

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27年度	年度報告書	提出日 平成28年2月16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	総理工学・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	総理工学・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	総理工学・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	総理工学・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	総理工学・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		
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。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。	(自己評価)A まだ論文には至っていないが、外国人学振研究員として来学した研究者と継続して研究を続けている。特に、LHC 実験における検証可能性については近いうちに論文を執筆することが可能であるところまでできている。さらに、この仕事を拡張させることで、加速器実験だけでなくフレーバー実験によるニュートリノフィリック・ヒッグス模型の検証可能性を調べることができる。		
ヒッグスポテンシャルがプランクスケールでゼロとなるような理論構築。	(自己評価)A 平成27年度のみで、この点に関係する論文を4本執筆している。それだけでなく、この可能性を示唆する模型が他の物理とどのような関係にあるかということを系統的に調べ始めている。これが完成すること		

で、この可能性に必要な条件の詳細を示すことができる。

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、実験や宇宙観測等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察する。

(自己評価)B

数学者の渡邊氏と協力をし、昨年度に引き続き調査を続けたが、現在可能なアプローチ方法では我々の期待した結果を得ることが難しいことがわかり、新しい数学を用いた研究が重要であることが分かった。この点については、継続的に共同研究を続けることで近い将来に論文として発表したいと考えている。

(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)

本年度も多くの論文を執筆してきたが、そのどれも反応が数多く来ており、継続して世界的に注目を受けている研究であるということが出来る。特に、外国人研究者が学振の短期研究生として来学したことで、新たなコラボレーションも生まれた。現在共に論文を執筆中で、さらなる研究成果が期待できる。また、市民講演では、本学学生以外の割合もとても増え、地域に密着した研究生生活を送れているのではないかと考える。

●各グループ間またはメンバーとの連携状況

望月氏とは、継続して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。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。また、本年度はできなかった宇宙開発関連の講演を開催する可能性を、百合田氏と共に議論をしつつ探っている。

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)	28
学会発表 (総件数)	19
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下さい。)

- ・Construction of lattices of solvable Lie groups from a viewpoint of matrices. Differential Geom. Appl., 45-55 (査読有)
- ・Duality of Hodge numbers of compact complex nilmanifolds. Complex Manifolds 2 (2015), Art. 12 (査読有)
- ・A construction of lattices in splittable solvable Lie groups. Kodai.math.J. in Press. (査読有)
- ・Complex structures and non-degenerate closed 2-forms of compact real parallelizable nilmanifolds(査読有学術雑誌に投稿中)
- ・Hodge numbers and invariant complex structures of compact nilmanifolds(査読有学術雑誌に投稿中)
- ・On reversible and bijectively related topological spaces, Topology Appl., in press(査読有)
- ・The small inductive dimension of subsets of Alexandroff spaces(査読有学術雑誌に掲載決定)
- ・To Think of Knowledge in History Education: Teaching History through Museum Exhibitions, MuseumEdu (査読有)
- ・Teachers' Needs and Preparation to Use Technology in the U.S. and Japan K-12: Learning from Teachers(査読有学術雑誌に掲載決定)
- ・Vacuum stability in the $U(1)\chi$ extended model with vanishing scalar potential at the Planck scale, PTEP no.9, 093B05(査読有)

他 18 件

●**学会発表**（代表的なものを数件記入して下さい。）

- ・RIMS 研究会 部分多様体論と種々の幾何構造(2015年6月22日-6月24日)[山田]
- ・KEK-FF/B2TiP(2015年10月26日-10月29日)[石田(招待)]
- ・International Conference on Set-Theoretic topology and its Applications(2015年11月23日・24日)
[服部]
- ・Particle Cosmology and beyond 2015(2015年11月16日-11月19日)[石田]
- ・KEK-ph 2016(2016年2月9日-2月12日)[石田]

他 15 件

●**特許出願** 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)		6	配分額 6,130
(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	6	6,130

【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。)

1. **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
2. **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
3. **新学術領域研究** ニュートリノで探る標準模型を超える新しい物理
研究課題番号：15H01037(研究者：波場)1170千円
4. **基盤(C)** 準位統計の手法による格子 QCD+QED の低エネルギー一定数の決定
研究課題番号：25400259（研究者：望月）1,040千円
5. **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
6. **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
7. **共同研究：宇宙航空研究開発機構**
「宇宙開発利用に対する国民意識の調査手法と情報発信に関する研究」
(研究者:百合田)1000千円

(2) **その他外部資金** 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、2015年8月1日に宇宙暗黒物質検証実験について、2015年12月19日にLHC実験についてと2度の市民講演を開催した。宇宙暗黒物質は未だ直接的に存在が発見されておらず、理論的にもそもそも素粒子なのかどうかもわかっていない、本当に未知の粒子であるため、今後どのような検証が期待されるのかということに触れていただいた。またLHC実験に関しては、昨年度にもヒッグス粒子をテーマにした市民講演会を開催したためか、お越しいただいた方からの質問がより専門性が高くなっていると感じた。これはつまり、我々の行っている最先端の研究が少しずつ市民の方々に還元されているのではないかとと言える。

上記の市民講演に加え、3月25日から27日にかけて、松江現象論研究会を継続して開催する予定である。今回で第3回となる松江現象論研究会だが、今回は理論だけでなく実験からも招待講演者を呼ぶことで、より検証可能性の高い理論の構築へ向けた活発な議論がなされるのではないかと期待される。これにより、島根で議論された理論が世界の最先端を行く理論と醸成されていく大きなきっかけとなる。

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。)

昨年度同様、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。

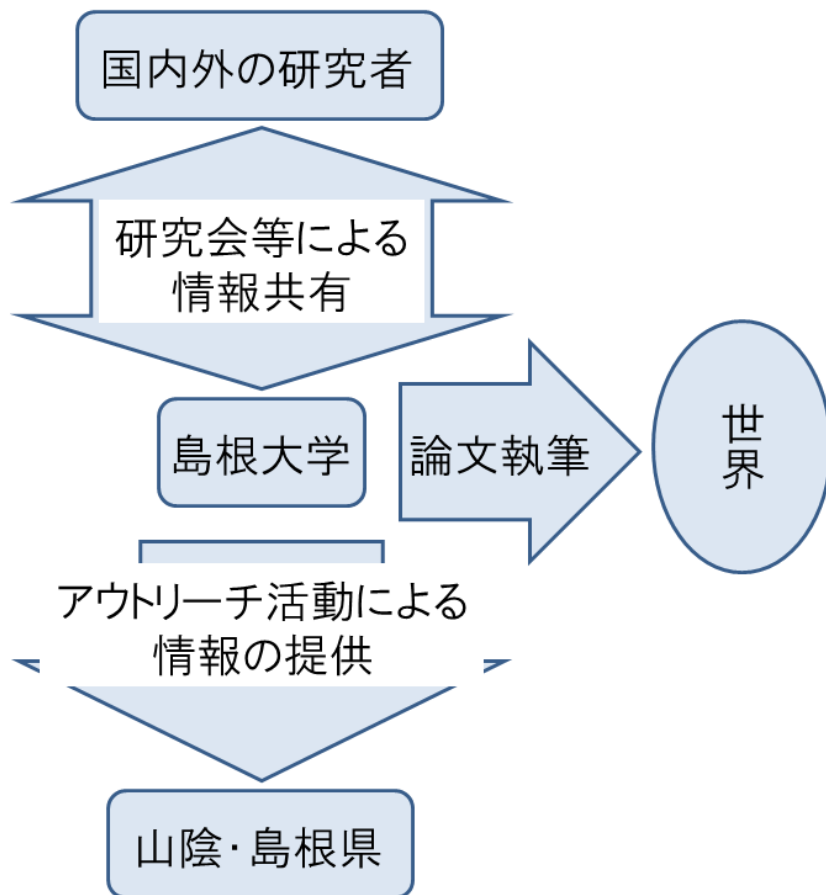
最先端の研究をおこなう上で、最新の情報を備えておくことは必須である。そのために今年度は、こちらからセミナーへ行ったり、研究会に参加するだけでなく、島根大学の主催での研究会やセミナーを開催することで、より多くの島根大学関係者が情報を共有することができた。また、島根大学の人材を国内外にアピールをするよい機会となった。特に、今年度は外国人研究者が学振の短期研究生として来学していた。つまり、世界からも常に注目を受けていることは明らかである。

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。

一方で地域の中での島根大学のありかたとしては、市民講演等のアウトリーチ活動を積極的に行うこと

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2回の市民講演には中高生の参加者も多く、回を重ねるごとに質問の質などもはるかに向上しており、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。今年度でこのプロジェクトは終了するが、今後も複数回の市民講演をおこなうことで、これまでに確立してきた島根大学の基礎研究の礎をさらにたしかなものにしていきたいと考えている。

知の拠点としての島根大学の概念図



⑩研究終了後の展開（科研費などへの申請等） 図などでわかりやすく示してください。

本研究課題は、今後も継続して行われていかなければいけないものである。我々の創造する新しいヒッグス理論は、右図に示したように様々な物理現象へアクセスできる可能性を持ち合わせている。

特に、観測事実としてわかっている暗黒物質・インフレーションそして宇宙物質生成といった、まだまだ解決の糸口の見えない現象に対し、観測可能な理論からのアプローチをすることができる点でも非常に優れているとすることができる。

また、最近発見が報告された重力波に関して、ヒッグス理論の立場からどのようなことが言えるのか、ということにも積極的に取り組んでいきたいと考えている。そうすることで、これまで不可能と言われ続けてきた量子重力理論への足掛かりとなるのではないかと期待される。

これらがはっきりと理解されれば、宇宙開闢のなぞに対しての答えを与えることができ、これはつまりノーベル賞といった大きな賞の受賞へとつながっていくのではないかと考えている。

基礎研究が充実することで、本学の山陰・ひいては日本における立ち位置を明確とし、地域に根付きつつ全世界へ最先端の情報を発信していく起点として、これからも一層活躍を広げていく予定である。

