

研究計画

自然界の相互作用のうち、強弱相互作用と電磁相互作用は量子ゲージ理論を用いた標準模型によってよく記述されている。標準模型を構成する粒子のうちヒッグス粒子は見つかっていないけれど、CERNで行われているLHCでの発見を期待している。しかし、重力理論の量子化は非常に困難であり、標準模型を越える理論が必要である。超弦理論は重力も含めて、自然界の相互作用を統一する試みであり、多くの研究がなされている。ローレンツ対称性が量子化によって破れないことを要請すれば、時空が10次元でなければならない。時空が10次元であるならば、観測されていない余剰の6次元が観測されない理由を超弦理論は説明しなければならない。ひとつの案は、コンパクト化である。特に私は、時間的にコンパクト空間が収縮していくような動的なコンパクト化に強い関心を持っている。今後、主に10次元アインシュタイン-ヤン=ミルズ理論における動的コンパクト化について研究する。また、関連する話題についても学びたい。

動的コンパクト化の物理的解釈をより深めていきたい。宇宙最初期のインフレーションの長さを十分長くできるか、大統一理論を記述する可能性はあるか、陽子崩壊が起きない大統一理論の可能性はないか、高次元においては宇宙原理の等方性を破る機構があるのか、などは重要な問題なので積極的に取り組んでいきたい。また、先行研究では初期値を選べば、動的にコンパクト化する解があることを示した。初期条件に依らずにコンパクト化が起こるようなモデル設定が可能か考えたい。

先の研究の継続として古典解を背景とした摂動モードの質量スペクトルの解析や、より高次の項を含む拡張したモデルでのスペクトル解析、特にタキオンモードの存在について調べたい。また、ゲージ群が $SO(16)$ の場合、ヒッグス=キップル機構によって $SO(10)$ に破れる。この場合、 $SO(10)$ のベクトル表現に属するスカラー場などが低エネルギー有効理論に含まれている。これらがレプトンやクォークの世代の違いを表す可能性がないか調べたい。

高次元のヤン=ミルズ理論の解、特にホッジ双対による様々な等式を満たす配位について考えていきたい。最近調べた、多項式型の自己双対方程式について、より詳しく調べていきたい。ブリハエ=デブチャン=ナイツは、8次元自己双対ヤン=ミルズをコリガン=フェイリー=ウィルチェックの仮定のもとに表現の既約分解を利用して解析した。この方法を応用してより一般的な解の考察を行いたい。行列群から得られる等質空間、特に対称空間上のスピン接続埋め込みによってある程度一般論ができないかも考えていきたい。

それらとは別に、場の理論における繰り込みという概念、特にカットオフなどによって人為的に導入されるスケールというパラメーターの自然な解釈、フェルミオンの記述法などについても考えたい。確率過程量子化とブレン世界の関係についても考えたい。