

学術研究ネットセミナー(2009年3月19日)  
曲った時空上の超弦理論の理解へ向けて

お茶の水女子大学人間文化創成科学研究科研究員 知崎 陽一

(2009年8月から産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門特別研究員)

超弦理論は、すべての素粒子をプランクスケール( $10^{-33}$  cm)の長さの弦の振動状態として記述する理論である。この理論の最も重要な性質は、理論に発散を含まないことである。大きさが0の点粒子を基本とした理論では、相互作用が時空の確定した点で起こるため、時間とエネルギーおよび位置と運動量の不確定性から、いくらでも大きなエネルギーや運動量を持つ仮想粒子との相互作用が生じる。量子重力が重要でないスケールにおいては、くりこみによってこの発散を処理することが可能であるが、量子重力が重要となるプランクスケールにおいては、大きなエネルギーを持つ粒子ほど重力が強効くためにこの発散を処理することができない。さらに重力は、相対論によれば時空の歪みそのものであるため、時空自身、非常に激しく揺らぐことになる。しかし、プランクスケールを基本とした弦理論では、長さに下限があるため、相互作用点が不確定になり、このような発散を生じないことが知られている。

平坦な時空上の弦理論は、現在、非常によく理解されており、量子化された弦の振動モードで生成される状態によって素粒子を記述することができる。具体的には、開いた弦には、左右の波の重ね合わせの定常波のモードが生じ、低エネルギー状態に、スピン1の光子が含まれる。また、閉じた弦には、左右独立の波のモードが存在し、低エネルギー状態に、スピン2の重力子の状態が含まれる。そして、弦の広がりが無視できる状況では、電磁場を記述するゲージ場の理論や重力場を記述する一般相対性理論が再現される。それでは、これらを背景場とするような曲った時空上では、弦理論は量子論的に無矛盾に構成することができるだろうか？しかしながら、曲った時空上の弦の量子論は非常に難しくほとんど理解されていない。そこで、非常に扱いやすい時空である『重力波背景時空』上において、超弦理論を正準量子化した。そして、正準量子化の過程において、すべての振動モードを自由モードで表示する表現を構成することができた。最近の研究の進展として、これらのモードで生成される閉じた弦の低エネルギー状態が、『重力波背景時空』からの摂動として得られる重力子と同一であることも示した。

お茶大研究員時代は、無給研究員で、非常勤講師を5コマ担当し月給約12万で生活していた。健康保険や国民年金の支払いも困難で、病気になっても病院に行くことができず、非常に不安な毎日であった。現在、運よく産総研に移ることができ、有給のポスドクとして生活しているが、任期が短く不安定であることに変わりはない。いつまで、続けることができるか分からないが、引退せざるを得なくなった場合、新卒重視で、年齢

制限のある民間企業に行くことは、ほとんど不可能であるから、再び非常勤講師で生計を立てていくことになるだろう。非常勤講師の1コマあたりの給与は平均的に月給約2万であるから、最低でも10コマは担当しないと最低限度の生活をする事ができない。以前の5コマの非常勤でさえかなりの重労働であったのに、その2倍の仕事量を体力的に衰えた30歳後半から40代50代と続けていくことができるだろうか。非常に不安である。物理が好きで自分で選んだ道なのだから仕方がないのかもしれないが、アカデミックポストを引退せざるを得ない場合でも、日本では、欧米のように博士号取得者が企業で優遇されるようにはならないものだろうか。また、現在、学生の学力低下、理数離れが進んでいるが、それを止めるため、すべての中学や高校に最低1人は、博士号取得者を配属させなければならないようにして、子供たちの理科や数学への興味を高めることはできないだろうか。いずれにせよ、1万5千人を超えるポストクがフリータにしかねない現在の状況は非常にもったいなく感じる。ここ数年、ようやくポストクの悲惨な状況が世間に知られるようになってきているが、今後は、ポストクの正規就業について具体的な国の政策を期待したい。最後に、学術研究ネットのおかげで、ポストクに対する個人的な意見を述べる事ができ大変感謝している。また、このセミナーで発表することで、いろいろな分野の方と話す事ができたことにも感謝したい。以前は、素粒子の研究に固執していたが、物性物理を研究することに目を向ける事ができたおかげで産総研に移る事ができたからである。

産業技術総合研究所ナノテクノロジー研究部門 知崎 陽一