

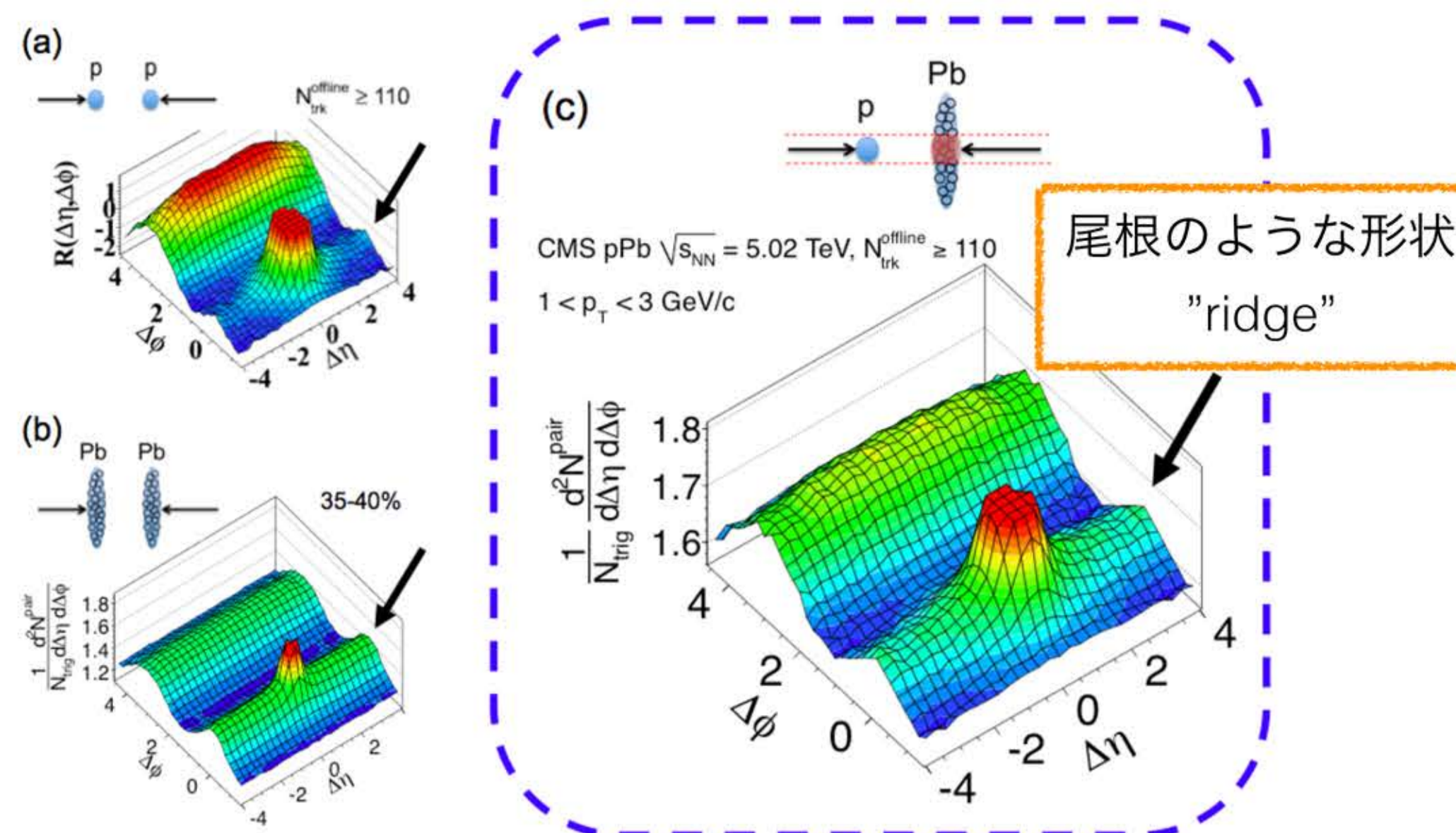
# 小さな衝突系でのQGP探索

これまでの研究で高エネルギーの重イオン同士の衝突でQGPが生成されていることが分かった。

陽子+陽子や陽子+重イオン衝突などの小さな衝突系ではQGPが生成されているのか？



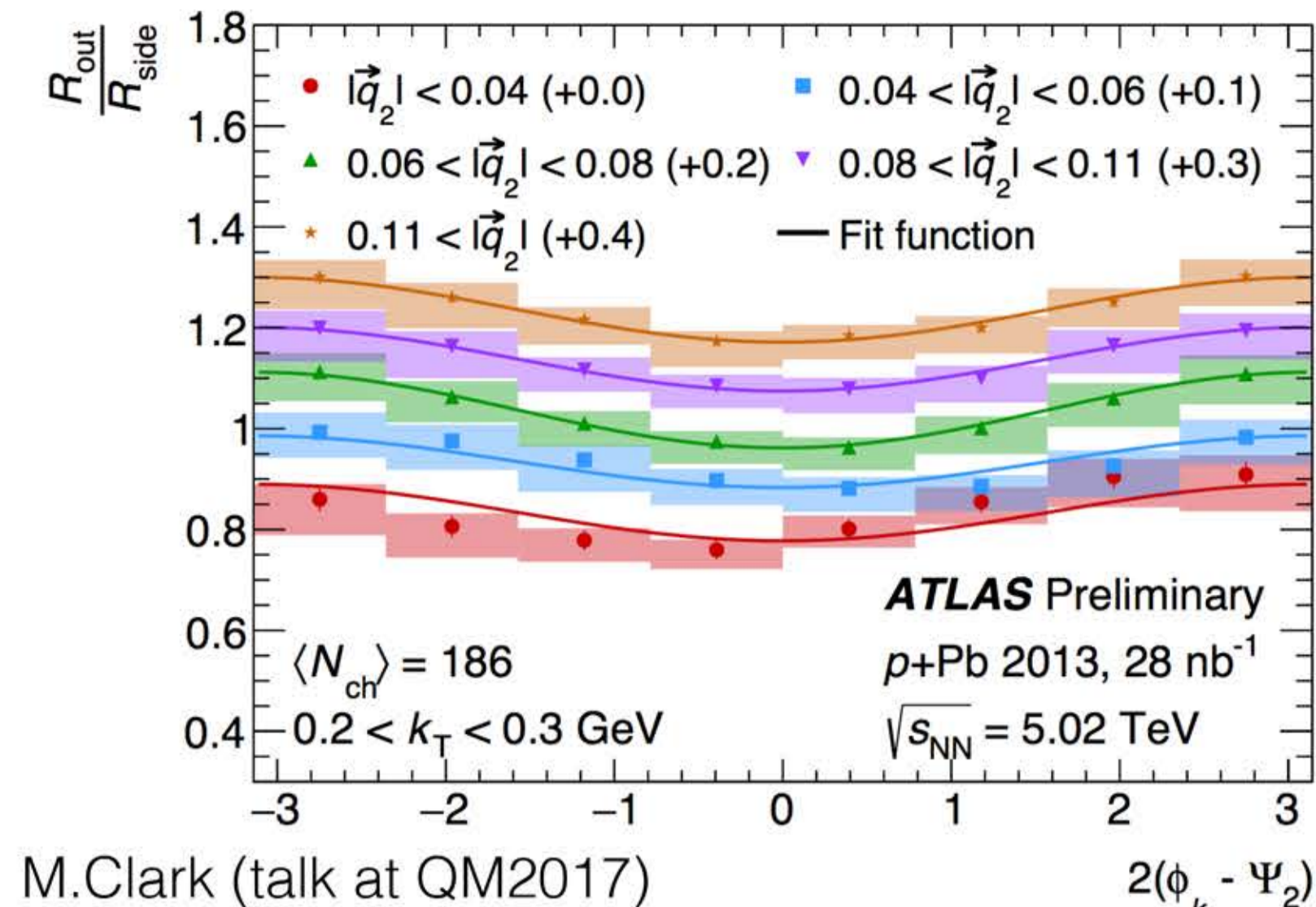
## ◆LHC-CMS実験における2粒子相関分布の測定



<http://cms.web.cern.ch/news/unexplained-long-range-correlations-observed-ppb-collisions>

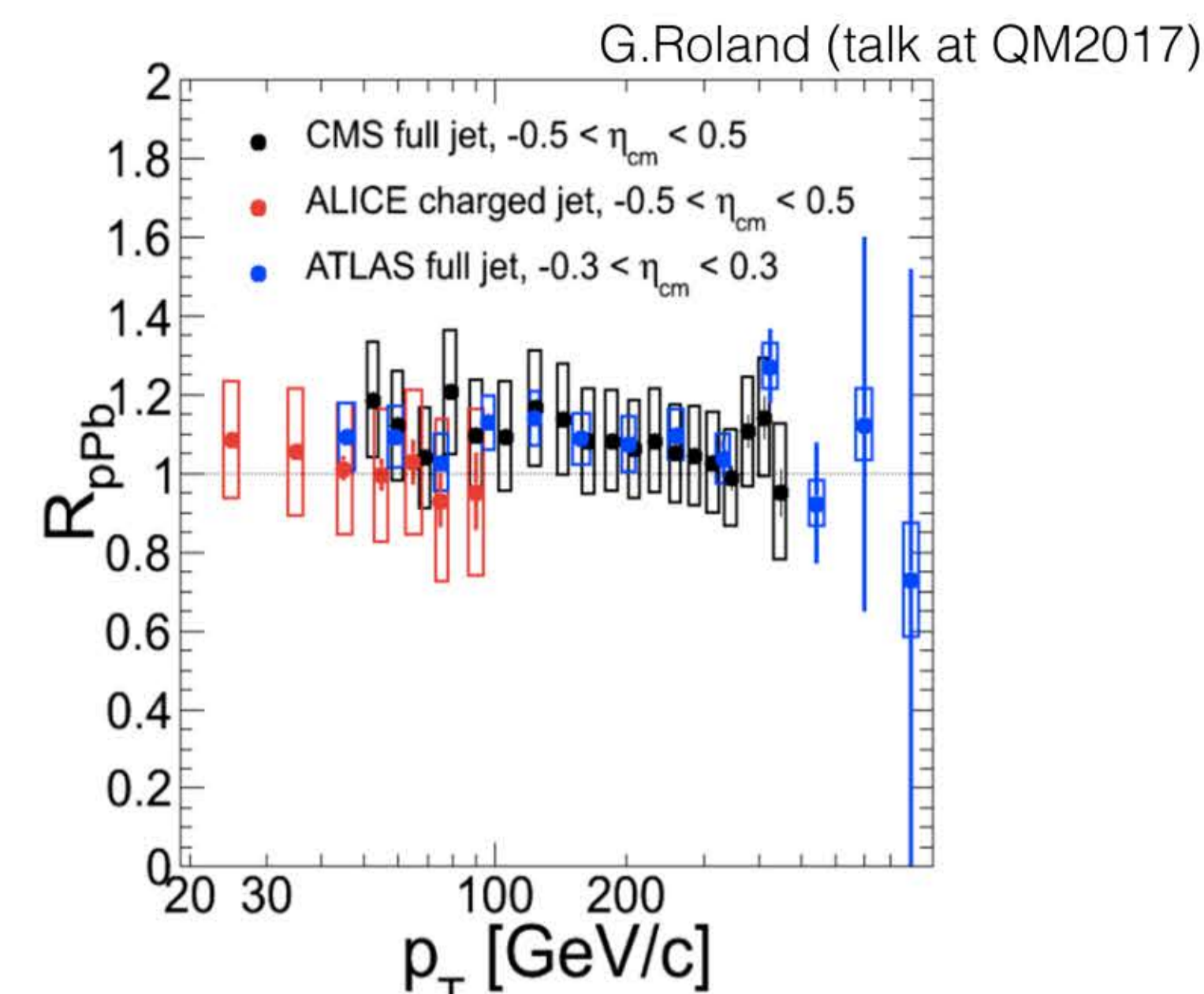
陽子+鉛、陽子+陽子の中心衝突で鉛+鉛衝突とよく似た尾根のような構造が発見された。

## ◆ LHC-ATLAS実験陽子+鉛衝突における形状測定



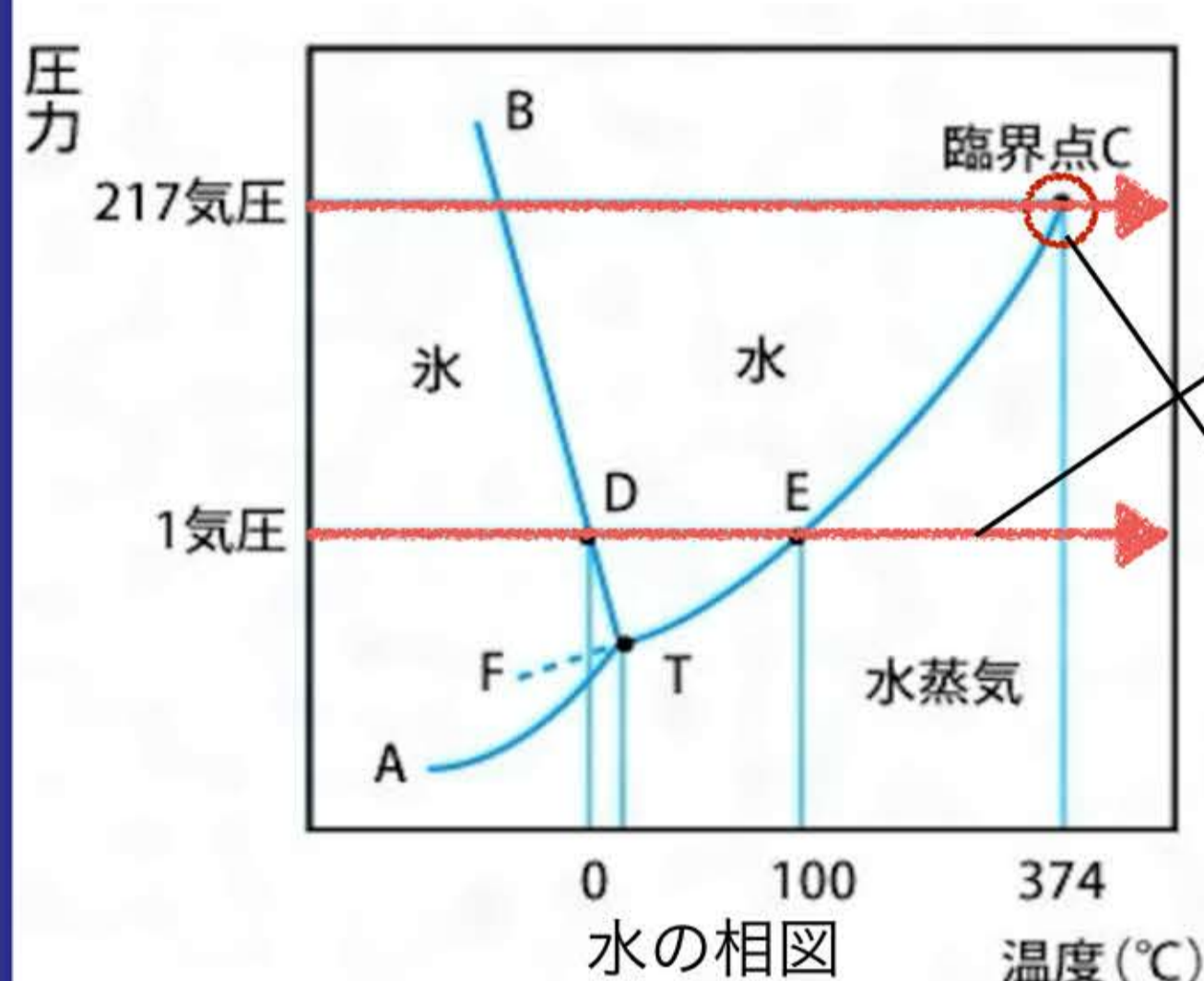
鉛+鉛衝突とよく似た傾向を示す。衝突初期と同じ楕円形状をしている。

## ◆ LHCの陽子+鉛でのジェットの抑制



ジェットの抑制は見られない  
→ QGPは生成されていない？

# STAR実験とBeam Energy Scan



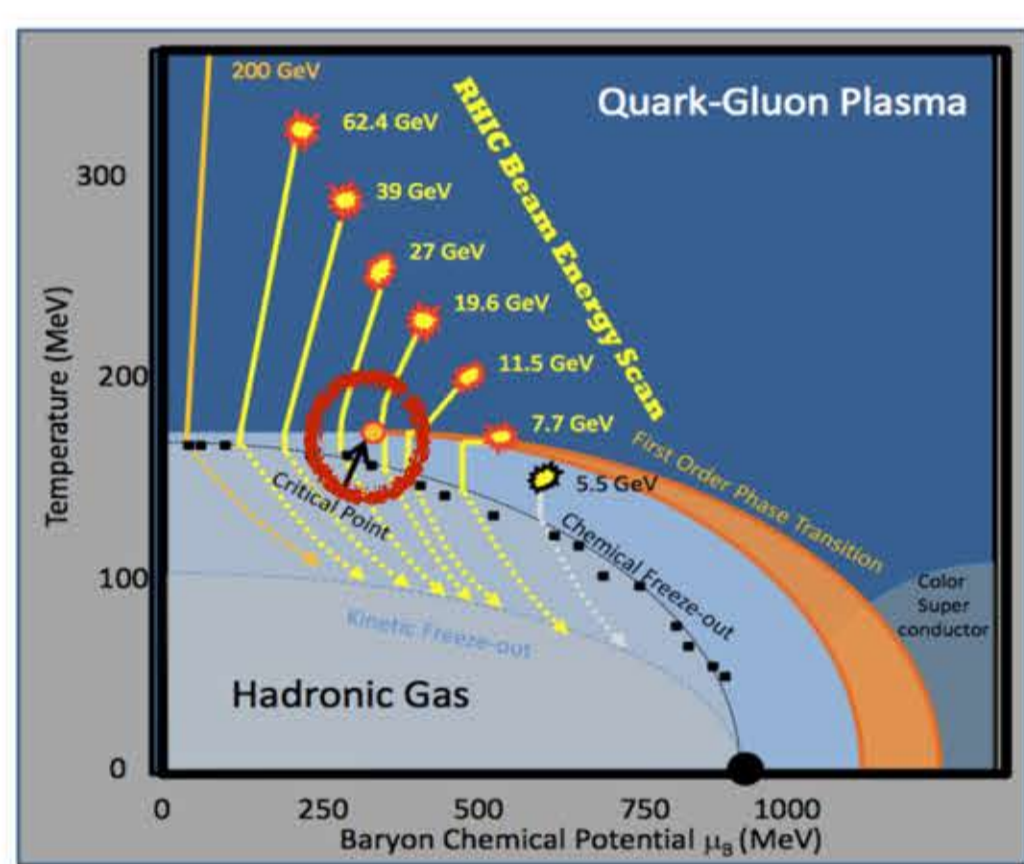
## 水の相転移

- 1気圧で温度を上げていくと水→水蒸気へ相転移
- 100°Cで水と水蒸気の共存相が実現（1次相転移）

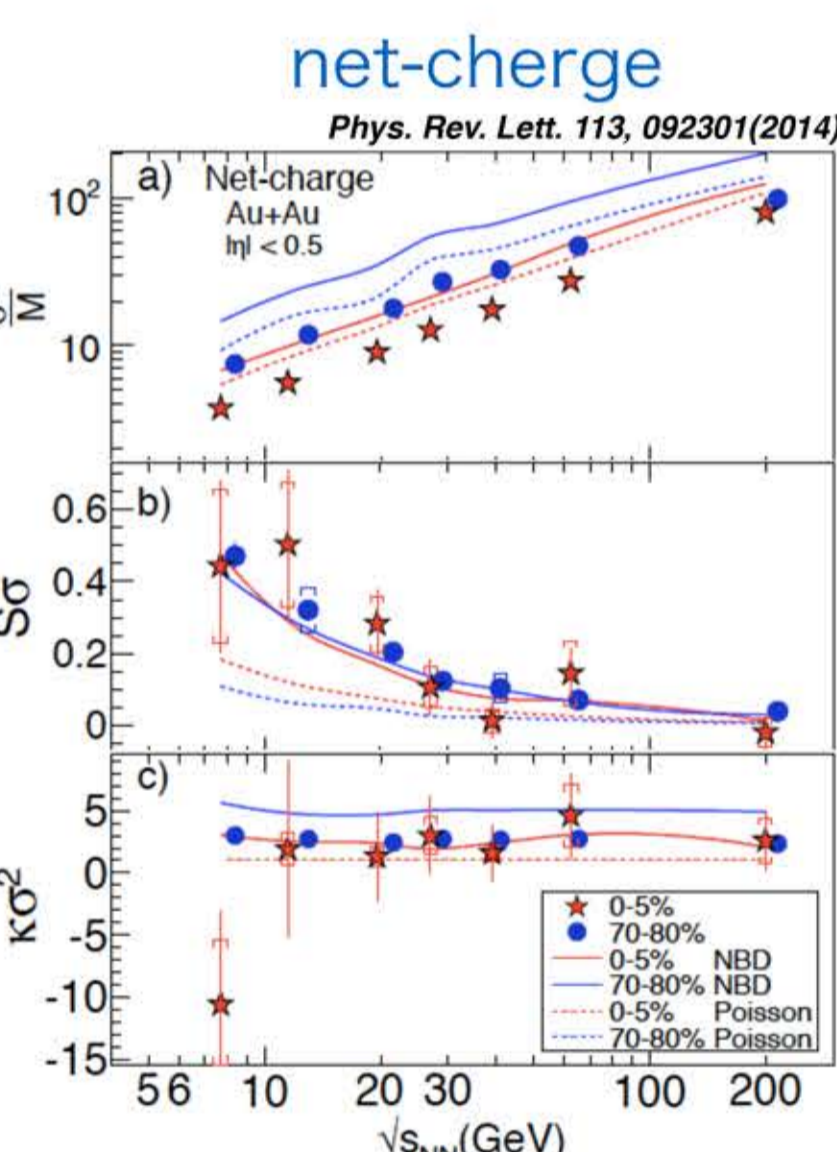
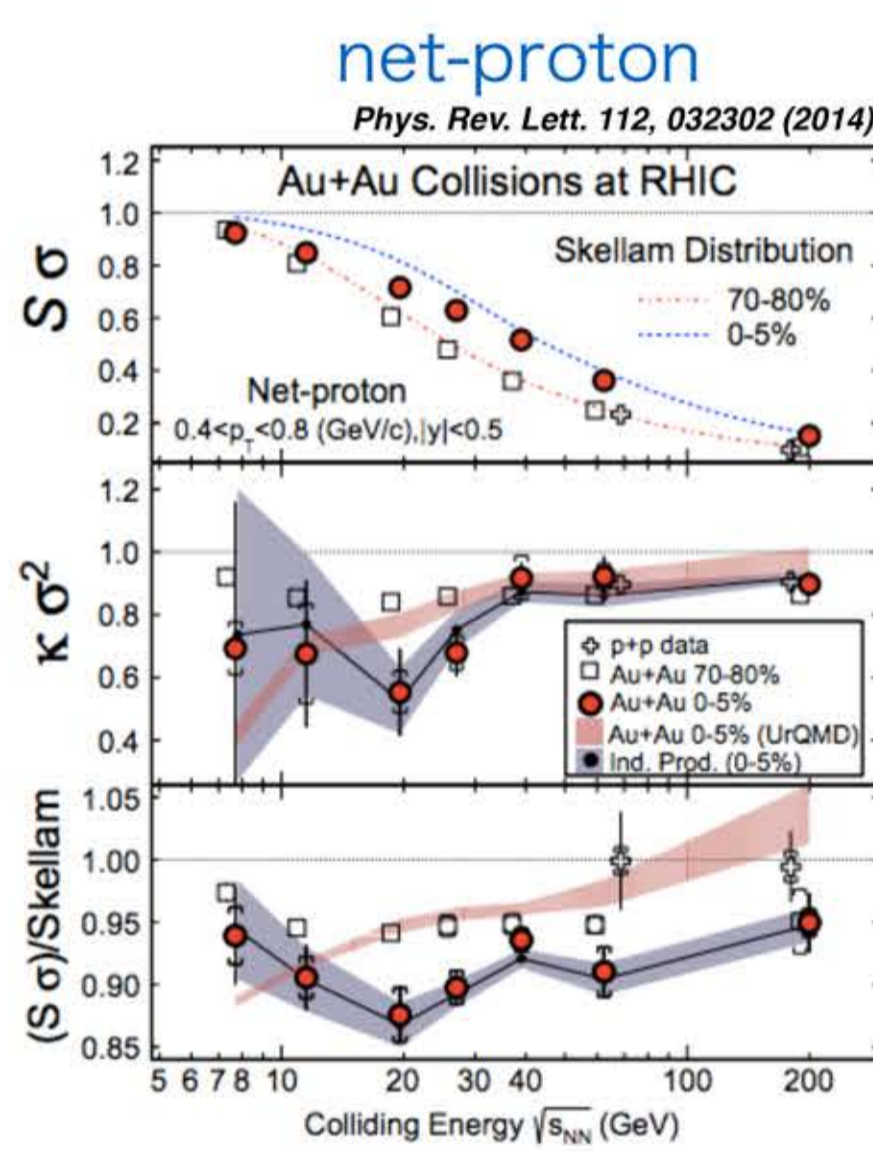
## 臨界点を通ると..?

- 臨界点付近で密度揺らぎが増大、光が内部で反射して真っ暗になる
- 強い光をあてるとオパールのような強い光が散乱される（臨海タンパク光）

- 臨界点は相図を特徴付ける上で重要な点！（1次相転移とクロスオーバーの境目）
- QGPの相図はどうなっている？臨界点はどこ？
- 様々な衝突エネルギーで原子核を衝突させることで相構造を探る(Beam Energy Scan)



QGPの相図イメージ

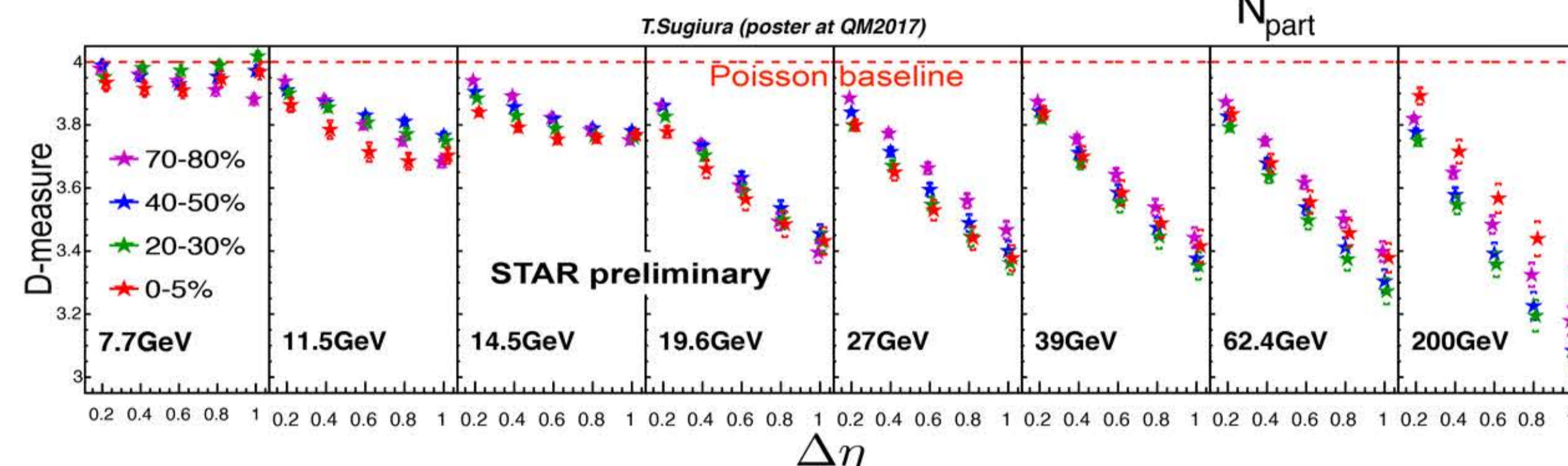
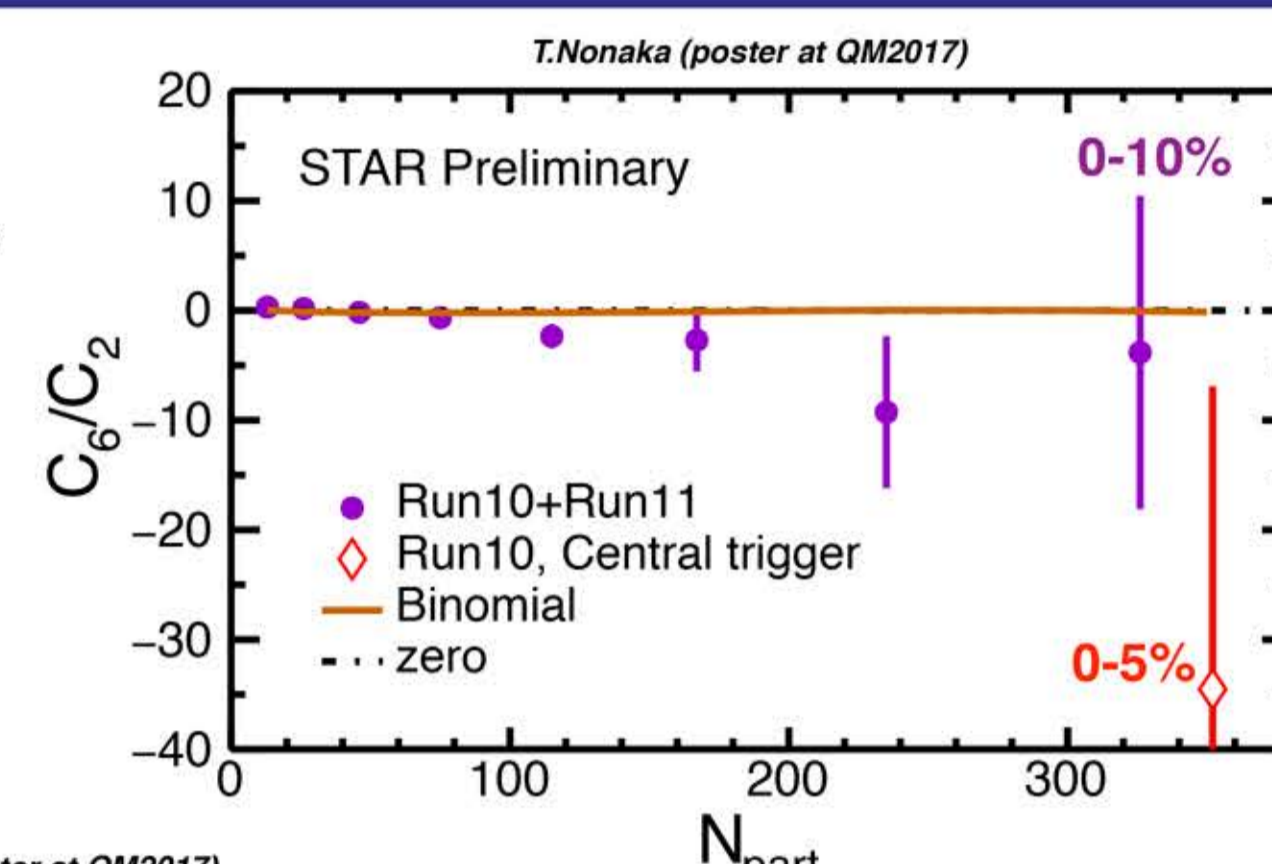


## QGPの臨界点探し

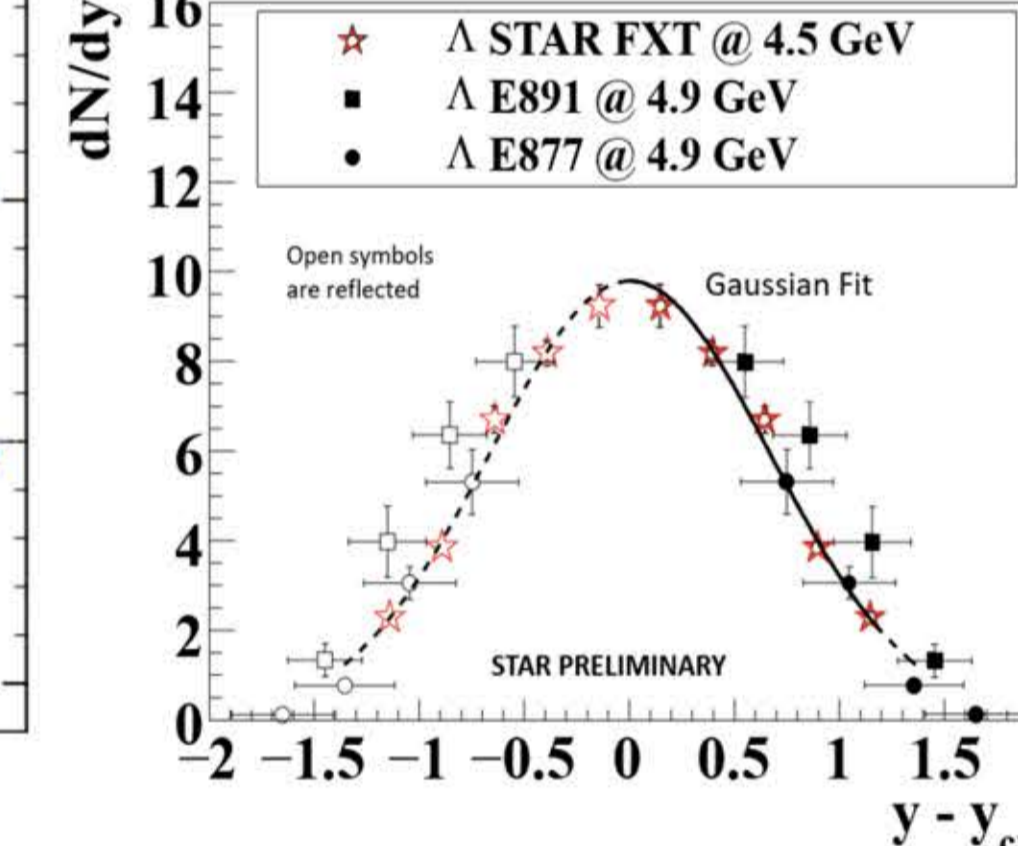
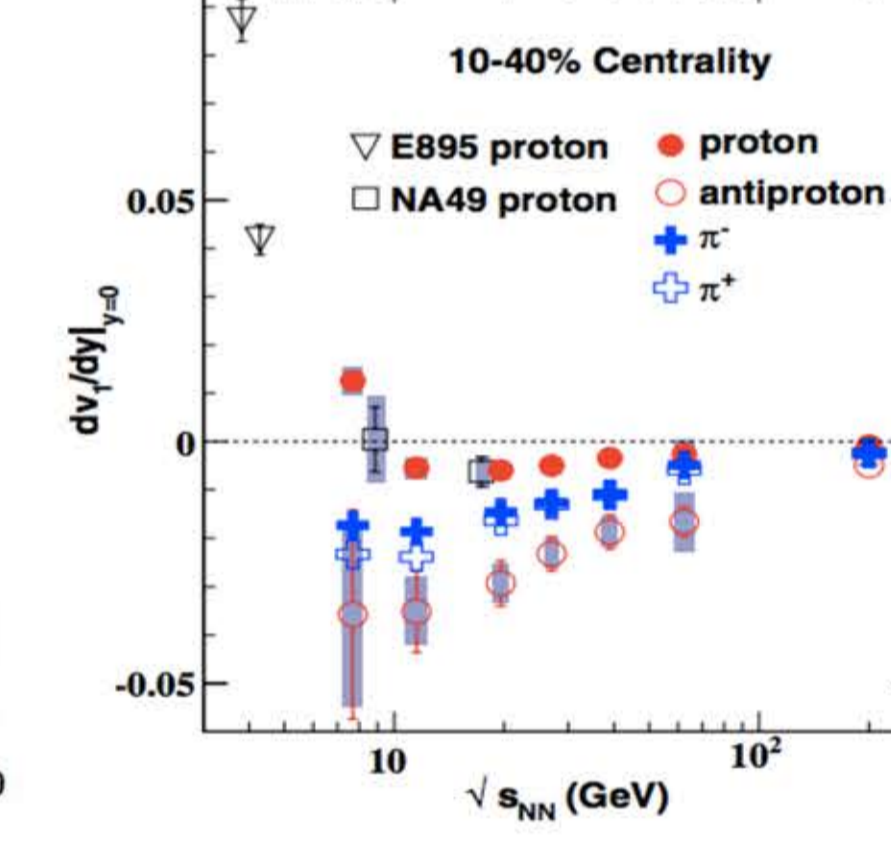
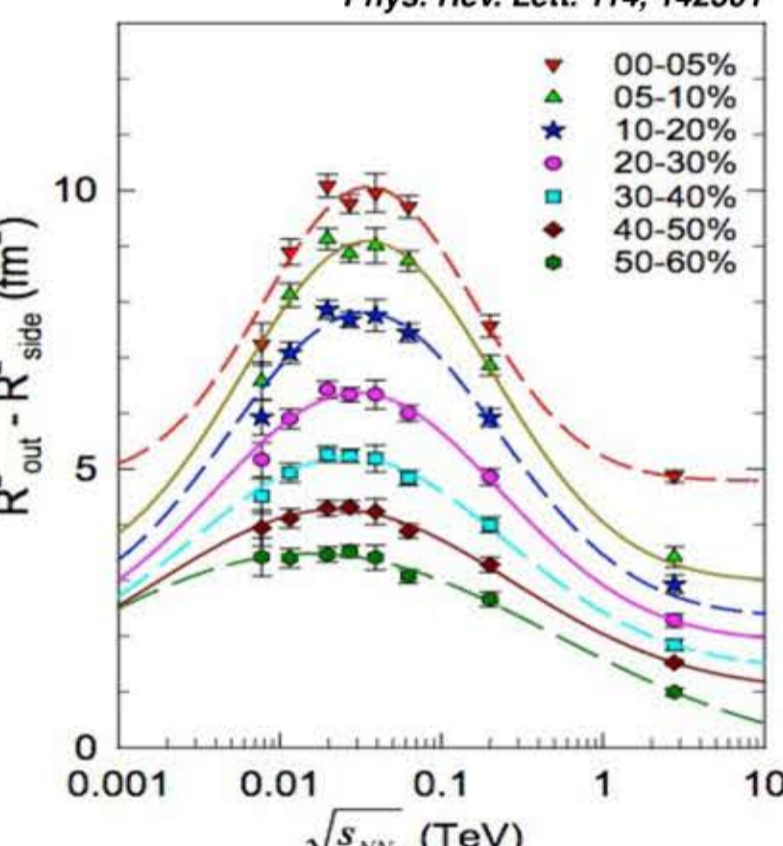
- 臨界点付近で保存量の揺らぎが大きく変動するはず
- 高次揺らぎほど臨界点に敏感と言われており、現在4次揺らぎまでの結果が出版されている
- 現状臨界点由来と思われる有意なシグナルは観測されていない

## 近年の揺らぎの研究結果

- 近年ではnet-protonの6次揺らぎまで測定されている(右)
- net-chargeのΔη依存性を測定することで、相転移の時間発展の情報を引き出せる？(下)



## その他の結果



- HBTのエネルギー依存性(左、PHENIX) -20GeV付近に興味深いシグナルが見える
- 方位角異方性のエネルギー依存性(中心)
- 固定標的実験によってさらに低いエネルギーも測定されている
- 検出器をアップグレードし、2019年からBES2が始まる - iTPC、EPD、eTOFの導入により、より前方での測定が可能になる！

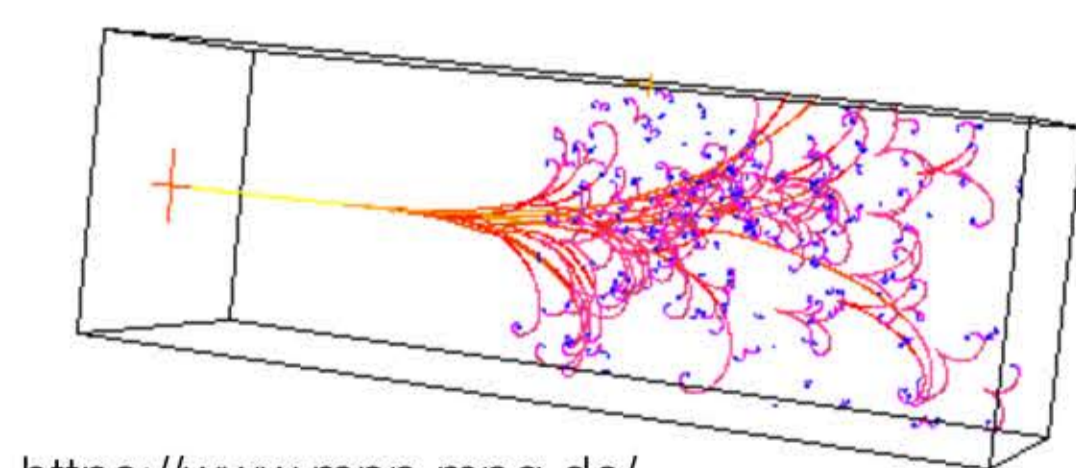
# 検出器開発

## 電磁カロリメータ

電磁カロリメータとは電子の相互作用を利用して光子や電子、中性粒子のエネルギーを測定するための検出器である。

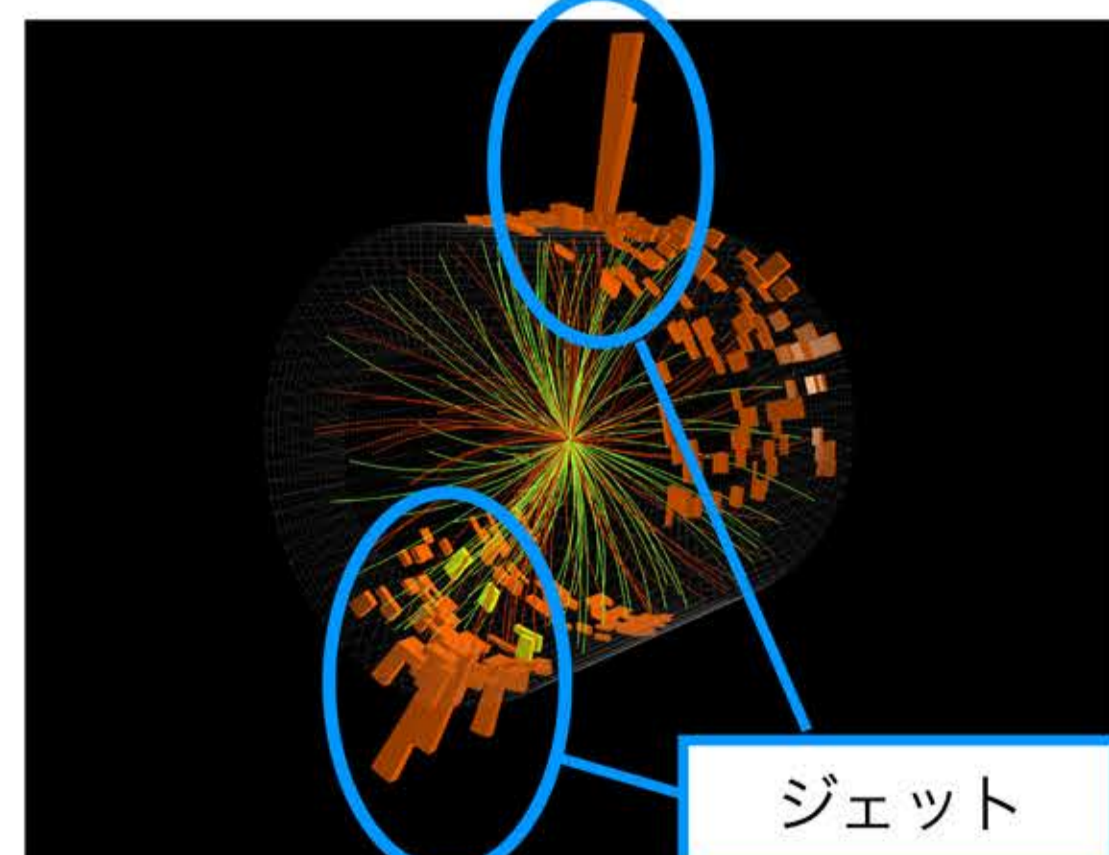
物質中に粒子が入射すると、電磁シャワーという現象を起こしてエネルギーに比例した光の量を発するので光を電気信号に変換して読み出す。

## 磁場中での電磁シャワー



<https://www.mpp.mpg.de/~menke/elss/home.shtml>

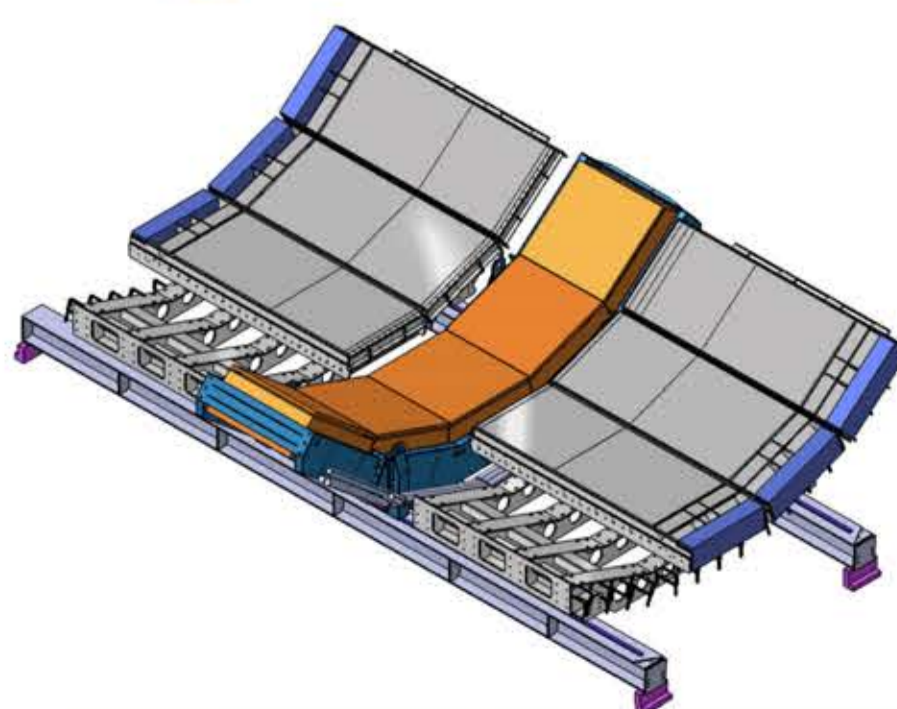
## 1モジュール



ジェット

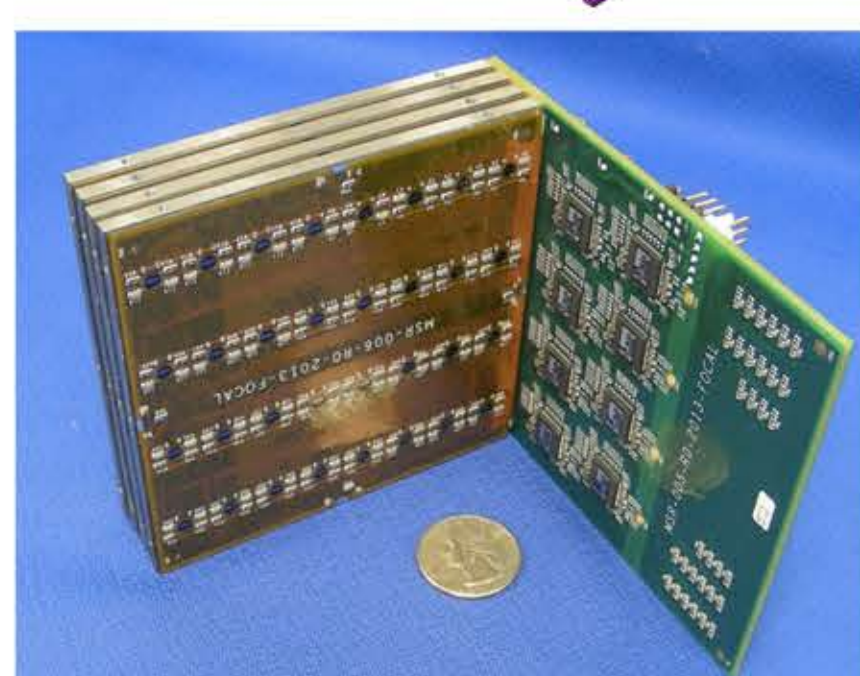
## ◆Di-jet Calorimeter (DCAL)

LHC-ALICE実験に、検出可能範囲を広げるために座標系の原点を挟んでEMCALの反対側に導入された検出器。光子や電子などがより広範囲で検出できるようになり、光子の情報を含めたFull Jet再構成によるジェット対(Di-jet)事象の測定が可能となった。



## ◆Forward Calorimeter (FoCal)

2018年以降の導入を目指して開発が行われている。FoCalは前方領域での高運動量の光子測定を目的としてR&Dを行っている。

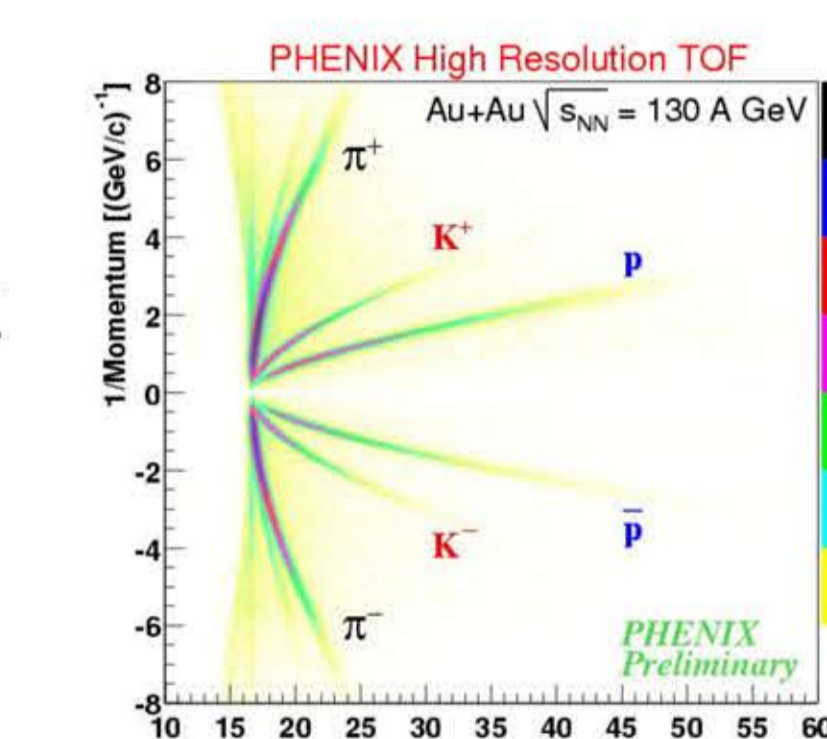


## 飛行時間(Time Of Flight)測定器

粒子の飛行時間を利用して粒子を識別するための検出器。時間分解能が良いとより高い運動量まで粒子を識別することができるようになる。

## ◆Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC)

E-16実験への導入を目標として開発が行われている検出器。ガス中を荷電粒子が通過することで起こる電子雪崩により電気信号を増幅している。ガスギャップを複数個積み重ねることで誘起される電荷量が増大し、より良い時間分解能が得られる。



PHENIXのTOF検出器を用いた粒子識別

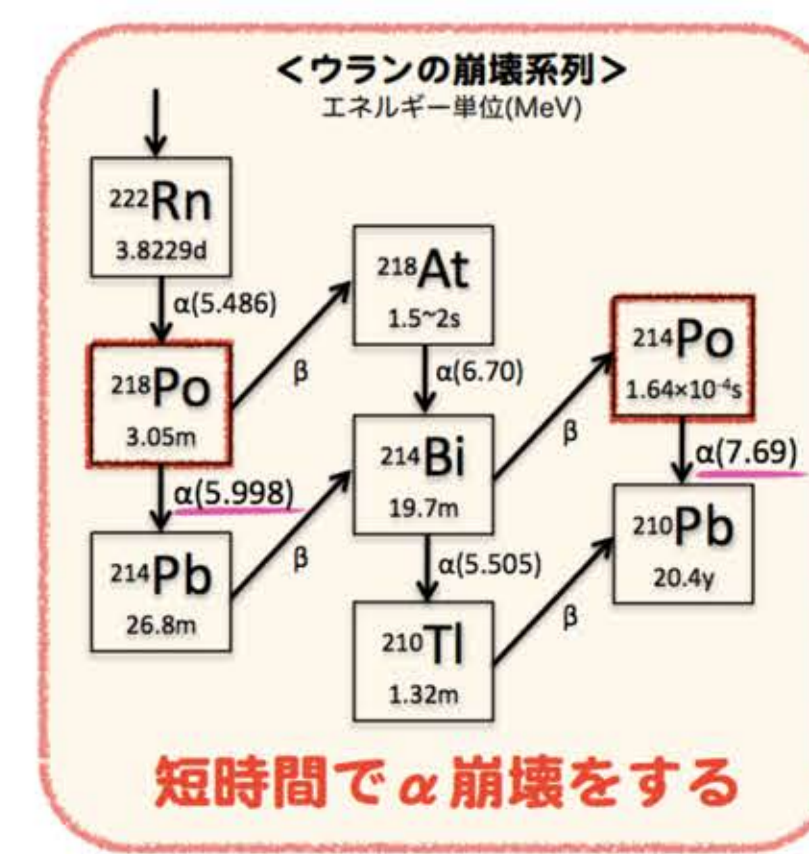


4段階MRPC

## 放射線教育のための検出器(Radon検出器)

ラドン検出器を用いて、原子核の崩壊、半減期、放射線のエネルギーについて正しい知識を身につける。

自然界に存在するラドンが崩壊することで放出されるα線を測定する。



短時間でα崩壊をする

