

Title	Brane Solutions of Heterotic M-Theory
Author(s)	家島, 健
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42509
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	家 島 健
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 9 4 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 13 年 3 月 23 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	Brane Solutions of Heterotic M-Theory (ヘテロティックM理論におけるブレイン解)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 東島 清 (副査) 教授 細谷 裕 教授 高杉 英一 助教授 窪田 高弘 助教授 太田 信義

論 文 内 容 の 要 旨

私はこの論文において、 S^1/Z_2 オービフォルド上にコンパクト化されたM理論の低エネルギー有効作用と、その古典解を議論した。このオービフォルド上にコンパクト化された11次元の理論はヘテロティックM理論と呼ばれ、10次元ヘテロティック超弦理論の強結合極限を記述する事が期待されている。低エネルギー有効作用は、11次元の重力定数による展開で定義される。私は、この展開における最初の非自明なオーダーまで含めた有効作用について着目した。

この最初の非自明なオーダーには Gauss-Bonnet 項と呼ばれる曲率の 2 乗から成る項が存在する。その項は超対称性とアノマリー相殺のために必要とされる。近年、この Gauss-Bonnet 項を無視した場合におけるヘテロティックM理論のブレイン解が調べられた。その解析によって、1 / 4 BPS 状態に対応した M 2 ブレイン解と M 5 ブレイン解、そしてゲージ 5 ブレイン解の存在が明らかとなった。しかし、ブレイン解に対応した計量は Gauss-Bonnet 項に非自明な値を与えるため、ヘテロティックM理論のブレイン解の解析において Gauss-Bonnet 項は無視できない事が分かる。そこで私は、この項による M 2 ブレイン解の補正を議論し、その補正の効果を調べた。

まず、有効作用から場の運動方程式を導いた。その式の中には、Gauss-Bonnet 項の効果として10次元境界面上に局在する重力場の源泉項が現れる。この源泉項を詳しく解析し、M 2 ブレイン解が補正を受けることを明らかにした。その補正項は、ゲージ 5 ブレインと同様の形でオービフォルドの座標に依存するという事を見出した。オービフォルドの半径に比例してこの依存性は大きくなる事が分かるので、この補正は10次元超弦理論の立場からは強結合補正として解釈できる。また、計量の受ける補正は、オービフォルド上のコンパクト化における普遍的な形をしており、その形が、M 2 ブレインの電荷と M 2 ブレインからの距離という二つの量のどのような組合せで特徴付けられるのか明らかにした。これらの補正により、重力定数の展開における最初の非自明なオーダーまで含めたヘテロティックM理論の、無矛盾な M 2 ブレイン解が得られた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

10次元空間で定義される超弦理論にはいくつかの可能性があり、それらを統一する模型として、11次元のM理論の

存在が予想されている。M理論において空間の1方向がコンパクト化されている場合に様々な10次元超弦理論になるものと考えられる。このM理論の正しい定式化は未だ存在しないが、低エネルギー極限では11次元の超重力理論に帰着するはずである。10次元ヘテロティック超弦理論は、11次元M理論の1つの方向を S^1/Z_2 オービフォルド上にコンパクト化した極限だと考えられる。

この論文では、M理論の低エネルギー有効理論である超重力理論のアインシュタイン方程式及びマクスウェル方程式を調べ、 S^1/Z_2 オービフォルドの固定点に局在化したソリトンに相当するM2ブレイン解を求めた。11次元の超重力理論は重力定数による展開で定義され、この展開の最初の非自明なオーダーには Gauss-Bonnet 項と呼ばれる曲率の2乗から成る項が存在し、超対称性とアノマリー相殺のために必要とされる。Gauss-Bonnet 項の効果として10次元境界面上に局在する重力場の源泉項が現れるが、このためにM2ブレイン解がオービフォルドの座標に依存する補正を受けることを明らかにした。その補正項は、オービフォルドの半径に比例して大きくなり、10次元超弦理論の立場からは強結合補正として解釈できる。また、計量の受ける補正は、普遍的な形をしており、M2ブレインの電荷とM2ブレインからの距離という二つの量のどのような組合せで特徴付けられる。

本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。