

自己評価報告書

平成23年 4月 1日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008~2011

課題番号：20540251

研究課題名 (和文) 剰余空間の構造を用いた統一模型の構築

研究課題名 (英文) Grand Unified Models with Coset Space Extra Dimension

研究代表者

佐藤 文 (SATO JO)

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：60322294

研究分野：素粒子論

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：商空間 LHC、Universal Extra Dimension Model、統一理論、余剰次元

1. 研究計画の概要

この研究の最終目標は、数学的な制限の強い大統一模型を構築することで予言性の高い標準理論を超える理論的枠組みを見いだすことです。

その枠組みとして「商空間の構造をもつ余剰次元を使った大統一理論 - Coset Space Dimensional Reduction (CSDR) ; Kapetanakis & Zoupanos (Physics Report 219 (1992) 1)」という考え方にヒントを得て、商空間の構造を持った余剰次元を持つ模型を考えます。

まずは、このような構造を持つ模型の候補をしらみつぶしに探します。

次に最も単純な商空間 S2 を考え、これを余剰次元として持つ Universal Extra Dimensional Model を構築します。この模型が従来のこのクラスの模型とどのように違うのかを見ることにより、大統一理論へのヒントを得ます。

そのために、LHC でのシグナルや暗黒物質との関連について調べます。その特徴を見るために他の模型との比較も必要になるので、超対称

模型や S1 上での模型の対応するシグナルについても検討し比較します。

2. 研究の進捗状況

従来の研究と併せて、Coset Space Dimensional Reduction の考え方で、14 次元までの商空間については、模型構築の対称となり得る空間がどのようなものであり、また、物質としてどのようなものが可能かについて、全てを調べ上げることが出来た。特に 8 次元の場合、過去に研究したことのある、超対称非線形模型を使った SU(5) 大統一理論と同じ構造を持つ可能性があることを発見した。

また、従来の Universal Extra Dimensional Model の枠内で、この模型が LHC でどのようなシグナルを出すか、特に他の模型と区別するためにはどのようなシグナルに注目すべきか、そしてそれがどの程度見えるのかについて検討した。その結果として第二 Kaluza-Klein モードの観測が最もよいだろうという結論に達した。実際、このモードは余剰次元模型特有のものであるし、質量が大きいかかわらず、模型の興味あるパラメタの範囲で充分観測にかかりうることを確かめた。

最後に S2 上の模型として、SO(12) 模型の構築と、Universal Extra Dimensional Model と類似の模型の構築を行った。前者はゲージ・ヒッグス模型といわれるクラスに属し、標準模型を再現しうることを確かめた。後者についても、標準模型を越える weak

scale 模型の候補となり得ることを確かめ、また、この模型特有の予言があることも確かめた。

3. 現在までの達成度

だいたい、当初の計画通りの進展状況だと考えます。当初は予定より順調に進んでいましたが、最近思ったほど捗らず、全体として三年目が終わった時点で完成しているだろうと当初考えていたあたりまで来ています。

4. 今後の研究の推進方策

S2 上の模型の構築完成を目指します。具体的には質量の量子補正を完成させます。模型が複雑になっている分、この計算が従来の同様のクラスの模型に比べて複雑きわまりないものになりましたが、だいたい解決のめどが立ったので、これを完成させ、その上で LHC シグナルの予言や暗黒物質残存量の予言などを調べます。

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 6 件)

- ① Maru, Takaaki Nomura, Joe Sato, Masato, Yamanaka, Euro. Phys. J. C66, 283-287, 2010, Higgs Production via Gluon Fusion in a Six Dimensional Universal Extra Dimension Model on $S^{2/Z}(2)$
- ② Nobuhito Maru, Takaaki Nomura, Joe Sato, Masato Yamanaka, Nucl. Phys. ,830, 414-433 , 2010, The Universal Extra Dimensional Model with $S^{2/Z}(2)$ extra-space
- ③ Shigeki Matsumoto, Joe Sato, Masato Senami, Masato Yamanaka, Phys. Rev D80, 056006-1-11, 2009, Productions of second Kaluza-Klein gauge bosons in the minimal universal extra dimension model at LHC
- ④ Toshifumi Jittoh, Masafumi Koike, Takaaki Nomura, Joe Sato, Yutsuki Toyama, Phys. Lett. B675, 450-454, 2009, Model building by Coset space dimensional reduction in eight-dimensions
- ⑤ Toshifumi Jittoh, Masafumi Koike, Takaaki Nomura, Joe Sato, Takashi Shimomura, Phys. Rev D79, 056004-1-10, 2009, Model building by Coset space

dimensional reduction in ten-dimensions with direct product gauge symmetry

- ⑥ Takaaki Nomura, Joe Sato, Nucl. Phys. B811, 109-122, 2009. Standard(-like) Model from an $SO(12)$ Grand Unified Theory in six-dimensions with S^2 extra-space

[学会発表] (計 1 件)

佐藤 丈, Stau relic density at the Big-Bang nucleosynthesis era consistent with the abundance of the light element nuclei in the coannihilation scenario、新潟冬の研究会 2011.1.7、新潟県「湯沢東映ホテル」