

様式6（第15条第1項関係）

平成29年 4月 7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	〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1	
研究機関の設置者の名称	国立大学法人東京大学	
代表者の職名・氏名	総長 五神 真 (記名押印)	
代表研究機関名及び機関コード	東京大学	12601

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	R2602	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） 国際共同 LHC・アトラス実験における標準理論を越えた新しい素粒子物理の開拓（平成26年度）	補助金支出額（別紙のとおり） 41,558,420円
---	-------------------------------

代表研究機関以外の協力機関  
なし

海外の連携機関  
CERN（欧州素粒子原子核研究機構）

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 フリガナ タナカ ジュンイチ 田中 純一	東京大学	素粒子物理国際研究センター	准教授	素粒子物理学実験
担当研究者 フリガナ サカモト ヒロシ 坂本 宏	東京大学	素粒子物理国際研究センター	教授	素粒子物理学実験
フリガナ アサイ ショウジ 浅井 祥仁	東京大学	大学院理学系研究科	教授	素粒子物理学実験
フリガナ コマミヤ サチオ 駒宮 幸男	東京大学	大学院理学系研究科	教授	素粒子物理学実験
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）
フリガナ スミヨシ ソウイチ 住吉 聡一	理学系研究科等経理課 研究支援・ 外部資金チーム・係長	Tel: 03-5841-8317 E-mail: kenkyu-s.s@gs.mail.u-tokyo.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

LHC・アトラス実験は昨年度に引き続き世界最高の重心系エネルギー13TeV で約  $35.6\text{fb}^{-1}$  のデータを取得した。そのうち検出器のクオリティチェックを通過した  $32.9\text{fb}^{-1}$  のデータと昨年度のデータ ( $3.2\text{fb}^{-1}$ ) を加え、合計約  $36\text{fb}^{-1}$  を用いて物理解析を行った。標準理論を越えた物理現象 (SUSY や余剰次元など) の「直接探索」とヒッグス粒子などの精密測定を通じて標準理論からのズレを検証する「間接探索」の研究を進めた。残念ながら本事業期間内に SUSY などの標準理論では説明できない素粒子現象の発見には至らなかったが、様々な理論モデルに対してこれまで以上に強い制限を課すなどの成果をあげることができた。

「直接探索」については、超対称性粒子 (SUSY) のみならず標準理論では説明できない現象を様々なイベントトポロジーで探索した。最も緊急の課題は、昨年度に観測した 2 つの光子で組んだ不変質量分布の  $750\text{GeV}$  付近の事象超過 (ローカル  $3.6\sigma$  程度、グローバル  $2\sigma$  程度) の確認であった。夏までに取得したデータを含めて合計  $15.4\text{fb}^{-1}$  では事象超過を再現することはできず、昨年度の結果は統計的なふらつきであったと結論した。この研究では派遣者②とともに本年度から派遣された派遣者⑩が活躍した。SUSY 探索については派遣者⑦が東京大学グループの中心となって行った。発見には至らなかったが、これまで以上に厳しい制限を与えることができた。特にアトラス実験で SUSY 探索の王道である強い相互作用による生成過程を考えた探索 (派遣者④⑦) ではグルイーノ質量で  $2.0\text{TeV}$ 、スクォーク質量で  $1.6\text{TeV}$  まで制限を付けた (約  $36\text{fb}^{-1}$  データ)。これらの研究から新しい研究課題もいくつか生まれた。たとえば、2 つの光子の事象超過については、検出器で検出する光子クラスターを 1 つの光子ではなく、複数の光子が形成したと考えた「光子ジェット」の研究、W/Z ボソンやトップクォークから生じる複数のジェットが 1 つの大きなジェットを構成し、かつ、その中の構造を捉えて識別する「ボソンやトップのタギング」の研究などである。

「間接探索」についてはヒッグス粒子と重いクォーク (ボトムやトップ) との湯川結合の存在の発見のため  $VH$ ,  $H \rightarrow bb$  と  $ttH$ ,  $H \rightarrow bb$  の研究を進めた。前者は約  $13\text{fb}^{-1}$  のデータを用いて、発見感度  $0.4\sigma$ 、 $\mu=0.2 \pm 0.5$  の結果を得た。 $VH$  (派遣者⑤⑧) と  $ttH$  (派遣者⑧) は  $36\text{fb}^{-1}$  データの結果を出すための解析を行っており、来年度の夏ごろ発表する予定である。

これらは派遣者が貢献した解析からの成果の一部である。Run1 (2010-2012,  $7\text{TeV}/8\text{TeV}$ ,  $25\text{fb}^{-1}$ ) のデータ量を本年度の夏の時点 ( $13\text{TeV}$ ,  $13\text{fb}^{-1}$ ) で実効的に追い抜いた。派遣者は長期に渡って CERN に滞在することで、招へい者、或いは、招へい者の所属する CERN アトラス実験物理グループやその他の海外の優秀な研究者とともに、高統計のデータを有効に使うため発見感度の向上の地道な研究を進めてきた。DiBoson 研究では派遣者②⑨、(Di)Photon 研究では派遣者②⑩、招へい者⑧⑪、Mono-X 研究では派遣者②、招へい者⑱⑲、SUSY 探索では派遣者④⑦、招へい者①⑦⑪⑫、ヒッグス研究では派遣者⑤⑧、招へい者③⑧⑲、データ解析の必須となるミュー粒子の再構成などの研究では派遣者④⑤、招へい者⑬⑰が共同研究を行った。また、これらの研究へのインプットとなる標準理論の精密測定の研究は招へい者③⑮⑲⑳らが行い、それらの成果が MC シミュレーションなどに反映された。

2015-2016年に取得した  $36\text{fb}^{-1}$  データの解析の山場を越えた3月下旬に CERN グループ (招へい者③⑦⑧⑪⑬⑮⑲-⑳) を東京大学に招いて、本事業の総括としてこれまで研究してきた成果、それぞれの解析の現状や来年度以降の計画を議論した。また、これまでの物理成

果を踏まえてアトラス実験や CERN の将来計画に関して議論した。

### 3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

本事業の目的は、アトラス実験において、

- 1) 標準理論を越えた物理現象(SUSY や余剰次元など)の発見
- 2) ヒッグス粒子の性質を徹底的に調べることで標準理論とのズレの発見

である。これらの主要な研究成果に日本側研究グループが主導的な役割を果たすこと、及びその過程の中で次世代の国際的リーダーになる若手研究者を育成する環境を構築することが到達目標である。

「1」研究成果の達成度及び進捗状況についてまとめる。

- 「発見」については本事業期間内に行うことはできなかった。しかしながら、これまで以上に厳しい制限を様々な理論モデルに対して課すことができた。発見が期待された「2 光子 750GeV 共鳴」についても再現性がなく統計のふらつきであると結論した。
- SUSY 探索はグルイーノとスカラートップを中心に研究を進めた。派遣者⑦、招へい者①②が主導し、実験データを用いた背景事象の見積もり方法、新しいカテゴリーの導入、新しい変数(quark/gluon 分離など)の導入の研究開発を行った。36fb<sup>-1</sup>のデータを用いてグルイーノ質量で 2.0TeV、スクォーク質量で 1.6TeV まで制限を付けた。また、招へい者①はアトラス実験の SUSY Working Group の責任者(2016 年 10 月から 2 年間)に選ばれた。
- DiBoson や DiPhoton 探索では「2. 本年度の実績概要」で述べたような新しい研究課題について開発を進めた。「光子ジェット」については派遣者⑩が主導した。SUSY のデータ解析を行っていた招へい者⑪もこの研究に興味を示し、共同研究を行った。「ボソンやトップのタギング」については派遣者⑨が主導した。探索している粒子・現象から生じたボソンやトップの横運動量が比較的高い場合に有効な手法であるため、さまざまな解析チャンネルで応用が可能であった。
- ヒッグス粒子については、Run1 データでは確立できなかったヒッグス粒子と重いクォークとの結合の研究を進めた。派遣者⑧はアトラス実験の H→bb 解析グループの責任者として研究を主導した。
- 夏の国際会議に向けて、7 月までに取得した合計約 13fb<sup>-1</sup>のデータを用いた解析を行った。その成果は Preliminary result として結果を公開した(Conference note)。「4. ① 学術論文等」の 3-9 が該当する。SUSY(squark/gluino), DiBoson(lvqq), DiPhoton (750GeV), ヒッグス(bottom 湯川)などの研究において成果をあげた。また、昨年度に行った研究(3. 2fb<sup>-1</sup>データ)は学術論文として発表した(「4. ①学術論文等」の 2, 10-14)。
- 夏以降に取得したデータを合わせた 36fb<sup>-1</sup>のデータを用いた解析は 2017 年 3 月末から開催される国際会議 Moriond を目標として準備を進めた。しかしながら、データが 3 倍近くに増えた上に、発見感度向上のために新しい解析手法の導入や系統誤差の削減の研究開発に時間を要したため、結果の公表は来年度以降になった。

「2」若手研究者の育成に関わる成果と状況をまとめる。

- これまでのデータ解析の実績が評価され、派遣者全員が解析グループにおいて、何らかの責任ある立場で現場のデータ解析で活躍した。特に、派遣者②は Exotics WG の全体の代表(2014. 10-2016. 9)、派遣者⑧は Higgs WG の H→bb 解析の代表(2015. 10-2016. 9)であった。

- 国際会議でアトラス実験の代表として3つの講演を行った(4.②の3, 11, 13)。

#### 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> <p>・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。</p> <p>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</p> <p>・著者名について、責任著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には二重下線、担当研究者については下線、若手研究者については波線を付してください。</p> <p>・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斜体・太下線、連携研究者については斜体・破線としてください。</p>	
◎ 1	Combination of searches for WW, WZ, and ZZ resonances in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector, Physics Letters B 755 (2016) 285-305, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , ※ <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有
◎ 2	Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 392, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , ※ <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有
◎ 3	Search for diboson resonance production in the lvqq final state using pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector at the LHC, ATLAS-CONF-2016-062 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , ※ <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無
◎ 4	Search for Higgs boson production via weak boson fusion and decaying to bbbar in association with a high-energy photon using the ATLAS detector, ATLAS-CONF-2016-063 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , ※ <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無
◎ 5	Further searches for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector, ATLAS-CONF-2016-078 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , ※ <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無
◎ 6	Search for the Standard Model Higgs boson produced in association with a vector boson and decaying to a bbbar pair in pp collisions at 13 TeV using the ATLAS detector, ATLAS-CONF-2016-091 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, S.Asai, <u>J.M.Berlingen</u> , <u>A.Dell'Acqua</u> , <u>T.Eifert</u> , ※ <u>Y.Enari</u> , <u>D.Froidevaux</u> , <u>S.Gadatsch</u> , <u>A.C.Gonzalez</u> , <u>B.A.Gonzalez</u> , <u>C.Helsens</u> , <u>Y.Kataoka</u> , <u>B.Lenzi</u> , <u>M.M.Llacer</u> , <u>T.Masubuchi</u> , <u>G.C.Montoya</u> , <u>T.Nobe</u> , <u>Y.Okumura</u> , <u>B.Petersen</u> , <u>A.S.Pineda</u> , <u>H.Sakamoto</u> , <u>J.Tanaka</u> , <u>K.Terashi</u> , <u>H.Wilkens</u> , <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無

7	<p>◎ A Search for Resonances Decaying to a W or Z Boson and a Higgs Boson in the qqbar(')bbbar Final State, ATLAS-CONF-2016-083 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, *<u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無</p>
8	<p>◎ Search for the Minimal Supersymmetric Standard Model Higgs bosons H/A in the <math>\tau\tau</math> final state in up to 13.3 fb<sup>-1</sup> of pp collision data at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV with the ATLAS detector, ATLAS-CONF-2016-085 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, <u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, *<u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無</p>
9	<p>◎ Search for scalar diphoton resonances with 15.4 fb<sup>-1</sup> of data collected at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV in 2015 and 2016 with the ATLAS detector, ATLAS-CONF-2016-059 (2016), ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, <u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, *<u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読無</p>
10	<p>◎ Search for resonances in diphoton events at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV with the ATLAS detector, JHEP09 (2016) 001, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, <u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, *<u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有</p>
11	<p>◎ Search for heavy diboson resonances in pp collisions at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV with the ATLAS detector, JHEP09 (2016) 173, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, *<u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有</p>
12	<p>The Review of Particle Physics: Searches for Quark and Lepton Compositeness, Chin. Phys. C40 100001 (2016), K.Hikasa, M.Tanabashi, *<u>K.Terashi</u> and N.Varelas, 査読有</p>
13	<p>◎ Search for gluinos in events with an isolated lepton, jets and missing transverse momentum at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV with the ATLAS detector, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 565, ATLAS Collaboration, G.Aad, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, <u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, *<u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有</p>
14	<p>◎ Search for minimal supersymmetric standard model Higgs Bosons H/A and for a Z' boson in the <math>\tau\tau</math> final state produced in pp collisions at <math>\sqrt{s} = 13</math> TeV with the ATLAS detector, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 585, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, <u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, *<u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有</p>
15	<p>◎ Search for the Standard Model Higgs boson produced by vector-boson fusion in 8 TeV pp collisions and decaying to bottom quarks with the ATLAS detector, JHEP11 (2016) 112, ATLAS Collaboration, M.Aaboud, <u>S.Asai</u>, <u>J.M.Berling</u>, <u>A.Dell'Acqua</u>, <u>T.Eifert</u>, *<u>Y.Enari</u>, <u>D.Froidevaux</u>, <u>S.Gadatsch</u>, <u>A.C.Gonzalez</u>, <u>B.A.Gonzalez</u>, <u>C.Helsens</u>, <u>Y.Kataoka</u>, <u>B.Lenzi</u>, <u>M.M.Llacer</u>, <u>T.Masubuchi</u>, <u>G.C.Montoya</u>, <u>T.Nobe</u>, <u>Y.Okumura</u>, <u>B.Petersen</u>, <u>A.S.Pineda</u>, <u>H.Sakamoto</u>, <u>J.Tanaka</u>, <u>K.Terashi</u>, <u>H.Wilkens</u>, <u>T.Yamanaka</u> et al., 査読有</p>
16	<p>Searches for New Physics in Boosted Topologies at ATLAS, Proceedings of 51st Recontres de Moriond QCD and High Energy Interactions (2016), ISBN: 979-10-968-7900-7, *<u>T.Nobe</u>,</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> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</li> <li>・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。</li> </ul>	
1	<u>江成祐二</u> , "LHC・ATLAS 実験", 第6回高エネルギー物理 春の学校, 2016年5月13日, びわこクラブ(滋賀), 口頭発表(審査有)
◎ 2	<u>J. Tanaka</u> , "Beyond the SM Higgs searches", 国際会議 LHCP2016, Lund大学(スウェーデン), 2016年6月13日, 口頭発表(審査有)
◎ 3	<u>Y. Okumura</u> , "Searches for heavy resonance at ATLAS (focusing on fermionic final state)", 国際会議 LHCP2016, Lund大学(スウェーデン), 2016年6月17日, 口頭発表(審査有)
4	<u>K. Terashi</u> , "Exotics Searches at ATLAS", 国際ワークショップ "Charting the Unknown: interpreting LHC data from the energy frontier", CERN(スイス), 2016年8月8日, 口頭発表(審査有)
5	<u>浅井祥仁</u> , "超対称性とは何か? LHCで探る新しい対称性", 2016年度日本物理学会科学セミナー「対称性とその破れ」, 東京大学, 2016年8月21日, 口頭発表(審査有)
6	<u>江成祐二</u> , "ヒッグス結合定数の測定", 新学術領域研究: ヒッグス粒子発見後の素粒子物理学の新展開~LHCによる真空と時空構造の解明~ キックオフ会合, 東京大学, 2016年8月30日, 口頭発表(審査有)
7	<u>野辺拓也</u> , "Exotic 探索のまとめ 2", 新学術領域研究: ヒッグス粒子発見後の素粒子物理学の新展開~LHCによる真空と時空構造の解明~ キックオフ会合, 東京大学, 2016年8月31日, 口頭発表(審査有)
8	<u>江成祐二</u> , "LHCでのHiggs研究", 基研研究会 素粒子物理学の進展 2016, 京都大学, 2016年9月5日, 口頭発表(審査有)
9	<u>野辺拓也</u> , "2016年 LHC13TeV 実験: 共鳴探索などの新物理探索", 日本物理学会 2016年秋季大会, 宮崎大学, 2016年9月22日, 口頭発表(審査有)
10	<u>山中隆志</u> , "LHC-ATLAS 実験における0レプトン終状態を用いた超対称性粒子探索の最新結果", 日本物理学会 2016年秋季大会, 宮崎大学, 2016年9月24日, 口頭発表(審査無)
◎ 11	<u>Y. Enari</u> , "Searches for ttH(bb) production", 国際会議 HC2016, SLAC(米国), 2016年11月10日, 口頭発表(審査有)
12	<u>K. Terashi</u> , "Summary and Prospect of Jet Tagging and Substructure Studies at ATLAS", ワークショップ "Theoretical and Experimental Issues on Jet structure at Hadron Colliders", 東京大学 IPMU, 2017年1月13日, 口頭発表(審査有)

◎ 13	T.Yamanaka, "Search for strongly produced SUSY particles including R-parity violating decays with ATLAS", 国際会議 "La Thuile 2017", La Thuile (イタリア), 2017年3月10日, 口頭発表(審査有)
14	山中隆志, "ATLAS 実験 13TeV での超対称性などの新物理探索", 日本物理学会 第72回年次大会, 大阪大学, 2017年3月19日, 口頭発表(審査有)

## 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26年度	平成27年度	平成28年度	合計
派遣人数	6 人	8 人 ( 5 人)	7 人 ( 6 人)	10 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②の職名：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)				
● 余剰次元に由来する粒子の探索に関する研究				
● 平成27年度以降：データを用いたジェットのエネルギー較正の研究、実験データを用いた探索				
(具体的な成果)				
アトラス実験の主要な物理グループのひとつである Exotic Physics Working Group の代表者として、標準理論を越えた物理現象の発見を目標に 100 名規模のグループの物理解析をまとめた。昨年度のデータに若干の事象超過のあった 2 つの光子の解析についてはデータを増やし、再確認を行ったが有意な事象超過は確認できなかった。この成果については論文と Conference note を出した。また、高い消失運動量と反跳するジェット、光子、電弱ボソン等を含む事象を用いた暗黒物質の探索 (mono-X 探索) も主導した。招へい者⑱らとともに $36.1\text{fb}^{-1}$ データを使った論文を出すための解析は最終段階にある。				
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、アトラス実験、D. Froidevaux	118 日	319 日	279 日	716 日
イタリア・フィレンツェ、ガリレオ・ガリレイ研究所、GGI Workshop 出席	0 日	7 日	0 日	7 日
フランス・グルノーブル、MINATEC 研究所、Exotics Workshop 出席	0 日	0 日	5 日	5 日
スウェーデン・ルンド、ルンド大学、LHCP2016 出席	0 日	0 日	6 日	6 日
アメリカ・ニューヨーク、ニューヨーク大学、ATLAS Week 出席	0 日	0 日	3 日	3 日
英国・オックスフォード、オックスフォード大学、SEARCH2016 出席	0 日	0 日	3 日	3 日

#### 派遣者④の職名：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)

- カラー荷をもった超対称性粒子の探索に関する研究
  - 平成 27 年度以降: カロリメータのノイズ評価、消失横運動量の再構成の最適化の研究、実験データを用いた探索

(具体的な成果)

派遣者⑦や大学院生とともに、強い相互作用で生成される SUSY 現象の探索を行った。これは SUSY 探索でも最も重要な結果であるため、Run2 のデータにおいて、Preliminary な結果 (Conference note) と論文を交互に公開する必要があり、本年度だけでも論文 ( $3.2\text{fb}^{-1}$ )、Conference note ( $13.3\text{fb}^{-1}$ ,  $36.1\text{fb}^{-1}$ ) を出版した。消失横運動量の再構成に重要なデータクオリティのチェックを行った。多ジェット+大きな消失横運動量の事象を使ってグルイーノ質量で約 2TeV 領域まで棄却した。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
スイス、CERN、アトラス実験、D. Froidevaux	74 日	258 日	233 日	565 日
イタリア・フィレンツェ、ELTOS 企業訪問	0 日	1 日	0 日	1 日
ドイツ・ミュンヘン、マックスプランク研究所、Muon Week 出席	0 日	4 日	0 日	4 日

#### 派遣者⑤の職名：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)

- $H \rightarrow b\bar{b}$ ,  $H \rightarrow \mu\mu$  過程を用いたヒッグス物理に関する研究
  - 平成 27 年度以降: データを用いた電子とミュオン粒子の再構成、粒子識別等の研究  $H \rightarrow b\bar{b}$  過程単独での発見、 $H \rightarrow \mu\mu$  過程の探索

(具体的な成果)

派遣者⑧や大学院生とともに Run2 データにおいて 125GeV ヒッグスにおいて  $H \rightarrow b\bar{b}$  過程単独発見を目指した研究を継続した。Run2 の約  $13\text{fb}^{-1}$  のデータを用いて、発見感度  $0.4\sigma$  (予想値  $1.9\sigma$ )、 $\mu=0.2 \pm 0.5$  の結果を得た。11 月以降は  $36\text{fb}^{-1}$  データの結果を出すための解析を行っており、来年度の夏前の論文出版を予定している。

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、アトラス実験、D. Froidevaux	175 日	320 日	225 日	720 日
イタリア・ラトゥイール、Hotel Planibel、Moriond QCD 出席	7 日	0 日	0 日	7 日
フランス・パリ、ELVIA 企業訪問	0 日	1 日	0 日	1 日
イタリア・フィレンツェ、ELTOS 企業訪問	0 日	1 日	0 日	1 日
ドイツ・ミュンヘン、マックスプランク研究所、Muon Week 出席	0 日	5 日	0 日	5 日
英国・ロンドン、ロンドン大学、 $H \rightarrow b\bar{b}$ workshop 出席	0 日	3 日	0 日	3 日

#### 派遣者⑦の職名：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)

- 第3世代の超対称性粒子の探索に関する研究
  - 平成27年度以降: データを用いたバックグラウンド評価の確立、b-jet ジェットやタウ粒子ジェットの識別効率の評価、実験データを用いた探索

(具体的な成果)

東京大学の SUSY 解析チームを担当研究者と主導した。派遣者④や大学院生とともに、Run2 データを用いて超対称性粒子の探索を行った。特に少数統計でも感度が高い「グルイーノ、スクォークの探索」を多数のジェット+消失運動量の終状態を用いて行ったが、標準理論から予測されるバックグラウンドからの有意なずれは見られなかった。36fb<sup>-1</sup> データを用いてスクォーク質量で約 1.6TeV、グルイーノの質量で、約 2TeV までを棄却した。この結果の論文を来年度早々に投稿するため執筆中(論文責任者)である。

また、招へい者①、主担当研究者、大学院生とともに、stop 粒子探索に関して、データを用いた背景事象の見積もり手法や発見感度向上のためのカテゴリ導入などの研究開発を行った。招へい者①が滞在期間中、開発と会合を定期的に行って研究を進めた。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
スイス、CERN、アトラス実験、D. Froidevaux	X	314 日	313 日	627 日
英国・ブライトン、サセックス大学、SUSY Workshop 出席		0 日	2 日	2 日
イタリア・ラトゥイール、Hotel Planibel、La Thuile2017 出席		0 日	6 日	6 日

派遣者⑧の職名：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)

- ttH 過程を用いたヒッグス物理に関する研究
  - 平成27年度以降: ttH, H->bb によるトップ湯川結合の存在の確立、ttH, H->γγ などの稀崩壊の探索、b-ジェットや c-ジェットの識別効率の評価

(具体的な成果)

Run2 データを用いた 125GeV ヒッグスにおいて H->bb 過程単独発見を目指した研究を継続した。派遣者⑤や大学院生とともに VH チャンネル、Run2 の約 13fb<sup>-1</sup> のデータを用いて、発見感度 0.4σ, μ=0.2±0.5 の結果を得た。また、招へい者②(H26 年度招へい)とともに VBF+photon チャンネルで H->bb の探索も行った。12.6 fb<sup>-1</sup> データを使って、測定した信号強度は標準理論に対して比が 4 以下(95%CL)であることが分かった。H->bb チャンネルの解析グループ責任者と平行して、ボソン共鳴状態探索(WW, WZ, ZZ, VH) グループを主導した。

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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
スイス、CERN、アトラス実験、D. Froidevaux	X	290 日	176 日	466 日
ドイツ・ドレスデン、ドレスデン工科大学、LAr Week 出席		0 日	7 日	7 日
アメリカ・メンロパーク、SLAC 研究所、Higgs Couplings 出席		0 日	8 日	8 日

派遣者⑨の職名：ポスドク

(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)

- ベクターボソン対に崩壊する質量の重い新粒子の探索に関する研究
  - 平成 27 年度以降: パイルアップの影響が少ない横運動量の大きいジェットの再構成アルゴリズムの研究開発を行う。背景事象のよく多く排除するため、ジェットの内部構造をより良く反映する変数の研究を行う。

(具体的な成果)

ベクターボソン対  $WV \rightarrow lvqq$  チャンネルの model-independent 探索を行った。Boosted boson tagging の新手法の開発や発見感度向上のために Resolved channel や VBF channel などの新しい解析モードを研究し提案した。13fb<sup>-1</sup>データを用いて、 $W'$  mass < 2.4TeV (HVT Model A),  $Z'$  mass < 2.5TeV (HVT Model A), RS  $G^*$  mass < 1.25TeV を棄却した。36.1fb<sup>-1</sup>データを使った論文を出すための解析は最終段階にある。

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、アトラス実験、D. Froidevaux	X	286 日	242 日	528 日
イタリア・ラトゥイール、Hotel Planibel、Rencontres de Moriond 出席	X	7 日	0 日	7 日
フランス・グルノーブル、MINATEC 研究所、Exotics Workshop 出席	X	0 日	5 日	5 日

派遣者⑩の職名：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)

- 電弱荷をもった超対称性粒子の探索に関する研究
  - 平成 28 年度： データを使ったトラック再構成効率の評価、データを用いたバックグラウンドの評価方法の研究、実験データを用いた探索
- 2 光子に崩壊する未知粒子の探索の研究
  - 平成 28 年度： 平成 27 年のデータにおいて、2 光子で組む質量分布において 750GeV 付近に若干の事象超過が観測された。平成 28 年のデータを用いて、この探索を行う。

(具体的な成果)

派遣者②、主担当研究者、担当研究者や大学院生とともに 2 光子の 750GeV 事象超過に関する様々なデータ検証を行い、さらにデータを  $15.4\text{fb}^{-1}$  に増やした結果を出した。有意な事象超過を再確認することはできなかった。 $36.1\text{fb}^{-1}$  データを使った論文を出すための解析は最終段階にある。また、「光子+ジェット」を用いた共鳴状態の探索や 750GeV 事象超過の研究から考え出した「光子ジェット+光子ジェット」チャンネルの研究を主導した。これらは招へい者⑪⑱とともに研究を進めた。来年度の夏ごろに  $36\text{fb}^{-1}$  データを用いた解析の論文を投稿する予定である。

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、アトラス実験、D. Froidevaux	X	X	312 日	312 日
スウェーデン・ルンド、ルンド大学、LHCP2016 出席	X	X	3 日	3 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	3 人	12 人 ( 1 人)	14 人 ( 8 人)	20 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の職名：Staff 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）

- 超対称性粒子の探索が専門の研究者である（アトラス実験の第3世代の超対称性粒子探索の解析グループ責任者）。
- 超対称性粒子の探索について、アトラス実験の現場で急務の研究課題の議論を行い、現場ですべきことと日本でできる課題の洗い出し作業をする。後者について、日本の若手の中で超対称性粒子の探索に興味のある研究者・大学院生とともに研究を進める。具体的には、
  - データを用いたバックグラウンドの評価方法の開発研究
  - 探索感度の最適化等が考えられる。

（具体的な成果）

Run2 データを用いた第3世代の超対称性粒子 stop 探索感度向上に向けた研究を行った。派遣者⑦とともにデータを用いた背景事象の見積もり手法や発見感度向上のためのカテゴリ導入などの研究開発を行った。また、アトラス実験の主要な物理グループのひとつである SUSY Physics Working Group の代表者に任命され、10月から SUSY グループを主導した。そのため、12月、1月の比較的時間のある時期に来日してもらい、派遣者⑦、主担当研究者、大学院生2名と会合を行い stop 解析の研究を進めた。

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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一（東京大学）	0 日	25 日	18 日	43 日

#### 招へい者③の職名：Staff 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）

- 招へいする研究者らが組織する CERN アトラス物理グループの責任者で、本事業の主要連携研究者。
- 平成27年度以降：目標設定に従い、若手研究者と研究を進めていく。アトラス実験解析グループで成果を発表する。

（具体的な成果）

ハドロン加速実験の試金石となる「W ボソン質量」の精密測定を行った。パイルアップの少ない重心系エネルギー7TeV のデータを用いて 19MeV という精度を達成した。測定値は 80370MeV (80370±19MeV) でこれまでの実験で測定された値と無矛盾であった。この値とトップクォーク質量とヒッグス粒子の質量の3つを使って、標準理論からズレを議論することができるが、今回の精密測定の結果を踏まえても有意なズレは観測されなかった。また、本事業における主要連携研究者として、本事業で達成したことや今後やるべきことなどを議論するため、CERN アトラス物理グループの複数のメンバーとともに3月に東京大学で物理会合を行うことを主担当研究者と決定し、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 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 （東京大学）	7 日	0 日	6 日	13 日

招へい者⑦の職名：Staff 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）

- アトラス実験のトリガーが専門の研究者である（アトラス実験のトリガーグループ責任者）。トリガーは LHC・アトラス実験のようなハドロン衝突型実験においては物理解析と密接に関係している。超対称性粒子及び重い新粒子やヒッグス粒子の事象に対するトリガーの研究を進める。
- 研究の対象とする物理プロセスが既存のトリガーで保存されない場合は、新たなトリガーを考案、開発する。
- トリガーされる場合も、より高い効率でトリガーできるような方法を開発する。データを使ったトリガー効率の評価方法も研究開発する。

（具体的な成果）

Run2のみならずアトラス実験の長期計画である高輝度化 LHC において如何なる物理が重要で、そのためにはどのような性能を持った検出器が必要であるか等の研究グループの代表として研究開発を行ってきた。また、招へい者①とともに CERN アトラス物理グループで SUSY の研究を主導する立場で、東京大学の若手派遣研究者のみならず CERN に滞在する大学院生と研究に対する意見交換を行う場を設け議論した。1 月の来日では残りの 2 ヶ月強で行う研究内容の確認とともにより将来に向けた議論を行った（実績概要にも書いたように本事業中に SUSY は発見できなかったため）。3 月の来日では、これまでの成果と今後何を東京グループと協力していくか、という議論を招へい者③とともに CERN 側の視点で主導的に行った。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 （東京大学）	11 日	10 日	18 日	39 日

招へい者⑧の職名：Staff 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）

- 光子の再構成・識別に関する研究および  $H \rightarrow \gamma\gamma$  のデータ解析が専門の研究者である。
- 平成 27 年度に取得したデータにおいて、2 つの光子から再構成される不変質量の 750GeV 付近に若干の事象超過がある。これは平成 28 年度に取得されるデータの解析で最も関心の高い研究のひとつで、これに必要な基礎研究を共同で行う。

（具体的な成果）

昨年度観測した 750GeV 付近の事象超過については、派遣者②とともに複数の解析手法間の整合性や光子の Isolation などの変数評価の研究を行い、データの質やシミュレーションでの理解度を検証した。また、125GeV のヒッグスについても詳しい性質を理解するため、さまざまな断面積を求め、標準理論で期待される値と比較した。現時点のデータ量では有意な差は観測できず、標準理論と無矛盾であった。3 月の来日では、これらの現状報告を行った。また、ルミノシティが増える将来の実験環境において、電磁シャワーのタイミングを測定することでパイルアップかどうか判断する検出器の可能性について議論した。

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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 （東京大学）	X	10 日	10 日	20 日

招へい者⑩の職名：Staff 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)

- 超対称性粒子の探索が専門の研究者である。
- 招へい者⑨と同様にレプトンを終状態に含むようなイベント・トポロジーを用いた探索を行っている。さらに標準理論を越えた枠組みの中で予言されている比較的質量の高いヒッグス粒子の探索も行っている。背景事象の算出方法やイベント選択手法の改善の研究を共同で行う。

(具体的な成果)

Run2 データを用いて SUSY 探索を行った。特に終状態に同電荷のレプトン対(SS)や3つ以上のレプトンが存在するチャンネルの解析を主導した。また 750GeV の2光子の事象超過を受け、この研究にも従事した。具体的には、派遣者⑩と大学院生とともに2「光子ジェット」の解析を進め、論文を準備している。3月の来日では実際これらの研究報告とともに、論文を仕上げるために必要な研究に関する会合を行った。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	12 日	18 日	30 日

招へい者⑬の職名：Staff 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)

- データ解析のための検出器シミュレーションや専門の研究者である。
- 派遣者⑤や大学院生とともにミュオン粒子の再構成効率の改善等の研究を共同で行う。質の良いミュオン粒子の統計数を増やすことは 125GeV ヒッグス粒子の詳細な研究のみならず、新粒子探索においても重要な研究である。

(具体的な成果)

Run3(2021年)からの実験に向けたシミュレーションソフトウェアの全体の責任者として、ソフトウェアの向上やシミュレーションに必要な検出器の Geometry 情報などの導入を主導した。3月の来日では Run3(2021年)から導入される新しいミュオン粒子検出器の現状と問題点を議論し、CERN と東京グループの協力関係(たとえば、データ解析のためにはシミュレーションに実装する点など)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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	7 日	7 日	14 日

招へい者⑮の職名：Staff 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)

- トップ粒子の精密測定が専門の研究者である。
- 標準理論を越えた新しい現象の多くの探索において、トップ粒子は厄介な背景事象となる。これをデータで直接検証することができれば、系統誤差を大幅に改善できる。この研究を共同で行う。
- トップ粒子自体の精密測定を行うことで、標準理論では説明できない現象の有無を探る研究を共同でできるかどうかを検討する。

(具体的な成果)

招へい者⑮とともに Run2 データでのトップ粒子の性質測定グループの責任者となり、このグループのデータ解析を主導している。3月の来日では、トップ粒子自体に観測できると面白い標準理論からのズレ(CPV, LFV など)に関する測定結果を報告した。現時点では有意なズレは観測できていない。トップ粒子ペアで観測されている若干のズレを SUSY

探索などの研究にどう反映すべきか、そもそものズレの知見に関する議論、新粒子の研究成果を元に Run2 で行える新しい解析チャンネルの可能性について議論した。

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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	10 日	11 日	21 日

招へい者⑰の職名：Staff 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)

- トリガーの専門の研究者である。
- 招へい者⑬とともにミュオン粒子のトリガーの質を向上する研究を行う。特に内側にあるタイル検出器(ハドロンカロリメータ)を利用した改善方法を共同で研究する。

(具体的な成果)

Run2 データ取得において、タイル検出器の運転を行った。また、招へい者⑬と派遣者⑤とともにミュオン粒子のトリガーの質の改善のためにタイル検出器での応答を利用する研究を進めた。これにより大幅に誤ってミュオン粒子トリガーを発行することを防ぎ、アトラス実験において効率のよいデータ収集が可能となる。3 月の来日ではこの研究を一層推し進めるため、実際の実装方法の議論を行った。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	11 日	1 日	12 日

招へい者⑱の職名：Staff 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)

- 標準理論の物理の精密測定、ミュオン検出器の開発が専門の研究者である。
- 新しい物理の探索の上で理解の欠かせない標準理論プロセス(背景事象)、具体的には W+jets や Z+jets に関する情報交換や共同研究に向けた議論を行う。

(具体的な成果)

W/Z 事象における横運動量などに対する断面積を測定した。これにより角度係数を算出することができる。標準理論では高次の補正でしか現れない係数をデータで測定することで、標準理論の確からしさを検証することができる。これは W や Z の運動学的な振る舞いを正確に再現できる MC シミュレーション(特に高次補正)の開発に重要で、W 粒子の質量の精密測定のみならず W/Z を背景事象とする新しい物理探索に役立つ。3 月の来日では、この測定を 13TeV データでも行うことを報告した。

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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	10 日	10 日

招へい者⑱の職名：Staff 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)

- 検出できない粒子に崩壊する過程を含んだ新しい物理探索の専門の研究者である。
- 超対称性粒子が発見できない現状を踏まえ、その他のモデルで予言される未知なる素粒子現象に関して、情報交換や共同研究に向けた議論を行う。

(具体的な成果)

SUSY の存在の兆候が観測できない現状で、mono-X 探索 (X=ジェット、光子、W/Z など) は暗黒物質の候補を見つけるための有望な解析チャンネルである。この解析グループの責任者として、3 月の来日ではこれらの探索に関して報告した。また、派遣者②とともにこれまでの実験結果を理論屋が提案するいくつかのモデルに対して再解釈する研究を行った。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	11 日	11 日

招へい者⑳の職名：Staff 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)

- ヒッグス粒子の ttH 過程の探索と将来の精密測定を専門とする研究者である。
- 派遣者⑧とともに CERN で共同研究を行っている。これまでのデータ量ではまだ不十分なため、今後の解析方針や改善について議論する。招へい者⑳とともにトップクォーク背景事象をどう理解し、削減あるいはより精度よく見積もるかの議論なども行う。

(具体的な成果)

13TeV の  $36.5 \text{ fb}^{-1}$  データを用いて、ttH with multi-lepton の解析を行った。この解析は  $13 \text{ fb}^{-1}$  のデータで若干の事象超過が見られた。十分な(期待)感度がなかったため、データを単純に増やすのみならず、これまで解析していなかったチャンネルを増やすなどしていくつかの改善を行った。3 月の来日ではこれらの改善方法を報告した。BDT を多用する手法を導入したため MC サンプルの統計不足などの技術的な問題も含めてまだ解決すべき問題があり、来年度の夏ごろ最終的な結果出す予定である。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	12 日	12 日

招へい者㉑の職名：Staff 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)

- 超対称性粒子の一つであるスカラートップ探索を専門とする研究者である。
- 派遣者⑦や大学院生とともに CERN で共同研究を行っている。超対称性粒子が発見できない現状を踏まえ、より網羅的に探索する手法などの今後の解析に関して議論する。

(具体的な成果)

スカラートップ探索の解析グループの責任者として、アトラス全体を主導した。この中で、招へい者①、派遣者⑦や大学院生とともに研究を進めてきた。3 月の来日では、東京グループとこれまで行ってきた解析の報告をし、今後攻めるべき Phase space とそれへのアプローチ方法について議論した。

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	



CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	11 日	11 日
--------------------------------	---	---	------	------

招へい者⑳の職名：Staff 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)

- トップクォーク粒子の精密測定を専門とする研究者である。
- 招へい者⑱と同様に、新物理探索において大きな背景事象となるトップクォークについて、モンテカルロシミュレーションなどの改善を含めて、どのように精度よく見積もるかを議論する。

(具体的な成果)

招へい者⑱とともにトップクォーク粒子の性質を測定する解析グループの責任者として、グループを主導した。3月の来日では、ttVの測定にフォーカスして議論した。これはttHなどの探索の背景事象で、このプロセスの断面積の測定は非常に重要である。特に現状ではttWが標準理論の予言値より若干大きいので、高統計のデータでの検証が必要である。来年度の早い段階で結果を出すための戦略等を報告した。

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	
CERN、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	11 日	11 日

招へい者㉑の職名：Staff 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)

- ヒッグス粒子がダークマターなどの未知の新粒子に崩壊する過程の研究、計算機科学を専門とする研究者である。
- 招へい者⑲と同様に、超対称性粒子が発見できない現状を踏まえ、その他のモデルで予言される未知なる素粒子現象に関して、情報交換や共同研究に向けた議論を行う。また、解析やトリガーなどに関わる計算機科学(新しい解析ツールなど)に関する情報交換も行う。

(具体的な成果)

招へい者⑲や派遣者㉒とともに mono-X の研究を進めた。また、mono-X のみならず派遣者⑧のグループなどで利用するデータの作成なども行い、解析をサポートした。3月の来日では、Run2 におけるデータ解析で利用してきた計算機資源・システム(Grid など)の報告を行い、今後も増え続けるデータに対してどのように解析する側が考えるべきか、という議論を行った。

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、アトラス実験、スイス、田中純一 (東京大学)	X	X	7 日	7 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

--

※ 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。