

様式6 (第15条第1項関係)

H29年 4月 10日

独立行政法人
日本学術振興会理事長 殿

研究機関の設置者の所在地	〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町	
研究機関の設置者の名称	国立大学法人名古屋大学	
代表者の職名・氏名	総長 松尾 清一 (記名押印)	
代表研究機関名 及び機関コード	名古屋大学	13901

平成28年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	R2703	補助事業の 完了日	平成29年 3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	素粒子・原子核・宇宙線・ 宇宙物理(実験) (4902)
------	-------	--------------	-------------	---------------------	---------------------------------

補助事業名 (採択年度) 次世代μ粒子トリガー技術から新しい 素粒子の発見に挑む国際研究ネットワークの形成 (平成27年度)	補助金支出額 (別紙のとおり) 33,863,075円
---	--------------------------------

代表研究機関以外の協力機関
京都大学、東京大学、高エネルギー加速器研究機構

海外の連携機関
Max Plank Institute (MPI), INFN Roma and Sapienza Universita' di Roma, Dipartimento di Fisica, University of Michigan, University of Illinois at Urbana-Champaign, University College London, The European Organization for Nuclear Research, University of Adelaide, Jozef Stefan Institute and University of Ljubljana, King' s College London, Michigan State University

1. 事業実施主体

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野
主担当研究者 トモト マコト 戸本 誠 担当研究者 イイジマ トオル 飯嶋 徹 ヒサノ ジュンジ 久野 純治 イシノ マサヤ 石野 雅也 ササキ オサム 佐々木 修 カワモト タツオ 川本 辰男 計6名	名古屋大学 名古屋大学 名古屋大学 京都大学 高エネルギー加速器研究機構 東京大学	大学院理学研究科 現象解析研究センター 基礎理論研究センター 大学院理学研究科 素粒子原子核研究所 素粒子物理国際研究センター	准教授 教授 教授 准教授 教授 准教授	素粒子実験 素粒子実験 素粒子論 素粒子実験 素粒子実験 素粒子実験

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先 (電話番号、e-mailアドレス)
シラキ タカヒロ 白木 孝浩	研究協力部研究支援課外部資金係	Tel: 052-747-6482 E-Mail: ken-jsps@adm.nagoya-u.ac.jp

※2頁以降は、交付決定を受けた時点の事業計画の項目に合わせて必要に応じて修正すること。

2. 本年度の実績概要

本事業の目的は、2026年から開始する次世代 LHC 実験における新しい素粒子の発見を目指し、強いビーム強度の中でも効率的に新物理現象を捕らえる「次世代 μ 粒子トリガー」を開発することである。本事業は、以下の2つの研究目標からなる。

目標 I: μ 粒子トリガーで実績を持つ日本の大学研究機関と、 μ 粒子飛跡精密測定器(アメリカ、ドイツ)、カロリメータを用いた μ 粒子同定(イタリア)、内部 μ 粒子検出器(アメリカ)、中央飛跡検出器(イギリス)の研究実績をもつ大学・研究機関とを繋ぎ、次世代 LHC 実験でも通用する「統合型 μ 粒子トリガーシステム」を開発する。

目標 II: LHC 第2実験の物理解析に、素粒子現象論と B ファクトリー実験によるフレーバー物理の研究を融合し、次世代 LHC 実験を見据えた物理を追求する。

目標 I の実績:

昨年度に引き続き堀井を CERN と MPI に派遣し、TGC 検出器による μ 粒子トリガーの改良、 μ 粒子飛跡精密測定器を用いた高速飛跡トリガーの開発を進めた。加えて、斎藤を CERN とイリノイ大学に派遣し、内部 μ 粒子検出器を用いた高速飛跡トリガーの開発を進めた。さらには、ATLAS 実験の全トリガーのコーディネーターを務める長野、トリガーマニューコーディネーターを務める中浜を CERN に派遣した。

1月10日から12日の3日間、東京大学において、本事業が主催した Muon Trigger Workshop を開催した。ワークショップの参加者は42名で、その中に、(主)担当研究者である戸本、石野、佐々木、川本、若手研究者である堀井、隅田、斎藤、中浜、表にリストされる本事業の8名の連携研究者が含まれる。ワークショップでは、本事業によって推進する

招へい者番号	指名	所属
招へい者①	Oliver Kortner	MPI
招へい者②	Junjie Zhu	ミシガン大
招へい者③	Stefano Veneziano	ローマ大
招へい者④	Verena Ingrid Martinez Ouschoorn	イリノイ大
招へい者⑤	Nikolaos Konstantinidis	UCロンドン
招へい者⑬	Hubert Kroha	MPI
招へい者⑭	Riccardo Vari	ローマ大
招へい者⑮	John Chapman	ミシガン大

する「統合型 μ 粒子トリガーシステム」の各開発要素を主導する研究者が集結して、2017年に執筆する技術仕様設計書に掲載すべき研究課題に関する議論を行った。特に、前年度開催したワークショップ(2016年1月12日から14日、於京都)において、共同開発が必要であることが認められた回路開発に関する進捗報告と今後の研究方針に関して議論した。

これらの若手派遣と招へいによって、以下の具体的な研究成果を得た。

- (1) TGC 検出器による μ 粒子トリガーの改良で用いる前段回路、 μ 粒子飛跡精密測定器による μ 粒子トリガーで用いる前段回路のプロトタイプを製作し、擬似信号による動作検証によって次世代 LHC 実験の仕様を満たすものであることを立証した。
- (2) 2016年10月18日から11月14日まで CERN の μ 粒子テストビーム施設において、我々が開発する回路と MPI やミシガン大学が開発を進める回路との統合試験を実施した。このビームテストの取りまとめ役は堀井が務めた。
- (3) 内部 μ 粒子飛跡検出器を用いた高速飛跡トリガーのトリガー論理の性能評価を行うためのソフトウェアの開発を進め、内部 μ 粒子飛跡検出器を用いた高速飛跡トリガーが「統合型 μ 粒子トリガーシステム」に不可欠な存在であることを立証した。
- (4) LHC 第2実験のデータ収集におけるトリガーマニューの経験から、次世代 LHC 実験においても低運動量閾値の μ 粒子トリガーが必要だと指摘し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」の低運動量閾値による μ 粒子トリガーの性能評価を開始した。

目標 II の実績：

トリガー全体の責任者である長野とトリガーマニューアの責任者である中浜は派遣先の CERN にて、2016 年の物理データ収集のためのトリガーマニューアの構築・運用を主導し、 40 fb^{-1} 蓄積した ATLAS 実験のデータ収集に貢献した。さらに、2017 年度の物理データ収集に向けたトリガーマニューアを設計した。堀井は、 ttH 過程を用いたトップクォーク湯川結合定数の解析、斎藤と中浜は、超対称性粒子探索の解析を CERN にいる研究者と共に推進した。特に超対称性粒子探索では、カラーを持つ超対称性粒子の存在を 2TeV まで棄却した。

Belle II 実験では TOP カウンターのインストールが完了した。その実験現場である M. Staric (招へい者⑩) を KEK に招へいし、飯嶋らとともに TOP カウンターの解析ソフトウェアの開発を行った。

C.-P. Yuan (招へい者⑦)、J. Wells (招へい者⑥)、J. Ellis (招へい者⑪) を名古屋大学に招へいし、久野、戸部、戸本、飯嶋、中浜らとともに、次世代 LHC 実験や将来実験で推進すべき物理課題に関して意見交換をした。具体的には、テラスケールにおいて新物理がある可能性として、宇宙暗黒物質を予言し電弱対称性の破れを説明する超対称模型、電弱バリオン数生成に着目し、将来 LHC 実験で検証される可能性について検討を行った。また、現在実験において報告されている $h \rightarrow \mu \tau$ のイベント超過、ミュー粒子の異常磁気能率や $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$ 過程での標準模型の予言からの食い違いに着目し、標準模型にさらにヒッグス 2 重項を加えた、Two Higgs doublet model (2HDM) においてそれらが説明できるかを調べた。C.-P. Yuan とはこの模型の LHC 実験での検証可能性を議論した。また、J. Wells、J. Ellis と将来素粒子実験で標準模型を超える物理をどう検証していくか議論を行った。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

目標 I の進捗状況：到達目標通りの達成度である。

本事業の(主)担当研究者、若手研究者、連携研究者が共同で「統合型 μ 粒子トリガーシステム」に向けたトリガー回路のプロトタイプの実験を主導した。戸本、石野、佐々木、川本、堀井は、O. Kortner、J. Zhu、S. Veneziano、V. Ouschoorn、H. Kroha、R. Vari、N. Konstantinidis、T. Pauly らと共に 2017 年の技術仕様設計書の著者となっている。東京大学で実施したワークショップでは、これらの共同研究の実績報告と今後の戦略に関して議論できた。「統合型 μ 粒子トリガーシステム」構築のための国際ネットワークの形成は順調に進んでおり、本事業の主要メンバーが次世代 LHC 実験の μ 粒子トリガー開発の主要なメンバーとなっている。2017 年の技術仕様設計書の完成に向けた準備が整った。

目標 II の進捗状況：到達目標通りの達成度である。

LHC の第 2 実験では、 40fb^{-1} のデータを用いた新しい物理結果を発表した。Belle II 実験では、TOP カウンターをインストールし建設を前進させた。これらの実験的な進展を受け、戸本、飯嶋、中浜、久野、戸部と連携研究者との間で次世代 LHC 実験や Belle II で調査すべき物理課題に関する議論を進めた。LHC 実験でのテラスケール新物理の探索に関して、超対称模型、電弱バリオン数生成に着目し検討を重ねた。J. Wells、J. Ellis と議論を行い、テラスケール新物理の検証で残された可能性に何があるかを議論し、検討すべき課題を明らかにした。招へいできなかった A. Pierce 氏との暗黒物質の検討は J. Wells を通して行った。フレーバー物理に見られる新物理の兆候を示すアノマリーを新物理で説明し、それをフレーバー実験や LHC 実験で検証する手法を模索中である。C.-P. Yuan とは、LHC 実験での検証可能性などについて有意義な議論ができ、研究推進に有意義であった。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・著者名について、責任著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については <u>下線</u>、若手研究者については <u>波線</u> を付してください。 ・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。 	
◎ 1	<p>"Search for gluinos in events with an isolated lepton, jets and missing transverse momentum at sqrt(s)=13 TeV with the ATLAS detector", <u>R. Armadans</u>, <u>J. Chapman</u>, <u>D. Francis</u>, <u>Y. Horii</u>, <u>M. Ishino</u>, <u>P. Jackson</u>, <u>T. Kawamoto</u>, <u>N. Konstantinidis</u>, <u>O. Kortner</u>, <u>H. Kroha</u>, <u>K. Nagano</u>, <u>Y. Nakahama</u>, <u>S. Osamu</u>, <u>V. Otschoorn</u>, <u>T. Pauly</u>, <u>T. Saito</u>, <u>T. Sumida</u>, <u>M. Tomoto</u>, <u>R. Vari</u>, <u>S. Veneziano</u>, <u>J. Zhu</u> et al. The ATLAS Collaboration, Eur. Phys. J C (2016) 76:565 (査読有).</p>
◎ 2	<p>"Measurement of top quark pair differential cross-section in the dilepton channel in pp collision at sqrt(s)=7 and 8 TeV with ATLAS", <u>R. Armadans</u>, <u>J. Chapman</u>, <u>D. Francis</u>, <u>Y. Horii</u>, <u>M. Ishino</u>, <u>P. Jackson</u>, <u>T. Kawamoto</u>, <u>N. Konstantinidis</u>, <u>O. Kortner</u>, <u>H. Kroha</u>, <u>K. Nagano</u>, <u>Y. Nakahama</u>, <u>S. Osamu</u>, <u>V. Otschoorn</u>, <u>T. Pauly</u>, <u>T. Saito</u>, <u>T. Sumida</u>, <u>M. Tomoto</u>, <u>R. Vari</u>, <u>S. Veneziano</u>, <u>J. Zhu</u> et al. The ATLAS Collaboration, Phys. Rev. D94 (2016) 092003 (査読有).</p>
◎ 3	<p>"Search for the Standard Model Higgs boson decaying into bb produced in association with top quarks decaying hadronically in pp collisions at sqrt(s)=8TeV with the ATLAS detector", <u>R. Armadans</u>, <u>J. Chapman</u>, <u>D. Francis</u>, <u>Y. Horii</u>, <u>M. Ishino</u>, <u>P. Jackson</u>, <u>T. Kawamoto</u>, <u>N. Konstantinidis</u>, <u>O. Kortner</u>, <u>H. Kroha</u>, <u>K. Nagano</u>, <u>Y. Nakahama</u>, <u>S. Osamu</u>, <u>V. Otschoorn</u>, <u>T. Pauly</u>, <u>T. Saito</u>, <u>T. Sumida</u>, <u>M. Tomoto</u>, <u>R. Vari</u>, <u>S. Veneziano</u>, <u>J. Zhu</u> et al. The ATLAS Collaboration, JHEP 05 (2016) 160 (査読有).</p>
◎ 4	<p>"Measurement of the branching ratio of $\overline{B} \rightarrow D^{*+} \tau \nu_{\tau}$ relative to $\overline{B} \rightarrow D^{*+} \ell \nu_{\ell}$ decays with a semileptonic tagging method", Y. Sano, <u>T. Iijima</u>, <u>P. Krizan</u>, <u>M. Staric</u>, <u>A. Zupanc</u> et al. Belle Collaboration, Phys. Rev. D 94 072007 (2016) (査読有).</p>
5	<p>τ- and μ-physics in a general two Higgs doublet model with μ-τ flavor violation, Y. Omura, E. Senaha, <u>K. Tobe</u>, Phys. Rev. D94, 055019 (2016) (査読有).</p>
6	<p>Michel parameters for τ decays $\tau \rightarrow l \nu \nu$ ($l=e, \mu$) in a general two Higgs doublet model with μ-τ flavor violation, <u>K. Tobe</u>, JHEP 1610, 114 (2016) (査読有).</p>
7	<p>Light Stop, Heavy Higgs, and Heavy Gluino in Supersymmetric Standard Models with Extra Matters, <u>J. Hisano</u>, W. Kuramoto, T. Kuwahara, PTEP 掲載決定済み</p>
8	<p>Flavor physics induced by light Z' from SO(10) GUT, <u>J. Hisano</u>, Y. Muramatsu, Y. Omura, Y. Shigekami, JHEP 1611, 018 (2016) (査読有).</p>
9	<p>Threshold corrections to dimension-six proton decay operators in non-minimal SUSY SU(5) GUTs, B. Bajc, <u>J. Hisano</u>, T. Kuwahara, Y. Omura, Nucl. Phys. B910, 1-22 (2016) (査読有).</p>
10	<p>Toward verification of electroweak baryogenesis by electric dipole moments K. Fuyuto, <u>J. Hisano</u>, E. Senaha, Phys. Lett. B755, 491-497 (2016) (査読有).</p>

②学会等における発表

発表題名 等	
<p>(発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月(西暦)について記入してください。)(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。)</p> <p>・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、責任発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付して下さい。</p> <p>・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。</p> <p>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</p> <p>・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付して下さい。また、主要連携研究者については<u>斜体・太下線</u>、連携研究者については<u>斜体・破線</u>としてください。</p>	
1	"Muon trigger electronics upgrade toward high luminosity LHC", <u>M. Tomoto</u> , The 3rd KMI International Symposium on Quest for the Origin of Particle and the Universe, Nagoya University (Japan), 口頭発表, 有, 2017年1月
2	"ATLAS Muon and Calorimeter Trigger Primitives", <u>M. Ishino</u> (ATLAS collaboration), ECFA High Luminosity LHC Experiments Workshop 2016, Aix-Les-Bains (France), 口頭発表, 有, 2016年10月
3	"ATLAS Trigger and Data Acquisition Upgrades for High Luminosity LHC", <u>M. Ishino</u> (ATLAS collaboration), International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP2016), Kolympari (Greece), 口頭発表, 有, 2016年7月
4	"Physics prospects for high-luminosity LHC with ATLAS", <u>T. Kawamoto</u> (ATLAS collaboration), Miami 2016, Fort Lauderdale Florida (USA), 口頭発表, 有, 2016年12月
5	Origin of large A_t in the MSSM with extra vector-like matters <u>J. Hisano</u> , Focus Workshop on Particle Physics and Cosmology, 2016/12/05-09, IBS, Daejeon, Korea. 口頭
6	Proton Decay in SUSY GUTs, <u>J. Hisano</u> , The 1st KEK-KIAS-NCTS Joint Workshop on Particle Physics Phenomenology, 2016/05/26-28, NCTS, Taipei, Taiwan
7	"ATLAS/CMS Upgrade", <u>Y. Horii</u> (ATLAS collaboration), FPCP2016 (Flavor Physics and CP Violation 2016), California Institute of Technology (USA), 口頭発表, 有, 2016年6月
8	"ATLAS Muon Trigger and Readout Considerations", <u>Y. Horii</u> (ATLAS collaboration), ECFA High Luminosity LHC Experiments Workshop 2016, Aix-Les-Bains (France), 口頭発表, 有, 2016年10月
9	"Neutrinos at LHC", <u>T. Sumida</u> (ATLAS collaboration), LHC Days 2016, Split (Croatia), 口頭発表, 有, 2016年9月
10	"LHCでのSUSY探索", <u>斎藤智之</u> , 基研研究会「素粒子物理学の進展」, 京都大学基礎物理研究所, 口頭発表, 有, 2016年9月
11	"ATLAS Status Report", <u>Y. Nakahama</u> , 126th LHCC meeting open session, CERN (Switzerland), 口頭発表, 有, 2016年5月
12	"Overview of ATLAS status & results", Joint 13th Asia Pasific Physics Conference, Australian Institute of Physics Congress, <u>Y. Nakahama</u> , Brisbane (Australia), 口頭発表, 有, 2016年12月
13	"Charged Lepton Flavor Violation (CLFV)", <u>K. Tobe</u> , The 2 nd International Conference on Charged Lepton Flavor Violation, Charlottesville, Virginia, USA, 口頭発表, 有, 2016年6月
14	"Anomalous Magnetic Moment (g-2) and Electric Dipole Moment (EDM)", <u>K. Tobe</u> , T The 2 nd International Conference on Charged Lepton Flavor Violation, Charlottesville, Virginia, USA, 口頭発表, 有, 2016年6月

15	"New Physics for Muon g-2 Anomaly", K. Tobe, 基研研究会「素粒子物理学の進展」, 京都大学基礎物理学研究所, 口頭発表, 有, 2016年9月
16	Flavor physics in a general two Higgs doublet model, K. Tobe, The 3 rd International Symposium on "Quest for the Origin of Particles and the Universe", 名古屋, 口頭発表, 有, 2017年1月

5. 若手研究者の派遣実績（計画）

【海外派遣実績（計画）】

年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	合計
派遣人数	2 人	5 人 (2 人)	5 人 (4 人)	6 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名：堀井泰之・助教 _____

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)				
CERN にて、TGC 検出器による μ 粒子トリガーの改良とヒッグス粒子とトップクォークとの随伴生成過程の物理解析を行った。MPI にて、 μ 粒子飛跡精密測定器を用いた高速飛跡トリガーの開発を行った。				
(具体的な成果)				
TGC 検出器による μ 粒子トリガーの改良で用いる検出器データ転送回路を製作した。 μ 粒子飛跡精密測定器で用いる TDC 回路のプロトタイプを製作した。擬似信号やビームテストによるこれらの回路の動作試験を行なった。ビームテストではコーディネーターを務めた。				
また、第 2 実験のデータを用いて ttH 過程の探索結果を出した。				
派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
ドイツ, Max Plank Institute, Physics, H. Kroha	9 日	85 日	70 日	164 日
スイス, CERN, Physics, David Francis	62 日	173 日	100 日	335 日
アメリカ, ミシガン大学, Dept. of Physics, John Chapman	0 日	4 日	0 日	4 日
アメリカ, California Institute of Technology, FPCP2016 国際会議参加	0 日	5 日	0 日	5 日
フランス, Aix-Les-Bains, FPCP2016 国際会議参加, ECFA High Luminosity LHC Experiments Workshop 2016 に参加	0 日	5 日	0 日	5 日

派遣者②の氏名・職名：隅田土詞・助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

CERNにおいて、TGC 検出器と RPC による μ 粒子トリガーの改良、および μ -カロリメータトリガーの開発を行った。

(具体的な成果)

TGC 検出器と RPC 検出器による μ 粒子トリガーの改良論理の性能評価を行ない、次世代 LHC 実験において「統合型 μ 粒子トリガーシステム」が有益であることを示した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
イタリア、Rome-1 University, Dept. Physics. S. Veneziano	29 日	0 日	120 日	149 日
スイス、CERN, Physics, David Francis	92 日	7 日	220 日	318 日

派遣者③の氏名・職名：長野 邦浩・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

アトラス実験全体のトリガー責任者として、トリガーシステム全体の統括を CERN でおこないながら、次世代 LHC 実験での μ トリガーシステムをデザインした。次世代 LHC 実験において必要とされる μ 粒子トリガーが本研究ネットワークの目指す「統合型 μ 粒子トリガーシステム」と一致しているか、より効果的な μ 粒子トリガーを実現するアイデアはないか、 μ 粒子トリガーと他種のトリガーを組み合わせることで狙える新しい物理はないか、注意深くモニターし続け、本研究ネットワークにフィードバックをかけた。

(具体的な成果)

トリガーシステム全体の統括を行ない、2016 年の物理データ収集を成功に導いた。さらには、2017 年の物理データ収集に向けたトリガー設計を行なった。「統合型 μ 粒子トリガーシステム」では運動量分解能を向上させ運動量閾値は下げながらも不要な事象によりデータ収集率を抑制するトリガーシステムの構築が不可欠であることを指摘した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
スイス、CERN, Physics, David Francis	0 日	343 日	340 日	680 日

派遣者④の氏名・職名：齋藤 智之・特任助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

イリノイ大学と CERN にて、第 3 実験で新しく導入される内部 μ 粒子検出器の飛跡トリガーシステムの試作機のプロトタイプを完成させ、齋藤はその結果と TGC のトリガー結果を総合する部分の回路を試作した。回路のデータ転送テスト、転送エラーレート試験、転送時間試験等を行い、当初の設計のとおり動作することを確認し、そこで知り得た新しい知見をトリガー論理にフィードバックした。

また、LHC 第 2 実験のデータを用いた超対称性粒子の直接探索を行った

(具体的な成果)

内部 μ 粒子検出器の飛跡トリガーシステムの試作機のプロトタイプを完成させ、その

動作検証を行った。その知見を活かしたトリガー論理を考案し、そのソフトウェア開発を行ない、内部 μ 粒子検出器の飛跡トリガーシステムは「統合型 μ 粒子トリガーシステム」のために必要不可欠な性能を有することを示した。

終状態にレプトンと複数ジェットを含む事象を用いた超対称性グルーオンの探索結果を論文としてまとめた。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
米 国 , Illinois 大 学 , Physics Department, V. Outschoorn	0 日	41 日	0 日	80 日
スイス, CERN, Physics, David Francis	0 日	263 日	220 日	483 日
イギリス, SUSY ワークショップ参加	0 日	4 日	0 日	4 日
ギリシャ, ATLAS Muon week 参加	0 日	6 日	0 日	6 日

派遣者⑥の氏名・職名：中浜優・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

どの物理事象のデータ解析のためにどのトリガーを採用するかを決定するトリガーマニュー責任者として、次世代 LHC 実験における統合型 μ トリガーが物理研究に与える影響に関して調べた。これらの情報をもとに、次世代 LHC 実験において必要とされる μ 粒子トリガーが本研究ネットワークの目指す「統合型 μ 粒子トリガーシステム」はどの物理研究のために最適なトリガーとなるのか、 μ 粒子トリガーと他種のトリガーを組み合わせることで狙える新しい物理はないか調べた。

また、LHC 第 2 実験のデータを用いた超対称性粒子の直接探索を行った。

(具体的な成果)

トリガーマニューの統括を行ない、2016 年の物理データ収集を成功に導いた。さらには、2017 年の物理データ収集に向けたトリガーマニューを構築した。以上の経験から低運動量閾値の μ 粒子トリガーが様々な物理解析に必要な不可欠であることを指摘し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」においても低運動量 μ 粒子の性能評価を行うべきであることを指摘した。

終状態に複数うジェットを含む事象を用いた超対称性グルーオンの探索感度を 2TeV まで向上させた。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
スイス, CERN, Physics, David Francis	0 日	253 日	340 日	593 日
アメリカ, ニューヨーク大学, ATLAS week 参加	0 日	2 日	0 日	2 日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

6. 研究者の招へい実績（計画）

【招へい実績（計画）】

年度	平 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	合計
招へい人数	14 人	12 人 (9 人)	12 人 (11 人)	18 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の招へい実績】

招へい者①の氏名・職名：Oliver Kortner・Senior Scientist

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>μ 粒子飛跡精密測定器建設の第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。MPI と共同で進める μ 粒子飛跡精密測定器によるトリガーに不可欠な TDC 回路を、堀井とともに製作した。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>μ 粒子飛跡精密測定器で用いる TDC 回路のプロトタイプを製作した。その動作検証を日本、MPI, ミシガン大学と合同でビームテストによって行い、製作した回路が次世代 LHC 実験の仕様を満たすことを示した。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Max Plank Institute、Experimental Physics Division、ドイツ、戸本誠（名古屋大学）	7 日	6 日	14 日	17 日

招へい者②の氏名・職名：Junjie Zhu・Assistant Professor

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）</p> <p>μ 粒子飛跡精密測定器建設の第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。ミシガンは ASIC による TDC 回路の開発を推進しており、名古屋大学グループが進める FPGA による TDC 回路と相補的な開発研究を行なった。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>μ 粒子飛跡精密測定器のための ASIC を用いた TDC 回路のプロトタイプを完成させ、その動作検証を実施し、FPGA による TDC 回路と性能比較を行なった。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Rome I, Dept. of Physics, イタリア、石野雅也（京都大学）	0 日	6 日	10 日	25 日

招へい者③の氏名・職名：Stefano Veneziano・Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

RPC 検出器によるトリガーと μ -カロリメータトリガーの第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。次世代 LHC 実験の全トリガーと読み出し回路の開発計画グループに関与し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」の開発方針に関する意見交換を行なった。

(具体的な成果)

京都大学のグループと共同で、RPC 検出器によるトリガーをどのように改良すれば良いか、これまでのデータやシミュレーションを用いて立証した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Rome I, Dept. of Physics, イタリア、 石野雅也（京都大学）	9 日	6 日	10 日	28 日

招へい者④の氏名・職名：Verena Ingrid Martinez Ouschoorn・Assistant Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

内部 μ 粒子検出器によるトリガーの第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。東京大学で、内部 μ 粒子検出器開発の具体的な開発内容に関する議論を行った。

(具体的な成果)

斎藤とともに内部 μ 粒子検出器によるトリガーシステムの回路試作機のプロトタイプを完成させた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
University of Illinois Urbana-Champaign, Dept. of Physics, 米国、 川本辰男（東京大学）	17 日	6 日	10 日	35 日

招へい者⑤の氏名・職名：Nikolaos Konstantinidis・Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

内部飛跡検出器によるトリガーの第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。

(具体的な成果)

内部飛跡検出器によるトリガーの開発方針に関する情報共有を行った。「統合型 μ 粒子トリガーシステム」の将来的な機能拡張として内部飛跡検出器によるトリガーの重要性を指摘した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
UC London, Dept. Physics and Astronomy、英国、佐々木修（KEK）	6 日	6 日	10 日	23 日

招へい者⑥の氏名・職名： James D. Wells・教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

ATLAS 第1実験と第2実験によるヒッグス粒子精密測定や新粒子探索結果をもとに、そこから期待させる新物理を絞り込み、LHCの高輝度化によって期待される現象を明らかにするための共同研究を行った。実験、理論合同のレクチャーとセミナーを名古屋大学で実施した。

(具体的な成果)

戸部らとともに、標準模型にさらにヒッグス2重項を加えた、Two Higgs doublet model (2HDM)によって、これまでの実験において報告されている $h \rightarrow \mu \tau$ のイベント超過、ミュー粒子の異常磁気能率や $B \rightarrow D(*) \tau \nu$ 過程での標準模型の予言からの食い違いを説明できることを指摘し、テラスケールにおける新物理の候補を示した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
University of Michigan、Dept. of Physics、米国、久野純治（名古屋大学）	0 日	8 日	14 日	22 日

招へい者⑦の氏名・職名： C. -P. Yuan・教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

ATLAS 第1実験と第2実験によるヒッグス粒子精密測定や新粒子探索結果をもとに、そこから期待させる新物理を絞り込み、LHCの高輝度化によって期待される現象を明らかにするための共同研究を行った。C. -P. Yuan氏は陽子のパートン分布関数のエキスパートであり、これまでのLHC実験の成果を受け、次世代LHC実験やさらにその先の高エネルギーLHC実験におけるパートン分布関数の重要性を調べた。実験、理論合同のセミナーを名古屋大学で実施した。

(具体的な成果)

これまでの実験結果を踏まえ、トップクォークやフレーバー物理に、どのような種類のテラスケールの新物理が現れるか示した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Michigan State University、Department of Physics and Astronomy、米国、久野純治（名古屋大学）	0 日	13 日	14 日	27 日

招へい者⑩の氏名・職名： John Ellis・教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

実験、理論合同の研究会を名古屋大学で実施し、飯嶋、久野、戸本らとともに素粒子物理学の研究の方向性を議論した。

(具体的な成果)

超対称性模型を中心に ATLAS 第 1 実験と第 2 実験の結果から期待される物理をまとめ、次世代 LHC 実験や Belle II 実験の研究課題を検討した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
King' s College London、Dept. of Physics、英国、久野純治（名古屋大学）	12 日	3 日	10 日	25 日

招へい者⑬の氏名・職名： Hubert Kroha・Senior Scientist

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

μ 粒子飛跡精密測定器建設の第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。

MPI と共同で進める μ 粒子飛跡精密測定器によるトリガーに不可欠な TDC 回路を、堀井とともに製作した。

(具体的な成果)

μ 粒子飛跡精密測定器で用いる TDC 回路のプロトタイプを製作した。その動作検証を日本、MPI, ミシガン大学と合同でビームテストによって行い、製作した回路が次世代 LHC 実験の仕様を満たすことを示した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Max Plank Institute、Experimental Physics Division、ドイツ、戸本誠（名 古屋大学）	7 日	6 日	0 日	14 日

招へい者⑭の氏名・職名： Riccardo Vari・Associate Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

RPC 検出器によるトリガーと μ -カロリメータトリガーの第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。RPC 検出器によるトリガー回路の設計を行った。

(具体的な成果)

RPC 検出器によるトリガーと TGC 検出器のよるトリガーは同じ回路を使うことができることを指摘し、これを共同で開発する戦略を決めた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Rome I, Dept. of Physics, イタリア、 石野雅也（京都大学）	9 日	6 日	0 日	17 日

招へい者⑮の氏名・職名：John Chapman・Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

μ 粒子飛跡精密測定器建設の第一人者として、東京で開催したワークショップに招待し、「統合型 μ 粒子トリガーシステム」実現に向けた密度の濃い議論を行った。ミシガン大学は、日本グループが開発する TDC 回路の出力を扱う回路系の設計を行っており、TDC 回路の仕様に関する情報共有を行った。

(具体的な成果)

TDC 回路の出力を扱う回路系のプロトタイプを製作した。その動作検証を日本、MPI、ミシガン大学と合同でビームテストによって行い、製作した回路が次世代 LHC 実験の仕様を満たすことを示した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Max Plank Institute、Experimental Physics Division、ドイツ、戸本誠（名古屋大学）	7 日	6 日	0 日	13 日

招へい者⑯の氏名・職名：Marko Staric・Associate Professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

飯嶋らとともに SuperKEKB/Belle II 実験に向けて新設を進めている TOP カウンターと呼ばれる粒子識別検出器の解析ソフトウェアの開発と構築を進めた。飯嶋らとともに b フレーバー物理研究、特にチャーム中間子崩壊による新粒子探索にかんする議論を行った。

(具体的な成果)

名古屋大学がインストールした TOP カウンターのハードウェアに関する知識をソフトウェアに導入し、これを用いて、Belle II 実チャーム中間子崩壊による新粒子探索のシミュレーション解析を実施した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	
Ljubljana University、Department of Physics、スロベニア、飯嶋徹（名古屋大学）	12 日	16 日	0 日	28 日

※本年度の招へい者毎に作成すること。

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画

該当しない。

※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。