

$\mathcal{N} = 4$ SYM on $R \times S^3$ and Theories with 16 Supercharges ¹

阪大理 伊敷 吾郎

E-mail: ishiki@het.phys.sci.osaka-u.ac.jp

ゲージ/重力対応は、弦理論の非摂動的な定義を与える手法として注目されている。 $\mathcal{N} = 4$ Super Yang-Mills (SYM) 理論は、この対応を通じて、 $AdS_5 \times S^5$ 上の type IIB 超弦理論を記述していると考えられている。

我々は、 AdS_5 の境界である $R \times S^3$ という時空上の $\mathcal{N} = 4$ SYM 理論と、その consistent truncation によって得られる $SU(2|4)$ の対称性を持った3つの理論の、量子論的な側面について調べた [1]。これらの理論の gravity dual を与える処方箋は、Lin-Maldacena によって与えられている [2]。

まず、我々は S^3 上の一般のスピンを持った球面調和関数を構成し、その球面調和関数の3つの積の積分を与える公式を導いた。これにより、 $\mathcal{N} = 4$ SYM 理論の作用において、相互作用項を含んだ全ての項の調和展開が可能となった。そして、この調和展開を行なった結果、我々は無限個の Kaluza-Klein モードによって構成される、1次元の理論を得た。

Kaluza-Klein モードの一部を残すことで、 $SU(2|4)$ の対称性を持った理論を得ることができる。これにより元の $R \times S^3$ 上の理論と、これらの理論の量子効果を統一的に調べることが可能となった。そしてさらに、重力理論側から示唆される、 $SU(2|4)$ の対称性を持った理論の間の相互関係を調べることができるようになった [3]。

このようにして得た1次元の理論において、我々は様々な1ループレベルでの解析を行った。まず、 $R \times S^3$ 上の $\mathcal{N} = 4$ SYM 理論において、自己エネルギーと頂点補正を計算し、ベータ関数がゼロであること等を示した。次に、全ての理論における $SO(6)$ 状態の1ループエネルギー補正を自己エネルギーの繰り込みを用いて求め、どの理論における状態も同じ $SO(6)$ 可積分スピン鎖と同一視できることを陽に示した。さらに、時間依存した BPS 古典解に対する量子補正を計算し、1ループまででの解の量子論的な安定性を示した。この解は $R \times S^3$ 上の $\mathcal{N} = 4$ SYM 理論においては AdS giant graviton に対応していると考えられている。

References

- [1] G. Ishiki, Y. Takayama and A. Tsuchiya, “ $\mathcal{N} = 4$ SYM on $R \times S^3$ and theories with 16 supercharges,” arXiv:hep-th/0605163.
- [2] H. Lin and J. Maldacena, “Fivebranes from gauge theory,” arXiv:hep-th/0509235.
- [3] G. Ishiki, S. Shimasaki, Y. Takayama and A. Tsuchiya, “Embedding of theories with $SU(2|4)$ symmetry into the plane wave matrix model,” arXiv:hep-th/0610038.

¹この講演は、高山靖敏氏、土屋麻人との共同研究に基づくものである [1]。