

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	強結合領域におけるN=2超対称量子色力学の量子周期
Title(English)	Quantum periods for N=2 Supersymmetric QCD at strong coupling
著者(和文)	大久保隆史
Author(English)	Takafumi Okubo
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11039号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊藤 克司,今村 洋介,慈道 大介,山口 昌英,陣内 修
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11039号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	大久保隆史	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	伊藤克司		教授	陣内修	准教授
	審査員	今村洋介		准教授		
		慈道大介		教授		
	山口昌英		教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

近年超対称ゲージ理論における非摂動効果や強結合の物理の研究が大きく進展している。特に超対称荷を2組持つ  $N=2$  超対称ゲージ理論は、1994年に低エネルギー有効理論の厳密解が Seiberg-Witten により提案されて以来大きな進展がある。Nekrasov は  $N=2$  ゲージ理論の経路積分を  $\Omega$  背景場を導入し理論を正則化することで、弱結合領域における分配関数の厳密な表式を得た。その分配関数は、2次元共形場理論の共形ブロックや可積分系との対応など数理論理学上興味深い性質を有しており、多くの研究がなされてきた。しかし強結合領域では Nekrasov の分配関数は適用できないため、新しい手法が必要となる。Nekrasov-Shatashvili は、 $\Omega$  背景場を特徴づける2個のパラメータの1つを0にする極限において、その低エネルギー有効理論の真空がある種の Bohr-Sommerfeld 量子化条件で決定されることを発見した。さらに Mironov-Morozov は、Nekrasov-Shatashvili 極限を再現する Seiberg-Witten 曲線の量子化を提案し、 $SU(2)$  ゲージ理論の場合に弱結合領域における分配関数を再現することを示した。量子 Seiberg-Witten 曲線は強結合領域でも適用される方法であると期待されるため、その強結合における効果を調べることは重要な問題である。本論文では、モジュライ空間の強結合領域に現れる特異点近傍における、量子 Seiberg-Witten 曲線から得られる量子周期の振る舞いを  $N=2$   $SU(2)$  超対称色力学理論において議論し、さらに  $SU(N)$  超対称色力学のくりこみ群の固定点に現れる超共形場理論(Argyres-Douglas 理論)における量子周期積分のみたす関係式を Planck 定数の4次まで具体的に決定した。

本論文”Quantum periods for  $N=2$  Supersymmetric QCD at strong coupling”は、申請者の2本の共著論文に基づき、申請者の寄与を中心として書き下ろされたものである。本論文は7つの章と4つの補遺から構成されている。第1章”Introduction”では  $N=2$  超対称ゲージ理論、 $\Omega$  背景場、量子 Seiberg-Witten 曲線の導入を行い論文の背景、動機を説明している。第2章”Seiberg-Witten Theory”は  $N=2$  超対称ゲージ理論の低エネルギー有効理論の厳密解を与える Seiberg-Witten 理論について説明している。第3章”Argyres-Douglas Theory”では強結合領域に現れるくりこみ群の固定点上に実現される  $N=2$  超共形場理論である Argyres-Douglas 理論について説明している。第4章” $\Omega$  deformed  $N=2$  supersymmetric gauge theory”では  $\Omega$  背景場と Nekrasov 分配関数、Nekrasov-Shatashvili 極限について簡潔に説明し、レビューの部分を終えている。第5章”Quantum periods for  $N=2$   $SU(2)$  SQCD”では量子 Seiberg-Witten 曲線の構成とその WKB 解について説明したのち、 $N=2$   $SU(2)$  超対称色力学(SQCD)に対し量子 Seiberg-Witten 曲線の手法を適用し、強結合において基本粒子として出現するモノポールが零質量になる近傍で量子周期を計算し、モノポールが零質量になる真空のモジュライパラメータの値が量子効果でシフトするという現象を見出している。第6章”Quantum periods for Argyres-Douglas theory”では  $SU(2)$  SQCD の強結合領域でモノポールやダイオンなどの粒子やクォーク等の粒子が同時に零質量になる特異点上で実現される超共形場理論である Argyres-Douglas 理論における量子周期に詳しく解析した後、それを一般の  $SU(N)$  SQCD に拡張し量子周期における補正項を具体的に評価している。第7章”Conclusions and Discussions”では本論文のまとめと今後の発展について述べている。続く4つの補遺は、超対称性の補足説明と詳しい計算結果をまとめたものである。本論文は、量子 Seiberg-Witten 曲線を強結合領域の超対称ゲージ理論に応用し、特に典型的なゲージ理論から得られる超共形場理論の量子 Seiberg-Witten 曲線と量子周期の系統的な解析を行ったものであり、場の理論や超弦理論の分野に大きな寄与を与えるものである。またこの論文の幅広い内容は、申請者の知見の広さと研究能力の高さを表している。よって本論文は、博士(理学)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。