

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	米倉和也
研究機関名	東北大学
所属部署名	大学院理学研究科
役職名	准教授
研究課題名	物質の新たなトポロジーへの数理的アプローチ
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

物理学の最終的な統一理論として期待されている超弦理論には、時空上に広がりを持つさまざまな物体が存在することが知られており、それらは「ブレーン」と呼ばれる。ブレーンは超弦理論の基本的な自由度の一つであり、その性質を明らかにすることは極めて重要な研究課題である。たとえば、D ブレーンは非常によく研究されており、その理解は超弦理論の歴史において革命的な発展をもたらしてきた。一方で、D ブレーン以外にも多様なブレーンが存在しうる。新たなブレーンが発見されれば、それは超弦理論の大きな進展につながる可能性がある。

私の最近の研究において、ヘテロティック超弦理論に今まで知られていなかった新たなタイプのブレーンが存在することを提唱した。今年度の研究では、その存在をさらに裏付ける証拠を積み上げるとともに、その性質の解明にも着手した。ブレーンの特徴の一つとして、それが重力の方程式の解として記述できる点が挙げられる。この解は、一般相対論におけるブラックホール解に類似しており、「ブラックブレーン解」と呼ばれる。超弦理論の時空において、提唱したブレーンのいくつかの場合において、このブラックブレーン解を数値的に構成することに成功した。構成された解は期待される物理的性質を備えており、それによって提唱したブレーンの実在性を強く裏付ける結果となっている。

ブラックブレーン解は、ブラックホールの場合と同様に、事象の地平面（ホライズン）に相当する構造を持つ。このホライズンに近づくにつれて特有の振る舞いが現れ、その極限では弦の世界面の理論による記述を構築することができた。重力の方程式自体は、超弦理論の低エネルギー有効理論に由来するが、弦の世界面の理論はより第一原理に近い記述であり、その構築に成功したことは、提唱したブレーンの存在を支持するとともに、その物理的性質を明らかにするうえで重要な手がかりとなっている。