



Title	弦の場の理論のポリヤコフ積分による表現
Author(s)	小倉, 和一
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35967
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、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・(本籍)	小倉和一
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 8054 号
学位授与の日付	昭和 63 年 3 月 25 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	弦の場の理論のポリヤコフ積分による表現
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 圭二 (副査) 教授 森田 正人 教授 小谷 恒之 教授 細谷 曜夫(広島大学) 助教授 佐藤 行

論文内容の要旨

弦理論は近年、重力場を含む統一理論の候補として注目を集めている。それは閉じた弦の理論を量子化すると、そこに重力に相当する場が現れるという事実に依る。更にこの理論を場の理論（弦の場の理論）として取り扱う際に、理論の枠組みそれ自体が大きな制約を受けるが、これは逆に最終理論として有望であると考えられている。弦の場の理論は、1974年にlight-coneゲージに基づいて初めて完成された。これを共変な形で行うことは、最近になって Witten や畠・伊藤・九後・国友・小川のグループによって別個に実現された。後者はループ振幅に於いて問題を残している一方、前者は閉じた弦のみの理論を記述することができない。これらの場の理論以前に Polyakov は Onshell の散乱振幅を計算する統一的な手法を与えていたが、Giddings, Martinec, Witten により先ず Polyakov と Witten の理論が、次いで Giddings, Wolpert, D'Hoker により Polyakov と light-cone ゲージの理論が同一の散乱振幅を与えることが証明された。

本論文では前者の証明で、具体的には示されなかった部分に対して十分初等的な証明を与える。即ち、Witten の理論に於ける Feynman 図の統計因子と写像類群の位数の関係を示すことによって、Polyakov の理論に於けるリーマン面のモデュライの問題、即ち散乱振幅がモデュライ空間上の積分によって与えられるということを一般的に導く。後者に於いては、任意のリーマン面を light-cone 図に共形変形する写像である Mandelstam mapping が重要な働きをする。ここではそれを一般のリーマン面上で具体的に構成して、その Symplectic なモデュラー不变性を証明する。Mandelstam mapping は Mandelstam 自身によって任意の位相において初めて構成され、Schottky 群によって生成される Poincare series を用いて行われていたが、ここでは幾分簡単化されている。

以上のようにして表現された散乱振幅は未だ形式的な表示で表されているが、MandelstamはこれがDual振幅に一致することを特別な極限で示してみせた。ここではこのような仮定を置かずに一般的な証明をTreeとOne loopについて行う。

前述のようにWittenの理論は閉弦のみの系を記述できないが、閉弦の散乱過程の中には閉弦どうしの相互作用が含まれているので、これを取り出して閉弦の共変的な場の理論を作ろうとする試みがある。一方、リーマン面のモデュライの立場から見た場合、Polykovの理論がどの様にしてこれを実現するか分かっていない。境界のある場合や、2つ以上の外線(Puncture)がある場合にはFeynmanの時間変数をリーマン面の全体にわたって一意的に定義することができ、これがそれぞれの場合に場の理論とのつながりを与えていた。しかしながら閉弦のみの理論では時間変数をその様に決める方法が分かっていない。これが今後に残された課題である。

論文の審査結果の要旨

弦理論の取り扱い方には、いくつかの方法が提案されている。一つは、弦を多局所場として取り扱う方法である。この弦の場の理論も、記述方法の相違によって、Light-coneゲージの方法、Wittenの提案による方法、京大グループの提案による方法の3種が知られている。他のひとつはPolyakovの提案によるものである。これは、摂動論の枠内で散乱マトリクス要素を計算するのには便利な方法である。これらの方は、それぞれ一長一短があり、互いに同等のものと考えられてはいたが、同等性の証明が議論されたのは最近のことである。まずGiddings、Martinec、WittenはPolyakovとWittenの理論が、またGiddings、Wolpert、D'HokerはPolyakovとLight-coneゲージの方法が互いに同等であることの証明の概略を与えた。小倉君は本論文で、(1) PolyakovとWittenの同等性の証明を、上記の論文では具体的に示されていなかった部分、特に各弦のFeynman図の重みを、図の統計因子と写像類群の位数の関係を示して、任意の摂動次数において明快な形であたえた。(2) PolyakovとLight-coneの同等性に関しては、Mandelstam写像を一般のリーマン面上で具体的に与えて、そのモジュラー不变性をしめた。(3) Light-coneゲージにおける散乱振幅が双対模型の散乱振幅に一致することを、Mandelstamが特定の極限を取って示していたものを、一般の形を保ちながらTreeとOne-loopのばあいに直接示した。

これらの寄与は、今まで論じられてきた諸理論の同等性の証明を補完しただけではなく、いろいろな具体的表現を明示することによって、弦理論の理解に大きく役立つものである。

以上の諸点を考え、本論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。