Membrane stability in ABJM model

立教大学　D1　奥田諭史

黒木経秀(立教大)、三輪光嗣(理研)との共同研究に基づく

Supermembraneの不安定性

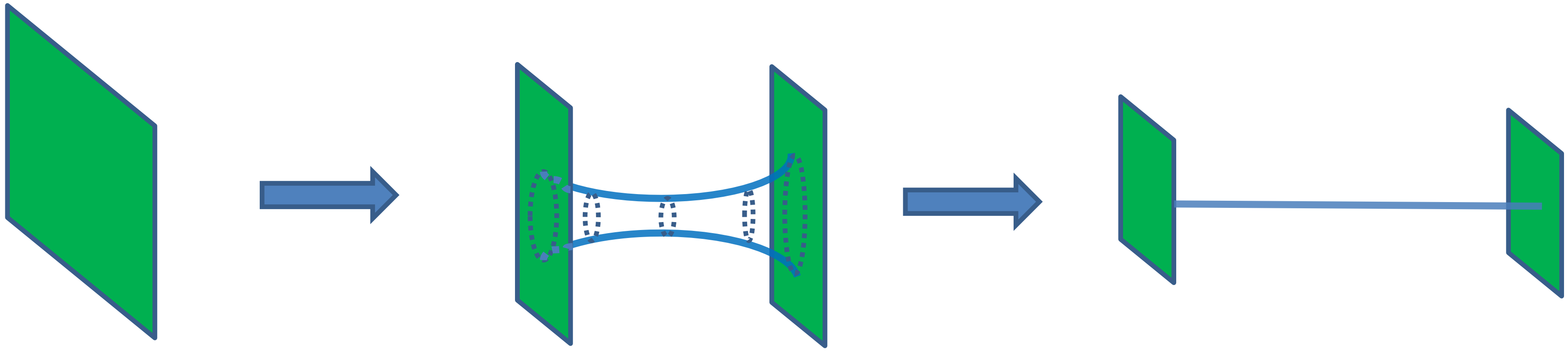
de Wit, Luscher,Nicolai('89)

Motivation

Supermembraneの不安定性が、ABJM模型では見えるか？
(ABJM模型：M理論(Supermembrane)の低エネルギー有効理論)

不安定性の古典的な描像 (Membraneのエネルギー ＝ 張力×面積)

エネルギーを変えないMembraneの変形をすることが可能



1枚のSupermembrane → 多体系へ崩壊

→ Supermembraneは不安定

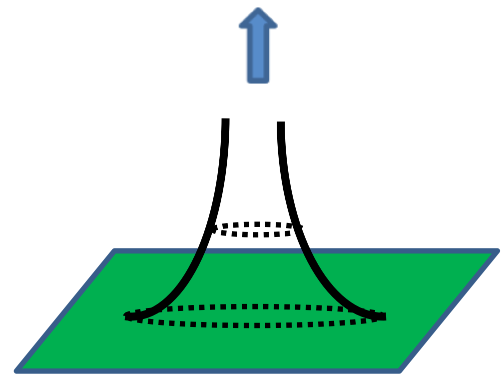
1枚のM2ブレーン　＝　U(1)×U(1) ABJM模型

Aharony,Bergman
Jefferis,Maldacena('08)

$$S=\frac{k}{2\pi}\int dX^0dX^1dX^2\left(-D_\mu Y^A D^\mu Y_A^\dagger+\frac{1}{2}\epsilon^{\mu\nu\rho}A_\mu^-\partial_\nu A_\rho^+\right)$$

Y^A : M2 ブレーンに transverse な方向の位置

$A=1\sim 4$



不安定性を調べる方法

1、Spike likeなBPS解を構成

2、BPS解回りでゆらぎの解析(M2ブレーンの変形)

3、BPS解回りのゆらぎなので、負モードは存在しない

→ ゼロモードの存在の確認

↑

不安定性のサイン

$$\delta Y(X^0,X^1,X^2)=\exp(i\omega X^0)f(X^1,X^2)$$

負モード : $\omega=$ 虚数

ゼロモード : $\omega=0$

古典解 (half BPS解)

U(1)×U(1)ABJM模型

static $\partial_0 Y^4 = 0$ かつ $A_\mu^- = 0$ である解を探す。

BPS equation $\partial_z Y^4 = 0 \quad (or\ \partial_{\bar{z}} Y^4 = 0) \qquad z = X^1 + iX^2$

M2ブレーンがオービフォルドにn回巻き付いたBPS解 $Y^4\left(e^{2\pi i}z\right) = e^{\pm\frac{2\pi i}{k}n} Y^4(z)$

$$\boxed{Y^4 = X^9 + iX^{11} = \alpha z^{-n/k}}$$

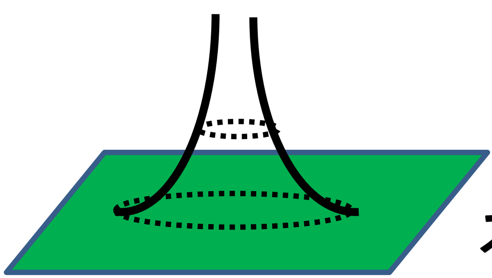
Novel Higgs mechanism

X^9に真空期待値 v を与え

$v, k \to \infty$

3 dim U(1) Super Yang Mills(SYM)
(D2ブレーン上の低エネルギー有効理論)

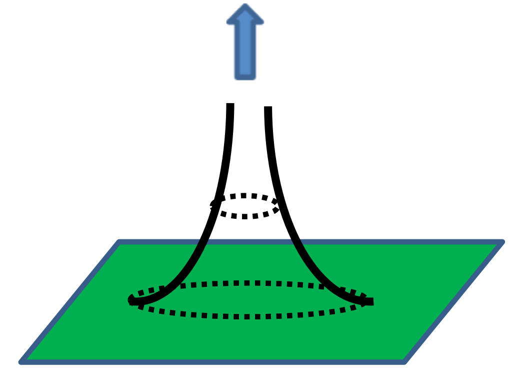
$$\boxed{X^9 = A_0 = nR \log \frac{r}{\ell_s}} \qquad E = nT_f \int dX_9$$



スパイクがD2ブレーン上に端点を持つFストリングを表すBPS解
nはストリングの本数を表す。

Callan,Maldacena('97)

ゆらぎのゼロモード



BPS解まわりのゆらぎのゼロモードを調べる。
Fストリングと M2ブレーンの違いについて説明する。

SYM

$$X^9 = X^9_{\mathrm{cl}} + \delta X^9 = \boxed{(n+\alpha)} R \log \frac{r}{\ell_s}$$

overallの係数はF ストリングの数 ⟹ 禁止されるゼロモード

U(1)×U(1) ABJM模型

$$z = X^1 + iX^2$$

$$Y^4 = Y^4_{\mathrm{cl}} + \delta Y^4 = \boxed{(\alpha+\beta)} z^{-n/k}$$

overallの係数は任意の数 ⟹ 許されるゼロモード

結論

F1:ゼロモードは存在しない
M2:ゼロモードは存在する
⟹ ABJM模型でのM2ブレーンの不安定性への示唆