

東北大学理学部 MAGAZINE



Contents

02 青葉山の面々

吉田奈央さん(地球物理学専攻博士課程後期2年)

04 研究室訪問

物理学専攻 素・核実験 素粒子実験 (ニュートリノ)

06 私が東北大学理学部を選んだ理由

花木亮太さん(化学科3年)

07 INFORMATION

08 研究成果発表

大阪北部地震前の大気中ラドン濃度の減少を検出
—本震前の地震活動静穏化が原因—

10 Alumni Voice

小野淳さん(東北大学大学院助教)

11 大学の授業のハナシ

物理で使う“数学”

青葉山の面々

吉田奈央さん

地球物理学専攻 博士課程後期2年。惑星大気物理学分野所属。

愛知県出身。最近読んでいる本は、三浦しをんさんの本。



惑星探査との出会いが
私を導いてくれた

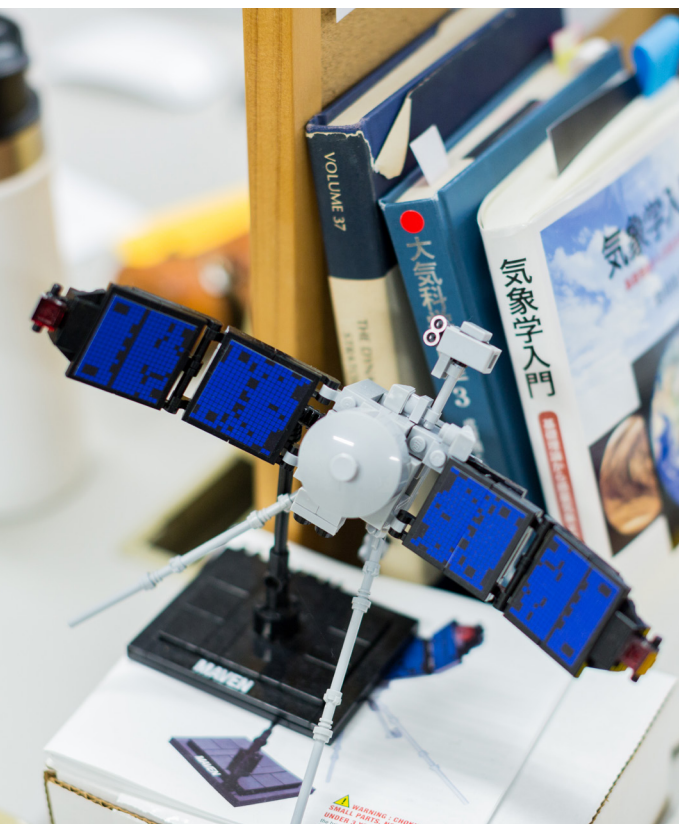
現在、どんな研究をしていますか？

火星を周回している人工衛星で観測された、高層大気の季節変動を調べています。アメリカやヨーロッパによって作られた人工衛星のデータを使っているので、海外の研究者と話す機会があります。研究を始めてから、世界中のいろいろな人が協力して宇宙探査ミッションを作り出していることを知りました。いまは並行して将来の探査機に搭載されるカメラに関わる研究もしているので、これを持続していつか日本の火星周回機からやってきたデータを見たいです。

研究以外では年に数回、宇宙に関連した子供向け科学イベントのお手伝いを行っています。昨年は火星について近年の研究を交えながら紹介しました。自身、科学館や博物館が大好きな子供だったので、将来は子供達に夢を与えられるような仕事をしたい、と思っていました。それをもって子供達が身近に宇宙を感じる機会に携わることが夢のようです。

興味を持ったきっかけは？

小惑星探査機はやぶさの帰還映像を見て、宇宙と惑星探査に強く惹かれるようになりました。その様子を見た両親に、JAXAの一般公開に連れていってもらって、宇宙で働く人々に魅了された



のを強く覚えています。大学に入学してから人工衛星を使用した惑星探査をしている研究室があると知り、いまはその研究室に所属しています。惑星探査との出会いが私を導いてくれたと思っているので、この間、惑星探査ミッションの関係でJAXAに行ったときは、感無量でした。子供の時に連れていってくれた両親に感謝したいです。

高校生にメッセージをお願いします

可能性の限界を決めるのは自分次第だと、恩師に言われ、大学に入ってからとりあえずいろんなことをやってきました。一番の経験といえは、なんとなくの気持ちで仙台から名古屋まで自転車帰省してしまっただけです。毎日100km以上移動するのは辛かったですが、全く初心者自分でも踏み出しさえすればなにか達成できるんだな、と知ることができました。おかげでいろんなことに挑戦しよう、という気概を持つようになりました。アウトリーチ活動は今後も行っていく予定です。アウトリーチを通して、科学の面白さが伝わる社会になればいいと思います。

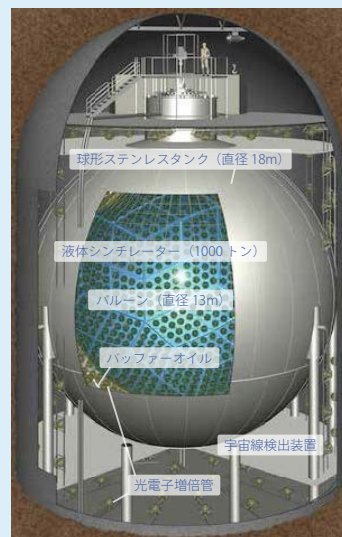
青葉山の面々はこちらから
ご覧いただけます。



研究室はこんなところです

装置は自分たちで作ります！

カムランド内の素粒子実験の装置を作るために、設計、開発、設置、改良などを、研究者が自ら行います。新しい装置を開発することで、新しい物理の探索ができるようになるのです。装置の開発には、大学院生が大活躍しています！



カムランドの内部

研究室での過ごし方

当センターの大学院生は、実験室での装置開発、カムランドから送られてきたデータの解析などを行っています。また、年に数回はカムランドへ出張します。日常的に、学生同士で教科書を読んで基礎の勉強をし、研究の議論も活発に行います。センター内の先生や先輩、技術職員の方々には普段から研究のことについて気軽に相談しています。コーヒーを飲みながらみんなで雑談をするの

が息抜きです。たわいもないことを話していたのに、途中から研究の話になってしまうことも…。



ニュートリノで宇宙・素粒子の大問題に挑む

東北大学ニュートリノ科学研究センターでは、カムランドという世界的な装置を武器に、素粒子、宇宙、地球にまたがる幅広いテーマに取り組んでいます。

ニュートリノは、素粒子の一種です。電荷をもたず、ものをよく通過するという性質があります。そのためニュートリノを観測し、その性質を詳細に調べることが非常に難しいのです。本センターでは、岐阜県飛騨市(旧神岡町)にある実験装置カムランドを使って、ニュートリノを捉える実験を行っています。カムランドの中は、液体シンチレーターと呼ばれる特殊な有機溶剤で満たされています。この液体にニュートリノが衝突すると、素粒子反応で微弱な光が放出されます。その光を装置の内側に敷き詰められたセンサーが捉えることで、ニュートリノが検出できるのです。

ところで、ニュートリノはどこから来るのでしょうか？実は、宇宙の天体や地球の内部の原子核崩壊でニュートリノが放出されます。このことから、ニュートリノを検出して解析することで、天文現象や地球の性質について研究することができます。例えば、天文現象が起きた時には、特定のエネルギーのニュートリノが検出されます。これらを調べれば、天文現象について知ることができるのです。

さらにカムランドでは、素粒子物理学の難問にも挑んでいます。一般に、物質を構成している素粒子には粒子と反粒子が存在します。粒子によって物質が構成され、反粒子によって反物質が構成されますが、現在の素粒子物理学では、反粒子からなる反物質が宇宙にないことを説明できていません。カムランドでは「ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊」という事象の探索を行うことで、この謎に挑戦しています。現在、カムランドはこの事象の探索において世界最高の精度を誇っています。

MESSAGE

研究者は、説明できないことがあると、大発見かもしれないと俄然やる気が出ます。とはいえ大概は既知のことで、毎度やる気マックスでは続きませんから、幅広い知識を吸収することが大事です。一方で、学問的なことに限らず精一杯取り組み、得意なことを増やすのも大事です。秀でたことが組み合わさって新しい分野が開拓されていくからです。観測が難しかったニュートリノ周辺は説明できないことの宝庫です。皆さんの秀でた何か革新を生み出すのではないのでしょうか。



東北大学ニュートリノ科学研究センター長
井上 邦雄 教授

東北大学ニュートリノ科学研究センター Web
<https://www.awa.tohoku.ac.jp/rcns/>



博士課程前期 2 年
酒井 汰一 さん

取材・文／松本萌未（東北大学理学部広報サポーター）

2022年7月27日、28日開催予定！

オープンキャンパスは、東北大学理学部に入學を希望されている皆さんをはじめ、「大学ってどんなところ？」と興味を持った方に、キャンパスライフを疑似体験していただくイベントです。2021年度はオンラインで開催しました。オープンキャンパスに参加して「大学のスケールの大きさ」と「研究の楽しさ」を実感してください。東北大学理学部では様々なプログラムを用意してみなさんをお待ちしています！



東北大学オープンキャンパス Web サイト (画像は 2021 年度のもの)

東北大学理学部
オープンキャンパス



趣味の旅行で訪れた北海道美瑛での一コマです。

MY LIFE 2



現在は研究に取り組む毎日です。

MY LIFE 3



特別支援室での情報保障業務にも携わっています。

**東北大学理学部を
志望した理由は？**

東北大学を意識し始めたのは、高校2年の夏休みくらいでした。何気なく東北大学のオープンキャンパスに参加した際に、仙台という落ち着いた街の中にある大学ということで魅力を感じたことが最初のきっかけです。その後、大学の様々な授業内容や研究内容などを調べていくにつれて、東北大学で学びたいという思いが強くなりました。また、高校の時から複雑な分子をパズルのように組み立てる有機合成化学という分野に興味があり、東北大学理学部を受験することにしました。

**高校時代はどのように
過ごしていた？**

高校時代の私は予備校や塾には通っておらず、高校で出された課題や定期試験の勉強などをまじめにこなすとともに、部活の研究についての文献調査や実験を行う毎日でした。高校が勉強について面倒見の良い校風であったこともあり、受験を意識する高校3年生になってからもあまり勉強へのスタンスに大きな変化はありませんでした。課題を理解することに重点を置いて勉強し、足りないと感じたところは自身で問題集等を購入して学習していました。

高校時代はどのように
過ごしていた？

高校時代の私



高校では物化部と地学部という科学系の部活に所属していました。なかでも物化部での研究はある海外派遣事業の代表の一人として選ばれて、イギリスに赴き現地の提携校で英語を使って発表する機会を頂きました。英語でポスター・スライドを作ることはとても大変でしたが、高校生のうちから海外を意識した研究発表ができたことは、非常に良い経験になったと感じています。

\今後の進路は決めてる？/

まだはっきりとした具体的な進路は描けていませんが、大学で学んだ化学の知見を活かし、社会に貢献できる方面に進みたいと感じています。そのためにも、今は一生懸命に研究に取り組み、より深い知識と能力を身につけたいと考えています。

2023 年 3 月開催予定！

「ぶらりがく」とは、東北大学理学部・理学研究科が企画・運営している公開講座・キャンパスツアー等の名称です。科学に関する様々なトピックを学び、普段は入ることができない研究室を見学するイベントです。

「ぶらりがく for ハイスクール」は、高校生を対象とした比較的高度な内容の公開講座です。オープンキャンパスとは違った角度で、参加高校生に、東北大学大学院理学研究科が推進している最先端研究について深く触れてもらい

ます。2020 年度からはオンライン開催を行い、
遠方の高校生も参加しやすくなったとの声をい
ただいております。

次回は、2023 年 3 月に開催予定です。



2018 年度の様子



2020 年度の様子

ぶらりがく
for
ハイスクール

開催希望校隨時受付中！

「大学ではどんなことを学んでいるの?」「大学での生活は?」「仙台での過ごし方は?」など高校生・高専生の素朴な疑問に、東北大学理学部・理学研究科の大学生・大学院生がオンライン上で丁寧にお答えします。お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコンから、ご参加いただけます。交流会をご希望する高等学校・高等専門学校教員の方は東北大学理学部ホームページをご確認のうえ、お申込みください。



高校生・高専生と東北大生の
オンライン交流会



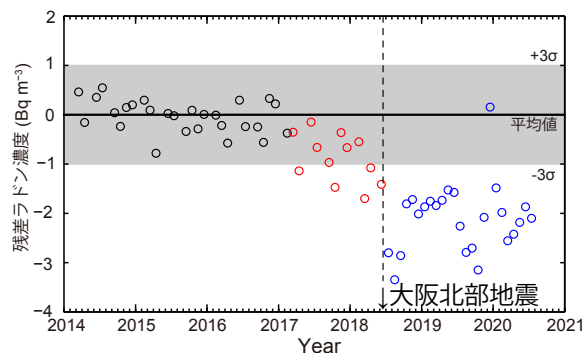


図1：2018年大阪北部地震前後で観測された大気中ラドン濃度変動。黒丸は地震前の通常時変動、赤丸が地震前、青丸は地震後の変動を示す。灰色の領域は通常時の変動から計算される誤差範囲（3σ）を示す。

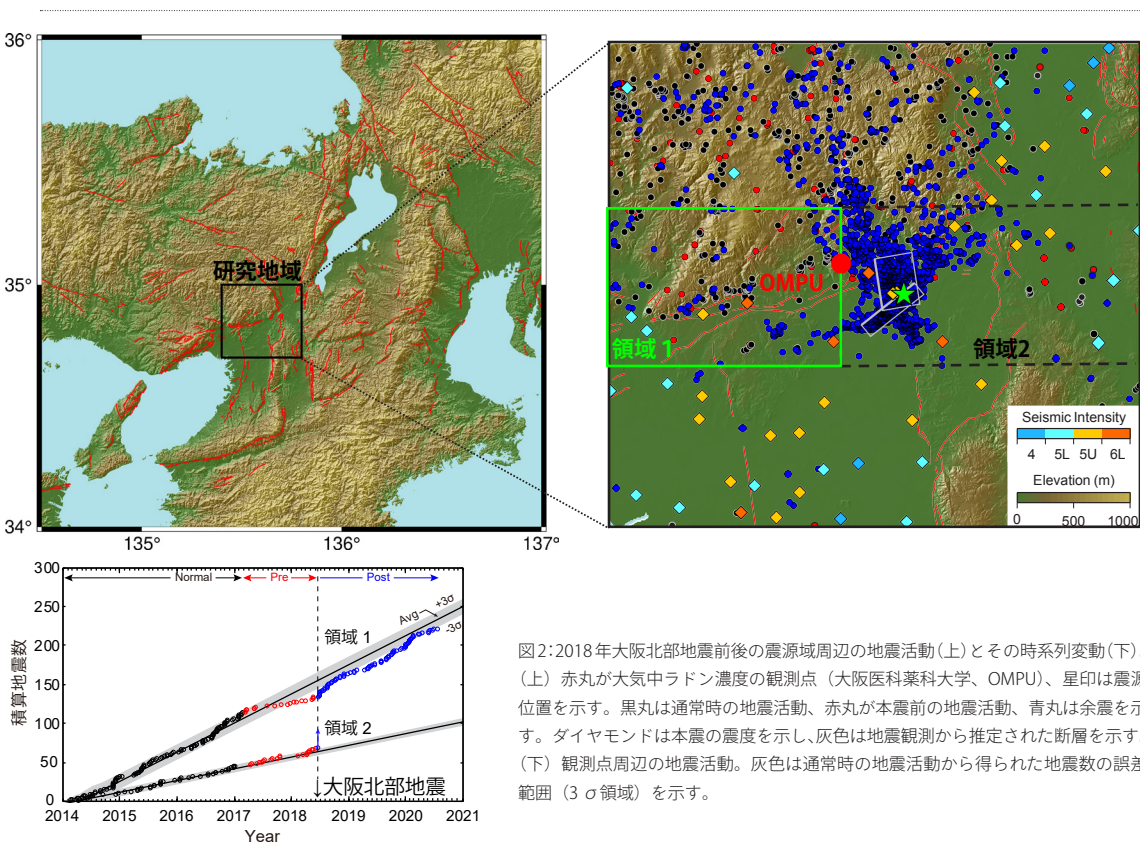


図2：2018年大阪北部地震前後の震源域周辺の地震活動（上）とその時系列変動（下）。（上）赤丸が大気中ラドン濃度の観測点（大阪医科薬科大学、OMPU）、星印は震源位置を示す。黒丸は通常時の地震活動、赤丸が本震前の地震活動、青丸は余震を示す。ダイヤモンドは本震の震度を示し、灰色は地震観測から推定された断層を示す。（下）観測点周辺の地震活動。灰色は通常時の地震活動から得られた地震数の誤差範囲（3σ領域）を示す。

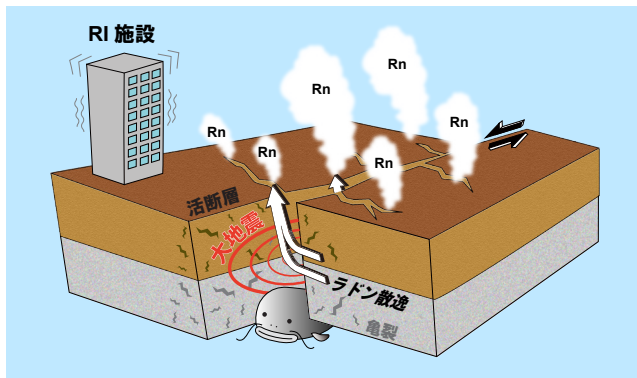


図3：地下からのラドンガス散逸を示すイメージ図。大気中のラドン濃度は、地震前後に発生する岩盤の亀裂（割れ目）を通して、ラドン（²²²Rn）を含むガスが地上に散逸し、放射線管理（RI）施設で計測される。

研究成果発表

世界がおどろく、新しい発見を。

大阪北部地震前の大気中ラドン濃度の減少を検出 —本震前の地震活動静穏化が原因—

これまで地震の前には、様々な異常が起こることが報告されています。その中でも地中に含まれる放射性元素の1つであるラドン（²²²Rn）*（注1）の濃度が異常に変化したという報告がされています。このような現象は、古くから世界中で報告されており、地震の予測を目指した研究が進められています。しかし、大地震の前にどのような原因でラドン濃度に異常が生じるのかいまだによくわかっていません。

東北大学大学院理学研究科地学専攻断層・地殻力学グループ 長濱裕幸教授、武藤潤准教授、平野光浩（博士課程後期1年、東北大学変動地球共生学卓越大学院プログラム）は、大阪医科薬科大学、神戸薬科大学とともに大気中に含まれるラドンに着目し、ラドン濃度の変化と地震発生との関連性について研究をおこなっています。大気中に存在するラドンは、地中に存在するラドンが散逸したものであり、地震によって岩石や地盤に細かい亀裂（割れ目）ができることによって、大気中へのラドンの散逸は促進されます。今回の研究では、2018年大阪北部地震（マグニチュード6.1）の前後で、震源地に近い大阪医科薬科大学で観測された大気中ラドン濃度のデータを詳細に解析しました。2014年から2018年6月18日の本震を含み、2020年までの7年間にわたる大気中のラドン濃度の計測から、本震の約1年前の2017年末頃からラドン濃度は下がり始めたことを明らかにしました（図1）。このラドン濃度の下がった時期は、大阪医科薬科大学周辺の震源地西側（図2の領域1）での地震活動が静穏化した*（注2）した時期に相当します。

我々のグループはこれまでに、1995年兵庫県南部地震、2011年の東北地方太平洋沖地震や和歌山県北部地震の前後の大気中ラドン濃度変動に関して報告してきました。これらの地震では、本震前に、岩盤に微細な亀裂（割れ目）が発生することで、ラドン濃度が増加し、本震後は地震によってできた地下の割れ目が、徐々に回復して閉じることでラドン濃度が減少していく可能性が明らかになりました。一方、今回の研究で対象とした大阪北部地震の震源域の東側（図2の領域2）では活発な余震活動が見られたものの、地震後3年間においても大気中ラドン濃度は低いままでした。また、この期間は近畿地方全域で地震活動が低下していたこともわかっています。このことは、大阪北部地震の前後に現れた地震活動の静穏化によって、地盤や岩石が変形しなかったため、ラドン濃度が増加しなかったことを意味しています。

今回の研究は、大地震前にラドン濃度が増加するというこれまでの研究とは異なるものでしたが、岩盤に生じる亀裂（割れ目）が大気中のラドン濃度変化に深く関与することを示唆するものです（図3）。大阪医科薬科大学周辺では、大阪北部地震後も、地震活動は低く、ラドン濃度も低いままで、今後も地震活動を注視する必要があります。断層・地殻力学グループでは、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援を受けて、全国の放射線管理施設とともに大気中ラドンモニタリングのネットワークの構築を進め、データ駆動型*（注3）の地震活動予測に挑戦しています。

論文情報

雑誌名

Scientific Reports

タイトル

Preseismic atmospheric radon anomaly associated with 2018 Northern Osaka earthquake

著者

Jun Muto^{a,*}, Yumi Yasuoka^a, Nao Miura^a, Daichi Iwata^a, Hiroyuki Nagahama^a, Mitsuhiro Hirano^a, Yoshiro Ohmomo^a, Takahiro Muka^{a,2,4}

* 責任者

¹ 東北大学大学院理学研究科 地学専攻

² 神戸薬科大学 放射線管理室

³ 大阪医科薬科大学 薬学部 薬学教育研究センター

⁴ 神戸薬科大学 薬品物理化学研究室

DOI: 10.1038/s41598-021-86777-z

用語説明

（注1）ラドン

自然界に存在する気体。土壌や大気中など、いたるところに存在する。土壌中で生成されたラドンは一部は土壌の間隙や割れ目を通して大気へ移行し、一部は地下水へ取り込まれる。

（注2）地震の静穏化

巨大地震の直前にそれまでの地震発生率が低下する現象。

（注3）データ駆動

従来になかった規模や質のデータによって、未知の現象の解明を目指す方法。

Alumni Voice

卒業生インタビュー

物質中の電子が織りなす
多彩な物理現象を研究する

私は子供の頃から科学が好きでした。東北大学理学部には七の学科があり、どれも大変魅力的でしたが、宇宙や素粒子といった対象に最も興味があって物理系を選びました。大学で本格的に学ぶうちにますます物理の広がりとお興行きに魅了され、大学院では研究の面白さを実感して、徐々に研究者を志すようになりました。

博士課程修了後、幸運にも出身の大学で働く機会をいただき、現在は物理学専攻の教員をしています。大学の教員の仕事は大きく分けると二つあり、一つは研究、もう一つは教育です。私の研究分野は物性物理と呼ばれる分野で、その中でも物質中の無数の電子の量子力学的な運動に興味を持って研究を行っています。究極的には、物質の様々な性質を電子のレベルから自在に制御することが一つの

東北大学大学院 助教

小野 淳 さん

物理学専攻博士課程後期修了

宮城県出身。2010年東北大学理学部物理系入学。2019年に東北大学大学院理学研究科物理学専攻に助教として着任。専門は物性物理学に関する理論的研究。

ゴールです。研究というのは、少し大きさに言えば人類の誰も知らないことを明らかにする営みであり、もちろん一筋縄ではないかもしれませんが、とてもやりがいのある仕事です。教育に関しては、大学院生への指導のほか、学部理論演習科目や少人数セミナーを現在担当していますが、私自身の勉強になることも多々あり、楽しく取り組んでいます。

大学の学部学科を選ぶにあたって、そこで学ぶことが将来役に立つかどうか、一つの関心事かと思っています。物理学のようないくつかの基礎科学に関しては、その知識が直接的に役立つ場面は決して多くはないでしょうが、大学や大学院で培われる科学的思考力や研究遂行能力、語学力などは貴重な財産になるはずです。これから大学に進学される皆さんには、まずは自分の興味や好奇心にしたがって、その時々のできることに全力を注ぐことを大切にしてみてください。



大学の授業のハナシ

物理で使う " 数学 "

物理学では自然現象を観察して、そこに秘められた普遍性を解き明かします。例えば、傾きが一定の坂道を下る自転車の位置と速度を一秒ごとに観測すると、時間と座標と速度の関係が分かります。そして、この関係を数と数との関係として表すと、関数が得られます。こうして得られた関数に、誰が、いつ、どこで測定しても同じになるという「普遍性」が認められると、物理法則が得られ、自然現象は数学を用いて表現されるようになります。

私たちは、自然を理解したいという好奇心によって、このような物理法則をいくつも発見してきました。そこには、古典力学で用いる運動方程式から、量子力学における虚数を含む波動関数が従う微分方程式（シュレディンガー方程式）、さらには一般相対論において現れる微分幾何学を用いた方程式まであります。物理現象を理解するためには、こうした微分方程式の解を求める必要があり、数学がとても重要になります。

ここでは、理学部の大学2年生が学ぶ数学「フーリエ解析」を紹介します。空気中を伝わる音の表現について考えてみましょう。音は物体の振動が空気分子の疎密波を生み出すことで生じます。したがって、空気分子の局所的な密度あるいは圧力の値を時

刻毎に表すことで音を表現することができます。それは音波を時間の関数として表現したもので、一般に複雑な波形が得られるでしょう。しかし、このような表現は、様々な音の表現方法の一つに過ぎません。例えば、楽譜をイメージするとわかるように、音は様々な振動数（音程）の波が重なり合うことで表現されていると考えることもできます。数学的には、音源の振動現象が従う運動方程式の解（振動解）を使って表すという方法です。

このような「振動解で表現された振動数の関数」と、初めに述べた「時間で表現した時間の関数」の二つの関数は、フーリエ変換という積分計算によって互に変換することが可能になっています。このことから、測定した音波のデータをフーリエ変換することで周波数分解することができ、その音源で生じている現象を捉えることができるようになります。それは、私たちが音楽鑑賞をしているときと似ていて、耳で聴いた音を音程、音色、強さで分解すると、目で見ることなく様々な楽器が奏でる演奏会の情景や演奏者の様子を想像できることと同じです。大学ではこのような解析法を学ぶことで、物質や現象が奏でる個性的で美しい " 音楽 " をより深く理解して楽しむことができます。

柴田 尚和 教授（物理学専攻）



高校生・受験生向け

東北大学理学部 LINE 公式アカウント はじめました

東北大学理学部・理学研究科では、このたび高校生・受験生の皆様向けに、LINE 公式アカウントを開設しました。高校生・受験生の皆様へさまざまなお役立ち情報を配信していきますので、ぜひ友だち追加をしてご活用ください！また、保護者様もぜひご登録ください。

1

QRコードを読み取って友だち追加！



2

「ID 検索」から追加！

- ① LINE アプリのメニュー「友だち追加」から「ID 検索」を選択。
- ② 「@231wfszn」と入力の上で検索。
- ③ 「東北大学理学部（受験生向け）」を友だち追加！

東北大学理学部・理学研究科 Web サイト



東北大学理学部の基本情報や研究成果、イベント情報など最新情報はこちらをご覧ください。

URL: <https://www.sci.tohoku.ac.jp/>



東北大学理学部・理学研究科 YouTube 公式チャンネル



東北大学理学部キャンパスの様子や研究室の動画をアップしています。どんな研究を行っているのか、環境はどうか？が気になったらぜひ見てみてください！



東北大学理学部 MAGAZINE vol.01

2022年3月23日発行

東北大学理学部・理学研究科 広報・アウトリーチ支援室
〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3
TEL: 022-795-6708 E-mail: sci-koho@mail.sci.tohoku.ac.jp
構成・デザイン 保手演 葉津希（広報・アウトリーチ支援室）

本誌掲載記事・写真・イラストの無断転載・複写を禁じます。