



Title	LHC signals and dark matter searches in $SU(5) \times U(1)$ gauge-Higgs unification
Author(s)	下谷, 卓也
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52319
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (下 谷 卓 也)

論文題名	LHC signals and dark matter searches in $SO(5) \times U(1)$ gauge-Higgs unification ($SO(5) \times U(1)$ ゲージ-ヒッグス統一模型における大型ハドロン衝突型加速器でのシグナル、及び、暗黒物質探索)
------	--

論文内容の要旨

We construct $SO(5) \times U(1)$ gauge-Higgs unification with Higgs boson mass 126 GeV on the Randall-Sundrum warped spacetime. We introduce $SO(5) \times U(1)$ gauge fields and fermion multiplets which contain the standard model particle in the bulk region. $SO(5) \times U(1)$ gauge symmetry is broken to $U(1)_{EM}$ by using the Hosotani mechanism as electroweak symmetry breaking mechanism. On the Planck brane there exist brane fermions and brane scalar. The exotic bulk fermions become heavy because of the brane interactions. Dark fermions ($SO(5)$ -spinor fermions) are relevant for having the observed unstable Higgs boson. We demonstrate how to determine the relevant parameter sets for Higgs mass 126 GeV. Relevant parameters in this model are determined self-consistently. After we determine the relevant parameters, the global minimum θ_H is determined and all other quantities such as the mass spectra of all KK towers, gauge couplings of all particles, and Yukawa couplings of all fermions are determined. We find that the universal relations that are independent on the detail of the dark fermions sector. The Kaluza-Klein mass spectra of $Z_R^{(1)}$, $Z^{(1)}$ and $\gamma^{(1)}$, top quark, couplings of the first Kaluza-Klein Z boson to quark and Higgs self couplings obey universal relations with Wilson line phase θ_H in the fifth dimension. Higgs cubic and quartic couplings are smaller than those in the standard model. We analyze the decay rates $H \rightarrow \gamma \gamma$, gg and neutral gauge bosons, Z' , through dilepton events at LHC. We find that signal strengths of the Higgs decay modes compared to the standard model are $\cos^2 \theta_H$. In our model Z' bosons are the first Kaluza-Klein modes $Z_R^{(1)}$, $Z^{(1)}$ and $\gamma^{(1)}$ at TeV scale. An excess of events in the dilepton invariant mass should be observed in the Z' search at the upgraded LHC at 14 TeV. We explore dark matter searches in the $SO(5) \times U(1)$ gauge-Higgs unification. The lightest neutral component of dark fermions becomes the dark matter of the universe. The relic abundance determined by WMAP and Planck data is reproduced with a model with one light and three heavy dark fermions. This model with a mass of the lightest dark fermion from 2.3 TeV to 3.1 TeV is consistent with direct search explored by XENON 100 and LUX experiments. The corresponding Wilson line phase θ_H ranges from 0.097 to 0.074, which is exactly the range explored for Z' search at 14 TeV LHC as well.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (下谷 卓也)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 細谷 裕
	副 査	教授 橋本 幸士
	副 査	准教授 尾田 欣也
	副 査	准教授 青木 正治
	副 査	助教 田中 実
論文審査の結果の要旨		
LHC におけるヒッグス粒子の発見により、素粒子間の電弱相互作用の統一はほぼ確立された。しかし、ヒッグス粒子の正体は未だに不明な点が多い。本論文「LHC signals and dark matter searches in $SO(5) \times U(1)$ gauge-Higgs unification ($SO(5) \times U(1)$ ゲージ-ヒッグス統一模型における大型ハドロン衝突型加速器でのシグナル、及び、暗黒物質探索)」では、標準理論を超えるゲージ-ヒッグス統一模型を今後の LHC 実験によりいかに検証するかを明らかにした。我々の時空に 5 次元目が存在し、発見されたヒッグス粒子が、5 次元目のゲージ場の一部であるとする細谷機構の描像からヒッグス粒子の性質だけでなく、Z' 粒子という 5 次元目方向へのゲージボゾンの励起粒子 (Kaluza-Klein 励起粒子) の存在や暗黒物質の残存量を予言した。特に、モデルの詳細によらずに、5 次元目方向の Wilson 位相とゲージボゾン・クォーク・レプトンの Kaluza-Klein 励起粒子の質量、ゲージ結合定数、ヒッグス粒子の自己相互作用の間にユニバーサリティ (普遍性) が成り立つことを示したのは世界初で極めて大きい成果である。このユニバーサリティにより、将来 LHC 実験で 4 TeV から 8 TeV 領域に Z' 粒子が発見されれば、Wilson 位相の値が決まり、その結果、他の Kaluza-Klein 励起粒子の質量、ゲージ結合定数、ヒッグス粒子の自己相互作用が定まり、実験的に検証できることを意味する。さらに、このモデルでの暗黒物質の残存量も計算され、WMAP や Planck 衛星の観測から決められた残存量を説明するためには暗黒物質の質量が 2 TeV から 3 TeV に予言されたことも興味深い。5 次元目という余剰次元の存在と LHC 実験や暗黒物質を結びつけたアプローチは斬新で、今後、この分野の発展に大きく寄与すると予想される。よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値のあるものと認める。		