

カイラル相転移における潜熱と密度ギャップ

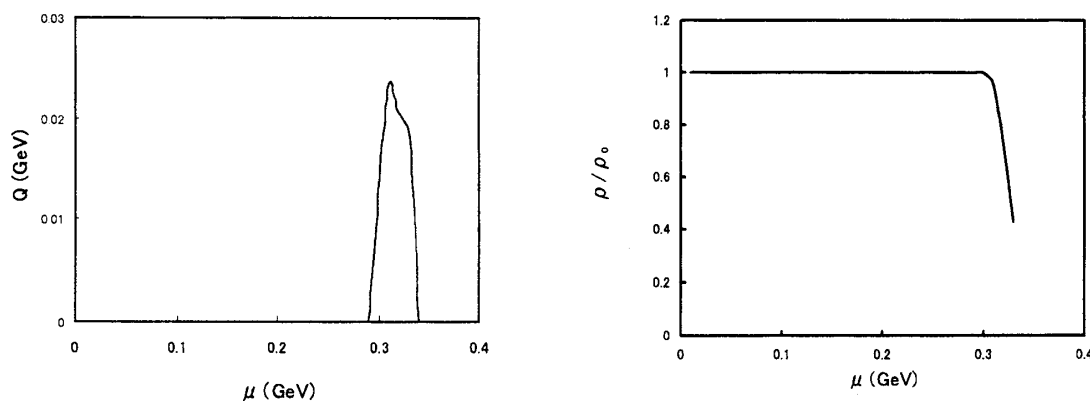
高知大理 岩崎 正春

クォーク物質の有限温度、有限密度における振舞い、特にカイラル相転移に伴う潜熱と密度変化について NJL モデルを用いて議論する。QCD 有効理論によれば、クォーク物質のカイラル相転移は低密度で 2 次相転移、高密度で 1 次相転移することが示されている。ここでは 1 次相転移におけるエントロピーと密度の不連続な跳びについて議論する。

系の熱力学ポテンシャル $\Omega(T, \mu)$ は NJL モデルに平均場近似をすると次式で与えられる。
(記号等の意味は下記の文献参照)

$$\Omega = \frac{4N_c + 1}{4N_c} g \sigma_1^2 - \frac{g}{2N_c} \sigma_2^2 - \frac{N_f N_c}{\pi^2} \int_0^\Lambda p^2 (E + T \log n(p) + T \log m(p)) dp.$$

この Ω は臨界温度 T_c で解析的でなく、熱力学的関係 $d\Omega = -SdT - \rho d\mu$ から計算されるエントロピー S と密度 ρ は跳びをもつ。エントロピーの跳びは $Q = T\Delta S$ により潜熱を伴う。クォーク系の化学ポテンシャル μ の関数として計算された潜熱を下図に示す。 $\mu = 0.3$ 付近に三重臨界点があり、 $\mu > 0.3$ で 1 次相転移における潜熱が発生していることがわかる。一方、系の密度 ρ も対応する T, μ でのフェルミガスの値 ρ_0 に比べて 1 次相転移で跳びをもつことがわかる。ただし、三重臨界点近傍での振舞いは潜熱が急激に増大するのに対して、密度はほとんど変化せず対照的である。



さらに、比熱 $C = T \partial S / \partial T$ を計算すると、三重臨界点付近でデルタ関数的に増大することがわかった。これらの振る舞いは熱力学ポテンシャルが三重臨界点で非常に緩やかな極小点をもち、したがって“揺らぎ”が非常に大きくなることに起因している。

参考文献：

- [1] M. Asakawa and K. Yazaki, Nucl. Phys. A504 (1989), 668.
- [2] M. Iwasaki and H. Kiuchi, Phys. Rev. D68 (2003), 014014.