

物理学 宇宙物理学専攻

PHYSICS & ASTRONOMY

物理学・宇宙物理学専攻について ▶

研究紹介

素粒子実験物理学

中家剛 教授



凝縮系物理学

藤本聡 准教授



不規則系物理学

松田和博 准教授



卒業生 interview

白眉プロジェクト 特定助教

村主崇行さん



大阪市立科学館 学芸員

石坂千春さん



041

physics & astronomy



物理の概念を超えた、 新しい分野の開拓を—— 物理学・宇宙物理学専攻

物理学は古代エジプト・ギリシャ文明の昔から、力の作用や浮力など実用的概念から物質の根源問題にいたる哲学的概念まで広く研究されてきた、人類の最も根源的な学問のひとつです。19世紀末から始まる現代文明は、まさしく相対論、量子論という新しい物理原理の発見により始まったと言っても過言ではなく、21世紀においても新たな時代の展開をもたらす牽引役として大いに期待されています。

物理学・宇宙物理学専攻では、理論的および実験・観測的研究の双方が行われ、幅広くそれぞれの分野の重要課題に取り組んでいます。常に、特徴のある研究を行い世界トップレベルの研究水準を維持することと、そのなかで次代を担う優秀な研究者を養成することを目標としています。とくに物理学や天文学では純粋な知的好奇心が創造力の源であり、学問を進めるのに最も重要です。当専攻ではこの知的好奇心を育成できる自由な研究・教育風土を一番の特徴としています。



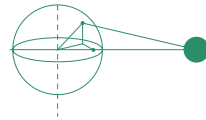
● 物質の起源と物性の原理を研究する「物理学第一分野」

物理学第一分野では、物質のもつ多種多様な構造の起源と物性の原理を普遍的に理解するため、実験・理論の分科が互いに共同して研究を行っています。

固体量子・固体電子物性では、強相関電子系が示す高温超伝導、電子輸送現象などに関わる量子現象の研究をしています。光物性では光と物質の相互作用に着目し、光が誘起する物質構造の変化や秩序状態を調べています。量子光学・レーザー分光学ではレーザー冷却法により、量子情報処理の実現、フェルミ縮退状態の生成をめざしています。一方、凝縮系理論物理学では量子多体論の方法を用いて、強相関電子系が示す多彩な量子物理現象を研究しています。不規則系物理学では、液体やクラスターなど不規則系の電子物性、ナノ界面構造とダイナミクスを調べています。時空間秩序・生命物理学では、数理物理と物性物理的視点を統合した生命現象の謎解きや、自己組織化の研究を進めています。

ソフトマター物理学では、液晶や生体物質などのナノ構造とダイナミクスの物理的理解を探求しています。相転移動力学では、やわらかい物質の相分離、相転移の研究を中心に、ガラスダイナミクスなどを理論的に研究しています。非線形動力学では非平衡現象における構造とダイナミクスや、脳神経系情報処理を探求しています。また、非平衡物理学では粉体などの散逸粒子

系を、流体物理学では、乱流など自然の流れが作る秩序形成を理論的に研究しています。



● 素粒子・原子核・宇宙の基礎物理を研究する「物理学第二分野」

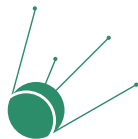
物理学第二分野では「素粒子・原子核・宇宙」という、自然界の構成に関わる最も基礎的な研究を行っています。

まず、「物を細かく細かく見て行くと最終的にどうなっているのか？」という基本的な疑問を追及するのが素粒子物理学です。日本人初のノーベル賞を受賞した湯川秀樹以来の伝統をもち、2008年に同賞を受賞した小林・益川理論も小林博士、益川博士が当分野に在籍された時に行われた研究です。最近では超ひも理論研究の日本の拠点となっています。実験的研究においては、ニュートリノと呼ばれる従来質量をもたないと思われていた素粒子が実は小さな質量をもっているという、驚くべき事実を示すなどの重要な研究を行っています。次に、陽子や中性子が集まってできている原子核や、クォークの間に働く「強い相互作用」と呼ばれる力が作り出す多様な物理を理論・実験両面から研究するのが原子核物理学です。最近では、大きな原子核同士を高速で衝突させて高温・高密度の極限の世界を作り出す実験が始まっており、未知の世界が切り拓かれつつあります。宇宙がどのよ





うにでき、どのような姿をしているのかを探求することも当分野の重要な研究です。X線やガンマ線を使ったブラックホール・パルサー・活動銀河核などの研究、また宇宙創成から現在に至る宇宙の歴史を解き明かす宇宙論、アインシュタインの一般相対性理論を活用したブラックホールや重力波の研究などが活発に行われています。



● 宇宙と天体の謎に迫る 「宇宙物理学・天文学分野」

宇宙物理学・天文学分野では、宇宙や天体の理解を深めることを目的として研究を進めています。

太陽、太陽・宇宙プラズマグループでは、附属飛騨天文台60cmドームレス太陽望遠鏡、「ひので」衛星のデータなどを活用して、太陽活動諸現象の解明を行っています。また、宇宙天気予報の研究にも力を注いでいます。星や銀河にも見られる激しい電磁流体的な爆発・ジェット現象も研究しています。

恒星物理学グループでは、X線天文衛星「すざく」「ニュートン」「チャンドラ」、国立天文台岡山天体物理観測所・ハワイ観測所、宇宙物理学教室の可視光望遠鏡などを用いた観測から、ブラックホールなどコンパクト天体での降着流やジェット、ガンマ線バーストや激変星の爆発現象など多様な

変光星研究を行っています。

銀河物理学グループでは、銀河系・銀河での星間物質や星形成、銀河形成・進化、活動銀河核の構造、その宇宙論的進化等について観測的研究を行っています。また、ユニークな研究を切り拓く、新方式の望遠鏡や観測装置の開発にも力を注いでいます。理論宇宙物理学グループでは、理論モデルを構築し最新観測データと比較して新たな知見を引き出す研究を行っています。カバーする領域は、ブラックホール降着円盤、観測的宇宙論、宇宙の構造形成、宇宙(流体)力学、高エネルギー宇宙物理学、原始惑星系円盤、星形成領域など多岐にわたります。

物理学第1分野

不規則系物理学 凝縮系物理学
固体量子物性 非線形動力学
固体電子物性 相転移動力学
光物性 流体物理学
量子光学・レーザー分光学 非平衡物理学
時空間秩序・生命物理学
ソフトマター物理学

物理学第2分野

素粒子物理学
原子核・ハドロン物理学
宇宙線物理学
素粒子論
原子核論
天体核物理学

物理学・ 宇宙物理学 専攻

宇宙物理学・ 天文学分野

太陽
太陽・宇宙プラズマ
恒星物理学
銀河物理学
理論宇宙物理学

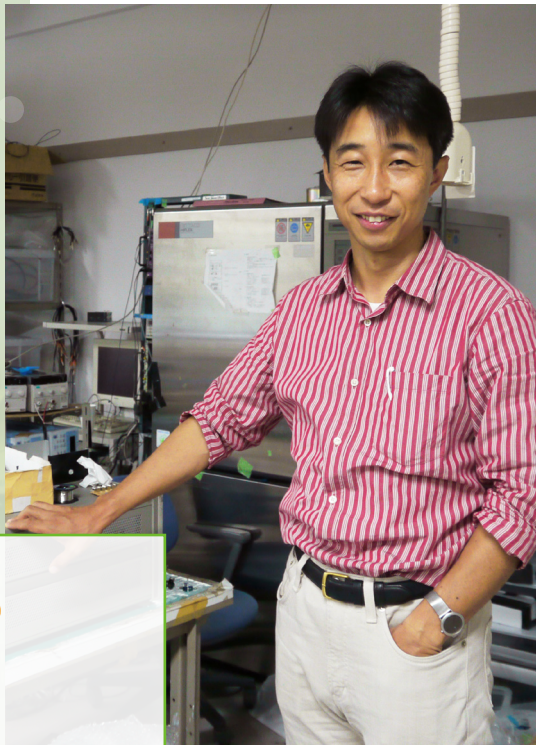




素粒子実験物理学 中家 剛 教授

profile

1967年大阪府生まれ。1995年大阪大学理学博士。1995年から1999年にかけてフェルミ国立加速器研究所で実験に従事。1999年より京都大学に移り、2009年より現職。専門はニュートリノ物理学。



“幽霊粒子”の
正体を求めて
壮大な実験を

中家剛教授の専門は、ニュートリノ物理学です。中家教授に「ニュートリノって、なんですか?」というごく素朴な質問をぶつけてみると、「電子から電気を取ったようなものです」という答えが返ってきました。そうされるとなんだかわかったような気もするのですが、このニュートリノ、別名を「幽霊粒子」とも言われます。どうして「幽霊」なのでしょう? 長く正体が不明だったこともあり、とにかく捕らえにくいのです。観測には、地下1000メートルに5万トンもの純水を満たした巨大な装置が必要です。

それほどまでして、なぜこの粒子を捕らえようとするのでしょうか? それはこの「幽霊」のひそやかなささやきを解き明かせば、宇宙創造の謎が、そしてまた極小の素粒子の世界の秘密がわかるからです。

日本はこのニュートリノの研究で世界をリードしてきました。その伝統を受け継いで、中家教授は「幽霊粒子」研究の最先端を担っています。





パウリの予言から観測へ

ニュートリノという粒子が物理学の世界に登場したのはいまから約80年前のことだ。原子核の β 崩壊という現象を研究していたヴォルフガング・パウリという学者が、この現象をうまく説明するには、崩壊の時に電子以外に何か別の小さな粒子の放出を考える必要があるのではないかという理論を発表した。この粒子が、後にニュートリノと名づけられることになる。

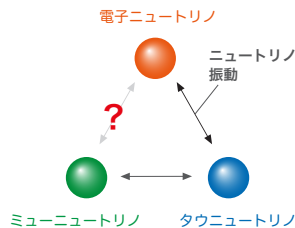
パウリの予言を受けて観測がはじまったが、存在を確認するまでに長い時間がかかった。というのもこの粒子、とても小さく電気も持たないため、ほとんどあらゆる物質を素通りしてしまう、本当に「幽霊」のような存在であるからだ。1956年になって、原子炉実験によってようやく存在が確認された。その後、1970年代になって、アメリカのレイモンド・デービスにより、太陽からのニュートリノが初めて観測されることになる。

宇宙のニュートリノを観測

それからおよそ15年の後、かつて亜鉛や銅を採掘していた岐阜県神岡鉱山の地下1キロの深さに3000トンの水を満たしたカミオカンデという巨大な装置が作られた。この中心になったのは、当時東大の教授だった小柴昌俊博士だ。どうしてこんな深さが必要かというと、宇宙からはいろんな粒子が降ってくる。その大部分は地下1

キロまで届かないが、「幽霊」であるニュートリノだけは、簡単に地盤を通りぬけてくる。そして水の原子にぶつかると、チェレンコフ光という特別な光が出る。この光を、壁にびっしりとならんだ光電子増倍管で観測するのだ。

1987年2月、太陽系から16万光年はなれた大マゼラン星雲で超新星爆発が観測された。この爆発で発生したニュートリノを、カミオカンデがとらえた。太陽系外の宇宙から来たニュートリノの観測はこれが最初であり、小柴博士はデービスとともに2002年にノーベル賞を受賞した。



ニュートリノには、電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの3種類が確認されている。ニュートリノが飛行中にその種類を変える「ニュートリノ振動」が観測されているが、電子ニュートリノ—ミューニュートリノ間の振動のみが未発見であり、T2K実験によるニュートリノ振動の全容解明が望まれている

幽霊の体重は？

粒子の存在は確認されたが、次にはその質量が問題になった。素粒子物理の世界で広く認められてきた「標準理論」というものがある。この理論の一部では、ニュートリノの





質量がゼロであるとされていた。もしニュートリノに質量があれば、この理論は修正を迫られることになり、「標準の修正」という大きな事件になるかもしれないからだ。

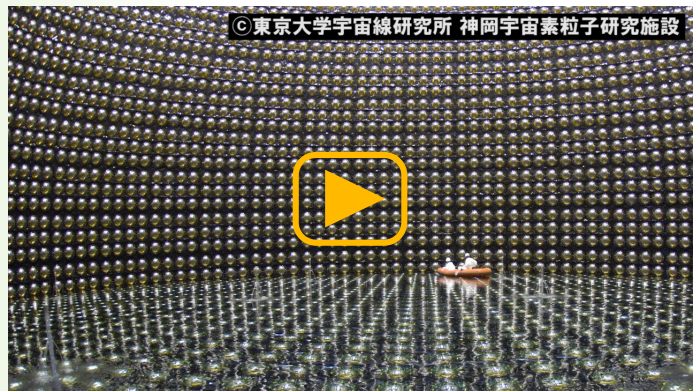
ニュートリノの質量が注目されたもうひとつの理由は、「暗黒物質」に関係する。宇宙にはたくさんの星が輝いているが、目に見える星のようなものの質量は宇宙全体の重さのたった数パーセントで、残りの大部分は目には見えない暗黒物質や暗黒エネルギーだということがわかってきた。この暗黒物質の正体は、じつはニュートリノではないかと考えられた。なぜなら宇宙には陽子や電子の10億倍もの数のニュートリノがあると予想されたからだ。

世界の注目を集めたニュートリノの質量問題では、カミオカンデをスケールアップしたスーパーカミオカンデが活躍した。もしニュートリノに質量があれば、飛来する途中で「ニュートリノ振動」という現象が起こる。ニュートリノには電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノの3種類があるのだが、これらが飛来途中で互いにいれかわる現象だ。1998年、スーパーカミオカンデでミューからタウへの振動が世界で初めて観測された。この発見で、ニュートリノには

ちゃんと質量があることが確定した。それは電子の100万分の1以下という小ささであり、このように軽い質量では「暗黒物質」の候補になりえないことがわかった。

日本を横断する 壮大なプロジェクト

中家教授が現在取り組んでいるプロジェクトとして、「東海・神岡間長基線ニュートリノ振動実験」(T2K実験)がある。これは茨城県の東海村にある加速器で発生させたニュートリノビームを295kmはなれた神岡のスーパーカミオカンデに打ち込んで観測するという日本列島を横断する壮大な実験で、世界各国から多くの研究者が参加している国際プロジェクトだ。これでまた「幽霊」の正体が一層明らかになると期待されている。



©東京大学宇宙線研究所 神岡宇宙素粒子研究施設

スーパーカミオカンデでのニュートリノ観測 (T2K 実験)





凝縮系物理学 藤本 聡准教授

profile

1963年大阪府生まれ。1993年京都大学博士(理学)。オックスフォード大学理論物理学研究所客員研究員を経て2007年より現職。超伝導をはじめ、固体中の電子が起こす現象を研究。



新型超伝導の 理論的解明を めざして

近頃、リニアモーターカーに関連して超伝導という言葉がニュース番組や新聞で見ることがあります。リニアモーターカーというのは超伝導磁石で車体を浮かせて走るからレールとの抵抗がなく、その分スピードが速くなる。多くの人はなんとなくそんな風に理解していると思うのですが、さて、超伝導とはいったい何か、となると、きちんと説明できる人はあまりいないでしょう。

超伝導という現象自体は、いまからおよそ100年も前に発見されています。オランダのカマリン・オンネスという学者が、水銀をどんどん冷やしていくと絶対零度付近で突然に電気抵抗がゼロになることを見つけました。とても不思議な現象で、それ以来、多くの物理学者が理論的な解明を試みてきましたが、これがなかなか難しかったのです。最近の研究では、超伝導のしくみは1種類ではなく、いろいろな種類があることがわかってきました。藤本准教授はそんな新しい超伝導の理論的解明に挑んでいます。



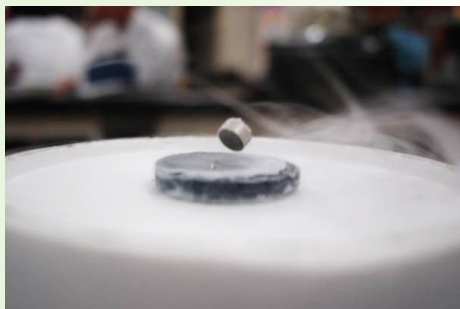


発想の転換

「More is different」!

超伝導というのは、ある種の金属を絶対零度付近まで冷やしてやると、突然に電気抵抗がゼロになるという現象だ。どうしてこんな不思議な現象が起こるのか？ 20世紀前半、多くの物理学者が理論的な解明に挑んだが、なかなか成功しなかった。そしてわかってきたことは、電子の集団的な動きがこんな現象を引き起こしているのではないかということだ。

それまでの物理学では、個々の電子を詳しく調べてやり、それを総合すれば電子の集まり全体のこともわかるはずだという考え方が主流だった。ところが、ここでは超伝導は説明できない。電子がたくさん集まると、個々の電子からは考えられなかったよ



超伝導体(下の円盤状のもの)の上を磁石(小さい円柱)が浮いている様子。磁石が宙に浮いたまま安定しているのが特徴

京都大学大学院理学研究科物理学第一分野・固体電子物性研究室・芝内孝禎准教授提供

うなことが起こるのではないか。それが超伝導を引き起こすのではないか。そういった考え方が出てきたのだ。それを1977年にノーベル賞を受けたフィリップ・アンダーソンは「More is different」(増えれば変わる)という有名な言葉であらわした。そして多くの学者の約半世紀にわたる努力の結果、BCS理論が提唱されて、絶対零度付近で起こる超伝導については説明がつくようになった。

高温超伝導のしくみをもとめて

ところがその後、絶対零度(約-273度)付近よりもずっと高い温度(-170度くらい)での超伝導現象が発見された。金属を絶対零度付近まで冷やすには液体ヘリウムで冷やすことが必要で手間もコストもかかるのだが、-170度くらいなら液体の窒素で済み、ずっと楽になる。それで、より高い温度で超伝導を起こす材料の発見が一時はブームようになった。このような新しい超伝導が藤本准教授の研究対象であり、従来の超伝導とは違ったしくみであることがわかってきた。

超伝導が起こるためには、まず2つの電子がペアになる必要がある。従来の超伝導のときには、電子同士がフォノンを交換しあうことによってペアになると考えられる。しかし高温超伝導では、フォノン交換ではないメカニズムでペアができることがわかってきた。また、最近では高温超伝導以外にも新しいメカニズムの超伝導が数多く





発見されている。

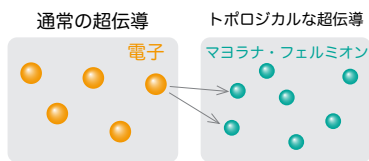
さらに面白いことに、非フォノン・メカニズムで起こる超伝導には、その性質も従来の超伝導とは異なる新しいタイプのものが存在することがわかってきた。たとえば最近注目されており、藤本准教授も関心を持っているものに、トポロジカルな超伝導というものがある。ここではひとつの電子があたかも2つに分かれたかのような状態になるマヨラナ粒子(マヨラナ・フェルミオン)というものが出現するなど、電子が奇妙な振る舞いを見せ、研究者たちの好奇心をかき立てている。さらに、このトポロジカルな超伝導のほかに、パリティの破れた超伝導、空間変調構造を持つ超伝導など、新しいタイプの超伝導がいろいろと提唱されてきている。これらについて正しく理解するには、量子力学の専門的な知識が必要になってくる。

藤本准教授の課題のひとつは、超伝導が起こる温度をどこまで上げられるかを追求することだ。もしも常温での超伝導というようにことが可能になると、エネルギー革命が起こる。電気エネルギーを損失なしにたくわえられるようになるからだ。またトポロジカルな超伝導で触れた不思議なマヨラナ粒子などは、将来の量子コンピューターの開発につながるかもしれないという。量子コンピューターができれば、演算速度が飛躍的に上がり、これも一種のコンピューター革命になるかもしれない。

不得意を恐れず好奇心を持って

藤本准教授は高校生の頃、もと京大教授で1965年にノーベル物理学賞を受けた朝永振一郎博士が書いた「物理学とは何だろうか」という本に感銘を受けて、理学部に進もうと決心したという。高校時代、数学はそれほど好きではなかったが、物理現象を表す美しい数式を理解したいという好奇心からがんばったのだそうだ。理学部入学の後には、フィリップ・アンダーソンの「More is different」という言葉に惹かれ、超伝導の研究へと進んだ。

そんな藤本准教授に後輩たちへのアドバイスを求めたところ、「好奇心を持つこと、不得意を得意に変える気構えを持つこと」という答えが返ってきた。量子ワールドの不思議に挑み続ける藤本准教授を研究に駆り立てているエンジンは、やはり「好奇心」であるらしい。



マヨラナ・フェルミオン
= 電子が1個ある状態 + 電子が1個ない状態

量子力学的重ね合わせ状態

本来、電子は最小単位であり、それ以上細くなることはない。トポロジカルな超伝導において発生するマヨラナ・フェルミオンは、電子が2つに分かれたものであり、存在するともしないともいえない不思議な状態となっている





不規則系物理学 松田和博准教授

profile

1972年東京都生まれ。2006年京都大学博士(工学)。2009年度より理学部へ移り、現職。超臨界金属流体の構造と電子状態の研究がテーマ。



“金属の変身”の 構造を 解き明かす

兵庫県の西部にSPring-8という巨大な施設があります。敷地は東京ドーム約30個分もあり、そこに直径が500メートルもあるドーナツ型の建物があります。この建物の中で、電子を光の速さ近くまで加速しているのです。加速されてぐるぐる回る電子はX線などを出しますが、ここで発生するX線は、病院でのレントゲン検査などに用いられるX線管の10倍以上という強力なものです。この強力なX線を分析したい物質に当ててやると、その物質の原子レベルの細かい構造や動きを知ることができるのです。ここでは物理学の研究だけではなく、生物のDNA構造を調べたり、新薬の開発を進めたり、いろいろな分野の最先端の研究が行われています。松田和博准教授の研究のひとつは、このSPring-8を使って液体金属の構造と電子状態の変化を調べることです。「超臨界金属流体の構造と電子状態の解明」が研究テーマですが、その現場を見てみましょう。





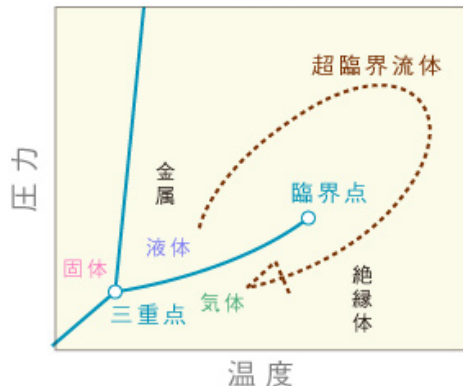
金属が気体になる瞬間を見る

金属を熱していけば溶けることは、誰でも知っている。では、溶けて液体になった金属をもっと熱してやるとどうなるだろう？ 気体になる。そう、確かにそうなのだが、たとえば鉄の気体なんて考えたことがあるだろうか。

鉄の沸点は摂氏2750度くらいだから、この温度まで熱してやれば鉄だって沸騰して気体になる。しかし、沸点よりずっと低い温度でも、鉄は気体になっている。1気圧の下での水の沸点は摂氏100度だが、常温でも水はどんどん蒸発して気化し、水蒸気になっている。金属も同じことなのだ。

金属は固体の時は、電気を通す。液体になっても、電気が通る。しかし、気体になるともう電気が通らない絶縁体となる。電気を通す導体から、電気を通さない絶縁体になる時、原子レベルではどんな状態の変化が起こるのか？ たとえば液体状態の金属の表面から1個ずつ原子が離れていくのだろうか、それともいくつかの原子が集団で離れていくのだろうか？ 逆に気体状態の分子や原子が凝集して液体になる時、実際にはどのようなことが起きているのか。このようなことは物質科学における最も基本的な問題であり、その過程をきちんと解明することは非常に重要なのだ。そしてSpring-8の威力を借りて、現象の解明が進みつつある。

相図



高温、高圧の状況下で、臨界点を矢印のように迂回すると、液体から気体、金属から絶縁体へと連続的に物質の状態が変化する。この臨界点を越えた金属の状態を超臨界金属流体という。この極限ともいえる状態で、平常の環境では見られない物質の性質について研究が進められている

実験器具作りは苦しくもあり 楽しくもあり

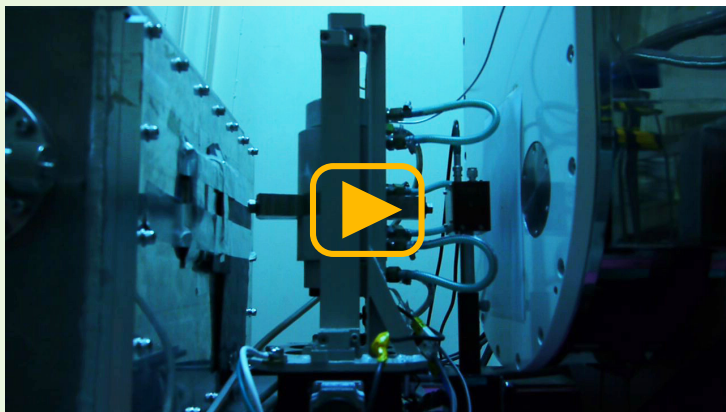
物理学は理論と実験を両輪として発展してきたが、松田准教授はどちらかという実験派だ。そして実験には、材料の選び方と設備の作り方がとても重要になる。金属が液体から絶縁体に変わる超臨界状態を調べるにしても、何を材料に選べば実験がしやすいのか。松田准教授が選んだのは、ルビジウムという金属だ。元素の周期表を見てみると、一番左の欄に、H、Li、Na、K、Rb……というように記号が並んでいるが、これらがアルカリ金属と呼ばれる仲間だ(H=水素は除く)。アルカリ金属類は一番外側の殻に電子が1個だけ入っていると



いう比較的シンプルな構造なので、実験材料として適しているのだという。

ところがこのルビジウム、非常にホットな性質を持っている。ものすごく反応性が高いので、普通の物質で作った容器はすぐに腐食してしまう。そこでルビジウムにも腐食されにくいモリブデンという金属で容器を作る。この容器の中にルビジウムを入れて、1850度、200気圧という高温・高圧状態にする。ここにSPring-8で発生する強力なX線を照射してやるのだ。1850度、200気圧、強力X線。これらに耐える実験装置を作るだけでも大変な作業だ。そして実験装置の設計、開発、製作はほとんど自分たちの手で行う。だから研究室には、小型の旋盤をはじめとするいろいろな機械が並んでいる。まるで工作教室だ。ここで学生の時代から、器具作りの技術を磨くのだそう。器具作りでは松田准教授もいやというほど失敗を繰り返したという。

取材協力：SPring-8



超臨界金属流体の物性を調べる (SPring-8にて)

さまざまな条件下で 未知の性質の発見をめざして

長い時間をかけて実験装置を作り、SPring-8という大規模な装置を使ってデータを集めて解析する。それでどんなことがわかってきたのだろうか。たとえば最近の成果では、金属が液体の金属状態から気体の絶縁状態になるにつれて隣り合う原子間の距離が徐々に縮むことが確かめられた。常識的に考えれば物質が液体から気体に変わる時には、原子間の距離は伸びそうに思えるのだが、そうとばかりはいえないようだ。この現象の理論的な説明は、まだ今後の課題であるという。

松田准教授は、不規則系物理という研究室に属し、院生たちとともに実験に臨んでいる。不規則系は理論や実験の自由度が大きいのが魅力であり、将来的にはいろんな条件の下で未発見の性質を見つけるのが夢だ

という。実験装置を作るには、細かい手作業を続ける根気が大切だ。だから、偏差値で測れるような受験的知識が不得手でも、あきらめずにトライして欲しいと後輩たちに望んでいる。



卒業生 interview

学部も大学院も、
今の研究環境も
自分にはピッタリ



村主崇行さん

京都大学次世代研究者育成支援事業
「白眉プロジェクト」特定助教

profile

1983年京都府生まれ。2010年3月に京都大学大学院理学研究科博士課程中退、同年4月より白眉プロジェクト助教に就任。研究テーマは、大規模な並列計算プログラムの自動生成。

学部時代の自主ゼミが おもしろかった

Q: ご出身は京都ですか？

A: はい、ずっと宇治に住んでいました。今年、助教に採用されてから、大学の近くに移ってきました。

Q: さっそくですが、京大の理学部を選んだ理由は何でしたか？

A: もともと宇宙のことに興味がありまし

た。それにやっぱり京大の自由な校風というか、そういうところにも惹かれましたね。入学してから今まで、周囲にしばられることなく、好きなことをさせてもらってきた感じです。先生たちも学生にあれこれと指示をせずに、のびのびとやらせようというムードですね。とにかく先生たちにも、飛んでる人がたくさんいて…。

Q: 飛んでる？ たとえば？

A: ウーン、たとえば数式の美しさ、対称





性の美しさを心から愛していて、それを授業でもやってしまうユニークな先生が多いですね。

Q: 学部時代楽しかったことは何ですか？

A: 自主ゼミがおもしろかったですね。何人かで集まって自分たちで選んだ本を読むのです。ロシアの有名な物理学者ランダウの「力学」という本を読んだときには、1行ごとにケンケンガクガクの議論をするような状態で、非常にとっつきにくかったのですが、今になってみるとやっぱりすごい本だということが実感されてきます。

京大の自由さを象徴するような 白眉プロジェクト

Q: 現在は白眉プロジェクトの助教をされているわけですが、このプロジェクトを説明してもらえますか。

A: 今の総長である松本紘先生の構想ではじめられたもので、毎年20人程度の募集があり、採用されると最長で5年間、自分の好きな研究を自由にさせてもらえるという、僕のような若手にとっては本当にありがたい制度です。理学や工学に限らず、たとえばインド哲学の研究者もいるというように、まさに京大の自由さを象徴するような制度です。月に2度くらい皆で集まってセミナーを開くのですが、違った分野の話が聞けて、とても刺激を受けます。

「賢い」並列計算機の実践をめざして

Q: 白眉プロジェクトでの村主さんの研究テーマは何ですか？

A: 「偏微分方程式の数値解析のための大規模並列プログラムの自動生成」です。宇宙での円盤ジェット現象とか星間物質の乱流を記述するときには偏微分方程式がよく使われるのですが、その多くは手計算では解けないので、コンピューターでシミュレーション計算をすることになります。この計算を並列で行うプログラムを自動生成しようとしています。

Q: 並列で計算するとは、どういうことですか。

A: たとえば1から100までの和を求める時、はじめから順に足していくのではなく、1から10までの和を求めている隣で11から20までの和を求めるといのように部分和を分担して求め、最後にそれらを足し合わせてやるのです。こういう効率のよい計算法を、コンピューターが自分で推論して編み出してくれるようにしたいのです。

Q: 最後に、高校生へのアドバイスはありますか？

A: 受験勉強にしても、物事をただ暗記しようとするのではなく、筋道や内容を理解しようとすることですね。そうすると自然に頭に入ってきますよ。





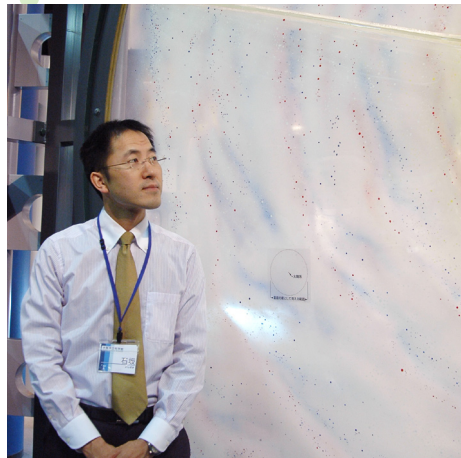
卒業生 interview

小さい頃に憧れた
理学の世界
その魅力を伝える
仕事に従事

小さい頃に星空を見上げて

Q: 現在は大阪市立科学館で
仕事をなさっているのですか？

A: はい、この科学館は宇宙をはじめとして物理学や化学をテーマとしています。小学生から大人まで、毎年70万人近くの来場者があります。私は天文担当の学芸員として、プラネタリウムの解説や、展示内容の企画をしています。



石坂千春さん

大阪市立科学館 学芸員

profile

1969年長野県生まれ。1998年京都大学博士(理学)。1997年から大阪市立科学館の学芸員として、天文分野の資料収集・研究・展示・教育普及を担当。

Q: 京大の理学部を選んだ理由は何ですか？

A: 私は長野県の出身で、小さい頃にはまだ自宅の庭から肉眼で星空がきれいに見えたので、宇宙に興味を持っていました。それとテレビで京大の佐藤文隆先生(現名誉教授、アインシュタイン方程式のT-S解の発見で世界的に知られる)が出演されていた科学番組がとてもおもしろく、佐藤先生のいる京大理学部に行こうと小さい頃から思っていました。





自分だけがわからないのではないらしい、と一安心

Q: 念願かなって理学部に入学して、
どうでしたか？

A: どの授業も高校の時のレベルとはまったく違うので、最初はショックを受けました。周りの人間はみんなそれを理解しているように見えたのもショックでしたね。だけれどしばらくすると、どうもみんなもそんなに理解してないのではないかということがわかって落ち着きました(笑)。

Q: 学生時代の楽しかった思い出は
ありますか？

A: 弓道のサークルを作りました。このサークルで違う学部のメンバーや別の大学のひとと知り合いになり、ずいぶん人脈が広がりました。そのときのメンバーの何人かとは、いまでも交流が続いています。学園祭ではクレープ屋さんもやりましたね。大学院の時は自分のホームページを作って、食堂の地図を載せたりしました。

Q: 食堂の地図？

A: はい、京大の周辺には学生食堂がたくさんあります。私はずっと下宿生活でしたから、今日はラーメン、明日はトンカツというように、友達といろんなところへ食べに行くわけです。そういう食堂めぐりの地図でした。

多くの分野の人との対話が糧に

Q: 勉強のほうはどうでしたか。

A: 学部ではいろいろな授業が自由に選べるのがよかったですね。授業を受けはじめて、これは今の段階ではちょっと難しすぎると思ったときには、無理せずに、別の年に別の単位を取るということが自由にできました。大学院では宇宙でのガスの運動をコンピューターでシミュレーションする研究をしました。大学院で研究し、いろいろな分野の人の話を聞いていたことが、いまの仕事の中でずいぶん役に立っています。

Q: 具体的に言うと、どんなときですか？

A: たとえば新聞に、こんな発見がなされたという記事が出たとします。すると、大学院時代に学んだ研究手法を応用して、記事には書かれていない研究の背景まで調べることができ、発見の意味がずっと深く理解できることがあります。するとそういう発見をプラネタリウムや展示で一般のお客さんにわかりやすく説明することができます。

Q: 後輩の高校生たちに

何かアドバイスがありますか？

A: 私は小さい頃から京大の理学部志望だったのですが、じつは高校の時、物理が大の苦手だったのです。それで入試では化学で物理の不得意をカバーして合格にこぎつけました。だから不得意科目があっても簡単に志望をあきらめずに、得意科目でカバーするようにすればいいと思います。





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

■ **β崩壊** [>>> 戻る](#)

不安定な原子核が、弱い相互作用によって状態を変化させる現象。崩壊しても質量数は変化しない。

崩壊に伴って電子とニュートリノが放出される。

■ **光電子増倍管** [>>> 戻る](#)

光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電管に、電流を増幅する機能を加えた高感度の光検出器。

■ **標準理論** [>>> 戻る](#)

素粒子物理学における、素粒子とその間に働く3つの基本的な力(強い相互作用、弱い相互作用、電磁力)の関係を説明する理論。標準模型ともいう。

■ **BCS理論** [>>> 戻る](#)

超伝導を初めて理論的に説明したもの。ジョン・バーディーン、レオン・クーパー、ジョン・ロバート・シュリーファーの3人によって提唱され、3人の名前の頭文字(Bardeen, Cooper, Schrieffer)からBCSと名付けられた。超伝導状態を実現するには、電子のペアが互いに引きつけ合う状態になる必要があるが、BCS理論では、電子同士がフォノンを仮想的に交換することによって、電子間に引力が働く」と説明される。

■ **チェレンコフ光** [>>> 戻る](#)

荷電粒子が物質中を通過する際、荷電粒子の速度が、物質中における光速を超えたときに発せられる光。

■ **超新星爆発** [>>> 戻る](#)

質量の大きな恒星がその一生を終える際に起こす大爆発。

■ **暗黒物質** [>>> 戻る](#)

ダークマターともいう。光学的には観測できないが、おそらく存在し、宇宙の大部分を占めるとされる謎の物質。

■ **フォノン** [>>> 戻る](#)

結晶中の原子の振動を量子化(物理量を量子の整数倍にすること)したもの。従来、超伝導の際の電子間の引力は、フォノンの交換によるものと考えられていた。

■ **量子力学** [>>> 戻る](#)

従来の古典力学では説明できない、電子や原子、分子などの間の微視的な現象に適用される物理学の理論。決定論的な古典力学と比べて確率論的である。





・ 用 ・ 語 ・ 解 ・ 説 ・

■ 量子コンピューター [>>> 戻る](#)

量子力学的な重ね合わせを用いた次世代のコンピューター。実現すれば計算速度が格段に向上するといわれるが、まだ実用化できるレベルには達していない。

従来のコンピューターでは、1ビットにつき、0か1の値しか持たせられないが、量子コンピューターでは1ビットにつき0と1の値を任意の割合で重ね合わせて保持できるので、同時並行的な処理が可能となる。

■ アルカリ金属 [>>> 戻る](#)

周期表の第1族に属する元素(水素・リチウム・ナトリウム・カリウム・ルビジウム・セシウム・フランシウム)のうち、水素を除いたものを指す。比較的融点が低く、反応性が高い。

■ 超臨界状態 [>>> 戻る](#)

温度と圧力が臨界点を越えたときの、液体とも気体とも異なる特殊な状態。この状態にある物質を超臨界流体という。

■ ルビジウム [>>> 戻る](#)

アルカリ金属元素のひとつ。元素記号はRb。融点は摂氏38.5度、沸点は摂氏700度。非常に反応性が高く、空気中で酸化する。また、水と反応して爆発を起こす。

■ モリブデン [>>> 戻る](#)

銀白色で硬い遷移金属のひとつ。元素記号はMo。アルカリ金属に対して耐腐食性がある。融点は摂氏2620度、沸点は摂氏4650度。

