OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Semiclassical Approach to the Boson-Fermion System and the Renormalization
Author(s)	Sato, Masa-aki
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24452
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【8】

氏名・(本籍)	佐藤雅昭
学位の種類	理学博士
学位記番号	第4862号
学位授与の日付	昭和55年3月25日
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	ボゾンとフェルミオンが結合している系に対する半古典近似法とそのくり込み
論文審査委員	(主査) 教授 小谷恒之 (副査) 教授 内山龍雄 教授 森田正人 助教授 山本邦夫 助教授 佐藤行 講師 細谷暁夫

論文内容の要旨

最近強い相互作用の高エネルギー現象では量子色力学と呼ばれるゲージ理論が実験を良く説明する事がわかってきた。この分析では，高エネルギー領域でこの理論の実効的な結合定数が小さくなり摂動法が良い近似になる事が有効であった。一方低エネルギー領域では逆に実効結合定数が大きくなるのでクォークの閉じ込めの証明やハドロンの質量を計算する時には非摂動論的取り扱いが必要になる。しかし従来の非摂動法では不十分なので，非摂動法を発展させる事自体が重要な意味を持つと思われる。

非摂動法の一つの方向として，ダッシェンとハスラヒャーとヌヴーはWKB近似の拡張である場の理論における半古典近似法を定式化したが，この方法ではフェルミオンとボゾンが結合している系に対して第0近似でフェルミオンの効果を取り入れる事が出来ない。そこで彼等はフェルミオンの効果を最初から取り入れる事が出来る“半古典近似法”の第0近似を開発し，これをグロス＝ヌヴー・モデルに適用した。この方法では第0近似でもくり込みが必要になり彼等はそれも行なっているが，この場合はフェルミオンについては1ループ近似なのでくり込み出来る事は明らかであり，また彼等はこの近似の特殊性を使ってくり込みを行なっている。

そこでこの論文では，非摂動法におけるくり込みのやり方を明確にする為に，この近似を一歩進めて第1近似まで定式化しそのくり込みを他の非摂動法においても役立つように一般的な観点から行なった。実際グロス＝ヌヴー・モデルにおける第1近似はループ展開ではないのでこの方法の枠内でくり込みの処法を確立する必要があるが，これが実行できて物理量が有限になる事を示した。

この方法は同等なフェルミオンの種類の数の逆数を展開定数とし，第0近似でディラックの真空の

フェルミオンや励起されたフェルミオンの反作用をとり入れた“古典解”を見つけ，第１近似でこの“古典解”の回りの量子効果を計算する方法である。

グロス＝ヌヴー・モデルにおけるくり込みでは，この展開定数でくり込み定数を展開すればループ展開ではないこの方法においても引き算で発散が除ける事がわかった。しかし別のモデルではこの“半古典近似法”の第０近似でさえループ展開になっていず，しかも展開定数でくり込み定数を展開しても引き算では発散が除けない事がわかった。この論文ではこの場合にもくり込み定数のかけ算でくり込みを行なえば発散が除ける事を示した。

論文の審査結果の要旨

強い相互作用に関与する素粒子はクォーク（フェルミ統計に従う粒子…フェルミオン）で構成され，これらのクォークはスピン１のグルーオン（ボーズ統計に従う粒子…ボゾン）によって強く結合されていると考えられている。量子色力学と呼ばれるゲージ理論はこれらの素粒子の高エネルギーでの実験事実を説明するのに成功を修めた。この場合，この理論が漸近的自由と呼ばれる性質を持ち，高エネルギーで実効的な結合定数が小さくなるため，摂動論的取り扱いが有効で，実験との比較を可能にした。

一方，クォークそのものが観測されないのは，クォーク間の束縛力が遠距離でかえって強くなり，クォークが閉ぢ込められていることによると推測されている。この考えを実証するには，それに適した新しい非摂動論的取り扱いの開発を必要としているのが現状である。

フェルミオンとボゾンが強く結合している系の非摂動法の一つとして，ダッシェン，ハスラヒャーとヌヴーは第０近似からフェルミオンの存在による影響を取り入れることができるような半古典近似法を提案した。佐藤君はそれを一歩進めて，第一近似まで定式化した。この方法でも現在の場の理論に伴う発散項が現れるが，普通の摂動法での処法と同じように，これらの発散項は繰り込みの方法で除去でき，有意の有限な量を引きだせることがこの論文で示された。この処法は他の非摂動法にも適用できる一般的手法である。

この論文では，現実のクォーク閉ぢ込めの問題にまで到っていないが，それへの過程として，非摂動的取り扱いの開発やそれらでの繰り込み処法の明確化など，ボゾンとフェルミオンが強く結合して共存している系の取り扱い方に関して大きな貢献をはたしたものであり，理学博士の学位論文として十分価値あるものと認められる。