

研究成果

吉岡礼治

私の研究対象は超弦理論の非摂動論的定式化である行列模型である。摂動論的超弦理論は位相的に異なる型の個々の世界面に対して、場の量子論において行われるのと同様な方法で、そのダイアグラムが表す振幅を計算している。これに対し、行列模型においてはそれらの世界面の離散化を考える。こうすることで、それら全ての世界面を同時に扱うことができ、結果として、行列模型は非摂動論的に超弦を記述していると考えられる。この世界面の離散化という手続きにおいて、弦の座標を表す関数は行列へと変化し、その結果、理論は行列によって記述されることになる。

この行列模型の中で、私が研究の中心に置いてきたのはI型超弦理論に対する USp 行列模型である。行列模型は超弦理論がそうであるように、10次元という高次元時空においてのみ無矛盾に定義される。そこで現実世界を記述するためには4次元へのコンパクト化が考えられなければならない。しかし、現在のところ、行列模型は真空についての情報を与えてはくれず、インプットとしてのコンパクト化が必要となる。したがって、何らかのコンパクト化をされた行列模型のモデルを構成することは重要なことである。特に、私はオービフォルド化された USp 行列模型について考察した。2002年に Aoki-Iso-Suyama は C^3/Z_3 オービフォルド化された4次元 IIB 行列模型を提案した。この論文で考えられたモデルを基にして、私は対応する C^3/Z_3 オービフォルド化された USp 行列模型についての考察を行った。

これを行う方法であるが、 USp 行列模型の構成には IIB 行列模型において現れる $U(2k)$ リー代数から $USp(2k)$ リー代数を抜き出す射影演算子を用意すればよい。この演算子はちょうど、ひもの向き付けをなくす操作に対応している。この操作によって、IIB型超弦理論を非摂動論的に記述する IIB 行列模型から I型超弦理論を非摂動論的に記述する USp 行列模型への移行ができる。ただし、 $U(2k)$ リー代数の中には2つの異なる表現で $USp(2k)$ リー代数が埋め込まれている。すなわち対称表現と反対称表現である。これに伴って、 USp リー代数を抜き出す演算子も2通り存在する。IIB 行列模型には10個のボソンのな行列と16個のフェルミオンのな行列が存在し、これらがそれぞれ対称表現あるいは反対称表現のどちらかに射影されるべきであるかは自明なことではない。そこでこれを選別する指針として、IIB 行列模型がもつ超対称性変換とこの射影演算子が交換すべしという条件を課す。

ここで、私はオービフォルド化によって構成されるモデルが、いくつの超対称性を持つのかという議論をした。その結果、得られたモデルは、3個の整数値パラメータの与え方で分類され、10個の異なるモデルとして存在しうる。そのうち4個は全体で4個の超対称性を持ち、残り6個は8個の超対称性を持つことが明らかになった。また、詳細な計算から、それぞれの超対称性の中身は前者に対しては、 $4+0$ 個の超対称性を持つモデルが1つと $2+2$ 個の超対称性を持つモデルが4つ存在し、後者に対しては、 $8+0$ 個の超対称性を持つモデルが1つと $4+4$ 個の超対称性を持つモデルが4つ存在する。つまり、全体では50個の解を見出すことに成功した。