

# クォーク・核物質研究部門報告

## Quark-Nuclear Matters

- ・ 格子QCD 研究
- ・ 宇宙元素合成研究
- ・ QGP/臨界点研究

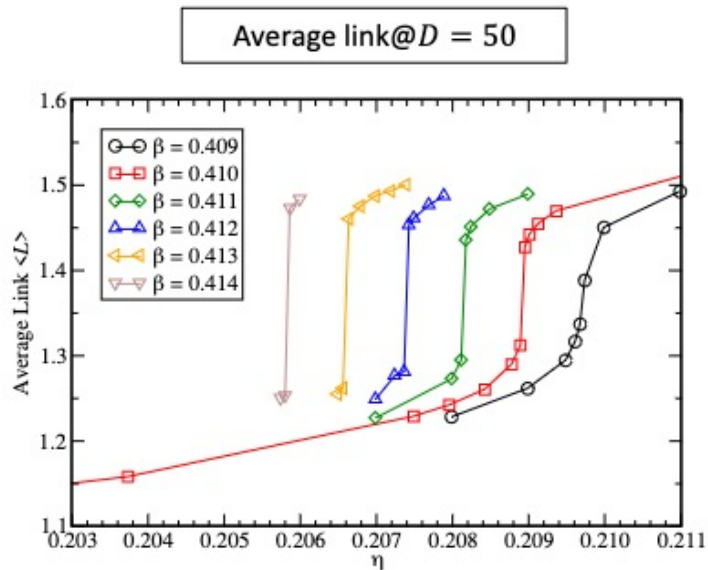
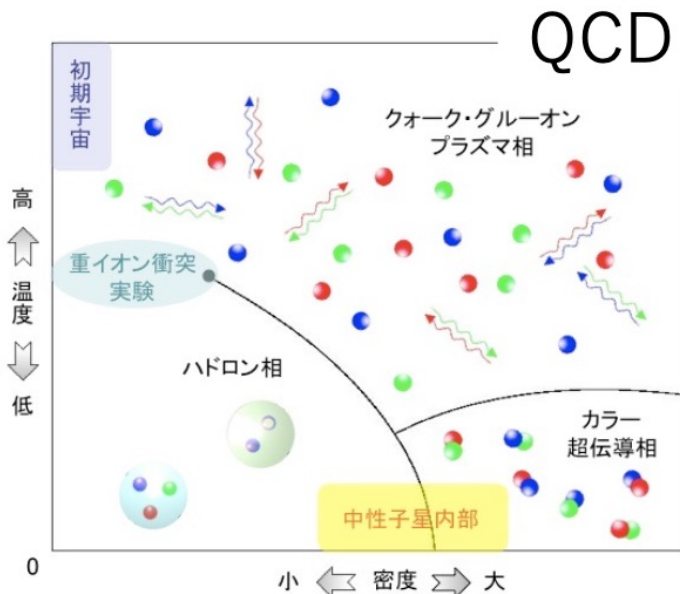
### 【拠点・施設】

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

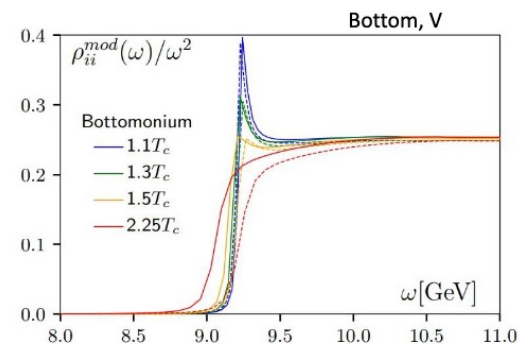
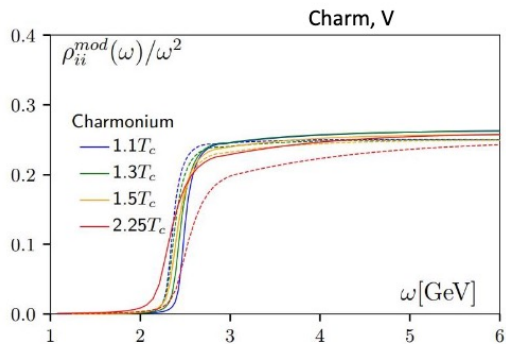
### クォーク・核物質研究部門 部門長：江角晋一(p)

構成教員：小澤 顕(p)、中條達也(l)、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)、Thomas Peitzmann(p海外unitPI: Utrecht大)、  
Marco van Leeuwen(p海外unitPI: Utrecht大)、Jonghan Park(a海外unit: Utrecht大)  
連携教員：藏増嘉伸(p)、笹公和(ap)、森口哲朗(a)、杉立 徹(p特任:広大)、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(p:広大)、  
佐甲博之(pCA:原研)、齋藤武彦(p客員:理研)、山口由高(ap客員:理研)、山口貴之(ap客員:埼玉大)、  
小沢恭一郎(ap客員:KEK)、稲葉 基(ap客員:筑波技大)  
研究員： 坂井真吾

# 格子QCD計算によるQCD相転移・相構造の研究



2023年度 構成員会議より  
秋山さん、大野さん

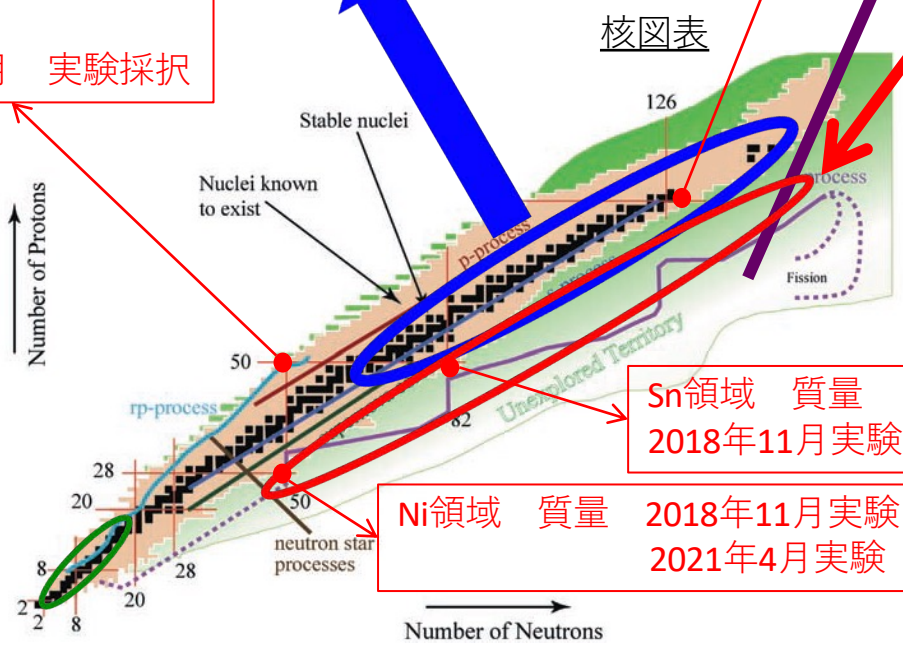


# 元素合成の研究

— 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？

<sup>100</sup>Sn 質量  
2022年12月 実験採択

Pb領域 質量  
2023年12月 実験採択



核図表

Sn領域 質量  
2018年11月実験

Ni領域 質量  
2018年11月実験  
2021年4月実験

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！



稀少RIリング@RIBF

- 日本初の不安定核用蓄積リング
- 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)
- 2021年、4月 Ni領域の2度目の実験
- 2022年、12月<sup>100</sup>Snの実験採択
- 2023年、12月Pb領域の実験採択

## 2023年度の研究活動 (元素合成)

- 2021年度の実験で故障したキッカー磁石のアップグレード（放電箇所の補修、TDKコンデンサーに交換など）を行なった。11月に長期試験を行なった。
- 稀少RIリングの輸送効率向上のために垂直方向ステアラ電磁石を準備中（3月末までに完了予定）。

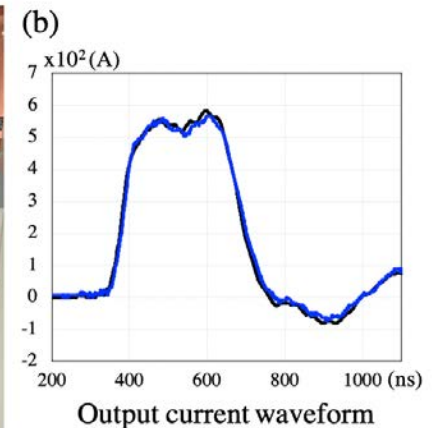
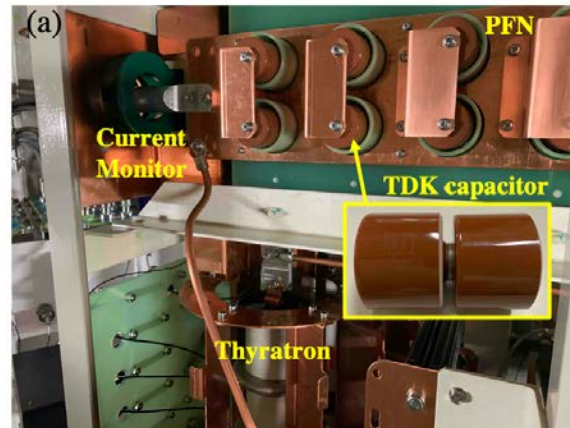


2024年6月にマシンスタディを予定

- 12月のRIBFのPACに中性子過剰Pb領域の質量測定プロポーザルを提出し採択された。



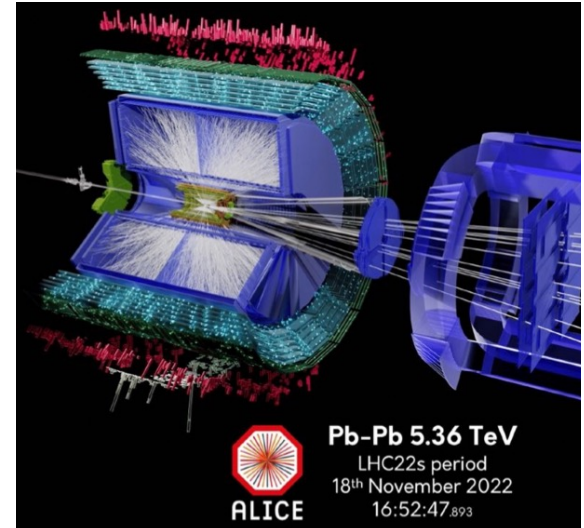
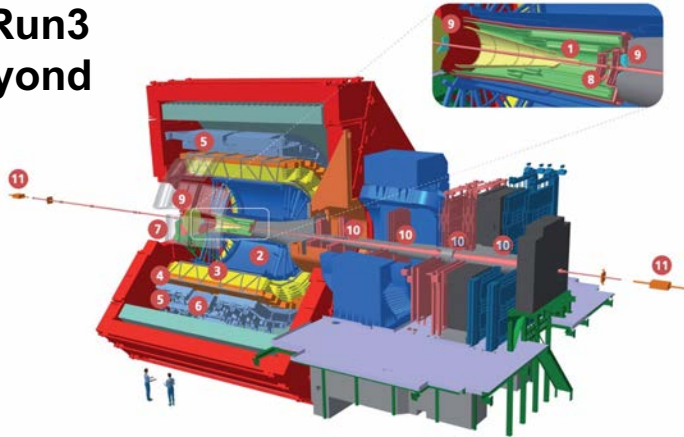
2024年度以降、実施予定



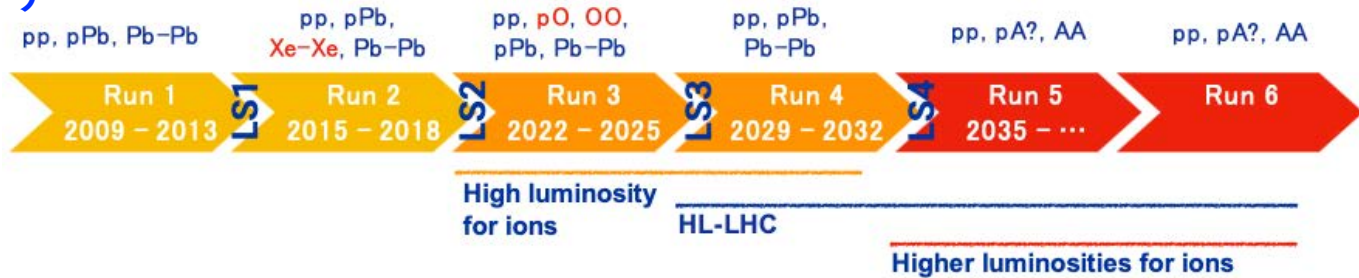


# Quark Gluon Plasma/QCD相構造研究

ALICE Run3  
and beyond

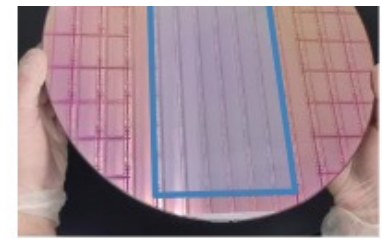
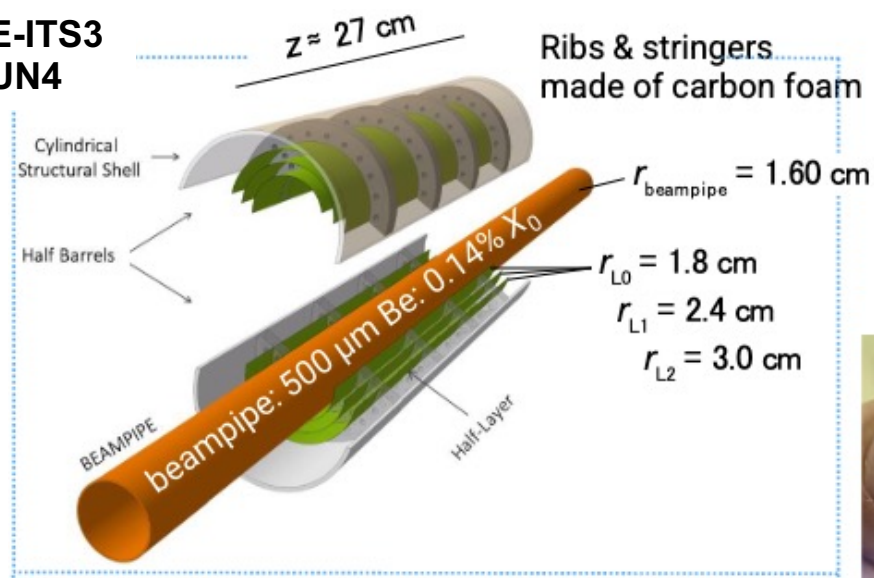


2023年度  
構成員会議より  
Rachidさん

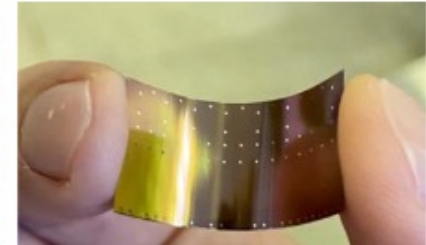


ATLAS	ATLAS phase I upgrades	ATLAS phase II upgrades	
CMS	CMS phase I upgrades	CMS phase II upgrades	
LHCb	LHCb upgrade I(a)	LHCb upgrade Ib	LHCb upgrade II
ALICE 1	ALICE 2 upgrade	ALICE 2.1 upgrade	ALICE 3 upgrade

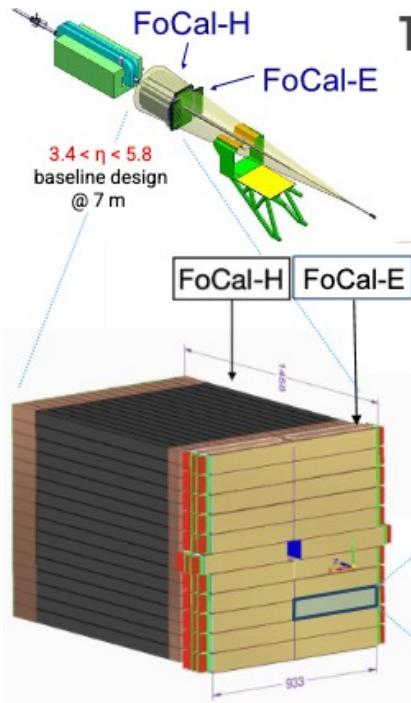
## ALICE-ITS3 for RUN4



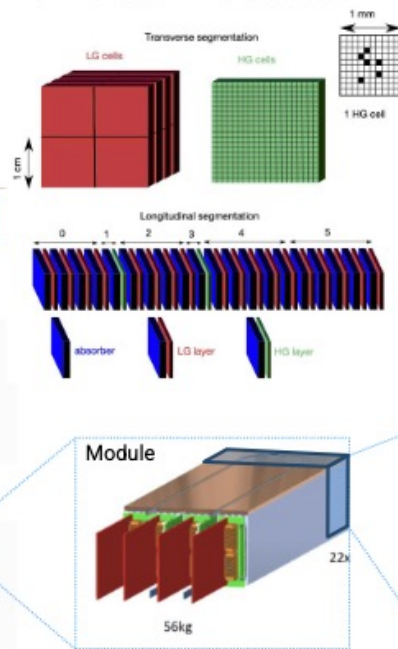
Wafer-scale chips (~27 cm long)



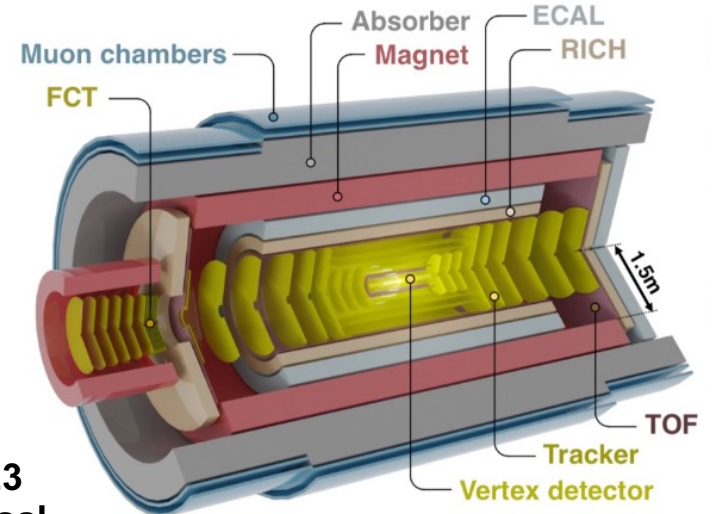
## ALICE-Focal for RUN4



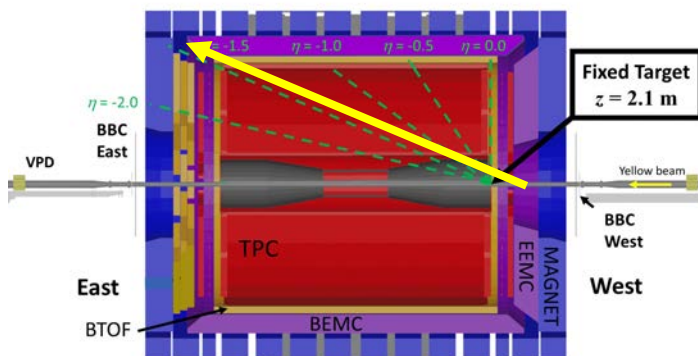
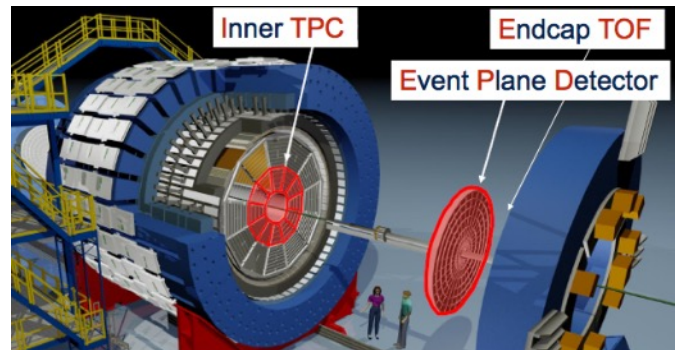
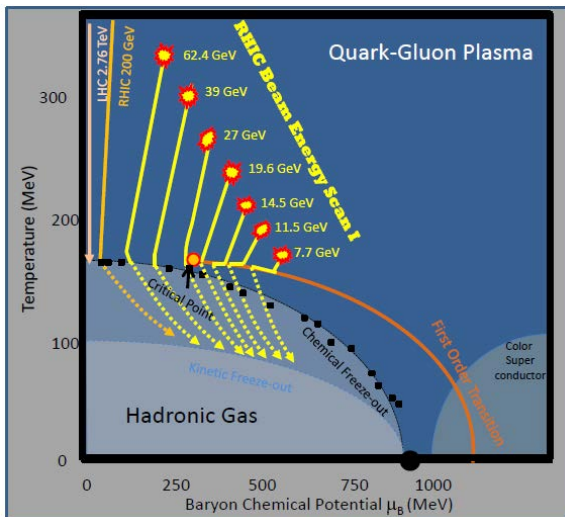
## The FoCal-E detector



## ALICE3 proposal for RUN5-

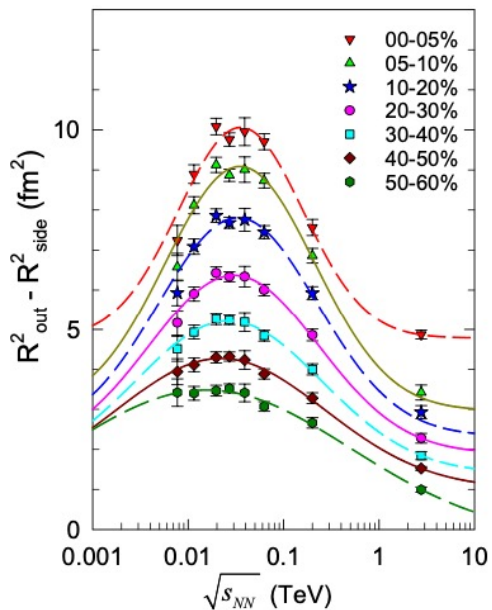


# Beam Energy Scan at RHIC-STAR



固定標的実験モード

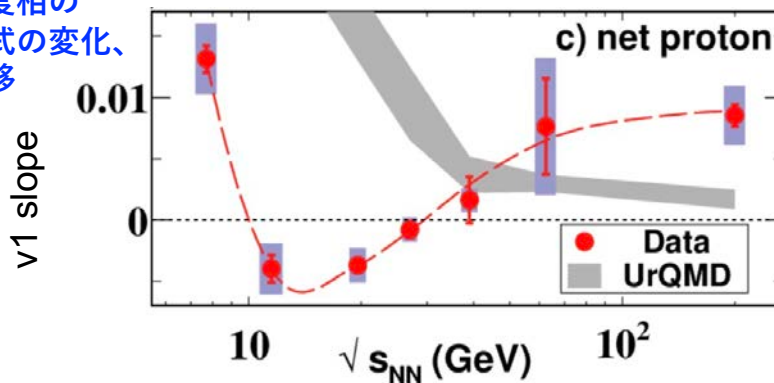
PRL 114 (2015) 142301



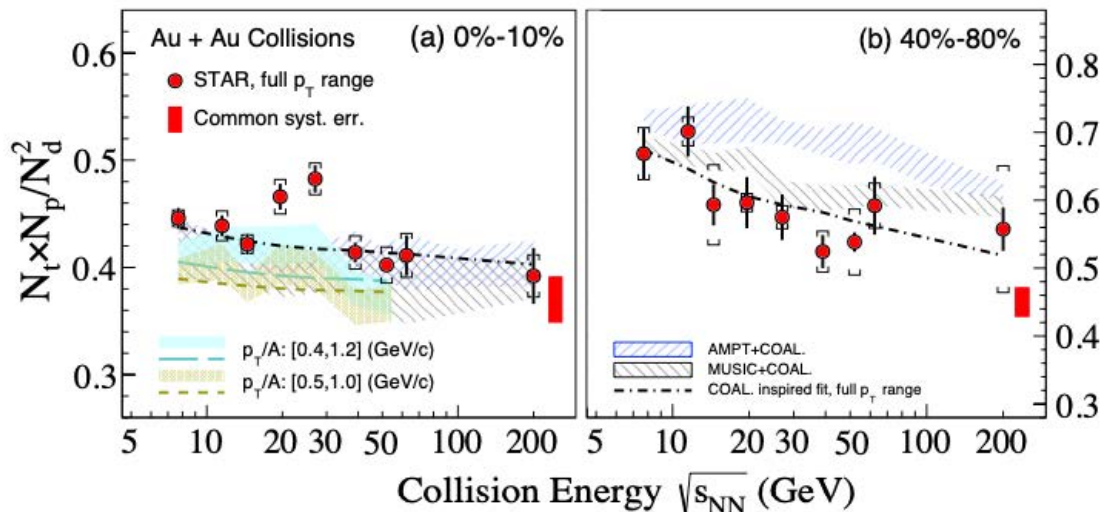
QGPの寿命、  
粒子生成の  
持続時間

高温高密度相の  
状態方程式の変化、  
1次相転移

PRL 112 (2014) 162301

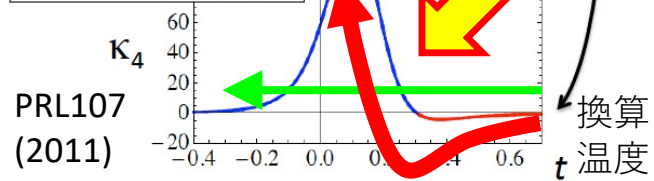
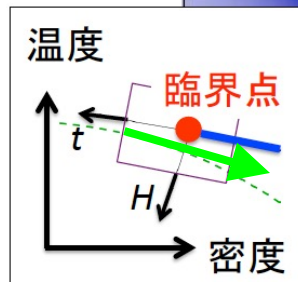
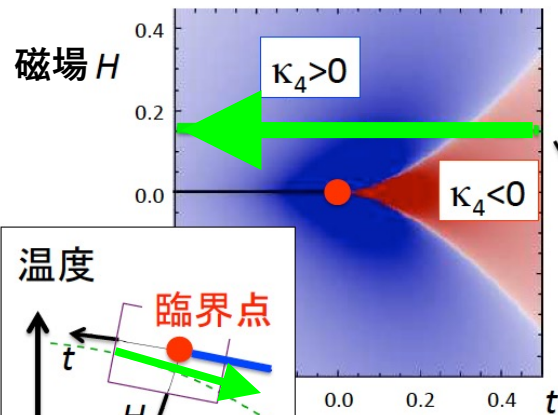






中性子密度のゆらぎ  
 $(pnn * p) / (pn * pn)$

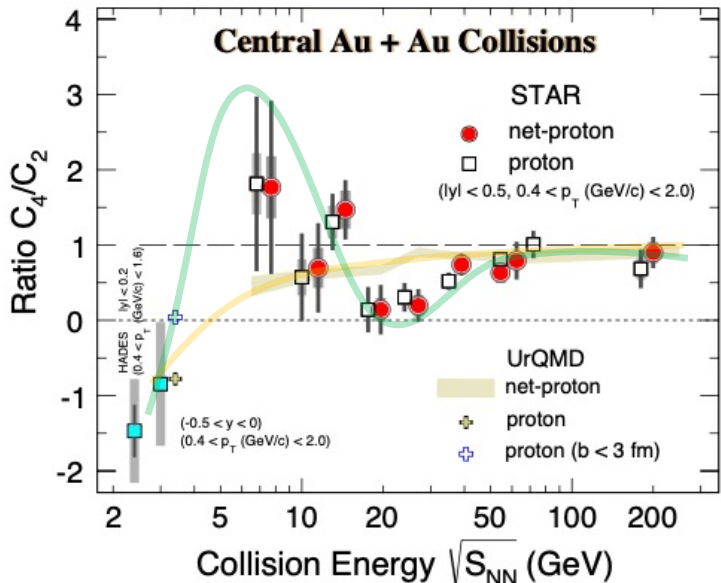
秩序変数の4次ゆらぎ (尖度  $\kappa_4$ )



PRL107  
 (2011)  
 052301

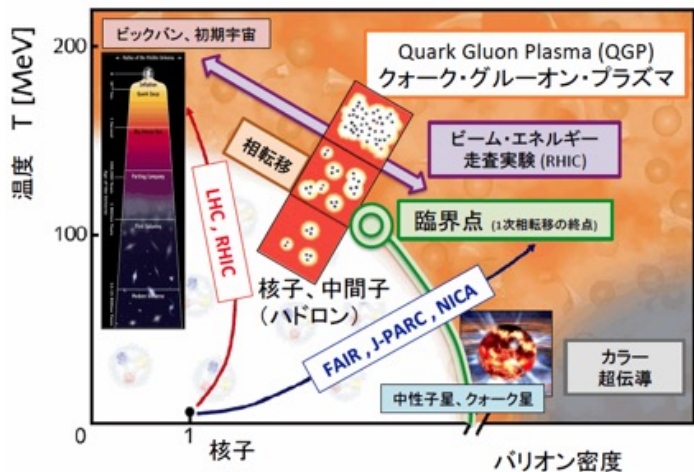
バリオン数の  
 (正味陽子数)  
 高次ゆらぎ測定

臨界点付近で  
 相関長の発散  
 を予測





# さらに高密度領域へ 臨界点の向こう側へ

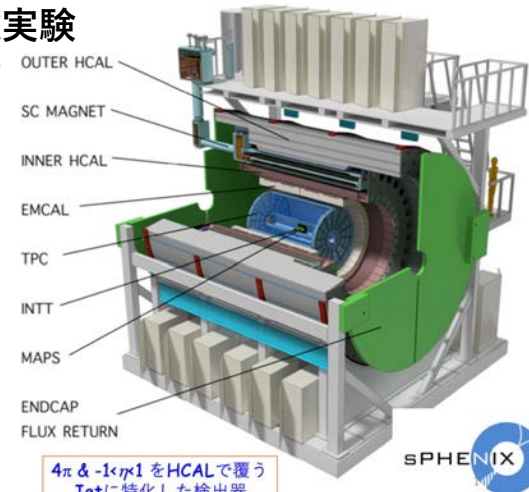


## 原研・東海村 J-PARC重イオン



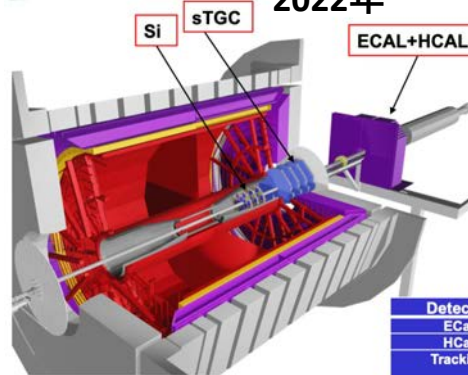
## sPHENIX実験

2023年~



RHIC → eICへ

## STAR実験 前方アップグレード 2022年~



- At  $2.5 < \eta < 4$
- Jets
  - PID ( $\pi^0, \gamma, e, \Lambda$ )
  - charged particle momentum resolution 20-30% at  $0.2 < p_T < 2$  GeV/c
  - event-plane reconstruction and trigger capability

Detector	pp and pA	AA
ECal	~10%/√E	~20%/√E
HCal	~50%/√E+10%	---
Tracking	charge separation photon suppression	$0.2 < p_T < 2$ GeV/c with 20-30% $1/p_T$



ドイツ  
GSI/FAIR-CBM

中国  
HIAF/HIRFL-CSR

