Closed-string tachyons on unstable orbifolds and the localized energy densities at the fixed planes

中村　真 (理化学研究所)
E-mail:　nakashin@riken.jp

この研究では $C/Z_{2n+1} \times R^{7,1}$ orbifold 上の type II superstring の twisted sector に現れる closed string tachyon (ここでは省略して twisted tachyon と呼ぶことにする) の凝縮を扱い、真空エネルギーと真空の崩壊確率について考察した [1]。この orbifold は 10 次元時空の 2 次元空間部分を回転対称性 (Z_{2n+1}) で同一視して作られ、欠損角 $2\pi\{1-1/(2n+1)\}$ の cone と残りの 8 次元時空から構成されている。この cone の先端は fixed point となっており、それが残りの 8 次元方向に広がって 8 次元の fixed plane を構成している。$n \neq 0$ においては時空の supersymmetry が破れており、twisted sector のみに tachyon が生じる。twisted sector の重心座標は常に fixed plane の上にあるため、この時空に存在する tachyon は fixed plane 上に局在している。

twisted tachyon が凝縮すると cone の先端の singularity が消滅し、時空はもとの平坦な時空 $R^{9,1}$ へ力学的に戻ることが [2] によって指摘されたが、この力学的過程についての詳細 (例えば twisted tachyon の振る舞いを記述する string field theory の作用など) についてはまだ議論の余地が残されている。twisted tachyon の担うエネルギー密度について理解するために fixed plane に局在した真空エネルギーを計算することは興味深いが、ここでは特に fixed plane に局在した[1] 1-loop の真空エネルギーの計算途上で得られる真空の崩壊確率について詳しく考察した。

この 1-loop の真空エネルギーの局在成分には twisted tachyon 由来の IR 発散があるが、この発散は amplitude を解析接続[2] することで regularize することができる。解析接続後は amplitude が複素数となり真空エネルギー密度に虚数部分が現れるが、この虚数部分は真空の単位体積あたりの崩壊確率を表している [3,4][3]。この崩壊確率は次元勘定、およびそれが fixed plane へ局在した成分の 1-loop amplitude のみから得られるという事実から、fixed plane の単位体積あたりの崩壊確率であると解釈できる。この研究ではこの崩壊確率を系統的に調べた。その結果、orbifold を定義する際の離散群 Z_{2n+1} の n が tachyon 凝縮により減少するにつれて fixed plane の崩壊確率も単調減少し、最終的に時空が平坦になると $(n=0)$ 崩壊確率もゼロとなることが判明した。崩壊確率のこのような振る舞いは自然ではあるが、ここで得られた崩壊確率は個々の orbifold 上の個々の摂動的弦理論に基づく結果であり、orbifold 時空が平坦な時空へと遷移する確率を直接求めているわけではない。時空構造そのものの変化を厳密に扱うような理論の構築はこれからの課題である。

参考文献

[1] S. Nakamura, hep-th/0305054.
[2] A. Adams, J. Polchinski and E. Silverstein, *JHEP* **0110**(2001)029, hep-th/0108075.
[3] E. J. Weinberg and A. Wu, *Phys. Rev.* **D36**(1987)2474.
[4] N. Marcus, *Phys. Lett.* **B219**(1989)265.

[1] この orbifold の 1-loop の真空エネルギーは fixed plane に局在した成分と時空全体に広がった成分とに分解できるが、ここでは局在成分のみが非ゼロとなっている。

[2] 講演時に指摘がありましたように、解析接続された量の取扱については注意が必要ですが、厳密な物理的意味については場の理論の範囲において [3] で議論されています。またこの議論の弦理論への拡張については [4] を参考にして下さい。

[3] 発表ではこの虚数部分が真空からの twisted tachyon の対生成確率に対応するという解釈も示しましたが、この対生成確率とみなす解釈については誤りであることが判明しました。ご指摘いただいた畑浩之氏、加藤光裕氏に感謝いたします。