

Vacua of $\mathcal{N} = 2$ U(N) Gauge Model in Harmonic Superspace¹

岡山光量子科学研究所 阪口 真

E-mail: makoto_sakaguchi@pref.okayama.jp

論文 [1] において、 $\mathcal{N} = 1$ カイラル超場とベクトル超場を使った $\mathcal{N} = 2$ U(N) ゲージ模型が構成された。この模型は、電気的および磁氣的 Fayet-Iliopoulos(FI) 項を含む $\mathcal{N} = 2$ 超対称 Yang-Mills(YM) 理論の有効作用とみなす事ができ、超対称性およびゲージ対称性が $\mathcal{N} = 2$ U(N) から $\mathcal{N} = 1$ $\prod_r \text{U}(N_r)$ へ自発的に破れること、南部-Goldstone フェルミオンが overall U(1) 部分から供給されること、超対称カレントの局所的代数が Hilbert 空間に作用する単位元定数行列 C^i_j ($i, j = 1, 2$ は $\mathcal{N} = 2$ 超代数の自己同形 SU(2) の脚) を含むこと、真空において零質量 $\mathcal{N} = 1$ ベクトル超場、質量を持つ $\mathcal{N} = 1$ カイラル超場および一組の $\mathcal{N} = 1$ ベクトル超場が現れること等が示された。今回は、この模型の $\mathcal{N} = 2$ ベクトル超場を使った再定式化、 $\mathcal{N} = 2$ ハイパー超場を含む一般化を行い、真空において超対称性が自発的に $\mathcal{N} = 1$ へ破れることを示した。ここでは off-shell で拘束条件を含まない harmonic 超空間上の超場を使って議論する。

$\mathcal{N} = 2$ 超対称 U(N)YM 有効作用は、 $\mathcal{N} = 2$ ベクトル超場 V^{++} の曲率 $W^a t_a$ (t_a は u(N) を生成する $N \times N$ エルミート行列) の解析的なトレース関数を \mathcal{F} として $S_V = -\frac{i}{4} \int d^4x (D^4) \mathcal{F}(W) + c.c.$ と書かれる。電気的 FI 項 $S_e = \int d^4x \xi^{ij} D_{ij}^0 + c.c.$ が W^a に symplectic 双対な場 \mathcal{F}_a の補助場を虚定数だけずらすのに対して、磁氣的 FI 項 S_m^{YM} は W^a の補助場 D_{ij}^a を虚定数だけずらす項として導入する: $S_V + S_m^{\text{YM}} = S_V|_{D_{ij}^a \rightarrow D_{ij}^a \equiv D_{ij}^a + 4i\xi_{D_{ij}} \delta_0^a}$ 。このように導入した磁氣的 FI 項は超対称変換 $\delta_\eta \psi^{ai} = (D^a)^i_j \eta^j + \dots$ を $\delta_\eta \psi^{ai} = (D^a)^i_j \eta^j + \dots$ へと変える。結果として作用 $S = S_V + S_e + S_m^{\text{YM}}$ が、超対称性の部分的自発的破れを実現する [1] で構成されたゲージ模型を再現することが分かった。

次に、U(N) の基本表現として変換する N_f 個の $\mathcal{N} = 2$ ハイパー超場 q^{+uI} ($u = 1, \dots, N$, $I = 1, \dots, N_f$) 及び随伴表現として変換する N_a 個の $\mathcal{N} = 2$ ハイパー超場 q^{+aJ} ($a = 0, 1, \dots, N^2 - 1$, $J = 1, \dots, N_a$) を導入する。U(N) ゲージ化された $\mathcal{N} = 2$ 物質場の作用は、共変微分を $D^{++} q^{+uI} = D^{++} q^{+uI} + iV^{++a} (t_a)^u_v q^{+vI}$, $D^{++} q^{+aJ} = D^{++} q^{+aJ} - V^{++b} f_{bc}^a q^{+cJ}$ として $S_{\text{gauged}} = -\int dud\zeta^{(-4)} [\tilde{q}_{uI}^+ D^{++} q^{+uI} + \tilde{q}_{aJ}^+ D^{++} q^{+aJ}]$ で与えられる。作用 $S_{\text{QCD}} = S_V + S_{\text{gauged}}$ は $\mathcal{N} = 2$ U(N)QCD 有効作用 (の一般化) とみなす事ができる。電気的 FI 項 S_e に加え、ここでも W^a の補助場を虚定数だけずらすものとして磁氣的 FI 項 S_m^{QCD} を導入する: $S_{\text{QCD}} + S_m^{\text{QCD}} = S_{\text{QCD}}|_{D_{ij}^a \rightarrow D_{ij}^a}$ 。磁氣的 FI 項のこの著しい性質のおかげで、作用 $S = S_{\text{QCD}} + S_e + S_m^{\text{QCD}}$ は、真空で $\mathcal{N} = 2$ 超対称性を $\mathcal{N} = 1$ に破る模型になっていることが分かった。詳細は論文 [2] を参照されたい。

[1] K. Fujiwara, H. Itoyama and M. Sakaguchi, Prog. Theor. Phys. **113** (2005) 429 [arXiv:hep-th/0409060] ; the proceedings of SUSY 04 [arXiv:hep-th/0410132] ; Nucl. Phys. B **723** (2005) 33 [arXiv:hep-th/0503113].

[2] K. Fujiwara, H. Itoyama and M. Sakaguchi, OCU-PHYS-234, OIQP-05-11, in preparation.

¹この発表は大阪市立大学理学研究科の藤原和人氏・糸山浩司氏との共同研究に基づきます。