



# QGPの流体模型の最前線 初期状態/カイラル磁気効果/渦度の理解

---

門内 晶彦 (KEK)

第35回Heavy Ion Cafe並びに第27回Heavy Ion Pub合同研究会「ポストQM2018」

2018年6月30日、名古屋大学

# Quark Matter 2018

■ 場所：ヴェネツィア（イタリア）

■ 日程：2018年5月13-19日

■ 登録者数：854

■ 発表数：663

(45 Plenaries + 229 Parallels + 389 Posters)

QM15 Kobe, Japan

QM17 Chicago, USA

QM18 Venice, Italy

QM19 Wuhan, China

QM21 Krakow, Poland



# Quark Matter 2018

## ■ 流体関連の発表 (理論、抜粋)

Xe-Xeの流体モデルによる計算 – M. Luzum, H. Niemi, B. Schenke

フローハーモニクス の非線形結合の評価 – G. Giacalone

ブースト不変系における非平衡流体の導出 – L. Yan

新しいハドロン輸送モデルの構築 – H. Petersen

pAとAAにおける流体および輸送モデルによる $\eta/s$ 評価の妥当性 – A. Kurkela

ビームエネルギー走査における流体モデルの動的な初期化 – L. Du, C. Shen

横方向における非一様性のフロー観測量を用いた評価 – F. Grassi

異方性流体モデルによるRHICとLHCにおける数値解析 – M. Alqahtani

様々な系に対する流体モデルによる系統的な解析 – B. Schenke

集団的性質と量子干渉 – B. Blok

EKRTモデルを用いた流体解析 – H. Niemi

輸送係数における温度依存性の評価 – C. Nonaka

臨界点周りにおける流体力学の拡張 – M. Stephanov

# Quark Matter 2018

## ■ 流体関連の発表 (理論、抜粋)

観測量に対する衝突変数の確率分布 – J.-Y. Ollitrault

揺らぎ流体のフロー観測量への影響 – M. Singh, A. Sakai

縦方向でのフロー観測量のデコリレーション – P. Bozek, A. Sakai, X.-Y. Wu

楕円ウィグナー分布の多粒子方位角相関の影響 – Y. Hagiwara

コア-コロナ描像に基づく動的な初期化 – Y. Kanakubo

射影演算子法を用いた量子異常流体の導出 – M. Hongo

流体力学におけるアトラクターの評価 – B. Meiring, U. Heinz

高次流体力学の解析解の導出 – C. Chattopadhyay

異方性流体力学の導出 – M. McNelis

再加算されたモーメントを用いた流体の展開 – L. Tinti

有効場の理論に基づく流体揺らぎ – P. H. C. Lau

深層学習の流体モデルへの応用 – H. Huang, L.-G. Pang

粒子スペクトルからの状態方程式の評価 – AM

# Quark Matter 2018

---

## ■ 初期状態関連の発表 (理論、抜粋)

IP-Glasma初期条件の3次元への拡張 – S. McDonald

膨張系におけるクォーク生成 – N. Tanji

小さな系へのCGC+PYTHIA模型の適用 – P. Tribedy

NLOで断面積が負になる問題の解決 – B. Ducloué

核子内の揺らぎが及ぼす影響 – H. Mäntysaari

ボルツマン方程式と流体方程式の比較と評価 – U. Heinz

古典ヤン=ミルズ場におけるエントロピー生成と熱化 – H. Matsuda

複数粒子相関からの初期状態における集団的フロー – M. Mace

# Quark Matter 2018

---

## ■ カイラル磁気効果(CME)と渦度関連の発表 (理論、抜粋)

等バリオン数衝突におけるCME評価の妥当性 – H. Xu

粘性流体+量子異常輸送モデルによるCMEの計算 – J. Liao

カイラル流体の非平衡量子輸送 – D.-L. Yang

強磁場中におけるカイラルフェルミオンの輸送現象 – K. Hattori

一般の平衡状態における二次の輸送係数 – M. Buzzegoli

カイラル磁気流体の導出 – K. Hattori

流体モデルにおける $\Lambda$ 偏極の評価 – I. Karpenko, Y. Xie

スピン流体力学の定式化 – W. Florkowski

# 概要

---

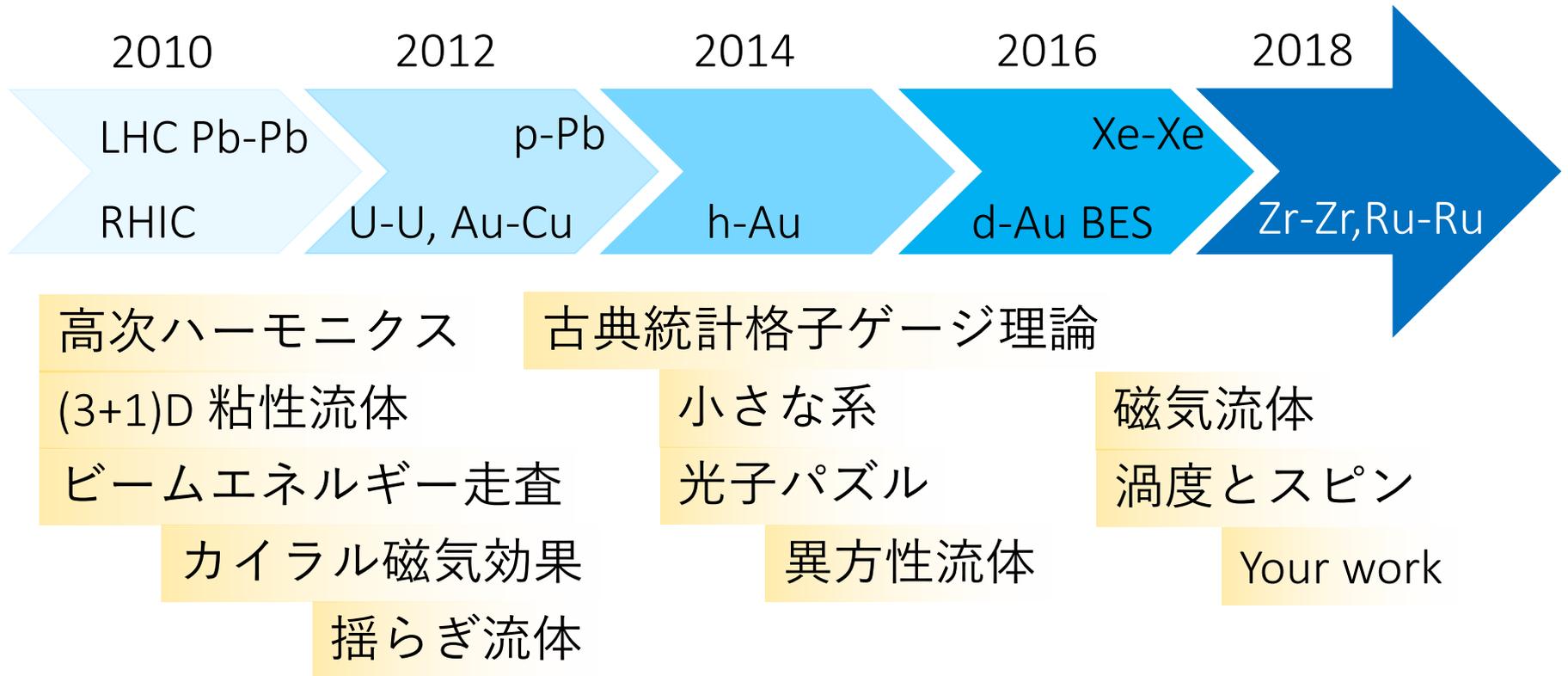
1. QGPの流体模型の最前線
2. 初期状態の理解
3. カイラル磁気効果・渦度の理解
4. まとめと展望

# 1. QGPの流体模型の最前線

---

# Trend words

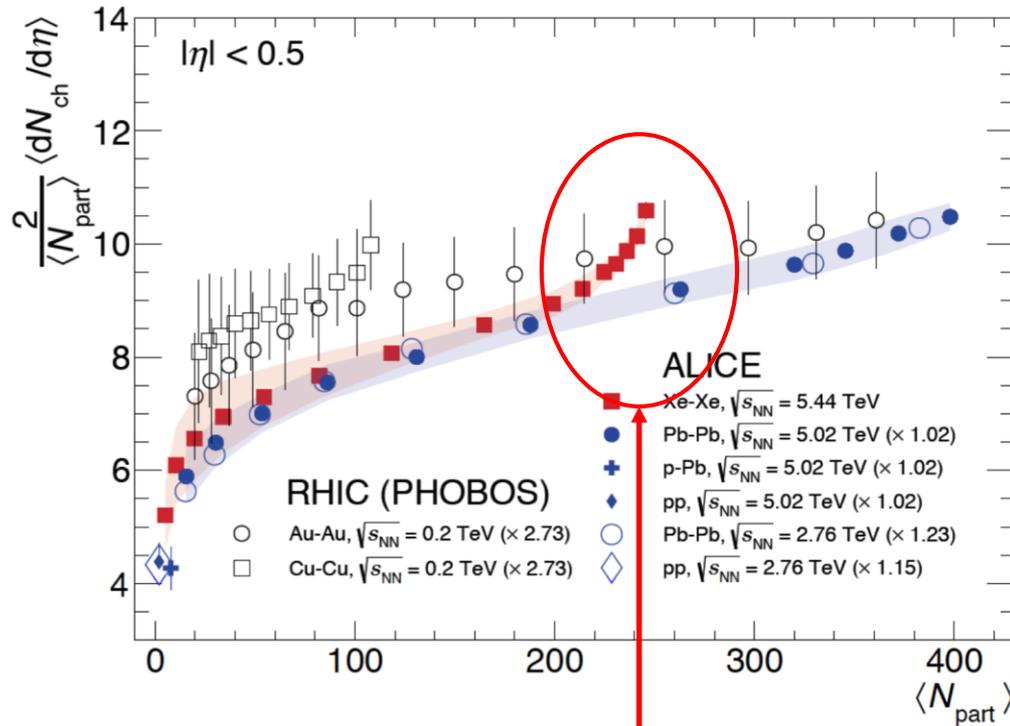
## ■ 流体モデルとその関連領域（の一部）



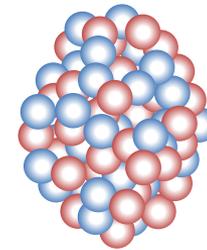
▶ 全体としてモデルの高精度化、拡張化の方向性

# LHC highlights

## ■ 新しい衝突系・エネルギー ( $^{127}\text{Xe}$ - $^{127}\text{Xe}$ 5.44 TeV)



▶  $^{127}\text{Xe}$ は変形核



$R \sim 5.42$  fm

$\beta_2 \sim 0.162$

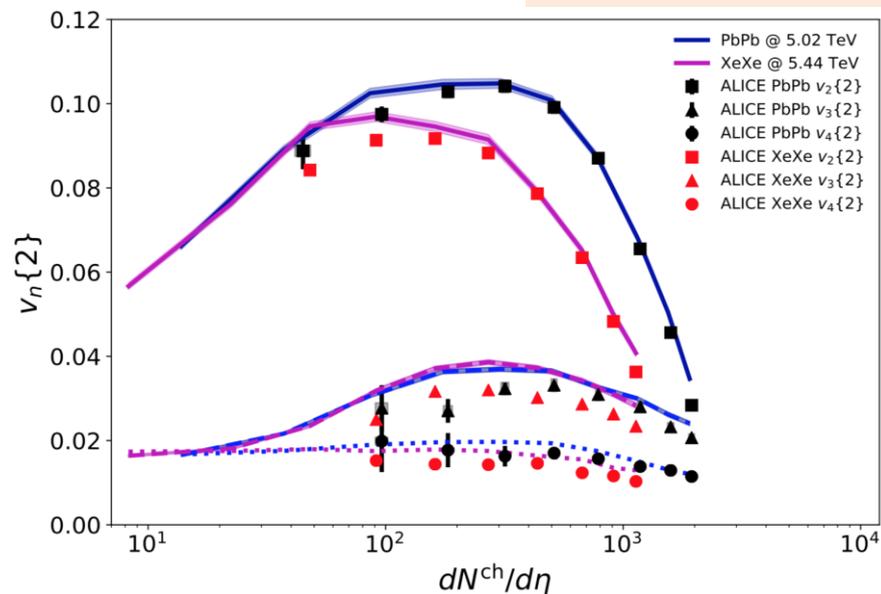
▶ NA61固定ターゲット衝突用のXeを流用

Pb-PbとXe-Xe: 同じ $N_{\text{part}}$ で異なる粒子生成 (Au-AuとCu-Cuでも同様)

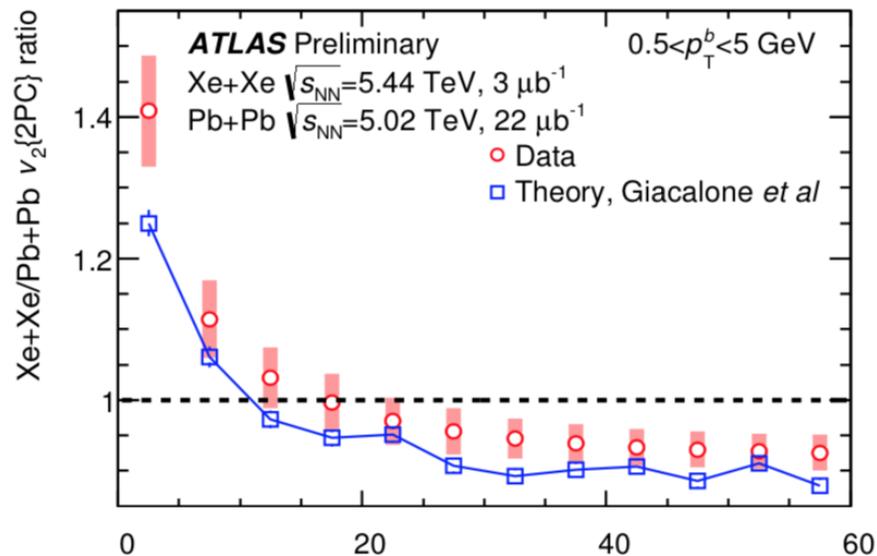
# Xe-Xe と流体模型

■  $V_n$

B. Schenke et al.



M. Luzum et al, ATLAS



▶ ほぼ流体モデルの予想の枠内

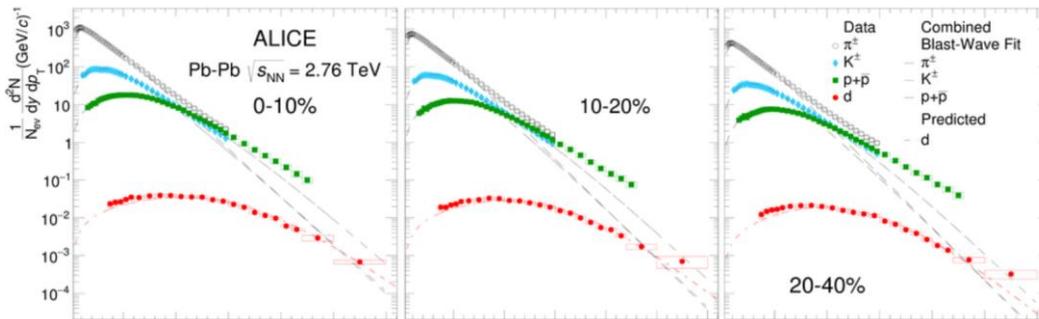
▶ 中心性衝突で  $v_2(\text{Xe}) > v_2(\text{Pb})$ :

揺らぎ効果が実効的に大きい + 変形核なので元から  $v_2$  あり

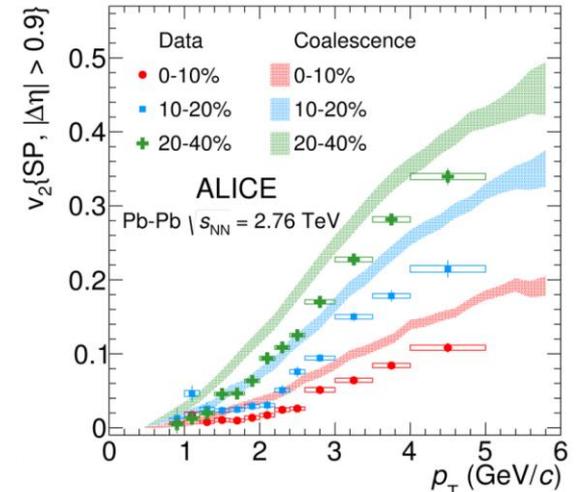
# 軽原子核の生成

M. Puccio

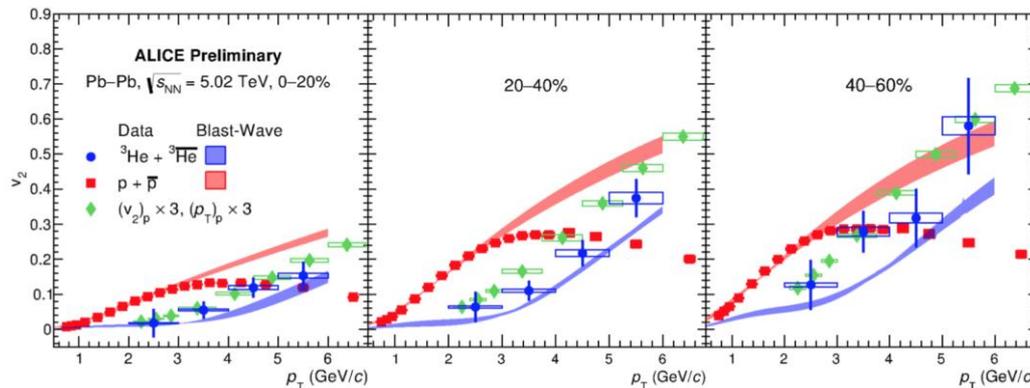
## ■ (反)重陽子



▶ 粒子分布はBlast wave fit可;  $v_2$ は単純なcoalescenceから外れる



## ■ (反)ヘリウム3

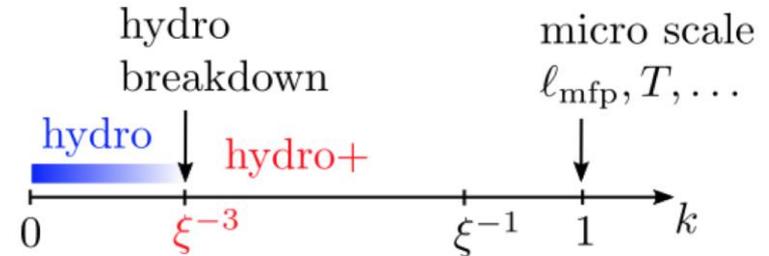


▶ Blast waveは少し外れる  
coalescenceは比較的良い  
重陽子と少し異なる?

# 流体の拡張 (I)

## ■ Hydro+: 臨界点周りで遅いモードの追加

- ▶ 相関長が長くなり緩和のスケールが系の時空発展のスケールを越えると破綻  $\tau_{\text{relaxation}} \sim \tau_{\text{expansion}}$



- ▶ 2 point functionに対応する変数を導入 (拡張された流体)

$$\phi_{\mathbf{Q}}(\mathbf{x}) = \int_{\Delta \mathbf{x}} \langle \delta m(\mathbf{x} + \Delta \mathbf{x}/2) \delta m(\mathbf{x} - \Delta \mathbf{x}/2) \rangle e^{i\mathbf{Q} \cdot \Delta \mathbf{x}} \quad s/n \equiv m$$

エントロピーの表式  $s_{(+)}(\varepsilon, n, \phi_{\mathbf{Q}}) = s(\varepsilon, n) + \frac{1}{2} \int_{\mathbf{Q}} \left( 1 - \frac{\phi_{\mathbf{Q}}}{\bar{\phi}_{\mathbf{Q}}} + \log \frac{\phi_{\mathbf{Q}}}{\bar{\phi}_{\mathbf{Q}}} \right)$

“構成方程式”  $(u \cdot \partial) \phi_{\mathbf{Q}} = -\gamma_{\pi}(\mathbf{Q}) \pi_{\mathbf{Q}}, \quad \pi_{\mathbf{Q}} = - \left( \frac{\partial s_{(+)}}{\partial \phi_{\mathbf{Q}}} \right)_{\varepsilon, n}$

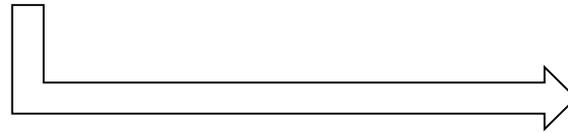
# 流体の拡張 (II)

M. Alqahtani et al.

## ■ 異方性流体モデル

- ▶ 系が完全に等方化しない場合

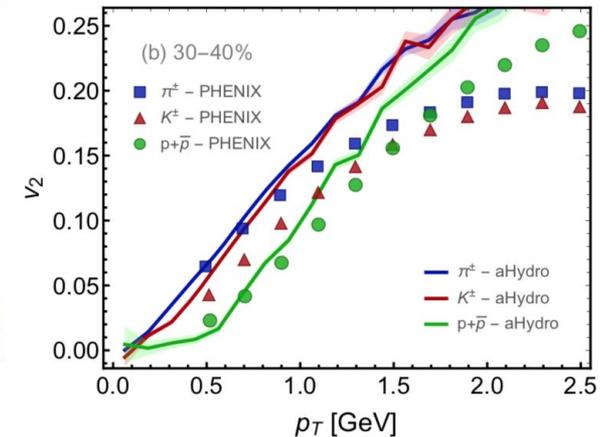
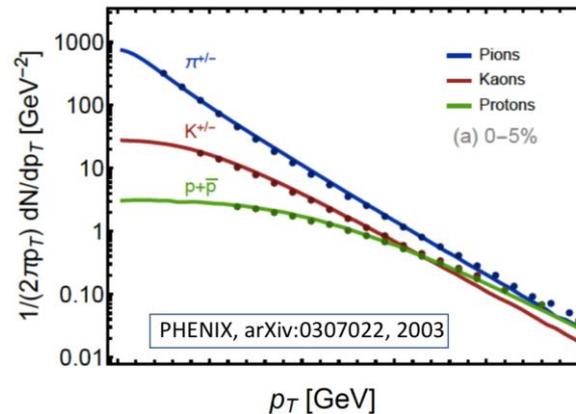
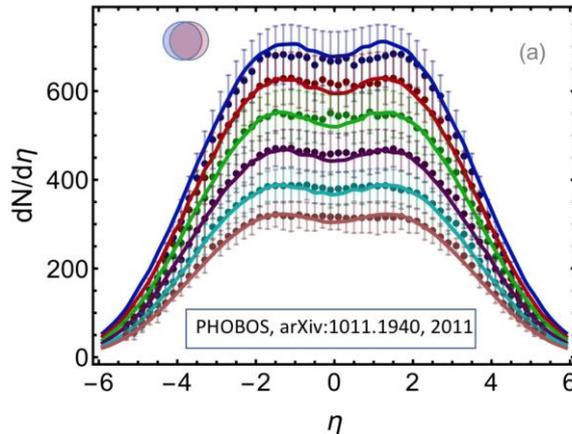
$$f(x, p) = f_{\text{eq}} \left( \frac{\sqrt{p^\mu \Xi_{\mu\nu}(x) p^\nu}}{\lambda(x)} \right) + \delta f(x, p)$$



$$\begin{aligned} D_u \mathcal{E} + \mathcal{E} \theta_u + \mathcal{P}_x u_\mu D_x X^\mu + \mathcal{P}_y u_\mu D_y Y^\mu + \mathcal{P}_z u_\mu D_z Z^\mu &= 0 \\ D_x \mathcal{P}_x + \mathcal{P}_x \theta_x - \mathcal{E} X_\mu D_u u^\mu - \mathcal{P}_y X_\mu D_y Y^\mu - \mathcal{P}_z X_\mu D_z Z^\mu &= 0 \\ D_y \mathcal{P}_y + \mathcal{P}_y \theta_y - \mathcal{E} Y_\mu D_u u^\mu - \mathcal{P}_x Y_\mu D_x X^\mu - \mathcal{P}_z Y_\mu D_z Z^\mu &= 0 \\ D_z \mathcal{P}_z + \mathcal{P}_z \theta_z - \mathcal{E} Z_\mu D_u u^\mu - \mathcal{P}_x Z_\mu D_x X^\mu - \mathcal{P}_y Z_\mu D_y Y^\mu &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_u \mathcal{I}_x + \mathcal{I}_x (\theta_u + 2u_\mu D_x X^\mu) &= \frac{1}{\tau_{\text{eq}}} [\mathcal{I}_{\text{eq}}(T, m) - \mathcal{I}_x] \\ D_u \mathcal{I}_y + \mathcal{I}_y (\theta_u + 2u_\mu D_y Y^\mu) &= \frac{1}{\tau_{\text{eq}}} [\mathcal{I}_{\text{eq}}(T, m) - \mathcal{I}_y] \\ D_u \mathcal{I}_z + \mathcal{I}_z (\theta_u + 2u_\mu D_z Z^\mu) &= \frac{1}{\tau_{\text{eq}}} [\mathcal{I}_{\text{eq}}(T, m) - \mathcal{I}_z] \end{aligned}$$

- ▶ RHICデータを記述可 ( $v_2$  overestimated)

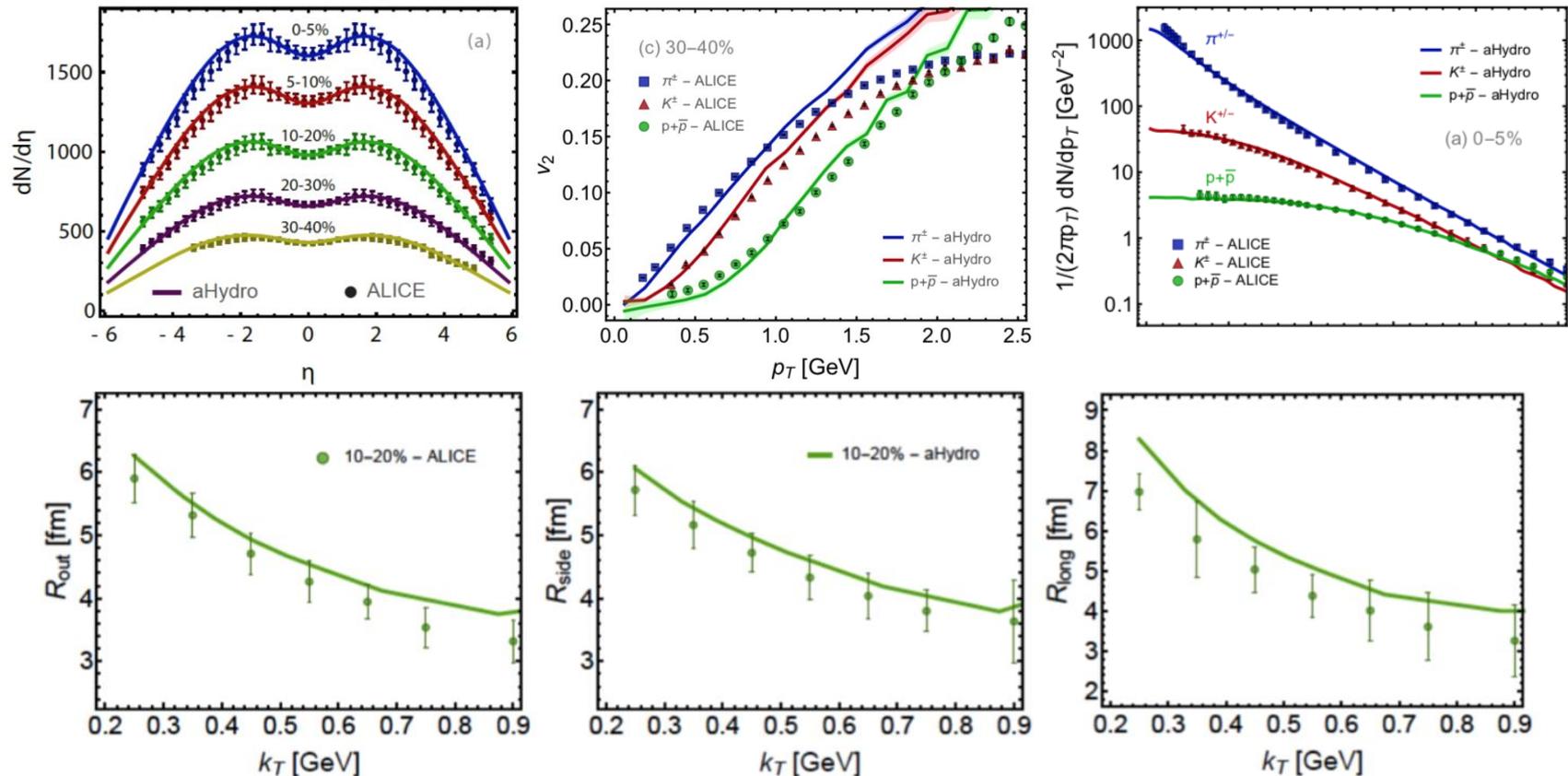


# 流体の拡張 (II)

M. Alqahtani et al.

## ■ 異方性流体モデル

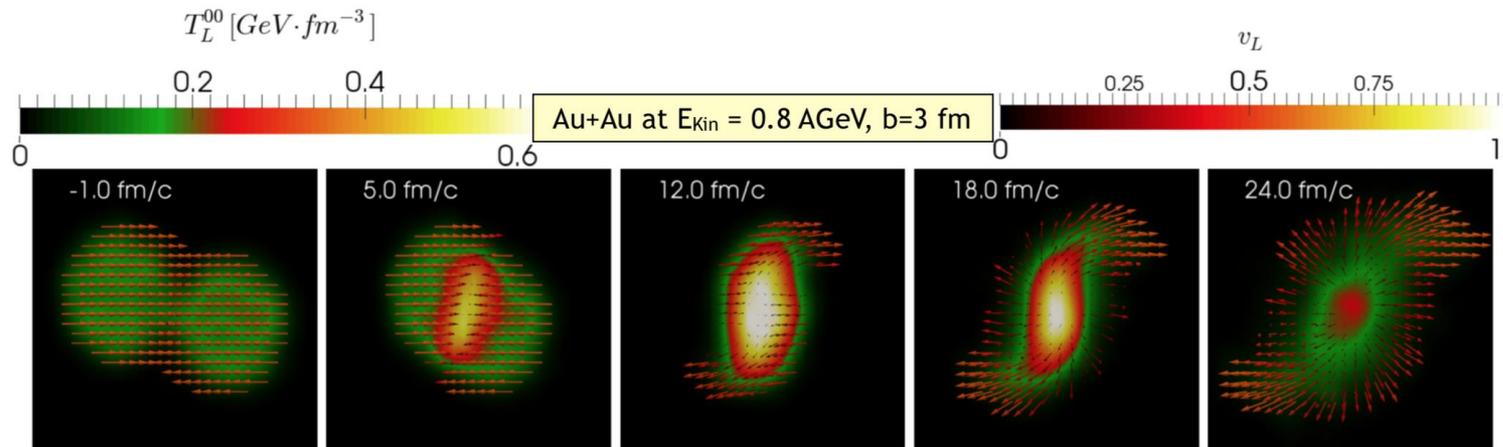
▶ LHCデータとの比較; よく合う(ただし初期条件には注意が必要)



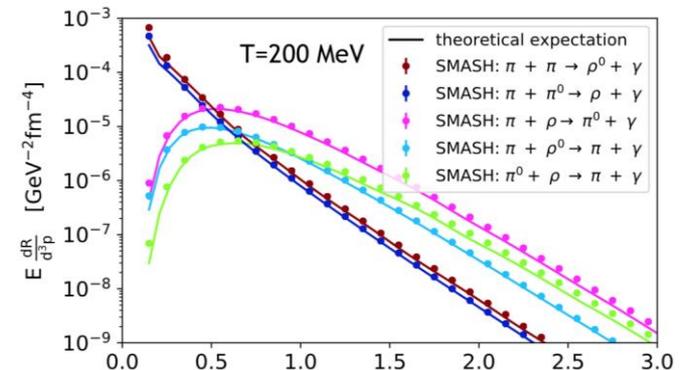
# ハドロン輸送模型

H. Petersen et al.

## ■ SMASH (Simulating Many Accelerated Strongly-Interacting Hadrons)

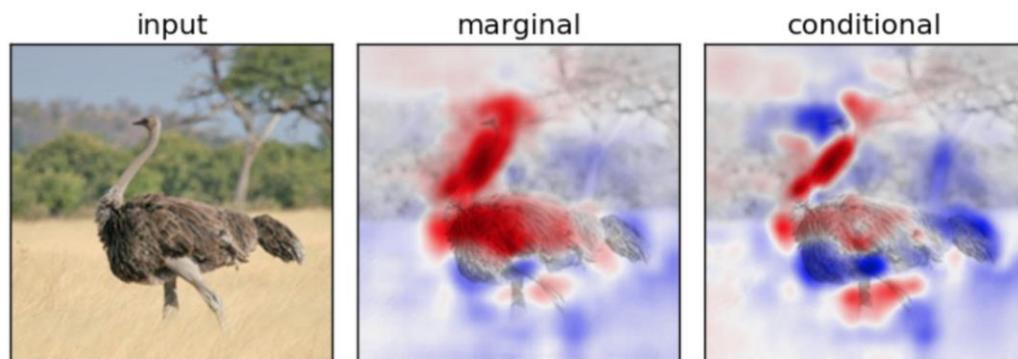


- ▶ 新しい非平衡ハドロン輸送模型（既存のデータは再現）
- ▶ 電磁プローブを計算できる
- ▶ 2018年にリリース予定



## ■ 深層学習と重イオン衝突

- ▶ 状態方程式の1次相転移とクロスオーバーの違いを探る



Importance map: どの領域が分類にとって重要かの指標

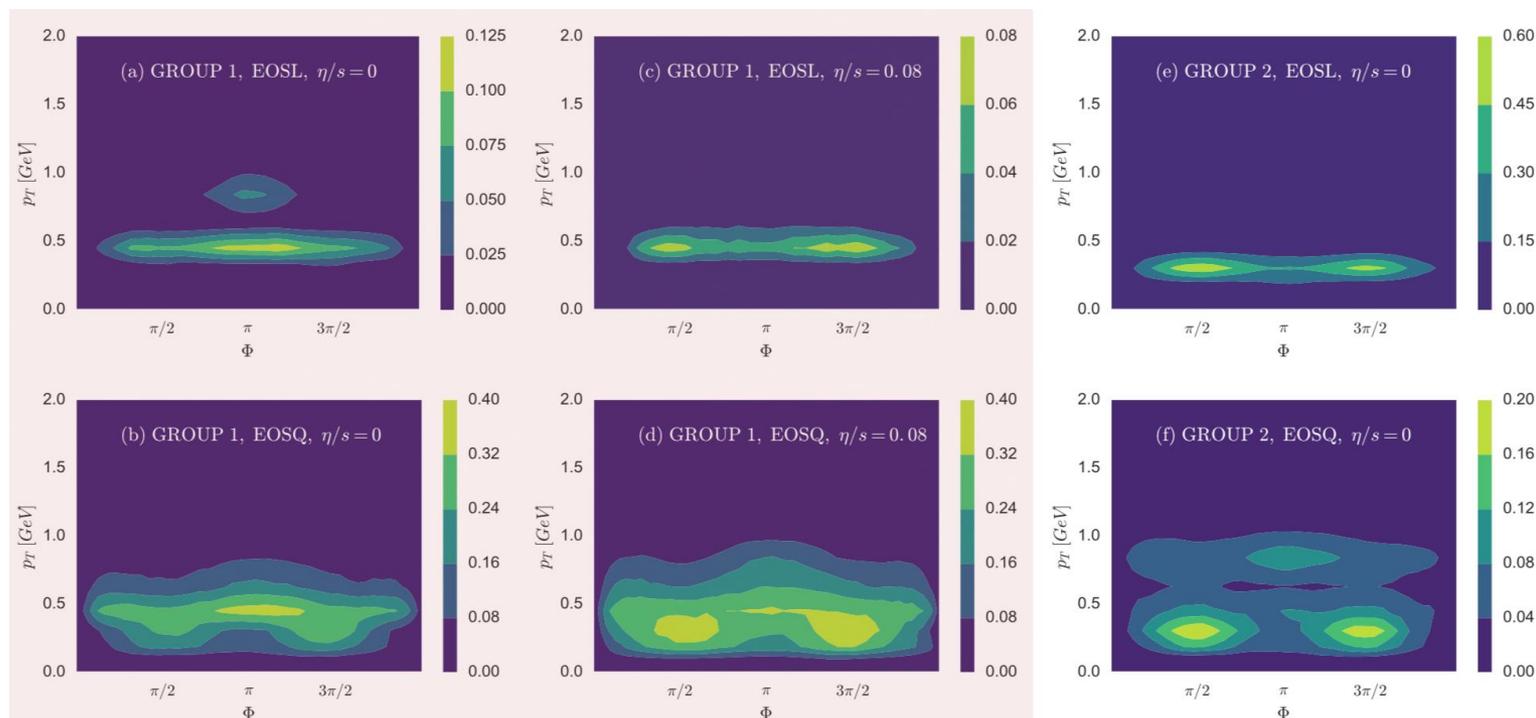
- ▶ 数値的にイベント（現段階ではデータではない）を生成して状態方程式の違いを判別する

# Deep learning

L. G. Pang et al.

## ■ 深層学習と重イオン衝突

### ▶ 粒子分布のImportance map



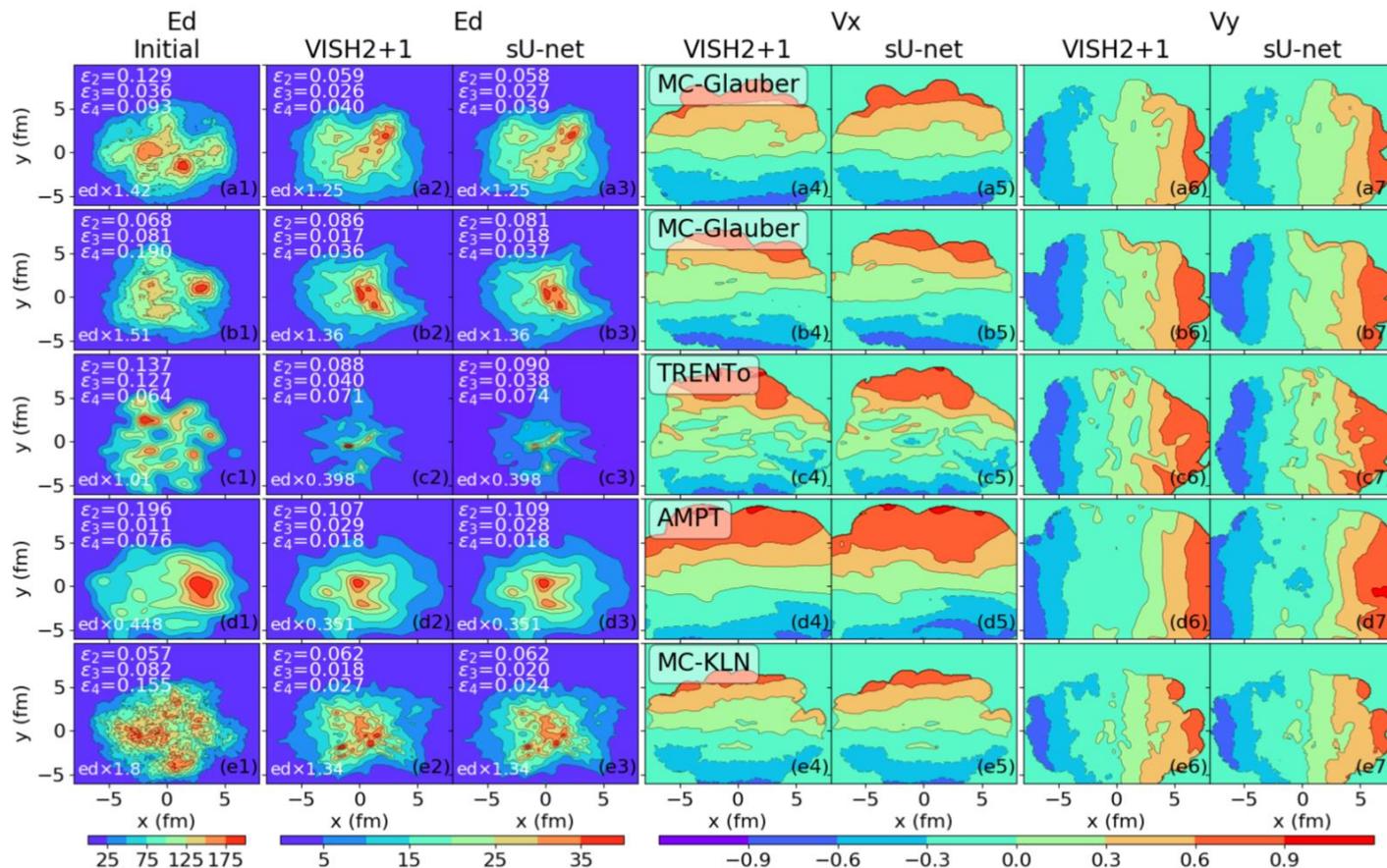
### ▶ 約95%の精度で粒子分布から状態方程式の判定が可能

# Deep learning

H. Huang et al.

## ■ 深層学習と重イオン衝突

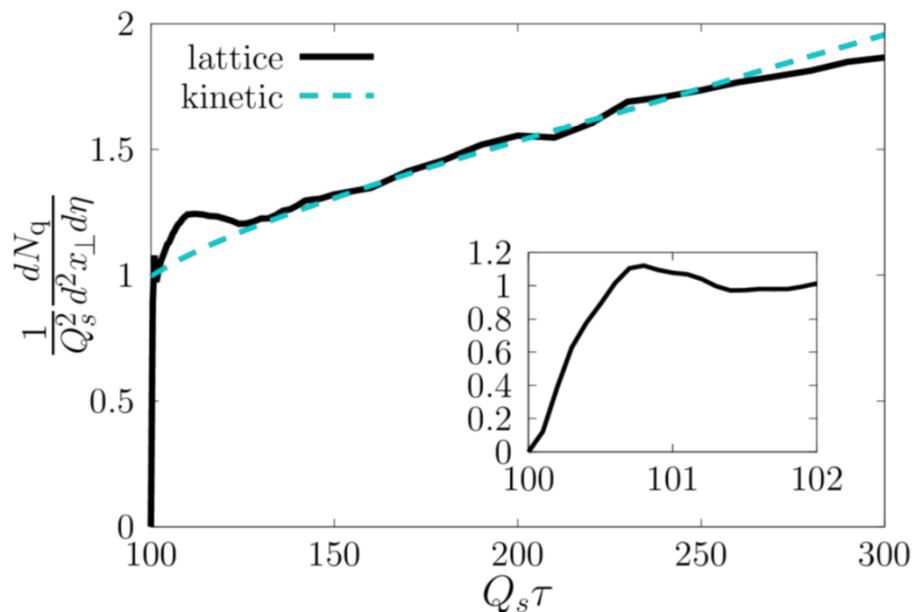
- ▶ 流体発展の前後を学習(N=10000)させ、初期状態から結果を推測



## 2. 初期状態の理解

---

## ■ 膨張系におけるクォーク生成



▶ 古典ヤン=ミルズ方程式と  
ディラック方程式の実時間  
格子シミュレーション

$$[D_\mu, F^{\mu\nu}] = J^\nu$$

$$[i\gamma^\mu(\partial_\mu + igA_\mu) - m]\psi_{\mathbf{p},s,c} = 0$$

- ▶ 早いクォーク生成が誘起される  
十分時間が経った後はkinetic theoryの結果とコンシステント

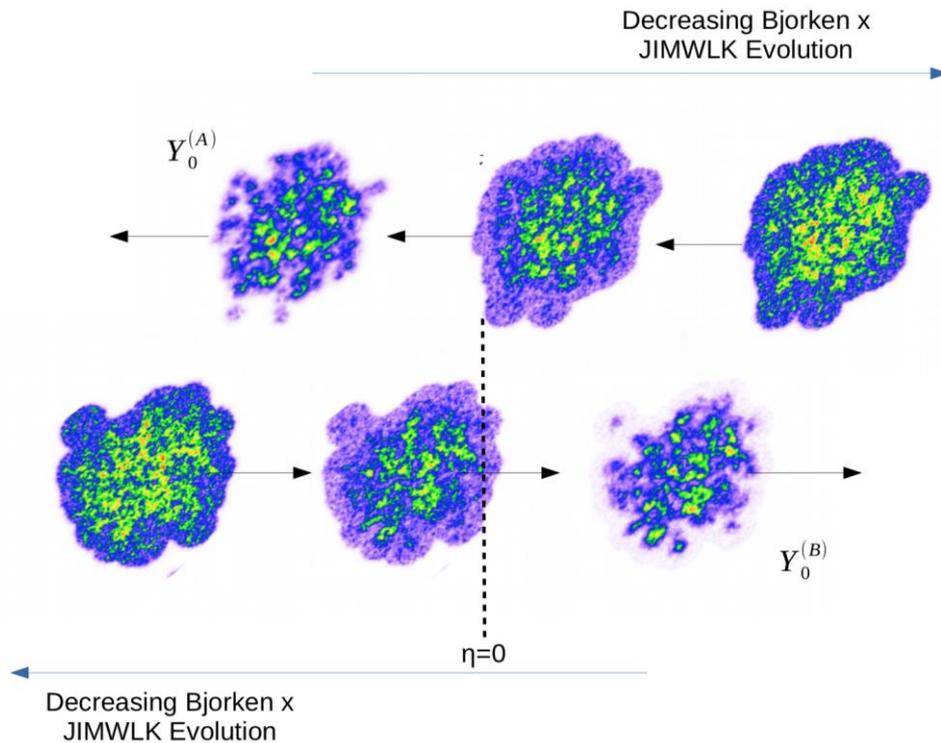
# Initial conditions

H. Mäntysaari and B. Schenke

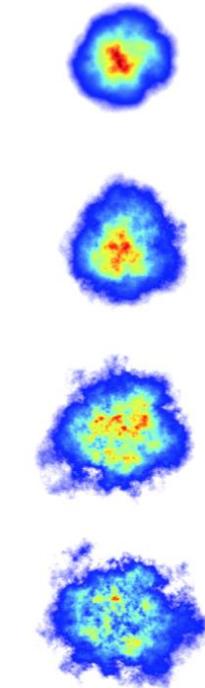
S. Moreland et al.

## ■ JIMWLKで発展させsmall $x$ 依存性を探る

- ▶ 陽子の形: HERAデータから初期条件を決める
- ▶ IP-Glasma初期条件の3次元への拡張



$x = 10^{-2}$



$x = 10^{-4}$

# Initial states

P. Tribedy et al.

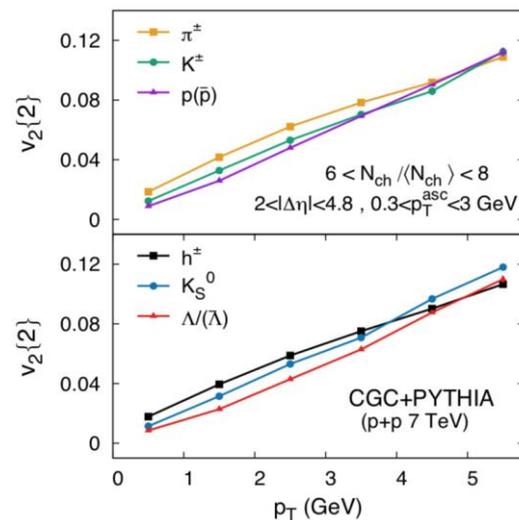
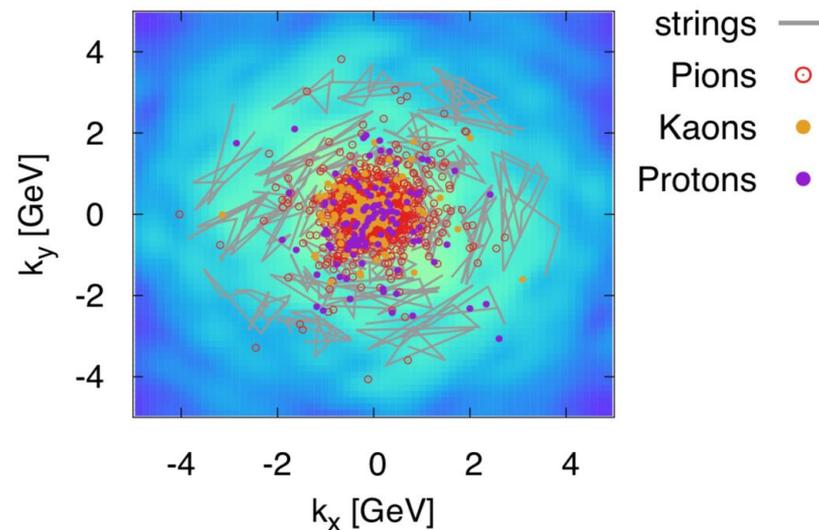
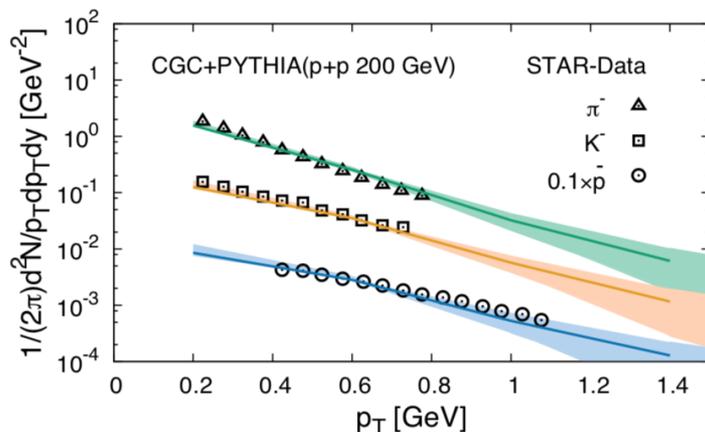
## ■ CGC+PYTHIAモデル

- ▶ IP-Glasmaからのグルーオンを  
カラスティングで繋ぐ



PYTHIAでfragmentさせることで  
ハドロン化

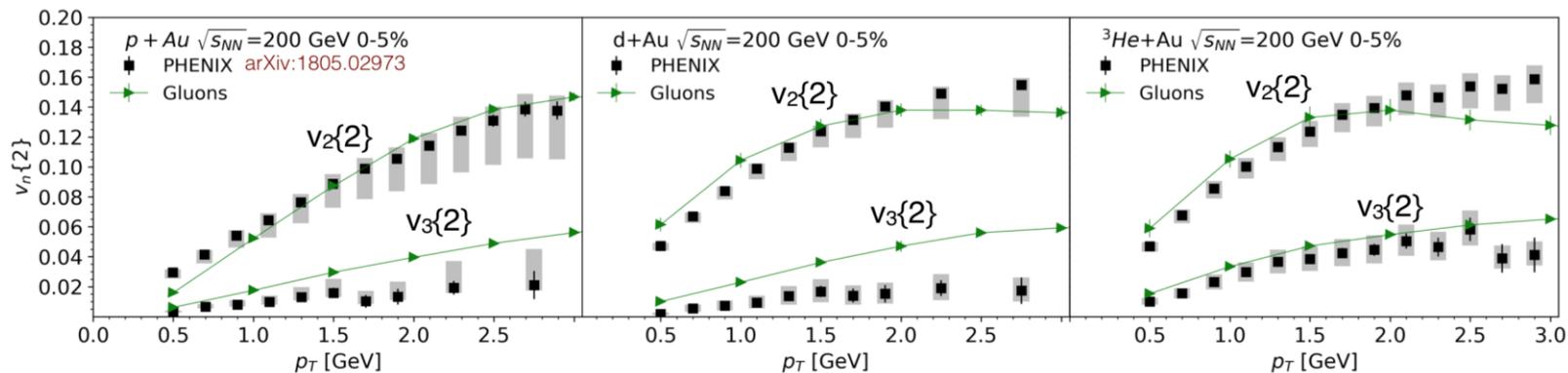
- ▶ 小さな系の集団的フローを再現する



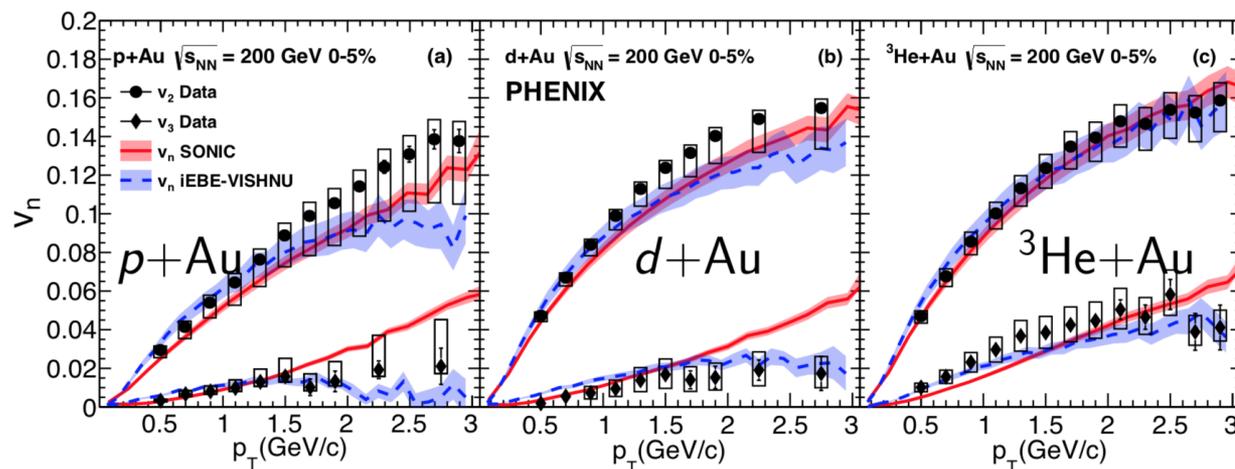
# Initial states

M. Mace et al.

- グルーオンの多粒子相関から有意な $v_n$ が出る



Cf: 流体計算

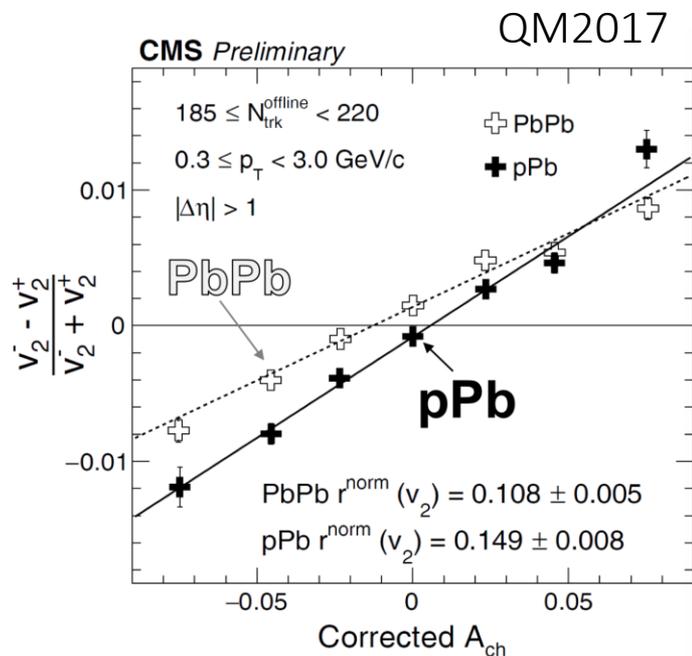


### 3. カイラル磁気効果と渦度の理解

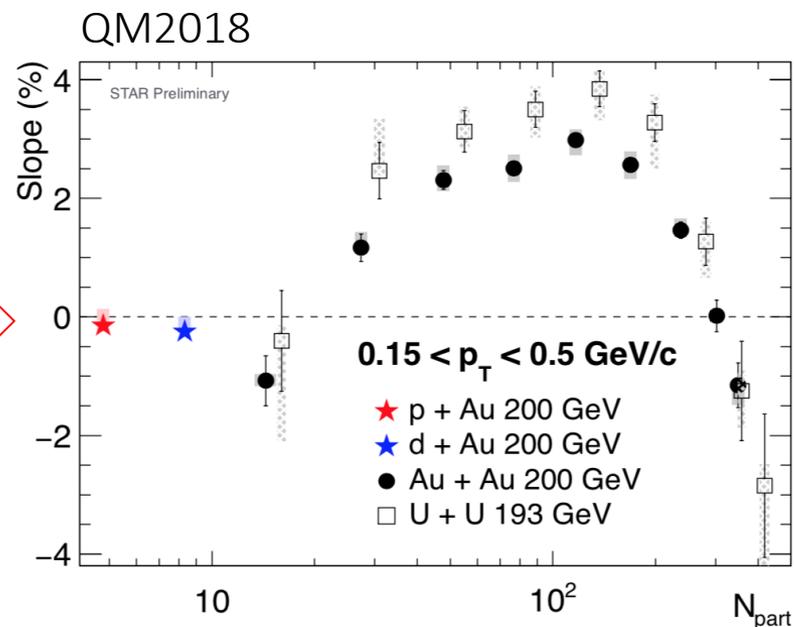
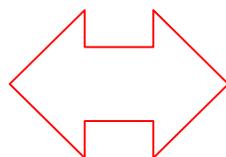
---

# カイラル磁気効果(CME)

## ■ CMS vs. STAR



CMS: pPbでも有限のスロープ



STAR: pAu, dAuでスロープは0とコンシステント

## ■ 磁場が強く動的な場合の導出

$$T^{\mu\nu} = T_{(0)}^{\mu\nu} + T_{(1)}^{\mu\nu}$$

$$\tilde{F}^{\mu\nu} = \tilde{F}_{(0)}^{\mu\nu} - \epsilon^{\mu\nu\alpha\beta} u_\alpha E_{(1)\beta}$$

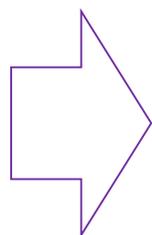
$$j_A^\mu = j_{A(0)}^\mu + j_{A(1)}^\mu$$

Slow variables in chiral MHD:  
 $\{\epsilon, u^\mu, B^\mu, \text{ and } n_A\}$

$$T_{(1)}^{\mu\nu}, E_{(1)}^\mu, j_{A(1)}^\mu \sim \mathcal{O}(\partial^1)$$

## ▶ エントロピー増大則から構成方程式を導出

$$\begin{aligned} \partial_\mu (s u^\mu + \mathcal{O}(\partial^1)) &= T_{(1)}^{\mu\nu} \partial_\mu (\beta u_\nu) - j_{A(1)}^\mu \partial_\mu (\beta \mu_A) \\ &\quad + E_{(1)}^\mu \{ \mu_A C_A B_\mu - \epsilon_{\mu\nu\alpha\beta} u^\nu \partial^\alpha (\beta H^\beta) \} \end{aligned}$$



$$E_{(1)}^\mu = X^{-1\mu\rho} \{ \mu_A C_A B_\rho - \epsilon_{\rho\nu\alpha\beta} u^\nu \partial^\alpha (\beta H^\beta) \}$$

$$X_{\mu\nu} = \sigma_{\parallel} b_\mu b_\nu - \sigma_{\perp} (\Delta_{\mu\nu} + b_\mu b_\nu) - \sigma_{\text{Hall}} \epsilon_{\mu\nu\alpha\beta} u^\alpha b^\beta$$

# 等バリオン衝突(Isobar)の評価

J. Liao et al.

## ■ 量子異常-粘性流体(AVFD)模型

- ▶ 通常の流体の上で  $J_R^\mu$  と  $J_L^\mu$  に対する式を解き、補正として加える
- ▶ 観測量に有意に差が出る可能性



$$\gamma = \langle \cos(\Delta\phi_i + \Delta\phi_j) \rangle = \langle \cos\Delta\phi_i \cos\Delta\phi_j \rangle - \langle \sin\Delta\phi_i \sin\Delta\phi_j \rangle$$

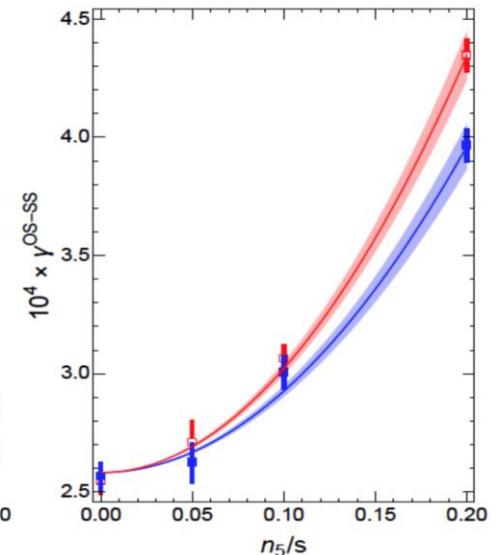
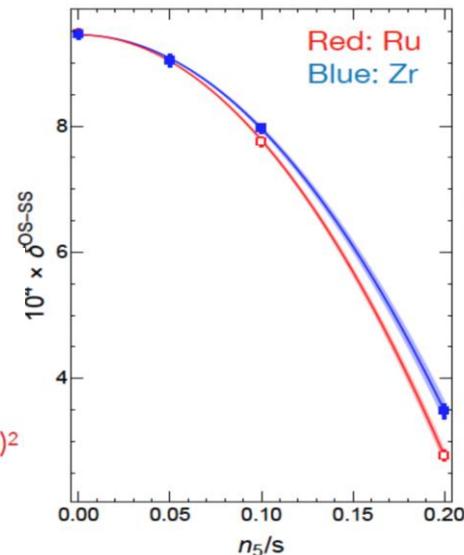
$$\delta = \langle \cos(\Delta\phi_i - \Delta\phi_j) \rangle = \langle \cos\Delta\phi_i \cos\Delta\phi_j \rangle + \langle \sin\Delta\phi_i \sin\Delta\phi_j \rangle$$

$$\gamma = \kappa v_2 F - H$$

F: Bulk Background

$$\delta = F + H$$

H: Possible Pure CME Signal =  $(a_{1,\text{CME}})^2$

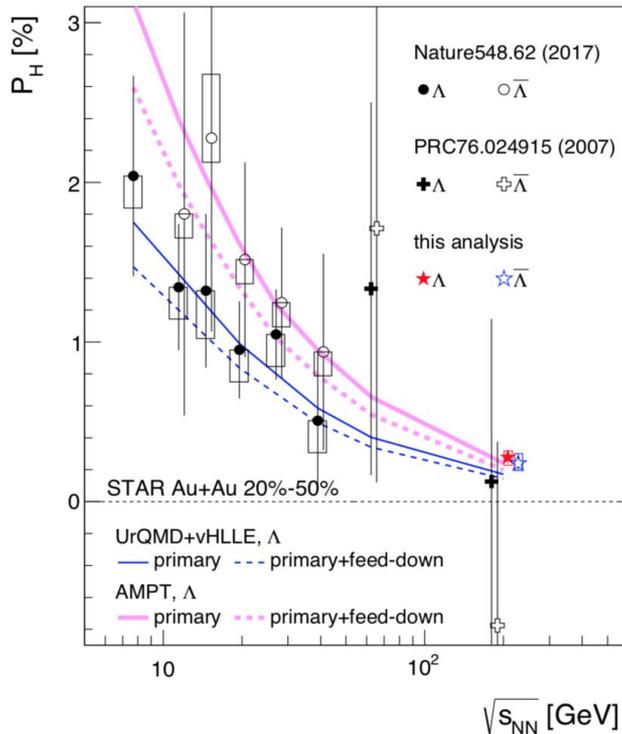


Ruの方が磁場が大きいのので効果も（あれば）大きくなる

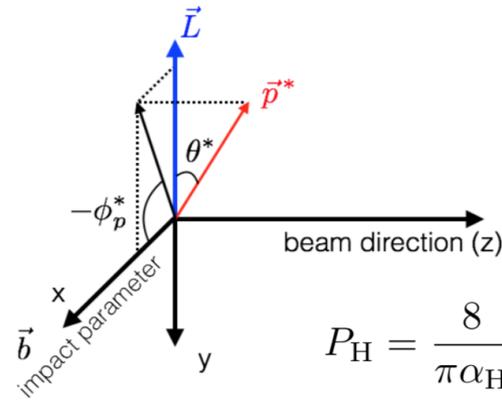
# STAR highlights – $\Lambda$ polarization

T. Niida

## ■ 流体の渦度がスピン偏極に変換



▶ スピン軌道相互作用  
+ (あれば) 磁場の効果



$$P_H = \frac{8}{\pi\alpha_H} \frac{\langle \sin(\Psi_1 - \phi_p^*) \rangle}{\text{Res}(\Psi_1)}$$

$\phi_p^*$ :  $\phi$  of daughter proton in  $\Lambda$  rest frame



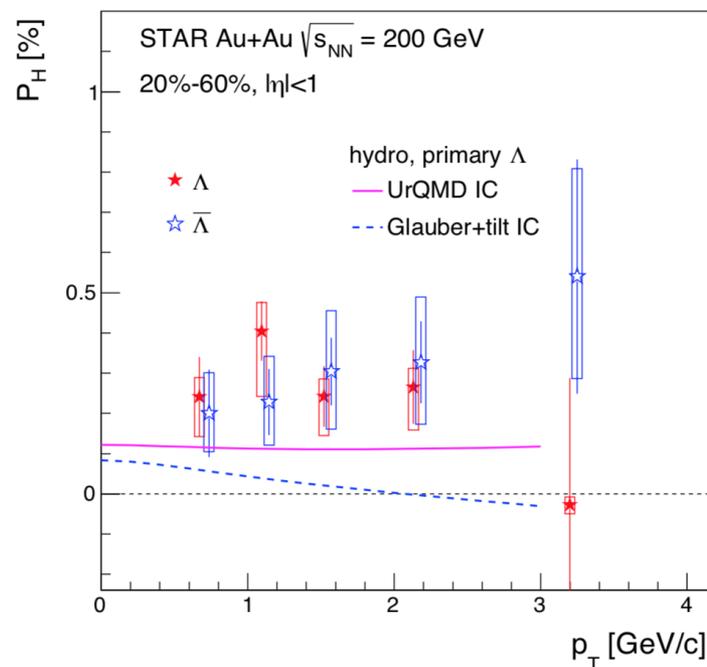
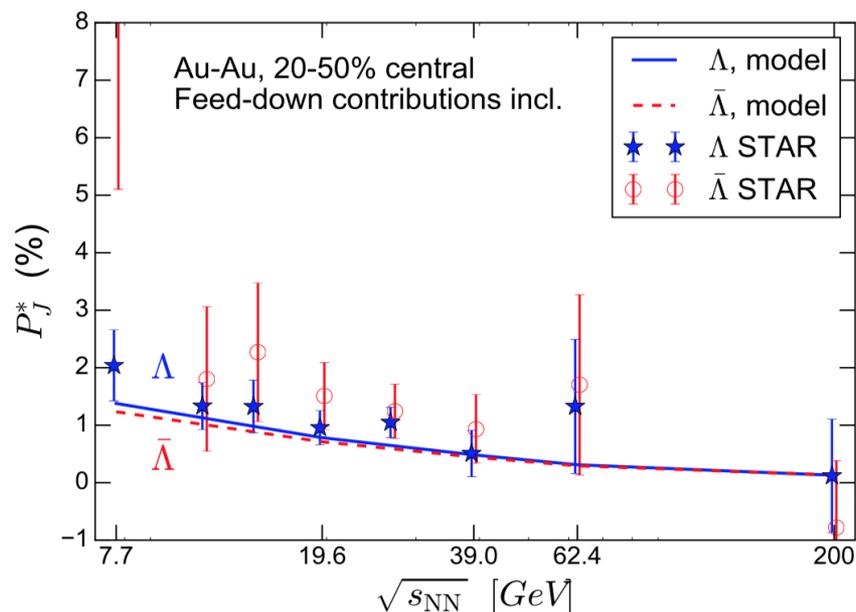
STAR Collaboration,  
Nature 548, 62 (2017)

▶  $\Lambda$ (ハイペロン)は弱い相互作用を介して崩壊  
→パリティを破るため、スピンの方向へpが出て来る

# $\Lambda$ polarization と 流体模型

I. Karpenko et al.

## ■ 衝突エネルギー依存性と $p_T$ 依存性



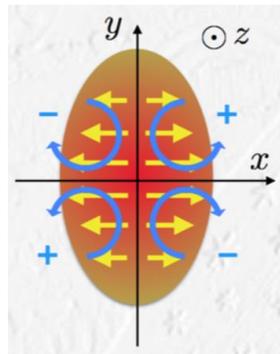
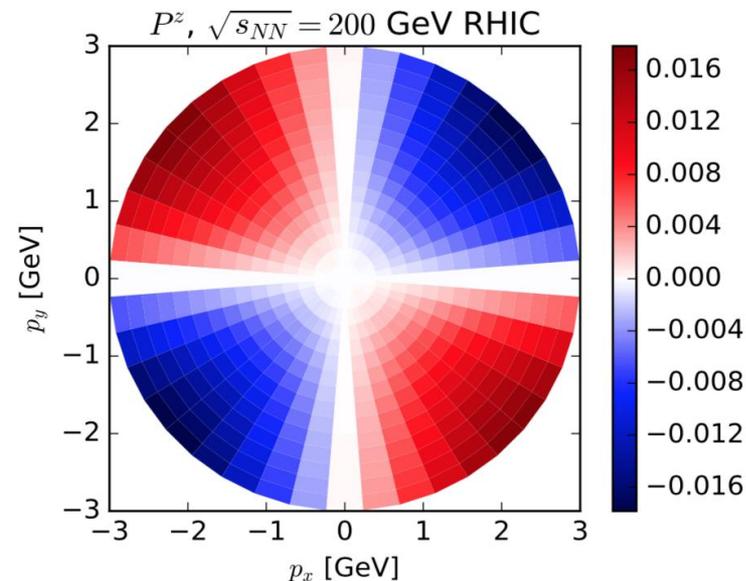
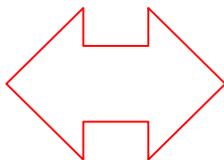
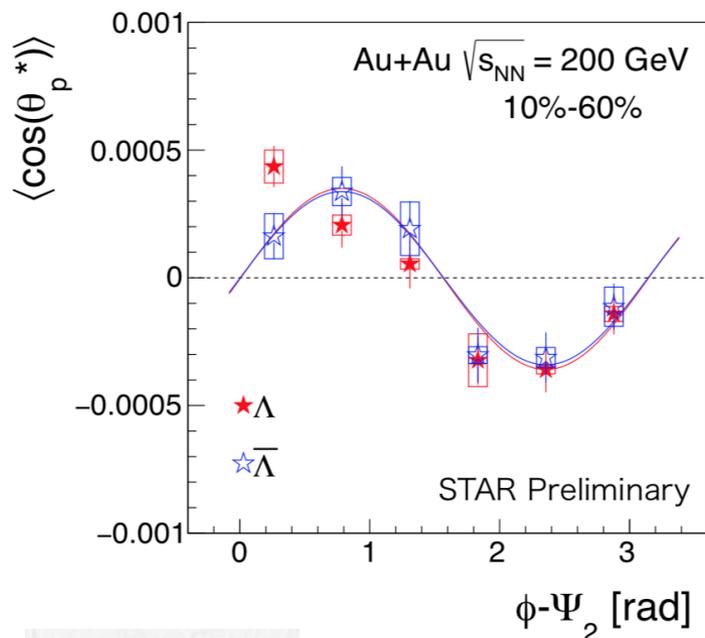
- ▶ エネルギー依存性は概ね合うが、化学ポテンシャル込みで粒子反粒子の補正が逆（磁場の影響？）
- ▶  $p_T$  依存性では underestimate

# $\Lambda$ polarization と流体模型

T. Niida

I. Karpenko et al.

## Local polarization



▶  $p_z$  ( $\propto \langle \cos \theta_p^* \rangle$ )の符号が実験データと流体計算で逆 (AMPTでも同様の傾向)

# 流体模型とスピン

F. Becattini et al.

- 現状の取り扱い: Freeze-outの時点で熱渦度から計算

$$S^\mu(p) = \frac{1}{8m} \epsilon^{\mu\nu\rho\sigma} p_\sigma \frac{\int_\Sigma d\Sigma_\tau p^\tau n_F (1 - n_F) \partial_\nu \beta_\rho}{\int_\Sigma d\Sigma_\tau p^\tau n_F}$$

- スピン入り流体

W. Florkowski et al.

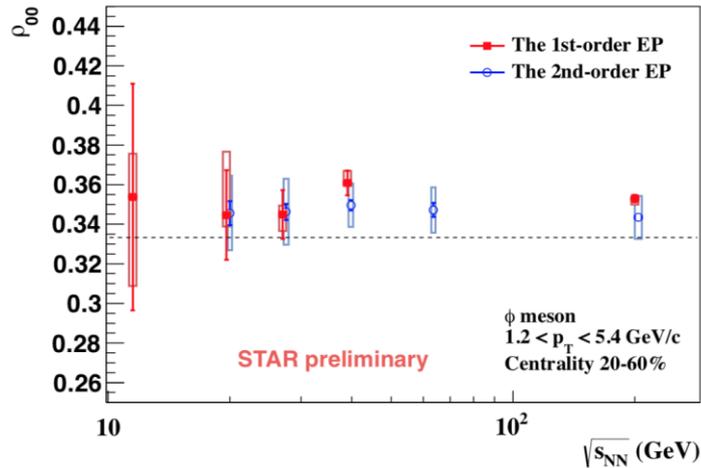
$$\begin{aligned} \partial_\mu T^{\mu\nu} &= 0 & \hat{\rho} &= \frac{1}{Z} \exp \left[ - \int_\Sigma d\Sigma_\mu \hat{T}_C^{\mu\nu} \beta_\nu(x) - \frac{1}{2} \varpi_{\lambda\nu}(x) \hat{S}_C^{\mu,\lambda\nu} \right] \\ \partial_\mu j^\mu &= 0 \\ \partial_\mu S^{\mu,\lambda\nu} &= T^{\nu\lambda} - T^{\lambda\nu} \end{aligned}$$

- ▶ 現状定式化に不完全性は残るが、方向性としては妥当？

# $\phi$ and $K^{*0}$ spin alignment

C. Zhou et al.

## ■ $\phi$ 中間子と $K^{*0}$ 中間子

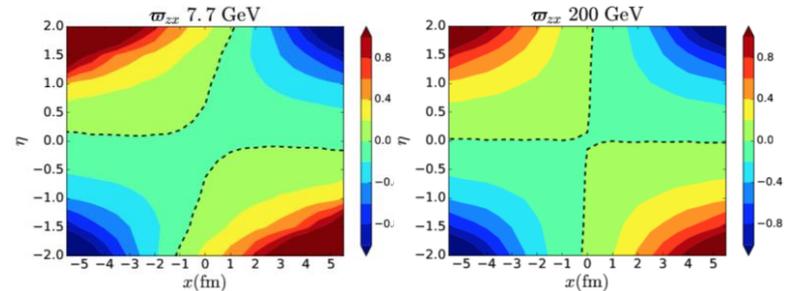
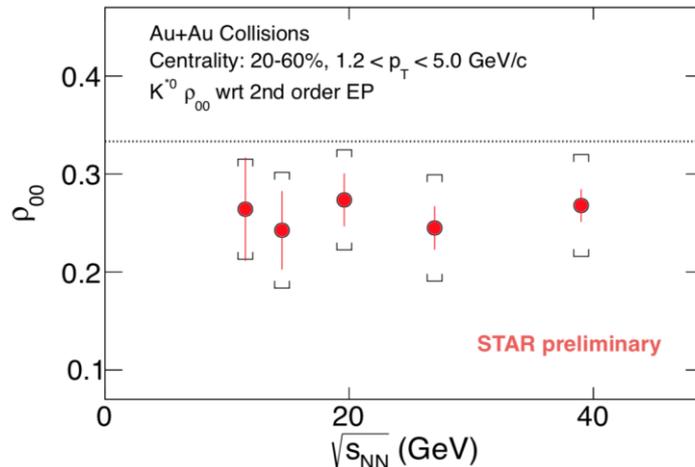


- ▶ 有意な値  $\rho_{00} \neq 1/3$  が見られる

$$\frac{dN}{d(\cos\theta^*)} = N_0 \times [(1 - \rho_{00}) + (3\rho_{00} - 1)\cos^2\theta^*]$$

単純なrecombinationでは説明不可

- ▶ 衝突エネルギー依存性が小さい



Polarizationと違い渦場の強さに関連するため(?)

## 4. まとめと展望

---

# まとめと展望

---

1. **QGP流体模型**: 粘性を超えた非平衡過程を取り込む動き
  - 異方性流体、Hydro+、揺らぎ流体, etc.
2. **初期状態の理解**: 「熱化を促す」方向から「初期状態から集団的性質を生み出す」方向へ; 流体初期条件は高精度化
  - CGC+PYTHIA、グルーオン多粒子相関、3D IP-Glasma etc.
3. **カイラル磁気効果・渦度の理解**: 実験データに対して定量的な理論計算が出始めた段階; 今後の進展に期待
  - CMS vs. STAR、 $\Lambda$ 偏極、スピン流体, etc.

# International Conference

## ■ Quarks and Nuclear Physics 2018 (QNP 2018) in Tsukuba

**The 8th International Conference on**  
**Quarks and Nuclear Physics**

**QNP 2018**  
**TSUKUBA**

**November 13 (Tue) - 17 (Sat), 2018 Tsukuba, Ibaraki, JAPAN**  
<http://www-conf.kek.jp/qnp2018/>

**TOPICS**  
Quark and gluon structure of hadrons  
Hadron spectroscopy  
Hadron interactions and nuclear structure  
Hot and cold dense matter

**INTERNATIONAL ADVISORY COMMITTEE**

Stanley Brodsky (SLAC)	Tomofumi Nagae (Kyoto Univ.)
William Brooks (JSM)	Shoji Nagamya (KEK)
Volker Burkert (JLab)	Takashi Nakano (Osaka Univ.)
Wen-Chen Chang (Academia Sinica)	Makoto Oka (Tokyo Tech/AE)
Hidetoshi Enyo (KEK)	Eulogio Oset (Valencia)
Avraham Gal (Tel Aviv Univ.)	Barbara Pasquini (Pavia)
Haiyan Gao (Tsinghua Univ.)	Jen-Chieh Peng (Univ. Bonn)
Michel Garcon (CEA-Saclay)	Bernard Pire (CPHT Polytechnique)
Paolo Giubellino (INFN)	Jianwei Qiu (UCLA)
Tetsuo Hatsuda (KEK)	Boris Sharov (GSI)
Boris Kopelovich (JINR)	Igor Strakovsky (GSI)
T.-S. Harry Lee (ANL)	Mark Strikman (JLab)
Su Hsiung Lee (Hawaii Univ.)	Hirokazu Tamura (Tohoku Univ.)
Matthias Lutz (GSI/TH Darmstadt)	Ulrike Thoma (Univ. Bonn)
Yu-Gang Ma (SNAP)	Anthony Thomas (Univ. Adelaide)
Gines Martínez (Subatech Nantes)	Raju Venugopalan (JLab)
Robert McKown (JLab)	Wolfram Weise (TU Braunschweig)
Larry McLerran (Univ. Washington)	Ulrich Wiedner (Univ. Bochum)
Curtis Meyer (CMU/Pittsburg)	Nu Xu (CCNY/IBU)
Ajit Kumar Mohanty (Saha Institute)	Bingsong Zou (ITPC/AS-Bingji)

**LOCAL ORGANIZING COMMITTEE**

Akinobu Dote (KEK)
Yuji Goto (KEK)
Masayasu Harada (Hirogata Univ.)
Atsushi Hosaka (Osaka Univ.)
Kazunori Itakura (KEK)
Hiroyuki Kamano (KEK)
Shunzo Kumano (KEK, Co-Chair)
Osamu Morimatsu (KEK)
Satoshi N. Nakamura (Tohoku Univ.)
Megumi Naruki (Kyoto Univ.)
Hiroyuki Noutsi (Osaka Univ./KEK)
Hiroaki Ohnishi (Tohoku Univ.)
Kyoichiro Ozawa (KEK)
Hiroaki Sako (JAEA)
Fuminori Sakuma (KEK)
Shinya Sawada (KEK, Co-Chair)
Hiroshi Takahashi (KEK)
Toshiyuki Takahashi (KEK)
Kazuhiro Tanaka (KEK)
Kiyoshi Tanida (JAEA)

© QNP2018 Local Organizing Committee, All rights reserved

- ▶ Tsukuba International Congress Center  
November 13-17, 2018
- ▶ Abstract deadline: **July 16, 2018**
- ▶ Details at  
<http://www-conf.kek.jp/qnp2018>



# Fine

---

- Grazie per l'attenzione!



# Quark Matter 2018

## ■ 流体・初期・CME・渦および理論以外の発表(一部抜粋)

QCD臨界点付近のスカラーモードにおけるタキオン不安定性 – T. Yokota

QCD熱力学におけるバリオンのパリティ二重項構造 – C. Sasaki

磁場中の高温高密度クォーク物質における電気伝導率 – K. Fukushima

波動関数デコヒーレンスによるクォークoniaの解離 – S. Kajimoto

原子核補正因子のエネルギーと系への依存性 – D. Sekihata

QGP中におけるクォークoniaの古典化 – S. Kajimoto

格子QCDに基づくベリ曲率の計算 – A. Yamamoto

格子QCDにおける量子ホロノミーのディラックモード展開 – T. Doi

ダイジェット事象におけるジェット由来フローの干渉 – Y. Tachibana

重フレーバーとクォークonium生成の統一された枠組み – K. Watanabe

ジェットに起因する励起への媒質の応答についての理論 – Y. Tachibana

J-PARCの重イオン衝突における超高密度物質の探査 – H. Sako

PHENIX 金-金衝突のc及びbクォーク収量の原子核補正因子 – T. Hachiya

PHENIX 金-金衝突のc及びbクォーク由来電子の方位角異方性 – T. Hachiya

# Quark Matter 2018

## ■ 流体・初期・CME・渦および理論以外の発表(一部抜粋)

PHENIX 200-19.6GeVの重陽子-金衝突における集団的性質 – K. Shigaki  
sPHENIXにおけるSilicon Intermediate Trackerの研究開発状況 – Y. Yamaguchi  
STAR 200GeV金-金衝突における大局的な $\Lambda$ 偏極 – T. Niida  
STAR 銅-金・金-金衝突での軸傾き及び密度非対称性による $v_1$  – T. Niida  
STAR キュムラントの体積揺らぎと非二項効率補正 – T. Nonaka  
STAR 金-金ネット電荷分布の6次キュムラントの測定 – T. Sugiura  
STAR 金-金ネット粒子分布の高次及び非対角キュムラント – T. Nonaka  
STAR ダイハドロン相関のイベント平面依存性 – R. Aoyama  
ALICE 5TeV陽子-陽子衝突における中性中間子の測定 – H. Murakami  
ALICE 重フレーバー生成の観測と重フレーバージェット – S. Sakai  
ALICE 重陽子-鉛衝突におけるボトム及びチャーム生成 – D. Kawana  
ALICE重陽子-鉛衝突における中央ラピディティでの $J/\psi$ 抑制 – S. Hayashi  
ALICE 5.02TeV鉛-鉛衝突における $\Lambda_c/D0$ 比の測定 – Y. Watanabe  
ALICE 2.76/5.02TeVの陽子-陽子/鉛-鉛衝突におけるジェット – R. Hosokawa