

理工学部 情報電子工学科

Department of INFORMATION & ELECTRONIC ENGINEERING

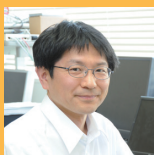
情報科学とエレクトロニクスを基本とし、人間とシステムについて総合的に学べるのがこの学科。ハードウェア、ソフトウェア、エネルギー、制御技術、ロボット、通信など、さまざまな分野で活躍する14名の先生を紹介します。

※ヒューマン情報システム学科は、平成27年度より「情報電子工学科」に名称を変更いたしました。



荒井 正之 教授

パターン認識する技術に
挑む



佐々木 茂 教授

ないものは、つくって進む



棚本 哲史 教授

現場視点からのアプローチで量
子コンピュータの実現を目指す



渡辺 博芳 教授

新しい情報と
過去の知識の融合



渡辺 隆治 教授

小さな夢でも、少しずつ



小川 充洋 准教授

医療が生活に
溶け込む世界の実現



上出 哲広 准教授

人間の推理の仕方や論証の
つながりは、情報科学の基礎



近藤 直樹 准教授

真の3D映像を
光ナノテクノロジーで実現する



盛 拓生 准教授

情報セキュリティが支える
便利な未来



塩野目 剛亮 講師

ITで多くの人に
手を差し伸べたい



錦 慎之助 講師

信頼性の高い燃焼・火災・安全
シミュレーションで安心な社会を



眞坂 美江子 講師

情報の活用で、人の意識を
明日へと向かわせる



水谷 晃三 講師

世の中を大きく変える
技術が目前に



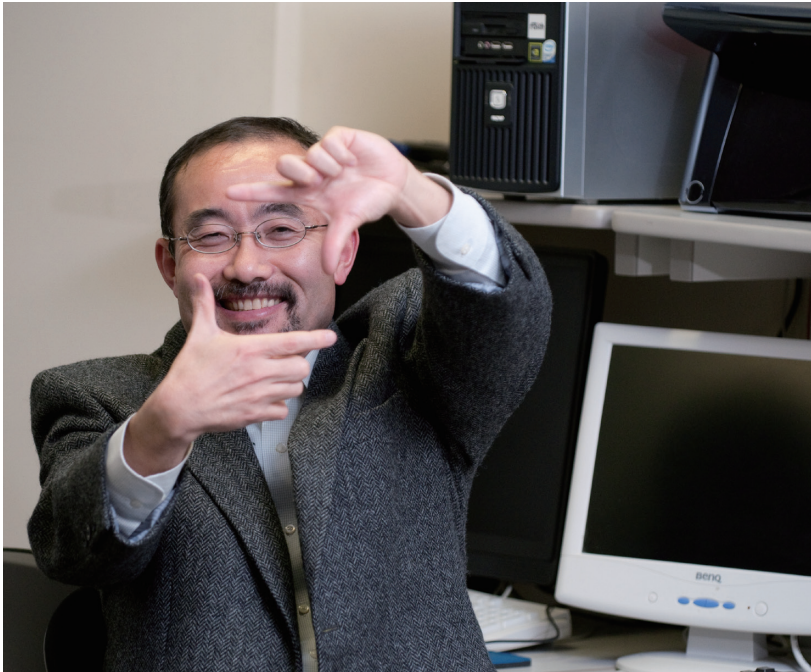
山根 健 講師

「考える」しくみを明らかにし、
社会に応用する



パターン認識する技術に挑む

研究室にたくさん並んだコンピュータを使って取り組んでいるのは、人やものに含まれているパターンを選び出すためのソフトの研究。その技術の一部は文字認識などで一般に広がっているが、克服されていない課題は山ほどある。



荒井 正之 あらい まさゆき

東京理科大学卒、宇都宮大学大学院工学研究科生産・情報工学専攻博士後期課程修了、工学博士。システムエンジニアとして、企業で部品管理や在庫管理等のシステム開発に従事。1989年から本学勤務。

研究テーマ：パターン認識、自然言語処理、情報可視化

キーワード：筆者同定、文字認識、トピックの抽出、TCP/IP プロトコルの可視化

ロボットが個人を認識する

「ドラえもん」や「スター・ウォーズ」に出てくるR2-D2といったロボットを思い浮かべたときに、出てくる特徴をあげてみてほしい。人と同じように話することができる、自分で考えて動くことができる。他にもいろいろ特徴が出てくるはずだ。そして、一番特徴的なのが、ひとりひとりを区別することができる点。各人を区別するというのは、私たちが普段から意識することなく行っていることだが、ほとんどのロボットの場合は区別のしかたを人間が初めに決める必要があり、実現を難しくしている。テレビや映画では当り前の光景だが、現実世界を見てみるとそんなロボットはまだ登場していないことから、その難しさが想像できる。この問題を克服したロボットを実現させるためのカギを握っているのが「パターン認識」だと、荒井先生は語る。

クセを見抜く

典型的なパターン認識は、調べようとするものから特徴を抜き出しやすくする「前処理」、「特徴の抽出」、その結果が保存されているデータベースと一致するかなどを判断する「識別」の、3つの処理で構成される。身近なものでは、指紋、音声、文字などがあげられる。たとえば、指紋の場合は、個人で違う模様を持っているため容易に区別することができ、犯罪捜査などに用いられている。また、文字の場合では、友だちから来た年賀状やテスト前に見せてもらったノートに書いてある字を見ると、人によって同じ字でもかたちにいろいろと特徴があることに気がつく。全体的に丸かったり、横棒の角度が自分と比べて大きかったり、その他にも思い当たる特徴があるかもしれない。私たち

は、字のかたちが多少違っていても、同じ字だということがわかるが、コンピュータの場合は、詳細にルールをつくらないと違うものとして判断してしまう。そこで、手本になる文字からある程度ずれていても同じ文字だと判断するようにルールをつくる。つまり、パターン認識では、特徴を選ぶルールと、その特徴をどのように処理するかのルールづくりが重要な要素となってくる。

顔認識の難しさ

文字の認識はかなり技術が進歩し、95%以上の精度で違いを区別できるようになってきている。しかし、顔認識に関してはまだまだ困難なことが多い。荒井先生も、その問題に取り組むために顔認識の研究を始めている。

たとえば、目、鼻、口、まゆ毛、耳、髪の毛といったように、顔の特徴付けるパーツはたくさんある。パターン認識はこれらの特徴をうまく区別する技術だ。私たちは目、口、鼻などを知らず知らずのうちに区別できるようになっているが、コンピュータで処理しようとした場合はそうはいかない。具体的な例をあげると、まゆ毛の範囲を考えたときに、どこまでがまゆ毛かということを、私たちは意識することなく区別できるが、機械で処理する場合は、その範囲を決めてやる必要がある。また、人混みの中を歩いている友人をそのコンピュータで追跡しようとした場合、友人が動いたり、人陰に一度隠れて再び現れたりすると、うまく追跡ができない。このように、私たちが普段意識することなく行っていることがまだ実現できていないのだ。この何気ないことをできるようにすることが、ひいてはロボットに私たちを区別させるために必要なのだ。

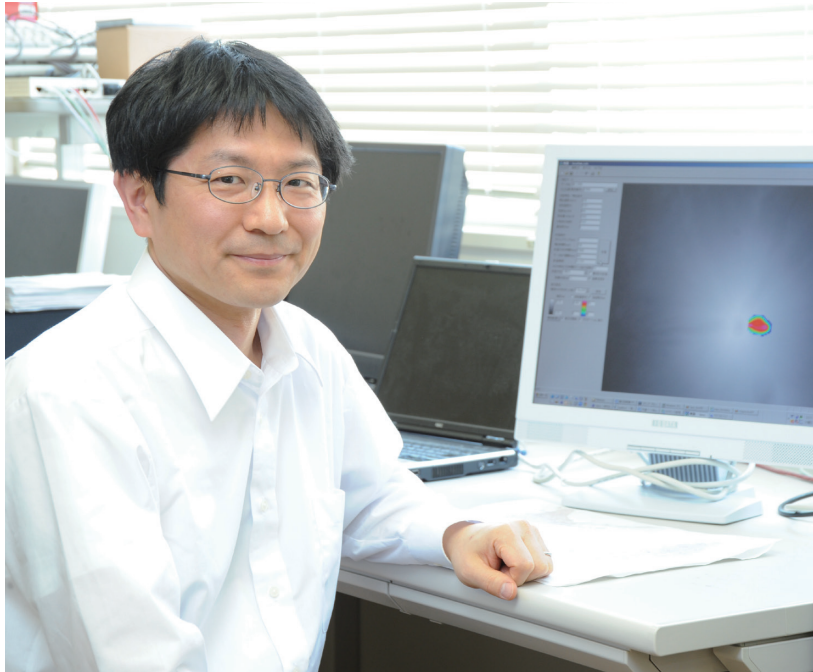
学生のアイデアを伸ばす

荒井先生と学生たちは、試行錯誤しながら顔の特徴を区別できるところまで研究を進めてきた。しかし、正面の写真以外では識別の精度が落ちること、静止画でないと顔を認識できないことなど、まだまだ課題は山積みだ。しかし、それだけに挑戦しがいがある。また、ルールをうまく設定することで対象を広げることができるのは、パターン認識のおもしろさだ。本人次第で、やれることはどんどん増えていく。顔以外に、道路に備え付けられている車両撮影機の映像を利用した自動車の特徴を識別するシステムの開発も行っている。それ以外にユニークなものとしては、ファッション雑誌の文章や写真から、流行色や流行語を抽出するシステムの開発を行っている。

学生に枠を設けず、本人が主体的に動いて何かをつくり上げようとするのに対しては、最大限の支援を惜しまない荒井先生。研究室の明るい雰囲気は、そんな先生の人柄を反映している。その一方で、毎週行われる研究発表会では6〜7時間議論を行うなど、研究を進めること、評価することに対して厳しい面もある。そんな研究室で、今日もロボットの将来を左右する技術の研究が行われている。

ないものは、つくって進む

これまでの専門は機械工学と分子力学、情報科学と、さまざまだ。
「まとまりづらい話なんですけど」と照れたようにはにかんで話し始めた経歴の中には、
プログラムづくりというひとつの軸があった。



佐々木 茂 ささき しげる

1994年、東北大学大学院工学研究科機械工学第二学科修了。博士(工学)。同年より帝京大学理工学部助手。
また、1994年10月～2000年7月までオックスフォード大学院博士課程に在籍。講師を経て、2011年より現職。

研究テーマ：2D画像や3DCG作成支援ツールの開発や、マルチメディアコンテンツの開発など

キーワード：数値計算、粒子法、3DCG、マルチメディアコンテンツ、学習支援ツール

生体内の力を可視化する

骨や血管などからだの中にある構造物には、関節を曲げ伸ばしたり、心臓が膨らんだりするたびに力が加わる。通常の状態ならば、この力は生体の構造に対して悪影響を与えることはない。しかし、病気など通常とは異なった状態になったとき、構造物の性質が変わったり普段は加わらない力が加わったりすることで、病気そのものとは別の問題が生じることがあるのだ。

佐々木先生は学生時代、生体材料の力学的な性質を調べていた。当時の研究テーマのひとつに、ヒトの関節に加わる力を調べるというものがある。股関節症で骨と骨が擦れ合って削れてしまうと、正しい姿勢で歩けなくなり、体にかかる力のバランスが崩れてしまう。同時に骨の密度が低くなる骨粗鬆症にかかっていると、変形した股関節から離れた場所であるにもかかわらず、異常な力がかかり骨折してしまう場合もある。そこで整形外科の医師と協力しながら、股関節周辺の数値モデルを作成し、変形によって骨盤のどのあたりに異常な力がかかるのかを研究していた。

また、当時あまり研究されていなかったひじ関節症と力学的な要因とを関連づけた研究にも関わった。手のひらを上に向けたときと下に向けたとき、あるいは横に向けたときでは、ひじ関節で骨の接触する場所と面積が異なる。このときひじ関節にかかる力の違いを調べるため、2mm間隔で撮影したCTスキャンの画像をもとに、佐々木先生は立体的な骨のモデルをつくり、腕の状態による力のかかり具合を計算した。そして、その結果を見やすく表現するためにさまざまなプログラムをつくり上げた。

2つの分野で博士号を取得

1994年に博士(工学)の学位を取得後、帝京大学

の情報科学科に助手として勤め始めたが、半年後に大学のコースを利用して、イギリスにあるオックスフォード大学の博士課程に入学した。そこでの専門は、原子同士の間にかかる力を計算することで分子の構造を調べる、分子力学という分野だった。2000年に材料工学の分野で2つ目の博士号を取得した後に帰国し、始めた研究は火山が噴火した際の溶岩の流れをシミュレーションするプログラムづくりだ。日本全国の標高が収められている地図データを元に、ある地点に火口を設定すると、自動的に溶岩がどう流れていくかを計算し、堆積する厚さごとに色分けして表示するもので、現在でも学生とともに改良を続けている。

研究の軸はプログラムづくり

一見すると専門分野が転々と移り変わっているように見えるが、そこには共通項がある。それは、プログラムづくりだ。データを計算したり、目に見えるかたちや色として表現したりするプログラムは、すべて自分でつくってきた。ゼロからつくり上げることもあれば、既存のソフトに機能を追加することもある。たとえば市販されている3DCG作成ソフトを利用して、溶岩流に関する数値データを入力すると単位時間ごとの溶岩の状態を表すCGをつくり、さらに時間を追って並べ3Dのアニメーションを作成する機能をつくったこともある。「研究をする際、困ったときにプログラムをつくる。うまくいくと、それが自分の研究を助けてくれるんです」。学生のときから一貫して、その時々研究テーマに合ったプログラムの開発を行っている。

学習環境づくりにプログラムを活かす

最近ではプログラムづくりの力を学生の学習過程を効率化するためにも使っている。たとえば授業の課題

を学生たちにお互いの評価をさせようとしても、まだ終わっていない人がいたり、なかなか集まらない場合もある。そのために、インターネット上の掲示板に課題を提出し、学生同士が採点し合えるようなシステムをつくった。

また、卒業研究でもプログラムづくりが中心だ。最近では学習効果が高い教材の開発にも学生とともに取り組んでいる。そのひとつとして、ヒューマン情報システム学科で3年次に開講される授業の「プロジェクト管理」のための教材開発がある。プロジェクト管理とは、大きな目標を複数人のチームで取り組むプロジェクトを成功させるための活動を体系的にまとめたものだ。有名な例には1960年代の月面探査を目指したプロジェクト・アポロ(アポロ計画)がある。ケネディ大統領をリーダーとしたこのプロジェクトでは、月に行くという目標を掲げ、ロケットや月面着陸船、搭載されるコンピュータなどの設計・製造、月に至る軌道の計算など数多くの計画を遂行して、発足からわずか8年で達成した。

プロジェクト管理の手法は多くの企業で取り入れられているが、学生には身近なものではなく、理解するのが難しい。そこで、プロジェクト管理に関わる様々な役割の人々を擬似的に演じながら、コミュニケーションをとるための支援ツールを、4年生が卒業研究でつくろうとしているのだ。さらに、プロジェクト管理を学んだ3年生が、1年生のグループによるプロジェクトを管理していく演習授業も行われる予定だ。

4年生が3年生のためのシステムをつくり、それを使って3年生が1年生を指導する。佐々木先生のもとでは、学生どうしがお互いの学習環境を向上させながら、新しいプログラムを開発している。ここで育つ学生たちは、既存のものに満足することなく、よりよいプログラムを生み出していく力を身につけて巣立っていくだろう。

現場視点からのアプローチで量子コンピュータの実現を目指す

量子コンピュータは、実現に向け競争が激化している。

この分野は物理機構的に解明されていない点もある一方で、工学システムとしての研究も進んでいる。

棚本先生の大きな強みは、物理と工学の学際領域からアプローチできる、企業での経験だ。



棚本 哲史 たなもと てつふみ

1991年3月東京大学理学系大学院博士課程中退（1995年博士号取得）。同年、株式会社東芝入社。物理乱数生成回路などの技術開発、量子コンピュータなどの研究に携わる。2019年4月より現職。

研究テーマ：量子コンピュータの実現を目指して、物理と工学の学際領域からの理論的アプローチ

キーワード：量子コンピュータ、ナノデバイス、物理セキュリティ

学生の姿勢に刺激を受ける

学生時代にナノ分野の研究に興味を持った棚本先生は、卒業後に株式会社東芝へ就職する。業界では微細化の研究が進んでいる頃で、入社当初は半導体集積回路のシリコンに代わる素材を研究していた。その流れでデバイスの研究をするようになり、量子コンピュータの研究へとつながっていく。研究に熱中していた先生だが、その傍ら神奈川大学の非常勤講師として10年ほど勤務した。担当は物理だったが、授業で量子コンピュータの話もたくさんしたという。量子コンピュータの詳細はわからなくても、「量子コンピュータ」という名前は聞いたことのある人は多いのではないだろうか。機動戦士ガンダムなどのアニメにも登場しており、これからの時代を担うコンピュータとして期待されている。だからこそ学生も興味を示したのかもしれない。「そのときに接した学生の姿勢や熱い想いに刺激を受けました。そうした想いに教えることで応えていくおもしろさに魅せられましたね」。そうした経験を積んだ先生は、28年間勤めた東芝を退職し、帝京大学宇都宮キャンパスに赴任することとなった。

物理と工学の学際領域からのアプローチ

先生が研究をしているのは、東芝時代から手掛けている量子コンピュータだ。そもそも量子コンピュータとは何か。なぜ注目されているのか。従来のコンピュータは情報の基本単位（ビット）に「0」か「1」の状態をとる2進法で演算する。しかし量子コンピュータは「0」と「1」の「重ね合わせ状態」という複数の状態を持ちうる量子の特徴を利用する。これにより演算速度も演算量も劇的にアップするというくみだ。そのためには量子ビットが重要となってくる。現在、量子コンピュータは

実現に向けて、世界各国で競争が激しさを増している。「企業にいた経験から、物理と工学の学際領域からのアプローチに取り組んでいます。対象は超伝導とシリコン半導体をベースとする量子ビット系です。量子コンピュータがコンピュータである以上、多数の量子ビット集団が必要となります。人間が多数集まると独自の社会と文化が発展するように、量子ビットごとに独自の集積化の手法を考えていく必要があります」。超伝導量子ビット、半導体量子ビット、それぞれに最適な量子システムを構築するためには、どのような集積化を行えば良いのか。これまでのシリコン集積回路でのノウハウを最大限に活用しながら、最適な量子システムを構築することを理論的に研究している。「帝京大学宇都宮キャンパスでは情報電子工学科に属しています。量子ビットの研究は、情報と結びついている部分が多いので、他の情報の先生と連携することで新たな発見があるかもしれないと思っています」。

現場の視点からのアプローチ

先生は、量子ビット（超伝導、半導体）の物理的特性も充分理解しつつ、集積化した際の「振る舞い」に力点を置いて研究を進めている。安定的な量子演算を可能にするため、あえて欠陥を入れてみたり、熱量が上がった環境を計算機上でつくってみるなどしている。その先に見据えているのは、シリコンテクノロジーを可能な限りそのまま用いる製造方法だ。量子コンピュータのために工場のラインを新たに一からつくるとなったら、相当な金額が必要となるうえ、ラインをつくるスペースも必要になってくる。それだけの投資をしてリターンがわずかでは、当然のことながら工場は潰れてしまう。「どんなに学術的に素晴らしい研究でも、工場の技術者か

ら理解が得られなければ頓挫してしまいます。そのため、現場の視点からのアプローチを試みています」。量子コンピュータを研究している人の中で、コストのことを気にしている人は少ないかもしれない。しかし、実現させていくためには避けては通れない。ここでも企業という現場で働いた経験が存分に活かされている。

物理は身近な学問

物理は身近な学問だと先生は話す。宇都宮キャンパスには情報工学を学ぶ学生も多い。そこに物理の基礎が加わることで論理的な素養が身に付く。「プログラミングに興味を持っている学生も多く、将来はゲームソフトのプログラミングをやりたいという声も聞きます。たとえば、人間が自分の体より大きな刀を軽々と持ち上げるといったゲームがありますが、現実ではありえないことなので細かい動きはあまり気にしません。しかし、物理的視点を入れて（力学の諸法則を使う）、持ち上げる前にちょっと力を溜める動きを加えるだけで、現実味が一気に増すのではないかと考えます」。物理の基礎知識があるだけで、そうした点に意識が向く。これからAIが当たり前になっていくなかで、これまでにない課題が噴出する可能性もある。そんなとき、ツールとしての物理は大きな武器となるはずだ。「卒業生もいろいろな問題に遭遇すると思います。そんな時には問題を大学に持ち帰ってもらい（企業秘密がある場合は契約を結んで）、一緒に解決していく（産学共同）ことが夢です」。学生の姿勢と想いに刺激を受け、帝京大学宇都宮キャンパスに赴任した先生は、今熱い気持ちとビジョンを抱いている。



新しい情報と 過去の知識の融合

理工学部がある宇都宮市の隣、日光市で生まれ育った。

栃木訛りの残った優しい口調で話す渡辺先生は、コンピュータに人間が使っている知識をどう載せるかというテーマで研究を行ってきた。

渡辺 博芳 わたなべ ひろよし

1988年、宇都宮大学大学院修士課程修了後、
栃木県庁工業技術センター技師を経て、1991年より帝京大学理工学部勤務。
1999年、博士号(工学)取得。
2003年より帝京大学ラーニングテクノロジー開発室員を兼務、
2011年より同開発室室長。

研究テーマ：情報通信技術を使った授業の設計・実践・評価、教育学習支援情報システムの開発
キーワード：教育工学、教育システム情報学、教育学習支援情報システム、情報教育

経験をもとに課題を解決

渡辺先生が大学時代に研究していたのは、「事例ベース推論」というもの。ある問題をどのように解決したか、その事例をコンピュータ内にたくさん蓄積してデータベースをつくっておき、これに基づいて新しい課題を解決する。たとえば、「停電」という問題をどのように「電力供給」して解決するか。基本的な解決方法は、停電が起きた地域をいくつかのエリアに分け、それぞれ近くの変電所から電力を供給すること。現在こそ年間停電回数は1回以下だが、昭和60年以前は毎年100回以上の停電が起きていた。それぞれのケースについて、どのようにエリア分けをし、どのエリアにどこの変電所から電力供給を行ったかをデータベース化しておく。そして、いざ停電が起きた際にはそのデータベースをもとに、最も適切な方法で電力供給法を行うのだ。最適な方法をデータベースから検索するときには、記号化され登録してある条件を入力する。この場合は、停電範囲、事故が起きた位置(事故点)、供給する必要のある電力量など。まず、停電範囲で検索し、提示された事例をさらに事故点で検索、そして電力量で…というようにしぼり込んでいく。次に、出された事例の上位いくつかと今回の停電を比較し、差が小さい事例に修正を加え、その方法を用いて電力供給を行う。そして、この新しい解決方法は自動的にデータベースに蓄積されていく。渡辺先生は、この事例データベースの管理方法について研究していた。

「忘れる」コンピュータたち

事例を蓄積していくと、どうしても現在の状況に当てはまらない古い事例も増えてきてしまう。それらを

そのままにしておくと思わぬ事例も検索されてきてしまうので、検索速度が遅くなるだけでなく、使わぬ事例が本当に必要な情報を探さずじまになるのだ。

しかし、ここで古い情報を削除してしまうと、いざ必要なときに見ることができず、データベースの意味がなくなってしまう。そこで、渡辺先生は、コンピュータに事例を「忘れさせる」ことにより、効率よく解決策を提示できるようなしくみをつくろうと考えた。実際に問題解決に使用される回数の基準を決めておき、それよりも検索頻度の低い事例は日常検索する範囲から外れるようにする。また、よく使われる事例はデータベースの中でも検索にかかりやすく設定する。

データがコンピュータにどんどん蓄積されていくことは、人間が脳に情報を記憶していくことに似ている。データを多く記憶できるのがコンピュータの特徴のひとつだ。そして、人間は記憶していた情報を「忘れる」ことがあるが、それによって新しい環境に適應できるのだと渡辺先生は考えている。つまり、人間は最も必要な情報だけを最速で思い出し、利用することができる。コンピュータも「忘れる」ことができるようになれば、最適な答えをすぐに導き出せるようになるのだ。

情報システムを利用したまちづくり

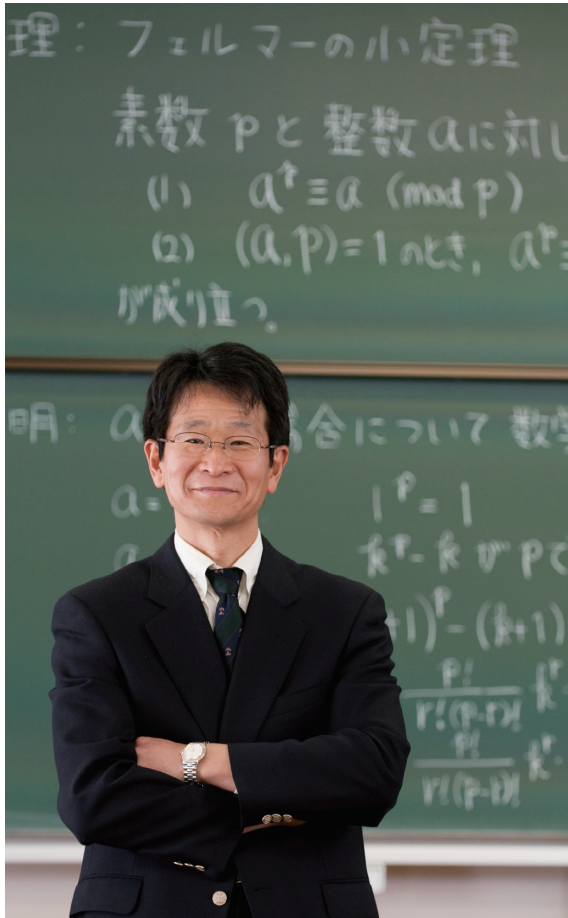
渡辺先生の研究室では、このような情報通信技術をどう教育に利用するかという研究を行っている。その他、ユニークなのは地元宇都宮市で行われている「大学生によるまちづくり提案発表会」へ卒業研究として参加していること。行政に利用できるように情報システムや市街地を活性化させるのに有効な情報システムの開発を行っている。このまちづくり提案には、

近隣の大学の他、帝京大学からも毎年何グループかが参加しており、2008年で4回目。初めて卒業研究として取り組み、市街地活性化のために意見を出し合い、店舗と参加者、店舗と店舗、そして参加者どうしがつながるためのSNSサービスや、スポーツ団体の活動やイベントの情報を集約して掲載する「参加型スポーツ総合サイト」を提案した。その結果、全11提案の中で、スポーツ総合サイトは1位、市街地活性化SNSは2位と、見事上位を独占した。

人が学ぶということ

学習環境をつくることに携わるようになってから、認知心理学などの本を読んで「学習」について勉強した。学ぶということは、新しい知識をただ詰め込むことではなく、自分の中にあるこれまでの経験や知識と融合させて「再構築」していくことなのではないかと渡辺先生は言う。「だから、学習って実は時間がかかるはずなんです」。新しい知識に触れると、すでに持っている知識や経験が変化して、今まで解けなかった問題もできるようになる。

学ぶことは、新しい情報と過去の知識を併せて使う点で「事例ベース推論」と共通している。渡辺先生の目標は、研究成果を活かしてよりよい学習環境を大学外にも広く整えることだ。



小さな夢でも、少しずつ

新しいことを知る喜び、
何ものにも代え難いのは自分で見つけたものや自然のしくみ。
今、この宇都宮キャンパスで教育と研究に携わっている。
ここで得られた新しい発見。
「人は驚かなくても、自分で喜べるくらいでいいかな、と思うんです」。

渡辺 隆治 わたなべ りゅうじ

1987年、大阪大学大学院理学研究科修士課程修了後、
新日本製鐵(株)に入社。
1999年より帝京大学理工学部勤務し、現在に至る。
専門は、計算材料科学。

研究テーマ: 原子レベルシミュレーションによる金属系材料の基礎物性に関する研究
キーワード: 計算材料科学、原子レベルシミュレーション、分子動力学、金属材料

企業研究者へ

小さい頃から、ものや自然のしくみに興味を持っていた。高校生のときも理系科目が得意。悩むことなく大学の理学部に進学した。

大学院の修士課程での専攻は原子核物理。ミュー粒子の崩壊確率の計算をしていた。ミュー粒子は素粒子のうちのひとつで、電子とニュートリノに自然に変化していく。そのときの変化の速さの理論式をつくり数値計算で結果を出す。「原子核はプラスの電気を持っていて、マイナスの電気を持つミュー粒子は、電子のように原子軌道をとるんです」。真空中と原子軌道での崩壊の違いを調べていた。

「ミクロの世界をもっと知りたくて大学院に進んだけど、周りを見たら、こりゃダメだと思いました」。理論物理の研究職の枠は希望者に比べて非常に少ない。研究室には、職を探している博士号を持った先輩が残っていた。一方、当時は民間企業の研究職採用が盛んだった時代。「見学させてもらった研究所はどこもピカピカの最新機器がずらり。すごいなあと思われました」。渡辺先生はこうして、新日本製鐵株式会社の企業研究者として歩み出した。

金属材料を見つめて

入社してすぐの仕事は、鉄鋼材料と製造プロセスの開発。実際にものをつくり、測定機器で材料特性を測る。電子顕微鏡で観察することもある。「鉄の表面ですが、磨けば鏡のようになりますし、エッチングすれば材料特性に対応した金属組織の美しい模様を見ることができます」。どんな成分を使ったらいいか、かたちをつくる圧延という工程で、どのくらいの温度でどの程度加工したらいい製品ができるかなどについて、工場のスタッフと一緒に取り組んでいた。

「純鉄はやわらかくて、野菜や肉などを切る包丁には向きません」。鉄とひとくりにされている鉄鋼材料は、炭素が溶けた鉄と、鉄の炭化物が混じり合ったもの。「炭素の量と熱加工処理で、やわらかなスチール缶からものすごい重量に耐えるペイブリッジのワイヤーまでつくり分けられます」。

モデリングとシミュレーション

応用研究の職場から異動した先での仕事は、未来を見据えた基礎研究だった。課題は材料組織の先端的制御。「鉄鋼材料は、原子が規則的に並んだ結晶の粒がいろいろな向きで集まってできています。その向きを揃えると、磁気的特性を向上させることができます」。結晶粒成長という現象を利用して、結晶粒の向きを揃える。結晶粒と結晶粒の境界で原子が安定に配置されているかどうか、結晶粒成長を左右する。「この境界の原子の様子を分子動力学法で調べるのが研究の中心でした」。現象の物理モデルをつくり、数学モデルをつくる。そして、コンピュータを使ってシミュレーションを行う。「原子レベルの計算が、巨大なかたまりの鉄づくりに活かされるんですよ」。

一時的に移った関西新技術研究所でも、ビル周りの風の流れ、炉内の温度や流れなどの熱流体シミュレーションや水蒸気白煙発生時の物理・数学モデルの作成などを行った。

喜びは新しい発見

帝京大学へは数学教育担当ということで着任したが、ワークステーション分のプロジェクト予算を用意してもらったり、学術目的に限り新日本製鐵でつくったプログラムの使用許可をもらったりした。

授業などで決めて多くの時間が取れるわけではな

く、計算機環境の維持管理もひとりでやらなければならない。そんな中で研究の魅力は、と聞くと「新しい発見があるという喜びですね」。最近も、新しい発見をして論文を出したところだ。

金属材料は延びるなどしてかたちを変えても、その結晶構造は変化しない。たとえば、結晶の格子面をじゅうたんに置き換えたとき、2枚の隣り合った平らなじゅうたんの上側だけがしゃくとり虫が動くように持ち上がり、平らな状態に戻ったときに上下が少しずれているというイメージに似ている。

隣り合う2つの格子面を、その面を歪めることなく平行にずらすときの抵抗力を問題にすることもある。金属工学の教科書には、格子面の間隔が狭くなればなるほど抵抗力が大きくなると書かれている。「その主張には実験データも理論的な根拠も不十分ではないかと考えていたのですが、誰も相手にしてくれませんでした」。

実験で系統的に調べるのが極めて難しいことを、今回渡辺先生はシミュレーションで調べた。結果は、格子面の間隔が狭くなっても抵抗力が小さい場合があるというものだった。「反論の証拠が得られてとてもうれしいです。目に留めてもらえるかどうか、ちょっとだけ楽しみにしています」。

今後、物質や材料の性質を中心とした研究で新しい発見をしたいと考えている。「あ、こんなふうになっているんだ、ということ自分で確かめられれば楽しいですね」。夢は大きく、と本当は言いたいところだけれど、小さくたっていいんじゃないかな、と渡辺先生は微笑んだ。



医療が生活に溶け込む世界の 実現

学校の身体測定や病院の検査で心電図や血圧を測ったことがある人もいるだろう。通常は、装置をからだに当てるなどして測定を行う。これが、日常生活の中で装置を付けずに計測できたらどうだろう。実は、すでに実用化されつつある。小川先生は、からだに負担の少ない技術の研究を第一線で続けている医療工学の研究者だ。

小川 充洋 おがわ みつひろ

早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了後、東京医科歯科大学にて博士(医学)取得。国立療養所中部病院(現・長寿医療研究センター)等を経て東京医科歯科大学生体材料工学研究所助手。後に渡仏してフランスにてベンチャー企業に参加、帰国して国内ベンチャーに参加した後、金沢大学研究員を経て現職に至る。

研究テーマ：生体工学・福祉工学。特に非侵襲生体計測、血液・尿成分計測、「娯楽中」の生体計測
キーワード：医工連携、在宅健康管理、デジタルゲームの面白さの生体計測による評価

医療で活躍する工学

「私の専門は医用生体工学、または福祉工学ということで、工学の技術を医療や福祉に役立てる研究です。在宅で健康チェックができるしくみをつくる、血糖値を光で測定するといった研究を続けてきました」と、小川先生は自分の専門分野を説明する。

私たちのからだには心拍数、血圧、体重、血液の成分など、健康状態を調べるために使える情報がたくさんある。心拍数を数えようと思えば、踏み台昇降運動を行った後に、腕に指を当てて脈を測ることで知ることできる。ただ、これでは計測した人に依存しており、数え間違いが起こる可能性もある。また、必ず人がついていないといけなくて、調べるためにはとても時間がかかる。こうした不便は測定装置が機械になることで解消されてきており、心拍数は、脈拍計や血圧計を使えば簡単に調べることが可能になった。

一方で、もっと簡単にしかも装置などを気にせずに測れたらいいのという希望も出てくる。こうした測定は、工学の技術を応用すれば実現可能だ。小川先生の研究は、このもう一歩踏み込めばさらによくなるのに、という医療や福祉の現場の問題を解決するための研究だ。検査する人を拘束しない「無拘束」、検査する人を傷付けない「無侵襲」の2つを実現することで、人の幸せを実現することができるという信念とともに、これまで日本とフランスで研究・開発を続けてきた。

ストレスからの解放

人を拘束しないで検査が行えるとういうのがあるだろう、と思う人もいるかもしれない。たとえば、これからいざ血圧を測るとなると、何となく落ち着かないと

いう経験をしたことがある人もいるだろうが、病院で血圧を測ると血圧が高くなる人がいる。「これから血圧を測るんだ」という緊張感が、血圧に影響を及ぼすこともあるのだ。影響が出ては正しい値が調べられないが、これは現状の計測では回避しようがない。腕にベルトを巻き付けたり、装置の中に腕を入れたりして血圧を測るアーム式血圧計などは、ストレスを感じているときにはどうしても数値が上がってしまうからだ。この計測方法を日常生活に近い状態で計測できれば、血圧を計測する不安から解放し、ストレスで血圧が上がるようなこともなくなる。また、日常生活で血圧が変化しやすいときの血圧も容易に測れるようになる。たとえば、目覚めるときや、風呂に入るときなどに血圧は大きく変化するので、ベッドや浴槽にセンサーを付けておき、このセンサーでさまざまな生体情報を測れば、高齢者の健康管理に非常に役に立つ。小川先生は実際にこうした環境を整備するために、無拘束で普通に生活をしているだけでも計測を行えるようなシステムの開発を行ってきた。家にいるときの、その人の健康情報を病院へITネットワークを利用して届けられれば、医療環境が整っていない地域を病院とつなぐことさえ可能だ。

人を傷付けずに測定できることも、もちろん待ち望んでいる人たちがいる。「糖尿病の患者さんは指先から血を採取して血糖値を調べる必要がありますが、それも毎日のこととなるとストレスとなりがちです。特に、小さな子どもだと何度も指先から血を採ることは不快だし、ストレスになりやすい。そこで、近赤外線を利用して血管の脈動を測ることで血中成分を計測する方法の開発に取り組みました」。遠赤外線は聞いたことがあるが、近赤外線は聞いたことがないという

人もいるだろうが、遠赤外線と同様に光の一種で、最近医療の現場で注目されている。近赤外線を利用すると、この光を当てて測定を行うだけで血糖値の正体である血液中に含まれるグルコースの量を知ることができる。この方法を利用して血糖値を侵襲せずに測るかたちを小川先生は研究してきた。世界中でこのような技術の発展を待ち望んでいる患者さんがたくさんいるはずだ。

日本から医療工学の技術を発信する

「医療工学分野が発達することによって人間を幸せにする医療技術が開発されること、そして、日本でそれが具体的なカタチになって実現することを望んでいます」と小川先生は力強く語る。フランスへの留学も、もとをたどれば、日本の無拘束計測の技術の高さを評価してくれたフランスの企業からの招待があったから。日本の医療工学は世界で通用するのだ。さらに、無拘束・無侵襲の生体計測をメディアや芸術にも活用できないかと模索している。医療の現場だけでなく、メディアや芸術にもこの技術が溶け込んできたとき、医療工学がよりいっそう私たちの生活に身近な存在になるに違いない。



人間の推理の仕方や 論証のつながりは、 情報科学の基礎

哲学の領域にある論理学。
それでいて、コンピュータの基礎にも関わっている。
考えるプロセスを数学的な形式に置き換え、
研究・分析していくのが、上出先生の専門である情報論理学だ。

上出 哲広 かみでのりひろ

帝京技術科学大学卒業、北陸先端科学技術大学院大学博士後期課程修了(博士・情報科学)。
和歌山工業高等専門学校(助手)、慶應義塾大学(学術振興会特別研究員)、
産業技術総合研究所(研究員)、ドレスデン工科大学(アレクサンダー・フォン・フンボルトフェロー)、
早稲田大学高等研究所(助教・准教授)、サイバー大学(准教授)等を経て、
2014年4月より現職。

研究テーマ：非古典論理とその情報科学への応用に関する研究

キーワード：情報論理学、数理論理学、理論情報科学、人工知能、矛盾許容論理、時間論理

うそかまことか…それを証明

クレタ島出身の哲学者エピメニデス(B.C.600 年ごろ)は「クレタの人々はうそつきだ」と言った。この言葉が正しいか証明せよ。これは、論理学を学ぶ際に必ずと言っていいほど引き合いに出される例題だ。

もし、クレタ人の全員がうそつきであるならば、クレタ人であるエピメニデスの言っていることもうそである。もし、彼の言葉がうそであるなら、クレタ人はうそをつかないことになる。しかし、彼もクレタ人なので、クレタ人全員がうそをつかないわけではない…と矛盾の繰り返しに陥ってしまう。

これを「うそのパラドックス」と呼ぶのだが、論理学とはこのように、その事象などが矛盾や破綻を含んでいないかどうか、順序立てて、明確に証明していく学問なのだ。したがって、誰かに「論理的に話してほしい」と言われたら、きっと、あなたの話には矛盾や破綻がどこかにあり、順序やつながりもどこおかしいということになる。ハードルが高いイメージもあるが、意外に身近な学問のように思えないだろうか。

論理学は情報科学の基礎

また、論理学には、真理表(truth table)を使って証明する方法もある。

- ・ Aが真なら、not Aは偽。
- ・ Aが偽なら、not Aは真。
- ・ Aが真で、Bも真なら、A and Bは真。
- ・ Aが真で、Bが偽なら、A and Bは偽。
- ・ Aが偽で、Bが真なら、A and Bは偽。
- ・ Aが偽で、Bも偽なら、A and Bは偽。

洞察力のある方ならば、ひょっとすると何かに似て

いると思われているかもしれない。そう、0と1ですべてを表わすコンピュータである。つまり、論理学とは、コンピュータの基礎や根本にかかわる学問とも言えるのだ。

「コンピュータとは人間に代わって考えることをする機械です。計算のスピードは人間をはるかに超えているかもしれませんが、人間の思考過程がベースとなっています」と上出先生は言う。ちょっと難しい言い方かもしれないが、考えるプロセスを数学的な形式に置き換えて、研究・分析していくのが、先生の専門である情報論理学だ。

人間の推理の仕方や論証のつながりを探ることで、より高度な人工知能「推論する機械」を生み出すことができる。それには情報科学の基礎である情報論理学が欠かせないのだ。情報電子工学科では、IT関連の分野を将来の進路として志望している学生も多いが、情報論理学を学ぶことで、情報技術への理解がより深くなるはずだ。

ハードからソフト、そして基礎理論へ

先生は、大学で情報工学科に在籍していた。そもそも、ハードウェアの技術者を志していたのだ。夢は高速コンピュータの設計開発。しかし、電子工学やハードウェアに関連したカリキュラムを学ぶうち、その上流工程にあるソフトウェアへの興味が強くなる。さらにその基礎理論を学ぶため、大学院に進学。以来、人工知能やソフトウェアの開発には欠かせない情報論理学を専門とするようになったのだ。

「あいまいさ」や「時間」もテーマ

前述したように先生は、人間の推論を数学的に形

式化し、研究分析することを課題としている。本来、論理には矛盾や破綻があってはならないが、人間の推論には正・負、真・偽といった2極では割り切れない場合がある。それが「ファジー論理」。いわゆる、どっちつかずの「あいまいさ」を示し、よく耳にする「グレイゾーン」にニュアンスが近い。矛盾も許容するような論理だ。このちょっと正しいけれど、ちょっと正しくないという「あいまいな推論」、そして「時間に依存する推論」にも先生は興味を持ち、研究テーマとしていこうと考えている。

「今後の夢は、論理学をベースにした工学など、新しい学問分野を創り出すこと」と答えてくれたが、その二つの推論は、夢の実現の第一歩として重要なもののなさそう。また、世界で通用する定理や論理を発表することも視野に入れている。

講義では、情報科学に対する理解を深めるだけでなく、学生一人ひとりに、自ら考え、自ら学習していく力をつけていってあげたいと言う。教わるのではなく、意欲的に何かを知ろう、探究しようという想いや姿勢が、先生の原点でもあるのだ。



真の3D映像を 光ナノテクノロジーで実現する

光通信が進歩することで、インターネットやIP電話など生活を便利にする新しい技術を可能にしている。それを今さらに革新しつつあるのが光ナノテクノロジーだ。近藤先生はこの技術を利用して、3次元画像を映し出すための研究を進めている。

近藤 直樹 こんどう なおき

2002年、東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程単位取得退学。同年より東京大学生産技術研究所にて産学官連携研究員等として勤めた後、2007年より現職。博士(工学)。

研究テーマ：イメージ科学、ナノ光電子工学

キーワード：多視点イメージング、バーチャルリアリティ応用、フォトニック結晶

高速通信を実現する

「もともとコンピュータが好きだったんですよ」。高校時代からパソコンを使っていたこともあり、大学での進学振り分けでは興味のある情報系の分野に進学を考えた。情報系の研究には、パソコンなど機器そのものを扱うハードウェアと、その中で働くプログラムなどのソフトウェアを扱う2つの分野がある。今ほどパソコンが一般的でなく、各社独自の規格でつくられていた当時、「コンピュータを根本から全部つくり上げるような力が、日本のコンピュータ産業で働く人々にはあったと思います」という近藤先生。そこにあこがれを持ち、ハードウェアを学ぶ道を選んで、東京大学工学部電子工学科に進学した。

大学院では、ナノメートル寸法（ナノはミリの100万分の1の大きさ）の構造を持つ光電子素子を利用して、光を制御する研究を進めた。非常に効率よく光のオンオフができる光変調器をつくるのが目的だ。光変調器とは、電気信号を光信号に変換する機器のこと。コンピュータや携帯電話は電気信号を情報として扱っているが、インターネットの世界では、光で情報を受け渡す光通信が発達してきた。その間をつなぐのが光変調器であり、その変換効率が光通信全体に大きく影響してくるのだ。近藤先生は光ナノテクノロジーを利用することでその効率を上げ、これまで実現できなかったより高速な通信を可能にしようと研究を行っていた。

リアルな仮想世界

「こんな変なことを考えるのは自分だけだろう」。これまで他人が思いつかなかったようなまったく新しい考えで研究に取り組んでいくのが、近藤先生のやり

方だ。帝京大学に籍を移した今では、光ナノテクノロジーを利用した新しいイメージング機器を開発している。

たとえば、いろんな視点から見た映像を一度に撮影するデジタルカメラ。このような機器で立体的に情報を取り込むことができれば、日常の記録はもちろん、犯罪捜査や研究の記録・解析に役立つだろう。また、立体的なデータ表示は、よりリアルなゲームの作成も可能にする。「自分の操作しているキャラクターを表示して相手と戦うようなゲームが、よりリアルに実現できるかもしれません」。画面の中に2次元の像ではなく、3次元の立体像が見えてくるというのだ。今のテレビでは、誰がどこから見ても映像は変わらない。しかし、開発中の技術を利用すれば、画面は平面なのにもかかわらず横から見れば横顔が見えるなど、見る角度によって像を変えることができる。

現在、すでに水平方向に立体感を持たせた画像を充分な解像度で表示する技術は存在している。多くのプロジェクタを並べ、画像を特殊なレンズ列を使って少しずつ異なる方向に投射していくのだ。たとえば、180台のプロジェクタからの映像を使って画像を再現すれば、見るときに左右に1度ずれるだけで異なる画像が見えるようになる。ところが、この方法では上下方向まで画像を重ねようとすると、縦180×横180で計32,400枚の画像を合成しなくてはならないため、現在の技術では充分な解像度が得られず、また装置の量と費用が膨大なものになってしまう。そこで、近藤先生の研究室では光ナノテクノロジーの技術を使って、高解像度で3次元の情報を再生できる新しいディスプレイをつくらうとしている。

この技術は医療分野からも期待されている。現在、

先端医療の分野で利用されているCT（Computed Tomography）画像は、物体を輪切りにしたような断面画像を得る技術だ。それを高解像度な立体映像で表現できれば、より多くの病気を発見することにつながるという。

このような先端技術を用いた研究開発では、他機関との協力関係が欠かせない。近藤先生は豊田工業大学と協力して、研究を進めている。

歴史を守り未来をつくる

「技術開発の目指すところは、昔であれば生活を豊かにすることでしたが、最近は、必ずしもそれだけを目標としていないんですよ」。将来的には、人文科学の分野にも技術を活かしていくという夢を持っている。たとえば、世界遺産のような歴史的な建造物を3Dスキャンして、デジタルデータにしよう。そのままにしておくといずれ滅びてしまう貴重な遺跡を、立体構造をまるごと保存できる。それだけでなく、バーチャルリアリティの世界で復元して、その中を私たちが歩くことができるようになりつつある。

光ナノテクノロジーの発展は、情報通信分野だけでなく、映像などの分野においても新技術をつくり出すとしている。映画の世界でしか実現できなかったような未来型社会が現実になる日も、それほど遠くはないだろう。

情報セキュリティが支える便利な未来

携帯電話やインターネットが当たり前のように普及し、世界中で容易にコミュニケーションをとれる時代が来た。発展を続ける情報の世界は「生活を便利にする技術が出てくると、それを悪用する人間が出てくるんです」と話す盛先生。ネットワーク上での市民の安全を守り、利便性を追求するためにセキュリティの研究を続ける。



盛 拓生 もり たくお

横浜国立大学大学院工学研究科博士課程前期修了。
1997年、東京大学大学院にて博士(工学)を取得。
東京大学生産技術研究所研究機関研究員を経て、1999年より山梨大学工学部で助手として勤務。
2007年4月より現職。

研究テーマ：ソフトウェア、デジタルコンテンツを保護する情報セキュリティ技術の研究

キーワード：ソフトウェア保護、著作権保護、視覚暗号

憧れの世界へ

「中学生の頃にパソコンが世の中に出始めたんですよ。情報系の本の中で組み立て式のパソコンが紹介され、ずっとおもしろそうだと思っていました」。高校時代まで北海道で過ごした盛先生は、横浜国立大学工学部電子情報工学科に進学し、あこがれを持ち続けていた情報の世界に飛び込んだ。学部時代は理想とするコンピュータなどの情報系の研究はできなかったが、大学院進学時、夢を実現するチャンスだと考えて真剣に勉強し、当時情報系で最も難しいといわれていた研究室に進んだ。

大学院で取り組んだ研究は符号理論。デジタル情報などを送る際に間違いを訂正するためのデータを挿入し、正確に情報を伝えるための研究だ。たとえば、音楽はCD、映画などの映像はDVDを記録媒体として、0と1に変換されたデジタル情報で記録される。この情報にエラーがひとつ挿入されてしまうと、01010が010110などと変化し、雑音や映像の乱れにより高品質な情報通信ができなくなってしまう。そのため、エラーを訂正する情報を入れておく。しかし、これは音楽や映像の情報とは異なる、ある意味無駄なものだ。「これをできるだけ少なくしつつ、なおかつ品質は上げなくてはいけないんですよ」。CDであれば、エラーを訂正する情報を多く入れることで品質は向上する。一方、音楽情報を入れる容量が少なくなってしまう。この問題を解決し、光ディスクの品質を保ちながら情報密度を高めることが盛先生の研究だった。

厳しいIT社会への挑戦

現在、帝京大学で取り組んでいる研究のひとつは、音楽や映像などのデジタルコンテンツを無制限で使

われることがないようにしたり、プログラムの無断複製を制御したりする研究だ。

1995年、Microsoft Windows 95の出現でネットワーク機能が大幅に強化された。これにより、インターネットが広く一般にまで普及し、ネットワーク上の「情報セキュリティ」が重要視され始めた。個人情報や著作権のデータなど、世界中へ展開するネットワークで流れる情報はさまざま。ネットバンキングやおサイフケータイ、映像のダウンロードなどのサービスの利用が広がる中、情報の盗難を防いだり無断で使用できなくなったりするための技術が急速に発展してきた。「どんなに性能がよくなっても、セキュリティホールが1個見つかるアウトなわけですよ。そこが怖いところでもあり、おもしろいところですよ」。

音楽のデジタル情報には無駄な情報が多いため、セキュリティをかけるための情報が少し含まれても問題にはならない。一方、プログラムには無駄な領域がほとんどないため、他の情報を埋め込もうとする場所を見つけることさえも難しい。少し間違えるとプログラムが動かなくなることや別の動作をするシステムになってしまう場合もあるのだ。安全性をきちんと証明しないと、どんなに性能がよくなったように見えても実際は使えない、そんな厳しい世界に盛先生は挑戦していく。

高セキュリティの「モバイルエージェント」

ネットワーク上で人の代わりに仕事をしてくれる代理人プログラム「エージェント」がコンピュータを移動しながら仕事をしてくれる「モバイルエージェント」という未来の技術が研究されている。たとえば、エージェントに「最も安いデジタルカメラを買ってきてくだ

さい」と頼む。するとエージェントは欲しい商品の条件と頼んだ人の個人情報を持ち、自動的にネットワーク上で商品を探し出し、購入してきてくれるのだ。

このときに課題となってくるのがセキュリティ。「セキュリティの低いエージェントがネットワーク上で働いてしまうと、その情報を他人に勝手にコピーされてしまいますよね」。自分の個人情報が他人の手に渡れば、悪用されてしまうかもしれない。エージェントの仕事がネットワーク上で丸見えになると、真似されて同じものをつくられてしまう危険性が高い。そこで、エージェントの働きを他人に理解できないように暗号化するための研究を続けている。

「世の中のないアイデアを思いついたときが最も楽しいですね。研究室の学生にもやわらかい頭を活かして奇抜なアイデアを次々と出してほしいです」。モバイルエージェントの実現に向けて常に新しいアイデアを考える盛先生は、最前線で研究を続ける。



ITで多くの人に 手を差し伸べたい

IT (情報技術) が活用できる分野は、まだまだある。

そう考える塩野目先生は、悩んでいる人や困っている人の助けになるようなアプリやサービスの開発に取り組んでいる。

優しさに満ちた未来の実現が、最大の目標だ。

塩野目 剛亮 しおのめ たけあき

1998年、栃木県立宇都宮商業高等学校情報処理科卒業。

2002年、宇都宮大学工学部情報工学科卒業。

2004年、宇都宮大学大学院工学研究科情報工学専攻博士前期課程修了。

2007年、宇都宮大学大学院工学研究科生産・情報工学専攻博士後期課程修了。

筑波技術大学産業技術学部特任助教、東北大学大学院教育情報学研究部・教育部専任講師、東北文化学園大学科学技術学部知能情報システム学科専任講師を経て、2018年4月より現職。

研究テーマ：職場うつ予防のための人間関係可視化シミュレータの開発

キーワード：社会心理学、職場うつ、社会的孤立、物事の受け止め方、メッセージ

職場環境での人間関係の変動を可視化

世界保健機関 (WHO) の調査によれば、2015 年における世界のうつ病患者数は推計で3億2200万人に上る。なんと、全人口の約4%に当たり、2005 年からは約18%ずつ増加しているという。厚生労働省が3年ごとに全国の医療施設に対して行っている「患者調査」によると、日本国内では2014年に医療機関を受療したうつ病・躁うつ病の総患者数は112万人に及ぶ。もちろん、これは受診した人数であり、潜在的な層を含めれば数倍になるともいわれている。

うつ病になる要因は個人によってさまざまだが、とりわけ近年目立ってきているのは、職場での人間関係や職務内容、労働条件が引き金となっているケースだ。塩野目先生はそこに着目し、職場うつ予防のために人間関係の変動を可視化するシミュレータの研究・開発に取り組んでいる。

「職場でのストレス要因の分析結果からコミュニケーションモデルを構築し、それをもとにしたシミュレータを試作しています。人と人とのやり取りをポジティブ、またはネガティブなメッセージのやり取りとして単純化し、個人の持つ性格特性 (他人に厳しい、前向きにとらえる、反応が薄い…など) と個人の置かれたポジションによって、どのように人間関係や心理的距離が変化していくのかを可視化しようと試みています」と語る。この説明ではわかりにくいかもしれない、先生はドラえもんの登場人物を例に挙げて説明してくれた。

「ポジティブとネガティブの両極端といえば、しずかちゃんとジャイアンです。しずかちゃんは誰にでも優しく接するだけでなく、周囲を明るく楽しい雰囲気にするキャラクター。誰もが、彼女とのコミュニケーション

ンを取りたがりです。一方、ジャイアンはその姿を目にただけで何やらイヤなことが起きそうな、不安と戦慄を感じさせるキャラクターで、誰もがちょっと距離を置きたがる。ジャイアンの子分のように思われているスネ夫も、実はかなりのストレスを感じていて、できれば離れたと思っている。しかしこれまでの自分自身の行いのせいもあり、スネ夫自身も他の登場人物から敬遠されがち。さらに、劇場版ジャイアンがやさしかったり、コミック版しずかちゃんが冷たかったりするように、個人の特性は状況によって変動するということも考慮して、動く相関図のようなものを心理的な側面から可視化していきたいですね」。先生はうつ病の原因の一つとして「社会的孤立」に注目しており、シミュレータでは組織においてどんなポジションでどんな特性を持つ人が孤立するのかを観察することができるという。

日々のセルフチェックでうつ病予防を

シミュレータが活用されるためには、クリニックで診断を受けるのとは違い、構えず使ってもらえることが大切。「万歩計のように日常的に使えるものにしたんです。うつ病は、風邪をひいた時のようにいきなり症状が表れるわけではありません。日々の蓄積が原因となることが多い。日常的なセルフチェックで気づくことが大切です」。

大きな企業では年に1回のストレスチェックが義務付けられていて、必要に応じて面談を行っているが、費用も時間もかかるので形式的なものになってしまいがちだ。しかも、中には自分がうつ病予備軍ないしはうつ病であることを認めたくない、知らせたくないがゆえ、問診の際に事実と異なる答えをする人も少なく

ないそうだ。そういった点からも、このシミュレータの必要性は高いといえるだろう。

「ゲームのように楽しみながら自分の置かれた状況を振り返ったり、自分の特性に改めて気づくと同時に、落ち着く、癒やされるようなアプリにしたいですね」。

内容は高度でも、誰もが使える垣根の低いものを提供したい。それが先生の願いだ。

情報を分け隔てなくすべての人々に届けたい

また、これ以外にも先生が取り組んでいることがある。聴覚障害をもつ人々に向けた情報・コミュニケーション支援「ISee プロジェクト (<https://crowd4u.org/ja/projects/ISee>)」だ。2020年の東京オリンピック・パラリンピック開催時の導入をめどに、いくつかの大学・企業・研究所と一緒に共同研究・開発を進めており、スマートフォンやタブレットを使用した手話・文字・音声によるリアルタイムな情報提供やコミュニケーション支援を目指している。この開発には障害の有無を問わず、しかも専門家だけでなく関心を持つあらゆる人が参加して、文字・音声を手話情報に、手話を文字・音声情報に変換するなど、これまでになくオープンな形をとっているのが特徴だ。こうした非専門家も含めた不特定多数による問題解決をクラウドソーシングといい、近年注目を集めている。プロジェクトではすでに実証実験も何度か経ており、実現化もカウントダウンの状況という。

こうして先生の研究を見ていくと、いずれにも共通していることがある。それは、社会的な孤立から人を救いたいという思いだ。人への優しさを情報技術に置き換えることが、先生のテーマなのだといえるかもしれない。

信頼性の高い燃焼・火災・安全シミュレーションで安心な社会を

コンピュータ上で模擬実験を行うシミュレーションは、さまざまな分野で活用されている。
火災や避難、安全に関するシミュレーションは、人の命に関わることであり、防災の面からの期待は大きい。



錦 慎之助 にしき しんのすけ

2003年、名古屋工業大学大学院工学研究科博士後期課程修了。
長岡技術科学大学、鹿児島大学で勤務。
途中、米国商務省国立標準技術研究所で1年間の在外研究を経て、
2019年5月より現職。

研究テーマ：FDSによる火災・安全の数値シミュレーション、乱流予混合燃焼のDNSとモデリング

キーワード：熱流体の数値シミュレーション、トンネル火災、漏洩ガスの拡散、燃焼

学生時代から熱流体の数値シミュレーション一筋

これまで機械系の学科で研究をしていた錦先生。学生時代に乱流予混合燃焼の数値シミュレーションの研究を始めた。スーパーコンピュータを用いて大規模並列計算を実行するために、並列計算を含めたプログラムの高速化を行った。乱流予混合燃焼のDNS（直接数値計算）とモデリングの研究は現在まで継続している。「乱流予混合燃焼の研究は、ガスタービン燃焼器のような定常状態のエンジン内部の燃焼現象の解明を目的とした基礎研究です。今でも、ずいぶん前に作成したデータベースを使って、共同研究者が解析を行っています。新しい乱流燃焼データベースを構築することが、次に私がやらなくてはならない研究課題となっています」。

そんな先生は、2006年からFDS(Fire Dynamics Simulator)を利用した火災・安全の数値シミュレーションを行っている。FDSは米国商務省国立標準技術研究所(NIST)等が2000年から開発を進めているソフトウェアである。世界中で広く利用されており、火災分野のソフトウェアではとても信頼性が高い。先生は2006年9月から1年間、NISTでの在外研究を通してFDSを学んだ。「火星の有人探査機における燃え広がシミュレーションを担当しました。地上や月、無重力空間と火星では重力が違うので、火星滞在中に火災が起きた場合に、どのような燃え広がりが方をするかをシミュレーションしました。研究開始から半年程度は英語の分厚いマニュアルとプログラムのソースコードを解読するのに大変苦労しましたが、研究に専念でき貴重な経験になりました」。

トンネル火災の数値をシミュレーション

1年間のNISTでの在外研究の経験を活かして、帰国後は自動車用トンネル火災の再現シミュレーションやジェットファンによる煙流動の制御、スプリンクラーによる水噴霧、避難のシミュレーションなどの研究を進めている。また、実際に起こった地下送電ケーブルの火災事故や病院火災の再現シミュレーションも行っている。「トンネルの広さ、長さ、路面の勾配、スプリンクラーの位置など、トンネルの構造や条件によってシミュレーションの条件が変わってくるので大変で難しいです。ただ、将来防災に役立つ技術の発展に貢献できるというやりがいがあります」。

また、温暖化ガス排出抑制のための水素の利用が検討されており、燃料電池自動車・バスが公道を走行しているが、まだまだ普及はしていない。今後、自家用車での普及を促進するためには、水素ステーションやガレージなどでの、水素漏れに対する安全対策が重要な課題となっており、水素の安全利用のために水素漏洩挙動のシミュレーションも行っている。「水素は怖いと思われる人が多いですが、開放された空間では漏洩した水素は急速に拡散していくので、危険性は低いと言われています。しかし、閉鎖空間で漏洩した場合は爆発の危険が高まります。例えば、ガレージのどこに換気口を設置すれば水素を速やかに屋外へ排出できて安全が確保できるかを検討するために、精度良く水素の流れを予測する技術は非常に重要です」。水素に限らず、家庭で使われる都市ガスやプロパンガスが漏れた場合や、一酸化炭素が発生した場合の有害ガスの早期検知は非常に重要で、ガス検知器の設置場所を決めるために精度良く拡散挙動を予測する技術の構築を目的とした研究も行っている。

他にも、大規模な都市火災や森林火災で発生が目撃されている火災旋風のシミュレーションも行っている。FDSで実行可能な現象を幅広く検討し、火災・安全対策に資するシミュレーション技術の研究開発を行っている。

安全・安心社会の実現に数値シミュレーションで貢献

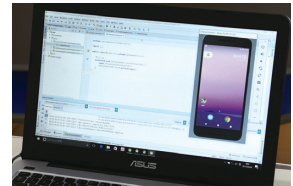
FDSは、オープンソースであり開発状況やソースコードなどがインターネット上で公開されている。世界中の研究者や技術者が利用しており、また同時に彼らの目に触れていることは、ある意味でこのソフトウェアが信頼できる証であるといえる。さらに、誰でも自由に(無料で)利用することが可能であり、商用のソフトウェアの必要経費を考慮すると、FDSが得意とする現象の解析であれば、利用する価値が非常に高いといえる。先生は、これまでも企業や他大学等との共同研究を行ってきたが、今後より一層研究を進展させ、日本国内での利用を広げていきたいと話す。信頼性の高いシミュレーションを実行できるようにすることで、安全・安心な社会の実現に貢献していくこと。それが先生の目標なのである。

情報の活用で、人の意識を明日へと向かわせる

50年先も100年先も安心・安全に暮らせる環境を保ち、守り続けていくことは、今に生きる私たちのミッション。

眞坂先生の出発点もまさしくその思いにある。

環境と健康という欠かせないテーマを重ねて、これまでになかったアイデアで答えを導き出す。



眞坂 美江子 まさか みえこ

1998年、長岡技術科学大学大学院 電子機器工学専攻修了（博士前期課程）。

その後、車載機器、宇宙機等のメーカーでソフトウェア開発を担当。2009年から阿南工業高等専門学校で研究員として勤務。

2013年に徳島大学大学院 先端科学技術教育部 環境創生工学専攻修了。博士（工学）取得。

小山工業高等専門学校で非常勤講師、宇都宮大学で研究アシスタント。

2017年4月より現職。

研究テーマ：行動変容に着目した支援情報システムの開発

キーワード：地域課題解決、行動変容、トランスセオレティカルモデル、ライフレコーディング

子孫たちが安心して暮らせる環境を守る

私たちを取り巻く自然環境の保全是、健康的な生活を送る上で必要不可欠だ。そのためにはCO₂をはじめとした排出ガスの規制強化や、環境に関連した法律の強化、低公害・無公害のエンジンやモーターの開発等がこれまで以上に推進されるべきだが、同時に私たち市民の環境に対する意識も高めていかなくてはならない。

「例えば普段は自家用車で通勤している人たちが、週に1回公共の交通機関の利用や自転車・徒歩での移動に切り替えるだけでも、渋滞の緩和や大気汚染防止にある程度の効果は見込めるはずだ。そうした積み重ねが10年先、50年先、100年先に大きな結果として表れると思います」と語る眞坂先生。現在、情報工学と地域政策を融合させた新たな支援情報システムの開発に取り組んでいる。その先に見える目標とは、今の時代に生きている私たちだけでなく、はるか未来の子孫たちが安心して暮らせるような環境を守ること。だが、目の前ですぐに結果が出るわけではないので、人々が実際の行動を起こすための意識づけが実に難しいという。

未来を築くには生活習慣の改善も必要

一方、生活環境がクリーンになっても、私たち自身が健康でなければ未来は続いていかない。65歳以上の人口が全体の21%を超える「超高齢社会」である現在の日本では、予防医学に対する関心も高まってきている。特に、医療保険や生命保険のCMでよく耳にする高血圧・糖尿病などの「生活習慣病」は、その名が示す通り、日頃からの生活習慣を改めることで発症を防げたり、改善の方向へ向かうことができる。だが、患者本人が治療に参画する意思を持ち、そのための行動が伴わなければ、いくら投薬してもな

なか治癒は望めないのだ。しかも自覚症状がほとんどないので、気づかないうちに進行し、脳卒中、心筋梗塞、狭心症など、命に関わる合併症を引き起こしかねない。とはいえ、いち早く生活習慣を改めるための意識づけが何よりも難しいのだ。

「生活習慣病の予防には、生活習慣の改善が不可欠です。でも、習慣化した行動を変えることは、簡単なことではありません。何度も通院して指導を受けなくてはならず、手間と時間がかかるので、足が遠のいてしまうのもわかります。まして、地理的に不便な場合はなおさらです」と先生は問題点を指摘する。

異なる課題を組み合わせ、答えに近づく

「環境保護」と「生活習慣の改善」は一見あまり関連性を感じられないが、いずれも意識づけが必要な点では共通している。「であれば、この二つを結び付けよう」というこれまでになかったユニークな発想がベースとなり、先生の研究はスタートした。

「最初に課題として掲げられていたのは、自動車利用の適正化でした。環境・交通政策の観点から排気ガスや交通事故を減少させることが目的ですが、十分な意識づけになるほどではありません。そこで何らかの付加価値になる要素はないかと検討した結果、健康や予防医学が最もフィットするのでは？ と思い至ったのです。そして導き出されたのは、自動車利用を控え、ウォーキングを兼ねた徒歩移動で健康維持という答えだった。

このように意識から行動へと促す指導を「トランスセオレティカルモデル（行動変容段階モデル）」と呼ぶ。基になっているのはタバコをやめるための禁煙指導で、意識と行動を禁煙という目的に向けていくように、段階を追って何度も指導を繰り返すというもの。

「しかし三日坊主という言葉があるように、反復や

継続は難しいものです。そこで着目したのが、スマートフォンや携帯電話といった身近なデバイスの活用でした。今や、現代人の大半が所有しており、時間や場所にかかわらず使える点も最適だ。そして、先生を含めた研究チームは、どのくらい運動をしたか、どのくらい環境保護に貢献したかわかる専用アプリを開発した。ダウンロードすれば、誰もが利用できる手軽さが最大のポイントである。

実証実験を通じて、大きな手応えを感じる

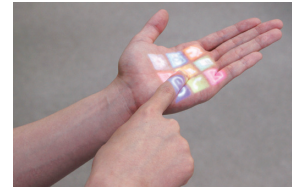
すでに先生は、ある企業の協力のもと、某地域で1ヵ月ほどそのアプリを用いた実証実験を行ったという。「天候や個人の運動量などに応じて『今日はクルマを使わずに歩いて営業しませんか』とか『最近、あまり運動なさっていませんか』などと呼びかけのメッセージが届くように設定したんです。また、一人でしているという感覚では張り合いもなく、モチベーションも生まれにくいので、実験に参加している方たち全員の運動量・カロリー消費や、環境への貢献度など現時点のデータを表示できるようにもしました。仲間ががんばっていることがわかって競う気持ちも生まれ、誰もが実験に積極的に協力するようになったそう。健康面での数値はもちろん励みになるが、副次的な効果として、どれだけ大気浄化に役立ったのかといった環境面の数値も、多くの人たちが気にするようになったそう。

「これからは地元の宇都宮で、地域貢献をしていきたいと考えています」。先生の研究の根底に流れているのは、すべての人を笑顔にしたいという思い。実現には、まだまだたくさんの引き出しが必要だという。課題解決の鍵となるのは、固定概念にとらわれない柔軟なアイデア。ここ宇都宮キャンパスで、学生たちと一緒に生み出していきたいと語ってくれた。



世の中を大きく変える技術が 目前に

若き研究者であり、皆さんの先輩でもある水谷先生。
穏やかな風貌からは想像できないほど、研究者としての情熱は人一倍。
IT エンジニアとしてのキャリアを活かし、
次世代技術の実現化に向けて日夜取り組んでいる。
体験型の講義も人気を集めているようだ。



水谷先生が取り組んでいる、新しいコンセプトのヒューマン・マシンインタフェース。

水谷 晃三 みずたに こうぞう

帝京大学理工学部情報科学科卒業後、富士ソフトABC 株式会社(現 富士ソフト株式会社)、BB テクノロジー株式会社(現 ソフトバンクBB 株式会社)に勤務。
その後、帝京大学大学院理工学研究科博士後期課程 修了。博士(工学)
帝京大学医療情報システム研究センター講師を経て、2014年10月より現職。

研究テーマ：利用者に追従するユーザインタフェース、リアルタイムな授業支援システム、など
キーワード：情報システム学、Web 工学、ソフトウェア工学

研究への思いが、新たな歩みを始めさせた

ここ帝京大学理工学部を卒業後、企業に就職してエンジニアとして実績を積み重ねてきたものの、次世代技術の研究への思いを断ち切ることができなかった水谷先生。退職してから大学院へと進学し、研究者として新たな歩みをスタートさせた。

「当初はソフトウェア開発の作業を効率化・自動化するための研究に取り組んでいたのですが、限られた時間内での実用化は難しいという現実と直面しました」と先生。「決してあきらめたわけではありませんが、実用化のためには新しい技術の開発だけでなく、その技術を扱う技術者の育成方法も重要になると考えました。そのため、現在は教育工学に重点を置いた研究に力を注いでいます」。

スマートフォンやタブレットPCを活用した講義・テストができる「WebCRS (Web 型 Classroom Response System)」と呼ばれるシステムの開発が、先生の現在の研究テーマのひとつ。ただ単に画面に講義内容や問題が表示されるのではない。生徒がわからなかった部分の説明や参考資料の送付、間違った解答に対する正解とその説明を個別に行えるなど、マンツーマンのようなかたちで講義を進められるのだ。それを数百人規模でも可能にするというもの。学年集会や全校集会、屋外実習での利用も考えられる。

教育環境を一新させる技術の実用化に向けて

WebCRS は従来のアプリケーションと違い、ダウンロードする必要がないのも特徴。動作が早くて軽いうえ、通信キャリアや機種を選ばないため、スマートフォンでアクセスするだけで、誰もがすぐに利用できるシステムなのだ。

「付加していくべき機能はまだいくつかありますが、すでに実際の講義で使っています。評判はなかなかいいですよ」。現在は、国家資格である情報処理技術者試験の対策授業において、過去問題の演習などを行う際に使用している。研究だけではなく、学生が深く理解できるようにするための新しいかたちの講義が試みられているといえるだろう。使う側の学生たちにとっては、何よりも自分の手元で見られる点が好評のようだ。

また、教員側にもメリットがある。学生1人ひとりの学習効果や理解度を把握できるので、各人のレベルに合わせて、今後の学習のための処方箋を作ることが可能になる。

「将来的には学習状況をリアルタイムに分析し、必要に応じて自動的な個別指導を行う機能をWebCRS に搭載することを目指しています」。先生の考えるシステムが実現すれば、技術者の育成のみならず、これまでとは大きく異なる教育環境が生まれる可能性もある。場合によっては次世代インフラとなるかもしれない。

従来の端末はいらなくなるかもしれない

さらに先生は、もうひとつ革新的な研究にも取り組んでいる。それが、新しいコンセプトのヒューマン・マシンインタフェースだ。

具体的な例を挙げてみよう。ファミリーレストランに行ったとする。たいていテーブルの上にはメニューがあるが、この店にはない。テーブルを指でタップすると、そこにメニューが投影されるしくみのだ。さらに指を横にスライドさせると、表紙が開かれ、次々に

ページをめくっていくことができる。好みの料理や飲み物が決まれば、メニュー内の決定ボタンをタップするだけ。そして、終了ボタンをタップすれば、メニューの投影も終わる。

ざっとこういう流れだと思ってもらえればいいだろう。現在、メガネ型や腕時計型の「ウェアラブルコンピュータ」と呼ばれる端末が登場して話題になっているが、先生の考え方はそれをさらに進化させたもの。ウェアラブル(端末を身につける)ということですらないのだ。

室内などの空間に設置されたプロジェクターとセンサーを活用し、利用者の手の動きに合わせて画面を投影するシステム。スマートフォンやタブレット以上の使いやすさを想定しており、誰もが簡単に操作できるものを目指している。最終的には、テーブルがなくても手の平に投影し、端末と同様の機能を備えられるようにするのが目標だ。

使用シーンも自宅や学校、職場だけでなく、博物館や美術館、案内所、ショールーム、アミューズメント施設など、幅広い分野が考えられる。

先生の頭の中は次世代技術の夢やアイデアで満ちている。いや、すでに夢とはいきれない段階までたどりついているようだ。



「考える」しくみを明らかにし、社会に応用する

最先端のテクノロジーをもってしても、動物や人間と同じくらいに柔軟に思考し物事に対応できるロボットはまだ開発されていない。

脳の情報処理メカニズムを解明し、そこで明らかにされた原理に基づいて、知能ロボットや人支援システムを開発する。

その研究が社会で役立つことを信じて、

脳の情報処理方式に基づいた思考モデルの研究を山根先生は進めている。



山根 健 やまね けん

筑波大学第三学群工学システム学類を卒業後、
同大学大学院システム情報工学研究科博士課程を修了。
同大学Cyberneticsプログラム単位取得。
愛知淑徳大学人間情報学部講師を経て、
2011年より帝京大学理工学部ヒューマン情報システム学科に勤務。

研究テーマ：脳型情報処理システムの開発、神経力学系に基づく腕の運動推定、屋外自律移動ロボット
キーワード：知的情報処理、ソフトコンピューティング、ニューラルネット、人支援技術開発

じゃんけんを学習するシステム

「実は、人間とのじゃんけんに負けないシステムがあるんですよ。そこには、勝つための巧妙なしくみが隠されている。私たちがじゃんけんをする場合、相手がどんな手を出すのか考えながら自分の手を考える。たとえば、パーであいこになったから、相手はこちらがチョキを出すかもしれないと推測してグーを出してみ、といった具合だ。

山根先生が学生時代に研究を行っていた研究室のじゃんけんシステムの場合、私たちとは違う方法で自分の手を選ぶ。皮膚の表面で計測できる微弱な電位をとらえて出す手を決めるのだ。人がじゃんけんするとき、腕の多くの筋肉を制御するため、それら筋肉に弱い電位が生じる。グー、チョキ、パーでは手の開き方が異なるので、もちろん筋肉の使い方が異なる。そのため、生じる電位のパターンが違ってくるのだ。この違いを筋電計という装置を使って測り、測定された信号のパターンから私たちがどんな手を出そうとするかシステムが推定し、それに勝てる手を出す。相手が出す手がわかってから出す手を決めるという意味で後出しじゃんけんではあるが、筋肉が動く前に生じるこの筋電位信号を基に瞬時に推定が行われるため負けることがない、というわけだ。このシステムでは、脳の動作原理が応用されている。2～3回の少ないパターンを学習させただけで、人がさまざまに出す手を精度よく推定可能である。

ロボットは人のように動けるか

従来の知能ロボットや知的なシステムは、学習したことに対しては正しく対応することができるが、未知の入力や状況においては正しく対応できないことが

ほとんどだった。一方、動物や私たち人間は、未知の状況においても、それまでの経験と照らし合わせて考え、動くことができる。このような柔軟な情報処理がどのような方法で実現されているのか、山根先生は、人間の脳のしくみをまねることで、現実世界でうまく思考して動作するための方法を明らかにして、賢いロボットや人支援システムの開発に取り組んでいる。

「我々が普段している何気ない思考をロボットにさせようとする、実は難しいのです。たとえば、お茶をいれる場合を考えてみると、お茶を注ぐカップを選ぶ、やかんを探してお湯を沸かす、などの動作がありますが、このような一連の動作プロセスを考えるだけでも難しい。というのも、カップの認識ひとつとっても、私たちは『カップ』というものをよくわかっていますが、ロボットはどれがカップで、どれがカップでないかということもなかなか判断ができなのです。また、カップは関係があるが箸や鍋は関係がないという、今からすることに関連することが何かを選ぶことも難しいのです。脳は普段の生活の中で入ってくる情報で学習し、その知識に基づいて柔軟に思考することができる。私たちは、何となく普段使っているカップを手に取り、お湯を沸かし、お茶をいれて、火傷に気をつけてお茶を飲む。目の前のカップを見つけることに苦労しないし、カップ以外の箸や鍋を使うかどうかを考えることもしない。ましてや、目の前の壁の色が変わってしまう心配をすることもない。私たちが直感的に行っている思考がどのような原理なのか、それを知能ロボットに搭載するとうどう役立つのかを日々考えている。

社会に役立つ技術と、社会で活躍できる人

脳のしくみを取り入れた知的なシステムを開発し、使う人が専門知識を持ち合わせていなくても、システムが自分で判断して、使い手がやってほしいと思っていることを実行してくれる「優しいロボットや人支援システム」を送り出していきたいと山根先生は考えている。便利だけでなく、使い手にとって使いやすく、社会に受け入れられなければ、そのテクノロジーも開発された意味がないからだ。この挑戦はすでに、数名の学生と一緒に始まっている。

2011年から帝京大学で研究を始めた山根先生は、研究を続けていくなかで多様な学生を育てていきたいと語った。たとえば、165人の学生を指導し、卒業生は会社員、公務員、農家、警察官、博士、タクシー運転手、政治家、弁理士、ソムリエ、声優、陶芸家、宇宙飛行士などの職業に何人ずつ就いているという構想まで披露してくれた。脳のしくみについて研究すること、そして人と機械のよい関わり合い方について考えを深めていくことは、学生ひとりひとりの人間の幅を広げることにもつながる。やがては、山根先生がつくったロボットと幅広く活躍する卒業生と一緒に新しい取り組みを始めることもできるかもしれない。これからの山根先生の研究の広がりが楽しみだ。