Operators of Matrix Models on Fussy Sphere

KEK　富野　弾
E-mail: dan@post.kek.jp

IKKT 型行列模型の力学的機構について更なる知識を得るためには有限行列サイズでの解析が今後必要となってくるであろう。非可換化された等質空間 G/H は G がコンパクトであるとき有限サイズの行列で表現できる。このために行列模型を有限サイズで解析する際に非可換等質空間を背景場とすると都合がよい。行列模型を背景場の周りで展開すると非可換等質空間上のゲージ場の理論が得られ、行列模型の量子補正をゲージ理論の量子補正として摂動論的に評価することが可能となる。特に最も簡単な非可換等質空間である非可換球面の場合には補正の具体的計算が可能となるために、有効作用や演算子 $\frac{1}{N}TrA_\mu A_\nu$ の期待値から非可換球面の受ける量子補正を議論することができた（今井孝明氏、北澤良久氏、高山靖敏氏との共同研究による)。今回の発表では考察する対象を改めて行列多項式からなる 2 つの演算子の期待値について議論した。

位置の情報を持たせた演算子を考察したい。非可換理論では位置の局所的な演算子はゲージ不変でないため、ウィルソンラインをつけた運動量表示に相当するゲージ不変な演算子を扱う。ウィルソンラインは行列の対称かつ跡がゼロの多項式で実現できる。計算を 4 次元の非可換超対称 Yang-Mills (SYM) 理論と比較するために、行列模型の背景場を非可換球面の 2 つの直積（fuzzy $S^2\times$ fuzzy S^2）とした。球面の半径が大きくなったとき非可換 $R^2\times R^2$ 上の非可換 SYM となるような極限が取れる。複素スカラー場にあたる行列場の 1 つをを Z 書くと $\mathcal{O}(P)=trZZY_P$（Y_P は外線運動量 P を運ぶウィルソンライン）は BPS 演算子に対応するもので、可換な 4 次元 SYM では量子補正を受けない演算子である。今回は期待値 $\langle\mathcal{O}(P)\,\bar{\mathcal{O}}(-P)\rangle$ について調べた。

tree レベルでの振る舞いは Z が次元 1 の場であることを反映して $\log P^2$ となる。また非可換性によって非プラナー部分からの新しい項が生じ、可換な理論からのずれを与える。ループ補正においては非プラナー部分の振る舞いが外線運動量のスケールに依存して大きく異なってくる。外線運動量のスケールが (行列サイズ)$^{1/4}$ に比べて十分小さい場合には、プラナーと非プラナーとの間に発散項の相殺が起こるため有限の量子補正が得られることになる。非可換性のために量子補正はゼロではない。一方外線運動量のスケールが (行列サイズ)$^{1/4}$ より大きな場合には非プラナー部分の寄与は消失し、このため発散が生ずる。非可換性のためにプラナー部分のみでは発散を相殺できない。

以上の結果に対して適切な解釈を与えることが現在の課題である。また非可換理論におけるゲージ理論/重力理論対応に関しても何らかの知見が得られることを期待する。

この報告は北澤良久氏、高山靖敏氏との共同研究に基づく。

References

[1] T. Imai, Y. Kitazawa, Y. Takayama, D. Tomino, "Quantum Corrections on Fuzzy Sphere", hep-th/0303120. [2] T. Imai, Y. Kitazawa, Y. Takayama, D. Tomino, "Effective Actions of Matrix Models on Homogeneous Spaces", hep-th/0307007. [3] T. Imai, Y. Takayama, "Stability of fuzzy $S^2\times S^2$ geometry in IIB matrix model", hep-th/0312241. [4] Y. Kitazawa, Y. Takayama, D. Tomino, "Correlators of Matrix Models on Homogeneous Spaces", hep-th/0403242.