

# An Exceptional Algebraic Origin of the AdS/CFT Yangian Symmetry

名古屋大学多元数理科学研究科 松本拓也

E-mail: m05044c@math.nagoya-u.ac.jp

物理学は現象に応じて適切なモデルを構成し、それを解析することで自然現象を調べてきた。しかし一般に自然現象は複雑であり、あるモデルを厳密に解くことは多くの場合困難である。従って、例えばトイモデルであっても厳密に解けるモデルは系の一般的性質を調べる上で重要である。系の持つ自由度の数と対称性の数が等しく、このように「解ける」系は可積分系と呼ばれる。

4次元  $\mathcal{N} = 4$  超対称ゲージ理論と  $AdS_5 \times S^5$  時空上の IIB 型超弦理論との対応 (AdS/CFT 対応) は、強結合と弱結合との双対関係であるが、可積分性に注目すると結合定数の全領域での対応を構成することが可能になる。その具体的実現の一つが N. Beisert による “su(2|2) スピン鎖モデル” [1] である。このスピン鎖モデルで重要な物理量が、スピン鎖上の 2 つの励起同士の散乱を記述する  $S$  行列であり、これはリー代数 su(2|2) の対称性を課すと基本表現の上で全体の位相因子を除き一意的に決定される。しかし、 $S$  行列の表現に依らない代数的な起源は判然としていないため、束縛状態の散乱などは明らかでない。

本研究では、このスピン鎖モデルにおける 2 体の散乱行列  $S$  の代数的起源を古典極限で調べ、それが例外超リー代数  $d(2, 1; \varepsilon)$  にあることを明らかにした。また、この  $S$  行列は量子論的な対称性として、ヤンギアン対称性と呼ばれるリー代数を含むより大きな対称性を持つことが知られていたが、そのヤンギアン対称性もこの例外超リー代数から再現できることが分かった。 [3]

$S$  行列の古典極限である古典  $r$  行列は先行研究 [2] で解析されていたが、それらは非標準的な形をとっていた。これは、代数的には su(2|2) のキリング形式が縮退していることによる。そこで注目したのが縮退のないキリング形式をもつ例外超リー代数  $d(2, 1; \varepsilon)$  である。この代数はパラメータ  $\varepsilon$  をもち、 $\varepsilon \rightarrow 0$  極限で中心拡大された su(2|2) になる。この代数に対し適切な表現を構成し、 $\varepsilon \rightarrow 0$  極限をとると、標準的な古典  $r$  行列  $r_{12} = \frac{T_{12}^d}{u_1 - u_2}$  から非標準的な su(2|2) スピン鎖モデルの古典  $r$  行列が再現されることがわかった。

本研究は名古屋大学多元数理科学研究科の森山翔文氏との共同研究に基づきます。

## References

- [1] N. Beisert, “The su(2|2) dynamic S-matrix,” arXiv:hep-th/0511082.
- [2] S. Moriyama and A. Torrielli, “A Yangian Double for the AdS/CFT Classical r-matrix,” JHEP **0706**, 083 (2007) [arXiv:0706.0884 [hep-th]]. N. Beisert and F. Spill, “The Classical r-matrix of AdS/CFT and its Lie Bialgebra Structure,” arXiv:0708.1762 [hep-th].
- [3] T. Matsumoto and S. Moriyama, “An Exceptional Algebraic Origin of the AdS/CFT Yangian Symmetry,” JHEP **0804**, 022 (2008) [arXiv:0803.1212 [hep-th]].