



# Open Heavy Quark Heavy Quarkonium Electromagnetic Probe

Yukinao Akamatsu (Nagoya)

# *Open Heavy Quark*

1. D meson (ALICE/STAR)
2. Non-photonic electron (ALICE/PHENIX/STAR)
3. Non-photonic muon (ALICE)

# 1. D meson

- ALICE

K+ $\pi$ の不変質量からDを測定する

Bottomの崩壊の寄与は除く

ppはFONLLを用いて $v_s=7\text{TeV} \rightarrow 2.76\text{TeV}$ へ

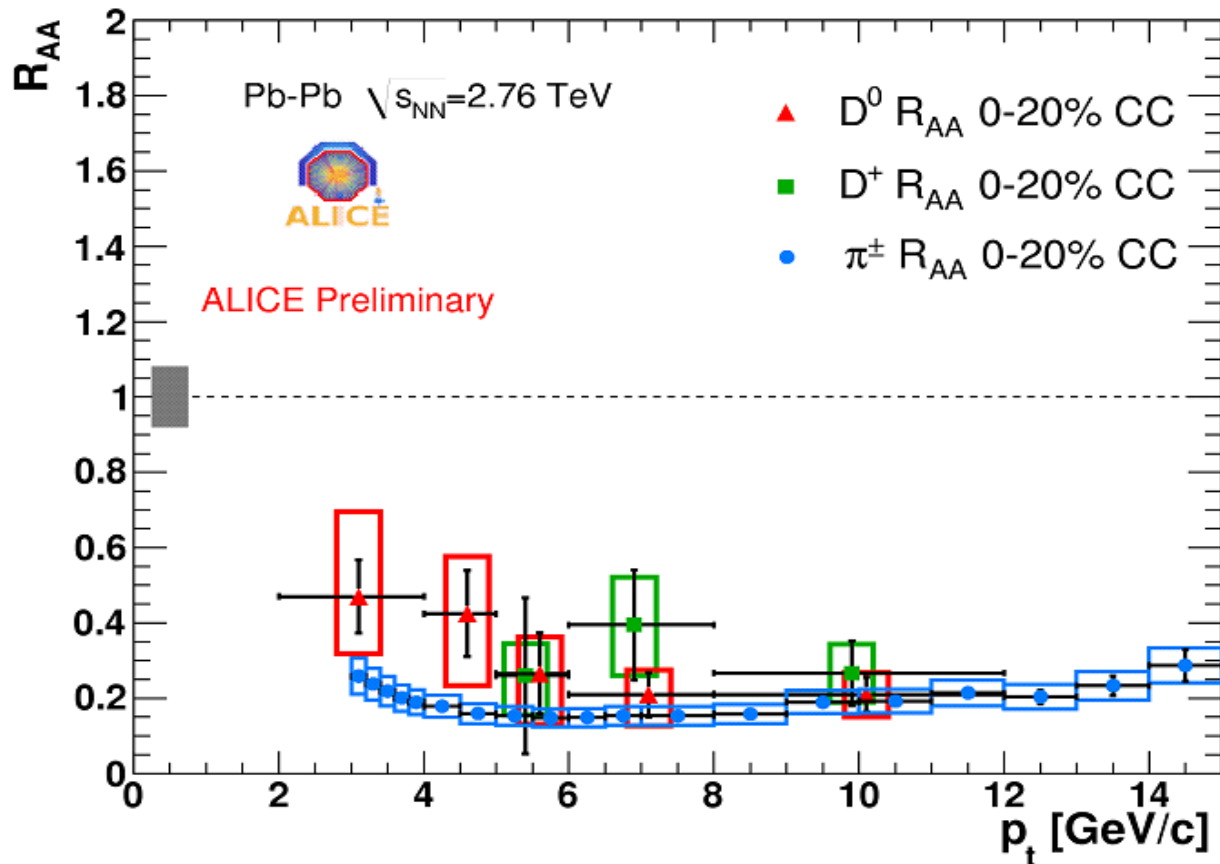
High  $p_T$ で $R_{AA}$ が $\pi$ と同じくらいに小さい

理論の定性的な予想と異なる

(Casimir, dead cone)

# 1. D meson

- ALICE



# 1. D meson

- STAR

K+ $\pi$ の不変質量からDを測定する

Bottomの崩壊の寄与を差引いていない？(要確認)

ppでFONLLの上限と一致

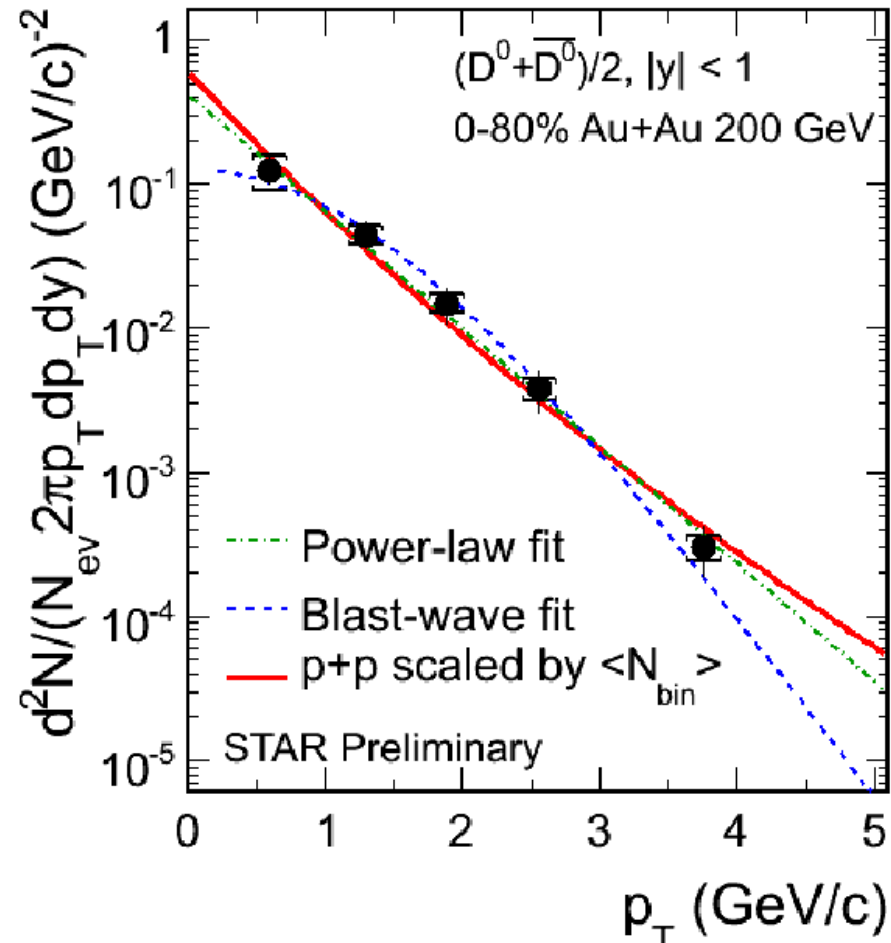
AuAuで $N_{\text{coll}}$ -scalingを確認 → hardな過程による生成

AuAuでlow  $p_T$ のBlast wave fitはlight hadronと比べ、

$T_{\text{kin}}$ は高く $\beta_T$ は小さい → charmは早くdecouple

# 1. D meson

- STAR



## 2. Non-photonic electron

- ALICE

Inclusiveからcocktailを差引くとnon-photonic electron (+thermal radiation)が残る

( $R_{AA}$ の計算では、ppはFONLLを用いて  $\sqrt{s}=7\text{TeV} \rightarrow 2.76\text{TeV}$ へ)

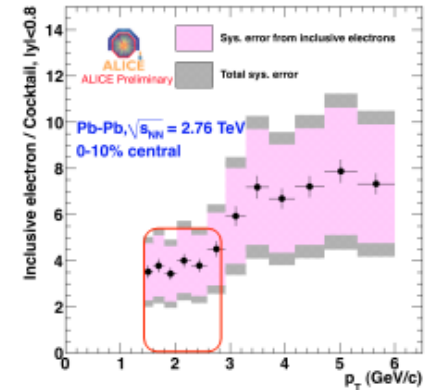
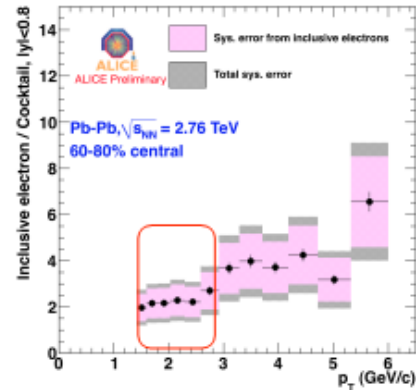
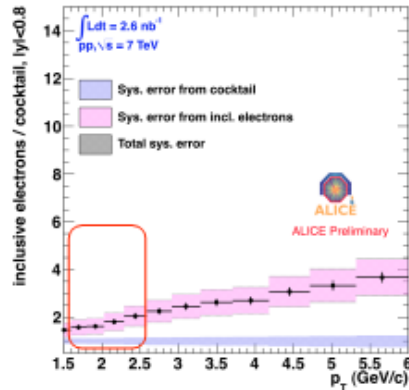
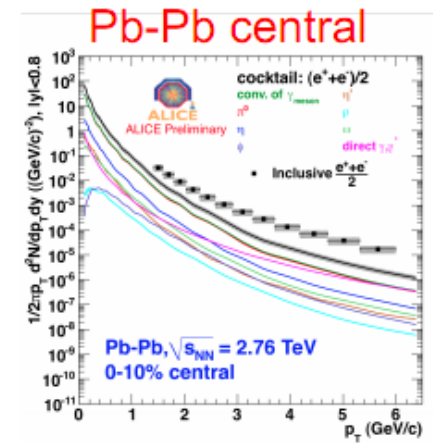
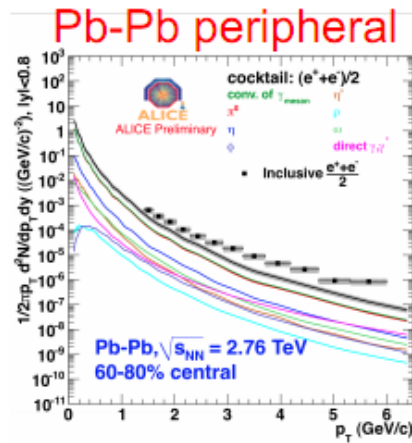
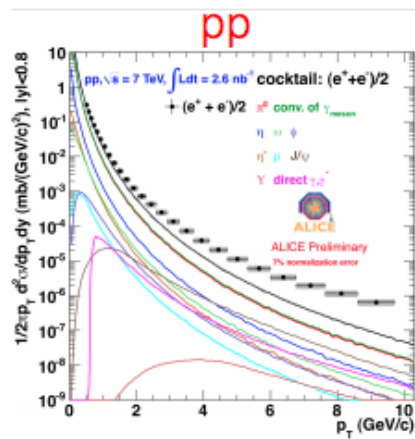
pp, PbPbともcocktailに比べてexcess

PbPb low  $p_T$ : thermal dielectron?

PbPb high  $p_T$ : non-photonic electronが**主要**

# 2. Non-photonic electron

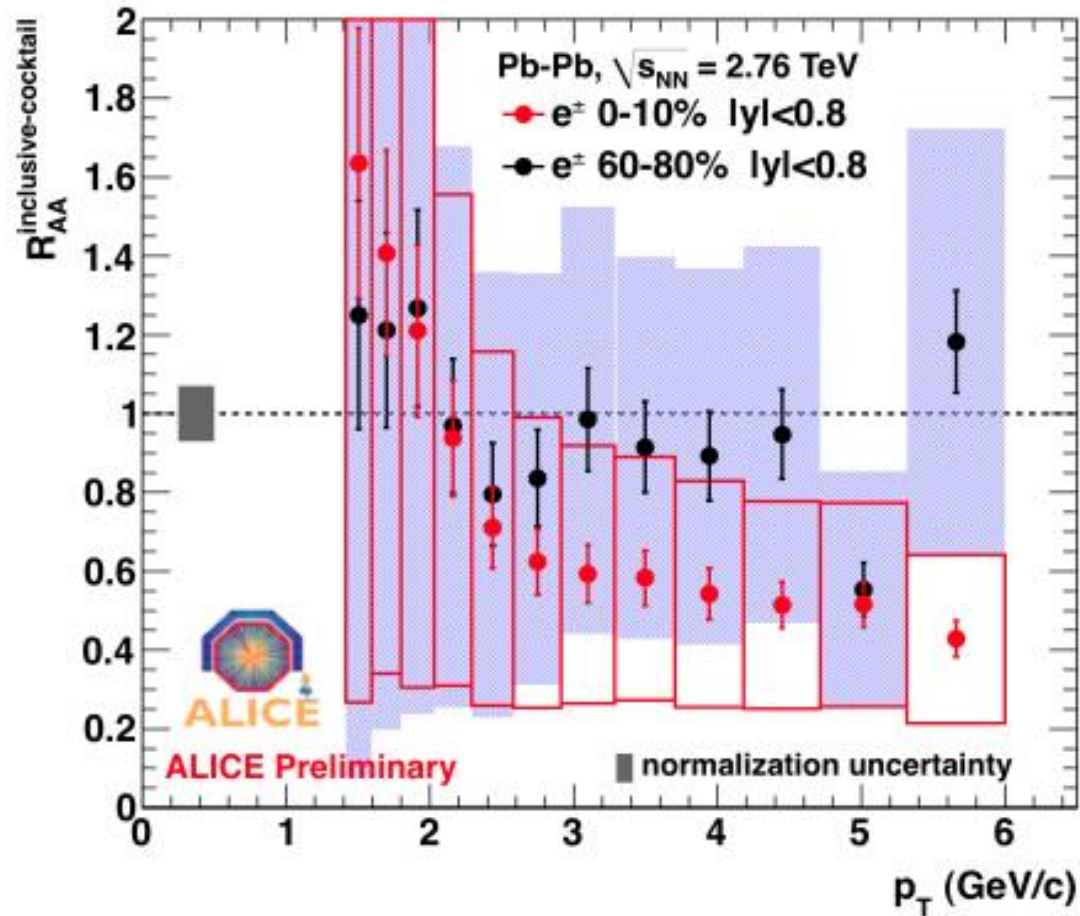
- ALICE





# 2. Non-photonic electron

- ALICE



## 2. Non-photonic electron

- PHENIX

dAu衝突で $R_{dA} \approx 1$

CNM効果はHeavy Flavorで重要でない

- STAR

pp衝突でD起源とB起源を分けて測定

FONLLとconsistent

# 3. Non-photonic muon

- ALICE

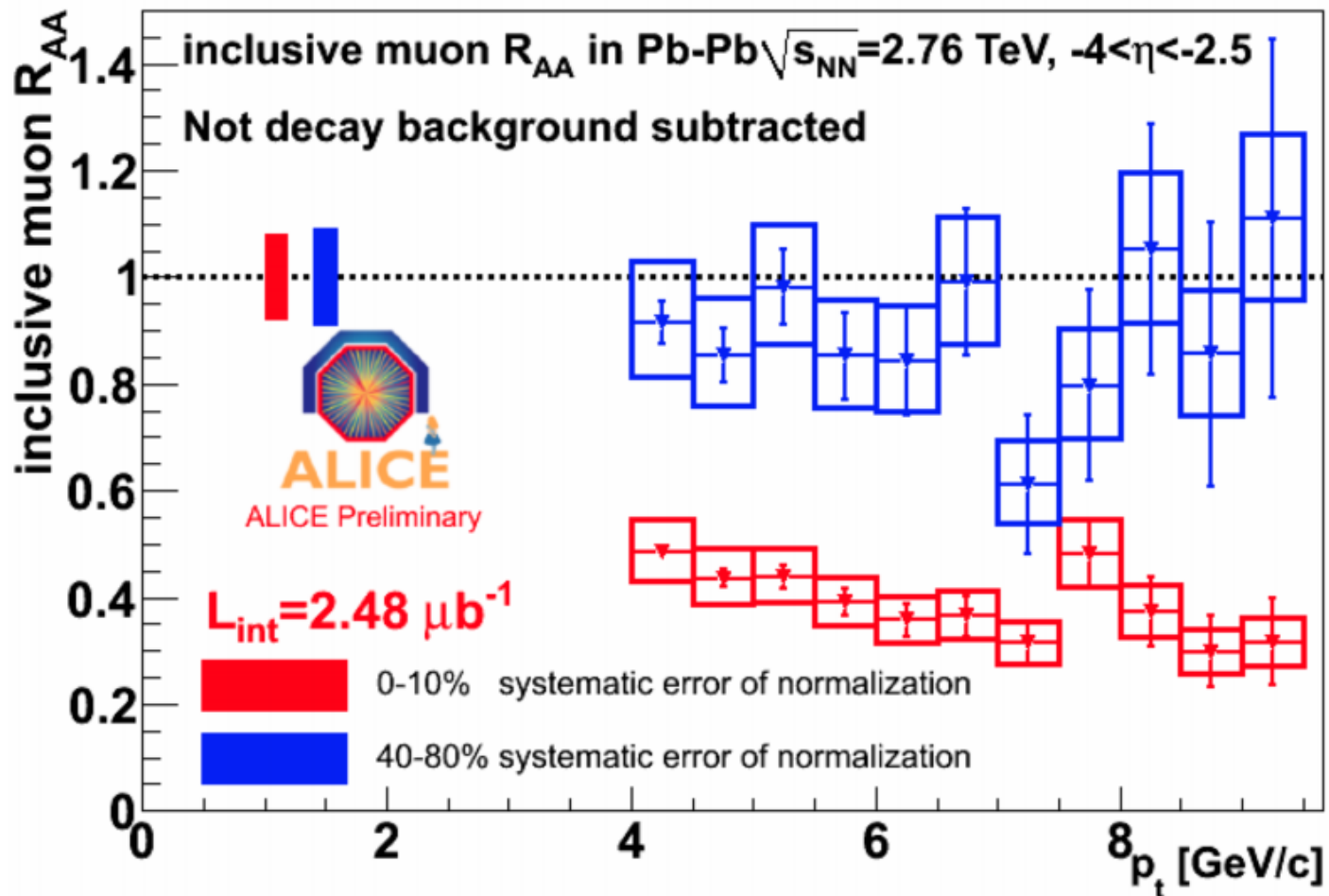
ppとPbPbのinclusive muonを測定

ppはFONLLを用いて $v_s=7\text{TeV} \rightarrow 2.76\text{TeV}$ へ

Inclusive muonの $R_{AA}$ は、中心衝突ほど小さい  
理論の定性的な予想通り

# 3. Non-photonic muon

- ALICE



# *Heavy Quarkonium*

1.  $J/\psi$  (ALICE/CMS/STAR/PHENIX)
2.  $Y$  (CMS)

# 1. J/ψ

- ALICE

Dimuonの不変質量からJ/ψを測定

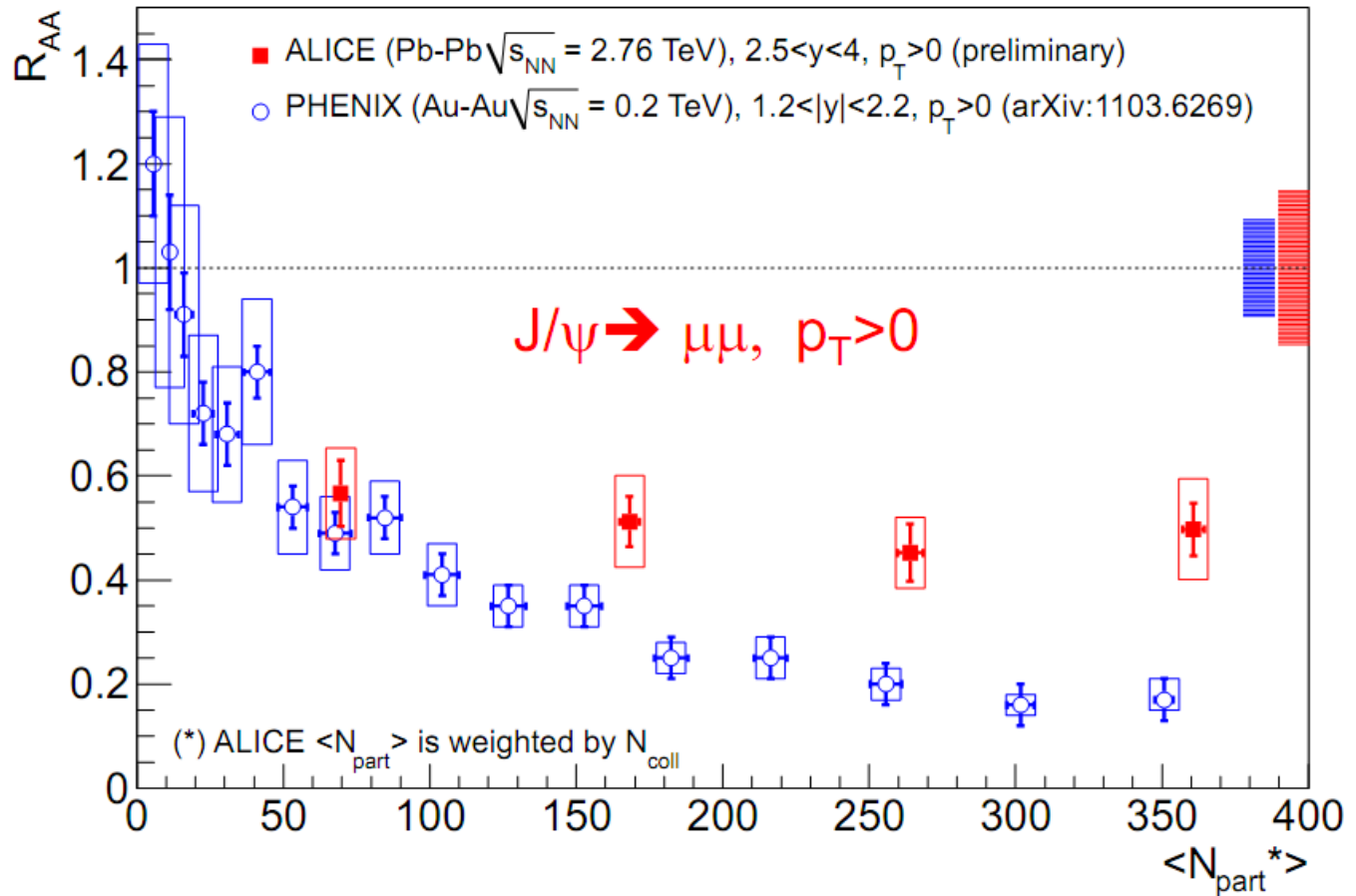
B→J/ψの寄与(non-prompt)は分離していない

$R_{AA}$ のcentrality依存性がPHENIX, ATLASと異なる

正しい理解のためには、nuclear shadowingや  
cold nuclear matter effectの知識が重要

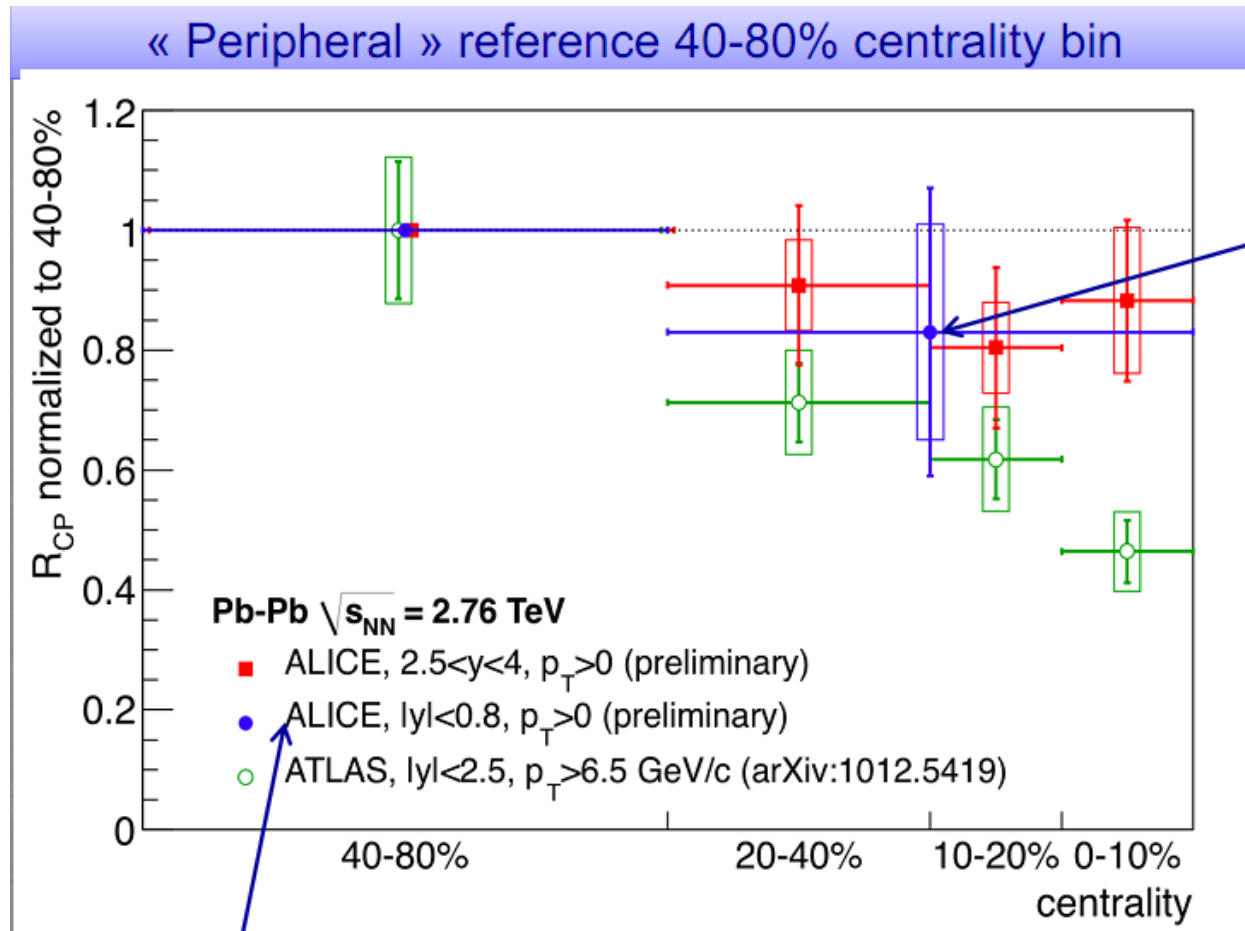
# 1. J/ψ

- ALICE



# 1. J/ψ

- ALICE





# 1. J/ψ

- CMS

Dimuonの不変質量からJ/ψを測定

B→J/ψの寄与(non-prompt)は分離している

$R_{AA}$ の $p_T$ , rapidity依存性がPHENIX, STARと異なる

$R_{AA}$ は中心衝突ほど抑制される

Anti-shadowing?

運動量領域やnuclear shadowingの効果の違いを  
考慮したうえで他の実験と比べる必要がある

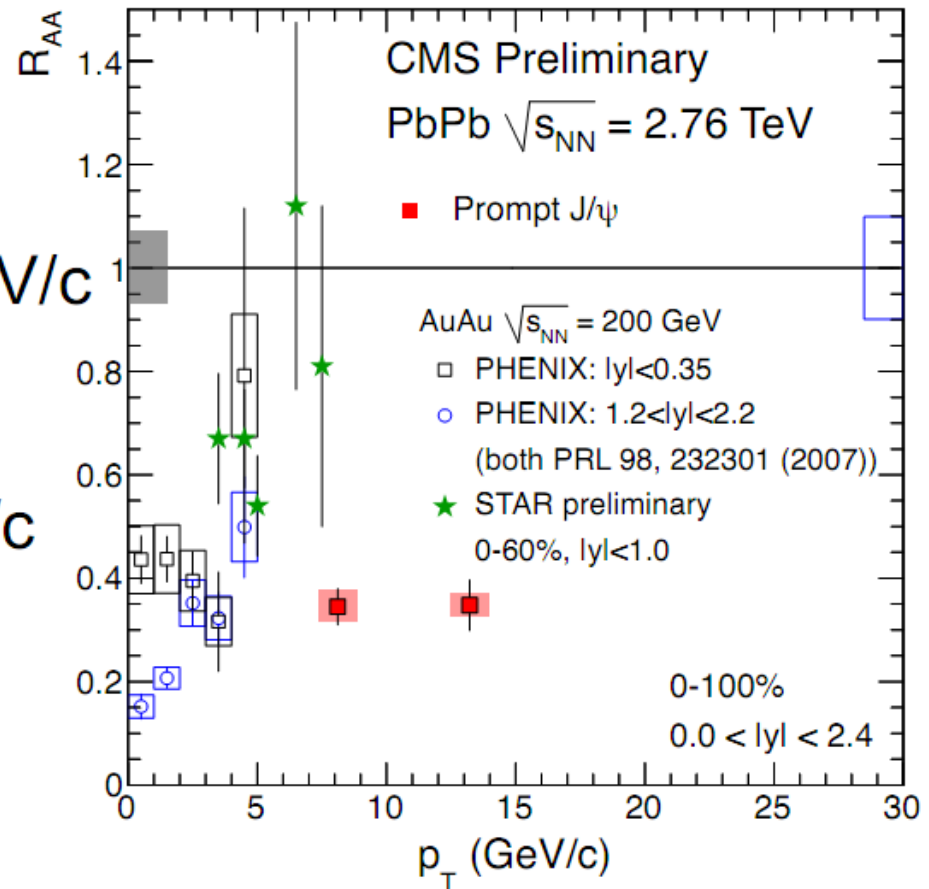
# 1. J/ψ

- CMS

CMS  
 $p_T^{J/\psi} > 6.5 \text{ GeV}/c$

STAR  
 $p_T^{J/\psi} < 8 \text{ GeV}/c$

PHENIX  
 lower  $p_T$



# 1. J/ $\psi$

- CMS

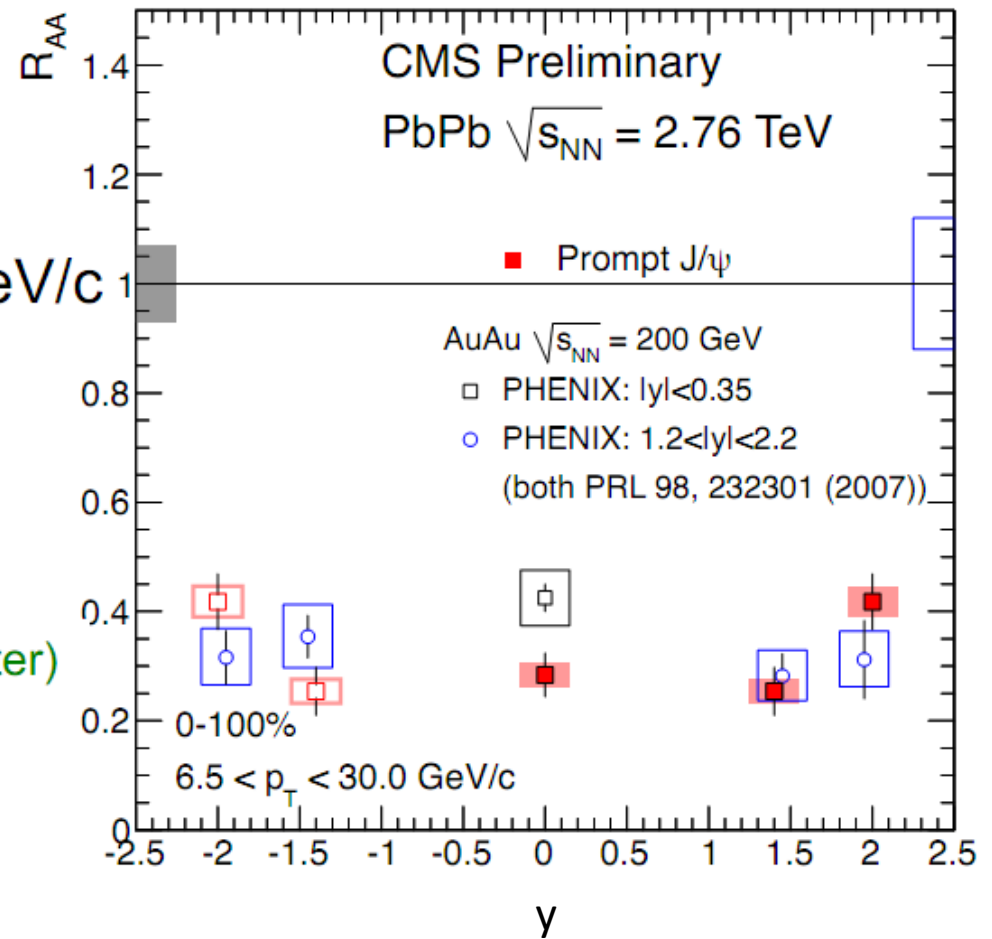
CMS

$p_T^{J/\psi} > 6.5 \text{ GeV}/c$

PHENIX

lower  $p_T^{J/\psi}$

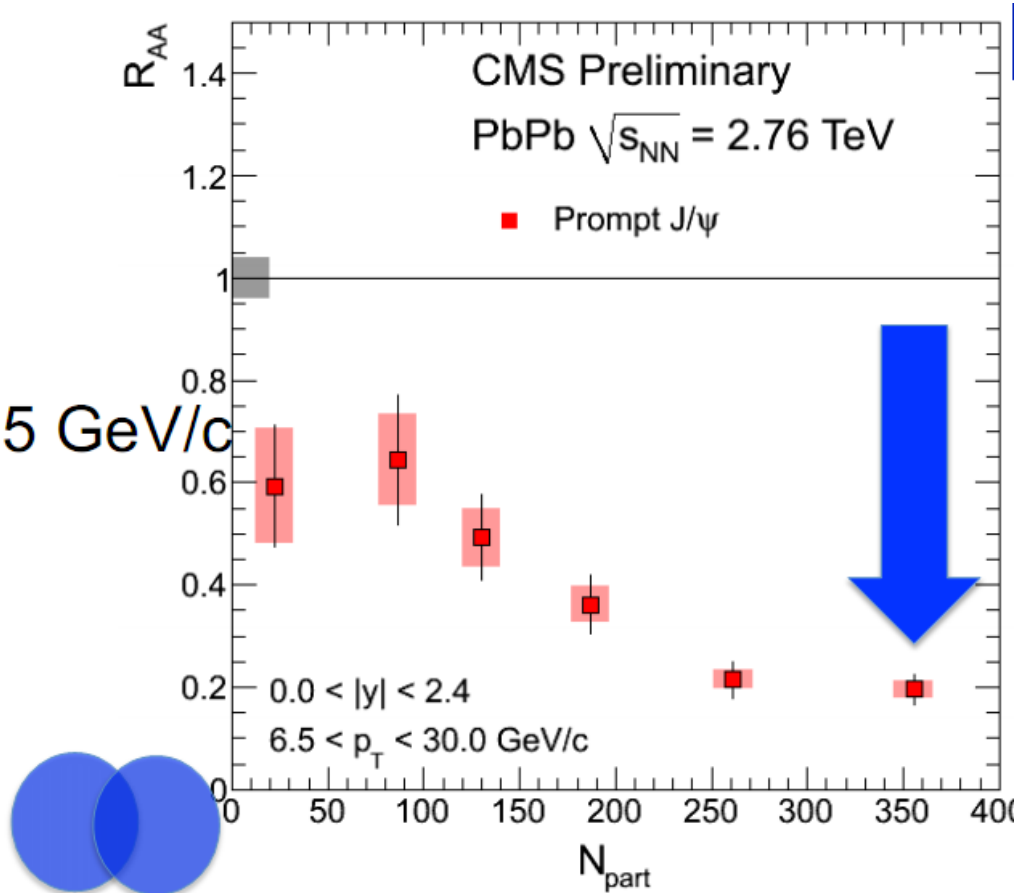
M. Wysocki (Poster)



# 1. J/ψ

- CMS

CMS  
 $p_T^{J/\psi} > 6.5 \text{ GeV}/c$



# 1. J/ψ

- PHENIX

pp→J/ψ+Xの断面積を測定

Color octet stateを通じたJ/ψ生成を示唆

- STAR

J/ψ spectrum,  $R_{AA}$ ,  $v_2$ を測定

High- $p_T$ でも中心衝突であれば抑制が見えた

$V_2=0$ →charm recombinationは×

## 2. Y

- CMS

Dimuonの不変質量から $Y(1S, 2S, 3S)$ を測定

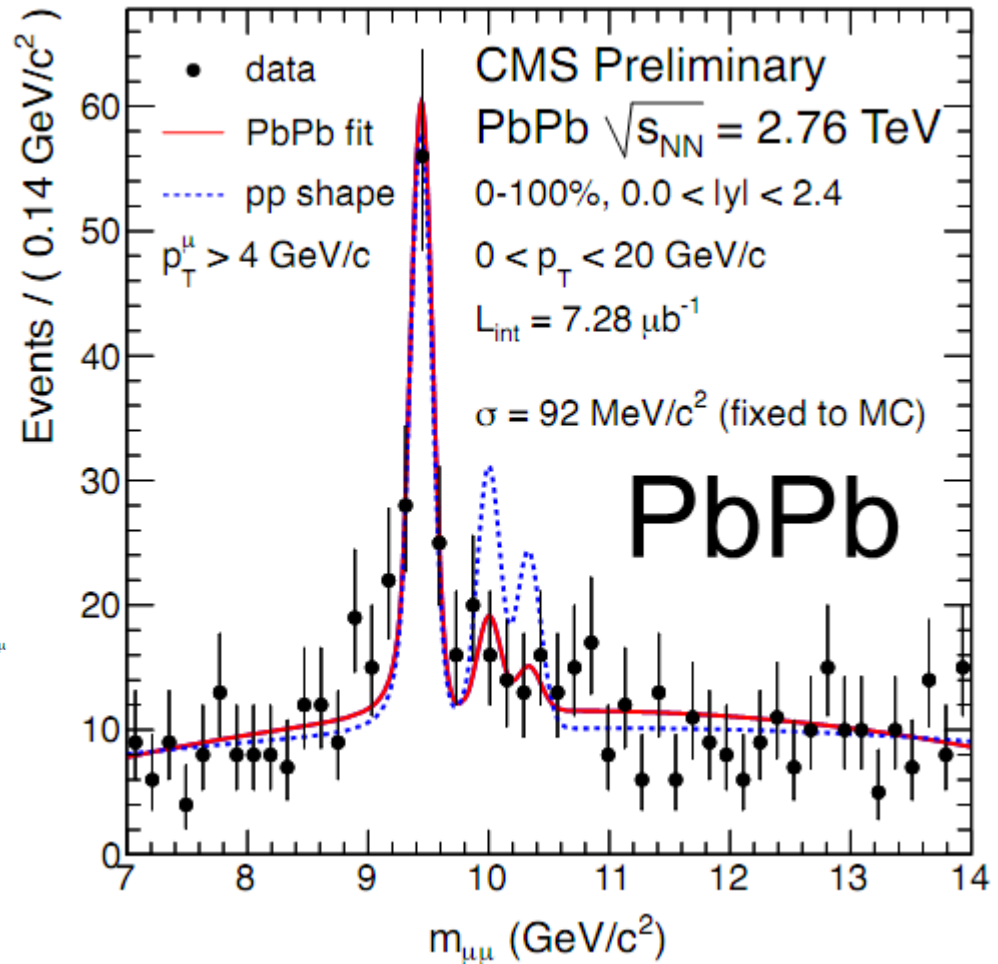
$Y(2S+3S)/Y(1S)|_{PbPb}$ と $Y(2S+3S)/Y(1S)|_{PP}$ の比 $\sim 0.3$

Sequential quarkonium meltingを示唆

# 2. $\Upsilon$

- CMS

$$\frac{\Upsilon(2S+3S)/\Upsilon(1S)|_{\text{PbPb}}}{\Upsilon(2S+3S)/\Upsilon(1S)|_{\text{pp}}} = 0.31^{+0.19}_{-0.15} \pm 0.03$$



# *Electromagnetic Probe*

1. Real Photon (CMS/PHENIX)
2. Dilepton (PHENIX/STAR)



# 1. Real photon

- CMS

Photon-Jetに付随するハドロンの全エネルギーによりイベントを選別する (LO processを見たい)

PbPbの $(dN/dE_T)/T_{AA}$ のデータまで解析

$R_{AA}$ を計算するにはppのデータが必要

(現在実験中)

# 1. Real photon

- PHENIX

Direct real photon spectrumを測定

(direct=inclusive-decay=prompt+thermal)

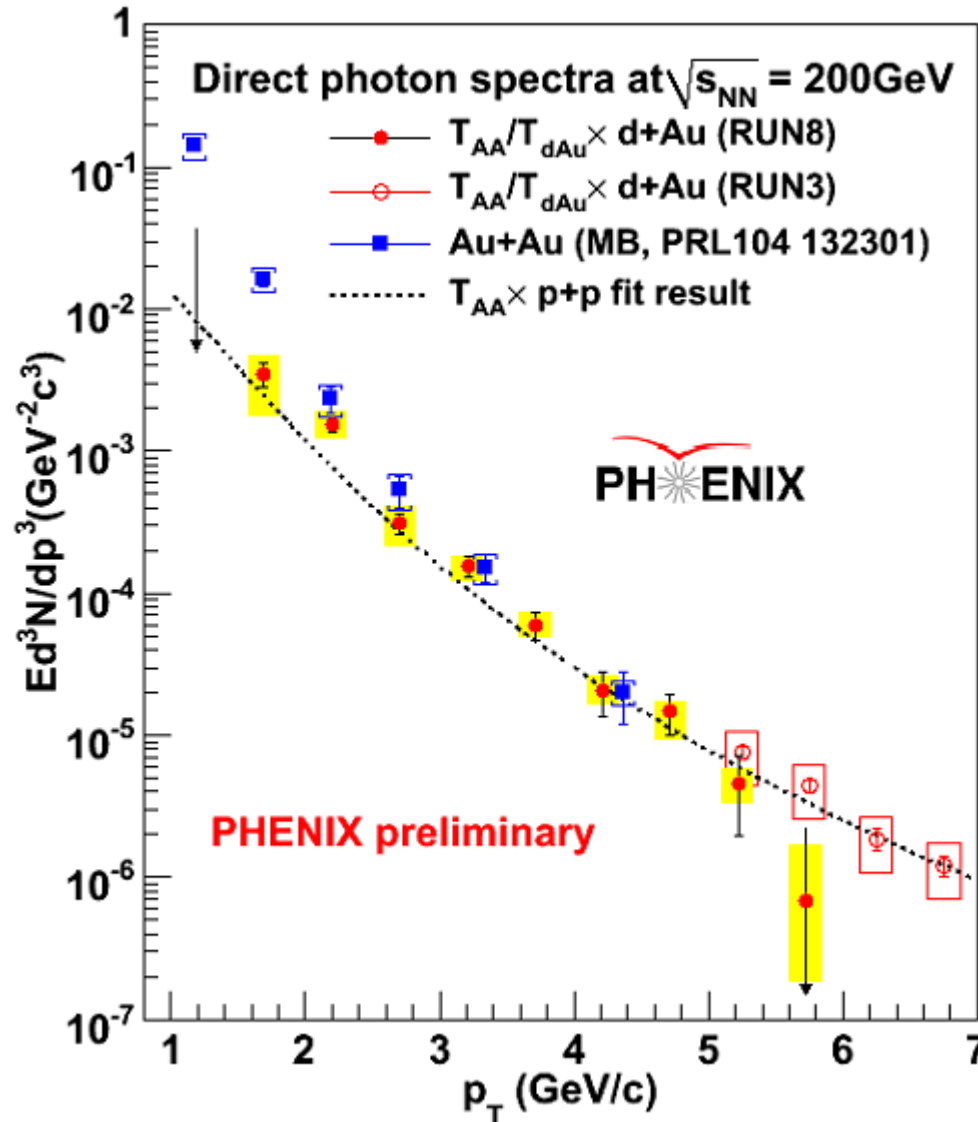
Low  $p_T$ で $N_{\text{coll}}$ -scaled ppからのenhancement

Low  $p_T$ の $v_2$ は $\pi$ と同じくらい

両方とも、low  $p_T$ ではthermal photonが主要な寄与であることを示唆

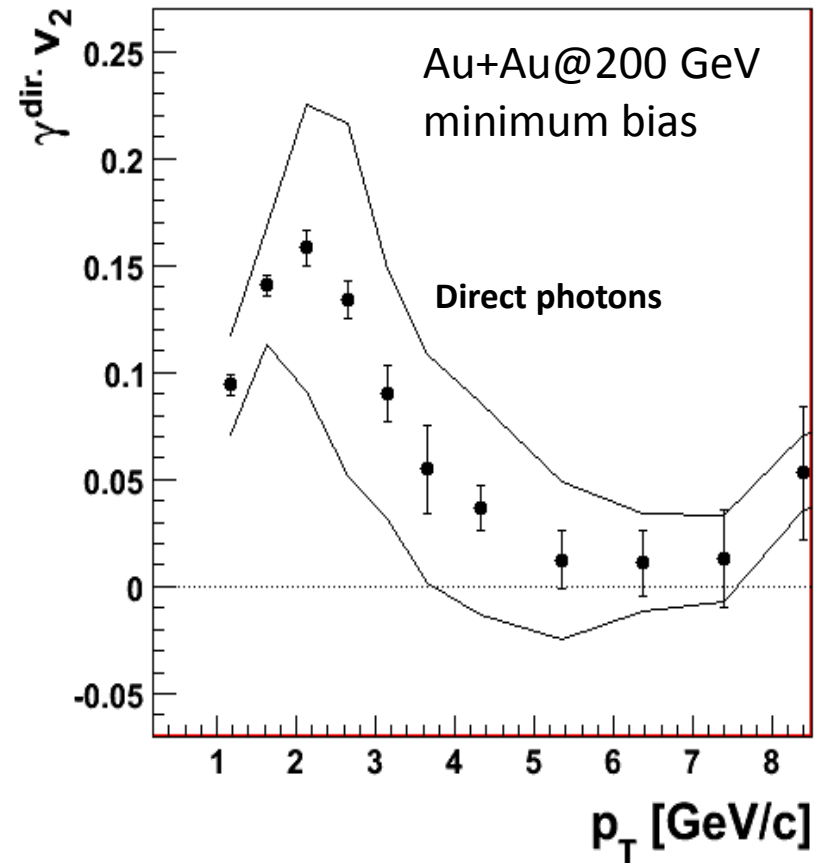
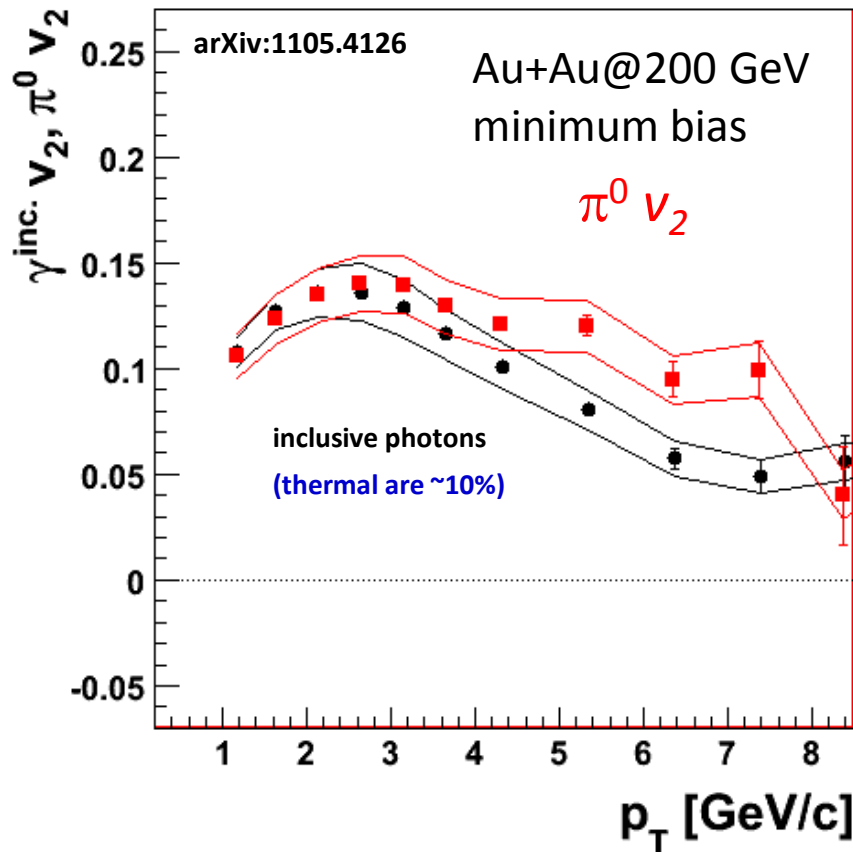
# 1. Real photon

- PHENIX



# 1. Real photon

- PHENIX



## 2. Dilepton

- PHENIX

dAuでdielectronを測定

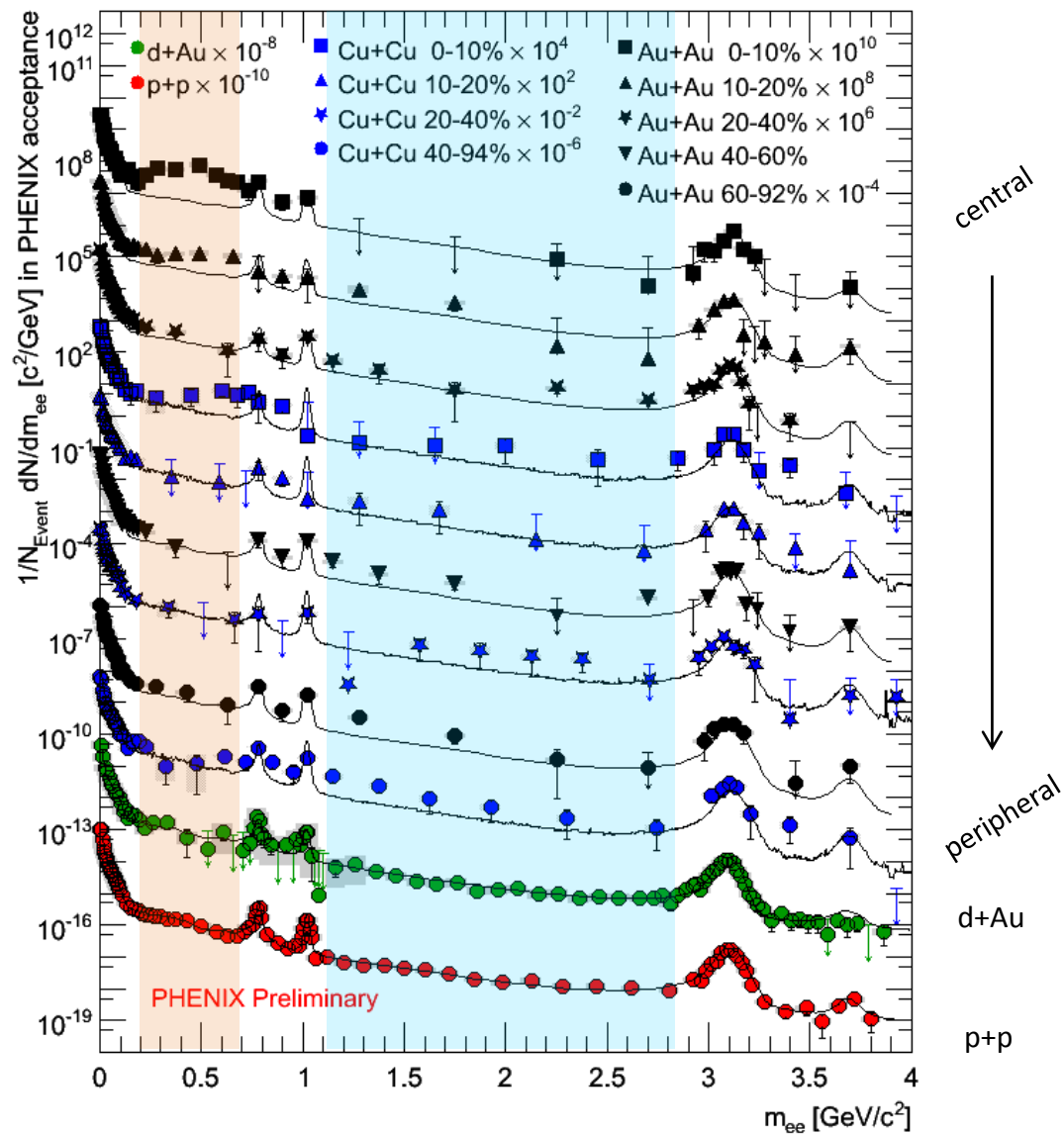
Cocktailからのenhancementは見られない

AuAuでcold nuclear matter effectは無視できる

Hadron Blind Detectorを用いた測定を予定  
(Run10)

# 2. Dilepton

- PHENIX



## 2. Dilepton

- STAR

pp, AuAuでdielectronを測定

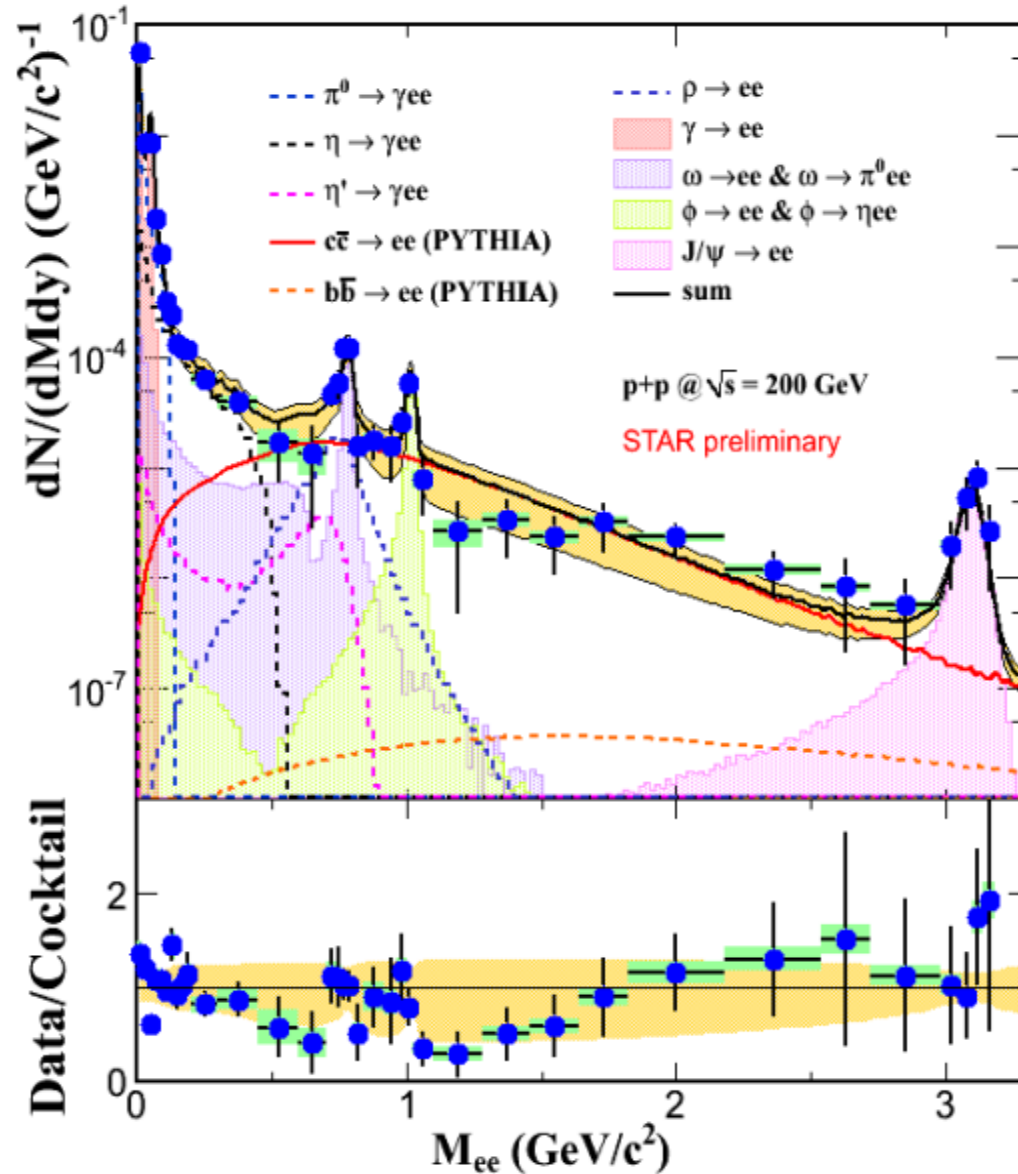
Low mass enhancementはPHENIXよりも小さい  
(ただし、STAR acceptance $\neq$ PHENIX acceptance)

$M_{ee} \approx 1\text{GeV}$ 付近でpp, AuAuともcocktailを下回る

PHENIXとのconsistency???

# 2. Dilepton

- STAR





# 2. Dilepton

- STAR

