

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18204024

研究課題名 (和文) Gauge-Higgs Unification の新たな展開

研究課題名 (英文) New Development in the Gauge-Higgs Unification Scenario

研究代表者

林 青司 (Lim Seiji (C. S. Lim) )

神戸大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：80201870

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：Gauge-Higgs unification, 階層性問題, 標準模型を越える物理

## 1. 研究計画の概要

Higgs とゲージ粒子というスピンの異なるボソンを高次元ゲージ理論の枠組みで統一する Gauge-Higgs Unification シナリオは素粒子理論の大問題である「階層性問題」の超対称性を用いない新たな解法を与えるという意味でも大変興味深い。当該研究の目的は、こうした新しい素粒子理論の方向性を与える Gauge-Higgs Unification について、シナリオ特有の予言を行ったり、このシナリオの新側面への展開を図って行くことである。

## 2. 研究の進捗状況

本研究課題で得られた主な研究成果を以下にまとめる。

### (1) 予言可能な物理量に関する研究

高次元ゲージ理論は一般に繰りこみ不可能であるが、Gauge-Higgs unification シナリオでは Higgs がゲージ場の一部であることを反映して、高次元ゲージ対称性の帰結として紫外発散を被らない有限な物理量を予言することが可能な場合があり、理論の検証として非常に興味深い。この科研費による研究では、いくつかの精密検証されている物理量に関して有限値としての理論特有の予言

が可能であることを初めて示し、その予言値を導出した。

#### ①<sub>F</sub> S, T パラメーターの解析

Gauge-Higgs unification シナリオ特有の予言として、Peskin-Takeuchi の電弱パラメーター S, T を解析した。Gauge-Higgs unification では高次元なゲージ対称性の為に時空が 5 次元の時はもちろん、6 次元の場合でも S, T のある線形結合については有限の意味ある予言値が得られることを初めて指摘した (Phys. Rev. D76('07)115011)。

#### ②<sub>F</sub> フェルミオンの異常磁気能率の解析

このシナリオでは、フェルミオンの異常磁気能率が時空の次元に依らず有限値として計算可能なことを演算子に基づいて議論し、また具体的な計算によっても示した (Phys. Rev. D76('07)075009)。

#### (2) 高次元理論における量子力学的超対称性に関する研究

Gauge-Higgs Unification シナリオのみならず重力を含めて統一した高次元重力理論に量子力学的超対称性が存在することを示した (Phys. Rev. D77('08)045020)。

#### (3) Gauge-Higgs Unification とインフレーション宇宙論に関する研究

ヒッグスとインフラトンを同一視する可能性について論じた(Progr. Theor. Phys. Vol. 122, No. 2 ('09)掲載予定)。

### 3. 現在までの達成度

#### ① 当初の計画以上に進展している (理由)

Gauge-Higgs Unification シナリオにおける予言可能な物理量に関する研究では、予想以上の研究の進展がみられ、複数の物理量に関して予言可能であることを示す事が出来た。更には、量子力学的超対称性の存在、インフレーション宇宙論への応用といった、Gauge-Higgs Unification シナリオの正に幅広い新たな展開も見られた。

### 4. 今後の研究の推進方策

本研究は、最終年度前年度の申請の制度を用いて申請し採択された、平成 21 年度より始まる新たな基盤研究(A)の研究に引き継がれる。新たに始まる研究では、高次元理論であるにも関わらず予言可能な物理量に関する研究を更に発展させると共に、Gauge-Higgs Unification シナリオに限定されず、より広い観点から高次元理論特有の予言を探索し、素粒子の標準模型を越える物理としての高次元理論の研究を推進して行きたい。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 約 30 件)

- ① T. Inami, Y. Koyama, C.S. Lim and S. Minakami, “Higgs-inflaton potential in 5D super Yang-Mills theory”, Progr. Theor. Phys. Vol. 122, No. 2 (2009)掲載決定, 査読有
- ② C.S. Lim, T. Nagasawa, S. Ohya, K. Sakamoto and M. Sakamoto, “Supersymmetry in 5D gravity”, Phys. Rev. D77, 045020 (2008), 査読有
- ③ C.S. Lim, N. Maru and K. Hasegawa, “Six dimensional gauge-Higgs unification with an extra space  $S^2$  and the hierarchy problem, J. Phys. Soc. Jap., 77, 074101 (2008), 査読有
- ④ Y. Adachi, C.S. Lim and N. Maru, “Finite anomalous magnetic moment in the gauge-Higgs unification”, Phys. Rev. D76, 075009 (2007), 査読有
- ⑤ C.S.Lim and N. Maru, “Calculable

one-loop contributions to S and T parameters in the gauge-Higgs unification”, Phys. Rev. D75, 115011(2007), 査読有

[学会発表] (計 約 20 件)

- ① 林 青司, Toward A Realistic Grand Gauge-Higgs Unification, 物理学会、2008年3月, 近畿大学

[図書] (計 3 件)

- ① 林 青司, サイエンス社, 「弱い相互作用の研究と進展」(数理科学 2007年11月号), 2007年, 6 ページ