

これまでの研究成果のまとめ

ここ数十年の理論物理学の進展によって、この世界には4種類の力、電磁気力と重力および強い力、弱い力と呼ばれる力が存在することが解明された。このうち、弱い力と電磁気力はワインバーグ・サラム理論によって統一的に記述され、さらに強い力を取り込んだ標準理論が1970年代半ばには確立された。そこで、残った力である重力をも含んだ理論を構築するのが使命であると多くの研究者はみなすようになった。現在考えられる候補の1つが Super string theory(超ひも理論)である。

超ひも理論には少なくとも5種類の摂動的な理論が存在する。それらは摂動論の範囲では閉じた理論であるが、ひとたび非摂動的な効果を考えるとそれぞれが関連を持ってくる。よって背後にそれら全てを統合する非摂動的な理論があると考えられ、M theory と名付けられたこの理論の構築が1990年代に進められてきた。M theory の枠組みを与える中で重要なものに Matrix model(行列模型)がある。Matrix model は、行列の大きさを表す数 N を無限大にとった極限においてひもの無限多体系を記述しており、超ひも理論の理解をさらに押し進める上で強力な理論であることに疑いはない。

2002年に Dijkgraaf と Vafa がある推測をした。それは、前述の標準模型を記述する Gauge theory と Matrix model とのつながりを見出そうとするものである。これに触発されて Cachazo と Douglas と Seiberg および Witten がこの推測の導出とみなされる論文(以下この論文のことを CDSW と略記)を公表し、一躍世界に注目された。CDSW では、一般化された小西アノマリーというものを超対称な $U(N)$ Gauge theory における Chiral Ring について当てはめて考え、それによって3つの方程式を導出した。このうちの1つの式は Matrix model から得られる式と等価であるので、これこそが懸案であった「Gauge theory と Matrix model を関連付ける証拠」であるとみなされ、大いに評価されることになった。

しかし、CDSW で与えられた3つの方程式のうちの2つについてはまだ Matrix model 側での対応物が見つかっておらず、その発見が期待されていた。それを Supereigenvalue model というものを用いて探求したのが大阪市立大学の糸山と名古屋大学の菅野である。ここで Supereigenvalue model とは、Matrix model に超対称性を取り込んだ Super matrix model における計算上の困難を解決する理論である。糸山と菅野は Matrix model での Schwinger-Dyson 方程式であるところの Virasoro constraints と呼ばれる条件式と loop 方程式との関係を Supereigenvalue model の場合に適用し、残りの2つの対応物を見つけ出した。私は、修士論文でこれらの論文のレビューを行った。

また CDSW は超対称性の破り方を手で行っていたが、それを自然に記述するために必要な概念に「超対称性の自発的破れ」があり、それに関連する論文を書いた。(arXiv:hep-th/0409060)