

今後の研究計画

最近発見された一般化された超重力理論が記述する時空は、T-fold の構造をもっている。すなわち、各局所座標系を座標変換だけでなく、T-双対変換も含めて張り合わせた幾何である。このような大域的構造が非自明である時空に対して、ホログラフィー原理が成立するかは明らかではない。そこで、ホログラフィー原理の適用限界を見定めるために、T-fold 時空に対応するゲージ理論を構築し、その対応関係を検証する。

この目的に対して、 $AdS_5 \times S^5$ 超弦理論の Yang-Baxter (YB) 変形から得られる時空に焦点を当てる。一般に、YB 変形された時空は通常の超重力理論の解だけでなく一般化された超重力理論の解であり、T-fold の構造をもつ。とくに、YB 変形は変形前の理論の可積分性を保つ変形であるので、変形された $AdS_5 \times S^5$ 超弦理論もまた可積分性をもつ。それゆえ、可積分系の手法を用いることで、双方の理論の物理量が有限の 't Hooft 結合定数 λ のレベルで計算可能となり、対応関係の真偽を判定できると素朴には期待される。

しかし、現状、変形された双方の理論に対して、変形前の研究で培われた可積分系のテクニックは直接適用できない。そこで、最初のステップとして、通常の超重力理論において、YB 変形から得られるシンプルな解を考えることにする。とくに、Maldacena-Russo 時空といった対応するゲージ理論が知られているものに注目する。変形後も可積分性をもつので、変形前と同様に、両者の理論の背後には可積分なスピン鎖モデルの構造が存在すると推測できる。この可積分構造を明らかにしたうえで、一般の YB 変形された理論に対しても可積分系の手法が適用できる形に拡張をおこなう。また、変形後の重力理論における物理量が、どのようにしてゲージ理論の状態や演算子によって記述されるのかを明らかにしつつ、対応の検証をおこなっていく。

次に、上述の議論を一般化された超重力理論の時空へと拡張していく。具体的な状況として、 $AdS_5 \times S^5$ の YB 変形で得られる一般化された超重力理論に対応するゲージ理論の構築を目指す。そのような理論は、一般化された超重力理論の T-fold 構造を反映した項を含んでいるはずである。場の理論の文脈において、その物理的な解釈を明らかにしたい。さらに、上記で拡張した可積分系の手法を用いることによって、古典重力を超えて、有限の 't Hooft 結合定数 λ のレベルでもこの対応を検証していきたい。

超重力理論の解であるような T-fold 解はほとんどつくられていないので、T-fold 構造をもつ時空上の超弦理論の量子論的な側面は未だ解明されていないことが多い。本研究で得られた結果により、量子論レベルで、T-fold 時空上を運動する弦の性質に関する理解が深まることを期待する。