

機関番号：14401

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007~2010

課題番号：19740171

研究課題名 (和文) ワープ空間上の場の量子論およびブラックホール生成

研究課題名 (英文) Quantum field theory in warped space and black hole production

研究代表者

尾田 欣也 (ODA KIN-YA)

大阪大学・大学院理学研究科・助教

研究者番号：60442943

研究成果の概要 (和文) : ワープ空間をはじめとする、コンパクト化された高次元空間上の場の量子論に基づく物理を研究した。ワープ空間上のゲージ・ヒッグス統合模型、射影球面上の普遍余次元模型、および線分上のディリクレ・ヒッグス模型を提唱し、その現象論、および関連する理論的諸問題を調べた。ワープ空間を含む TeV スケール重力シナリオの下でのブラックホール生成・蒸発に関連する研究を行った。

研究成果の概要 (英文) : I have studied physics based on quantum field theory in compactified higher dimensions such as warped space. I have proposed a gauge-Higgs unification model in warped space, an universal extra dimension model on projective sphere, and the Dirichlet Higgs model on a line segment and have studied its phenomenology and related theoretical issues. I have studied black hole production and decay in the TeV scale gravity scenario including the one in warped space.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,000,000	0	1,000,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,300,000	690,000	3,990,000

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：余剰次元、ワープ空間、ブラックホール

1. 研究開始当初の背景
TeV スケール重力理論におけるブラックホー

ル生成・蒸発の物理についての研究は一段落
したもの、高次元ゲージ理論の現象論への

応用が本格化し、世界中で活発に研究が行われていた。

2. 研究の目的

高次元の理論に基づく現象論、およびブラックホールの物理を探索する。

3. 研究の方法

メキシコから共同研究者 Oscar Loaiza-Brito を招聘し、弦理論におけるブラックホールの研究を行った。信州大学に滞在し、波場、川村らと余剰次元模型の研究を行った。自研究室での議論により、波場、高橋、土肥らとの研究を行った。一部の計算に科研費で購入した計算機を用いた。

4. 研究成果

加速器 RHIC の重イオン散乱で観測されたような、相対論的な一次元膨張をする(4次元の)プラズマと理論的に全く同等な、5次元ブラックホール時空を提唱した。RHICにおいて生成されたクォーク・グルーオン・プラズマ(QGP)が、人類が今まで見た中で最も小さな(単位エントロピーあたりの)粘性を示している、すなわち素過程であるQCDの相互作用が極端に大きくなっている、というのは大きな発見であったが、このような相対論的に膨張するゲージ理論プラズマにおける、究極的に小さな粘性(エントロピー比)の値を唯一定量的に予言できる理論が我々の双対時空である。過去の同様の研究においては裸の特異点と呼ばれる時空の発散が現れ意味をなさない理論になっていたが、新しい座標系で定式化する事により、世界ではじめて、発散が完全に除去できる事、また逆に発散が出ないという条件が流体の輸送係数を完全に決定する事などを示す事に成功した。それ以外にも余剰次元模型の研究を多く行った。

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 14 件)

発表論文は全て査読あり。著者名は全てアルファベット順。

- ① N. Haba, K. Oda and R. Takahashi, “Dirichlet Higgs as radion stabilizer in warped compactification,” JHEP (2011), accepted for publication.
- ② N. Haba, K. Oda and R. Takahashi, “Phenomenological Aspects of Dirichlet Higgs Model from

Extra-Dimension,”
JHEP 1007 (2010) 079.

- ③ H. Dohi and K. Oda, “Universal Extra Dimensions on Real Projective Plane,” Phys. Lett. B **692** (2010) 114-120.
- ④ N. Haba, K. Oda and R. Takahashi, “Diagonal Kaluza-Klein expansion under brane localized potential,” Acta Phys. Polon. B41 (2010) 1291-1316.
- ⑤ N. Haba, K. Oda and R. Takahashi, “Dirichlet Higgs in extra-dimension, consistent with electroweak data,” Acta Phys. Pol. **B42** (2010) 33-44.
- ⑥ N. Haba, K. Oda and R. Takahashi, “Top Yukawa Deviation in Extra Dimension,” Nucl. Phys. B821 (2009) 74-128.
- ⑦ S. Kinoshita, S. Mukohyama, S. Nakamura and K. Oda, “Consistent Anti-de Sitter-Space/Conformal-Field-Theory Dual for a Time-Dependent Finite Temperature System,” Phys. Rev. Lett. **102** (2009) 031601-1-4.
- ⑧ K. Oda, T. Suyama, N. Yokoi, “Smoothing out Negative Tension Brane,” Phys. Lett. B675 (2009) 455-459.
- ⑨ T. Matsuo, K. Oda, “Geometric cross sections of rotating strings and black holes,” Phys. Rev. D79 (2009) 026003.
- ⑩ S. Kinoshita, S. Mukohyama, S. Nakamura, K. Oda, “A Holographic Dual of Bjorken Flow,” Prog. Theor. Phys. 121 (2009) 121-164.
- ⑪ Y. Hosotani, K. Oda, T. Ohnuma and Y. Sakamura, “Dynamical Electroweak Symmetry Breaking in $SO(5) \times U(1)$ Gauge-Higgs Unification with Top and Bottom Quarks,” Phys. Rev. D 78 (2008) 096002-1-16 [Erratum-ibid. 79 (2009) 079902-1-1].
- ⑫ N. Haba, Y. Kawamura, K. Oda,

- “Dynamical Rearrangement of Θ Parameter in Presence of Mixed Chern-Simons Term,”
Phys.Rev. D78 (2008) 085021.
- ⑬ Y. Kawamura, T. Kinami, K. Oda,
“Orbifold family unification,”
Phys.Rev. D76 (2007) 035001.
- ⑭ O. Loaiza-Brito, K. Oda,
“Effects of brane-flux transition on black holes in string theory,”
JHEP 0708 (2007) 002.
- [学会発表] (計 20 件)
- ① 尾田欣也
“EWSB in Randall-Sundrum model and Gauge Higgs Unification”
基研研究会「電弱対称性の破れ」、京都大学基礎物理学研究所、2011 年 3 月 11 日
- ② 尾田欣也
“Unitarity in Dirichlet Higgs Model”
「場と弦の理論の新展開に向けて」理化学研究所、2010 年 12 月 19 日
- ③ 尾田欣也
“Universal Extra Dimensions on (Projective) Sphere,”
the 18th International Conference on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY 10),
Institute of Physics, University of Bonn, 23 August 2010
- ④ 尾田欣也
“Black hole/string ball production, possibly at LHC”
XII Mexican Workshop on Particles and Fields, Mazatlan, Mexico, 9 November 2009.
- ⑤ 尾田欣也
「LHCでのブラックホールと string ball」
「LHCでの余剰次元研究」研究会、東京大学小柴ホール、2009 年 9 月 7 日
- ⑥ 尾田欣也
“Black hole physics (possibly at LHC)”
Summer Institute 2009 on “Particle Physics Phenomenology,” 13 August 2009, Fujiyoshida, Japan
- ⑦ 尾田欣也
- “Plasma entropy from higher-dimensional black hole,”
Summer School on Decoherence, Entanglement and Entropy, 8 August 2009, Oxford Kobe Institute, Kobe, Japan.
- ⑧ 尾田欣也
“Possible black hole physics at LHC”
高次元ブラックホール研究会、KEK-CPWS-HDBH2008, 2008 年 10 月 24 日
- ⑨ 尾田欣也
「LHC でのブラックホール生成の可能性はまだ生きているか?」
日本物理学会秋季大会 素粒子実験領域合同シンポジウム「標準模型を超えた新物理学模型と加速器実験」山形大学、2008 年 9 月 20 日
- ⑩ 尾田欣也
“Black hole thermodynamics for quark gluon hydrodynamics”
TH Institute on Black Holes, CERN, 1 September 2008.
- ⑪ 尾田欣也
“Black hole thermodynamics for quark gluon hydrodynamics”
Poster session at Summer Institute 2008, Chi-Tou, Taiwan, 10 August 2008
- ⑫ 尾田欣也
“Black hole thermodynamics for quark-gluon hydrodynamics”
Joint Seminars on Cosmology and Gravitation, 東京大学数物連携宇宙機構 (IPMU), 23 July 2008.
- ⑬ 尾田欣也
“Black hole thermodynamics for quark gluon hydrodynamics”
“The 16th International Conference on Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions” (SUSY08), June 16, 2008, Seoul, Korea
- ⑭ 尾田欣也
「5次元ブラックホールによる4次元クォーク・グルーオン流体の物理」
第36回北陸信越地区素粒子論グループ合宿研究会講師、国立立山青少年自然の家、2008年5月23日
- ⑮ 尾田欣也
“Production of a rotating string”
日本物理学会 第 62 回年次大会, 21, September, 2007、北海道大学、札幌

- ⑩ 尾田欣也
“Black holes at future colliders”
International Workshop 2007, The 21st
Century COE Program “Towards a New
Basic Science: Depth and Synthesis” ,
10, September 2007, Osaka, Japan
- ⑪ 尾田欣也
“Black hole thermodynamics for quark
gluon hydrodynamics”
Summer Institute 2007, August 3, 2007,
Fuji-Yoshida, Japan
- ⑫ 尾田欣也
“Black hole production and its decays
at LHC (in TeV gravity scenario)”
workshop “Particle physics in the era
of LHC,” July 20, 2007, KEK, Japan
- ⑬ 尾田欣也
“Black holes at LHC”
Lecture at LHC Meeting, 高エネルギー
加速器研究機構(KEK), 17 July 2007.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾田 欣也 (ODA KIN-YA)
大阪大学・大学院理学研究科・助教
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：