The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Effective Actions of D-brane and M-brane as On-shell Actions of Supergravity
Author(s)	佐藤, 松夫
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45134
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【38】

氏　　名	佐　藤　松　夫
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　１８３７７　号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 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	Effective Actions of D-brane and M-brane as On-shell Actions of Supergravity （D ブレーンや M ブレーンの有効作用は超重力理論における on-shell 作用）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　細谷　　裕 （副査） 教　授　髙杉　英一　　助教授　横山　順一　　助教授　太田　信義 助教授　窪田　高弘

論　文　内　容　の　要　旨

重力を含んだ統一理論として有望な弦理論は摂動論しか知られていない。現実のエネルギー領域への予言能力を持つ非摂動論的弦理論を知ることは素粒子論の最重要課題である。ゲージ理論と弦理論は等価であると昔から予想されている。対応の理解が進めばゲージ理論を非摂動論的に扱うことで非摂動論的法理論の理解も進む。この予想の一部として、ゲージ量子論と古典重力理論が対応するというゲージ/重力対応という予想がある。対応のひとつ、AdS-CFT 対応は理論の持つ高い対称性に基づき確立されつつあるが、低い対称性を持つ理論同士の対応を調べるのは難しくゲージ/重力対応の背景にある原理は明らかでない。この原理を知ることでゲージ理論と弦理論の間の関係を明らかにできるであろう。よって困難ではあっても原理を知るため低い対称性を持つ理論同士の対応を確立していくことが必要である。

よく確立されている AdS_5/CFT_4 対応においては AdS 背景のまわりの on-shell 作用が CFT からのゆらぎのゲージ理論の相関関数の生成汎関数と対応する。この種の事実が低い対称性を持つ理論同士のゲージ/重力対応、例えば非可換超ヤンミルズ理論とその双対な重力理論との対応にも拡張できると考えるのは自然である。よって超重力理論の on-shell 作用を求めることはゲージ/重力対応確立のための第一歩である。

本論では超弦理論の D ブレーンや M ブレーンの有効作用が超重力理論の on-shell 作用であることを示す。例えば Born-Infeld 作用と Wess-Zumino 項で記述される D3 ブレーンの有効作用が非可換超ヤンミルズ理論に双対な超重力背景解のまわりの on-shell 作用であることを示す。実際には、有効作用が超重力理論のハミルトンヤコビ方程式の解であることと、その解が D ブレーンや M ブレーンとその near-horizon 極限を再現することを示す。これらの on-shell 作用はさまざまなゲージ/重力対応を調べるのに応用できる。特にゲージ理論のホログラフィック繰り込み群を調べることができる。一方、有効作用が on-shell 作用であるという事実は、超重力理論が超弦理論の alpha' 補正の情報を含むことを意味している。この事実はゲージ/重力対応をゲージ/弦対応へ拡事できることを示唆している。

論文審査の結果の要旨

重力を含む統一理論として有望視されている超弦理論については非摂動論的定義を与えることが大きな課題である。Dブレーンの発見を契機に最近発展したAdS/CFT対応と弦理論における時空の非可換性の研究は、この非摂動論的定義への手ががりを与えると期待される。この手がかりを実際に得るにはAdS/CFT対応の弦理論レベルへの拡張と他のゲージ理論と重力理論の対応への拡張、また非可換空間上の場の理論の量子論的性質などを研究していくことが必要である。このような背景のもと、本論文においては、超重力理論のハミルトン・ヤコビ方程式を調べることにより、DブレーンやMブレーンの有効作用が超重力理論のon-shell作用であることが示された。またこれらの有効作用は非可換空間上のヤン・ミルズ理論をはじめとするさまざまなゲージ理論に双対と予想されているさまざまな超重力理論の背景解のまわりのon-shell作用になっていることも示された。このようなハミルトン・ヤコビ方程式の解を見つけた例は過去になく、ここで得られた結果は非自明で全く新しい事実の発見である。さらに、AdS/CFT対応の拡張と非可換空間上の場の理論の研究に大変有用である点で貴重である。一般にゲージ/重力対応においては、重力理論側のon-shell作用はゲージ理論側における相関関数の生成母関数になるはずであり、ここでの結果はAdS/CFT対応のさまざまなゲージ/重力対応への拡張を確立するための第一歩である。また、本論文の結果を用いて非可換空間上のヤン・ミルズ理論の量子論的性質が解明されることが期待される。Dブレーンの有効作用は超弦理論の高次補正を含んでいるので、本論文の結果はAdS/CFT対応を弦理論レベルまで拡張していく際の手がかりとなる。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。