

自己点検・評価に関する報告書 (2022年度)

2023年8月

東京大学素粒子物理国際研究センター

International Center for Elementary Particle Physics, The University of Tokyo

目次

I. 研究活動報告

1 LHC-ATLAS 実験	1
2 MEG 実験	8
3 量子 AI	11

II. 共同利用・共同研究拠点実施報告書（抜粋）

1 研究施設の状況	
1-1 研究施設の概要等	13
1-2 研究施設の組織等	15
1-4 研究施設の国際交流状況	18
1-5 研究施設の教育活動・人材育成	21
2 共同利用・共同研究拠点の状況	
2-1 拠点の活動状況等	22
2-2 共同利用・共同研究の実施状況	24
上記 1・2 にかかる記述様式の項目	38

III. 研究協議会議事録

第 19 回研究協議会議事録（案）	57
-------------------	----

I 研究活動報告

LHC-ATLAS 加速器・測定器関連報告

LHC Run-3 in 2022 (1年目)

2022年4月中旬までにマシンのセットアップを完了し、4/22以降、ビームを使ったLHC加速器のコミショニングを開始した。7/5、陽子衝突エネルギー 13.6 TeV の物理データを実験グループに供給開始し、11/28までの約6ヶ月の運転期間で 40 fb^{-1} を超える積分ルミノシティに到達した。

8月中旬まではバンチ強度を 1.15×10^{11} protons per bunch (ppb) に抑えたままバンチ数を増加させ、2022年度の最大値(1周あたり2,448バンチ衝突が衝突)に到達した後、 1.4×10^{11} ppb を超えるバンチ強度に到達した。 1.15×10^{11} ppb を超えるバンチ強度を達成した後は、各 fill の最初数時間に衝突点ベータ関数(β^*)のダイナミックな制御によるルミノシティレベリングを導入した。

LHCの最終ビーム収束磁石の冷却能力から要請される限界(瞬間ルミノシティを $2.0 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下に抑える必要がある)と現在の測定器システムが持つ限界(平均パイルアップイベント数 $\langle\mu\rangle$ を56以下に抑える必要がある)から、最大瞬間ルミノシティを $1.9 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ($\langle\mu\rangle \sim 56$ に対応)に保つ運転をした。つまり最初は弱めのビーム収束($\beta^*=60 \text{ cm}$)で衝突を開始し、バンチ強度が弱くなるに従ってビーム収束を強く($\beta^*=30 \text{ cm}$)する形で運用し、最終的には6時間を超えて最大強度を保つ運転パターンに成功した。

通常の高輝度陽子衝突データの取得の他に、様々の特別なラン(LHC-fへの陽子衝突事象の供給、Van Der Meer スキャン、Pb-Pb衝突のテストランなど)に時間を費やし、夏にRFの冷却に関するトラブルで約1ヶ月加速器が運転できず、さらに、電力にかかるコストの問題で予定していた運転期間を2週間短縮するなど、運転時間についてはネガティブな影響が多くあった。それでもRun-3の初年度に積分輝度 40 fb^{-1} に到達することで、新たな陽子衝突エネルギーで物理研究をスタートすることを可能にした。

LHC 2023年に向けて

2023年のランを見据えてLHC加速器の性能・限界を知るためのランを行って得られた知見を簡単にまとめておく。2023年の運転期間は電力コスト等の制約により短縮されることが決まっており、限られた運転時間で最大の積分ルミノシティを得るための検討を精力的に進めている。

冷却能力: LHC加速器のATLAS実験・CMS実験衝突点前後の最終収束磁石における冷却能力の限界から瞬間ルミノシティ $2.0 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は超えられないとされてきたが、 $2.6 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ まで到達させても運転可能であることが実証された。その際に取得した各システムのデータを分析した結果、 $2.4 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ でLHCを安全に運転できると結論した。実験グループ側で、hardware/softwareトリガーシステムの改良・最適化を行って $\langle\mu\rangle$ の制限を緩めることができれば、より高い瞬間ルミノシティでレベリングを行うことが可能であり、単位時間あたりに蓄積するデータ量も大きくなる。

バンチ強度・ β^* -レベリング: 2022年度は 1.4×10^{11} ppb を少し上回るバンチ強度が最大であったが、入射機の運用実績としては、既に 1.75×10^{11} ppb のバンチ強度で、規格化エミッタンスを $1.8\text{--}1.9 \mu\text{m}$ に

保ったビームが SPS で作られている。ルミノシティレベリングのターゲットにもよるが、2023 年は、 β^* -レベリングを 120 cm からスタートして 30 cm まで変化させる（2022 年は 60 cm から 30 cm）オペレーションサイクルを予定している。

ATLAS 実験システムアップグレード

2022 年は、運転を再開した LHC が供給する陽子衝突事象を使った新トリガーシステムのコミッショニングと、Run-2 と同等のトリガー性能での安定したデータ取得を並行して行った。Run-3 の開始にあわせて 2 つのトリガーシステム（ミュオントリガーとカロリメータートリガー）に新しいハードウェアを導入したが、ICEPP は両方のプロジェクトに対して大きな寄与をしている。

(1) Level-1 ミュオントリガーシステムの改良： 近年、飛躍的に進歩している、大規模 FPGA と高速シリアル通信技術を用いた新しいハードウェアを導入し、終状態にミュオン粒子を含んだ物理事象を効果的に選択するトリガーアルゴリズムを導入した。ICEPP は、新たに導入したトリガー出力の読み出しシステムの構築、全エレクトロニクスを制御するオンラインソフトウェアの再構築を完了させた。実験開始前に半年以上の時間をシステムコミッショニングに費やすことにより、他のアップグレードプロジェクトに先駆けて、この新規システムを実験開始初日から安定した運転を行うことができた。加えて、2023 年以降トリガーの選別能力を強化すべく、複数の検出器の情報を用いることによるコインシデンス論理の拡張のためのコミッショニングを国際的なチームを編成し進める。

(2) Liquid Argon カロリメーターエレクトロニクスの改良： カロリメータートリガーは、Liquid Argon カロリメーターで測定したエネルギー情報をもとにトリガー信号を生成する。これまでより 10 倍細かく領域を分割して、検出器の信号をエネルギーに変換するエレクトロニクスを導入した。実際の事象選別は旧システムによって行いつつ性能は担保し、それと並行する形で、陽子衝突事象を使った新システムの導入・コミッショニングを進めた。ICEPP のメンバーは LDPB 上で稼働する FPGA のファームウェアを担当し、エネルギー算出アルゴリズムの最適化を行い、実機の性能評価・キャリブレーションを国際的な研究組織を先導して進めた。2022 年度にはトリガーシステムへの組み込みが達成され、試験的ではあるが実際に電子・光子のトリガー判定にも導入され、実機性能を評価するためのデータが収集された。これらの精査を経て 2023 年の本格導入につなげていく。

これらの現行データ取得システムの運用に関する研究と並行して、2029 年開始の高輝度 LHC プロジェクトに向けた測定器システムのアップグレードについての研究も進めている。

フロントエンドシステム統合試験： 本番で必要となるクロック位相調整等を含めた、データ収集・制御のデモンストレーションを様々なケースを想定して実施した。主要な機能について、必要な機能を備えたシステムが設計されていることを実機試験により証明した。クロック位相調整等については全回路上のクロック位相を統一的に制御するための戦略を策定し、実機システムへの機能の実装・試験を進める。

先端フロントエンド回路の開発と実装： 放射線環境下に設置されるフロントエレクトロニクスについて、主要なハードウェアは開発の最終段階に至り、機能実装・統合試験・量産準備を行う段階にある。主

要なハードウェアとして制御用の回路と読み出しトリガー用の回路の開発を進めるが、制御用の回路である JATHub モジュール (180 台) についてはすでに量産が完了しており、2022 年中に東京大学のテストベンチにおける量産後動作試験も全数について完了した。読み出しトリガー用の回路についてはプレ量産を開始した段階にある。また 1,600 枚に及ぶ量産後試験を効率よく進めるための統合試験システムの開発も進み、Linux OS、FPGA 論理回路、光速光通信がすべて一つのチップの中にある組込みシステムである JATHub モジュールを応用する新しい発想で、シンプルかつスマートな試験システムの提案・実装を進めている。ソフトウェアが持つ拡張性、システム制御のリモート化を備えた FPGA という利点を生かし、次世代制御機構の実現を目指す。

バックエンドエレクトロニクスの機能実装： 大規模 FPGA に搭載するトリガー論理ファームウェアについて、個別で開発されていた論理回路のインテグレーションを進めた。入力データ帯域だけで 1.2Tbps に達する光速トランシーバーの実装、試験や制御まで含めた必要なデータフォーマットの策定と実装、トリガー論理回路・読み出し回路・制御回路の実装が大幅に進み、全体実装の道筋が極めてクリアになったのは本年度の重要なマイルストーンである。またその動作検証を 3つの方法 (実機・Firmware シミュレーター・ソフトウェア) によって入出力の関係性を検証するテストシステムの構築を進め、実機の試験と Firmware シミュレーション、ソフトウェアで相互検証により、実装した機能が正常に動作していることを詳細に確認しながら開発を進めることができる基盤を整備した。

主な ATLAS appointments (2022 年度)

ATLAS-JAPAN 共同代表: 石野

ATLAS Executive Board member: 石野

Trigger Release Validation Coordinator: 野辺

Trigger Release Validation Coordinator: 奥村

Higgs Working Group Convener: 増渕

ATLAS POTS member: 石野

Jet Tagging Sub Group Convener: 野辺

Software & Computing: Speakers Committee Member: 澤田

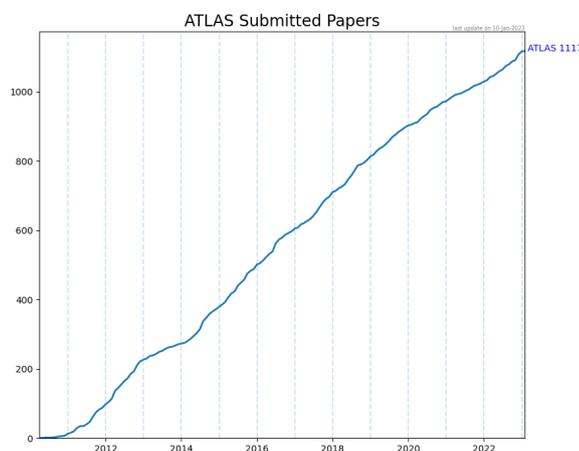
ATLAS Diversity & Inclusion Contact: 奥村

TDAQ: Level-0 Muon Trigger Convener: 石野

TDAQ: Muon Trigger Signature Coordinator: 奥村

TDAQ: Level-1 Muon Phase-I Upgrade Coordinator: 齋藤(智)

ATLAS 実験から投稿された論文数積算の推移 (2023 年 1 月 10 日現在、1,117 編)



アトラス地域解析センター関係報告

Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)

2022年7月からRun3が始まった。Grid利用の大半はRun2/Run3データ解析のためのモンテカルロシミュレーション(MC)データの生成であるが、7月からはRun3のデータプロセスジョブを走り始めた(tier0 processing)。図1はWLCGで同時に処理しているATLAS実験のためのジョブ数を示し、常時60〜70万程度のジョブが実行されていたことが分かる。また、これまでに蓄積されたデータ量は全体で約700PBで、この1年で約100PB以上増加した。

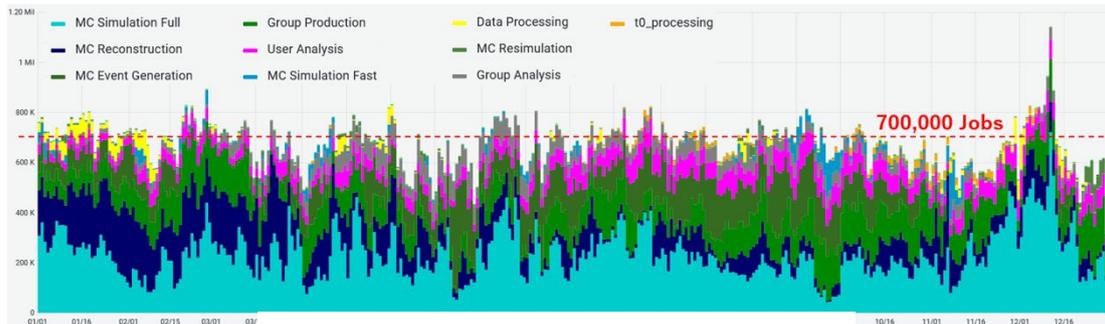


図1. 2022年1月〜12月の実行中のジョブ数

地域解析センターシステム

地域解析センター第6期システム(レンタル期間2022-2024年, Intel Xeon Gold 5320: 15808 CPUコア、約22PB Diskストレージ(RAID6構成時)等)の本格的運用を2022年1月から開始し、年間を通じて順調に稼働しWLCGに大きく貢献した。表1は2022年1年間の運転状況を示しており、通年の絶対稼働率が99.3%、運転予定期間に対する運転効率は100%という実績を達成した。

表1. 2022年の地域解析センターシステムの絶対稼働率と運転予定期間に対する運転効率

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
稼働率	98	100	100	100	100	100	100	100	93	100	100	100	99.3
効率	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

地域解析センターと各国の大学や計算機センターとの間のデータ転送は、LHC実験専用の仮想ネットワークLHCONEを通して行われており、SINETが提供する欧州線や米国線(ともに100Gbps)を利用した。本センターはこれらの回線のメインユーザーで、図2は2022年における地域解析センターと各国のデータ



図2. 東京へ(上図)及び東京から(下図)の日平均のデータ転送量. 色は相手の国を示す.

転送レートの変動を表し、ピークでは日平均 3.5 GB/s (=28 Gbps)を超えることもあった。2022 年の総転送量は外部から東京サイト(「世界→東京」)へ 33.0 PB、その逆(「東京→世界」)が 22.6 PB で両方向とも昨年度の約 1.5 倍で、SINET を十分に活用した。

CERN サテライトシステム

従来通り、オンプレミス環境と CERN クラウドサービスの両方で運用を行った。合わせて約 1300 コア、ディスク約 1.5 PB、EOS ストレージ約 3 PB の計算機資源になる。年間を通じて ATLAS 日本の研究者が利用した。昨年度と同様、オンプレミス環境から CERN クラウドサービスへの移行を進め、オンプレミス環境はラック 8 台まで規模を縮小した。ATLAS 日本グループでオンプレミス環境に関するアンケート調査を行い、クラウド環境が不得意とする CPU やメモリー、GPU のリソースを多く要求する開発環境のサポートの要望が多かった。その要望に沿って環境整備を行ってきた。

高輝度 LHC に向けた研究開発

高輝度 LHC では計算機資源不足が懸念されており、この問題解決に向けて研究開発を行った。東京大学のスパコン Oakbridge-CX を ATLAS の MC 生成のシステムに組み込み長期運用(Intel Xeon Platinum 8280 x 2 個/ノード: 51,840 ノード時間)を行った。本センターの貢献として約 5%の資源増に相当する。また、スパコン富岳と同じプロセッサを持つマシン PRIMEHPC FX700 で、ATLAS の MC 生成 Geant4 ジョブでベンチマーク試験を実施した。Intel CPU や他の ARM プロセッサと比較すると 20-30%程度の処理速度という結果となった。予想される要因の一つとして、分岐予測が Geant4 のアルゴリズムに最適化されていないという見解があった。

その他の活動

中止(2020)、あるいは、オンライン開催(2021)となった「コンピューティングサマースクール」(主催: 粒子物理コンピューティング懇談会 2022 年度校長 田中純一)を 2022 年度は 8/1-5 に KEK で開催した。素粒子センターから開催メンバーとして講師陣 6 名が参加し、ATLAS ソフトウェアや機械学習、量子コンピューティングなどの講習を行った。素粒子センターの大学院生を含めて全国から 39 名大学院生が参加した(図 3)。参加した大学院生に実施したアンケートでは、今後の開催形式については 17 名が対面開催を推奨し、全員が今後も毎年の開催することを希望した(どちらも有効回答数は 21 名)。今後も講習会を継続的に行っていく計画である。



図 3. 2022 年コンピューティングサマースクール 受講生と講師 (KEK にて)

LHC-ATLAS 物理解析関連報告

● 物理データ解析成果のハイライト

Run2 データ解析を継続して遂行しつつ、Run3 データ解析プログラムを開始している。

Run2 のデータ解析について：2022 年 7 月にヒッグス粒子発見 10 周年を記念し、ヒッグス粒子の生

成・崩壊に関する測定結果を網羅的にまとめた “A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery” と題した論文を Nature 誌上で発表した。本論文に掲載された、生成ダイアグラム、随伴するジェット数、ヒッグス粒子の横方向のブースト具合でカテゴリ分けをした断面積測定結果の最新結果 (図 1) や、第二世代フェルミオンまで含めた他の標準模型粒子との結合定数のまとめは、LHC Run2 の物理成果を代表するプロットである。加えて 2022 年秋に発表されたヒッグス粒子の崩壊幅の測定の最新結果は、最近の ATLAS 実験の物理成果の中で、最もハイライトされた結果であった。ZZ 終状態を用いて、ヒッグス粒子生成過程の Off-shell の成分を探索する解析で、3.2 シグマ(期待値 2.4 シグマ)の有意さで Off-shell のヒッグス粒子生成過程の兆候を主張する結果となった。On-shell のヒッグス粒子生成断面積との比較により崩壊幅の絶対値を推定することが可能で、本測定に基づき $4.6+2.6-2.5$ MeV の結果を得た(図 2)。Run2 データ解析では、他にも超対称性の探索、重い新粒子探索等で多くの新しい結果を公表した。

Run3 のデータ解析について：2022 年の実験期

間中に 13.6 TeV の重心系エネルギーで 37.8 fb^{-1} の衝突データが記録され、トリガー・検出器の性能評価解析や、物理データ解析が始まっている。図 3 に

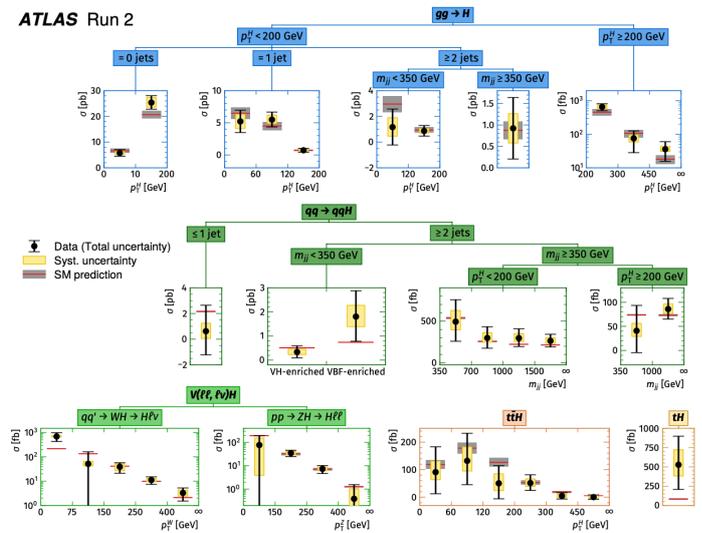


図 1. ヒッグス粒子の生成のダイアグラムと随伴ジェット数、ヒッグス粒子の横運動量で領域わけをした、微分生成断面積測定最新結果。(Nature 607, pages 52-59 (2022))

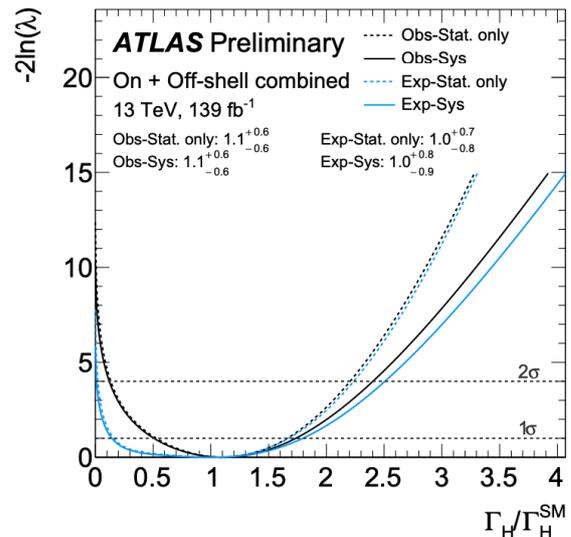


図 2. Off-shell のヒッグス粒子生成断面積測定により得られたヒッグス粒子の幅の測定結果。(ATLAS-CONF-2022-068)

Run3 の初期実験データを用いて測定したミュオントリガーの効率測定結果を示す。図4には初の13.6 TeV データを用いた物理測定結果であるトップクォーク対生成断面積に関連するプロットを示した。測定された断面積は標準模型が予言する断面積と整合した。すでに解析手法がよく確立され、物理過程としてよく理解されているトップクォーク対生成の断面積が期待通りに測定されたことは、ATLAS 実験のデータ収集からデータ解析までのシステムが正常に動作をしていることを示す意味でも、重要なマイルストーンとして認識されている。

本センターの教員は、ヒッグス物理グループの代表を務める増淵助教をはじめ、トリガー性能測定や、Run3 解析ソフトウェアの試験・検証等において、国際的な研究組織においてリーダーシップを発揮して貢献しており、Run2・Run3 実験データを用いた物理成果の創出において重要な役割を果たしている。

これまでに ATLAS 実験から発表された論文は 1,100 編に達した。ATLAS 実験から公表されたすべての結果は以下のリンクで公開されている (<https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/AtlasPublic>)。公表されている結果の他に、本センター大学院生を中心に、超対称性粒子探索、Exotics 新粒子探索(ALP、右巻きニュートリノ、ダークセクター粒子、レプトクォーク)、ヒッグス粒子生成断面積測定の研究が進

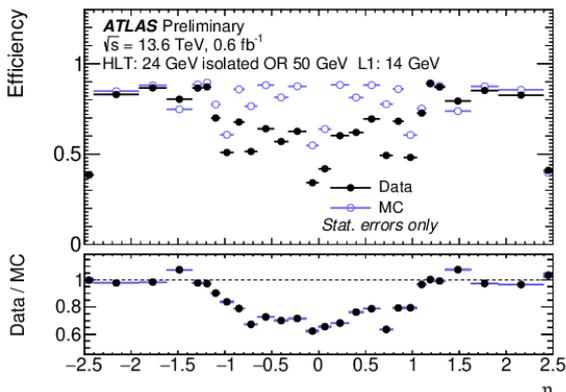


図3. Run3 ミュオントリガー効率の実機性能測定。衝突データから測定された実機性能と、MC シミュレーションデータで予想される理想的な性能との比較として示す。

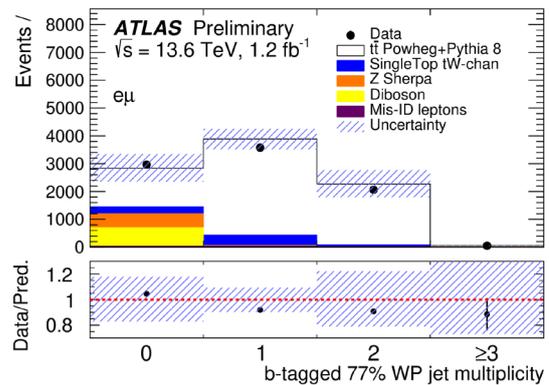


図4. トップクォーク対生成断面積測定において、事象選別をかけたあとで観測された b-jet の本数の分布。白色がトップクォーク対生成のイベントに対応する。

められている。これらの結果は ATLAS 実験内でのレビューが完了し次第公表される。

● ATLAS 日本グループの物理データ解析活動について

継続して ATLAS 日本グループとして大学・研究機関の枠を超えた物理解析研究及び大学院生の指導を行っている。本活動を通じ、日本グループとして戦略的な物理解析を実現し、かつ大学院博士課程学生のデータ解析研究に対するサポート体制の充実を図る。本センターは、共同研究拠点として本活動の運用に主導的に貢献し、また本枠組みを活用した物理成果の創出に取り組む。本年度から体制が代替わりし、代表が本センターの野辺特任助教に引き継がれた。野辺特任助教のリーダーシップの下、エネルギーフロンティアでの物理に関して、フレーバー実験からの最新結果なども踏まえたワークショップを定期的に開催し、ATLAS 日本の全大学・研究機関の教員・大学院学生を巻き込みながら、物理を楽しみ、Run3 の物理データ解析成果を最大化するための活動を展開している。

MEG 実験報告

本センターは、国内では KEK、神戸大学、海外ではスイス・イタリア・ロシア・米国の研究者と協力して、スイス・ポールシェラー研究所 (PSI) において国際共同実験 MEG II を実施している。標準理論で禁止されているミュー粒子の稀な崩壊 $\mu \rightarrow e\gamma$ を探索して、超対称大統一理論やニュートリノ振動の謎に迫ろうとするものである。

2021 年ビームタイム終盤に試験的な物理データ取得を行った後、PSI 加速器のメンテナンス期間中に 2022 年の本格的な物理データ取得開始に向けた各測定器の立ち上げ作業を実施した。特に懸案だった液体キセノン検出器半導体光センサー (VUV-MPPC) の放射線損傷による感度劣化をアニーリングにより回復する作業が行われ、ほぼすべてのセンサーについて一年間のビームタイムで運用するのに十分な光子検出効率(平均 15%)まで回復することに成功した(図 1)。

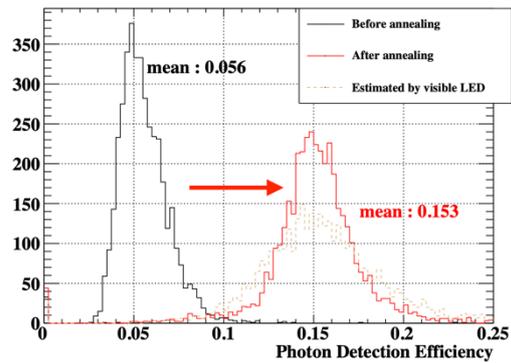


図 1 アニーリングによる VUV-MPPC 光子検出効率の回復

2022 年 6 月からミュー粒子ビームを用いた各測定器の最終調整を行った後、7 月 14 日にいよいよ本格的な物理データ取得を開始した。停止ミュー粒子頻度 $3 \times 10^7 \mu/s$ で開始、順調にデータ取得を行い、ビームタイム終盤には 2023 年以降のデータ取得に向けてより高いミュー粒子頻度(最大 $5 \times 10^7 \mu/s$)でのデータ取得も行った(図 2)。ビームタイムの最後には、荷電パイ粒子の荷電交換 (CEX) 反応により生成した単色ガンマ線を用いた液体キセノン検出器較正を実施し、アップグレード後初めて検出器全面での較正データを取得することができた。2022 年までに取得した物理デ

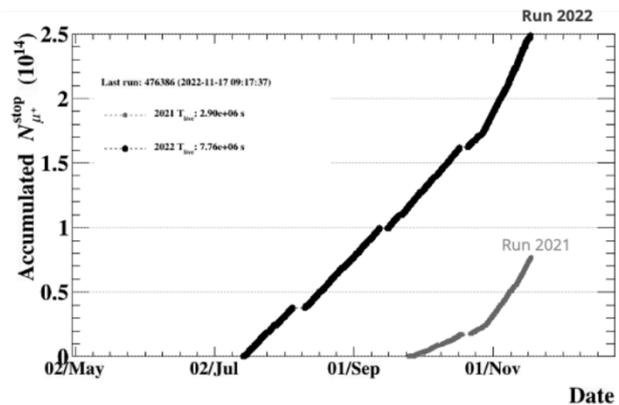


図 2 Run2022 における積算停止ミュー粒子数の推移

ータで MEG 実験の探索感度を大きく上回る見込みであり、現在 $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索解析に向けた準備を精力的に進めている。2022 年のビームタイムでは、本センターからスタッフ(3 名)および大学院生(博士 3 名、修士 2 名)が PSI に長期滞在し、物理データ取得に大きく貢献した。岩本助教はランコーディネータとしてビームタイム全体の指揮を執るとともに液体キセノン検出器の責任者として運用・データ取得を主導した。また、内山特任助教、潘博士研究員はそれぞれ陽電子タイミングカウンター、輻射崩壊同定用カウンターの責任者として運用・データ取得を主導した。

2023 年以降も、測定器性能・データ収集効率の改善等に取り組みつつ物理データ取得を継続していく。加速器の稼働スケジュールや同じビームエリアを使用する Mu3e 実験等他の実験グループの動向に依存するが、3~4 年のデータ取得で目標感度に到達することを目指す。

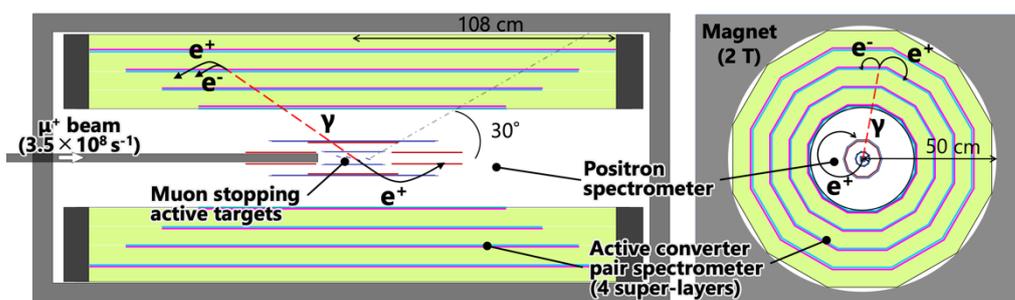


図 3 $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索将来実験概念設計

PSI のミュオンビームを 100 倍以上増強する計画(HIMB 計画)があり、これを利用して MEG II 実験を大幅に上回る探索感度を実現する将来実験のための研究開発を進めている。新しい $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験(図 3)では、アクティブコンバーターを用いた光子ペアスペクトロメータ、超薄型シリコンピクセルセンサーを用いた陽電子測定器など、MEG 実験とはまったく異なるコンセプトで測定精度を大幅に改善し、探索感度 $O(10^{-15})$ を目指す。PSI の HIMB 計画は 2027~28 年頃の実現を目指しており、MEG II 実験の目標感度到達後、速やかに将来実験に移行することができる。2022 年は新実験測定器の要



図 4 KEK PF-AR 新テストビームラインにおけるアクティブコンバーターのビーム試験 (2022 年 11 月)

となる光子ペアスペクトロメータ用アクティブコンバーターの開発が進められた。2022年11月には、KEK PF-AR に新設されたテストビームラインにおいて、アクティブコンバーターの候補となるLYSO検出器の性能試験を行い(図4)、暫定的な結果ではあるが、既に目標に迫る時間分解能(40-50ps)を達成している。

2021年度に採択された基盤研究(S)「世界最高感度のミュオン粒子稀崩壊探索で迫る素粒子の大統一」(研究代表者:大谷航)に続き、2022年度には国際先導研究「国際協力によるミュオン素粒子物理研究の新展開」(研究代表者:三原智教授(KEK)、研究分担者:大谷航)が採択され、国際協力によるミュオン粒子素粒子物理研究の大きな柱の1つとしてMEG II 実験の実施および将来実験のための研究開発を推進する。

そのほか、MEG II 実験大学院生による国際会議・国内学会での優れた成果発表が研究者コミュニティ内で高く評価され、受賞を果たしている。

- 村田樹、New Developments in Photodetection (NDIP20) Young Scientist Best Poster Award (2022年7月)
Development of new method to measure SiPM saturation
- 大矢淳史、日本物理学会 2022年秋季大会学生優秀発表賞 (2022年10月)
MEG II 実験 2021年物理データの解析 -陽電子測定の評価と物理解析の現状-

量子 AI 分野報告

センター規則を令和3年度に改正（研究部門の再編）し、「量子 AI テクノロジー研究分野」を新設した。

深層学習

東京大学とソフトバンクによる研究拠点「Beyond AI 研究推進機構」(BAI)では深層学習分野で開発された新しい手法を素粒子実験に応用する研究を行ってきた。具体的には、Normalizing flow を用いた異常検知(新粒子探索)、Vision Transformer を用いたジェットフレーバー識別、Diffusion model を用いたジェットハドロン化生成モデル、グラフを用いた事象選択などの研究開発を行った。これらの成果は NeurIPS 2022 Machine Learning and the Physical Sciences Workshop、人工知能学会全国大会、日本物理学会年次・秋季大会等で発表した。BAI での萌芽研究は今年度で終了するが、引き続き、学術変革領域研究(A)「学習物理学の創成」の計画研究 A02 班「機械学習による素粒子物理の革新的発展」(研究分担者：田中)で研究を進展させ、実際に ATLAS 実験に適応する計画である。

量子技術共同研究体制

CERN(Openlab, QTI の立ち上げに参加)や DESY、ローレンス・バークレー国立研究所、Fermilab、シカゴ大学などと日米欧3極での国際共同研究を推進するとともに、IBM 等の民間企業や、早稲田大学など国内研究機関との共同研究も推進している。国際的なパートナーシップをさらに発展させるために、国内外の量子科学と物理の研究者を中心に、量子技術の基礎科学への応用や量子デバイスの開発等を議論する国際ワークショップ「Physics Frontiers with Quantum Science and Technology」を令和4年3月に主催した(写真1)。日本・米国・ドイツ・スイスなど世界12カ国130名を超える参加申込登録があり、タイムゾーンの関係で米国-日本、欧州-日本の2ブロックに接続時間帯を分けて、ハイブリッド形式で実施した。



写真1：東京大学小柴ホールから欧州・米国を繋いで主催した初の量子国際ワークショップの集合写真

量子イノベーションイニシアティブ協議会(QII)の利活用拠点「IBM Quantum-東京大学コラボレーションセンター」を活用し、QIIメンバーの交流やセミナーに利用している。民間企業との量子AI共同研究を進め、その成果を発表した(arXiv:2211.04336)。さらに、「量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創によるサステイナブルAI研究拠点」が「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)」の政策重点分野(量子技術分野)に採択され、ICEPPは量子機械学習および量子最適化課題を担当している。本枠組みの中で東大、慶

量子イノベーションイニシアティブ協議会(QII)の利活用拠点「IBM Quantum-東京大学コラボレーションセンター」を活用し、QIIメンバーの交流やセミナーに利用している。民間企業との量子AI共同研究を進め、その成果を発表した(arXiv:2211.04336)。さらに、「量子ソフトウェアとHPC・シミュレーション技術の共創によるサステイナブルAI研究拠点」が「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)」の政策重点分野(量子技術分野)に採択され、ICEPPは量子機械学習および量子最適化課題を担当している。本枠組みの中で東大、慶

応、OIST、シカゴ大、理研に加え産業界とも連携し、研究を進める。

量子アルゴリズム・ソフトウェア研究

量子コンピュータの科学・社会応用を見据え、アルゴリズムから制御ソフトウェアなど、実用化に向けた共同研究開発を進めている。特に量子 AI の活用のため、量子・古典ハイブリッドでの変分量子アルゴリズムの研究、勾配計算に適した量子回路設計、回路の最適化や量子トリット実装などの研究を行っている。当グループが LBNL と共同開発した最適化ソフトウェア AQCEL について論文(Quantum 6, 798 (2022))をまとめるとともに、IBM との共同研究である量子トリットを用いたゲート実装について IEEE 量子国際会議で発表した。

量子ハードウェア研究

量子ハードウェア開発では、浅野キャンパスに設置したハードウェア・テストセンター(写真 2)や低温センターの施設を利用し、超伝導量子ビットを構成するジョセフソン接合の高度化研究を IBM 研究開発セクターと連携して行っている。将来的には、量子センサーと量子コンピュータや、異なる量子コンピュータ同士を相互に接続するための量子インターフェースの技術開発を行う計画である。2022 年には代表的な構造の量子ビットの制作に成功し、その性能評価を行った。また、量子ビットを用いた新たな暗黒物質探索実験を理論の研究者と共同で提案した (arXiv:2212.03884)。



写真 2: 浅野キャンパスのハードウェア・テストセンターに設置された IBM 量子コンピュータのテストベッド

教育

「量子ネイティブ育成センター」を情報理工学系研究科と共同運営し、量子コンピュータ応用の先端教育を行っている。学部 3・4 年生向けの講義「IBM Quantum を用いた量子コンピュータ実習：ハードとソフトで学ぶ」を S セメスタで行い、ソフトとハード両面での教育を行っている。約 90 人弱の受講生を集め、教材の一部はワークブックとしてウェブ上に公開し、高等専門学校や IT 人材の間で活用された。2022 年度より、超伝導量子コンピュータ(写真 3)や光量子、核磁気共鳴などの量子ハードウェアを用いた実習講座へ拡張した。



写真 3: IBM 量子コンピュータのテストベッドを使用した実習時の様子

その他

2022 年 11 月 14 日に慶應義塾大学量子コンピューティングセンター長の山本直樹氏を講師に招き、ICEPP 量子セミナーを開催した。

II 共同利用・共同研究拠点 実施状況報告書（抜粋）

1. 研究施設の状況

1-1. 研究施設の概要等

1. 研究施設の概要等

大学名	国立大学法人東京大学	(ふりがな) 学長名	ふじい てるお 藤井 輝夫
研究所等名	素粒子物理国際研究センター	(ふりがな) 所長名・ センター長名	あさい しょうじ 浅井 祥仁
所在地	〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1	設置年月	平成 16 年 4 月
拠点の名称	最高エネルギー素粒子物理学研究拠点		
認定期間	令和4年4月1日～令和10年3月31日		
研究分野	素粒子物理学		
沿革	昭和49年 理学部附属高エネルギー物理学実験施設(時限5年)の設置 昭和52年 理学部附属素粒子物理学国際協力施設(時限7年)に転換 昭和59年 理学部附属素粒子物理国際センター(時限10年)の設置 平成 6年 素粒子物理国際研究センター(全国共同利用施設、時限10年)の設置 平成16年 素粒子物理国際研究センター(全国共同利用施設、時限10年)の設置 平成22年 共同利用・共同研究拠点「最高エネルギー素粒子物理学研究拠点」 (時限6年)に文部科学省より認定 平成28年 共同利用・共同研究拠点「最高エネルギー素粒子物理学研究拠点」 (時限6年)に文部科学省より認定更新 令和 4年 共同利用・共同研究拠点「最高エネルギー素粒子物理学研究拠点」 (時限6年)に文部科学省より認定更新		
目的・役割	東京大学素粒子物理国際研究センターは、LHCを用いたATLAS実験を中心とした素粒子物理の研究を行う全国共同利用施設として、平成16年4月1日に設置された。 素粒子研究のフロンティアを押し広げ、素粒子現象の背景に潜む「真空や時空」の解明に向けた新しいパラダイムを切り拓くため、先端加速器を用いた国際共同実験を牽引し、国内の学術研究機関のハブとして日本の研究力の向上に寄与する。また、革新的な機械学習や量子コンピュータの実用研究などを通して、研究・教育・産学協創の包括的な量子プラットフォームを形成する。		
研究内容	欧州合同原子核研究機構(CERN)の陽子・陽子衝突型加速器(LHC)を用いた国際共同実験ATLASを中心に据え、最先端の素粒子物理研究を行う。また、そのために必要な計算機資源を揃え、物理解析センターとして全国共同利用に供する。 先端戦略分野の量子AIテクノロジー研究部門では、ソフトとハードの両面で研究を推進するとともに、量子ネイティブ人材育成も積極的に行う。		
拠点制度創設以前の設置形態	附置研究所 (全国共同利用型)	附置研究所 (一般)	研究センター (全国共同利用型) ○
	研究センター (一般)	国立大学法人化後に設置	

2. 附属施設の概要

※現員数の()書は、教員数で内数

施設等名称	設置年度	設置目的	現員数	施設長名
			人 ()	

3. 中期目標・中期計画での位置付け(中期目標・中期計画別表を除く)

	中期目標	中期計画
第4期中期目標期間	<p>I 教育研究の質の向上に関する事項</p> <p>4 その他社会との共創、教育、研究に関する重要事項 (10) 国内外の大学や研究所、産業界等との組織的な連携や個々の大学の枠を越えた共同利用・共同研究、教育関係共同利用等を推進することにより、自らが有する教育研究インフラの高度化や、単独の大学では有し得ない人的・物的資源の共有・融合による機能の強化・拡張を図る。</p>	<p>I 教育研究の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置</p> <p>4 その他社会との共創、教育、研究に関する重要事項に関する目標を達成するための措置 (10-1)【共同利用・共同研究拠点等を通じた新たな知の構築】国際的な共同利用・共同研究拠点及び附置研究所等の強みと特色を活かした研究教育活動を行う。ハイパーカミオカンデ計画を着実に推進するとともに、赤外線望遠鏡TAO、スーパーカミオカンデ、重力波望遠鏡KAGRA、統合ゲノム医科学、強磁場科学、アト秒レーザー科学、スピントロニクス学術研究基盤などさまざまな施設・設備の共同利用や共同研究を通じて新たな知の構築に貢献する。【指定国構想】</p>

1-2. 研究施設の組織等

1. 教員数

〔単位：人〕

	令和4年度(R5.3.31現在)														総数	
	常勤									非常勤						
	現員数	任期制導入状況								併任教員数	現員数					
		(女性数)	(外国人数)	未(若手数(40歳未満))	以下(若手数(35歳以下))	(任期付教員数)	(女性数)	(外国人数)	満(若手数(40歳未満))			下(若手数(35歳以下))	(女性数)	(外国人数)		未(若手数(40歳未満))
教授	3									1					4	
准教授	5			(1)											5	
講師															0	
助教	19		(3)	(10)	(8)	(8)	(2)	(7)	(7)						19	
助手															0	
技術職員	1														1	
事務職員	3	(3)		(1)	(1)						2	(2)		(1)	5	
その他	3		(2)	(3)	(3)	(3)	(2)	(3)	(3)						3	
合計	34	(3)	(5)	(15)	(12)	(11)	(0)	(4)	(10)	(10)	1	2	(2)	(0)	(1)	37

※()は現員数の内数

○その他人員(R5.3.31現在)

特任研究員 2人、日本学術振興会特別研究員PD 1人

※教員数のその他に該当する教職員がいる場合には、その職名及び人数を記入してください。

2. 人材の流動性

①人材の流動状況

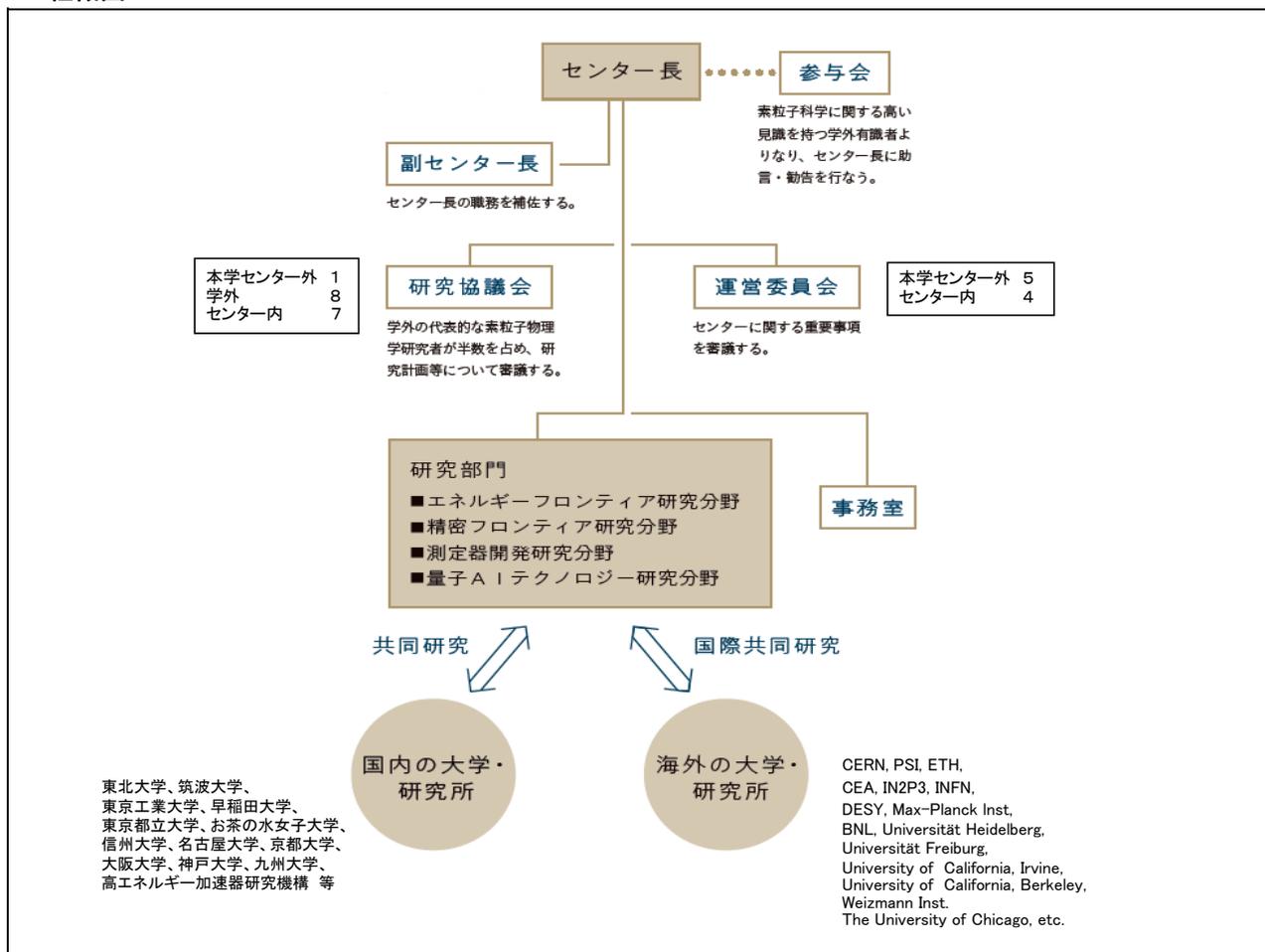
	令和4年度						
	転入等			転出等			
	総数	(新規採用者数)	(内部昇任者数)	総数	(退職者数)	(転出者数)	(内部昇任者数)
教授	0			1	1	1	
准教授	0			1	1		
講師	0			0			
助教	3	2	1	2	1	1	1
助手	0			0			
合計	3	2	1	4	3	2	1

②転入元・転出先一覧

令和4年度					
職名	転入元機関名	転入元職名	職名	転出先機関名	転出先職名
教授			教授	岩手県立大学	特任教授
准教授			准教授		
講師			講師		
助教	日本学術振興会(ワシントン大学)	海外特別研究員	助教	神戸大学	特命助教
助手			助手		

※上記表の転入者については転入元の、転出者については転出先の機関名及び職名を記入。

3. 組織図



※当該研究拠点の組織図を記入してください。その際、運営委員会等もあわせて記入してください。

4. 当該研究施設を記載している学則等

- *別紙 東京大学基本組織規則
- *別紙 東京大学素粒子物理国際研究センター規則

5. 運営委員会等及び共同研究委員会等に関する規則等

- *別紙 東京大学素粒子物理国際研究センター運営委員会規則・研究協議会規則・参与会規則

6. 運営委員会等及び共同研究委員会等に関する議事録等

- *別紙 東京大学素粒子物理国際研究センター第19回研究協議会議事録(案)等

7. 自己点検評価及び外部評価の実施状況

区分	評価実施日	評価実施方法	主な指摘内容等	指摘を踏まえた改善のための取組
自己点検評価	令和5年 1月16日、 1月23日	学内の近隣分野の研究者も含めた運営委員会、本学以外の研究者が半分を占める研究協議会、全国の学識経験者より構成される参加会をそれぞれ毎年1~2回開催して、本拠点の研究活動や共同研究・共同利用などに関する評価や助言を仰いでいる(新型コロナウイルスの影響により、参加会は開催中止)。	(1)コロナ禍や世界情勢を踏まえつつ、CERNとPSIで令和4年度に開始したアップグレード実験で集中的に研究を遂行するための教員・大学院学生の派遣を増やしたり、現地との連携によるリモート共同研究を拡張する等、あらゆる対策が講じられていることが評価された。 (2)世界トップレベルの研究機関における最先端の研究体制に接することのできる教育環境で、多くの大学院学生を育成していることが評価された。 (3)国際評価委員による2018年度外部評価指摘事項の進捗状況について、計算機技術開発と人事戦略の両面でさらに改善されていることが評価された。 (4)大学が推進する量子イニシアティブ構想や産学協創の各プロジェクトに深く関与し、新しい教育モデルを開拓し、研究の国際連携に果敢に挑戦していることが高く評価された。	(1)LHC-ATLAS実験とMEG II実験で新しい物理成果をあげるため、解析結果や計算機技術をトピックスにした研究会を開催し、国内外の幅広い研究者コミュニティと議論を深めていく。また、研究の最前線で時機を逃さず国際共同研究を主導し、その次の将来実験のR&Dも同時に進めるため、派遣体制の強化によるアクティビティ向上も計画している。 (2)大学院学生向けの講習会や成果発表会を開催したり、国際会議で情報発信力を高める機会を与えるなどして、未来を築く卓越した人材へと導く教育活動を推進する。 (3)科学するAIの研究や、日・米・欧の3極を結んだ量子コンピュータ応用研究も順調に進行しており、大学の機能強化にも大きく関与している。 (4)量子AIテクノロジー研究分野では、准教授をヘッドとし、若手研究者を積極的に重要なポジションに起用するなど、研究者層を厚くしている。十分な研究資金調達のための共同研究を進め、学術的観点から企業に貢献する。
外部評価	該当なし			

8. その他、研究施設としての特色ある取組(該当あれば)

記述様式(33ページ)を参照

1-4. 研究施設の国際交流状況

1. 学術国際交流協定の状況

協定総数		令和4年度							
		2							
年度	締結年月	終了予定年月	相手国	機関名	協定名	分野	受入人数	派遣人数	
令和4年度	2018年12月 *1988年12月23日開始	2023年11月 (5年ごとに更新)	スイス	欧州合同原子核研究機構(CERN)	MEMORANDUM ON THE EXTENSION OF THE AGREEMENT ON ACADEMIC EXCHANGES BETWEEN THE UNIVERSITY OF TOKYO AND THE EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH(CERN) 東京大学と欧州原子核合同研究機構(CERN)との間における学術交流に関する協定書	素粒子、原子核、宇宙線および宇宙物理に関連する実験	7	10	
	2018年12月 *2003年12月1日開始	2023年11月 (5年ごとに更新)	スイス	ポールシェラー研究所(PSI)	MEMORANDUM ON THE EXTENSION OF THE AGREEMENT ON ACADEMIC EXCHANGES BETWEEN THE INTERNATIONAL CENTER FOR ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS, THE UNIVERSITY OF TOKYO AND PAUL SCHERRER INSTITUTE 東京大学素粒子物理国際研究センターとポールシェラー研究所との間における学術交流に関する協定書	素粒子、原子核、宇宙線および宇宙物理に関連する実験	2	6	
合計							9	16	

2. 国際的な研究プロジェクトへの参加状況

総数		令和4年度				
		7				
年度	参加期間	相手国名	研究機関名	研究プロジェクト等の概要	関係研究者名	
令和4年度	平成4年10月1日～現在	スイス	欧州合同原子核研究機構(CERN)	最高エネルギー加速器LHCを用いた国際共同実験ATLASに参加し、ヒッグス粒子や超対称性粒子などの発見を通して、素粒子物理学の標準理論を超える新しい物理を切り拓く。 *日本・ドイツ・フランス・イタリア・イギリス・アメリカ・ロシア・カナダ等 42カ国、約3,000人が参加	浅井祥仁、石野雅也、田中純一、真下哲郎、奥村恭幸、澤田龍、寺師弘二、江成祐二、増淵達也、齋藤智之、齊藤真彦、野辺拓也、森永真央、陳詩遠、Sanmay Ganguly(東京大学)、Andreas Hocker(CERN)等	
	平成29年7月～現在	スイス	欧州合同原子核研究機構(CERN)	CERNは現在稼働中のLHC加速器に次ぐ将来計画として、2040年頃からの建設開始を目指し、周長90kmの大型円形衝突型加速器(FCC: Future Circular Collider)を構想している。FCC実験は、重心系エネルギーが100TeV(テラ電子ボルト)と従来実験の約7倍であり、素粒子の新粒子・新現象の発見や誕生直後の宇宙の解明が期待される。令和2年に更新された「欧州素粒子物理戦略」で優先順位の高いプロジェクトに位置づけられている。 *日本・ドイツ・フランス・イタリア・イギリス・アメリカ・ロシア等 35カ国、約1,500人が参加	浅井祥仁、石野雅也、田中純一、奥村恭幸、澤田龍、寺師弘二、齊藤真彦(東京大学)、Michael Benedikt, Frank Zimmermann, Michelangelo Mangano, Werner Riegler(CERN)等	

年度	参加期間	相手国名	研究機関名	研究プロジェクト等の概要	関係研究者名
令和4年度	平成11年4月～現在	スイス イタリア	ポールシェラー研究所 (PSI)、ジェノバ大学、パビア大学、INFN	高計数率に耐える高分解能陽電子スペクトロメータの開発。 *日本・スイス・イタリア、約20人が参加	森俊則、大谷航、 内山雄祐(東京大学)
	平成12年4月～現在	イタリア	ピサ大学、INFN	液体キセノンを用いた新しい高分解能粒子検出器の開発。 *日本・イタリア、約20人が参加	森俊則、岩本敏幸、 内山雄祐(東京大学)
	平成11年4月～現在	スイス イタリア ロシア アメリカ	ポールシェラー研究所 (PSI)、ピサ大学、ローマ大学、ジェノバ大学、パビア大学、レッツェ大学、INFN、BINP研究所、JINR研究所、カリフォルニア大学アーバイン校	素粒子物理学の標準理論では許されないミュオンの $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊の探索(MEG実験)。 *日本・イタリア・スイス・ロシア・アメリカ、約70人が参加	森俊則、大谷航、 岩本敏幸、内山雄祐、 Lukas Gerritzen、潘晟 (東京大学)
	令和2年9月～現在	スイス アメリカ スペイン イギリス ドイツ イタリア デンマーク フィンランド	欧州合同原子核研究機構(CERN)、ジュネーブ大学、フェルミ国立研究所、オビエド大学、Cambridge Quantum、アーヘン大学、DESY研究所、INFN、パドヴァ大学、オーフス大学、Nokia	CERN Quantum Technology Initiative(QTI)は、初期のベストエフォートを超えた包括的な研究開発を学術的なコラボレーションで推進するプログラムであり、組織と高エネルギー物理学のコミュニティのさまざまなニーズをカバーしている。加盟国及び国際的なイニシアティブとのコラボレーションを確立することで、CERNは新しい量子革命の最前線に立ち、量子システムと量子情報処理の知識を進歩させ、新しいコンピューティング技術や、検出器、通信システムの開発に取り組むことを目的としている。 *日本・アメリカ・スペイン・イギリス・ドイツ・イタリア・デンマーク・フィンランド、約100人が参加	浅井祥仁、田中純一、 澤田龍、寺師弘二、 飯山悠太郎、永野廉人 (東京大学) Alberto Di Meglio, Sofia Vallecorsa, Dorota Maria Grabowska 他
	平成10年7月～現在	ドイツ スイス アメリカ 中国	DESY研究所、欧州合同原子核研究機構(CERN)、フェルミ国立研究所、SLAC研究所、高能物理研究所	国際リニアコライダー(ILC)計画の超伝導加速器技術・ナノメートルのビーム制御技術・最先端量子計測機器の開発、超高精細測定器の開発、及び新しい物理の研究手法を世界の研究者と共同で開発・研究を行う。 *日本・ドイツ・フランス・アメリカ・イギリス・中国等、約1,000人が参加	森俊則、山下了、 大谷航、田俊平 (東京大学) F. Richard, T. Behnke, E. Elsen, F. Sefkow 他

3. 研究者の海外派遣状況・外国人研究者の招へい状況(延べ人数)

〔単位:人〕

		令和4年度	
		派遣状況	招へい状況
合計		73	25
事業区分	文部科学省事業	15	4
	日本学術振興会事業	35	0
	当該法人による事業	9	3
	その他の事業	14	18
派遣先国	①アジア	3	0
	②北米	13	4
	③中南米	0	0
	④ヨーロッパ	56	21
	⑤オセアニア	0	0
	⑥中東	1	0
	⑦アフリカ	0	0

4. 外国人研究者の受入や国際的な連携等を促進するための取組状況

記述様式(33~34ページ)を参照

5. その他、国際研究協力活動の状況

〔単位:人〕

年度	事業名	概要	受入人数	派遣人数
令和4年度	WLCG (Worldwide LHC Computing Grid)	LHCデータ解析のための計算インフラストラクチャとしてデータグリッドを世界規模で配備するプロジェクト。CERNを中心として各国から100を超える研究機関が参加している。	2	3
	ICFA (International Committee for Future Accelerators)	国際的な加速器の将来計画に関して、世界から16名の代表(研究コミュニティの代表と国際加速器研究所の所長)が集まり大方針を議論し、声明等を出す。	1	2
	FCC (Future Circular Collider)	現在稼動中のLHC加速器に次ぐCERNの将来計画として、円周90kmの大型円形衝突型加速器(FCC:Future Circular Collider)を建設するための研究開発を行うプロジェクト。CERNが中心となり各国から100を超える研究機関が参加している。	0	1
合計			3	6

1-5. 研究施設の教育活動・人材育成**1. 大学院生等の受入状況**

区 分	令和4年度 [単位:人]	
		うち外国人
博士後期課程	17	(3)
うち社会人	0	(0)
修士・博士前期課程	18	(2)
うち社会人	0	(0)
学 部 生	0	(0)
合 計	35	(5)

2. 当該研究所等・施設を利用して学位を取得した大学院生数

区 分	令和4年度 [単位:人]	
	学内	学外
博士号取得者数	4	6

3. 留学生の受入状況

区 分	令和4年度 [単位:人]
①アジア	3
②北米	0
③中南米	0
④ヨーロッパ	0
⑤オセアニア	0
⑥中東	0
⑦アフリカ	0
合計	3

4. その他、学部・研究科等との教育上の連携や協力の状況

記述様式(35ページ)を参照

2. 共同利用・共同研究拠点の状況

2-1. 拠点の活動状況等

1. 実施計画及び実施状況

令和4年度実施計画
記述様式(36～37ページ)を参照
令和4年度実施状況
記述様式(37～38ページ)を参照

2. 期末評価結果における総合評価又は認定に伴う留意事項への対応状況

○期末評価結果における総合評価又は認定に伴う留意事項

記述様式(39ページ)を参照

○対応状況

記述様式(39～40ページ)を参照

3. 共同利用・共同研究のための運営体制

①運営委員会等の開催実績

委員会名等	令和4年度
研究協議会	18回

②運営委員会等の所属者名等

委員会名【研究協議会】

氏名	所属機関名	役職名	専門分野	委員構成
岡田 安弘	高エネルギー加速器研究機構	理事	素粒子物理学理論	学外
後田 裕	高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所	教授	素粒子物理学実験	学外
花垣 和則	高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所	教授	素粒子物理学実験	学外
山口 昌弘	東北大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学理論	学外
中家 剛	京都大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学実験	学外
久野 純治	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教授	素粒子物理学理論	学外
飯嶋 徹	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教授	素粒子物理学実験	学外
川越 清以	九州大学大学院理学研究院	教授	素粒子物理学実験	学外
諸井 健夫	東京大学大学院理学系研究科	教授	素粒子物理学理論	学内
浅井 祥仁	東京大学素粒子物理国際研究センター	センター長	素粒子物理学実験	施設内
森 俊則	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	施設内
石野 雅也	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	施設内
田中 純一	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	施設内
真下 哲郎	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	施設内
大谷 航	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	施設内
奥村 恭幸	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	施設内

委員構成人数

施設内	学内	学外	国外
7	1	8	0

[単位:人]

③共同研究委員会等の所属者名等(委員会を設置している場合に記入)

委員会名【 】

氏名	所属機関名	役職名	専門分野	委員構成

※運営委員会等が、共同研究委員会等の役割を担っている場合は記入を省略して構いません。

委員構成人数

施設内	学内	学外	国外

[単位:人]

4. 研究活動の不正行為並びに研究費の不正使用等に係る事前防止、事後処理及び再発防止への対応

記述様式(40ページ)を参照

5. その他、拠点運営に係る特色ある取組(該当あれば)

記述様式(41～42ページ)を参照

2-2. 共同利用・共同研究の実施状況

1. 共同利用・共同研究による成果

①共同利用・共同研究による特筆すべき研究成果(特許を含む)

1	成果の概要(150字程度)		
	ヒッグス粒子発見10周年を記念し、ヒッグス粒子の生成・崩壊に関する測定結果を網羅的に纏めた論文をNature誌上で発表した。本論文に掲載された、生成ダイアグラム、随伴するジェット数、ヒッグス粒子の横方向のブースト具合でカテゴリ分けをした断面積測定結果の最新結果や、第二世代フェルミオンまで含めた他の標準理論粒子との結合定数の纏めは、LHC第2期実験期間の物理成果を代表するプロットである。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	発表年月	論文名または研究書名	研究代表者又は著作者名
令和4年7月	A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery, Nature 607 (2022) 52-59	ATLAS Collaboration	
2	成果の概要(150字程度)		
	LHC第2期実験期の全データを使ったヒッグス粒子の精密測定として、4レプトン終状態と二光子終状態を用いた全断面積及び微分断面積測定の結果を公表した。これらの測定から得られたヒッグス粒子生成断面積は55.5pbで、標準理論の計算値(55.6pb)と誤差の範囲内で整合する結果を得た。またヒッグス粒子の横運動量に対する微分断面積は、ヒッグス粒子と重いクォーク(チャームクォーク・ボトムクォーク)との湯川結合定数に感度がある測定量である。特にヒッグスがチャームクォークへ直接崩壊する事象探索と併せた統計解析により、チャームクォークの湯川結合を最も強く制限する結果を得た。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	発表年月	論文名または研究書名	研究代表者又は著作者名
令和4年7月	Measurement of the total and differential Higgs boson production cross-sections at $\sqrt{s} = 13\text{TeV}$ with the ATLAS detector by combining the $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ and $H \rightarrow \gamma\gamma$ decay channels, JHEP 05 (2023) 028	ATLAS Collaboration	
3	成果の概要(150字程度)		
	LHC第2期実験期の全データを使ったトップクォーク対生成の微分断面積の測定結果を発表した。レプトンが出現しない終状態を用いた解析で、特にトップクォークがローレンツブーストした事象に注目し、大半径ジェット再構成技術を活用して測定を行った。トップクォーク及びびトップクォーク対の系の運動学的特徴について、理論と測定の精密な比較が可能となり、量子色力学の計算との比較や有効場理論を用いた標準理論を超えた場のオペレータの検証を行った。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	発表年月	論文名または研究書名	研究代表者又は著作者名
令和4年5月	Differential $t\bar{t}$ cross-section measurements using boosted top quarks in the all-hadronic final state with 139 fb^{-1} of ATLAS data, JHEP 04 (2023) 80	ATLAS Collaboration	
4	成果の概要(150字程度)		
	MEG II実験液体キセノン検出器を設計性能で運転するために、検出器中の光センサーの高精度なアラインメントが要求される。本拠点の研究グループなどが中心となって、外部からX線を照射することで検出器内部の光センサーの位置を高精度に測定する画期的な手法を開発し、論文として纏めた。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	発表年月	論文名または研究書名	研究代表者又は著作者名
令和5年3月	Novel X-ray scanning technique for in-situ alignment of photo-detectors in the MEG II calorimeter, Nucl. Inst. and Meth. A 1048 (2023) 167901	T. Libeiro, W. Kyle, S. Kobayashi, M. Francesconi, L. Galli, K. Ieki, T. Iwamoto, W. Molzon, T. Mori, M. Nakao, D. Nicolò, S. Ogawa, W. Ootani, D. Palo	

成果の概要(150字程度)		
本拠点の研究グループが米国・LBNLと共同開発した量子回路最適化手法AQCELに関して論文に纏めた。量子計算は特定の状態から始まることが多いことに注目し、計算過程においてとりうる状態を考慮することで既存の手法を超える回路最適化が可能なことを、素粒子物理シミュレーションを用いた性能評価によって示した。		
当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
5 発表年月	論文名または研究書名	研究代表者又は著作者名
令和4年9月	Initial-State Dependent Optimization of Controlled Gate Operations with Quantum Computer, Quantum 6 (2022) 798	Wonho Jang, Koji Terashi, Masahiko Saito, Christian W. Bauer, Benjamin Nachman, Yutaro Iiyama, Ryunosuke Okubo, and Ryu Sawada

※共同利用・共同研究による国際的にも優れた研究成果や産業・社会活動等に大きな影響を与えた研究成果について5件まで厳選して記入してください。主なもの2件については別紙「共同利用・共同研究による国際的にも優れた研究成果等」(パワーポイントファイル)も作成してください。

②共同利用・共同研究活動が発展したプロジェクト等

プロジェクト名	主な財源	プロジェクト期間	プロジェクトの概要
ATLAS実験内層ミュオン検出器アップグレード	科学研究費補助金 (新学術領域研究、基盤研究)	平成25年～令和5年度(11年)	本拠点の共同研究・共同利用として研究開発を進めてきたATLAS実験アップグレード計画のひとつが実験全体の正規計画の一部として認められた。次世代の加速器実験における素粒子現象の可視化につなげるリアルタイム検出技術の開発を進める。
ATLAS実験ミュオントリガーとデータ読み出し回路のアップグレード	科学研究費補助金 (新学術領域研究、基盤研究)	平成25年～令和8年度(14年)	本拠点の共同研究・共同利用として研究開発を進めてきたATLAS実験システムアップグレード(ミュオントリガーとカロリメータトリガー)計画が実験全体の正規プロジェクトの一部として認められた。
MEG II実験	科学研究費補助金 (特別推進研究、国際先導研究、基盤研究)	平成22年～令和10年度(19年)	MEG実験で培った最先端の実験技術を共同研究によって発展させることで、MEG実験よりさらに10倍感度の高いアップグレード実験(MEG II)を実現した。また、g-2/EDM実験・COMET実験など他のプロジェクトとともにミュオン素粒子物理の新たな国際研究協力体制を構築し、現行実験での新物理発見を目指すとともに、大強度・高輝度ミュオン源と測定技術の開発を行い、次世代実験の実現を図る。
国際リニアコライダー(ILC)計画のための測定器開発	科学研究費補助金 (特別推進研究、基盤研究)	平成23年～令和3年度(11年)	本拠点が共同研究・共同利用により全国の大学・研究機関と連携し、中核となって推進してきた次世代の素粒子実験ILC用の測定器開発プロジェクト。
次世代コライダー実験用カロリメータ技術の開発	日米科学技術協力事業 (高エネルギー物理学分野)	令和4～6年度(3年)	本拠点が共同研究・共同利用により開発を進めてきた測定器技術をもとに、新たに参画したアメリカの研究グループと次世代コライダー実験用カロリメータ技術を開発するプロジェクト。

※プロジェクト研究に発展した共同利用・共同研究がある場合、そのプロジェクト研究の名称と財源(国の補助事業等)、期間、概要を記入してください。

③拠点における受賞状況

受賞総数	令和4年度		
	7		
受賞者氏名	賞名	受賞年月	受賞対象となった研究課題名等
江成 祐二	ATLAS Outstanding Achievement Award 2022	令和4年6月	Contribution to the ATLAS Liquid Argon Calorimeter Digital Trigger System
村田 樹	NDIP20 Young Scientist Best Poster Award	令和4年7月	Development of new method to measure SiPM saturation
青木 匠	TWEPP2022 Oral Award	令和4年9月	Complete design of maximally-automated self-driven control mechanism for a large scale electronics system and its implementation to the ATLAS Phase-II TGC system
野辺 拓也	第17回(2023年)日本物理学会若手奨励賞	令和4年10月	Search for charginos and neutralinos in final states with two boosted hadronically decaying bosons and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector
舘野 元	日本物理学会2022年秋季大会学生優秀発表賞	令和4年10月	LHC-ATLAS実験における前方陽子検出器を用いた二光子共鳴探索の最終感度

2. 共同利用・共同研究による成果として発表された論文数

○共同利用・共同研究による成果として発表された論文の総数

区分	令和4年度		備考
	うち国際学術誌掲載論文数		
化学	0 (0)	0 (0)	
材料科学	0 (0)	0 (0)	
物理学	44 (43)	38 (37)	
計算機&数学	0 (0)	0 (0)	
工学	0 (0)	0 (0)	
環境&地球科学	0 (0)	0 (0)	
臨床医学	0 (0)	0 (0)	
基礎生命科学	0 (0)	0 (0)	
人文社会系	0 (0)	0 (0)	
合計	44 (43)	38 (37)	

①拠点に所属する者(大学院生を含む)のみの論文

区分	令和4年度		備考
	うち国際学術誌掲載論文数		
化学			
材料科学			
物理学	0	0	
計算機&数学			
工学			
環境&地球科学			
臨床医学			
基礎生命科学			
人文社会系			
合計	0	0	

②拠点に所属する者と拠点以外に所属する者(国外の研究機関に所属する者を除く)の論文

区分	令和4年度		備考
	うち国際学術誌掲載論文数		
化学	(0)	(0)	
材料科学	(0)	(0)	
物理学	2 (2)	1 (1)	
計算機&数学	(0)	(0)	
工学	(0)	(0)	
環境&地球科学	(0)	(0)	
臨床医学	(0)	(0)	
基礎生命科学	(0)	(0)	
人文社会系	(0)	(0)	
合計	2 (2)	1 (1)	

※右側の()内には、拠点に所属する者(大学院生を含む)が、特に重要な役割・高い貢献(ファーストオーサー、コレスポンディングオーサー、ラストオーサー等)を果たしている論文(内数)を記入し、ファーストオーサー、コレスポンディングオーサー、ラストオーサー以外で、論文における重要な役割を果たしているものとして、内数に計上しているものがある場合は、その役割を以下に記入してください。

該当なし

③ 拠点以外に所属する者(国外の研究機関に所属する者を除く)のみの論文

区分	令和4年度		備考
		うち国際学術誌掲載論文数	
化学			
材料科学			
物理学	1	1	
計算機&数学			
工学			
環境&地球科学			
臨床医学			
基礎生命科学			
人文社会系			
合計	1	1	

※拠点における共同利用・共同研究の成果である旨の Acknowledgement(謝辞)がある論文のみを記入してください。

④ 国内の研究機関(拠点を含む)に所属する者と国外の研究機関に所属する者の論文

区分	令和4年度		うち国際学術誌掲載論文数		備考
化学		(0)		(0)	
材料科学		(0)		(0)	
物理学	41	(41)	36	(36)	
計算機&数学		(0)		(0)	
工学		(0)		(0)	
環境&地球科学		(0)		(0)	
臨床医学		(0)		(0)	
基礎生命科学		(0)		(0)	
人文社会系		(0)		(0)	
合計	41	(41)	36	(36)	

※拠点に所属する者を含まない論文については、拠点における共同利用・共同研究の成果である旨の Acknowledgement(謝辞)がある論文のみを記入してください。

※右側の()内には、拠点に所属する者(大学院生を含む)が、特に重要な役割・高い貢献(ファーストオーサー、コレスポンディングオーサー、ラストオーサー等)を果たしている論文(内数)を記入し、ファーストオーサー、コレスポンディングオーサー、ラストオーサー以外で、論文における重要な役割を果たしているものとして、内数に計上しているものがある場合は、その役割を以下に記入してください。

研究分野の慣習としてオーサーリストはアルファベット順となっているため、ここでは特に学術的成果に重要な役割・高い貢献を果たした論文を内数として計上した。

⑤ 国外の研究機関に所属する者のみの論文

区分	令和4年度		備考
		うち国際学術誌掲載論文数	
化学			
材料科学			
物理学	0	0	
計算機&数学			
工学			
環境&地球科学			
臨床医学			
基礎生命科学			
人文社会系			
合計	0	0	

※拠点における共同利用・共同研究の成果である旨の Acknowledgement(謝辞)がある論文のみを記入してください。

○高いインパクトファクターを持つ雑誌等に掲載された場合、その雑誌名、インパクトファクター、掲載論文数、掲載された論文のうち主なものを記載してください。
 ※拠点以外の研究者については、発表者名にアンダーラインを付してください。

雑誌名	インパクトファクター	掲載論文数	主なもの		
			掲載年月	論文名	発表者名
Nature	69.504	1	令和4年7月	A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery 607 (2022) 52-59	ATLAS Collaboration
Physical Review Letters	9.185	1	令和4年8月	Observation of WWW Production in pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS Detector 129 (2022) 061803	ATLAS Collaboration
Journal of High Energy Physics	6.376	9	令和4年8月	Search for invisible Higgs-boson decays in events with vector-boson fusion signatures using 139 fb^{-1} of proton-proton data recorded by the ATLAS experiment 08 (2022) 104	ATLAS Collaboration
			令和4年8月	Measurements of Higgs boson production cross-sections in the $H \rightarrow \tau^+ \tau^-$ decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 08 (2022) 175	ATLAS Collaboration
			令和4年8月	Measurements of the Higgs boson inclusive and differential fiducial cross-sections in the diphoton decay channel with pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 08 (2022) 027	ATLAS Collaboration
Physical Review D	5.407	6	令和4年5月	Search for single production of a vectorlike T quark decaying into a Higgs boson and top quark with fully hadronic final states using the ATLAS detector 105 (2022) 092012	ATLAS Collaboration
			令和4年5月	Search for resonant pair production of Higgs bosons in the $b^- b b^- b$ final state using pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 105 (2022) 092002	ATLAS Collaboration
European Physical Journal C	4.994	8	令和4年7月	Search for long-lived charginos based on a disappearing-track signature using 136 fb^{-1} of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 82 (2022) 606	ATLAS Collaboration
			令和4年5月	Determination of the parton distribution functions of the proton using diverse ATLAS data from pp collisions at $\sqrt{s} = 7, 8$ and 13 TeV 82 (2022) 438	ATLAS Collaboration
			令和4年11月	Search for type-III seesaw heavy leptons in leptonic final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 82 (2022) 988	ATLAS Collaboration

雑誌名	インパクトファクター	掲載論文数	主なもの		
			掲載年月	論文名	発表者名
Physics Letters B	4.950	3	令和4年6月	Measurement of the nuclear modification factor for muons from charm and bottom hadrons in Pb+Pb collisions at 5.02 TeV with the ATLAS detector 829 (2022) 137077	ATLAS Collaboration
			令和4年6月	Observing axion emission from supernova with collider detectors 829 (2022) 137137	Shoji Asai, <u>Yoshiki Kanazawa</u> , <u>Takeo Moroi</u> , Thanaporn Sichanugrist

(注) インパクトファクターを用いることが適当ではない分野等の場合は、主なものについて記載してください。
※拠点以外の研究者については、発表者名にアンダーラインを付してください。

インパクトファクター以外の指標とその理由		該当なし		
雑誌名	掲載論文数	主なもの		
		掲載年月	論文名	発表者名

○共同利用・共同研究による成果として発行した研究書

研究書数の合計	令和4年度	
		うち国際共著
	1	0

主なもの			
研究書の名称	編著者名	発行年月	出版社名
Experimental Techniques in Modern High-Energy Physics-A Beginner's Guide	Kazunori Hanagaki, Junichi Tanaka, Makoto Tomoto, Yuji Yamazaki	令和5年1月	Springer Tokyo

○分野の特性に応じ、論文及び研究書以外に適切な評価指標について、当該指標と当該分野におけるその評価指標の妥当性・重要性を記載するとともにその成果の実績を記載してください(該当あれば)。

記述様式(43ページ)を参照

○その他、特色ある共同研究活動成果の実績(異分野融合・新分野創出の成果等を含む)についてアピールポイントを記載してください(該当あれば)。

記述様式(43ページ)を参照

○当該研究所等における被引用論文数の調査・分析を実施している場合は、当該調査の結果を分野ごとに記入し、Q値には、論文に占めるTOP10%補正論文数の割合を記入してください(該当あれば)。(調査実績がない場合は、「該当なし」と記入するものとし、あらためて調査を依頼する 必要はありません。)

分野	被引用数	論文数	Q値	対象期間	調査会社名	備考
物理学	86,965	1,478	48.5	平成22年～令和4年	Scopus (エルゼビア社)	令和5年度6月に調査TOP10論文数717編

○上記における調査とは別の方法で実施した被引用論文数の調査・分析について、以下にその方法の概要を記入するとともに、調査・分析結果を示す資料を別添にて提出してください(該当あれば)。

該当なし

○調査の結果、当該研究所等の研究者の論文のうち、被引用回数が当該研究分野の上位10%以内にランクされた論文(TOP10論文数)がある場合は、直近のデータを分野ごとに記入してください。

分野名	論文名	発表者名	引用数
物理学	Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC, Phys. Lett. B 716 (2012) 1-29	ATLAS Collaboration	7,574
	Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with the ATLAS and CMS Experiments, Phys. Rev. Lett 114 (2015) 191803	ATLAS Collaboration, CMS Collaboration	1,045
	Measurements of the Higgs boson production and decay rates and constraints on its couplings from a combined ATLAS and CMS analysis of the LHC pp collision data at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV, JHEP 08 (2016) 045	ATLAS Collaboration, CMS Collaboration	702
	Search for the lepton flavour violating decay $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ with the full dataset of the MEG experiment, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 434	MEG Collaboration	669
	New constraint on the existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ decay, Phys. Rev. Lett 110 (2013) 201801	MEG Collaboration	475
	Muon reconstruction performance of the ATLAS detector in proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV, Eur. Phys. J. C 76 (2016) 292	ATLAS Collaboration	396
	Performance of the ATLAS trigger system in 2015, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 317	ATLAS Collaboration	375
	FCC-hh: The Hadron Collider: Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 3, Eur. Phys. J. Spec. Top 228 (2019) 755-1107	FCC Collaboration	372
	Combined measurements of Higgs boson production and decay using up to 80 fb ⁻¹ of proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV collected with the ATLAS experiment, Phys. Rev. D 101 (2015) 012002	ATLAS Collaboration	348
	Search for new high-mass phenomena in the dilepton final state using 36 fb ⁻¹ of proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector, JHEP 10 (2017) 182	ATLAS Collaboration	271
	Search for new phenomena in the dijet mass distribution using pp collision data at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector, Phys. Rev. D 91 (2015) 52007	ATLAS Collaboration	259
	Observation of Higgs boson production in association with a top quark pair at the LHC with the ATLAS detector, Phys. Lett. B 784 (2018) 173-191	ATLAS Collaboration	241
	Search for direct production of charginos, neutralinos and sleptons in final states with two leptons and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector, JHEP 5 (2014) 71	ATLAS Collaboration	240
	Search for new phenomena in final states with an energetic jet and large missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector, Eur. Phys. J. C 75 (2015) 299	ATLAS Collaboration	240
	New limit on the lepton-flavor-violating decay $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$, Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 171801	MEG Collaboration	229

○共同利用・共同研究者に対し、論文の謝辞についてどのように記述するよう求めているのか記載してください。

必ず1名は共同著者として参加しているため、求めていない。

3. 共同利用・共同研究の活動状況

①共同利用・共同研究課題の採択状況・実施状況

年度	採択状況				実施状況								
	公募型				新規分			継続分			合計		
	応募件数	採択件数	採択率 (%)	うち国際共同研究	公募型実施件数	うち研究テーマ設定型	うち国際共同研究	公募型実施件数	うち研究テーマ設定型	うち国際共同研究	公募型実施件数	うち研究テーマ設定型	うち国際共同研究
R4	18	18	100	18	4	4	4	14	14	14	18	18	18

○共同利用・共同研究課題の採択課題リストを別紙として添付してください。様式は任意ですが、課題名、代表者の所属・氏名、共同研究者の所属機関、参加者数(学内・学外)、金額、期間、分野等の項目があれば記載したものとしてください。

②共同利用・共同研究課題の概要

	課題名	概要
1	第4期ATLAS実験における新規導入を目指したSystem-On-a-Chip (SoC) デバイスによる大規模電子回路系制御の研究	素粒子物理の標準モデルを超える現象・新粒子の発見を目指して、CERNの高輝度LHCプロジェクトでは、2029年以降、加速器の最大輝度を当初の設計値の7倍にまで到達させる予定である。この性能向上によってもたらされる新物理発見の可能性を最大化するため、現在使用中のすべての電子回路を最新のエレクトロニクス技術を使ったものに置きかえる。本研究では、将来の大規模実験における回路制御の標準手法の有力候補であるSoCデバイスを使った制御の実装を研究する。テストベンチにおける検証から始め、最終的にATLAS実験ミュー粒子トリガー回路において運用可能なシステム構築を目指す。
2	LHC第3期運転におけるミューオントリガー高性能化のための研究開発	新粒子の探索を通じて、標準理論を越えた新しい素粒子物理を開拓する。そのために高性能のミューオントリガーを用意し、新粒子の崩壊時に発生するミュオンを高効率、高アクセプタンスで捉えるトリガー回路が必要となる。本研究では、トリガー回路の開発・運転・性能評価により、より良いトリガーアルゴリズム改良を行い新物理探索の感度向上を目指す。
3	LHC-ATLAS・ミューオントリガー装置リモート共同研究拠点の創出	LHC-ATLAS実験のミューオントリガー装置の研究では、大学院学生を含む若手研究者が世界第一線で最先端実験装置を用いた開発を行い、その成果が国際的に認知される機会を生み出してきた。コロナ禍で渡航が規制されるなか、本研究は日本に居ながらにしてCERNの現場における実験装置の運用・開発を実現するリモート研究拠点の創出を目的とする。東大・KEK・CERNの3つの国際研究拠点に、共通化されたトリガー回路装置を設置し、同時にSoC技術等を活用することでハードウェアとネットワークを結合する実験装置のIoT化を達成し、国内外を問わず共同研究者のリモート環境でのハードウェア研究を加速する。東大・KEKにおいて国内研究者による装置への物理的なアクセスを保ちながらCERNをハブとした国際的な装置開発・運用の体制を形成し、次世代の国際共同研究モデルを確立する。
4	HL-LHCに向けたATLAS実験用グリッド計算機システムの拡張に関する研究開発	LHC-ATLAS実験で取得するデータの処理とシミュレーション・データの生成は、グリッド技術を用いて、世界各国の主要研究所に配備した計算機を国際ネットワークで接続することにより行っている。しかしながら、現在採用されているオープンソース・ソフトウェアで構成されるグリッド・ミドルウェアと、既存のデータ処理のワークフローを踏襲するだけでは、HL-LHCで取得する膨大なデータ量には対処できない。本研究では、新しい計算機利用技術を取り入れた新規ミドルウェアやハードウェアの適用可能性を検証し、ソフトウェア開発にも貢献することにより、既存のグリッド計算機システムの拡張を可能にする。
5	LHC-ATLAS 実験におけるベクトルボソン生成過程による電弱セクターの新物理探索	LHC-ATLAS実験において、前方ジェットを伴いベクトルボソンが2つ生成される過程の測定と、この過程に対する新物理の効果を探ること、および重い新粒子がベクトルボソンに崩壊する過程の探索を行う。2つのボソンの崩壊によって生じるレプトンとジェットの同定法の改善により探索範囲を拡げ、従来の方法に比べ新物理への感度を高めることを目的とする。
6	機械学習を適用させた新しいデータ処理技術・解析システムの開発	本研究の目的は、LHC実験やILC将来実験等、大型加速器を用いた素粒子実験におけるデータ処理や解析手法に最先端の機械学習手法を適用することで、データ解析技術の性能向上や実験のためのデータ処理性能の改善・効率化を目指す。機械学習を適用させた新しいデータ処理技術・解析システムを開発し、関連するインフラに革新をもたらすこと、また、次世代実験のための新しいデータ処理システムの基盤技術を確立させることが目標である。

	課題名	概要
7	高エネルギー物理への応用に向けた量子コンピュータの研究	IBM Q等の量子コンピュータの実機が利用可能になり、実問題に向けたQCの応用研究が本格化している。一方で、高エネルギー物理のためのQCの応用研究は始まったばかりで、現在は初歩的な問題設定で量子アルゴリズムの実装を試みている段階にあると言える。そこで、QCの物理への応用研究で専門知識と経験をもつ東京大学と早稲田大学のグループが協力することで、高エネルギー物理学へのQC応用研究を発展させる。特に本研究では、ノイズが多く耐故障性を持たないQC(NISQ)をLHC実験(トラッキングや粒子シミュレーション)で活用することを目指し、その基礎となるデータ解析技術の開発と検証を行うことを目的としている。また、将来的には機械学習への応用研究も目指し、教師なし量子機械学習技術の研究に関する初期研究も検討を開始し、実現可能性を吟味しつつ段階的に進めることも目的とする。
8	MEG液体キセノンガンマ線測定器の性能向上のための研究開発	MEG II用液体キセノンガンマ線測定器に使用されている低温用光センサー(MPPC)並びに光電子増倍管に関して、MEG II実験のセットアップでさらなる性能向上を図るための最適化を実施する。
9	次世代 $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験のための研究開発	本研究は、次世代大強度ミュー粒子ビームを用いた究極探索感度の $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験の実現を目指し、実験装置設計の検討および必要な測定器技術の開発を行うことを目的としている。
10	ILC用 細分化された電磁カロリメータの開発研究	ILC実験ではPFAという手法に特化したカロリメータが必要で今までにない細分化を求められている。特に電磁カロリメータでは顕著な微細分化が求められており、これを実現化するためには、種々の開発研究が必要である。ここでは以下の点を研究する。(1)小型半導体センサーの時間性能による細分化の利用研究、(2)ストリップ型シンチレータによる時間情報利用の研究

※数が膨大になる場合は、主なもの10件に限定して記入してください。

③共同利用・共同研究の参加状況

令和4年度												
区分	機関数	受入人数	外国人	若手研究者			延べ人数	外国人	若手研究者			大学院生
				(40歳未満)	(35歳以下)	大学院生			(40歳未満)	(35歳以下)	大学院生	
学内(法人内)	3	88 (8)	7 (0)	13 (5)	10 (5)	25 (3)	914 (54)	18 (0)	51 (16)	32 (16)	1782 (28)	
国立大学	21	202 (21)	12 (3)	111 (9)	81 (7)	62 (10)	2917 (215)	42 (7)	388 (39)	283 (31)	1121 (174)	
公立大学	4	20 (1)	0 (0)	7 (4)	6 (3)	6 (0)	98 (45)	0 (0)	16 (8)	14 (6)	50 (0)	
私立大学	15	30 (4)	4 (0)	13 (2)	8 (2)	7 (2)	447 (154)	8 (0)	45 (6)	28 (6)	270 (138)	
大学共同利用機関法人	4	103 (7)	9 (2)	52 (3)	26 (2)	0 (0)	853 (19)	47 (5)	162 (7)	127 (5)	0 (0)	
独立行政法人等公的研究機関	6	9 (0)	0 (0)	5 (0)	2 (0)	0 (0)	20 (0)	0 (0)	10 (0)	4 (0)	0 (0)	
民間機関	5	5 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)	0 (0)	10 (0)	0 (0)	2 (0)	2 (0)	0 (0)	
外国機関	39	63 (7)	61 (6)	35 (4)	28 (3)	15 (3)	392 (68)	386 (64)	231 (14)	184 (11)	30 (6)	
その他	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
計	97	520 (48)	93 (11)	237 (27)	162 (22)	115 (18)	5651 (555)	501 (76)	905 (90)	674 (75)	3253 (346)	

※受入人数、延べ人数については上段に総数を下段に()で女性の内数を記入してください。

※「学内」の所属機関数は「学部数」等を記入してください。

④上記③に記載の共同利用・共同研究における当該拠点施設所属の教員等に係る参画状況

	令和4年度						備考
	参画人数	専任	兼任	延べ人数	専任	兼任	
教員数	25	25	0	868	868	0	
技術職員数	1	1	0	125	125	0	

⑤共同利用・共同研究の募集に係る特色ある取組(公募や施設利用の募集等に関する情報発信を含む)

⑥共同利用・共同研究を通じた人材育成機能の強化

⑦関連分野発展への取組(大型プロジェクトの発案・運営、ネットワークの構築、「共用」を含む研究設備の有効活用等)

⑧研究施設等を置く大学(法人)の機能強化・特色化に係る取組

⑤～⑧:記述様式(43～46ページ)を参照

4. 共同利用・共同研究に係る支援状況

①共同利用・共同研究に参加する研究者への支援者数

	令和4年度		備考
	専任	兼任	
教員数	25	0	
技術職員数	1	0	
事務職員数	3	2	

②参加する研究者の支援のための特色ある取組(参加を促進するための取組、参加する研究者への支援の状況、参加する研究者の利便性向上等の環境整備の状況等)

③拠点活動に対する全学的な支援の状況(人員、予算を含む)

②～③:記述様式(47～48ページ)を参照

5. 関連分野の研究者コミュニティの意見の反映状況

○研究者コミュニティの意見や学術動向の把握への取組とその対応状況

記述様式(48～49ページ)を参照

6. 共同利用・共同研究に関するシンポジウム等の実施状況

① 研究者を対象としたシンポジウム等の実施状況

年度	シンポジウム・講演会		セミナー・研究会・ワークショップ		その他		合計	
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数
R4	1	35	16	857	0	0	17	892
	(0)	(0)	(3)	(62)	(0)	(0)	(3)	(62)

〔単位：人〕

○参加人数の算定方法

実質人数をカウント

主なシンポジウム、研究会等の開催状況

開催期間	形態(区分)	対象	研究会等名称	概要	参加人数
令和5年 2月19日～22日	シンポジウム	国内	第29回ICEPPシンポジウム	ICEPPシンポジウムは欧米のウインター/サマースクールを目指しており、素粒子・原子核・宇宙物理の分野を横断して、実験(加速器・測定器・計算機技術)と理論の最新情報について、全国の大学・研究機関から参加した教員・大学院学生が発表・自由討論を行う。招待講師の特別講義では「Wave-like dark matter」と「量子ブラックホール」の2つをテーマに取り上げた。また、SLACやミュンヘン工科大学の機械学習の専門家によるトークもあった。	35 (4)
令和5年 2月20日	セミナー	国内	ICEPP セミナー	米国・ピッツバーグ大学特別教授 Tao HAN博士によるセミナーを開催した。新物理の有候補のなかで、発見可能性が高いと言われる「電弱対称性の破れ」について、ヒッグスファクトリーとして優れた性能を持つ次世代コライダー計画も交えて講義を行った。	85 (0)
令和5年 3月8日～9日	セミナー	国際	Global Developments of Researches in Lepton Flavor Physics with Muons	JSPS研究拠点形成事業(A.先端拠点形成型)によるセミナー。2022年7月に開始したMEG II実験は、その年の取得データで先行実験の探索感度を上回る成果が得られようとしている。翌年以降のビームタイム計画をはじめ、物理解析、運転方法の最適化等の実験2年目の重要項目を議論し、確認し合った。	33 (20)
令和4年 8月1日～5日	研究会	国内	第五回粒子物理コンピューティングサマースクール	素粒子・原子核・宇宙物理実験におけるコンピューティング技術を主題とし、プログラミング言語、統計解析ツール、多変量解析や機械学習などのソフトウェア関連技術と、計算機とネットワークの基礎、計算機クラスター、分散計算環境などのコンピューティング関連技術を大学院学生が集中的に学ぶスクールを対面で開催した。プログラムは月～金曜日の5日間で、講義と実習、テーマ別パラレルセッションから構成され、最終日には学生らが設定した課題に対する4日間の実習成果の発表会を行った。	41 (2)
令和4年 5月12日～15日	ワークショップ	国際	Physics in LHC and Beyond	新テラスケール研究会の国際版にあたるワークショップを島根県で開催した。物理学だけでなく、最新の検出器、トリガー、データ解析技術に関して、現在のLHC、将来のLHC/加速器、非加速器実験について議論した。	190 (26)

開催期間	形態(区分)	対象	研究会等名称	概要	参加人数
令和4年 7月8日～9日	ワークショップ	国内	第1回ML@HEPワーク ショップ	日本の高エネルギー物理学分野 において、まだ十分に活用できて いない機械学習・深層学習の研究 を促進することを目指し、分野内外 における「実用例、現状の問題点、 今後の課題」に関する講演を実験 や分野の枠を越えて企画した。	114 (0)

※件数の下段には、国際シンポジウム等の回数(内数)を記入してください。

※参加人数の下段には外国人の参加人数(内数)を記入してください。

②国際シンポジウム等への参加状況

区分	令和4年度	[単位:件]		[単位:人]	
参加件数	47				
参加した主な国際シンポジウム等					
	開催時期	国際シンポジウム等名称		参加人数	
1	令和4年 7月6日～13日	41st International Conference on High Energy Physics (ICHEP2022) (参加者総数1,546人) *Hybrid		4	
2	令和4年 7月17日～26日	Seattle Snowmass Summer Meeting 2022 (参加者総数1,397人) *Hybrid		2	
3	令和5年 3月18日～25日	57th Rencontres de Moriond-EW+U 2023 (参加者総数325人)		1	
4	令和5年 3月23日～30日	International Conference on the Physics of the Two Infinities (参加者総数220人)		3	

③研究者以外を対象としたシンポジウム等の実施状況

年 度	シンポジウム・講演会		セミナー・公開講座		その他		合計	
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数
R4	0	0	0	0	5	635	5	635

[単位:人]

○主なシンポジウム、公開講演会、施設一般公開等の開催状況

開催期間	形態(区分)	対象	公開講座等名称	概要	参加人数
令和4年 8月3日～4日	その他	学生	高校生のための東 京大学オープンキャン パス2022	期間中の全プログラムをオンライ ンで実施した。模擬授業や学生講 演のライブ配信、スイス・欧州合同 原子核研究機構(CERN)のパー チクル体験ツアーを企画した。	565
令和4年 10月11日	その他	学生	理科特別講義	SSH先導的改革型に指定されてい る高校(石川県)の学生を対象に センター見学会を開いた。素粒子 物理学の講義や理学部サイエンス ギャラリーに展示された東京大学 のノーベル賞の功績の数々を説明 した。	44
令和4年 11月12日	その他	学生	サイエンス探究特別 講座	SSH指定校の活動を発展させて、 独自の「サイエンス探究」事業を推 進する高校(愛知県)の学生を対 象に出前授業を行った。素粒子物 理学の講義と実際に手を動かす測 定器実習を行った。	26
令和5年 1月13日	その他	一般	第10回Beyond AI研 究推進機構サイエ ンスカフェ動画	Beyond AI 研究推進機構で「AI自 体の進化ー複合AIによる問題解決 手法」の研究プロジェクトを進める 田中教授が、第10回Beyond AIサイ エンスカフェに出演し、ATLAS実 験やAIを活用した最新の素粒子研 究や未来の展望等を紹介した。	約4,400回 視聴

開催期間	形態(区分)	対象	公開講座等名称	概要	参加人数
令和5年 3月19日	その他	学生	ILCサイエンスカフェ	宇宙誕生の謎に迫る研究を楽しみながら学ぶことを目的に、浅井センター長がQuizKnock須貝氏とともにミニレクチャーを行った。当日の様子はYouTubeチャンネル「QuizKnockと学ぼう」にライブ配信された。	約19,000回 視聴

7. 定期刊行物やホームページ、SNS等による一般社会に対する情報発信の取組

情報発信の手段・手法	概要およびわかりやすい情報発信のための工夫
パンフレット発行 (研究センター紹介1,000部、大学院進学案内800部)	本拠点が取組む国際共同実験の全プロジェクトの説明や、最新の研究成果、全体概要・沿革、研究者紹介を中心に、写真や図解を交えて詳しく掲載している。また、素粒子物理学に関する学術的な基礎知識も盛り込み、冊子全体を通して理解が深められるように編集している。 大学院進学を目指す学部生向けには、研究室別の教員紹介や在学中の大学院学生、卒業生インタビューを掲載したパンフレットを製作し、ガイダンスや研究室訪問、オープンキャンパス等のイベントで配布している。
ホームページの国際化と特集サイトの充実	本拠点の教育研究や組織運営等の諸活動の状況を積極かつ適時適切に社会へ発信するため、日本語・英語のコンテンツの充実を図っている。この継続的な取組は、国際公募による外国人研究者の応募数や、留学生・インターンシップ生の受入人数の増加等に効果が表れてきている。また、センターの今を特集した企画ページ「What's On!」や大学院進学希望者向けの情報サイト「Beyond ICEPP」の記事を更新し、バラエティに富んだ仕掛けづくりを行っている。 関連研究者コミュニティ向けの会合等の情報も容易に閲覧でき、さらには研究者(本拠点も含む)の利便性を考慮し、関連する論文等の学術資料及び実用資料へのリンクも掲載している。 【URL https://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/ 】
「量子ネイティブ育成センター(教育)」と「量子情報科学(研究)」ホームページの充実	情報理工学系研究科と共同の「量子ネイティブ育成センター」と、本拠点が推進する量子技術の応用研究の成果等を紹介するホームページを構築している。 【URL https://q nec.jp/ 】 【 https://quantum-icepp.jp/ 】

8. 新型コロナウイルスの影響に伴う活動状況(該当あれば)

①新型コロナウイルスの影響に伴う課題等に対する取組状況

②新型コロナウイルスによる影響と対応状況

①～②: 記述様式(49～51ページ)を参照

1. 研究施設の状況

1－2. 研究施設の組織等

8. その他、研究施設としての特色ある取組（該当あれば）

- 本拠点の設置目的を踏まえ、社会的、国際的な視点にも留意しつつ、研究活動等を検証するため、研究協議会・運営委員会において自己点検・評価を年度毎に実施している。そのほか、国内外の有力な研究者で構成される国際評価委員会による外部評価は、計画から成果に至るまでのフェーズに応じて実施しており、前回の外部評価（平成30年度実施、報告書はウェブサイトで公表）での提言を踏まえ、複雑なビッグデータを用いた機械学習や量子コンピュータの基礎科学への応用に向けたプロジェクトチームを編成し、多角化戦略するなど、自己改善の取組を推進している。
- 国際公募及びテニュアトラック制度による公募により、令和4年度にテニュアトラック助教1人・特任助教2人（内、外国人1人）を採用するなど、構成員の多様性向上、若手研究者の確保により人材の流動化を促進する取組を強化している。
- 大型の国際共同研究が行われるスイス現地に本拠点が運営する海外拠点を形成し、国内の研究機関の参加窓口となって、海外の研究者と日本の研究者を結び国際的な共同研究を推進している。国内の学術研究機関のハブとして「日本の研究力の向上」に寄与するとともに、素粒子研究のフロンティアを推し広げ、素粒子現象の背景に潜む「真空や時空」の解明に向けた新しいパラダイムを切り拓く先端的な研究を推進している。
- 量子技術の素粒子研究への実用研究を切り口に、日本・欧州・米国を結んだ量子コンピュータのネットワーク形成と国内の量子イノベーションの発展を牽引し、量子コンピュータの実用化を推進している。また、量子ネイティブ育成に向けてハンズオン形式を重視した教育のモデル化を担い、全学向けの授業開講や教材提供を行っている。諸外国に比べて立ち遅れている我が国のITや量子コンピュータ分野の活性化に繋げている。

1－4. 研究施設の国際交流状況

4. 外国人研究者の受入や国際的な連携等を促進するための取組状況

- 量子コンピュータ応用研究では、CERN openlab（令和元年7月加入）と CERN Quantum Technology Initiatives（令和2年9月の立ち上げとともに主要な参加機関に加入）での活動を機に、CERNをハブとした多くの大学・研究機関・加盟企業と創造する量子イノベーションの最前線に立ち、国際連携を強化している。
- CERN で開かれた 量子国際会議 International Conference on Quantum Technologies for High-Energy Physics (QT4HEP22)（令和4年11月、写真1）で高エネルギー物理分野での量子優位性を目指した議論が高まり、CERN、DESY とともに主要参加機関として、量子コンピューティング応用研究のロードマップ策定を進めている。



写真1：CERNで開催されたQT4HEP22に教員3人が出席

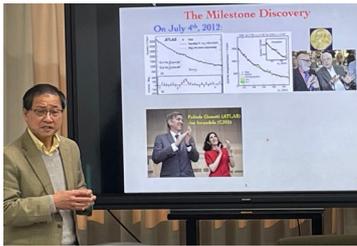
- 米国・ローレンス・バークレー国立研究所（LBNL）との量子アルゴリズム開発等の取組では日米科学技術協力事業による若手研究者・大学院学生（令和3年度に2人、令和4年度に8人）の派遣や共同研究の論文発表など、国際連携を年々深化させている。
- 東京大学は米国・シカゴ大学との戦略的パートナーシップ協定を文理融合の全学で締結しており、本拠点は、同大学にハブ拠点を置く Chicago Quantum Exchange（CQE）との量子研究の国際的な新展開を担っている。CQE は米国エネルギー省のアルゴンヌ国立研究所やフェルミ国立加速器研究所（FNAL）等の6機関・130人以上の研究者で組織された機関である。また、令和4年10月より FNAL と量子センサー技術の基礎物理への応用に関する議論を始め、将来的な量子技術の共同開発と予算獲得に向けた連携を進めている。
- 教員・研究員公募において、研究内容の特性に応じて国際公募を行っている。外国人研究者の応募に配慮し、高エネルギー物理学研究者のためのオープンアクセスライブラリへの公募掲載やオンライン面接を積極的に導入する等、グローバル化に対応した方策を進めている。
- 科研費-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」（国際活動支援）による持続的な国際ネットワーク構築と基盤形成の取組で、令和4年5月に国際ワークショップ Physics in LHC and Beyond を島根県で開催した（写真2）。物理学やLHC実験のフィールドを超えた国内外190人の参加があり、学術研究の動向把握や研究者間のネットワーク促進を図った。
 
- MEG 実験では、平成30年度に採択された日本学術振興会研究拠点形成事業（A. 先端拠点形成型）「ミュー粒子を使ったレプトンフレーバー物理研究のグローバル展開」が後押しし、国際交流やセミナーの開催により国際連携が強化されている。また、令和4年度に採択された科研費-国際先導研究「国際協力によるミューオン素粒子物理研究の新展開」（研究分担者）により、新たな国際協力体制でミューオン素粒子物理研究を強力に推進するとともに、国際的な研究者交流や次世代実験を担う若手人材の育成を図っている。
- 次世代加速器の基幹計画として、国際リニアコライダー（ILC）計画全体の発案、推進方法の策定、推進体制の構築、理工分野を超えた人文社会・経済界・産業界との連携を、本拠点が KEK とともに主導している。研究者側の国内推進団体 ILC-Japan の代表に浅井祥仁、ILC 計画を推進する国際組織である ICFA（国際将来加速器委員会）委員に森俊則が選ばれている。
- 米国の科学諮問委員会 Particle Physics Project Prioritization Panel（P5）パネルメンバーに浅井祥仁が選ばれ、今後10年間の素粒子物理学研究プロジェクトの優先順位を推奨し、米国エネルギー省科学局の高エネルギー物理学、および国立科学財団の物理学部門に助言を行う高エネルギー物理学諮問委員会に報告するための議論に加わっている。
- 国内外のさまざまな研究者を講師に招き、不定期で開催する ICEPP セミナーを令和4年度に10回開催し、ピッツバーグ大学特別教授 Tao HAN 博士（写真3）など6人の外国人研究者を招聘した。HAN 博士のセミナーは、本拠点主催の ICEPP シンポジウム会場（長野県）にもライブ配信し、各大学から参加する学生らも聴講した。
 

写真3：Tao HAN 博士のセミナー

1-5. 研究施設の教育活動・人材育成

4. その他、学部・研究科等との教育上の連携や協力の状況

- 本拠点の教員は、理学系研究科物理学専攻の協力講座教員として大学院の講義を担当するとともに、大学院学生の研究指導を行っている。令和4年度に担当した講義は「高エネルギー物理学Ⅰ・Ⅱ」「素粒子物理学Ⅱ」「物理学特別講義」(集中講義)であり、本拠点が進める実験の最新状況を分かりやすく説明し、最先端の研究の魅力を伝えている。また、理学部物理学科「素粒子物理学」「物理学ゼミナール」(学部3年)や教養学部「初年次ゼミナール」(学部1年)も担当している。
- 令和3年度に「量子ネイティブ育成センター」を発足し、主たる教育活動として、新しい量子教育カリキュラム「IBM Quantumを用いた量子コンピュータ実習：ハードとソフトで学ぶ」(Sセメスタ、全学部3・4年生)を担当している。2年連続で予想を上回る約100人の履修登録があった。分かりやすいワークブック(教材)も作成し、ウェブ上に一般公開している。
令和4年度夏学期には、ハードウェア・テストセンター(浅野キャンパス)にあるIBM量子コンピュータを活用し、超伝導量子コンピュータシステムの基本動作からマイクロ波信号の処理、量子ビットの状態読み出し等のハードウェア実習を選抜方式で実施した(写真4)。
- 本拠点の教員の研究室には、修士課程・博士後期課程の大学院学生35人が在籍している。博士課程大学院学生の一部は、大学の特別な許可を得てスイスのCERNやPSIに出張し、現地教員や各国の研究者と国際共同研究を行っている。学生を現地に滞在させ、国際協力と競争のなかで世界最先端の研究を通じた教育を行うことにより、研究者として必要な技能を実践的に習得させている。
- 科学技術振興機構Q-LEAP(光・量子飛躍フラッグシッププログラム)や文部科学省国際卓越大学院プログラム(変革を駆動する先端物理・数学プログラムFoPM)に参加し、量子技術・量子コンピュータの高等教育を理学系研究科と共同で実施している。また、文部科学省国際卓越大学院プログラム(量子科学技術国際卓越大学院WINGS-QSTEP)や科学技術振興機構次世代研究者挑戦的研究プログラム(グリーントランスフォーメーションを先導する高度人材育成SPRING GX)に各研究室の大学院学生がフェロシップ生に選ばれ、意欲的に学修している。



写真4: IBM量子コンピュータのテストベットを使用した実習時の様子

2. 共同利用・共同研究拠点の状況

2-1. 拠点の活動状況等

1. 実施計画及び実施状況

令和4年度実施計画

① 共同利用・共同研究の具体的な内容

(1) 国際共同実験 ATLAS

令和4年度の第3期実験及び令和11年度の高輝度 LHC プロジェクト始動に向けて、LHC のルミノシティが大幅に増強される。粒子衝突頻度が高く実験条件の厳しい環境下でも良質なデータを取得し、優れた物理成果を導くためには検出器の高度化が必須であり、国際共同実験 ATLAS グループでは検出器の性能向上と信号処理エレクトロニクスの高度化に取り組む。本拠点は、特にミュオントリガーとカロリメータトリガーの開発とシステム運用を主導する。令和4年5月以降に得られるビーム衝突データを使って定量的な性能評価とシステムの最適化を進める。これと並行して高輝度 LHC に向けた数種類の新型専用回路の開発とそれらを統合したシステムの試験を推進する。オールジャパン体制での開発スキームを構築するため、本学に設置したリモート共同研究拠点を活用し、国際チームも絡めたハードウェアの開発・運用を実装する。

データ解析では、第2期実験の全データを使った物理解析を今年度中に完了させる。ヒッグス粒子の生成・崩壊の精密測定、稀崩壊探索、超対称性等の標準理論を超えた新粒子・新現象の探索領域を拡張する。膨大な実験データに隠れる微小な信号を捉えるためには大規模な計算機資源と、新しい発想を取り入れた高感度な解析手法の導入が重要である。これらの新しい手法の開発と物理解析を地域解析センターシステム及び CERN サテライトシステムを用いて行う。検出器開発、リモート研究拠点、分散解析環境の効率化等の課題を中心に、共同研究（研究課題 10 件程度、関連研究者数 50 人程度）を実施する。

量子 AI テクノロジー研究部門では、量子機械学習（量子 AI）や素粒子シミュレーションの基礎・応用研究、NISQ デバイス上で量子計算を実行するためのソフト・ハード開発、量子技術を使った新しいセンサーの開発を行う。素粒子物理の国際的な研究基盤を継承した日本－欧州－米国の連携体制と国内企業との共同研究体制を強化・推進していく。

(2) 国際共同実験 MEG

飛躍的に実験感度を向上させるための検出器のアップグレードと信号読み出しのための新型電子回路の導入が昨年度中に完了し、エンジニアリング運転及び試験的な物理データ取得を実施した。今年度はいよいよ本格的な物理データ取得を開始する。令和4年度に取得するデータは、第1期 MEG 実験を上回る感度での探索が可能となる見込みである。共同研究課題としては例年通り4件程度、約25人の関連研究者の参加が期待される。

② 共同利用・共同研究の環境整備

本拠点では共同利用・共同研究に供する設備として3つの設備を擁する。

(1) 地域解析センターシステム

令和4年1月に運転を開始した第6期目のシステムが順調に稼働している。機器は強化された学術情報ネットワーク SINET6 の国際ネットワーク上に配備され、LHC 専用の仮想ネットワークを利用して、効率的・安定的なデータ転送を実現している。共同利用者が快適かつ迅速に物理解析を行える環境を整備し、年間を通して95%以上の高可用性の確保を目指す。また将来的に拡張するため、学術スパコン、商用クラウド、機械学習・人工知能、量子コンピュータ等の最新のインフラや技術の研究開発を推進する。

(2) CERN サテライトシステム

オンプレミスのハードウェアと CERN が提供するクラウドサービスを使って本システムを構築している。CERN 現地に滞在する日本の研究者がこのシステムを活用し、緊急のデータ解析や新現象の発見可能性が高い研究を集中的に行う。日本から本システムにアクセスする研究者が一定数いるものの、ウィズコロナの環境のもと CERN 現地で活用する研究者も増えており、そのニーズはコロナ禍以前と同レベルまで高まっている。このため現有の資源の安定運用を継続し、高い稼働率を確保する。若手研究者や大学院学生は、各国の研究者に先駆けて物理解析の成果をあげることが求められており、本システムはその機動性を担保するための重要な鍵を握っているため、今後も機能を強化していく。

(3) PSI 設置 MEG 実験システム

検出器システムについてはアップグレードした検出器の精密較正、データ解析アルゴリズムの改良などにより設計性能を実現し、長期安定運用を行う。今年度より本格的に取得を開始する物理データ及び較正データを解析するため、計算機システムの増強も実施する。

令和4年度実施状況

(1) 国際共同実験 ATLAS

LHC 第3期実験 (Run3) が令和4年度からスタートした (写真5)。陽子衝突のエネルギーは 13.6TeV に到達して世界最高記録を更新し、Run3 期間の4年間で取得するデータ量は2010年以降取得してきた Run2 のデータ量を遥かに上回る予定である。こうしたハイペースで実験を進め、エネルギーフロンティアの素粒子物理研究を推進していく。

令和4年7月5日から物理データ取得を開始し (写真6)、11月28日までの約6ヶ月間で 40fb^{-1} を超える積分ルミノシティに到達した。電力代高騰の影響を受けて、実験期間が2週間程度短縮されたものの、夏以降、新たな加速器の運転モード (ビーム衝突輝度を実験システムが許容できる最大値 $1.9 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ で6時間以上維持し続ける) の導入に成功し、初年度としては十分なデータを取得できた。

また、加速器の性能向上に呼応してハイレート対応型ミュオン検出器の導入をはじめとする、ATLAS 検出器の性能向上を行った。



写真5: CERN 地下トンネル内に設置されたLHC加速器



写真6: 物理データ取得開始直後の ATLAS コントロールルームの様子

本拠点では特に新型ミュオン検出器の情報を取り込んだ新たなトリガーシステムと電子の識別能力を向上させたカロリメータトリガーシステムを構築し、これらを運用しながら高品質な実験データを取得した。図1は新システムによる電子識別機能が予定通りの性能を持つことを示したものである。

Run2 の全データ 139fb^{-1} を用いた物理解析も順調に進み、ヒッグスポテンシャルの形を決めるために重要となるヒッグス対生成の探索感度の向上や、電弱相互作用を通じて生成される超対称性粒子の探索範囲の拡張、終状態に4つのトップクォークが出現する極めて稀で発見が困難な事象 (ヒッグス粒子の生成断面積の $1/1000$ 程度) の初観測に成功した。データの増加だけでなく、機械学習等を利用した解析手法の高度化を多くの物理解析に導入することにより、これらの成果を得ている。

また、地域解析センターシステムと CERN サテライトシステムの2つの計算資源を安定的に運用し、物理成果の創出に貢献している。令和4年1月から本格的な運用を開始した地域解析センター第6期システムは絶対稼働率 99.3%、運転予定期間に対する運転効率率 100%という実績をあげた。ATLAS 全体で使用する計算資源として、約 11k 個の CPU コアと 8 PB のディスクを WLCG に提供し、ATLAS データ総量の増加 (全体で約 700 PB、この1年で約 100PB 以上) に大きく寄与している。

検出器開発、リモート研究拠点、分散解析環境の効率化等の課題を中心に、共同研究 (研究課題 8 件、関連研究者数 60 人) を実施した。

(2) 国際共同実験 MEG

レプトンフレーバーを破るミュオン稀崩壊 $\mu \rightarrow e\gamma$ の世界最高感度探索を目指す MEG II 実験は、ついに令和4年7月14日から本格的な物理データ取得を開始した。約4ヶ月にわたり順調に物理データを取得し、ビームタイムの最後には、荷電パイ粒子の荷電交換 (CEX) 反応により生成した単色ガンマ線を用いた液体キセノン検出器校正を実施し、アップグレード後初めて検出器全面での校正データを取得することができた。並行してこれまでに取得した物理データの解析も進行中で、令和4年度までに取得したデータで MEG 実験の探索感度を凌駕する見込みである。

PSI のミュオンビームを 100 倍以上増強する HiMB 計画があり、MEG II 実験を大幅に上回る探索感度の将来実験を目指して、従来とは全く異なるコンセプトに基づく新たな実験装置の研究開発を進めている (図2)。

次世代 $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索実験の研究開発 (新規) と継続課題の計 5 件、27 人の関連研究者が参加して共同研究を実施した。

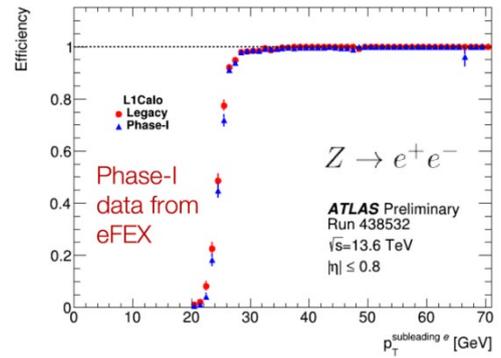


図1: 電子識別トリガー性能を第3期実験の実データから算出したもの

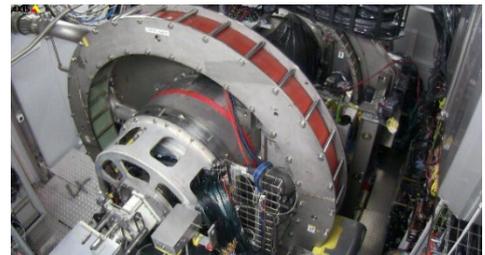


写真7: アップグレードされた MEG II 実験装置

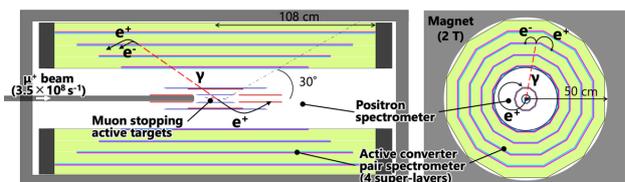


図2: $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索将来実験概念設計

2. 期末評価結果における総合評価又は認定に伴う留意事項への対応状況

○期末評価結果における総合評価又は認定に伴う留意事項

（総合評価の評価区分）

評価：S

拠点としての活動が活発に行われており、共同利用・共同研究を通じて特筆すべき成果や効果が見られ、関連コミュニティへの貢献も多大であったと判断される。

（総合評価の評価コメント）

素粒子物理学研究の中核である欧州 CERN の世界唯一の先端加速器 LHC を用いた国際共同実験を牽引し、国際共同研究において我が国からの参加の窓口機能を果たしている。また、物理解析の中核の一つである地域解析センターを運営するなど当該分野における我が国の中核的拠点として役割を果たすとともに、更に優れた研究成果の発表、外部資金の獲得、共同研究課題の随時公募への対応など非常に活発に共同利用・共同研究活動が行われていることは非常に高く評価できる。

今後は、素粒子物理学におけるビッグデータ解析への対応に向けて不可欠な AI の活用など計算機科学分野等の異分野との連携や、社会貢献を見据えた機械学習や量子コンピュータ分野での活躍が期待される人材育成のための取組を更に進めるとともに、女性研究者の増加等の研究者のダイバーシティを更に推進することが期待される。

○対応状況

本拠点が中心となって推進してきた LHC-ATLAS 実験は、ヒッグス粒子の発見など素粒子物理学の発展に大きく貢献する成果をあげてきた。そのため、本拠点の教員が著者に含まれる論文のいわゆる Q 値は 48.5 という極めて稀な高い水準に達している。また、CERN に構築した「東京大学 CERN-LHC 研究拠点」は国際的ハブの役割に加えて、日本の他大学も含めた研究者コミュニティの拠点としての役割を十分に果たしてきた。

本拠点が日本の素粒子物理学のコミュニティとともにより一層発展していくために、大学の研究ポテンシャルを最大限に活用し、以下の7つの取組を行ってきた。**第3期中期目標・中期計画期間の期末評価は「S」（特に優れている）**であり、評価コメントを真摯に受け止め、更なる改善を図った。

- (1) 日本の研究者コミュニティと協力し、優先順位の高い国内外の将来計画の検討に中心的な役割を果たしてきた。具体的には、将来計画委員会や高エネルギー委員会等で本拠点の職員がビジョンメイキングと意思決定の精度を高めてきた。同時に、世界の学術フロンティアを先導する将来的な国際共同研究に本拠点が参加を表明し、その窓口となって次世代の国際研究の礎を築いてきた（HL-LHC 実験、FCC 計画、ILC 計画等）。
- (2) 新しい公私立大学の参加を促し、素粒子研究の枠に留まらない幅広い研究に取り組んでいる。慶應義塾大学とは量子コンピュータでの連携を開始し、早稲田大学と大阪公立大学は量子コンピュータや機械学習を用いた共同研究に参加している。また、物性分野や量子理論分野等の異分野との連携も推進している。今後も、量子技術や AI 分野で公私立大学や異分野との共同研究を効果的に展開し、長期的視野に立った「総合知」による社会貢献を目指す。

- (3) 実験グループ全体の大規模な会議や研究・開発のテーマ別ワークショップの組織委員や議長・座長を積極的に引き受け、我が国のビジビリティを世界に顕示するとともに、若手研究者や大学院学生といった国内研究者が参加・成果発表しやすい風土づくりを継続している。
- (4) 若手研究者や女性研究者のキャリア形成や研究を継続しやすい環境を育み、ダイバーシティ、エクイティ、インクルージョン（DEI）に対する組織全体の意識向上を図っている。令和4年度は女性教員を客員准教授に迎え、1名の外国人研究者を採用した。ITや量子コンピュータなどの先端的な共同研究テーマを通して、女性研究者や外国人研究者を増やしていく。
- (5) コミュニティの次世代を支える博士人材の輩出や海外の大学との交流を通して、グローバルな人材育成を目指してきた。令和4年度からシカゴ大学との量子パートナーシップ協定を締結し、大学院学生の国際交流事業を行っている。
- (6) 高校での出張授業やオンライン配信のオープンキャンパスをはじめ、在学生のリアル・卒業生のキャリアパスを紹介する冊子製作などにより、高校生や大学生に基礎科学の面白さや重要性を伝え、コミュニティの層を厚くする努力を行ってきた。特に女子学生への情報発信を進める。
- (7) 東京大学とソフトバンクによる Beyond AI 研究推進機構で、共同研究費の獲得やプロジェクト構成員の多様化を図り、量子イニシアティブ構想における東京大学と IBM で構築したパートナーシップを基盤に、研究・教育の新しいモデル化を目指している。多数の民間企業との共同研究を進め、大学の知が企業と連携することにより「社会変革を駆動する原動力」となる取組に、本拠点は深く関わっている。各産業にとって価値あるユースケースを創出し、その担い手となる量子ネイティブを育成することで、社会貢献に繋げていく。

4. 研究活動の不正行為並びに研究費の不正使用等に係る事前防止、事後処理及び再発防止への対応

- 理学系研究科物理学専攻と密接に連携して研究及び教育活動を行っており、研究倫理教育においても理学系研究科の定めた研究倫理綱領に則り、そのファカルティ・ディベロップメント（FD）に参加するなど、一体となって取組んでいる。
- 本拠点が取組む国際共同研究では、コラボレーション内に実験データのクオリティやデータ解析手法などを独立にチェックするシステムが構築されており、その内部レビューを通過しないと研究結果を発表できない仕組みになっている。また、実験の実施状況やデータ解析の記録などはデジタル化された共有情報として、コラボレーション内に公開されており、共同研究者は誰でもチェックできるようになっている。このように高い研究倫理を持つことが常識である研究現場で、大学院学生も含む若手研究者に対して実践的な倫理教育を行っている。
- 大型国際共同研究におけるデータの保存と公開については、国際委員会 ICFA（International Committee for Future Accelerator）のサブパネルによって検討され、国際的な研究者コミュニティ全体で世界的な基準を定めており、本拠点でもこれに沿うように実施している。
- 本拠点で実施する他の実験（学内で行う小型の実験等）においても、上記の国際共同実験での経験や手法に沿って研究不正防止に取り組んでいる。
- 研究活動の不正行為及び研究費の不正使用等の事案が発生又は関連する対応を行った実績はないため、事後処理や再発防止への対応に関する記述には該当しない。

5. その他、拠点運営に係る特色ある取組（該当あれば）

(1) 研究組織の見直し、規則の変更状況

東京大学量子イニシアティブ構想を軸とする国内外の企業との「産学協創の場」（総長が公表したUTokyo Compass）として創造的な対話による活動を強化し、社会との関係性を一層深めている。

本拠点は、次世代計算機モデル開発のロードマップに、基幹研究として「量子 AI テクノロジー研究分野」を加え、量子 AI を用いた LHC ビッグデータ解析手法の開発などの量子コンピュータを応用する研究を日本・欧州・米国の3極を結んで展開してきた。この成果を受け、量子コンピュータを使いこなす人材を育成するセンターを情報理工学系研究科とともに本拠点に発足し、更に東京大学と IBM 社の量子コンピュータのコラボレーションセンターを令和3年度に開設した（写真8）。量子イノベーションイニシアティブ協議会（QII）の利活用拠点としての機能を担っている。

なお、量子 AI テクノロジー研究分野は、長期的な先端戦略のためにセンター規則を一部改正し、令和3年度に立ち上げた。



写真8：IBM Quantum-東京大学コラボレーションセンター

(2) 産業界等社会との連携の推進に向けた取組

素粒子物理学の新しい歴史を刻んだヒッグス粒子の発見後、Run3 実験で LHC 加速器の衝突エネルギーは 13.6TeV に増強され、総データ量は約 700PB に達している。今後の加速器・検出器のアップグレードにより、データ取得レートが 10 倍、100 倍に増大し、計算機資源（CPU、ストレージともに）の利用方法に革新的な技術が必要となる。本拠点では、特にディープラーニングと量子コンピューティング技術に着目し、産業界を巻き込んでプロジェクトを推進する研究環境を構築してきた。

東京大学とソフトバンクが設立した世界最高レベルの人と知が集まる研究拠点「Beyond AI 研究推進機構」で、本拠点は複合 AI による問題解決手法 (Multi-AI) の研究を令和4年度まで3年間行った。第10回 Beyond AI サイエンスカフェに出演している（<https://youtu.be/InPMZe1SKsY>）。



一方、「東京大学量子イニシアティブ構想」のなかで、シカゴ大学と IBM、シカゴ大学と Google をパートナーとして量子技術の研究領域の発展に向けた2つの関係を構築するための合意形成が進み、教育・研究活動を先導し、国際的なイノベーション創出を推進するための大きな扉が開かれた。

IBM テストベッドを用いたハードウェア開発、量子アルゴリズムの素粒子研究への応用、量子ネイティブ育成を進めている。ハードウェア開発では実機を使用し、超伝導量子ビットの開発や新しい超伝導素材を使ったコヒーレンス性能評価を進めた。また、超伝導量子ビットを用いた暗黒物質探索や高品質共振器を使った重力波観測への展開も検討している。教育では、ソフトウェアだけでなく、ハードウェアを用いた教育プログラムも学生の高い関心を集めている（写真9）。



写真9：浅野キャンパス内に設置された IBM テストベッド

その他にも、JST 共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）政策重点分野（量子技術分野）「量子ソフトウェアと HPC・シミュレーション技術の共創によるサステナブル AI 研究拠点」にも理学系研究科と協力して参加し、国内外の大学・研究機関や大手 IT 企業、量子コンピュータを提供できる企業と緊密なパートナーシップ関係を築き、本拠点は複数の産学連携を進めている。

(3) 外部資金等の多様な資金獲得に向けた取組

上記(2)で述べた Beyond AI 研究推進機構をはじめ、QII 企業との共同研究や COI-NEXT など多額の共同研究資金を獲得している。また、量子ネイティブ育成事業では、学内の特別予算要求で事業内容の重要性・緊急性が高く評価され、令和 3 年度に情報理工学系研究科との学際融合による予算が配分された。

(4) 国際的な研究環境の整備

本拠点の国際共同研究の中核を担う LHC-ATLAS 実験では、東京大学の研究グループが国際的な負託を受けて、ATLAS ミューオン検出器とそれに付随する電子回路を運用している。ミューオン検出器が高速・高効率・高精度なデータ収集の成功の鍵を握っており、日本人研究者の継続的な貢献が不可欠である。そのため、時間や距離に縛られず研究を遂行できる新たな研究環境を整備する、令和 2 年度第 3 次補正予算「先端研究設備整備補助事業（研究施設・設備・機器のリモート化・スマート化）」に応募し、採択された。研究設備の共用化による魅力的な研究環境づくりや生産性向上、大学院学生等の若手研究者が世界の第一線で活躍し、その成果が国際的に認知される機会を創出している。

2-2. 共同利用・共同研究の実施状況

2. 共同利用・共同研究による成果として発表された論文数

○分野の特性に応じ、論文及び研究書以外に適切な評価指標がある場合には当該指標と、当該分野におけるその評価指標の妥当性・重要性を記載するとともにその成果の実績を記載してください（該当あれば）。

該当なし

○その他、特色ある共同研究活動成果の実績（異分野融合・新分野創出の成果等を含む）についてアピールポイントを記載してください（該当あれば）。

(1) 高エネルギー物理学分野の未来の創出

- 分野を代表する研究者からなる国内外の各種委員会（International Committee for Future Accelerators (ICFA) , Japan High Energy Physics Committee (JAHEP) 等）において、世界的な研究の進展状況と今後の発展について学術的レビューを実施し、米国における当該分野の研究の方向性をまとめる会議への提言を行った。
 - Snowmass Energy Frontier Workshop “Presentation of White Paper: Japan’s ILC Strategy” , March 30, 2022
- 欧州素粒子物理戦略（European Strategy for Particle Physics）のために構成された物理準備グループのアジア・アメリカ代表（計4人）に浅井祥仁が就き、欧州での将来実験計画に関して、最も科学的優先順位の高い新しい物理は何かという視点で助言を行った。 CERN 理事会による決議により全会一致でまとめられた欧州素粒子物理戦略は、今後の欧州エリアにおける当該分野の方向性を決定するものである。
- 日本の当該分野の将来計画をまとめるための高エネルギー物理学研究者会議将来計画委員会での議論に、本拠点の若手研究者3人が参加している。

(2) データサイエンス分野との融合

- 基礎科学のビッグデータを用いた新しい AI 開発を行っている。 多彩なビッグデータから、AI が自発的に法則を発見（「科学する AI」）することを目指している。
- 令和 11 年度開始予定の ATLAS 実験での高輝度 LHC 実験は、世界最大規模のデータと計算機資源を必要とする研究であり、将来の持続可能な計算機リソースの開発を進めている。
- 量子コンピュータの応用研究や次世代の世界規模ネットワーク・コンピュータモデルの開発を、国際協力や民間企業との共同研究で行い、NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum computer) と呼ばれる量子コンピュータの利用実証などの成果をあげている。

3. 共同利用・共同研究の活動状況

⑤共同利用・共同研究の募集に係る特色ある取組（公募や施設利用の募集等に関する情報発信を含む）

- 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」・研究拠点形成事業「ミュー粒子

を使ったレプトンフレーバー物理研究のグローバル展開」など、本拠点が代表機関となる国際共同研究では広く関連分野の研究者を集めて議論する研究会を開催しており、本拠点の研究を広めて共同研究への参加を促進するのに役立っている。

- 量子コンピュータの応用研究で、慶応義塾大学や早稲田大学との共同研究を行っている。素粒子物理の研究を超え、大学全体の機能強化に資するために、量子コンピュータの応用研究やAI研究による新しい共同研究モデルの構築へと繋がる取組を推進している。
- 毎年共同研究の公募を行い、随時申請を受け付けている。申請の採否は研究協議会における審査を経てセンター長により決定される。共同研究の課題内容は、ATLAS 実験をはじめ本拠点と関連の深い分野について、テーマを狭く限定することはせず、新たな研究動向と研究者の自由な発想を取り入れるようにしている。なお、利用に関する情報発信は、ホームページ及び高エネルギー物理学研究者会議の会員（約 900 人）へのメール配信を通じて行っている。

【公募要領（令和 4 年度）】

<https://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/collaboration/announcement2022.html>

⑥共同利用・共同研究を通じた人材育成機能の強化

- 本拠点では、多くの若手研究者や大学院学生を CERN や PSI に派遣してきた。国際共同実験のコラボレーションメンバーとなって日々の研究を遂行することで、多様な国籍、専門的知識や経験を持つ多くの外国の研究者と協力・競争する機会を持ち、切磋琢磨しながら成長している。次世代の科学研究をリードする国際的な研究基盤を有し、指導的な立場でプロジェクトを遂行する能力を身につけた人材を養成している。
- ATLAS 実験グループ全体の修士課程の大学院学生を対象に解析ソフトウェア講習会（粒子物理コンピューティングサマースクール、写真 10）を開催し、多数の講師陣から高度な計算機技術を集中的に学ぶ機会を設けている。こうしたデータサイエンティスト育成に繋がる専門性の高い講習会は、今後も継続していく。
- 本拠点を構成する研究者のダイバーシティを高めることは、研究の遂行と成果の創出、新たな研究の芽の発掘など、あらゆるアクティビティを向上させるための重要なポイントである。外国人研究者 1 人が令和 4 年度より新メンバーに加わり、活発な研究活動を行っている。また、女性教員採用についても、短期的には海外に研究拠点を持つ人材をクロスアポイントメント制度の活用により採用の可能性を模索するとともに、長期的にはより多くの博士号取得者を輩出して、人材が循環するような状況への転換を目指す。
- 量子技術を使いこなせる量子ネイティブ人材の育成のため、情報理工学系研究科、総合文化研究科とともに「量子ネイティブ育成センター」を立ち上げ、学部から大学院まで一気通貫の量子教育プログラムを推進している。令和 3 年度に開始したソフトウェア中心の量子コンピュータ実習に加え、令和 4 年度からは IBM テストベッドを使ったハードウェア実習も開始した。ソフトウェアとハードウェア両方に精通した人材の育成に向け、今後も教育プログラムを拡充させていく。



写真 10：第五回粒子物理コンピューティングサマースクールの参加受講生と講師

⑦関連分野発展への取組（大型プロジェクトの発案・運営、ネットワークの構築、「共用」を含む研究設備の有効活用 等）

- 石野雅也は、LHC-ATLAS 実験の日本の共同代表として、グループ全体を主導し、研究を強力に推進している。
- 東京大学に設置した「地域解析センター」研究設備と CERN に設置した「ATLAS ミューオン検出器 (TGC)」研究設備は、42 カ国からなる国際研究チームによるエネルギーフロンティア素粒子物理学研究に活用されるとともに、日本の研究者コミュニティが世界と伍する研究を推進するプラットフォームとして活用されている。
- LHC-ATLAS 実験をアップグレードして衝突頻度を 10 倍にする高輝度化計画は、科学技術・学術審議会のロードマップのトッププライオリティ研究であり、フロンティア事業として認められた。
- 大型次期基幹計画である国際リニアコライダー (ILC) の計画全体の発案、推進方法の策定、推進体制の構築、実施、理工連携を超えた人文社会・経済界・産業界との連携を、本拠点が KEK とともに主導した。浅井祥仁は、ILC-Japan の代表として、ILC 計画の実現にむけて KEK と協力して進めている。
- 森俊則は、日本・スイス・イタリア・ロシア・米国で実施する国際共同実験 MEG の代表者として実験を提案・実施し、新しい学術分野「荷電レプトンフレーバー物理」を開拓した。
- PSI に設置した「MEG 実験」研究設備は国際コミュニティに対して荷電レプトンフレーバー物理の推進の場を提供している。
- 森俊則は、ICFA (国際将来加速器委員会) 委員として、日本の素粒子物理学コミュニティを代表して国際的な素粒子物理学研究の長期的な展望を議論し、国際コミュニティの将来計画の立案に貢献している。
- 浅井祥仁は、素粒子物理学の欧州戦略アップデート (2020 Update of the European Strategy for Particle Physics) 物理検討グループのアジア代表委員に選ばれ、今後重要となる素粒子物理学の様々なトピックについて国際的な議論を主導した。
- 浅井祥仁は、米国における科学諮問委員会 Particle Physics Project Prioritization Panel (P5) パネルメンバーに選ばれ、今後 10 年間の素粒子物理学研究プロジェクトの優先順位を推奨し、米国エネルギー省科学局の高エネルギー物理学、および国立科学財団の物理学部門に助言を行う高エネルギー物理学諮問委員会に報告するための議論に加わっている。
- JAHEP (高エネルギー物理学研究者会議) を代表する高エネルギー委員会に浅井祥仁が選ばれ、日本の素粒子物理学研究者の代表として、様々な議論や提案を行っている。
- JAHEP 将来計画委員会に奥村恭幸、澤田龍、飯山悠太郎が選ばれ、日本の素粒子物理学の将来計画の検討を行っている。
- 量子コンピュータの素粒子などへの応用研究を日本・米国・欧州の 3 極で立ち上げ、国際的な量子ハブとしての発展を目指している。
- 寺師弘二は、量子技術イノベーション拠点推進会議の国際連携分科会委員として、量子コンピュータ利活用拠点 (東京大学-企業連合) を含む 10 拠点の国際的な連携について、推進会議の議論に貢献している。

このように、現在の大型プロジェクトばかりでなく、将来プロジェクトの発案や、国内外で学術的意義を精査し、コンセンサスをつくること、社会的意義・技術波及に関する産業界との連携検討（先端加速器協議会）、社会への周知と国際協力体制の構築を非常に多くの方々の協力のもとに主導している。

⑧研究施設等を置く大学（法人）の機能強化・特色化に係る取組

本学では第3期中期目標期間の6年にわたって、「東京大学ビジョン2020」と「UTokyo Compass」にある「人間をはぐくむ教育」に不断の努力を続け、「知の世界拠点」にふさわしい先端的な教育研究の拠点整備やキャンパスを創造的に再生していくためのリノベーション等により、イノベーション創出、グローバル人材の育成など、「世界の公共性に奉仕する大学」として本学が担うべき役割を果たしてきた。第4期中期目標期間もその流れを継承しつつ、過去から未来に向けて長期を見渡す視野に立った取組を進めている。

本拠点は、特徴的なターゲットをもった本質的に学融合の組織として、3つの取組を実施した。

(1)「オールジャパン・オールワールドの国際研究拠点」で変革の原動力となる

アフターコロナ時代における海外の研究拠点での国際共同研究を推進するために、日本と欧州合同原子核研究機構（CERN）・日本とポールシェラー研究所（PSI）の頭脳循環の輪の中核として世界をリードする研究力の強化を図った。2年以上滞りがちだった人の物理的移動を伴う国際共同研究を立て直し、研究環境の改善を優先的に取組んだ。研究機会の回復と学生の「国際感覚をはぐくむ教育」「大学院教育：高い専門性」に大きく貢献している。同時に、最先端の素粒子研究を通して「卓越した学知の構築」に繋がっている。

(2)「研究の卓越性とデジタル革命」をマージする

LHCでのビッグデータや分散型大規模データを用いたディープラーニング応用研究は、平成30年度の準備期間を経て、年々研究領域を広げ、令和3年度の「量子AIテクノロジー研究分野」新設に至った。多様な研究プロジェクトを通して、国内外の卓越した研究者や将来有望な若手研究者を雇用したり、機動力のある民間の専門家を受け入れ、本拠点の量子AI共同研究を強化している。量子AIは増大するDXの消費電力を削減することが期待され、「地球規模の課題解決」に資する研究である。

(3)「量子コンピュータに関連するバリューチェーン」を繋ぐ

本学の量子イニシアティブ構想を軸に、量子技術の画期的な発展や社会実装、量子とコンピュータに堪能な量子ネイティブの育成といった、社会が成長できる次世代のエコシステムの基盤を築くことを目指しており、浅井祥仁は「量子ネイティブ育成ワーキンググループ」座長として、部局横断による新しい学際モデルを創出している。本拠点の「時代の先を読む」本質的な研究・教育は大学の機能強化に繋がっている。



川崎市に設置された IBM System One

4. 共同利用・共同研究に係る支援状況

②参加する研究者の支援のための特色ある取組（参加を促進するための取組、参加する研究者への支援の状況、参加する研究者の利便性向上等の環境整備の状況等）

- ATLAS 実験では、本拠点に設置された物理解析のための計算機「地域解析センターシステム」と、CERN で日本の研究者が占有できる計算機（サテライトシステム）を整備・運用し、共同利用に供している。双方の計算機リソースは高い稼働率を維持し、必要に応じて機動的な対応がとれるようにすることで、取得した約 700PB の大量のデータの戦略的な研究遂行を可能にした。これらのシステムには、常に最新のデータ解析ソフトウェアが導入されており、日本の共同利用者が各国の研究者と共同作業を進めるために有効活用している。システムの運用等に関するウェブページを用意しており、共同利用者の便宜を図っている。また、PSI においても、現地の計算資源や実験装置など、共同研究に必要な環境を提供している。
- LHC 第 2 期実験以降の研究がスムーズに進むように、平成 28 年度より CERN のクラウドサービスを採用した解析環境の提供等を開始し、共同研究者への支援内容を拡充した。
- データ解析に機械学習の導入を促進するための支援を行っている。シミュレーションデータを用いた機械学習のチャレンジ問題を作成し、日本グループの研究者や大学院学生（主に修士課程 1 年）が ATLAS 実験のデータ解析の一連の流れを学びつつ、機械学習の課題にもトライできるようにしている。更に、高性能な GPU が利用できる環境を提供している。
- 国内の多くの実験・理論研究者を集めた研究会を年に数回開催し、最新の研究成果を発信すると同時に、新しい研究課題の提案を行っている。発案テーマをただ受け付けるのではなく、国際的・先端的な観点で共同研究者に提案し、お互いの議論によって研究テーマを決めていく能動的な方法をとっている。



素粒子実験・理論の合同研究会

- ATLAS 日本グループは、これから物理解析の中心となる若手研究者・大学院学生向けにデータ解析のポータルページを運用している。ATLAS ソフトウェア講習会の教材などもこのページからアクセスできるようになっている。また、データ解析に関する部分では本拠点の教員がプログラムやデータベース問題の解決手順を指導するなどのサービスも行っている。
- 量子コンピュータの利用を促進するための支援を行っている。大規模メモリーや高性能 GPU が利用できる計算機環境を構築し、サービスを提供している。また、セミナーや勉強会なども開催している。量子コンピュータの実用化を目指す共同研究は、全国共同利用のなかでも先駆けと言える。
- 計算グリッドを使用する場合は、公開鍵暗号インフラで用いられる個人証明書が必要である。過去、国内には関連分野の研究者に証明書を発行する認証局が存在しなかった。そのため、利用者は外国の認証局から証明書を取得する必要があるが、非常に不便であった。国内の認証局を設立すべく、同じ分野でサービスを行っている高エネルギー加速器研究機構計算科学センターと協議し、物理分野の認証局を同センターに設置する作業を進め、平成 18 年度より運用を開始している。計算グリッドを使用する利用者は短期間で証明書を取得することが可能になり、利用者の利便性が向上している。

③拠点活動に対する全学的な支援の状況（人員、予算を含む）

(1) 最先端の国際共同研究で新たな変革をもたらすための戦略的展開

- 国際競争のなかで本学の研究者がレジリエンスを高めるために構築した「東京大学 CERN-LHC 研究拠点」を抜本的に強化し、その最先端の研究現場へ修士課程大学院学生の継続的派遣を行い、きめ細やかな指導により高度な専門性を持つプロフェッショナル研究者を育成するという事業を提案し、学内予算委員会（第2次配分）に予算要求を行った。本学の教育研究力強化に大いに貢献する事業と認められ、要求額どおりの予算が毎年維持されている。
- 世界的規模で分散するビッグデータを効率よく扱うためのディープラーニング応用研究班の立ち上げに対し、産学の多様なセクターとの協働を促す新規性の高い事業として、総長裁量経費や本部補助金の支援をいただき、令和元年度から同班を新設した。その後、同班の活動意義が高まるにつれて令和3年度に組織再編を行い、「量子 AI テクノロジー研究分野」は本拠点の成長基盤の強化と次のステージに押し上げている。

(2) 大学全体の機能強化に資する戦略的展開

- 本学に「Beyond AI 研究推進機構」を設立する事業の萌芽的研究として、「Multi-AI」の開発が採択され、令和2年度から始動している。外国人研究者1人を含めて2人のプロジェクト研究者を雇用し、戦略的に研究を進めている。
- 本学の量子イニシアティブ構想のなかで量子コンピュータの応用研究を推進するとともに、量子コンピューティングの素養を持つ若手人材育成のための「量子ネイティブ育成センター」を設立する予算を獲得した。Society5.0 実現に向けた重点分野の基盤強化を着実に進めている。
- 本学の量子イニシアティブ構想を集中して取組む教員ポスト（准教授1人・助教1人）を学内の再配分システムで優先的に承認された。

5. 関連分野の研究者コミュニティの意見の反映状況

○研究者コミュニティの意見や学術動向の把握への取組とその対応状況

- 研究協議会は、その構成員の半数（8人）が国際的にも著名な我が国のトップレベルの当該分野の学外研究者であり、研究協議会を通じて本拠点の人事を含めた運営にコミュニティの意見を反映させている。
- 参与会は、国内外の研究者コミュニティの権威で、学術政策や研究分野の全体動向に高い見識を持つ学識経験者で構成されており、センター長に助言又は勧告を行っている。年一度の会合で内部評価を行い、その助言をもとに本拠点の運営改善を図っている。
- LHC-ATLAS 実験の最新結果を、我が国の実験・理論の研究者コミュニティに迅速に伝え、その意見を反映すべく、研究会を年に2～3回開催している。LHCの最新結果は素粒子物理のみならず、宇宙論などに与える影響も大きい。逆に、LHCの結果を受けて、理論から新しい探索モードを提案されることもあり、非常に有用な協力関係を構築している。
- 本拠点の行っているプロジェクトに関して、ほぼ月に一度開かれている高エネルギー委員会（高エネルギー物理学研究者会議の代表によって構成されている）や、日本物理学会期間中の高エネルギー物理学研究者会議総会で進捗を報告し、コミュニティの意見を聞いている。

- 本拠点で推進していないプロジェクトに携わる研究者からも、素粒子実験分野が進むべき方向性に対する意見を広く聞くように努めている。本拠点はそれらの意見を反映する形で、高エネルギー加速器研究機構とともに分野全体を牽引している。学会などのコミュニティ内の会議等を通じてあげられた意見で、研究内容や予算的な対応が可能なものは速やかに実行し、共同利用体制の強化に努めている。一方、将来計画などの中長期的な展望は、将来計画諮問機関に意見をあげ、海外の指導的立場にある研究者との意見交換を行い、実現に向けて尽力している。
- 高エネルギー物理学研究者会議で選出される素粒子物理学実験コミュニティの代表となる高エネルギー委員会には、浅井祥仁（委員長）が入っており、コミュニティの意見や学術動向について議論し提言などを行っている。ここでの議論は、随時、本拠点の運営に反映させている。
- 石野雅也は ATLAS 日本グループの共同代表として日本の研究者コミュニティをまとめ、リーダーシップを取って、他国の研究グループと協力して国際共同実験を実施する責務を負っている。
- 森俊則は日本の研究者コミュニティの代表として、国際将来加速器委員会（ICFA）の委員となり、世界を代表する他の委員と議論を行い、国際的な素粒子物理学研究の将来について様々な提言を行っている。

8. 新型コロナウイルスの影響に伴う活動状況（該当あれば）

①新型コロナウイルスの影響に伴う課題等に対する取組状況

(1) 国際共同実験 ATLAS

本拠点が中心的役割を果たし、日本の大学・研究機関と共同で進める LHC-ATLAS 実験のミュオントリガーの研究開発は実験におけるデータ収集の成功の鍵を握り、コロナ禍でも継続的な貢献が必要不可欠であった。また、大学院学生を含む若手研究者が世界の第一線で、最先端の実験装置を用いた研究に直接携わることができ、国際共同研究の現場で認知してもらえる機会を生み出してきた。

特に令和2・3年度は CERN への渡航が大きく制限されたが、この状況下でもミュオントリガーの共同研究を更に維持・発展させるために、頭脳循環の発想に基づくリモート共同研究を開始した。具体的には、日本と CERN の間でリモート環境を整備・確立することで、国内の共同研究者があたかも CERN コントロールルームや地下実験室に居るかのように、ATLAS 実験装置を用いた研究を遂行することを可能にした。現地に常駐する本拠点の教員が、国内の共同研究者の要請に応じて即座に実験現場へのアクセスを行う仕組みを構築したこと、ネットワークを経由したリアルタイム制御・モニタリング機能を拡充させたことがあげられる。これらによって、日本にいながらにして実験装置を運転することが可能になり、コロナ収束後にも利用可能なシステムが構築された（写真 11）。このリモート共同研究により、最先端実験装置を用いた研究機会や国際的な認知機会を回復し、現在の Run3 実験でより良い成果を生み出している。

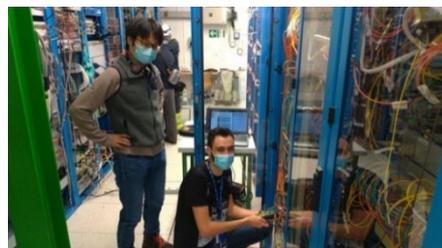


写真 11：（上写真）CERN 常駐の教員が地下実験室実験装置に物理的なアクセスが必要となる研究を遂行する。

（下写真）一方、国内の研究者とリアルタイムで接続を行い、日本から ATLAS 地下実験室での国際共同研究に貢献する環境を整備している。

研究環境改善のための創発的な取組は、ATLAS 実験コラボレーションからも高く評価され、今後の進歩やコラボレーション内の波及効果も期待されている。

また、CERN Summer Student Programme（加盟国の学部学生参加型）と一部コラボレーションし、修士課程の大学院学生を対象に CERN 全体を体感する目的で独自に実施している「CERN 夏の学校」

は、ウィズコロナ時代に先駆けた取組として、CERN と接続したバーチャル方式を取り入れ、計 39 人（令和 2 年度 11 人、令和 3 年度 15 人、令和 4 年度 13 人）が参加した（写真 12）。現地に常駐する教員が、ATLAS の地下実験室を YouTube 動画を使って誘導する等、アイデア性のある企画も取り入れた。リアルタイムで実験室での研究の様子を現地の教員とインタラクティブな議論をすることで刺激を大いに受けていた。



写真 12：CERN 夏の学校での ATLAS 東大グループの教員と大学院学生による集合写真

(2) 国際共同実験 MEG

MEG 実験では、以前より ウェブブラウザによる実験装置の遠隔運転・状況モニター、実験ログノートの完全デジタル化、計算機資源の共有など、共同研究実施におけるリモート化を推進してきたが、令和 2・3 年度は新型コロナウイルスの感染拡大を受け、更にその体制を強化した（写真 13）。

毎日実施するビーム試験進行打合せの完全オンライン化、Slack の導入による情報共有の迅速化、各検出器の操作・モニターに関する初心者向けインストラクションの充実などにより、共同研究者のリモート参加率を向上させた。

また、感染拡大防止策の徹底を図り、人員を確保した必要最小限の PSI 現地滞在研究者（教員等 3 人、大学院学生 4 人）と拡充したリモート参加での共同研究者の効率的な協働により、共同研究の実施継続が可能となった。



写真 13：ウェブブラウザによって実験施設内や検出器の状態が、共同研究者に 24 時間可視化されている。

② 新型コロナウイルスによる影響と対応状況

(1) 全体

- 海外出張を伴う共同利用・共同研究課題は、国内（外務省、大学・研究機関が定める基準）・海外（欧州の国境封鎖、研究機関の一時的閉鎖や入構制限）の相互的な要因により厳しい状況になったが、本拠点の教員は海外研究拠点のインフラを守るために、CERN・PSI 執行部や管理責任者との協議や安全対策を行って、駐在を続けた。令和 3 年度は常駐する教員と大学院学生の人数を安全を確認しながら増やし、令和 4 年度は欧州のコロナ規制が大幅に緩和された時期より拡大し、国際会議で情報発信する機会も得られた。また、日本と現地にいる教員が緊密に連携し、現地の教員を介したリモート共同研究を確立していった。こうした体制を軌道に乗せたことで、新型コロナウイルス感染症の影響で共同利用・共同研究課題が減少したり、中止になった事例はなかった。

- 次世代研究者育成のための海外派遣事業（ICEPP フェローシップ制度）は、CERN での研究遂行を目的に応募した他大学の博士後期課程大学院学生を令和3年度に2人、令和4年度に3人を支援した。それ以外にリモート研究環境をサポートする若手支援事業も公募した。
- 本拠点が主催するウィンタースクール（ICEPP シンポジウム）は、令和4年2月に2年ぶりに再開した。第28回を数えるこのシンポジウムは、素粒子・原子核・宇宙分野の若手研究者・大学院学生のための研究交流事業である。感染拡大防止対策のために参加募集人数を40人に絞り、抗原検査を開催地到着時に行うなどの万全なオペレーションを整え、感染者を出すことなく無事に完遂できた。令和4年度も前年度のノウハウを取り入れ、開催できた。

(2) 国際共同実験 ATLAS

- リモートから研究を行う方法を模索し、トリガーなどの開発研究も日本から、または完全に日本で実施することで対応した。また、物理解析研究はオンライン会議が議論や情報交換の標準的な場となり、海外の研究者との研究は従来と同じペースで行った。
- 海外からの招聘による国際会議・ワークショップや国内研究会は、新型コロナウイルス感染予防対策のため、初期の頃は実施自体が減少傾向にあったが、その後オンラインでの開催が標準となり、本拠点でも多数開催した（写真14）。令和4年度は感染防止対策を念入りに検討・準備し、5月に国際ワークショップ Physics in LHC and Beyond を島根県で開催した。全参加者人数の約4割がオンサイトで参加し、対面での研究者間のコミュニケーションが久しぶりに復活した。



写真14：令和3年5月に開催した新テラスケール研究会

(3) 国際共同実験 MEG

- 令和2年7月中旬から、PSI で実施される実験プロジェクトに関係する研究者等の入構は PSI パンデミックチームにより承認された。実験室では感染予防のための基本的な行動規則は定められているものの、ミューオン加速器も予定通りに運転稼働し、アップグレード実験の準備研究を進めるうえで大きな影響は生じなかった（写真15）。
- 令和3年11月には新型コロナウイルス感染拡大により中止されていた対面でのコラボレーションミーティングを PSI で開催し、以降も年3回のペースで実施することができた。また、コロナ禍以前に、日本で定期開催していた国際セミナーは令和5年3月に神戸大学で実施し、スイスとイタリアから共同研究者20人が参加した（写真16）。



写真15：2021年のビームタイムでの検出器準備作業。



写真16：国内で開催したMEG国際セミナー

以上

Ⅲ 研究協議会議事録

東京大学素粒子物理国際研究センター 第 19 回研究協議会 議事録 (案)

日時： 令和 5 年 1 月 16 日 (月) 10:00 ~ 12:00

場所： 新型コロナウイルス感染拡大を考慮して、素粒子物理国際研究センター会議室 (理学部 1 号館 1017 号室) と Zoom によるリモート接続のハイブリッド形式で開催

出席： 岡田 安弘、花垣 和則 (以上、高エネルギー加速器研究機構)、
中家 剛 (京都大学)、久野 純治、飯嶋 徹 (名古屋大学)、川越 清以 (九州大学)、
諸井 健夫 (東京大学理学系研究科)、
浅井 祥仁、森 俊則、石野 雅也、田中 純一、真下 哲郎、大谷 航、奥村 恭幸*、
寺師 弘二** (以上、素粒子物理国際研究センター) *議事録担当、**オブザーバー

欠席： 後田 裕 (高エネルギー加速器研究機構)、山口 昌弘 (東北大学)

1. 前回議事録

- 前回 (第 18 回) の研究協議会 (令和 4 年 1 月 19 日) の議事録案 (資料 1) が示され、承認された。

2. 報告

- 共同利用・共同研究拠点について

今年度の国立大学附置研究所・センター会議、及び研究協議会名簿に関して、浅井協議員が報告した (資料 2)。研究協議会名簿に関して、真下協議員が今年度末に定年を迎えるにあたり、澤田龍氏 (本センター准教授) が新任候補者であることが報告された。

- LHC 実験報告

LHC 加速器と ATLAS 実験の状況について石野協議員から、アトラス地域解析センター関係について田中協議員から、また、ATLAS 実験の物理解析の成果について奥村協議員から報告があった (資料 3)。資料に沿った説明の後、以下を議論した。

- ① アトラス地域解析センターの報告に関連して、浅井協議員から運用におけるウクライナ軍事侵攻の影響について質問があり、田中協議員が懸念事項等について説明した。
- ② ATLAS 実験の物理解析の成果報告に関連して、中家協議員から物理解析のための国内組織に関する確認の質問があった。
- ③ ATLAS 実験の物理解析の成果報告に関連して、中家協議員から Off-shell のヒッグス粒子生成の研究に対する解析チャンネルに関する質問があった。奥村協議員より解析に用いた終状態について回答された。
- ④ ATLAS 実験の物理解析の成果報告に関連して、浅井協議員から Run3 解析結

果を見て研究会を行う提案がなされた。

- **MEG 実験報告**

MEG 実験について大谷協議員が報告した（資料 4）。資料に沿った説明の後、以下の議論があった。

- ① 岡田協議員からミュオンビームを 100 倍に増強するための手段について質問があった。森協議員と大谷協議員より、100 倍の増強はビーム輸送に用いる磁石の改善によりミュオン収集のアクセプタンスを増やすことで達成される見込みであることが回答された。
- ② 岡田協議員から増強されたミュオンビームのユーザー層に関する質問があった。森協議員より、素粒子分野だけでなく、例えば物質構造科学等の分野のユーザーも多いことが回答された。

- **量子 AI 分野報告**

令和 3 年度に新設した「量子 AI テクノロジー研究分野」の深層学習に関連する研究について田中協議員が報告し、また量子技術に関連する共同研究体制や研究・教育について、寺師オブザーバーが説明した（資料 5）。資料に沿った説明の後、以下の議論があった。

- ① 岡田協議員から量子ビットを用いた新たな暗黒物質探索実験の手法に関して質問があった。諸井協議員より、ダークフォトンに随伴する電場の振動により、量子ビットが基底状態から第一励起状態に励起される現象を用いた探索可能性を検討していることが説明された。
- ② 浅井協議員から量子コンピュータの計算機としての活用のみにとどまらず、検出器（センサー）としての活用も模索しコミュニティに研究活動を広げていくという意見が示された。

- **センター人事及び教員評価について**

浅井協議員が、本センターの特任准教授公募（1 件）、テニュアトラック助教公募（2 件）、特任助教公募（2 件）、特任研究員公募（1 件）について、また教員評価委員会について報告した（資料 6）。資料に沿った説明の後、浅井協議員から人事公募に関連して、博士号取得後に高エネルギー業界を離れる学生が増えていることが指摘された。キャリアパスの多様化の価値は重要視する一方で、優秀な人材を高エネルギー業界に呼び込むための努力がコミュニティ全体で必要であるという意見が示された。

3. 共同利用について

- **ICEPP フェローシップに関する報告**

大谷協議員から ICEPP フェローシップについて令和 4 年度の選考結果が報告され、令和 5 年度の公募案が説明された（資料 7）。令和 4 年度まではコロナ禍に伴う渡航規制などに留意し、国内で海外の研究に参加するための研究費としての利

用も特例として認めていたが、令和 5 年度公募からは従来通りの海外研究機関への中・長期滞在のサポートに限った運用に戻すことが確認された。

- 令和 4 年度共同研究状況
大谷協議員から令和 4 年度共同研究状況、新規・継続課題件数等について報告があった（資料 8）。
- 令和 5 年度共同研究公募
大谷協議員から令和 5 年度の共同研究公募案について説明があった（資料 9）。
- 第 29 回 ICEPP シンポジウムの開催
大谷協議員から第 29 回 ICEPP シンポジウムについて招待講演者や参加者名簿の説明があった（資料 10）。

4. 概算要求について

浅井協議員から令和 5 年度概算要求について説明があった（資料 11）。

資料に沿った説明の後、中家協議員より量子 AI 予算に関する質問があった。浅井協議員が予算規模について説明した。

5. 各委員会メンバーについて

浅井協議員から各委員会メンバーについて説明があった（資料 12）。運営委員会では星野委員（理学系研究科長）と染谷委員（工学系研究科長）が今年度末までの任期であることが確認された。研究協議会では真下協議員が今年度末までの任期であることが確認された。

6. 客員教員について

浅井協議員が、今年度で任期満了となる客員教授 2 名（寄田浩平氏・早稲田大学、高橋史宜氏・東北大学）の後任について、田島治氏（京都大学・教授）、兼村晋哉氏（大阪大学・教授）が候補者であることを報告した（資料 13）。運営委員会での審議後に決定されることが確認された。

7. 素粒子国際研究センター組織図及び規則

浅井協議員により、今年度は組織図及び規則に改正がないことが確認された（参考資料）。

以上