

指数演算子高次分解の基礎について研究し, 分解のパラメータの満たす方程式を求めるための一般論を, Lyndon word を用いて与えた [1]¹.

解析的ベータ仮説法 (ABA) と統計力学の 転送行列の満たす関数方程式である T -system の研究を行った. 先ず ABA の観点から, D 型の T -system の解 [2] と離散 affine 戸田場方程式の解 [3] を求めた.

次に $sl(r|s)$ 型のスーパー代数の単純ルート系に付随するベータ仮説方程式に基づいた ABA の適用法を開発した [4,5,6]. 特筆すべき点は, スーパー代数に関連する個々の模型の転送行列の固有値公式 (DVF) を個別に求めたのではなく, ヤング図形によってラベルされる模型全体の集合を考え, それに対する統一的な DVF を提案した点である. 更に DVF の満たす T -system を提案した. [7,8] では上記の結果を更に一般的なスーパー代数に対して発展させた. 以上の結果はスーパー代数に関する ABA の系統的研究としては初めて試みであり, 素粒子物理学における AdS/CFT 対応に関連して考案された可解模型や物性物理学の研究にも役立つものと思われる.

次に, [8] で提案した超対称版の T -system と量子転送行列法を組み合わせることにより, $osp(1|2s)$ 模型の TBA 方程式を導出した [9,10,11,15].

1999 年頃から, ベータ仮説法の完全性の議論に由来する Fermionic 公式や一般 Q -system について研究し, 新しい公式を提案した [12,13,14]. また twisted quantum affine algebra の場合の q -指標に関連する差分的 L -演算子を構成し, T -system のカソラチ行列式による解を与えた [16]. これらの研究は数学の表現論の発展に, 物理学的な観点から寄与するものである.

TBA 方程式は一般には無限個の従属変数からなる非線型連立積分方程式である. そこでランクが一般のリー代数に付随する TBA 方程式と等価なランク個数しか未知函数を含まない積分方程式を系統的に導出した [17,18,20,21,23]. この研究は, 理論的に興味深いだけでなく, 物理量の数値計算への応用上重要である. 実際に, スピンラダー系の熱力学の計算に応用可能であり, 更に計算結果が具体的な実験結果とも良く一致することが, オーストラリア国立大学 (ANU) の Batchelor 教授らとの共同研究により判明した [19,25].

相関函数を具体的に計算することは, 可解格子模型と言えども, 非常に難しい問題である. 我々は高温展開法を用いて有限温度相関函数を具体的に評価することに成功した [22,24].

ANU の Bazhanov 教授と共同研究を行い, $U_q(\hat{sl}(2|1))$ に対するバクスター Q 演算子を q オシレーター代数の無限次元表現を用いて構成した [26]. そして, バクスター Q 演算子による転送行列のロンスキアン型の表示式やバクスター Q 演算子が満たす函数関係式を提案した. 我々の定式化は演算子が作用する空間に依存しないため, 格子模型と CFT の両方に適用可能である. また, ある種の微分方程式の接続係数がバクスター Q 演算子が満たす函数関係式を満たすことを示した.

$U_q(\hat{gl}(M|N))$ に対する Baxter Q 演算子の満たすべき函数関係式と T -system のロンスキアン型の解を求めた [27]. これは q - (スーパー) 指標の新しい表示式に相当すると考えられる. また, ロンスキアン型の表示式が Kazakov 氏達によって提案された Bäcklund 変換式を満たすことなどを証明した. この論文 [27] において, Baxter Q 演算子が 2^{N+M} 種類存在しうることを初めて提案した.

Kazakov 氏 (LPTENS) と Gromov 氏 (DESY) と共同研究を行い, AdS/CFT 対応に関連して提案された T -system が Q -system に退化する 't Hooft coupling の強結合極限の周辺について調べた [28]. Q -system の解を求め, それが $gl(4|4)$ のある種の無限次元表現のスーパー指標と一致することを発見した. 古典 $AdS_5 \times S^5$ 超弦理論のモノドロミー行列のスーパートレースがこの Q -system の解と一致することなどが判明した.

¹論文の番号については, 「List of publications」の欄を参照してください.