



Title	The Algebraic Structure of Anomalies and Gaussian Factors
Author(s)	長部, 敏
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38096
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">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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	おさ べ さとし 長 部 敏
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 5 8 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 年 3 月 25 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	The Algebraic Structure of Anomalies and Gaussian Factors (量子異常項の代数的構造とガウス因子)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高杉 英一 (副査) 教 授 吉川 圭二 助教授 太田 信義 助教授 窪田 高弘 助教授 糸山 浩

論 文 内 容 の 要 旨

場の理論では、古典論で成立していたゲージ対称性が量子効果であるゲージ量子異常項によってそなわれることがある。内部矛盾のない理論を得るためには異常項が相殺されなければならない。高次元時空での理論における異常項の研究は、異常項の相殺が弦理論のような統一理論のモデル構築に対して強い制限を与えるので重要である。異常項の計算法には主に三つある。1. ダイアグラム計算。これは異常項の起源や代数的性質を理解するには不向きである。2. 経路積分における藤川の方法。この方法では、異常項の起源が積分測度の変換に対する変化にあると理解されている。3. Atiyah-Singer の指数定理にもとづくトポロジカルな方法。この方法では特性類の理論が用いられる。トポロジカルな方法は、異常項の具体的な形と代数的性質の両方を導出するのに適しているが、藤川の方法では、代数的性質が明かではない。またダイアグラム計算、藤川の方法では、二つの正則化の仕方が知られており、その結果、二つのタイプ、共変形式と無矛盾式の異常項が生じる。

この論文では最初に、藤川の方法で与えられる異常項の公式から直接的に、異常項の知られている代数的性質の大部分を引き出すことを試みる。異常項の公式は汎関数空間におけるトレースで表され、微分演算子からなるガウス因子が含まれる。微分演算子とガウス因子の間の代数的関係を利用することにより異常項の代数的性質を得ることができ。藤川の方法では明らかではなかった無矛盾形式が Wess-Zumino の無矛盾条件をみたすことや、無矛盾形式と共変形式の間の関係を導出した。特に、この方法により、トポロジカルな方法でさえ取り扱えない異常項のパリティ保存部分の議論が可能になった。具体的な摂動計算をへることなしに、それに対する局所相殺項の簡単な表現を得てそれが相殺可能であることを示した。

次に、この方法により、演算子法において正則化の選び方から生ずるあいまいさを取り扱う。Schwinger のパラメーター積分を用いて、背景ゲージ場におけるゲージ・カレントの期待値を正則化する処方を採用する。このときあいまいさが生じることを示し、無矛盾形式と共変形式を含む一般的な形の異常項をみつけた。この方法では、異なる形の異常項がゲージ・カレントの再定義によってお互いに関係することがわかる。この方法を重力量子異常項に応用し、重力的矛盾形式を与える正則化の仕方をみつけた。

この論文で用いたガウス因子正則化は、他の議論にも役立つであろう。この正則化により、トポロジカルな方法で知られているゲージ・重力量子異常項と 2 次元高い空間における軸性異常項との関係を引き出すことや、さらに、弦理論における異常項にトポロジカルな解釈を与えることができるようになるであろう。

論文審査の結果の要旨

古典論で存在した対称性が量子効果で破れる現象は量子異常と呼ばれているが、内部矛盾のない理論を構成するためには、量子異常が発生しないようにしなければならない。長部君は経路積分に基づく藤川の方法を用いて異常項の代数的性質を非摂動的に扱う方法を開発した。この方法を用い、無矛盾形式が Wess-Zumino の無矛盾条件をみたすことや、無矛盾形式と共変形式の関係を導出した。また、異常項のパリティ保存部分の議論が可能になり、それを相殺する局所相殺項の簡単な表現を求めた。

さらに、演算子法において正則化に起因するあいまいさを調べ、無矛盾形式や共変形式を含む一般的な異常項の形をみつけ、異なる形の異常項がゲージカレントの再定義によってお互いに関係することを明らかにした。この方法を重力異常に応用し、重力的無矛盾形式を与える正則化の仕方をみつけた。

以上の内容を検討した結果、この論文は博士論文として十分な価値があるものとして認める。