

Deformed Wess-Zumino Model on the Noncommutative Space with Grassmann Number Parameters

東京都立大学 理学研究科 小林 慶重

E-mail: yosh@phys.metro-u.ac.jp

近年、時空及び超空間上の非可換場理論の研究がさかんである。これは超弦理論からの示唆が大きく影響している。定数背景場のある超弦理論の低エネルギー有効理論が、非可換場の理論で記述されるとする研究が複数示されたのである。それらによると、時空座標 $[x^\mu, x^\nu] = i\Theta^{\mu\nu}$ 、あるいは超空間座標 $\{\theta^\alpha, \theta^\beta\} = C^{\alpha\beta}$ ($\Theta^{\mu\nu}$ 、 $C^{\alpha\beta}$ は定数) の非可換性などが実現される。以上の非可換性は4次元(超)時空上の場の理論での定式化があり、よく研究されている。

一方、超空間上にはもうひとつ別の非可換の可能性、即ち時空座標と超空間座標を混ぜる、

$$[x^\mu, \theta^\alpha] = i\lambda^{\mu\alpha} \quad (1)$$

なる関係も考えることができる¹。この非可換性の特徴は、非可換パラメータ λ が Grassmann 定数となることである。しかし、現在までに研究はほとんどない。

我々は、4次元 $\mathcal{N} = 1$ 超空間上で、座標の間に(1)なる非可換性がある場合を想定し、その上での場の理論を解析した。研究はまだほんの入り口ではあるが、いくつか面白い性質を有していることがわかった。本公演はその報告である。

定式化にあたって、1) 代数の結合律、2) chirality の保存、を念頭に(1)を実現する star 積を chiral 座標 $y^\mu = x^\mu + i\theta^\alpha \sigma_{\alpha\beta}^\mu \theta^\beta$ を使い、

$$\star = \exp \left[\frac{i}{2} \lambda^{\mu\alpha} \left(\frac{\overleftarrow{\partial}}{\partial y^\mu} \frac{\overrightarrow{\partial}}{\partial \theta^\alpha} - \frac{\overleftarrow{\partial}}{\partial \theta^\alpha} \frac{\overrightarrow{\partial}}{\partial y^\mu} \right) \right] \quad (2)$$

で定義した。これは結合律を満たし、chiral superfield 同士の積を chiral superfield に写す。

Wess-Zumino 模型を用い、この空間上で理論がどう変化するかを調べた。Minkowski 空間で理論を Hermite に保ちながら定式化すると、Wess-Zumino 模型は deform され超対称性が全て破れた ($\mathcal{N} = 0$) 理論となる。補助場の運動方程式は補助場の微分項を含むやっかいな形に deform されるが、これは λ の nilpotency によって容易に解くことができる。 λ の nilpotency はこの非可換性のユニークな特徴であり、いくつかの場面で理論の取り扱いを容易にする。

さらに量子論的性質を調べるため、真空ダイアグラムの評価を行なった。2-loop 以降には λ を含む新たな真空ダイアグラムが現れるが、少なくとも非自明な効果の現れる最低次 $\mathcal{O}(\lambda^2)$ では、超対称性が破れているにもかかわらずこれらが完全に相殺していることがわかった。

さらなる詳細は以下をご覧ください。

Y. Kobayashi and S. Sasaki, Phys. Rev. **D72**(2005)065015 [hep-th/0505011].

¹10次元のTYPE IIB超弦理論で gravitino 背景場がある場合に、このような非可換性が現れるという研究がある。4次元時空ではまだ示されていない。