

# 中間子遮蔽質量による $U(1)_A$ 対称性の回復の決定

arXiv: 1504.04463

石井 優大 (九大院理)

共同研究者:

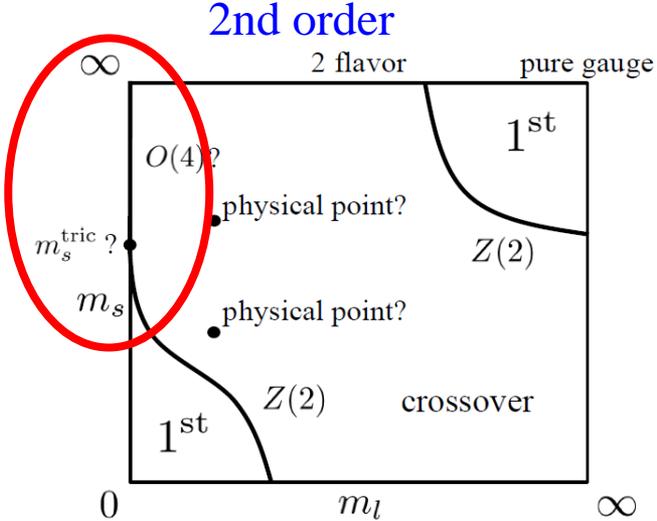
高橋 純一 (九大院理), 河野 宏明 (佐賀大院工), 八尋 正信 (九大院理)

# $U(1)_A$ 対称性の実効的回復とカイラル相転移の次数

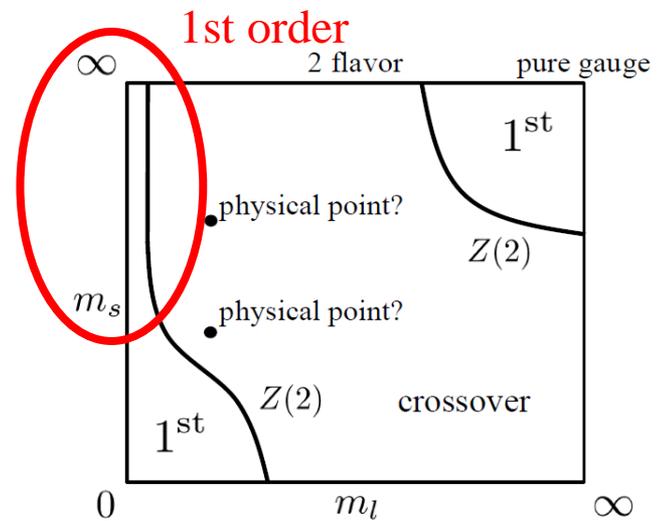
QCD真空では、量子異常とinstantonにより $U(1)_A$ 対称性が破れる。  
 温度 $T$ が上昇すると、 $U(1)_A$ 対称性の実効的に回復すると考えられている。

u, d quark のカイラル極限( $m_l \rightarrow 0$ )において、  
 カイラル相転移温度 $T_c$  付近で $U(1)_A$ 対称性が回復しているか否かで、  
 カイラル相転移の次数が異なりうる[1]

$U(1)_A$  symmetry broken at  $T_c$



$U(1)_A$  symmetry restored at  $T_c$



☒: Columbia plot

$U(1)_A$  対称性の実効的回復と相転移次数の間を、有効模型を用いて調べる。

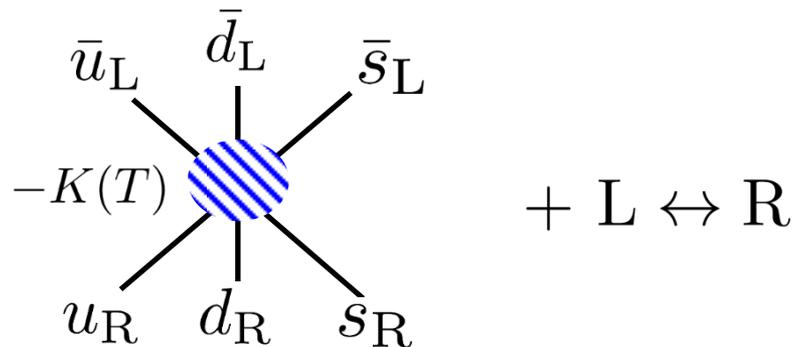
[1] R. Pisarski and F. Wilczek, Phys. Rev. D 29, 338 (1984)

# 3 flavor PNJL model with entanglement coupling (EPNJL model)

3 flavor PNJL model = 3 flavor NJL model [2] + Polyakov loop [3]

$$\mathcal{L} = \bar{q}(i\gamma_\nu D^\nu - \hat{m}_0)q + G_s(\Phi) \sum_{a=0}^8 [(\bar{q}\lambda_a q)^2 + (\bar{q}i\gamma_5 \lambda_a q)^2] \\ - K(T) \left[ \det_{ij} \bar{q}_i (1 + \gamma_5) q_j + \det_{ij} \bar{q}_i (1 - \gamma_5) q_j \right] - \mathcal{U}(\Phi[A], \bar{\Phi}[A], T)$$

$U(1)_A$  対称性を破る相互作用 (Kobayashi-Maskawa-'t Hooft (KMT) 相互作用)



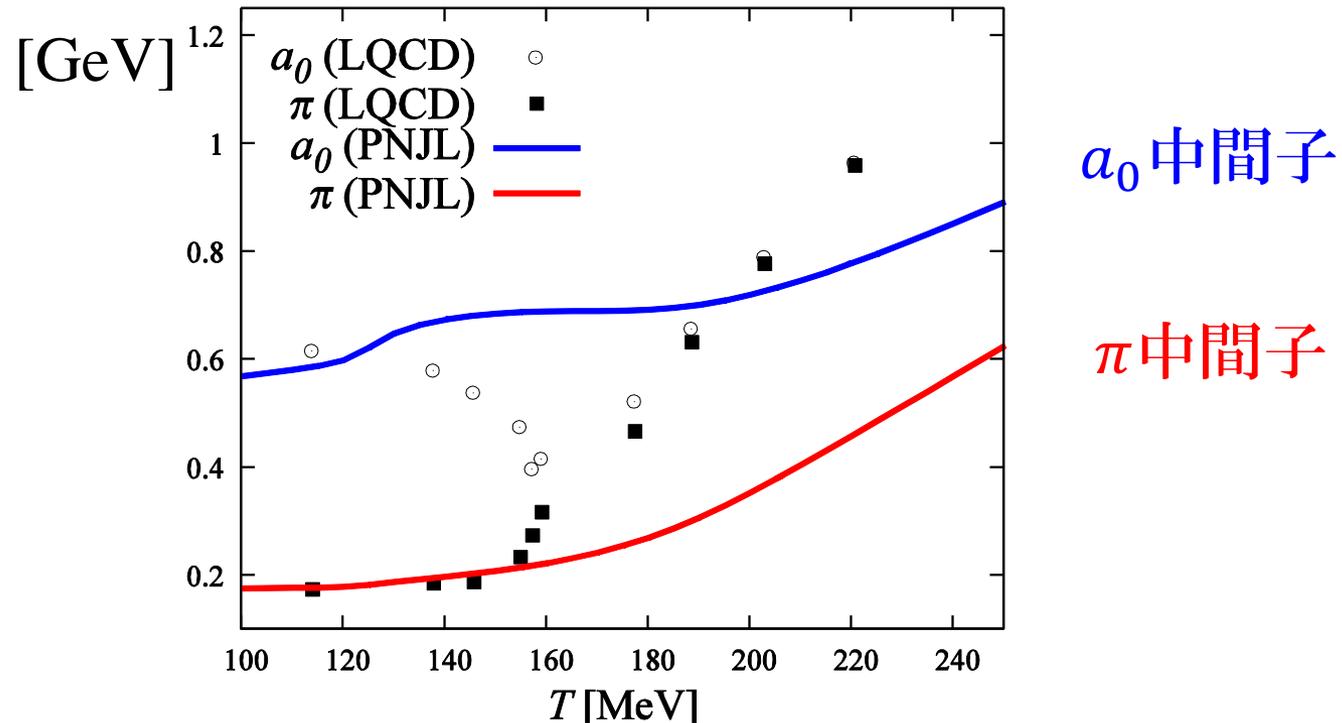
$\pi, a_0$  中間子の遮蔽質量に対する格子QCD計算の結果から,  $K(T)$ を決定する.  
( $U(1)_A$  partner)

[2] T. Hatsuda and T. Kunihiro, Phys. Rep, 247,221 (1994)

[3] K. Fukushima, Phys. Lett. B 581

# $\pi, a_0$ 中間子遮蔽質量の $T$ 依存性

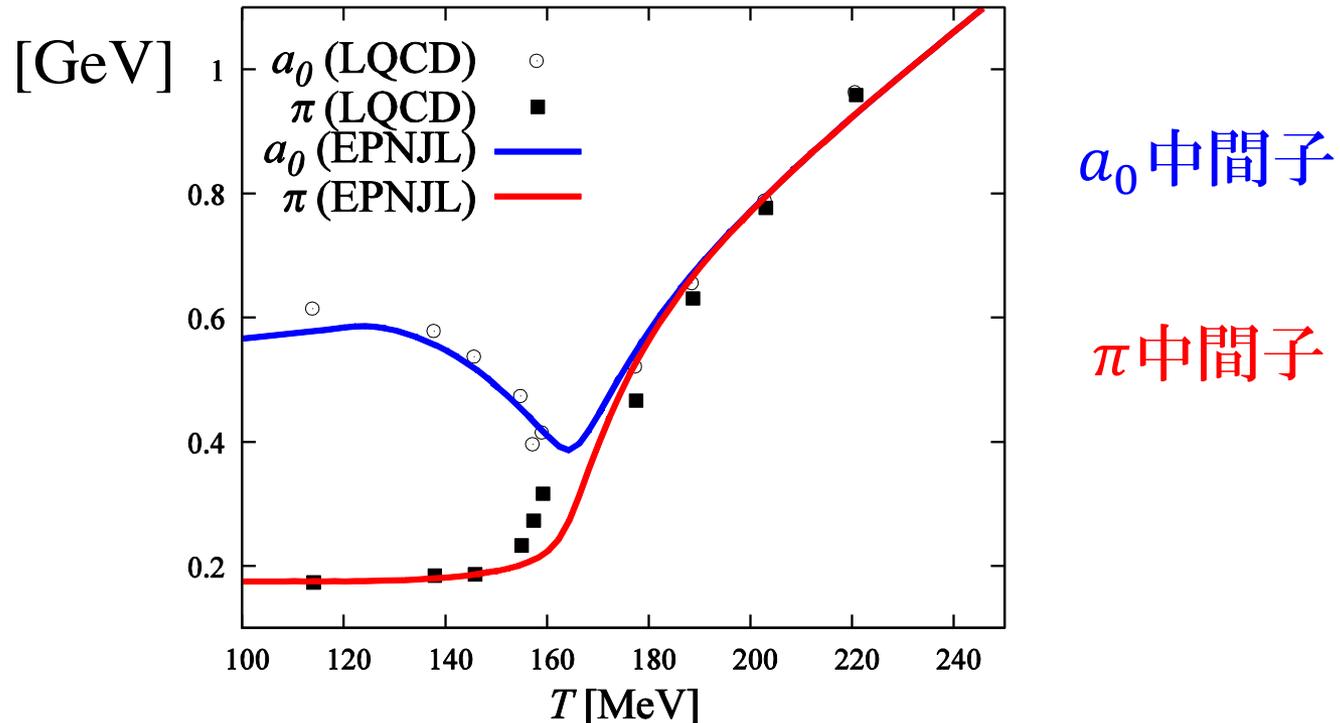
格子QCD計算の結果[4]は、  
 $T \sim 200$  MeVでの $U(1)_A$ 対称性の回復を示唆している。



KMT相互作用の強さに $T$ 依存性がない場合、  
格子QCD計算の結果を再現しない。

# $\pi, a_0$ 中間子遮蔽質量の $T$ 依存性

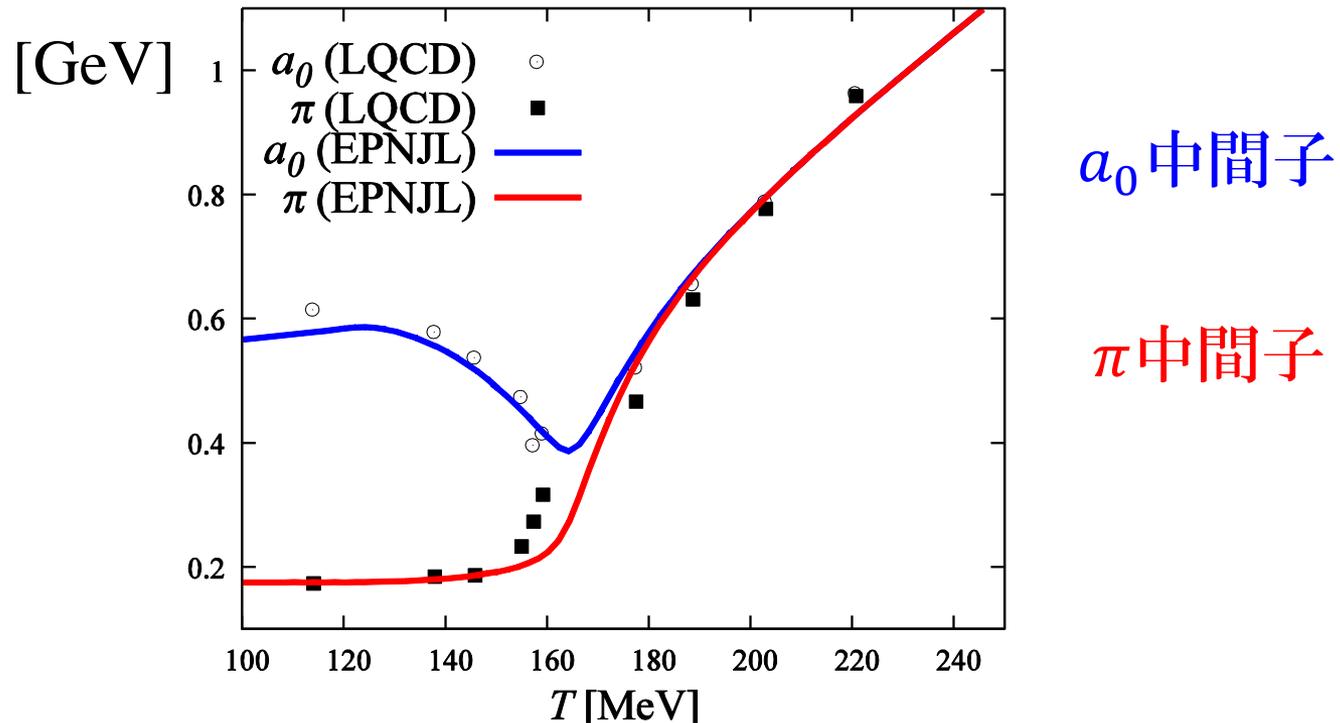
格子QCD計算の結果[4]は、  
 $T \sim 200$  MeVでの $U(1)_A$ 対称性の回復を示唆している。



格子QCD計算の結果を再現するように、  
KMT相互作用の強さの $T$ 依存性を決定した。

# $\pi, a_0$ 中間子遮蔽質量の $T$ 依存性

格子QCD計算の結果[4]は、  
 $T \sim 200$  MeVでの $U(1)_A$ 対称性の回復を示唆している。



ポスターでは、他の物理量の再現性(中間子の感受率)や  
Columbia plot についても議論する。