

平成26年度 島根大学「萌芽研究部門」研究プロジェクト 計画書

1. プロジェクト名称	新しいヒッグス理論と初期宇宙についての研究					
	(英訳名)	Researches of New Higgs Theory and Early Universe				
2. プロジェクトリーダー	所属	総合理工	職名	教授	氏名	波場直之
	現在の専門	素粒子論			学位	理学博士
3 プロジェクトの概要						
<p>(①本研究プロジェクトで何をどこまで明らかにするか、②当該分野の国内外の研究と比較して本プロジェクトのユニーク性・重要性・先見性、③島根大学で行う意義・大学の発展にとって期待される効果 について簡潔に記入してください。)</p> <p>① 波場が提唱する、ニュートリノの極微質量がニュートリノと湯川相互作用する新しく導入したヒッグス場の真空期待値の小ささに起源を持つニュートリノフィリック・ヒッグス模型について、我々の宇宙が物質ばかりで反物質が少ない理由を、宇宙初期の新しいバリオン生成のメカニズムで説明できることを示す。さらに、LHC・ILC 実験、ダークマター実験、宇宙線観測での検証可能性を調べる。また、標準理論に存在する Strong CP 問題をこれまでのアキシオンによる解決方法ではなく「余剰次元空間が存在するために自動的に解決されている」可能性に挑戦する。これは、間接的な余剰次元空間の存在証明をすることにもつながり、続いて、実験や宇宙観測でどうしたら、直接、余剰次元空間の存在を確かめられるか調査する。</p> <p>② 波場が新しく提案したヒッグス理論は、初期宇宙の大問題を自然に解決するなど、独創的、かつ、非常に画期的な理論で、今年だけでも2件の国際会議での招待講演を依頼されている。この理論は、ミュンヘン工科大学からの共同研究の打診があり、また、現在3名の外国人研究者が外国人特別研究員として波場の指導を切望していることから分る様に、世界的にも非常に注目されている。また、strong CP 問題についての研究は、独創的、かつ、極めて野心的なもので、余剰次元空間の、実験や宇宙観測による存在証明までできれば、人類が初めて余剰次元の存在を確認できるわけで、そのインパクトは計り知れない。</p> <p>③ 本研究プロジェクトが実験で検証されれば、ノーベル賞の可能性が十分にある。現在、世界的に非常に注目を集めている研究であり、世界各地で追随する研究が盛んにおこなわれ始めていて、国内外からの研究者が島根大学に集まる。実際、学振 PD 研究員の高橋亮氏が現在島根大学に来ているし、学振外国人特別研究員にも複数の応募がある。また、本研究プロジェクトは、標準模型を超える新しい物理の発見や現在全く未解明である超弦理論の真空構造の解明に指針を与えるが、それだけにとどまらず、今まで殆ど関わりが無かった数理学と実験にそくした高エネルギー物理学にとって新しい研究分野を切り開き、余剰次元空間の存在を実験や観測で証明するために、高エネルギー実験や宇宙線・背景放射観測の研究分野とも連携させることで、自然科学の多くの領域にまたがった新しい研究展開が生まれ、新たな学問創造を創り出すことにも貢献する歴史的なものであり、別途申請しているプロジェクトセンター構想と併せて島根大学が日本のヒッグス粒子研究拠点になる可能性が高い。さらに、島根大学教育学部と宇宙航空研究開発機構との教育連携協定を活用し、広義の宇宙研究・開発の文脈と関係付けたアウトリーチの実践を行なう。宇宙分野をめぐる好奇心は世代を超えて共有されており、宇宙を切り口にしたアウトリーチ活動を通して本研究プロジェクト及びその意義をめぐる好奇心の醸成と知的好奇心への昇華を図る。特に、本研究プロジェクトは人類の知的フロンティアに果敢に取り組むものであり、その取組の成果のみならず、プロセスや意義を、大学コミュニティー及び地域社会と継続的に示す事は、知的好奇心を醸成する地域拠点として本学の立ち位置を明確にする。</p>						
4. 本学の中期目標・計画または大学憲章・アクションプランとの関係						
<p>高エネルギー物理学のヒッグスや初期宇宙の研究分野で島根大学をワールドセンターにすることで、大学に貢献するとともに、地域に向けてのアウトリーチ活動もあわせて行い、地域の文化への貢献を果たす。</p>						
5. 各年度の計画の概要 年度ごとに何をどこまで明らかにするのかを簡潔に書いてください。						
H26年度						
<p>① ニュートリノフィリック・ヒッグス模型の枠組みで、バリオン生成の新しい機構を解析して、LHC・ILC 実験で検証可能かを調べる。さらに、右巻きニュートリノがダークマターとして宇宙観測とコンシステントかどうか詳しく調査する。次に、AMS02 等の宇宙線観測実験が説明できるか調べる。また、ニュートリノフィリック・ヒッグス模型を大統一理論に組み込むと、ニュートリノ振動実験、B ファクトリーの実験、MEG 実験等レプトン・フレーバーの破れの実験の間に、強い相関が有ることを示すことができる。そこで、1つの実験で得られた結果から、他の実験に対してどのような予言を与えるかを解析して実験グループに提言する。</p> <p>ニュートリノフィリック・ヒッグス模型は、現在、世界的に非常に注目されていて、欧米の大きな研究チームも参加をはじめているので、上記のプロジェクトの解析は早急におこなわないと、手柄を取られてしまう危うい状況に有る。現在そのまま世界のトップをキープして、上記プロジェクトを早急に遂行するためには、この分野に精通して、かつ、解析能力の高い研究者がどうしてもあと1名は必要で、その目的のために研究員(特任助教)を雇う。プロジェクトの成果は、すぐに論文にして有名な学術雑誌に投稿し、国際会議や国内の学会で発表をおこなう。また、一般向けにも講演会を開催してアウトリーチ活動もおこなう。</p>						

- ② strong CP 問題を解決可能な時空のセットアップについて、余剰次元空間が単なる直積である通常のコンパクト化だけでなく、余剰次元空間の大きさが 3 次元空間方向に依存して変化するワープ・コンパクト化や、コンパクト化方向が 3 次元空間の位置に依存して「捻じれている」場合、あるいは、3 次元空間が余剰次元空間内に非自明に埋め込まれている場合などについても調べる。次に、成功したコンパクト空間について、それぞれ、実験や宇宙観測でどうしたら余剰次元空間の存在証拠を確認できるかを考案したい。宇宙の「境界」やトポロジーと関係するので、宇宙背景放射のデータの周期性や、光子や重力子の質量の上限値にも関係すると考えられ、この周辺を詳しく調べる。プロジェクトの成果は、論文にして有名な学術雑誌に投稿し、国際会議や国内の学会で発表をおこなう。また、一般向けにも講演会を開催してアウトリーチ活動もおこなう。
- ③ 本学教育学部の百合田が宇宙航空研究開発機構の客員として開発及び実践運用を進める定性的言語情報を数量化する手法を活用したアウトリーチ評価手法を実践し、一般・学生・児童生徒のそれぞれに向けた効率的効果的なアウトリーチの展開をはかる。

H27年度

- ① LHC での新しいデータを随時取り入れて、数値計算のシミュレーション軌道修正をおこなう。研究プロジェクトを遂行して世界のトップをキープするために、この分野に精通しかつ解析能力の高い研究者がどうしてもあと 1 名は必要なので、研究員(特任助教)を引き続き雇う。プロジェクトの成果は、すぐに論文にして有名な学術雑誌に投稿し、国際会議や国内の学会で発表をおこなう。また、一般向け講演会の開催等のアウトリーチ活動も引き続きおこなう。
- ② 最先端のホモトピー論のような数学の考え方を取り入れ、新たなコンパクト化の可能性を調査する。プロジェクトの成果は、論文にして有名な学術雑誌に投稿し、国際会議や国内の学会で発表をおこなう。また、一般向け講演会の開催等のアウトリーチ活動も引き続きおこなう。
- ③ 百合田によるアウトリーチの展開を引続きおこなう。

6. 配分経費 (単位:千円) 平成 27 年度は平成 26 年度と同額をカッコ内に記入してください。

平成(年度)	26	27	合計
配分予定額(千円)	3000	(3000)	(6000)

7. 平成 26 年度の研究計画及び達成目標

【研究題目】	【達成目標】
<p>研究項目には①、②…の様に番号を付けて箇条書きにしてください。</p> <p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ニュートリノフィリック・ヒッグス模型における、バリオン生成の新しい機構の解析と LHC・ILC 実験で検証可能かの調査。 ・右巻きニュートリノがダークマターとして宇宙観測と合致する可能性の調査と AMS02 等の宇宙線観測実験の説明の可能性の調査。 ・ニュートリノフィリック・ヒッグス模型の大統一理論への拡張と、ニュートリノ振動実験、B ファクトリーの実験、MEG 実験等の相関性の調査と実験グループへの提言。 <p>②</p> <ul style="list-style-type: none"> ・strong CP 問題を余剰次元空間の大きさが 3 次元空間方向に依存して変化するワープ・コンパクト化や、コンパクト化方向が 3 次元空間の位置に依存して「捻じれている」場合、あるいは、3 次元空間が余剰次元空間内に非自明に埋め込まれている場合などについて調査する。 ・コンパクト空間について、実験や宇宙観測でどうしたら余剰次元空間の存在証拠を確認できるかを考案する。 <p>③ 百合田が宇宙航空研究開発機構の客員として開発及び実践運用を進める定性的言語情報を数量化する手法を活用したアウトリーチ評価手法を実践し、一般・学生・児童生徒のそれぞれに向けた効率的効果的なアウトリーチの展開をはかる。</p>	<p>対応する研究項目に対して第三者が本年度に達成できたと判断できる具体的な目標を記入してください。</p> <p>①、②の研究プロジェクトの成果は、早急に英文の論文にして査読付きの海外の有名な学術雑誌に投稿し、国際会議や国内の学会で発表をおこなう。また、一般向けにも講演会を開催してアウトリーチ活動もおこなう。</p> <p>③については、講演会等を企画・開催し、成果をまとめる。</p>

8. プロジェクト推進担当者 平成26年度に限定して記入してください。

計 7 名

ローマ字 氏名	所属部局(専攻など)・ 職名	現在の専門 学位	役割分担
(プロジェクトリーダー) Haba Naoyuki 波場 直之	総合理工・物理・材料科学領域・教授	博士(理学)	研究の解析、総括
Mochizuki Shinsuke 望月 真祐	総合理工・物理・材料科学領域・准教授	博士(理学)	格子ゲージ理論、有限温度場の理論からの調査をおこなう
Hattori Yasunao 服部 泰直	総合理工・数理科学領域・教授	博士(理学)	位相数学からの調査をおこなう
Yamada Takumi 山田 拓身	総合理工・数理科学領域・准教授	博士(理学)	微分幾何学・複素等質空間からの調査をおこなう
Watanabe Tadayuki 渡邊 忠之	総合理工・数理科学領域・講師	博士(理学)	ファイバー束・位相的場の理論からの調査をおこなう
Yurita Makito 百合田 真樹人	教育学部・准教授	博士	宇宙に関する講演、セミナーの開催をおこなう
Ishida Hiroyuki 石田 裕之	戦略的研究推進センター 特任助教	博士(理学)	新しいHiggs理論におけるLHC、ILC、および、レプトジェネシスの解析をおこなう

11. 研究の概念図

研究の目的, 計画, 研究期間終了後の成果の活用, 展望などをわかりやすく示す図を貼り付けてください。

! 目的: 素粒子の標準模型の謎を解明する!!!

!!

ヒッグス粒子の発見の標準模型 (クォーク・レプトン) + 力を伝える粒子 + ヒッグス が完成!

しかし、!

- 【未解決問題】「ニュートリノは何故質量が軽い?」!
- 「ヒッグス粒子の相互作用は何か? 1種類か?」!
- 「strong CP問題?」!
- 「重力の量子力学? 余剰次元空間の存在?」...!

がある。!

【本研究プロジェクト】世界に先駆けた2つの新プロジェクト:!

① 新しいヒッグス理論の開発と検証可能性の研究!

!!!!!! ② strong CP問題の斬新な解決法の提案と余剰次元の存在証明!

【教育・社会貢献】! 宇宙への興味・関心 → 講演会等のアウトリーチ活動!

【研究計画】!

!!!!!! ① !新しいヒッグス理論の開発と検証可能性の研究!

【新理論】! 「ニュートリノの極微質量の起源は、新しいヒッグス粒子の真空凝縮の小ささが起源」!

- 「何故、この宇宙は反物質が少ないのか?」を自然に説明し、かつ、!
宇宙論に存在する大問題(重力ティーノ問題)を解決(世界初)!
- LHC実験での検証可能性: (ヒッグスがニュートリノと電子に崩壊する時に数センチの奇跡がアトラス検出器で観測できるはず)!

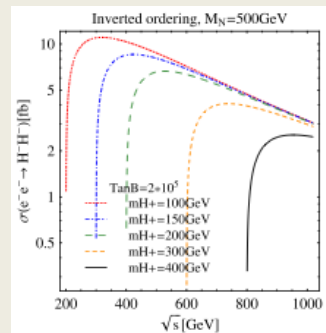
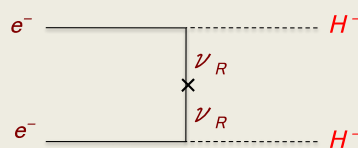
【研究計画】!

!!!!!! ① !新しいヒッグス理論の開発と検証可能性の研究!

【新理論】! 「ニュートリノの極微質量の起源は、新しいヒッグス粒子の真空凝縮の小ささが起源」!

- 「何故、この宇宙は反物質が少ないのか?」を自然に説明し、かつ、!
宇宙論に存在する大問題(重力ティーノ問題)を解決(世界初)!
- ILC実験での検証可能性: (電子・電子散乱で、荷電ヒッグスが生成されるイベントが観測できるはず)!

→ (ILC): 電子数の破れの観測!



到達目標: 2年以内に全てのパラメータを解析し、実験でどう観測されるか数値シミュレーションを完成

→ 検証されれば、実際にノーベル賞の可能性!

【研究計画】

② strong CP問題の斬新な解決法の提案と余剰次元の存在証明

『強い相互作用(QCD)が何故CPを破らないか?』

(CPの破れ: 僕らの世界が物質ばかりで反物質が少ないことを説明)

物理学における最大の未解決問題の1つ(Witten)

→空間に余剰次元理論が存在すると解決する可能性!

(今までにない非常に斬新な解法の提案)

数学の研究者と協力

新しい数学(ホップ・ファイブレーション等)を用いる

→フィールズ賞か仁科賞を視野

到達目標: 2年以内に具体的な解を系統的に調べあげる。

→余剰次元の存在の実験的証明の提案(野心的挑戦)

・宇宙背景放射の周期性、重力子の質量 etc

→ノーベル賞どころか自分の名前の賞を作ってもいいくらいのインパクト

→数学と協力、新しい数理解物理の分野の学問の創成へ

【教育・社会貢献】!!

宇宙に関する講演会等のアウトリーチ活動!

!

・宇宙や素粒子(素粒子論的宇宙論)は、学生や一般の関心も高く非常に人気がある。世界的にも研究が盛ん。(山陰どころか大阪より西にはほぼ無い。)!

!

!!!!!!!→ 講演会の開催(少なくとも年一回以上は必ずおこなう)!

!

・教育学部の百合田(JAXA(宇宙航空研究開発機構)の客員)と協力。!
JAXAやNASAの話し等。講師依頼。!

!

・物理の見地から: 波場(初期宇宙、物質生成)
高橋(ダークエネルギー)!

!

