

機関番号：12601

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：平成 19 年度 ~ 平成 22 年度

課題番号：19540268

研究課題名 (和文)

弦理論における階層性問題

研究課題名 (英文)

Hierarchy Problem in String Theory

研究代表者

川野 輝彦 (KAWANO TERUHIKO)

東京大学・大学院理学系研究科・助教

研究者番号：20292831

研究成果の概要 (和文)：

F-Theory において、spectrum surface と呼ばれる手法による湯川結合定数の計算の方法を一般的に示した。これに基づいてフレーバーの階層性問題に関して議論し、陽子崩壊を実験事実と矛盾しない方法について考察を行い、次元 4 オペレーターを避ける可能性について議論した。

研究成果の概要 (英文)：

Based on the method of a spectrum surface in F-Theory, we explored calculations to obtain the Yukawa couplings in a generic situation, and we also discussed the proton decay in the compactifications, where we have found a possible way to avoid the dimension 4 operators.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
20 年度	900,000	270,000	1,170,000
21 年度	900,000	270,000	1,170,000
22 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：String Theory、標準模型、超対称性、階層性問題、コンパクト化

## 1. 研究開始当初の背景

F-theory と呼ばれるコンパクト化を用いて現象論的な問題の解決策を模索することが、この研究課題の大きな目標であるが、平成 20 年 6 月に、Harvard 大の Vafa 氏を中心としたグループにより、F-Theory においてブレーン上での場の理論が現象論的に好ましい GUT 模型が、ゲージ階層性だけでなく、多くの現象論的問題を一気に解決する枠組みを与えるのではないかという信憑性のある議論がなさ

れ、多くの期待が研究者の間で高まっている。

## 2. 研究の目的

この研究は弦理論の具体的なコンパクト化を通じて素粒子論における現象論的な問題の解決策を模索しようとする試みである。これまでは、低エネルギーの立場から見た場合のアプローチがほとんどであるが、弦理論が我々の高エネルギー物理を記述できる枠組みであると仮定した

## 様式 C-19

### 科学研究費補助金研究成果報告書

場合には、高エネルギーからこれらの問題を捉える別の視点をもつことが可能になる。このことが新しい解決策を提示することを期待している。

#### 3. 研究の方法

F-theoryを用いたGUT模型における湯川結合のより詳細な研究を行った。これは、標準模型の湯川結合を再現するために重要なだけでなく、階層性問題を超対称性によって解決するに当たって問題となるCP問題やFCNC問題といったものを考える際にも非常に重要な手がかりを与えるものである。

#### 4. 研究成果

F-Theoryの枠組みで、湯川結合定数やそのフレーバーの構造について丹念に研究を続けており、F-Theoryにおけるこれらの構造をかなり明らかにすることができた。これは、FCNC問題やCP問題にとって欠かせない理解である。また、GUT模型に現れる陽子崩壊の寿命を実験結果と矛盾しないためにどのような方法があるかを具体的に検討した。とくに、spectral surfaceのsplitによる次元4のオペレータからの陽子崩壊を防ぐ方法が一般的な状況で大域的に成立できるかどうかを、そのmonodromyを計算することで詳しく調べた。

#### 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5件)

川野輝彦、大栗博司、大河内豊、  
"Gauge Mediation in String Theory,"  
Phys. Lett. B652 (2007) 40.

林博貴、川野輝彦、Rado Tatar,  
渡利泰山、  
"Codimension-3 Singularities and  
Yukawa Couplings in F-theory," Nucl.  
Phys. B823 (2009) 47.

林博貴、川野輝彦、土屋陽一、渡利泰山、  
"Flavor Structure in F-Theory  
Compactifications," JHEP 1008 (2010)  
036.

林博貴、川野輝彦、土屋陽一、渡利泰山  
"More on Dimension-4 Proton Decay  
Problem in F-Theory --- Spectral Surface,  
Discriminant Locus and Monodromy,"  
Nucl. Phys. B840 (2010) 304.

川野輝彦、"準安定真空による超対称性の破れ、" 日本物理学会誌 2009年 第64巻第1号 29頁

[学会発表] (計2件)

川野輝彦、"Meta-Stable Supersymmetry  
Breaking in String Theory," (企画講演)  
日本物理学会、北海道大学、2007年9月

川野輝彦、"F-Theory and Grand  
Unification," (企画講演) 日本物理学会、2009年9月

[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：  
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

川野輝彦 (KAWANO TERUHIKO) 東京  
大学・大学院理学系研究科・助教

研究者番号：20292831

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号：

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号：