
 広報室コラム

 広報室で  
現在進行中のこと

## 英文情報誌

[Graduate School of Science  
and Faculty of Science, Tohoku  
University]

理学研究科・理学部を紹介した英文情報誌「Graduate School of Science and Faculty of Science, Tohoku University」は、2006年に創刊しました。以降2年毎に更新を行い、今回で6回目の発刊となります。創刊当初は、日本語の理学研究科・理学部紹介冊子を英訳し制作していましたが、その後、改良を重ね、現在は研究者や留学生へのインタビューや専攻の紹介など、研究にフォーカスすることで、より理学研究科・理学部に興味を持っていただき、手に取ってもらえるような工夫をしています。

この情報誌は、ご来校いただいたゲストにお渡ししたり、渡航の際に先生方にお持ちいただき、理学研究科・理学部の研究活動への理解を深めていただくことを目的としています。今年はデザインをリニューアルし、より一層の効果を狙います。更に、持ち運び易いようサイズをB5版としました。完成は年度末を予定しております。どうぞ楽しみに！

## 東北大学理学部物語

東北大学理学部物語は、受験生をはじめ

一般の方に理学部の人々や最新の研究成果を紹介する年1回発刊の「読み物」です。小説のように右開き、縦書きになっています。登場人物は、理学部で活躍している研究者や学生。どんな研究をしているのか、なぜ本学部を志望したのか、将来は何を目指しているのかなど詳しく紹介しています。また、OB・OGにもご登場頂き、修了・卒業後はどんな進路を選んだのかお話を頂いています。さらに本誌は写真も見どころで、プロのカメラマンに執筆者や理学部の景色をかつよく撮って頂いています！

本誌は主にオープンキャンパスや大学訪問の際に配布されます。前回まではオープンキャンパスの直前に仕上がっていましたが、今回は年度末に出来上がりますので、いつもより少し早く最新版を見ることができます。完成をお楽しみに！

 理学部・理学研究科  
プロモーション動画

広報室では、今年度の目玉企画の一つとして、理学部・理学研究科のプロモーション動画制作も開始しました。今後、受験者となる高校生に、理学部・理学研究科の世界トップクラス研究と研究者を動画で紹介し、多くの高校生に「東北大学ってどんな所なんだろう」「どんな先生がいるんだろう」と思ってもらうのが目的です。もちろん、それだけで終わりではなく、この動画を見たことがきっかけで、高校生が自分でホームページを調べたり、オープンキャンパスに来てみたくなったり、最後は、

「東北大理学部に入りたい!」と思ってもらえれば大成功です。寺田研究科長を中心に、綿密な打ち合わせを重ねて、企画を練り上げました。理学部・理学研究科の世界トップクラス研究と研究者、最先端の研究現場、研究者からの熱いメッセージを紹介する本動画にご期待ください！



上：英文情報誌(2015)、下：理学部物語(2017)

## 編集後記

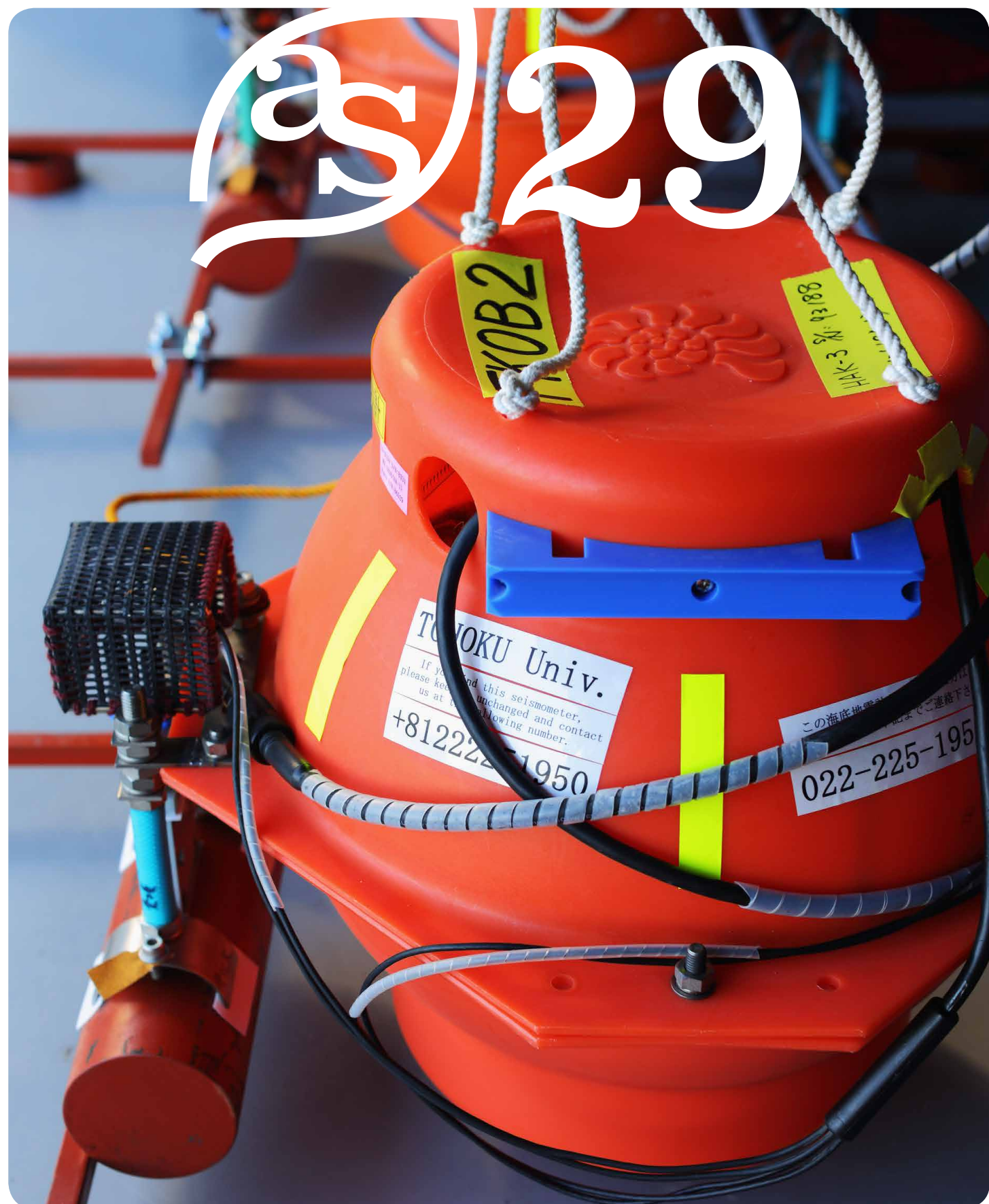


今年度より広報・アウトリーチ支援室に加わり、本号よりAoba Scientia編集委員会にも参加させていただきました。本号のTopicsの一つでもあるワークショップの開催に関わっていたため、編集委員会に参加させていただきましたが、初めて参加する編集委員会で、新顔の私に、この編集後記の執筆をお認めいただくなど、広報・アウトリーチ支援室、Aoba Scientia編集委員の皆様の懐の深さと柔軟性には頭が下がります(執筆者を押し付けあっているわけではありません)。さて、本号は宇宙創成

物理学国際共同大学院、ILCワークショップなど、「宇宙」に関する話題が幾つか含まれています。同時に、それらの記事には「素粒子」物理学研究者や、電子・陽電子といった「素粒子」も登場します。不思議ですね。この極微(素粒子)から極大(宇宙)までを自然の階層性として表した「ウロボロスの蛇」の絵をご存知の方もいるかもしれません。このウロボロスの蛇が本号コラムで紹介したプロモーション動画に登場します！

(広報・アウトリーチ支援室 高橋 亮)

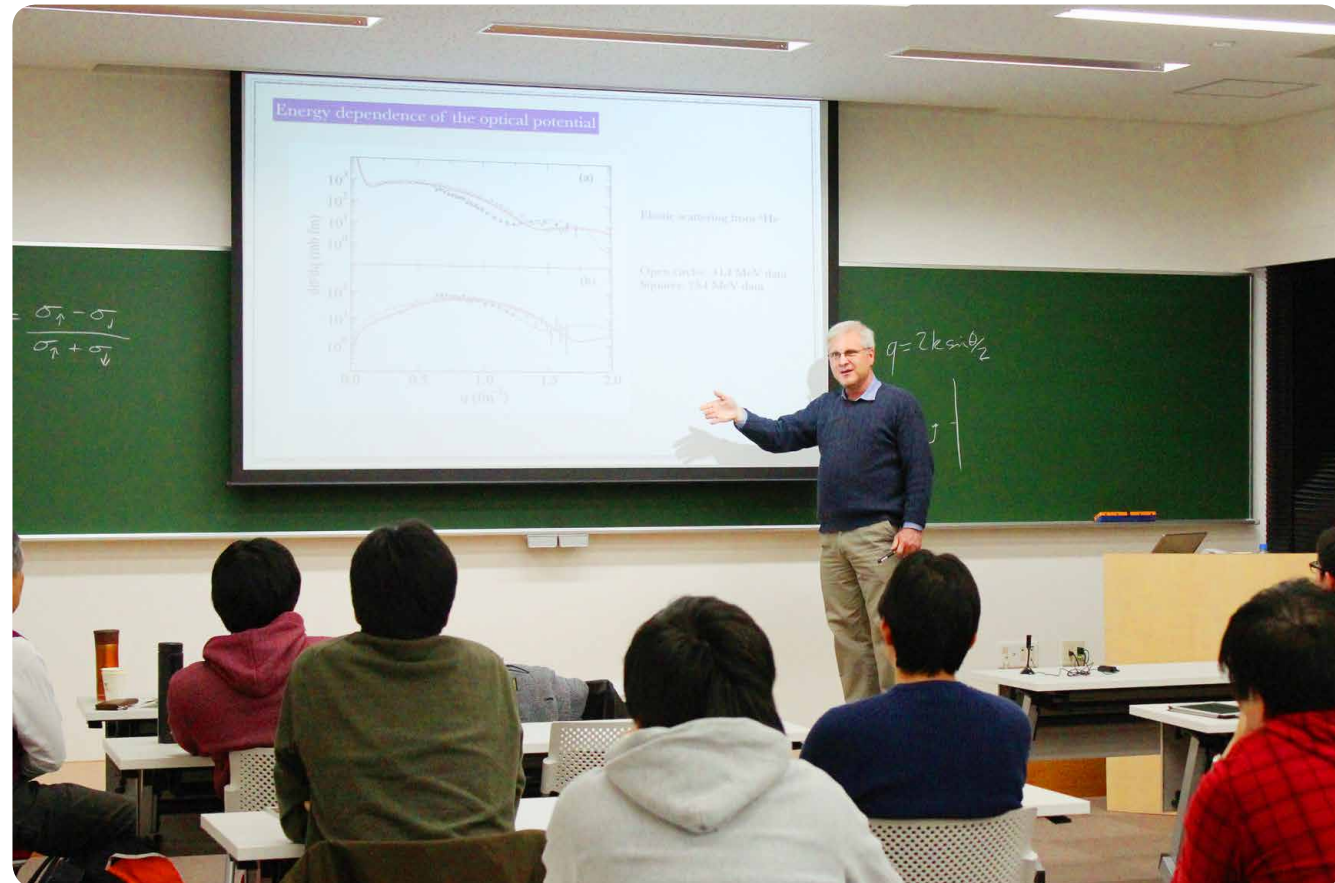
# Aoba Scientia





## 特集

# 宇宙創成物理学 国際共同大学院スタート



GP-PU 国際講義の様子

## 宇宙創成を究明する研究を通して国際的な舞台上で リーダーシップを発揮する人材を育成

井上 邦雄

宇宙の始まりから現在の天体活動までの宇宙の成り立ちを網羅的に究明しようとする「宇宙創成物理学」分野を設定し宇宙創成物理学国際共同大学院プログラム(“Graduate Program on Physics for the Universe”:略称GP-PU)を立ち上げました。宇宙という極大スケールから素粒子という極小スケールまで幅広く内包するため理学研究科物理学専攻・天文学専攻、ニュートリノ科学研究センター、電子光物理学センター、サイクロトロンラジオ

アイソトープセンターが参画しています。個々の研究が先鋭化していく中において一連の宇宙の成り立ちを系統的に理解するためには、俯瞰的な描像を持つことが特に重要です。また最先端の実験的研究が大型化していく中で、技術的側面においても幅広く先進のテクノロジーを理解していなければ競争力の高いプロジェクトを立ち上げて実現することはできません。将来の大型プロジェクトのリーダー足りうるために汎用的かつ先進的な技術を習得しておくこ

とは、幅広いキャリアパスが存在し多様な分野での活躍が想定される状況において、それぞれの分野に先進技術を取り込んでイノベーションをもたらすことにもつながると期待します。GP-PUでは、宇宙創成物理学分野における学術研究において優れた研究を行うとともに、国際感覚やコミュニケーション能力に優れ、俯瞰的な視野と幅広い知識・実験技術に裏打ちされたリーダーシップを有する、分野の未来を切り拓くとともに分野の発展を国際的に牽引する人

物を育成することを目指します。その際、プログラムにより得られた知識や技術、能力を活かして、産学官の広い分野でのイノベーションに貢献する高度職業人材を育成していくことも想定しています。

一方で、宇宙創成物理学分野における東北大学の特徴は、最先端の大型実験施設を運営していることや、世界の大型装置を使って中心的に研究を推進していること、そして、それらが国際共同研究として実施されていて、国際共同大学院プログラムで活用できる先進的な実験技術や国際ネットワークが既に手中にあることです。GP-PUでは、これらのメリットを生かし、国際的なコミュニケーション能力、俯瞰的視野、プロジェクト統率力を兼ね備えたアカデミックリーダーシップの修得のために、以下の高度実験と国際講義を主要な施策としてカリキュラムを組み立てています。

### 1. 高度実験:

最先端素粒子・原子核・宇宙・天文分野の実験技術教育を体系化し、本学及び海外連携大学の先進実験技術を取り込んだ高度実験技術実践教育を行います。これにより、幅広く応用の利く実験技術を学び俯瞰的な視野の育成とともに、新たな大規模実験の構築や将来の産業イノベーションに貢献できる技術が身につきます。

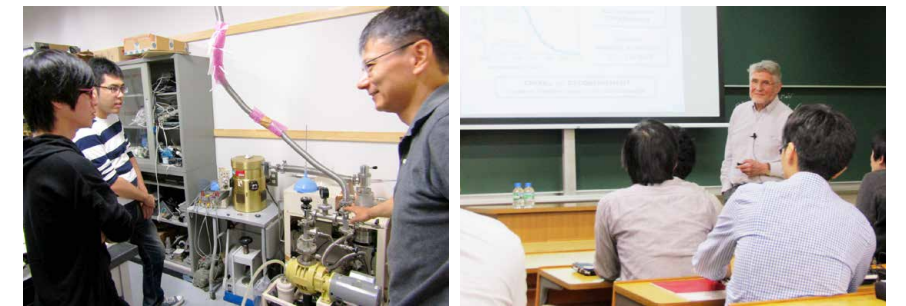
### 2. 国際講義:

国内外の最新の成果を持つ研究者や国際共同研究を牽引する研究者を招聘して行うアカデミックリーダーシップ教育を行います。広範なセミナーに付随してファシリテータを用意したディベート形式のディスカッションを実施し、国際的なコミュニケーション能力を育成します。特に補完的な海外機関とも連携しつつ最新・最先端の話題を教育に取り込むことで宇宙創成物理学における俯瞰的視野の育成につなげます。

GP-PUは、M2からD3までの4年間をプログラムの教育期間としており、M1終了時にプログラム生への選抜を行います。平成28年度を準備期間として、平成29年度から正式にプログラムがスタートしました。



高度実験の様子(MPPCを使ったシンチレータホドスコープ):最新の光検出器であるMulti Pixel Photon Counterを使いシンチレータを格子状に並べた装置で宇宙線の角分布を測定します。平成29年度は9つの実験コースが開設されます。



左:高度実験の様子(フーリエ変換分光器によるミリ波分光)。衛星での宇宙背景放射の観測に利用される分光器を使って金属からの放射の周波数依存性を調べます。/右:国際講義の様子。最先端で活躍する著名な研究者を招き最新の話題について講義および議論を行います。毎年20以上の議論の場を提供していきます。

初年度のプログラム生はM2が7名、D1が5名の採用です。また、10月からは海外からの編入生としてD1が1名追加されました。カリキュラムの進行状況は、平成28年度から高度実験の準備を行い、平成29年度には9件の実験コースを設定できました。今後も分野の進展に合わせて最先端を維持すべく更新・追加を行っていきます。また、国際講義は平成28年度に試行的に6件のGP-PUセミナーを開講し、平成29年度は9月末時点まで9件の開講がありました。これらの受講は多年度にわたること、多様なコースやセミナーを受講してもらいたいということを考え、それぞれポイント制を導入して修了年度に単位認定することとし、各自の研究進捗に無理が生じないように選択しながら受講できるようにしています。また、ポイントの取得状況や修了要件となる海外研修が計画的に行われているかを確認・助言するために、各セメスターの始めには全プログラム生による進捗発表会を開催することとしています。GP-PUのプログラム生は、これらのカリキュラムを受講

できるとともに、学振研究員程度の経済的支援や、海外での研究活動支援、海外からの研究者との共同研究支援を受けることができます。

GP-PUはまだ始まったばかりで、最初の修了者は2年半後になりますが、プログラム生の能力は高く、GP-PUの実験・講義や各自の研究に非常に熱心に参加しています。国際講義では英語での議論のスキルアップが見られ、GP-PU修了生が将来世界で活躍することが今から楽しみです。GP-PUの活動に今後ともご指導、ご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

井上 邦雄(いのうえ くにお) 宇宙創成物理学国際共同大学院プログラム長 ニュートリノ科学研究センター長 教授

Graduate Program on Physics  
for the Universe (GP-PU)  
<http://gp-pu.tohoku.ac.jp>



## 研究室訪問

## 巨視的量子物性グループ 大串研究室

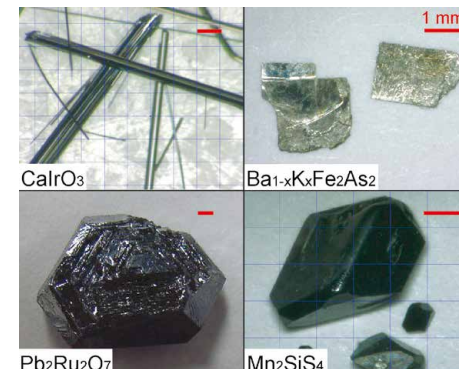
物理学専攻 教授／大串 研也

私たちの研究室では、「強相関電子系の物理」を探索しています。専門的に話すと少しややこしいので、例え話から始めます。私たち一人一人は個性を持った人間であり、それぞれが自らの人生を好き勝手に歩んでいます。しかし、実際には社会の中で無数の人々と影響を与え合いながら過ごしているのも事実です。複数の人が集まれば、互いに惹かれあうこともあれば、少しギスギスした関係になることもあるでしょう。とにかく、人間は相互作用しながら生きているのです。では、相互作用する無数の人間が集まると、何が起ころうでしょうか？集団心理が働くことで、途方もないことが生じることがあります。例えば、サッカーのワールドカップで応援するときに、勝利という一つの目標に向かって皆の心が一体となり、とてつもない幸福感を味わうことができます。競技場で観客により繰り広げられるウェーブは、集団が相互作用してはじめて生じる事象です。残念ながら集団心理がマイナスの方向に働くこともあります。個々人は良心を持っているにも関わらず、戦争という残忍な行為が発生することがあるのは、皆さんご存知の通りです。

「強相関電子系の物理」は、物質の中で相互作用する無数の電子を扱う学問です。一個一個の電子は、ある大きさの質量と電荷を持った素粒子であり、その性質は良く理解されています。しかし、無数の電子が相互作用すると、私たちの想像を超えた途方もないことが起きるのです(幸いなことに電子の世界は平和に満ち溢れていますので、ご安心下さい)。その一例として、「超伝導」が挙げられます。超伝導は、物質の電気抵抗がゼロになるという劇的な現象です。超伝導を示す物質の中では、無数の電子の間に引力相互作用が働くことで、電子のペアが形成され位相が揃っています。他の例としては、「強磁性」が挙げられます。強磁性は、磁石に引き寄せられる傾向の強い性質のことで、実は磁石が強磁性を示す物質(強磁性体)に他なりません。強磁性体の中では、無数の電子の間に斥力相互作用が働き、電子の持つスピンと呼ばれる量が特定の方向に揃っています。超伝導や強磁性は、システムが全体として保っていた対称性が破れた状態だと理解することができます。これは、集団心理により良きにつけ悪きにつけ偏った感情が表面化する人間の世界と似ているかもしれません。

研究活動の実際を紹介しましょう。私たちは、物質を自ら創ることからスタートしています。実験室で白衣を着て作業をしますが、これは物理系の研究室では稀なことです。そして、できた物質の性質を様々な手法で評価します。電気の流れやすさ、磁石への引き寄せられやすさ、光の透過し具合などを調べることで、電子の世界がどうなっているのかを覗いてみることもできるのです。すると、物質それぞれの中に無数の電子が繰り広げる豊かな世界が広がっていることがわかります。その多様性を愛でることは、物性物理の醍醐味かもしれません。そうした日々を過ごす中で、いつの日か超伝導や強磁性を凌駕する新しい物理現象を発見することを夢見ています。

超伝導や強磁性は、システムが全体として保っていた対称性が破れた状態だと理解することができます。これは、集団心理により良きにつけ悪きにつけ偏った感情が表面化する人間の世界と似ているかもしれません。



左：研究室のメンバー  
右：強相関量子物質の単結晶

## 観測的量子宇宙物理学 服部研究室

天文学専攻 准教授／服部 誠

インフレーション理論を観測的に検証する研究に取り組んでいます。インフレーション理論は、誕生からまだ $10^{-36}$ 秒と開闢(かいびやく)間も無い頃の宇宙で起きた劇的な物理現象を記述する理論です。この理論によると当時の真空のエネルギーに駆動されて宇宙の半径が加速度的に膨張して、僅か $10^{-34}$ 秒の間に宇宙の半径が $10^{30}$ 倍にもなります。このような劇的な宇宙膨張が起きることから、この時期をインフレーション期と呼びます。インフレーション理論の素晴らしいところは、その予言能力です。その一つとしてインフレーション期の時空の量子揺らぎから発生した重力波が現在も宇宙の至る所を漂っていることを予言します。これを原始重力波あるいは宇宙背景重力波と呼びます。強度が最も強い原始重力波の周期は約一億年と非常に長く、重力波検出器で直接捉えるのは不可能です。研究者寿命程度の周期の原始重力波も宇宙空間を漂っていますが、非常に微弱で直接検出を実現するには恐らく後百年は掛かるでしょう。しかし幸いなことに、原始重力波は、宇宙マイクロ波背景放射と呼ばれるビッグバンの名残りの電波に特徴的な偏光信号を刻印します。この信号を世界に先駆けて捕まえることが、現在私たちが取り組む課題です。

この課題の魅力は、宇宙創成期を観測的に解明できることだけでなく、微弱な信号を検出するために最先端の観測技術を駆使しさらに進歩させなければいけないこと、天体起源の似たような電波信号の誤認を避けるために現代天文学の叡智を結集しなければならないこと、にもあります。最も紛らわしく邪魔な天体起源の信号は、私たちが暮らす銀河系内の塵からの放射です。そこで私たちは日本の赤外線観測衛星「あかり」が取得したデータから遠

赤外線宇宙地図を作るプロジェクトに参画して2007年から八年掛けて完成させました。この地図は、銀河系内の塵の分布を知る重要な手掛かりを与えてくれます。銀河系内の塵からの放射には、アモルファスと呼ばれる物質の極低温での量子物性が絡んでいます。そこで最近では、アモルファス物質の光学的性質に関する研究成果を宇宙に応用する研究にも取り組んでいます。

現在私たちのグループが主に取り組んでいるのは、高エネルギー加速器機構・理化学研究所等との共同研究で開発中の宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測によって原始重力波の存在証明を目指すGroundBIRD実験です。大気放射の変動に打ち勝つ為に天頂方向を軸に望遠鏡全体を一分間に20回転の周期で回し続けたり、検出感度を飛躍的に向上させる為にMKIDsと呼ばれる最新の超伝導カメラを検出器に応用したり、と様々な工夫がなされています。この実験に私たちが考案した分光器を組み合わせて使うことで銀河系内の塵からの放射の同定精度が飛躍的に向上でき、原始重力波起源の信号の世界最高検出感度が引き出せると考えています。GroundBIRD望遠鏡は開発完了後、空気が乾燥して電波観測の適地であるスペイン領カナリア諸島のテネリフェ島のテイデ観測所敷地内に移設して観測を進めます。

インフレーション期は、量子現象の宝庫です。しかし、原始重力波探査の次に続く、そこにメスを入れることが出来る観測量はまだ分かっていません。また、光源の量子光学的状態の違いが二光子相関の違いに現れる事を使って、検出した光子一個一個の発生源を峻別して観たい光源からの光子のみ取り出すことが出来ないかと夢見ています。読者の中から新たな道をつけてくれる人が現れる事を願っています。



左：研究室のメンバー／右上：「あかり」遠赤外線宇宙地図 ©JAXA / 右下：GroundBIRD実験装置

新  
奇  
な  
巨  
視  
的  
量  
子  
物  
性  
の  
発  
見  
を  
目  
指  
し  
て

宇  
宙  
創  
成  
期  
を  
観  
る

研究室ホームページ  
<http://ryukyuastr.tohoku.ac.jp/pukiwiki/>



トピックス

Report

理学研究科主催のイベントを開催いたしました

Event 01 2017.9.16 Sat.

東北大学大学院理学研究科公開サイエンス講座  
「地震はなぜ起きるのか？」

9月16日(土)東北大学理学研究科合同C棟2階青葉サイエンスホールにて、東北大学大学院理学研究科公開サイエンス講座を開催しました。2回目となる今回のテーマは「地震」。長谷川昭東北大学名誉教授、地震・噴火予知研究観測センター長の松澤暢教授より、地震のメカニズムや最新の研究についてご講演頂きました。



会場の様子



松澤 暢氏(地震・噴火予知研究観測センター長、教授)



長谷川 昭氏(東北大学名誉教授)

Program

- 挨拶 東北大学大学院理学研究科長 寺田 真浩
- 講演 「地震って何？」  
東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター長、教授 松澤 暢
- 講演 「地震発生のメカニズム—地震の発生は水がコントロールする？」  
東北大学名誉教授 長谷川 昭

主催者代表のご挨拶

主催者を代表して、第2回東北大学大学院理学研究科公開サイエンス講座にご参加いただきました皆様へ厚く御礼を申し上げます。

今回は、地震はなぜ起きるのか?をテーマに、地震の基礎をわかりやすく、かつ、最新の研究結果を含めてご紹介する事を目的にしました。

我が国における地震研究の第一人者である長谷川昭名誉教授は水の働き的重要性を指摘した最初の研究者で、2017年3月恩賜賞・日本学士院賞の受賞者です。日本列島とその周辺で発生する種々の地震において、共通して水が重要な働きをすることを示されました。長谷川先生の50分間のご講演で、その仕組みが詳しく語られました。

長谷川先生のご講演に先立って、松澤暢教授から地震発生のしくみについて、基礎的なお話をいただきました。

公開サイエンス講座の冒頭での寺田真浩理学研究科長のご挨拶では、6年前の東日本大震災における東北大学理学研究科の状況や、会場になった建物(合同C棟)が震災後にできた免震棟であることが紹介されました。

天候が心配されましたが、73名の参加を頂き、活発なご質問が多数寄せられました。中学生から大人の方と広い年齢層からご質問をいただき、活気のある中、公開サイエンス講座は終了になりました。

来年も公開サイエンス講座を企画して、市民の皆様へ旬なサイエンスをお届け致しますので、引き続きどうかよろしくご依頼致します。

広報・アウトリーチ支援室室長 小原 隆博

Event 02 2017.11.18 Sat.-19 Sun.

ワークショップ  
「私たちと国際リニアコライダー (ILC)」

11月18、19日に片平キャンパス知の館にて、ワークショップ「私たちと国際リニアコライダー (ILC)」を研究推進・支援機構知の創出センターとの共同主催で開催しました。ILCとは、電子と陽電子を高速で衝突させ、ビッグバン直後の宇宙を人工的に再現する大規模実験施設です。ここでは、どのようにして宇宙が誕生し、物質や力が生まれ、138億年後に現在の宇宙になったのかという謎の解明に挑みます。北上山地の地下100mは、このILCを建設する候補地になっています。このワークショップでは、ILC計画の推進に深く関わる専門家の先生方によるご講演をうけ、もしILCが東北に建設されたら、私たちの将来、地域、さらには日本の将来にどのような可能性をもたらすのかを高校生、大学生らが2日間に渡ってじっくりと考え、発表を行いました。

講演は、鈴木厚人先生(岩手県立大学学長)、吉岡正和先生(東北大学・岩手大学・沖縄科学技術大学院大学客員教授)、佐貫智行先生(東北大学准教授)らによって、ILCで探る物理学、ILCが建設された場合に想定される社会への様々なインパクト、加速器・検出器の説明といった非常に幅広い話題について行われました。

講演後、参加学生は3グループに分かれ、それぞれ自分達の興味があるテーマについて、じっくりと考察・議論を行いました。ワークショップ2日目には、自分達の考察と議論の結果をスライドにまとめ、発表を行いました。発表会には、参加学生、講師の先生方以外にも、仙台市内の高校の先生、一関市職員の方も参加し、熱心に耳を傾けておられました。参加学生からは、講師の先生方も感心する鋭い視点も発表され、非常に有意義なワークショップとなりました。



鈴木 厚人氏(岩手県立大学学長)



議論内容発表準備の様子

