



科学技術創成研究院長

# 久堀徹教授

インタビュー第4弾

『私は進路を

こうして決めた』

「私は進路をこうして決めた」第4弾として、東工大科学技術創成研究院長 久堀徹先生にインタビューを行いました。先生が学生時代にどのように考えて進路選択（系所属・研究室配属など）や研究テーマ決定をしたのかを詳しくお聞きいたしました。（2020/12/17 インタビュー実施。）

## 久堀徹先生 プロフィール

科学技術創成研究院長を務める。1980年3月に早稲田大教育学部理学科生物学専修を卒業し、同大学院理工学研究科 物理学及び応用物理学専攻の修士、博士課程へ進む。その後同大学助手、横浜市立大学助手、東工大資源研助教授・教授を経て、2016年東工大科学技術創成研究院化学生命科学研究所教授に就任。2020年より現職。

現在または過去に行った研究内容を教えてください。特に学部生の頃の研究の話や自分が好きだった研究、代表的な研究、反響が大きかった研究、一番引用された研究などを教えてください。

## エネルギーへの興味

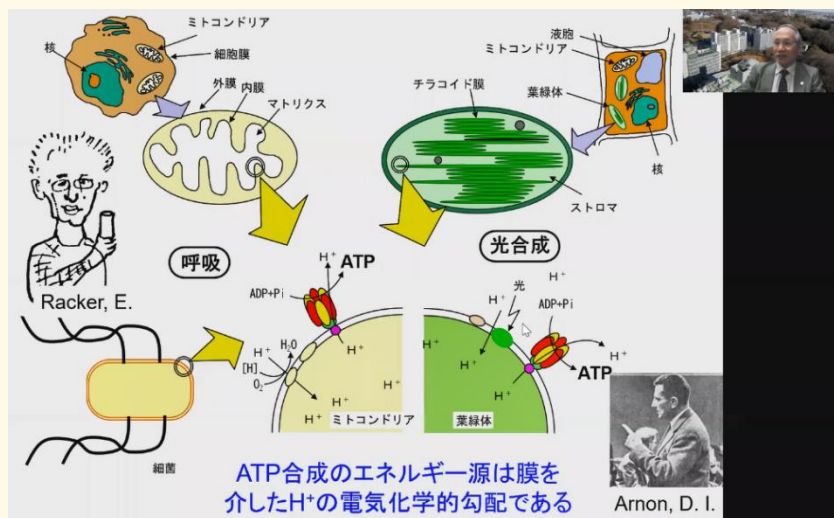
**久堀**：私は生物に興味があって早稲田大学の教育学部の理学科生物学専修に進学し、そこで生物のエネルギーの扱い方というのをずっと学んできました。

現在、化石燃料の枯渇やCO<sub>2</sub>の増加などの問題が注視されていますよね。植物が生み出すエネルギーは減少し続け、人間社会が消費するエネルギーは増加し続けています。放っておくといずれエネルギー量が逆転してしまうんですよ。光合成では二酸化炭素を吸収して酸素を生産する反応、人間社会は酸素を消費して二酸化炭素を放出する反応を行うので、逆転したら地球上の酸素が減るようになるわけですよ。学生の頃から生物とエネルギーのことに興味を持っていたので、今は、植物が光合成によって生み出すエネルギーを有効利用できれば、人間社会が放出する二酸化炭素を減らせると考えています。もともとは、「光エネルギーを私たちが利用できる形

態のエネルギーにどのように変換すればよいのか」について詳しく知りたいと思ったのが、研究を始めたきっかけです。23歳の頃に生物のエネルギーにまつわる研究を始めて、40年間これについてずっと研究しています。

## ATP 合成酵素

生物のエネルギー研究のスタートは、指導教員に提案された ATP 合成酵素から始まりました。ATP 合成酵素は一言でいうと体の中の発電所です。呼吸でも光合成でも同じような酵素が ATP を生産しています。研究を始めた当時は、この酵素がどのように働くのかほとんどわかっていませんでしたが、1980年ころにタービンのように



光エネルギーが ATP にされる仕組み



ATP 合成酵素の模型

グルグルと回ること、光をエネルギー（ATP）に変換する酵素ではないかという仮説が提案されました。でも本当に ATP 合成酵素がタービンのように回るのか疑問でした。私が東工大の助教授になった 1995 年ころ、その講座の吉田賢右先生が、「回るのなら回してみよう」という実験を考えました。実際に観察してみると本当にグルグルと回ったんですよ。この研究で、初めてこの酵素が回るということが証明されて、高く評価されました。おもしろい研究が出来るもんだなと思い、自分もオリジナリティの高い研究をしたいと思いました。そこで次のような研究をやったんですね。

## チオレドキシンの研究の開始と研究の発想

植物に光が当たると ATP を合成します。このとき、ATP 合成酵素がグルグル回るわけですよ。ただ、植物の光合成反応に関わる酵素は、ATP 合成酵素を含めて光が当たったときだけスイッチがオンになります。このスイッチをオンにするのがチオレドキシンというたんぱく質です。それはどんなメカニズムなのか知りたいと思い、研究を始めました。

チオレドキシンはどこにでもあるたんぱく質です。「どこにでもある」というのは、つまり、「チオレドキシンを持ってない生き物はいない」ということです。研究の発想として、「どこにでもあるけど、わからない」が

私は大事だと思っています。生物学は発見の学問ですから、誰も見たことのない生き物を探し出すために、ジャングルに踏み入る人だっているわけです。私は逆に、「すべての生き物が持っているたんぱく質は重要であり、どういう働きをするのか」を知りたいと考えています。そこで、チオレドキシンの研究を始めようと思いました。

## 著名な教授を訪ねる

チオレドキシンのメカニズムを知る研究を始めるにあたって、この分野の権威であるドイツの Sheibe 教授とスイスの Schurmann 教授を訪ねて、私が疑問に思ったことが既にわかっているかどうかを質問しました。そうしたら、嬉しいことにどれも未解決であると判明したんですよ。それなら、この研究を始めれば、この分野で第一人者になれると考えました。実際にこの研究を始めて、私は第一人者になりました。

## 最もヒットした研究

私がチオレドキシンの研究を始めた時点で、光合成時にチオレドキシンのスイッチをオンにするたんぱく質は 10 種類しか知られていなかったん

ですよ。「10種類だけで植物の光合成機能が活性化される仕組みがすべて説明できるわけもなく、もっとたくさんあるに違いない」と考えました。チオレドキシンは2本の手を持っていて、順番に相手のたんぱく質と手を繋ぐことで、スイッチをオンにします。そこで、ある実験をふと思いつきました。それは、チオレドキシンの2本目の手をつぶしておくことで、スイッチをオンにする反応を途中で止め、チオレドキシンの相手になるたんぱく質を捕まえるという手法です。これを是非やろうと思い、研究室にいた修士の学生にこのアイデアを話しましたが、「そんな簡単なことで新しいことわかるんだったら、とうの昔に誰かやっています」と誰も取り組もうとはしてくれませんでした。そこで、研究室に入ってきたばかりの純真無垢な4年生に試してもらいました。すると私が予言した通り、いろんなたんぱく質が捕まったんですよ。最初は10種類しかわかっていなかったのが、この方法でどんどん新しいたんぱく質がわかるようになりました。このときに書いた論文が私の最もヒットした作品です。Buchanan先生というチオレドキシン界の大御所の方にもご自身の総説の中ですごく褒めていただきました。

## 野外の植物

研究を通してチオレドキシンについて十分に理解したと思っていましたが、吉田賢右先生がある時「野外の植物は本当にそんなことしてるの？」と質問されました。私は当然野外の植物も同じだと思っていましたが、調べてみると実験室で行われた研究に関する論文ばかりで、屋外で同じようにオフになったりオンになったりしていると証明した人は誰もいませんでした。この時、卒業研究をするために新たに研究室に加わった学部4年生が、そのことを示す実験に挑戦してくれました。具体的には、化学修飾<sup>1</sup>を用いて野外の植物の葉の中のたんぱく質のオンとオフを見分ける実験です。夜明け前の午前2時半から1時間ごとに葉をサンプリングして、その中のたんぱく質がどういう状態なのかを調べました。結果を見ると、日の出とともにスイッチがオンになって、日が陰ってくるとオフになっていました。野外でもオンになることを直接調べた初めての研究です。また、この学生が頑張って一日中実験をしてくれたので、世界で初めて24時間のたんぱく質の変化を調べることもできました。

---

<sup>1</sup> 脚注：植物のたんぱく質がオンのときに、官能基を化学的に変化させること。変化させる前と後では、植物の重さが変化するため、重さを測ることによってたんぱく質がオンかオフかの判定をすることができる。

## オフになる仕組み

チオレドキシシンが働いて、オンにする働きはよくわかってきました。でも、光が夕方になってオフになる仕組みについては、この研究を始めたときから40年間ずっとわかっていませんでした。しかし、今から2年前に夜に働く新しいたんぱく質を見つけたことで、オフにして植物を眠らせる仕組みが分子レベルでわかりました。このことを発表した論文も、「植物が夜に寝るシステムに初めて光が当たった」と褒めてもらいました。40年間研究を続けているといろいろと新しいことが見つかることが、研究の面白いところだなと思っています。

なぜ早稲田大学の教育学部理学科に進学されたのか教えてください。

## 早大進学

**久堀**：実は、高校生ときは人文社会学に興味がありました。高校では社会科学研究会に所属していて、お寺巡りをしていました。だから、お寺とか詳しいですよ。ところが高校3年生のときに、生物の授業でDNAの話を知ったんですね。たった4つの塩基だけで生物のすべてが決まっていると



いうことにすごくワクワクしました。そのことがきっかけで、生物学に進み研究をすると決心しました。ですから私が実際に進路を決めたのは、高校3年生の秋頃なんですよ。それから受験できるところを色々調べて、結局、早稲田大学の教育学部の理学科生物専修に入りました。また、高校時代から早稲田に何となく憧れがあって、今は東工大の教員をやっていますが、愛校心という意味では早稲田と東工大のどっちが上かはわかりません。箱根駅伝も好きだし、大学ラグビーも好きだし、六大学野球も好きだし、そういうちょっと歪んだ教員です。

広：高校3年生のときに生物の話を聞かなかったら、文系に行っていたかもしれないのですか。

久堀：そうそう。私はジャーナリストになって海外を飛び回るのがかっこいいと思っていた。そういう仕事をしたいと思っていたんですが、DNAの話聞いて、それを学ぼうと思いました。

大学1年目のときはどのように過ごされましたか。サークル・部活動、自主的な学習が系所属に与えた影響や、部活が研究に活かされた経験などはあるでしょうか。

## 大学教員への道を志す

**久堀**：1年生のとき専門の授業の一環として、合宿に行きました。そこでは、クラス担任の先生が引率をされていて、その先生と話す機会がありました。いろいろ話をしていると、すごくその先生の研究というか、人柄に興味を持ちました。そのときに、「卒業研究はこの先生のところでやろう」と決めました。それと同時に、大学の先生は自分の興味と生活と職業と、全部合致させている良い仕事だと思いました。だから、私は大学1年生のとき既に、大学教員になろうと決めました。

クラブ活動に関して言うと、高校生のときは社会科研究会に所属していました。大学に行っても、その仲間たちとは一緒にお寺巡りをしていました。その知識は今でもすごく役に立つんですよ。海外からお客さんが来ると、鎌倉に連れて行くことがよくあります。そのときにただ単に観光するだけでなく、寺や鎌倉の歴史を説明できるのは、結構アドバンテージ

ですよ。

広：大学の先生になろうと決めたのが、1年生の夏だったとおっしゃっていましたが、そこから3年生までの間に他の進路は考えなかったのですか？

久堀：そこは思わなかったですね。私立大学は専門教育が中心で、1年生から詰め込みで専門分野の勉強をしていたので、他に興味に移ることはなかったです。でも、もともと人文社会は嫌いではなかったもので、憲法、哲学、倫理学などの授業も真面目に受講していました。

大学在学中の失敗経験などがあれば教えてくださいませんか。

## 失敗経験

久堀：「私失敗しませんから」ではないけれど、すぐに思い浮かぶ失敗はないですねえ。しかし研究上の失敗だったら、いくらでもありますよ(笑)。卒業研究のときには、まだ ATP 合成酵素の研究はしておらず、発光バクテリアのルシフェラーゼという酵素の研究をしていました。その研究では、

一晩かけてバクテリアを培養して、その後も徹夜でずっと精製しました。そして、ようやくきれいな酵素が取れたと思い、メスシリンダーで受けました。クロマトチャンバーというガラス張りの冷蔵庫の中で作業をしますが、そこにメスシリンダーをおいて、「採れた！よかった！これで徹夜実験終わり！」と思って扉をバタン！と閉めました。勢いよく閉めたものだから、メスシリンダーが中でコテって倒れて、数日間の徹夜実験が全部床に消えてしまいました。今でもよく覚えていますから、やっぱりあれは相当ショックだったに違いありません。

## 学生時代の心残り

広：失敗以外にも学生時代の心残りがあれば伺いたいです。

久堀：ありますよ。やはり海外に行っておけばよかったとは思いましたね。すごくそれは思いました。私が初めて海外に行ったのは27歳のときです。学位を取った後に初めて海外に行きました。今はこんな仕事をしていますが、私は英語が苦手でした。やはり今から思うと、若いうちに海外に出しておけば良かったです。特に学生のうちに外国に行ったら違っただろうなと思いましたね。初めての留学らしい留学で、32歳の時にドイツに3か月

くらい行きましたが、その時にやはり「外から見る日本って面白いな」と思いました。それから短期では何度も外国に行きました。一度海外に行っている間に山一証券が倒産したことがありました。そうしたら、みんなが「日本では会社の社長が人前で泣くのか？」と聞いてきました。他にも日本の死刑制度や憲法について聞かれたこともありました。私は文化交流としての雑談が好きだったので、日本社会のいろいろなことを外国の人と議論するのがすごく面白かったです。直接外国に行って話をすることで学んだことがとても多かったので、それを学生時代にやっておけば良かったなとすごく思います。

**広**：外国から日本に留学に来ている人と交流するよりも、自分が海外に行くことが大事なのですか。

**久堀**：行くことは大事なんです。やはり、周りに日本語が喋れる人が居てはいけないのです。外国に行くことは、自分が1人でサバイバルすることを学ぶという意味もあります。私は、今まで何度も外国に行っているけれど、予めホテルの予約はしたことがほとんどありませんでした。それはなぜかというと、私は基本的にヨーロッパしか行かなかったのですが、ヨーロッパにはどの駅にもインフォメーションセンターがあって、そこに行け

ば必ず宿は何とかなったからです。そこで、たどたどしい英語で今日泊まるところを確保してもらいました。結構時間がかかったけれど、自分を鍛えるのにはすごく役立ちました。

1年生の夏合宿である先生と出会い、その人の研究室に入ると決められましたが、具体的にどこに魅力を感じたのですか。

## 先生の人柄に惹かれる

**久堀**：その先生は39歳で早稲田の教授になったのかな。すごく若くて、かつ真面目な先生でした。授業を一番丁寧に教えてくれる先生だったので、すごく学者肌であるところに魅力を感じました。実際に、卒業研究で研究室に入ったら、結構いい加減な人だったのですが(笑)。でも当時はそう思いましたね。というのは、早稲田大学の先生はいい加減な先生が多いんですよ(笑)。そういう中では圧倒的に真面目に教えてくれる先生でした。こういう人がやっぱりいいなって思いましたね。

**広**：すごいですね。1年生の夏合宿ではどのような話を聞かれたのですか。

久堀：1年生の夏は純粋に「研究ってどんなことをするのか」、「今どのような研究をしているのか」など、正に皆さんが我々に聞くのと同じような話を聞きましたね。

広：その時、その研究室に行こうと思ったのは研究の内容に魅力を感じたからですか？

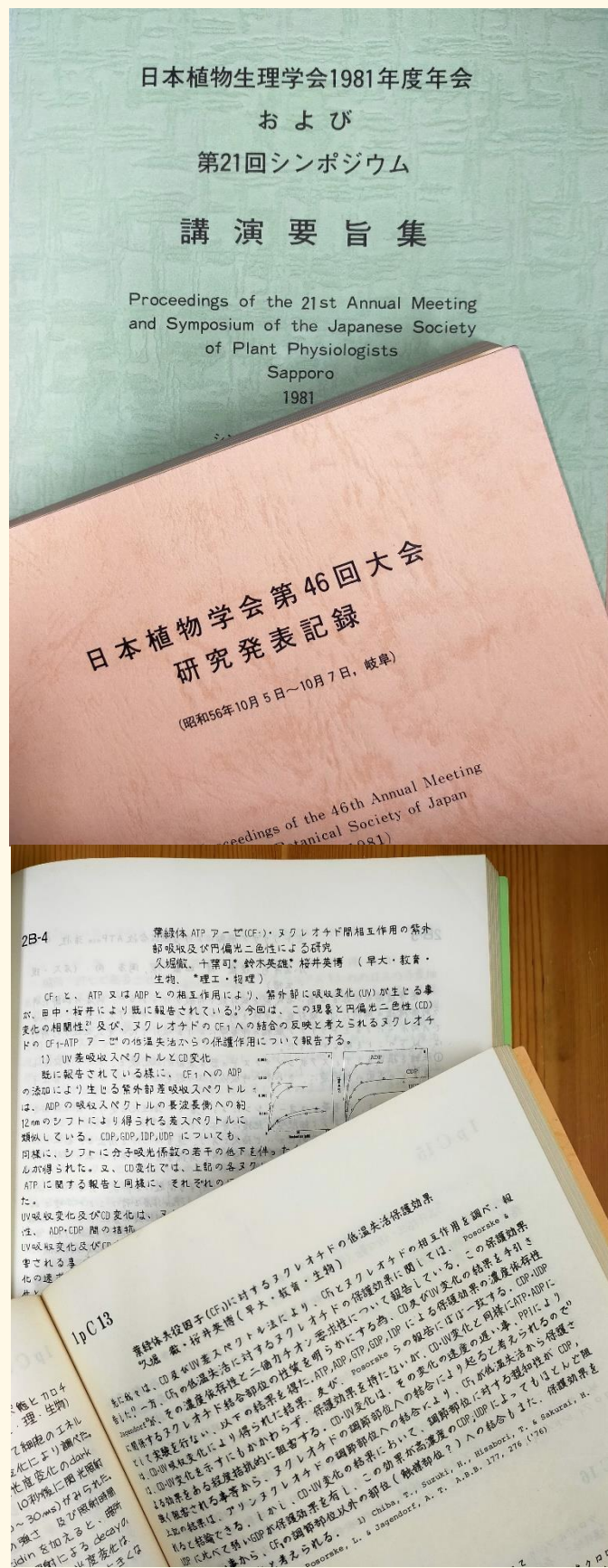
久堀：内容ではなく、その時は純粋に「この人は信じられる人だ」と思い、自分と相性が合うと思ったのでしょ​​うね。1年生の時にその人の研究室に行くと言明してから、その先生から出される課題は一生懸命に取り組み勉強しました。

## 相性の重要性

広：今まで数人の先生方にインタビューを実施しましたが、やっぱり研究室を選ぶ際には人柄も大事だとおっしゃっていました。

久堀：そうですね。私は実際に毎年研究室訪問で来た学生さんに「ここがいくつ目の研究室ですか？」とよく聞くんですよ。「自分の行きたいとこ

ろだけを見て回っています」と答えた学生には必ず、「最低 10 か所は回りなさい」と言います。なぜかという、皆さん研究室に入ると卒業研究から修士 2 年まで、最低でも 3 年寝食共にしますよね。研究を始めると、家族と暮らす時間よりも研究室で暮らす時間の方がずっと長くなるんですよ。だから「この先生の言うことなら信じてやっていける」と思えることは大事じゃないですか。そして、信じられるかどうかは第一印象である程度わかると思います。初めて会うときはその人の魅力がどこにあるのかをちゃんと見て感じとることが大事です。やはり人との相性ってありますからね。ある人にとっては、「この人厳しすぎるな」と思っても、ある人にとっては「きちんとやってくれる人がいい」という



院生時代の学会発表の要旨集



こともあると思います。だから、いろんな先生の話聞くのが絶対いいと思いますね。他にも、皆さんが先生と触れ合える機会ということでは、授業がありますね。そのとき、質問に行ったらその先生がどのように答えるかで、相手の人間性が分かりますよね。質問したときに「そんなつまらないこと聞く？」という人と、「それはいい質問だね」と一生懸命説明してくれる人がいたら、やっぱり前者よりは、後者の方が良いじゃないですか。だからこのように先生との相性を感じ取る機会はあると思うんですよね。

なぜ企業に就職せず、大学教員になろうと思われたのですか。

## 大学の教員になった理由

**久堀**：博士号を取ったからといって絶対に大学教員になれるわけではないので、進路を考える必要がありました。ちょうど私が博士号を取った1985年頃に「バイオ」という言葉がやたらと流行り、日本のいわゆるバイオ研究の企業がブームになって、いろんな会社がバイオ研究を始めました。企業に就職した同級生も何人かいて、私もそれを考えたことはありましたが、幸い大学から助手のオファーを受けたので、そのまま研究の道に進みました。就職に全く気が無かったわけではないですね。でも、もともと大学教

員が第一志望だったから、大学教員になろうと思いました。

広：大学教員という仕事は、大学1年生のときに想像していた通りの職業だったのでしょうか。

久堀：42, 3歳まではそうでした。そこから、だんだん仕事の質が変わってきました。もともと実験が好きで、徹夜でも苦にはならなかったです。しかし、私がいた吉田研究室の規模がだんだんと大きくなり、マネジメントの仕事がすごく多くなって、研究する時間が減ってきました。45歳くらいにそうなってから、時々「これは私がやりたいと思っていた仕事とちょっと違うんじゃないか」と思い始めました。学部1年の頃に、「大学の先生は自分の趣味と実益を兼ねて生活している」と思っていたのはその一面を見ていただけで、実はそんなに甘いものではないです。研究費も稼いでこないといけないし、いろいろ大変ですよ。

ただ一方で、サイエンスの興味が共有できる学生さんが増えてきて、彼らが面白いものを持ってきてくれるので、それを一緒に喜び合うことができます。そういう意味では今でもとても楽しく研究をしていますよ。だから、先ほどお話した「オフにするたんぱく質」の発見を、助教さん達と分かち合えたことは、この仕事をしていて良かったと本当に思いますね。

先生が感じた東工大ならではの魅力を教えてください。

## 東工大の良さ

**久堀**：もともと東工大は、すごくマニアックな大学だと思っていました。すごいと思ったことはいくつもあります。例えば入学試験の監督を勤めていたときに、数学を解く学生の姿にいつも感動させられました。問題文は2行ぐらいしか書かれていないのですが、学生さんの解答用紙を見るとすごい量の解答を書いています。さらに、その問題文を研究室のテーブルの上に披露すると、おもしろいことに必ず数人が集まってきて解き始める。やはりそういうマニアックなところはほんとに東工大らしくていいなあと思いました。他に東工大の活動で好きなのが、鳥人間コンテストですね。マイスターはいつもすごいなと思っています。それから、ロボコンも東工大がマサチューセッツ工科大学と最初に始めたんですよ。東工大に来る前から、東工大はやっぱりすごいな、面白いなって思いました。ついでに言うと、最近、生物よりも機械工学に行ったほうが面白かったかもしれないと時々思います。私はああいうのが大好きなので。

広：今でも別の分野に興味に移ったりすることもあるのですね。

久堀：ありますよ。私はすごく好奇心旺盛なので。例えば、はやぶさ2に関しては1号機のと時からすごく楽しみにしていて、1号機が帰ってくる時は、夜中にインターネット中継でオーストラリアに降りてくるところをちゃんと見ていました。今回の2号機に関しても「着陸するところを見てやる」と意気込んで、夜中の2時に目覚ましをかけて待っていました。そして、来週(2020年12月下旬)には木星と土星が最接近する予定です。あれは絶対に自分の眼で見ようと思い、天体望遠鏡を買いました。世の中で話題になっていることには一通り興味を持つようにしていて、とにかく面白そうなものにはみんな首を突っ込んでいます。そういう気持ちを持ち続けることが、学者として生きていく上できっと大事だと思っています。

これから系所属・研究室配属する学生に伝えたいことはありますか。

## 関心を持ち続ける

**久堀**：とにかく自分が面白いと思うものを見つけることが大事だと思います。まず、私達の時代と違うのは、みんなはインターネットで先生のホームページを見ることが出来ます。そうすると、それぞれの研究室で行われていることが一通りわかるわけですね。その中から「これは面白い！」という研究を見つけ出すことにどのくらいのエネルギーを使うかだと思います。よく研究室に学生が訪問に来たときに伝えるのですが、卒業した後で自分を振り返ったときに学部1年、2年で習ったことを覚えている人はまずいません。だけど学士4年次に行った研究や、修士で行った研究は一生記憶に残っているはずですよ。ということは卒業研究や修士での研究は大学で学んだ中で占めている割合がものすごく大きいということです。そうすると、そのときに何を学べるかということをちゃんと選別することがすごく大事です。そのためには系所属、研究室所属を考えるときに、どの先生が何をやっているのかを下調べすることはものすごく大事です。

それに加えて、先ほど話をした通り、研究室では多くの時間、生活を共にするので、「この人に自分の人生を預けられるか」を直接先生に会って、

考えることは大事です。もしも、訪問されて迷惑がる先生がいたら、その先生はやめておいた方が良くとたぶんなりますよね。

広：ありがとうございます。こういう状況では、なかなか研究室訪問することが難しい部分もありますが、多くの教授と話すことは大事だと感じました。

久堀：ええ。でもどこからでも話すことができる Zoom が定着したことで、以前よりは話しやすくなっている面もあると思います。だから自分で URL を作って、先生に面談をお願いするくらいやったって良いんですよね。しかも、オフィスに居る時間だけでなく、出張先でも構わないのです。先生と是非お話したいと言ったら、「今大阪出張だけど、夜のこの時間なら空いているから話できるよ」みたいなことができれば良いですよね。

広：ポジティブに考えられたらいいですね。

久堀：そうそう。実際、私は現在 6 人の生命理工学院 1 年生のアカデミックアドバイザーを務めていて、彼らと 4 月から話をしています。彼らの中には、香川の自宅から参加している学生もいるが、みんなちゃんとドロツ

プアウトしないで今まで勉強してきました。こういう環境をうまく活かすと良いと思いますね。

広：研究室を選ぶ際に自分が面白いと思うことと巡り合うまで、エネルギーを使い続けるというお話が印象に残りました。

久堀：でも最後はやはり人と人ですからね。やはり人と人ってというのが一番大事なので、そこの親和性は大事にした方が良いと思いますね。

広：HPを見るとある程度分かるので、「直接話を聞かなくても大丈夫だ」と思いがちですが、やはり直接話し合うことが重要なのですね。

久堀：HP に書いてあることだけでは、絶対に分からないんですよ。例えば私は研究室見学会で、研究の話が終わった後、私の研究室の学生と話すように必ず言っています。というのも、私が自分の研究室を良く言っているだけで、実は研究室の学生さんはそう思っているとは限らないからです。だから必ず「学生と話をして、理解をしてください」と言っています。

インタビュアー（学修コンシェルジュ Jr.）の紹介

住友啓允(学士課程 4 年 工学院機械系)

濱岡遼真(学士課程 4 年 工学院機械系)

2019 年度までは学修コンシェルジュ（旧修学支援部門）公式 LINE アカウントで記事の配信を行っていました。2020 年度からはインタビュアー記事「私は進路をこうして決めた」に取り組んでいます。

## 編集後記

「この人を信頼できるか」という判断基準が、研究室配属を決めた大きな理由であったことが印象的でした。現在は自由に登校できる状況ではないため、系・研究室所属をする際には Zoom 等のオンラインツールの利点を生かし、うまく活用することが重要だと感じました。

## アンケートのお願い

今回のインタビュー記事に関する感想や改善点等お寄せください。1 分程度で回答可能です。頂いたアンケートをもとに、次回以降のインタビューに生かしていきたいと考えております。尚、このアンケートで得た情報が外部に出ることは一切ございません。[ご回答はこちらから。](#)