

Holographic chiral phase transition with chemical potential

埼玉大学大学院 理工学研究科 堀籠 儀穂

E-mail: horigome@krishna.th.phy.saitama-u.ac.jp

QCDにおけるカラーの閉じ込めやカイラル対称性の破れといった強結合領域の振る舞いを説明する試みとして, AdS/CFT対応 [1] を用いた D4/D8- $\overline{\text{D8}}$ 模型 [2] がある. N_c 枚の D4 ブレインと N_f 枚の D8- $\overline{\text{D8}}$ ブレインからなる配位に対して地平面近傍極限とプローブ近似 ($N_c \gg N_f$) を考えることで, 低エネルギー有効理論はフレーバーが N_f 種類のクォークを含んだ 4次元 $U(N_c)$ Yang-Mills 理論となる. 系のダイナミクスは D4 バックグラウンド中の D8 ブレインの有効作用, Dirac-Born-Infeld (DBI) 作用によって記述される. この模型が持つ $U(N_f)_L \times U(N_f)_R$ カイラル対称性は D8- $\overline{\text{D8}}$ ブレインの配位によって $U(N_f)_V$ に破られる. この模型は有限温度の場合に拡張されており, ゲージ理論側の閉じ込め / 非閉じ込め相転移やカイラル相転移が論じられている [3].

我々は今回, 新たに D8 ブレイン上の純電氣的な $U(1)$ ゲージ場 $A = A_0 dt_E$ を考え, その漸近値としてバリオン数に対応する化学ポテンシャルを導入し, 有限温度・有限密度系において相構造を議論した [4]. 具体的には, 低温 (閉じ込め) 相・高温 (非閉じ込め) 相のそれぞれにおいて D8 ブレインの配位と $U(1)$ ゲージ場に対する運動方程式を解き, これらの解を DBI 作用に代入することで温度と化学ポテンシャルの変化に対する相構造を調べた. 結果は次の通りである. 低温相では D8 ブレインと $\overline{\text{D8}}$ ブレインが U 字型につながった配位が得られ, 化学ポテンシャルの値によらずカイラル対称性が破れた相であることが分かった. 高温相では 2 種類の解が可能である. 一つ目は低温相同様, D8 ブレインと $\overline{\text{D8}}$ ブレインが U 字型につながった解であり, これはカイラル対称性が破れた相に対応している. 二つ目は D8 ブレインと $\overline{\text{D8}}$ ブレインがそれぞれ真っ直ぐに伸びた解であり, これはカイラル対称性がある相に対応している. 高温相においてこれらのうちどちらが実現されるかは, それぞれの解を元の DBI 作用に代入しその大小関係を評価することによって判断できる. 実際, 数値計算によってこれを実行すると, (高温相中で比較的) 低温・低化学ポテンシャルの領域ではカイラル対称性が破れた相になっているが, ある (T_c, μ_c) でカイラル相転移が起こり, この μ_c は温度が上がるほど小さくなることが分かった. またある温度 T_c^{max} 以上では常にカイラル対称な相になっていることも分かった. なお, このカイラル相転移は 1 次相転移である.

References

- [1] J. Maldacena, *Adv. Theor. Math. Phys.* **2** (1998) 231 [arXiv:hep-th/9711200].
- [2] T. Sakai and S. Sugimoto, *Prog. Theor. Phys.* **113** (2005) 843 [arXiv:hep-th/0412141].
- [3] O. Aharony, J. Sonnenschein and S. Yankielowicz, arXiv:hep-th/0604161; A. Parnachev and D. A. Sahakyan, *Phys. Rev. Lett.* **97** (2006) 111601 [arXiv:hep-th/0604173].
- [4] N. Horigome and Y. Tanii, arXiv:hep-th/0608198.