

氏名(本籍)	伊藤敏晴(岩手県)				
学位の種類	理学博士				
学位記番号	博甲第645号				
学位授与年月日	平成元年3月25日				
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当				
審査研究科	物理学研究科				
学位論文題目	A Particle-Picture Approach to Anomalies in Chiral Gauge Theories (カイラルゲージ理論のアノマリーに対する粒子描像アプローチ)				
主査	筑波大学教授	理学博士	亀	淵	迪
副査	筑波大学教授	理学博士	原	康	夫
副査	筑波大学教授	理学博士	岩	崎	洋一
副査	筑波大学助教授	理学博士	宇	川	彰

論 文 の 要 旨

場の量子論は、現在、物質の最も基礎的な理論と考えられているが、他方それは決定的な内部矛盾を含んでいる事も、またよく知られている。即ち、「発散」と「アノマリー（異常性）」に関わる問題である。本論文の主題とする後者の問題は、古典場のもつ対称性が、量子場に移行すると破れてしまうという現象である。しかもこの破れは、単に形式的・技術的なものではなく、ある場合には物理的に要請される現象でもあり、この点に当該問題の重要性と複雑さがある。

場は本来、無限自由度の体系であり、この事が発散とアノマリーの原因であるとされている。両者は従って密接に関連しあっており、ために後者の本質的解明が著しく困難となっている。そこで本論文では、場の量子化に対して、通常のものとは異った所謂「粒子描像アプローチ」を採用する。その結果、上記両問題を切り離して論ずる事が可能となり、アノマリーの本質、その物理的意味が明確となる。

著者のアプローチでは、ゲージ場は外場として取扱い、系の時間発展は、この外場中でのフェルミオン場の波動方程式によって記述される。量子化は入射、放出の両漸近場を通じて行うので、理論の粒子的意味が明確である。更に、外場に対して適当な条件を仮定すれば、S行列その他、すべての物理量が厳密に定義され、理論は従って発散を含まなくなる。

上記の方法により著者は、先ずカイラルU(1)アノマリーを検討する。この場合、対称性の破れは、数学的には外場のもつトポロジカルな性質に、物理的には粒子・反粒子の異常生滅と関連づけられる。この結果は、他の方法によるものと一致するが、著者の場合には議論が通常の時空で行われて

いるので、その物理的解釈が容易となる。

他方ゲージアノマリーに対しては、上記の場合とは異なり、粒子・反粒子の異常生滅とは無関係であり、問題はS行列の位相のゲージ依存性に集約されてくる。しかしながら、波動方程式のみからは、位相を決定する事はできない。このため著者は、真空状態の位相が時間発展と共に、ファイバー束と見做される状態空間を、ある接続の下に平行移動すると仮定する。この場合、接続の任意性は、量子化法の自由度に対応し、接続を0とすればアノマリーは消失する。結果は物理的に好ましいものであり、他の著者の結果とも整合している。これは、接続の適当な選択により、ゲージ不変に量子化を実行し得る、との可能性を示唆するものである。

最後に著者は、ゲージ場をも量子化する際の径路積分の方法に対し、一つの改良の可能性を指摘している。

審 査 の 要 旨

本論文の成果は、以下の通りである。(1)アノマリーの問題を、発散の問題とは分離して論じ得る事を示した;(2)状態の位相が当該問題において重要な役割を演ずる事を見出した;(3)通常の時空間で議論しているので、結果の物理的意味が明確となった。かように本論文は、アノマリー問題に対して、一つの新しい観点と有力な方法を提供したものであり、当該分野の研究に貢献する所大であると認められる。

よって、著者は理学博士の学位をうけるのに十分な資格があるものと認める。