

これまでの研究成果

大橋圭介

主要な論文である三論文 [2],[9],[26] について要約する事でこれに代える。

論文 [2] “*Off-shell $d=5$ Supergravity coupled to Matter-Yang-Mills System*” について高次元時空の理論から我々の 4 次元の時空を導き、我々の時空を高次元時空に埋め込まれた膜のような部分空間 (ブレン) と考える「ブレン世界シナリオ」が提唱されており、素粒子理論、宇宙論をまたがって盛んに研究されている。このシナリオに重力が結合するモデルは標準理論におけるいくつかの階層性問題を解決することが示唆されており、標準理論がそうであったようにこれを超対称性を含むよう拡張することは重要であった。ここで余剰次元を 1 次元とした場合において組織的に研究するための枠組みを与えるために、我々は先ず超対称性代数が特定の作用の形によらない 5 次元超共形テンソル算術を開発した。この論文ではこの結果を用いて off-shell formalism での 5 次元超重力理論を初めて構成した。この結果は後に、 S^1/Z_2 オービフォールドの固定点上に置かれた 4 次元のブレン上の場との相互作用を構成する組織的な方法を与えるのに使われた。

論文 [26] “*Supersymmetric Completion of an R^2 Term in Five-Dimensional Supergravity*” について

論文 [2] で開発された 5 次元共形テンソル算術は、上記のシナリオだけでなく別の研究の観点からも非常に有用であった。超弦理論におけるブラックホールエントロピーを微視的に説明する研究では、Bekenstein-Hawking エントロピーへの補正項を計算するためには、アインシュタイン曲率の 2 乗項 (R^2 項) を含む高階微分項が必要であった。そこで我々は 5 次元共形テンソル算術を用いて R^2 項を含む不変作用項のボゾン部分の構成をやり遂げた。またこの結果の別の応用として、AdS/ゲージ理論対応の文脈においても正しいある種の補正項を与えている事をチェックした。このように上記の結果は超弦理論、重力理論、ゲージ理論にある一つの基礎を与えている。この功績により、私は共著者とともに日本物理学会第 15 回論文賞をいただいた。

論文 [9] “*Construction of Non-Abelian Walls and Their Complete Moduli Space*” について Yang-Mills (-Higgs) 系に現れる様々なソリトンは、超対称性のある理論ではこれらは BPS (Bogomol'nyi-Prasad-Sommerfield) 状態と呼ばれる状態となる。この状態ではソリトン間に力が働かず運動方程式の解の全体はモジュライ空間をなす。これらは物理的にも数学的にも興味深い対象である。インスタントン、磁気モノポールの解とモジュライ空間はそれぞれ ADHM 構成法、Nahm 構成法によって構成されることは有名である。しかし非アーベリアンゲージ群に結合したドメインウォールに関してはあまりよく調べられていなかった。これはこのソリトンを記述する BPS 方程式が可積分系ではなく完全には解くことができなかったためである。この論文ではゲージ結合定数を無限大にした極限において BPS 方程式が厳密に解けることを示し、 $U(N)$ ドメインウォールのモジュライ空間を決定した。この論文で使われた「モジュライ行列法」と呼ぶ解法は後にゲージ結合定数有限の場合にも、モジュライ空間を決定するのに有効である事が議論され、 $U(N)$ ボーテックスのモジュライ空間の決定などの多くの仕事の基礎になった。