

氏名	ふく だ たけ し 福 田 剛 司
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2751 号
学位授与の日付	平 成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学位論文題目	How to Approach $n=1$ Super-Liouville Theory ( $n=1$ スーパーリユービル理論の解析方法)

論文調査委員 (主 査) 教 授 二 宮 正 夫 教 授 青 山 秀 明 教 授 中 村 卓 史

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、申請者とその共同研究者による境界のある世界面上でのスーパーリユービル理論の解析を主な内容としている。

論文は、共形場の理論について簡単に触れた後、1990年代半ば以降のリユービル理論の発展を概観することから始まっている。共形場の理論の基本的な説明のあと、境界がある場合、超対称性がある場合などの共形場の理論における一般論を展開している。次に、リユービル理論の基本事項を確認した後、縮退表現を使った手法や、境界のある世界面上でのリユービル理論、さらには擬球面上でのリユービル理論、境界相互作用と境界条件の関係などについての記述があり、リユービル理論についての近年の発展をほぼ全て網羅する内容となっている。これらの部分は完全なレビュー部分であるが、リユービル理論に特有の概念を順次説明していくことで申請者らの研究への動機付けとなっている。また、やや特異な研究分野である共形場の理論やリユービル理論についての説明をすることで分野を問わず、興味ある者が容易に読み進められるように工夫されている。

後半は申請者らの共同研究の解説に充てられている。前半部分で説明された、リユービル理論に関する解析手法をどのように超対称化するべきかが詳細に説明されている。本論文では、境界のない世界面上のスーパーリユービル理論の構造定数を決定した後、本論文の主題である境界のある世界面上のスーパーリユービル理論について説明している。そこでは、1点相関関数や境界状態と相互作用の関係、2点相関関数を求め、さらにそれらの整合性を見ている。これらの解析にはかなり複雑な計算と、位相などの慎重な取り扱いが求められている。その一つ一つの過程を通して、申請者らは解析に必要な情報を吟味し、適当な取り扱いを決定することで、結果として無矛盾な物理量が得られることを示している。論文で採用された位相の取り扱いは一見すると非常に特異ではあるが、得られた結果が物理的要請を満たしていることからその正当性が主張されている。

次のようにも言うことができる。申請者らはリユービル理論に対して発展してきた手法は、リユービル理論を超対称化したときにも利用できると考えている。本論文の結果は、そういった手法を使って得られる物理量が無矛盾になるようなスーパーリユービル理論の構築法を見つけたということである。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者は近年のリユービル理論の発展に触発され、その超対称化を試み成功している。その試みと成功はリユービル理論そのものや、その応用に対して大きな前進であると言える。

論文は、共形場の理論について簡単に触れた後、1990年代半ば以降のリユービル理論の発展を概観することから始まっている。この部分は完全なレビュー部分であるが、リユービル理論に特有の概念を順次説明していくことで申請者らの研究への動機付けとなっている。また、やや特異な研究分野である共形場の理論やリユービル理論についての説明をすることによ

り分野を問わず、興味ある者が容易に読み進められるように工夫されている。この結果前半部分は後半への導入という意味に加え、他に例のないレビュー記事としての価値を持っている。

次に、後半は申請者らの共同研究の解説に当てられている。前半部分で説明された、リュービル理論に関する解析手法をどのように超対称化すべきかが詳細に説明されている。論文では具体的に、相関関数を始め、境界状態の分類や境界相互作用についての解析が行われている。解析にはかなり複雑な計算と、位相などの慎重な取り扱いが求められている。その一つ一つの過程を通して、申請者らは解析に必要な情報を吟味し、結果として無矛盾な物理量が得られることを示している。また、得られた結果に対して加えられた物理的な考察は、その複雑な計算と巧妙な取り扱いが正しかったことを示している。また、本論文の至るところで微分方程式の解法や複素積分の解析的評価など、特殊かつ独特な計算手法が駆使されていることも見逃すことはできない。このように本論文は、申請者らのリュービル理論に対する知識とその技術的素養をもって執筆されたものと言える。得られた結果は申請者らによる独創的なものであるが、むしろ申請者らだけにしか導けなかった結果だと言うべきものである。

申請者らによる緻密な計算により得られた結果は、最近の超弦理論と行列模型の関係を論じる際に利用されるなど、この分野の発展に貢献をしている。このことから申請者らの研究は単なるリュービル理論の超対称化という意味以上に、本質的な部分を持った研究であることがわかる。

よって、本申請論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。