# 研究成果

吉岡礼治

## • 2d-4d(5d) 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。この 2d-5d 対応を出発点とし、$q$、$t$ の 1 の冪根極限について考察した。$q$-Virasoro 代数の生成子は $q$ 変形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 $q \to -1$, $t \to -1$ 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、その一般形を得た。

上を一般化させ、1 の $r$ 次冪根極限における $q$-$W_n$ 代数から、$\mathbf{Z}_r$-パラフェルミオンが出現することを見た。得られる共形場理論は $\frac{\widehat{sl}(n)_r \oplus \widehat{sl}(n)_p}{\widehat{sl}(n)_{r+p}}$ 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示した。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 $\Omega$ 背景と関係しており、両者の関係を明らかにすることに成功した。

一方、$q$-変形にはある種の不定性が存在し、$q$ 変形 Virasoro 共形ブロックの構成要素の一つである頂点演算子は一意に決めることが難しい。2d-5d 対応を出発点とし、これを成り立たせるような頂点演算子を見出した。

共形ブロックの積分表示の構成において重要な役割を果たす遮蔽カレントは楕円代数 $U_{q,p}(\mathfrak{sl}(2))$ の生成カレントでもある。この観点から 2d-5d 対応を見直し、この代数の冪根極限をとり、その性質を調べた。

上で述べた極限と異なる 1 の冪根極限 $(q \to 1, t \to -1)$ についても考察した。面演算子が存在する場合のゲージ理論のインスタントン分配関数とある種の変形を加えた $\mathfrak{sl}(2)$ ブロックとの間には対応関係があるとされている。上の極限において $q$ 変形ボゾンから得られる自由場を用いて、$\mathfrak{sl}(2)$ 代数の自由場表現を明示的に与え、変形された共形ブロックに対する積分表示を導出した。

## • 行列模型

弦理論は 10 次元時空において定義されるので、弦理論に対する行列模型もそれを反映しており、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。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。

行列模型において、時空点はボソン的な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。固有値に関する長距離 1 ループ有効作用から、USp 行列模型で現れるオリエンティフォー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。