



技術経営

特集 技術経営戦略学専攻
Technology Management for Innovation

とは何か

研究

技術を「横につなげる」
情報の海を泳ぐ ～知識の体系化を目指して～
未来を創る成長戦略

授業

第二のザッカーバーグを目指して

学生

TMI 学生座談会 ～TMI ってどんなところ?～



技術を「横につなげる」

皆さんは、技術経営という言葉聞いたことはありますか？
東大の工学系の大学院では純粋な科学技術だけではなく、経営的な視点からの研究もなされています。科学技術を活かすために、また世界で生き残っていくために、どのような視点が必要なのでしょう。日本の将来を考える上でも、「技術経営」は重要なキーワードと言えそうです。知財戦略とイノベーションについて研究をされている元橋一之教授にお話を伺いました。

元橋 一之 教授
技術経営戦略学専攻

技術経営とはどのようなもので、なぜ工学系研究科で「経営」を扱うのでしょうか。

技術経営とは、簡単に言えば「技術をいかにお金に換えるかを考えること」です。日本企業は欧米に比べても多くの特許を持ち、技術力があると言われますが、1990年のバブル経済崩壊以降、韓国・中国企業の急成長とは対照的に経済成長がほぼ止まっています。その理由を考えた時に、技術力そのものでなく「技術をお金に換える技術」に問題があるのではないかという結論に至ったわけです。そこで技術のことが分かっている工学系研究科が技術経営を研究・教育する必要があるだろうということで、2006年に技術経営戦略学専攻が設立されました。

技術経営戦略学専攻ではどのような教育が行われていますか。

技術を「横につなげられる」人材の育成を目的とした教育を行っています。工学系研究科では化学や電気、機械などの専門分野ごとに最先端技術の研究が行われていますが、これらの技術をいかに製品として世に出すかを考えた時には、これらを「横につなげる」ことが必要になるためです。

他の専攻と大きく異なるのは、現実の問題を扱うという点です。技術をお金にするにはできた製品を売らなければなりませんよね。デザインや価格をどうするか、コンビニエンスストアで売るのが、専門店です。また製品を開発する場合は研究開発費を調達する必要があります。大企業だと他の事業や製品で出た利益でまかなえますが、ベンチャー企業の場合、投資会社からお金を引っ張ってこなければならぬ。これを考えるのがファイナンス。さらに研究チームをどう組むのかといった企業内の組織の問題もあります。以上のような基本となる知識を学んだ上で、それらを実際の問題においてどう使っていくのかを、プロジェクトベースの学習（PBL）で実践します。

例えば私の担当しているグローバルビジネスという授業では、スズキ自動車や資生堂がどのようにそれぞれインド、中国で成功したかなどという問題を皆でディスカッションするというPBLを行っています。基礎と実践をうまく組み合わせ、社会に出た時に現実的な問題にある程度対応できる能力を、修士の場合2年間で身に付けてもらいます。

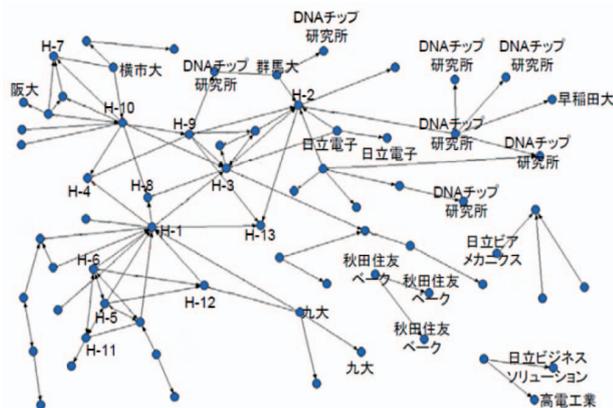
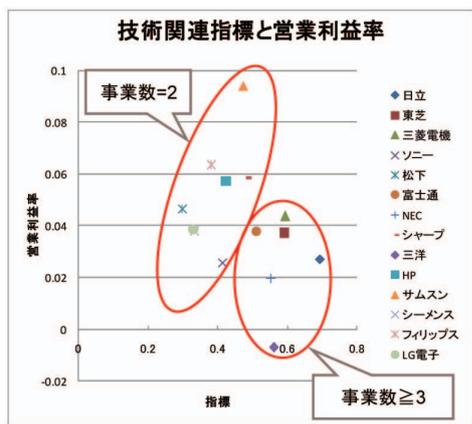
どのような学生を求めていますか。

まず視野の広い人です。いろいろなことに興味を持って、周りからたくさん情報を取り入れられる人がいいですね。そこからさらに取り入れた情報を自分なりに組み合わせさせてストーリーを組み立て、問題を解決できる構想力を持った人でしょうか。

例えばソニーは基本的にメーカー、つまりものづくりの企業なんですが、出井伸之・元社長の時に、映画会社を買ったり音楽配信サイトを立ち上げたりして、ソフト中心の経営に大きく舵を切りました。中国や韓国との競争の激化で、ものづくりでは利益を上げられなくなってきていた状況を鑑みると、この判断は当時正しいと思われていましたが、結果的にはうまくいきませんでした。「よく考え



技術経営戦略学専攻のロゴ。
技術的視点と経営的視点のバランスを表現している。TMIは専攻の英語名 Technology Management for Innovation のこと



元橋研究室の研究例。エレクトロニクス企業の事業ポートフォリオ分析(左)では、各企業の特許数と関連事業の営業利益率から、どの技術が売りに上げに貢献しているかを判断できる。特許データを用いた発明者ネットワーク分析(右)では、何万件もの特許データをコンピュータで統計的処理し、技術同士の関連を分析できる。

て経営すればうまく行く」とも限らないという例なのですが、世の中の状況を読んで方針を決めることで成功確率を高めることはできます。もし視野が狭い人がソニーの経営者だったら、ものづくりにこだわってしまいそもそも方針転換自体できなかったでしょう。視野が広いから戦略的判断ができたわけです。そして判断をするときには周りの状況・情報からストーリーを組み立て、「なぜそれがいいのかわかるように説明できる構想力が必要になってくる。これらを備えた人はなかなかいないんですが、どの企業もそういう人を欲しがりますね。

また当専攻の学生は社会とのつながりを積極的に持とうという意識が強いように感じます。裏面に広告が入る代わりに無料でコピーができる『タダコピ』というサービスをベンチャービジネスとして立ち上げた学生や、環境保護のNGOを立ち上げ海外で活動する学生もいます。

先生の研究について教えてください。

私たちは経済学的な観点から、イノベーションに関する実証研究をしています。イノベーションとは、技術をお金にする、つまり経済価値化することで社会に変革をもたらす一連のプロセスのことです。このプロセスを、例えば企業であれば自社だけではなく国内外の大学など外部の技術や知識を組み合わせで行おうとする

ことをオープンイノベーションと呼ぶのですが、これをどう進めればうまく行くのかという検証なども行っています。

オープンイノベーションの一つのケースとして、企業と大学が共同して研究や事業を行う「産学連携」を例に研究を説明してみましょう。例えばトヨタが産学連携をやった場合とやらない場合に、どの程度利益が違ってくるか検証しました。この研究の難しさは対照実験ができないことなんです。化学であれば触媒を入れるサンプルと入れないサンプルで同じ実験をして、反応がどう違うか比較できますが、トヨタは産学連携を実際に行っていて、やっていないトヨタは存在しないわけです(笑) そこでトヨタと似ていて、かつ産学連携をやってない企業のデータを何百社も集めて統計的に分析するという方法を取っています。そのためにまずデータベースが必要なのですが、今私たちは特許のデータベースに力を入れています。というのも、特許は一つひとつの細かい内容が公開されているため、どこどこで共同研究かが容易に分かり、引用数から研究の効果を評価することもできるためです。

日本企業と海外企業の産学連携の比較もやりました。日本企業は自分の会社の中だけでやろうとする風潮があり、アメリカなどの企業に比べると産学連携が遅れていると言われていたのですが、実際に検

証したところ、確かに日本企業の方が少し遅れているということが分かりました。ここで大切なことは、国際的に技術の展開を考える必要があるということです。日本だけではなく世界を見た方がたくさんいい技術や知識があるはず。例えば中国の市場が拡大している今、現地の大学などと組むことでより有益なオープンイノベーションができるかもしれないですよ。

最後に読者に向けてメッセージをお願いします。

まず日本以外の外の世界に目を向けてほしいですね。私はいつも学生に「時間がある時には中国やインドに一回行ってみる」と言っています。日本人は、一つの専門分野や技術でこつこつやるのは得意なんです。国内市場だけでやっていけた時代はそれでよかったんですが、これから国内市場は小さくなっていきますし、中国市場はまだまだ伸びてくる。皆さんが就職して4、50代になる頃には外に出て行くことが間違いなく必要になります。早い段階から心の準備をしておくことが大事です。そして可能性を自分自身で狭めず、海外に限らず知らないこと、自分の興味のあること、新しいことにチャレンジすることを忘れないでください。

(インタビューアー 須原宜史・本田信吾)



情報の海を泳ぐ ～ 知識の体系化を目指して～

坂田 一郎 教授

東京大学政策ビジョン研究センター
工学系研究科技術経営戦略学専攻

世の中には知識があふれています。坂田先生が専門とされている情報工学の分野に限っても、論文の総数は60万本以上に上り、毎年数万本の論文が発表されています。

あなたは、知識であふれた“情報の海”を泳ぎ、重要な知識を見つけ出すことができますか？

今回は、知識・情報を社会のために活用する方法論を開拓する、坂田一郎教授にお話を伺いました。

先生の研究内容について教えてください。

情報工学の手法を使って、イノベーションの前提となる学術的な知識の変化や構造を明らかにするための手法を研究しています。

知識の変化とはどういうことでしょうか。

太陽電池を例に考えてみましょう。この分野の論文はメジャーな論文誌に掲載されているものだけでおよそ4万本が存在し、さらに年間4000本のペースで新しい論文が発表されています。このように非常に早いペースで太陽電池の知識は増えています。そのため3年前には最先端だった知識が、今では古い知識となっていたり、場合によっては間違った知識で

ある可能性もあるのです。さらに、知識の量も膨大であるため、その変化をすべて把握することは実質的に不可能であると言えます。流動する膨大な知識から成る情報の海に溺れることになってしまいます。また、把握しきれない知識の中には重要な知識が埋もれている可能性もあります。私はそのような知識を“埋没知”と呼んでいます。膨大な知識の変化を把握し、構造を知ることで、埋没知を見つけ出すことができます。私はそのための手法を研究しているのです。

どのように変化を把握するのでしょうか。

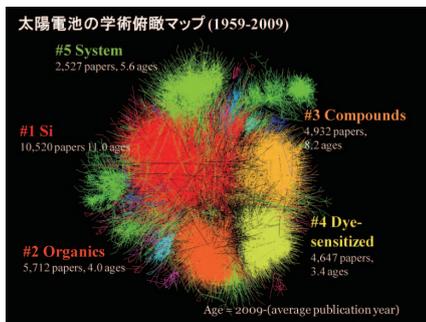
左下の図を見てください。これはある期間に発表された太陽電池の論文をマッピングしたものです。図中の点はすべて太陽電池に関する論文に対応しています。この膨大な論文を引用関係などで分析し、関係性の高い論文ごとに色でグルーピングします。点と点を結ぶ線は論文の引用関係を表します。同じ色の範囲では引用関係が密になっていることが分かります。論文の収集や、論文のグルーピングなどはすべてコンピュータによって処理されます。このマップを時系列順に並べて分析することにより、どの分野の知識が増えているか、ということ把握できるのです。

どのようなことに生かせるのでしょうか。

例えば先ほどのマップを分析した結果、急速に知識の数が伸びている分野があるとします。その分野は今急速に発展している可能性が高いと言え、近い将来市場において使える技術になる可能性が高いでしょう。逆に、従来注目されていた分野であっても、知識の数の伸びがゆるやかになっている分野というのがあります。そのような分野はすでに成熟期に入っており、大きなブレイクスルーを迎える確率は低いと言えます。このように知識の変化を把握することで、今後どの分野が、どのように、どのくらいのスピードで発展していくのかを予測することができるのです。このような予測を踏まえた上でどの研究分野に注力するか、資金を投入するかなどの意思決定をするということは非常に重要なことだと思います。

また人間の脳にはコンピュータより優れている部分が多くあります。知識の整理はコンピュータに任せて、人間はさらに高度な思考に時間を費やすべきではないでしょうか。

(インタビューー 本山 央人)



太陽電池の学術俯瞰マップ。各点が論文を表し、それをつなぐ線は引用関係を表す。内容の似ている論文は近くに配置され色によりグルーピングされている。

未来を創る技術戦略

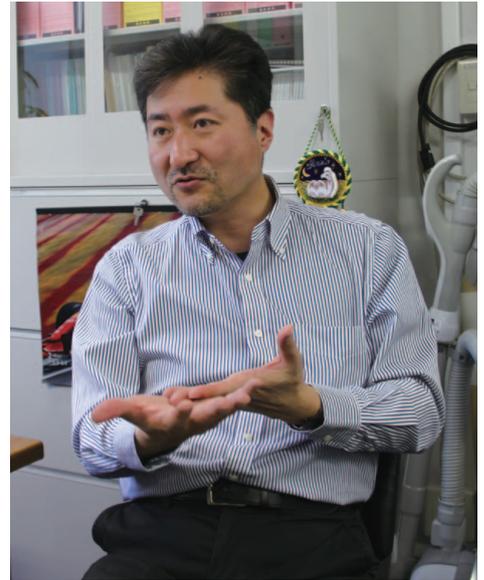
茂木 源人 准教授

技術経営戦略学専攻

社会戦略投資額寄付講座兼担・講座代表

「太陽光を機軸とした持続可能グローバルエネルギーシステム」

総括寄付講座共同代表



照明、冷暖房、自動車、携帯電話、コンピュータ。私たちの豊かな暮らしは莫大なエネルギーに支えられています。昨年の震災と原発事故以来、日本のエネルギーをいかにして確保するのか盛んに議論されてきました。

どうすればエネルギーを確保できるか。現代文明を支えるエネルギー源を石油のような枯渇性資源に求める限り、私たちはこの問題と向き合わなければなりません。今回は、この問いを考え続けている茂木源人准教授にお話を伺いました。

先生の研究内容について教えてください。

研究室の名前にしている社会戦略工学とは、社会システムをデザインすることです。将来の社会をどうしたいか考えることで必要となる技術を見定めます。さらに、実現可能な技術戦略を選ぶため、現状のままならどうなるか、何か行動を起こした場合どのような影響が出るかといった予測や評価を行っています。

たとえばエネルギーは数十年の単位で状況が動く世界です。今日決めたことが実現できるのはそれだけ先。30年後どうしたいかを考えて、今から戦略的に技術開発を行わなければ間に合いません。

具体的な話としては、油田のデータベースから石油の産出量を予測すると下図のようになりました。このグラフから30年後には中東内の原油消費量が産出量を上回ることがわかります。これでは中

東から石油が輸出されず、世界経済が破綻してしまいます。したがって今後数年で石油に代わるエネルギー源を大量に導入する目処を立てなければならないことがわかります。

エネルギー問題に具体的な解決策はあるのでしょうか。

その答えとなる再生可能エネルギーを大規模に導入した社会のモデルとして、私たちはサウジアラビアの今後を期待しています。サウジアラビアはすでに原子力発電の導入を決めています。発電所ができるのは10年以上先です。それでは間に合わないし足りない。石油に頼らず急増するエネルギー需要に応えるには、再生可能エネルギーを大規模に導入するしかありません。

サウジアラビアには豊富な太陽光があ

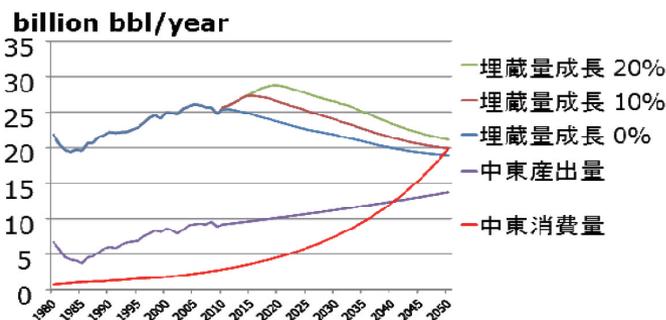
ります。数年後には世界に先駆けて、太陽光によるGW（ギガワット）クラスの完全商業発電プラントの立ち上げを目指しています。太陽光発電事業において十分な収益が出せるようになれば世界中から投資が集まり、太陽エネルギーの利用が一気に促進されます。また、世界中で使える商業的な太陽エネルギー利用技術が育ち、グローバルなエネルギー問題の解決につながることを期待しています。

このように将来の社会をどうしたいかを考えると、そこに必要な技術が見えてきます。時間と資源の制約の中で将来必要となる技術を開発していくためには、技術戦略が不可欠です。

最後に読者に向けたメッセージをお願いします。

エネルギーや資源を好きだけ使って経済成長する時代は終わりました。そこでエネルギーや資源をできるだけ使わずに付加価値を作り、経済を回す方法を考えてほしい。想像力は無限だから、無限の価値が作れる。そうすることで持続可能な発展ができます。その可能性を信じてください。君たちなら未来をバラ色にできます。

(インタビューー 朝倉 彰洋)



在来型石油生産キャパシティと中東のエネルギー消費量の推移予測。
石油の産出量は頭打ちになる一方で中東のエネルギー消費が指数的に増加すると予想されている。



■「Web工学とビジネスモデル」の授業内容を教えてください

ウェブを活用した新しいビジネスの立ち上げを学べる授業です。まず、ウェブページが作られる仕組みや、その中で検索エンジンが果たす役割など、ウェブの基礎的な技術を学びます。次に、ウェブサイトを作って広告で利益を得る、iPhoneアプリを使ったウェブサービスを立ち上げるなどの課題にグループで取り組んでもらいます。その後、グループごとに各課題の成果を発表してもらいます。最終発表ではグループ同士で競い合って新しいウェブ事業を提案してもらいます。その際に、ベンチャー企業に投資支援を行っている企業の方を審査員として呼び出し、優勝を決めます。昨年は利用者のSNSの個人情報から、その人が関心を抱いている情報を分析し、収集して提供する事業、一昨年は利用者の位置情報に基づいて周辺情報を提供する事業を提案したグループがそれぞれ優勝しました。今年は、優勝したグループの事業と、新しいウェブサービス事業の支援をしている KDDI ∞ Labo (ムゲンラボ) との提携を予定しています。

■この授業を開講した狙いはなんですか

私が学生だった十数年前は、大学の授業で学んだことを実社会に直接活かせる機会がほとんどありませんでした。それが現在、ウェブの世界では垣根が低くなって、学生のうちからでも十分に飛び込むことができるようになりました。例えば米スタンフォード大学では事業や起業家精神に関する授業が多数行われています。一方で日本ではそういった授業がまだまだ少ないのが現状です。この現状を踏まえ、今まで大学の中だけで頑張っていた学生に、自然と外のビジネスの世界でも活躍できるようになってほしいという思いから、この授業を開講しました。

受講者の声

- 非常にユニークな人が集まる、良い出会いが起こる授業で、この授業のポテンシャルは本当に未知数。(新領域創成科学研究科メディア環境学専攻 T.T)
- 革新的なサービスとなるアイデアを捻り出すためのチーム・ディスカッションが特に楽しかった。(技術経営戦略学専攻 H.H)
- 市場のニーズと私たちの持つ技術をいかに噛み合わせるかを真剣に考えさせられた。(精密工学専攻 T.I)
- ビジネスモデルを考慮して、ウェブサービスを作る難しさと達成感を学べる。(精密工学専攻 A.K)
- Web サイトで実際に売上を上げる課題や、自分たちで解決したい問題を決めて Web サービスを構築する課題など、普段なかなか考えない刺激的な内容が多かった。(システム創成学専攻 Y.F)

TMIの授業紹介

Web工学と ビジネスモデル

—第二のザッカーバーグを目指して—

近年、インターネット検索サービスの提供を行う Google を始めとして、様々なウェブビジネスが展開されています。そこで、技術経営を学ぶことができる TMI の授業の中でも、より実践的にウェブビジネスの立ち上げ方を学ぶことができる「Web工学とビジネスモデル」という授業について、担当の松尾豊先生にお話を伺いました。
(レポーター 谷中 瞳)

■授業で学生に期待することはなんですか

昨年一昨年も授業で提案されたビジネスモデルが実際に事業化されています。学生には、提案したビジネスモデルを机上の空論に終わらせるのではなく、ウェブサービスの実物を作るところまで持って行ってほしいと思います。そのために、人が集まるウェブサービスとは何かをしっかりとグループで議論してほしいと考えています。その中では、グループの役割分担の仕方考えることも大切だと思います。例えばプログラミングができない人でも、世の中が抱えている問題は何かを考え、事業を立案する役割を果たすことはできるわけです。なかなか難しいことではありますが、グループの力でミクシィ、フェイスブックに続くようなビジネスモデルが提案されることを期待しています。

■最後に読者にメッセージをお願いします

ザッカーバーグになってください(笑) ザッカーバーグは在学中にフェイスブックを立ち上げましたが、実はフェイスブックもツイッターも技術的に難しい点はなく、身近な問題をちょっとしたプログラミングスキルで実用化した、ある意味「誰でも作れた」ものなのです。これらの例のように、今はまだないけれど、数年後には「なんで今までなかったの?」と思われるようなビジネスを立ち上げるチャンスをつかんでください。

松尾 豊 准教授

東京大学大学院工学系研究科総合研究機構俯瞰工学部門に所属。ウェブ工学、人工知能を専門分野とし、人工知能を用いた次世代ウェブ技術の研究を行う。



TMI 学生座談会

～ TMI ってどんなところ?～



工学系でありながら、技術経営を学ぶ TMI とはどんな専攻で、どんな学生がいるのでしょうか?今回は、修士課程に所属する学生 3 名をお呼びして座談会形式でいろいろなお話を伺いました。

(レポーター 松浦 慧介)

木原郁 (きはらかおる) さん
西野研究室 修士 2 年
システム創成学科から進学。
博士課程進学志望。

関喜史 (せきよしふみ) さん
坂田研究室 修士 2 年
システム創成学科から進学。
Web 業界に就職予定。

弘田啓時 (ひろたひろゆき) さん
茂木研究室 修士 2 年
東工大の生命理工学部で、生物学を学ぶ。金融業界に就職予定。

■ TMI はどんな専攻でしょうか。

弘田：自分の意見をしっかりと持っている人が多い専攻ですね。今の社会に対して、何かしらの問題意識を持っている人が工学部はもちろん医学部や法学部などいろいろな分野から集まってくると思います。私も、東工大で生物学を学んで、科学の面白さを知りましたが、科学技術の現場を経験した上で将来は産業政策決定に携わりたいという当初の目標のために TMI に進学しました。それぞれが興味を持っている分野は少しずつ異なりますが、同じ環境で建設的に意見を交えることがとてもいい刺激になっていると思います。

関：授業でも、自分の頭で考えることの大切さを強調されますね。例えば以前、授業で「日本を今後どうするか?」ということについて自分の意見をプレゼンする課題があったのですが、「日本の技術力を生かして・・・」という私の発表に対して、「本当に日本の技術力が高いのか?何を基準にそう言えるのか?」と教授に指摘されたことが今でも印象に残っています。世の中では当たり前としてうやむやにされていることも、一度疑い、自分で調べ、客観的な事実を基に意見を構築することの大切さを実感させられました。

木原：良い意味でお金についてきちんと考えている人が多いですね。技術力を強調するだけでなく、実際に産業化した際にどれだけ収益につながるか、その技術に投資する意味が本当にあるのか、といった技術と価値を結び付けていくことの大切さを誰もが意識しています。

■ カリキュラムの特徴を教えてください。

関：TMI では修士 1 年の前期は研究室に配属されず、授業で技術経営学の基礎を学びます。授業はグループワーク中心で、週に 3～4 回みんなの前で発表する機会があります。徹夜する日もあり、なかなかハードでしたが、限られた時間でグループの意見をまとめ、自分の意見を論理的に説明する力が自然と身に付きましたね。

弘田：TMI では、学生のプレゼンの審査員や講師として、有名企業の経営者クラスの方がいらっしゃる授業が数多くあります。経営者の生の声を聞けることはとても刺激的で勉強になりますし、そうした環境の中で日ごろから話し慣れていると、就職活動の面接の時なども少しのことでは動じなくなります。TMI に進学してから、座学ではないディスカッション形式の講義が増えて、講義がより面白く感じられるようになりました。

木原：全体として企業戦略を扱う授業が多いので、自然と企業サ

イドから物事を捉えることができるようになりますね。他にも、行き先から現地での企業訪問まで、すべて学生で企画する海外研修があり、昨年は中国に行きました。海外研修前は「中国は人件費が安い」などの漠然としたイメージしかなかったのですが、実際に企業を訪問してみて、それだけでは済ませられない中国の現状を肌で感じることができました。

■ TMI で学んだことをどう将来につなげたいですか。

木原：私は、アカデミックな世界に進みたいと考えています。もともと数学やシステムに関心があって、システムという観点から社会をとらえたいと考えていました。現在は、社会を動かすお金とそのプレイヤーである企業の技術経営戦略に関する問題にゲーム理論を使って取り組んでいます。

関：私は、Web 業界でデータ分析に関する仕事をしたいと考えています。これまで、TMI でビジネスを学びつつ、情報理工学系研究科の講義を聴いたり、Web 系の企業の長期インターンに行ったりしてエンジニアとしての技術も同時に磨いてきました。データ分析では、人工知能や統計解析などアカデミックな手法をビジネスに適用します。このような、アカデミックな知識をビジネスに利用するという視点は TMI で学びましたね。

弘田：現在、日本の産業の国際的地位・競争力の低下が叫ばれています。個の課題解決において将来リーダーシップを発揮する人材には、専門的な技術的スキルをもつ人、法律を始めとした国内外のルールを専門とする人、経済・金融を専門とする人の 3 種類がいると考えています。その中で私は、経済・金融のプロとして日本の国際的地位・競争力の向上に貢献したいと考えています。

■ 最後に後輩にむけてメッセージをお願いします。

弘田：自分の進路を考える上で、「この道を進めば必ず成功する」といった類の既定路線は一度疑った方がよいと私は考えています。自分、あるいは周囲の人を幸せにするためには、どんな道が最善なのか自分の頭でとことん考えることです。

関：結局、自分が好きだとか、必要だと感じるんじゃないと続かないと思います。自分が好きなことを探し、それに力を注いでください。

木原：自分の進路で悩んだときには、とにかく人に会って話をすることをお勧めします。駒場時代を思い出すと、もっと自分から行動すればよかったと思います。ポスターや説明会など情報源はいろいろありますが、社会なり組織なりで実際に活動している人の意見が最もリアルで参考になると思いますよ。

