

学位論文題名

Wrapped Branes as a Dark Matter Candidate in String Theory

(弦理論における暗黒物質の候補としての巻き付きブレーン)

学位論文内容の要旨

近年の WMAP 等の宇宙の精密観測によって、暗黒物質や暗黒エネルギーと呼ばれる未知のエネルギーや物質が我々の宇宙を満たしていることが明らかになってきた。これら暗黒成分は宇宙のエネルギーの 90%以上を占め、バリオンと呼ばれる通常の物質は 4%程度しか宇宙に存在しない。暗黒成分は光らず重力相互作用のみが支配的であり、従来の素粒子物理学や宇宙物理で説明することは困難である。したがって、暗黒成分の正体を解明することは重要な物理学上の課題であり、その存在は素粒子標準理論を越えた何らかの基本理論が背後に存在していることを強く示唆している。本学位論文では、そのような標準理論を越える理論として超弦理論を考え、巻き付きブレーンを用いた暗黒物質の可能性を研究した。

超弦理論は 10 次元の理論であり、ブレーンと呼ばれる高次元の膜が自然に備わっている。もしこのブレーンが 4 次元以外の余剰次元方向のみに巻き付いていると、我々はそれを点粒子として認識する。この点粒子が暗黒物質である可能性を明らかにするための第一歩として、著者はこの巻き付きブレーンの質量と電荷を、弦の長さより大きい余剰空間と弱い弦の結合の条件の下で見積もった。その結果、軽くて小さい電荷を持つ巻き付きブレーンが存在する場合を明らかにした。

巻き付きブレーンが暗黒物質である可能性をより明らかにするために、さらに非相対論的な巻き付きブレーンに対して、そのエネルギー密度の揺らぎを計算した。D0D4 ブレーンとその反ブレーンで構成されるダストの系に対して、密度揺らぎが通常の冷たい暗黒物質の密度揺らぎと同一になることを示した。同様に、D0D4 ブレーンの系に対して密度揺らぎを計算し、その密度揺らぎが成長しないことを示した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	鈴木	久男
副査	教授	石川	健三
副査	教授	河本	昇
副査	准教授	羽部	朝男

学位論文題名

Wrapped Branes as a Dark Matter Candidate in String Theory

(弦理論における暗黒物質の候補としての巻き付きブレーン)

超弦理論は、重力を含む統一理論として最も有望視されている理論である。この理論では4次元時空以外にも内部に6次元時空が存在することが予想されている。またその時空は、極めて小さくなっているものとする観測と矛盾しないことが知られている。しかし、なぜ6次元部分がそのように小さくなっているのかについては、解明されていない。本研究では、このように6次元時空が小さくなるメカニズムとしてブレーンと呼ばれる拡張された物体が内部空間に巻き付くことによって小さく安定した状態であることが可能となることを示した。

一方、宇宙論的な観測から、宇宙の全エネルギーの23パーセントは暗黒物質であることが知られている。この暗黒物質の正体は現在も謎のままである。本研究では、6次元空間を小さくするブレーンは、我々の時空上では暗黒物質として見える可能性を指摘し、実際にそれによって発生する密度揺らぎは観測と矛盾しないものであることを示した。

これを要するに、著者は、素粒子論と宇宙論について同時に存在する問題に関して新知見を得たものであり、素粒子論と宇宙論について貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格あるものと認める。