



Title	Superconformal Quantum Mechanics from M2-branes
Author(s)	岡崎, 匡志
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52316
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (岡崎 匡志)	
論文題名	Superconformal Quantum Mechanics from M2-branes (M2ブレーンから現れる超共形量子力学)
論文内容の要旨	
<p>本博士論文で私はM2ブレーンから出現する超共形量子力学を議論する。M2ブレーンは万物の統一理論の候補とされる11次元M理論に存在する空間的に2次元の拡がりを持った安定な膜状の物体であり、弦理論の基本的自由度を担う弦に代わる基本的な物体と考えられている。現在まで平坦時空内を伝播するplanar M2ブレーンの低エネルギー力学はBLG理論、ABJM理論と呼ばれる3次元超共形Chern-Simons物質理論によって記述されると考えられている。本論文ではこれまでの理解をさらに発展させて、平坦な時空、あるいは曲がった時空内を伝播するnon planar M2ブレーンを考察し、低エネルギー力学理論として超共形対称性を持ち合わせた量子力学が現れることを議論する。</p> <p>まず超共形量子力学を論じる。超共形量子力学は超共形対称性という超対称と共形対称性を持ち合わせた量子力学であり、両者は数理論物理学の多様な分野で研究されている重要な対称性であるが、量子力学での性質は高次元の場の量子論と比べると異質で、構成されている超共形量子力学も超空間・超場形式を用いた限られたもののみである。そこでまず現在までの研究で知られている超共形量子力学に関する性質を包括的に論じる。そして(0+1)次元場の量子論、つまり量子力学における超対称性と共形対称性が高次元の場の量子論には見られない多数の風変わりな性質を持つことを力説する。また超空間・超場形式が$\mathcal{N} \leq 8$までの超共形量子力学の構成に有用であることを議論する。</p> <p>次にM理論の基本的役割を担うと考えられている膜状の物体であるM2ブレーンの低エネルギー世界体積有効理論を議論する。現在その有力な候補と考えられている理論はBLG理論、ABJM理論と呼ばれる3次元超共形Chern-Simons物質理論であり、これらの理論はorbifold化され得る平坦な時空内を運動する平坦な幾何の (planar) M2ブレーンの低エネルギー力学を記述すると考えられていることを論じる。</p> <p>上述の超共形量子力学とM2ブレーンに関する議論を踏まえ、一般には曲がった幾何であるコンパクトRiemann面に巻き付いたM2ブレーンを考え、Riemann面の大きさで特定されるエネルギーよりも低いエネルギーの極限で出現する量子力学を研究する。そして結果として現れる量子力学がこれまで超空間・超場形式では構成することが出来なかった$\mathcal{N} \geq 8$という高い超対称性を持ち合わせた量子力学系であることを示す。また得られた超共形量子力学が曲がったM2ブレーンの研究のみならず様々な数理論物理学への応用の可能性を持ち合わせていることも議論する。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (岡崎 匡志)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 細谷 裕
	副 査	教授 橋本 幸士
	副 査	教授 窪田 高弘
	副 査	准教授 山口 哲
	副 査	准教授 吉田 斉
論文審査の結果の要旨		
<p>超弦理論は重力場を含む素粒子の統一理論として、現在最も有望視されている理論である。その超弦理論の非摂動論的な無矛盾性から、M理論と呼ばれる 11 次元の量子重力理論の存在が予言され、そこから双対性などの超弦理論の非摂動論的性質が理解されつつある。この理解をさらに深めるためには、M理論の中の広がった物体である M2 ブレーンと M5 ブレーンの性質を詳しく調べるのが重要である。本論文「Superconformal Quantum Mechanics from M2-branes (M2 ブレーンから現れる超共形量子力学)」では、このうち M2 ブレーンに焦点を当て、その低エネルギー有効理論についての新しい結果を導き出した。</p> <p>M理論を Calabi-Yau 多様体でコンパクト化した理論では、M2 ブレーンが Calabi-Yau 多様体に巻き付くことによって、低エネルギーで粒子として振る舞うという M理論特有の現象がある。この現象について詳しく調べることは、M理論の低エネルギーでの粒子のスペクトルやその力学を知る上で重要である。本論文では、この M2 ブレーンが巻き付いて出来る粒子が超共形量子力学と呼ばれる理論で記述できるということを示し、その Lagrangian を導出した。この導出において本論文では BLG 理論あるいは ABJM 理論と呼ばれる平らな M2 ブレーンを記述する 3次元の理論から出発し、ツイストと呼ばれる操作をすることにより、巻き付いた M2 ブレーンを記述している点が独創的である。</p> <p>本論文で得られた結果は、M理論と超共形量子力学というこれまではあまり関わりがなかった分野を結ぶ重要なものである。またブラックホールの統計力学や Gromov-Witten 不変量、AdS/CFT 対応など様々な周辺分野とも関わりがあり、今後、これらの分野の発展に大きく寄与すると予想される。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。</p>		