

2次元 $\mathcal{N} = (2, 2)$ SQCD の超対称性を保つ格子定式化¹

岡山光量子科学研究所 杉野 文彦

E-mail: fumihiko_sugino@pref.okayama.lg.jp

格子定式化は場の量子論の非摂動的な研究における標準的手段となっているが、連続極限の後に意味のある量子論を構成するには、一般に輻射補正により現れる relevant operators を微調整する必要がある。その際、連続理論が持つ対称性をなるべく格子において実現しておく、対称性から relevant operator の出現が禁止され、微調整すべきパラメータが減ることになる。したがって、超対称性を持つ理論の格子定式化においても、超対称性をなるべく格子において実現できれば望ましいが、一般には難しい問題であり、現在のところ理論の持つ超対称性のうち一部を保つ定式化がなされている。代表的なものとしては

- Nicolai mapping を用いた 2次元 Wess-Zumino 模型 [Sakai-Sakamoto, Kikukawa-Nakayama, Catterall]
- Orbifolding を用いた pure Super Yang-Mills (SYM) 模型 [Kaplan et al.]
- Twisted Supercharge を用いた pure SYM 模型 [著者, Catterall]
- Orbifolding を用いた SYM + matter 系 [Endre-Kaplan, Matsuura]

がある。本講演では twisted supercharge を用いた SYM + matter 系の格子模型の構成を新たに言い、説明した。

具体的には、ゲージ群 $G = U(N), SU(N)$ の (反) 基本表現の物質場が SYM に結合した 2次元 $\mathcal{N} = (2, 2)$ Super QCD (SQCD) を正方格子上で supercharge Q をひとつ保って構成した。素朴に行うと、物質場のボゾン、フェルミオン両方の自由度からダブリングが生じるため、Wilson 項を加えてそれらの寄与を落とすことにした。これは超対称性を保って行えるが、Wilson 項が基本表現の場と反基本表現の場の結合を与えるため、基本表現の場の数 (n_+) と反基本表現の場の数 (n_-) が等しい場合にのみ構成可能となった。

この模型には超対称性に抵触せずに twisted mass という質量項を導入でき、その anti-holomorphic part は基本表現、反基本表現それぞれの場に対し独立に選ぶことができる。(Q 対称性の要請から holomorphic part は基本表現のものと反基本表現のものを等しくとる必要がある。) したがって、いくつかの anti-holomorphic twisted masses を十分重くして対応する場が decouple するならば、格子作用は $n_+ = n_-$ の場合にのみ定義されるが、decoupling の結果 $n_+ \neq n_-$ の場合の解析が可能になると考えられる。実際にこのシナリオにしたがって、 $n_+ \neq n_-$ の場合の $U(1)_A$ R-対称性のアノマリーが格子摂動論の計算から得られることを示した。

今後の方向としては、Ginsparg-Wilson 定式化を用いて超対称性を保ちつつ、直接 $n_+ \neq n_-$ の格子作用を構成することが興味深いと思われる。

¹論文 arXiv: 0807.2683 [hep-lat] に基づく講演。