Non-perturbative effect in QED3

釧路工業高等専門学校　星野裕一
E-mail: hoshino@ippan.kushiro-ct.ac.jp

高温超伝導や平面上の電子系等を記述する模型の一つに 3 次元 QED が在ります。QED の虚時間形式の高温極限でも 3 次元 QED が得られます。この模型でのフェルミオンの propagator の Schwinger-Dyson 方程式を以前 Euclid 領域で適当な近似のもとに解いた。例えば Ladder Landau gauge. この時問題になるのは解のゲージ依存性が強く、Ward-Identity を摂動での 2 次つまり 2 回目のループで破ってしまう。これは頂点補正の問題。もう一つはミンコフスキー領域での赤外の振る舞いがどうなっているか。裸の質量の有無に依らず摂動では赤外発散が最低次でも避けられない。これは Schwinger-Dyson 方程式でも同様。そこで崩壊確率を計算する時と同じ行列要素を最低次で求めた。これは propagator のスペクトル函数を求める時に使われていた物である [1]。この時赤外発散を避ける為光子に裸の質量を持たせた。光子の統計因子を含めて行列要素を指数化し高次補正を無視すれば infinite ladder が得られ通常はこの近似が Bloch-Nordsieck 近似を再現する。この時点で座標表示の propagator が得られた。この函数を Fourier 変換し虚部を求めればスペクトル函数が得られる。積分が解析的に出来ない函数なのでで運動量表示が求まらない。ただし通常の Fourier 変換は存在する。次元を持つ結合定数と質量の比が無次元の結合定数の役割をしこの数値で赤外領域の漸近的振る舞いが記述される [2]。この時自由粒子になるゲージは無い。Yennie ゲージでは cut を持つ。波動関数の繰り込み (異常次元) と其れ以外の強い質量項の特異性が現れた。理論の結合定数が質量次元を持つため輻射補正で質量は有限繰り込みを受ける。これによりゲー変換の下での propagator の特異点のずれはハッキリと見える。フェルミオンの繰り込み定数と真空期待値を求めてみる。これらの値は座標表示の函数の原点の値で決まる。無次元の結合定数に臨界値があり閉じこめ、非閉じこめ相、凝縮、非凝縮相が在りそうである [3]。これらは従来の解析では見られていない。詳しくは次の文献を御覧下さい

References

[1] R.Jackiw,L.Soloviev,Phys.Rev.173(1968)
[2] Y.Hoshino 素粒子論研究 (2003) 8 月号 (2002),7 月号
[3] Y.Hoshino.JHEP05(2003)075,hep-th/0304021