曲がった時空上の超対称ゲージ理論の局所化について

大阪大学理学研究科 長崎晃一
E-mail: nagasaki@het.phys.sci.osaka-u.ac.jp

4 次元球面上のゲージ理論についてその分配関数はインスタントン分配関数を用いて表される事が Pestun によって示されている．この発表ではその結果を一般の曲面上に一般 化すべく、局所化の方法を試みた．一般化とはつまり Nekrasov 分配関数に 2 つのパラメータ、ϵ_1, ϵ_2 の関係を Pestun の与えた、$\epsilon_1 = \epsilon_2$ の場合から、この関係が成り立っていない場合の Nekrasov 分配関数を求める事を意味する．局所化に用いる SUSY 完全な項を計算し、その性質を 調べた．一つの結果としてインスタントンの配位が現れる場所を $AdS_2 \times S^2$ 曲面上での場合に特定した．我々は $\mathcal{N} = 2$ の超対称性を持ったゲージ理論を想定する。その作用は次式である。

$$
\begin{aligned}
S &= \frac{1}{g_{YM}^2}\int d^4x\sqrt{g}TrP\left[\frac{1}{4}g^{\mu\rho}g^{\nu\sigma}F_{\mu\nu}F_{\rho\sigma}+\frac{1}{2}g^{\mu\nu}D_\mu\Phi_A D_\nu\Phi^A+\frac{1}{12}R\Phi_A\Phi^A\right.\\
&\left.\qquad +\frac{1}{4}[\Phi_A,\Phi_B][\Phi^A,\Phi^B]-\frac{1}{2}\Psi\Gamma^\mu D_\mu\Psi-\frac{1}{2}\Psi\Gamma^A[\Phi_A,\Psi]\right], \qquad (1)
\end{aligned}
$$

この作用は次の超対称変換の下不変となっている。

$$QA_M = \epsilon\Gamma_M\Psi, \qquad (2)$$

$$Q\Psi = \frac{1}{2}F_{MN}\Gamma^{MN}\epsilon - 2\Phi_A\Gamma t^A\tilde{\epsilon} + K_i\nu_i, \qquad (3)$$

$$QK_i = -\nu_i\Gamma^M D_M\Psi \qquad (4)$$

SUSY 完全な項の計算方法は次の通りだ。先ず V を次のように定義した。

$$V = \int d^4x\sqrt{g}\mathrm{Tr}'(\overline{\mathrm{Q}\Psi}\Psi) =: (\overline{\mathrm{Q}\Psi}\ \Psi). \qquad (5)$$

求める積分は $QV = 0$ の領域に局所化する。その配位は次の通りである。

$$S^Q_{bos} = 0 \longrightarrow \left\{\begin{array}{l}\Phi_0 = \frac{a}{B}, \Phi_i = \Phi_9 = 0, K_i = -\frac{2\nu_i\tilde{\epsilon}}{B^2}a \\ \text{others} = 0\end{array}\right. , \qquad (6)$$

[1] V. Pestun, “Localization of gauge theory on a four-sphere and supersymmetric Wilson loops,” arXiv:0712.2824 [hep-th].

[2] K. Nagasaki and S. Yamaguchi, “Towards the localization of SUSY gauge theory on a curved space,” arXiv:1106.4975 [hep-th].