

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	大兼 英朗
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
<p>Construction of a renormalization group improved effective potential in a two real scalar system</p> <p>(二つの実スカラー系における繰り込み群で改善された有効ポテンシャルの構築)</p>			
論文審査担当者			
主 査	准教授	両角 卓也	
審査委員	教 授	小 畠 康史	
審査委員	教 授	深澤 泰司	
審査委員	教 授	稲垣 知宏 (情報メディア教育研究センター)	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、二つのスカラー場を含む場の理論における有効ポテンシャルに関する研究である。高いゲージ対称性を持つ統一模型から出発して、スカラー場が期待値を持つことによって、より高い対称性を持つ理論から低い対称性を持つ理論が導かれる。(対称性の自発的破れ)</p> <p>対称性の自発的破れを議論するとき、スカラー場の期待値を秩序変数とする有効ポテンシャルが重要になる。これは、有効ポテンシャルの最小値を与えるようなスカラー場の期待値が、真空を決めるからだ。</p> <p>有効ポテンシャルは、第ゼロ近似では古典的なポテンシャルに一致し、量子効果(スカラー場が結合する粒子との相互作用)によって補正を受ける。結合定数が1より小さい場合でも、量子補正は有効質量と繰り込み点の比の対数と結合定数の積に比例している場合があり、比の対数が大きい場合は、小さな結合定数による摂動展開は破綻する。この場合でも、有効ポテンシャルが繰り込み群方程式の解であることを利用して、大きな対数補正を足し上げることができる。こうして得られたポテンシャルを繰り込み群による改善された有効ポテンシャルと呼ぶ。</p> <p>本論文では、二つの異なる質量をもつスカラー場の理論の有効ポテンシャルを研究している。このような理論の量子補正は異なる二つの質量に対応して、二種類の対数が生じる。小さい方の質量と繰り込み点を一致させることにより、大きな対数は小さい質量と大きい質量の比の対数となる。本論文では、この大きな対数補正を理論の質量パラメーターや結合定数を再定義することで吸収できることを示した。再定義された質量パラメーターや結合定数は元のものとは異なり、重い質量の粒子が寄与しない繰り込み群方程式に従っていることを示した。(重い粒子のデカップリング) 低エネルギーでは、有効ポテンシャルは再定義された結合定数や質量パラメーターでかけることを示した。このことは、低エネルギーでの有効ポテンシャルに対する量子補正は、軽い方のスカラー場の量子効果によるものであることを意味している。</p>			

更に,二つより多くのスカラー場を含む場合についても重い順番に一つずつデカップリングさせればよいことを述べており,この方法は任意の個数のスカラー場からなる改善された有効ポテンシャルの構成に拡張できる。

本論文では二つのスカラー場を含む理論における繰り込み群で改善された有効ポテンシャルを構成している。構成した有効ポテンシャルの質量パラメーターや結合乗数は重い粒子のデカップリングの性質を自然に満たしている。また,複数個のスカラー場を含む理論に拡張できる。

以上,審査の結果,本論文の著者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認める。

公表論文

Construction of a renormalization group improved effective potential
in a two real scalar system

(二つの実スカラー系における繰り込み群で改善された有効ポテンシャルの構築)

Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2019, Issue 4, April 2019,
043B03

参考論文

- (1) Precise Discussion of Time-Reversal Asymmetries in B-meson decays.

Takuya Morozumi, Hideaki Okane, Hiroyuki Umeeda

JHEP 1502 (2015) 174

- (2) Phenomenological Aspects of Possible Vacua of a Neutrino Flavor Model.

Takuya Morozumi, Hideaki Okane, Hiroki Sakamoto Yusuke Shimizu,

Kenta Takagi, Hiroyuki Umeeda

Chin.Phys. C42 (2018) no.2, 023102