

クオーク・核物質研究部門報告

- 格子QCD 研究
- 宇宙元素合成研究
- QGP/臨界点研究

【拠点・施設】

ALICE/LHC, STAR/RHIC,
J-PARC/E16, RIKEN/RIBF,
計算科学研究センター
宇宙史研究センター

クオーク・核物質研究部門 部門長：江角晋一(p)

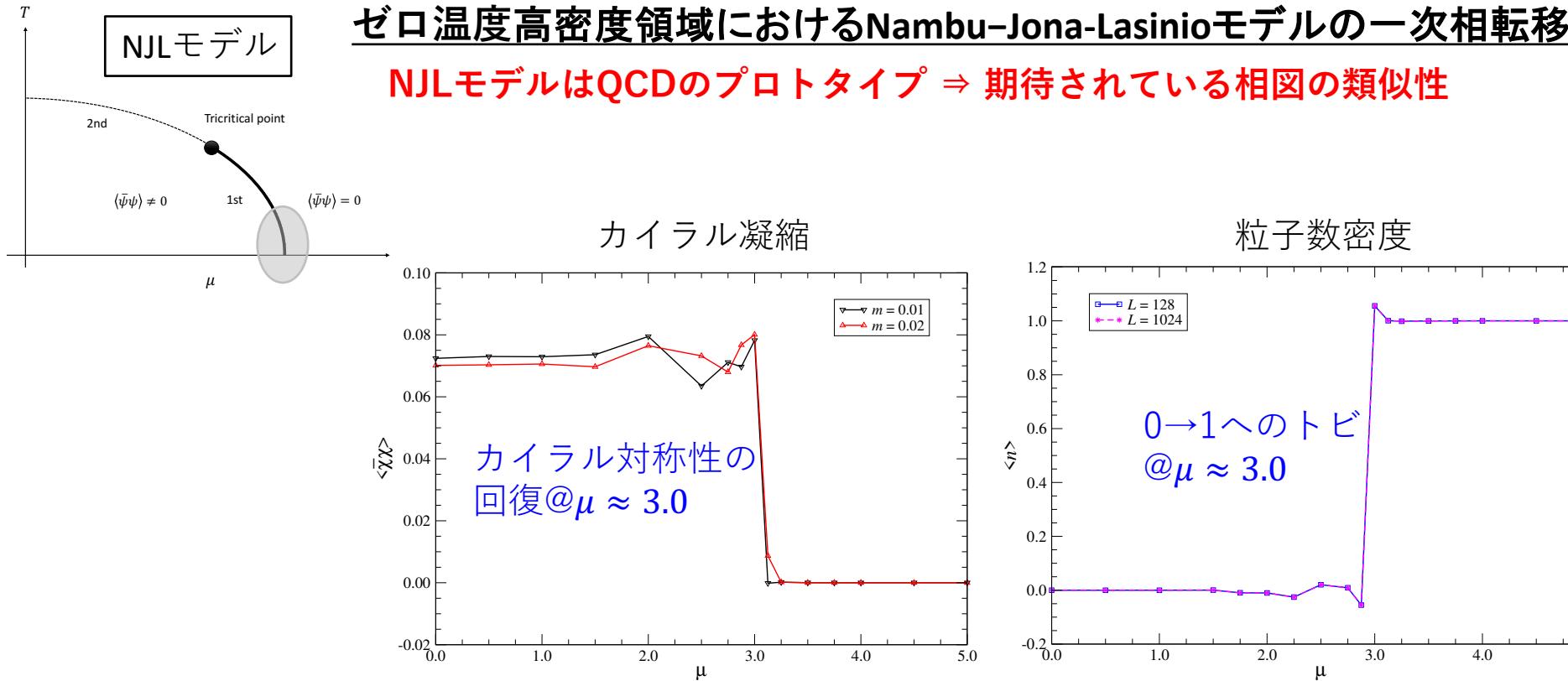
構成教員： 小澤 順(p)、中條達也(l)、Norbert Novitzky(a海外unit副PI)、新井田貴文(a)、野中俊宏(a)、
轟木貴人(a)、三明康郎(p特命)、金谷和至(p特命)、山口貴之(apCA:埼玉大)、
小沢恭一郎(apCA:KEK)、佐甲博之(pCA:原研)、Thomas Peitzmann(p海外unitPI: Utrecht大)、
Marco van Leeuwen(p海外unitPI: Utrecht大)

連携教員： 藏増嘉伸(p)、谷口裕介(ap)、笹公和(ap)、森口哲朗(a)、杉立徹(p客員:広大)、
濱垣秀樹(p客員:長崎総合科学大)、秋葉康之(p客員:理研)、若杉昌徳(p客員:京大)、永宮正治(p:理研)、
郡司卓(ap:東大)、志垣賢太(ap:広大)、齋藤武彦(p客員:理研)、山口由高(ap客員:理研)

研究員： 坂井真吾、Ashutosh Kumar Pandey

テンソル繰り込み群の素粒子物理学への応用

Akiyama-YK-Yoshimura-Yamashita, JHEP2101(2021)121



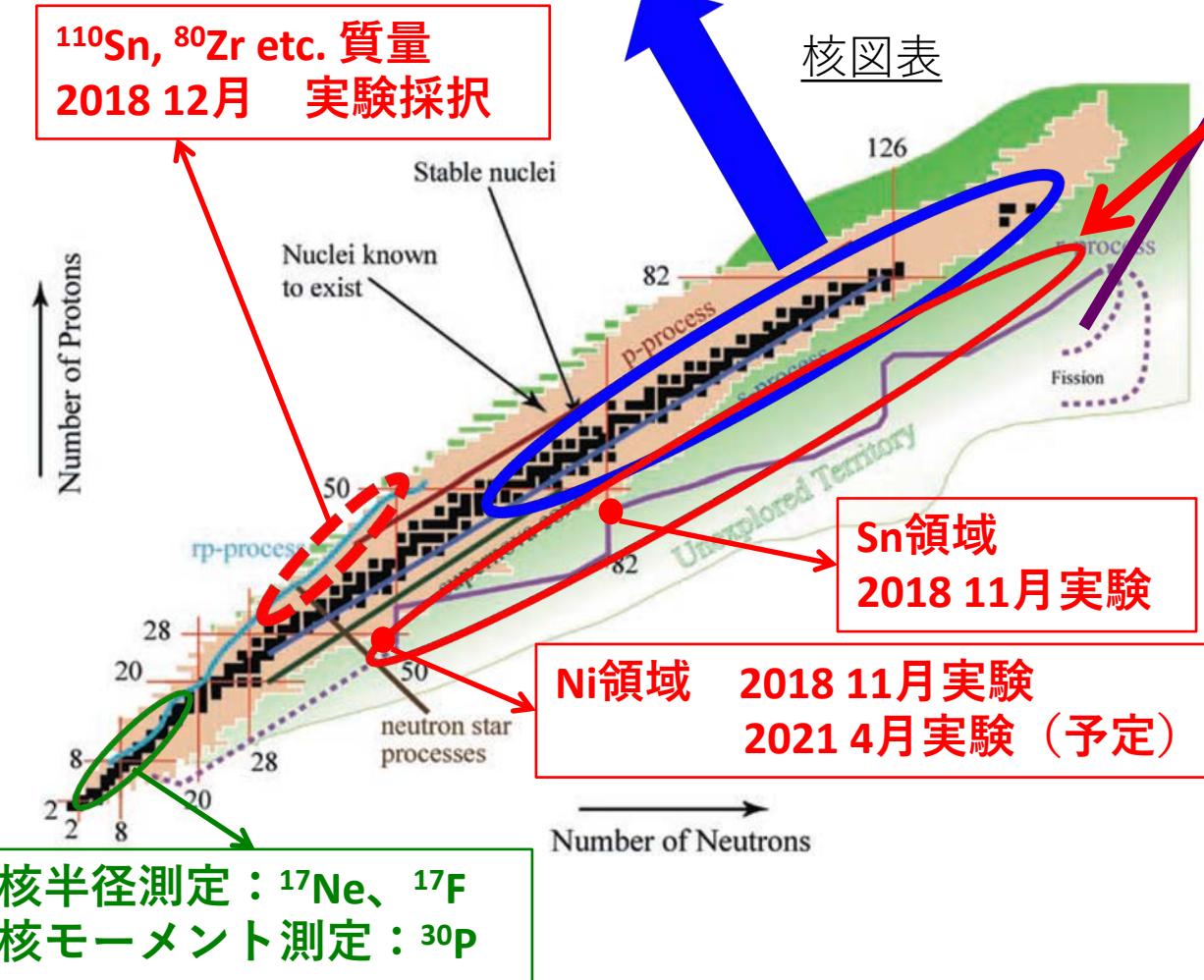
一次のカイラル相転移を確認 ⇒ 有限密度QCD・ハバードモデルの相構造解析

受賞 “テンソル繰り込み群による3+1次元有限密度Nambu--Jona-Lasinio模型の研究”,
 S. Akiyama, Y. Kuramashi, T. Yamashita, and Y. Yoshimura,
 日本物理学会2020年秋季大会(素核宇), (オンライン, Sep. 14-17, 2020).
 日本物理学会学生優秀発表賞(素粒子論領域)受賞

元素合成の研究

— 21世紀に解決すべき科学上の11大問題 —

3番目：重元素はいかにして造られたのか？



重元素合成仮説(Rプロセス)

検証には不安定核の質量測定が必須！

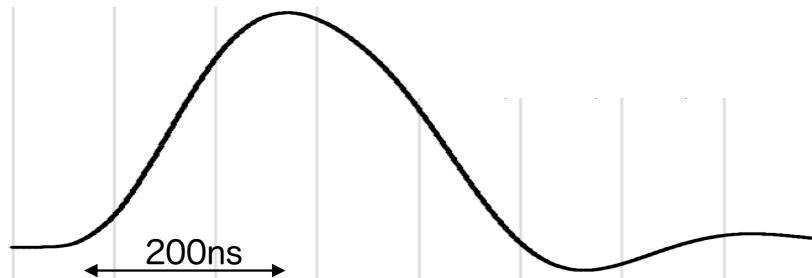


- 日本初の不安定用蓄積リング
- 筑波大中心で約10年かけて製作
- 2015年、3月完成
- 2018年、11月 質量測定実験（Ni、Sn領域）
- 2018年、12月 陽子過剰領域実験採択
- 2021年、4月 Ni領域の2度目の実験（予定）

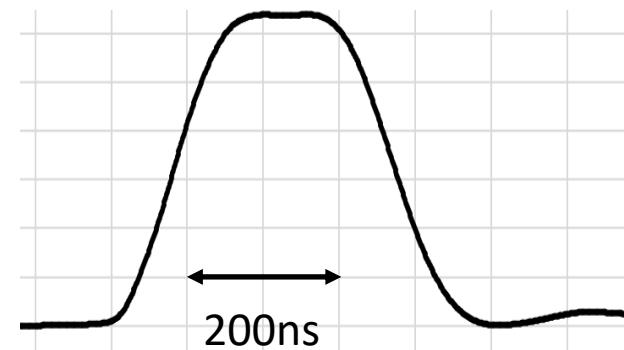
2020年度の研究活動

稀少RIリングのキッカー磁石のアップグレードを行った。
→フラットトップの形成

これまでの磁場波形（フラットトップなし）

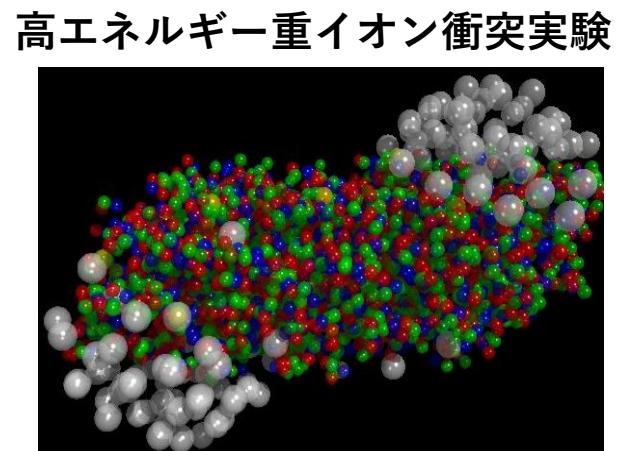
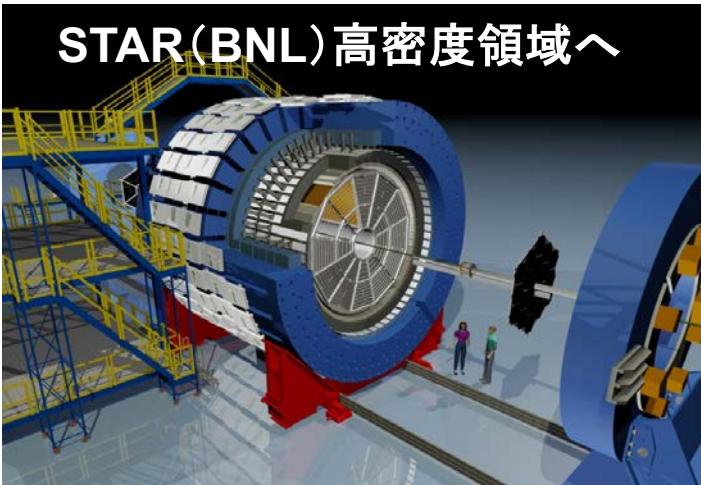
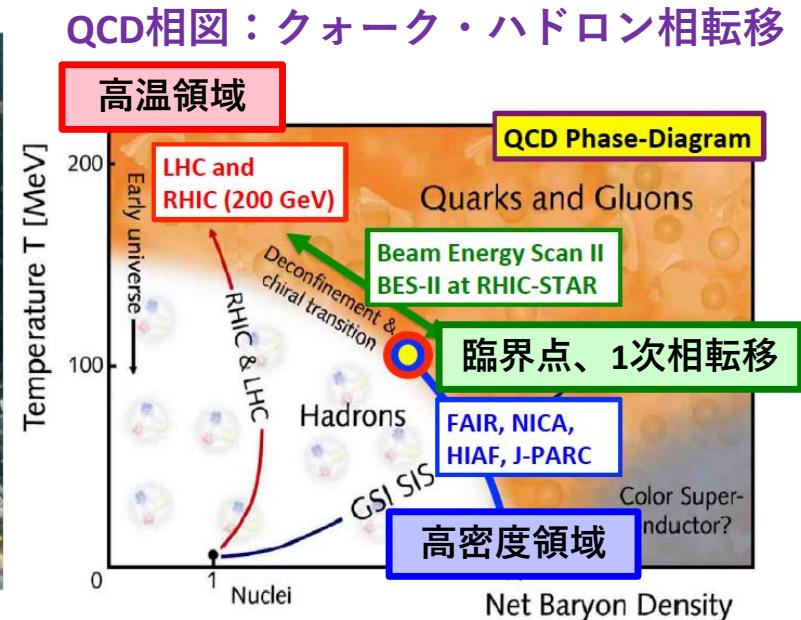
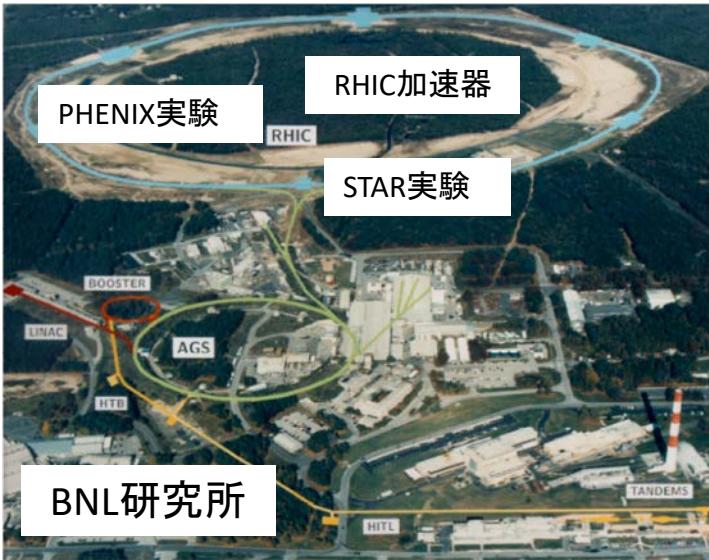


アップグレード後の波形



- 2020年10月に稀少RIリングのマシンスタディを行い、動作確認をした。
- 2021年4月に2度目のNi領域の質量測定実験を行う予定。

クォーク・グルーオン・プラズマの研究



ALICE実験 ジェット、光子、重クォークの物理解析

- ジェットPWG代表（中條：2020年6月まで）。
- 2018年の鉛・鉛 5.02 TeV、ジェット測定（熊岡：D1）。
- 陽子・陽子 13 TeV、筑波大作成の DCal 検出器等を用いたフルジェット（矢崎：M2）
- 機械学習を用いたジェットの識別（岡田：M1）
- 重クォーク起源の電子・ジェット（坂井：研究員、須藤：M2、江下：M1、千葉：M1）
- 2015年の鉛・鉛 5.02 TeV、重クォーク由来電子の測定論文 (Phys. Lett. B 804 (2020) 135377)
- π^0 中間子の破碎関数 (Novitzky：海外ユニット助教, Park : M1)
- ALICE Tire 2 Grid サイトの運用

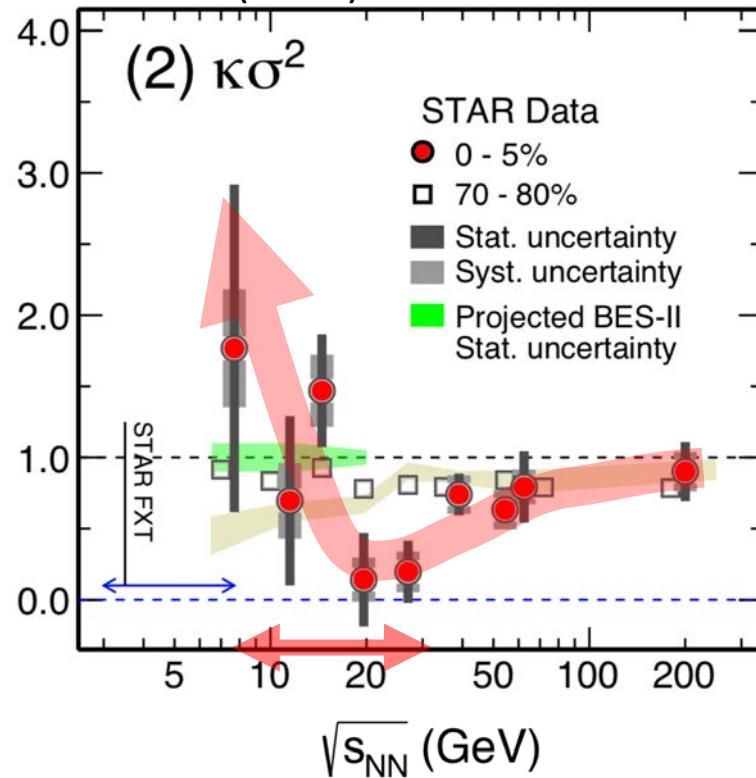
ALICE実験 前方カロリメータ検出器計画 (FoCal)

- 2027年の物理測定を目指したFoCal検出器によるALICE実験アップグレード計画（中條、三明、稻葉、ノビツキ、他学生5名）
- FoCalの第1試作機に関する論文 (Nucl. Inst. Meth. 988 (2021) 164796)
- 2018年製の第2試作機 mini-FoCal データの解析中
- TDRFoCal計画はALICE 実験(2020年5月)、LHCC 国際委員会(同年6月) 承認済
- TDR (技術書策定) に向けて最終のR&D中
- 2021年11月、理化学研究所が FoCal 計画に参加

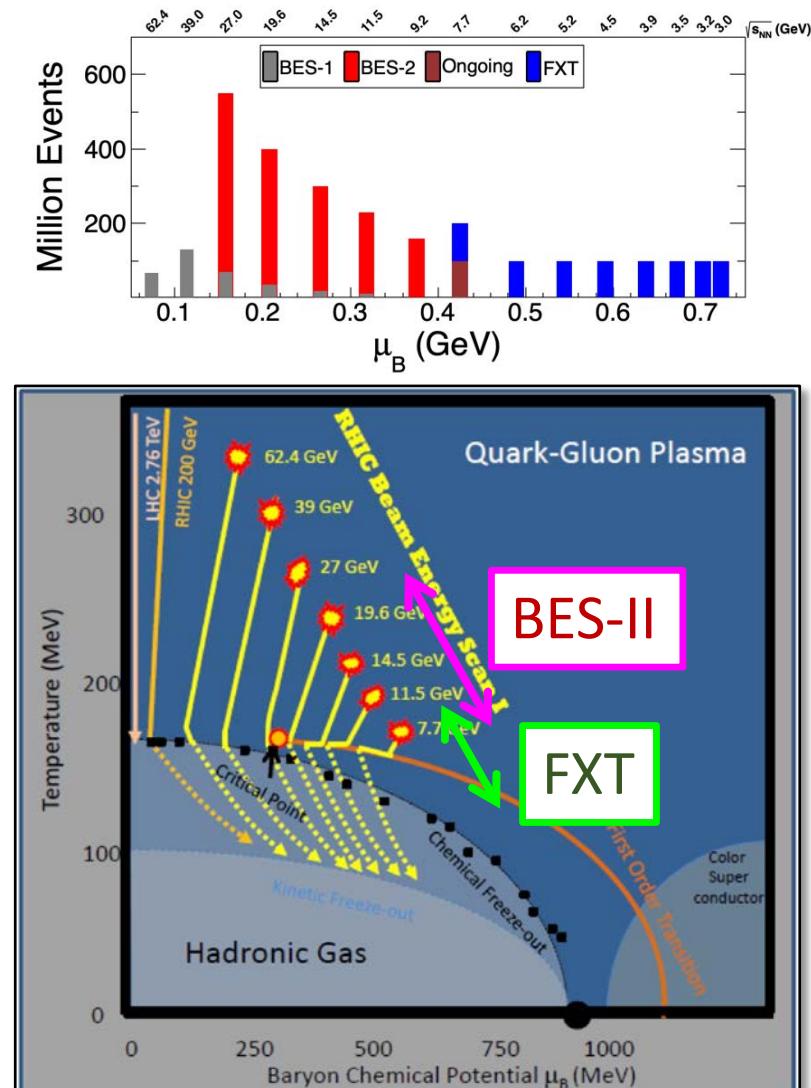
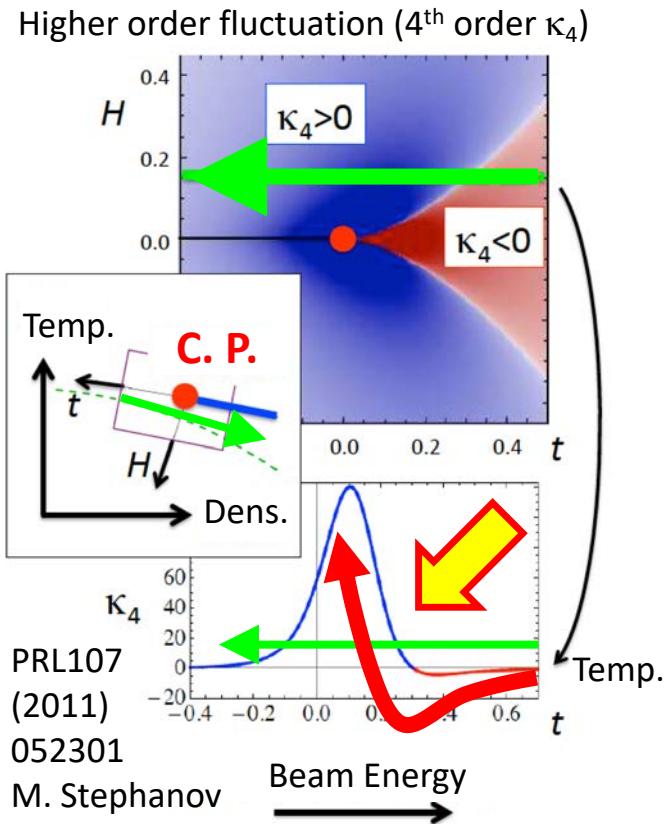
STAR実験 RHICビームエネルギー走査実験

正味陽子分布の高次形状による臨界点探索

PRL 126 (2021) 92301

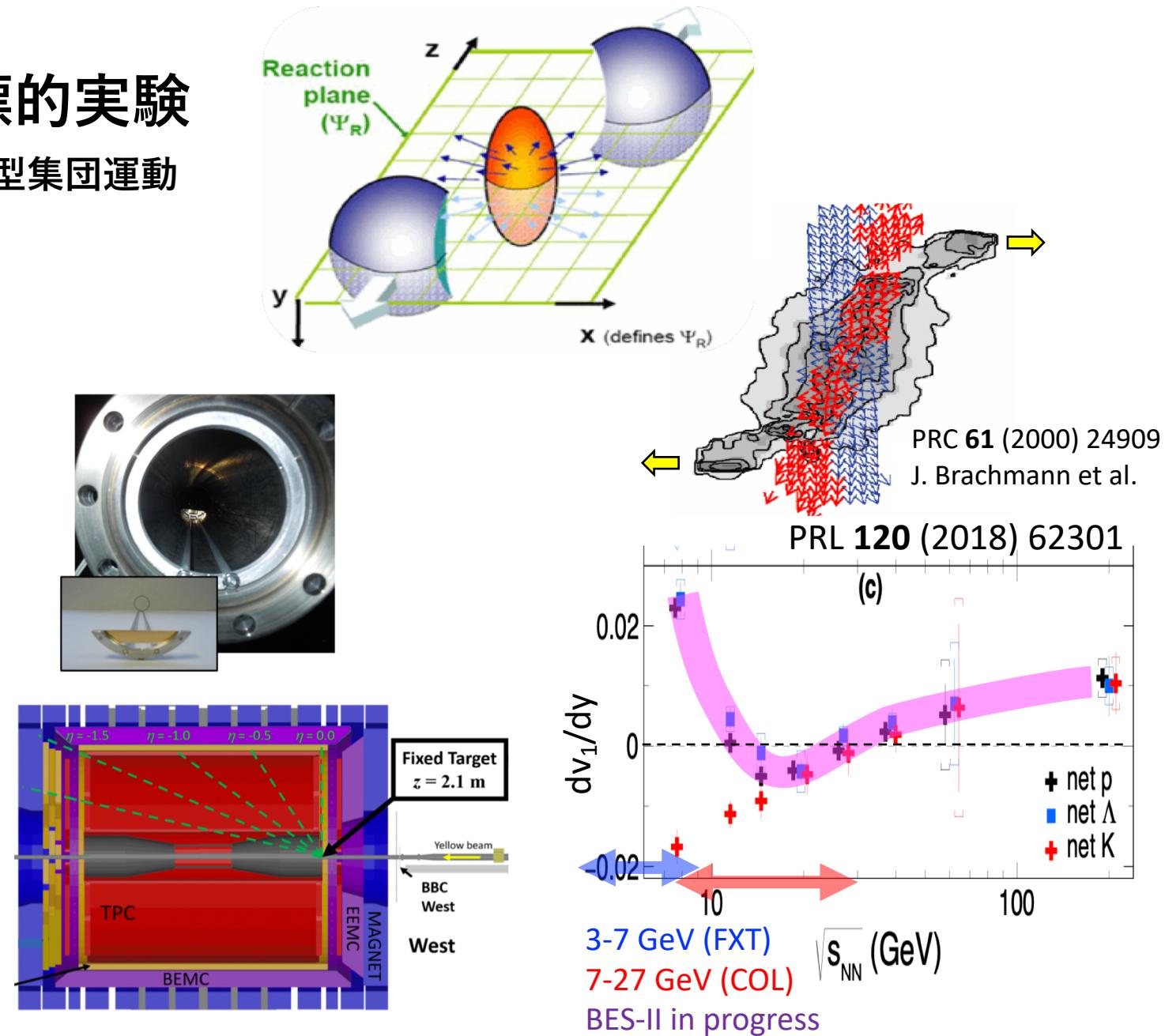
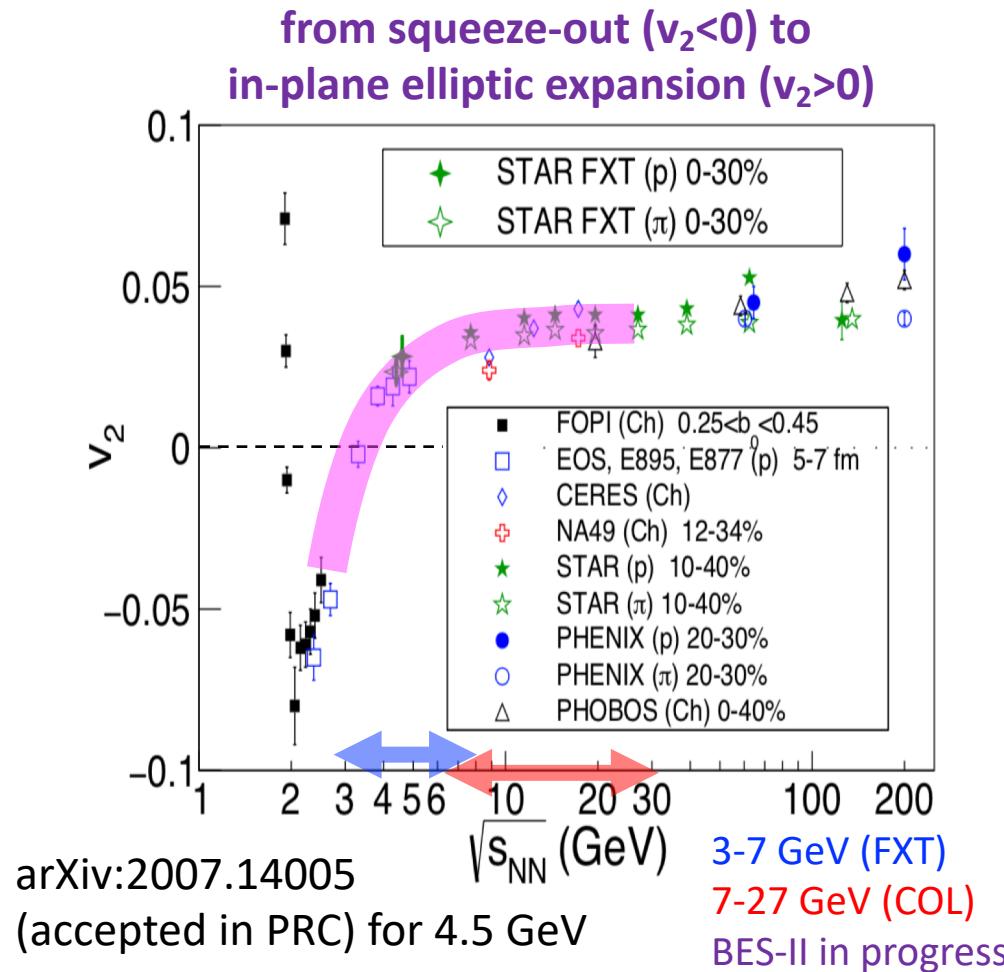


非単調なエネルギー依存性は
臨界点による寄与を示唆する。
第2期エネルギー走査実験への期待

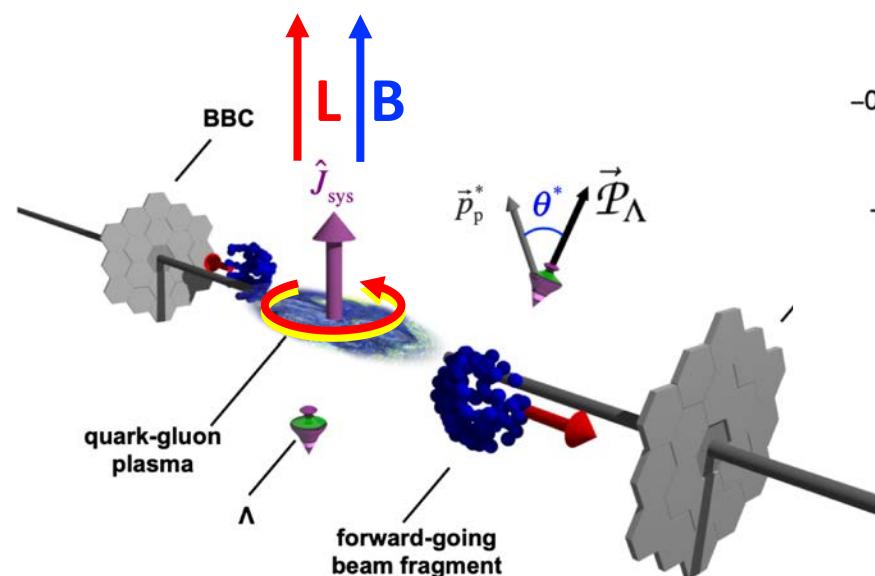
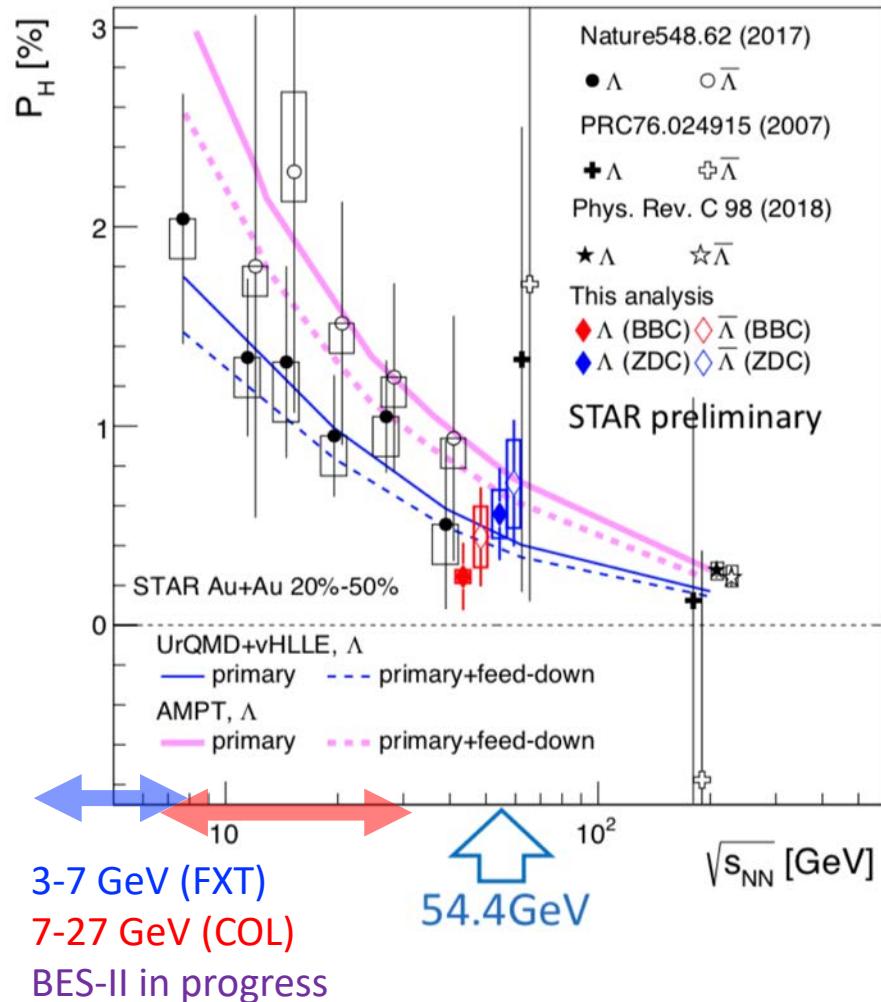


エネルギー走査実験 + 固定標的実験

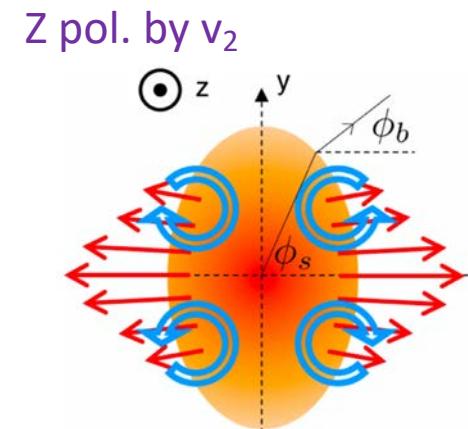
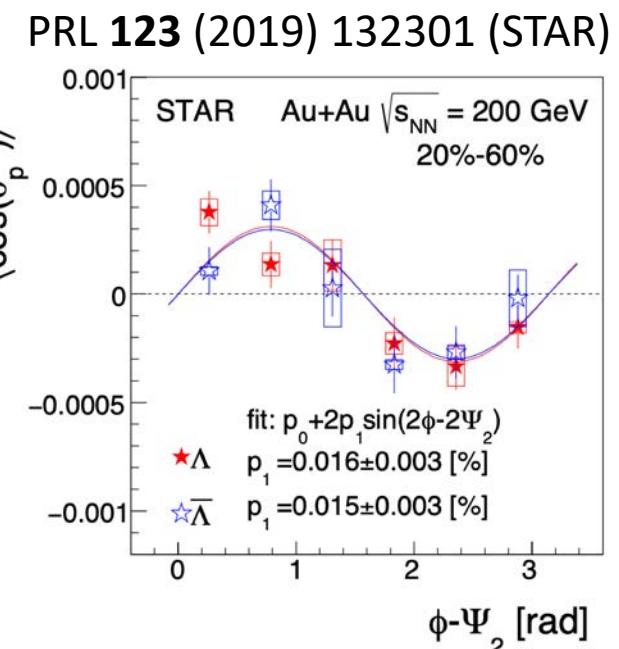
高温・高密度クォーク物質の橢円型・指向型集団運動



衝突系のグローバル偏極（渦・磁場） とビームエネルギー依存性



Nature 548 (2017) 62 (STAR)

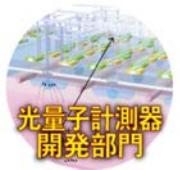


クォーク・核物質研究 まとめ

- 格子QCD研究
クォーク物質の熱力学的特性
ゼロ温度高密度領域における1次相転移
- 宇宙元素合成研究
不安定核用蓄積リング
Ni,Sn領域質量測定、寿命測定
陽子過剰領域実験
- QGP/臨界点研究
LHC-ALICE実験（ジェット、光子、HF、FoCal）
RHIC-STAR実験（エネルギー走査、臨界点、固定標的）
J-PARC-E18実験（粒子識別MRPC飛行時間検出器）

http://www.u.tsukuba.ac.jp/~esumi.shinichi.gn/temp/TChou_workshop_2021Mar.pdf

Tomonaga Center for the History of the Universe
Div. of Photon and Particle Detectors
Annual Workshop, March 29th 2021, 10:00-12:30



time	speaker	title	affil.
10:00-10:20	HIROSE Shigeki	Production of ATLAS ITk silicon detectors - Japanese Contribution -	
10:20-10:40	Norbert NOVITZKY	FoCal upgrade overview at LHC-ALICE	
10:40-11:00	Sarah NAIMI	Development of a large-area position-sensitive detector for the Rare-RI Ring at Riken	Riken
11:00-11:20	ISHIDA Tomohiro	南極	
11:20-11:40	TAKEUCHI Yuji	COBAND	
11:40-12:00	NAKAMURA Koji	Development an AC-LGAD sensor with fine time and spatial resolutions	KEK
12:00-12:20	SUZUKI Hisanori	Development of a telescope system base on SOI pixel technology for the KEK test beamline AR-TB	

30/Mar (Tue) 9:30-17:00 : Workshop for the Division of Quark Nuclear Matters

9:30 Toshihiro Nonaka	: Exploring the QCD phase diagram with higher-order fluctuations
9:50 Risa Nishitani	: Measurements of Net-Proton Fluctuations for p+p Collisions at 200 GeV from the STAR experiment
10:10 Takafumi Niida	: Polarization and chiral magnetic measurements
10:30 Kosuke Okubo	: Global polarization measurements at 3, 7 and 54 GeV Au+Au collisions at RHIC
10:50 coffee break (20)	
11:10 Takahito Todoroki	: Small system flow measurements
11:30 Ashutosh K. Pandey	: HBT measurements w.r.t. Psi1
11:50 Moe Isshiki	: Measurements of Lambda-Lambda and Xi-Xi Correlation Functions in Au+Au at 200 GeV
12:10 lunch break (70)	
13:20 Shingo Sakai	: Heavy-flavor measurements at LHC
13:40 Shunya Chiba	: Heavy-flavor electrons
14:00 Momo Eshita	: Heavy-flavor jets
14:20 Park Hanseo	: pi0/eta in jet at 13 TeV pp collisions at LHC-ALICE experiment
14:40 coffee break (20)	
15:00 Olivier Bourrion (LPSC Grenoble)	: FoCal-E pad readout (20')
15:20 Motoi Inaba (Tsukuba Tech)	: FoCal final prototype production and plan (30')
15:50 Everyone	: Discussion on FoCal plan for 2021 / 2022 (20')
16:10 tea break (10)	
16:20 Yuji Goto (RIKEN)	: FoCal, RHICf-II and EIC (20')
16:40 Thomas Peitzmann (Utrecht)	: FoCal-E pixel (20')

Special FoCal session at 15:00 - 17:00 (JST) = 8:00 - 10:00 (CEST)

外部資金・科研費など

- 2018 – 2020 基盤研究(A) 小沢 頴
蓄積リングでの質量測定によるハロー原子核の探索
- 2019 – 2023 基盤研究(S) 江角 晋一
高次ゆらぎと粒子相関による高密度クォーク核物質の1次相転移と臨界点観測への挑戦
- 2020 – 2024 基盤研究(S) 中條 達也
LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和とQGP生成起源
- 2020 – 2024 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)) 中條 達也
ALICE 実験 前方シリコン検出器群によるカラーグラス凝縮の探索
- 2020 – 2024 基盤研究(S) 小沢 恭一郎 (KEKクロスマポ)
高輝度陽子ビームによる原子核中での明確な中間子質量変化の実験的確立