学位論文要旨

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）

氏　名　　大兼英朗

この学位論文では、二つの実スカラー場系における、繰り込み群で改善された有効ポテンシャルの研究を行なった。現在の素粒子標準模型は、ダークマターの存在を説明できないなどいくつかの問題を抱えている。多くの研究者が、標準模型を超える新しい模型として、スカラー場であるヒッグス粒子を複数導入した模型を提唱している。そこで本研究では、複数のスカラー場が導入された模型に対し、真空の安定性や自発的対称性の破れを記述するのに用いられる有効ポテンシャルを研究した。

まず先行研究[1][2]に基づき、二つの実スカラー場模型における有効ポテンシャルの log 構造を明らかにした。その log 構造の解析に基づくと、Lth to leading log オーダーの繰り込み群で改善された有効ポテンシャルは、L ループの有効ポテンシャルと L+1 ループの β 関数および γ 関数を用いることで、計算が可能であることがわかった。その繰り込み群で改善された有効ポテンシャルを得るために、繰り込みスケールとして、軽い方のスカラー場の質量固有値を設定する。繰り込みスケールを下げていき、そのスケールに対しもう一方の質量固有値が大きくなってしまった場合、重い質量を持った粒子を繰り込み群方程式からデカップルさせ、有効理論を構築しなければならない。この有効理論に基づくと低エネルギースケールの領域に対しても、繰り込み群で改善された有効ポテンシャルを導出することができる。本研究ではそのような状況も扱い、その場合の繰り込み群で改善された有効ポテンシャルを導出し、数値計算を行なった。このような方法は、一つのスカラー場が存在する場合において既に用いられていたが[1]、我々は二つのスカラー場が存在する場合において、その計算方法を確立した。この方法は、高次の leading log オーダーの計算でも、繰り込みスケールの取り方を変える必要がない。また我々の計算方法に従えば、より一般的な複数のスカラー場を含む模型の場合でも、繰り込み群で改善された有効ポテンシャルを導出することが可能である。

参考文献

[1] M. Bando, T. Kugo, N. Maekawa, and H. Nakano, Phys. Lett. B 301, 83 (1993)
[2] M. Bando, T. Kugo, N. Maekawa, and H. Nakano, Prog. Theor. Phys. 90, 405 (1993)