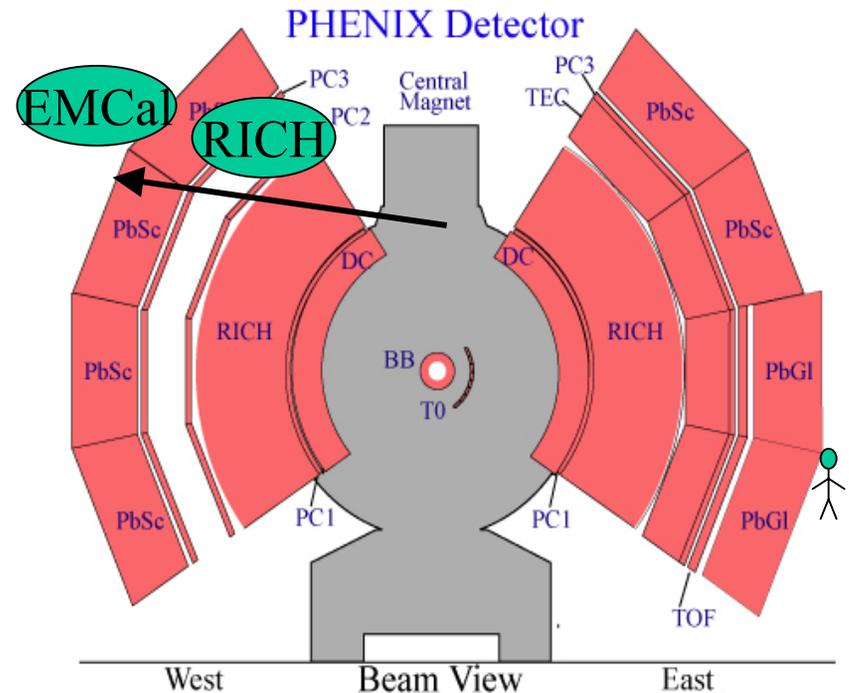
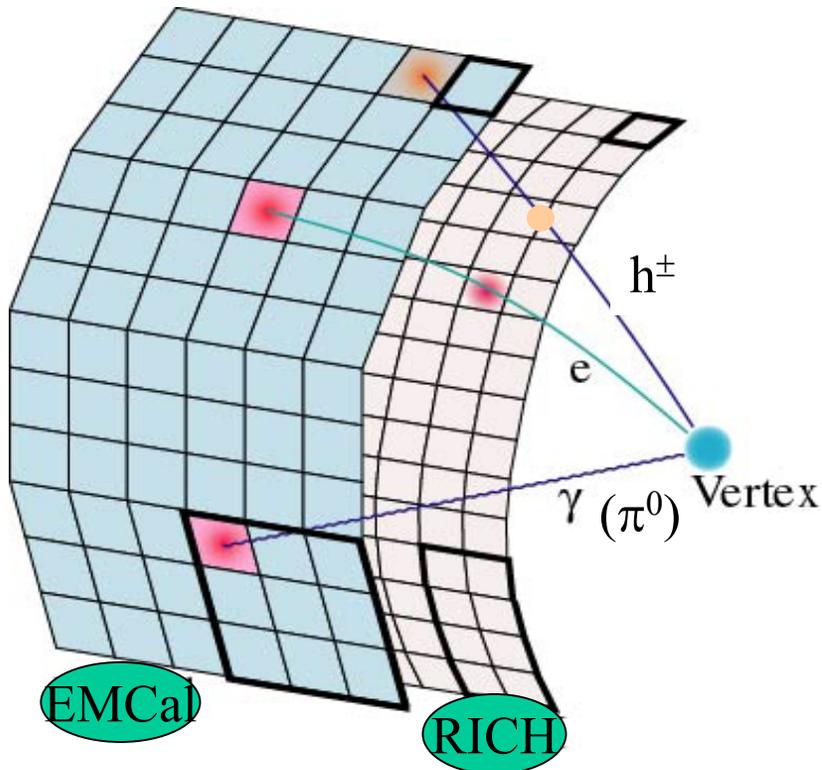
割合

DC外の周辺磁場を利用して量を見積もることが出来る。
min-bias反応において、

4GeV/cで10%、5GeV/cで25%、6GeV/cで40%。

トリガー

- ◆ **minimum-bias トリガー** : 前後方のクォーツチェレンコフ検出器で捕らえる。バイアスは小さいが1/10から1/80の間引きが必要。
- ◆ **電磁カロリメータトリガー (EMCal-RICH level-1 triggerの一部)** : 荷電ハドロンはEMCal中の反応を利用してトリガー



MB

Trigger(low) Trigger(high)

