

アノマリーのあるゲージ理論の量子化^{*)}

東工大・理 筒井 泉

最近、アノマリーのあるゲージ理論の量子化についての議論が喧しい。アノマリーがあると、ユニタリティやくりこみ可能性に問題が生じてうまく量子化できない、とこれまでは信じられてきた。ところが二年前前にファデーエフが新しい量子化の処方箋を示し、これによりうまくいくのではないかと期待が持たれるようになったのである。その処方箋とは、初めの作用 I_0 にヴェス=ズミノ作用 α_1 を加えて $I = I_0 + \alpha_1$ を作り、これを量子化せよというものであり、アノマリーによる対称性の破れは α_1 の破れの部分とちょうど打ち消し合い、性質の良い理論が出来るはずだというのが御宣託である。そこで、これに対して三つの問題点を提出することにした。

(I) その様な処方箋がとれる根拠は？

(II) 御宣託通りになるのか？

(III) 処方後、何に使えるのか？

まず (I) については筆者らにより、経路積分の立場から裏付けが得られた。それにはまず、真空遷移確率振幅 $Z = \int dA e^{iI_0}$ を考え、^{**)} これにファデーエフ=ポポフのゲージ固定を試みよう。ゲージ固定を $f[A] = 0$ と選んで、恒等式 $\int dg \delta(f[A^g]) \Delta_f[A] = 1$ を挿入し、 $A \rightarrow A^{g^{-1}}$ とすると、

$$\begin{aligned} Z &= \int dA dg \delta(f[A^g]) \Delta_f[A] e^{iI_0[A]} \\ &= \int dA dg \delta(f[A]) \Delta_f[A] e^{iI_0[A] + i\alpha_1(A \cdot g^{-1})} \end{aligned}$$

となって、確かにヴェス=ズミノ作用 $\alpha_1(A \cdot g^{-1}) = I_0[A^{g^{-1}}] - I_0[A]$ が新たに I_0 に付加されている。これは他ならぬアノマリーの存在することによる自然な結果で、何ら人為的な操作を加えていないことに注意されたい。

次に (II) については、二次元の簡単なモデルについてはほぼ肯定的な結果が得られている。すなわち、カイラル・シュウインガーモデル (1+1 次元カイラル QED) では厳密な演算子解まで求められ、量子論として一応何ら問題はない。ここで“一応”と述べたのは、理論の正則化に伴う不定性が残って、これに物理的に重要な性質が依存してしまっているからである。この不定性は 4 次元に行くときさらに増えて、新たに制限を加えない限り重大な問題となるかも知れない。この二次元の例ではくりこみがもともと不必要であったので、この点についてはまだ未知数である。ユニタリティについては、物理空間を規定するガウスの法則が新しい処方箋では変更されて良い性質を持つことが一般的に示されるので、かなり希望が持てそうである。

(III) の応用分野についてはまだ全く未知数と言って良いだろう。この新しい処方では、古典論には無か

^{*)} この研究は、原田恒司氏 (東工大・理) との共同研究にもとづくものです。

^{**)} ここではフェルミオン等のゲージ場以外のものを全部積分した後の作用を I_0 とした。

ったゲージの自由度が“生きて”くるのが特徴である。この自由度をヒッグス場にしようという試みも有るが、これらの応用先は、(II)の不定性の問題とも絡んで将来のこの分野の中心課題となると思われる。

詳しくは、

K. Harada and I. Tsutsui

A. Consistent Gauss Law in Anomalous Gauge Theories, Prog. Theor. Phys. 78 (1987) 675.

及びその中にある参考文献を御覧ください。

時間に依存した粒子描像に於ける量子ホロノミーと ゲージ不変な量子化

筑波大・物理学系 伊藤 敏晴, 尾高 一彦

要 旨

時間に依存したゲージ場中でのフェルミオンの散乱問題を粒子描像(生成, 消滅演算子及びFock空間)の時間発展を追うことによって定式化し, ゲージ異常の出現の仕方及びゲージ異常のない量子化の可能性について, フェルミオンのコーヒーレント状態を用いた経路積分を基に議論した。

Refs.

K. Odaka and T. Itoh, UTHEP-170.

T. Itoh and K. Odaka, UTHEP-173.

Electroweak Theoryにおける古典解

九大・理 藤井 一幸, 大槻 昭一郎
近大, 九州工 豊田 文彦

§ 1 始めに

宇宙におけるバリオン数非対称が, 弱電相互作用の異常バリオン数非保存相互作用で支配されており, その時弱電理論の古典解(sphaleron)が重要な役割を演じているという考え方が提唱されている¹⁾。ここでは弱電理論におけるいくつかの古典解(sphaleron, monopole)についてそのトポロジー的性質を調べることにする。