

飯嶋徹教授

*飯嶋 徹 教授 Toru Iijima, Prof.
 戸本 誠 准教授 Makoto Tomoto, Assoc. Prof.
 居波賢二 准教授 Kenji Inami, Assoc. Prof.
 堀井泰之 助教 Yasuyuki Horii, Assist. Prof.
 鈴木一仁 特任講師 Kazuhito Suzuki, Lecturer

N研究室では、素粒子の世界－物質と自然法則の究極の姿－を、最先端の粒子加速器を使った実験によって探求している。現在までに知られている多くの素粒子現象は、物質の構成要素であるクォークおよびレプトン、それらの間に働く力を媒介するゲージ粒子、素粒子の質量の起源を担うヒッグス粒子で構成される「標準理論」によって説明できる。N研では、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構（KEK）におけるBファクトリー実験と、ヨーロッパの欧州原子核研究機構（CERN）におけるLHC実験に取り組み、標準理論を超える新しい物理世界の開拓を目指している。新しい現象の発見により、ダークマターの正体、素粒子の質量や世代構造の起源、真空や時空構造の理解、力の大統一など、現代素粒子物理学の課題の多くに迫ることができる。

Bファクトリーにおける「Belle実験」は、世界最高強度の電子・陽電子衝突型加速器「KEKB加速器」を使った最先端素粒子実験であり、bクォーク（5番目のクォーク）を構成粒子とするB中間子を大量に生成する。その第一目的は、標準理論が予言したB中間子と反B中間子の崩壊に現れる粒子と反粒子の対称性の破れ「CP対称性の破れ」の実験的検証であり、我々は、幾つものB中間子の崩壊過

程においてCP対称性の破れを発見し、小林・益川両氏のノーベル賞受賞を導いた。次なる目標は、ごく稀にしか起こらないB中間子崩壊や、B中間子と同時に大量に生成される τ レプトンの崩壊を精査し、標準理論を超える物理の兆候を捉えることである。我々は、現在の40倍のビーム強度を持つスーパーBファクトリーと呼ばれる次世代実験の建設を主導してきた。現在、2018年度の本実験開始に向け、検出器の試運転やデータ解析手法の構築を進めている。

一方、ヨーロッパのCERNでは、周長27kmの世界最高エネルギー（4TeV×4TeV）陽子衝突型加速器「LHC（Large Hadron Collider）」稼働し、2012年度にヒッグス粒子を発見した。さらに、エネルギーを上げ（7TeV×7TeV）、ビーム強度も増強して、人類未踏の最高エネルギーから 10^{-19} mの素粒子現象を探索することでヒッグス粒子の測定を通じた質量の起源解明、超対称性や余剰次元など標準理論を超える新粒子の検出を目指している。N研はLHC実験のひとつである「ATLAS（アトラス）実験」に参入し、直径22m長さ43mの巨大円筒形検出器群のひとつであるミュオン測定器の建設やそのトリガーシステムの構築を精力的に進めてきた。また、ヒッグス粒子の結合測定、トップクォーク対生成の精密測定、余剰次元の探索、超対称性粒子の探索、標準理論を超える新しいヒッグス粒子の探索などの物理解析で、世界をリードしている。

以上の研究は、本研究室が独自に所有する「高エネルギーデータ解析実験施設」を最大限に活用して進めている。解析施設とKEK、CERNを結ぶ高速ネットワークを駆使して、実験現場で収集した物理データを解析施設の高容量データ蓄積装置に集結させ、高速計算機で解析を

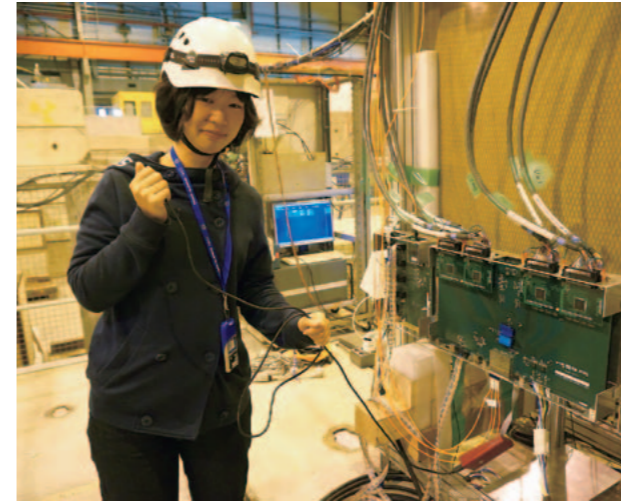


研究室メンバー

<http://www.hepl.phys.nagoya-u.ac.jp/>

*連絡先 lijima@hepl.phys.nagoya-u.ac.jp FAX 052-782-5752

教授：1/准教授：2/助教：1/特任講師：1/DC：6/MC：15

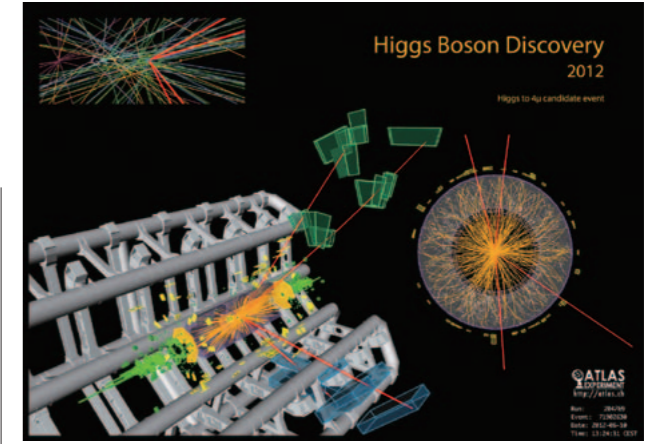


LHC-ATLAS実験のミュオントリガー改良に向けた回路試験の様子。

行い最先端の素粒子研究成果を発信している。

また、このような高度な科学研究を支えるのは大学が持つ確かな技術力である。最先端の物理研究には最先端の技術を駆使する必要がある。Belle実験やATLAS実験の測定器も、研究者が自ら設計、製作したものである。N研では、TOPカウンター、エアロジェルRICHと呼ばれる次世代検出器の独自開発を行っている。これらは、荷電粒子が媒質中を通過するときに放射するチェレンコフ光を検出する最先端の装置であり、表面を数Å程度の精度で磨いた石英や40ピコ秒の精度でチェレンコフ光を検出する究極の光検出器などで構成される。2016年にスーパーBファクトリー実験への実装を完了させ、現在、精力的に試運転・較正を進めている。LHC実験では、2024-2026年に加速器・検出器の大改良を行う計画であり、N研ではATLAS実験のミュオントリガー用回路開発を推進している。毎秒3テラバイトの高速データ通信やLHCの高放射線環境下で動作する回路の構築などでATLAS実験グループを先導している。また、次世代ソフトウェアを活用したミュオントリガーの開発も積極的に行っている。

以上のように、N研では、世界最高強度のBファクトリーと世界最高エネルギーのLHCを両輪とした最先端の加速器実験を行い、標準理論の未解決課題を解明するとともに

LHC-ATLAS実験で捉えたヒッグス崩壊事象候補（ $H \rightarrow ZZ \rightarrow \mu\mu$ ）の様子（提供：CERN ATLASグループ）。

ビームラインへの実装が完了したスーパーBファクトリー実験の検出器。本実験開始を間近に控える。

に、新しい粒子世界の発見を目指している。素粒子研究は、こういった未知の素粒子世界を切り開く胎動期にあると言ってもよく、それはまた、初期宇宙を支配した物理の歴史をさかのぼることにもつながる。その道のりは、決して容易なものではないが、大学院生にも、不断の努力と少しの幸運によって、この未知の素粒子世界を自ら開拓できるチャンスが十分にある。

大学院での方針・研究テーマ

近年の素粒子実験は、大型装置を用いる高度な科学研究に発展し、Bファクトリー実験はおよそ700人、アトラス実験はおよそ3000人の研究者が参加する国際共同実験である。しかしながら、研究のオリジナリティーは、参加する個々の研究者のアイデアにある。そこで、N研では、自らのアイデアに基づく検出器開発や物理解析を重視している。大学院生は、修士課程では、主に検出器の開発研究に携わって実験家に必須となるハードウェアの腕を磨き、博士後期課程では、実験データの解析によって第一線の物理成果を得ることを目指す。また、研究遂行にあたっては、アイデアや研究内容を表現する発表能力、問題点を自らの思考と仲間との議論によって解決する能力など、卒業後の進路に関わらず重要となる能力を磨くことにも力点を置く。

研究室では、学部生・大学院生がスタッフと協力して、活気あふれる研究を展開している。最近の研究としては、Belle実験におけるB中間子の τ レプトンへの崩壊分岐比測定（廣瀬）、チャームクォークを含む新しい共鳴状態の探索（ソノ）、ATLAS実験における質量差が縮退した超対称性モデルにおける超対称性トップクォーク探索（小野）、クォーク・グルーオンで構成される終状態を用いた超対称性グルーオン探索（佐野）、ヒッグス粒子2つから4bジェットへの崩壊を用いた標準理論を超える重いヒッグス粒子の探索（佐野）などがある。また、TOPカウンターやエアロジェルRICH検出器に関連した技術開発（ネベロフ、都築、室山）、ATLASミュオン測定器の技術開発（川口）や、最新のコンピューターテクノロジーを使ったデータ解析システムの構築がある。卒業後の進路状況については、研究室ウェブページを参照してほしい。