

JSTnews

未 来 を ひ ら く 科 学 技 術

Focus

アルゴリズムが社会を変える

11

November
2016



3 Focus アルゴリズムが 社会を変える

アルゴリズムが 社会を変える

巨大ネットワークを読み解き、社会に役立てる

コンピュータはいまや、人々の生活に欠かせない存在である。さらにここ数年、人工知能の第3次ブームと言われるように、コンピュータによる知能の獲得に大きな期待が集まっている。その背景には、情報学や数学の進展により、コンピュータネットワーク上で増え続ける「ビッグデータ」が解析できるようになってきたことがある。囲碁のチャンピオンを破り話題になったグーグルの人工知能囲碁プログラム「アルファ碁」も、蓄えられた膨大な局面データから次の手を選択する解析法を編み出したことで勝利を得た。

一方、膨大に増え続けるネットワーク上の情報量は、コンピュー

ターの処理能力をはるかに超えつつある。そこで必要となるのが情報学や数学の基礎理論であり、それらの理論に裏打ちされた高速な処理を可能にする計算方式の「アルゴリズム」だ。

これは魚をすくう時の網に似ていて、多量の情報をどんな賢い網で捕獲するかで、得られる“獲物”、も変わってくる。

果たして、高速アルゴリズムの開発はどのように行われているのか。今回は、高速アルゴリズムの開発に挑むERATOの「河原林巨大グラフプロジェクト」の活動を紹介する。

4 Focus 01 巨大ネットワークの解析で情報学を牽引

10 Focus 02 AIP ネットワークラボが始動

12 社会への架け橋 ～シリーズ3 食の未来を考える 第1回～ 「育てる漁業」の高度化をめざしてタイと共同研究

14 NEWS & TOPICS 未来館の科学コミュニケーターたちと一緒にノーベル賞を100%楽しもう 希望の大陸・アフリカに科学技術を継続支援

16 さきがける科学人 Vol.55 中島 朋（千葉県立佐倉高等学校 教諭）



表紙写真

東京・大手町のビル街を背にした河原林健一 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系教授(ビッグデータ数理国際研究センター センター長)。
“社会を変える”高速アルゴリズムの開発に挑んでいる。

Focus 01

巨大ネットワークの解析で情報学を牽引

数年前よりネットワーク上で増え続ける「ビッグデータ」が脚光を浴びている。膨大なデータを解析することで、社会の課題を解決するような価値ある情報が取り出せると期待されているのだ。この巨大なネットワークを点と辺からなる「グラフ」で表わし、数学を使って解析を試みようとするのがERATO「河原林巨大グラフプロジェクト」の目的である。研究総括を務める国立情報学研究所の河原林健一教授がその概要と意義、成果について語る。

河原林 健一

(かわらばやし けんいち)

国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系教授
(ビッグデータ数理国際研究センター センター長)

2001年慶応義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了 博士(理学)。
01年バンダービルト大学客員研究員、02年プリンストン大学博士研究員、
03年東北大学大学院情報学研究科助手。06年国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系助教授、09年同研究所情報学プリンシプル研究系教授。
12年よりJST ERATO 河原林巨大グラフプロジェクト研究総括。



増え続ける大量の情報を素早く解析するために

コンピューターの技術の進展で情報量が爆発的に増え続けている。その背景には、世界中の10億以上もの人々がインターネットやスマートフォンを日常的に使い、フェイスブックやツイッターなどのソーシャルネットワーキングサービス(SNS)に文章や写真を投稿したり、ウェブサイトを通じて買い物やゲームをしたりと

するようになったことによる。インターネットのようなネットワークはもはや日常生活に欠くことができないものであり、人々の活動にともない情報量が増え続けているのだ。

しかしここへきて、莫大に増え続ける情報量に対して、コンピューターの性能が追いつかなくなり、処理に時間がかかるようになってきている。

ビッグデータの解析に挑んでいるのが、2012年10月にスタートしたERATO「河原林

巨大グラフプロジェクト」である。ビッグデータの中でも、特に10の10乗、すなわち100億以上の頂点を持つネットワークを「巨大グラフ」として表現し、情報学や数学の最先端の成果を駆使して解析の高速化をめざしている。ただし、「グラフ」とは、私たちがよく思い浮かべる棒グラフや折れ線グラフのことではない。グラフ理論分野の牽引者としてプロジェクトの研究総括を務める国立情報学研究所の河原林さんはこう説明する。

「ここで言うグラフとは、点と辺で表現できるネットワークのこと。離散数学と呼ばれる、計算機科学と密接に結びついた数学の分野で扱う対象です。例えば、鉄道で言えば、それぞれの駅は点、駅同士を結ぶ線路は辺としてグラフに置き換えることができます。フェイスブックの場合も、登録している人を点、友達同士を辺で結ぶことでグラフとして表すことができます」。

このプロジェクトでは、グラフの中でも特に巨大なもの、つまり情報量が膨大なものについて、その関係性を数学的に読み解いたり、点同士の最短距離を探ったり、グラフの変化を予測したりすることをテーマとしている。

「しかも、できるだけ素早く、厳密な答えでなかったとしても、正解に近い答えを見つけることで、新たな価値を生み出そうとしているのです」。

「アルゴリズム」の工夫で計算をより速く

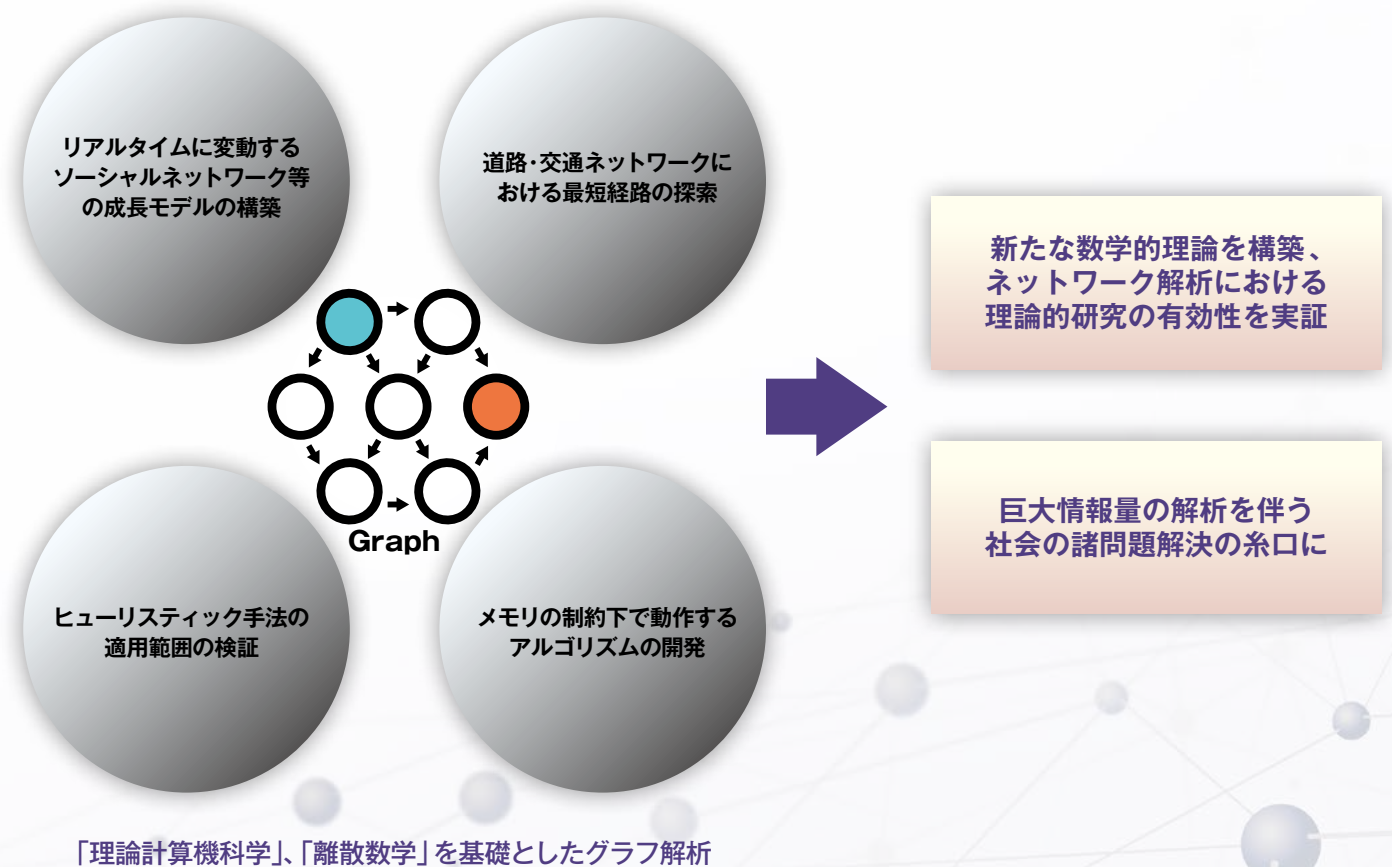
この巨大グラフの解析の肝となるのが、「アルゴリズム」だ。アルゴリズムとは、コンピューターが計算問題を解くための手順、すなわち算法のこと。例えば、3の16乗を計算する場合、 3×3 の答えに3を掛け、さらにその答えに3を掛けてという具合に順に計算していくと、計算回数は全部で15回になる。ところが、3の2乗に3の2乗を掛けるというやり方をとれば、計算回数は4回で済む。このように、アルゴリズムの工夫によって、計算時間を大幅に短縮できる。

「実世界では、交通網にしる脳の神経回路にしる、一気にネットワークが広がることはほとんどありませんが、インターネットの世界ではたったワンクリックでつながるのです。時々刻々とネットワークが変化し、膨張していきます。SNS上では、一般の人でもせいぜい数人

を介せばオバマ大統領にまで行き着くといわれるように、物理的な距離は関係ありません。そうしたネットワークの性質を踏まえた上で、高速に最適な答えを導き出すには新しいアルゴリズムの開発が不可欠であり、理論計算機科学や離散数学の分野の最先端の知見が必要なのです」。

プロジェクトで使う道具は最先端の数学だが、その目的は、最終的に社会に役立てることにある。さらに河原林さんは、情報学の基盤を担うことで先端の科学技術領域を牽引していきたいと言う。

「いま、人工知能が注目されていますが、われわれのプロジェクトはこの人工知能の進展を支える基盤研究と言い換えることもできます。コンピューターにより、膨大な情報から欲しい情報を取り出したり、最適な答えを導き出したりするのは、まさに人工知能の1つの姿ですからね」。



4つのグループで多角的にネットワーク解析を行う

プロジェクトは以下の4グループからなる。

- ①「グラフマイニング& WEB & AI」、
- ②「複雑ネットワーク& 地図グラフ」、
- ③「グラフ・ネットワークにおける理論と最適化」、
- ④「ネットワーク・アルゴリズム」

①の「マイニング」とは、もともと鉱山の採掘を意味する言葉で、巨大グラフから有用な情報を探すことを目的としている。例えば、SNSのネットワークから特定の事柄に関心を持つ人々の集団を探し、ウェブ上で影響力を持つ人の存在を見つけるなど、時々刻々と変化し膨張していくネットワークの中から価値ある情報を探したり、ネットワークの変化を予測したりするのだ。

「ただし、それを自動的に、ネットワークの接続関係だけから推測しようとしています。いちいち中身を見ることなく、変化し続けるグラフから統計的な手法などを使って有用な情報だけを素早く取り出そうというのです。そうやって情報の変化や伝わり方が見えるようになると、誰に伝えれば情報がいち早く伝わるかなど、平常時・災害時を問わず、最適な情報伝達などに役立てることができま



アルゴリズムで20,000倍の高速処理化を実現

②では、SNSのネットワークやウェブグラフなどに代表される「複雑ネットワーク」と、交通網など実世界の「地図グラフ」を対象とする。例えば、現在のカーナビは10の5乗から6乗もの巨大ネットワークを持つが、こうした巨大グラフの最短経路を探るために、理論からの予測と実験の両面から研究を行う。

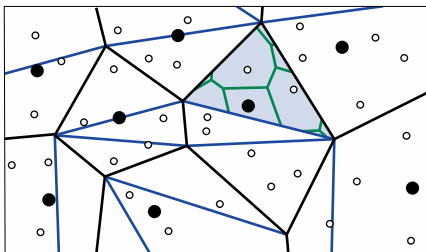
「最短経路の探索やさまざまなつながりの見える化は、最適で効率的な物流や交通網の開拓はもちろんのこと、物質同士の組合せを求めて創薬の開発に役立てるなど、社会の幅広い場面での応用につながります」。

続いて③では、組合せ最適化^{*1}やグラフ理論などの最先端の手法を、通信ネットワーク

などの分野に応用することを目的としている。

「この研究はもともとオペレーションズ・リサーチ (OR) と呼ばれる学問から発展した分野です。第二次世界大戦と冷戦中の米ソで発展した学問で、戦略の立案や効率的な物資の輸送などに役立てられてきました。現在では、エネルギーの需給バランスの算出や日程計画などに広く使われています。米国では現在も莫大な研究予算がついているほどです。そうした中で、われわれは最適化に役立つ高速かつ理論的に保証されたアルゴリズムを開発することで、人工知能を支える機械学習^{*2}の発展にも役立てたいと考えています」。

最後の④は、ネットワークの構成やネットワーク上のさまざまな問題の最適化に関連したアルゴリズムに関する研究を行う。特に幾何学的な問題を対象とするところに特徴がある。「サッカーボールが正五角形と正六角形を組み合わせることで球体に似た形をつくっているように、世の中の複雑な形もいくつかの定型の部分を重ね合わせたと理解することで、かなり近い答えを導き出すことができます。そうすることで、脳の構造のような複雑な3次元の形も解析できるのです」。



計算時間と使用メモリのトレードオフを考慮した、ボロノイ図計算のアルゴリズム

いずれのグループも、4～5人の研究員と十数名の研究アシスタントで構成されている。4つのテーマは相互に関連するものがあり、年1回、研究成果を発表する「ERATO感謝祭」のほか、グループ合同でワークショップを開催するなどして、互いに交流しながら研究を進めている。

^{*1} 組合せ最適化
有限個の解の中からもっとも良い解を見つけるための方法論。有名な問題に、「巡回セールスマン問題」がある。

^{*2} 機械学習
人間の学習能力と同様の機能をコンピューターで実現しようとする技術・手法のこと。大量に集めたデータから学習することにより、そこに潜む規則やルール、パターンなどを見つけ出し、予測などに活用する。第3次人工知能ブームを支える深層学習は機械学習の一種。

広告費の最適化やネットから意味ある話題を抽出

プロジェクトが採択されてから4年目を迎え、目覚ましい成果も出ている。その1つが、③の最適化グループによる、広告の予算配分に関する研究である (p.8参照)。この研究では、企業がマーケティングを行う際に、どのメディアにどのように効率的に広告を予算配分すればいいかを、「劣モジュラ性」と呼ばれる数学の概念を使って素早く計算できるようにした。

「劣モジュラ性を持つ関数というのは、最初は効果があってもだんだん効果が減ってくるような性質を表現できる関数です。例えば、マラソンを始めたばかりの人は、最初のうちはぐんぐんタイムを上げることができますが、ある程度、タイムが上がってくるとそれ以上伸びるのは次第に難しくなります。経済対策も同じで、最初は効果があってもだんだんと薄れていきます。マラソンのタイムや経済対策、広告の予算配分などを個別に対処するのではなく、劣モジュラ性という共通の性質を用いて汎用的に定式化することで、最適な答えを素早く計算できるようにしたというわけです」。

もう1つ、①のグループ (p.9参照) では、ツイッター上で流行している話題を自動的に、しかも高速に取り出す手法を開発した。現在もツイッター上では話題のキーワードが表示される機能はあるが、これは単語やハッシュタグ (記号付きの文字列) に限ったもので、話題そのものを取り出しているわけではない。

「現状のシステムはたくさんつぶやかれた言葉を単純に数えて、その数が多いものの中から重要だと思われる言葉を人が選んで表示しています。そうではなく、単語同士の関係性を探り、自動的にトピックを取り出そうというのがわれわれの狙いです。実験では、毎分6万件程度投稿される日本全国のつぶやきから、そのときの重要な話題が拾えることを確認しました」。

ここでのポイントは、雑多な情報から意味のある話題だけを取り出すことにある。ビッグデータ解析の障壁は、まさに雑多なものが多数混じっているデータの中から、いかにして有用なものだけを取り出すかにある。

「もっとも、コンピューターには重要かどうかまでは判断できません。しかし、膨大な情

報の中から価値ある情報を絞り込むのには大いに役立つはずです。健康診断などでも、要注意の人を自動的に絞り込めれば、相当に効率化できるでしょう。病気の診断は最終的に医師である人間の仕事ですが、判断の支援に役立つと思っています」。

その他にも、複雑ネットワークの性質を用いることで、最短経路の計算を数百倍に高速化することにも成功。計算機科学分野でトップクラスの国際会議を中心に、すでに80本以上の論文が採択されており、さらなる成果が期待される。

世界に通用する若手研究者の育成をめざして

河原林さんがプロジェクト開始当初から目論んでいた、若手研究者の育成でも、このプロジェクトは大きな役割を果たしてきた。

「グーグルにしるアマゾンにしる、いまや米国のIT企業が数学者を高い年俸で引き抜いて囲い込んでいるように、IT社会の発展には数学の基礎研究に通じ、プログラミングができる人材が不可欠です。しかもIT関連の研究者の平均年齢は若く、欧米で活躍している人の多くは20～30代です。一方、日本ではIT業界を支える人はもっと年配で、特に応用数学の分野では後れを取っているといわざるを得ません」。

そもそも、日本の高校生や大学生が数学オリンピックやプログラミングコンテストなど国際的なコンテストでトップクラスの成績をお

さめているにもかかわらず、修士課程を終える頃には世界のトップクラスに大きく差をつけられている状況に、強烈な危機感を抱いてきたと河原林さんは言う。

「残念なことに、数学オリンピックの参加者の多くが将来は医者になってしまうのです。数学や情報学などの研究者が魅力的に見えないからなのでしょう。この状況を変えたいと思い、このプロジェクトを始める時から20代の若手研究者を積極的に採用し、高校生などへのアウトリーチ活動も積極的に行ってきた。そもそもERATOの役割の1つは、世界に通用するエリート研究者を育てることにありますから」。

その言葉の通り、プロジェクトを構成するメンバーはほとんどが35歳以下と若い。すでにプロジェクトでの成果を携えて、国立情報学研究所や東京大学、京都大学などで助教などの教員に採用された研究者も十数名にのぼっている。

「研究者の育成には、ただ教えるよりも一緒に研究を進める中で身につけていくほうが効果的です。だからこそ、自分が30代のうちに彼らと一緒に働くことができて良かったと思っています」と振り返る。

トップクラスの研究者がマネジメントに携わる意義

ところで、河原林さん自身、国際的に活躍するトップクラスの研究者として20代から多くの論文を発表し、情報学や数学の分野

で大きな成果をあげてきた。このプロジェクトに対してどのような思いを抱いて臨んでいるのだろうか。

「実は私が研究総括に選ばれたときに思ったのは、『自分で自分の実験をしたい』ということでした。トップクラスの研究者が自身も研究に携わりながらマネジメントをすることで、世界的に活躍できる人材を育成できるかどうか、さらには産業界でも活躍できるようリーダーを輩出できるかどうか、試してみたかったです。まだ志半ばですが、人材が育っていくのを目の当たりにして、それなりに意義のある活動ができていますと思います」と自負する。

もう1つ、プロジェクトを進める中で大きな原動力となっているのが、先述の日本が置かれた状況に対する強烈な危機感だ。

「今世紀に入り、日本は情報分野でずっと負け続けています。かつて世界を席巻してきた日本の名だたる大企業のエンジニアが、欧米のIT企業に圧倒されていく姿を目の当たりにして、なんとかしなければという強い思いがあります。日本の技術力はいまだに非常に高い水準にもかかわらず、なぜそのような差が生じてしまうのでしょうか。それは基礎研究、特に数学の基礎研究の差に他なりません。その部分の底上げに貢献したいですね」。

40代となった現在、対外的な仕事も増え、研究に没頭できる時間は減ったが、その分、質を追求しているという。その言葉の端々に、日本の情報学をこのプロジェクトで牽引する強い決意が感じられる。今後のさらなる成果を大いに期待したい。



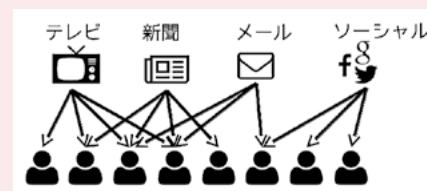
今年3月の成果報告会で、若手研究者が着実に育っている。

グラフ・ネットワークにおける理論と最適化グループ

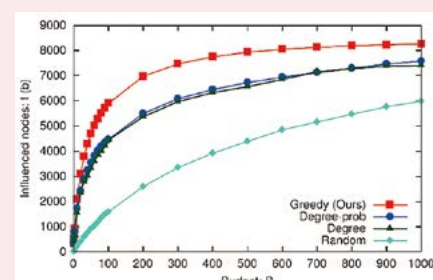
広告の持つ「劣モジュラ性」を発見し、効果的な広告予算を割り出す



相馬 輔 東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教 (左) と
垣村 尚徳 東京大学 大学院総合文化研究科 講師



最適予算配分問題
広告費をメディアに分配してなるべく多くの人に影響を与えたい。



今回使った手法では、最大 15% 既存手法より多くの人に影響を与えられる。

グループの研究課題の1つである組合せ最適化は、与えられた条件を満たす限られた組合せの中から、最も良い組合せを見つけるための方法論だ。組合せ最適化問題の例としてよく知られているのが巡回セールスマン問題。n個の地点を1回ずつ通って元の地点に戻る巡回路の中から、総移動距離が最も短いものを見つけ出す。この問題は、原理的にはすべてのルートを列挙して距離を比べれば解くことができるが、nの数が大きくなると、膨大な量の計算が必要になってしまう。組合せ最適化の研究では、このような問題に対し効率よく最適解を求めるためのアルゴリズムをつくることをめざしている。

限られた広告予算を、どのメディアにどう配分すると最も効果が上がるかという広告予算配

分問題も、組合せ最適化問題の1つである。「新聞、雑誌、テレビ、ラジオ、ウェブなどさまざまな広告媒体がある中で、できるだけ重複をなくし、多くの人の目に触れるように広告を打つというのは複雑な問題です。われわれは、組合せ最適化でよく知られる劣モジュラ性という概念に着目することで、この難問をうまく数理的にモデル化し、計算できることを示しました」。研究協力者の相馬さんは、今回の成果を説明する。

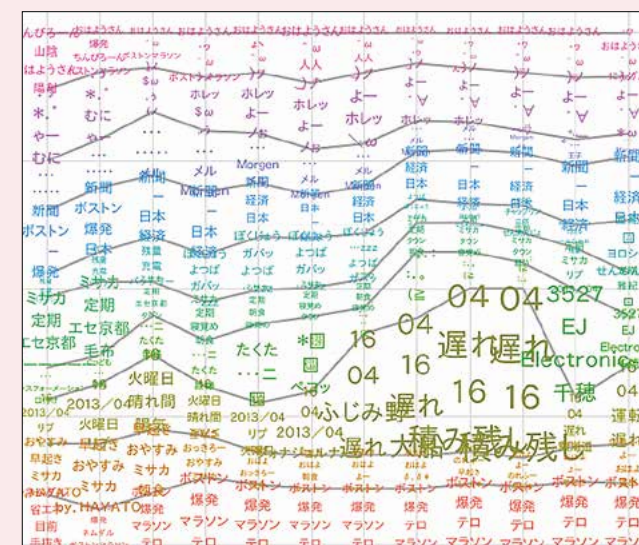
グループリーダーを務める垣村さんは、広告の効果にも劣モジュラ性が見られるという。「広告というのは、最初の数回は大きな反応があるけれど、すでに多くの広告を出している時は、新しく出す広告の効果は薄れていきます。

そういう性質が劣モジュラ性であり、われわれの成果は、広告の持つ劣モジュラ性を発見したことによって、比較的単純なアルゴリズムで、広告予算配分のような複雑な問題を解けることを数学的に証明したという点にあります」。

劣モジュラ性は、組合せ最適化の分野では古くから知られた概念だが、近年は機械学習の分野でも注目されている。グループでは今後も、劣モジュラ性を含めた組合せ最適化のさまざまな手法や、グラフ理論の先進的な手法の応用に取り組んでいく。

グラフマイニング&WEB&AIグループ

ツイッター上で流行している話題を、自動的に高速抽出する手法を開発



トピック抽出の可視化例。文字が大きいほど頻出度が高い。

グループでは、人やモノ、場所などの「つながり」から、新たな知識や有用な情報を発見するグラフマイニングと、その技術のウェブやAI分野への応用を研究テーマとしている。グラフマイニングの土台は、大量のデータの中から意味ある情報を取り出すデータマイニングと、データを繰り返し解析することで有用なパターンやルールなどを見つけ出す機械学習などの技術だ。

それらの研究成果の1つに、ツイッター上で流行している話題を自動かつ高速に抽出する手法を開発した。手軽なメッセージ発信ツールとして、全世界で3億人以上、国内では約3500万人が利用しているツイッターで、毎分每秒、膨大な数のつぶやきが飛び交っている。

「その中には価値ある情報も多いはずで、それをできるだけ早く、人手をかけずに見つけたいとの思いから始めた研究です」。サブグループリーダーである林さんは、開発の経緯をそう話す。開発したのは、ツイッター上で多くつぶやかれているキーワードを、単体ではなく3つ程度の単語のグループとしてリアルタイムに抽出する手法だ。1つのつぶやきの中に含まれる複数の単語は、互いに関連性があると考えられる。それらの中で同時に出現する頻度が高い単語を、グループとして抽出する。

「キーワード単体なら簡単に抽出できますが、それでは情報量が少ないですね。複数の単語のグループとして取り出すことで、文



林 浩平 産業総合研究所 研究員

脈が見え、周辺情報も含めたホットなトピックを知ることができます。スパム広告などは、統計的手法を用いて自動的に判定し、排除する仕組みとなっていますから、意味のない投稿に影響されず実態をつかむことができます」。

SNSのリアルタイム分析は、災害時の被害状況の把握や救援要請などにも役立つと期待されている。データの山の中から有用な情報を自動的に見つけ出す技術は人の命を救うことにも直結し、社会に欠かせないものとなるだろう。

AIPネットワークラボが始動

人工知能 (AI)、IoT (モノのインターネット) やビッグデータによる技術革新は、かつてないスピードで進行しており、これらの技術による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、情報技術の進展と応用を産学官連携で推進する方針を打ち出した。文部科学省が開始したAIPプロジェクトの実施機関として、JSTはAIPネットワークラボを運営するなど、最先端の情報技術と、それを支える情報学全体の発展と人材育成、そして情報技術と調和した社会の実現に取り組んでいる。

社会に大きな変革をもたらす情報技術

今年6月に閣議決定された「日本再興戦略2016」は、名目国内総生産 (GDP) を現在の約500兆円から、戦後最大となる600兆円に引き上げることを目標とし、その達成に向けた具体的な成長戦略を掲げている。

その鍵を握るのが、人工知能、IoTやビッグデータ、サイバーセキュリティなど、情報学とそれに基づく技術開発の目覚ましい進展だ。多様な分野への波及効果が期待され、少子高齢化に伴う人手不足を克服するとともに、これまで実現不可能と思われていた製品やサービス、ビジネスモデルを次々と生み出し、社会の利便性や生活の質を飛躍的に向上させる可能性を秘めている。

10～15年後に日本が世界をリードしていくには、産学官が協調して、世界に先駆けて情報技術を開発することと、それを後押しする成長戦略が必要だ。その成長戦略の司令塔として、政府の日本経済再生本部に「未来投資会議」が設置された。

さらに、第4次産業革命の核となる人工知能技術の分野で、日本の強みを生かした技術戦略を指揮する司令塔として、今年4月に「人工知能技術戦略会議」が設置され、研究開発から社会実装まで産学官が強力に連携する体制が整えられた。

動き始めたAIPネットワークラボ

「人工知能技術戦略会議」の下、文部科学省は「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)」を今年度から開始した。

AIPプロジェクトの実施機関の1つである

JSTは、戦略的創造研究推進事業の関連する研究領域で編成した「AIP ネットワークラボ」を始動した。課題選考から研究推進までの幅広い段階で、研究領域間の連携を促進している点が特徴だ。

AIPネットワークラボ内だけではなく、AIPプロジェクトの推進にあたって理化学研究所に設置された革新知能統合研究センター (通称 AIPセンター) とも連携し、AIP プロジェクトの一体的な運営に貢献している。推進すべき研究テーマの効果的な連携や役割分担について検討したり、研究成果の相互活用や研究人材の交流を進めたりするなど、基礎研究から社会実装まで一貫した研究開発を推進して、AIPプロジェクトの研究成果の最大化を図る。

技術の創出と若手研究者の飛躍のきっかけに

AIPプロジェクトに関する今年度の戦略目標を受け、CREST、さきがけ、ACT-Iで、3つの研究領域を新たに立ち上げた。

CREST「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」では、IoTの進展に伴って爆発的に増えていく実社会のデータを収集し活用するための人工知能基盤技術を開発する。さらに、その成果を組み合わせることによって、社会問題の解決、産業の自動化や最適化につながる技術の確立をめざす。

通常、CRESTの研究期間は通算で5年半だが、技術サイクルが速く、競争が激しい分野なので、研究期間を前半と後半に分けた「融合加速方式」を採用し、研究成果のスピーディーな応用展開を図る。前半の研究期間は2年半で、挑戦的に取り組めるように、まずは小さめのチームで開始する。社会

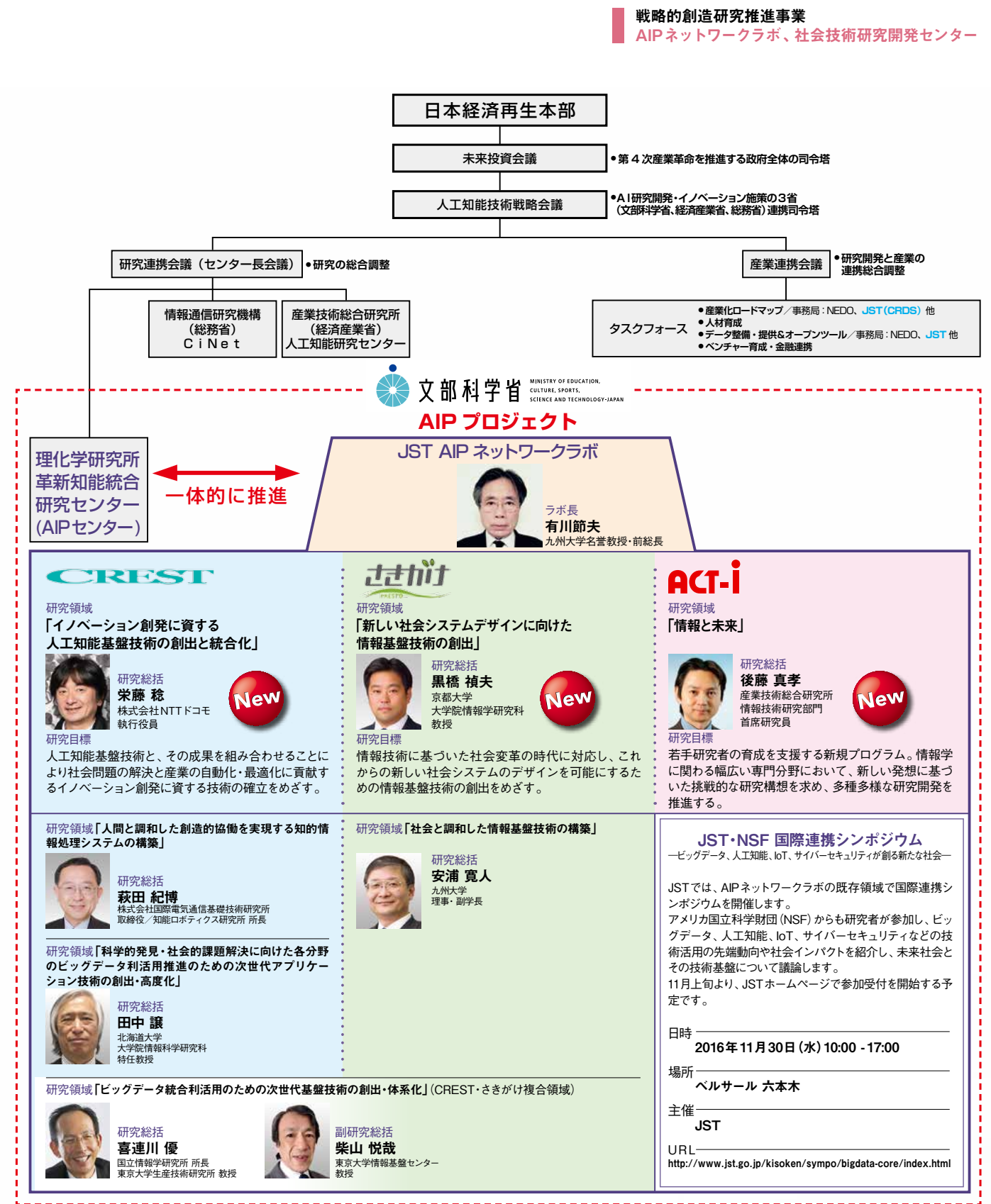
への展開が期待できる成果をあげたチームは、国内外の企業や自治体との連携やベンチャー起業を前提として、さらに3年間の加速フェーズに進む。

さきがけ「新しい社会システムデザインに向けた情報基盤技術の創出」では、高度なセンシング技術、データのリアルタイム処理技術、異種データ統合技術、知的メディアを使ったコミュニケーション支援、セキュリティ強化技術など、第4次産業革命による社会の変革に対応した基盤技術確立して、社会インフラやヘルスケア、防災・減災、ロボティクスなどの分野に応用し、新しいサービスや社会構造に貢献することをめざす。

ACT-I「情報と未来」研究領域は、情報学分野の若手研究者を見いだして育成するプログラムで、今年度新たに設立された。

日本のICT分野論文シェアが低下傾向にある状況を受け、次代を担う若い世代に活躍の場を提供し、世界レベルの研究者を育成することを主眼としている。世界を見ると、ラリー・ペイジとセルゲイ・ブリンがグーグルの検索エンジンの基盤技術となる論文を発表し、グーグルを設立したのは、スタンフォード大学博士課程の時だった。マーク・ザッカーバーグは、ハーバード大学在学中に、同級生らとフェイスブックを開発している。

ACT-IIは、大学院生や企業研究者を含め、さきがけよりも若い世代 (募集年の4月1日時点で35歳未満の研究者) を対象としている。日本の情報学の研究者層を将来にわたって充実させることが、ACT-Iの使命だ。1回の公募で、さきがけの採択は研究領域あたり平均して10件程度だが、ACT-IIは研究期間1年半の提案を30件程度採択する計画で、独創的なアイデアをより多く見いだそうとしている。



情報技術と調和した社会をめざす

「人工知能技術戦略会議」の「産業連携会議」では、国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場で行う組織として、タスクフォースを立ち上げている。タスクフォースにおける、産学官で取り組むべき産業化のロードマップの策定に研究開発戦略センター (CRDS) も協力している。社会技術研究開発センター (RISTEX)

では、今年度から「人と情報のエコシステム」研究開発領域 (領域総括: 國領二郎 慶應義塾大学 総合政策学部 教授) の活動が始まった。

情報技術によって豊かで効率性の高い社会が期待される一方で、個人データが安全に活用されるのか、人間の仕事はAIに置き換えられるのかなど、人間や社会に対する脅威論も語られ始めている。RISTEXでは、情報学の専門家だけでなく、人文社会科学

の専門家などとも協働しながら、情報技術がもたらすメリットとリスクを評価し、技術開発や社会的な意思決定にフィードバックするメカニズムを設計することをめざす。

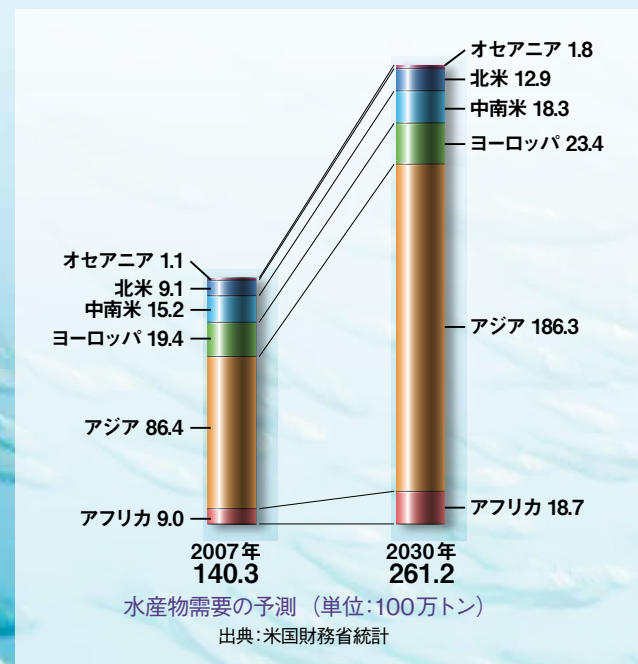
自らのアイデアで果敢に挑戦する研究者の支援や、社会の理解のもとに技術開発する制度の設計など、JSTは情報技術の発展に多面的に取り組み、真に豊かな人間社会の実現に貢献していく。

「育てる漁業」の高度化をめざして タイと共同研究

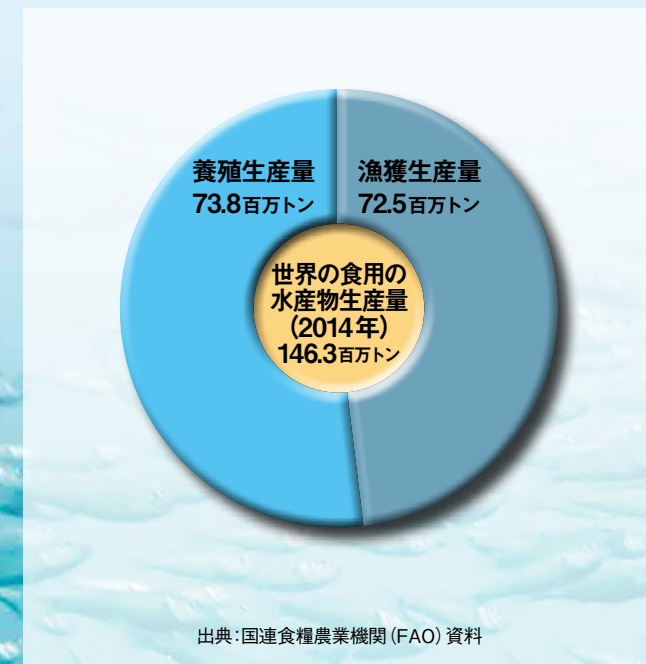
海に囲まれた日本にとって、魚介類は昔から大切なたんぱく源となっている。しかし、近年は世界的に水産物の需要が急増しており、天然資源の乱獲が心配されている。そこで期待されるのが「育てる漁業」だ。すでに、世界の食用の養殖水産物は全体の5割以上を占めているが、養殖現場では感染症の多発や飼料の確保、食品としての安全性確保など課題も少なくない。さらに、安定した事業継続のために市場価値の高い魚介類の養殖が望まれている。

JSTと国際協力機構 (JICA) との連携による「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)」では、日本の研究者とタイの研究者との共同研究により、「次世代の食糧安全保障のための養殖技術研究開発」に取り組んでいる。

世界の水産物需要は、
**2030年に
2倍近くに！**



食卓を彩る水産物の
**約5割以上が
養殖水産物**



「地産地育」を理想に、新しい養殖技術を究める

「タイとは30年来の研究交流をベースに、新しい養殖をめざしています」と語る研究代表者の岡本信明東京海洋大学前学長。共同研究中の2013年、タイで養殖エビの感染症が広がり生産量が激減する非常事態がおきた。研究チームが原因菌をつきとめて検査法を確立し、タイ政府が標準検査法として採用したことで防除管理が進み、タイのエビ養殖がよみがえった。

市場価値の高い 魚介類の養殖研究

「金魚博士」で知られる岡本さん。東京水産大学 (現・東京海洋大学) を志望したのも金魚の研究のためだった。実際には養殖 (水産増殖学) を専攻し、ウイルス病に強い魚を調べて耐病性遺伝子の位置を特定し耐病性品種として商品化するなど、魚介類の感染症予防で大きな貢献を果たしてきた。

今や「世界の水産物の食糧庫」といわれる東南アジアの養殖産業の振興にも、岡本さんが一役買ってきた。東京海洋大は30年以上前から東南アジアの留学生や研究者を受け入れて日本の養殖技術を伝えてきた。特に、研究交流の深いタイは養殖技術も高い。おかげで、タイから日本にバナメイエビなどの養殖エビが輸出され、季節を問わずおいしいエビ料理が食卓ににぎわ



岡本 信明 (おかもと のぶあき)

東京海洋大学 特任教授

1974年東京水産大学増殖学科卒業。76年同大学大学院水産学研究科修士課程修了、86年水産学博士 (北海道大学)。96年東京水産大学水産学部教授、2000年同大学学長補佐、03年東京海洋大学海洋科学部教授、副学長 (併任)、12年同大学学長、15年より現職。同年から学校法人トキワ松学園理事長、中央教育審議会大学分科会臨時委員。

すようになった。

「養殖事業で難しいのは、人件費や飼料の魚粉が高くなると他国の安い品に押されて競争力を失うおそれが常にあることです。日本でもそうして衰退した産地が数多くあります。同じ轍を踏まないために、タイ政府から市場価値の高い魚介類を養殖する共同研究の要請がありました」と岡本さんは語る。

こうして、2011年度から5年間にわたる「次世代の食糧安全保障のための養殖技術研究開発」がスタートした。日本側は東京海洋大が総括になり、タイ側は農務省水産部、カセサート大、チュラロンコン大など官学から100人をを超える研究者が集まった。

5テーマを研究、 エビ感染症対策で貢献

共同研究は、高い市場価値が期待されるハタ、スズキ、クルマエビ類を対象とした。研究チームは、良い形質をもつ個体を選んで育てる「分子育種」、天然資源である魚粉を減らすための動物性・植物性の「代替飼料」、「感染症の防除」、食品としての安全性を確保する「危害因子検出」、ユニークなのは丈夫で成長の早い別の魚のお腹を借りて高級魚の卵を育てさせる「借り腹」の5テーマに取り組んだ。

タイの水産部や大学研究者には日本留学の経験者が多く、共同研究は順調に進み、年1回の報告会で着実に成果発表が行われてきた。

その矢先、2013年にタイのエビ養殖池で感染症が発生し、国連食糧農業機関によれば生産量が最盛期の約半分の28万トン

に激減した。しかも、感染症はマレーシアやベトナム、メキシコにも広がった。抗菌剤を使えば防除は可能だが、食品の安全性維持から安易に使用できない。

そこで、研究チームの廣野育生東京海洋大教授らが罹患したエビの毒素遺伝子を解明し、2014年6月に原因菌を特定して病気の検査法も開発した。タイ政府は、直ちに標準検査法に採用してエビ養殖業者への普及を図った。対策がないために事業意欲をなくしていた養殖業者は息を吹き返し、エビ生産量は回復しつつある。

豊かな海の幸を引き継ぐために

「タイの官学と一体になってプロジェクトを進めてきたことで、研究成果を迅速に施策化できました。この検査法を他の国にも広げ、さらに治療法を開発できればと思っています」と岡本さん。

共同研究は、2016年度末に向けた仕上げ段階にあるが、岡本さんは、その先の夢を語る。

「今は、育てやすく成長の早い南米原産のエビなどを東南アジアで育てていますが、逃げた魚介類が生態系に及ぼす影響を考えると、地元産の魚介類を地元で育てる『地産地育』が理想です。次世代に豊かな海の幸を引き継ぐために新しい養殖技術の研究を続けていきます」。



現地での研究風景



5つの研究テーマ

01

イベント

どうなる!?どうなった!? 2016年のノーベル賞



©© The Nobel Foundation. Photo: Lovisa Engblom.

未来館の科学コミュニケーターたちと一緒にノーベル賞を100%楽しもう

日本科学未来館では、ノーベル賞の受賞者や受賞テーマを解説するイベントを毎年開催しています。今年も、発表前には「受賞にふさわしい人やテーマ」についての予想を、発表

後は受賞者とその研究の意義について、パネル展示やミニトーク、ブログで紹介しました。科学コミュニケーター（SC）たちとともに発表の瞬間を迎えるインターネット番組（ニコニコ

生放送）は特に注目され、視聴者は連日2万5,000人を超えるほど。「素早くかゆいところに手が届く」情報発信をめざしたイベントの舞台裏を、SCの石田茉莉奈さんに伺いました。

（JST広報課・松山桃世）



科学コミュニケーター
石田 茉莉奈さん

ノーベル賞は、「人類のために貢献した人」に贈られます。身の回りの物はどれも、誰かがアイデアをひらめき、実用化まで工夫を重ねてできたもの。未来館では、私たちの生活に役立つ科学技術を世の中に広く紹介する絶好のチャンスと考え、自然科学3賞（生理学・医学賞、物理学賞、化学賞）の受賞内容や波及効果を伝えています。

今年の生理学・医学賞は東京工業大学の大隅良典栄誉教授に決まりましたね。実は昨年、受賞者候補として紹介していました。受賞決定、おめでとうございます。

ノーベル賞担当チームは何人いるの？

コアメンバーは生理学・医学賞が4人、物理学賞が3人、化学賞が3人。各賞に関係する専門性を持ったSCが担当しました。この他に、先輩がメンターとして活躍。短い任期の中で、先輩から後輩へと技を伝承する場になっています。

今年の候補者は？

今年はこんな研究を紹介しました。

【生理学・医学賞】

- 遺伝子治療の概念の提唱とその臨床応用
セオドア・フリードマン博士（米）／アラン・フィッシャー博士（仏）
- アレルギー反応機構の解明
石坂公成博士（米）／坂口志文博士（大阪大学）
- 不良品たんばく質の検品機構の解明
ピーター・ウォルター博士（米）／森和俊博士（京都大学）

【物理学賞】

- 量子テレポーテーションに関する先駆的研究
チャールズ・H・ベネット博士（米）／ジル・ブラッサール博士（加）／ウィリアム・ウーターズ博士（米）／古澤明博士（東京大学）
- アト秒物理学の発展に対する貢献
ポール・コーカム博士（加）／フェレンツ・クラウス博士（独）
- 重力波の発見に対する貢献
レイナー・ワイズ博士（独）／キップ・ソーン博士（米）／ロナルド・ドリーバー博士（英）

【化学賞】

- ドラッグデリバリーシステムへの貢献と組織工学の提唱
ロバート・ランガー博士（米）
- 本多・藤嶋効果（酸化チタンの光触媒能）の発見
藤嶋昭博士（東京理科大学）
- 自己組織化分子システムの創出および応用
藤田誠博士（東京大学）

詳しくは科学コミュニケーターブログをご覧ください。
<http://blog.miraikan.jst.go.jp/>

予想に参加できる？

展示フロアに、候補者を説明した予想パネルを置きました。ミニトークやブログを見て、シールで投票できます。自分が担当する候補者に1票が入るとひそかに喜んでいました。



ノーベル賞担当チームの活動スケジュール

5月	ノーベル賞担当チームメンバー募集
6月	各賞担当チーム発足
7月	チームごとにリサーチを進める 候補者決定
8月	80を超える夏休みイベントを盛り上げながら、ブログ記事の執筆も進める
9月	5日 ノーベルブログ開始 計9本の記事を公開 通常は1カ月かかるところ、1週間でミニトークを作成 18日 ミニトーク開始
10月	3日～5日 受賞者の発表を生中継 当日中に受賞ブログ公開 翌日から受賞ミニトーク開始

どうやって候補者を決めているの？

通称・候補者決定プレゼン大会で、SCが研究者やテーマを推薦し、その中から候補者を選びます。研究者の実績はもちろん、発表するSCの熱意とプレゼン力も重要！

テーマは、幅広い分野から選びます。私たちの生活に直接役立つ成果や、科学者が研究を進める上で役立つ手法の開発などが候補になります。物理だけは特殊で、新しい世界観を生み出した研究も紹介しています。科学技術に注目が集まる貴重な機会なので、これまでに未来館で紹介したことがない分野も選ぶようにしています。

実績の評価には、ウルフ賞やラスカー賞など、著名な科学賞の受賞歴も参考にします。未来館に代々受け継がれる秘蔵の候補者リストもあるんですよ。

予想が難しいのは何賞？

文句なしに化学賞です。分野が幅広く、身近な製品に結びついた研究もたくさん。未来館では、受賞者を当てることより、紹介したい研究を選んでいきます。

受賞者決定の瞬間をどう迎えるの？

連日、午後5時から7時半ごろまで生中継を行いました。受賞者が発表されたらすぐに手分けをして、研究内容を調べ、わかりやすい説明の流れを組み立て、素材を集めます。

どちらを向いても必死の形相と激しい議論が繰り広げられ、まるで戦場のよう。その日のうちにブログを公開し、翌開館日からミニトークを行いました。終電を気にしながらの準備でした。



生中継の様子。

今年は、9月23日に受賞者が発表されたイグノーベル賞の紹介にも力を入れました。ユニークな着眼点や発想、実験のプロセスには、科学の魅力が詰まっています。科学を面白いと思ったきっかけは、たいてい身近な現象への疑問。イグノーベル賞は、そこから一歩踏み出そうと背中を押してくれます。

来年もぜひ、ノーベル賞・イグノーベル賞と一緒に楽しみましょう！

02

話題

経営企画部国際戦略室、国際科学技術部、科学技術プログラム推進部

希望の大陸・アフリカに科学技術を継続支援

第6回アフリカ開発会議（TICAD VI）が、ケニアで8月27・28日に開催されました。1993年に始まって以来、初のアフリカ開催であり、アフリカ53カ国、開発パートナー諸国やアジア諸国、国際機関、地域機関の代表並びに民間セクターやNGOなど市民社会の代表、約11,000名以上が参加しました。JSTからは濱口理事長、伊藤副理事ら、6名が本会議と関連イベントに出席しました。

濱口理事長は、STS フォーラム主催ワークショップの講演で「JSTは科学技術イノベーション（STI）で、持続可能な開発に貢献しており、アフリカ諸国とはSATREPSプロジェクトで現在までに17カ国、30件を実施。2016年以降も総額約25億円を支援します。2016年度に新たに採択した4件については、今後5年間で総額20億円を支援する予定です。さらに、これまで採択に至っていないア

フリカの国々の準備段階を支援する仕組みを検討しています。人材育成にも力を入れており、アフリカ諸国から日本に研究者・学生延べ447人を受け入れ、日本からは延べ1362人の研究者・学生を派遣しました。今後もSTIを通じて、アフリカの持続可能な開発に貢献していきたい」と、さらなる協力を強調しました。同ワークショップでは安倍晋三総理大臣も基調講演を行いました。

8月26日には別会場でSATREPSシンポジウム「アフリカにおける科学技術協力の意義と課題・研究から開発へ」が開催され、伊藤副理事がSATREPSのプログラム概要、アフリカとの協力実績、今後の取り組みなどについて発表し、「日本はアフリカなどの技術革新を助ける枠組みを持っている。今後も拡大したい」とのメッセージを発信しました。

シンポジウム会場ではSATREPSの紹介

映像の放映や、アフリカ各国との実績を特集したパンフレットの配布、共同研究を紹介するポスターが展示されました。

シンポジウムではSATREPSのアフリカ側共同研究者らから感染症や気候変動における研究成果の社会での実用事例や、人材育成の取り組みが紹介され、日本とアフリカの科学技術協力を推進する有効なツールとしてSATREPSの重要性が確認されました。

さらに、JSTの取り組みのひとつとして、西垣隆プログラム主管よりSTI-COPP, Africa（「途上国におけるイノベーションを促進する国際協力の戦略的推進」プログラム・文部科学省からの受託事業）で推進し、実用化に向けた成果が具体的に見えてくる拠点協力プロジェクトの紹介がありました。



TICAD VI 全体会議の様子。
（安倍晋三内閣総理大臣、ケニヤッタ・ケニア大統領、デビー・イトゥノ・チャド共和国大統領が共同議長を務めた。）



TICAD VI STSフォーラムワークショップで講演をする濱口理事長。セッションの司会も担当。



SATREPSシンポジウムで講演をする伊藤副理事。



第6回アフリカ開発会議の会議場。

さきがける 科学人

vol.55

中島 朋
Nakajima Tomo

千葉県立佐倉高等学校 教諭



プロフィール 福井県あわら市出身。2011年に筑波大学理工学群物理学類を卒業し、13年に同大学大学院で修士(教育)を取得。在学中に日本科学未来館でボランティアとして展示物を解説し、優れた社会貢献活動に認められ、若溪賞を受賞。宇宙教育指導者や科学コミュニケーターの研修にも参加し、13年より現職。趣味は科学玩具集めと科学館巡り。

「本物」の力で宇宙の魅力を伝えたい

毛利衛さんに憧れて

理数教育に熱心なスーパーサイエンスハイスクール (SSH) の福井県立高志高校を卒業し、巡り巡ってSSHの千葉県立佐倉高校で物理を教えています。

普通科に通っていた私が物理にのめり込んだのは、高校1年生の時のある出会いがきっかけです。母校の講演会で、元宇宙飛行士の毛利衛さんの話を聞いたのです。市民ホールの巨大スクリーンに広がる宇宙の映像と、最新の研究成果が描き出す宇宙の謎に引きこまれました。今でも、毛利さんの絶妙な語り口が鮮明によみがえります。

すぐにブラックホールについて調べ始め、2年生の選択科目で物理をとりました。「女の子に物理なんて無理」。先輩からのそんな冷やかしが、逆にバネになりました。

この頃から、身の回りの現象に疑問を持つようになったのです。ある時、通学の電車から窓の外を眺めていると、雷でもないのにちかちかと光る雲が見えました。周りの人に正体を尋ねても要領を得ません。よりによって、筑波大学の推薦入試で、面接官に唐突に質問してしまいました。場違いな質問に、面接官は大笑い。高校の先生は、「合格したのは、疑問にまっしぐらな姿勢が評価されたためかな」と苦笑しました。

大学4年生の時、その面接官だった三明康郎先生の研究室に進みました。ご専門は原子核物理で、宇宙の起源の謎を解くにはここしかないと思ったのです。

宇宙飛行士への憧れは強まる一方で、大学内や近くのJAXA筑波宇宙センターでの講演会などに足繁く通いました。向井千秋さんが講演すると聞けば医学部での学会にもぐり込み、国際宇宙ステーションに滞在中の宇宙飛行士との交信イベントがあると聞けば、宇宙センターに見にいきました。

憧れの毛利さんと再会したのは、日本科学

未来館でした。未来館のボランティアに応募し、その研修でお会いしたのです。緊張で声を上ずらせながら、1つ質問をしました。

「宇宙の暗闇が怖くはないですか?」

毛利さんの答えは明快でした。「暗闇の中身がわかれば怖くはないですよ」。宇宙の謎を探究する人と、その成果を伝える人の力によって、安心して暗闇の中へ飛び出せるのだと確信しました。この2つの力を教えるためには伸ばしてもらいたいと思っています。

「本物」が持つ大きな影響力

研究を続けるか、理科離れをくい止めるために文部科学省で働くか、学芸員や教師になって宇宙の魅力を伝えるか、進路には悩みました。資格だけは取っておこうと、福井県に教育実習に戻りました。その3週間の楽しい経験と母校の恩師に背中を押され、決意しました。

教師になって4年目。ようやく私の強みがわかってきました。専門の宇宙物理と、「本物」の人や物が与える影響力の大きさを知っていることです。宇宙で撮影された映像をJAXAやNASAから手に入れては紹介しています。講演会で三明先生に宇宙物理を話していただきました。未来館や研究所に生徒を連れていき、最先端の研究成果に触れる機会も作っています。

将来は高校の物理の授業だけでなく、もっと幅広く市民に科学の魅力を伝えてみたい。出会った人々からもらった刺激は、私の大切な宝物です。これからは、私が社会に恩返ししていこうと考えています。

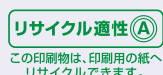
(JST広報課・松山桃世)



宇宙飛行士に憧れて、JAXAに通いつめていました。

次世代人材育成事業 スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 支援

SSHは文部科学省によって指定され、先進的な科学技術、理科・数学教育を通じて、生徒の科学的能力や科学的思考力を培うことで、将来社会を牽引する科学技術人材を育成するための取り組みです。SSHでは「科学への夢」や「科学を楽しむ心」を育み、生徒の個性と能力を一層伸ばしていくことをめざしています。



280
古紙(パルプ配合率80%)再生紙を使用

JSTnews

November 2016

発行日/平成28年11月1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