



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	On the constraints in off-shell formulations of $D=N=2$ and $D=N=4$ super Yang-Mills theories with a gauged central charge [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	浅賀, 圭祐
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第11374号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55433
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Keisuke_Asaka_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 浅 賀 圭 祐

学 位 論 文 題 名

On the constraints in off-shell formulations of $D=N=2$ and $D=N=4$
super Yang-Mills theories with a gauged central charge

(ゲージ化された中心電荷を含みオフシェルで成り立つ 2 次元 $N=2$ 及び
4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論における拘束条件式に関する研究)

中心電荷を含む超対称ゲージ理論にはその成分場に対する拘束条件を与える関係式が現れることが知られている。本研究では、2 次元 $N=2$ 及び 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論において、そのような拘束条件式が不可避なものかどうかを調べた。

現在の素粒子論において、超対称性は最も重要な対称性のうちの一つである。この対称性を持つ理論の中でも 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論はとりわけ興味の持たれる理論である。多くの理論においてその超対称性はオフシェル（超対称性の代数が閉じるために運動方程式を必要としない）で実現され得るが、 R 対称性が $SU(4)$ の 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論はオンシェル（超対称性の代数が閉じるために運動方程式を必要とする）で成立するものしか知られていない。しかしながら、 R 対称性を $SU(4)$ から $USp(4)$ に変更し、理論に中心電荷を含めることで超対称性が off-shell で成立することが知られている。つまり、中心電荷を含む 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論 (R 対称性 $USp(4)$) はオフシェルで成立する。このとき中心電荷は、中心電荷変換という形で理論に含まれる。しかしこの理論は、これまで知られている限り、理論を構成する場の間に非自明な拘束条件式を含んだ形で成立している。この拘束条件式の存在はあまり良い性質を持つものではない。そこで、中心電荷を含む超対称ヤン・ミルズ理論において、このような拘束条件式の存在は不可避なものかどうかを調べることは意味のあることであり、本論文ではそれをテーマにしている。

本研究では（ディラック・ケーラー）ツイストされた超対称を持つ理論を考える。ただし本研究の結果は、対応するツイストされていない通常の理論についても成り立つと考えられる。また、理論を構成する手法としては超接続法を用いた。

まず、中心電荷を含むツイストされた 2 次元 $N=2$ 超対称ヤン・ミルズ理論について調べた。この理論には最大で 2 つの中心電荷が存在する。そして A モデルと B モデルと呼ばれる種類のモデルが構成できる。A モデルに関しては、拘束条件式が存在することが既に知られていた。しかし本研究によって、B モデルに関してはそのような拘束条件式を必要とせずに理論を構成出来ることがわかった。このことは中心電荷の取り方を工夫すること、つまり中心電荷を 2 つ取り入れ、その 2 つをある形で互いに従属させることにより実現した。この結果は中心電荷を含む超対称ヤン・ミルズ理論の理解について新しい知見を与えるものと言える。

次に、この結果をもとに、中心電荷を含むツイストされた 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論について調べた。この理論には最大で 4 つの中心電荷が存在する。しかしながら、先の 2 次元の場合のように 4 つの中心電荷を最も一般的な形で互いに従属させて取り入れても、拘束条件式を必要としないモデルを構成することは出来ないことが明らかとなった。加えて、4 つの中心電荷のうちどれか 1 つのみを取り入れたモデル 4 つをすべて構成したが、いずれのモデルもオフシェルで成立するが、拘束条件式を必要とすることが示された。

以上をまとめると、まず、中心電荷を含む 2 次元 $N=2$ 超対称ヤン・ミルズ理論において、複数個の中心電荷を互いに従属させることにより、拘束条件式を含まないモデルの構成が可能であることを明らかにした。次に、この方法を 4 次元 $N=4$ 超対称ヤン・ミルズ理論に適用するだけでは、拘束条件式を含まないモデルは構成できないことを明らかにした。そして、この理論に存在する 4 つの中心電荷のうちただ 1 つを含んだすべてのモデルを構成し、いずれも拘束条件式を必要とすることを明らかにした。