

島根大学研究機構 戦略的研究推進センター 『萌芽研究部門』		平成 2 6 年度		年度報告書		提出日 平成 年 月 日	
① プロジェクト名		新しいヒッグス理論と初期宇宙についての研究					
② プロジェクトリーダー		波場直之		所属		総合理工学部	
				電子メール		haba@riko.shimane-u.ac.jp	
② プロジェクトの概要（プロジェクトの最終年度における到達目標を簡潔に記入してください。）							
新しいヒッグス理論や、レプトジェネシスやダークマター、インフレーション等に関する初期宇宙物理学の理論研究を行う。また、LHC 実験における観測可能性の数値解析に関しても研究を行う。							
④ プロジェクトのメンバー及び役割							
氏 名		所属(職)		本年度の役割分担			
(プロジェクトリーダー)							
波場直之		総合理工・物理・材料科学領域(教授)		研究の解析、総括をおこなう			
望月真祐		総合理工・物理・材料科学領域(准教授)		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			
服部泰直		総合理工・数理科学領域(教授)		位相数学からの調査をおこなう			
山田拓身		総合理工・数理科学領域(准教授)		微分幾何学・複素等質空間からの調査をおこなう			
渡邊忠之		総合理工・数理科学領域(講師)		ファイバー束・位相的場の理論からの調査をおこなう			
百合田真樹人		教育学部(准教授)		宇宙に関する講演、セミナーの開催をおこなう			
石田裕之		戦略的研究推進センター(特任助教)		新しい理論の検証可能性や予言などの定量的な見積もりをおこなう			

## ⑤ (1) 本年度の研究計画目標の達成状況及び自己評価

(本年度当初の計画書に書かれた内容に沿って、計画と達成目標を箇条書きにしてください。また、その達成目標の項目ごとにその達成状況を記入し、以下の基準に従って自己評価して下さい。

- A : 目標以上に成果をあげた。
- B : ほぼ目標通りの達成度で予定した成果をあげている。
- C : 計画より遅れ気味であるが年度末には目標達成が可能である。
- D : 年度末までに目標達成は不可能である。

自己評価が B 以外の場合には、その原因についても記載して下さい。 2～3月に行う計画のため未執行の場合には評価を空欄にして下さい。)

計画と達成目標	達成状況と自己評価
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。	(自己評価):A 2014 年 2 月に報告された宇宙線観測の結果を満足するヒッグス拡張モデルを構築し、現象論的考察から右巻きニュートリノ暗黒物質の可能性を調査した。結果は早急に論文として投稿をした。
ニュートリノフィリッパ・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。	(自己評価):A フレーバー実験の中で特に近年活発となっている、B ファクトリー実験で測られている B 中間子の稀崩壊から、大統一理論の検証可能性を議論し論文にまとめた。
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。	(自己評価):B 数学者の渡邊氏と協力し、数学者の用いる代数学的アプローチの手法を、ゼミ形式で学んでいる。論文執筆はまだ取りかかっているが、今後の研究により執筆に取り掛かるための知識を十分に備えることができ得ると判断する。
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。	(自己評価):A 2014 年 7 月 6 日に、JAXA の川口淳一郎氏を招聘し、一般市民講演を行った。この講演で、日本人特有の固定観念を取り払うことで創造する力を養うことができ、挑戦する心が重要であるというメッセージを熱く伝えることができた。
	(自己評価)

(2) プロジェクト全体の自己評価 (プロジェクト全体としての達成目標から、今年度の研究成果がこれまでの経過・成果にもとづいてどの段階にあるのかを明示して下さい。また、各グループ間での連携状況についても記入して下さい。)

### ●プロジェクト全体評価(自己評価) プロジェクト全体としての達成目標に対する今年度の研究成果の達成状況について(自己評価)

本年度は全体では 1 月までの段階で 6 本の論文を執筆し 3 つの市民講演と 2 つの研究会を開催した。それぞれの論文は発表後すぐに反響や質問のメールが来るなど、世界的にも着目されている。市民講演はヒッグス・宇宙開発・ニュートリノ振動をテーマとした。これらのテーマは市民の方々にも耳なじみのある内容であり、毎回 50 人を超える参加者を数えている。島根大学の学生のみならず、松江市、島根県への知識の還元をおこなってきている。開催した 2 つの研究会は、日本全国から最先端の研究をおこなっている研究者にご参加いただき、非常に活発なものとなったとの反響をいただいた。

### ●各グループ間またはメンバーとの連携状況

研究分野の近い望月氏とは、日ごろからのゼミや議論だけでなく、学外からお越しいただいた研究者によるセミナーを通じ研究交流をすることで、最新の話題についての議論を深めてきた。それだけでなく、百合田氏とは共同開催の市民講演を 2014 年 7 月におこなった。さらに渡邊氏と数学ゼミを定期開催するなど、我々の掲げる問題解決へと向けた準備を着実に進めている。

**⑥ 公表論文，学会発表など**（当該研究に関連した本年度の公表論文，学会発表，特許申請の件数を一覧表に記入して下さい。発明等に関しては，差し支えない範囲で記載して下さい。）

論文掲載（総件数）	17
学会発表（総件数）	25
特許出願（総件数）	0

**【内訳】**

●論文（年度末までに発行される学術雑誌等（紀要も含む）に掲載が確定しているものも含め，代表的なものを10件程度選んで記入してください。）

- ・ Morse theory and Lescop's equivariant propagator for 3-manifolds with  $b_1=1$  fibered over  $S^1$ (査読有学術雑誌に投稿中)
- ・ Tracy-Widom distribution as instanton sum of 2D IIA superstrings, Journal of High Energy Physics 1409 104-128 (査読有)
- ・ Higgs inflation and Higgs portal dark matter with right-handed neutrinos(査読有学術雑誌に投稿中)
- ・ Vanishing Higgs potential at the Planck scale in a singlet extension of the standard model, Physical Review D **90** 036006-1-036006-6 (査読有)
- ・  $\nu_R$  dark matter-philic Higgs for 3.5 keV X-ray signal、Physics Letters B に掲載決定(査読有)
- ・ Hierarchy problem, gauge coupling unification at the Planck scale, and vacuum stability(査読有学術雑誌に投稿中)
- ・ Lee-Yang zero distribution of high temperature QCD and Roberge-Weiss phase transition(査読有学術雑誌に投稿中)
- ・ Search for new physics via photon polarization of  $b \rightarrow s\gamma$ (査読有学術雑誌に投稿中)
- ・ Invariant pseudo-Kähler metrics on generalized flag manifolds、Differential Geom. Appl. 36 44-55(査読有)
- ・ Some remarks concerning  $\text{simi-T}_{1/2}$  spaces、Filomat 28 21-25(査読有)
- ・ Comparative Inquiry of Museum Pedagogy: Hiroshima's Two Museums and Their Teaching of Catastrophe. Muzeul National, XXV, pp. 381-404

他、6 件

●学会発表（代表的なものを数件記入して下さい。）

- ・ 基研研究会 素粒子物理学の進展 2014 (2014 年 7 月 30 日-7 月 31 日)[石田]
- ・ 瀬戸内サマーインスティテュート 2014 (2014 年 9 月 8 日)[石田]
- ・ 日本物理学会 2014 年秋季大会 (2014 年 9 月 21 日)[望月、石田:2 講演]
- ・ 第 2 回松江現象論研究会 (2014 年 11 月 30 日)[波場、石田]
- ・ Flavor physics workshop 2014 (2014 年 12 月 8 日)[石田]
- ・ ニュートリノ・現象論小研究会 (2015 年 1 月 10 日)[波場、石田]
- ・ Higgs as a Probe of New Physics 2015 (2015 年 2 月 12 日)[石田]
- ・ 日本物理学会第 70 回年次大会 (2015 年 3 月 21 日)[石田]

他、17 件

●特許出願  
該当なし。

⑦ 外部資金獲得状況（当該プロジェクトに関連した外部資金について一覧の各項目に総件数、金額を記入して下さい。）

■外部資金獲得状況一覧		件数	金額(千円)
(1)科研費 (配分額は間接経費を含む)		5	配分額 3,960
(2)科研費以外の外部資金	受託研究		
	共同研究		
	寄附金・助成金		
	合 計	5	3,960

【一覧内訳】

(1) 科研費(科目ごとに、テーマ、研究者、金額をそれぞれ列挙してください。)  
(例) 基盤(A)「研究テーマ」(研究者:〇〇 ) 〇〇〇千円

基盤(C)  
LHCとILCにおける新しい物理の解明  
研究課題番号：24540272  
(研究者：波場) 800 千円

基盤(A)  
第3世代クォークを用いたヒッグス機構の全貌解明と新物理探索  
研究課題番号：26247038  
(研究者：波場) 300 千円

基盤(C)  
準位統計の手法による格子QCD+QEDの低エネルギー定数の決定  
研究課題番号：25400259  
(研究者：望月) 1,040 千円

基盤(C)  
距離空間における漸近次元・位相次元及び計算可能モデルの位相構造  
研究課題番号：26400089  
(研究者：服部) 910 千円

若手研究(B)  
Morse理論と多様体・微分同相群の位相幾何学  
研究課題番号：26800041  
(研究者：渡邊) 910 千円

(2) その他外部資金(一覧の項目別に、テーマ、研究者、金額を列挙してください。)  
(例) 受託研究「研究テーマ」(事業名)(研究者)〇〇千円  
特になし。

**⑧ その他特筆すべき成果**（受賞、シンポジウムの開催、産学連携・地域連携に関する各種見本市、展示会への出展等も含む。）

本年度は 2014 年 5 月 17 日にヒッグス粒子の発見について、2014 年 7 月 6 日にはやぶさによる宇宙開発事業について、2015 年 1 月 11 日に仁科賞を受賞したニュートリノ振動実験についてと、3 度の市民講演を開催した。それぞれの講演はまさに『今』旬なテーマであるので、このような講演会を開くことにより松江市民のみなさんに島根大学で行っている最先端研究に触れていただくと共に、研究成果の還元をすることができた。

どの講演内容に関しても山陰では専門的に研究を行っている研究室がないため、めったに聞くことのできない内容であり、特にヒッグスの発見はノーベル賞につながった研究対象で、ニュートリノ振動実験で受賞された仁科賞も国内における随一の賞であることから、島根大学を学術の拠点として確立していく我々のプロジェクトの一環となっている。各公演とも 50 人を超える市民や学生の方々にご参加いただいております、回を重ねるごとに講演中だけでなく講演後も多くの質問が寄せられていることから、だんだんと関心が高くなっているということを実感している。

上記の 3 件の市民講演に加え、2014 年 11 月 28 日～30 日に第 2 回松江現象論研究会、2015 年 1 月 10、11 日にニュートリノ・現象論小研究会を開催した。第 2 回松江現象論研究会は国内の最先端の素粒子現象論研究者 7 名に招待講演を引き受けていただき、総勢 43 名の研究会となった。3 日間とも世界に先駆けた研究について活発な議論を交わした。ニュートリノ・現象論小研究会は、仁科賞を受賞した京都大学の中家教授と共同で開催をした。日本はニュートリノ研究に関して、理論・実験共に世界をリードしていると言っても過言ではない。また、この研究会は LHC 実験や Belle 実験といった実験に携わっている研究者にもご参加いただき、今世界でどのような実験がどのように運行されていて、何が調べられるのか・何を目標としているのかを幅広く詳細まで聞くことができた。両研究会とも島根大学の若い学生が参加しており、理論・実験問わず世界ではどのような研究が行われているかを学ぶ機会を与えることができたと考える。

⑨ 本年度の主要な研究成果 (図、表、ポンチ絵などを多用して、2ページ以内にわかりやすくまとめてください。)

右図が島根大学を知の拠点とするべく今年度のみならず今後も活動が続けていく上での概念図である。

最先端の研究をおこなう上で、最新の情報を備えておくことは必須である。そのために今年度は、研究会に参加するだけではなく、島根大学の主催での研究会やセミナーを開催することで、より多くの島根大学関係者が情報を共有することができた。また、島根大学の人材を国内外にアピールをするよい機会となった。この活動は来年度以降も継続していく予定である。

このようにして最新の話題についていくだけではなく、独自のアイデアから世界をリードする研究を進め、成果を論文としてまとめ世界に発信することによって、日本の中の島根大学の位置を確立してきた。今年度は今のところ6本の論文を世界に発表してきたが、今後も継続し更なる成果を上げていきたいと考えている。

一方で地域の中での島根大学の活動報告の一環として、市民講演等のアウトリーチ活動をおこなうことで、業界内に閉じこもった研究にするのではなく、後進を育むきっかけとしてきた。今年度おこな

った3回の市民講演には中高生の参加者も多く、回を重ねるごとにその人数も徐々に増えてきているので、基礎研究である素粒子物理学へ非常に興味関心が高まっていることを感じている。今後も複数回の市民講演をおこなうことで、これまでに確立しつつある島根大学の基礎研究の礎をたしかなものにしていきたいと考えている。

