

Classical Integrability and Super Yangian of Superstring on $AdS_5 \times S^5$ ¶

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 吉田 健太郎
E-mail: kyoshida@post.kek.jp

近年、Berenstein-Maldacena-Nastase (BMN) [1] による almost BPS 領域における pp-wave/SYM 対応の拡張として、大きく BPS から外れた領域での AdS/CFT 対応が盛んに議論されている。具体的には、ある非 BPS な古典解周りで半古典近似 [2] された弦理論における状態とエネルギーが、 $\mathcal{N}=4$ SYM のある複合演算子とその異常次元に対応する [3]。この対応関係を議論する際、可解スピノ鎖模型が重要な役割を果たし、背後に何らかの可積分構造が潜っていると予想される。また、この可積分構造は $AdS_5 \times S^5$ 上の type IIB 超弦理論の古典可積分性と深く関係すると考えられている。実際、この AdS 上の超弦理論の古典可積分性は Bena-Polchinski-Roiban [4] により無限個の非局所的電荷 [5] (Yangian 対称性) に基づいて議論されており、一方、この Yangian 対称性とスピノ鎖模型が現れることとの関係が Dolan-Nappi-Witten により議論されている [6]。

本講演では、 $AdS_5 \times S^5$ 上の type IIB 超弦理論における古典可積分性について超 Yangian 対称性に基づいて議論した。文献 [4] における非局所的電荷の議論では κ 対称性に附随する拘束条件を考慮していないため、 κ 対称性と Yangian 対称性は両立しなかった。拘束条件を考慮すれば両立すると予想されるが、Metsaev-Tseytlin 形式 [7] における AdS 上の超弦理論では正準形式での議論が非常に困難であるため、その解析は実行されていない。我々は、正準形式が適用できる Roiban-Siegel 形式 [8] を用いてきちんと Wess-Zumino 項と拘束条件を考慮し、 κ 対称性と両立する非局所電荷を構成した [9]。この電荷は AdS 上の超弦理論の力学変数で書かれており、Poisson 括弧の計算から電荷のなす $GL(4|4)$ 超 Yangian 代数を導出できた。これにより $GL(4|4)$ 超 Yangian 対称性の存在が具体的に示され、この対称性から理論の古典可積分性が従うことがわかる。

今回議論したのは $AdS_5 \times S^5$ 上の type IIB 超弦理論の古典可積分性であるが、この可積分性は弦理論の第一量子化後にも保持されるだろうか？ 可積分性が量子論に移行しても保持されるということは、量子論的に厳密に解くことができ、AdS 上の一体系の弦理論のスペクトルを完全に求められることを意味する。これを実際に実行することができれば、Penrose (BMN) 極限を用いることなく、AdS/CFT 対応を弦の一体系 (あるいは $\mathcal{N}=4$ SYM の planer 部分) に関しては明確に理解できるはずである。 $AdS_5 \times S^5$ 上の type IIB 超弦理論の可積分性は AdS/CFT 対応の研究において極めて重要な役割を果たすと期待される。

References

- [1] D. Berenstein, J. M. Maldacena and H. Nastase, JHEP **0204** (2002) 013.
- [2] S. S. Gubser, I. R. Klebanov and A. M. Polyakov, Nucl. Phys. B **636** (2002) 99.
- [3] For reviews, A. A. Tseytlin, hep-th/0311139 and hep-th/0407218.
- [4] I. Bena, J. Polchinski and R. Roiban, Phys. Rev. D **69** (2004) 046002.
- [5] M. Lüscher and K. Pohlmeyer, Nucl. Phys. B **137** (1978) 46.
- [6] L. Dolan, C. R. Nappi and E. Witten, JHEP **0310** (2003) 017, and hep-th/0401243.
- [7] R. R. Metsaev and A. A. Tseytlin, Nucl. Phys. B **533** (1998) 109.
- [8] R. Roiban and W. Siegel, JHEP**0011** (2000) 024.
- [9] M. Hatsuda and K. Yoshida, hep-th/0407044.

¶本講演は、初田 真知子 氏 (KEK、浦和大) との共同研究 [9] に基づく。