

twitter
@keiokyuri

facebook
"keiokyuri"

K y u r i z u k a i

新版

窮理図解

2014 January
no.

15

慶應義塾大学工学部広報誌

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>

English versions are also available:

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/english/index.html>

慶應理工の 画像センシング

画像認識技術が切り拓く新しい世界

電子工学科

あおきよしみつ

青木義満

(准教授)



画像から有用な情報を得て 社会に役立てたい

人・モノ・空間の情報から文脈を理解する

現在、デジタルカメラや防犯カメラなどの普及により、私たちの身の回りには画像や映像情報があふれている。ある意味、画像や映像は人や社会を知るうえでの重要なセンサの役割を果たしているとも言える。最先端の画像センシング技術を活用し、社会に役立つシステムの開発を目指す青木義満准教授に、研究室で取り組んでいるさまざまな先進技術について話を聞いた。

画像センシング技術により、“察しの良い” 智能化システムを実現したい

現在、電子工学科の青木さんが手掛けているのは、デジタルカメラの画像やビデオカメラの映像をセンシングに活用しようという試みだ。画像や映像の中から意味のある情報を自動的に抽出し、社会に役立てたいという。

たとえば、人の顔の特徴を抽出し、自動でピントを合わせたり、自分の子どもの顔だけを認識してピントを合わせるといった機能は、すでにデジカメやビデオカメラで実用化されている。青木さんはさらに踏み込んで、画像からその人が何をしているのかという行動・状態の理解や、シーン全体の意味内容までもコンピュータに理解させようとしている。

「人だけでなく、モノの色や形、空間や環境の認識なども対象としています。つまり、画像から人・モノ・空間の3つを認識することにより、シーン全体の理解をしようとしているのです。複数の

目の代わりとして活用されている。こうして得られる映像をセンシングすることにより、複雑な事象を理解し、予測し、人間の感覚や感性、思考に似た智能化システムを実現したい、というのが青木さんの研究の動機だ。

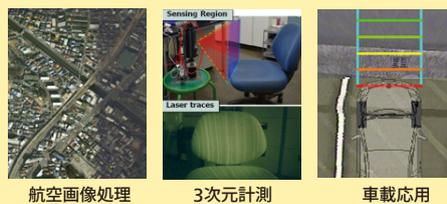
しかしなぜ、画像なのだろうか——。「画像を活用するメリットは、広い範囲で複数の人を同時に計測できることにあります。また、通常のセンサのように身につける必要がなく、人の行動に制約を与えないことも大きな利点でしょう。

一方で、画像の活用はプライバシーの問題をはらんでいます。また、死角などで対象が映っていなければ使えません。さらに、動画は情報量が多いためリアルタイムに処理するのが難しい。ただ、これだけ社会に画像情報があふれるようになった現在、これらをうまく活用できな

情報を組み合わせることで、人が手を伸ばすという行為に対して、握手をしようとしているのか、モノをつかもうとしているのかの違いを識別し、そこで起こっていることのコテキスト（文脈）を理解することができると思っています」と青木さんは語る。

いまや誰もがスマートフォンやタブレット端末を持ち歩き、気軽に写真や動画を撮影し、インターネットにアップする時代になった。また、街中には、至るところにカメラが設置されていて、人の

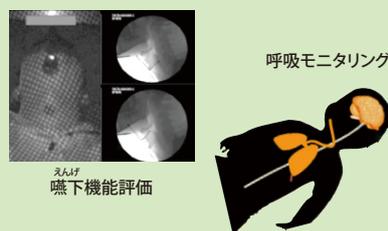
画像計測



ヒューマンセンシング



医用画像処理



人工知能・ロボット

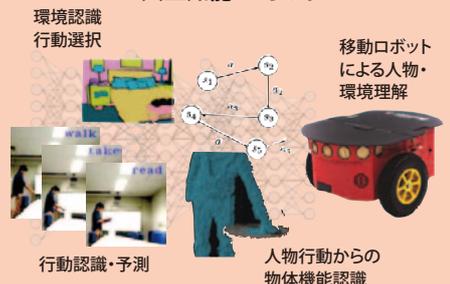


図1 青木研の画像センシング技術

人を計測・認識対象としたさまざまなセンシング技術、物体や空間を対象とした画像計測・認識技術を基盤技術として、得られたセンシング結果を映像自動解析・シーン理解、感性情報の抽出、医療における診断支援システムなどに応用している。

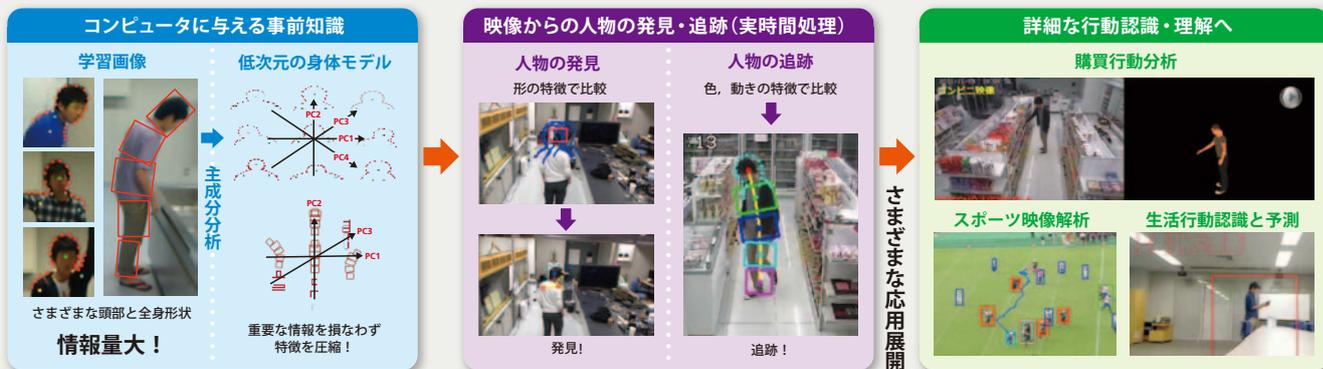


図2 映像情報からの人物行動認識の流れ

いかという実社会からの要請がとてども大きくなっているのも事実です。

さまざまな状況下で、人を検出・追跡し、行動を認識・理解する

なかでも青木さんが注力しているのが、映像の中の特定の個人を検出して追跡する、という技術だ。

「この技術を防犯カメラに応用すると、怪しい人を見つけ出したり、道に迷っている人を検出することができます。また、コンビニなどで、顧客がどんな商品に興味を持ったのかを認識でき、マーケティングにも応用可能です」。

また、サッカーやアメリカンフットボールの試合で、同じユニフォームを着た選手の中から、背番号の情報を頼りに

1人の選手の動きや位置、ボールの動きを検出するという、難易度の高い取り組みも行っている。こうした技術は、戦術理解やプレーの予測などに応用でき、実際にプロスポーツチームやTV局、ゲームソフトメーカーからの引き合いも来ているという。

「ここでは、人の姿勢をモデル化して、たとえば頭から肩にかけての位置がどう変わるのかといった情報を事前にコンピュータに学習させるという方法を採用しています。その際に『主成分分析』という手法を使って、情報量を大幅に圧縮しているところがミソです」。

主成分分析とは、多次元のデータの情報をできるだけ落とさずに、その特徴を少数の指標で表わす数学的な手法のこと。この手法を使うことで、少ない情報量から人の形の特徴を表現できるようになる。さらに、上半身から下半身に至る身体の連結モデルを構築することにより、リアルタイムかつロバスト（頑健）に人の動きや姿勢を追跡できるようになるという。

「この技術により、どの商品の前で前かがみになって手を伸ばそうとしたのかなど、姿勢の細かい情報を収集できるようになりました。さらに、これらの知見を応用することにより、人の正面と側面のわずか2枚の画像から、3次元の体形を瞬時に復元するという画期的な技術の開発にも成功しました」。

このように、あくまでも少ない情報量で複雑な動きや形状を高速に処理し、実

際のシステムに導入可能とするところが、青木さんの研究の優位性と言える。

エンタメやファッション、医療などでの実用化を目指す

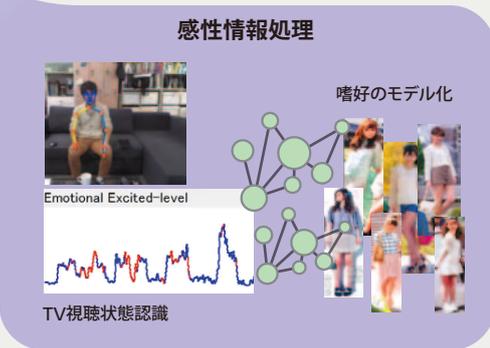
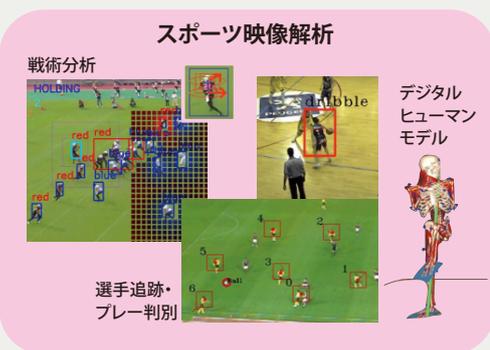
少ない情報量でリアルタイムに処理するという取り組みの先にあるのは、研究成果の実用化だ。青木さんは出口として、スポーツやエンターテインメント、アパレル、さらには医療、福祉などの分野での応用を視野に入れている。

医療への応用例として、赤ちゃんの呼吸不全の検知や、高齢者の嚥下能力（ものを飲み込む能力）の計測システムがある。前者は赤ちゃんの胸の上下のわずかな動きを、後者は高齢者の喉仏の動きを画像から計測するというもので、いずれも侵襲性がないことが利点だ。

さらにこうした物理的な計測だけでなく、人の感性を測る感性情報処理を手掛けている点も青木研究室の特色だろう。EC (electronic commerce = 電子商取引) サイトにおいて、ユーザがクリックしたファッション・コーディネート画像群から、その人の服装の好みを推定し、個人の感性や嗜好に合った商品を推薦するのだという。

「私の研究室では6～7割が企業との共同研究です。それだけ、画像センシングへの期待が高まってきているということでしょう」と青木さん。身近な技術であるだけに、その実用化に大いに期待が高まる。

(取材・構成 田井中麻都佳)





勉学もスポーツも趣味も、 全力投球でぶつかってきた結果が 今につながっている

町の電器屋さんの長男として、幼いころから電化製品やパソコンに慣れ親しんで育ったという青木さん。一方で、学生時代は柔道やラグビー、バンドなど、部活動でも大活躍。勉学にスポーツに趣味に全力で取り組み、研究でも多くの成果をあげてきた。学生からも絶大の人気を誇る青木さんは、どのようにして研究者になったのだろうか。その生き立ちと研究者人生について聞いた。

—ご実家は群馬県高崎市の電器屋さんだったそうですね。

ええ、両親で店をやっていて、父は家でも電化製品のことがばり話すような人だったため、私も自然と電化製品に興味を持つようになりました。しかも父は新しいモノ好きで、地元密着の電器屋とは言うものの、かなり時代の先端を行く店だったのではないのでしょうか。

なかでも進んでいたのが、いち早くパソコンを扱い、2階のワンフロアをパソコンスペースとして開放していたこと。学校帰りに近所の小学生と一緒に、『ベーシックマガジン』を見ては、ゲームのプログラミングを打ち込んで遊んでいましたね。その頃から、自分は将来、理系に進むんだろうなあと漠然と感じていました。

一方で、スポーツも大好きで、小学生時代はサッカーと水泳を、中学に入ってから、バレーボール部に入学し、最終的には部長までやりました。

—高校は早稲田の付属に進学されたんですね。

高校では付属校ということで大学受験がないため、部活三昧の生活を送っていました。先輩と応援部を立ち上げたり、柔道部で活動したり、軽音楽部ではドラムをたたいたり。文化祭で

は3つもバンドを掛け持ちしたうえ、後夜祭では応援部のステージに出て、大忙しでしたね。

そうは言っても、いちおう勉強もやっていましたよ。ちなみに高校の卒論のテーマは、「21世紀へ向けてのエネルギー：化石燃料代替エネルギーの必要性と太陽エネルギー」。当時は、21世紀初頭にはすでに石油は枯渇していると信じていましたからね（笑）。

—すんなり理系に進学されたのですか？

いやそれが、高3のときに大学の政経学部に行くか理工学部に行くか、少し迷ったのです。最終的には、初志貫徹で理工学部へ。そして宇宙物理に憧れて、応用物理学科に進学しました。

とは言うものの、大学でもやはりスポーツに没頭することに……。理工ラグビー部に所属して、大学1～2年は、練習、試合、飲み会に明け暮れる日々でした。ところが、2年生の9月に東大戦でタックルをして頸椎^{けいつい}を骨折してしまったのです。第一頸椎の骨折だったのですが、第二頸椎より下だったら、半身不随になっているところでした。

入院生活は3カ月に及び、大学2年生の後期を棒に振るこ



リビング空間を模した実験室には、人の動きや形状を取得する画像センサーが設置され、リアルな環境下での行動認識の研究に役立てられている。



とになってしまいました。そんな状況のなか、友人たちがノートを貸してくれたので、なんとか年明けのテストもクリアして、留年せずにすみました。

ちなみに、ラグビーは一度諦めたのですが、結局、3年生の途中から復帰して、4年生の最終戦では、ここ慶應の矢上グラウンドでロスタイムの逆転トライで慶應理工に勝利しました。いい思い出です。

— どういうきっかけで画像の研究に進まれたのですか？

ラグビーでの大けがもあって、理論物理系の科目を理解するのが難しいと感じていた大学3年生のときに、後に指導教員となる橋本周司先生の「計測原論」という講義を受けて、計測の奥深さを感じ、興味が一気に理学から工学へと移っていったのです。一方で、橋本先生の研究室はたいへん人気が高かったため、もし院試（大学院の入試）に落ちたら就職してもいいかなというくらいの軽い気持ちでもいました。

結局、無事に院試に通り、大学院では顔画像認識・合成に関する研究に取り組みました。たとえば、受け口の歯科矯正の手術前と後の顔の見え方の変化や歯の噛み合わせを画像でシミュレーションして示すといった研究です。

この成果を日本顔学会で発表したところ、九州大学の歯学部の教授に興味をもってもらい、共同研究が始まりました。早くからこうした共同研究や画像グループの学生の指導ができたことは、いい経験になりました。

その後、早稲田大学で博士を取得して助手まで務め、2002年に結婚とほぼ同時に芝浦工大情報工学科に専任講師として赴任しました。芝浦工大では、初年度から10名の学生を指導し、在籍した2007年度までの6年間に約80名の学生を指導しました。

実社会とのつながりを
常に意識して物事に取り組んで欲しい。
そうすることで、
自分の仕事の価値や意義を
深く考えることができます。

青木義満

Yoshimitsu Aoki

群馬県高崎市生まれ。1996年早稲田大学理工学部応用物理学卒業、2001年早稲田大学大学院博士課程理工学研究科物理学及応用物理学専攻修了。博士（工学）。早稲田大学理工学部助手、芝浦工業大学工学部情報工学科助教授を経て、2008年より慶應義塾大学理工学部電子工学科准教授。2013年より株式会社イデアクエストの取締役を兼任し、慶應理工発画像センシング技術の医療分野での実用化を目指している。専門分野は知覚情報処理・知能ロボティクス、メディア情報学・データベース、計測工学、医用システムなど。

— 2008年度から慶應義塾大学にいらしたわけですが、いかがですか？

慶應のほうが、良くも悪くもきちんとしている印象があります。後輩を大事にするところはとてもいいですね。また制度も整っており、そうした制度を活用して、うちのドクターの学生5名中3名が海外留学を経験しています。

— ご多忙ですが、息抜きはどうされているのですか？

小学校4年生の息子と年中の娘がともに柔道をやっていて、子どもたちにまざって、週に一度、私も柔道をしてストレスを発散しています。ちなみに、子どもの柔道の試合はすべてビデオで撮影して、映像編集、戦術解析をしているんですよ（笑）。いずれ、柔道をしているときに身体の重心がどこにあるか、画像で自動的に解析するような研究もやってみたいと思っているところです。

◎ちょっと一言◎

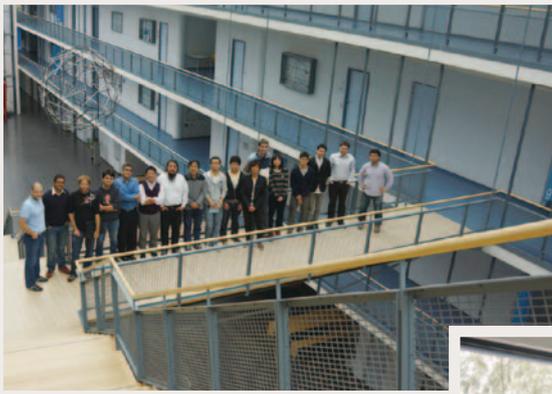
学生さんから：

● 熱血漢で厳しい一面もありますが、つねに学生のことを真摯に考えてくれる素晴らしい先生です。とくに僕たちが研究しやすいように、これ以上ない環境を整えてくださっています。先生自身もラグビーをされていたが、『スクール☆ウォーズ』の滝沢先生そのものです（笑）。研究の楽しさ、厳しさ、さまざまなことを青木先生から学んでいます。

（取材・構成 田井中麻都佳）

さらに詳しい内容は
<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>





**海外研究室との
活発な交流**

博士課程の学生を中心に海外への研究留学、共同研究を推進。写真は、ミュンヘン工大 Nassir Navab 教授の研究室との記念写真。



リフレッシュはこれで！

息子、娘との柔道は、私の最高のリフレッシュの時間。高校時代に経験がありましたが、先生の指導を受けると改めて柔道の奥の深さに驚かされます。子供たちにも、自分で考える柔道を楽しんで欲しいと思っています。

**毎年開催している
青木研 OB・OG 総会**

芝浦工大時代からの卒業生も合わせて、毎回多数の OB・OG が集い、現役メンバーと交流を深めています。



**青木と青木研の
ON と OFF**

青木研のさまざまな活動の様子と、青木の過去・現在を少しだけご紹介します。



高校時代の学園祭

聖飢魔 II の完全コピーバンドでドラムを担当。その他、柔道部と応援指導部を掛けもちし、受験のない付属校の特権を最大限に活用。



大事な社会との接点

KEIO TECHNO MALL には毎年、実用的なシステムをデモ展示しています。実社会との大事な接点・交流の場として、研究室をあげて参加しています。



合同研究発表会

毎年恒例、秋に開催されている「合同研究発表会」。今年は学内 3 研究室に、東大、東京電機大の 2 研究室を招き、5 研究室による開催。学生同士の交流を深め、刺激し合うためのイベントとして、毎回盛り上がっています。



私の My favorite books 本棚



● **パターン識別** 青木研では、画像からのさまざまなパターンの認識、識別を課題としています。人は多様で膨大な情報をパターンとして概念に対応づけて、知識として蓄積することで、さまざまな状況に柔軟に対応しています。本書は、現在、いろいろな場面で活用されているパターン認識、機械学習の基礎理論を学ぶのに最適な本で、研究室で重宝されています。

● **物質と記憶** 身体(物)と心(精神)を明確に分けるデカルトの二元論に対し、その中間的な存在としての「イマージュ」なるものを導入した新しい二元論を展開しています。科学的造詣も深い哲学者であるベルグソンの代表的著書です。画像から得られるのは、あくまで物・現象の直接的な物理計測の結果ですが、間接的アプローチにより、物理計測の裏にある意識などの抽象的な情報を抽出できる可能性があると考えており、本書から新しい視点による研究のヒントを得ています。

● **認知心理学** この本は、認知心理学の過去と現在のみならず、これから展開しようとしている新領域までも含め、分かりやすく紹介しています。特に、認知進化と脳、社会的認知、文化と認知、メディア情報学と認知といったホットな話題についても触れています。高度なセンシング、人工知能を実現するためには、人の認知機構に学びながらも、新たな切り口を見いだす必要があると考えています。まだその答えは見つかりませんが、工学だけでなく、認知心理をはじめ、関連学際領域の知識も勉強しながら、新しい視点からのアプローチを考えていきたいと思っています。

● **ギブソン 生態学的視覚論** 著者のJ.J.ギブソンは、視覚を「脳と眼」の知覚過程として捉えるのではなく、環境の中を動き回る、頭部についている眼が、環境中におかれた対象を「いかに見るか」という、視覚を生態学的に捉えた直接知覚説を展開しています。内容は難しいのですが、環境の中で人の行動を捉え、意味づけるという点で、大いに参考にしています。

● **コンピュータビジョン アルゴリズムと応用** コンピュータビジョンとパターン認識は、研究室で扱っている基盤的な研究分野ですが、コンピュータ視覚の過去から最新のアルゴリズムまで、さらにその実応用が紹介されていて内容が充実しており、バイブル的な本です。青木研の博士課程の学生さんが、翻訳に協力したりしています。

● **大顔展 図録** 日本顔学会が中心となって出版した、さまざまな分野、アプローチからの顔研究を豊富な写真とイラストで紹介した図録です。顔学会は心理学、人類学、医学、歯学、化粧品などの研究者が集い、「顔」という対象について、学際的な交流を行っているのが特徴です。大学院生当時、私は顔画像認識・合成という工学の立場から、学会に参加していましたが、その当時の異分野交流、共同研究の経験が、今の研究室運営に大いに役立っています。

産学連携のカタチ

青木義満

言うまでもなく、工学研究の最終目標は、研究活動によって生み出された新規技術を、人々の生活に役立て、新たな産業的、社会的価値を生み出すことにあります。その目標に向けて、大学、企業などでさまざまな研究活動が日々行われています。

大学の研究室が企業と異なる最大の点は、研究という最高の素材を通して、学生を教育しているところだと思います。また、大学で行われる研究なので、特に学術的な新規性や着眼点の新しさなどが求められます。産学連携で企業側から求められるのは、大学での自由な発想に基づく新規技術や着眼点といったところだと思いますが、連携の仕方によって、共

同研究の成果が生み出されるスピードは大きく変わってきます。

私の研究室では、学内外の研究機関、企業と連携しながら、多数のプロジェクトを進めています。その連携の方法はさまざまです。通常の産学連携では、月例で進捗状況を確認するようなことが多くみられますが、最近の青木研では、プロジェクト用の研究スペースを確保し、研究担当の学生と企業の若手研究者たちが日々議論しながら、研究を推進するような連携の形が増えています。

学生にとっては、かなりキツイ状況だと思いますが、学生のうちから企業の考え方に触れ、毎週のように互いの進捗状況を確認しながら進めていくので、方針がブレることも少なく、より早く成果を出すことができます。最近の事例では、このような連携による1~2年の成果が、

現在、事業化に結びつくところまで進んでいます。

一方で、企業から共同研究に関する相談を受けていて最近感じることはありません。以前は、比較的すぐに事業化に結びつくような大学発の技術を求めてこれることが多くありました。しかし、このところ、どの企業もこれからの見据えた上で、新しいことを始めたい、少し時間がかかってもいいので、大学がもっている将来性のありそうな新規技術を探し、連携したい、というケースが明らかに増えているような気がします。

個々の研究のステージによって、当然のことながら産学連携の方法もさまざまな形があり得ます。互いの得意などところを出し合い、win-winの関係に導くための方策を考えながら、前進する日々を過ごしています。

理工学 Information

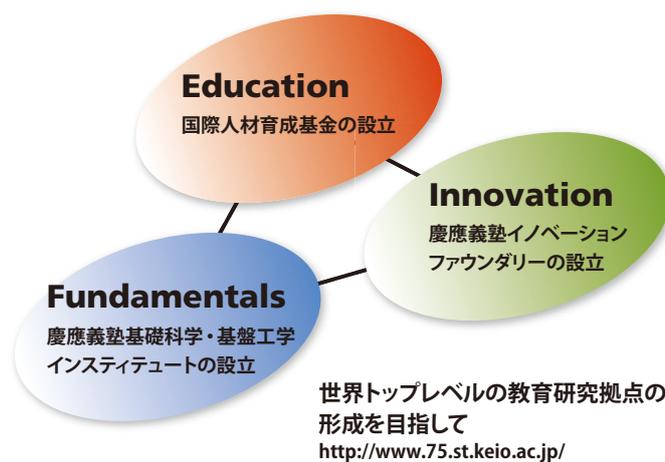
2014年、理工学部は創立75年を迎えました

藤原銀次郎氏によって、現在の理工学部の前身である藤原工業大学が1939年に設立され、2014年に理工学部は創立75年を迎えました。この記念すべき歴史の節目にあたり、創立75年記念事業を計画し、その実現に向けてあらゆる面からの活動を進めています。

記念事業の大きな柱は3つで、世界に通じる人材育成のための教育プログラムの充実と、これを支援するための国際人材育成基金の設立、産業界で活躍する博士人材の育成を念頭に新たな産学連携研究施設としての慶應義塾イノベーションファウンダリーの設立、そして世界をリードするユニークな研究の育成を目的とした慶應義塾基礎科学・基盤工学インスティテュートの設立です。

国際人材育成のための教育プログラムの改革は、すでにその一部が実施に移されています。今年度から新たに、学部1年生を対象とした、グローバルリーダーシップセミナーが日吉キャンパスにおいて開講されました。矢上キャンパスにおける学科専門教育課程においては、クォーター制の導入により、海外インターンシップなどへのチャレンジの機会を増やします。大学院修士課程における国外留学制度として、ダブルディグリープログラムの協定校には、アーヘン工科大学、マドリード工科大学、テレコムプラターニュ電気通信国立大学などが新たに加わり、合計14大学への留学が可能となりました。

また、慶應義塾イノベーションファウンダリーおよび、慶應義塾基礎科学・基盤工学インスティテュートについては、新年度よりそれぞれの活動を開始する予定です。



編集後記

取材で研究室を訪ねると学生がスクールウォーズのDVDを流しており、「青木先生はスクールウォーズが大好きでこの熱血教師そのものなんです」と話してくれ、学生に慕われているんだなと感じました。学生には海外へ行き、経験を積み視野を広げることを推奨され、背中を押しているそうです。ラグビーや柔道をされていて研究室の雰囲気は納得ですが、取材では穏やかに優しく話されます。

今年は理工学部が創立して75年にあたります。施設とともに制度もいっそう充実してきています。本誌で紹介した研究者や研究室の学生が、これからの理工学部新しい足跡を残していられることが楽しみです。

(中野祐子)

新版 窮理図解



No.15 2014 January

編集 新版窮理図解編集委員会
 写真 邑口京一郎
 デザイン 八十島博明、石川幸彦 (GRID)
 編集協力 サイテック・コミュニケーションズ
 発行者 青山藤詞郎
 発行 慶應義塾大学理工学部
 〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1
 問い合わせ先 (新版窮理図解全般)
 kyurizukai@info.keio.ac.jp
 問い合わせ先 (産学連携)
 kll-liaison@adst.keio.ac.jp
 web版 <http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>
 twitter <http://twitter.com/keiokyuri>
 facebook <http://www.facebook.com/keiokyuri>