改良されたWilson flow を用いた熱力学量の格子QCD計算

東北大学 理学研究科 原子核理論研究室
鎌田 紀彦, 佐々木 勝一

Introduction

Lattice QCD

離散化された時空間格子上に定義されたQCD理論

Advantage : QCDを非摂動的に厳密に扱える唯一の手法

Disadvantage : エネルギー運動量テンソル $T_{\mu\nu}$ の構成が自明ではない

有限温度のヤン-ミルズ場において

Thermodynamics $\langle T_{\mu\nu} \rangle$ ⟷ $\boxed{\epsilon(T),\ P(T),\ s(T)}$

Fluctuations $\langle (T_{\mu\nu})^n \rangle$ ⟷ $C_V(T)$ etc

Transports $\langle T_{\mu\nu}(x) T_{\lambda\rho}(0) \rangle$ ⟷ $\eta(T),\ \zeta(T)$

熱力学量に対しては積分法と呼ばれる間接的な計算手法があるが……

積分法 $$\frac{\partial \ln Z}{\partial \beta} = \frac{1}{Z} \int \mathcal{D}U \left(-\frac{\partial S_g}{\partial \beta} \right) (\det M)^{N_f} e^{-S_g(\beta)} = \left\langle \frac{\partial S_g}{\partial \beta} \right\rangle$$

Introduction

ヤン-ミルズ勾配流を応用した格子上のエネルギー運動量テンソルの構成

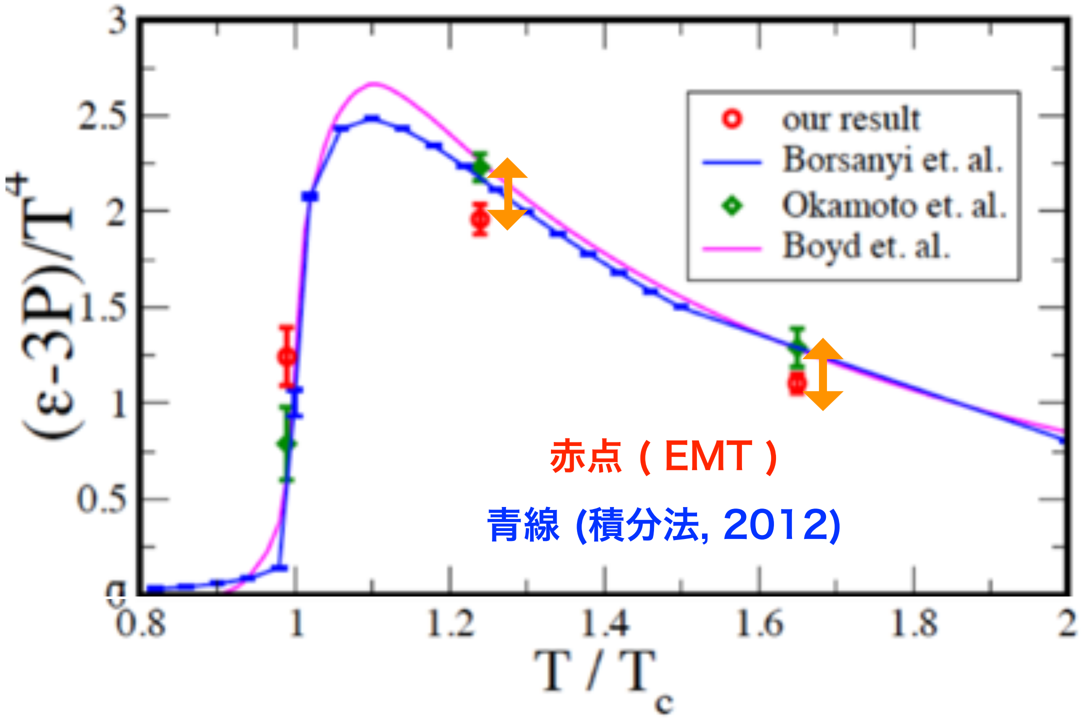
H. Suzuki (2013)

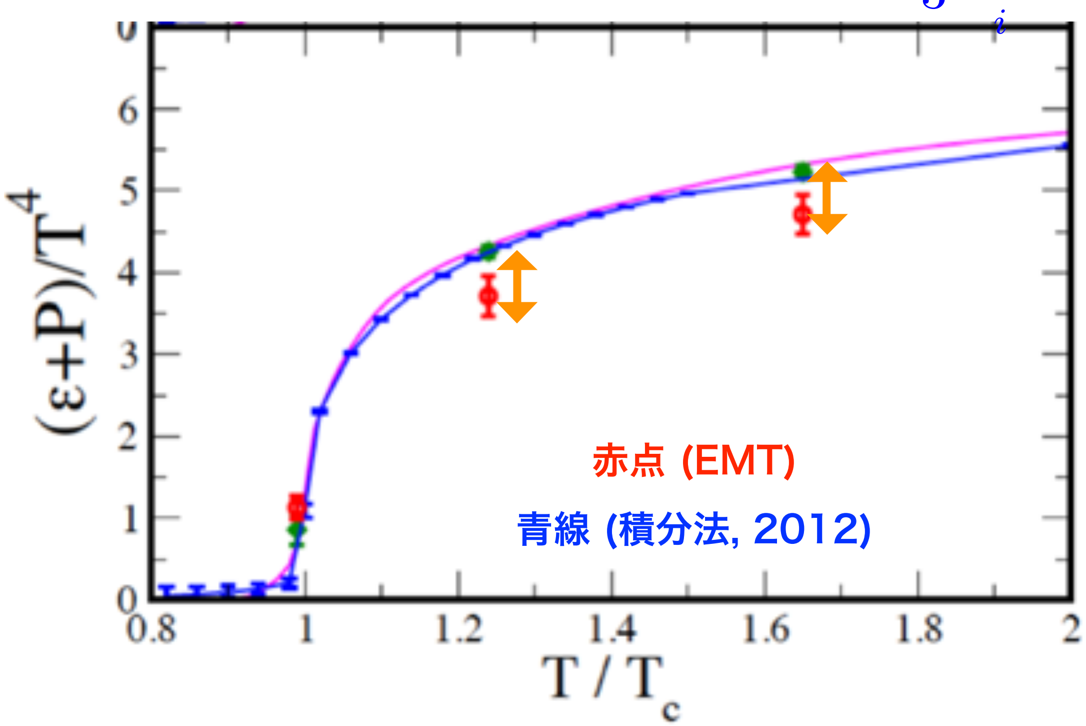
$$T^R_{\mu\nu} = \lim_{t\to 0}\left\{\alpha_U^{-1}(t)U_{\mu\nu}(t,x) + \frac{\delta_{\mu\nu}}{4}\alpha_E^{-1}(t)\left[E(t,x) - \langle E(t,x)\rangle_0\right]\right\}$$

実用性と応用性の確認

積分法との比較計算　Asakawa et al (Flow QCD collaboration) (2013)

トレースアノマリー　$\epsilon - 3P = \langle T_{\mu\mu}\rangle$　エントロピー　$\epsilon + P = \langle T_{00}\rangle - \frac{1}{3}\sum_i \langle T_{ii}\rangle$





完全なコンシステンシーは得られていない！

THE END