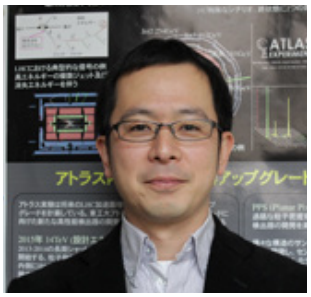
TEI 鼎談 DAN
学問と職業のカンケイから、大学進学を考える本

東京工業大学 理学部 物理学科

理学部では世界の最先端を行く研究と優れた教育により、社会の発展に貢献する人材を輩出。学科の決定は2年次進級時です。物理学科では、2·3年次で物理学の基礎を学び、4年次で各教員の研究室に入り最新の研究にふれながら卒業研究をまとめます。

■大学生
佐藤真一さん



■先生
陣内修先生

■卒業生
金井翔さん

CONTENTS

●プロフィール　●大学生活について　●就職活動、仕事について
●5年後に向けて　●高校生へのアドバイス

●プロフィール

理学部物理学科における先生の研究分野を教えてください。

■先生

高エネルギー素粒子実験に関する研究を行っています。研究の対象となる素粒子とは、この世の中に存在するすべてのものを構成しているとても小さな粒です。平たく言ってしまうと、みなさんの身の回りにあるあらゆる物質、例えば鉄や布、食べものなどが何でできているかを調べていくと、原子よりもずっとずっと小さな粒にいきあたります。そして、どんな種類の粒があるのか、またその粒同士の間にどんな力が働くのかということを、研究対象としてきたのが20世紀までの素粒子物理の歩みでした。私たちが現在、踏み込もうとしているのは、そこから一歩進んだ領域で、素

粒子の周りの何もない空間や時間と言った、中身（粒子）よりも箱（時空）そのものに研究対象が移ってきています。

素粒子物理における新しい領域ということでしょうか？

■先生
まさにそのとおりです。素粒子物理分野は文字通り、この世界で最も小さな要素を研究する分野ですから、常に時代の最先端の技術を駆使して、多くの科学者がさまざまな実験に取り組んできた世界です。これまでずっと謎だったことが、新たな粒子の発見によって、物理の常識や社会の概念そのものをたった一晩で変えてしまう世界でもあります。私たちが今やっている研究では小さな粒の謎を解き明かしてはいるものの、その謎が解けることで、実は宇宙がどのように進化してきたかといったことがわかってきます。とても小さな研究対象ですが、その先には無限の可能性があるというわけなんですね。

■大学生
改めて先生から聞くと、すごい研究に僕たちは携わっているんだなと実感します。慣れてしまったせいか、普段の講義や研究からはあまり感じ取ることはできませんが、やはり意義ある研究なんですね。

■先生
そうですよ。君たちの研究が物理の世界に大きな一歩を刻む可能性もあるんです。心して取り組んでくださいね（笑）

素粒子物理の研究内容について具体的に教えてください。

■先生
難しい話が続きますがついてきてくださいね（笑）。さきほどお話しましたが、新しい素粒子をつくり出したり、素粒子の性質を解き明かすためには、大きなエネルギーで粒子同士を衝突させる粒子加速器というものが必要になります。またその素粒子同士の反応を数値化したり可視化するための機械が必要となります。いわゆる実験装置というものです。そして、世界最大の粒子加速器および実験装置として稼働しているのが、スイス・ジュネーブの欧州原子核研究機構（CERN）にある「LHC」という加速器と、「アトラス検出器」と名付けられた検出装置です。私たちは、この「アトラス検出器」を使って粒子衝突によって生じた反応を徹底的に詳しく調べています。そのために検出器の運転、そして日々の性能の評価をしています。また検出器の性能を更に向上させるためにアトラス検出器のアップグレードを計画していますが、それに向けた技術開発も行っています。

■卒業生
2012 年に発見されたヒッグス粒子も「アトラス実験」が見つけたんですよね。

■先生
そのとおりです。最初はわからないことが多かったヒッグス粒子も徐々にその性質が解き明かされて

きています。

素粒子の謎を解明していくことは、社会にとってどのような影響を与えるのでしょうか？

■先生
いいご質問です、そして同時にお答えしにくい質問でもあります。例えば素粒子と社会、あるいは素粒子と暮らし。そんなふうに、二つの関係性を問われると、答えは「ほとんど関係ない」と言わざるを得ません。しかしながらそれは無縁ということではなく、現段階では、接点を持つのは難しいという意味として捉えてほしいと考えています。理系分野で分かりやすい例として半導体をとりあげてみましょう。半導体の基礎となる「量子力学」という物理の基本原理が産声をあげたのが、1900 年前後。基本法則として確立されたのは 1920 年代。そして現在のように我々の生活に欠かすことのできないコンピューター文明に至るのには 100 年の年月を必要としています。研究者によって技術革新が進めばより高性能な半導体が誕生する、それによって、半導体を活用するパソコンなどのハードウェアの性能はアップし、より使いやすくなるでしょう。しかしこのような応用はずっと後のことなのです。我々がやっていることは、最初の基本原理を見つける部分です。それが将来社会にどのように役立つか、「現時点では思いもつかない」というのが正しい答えかも知れません。

■大学生
研究成果が実社会にすぐに活かされる、理系の研究というと、そういう社会に直接つながるものをイメージしている人は結構多いですよね。

■先生
そうですね。しかし、素粒子の謎が解明されたところで、暮らしが突然変わることはほとんどないのです。仮に「アトラス実験」による研究の成果がどのくらい時間が経てば暮らしの役に立ちますか？と聞かれたら、100 年先？いや 1000 年先？いずれにしても、時間がかかればかかる程、想像を絶する規模の恩恵であると、私は答えるでしょう。受け売りで恐縮ですが、超新星からのニュートリノ粒子の観測に成功、2002 年にノーベル物理学賞を受賞した小柴昌俊先生もこう言っておられます。「10 年や 20 年で実生活に役立つことが想像つくような小さなことやってんじゃないんだよ」と。

■卒業生
そんなエピソードがあったんですね。知りませんでした。

■先生
では、なぜこの研究が長い歴史を持っており、いままで多くの研究者が心血と時間を注いできたかわかりますか？

■大学生

その質問は難しいですね。考えたこともなかったです。

■先生
人によっていろんな解釈があるとは思いますが、私は素粒子物理の分野は未知の世界に挑戦するものだからだと考えています。ここでいう未知とは、いろんな意味で良いと思います。研究における何らかの成果が別の産業に転用される日がくるかもしれない、あるいはひとつの事実から次の仮説が導かれるかもしれない。先ほど話したパソコンの性能をアップするなどの、明確な目的のための研究ではなく、未来の社会や技術、新しい価値の土台となるさまざまな発見をしていくのが、私たちが取り組んでいることだと考えています。

■卒業生
なるほど。具体的な目的がないことに実は最も大事な目的があるということですか？

■先生
そういってもいいでしょうね。みなさんもそうだったと思いますが、中学生や高校生のときに、数学や社会などを勉強しますよね。日常生活にとっては買い物をするときの足し算と引き算だけ分かっていればいいし、日本にいるのに遠く離れた世界の歴史や地理を知る必要性はそれほどありませんよね。それでも勉強をするのは論理的に考えるクセや、知らないことを調べる方法、社会人になったときにものごとをいろいろな角度から捉えて考えるために必要となる知識だったりするからです。いつかくる未来にそなえて、今できることをやる。という構図は素粒子研究と似ていると思いませんか？

東京工業大学ならではの特徴を教えていただけますか？

■先生
ひとつはモノづくりの精神だと思います。先ほどお話しました「アトラス検出器」の研究においても、実際に装置の製作に関わり、検出器を操作してその性能評価を行うなど高い技術レベルのなかで知識と経験を得られると思います。

■大学生
今、卒業研究の一環として、アトラス検出器とは関係ないのですが、新しい検出器の研究開発に取り組んでいます。装置を作り上げるということは、仕組みを理解していることが絶対条件としてあります。既存の装置を使っての検証の繰り返しにはない醍醐味を感じています。

「アトラス検出器」とはどれほどすごいものなのですか？

■先生
「アトラス検出器」が置かれている欧州原子核研究機構（CERN）は、素粒子物理の分野では世界最大で最高の機関です。世界中から科学者が集まって、各々の専門領域のなかで研究を続けています。日本の大学・研究所も 16 機関が参加していますが、東工大が関わっているのは、「アトラス検出器」の中でもとりわけ重要な中央にある半導体飛跡検出器の運転、および開発です。

■卒業生
素粒子のエキスパートたちが集まる欧州原子核研究機構（CERN）は、いうなればオリンピックの選手村のようなもの。常に最新の情報と最先端の技術について議論が交わされる、研究者にとって夢のような場所だと言う人もいますね。

●大学生活について

学生が研究に没頭できる環境面について教えてください。

■先生
この大学に着任して早６年。学生の実力を育む仕組みはとても多いと感じています。こと国際的に通用する研究者やエンジニアの育成に向けた動きは活発になってきています。留学によって海外の技術に触れる機会を設けたり、海外からの留学生を受け入れたりなど、ここ数年でさらに力を入れるようになっていると感じます。

■卒業生
４年生からは、ゼミや研究室での会話はほぼ英語となりますね。技術の専門用語も英語で飛び交う環境です。今は随分､慣れてきましたが、最初はちょっと戸惑った場面もありました。「え？その単語って何？」と（笑)」。

■先生
それは困ったでしょうね(笑)。素粒子の世界は難しい単語も多いですからね。私も未だに辞書やネットで調べることもありますから、何の問題もありませんよ。そもそも英語を使うというのは、大学内はもとより就職先で海外の研究者と接点を持った場合のことを想定したトレーニングの意味が大きいのです。何もかもを英語でしゃべるのではなく、会話の１～２割ほどを英語にして、まずは慣れるということが大事ですね。

2016年度より教育体制が学生の成長をより促すものになるとのこと。少し教えていただけますか。

■先生
学生に関わりの深いものをいくつかあげると、まず選択できる専門分野が広がることですね。これまでは目指すべきものが見つからない場合であっても、学部２年目には専門分野を決めなければなりませんでした。しかし、これからは興味がある領域において、多くの教授から指導を受けつつ、自分が興味を持てる部分を紐解き、より納得できる分野へと進むことができるようになっていきます。

■卒業生
興味を持ったものを幅広く知るだけでなく、時に深く掘り下げながら、自分のやりたいことをじっくり探せる仕組みはいいですね。

■先生
その他には、ディスカッション、プレゼンテーション等を取り入れた学習にも力を入れていきます。教員が一方的に指導するのではなく、学生と教員が互いの意思をあわせながらや課題や疑問に取り組んでいきます。その狙いは、コミュニケーション能力と発言力を養っていくことにあります。ひとつのことに集中する力も大事ですけれど、共同開発などの場面では相手の意図を汲みつつ、自らの意見をわかりやすく発信することが欠かせません。その力を授業を通じて身につけていくのです。他にもたくさんありますが、国際的な場面でも活躍できるエンジニアの育成など、学生の未来のキャリアステップ構築に貢献できる内容となっていますね。

■大学生
理系にはコミュニケーションが苦手な学生も多いので、この仕組みはきっと役立つでしょうね。

■先生
また東工大は学部と大学院を統一した「学院」というものを創設します。この学院では学士課程、これは高校生の方々が知ってる言葉でいうと「大学の４年間」でしょうか、と大学院の修士課程（２年間）が継ぎ目なく学習できる制度なのです。また修士の後には博士課程（３年間）という制度もあるのですが、こちらへの接続もスムーズになるような仕組みをいま用意しています。この制度に切り替わると、学生たちがすすめる学習や研究がもっと体系的に、そしてもっと深く掘り下げてできるようになります。この制度は東工大が日本の大学で初めて取り入れるものです。興味がある人は是非、東工大の web ページで調べてみて下さい。

■大学生
僕にとっては東工大での学習・研究は、いまでも十分にいいものですが、それが更にもっと
パワーアップするということですね。ちょっと怖いです（笑）。

■先生
制度の話とは少し違うかもしれませんが、「東京工業大学レクチャーシアター」という新しい取り組みにもご注目いただきたいですね。これは、国内外から著名な研究者たちを招き、創造的討論や実験の実演を大学の講義室の中、学生たちの目の前で繰り広げるものです。
単なる講義を聴いてノートを取るだけの座学では味わえない、最先端科学・技術の体験ができる場所です。特に入学直後の学生たちにとっては、自分が進む分野を考えるための強い刺激になると思います。

■大学生
高校の授業とは全く違う世界に触れることになるんですね。新入生はきっと驚くでしょうね。

東京工業大学理学部を選んだ理由を教えてください。

■卒業生
私は札幌出身なのですが、北海道の高校生は不思議と北海道内の大学を目指す人が多いんですね（笑）。事実、私も北海道大学を志望していましたが、すでに北海道から出て、本州の大学に入学した兄に話を聞くうちに「別に北海道にこだわらなくてもいいのか」と発想が切り替わり、広い範囲で大学を探していきました。

東京工業大学一本に絞っていたのですか？

■卒業生
いえ、東北大なども検討していました。もともと高校時代から物理には興味があったので、どうせやるなら高いレベルの場所で勉強したいと思っていました。いくつか調べていくうちに、設備面でも教授陣の層の厚さでも、東工大はずば抜けていたので、志望校に決めました。

高いレベルとはどういうことですか？

■卒業生
要素はいくつもありますが、まず学生に対する講師の数ですね。少人数制での授業ですから、ひとつひとつの授業の内容の密度が濃い。それについては、理系、とくに物理を学ぶ上では大切なことだと思いました。あとは最先端の技術領域へのチャレンジが盛んで、実績も多かったことですね。志望校を絞り込んでいた時期にいろいろな学校のホームページを見ましたが、東工大の魅力は圧倒的でした。

研究の実績数はそれほど魅力的に映るのですか？

■卒業生
実績が多いということは、それだけ専門性の高い教授がいらっしゃるということの証明ですからね。まだ何がやりたいのか、はっきりと定まっていない高校生時代の私には、とても魅力的に見えました。

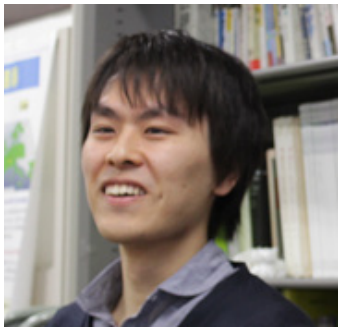
■大学生
私の場合は、実は家族に関することも理由なんです。実は、親戚に東工大出身者がいたんですね。また、戦前までさかのぼりますが、おじいちゃんも東工大の付属の高校に通っていたそう。そういった縁もあり、なんとなく東工大に親しみがあったのも大きいですね。学校のことを調べた結果、非常にレベルが高いことを知り、興味を持ったのは、金井さんと同じですね。

どんな学生が多いですか？東京工業大学ならではの学生像はあったりしますか？

■先生
明るい学生もいれば、物静かな学生もいる。本当にさまざまな個性が集まっている学科ですが、皆に共通しているのは、心から物理が好きで、ひとつのことに取り組みだしたら、とんでもない集中力をもって研究に没頭することですね。

■卒業生
声をかけても気づかない学生とかもいますよね。本当にあの集中力はどこからくるのかと不思議に感じた時も結構ありました。

■先生
あとは、とにかく根が真面目で凝り性なのも東工大の学生らしさです。たとえば私が１つのことを教えると、そこから派生する３つのことを勝手に理解する。また、３つ教えると、５とか６。もっとすごい学生になると 10 のことを得る学生もいる。この探求心や実行力は研究者が持つべき資質。東工大をひっぱっていく存在としてたのもしい限りです。



■卒業生
同じ目標や視点を持っている学生が近くにいると、議論にも熱が入りますね。ひとつの話がはじまるとみんながこだわり出す（笑）。悪くいうと理屈っぽいことになりますが、そこはお互いさま。他のところでは聞き流されることも、ここでは議論のネタです（笑）。何気ない会話の中から、課題を解決するきっかけや、新しい発想につながるヒントを得ることもあったりします。そういった意味でも大切な仲間ですね。

佐藤さんに質問です。今の研究内容を教えていただけますか。

■大学生
私たちの身の回りの物理法則を成り立たせるものに「CPT 対称性の保存」というものがあり、もし、その法則が崩れたら？という仮説を検証する研究に取り組んでいます。
その研究にはシンチレータや光電子増倍管といった専門的な検証器具類を使っています。検証作業をやる際、物理法則が正しければ、10 万回やっても結果は同じです。では一千兆回やってみたら非常に小さな確率でほころびが見えるのでは？を検証するには、検証器具の精度をあげなければいけません。その精度をあげるための機器開発も私の研究テーマのひとつです。これらの研究に取り組みだしたのは昨年の４月。２年目を迎えた今、そろそろ成果が出る兆しが見えてきはじめていて、さらなる手応えを感じています。時間がかかる研究、じっくりとあせらずこれからも取り組んでいこうと思います。

法則が僅かに崩れることを知ることで、何が得られるのでしょうか？

■大学生
これは最初に先生がおっしゃったことに似ています。僅かながらくずれることを何かに応用することが目的ではなく、純粋にまずは崩れていないかどうかを検証します。もし崩れていることが判明した場合は、「法則が崩れてしまった。それでは、違う法則があるのではないか？」と結果として新しい着想や可能性を導くことが期待できるようになります。

■先生
そのとおり。彼の研究も未知への挑戦のひとつなのです。

●就職活動、仕事について

金井さんに質問です。現在のお仕事について教えてください。

■卒業生
法人向けに通信機器の販売とフォローを行っている、シスコシステムズという会社で働いています。企業内のネットワークシステム構築、データセンター運営、インターネットインフラの整備など、社会や企業活動、さまざまなビジネスを裏側から強力に支えている企業です。

どんなお仕事をされているのですか？

■卒業生
製品に関する技術的な対応を行うサポートエンジニアという仕事を担当させていただいています。もう２年になりますね。実際にクライアントの元にいくことはほとんどなく、主にリモート対応といって、遠隔地のお客様のお困りごとをメールや電話で対応していきます。寄せられる内容としては、システム関連の操作方法、ネットワークの不具合などさまざまです。クライアントは、大手企業、メガバンク系、IT 関連、交通インフラ企業などで、ほとんどが有名企業ばかりです。大学や教育関連組織に導入されているシステムも多く、学生時代に馴染みのあった団体のフォローもしています。

■先生
学生時代に馴染みあった場所とは、ちなみにどこなの？

■卒業生
高エネルギー加速器研究機構さまですね。サポートのご依頼のお電話をいただいたときは、「昔、とてもお世話になりました」と、心の中でつぶやきました（笑）

大学時代に学んだことで生かされていることはありますか？

■卒業生
物理の実験でとことんやったロジカルシンキングは今も武器になっています。クライアントのトラブルを解消する際、まず把握するのは、クライアントが置かれている立場やシステム環境の構成です。その後に進めていくのは、それらの構成あるいは条件下で、何と何が影響し合ってエラーが起きているかという情報から、問題の在処を特定していくことです。これは物理の実験ととても似ているといえますね。サポートの正確性を高めるために、私がいるオフィスの空いているスペースで、実際に簡易的にネットワークシステムを組んで検証を行う場面もしばしばあります。これはまさに大学時代の研究の手法とほぼ同じですね。

卒業生の進路について教えてください。

■先生
学科全体としては電機系のメーカーが非常に多い傾向にありますね。開発系の研究者として配属されるケースも多分にあります。メーカーや大学・研究所の組織の研究者を目指す人はだいたい博士課程を経てからそちらの道にいっているようです。尚、学部４年生のほとんどが大学院に進んでさらなる学問の道を選んでいますね。

■卒業生
ここだけの話ですが、就職活動はあまりしていませんでした。とにかく研究が忙しくて……　それでも今の会社への内定が簡単に決まったのは、少なからずとも学校のネームバリューが大きかったのではないでしょうか？

■先生
それについて補足させていただくと、大学のネームバリューは、みなさんがしっかり勉学に励んで、充実した学生生活をちゃんと過ごしていることで成り立っていることをお忘れなく。就職の面接では、あいさつのマナーやエントリーシートの書き方にこだわる人も多いと思いますが、技術者や研究者の道に進むことを選んだ方、そしてそれを受け入れる企業側にしてみれば、そんなものは表面的なものです。大切なのはこの大学で、何を研究し実現してきたかを、しっかりと伝えられるかどうかです。つまり知識、経験、そして伝える力。東工大なら、研究活動を通じて自然とそういう力を育むことができます。就職を意識することも大事ですが、まずは目の前にある研究に没頭して欲しいと思います。

● 5 年後に向けて

これから先、どんなことにチャレンジをしようと思っていますか？

■先生
まだまだ研究者として、チャレンジをし続けていたいと思います。学生には負けたくないですからね。具体的な目標としては、５年後までには「超対称性粒子」という新粒子の発見に到達できていればと考えています。そのためには、佐藤君たちの研究が今よりも進歩していることが必要なのだけれど、佐藤君、どうだろうか。

■大学生
精一杯がんばりますね（笑）。先生が論文を発表するときはぜひ共同研究者として名前を加えてください。

■先生
もちろんだよ。いっしょにがんばっていこう！

■卒業生
私はもっと経験を重ねて、配属しているチームをグイグイひっぱっていく存在でありたいですね。今、７人のチームで活動をしていて、わからないことは７人の中のリーダーに聞いています。５年後は私がリーダーとして信頼を得て、みんなが質問に来るような実力を兼ね備えていたいです。

●高校生へのアドバイス

高校生へのアドバイスやメッセージをお願いします。

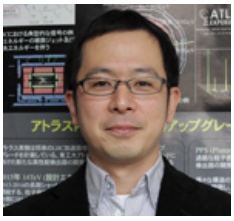
■大学生
何かひとつに集中して取り組む作業は、大学で嫌というほどできます（笑）。ですから、高校生のうちは興味があるものを幅広くやるといいのでは。好きなことを勉強してもいいし、好きな部活に取り組むのでもいいと思います。私自身、もともと物理は得意じゃなかったけど、いずれは物理に進みたいと漠然と思っていたので、一生懸命勉強した覚えがあります。あとは英語！これは本当に大事です！

■卒業生
私からのアドバイスは、とにかく勉強に集中して学力をあげることに取り組んで欲しいですね。東工大ではないにせよ、自分が入りたい大学に確実に進める学力を持つことが、まずは大事だと思うからです。

■先生

先ほども言いましたが、国際化の波は、確実に物理はもとより理系のどの分野にもやってきています。いざというとき自身を持って向き合えるように、基本的な会話レベルでいいので英語にはふれておいたほうがいいでしょうね。そして何よりも大切なのは国語力。しっかりと母国語で論理立てて考えられることができないといけません。英語でも日本語でもどちらでもいいですが、数多くの文章を読み、そして自分の意見を明確に示すことができるようになれば、自ずと英語力も上がりますよ。

●インタビューに答えてくれた方々



■先生

陣内修先生

■卒業生

金井翔さん

■大学生

佐藤真一さん