

研究暦

1. Yang-Baxter 変形

ある特定の AdS/CFT 対応における可積分構造の発見は、この対応の検証を有限の t'Hooft 結合定数 λ のレベルでも可能にし、この対応の理解に大きな進展をもたらした。この成功をもとに、次のステップとして、超対称性または共形対称性のない可積分な系への拡張が試みられている。この試みのひとつが、 $\text{AdS}_5 \times S^5$ 時空上の超弦理論の Yang-Baxter (YB) 変形である。この変形は、二次元の非線形シグマ模型の可積分性を保つ変形であり、変形後の理論もまた可積分性をもつ。したがって、変形前と同様に可積分系の厳密計算の手法が適用できると期待される。

私は、これまで三つの異なる観点から、YB 変形された $\text{AdS}_5 \times S^5$ 時空上の超弦理論の研究をおこなってきた。具体的には、(i) YB 変形それ自身の物理的解釈、(ii) 変形後の時空構造、(iii) 対応するゲージ理論の性質についてである。得られた結果は、次に挙げる通りである。

- (i) 一連の仕事 [2,5,7,9,10] (番号は論文リストを参照) において、YB 変形は一般化された T-双対変換として理解できることを示した。さらに、YB 変形を “Doubled Field Theory (DFT)” において再定式化をおこなった [7]。この理論は、T-双対性を明白にする弦理論の理論形式として知られるものである。この再定式化により、“YB 変形” はほとんどすべて時空に対して適用可能となり、新たな重力解の生成技術として扱えるようになった。
- (ii) DFT は、T-双対変換を構造群に含んで時空を扱うことができる。このような時空は、弦理論固有のものであり、T-fold と呼ばれる。(i) で述べた YB 変形の DFT による再定式化のおかげで、YB 変形後の時空は一般に T-fold であることを明らかにした [3]。
- (iii) [4,6,8] では、YB 変形後の時空に対する開弦による描像を導入した。この新たな視点から、双対なゲージ理論が定義される時空は、座標が非可換であるような空間であることを示唆しており、その非可換構造を読み取る方法を提案した。

2. 一般化された超重力理論

弦理論の近年の重要な進展の一つに、新たな低エネルギー有効理論である一般化された超重力理論の発見があげられる。この新たな有効理論の注目すべき事実の一つは、一般化された超重力理論の運動方程式が、超弦理論の Green-Schwarz 形式における κ -対称性の要求から導出される、というものである。しかし、この結果は古典的なレベルで、超弦理論が一般化された超重力理論の時空上でも定義できることを意味するが、量子論レベルでは不明瞭である。

(i) で述べたように、YB 変形は一般化された T-双対変換であり、DFT を用いて定式化できる。この DFT による再定式化を利用することで、一般化された超重力理論の DFT への埋め込みが可能となった [7]。さらに、特筆すべき点は、この [7] の結果のおかげで、古くから知られている Weyl アノマリーの相殺項をどのように拡張すれば良いかが明らかになったことである。これにより、一般化された超重力理論の時空上のボソンの弦理論の Weyl 不変性を証明することに成功した [1,7]。この意味で、弦理論は一般化された超重力理論の時空上でも無矛盾に定義することができる。