

Title	Auxiliary Field Formulation of Supersymmetric Nonlinear Sigma Models
Author(s)	新田, 宗人
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41929
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	新 田 宗 人
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 15148 号
学位授与年月日	平成12年3月24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	Auxiliary Field Formulation of Supersymmetric Nonlinear Sigma Models (超対称非線形シグマ模型の補助場による定式化)
論文審査委員	(主査) 教授 東島 清
	(副査) 教授 大坪 久夫 教授 高杉 英一 助教授 太田 信義 助教授 糸山 浩

論文内容の要旨

本論文では、 $N=1$ の超対称性をもった場の理論の解析を行う。 $N=1$ の超対称理論のラグランジアンは、F項とD項からなっており、それぞれスーパーポテンシャル、ケーラーポテンシャルと呼ばれている。ラグランジアンがある対称性を持っている場合、スーパーポテンシャルは正則なために、その対称性は複素化される。一方、ケーラーポテンシャルについては正則でないので、対称性は複素化されない。

一般に、重い粒子を積分して得られる、軽い粒子の低エネルギーにおける振舞いを記述する有効理論は、非線形シグマ模型となっている。 $N=1$ の超対称性がある場合、この非線形シグマ模型のターゲット空間が、ケーラー多様体と呼ばれる一種の複素多様体になる。超対称性を保ったまま大域的対称性が自発的に破れると、一般には、南部ゴールドストーン (NG) ボソン以外に、余分なゼロ質量粒子として、擬南部ゴールドストーン (QNG) ボソンが現れる。この際、これらの低エネルギーの振舞いを記述する非線形シグマ模型のターゲット空間は、複素化された商空間となる。非線形表現の方法を用いると、この空間のケーラーポテンシャルを求めることが出来、低エネルギー理論が決定される。QNG ボソンがない場合は、ターゲット空間はNG ボソンのみで張られるためコンパクトになり、これにともないケーラーポテンシャルが一意的に決まる。一方、元の理論にゲージ対称性がない場合は、必ずQNG ボソンが現れ、そのためにターゲット空間が非コンパクトになる。この場合、対称性はコンパクト群のままにもかかわらず、ターゲット空間が非コンパクトなために、ケーラーポテンシャルには任意関数が含まれる。

本論文では、コンパクトな超対称非線形シグマ模型を得るために、補助場の方法を用いる。補助場として、カイラル超場とベクトル (ゲージ) 超場を導入すると、それらを積分して得られる拘束条件は、それぞれF項条件、D項条件として現れる。まずF項条件を解くと、ターゲット空間は、QNG ボソンのために非コンパクトになる。さらに、D項条件により、非コンパクトな方向はゲージ場に吸収される。このようにして、エルミート対称空間という特別なクラスについて、補助場を用いてコンパクトな模型を定式化することに成功した。

また、ゲージ場の経路積分は、一種のルジャンドル変換と考えられる。この際、超対称性がない理論では、古典的経路はWKB近似に過ぎないが、超対称性のある場合には相殺が起こり、ルジャンドル変換が厳密に成立することを示した。また、QNG ボソンのために現れるケーラーポテンシャルの任意性が、ゲージ場の積分に伴い消えることも示した。

本論文で発展された方法は、非摂動効果の解析に役立つものと期待される。

論文審査の結果の要旨

超対称性を持つ非線形場の理論では、場はケーラー多様体に値を持つ。超対称性を保ったまま、大域的対称性が破れると、一般には南部ゴールドストーン (NG) 粒子の他に擬南部ゴールドストーン (QNG) 粒子と呼ばれるゼロ質量の粒子が現れる。これらの粒子は、対称性の破れに伴う商空間の座標と見なすことができるが、QNG 粒子はノンコンパクトは方向の自由度を表しており、大域的対称性の破れだけでは決まらない任意性をケーラーポテンシャルに持ち込んでしまう。

本論文では、QNG 粒子が現れないコンパクトな超対称非線形モデルを得るために、補助場の方法を用いた。カイラル超場とゲージ超場を補助場として用いることにより、QNG 粒子の自由度をゲージ自由度として捨象する事に成功した。エルミート対称空間という特別なクラスの場合に、補助場を用いてコンパクトな超対称非線形モデルを定式化することができた。

本論文は博士 (理学) の学位論文として、十分価値あるものと認められる。