フラックスのある pp-wave 上の弦の BRST 量子化

立教大学　理学研究科　知崎陽一
E-mail: yoichizaki@stu.rikkyo.ne.jp

BMN 対応 [1] は、pp-wave 上の弦理論とゲージ理論の弦の励起レベルの対応関係であり、非常に興味深いが、pp-wave 上の弦理論を正準量子化する際に、光円錐ゲージに固定しているため明白な共変性がない。もし pp-wave 上の弦理論を共変的に量子化することができたら、弦理論側の光円錐方向の励起やゴースト場は、ゲージ理論側でどう理解すべきだろうか。一方、別の動機として、背景場中の弦理論を厳密に、共変的に量子化すると何が見えてくるだろうか。

これらの動機を念頭に置き、今回 pp-wave 上の弦の新しい量子化として、『共変的ゲージ固定による正準量子化』を構成した。具体的に述べると、加藤-小川の平坦な弦の BRST 量子化 [2] の手法を、背景に $B_{\mu\nu}$ 場のフラックスがある pp-wave 上のボソン閉弦の場合に適用したものである。これにより、CFT の自由場表現とは異なる自由モード表現や BRST チャージのべきゼロ性による条件など、以前の pp-wave 上の弦理論にはなかった新しい構造を見ることができた。

まず、$B_{\mu\nu}$ がある pp-wave 上の弦の作用を共変的なゲージに固定し、光円錐方向を含むすべての弦の座標に対する運動方程式を求めた。そして、すべての弦の座標に対して、運動方程式の一般解を求め、得られた一般解に正準交換関係を課し正準量子化を構成した。ここで重要な点は、正準量子化するときに、すべてのモードが自由場のモードと同じとなる自由モード表現を構成したことである。注意したいことは、CFT における自由場表現のように場が自由になっているのではなく、モードが自由になっているということである。自由モード表現の中で、特に光円錐ゲージに固定した場合には見ることができない光円錐方向の弦の座標 X^- の解を共変性を明白にしたまま厳密に構成したことは非常に重要である。

そしてこの自由モード表現を用いるとエネルギー運動量テンソルが非常に単純な形になるので、通常の計算の仕方でアノマリーを計算することができる。さらに BRST 演算子のべきゼロ性から時空の次元 D と正規順序積の定数 a を決定した。結果は、

$$D = 26,\ a = 1 + \frac{1}{2}\mu\alpha' p^+ (\mu\alpha' p^+ - 1) \tag{1}$$

である。ここで、μ は pp-wave 背景と $B_{\mu\nu}$ の強さを表す係数で、p^+ は X^+ の運動量である。

可能な応用例としては、pp-wave 上の共変的な弦の場の理論を構成することにより、共変的な BMN 対応を構成することである。さらに、曲がった時空であり、背景場を持つ時空でありながら、厳密な量子化が可能であることから、ストリングランドスケープについても何か手がかりになると期待できる。講演内容は、立教大学の矢彦沢氏との共同研究 [3] に基づく。

参考文献

[1] D. Berenstein, J. Maldacena and H. Nastase, JHEP 0204 (2002), 013 [arXiv:hep-th/0202021]

[2] M. Kato and K. Ogawa, Nucl. Phys. B 212 (1983), 443

[3] Y. Chizaki and S. Yahikozawa, Prog. Theor. Phys. 116 (2006) No.5 [arXiv:hep-th/0608185]