Glueball mass spectra for supergravity duals of noncommutative gauge theories

日大量科研　中島 唯仁 [1]
E-mail: nakajima@phys.ge.cst.nihon-u.ac.jp

非可換 (noncommutative) Yang–Mills 理論は、定数の NS-NS 反対称テンソル場 (B 場) を背景場にもつ D-brane の世界体積上の低エネルギー有効理論として現れる。そしてその背景場をもつ D-brane の枚数 N を無限大にすることにより導かれる bulk の超重力理論は、boundary 上のラージ N 極限における非可換 (超対称)Yang–Mills 理論に対応することが知られている [1]。非可換 Yang–Mills 理論の量子論的な様相は十分に理解されてはいないが、上記の対応に基づいて非可換ゲージ理論の非摂動的な振舞いを、対応する重力理論により解析することが可能となる。非可換 Yang–Mills 理論は、空間の非可換性を特徴付けるスケールパラメーター (非可換パラメーター) を含む理論なので、それにより ($\mathcal{N} = 4$ super) Yang–Mills 理論の共形不変性が破れ、非可換パラメーターが種々の物理量に反映する可能性がある。例えば非可換 Yang–Mills 理論における Wilson ループは、強非可換領域において面積則に従い、非可換パラメーターは QCD string の tension の役割を担うことが示される。今回我々は、非可換 Yang–Mills 理論においてグルーボールに対応する粒子の mass spectrum を、対応する超重力理論の古典解 (extremal D3-brane 解) をもとに解析した。

Yang–Mills 理論における最も軽い状態 0^{++} のグルーボールに対応するのは、重力理論におけるディラトンであり、B 場を背景にもつ D3-brane 解においては、ディラトンは non constant となる。そのグルーボールの mass spectrum を、near horizen 計量のもとでディラトンの運動方程式を解くことにより評価した。WKB 近似の手法を適用することにより、そのグルーボールの mass spectrum は $M^2 \sim \dfrac{f(n)}{a^2},\ (n = 1, 2, 3, \ldots)$ と表される。ここに a は (長さの次元をもつ) 非可換パラメーター、$f(n)$ は正の値をもつ n の関数である。グルーボールの mass spectrum は空間の非可換性により離散的な値となり、質量は非可換パラメーター a に反比例する。この場合、非可換パラメーターは格子 QCD における lattice spacing に相当する役割を担う。非可換 Yang–Mills 理論におけるグルーボールの質量比は、[2] で計算された有限温度 QCD におけるグルーボールの質量比と概ね近い値となった。我々はまた、自己双対な定数ゲージ場を背景にもつ非可換 Yang–Mills 理論においてグルーボールの mass spectrum を同様な手法により評価した。この場合、Yang–Mills 理論には D インスタントン密度というスケールパラメーターが新たに導入されるが、そのパラメーターは単独ではグルーボールの質量には反映せず、空間に非可換性が導入されることによって反映し得ることが示される。

今回はグルーボールの 0^{++} 状態について解析を行ったが、さらに他の状態について解析を進めること、また超対称性のより少ない模型において同様の議論を行った場合、空間の非可換性がどのように反映されるか調べること等が今後の課題である。以上の内容の詳細については、文献 [3] を参照してください。

参考文献

[1] A. Hashimoto and N. Itzhaki, Phys. Lett. **B465** (1999) 142; J. M. Maldacena and J.G. Russo, JHEP **09** (1999) 025.

[2] C. Csaki, H. Ooguri, Y. Oz and J. Terning, JHEP **9901** (1999) 017; J. A. Minahan, JHEP **9901** (1999) 020.

[3] T. Nakajima, K. Suzuki and H. Takahashi, in preparation.

[1] この報告はお茶の水女子大学の鈴木健司氏、武蔵工業大学の高橋秀典氏との共同研究に基づいている。