

様式6（第15条第1項関係）（採択年度＝平成26年度以降）

平成28年4月8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	〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1	
研究機関の設置者の名称	国立大学法人神戸大学	
代表者の職名・氏名	(学長) たけだ ひろし 武田 廣 (記名押印)	
代表研究機関名 及び機関コード	神戸大学	14501

平成27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	R2607	補助事業の完了日	平成28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) 高精度粒子線飛跡検出器が拓く新物理探索と国際共同研究(平成26年度)				補助金支出額(別紙のとおり) 25,540,000円	
代表研究機関以外の協力機関 なし					
海外の連携機関 CERN研究所, INFNボローニャ研究所, ウェルズリー大学, オクシデンタル大学, ハワイ大学, シェフィールド大学					
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 ヤマザキユウジ 山崎祐司	神戸大学	理学研究科	教授	素粒子実験	
担当研究者 クラシゲヒサヤ 藏重久弥	神戸大学	自然科学先端融合研究 環/理学研究科(併任)	教授	素粒子実験	
ミウケンタロウ 身内賢太郎	神戸大学	理学研究科	准教授	素粒子実験	
オチアツヒコ 越智敦彦	神戸大学	理学研究科	准教授	素粒子実験	
計4名					

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)
かみすぎ ゆきな 神杉 幸奈	国際部国際企画課国際企画グループ ・一般職員	電話番号 078-803-5045 E-mail intl-plan@office.kobe-u.ac.jp

2. 本年度の実績概要

本事業は、高精度粒子飛跡検出器を軸に素粒子物理の問題に多角的に迫ることを目的としている。2つの柱があり、1つ目の柱の LHC/アトラス実験では、目標 1 として飛跡検出器を用いたミュオントリガーアップグレード、および目標 2 としてそれによる物理探索の感度向上と新物理探索を達成する。2つ目の柱の暗黒物質探索では、目標 3 として国際交流の推進による方向に感度のある暗黒物質探索の新技术開発・新展開を行う。これらの目標に対する本年度の実績は以下の通りである。

目標 1：ミュオントリガーアップグレード

今年度は、前田がミュオントリガー運転のための責任者を務めはじめ、さらにトリガー論理の作成について助言役になるなど、現地に滞在しないとできない任務で大きな貢献をした。また、清水は 2024 年からのミュオントリガーの高度化に関して、ハードウェアの開発の基となるトリガー論理の開発を現実的な仮定の下に行い、問題点を数多く指摘するなど、着実に成果を上げている。また両者ともミュオントリガーの取得データ品質モニターの開発、実験シフトの担当など、現地でないと難しい仕事を任されている。

招へい研究者に対しては、まず Wengler 氏がプログラムの統括だけでなく、レベル 1 ミュオントリガーの最終段である中央プロセッサの開発を始めたことを受け、担当研究者の藏重との共同作業で、信号の組み合わせによる効率よいトリガーの開発方針を決めることができた。また、山崎、清水が行っている、おもにソフトウェアで行うレベル 2 トリガーに関しては、ボローニャが担当するミュオン検出器 RPC の使用法の助言を受けて大きく進めることができた。さらに Corradi 氏のパターン認識アルゴリズムの経験を生かして L2 アルゴリズムを大きく改良し、Bruni 氏の協力によりトリガーモニターの改善ができた。

また、越智氏が進める高抵抗膜に関して、今年度は高抵抗膜を検査する態勢を整えることが目標である。CERN (Iengo, Oliveira) の神戸訪問中に、量産を始めた Micromegas の高抵抗細線フォイルの最初のロットを用いた品質検査を、昨年神戸大に設置したクリーンブースを用いて行った。また、この際今後も品質検査の手法を改良するために、CERN 側の検査体制とのスムーズな連携を図れるよう、集中的な議論を行った。

目標 2：新物理探索

今年度の大きな成果は、清水、前田ともにボローニャ大学との共同研究によりトップクォークのハドロン崩壊の同定技術を学び、それを基に清水はトップクォークのこれまで測られたことのない運動量領域での散乱断面積測定、前田はトップクォーク対に崩壊する新粒子探索のデータ解析を開始したことである。また、この同定方法はジェットに関する理解がその基礎となるが、清水がジェットに関する 2 つの論文で共同主著者を務めた（論文 1, 2, 3）。

目標 3：方向に感度を持つ暗黒物質の探索

6月から7月にかけて3名の研究者を招へいした際の会議および2016年1月に英国 Boulby 施設で行った会議で、低バックグラウンド検出器を用いた大型検出器製作についての国際協力体制を進めた。頭脳循環の連携研究機関である、ウェルズリー大学、オクシデンタル

大学，ハワイ大学，シェフィールド大学の連携による実験の提案書作成が進んでいる。並行して，神戸グループは低放射性材料を用いたマイクロパターン検出器（ μ PIC）の試作を行い，試験を進めている。

また，検出器からのバックグラウンドを効果的に落とすことのできる陰イオンガス TPC の使用について，第一人者である Snowden-Ifft 教授のもとに 2015 年 5 月に μ PIC を持ち込んで試験を行い，動作を確認した。その後神戸大学での測定を立ち上げ，低放射性材料 μ PIC と相乗効果を得られる開発が進んでいる（学会発表 8）。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

以下に各目標に対して各派遣・招へい計画ごとに達成度・進捗状況を示す。

目標 1：ミューオントリガーアップグレード

派遣若手は，長期滞在の成果が確実に出ています。清水は論文の主著者を多く務め，かつミューオントリガーに関しては，予定していたトリガーモニターに加え，新たにハードウェアで実行するアルゴリズムの開発を行っている。また，前田は，現地滞在中で初めて可能なミューオントリガーの運転共同責任者，ハードウェアからのトリガー信号のミューオントリガーへの応用を行う委員を務め，共同研究全体に大きくその成果が見えています。これらの進捗状況は予想を大きく上回っています。

また，海外の連携研究者との共同研究に関しては，まず中央プロセッサとの連携など所期の計画を上回る成果を出し，レベル 2 トリガー開発についても順調に進んでいる。また，抵抗膜の検査態勢を確立し，今後の量産時の大量検査に向けた連絡体制も確立した。

これらにより，本目標は計画を大きく上回る成果を出している。

目標 2：新物理探索

ボローニャ研究所との協力関係が実を結び，トップクォークに関するデータ解析を始めたこと，関連するジェット生成関連の投稿論文を 2 編仕上げたことにより，計画は予定通り進んでいる。

目標 3：暗黒物質探索

この事業をきっかけとして新しい国際共同実験の計画が着実に進んでいる。また，受けた助言から発展した陰性ガスを用いた検出器の開発が神戸大で順調に進んでいる。これらにより，本目標は計画を大きく上回る成果を出している。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究結果発表状況（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。<u>査読中・投稿中のものは除きます。</u> ・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，主著者に「※」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。 	
◎ 1	投稿論文 "Measurement of four-jet differential cross sections in $\sqrt{s}=8$ TeV proton-proton collisions using the ATLAS detector", ATLAS collaboration: G. Aad, <u>H. Kurashige</u> , <u>J. Maeda</u> , <u>A. Ochi</u> , ※ <u>S. Shimizu</u> , <u>Y. Yamazaki</u> 他 2852 名 J. High Energy Phys., 巻 1512 記事番号 105 (ページ数 75) 発表年 2015, 査読あり
◎ 2	投稿論文 "Measurement of the inclusive-jet cross section in proton-proton collisions at 13 TeV centre-of-mass energy with the ATLAS detector", アトラス共同実験国際会議発表要録 ATLAS-CONF-2015-034, July (2015), 査読なし (※ <u>清水志真</u> が主著者)
◎ 3	投稿論文 "Measurement of the inclusive jet cross-section in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV using 4.5 fb ⁻¹ of data with the ATLAS detector", ATLAS Collaboration: G. Aad, <u>H. Kurashige</u> , <u>J. Maeda</u> , <u>A. Ochi</u> , ※ <u>S. Shimizu</u> , <u>Y. Yamazaki</u> 他 2880 名, JHEP 02 記事番号 153 (53 ページ), Erratum JHEP 09 記事番号 141 (38 ページ), 発表年 2015, 査読あり
4	投稿論文 "Direction-sensitive dark matter search with gaseous tracking detector NEWAGE-0.3b", ※Kiseki Nakamura, <u>Kentaro Miuchi</u> , Toru Tanimori, Hidetoshi Kubo, Atsushi Takada, Joseph D. Parker, Tetsuya Mizumoto, Yoshitaka Mizumura, Hironobu Nishimura, Hiroyuki Sekiya, Atsushi Takeda, Tatsuya Sawano, Yoshihiro Matsuoka, Shotaro Komura, Yushiro Yamaguchi, and Takashi Hashimoto, Progress of Theoretical and Experimental Physics 記事番号 043F01s, 発表年 2015, ページ数 14, 査読あり

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> <ul style="list-style-type: none"> ・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，主たる発表者名は「※」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。 ・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。 ・さらに数がある場合は，欄を追加して下さい。 ・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○印を付してください。 	
◎ 1	国際会議発表 ※ <u>S. Shimizu</u> on behalf of the ATLAS collaboration, 発表題名 "The ATLAS jet trigger performance in LHC Run I and Run II updates", 会議名 21st International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2015), 抄録 Journal of Physics: Conference Series, Volume 664 (2015) 082051, ポスター発表, 審査あり, 2015 年 4 月
◎ 2	国際会議招待講演 <u>Shima Shimizu</u> , "First SM Results at 13 TeV, ATLAS", Brookhaven Forum 2015: Great Expectation, a New Chapter, Brookhaven National Laboratory (US), October 2015, 口頭発表, 審査なし, 2015 年 10 月

◎ 3	国際会議ポスター発表 ※ <u>J. Maeda</u> on behalf of the ATLAS collaboration, "The ATLAS Trigger System - Ready for Run-2", The Third Annual Large Hadron Collider Physics Conference (LHCP2015), 抄録 AIP conference proceedings に掲載受理済み, ポスター発表, 審査あり, 2015年8月
4	国内会議招待講演, <u>前田順平</u> , "ATLAS 実験状況", 日本物理学会第71回年次大会シンポジウム「LHC13TeVの物理成果と今後の展望」, 東北学院大学(仙台), 口頭発表, 審査あり, 2016年3月
5	招待講演 "Particle physics from the Asian perspective", <u>山崎祐司</u> , DIS 2015 - XXIII. International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, ダラス, 米国, 口頭発表, 審査なし, 2015年5月
6	招待講演(韓国学会) "Overview of recent ATLAS results and preparation for Run-2", <u>山崎祐司</u> , Joint Session Korea-Japan in Korea Physics Society meeting, 大田, 大韓民国, 口頭発表, 審査なし, 2015年4月
7	国際学会招待講演 <u>Kentaro Miuchi</u> , "Radiation Detector Development for Direct Dark Matter Search", International Symposium on Radiation Detectors and Their Uses (ISR2016), KEK, Tsukuba, Japan, 口頭発表, 審査なし, 2015年10月
◎ 8	国際学会講演 Tomonori Ikeda "Study of Negative-Ion TPC using u-PIC for Directional Dark Matter search", MPGD2015, Trieste, Italy, 口頭発表, 審査あり, 2015年10月(本発表は池田氏によるものであるが, 当該分野では国際会議での発表は単名で行うことが慣例であり, 実際には頭脳循環の目標3共同研究を基にしている)
9	国際学会招待講演 <u>Kentaro Miuchi</u> , "NEWAGE", Mini workshop on direct search of Dark Matter, CUP, IBS, Daejeon, Korea, 口頭発表, 審査なし, 2015年7月
10	国際学会講演 <u>Atsuhiko Ochi</u> , "Recent status on MPGD developments using carbon sputtering", 3rd Academy-Industry Matching Event on Photon Detection and RD51mini-week, CERN, Switzerland, 口頭発表, 審査なし, 2015年6月
◎ 11	国際学会講演 "Development of large area resistive electrodes for ATLAS NSW Micromegas", <u>Atsuhiko Ochi</u> , 4th International Conference on Micro Pattern Gaseous Detectors (MPGD2015), Trieste, Italy, ポスター発表, 審査あり, 2015年10月(本発表は越智氏によるものであるが, 当該分野では国際会議での発表は単名で行うことが慣例であり, 実際には頭脳循環の Paolo Iengo氏を含む共同研究を基にしている)
◎ 12	国際学会発表 "Development of u-PIC with resistive electrodes using sputtered carbon", Fumiya Yamane, 4th International Conference on Micro Pattern Gaseous Detectors (MPGD2015), Trieste, Italy, 口頭発表, 審査あり, 2015年10月(本発表は山根氏によるものであるが, 当該分野では国際会議での発表は単名で行うことが慣例であり, 実際には頭脳循環の Oliveira, Iengor両氏を含む共同研究を基にしている)

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	2 人 (2 人)	2 人 (2 人)	2 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：清水 志真・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）

ミュオントリガー改良と標準模型精密検証を主に行う。ミュオントリガー改良ではまず高段トリガーの遅い粒子トリガーの開発を初年度に行い，27年度のデータ取得ではそのモニターも行って，常に改良を加える。カロリメーター，およびボローニャの Corradi の担当している RPC 検出器の信号を組み合わせ，検出器のタイミングのずれをモニター，補正して精度を上げる。また，28年度には越智，Kuger らの Micromegas 検出器の試作品が完成する。神戸大，CERN 研究所での飛跡測定性能検査をもとに高段トリガーを開発する。標準模型検証はデータ取得が始まる27年度からジェット生成の精密測定を中心に行う。

（具体的な成果）

高段トリガーの遅い粒子トリガーをカロリメーターの時間情報で計算するアルゴリズムをほぼ完成させた。前年度から始めたハードウェアによる高速判定トリガーのデザインでは，派遣先受入教員の Thorsten Wengler の指導によりドイツ・マックスプランクミュンヘン研究所で研究打合せを勧められ，2回の訪問で方針を決定した。また，トリガーのモニターの保守を行った。物理データ解析では高いエネルギーを持つトップクォークの散乱断面積の研究を始めた。INFN ボローニャ研究所の Loreonzo Bellagamba 氏と討論の結果，トップクォークからの崩壊物を1つのジェットとしてとらえる手法の研究を共同で行うこととした。また標準模型のジェット生成論文の2つについて，主な著者として執筆を行い（論文1，論文3），またその成果を国際会議で発表した（発表2）。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
スイス，CERN 研究所，物理研究部， Thorsten Wengler	6 7 日	2 7 4 日	3 2 0 日	6 6 1 日
アメリカ合衆国，BNL 研究所 (国際会議発表)	0 日	5 日	0 日	5 日
ドイツ，マックスプランク研究所， 物理研究部 (研究成果発表，研究打 合せ)	0 日	1 8 日	0 日	1 8 日
イタリア，INFN ボローニャ研究所， 粒子物理研究部 (研究打合せ)		5 日	0 日	5 日

派遣者②の氏名・職名： 前田 順平・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)
 ミューオントリガー改良と標準模型精密検証を主に行う。初段トリガーのオンラインコントロールソフトウェア整備，改良トリガー論理の開発・実装を行い，27，28年度での安定したデータ取得を確実にする。この安定したデータを用いて，27,28年度にはトップクォーク対の共鳴状態の探索を行う。両トップクォークがハドロンのみならず崩壊する過程と片方がレプトンにも崩壊する過程を比較し，系統誤差を下げる。また，この崩壊を用いて事象をミューオントリガーと独立にトリガーし，トップクォーク対をトリガー効率の精密決定に用いる方法を開発する。

(具体的な成果)
 レベル1 ミューオントリガーの運転責任者である L1-muon operation run coordinator の一人となり，不具合の解決に関する作業，トリガー条件の調整，他のグループとの議論等を行い LHC 実験に大きく貢献した。特に Corradi 氏と本年度の状況，来年度のプランを議論して進めたことが今年度の効率よい運転につながった。また，そして 2016 年よりトリガー条件を決定する Trigger Menu Coordination Group の委員となり，ミューオントリガー全体の統括を担う人材となるべく活動範囲を広げている。さらに，トップクォークの対に崩壊する新しい共鳴状態（新粒子）の探索に指導的役割としてデータ解析のワーキンググループ会議に積極的に参加している。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
スイス，CERN 研究所，物理研究部， Thorsten Wengler	68日	187日	320日	575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	平成26年度	平成27年度	平成28年度	合計
招へい人数	6 人	10 人 (5 人)	7 人 (7 人)	11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⑦の氏名・職名： James Battat, 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）

目標 3.1 の方向に感度を持つ暗黒物質検出器の共同開発を行う。Battat 氏は、CCD による画像検出器の技術で原子核飛跡の前後判定に関する研究では世界をリードしてきた。招へいによって共同研究を行い，我々の検出器の当該性能を向上させることを目的とする。平成 27 年度の Battat 氏の教育義務のない期間を利用して，約一か月の招へいを行い，神戸大学で上記共同研究を進める。平成 28 年度には 10 日ほどの招へいを行い，研究成果のまとめ及び将来の世界的な共同実験に関しての打ち合わせを行い，日本がリーダーシップをとるべく準備を進める。

（具体的な成果）

6/25 から 7/3 までの間神戸に滞在，方向に感度を持つ暗黒物質探索実験について，毎日テーマを決めて議論を行うとともに，共同執筆中の論文について，9 月 1 日に投稿を目指すことで同意した。6/29 には The DRIFT experiment: Recent results from the DRIFT-II detector (and future directions) というタイトルでのセミナーを行い，低バックグラウンド化で先行する DRIFT 実験についての説明をした。7/1 には同時に招へい中の Spooner 氏，Vahsen 氏に加えて，ヨーロッパ，米国をつないだ TV 会議を host として行い，将来の国際協力についての議論を進めた。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ウェルズリー大学，物理学科，アメリカ合衆国，身内賢太郎（神戸大学）	0 日	11 日	10 日	21 日

招へい者⑧の氏名・職名： Sven Vahsen, 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）

方向に感度を持つ暗黒物質検出器の共同開発を行う。
目標 3.1 の方向に感度を持つ暗黒物質検出器の共同開発を行う。Vahsen 氏は，ガス検出器での読出しにピクセル IC を利用した原理実証を行うなど，検出器の精度向上に関しての研究を進めている。NEWAGE グループでもピクセル IC の開発を行っており，招へいによって実際に共同研究を行い，開発を加速する。平成 27 年度の Vahsen 氏の教育義務のない期間を利用して，10 日間の招へいを行い，神戸大学で上記共同研究を進める。

(具体的な成果)

6/27 から 7/2 までの間神戸に滞在，方向に感度を持つ暗黒物質探索実験について，毎日テーマを決めて議論を行い，特に MPGD の読出しの高精細化について議論を行った。6/29 には Recent Progress on D³ (A Directional Dark matter Detector) というタイトルでのセミナーを行い，精細な飛跡検出が可能なピクセル読出し IC について議論を行った。7/1 には同時に招へい中の Spooner 氏，Vahsen 氏に加えて，ヨーロッパ，米国をつないだ TV 会議を host として行い，将来の国際協力についての議論を進めた。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ハワイ大学，物理・天文学科，アメリカ合衆国，身内賢太郎（神戸大学）	0 日	6 日	0 日	6 日

招へい者⑨の氏名・職名： Neil Spooner, 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)

目標 3.1 の方向に感度を持つ暗黒物質検出器の共同開発を行う。Spooner 氏は，国際共同研究 DRIFT グループの英国リーダーとして，長年放射性不純物であるラドン対策やガスの純化などの低バックグラウンド検出器の開発を主導してきた。また，英国暗黒物質グループのリーダーとして Boulby 地下実験施設の運営を行い，暗黒物質直接探索についての経験が豊富である。教授であるため，若手招へいには該当しないが，平成 27 年度前期に短期の招へいを行い，これまでの経験を活かして研究計画の方向性についての助言を得る。

(具体的な成果)

6/25 から 7/4 までの間神戸に滞在，方向に感度を持つ暗黒物質探索実験について，毎日テーマを決めて議論を行い，さまざまな観点からの助言をいただいた。特に本事業で目指す MPGD の低バックグラウンド化について，Spooner 氏の持つ経験に基づく意見をもらい，材料選択，ガスの選択についての研究が進んだ。6/29 には Hunt for Directional Dark Matter というタイトルでのセミナーを行い，我々の分野の目指すべき方向性を再確認した。7/1 には同時に招へい中の Battat 氏，Vahsen 氏に加えて，ヨーロッパ，米国をつないだ TV 会議を host として行い，将来の国際協力についての議論を進めた。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
シェフィールド大学，物理・天文学科，英国，身内賢太郎（神戸大学）	0 日	11 日	0 日	11 日

招へい者①の氏名・職名： Lorenzo Bellagamba, Senior Researcher

(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)

目標 2.1 の標準模型を超えた物理の探索について、トップクォークにジェットが随伴して生成する過程のデータ解析を行った実績を生かし、若手派遣者の前田の行うトップクォーク対共鳴，および神戸大のヒッグス粒子 W 崩壊にジェットが随伴する場合のバックグラウンドの見積もりについて共同研究を行う。目標 1.1 の新 RPC 検出器では，他のボローニャメンバーとともに神戸大の開発するエンドキャップトリガーへの組み込みについて助言する。また，アトラス実験のボローニャリーダーとして，本事業でボローニャに関連する研究を統括する。

(具体的な成果)

トップクォークのボローニャグループにおける解析の現状について，主担当の山崎が説明を受けた。特に，ボローニャグループがこれまで推進しているトップクォークのジェットより細かい単位の粒子検出器情報を用いたトップクォーク同定方法について説明を受けた。さらに滞在期間を利用してトップクォークの解析プログラムを現在のコンピューター環境に移籍する作業を行った。

これを受けて神戸大の担当研究者・派遣若手 4 名（山崎，藏重，清水，前田）がボローニャ大学を訪問し，Bellagamba 氏が中心となってボローニャ大学の研究の現状，特に飛跡検出器の制作装置の現状，トップクォークを初めとしたボローニャ大学物理解析の現状について現地で説明を受けた。これにより，清水，Bellagamba 間でのトップクォークの協力体制を確立した。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
INFN ボローニャ研究所，粒子物理研究部， イタリア，山崎祐司（神戸大学）	8 日	12 日	20 日	40 日

招へい者②の氏名・職名： Alessia Bruni, Senior Researcher

(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)

清水が行っている，ボローニャ，神戸大で独立して開発しているアトラス実験のミュオントリガーのモニターを山崎らとともに統合する計画を担当する。27 年度の 1 週間強の日本への滞在で集中作業することにより一気にこれを完成させる。

(具体的な成果)

ミュオントリガーのトリガーモニターの改良を Bruni 氏の RPC でのモニターをもとに改良する作業を山崎とともに行った。これに加えて，物理解析でも協力体制をとることとし，標準模型で理解の難しい陽子の前方散乱に対しての名古屋大学で行われた研究会にとともに参加し，前方散乱において今後も協力体制を継続することを確認した。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
INFN ボローニャ研究所，粒子物理研究部， イタリア，山崎祐司（神戸大学）	0 日	11 日	0 日	11 日

招へい者⑩の氏名・職名： Thorsten Wengler, Research staff

(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)

アトラス実験の副スポークパーソン(副代表)として、CERN 研究所で派遣若手を受け入れるとともに、共同研究内の参加研究機関の多くに精通していることを生かし、本事業の全体について、特にネットワーク構築、拡大について人材の紹介や助言を行う。また、トリガー全般の運営に従事していたことを生かし、派遣若手のトリガー改良に関する研究の助言を行う。招へい時には、アトラス実験のトリガー系アップグレードの将来計画、物理の将来計画について全体を俯瞰し、事業終了後のネットワーク拡大の可能性を探る。特に、遅い粒子のレベル1トリガーについて、既存の検出器、信号処理ハードウェアの組み合わせで実現するためのアイデアを持ち寄り、信号処理システムへの実装を目指す。

(具体的な成果)

Wengler 氏が、神戸大学が開発しているミュオンレベル1トリガーの信号を受信し他の信号と組み合わせてトリガーを発行する CTP 装置の開発を最近加速させたことを受けて、新しい CTP をもちいて効率のよいトリガー信号を生成する手法に関するワークショップを行い、2016年加速器運転の問題点、2020年以降の Micromegas 検出器を入れたときの問題点、2024年以降の高ルミノシティー運転における問題点をそれぞれ洗い出す研究会を開き、Wengler 氏の助言を受けた。

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26年度	平成27年度	平成28年度	
CERN 研究所, 物理研究部, スイス 藏重久弥(神戸大学)	0日	10日	10日	20日

招へい者②の氏名・職名： Massimo Corradi, Researcher

(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)

目標 1.1 のミュオントリガー改良について、次の3点を行う。i) ボローニャ、神戸大で独立して開発しているミュオントリガーのモニターを山崎らとともに統合する。ii) 遅い重粒子のトリガーを派遣若手の清水と共同開発する。携わる RPC の時間較正のスキームを考案する。iii) Boscherini, 藏重らとともに、新 RPC 検出器を用いることによりエンドキャップとバレル領域の境界で、レベル1トリガーにおいて衝突由来でない粒子を落とせるかのトリガー論理を開発する。

(具体的な成果)

今年度は、清水らと RPC の時間情報に対するトリガーについて情報交換を続ける一方で、おもに山崎の行っている第2段ミュオントリガーの改良について研究会を行って今後の方針に関する助言を受けた。特に山崎の行っている MDT (精密飛跡測定用ドリフトチューブ) について、Corradi 氏の専門であるパターン認識について山崎が助言を受けるなど、情報交換をした。また、RPC 検出器を用いた第2段ミュオントリガーの

トラック探索範囲を求めるアルゴリズムについて、山崎が助言を受けた。				
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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
INFN ボローニャ研究所，粒子物理研究部， イタリア，山崎祐司（神戸大学）	8 日	11 日	20 日	39 日

招へい者③の氏名・職名： Davide Boscherini, Senior Researcher

<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>目標 1.1 のミューオントリガー改良において，Corradi, 藏重とともに，新 RPC 検出器を用いることによりトリガーレートが下げられるかを見る。また，招へい者が CERN 研究所の GIF++ で粒子モニターの開発を行っていることから，GIF++ の装置を用いた放射線耐性をモニターの実験立案に携わる。また，Corradi とともに，新 RPC 検出器がバレル部・エンドキャップ部の境界でどのようにバックグラウンドを落としていくのかを検討し，藏重らとそのレベル 1 ミューオントリガーのハードウェアでのトリガー論理を開発する。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>越智氏が CERN 研究所で GIF++ を使う際の助言を受けた。また，1 月の日本訪問では，ボローニャ研究所が参入を検討しているレベル 1 トリガーハードウェア作成について，神戸大の藏重氏ら経験者から情報を収集し，ボローニャ側の研究の進め方について方向性を見出した。また，RPC のパターン認識アルゴリズム応用に関して，山崎に助言を行った。</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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
INFN ボローニャ研究所，粒子物理研究部， イタリア，山崎祐司（神戸大学）	8 日	11 日	20 日	39 日

招へい者⑥の氏名・職名： Rui de Oliveira, Research Staff

<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>目標 1.2 の Micromegas 製作および抵抗膜を用いた精細飛跡検出器の応用発展の研究を行う。Oliveira 氏は CERN 研究所での Micromegas 製作の中心人物で，検出器に用いる m² オーダーの基板上に極板パターンを製作する技術を統括している。神戸大では Micromegas への抵抗膜貼り付け，抵抗膜作成品質向上のための開発と効率的な生産によるコスト削減を日本の製作者と共同作業で行う。また，抵抗膜の強度試験，抵抗膜を用いた検出器の高放射線下での耐性試験を越智と共同で行う。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>Oliveira 氏は，CERN 研究所内の高精細基板作成工房の責任者であり，欧州の MPGD</p>			
---	--	--	--

<p>開発に関して最も高い技術的見地を持っている。ほぼ同時期に神戸大を訪れた Paolo Iengo 氏と共に、このブース内における装置の検査環境の設置について助言を受け、作業を行った。これと、越智が事前に CERN で渡航して打ちあわせたことにより、彼の経験を神戸大で導入したクリーンブース内の設備に適用でき、高レベルかつ高信頼度の研究体制を構築することができた。</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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
CERN 研究所，物理研究部，スイス 越智敦彦（神戸大学）	7 日	7 日	30 日	44 日

招へい者⑤の氏名・職名： Paolo Iengo Research Staff

<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>目標 1.2 の Micromegas 製作の品質コントロールを行う。電極面に張り付けた抵抗膜の抵抗値が所期の基準を満たしているかを検査する装置を神戸大で製作するが、その装置作成・改良の助言を行う。同様の装置は CERN 研究所でも設置する予定で、同時開発で自動化の技術などを共用することにより効率的に開発する。抵抗膜の貼り付け法についても情報交換をする。装置の開発後は、製作した検出器の製造上の問題について情報交換して問題を解決していく。</p> <p>（具体的な成果）</p> <p>Iengo 氏は、現在 CERN 研究所で ATLAS 実験アップグレードに用いる Micromegas 開発・生産に関して、実質的な責任者を務めている。ほぼ同時期に神戸大を訪れた Rui de Oliveira 氏と共に、ATLAS Micromegas の開発および検査について、実際に検査作業を行った。特に、クリーンブース中での高抵抗膜検査手順について指導を受け、実際に ATLAS 実験に用いる予定の部品である高抵抗細線フォイルの選別などを行った。これと、越智が CERN に渡航した際の事前準備により、神戸での Micromegas 生産へ向けた部品の供給・検査体制を確立し、また CERN 側の体制のスムーズな連携を図ることができるようになった。</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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
CERN 研究所，物理研究部，スイス 越智敦彦（神戸大学）	7 日	7 日	30 日	44 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

該当なし

※ 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。