

# 有限クォークおよび有限アイソスピン化学ポテンシャルにおける QCD 相図

佐々木 崇宏 (九大院理)

境 祐二 (九大院理), 河野 宏明 (佐賀大理工), 八尋 正信 (九大院理)

現在クォークは核子中に閉じ込められているが、宇宙初期の高温状態では閉じ込めから解放されたプラズマ状態にあった。これらの状態間で起こった相転移を理解するためには、有限温度 ( $T$ )・有限クォーク化学ポテンシャル ( $\mu_q$ ) での QCD 相図を解明する必要がある。QCD の第一原理計算である格子 QCD 計算は、符号問題をもつため有限  $\mu_q$  領域での実行が困難である。そのため QCD 相図の解析には、Polyakov-loop extended Nambu-Jona-Lasinio 模型 (PNJL 模型) などの有効模型が用いられている。しかし、得られる相図が模型により異なるため、 $T - \mu_q$  平面の QCD 相図に関する議論は収束していない。

有効模型と格子 QCD の両方が計算可能な領域では、両者の比較から有効模型の信頼性が確かめられる。そこで、我々はアイソスピン化学ポテンシャル ( $\mu_I$ ) に着目した。 $\mu_I$  は、u(d) クォーク密度の化学ポテンシャル  $\mu_u(\mu_d)$  を用いると  $\mu_I = \mu_u - \mu_d$  と表され、アイソスピン非対称性を表すパラメーターである。 $\mu_q = 0$  かつ  $\mu_I \neq 0$  の領域では符号問題が存在せず、格子 QCD 計算を行うことができる。また、重イオン衝突実験や中性子星内部では一般にアイソスピン非対称となるため、 $\mu_I$  に対する QCD 相図の解析が必要である。

本研究では有効模型として PNJL 模型を用いた。まず、その信頼性を確かめるために、 $\mu_q = 0$  かつ  $\mu_I \neq 0$  の領域で格子 QCD 計算 [1] との比較を行った。その結果、スカラー型高次相互作用 [2] を加えた PNJL 模型が格子 QCD 計算を再現することが分かった。さらに、この PNJL 模型を用いて  $T - \mu_q - \mu_I$  の 3 次元 QCD 相図について計算を行った。その結果、スカラー型高次相互作用の効果で、この 3 次元 QCD 相図に定性的な変化が現れることが分かった [3]。

## 参考文献

- [1] J. B. Kogut and D. K. Sinclair, Phys. Rev. D **70**, 094501(2004)
- [2] Y. Sakai, K. Kashiwa, H. Kouno, M. Matsuzaki and M. Yahiro, Phys. Rev. D **79**, 096001(2009)
- [3] T. Sasaki, Y. Sakai, H. Kouno and M. Yahiro, arXiv:hep-ph/1005.0910