

パラメーターの少ないカラビヤオ空間でのミラー対称性の研究(鈴木久男)

超弦理論のなかでも、Calabi-Yau空間を内部空間として持つ理論は4次元で $N=1$ の超対称性を持つ理論となり、現実の素粒子理論として有望な理論となることが期待されている。しかし一般的なCalabi-Yau空間では非常に多くのパラメーターを含み、その解析は容易でないうえに、現実との対応には任意性が多い。一方最近、パラメーターの少ないタイプの空間が構成されてきた。これらのクラスのCalabi-Yau空間では、パラメーターは少ないもののその解析手法はあまり知られていなかった。D3の川田英幸、北海道工業大学の増田貴宏と鈴木久男の研究により、これらのCalabi-Yau空間の対称性であるミラー対称性を見る技術を開発した。これは、川田英幸さんのドクター論文となる予定である。

波場直之

(1). 金田氏、高保氏、津野氏達と共に、「パリティの破れの新しい研究」をおこなった。超対称性理論では、超対称性粒子の質量差が起源で、(標準理論では絶対に破れないはずの)強い相互作用でもパリティが破れることを世界に先駆けて指摘し、LHC実験での観測可能性を解析した。(2). 金田氏、高橋氏、清水氏達と共に、「 ν ヒッグス理論の開発と現象論的解析」に関する研究をおこなった。ニュートリノ質量の小ささが、未だ未発見の ν ヒッグスの真空期待値が小さいことに起因する理論を提唱し、LHC実験、ILC実験で観測可能であることを予言し、更に、有効なバリオン生成機構が働くことや大統一理論に自然に拡張できることを示しBの物理とニュートリノ振動実験に新しい予言を与えた。(3). 高橋氏と共に、「クォークとレプトンの世代構造が高エネルギー・スケールでは統一される可能性」の研究をおこなった。クォークとレプトンの世代構造がウィーク・スケールで異なるのは、ニュートリノの質量が縮退している場合に、量子効果が大きく効いて実現される可能性を示した。(4). LHC実験においてヒッグスらしき粒子の発見が報告されたが、ヒッグスらしき粒子の2つの γ への崩壊モードが標準理論の予言値から大きくずれている。これは、標準理論を超える物理の手がかりかもしれない。そこで、高橋氏、金田氏、御村氏達と共に、ヒッグス粒子が超対称性理論における複合粒子で構成されている可能性を示し、その場合、LHC実験における2つの γ への崩壊のずれが説明できることをしめした。(5). レプトン系の世代間混合角の和は、実験誤差の範囲内で 90° である。この角度が量子補正に対して安定である可能性について解析をおこなった。(6). 超対称性理論において、 μ 項と超対称性の破れの起源を同時に解明する理論を余剰次元大統一理論の枠組みで構成した。

3次元スピン3重力理論の2次形式 (中山隆

一、藤澤逸平)

3次元重力は $SL(2, \mathbb{R}) \times SL(2, \mathbb{R})$ に基づくChern-Simons作用によって定式化できる。ゲージ場は多脚場とスピン接続と解釈でき、作用はこれらの微分の1次式であるが、運動方程式の半分を使ってスピン接続を消去すると、計量テンソルの1階微分の2次式と2階微分を含むEinstein-Hilbert作用が得られる。高階スピン理論はスピン2の重力場だけでなく、スピンの3以上のゲージ場を含む理論で、超弦理論と関係があると考えられている。3次元の高階スピン理論も $SL(N, \mathbb{R}) \times SL(N, \mathbb{R})$ に基づくChern-Simons作用によって微分の1次式しか含まない定式化は知られていたが、計量テンソルと高階スピン場の微分の2次式の作用による定式化は成されていなかった。本研究では、 $N=3$ のスピン3重力の場合に、Chern-Simons理論のスピン接続を多脚場によって表す技術を開発し、微分

2次元形式の定式化を行った。これにより、クリストッフエル接続や曲率テンソルなどがスピン3重力理論への拡張できた。

4次元N=4のセントラルチャージを含むツイストされた超対称性を持つゲージ理論の構成についての研究。 (浅賀圭祐)

4次元N=4のセントラルチャージを含むツイストされた超対称性を持つゲージ理論が、セントラルチャージを含むことによりオフシエルの超対称性を獲得することは知られていたが、理論を構する場同士に非自明な関係式が存在し、格子理論の展開にとって一つの制約となる。本研究では、2次元の理論でその様な関係式を無くすことが可能であることを発見し、4次元の理論への応用を試みている。

Numerical simulations of the supersymmetric lattice Wess-Zumino model (Eric Giguere)

I did Numerical simulations of the Wess-Zumino model using the lattice action proposed by D'Adda et al. (arXiv:1006.2046 and arXiv:1107.1629.) The model uses a local derivative operator and a non-local product to achieve exact Supersymmetry on the lattice. The simulations were made in one and two dimensions, using the hybrid Monte-Carlo method and the Nicolai mapping respectively. The presence of the Supersymmetry through the Ward-Takahashi Identities, and the recovery of the locality were observed.