Inclusive neutral-pion production in √s=200 GeV Au+Au and p+p collisions at PHENIX

鳥井久行、今井憲一、斎藤直人

for the PHENIX Collaboration

京都大学理学部

日本物理学会秋の分科会、立教大学

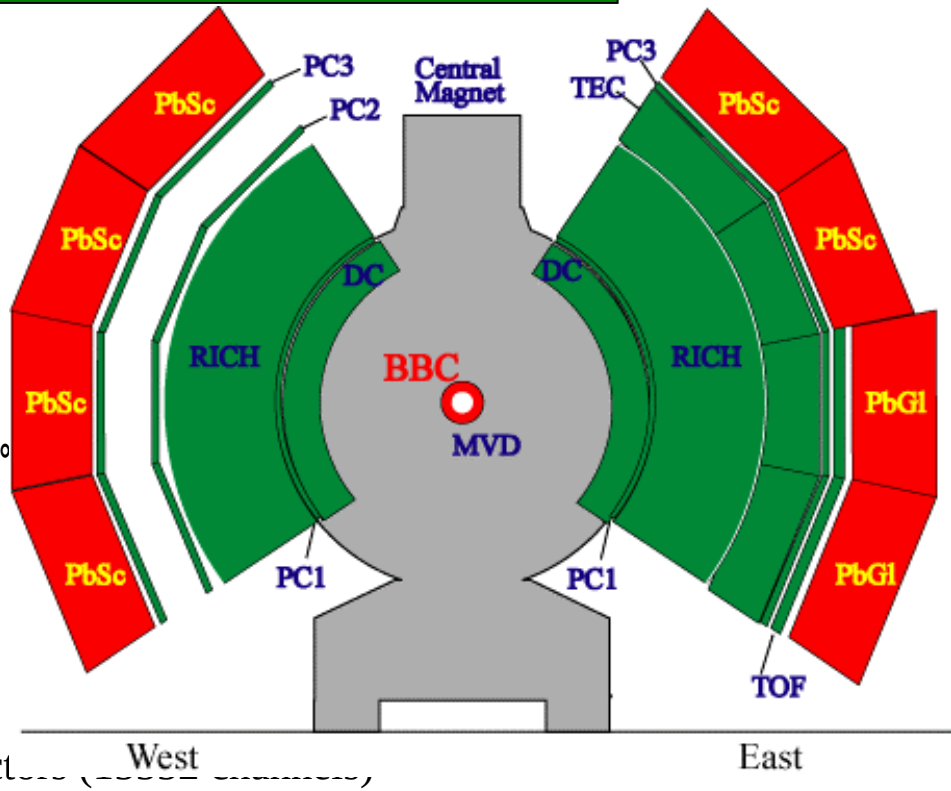
研究の動機

- 摂動論的QCDに対してひとつのデータ基準
  - 陽子陽子衝突 π^0 微分断面積の測定により。
    - 将来的に偏極陽子陽子衝突の解析の基準となる測定。
- QGP探索
  - ひとつの試金石（プローブ）としてジェットクエンチングの効果が唱えられており、金金衝突 $\pi 0$ スペクトラムを高い pT領域（＞2GeV/c)において測定することによりジェットクエンチング効果について議論する。
  - 陽子陽子衝突 π^0 微分断面積の測定によりジェットクエンチング効果がない場合の測定が可能になり、比較対象としての基準を得る。
    - 同じ装置で両方を測定することにより系統誤差に有利な測定。
      - 金金カスリ衝突において同じであるか？

この発表では、陽子陽子、金金衝突における π^0 の断面積を測定し、以上の物理について議論する。

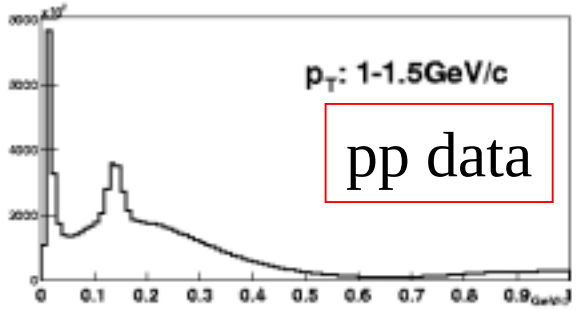
RHIC-PHENIX実験

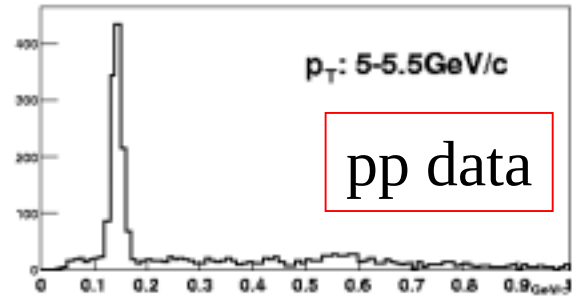
- **RHIC yearII run**
  - **金金衝突実験**
    - Sampled Luminosity 24μb-1
      - **約半分の**50M events**を解析**
  - **陽子陽子衝突実験**
    - Sampled luminosity 0.15pb-1
      - **約半分の**140M events**を解析。**
- **電磁カロリーメータ(EMCal)**
  - **衝突点から約**5m
    - $|\eta|<0.35$ $\phi = 180°$
  - 2 arm × 4 sectors
    - **鉛シンチレータ型** (PbSc**型**) 6 sectors (15552 channels)
    - **鉛グラス型** (PbGl**型**) 2 sectors (9216 channels)
- **解析**
  - **陽子陽子衝突データ** : PbSc**型のみ使用**
  - **金金衝突データ**: PbSc**型と**PbGl**型の両方を使用。**

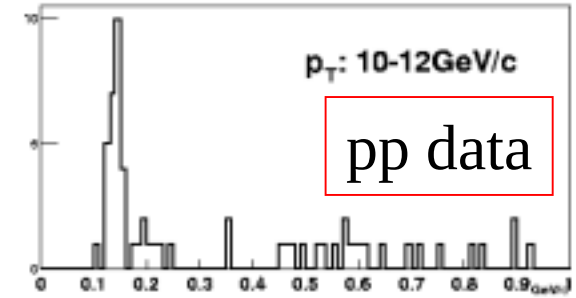


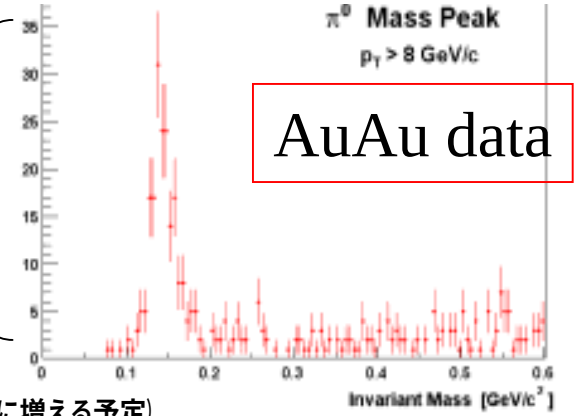
π^0 測定

- **3つの独立した解析**
  - PbSc型を使った陽子陽子衝突の解析
  - PbSc型を使った金金衝突の解析
  - PbGl型を使った金金衝突の解析
- **陽子陽子衝突での解析、**
  - コンビナトリアルバックグラウンドが非常に小さいため光子同定のカットなしで十分。
    - p_T>4GeV/c N/S = 10%
  - 電磁カロリーメータを使った一次レベルトリガー (2x2 trigger) を新しく導入したにより、高いエネルギーを持った光子を効率よく測定可能になり、金金衝突に比べて高いpT領域(13GeV/c)まで観測可能
    - (参考：9/15発表、岡田氏)
- **金金衝突実験での解析、**
  - 光子同定が重要。
    - 電磁シャーワーの形
    - 飛行時間
  - Minimum Biasトリガーの解析により8GeV/c までの測定。









(将来的には電磁カロリーメータを使った2次レベルトリガーによるデータを解析することにより、統計が2倍に増える予定)

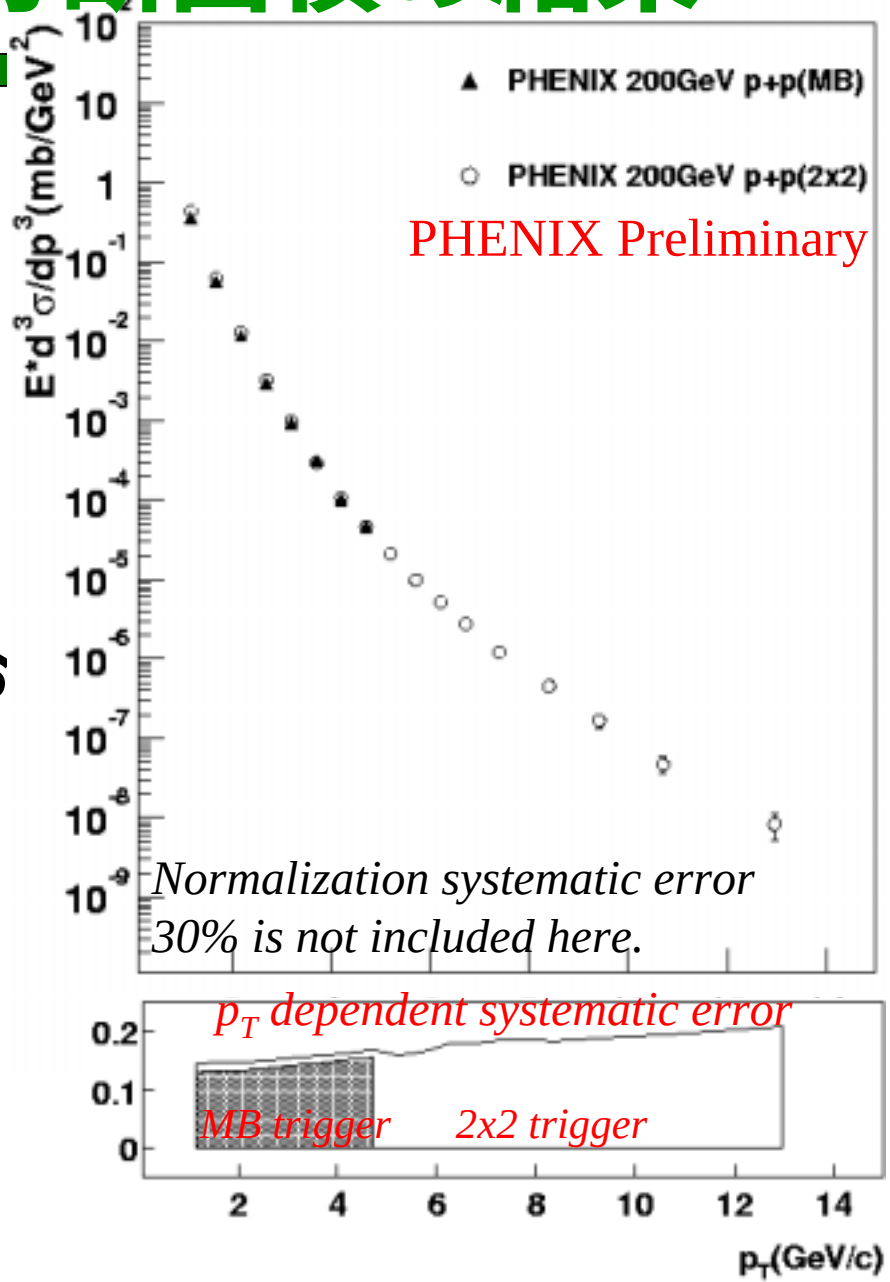
解析の手法と系統誤差。

- **解析の手法**
  - 金金衝突実験における中心度の決定。
    - 正面衝突における誤差は約10%、かすり衝突における誤差は約30%
  - 陽子陽子衝突における陽子ビームの強度の決定。
    - 誤差は、30% (将来的には15%程度になる予定)
  - コンビナトリアルバックグラウンドの差し引き。
    - 金金衝突の解析にて大きな誤差、15%
  - アクセプタンス補正とエネルギー較正の不定性による誤差。
    - モンテカルロシミュレーションを使った補正
      - 陽子陽子衝突では、誤差約１０%
      - 金金正面衝突では、生成粒子の数が非常に多いために、約15%の光子が作る電磁シャワーが他のシャワーと重なってしまうため、補正が必要。誤差15%
  - 光子同定
    - 金金衝突のみ、約10%
  - カロリーメータを使った1次レベルトリガーの効率
    - 陽子陽子衝突のみ、約10%の系統誤差。
- **統計誤差のまとめ (中心度ならびに、陽子ビーム強度による誤差は除く)**
  - 陽子陽子衝突 : 12-15% (横運動量に依存)
  - 金金衝突 : 20-35% (横運動量と中心度に依存)

陽子陽子衝突π^0 微分断面積の結果

- 新しく導入した一次レベルトリガーによりπ^0微分断面積を8桁の大きさにわたって測定。
  - 1-13GeV/c

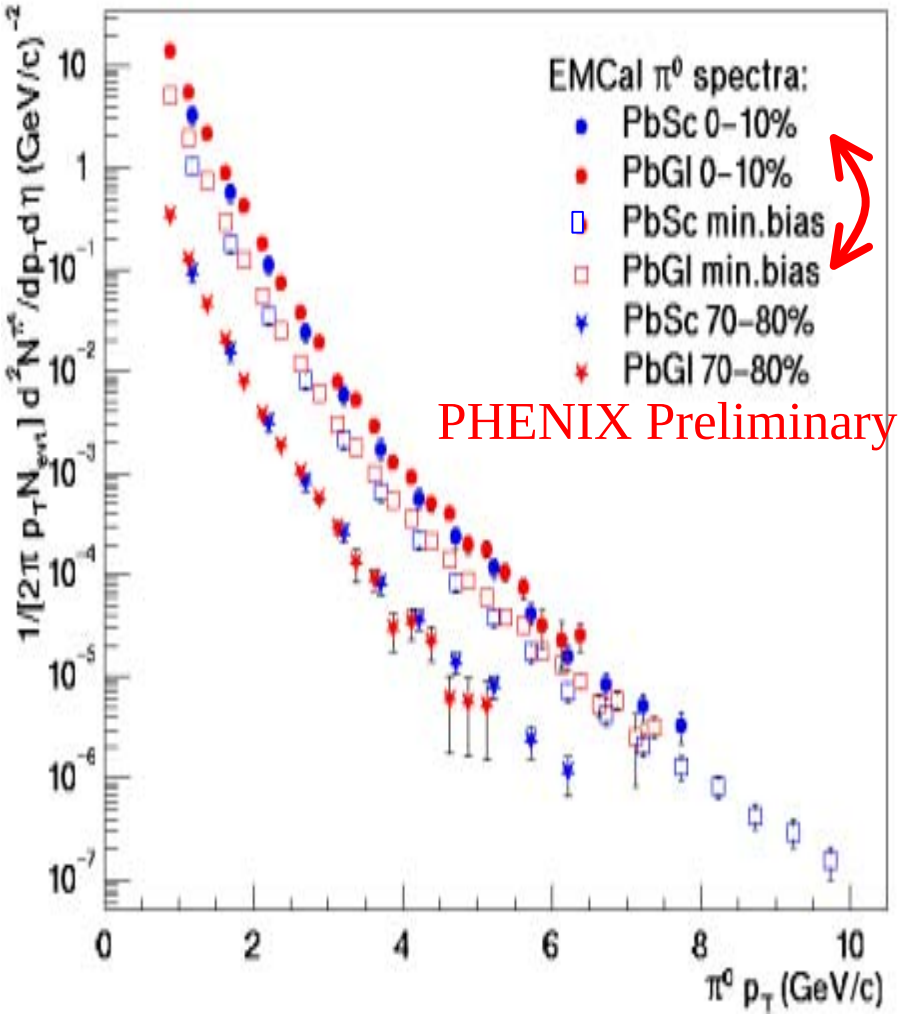
- 二つの1次レベルトリガーにおける結果が系統誤差の範囲で一致している。
  - Minimum Bias(MB)トリガー
  - 電磁カロリーメータを使ったトリガー(2x2 trigger)



金金衝突π^0スペクトラムの 結果

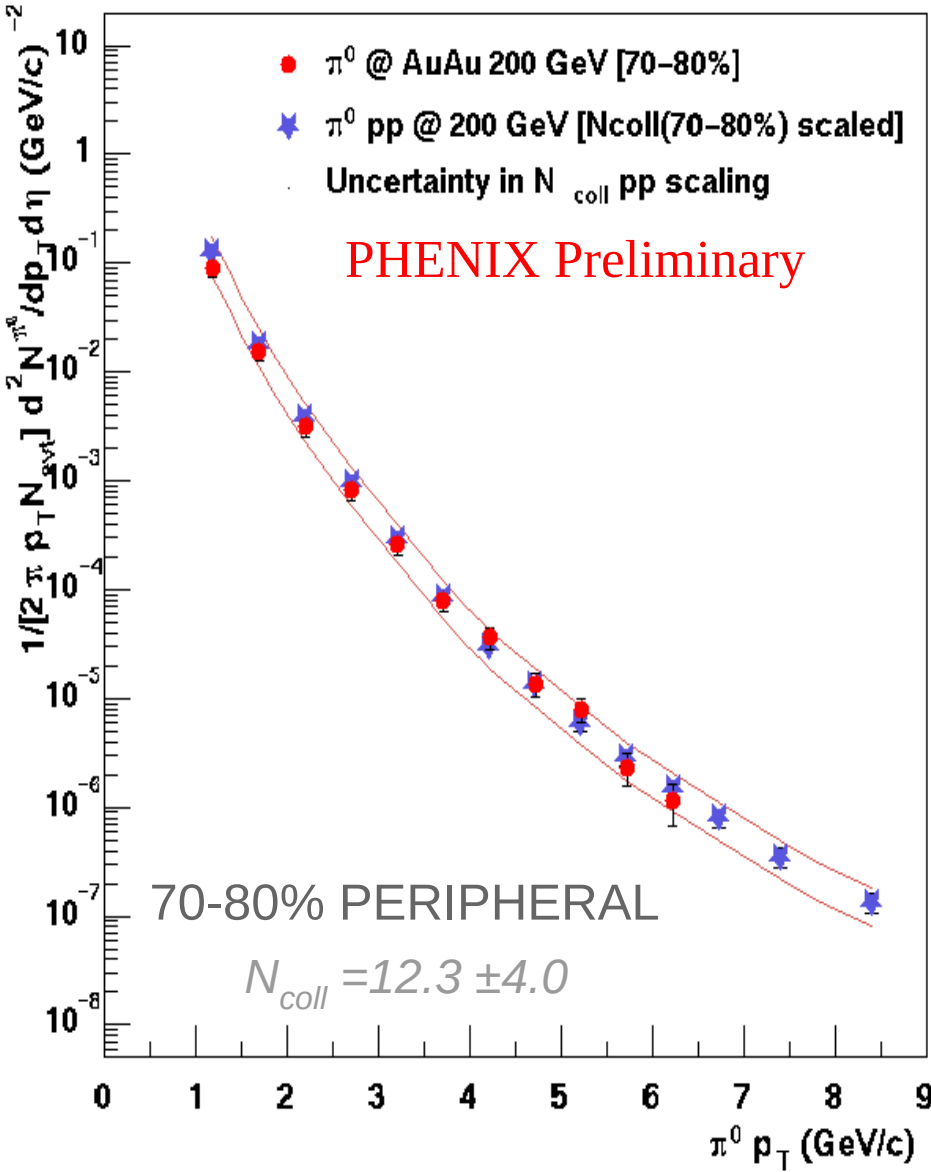
- 二つの異なるカロリーメター、PbScとPbGlにおいて、独立に解析を行った。
- 装置が異なるため違った系統誤差を持つ。

  →20-35%
- 2つの結果が系統誤差の範囲で一致した。



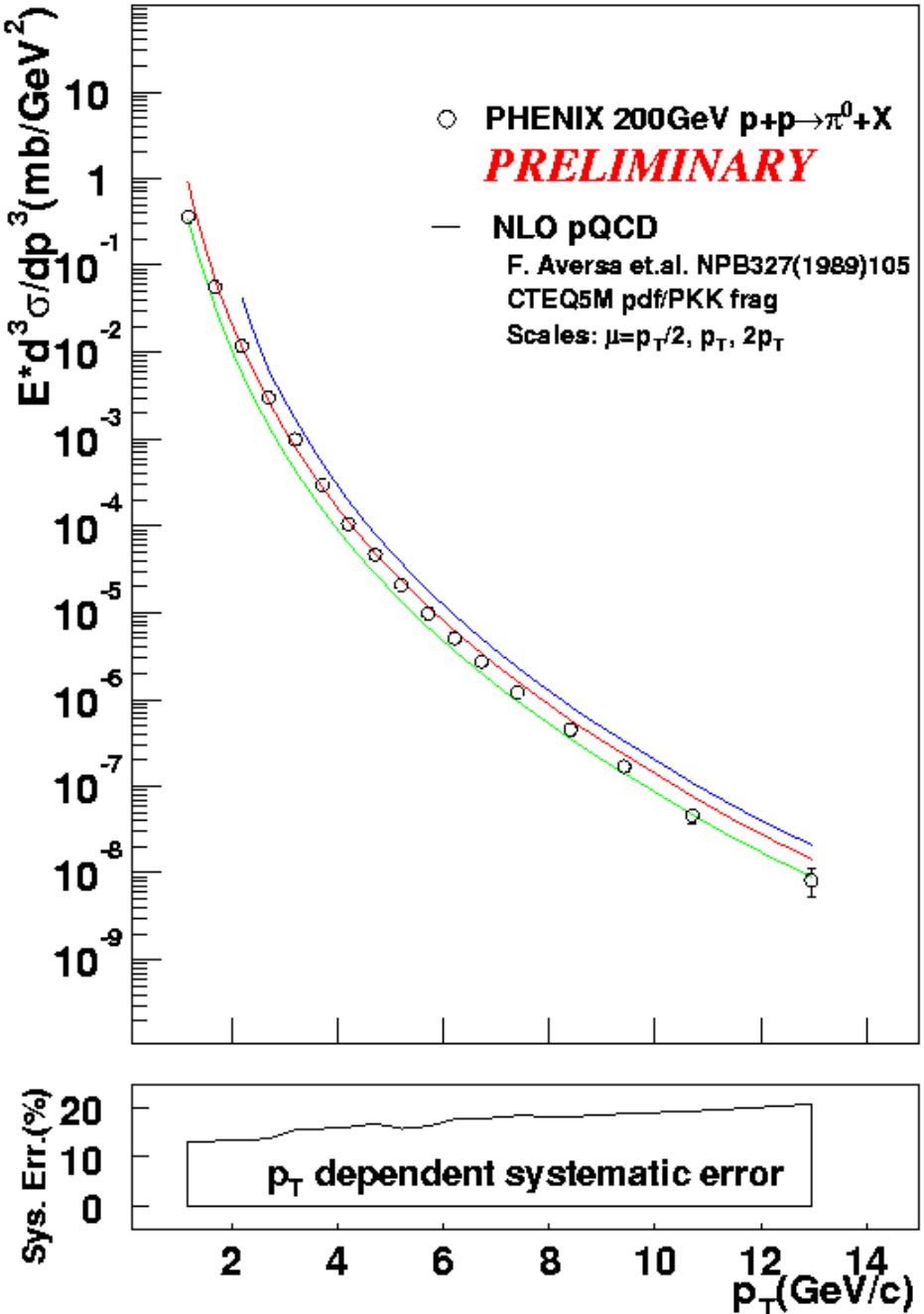
陽子陽子衝突と金金カスリ衝突の比較

- 金金かすり衝突データ
  - p_T=6Gev/cまで。
  - 中心度の系統誤差30%
- 陽子陽子衝突データ
  - 比較のために “Number of Collisions” を掛けてある。
    - Number of Collision はグラウバーモデルにより計算。12.3±4.0
- 二つの結果は“Number of Collisions”の系統誤差の範囲で一致している。



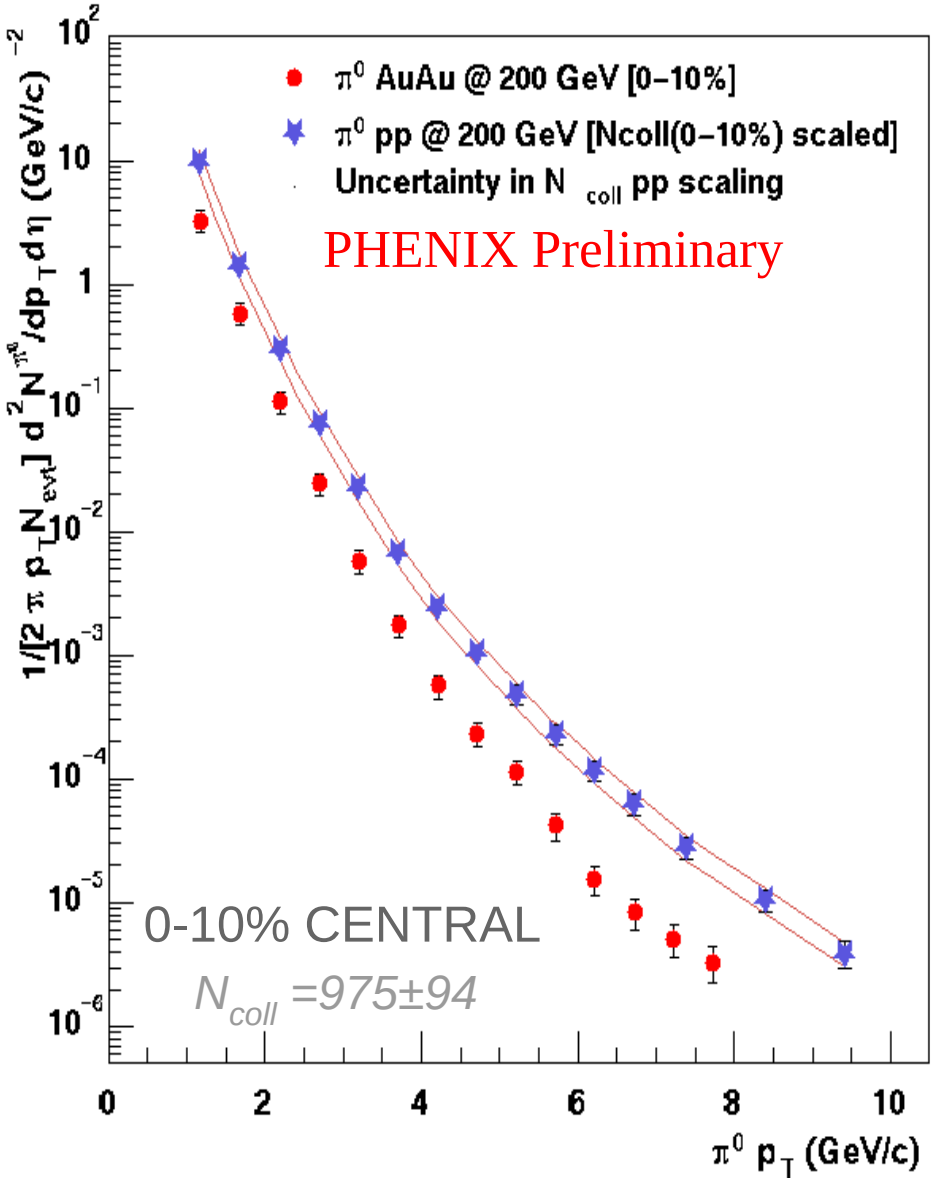
QCD計算との比較

- NLO pQCD **計算**
  - (Thanks to W.Vogelsnag)
  - CTEQ5M pdf
  - Potter-Kniehl-Kramer fragmentation function
  - $\mu = p_T/2, p_T, 2p_T$
- NLO pQCD**計算は、データの系統誤差とスケール選択による違いの範囲内で、データと一致している。**



陽子陽子衝突と金金正面衝突の比較

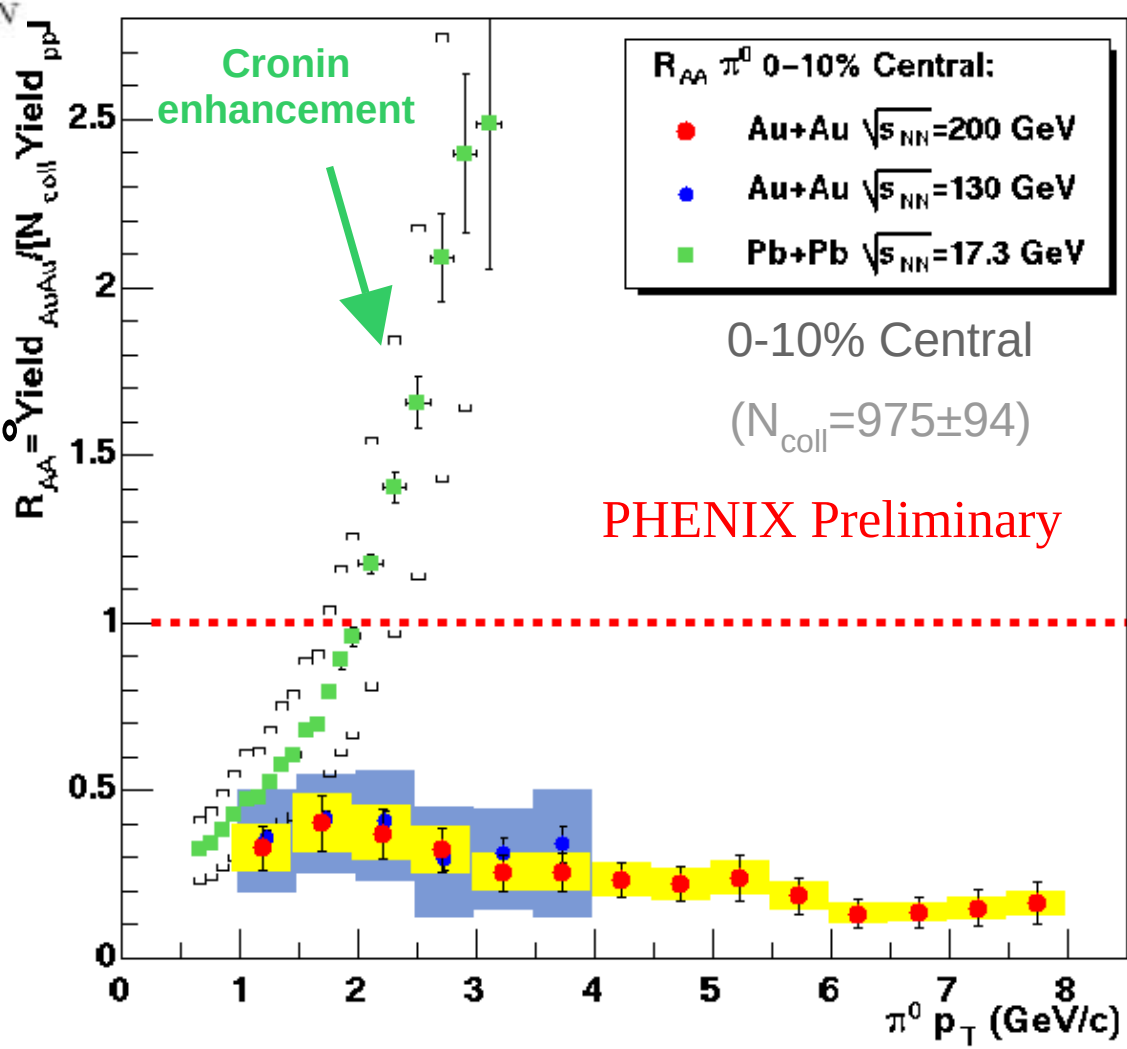
- **金金正面衝突データ**
  - p_T=8GeV/c**まで。**
- **陽子陽子衝突データ**
  - **比較のために** “Number of Collisions” **を掛けてある。**
    - Number of Collision **はグラウバーモデルにより計算。** 975±94
- 2**つの間に大きな食い違いが見られた。**
  - **違いの度合いは**pT**に依存している。**



陽子陽子衝突と金金正面衝突の比較

$$R_{AA}(p_T) = \frac{(dN/dp_T)_{AA}}{\langle N_{coll}\rangle (dN/dp_T)_{NN}}$$

- **原子核効果R_{AA}の比較**
  - RHIC √s=130/200GeV
  - CERN √ s=17.3GeV
- **高いpT領域 (>2GeV/c) で違う様相を示している。**
  - CERN
    - Cronin**効果により増加**
  - RHIC
    - **大きな抑制効果が見られる。**



結論

- √S=200GeV/cにおける π^0 の測定を行った。
  - 陽子陽子衝突 : 1-13GeV/c
    - 新しく導入した一次レベルトリガーにより8桁にわたる測定が可能
  - 金金衝突 : 1-8GeV/c
  - データの比較による相互検査
    - 陽子陽子衝突において2つのトリガーデータの結果が一致
    - 陽子陽子衝突と金金カスリ衝突の結果が一致
    - 金金衝突においてPbSc型とPbGl型の結果が一致
- 摂動論的QCD計算に対する比較基準を与えた。
  - NLO pQCD 計算はデータに一致している。
- QGP探索
  - 金金正面衝突において陽子陽子衝突と比較した際に収量の大きな減少が見られた。これはジェットクエンチング効果の描像と矛盾していない。