Hamilton-Jacobi method and D-brane actions in supergravity[1]

大阪大学大学院理学研究科　土屋麻人
E-mail: tsuchiya@phys.sci.osaka-u.ac.jp

我々は論文 [1, 2] において、D-brane の有効作用 (Born-Infeld 作用と Wess-Zumino 作用の和) が超重力理論の Hamilton-Jacobi(H-J) 方程式の解であることを示した。これは、この有効作用が超重力理論の on-shell 作用であることを意味する。

D3-brane の場合、この H-J 方程式の解は noncommutative Yang Mills(NCYM) に双対であると予想されている超重力理論の解 [3] のまわりの on-shell 作用になっている。また、この超重力理論の解は可換極限で $AdS_5 \times S^5$ に帰着する。Dp-brane, M-brane, (p, q) string, NS 5-brane についても同様のことが言える。M5-brane の有効作用は、6 次元 $\mathcal{N} = (2, 0)$ superconfromal field theory およびその非可換版に双対であると予想されている超重力理論の解のまわりの on-shell 作用になっていて、M2-brane の有効作用は 3 次元 $\mathcal{N} = 8$ superconformal field theory に双対であると予想されている超重力理論の解のまわりの on-shell 作用になっている。また、NS 5-brane の有効作用が、Little String Theory に双対であると予想されている超重力理論の解のまわりの on-shell 作用であることも示した。

一般に、ゲージ/重力対応においては、重力理論の on-shell 作用はゲージ理論の相関関数の生成関数なので、我々の結果は AdS/CFT 対応およびそれを越えたさまざまなゲージ/重力対応の研究に有用であると期待される。特に、holographic renormalization (group)[4] の考え方を応用して、NCYM のくりこみを調べられる可能性がある。また、この仕事を拡張して、超対称性が低いゲージ理論に双対であると考えられている超重力理論の解に対する on-shell 作用を求められれば、さらに面白くなると思われる。

我々の求めた超重力理論の on-shell 作用は、超弦理論においては D-brane を表す境界状態と真空との遷移振幅に対応していると素朴には考えられる。D-brane の有効作用は α' 展開の高次の情報を含むが、それが α' 展開の最低次に相当する超重力理論の on-shell 作用になっているのは、超対称性をもとにしたメカニズムが背後に働いているためと考えられる。ここでの超重力理論における on-shell 作用の計算を超弦理論での計算と正確に対応付けて、このメカニズムを明らかにすることが今後の当面の課題である。

参考文献

[1] M. Sato and A. Tsuchiya, "Born-Infeld Action from Supergravity," Prog. Theor. Phys. **109** (2003) 687, hep-th/0211074.

[2] M. Sato and A. Tsuchiya, "Hamilton-Jacobi Method and Effective Actions of D-brane and M-brane in Supergravity," hep-th/0305090, to appear in Nucl. Phys. B.

[3] A. Hashimoto and N. Itzhaki, "Non-Commutative Yang-Mills and the AdS/CFT Correspondence," Phys. Lett. **B465** (1999) 142, hep-th/9907166.
J.M. Maldacena and J.G. Russo, "Large N Limit of Non-Commutative Gauge Theories," JHEP **9909** (1999) 25, hep-th/9908134.

[4] J. de Boer, E. Verlinde and H. Verlinde, "On the Holographic Renormalization Group," JHEP **0008** (2000) 003, hep-th/9912012.

[1] この講演は佐藤松夫氏との共同研究に基づく。