

# Relating RNS, GS and Extended Pure Spinor Formalisms for Superstring

東京大学大学院総合文化研究科 相阪有理

E-mail: yuri@hep1.c.u-tokyo.ac.jp

超弦の超ポアンカレ共変的第1量子化法として近年 Berkovits により提案された、ピュア・スピノル (PS) 形式を簡単に紹介し、続いて風間氏 (東大総文) との共同研究により明らかにした、PS 形式と従来の形式との関係について発表した。

**ピュア・スピノル (PS) 形式** 近年、超弦理論の持つ非摂動的性質が活発に調べられる中、様々な背景場—特に D ブレインが源となり生成される Ramond-Ramond (RR) 背景場—の中での超弦理論を解析することの重要性が認識されてきた。この観点から見たとき、既存の定式化—Green-Schwarz (GS) 形式、Ramond-Neveu-Schwarz (RNS) 形式—は満足に行くものではない。すなわち、GS 形式では光円錐的ゲージを取ることができない背景場の取り扱いができない一方、RNS 形式では RR 場の取り扱いが極めて困難である。

そのような中、近年、Berkovits により RR 背景場中の超弦理論の解析へ向けた有望な定式化 (PS 形式) が提案された [1]。PS 形式は、(RR 背景場の取り扱いには原理的な困難のない) GS 形式において、PS 条件と呼ばれる非線型関係式を満たすボソンのスピノル (ピュア・スピノル) を補助的に用いることで、光円錐ゲージ以外でも量子化できるようにしたものと捉えることができる。Berkovits は PS 形式の“自由場”作用、“BRST 演算子”、ツリー・ループ振幅の計算規則を天下一的に与え、それらにより平坦時空中の正しい超弦理論が得られると主張した。

しかし、PS 形式を真に自由場の理論と捉えるためには、拘束条件に従うピュア・スピノルを、その独立な成分を用いてパラメトライズする必要があるが、この点に関して Berkovits の取り扱いは不明瞭であった。また、より根本的な問題として、PS 形式の“BRST 演算子”の背後にあるべき世界面上の対称性が理解されていないことがあげられる。PS 形式を超弦理論の定式化として確立するためには、その背後にあるべき古典的作用を明らかにする必要がある。

**Extended PS (EPS) 形式** PS 形式の古典的作用を追及するため、我々はまず、 $\lambda^\alpha$  の全成分を独立場に昇格すると同時に PS 条件を間接的に課すフェルミオン的なゴースト場を導入し、このより広い演算子空間において PS 形式と等価でより取り扱いが容易である拡張形式 (EPS 形式) を構成した [2]。このように PS 条件を除去した広い空間で定式化することにより、従来の定式化との関係を見通しよく理解することができたので、今回はその点に関して発表した。

まず、理論に含まれる物理的な自由度と非物理的な自由度を、量子論的相似変換を用いて系統的に分離する手法を開発した。そして、この手法を用いることにより、EPS 形式と RNS 形式の物理的自由度が一致することを示した [3]。RNS 形式は超弦理論の世界面上の対称性が非常に見やすい定式化であるため、両者の自由度の対応を理解したことは、将来 EPS 形式を作用原理に基づいて定式化するための重要なステップであったと考えている。

さらに続く研究において、EPS 形式と GS 形式の物理的自由度が完全に一致することも示した [4]。GS 形式は、物理的自由度のみを用いて定式化されており、物理的描像が極めてつかみやすい。EPS 形式の場を GS 形式の場と対応づけ、物理的自由度を同定したことは、今後の研究で EPS 形式を応用していくにあたって、重要な指針となると考えている。

## 参考文献:

- [1] N. Berkovits, JHEP **0004** (2000) 018; JHEP **0009** (2000) 046; JHEP **0108** (2001) 026.
- [2] Y. Aisaka and Y. Kazama, JHEP **0302** (2003) 017, [hep-th/0212316]
- [3] Y. Aisaka and Y. Kazama, JHEP **0308** (2003) 047, [hep-th/0305221]
- [4] Y. Aisaka and Y. Kazama, JHEP **0404** (2004) 070, [hep-th/0404141]