

# 非可換ソリトンとDブレイン

東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 素粒子論研究室 浜中 真志

E-mail: hamanaka@hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp

非可換ソリトンとは非可換空間上のソリトンのことであり、近年非常に活発に研究されている。非可換空間は座標関数同士の積の非可換性： $[x^i, x^j] = i\theta^{ij}$  ( $\theta^{ij}$  は反対称な実定数) で特徴づけられるが、この関係式は、量子力学の正準交換関係  $[q, p] = i\hbar$  に類似しており、「空間の不確定性関係」を導く。したがって非可換空間上では、粒子の位置は完全に決めることができず、ある広がった分布を持つ。その結果、可換な空間上では存在した場の特異点が、非可換空間上では解消されるということが起こりうる。これはナイーブな考察にすぎないが、非可換空間上の場の理論では特異点の解消が一般に実際起こり、その結果例えば  $U(1)$  インスタントンといった新しい物理的対象が現れる。

さらに非可換空間上のゲージ理論は背景に一樣な B 場 (磁場) の入った D ブレイン上のゲージ理論と等価であることが知られており、非可換ソリトンは D ブレインそのものに対応する。D ブレインは弦理論のソリトンであるが、非可換ソリトンを厳密に構成し、その性質を調べることで、D ブレインの力学や性質が厳密かつ明快に理解されるのである。

この講演では、非可換 Euclid 空間上の場の理論と ADHM/Nahm 構成法<sup>1</sup> の基礎を簡単にレビューし、インスタントン解の ADHM 構成を具体的に行う。空間を非可換にしたときにインスタントン・モジュライ空間の特異点が解消されることを指摘し、特異点解消により生じる  $U(1)$  インスタントンについて詳しく議論する。D ブレイン解釈も紹介し、空間を非可換にする効果と背景に B 場 (磁場) を掛ける効果が何故等しいのかを説明する。余裕があれば “Solution Generating Technique” [2]<sup>2</sup> との関連 [4] についても触れ、弦の場の理論への応用についても紹介したい。最後に今後の一つの研究方向として、可積分系の非可換化 [5] についても触れる。

紙数の制約のため、これ以上は説明できない。興味ある方は下記の解説記事などを是非御覧ください。<sup>3</sup>

## 参考文献

- [1] 浜中 真志, 『ADHM/Nahm 構成法とその双対性』, 素粒子論研究 **106-1** (2002-10) 掲載予定。<sup>4</sup>
- [2] J. A. Harvey, P. Kraus and F. Larsen, JHEP **0012** (2000) 024 [hep-th/0010060].
- [3] 浜中 真志, “Recent developments in non-commutative gauge theory,” 素粒子論研究 **104-5** (2002-2) E27.
- [4] M. Hamanaka, Phys. Rev. D **65** (2002) 085022 [hep-th/0109070].
- [5] K. Toda, “Extensions of soliton equations to non-commutative (2 + 1) dimensions,” talk given at the workshop on “Integrable Theories, Solitons and Duality.”
- [6] 浜中 真志, 『非可換空間上のゲージ理論とソリトン』, 研究集会「量子化の幾何学 2」<sup>5</sup> の報告集.
- [7] 浜中 真志, “Exact BPS solitons in noncommutative gauge theories,” 素粒子論研究 **104-3** (2001-12) C87.

<sup>1</sup> 包括的解説記事として [1] がある。

<sup>2</sup> 解説として例えば [3] がある。

<sup>3</sup> この講演内容に最も近いものは [6] であるが、D ブレインについては触れていない。D ブレインとの関連については [1, 3, 7] などがある。なお [3] の付録に非可換関連のレビュー一覧が、[7] の付録にこれまでに構成された非可換インスタントン/モノポール解の一覧表がある。

<sup>4</sup> 私が書いた記事については、私のホームページ [http://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~hamanaka] にも置かれております。

<sup>5</sup> URL: [http://www.math.waseda.ac.jp/~kori/workshop-2002.html].