

Title	N=2 Supersymmetric QCD and M-theory Branes
Author(s)	太田, 和俊
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40852
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	おお たく かつ とし 太 田 和 俊
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 6 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10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	N = 2 Supersymmetric QCD and M-theory Branes (N = 2 超対称 QCDとM理論のブレーン)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉川 圭二 (副査) 教 授 高杉 英一 教 授 東島 清 助教授 太田 信義 助教授 糸山 浩

論 文 内 容 の 要 旨

超弦理論における brane を時空の中に色々な形で配置すると、その world-volume 上の有効理論として様々な次元の超対称場の理論が現れるが、その超対称場の理論の解析を brane の配置を使って解析する事が最近行われてきた。特に、 M 理論の中の 5-brane の配置を使うと、4次元で $N=2$ の超対称性を持った場の理論が、量子論的に変更を受けた Coulomb 相のモジュライ空間を含めて取り扱えるという事が Witten によって指摘された。そのとき、量子論的な Coulomb 相を表す Seiberg-Witten 曲線は 5-brane の world-volume の一部となっている。

しかし、Witten による解析は $N=2$ 超対称 QCD 理論の Coulomb 相を中心に行われており、squark が真空期待値をもつ Higgs 相に関しては場の理論からの結果とどのように対応しているかが明らかになっていなかった。そこで、我々は物質場がある時の M 理論の背景時空の計量 (Taub-NUT 計量) の具体的な形を用いてこの Higgs 相に対する解析を詳しくおこなった。その結果、超弦理論の brane 配置で場の理論の Higg 相との無矛盾性から予言されていた s-rule とよばれる規則を M 理論の立場から証明することが出来た。この規則を用いる事で $N=2$ 超対称場の理論の Higgs 相と M 理論の brane 配置との間に大局的対称性の破れも含めて完全な一致が存在する事がわかった。

これ以外にも、 $N=2$ 理論の中の真空で Coulomb 相と Higgs 相が接している点であるバリオン相のルートと呼ばれる点に関して M 理論の立場から解析を行った。その点は $N=2$ 理論を $N=1$ 理論に破った時に $N=1$ 超対称場の理論における non-Abelian 双対性と非常に関係が深いと考えられている所である。このようなバリオン相のルートを記述する M 理論の 5-brane として、あるモジュライパラメーターで変形される一連の 5-brane の族を与えた。このモジュライパラメーターで変形して行くと Taub-NUT 空間に埋め込まれた 2 枚の 5-brane が交換していくという結果になるが、この交換の過程で超対称ゲージ理論は non-Abelian 双対な別のゲージ理論へ移行する事がわかった。これは、超弦理論の brane の配置で、brane の交換を使って non-Abelian 双対性を説明しようとする試みに対する M 理論からの証明を与えると考えられる。

さらに、我々が導入した Taub-NUT 計量のケーラー計量としての表示を用いると、この brane の交換の際、配置された他の brane を横切る時に新たな brane が生成されるという現象に対して幾何学的な理解を得ることが出来た。この brane 生成の機構も M 理論の立場から詳しく解析し、実際 Type IIA 理論での brane の生成に対してある一つの証明を与えることが出来た。この結果は Type IIB 理論などで予想されていた結果と完全に一致する。

論文審査の結果の要旨

太田君は、Wittenによって行なわれた手法を拡張して、4次元 $N=2$ 超対性ゲージ理論の Higgs 相、及び Higgs 相と Coulomb 相が隣接する Baryon 相に現れるクーロン相について、モジュライ空間の分析を詳しく行った。この結果自体大きな成果であるが、超弦理論が局所場理論の解析に有力な手段として応用出来るという例証としても大きな貢献をした。したがって、この論文は博士（理学）の学位論文として十分価値の有るものと認める。