

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：18740170
 研究課題名（和文） 将来実験、観測に向けての標準模型を超える素粒子理論の解析及び構築
 研究課題名（英文） Analysis and model building on new physics beyond the standard model for future experiments
 研究代表者
 岡田 宣親（OKADA NOBUCHIKA）
 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教
 研究者番号：40360333

研究成果の概要：

標準模型を超える新しい物理模型（New Physics 模型）は高エネルギー加速器実験や宇宙論、天体物理などの多様な現象へ興味深い多くの影響を持つ。これらの多様な現象について、New Physics 模型を主体に以下に挙げるような多岐にわたる多くの現象論研究を行った。

将来の加速器実験への効果：

将来実験であるLHC実験やその後のILC実験で、New Physics 模型の検証可能性について、いくつかの模型を題材としての研究を行った。また、ヒッグスボソンは将来実験でその存在が直接検証されるであろう。New Physics 模型がヒッグスボソン質量へ与える理論的な制限に対する影響、あるいは、New Physics 模型からのヒッグスボソン質量の予言値についての解析を行った。

New Physics 模型の構築：

より現実的なSO(10)大統一理論の必要性や超対称性の破れの機構を自然に説明することなど、New Physics 模型それ自体の発展が必要な部分がある。より満足の行くNew Physics 模型の構築を試み、いくつかの新しい模型を提唱した。

宇宙論：

ダークマターの存在は、標準模型を超えるNew Physics 模型の必要性を示唆している。いくつかのNew Physics 模型に含まれるダークマターの残存量の解析を行い、宇宙観測結果との整合性からNew Physics 模型のパラメータへの制限を議論した。また、ダークマター対消滅により生成される宇宙線量を解析し、将来観測での検証可能性を議論した。

超対称場の理論：

上記の現象論研究と平行し、 $N=2$ 超対称場の理論の非摂動効果まで含めた真空構造についての解析を行った。ここでは、自発的あるいは力学的な超対称性の破れを伴う系を考察し、その真空構造に meta-stable な超対称性の破れた真空構造が存在することを見出した。この系は、現象論的な模型にも適応可能であるものであり、純粋な場の理論以上に興味深いものである。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	300,000	3,600,000

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：超対称性、余剰次元、コライダー物理、宇宙論

1. 研究開始当初の背景

標準模型を超える物理の必要性が理論的、また実験的な両側面から議論されてきた。例えば、ダークマターの存在は確定しているが、標準模型にはダークマター候補が存在しない。特徴的な性質を持つ、多くの標準模型を超える素粒子模型が提唱されており、将来実験での検証が期待されている。

2. 研究の目的

標準模型を超える物理を理論的、実験的探索により、この物理の同定を行うことが目的である。

3. 研究の方法

このために、模型の理論的側面はもちろん、加速器実験のみならず、宇宙論や天体物理など様々な現象論的側面を考察する。これにより、模型のより深い性質、現在の実験からの制限、さらに将来実験での検証可能性などを探る。また、現在議論されている標準模型を超える物理模型にもまだ多くの問題点がある。これらの解決のために、さらに新たな模型の構築も行う。

4. 研究成果

ダークマターを含む標準模型を超える模型の一つであるリトルヒッグス模型を考え、銀河ハロー内のダークマター粒子の対消滅から生成される宇宙線陽電子のフラックスを解析した。このフラックスが将来観測実験で検証される可能性を指摘した。

ごく最近に提唱された模型であるUnparticle模型について、模型のパラメータについて、現在の実験からの制限、将来実験での検証可能性についての議論を行った。特に、ヒッグス物理への大きな効果があることを提唱した。

また、模型構築としては、ニュートリノ物理と超対称性の破れを関係付ける超対称模型を構築し、提唱を行った。超対称パートナーのフレーバー構造がニュートリノ振動の観測値と強い関係を持ち、将来のレプトンフレーバー実験における検証可能性が高いことを指摘した。

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33件)

- ① ``Cosmic positron signature from dark matter in the littlest Higgs model with T-parity'', M. Asano, S. Matsumoto, N. Okada and Y. Okada, Phys. Rev. D 75, 063506 1-14 (2007)
- ② ``Top quark spin correlations in the Randall-Sundrum model at the CERN Large Hadron Collider'', M. Arai, N. Okada, K. Smolek and V. Simak, Phys. Rev. D 75, 095008 1-8 (2007)
- ③ ``Unparticle physics and Higgs phenomenology'', T. Kikuchi and N. Okada, Phys. Lett. B 661, 360-364 (2008)
- ④ ``Unparticle Dark Matter'', T. Kikuchi and N. Okada, Phys. Lett. B 665, 186-189 (2008)
- ⑤ ``nu-GMSB with Type III Seesaw and Phenomenology'', R.N. Mohapatra, N. Okada and H.B. Yu, Phys. Rev. D 78, 075011 1-9 (2008)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田 宣親 (OKADA NOBUCHIKA)
高エネルギー加速器研究機構
素粒子原子核研究所・助教
研究者番号：40360333