

# Infrared behavior of dynamically massive field and reliability of the effective Lagrangian with dynamical mass terms

立教大学理学研究科理論物理学研究室 川嶋一裕

E-mail: 04ra001w@rikkyo.ac.jp

フェルミオン凝縮は相互作用の有効結合定数が臨界値を超える事によって引き起こされ、凝縮に参加した場合は力学的質量を獲得する事が Nambu と Jona-Lasinio[1] によって示されている。フェルミオン凝縮は、QCD におけるカイラル対称性の破れや陽子の質量を説明する上で重要な役割を果たしている事が期待される。また、その機構は tumbling 模型や technicolor 模型と言った様々な理論に応用されている。従来、フェルミオン凝縮を用いたこれらの理論において、凝縮に参加して力学的に重くなった場に対して非結合定理 [2] が適用される。その結果、凝縮に参加した場の寄与は低エネルギー領域において、摂動論的にも非摂動論的にも有効的に無視される。

しかしながら、カレント質量に対して非結合定理が適用できるのは自明であるのに対して、力学的質量に対して非結合定理が単純に適用できるかは自明ではない。特に、非摂動の物理を考える際、出来る限り厳密に取り扱う必要がある。そこで、力学的に重い場の低エネルギー領域における振る舞いを調べ、その結果を本研究会において報告した。具体的には、Most Attractive Channel(MAC)での凝縮によって力学的に重くなった場が、より低いエネルギースケールにおいて MAC の次に引力の強いチャンネル、即ち、Secondly Attractive Channel(2AC)での凝縮に参加するかどうかを、Schwinger-Dyson(SD) 方程式を用いて調べた。その結果として、以下の2つの結論を得た。

第一に、2AC において凝縮が生じるかどうかを知るためには、必ず MAC と 2AC に対して結合したフルの SD 方程式を解く必要のある事が明らかになった。これは、SD 方程式が Cornwall-Jackiw-Tomboulis(CJT) 有効作用の停留条件である事を考えると必然の帰結であり、ladder 近似を利用して避ける事はできない。上記の計算は完全に非摂動的な計算であるため、2AC において凝縮が生じるかどうかは未解決の問題であり、2AC の振る舞いは単純に非結合定理に従って決定する事はできない。すなわち、力学的に重い場の非摂動の振る舞いは単純に非結合定理で決定する事はできない。一方、従来の解析によると、非結合定理によって 2AC では凝縮が生じないと結論付けられる。しかし、従来の解析で用いられる SD 方程式は CJT 有効作用の停留条件を大きく破っている事が示された。第二に、力学的質量を加えて得られる有効ラグランジアンは、信頼して使えるエネルギースケールに下限が存在する事が判った。下限が存在する理由は、2AC の振る舞いが明らかでないために低エネルギー領域において存在する束縛状態が決定できない事に起因する。

報告においては、上記の結果が QCD においても適用される事を説明した。低エネルギー領域における系の性質を知るためには 2AC の正しい解析が重要であり、今後も様々な手法を利用して 2AC を解析する必要がある。

---

[1] Y. Nambu and G. Jona-Lasinio, Phys. Rev. **122**, 345 (1961).

[2] T. Appelquist and J. Carazzone, Phys. Rev. D **11**, 2856 (1975).