A complete characterization of the eigenvalue spectrum of of the hermitian Wilson-Dirac operator in a uniform magnetic field in two dimensions

茨城大・理　藤原 高徳
E-mail: fujiwara@mx.ibaraki.ac.jp

Ginsparg-Wilson 関係式を満たす格子 Dirac 演算子が発見されたのを契機に, カイラルな格子フェルミ場の理論に新たな可能性が開けた. これがカイラル対称な連続理論の格子正則化になっているためには, 充分に滑らかとみなせるリンク変数の配位に対してカイラル・アノマリーを正しく再現しなければならない. 背景ゲージ場に対しては, overlap Dirac 演算子 D が連続極限で期待されるアノマリーを再現することはしられている. 有限の格子上では U(1) ゲージ場の場合に数値計算がなされており, リンク変数を異なる位相荷をもつ配位間で連続的に変形させると, hermitian Wilson-Dirac 演算子 H の固有値の幾つかが符号を変える. その結果, D の指数と格子ゲージ場の位相荷の間に Atiyah-Singer の指数定理に相当する関係が成り立つことが見いだされる. ただし, 格子ゲージ場は" 十分滑らか" と見なすことができる配位に限られ, 一般の" 粗い" 配位に対して連続理論の指数定理に相当するものは成立しない. 二次元の U(1) ゲージ場で一様磁場の場合, 系を一次元系に書き換えることで H の固有値を半解析的に扱うことが可能となる. 図 1 は, 2π を単位としてプラケット当たりの磁束 α に対する固有値の分布をに示したものである. 解析の結果, α が 0.25 以下の一様磁場に対しては D の指数が厳密に求められ, ゲージ場が担う位相荷と指数定理で関係付けられることが分かった.

詳細は, T. Fujiwara, Prog. Theor. Phys. **107** (2002) 163, H. Kurokawa and T. Fujiwara, hep-lat/0206014 をご覧下さい.

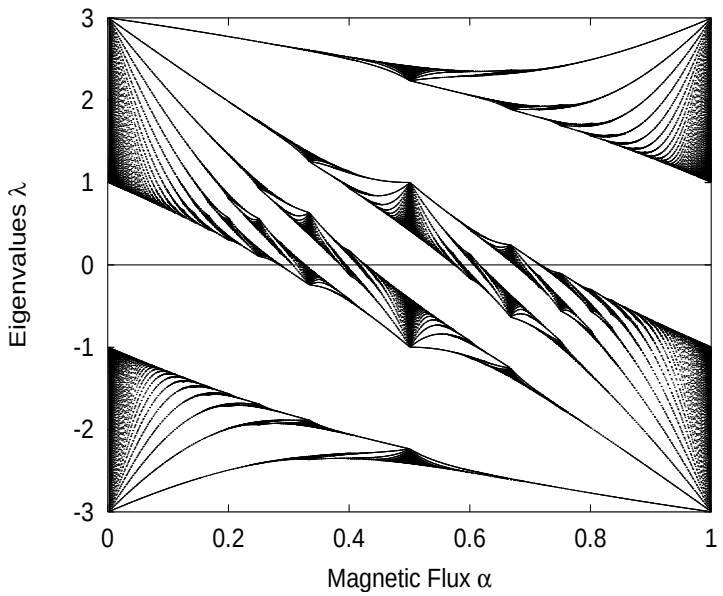

図 1: 格子サイズ $L = 23$ で一様磁場に対して H の固有値をプロットしたものである. 固有値が密集した領域と固有値が全く存在しないギャップの領域が交互に配置しフラクタルな構造が現れる.