

線形シグマ模型を用いた ‘WZW’ 項の構成と 有限温度における $\pi \rightarrow \gamma \gamma$ の解析

発表者：福田恭平 共同研究者：原田正康
所属：名大理

講演概要

現在、QCD 物質の相図の解析が理論と実験の両方から進められている。本研究も QCD 相図の相転移現象を理論的に解析することを目標にしている。特に、カイラルアノマリーを用いた有効模型を使うことによって、ゼロ密度におけるハドロン相から QGP 相への相転移のシグナルを評価した。

QCD の性質であるカイラルアノマリーの存在とカイラル対称性の自発的破れから次のような事実がある。一般に中性パイ中間子の崩壊率($g_{\pi\gamma\gamma}$)は低エネルギー極限においてアノマリーの係数とパイ中間子の崩壊定数のみで表すことができる。ただし、これはゼロ温度における議論であって有限温度ではそのまま適用することはできない。実際、 $g_{\pi\gamma\gamma}$ とアノマリーの係数の間の関係は、ゼロ温度で決まっていた関係式からずれてしまう。本研究ではこの一般的な関係式に含まれる未知数を具体的な有効模型を用いて計算する。そのために、まず QCD のカイラルアノマリーを再現する有効模型を構成しなければならない。パイ中間子のみを含む非線形模型の場合、アノマリー方程式を解くことで得られている (WZW 項)。さらに、WZW 項を含む有効模型を有限温度に拡張した計算も行われている。しかし、この模型はハドロン相から QGP 相への相転移を評価するときには不十分である。なぜなら、パイ中間子のカイラルパートナーであるシグマ中間子の影響を取り入れていないからである。本研究はこの問題点を解決するため、パイ中間子とシグマ中間子を含む線形模型をもとにした有効模型の構成を試みた。さらに、構成された有効模型を用いて $g_{\pi\gamma\gamma}$ のゼロ温度からのずれをシグマ中間子の効果を残した形で計算した。また、先行研究の非線形模型における結果と比較して結果が模型に依存するかどうかを調べた。

その結果、相転移のシグナルとして $g_{\pi\gamma\gamma}$ の温度変化があることがわかった。しかし、シグナルとしては変化の度合いが小さいので精密な実験が待たれる。また、シグマ中間子の質量を重くした極限で非線形模型のときの結果と比較した。パイ中間子の崩壊定数については非線形模型のときの結果と一致することが確認されていたが、 $g_{\pi\gamma\gamma}$ については一致しないことがわかった。したがって、中性パイ中間子の崩壊過程に対して低エネルギー定理に対応する低温度定理が存在しないということが確認できた。