

# 論文審査の結果の要旨

氏名 李 泰憲

本論文は5章からなる。第1章は、イントロダクションであり、本論文で得られた結果についての簡単にまとめられている。第2章では本論文で主要な役割を果たす数学の概念であるボルディズム群について解説されている。また第3章では invertible QFT (可逆な場の量子論) についてのその定義といくつかの例についてのべられている。第4章は対称性とアノマリーのレビューであり、高階微分形式で描かれるゲージ対称性、量子異常と't Hooft の量子異常一致関係式などについてまとめられている。

本論文のテーマはゲージ理論の量子異常に関連する位相幾何学的な解析である。紫外領域で定義されているゲージ理論の量子異常は't Hooft のアノマリー一致則により赤外極限における Wess-Zumino-Witten (WZW) 項と結び付けられている。WZW 項は一つ次元が高い空間で定義されており、もともとの空間で矛盾なく定義されるかは全体にかかる係数に依存している。この係数に対する制約はこれまでコホモロジー群を用いて解析される場合が多かった。この論文ではボルディズム群の方がより正確な判定法を与えることを示した。ボルディズム群とは一つ次元が高い多様体の境界という概念を用いて多様体を分類する手法である。このような考え方を提案した先行研究としては Freed らによる一連の論文があげられる。通常のコホモロジーの議論では WZW 項の係数は整数でなくてはいけなかったことが分かっていたが、Freed は解析をすすめることにより2の倍数でなくてはならないことを示した。このようなよりきつい制限が必要となるのはボルディズムの考察を行うとどうじに、WZW 項を定義する多様体のスピン構造を考慮する必要があるからである。本来 WZW 項はボソン場で定義されているが紫外極限を与えるゲージ理論がフェルミオンを含むためこの様なより詳細な無矛盾条件が必要となる。

本論文、第5章では Freed らにより行われたボルディズム群による解析を、最近発展している新しい概念である invertible QFT の立場でより系統的に調べている。第5章の結果は Freed らによる結果を超えるものではないが方法論的な発展を与えるものである。さらに第6章では解析を直交群に拡張し、WZW 項の係数が4の倍数になる必要があることを示している。これらの無矛盾性条件の導出は Freed らによる手法では難しかったものであり著者らによる Invertible QFT とボルディズムを組み合わせにより新たに解析が可能となった。

なお、本論文の第5章と第6章は、東京大学 IPMU 立川裕二教授と物理学専攻の大森寛太郎助教との共同研究であるが、論文提出者が解析の部分について主体的に分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士(理学)の学位を授与できると認める。