

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19740120

研究課題名（和文） 超対称理論における非摂動効果の局所化の方法を用いた研究

研究課題名（英文） Studies of non-perturbative effects in supersymmetric theories by the localization method

研究代表者

太田 和俊 (OHTA KAZUTOSHI)

明治学院大学・法学部・専任講師

研究者番号：80442937

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学（素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理）

キーワード：素粒子論、数理物理、超対称理論、非摂動効果、局所化の方法、行列模型、低次元ゲージ理論、ソリトン

1. 研究計画の概要

本研究では局所化の方法と呼ばれる計算手法及びトロピカル幾何学と呼ばれる概念を中心に据え、超対称ゲージ理論・超弦理論における非摂動効果の諸問題に対して応用し、様々な角度から理解を深めていく事を目的とする。具体的には次にあげる項目の問題に関して局所化の方法を適用し解析を行っていく。

- (1) 超対称ゲージ理論におけるソリトンの非摂動論的な寄与との関連
- (2) 格子ゲージ理論として構成された超対称ゲージ理論(位相的場の理論)における非摂動効果
- (3) Quiver ゲージ理論と呼ばれる超対称ゲージ理論に対する非摂動効果
- (4) 超対称ゲージ理論を簡約化する事によって得られる行列模型における分配関数と物理量の計算とラージ N 極限

2. 研究の進捗状況

- (1) 低次元ゲージ理論の行列正則化に関する研究を行った。低次元ゲージ理論を次元簡約化する事によって得られた行列模型に対して、その性質とラージ N 極限に関する議論を行い、その理論の分配関数の計算では局所化の方法が重要である事を見だし、行列模型の分配関数を厳密に計算する事に成功した。その結果、ラージ N 極限で元の連続的な低次元ゲージ理論がどのように再現されるか、分配関数のレベルで正確に理解する事が出来た。
- (2) 超対称ゲージ理論におけるソリトン解と

トロピカル幾何やアメーバと呼ばれる数学概念との結びつきに関する研究を行った。ソリトンの電荷分布等の物理的な量が数学的な量と密接に関係している事を見いだした。

- (3) 超対称性の自発的な破れをゲージ理論における双対性の立場から研究を行った。M 理論におけるブレインの配置を活用し、ゲージ理論の双対性によってどのように超対称性が幾何学的に良く理解できる事を示した。
- (4) ゲージ理論の双対性がカスケード的に繰り返される模型で、超対称性を破る質量項や結合定数が繰り込み群の流れでどのように変化していくかについて詳細な研究を行った。
- (5) 余次元空間方向に対して座標依存性を持つゲージ結合定数を用いて、ドメインウォール上にはゲージ場が局在化し、より次元の低い空間にゲージ理論が現れるかについて研究を行った。この研究で明らかになった機構を用いると、弱結合領域での低エネルギー有効理論として質量を持たないベクトル場と質量ギャップが現れる事を示した。さらに、そのベクトル場はクーロン則に従うことがわかり、このことから、ドメインウォール上にはゲージ理論が局在化していると結論された。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

研究期間途中で所属が移り、それまで行っていた共同研究の継続等に支障をきたしたため。また、異動に伴う研究時間の不足も理由

に挙げられる。

4. 今後の研究の推進方策

- (1) 積極的に共同研究者との会合を行い、滞っていた研究を再会したい。
- (2) 研究途中のまま結果となっていない業績があるので、論文にまとめ発表を行いたい。
- (3) 新規の研究についても今後は積極的に始めていきたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① T. Ishii, G. Ishiki, K. Ohta, S. Shimasaki, A. Tsuchiya, On relationships among Chern-Simons theory, BF theory and matrix model, Prog. Theor. Phys. 119(2008)863-882、査読有
- ② T. Fujimori, M. Nitta, K. Ohta, N. Sakai, M. Yamazaki, Intersecting Solitons, Amoeba and Tropical Geometry, Phys. Rev. D78(2008)105004、査読有
- ③ K. Ohta, T-S. Tai, Extended MQCD and SUSY/non-SUSY duality, JHEP0809(2008)033、査読有
- ④ H. Abe, T. Higaki, T. Kobayashi, K. Ohta, Y. Omura, H. Terao, Duality cascade of softly broken supersymmetric theories, Phys. Rev. D79(2008)045003、査読有
- ⑤ G. Ishiki, K. Ohta, S. Shimasaki, A. Tsuchiya, Two-Dimensional Gauge Theory and Matrix Model, Phys. Lett. B672(2008)289-293、査読有

[学会発表] (計6件)

- ① 太田和俊、Counting BPS solitons and applications, 15th International Conference on Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions (SUSY07)、2007年7月31日、カールスルーエ(ドイツ)
- ② 瀧見知久、位相的場の理論の格子正則化、日本物理学会第62回年次大会、2007年9月21日、北海道大学
- ③ 伊敷吾郎、Chern-Simons理論と2次元BF理論の関係と位相的弦理論、日本物理学会第62回年次大会、2007年9月24日、北海道大学
- ④ 伊敷吾郎、Chern-Simons理論と2次元BF理論の行列模型による記述について、日本物理学会第63回年次大会、2008年3月24日、近畿大学
- ⑤ 太田和俊、超対称ゲージ理論とトロピカ

ル幾何、日本物理学会2008年秋季大会、2008年9月23日、山形大学

- ⑥ 島崎信二、 $N=1$ 行列模型による2次元BF理論と3次元Chern-Simons理論の記述について、日本物理学会2008年秋季大会、2008年9月23日、山形大学