インフォメーション

学びを支える設備・制度

充実した研究設備

物理学では、自然現象を解明するために物質の微細な構造や極限環境下での状態、即とは見ることのできない性質を測定します。各研究室には多様な研究対象に応じた最先端の器具、装置を備えています。

ミリケルビン温度域でのフォノンダイナミクスの測定を可能とする極低温レーザー分光システム

物理図書室・コンピュータルーム

物理図書室では、物理学の専門書、雑誌等を保管しています。物理学科の学生専用のパソコンを備えたコンピュータルームでは、インターネットを通じて世界中の文献にアクセスすることができます。

自習スペースとしても利用できる物理図書室

苫小牧宇宙電波観測所

北海道大学苫小牧研究林内には、北海道大学と国立天文台が協力して設置した直径11mの電波望遠鏡があります。天体の分子スペクトル線の観測により、銀河系で星が誕生する過程の研究に活躍しています。

苫小牧研究林内の電波望遠鏡

経済支援制度

北海道大学では、経済的な理由により入学料や授業料の納付が困難な学生を対象とする免除制度があります。学業および課外活動で優れた成績を修めた場合には各種奨学金や奨励金を受ける機会もあります。
また、大学院に進学すると、学生インストラクターとして給与を受けながら教育や研究のスキルを磨くことも可能です。

アインシュタインドーム

北海道大学総合博物館には、物理学の巨人A・アインシュタインの名にちなんだドームがあります。壁にとりつけられた「果物」「ひまわり」「コウモリ」「ミミズク」の4つのレリーフはそれぞれ朝・昼・夕・夜を意味しており、昼夜問わず研究に勤しむ研究者の姿を象徴しています。

物理学科を知るための イベント・プログラム

■理学祭【6月上旬】
北大祭の期間に開催する、理学部学生の企画によるイベントで、どなたでも参加できます。これまでの物理学展では超伝導などを展示しました。

■オープンキャンパス【8月上旬】
高校生のみなさんや保護者、市民の方々に北海道大学を知ってもらうためにキャンパスを公開します。物理学科は公開講座や模擬実験を行っています。

■ウィンター・サイエンスキャンプ【12月下旬〜1月上旬】
(財)日本科学技術振興財団と共催する、主に高校生を対象としたプログラムです。3日間かけて本格的な超伝導の実験を体験してもらいます。

第一線の研究者が実験を指導します

他にも、出前授業や1年次の学生を対象とした学科探検などを行っています。

北海道大学 理学部 物理学科

お問い合わせ先 〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
TEL 011-706-2692 FAX 011-706-4926
URL http://phys.sci.hokudai.ac.jp/
jimu@phys.sci.hokudai.ac.jp

アクセス ●JR「札幌」駅・地下鉄南北線「さっぽろ」駅より徒歩15分
●地下鉄南北線「北12条」駅より徒歩8分

物理学科の4年間

物理学科の理念は「フロンティア精神に基づく創造的研究活動と教育実践の融合」。約40名の多彩な教員が世界レベルで活躍できる人材の育成を目指し、質の高い教育・研究活動を行っています。みなさんも物理学という壮大かつチャレンジングな学問分野に参加してみませんか?

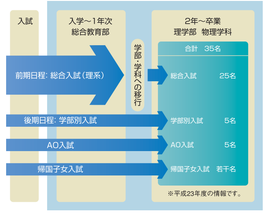
入試〜1年次 物理学科に入るには

■前期日程: 総合入試(理系)
総合入試(理系)の合格者は、1年次の終わりに本人の志望と1年次の成績により学部及び学科を選択します。

■後期日程: 学部別入試およびAO入試
いずれも学科ごとに選抜が行われ、合格者は2年次進学時に物理学科へ進むことができます。AO入試は面接や小論文により受験生を評価する選抜方法で、物理学を通して自然の原理を探求しようとする強い目的意識を持つ学生を求めています。

■帰国子女入試
学科ごとに選抜を行います。

全ての学生は入学後の1年間「総合教育部」で教育を受け、2年次進級時に各学部・学科に移行します。
物理学科では移行後のイメージをつかんでもらえるよう、1年次の学生を対象に学科探検を開催しています。



※募集人数、募集要項等は北海道大学アドミッションセンターのHPを参照してください。 http://www.hokudai.ac.jp/bureau/nyu/

2年次・3年次 のびのびとした環境でとことん学ぶ

量子力学や相対性理論など専門科目の講義が始まり、学問の世界が一気に広がります。
英語文献を読む物理学外国語文献講読では、研究活動に必要な英語による表現能力と国際性、プレゼンテーション能力を養います。
物理学実験は基礎的な実験手法と問題解決の力を身に付ける科目です。回路や計算機などの実学的な技能も習得します。
年間を通して行われる移行生歓迎会や学科通足、研究室紹介といったイベントは学科の交流を深める場。研究室の様子や進路のことなど、教員や先輩たちの生の声を聞く絶好の機会となっています。

先輩やクラスの仲間と議論をしながら進める演習。講義の理解を深めます

3年次の物理学実験

4年次 いよいよ研究の世界へ

2〜3年次の学びを通して自分の研究テーマを決め、各研究室に所属します。卒業研究を通して、研究における企画力、判断力などを学びます。

教員や先輩の指導のもとで実験を行います

卒業後の進路 大学院・企業で活躍

物理学科の卒業生の多くは、北海道大学内外の大学院に進学しています。一般企業への就職希望者には、基礎学問である物理学があらゆる分野に応用できることが評価され、例年200比以上から求人があります。

また、規定の科目を履修することにより、中学校・高等学校教諭一種免許状(理科、数学)が取得可能です。

在校生からのメッセージ

新分野を開拓し、自然界の原理に近づく。

理学部物理学科4年生
【固体物性研究室】所属 松本 美穂さん〈名城大学附属高校 出身〉

1年生から実験アシスタントに志願

高校時代は"ロボコン"に優勝、物事の本質を知りたくて理系の道に進むと決め、体験入学で固体物性研究室の存在を知りました。数式や記号でシンプルに説明される高校までの物理から、複雑かつ多面的な自然界の原理に近づいていく大学の物理へ。初めて知ることの多さに圧倒されながらも「知る・わかる」喜びを大学院でも追いかけたいと思います。理学部に入学後は1年生の時から今の研究室に「実験アシスタントに使ってください!」と押しかけ志願し、3年生で学会発表を体験、4年生で希望通りの研究室に配属されました。学生の意欲を受け止めてくれる先生の後押しや物理学科の環境があればこその道のりだったと感謝しています。

"液体らしさ"から生命の起源へ

私が専門とする研究分野は液体の特性、すなわち"液体らしさ"を知る複雑液体物理学。私たちの世界はさまざまな液体から構成され、その最たるものは"生命"です。液体の運動性を明らかにすることは、生命の起源を知る手がかりにつながります。新しい研究分野である複雑液体物理学では、自分たちの手で世界を驚かす成果を出すことも夢ではありません。大学院に進めば、適切な結果が得られるような実験器具作りも学生の役割。より深いところから実験に関われる、今まで以上にやりがいのある研究が実現できそうです。皆さんも「こんな研究をやってみたい」という意欲を物理学科で伸ばしてみませんか。

1年生の時から積極的な学ぶ姿勢で研究生活を楽しむ松本さん

量子力学が見せる世界の真実に魅せられて。

理学部物理学科4年生
【素粒子論研究室】所属 横枕(よこまくら) 尚樹(なおき)さん〈旭川西高校 出身〉

大学院進学の意欲で周囲を説得

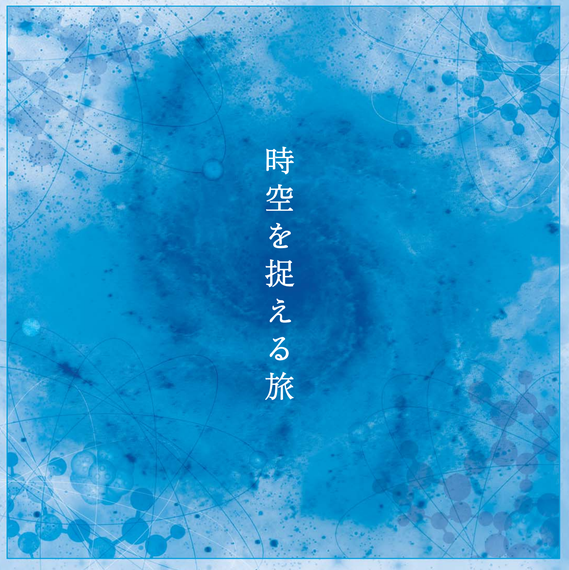
中学の教科書で初めて分子の存在を知ったときの驚きや燃焼の仕組みがわかった感動は世界を見る目を変えてくれました。自分が想像もつかなかった世界のことわりを知る。この壮大なテーマに対し、自分なりの回答が得られるような研究生活にしたいと考えています。

数式に挑む横枕さん。「北海道大学は図書館も充実しています」

今は理論系の素粒子論研究室に所属していますが、2年生の時に実験系の研究室を体験できたことで視野が広がり、自分の進路を考える上でとても参考になりました。自分の時のように志願者が定員オーバーの研究室は、配属前に学生同士で話し合う場を作ります。大学院進学を視野に入れた研究意欲が、他の志願者を説得するための大きな材料になりました。

次のページをめくる喜びを追いかけ

M・E・ペスキンの「An Introduction To Quantum Field Theory (場の量子論)」を読むゼミでは、粒子のふるまいをいかに正確に数式で表すかに取り組んでいます。ペスキンが提示する数式を実際に自分自身で計算し再現する、その繰り返し。文庫本のように一気に読破することはできませんが、新しいことがわかり次のページをめくる時の楽しさは格別。研究者として"本当に好きなことに時間を費やせる"学びの醍醐味を実感しています。研究室では外部のゲストを迎えた院生対象のゼミもあるので、自分も参加できる日を心待ちにしています。知る楽しさを追いかけたい皆さん、一緒に頑張りましょう!



北海道大学 理学部 物理学科

DEPARTMENT OF PHYSICS
SCHOOL OF SCIENCE HOKKAIDO UNIVERSITY

http://phys.sci.hokudai.ac.jp/

Department of Physics
School of Science Hokkaido University

私たちはこんなにも未 知の世界に生きている

物質の根源を捉える

物質の最小要素である素粒子を理解するためには、まず目で見ることができる粒子のイメージから離れることです。素粒子の振る舞いを捉える手段は数式と想像力。新たな素粒子の存在を理論的に予言します。質量の起源を担う素粒子として予言されたヒッグス粒子の存在は、加速器実験による確認段階にきています。
素粒子の世界はまだ説明できない領域も多く、すべての理論を覆く統合した理論の発見が待たれています。

ナノスケールで制御する新しい磁性

近年、ナノスケールの加工技術が進み、物質を非常に薄くしたときに生じる性質の変化を計測できるようになりました。これによって、強磁性を示す物質をナノスケールまで薄くすると磁気的性質が変わる現象や、逆に強磁性でないものを小さくすると強磁性体になる現象が見つかりました。これは磁性体内の電子のスピン（自転）の影響によるものです。強磁性体の形状とスピンの研究は、今や日常生活に欠かせないハードディスク等に応用されており、新しい機能の開発が進んでいます。

莫大な数が起こす性質の変化

粒子が数多く集まると、粒子一つ一つからは考えられない新たな性質を見せることがあります。水（液体）から氷（固体）や水蒸気（気体）へと変化する「相転移」現象はその代表例です。磁石の「強磁性」や金属電子が電気抵抗ゼロに流れる「超伝導」も相転移の結果として現われます。このような現象を解明し、多数の粒子集団が示す新しい物理の発見を目指しています。

通常の千倍も「重い」電子

結晶中の電子の動きやすさを質量に換算したものを「電子の有効質量」と言います。電気をよく通すアルカリ金属では、電子の有効質量は自由な電子の質量とほぼ同じになります。これに対し、レアアースを含む化合物には、たくさんの電子が相互作用することにより電子の有効質量が自由な電子の数百～千倍にも重くなる物質群があり、「重い電子系」と呼ばれています。この重い電子系において、極低温で奇妙な磁気的性質や超伝導が見つかり、その解明を目指した研究が行われています。

物質の原子構造

原子1個を観る・つまむ・操る

走査トンネル顕微鏡（STM）は、金属や半導体などの物質表面の原子像を観測することができる顕微鏡です。この顕微鏡により、超伝導体における電子状態の観測など、原子スケールにおける電子状態の研究を飛躍的に進歩させることができました。最近では、STMを用いて結晶表面上の原子の位置や配列を自由にコントロールする原子マニピュレーションの技術も研究されています。

原子核に刻印された物質創成の軌跡

陽子と中性子で構成された原子核の起源は、ビッグバンにまで遡ります。現在約2000種類の原子核の存在が明らかになっていますが、どのようにして多様な原子核が創られたのかはわかっていません。
原子核の研究は、医療技術の発展やエネルギー問題の解決など幅広い分野への応用が期待されています。

室温で超伝導になる日をめざして

特定の金属は極低温で電気抵抗がゼロになります。この現象は超伝導と呼ばれ一世紀も前から知られていましたが、30K（-243℃）以下でのみ起きると考えられていました。その後、有機物や酸化物などの新しい物質でも超伝導が発見され、現在では138K（-135℃）という高温で超伝導となる物質が見つかっています。これらの有機物超伝導体や酸化物超伝導体は、従来の超伝導とは異なる機構で起きていると考えられ、その機構が解明されれば室温超伝導も夢ではなくなります。

原子核を使って電子を観る

伝導性、磁性など、私たちの生活に欠かすことのできない物質の性質の多くは、固体中の電子が生み出しています。固体中の電子は、原子核の磁化（核磁化）と相互作用しており、核磁化の状態を観ることで、電子系のミクロな状態を知ることができます。核磁化の状態が電磁波の共鳴周波数の違いとして観測される現象を測定技術として応用したのが核磁気共鳴（NMR）分光法です。この技術は、MRIのような医療技術から、創薬や化学分析にもひく応用されています。

生命を液体の集合体として見る

気体、液体、固体状態を分子運動の面から見ると、気体では分子が自由に飛び回り、固体では分子が規則正しく整列していて、これらの状態は比較的よく理解されています。これに対して、液体では分子同士が相互作用しながらバラバラに移動していて、その性質の理解は大変難しい問題です。
細胞の隅々まで液体で構成されている生命体。液体の研究は、生命現象やその起源を根本原理から理解することにもつながる、物理学の重要なテーマです。

世界の「つながり」に一貫した性質を見る

自然界や人工物を問わず、人間関係、インターネット、電力網、食物連鎖といったあゆるネットワークは、要素が違っていてもつながり方に共通点を見つけることができます。例えば、友達の友達をたどるとわずか数人で世界の誰にでもたどり着くという「スモールワールド現象」があります。このような、あゆるネットワークに見られる共通した性質が、新しい統計物理学によって解明されつつあります。

レーザーで探る物理現象の不思議

光は電磁波の一種で、物質中にある荷電粒子（電子や原子核）と相互作用します。電磁波が荷電粒子の振動を引き起こす場合を「光吸収」、逆に荷電粒子の振動が電磁波を放出する場合を「発光」として私たちは見ているのです。これらが同時に起こると光の散乱や反射、屈折となります。このような現象を統一的に記述することを目指しているのが「光物性」という分野です。特に高い強度と時間的分解能を持つレーザー光を用射することによって、物質が一旦光を吸収した後に別の光を放出する現象や電気伝導度が変化する現象等を観測しています。

物の性質をオーダーメイドする

いくつかの物質をある割合で合成させると驚きの性質を出現させることができます。半導体のように電気の流れを制御できる独特の機能を持つ物質も、合成によって作り出すことができます。今注目されているのは「強誘電体」と呼ばれる物質で、次世代メモリの開発につながる機能性の高い強誘電体の合成が期待されています。

「天の川」の星の誕生の謎を探る

天の川は、銀河と呼ばれる一千億もの恒星の大集団です。天の川銀河では、今も1年に1個の恒星が誕生しています。その仕組みは、まだよくわかっていません。その謎を明らかにするために、一酸化炭素分子やアンモニア分子、水分子からの輝線を電波望遠鏡で観測し、10K（-263℃）の超低温ガスの様子を調べています。この宇宙からの電波が、星の誕生の謎を解明するヒントを与えてくれます。

計算機上でおこす自然現象

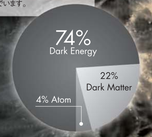
自然現象を探求するアプローチには大きく分けて「実験」と「理論」の二つがあります。これに加えて第三のアプローチと言われているのが「計算科学」です。例えば、大量の要素が相互作用する物理現象をシミュレーションで再現してみます。実際と同じ現象を計算機上で作り出し、その結果から原理を解明していくのです。要素を原子として、その集合体である物質をシミュレーションすれば、新しい機能を持つ物質を予測することも可能です。
この「計算科学」は応用範囲が広く、物質材料設計から、宇宙創成の探求、気象現象の解析、バイオやIT分野、果ては環境問題やエネルギー問題の解決まで、多くの分野の研究を支えていく新しい科学です。

アインシュタイン方程式で宇宙を旅する

ニュートン力学が描けるのは、物質と空間、時間の相互関係がない世界でした。壮大な宇宙空間の現象を表すには限界があったのです。この問題を突破したのがアインシュタイン方程式です。日常感じることはありませんが、厳密には物があればその周りの空間は歪み、時間の進み方が変わります。空間、時間、物質が互いに影響し合う関係にあることをアインシュタイン方程式は教えています。これによって、重力によって光が曲がることの説明や、惑星の運動の正確な計算ができるようになりました。また、宇宙の膨張もこの方程式によって導かれます。
宇宙を記述する万能な方程式は、時空を超えた宇宙の旅に私たちもいざなってくれます。

時空を超えて届く宇宙の暗号を解く

137億年前の誕生から今もなお膨張を続けている宇宙。その構成要素のうち、私たちが理解できているのは4%に過ぎません。正体のわかっていない残り96%は、暗黒物質、暗黒エネルギーと呼ばれています。多くの研究者が宇宙にさまざまな観測の目を向け、その手がかりから宇宙の暗号をひも解く研究に取り組んでいます。



$E=mc^2$

$h = 6.626\,068\,96(33) \times 10^{-34}\ \mathrm{Js} = 4.13566733(10) \times 10^{-18}\ \mathrm{eV}$

$[S_y, S_z] = S_y S_z - S_z S_y = i\hbar S_x$
$[S_z, S_x] = S_z S_x - S_x S_z = i\hbar S_y$
$[S_x, S_y] = S_x S_y - S_y S_x = i\hbar$

$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \kappa T_{\mu\nu}$

10^{-15}m　10^{-10}m　10^{-5}m　10^{0}m　10^{5}m　10^{10}m　10^{15}m　10^{20}m　10^{25}m