

カノニカル法を用いた 有限温度、密度QCDの解析

Zn collaboration

(岡将太郎(立教大)、酒井俊太郎(京大理)、鈴木遊(筑波大)、
谷口裕介(筑波大)、中村純(広大)、福田龍太郎(東大))

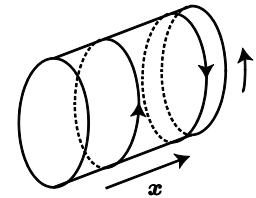
QCD分配関数

$$Z(\mu) = \int DA \det D(\mu) e^{-\frac{1}{4} \text{tr} F^2}$$

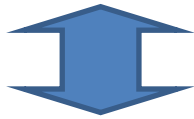
$$D(\mu) = \gamma^\mu (i\partial_\mu + igA_\mu + \mu\gamma_0)$$

(μ : 化学ポテンシャル)

$$\exp[\text{tr} \ln D(\mu)] = \exp \left[\sum_n W_n e^{\beta\mu n} \right]$$



時間方向への巻き付き数での展開



$$Z(\mu) = \sum_n Z_n e^{\beta\mu n}$$

$$Z_n = \int d\theta e^{i\theta n} Z(\mu = i\theta T) = \langle n | e^{-\beta(H_{\text{QCD}} + \mu n)} | n \rangle \quad (n: \text{クォーク数})$$

Merit

- ✓ 物理量のバリオン数依存性の解析が可能
- ✓ Lee-Yang零点 ($Z(\mu) = 0$) 探索によるQCD相転移の解析

有限密度QCDにおける符号問題

$$\det D(\mu)^* = \det D(-\mu^*) \neq \det D(\mu) \quad \text{for real } \mu$$

→ 通常のMonte Carlo samplingによる解析は困難

今回は $\mu=0$ でのReweighting法を用いて配位生成

相転移、物理量の解析: 大きな体積での計算が必須

$$\det D(\mu) = \exp [\text{tr} \ln D(\mu)] = \exp \left[\sum_n W_n e^{\beta \mu n} \right]$$

直接計算 → 比較的大きな数値計算cost
(Fermion det.の簡約公式を使っても!)

➡ Hopping parameter展開 & Noise method

クォーク凝縮、Lee-Yang零点 @ finite μ の解析

