

## 論文審査の結果の要旨

氏名 酒井 一博

本学位論文は、E弦理論のBPS状態の分配関数を最も一般のモデュライパラメータを含む場合に決定し、幾何学的な諸性質を明らかにしたものである。

E弦とは、 $E_8 \times E_8$  heterotic string を  $K3$  空間へコンパクト化した際、 $K3$  空間内のインスタントンのサイズが消える極限における特異性を解消する新たな低エネルギー自由度として現れるもので、M理論的には、11次元のインターバルの端にあるD9-braneとM5-braneを橋渡しするM2-braneに対応する。このE弦は、世界面の(0,4)超対称性と、affine  $E_8$  対称性を持ち、重力と分離する極限ではそれ自身で定義された6次元の弦理論となる。

しかしながら、E弦は固有の作用が知られていないため、そのスペクトルを決定するには双対性を利用するなど工夫が必要である。これまで、モデュライパラメータが制限された場合には、そのBPSスペクトラムが知られていたが、最も一般の場合については求められていなかった。

本論文では、この問題に対して平坦な6次元部分をさらにサークルにコンパクト化し、そのKalza-Kleinモードを5次元粒子とみなすと有効場の理論として超対称ゲージ理論が現れその有効作用を調べるという立場からアプローチした。具体的には、E弦がサークルに巻き付いたモードやそれ以外のモードをそれぞれM2-braneやM5-braneと関係付け、その幾何学によって5次元 $N=1$ 超対称ゲージ理論の有効相互作用あるいは1次元リダクションした4次元 $N=2$ 超対称ゲージ理論のprepotentialを決定することが、E弦側ではBPS状態の分配関数を決定する事に対応する。特にSeiberg-Witten曲面を、そのaffine  $E_8$  対称性、保型性、Wilson line parameters に対する二重周期性を明白に保つ形で決定する事に成功した。

これらの結果からさらに、Wilson line parameters に対して予想されていた幾何学的解釈を具体的に確かめる事ができたり、あるいは様々な極限操作により4次元 $N=2$ 超対称ゲージ理論の性質を導く事が可能になった。特に4つの基本表現の物質場を含む

場合には従来由来が明白でなかった電磁トリアリティを自然に説明する事が可能になった。

以上のように、本論文の結果は単なる一般化にとどまらず、様々な有用な物理的結果をもたらすなど、今後の研究に繋がる価値のある結果であるといえる。

なお本論文は江口徹氏との共同研究にもとづくものであるが、解析そのものを始め論文提出者の寄与が中心的な役割を果たしていると判断できる。

以上により、審査委員一同は、本論文提出者に対し博士（理学）の学位を授与できると認める。