

LHC-ALICE実験における back-to back ジェットの観測と再構成

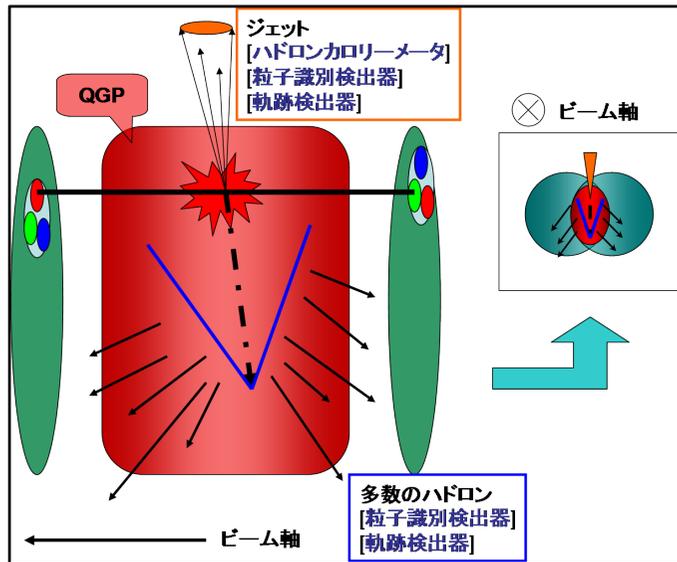
筑波大学高エネルギー原子核実験グループ 筑波技術大学^A

坂田洞察 稲葉基^A 江角晋一 木村瑞希 金野正裕 佐野正人 関根裕輝
竹内理将 中条達也 轟木貴人 三明康郎 横山広樹 渡辺健悟

Outline

- Introduction
 - Jet Quenching
 - Gamma-Jet & DiJet
 - J-Cal Project
- Analysis
 - Detector performance
 - Energy balance resolution
 - Jet $\Delta\phi$ resolution
 - Physics performance [Quench effect]
 - Energy balance resolution
 - Jet $\Delta\phi$ resolution
- Conclusion

Jet quenching

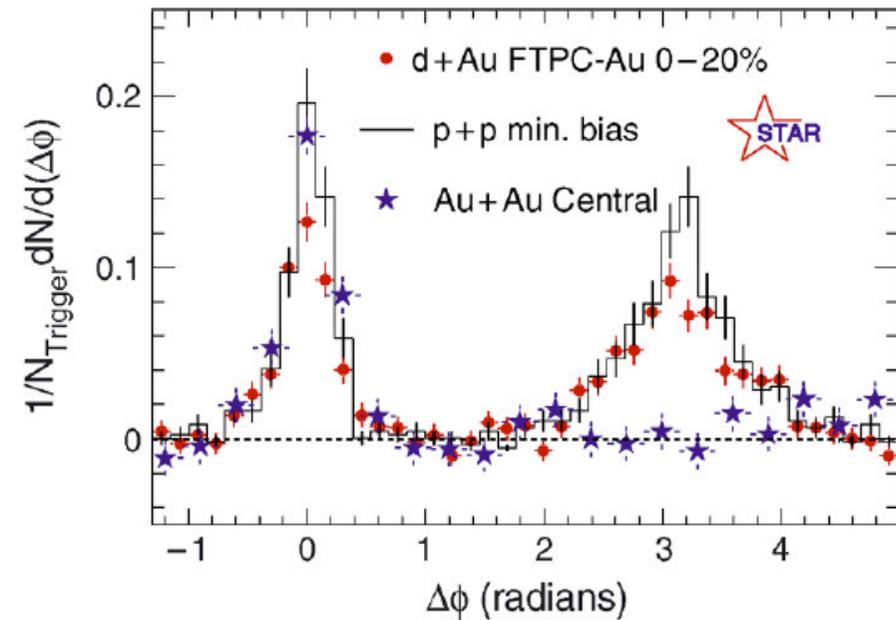


Jet quenchingはQGP物性の直接的な探針になり得る

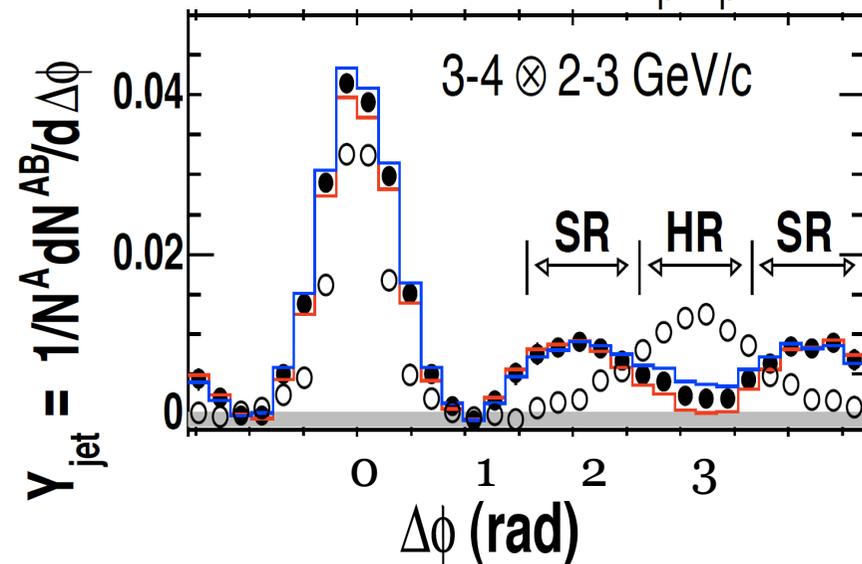
- Mach Cone
- E loss in QGP (jet quenching)
 - collisional E loss
 - **radiative E loss**

⇒Tomography

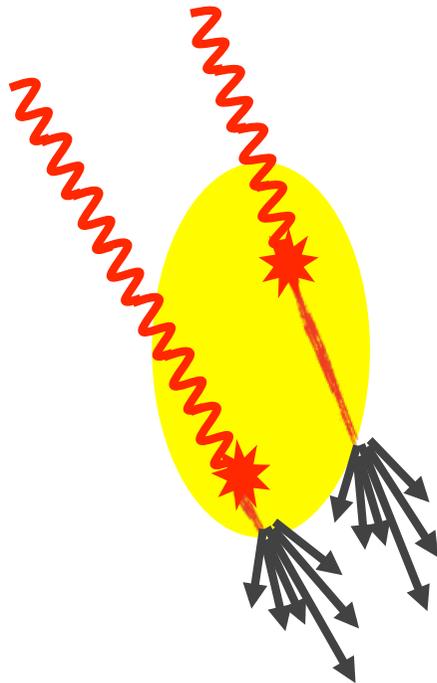
通過距離とエネルギー損失を比較することによって、QGP物性を理解
⇒多数のBack-to Backジェットを必要とする



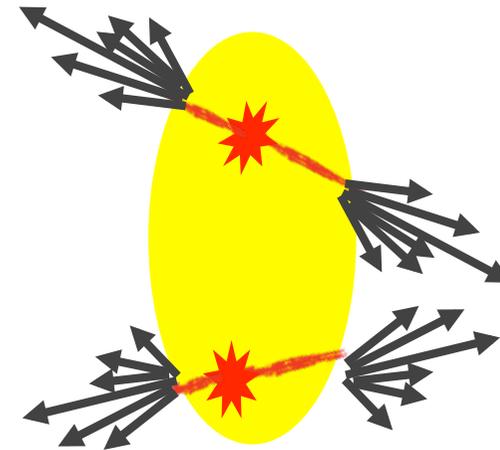
PHENIX, arXiv:0705.3238 [nucl-ex] ● Au + Au 0-20%
○ p + p



Back-to Back Jet: Gamma-Jet & DiJet



- Gamma-Jet
 - Quark Jet
 - Low Rate
 - 初期エネルギーの測定可能
 - 衝突位置測定不能

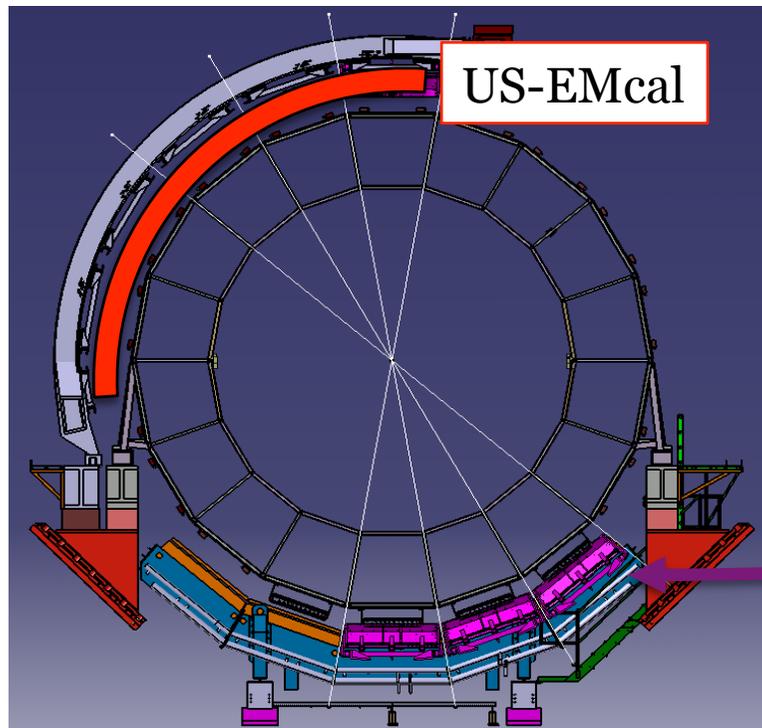


- Di-Jet
 - Gluon is dominant
 - Higher Rate
 - 初期エネルギーの測定不能
 - 衝突位置測定可能

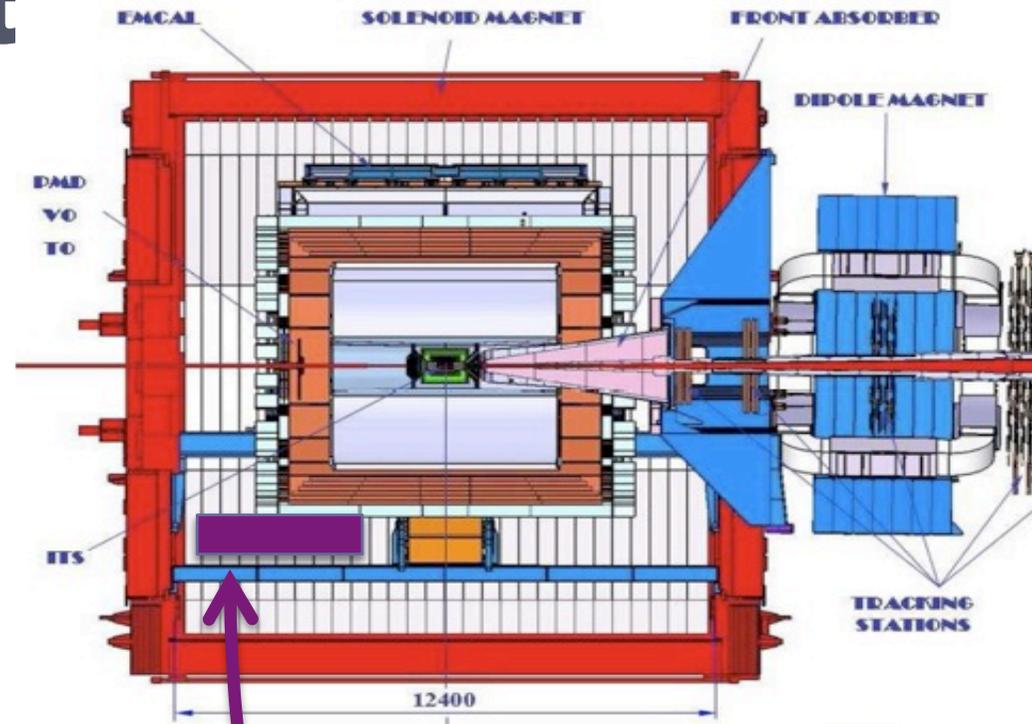
J-Cal Project

J-Cal : Back-to Back jets

トリガー用
電磁カロリメーター

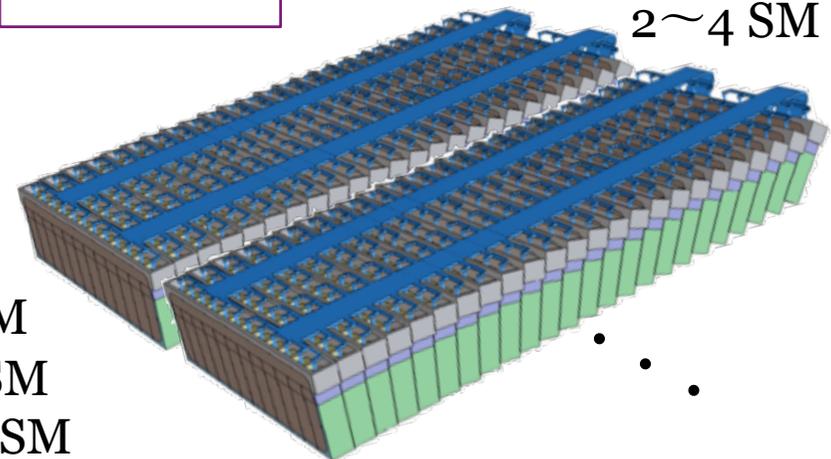


US-EMcal



J-Cal

2~4 SM



21年度のインストール
を目標に計画進行中!!!

288modules/SM

$|\eta| < 0.7$ /SM

$|\varphi| < 0.35$ /SM

Back-to Back Jet performance

with J-Cal

Jet Tomography を行うに当り

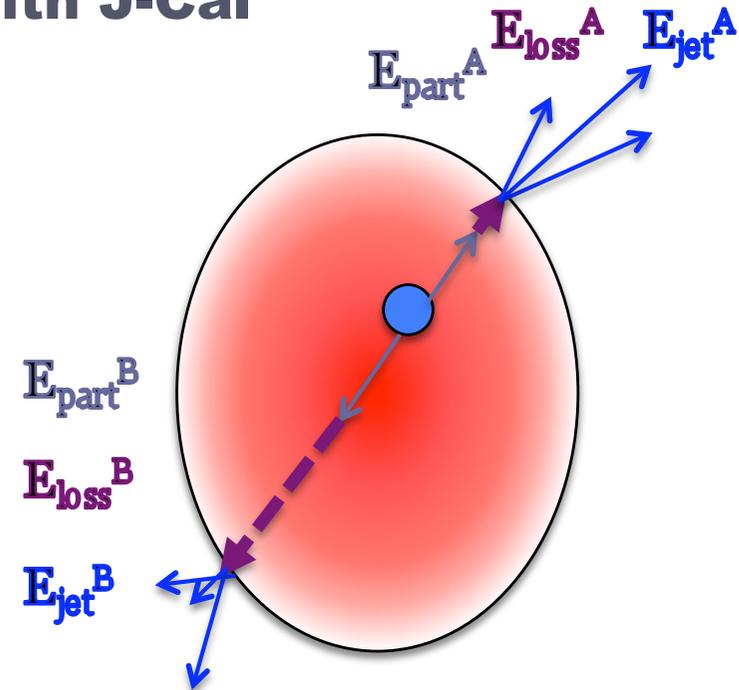
- エネルギーバランス分解能
- 通過距離
の情報が必要

Detector Performance

- Jet $\Delta\phi$ resolution
- Jet Energy balance resolution

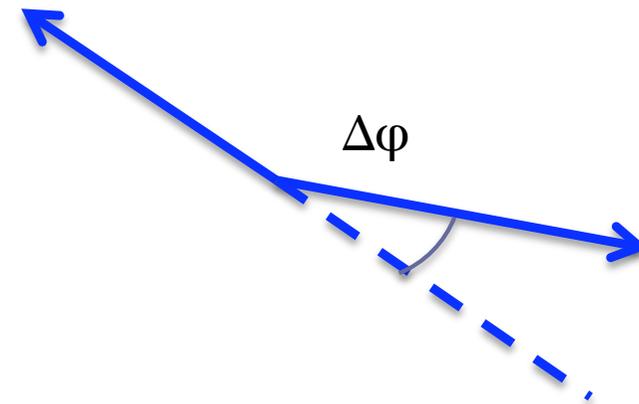
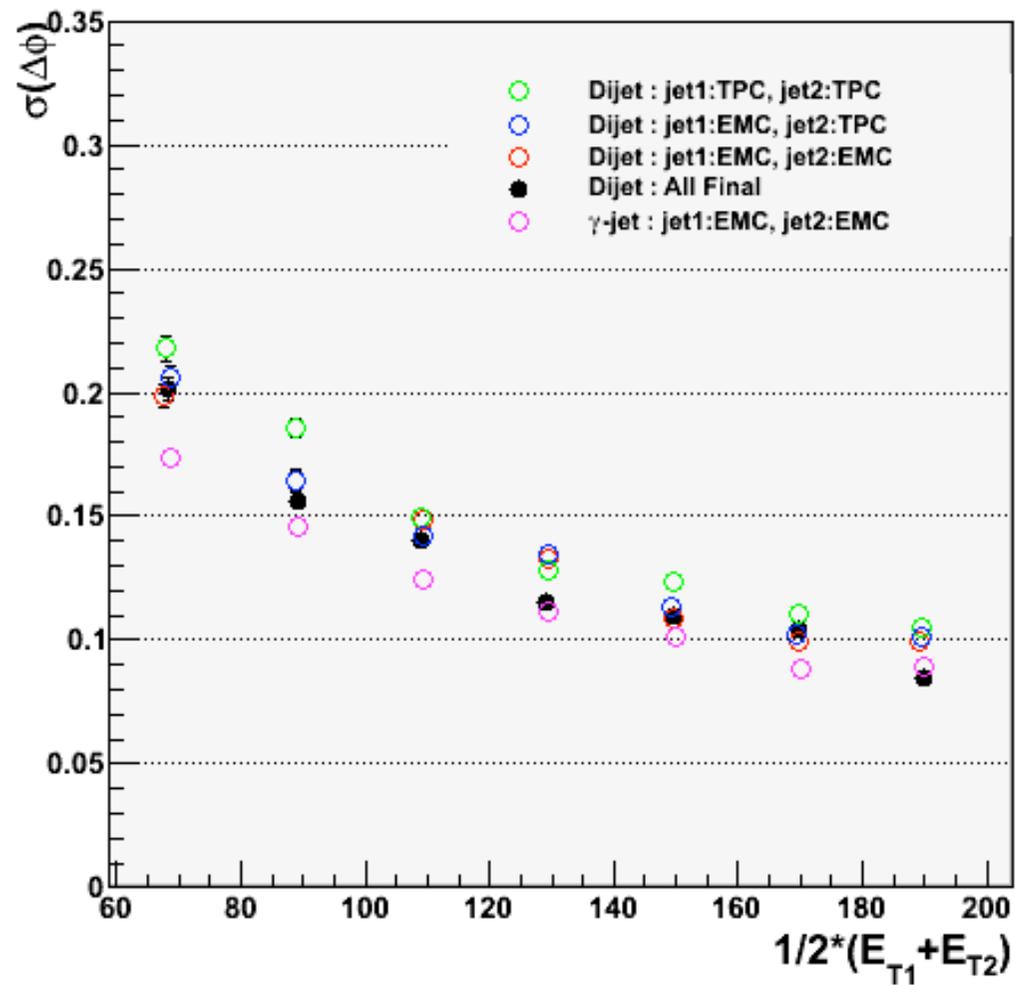
Physics Performance [model comparison]

- Jet $\Delta\phi$ resolution
- Jet Energy balance resolution



Jet $\Delta\phi$ resolution

gphi1



PYTHIA 8 simulation

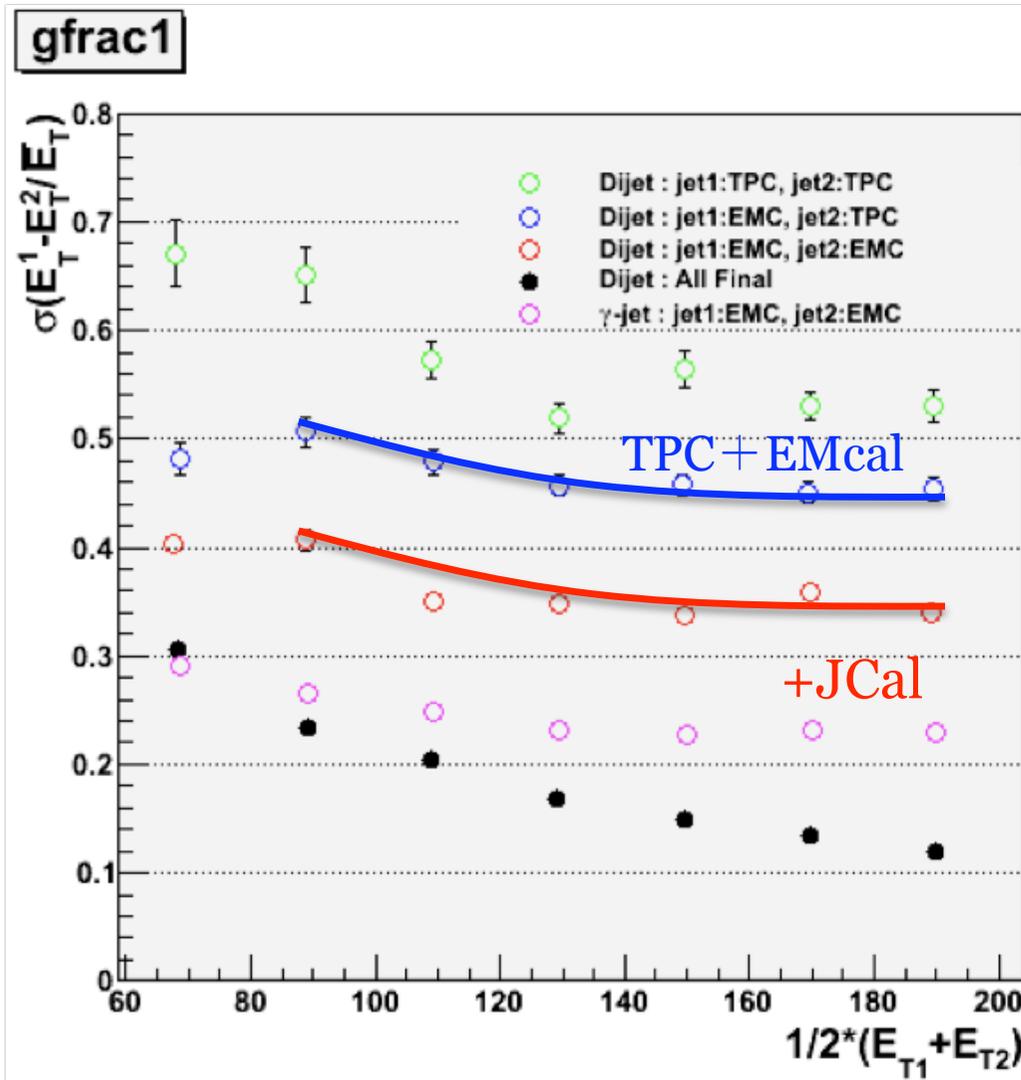
Finding: CellJet

Cone Radius = 0.2

Detector resolution Included.

ジェットの $\Delta\phi$ 分解能はB-to B jet
のkinematicsによって決まり
検出器の依存性は殆どない。
100GeV以上のJetでは
角度にして7deg以下の分解能である

Back-to Back Jet energy balance resolution



PYTHIA 8 simulation

Finding: CellJet

Cone Radius = 0.2

$eT_{jet} \text{ Min} = 20 \text{ GeV}$

Detector resolution Included.

$$E_{balance} = \frac{E_T^1 - E_T^2}{1/2 \cdot (E_T^1 + E_T^2)}$$

J-Cal の導入によって20%程度
Energy balance resolution が向上

PYQUEN

PYQUEN : 高エネルギー原子核実験用イベントジェネレーター
 [to study parton Energy Loss in medium]

<http://lokhtin.web.cern.ch/lokhtin/pyquen/>

Hard part: PYQUEN (modifies PYTHIA6.4 for jet quench effect)

Set Parameter (LHC default)

A :207(Pb)

CME : 5500GeV

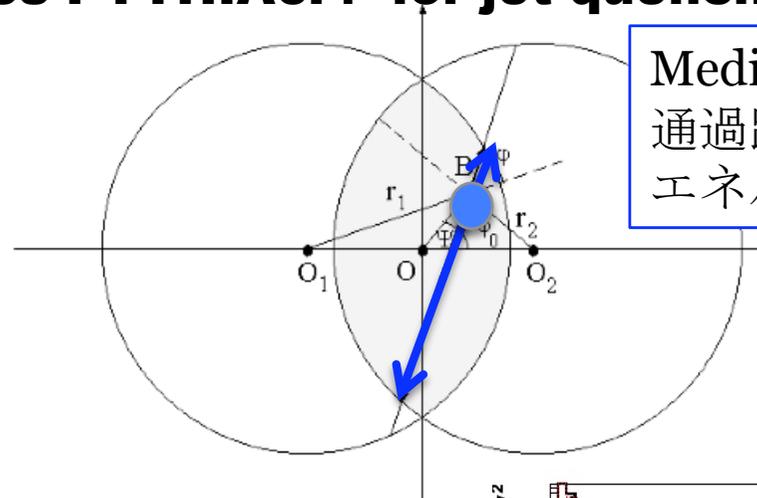
Set :radiative + collisional

pthatmin : 7.GeV/c

T0 : 0.8GeV

$\tau(\text{sigma})$:0.1fm/c

of active flavor:0



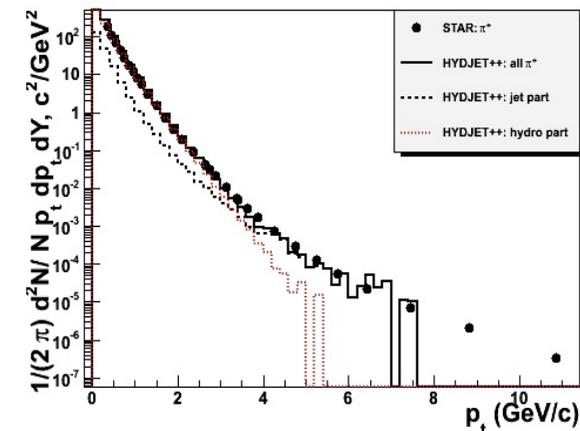
Mediumの
通過距離に応じて
エネルギー損失

PYTHIA 6 [parton generate]

PYQUEN(A,IP)

Hadronaization

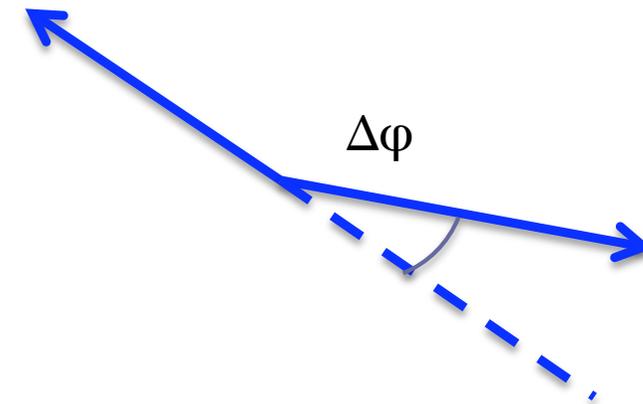
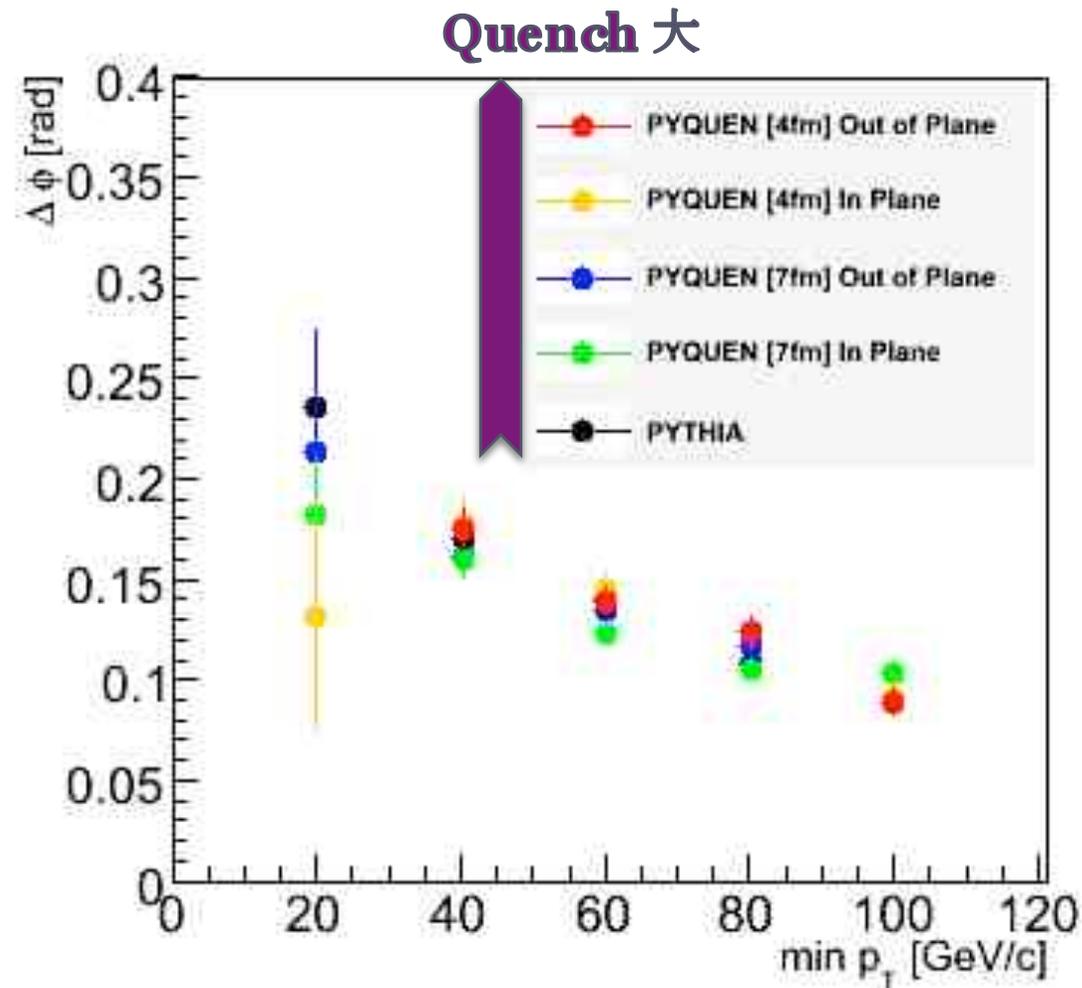
A :原子番号
 IP:衝突中心度[fm]
 Radiative E loss
 Collisional E loss



p_T 分布[HYDJET++&PYQUEN]

Jet $\Delta\phi$ resolution

$\Delta\phi$ [Jet-Jet]

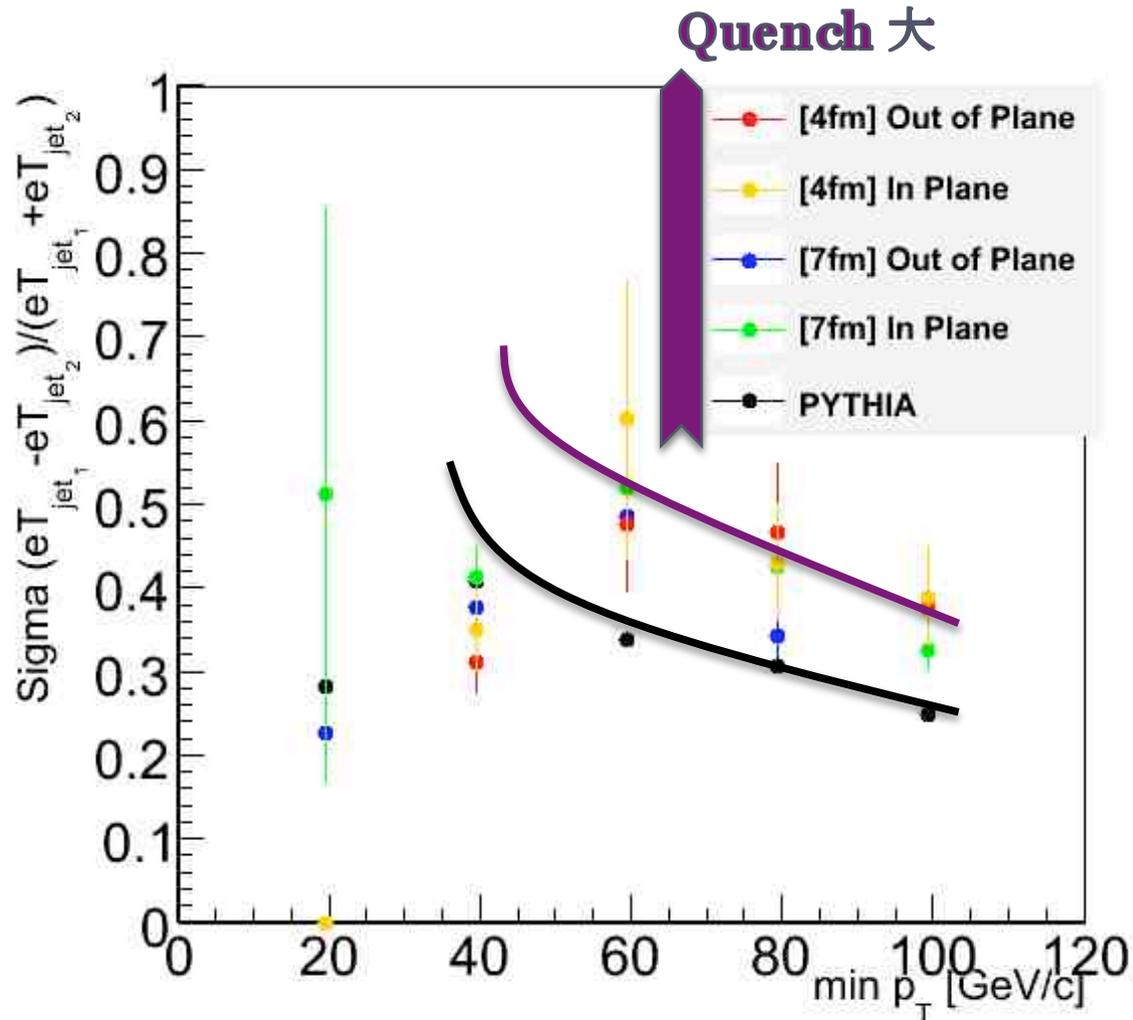


PYTHIA 6 & PYQUEN
 Finding: CellJet
 Cone Radius = 1.0
 $eT_{\text{jet}}^{\text{Min}} = 20\text{GeV}$

Quenchの効果によって、
 やや分解能は悪化する

Back-to Back Jet energy balance resolution

Energy balance resolution [Jet]



PYTHIA 6 & PYQUEN
Cone Radius = 1.0
 $eT_{jet}^{Min} = 20\text{GeV}$

$$E_{balance} = \frac{E_T^1 - E_T^2}{1/2 \cdot (E_T^1 + E_T^2)}$$

Quenchの効果によって、
Energy balance resolution は
10-20%程度悪化する

Conclusion

Detector performance

Jet $\Delta\phi$ resolution

Back-to Back Jet の角度分解能は検出器の効果に殆ど依存しない。

Energy balance resolution

J-Calの搭載により、**分解能が20%程度向上する**

Physics performance

Jet $\Delta\phi$ resolution

Back-to Back Jetの角度分解能はquenchの効果に殆ど依存しない

Energy balance resolution

中心衝突での**quench効果で10-20%程度悪化する**

To Do

Centrality依存性

高粒子多重度環境下での評価

BACK UP

HYDJET++

14

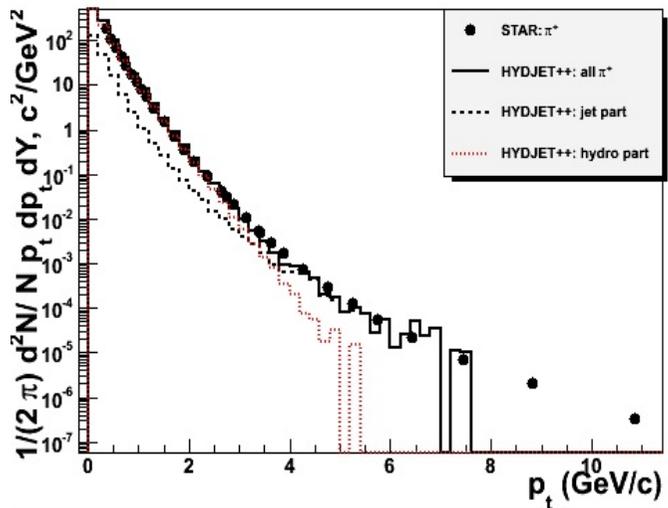
HYDJET++ : 高エネルギー原子核実験用イベントジェネレーター

<http://lokhtin.web.cern.ch/lokhtin/hydjet++/>

Hard part: PYQUEN (modifies PYTHIA6.4 for jet quench effect)

Soft part: HYDJET++ (soft production with radial & elliptic flow effects)

HYDJET++の有用性 : 原子核原子核衝突において特徴的な
Jet quenchingの効果と**Flow**を両方含んでいる



**HYDJET++ と
STAR AuAu 200GeVの比較
(pT分布)**

Set Parameter (LHC default)

A :207(Pb)

CME : 5500GeV

Set :hydro + pyquen

hard(&quenching)

pthatmin: 7.GeV/c

T0 : 0.8GeV

τ(sigma) :0.1fm/c

of active flavor:0

soft

nucl. shadowing : on

Tf :130MeV

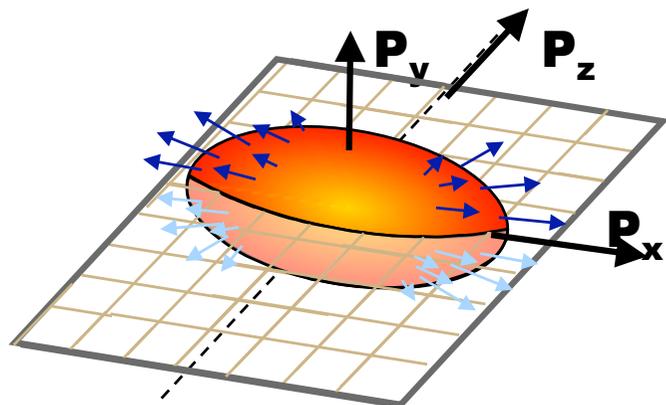
Tc :170MeV

τtf :10fm/c

max ly flow:4.

max ty flow:1.1

Reaction Plane determination [HYDJET]



反応平面分解能の評価

$$2\psi = \arctan\left(\frac{\sum W_i * \sin(2\phi_i)}{\sum W_i * \cos(2\phi_i)}\right)$$

$$resolution = \sqrt{\langle \cos(2(\psi_A - \psi_B)) \rangle}$$

A: $\eta > 0$

ITS

$-0.9 < \eta < 0.9$

B: $\eta < 0$

FMD

$-5.1 < \eta < -1.7$

$1.7 < \eta < 3.4$

Vo

$-5.0 < \eta < -4.5$

$2.9 < \eta < 3.3$

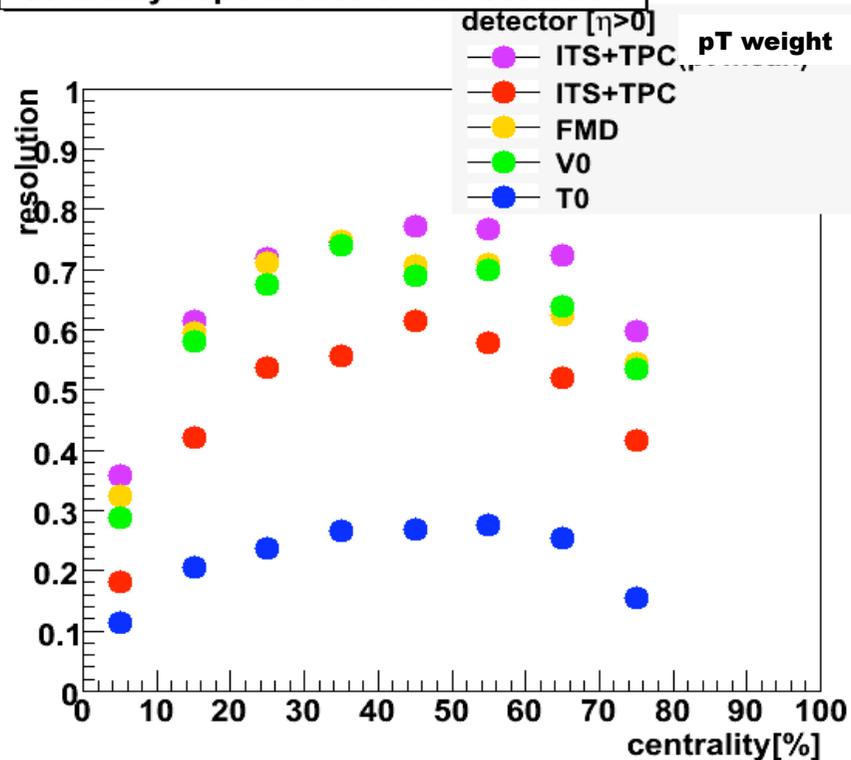
To

$-3.2 < \eta < -2.9$

$5.0 < \eta < 6.0$

HYDJET [hydro+pythia]

centrality dependence of RP resolution



⇒ **ITS+TPC (Pt重み)** が一番良い分解能を持つ
(centrality 50%で角度にして~20度)

Effect of RP-jet angle resolution

16

反応平面とジェット軸の決定分解能が
QGP通過距離の最長と最短の長さ
にどれだけ影響するか。

仮定：

ウッドサクソン型の核子密度分布
グラウバーモデル

全非弾性断面積 **80mb** [**@5.5TeV**]

最外衝突粒子間は全てQGP状態

