

研究計画

私はこれまで超対称性の部分的破れの現象を中心に研究を行ってきました。この研究はそれ自身が非常に興味深い分野であるだけでなく、弦理論とゲージ理論との間の双対性の研究にとっても重要な分野です。高エネルギー領域で有効な記述になると期待されている超弦理論は、ゲージ理論と重力理論を共に含む統一理論の最有力候補とみなされています。しかし実験との比較が難しいことや超弦理論自体の定義も含めまだ未知の領域が多いのもまた事実です。それにも関わらず、ゲージ理論と重力理論が超弦理論の文脈の中で低エネルギー有効理論として導き出され、またこの両者の間の双対性が次々と見つかっているのは奇跡的なことと言えるでしょう。この双対性の中でも近年とくに注目を集めているのは、 $\mathcal{N} = 1$ の超対称性が存在するときの双対性です。この双対性は $\mathcal{N} = 2$ の超対称性を背後に隠し、幾何的遷移と呼ばれる概念を我々に与えました。幾何的遷移とは、ゲージ理論と重力理論の双対性がconifoldという幾何の単純な変形で説明されるという概念です。一般に超対称性が高いほど解析は行いやすいですが、超対称性が最も低い状態である $\mathcal{N} = 1$ での双対性がそのような単純な概念で説明されるという事実は衝撃的です。現象論的に重要な $\mathcal{N} = 1$ 超対称性理論における双対性は現在の理論物理学における最重要課題の一つと言えます。この双対性を超対称性の自発的破れの側面から研究していくのが今後の私の研究計画の一つです。 $\mathcal{N} = 2$ の超対称性を持つ理論を変形して $\mathcal{N} = 1$ に落とした理論が幾何的遷移において重要であることはすでに知られていることですが、超対称性の破れを自発的に起こすモデルから幾何的遷移が説明されたことはありませんでした。そのような自発的破れのモデルが重要であることは、Cachazo-Douglas-Seiberg-Wittenによる論文の中で用いられたフェルミオン遷移の自由度の起源が $\mathcal{N} = 2$ の超対称性を示唆していることから明らかです。このフェルミオン遷移の自由度が自発的に破れた超対称性から生じるものであることがすでに示されており、私は今後も引き続きこの研究を発展させていきたいと考えています。とくに幾何的遷移においてconifoldを変形させる関数と $\mathcal{N} = 2$ の超対称性を持つ理論を記述するプリポテンシャル関数との関連に興味があります。幾何的遷移という数学的に美しい概念が、場の理論によってより深く解釈されるのではないかと期待しており、手始めに関連論文との対応関係を調べているところです。これによって、超対称性理論が持つ幾何的な性質の理解を推し進め、さらには超対称性の存在しない現実世界における双対性の研究につなげていくのが最大の目標です。超対称性の部分的破れの研究は上記の双対性以外にも様々な分野への応用が期待されています。とくに近年盛んに研究が進んでおりますドメインウォール解との関連は非常に密接なものがあり、それについての研究も進行中です。また、現在の専門分野である超対称性理論以外にも幅広い興味をもって今後の研究活動を行っていきたいと考えております。