

NICT NEWS

国立研究開発法人
情報通信研究機構

No.4

2025

通巻512

FEATURE



ウェルビーイングな
未来をつくる
NICTの技術



FEATURE

ウェルビーイングな未来をつくるNICTの技術

- 1 はじめに
- 2 感謝感情を通じてウェルビーイングの脳内メカニズムを探る
Nawa Norberto Eiji
- 3 ハエにできて私たちがまだできていないこと
昆虫の脳とICTがつなぐ、新しい飛行の未来
濱田 典子
- 4 「必要な人に必要な音を届ける」音声マルチスポット再生技術
岡本 拓磨／菊池 武文／塩飽 裕彦
- 5 多言語音声翻訳アプリ「VoiceTra®」で体験する言葉の壁がない世界
河野 みちよ／藤田 智子
- 6 生成AIとウェルビーイング
鳥澤 健太郎
- 7 ネットの安全性向上を目指す WarpDrive Project
安田 真悟
- 8 NOTICE: より安心安全なIoT環境の実現に向けて
衛藤 将史／笠間 貴弘
- 9 滑走路の小さな異物を短時間で発見!!
安全で経済的な空港を目指して
赤羽 浩一
- 10 ウェルビーイングに貢献する地域デジタル基盤 NerveNet
井上 真杉／島野 繁弘
- 11 ドローンが私たちの生活様式を変えていく?
松田 隆志／越川 三保
- 12 AIと先進気象レーダーによるナウキャストでゲリラ豪雨から暮らしを守る!!
Philippe Baron
- 13 スマホなどを安心して使うための電磁干渉評価技術
渡邊 航

INFORMATION

- 14 AWARDS

はじめに

みなさんは、
ウェルビーイング(well-being)という言葉
聞いたことがありますか？

WHO（世界保健機関）は
「身体的・精神的・社会的に良好な状態」
と定義していますが、
シンプルに言うと「幸せ」のことです。

NICT では
すべての人々のウェルビーイングな毎日のために
ICT（情報通信技術）分野で様々な研究開発を行っています。

さあ、NICT が創るウェルビーイングな未来をのぞいてみましょう。

感謝感情を通じてウェルビーイングの 脳内メカニズムを探る

最 近、心身ともに良好な状態を意味するウェルビーイングが、寿命や健康状態、さらに働く人たちの生産性など、多岐にわたる側面と深く関わっていることが報告されています。NICTでは、日々の生活に身近な感謝感情に注目し、多様な実験的アプローチを通じて、こうした現象の背後にある脳内メカニズムの解明を目指しています。

●なぜ感謝？

幸せな人生について考えてみると、100人いれば100通りの答えがあるかもしれません。近年、心理学や経済学では、心身ともに良好な状態を意味するウェルビーイングを測る尺度が開発されてきました。これらは質問への自己回答に基づき、個人ごとの得点が算出される仕組みです。その結果、

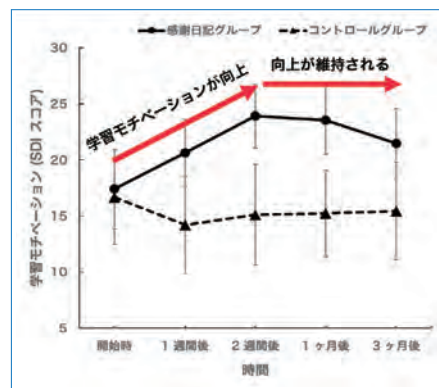


図1 感謝を記録した群(実線)では、介入期間中に学習モチベーションが向上し、その効果は3か月後も有意な低下は見られませんでした。一方、記録を行わなかった群(点線)では、特に変化はありませんでした。



図2 感謝を記録した群で頻繁に使われた単語（文字の大きさは出現頻度に比例します）。

ウェルビーイングが高い人ほど寿命が長く、心血管疾患のリスクが低く、生産性が高いといった傾向が明らかになってきました。ただし、こうした手法には限界があります。主観的な評価はバイアスの影響を受けやすく、因果関係はまだ十分に解明されていません。さらに、ウェルビーイングに深く関わる脳の心理生物学的メカニズムも、これらの方法だけでは明らかにすることはできません。

そこでNICTの研究グループは、感謝感情に注目しました。感謝は何らかの恩恵を受け取ったときに、それをもたらした「他者」に向けられます。先行研究では、感謝介入と呼ばれる、日常生活の中の感謝感情に注意を向けることによって、ウェルビーイングと関連する指標が向上すると報告されています。NICTは、ウェルビーイングの脳内メカニズムを探るために、実験の枠組みの中で意図的にウェルビーイングを向上させることが必要だと考えています。その操作を効果的に実現する方法論を確立することで、因果関係に迫ることが可能になり、脳内メカニズムの理解も深まると期待しています。

●分かってきたことと今後の課題

自分の意思に従い、意味を感じながら目標に向かって行動することは、ウェルビーイングが高い人に共通する特徴だと考えられます。私たちが行った感謝介入実験では、2週間にわたって日々感謝に関連することを記録したグループは、記録しなかったグループと比べて、学習モチベーション(学業への意欲)が大きく向上することが示されました^{*1,2}(図1)。さらに驚くべきことに、その効果は3か月後も介入前の水準には戻りませんでした。記録された内容からは、普段の生活の中で、どのような場面や誰に対して感謝がよくなっているのかがうかがえます(図2)。最近では、社会人を対象とした実験においても、感謝介入に



Nawa Norberto Eiji

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳機能解析研究室 主任研究員

大学院修了後、株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR）を経て、2006 年に NICT 入所。感情が記憶や注意に及ぼす影響やウェルビーイングの心理生物学的メカニズムに関する研究に従事。博士（情報学）。

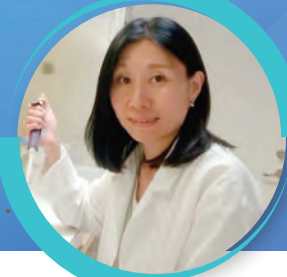
よって、仕事に対するやりがいを示すワークエンゲイジメントが高まるという同様の結果が得られています。しかし、こうした効果は年齢層や文化的背景など、個人の特性によって異なると考えられます。私たちの分析では、日本人では、感謝介入が人格的成長や人生の意味といった側面を中心とする心理的ウェルビーイングと強く関連していることが示されました^{*3}。さらに、そうした仮説に基づき行なった感謝介入実験によって、心理的ウェルビーイングの向上が確認されています^{*4}。

今後は、これまで^{つちか}培ってきた知見をもとに、脳活動計測技術と融合した実験枠組みを確立し、ウェルビーイングの脳内メカニズムの解明に向けた取組を更に発展させていきます。

- *1 NICT プレスリリース、「日々の感謝を記録することが学習モチベーションを向上させる」。
<https://www.nict.go.jp/press/2021/05/13-1.html>
- *2 Nawa, N.E., & Yamagishi, N. (2021). Enhanced academic motivation in university students following a 2-week online gratitude journal intervention. *BMC Psychol* 9, 71. <https://doi.org/10.1186/s40359-021-00559-w>
- *3 Nawa, N. E., & Yamagishi, N. (2024). Distinct associations between gratitude, self-esteem, and optimism with subjective and psychological well-being among Japanese individuals. *BMC Psychol* 12, 130. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01606-y>
- *4 Nawa, N. E. (2025). Effects of a Low-Intensity Gratitude Intervention on Psychological Well-Being Outcomes: A Randomized Controlled Trial in a Sample of Japanese Young Adults. *PsyArXiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/x9ap5>

ハエにできて 私たちがまだできていないこと

昆虫の脳とICTがつなぐ、新しい飛行の未来



濱田 典子 (はまだのりこ)

未来ICT研究所
神戸フロンティア研究センター
神経網ICT研究室 主任研究員

学位取得後、スウェーデンカロリンスカ研究所並びにストックホルム大学を経て、2024年にNICT入所。モデル生物と培養細胞を用いた分子遺伝学に従事。ショウジョウバエを分子・細胞・個体のレベルで解析し、昆虫の行動を自律移動体の制御に応用する研究を担当。
博士（生命科学）。

た視覚情報の乏しい状況でも、視覚情報に頼らない自律飛行が可能となります。

●そして、未来へ

私たちは、最小限の情報から最適な行動を生み出す、シンプルでたくましい「生きたアルゴリズム」を、次世代の飛行体に宿らせようとしています。自らの判断で飛ぶ飛行体…、それは、災害時の希望であり、人と社会に寄り添う未来の技術のかたちです。

私 たちが使っているスマホやタブレットは、毎日の生活をとても便利にしてくれますね。動画を見たり、友だちとチャットやゲームをしたりと、私たちは毎日膨大な量のデータを通信しています。この「通信」は、スマホだけではなく、NICTが取り組んでいる「自動車やドローンなど移動体制御」にも欠かせません。

一方、通信量が年々増加することで、通信回線の大混雑も起きています。さらに、通信には大量の電力が必要になるため、電力不足や環境への負荷が急激に高まっています。

●今求められる技術

安心で持続可能な未来のテクノロジーに今求められるのは、大容量の通信を必要としないミニマルな情報処理技術です。しかし、人間がミニマルなシステムを設計しても、あくまで人間の思考の枠内での最適化にとどまってしまう、環境変化に対する柔軟性及び適応能力に限界が生じます。この限界を突破する秘策とは？ NICTは、なんとその答えを「昆虫に教えてもらおう！」という逆転の発想にヒントを得ました。

台所に現れる、鬱陶^{うつとう}しいショウジョウバエを想像してください。捕まえようと追い回しても、見事にスルリと身を躲^{かわ}されます。ショウジョウバエの脳はわずか10万個程度のニューロンで構成されており、ヒトの脳(約860億個)と比べると極端に少ないのですが、その限られた回路で、飛翔、求愛行動、環境変化への適応など、多様な生存戦略を実現しています。ごく少数のニューロンで周囲の情報を処理し、行動を作り出す昆虫から情報処理のアルゴリズムを抽出し、自律移動体の制御に応

用しようという試みです。4億年にわたる昆虫の「進化による最適化」を情報処理の分野に活かすことで、「極限まで無駄を削ぎ落とした移動体制御」を目指します。

●見えてきた希望

昆虫は、様々なセンサを体に搭載しています。その一つである気流センサは、空気の揺らぎを感知することで、視覚情報に頼らずに昆虫に物体の接近を知らせます。おかげで、昆虫は暗闇でも障害物を回避します。気流センサを利用したミニマルな情報処理をドローンの自律飛行に活用すれば、大規模災害時のような過酷環境では更に強みを発揮できると期待できます。大震災直後は早急な被害状況の把握が重要であり、行方不明者の捜索は時間との戦いです。気流センサを搭載したドローンなら、GPSの信頼性の低い地下やトンネル内でも、GPSに依存せずに自律飛行が可能となります。津波等で地形が劇的に変化した場合も、既存の地図情報に頼ることなく、気流センサで衝突を回避して自律飛行を行うことが可能です。また、火災による煙や夜間といっ



「必要な人に必要な音を届ける」 音声マルチスポット再生技術



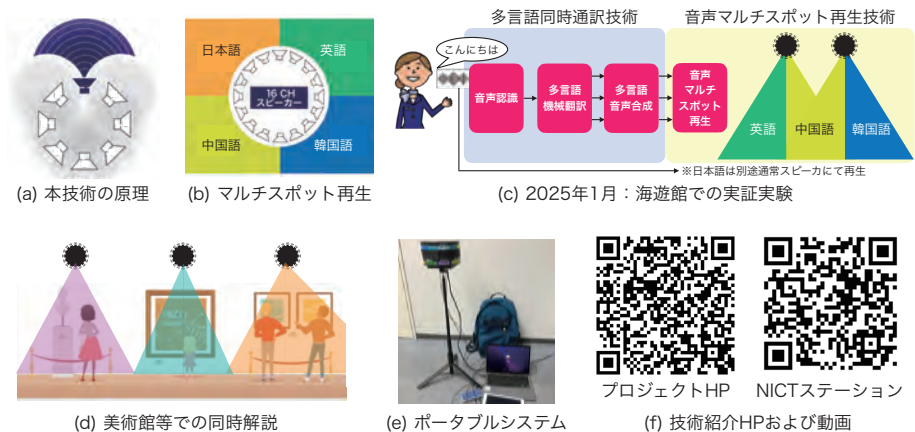
岡本 拓磨 (おかもと たくま)
ユニバーサルコミュニケーション研究所
先進的音声翻訳研究開発推進センター
先進的音声技術研究室 研究マネージャー
2012年にNICT入所。多言語テキスト音声合成
及び音声マルチスポット再生技術の研究開発に
従事。博士(情報科学)。



菊池 武文 (きくち たけふみ) (右)
イノベーションデザインイニシアティブ 主任
2021年にNICT入所。音声マルチスポット再生
技術の社会展開推進に従事。
塩飽 裕彦 (しあく ひろひこ) (左)
ユニバーサルコミュニケーション研究所
総合企画室 企画戦略グループ
2024年にNICT入所。多言語翻訳技術関連の広
報、社会実装支援に従事。

も研究開発と社会展開を推進していきます。

技術紹介動画 (NICTステーション)
<https://youtu.be/fTyYs6AqtNM>



通常、音は全方向に広がるため、複数のスピーカから異なる音を同時に再生した場合は、それらが混ざり合い、目的の音が聞き取りづらくなる問題があります。一方、駅や空港では、日本語→英語→中国語のように順番にアナウンスされるため、それらの音が混ざることはありませんが、言語の数だけ再生時間が必要となります。

●音声マルチスポット再生技術とは

「音声マルチスポット再生技術」は、多数のスピーカを用いて、音が聞こえる空間と、その音が聞こえない(または別の音が聞こえる)空間を創出する技術です。ノイズキャンセルの原理と同様に、音を届けたくない方向では、別のスピーカを用いてその音を打ち消すような音を再生します(図a)。この再生方式を重ね合わせることで、異なる方向に異なる音を届けることができます(図b)。NICTの開発した多言語同時通訳技術(音声認識+機械翻訳+合成音声)と融合した場合は、日本語話者の入力音声が入座に翻訳され、英語、中国語、韓国語等の合成音声を異なる方向に同時に届けることも可能です。つまり、「音を時間ではなく空間で分ける」ことにより、複数の音声が混ざり合って聞き取り辛くなる問題や、それらを順番にアナウンスした際に時間的なロスが生じる問題を解決することができるのです。この技術の実用化に向けた取組として、これまでにCEATEC等の展示会におけるデモ展示や実証実験を実施しています。

●どんなところで役に立つ?

観光施設やエンターテインメント施設での応用が可能と考えています。2025年1月には、NTTデータカスタマサービス株式会社により、この技術を用いた実証実験(総務省委託)が大阪市の水族館「海遊館」で実施されました。本実証実験では、解説員が水生動物の様子を解説した日本語の音声と、それを同時通訳した英語、中国語、韓国

語の合成音声が異なる方向に提供されました。利用者からは「ほかの言語の音声が混ざることなくはっきりと聞こえる」といった声が多数あり、この技術の有効性を実感できました(図c)。実験現場は水生動物がいる水槽の上部(バックヤード)であるため、指向性超音波スピーカが多言語対応のための解説用ヘッドセット等が使えないという課題がありましたが、この技術により解決できることが示されました。また、多言語対応の用途に限らず、美術館等での同時解説音の提示(図d)、車内における活用等も期待できます。さらに、2025年3月には世界防災フォーラムに出展し、緊急時における多言語での避難誘導への応用も期待されています。

●今後の展望

現在は多言語同時通訳も含めてノートPC1台で動作可能であり、かつリュックサック1つで持ち運び可能なコンパクトデモシステムの試作に成功し、これまで以上にどこでも使えるようになりました(図e)。このコンパクトデモシステムを用いて様々な場所での実証実験を行い、本格的な実用化を目指していくとともに、物理数学に基づく音場制御によって実現できる「必要な人に必要な音を届ける」この技術が、みなさんのウェルビーイングや安心・安全な社会の実現に貢献できることを目指してこれから

多言語音声翻訳アプリ「VoiceTra®」で 体験する言葉の壁がない世界



河野 みちよ (こうのみちよ)
ユニバーサルコミュニケーション研究所
総合企画室 システム開発グループ
グループリーダー
2021年にNICT入所。同時通訳に関するソフトウェアの開発に従事。



藤田 智子 (ふじた ともこ)
ユニバーサルコミュニケーション研究所
総合企画室 知財契約グループ
イノベーションプロデューサー
2014年から約10年間、主に多言語音声翻訳技術の社会展開、周知・広報活動業務に従事。

VoiceTra® (ボイストラ) は、話しかけると外国語に翻訳してくれるNICTの多言語音声翻訳アプリです。英語はもちろん、中国語、韓国語、タイ語、フランス語、ロシア語など31言語(音声入力22言語)に対応しています。2010年7月に世界初のクラウド型音声翻訳スマホアプリとして公開され、2025年で16年目となります。これまで多くの方にご利用いただいており、2024年6月に1,000万ダウンロードを突破しました。

実証実験の一環として公開した研究用アプリですが、App Store、Google Playから無料でダウンロードして利用(個人利用、お試し利用)可能です(図1)。最先端技術を体験していただけるショーケースにもなっています。詳しくはVoiceTra®サポートページ(<https://voicetra.nict.go.jp/>)をご覧ください(図2)。

●VoiceTra® で使われている技術

VoiceTra® には、京都、大阪、奈良にまたがる「けいはんな学研都市」の地で長年にわたり研究されてきた音声認識・翻訳・音声合成の技術が結集されています。日英翻訳の例を挙げると、「こんにちは」と話しかけるとその音が文字になり(音声認識)、「Hello。」と翻訳され、「Hello。(ハロー)」と音声が聞こえてきます(音声合成)。翻訳が正しいか確認できるよう、もう一度元の日本語に翻訳した逆翻訳結果「こんにちは」も表示します。

相手が何語を話すのか分からない場面では、相手の話した言語を自動的に判別する機能を使うと便利です。この機能は12言語に対応しています。

●様々な場面で利用

VoiceTra® は、日本人が外国に旅行するとき、日本に来た外国人と話すときといった様々なシーンで利用されています。外国のホテルでフロントへのトラブル説明、日本に暮らす日本語にまだ慣れていない外国

人とのコミュニケーションといったケースです(図3)。しかしそれ以外にも、語学学習で自分の発音が正しいか試すために入力する、翻訳例を調べるために使う、といった幅広い使い方がされています。音声入力だけでなく文字入力もできるため、電車内など声を出しにくい場所でも困りません。また、あらかじめ翻訳しておく履歴から選んで翻訳することができ、よく使う文章の翻訳に便利です。

VoiceTra® で使用しているNICTの多言語音声翻訳技術は、民間企業の製品やサービスにも多く搭載されており、今年4月から開催されている2025年大阪・関西万博でもNICTの技術が民間企業を介してオフィシャルアプリやサービスに使用されています。

●進化を続けるVoiceTra®

VoiceTra® の開発を始めてから、対応言語の追加、音声認識精度の向上、翻訳精度の向上、合成音声の品質向上、速度の改善、ユーザーインターフェースの改善など、様々なバージョンアップが行われてきました。昨年は、要望を多くいただいていた翻訳結果の読み上げ速度を調整可能にし、視覚障がい者向けにアプリ操作の音声案内機能を追加しました。

今後も、日本人、外国人、障がいのある人など、誰もが使いやすいアプリを目指し、言葉の壁のない世界の実現に向け、進化を続けます。

さあ、『VoiceTra®』で世界中の人と話しましょう！



図1 App Store、Google PlayのダウンロードQRコード



図2 VoiceTra®サポートページ

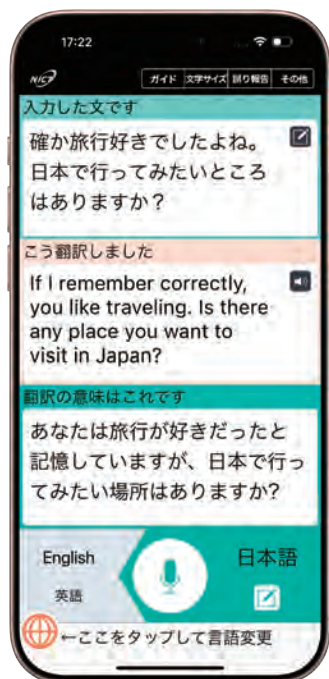


図3 VoiceTra®を使った会話例

生成AIとウェルビーイング

生成AIとは有名なChatGPTを代表とする人工知能、つまり、非常に「賢い」プログラムのことで、人が文章や画像を作る指示を言葉で入力すると、指示通りの文章や画像を自動で作ってくれます。今、多くの人が生成AIを使い、仕事で必要な文書作成の手間を削減させるなど、仕事を効率化させているのですが、ここではより直接的に生成AIが人のウェルビーイングを改善する可能性について書きたいと思います。

●セラピスト生成AI?

残念ながら世の中にはウェルビーイング、つまり、幸福な状態にない人が大勢いますが、そうした人たちと対話をし、不幸の原因となる問題を解消するセラピストと呼ばれる人たちがいます。セラピストは、学校の授業中に席を離れるなど、問題行動をとってしまういわゆる多動性障害（ADHD）を持つ子どもに対して、「私は人の形をしたADHDを見たことがある。君も自分のADHDを絵に描いてみては？」といった提案をします。その子どもにすればADHDは「自分の中」のことであって、それが原因でトラブルが起きると「自分のせい」だと思ひ込むわけですが、提案に乗って絵を描くと、あたかもADHDが一旦「自分の外」に出たかのように感じられることがあるそうです。自分の外に問題を「出す」が故にこのテクニックを「外在化」と呼びますが、その子どもにとって、ADHDはそれまで自分の中のよく分からない、説明が難しい現象だったわけですが、「外に出す」ことで、ADHDが、どんな時にトラブルを引き起こすのか、といった説明がしやすくなり、問題の解消に向かうことがあるそうです（図に掲載したNICTが開発している生成AIが出力した説明をご覧ください。専門家には不正確だと怒られるかもしれませんが）。最近、生成AIにセラピストの役割を担わせるという研究開発が進んでいます。ま

た、生成AIはネット等にある膨大な文書から学習しますので、セラピストに関する文書を学習して、外在化のテクニックを勝手にマスターする可能性もあります。将来的に、問題を抱えている人は、誰でも、いつでも、どこでも、セラピストの能力を持った生成AIと対話をし、例えば外在化によって、その問題を解消することが常識になるかもしれません。そうなれば、社会全体でウェルビーイングのレベルを上げることができるでしょう。

●生成AI のリスク

ただ、生成AIは時に不適切な応答をしますので、外在化を誤って適用し、かえって問題を悪化させたり、相談した人を洗脳したりするかもしれません。さらには生成AIセラピストが濫用されれば、本来、外在化すべきでない、深刻でない問題まで「外に出し」てしまい、その人が本来担うべき責任や、仕事や勉強などへのコミットメントを放棄させ、無責任、無気力な人が増える可能性もあります。仮にそうなれば、生

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
副研究所長

2008年にNICT入所。情報分析研究室・室長、データ駆動知能システム研究センター・センター長等を経て、2020年よりNICTフェロー、2021年よりユニバーサルコミュニケーション研究所・副所長及びデータ駆動知能システム研究センター・主管研究員。一貫して自然言語処理の研究に従事。日本学術振興会賞、Twitter Data Grants等受賞。博士（理学）。

成AIセラピストは麻薬のようなものになってしまうでしょう。

生成AIは非常に賢く、大きな可能性を秘めています。セラピストのように人間の本質に関わらせるには、リスク対策も含めて、まだまだ様々な視点での研究開発が必要です。我々はそうした複眼的視点を持って研究を続けていきたいと考えています。

ADHDの子供に「私は人の形をしたADHDを見たことがある。君も自分のADHDを絵に描いてみては？」と提案することは、ADHDに起因するトラブルを回避する上でどのような効果があるか？

ADHDの子供に「私は人の形をしたADHDを見たことがある。君も自分のADHDを絵に描いてみては？」と提案することは、ADHDに起因するトラブルを回避する上でどのような効果があるかという、「ADHDの子供が自分のADHDを客観的に理解することができる」ということです。ADHDの子供は、自分のADHDを客観的に理解することで、自分のADHDの特性をコントロールすることができます。ADHDの子供は、自分のADHDの特性をコントロールすることで、ADHDの特性に起因するトラブルを回避することができます。

図 NICTの生成AI(2,340億パラメータのLLM)による外在化の説明

ネットの安全性向上を目指す WarpDrive Project

サイバー攻撃は、多様化・巧妙化を続け、メールや検索結果で表示されたWebサイトを閲覧するだけでマルウェアに感染するWeb媒介型攻撃による被害が後を絶ちません。対策技術の研究開発には日々変化する攻撃の継続的に実態を把握することが必要ですが、Web媒介型攻撃は、特定のWebサイトを閲覧したユーザーに対してのみ攻撃が行われるため、受動的なサイバー攻撃観測網では、正確な攻撃の実態を知ることが困難でした。そこで、NICTでは、WarpDrive Project（Web媒介型攻撃対策技術の実用化に向けた研究開発）を立ち上げ、ユーザーにセンサーエージェントを配布し、ユーザー参加型の攻撃観測網を構築することによって攻撃の実態解明や攻撃対策技術の研究開発と展開を進めています（図1）。

●タチコマ・セキュリティ・エージェント

WarpDrive Projectでは、アニメ「攻殻機動隊SAC_2045」シリーズ*1に登場するキャラクター「タチコマ」*2をモチーフに、Web媒介型攻撃対策ソフトウェア「タチコマ・セキュリティ・エージェント（以下、タチコマSA）」を開発し、無償で配布しています。タチコマSAは、ユーザーのWebブラウザの中やAndroidスマートフォンのアプリとしてWeb媒介型攻撃の観測・分析を行い、攻撃検知時には悪性Webサイト

の閲覧をブロックし、ユーザーに警告やアドバイスをを行います（セキュリティ機能）。さらに、近年ではITやセキュリティの知識を資格試験対策も視野に本格的に学べるクイズゲーム機能や、家庭内のIoT機器のサービス状況を調査する機能も搭載しました（学習・調査機能）（図2）。

●セキュリティ機能とゲームで学ぶセキュリティ

多くのユーザーに攻撃観測網に参加してもらい、大規模な攻撃観測網を構築するために、WarpDrive Projectではセンサーエージェントを配布したユーザーに対し、そのユーザーを守るためのセキュリティ機能や、ITやセキュリティリテラシーを高める学習・調査機能を提供しています。この枠組みにより、ユーザーは攻撃観測網に参加することで自身の安全性を向上させるとともにITやセキュリティの知識を楽しく学ぶことが可能です。

●今後の展望

このセンサーエージェントを通じて現在700万URL / 日程度のデータを収集し、WarpDrive 参画組織と協力して分析・研究開発を行っています。そして、得られたデータの分析による研究開発成果をWarpDrive Projectにフィードバックするなど、研究開発と社会展開のサイクルを回し、Web媒介型攻撃の対策技術の向上を目指します。

安田 真悟（やすだ しんご）

サイバーセキュリティ研究所
サイバーセキュリティネクス
CYNEX研究開発運用室
室長

大学院研究員を経て、2013年にNICT入所。サイバー攻撃の再現・検証用の模擬環境構築技術に関する研究や東京2020大会関係者向けのセキュリティトレーニング事業「サイバーコロッセオ」の事業などに従事。博士（情報科学）、CISSP。

- *1 攻殻機動隊 1989年に士郎正宗によって生み出されたSF漫画作品で、21世紀の科学技術が飛躍的に高度化した日本を舞台に、電脳化した人間、サイボーグ、アンドロイド、バイオロイドが混在する社会で起こるテロや暗殺、汚職事件に立ち向かう内務省の公安警察組織「公安9課」通称「攻殻機動隊」の活動を描いた物語です。
- *2 タチコマ 士郎正宗によるSF漫画「攻殻機動隊」を原作とし制作されたアニメ「攻殻機動隊SAC_2045」シリーズに登場する自律走行可能な思考戦車です。高度な人工知能（AI）を搭載しており、操縦者なしでも独自に任務を遂行することができ、電脳空間においては、情報収集や危険な状況の察知など、公安9課のメンバーを強力にサポートします。

©士郎正宗・Production I.G/講談社・攻殻機動隊2045製作委員会



図1 WarpDrive Projectの概要



図2 ITやセキュリティの知識を本格的に学べるクイズゲーム機能

NOTICE:より安心安全なIoT環境の実現に向けて

インターネットの発展に伴い、インターネットに接続するカメラ、ルーター、センサーなどのIoT機器が私たちの生活に欠かせないものとなった一方で、IoT機器に関わるサイバー攻撃は増加の一途をたどっており、私たちの生活に深刻な影響を及ぼしています。このような状況をふまえ、NICTナショナルサイバーオブザベーションセンター（NCO）では、総務省及び電気通信事業者（インターネットサービスプロバイダ。以下「ISP」という。）との連携の下、IoT機器のセキュリティ対策向上を推進することにより、サイバー攻撃の発生や、その被害を未然に防ぐための取組「NOTICE（National Operation Towards IoT Clean Environment）」を推進しています（図1）。

● NOTICEにおける調査方法

NOTICEプロジェクトにおけるNCOの主な役割は、日本国内に存在するサイバー攻撃に悪用されるおそれのあるIoT機器を発見し、当該機器の情報をISP等へと通知することで、主に以下に挙げる各種調査業務を担っています。

(1) ID・パスワードに脆弱性がある機器の調査

IoT機器において、簡単に推測されるID・パスワード（単純な文字列や文字数が少ない等）が設定されていると、不正アクセスを受け機器が悪用される可能性が高まります。そのためNCOではIoT機器に容易に推測されるID及びパスワードを入力しログインを試行する調査を図2に示す形で

行っています。

(2) ファームウェアの脆弱性を有する機器の調査

IoT機器のファームウェアに存在する脆弱性は、機器の機能を悪用されたり、不正な遠隔操作を許したりするなど、深刻なセキュリティリスクを引き起こす可能性があります。そのためNCOでは外部から攻撃可能なセキュリティホールなどのファームウェアの脆弱性を有する機器の調査を行っています。

(3) マルウェア感染機器の調査

NICTER（NICTが運用する、無差別型サイバー攻撃の大局的な動向を把握することを目的としたサイバー攻撃観測・分析システム）の観測網を活用し、「Mirai」といったIoT機器を標的とするマルウェアに感染した機器等の調査を行っています。この調査ではNICTERが収集した通信データから、Miraiに感染したと疑われるIoT機器を特定し、その感染状況や活動状況を分析します。

● 取組の成果

このような取組により、2024年度にはID・パスワードに脆弱性がある機器の調査においては国内に存在する設定不備の機器を延べ183,066台以上発見しISPに通知したほか、5年以上にわたる取組の結果として、このような機器に関する注意喚起対象数が継続的に減少傾向にあります。

● 今後の展望

現在も国内には脆弱なIoT機器が引き続

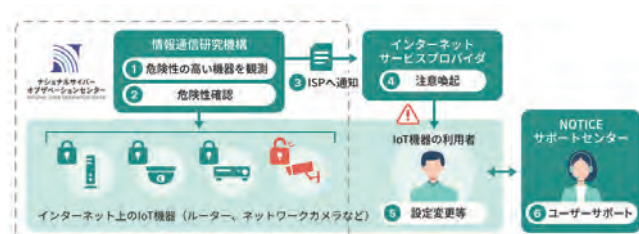


図1 NOTICEプロジェクトの概要

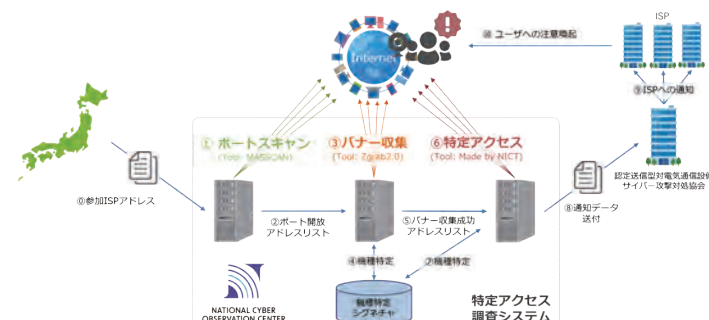


図2 IoT機器調査（ID・パスワード調査）の流れ

衛藤 将史（えとう まさし）

サイバーセキュリティ研究所
ナショナルサイバーオブザベーションセンター
研究センター長

2005年にNICT入所。以降、NICTERプロジェクト、IPv6、ITS、IoT等に関するサイバーセキュリティ技術の研究開発、国際標準化、人材育成、調査事業等の取組みに加えて、イノベーション創出政策の立案等に従事。



笠間 貴弘（かさま たかひろ）

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

大学院修了後、2011年にNICT入所。入所以来、一貫してサイバーセキュリティ分野の研究開発に従事。2018年よりNOTICEプロジェクトの立ち上げと開発運用に従事した後、2024年よりサイバーセキュリティ研究室 室長。博士（工学）。

き数多く存在しており、また、新たな技術の誕生やICT環境の変化にともなう未知の脅威の発生に対応する必要もあることから、NICTでは調査能力の向上や業務の効率化に注力しつつ、引き続きNOTICEプロジェクトを推進していきます。

滑走路の小さな異物を短時間で発見!!安全で経済的な空港を目指して

みなさんも利用したことがあるかもしれない、年間数十万回の離着陸が行われるような大規模空港では、安全でスムーズな運用をすることが必要です。離着陸で最も重要なのは滑走路になりますが、滑走路の安全確保には多くの労力がつぎ込まれています。

● 滑走路上の異物の危険性

滑走路上の安全確保でリスクとなるものの一つに滑走路上に発生する異物があります。異物が発生する理由は様々なものがありますが、航空機から落とされるナットやボルト、タイヤ片など様々なものがあり、小さいものだと数cmメートルのものもあります。小さければ問題ないと思えるかもしれませんが、このような異物を離陸時にジェットエンジンが吸い込んだりすると大変危険です。実際、2000年には滑走路の上の小さな金属片が原因でコンコルドの墜落事故が起きました。このような事故を避けるためには、滑走路上の異物をいち早く検出し、取り除くことが安全上重要になります。

また、異物を検出して取り除くことを迅速に行うことは、空港上空で飛行機を待機させる時間を少なくできるため、経済的に空港を運用する上で非常に重要になります。時間をかけてでも安全第一を優先するのは当然ですが、飛行機の遅れによる経済的損失は上記の待機時間が増えることによる燃料の浪費だけでなく、ビジネス、観光にも影響し、世界全体の経済損失は年間139億ドルと試算されています。このような安全性と経済性を両立するため、NICTでは民間企業や他の国立研究開発機構と共同で90 GHz帯を用いた滑走路異物監視システムを開発してきました。

● 小さな異物を短時間で見つける

開発した滑走路異物監視レーダーの方式は、90 GHzの電波を用いたリニアセルレー

ダーという方式です。リニアセルレーダーとは、レーダーのアンテナが直線的に動作し、ターゲット（異物）からの反射波を逐次的に収集するレーダーシステムのことを指します。90 GHz帯のリニアセルレーダーは、ボルトなどの小さな物体を検出することが可能で、非常に高精度にターゲットを検出できるのが特徴です。具体的には、90 GHz（波長3.33 mm）の高い周波数帯、つまり非常に短い波長の電波を利用することで、原理的に小さな物体の検出を可能としています。これに超高感度カメラを組み合わせたハイブリッドセンサを滑走路に沿って配置することにより、正確な異物検出を可能にしています。開発したシステムでは500 m先の3 cmの物体を検知できる能力があり、検出スピードも異物発生から約10秒で管制塔に情報が送られるという非常に速いものになっています。現在、羽田空港で実証実験が行われ、実用化のための基礎的なデータの収集を行っている段階です。

● 実用化で目指すウェルビーイングな社会

このレーダーが実用化されることで、こ

赤羽 浩一（あかはね こういち）

ネットワーク研究所
ネットワーク研究所フォトニクICT研究センター
光アクセス研究室
室長

2002年に通信総合研究所（現 NICT）入所。半導体ナノ構造の作製と高性能半導体レーザの研究開発に従事。2022年8月より光アクセス研究室室長。博士（工学）。

れまでより滑走路閉鎖をより少なくすることが可能になり、よりスムーズで経済的な空港運用が実現することが期待されます。空港を利用する人や運用する人のストレスを減らし、そして経済的で地球にもやさしいウェルビーイングな社会の実現にも役立つものと考えます。



図 羽田空港に設置されている90 GHz帯レーダーの実証試験機

ウェルビーイングに貢献する 地域デジタル基盤 NerveNet

神 経網に名前の由来を持つ、災害や故障に強い通信ネットワーク NerveNet（ナーブネット）が国内外で使われ始めています。

●地域デジタル基盤 NerveNet

いままでの情報通信ネットワークは、一か所の障害でもシステム全体の停止につながる弱点がありましたが、神経網の様に網の目形状につなげた NerveNet は災害や故障に強い特徴があります。“基地局”と呼ぶ装置を地域の中に複数設置して、それらを有線や無線で相互につないで構成するネットワークで、全ての“基地局”が「通信機能」に加えて「情報処理」「制御」「電源」の4つの機能を備えているので、全体が一体的に動作するだけでなく、部分的あるいは単体でも動作し、故障が直れば自動で元に戻る復元力があるのです。

網の目形状なので障害箇所を迂回した経路で通信を維持でき、インターネットと分断されても情報処理機能により一定のサービスも維持できます。一般の携帯電話基地局よりも低消費電力のため、停電しても太陽光パネルと蓄電池により例えば最低3日間動作させることができます。

●防災、観光から医療、教育、紅茶生産まで

和歌山県白浜町は、南海トラフ地震と津

波に備えながら、観光資源を特徴にワーケーションを最初に開始した自治体として知られています。空港や駅、ホテル、観光スポット、誘致企業向けビルなど33か所に基地局を導入して、ビーチを含む23か所で Wi-Fi によるインターネットアクセスを住民や観光客や就業者提供し、町役場職員もリモート業務でも利用しています。災害時には9か所の基地局が備えた衛星回線も活かしてインターネット接続が維持され、行政システムにも利用されます。このように平常時から災害時まで区別なく利用できるのが NerveNet の特徴です。

宮崎県延岡市も南海トラフ地震と津波に備える自治体です。基地局を設置した33か所の多くは避難所で、安否確認や必要物資供給のために利用されます。平常時は白浜町と同様に住民や観光客に対してインターネット接続を提供し、市外から来訪した利用者には地域通貨を付与して地域の消費促進も図られています。

海外でもネパール中山間地にある Dullu 自治区には3局が設置されて、病院患者管理システムや中等教育向け eラーニングシステムに利用されています。スリランカ中部丘陵地帯の Gampola 市内にある紅茶工場とその周辺に10局が設置され、河川水位監視や気象観測、高齢者や妊婦のための緊急通報、紅茶工場内の環境計測に利用されています。

井上 真杉（いのうえ まさぎ）

ネットワーク研究所
レジリエント ICT 研究センター 研究センター長
博士課程修了後、1997 年に通信総合研究所（現 NICT）入所。モバイルネットワークや有無線融合技術の研究開発、企画戦略や国際連携事業に従事した後、2021 年より現職。博士（工学）。



島野 繁弘（しまの しげひろ）

ネットワーク研究所
レジリエント ICT 研究センター
企画連携推進室 協力研究員
メーカー系のシステムエンジニアとして政府、自治体の標準システム構築、地方創生事業及び国際標準化（国連 CEFAC 等）、クラウドサービス事業等に従事した経験を活かし、2022 年から自治体への NerveNet 導入コンサルテーションを展開。

●今後の展望

地域の課題を解決するコンサルテーションに今後も取り組むことで利用を広げ、ウェルビーイングな人々を増やしていきたいと思っています。

ドローンが私たちの生活様式を変えていく？

近 年ドローンは、簡単な空撮や測量などに使われ、私たちの身近な生活シーンでの利用が現実的になってきています。ドローンを安全に使うためには、無線通信による適切な制御が大切となります。ドローンが拓く未来のため、私たちはドローンの利用環境に応じた無線通信技術を開発しています。

●ドローンとつながる無線通信技術

NICT では安全・安心なドローン利用のための2つの無線通信技術について研究開発を行っています。1つ目は見通し外（直接肉眼で見えない場所）でドローンを制御するための通信技術でコマンドホッパーと呼んでいます。ドローンは人の立ち入りが困難な場所での利用も期待されていますが、そのような場所は LTE などの地上通信インフラが使えない場所が多くあります。コマンドホッパーは最大2回までの通信中継を行うことができ、直接電波が届かない見通しがきかない山中や、遠く離れた場所にも電波を届けることができます。この技術によって、電波が直接届かない山の向こうや遠く離れた離島にドローンを使って物資を届けるといったことができるようになります（図1）。

2つ目はドローンの位置情報を近くのドローンなどと共有したりすることができる通信技術でドローンマッパーと呼んでいます。ドローンマッパーは GPS 等で取得した位置情報を、定期的に周囲に送信することでお互いの位

置情報を共有します。また、ドローンマッパーはドローンに限らず有人ヘリコプターの位置も知ることができるため、人が操縦するヘリコプターからでは目視で確認しづらいドローンを、ヘリコプターのパイロットがタブレット上で確認することができたり、ドローンの操縦者が危険を察知して回避したりすることができます（図2）。

●ドローンで拓く新たな生活様式

ドローンがもっと活用されるようになれば私たちの生活様式にも様々なサービスが導入される可能性があります。例えば宅配サービスでは、ドローンが食料や日用品などを自宅まで届けてくれるようになります。人が運ぶよりも早く、注文して数分で届けてもらうこともできるかもしれません。

また、ドローンを使って写真や動画の撮影をし、普段は見逃してしまうような美しい風景や自然を楽しむことができ、新たな発見が生まれそうです。日常で私たちが利用する交通手段に加えて、空飛ぶクルマのような手軽に乗られるドローンが普及することで、混雑や渋滞を避け短時間で目的地に着けるようになります。さらには、災害時や救助活動などにもドローンの活躍が期待されます。人の立ち入りが困難な場所でも、ドローンを使うことで空から情報を集めて被害状況を素早く把握したり、救援物資を届けたりすることができます。

松田 隆志（まつだ たかし）

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
ワイヤレスシステム研究室 研究マネージャー
大学院修了後、2010 年 NICT に入所。モビリティや IoT との無線通信に関する研究に従事。博士（工学）。



越川 三保（こしかわ みほ）

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
ワイヤレスシステム研究室 研究技術員
2004 年 NICT に入所。電波伝搬、モビリティやサイバネティックス・アバターの通信に関する研究・実験支援に従事。

●今後の展望

空を自由に飛び交うことができるドローンは私たちの生活をより便利に・豊かにする可能性を持った技術です。新たな生活様式を拓くため、ドローンを便利にかつ安全・安心に使えるように無線通信技術の開発を続けていきます。

障害物を越えて見通し外制御

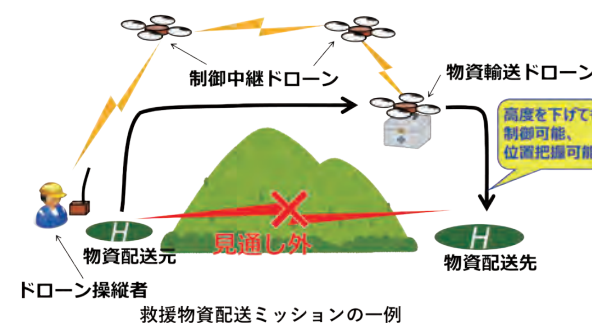


図1 コマンドホッパー技術によるドローン利用の例

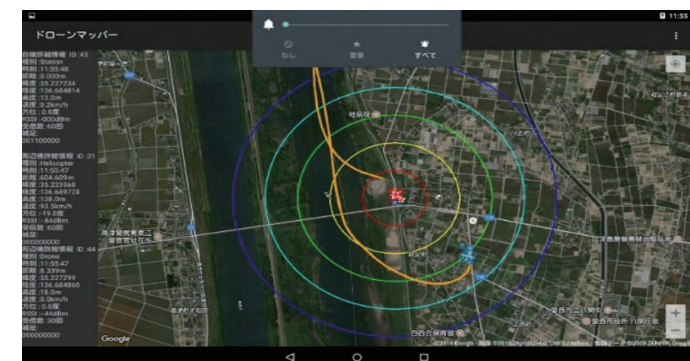
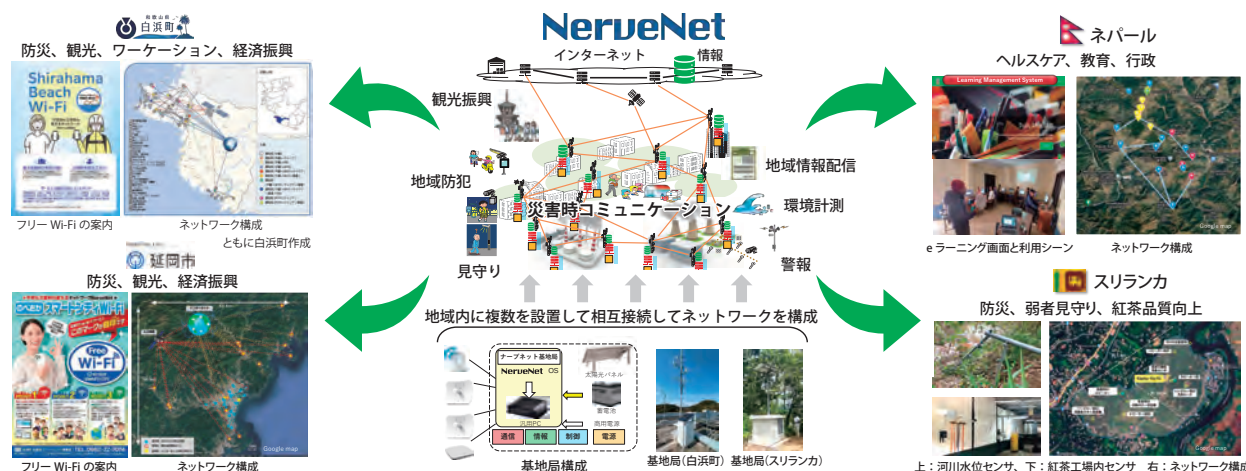


図2 ドローンマッパーによるドローンの位置情報把握



AIと先進気象レーダーによるナウキャストでゲリラ豪雨から暮らしを守る!!



Philippe Baron (フィリップ・バロン)

電磁波研究所
電磁波伝搬研究センター
リモートセンシング研究室 総括研究員

1970年フランス生まれ。1999年大学院博士課程修了後、ストックホルム大学（スウェーデン）での研究員、ノベルティス社（仏トゥールーズ）での研究員を経て、2007年にNICT入所。電磁波を用いた大気センシングの研究に従事。博士（物理学）。

ピュータ「富岳」を活用した高精度な気象予測も配信します。大阪・関西万博での取組の概要を図2に示します。

●今後の展望

MP-PAWRの展開に伴いナウキャストの対象となる地域は拡大中で、今後予測の精度やリードタイムを向上させるとともに、降雨の確率も提供していく計画です。

AIを活用した気象予報の分野は非常に競争が激しく、Google DeepMindのような大手企業によってけん引される部分もありますが、我々NICTの研究チームには柔軟性と創造性があります。理研・大阪大学・スウェーデンのチャルマース工科大学などと共同研究を行いながら、世界をリードして行きます。

*1 現在 (now) と予測 (forecast) を組み合わせた造語

*2 正解のあるデータをモデルに学習させる方法

スマホなどを安心して使うための電磁干渉評価技術



渡邊 航 (わたなべ こう)

電磁波研究所
電磁波標準研究センター
電磁環境研究室 テニユアトラック研究員

大学院にて博士課程修了後、2023年NICT入所。電磁ノイズによる移動通信への電磁干渉に関する研究に従事。博士（科学技術イノベーション）。

携帯電話の電波網は、日本全国をカバーしており、その人口カバー率は99.9%を超えています。携帯電波は、スマートフォンだけでなく、緊急通報、電子決済、産業用ドローンの制御など、多くの場面で活用されています。そのため通信障害が発生すると社会的な影響が非常に大きく、現代社会における必須インフラといえます。

●電磁ノイズの無線通信への影響

建物の地下や山間部、大規模イベント等の人が密集する場所では、携帯電話がつながりにくいと感じることもあるでしょう。こうした通信の不安定さは、電波の届きにくさだけでなく、周囲の電子機器が発する「電磁ノイズ」（不要な電磁波）の影響が関係する場合があります。

一般に、電子機器はその動作時に電磁ノイズを発生しています。この電磁ノイズが携帯電波と同じ周波数帯で強く生じ、携帯電話の電波に混ざることによって携帯電話の通信性能が低下することがあります。これは「電磁干渉」と呼ばれ、電子レンジの使用時にWi-Fi通信が遅くなる現象がその一例です。電磁干渉を防ぐため、電子機器が発する電磁ノイズの強さは国際規格などで制限されています。ただしこれらの規格は、電磁ノイズの発生源から3mや10m離れた距離で測定した電磁ノイズ強度が、制限値以下であることが求められており、家庭やオフィスなどの実際の使用環境を必ずしも反映しているとは限りません。例えば多数の電子機器や無線端末が1m以内の範囲に集まる環境では、規格を満たした機器でも電磁ノイズが無線通信に影響を及ぼすことがあります（図）。

●電磁干渉の仕組みを説明

NICTでは、実際の使用環境で発生する電磁ノイズが携帯電話の通信に与える影響を評価し、安定的で信頼性の高い通信の実

現に貢献することを目指しています。例えば、災害時の状況把握や遭難者捜索、離島・山間部での宅配などに活用される産業用ドローンは、カメラやバッテリー等、多くの電子機器を搭載しています。これらはそれぞれ異なる周波数や波形の電磁ノイズを発生させます。加えて、携帯電話システムも4G、5Gと進化し、使用される通信技術や周波数帯が多様化しているため、ノイズから受ける影響も異なる特性を示すことが分かっています。そこで、実際の雑音や携帯端末を使った実験により、強い影響を及ぼすノイズの特徴や、影響を受けにくい条件を分析しています。

また実験的なアプローチに加えて、数値シミュレーションによる電磁干渉予測手法の開発にも取り組んでいます。これにより、機器設計段階から電磁干渉の影響を事前に評価し、効率的なノイズ対策の実現を目指しています。さらに、大学との共同研究を通じて、ノイズ発生メカニズムの解明や新材料の開発応用によるノイズ対策技術の開発にも取り組んでおり、携帯電話通信の信

頼性向上に向けた技術開発を様々な進めています。

●将来への展望

現代社会では、携帯電波網と電磁ノイズ源である電子機器の両方が欠かせなくなっています。NICTは、これらの研究成果を将来的に国際標準や技術基準、製品設計へと展開することで、周囲への電磁ノイズによる影響を必要最小限に抑えた高機能な電子機器の製造を実現し、携帯電波を安定して利用できる便利で、ウェルビーイングな社会づくりに貢献したいと考えています。

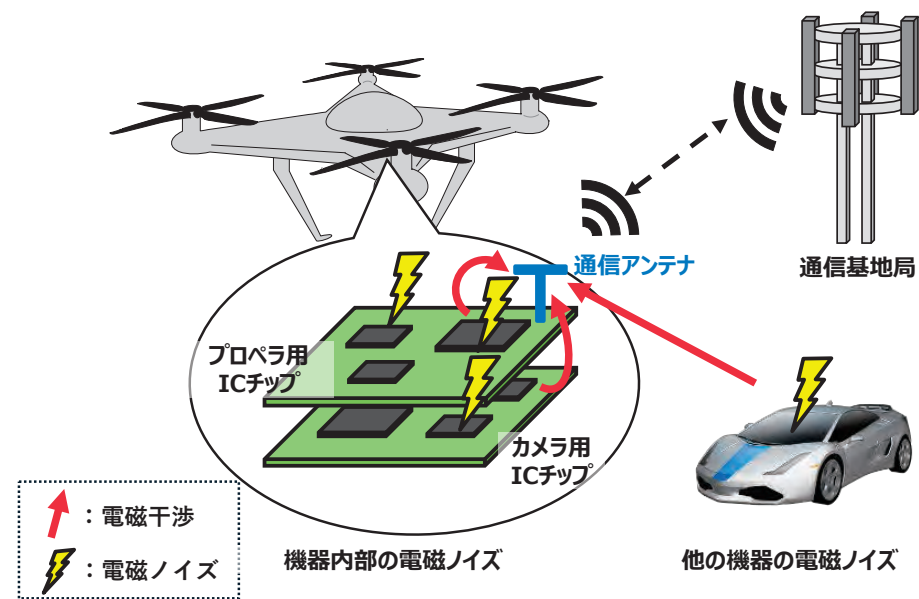


図 電磁干渉による無線通信への影響の例

主に夏に発生する突発的・局地的な豪雨は「ゲリラ豪雨」とも呼ばれ、浸水や鉄砲水など様々な被害をもたらします。これまでこのような暴風雨の予測は困難でしたが、NICTは新たな気象レーダーとAIを利用したナウキャスト*1を開発し、10分先の豪雨予測に挑戦しています。

●AIナウキャストとは

2017年、NICTは大阪大学、東芝などと共同でマルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR）を開発しました。このレーダーは、30秒ごとに3次元の降雨分布を時間的にも空間的にも高分解能に観測するため、豪雨の発達の様子を時々刻々把握することができます。現在MP-PAWRは埼玉・神戸・吹田の3地点で運用されています。

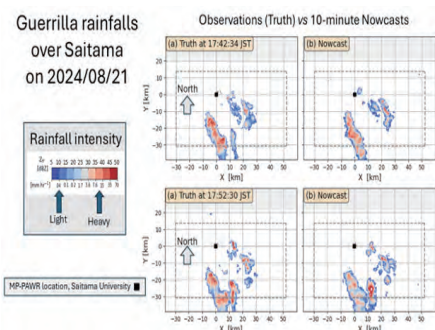


図1 埼玉県付近で発生した実際のゲリラ豪雨観測（a列）とナウキャスト（b列）の比較。10分間隔でそれぞれ2回の観測比較。

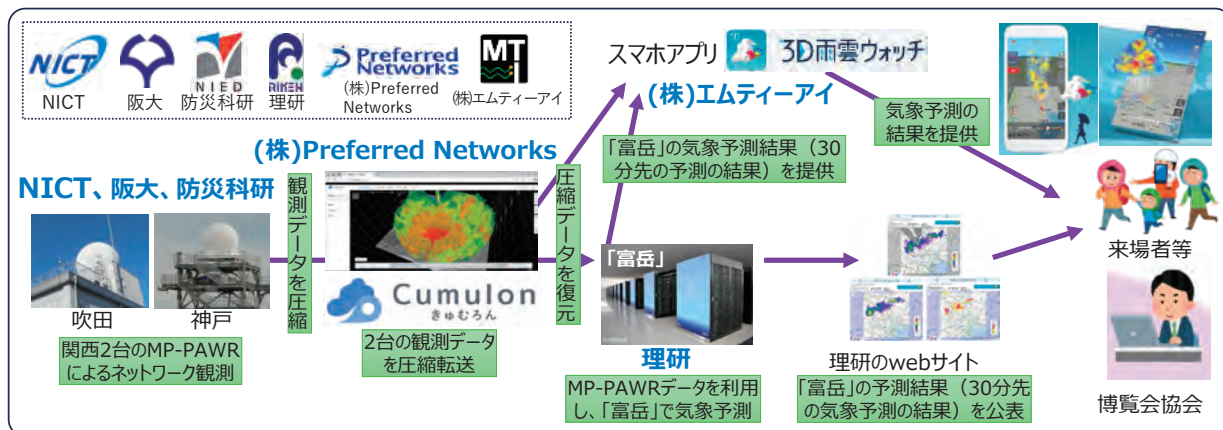


図2 大阪・関西万博での気象予測情報提供の枠組み概要（2025/3/26プレスリリースより：https://www.nict.go.jp/press/2025/03/26-1.html）



公益財団法人 通信文化協会

第70回 前島密賞（個人）

●受賞内容

情報通信技術と脳機能科学の
融合研究の推進と社会展開

●受賞日：2025年4月10日

(故)田口隆久（たぐち たかひさ）

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター 研究統括左は柏岡秀紀 CiNet 副研究センター長（代理）、
右は（故）田口隆久氏令夫人

●(故) 田口隆久氏を偲んで (柏岡秀紀 CiNet 副研究センター長)

2013年に大阪大学吹田キャンパスに設立された脳情報通信融合研究センター（CiNet）で、いつもにこやかにCiNetメンバーを見守り、大型脳機能計測装置の整備と拡充、研究体制の構築と情報発信の強化、社会実装などを推し進め、センターを短期間で世界的な研究拠点に成長させました。ワインに造詣が深く、サロンを積極的に開催され、センター内の円滑なコミュニケーションを大切にされて、ワイン片手に笑顔で、みんなを見守っていた姿が忘れられません。



公益財団法人 通信文化協会

第70回 前島密賞（共同研究）

●受賞内容：NOTICE 事業の推進によるIoTセキュリティ向上への貢献

●受賞日：2025年4月10日

矢野博之（やの ひろゆき）

理事

笠間貴弘（かさまたかひろ）

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

井野毅也（いの たけや）

サイバーセキュリティ研究所
ナショナルサイバーオペレーションセンター
研究技術員

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
研究所長

衛藤将史（えとう まさし）

サイバーセキュリティ研究所
ナショナルサイバーオペレーションセンター
研究センター長左から衛藤将史研究センター長、井野毅也研究技術員、
矢野博之理事、井上大介研究所長、笠間貴弘室長

●受賞の言葉 このたびは栄えある前島密賞を賜り、受賞者一同、誠に光栄に存じます。「NOTICE」事業開始から約6年、社会的な注目を集める中で、安定的かつ発展的に調査業務を推進し、国内のIoTセキュリティ向上に貢献できたのは、総務省をはじめ関係省庁、ISP 各社、認定送信型対電気通信設備サイバー攻撃対処協会など皆様のご支援・ご協力の賜物です。今後も、NICTのサイバーセキュリティ分野の研究開発成果を社会へ還元すべく邁進してまいります。