

<http://www.phys.sci.osaka-u.ac.jp/gakka.html>

## 物理学科とは？

皆さんは物理学と聞くと、高校で習う「運動と力」、「波動」、「電場と電流」のことなどを思い浮かべますか。それとも、広い広い「宇宙」のことや、小さい小さい「素粒子」のことを考えますか。これらは確かに物理学の分野に入っていますが、物理学科で学び、そして研究する内容は決してこれだけではありません。広い宇宙のことから、太陽系や地球のこと、そこに住む生物のこと、磁石や半導体などのいろいろな物質のこと、それらを構成している分子や原子のこと、さらには原子核や素粒子、そして、光のことなど、さまざまな事がらが物理学のあつかう対象になっています。物理学はむしろ対象を選ばず、自然現象や自然そのものをどのようにとらえていけばよいかという考え方を学ぶ学問といってもよいでしょう。

大阪大学理学部物理学科は大阪大学でももっとも早くできた伝統のある学科です。これまでも、長岡半太郎博士、八木秀次博士、菊池正士博士、湯川秀樹博士など多くの著名な学者の活躍の場でありました。1991年、宇宙や地球のようなマクロの世界をミクロな現象をもとに理解しようとして、物理系宇宙地球科学科が新設されました。1995年、物理学科と宇宙地球科学科は統合して、宇宙や惑星、地球の歴史、生物、地球環境まで広い分野が物理学科の研究対象に含まれるようになりました。これにより、21世紀中に実現が予想される月、惑星、宇宙空間への進出等の人類の新しい発展、地球環境の保護等にも貢献することが期待されています。皆さんも、この伝統と新しさを兼ね備えた理学部物理学科に入って、物理的なものの見方や考え方を身につけ、いろいろな現象の奥底に潜む原理を一緒に探り出してみませんか。

## 物理学科に入学すると

皆さんが1年生に入学すると、理学全体の基礎となる「理学部コア科目」をまず学習します。それから、2年生になると、電場や磁場がでてくる「電磁気学」の講義がはじまり、さらに、「量子力学」、「統計物理学」などの現代の物理学でもっとも基本と考えられている授業が始まります。これらの重要な科目には演習（演義）の時間がついており、問題を解きながら理解を深めるように工夫されています。また、内容も次第に高度になってゆきます。これらの授業の他にも、「先端物理学・宇宙地球科学輪講」という授業があって、先生方が代わる代わる最先端で行われている研究の一端をやさしく講義する授業があります。また、「主題別教育科目」や「基礎セミナー」や「物理学セミナー」というテーマ別の少人数ゼミ形式の授業もあり、選択により相対論や量子力学などの様々な分野のより進んだ学問にも触れることができます。1年生と2年生の期間には「自然科学実験」などもあり、実験を通して物理の基本を学ぶことができるようになっています。そのほか、入学すると間もなく1泊の研修旅行が行われます。西はりま天文台、SPring-8などをめぐり社会見学を行います。これは、皆さん方どうしの交流を深めるとともに、教員との対話をはかり、また研究の最前線の紹介をうけるための企画です。

3年生になると、週2日の頻度でより高度なテーマ別の「物理学実験」が始まります。これには、物質の電気伝導と物性、光学、X線、同時計測、ラザフォード散乱、放射線熱学、エレクトロニクス生物物理などのテーマがあり、1年間を通して実験をします。また、選択科目として物性物理学、原子核物理学、惑星科学概論等40以上の科目も用意されていて、皆さんが興味ある科目を自由に選択することができます。

皆さんが最終学年の4年生に進むと、いろいろな研究グループに配属されて、卒業研究を1年間行うこととなります。いよいよ今まで習ってきたことを実践に移してみるときがやってきます。それまで習ってきた学問が実際にどのように使われているか、未知の問題にぶつかったときにそれをどのように乗り越えていくかを実際に体験したり、あ

るいは、来るべき本格的な研究のための基礎をこの1年間でじっくり学んでいったりすることになります。研究グループには教授、准教授、助教などのスタッフがいて、最先端の研究を行っています。

なお、平成20年度からは、物理学や化学をよく理解して新しい生命理学を開拓する人材や、生物学をもよく理解して物理学を目指す人材を育てる目的で、生物科学科内に生命理学コースが新設されました。このコースの学生のうちの何人かは物理学科の科目や実験を皆さんと一緒に学ぶこととなります。平成23年度からは、生命理学コースの4年生のうちの希望者も、物理学科の研究グループに配属されて卒業研究を行っています。

さらに、理学部では平成20年度から文部科学省の支援を受けてはじまった「知的能動性をはぐくむ理学教育プログラム」を推進しており、物理学科でも、実験の充実・自主研究の奨励・将来展望の描き方の支援等を進めています。同時に、文部科学省支援の「理数オーナープログラム」も推進しており、強い学習意欲を持つ学生を対象として、討論形式の徹底した少人数対話型教育を実施しています。そこ

では、大学院の講義も受講可能です。また、毎年秋には、高校生を対象に最先端の物理を紹介する「Saturday Afternoon Physics」（毎週土曜日開校）を開催しています。

## 卒業研究について

卒業研究のグループは物理学と宇宙地球科学に大きく分かれます。物理学では、物質を構成している最小単位の素粒子やその集まりの原子核を研究する「素粒子・原子核」と、もっと大きな物質の性質を調べる「物性（ぶっせい）」の2つの分野があります。宇宙地球科学では「宇宙惑星進化学」、「自然物質・極限物質学」の2つの大きな分野に分かれています。それぞれの分野には、研究の方法を実験的に行う分野と理論的に行う分野があり、さらにそれぞれがいくつかの研究グループからできています。皆さんはこの研究グループの中から自分が一番やりたいと思う研究を選ぶこととなります。各グループの研究内容は毎年変わってゆくので、皆さんが4年生になるときは今とは随分違った内容の研究がなされているかもしれませんが、とりあえず、今どんな研究が行われているか物理学と宇宙地球科学に分けて説明しましょう。いくつかの研究グループの先生方にその研究内容や研究への取り組み方について簡単に書いていただきました。



物理学生実験風景

## 研究グループの紹介 (物理学)

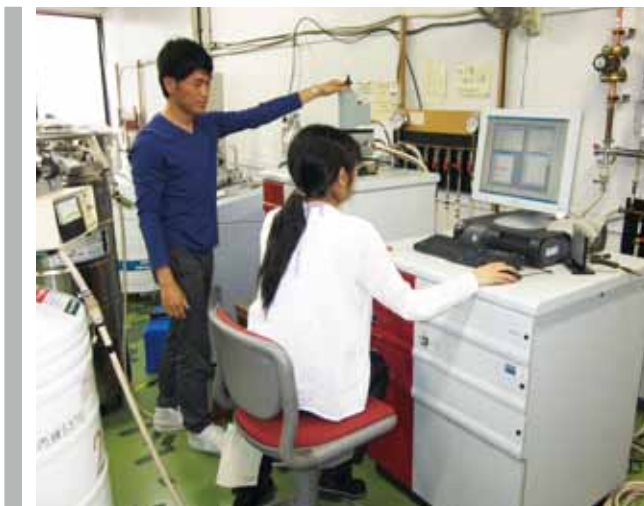
### 物性実験

★マイナス270℃くらいの極低温の世界は、私達が生活している常温の世界のものとは違った物理法則で支配されています。金属の温度を下げていった時、電気抵抗がゼロになる「超伝導」という現象もそのような極低温の世界独特の現象のひとつです。ところが、約20年前に銅酸化物でマイナス140℃という“高温の”超伝導現象が発見され、なぜそのような高温で超伝導になるのかが大きな謎となりました。世界中の多くの研究者がこの問題に取り組んだにも関わらず、いまだに解決していません。私たちは、これらの謎や、さらに高い温度で超伝導になる新物質の探索や新超伝導機構の研究に取り組んでいます。

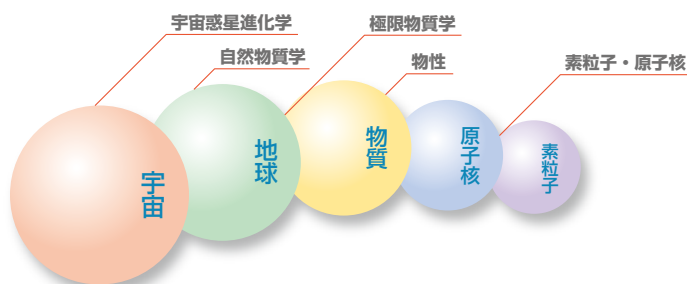
★パソコンや携帯電話など、現代の情報化社会の根幹を支えているのがエレクトロニクスです。エレクトロニクスとは、一言で言えば「電子をあやつる技術」の事です。その歴史は、1947年のトランジスタ発明にさかのぼりますが、その後の集積回路の発展を経て、現在では切手大のチップに数億個のトランジスタが搭載される時代となりました。その背景には、物性科学とナノテクノロジーの発展があります。現在では電子一個の電荷やスピンを操ることが可能になってきました。このような研究は、人類がどこまで量子力学を制御することができるかという大きな挑戦であり、量子制御(量子コンピュータなど)という新分野の開拓につながっています。

★世の中には、プラスチック等のように炭素で作られた分子性(有機)物質が満ちあれています。これらは、電気を流さない物質だと、信じられてきました。ところが、分子から少し電子を引き抜いたり、電子を加えたりすると、分子性物質が電気を流す金属に変化することが分かってきました。この分子で作られた金属は一方向しか電気を流さないなど、銅や鉄などの既知の金属とは異なった特徴をもっています。私達は分子に磁石的な性質も作り込んで、磁石を近づけると金属性が変わるような分子性物質を研究しています。近い将来、分子の特徴を生かした分子エレクトロニクスというものが花開くかもしれませんね。

★金属原子がいくつか集まったナノメートルサイズの状態を金属クラスターと言います。この微小な領域には電子をいくつも閉じ込めることができ原子に似た性質を示すことから「スーパーアトム」と呼ばれます。量子力学の世界です。金属クラスターでは、それを構成している元素にはなかった新しい性質が現れ、電子数を変えると周期表のように変化します。さらに、これを規則正しく並べると、電子のスピン向きがそろって強磁性などの巨視的な物理現象が現れます。また、スーパーアトムの間を電子が移動して電気が流れるようになります。このようにして全く新しい物質を作り、その未知の性質を様々な方法で調べています。



超伝導量子干渉素子を用いた超高感度磁化測定



★原子や分子や生体中の高分子の質量とその存在量を調べることによって、色々なことがわかってきます。たとえば、含まれている化合物が何なのかを特定できたり、その含有量を決められたり、さらには同位体比を測定することで隕石などの年代の決定などもできます。そのため、質量分析は、原子・分子物理、ナノサイエンス、地球・惑星科学、ライフサイエンス、環境科学など、幅広い分野でなくてはならない分析手法になっています。私たちは超高性能の質量分析装置を独自に開発し、それを用いて物質の性質や生命現象などを理解するといった、様々な分野を横断した学際的な研究に取り組んでいます。そのためには、物理学の高度な知識と広い分野にわたる幅広い知識を必要とします。

★物質の性質(物性)を明らかにするには、外から何らかの刺激を与えてそれに対する応答を調べる(観測)必要があります。外からの刺激、つまり、外部パラメーターとしては磁場や圧力などがあり、現代の物性科学はこのパラメーター領域の拡大と共に発展してきたと言えます。磁場は物質の機能発現の主役である電子のスピン自由度と軌道運動に作用するソフトで制御可能な外部パラメーターです。大阪大学は通常の実験施設では発生させることのできない強い磁場を発生させることができる実験施設(同様な施設は世界で6か所ほど)を有しています。この強い磁場を用いると物性を“調べる”のみならず“変える”ことができるため、磁場誘起の新奇な現象の発見を目指しています。

★固体の性質や生命系の中の情報の伝達やエネルギーのやりとりには、電子1つ1つの動きが重要な役目を果たしています。つまり、電子の動きを調べることで固体や生命系の理解、および、新しい機能を発現させることが可能になると考えられます。電子の動きを調べるための方法の1つとして、私達の身近にある光があります。特に、電子加速器から発生するシンクロトロン光や極短パルスレーザーを用いることで、電子の動きをより詳細に観測することが可能になってきました。私達は、このような新しい光源を使った新規分光法を開発してこれまで見えなかったものを観測できるようにするとともに、

電子1つ1つの動きを観測し操作することで、新しい機能性の発現を目指しています。

## 物性理論

★最近の半導体では、急速に発達した超微細加工技術により、ミクロン以下の細かい構造を人工的に作る事ができます。私たちは、このような構造の中の電子(メソスコピク系)のふるまいをいろいろな角度から理論的に研究しています。具体的には電子のエネルギー状態、電気伝導現象、相転移現象、光学現象および相転移などを数値計算と解析計算により調べています。こういう特別な制限を受けた電子は量子ホール効果のように、普通では考えられないようなとても変わったふるまいをするので興味深い研究対象になります。

★物質は原子の並び方、密度や硬さ、色、電気的、磁気的な性質など、固有の物理的な性質を示します。また温度などの外的条件によって、固体は液体になるし、磁石や超伝導といわれる性質も強く影響を受けます。これらの現象のスケールは非常に小さな原子の世界から日常的な世界まで広い範囲に及びます。私たちは物質中の電子のふるまいなど様々な現象をそのスケールに応じて理論的に調べることによって、物質の性質がどのように現れてくるのかその仕組みを調べています。

★原子・分子・電子などのミクロな構成要素がたくさん集まると、構成要素間の相互作用のために、異なる性質を持つ複数の状態(相)がマクロに出現します。最も身近なものとしては、水分子の集合体で、氷(固体)・水(液体)・水蒸気(気体)の3相があります。非常に多くの構成要素からなる系のマクロなふるまいをミクロな立場から説明するのが統計力学です。他方、ミクロな構成要素は量子力学に従って運動しています。この量子系が光照射などの外界からの刺激に対してどのように応答するかを通して、非平衡量子相転移の性質を調べることができます。私達は統計力学と量子力学とを併用して、広い意味での相転移現象について理論的に研究しています。



## 素粒子・原子核実験

私たちは、加速器や、地下にある実験施設を用いて、素粒子や原子核の様々な謎に迫っています。

### ★荷電レプトンの謎

最近、ニュートリノには質量があり、異なる種類のニュートリノに転換することが発見されました。そこで、ニュートリノと対となる電荷を持つレプトン（荷電レプトン）でも異なる種類に転換するのではないかと関心が集まっています。特に、ミューオンが電子に転換する過程を探る準備をしています。そのために、従来の1000倍以上に大量のミューオンを作る技術を大阪大学で確立しました。素粒子の標準理論では、このような過程は起きないと予測されているので、もしこの過程が観測されると、素粒子物理学の根底を揺るがす物理現象の大発見となります。

### ★粒子と反粒子、宇宙の物質の謎

ビッグバンで始まった宇宙には物質と反物質が同数あるはずなのに、反物質はほとんど残っていません。このようなアンバランスを生む粒子と反粒子の反応による違いを、東海村の新しい大強度陽子加速器で作るK中間子を用いて研究しています。また、物質と反物質の世界がつながっているかどうかを2重ベータ崩壊で研究しています。一方で宇宙を満たす未知の質量であるダークマターを地下の実験装置で探しています。さらに、超対称性粒子探索や素粒子の質量を決めるヒッグス粒子の性質の測定などを、ヨーロッパにある世界最高のエネルギーの陽子・陽子衝突型実験施設で行っています。

### ★奇妙な核から探る原子核の謎

陽子や中性子はuとdクォークからできていますが、sクォークを含む粒子を原子核に入れると、原子核のエネルギー準位が変わります。これらの観測から、核子や核、そして巨大原子核である中性子星の構造を解明します。

### ★原子核の様々な形と運動

原子核には冷たい状態や暖かい状態があり、球形、レモ

ン型、みかん型など様々な形があり、さらに回転したり振動したりしています。中性子と陽子の数が大きく異なる原子核で、もっと不思議な形や運動を探しています。

### ★原子核で見る物質中の不純物の謎

原子核はコマのように回転し磁石の性質を持ちます。阪大にある加速器と装置を用いてこの磁石のコマを自在に操り、結晶や強磁性体などの中の不純物の影響などを研究しています。



J-PARC大強度陽子加速器施設で建設中のガンマ線測定器



セミナー風景

## 素粒子・原子核理論

★自然界は素粒子から成り立っています。特に物質は陽子や中性子などを構成しているクォークと、電子・ニュートリノ等のレプトンから成り立っています。クォークやレプトンは、電磁気力、強い力、弱い力、重力の4つの力で互いに力を及ぼしあっています。このうち重力を除く3つの力は、一つの統一的なゲージ場の量子論によって理解できるようになってきました。相対性理論と量子論を融合したゲージ場の量子論は、波と粒子と力をすべて統一的に記述する理論です。この理論によると、もともとクォークやレプトン、光子などのゲージ粒子は質量を持たず、非常に対称性の高い美しい世界にあったのですが、最近、LHC実験によって発見されたヒッグス粒子によってゲージ対称性を破ったために、色々な質量を持つ粒子が生まれてきたのだと思われています。

私たちは、このヒッグス粒子の性質を含め、ゲージ場の量子論や超対称統一理論など、この素粒子の世界を支配する法則を理論的に解明するとともに、重力を含む4つの力を統一する可能性を秘めた超弦理論の研究に取り組んでいます。

4年生になり当研究グループに配属された学生諸君は、素粒子論、相対性理論、量子論、ゲージ場の量子論などに関する入門的な学習をします。

★原子核は、素朴には多くの陽子と中性子が互いに核力と呼ばれる非常に強い力で引き合って結合した集合体ですが、陽子、中性子の運動はあたかも惑星のような運動であったり、原子核全体が水滴あるいは剛体のコマの運動のように見えたりと種々の異なった構造をみせます。また、原子核反応では、種々の原子核に壊れたり、あるいは別の新しい原子核が生成されたり、さらに核子以外の素粒子が生まれたりします。また、波長の短い光で原子核を覗くと、原子核の中にいろいろな素粒子が、さらに波長が短くなると、基本的な粒子クォークが見えてきます。このミクロな世界の現象が巨大な星の進化をもコントロールしています。私たちは、これらの現象をいろいろな角度から理論的に研究し、原子核というバラエティに富んだ世界を統一的に理解しようとしています。

## 研究グループの紹介(宇宙地球科学)

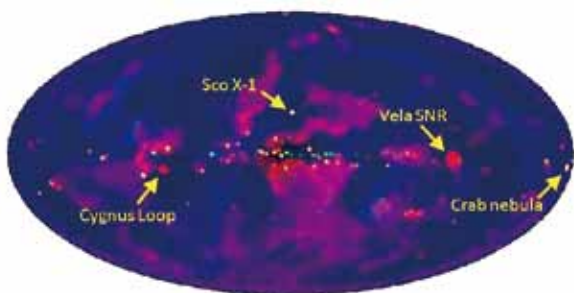
宇宙地球科学では、広い宇宙のこと、私たちが住んでいる地球の過去－現在－未来のこと、地上の生物の誕生、進化のこと、太陽系、星の進化などあらゆる宇宙と地球に関することが研究対象になっています。取り扱っている時間スケールは $10^{-44}$ 秒～ $10^{10}$ 年、空間スケールは $10^{-34}$ mm～ $10^{10}$ 光年、圧力は $10^{-8}$ ～ $10^{97}$ Pa、温度は $10^{-3}$ ～ $10^{29}$ Kと非常に多岐にわたっています。宇宙はどのようにして生まれ、私たちが今見ているような姿になったのでしょうか、地球上の生命はどのような環境で生まれたのでしょうか。また、地球の環境が今日までどのように変遷してきたのでしょうか。私たちに一番近い太陽はいつ生まれ、これからどう進化していくのでしょうか。宇宙には中性子星やブラックホールがあるといわれていますが、これらの極限状態の星はどのようにして生まれたのでしょうか。光をも吸い込んでしまうブラックホールをどのようにして観測するのでしょうか。これらの謎に立ち向かうため、物理学的手法を中心に、化学、生物学、場合によっては医学、考古学等の学問も駆使して研究を行っています。それでは、その研究内容を担当の先生方に説明してもらいましょう。



スペースシャトルが運ぶX線全天観測装置 (MAXI)

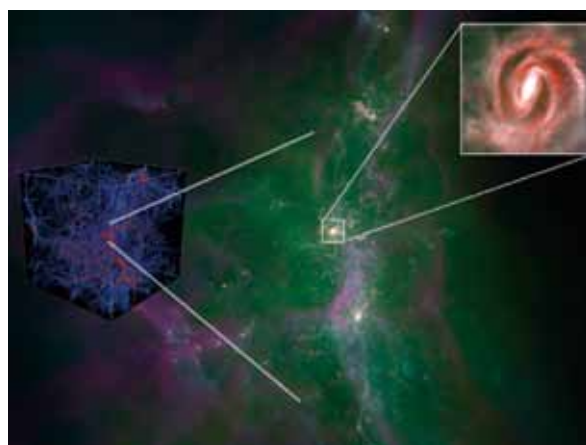
## 宇宙惑星進化学

★目に見えないX線で宇宙の様子を観測的に研究しています。宇宙X線は、大気圏外から人工衛星を使って観測します。私たちは研究目的に合致した装置を自力で開発、衛星に搭載、そして天体を観測、データを解析し、その解釈をします。日本の「すざく」、「ひとみ」などX線観測衛星の他、国際宇宙ステーションにも観測装置を設置しました。これらの衛星で取得したデータの解析に加え、アメリカのチャンドラ衛星や欧州のニュートン衛星を駆使して観測的研究を進めています。ブラックホール周辺の極端に重力の強い場所で起こる現象、超新星爆発の残骸や銀河団にある数百万から数千万度のガスの組成や状態を調べて、活動的な宇宙の側面を解明しています。



国際宇宙ステーションで観測した世界初のCCDによる全天X線マップ

★ビッグバンから現在に至るまで、この膨張宇宙においてどのように大規模構造や銀河などが形成されてきたのかを理論的に研究しています。大質量星形成・超新星爆発・超巨大ブラックホール形成などの非線形物理過程も数値シミュレーションを用いることによって探求しています。また、様々な高エネルギー天体现象がどのような物理的素過程によって引き起こされ、それらが周囲の環境にどのような影響を及ぼすのかを研究しています。我々の研究は、相対性理論、流体力学、プラズマ物理学、素粒子物理学などの物理学理論を用いて、宇宙進化を明らかにしようというものです。



早期宇宙における大規模構造と銀河形成

★太陽系の起源と進化の解明に取り組んでいます。具体的には、地球の岩石/化石、アポロ月試料、火星や小惑星起源の隕石など太陽系の固体物質の同位体分析、有機化合物の化学分析、磁性/ESR測定等を通して、恒星内部の元素合成過程、原始太陽系星雲内での微惑星の形成過程、原始惑星におけるコア・マンツルの化学分別機構、惑星大気・海洋の進化、地球と生命の共進化、星間ダストの整列現象、惑星表層環境の物理/化学現象の素過程、についての教育・研究を行っています。また並行して、高感度・高空間分解能の質量分析計（同位体顕微鏡）の開発、素粒子ミュオンを用いた非破壊3次元元素分析法の確立、国際宇宙ステーション宇宙塵捕獲計画に向けた地上実験、探査機搭載に向けた固体粒子の同定装置開発、など次世代の装置開発も行っています。

★太陽系には8つの惑星がありますが、最近は他の恒星にも続々と系外惑星が発見されつつあります。我々は、様々な種類の系外惑星を発見することで、その全容を明らかにしようとしています。また惑星ができる過程についても、その材料となる原始惑星系円盤を赤外線で観測して、その密度や分布の様子、組成などを知り、太陽系の惑星などと比較する研究を進めています。





ハヤブサの撮像した小惑星イトカワの画像

## 自然物質・極限物質学

★自然界には多様な物質があり、それらが互いに影響を及ぼし合ったり協調したりして、より複雑なシステムを構成しています。ミクロなスケールでは原子・分子から、マクロなスケールでは宇宙・地球に至るまでを、これら多数のエLEMENTが織り成す相互作用システムとして、物理学に基づいて理論的に解明するアプローチにチャレンジしています。気体・液体・固体の間の変化や永久磁石の発生のように、物質の形態が温度や電場・磁場のわずかな変化によってその性質をガラリと変える相転移現象の解明は、自然界の様々な現象に関連する重要なテーマです。また計算機シミュレーションを駆使して、地震現象の解明にも取り組んでいます。地震は、地殻の弱面である断層がプレートの運動によって駆動されて固着と滑りを繰り返す現象として概ね理解できますが、現象自体が動的な不安定現象であり、大変複雑です。地震の物理学の構築を目指し、地震を相互作用システムが示す動的協力現象と捉える視点から、主としてその統計的性質に着目した研究を推進しています。

★地球をはじめとする惑星の成り立ちとそこでの諸現象について、探査機による観測や、これらを構成する物質を実験的に研究することにより、理解しようとしています。隕石や宇宙塵の成因と原始太陽系における物質の分化、月惑星（彗星）探査、マグマの固結や発泡現象、地球表層環境を特徴づける地形の成因解明、深海底試料からみる海底地質学・資源物質学、地球・惑星内部での高温高圧物質科学

について研究しています。

★地球惑星内部の圧力と温度を実験室に再現することにより、地球惑星構成物質の構造と物性変化が及ぼす地球惑星内部のダイナミクスと進化過程を議論しています。対象となるのは岩石や金属を主成分とする地球型惑星だけでなく、水素やヘリウムを主成分とする木星型惑星や太陽系外縁部の氷天体まで含みます。これらの天体内部で起こっている物理的また化学的条件の変化に応じた物質の変化（結晶構造、化学結合、電子状態、磁気状態、固体反応、流体反応など）を、様々な高温高圧発生技術と放射光や各種の物性測定を用いて実験的に調べ、地球惑星内部で起こっていると考えられる現象を物質科学的に究明しています。

★私たちの地球の表層では、地殻変動、火山・地震活動、資源の集積、環境汚染などの動的現象が起きています。これらは、水、無機物質、有機物質、生物等が複雑な相互作用を行っている結果です。そこで、これらの相互作用を、可視・赤外光などを用いてありのままに観測する方法を開発し、その機構と速度、時間スケールを調べ、地球惑星表層環境変動の長期予測を行っています。特に、岩石のせまい結晶粒界には含まれた水の不思議な（氷に近い）性質と、それが地震や岩石の風化、廃棄物の地下貯留などに及ぼす影響を調べています。また、宇宙からもたらされる生命の原材料有機物を調べ、その生成過程を再現する実験を進め、さらに、原始地球での生命の化学進化に果たした鉱物の役割を実験的に調べています。それらの研究に加え、生体内に存在する分子がどのように働いているかを調べる研究も行っています。生体分子の機能や進化は、地球環境と密接に関連していると考えられます。このような複雑な過程をありのままに定量的に調べる学際研究によって、実在世界の総合自然科学を構築していきます。



### 理学部H棟玄関ロビー

物理総合研究棟(理学部H棟)の玄関ホールには、「フーコーの振り子」が設置されています。振り子の運動をしばらく眺めていると、振動している面がゆっくりと時計まわりに回転することがわかります。このような振り子の動きから地球が自転していることがわかると初めて提案し、1851年に開催されたパリ博覧会で実演して見せたのが、フランスの物理学者・天文学者のフーコー(J. B. L. Foucault: 1819-1868)です。当時、地球のような回転している座標系では見かけの力(コリオリの力)が働き、地球上の物体の運動が影響を受けることがポアソンによって議論されていました。ポアソンは、地球上でのコリオリの力の影響は小さいので、それを検出することは不可能だろうと考えていました。しかし、フーコーは、振り子を使えばコリオリの力の効果を何度も積み重ねることができ、地球自転の影響を観測できるのではないかと考えました。パリのパンテオンの天井から吊した振り子(ひもの長さ67m、おもりの質量28kg)の動きが、人々を魅了したそうです。

ここに示す振り子は、2004年3月末に物理総合研究棟(理学部H棟)が竣工したことを記念するとともに、平和と真理を追究し、文化の創造、人材の育成にたゆまぬ努力を続けている大阪大学理学研究科物理学教室の象徴として設置しました。この振り子の長さは7m、おもりの質量は32kgです。振動面が回転する速さは振り子の設置場所の緯度に依存します。この振り子の振動面は約42時間で一回転します。



### 理学部F棟玄関ロビー

宇宙地球科学研究棟(理学部F棟)の玄関入口の天井には星図が、玄関ロビーには岩石・鉱物・化石の大型標本が展示され、また天然石材を用いた壁画で覆われています。星図からは、太陽に対する地球の位置や運動、銀河系の構造を想起することができます。岩石・鉱物・化石の標本は、地球深部の岩石や世界最古の岩石、古代の権威の象徴であった糸魚川の翡翠(ひすい)、大阪大学の象徴ともなっている「マチカネワニ」化石の下顎レプリカなど、地球を構成しましたその歴史を示す貴重なものが直に手を触れられる形で展示されています。壁画は、「ビッグバン・地層・新しい学問の夜明け」を象徴したもので、12億年前の波の痕の化石、10億年前に炭酸ガスを固定化したシアノバクテリアが作ったストロマトライトなどから構成されています。



次のような全学共通教育の「理学部コア科目(専門基礎教育科目)」の講義、演習、実験があります。

線形代数学 1,2  
 基礎解析学 1,2  
 物理学 1A,2A  
 現代物理学入門  
 確率・統計  
 基礎化学 1,2,3  
 生物科学コア A,B  
 宇宙地球科学 1,2  
 自然科学実験 1,2

物理学科の専門教育科目は次のようになっています。

## (必修科目)

安全実験法  
 力学 1, 演義  
 力学 2, 演義  
 数理物理 1, 演義  
 数理物理 2, 演義  
 電磁気学 1, 演義  
 熱物理学  
 統計力学 1, 演義  
 統計力学 2  
 量子力学 1, 演義  
 量子力学 2, 演義  
 物理学実験 1,2  
 物理学実験基礎  
 物理学特別研究または宇宙地球科学特別研究

## (選択科目)

数理物理 3	地球科学概論
電磁気学 2	惑星科学概論
熱物理学演義	物理実験学
量子物理学概論	質量分析学
量子力学 3	地球惑星進化学
相対論的量子力学	地球惑星物質学
相対論	宇宙物理学
素粒子物理学 1,2	宇宙地球フィールドワーク 1,2,3,4
原子核物理学 1,2	物理学セミナー
物性物理学 1,2,3	物理オナーセミナー
光物理学	先端物理学・宇宙地球科学輪講
極限光物理学	科学技術論 A,B
プラズマ物理学	理学への招待
連続体力学	科学英語基礎
数値計算法	数値計算法基礎
生物物理学概論	

# Q & A

**Q** 大阪大学には理学部のほか、基礎工学部、工学部があり、良く似た名前の学科がありますが、どこがいったい違うのでしょうか。また、物理も化学も、原子や分子を扱っていますが、学科の境界はどこにあるのでしょうか。

**A**

おっしゃるように、ほとんど同じように見える研究が基礎工学部、工学部などでも行われています。理学部では個々の研究がどのように応用されていくかということより、その奥底に潜む真理を追求することに主眼をおいています。一見、自明に思える事柄に対しても、「なぜだろう」と疑問を抱いてその根源を探ろうとします。そういう意味でもっとも基本的な研究を行っているところと言って良いでしょう。同じ理学部内でも他の学科との共通点も多いのですが、物理学科では個々の事柄よりも現象の普遍的性質に興味を持つ方が多く研究しています。そして、一見全く違ったように見える事柄や現象に潜むより根本的な原理を統一的に理解しようと努力しています。学科の境界についてはそれほど明確ではありません。むしろ、これからはいろいろな学科や学部が協力しあって、その境界領域(学際領域)を埋めていくことが重要であると思っています。

**Q** わたしは物理に向着いているのでしょうか。物理学科に進みたいのですが、高校時代に何を勉強すればよいのでしょうか。

**A**

もし、あなたが夕日を見てきれいだなぁと思うと同時に、どうしてあんなに赤くなるんだろうと不思議に思うなら、もうあなたは物理学者になる素質を充分にもっています。高校時代には、たとえばほかの人が当たり前じゃないかといっても、自分自身がわからないこと、不思議に思ったことを徹底的に調べてみるのが大切です。こうしたところから新しい発見が生まれてきます。

**Q** 物理学は現代の社会のどこに役立っているのでしょうか。また、物理学がめざしているものは何でしょうか。

**A**

ジャンボ機を例にあげても、飛行機が飛ぶためには、飛ぶ原理を扱う流体物理学、機体の材料に関係した材料物性物理学、目的地に正しく到達するための運動方程式、コンピューターの基板のシリコンの性質を理解する半導体物理学など物理学は随所に活躍しています。今日では物理学が明らかにしてきた法則、原理の利用なくしては生活できないと言っても過言ではありません。しかし、私たちはあまりにも多くのことを無反省に開発し物を浪費してきました。これからは自然と人間の調和を考えた学問にしていかなければならないのではないのでしょうか。

**Q**

宇宙人や地球外生物の研究が出来ますか。

**A**

私たちはまだ自由に他天体にいくことができませんので、天体の観測か、地上で手に入る隕石などの地球外物質を精密に調べることから手をつけはじめています。隕石の研究から、火星にかつて微生物がいた証拠が見つかったという報告もありました。宇宙地球科学には隕石を研究しているグループ、地球の過去の環境、年代測定をしているグループ、人工衛星搭載測定器を開発しているグループなどがあり地球外生命体に焦点を当てた研究もすることができます。文明が進んで、恒星の出力程度のエネルギーを消費するダイソン文明という段階に到達すると、恒星の光のエネルギーを利用してゴミとして赤外線を放出するでしょう。私たちがこの星を遠くから観察すると、赤外線星として観測するのではないのでしょうか。

**Q**

大学院には、物理学科から接続する専攻として、「物理学専攻」と「宇宙地球科学専攻」の2つの専攻があるようですが。

**A**

大学院で、物理学科から接続する専攻は、物理学専攻と宇宙地球科学専攻に分かれます。ただし大部分の入試では共通の入試が行われ、双方の専攻にまたがって研究グループを志願することも可能です。

**Q**

卒業研究を行う研究グループはどのように決められるのでしょうか。

**A**

皆さんが3年生の終わりになると卒業研究としてどのような研究を行うか選択することになります。本格的に研究を行う大学院ではさらに入学試験を受けることになり、再び研究グループを選択することになるため、4年生で行う研究と大学院で行う研究とは一致する必要はありません。選ぶときには、研究グループの先生方による説明会と実際に研究室を回って、先生方の詳しい説明を聞いたり、研究室にある実験装置をみたり、また、そこで実験している先輩方に様子をきいたりして最終的に自分の進む研究グループを決めることとなります。

**Q**

将来宇宙開発関連の仕事につきたいのですが。

**A**

日本でも大型ロケットが完成し、月や小惑星の探査に成功しました(かぐや、はやぶさ)。これからは、日本だけではなく世界各国が協力して宇宙開発をしていく時代になるでしょう。宇宙観測機器の開発には地上とは異なり、高真空、強い宇宙放射線、大きな温度変化などの極端条件が要求されていて、物理学がその力を大いに発揮しています。今後も日本、ヨーロッパ、米国で月探査機、火星探査機、木星探査機、小惑星探査機などの計画が目白押しに計画されています。これらの新しい計画にはみなさんの若い柔軟な頭脳を特に必要としています。

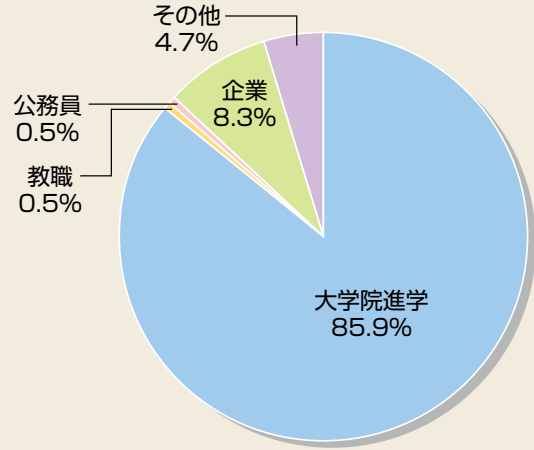


# 卒業生の進路状況

最近5年間(平成23年~27年)の  
学部卒業生・大学院修了者の進路状況

## 物理学 Physics

	学部卒	修士修了	博士修了	合計
卒業	384	420	113	917
進学	330	127		457
就職	36	278	91	405
他	18	15	22	55
合計	768	840	226	1,834



最近5年間(平成23年~27年)の学部卒業生の進路

## 過去5年間の主な就職先内訳(理学部物理学科)

分類	企業名	分類	企業名	分類	企業名
建設業 製造業	ショーボンド建設	卸売業、 小売業	JFE商事	教育、 学習支援業	滋賀県教育委員会
	ダイキン工業		双日		Tops京都
	ニチコン		丸紅		いい生活
電気・ガス・ 熱供給・水道業	日亜化学工業	金融業、 保険業	ローソン	サービス業 (他に分類 されないもの)	日立コンサルティング
	中国電力		アドバンスクリエイト		楽天
情報通信業	アライドアーキテクツ		岩井証券	公務 (他に分類される ものを除く)	原子力規制委員会原子力規制庁
	インテック		愛媛銀行		
	グリーン		野村証券		
	シティ・コム	三井住友銀行			
	JALインフォテック				
	バンダイナムコエンターテインメント				
	光通信				
ヤフー					
ワークスアプリケーションズ					

※分類は日本標準産業分類による

## 【参考】平成27年度大学院修了者の主な就職先

### 博士前期(修士)課程修了者

#### 理学研究科物理学専攻

インテリジェンスビジネスソリューションズ  
日本原子力研究開発機構  
住友電気工業  
中部電力  
豊田自動織機  
日立製作所  
日立ハイテクノロジー  
古河電気工業  
三菱電機

#### 理学研究科宇宙地球科学専攻

NEC  
エイ・イー・エス  
コーエーテックモホールディングス  
シーエムシー出版  
シュルンベルジェ  
新興出版社啓林館  
新日鉄住金ソリューションズ  
ダイキン工業  
電通  
東芝電力システム社  
日立ソリューションズ  
日立ビルシステム  
ベネッセコーポレーション  
堀場エステック  
マイクロンメモリジャパン

### 博士後期(博士)課程修了者

#### 理学研究科物理学専攻

阿南工業高等専門学校  
NEC中央研究所  
大阪大学  
岡山大学  
核物理研究センター(大阪大学)  
高エネルギー加速器研究機構  
甲南大学  
東芝  
日本学術振興会

#### 理学研究科宇宙地球科学専攻

国立天文台