

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23740192

研究課題名(和文) LHC時代の余次元理論とヒッグス

研究課題名(英文) Higgs and extra dimensional theory in LHC era

研究代表者

尾田 欣也(Oda, Kin-ya)

大阪大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60442943

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：LHCにおける2012年のヒッグス粒子の発見により、素粒子の標準模型の、最後に欠けていた場所が埋まった。一方で、新物理の兆候はまったくあらわれていない。発見されたヒッグス粒子の質量は、標準模型のヒッグス・ポテンシャルが非常に高いスケールにおいて平らになっていること(臨界性)を強く示唆している。このような背景のもとで、非常に高いスケールまで標準模型が変更を受けず、臨界性の下でヒッグス場が宇宙のインフレーションを引き起こす、というシナリオを提唱し、その現象論を追求した。超弦理論においてヒッグス場が大きな値を持つ極限が、余剰次元が開き宇宙の次元が5次元以上となる極限となっていることを示した。

研究成果の概要(英文)：The discovery of the Higgs particle at the LHC in 2012 filled the last gap of the Standard Model of the elementary particle physics. On the other hand, no symptom of the new physics has been seen. The discovered Higgs mass strongly suggests the criticality of the Higgs potential in the Standard Model, that is, the Higgs potential in the Standard Model becomes flat at very high scales. Given this situation, I have proposed a scenario where the Higgs potential in the Standard Model in the criticality is not altered up to very high scales and the Higgs field causes the cosmological inflation, and have studied its phenomenology. I have shown that the large Higgs field limit in the superstring theory opens up an extra dimension.

研究分野：素粒子論

キーワード：ヒッグスインフレーション ヒッグス場 ヒッグス粒子 標準模型 インフレーション 超弦理論

1. 研究開始当初の背景

2011年の研究開始当初、LHCにおいて新物理が見つかるのかどうか、ヒッグス粒子がいつ発見されるのか、その質量がいくつになるのか、が素粒子物理学の将来を占う重要な試金石であった。

2. 研究の目的

LHCにおける新物理の発見の有無、ヒッグス粒子の発見の有無、その質量、などに応じて、素粒子物理学の新しい方向性を探っていく。

3. 研究の方法

理論研究なので、議論や手計算、計算機を用いた計算などが主となる。

4. 研究成果

非常に高いスケールまで標準模型が変更を受けず、臨界性のもとでヒッグス場が宇宙のインフレーションを引き起こす、というシナリオを提唱し、その現象論を追求した。超弦理論においてヒッグス場が大きな値を持つ極限が、余剰次元が開き宇宙の次元が5次元以上となる極限となっていることを示した。

5. 主な発表論文等

(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12件)

Eur.Phys.J. **C71** (2011) 1786

Unitarity in Dirichlet Higgs Model

[K. Nishiwaki](#), [K. Oda](#)

JHEP **1105** (2011) 125

Dirichlet Higgs as radion stabilizer in warped compactification

[N. Haba](#), [K. Oda](#), [R. Takahashi](#)

Phys.Lett. **B707** (2012) 506-511

A Bound on Universal Extra Dimension

Models from up to 2fb^{-1} of LHC Data at 7TeV

[K. Nishiwaki](#), [K. Oda](#), [N. Okuda](#), [R. Watanabe](#)

Phys.Rev. **D85** (2012) 035026

Heavy Higgs at Tevatron and LHC in

Universal Extra Dimension Models

[K. Nishiwaki](#), [K. Oda](#), [N. Okuda](#), [R. Watanabe](#)

Phys.Rev. **D86** (2012) 115016

Minimal Dilaton Model

[T. Abe](#), [R. Kitano](#), [Y. Konishi](#), [K. Oda](#), [J. Sato](#), [S. Sugiyama](#)

Phys. Rev. D 87, **053009** (2013)

Bare Higgs mass at Planck scale

[Y. Hamada](#), [H. Kawai](#), [K. Oda](#)

Phys.Rev. **D88** (2013) 035007

Universal extra dimensions after Higgs

discovery

[T. Kakuda](#), [K. Nishiwaki](#), [K. Oda](#), [R. Watanabe](#)

PTEP **2014** (2014) 023B02

Minimal Higgs inflation

[Y. Hamada](#), [H. Kawai](#), [K. Oda](#)

Phys.Rev.Lett. **112** (2014) 241301

Higgs Inflation Still Alive

[Y. Hamada](#), [H. Kawai](#), [K. Oda](#), [S. C. Park](#)

JHEP **1407** (2014) 026

Predictions on mass of Higgs portal scalar

dark matter from Higgs inflation and flat

potential

[Y. Hamada](#), [H. Kawai](#), [K. Oda](#)

Phys.Rev. **D91** (2015) 053008

Higgs inflation from Standard Model

criticality

[Y. Hamada](#), [H. Kawai](#), [K. Oda](#), [S. C. Park](#)

Phys.Rev. **D90** (2014) 097301

Topological Higgs inflation: Origin of

Standard Model criticality

[Y. Hamada](#), [K. Oda](#), [F. Takahashi](#)

[学会発表](計11件)

挙げきれないので招待講演のみを記す。

・ “Higgs inflation and cosmological constant problem” Joint Winter Conference on Particle Physics, String and Cosmology, High1 resort, Korea, 25-31, January, 2015. □

・ 「標準模型の臨界性とヒッグス・インフレーション」□基研研究会 素粒子物理学の進展 2014、京都大学 基礎物理学

- 研究所、2014 年 7 月 28 日–8 月 1 日 □
- ・ “Bare Higgs mass and more” □ International workshop: Beyond the Standard Model 2014, KEK, Japan, March 3–7, 2014. □
- ・ “Standard model at high energies” □新ヒッグス勉強会 第 8 回定例会 富山大学、2014 年 1 月 11–12 日 □
- ・ “Beyond the Standard Model Physics” □加速器・物理合同 ILC 夏の合宿 2013、2013 年 7 月 20–23 日 □
- ・ “Validity of the Standard Model at High Energies and Top Yukawa coupling” 新ヒッグス勉強会 第 6 回定例会 富山大学、2013 年 7 月 6–7 日 □
- ・ “Cutoff scale physics after Higgs discovery” International workshop: Toward Extra-dimensions on the Lattice, on the 30th anniversary of Hosotani Mechanism, Osaka University, 13–15 March 2013. □
- ・ “Universal extra dimensions in LHC era: LKP dark matter or not?” □ SKKU Symposium on Astrophysics and Cosmology: from Particle to Universe, SKK University, Suwon, Korea, 30 August–1 September 2012 □ <http://astro.chae.me/SISAC2012/> □
- ・ “Higgs at LHC in Universal Extra Dimensions,” □ 2012 workshop “Beyond the Standard Model and The Origin Of Higgs,” Kobe University, 13–14 March 2012 □

- ・ “Extra dimensional models as a solution to the hierarchy problem” □ KEK 理論研究会 2012、高エネルギー加速器研究機構 小林ホール、2012 年 3 月 5–7 日 <http://research.kek.jp/group/riron/workshop/theory2012.html> □
- ・ “Heavy Higgs from extra dimensions” SCALARS 2011, Warsaw, Poland, 26–29 August 2011. □

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者
尾田欣也 (ODA, Kin-ya)
大阪大学・理学研究科・准教授
研究者番号：60442943

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：