

# NICT NEWS

国立研究開発法人  
情報通信研究機構

No.6  
2020  
通巻 484

FEATURE

## コロナ禍に生かす NICTの研究・SEEDs

Interview

ウイズコロナ・アフターコロナで注目される  
NICTのICTテクノロジー



### FEATURE

## コロナ禍に生かす NICTの研究・SEEDs

### Interview

### 1 ウイズコロナ・アフターコロナで注目される NICTのICTテクノロジー

徳田 英幸

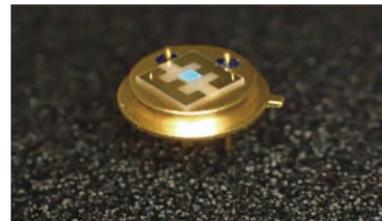
- 4 新型コロナウイルスとICTの光と影  
井上 大介
- 5 コロナ対策に向けたNICTの自然言語処理技術  
鳥澤 健太郎
- 6 新型コロナウイルス対策を踏まえた社会経済の変革  
プライバシーに配慮したデータ利活用  
盛合 志帆
- 7 新型コロナウイルス対策で見えた既存技術の問題と解決の  
ための糸口  
和田 尚也
- 8 サイバー空間と実空間の融合～Beyond 5G / 6G  
竇 迫 巖
- 10 脳情報(脳ことば)とxRで生成する超現実世界  
柳田 敏雄

### TOPICS

- 12 NICTのチャレンジャー File 13 田仲 正弘  
超巨大ニューラルネットワークのための分散深層学習フレームワークの開発
- 13 Awards

### INFORMATION

- 14 けいはんな R&D フェア2020
- 14 2020年度 多言語音声翻訳コンテスト



表紙写真：深紫外LEDの電気・発光特性を評価するためのシステム  
NICTでは新型コロナウイルス感染症対策への貢献も期待される高強度深紫外LEDの研究開発を行っています。写真の評価システムを用いて、世界最高出力となる500 mW超の265 nm帯深紫外LEDを実証しました。

左上写真：深紫外LEDの外観  
ナノインプリント技術を用いて形成したAINナノ光構造付加型深紫外LED(チップ面積：約1 mm<sup>2</sup>、メサ面積：0.35 mm<sup>2</sup>)をTOパッケージにフリップチップ実装したもの。光の干渉を起こすAINナノ光構造が、チップ全面にむらなく均一に形成されています。

### FEATURE ● コロナ禍に生かす NICTの研究・SEEDs

How NICT R&D Can Underpin  
COVID-19 Affected Society

### Interview

## ウィズコロナ・ アフターコロナで注目される NICTのICTテクノロジー

2020年が始まって間もなく世界は未曾有の危機に見舞われた。新型コロナウイルスの世界的大流行だ。緊急事態宣言が発出されるなど生活は大きく変わらざるを得なかった。代表的なものが、自宅の仕事や学習を行うテレワークや遠隔授業への移行だ。しかし、この過程で多くの課題が見えてきた。これらの課題を救うものこそがICTのサービスや技術である。今回は、NICTの研究開発がどのようなアフターコロナ社会を実現するのかについて、徳田英幸理事長に話を聞いた。

—新型コロナウイルスの影響で顕在化したICTの課題にはどのようなものがあるでしょうか。

徳田 日本はデジタル環境の整備を進めてはいましたが、今回の新型コロナウイルスの感染拡大によって、思いがけない課題がいくつも露呈してきました。例えば、保健所からの検査データがファックスで集計されていたり、医療のデジタル化の遅れから医療機関が様々な症例や治療法を検索したり、共有することがうまくいきませんでした。

また、社員の感染を防ぐために企業はテレワークを行うようになりましたが、ここにも課題がありました。大企業は以前から業務の電子化が進んでいたのですが、ある程度はテレワーク環境を実現できたのですが、中小企業では社内の文書をオ

ンラインで見ることができないといったケースが出てきました。また押印のためだけに会社に行かなければならないという、古い習慣から来る課題もありました。

オンライン授業については、大学・高専・専門学校の実施率は平均約60%だったのに対して、公立の小中高では僅か5%。これは致命的な欠陥で、子どもたちの教育を受ける権利が失われてしまっていると言えます。

行政の面でも課題がありました。特別定額給付金の支給では住民票とマイナンバーを管理しているシステムがうまく連携していなかったため、オンライン申請されたものをいったん紙にプリントアウトしてから照合するといったことが行われていました。

—なぜこのような問題が起こったのでしょうか。

### 徳田 英幸 (とくだひでゆき)

情報通信研究機構 理事長

1983年、大学院博士課程修了。その後、カーネギーメロン大学計算機科学研究准教授を経て、1990年に慶應義塾大学兼任、1996年環境情報学部教授。慶應義塾大学常任理事、環境情報学部長、大学院政策・メディア研究科委員長等を歴任。主に、ユビキタスコンピューティングシステム、オペレーティングシステム、分散システム、サイバーフィジカルシステムに関する研究に従事。2017年に国立研究開発法人情報通信研究機構理事長に就任。現在、慶應義塾大学名誉教授、日本学術会議会員、重要生活機器連携セキュリティ協議会会長、情報処理学会フェロー、日本ソフトウェア科学会フェロー、IEEE東京支部長等を務める。

徳田 社会全体において、デジタル化の遅れとICTリテラシーが不足していたからだと思います。今、小学校からプログラミングなどの情報科学の基礎的なリテラシー教育が始まっていますが、今後はより強力に様々な分野でデジタルトランスフォーメーション(DX)を進めていく必要があるでしょう。

### ■ ICTの本質とは

— NICTはICT分野で長年にわたる技術の蓄積と経験があります。ICTは本質的に社会にどのような貢献ができるものなのでしょうか。

徳田 これからは、サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)が融合し、IoTやAIといった技術によって、

## ウイズコロナ・アフターコロナで注目される NICTのICTテクノロジー

すべてのモノと情報が統合された社会になっていきます。このときに大切なのが、「人間中心・持続可能性・包摂性」という概念です。機械優先ではなくあくまでも人間優先の人間中心主義を貫き、持続可能性を担保し、全ての人々が平等に利便性を享受できる社会です。このような社会をICTによって実現することで、人間は時空間の制約から解放され、身体という束縛からも解放されます。

NICTにはCiNet（脳情報通信融合研究センター）という研究センターがあり、ブレインマシンインターフェイスの研究を行っています。この研究が実を結び、将来は脳で考えただけで分身であるロボットが作業をやってくれるような社会になるでしょう。

ただ今のところ、実際の作業をしてくれる最後の部分のテクノロジーが弱いのです。情報のセンシング、入力、解析処理、それを基にした実空間でアクション（行動）という一連の流れを扱う技術はSPA（Sensing, Processing, and Actuation）モデルで整理できますが、最後のA（アクチュエーション）の部分、アフターコロナ社会に向けて重要になってくるでしょう。

### ■ウイズコロナ時代のためのNICTの持つ技術

——ウイズコロナの技術としてNICTが持っているものは？

**徳田** 例えば、深紫外LED技術があります。波長265 nmの深紫外線を出す

LEDで、3 cm先から1秒間当てるだけで、新型コロナウイルスを不活性化できます。今、NICTでは出力500 mWという高出力なものも開発していますが、これをロボットに載せて、深夜に病院内を巡回させれば、LEDからのDUV（Deep Ultraviolet）光が届く場所では、ウイルスを不活性化することができます。

また、病室全体を8K映像で共有する技術も開発していて、既にいくつかの大病院と連携して実証実験を行っています。地方の病院ではICU（集中治療室）ユニットが不足しているところもあり、ICUの病室の空間全体を高精細映像で伝えることで、専門医による遠隔治療が行えるようになります。

このほか、NICTが開発した多言語翻訳技術は、ワクチン開発を進めている製薬会社で活用されています。英国のアストラゼネカ社と連携して、治験申請に必要な膨大な量の英語の文書を日本語に翻訳させたところ、それまで4週間かかっていた翻訳作業が2週間でできるようになりました。これによって、ワクチン開発が速まる可能性があります。

さらに個人情報を守るために、データを暗号化したままでビッグデータ解析や深層学習が行えるプライバシー保護データ解析技術、6G以降の移動体通信システムを想定したテラヘルツ波による100 Gbpsから1 Tbpsの超高速通信の技術、超臨場感通信を実現する3次元ホログラム技術などが開発中です。どれも、ウイズコロナ時代に有用な技術と言えるでしょう。

### ■アフターコロナ時代の未来像と課題

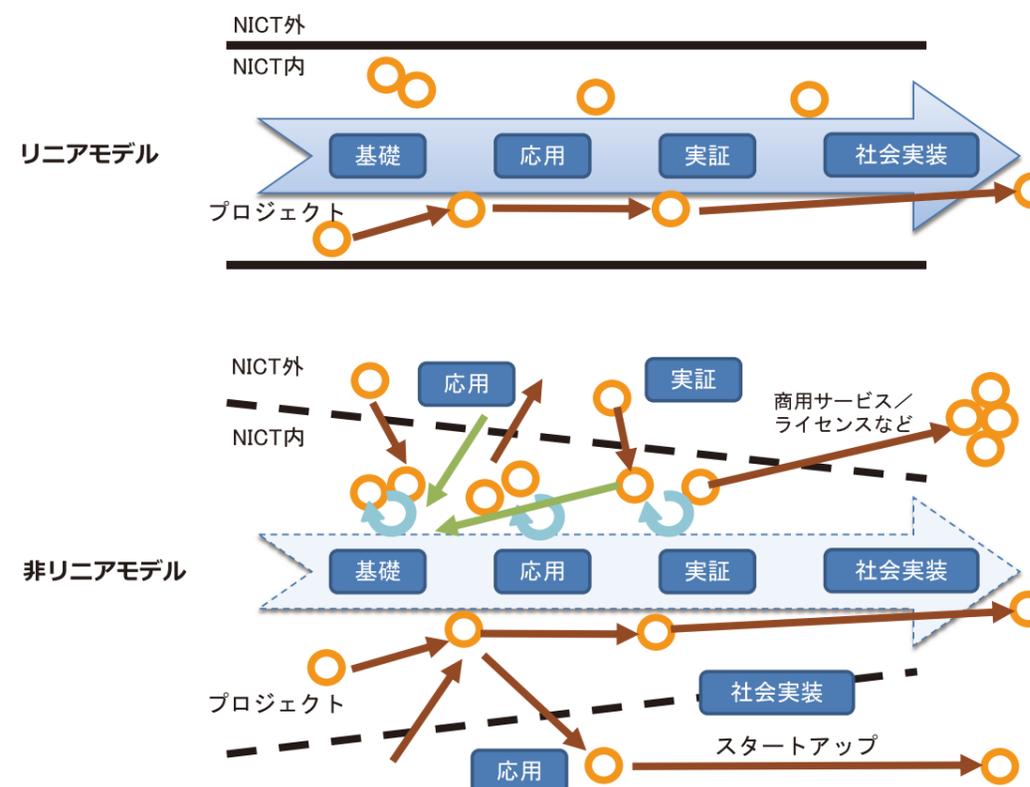
——アフターコロナではどんな社会になるとお考えでしょうか。

**徳田** アメリカにi4j（Innovation for Job）というNPOの団体があります。彼らは、みんながAIを使うようになると、競合他社も同じようにAIを使うようになり、差はほとんどなくなってしまうだろうと言っています。企業の価値は、そこで働いている人たちの価値の総和であるということです。だからAIは、人々を社会から排除していくように使うべきではないと主張しています。人間中心主義とか包摂性のある社会とは正にこういうことだと思います。

——社会を変えていくために必要な技術とはどういうものなのでしょうか？

**徳田** 通常のテクノロジーイノベーションと同時に、テクノロジーシェーピングが大切です。テクノロジーシェーピングとは新しい技術を創造すると同時に社会的受容性を向上させていくことをいいます。これまでの研究者は、技術を開発することに100%の力を注いできました。しかし、いくらすごい技術でも社会に受け入れられないようなものではだめです。技術開発と同時に、テクノロジーシェーピングを進め、社会のルールや制度・古い利権構造、さらには人々の意識も変えていくようなソーシャルイノベーションも同時に進めなければなりません。

## 社会実装：リニア型モデルと非リニア型モデル



Output例  
・論文・データ群  
・応用・商用システム  
・SW/HW/Devices  
・コンソーシアム  
・スタートアップ  
・連携プロジェクト

### ■今後の取組と展望

——アフターコロナ社会への取組は？

**徳田** NICTは基礎研究も多いのですが、基礎研究の段階から外部の企業などと連携して開発を進めていくことが大切です。そして、実証実験が終わり実用化のめどがたったら企業やベンチャーに引き渡して製品化・商品化してもらおう。

従来の研究開発の進め方が、技術の完成まで一直線に進むリニア型だとすると、これからは早期に外部と連携して開発を進めるノンリニア型の技術開発を目指したい。これが、社会実装を早めるための近道ではないかと思っています。

個々の研究者は基礎研究をやりつつも、将来、技術が社会で使われるようになったときの具体的なイメージについても考えてほしいと思います。少なくとも20年30年は先を見てほしい。

——技術の未来像を実現するための課題はどう解決していけばいいのでしょうか。

**徳田** 社会的課題の解決のための倫理・法制が重要になってきます。2021年度から始まる第6期科学技術基本計画では、科学技術イノベーションには人文科学の研究も必要であると変更されています。例えば、人間の脳の仕組みを模倣したAIの普及を意識したケースなど、どこまでが人間の仕事でどこからが機械の仕事かを考える必要が出てきました。この問題は自然科学系の科学者も考えるべきですが、哲学や倫理学の専門家の意見や研究成果も必要となっています。

最近、「説明できるAI（eXplainable AI, XAI）」というものが、米国防総省の高等研究計画局（DARPA）で提案され、世界中の多くの研究所や企業で研究されています。AI、特に深層学習は「答えは正解だがなぜこの答えを出したか分からない」とよく言われます。これを自ら説

明できるようなAIをつくらうという試みです。こういった形にテクノロジーがシェーピングされ、成熟化していかないと、不具合な答えが出たときに解決できないという問題が出てきます。

——NICTがこれから成すべきことは何でしょうか。

**徳田** 結局は人材に行き着くと思います。優秀な研究者、さらには、彼らと企業など一般社会との接点となるビジネスコーディネータやプロジェクトコーディネータのような人も増やしていきたいと思っています。基礎・基盤研究をきっちり押さえながらも、長中期的視野を持ち、必ずいつか役に立ち、社会的インパクトの高い技術を、スピード感を持って社会に実装していきたいと思っています。

## 新型コロナウイルスとICTの光と影



### 井上 大介

(いのうえ だいすけ)

サイバーセキュリティ研究所  
サイバーセキュリティ研究室  
室長

大学院博士課程後期修了後、2003年、独立行政法人通信総合研究所（現NICT）に入所。2006年よりインシデント分析センターNICTERを核としたネットワークセキュリティの研究開発に従事。博士（工学）。

**新**型 型 コ ロ ナ ウ イ ル ス 感 染 症（COVID-19）の流行に伴う緊急事態宣言（2020年4月7日）によって、在宅勤務（WFH：Work From Home）や遠隔授業などオンラインでの活動が主流となりました。それらの活動は高速な通信網や安全な通信路を確保するVPN、ビデオ会議ツールなど様々なICTによって支えられています。一方、COVID-19関連のサイバー攻撃も多発しており、ICTの光と影が浮き彫りになっています。

COVID-19の蔓延によるオンラインでの活動は、日本中に張り巡らされた高速通信網や、暗号技術によって安全な通信路を確保するVPN、簡便なコミュニケーションを可能にするチャットツールやビデオ会議ツールなどのICTによって支えられています。

また、ICTを活用したCOVID-19に関する情報収集や情報共有なども進められ、東京都のCOVID-19対策サイト\*1ではインフォグラフィクスによって分かりやすく各種情報を伝えるよう工夫がなされています。AppleとGoogleによるスマートフォンを用いた接触通知機能APIの提供や、国内ではLINEによる全国調査\*2など、ICTの積極的な活用が進んでいます。

一方、COVID-19に便乗したサイバー攻撃が多発しています。メールの件名や内容にCOVID-19やマスクなどを含んだフィッシングメールが急増し、NICTでも2020年3～5月にそれぞれ30件、71件、127件のCOVID-19関連フィッシングメールを検出しています。VPN製品の脆弱性を狙った攻撃\*3や、リモートデスクトッププロトコル（RDP）への総

当たり攻撃\*4、ビデオ会議ツールを使ったミーティングへの第三者の乱入\*5など、WFHへの急速な移行の間隙を突く攻撃が多く見られています。

さらに、感染したコンピュータ上のデータを暗号化し、データ復号の見返りに身代金（ランサム）を要求する脅迫型のマルウェア（ランサムウェア）による医療機関への攻撃も後を断ちません。2020年5月には欧州最大の病院運営会社（Fresenius）がSnakeと呼ばれるランサムウェアに感染し、業務に支障が出ました\*6。COVID-19に便乗した医療機関へのサイバー攻撃について、2020年4月にINTERPOLが、同5月には米国CISAと英国NCSCが連名でそれぞれ注意喚起を出しています\*7\*8。

WFHが急速に進み、リモートでの業務が一般化した現在、ネットワークを組織内外で分け、その境界でセキュリティを守る旧来型の「境界防御」の仕組みが崩壊しつつあります。そこでネットワークという場所を守るのではなく、情報資産などのリソースを守る「Zero Trust」という新しいセキュリティのパラダイムが生まれています\*9。

NICTではCOVID-19以前から在宅勤務制度とそれを実現するVPN環境の整備、NIRVANA改\*10などの研究成果を活用した精緻なセキュリティ管理を進めてきたため、スムーズにWFHを中心とした働き方に移行できました。その支えになったのは情報通信システム室の献身的な働きでした。世界中でICT環境を支える全ての人達に感謝の意を表します。

## コロナ対策に向けたNICTの自然言語処理技術



### 鳥澤 健太郎

(とりさわ けんたろう)

NICTフェロー/  
ユニバーサルコミュニケーション研究所  
データ駆動知能システム研究センター  
センター長

大学院中退後、東京大学大学院助手、北陸先端科学技術大学院大学助教授等を経て、2008年にNICTに入所。自然言語処理の研究に従事。日本学術振興会賞等受賞。奈良先端科学技術大学院大学客員教授。日本学術会議連携会員。博士（理学）。

**日**本語、英語等の「自然言語」を計算機で処理する自然言語処理はAIの一種です。NICTの自然言語処理は、単なる研究にとどまらず、社会変革を狙うものであり、一部は商用化されています。以下ではこうした技術のコロナ対策での活用可能性を紹介します。

NICTでは、スマホ等に音声で日本語等を入力すると、他の言語への翻訳結果を音声で出力するVoiceTra等の音声翻訳技術や、特許文書等を翻訳するテキスト翻訳技術を研究開発してきました。コロナの感染拡大に伴って、国をまたがった医療機関間での情報共有や、コロナに関する膨大な論文が注目されていますが、問題となるのが翻訳です。英語に不慣れた医師や看護師が外国の医療関係者との会議をする際や外国語論文を読む際、機械翻訳を使えば効率よく知識を吸収でき、治療、感染対策が劇的に改善する可能性があります。

一方、現在普及している音声翻訳技術は、ユーザがいったん話し終えないと翻訳が行われません。一方、NICTでは、テレビ会議等での活用を念頭に、途切れず話し続けても、並行して翻訳を行う同時通訳型の革新的翻訳技術を、2025年の実用レベル技術実現を目標に開発しています。また、論文翻訳や専門家間の同時通訳では、分野特有の言い回しを適切に翻訳することがマストです。NICTでは、翻訳バンクという取組で、企業等から提供された各分野の対訳データを用い、その分野に特化した高精度な機械翻訳を構築しています。現在も多数の製薬会社から対訳データの提供を受けており、こうしたデータによって医療関係者間の適切

な同時通訳等も可能になります。こうした技術による迅速な国際連携で、より適切なパンデミック対応ができるでしょう。

また、感染症蔓延時の自然災害は深刻な事態で、3密が生じやすい避難所での感染症蔓延は悪夢です。NICTでは連携組織と共に、スマホ上のチャットボットが被災者等と話し、被災情報を効率よく収集する防災チャットボットSOCDAを開発しています。このSOCDAを使い、被災者一人ひとりの健康状態や、避難所の状況を把握し、3密が起りにくい避難所を推薦するといった、感染症に配慮した被災者支援が可能になります。今年度中に実証実験を実施予定です。

さらに、今回のコロナでは、高齢者の重篤化や介護施設等でのクラスターが問題になりました。NICTでは、音声で高齢者と対話を行う対話システムMICSUS（図）を連携企業と共に開発中で、高齢者を対象とする実証実験も行ってきました。これは高齢者の健康状態等のチェックを自動的にきめ細かく行い、介護作業の負担軽減や品質向上につなげ、さらにはWeb等の情報を用いて高齢者と雑談を行なって、その社会的孤立を回避することが目的です。一方で、この対話システムで必要なチェック等を行えば、介護を担うケアマネジャー等と高齢者の直接の面談の頻度を抑え、感染リスク抑制が可能ですし、そもそも感染可能性を質問でチェックすることも可能です。また、MICSUSは、カメラ等で高齢者の状態をチェックする機能も持ち、発熱等の症状を高齢者が言わずとも検知して、医師等に伝えることもいづれ可能になるでしょう。



図 高齢者向けマルチモーダル音声対話システム MICSUS

\*1 <https://stopcovid19.metro.tokyo.lg.jp>

\*2 <https://guide.line.me/ja/coronavirus-survey.html>

\*3 <https://blogs.jp.cert.or.jp/ja/2020/03/pulse-connect-secure.html>

\*4 <https://securelist.com/remote-spring-the-rise-of-rdp-bruteforce-attacks/96820/>

\*5 <https://www.justice.gov/usao-edmi/pr/federal-state-and-local-law-enforcement-warn-against-teleconferencing-hacking-during>

\*6 <https://krebsonsecurity.com/2020/05/europes-largest-private-hospital-operator-fresenius-hit-by-ransomware/>

\*7 <https://www.interpol.int/en/News-and-Events/News/2020/Cybercriminals-targeting-critical-healthcare-institutions-with-ransomware>

\*8 <https://us-cert.cisa.gov/ncas/alerts/AA20126A>

\*9 <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-207/final>

\*10 <https://www.nict.go.jp/press/2016/06/07-1.html>

## 新型コロナウイルス対策を踏まえた社会経済の変革 プライバシーに配慮したデータ利活用



**盛合 志帆**  
(もりあいしほ)  
経営企画部 統括/  
企画戦略室 室長/  
サイバーセキュリティ研究所 上席研究員  
大学卒業後、日本電信電話(株)、ソニー(株)を経て2012年NICT入所。2019年8月より現職。博士(工学)。

**世** 界的に新型コロナウイルスの感染が広がる中、急速に社会経済の変革が進んでいます。コロナとの共存が求められる「Withコロナ期」こそデータ利活用、それもプライバシーに配慮したデータ利活用が不可欠です。データ利活用とプライバシー保護の両立は難しく、この事例として接触確認アプリを紹介します。プライバシーを保護したまま本当に有益なデータ解析は可能なのか？これを可能にするNICTの技術について紹介します。

### ■接触確認アプリとプライバシー

2020年3月頃から海外でBluetoothを使ったアプリで接触者を追跡する動きがあり、日本でも接触確認アプリの開発を開始、4月6日には内閣官房「新型コロナウイルス感染症対策テックチーム」が発足しました。5月8日に厚生労働省がAppleとGoogleが共同開発するAPIを発表し、6月19日に新型コロナウイルス接触確認アプリ(COCOA)がリリースされました。

COCOAでは、利用者本人の同意を前提にアプリをインストールし、利用者同士が約1m以内に15分以上接触すると、Bluetooth通信により相手の識別子(個人に紐づかず、短期間で変更する匿名のID)が接触情報として記録されます。この情報は2週間を過ぎると削除されます。検査で感染が判明した陽性者は保健所からの通知を受け、陽性者であることを任意でアプリに入力します。システムは識別子を基にその陽性者との接触履歴があるユーザに対して接触者アラートを、

接触した個人を特定せず通知します。接触確認には様々な方式があり、各国で様々な方式が導入されています(図1)。日本の方式は、陽性者データを端末で管理する分散型かつ個人情報取得しない匿名型の、最もプライバシーを重視した方式です。本アプリのダウンロード数は9月30日時点で人口の約14%の1778万件、陽性の登録は948件にとどまっています。有効性については、プライバシーを尊重し、利用者の同意と自己申告に基づくシステムゆえの難しさがあると思われます。

### ■プライバシー保護データ解析技術

プライバシーを保護したままデータ解析を行う方法として、暗号化したままデータ解析を行う技術があります。NICTではこの技術に継続的に取り組み、2016年1月に「暗号化したままデータを分類できるビッグデータ向け解析技術を開発」<sup>\*1</sup>、2018年7月に「プライバシーを保護したまま医療データを解析する暗号方式を実証」<sup>\*2</sup>などのプレスリリースを行っています。後者では、暗号化した医療データの中身を見ることなく、解析対象外データの混入を防ぐ解析手法を開発し、個人の遺伝情報と病気の罹患情報との統計的な関連性を、暗号化したまま安全に解析する実証実験を行いました(図2)。「Withコロナ期」において、このようなプライバシーを保護したまま安全なビッグデータ解析ができる技術が活用されていくことを期待しています。

\*1 <https://www.nict.go.jp/press/2016/01/14-1.html>  
\*2 <https://www.nict.go.jp/press/2018/07/18-1.html>

## 新型コロナウイルス対策で見えた 既存技術の問題と解決のための糸口



**和田 尚也**  
(わだ なおや)  
未来ICT研究所 研究所長  
1996年郵政省通信総合研究所(現NICT)入所。以来、フォトニックネットワークや光伝送システムに関わる研究に従事。博士(工学)。

**C** OVID-19の状況下でICT技術が社会経済活動の維持に大きく貢献している一方で、現在の技術では、通信の容量・柔軟性・安定性・安全性等に多くの課題があることを露呈しました。テレワークやオンライン授業等の浸透で露呈した課題解決のため、現在NICTでは、新しいICT技術の研究開発を進めています(表)。

Beyond 5G / 6Gネットワークでは、これまでと異なり、無線(電波)と有線(光)のシステムを融合させた、光・電波融合ネットワークが必要になります。光と数百ギガヘルツ電波を直接変換する技術を導入することで、無線区間において現在の100倍の大容量を実現できますが、無線区間のトラフィックが集中する光ファイバ網の超大容量化が必須となります。NICTは、信号の伝送路が1本の既存光ファイバと同じ外径で、複数の信号伝送路を実現するマルチコアファイバやマルチモードファイバを用いた空間多重光ファイバ通信技術により、アクセス網やコア網において、現在の百倍~数千倍の超大容量ネットワークを実現します。さらに超多分岐技術や長距離化技術の導入を併せて行い、人口が集中する都市部であっても、十分な通信容量を利用できるようにします。またデバイスの超小型化とシンプルなシステム構成導入により、アンテナ数激増の課題を解決します。

さらに、限られた物理層資源を最大限に活用するために、混雑する通信経路を避け、最適な通信品質のコンテンツ配信を可能にするICN/CCN技術や、異種アプリケーションからの要求に基づいて、自動でネットワーク資源調整を行うネットワーク構築自動化技術の導入により、

ネットワークの柔軟性と安定性の課題を克服するプログラマブルネットワークを実現します。

テレワークの拡大で、ネットワークを介しての機密性の非常に高い情報のやり取りも避けられなくなるため、ネットワークのセキュリティは更に重要になります。量子暗号は(量子計算機を含む)あらゆる計算機で解読不可能であることを証明できる現在唯一の暗号方式です。この量子暗号を用いた秘匿性を限りなく高めたネットワーク技術により、ネットワーク安全性の課題を解決します。

このように、テレワークにおける多くの課題を解決できたとしても、テレワークが不可能な業務も数多く残ることは、事実です。そこでは、安全なウイルスフリー環境を容易に作り出すことができる殺菌・滅菌・除菌技術が極めて重要になってきます。そのため非接触で殺菌が行える深紫外光による殺菌技術が大きな注目を浴びています。これまでの深紫外光源は、水銀ランプやガスランプ等で、サイズや消費電力が大きく高価で、短寿命、水銀を使っているなどの問題があります。深紫外LEDは、このような問題を克服し、容易にウイルスフリー環境を実現するための鍵となります。NICTが開発をリードする深紫外LEDは最も殺菌作用の強い265 nmの高出力深紫外光源を可能にし、かつ有害物質を用いない低環境負荷性を両立させる技術です。

最先端ICT技術を通じて、withコロナ時代を人々が少しでも安全かつ快適に生活できるよう、NICTでは今後も研究開発を進めていきます。

表 問題解決の糸口となるICT技術

課題	克服するための技術(代表例)
通信容量	・ Beyond 5G技術 ・ 空間多重光ファイバ通信技術
柔軟性と安定性	プログラマブルネットワーク技術
安全性	量子ネットワーク技術



図1 接触確認アプリの分類(各国比較)



図2 暗号化したまま医療データ解析

## サイバー空間と実空間の融合～Beyond 5G / 6G



### 寶迫 巖

(ほうさこ いわお)

ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
総合研究センター長

大学院博士課程修了後、日本鋼管株式会社（現JFE）を経て1996年に郵政省通信総合研究所（現NICT）入所、テラヘルツ帯の半導体デバイス、カメラ、無線システムの研究開発に従事。博士（理学）。

**移** 動体通信システムの進化は著しいものがあります。さらに移動体通信システムを支えるコアネットワークやネットワーク上に存在するサーバー群、それらが織りなすサイバー空間を通じての人と人、人とモノ、モノとモノといった相互作用が、社会生活の様々な局面において大きな意味を持つに至っています。5Gが社会実装されつつある現在、研究開発ではBeyond 5G / 6Gに焦点が当てられつつあります。これからますます重要性を増すサイバー空間を通じての相互作用をサイバー空間と実空間の融合としてとらえ、Beyond 5G / 6Gの研究開発との関係を示します。

### ■背景

COVID-19による新型コロナウイルスの蔓延により、政府から緊急事態宣言が4月7日に発出、4月16日には全国に拡大され、5月14日に解除されました。この間やその後も多くの人が、いわゆる三密を避けるため外出を控えた生活を行っています。在宅での勤務や授業などのテレワークが推奨され、多くの方々が実践してきました。感染症対策においても、またテレワークにおいても、ICT（情報通信技術）がいかに重要であるかという点に気が付きました。その一方で現在のICTの技術水準や普及の程度は、感染症対策やその結果として推奨されている「新常態」での生活に対し、必ずしも十分でないことも認識されました。この認識に立って、「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」が7月17日に閣議決定され、感染症対策や新常態での生活様式におけるデジタル化の推進が

うたわれています。

### サイバー空間と実空間の融合： Cyber-Physical System

緊急事態宣言時における在宅勤務等を通じて明らかになったことの一つに以下の点があります。それは、在宅勤務・授業や三密回避のため、空間的に分散した個人がICTを駆使して他の個人やロボット／アバターと協働し、いかなる時でも価値を創出し続けることができるようになることが、現状では甚だ不十分だったので、できるだけ早くそれらが可能な状態にしておくということです。ICTを駆使するとは、即ち、インターネットやそれを構成するサーバー群（クラウド）で形成されるサイバー空間を利用することにほかなりません。さらに感染状況に限らず、実空間で起きている事象（ビッグデータ）を計測しサイバー空間に投影して、解決策（最適解）を見いだす仕組みの実現も、社会課題を解決してより良い社会を実現するために必要と考えられます。

### ■Beyond 5Gの位置付け

移動体通信システムは、通信基盤（1G～3G）、生活基盤（4G）と進化し、個人人の生活に欠くべからざる要素となってきました。5GにおいてはIoT等のように人だけではなくモノも繋がる社会基盤となっており、その利活用はDX化の推進と相まって加速度的に進展していくと考えられています。Beyond 5G / 6Gにおいては、サイバー空間と融合し「Society 5.0」の神経網ともいえるべきものになっていくと考えられます。

### 「新常態」～「ICTを活用した非接触型社会」

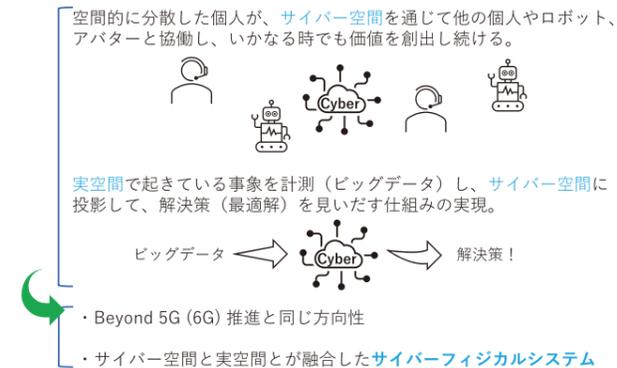


図1 「新常態」～「ICTを活用した非接触型社会」

### ■具体的研究開発：電波エミュレータ、 時空間同期、超高速無線

5Gにおいて、超高速大容量、低遅延、多数接続の実現がうたわれています。Beyond 5G / 6Gでは、これらすべてにおいて目標値が1桁程度更新され、さらに、ドローン・航空・宇宙・海洋といったところまでネットワーク拡張すること等が具体的な目標となってくると考えられます。このような技術の進展を背景にして、無線を使う／利用する機器数は指数関数的に増え、無線システムを設計・テストを行い、実装して使えるようになることが予想されます。極めて多数の無線機が狭い空間に密集している状況をこれまでどおりリアルで検証することは、検証に掛かる費用や時間だけを考えても合理的ではなくなってきてしまいます。そのため、このような検証をサイバー空間中で行えるようにすることによって、複雑な大規模システムや異種・同種システム間の干渉等の検証を効率的に行うことが考えられており、今年度から総務省電波資源拡大のための研究開発の中で「仮想空間における電波模擬システム技術の高度化に向けた研究開発（2020-2023）」

### サイバー空間と実空間が融合したサイバーフィジカルシステム Cyber Physical System (CPS)



【Beyond 5G (6G)】  
・サイバー空間と実空間とを一体化させ、「Society 5.0」の神経網へ  
・パンデミック等の緊急事態でも価値を創出し続けられる経済社会の実現！

図2 サイバー空間と実空間が融合したサイバーフィジカルシステム

が開始されています。

個人がサイバー空間を通じて他の個人やロボット／アバターと協働していくには、実空間だけではなくサイバー空間を含めたCyber-Physical Systemにおける時刻同期が重要になってきます。また、これまで以上に正確な基準信号に基づく無線通信では、複数の端末や基地局などを連携させ、エネルギー的にも効率的な移動体通信システムを実現できる可能性があります。また、正確なタイミングに基づいて、離れた地点間において、あたかも遅延がないような同期した動作を実現できる可能性もあります。このような技術の基盤としてNICTでは、光格子時計、チップスケール原子時計、トレーサビリティ技術、無線双方向技術等の研究開発を進めてきています。

Beyond 5G / 6Gではテラヘルツ帯を用いた100 Gbit/sの超高速無線の実現が国内外の研究機関が出版している白書にもうたわれています。NICT等からの積極的な貢献により2019年の世界無線会議では、300 GHz近傍及び400 GHz近傍での合計137 GHz幅が陸上固定／移動無線に特定化されました。これまでにない広帯域を無線通信に利用するということが国際的な合意に至ったことは

極めて大きな進展であると言えます。

NICTでは産学とも連携し、これまでに300GHz帯ハードウェアの研究や標準化（ITU-RやIEEE802）を進めてきています。また、100 Gbit/s級の無線を実現するにはコアネットワークの強化も必須です。マルチコアファイバーを用いた極めて高速な光ファイバー通信もこれまでに実現してきており、無線部分と合わせて100 Gbit/s級アクセス技術を実現できる基盤技術は既にそろっていると看做されます。

### ■今後の展望

Beyond 5G / 6Gの目指す、実空間での通信網等をサイバー空間と融合させ「Society 5.0」の神経網の実現することは、新常態において空間的に分散した個人がICTを駆使して他の個人やロボット／アバターと協働し、いかなる時でも価値を創出し続けることを実現するための基盤となり得るものです。ここで述べたことを実現するためには、具体的に挙げた例だけでなく、その他様々な技術要素を融合させ、なおかつ国際的にも協調・合意を図りながら進めていく必要があります。多くの皆様と共同・協働して進めていきたいと思っております。

# 脳情報(脳ことば)とxRで生成する超現実世界



**柳田 敏雄**  
(やなぎ だとしお)  
脳情報通信融合研究センター  
研究センター長  
大学院博士課程中退後、大阪大学教授、NICT 主管研究員を経て、2013 年から現職。「ゆらぎ」を基礎とした生命のしくみを研究。2013 年文化功労者。工学博士。

**昨** 今の COVID-19 によるパンデミックや災害による社会活動の制限は深刻な問題となっています。この問題は今後も起こり得ることであり、この事態に適切に対処し、日常の継続性を保つため、抜本的な社会システムの変革が求められています。ここで期待されているのが、生活・仕事・交流等私たちの様々な営みを現実世界の制約なく行えるサイバー世界です。

## ■提案する世界：以心伝心のコミュニケーション

最近の人工知能 (AI) や 5G などの情報通信技術 (ICT) の進展は目覚ましく、このようなサイバー世界が現実のものとなりつつあります。しかし、ここで懸念は、脳に最先端の IT でむやみに大量の情報を送っても、脳は疲弊するばかりで効率よく情報を受容できないのではないかとことです。脳が何を知りたいの

かに絞る、すなわち、情報の量を増やすのではなく、質を上げることが必要です。脳情報、言い換えれば“脳のことば”を理解し、これを使った以心伝心のコミュニケーションの実現です。私たちは、脳のことばと xR で生成する超現実世界、サイバー世界を提案します (図 1)。

脳のことばをどのように獲得するのでしょうか。近年ヒトの脳活動から、脳情報すなわち脳ことばを読み解く研究が大きく進化しています。我々のセンター (CiNet) でも中心課題として取り組んでいます。視覚に関する研究成果の一部を紹介します。動画を見せたときの脳活動から、被験者の脳が見ている画像を再現したり、知覚している意味内容、情動内容、そしてさらに記憶、推定、意図といった高次の認知を読み解いたりすることが部分的ですができています (図 2)。

## ■脳ことばの読み解きを目指す

私たちはこの研究を軸として、視覚だ

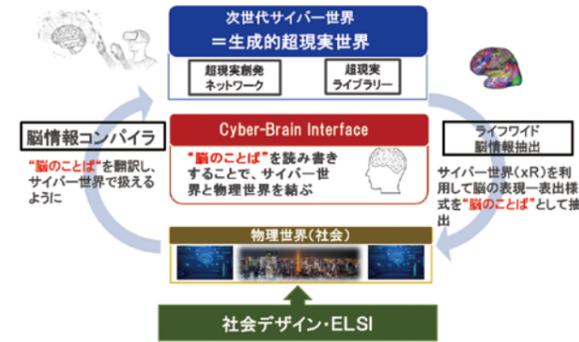


図3 脳ことばとxRによるサイバー世界の構築



図4 新しいサイバー世界がもたらす拡張認知革命

けでなく多種多様な入力情報に対しての脳ことばの読み解きを目指しています。脳活動の大規模データベースを構築し、多様な情報の脳活動への表現・表出様式を求めます。脳活動の計測は主に fMRI (機能的 MRI) を使います。しかし、この方法では MRI の中で人間の動きが拘束されるので、実生活環境での脳活動が計測できないという問題があります。そこで、我々は xR を使って、仮想的な環境で脳活動を大規模に計測する計画です。また、非拘束状態で計測ができる EEG (脳波) や病院の協力を得て ECoG (皮質脳波) で脳活動を測定するなど、マルチモーダルな脳活動計測も行います。

脳のことばは個人個人で異なります。それゆえ、年齢、男女、生活環境、趣味、職業、DNA 型、文化、国、人種などに分けて脳活動計測を行い、できる限り没個性にならない脳のことばを求めする必要があります。どこまでが共通でどこからが個性なのかを解明することは、個性や人格の起源とも関係する非常に興味深い課題でもあります。個性まで含めた脳のことばを、計測が大変な脳活動だけから求めるのは膨大な人材、時間、そして研究資金を必要とします。SNS 上で大量に飛び交う情報にも脳のことばが端々に現れているはずですが、SNS 情報の解析と脳活動計測を組み合わせ、没個性にならない脳のことばを求める取組も行っています。NICT にある SNS 情報解析の強力なセンターと協力して脳ことばの研究開発を大きく進展させることも考えて

います。世界の脳科学と ICT の融合研究開発の動向を見てみると、NeuraLink や Facebook といった企業が乗り出しています。脳科学を取り込んだ ICT は今後世界の潮流になるでしょう。

## ■生成的超現実社会の実現へ

次に、脳のことばと xR を使って、どのようにサイバー世界を構築していくのでしょうか。脳のことばをその都度脳活動を計測して求めるのでは、現実的ではありません。我々の計画では、没個性にならない脳のことばを大規模に取得しデータベース化し、それを基に脳のことばを翻訳しサイバー世界で使えるようにコンパイルします。すなわち、脳活動を計測しなくても、多種多様な情報を人間の脳ではなくコンピュータに入力すれば、脳のことばが得られるようにするのは可能です。そして、脳のことばをネットワークに乗せて新しいサイバー世界 (生成的超現実社会) の構築を目指します。脳のことばは倫理的に慎重に扱うことが必須です。また、脳のことばを使う社会はどうあるべきかという課題もあります。この問題は、大阪大学の社会技術共創研究センター (ELSI センター) と協同して慎重に進めていく計画です (図 3)。

脳のことばと xR で生成するサイバー世界は、どんな社会変革をもたらすことが期待できるのでしょうか。人間は、遺伝子の進化により言語や創造力を得るといった認知革命が起こり、他の動物とは根本的に異なる社会を発展させてきまし

た。少し大袈裟ですが、我々が目指す新しいサイバー世界では、技術の進化により拡張認知革命が起こると期待しています。人間同士の思いやりの拡張、スキルの交換、世界の理解と創造様式の拡張が期待できます (図 4)。また、情報媒体として、言語に加え脳のことばを使うことにより、知ることのできる世界、体験できる視点、そして関われる人、共有できる幸福・悩み・希望が拡張され、他者志向のイノベーションが次々と起こる社会が実現するでしょう。社会資本の観点からすると、これまでは産業や生活のインフラなど公共社会資本が中心でしたが、新しいサイバー世界では、人類の幸福のためのインフラが社会資本になると期待されます。

ここで提案するサイバー世界を実現するためには、脳情報研究、そして xR、ネットワークなど様々な ICT 関連分野との異分野融合研究を、NICT 内はもちろん、NICT 外とも広範囲に行うことが重要です。また、社会実装するためには多くの関連企業の協力が欠かせません。正に、オープンイノベーションが必須です。私たちは、研究開発に加え、オープンイノベーションシステムの構築も積極的に進めています。

本原稿の作成に関して、NTT データ経営研究所、東京大学バーチャルリアリティ教育研究センター、大阪大学 ELSI センター、そして CiNet の研究者の皆さんに協力いただきました。

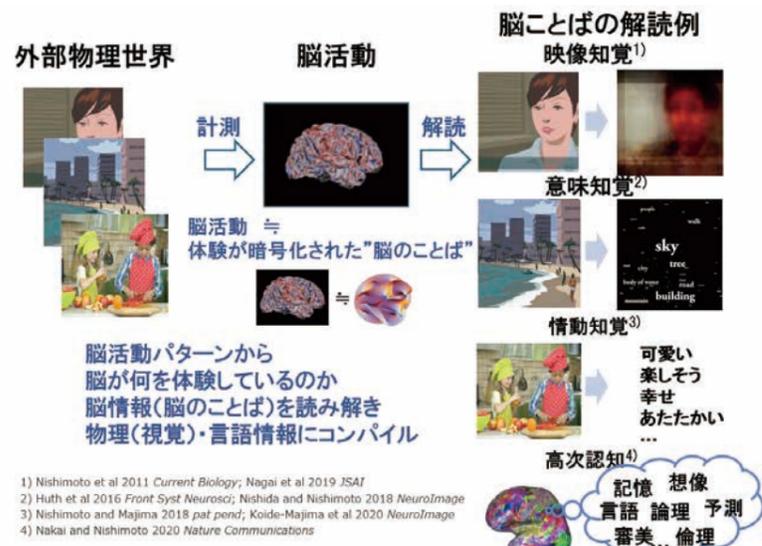


図2 脳ことばの解読例

1) Nishimoto et al 2011. *Current Biology*; Nagai et al 2019. *JSAI*  
2) Huth et al 2016. *Front Syst Neurosci*; Nishida and Nishimoto 2018. *NeuroImage*  
3) Nishimoto and Majima 2018. *pat pend*; Koide-Majima et al 2020. *NeuroImage*  
4) Nakai and Nishimoto 2020. *Nature Communications*

# 超巨大ニューラルネットワークのための分散深層学習フレームワークの開発



## ● 経歴

1981年 奈良県にて誕生  
2004年 京都大学工学部情報学科卒業  
2009年 京都大学情報学研究所博士課程修了  
2009年 NICT入所  
2016年 現職

## ● 受賞歴等

2015年 ドコモモバイルサイエンス賞  
2016年 前島密賞  
いずれも共同受賞

## 田中 正弘

(たなか まさひろ)

ユニバーサルコミュニケーション研究所  
データ駆動知能システム研究センター  
主任研究員  
博士 (情報学)



## 一問一答

## Q 研究者になってよかったことは？

A 世界中のどこでも解決されていない技術的課題に、自分が考えたアプローチでチャレンジできるとき、この仕事ならではの高揚を感じます。

## Q 最近はまっていること

A 数年前まで弾いていたピアノを最近メンテナンスして、少しずつ弾いています。娘がピアノを始めたので、一緒に弾くこともあります。ほんの短い時間でも、楽器に触ると気分転換できます。

## Q 研究者志望の学生さんにひとこと

A 大学院での研究は期間に限られるので、気持ちは焦ることがあると思いますが、その研究分野に本当に資するテーマが何なのか、長期的な観点で考えて取り組むと、きっと後で報われると思います。

近年注目を集めている深層学習では、GPUなどのアクセラレータを使用するのが一般的です。しかし、深層学習に用いるニューラルネットワークの大規模化が急速に進み、GPUのメモリに収まらない巨大ネットワークが提案され始めています。例えば、言語処理分野でブレイクスルーとなったネットワークBERTは、2018年に提案され、当時としては最大規模である3.4億の学習パラメータを持っていましたが、その後も大規模化は進み、翌年に提案されたT5と呼ばれるネットワークは、110億もの学習パラメータを持ちます。

そこで私たちは、超巨大ニューラルネットワークを自動的に分割し、複数のGPU上に配置して、分散学習を行うフレームワークRaNNC (Rapid Neural Network Connector) の研究開発を行っています。RaNNCは、必要メモリや計算負荷を分析し、ニューラルネットワークの分割を決定することができ、既に数十億規模の

パラメータを持つニューラルネットワークを、人手でチューニングされた既存フレームワークに勝る効率で学習することに成功しています。今後、利用事例などの整備を進め、オープンソースで公開する予定です。また、学習した巨大ネットワークは、大規模Web情報分析システムWISDOM X、次世代音声対話システムWEKDA、高齢者向けマルチモーダル音声対話システムMICSUSなどに組み込み、

より性能向上を図るとともに、民間企業等にも提供することを計画しています。

この3年ほどは、家族の仕事などの事情のため、主に在宅で勤務しています。当初は戸惑いもありましたが、周囲の方々の理解もあって、次第に支障なく進められるようになってきました。コロナ禍で出勤の機会が減っていますが、早い段階で在宅勤務を始めていた経験が生かされたように思います。

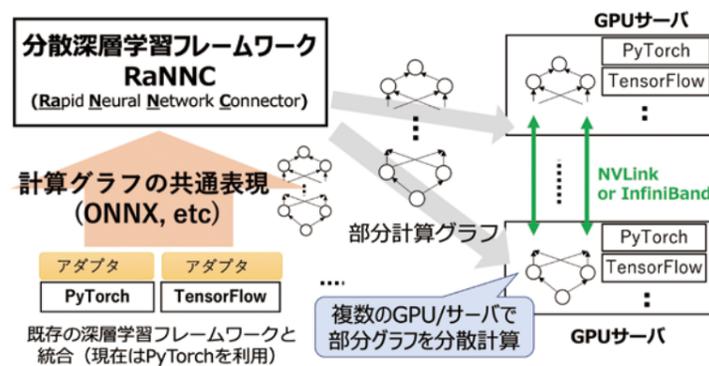


図 RaNNC概要



## フェロー紹介\*

### 鳥澤 健太郎 (とりさわけんたろう)

ユニバーサルコミュニケーション研究所 データ駆動知能システム研究センター  
センター長

WEKDAは、いずれも、同氏の視野の広さと、コンピュータサイエンス、自然言語処理における高い研究スキルが結合することによって生まれたものです。さらには、同氏が民間企業や他の国研と共同で開発を進めている高齢者向けマルチモーダル音声対話システムMICSUS、防災チャットボットSOCDAの開発においても、これらの広い視野やスキルが大きく貢献しています。

これらの複雑かつ大規模なAIシステムは、自然言語処理研究者から並列分散計

NICTでは、職務として行った研究開発の業務において、特に顕著な業績があると認められる者にフェローの称号を授与することとしており、令和2年7月1日、鳥澤健太郎ユニバーサルコミュニケーション研究所データ駆動知能システム研究センター センター長に称号を授与いたしました。

算の専門家、言語学者までを含む多数の研究者やプログラマー、データ作成者からなるチームを同氏がまとめ上げることにより実現したものであり、氏の優れたリーダーシップを示すものです。また、同氏が手がけたシステムは、自治体等で防災訓練や災害で活用されており、民間企業へのソフトウェアライセンスの提供も行われています。氏の構想力、実績は、日本学術振興会賞、文部科学大臣表彰、Twitter Data Grants等、多数の受賞等でNICT外からも高く評価されています。

## ■ 公益財団法人 通信文化協会 第65回 前島密賞

65<sup>th</sup> Maejima Award

前島密賞は、通信事業の創始者「前島密」の功績を記念し、その精神を伝承発展せしめるために設けられたものです。情報通信事業(郵政事業を含む)及び放送事業の進歩発展に著しい功績のあった者に贈呈され、本年度、NICTからは2件の受賞がありました。



### 門脇 直人 (かどわき なおと)

国立研究開発法人情報通信研究機構 理事

## 概要

- 受賞内容：【高速衛星ネットワーク技術の高度化に向けた研究開発】
- 受賞日：2020年9月18日

受賞の言葉 電波研(当時)入所以来、衛星通信の研究に携わり、WINDSの開発を主とする高速衛星ネットワークの技術開発成果を認めていただき、受賞することができました。ご指導いただいた諸先輩方をはじめ、研究を支えて下さった多くの皆様に感謝いたします。

### 淡路 祥成 (あわじ よしなり)

ユニバーサルコミュニケーション研究所 研究統括/ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 研究マネージャー

### 坂口 淳 (さかぐち じゅん)

ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 主任研究員

### Puttnam Ben (バットナム ベン)

ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 主任研究員

### Soares Luís Ruben (ソアレスルイスルーベン)

ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 主任研究員

### Rademacher Georg Friedrich (ラーデマッハゲオルグ フレデリック)

ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 研究員

## 概要

- 受賞内容：【空間分割多重光ファイバ伝送技術の研究開発】
- 受賞日：2020年9月18日

受賞の言葉 5GやBeyond5Gなど、今後益々増加していくインターネットトラフィックを収容する光ファイバ通信の、抜本的な容量拡大を目指して本研究を推進



左から、ラーデマッハゲオルグ フレデリック、ソアレスルイスルーベン、バットナム ベン、淡路 祥成

してきました。産学と緊密に連携しつつ幾つもの世界記録を達成できたのもNICTでのご理解ご支援の賜と思えます。今後も究極性能や実用化促進を目指して努力してまいります。

# けいはんな R&D フェア 2020

ユニバーサルコミュニケーション研究所

**開催日** 11月5日(木)～7日(土)

**会場** <https://khn-fair.nict.go.jp/>

特設 WEB サイトでのオンライン開催

## 内容

- **基調講演**：11月5日(木) 13:15～14:00  
 「スーパーコンピューター富岳による新型コロナウイルス治療薬候補の検索(仮題)」  
 奥野 恭史氏 京都大学大学院医学研究科 教授、理化学研究所 科学技術ハブ推進本部 副プログラムディレクター
- **特別講演**：11月6日(金) 13:00～14:00  
 「おかえり、はやぶさ2 ～リュウグウからのメッセージ～(仮題)」  
 尾久上 正己氏 和歌山大学観光学部観光学科 教授  
 吉川 真氏 JAXA 宇宙科学研究所 宇宙機応用工学研究室 准教授、「はやぶさ2」プロジェクトチーム ミッションマネージャ
- **NICTの主な展示**
  - ・多言語音声翻訳技術の進化と2025年大阪万博での同時通訳を目指した研究開発
  - ・高齢者向けマルチモーダル音声対話システム
  - ・10言語を瞬時に聞き分ける言語識別技術



「けいはんな情報通信フェア2019」の様子（基調講演）



「けいはんな情報通信フェア2019」の様子（展示）

入場無料

過去11回、けいはんな情報通信フェアと題して、けいはんなプラザをイベント会場とし、けいはんな立地の研究機関等の研究展示や講演を行ってきました。今年度から名前を「けいはんな R&D フェア」に変更し、情報通信にとどまらず、様々な研究の講演や展示に関するイベントとなります。今年度は新型コロナウイルス感染症の影響で、特設 WEB サイトでのオンライン開催となります。

## コトバの夜明けせよ。



### 2020年度 多言語音声翻訳コンテスト

アイデア部門・試作品(PoC)部門  
 ー世界の「言葉の壁」をなくす新しいアイデア・試作品を募集していますー

応募締切 **2020年11月27日(金)**

応募  
 受付中!

- 対象** 中学生以上
- 応募方法** 公式HPの応募フォームから
- 審査会** 2021年1月30日(土)
- 会場** MY PLAZAホール(東京都千代田区)

※新型コロナウイルス感染症の影響により、開催方法を変更する可能性があります。優秀作品には、総務大臣賞・NICT賞(予定)が授与されます。(アイデア部門・試作品(PoC)部門ともに)  
 ※一次審査の通過者にはプレゼンテーションをしていただきます。

「多言語音声翻訳API」を無料で提供中!  
 音声翻訳(認識・翻訳・合成)機能を自分のアプリに簡単に組み込めるAPIを使用することが可能です。公式HPからお申込みください。(無料・回数制限あり)

公式HP <https://tagen.go.jp/>

主催：総務省・国立研究開発法人情報通信研究機構