



Title	Strings and D-brane in Noncommutative space
Author(s)	松尾, 俊寛
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42498
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、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	まつ 松 お 尾 とし 俊 ひろ 寛
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 9 5 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 13 年 3 月 23 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	Strings and D-brane in Noncommutative space (非可換空間における弦と D ブレーン)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 細 谷 裕 (副査) 助教授 糸山 浩 教 授 大 坪 久 夫 教 授 東 島 清 助教授 窪田 高弘

論 文 内 容 の 要 旨

超弦理論は自然界の 4 つの力を統一した形で含む、究極理論の有望な候補の一つであるが、未だその背後にある原理を理解するには至っていないのが現状である。近年、D ブレーンと呼ばれる閉弦のソリトンの発見が引き金となり超弦理論の非摂動的な側面の理解が大きく進展したが、さらに D ブレーンの性質をさまざまな角度から理解することは、満足の行く超弦理論の定式化を考える上で非常に重要である。そこで、本研究では、次元の異なった 2 種類の D ブレーンの配位 (D_p - $D_{p'}$) を考え、その配位が定数背景 B 場の下に置かれた状況の物理について考察を行った。

摂動論的な超弦理論においては、開弦の境界条件としてディリクレ境界条件を課すことで D ブレーンが導入される。次元の異なった 2 種類の D ブレーンの配位は、 p - p' 開弦と呼ばれる両端で異なった境界条件が課された開弦を考えることで実現される。一方の端点ではディリクレ境界条件で、もう片方の端点ではノイマン境界条件を課せばよいのだが、ここで背景 B 場を導入することで境界条件が非自明になり、ディリクレ型とノイマン型が混ざり合った境界条件になる。この境界条件を満たす p - p' 開弦に関するグリーン関数を求めることにより、D ブレーンの内部空間が非可換空間になることを示し、背景 B 場が D ブレーン内部を非可換空間にするという現象が一般的な事実であることを確認した。また、このグリーン関数は後に述べる散乱振幅の計算において決定的に重要になる p - p' 開弦のスペクトラムを具体的にそれぞれ $0-2, 0-4, 0-6, 0-8$ ブレーンの場合に計算し、それらの B 場依存性を完全に決定した。そこで明らかになったのは、開弦のスペクトラム中の最低状態は B 場の強さに応じてタキオン状態にも、ゼロ質量状態にも、正質量状態にもなりえる場合があることである。ゼロ質量の状態が現れる場合には理論が超対称性をもつことから、背景 B 場と系の超対称性の関係を与えた。スペクトラムが B 場に依存するので、B 場の強さが変わることによりスペクトラム中のレベルの交差が引き起こされる。このことと、T 変換した系との関係を同定することによって GSO 射影の反転現象が明確な形で理解できるようになった。さらに、背景 B 場が無限大になる極限では無限個の軽い粒子状態が低エネルギー極限で存在しえる場合があることを明らかにした。

次に、非可換空間として実現される $D_{p'}$ ブレーンの内部にある D_p ブレーンの性質を解明するために、 $D_{p'}$ ブレーン上のゲージ場を表す p' - p' 開弦を D_p ブレーンに散乱させてその $U(1)$ 荷電分布を調べた。これは p - p' 開弦と p' - p' 開弦の両方を含む散乱振幅を計算することによって達成される。計算の結果、振幅にはガウス型の形状因子が現れることが判明した。つまり D_p ブレーンは非可換空間内でガウス型の広がりを持った物体として存在していることがわかった。これは非可換スカラー理論のソリトンとして知られていた形と完全に同じ形状をしており、この計算によ

てDブレーンが非可換時空中では非可換ソリトンとして現れることの一つの証拠を提供したことになる。さらに、系の低エネルギー有効作用を提唱し、超弦理論の場合に考えたものと同じ過程の振幅を計算した。そこで得られた振幅は弦理論において得られたものと一致することが確認された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、統一理論の候補である超弦理論における非摂動的側面をD-brane 同士の散乱過程を通して考察する。具体的には、背景テンソル場中の次元の異なった2種類のD-branesを考え、その散乱過程の物理の詳細を明らかにした。背景テンソル場のためD-branesの内部空間は非可換空間となること、低次元のD-braneは高次元D-braneにおける非可換ソリトンと同定できることを示した。更に、散乱振幅のD-brane上の有効非可換場の理論における計算が、弦理論における計算と一致することも証明し、弦理論の構造の解明に大きな寄与を与えた。博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。