5次元 Mirabelli-Peskin 模型における超対称有効ポテンシャル

静岡大学教育学部　村山昭浩
E-mail: edamura@ipc.shizuoka.ac.jp

余次元模型は弦模型との関連においても現象論的にも興味深い。Mirabelli-Peskin 模型 [1] は 5 軸方向が S^1/Z_2 とコンパクト化された 5 次元 (bulk) の $N = 1$ 超対称 Yang-Mills 場と 4 次元 (boundary) の物質場との結合があからさまになっている模型で、boundary においても Yang-Mills 場のスカラー成分 (の微係数) を補助場として $N = 1$ 超対称性が成り立っている。ここではこの模型における超対称有効ポテンシャルを Miller[2] の auxiliary field tadpole method (AFTM) を用いて 1-loop レベルで計算してみた。その結果，Miller の場合と一致する部分の他に bulk-tadpole の寄与を具体的に求めることができた。AFTM の良い点は，超対称条件により補助場の tadpole だけを計算すれば他のすべての tadpole の寄与も含めたことになるということである。

Bulk Yang-Mills multiplet はベクトル場 $A^M(M = 0, 1, 2, 3, 5)$, 実スカラー場 Φ, ゲージーノ $\lambda_L^i(i = 1, 2)$ および補助場 $X^a(a = 1, 2, 3)$ からなる。Boundary には 2 種類の chiral supermultiplet $S = (\Phi_S, \psi_{LS}, F_S), R = (\Phi_R, \psi_{LR}, F_R)$ を導入する。

作用は

$$
\begin{aligned}
S &= \int d^5x \{\mathcal{L}_5 + \sum_i \delta(x^5 - x_i^5)\mathcal{L}_{4i}\}, \quad (x_i^5 = 0, l), \\
\mathcal{L}_5 &= -\frac{1}{2}\mathrm{tr}(F_{MN})^2 + \mathrm{tr}(D_M\Phi)^2 + +\mathrm{tr}(X^a)^2 + \text{fermionic terms}, \\
\mathcal{L}_4 &= (D_{m+}\Phi_S)^\dagger(D_+^m\Phi_S) + (D_{m-}\Phi_R)^\dagger(D_-^m\Phi_R) + F_S^\dagger F_S + F_R^\dagger F_R \\
&\quad + \frac{1}{2}g(\Phi_S^\dagger D\Phi_S - \Phi_R^\dagger D\Phi_R) + \text{fermionic terms},
\end{aligned}
$$

と表される。ここで $A^M = A^{MA}T^A$, etc., $\mathrm{tr}[T^AT^B] = \delta^{AB}/2, D_M\Phi = \partial_M\Phi - ig[A_M, \Phi], D_{m\pm} = \partial_m \mp igA_m(m = 0, 1, 2, 3), D = X^3 - \partial_5\Phi$ であり $x^5 = 0$ が我々の 4 次元空間，$x^5 = l$ が hidden sector を表す。

Miller に従って $\Phi_{S,R} \to \tilde{\Phi}_{S,R} + \eta_{S,R}$, $\Phi^A \to \tilde{\Phi}^A + \varphi^A$, $-\partial_5\Phi^A \to -\partial_5\tilde{\Phi}^A + \xi^A$ and $A_5^A \to \tilde{A}_5^A + \alpha^A(\eta_{S,R}, \varphi^A, \xi^A, \alpha^A$ は真空期待値) というように場の置き換えをし，D-tadpole の振幅を計算する (F-tadpole は効かない) と，1-loop レベルの有効ポテンシャル V_1 は

$$
\begin{aligned}
V_1 &= \frac{1}{64\pi^2 l^5}\mathrm{tr}M_{\mathrm{boundary}}^2 \ln M_{\mathrm{boundary}} + \frac{1}{64\pi^2 l^5}\mathrm{tr}M_{\mathrm{bulk}}^2 \ln M_{\mathrm{bulk}} + q(M_{\mathrm{boundary}}, M_{\mathrm{bulk}}) \\
&+ \eta - \text{dependent part},
\end{aligned}
$$

となる。ここで $M_{\mathrm{boundary}} = (gl^2/2)\mathrm{diag}(-\xi^tT, \xi^tT)$, $M_{\mathrm{bulk}} = -(g^2l^4/3)[\xi^t\mathrm{ad}(T)]^2$ ($\mathrm{ad}(T)$ は T の随伴表現), q は発散部分である。V_1 の第 1 項が Miller の場合と一致する部分，第 2 項が bulk-tadpole の寄与である。g^2/l を固定して l を大きくしたとき，第 1 項 < 第 2 項となる可能性がある。

文献

[1] E.A.Mirabelli and M.E.Peskin, Phys.Rev 58D (1998)065002
[2] R.D.C.Miller, Nucl.Phys.B229(1983)189