

A Relativistic Treatment of the Bose-fermi Transmutation in Second Quantized Theories I and II

日大・理工 糸 井 千 岳

東大・理 磯 暁

東工大・理 向 田 寿 光

The purpose of these talks (I and II) is to explain the bose-fermi transmutation in a relativistic field theory. We studied a massive scalar field coupled to an abelian Chern-Simons gauge field. Our main result is an equality that the partition function of a massive scalar field coupled to the Chern-Simons field is identical with that of a free Dirac field. The equality indicates that the transmutation of the charged scalar field into the Dirac field has been proved within a frame work of a relativistic field theory. Differences from non-relativistic theories should be noted. Since fermions have half-odd-integer spin in relativistic theory, it is necessary to clarify how bosons can acquire the spin degrees of freedom. The self-energy of the charged scalar particle should be evaluated to understand this problem.

In part I, a random walk representation for charged scalar and free Dirac particles in three dimensions is explained. This method enables us to calculate the partition function of the bosons nonperturbatively and to describe the propagation of the fermions in terms of bosonic functional integral. Thus we can prove the equality of the transmutation. Although this method was first employed by Polyakov to investigate the propagators of the charged scalar and the Dirac particles, there have been a lot of unclear points in Polyakov's paper [1]. Therefore we justify and extend his method [2].

References

- [1] A.M.Polyakov. Mod. Phys. Lett. A3 (1988) 1541
- [2] S.Iso, C.Itoi and H.Mukaida, Phys. Lett. 236(1990) 287 and preprint UT-559,
NUP-A-90-4, TIT/HEP-156 to appear in Nucl. Phys. B.

A Unified Description of Anyon Superconductivity and the Fractional Quantum Hall Effect

二松学舎大 岩 崎 愛 一

By extracting effects of vortex excitations field-theoretically as Laughlin's quasi-particles or bound states of anyons, we derive a Landau-Ginzburg theory of the fractional

quantum Hall effect (FQHE) and anyon superconductivity. Both of these phenomena are explained by the condensations of these vortices. It is clarified that the anyon systems become incompressible (FQHE) or compressible (anyon superconductivity) depending on their statistics. The hierarchy of the FQHE is also made explicit.

$t - t' - J$ モデルにおけるホールの運動

東大・工 新井 正男・伊藤 敏洋・藤原 毅夫

反強磁性体中のホールの運動を数値的対角化の方法で調べた。 $t - J$ モデルに, 第2近接トランスファー(t')と第3近接トランスファー(t'')の効果を取り込んだ系($t - t' - t'' - J$ モデル)を用いる。20サイトまでの格子を扱い, 周期的境界条件のもとで状態を全運動量($\mathbf{k}$)で分類する。得られた主な結果を以下にまとめる。

($t - J$ モデル) 18, 20サイトの計算から次の結果が得られた。

- (1) $\frac{J}{t} > 0.05$ で, 1ホールの基底状態はトータルスピン $S = \frac{1}{2}$, $\mathbf{k} \sim (\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ である。
- (2) 2ホールの基底状態は $S = 0$, $\mathbf{k} = (0, 0)$ で縮退していない。

($t - t' - t'' - J$ モデル) 16, 18サイトの計算から次の結果が得られた。

- (1) 1ホールの基底状態は $S = \frac{1}{2}$ であり, t', t'' の値によって, $\mathbf{k} \sim (\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}), (0, \pi), (\pi, \pi), (0, 0)$ のいずれかになる。
- (2) 2ホールの基底状態は $S = 0$ であり, ほとんどの t', t'' の値に対して $\mathbf{k} = (0, 0)$ である。
- (3) ホールを2個入れたときの結合エネルギーの t', t'' 依存性を調べると, 1ホールの基底状態の運動量が変化するところで急激に変化している。特に, 1ホールの基底状態が $\mathbf{k} = (\pi, \pi), (0, 0)$ のとき, 最もホールの結合に適していない。
- (4) ホール4個に対する結合エネルギーを計算すると, t', t'' の符号によっては正の値になり, ホールの相分離に対して安定化される。

競合する相互作用をもつ1次元量子スピン系の基底状態

神戸大・理 利根川 孝

互いに競合する, 強磁性的な最近接相互作用と反強磁性的な第2近接相互作用をもつ1次元 $S = 1/2$ ハイゼンベルグスピン系を考え, この系の基底状態を調べる。ハミルトニアンは, 周期的境界条件を仮定して