ISSN 1349-6085

JST news

未来をひらく科学技術

7
July
2017

Feature

AIPネットワークラボ
若手の躍動と連携で新しい発想を生む

国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

JSTnews 未来をひらく科学技術
7 July 2017

3 Feature
AIPネットワークラボ
若手の躍動と連携で新しい発想を生む

12 はかる　第2回
世界初の理論とソフトウエア技術により
電池内部の電流を非破壊で見る

14 NEWS & TOPICS
印刷技術で薄くてやわらかいモーターを実現
機械学習により熱流を制御するナノ構造物質の最適設計に成功　ほか

16 さきがける科学人　Vol.63
生物のような体と適応力を持つロボットを作る
梅舘 拓也
東京大学大学院情報理工学系研究科 特任講師

表紙写真

情報科学分野の若手研究者を育成するAIPチャレンジ。初めての成果報告会が開催され、5人の若手研究者に「AIPネットワークラボ長賞」が贈られた。前列左から、胡緯華（とういか）さん、有川節夫（ありかわせつお）ラボ長、臼井靖浩（うすいやすひろ）さん。後列左から、蜂須拓（はちすたく）さん、樋口啓太（ひぐちけいた）さん、伊藤勇太（いとうゆうた）さん。

ジェンダーサミット10を開催

「ジェンダーサミット（Gender Summit（GS））」はジェンダーの視点を取り入れて研究やイノベーションの質の向上を図るための議論をする国際会議です。10回目の今回、日本で初めて開催しました。23の政府機関や団体の後援、88の企業や大学、団体の協賛などを含め、114の機関の協力を得て開催し、23の国および地域から、600名以上が参加しました。

会議の冒頭では、スマヤ・ハッサン・ヨルダン王女、水落敏栄文部科学副大臣、カナダ自然科学・工学研究協議会（NSERC）のマリオ・ピント理事長、中国国家自然科学基金委員会（NSFC）のルイピン・ガオ副主任、お茶の水女子大学の室伏きみ子学長が講演しました。

全体のテーマを「ジェンダーとダイバーシティ推進を通じた科学とイノベーションの向上」と題し、キーノートセッションでは「ジェンダーの歴史と未来」をテーマに、日本IBMの浅川智恵子IBMフェロー、香港大学のアンジェラ・リャン教授、京都大学の山極寿一総長らが講演しました。プレナリーセッションは、「アジアにおける深刻な問題への女性の貢献」「ジェンダーに基づくイノベーション」「科学の社会的責任」をテーマに実施し、さらに、「女性参画拡大により期待されるイノベーション上の利点の明確化」「ダイバーシティ推進に係る評価手法の提示」など6つのパラレルセッションも行われました。

特に「スポーツにおける身体とジェンダー・サイエンスの推進」と「男性・男子にとってのジェンダー平等」はGSで初めてのテーマであり、スポーツのセッションでは鈴木大地スポーツ庁長官が、女性のスポーツ参加を増やすためのスポーツ行政の現状について話されました。

最後に国連の持続可能な開発目標（SDGs）への提言として、「ジェンダー平等」が「ジェンダーと科学技術イノベーションをつなぐ」「SDGsをつなぐ」「すべての人をつなぐ」という3つの意味を込めた「東京宣言：架け橋（BRIDGE）」を世界に向けて発信し、閉会しました。

オープニングでチェアを務める濵口理事長。

会場の様子。

編集長：上野茂幸／企画・編集：今津杉子・菅野智さと・佐藤勝昭・月岡愛実・鳥井弘之・村上美江
制作：株式会社ミュール／印刷・製本：北越印刷株式会社

Feature

AIPネットワークラボ
若手の躍動と連携で新しい発想を生む

有川 節夫（ありかわ せつお）
AIPネットワークラボ長
放送大学学園理事長

1966年 九州大学大学院理学研究科修士課程修了、九州大学助手、京都大学助手。69年 九州大学理学博士。同大学講師、助教授、教授、大型計算機センター長、附属図書館長、副学長などを経て、同大学総長。AIPネットワークラボ発足時よりラボ長、2017年より放送大学学園理事長。

人工知能（AI）、モノのインターネット（IoT）、ビッグデータなど、急速に進展する情報科学技術がもたらす産業構造の変革は、第4次産業革命とも呼ばれている。政府は「人工知能技術戦略会議」を創設し、人工知能関連技術の研究開発と産業化を産学官連携で推進する方針を打ち出した。

文部科学省の「AIPプロジェクト（人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト）」を理化学研究所と一体的に推進するJSTは、AIPプロジェクトに関連する研究領域からなる「AIPネットワークラボ」を立ち上げ、情報科学分野の次代を担う若い研究者の育成などに取り組んでいる。

Featureでは、有川節夫AIPネットワークラボ長によるラボの紹介および若手研究者へのメッセージと、CRESTの若手研究者を対象とした第1回AIPチャレンジ成果報告会の様子、気鋭のさきがけ研究者を紹介する。

活発な研究推進の土壌づくりを

情報科学研究者が切磋琢磨できる場をつくる

スマートフォンの音声認識など、人工知能は私たちの生活に浸透しつつあり、それを支える情報科学技術の役割は拡大を続けています。そうした中、戦略的創造研究推進事業（➡5ページ末参照）の中で関連する研究領域を結集し、人工知能関連分野の研究を強力に支援するために発足したのが、AIPネットワークラボです。

研究領域は責任者である研究総括を中心としたネットワーク型研究所として運営され、非公開での進捗報告会や公開シンポジウムなどを通じて、研究者同士がネットワークを構築しながら研究を進めてきました。これまで研究領域ごとに取り組んでいた研究者の交流の幅を、AIPプロジェクトに関連する全領域にまで広げ、新しい価値の創造につながるコラボレーションをさらに進めようという試みがAIPネットワークラボです。理化学研究所に設置された革新知能統合研究センター（AIPセンター）とも連携し、一体的にAIPプロジェクトを推進します。

もともと独立して運営されていた研究領域を関連づけていくことは、これまでにな

AIPネットワークラボの全体像

所属は2017年6月時点のものです。

い試みです。いろいろな発想を持った研究者が幅広い分野から集まるので、研究者同士の相互作用によって新しい発想がたくさん生まれてくるものと期待しています。

若者の秘めた力に大きな期待

AIPネットワークラボは、4つの活動方針に沿って運営しています(図)。研究を活発化し、世界から注目される日本発の研究や技術をめざすための方針ですが、そのために重視しているのが若者の力です。

科学の歴史を振り返ると、世界を大きく変える画期的な研究や発明には、20代や30代の若い人たちによって成し遂げられた例が数多くあります。アインシュタインが特殊相対性理論などの重要な論文を発表したのは26歳の時で、自然科学関連のノーベル賞の多くは受賞者が20代や30代の頃の功績に対して贈られています。

若い研究者の人生経験の少なさは、研究ではプラスに働くことがあります。成功するかどうかわからない課題にも、先入観にとらわれず真っすぐに取り組めるからです。多くの研究者が過去の経験に照らして尻込みするような場合にも、果敢に挑戦し、驚くような大きな成果を挙げることがあるのです。

今の若い人たちは表現力が豊かでコミュニケーション能力も高い上、礼儀正しい。学生をはじめとした若手研究者たちがこのような強みを生かしながら、しっかりとキャリアを積み上げていけるように、AIPネットワークラボ全体で育成と教育に力を入れています。

協調性と自立性を育む

CRESTのようなチーム型研究への参加は、若手研究者の育成に役立ちます。研究代表者を中心に数十人の研究者が参加するCRESTでは、研究チームに参加する若手研究者が研究の一部分を担うことになります。経験が浅い若手研究者にとっては、まずは上司や指導する立場の研究者から与えられたテーマにしっかり取り組むことがとても重要です。課題を見いだし、向き合い、解決するためのスキルを身に付けることができますし、チームで研究に取り組む上での協調性も身に付きます。

一方で、チーム型研究では、指導している研究者から指示されたことに意識が集中しがちです。日本の若い研究者の能力は、世界と比べても決して見劣りするものではありませんが、自分自身の研究テーマを見つけて自発的にチャレンジしていくという積極性を後押しする必要があるように感じていました。

そこで、研究者として必要な自立心やリーダーシップ、積極性も身に付けてほしいと考えて新たに実施したのが、CRESTの若手研究者支援プログラム、AIPチャレンジです。AIPネットワークラボのCREST研究に取り組む若手研究者から、主体的に取り組む「CREST研究に資する」研究課題を募り、優れた提案に研究費を支援するものです。自ら提案し、獲得した研究費で主体的に研究を進める経験から、研究者としての自立性、それに伴う喜びや責任の重さを実感し、今後に生かしてほしいと願っています。

研究者としての個の確立を支援する目的では、独創的な若手研究者を見いだし育成するACT-I（アクトアイ）という若手支援プログラムも立ち上げました。これからの情報科学技術にとって何が重要なのか、研究を通じてどのような未来を切り開きたいのかを、研究者自身がよく考えて研究に取り組んでもらいたいという思いを込めて、情報科学分野を幅広く対象とした領域として設定しました。自分自身で温めてきたアイデアに沿って研究に取り組むという経験が、後の研究人生の糧になると考えています。

協調性と自立性は、研究者にとってどちらも大切です。この2つを育むことで、研究者としての可能性はより大きく広がっていくでしょう。チームの中で、いくつものテーマに取り組み、研究に対するスキルを幅広く自分のものにする中で、新しいテーマが見つかることもあります。そのテーマに独りで立ち向かっていく力を身に付けるためにも、AIPチャレンジ、ACT-Iのような支援や、研究発表の機会などを積極的に提供していきたいと考えています。

画期的な枠組みで存在感を示す

AIPネットワークラボに関わる研究者の総数は1,800名ほどになります。2017年度発足の研究領域もありますから、規模はさらに大きくなっていきます。情報科学分野でこれだけ大規模なプロジェクトは他にありませんし、人材育成を含めた画期的な取り組みが進められています。将来にわたる日本の大きな財産です。

重視しているのは、ラボ内外との連携です。連携による相乗効果を期待し、ラボ内の複数の研究領域が共同で開催する研究会や国際シンポジウムへの支援制度を設け、さらなる連携を促進していきます。国際的な連携としては、昨年11月にAIPネットワークラボ主催でJST・NSF（アメリカ国立科学財団）国際連携シンポジウムを開催し、今後も連携を深めていこうと考えています。AIPネットワークラボが日本の情報科学分野を代表する受け皿として、さまざまな国の研究機関や企業と連携する土台をつくっていければ、国際共同研究などがさらに盛んになるでしょう。

AIPネットワークラボは、研究者が新しい試みにチャレンジし、さまざまな連携により研究を活発に進めるための土壌づくりをしていきます。今後は、ラボから生まれた研究成果を国内外に積極的に発信することで、情報科学分野での日本の存在感を高めていきたいと考えています。AIPネットワークラボを順調に発展させ、トップクラスの研究成果を世界に発信できるように、世界で通用する優れた研究者を輩出できるように取り組んでいきます。

関連記事：『JSTnews』2016年11月号p10-11「AIPネットワークラボが始動」

＊戦略的創造研究推進事業とは

将来の社会経済に大きな影響をもたらす新技術シーズを創出するための目標として、文部科学省が定めた「戦略目標」の達成をめざす事業。チームで研究を実施するプログラム（CREST）、個人で研究を実施するプログラム（さきがけ、ACT-I）などからなる。

TEXT：荒船良孝／PHOTO：浅賀俊一／編集協力：横井伸司（戦略研究推進部）

ICTの未来をつくる 若手研究者のチャレンジ

情報科学分野の若手研究者を育成するAIPチャレンジ。
4月21～22日、千葉県海浜幕張で開催された
「第1回AIPチャレンジ成果報告会」に全国から29名の
若手研究者が集い、自らの研究と熱い想いを語り合った現場をレポートする。

AIPネットワークラボ長賞第1位に輝いた、東京大学大学院修士課程2年の胡緯華さん。「機械学習を実世界へ適用した際に発生する問題に注目したことが評価されたのだと思います」と受賞の喜びを語った。

自分の名前で勝負するチャンス

情報科学分野の研究を盛り上げ、世界に対抗していくには、豊かな発想に満ちた若手研究者の力が欠かせない。若手研究者自らが代表者になり、自分で見つけた研究テーマに取り組む経験は、これからの研究人生の糧になる。

それを実現し得るユニークな試みがAIPチャレンジだ。AIPネットワークラボのCREST研究チームに所属する若手研究者が対象で、CRESTの研究に資することを条件に、上限100万円の研究費を支援する。初回となる昨年度は、「ビッグデータ基盤」、「ビッグデータ応用」、「知的情報処理」の3つの研究領域から、大学院生を含む29名が参加した。

研究費に加えて、研究内容についての議論や交流を深める場を提供することが、若手研究者を大きく成長させる。それが、1泊2日の合宿形式で企画された「第1回AIPチャレンジ成果報告会」だ。自分の名前で勝負できるチャンスを得て、これまで挑戦してきた研究を披露する。

同年代の研究者との新しい出会いをもたらすだけでなく、3つの研究領域から研究総括や領域アドバイザーが9名も出席するなど、憧れの大先輩から直接アドバイスを受けられる貴重な機会だ。

若手研究者の「チャレンジ」29連発

いよいよプレゼンテーションがスタートする。幅広い分野から集まった研究者からどんな話を聞けるのかと、期待に満ちた面持ちだ。

トップバッターは、慶應義塾大学特任助教の伊藤勇太さん。目に点光源を照射した時に水晶体で光の像が結ばれる位置と、それと少しずれた位置にできる光源の反射像を、ヘッドマウントディスプレイのカメラで撮影し、実験室環境で約3センチメートルの誤差で単眼での焦点距離を推定した。人間の目がどこを見て、どのように反応するかを推定する技術は、バーチャルリアリティなどの実現に重要だ。

人工知能の中心的な技術である機械学習のアルゴリズム設計、ロボットに人間と同じような物体認識や言語獲得をさせる研究、地域社会など大規模な合意形成の支援システム、気象や感染症のシミュレーション解析など、分野や方法論は多岐に及んだ。

最初にプレゼンテーションした慶應義塾大学特任助教の伊藤勇太さん。自身の片目を押さえるなどのジェスチャーを交えながら、表現力豊かに語った。AIPネットワークラボ長賞第4位。

他者との身体接触を可視化することに挑んだのは、筑波大学研究員の蜂須拓さん。開発した腕輪型の機器は、握手などで身体に接触すると発光し、さらに握手する2人の腕を振動が波のように伝わっていく。相手との接触を視覚や触覚で意識させる効果があり、自閉症スペクトラム障がいの子どもが他者と触れ合うきっかけをつくりたいと考えている。

研究とともにイベント企画の報告もあった。名古屋工業大学助教の梅津祐太さんと名古屋大学特任助教の松井孝太さんは、数理統計と機械学習の研究者の交流や共同研究を狙ったシンポジウムを今年2月に開催した。

若手研究者だけでなく、研究総括や領域アドバイザーも加わり、深夜まで熱心な議論が続いた。筑波大学研究員の蜂須拓さん。AIPネットワークラボ長賞第4位。

プレゼンテーションで、1人に与えられた時間は6分。使えるスライド数はわずか2枚だ。専門用語をわかりやすくするなど、異分野の研究者にも理解してもらうための工夫がされ、若手研究者の表現力の豊かさが感じられた。

研究総括と領域アドバイザーも真剣勝負

夕食後、ポスターセッションが始まるやいなや、会場のあちこちで活発な議論が繰り広げられた。プレゼンテーションだけではなく、夜遅くまで熱気に包まれた雰囲気で十分に議論できるのが、合宿形式の醍醐味だ。

生き生きとした表情で研究内容を説明し、質問や意見に真剣に向き合う若手研究者の姿が印象的だ。東京大学大学院修士課程2年の胡緯華さんも、その1人だ。胡さんの研究する機械学習技術は実世界での大規模な実用化が期待されている。しかし実世界は不確実で、予測分布の変化やセンサーの故障により、予測するデータが学習時と異なる性質を示す可能性がある。そこで、実データが学習データとある程度ずれても、予測性能の低下を抑える手法を開発した。

「コンピューターの視覚認識の研究者と意見交換できました」と、早速に報告会の手応えを語るのは、東京大学特任助教の樋口啓太さんだ。ヘルメットなどに装着したカメラで撮影した動画は、まるで自分の目

徳山 豪 アドバイザー
宮野 悟 アドバイザー
土井 美和子 アドバイザー
田中 譲 研究総括
有川 節夫 ラボ長
萩田 紀博 研究総括
柴山 悦哉 副研究総括
荒川 薫 アドバイザー
天野 肇 アドバイザー
栄藤 稔 アドバイザー

■：「ビッグデータ基盤」領域
■：「ビッグデータ応用」領域
■：「知的情報処理」領域

研究者の出会いの場にもなったポスターセッション。東京大学特任助教の樋口啓太さん。AIPネットワークラボ長賞第3位。

線から見ているような臨場感にあふれている。一方で、視聴したい情報だけを検索することや、装着者自身や他者との位置関係を把握することが困難といった課題がある。このような一人称動画の効率的な閲覧方法の開発には、顔や手腕の検出技術が重要な役割を果たすので、コンピューターによる視覚認識の専門知識が欠かせない。

研究総括や領域アドバイザーも積極的に質問し、議論を盛り上げていた。研究総括らが自分の研究領域を越えて、こうして若手研究者に直接アドバイスする姿は、まさに「若手研究者の育成と教育に、ラボ全体で取り組む」というAIPネットワークラボならではの活動方針を体現している。

異分野の仲間と新しいアイデアを

「個人としてたたかう力を身に付けるのはもちろん、いろいろなことに挑戦して仲間をつくってほしい」と、「ビッグデータ基盤」研究領域の柴山悦哉副研究総括は語る。「近い分野の研究者には、学会でいつでも会えます。情報科学分野は変化が激しいので、長い研究人生で研究対象が変わることもあるでしょう。その時こそ、この報告会で優秀な異分野の研究者と出会ったことが生きてきます」。

AIPチャレンジで唯一、農業をテーマにしているのが、農研機構任期付研究員の臼井靖浩さんだ。遺伝的背景の異なるテンサイの生育と環境の時系列変動データを取得し、生育と環境との因果関係を見いだすことで、病気に強い品種のスクリーニング手法を開発しようとしている。あるアルゴリズム研究者は「理論研究が中心なので、臼井さんのように蓄積された農業ビッグデータは持っていませんでした。実際の応用に触れられる研究は面白く、ぜひ協力関係を築きたいと思いました」と共同研究に意欲的だった。

「知的情報処理」研究領域の萩田紀博研究総括は、「相手とたたかってこそ、本当の調和が生まれる。自分が今、解きたい問題に対して、必要なチームを新たにつくれる人になってもらいたい」と期待を寄せた。「若い時代に培った人脈や経験は、長い研究者人生でかけがえのない財産となる」と、研究総括らは口を揃えて言う。異なる文化が出会えば、新しい文化の芽が生まれるように、この報告会をきっかけに、新しい研究の種がまかれ、未来で花開くことだろう。

「AIPチャレンジは、私にとっても大きなチャレンジでした」と有川ラボ長。「自らのアイデアで新しい研究テーマを見つけ、果敢に挑戦していることがよくわかりました」とたたえ、参加者の互選で優れた研究に選ばれた上位5名にAIPネットワークラボ長賞を贈った。

見事、第1位に輝いた胡さんは、自分の名前が呼ばれて驚きながらも、「機械学習の分野は進展が速く、それに追いつきながら、新しい結果を出すことは大変だったので、とても嬉しいです」と笑顔で喜びを語った。

研究発表と議論の場でもまれ、研究者として大いに鍛えられる経験は、普段の研究活動では得難い価値がある。AIPネットワークラボは、これからも次世代を担う若手研究者に活躍の場を提供し、世界トップレベルの研究者の育成に取り組んでいく。

AIPネットワークラボ長賞の表彰。農研機構任期付研究員の臼井靖浩さんは、AIPネットワークラボ長賞第2位に輝いた。

画期的な研究の芽を育てるきっかけに

夜が明け、第1回AIPチャレンジ成果報告会は、まもなく幕を閉じようとしている。若手研究者たちはすっかり打ち解けた様子だ。前日はポスターセッション終了後も、夜遅くまで研究や今後のキャリアについて話し合ったのだという。

「ビッグデータ応用」研究領域の田中譲研究総括は、ウォルト・ディズニーの「Think, Believe, Dream and Dare（考え、信じ、夢見て、挑戦する）」という言葉を贈った。1人1人の「チャレンジ」はまだ始まったばかりだが、研究者として大きな一歩を踏み出し、世界に羽ばたこうとしている。

AIPネットワークラボ長賞の投票。

AIPネットワークラボ長賞の受賞者と研究テーマ

順位	受賞者	研究テーマ
1位	胡 緯華（こ いか） 東京大学 大学院情報理工学系研究科 修士課程2年	実世界データの不確実性を考慮した信頼性のある機械学習に関する研究
2位	臼井 靖浩（うすい やすひろ） 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 任期付研究員	群落温度差異を利用したてん菜耐病性系統のスクリーニング手法の開発
3位	樋口 啓太（ひぐち けいた） 東京大学 生産技術研究所 特任助教	一人称視点映像の効率的な閲覧支援手法
4位	伊藤 勇太（いとう ゆうた） 慶應義塾大学 大学院理工学研究科 特任助教	Purkinje反射像を用いた単眼向け自由視線焦点距離推定手法の開発
4位	蜂須 拓（はちす たく） 筑波大学 システム情報系 研究員	触振動刺激提示による身体接触の顕在化と接触行動の促進

TEXT：荒舩良孝／PHOTO：田中章雅／編集協力：横井伸司（戦略研究推進部）

佐藤 一誠（さとう いっせい）
東京大学大学院
新領域創成科学研究科講師

2011年 東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了、博士（情報理工学）。同年～15年8月まで東京大学情報基盤センター助教を兼任。15年9月より現職。さきがけ研究課題：統計的潜在意味解析によるデータ駆動インテリジェンスの創発

データを共有せずに機械学習で医師の画像診断を支援

疾患の発見に欠かせない画像装置の普及に伴い、医師が診断する画像データの量や種類は増えている。東京大学大学院新領域創成科学研究科の佐藤一誠講師は、個人情報である画像データを病院間で共有しなくても、共有した場合と同様に脳動脈瘤検知システムの精度を向上させる機械学習手法を開発した。

1検査で数百枚の画像

MRI（核磁気共鳴画像装置）やCT（コンピューター断層撮影）などの高性能な画像装置が普及している。疑われる疾患に応じて多様な検査が行われ、診断に使用される画像データは膨大になるとともに、複雑化している。「症例にもよりますが、1検査当たりの画像は300～500枚で、これを30分程度で確認しなければなりません。検査画像の診断を専門とする読影医の数は限られ、分析が追いつかないのが現状です」と佐藤さんは現場の問題点を指摘する。

1人の医師の読影数が1日で1万枚に達することも珍しくない医用画像は、まさにビックデータといえる。佐藤さんは東京大学医学部附属病院と共同で、脳動脈瘤を対象に、機械学習による医用画像読影支援システムを開発している。機械学習では、コンピューターがデータから反復的に学習して一定のパターンを見つけだし、未知のデータに対する結果を予測する。佐藤さんらが開発しているシステムは、脳動脈瘤の形態特徴に基づき、病変候補を検知する。医師の負担を軽くし、病変を見落とす危険性を減らすことをめざしている。

データを共有しない学習手法

読影支援システム開発に用いたのは、東大病院の頭部MRA（磁気共鳴血管造影）画像データである。東大病院よりも脳動脈瘤の学習データが少ない病院では、読影支援システムの学習を十分行うことができない。データの少ない領域（病院）で学習する際に、他の利用可能な領域（東大病院）のデータを用いることで予測性能を高める方法として、転移学習という機械学習手法が知られている。

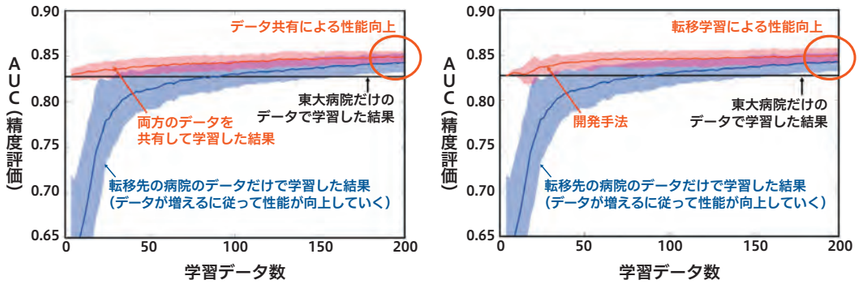
転移学習はデータを共有することが一般的だが、複数の病院でデータを共有すれば症例は集まっても、個人情報保護の問題がある。さらに転移学習では、先行の学習が後の学習に影響を与えて、性能が下がる「負の転移」が起こることがある。「実際、病院によって画像装置や撮影条件が違うため、学習データを単に共有しただけでは負の転移が起こることが実験で確かめられました。東大病院のデータで転移学習を用いるためには、これらの問題を解決する必要がありました」。

そこで、データを共有しなくてもよい転移学習アルゴリズムを開発した。データそのものではなく、入力データに応じた出力結果のみを転移する。それだけでなく、負の転移による予測性能の劣化を理論的に抑制できるという画期的な手法である。

使いやすいシステムをめざす

この読影支援システムは東大病院を含む13施設で臨床試用中である。将来、日本中の病院に導入され、各地域の病院における診断を支援することが目標である。「医療現場で本当に実用的なシステムにするためには、システムの全体的な設計に機械学習の研究者が関わることが重要です」と佐藤さんは実感している。「病変検知機能」と「学習機能」だけでなく、「学習データ取得機能」も備え、日常の診断で学習データを蓄積できる仕組みにしている。

血液細胞の診断など他の疾患に対する研究も始めている。とはいえ、疾患によって判断基準や求められる精度が異なり、課題も多いが「現場と綿密に連携しながらこつこつと地道に取り組んでいます」と意気込みを語る。医用画像の読影だけでなく、個人情報保護などの問題からデータ共有の難しい領域への応用が期待されている。



東大病院と検査機器の性質が異なる病院で、脳動脈瘤診断の読影支援システムを転移学習した結果。左はデータを共有して学習したもの、右はデータを共有せず開発した手法の転移学習を用いたもの。データを共有しなくても同等の結果が出ている。

編集協力：辻本和典（戦略研究推進部）

コンピューター常時装着時代の人間の幸福を探る

スマートフォンや頭部や眼鏡に取り付ける装着型ディスプレイなどの普及により、私たちは多くの情報を日常的に受け取るようになった。神戸大学大学院工学系研究科の寺田努准教授は、情報技術の便利さや楽しさだけでなく、負の要素も探り、その影響を踏まえた情報提示環境の確立をめざしている。

寺田 努（てらだ つとむ）
神戸大学大学院工学系研究科准教授
2000年 大阪大学院工学研究科博士後期課程退学、同大学サイバーメディアセンター助手。同講師を経て、07年より現職。さきがけ研究課題：「提示系心理情報学」確立のためのウェアラブルシステムプラットフォーム

「携帯」から「装着」へ

スマートフォンの次は、身体に装着して利用するスマートウオッチや装着型ディスプレイなどのウエアラブルデバイスが普及すると考えられている。ウエアラブルデバイスは端末を「持ち歩くもの」から「身に着けるもの」へと発展させ、情報技術の可能性がさらに広がると期待されている。

現在は健康管理機器によって歩数や心拍数などの生体情報を簡単に得ることができるが、その情報は利用者が自ら計測して確認する必要がある。しかし、今後は計測された情報が身に着けたデバイスによって自動的に提示され、情報を受動的に受け取ることになるだろう。「ウエアラブルデバイスが普及すれば、私たちはさまざまな情報を常に見ながら生活することになります。けれども、提示される情報が、私たちの身体や行動にどんな影響を与えるかはまだわかっていません」とウエアラブルデバイスによる計測・数値化などを研究する寺田さんは言う。

人は提示情報に左右される

不調を感じて体温を測り、発熱していることがわかると、さらに具合が悪くなったという経験はないだろうか。これは、あいまいだった生体情報が数値化されて示されたことによって、身体に影響を与えたためと考えられる。

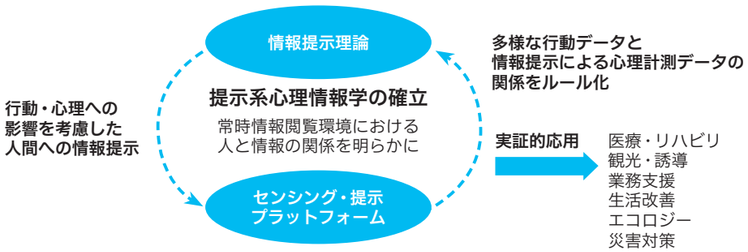
寺田さんは、提示する生体情報によって身体に影響が出るのかを調べてみた。実験では、装着したディスプレイに提示される心拍数を見ながら、30分程度で論文の概要を発表してもらった。個人差はあるが、緊張して心拍数が上がったときに計測された心拍数より低い偽の数値を提示すると、実際に心拍数が下がる傾向が見られた。「これはプラシーボ効果とよく似ています。偽の薬を本物の薬だと信じ込むことで効果がみられるのがプラシーボ効果ですが、操作された情報の提示によっても同様の変化が起こるのです」。

装着型ディスプレイを使った別の実験からは、特に意識していなくても、視界に入っている情報が人の行動に影響することもわかってきた。実験では、視界の端に小さくディスプレイが見える、眼鏡の形をした装着型ディスプレイを着けた状態で、街を歩き回りながら自由に写真を撮ってもらう。この時、ディスプレイにはカメラアプリのアイコンとして、建物、乗り物、自然のいずれかの画像が提示されている。撮影された写真の傾向を見ると、提示されていた画像が建物であれば建物を、乗り物であれば乗り物を多く撮影するといった具合に、自由に写真を撮っていたつもりでも、ディスプレイに表示された画像の影響を受けていたのだ。

新たな技術を安心して使うために

これらの結果は、情報提示で人の状態や行動を制御できる可能性を示している。うまく使えば緊張の緩和など良い効果が期待できる一方で、人を操作するなど悪い目的にも使えてしまう。「ウエアラブルデバイスの普及を見据え、情報を有意義に活用するための応用システムの開発や情報を安全に活用するためのガイドラインをつくることが必要です。そのためにも、まず、情報提示が人に及ぼす影響を明らかにしなければなりません」と寺田さんは強調する。「ウエアラブルデバイスは未知のデバイスですから、この技術をよく知っている開発者こそがやるべきです。デメリットも含めてきちんと検証することで、社会の信頼を得られると考えています」。

このように考える寺田さんは情報技術から心理学までさまざまな側面で影響を調べ、提示系心理情報学という新たな分野をつくることをめざしている。未知のデバイスに過剰に期待するでも恐れるでもなく、等身大に評価して社会インフラとして活用するために、なくてはならない研究として大きな期待がかかる。



提示系心理情報学のイメージ。情報提示理論とセンシング（計測）技術や提示環境の基盤整備との双方の研究を、車の両輪のようにバランスよく行うべきだと寺田さんは主張している。

編集協力：小野寺明朗（戦略研究推進部）

リアルタイムの未来予測で社会を豊かに

熊本大学大学院先端科学研究部の松原靖子助教は、さまざまな分野の時系列ビッグデータを活用するための基盤技術を開発する。刻一刻と変化する情報をリアルタイムで解析し、未来を予測することで社会を変革することをめざしている。

松原 靖子（まつばら やすこ）
熊本大学大学院先端科学研究部助教
2012年 京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。NTTコミュニケーション科学基礎研究所を経て、14年より現職。さきがけ研究課題：複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築

ビッグデータで社会を豊かに

車載センサーなどで時々刻々と計測される大量のデータを時系列ビッグデータと呼ぶ。交通や医療、経済、環境などさまざまな分野で時系列ビッグデータが得られているが、あまりにも大量なデータはこれまで管理しきれず、有効に活用されてこなかった。松原さんは、時系列ビッグデータの解析によるリアルタイム予測技術を開発し、ビッグデータから有用な知見を取り出し、ビジネスや医療福祉など社会に役立てることをめざしている。

リアルタイム予測とは、データの流れに合わせて瞬時にデータを解析し、自然現象や社会現象がその先どのように変化するのかを予測することだ。次に起こることを予測できれば状況に合わせた最適な行動をとることができる。「過去のデータの解析により事故につながる要素を抽出しておき、刻一刻と変化するデータのリアルタイム解析からその要素を見いだせれば、致命的な事故を瞬時に予測して防ぐことができるかもしれません。このような技術が実用化されれば、社会はもっと安全で豊かになるでしょう」。

リアルタイム予測への挑戦

ビッグデータはデータの量が多いだけでなく、種類も多く変化も激しいため、従来のシステムでは取り扱うことが難しかった。中でも時系列ビッグデータは、時間とともに流れていく、始めと終わりのないデータなのでなおさら難しい。時系列ビッグデータを理解し解析する技術の開発は挑戦だが、だからこそ研究する価値があると松原さんは考えている。

めざしているのは、数学モデリングや大規模解析、特徴抽出などを駆使して、多種多様な時系列ビッグデータの中からさまざまな社会現象を解析、モデル化する技術、リアルタイムで得られた知識を活用する技術の実用化だ。

「膨大なデータを集めて特徴を抽出し、解析するとまったく違う種類のデータでも共通するルールを見つけることができます。データを組み合わせ、数式やモデルを組み合わせていくと、汎用性のあるアルゴリズムをつくることができ、将来を予測できます」。

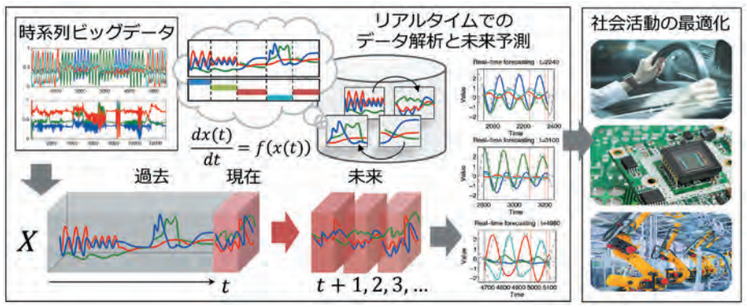
リアルタイム予測で重視されるのは高い精度とスピードの両立だ。それに加え、松原さんは技術の実用化のために、どうすれば役に立つデータを得られるのかを常に考えているという。

未来予測には夢がある

松原さんのリアルタイム予測は企業の注目も集めている。企業では、膨大なデータを持っていても活用しきれていないのが現状だ。「工場などでデータから過去の不具合の兆候を抽出し、リアルタイムでデータを解析しながら操業することで、同様の不具合を事前に防ぐことができるかもしれません。時系列ビッグデータを活用することによって、作業の安全性や収益性を高めるなど付加価値を付けることができます。リアルタイム予測で情報活用などのソフト面でも日本の技術をもっと向上させたい。企業の方とお話ししていると、ものづくりに対する温かな『思い』や熱意を感じます。その『思い』に応えたいのです」。

成果を論文として発表するだけでなく、技術の普及のためのチュートリアル講演や多数の企業との共同研究など、研究成果を社会に役立たせるための国内外での活動にも積極的に取り組んでいる。

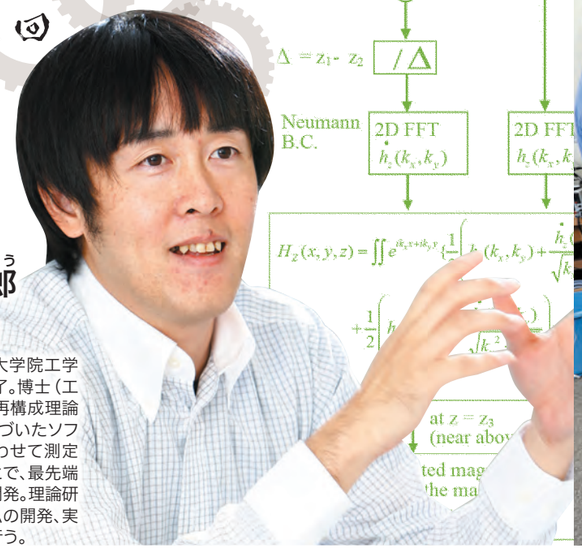
「情報にはたくさんの価値や可能性があります。情報で未来を予測することには夢があるのです。見た目は1枚の画面ですが、その奥に深い世界が広がっていて、コンピューター1台と『思い』さえあれば、世界に通用する技術をつくることができるのです」。誰かの役に立ちたいという思いを原動力に、リアルタイム予測で社会を変革させることをめざしている。



さまざまなビッグデータを用いて自然・社会現象をリアルタイムに解析・予測し、社会活動の最適化につなげる。

TEXT：佐藤成美（p9〜11）／PHOTO：浅賀俊一（p9、10）・辻内真理（p11）／編集協力：横井伸司（戦略研究推進部）

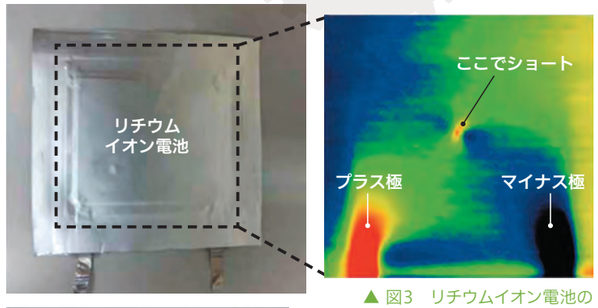
はかる 第2回



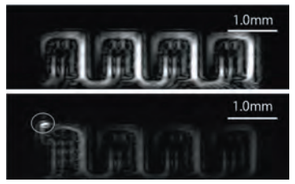
木村 建次郎（きむら けんじろう）
神戸大学大学院
理学研究科 准教授

2006年 京都大学大学院工学研究科博士課程修了。博士（工学）。世界初の画像再構成理論を開発し、これに基づいたソフトウエア技術に合わせて測定装置を設計することで、最先端の計測システムを開発。理論研究から計測システムの開発、実用化まで一貫して行う。

図2　電池用－高分解能電流経路映像化システムのソフトウエア画面を見る研究室のスタッフ。手前から、美馬勇輝企業研究員と学生の松田聖樹さん、鈴木章吾さん。



▲ 図3　リチウムイオン電池の内部に生じたショートの箇所が、はっきりと示されている。



◀ 図4　青色LEDチップ内の電流分布を可視化した画像。上は正常なLEDチップ、下は欠陥のあるLEDチップ。

世界初の理論とソフトウエア技術により
電池内部の電流を非破壊で見る

携帯電話や電気自動車などに用いられるリチウムイオン電池は、需要が高まる一方で、数多くの炎上事故が起き、精密な安全管理が求められている。この課題を解決するため、神戸大学大学院理学研究科の木村建次郎准教授は、電池内部の電流を映像化する計測システムを開発した。独自の発想とソフトウエア技術で次々に革新的な計測機器を生み出す木村さんの研究室を訪ねた。

図1　電池用－高分解能電流経路映像化システム。磁気センサーが電池の表面をスキャンし、電池から漏れる磁場を計測する。

リチウムイオン畜電池の健康診断

より大きなエネルギーを蓄えられるリチウムイオン電池が求められている。スマートフォンはいつも電池の残量を気にしなくてはならず、電気自動車の走行可能距離をガソリン車並みに長くしようとすると、特大の電池が必要だ。

「蓄電容量を劇的に増やす方法はシンプルです。リチウムを多く入れればいい。それがなかなか難しいのは、リチウムという物質が扱いにくいからです。リチウムは充電を繰り返すうちに、樹状に結晶化していき、電極から剥離したり、内部でプラスとマイナスが直接つながったりといった不具合が起こりやすくなります。この危険性を何とか排除したい。そう考えて作ったのが、私たちの計測システムです（図1・図2）」。

こう語る木村さんは、世界で初めて電池を破壊せずに、中の電流を透かして映像にする理論と技術を生み出した。この技術を使えば、リチウムイオン電池内部の異物やショートした箇所をはっきりと見ることができ（図3）、大容量電池の安全な管理などへの応用も期待できる。

「検診で病気を早期に発見できれば、治る確率を高められますよね。それと同じです。リチウムイオン電池向けの画像診断システムを作りたかったのです」。

ますます高まるリチウムイオン電池の需要を受け、生産現場では大量の製品を短時間で検査しなくてはならない。木村さんは、大手の電機メーカーなどと組み、検査装置を生産ラインに組み込む開発を進めている。

「実際の製造環境で充電・放電中の電池内部を測れるのが特長です。製造しながら、短時間で不良品がないか検査します」と胸を張る。

磁場を計測し内部の電流を可視化

木村さんの真骨頂は、実は独自の理論に基づく計算手法にあり、これによって世界最高性能が達成されている。このため既存の測定装置に合わせてソフトウエアを設計するのではなく、計算手法の入ったソフトウエアに合わせて、測定装置を設計し、革新的な技術を編み出していく。

「電流がどのように流れたら、磁場がどのように発生するかは、電磁場の基礎方程式であるマックスウェルの方程式に記述されています。多くの研究者が、電池の周りの磁場を測れば、電池のことがわかるのではないかと考えていたのですが、そう簡単ではありません。蓄電池内では、正（プラス）極から負（マイナス）極へと3次元的に電流が流れていますが、測定で得られるのは、蓄電池の周囲の2次元的な磁場の空間分布に関する情報だからです」。

木村さんは、蓄電池が正極と負極の板で挟まれた薄い大きな膜のような構造をしており、3次元の電流も、2次元的な膜に閉じ込められたものとみなせると考えた。そして、この様相を数式として表現し、解析的に解くことで、測定可能な磁場情報から電池内の電流を記述することに成功した。

「私の仕事は、このように、観測結果から物理学の因果関係を逆方向にたどり、その原因を見いだすことです。この『たどる』という方法に関して、電池の品質管理や医療など人の安全を左右する重要な決断を下すデータを生成する際に、最も重要なことは、①結果に任意性がないこと、②測定条件が変わっても計測システムの電気的、機械的構成が変わらず汎用性が高いこと、③市販の計算機を用いて現実的な時間で計算できるアルゴリズムであることです。そうでなければ、重要なシーンでまったく活用されないし、普及もしないからです」。

同じ理論を使えば、電池内部の電流だけではなく、半導体チップなどの回路内の電流も、明瞭に画像化できる（図4）。電流がどこで発生し、どこを、どのように流れているのかを可視化することで、複雑な電子機器を分解・破壊しなくても配線の断線、ショートなどの不良箇所を即座に特定でき、より安全で高品質の製品が作れるようになる。

一般に、原因から結果を導く「順問題」より、結果から原因を決定する「逆問題」の方がはるかに難しい。木村さんが作る計測システムの独自性や画期性は、独自の計算手法を使って結果の現象から原因を世界最高性能の速度で正確に見つけ出すことにある。生み出される理論や技術は進化し続け、新たな分野へ進出している。

理論を応用しトンネルや乳がんを検査

研究開発は電流の可視化に留まらず、トンネル壁面の安全性を短時間で確かめる検査装置がすでに実用化されている。

「鉄道会社では、私たちが作った計測ソフトウエアを載せた検査用車両をトンネル内で走らせながら点検して、コンクリート壁面に亀裂などの劣化がないか、正確に調べています」。

この装置では、走行中の電車から電波を飛ばして壁に当て、反射して戻ってきたものをレーダーでキャッチするのだという。

「これも計算理論が大きなポイントで、『散乱場の逆解析理論』というものを使って、結果として現れている現象から原因となるものをイメージ化するのです」。

最近では、この逆解析理論を基に乳がんの検査装置を開発し（図5）、従来の乳がん画像診断機器を凌駕する性能が見いだされている。木村さんが作ったプロトタイプを多くの患者さんに適用したところ、その感度は9割以上だったという。

「現在普及している多くの計測システムは、欧米の独壇場です。それは、原理の考案者が強力なリーダーシップの下で、企業を巻き込んで一気に世界に普及させてきたからです。私たちは今後、日本で誕生したこの最高性能の計測システムの特許を世界各地で成立させ、デファクトスタンダード（世界標準）にしていきます」。

図5　乳がんの検査装置のプローブを手に持ちテストをする大学院生の稲垣明里さん。

TEXT：宇津木聡史／PHOTO：浅賀俊一／編集協力：産学連携展開部

1 研究成果

戦略的創造研究推進事業ERATO
「川原万有情報網プロジェクト」

印刷技術で薄くてやわらかいモーターを実現

ロボットというと金属製の硬いボディを思い浮かべますが、生物に似た動きや、人にぶつかった場合の安全性などに注目して、やわらかな体を持つ「ソフトロボット」の研究が急速に進んでいます。ただし、これまでのソフトロボットにおいても、関節を曲げ伸ばしする駆動源は、電気モーターや圧縮空気ポンプなど金属製の重い部品で構成されており、その小型化、軽量化には多くの課題が残されていました。

東京大学大学院情報理工学系研究科の川原圭博准教授、新山龍馬講師らは、構成部品がすべてやわらかく軽量なモーターを印刷技術で作ることに成功しました。このモーターは電気や圧縮空気の代わりに熱を用います。低温で沸騰する液体が入ったプラスチックの袋を、導電インク技術で印刷した薄くてやわらかいヒーターで加熱することで、袋の内部で液体が気化・膨張し、モーターの駆動力を得る仕組みです。自然冷却によってモーターは繰り返し動きます。また、配線やタッチセンサー、アンテナなどもモーターと一緒に印刷すれば、簡単に一体化できます。

作製したモーターは、大きさ80ミリメートル×25ミリメートル、重量が約3グラムと非常に軽量でありながら、実験では小指程度の曲げ力に相当する最大約0.1ニュートン・メートルの回転力を発生でき、最大動作角度は90度に達しました。

やわらかく薄い特徴に加えて、装置が安価で作業時間が短くて済むため、工業用途だけではなく家庭や学校教育現場など、さまざまな場所での活用が期待されます。

ソフトロボットにより植物のやわらかさと動きを再現した例。タッチセンサーとモーターの一体化によってハエトリソウを模したソフトロボットを作製した。

2 研究成果

イノベーションハブ構築支援事業
採択課題「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ」
戦略的創造研究推進事業CREST
研究領域「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」
研究課題「メカノ・サーマル機能化による多機能汎用熱電デバイスの開発」

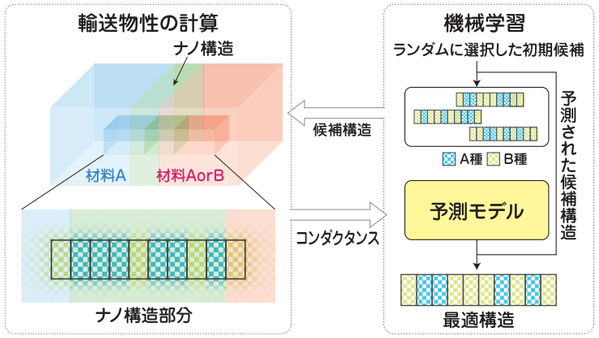
機械学習により熱流を制御するナノ構造物質の最適設計に成功

材料の内部にナノスケールの構造を作製して、熱輸送を制御する技術が注目されています。これらの進展には熱輸送の計算科学の発展が望まれていましたが、最適な構造を設計する試みは行われていませんでした。

東京大学大学院工学系研究科の塩見淳一郎准教授と同大学大学院新領域創成科学研究科の津田宏治教授(ともに物質・材料研究機構（NIMS）情報統合型物質・材料研究拠点兼任)らは、熱抵抗を最大または最小にする最適なナノ構造を、従来の数パーセントの計算量で特定する計算手法を開発し、非直感的な新規ナノ構造を設計することに成功しました。

塩見准教授らが研究するナノ構造の熱輸送を計算する手法と、津田教授らが開発した「ベイズ最適化」という手法を使った物性の予測や結晶構造の最適化などを高速に行えるソフトウエア（COMBO）を組み合わせることによって、ナノ構造を最適化する新しい手法を開発しました。シリコンとゲルマニウムから構成される材料を用いることで、すべての候補を計算せずに、数パーセントの数を計算するだけで最適構造を特定できることを明らかにしました。

この成果により、材料科学とデータ科学を融合したマテリアルズ・インフォマティクス（MI）が熱機能ナノ材料の開発に役立つことがわかりました。イノベーションハブ構築支援事業では、NIMS情報統合型物質・材料研究拠点に100名を超える材料科学者とデータ科学者が集結し、データ駆動型の研究手法の開発に取り組んでいます。また、コンソーシアムを発足させ、MI分野のハブ拠点化をめざしています。さらに、CRESTなどの支援を活用した応用研究も行われています。今後、光や電子デバイスなどの放熱、熱遮蔽による機器保護、熱電変換素子の効率向上などへの応用が期待されます。



熱抵抗が最大または最小になるナノ構造を同定する計算手法の概略図。

3 研究成果

戦略的創造研究推進事業CREST
研究領域「ライフサイエンスの革新を目指した構造生命科学と先端的基盤技術」
研究課題「小胞体恒常性維持機構：Redox、Ca^{2+}、タンパク質品質管理のクロストーク」

細胞内でたんぱく質の不良品を分解するメカニズムを解明 神経変性疾患の原因解明に貢献

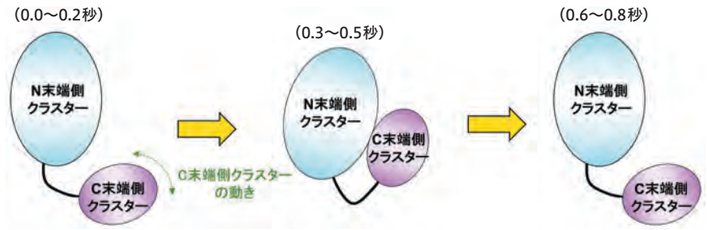
人間の体内では絶えずたんぱく質が作られていますが、細胞内では、正常なたんぱく質を作ると同時に、異常なたんぱく質を速やかに分解・除去する巧妙な品質管理が行われています。

たんぱく質は、多くのアミノ酸が組み合わさった「複雑な立体構造」を持ち、正常な立体構造を形成するためには、システインというアミノ酸同士が結びつく「ジスルフィド結合」が非常に重要であると考えられています。一方で、まれに誤ったシステイン間でジスルフィド結合が形成され不良品の「構造異常たんぱく質」ができることがあります。これを分解する上で重要な働きをするのが、ERdj5と呼ばれる「ジスルフィド結合開裂酵素」です。

しかし、さまざまな大きさやジスルフィド結合の数を持つ構造異常たんぱく質に対して、どのように効率よくジスルフィド結合を還元するのかはわかっていませんでした。

東北大学多元物質科学研究所の稲葉謙次教授らは、X線結晶構造解析という手法を用いて、ERdj5のクラスター間の配向が異なる2つの状態の構造を高分解能で決定しました。さらに、分子の動きを1分子レベルで観察できる高速原子間力顕微鏡（高速AFM）を用いて、C末端側クラスターが、N末端側クラスターに対して高速に動いている様子を世界で初めて観察しました。この結果から、ERdj5のC末端側クラスターの動きが、不良品たんぱく質のジスルフィド結合を効率的に還元し、分解する重要な役割をしていることを明らかにしました。

このような神経変性疾患の主要な要因の1つとして、細胞内に不良品たんぱく質が過剰に蓄積することが挙げられますが、本研究がこれらの疾患に対する分子構造レベルでの原因解明につながると期待されています。



高速原子間力顕微鏡（高速AFM）により観察したERdj5のクラスターの動きの経時変化の模式図。0.0〜0.2秒のイメージではC末端側クラスターが開き、0.3〜0.5秒のイメージではC末端側クラスターが閉じ、0.6〜0.8秒のイメージではC末端側クラスターがまた開く様子を表している。

4 研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ
研究領域「分子技術と新機能創出」
研究課題「協同効果的にがん集積可能な超分子メタルフリー造影剤の開発」

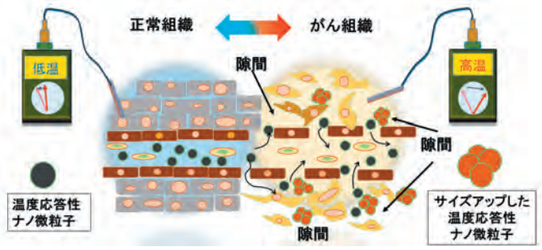
ナノ微粒子ががん組織だけに集まる仕組みを開発

副作用なしにがん治療を受けられることは、多くのがん患者や家族の願いです。正常細胞を傷つけることなく、がん細胞にのみ薬剤を運んで治療するドラッグデリバリーシステム（DDS）の研究が進んでいます。

がん組織内に生じた数十〜数百ナノメートルの隙間に、ちょうど合うナノ微粒子に薬剤をくっつけて運搬し、集積させる方法がDDSの鍵として注目されています。しかし、多くのナノ微粒子は、がん細胞の活動で生じる隙間にサイズは合っているものの、がん組織だけでなく正常な組織にも広がってしまい副作用を発症するなどの問題がありました。

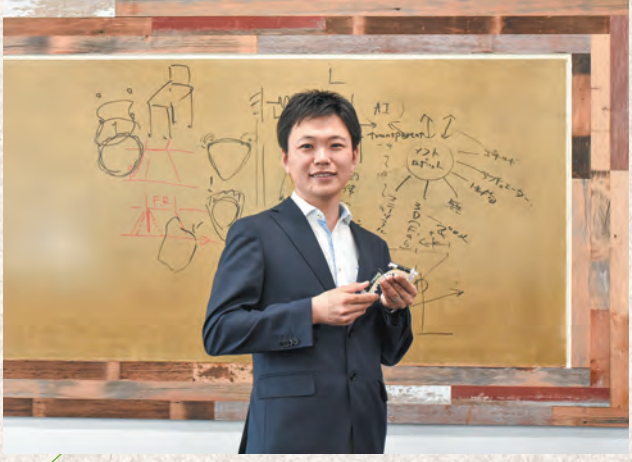
九州大学大学院薬学研究院の唐澤悟准教授（現・昭和薬科大学教授）らは、温度が変わると分子が集合して形やサイズが変化する「温度応答性ナノ微粒子」を使って、がん組織に分子を集めて留める方法を開発しました。このナノ微粒子は、ヒトの体温よりも少し高い温度域になると自ら集合して大きなサイズになります。蛍光分子を取り付けたナノ微粒子をがんを持つマウスへ投与したところ、がん細胞の温度に応じ、がん組織に集積する様子が蛍光を使って観察できました。

将来は、効率的に、すばやく微粒子をがん組織へ集める方法が可能になり、従来のDDSが抱えていた、がん細胞以外への副作用を解決するだけではなく、低い投与量で負担が少ない、新たながん診断や治療に役立つことが期待されます。



正常組織とがん組織との形態と温度の違い。開発された温度応答性ナノ微粒子（緑色の球）はがん組織の隙間に入り込んで大きくなり（茶色の球）、がんの中に留まるように設計された。

さきがける科学人 vol.63



Umedachi Takuya

梅舘 拓也

東京大学大学院情報理工学系研究科 特任講師

三重県松阪市出身。2005年 名古屋大学大学院工学研究科計算理工学専攻修士課程修了後、村田機械入社。09年 東北大学大学院工学研究科にて、博士（工学）を取得。広島大学大学院理学研究科、米タフツ大学生物学部を経て、16年より現職。
左の写真で手にしているのはイモムシを模したロボットで、前後の半身は別々に動くが、組み合わせると片方の半身の変形が波のように伝わり、全体として動かしたい方向に動く。

生物のような体と適応力を持つロボットを作る

生物と機械の違いは何でしょうか。

生物の体はやわらかく、しなやかに動きます。また、脳で集中的に制御されるだけでなく、単純な機能を持つ部分がそれぞれ状況に合わせて動き、互いに協調することで全体として周囲の環境に適応して動きます。アリの群れは女王が全て命令しているわけではないのにそれぞれのアリが役割を果たし、一部がいなくなっても群れとして機能しますが、個体レベルでも同じような仕組みがあると考えられるのです。

やわらかい体を持ち、生物と同じような仕組みで動くロボットを作ることが研究テーマです。そのために、生物が動く仕組みの核心について仮説を立て、その仕組みを実現するロボットを作っています。

「マトリックス」の人工知能は、なぜ不自然か

子供の頃は、ものづくりや科学、生物に憧れがあり、何か物を作る仕事をしたいと考えていました。一方、映画も好きで、お気に入りの「ターミネーター」や「ジュラシックパーク」などを繰り返し見ているうちに「生物は究極の機械システムではないか」と思い始め、高校生の頃には生物を機械として理解し、機械システムを生物に近づけたいと考えるようになりました。大学生の時、「マトリックス」を見て、登場する人工知能に何か不自然さを感じました。その原因を考えるうちに、人工知能が体を持たないことが不自然なのではないか、知能には体が不可欠なのではないかと思うようになったのです。

その頃、名古屋大学の石黒章夫先生（現・東北大学）が、生物の動きを真似たロボットを作ることで生物について理解するという研究法をとっていることを知りました。自分と同じようなことを考えている研究者がいるのがうれしくて、すぐに連絡を取ったのが研究者としての始まりです。

大学での研究テーマは、生物の筋肉のように、長さは変わらないが硬さは変わる機械部品の開発でした。「できないのではないか」とまで思った難問でしたが、修士2年の時、本当に突然、解決法を思いつきました。その瞬間、全身に鳥肌が立ち、アドレナリンが脳内を駆け巡っているように感じました。成功した時をイメージすること、いろいろな情報を取り入れること、とりあえず手を動かして何かを作ってみること。研究に行き詰まり、不安になった時にはこれが重要だと、当時を振り返って思います。読書や議論を通じて自分の発想や経験にないものに触れると、それに対する自分の反応から何かが始まるのです。この経験は、研究者として生きていけるという大きな自信になりました。

「憧れ」にも手が届くと海外で実感

私の研究には、工学だけでなく生物学や数理モデルの知識も必要です。そのためいろいろな先生の下で研究し、アメリカにも渡りました。

海外へ出て良かったのは、日本から仰ぎ見ていた研究者らと接してみて、「日本人研究者のレベルでも世界に通用するし、手の届かない世界ではない」と実感できたことです。また、海外で頑張っているたくさんの日本人研究者との交流も、財産になっています。

生物の世界は非常に奥深く、アメーバのような単純な生物でも、多様で適応的な振る舞いをします。生物のやわらかさが生み出す知能的な振る舞いを体系的に理解し、その仕組みを再現した、しぶとくしたたかで、自由に動くロボットを作りたいですね。

編集協力：研究プロジェクト推進部
（TEXT：寺田千恵／PHOTO：浅賀俊一（上））

ボストン在住時、息子と冬のスパイポンド（池）にて。

戦略的創造研究推進事業ERATO

研究領域 「川原万有情報網プロジェクト」

知的なデジタルデバイスが空気や水のように自然な存在として私たちの生活に寄り添い、新しい価値を生むための万有情報網の構築をめざします。センサーやロボットを低コストで迅速に作ることを可能とする技術の研究開発のほか、デバイスの持続可能な動作の実現のための環境発電や無線給電技術の開発に取り組みます。

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。
R80 古紙パルプ配合率80％再生紙を使用

JSTnews
July 2017

発行日／平成29年7月7日
編集発行／国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）総務部広報課
〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ
電話／03-5214-8404　FAX／03-5214-8432
E-mail／jstnews@jst.go.jp　ホームページ／http://www.jst.go.jp
JSTnews／http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/

最新号・バックナンバー