

# 研究成果

吉岡礼治

## ● 2d-4d 対応

2d-4d 対応では、2次元共形場理論の共形ブロックと4次元超対称ゲージ理論のインスタントン分配関数が等価であると主張される。また、その拡張として $q$ 変形された $W_n$ 代数に基づく共形場理論と5次元の超対称ゲージ理論との同様な対応も提案された。理論に含まれる2つのパラメータ $q$ および $t$ を1とする極限では従来の2d-4d対応が再現される。私はこの2d-5d対応を出発点とし、 $q, t$ の冪根極限について考察した。 $q$ -Virasoro代数( $q$ - $W_2$ 代数)の生成子は $q$ -ボゾンを導入することによって、自由場表示で記述できる。この代数の極限 $q \rightarrow -1, t \rightarrow -1$ において超対称Virasoro代数の生成子が現れることを示した。また、超対称Virasoro代数を記述し、共形ブロックを構成するのに必要な自由ボゾン、自由フェルミオンが1つの $q$ -ボゾンからその極限で自然に得られることを見出した。5d側では、5次元超対称ゲージ理論のインスタントン分配関数の表式は知られているので、2d側と同じ極限を取り、その表式の一般形を得ることに成功した。得られた結果は少なくとも低いレベルでALE空間のインスタントン分配関数を正しく再現することを確認した。この処方箋により、2d-5d対応を基礎とすることで、 $q$ の1の冪根極限として2d-4d対応が統一的に理解される。

これを一般化させ、 $q, t$ の $r$ 次の1の冪根極限における $q$ - $W_n$ 代数から、 $\mathbf{Z}_r$ -パラフェルミオンが自然な形で出現することも示した。得られる共形場理論は $\frac{sl(n)_r \oplus \widehat{sl}(n)_p}{sl(n)_{r+p}}$ 対称性を持つコセットCFTとなり、実際、共形変換の母関数に対応するエネルギー運動量演算子のセントラルチャージが、正しく得られることを確認した。また、ここで新たに現れるパラメータ $p$ は、対応するゲージ理論の $\Omega$ 背景と密接に関係しており、この関係性を明かにすることに成功した。

## ● 行列模型

行列模型は10次元という高次元時空において定義される。したがって、現実世界を記述するためには、4次元時空へのコンパクト化が必要となる。特に、私は $USp$ 行列模型に対する $\mathbb{C}^3/\mathbb{Z}_3$ によるコンパクト化についての考察を行い、無矛盾に定義される全ての模型を列挙した。

4次元行列模型の分配関数をMoore-Nekrasov-Shatashviliの処方箋を用いて計算し、その一般的表式を求めることに成功した。ここで、4次元行列模型とは4次元超対称Yang-Mills理論の次元縮小によって得られる行列模型を意味する。

行列模型において、時空点はボソンの行列の固有値によって記述され、時空座標がダイナミカルな量として扱われる。それゆえ、行列模型は我々のすむ4次元時空を記述する可能性を有する。そこで私は $USp$ 行列模型の固有値分布についての研究を行ってきた。固有値に関する長距離1ループ有効作用から、行列模型に対する $USp$ 行列模型で現れるオリエンティフォルディングの効果をしらべ、2つの固有値間の引力に方向性が現れることを示した。時空点は固有値分布の性質からある仮想的な4次元面に引き寄せられることが分かった。さらに2ループの効果を具体的に計算し、固有値間距離が短い場合には2点間相互作用は斥力へと転じることを示した。 $USp$ 行列模型では、時空点は上記4次元面近傍に安定し、4次元時空を生成することをみた。