

Measurement of the Neutral Pion Transverse Momentum Distribution at $\sqrt{s_{NN}}=200\text{GeV}$ p+p and Au+Au Collisions

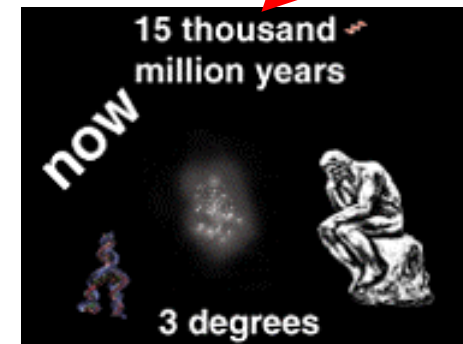
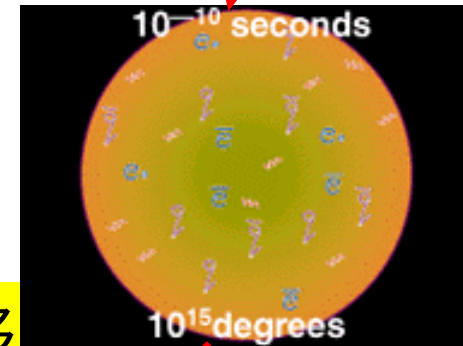
鳥井 久行

原子核ハドロン研究室レビュー

2003/Feb/09

研究の動機

- QCD 理論
 - クォーク間に働く強い相互作用を説明する理論
 - クォークはハドロン中に閉じ込められていることがわかっている。
- では、どうすれば閉じ込められたクォークを開放することができるだろう？
 - 高エネルギー衝突
 - 漸近的自由性
 - 高い温度
 - 高密度
- なぜQGPが面白いのか？
 - Big Bang直後 (10^{-10} sec後) の宇宙初期の状態であると考えられている。
 - 原子核、素粒子、宇宙物理の基本的問題であるだけでなく、人類の自然認識の根幹に関わる問題に答えるものである。

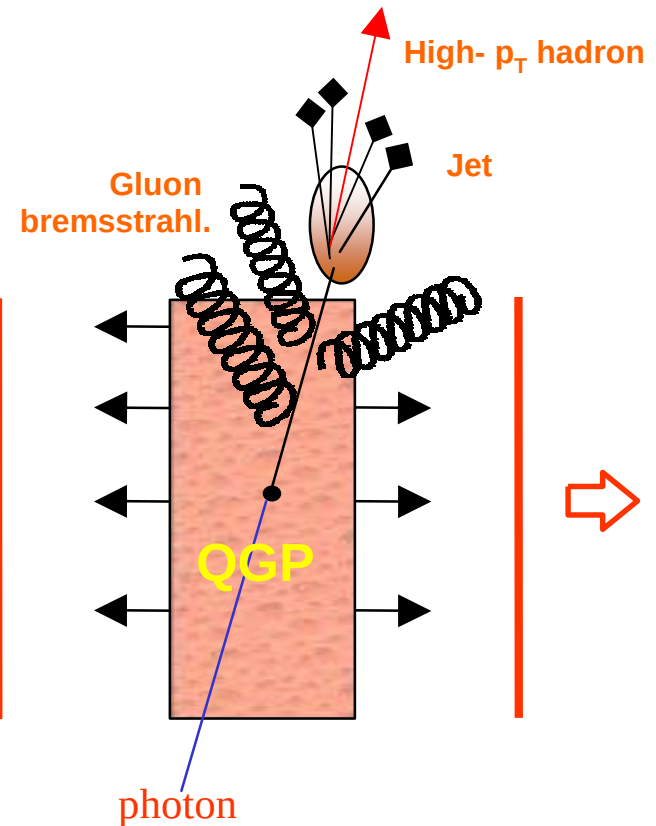


QGP 探索

- QGPを探索するための方法
 - “Jet Quenching”
- “Jet Quenching”とは？
 - 核子核子の初期衝突により散乱されたクォークがQGP中を通過する際にグルーオン制動輻射によりエネルギー減衰(Quenching)を受ける。
 - このエネルギー減衰は、クォークからの生成物であるハドロンエネルギー分布の低エネルギー側への推移として観測出来るはずである。

→QCD理論により(Quenchingがない場合の)予想が立てやすい。

$\sqrt{s_{NN}}=200\text{GeV}$ までのp+p, Au+Au衝突をRHIC-PHENIX 実験で行ない、Jet Quenchingを測定し、QGPの存在を明らかにしたい。



RHIC

RHIC = Relativistic Heavy Ion Collider

Located at Brookhaven National Laboratory



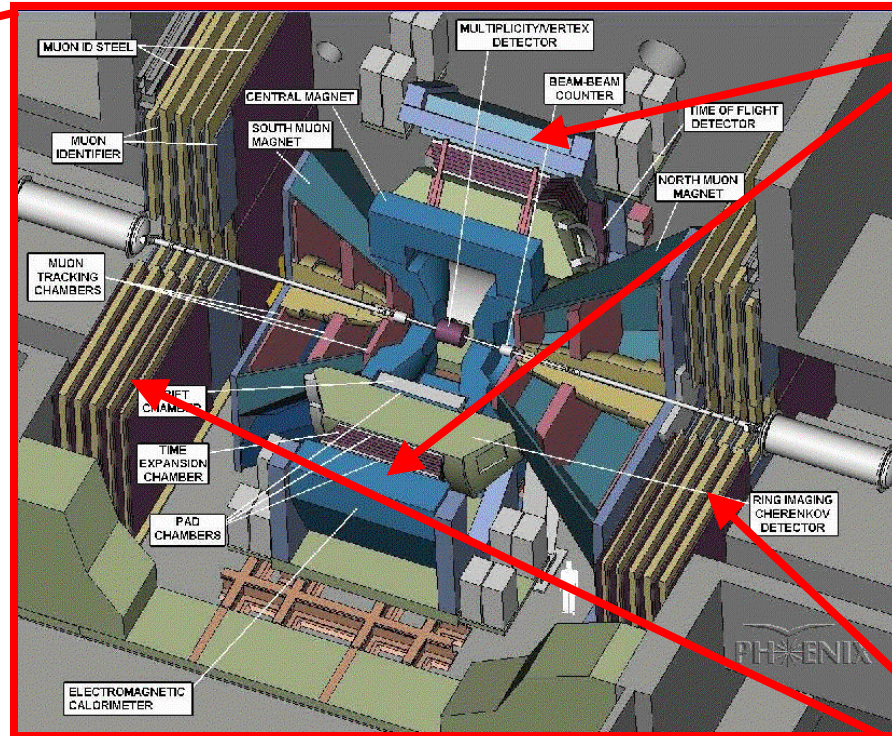
PHENIX実験



Pioneering High Energy Nuclear Interaction eXperiment



- 全周3.8km 2リング
 - 120bunch/ring
 - 106ns crossing time
- 最大エネルギー
 - 250GeV for p(polarized)
 - 100GeV/nucleon for Au
- Luminosity
 - Au-Au : $2 \times 10^{26} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-2}$
 - p-p : $2 \times 10^{32} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-2}$
- 6 のCrossing point



2 central Spectrometers

2 forward Spectrometers

- Luminosity、Vertex、Centralityを決めるための3つの detector がインストールされている。
 - Beam Beam Counter(BBC)
 - Zero Degree Calorimeter(ZDC)
 - Multiplicity and Vertex Detector(MVD)

2002年の履歴

- -1月 200GeV/c p+p run
EMCal-RICH l1 trigger の動作
- 1月-3月 EMCAL-RICH level 1 trigger の解析
- 1月- EMCAL の較正
3月国際会議Calor2002年での発表
- 3月-5月 200GeV/c Au+Au の解析
- 5月- 200GeV/c p+p の解析
7月国際会議QM2002での発表
8月国際会議RBRC/9月日本物理学会
- 10月- 200GeV/c p+p の仕上げ
- 12月- 200GeV/c p+p のためのシミュレーション
- 2月？ 投稿論文を投稿予定

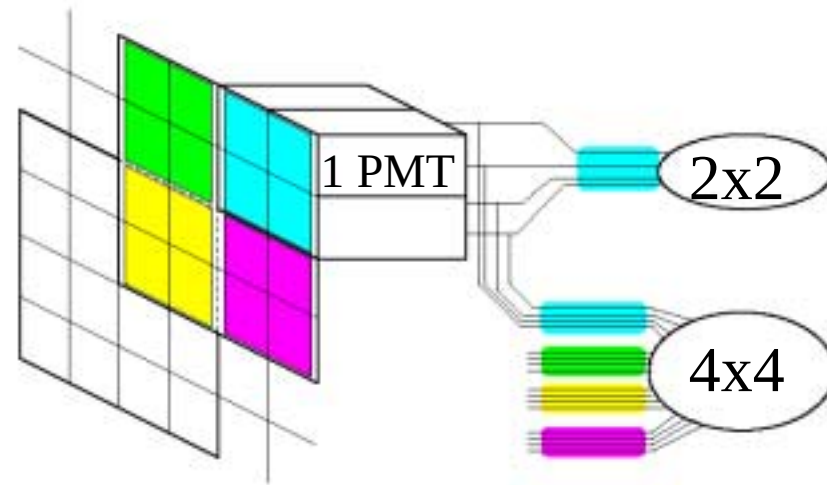
→4個のキーワードにまとめてみよう、

Keyword 1:

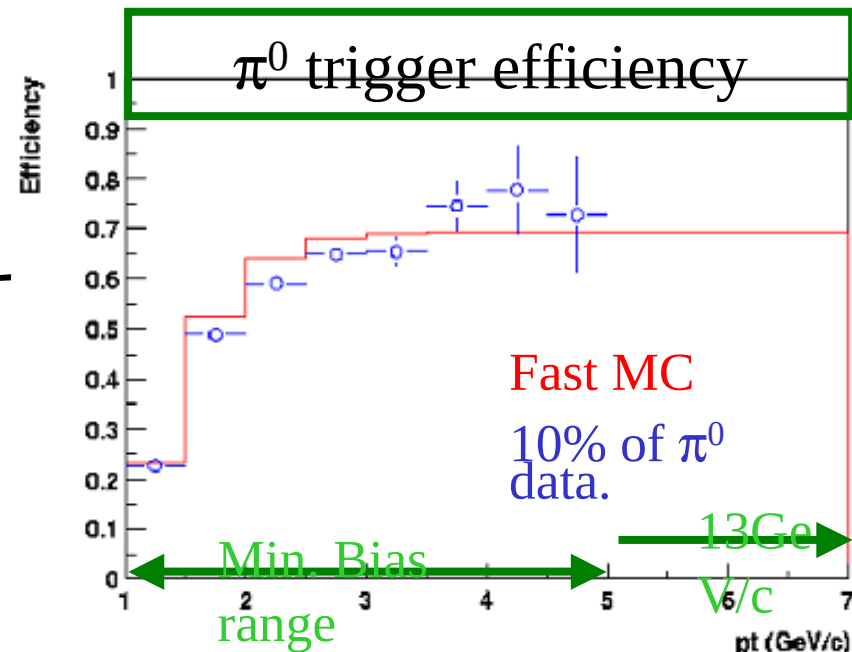
動けカロリーメーター

EMCal-RICH レベル1トリガー

- EMCal の部分は、二つのアルゴリズムから構成されている
 - 2x2 towers non-overlapping sum (threshold=0.8GeV)
 - 4x4 towers overlapping sum (threshold=2 and 3GeV)

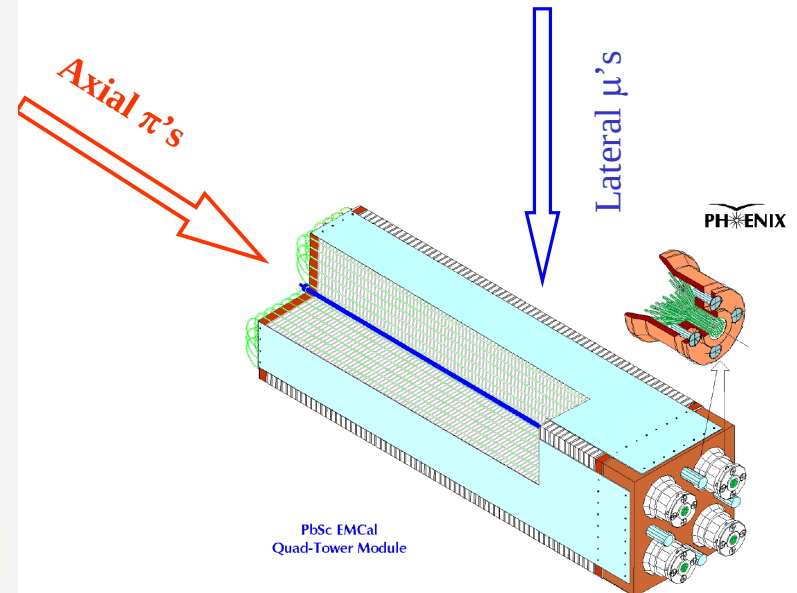
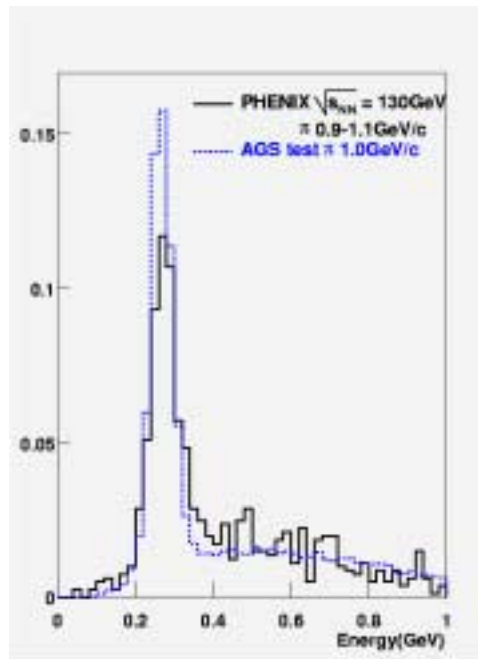
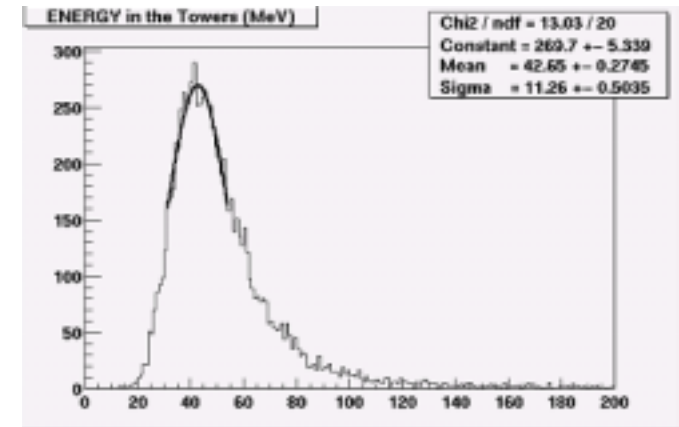


- 2x2のアルゴリズムを使って high- p^T π^0 の収量を90倍得ることができた。



相対エネルギー較正

- 全てのタワー(チャンネル)は宇宙線が横から貫通した際のイオン化エネルギー(42MeV)を使ってエネルギー較正を行う。
- さらなる較正として、衝突点からくる荷電 π 粒子が正面から貫通した際のイオン化エネルギー(260MeV)を使って較正を行う。



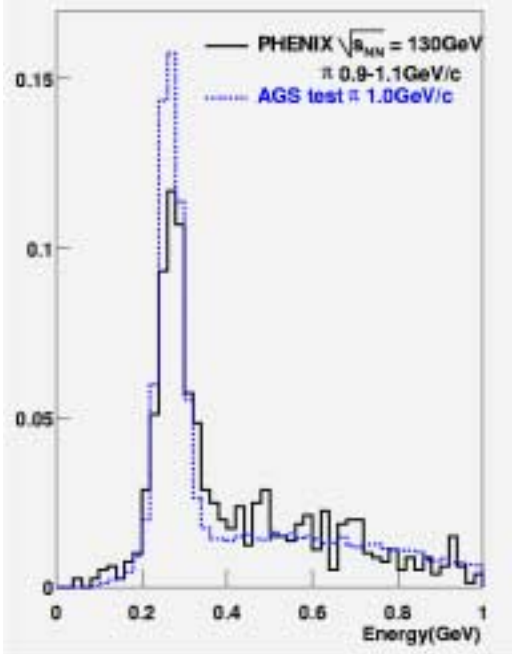
絶対エネルギー較正

3つの独立した測定により、

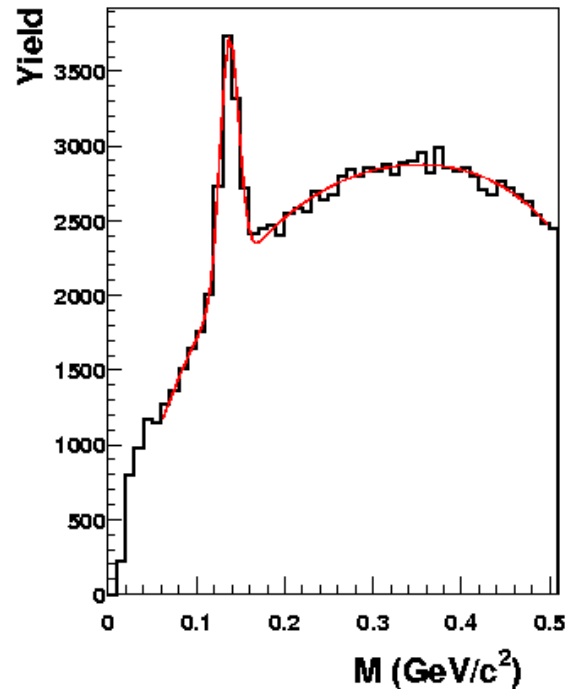
2%

の精度でエネルギー較正ができていることを確認した。

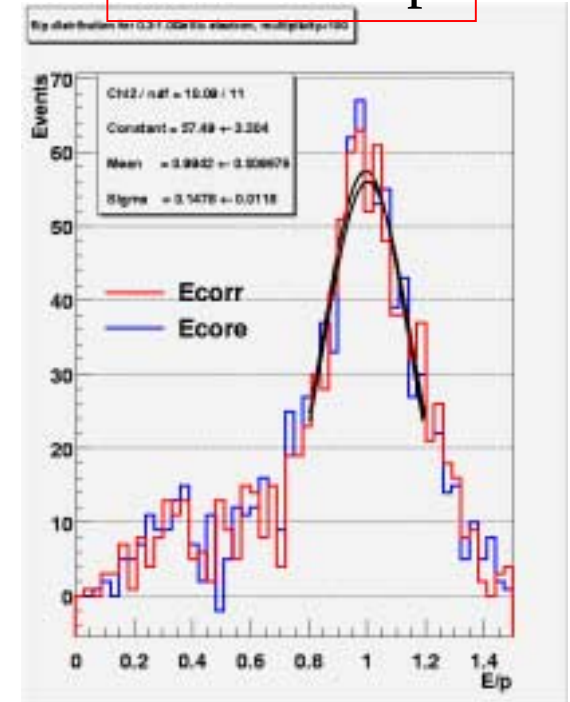
Ionization energy



π^0 mass



electron E/p



Keyword 3:

ひたすら物理解析

π^0 測定

• 3つの独立した解析

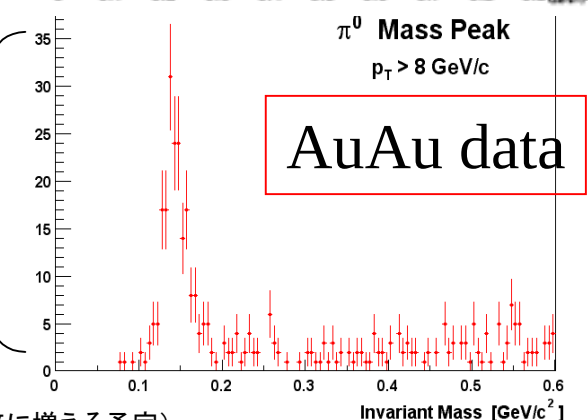
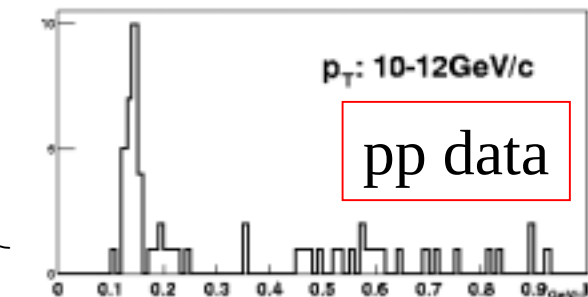
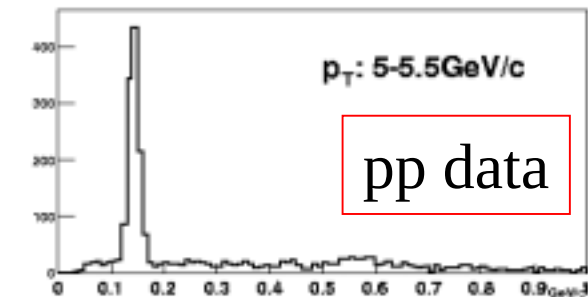
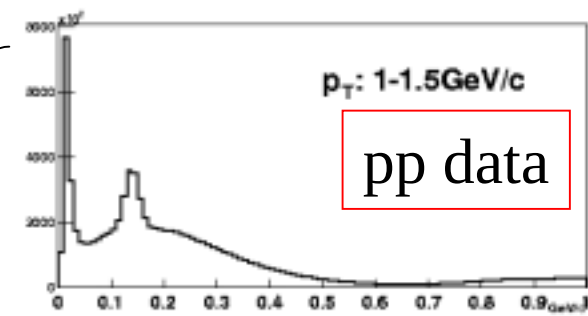
- PbSc型を使った陽子陽子衝突の解析
- PbSc型を使った金金衝突の解析
- PbGl型を使った金金衝突の解析

• 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。
 - $p_T > 4 \text{ GeV/c}$ N/S = 10%
- 電磁カロリ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 p_T 領域(13 GeV/c)まで観測可能
 - (参考:9/15発表、岡田氏)

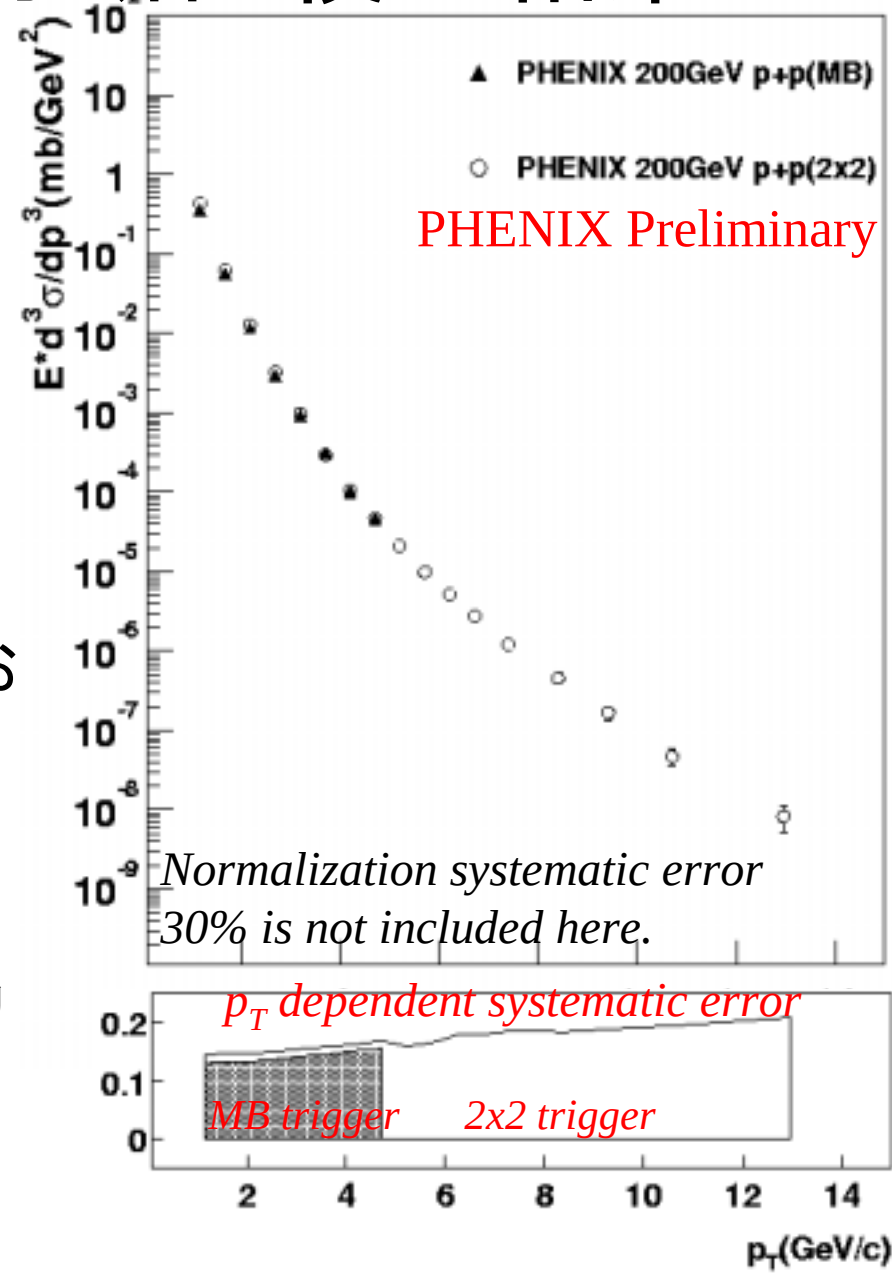
• 金金衝突実験での解析、

- 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8 GeV/c までの測定。



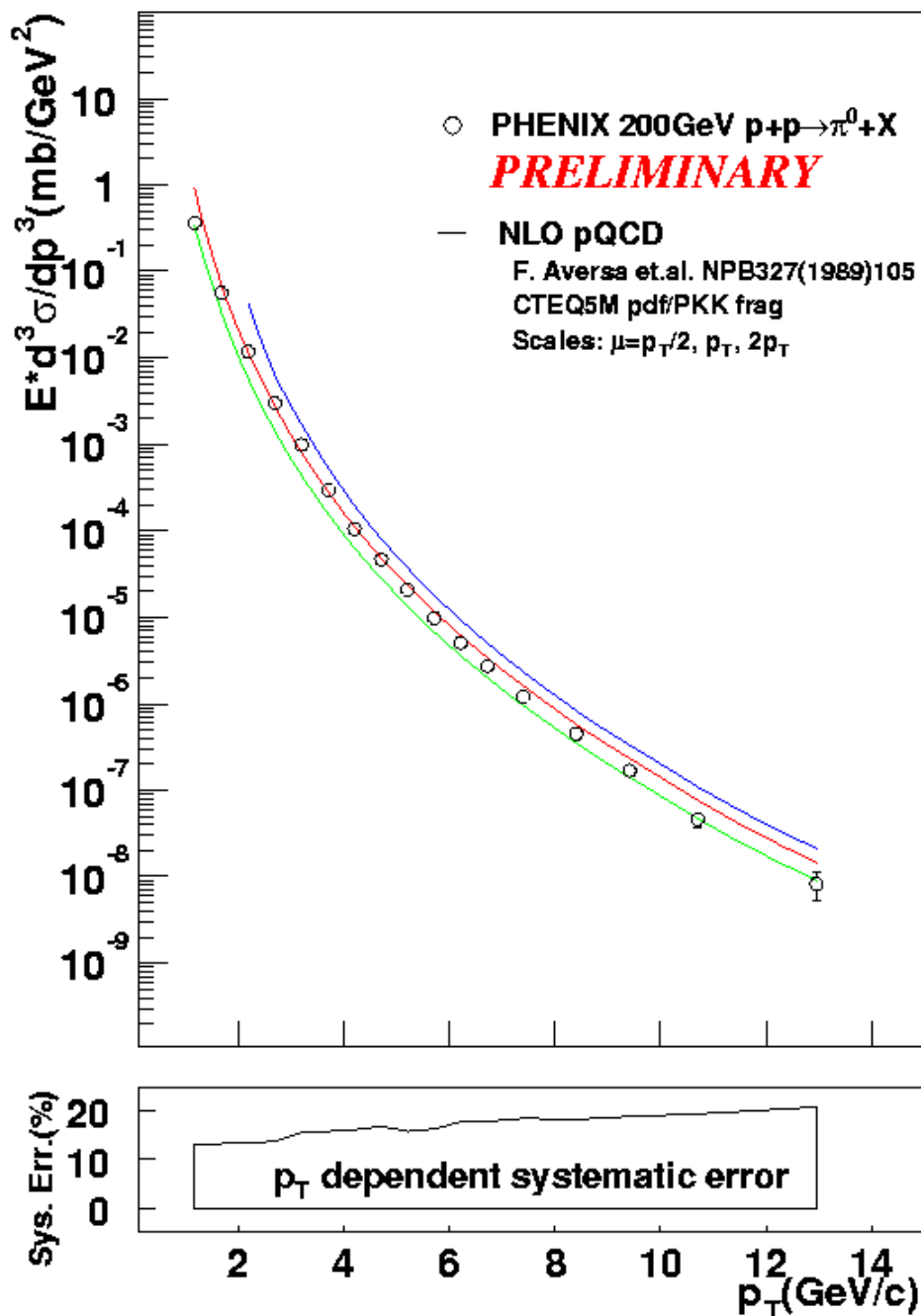
陽子陽子衝突 π^0 微分断面積の結果

- 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
 - 電磁カロリメータを使ったトリガー(2x2 trigger)



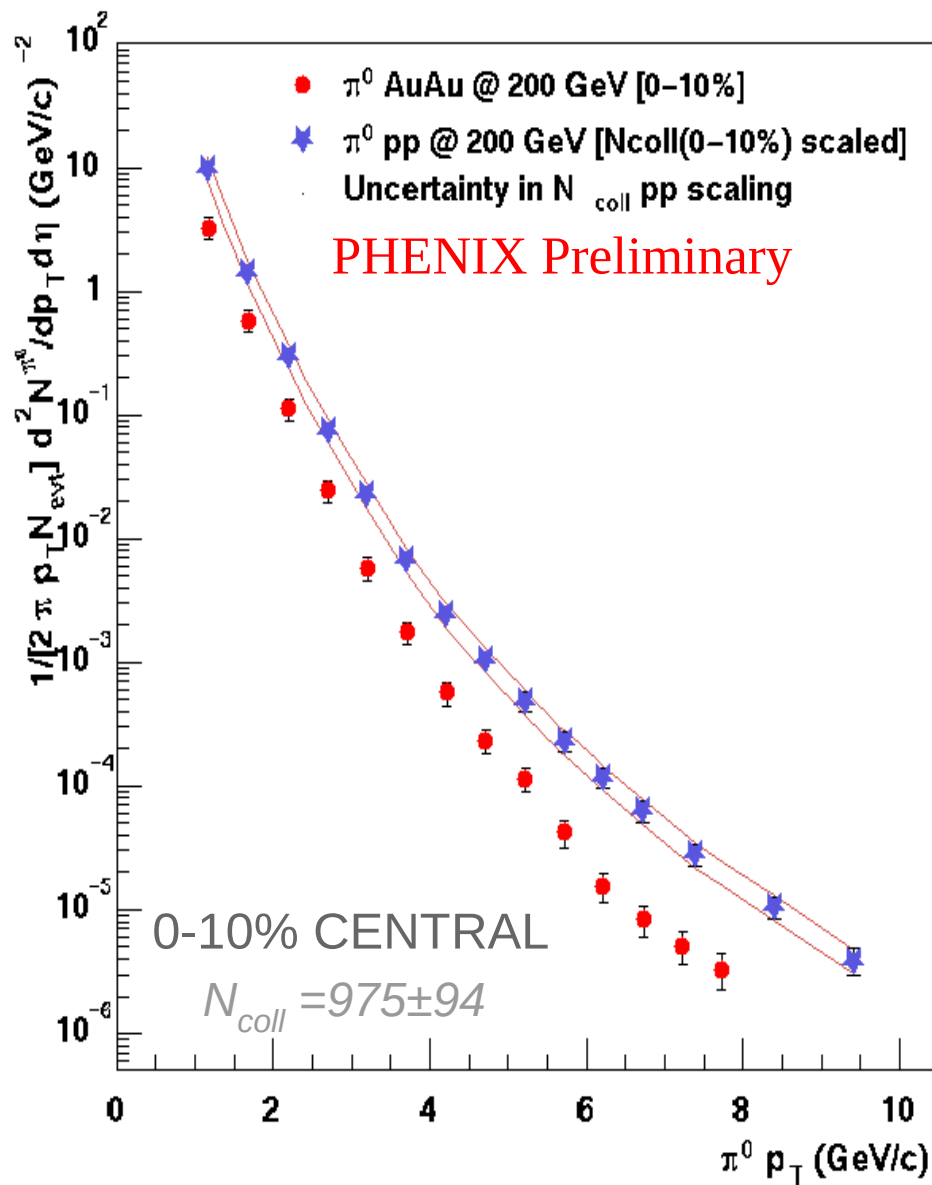
QCD計算との比較

- 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

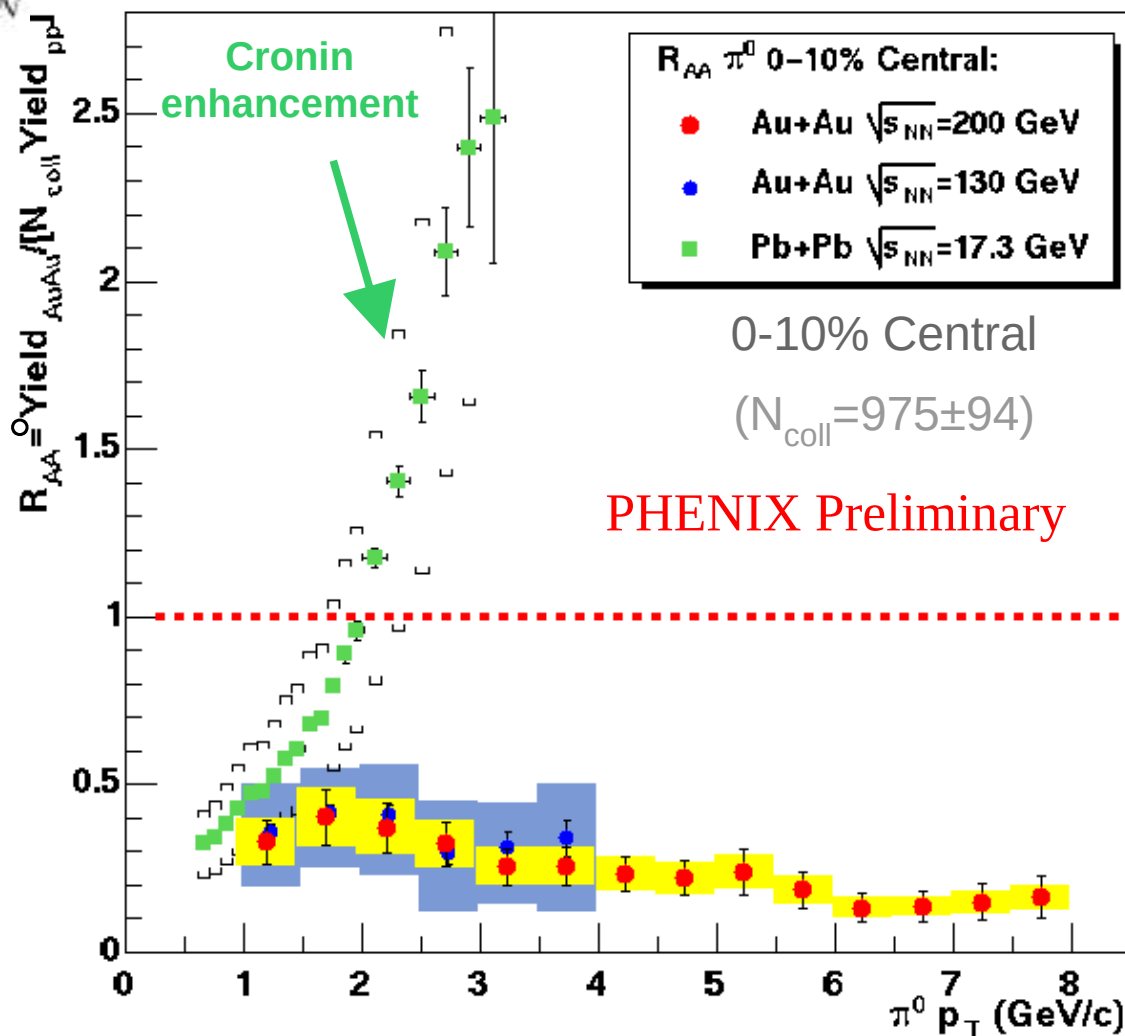
- 金金正面衝突データ
 - $p_T=8\text{GeV}/c$ まで。
- 陽子陽子衝突データ
 - 比較のために
“Number of Collisions”
を掛けてある。
 - Number of Collision は
グロウバーモデルにより
計算。 975 ± 94
- 2つの間に大きな食い
違いが見られた。
 - 違いの度合いは p_T に
依存している。



陽子陽子衝突と金金正面衝突の比較

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

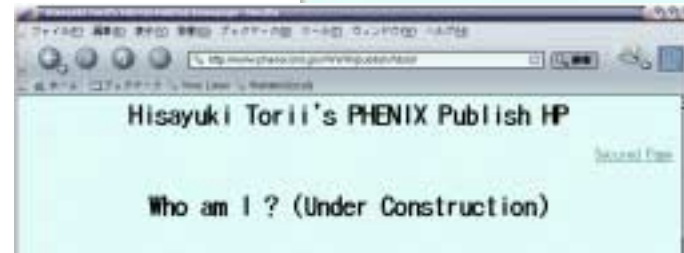
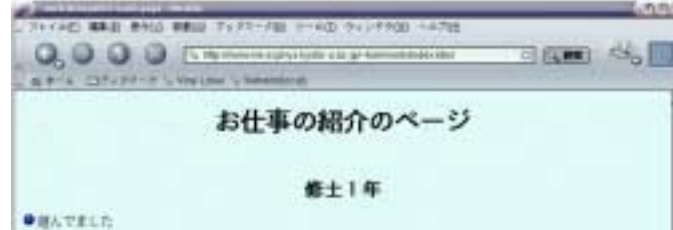
- 原子核効果 R_{AA} の比較
 - RHIC $\sqrt{s}=130/200\text{GeV}$
 - CERN $\sqrt{s}=17.3\text{GeV}$
- 高い p_T 領域 ($>2\text{GeV}/c$) で違う様相を示している
 - CERN
 - Cronin効果により増加
 - RHIC
 - 大きな抑制効果が見られる。



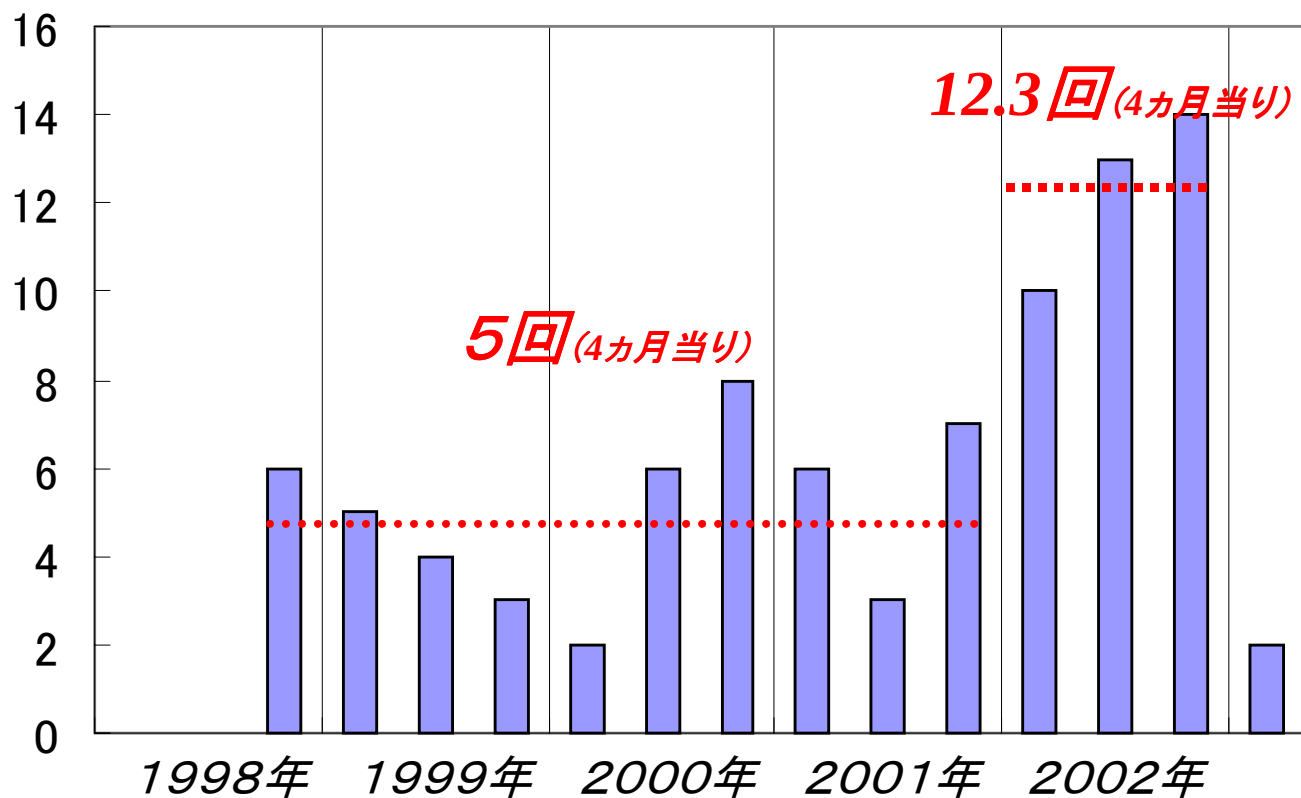
Keyword 3:

しゃべりまくり

Webを通じた成果発表



成果発表の頻度



博士課程以降全89回

内 PHENIX内部向け 75回

まあ、質はともあれ、2002年は数はこなした。

Keyword 4:

D論書きます

予定

- 2月 解析続き + 本文書き
- 3月 本文書き、
ラフなものでよいので、とりあえず構成が完成したものを作りたい。
- 4月 文章較正、
- ゴールデンウィークごろ提出か？