

自己点検・評価に関する報告書 (2018年度)

2019年9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 9

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 11
 - 1-2 研究施設の組織等 13
 - 1-4 研究施設の取組等 15
 - 1-5 研究施設の国際交流状況 19
 - 1-6 研究施設の教育活動・人材育成 22
 - 1-7 研究施設の情報発信・広報活動等 23
- 2 共同利用・共同研究拠点の状況
 - 2-1 拠点の活動状況等 25
 - 2-2 共同利用・共同研究の実施状況 30

III. 研究協議会議事録

- 第 15 回研究協議会議事録（案） 45

I 研究活動報告

LHC + ATLAS 報告

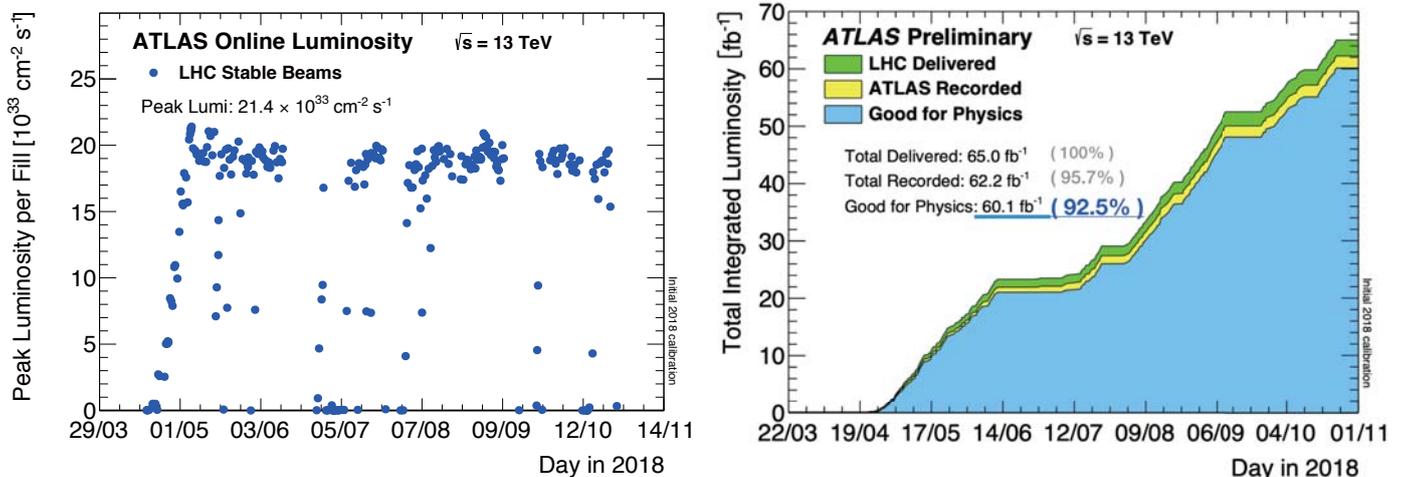
2018年1月以降のLHC加速器・ATLAS測定器の運転状況と、次期プロジェクト高輝度LHCに向けたアップグレードの準備状況について報告する。

2018年のLHC加速器運転状況とATLAS実験のデータ取得状況

2018年は、2015年から4年間続いたLHC Run-2期間の最終年度にあたる。重心系エネルギー13 TeVでの陽子衝突データ取得に加え、加速器の設定を変更した2種類の特別なデータ取得（超前方の検出器を使った2種類の実験）、ならびに、核子あたり重心系エネルギー5.02 TeVでの鉛衝突データ取得をおこなった。

3月末 加速器に陽子を入射、4月中旬以降 陽子衝突データの供給を開始、バンチ数を増やしながらか運転を続け、5月上旬には最大バンチ数2556に到達した。(1) 昨年同様、BCMSスキームによる小さなエミッタンスの実現 (2.0~2.5 micron) (2) fillの前半、ビーム交差角度を160 micro-radianから130 micro-radianまで連続的に狭めてform factorを稼ぐ (3) fillの終盤、 β^* を30 cmから25 cmに変更する：これらの効果により最大輝度は $2.1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ に到達し、また1ラン（約12時間）ごとに450 pb⁻¹、1週間で5 fb⁻¹のデータ取得が可能になった。その後、バンチあたりの陽子数を増やすことによる最大輝度の向上を試みたが、2017年夏に頻発した「16.L2問題」が再発して、ビームロスを高頻度で誘発してしまった。1バンチあたりの陽子数を 1.15×10^{11} にとどめられることでこの問題を回避できることがわかり、そのまま10月末まで運転を続けた。最大輝度は $1.95 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ にとどまったが、安定度の高い運転が可能となり、結果として1年あたり過去最高の65.0 fb⁻¹のデータがATLAS実験に供給された。

ATLAS実験の測定器・インフラストラクチャー・データ収集システムは1年を通じて、高効率で稼働し続けた。各検出機のエレクトロニクスに搭載するファームウェアの改良、それをコントロールするソフトウェアの改良を継続しておこなった。データ記録効率は最後まで向上し続け1年を通じた効率は95.7%に到達、記録したデータのうち物理解析に使用可能なデータは97.5%であった（加速器が供給したデータ量の92.5%に相当する）。2018年のCMSの実績88%と比べて4%以上高い効率で物理解析に可能なデータを収集したことになる。

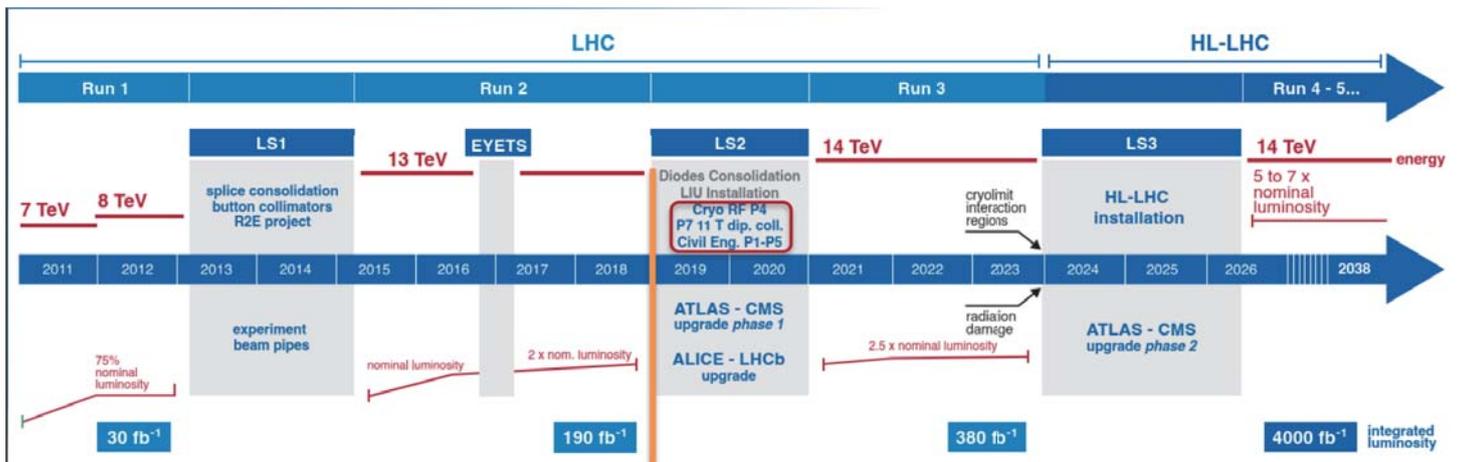


LHCアップグレード

高輝度LHCへのアップグレードを含めた LHC加速器の長期スケジュールは、以下の通りである。2018年末に4年間続いたRun-2が終了し、2019+2020年にLong Shutdown (LS2) に入った。2021-2023年 (Run-3)、衝突エネルギーを14TeVにあげて運転を再開する。その後2年間のLong Shutdown (LS3) を挟んで、高輝度LHC (High-Luminosity LHC) プログラムへと続く。

2016年6月にCERN CouncilでHL-LHCプロジェクトが正式に承認された際には、最大輝度 $5.0 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、10年間の積算ルミノシティが 3000 fb^{-1} が標準シナリオとして考えられていたが、その後、最大輝度 $7.5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、10年で 4000 fb^{-1} に到達するルミノシティプロフィールが Ultimate Scenarioとして考えられている。

プロジェクトの実現に向けて2018年夏、2箇所のビーム衝突点においてcivil engineeringが始まった。また、HL-LHCプロジェクトにおいて新たに導入される磁石の試作・試験が進んでいる。日本が担当しているD1磁石については、2つ目のショートモデルの制作・試験がおこなわれた。新しい超伝導線材 Nb_3Sn を使った最終収束磁石についても、ショートモデルによる試験を終え、プロトタイプの試験が進められている。



ATLAS実験アップグレード

LS2 (2019、2020年) 期間におこなわれる Phase-1アップグレードでは、次の3つが主要な改良点としてあげられる。

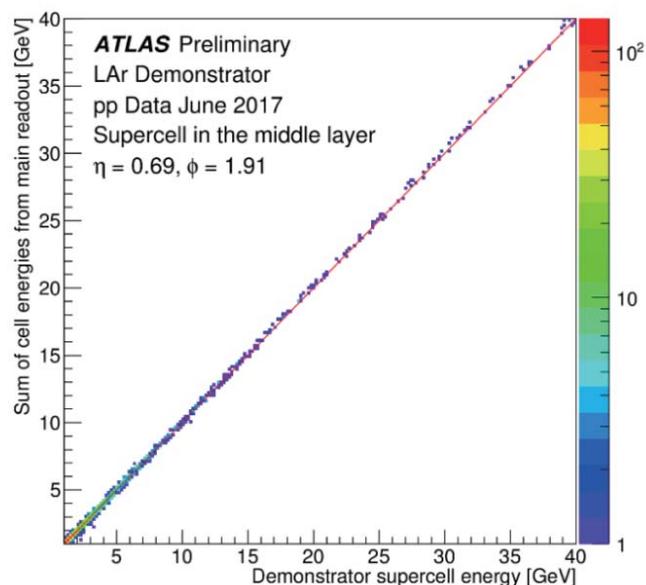
(1) New Small-Wheel (Endcap部 最内層のミュオン検出器) の刷新: LHC加速器の高輝度運転によって生じる背景事象の増加に対してロバストな検出器を導入すること、Level-1ミュオントリガーで利用できるトラック情報を生成することが目的である。ICEPPは、New Small-Wheelを構成する検出器の1つ、Micro-MegasのResistive foil (全数) を神戸大学と協力して生産・検査した。

(2) Level-1トリガーの刷新： LHCの高輝度化に伴ってATLAS実験のデータ収集系に生じる最初のボトルネックは初段のハードウェアトリガーに存在する。これを解消するためにカロリメータトリガーとミュオントリガーのエレクトロニクスを入れ替える。大規模FPGAと高速光通信技術を多用しているのが新しいハードウェアに共通した特徴である。ICEPPは、新たなMuon Trigger回路のファームウェア開発と試験を担当し、また、新しい回路の in-situコミッショニングをリードしている。

(3) Liquid Argonカロリメータ エレクトロニクスの刷新： カロリメータトリガーは、Liquid Argonカロリメータで測定されるエネルギー情報を元にトリガー信号を生成する。検出器からの信号を、これまでより遥かに高い精度でエネルギーに変換するエレクトロニクスが新たに導入される。2018年は、試作した2枚の回路（front-end：LTDB）をATLASにインストールし、実際の陽子衝突データを使って動作試験をした。ここで期待どおりの性能が出ることを確認し、マスプロダクションに入った。back-endエレクトロニクスについては、energy算出アルゴリズムの最適化をおこなっている。ICEPPは、これらのコミッショニングと開発を主導している。



新たに開発したLevel-1ミュオントリガー回路。2018年に全数作成し試験を完了した。すべての必要な機能を実装したファームウェアの開発・試験をおこなった。



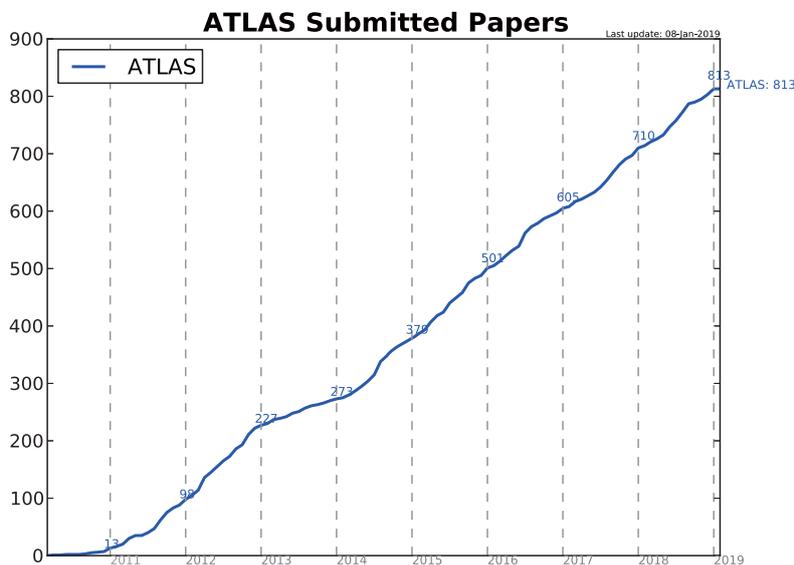
試作したLiquid Argonエレクトロニクスを使って算出したエネルギー（横軸）とオフラインで計算したより精度の高いエネルギー（縦軸）の相関図。2018年の陽子衝突データを使ったデモンストレーション。

LS3 (2024 - 2026年) 期間におこなわれる Phase-2アップグレードでは、インナートラックと Trigger DAQシステムが大幅刷新される。ICEPPは、ミュオントリガーシステムの改良、特に新たに導入する Muon Drift-Tubeの情報を使ったトリガーを開発している。シリコン検出器の情報を使ったトラックトリガーの技術 (Associative-Memoryを使ったトリガー) を、ミュオントリガーに応用し、高速・高効率・高精度を実現する新しいトリガー技術の開拓に挑戦している。2018年におこなったfeasibility studyの結果をTechnical Design Report (2018年夏出版) の中で公表し、さらに継続して開発を進めている。

付録・参考資料

ATLAS appointments (2018 —)

ATLAS Run Coordinator :	石野
ATLAS Publication Committee member :	寺師
ATLAS Speakers Committee member :	江成
物理 Higgs WG : H→bb convener :	増淵
物理 Exotic WG : Leptons, Z', W', LFV convener :	奥村
Offline Reprocessing coordinator :	野辺
TDAQ: Level-0 Muon Trigger convener :	石野
L1 Muon Trigger Phase-1 Upgrade convener :	齋藤
LAr speakers committee :	江成



アトラス地域解析センター関係報告

Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)と ATLAS Distributed Computing (ADC)

LHC・Run2 実験の最後の年となる 2018 年は、昨年と同様に陽子・陽子の衝突エネルギーは 13TeV でデータを取得し、ピークミノシティ $2.1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ を達成しました。記録された積分ミノシティは ATLAS で 62.2 fb^{-1} で、生データは 66 億事象、7.2PB に相当します。これらのデータは WLCG 上で解析が行われ、図 1 に示すようにこれまでに蓄積されたデータはモンテカルロシミュレーション (MC) データなどを含めて 400PB を超えています。図 2 は ATLAS で同時に処理しているジョブ数を示します。常時 30 万程度のジョブが実行されていたことが分かります。スパイク状(最大 80-90 万ジョブ)のピークは MC 生成のためにクラウド(x86 系)や HPC(スパコン)等の資源を一時的に ATLAS に使ったことに対応しています。

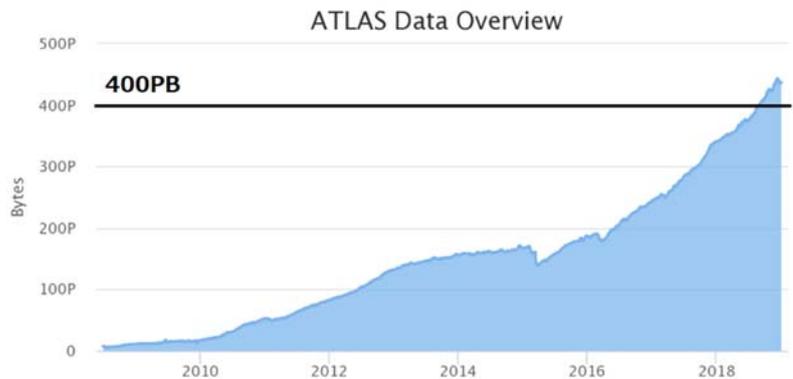


図 1. ATLAS 分散データ管理システム Rucio に保存されているデータ量 (2008 年-2018 年)

地域解析センターシステム

地域解析センター第 4 期システム(レンタル期間 2016-2018 年)は 2018 年も順調に稼働し WLCG に大きく貢献しました。10 月下旬にはほとんどのノードの OS を SL6 から CentOS7 に問題なく移行しました。表 1 は 2018 年 1 年間の運転状況を示しており、通年の絶対稼働率が 98.2%、運転予定期間に対する運転効率は 99.3%でした。

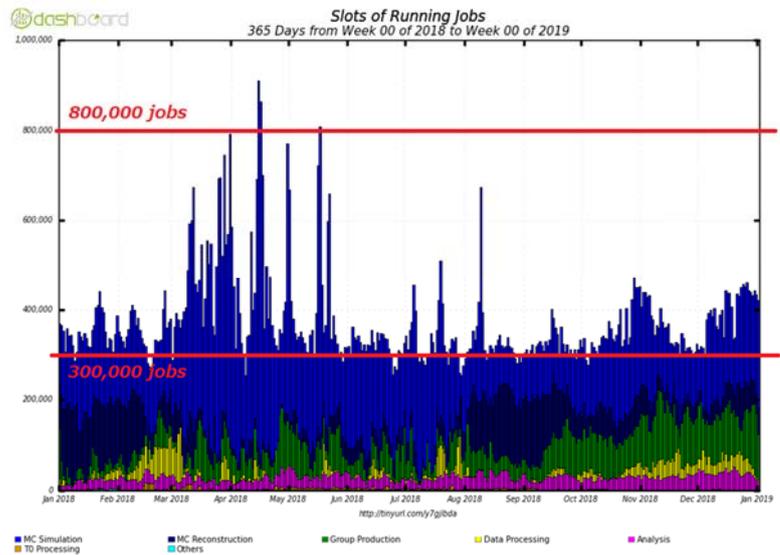


図 2. 2018 年 1 月-12 月の実行中のジョブ数 (青: MC 生成、黄: データプロセス、ピンク: 解析)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
稼働率	93	99	99	100	100	100	100	100	100	89	98	100	98.2
効率	94	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.3

表 1. 2018 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. 1 月の運転効率の低下は Kernel の深刻な脆弱性(Spectre と Meltdown)に伴うパッチの不具合により不安定になったため。

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、SINET5 が提供する欧州線 20Gbps、米国 100Gbps などを 2018 年も活用してきました。欧州線については、LHC の今後の期待されるデータ量増加や Belle2 実験開始に向けて 100Gbps での通信ラインが 2 月に開通する予定です。図 3 は 2018 年における地域解析センターと各国のデータ転送レートの変動を示しています。ピークでは日平均 1000MB/s (=8Gbps) を超えることもあり、SINET を十分に活用していることが分かります。

12 月から第 5 期システム(レンタル期間 2019-2021 年)に入れ替える作業を開始し、1 月から本格的な運用を開始する予定です。

HL-LHC では計算機資源不足が懸念されており、我々も従来のオンプレミス(=自前の運用)環境のみに頼った運用では十分な計算機資源確保できない可能性があります。そのため、商用クラウドである Google Cloud Platform を活用する研究開発を開始しました。また、機械学習(Google の TPU の活用など)の継続的な研究や 10 年先の計算機技術として量子コンピューターの応用研究も開始しました。

CERN サテライトシステム

CERN サテライトシステムはオンプレミス環境の古くなった(10年以上)計算機資源を整理(廃棄)しながら、オンプレミスと CERN クラウドサービスの両方で運用を行ってきました。オンプレミスのストレージ約 200TB 分を新しくし、全体として約 1400 コア、ディスク約 2PB、EOS ストレージ約 3PB で稼働しています。図 4 は実行中のバッチジョブ数の変化を示しており、ATLAS 日本の研究者が年間を通じて利用していることが分かります。

その他の活動

昨年度から始めた「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)に講師陣(4名)として参加し、ATLAS ソフトウェアも含めた講習会を KEK で開催しました。今年度は 48 名の受講生が参加しました(図 5)。このような講習会は今後も継続的に行っていく予定です。

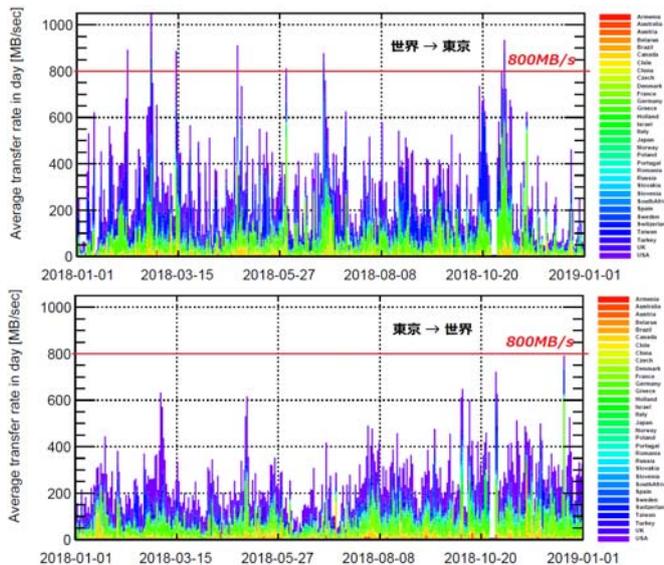


図 3. 東京へ(上図)及び東京から(下図)の日平均のデータ転送量(2018 年)。色は転送相手の国を示す。

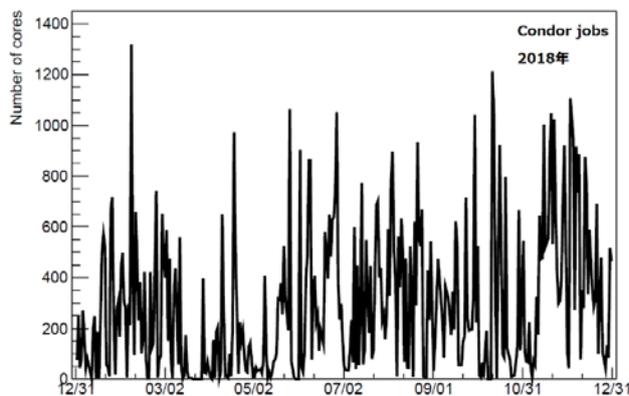


図 4. CERN サテライトシステムの実行中バッチジョブ数(ピーク時には 1300 コアが使用されている。)



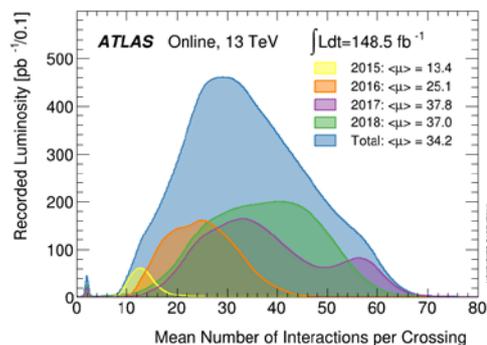
図 5. 2018 年 8 月コンピューティングサマースクール受講生と講師の集合写真(KEK)

「LHC-ATLAS 実験からの物理成果」

LHC Run2 のデータ収集は 2018 年で完了した。実験期間を通じて、LHC-ATLAS 実験では 150 fb^{-1} のデータを収集し、そのうち 94%が物理データ解析に使用できる見込みである。前年度 (2017 年) の後半は、先述の「16.L2 問題」への対応として、バンチ数を 1920 バンチに落として LHC を運転したが、2018 年は 2556 バンチでの運転を実現した。結果、2017 年運転と同様に高い瞬間ルミノシティーを維持しつつも同一バンチ交差での多重衝突数(パイルアップ数)は比較的 low に保たれ、物理解析に理想的なデータが収集された (下図)。

現在 Run2 期間に取得された全データの解析が進行中で、2019 年初頭より順次データ解析結果を論文として出版する予定である。本センターでは、SUSY、Exotics、Higgs などの研究テーマのデータ解析を主導的な立場で遂行しており、特に重要な結果については 2017 年までのデータ (80 fb^{-1}) を用いた速報結果を公表した。

また、前年度に引き続き、ATLAS 日本グループとして大学・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 CERN における大学院博士課程学生のデータ解析研究に対する現地でのサポート体制の充実を図る。CERN に常駐する本センターの教員は、他大学・機関の教員と協力しつつ、リーダーシップをとって本活動を推進している。これは共同利用・共同研究拠点としての本センターの重要な貢献の一つとなっている。また本枠組みを用いて、ATLAS 日本レベルのトピカルミーティングも定期的で開催しており、データ解析の高度化、特に新しい解析手法の開発研究や機械学習の応用研究についての議論を行った。本センターの学生・教員を含めたメンバーは、これらの活動においても活躍している。



以下に、2018 年に新たに公表した結果のうち、本センターのメンバーが主要な貢献をして公表された、いくつかの結果をまとめる。

SUSY が予言する新粒子の探索:

- 第三世代のクォークに崩壊するグルイーノ対生成事象の探索。予想される背景事象数に対しデータに超過がないことを確認した。グルイーノがトップクォークやボトムクォークに限定的に崩壊するモデルに対し、グルイーノ 2.2 TeV、LSP 800 GeV までの仮説を棄却した。

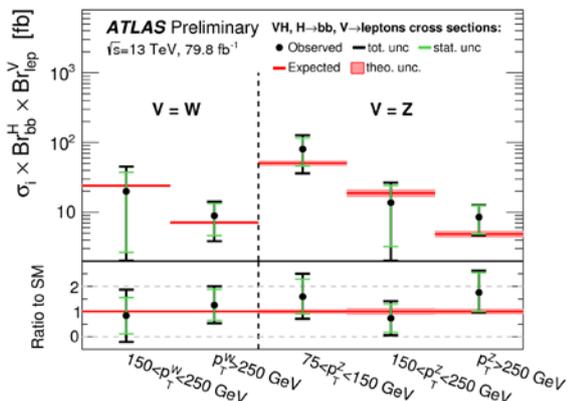
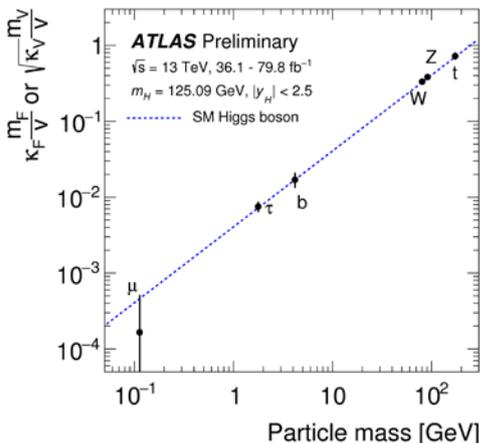
Exotics 新物理の探索:

- 弱ベクターボソン対に崩壊する新粒子の探索。特に、1 TeV を超える共鳴に対して探索感度を確保するために、弱ベクターボソンの崩壊で生じた 2 つのクォークジェットが一つの大きなジェットとして再構成される事象に対して最適化を行った。その結果、従来の探索手法に比べ質量に応じて 2 倍から 4 倍の探索感度向上を達成した。80 fb⁻¹ のデータを用いた 1.2 TeV から 5.0 TeV の新共鳴の探索解析により、有意な超過が見られないことを示し、様々な新物理モデルにこれまでで最も厳しい制限を加えた。
- 二光子共鳴を用いた新しいスカラーの探索。80 fb⁻¹ のデータ量を用いた解析で、特に 65 GeV から 110 GeV の質量領域を対象に探索を行い、有意な超過が見られないことを確認した。結果 Fiducial cross-section に換算し 30-101 fb の制限を付けた。
- 光子ジェット対に崩壊する新しいスカラーの探索。36 fb⁻¹ のデータを用い、コリメートした複数の光子が検出器中で一つの光子として検出される事象（「光子ジェット」と呼ばれる）に注目した共鳴探索を、LHC 実験で初めて行った。中間粒子として擬スカラー「a」を含むベンチマーク信号モデルについて精査した。ベンチマークモデルの生成断面積に換算して、0.1 – 100 fb の新粒子質量に応じた制限を付けた。

SM ヒッグス粒子の測定:

- 2017 年までの 80 fb⁻¹ のデータ統計を用いて、ヒッグス粒子と、第三世代フェルミオンであるタウレプトン、トップクォーク、ボトムクォークとの結合を、すべて 5σ を超える統計的有意さで観測し、フェルミオンの質量起源がヒッグス粒子にあることを明らかにした。またヒッグス粒子への結合の強さは、現在までに観測されているゲージボソン、フェルミオンに対して標準模型と無矛盾であることを確認した。（下左図）
- 特に本センターは、ボトムクォークへの結合の発見、および測定に対して主導的な貢献を果たした。発見に引き続き、H→bb 過程を用いて VH 生成過程を精査し、V の横運動量に対する微分断面積が標準模型の予言と誤差の範囲内で一致することを示した。関連して以下の結果を公表した。

- ボトムクォークへの崩壊モードを用いた qq→VH 生成過程の発見 (5.3σ)
- ヒッグス粒子のボトムクォークへの崩壊チャンネルの発見 (5.4σ)
- VH(→bb) 過程における V の横運動量に対する微分断面積測定 (下右図)



MEG 実験報告

本センターは、国内では KEK、海外からはスイス・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 を実施している。これは、標準理論で禁止されているミューオン崩壊 $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 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。

MEG 実験を一桁上回る探索感度 ($\sim 6 \times 10^{-14}$) のアップグレード実験 MEG II (図 1) の開始に向けた準備が精力的に進められた。大幅に性能を改善する MEG II 検出器の中で、唯一未完成であった新しい陽電子ドリフトチェンバーが完成し、昨年 7 月末に組み立てが行われたイタリア・ピサから PSI に移送された (図 2)。昨年末にはすべての検出器を用いたミューオンビーム試験が行われた。読み出しエレキの製作の遅れにより読み出しチャンネル数が限定された状態ではあったが、各検出器の性能評価、問題点の洗い出しに必要な各種データを取得した。

液体キセノンガンマ線検出器については、キセノンの純化、光センサーの較正、ノイズ対策など、検出器の本格運転に向けた準備が行われた。専用の Cockcroft-Walton 陽子加速器により生成したガンマ線を用いた試験が行われ、単色ガンマ線 (17.6, 14.6 MeV) のエネルギー分布を測定した (図 3)。また昨年末のミューオンビーム試験では、主要な背景ガンマ線であるミューオン輻射崩壊ガンマ線のエネルギー分布を測定した (図 4)。

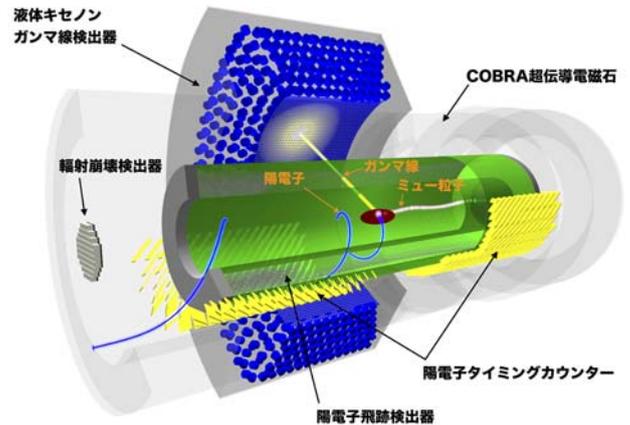


図 1 MEG II 検出器概観



図 2 スペクトロメータマグネットに挿入されるドリフトチェンバー

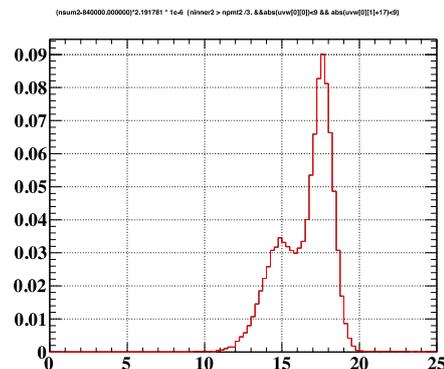


図 3 液体キセノン検出器により測定された単色ガンマ線 (17.6, 14.6 MeV)

陽電子タイミングカウンターについては、既に一昨年のミュオンビーム試験において期待通りの性能(30ps 台の時間分解能)を有することが確認されているが、去年は、懸念されている放射線損傷による性能悪化の問題を解決するための冷却装置の導入が進められた。

探索感度のさらなる向上を目指し日本グループが提案した輻射崩壊同定用カウンターについては、既に基本動作確認が済んでいる下流側検出器の性能評価試験を継続して行った。また上流側検出器の追加導入に向け、ミュオンビームへの影響や検出器の放射線耐性の調査、検出効率の改善といった研究開発も進めている。

ドリフトチェンバーについては、MEG II 実験で想定される強度のミュオンビームを用いて動作試験、混合ガスの最適化などが行われ、ミュオン崩壊からの陽電子の飛跡を観測した(図5)。現在、内側レイヤーの動作が不安定で適正電圧を印加できない問題があり、今年前半の加速器シャットダウン期間中に原因調査と対処が行われる予定である。

ノイズ問題など残された幾つかの課題を解決し、実験で使用する読み出しエレキの量産が予定通り進めば、今年末に全検出器を用いたエンジニアリングランを開始できる見込みである。ここでは、検出器間の相互較正、分解能、安定性など詳細な検出器性能評価を行う予定である。来年以降、準備が整い次第本格的な物理データの取得を開始することを目指す。2~3ヶ月の本格的なデータ取得でMEG実験を超える感度での探索が可能となる見込みである。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他の実験グループの動向に依存するが、3年間のデータ取得で目標感度に到達することを目指す。

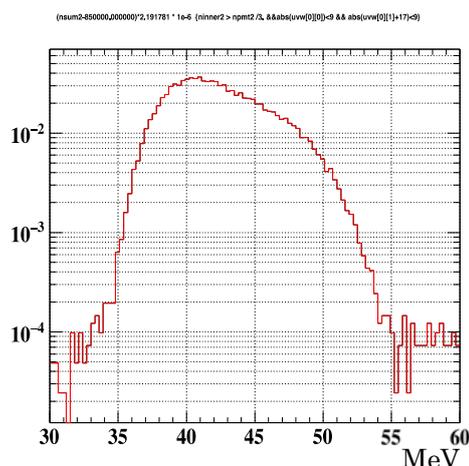


図4 液体キセノン検出器により測定した背景ガンマ線スペクトル

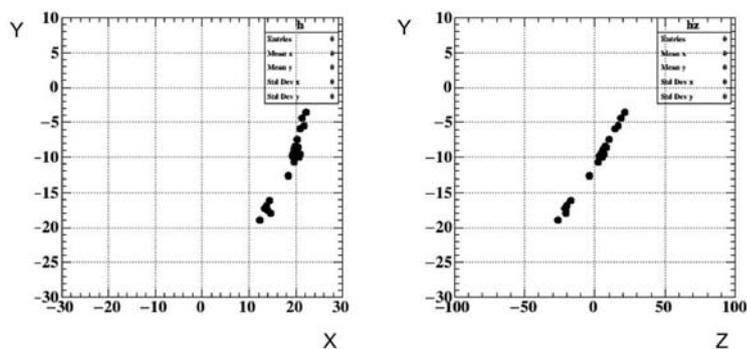


図5 ドリフトチェンバーにより観測されたミュオン崩壊陽電子の飛跡

II 共同利用・共同研究拠点 実施状況報告書（抜粋）

共同利用・共同研究拠点 平成30年度実施状況報告書 単独拠点(単独)

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	ごのかみ まこと 五神 真
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	平成28年4月1日～令和4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		
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。		
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。		
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
該当なし			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3期中期目標期間	<p>I 大学の教育研究等の質の向上に関する目標</p> <p>1 教育に関する目標 (1)教育内容及び教育の成果等に関する目標</p> <p>② 大学院では、修士・博士・専門職学位の各課程において、自ら考え、新しい知を生み出し、人類社会のための知の活用を目指して行動する意欲満ち溢れた人材(「知のプロフェッショナル」)を育成する。</p>	<p>I 大学の教育研究等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>1 教育に関する目標を達成するための措置 (1)教育内容及び教育の成果等に関する目標を達成するための措置</p> <p>②-1 国内外の各界で活躍する「知のプロフェッショナル」を育成するため、大学院では引き続き高度な専門性と研究能力を養うとともに、学問領域や社会の必要性に応じた領域融合的・境界横断的な教育を強化する。また、研究倫理教育を徹底する。</p>
	<p>2 研究に関する目標 (1)研究水準及び研究の成果等に関する目標</p> <p>① 世界の学術を牽引する総合研究大学として、人文科学・社会科学・自然科学のあらゆる学問分野において卓越性と多様性を追求するとともに、これを基盤として新たな学問領域の創成に積極的に取り組み、世界に先駆けて新たな知を生み出し得る世界最高水準の研究を実施する。</p> <p>(2)研究実施体制等に関する目標</p> <p>① 研究の多様性を促進しつつ、研究競争力を世界主要国と比肩しうよう適正かつ機動的な予算確保及び教員配置に努め、研究環境の整備を推進する。</p>	<p>2 研究に関する目標を達成するための措置 (1)研究水準及び研究の成果等に関する目標を達成するための措置</p> <p>①-2 国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点においては、大学の枠を超えて国内外の研究者の知を結集するとともに、研究情報を国内外に提供あるいは発信し、当該分野の学術研究を効率的・効果的に推進する。さらに、共同研究の成果や活動のアウトリーチを強化し、研究の社会への発信や国際研究交流を促進する。</p> <p>(2)研究実施体制等に関する目標を達成するための措置</p> <p>①-3 研究を安定的に継続するため、また新たな研究展開を推進するため、高度な専門性を有する研究を支援する人材の育成及び制度化を行う。さらに、研究者が研究に専念できる時間を確保し、萌芽的研究の遂行や国際ネットワークの拡大の機会を増やすために、サバティカル制度の積極的かつ有効な活用を推進する。</p>
	<p>5 その他の目標 (1)グローバル化に関する目標</p> <p>① 「知の協創の世界拠点」にふさわしい教育研究環境を充実させ、教育研究のグローバル化を推進し、我が国ならではの総合研究大学の新しい世界展開モデルを創出するとともに、中長期戦略に基づく関連組織と事務体制の機能強化を図る。</p>	<p>5 その他の目標を達成するための措置 (1)グローバル化に関する目標を達成するための措置</p> <p>①-1 第2期中期目標期間中に構築した海外の有力大学との通常の学術交流協定を越えた特別な協力関係(戦略的パートナーシップ)を活用して教育研究の国際展開を図り、提携大学・提携機関との間で、共通カリキュラムや共同研究等の新しいスキームを構築する。</p>

1-2. 研究施設の組織等

1. 教員数

[単位:人]

	平成30年度(H31.3.31現在)														総数	
	常勤									併任教員数	非常勤					
	現員数	任期制導入状況									現員数	(女性数)	(外国人数)	未(若手数) (40歳)		以(若手数) (35歳)
		(女性数)	(外国人数)	未(若手数) (40歳)	以(若手数) (35歳)	(任期付教員数)	(女性数)	(外国人数)	満(若手数) (40歳未)							
教授	4					1				1						5
准教授	4			(1)	(1)											4
講師																0
助教	15		(1)	(8)	(3)	(6)		(1)	(6)	(2)						15
助手																0
技術職員	1															1
事務職員	1	(1)				(1)	(1)				2	(2)				3
その他	2			(2)	(2)	(2)			(2)	(2)						2
合計	27	(1)	(1)	(11)	(6)	(10)	(1)	(1)	(8)	(4)	1	2	(2)	(0)	(0)	30

※()は現員数の内数

○その他人員(H31.3.31現在)

特任研究員2名

※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

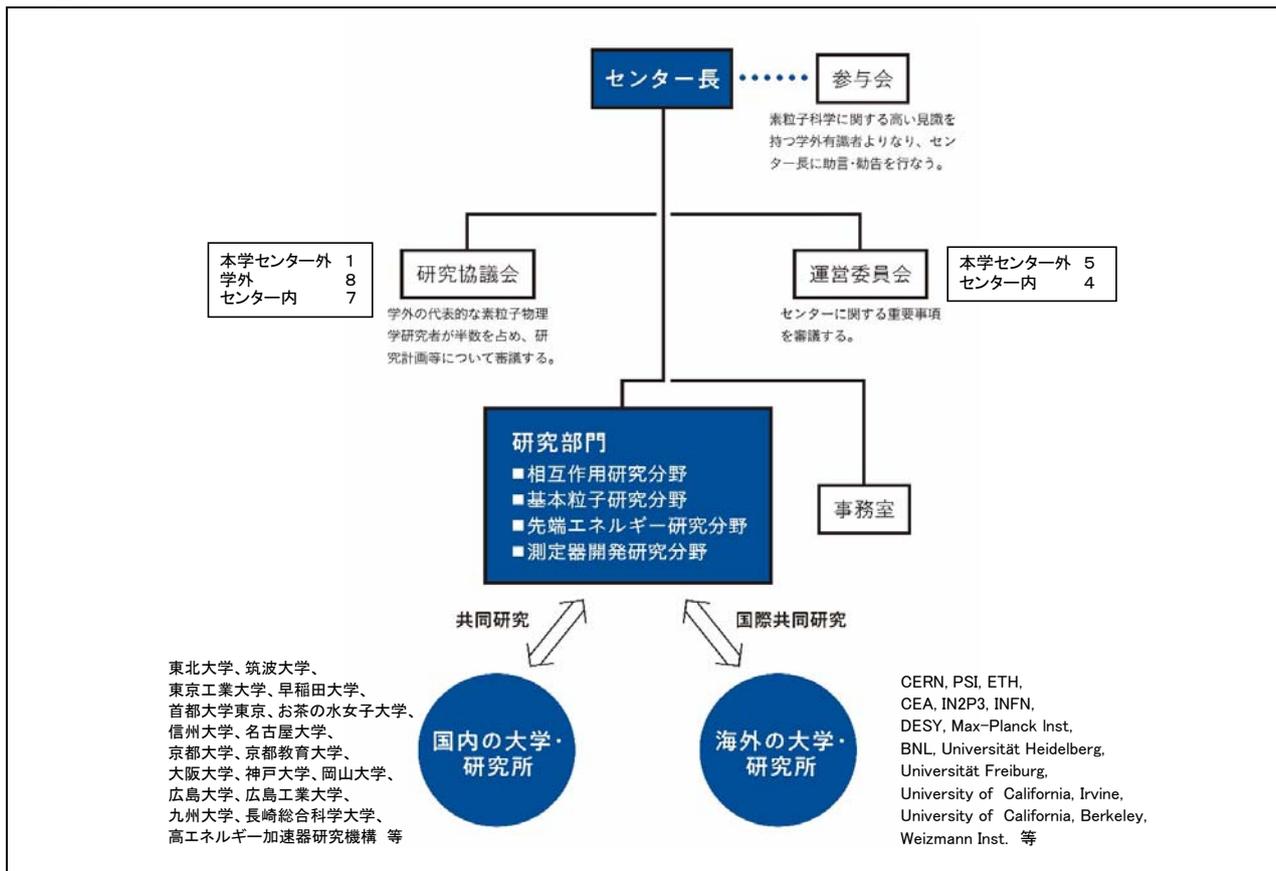
	平成30年度					
	転入等			転出等		
	総数	(新規採用者数)	(内部昇任者数)	総数	(退職者数)	(内部昇任者数)
教授	1		1	0		
准教授	2		2	1		1
講師	0			0		
助教	3	2	1	3		3
助手	0			0		
合計	6	2	4	4	0	4

②転入元・転出先一覧

平成30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	東京大学	准教授	教授		
准教授	東京大学	助教	准教授		
講師			講師		
助教	東京大学	特任助教	助教		
	東京工業大学	特任助教			
	日本学術振興会	特別研究員PD			
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(1)-1 東京大学基本組織規則
- *別紙(1)-2 東京大学素粒子物理学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(2) 東京大学素粒子物理学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(3) 東京大学素粒子物理学国際研究センター第15回研究協議会議事録(案)等

1-4. 研究施設の取組等

1. 研究施設等の研究者による研究成果の概要(特許を含む)

年度	研究成果の概要	学術的意義又は社会・経済・文化的意義	関係研究者名
平成30年度	[ATLAS実験] Run2実験の最後の年となった平成30年には約62fb ⁻¹ 、約66億事象というこれまでにない大量の実験データを取得した。これらを解析するための計算機資源の大きな需要に、地域解析センターは世界分散解析網「計算機グリッド」と「ATLAS国内向け」の割合を柔軟に変更すること等で対応した。また、平成31年1月より新システムに移行し、Run2実験で取得した全データの解析やRun3実験に向けた準備研究のサポートができるように体制を整えた。国際回線も本センターの利用実績から平成31年2月より欧州直通接続が100Gbpsに増強され、米国経由接続との冗長接続を確保しながら、CERNとの接続が高速化され、データ解析環境が一層改善した。	ATLAS実験をはじめとするLHC加速器実験は、数百PBに及ぶ大量のデータを処理するため、各国の計算資源を国際ネットワークで接続してデータ解析を行う世界分散解析網「計算機グリッド」を世界で初めて実現して運用している。このように大量のデータを安定して効率よく解析することは今後様々な分野で必要になってくると考えられ、その学術的・社会的意義は高い。この成果に基づいてBelle IIなどLHC実験以外のプロジェクトでもグリッドが採用されている。世界的に分散したLHC実験の巨大データは今後10～100倍に増加し、前人未踏の領域に向かっており、実践的な巨大データ計算機環境の構築・運用のパイオニアとして大きな役割を果たしている。	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、岸本巴、兼田充、野辺拓也(東京大学)
平成30年度	[ATLAS実験] LHC・Run2(平成27～30年)において、ATLAS実験では世界最高エネルギー13TeVの陽子・陽子衝突実験を行い、約140fb ⁻¹ の実験データを取得した。これらのデータを用いて、重要な物理結果を出している。(1)ヒッグス粒子が物質を構成するフェルミオン(トップ、ボトムクォーク、タウレプトン)と結合していることが観測され、フェルミオンの質量にも寄与していることが判明、(2)大量のデータを用いてより詳細に新しい物理現象と新粒子の探索を行い、現在提案されている様々な新物理の理論模型に対してこれまでにない最も厳しい実験検証を行った。	平成24年にヒッグス粒子を発見したことにより、LHC実験は、素粒子の標準理論を超える新粒子・新現象につながる新しい強力な研究対象を手に入れた。今回観測したヒッグス粒子の第3世代フェルミオンとの結合は、そうした研究の大きなステップの一つであり、今後さらにデータを増やして精度を上げた研究が期待される。また、LHCは世界で唯一、TeVスケールに直接アクセスできる加速器であり、Run2でATLAS実験が取得した大量の実験データを詳細に解析し、新粒子・新物理を隅々まで探索することは、素粒子物理学のみならず宇宙論など基礎科学の今後の発展のために極めて重要であると考えられる。	
平成30年度	[MEG実験] 標準理論では起こりえない μ 粒子の崩壊 $\mu \rightarrow e\gamma$ を探索して大統一理論などの新物理の検証を目指すMEG実験は、平成25年にデータ取得を終了し、平成28年に以前の実験より約30倍高い世界最高感度で $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊を探索した最終結果を得た。 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊は発見されなかったが、この崩壊が2.4兆に1回未満の確率でしか起こらないことがわかり、大統一理論などにこれまでにない厳しい制限を課した。平成30年度は、取得した全データを用いた $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊以外の稀な崩壊現象($\mu \rightarrow e\Phi, \Phi \rightarrow \gamma\gamma$)の探索解析も開始した。	MEG実験は世界最高感度の $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊探索により、LHC-ATLAS実験での新粒子・新現象探索と相補的な情報が得られ、双方を合わせて様々な新物理シナリオについてより詳しく検証することができる。特に、ニュートリノ振動の起源となる新物理と大統一理論に厳しい制限を課すことになり、今後の素粒子物理学の研究の方向性に大きな影響を与えた。	森俊則、大谷航、岩本敏幸、内山雄祐、家城佳(東京大学)

年度	研究成果の概要	学術的意義又は社会・経済・文化的意義	関係研究者名
平成30年度	[MEG II実験] MEG実験に比べて $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊探索感度を約10倍向上させたアップグレード実験MEG II開始に向けた準備が進められた。平成30年度には、全ての測定器が完成し実験エリアに設置された。 μ 粒子ビーム試験を行い、性能評価、問題点の洗い出しに必要な各種データを取得した。今後は全測定器を用いたエンジニアリングを行い、準備が整い次第本格的に実験を開始する。2~3ヶ月データを取得すればMEG実験の感度を超え、前人未踏の領域に入ることになる。	MEG II実験は、MEG実験の10倍という世界最高の実験感度で $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊探索を行うことができるため、 <u>ニュートリノ振動の起源となる新物理や超対称大統一理論の証拠を発見することが期待されている</u> 。さらにLHC-ATLAS実験における新物理探索結果とあわせることにより、より詳細に新物理の描像を明らかにすることができ、その学術的意義は極めて大きく、世界的に高い注目を集めている。	森俊則、大谷航、岩本敏幸、内山雄祐、家城佳(東京大学)
平成30年度	[ILC計画] 素粒子物理学の次期基幹プロジェクト国際リニアコライダー(ILC)を、高エネルギー加速器研究機構(KEK)とともに国内外の中核となって推進している。本センターの複数の研究者が国際組織で中心的役割を担い、ILCの物理と測定器の研究・産学連携の強化・人材育成・政府での検討への対応・欧米等との国際協力などあらゆる方面で牽引している。また、ILCで行う重要な学術的課題の研究を世界的にリードする若手研究者も輩出している。KEKとの共同研究開発により世界最小の約40nmのビームサイズ測定に成功し、さらに測定器についてもカロリメータの開発などで大きな成果を上げた。	ヒッグス粒子の発見とその後のLHCでの研究により、ヒッグス粒子を超高精度に測定することが極めて重要であることが明らかになった。この研究成果により、今後もLHCでさらに大量のデータを取得して新粒子の探索を進めると共に、ヒッグスファクトリーとしてILCを早期実現してヒッグス粒子の精密測定を行うという素粒子物理学研究の方向性が定まった。平成31年3月に本学で開催した世界の研究所・コミュニティの代表によるICFA/LCB会議で、政府・文部科学省が「ILC計画に関心を持って国際的な意見交換を継続する」と初めて公式の見解を明らかにした。時機を逸さない今後の進展に世界的な期待が寄せられている。	森俊則、山下了、大谷航、田邊友彦、田俊平(東京大学)

2. 研究成果が一般社会に還元(応用)された事例や新しい研究分野の開拓や教育活動に反映された事例

* 別紙添付

3. 受賞状況

受賞総数	平成30年度		
	4		
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
上岡 修星	International School of Subnuclear Physics 2018 Best Experimental New Talent Presentation award	平成30年6月	The OVAL experiment: Search for vacuum magnetic birefringence with pulsed magnet and high-finesse Fabry-Perot cavity
齋藤 智之	ATLAS Outstanding Achievement Award 2018	平成30年10月	Outstanding Contributions in the Development, Deployment and Commissioning of the Trigger Burst-Stopper for the ATLAS Level-1 Endcap Muon System

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
陳 詩遠	第13回日本物理学会若手奨励賞	平成30年10月	Search for Gluinos using Final States with One Isolated Lepton in the LHC-ATLAS Experiment
陳 詩遠	2018年度高エネルギー物理学奨励賞	平成30年10月	Search for Gluinos using Final States with One Isolated Lepton in the LHC-ATLAS Experiment

4. 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	平成31年1月18日、1月25日、3月11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与会をそれぞれ毎年1~2回開催して、本センター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。	(1)長年にわたり世界最先端の素粒子物理学研究で主導して重要な成果を上げてきたことが高く評価された。 (2)共同研究において、最先端の優れた研究に触れることのできる国際的な研究機関で、大学院学生の参加を増やしていることが評価された。	(1)今後も継続的に最先端の研究が続けられるよう、若手研究者を積極的に重要なポジションに起用することなどを実践している。 (2)大学院学生向けの講習会等を開催するなどして教育活動に更に力を入れている。
外部評価	平成31年3月6日	国際的動向を把握し、当該分野の研究者コミュニティ全体をリードする有力な研究者5名を招聘し、センターの組織運営・研究教育・共同利用に関する評価や助言を仰いでいる。	これまでのLHC-ATLAS実験での主導的な役割が高く評価された。 今後も、以下の点を含め、高いアクティビティが期待されている。 (1)新しい機械学習や量子コンピューターの応用研究の推進 (2)外国籍や女性研究者の増加に向けた取り組み (3)高エネルギー物理学の将来計画に対する主導的かつ国際的な役割の発展・強化	(1)米国・CERNと3極の国際共同研究を立ち上げ、複数の民間IT企業との共同研究を開始した。 (2)ILC、FCC等の国際的な将来プロジェクト関連の人事計画を進め、国際公募を行っている。 (3)ICFA、LCBと共同でILCの測定器設計や物理の準備研究を行った。FCCもCERNと共同研究を開始している。

5. 研究施設等を置く大学(法人)の機能強化・特色化に関わる取組の実施状況

本学では、第3期中期目標期間開始の平成28年度より、「東京大学ビジョン2020」のアカデミックプランを踏まえ、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、本学の個性や特色を発揮させ、機能強化を活性化させる事業を優先している。

本センターでは(1)海外での研究拠点に大学院学生を長期派遣し、海外の研究者と切磋琢磨させることで「グローバル人材」「知のプロフェッショナル」の育成を目指し、毎年10名程度の修士と5名程度の博士人材を輩出している。また、(2)LHCでのビッグデータや分散型大規模データを用いた深度機械学習技術を民間と共同研究している。これらの研究を通して、新しい産業・技術の発展やIT人材の育成を目指している。この2つの事業については、その重要性・緊急性が認められ、学内の予算委員会で高く評価されている。

6. その他、研究施設としての特色ある取組

・共同利用・共同研究拠点として、全国の大学・研究機関の研究者に対して国際共同研究への参加の窓口となると同時に、海外の研究所(CERN・PSI)にそれぞれ国際研究拠点を本センターが設置している。現地での研究環境の整備や生活支援等を通じて、他研究機関の共同利用者が本センターのスタッフとともに国際共同研究を精力的に行えるよう支援している。

・ATLAS実験で取得した約500PBの大量のデータを解析するための日本における拠点となる「地域解析センター」の計算機システムと、現地CERNで必要となる計算システムを、共同利用の研究者に提供している。稼働している計算資源はすべて共同利用に供されている。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ライブラリが導入されており、共同利用者が各国の研究者と共同で作業を進めるために必要な環境を提供している。システムの運用等についてWEB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。

・若手研究者の海外での研究経験を推進し、グローバル若手人材の育成のため、本センターが関わる国際共同研究プロジェクトであるか否かに関わらず、最先端の研究を行う海外の研究機関に長期滞在して研究を行う若手研究者(大学院学生・研究生・ポスドク)を「ICEPPフェロー」として派遣している。ICEPPフェローは公募により選ばれ、広く人材育成を行っている。

・若手人材の交流・育成を目指して、合宿形式のシンポジウムを開催している。若手研究者が各自の研究テーマを発表し、参加者全員で議論を深めている。素粒子研究に限らず、宇宙・宇宙線や原子核研究までテーマを広げ、広い視点に立って考えることができる人材の育成と、研究者間の交流を目指している。

・素粒子の最先端の研究で国際的な成果を上げるばかりでなく、世界に分散した約500PBの大量のデータを用いた、コンピューター関連技術の開発を民間IT企業と行っている。これらは、日本の次世代ITビジネスの技術モデルとなるばかりでなく、理学の博士号から民間(IT)への新しいキャリアパスの構築につながる。

1-5. 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		平成30年度							
		3							
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	
平成30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)	東京大学と欧州合同原子核研究機構(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・宇宙物理	29	12	
	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)	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・宇宙物理	3	6	
	2016年1月	2020年12月 (5年ごとに更新)	スイス	スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETHZ)	東京大学とスイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETHZ)の間における戦略的パートナーシップに関する協定書	素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理	1	2	
合計							33	20	

2. 国際的な研究プロジェクトへの参加状況

総数		平成30年度						
		6						
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			
平成30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新しい素粒子物理学を切り拓く。 *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 38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、岸本巴、兼田充、野辺拓也(東京大学) Karl Jakobs, Dave Charlton, Peter Jenni, 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て、円周100km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10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。平成29年11月22日にCERNとFCCに関する覚書を締結した。 *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 33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、江成祐二、増淵達也、齋藤智之、野辺拓也(東京大学)			
	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)			

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
平成30年度	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	素粒子標準理論では許されないミューオンの $\mu \rightarrow e \gamma$ 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60人が参加	森俊則、大谷航、岩本敏幸、内山雄祐、家城佳 (東京大学)
	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・研究している。 *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、田邊友彦、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]

		平成30年度	
		派遣状況	招へい状況
合計		129	332
事業区分	文部科学省事業	19	0
	日本学術振興会事業	57	0
	当該法人による事業	51	3
	その他の事業	2	329
派遣先国	①アジア	14	23
	②北米	11	78
	③中南米	0	1
	④ヨーロッパ	104	217
	⑤オセアニア	0	5
	⑥中東	0	4
	⑦アフリカ	0	4

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

(1) 科研費新学術領域研究(国際活動支援)による持続的な国際ネットワーク構築の基盤形成と、コラボレーション内における日本のステータス向上の取り組みとして、実験グループ全体の国際会議「ATLAS Overview Week 2018」(6/11-15)とヒッグス物理の国際会議「Higgs Couplings 2018」(11/26-30)を東京で開催した。開催後には数日間かけて、グループ内の外国人研究者と共同研究やセミナーを行った。ヒッグス粒子の安定性や宇宙初期の効果について議論を行い、重力波の観測を通して、ヒッグス粒子(場)の変化を捉えられる可能性があることが分かり、国際共同研究を進めることになった。

(2) 量子コンピューターの応用に向けた国際ワークショップを開催し(平成31年2月@東京大学)、参加したローレンス・バークレー国立研究所や国内企業と国際的な協力体制を整えて進めている。

(3) MEG実験では、平成30年度より日本学術振興会研究拠点形成事業(A.先端拠点形成型)に採択され、国際交流やセミナー開催を強化した。日本で国際セミナーを2回開催し、国内外の研究者約40名(うち約半数が国外)が集まり、活発な議論を行い連携を深めた。

(4) 大型計画として、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・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、本センターがKEKとともに主導した。

特に、国際組織としてはICFA(国際将来加速器委員会)委員に森俊則が選ばれ、その任に当たっている。また、平成31年3月には国際組織の合同会議「ICFA/LCB&FALC Meeting」(3/7-8)を本学で開催し、高エネルギー物理学における次期基幹計画について討議した。

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
平成30 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。	1	4
	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。	16	2
	FCC (Future Circular Collider)	現在稼働中のLHC加速器に次ぐCERNの将来計画として、円周100km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。	2	4
	LCB (Linear Collider Board)	リニアコライダー国際推進委員会。世界から16名の代表が選ばれ、リニアコライダープロジェクト推進のため、実働組織であるLCC(Linear Collider Collaboration)の監督を行う。	8	4
	LCC (Linear Collider Collaboration)	Linear Collider Collaboration (LCC) の下で、リニアコライダーのための物理・測定器の国際協力研究活動を欧州・北米・アジアの研究者とともに進めている。 素粒子物理の次世代の加速器計画である電子・陽電子直線衝突型加速器＝リニアコライダー(ILC)を用いた研究がどれほど素粒子物理にインパクトをもたらすか、最適な測定器はいかようなものであるか、世界から集まる数百人の研究者とともに研究し、研究成果は年に1～2回行われる全体国際会議で討議している。	8	4
合計			35	18

1-6. 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	平成30年度〔単位:人〕	
		うち外国人
博士後期課程	22	(3)
うち社会人DC	0	(0)
修士・博士前期課程	16	(0)
うち社会人MC	0	(0)
学 部 生	0	(0)
合 計	38	(3)

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	平成30年度〔単位:人〕	
	学内	学外
博士号取得者数	2	4

3. 留学生の受入状況

区 分	平成30年度〔単位:人〕
①アジア	2
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	2

4. その他、学部・研究科等との教育上の連携や協力の状況

・本センター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授業を担当するとともに、大学院学生の指導を行っている。大学院の授業ではこれまで「高エネルギー物理学Ⅰ」「高エネルギー物理学Ⅱ」「素粒子物理学Ⅲ」「素粒子原子核実験学」「物理学特別講義」(集中講義)を担当し、本センターが進める素粒子物理実験の最新の状況をわかりやすく説明することにより、最先端の研究の魅力を伝えている。また、理学部物理学科の「物理学ゼミナール」(対象:学部3年生)や、教養学部の「初年次ゼミナール」(対象:学部1年生)も担当している。

・大学院学生の指導においては、大学院学生38名が本センター教員を指導教員として修士課程及び博士後期課程に在籍している。彼らは指導教員とともにスイスにある欧州合同原子核研究機構(CERN)やポールシェラー研究所(PSI)に出張し、他国の研究者と国際共同研究に従事している。大学院学生を現地に滞在させ、国際的な協力と競争の中で、世界最先端の研究を通して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。

1-7. 研究施設の情報発信・広報活動等

1. 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		〔単位:件〕
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	
30	2	1,162	1	95	9	1,279	12	2,536	〔単位:人〕
○主なシンポジウム、公開講演会、施設の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				
平成30年 8月5日	シンポジウム	一般	ILC推進国際シンポジウム ノーベル賞受賞者 シェルドン・グラ ショー博士、バ リー・バリッシュ博 士に聞く「ILCが開く 科学の未来」	ノーベル物理学賞を受賞した世界的なサイエンティストである両氏を招待し、素粒子物理学の新たな発見や初期宇宙の謎の解明、さらには産業技術の発展につながる国際リニアコライダー計画がもたらす数多くの意義について講演を行った。	1,000				
平成30年 12月17日	シンポジウム	学生・一般	日本学術会議公開シンポジウム 「基礎科学研究の意義と社会-物理分野から-」	物理関連分野を例に基礎科学の(1)学術としての意義・面白さ、(2)人材育成、国際化、(3)社会への貢献・イノベーションを中心のテーマに据えて、これまでに基礎科学が果たしてきた役割をあらためて考え、今後の基礎科学の発展に向けた方向性を議論した。	162				
平成31年 1月12日～13日	公開講座	学生・一般	高校生と社会人のための現代数学・物理学入門講座 新春特別講義 「方程式を解く」	高校生・高校の数学教諭等を対象に、多種多様な方程式の中から、高次連立方程式・無限次方程式・微分方程式等をテーマに取り上げ、講義を行った。また、自然を表現する方程式の謎と魅力も物理学の観点から解説した。	95				
平成30年 11月17日	その他 (出張授業)	学生 (文部科学省指定スーパーサイエンスハイスクール)	SSH特別講座 「素粒子実験の最前線」	この出張授業は、毎年定期的に開催している。講座の前半では教員が特別講義を行い、後半では研究室の大学院学生が中心となって、小型のチェレンコフ検出器(豆カミオカンデ)をクラスの各グループで製作し、宇宙線の検出と結果の考察を行った。	70				

2. 国際シンポジウム等への参加状況

区分	平成30年度	[単位:件]	
参加件数	52	[単位:人]	
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	平成30年 4月9日～13日	FCC Week 2018 (参加者総数815人)	2
2	平成30年 6月3日～8日	Blois 2018: 30th Rencontres de Blois on Particle Physics and Cosmology (参加者総数126人)	1
3	平成30年 6月11日～15日	International Conference on the Advancement of Silicon Photomultipliers (ICASiPM) (参加者総数101人)	2
4	平成30年 7月23日～27日	26th International Conference on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY2018) (参加者総数228人)	1
5	平成30年 9月24日～28日	15th International Workshop on Tau Lepton Physics (Tau2018) (参加者総数118人)	1

3. 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 (研究所紹介2,000部、教員紹介1,000部)	センターが取り組む国際共同実験全プロジェクトの説明や、最新の研究成果、センターの全体概要・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た。 大学院進学を目指す学部生向けには、研究室を題材とした教員紹介パンフレットを製作し、ガイダンスや研究室訪問時に配布を行った。
ホームページ更新と特集サイトの増設	ホームページでは、訪問者に国際共同実験全プロジェクトの研究活動や、共同利用・共同研究拠点としての活発な取組状況、関連ニュース等をタイムリーに発信するべく、適時ウェブサイトを更新した。 また、センターの今を特集した企画ページ「What's On!」を平成30年度に立ち上げ、研究活動状況や大学院学生インタビューを通して、タイムリーな情報を発信している。 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(本センターも含む)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 http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/ 】
ブログ作成	CERNにおける国際共同研究について、最新の情報をいち早く社会に伝えるため、「LHCアトラス実験オフィシャルブログ」の運用を行っている。共同利用者の協力も得て、10数名の情報提供者が写真や図表・漫画などを用い、わかりやすく加速器や実験の最新情報を解説しており、広く閲覧されている。 【URL http://d.hatena.ne.jp/lhcatlasjapan/ 】

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(平成30年度)

平成30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

LHC加速器は4月から12月まで運転を行い、そこで供給される陽子・陽子の衝突事象と鉛原子核同士の衝突事象をATLAS測定器で取得する。今年度は加速器内にビームを蓄積する方法の改善により、前年度を数10%上回るデータの取得が期待できる。このためヒッグス粒子の生成・崩壊をより詳細に測定し、さらに超対称性粒子等の標準理論を超えた未知の素粒子・未知の現象の探索を新たな領域まで拡張することが可能になる。実験データに表れる微小な信号を捉えるためには、予め既知の現象を高統計で詳細に明らかにしておく必要があり、そのための大規模計算機資源として地域解析センターシステム・CERNサテライトシステムを最大限活用する。また、LHC加速器は平成31年度からの2年間運転を停止し、ATLAS測定器をアップグレードする計画があり、ミュオントリガー、カロリメータートリガーのアップグレード、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7件程度、関連研究者数35名程度)を実施する。

(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測定器のアップグレードを引き続き進めて行く。すべての測定器を完成させて実験エリアに設置し、年度終わりにはMEG II実験全体の総合エンジニアリング運転を開始する。共同研究課題としては例年通り4件程度、約25名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

平成27年12月から稼働中の第四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SINET5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うことができる環境を整備し、年間を通して95%以上の高可用性を確保することを目指す。当センターのシステムは平成30年12月に処理能力を強化した第五期目のシステムに移行し、平成31年1月より稼働する計画である。

(2)CERNサテライトシステム

CERN 現地に滞在する日本の研究者に広く活用されており、このシステムを活用して緊急のデータ解析・新現象の発見可能性が高い研究を集中的に行っている。このため、現有の資源の安定運用を継続することが必要である。ハードウェア維持の労力を削減して効率的な運用を行うため、CERNが提供するクラウドサービス上に解析環境を構築している。これらの解析環境の整備を継続し、高い稼働率を確保する。特に若手研究者や大学院生が各国の研究者に先駆けて解析結果を導出する機動性が本システムには求められており、その観点からの強化を継続する。

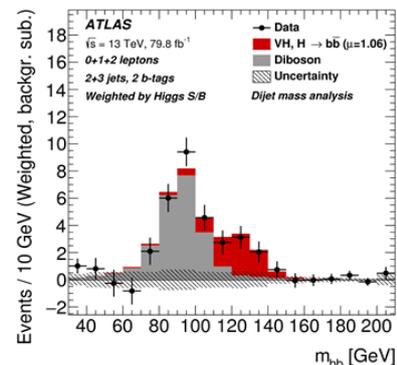
(3)PSI設置MEG実験システム

測定器システムについては、アップグレード測定器を完成させて、全体の総合エンジニアリング運転を国際的な共同研究として進めて行く。MEG II実験では、取得データ量とデータ解析に必要な計算能力が格段に増加するため、データストレージシステムと計算機システムを段階的に増強し、総合エンジニアリング運転で得られるデータの解析に供して運用していく。

平成30年度実施状況

(1)国際共同実験ATLAS

引き続き世界最高の重心系エネルギー13TeVで陽子・陽子衝突実験を行い、平成30年度は前年度約30%増の 60.6fb^{-1} のデータを取得した。物理データ解析では、平成24年度に発見したヒッグス粒子の詳細な研究を行ってきた。前年度には統計的に有意であった生成過程 ttH や崩壊過程 $H\rightarrow b\bar{b}$ について、平成29年度までのデータ(約 80fb^{-1})を用いて初めて統計的に確実な観測に成功した。これにより、第3世代の素粒子であるトップクォーク、ボトムクォーク、タウレプトンとヒッグス粒子の結合が観測され、これらは標準理論と無矛盾であることが分かった。発見された125GeVのヒッグス粒子は、W粒子やZ粒子などのゲージ粒子ばかりでなく、物質を形作るフェルミオンの質量起源であることが分かった。さらに、第2世代のミュオン粒子への結合への制限から、世代の起源がヒッグス場であることも分かった。



観測データとヒッグス粒子の予想分布を比較したグラフ:標準理論のヒッグス粒子から期待される信号と誤差の範囲内(20%の精度)で一致。

平成30年度実施状況

また、我々の宇宙が存在する真空の状態が右図に示すようにヒッグス粒子とトップクォーク粒子の質量から分かり、これまでのATLAS実験で測定した2つの粒子の質量から我々の宇宙は準安定であることが明らかになった。これはより安定したエネルギー状態の存在や高いエネルギースケールでの新現象の存在を示唆する大きな成果である。

平成27～30年度の全データ 140fb^{-1} を用いて、素粒子の標準理論を超えた新しい物理現象、超対称性粒子や新粒子探索を進めている。学術論文あるいは国際会議ノートになった結果において、発見には至っていないが、多くの解析で従来の結果より厳しい制限を課すことができた。本センターではグルオン、トップ、W/Z粒子、ヒッグス粒子の超対称性粒子や余剰次元などの存在から予言される新粒子・新現象の探索を機械学習などを用いてより高感度に改善した手法で進めている。

世界中に分散するATLAS実験のデータの総量はMCデータを含めて450PBを超え、それらを効率的に管理するために導入された分散データ管理機構の改善を行ってきた。また、各国のスーパーコンピューターセンターにあるクラスタ(HPC)やボランティアリソースをATLASのMCデータ生成に使う仕組みを導入し、HPCの空き状況に合わせて数万ジョブが付加的に実行されるようになり、これと世界分散解析網「計算機グリッド」の100を超える各国のサイトの計算機資源と合わせて、常時同時に30～40万ジョブが実行できるようになった。本センターでも大手IT企業の商用クラウドや日本国内にあるHPCシステムをATLASのMCデータ生成に利用するための研究開発を行い、約2,000コアを用いた実証試験を実施した。

本センターが運営している地域解析センターシステム及びCERNサテライトシステムは物理解析やMCデータ生成のために非常によく利用され、いずれも年間を通して95%を超える高稼働率を維持している。また、ATLAS実験に関連した共同研究は、ミュオン検出器やカロリメータトリガーのアップグレードといった継続課題に加え、LHC第3期やHL-LHCを見据えた新しいシステム開発等の課題もスタートし、国内関連研究者数は50名に広がった。

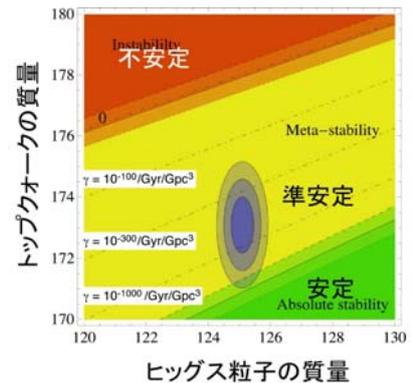
(2) 国際共同実験MEG

平成30年度はMEGおよびMEG II実験に関連した4件の共同研究(前年度より継続)が実施され、約25名の国内関連研究者が参加した。

$\mu \rightarrow e \gamma$ 崩壊探索感度を飛躍的に向上させるアップグレード実験MEG II開始に向けた準備が進められた。イタリアで建設中だった陽電子ドリフトチェンバーがようやく完成し、全ての検出器がPSI実験エリアに設置された(右写真)。

平成30年末にはミュオンビームを用いた試験が行われ、検出器の性能評価、問題点の洗い出しに必要な各種データを取得した。ドリフトチェンバーについてはMEG II実験で予定される強度のミュオンビームを用いて動作試験が行われ、ミュオン崩壊陽電子の飛跡を初めて観測した。背景ガンマ線のさらなる抑制のためにMEG II実験で新たに導入される輻射崩壊同定用カウンターについては、既に完成している下流側検出器に加え、上流側検出器の追加導入に向けてRPCを利用した高計数率・超低物質量の検出器の開発に着手した。陽電子タイミングカウンターについては懸念されている放射線損傷の問題を解決するための冷却装置の導入を進めた。液体キセノン検出器については、ミュオンビームを用いた背景ガンマ線の研究に加え、専用の低エネルギー陽子加速器で生成した単色ガンマ線を用いた性能試験が行われた。

読み出しエレキの量産が順調に進めば、2019年末に全検出器を用いたエンジニアリングランを開始できる見込みである。2020年は準備が整い次第、本格的な物理データの取得を開始することを目指す。これらすべての研究はスイス・イタリア・米国およびロシアとの国際共同で行われた。



宇宙の真空の安定度を示すグラフ:

青色が観測点で準安定であることが分かった。



スペクトロメータマグネットに挿入される陽電子ドリフトチェンバー

2. 拠点認定に伴う評価結果及び留意事項への対応状況

○評価結果及び留意事項

期末評価:A

優れた実験装置を共同利用に供し、質の高い成果を上げており、特にATLAS実験に関連して共同利用が拡大しており、コミュニティの中核としての重要性を高めている。また、国際的なコミュニティの将来計画策定に大きな貢献をしていることや、若手研究者を長期間海外へ派遣する制度も注目される。今後、公私立大学も含めたハブとしてさらに発展するとともに、常勤の女性研究者の採用や企業との一層の連携が望まれる。

○評価結果及び留意事項への対応状況

本センターが中心となって推進してきた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。そのためセンター教員が著者に含まれる論文のいわゆるQ値は、49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コミュニティの拠点としての役割を果たしてきた。

本センター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、以下の6つの取り組みを行ってきた。中間評価で指摘された3点への対応も、以下の取り組みにより解決を図っていく。

- (1) 日本のコミュニティと協力し、国内外での将来計画の検討に中心的な役割を果たす。新しい公私立大学の参加を促し、幅広い研究を進めていく。
- (2) プライオリティの高い将来的な国際共同研究に本センターが参加を表明し、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実験、ILC計画など)。
- (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日本開催誘致を積極的に行い、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進めた。今後も、女性研究者のキャリア形成や研究継続しやすい環境を育てていく。
- (4) コミュニティの次世代を支える博士人材の育成や、他分野との交流(ICEPPフェロー・ICEPPシンポジウム)を通してグローバルな人材育成を目指してきた。
- (5) SSH校の出張授業やセンター見学など、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。
- (6) 約500PBのビッグデータを用いた最先端IT研究を、産学連携の新しい枠組みで開始した。

* (3) の日本誘致した国際会議・ワークショップ

- ・ATLAS実験: ATLAS Overview Week 2018(平成30年6月・早稲田大学)、Higgs Couplings 2018(平成30年11月・東京両国)
- ・MEG実験: Global Developments of Researches in Lepton Flavor Physics with Muons(平成30年4月・東京大学、平成31年3月・東京大学)
- ・ILC計画: The Superconducting RF technology for the ILC(平成30年6月・東京大学)、E-JADE AHCAL Tokyo analysis workshop(平成30年8月・東京大学)
- ・光センサー開発に関する実験プロジェクト横断型: International Workshop on New Photon-Detectors(PD18)(平成30年11月・東京大学)

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	平成30年度
研究協議会	11回
国際評価委員会	1回
参与会	1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
久野 良孝	大阪大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学実験	学外
山中 卓	大阪大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学実験	学外
山本 均	東北大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学実験	学外
日笠 健一	東北大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学理論	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【国際評価委員会】

氏名	所属機関名	役職名	専門分野	委員構成
山本 均	東北大学大学院理学研究科	教授	素粒子物理学実験	学外
Eckhard Elsen	CERN リサーチ&コンピューティング部門	Director	素粒子物理学実験	学外
Geoff Taylor	メルボルン大学CoEPP	Director, 教授	素粒子物理学実験	学外
徳宿 克夫	高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所	所長・教授	素粒子物理学実験	学外
中田 達也	スイス連邦工科大学ローザンヌ校LPHE3	Director, 教授	素粒子物理学実験	学外

※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
0	0	2	3

(単位:人)

4. 研究不正、不適切な会計処理等に係る倫理教育の実施状況

・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、一体となって取り組んでいる。

・本センターが取り組む国際共同研究では、コラボレーション内にデータ解析手法や解析結果を独立にチェックするシステムが作られており、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、コラボレーション内に公開されており、共同研究者なら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環境下で、学生も含む若手研究者に対して、研究現場で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保存については、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、国際研究コミュニティと協力して世界的に取り組んできた。本センターで実施する他の実験においても、上記の国際共同実験での経験や手法を研究不正防止の取り組みに活かしている。

5. 当該年度に実施した取組

国際的な研究環境の整備

昨年度CERNに整備した「東京大学CERN-LHC研究拠点」において、平成30年度は計算機システムの運用の安定強化やストレージの追加等、現地に滞在する共同利用研究者への安定した解析環境の提供などの多面的な研究支援を行い、日本の研究者がATLASメンバーシップの中で主導的に物理解析を進めることが可能となった。また、新規に「ディープラーニング(DL)応用解析研究班」を立ち上げ、データ解析、あるいは事象再構成や粒子識別でDLなどの機械学習を取り入れることは、従来の手法に比べてどういった点が優れているか等の基礎研究を開始し、即効性のあるものは実際の解析の中で利用した。

データ解析を日本の大学・研究機関の研究者や大学院学生で一丸となって推し進めるため、本センターが中心となって5つの解析グループ(Higgs, SUSY, BSM Long-lived, Diboson, Top)を立ち上げた。

各グループのリーダーは若手研究者から選出し、博士課程の大学院学生や若手研究者が主力メンバーとなり、現地CERNで解析を行っている。参加している大学院学生は本センターの10名を含めて約25名である。

平成30年4月にはATLAS日本物理ワークショップを東京大学で開き、改善できた結果や新しいアイデアなどをATLAS全体の解析グループに成果報告を行った。

ATLASから発表される物理成果(VH H→bb, ttH H→bb, SUSY Strong, stop, disappearing tracks, VV, SM topなど)に大きく貢献した。

産業界等社会との連携の推進に向けた取組

CERNで行われているLHC-ATLAS実験では現在約500PB(ペタバイト)のデータ量に達し、世界中の研究機関が共同で世界分散解析網WLCGを運用しデータ解析を行っている。今後加速器・測定器のアップグレードにより、データ取得レートが10倍、100倍となる。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。ディープラーニング(DL)によるデータの高速選別や、量子コンピューティング技術を用いた飛跡検出再構成などである。これらの機械学習・人工知能技術の導入を目指して、その準備研究が世界規模の共同研究として急速に進行している。本センターもその一翼を担い、平成30年度よりビッグデータ解析に卓越した民間企業と共同し、DL応用の開発研究に着手した。

科研費獲得に向けた取組等

本センターが中心となり、大型の科研費「新学術領域研究」全体を主導している(領域代表者:浅井祥仁)。最先端の素粒子研究を更に進め、素粒子を取り囲む「時空や真空」の研究を理論や宇宙物理の研究者と行うものである。このように新しい研究テーマを提案し、科研費などの外部資金を獲得する取り組みを積極的に行っている。

※研究組織の見直し、規則の変更状況

※科研費獲得に向けた取組等

※クロスアポイントメントの取組等

※産業界等社会との連携の推進に向けた取組

※国際的な研究環境の整備 など

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)		
	平成28年度までのデータで3.5シグマの有意さで観測していたヒッグス粒子(H)とボトムクォーク(b)の結合を、平成29年度のデータを追加するとともに、背景事象の見積りに関する研究をより詳細に進めることで、5.4シグマの有意さで観測し、この結合の存在を確実にした。その結合の大きさは現時点での精度(約19%)で標準理論と無矛盾であることが分かった。また、ヒッグス粒子がゲージボソン粒子(V=W/Z粒子)を伴って生成する過程も5.3シグマの有意さで存在を明らかにした。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	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
	平成30年11月	Observation of H→bb decays and VH production with the ATLAS detector, Phys. Lett. B 786 (2018) 59-86	ATLAS Collaboration
2	成果の概要(150字程度)		
	平成29年度までのデータ約80fb ⁻¹ を用いて、ヒッグス粒子がトップクォークを伴って生成する過程を6.3シグマの有意さで観測した。これまでループダイアグラムを介した間接的な証拠しかなかったヒッグス粒子とトップクォークの結合の直接観測に成功したことになる。その結合の大きさは現時点での精度(約17%)で標準理論と無矛盾であることが分かった。また、成果1と合わせて、ヒッグス粒子が第3世代のクォークと結合することを実験的に確立した。		
	当該成果をまとめた代表的な論文あるいは研究書等		
	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
	平成30年9月	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
3	成果の概要(150字程度)		
	平成28年度までのデータ約36fb ⁻¹ を用いて、軽いクォークやグルオンの超対称性粒子の探索を行った。発見には至らなかったが、従来の結果より厳しいそれぞれ1.55TeV, 2.03TeVまで制限を課すことができた。この成果は、超対称性粒子探索の大きな指針であった素粒子物理学の「自然さ」(“naturalness”)という原理に疑義を呈する大きな成果である。また、現在Run2全データ140fb ⁻¹ を用いて機械学習を取り入れた解析も進めている。		
	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
	平成30年6月	Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum using 36 fb ⁻¹ of $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collision data with the ATLAS detector, Phys. Rev. D 97 (2018) 112001	ATLAS Collaboration
4	成果の概要(150字程度)		
	平成28年度までのデータを用いて、2つのゲージボソン粒子に崩壊する重い質量をもった新しい粒子の探索を行った。標準理論を超える理論として提案される数多くの模型がこのような粒子の存在を预言する。発見には至らなかったが、従来の結果より厳しい制限を与えることに成功した。一例をあげるとHeavy vector-boson triplet模型に対しては5.5TeV以下は排除した。また、数多くの模型の検証のために様々な測定値を提供した。これらの粒子の探索の手法の改善は将来ヒッグス機構の検証に応用できる。		
	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
	平成30年9月	Combination of searches for heavy resonances decaying into bosonic and leptonic final states using 36 fb ⁻¹ of proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector, Phys. Rev. D 98 (2018) 052008	ATLAS Collaboration
5	成果の概要(150字程度)		
	国際共同研究コラボレーションによる数年にわたる測定器開発研究の成果に基づいてMEG II 実験の実験装置全体の設計を行い、測定器の性能評価の結果から期待される実験感度についてまとめた。これにより、3~4年のデータ取得からMEG実験を実験感度で約10倍上回る物理成果が得られることが示された。		
	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
	平成30年5月	The design of the MEG II experiment, Eur. Phys. J. C 78 (2018) 380	MEG II Collaboration

※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。

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実験内層ミュー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～令和元年 度(7年)	本センターの共同研究・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一つが実験全体の正規計画の一部として認められた。
ATLAS実験ミュー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～令和元年 度(7年)	本センターの共同研究・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一つが実験全体の正規計画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)	平成22年～令和元年 度(10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さらに発展させることによって、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)を実現させることが可能となった。本センターが中心となって共同研究グループが提案したMEG II実験は、PSIの国際諮問委員会で2013年1月に即座に承認され、PSIの最優先素粒子実験として推進されることになった。
国際リニアコライダー(ILC)計画のための測定器開発研究プロジェクト	科学研究費補助金 (特別推進研究、基盤研究)	平成23年～令和元年 度(9年)	本センターが共同研究・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。

※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。

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	平成30年度		うち国際学術誌掲載論文数		備考
化学	0	(0)	0	(0)	
材料科学	0	(0)	0	(0)	
物理学	120	(110)	111	(109)	
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	120	(110)	111	(109)	

①拠点に所属する者(大学院生を含む)のみの論文

区分	平成30年度		うち国際学術誌掲載論文数		備考
化学					
材料科学					
物理学	7		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	7		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	平成30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	3	(0)	2	(0)	
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	3	(0)	2	(0)	

※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。

--

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	平成30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。

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	平成30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	110	(110)	109	(109)	
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	110	(110)	109	(109)	

※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	平成30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
Physical Review Letters	8.839	9	平成30年4月	Search for High-Mass Resonances Decaying to $\tau \nu$ in pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS Detector 120 (2018) 161802	ATLAS Collaboration
			平成30年5月	Search for the Decay of the Higgs Boson to Charm Quarks with the ATLAS Experiment 120 (2018) 211802	ATLAS Collaboration
Journal of High Energy Physics	5.541	24	平成30年6月	Search for supersymmetry in final states with missing transverse momentum and multiple b-jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 06 (2018) 107	ATLAS Collaboration
			平成30年6月	Search for long-lived charginos based on a disappearing-track signature in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 06 (2018) 022	ATLAS Collaboration
The European Physical Journal C	5.172	20	平成30年5月	The design of the MEG II experiment: MEG II Collaboration 78 (2018) 380	MEG II Collaboration
Physical Review D	4.394	27	平成30年4月	Evidence for the associated production of the Higgs boson and a top quark pair with the ATLAS detector 97 (2018) 072003	ATLAS Collaboration
			平成30年4月	Search for the standard model Higgs boson produced in association with top quarks and decaying into a $b\bar{b}$ pair in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector 97 (2018) 072016	ATLAS Collaboration
			平成30年6月	Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum using 36 fb^{-1} of $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collision data with the ATLAS detector 97 (2018) 112001	ATLAS Collaboration
Physics Letters B	4.254	25	平成30年9月	Observation of Higgs boson production in association with a top quark pair at the LHC with the ATLAS detector 784 (2018) 173-191	ATLAS Collaboration
			平成30年11月	Observation of $H \rightarrow b\bar{b}$ decays and VH production with the ATLAS detector 786 (2018) 59-86	ATLAS Collaboration

(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、以下に適切な指標とその理由を記載の上で、掲載雑誌名等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。

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	平成30年度	研究書の名称	発行年月	出版社名
該当なし				

○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。

該当なし

○上記以外に、独自の学術活動状況の成果の実績などアピールポイントがあれば記載してください。

<p>分野を代表する研究者からなる各種委員会において、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、今後の分野の研究の方向性を指し示す報告書をまとめて提言を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Report by the Committee on the Scientific Case of the ILC Operating at 250 GeV as a Higgs Factory • Linear Collider Board, "Conclusions on the 250 GeV ILC as a Higgs Factory proposed by the Japanese HEP community" • International Committee for Future Accelerators, "ICFA Statement on the ILC Operating at 250 GeV as a Higgs Boson Factory" <p>また、欧州の将来計画(FCC)で暗黒物質の確実な発見が可能なことを示し、FCC計画の建設動機の一つに挙げられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discovery reach for wino and higgsino dark matter with a disappearing track signature at a 100 TeV pp collider (arXiv:1901.02987)

○国立大学法人化以降に被引用論文数について調査を実施したことがある場合は、当該研究所等の研究者の論文のデータを分野ごとに記入してください。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。(法人化以降の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	43,392	945	49.2	平成22～30年度	SciVal(エルゼビア社)	令和元年度に調査TOP10論文数465編

○上記における調査とは別の方法で被引用論文数の調査・分析をしている場合は、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 (2013) 1-29	ATLAS Collaboration	4,950
	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	658
	New constraint on the existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ decay, Phys. Rev. Lett 110 (2013) 201801	MEG Collaboration	341
	Measurements of Higgs boson production and couplings in diboson final states with the ATLAS detector at the LHC, Phys. Lett. B 726 (2013) 88-119	ATLAS Collaboration	333
	Evidence for the spin-0 nature of the Higgs boson using ATLAS data, Phys. Lett. B 726 (2013) 120-144	ATLAS Collaboration	302
	New limit on the lepton-flavor-violating decay $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$, Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 171801	MEG Collaboration	207

分野名	論文名	発表者名	引用数
物理学	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	199
	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) 052007	ATLAS Collaboration	168
	Search for squarks and gluinos using final states with jets and missing transverse momentum with the Atlas detector in $\sqrt{s} = 7$ TeV proton-proton collisions, Phys. Lett. B 710 (2013) 67-85	ATLAS Collaboration	156
	Performance of the ATLAS trigger system in 2015, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 317	ATLAS Collaboration	117

○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				
					公募型実施件数	公募型以外実施件数	合計	うち国際共同研究	公募型実施件数	公募型以外実施件数	合計	うち国際共同研究	公募型実施件数	公募型以外実施件数	合計	うち国際共同研究
応募件数	採択件数	採択率(%)	うち国際共同研究													
30	15	15	100	15	0	0	0	0	15	0	15	15	15	0	15	15

○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	LHC第3期運転に導入することを目指した新しいミュオントリガー回路とデータ読み出しシステムの開発	新粒子の探索を通じて、標準模型を越えた新しい素粒子物理を開拓する。加速器が輝度を向上させて新粒子の生成数を増やすのに伴い、高性能のミュオントリガーを用意して、新粒子の崩壊時に発生する高エネルギーミュオンを高効率・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、そのデータ読み出しシステムの開発、より良いトリガーアルゴリズムの開発・性能評価を行う。
2	LHC-ATLAS実験における2ボソン共鳴事象を用いた新粒子探索	CERNのLHC-ATLAS実験において生成される質量の大きい新粒子の共鳴状態を探索することにより、素粒子標準模型を越えた物理を発見するための研究を行う。特にこの研究では質量の大きな粒子が2つのゲージボソンに崩壊する事象に着目する。それらのボソンは高い運動量を持つために、それぞれがさらに2つのクォークに崩壊する場合には1つの大きなジェットを形成する。このように特殊なジェットのエネルギー測定についての詳しい研究を行い、標準模型を超えた新しい物理を発見する、またはその探索感度を大きく向上させることを目的とする。
3	ATLAS μ 粒子検出器アップグレードに向けたマイクロメガス開発研究	LHCのルミノシティアップグレード計画のうち、2018-19年に予定されているPhase-Iアップグレードでは、内層エンドキャップミュオン検出器としてマイクロメガスが採用されている。この検出器の開発について、量産に伴う品質管理やデータベース作成、Aging testなどの長期動作安定性などを研究する。
4	LHC-ATLAS実験液体アルゴンカロリメータのための高密度・高速読み出しエレキの研究開発	LHC加速器の高輝度化に伴うトリガーイベントレートの上昇に対応するため、LHC-ATLAS実験液体アルゴンカロリメータ検出器では読み出しエレキをアップグレードする。このアップグレードに応用可能な高性能のFPGAとMicroPOD™などの高速転送用のデバイスを搭載したボード「Iroha」の試験と高速転送のためのFPGAファームウェアの開発が本研究の目的である。
5	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・ミドルウェアのみでは、HL-LHCで取得する膨大なデータ量には対処できない。本研究の目的は、新しい計算機技術を取り入れた新規ミドルウェアの適用可能性を検証し、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ことである。
6	MEG実験のバックグラウンドと実験感度に関する研究	本研究はMEG II実験におけるバックグラウンドについての系統的な研究を行い、その原因と対策方法を検討し、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 事象の探索感度を向上させることを目的とする。
7	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実験用液体キセノンガンマ線測定器に新たに導入した低温用光センサーならびに光電子増倍管に関して、MEG II実験のセットアップで性能評価を実施する。
8	MEG実験陽電子スペクトロメータの性能向上のための研究開発	MEG II実験において陽電子検出を担うスペクトロメータは、従来のビーム強度をほぼ倍増して臨むため、完全に新しい検出器に置き換えるべく、検出器開発のための基礎研究を進めてきた。本研究課題は、昨年度部分的に完成したMEG II実験用陽電子スペクトロメータの建設を完了させ、本実験開始に向けた検出器の調整運転及び高精度較正システムの構築を目的とする。

	課題名	概要
9	ILC用 細分化されたハドロンカロリメータの開発研究	ILC実験を特化した電磁カロリメータは今までにない細分化を求められている。これを実現するためには、種々の開発研究が必要である。次の3点に集中して研究する。 ①超小型半導体センサーの研究(中性子生成時間の構造)、②ストリップ型シンチレータ型ハドロンカロリメータの研究、③正方形シンチレータ型ハドロンカロリメータの読み出し研究
10	ILC実験による電弱対称性の破れの物理の解明	標準模型の未検証の柱である自発的対称性の破れと質量生成機構の解明においてILCの果たす役割を詳細なシミュレーション実験を通して明らかにし、計画推進の指針とする。

※数が膨大になる場合は、主なものを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

平成30年度											
区分	機関数	受入人数	外国人			延べ人数			外国人		
			若手研究者 (40歳未満)	若手研究者 (35歳以下)	大学院生	外国人	若手研究者 (40歳未満)	若手研究者 (35歳以下)	大学院生		
学内(法人内)	4	159 (3)	14 (0)	32 (0)	21 (0)	101 (3)	1,940 (6)	17 (0)	43 (0)	32 (0)	1,850 (6)
国立大学	17	304 (28)	22 (0)	63 (4)	46 (4)	177 (24)	2,117 (78)	59 (0)	304 (8)	157 (8)	1,537 (71)
公立大学	2	7 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)	5 (0)	65 (0)	0 (0)	3 (0)	3 (0)	22 (0)
私立大学	11	52 (0)	0 (0)	11 (0)	7 (0)	26 (0)	215 (0)	0 (0)	56 (0)	34 (0)	83 (0)
大学共同利用機関法人	1	75 (4)	7 (0)	37 (2)	28 (2)	0 (0)	784 (8)	42 (0)	156 (6)	132 (6)	0 (0)
独立行政法人等公的研究機関	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
民間機関	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
外国機関	142	417 (62)	407 (61)	223 (31)	195 (25)	44 (9)	2,104 (328)	2,048 (327)	1,116 (210)	1,054 (189)	187 (45)
その他	6	14 (1)	5 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	42 (3)	15 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
計	183	1,028 (98)	455 (62)	367 (37)	298 (31)	353 (36)	7,267 (423)	2,181 (330)	1,678 (224)	1,412 (203)	3,679 (122)

※共同利用・共同研究とは、本拠点を利用して行われる研究であって、募集により関連研究者が参加して行われるものを指します。

※当該年度の共同利用・共同研究の受入機関数、受入人数、延べ人数を区分に応じて記入してください。

※外国人、若手研究者(35歳以下)、大学院生の人数はそれぞれ受入人数、延べ人数に対しての内数を記入してください。

※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。

※ネットワーク型拠点の場合は、「学内」を「ネットワーク内」として記入してください。

※受入人数及び延べ人数の算出方法は、以下の例に基づき算出してください。

1. 1つの共同利用・共同研究課題で2人を共同研究員として3日間受け入れた(参加した場合): 受入人数2人、延べ人数6人

2. 同一人物が2つの共同利用・共同研究課題(課題A、課題B)に参加し、課題Aに3日間、課題Bに4日間参加(来所)した場合: 受入人数2人、延べ人数7人

④ 独創的・先端的な学術研究を推進する特色ある共同研究活動

・CERNのLHC加速器は、13TeV(13兆電子ボルト)という前人未踏の最高エネルギー状態(宇宙誕生直後 10^{-11} 秒)を作り出すことができる世界唯一の装置である。LHCを用いた国際共同実験ATLASは、TeV領域での素粒子物理学研究で、素粒子の質量起源や標準理論を超える現象・新粒子の探索などを行い、宇宙誕生の謎に迫ろうとするものである。本共同利用・共同研究拠点は、ATLAS実験における我が国のデータ解析・物理解析拠点と位置付けられる。さらに、本センターが行っている共同研究テーマは、従来の素粒子研究の枠を超えて、ヒッグス粒子研究(真空)と超対称性粒子探索(時空)を通して、真空と時空の研究に広げるユニークな研究を展開している。時空研究と素粒子研究の融合は、一般相対性理論と量子力学の融合への大きなテーマである。このように確実な研究成果を積み上げながら、21世紀の新しい素粒子像を探る先端的な学術研究を進めている(研究の学術的価値の高さはQ値49%が示している)。

本センターはCERNに研究者を派遣し、諸外国の研究者と競争・協力しながら最先端の共同研究を推進し、かつ我が国の共同利用研究者のための窓口としての役割も担っている。

・LHC加速器実験は世界最高エネルギーの実験で、そこから生じるデータ量は未曾有の規模となり、単一の研究機関が提供する計算資源ではデータ解析に基だ不十分である。そのため世界中の研究機関のシステムを広域ネットワークで接続し、共通のミドルウェアと呼ばれるソフトウェアを導入することによって、あたかもそれらの計算資源が単一の計算システムであるかのように見なせる計算グリッド技術を世界で初めて実用レベルで配備した。このグリッド技術のもとで世界中の共同研究者は、単一の仮想計算機システムと見なせるWLCGグリッドを使うことで、約500PBのデータの保持、あるいは、40万ジョブ同時実行といった、かつてない規模のデータ解析を実行することができるようになり、研究効率の大幅な向上に貢献している。

・基礎科学ばかりでなく、データ規模やデータ処理の高速性などを生かして、新しいIT技術の確立を目指す共同研究を民間とも行っている。顔識別の比ではないくらい複雑な事象の小さな差異を識別する機械学習や量子コンピューターの応用を進めている。

・MEGおよびMEG II実験では、巧みで優れた独創的な実験装置を考案し、それを開発して実用化することで世界最先端の実験感度を達成している。これは、常に実験と並行して新しい先端的実験技術の開発を行う共同研究を推進しているおかげである。また、ここで開発された液体キセノンや光センサーの新しい最先端実験技術は、暗黒物質探索の実験などにも使われ、広く学術研究の発展に大きく役立っている。

・国際リニアコライダー(ILC)計画における標準理論を超える物理の課題に関して集中した共同研究を行うと同時に、ILC実験での重要な測定器であるカロリメータのデバイスの共同開発研究を行っている。

⑤ 国公私を通じた研究者の参加を促進するための取組状況

毎年全国の若手研究者や大学院学生を中心に参加を募ってシンポジウムを開催しており、最前線で活躍している若手研究者が関連分野における最新状況などについて発表し、徹底的な議論を行っている。このシンポジウムを通して広い分野の研究者の交流が図られるとともに本拠点での研究活動も紹介され、将来の研究の方向性や共同研究参加への促進にも役立っている。

また、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」・特別推進研究「MEG II実験－究極感度ミュオン粒子稀崩壊探索で大統一理論に迫る」など本センター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、本センター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。

⑥ 共同利用・共同研究を通じた特色ある人材育成の取組

本センターでは、多くの若手研究者や大学院学生を欧州合同原子核研究機構(CERN)やポールシェラー研究所(PSI)に派遣している。外国の研究者と協力・競争して研究を行い切磋琢磨させることによって、将来の指導者となるにふさわしい能力と国際性を身につけた人材を養成している。また、本センターの関わるプロジェクトであるか否かに関わらず、最先端の研究を行う海外の研究機関に長期滞在して研究を行う若手研究者を“ICEPPフェロー”として公募している(平成17年度より実施)。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。平成30年度は3名がこの制度を活用し、CERN・LBNL・CEA-Saclayに約2カ月間派遣され、現地研究者と共同研究を行った。なお、公募情報の発信はホームページおよび高エネルギー物理学研究者会議の会員(約900名)へのメール配信を通じて行っている。

【公募要領(平成30年度) : <http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/collaboration/fellowship2018.html>】

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 等)

・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、浅井祥仁が共同代表として計画を推進している。

・学術会議でマスタープランの別枠として議論された大型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、本センターがKEKとともに主導した。

・浅井祥仁は、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。

・本センターの森俊則は、国際共同実験MEGにおいて代表者・スポークスパーソンとして実験の提案から実施、重要な学術的成果に至るまで国際共同研究全体の指揮統括を行っている。これによって世界に先駆けて新しい学術分野「荷電レプトンフレーバー物理」を開拓してきた。

・森俊則はICFA(国際将来加速器委員会)委員として選ばれ、世界レベルで素粒子研究の将来計画を立案している。

・国内では、山下了がILC計画の戦略的推進を担う戦略会議議長に選ばれ、ILC計画を推進している。

・2040年頃予定のCERN将来加速器プロジェクトであるFCC(Future Circular Collider)計画のアジア代表に、浅井祥仁が就任している。

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。

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

	平成30年度		備考
	専任	兼任	
教員数	23	0	
技術職員数	1	0	
事務職員数	1	2	

② 共同利用・共同研究に参加する研究者への支援の状況

(東日本大震災や熊本地震で被災した研究者に対する支援を含む)

・共同利用・共同研究拠点として、全国の大学・研究機関の研究者に対して国際共同研究への参加の窓口となると同時に、海外の研究所(CERN・PSI)にそれぞれ国際研究拠点を本センターが設置している。現地での研究環境の整備や生活支援等を通じて、他研究機関の共同利用者が本センターのスタッフとともに国際共同研究を精力的に行えるよう支援している。

・データ解析を日本の大学・研究機関の研究者や大学院学生で一丸となって推し進めるため、本センターが中心となって5つの解析グループ(Higgs, SUSY, BSM Long-lived, Diboson, Top)を立ち上げている。各グループのリーダーは若手研究者から選出し、博士課程の大学院生や若手研究者が主力メンバーとなり、現地CERNで解析を行っている。参加している大学院学生は本センターの10名を含めて約25名で、リーダーを含め本センターの教員、若手研究者が定期的に会合を持って大学院学生を指導している。

・研究課題の提案のため、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、最新の研究成果を国内の研究者に発信すると同時に、新しいテーマの提案を行っている。

・共同研究の支援の一環として、毎年ATLAS日本グループを対象にソフトウェアの使用法に関する講習会を開催してきた。平成29年度より対象を素粒子・原子核・宇宙分野に広げているが、高エネルギー加速器研究機構(KEK)等のメンバーも含めた講師陣による「第二回粒子物理コンピューティングサマースクール」の一部としてATLASソフトウェア講習会を8月にKEKで行った。

・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(PDや大学院学生)を対象にデータ解析のポータルページを運用している。上述の講習会教材などもこのポータル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センター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業務も行っている。

・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。以前は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り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計算科学センターに設置することで作業を進め、平成18年度より正式運用を行っている。これにより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 参加する研究者の利便性向上等の環境整備の状況

CERN及びPSIでは共同利用研究者を中心に多数の日本人研究者が長期・短期に滞在し、研究に従事している。世界中から研究者が集まってきているため、オフィススペースの確保は難しい。ATLAS実験の場合、CERNに滞在している本センター教員が日本人研究者のスペース要求をとりまとめ、CERN担当者と交渉することにより必要なスペースを確保することができている。また、優先的に使用できる会議室やテレビ会議システムの確保など、共同利用研究者のCERN及びPSI現地での研究環境の整備拡充に努めている。

④ 参加する研究者の支援のための特色ある取組

共同利用・共同研究拠点として、全国の大学・研究機関の研究者に対し、国際共同研究への参加の窓口となると同時に、本センターが有する研究設備を活用して国際研究拠点としての役割を担っている。CERN及びPSI現地への共同研究者の派遣や、現地での研究環境の整備等を通じて共同利用者を支援している。

ATLAS実験で発生する大量のデータを解析するための日本における拠点となる「地域解析センター」の計算機システムと、解析作業で必要となるCERNでの計算資源も共同研究者に開放している。基本的に稼働している計算資源はすべて共同利用に供されている。これらのシステムには常に最新のATLAS実験データ解析ソフトウェアライブラリが導入されており、共同利用者が各国の研究者と共同で作業を進めるために必要な環境を提供している。システムの運用等について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。

⑤拠点活動に対する全学的な支援の状況(人員、予算を含む)

本センターが国際共同研究の中核としている欧州合同原子核研究機関(CERN)でのATLAS実験は、第2期実験ではエネルギーが倍増し衝突データ量も4倍に増え、素粒子物理学に新たな変革をもたらす発見に向けて、戦略的展開が繰り返されている。

国際競争の中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、平成30年度第2次配分で要求を行った。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、要求額どおり配分された。

また、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、令和元年から同班を新設した。

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

・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からの最新結果を伝えることによって、素粒子物理学のみでなく、宇宙論などに与える影響も大きく、また逆にその結果理論から来る新しい探索モードの提案などがあり、非常に有用である。

・本センターの研究協議会は、その構成員の半数(8名)は、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センター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。

・本センターの行っているプロジェクトに関しては、ほぼ月に一度開かれている素粒子物理学実験の研究者コミュニティである高エネルギー物理学研究者会議の代表が構成する高エネルギー委員会や、通常日本物理学会中に開催される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。

・本センターの関わっているプロジェクト以外の研究に関しても研究者コミュニティの意見を聞き、高エネルギー加速器研究機構と共に、分野全体を牽引している。研究者コミュニティは各々の研究機関の主體的な研究を望むと同時に、強い主導力のもとに共同研究を遂行することを要請している。また、国際的な学術の動向はCERNやPSIIに出張している多くの研究者が把握すると同時に、分野の国際的な情報網を通じて把握している。

・高エネルギー物理学研究者会議から選出された10名の高エネルギー委員の中には、本センターの森俊則と山下了が入っており、コミュニティの意見を集約し将来計画の検討を行っている。これをセンターの将来計画などの運営にも反映させている。

・浅井祥仁はATLAS日本グループの共同代表として、日本の研究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)の委員となっており、世界を代表する他委員と議論を行い、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。

6. 共同利用・共同研究に関するシンポジウム等(主に研究者対象)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		〔単位:件〕
	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	件数	参加人数	
30	3	462	17	822	1	115	21	1,399	〔単位:人〕
	(2)	(325)	(4)	(95)	(1)	(31)	(7)	(451)	
○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				
平成30年 6月11日～15日	シンポジウム	国際	ATLAS Overview Week 2018	ATLAS実験に参加する共同研究者の国際会議ATLAS Overview Weekは、年に3回、CERN(2回)と欧州や米国の研究機関(1回)で開催されている。平成30年度はアジアでは初、日本がホスト国となり、東京で実施した。世界各国から共同研究者300人以上が集まり、Run2の各プロジェクトの成果や今後の高輝度LHCに向けた計画等について議論を深めた。	301 (226)				
平成30年 11月26日～30日	シンポジウム	国際	Higgs Coupling 2018	ヒッグス粒子の性質とカップリングに関するLHC実験の最新結果や、HL-LHC・将来加速器計画の見通しを含めた理論的な展望を議論した。本学の研究グループが第1回目を企画したHiggs Couplingsは毎年の開催が定着化し、ヒッグス物理研究の優れたプレゼンテーションのもと、議論に重点を置いて実施している。	124 (98)				
平成31年 2月17日～20日	シンポジウム	国内	第25回ICEPPシンポジウム	ICEPPシンポジウムは欧米でよく行われている、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、暗黒物質探索がテーマとされた。	37 (1)				
平成30年 4月5日～6日 平成31年 3月19日～20日	セミナー	国際	Global Developments of Researches in Lepton Flavor Physics with Muons	平成30年度より採択されたJSPS研究拠点形成事業(A.研究拠点形成型)のセミナーを2回開催した。初回は、これまでのレプトンフレーバー物理研究の成果をまとめ、PSIIにおけるMEG II実験をはじめとする新しい実験研究で、今後期待される成果について議論した。2回目は、1年間の総括と今後の事業運営方針の検討を行った。	4月開催 33 (15) 3月開催 34 (15)				
平成30年 4月2日、7月27日	研究会	国内	新学術領域研究会「ヒッグス粒子発見後の素粒子物理学の新展開」	2017年までの全データ約80fb ⁻¹ を用いた結果がMoriond、LHCP、ICHEP等の主要な国際会議で次々に公開された。それらの結果を吟味しつつ、実験・理論でLHCや関連実験における今後の研究を議論するために開催した。	4月開催 109 7月開催 57				

開催期間	形態(区分)	対象	研究会等名称	概要	参加人数
平成30年 4月3日	研究会	国内	ATLAS日本物理ワーク シヨップ	ATLAS日本グループの研究者・大学院学生が一丸となってデータ解析を推し進めるため、本センターの発案で5つの解析チーム(Higgs, SUSY, BSM Long-lived, Diboson, Top)を立ち上げた。各チームのリーダーは若手研究者から選出し、第1回会合を開いた。解析テーマ別に改善できた結果や新しいアイデアなどの成果報告を行った。	52
平成30年 6月18日 平成31年 1月7日	研究会	国内	Joint Kavli IPMU-ICEPP Workshop on New Directions	東京大学Kavli IPMUと本センターとの合同研究会を初めて開催した。1回目はLHC Run2最新結果、HL-LHCやILCで期待される物理、SUSYのスケールやLHCbのアノマリ一等、2回目はLHC、MEG、Belle II、及びコライダー実験の将来計画について、実験・理論・加速器の側面から議論を行った。CERN ATLAS実験スポークスパーソンのKarl Jakobs氏やシカゴ大学のYoung-Kee Kim氏も参加した。	6月開催 42 (6) 1月開催 58 (8)
平成30年 7月30日～8月3 日	研究会	国内	第二回粒子物理コン ピューティングサマース クール	素粒子・原子核・宇宙分野の実験系大学院生に集中的に計算機技術の教育訓練を行うコンピューティングサマースクールを昨年に続き開催した。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、最終日には各参加者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。	65
平成30年 8月6日～24日	ワークショップ	国際	E-JADE AHCAL Tokyo analysis workshop	ILC実験における最新のCALICE熱量計設定のテストビームで得られたすべてのデータを分析するために、3週間にわたるワークショップを開催した。通常2～3ヶ月かかる分析が2～3週間で集中的に取り組みられ、新しいアイデアと多くの知見が得られた。	17 (13)
平成30年 11月27日～29 日	ワークショップ	国際	International Workshop on New Photon- Detectors (PD18)	素粒子原子核・宇宙線・物質生命・宇宙物理・医療など様々な分野における光検出器の開発・応用に関する最新情報を持ち寄って議論を行い、将来の実験分野における光センサーの開発・応用に役立てることを目的に開催した。	110 (38)

※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。

7. 共同利用・共同研究の募集、施設の募集、施設の利用要領等に関する情報発信

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実験をはじめ本センターと関連の深い分野について、テーマを狭く限定することとはせず、新たな研究動向と研究者の自由な発想を採り入れるようにしている。なお、利用に関する情報発信は、ホームページおよび高エネルギー物理学研究者会議の会員(約900名)へのメール配信を通じて行っている。

【公募要領(平成30年度) : <http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/collaboration/announcement2018.html>】

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15回研究協議会 議事録 (案)

日時：平成31年1月18日(金) 13:00～15:00

場所：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)

出席：後田裕、花垣和則(以上、高エネルギー加速器研究機構)、日笠健一、山本均
(以上、東北大学)、

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(以上、
素粒子センター)*議事録担当

欠席：岡田安弘(高エネルギー加速器研究機構)、久野良孝、山中卓(以上、大阪大学)、
川越清以(九州大学)、諸井健夫(理学系研究科)

1. 前回協議会(平成30年1月23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の報告

共同利用・共同研究拠点に関して、浅井協議員から報告があった(資料2)。今年度行われた中間評価の総合評価は「A」であった。今回から評価方法が絶対評価から相対評価へと変更された。「S」が約20%、「A」が約40%、残りが「B」と「C」となる。質の高い研究成果、拠点としてのコミュニティへの大きな貢献、若手研究者の海外への長期派遣、企業との共同研究によるディープラーニング応用の開発研究という新しい取り組みなどが高く評価された一方で、常勤女性研究者の採用が望まれるなどのコメントがあった。審査は書類のみで面接が行われず、直接説明する機会がなく残念であった。

また、国際共同利用・共同研究拠点認定への応募結果について浅井協議員から報告があった。本センターは国際的に中核的な研究施設として評価されたものの今回は認定されなかった。不採用理由として、海外の機関が主導する国際研究プロジェクトにおいて我が国を代表しているにとどまる点等を総合的に勘案したとのコメントがあった。

- LHC 実験報告

LHC と ATLAS 実験の状況について石野協議員から、ATLAS 地域解析センター関係について田中協議員から、また、物理解析の成果について奥村協議員から報告が行われた(資料3)。

Run-2 の最終年度にあたる2018年は、最大輝度 $2.1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ に到達、一週間で 5 fb^{-1} のデータ取得が可能となった。2017年に頻発した「16.L2問題」の再発により、最終的には最大輝度 $1.95 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ で運転が行われたが、一年当たり過去最高の 65.0 fb^{-1} が ATLAS 実験に供給された。ATLAS 検出器は一年を通じて高効率で稼働、データ取得を行った。供給されたデータのうち物理解析に使用可能なデータの割合も92.5%とCMSに比べて4%以上高い効率を示した。

2018 年末で Run-2 が終了し、2 年間の Long Shutdown (LS2)に入った。2021-2023 年に 14TeV にエネルギーを上げた Run-3、その後 2 年の Long Shutdown (LS3)の後に高輝度 LHC(HL-LHC)プログラムが開始される。HL-LHC では最大輝度 $(5-7) \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、10 年間で積算ルミノシティー 3000-4000 fb^{-1} を目指している。LS2に行われる Phase-1 アップグレードの主要な改良点は New Small-Wheel、Level-1 トリガー、Liquid Argon カロリメータエレクトロニクスの刷新であり、本センターもそのすべてに大きく貢献している。LS3 で行われる Phase-2 アップグレードはインナートラックとトリガーDAQ システムが大幅に刷新される予定で、本センターでは新たに導入する Muon Drift-Tube の情報を使ったミュオントリガーの改良を進めている。また、2018 年は石野協議員が ATLAS の Run Coordinator を務めるなど、多くの本センターのメンバーが実験・解析ワーキンググループの要職を務めている。

2018 年に記録された積分ルミノシティー 62.2 fb^{-1} のデータは Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)上で解析が行われた。蓄積されたデータはモンテカルロシミュレーションデータを含めて 400PB を超え、常時 30 万程度の解析ジョブが実行された。地域解析センター第 4 期システムは順調に稼働し、運転予定期間に対する運転効率は 99.3%を達成し、WLCG に大きく貢献した。地域解析センターは 2018 年も SINET5 が提供する欧州線(20Gbps)、米国線(100Gbps)を有効に活用し、日平均ピークで 8Gbps を超えることもあった。今後 LHC で予想されるデータ量増加や Bell2 実験開始に合わせて、今年 2 月には欧州線は 100Gbps に増強されることになっている。地域解析センターは、昨年末に導入された第 5 期システムがこの 1 月中に本格的な運用を開始する予定である。HL-LHC では現在の数十倍の計算機資源が必要だとされており、それに対応するため商用クラウド(Google Cloud Platform)を活用する研究開発、機械学習の継続的な研究、さらに 10 年先を見据えた量子コンピュータの素粒子物理への応用研究も開始した。CERN サテライトシステムは全体で約 1400 コア、ストレージ約 5PB で稼働し、ATLAS 日本研究者のデータ解析をサポートしている。また、昨年度から始まった「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)に講師 4 人を派遣した。

Run-2 で取得された全データの解析が進行中で、2019 年初頭から順次論文として出版される予定である。本センターは SUSY, Exotics, ヒッグスなどの主要研究テーマで解析を主導しており、特に重要な結果については 2017 年までのデータ(80 fb^{-1})を用いた速報結果を公表している。また、前年度に引き続き、大学・研究機関の枠を超えた ATLAS 日本グループ全体で、物理解析及び大学院生の指導に取り組んでおり、本センターの教員が主導的立場で進めている。本センターが主要な貢献をした 2018 年に公表した物理解析結果としては以下があげられる。SUSY 新粒子探索については、第三世代クォークに崩壊するグルイーノ対生成事

象の探索が行われ、グルイーノ 2.2TeV、LSP 800GeV まで棄却した。Exotics 新物理の探索については、弱ベクターボゾン対に崩壊する新粒子の探索、二光子共鳴を用いた新しいスカラーの探索、光子ジェット対に崩壊する新しいスカラーの探索などが行われ、それぞれモデルに対して厳しい制限を付けた。SM ヒッグス粒子については、2017 年までのデータを用いてヒッグス粒子と第三世代フェルミオンとの結合を 5σ 以上の有意さで観測し、フェルミオンの質量起源がヒッグス粒子にあることを示した。特に ICEPP はボトムクォークとの結合の発見と測定に関して主導的な貢献を果たした。

- MEG 実験報告

森協議員から MEG 実験の状況について報告があった（資料 4）。MEG 実験の探索感度をさらに一桁上回る究極探索感度 ($\sim 6 \times 10^{-14}$) のアップグレード実験 MEG II の準備が精力的に進められた。ようやく新しい陽電子ドリフトチェンバーが完成、PSI に移送され、すべての MEG II 検出器が出そろった。昨年末には全検出器を用いたミュオンビーム試験が行われた。液体キセノンガンマ線検出器については初めて単色ガンマ線(14.6, 17.6MeV)を用いたエネルギー分布の測定が行われた。またミュオンビーム試験では主要な背景ガンマ線であるミュオン輻射崩壊ガンマ線のエネルギー分布を測定した。ドリフトチェンバーは MEG II 実験で想定される強度のミュオンビームを用いて動作試験、混合ガスの最適化などが行われ、ミュオン崩壊からの陽電子の飛跡を初めて観測した。現在内側レイヤーの動作が不安定で適性電圧を印加できない問題があり、今年前半のシャットダウン期間中に原因調査と対処が行われる予定である。ノイズの問題など残された課題を解決し予定通り読み出しエレキ量産を進めることができれば、今年末にはエンジニアリングランを開始できる見込みであり、来年以降準備が整い次第本格的な物理データの取得を開始することを目指す。

- センター人事及び教員評価について

浅井協議員から本センター人事及び教員評価について報告があった（資料 5）。ATLAS 実験准教授 1 名の選考が行われ、1 月 25 日の運営委員会で決定される。また ATLAS 実験助教 1 名の選考については、本センター特任助教の齋藤智之氏が 8 月 1 日付で採用された。また、ATLAS 実験の特任助教または特任研究員 1 名の選考が行われたが、該当者なしという結果となり、再度同じ内容で公募が行われることとなった(1 月 31 日締切)。

本センターのすべての教員について 5 年ごと(新任は採用から 3 年後、以後は 5 年ごと)に教員評価が行われている。本年度は、石野雅也教授、山下了特任教授、増淵達也助教、澤田龍助教、岸本巴特任助教の 5 名を対象に評価のためのヒアリングが実施された。

- 国際評価委員会実施計画について

浅井協議員から本年 3 月 6 日に行われる本センターの国際評価委員会の実施計画

について報告があった(資料6)。評価委員は山本均氏(委員長、東北大学)、Eckhard Elsen氏(CERN)、Geoff Taylor氏(Univ. of Melbourne)、徳宿克夫氏(KEK)、中田達也氏(EPFL)の5名である。

- 協定等について

浅井協議員から本センターが推進する研究プロジェクトについて本センターと幾つかの研究機関と取り交わした協定・覚書について報告があった(資料7)。

3. 共同利用について(報告:大谷協議員)

- 今年度の「ICEPP フェローシップ」の選考結果について報告が行われた(資料8)。金恩寵(東京工業大学、派遣先 LBL)、野口陽平(京都大学、派遣先 CERN)、小川智久(KEK 総研大、派遣先 CEA-Saclay)の三氏の申請が採択された。
- 国内共同利用センターとして行っている共同研究について、平成30年度の状況報告があった(資料9)。平成31年度についても同様に共同研究の公募を行う(資料10)。
- 毎年恒例の素粒子センターの冬のシンポジウムが、今年度も開催される(資料11)。2月17日から3泊4日の日程で、招待講師は東京大学の松本重貴氏である。

4. 概算要求について

浅井協議員から、LHC 事業費の平成31年度の概算要求の結果について報告があった(資料12)。平成30年度に比べ4千万円弱の増額となったが依然苦しい予算状況となっている。

5. 研究組織の改組について

浅井協議員から研究組織の改組についての説明があった(資料13)。全学センターの在り方についての東京大学基本組織規則改正に伴い、本センターも平成31年4月1日より21条の4の「全国共同利用施設」となるべく組織改組の申請を行っている。

6. 平成30年度各委員会メンバーについて

浅井協議員から各委員会のメンバーについて報告があった(資料14)。来年度は、運営委員会委員の理学系研究科長(役職指定)が交替するが、研究協議会協議員、参与会参与のメンバーに変更はない。

7. 客員教員について

浅井協議員から今年3月末で任期が切れる客員教授の後任が吉村浩司氏(岡山大)、久野純治氏(名古屋大)に決定したことが報告された(資料15)。

8. 非常勤研究員の選考に関する申し合わせについて

現在では研究機関研究員(非常勤)はなく、代わりに特任研究員がポストク職として運用されており、この申し合わせを更新するべきではないかとの提案があった(参考資料)。議論の末に合意された改定案は1月25日の運営委員会で審議される予定である。

以上