



▶▶▶ contents

- 1 | 工学部で“理論物理学”！？
- 2 | 技術を通じた社会貢献
- 3 | 50年、100年先を見据えるアカデミックの現場

1 | 工学部で“理論物理学”！？

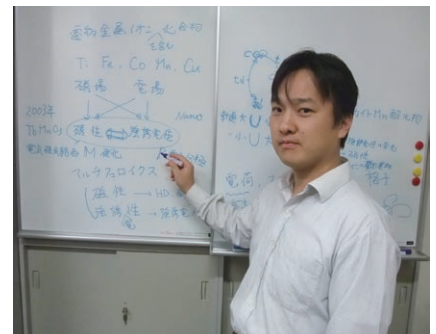
工学部物理工学科では物質に関わる物理学、「物性物理学」と呼ばれる分野が広く研究されています。このような物理学では実験で新奇な物理現象を発見することはもちろんそれらの物理現象を原理から解明・予言する理論研究も盛んに行われています。今月号の物理工学科特集ではそのような物性物理学の理論研究をなさっている若手研究者、望月維人講師に研究内容や研究の進め方、そして理論物理学を志された経緯など様々なお話を伺ってきました。

Q. 研究内容について教えてください。

強相関電子系の物理を理論的に研究しています。おもに遷移金属（ニッケルや鉄など）酸化物の価電子が起こす現象を対象にしています。電子は、マイナスの電荷をもった粒子*1のことで、電流の担い手であるということを高校の物理で習ったことがあると思います。遷移金属酸化物中では、そのような電子が原子核のまわりに局在しているために、電子同士の

クーロン反発により、互いに強く相互作用（強く相関）します。その結果、多彩で劇的な物理現象が実現します。例えば、温度や物質組成の僅かな変化によって、電気抵抗が急激に減少または上昇する“金属－絶縁体転移”や、電気抵抗が低温でゼロになる“超電導”は代表的な例です。

また、電子はスピンと呼ばれる磁石の性質を持ちます。隣接する原子上の電子がどの向きの磁石で



望月維人講師
 工学部物理工学科・物理学専攻

あるかで、物質全体としての磁気特性が様々な変化します。

このような電気と磁気の性質の変化がなぜ生じるのかということを実験的に解明し、予言する研究を行っています。

Q. 具体的に現在、取り組んでいる研究テーマは？

現在は、ペロフスカイト (Perovskite) 型マンガ氧化物という物質群が示す強いマルチフェロイックス効果の研究に取り組んでいます (図1)。マルチフェロイックス効果とは、先ほどの電気と磁気の性質がお互いに影響を及ぼす効果のことで、電気によって磁気的性質を変化させる、またその逆を起こさせる効果です。それまでは弱い効果しか観測されていませんでしたが、2003年に上記の物質で強い効果が現れることが発見されたため、そのメカニズムと物理を解明しようと世界中の

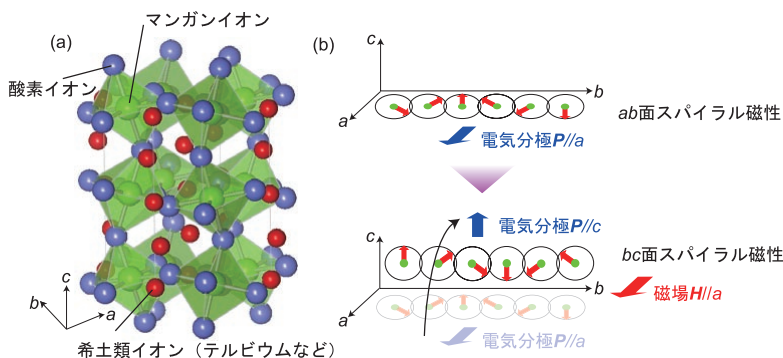


図1：(a) ペロフスカイト型マンガ氧化物の結晶構造 (b) 磁場により電気分極が変化する概念図。スパイラル磁性のもとで電気分極はスパイラル面内を向く。磁場により、磁性が変わると電気分極も方向を変える。

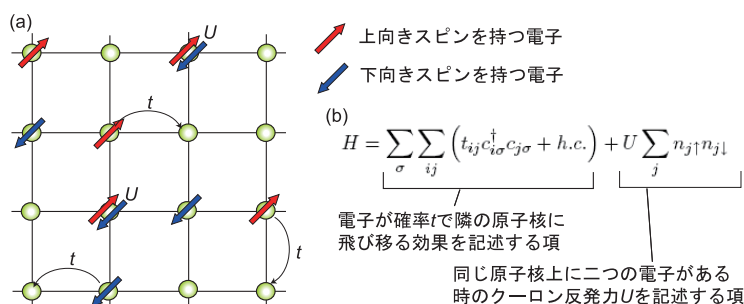


図2：強相関電子系の物理モデルの例。電子が遷移金属原子間を飛び移る効果とクーロン力で反発する効果を記述している

研究者が取り組んでいます。

また、このマルチフェロイック効果はコンピュータのメモリとしての応用が期待できることから物理学だけでなく電子工学など様々な分野の専門家から注目されています。

Q. このような理論研究は具体的にどのようなことを行うのですか？

まず物質を記述する物理モデル(図2)を構築します。このモデルを手計算や計算機(コンピュータ)によるシミュレーションにより解析し、物理現象の解明と予言をすることが一連の流れになります。

物理モデルの構築には、量子力学という基礎的な物理法則を用いています。量子力学は大学で習う物理学で、電子などの非常に小さい物質を扱う際に必要となる学問分野です。この量子力学を用いてまずハミルトニアン(図2のHで表わされる式)と呼ばれる方程式を立てます。

この方程式を数学的に解くことができれば問題はないですが、実際には物質中に原子核や電子が非常にたくさん存在するため、膨大な量の計算をしなければなりません。そこで、コンピュータを利用して計算を行っています。使用しているコンピュータも一般的なパソコンだけではなく、スーパーコンピュータやクラスターマシンと呼ばれる大型計算機です。1つの計算を終えるのに長い場合で1~2週間かかるので、どれだけ膨大なデータや計算を扱っているかわかるといいます。

そのようにして得られた結果を、実際の実験結果と照らし合わせます。そしてどの程度、その物理モデルでうまく説明できたかという考察を行います。もちろんうまく説明できないこともあります。うまく説明できたときには、さらにその物理モデルに基づき新しい現象の予言をしたり、実験を行っている研究者に新たな実験の提案を行います。実際に私たちの研究室では強相関電子物理の実験を行っている十倉先生の研究室(TIME! Vol.21 参照)と密に連携をとっています。このように実験家と理論家で議論をしながら研究を進めています。

Q. 研究の醍醐味は何ですか？

やはり、自分で考えた物理モデルで実験結果がうまく説明できたときです。ほとんどの場合、うまくいかないのがうまくいった瞬間はとてうれしいです。

Q. 話が変わりますが、なぜ物理の理論を専門とされたのですか？

私の場合は小学生の頃から理論物理学者への憧れがあったからです。ですが、当時から特に物理や数学が得意だったわけではありません。それでもやはり理論物理に憧れていたのが粘り強く勉強をしてきました。進学振り分けでは、理学部物理学科に行くために文系科目で高い点数を取ったりしていました。

Q. ご出身は理学部物理学科ということですが、工学部理工学科との違いは何ですか？

物理を扱っている点ではほとんど違いはありません。ただ、理学部物

理学科は物性だけでなく素粒子や宇宙など物理全体を扱っているのに対し、工学部理工学科は物性物理学に大きく力を入れています。

Q. 物理の理論には素粒子や宇宙など他にも対象がありますが、なぜ物性を選ばれたのですか？

物性物理は実験によって、物理モデルとそこから得られた理論結果をすぐに確かめることができるということが魅力でした。素粒子物理学の分野は2008年のノーベル物理学賞のように理論の構築から実験で確かめられるまでに数十年かかるのは普通ですから、それは私にとっては少し長く感じました。物性物理学は、理論と実験の連携がとてうまくいっていて、堅実な発展を遂げている美しい学問体系と言えます。また物性物理は先ほどのマルチフェロイックスのように応用面の可能性が開けているということも魅力の一つでした。

Q. 最後にメッセージをお願いします。

私自身は、特に物理や数学が得意だったわけではなく、理論物理に憧れていたのが、このような分野を志しました。もちろん、得意でないと大変なことも多いかと思いますが、粘り強く勉強し続けるときっと道は開けるといいます。

必ずしも物理や数学が得意な人だけではなく、コンピュータープログラムが得意な人や実験が得意な人、共同研究を組織するのが上手な人など多様な人が集まることによって研究が進展すると思います。

得意不得意でなく、自分がやりたいと思う分野にぜひ進学してください。

(インタビューー 坂田 修一)



インタビューの様子
(左) 広報アシスタント、(右) 望月先生

2 | 技術を通じた社会貢献

博士課程まで進学しアカデミックでのキャリアを作るか、企業に就職し産業界で研究開発に携わるか、悩んでいる方は多くいるのではないのでしょうか？今回は東京大学工学部物理工学科の出身で、現在シャープ株式会社で太陽電池を研究開発されている小出直城さんにお話を伺ってきました。シャープ株式会社は国内太陽電池メーカーのなかでトップシェアを占めています。その一員として現在そしてこれからのエネルギー問題に深く関わっていく上での思いを聞かせていただきました。

Q. お仕事の内容について聞かせてください。

私は、ソーラーシステム開発本部に属し、次世代の太陽電池を開発しています。現在主流の太陽電池は素材の大半がシリコンでできています。しかし高純度なシリコンは高価であり、かつ生産量に限りがあるため、それに代わる新しい素材の開発が将来的に必要になります。そこで近年特に注目されている二酸化チタンを用いた色素増感型太陽電池を研究しております。

Q. アカデミックの道ではなく企業に就職して研究開発する道を選ばれた理由を教えてください。

私は大学では太陽電池ではなく超伝導に関連した酸化物材料の物性を研究していました。ただ、当時は超伝導デバイスが社会で本格的に実用化されるにはまだまだ時間がかかると感じていました。そんな中、修士1年の時にインターンに行った企業で出会ったのが太陽電池です。太陽電池ならば社会に需要があるのですぐにでも実用化が可能ということを知り、技術を通して社会貢献できるのではないかと感じ、少しずつ太陽電池の魅力にひかれていきました。

その後、就職活動が本格化する中で私はシャープに出会いました。1912年に東京で創業されたシャープ株式会社はもともと金属加工会社でした。みなさんシャープペンをもちろご存知ですね？実はこれはシャープの創業者が発明したものなのです。シャープは欧米を中心に大ヒットし、シャープは順調に事業を拡大していきました。

しかし、1923年に突如起こった関東大震災により、工場を失い事業は閉鎖の危機に立たされてしまいます。しかしシャープの特許を売って、今の大阪の本社へと移り、そして総合家電メーカーとして現在に至るまでの再生をしました。このような過去を知ったことも、シャープを選んだ1つの理由です。

Q. 学生時代に培ったことは、仕事にどのように活かしていますか？

大学生活を通じて培ったもので活かしていることは忍耐力、そして何事も真剣に取り組み必ず成し遂げるやる気だと思います。私は大学の時にバスケットボール部に所属しており、日々厳しい練習をしていました。勉学との兼ね合いは大変でしたが、そこで現在の忍耐力が養われたと思っています。

また、研究室の先生方の指導は厳密で、少しの間違いででも正しく指摘してくださいました。そこで、人に自分の言いたいことを伝える日本語の表現力や学ぶプロセスを教わったと感じています。

大学はただ勉強するだけの場所ではないと思います。若いうちに興味があることに真剣に取り組み最後までやり通す力を身につけることが重要だと思います。

Q. 会社での生活はどのようなものですか？

シャープではまず1年目の社員は先輩方にお世話になり見習いとして仕事の内容を教えてくださいます。一通り理解すると本格的な開発などを任せられるようになっていきます。すべて自分の思い通りになるわけではありませんが、やりたいと思うことには積極的に取り



小出直城さん

シャープ株式会社ソーラーシステム開発本部次世代要素技術開発センター

組むことができます。シャープは今では大企業となりましたが、中身は中小企業のようなアットホームな感じですよ。そんな環境で毎日研究や開発をするとともに、海外の学会発表に参加したり、社内の部署対抗のスポーツ大会などへも積極的に参加したりして、充実した日々を送っています。

Q. 最後に読者へのメッセージをお願いします。

まず、人との出会いを大切にしてください。社会に出ると多くの人と接する機会が増えます。これまでに築いた人間関係は必ずそこで活きると思います。

そして、大学で何か自分に興味のあることを見つけそれを徹底的にやり通してください。それを通して、何か一つでも、これだけは誰にも負けないという自信を身につけてください。

小出直城さんの座右の銘は

「人事を尽くして天命を待つ」

だそうです。できる限りのことを実行する、これは学生でも社会人でも大切なことだと実感いたしました。

(インタビューアー 永野 智也)

3 | 50年、100年先を見据えるアカデミックの現場

現在、横浜市立大学大学院、生命ナノシステム科学研究科の益田隆嗣准教授は、東京大学工学部物理工学科出身です。益田先生は、物質の様々な性質に関して50年、100年先までも見据えた研究をされています。研究の醍醐味や、大学で研究する場合のメリットに関して益田先生にお話を伺いました。

Q. 研究内容について教えてください。

対象は物質を構成する原子や、電子であり、ミクロな世界で起こる現象を研究しています。電子に付随している究極的に小さい磁石は「スピン」と呼ばれています。スピン同士は、あたかもマクロな磁石のように相互作用していて、その集合をスピン系と呼んでいます。様々な物質の中の電子やスピンなどがどのように運動しているのかを計算によって考察しています。その考察結果を実験による観測で実証することでスピン系の深い理解を目指しています。

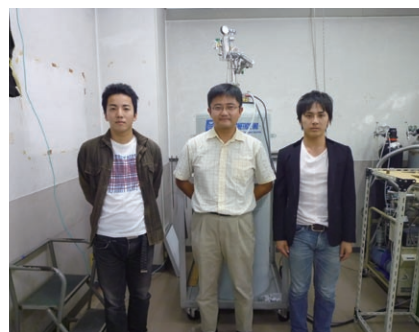
Q. 研究の醍醐味を教えてください。

研究は山登りに似ていると思います。未だ誰も登ったことが無い山があるとして、その山に登ろうとした場合、きっと素晴らしい世界があるに違いないと考えて頑張

るわけです。登っているとやはり苦しいことがあります。研究を一通り終わることができれば、様々なことが分かり、達成感が得られます。他の誰もやっていないことを世界で初めて行うのが研究です。そこで実績を残すということは、やはり非常に魅力的です。

Q. 大学での研究は企業での研究に比べてどのようなメリットがありますか？

企業で研究する場合には、研究内容が非常に近い将来、実用的なものに結び付くものでなければならぬ場合が多いと思います。それに対して、大学の研究と言うのは、必ずしも5年後に役に立つということがなくても、50年後、100年後に役に立つ可能性がある行なうことが可能だと思います。そういった意味では、予算の確保など



益田隆嗣准教授（中央）と学生達
横浜市立大学大学院
生命ナノシステム科学研究科

は必要になりますが、自分の好きな研究を非常に自由に行うことができる環境にあると思います。

Q. 最後に、読者へのメッセージをお願いします。

研究において、運の善し悪しというのは必ずあります。運が善くなければ、新しい発見は難しいと思います。運が近付いている、チャンスがそこにあると気づくことができるだけの鍛錬、例えば、論文を読むこと、勉強をすることを普段からしておくことが非常に大切だと思います。

（インタビューアー 柴田 明裕）

広報室から

編集後記

神が人類に与えた最大のギフトは知能ではなく、好奇心だといわれています。人類は自分自身の生存とは全く関係なく、物体の落下運動と天空の月の運動の背後にある普遍法則に思いをめぐらせました。一方で、この好奇心が産業の応用への要求と結びついたとき、物理学が驚異的な発展を起こすことは量子力学誕生の



歴史が雄弁に物語っています。物理工学科では、物理学の基礎と応用の両面で世界最先端の成果を挙げています。本号では物理工学科の若手教員と、本学科のOBの方の取材協力をしていただきました。物理工学科の基礎と応用の両面の活動に興味を持っていただければ幸いです。

（有田亮太郎）

（広報アシスタント）

坂田 修一、伊與木健太、北野 美紗、郷原 浩之、柴田 明裕、大嶽 晴佳、永野 智也、西村 知、藤島孝太郎、森西 亨太

（広報室）

有田亮太郎（工学系物理工学専攻）
大久保達也（広報室長・工学系化学システム工学専攻）

Ttime!

平成 21 年 12 月 16 日 発行

編集・発行 | 東京大学
工学部広報室

無断転載厳禁



この印刷物は、FSC森林認証紙を使用しています。