

平成23年6月6日現在

機関番号: 14301
研究種目: 若手研究(B)
研究期間: 2008 ~ 2010
課題番号: 20740133
研究課題名 (和文) ハドロン加速器および初期宇宙におけるブラックホール
研究課題名 (英文) Black holes in hadron colliders and very early universe
研究代表者 Flachi Antonino (フラキ アントニノ)
京都大学・大学院理学研究科・研究員
研究者番号: 20444474

研究成果の概要 (和文):

ハドロン加速器で生成され得るマイクロ・ブラックホールの量子的性質について解析、並びにその基礎研究を行った。その結果、粒子のスピンとブラックホールの角運動量の結合の影響、物質のブレーンへの局在条件、余剰次元のブラックホールへの影響などが明らかとなった。特に、曲がった時空において強い相互作用を Nambu-Jona Lasinio モデルを用いて、有効理論を得ることに成功した。

研究成果の概要 (英文):

The quantum features of micro black holes produced in hadron colliders have been examined. Then we could show that the importance of the coupling of spin of particles to the angular momentum of black holes, the condition for the localization of matters on branes, effects of extra dimensions onto localized black holes on brane. Especially, we derived the effective theory for the system with strong interactions in curved spacetimes.

交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野: 宇宙物理理論

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: 宇宙物理、素粒子論、加速器

1. 研究開始当初の背景

1998年に提唱されたブレーンワールドモデルでは、我々の宇宙は高次元時空中を運動する膜として記述される。我々の宇宙は、その膜に閉じ込められている。このモデルの興味深い結論の一つに、CERNのLHC実験において、高次元ブラックホールが生成され得ることであろう。そのサイズは小さく、生成後量子効果によってブラックホールは蒸発すると考えられている。実験室で生じる現象であるため、その検証には詳細な蒸発過程の理解が不可欠である。また、事象の正確な予測のためには蒸発で生成される様々な高エネルギー粒子の相互作用などの理解が重要となると考えられていた。

2. 研究の目的

CERNのLHC実験に関連した高次元マイクロ・ブラックホールの現象論と、それはもたらす宇宙論への帰結を調べる。特に、ブラックホール生成と蒸発の過程において、ブラックホールが持つ角運動量と放射される粒子のスピンの間の結合がもたらし得る観測的な帰結を見出すことを目標とする。ブラックホール生成に際する新しい徴候の提示に結び付くと考えられ、ブラックホールの持つ情報や余剰次元の性質を抽出するための新味のある方法を見出すことにもつながると期待する。

もう一つの目標は、ブラックホール周辺で粒子間相互作用の役割を調べることである。数々の興味深い現象、すなわち、Higgs粒子のQCDジェット生成、対称性の破れ、あるいはもっと一般に相転移、高密度プラズマ中の物質の降着などを今後調べるための

準備となるであろう。

3. 研究の方法

テーマの一部は原子核分野と共通するものがあった。そこで、異分野の交流を重視し、研究を進めた。

4. 研究成果

ホーキング放射で放射された粒子のスピンとブラックホールの角運動量との結合による真空の分極を考慮し、角度方向の分布のヘリシティ依存性を明らかにした。

高次元ブラックホール生成を可能にしたブレーンワールドモデルにおいて、膜（ブレーン）上にそもそも物質が自然に閉じ込められるか否かは重要な課題である。そこで6次元時空中で二つの4-ブレーン（空間四次元）が交差するところで存在する3-ブレーン（空間三次元）への物質の振る舞いを調べた。その結果、場の質量と結合定数が背景時空の曲率との間にある関係を満たす場合に限り、物質が3-ブレーン上に局在できることを示した。

ブレーンの自己重力を考慮した場合、そもそもブレーン上のブラックホール解はまだ見つかっていない。また静的な解は存在しないという予想もある。この予想を吟味するために、ブレーン上で負の宇宙項がある場合のブラックホール解について解析を行った。特に、予想の基礎となっているadS/CFT対応を用いて、CFTがブラックホールに与える影響を調べた。その結果、ホライズンのない解があることが分かった。そして、その熱力学的な性質を調べた。また、adS/CFT対応から

の解釈を行った。

また、ブラックホール放射に伴う粒子の相互作用の効果を評価することを念頭に、4体フェルミ相互作用をされていて有限温度かつ曲がった時空における定式化を行った。特に、このモデルの解析によって、強い相互作用をする場のホーキング放射に伴う相転移現象の理解が進むと期待される。

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 9 件)

- ① A. Flachi, T. Tanaka, Journal of High Energy Physics 1102, 026(2011)
- ② A. Flachi, G. Fucci, Journal of Mathematical Physics 52, 023503(2011)
- ③ K. Kashiyama, N. Tanahashi, A. Flachi, T. Tanaka, Journal of High Energy Physics 1001, 099(2010)
- ④ V. G. Czimmer, A. Flachi, Physical Review D80, 104017(2009)
- ⑤ A. Flachi, T. Tanaka, Physical Review D80, 124022(2009)
- ⑥ A. Flachi, M. Minamitsuji, Physical Review D79, 104021(2009)
- ⑦ E. Bilgici, A. Flachi, et. al., Physical Review D80, 034507(2009)
- ⑧ A. Flachi, M. Sasaki, T. Tanaka, Journal of High Energy Physics 0905, 031(2009)
- ⑨ A. Flachi, T. Tanaka, Physical Review D78, 064011(2008)

[学会発表] (計 9 件)

- ① A. Flachi, 18th International Meeting on General Relativity and Gravitation, 立教大学、東京 2009 年 11 月

- ② A. Flachi, International Conference on 'New frontiers in Casimir Force Control', Santa Fe, 米国 2009 年 9 月

- ③ A. Flachi, 9th workshop on quantum field theory under the influence of external conditions (QFEXT09), オクラホマ大学、米国、2009 年 9 月

- ④ A. Flachi, International Workshop on Cosmology and Particle Physics, 北京・中国、2009 年 3 月

- ⑤ A. Flachi, International Symposium on Topological Science and Technology for young researchers, 札幌、2009 年 3 月

- ⑥ A. Flachi, 16th International Conference, 'Progress in Particles Physics 2008' (YKIS 16), 京都、2009 年 2 月

- ⑦ A. Flachi, 18th General Relativity and Gravitation, 広島、2008 年 11 月

- ⑧ A. Flachi, Summer Institute 2008, 富士吉田 2008 年 8 月

- ⑨ A. Flachi, Workshop 'Quantum Black Holes, Brane Worlds and Holography', バレンシア大学、スペイン、2008 年 5 月

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 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◇件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：

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

Flachi Antonino

(フラキ アントニノ)

京都大学・大学院理学研究科・研究員 (科学研究)

研究者番号：20444474

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：