

Z_N vortices in $\mathcal{N} = 1^* SU(N)$ gauge theory¹

理化学研究所 理論物理学研究室 横井 直人

E-mail: n.yokoi@riken.jp

非可換ゲージ理論における閉じ込め現象の非摂動論的理解は未だ謎に包まれている。その閉じ込め領域における一つの重要な物理的対象が Confining String と呼ばれる Quark と Anti-Quark をつなぐ Flux Tube である。特に、ゲージ対称性として $SU(N)$ を持つ Pure Yang-Mills 理論や $\mathcal{N} = 1$ 超対称 Pure Yang-Mills 理論などにおいては、その Center である Z_N に値を持つ、安定な Confining String が存在する。これらの Confining String の Tension は、Hadron のダイナミクスなどに関係し、非常に重要な物理量となっているが、強結合領域のため定量的な議論は困難である。しかしながら、最近になって超対称ゲージ理論の非摂動論的理解の発展やゲージ理論と超弦理論との双対性などを基に、異なった Z_N の Charge を持つ Confining String の間の Tension の比などについて様々な議論がなされるようになってきた [1]。

そこで、我々はゲージ対称性として $SU(N)$ を持つ $\mathcal{N} = 1^*$ ゲージ理論において、これらの Confining String のダイナミクスを議論した。ここで $\mathcal{N} = 1^*$ ゲージ理論とは、 $\mathcal{N} = 4$ 超対称ゲージ理論において $\mathcal{N} = 1$ の超対称性を保つように全ての物質場に同じ質量を与えた理論であり、この理論においても Z_N に値を持つ Confining String が安定に存在することが知られている。また、この理論はその起源である $\mathcal{N} = 4$ 超対称ゲージ理論が対称性として持つ Montonen-Olive Duality を変形された形で引き継いでいるものと考えられている。そこで、我々は $SU(2)$ 及び $SU(3)$ をゲージ群として持つ場合に、Duality から期待される Confining String の Magnetic Dual である Z_N に値を持つ Vortex 解をソリトン解として具体的に構成した。この Vortex 解はゲージ対称性が完全に破れる Higgs 相の真空の上で構成されており、Duality を通じて閉じ込め相における Confining String と対応すると考えられており、これらの解の定量的解析から上記の Confining String に関する知見を得ることが出来る。我々は実際に、この Vortex 解の Tension を数値的に求めることにより、これらの Tension の比やダイナミクスなどについて議論した。また、この Vortex 解は通常の $U(1)$ ゲージ理論における Vortex 解とは異なり、 Z_N という非自明な巻き付き数を持つと共に、その真空の上で理論が厳密に持つ対称性である $SO(3)$ Color-Flavor Diagonal Symmetry に由来するゼロモードを持つ。このゼロモードを用いることにより、Vortex 上の有効理論を超対称性のない 2 次元 $O(3)$ シグマ模型として記述することが出来 [2]、このシグマ模型のダイナミクスと Montonen-Olive Duality との関係についても議論した。詳細は文献 [3] を参照してください。

References

- [1] M.J. Strassler, Prog. Theor. Phys. Suppl. **131**, P. 439 (1998); M. Shifman, hep-ph/0510098 (2005).
- [2] V. Markov, A. Marshakov and A. Yung, Nucl. Phys. **B 709**, P. 267 (2005).
- [3] K. Konishi, G. Marmorini, W. Vinci and N. Yokoi, in preparation.

¹この発表は、小西 憲一氏 (University of Pisa), Giacomo Marmorini 氏 (Scuola Normale Superiore di Pisa), Walter Vinci 氏 (University of Pisa) との共同研究に基づいています。