

氏 名 今里 晴敦

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大甲第 1495 号

学位授与の日付 平成 24 年 3 月 23 日

学位授与の要件 高エネルギー加速器科学研究科 素粒子原子核専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 超重力の解生成とアノーマリー相殺

論文審査委員 主 査 准教授 筒井 泉
講師 溝口 俊弥
教授 北澤 良久
准教授 森松 治
教授 初田 真知子 順天堂大学

論文内容の要旨

本論文は、超弦あるいは超重力に存在するブラックホールならびにブレーンに関する2つの話題について論じたものである。

まず前半部分は、5次元ミニマル超重力理論に1つの空間的または時間的なキリングベクトル（等長変換を引き起こすベクトル場）の存在を仮定したときに現れる $SL(2, \mathbb{R})$ 不変性を用いて、新しいカルツァ・クラインブラックホール解を生成する系統的な手法について述べた。5次元カルツァ・クラインブラックホールは、そのホライズンは3次元球面だが無限遠方では4次元ミンコフスキー空間と半径一定の1次元円環の直積に近づくようなブラックホールであり、5次元ミニマル超重力の場合には6つのパラメータで特徴づけられることが知られているが、その具体形は未知である。この前半部分では、このような一般的な解を得るための手法を開発するために次元縮約に伴う対称性を用いて解を生成する例として、2つの既に知られた解を再導出した。

一方、後半部分では、10次元 $SO(32)$ ヘテロティック弦理論が許容する6次元的オブジェクトである5ブレーン上にゼロモードとして存在するカイラルフェルミオンのアノマリーが、11次元におけるM5ブレーンで相殺機構と同様に、ブレーン外からのアノマリー流入によって互いに相殺することを示した。

博士論文の審査結果の要旨

本論文は、超弦あるいは超重力に存在するブラックホールならびにブレーンに関する2つの話題について論じたものである。前半部分は、5次元ミニマル超重力理論に1つの空間的または時間的なキリングベクトル（等長変換を引き起こすベクトル場）の存在を仮定したときに現れる $SL(2,R)$ 不変性を用いて、新しいカルツァ・クラインブラックホール解を生成する系統的な手法について述べられている。5次元カルツァ・クラインブラックホールは、そのホライズンは3次元球面だが無限遠方では4次元ミンコフスキー空間と半径一定の1次元円環の直積に近づくようなブラックホールであり、5次元ミニマル超重力の場合には6つのパラメータで特徴づけられることが知られているが、その具体形は未知である。この前半部分では、このような一般的な解を得るための手法を開発するために、次元縮約に伴う対称性を用いて解を生成する例として、2つの既に知られた解を再導出している。後半部分では、10次元 $SO(32)$ ヘテロティック弦理論が許容する6次元的オブジェクトである5ブレーン上にゼロモードとして存在するカイラルフェルミオンのアノマリーが、ブレーン外からのアノマリー流入によって相殺する機構に関する、提出者による新しい考察が述べられている。

5次元ミニマル超重力理論は、その作用の形や構成する場の種類、あるいは存在可能なブレーン解や対称性など、多くの点においてM理論の低エネルギー有効理論とされている11次元超重力理論と類似性をもつ、他に類を見ない低次元超重力理論である。本研究では、そのような5次元ミニマル超重力を11次元超重力のトイモデルと位置づけ、そこでの対称性による厳密解の構成を行なったものであり、今までに知られていなかった新しい解の生成はできなかったものの、その手法はより一般的な解の構成に適用可能な専門的内容を含むものである。また後半部分では5次元および11次元理論に存在するカイラルなブレーン上に局在する場のアノマリーの相殺機構（いわゆるアノマリーインフロー）を応用して、素粒子現象論的応用の観点からより現実的なヘテロティック弦のブレーン上でも同様のアノマリー収支が成り立つことを示したものであり、その内容は査読つき欧文雑誌に既に掲載され、また日本物理学会や研究会等でも発表されている。

予備審査段階の草稿と比較して、提出論文においてはその内容が格段に進歩しており、多くの努力の後が認められる。論文内容も学位を授与するに足る一定レベル以上の学問的な専門性と意義を有しており、その内容が既に査読つき欧文雑誌上で出版されていることも考慮できる。よって審査会では本研究を合格としてよいと判断した。