

Flux compactifications, $\mathcal{N} = 2$ gauged supergravities and black holes

KEK 素核研理論センター 木村 哲士

E-mail: tetsuji@post.kek.jp

Type II 超弦理論を Calabi-Yau 多様体でコンパクト化した時の有効理論は様々な方面で成功を収めている。その典型例として、 $\mathcal{N} = 2$ 超重力理論と、その解として漸近平坦な極限ブラックホール解、及びアトラクター機構があった。同様のテーマは、Calabi-Yau 多様体より一般的な幾何学でのコンパクト化においてどこまで追究できるだろうか。

Calabi-Yau 多様体を一般化する理由は非自明なフラックスの存在にある。超弦理論に登場するフラックスは、コンパクト化された空間を大きく歪める。この機構をフラックスコンパクト化という。Type II 超弦理論のフラックスコンパクト化を考えると、大雑把に言って次の点で Calabi-Yau 多様体でのコンパクト化と物理的性質が異なる：

- dilaton や NS three-form flux H_3 、RR-fluxes が自明ではない
- 有効理論である 4 次元 $\mathcal{N} = 2$ 超重力理論はゲージ化され、ポテンシャル項を持つ
- 真空解は AdS_4 である
- 多くの場合、超対称性を半分以上自発的に破る

本講演では、Calabi-Yau 多様体の一般化の一例となる、振率のある $SU(3)$ 構造多様体、特に nearly Kähler 多様体としての $G_2/SU(3)$ 空間を用いた。

ブラックホール解を 4 次元 $\mathcal{N} = 2$ 超重力理論で見出す研究は確固たる歴史があるが、主にベクトル多重項のみを含む可換ゲージ理論において進展してきた。この研究では、帯電したハイパー多重項を内包する系ではどのようになるのかを模索した。その様な超重力理論の起源として上記のフラックスコンパクト化を考えた。帯電したハイパー多重項を含む系の運動方程式を解くことは、たとえ静的極限ブラックホールでも容易ではない。そのため、全てのスカラー場はまず (共変) 定数条件を課した。得られるブラックホール解は次の性質を持つ：(1) スカラー場はほぼ全て真空で固定された値を全時空においても持つ。(2) 負の宇宙項を持つ。(3) ブラックホール質量は積分定数として任意パラメータのまま。(4) ブラックホール電荷はゼロになる。つまり Schwarzschild-AdS ブラックホール解が登場する。

ポテンシャル項が導入されるため、Calabi-Yau コンパクト化とは次の様に物理的現象が異なる：

- 場の漸近的振る舞いが固定されている (moduli stabilization)。
- ブラックホール電荷はコンパクト化におけるフラックスで強く制限される。
- 質量項は電荷と関係せず、一般に BPS 条件を満たさない。満たすのは真空だけである。

今回の研究では (共変) 定数条件を課したために電荷が自明となった。荷電 AdS ブラックホール解を追究するためにはこの条件を緩める必要がある。これは重力理論としての探究だけでなく、AdS/CFT における荷電粒子の性質を解析的に議論するためにも重要で興味深い研究方向である。