Factorization of the Effective Action in the IIB Matrix Model[1]

京都大学理学研究科 浅野侑磨
E-mail: yuhma@gauge.scphys.kyoto-u.ac.jp

量子重力を含まない理論においては、その低エネルギー有効作用は局所的な形で書けていた。しかしながら、時空の量子揺らぎが存在するような理論においては、量子効果で因果律が破れている可能性があり、局所的な有効作用になっているとは限らない。例えばワームホールで相互作用する宇宙を記述する理論では、その有効作用は因子化された形

$$S_{eff} = \sum_i c_i s_i + \sum_{i,j} c_{ij} s_i s_j + \sum_{i,j,k} c_{ijk} s_i s_j s_k + \cdots , \qquad s_i = \int d^D x \sqrt{-g(x)}\, O_i(x) \tag{1}$$

をとる。ここで O_i は局所的な演算子である。この作用の形は非局所的ではあるが、結合定数がダイナミカルに決定される場合には有効的に局所的な理論になり、現実と矛盾する事はない。そこで我々は、IIB 行列模型で低エネルギー有効作用の性質を調べ、その有効作用が因子化された形になっていることを見いだした。重力を量子化する理論では有効作用は普遍的に因子化されるだろうと予想される。

IIB 行列模型は IIB 型超弦理論の非摂動的定式化として提唱された [1]。[1] において行列は座標と解釈され、その解釈の下で非摂動的定式化の証拠が提示されてきた。しかしながら、重力を正しく実現している事は確かめられているものの一般座標変換不変性をあらわな形で表す事は出来ていない。その問題を解決する 1 つの方法が、行列を共変微分とみなす微分解釈である [2]。微分解釈では一般座標変換不変性があらわになるだけでなく、運動方程式が Einstein 方程式を再現していたり、行列の $U(N)$ 対称性が局所 Lorentz 変換対称性や一般座標変換対称性を含んでいるなどの良い性質を持っている。

この微分解釈の下で低エネルギー有効作用を解析すると、元々作用が持っている対称性から、vertex は各々の index loop で Lorentz 不変な形になり、伝播函数は各々の index loop で Poincaré 不変になることが言えた。このことから、振幅はそれぞれの index loop でスカラーをなし、(1) の形に因子化されることが示される。更に、(1) における局所的な作用 s_i の次数は index loop の数と対応関係があり、この有効作用の形が丁度ループ展開になっていることも示された。

References

[1] N. Ishibashi, H. Kawai, Y. Kitazawa, and A. Tsuchiya, Nucl.Phys. **B498**, 467 (1997), [hep-th/9612115].

[2] M. Hanada, H. Kawai, and Y. Kimura, Prog.Theor.Phys. **114**, 1295 (2006), [hep-th/0508211].

[1]本講演は、川合光氏、土屋麻人氏との共同研究に基づく。