

粒子物理学

素粒子実験研究室

Experimental particle physics

HP: <http://epp.phys.kyushu-u.ac.jp/>

コアタイム: なし

研究キーワード: 素粒子・新物理・ヒッグス粒子・超対称性・暗黒物質・余剰次元・ミュオン・放射線検出器



Member

教授	東城順治
准教授	音野瑛俊
助教	森津学、調翔平、稲田知大
スタッフ	水野貴裕
博士2年	周逸行
博士1年	吉川大智、今村幹
修士2年	中村優、張皓瑞、土居俊介、東地雄大、大倉野広樹、平田吾一、田中翔琉、阿波克典
修士1年	新城匡人、榊原麻希、村松将吾、酒井了
学部4年 (特別研究生)	呉撰泳、本多玲士、五島征一郎、與猶恭晟、佐伯直哉、久戸瀬太一

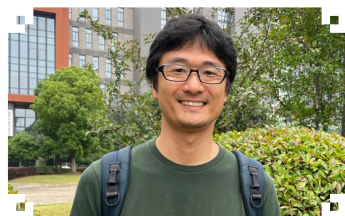


教員プロフィール



東城順治 教授

2011年12月から素粒子実験研究室で活動しています。LHC加速器の史上最高エネルギーの陽子-陽子衝突を用いたヒッグス粒子の研究や新物理の探索、J-PARC加速器の全く新しいミュオンビームを用いた新現象の探索に取り組んでいます。研究室の学生・スタッフや国内外の共同研究者と協力して、素粒子実験のフロンティアを推進しています。



音野瑛俊 准教授

CERN（欧州原子核研究機構）のLHC（Large Hadron Collider）を用いた世界最高エネルギーでの素粒子実験を推進しています。2012年にATLAS実験に加わり、2018年にFASER実験を開始しました。現在稼働中の両実験はともに大幅なアップグレードを控えており、今後さらなる物理成果が期待できます。海外での実験に興味をお持ちの方にもぜひお越し頂けたらと思います。



森津学 助教

2022年10月に着任しました。これまでは、国内の大学や高エネルギー加速器研究機構、中国の研究所に所属していました。研究では、国内でのミュオンの崩壊過程を利用した素粒子物理の研究をしています。物事を深く考えることが好きな人、モノづくりが好きな人、何かに“オタク”な人、是非一緒に研究しましょう！



調翔平 助教

2023年9月に着任しました。これまではスイス・ジュネーブの大学に所属し、LHCのATLAS実験に取り組んでいました。現在はATLAS実験とJ-PARCのミュオン実験で半導体検出器開発を行っています。学生時代にも過ごした研究室で皆さんと一緒に研究できるのを楽しみにしています



稲田知広 助教

2024年12月に先端素粒子物理研究センターに着任しました。これまで、東京大学宇宙線研究所、清華大学、CERNで研究に従事してきました。現在はATLAS実験とFASER実験に取り組み、エネルギーフロンティアにおける暗黒物質・新粒子探索及びニュートリノ研究を行っています。素粒子という「極小」の世界の研究は、宇宙という「極大」スケールの理解にもつながる重要な手がかりを与えてくれます。みなさんと一緒に、こうしたフロンティアの研究に取り組めることを楽しみにしています！



アピールポイント

研究室の雰囲気

- みんな優しくてアットホームな雰囲気です。大居室にはコーヒーマーカーがあります。
- 研究に対してとても熱心で、先輩同士の議論を聴いているだけでも刺激的な毎日です。
- 居室では雑談がさかんで、いろいろな話題で盛り上がります。雑談を通して先輩方とも仲良くなれます。

新しく発展する研究室

本研究室は2011年4月に設置され、先端素粒子物理研究センター (RCAPP) 所属を含めて、教員・研究員・大学院生・特研究生を構成員とする大きなグループに成長してきました。素粒子実験分野における実験・プロジェクトの進展や新しいメンバーの加入により、新しい段階に入りました。研究室全体で連携しつつ、各メンバーが色々なことに挑戦しています。新しく発展する本研究室の歴史と一緒に作っていきましょう。

設備

配属時、デスクに一人一台デスクトップPCがあります。また、大居室には研究内容に関連した書籍が多くあります。充実した環境で学習・研究活動が行えます。



イベント

年間スケジュール

4月	新入生歓迎会
5月～6月	研究室旅行(一泊二日程度)

定例イベント・不定期開催イベント

毎週火曜（現在）	週一ミーティング
週1、2回	ゼミ(特研究生、院生)
不定期	<ul style="list-style-type: none">他大学、研究機関から講師を招いて素粒子実験セミナーを開催研究室BBQ会

上記のほかにかかなり頻繁に研究会や講演会を開催しています。その運営にも参加してもらいます。

- 素粒子物理に関する国内・国際研究会、研究打ち合わせ
- 一般向けのサイエンスカフェや講演会

Message

- 毎週の輪講や研究室ミーティングなどを除き、コアタイムはありません。時間の使い方は各人に任されています。
- スライドを作って発表する機会が多くなります。また、徐々に英語に慣れておくことで、研究室での活動がスムーズに進むと思います。
- 困った時には先輩方やスタッフの方々が相談にのってくれます。多くの助言を頂きつつ、楽しく研究に取り組んでいます。



実績

就職先

2023	東芝エネルギーシステムズ、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング、日本電信電話、高校教員
2022	東北大学、インターネットイニシアティブ、イー・アンド・エム、中国電力、ソニーセミコンダクタソリューションズ、渡辺電機工業、ナフコ、システナ
2021	高校教諭、富士通、ソニーLSIデザイン、東芝、日本原燃、南陽
2020	九州大学、中国電力、ニコン、ソニーLSIデザイン、東芝エネルギーシステムズ、東芝インフラシステムズ、トータル

卒業後の進路について

- 学部卒業後の進路は主に大学院進学ですが、民間企業などに就職する人もいます。
- 学士卒・修士卒・博士卒それぞれで、民間企業・公務員・教員等の就職実績があります。
- 大学院に進学して研究者を目指す人もいます。この研究室の先輩には、国内研究機関の教員・博士研究員・海外研究機関で活躍している研究員がいます。

特研究生の研究室生活

ゼミ

週に2回、4年生全員で輪講をします。先生に指導を頂きつつ英語のテキスト（“Concepts of Elementary Particle Physics” - Michael E. Peskin と “Detectors for particle radiation -second edition-” -Konrad Kleinknecht）を読み、素粒子物理学の基礎を学んでいます。



研究内容

素粒子から宇宙へ

本研究室では、最先端加速器を用いて、**素粒子**と**宇宙**に関する実験的研究を行います。

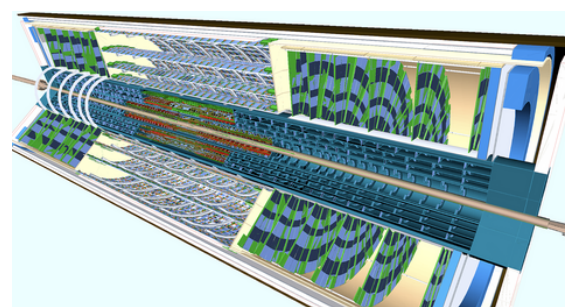
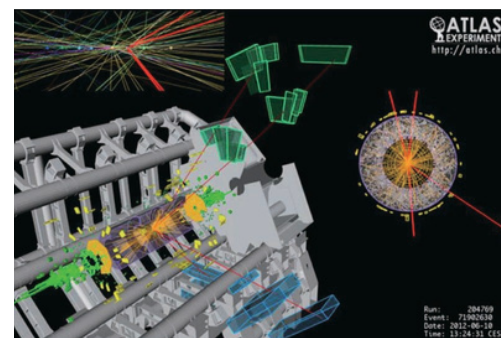
- 素粒子には、物質の基本的な構成要素である3世代のクォーク・レプトン、力を媒介するゲージボゾン、質量の起源であるヒッグス粒子があります。それらで記述される標準模型を詳細に研究し、標準模型を超える**新粒子・新現象**を探索します。
- 自然界の4つの力：強い力・電磁気力・弱い力・重力は統一できるのでしょうか？ **電弱ゲージ対称性を破るヒッグス粒子**を研究して、**質量の起源**を解明します。
- 素粒子から宇宙へ：高エネルギー粒子の加速・衝突で、**宇宙初期**を再現し、宇宙の物質の大半を占める**暗黒物質** (ダークマター) や**時空構造**を研究します。

現在、本研究室は、以下の実験・プロジェクトに取り組んでいます。

- 1) CERN研究所・LHC加速器における素粒子実験：**ATLAS実験**、**FASER実験**
- 2) 革新的ミューオンビームを用いた素粒子実験：**COMET実験**、**g-2/EDM実験**
- 3) **新しい検出器の開発**

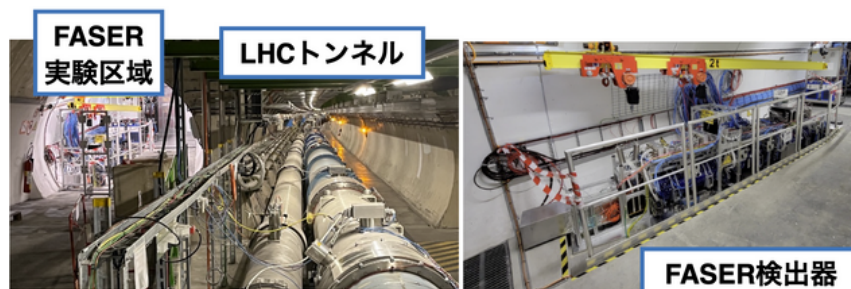
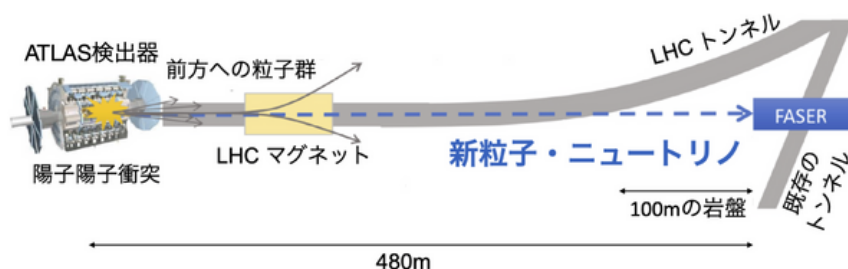
1) LHC加速器・ATLAS実験

LHCはスイスのCERNにある周長約27 kmの**世界最大**の衝突型加速器です。ATLAS実験はLHCの衝突点に設置した検出器の1つで、特に陽子-陽子衝突実験で生成する粒子の研究を、世界42カ国182研究機関からの**約1,200名**の大学院生を含む3,000名以上の研究者が協力して進めてきました。重心系エネルギー7、8 TeVで蓄積したデータを詳細に解析して、長年探索してきた**ヒッグス粒子**を遂に**発見**しました。2013年のFrançois EnglertとPeter Higgsのノーベル賞受賞に繋がっています。本研究室は**シリコン半導体製内部飛跡検出器**の運転を担当するとともに、電子とミューオンを使ったヒッグス粒子の探索に力を入れてきました。右上図はヒッグス粒子がミューオン4個に崩壊した事象です。LHCは重心系エネルギーを増強し、**13.6 TeV**で実験を進めているところです。ヒッグス粒子の詳細な研究はもちろん、宇宙の物質の大半を占めている暗黒物質の候補を予測する**超対称性模型**、4次元より高次元の時空を予測する**余剰次元模型**などの検証にも取り組んでいます。また、さらに感度を上げるため、右下図にある検出器のアップグレード計画も進行中です。皆さんも自分の興味に応じて、素粒子物理学の新しい世界を切り拓いてみませんか。



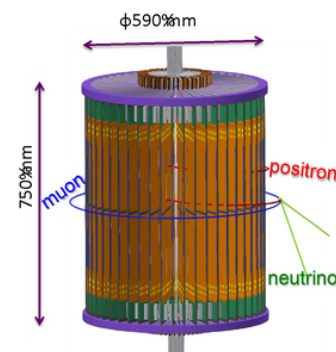
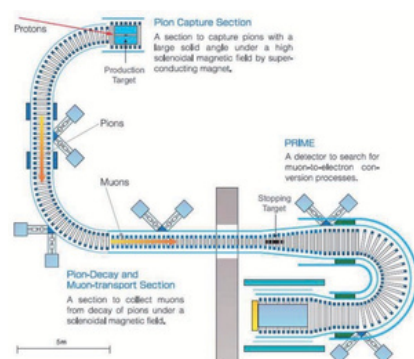
2) LHC加速器・FASER実験

LHCを従来にない形で活用するFASER実験にも取り組んでいます。LHCのビーム軸上には陽子の衝突によってハドロンが豊富に生成されますが、ビーム軸方向は厳しい放射線環境にあり、検出器の配置が進んでいませんでした。2017年にアメリカの理論研究者らが衝突点からビーム軸方向480 m地点に存在するトンネルを実験区域として検出器を配置する**FASER実験**を考案しました。そのポイントは、LHCと実験区域の間にある約100 mの岩盤によって放射線が低減できることにあります。FASER実験の目的は、ハドロンが生成するMeVからGeVの質量をもつ**新粒子の探索**と**TeV領域のエネルギーをもつニュートリノ**の測定です。2022年よりデータ取得と開始し、すでに様々な成果を発表しています。本研究室では実験の飛跡検出器 (ATLAS実験の内部飛跡検出器のスペアを活用) を担当し、さらに**SiGe BiCMOSプロセス**を用いた新型**シリコン検出器**によるアップグレードに取り組んでいます。



3) 大強度ミュオンビームを用いた素粒子実験

ヒッグス粒子の発見後、超対称性などの素粒子の標準模型を超える物理 (BSM) を発見する機運が益々高まっています。本研究室では、BSMの発見に感度が高い「**荷電レプトンフレーバーの破れ**」を探索する新しい**COMET実験** (真ん中図) を、茨城県東海村の**大強度陽子加速器施設J-PARC** (左図)で行います。大強度の陽子ビームで生成するミュオンを原子核ターゲットに導き、そこで静止するミュオンが電子に転換する過程を探索します。また、**ミュオンの異常磁気モーメント**と電気双極子モーメントを精密に測定する **$g-2/EDM$ 実験** (右図) もJ-PARCで行います。過去の国外での実験で、ミュオン異常磁気モーメントの測定値が標準模型の予想値から有意にずれているという報告があり、新しい手法による超精密測定が望まれています。



4) 最先端検出器開発

現代的な素粒子実験では、検出器の技術が鍵となります。現在遂行中の実験や将来の実験に向けて、**最先端検出器の開発・製作**を行っています。検出器の開発は各実験で中心的なテーマで、本研究室で横断的に取り組んでいます。特に**シリコン半導体**を用いた検出器技術を得意としています。検出器を独自に開発・製作する設備を保有しており、継続的に増強・拡張を行っています。**世界トップクラス**の設備と技術を用いて、高実装密度・微細化・放射線耐性・高速応答・低物質質量などの優れた特徴をもつ新しい検出器の開発を行っています。これからも新しいアイディアの検出器を開発し、新しい素粒子実験に挑みます。



特別研究 (学部4年)

研究内容

特研究生がすぐに大規模な国際共同実験に参加するのは難しく、まずは素粒子実験の基礎を身につけることが大切です。そのため、英語で書かれた教科書の輪講 (ゼミ) と最新論文の紹介 (ジャーナルクラブ) で、素粒子物理学の基礎を学びます。新しい検出器の開発などで、実験技術の基礎を習得します。また、大学院に進学する前でも、研究室が関わる実験・プロジェクトの状況により、実際に研究するメンバーとして参加し、本格的な研究活動を開始することもできます。最後に、研究成果をまとめて発表会を行います。