

Taub-NUT Crystal

総研大 矢田 雅哉

E-mail: yata@post.kek.jp

超弦理論でワープコンパクト化を実現するためには負張力を持ったブレーンが必要であることが知られていた [S.B.Giddings, S.Kachru and J.Polchinski(2002)]. typeIIB の超弦理論ではオリエンティフォールドが負張力のブレーンに対応することが知られているが、ヘテロティック弦ではそれに対応するものは知られていなかった。この研究の目的はヘテロティック弦でワープコンパクト化を行うためにオリエンティフォールド以外の負張力のオブジェクトを見つけることで、我々は Atiyah-Hitchin 多様体の極限形を T-dual した系が利用できることに着目した。

Atiyah-Hitchin 多様体は元々BPS モノポールのモジュライ空間として発見されたものだが [M.F.Atiyah, N.J.Hitchin(1988)]、4 次元の重力インスタントンでもあり、遠方より見ると負の NUT 電荷を持つ Taub-NUT 多様体に一致することが知られている。Taub-NUT 多様体は T-dual によりスメアされた NS5 ブレーンに移り、ブレーンの張力は NUT 電荷に比例するので、遠方から見た Atiyah-Hitchin 多様体の T-dual 系は負張力のブレーンとして見る事ができるのである。この系は standard embedding によりヘテロティック弦でも使用できる解となる。我々はこの Atiyah-Hitchin 多様体 (の遠方近似) と Taub-NUT 多様体を格子状に並べてトラスと同一視することによりコンパクトな多様体を構成した。具体的には、Atiyah-Hitchin 多様体の極限形と Taub-NUT 多様体はどちらも 1 次元の S^1 方向と 3 次元空間に分かれるので、我々はこの 3 次元空間にそれぞれの多様体を Gibbons-Hawking 計量の形で表現した。すると計量中の Gibbons-Hawking potential があたかもイオン結晶でいうところの正と負の静電ポテンシャルの配列に似ることから、我々はこれを“ Taub-NUT Crystal ”と名付けた。この Taub-NUT Crystal の T-dual 系は 5 ブレーン系なのでヘテロティック弦を使用することができ、また Atiyah-Hitchin の極限形の T-dual により負張力ブレーンを含む。これより、Taub-NUT Crystal によりヘテロティック弦でワープコンパクト化が実現できるようになる。

本研究で問題なのは Atiyah-Hitchin 多様体の T-dual 系が明らかな特異点を持つことである。しかし、T-dual する前の Atiyah-Hitchin 多様体は非特異な多様体として知られているので、T-dual した後もそうであると期待することはできる。特異点の解析についてはシグマモデルで類似の研究が行われており、2 次元 $N=(4,4)$ 理論のクーロンブランチで Atiyah-Hitchin の極限形を再現した方法 [D.E.Diaconescu and N.Seiberg(1997)] や、ヒッグスブランチにおいてスメアした NS5 ブレーンにポーテックス補正を加え局所化した NS5 ブレーンをつくる方法 [D.Tong(2002)] が利用できると考えている。