

Fermions in the Chiral Schwinger Model

東北大・工 三 宅 章 吾
東北大・理 静 谷 兼 一

我々は、Wess-Zumino項を持つChiral Schwinger モデルの、フェルミオン場に対するオペレーター解を求めた。さらに、明白に共変なオペレーター形式を用いて、モデルの量子論的な構造を調べた。Wess-Zumino 項によって回復された $U(1)_L$ カイラル・ゲージ対称性は自発的に破れ、ゲージ場は massive となる。left-handed フェルミオンは閉じ込められるが right-handed フェルミオンは massless free field として残る。この massless フェルミオン場は $U(1)_R$ 対称性の自発的な破れに伴う南部-Goldstone モードと解釈出来る。

Reference

S. Miyake and K. Shizuya, Phys. Rev. D, to be published (preprint TU/87/314).

カイラル・ゲージ不変な格子上のフェルミオンの理論

九大・理 船久保 公一, 柏 太郎

カイラル・ゲージ理論のようなアノマリーを持つ理論の量子化の問題は、Adler によるアノマリーの発見以来、場の量子論の重要課題の1つである。これまで、アノマリーについては、位相幾何学的に調べたり、アノマリーが相殺することを指導原理として、様々な素粒子の統一模型が造られてきた。最近、Faddeev により、アノマリーのある理論の量子化の方法として、Wess-Zumino項を作用に付加することで、量子論レベルでのゲージ対称性を回復しようという試みが提唱された。この方法は、2次元のカイラル $U(1)$ 理論、即ち、chiral Schwinger model に適用され成功をみている（筒井氏及び三宅氏の報告を参照）。

我々は、陽に、カイラル・ゲージ不変性のない格子上の Wilson フェルミオンの理論から出発し、作用に、カイラル・ゲージ不変性を要求することにより、ゲージ群の次元と同じだけのスカラー場を含んだフェルミオンの作用を造る。この作用の構成法から、これらのスカラー場は、連続理論の Wess-Zumino 項の中のそれと等価であるが、我々は、chiral Schwinger model について、フェルミオン積分を行い、ゲージ場の有効作用が、実際に、Wess-Zumino 項がある場合の連続理論のそれと一致することを示す。こうして得られたゲージ場の有効理論のユニタリー性の条件より、連続理論では正則化の際に導入された任意パラメーターに制限がつくのと同様に、格子上の理論ではフェルミオン作用中の Wilson 項の係数が制

限を受けることになる。詳細はプレプリント (KYUSHU-87-HE-4) を参照。

Fermionic Determinant と Chiral Anomalies

金沢大・理 川 村 嘉 春, 田 村 博 志

原子核三者若手夏の学校 ('87) の研究会の研究会報告とほぼ同じです。詳細については「素粒子論研究」Vol. 76 (1988), No. 6 を参照して下さい。

Quantum Electrodynamics と量子Hall効果

北大・理 石川 健三
京大・基研 松山 豊樹

§1. Introduction

場の量子論は、素粒子論・物性論の両分野において特に、基本的相互作用から出発して現実の複雑な物理現象を説明するための強力な手法として発展して来た。両分野の交流に依って数々の成果が生み出されてきた。

近年、場の量子論の持つ非自明な位相構造の研究が精力的に進められている。こういった非自明な位相構造は、素粒子論に於いては量子異常 (Anomaly) や物理パラメーターの位相量子化などと結びつき、そこから数々の議論が展開している。一方で、場の量子論が物性系を記述する際にもうまく機能する事に鑑み、場の量子論の持つ非自明な位相構造が巨視的な系に於いても物理的実体として現実世界に発現する可能性が有り、それを追求する事は非常に意義深い事と思われる。現在、Josephson効果、量子Hall効果、電荷密度波、He超流動、Optical fiberでのBerryの位相、等々の一連の巨視的量子効果への場の量子論的アプローチが盛んに成されている。

さて我々は、量子Hall効果への場の量子論的アプローチを行なっている。量子Hall効果とは次のような現象である。MOS反転層あるいはヘテロ結界面につくられる2次元電子系に、垂直に磁場、平行に電場をかけると電場と直交してHall電流が流れるが、そのHall伝導度 σ^{xy} が電子密度を変化させたときに

- (1) 電子密度を変化させても σ^{xy} が不変なプラトー領域が現れ、
- (2) プラトーでの伝導度の値が $\sigma^{xy} = (e^2/h) \times (\text{整数})$ (e は電荷素量、 h はプランク常数) に量子化される、

という特異な振舞いを示す現象である。この現象は物性論的観点から重要な現象である事はもちろん、素粒子論の側でも重要な現象である。量子電磁力学 (QED) の結合常数が $\alpha_{\text{QED}} = e^2/hc$ (c は光速) と書ける事から、この現象を α_{QED} の精密測定に使うことが出来、QEDが本当に正しい理論か?、電子は複合構造を持たない基本粒子であるというのはどこまで本当か?、等の重要な問題に答える鍵を与える。このとき重要な事は、(2)の性質がどこまで厳密に言えるかという点である。この性質は非自明な位相構造に依る位相量子化の機構が働いている事を強く暗示する。従って、場の量子論の手法に依ってこ