More about the axial anomaly on the lattice

茨城大学 理学部　鈴木 博
E-mail: hsuzuki@mito.ipc.ibaraki.ac.jp

この講演は、茨城大学理工学研究科の五十嵐 浩君と奥山 清君との共同研究 (hep-lat/0206003) に基づくものです。

文献 [1] で Lüscher は、無限に広い格子上では、ゲージ不変でトポロジカルな局所場の構造が、ゲージ群が U(1) の場合にはコホモロジー的な議論から決定できることを指摘した。ここで、$q(x)$ がトポロジカルとは、ゲージ場の局所的な任意の変分 δ に対して $\sum_{x\in\mathbb{R}^d}\delta q(x)=0$ となることを意味する。いわゆる Ginsparg-Wilson 関係式を満たす Dirac 演算子から定義される軸性アノマリーが上の性質を持つことから、この結果は、格子ゲージ理論におけるアノマリーの構造を連続極限を取ることなく調べる手段を与えた。これは、紫外切断を有限に保ったままでのアノマリーの構造を与えた (我々の知る限り) 初めての例である。この情報は、その後、ゲージアノマリーのない U(1) のカイラルゲージ理論の格子上での定式化 [2] で full に活用された。

ここでは、$q(x)$ の構造に関する上の結果を、格子のサイズが有限の場合、つまり、有限の赤外切断がある場合に拡張することを考えたい。さて、もし、$q(x)$ の依存するゲージ場が x を中心とする格子上の完全に有限な領域の内部にとどまるのならば、格子のサイズが有限でもそれが十分大きければ上の無限サイズに対する結果が適用できる。ところが、Ginsparg-Wilson 関係式を満たす Dirac 演算子は、いくらでも遠くのゲージ場にも依存する (ただし依存性は距離の exponential で弱くなる) ことがわかっており、この無限サイズと有限サイズの間の翻訳は見掛けほど単純ではない。我々は、無限格子上でのコホモロジーの議論 [1, 4]、U(1) ゲージ理論でのいわゆる admissible なゲージ場の配位空間の構造 [2]、格子上の index relation [3]、Dirac 演算子の局所性、および古典連続極限の情報を組み合わせて、以下の結果を得た。十分大きいサイズの有限格子上での Ginsparg-Wilson 関係式を満たす Dirac 演算子から定義される軸性アノマリーは、(i) ゲージ群が U(1) の場合、有限サイズによる補正項を付け加えることで無限サイズでの構造が引き継がれる。(ii) 一般の非アーベル的なゲージ群の場合も、同様の状況がある。ただし、今のところ非摂動論的証明ではなく、証明は摂動展開の全次数でのものである。

これらの結果は、軸性アノマリーの基本的構造は非常に堅固であり、適当な framework の元では紫外切断、赤外切断の存在にもかかわらず基本的構造を保つことを示唆する。また、これらの結果は、large N の reduced model における chiral anomaly の計算 [5] などに応用できる。

参考文献

[1] M. Lüscher, *Nucl. Phys.* **B 538** (1999) 515 [hep-lat/9808021].

[2] M. Lüscher, *Nucl. Phys.* **B 549** (1999) 295 [hep-lat/9811032].

[3] P. Hasenfratz, V. Laliena and F. Niedermayer, *Phys. Lett.* **B 427** (1998) 125 [hep-lat/9801021].

[4] T. Fujiwara, H. Suzuki and K. Wu, *Nucl. Phys.* **B 569** (2000) 643 [hep-lat/9906015]; *Phys. Lett.* **B 463** (1999) 63 [hep-lat/9906016].

[5] Y. Kikukawa and H. Suzuki, hep-lat/0207009.