



Title	N = (0, 2) and N = (2, 2) SUPERSTRING BACKGROUNDS Linear and Nonlinear Sigma Model Approaches
Author(s)	阪口, 真
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39944
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	さか ぐち まこと 阪 口 真
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 2 3 1 4 号
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	N=(0, 2) and N=(2, 2) SUPERSTRING BACKGROUNDS Linear and Nonlinear Sigma Model Approaches (N=(0, 2) または N=(2, 2) 超弦理論の背景時空—線型または非線型シグマ模型による解析)
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 圭二 (副査) 教授 東島 清 助教授 佐藤 行 助教授 太田 信義 助教授 糸山 浩

論 文 内 容 の 要 旨

弦理論は、重力の量子論も含むすべての相互作用を統一する最有力候補として研究されてきた。このような弦の伝播は非線型 σ -模型によって記述される。特に $N=(0, 2)$ または $N=(2, 2)$ 超対称 σ -模型は、時空に超対称性が存在し、階層問題に一つの答を与えるものとして注目されてきた。このような σ -模型が、弦理論として無矛盾であるためには、共形不変でなければならない。これに対して次の2つの採りうる立場がある。(I) 1-ループ β 関数の解から出発し、摂動論の精度を上げていくことで共形不変な理論が構成出来る、また弱結合領域では1-ループの解で共形不変な理論が十分良い近似で記述出来ると考える。(II) σ -模型が共形不変でないことを受け入れ、繰り込み群のフローで赤外固定点に到達することで、共形不変な理論が得られると考える。

2章では、(II)の立場から、Calabi-Yau (CY) 多様体を標的空間に持つ $N=(0, 2)$ ヘテロティック弦理論の真空を調べた。このような模型は $(0, 2)$ CY σ -模型と呼ばれ、CY多様体の複素構造及び複素ケーラー・フォームのコホモロジー・クラスと正則ベクター束 V の正則構造で特徴付けられる。このような模型は、これまで Distler と Kachru によって研究されている。彼らは、 $(0, 2)$ CY σ -模型と同じユニバーサリティー・クラスに属する $(0, 2)$ 線型 σ -模型を構成した。またその相構造を調べ、Landau-Ginzburg (LG) 相で同相になる、位相的に全く異なるCY多様体で特徴付けられる2つのCY σ -模型の双対性について議論した。そこで今回、この $(0, 2)$ 線型 σ -模型を次の2つの方向に一般化し、その相構造を調べ、一般化された $(0, 2)$ CY σ -模型の双対性について議論した。Distler と Kachru の議論では、CY超曲面たちが埋め込まれる空間は、1つの射影空間に限られていたが、これを射影空間の直積空間へと拡張し、対応する $(0, 2)$ 線型 σ -模型を定式化した。これによって、射影空間の中の超曲面として実現されるCY多様体がすべて $(0, 2)$ 線型 σ -模型として定式化出来たことになる。この場合、混合相達の境界上にゲージ化されたLG相が現われ、先の双対性が、一般化されたこのモデルでも存在することが分かった。またこの一般化に加え、ベクター束 V を $\oplus_k V_k$ へと拡張した。この場合、LG相は一般には現われないが、特別なCY空間 M 及びベクター束 V を採用した時には、実際にゲージ化されたLG相が現われることが分かった。そしてここでも双対性を拡張することが出来た。

3章では、(I)の立場から $N=(2, 2)$ 超弦理論の4次元背景時空について調べた。特に非自明な振率のある背景時空を持つ、カイラル超場とツイストされたカイラル超場を使って定式化される非線型 σ -模型に、ディラトン場を導入し調べた。これまでには、これら非自明な振率及びディラトン場のある弦理論の真空解は、連続化された戸田方

程式やラプラス方程式の解で特徴付けられることが指摘されていた。また Eguchi-Hanson インスタントン解に T -双対な解は、連続化された戸田方程式の解で特徴付けられる背景時空として構成出来ることが示されていた。この論文では更に、Taub-NUT インスタントン解に T -双対な弦の背景時空も、連続化された戸田方程式の解で特徴付けられることを示した。また、これら連続化された戸田方程式やラプラス方程式が、ユークリッド化されたアインシュタイン重力理論の曲率が (反) 自己双対な解の空間 (リアル・ヘブン) を特徴付ける可解な方程式と T -双対変換で一般的に結びつくことを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

阪口君は超弦理論の解の大域的な性質の研究において二つの成果をあげた。

1つは、Calabi-Yau (CY) 多様体を標的空間としてもつ $N=(0, 2)$ ヘテロティック弦理論を、Distler-Kachru が行った解析を拡張して、幾つかの射影空間の直接空間に埋め込んで得られる相構造を求め、それらの間の双対性関係を解明した。

もう1つは、 $N=(2, 2)$ 超弦理論が Taub-NUT 解と呼ばれる 4次元背景時空をもつ場合の真空解が、連続化された戸田方程式の解で特徴付けられること、また、それに T -双対な解はユークリッド化したアインシュタイン重力の曲率が自己双対な解になっていることを示した。

これらの成果は一連の超弦理論の研究において興味深い成果であり、博士 (理学) 論文として価値の高いものである。