

研究計画

大橋圭介

私の研究目標の一つは、ドメインウォールやボーテックス等のソリトンの数学的側面の更なる研究と、それを用いた素粒子理論、宇宙論、物性理論への応用である。この応用を考えた場合に前述の「モジュライ行列法」をより様々なモデルへ柔軟に適用できるよう拡張することが重要となり、私の研究計画では先ずこれを考えていきたい。

我々が6年前に行った拡張は、それまで $U(N)$ ゲージ理論で基本表現の物質場の系のものに限られていたボーテックスやドメインウォールなどのソリトンに対して、これらを任意のゲージ群・任意の表現の物質場に拡張しても、正則ゲージ不変項を正しく考慮に入れることによって、系統的にソリトン解とそのモジュライ空間を構成ができる事を示したことであった [33,38,45]。この拡張された系におけるソリトンには、 $U(N)$ の場には知られていなかったタイプのソリトンを一般に含んでおり、ゲージ群が $U(N)$ の場合はむしろ特殊な系だった事が分かってきた [39]。このように解法の拡張によって、扱えるソリトンが劇的に豊富な物理的内容を持つようになるのである。

今私が考えている拡張は今まで仮定していた「真空はゲージ自由度が全て破れたヒッグス相であれ」というシステムへの要請を撤廃する事である。この仮定はウォールやボーテックスが生成される原因がヒッグス相にあるからであったが、真空で部分的に破れていないゲージ群があっても良い。その場合のソリトン解をどう系統的に調べられるかという問題である。この拡張はかなり重要で必然的であり、例えば、素粒子の超対称現象論のモデルを考える際に、そこに現れ得るボーテックスの種類やそのモジュライを決定するためには必要不可欠である。最近この種の最も簡単な系として、真空が $U(1)_{em}$ に対してクーロン相となっている場合にボーテックス解を調べたが、ボーテックス上に $U(1)_{em}$ の非自明な磁束が発生し、それによって Aharonov-Bohm 効果を生成する等、非常に特徴的な現象が発見された [p-1]。このような事象をより一般的な系で系統的に扱いそこに含まれる物理を理解するには、更なる研究と深い理解が望まれる。このような問題に挑戦していきたいと思う。

このような拡張の重要な目的の一つとして、非アーベリアンモノポールのモジュライの理解があげられる。ヒッグス相に置かれたモノポールから出る磁束はボーテックスを形成するため、モノポールとボーテックスとはそのらの解のモジュライや振る舞いにおいて、密接な関係があると期待されているからである。非アーベリアンモノポールの理解する事はその双対としてクォークのカラー閉じ込め現象の更なる理解につながるのではないかと期待されており、その関連において、モノポールは双対なゲージ群の表現になっていると思われる。例えば $SO(2N+1)$ 群と $USp(2N)$ 群は自明でない双対の例であり、これらの群におけるボーテックスの研究によって、非アーベリアンモノポールの理解が深まると期待される。この方向での研究を進めていきたいと考えている。