



NTT DATA Technology Foresight 2018



NTT DATA
Technology
Foresight

技術の将来展望が
ビジネスの未来を拓く

NTT DATA



技術の将来展望が ビジネスの未来を拓く

革新を続けるテクノロジーは、社会のしくみを未来へ前進させるとともに、
既存のビジネスモデルをも新たなステージへと導いていきます。

デジタル化が進み、社会変革の次なる出発点にある現在において、
最適な経営判断を行うには、将来変化を捉え、
進むべき道を解き明かすことが重要です。

NTTデータでは、今後3年から10年の間に大きなインパクトをもたらす
先進技術や社会動向を継続的に調査し、調査結果から導出した将来予見を
トレンド情報として毎年公開しています。

このトレンド情報を基に、
お客さまと将来に向けたコミュニケーションを深めています。



NTT DATA Technology Foresight 2018



IST
01

個の影響力拡大が
社会の変革を促進する

07



IST
02

オープンな連携が
新たな社会のしくみを生み出す

11



IST
03

情報のもつ価値の活用が
ビジネス再構築を加速する

15

IST

*Information
Society Trend*

情報社会トレンド

情報社会における近未来の方向性
及び社会発展の潮流



IST
04

フィジカルとデジタルの融合が
意識や行動を変化させる

19



TT
01

人工頭脳の浸透

25



TT
02

協調志向
オートメーション

29



TT
03

超融合インタフェース

33



TT
04

持続可能なデータ活用

37

TT
Technology
Trend

技術トレンド

情報社会の発展を牽引する
革新的技術の潮流



TT
05

生命課題への挑戦

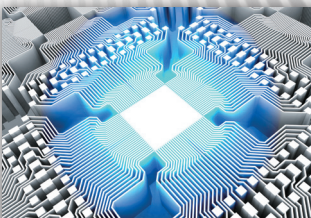
41



TT
06

サイバーインテリジェンスの
結集

45



TT
07

ITインフラの多様な進化

49



TT
08

イノベーションデザイン

53

01-04

Information Society Trend

Four key trends impacting social development in business



IST
01

Information Society Trend



IST
02

Information Society Trend



IST
03

Information Society Trend



IST
04

Information Society Trend



Information Society Trend

*Four key trends impacting
social development in business*

01-04

情報社会トレンド



情報社会における近未来の方向性及び社会発展の潮流

- IST01** 個の影響力拡大が社会の変革を促進する
- IST02** オープンな連携が新たな社会のしくみを生み出す
- IST03** 情報のもつ価値の活用がビジネス再構築を加速する
- IST04** フィジカルとデジタルの融合が意識や行動を変化させる



IST
01

Information Society Trend

個の影響力拡大が
社会の変革を促進する

個が中心の社会が、既存のしくみの変革を促している。

発想力、発言力、行動力を得た自由な個が社会の枠組みを刺激し、

選択肢の拡大、柔軟性の高い社会への転換を促す。

ソーシャルメディアの変容

誰もが利用できる双方向コミュニケーション手段として2000年代半ばに誕生したソーシャルメディアは、デジタル社会に浸透する過程で大きく変容を遂げた。一般の利用者が広く情報発信する手段から、拡散を通じて民衆の力を結集する力を持つものへと発展し、2010年代初めにはアラブの春と呼ばれる民主化運動を引き起こした。多くの利用者と緊密な関係がもてることから、企業等による顧客とのコミュニケーション手段としての利用が拡大し、商品開発に活用される例も見られる。

ソーシャルメディア上で強い影響力をもつ個人を起用したインフルエンサー・マーケティングは、購買の意思決定に効果があるとして利用が定着した。2017年には、インターネット広告市場が初めてTV広告市場を上回ったが、的確なターゲットに最適な状況で広告提供が可能なソーシャルメディア広告の伸びは高い。ソーシャルメディアは顧客サポートのツールとしても重要性が増している。モノやサービスなどを共有するシェアリングエコノミーでは、ソーシャルメディアが見知らぬ者同士を結びつけ、信頼性を測る手がかりとなっている。

社会と交流するプラットフォーム

ニュース、コンシェルジュ、ショッピング、ゲーム、決済などの機能が加わり、ソーシャルネットワーキングサービス(SNS)は、単なるコミュニケーション手段から、個人が社会と交流するためのプラットフォームへと変化した。多くの人が、SNSから最初にニュースを知るようになったことで、政治家が国民向けメッセージの発信に、マスメディアに代えSNSを利用する例も増えてきた。社会活動家が、人権侵害や野生生物の保護等をSNSを使って広く訴える例も見られる。影響力の大きさを反映し、SNSを使った偽ニュースの配信による世論操作も疑われている。

利用の長時間化が現実世界からの逃避等のSNS依存や中毒を招いたり、関心の高い情報のみを選択的に与えられることで考え方が左右されたりするなどの弊害も指摘されているが、SNSは双方向性をさらに高め、社会の基盤としての機能を果たしていくであろう。今後の社会では、これまでに以上に個の意見が反映されるようになると考えられる。

デジタル・トランスフォーメーション

FinTech(金融)、AgriTech(農業)、GreenTech(環境)、HealthTech(ヘルスケア)など、種々の分野でデジタル技術を使った課題解決や新たな価値の創出に取り組むベンチャー企業が登場している。これらの企業は、特定の領域に絞って高い専門性や技術力を発揮し、複数の大企業とも連携して対等な関係を築いている。

供給側のお仕着せではなく、利用者が必要で最適な機能のみを選んで組合せるアンバンドリング化も進んでいる。デジタル化の進展によりトランザクションコストが低下したことで、一つの企業ですべての機能を提供することの優位性が薄れてきた。既存企業がデジタル・トランスフォーメーションを加速するために、ベンチャー企業に投資したり提携したりする例も増えている。今後は、ベンチャー企業のコアの機能を活かした周辺領域の開発や提携等が進むであろう。明確なコンセプトに基づくリバンドリング化も拡大すると想定される。

金融分野では、技術の発展に伴う強化と緩和により複雑化する規制に、技術により対応するRegTechが誕生した。今後は金融分野以外でも同様の動きが広がる可能性がある。

オンデマンドエコノミーの拡大

需要に基づいてモノやサービスを提供するオンデマンドエコノミーも拡大している。情報格差が縮小したことで供給者と消費者の力関係が変化したことや、モバイルコマースの進展などから、消費者にとっては必要なときに必要なものを最適な条件で手に入れることが当たり前になった。利便性の高いパーソナライズされたモノやサービスに進んでプレミアムを払う消費者もいる。商品開発に消費者の意見やアイデアを活かすクラウドソーシングを組み込んでいる企業もある。

需要主導のビジネスモデルへの転換には、革新的な供給体制の構築が求められる。デジタル技術や3Dプリンタなどの小規模で柔軟性の高い生産システムが開発され、消費に近い現場での生産が可能となった。革新的な供給体制の下では、大企業もベンチャー企業も対等な立場にある。ベンチャー企業と連携するなどしてビジネスモデルの転換を図る既存企業もある。スキルや能力、時間などを提供するオンデマンド型労働形態の拡大により、特定の企業や組織に属さない労働者も増加している。

パーソナライゼーションの高度化

アパレルやアクセサリなどの分野を中心に、製造者と消費者が直接つながる Direct to Consumer (D2C) と呼ばれる新しいビジネスモデルが広がりつつある。顧

客の獲得にはソーシャルメディアを重用し、企画、製造した商品を、他の事業者に出すことなく自社のECサイト上でのみ販売するビジネスモデルであり、中間事業者を介さないことにより質のよい商品を迅速に低価格で販売することができる。限定的な選択肢、材料、工程、費用などの高い透明性、顧客データに基づく高度なパーソナライゼーションなど、既存の事業者とは異なる明確なコンセプトが特徴である。中間事業者を介さないため、単なる購買履歴に留まらないすべての顧客データを自社で押さえられる強みがある。継続的なフィードバックに基づく精度の高い分析により、顧客の好みや生活スタイル等に合わせた商品化やレコメンデーションなどが可能となる。顧客とのチャンネル強化等を目的に、D2C企業との連携を図る既存企業も見られる。

先行するD2C企業の中には実店舗を開設するところも出てきた。カウンセリングやパーソナル・スタイリストへの相談など、一般の実店舗とは異なる体験が得られる例もある。ポップアップ・ストア^{※1}、無在庫で試着はできるが商品はオンラインで購入する店舗、商品の試飲や試食ができるレストランやカフェ等を併設した店舗、顧客の反応やオフラインの行動観察を重視した店舗など、ECサイトを主要チャンネルに据えた上で、実店舗の位置づけの再定義を行っている。ECサイトと実店舗の両方を訪れた顧客は、購買率や顧客ロイヤリティが高まるなどの相乗効果も見られる。

一方で、オンライン、オフラインに限らず、顧客が自社を

訪問している以外の時間帯を含めた顧客行動の全体像を把握することで、顧客理解を深めようとする試みも始まっている。購買履歴や顧客属性に加え、位置情報やソーシャルメディアでの発信等をリアルタイムに分析し、顧客にとっての価値や顧客の期待を予測することにより、顧客経験価値の向上を図っている。

個がリードする社会

個の影響力は既に社会に定着し、パワーバランスに変化をもたらした。提供者と消費者、政治家と国民、大企業とベンチャー企業等の力の差がなくなり、リーダー不在の社会となった。個の意見が政治やビジネスに反映されやすくなったことから、個人の嗜好に合わせたモノやサービスが多く提供されるようになった一方、社会の急速な変化に不満を持つ人々の意見が政治に反映されやすくなり、それに迎合するポピュリズムの台頭が世界的に目立っている。国際社会もリーダーシップを取る国のない「Gゼロ」の状態に陥っている。個の影響力が強い社会では、個々が大局観をもって行動することが、社会の発展には不可欠であろう。

※1 催事場や空きスペースなどに期間限定で出店する店舗

Case Study

Information Society Trend

Four key trends impacting
social development in business

01

行動データを活用した

リアルタイムマーケティング

近年、自社に蓄積されたビッグデータを活用し、顧客の興味・関心を理解したリアルタイムでの最適なチャネルによるプロモーションを行うことで、マーケティング効果を最大化しようとする動きが高まっている。しかし、これまでの自社データを中心としたWebにおけるマーケティング分析では、自社サイト以外での顧客の行動を収集・分析することができず、顧客の興味・関心を広範囲に捉えてタイムリーに最適なチャネルでのプロモーションを行いたいという要望に応えることが難しかった。

そこで、NTTデータでは、リアルタイム処理技術をベースとしたマーケティングシステム「リアルタイムマーケティングソリューション」に対し、顧客の行動データをインプットすることで、訪問したWebサイトの情報やロケーションを把握することを可能とした。具体的には、自社サイト以外での顧客行動を取得するためにオーディエンスデータ^{※1}や実世界での顧客の行動データの収集を行う株式会社 unerryが提供する「Beacon Bank^{※2}」と連携することで、顧客の興味・関心を的確に捉え、顧客が必要な時に必要なチャネルでプロモーションを実現する。合わせて、トレジャーデータ株式会社が提供するデジタルマーケティングのデータ統合ソリューション「TREASURE CDP^{※3}」を採用することで、大容量の購買取引データやWeb閲覧データ、各種アプリケーションやモバイル端末のログなどの行動データ等の収集・分析を可能とした。例えば、顧客が訪問したロケーションやWebサイトの情



報をマーケティングの条件に組み込むことで、特定のロケーションにいる顧客に対してタイムリーに最適なチャネルでのプロモーションを行うことができる。また、取得された顧客の行動データを分析することで、適切なプロモーションのタイミングを探ることができるようになる。

今後は、SNSで収集された興味データの連携を視野に入れ、顧客理解のさらなる深化につなげることを検討している。また、データの分析精度向上や活用領域の拡大にも力を入れていく予定である。

※1 オーディエンスデータ

Cookieの仕組みを用いて収集された利用者の属性や行動データ

※2 Beacon Bank

ビーコン登録数が国内最大級のオフライン行動プラットフォーム

※3 TREASURE CDP (Customer Data Platform)

オンラインおよびオフラインの大容量データの収集・分析・活用を行う仕組み



IST
02

Information Society Trend

オープンな連携が
新たな社会のしくみを生み出す

種々のしくみがインターネット化され、イノベーションが起こる。
中央集権による管理型から分散型のフラットなしくみへ転換し、
各要素が自律的に行動し、関係が動的に変化する新たなエコシステムが構築される。

社会のインターネット化

あらゆるものがインターネットにつながるようになり、オープンで管理者のいないインターネットのしくみが、社会のしくみを変化させている。多くのヒトがインターネットに接続したことで、上意下達方式のヒエラルキー（階層）型組織からフラットなネットワーク型組織への転換が進んだ。モノがインターネットに接続され、モノとモノが直接情報交換を行うモノのインターネットが登場した。カネのインターネットで流通するのはデジタルマネーである。中でも国家や中央銀行などの権威の裏付けに依らず信頼を担保する仮想通貨は、インターネット上での自由な流通が可能なため、国境のないデジタルな世界における価値交換に適している。産業のインターネット化はインダストリー4.0と称される。企業の枠を越えた情報とプロセスの共有が、リソースの制約を解放し新たな価値を創出する。都市機能をインターネット上に構築するのがスマートシティである。インフラ、公共サービス、社会システムのすべてがインターネットで接続され、自律的な最適制御を行うことを目指している。

モノのインターネット(IoT)の拡大

インターネットに接続が可能な機器の数は、2017年に世界で84億個^{※1}に上り、世界人口の76億人^{※2}を上回ったと推定される。消費者向けでは、自動車システム、スマートテレビ、デジタルセットトップボックスが中心であるが、今後はスマートスピーカー、照明、その他のスマート家電、スマートロック等を接続したスマートホーム化が拡大すると予想される。単に家電や自動車の遠隔からの操作に留まらず、消費電力量の自動調整、食品や日用品などの残量に基づく自動発注、食品の保存期限に関するアラートなども可能になると考えられる。より自然なウェアラブル機器が開発され、健康状態や運動・食事などの健康習慣のモニタリング、通院や服薬のアドバイスなども徐々に普及していくであろう。離れた家族の見守りや定期的な連絡なども拡大すると考えられる。今後は、消費者向けでも状況に応じた適切な判断をサポートするIoT機器の開発が進むと予想される。

産業用では、スマートメータや防犯用の監視カメラなどの個別のデータの利用から、企業間連携や業界横断的なデータ活用が拡大するであろう。これまで活用が不十分だった現場データの分析が進み、価値のあるデータは現場レベル

での課題の解決や新たな価値の創出につながれると想定される。電気、水道、ガス等のインフラや、交通、救急等の公共サービス、街灯、橋梁、駐車場等がIoT化され、スマートシティの安全性、利便性、効率性等が向上すると考えられる。

IoTが普及した社会では、常時接続が一般的である。通信の遅延や寸断が重大事故を引き起こさないとも限らない。また、IoT機器はセキュリティ面が脆弱なものも多く、ハッキング攻撃の対象とされると、感染が周囲に拡大する可能性がある。ハッキング攻撃の影響を局所的に限定し、社会が継続的に機能するしくみを組み込むことも必要であろう。

ブロックチェーン技術^{※3}の適用

Internet of Moneyと呼ばれる仮想通貨は、中央集権的な管理者をもたない通貨である。仮想通貨ビットコインの基幹技術として考案されたブロックチェーン技術は、オープンなネットワーク上で信頼性を担保しながら情報のやりとりを可能にする。各参加者が同じ内容の台帳を保有し、合意に基づき台帳を更新するため、分散型台帳技術とも呼ばれる。透明性が高く改竄に強いことなどから、種々のビジネスへの応用が期待されている。

ブロックチェーン技術は、契約の履行を保証する第三者機関を介さずに決済や送金を行える可能性があるとして、金融機関を中心に高い関心を集めている。処理性能などに問題があるとされてきたが、高速処理が可能なブロックチェーン技術の開発も進んでいる。関係者が多く、手続きが煩雑で時間がかかる貿易金融では、共通台帳を分散管理することで第三者機関を排除し、情報伝達の迅速化を図ることが期待されている。

食品の添加物や保存状態、デリケートな薬品の輸送中の揺れや温度変化などを記録するトレーサビリティは、ブロックチェーン技術の耐改竄性の高さに着目している。ただし、登録する情報自体に誤りや偽りがあると、情報は信頼できるとは限らない。温度などの測定値を直接デジタルに記録することで信頼性が高まるだろう。製造業の性能データや品質データ等の管理への応用も可能である。

ブロックチェーン上で、予め決められた条件に合致した場合、予め決められた行為を実施するスマートコントラクトは、第三者機関が介在しなくても契約が保証されるしくみである。ストックが規定量を下回った際の自動発注、シェアリングエコノミーのスマートキーの受け渡しなどの使い方が見込まれている。

ブロックチェーン技術は、インターネットと同様、社会を基盤から覆す可能性があると言われていたが、未だに実証実験の域を出ていない。オープンなデジタル社会に有効な技術と考えられるが、フィジカルな社会で培われてきたしくみの中で応用するには、解決すべき課題が多いようだ。既存

のしくみの無駄を認識し、新しい技術への希求がさらに高まると、社会のしくみの転換につながる可能性がある。既存システムのしがらみのない発展途上国から普及すると考えられる。

新たな資金調達のしくみ

デジタル社会への移行を主導する、起業や創業間もない企業の資金調達手段が多様化してきた。他企業やベンチャーキャピタル、金融機関等からの出資や融資・借入金、補助金に加え、主にインターネットを介して不特定多数から資金提供を受けるクラウドファンディングが拡大している。クラウドファンディングは費用がかからず誰でも活用可能だけでなく、資金集めが市場調査と顧客獲得の機能を兼ね備える特徴があり、起業の障壁の緩和に役立っている。大企業が新規事業の実施に必要な資金調達に活用する例も見られる。

仮想通貨を使って不特定多数から資金を集める Initial Coin Offering (ICO) も、新たな資金調達手段として関心を集めている。出資者への対価として仮想通貨を提供するため、誰にでも資金調達できる可能性がある一方、投機目的の出資が行われることも多く、また、流通できない仮想通貨もあるなどリスクが大きい。管理者が不在であることを悪用した詐欺事件が頻発したことから、ICOに対する規制も厳しくなりつつある。一方で、有名企業が ICO で使われる分散型台帳技術の耐改竄性に着目し、ライセンス管理に新規

の仮想通貨を発行するという新しい利用方法を開発した例もあり、今後新たな資金調達手段として定着するかどうか注目される。

デジタル社会に向けて

誰もが参加可能なオープンなしくみは、デジタルな世界に適したしくみとも考えられる。フィジカルな世界に適した管理型のクローズドな社会で培われてきた常識は、転換を促されているのかもしれない。実際に生活をしているのは、国境があり、時間と場所の制約がある世界である。国家や組織は競争と協調を繰り返し、競争領域における主としてクローズドな戦略と協調領域における主としてオープンな戦略が共存している。今後、社会は時間をかけてオープンなしくみとクローズドなしくみの調和を図っていくことになると考えられる。

※1 Gartner, Press Release, "Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016," February 7, 2017.

※2 国際連合「世界人口予測2017年改訂版」(2017年6月)

※3 複数の取引記録をまとめたブロックを時系列に沿ってつなげることから、ブロックチェーン技術と言われる

Case Study

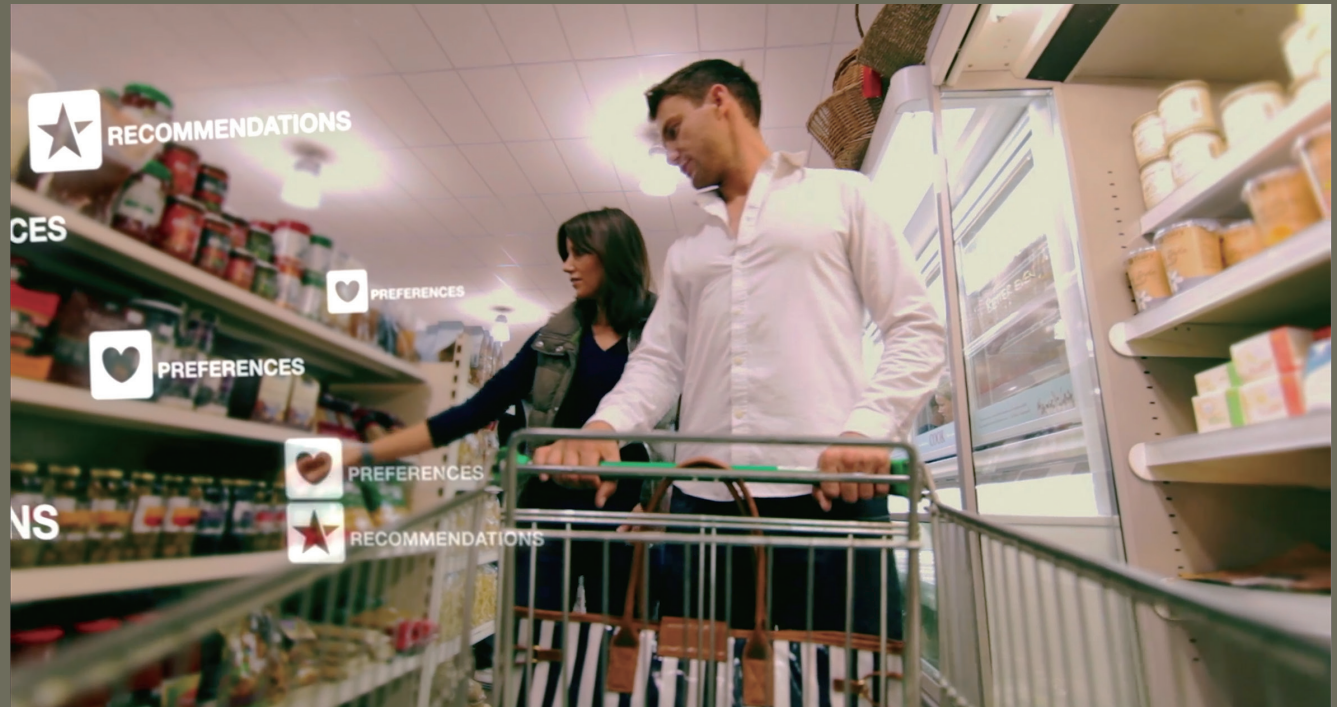
金融機関向け

オープン・イノベーション

プラットフォーム

欧米のベンチャー企業を中心とした新たな Fintech サービスの提供が続くなか、日本においても 2017 年 5 月に金融機関の API^{※1} 開放に関する制度的枠組みの整備を目的とした「銀行法等の一部を改正する法律案」が国会で成立した。同銀行法改正により、金融機関は 2020 年 6 月までに Fintech 事業者との API 連携を行うための体制整備が求められるなど、オープンイノベーションをサポートする API 提供の重要性が一層高まっている。

こうした中、NTT データでは、金融機関と Fintech 企業による新たな Fintech サービス創出を支援するため、各種 API を提供するクラウドサービス「OpenCanvas」の提供を開始した。本サービスは、金融機関と Fintech 企業が連携する際に必要となる各種 API と、API 管理機能を提供するクラウドサービスであり、高い信頼性とセキュリティを有している。また、OpenCanvas は、一般社団法人全国銀行協会の「ブロックチェーン連携プラットフォーム」の実証実験環境の一つとして採用され、実証実験の第一弾として、株式会社全銀電子債権ネットワークのブロックチェーン技術の利用可能性に係る実験を開始している。さらに、NTT データの「Altamista Cloud AI Connector」技術を利用し、NTT グループを始め、Amazon Web Services 社、Google 社、IBM 社、Microsoft 社など、各社が提供する AI や機械学習サービスを、



API を介して接続可能としている。「画像」、「音声」、「動画」、「言語」などの各種データと各社 AI をマルチに接続可能とする機能を追加することで、AI を活用した Fintech サービスの迅速な提供を支援する。

NTT データでは、今後も OpenCanvas をベースにクラウドサービスの拡大を図るとともに、金融機関と世界各国の Fintech 企業とをオープン API を通じてつなぎ、オープンイノベーションの拡大を目指していく。さらには金融機関のみならず広く社会のデジタル化を促進する SoE^{※2} 基盤として提供していくため、今後も積

極的な機能拡充を進めていく。

※1 API (Application Programming Interface)

あるシステムで管理するデータや機能などを、外部のシステムから呼び出して利用するための手順やデータ形式などを定めた規約

※2 SoE (System of Engagement)

人やモノとつながり、「絆」を通じて新たなイノベーションを創出するシステム

情報のもつ価値の活用が
ビジネス再構築を加速する

情報が経済の循環を支える活力の源泉となり、
分析と活用の高度化から新たな価値が生み出される。

デジタル・ディスラプションが産業の枠組みや競争のルールの転換をもたらし、
ビジネスモデルの再構築を促進する。

データエコノミーの到来

今日の社会経済において、デジタルデータは価値および競争力の源泉であり、イノベーションを生み出す重要な資源となった。顧客情報（データ）を囲い込んで競争上支配的な地位を築く複数の有力なインターネット企業が、巨大プラットフォームとして高い時価総額を誇っている。早くからデータの重要性に気づき、マルチサイド・プラットフォーム・モデル^{※1}により積極的にデータを収集したプラットフォームもある。顧客情報の集積および結果評価の繰り返しによりアルゴリズムが更新され、解析精度が向上する。例えば情報検索で求める情報に速やかに到達できた顧客は、満足度が向上する。特定の顧客に対し、最適な場所、最適なタイミングで提供されるターゲット広告は、コンバージョン率の向上をもたらす。プラットフォームが集積したデータは、顧客分析だけでなく、マクロ経済、株式市場の動向、選挙結果、流行などの状況把握や予測等にも活用が可能である。ネットワーク効果が働くため巨大プラットフォームによる顧客情報の集積が進み、巨大プラットフォームは今後さらに強力になると考えられる。一般企業の間でも、データの重要性に対する認識が進みつつある。

ヘルスケアデータの活用

医療・ヘルスケア分野では、日常的に種々のデータが計測されている。近年は健康志向の高まりを反映し、家庭用機器やウェアラブル機器、スマートフォンのアプリケーション、一般消費者向けの遺伝子検査等、医療機関以外で生み出されるヘルスケアデータが増加している。中には精度が低いデータも含まれるが、簡易診断や計測値の変動が、個人の行動変容や専門の医療機関の受診を促すきっかけとなり、治療から予防医療へのシフトにつながっている。患者は医療機関外で過ごす時間の方が圧倒的に長いため、診療と診療の間の患者の行動に関する情報は、医療機関にとっても有益である。健康状態の微細な変化の把握が、発病や容態変化の原因究明、悪化防止等につながる可能性がある。AIを使ったデータ解析による新たな治療法の開発や創薬プロセスの改善、遺伝子情報等と組合せた治療の個別化も行われ始めた。バイオバンク等が集積した遺伝子情報等は、難病や多くの致命的な病気の治療法の開発への応用が期待される。自身の幹細胞を用いた再生医療、再生医療と遺伝子治療の融合等の新しい治療法の研究でも、臨床データの蓄積が進み始めている。

医療・ヘルスケア分野においては情報活用の高い効果が期待される一方、機微性が高い情報を取り扱うため、個人情報の保護は重要な課題である。医療・ヘルスケアデータも含めたすべての個人情報の管理や活用は、当人の意思に基づいて行うべきとするパーソナルデータストアも関心を集めている。例えば、市民がパーソナルデータの開示対象および開示範囲を特定してオープン化し、集まったデータを社会課題の解決に役立てることなどが検討されている。プライバシーの権利と公共の利益の考え方が整理され、バランスの取れた活用が図られることが期待される。

ライドシェアリングの進展

自動車業界は複数の技術的・社会的革新が並行して進行する“破壊的（ディスラプティブ）”な変化に直面している。

シェアリングエコノミーの進展は、価値の源泉がモノの所有ではなく機能にあることを再認識させた。ライドシェアリングサービスの普及は、自動車の本質的価値が移動手段であることの証である。自動車会社によるライドシェアリングサービスの提供や、自動車会社とライドシェアリングサービス事業者の提携も拡大し、自動車業界のサービス化が進ん

でいる。移動ニーズと移動手段の効果的なマッチングが、移動距離の短縮、稼働率の向上など、効率化や環境保護にも役立つ。将来的には、相乗り、途中乗車・下車なども含め、ニーズに応じた利便性の高い移動サービスが提供されるようになるであろう。バスやタクシーなどとの区別がなくなる可能性もある。物流分野でも輸送手段のシェアリングが進めば、コスト削減に効果がある。最適マッチングにより交通と物流の統合が進む可能性もあり、需要に応じて料金が変わるダイナミックプライシングの適用による、需要の平準化も期待される。

自動運転に向けて

位置情報や周囲の状況をリアルタイムに収集・分析し、自律的な状況判断に基づいて機構を制御する自動運転の分野で、自動車会社とIT企業による技術開発競争が行われている。技術の向上には走行データの蓄積が不可欠である。2017年には公道走行距離が大幅に増加し、特定の条件下で無人走行が可能なレベル4の公道実験も始まった。技術的には、早ければ1-2年以内にレベル5の完全自動運転車が登場することも予想される。

自動運転車の登場により街なかに駐車スペースが不要になるなど、都市設計の見直しが予想される。自動車保険、交通・物流、旅行など、周辺産業にも影響を与えるであろう。レストランはデリバリーが一般的になり、ファストフードなどの業態に変化が生じる可能性もある。自動運転車の普及に

向けた法制度的整備の検討も始まったが、安全上の問題や収集される情報の保護の問題など、課題の解決にはまだ暫く時間を要すると考えられる。道路上に、無人運転車と有人運転車が共存する状況は特に危険であり、事故が発生した場合の責任問題等も予め整理が必要である。制度面が整備されれば、施設内の無人化が先行している物流分野やライドシェアリング等から、公道での無人化が進む可能性がある。自動運転の普及は移動中の時間の使い方に変化をもたらし、新たなサービスの誕生が期待される。

EVシフト

欧州諸国や中国政府によるガソリン車やディーゼル車の生産・販売の規制に伴い、電気自動車への転換（EVシフト）が進んでいる。構造がシンプルで部品点数が大幅に削減される電気自動車への転換は、自動車業界のピラミッド構造に変化を促す。既に、電機メーカーやベンチャー企業からの新規参入も見られ、自動車業界にとっては新たな付加価値の創出が課題となる。移動距離や時間、電力料金等に応じた効率的な充電、交通渋滞や災害対策、自動車保険への走行データの活用等が取組まれている。双方向の通信機能をもったコネクテッドカー（つながる車）による新たな付加価値の創出も期待される。

21世紀の重要資源

データは21世紀の最も重要な資源とされ、成長の源泉と考えられているが、ただ蓄積するだけでは活用できない。世界22カ国を対象とした調査によれば、蓄積されているデータのうち活用可能な形でインデックス化されているのは15%に過ぎず、33%はインデックス化されているが重複、瑣末、陳腐化等の理由で利用できず、残りの52%は活用できる形になっていないため未確認のまま放置されている^{※1}。データの重要性に対する認識が進むことで蓄積されるデータも整理され、より大きな価値が生み出されるようになるであろう。

データの重要性に対する理解が進むにつれ、巨大企業による独占が消費者利益を損なう可能性があるとする意見や、データは公共財であるという議論も起こってきた。一方で、EUは一般データ保護規則（General Data Protection Regulation：GDPR）を制定し、データ主体（本人）の基本的権利を保護するしくみを強化した。情報に対する考え方が整理され、新たな機会の創出や社会課題の解決などの成果をもたらすことが期待される。

※1 複数の価値観の異なる顧客グループを結びつけることで価値を創出するビジネスモデル。フリーミアムモデルと組合せて、一方の顧客グループには無料でサービスを提供する例も多い。

※2 Veritas Technologies, "Global Databerg Report," March 2016.

Case Study

Information Society Trend

Four key trends impacting
social development in business

03

AIによる

ビジネスマッチングサービス

国内経済の成熟化、後継者不足、雇用問題等、中小企業を取り巻く経営環境が厳しくなるなか、中小企業において、販路拡大やパートナー開拓など、「商談機会の創出」を目的としたビジネスマッチングに対するニーズが高まっている。そうしたニーズに応え、地域経済の活性化につなげる取組みとして、多くの公的機関や地域金融機関、法人企業がビジネスマッチングサービスを推進している。一方で、企業ニーズを的確に把握し、最適なマッチング候補を選び出すためには、ビジネスマッチング担当者に多くの経験やスキルが必要となる。

そこでNTTデータは、個人の経験やスキルに依存することなく、最適なマッチング候補を効率的・効果的に抽出することを目的に、株式会社京都銀行（以下 京都銀行）と共同でビジネスマッチングサービスの高度化に向けAIを活用した実証実験を行った。本実証実験では、京都銀行が保有するマッチング活動実績データとNTTグループのAI技術「corevo（コレボ）^{※1}」を掛け合わせることで、最適なマッチング候補の抽出可能性を検証した。具体的には、企業のマッチングニーズに含まれる「用語」や「文」をAIが解析し、意味の近い概念を有するマッチング候補が抽出可能かどうかの検証と、マッチングニーズとの概念レベルの適合度に準じた最適なマッチング候補をランキングとして表示するというものである。



NTTデータでは、本実証実験によって得られた知見を踏まえ、AIによるマッチングニーズ及び成功要因の分析精度の向上に取組んだ上で、ビジネスマッチング支援サービスとしての提供を予定している。また、AIが分析した成功要因に基づき、顧客企業からのビジネスマッチング依頼を待たずに、プッシュ型で最適なマッチング候補を紹介するなど、新しいビジネスマッチングサービスの検討を進めていく。

※1 corevo

NTTグループのR&Dで培った人工知能（AI）を活用した取組みの総称で、様々なパートナーとのコラボレーションを加速させるNTTグループの統一ブランド



フィジカルとデジタルの境界が意識されなくなる。
社会生活のあらゆる場面に AI が入り込み、
人々の考え方、行動、人間関係等に影響を与える。
規範や制度等は見直しが促される。

小売の変化

世界のeコマースは、2016年から2020年の5年間に年平均19.42%の成長率(CAGR)^{*1}が見込まれ、小売に占める割合は2017年に10%を超えたと推定されている^{*2}。実店舗の小売業者によるeコマース進出や、実店舗の閉鎖も増えている。一方で、eコマースで創業した企業が、新設や既存事業者の買収により実店舗の経営に乗り出す例も増えてきた。デジタルなチャンネルとフィジカルなチャンネルを自由に行き来する消費者の行動に、小売業者が対応を迫られている。

モノの所有に対する消費者の価値観の変化は、小売業者が提供する価値の見直しを促している。定期購入型のサブスクリプションモデルや簡便な再発注システムなど、ショッピングに伴う面倒な意思決定から消費者を解放するビジネスモデルも普及してきた。企業にとっては、必ずしも顧客ロイヤリティが高いとは限らない商品で消費者をつなぎとめる手段ともなっている。

実店舗にも変化が見られる。eコマースの進展により、実店舗が提供する機能はモノの販売とは限らなくなった。顧客行動の観察、顧客との接点、ショールーム、配送拠点などに使われている。eコマースで創業した企業の中には、実店舗では

販売を行わず、受けた注文は自宅に配送するところもある。実店舗にもデジタル技術が組み込まれ、ロボットによる店舗の案内、陳列棚と顧客のスマートフォンのインタラクティブな連動によるプロモーション、カメラやセンサによる行動トラッキングなどの試行が始まっている。棚の商品をその場で自分でスキャンまたはそのまま鞆に入れて退出できる、レジのない店舗の実験も始まった。AIを使ってより高度なパーソナライゼーションを提供する例も見られる。デジタル時代のフィジカルな店舗は、既存の店舗とは異なるコンセプトに基づき異なる価値を提供すると考えられる。

キャッシュレス化の進展

デジタル時代の小売を支えるのは、キャッシュレス決済である。2014-2015年に世界のキャッシュレス決済は11.2%増加し、2015-2020年の年平均成長率は、10.9%に達すると見込まれている^{*3}。現金による決済が全体の1%程度にまで減少したスウェーデンは、世界で最もキャッシュレス社会に近いと見られている。現金を受け付けない店舗も多く、店頭での現金決済は約20%にまで減少した。銀行口座やクレジットカードを持たない人が多い発展途上国でもキャッシュレス化

が進行している。アフリカなどで携帯電話会社が提供するモバイルペイメントは、銀行口座がなくても利用できる。eコマース企業やソーシャルメディア企業等によるオンライン決済が、フィジカルな社会でも利用できるようになった例もある。

AIの浸透

AIにより、対面コミュニケーションのデジタル化が進んでいる。中でも、音声による簡単な質問への回答、音楽再生、家電操作、ショッピング等、バーチャルアシスタント機能をもつスマートスピーカーは、身近な存在として消費者の関心を集めている。米国では普及率16%^{*4}に達したと見られ、今後さらに急速に普及すると予想される。スマートスピーカーの所有期間が長くなるほど利用が増える傾向があり、人々の行動パターンに影響を与えているとの調査結果もある。スマートフォンやウェアラブル機器、家電、自動車等へのバーチャルアシスタント機能の搭載も拡がり、企業は音声によるマーケティング活動に乗り出した。スマートスピーカー同士が、音声により受発注を行うことも考えられる。スマートスピーカーの普及をきっかけに、AIが社会生活に浸透し、バーチャルアシスタントとして最も身近な存在となる可能性を秘めている。

AIとの共生

AIは社会生活の幅広い分野に取り入れられつつあるが、ターゲット広告、最適な資産運用を提案するロボットアドバイザー、接客サービスを担当する AI コンシェルジュなどでの活用は、AIが示す選択肢に個人の意思決定が影響を受ける可能性がある。AIが生活に身近な存在となり、自分では何も判断せずすべて AI の言いなりになっていると、好みや善悪の判断等が AI に “操作” される危険性もある。AI を上手く利用する一方で AI に使われないためにも、考えたり判断したりする能力の醸成は、今以上に必要となるかもしれない。生まれつき AI に囲まれて育った子供には、情操教育、対人コミュニケーション能力、倫理教育等も重要であろう。一方、AI が偏ったデータを学習すると、人間にとって脅威となる可能性もある。AI が人間と同じような “良識” を養えるよう、社会規範等を学習させることも忘れてはならない。

AI を搭載し自律的に行動する機械が普及すると、人間と機械の果たす役割や関係も変化すると想定される。一部の労働は機械が代替するようになり、人間による操作や労働を前提とした法律や制度は見直しが必要となる。人間の生活を保護することは重要であるが、社会的な制約がイノベーションの阻害要因とならないよう、バランスへの配慮も不可欠である。機械による雇用の代替が進めば、8 時間労働制の見直しやベーシックインカムを導入等、現在の常識を再考することも必要になるだろう。

ユーザインタフェースの変化

スマートフォンでは、文字入力から音声入力や画像入力による検索へのシフトが加速している。既に、人間に近い精度の音声認識技術が登場している。家庭でのスマートスピーカーの普及もあり、音声入力は、近いうちにキーボード入力に換わる最も一般的な入力方法となる可能性がある。スマートスピーカーも、PC に換わり家庭の基本的なコンピュータとなるかもしれない。家電等に組み込まれたバーチャルアシスタント機能が、コンピュータの概念を、四角い箱から形のないものに変える可能性もある。入力した画像の意味を AI が解釈し、メッセージを具体化できるようになることも考えられる。

AI がさらに普及すると、音声や画像による指示も必要なくなる可能性がある。表情、バイタルデータ、その日の行動などに基づく最適な環境設定や、日常の行動パターンから推測した行為の代行などを、AI が自律的に行うことも考えられる。表情などの反応を見ながら調節することもあるかもしれない。より直接的に、脳波の情報を読み取ってコンピュータを操作する可能性もある。工場や手術室など、手が自由に使えない環境などでは、スマートグラスや空中ディスプレイなども導入され、コンピュータとのインタフェースは、より自然で無意識的なものへと変化していく。本人確認も、暗証番号やパスコードに換わり、顔、指紋、虹彩、声紋などによる生体認証や、行動パターンと組合せることで本人が意識しないうちに自然に認証されるようになって考えられる。キーボードが使えないことによるデジタルディバイドは解消の方向に向かうであろう。

人間中心の AI 社会へ

AI は、家庭、病院、企業、公共機関などで活用に向かうが、真に社会に組み込まれるには既存の制度やルールなどの見直しが必要である。特に学習機能を持つ AI が、自らまたは他の AI から獲得した機能により事故が起きた場合の責任の所在など、事前に解決すべき課題は多い。一方で、社会規範や慣習などは、コントロールが難しく変化が浸透するのに時間がかかる。AI により職が奪われるなどの否定的観念を抱くと、抵抗感からさらに変化に時間がかかると考えられる。制度やルールの見直しと歩調を合わせた正確な広報活動を行い、イノベーションの疎外や AI による新たなディバイドの発生が起こらないよう取組むことも必要である。

AI は、今後、情報社会のあらゆる場面に入り込むと想定される。人々の考え方、価値観などが変化することも考えられるが、構築すべきは人間中心の社会であることを忘れてはならない。

※1 Research and Markets, "Global E-Commerce Market 2016-2020," September, 2016.

※2 Statista, "E-commerce share of total global retail sales from 2015 to 2021."

※3 Capgemini and BNP Paribas, "World Payments Report 2017," July 2017.

※4 Everett M. Rogers が提唱したイノベーション理論に関し、Geoffrey A. Moore がハイテク製品ではアーリーアダプターとアーリーマジョリティの間(普及率16%)に大きな溝(ギャズム)があるとした。

Case Study

ディープラーニングによる

手話通訳で

意思疎通をサポート

世界保健機関の調査^{※1}によると、聴覚障がい者は、世界で約3億6千万人、日本国内では軽度な方々を含めると数百万人おり、そのうち、手話が必要な約32万人^{※2}は、日常生活においてコミュニケーションが必要な時に手話通訳者が近くにおらず意思疎通が難しいなどの不便を感じている。加えて、健聴者が手話を学ぶ環境も少なく、聴覚障がい者と健聴者の間のコミュニケーションに課題が生じている。

そこで、NTTデータでは、シャープ株式会社（以下 シャープ）、NTTデータ SBCと共同で、シャープが提供するモバイル型ロボット電話「ロボホン」向けに、聴覚障がい者が行う手話を通訳して健聴者に伝える手話通訳アプリケーションを開発した。

ロボホンは、モバイル型ロボット電話であり、アプリケーションを追加することで用途を拡大することができる。最近では企業の受付サポート、店頭での商品説明、子供のプログラミング学習など、個人だけではなく法人においても、様々な用途に活用されつつある。NTTデータは、このロボホンに対し、ディープラーニングを活用することで聴覚障がい者の手話の動きを認識・分析し、手話の意味する単語を日本語で発話するアプリケーションを開発した。また、本アプリケーションでは、健聴者の発話を認識して発話



内容をスマートフォン等に表示し、それを聴覚障がい者が読むことで、聴覚障がい者と健聴者の意思伝達も可能とする。本アプリケーションのアイデアは、イノベティブな組織文化の啓発を目的としたNTTデータ社内のロボホン向けアプリケーション開発コンテストにて発表されたものであり、最優秀賞に選定されたことを契機に、3社共同でのアプリケーション開発が実現した。

現段階では手話学習や簡単な意思伝達を必要とする場で利用されることを想定しているが、ロボホンが認識できる手話の種類追加や日本語以外の言語対応などの機能強化を行い、行政や

企業の窓口対応など様々な場面で手話通訳をサポートできるよう、早期の実用化を目指している。NTTデータでは、今後も様々な場面で手話通訳が円滑に行われるよう、聴覚障がい者の生活を支援する活動を継続していく。

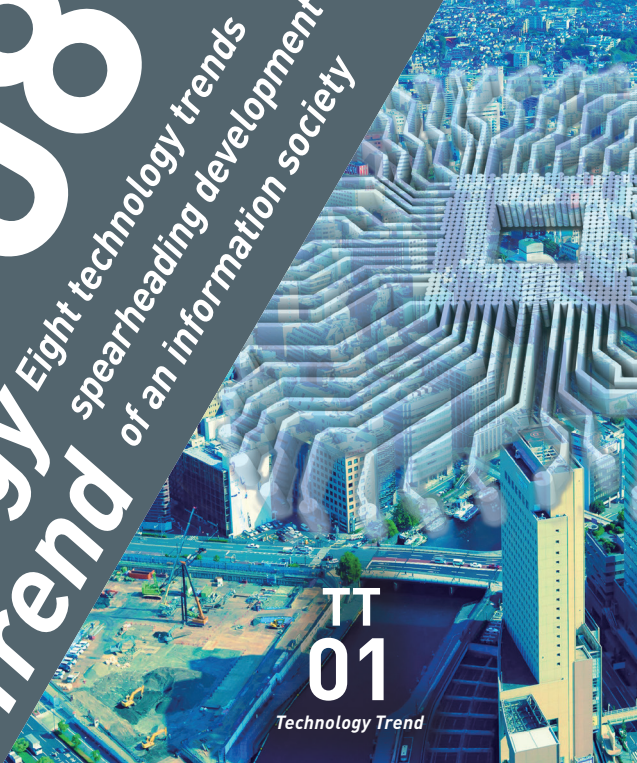
※1 World Health Organization, "Deafness and hearing loss"

※2 厚生労働省「平成23年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）」

01-08

Technology Trend

Eight technology trends
spearheading development
of an information society



TT
01
Technology Trend



TT
02
Technology Trend



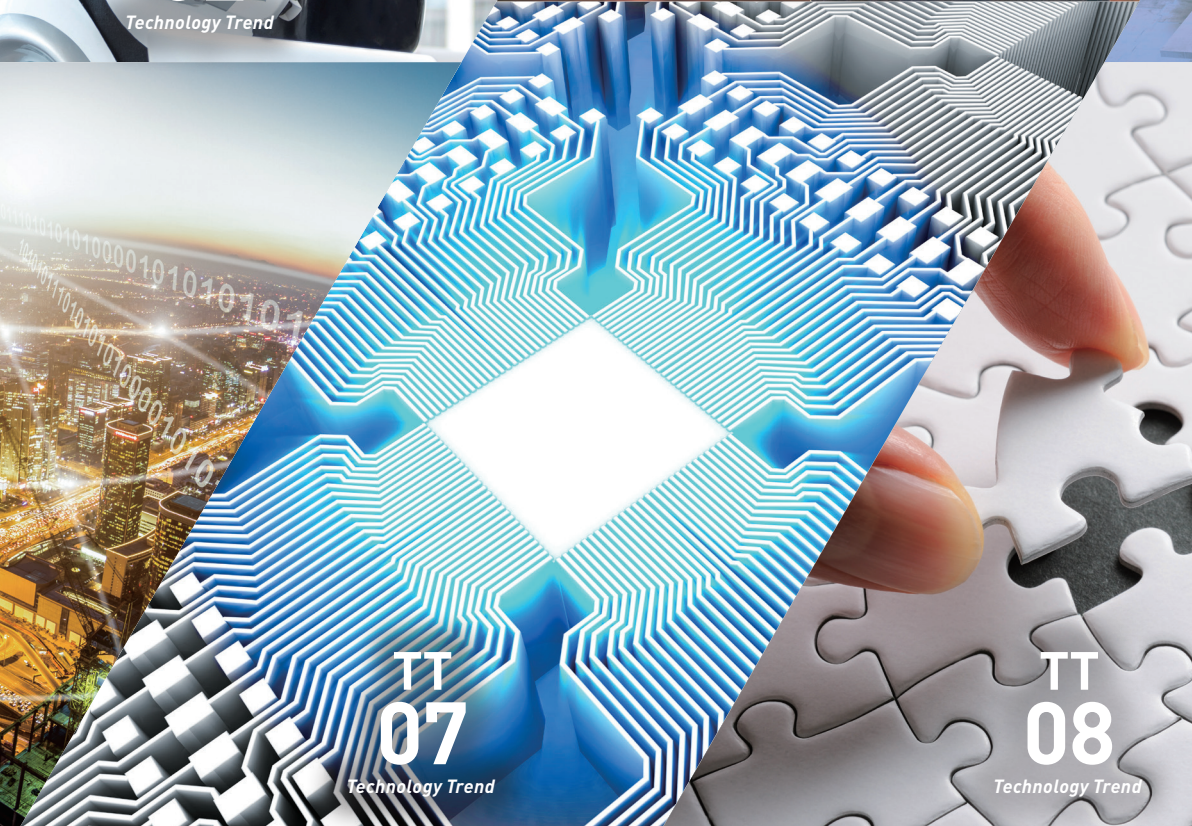
TT
03
Technology Trend



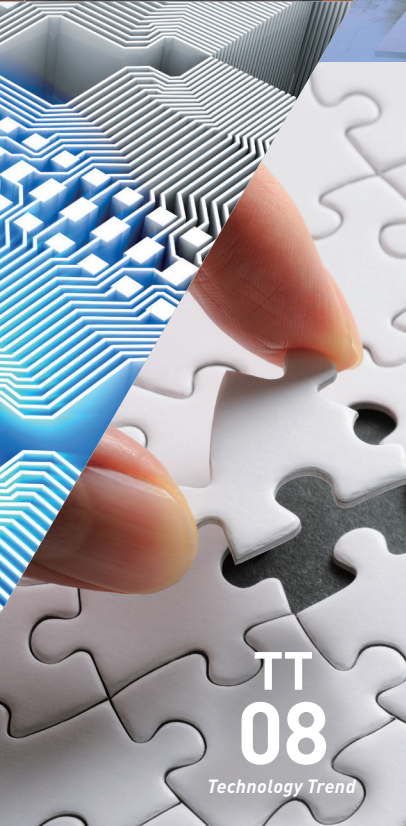
TT
05
Technology Trend



TT
06
Technology Trend



TT
07
Technology Trend



TT
08
Technology Trend



Technology Trend

*Eight technology trends spearheading
development of an information society*

01-08

技術トレンド

TT
04

Technology Trend

情報社会の発展を牽引する革新的技術の潮流

TT01 人工頭脳の浸透

TT02 協調志向オートメーション

TT03 超融合インタフェース

TT04 持続可能なデータ活用

TT05 生命課題への挑戦

TT06 サイバーインテリジェンスの結集

TT07 ITインフラの多様な進化

TT08 イノベーションデザイン



TT
01

Technology Trend

人工頭脳の浸透

驚異的な速さで AI の進化は続く。大量のデータや高度な専門知識を不要にし、判断根拠を説明可能にする技術の登場は AI の利用障壁を低減する。これは AI を応用する能力こそが競争力の源泉となることを意味する。更に、急増する IoT 機器やモバイル端末等、いわゆるエッジで機械学習・実行する技術の発展は、AI の応用先を拡げていく。その結果、AI はあらゆる場面に浸透し、我々の生活やビジネスに更なる恩恵をもたらす。

進化を続ける AI

人工知能 (AI) という言葉は、専門誌だけでなく多くの一般的なメディアで扱われ、興隆の一途を辿っている。これは、AI が進化し続けており、日々新しい技術やサービスが生まれているからだろう。世界最強とされる囲碁棋士に勝利したことで有名な「AlphaGo」は進化を続け、2017 年 12 月には囲碁だけでなくチェス、将棋においても世界最強レベルの能力を持つ「AlphaZero」として公開された。世の中を驚かせたのは単に強いからではない。これまでは過去の膨大な棋士の棋譜を学習していたが、「AlphaZero」では各々のルールのみを教えた状態から、AI が AI 自身で対戦を繰り返すだけで、強さを手に入れたからだ。これは他の用途においても、基本的なルールを教えるだけで、AI が圧倒的な能力を自律的に獲得できる可能性があることを示している。また、人間のノウハウを学ばないため、人間が思いもつかなかった手法を AI が生み出せる可能性がある。AI が生み出した手法を人間が学ぶことで、人間のさらなる成長にもつながっていくだろう。

2018 年 1 月、「SQuAD^{*1}」と呼ばれるデータセットを使った読解力テストにおいて、AI が初めて人間のスコアを上回っ

た。AI はこれまで画像認識、音声認識においては人間の能力を凌駕してきたが、ついに読解力においても人間と同等以上の能力を手に入れた。今後は医学文献や法律判例文献等、理解が難しい文書であっても、AI の支援により、日常使っている自然言語で誰でも必要な情報を取得できるようになっていくだろう。

低減される AI の利用障壁

進化を続ける AI だが、ビジネスの現場では、どれほど利用されているだろうか。AI の躍進をひとえに支えているディープラーニングは、データ量が多ければ多いほど精度が高くなり、その大量のデータを学習させるには強力な計算機パワーが必要といった特性を持つ。そのため、膨大なデータと豊富な計算機リソースを有する一部の企業と、有しない多くの企業とでは AI を利用し生み出せる成果に差が生じていると考えられる。

しかし、近年の技術発展によって、この差が埋まりつつある。AI 自身が試行錯誤を繰り返すことで事前の学習データなしで自律的に学習する深層強化学習や、ある特定の領域で学習した知識を別の領域に適応させることで少量のデー

タでの学習を実現する転移学習等によって、大量の学習データを有していなくても高精度な結果が出せるようになってきている。例えば、プライバシーの問題で利用可能なデータ量に制限がある医療画像であっても、世の中に大量に存在する一般的な物体のデータセットで学習させたモデルをベースに転移学習させることで、高い精度で病気の推定が可能になる。学習アルゴリズム自体の進化も見られる。従来のディープラーニングで物体認識を行う場合、画像中の各パーツの位置関係や向きは考慮されないため、様々なパターンの学習データが必要だった。Capsule Network と呼ばれる手法では各パーツの位置関係や角度等の空間的特徴を抽出し学習することで、少量の学習データでの物体認識を可能にしている。

クラウド上で GPU マシン等の強力な計算機パワーを初期投資なしで利用可能になってきたことや、プログラミングなしでの学習モデルのネットワーク設計、自動でのパラメータ最適化が可能なフレームワークの登場も多くの企業での AI 活用を促進させる。将来的にはタスクを設定し僅かなデータを用意するだけで、誰でも簡単に個別の用途に特化した AI を作成できる時代がくるだろう。

AI活用における競争力

前述した技術の発展により、どの企業でもAIを活用した高度なサービスを提供できる準備が整ったと言える。では、今後の他社との差別化要素は何になるだろうか。一つは、AIを適切にビジネスに応用する能力だろう。機械学習の専門知識よりも、各最新技術の特性を理解し、どう適用すればビジネス課題を解決できるかを設計できる能力が求められる。例えば、深層強化学習では行動結果に対する評価方法の設計が重要となる。また、AIの進化は速いため、ビジネスの企画からサービス開始に1年を要しては、既にその技術が陳腐化している可能性がある。そのため、開発サイクルの高速化や、運用時の最新モデルへの迅速な更新が重要となるだろう。

もう一つの重要な点は、データを継続的に蓄積可能な仕組みを整えることだろう。大量のデータを保有していない領域にも参入できるようになったが、多くの企業が参入した場合にはやはりデータ蓄積量が他社との差別化要素となる。そのため、提供サービスを通じて、ユーザの行動データやフィードバックを蓄積し、そのサービスの質を継続的に向上させていくことが重要となる。Googleは、お題に対して人が描いた絵をAIが認識可能かを試すことができるサービスを提供している。同社はこのサービスを通じて蓄積された10億ものデータを活用し、人が描いた絵を上手なイラストに変換する別のサービスを実現している。このような蓄積されたデータから別のサービスを生み出すエコシステムを構築する考え方が、企業の継続的な発展に必要となっていくだろう。

求められるAIの透明性

ディープラーニングは複雑なネットワーク構造に基づいた演算を行うため、導出過程が複雑となる。そのため、判断理由を示すことは容易ではない。しかし、近年のAIの飛躍的な進化に伴い、AIの開発や利活用に関する倫理面の議論が活発化しており、AIの透明性を求める動きも見られる。「アシロマAI原則^{※2}」や「国際的な議論のためのAI開発ガイドライン案^{※3}」では、AIの透明性に関する原則を含んでおり、問題が生じた場合にはAIの判断理由を説明できるように留意するべきとしている。

これに応えるべくAIの判断根拠を説明するための取り組みは活発化している。自動運転においては、車載カメラが捉えた映像の中でAIの判断に強い影響を与えている箇所の強調による判断根拠の可視化が可能になっている。判断理由を説明する技術の発展は、より一層AIの活躍の場を広げるだろう。しかし、すべてのAIシステムに判断理由を求めることは、イノベーションを阻害する要因になりかねない。今のところ、AIの開発原則には法的制約はないが、もし今後、AIの説明責任を求めるのであれば、それを実現するための技術開発への投資を社会一丸となって戦略的に進めていくことが重要だろう。

エッジでのAI活用の拡大

モバイル端末やIoT機器等、いわゆるエッジで得たデータ

を処理する際には、そのデータを一旦クラウドに渡し、そこで処理した結果をエッジで受け取る方式が一般的である。この方式では、ネットワークにつながる場所に利用シーンが制限される上に、データの往復による処理遅延の発生、プライバシー情報の流出の懸念といった問題がある。そのため、エッジで直接処理することが求められている。しかし、一般的にディープラーニングで学習したモデルは複雑化・大容量化する。高精度な物体認識モデルでは、数百MBから数GBのサイズになる場合もあり、その計算量は膨大になるため、エッジでは処理できない。

この問題を解決すべく、近年、蒸留やモデル圧縮と呼ばれる、学習済みのモデルを軽量化する技術が注目されている。元のモデルに比べ、数%の精度劣化に留めつつ、数分の1、多いもので500分の1の軽量化を実現している例も存在する。軽量の学習モデルを生成・実行するためのフレームワークや高速な処理を可能とするAIチップの登場は、場所を限定せずに、どの機器でも高度な処理を可能にする。近い将来、エッジでの高度な学習も可能となり、個人が自身のデバイス上で自由にAIを構築し利用できるようになるだろう。あらゆる場面に個別のAIが浸透し、AI同士が連携する世界の到来は、我々の生活やビジネスを一変させるかもしれない。

※1 Stanford Question Answering Dataset

※2 Future of Life Institute

※3 AIネットワーク社会推進会議

Case Study

Technology Trend
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

01

深層強化学習を活用した

超高層建物の揺れ制御

2011年の東日本大震災では、長周期地震動^{※1}を受けた超高層建物の揺れが長時間続き、外装・内装・設備の損傷や什器類の転倒などが多発し、建物内の多くの人々が不安を感じた。しかし、現在においても既存の超高層建物への長周期地震動対策は十分に進んでおらず、高い確率で発生が予測される南海トラフ沿いの巨大地震に向けた対策が急務となっている。

このような状況の中、株式会社 NTTファシリティーズ（以下 NTTファシリティーズ）では、長周期地震動に対する超高層建物の損傷低減と居住者の不安軽減を目的に、近年急速に技術進歩を遂げている AI 技術を活用し、従来の制振技術よりも高い制振効果を生み出す新たな手法の研究を進めている。NTTファシリティーズでは、NTTデータおよび NTTデータ数理システムと協力し、従来技術からでは見出すことのできないより効果的な新しい振動制御方法の発見を目的に、AI を活用した超高層建物用のアクティブ制振^{※2}技術を共同で開発した。本技術では、強化学習とディープラーニング（深層学習）を組合せた深層強化学習により最適な振動制御を学習した AI が、地震の揺れに応じて建物内部のダンパー^{※3}を電動アクチュエーター^{※4}で制御する。大型模型試験体を用いた本技術の振動実験では、従来技術に比べ建物の揺れを 50% 以上低減できることを確認した。また、本技術を活用する既存の超高層建物への長周期地震動対策においては、従来技術と同レベルの制振性能を概ね半数のダンパーで実現する



ことを目標としている。その結果、制振対策に必要なスペースの半減や、耐震改修工事の量を削減することが可能となるため、従来技術よりも工事コストの削減、工事期間の短縮が期待できる。さらに、耐震性能の向上とともに居住者の方への安心感を高めるなど、建物に対する新たな価値の提供が可能となる。

現在、将来的な本技術の市場導入を目指し、実建物への適用に向けた開発を進めている。特に南海トラフ沿いの巨大地震に対する超高層建物への長周期地震動対策として積極的な導入を進める予定である。

※1 長周期地震動

規模の大きな地震が起きた際に生じる揺れが 1 往復するのにかかる時間（周期）が長い地震動

※2 アクティブ制振

外部からのエネルギーを用いて、揺れの抑制に必要な制御力を建物に与える振動制御方法

※3 ダンパー

地震のエネルギーを吸収することで建物の揺れを抑える装置

※4 電動アクチュエーター

モーターと機械部品を組合せた電気エネルギーを利用して伸縮する駆動装置



TT
02

Technology Trend

協調志向オートメーション

定型的な作業の自動化が進み生産性は大きく向上した。更に、自律的な状況判断を行う AI の登場により、非定型作業の自動化も可能となりつつある。しかし、人手を介さない完全な自動化の実現はまだ遠く、当面は人とコンピュータが作業を協調しつつ分担する時代が続く。この協調作業では、それぞれが得意とする特性に応じてバトンタッチを繰り返す最適な関係を如何に構築するかが、飛躍的な生産性向上を達成する鍵となる。

ITによる自動化

ITは自動化を支えている。工場に並ぶロボットを支えるのも IT だ。ロボットは事前に精緻にプログラムされた動作を 24 時間 365 日休むことなく繰り返し、一定の品質で成果を出し続ける。

売上高が数千億ドルに到達する巨大 EC サイトは、扱う商品の点数も億を超えるとされる。その物流を支える巨大な倉庫には、高さ 2m、重さ 100kg を超える商品棚が千個以上も並ぶ。とはいえ作業者はこの広大な倉庫内で商品の入った棚を探して歩き回る必要がない。2010 年頃から本格的に導入されたロボットが、その棚自体を持ち上げて、作業者の前に運ぶのだ。作業者は決められた場所で待機し、画面の指示に従い、必要な商品を出し入れすれば良い。出し入れが終わると、即座に次の棚が運ばれる。その作業効率は、人手のみの場合の 4 倍から 5 倍とされる。

こうしたロボットを中心とした自動化が、IT の支援無くしては成り立たないのは明らかだ。適切な棚を必要な場所に移動させる動作、その際の効率的なルート、ロボット同士の衝突回避、床の障害物を発見して周囲を通行禁止エリアにする制御、さらには自身の充電管理に至るまで、IT システムが

100 台におよぶロボットを統合的に制御する。こうしたロボットによる自動倉庫はもはや一般化しつつあり、世界最大の EC サイトを持つ中国を始め、複数の倉庫用ロボットベンダが存在する。

自動化拡大の課題

IT は、事前にプログラムできない非定型作業は自動化できない。非定型作業とは例えば EC サイトの倉庫で、商品を棚から出し入れする作業だ。人ならば、商品の形、重さ、堅さが様々でも、物体を見ただけで持ち上げ方を判断できる。どの部分をどんな強さで掴むべきか、どの程度の力で持ち上げるべきか予測する。実際に掴んで重さや堅さが想定と異なれば瞬時に力の加減を変えることもできる。

人からみれば、こうした動作にはルールがある。だが IT にとってそのルールはあまりに多岐にわたり複雑で曖昧だ。さらに刻々と変化する状況への対応は、事前にプログラムできない。人は、汎化したルールを学習から確立した上で、状況にあわせた柔軟な修正を加えて行動する。こうした人の高度な動きが必要な非定型作業は、自動化の範疇から外れてきた。結果として、商品の取り扱い、工場内の危険作業、飲

食店での盛り付け、機械の運転など多くの非定型作業が人手に頼り続けている。ホワイトカラーの作業効率化を実現するとされる RPA で効率化できるのも、定型で繰り返しの作業に限られ、非定型作業への活用拡大は実現できていない。自動化によるさらなる効率化、生産性の向上を目指すときに、非定型作業の自動化は避けて通れない長年の課題だ。

AIによる非定型作業の自動化

非定型作業自動化の切り札として AI、機械学習を用いる研究は長年続いている。バラ積み荷物を画像で認識し、掴む方法を推定してロボットアームをコントロールして持ち上げる。学習を繰り返してやがてスムーズに物体を持ち上げるようになっていくデモは有名だ。

現在はより実践的なトライアルも行われている。複数種類が混在しバラ積みされた商品を相手に、それが何かを判定し整理しつつロボットアームが作業する。しかも判定する商品には 2 種類あり、事前に AI が学習できる十分なデータを与えたものと、商品サンプルの画像 1 枚だけが直前に提示されたものが混在する。こうしたより現実に近い条件で作業精度を競うロボットコンテストの勝者は、制限時間内にすべて

の商品を取り出し、仕分けするという。初見の物体を判別するために別途一般的な物体画像で十分に学習させた AI を持ち込むなど、複数の AI 技術を組合せた成果だ。

AIによる自動化を高度化するAI

さらに複雑な非定型作業である自動運転では、より高度な学習が要求される。刻々と変わる道路状況に加えて、他の車や歩行者まで登場する現実世界での適切な運転は、まさに非定型作業だ。しかも運転では、状況判断からこの後起こりうる危険を想定し備えることさえ求められる。これらをすべて AI の学習で補うには一説に100億 km を超える走行データが必要という。

ここでも解決策は AI だ。現実的に100億 km を走り込むのは困難な上、様々な条件の再現も不可能だ。例えば気象の変化、周囲の車や人や路面の組合せなど、複雑な条件を再現する、何度も繰り返し試す、網羅的に試すなど非現実的だ。そこでコンピュータ上でそうした複雑な環境を仮想的に再現するシミュレータを用いて、自由に条件を設定し、繰り返して学習する取り組みが必要になる。ここでは AI の中でも特に GAN の技術を用いてシミュレータの映像や物理法則を現実と遜色ないレベルに改善できると考えられている。また実際の人間の運転を模倣する学習でも、GAIL と呼ばれる GAN 技術の一種を用いて、少ないサンプルから高度な模倣を可能にするという。このように AI の最先端の技術が続々と投入され、高度な非定型作業自動化の課題を克服する取

組みが続いている。

協調作業の必然性

非定型作業でもロボットが活躍する段階が近づき、人とロボットで作業を棲み分ける方法、協調関係の確立という課題が認識されるようになった。非定型作業の自動化は急速に進む可能性もあるが、人手を全く介さない完全自動化はまだ遠い。それまでの間、どこまでを自動化し、どこからは人に委ねるのか協調範囲の調整が必要だ。非定型作業をこなすロボットは作業内容が人に近くなり、人との距離も近接する。柵で仕切られていたロボットと人が隣り合い、ぶつからないよう意識し、時に協力する必要がある。

そして適切な協調は困難な課題だ。自動運転車と人の協調をみればその難しさが浮き彫りになる。現在試験中の最新の自動運転車は、行き先を伝えるだけで、人が操作せずに目的地に到達する。とはいえ、交通案内する警官、飛び出してくる子供、隣の車線から割り込んでくる車など想定外の事態に対応できないことがある。運転者は、一見すべてを任せられる存在に見える自動運転車が対応できないレアケースを考慮して、常にハンドルに手を添えて備えるよう求められている。運転を任せてリラックスしていた筈の運転者が、緊急度が高く難しい操作をいきなり行う前提で成り立っているのだ。これは適切な協調とは言えない。

必要なのは新たな UI のデザインだ。ある自動運転車は、人の対応が必要な可能性がある区間では、あえて自動運転

はしない。一方で高速道路など、確実にすべて自動運転で対応できる区間ではハンドルが引き込まれ、車にすべて委ねるように促す。この先は自動運転が無理だと判断すると、ハンドルが自動的に人の手の位置にせり出してきてボタンタッチを促す。しかもこの切り替えは、周囲を判断し十分な切り替え時間の余裕を持って実施される。人は明示的に切り替えを意識して協調し、自動化の成果を得る。これは完全な解ではないが、一つの可能性を示す仕組みだ。

協調作業のデザインには自動化される作業に対する深い理解が必然だ。自動運転という非定型作業の限界を見切った上で、人が現実的に対処可能な方法で引き継ぎを実現するデザインを生み出したのは、実績ある自動車メーカーだった。何気なく人がこなしてきた作業を分解し、人と機械の最大限効率的な協調に組み替えるのは、深いレベルでの作業とその成果の理解だけでなく、人という存在が持つ特性の深い理解なのだろう。

Case Study

Technology Trend 02
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

札幌市の中心市街地での 自動運転走行

現在、自治体の多くが公共交通における運転者の高齢化や人材不足、免許返納による交通弱者の増加といった課題を抱えており、自動運転技術を活用した新しい公共交通サービスの導入が解決策の一つとして期待されている。一方、自動運転技術を活用した新たな公共交通サービスにおいては、無人運転であっても利便性の高い、安全な運行が可能な仕組みの導入が必要となる。

国立大学法人群馬大学（以下 群馬大学）では、次世代自動車産業振興に資する産学官金連携イノベーションの拠点形成するため、同大学内に「次世代モビリティ社会実装研究センター」を設置し、群馬県桐生市における公道実証実験を皮切りに、関連分野の企業や自治体との連携による自動運転の社会実装を積極的に展開している。

このような背景の中、NTTデータは、将来的な自動運転社会を見据えたサービス創出に向け、群馬大学とともに完全自動運転社会に向けた共同研究を進めている。

2017年10月に、群馬大学とNTTデータは、札幌市内で開催されたNo Maps(Sapporo Creative Convention)^{※1}をフィールドに自動走行のパフォーマンスを行った。パフォーマンスでは北海道庁旧本庁舎（赤れんが庁舎）北門付近から札幌市役所前、大通公園を通り、北海道庁旧本庁舎（赤れんが庁舎）へと戻る一周約3kmのルートを走行した。札幌の中心地で、かつ一定の通行量のある公道での自動走行は、完全自動運転社会の早期実現



に向けたチャレンジであったが、車両の上部に搭載したセンサなどで信号や歩行者を検知し、運転を制御することで、一般車両に混じり時速約30kmで安全に走行することができた。

なおこの取組みは、北海道自動車安全技術検討会議（北海道経済部産業振興課）の協力を得て、札幌市と「さっぽろまちづくりパートナー」を締結しているNTTと共同で実施したものである。

今回の札幌市街地での初の公道での自動走行パフォーマンスは、多くの関係者に自動運転車の将来的な可能性を感じてもらった機会であるとともに、今後の自動運転社会の早期実現に向けた第

一步と位置付けている。NTTデータでは、群馬大学との共同研究や自治体と協力した実証実験を通じて、自動運転社会に求められる、利便性が高くかつ安全・安心なサービスについて引き続き検討し、最適な新公共交通サービスの構築・提供を目指していく。

※1 No Maps (Sapporo Creative Convention)

札幌・北海道という象徴的な開拓の地で、クリエイティブな発想や技術によって次の社会を創ろうとする“現代的フロンティアスピリット”を持った人たちのためのコンベンション



TT
03

Technology Trend

超融合インタフェース

スマートスピーカーやAR/VRデバイスは、革新的なユーザ体験をもたらしただけでなく、人本来の自然な行動でITシステムにアクセスできることを示した。今後更なるデバイスの進化により、人間感覚の再現と行動を感知できる環境が実現される。そのような環境は、利用する人や状況に応じてITシステムとのインタラクションを個別に最適化するだけでなく、インタフェースをも意識しない新たな生活体験の提供を可能とする。

革新的インタフェースの普及

人と機械をつなぐインタフェース技術の革新が続いている。代表例として、XR^{*1}と総称される人を仮想現実接続するユーザインタフェース(UI)機器と、音声によるIT機器とのやりとりを可能にしたクラウド提供の音声UIサービスがあげられる。

XRの中でも仮想世界への強い没入体験を提供するUI機器であるVR-HMD(ヘッドマウントディスプレイ)はエンタテインメントを中心に普及が進む。VR-HMD機器の仕様が一部で標準化されたこともあり、PCベンダ各社から次々に新製品が発売されている。

またARは手軽なスマートフォンでの利用が拡大している。一般的に、スマートフォンで実現されるARは、仮想世界と現実世界の融合精度が低いと言われる。特別なハードウェアをスマートフォンに付加することなく、本体に内蔵されたカメラとジャイロセンサの情報だけでARに必要な位置情報を得ているためだ。しかし多くの使い方では、それで十分な精度が得られている。なによりアプリケーション開発者にとっては、年間数億台が販売されるスマートフォンが巨大な潜在ユーザになる価値は大きく、多数のアプリケーションソフト

ウェアが発売され、市場が拡大する好循環が生まれている。

音声UIサービスも広範囲な製品で利用され、一般化した。人間の音声を認識し、それに対応する回答を自然な音声で提供する。このサービスはいわゆるクラウドAIとして、大手クラウドベンダからインターネット経由で提供される。音声UIサービスはインターネット検索を始めとする各種サービス、eコマース、旅行、カーシェアリングなど万を超えるサービスと連携する。また各国語対応が進み、世界的な普及も実現しつつある。こうして音声UIサービスは、音声を利用する統合的なサービスの入り口としての地位を確立しつつある。

革新的UIの進化と拡大

VR-HMDは高機能化と小型軽量化の2方向で進化が見られる。画質の大幅な向上と軽量化やフィット感の改善を実現した新たなハイエンド機器が発売されようとしている。一方で重いVR-HMDを頭にくりつけ、PCと太いケーブルでつながれる現状のVR-HMDは、カジュアルユーザ拡大の障壁と言える。そこでVR-HMDだけで完結しPCとの接続を必要としない「スタンドアロン」型や、軽量で薄く眼鏡と変わらないサイズと使用感を目指した「小型」モデルの登場も

予告されている。

XR機器のビジネス利用も進展している。VR-HMDを活用した3D共働設計システムは、工業製品を平面の設計図ではなく、3Dのままの設計、デザイン、シミュレーションし、さらには複数人での共働を可能にする。こうしたアイデアは以前からあったが、高精度なVR-HMDと強力なコンピュータの進化によって実用的なレベルに到達した。膨大な部品でつくられた自動車をネジ一本一本までバラバラにして、自由に拡大、縮小、回転して3Dの没入空間で確認できるのは画期的だ。今後、経験とわざが必要とされるCADによる3D設計がこうしたシステムで革新され、より効率化される可能性を秘めている。

音声UIサービスを搭載した製品の種類も増えている。当初は、音楽サービスを利用するスマートスピーカーとして普及したが、現在では家電製品にも多数搭載されている。高度な音声認識サービスを提供するクラウドベンダは、技術開発競争とシェア争い、拡大するビジネス利用での主導権争いを激化している。家電メーカ各社は複数のクラウドAIを製品側で選択できるようにしユーザの選択に委ねている。家電メーカにとっての競争の主眼は、製品自体の魅力や、音声UIの先にあるサービスに移っていると言えるだろう。オフィ

スワークでの利用の拡大を目指した取組みも積極化しており、競争はさらに激しくなるだろう。

透明なUIへの課題

UI開発の究極の目標は、UIの透明化だ。人とIT機器のやりとりを人間が生来持つ自然な行動と知覚で実現すれば、人は相手がIT機器であることを意識せず、利用方法を学習せず、ただ自然に人と会話するように利用できる筈だ。かつて、紙に空けた穴の位置でコンピュータに数値を伝えていた時代から、キーボードとディスプレイという双方向インタフェース、GUI、マウス、さらにはタッチインタフェースまでUIの革新は続いてきた。しかしいずれのUIも訓練の上で、それがIT機器だと意識して利用する点で自然ではない。習熟曲線のない、道具だと意識せず利用できる透明なインタフェースこそが目指すゴールだ。

まず人からIT機器への働きかけを透明化する解決策は見えている。人の音声による呼びかけ、ジェスチャーなどの動き、表情を用いた働きかけの検知は、高精度なセンサやAIが支援する音声認識や画像認識技術により進化しており、今後の精度向上も期待できる。

一方でIT機器側からの刺激を人に自然に検知させる手法は未完成で、透明化には遠い。人は視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚の五感に加え、皮膚感覚や平衡感覚など多数の方法で外界からの刺激を得る。視覚と聴覚は既にUI機器が進化しているが、味覚や嗅覚、特に大きな役割を果たす触覚の再現

技術は未熟だ。最新の研究でも、非常に繊細かつ変化の幅が大きい人間の手への入力を再現できるレベルにはまるで届いていない。

そこで、人への刺激を再現する機器の進化を待たずに、透明なUIを目指す取組みがある。触覚や味覚を直接再現するのではなく、既にあるデバイスを使って触覚を操作するアプローチだ。例えばVR-HMDを活用して視覚から触覚を誘発する研究がある。コントローラを握って手を動かすとその動きに合わせて仮想空間の手が動き、何かを持つと対象の物体が変化する様子を体験し続ける。すると人は擬似的に何かを持った感触を持ち、重さまで感じる。視覚の情報で食べ物の味も変えられる。湾曲した壁を沿って歩いても、見えている情報に従ってまっすぐ続く廊下を進む感覚になる。このように今あるインタフェースによる感覚操作が、人間感覚の研究により加速すれば、近未来の透明なUIを実現する近道になるかもしれない。

超融合インタフェースの世界

透明なUIが完成し、それらを結集した超融合インタフェースが人々にもたらすのはシンプルで静かな世界かもしれない。人の自然な働きかけを検知し、その結果を人間が本来持つ外界検知能力にフィードバックするループが完成したとき、透明UIの利用者はこれまでにない生産性でITを利用する。特別な気負い無く、人が自然な動きで、ITシステムを利用していることすら意識する必要がない。新しいUIが開発

された際によくみられる、刺激的で、びっくり箱かお化け屋敷のような、物珍しさを強調するコンテンツは不要だ。

超融合インタフェースを実現した時に求められるのは、UIを超えた、それぞれの人にとってのUX(User eXperience)の最適化だ。ITシステムがハンドリングするソフトウェア化した人間感覚を活用して、パーソナライズされた最適な作業のしやすさを提供することが、未来のUIを用いたサービスでは重要になる。例えば、利用者がリラックスし作業に集中できる場所を再現するとして、そこで聞こえる鳥のさえずりや、そこにあった木々も再現するかは別問題だ。求められるのはリアルな再現ではなく、最適な環境の提供だ。利用者が集中して、高い生産性を生み出すために不要なものは削除されてもかまわない。結果的に利用者にとって無用な刺激や気の散る要因はシステムが徹底してフィルタすることもありえる。超融合インタフェースの世界では、人々は自分専用の空間でリラックスを得ながら、ITの強力な能力をそうとは知らずに利用して、高い生産性を実現するのだろう。

※1 Virtual Reality、Augmented Reality、Mixed Realityの総称

Case Study

Technology Trend **03**
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

デジタル3D地図と

AR技術による

新たなゴルフ観戦スタイル

VR・AR技術は2016年以降本格的に普及が始まっており、各企業もこれらの技術に注目し投資を集中させている。スポーツの分野でも2020年に向けて、VR・AR技術を用いたスポーツ観戦や選手強化への応用が始まり、新たな可能性が期待されている。

NTTデータでは、世界最古のメジャー大会である全英オープンゴルフのオフィシャルパトロンとして、大会会場でデジタルサイネージ「NTT DATA Wall」を設置し、スコア、ランキング情報や各ホールでのプレー情報、各プレーヤーの詳細情報、ソーシャルメディアで発信されている全英オープンゴルフの関連情報などをグラフィカルに情報提供してきた。

さらにNTTデータでは、「より深く、より直感的なスポーツ観戦」を提供できるよう、NTTデータ独自の技術である「全世界デジタル3D地図提供サービス (AW3D)」とAR技術をかけ合わせることで、全英オープンゴルフの試合をARで視聴可能とするアプリケーションを開発した。具体的にはAW3Dにより再現したゴルフコースの3D地図の上に、NTT DATA Wallで表示している試合データをAR技術により重ね合わせ、Microsoft社のヘッドセット「Microsoft HoloLens」を通してビジュアル化するアプリケーションである。このアプリケーションにより、トーナメント期間中の成績推移や選手間のドライバー飛距離比較など、視聴者が試合映



像からでは把握しにくいデータを、ゴルフコース全体を俯瞰する新たな視点で表現し、今まで以上に臨場感を得られる新しいゴルフ観戦を実現している。

NTTデータは今回の取組みを通して、ITを活用した観戦スタイルが創出する新たな価値を訴求していく。データを3次元でビジュアル化することで、より立体的・多角的な視点で状況把握ができるようになり、臨場感の高いスポーツ観戦が可能となる。また、観たいデータをユーザ自身が選択可能とすることで、よりインタラクティブで自由な観戦スタイルを提供することができる。NTTデー

タは国内のみならず海外におけるVR・AR技術のプロジェクト実績や、IoTデータを活用・可視化するVR・AR技術ノウハウを有している。これらを踏まえ、将来のIoTサービス開発、お客さまのビジネスモデル変革への貢献を目指していく。合わせて、AW3Dは広域性に強みのある衛星画像をベースとしているため、従来の3D地図に比べて作成期間の短縮やコスト低減も可能であることから、ARを始め資源開発やインフラ整備など、各事業の可能性を広げていく予定である。



TT
04

Technology Trend

持続可能なデータ活用

デジタルデータの種類・量は爆発的に増え続けている。AIは、画像、音声、動画等の非定型データから有益な価値の抽出を可能にするとともに、大量の個別化された記事や流行等の価値も創出する。ビジネスや社会におけるデータ活用の重要度が高まる中、偽データの生成やAIの欺瞞等の問題も顕在化し始めている。データ、AIの信頼性を確保することが、データ活用の持続性を高め、社会の発展と価値創造をもたらしていく。

期待が高まるデータからの価値の創出

「ビッグデータ」という言葉をきいて、何を思うだろうか。もはやビジネスでは当たり前の存在と思う人がいる一方で、期待外れに終わった単なるパスワードと思う人もいるかもしれない。しかし、数年前とは大きく変わってきていると認識すべきだろう。生成されるデータの量、種類の劇的な増加、およびAI技術の発展等により、ビッグデータはこれまで以上に新たな価値を生み出す可能性を秘めているからだ。

生成されるファイル数は2年で約2倍に増加する見込みであり、全世界で1年に生成されるデータ量は2025年には163ゼタバイトになるとも言われている^{*1}。これはパーソナルアシスタントやスマートスピーカーの普及、動画マーケティングの盛り上がりにより、音声や動画等の非定型データが人間や機械によって大量に生成されることが最大の要因だ。また、2020年に200億個を超えると予測されている^{*2} IoT機器の普及は、データ量を増加させるだけでなく、多種多様なデータを生み出す。

これまではデータサイエンティストと呼ばれる人たちの匠の技により、データ間の因果関係等の仮説を立て検証することで、知識を生み出していた。しかし、ディープラーニングの

登場以降、AIがデータから知識を生み出し、意思決定までを行えるようになってきている。また、画像や動画に含まれる物体や人物、動作の抽出や、音声からの感情推定等が可能となり、分析に利用可能な情報が飛躍的に増加している。これにより、SNS上の画像からファッションの流行を把握したり、車載カメラの映像から危険運転や道路のひび割れを検知したりすることが可能になっている。今後はより一層、非定型データから価値創出がなされ、多種多様なデータの活用が進むだろう。

コンテンツ自動生成技術の発展

AI技術の発展は、ニュース記事や動画のようにそれ単体で価値のあるデータ、いわゆるコンテンツの自動生成を実現した。ニュース記事や決算レポート等の自動生成は既に実用化されているが、敵対的生成ネットワーク(GAN^{*3})と呼ばれる技術は、コンテンツ生成能力を飛躍的に向上させている。GANは生成器と識別器の2つで構成される。生成器は学習データに極力近いデータを生成し、識別器はその生成されたデータが偽物かを識別する役割を担い、この2つを戦わせることで、両者の能力を向上させていく。最終的に生成器

は限りなく本物に近いデータの生成が可能となる。この技術を応用し、文章からリアリティのある画像の生成や、リアルタイムに映像内の人物を入れ替えた動画の生成等が可能になっている。

コンテンツ自動生成技術は、作業の効率化だけでなく、ロングテールなニーズへの対応や、パーソナライズされた情報の提供を可能にする。動画は購買時や技術導入時の意思決定に重要な役割を担うようになっており、パーソナライズされた動画の生成が可能になれば、人間の意思決定の方法にも大きな影響を与えるだろう。

過熱する捏造とチェックの戦い

世論の扇動にも利用されるフェイクニュースは社会問題となっている。SNSの普及に伴い、個人が発信した虚偽の情報は真偽によらず容易に拡散する。さらに、コンテンツ生成技術を悪用すれば、事実のような記事や、本物かのような画像・音声・動画等を大量に生成できてしまう。2020年末までにAI主導で偽コンテンツが生成されるペースは、それらを検知できるAIの能力を上回り、2022年までに先進国の大多数の人々は、真実の情報より虚偽の情報を多く目にする事にな

るという予測もある^{※4}。

この問題に対応すべく、世の中に情報が伝播されていくパターンや文章内の表現のパターンからフェイクニュースを検知する技術等が開発されている。欧州では多数のメディアが連携し、ファクトチェックに取り組む等、偽コンテンツに影響を受ける広告関連企業の動きは活発化している。世界のオンライン広告市場の60%以上のシェアを占めるGoogleやFacebookでも機械学習を用いたフェイクニュースの推定、ファクトチェックを行う第三者機関との連携、ユーザの記事に対する評価を集合知として信頼度に利用する等、様々な対策が模索されている。

データ依存により顕在化するAIの問題

ビジネスに欠かせない存在となっているAIはデータに依存しており、データの品質はAIや人間に大きな影響を与える。ユーザの偏った発言内容を学習した場合、差別や偏見を含む発言をしてしまう可能性もある。AIが判断を行うときにも入力データによっては問題が引き起こされる。人間を上回る精度を実現している物体認識や音声認識だが、データにわずかな細工をするだけで、誤認識させることができてしまう。このようなAIを欺くデータセットは「Adversarial Examples」と呼ばれ、AIの抱える重大な問題である。例えば、悪意を持って標識を細工した場合、人間は汚れ程度にしか認識しないが、自動運転におけるAIは「一時停止」を「速度制限」等の別の標識と認識してしまう。特殊なプリントが

施されたメガネをかけるだけで、AIに別の人物と認識させることも可能になっており、AIによる監視をすり抜けることができてしまう。

これらの問題に対処するために、擬似的な Adversarial Examplesのデータセットを利用して、脆弱性を事前に確認可能な環境も提供されている。今後、AIには精度だけでなく悪意あるデータへの頑健性の確認も重要となるだろう。

持続的なデータ活用に向けて

データは新たな価値を生み出す可能性を十分に秘めている。しかし、偽データ、偏ったデータ、AIを騙すデータの存在は、データ活用の根底を揺るがしかねない。では、持続的なデータ活用には、何が必要だろうか。

技術面の対応としては、データの虚偽や偏りを検知する技術や頑健なAIの開発が必要となる。これらの技術の開発を目的にコンテストが開催されており、今後の発展が期待される。しかし、セキュリティにおける攻撃と防御と同じように、双方の技術は進化を続けるため、この攻防に終わりはこないだろう。そのため、技術に完全に依存するのではなく、悪意のあるデータが含まれている前提でシステムを構築し、データを活用することが必要である。また、データに問題がなくても、AIの誤判断が問題となることもある。2015年、Googleの画像認識システムが人をゴリラと認識し波紋を呼び、霊長類に関するタグを削除することで対応した。AIの精度が100%でない限り、用途によっては運用での対処も必

要になるだろう。

社会全体でデータを共有し信頼性を担保する仕組みも必要ではないだろうか。一企業でデータの品質確認を行うには限界があり、また、IoT機器等から収集したデータを一企業に閉じて利用するのでは創出される価値も限定的になる。蓄積したデータや、品質確認済みのデータ、生み出した知識を他の企業が活用することができれば、社会全体でのさらなる価値の創出が見込まれる。この動きを加速させるためには、データマーケットプレイス、情報銀行等のデータを流通させる市場の発展とともに、品質が担保されたデータの提供を行う企業や個人に対して、インセンティブを発生させる仕組みが必要だろう。

データやAIの信頼性を社会が一丸となって高めることができれば、今まで以上に社会の発展と価値創造をもたらす存在になりえる。これには、人間のリテラシーやデータに対する価値観の見直しが必要なのかもしれない。

※1 Data Age 2025(IDC)

※2 Gartner Says 8.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016

※3 Generative Adversarial Network

※4 Top Strategic Predictions for 2018 and Beyond: Pace Yourself, for Sanity's Sake

Case Study

Technology Trend

Eight technology trends spearheading development of an information society.

04

インバウンド向けに

ソーシャルメディアの話題量を測定

近年、訪日外国人旅行者数は堅調に増加しており、2017年には2800万人に達した。しかし、2020年の政府目標である4000万人に到達するためには、全国各地の魅力を発信し、地方の観光需要を掘り起こす必要がある。また、昨今では、ソーシャルメディア上の一般消費者の発言が起点となり、地方の隠れた観光スポットに人が集まるといった事象も増加しており、観光分野においてもソーシャルメディア上の一般消費者の声を把握することが、ビジネス戦略において重要な要素になっている。

現在、訪日外国人旅行者が訪れる観光スポットは全国に広がっているものの、全国各地の観光スポットの話題を統一的にベンチマークする方法や計測する手法が従来存在しなかった。また、一部GPSデータを用いたサービスも存在するが、ゴールデンルート^{※1}以外の場所など、訪日外国人観光客があまり訪れていない地方のデータは十分なデータ量が取得できていないといった課題があった。

これらの課題に対し、NTTデータはTwitter社の公認パートナーとして保有しているTwitter全量データとディープラーニング技術を組合せ、全国30万以上の各観光スポットやそのコンテンツが持つ価値をソーシャルメディアの視点から計測するサービスを提供している。本サービスは、NTTデータが保有する全言語のTwitterデータを対象に、日本の観光スポット・観光コンテンツに関する話題量を計測する。全国の観光スポットの話題量をスポッ



ト単位で網羅的に測定することで、話題になっている観光スポット・観光コンテンツが、どのような属性(国籍、年代、性別、嗜好性)のユーザに話題になっているかといった詳細な条件での把握が可能となり、日本全国の隠れた観光資源の発掘等、地方創生への活用が期待できる。また、本サービスでは日本人ユーザのみならず、外国人ユーザの分析も対象としており、インバウンド向けのデータとしても活用することが可能である。

NTTデータは本サービスの提供および本サービスを通じたデータ提供・コンサルティングサービスに加え、お客さまのニーズに

あわせて複数の情報源からデータを集め、企業活動等のビジネスの状態を視覚化し確認できるようにするダッシュボードの開発、マーケティング・オートメーション、顧客管理システム(CRM)等への連携を進めていく。また、今後はインバウンドだけでなくアウトバウンドのサービスへの展開を進めることで、全言語Twitterデータを活用した新たなサービス関連ビジネスを展開していく予定である。

※1 ゴールデンルート

東京～富士山・箱根～名古屋～京都～大阪などの日本の主要観光都市を回る観光周遊ルート



TT
05

Technology Trend

生命課題への挑戦

高精度な生体情報を容易に取得可能なデバイスの発展は、医療・ヘルスケアの在り方を変える。いつでもどこでも継続的な自己健康管理が可能となり、病気の早期発見、将来発症の恐れがある疾病の予測が実現され、予防の質が飛躍的に向上する。これにより健康寿命の延伸が進み、現在の社会課題である急速な高齢化への対策の範囲を超え、身体能力の向上といった本来的に生命が備える制約を克服するための挑戦へと向かっていく。

求められる健康寿命の延伸

2017年、急性リンパ性白血病向けの遺伝子療法「キムリア」が世界で初めて米国食品医薬品局（FDA）で承認された。臨床試験で83%という高い効果を示したことに加え、治療費が成功報酬型、かつ47万5000ドルである点も注目を集めた。また、血液1滴から13種類の癌を診断可能な技術や、より安全な遺伝子編集技術の開発も進み、今後も更なる医療の発展が見込まれる。

このような医療技術の発展や衛生環境・栄養面の改善により、世界の平均寿命は、2015年の71歳から2050年には78歳になると予測されている^{*1}。しかし、この平均寿命の延びと少子化によって加速する高齢化は、社会問題となっている。ここで期待されるのは、健康寿命の延伸だ。健康寿命は、日常的・継続的な医療・介護に依存しないで、自分の心身で生命維持し、自立した生活ができる生存期間と定義されており、高齢者となっても自立した生活を送ることができれば、高齢化問題は軽減可能だ。しかし、世界一高齢化が進んでいる日本で見れば、統計がとられ始めた2001年以降、平均寿命と健康寿命の差は、ほぼ横ばいである。健康寿命の延伸には、治療だけでなく、健康増進や予防、病気の早期発見がより重要となる。

生体デバイスの発展がもたらす変化

遺伝子解析コストは下がり続け、人ひとりのゲノムを100ドルで解析可能になるのも目前だ。また、ゲノム解析が可能なポータブルなシーケンサも登場しており、今後益々、遺伝子情報を活用した健康管理は促進されるだろう。一方で、生体情報を容易に取得可能なデバイスの発展とスマートフォンの普及は、健康管理をより身近な存在にしている。心拍や血圧、血中酸素濃度等を計測可能なスマートフォン向けセンサや、スマートフォンと接続することで超音波画像診断が可能なデバイス等が開発されている。スマートウォッチで心拍や睡眠時無呼吸症候群の予測も可能になってきている。加えて、心電を計測可能なスマートウォッチ用のバンドも登場している。これはFDAの認証を受けており、心房細動等の検出が可能だ。

また、コンタクトレンズ型のデバイスも実現に近づいている。現時点では、血糖値のみを計測するプロトタイプに留まっているが、涙には様々な成分が含まれるため、将来的には緑内障や肝臓病、癌等、複数の病気を検知できる可能性がある。これらの手軽で常時計測が可能なデバイスの登場は、医療・ヘルスケアを限定的な場所での断続的なものから

身近な場所での継続的なものへと変えていく。これまでは症状が出てからの検査や、年1回の人間ドックでの検査が一般的であったが、今後は常時、身体モニタリングが可能になる。いち早く身体変化を検知することで、病気になる前の対策が可能となり、予防の質は飛躍的に向上するだろう。

デジタルヘルスケアの拡大

うつ病は、2030年には健康な生活に影響を及ぼす疾病の1位になると予測されており^{*2}、健康寿命の延伸には避けては通れない課題だ。また、認知症は、行方不明者や詐欺被害、自動車事故を増加させる等、社会や生活に与える影響は大きい。認知症に関わる世界の医療コストは、2015年の8180億ドルから、2030年には2兆ドルを超えると予測されており^{*3}、対策に取り組む社会的意義も高い。認知症は、根本的な治療方法はまだ開発されていないが、症状の進行を遅らせることは可能だ。そのため、早期発見によって如何に早く対策を打ち始めるかが重要となる。

うつ病を代表とする精神疾患や認知症を日常生活の中で早期に検知するためには、特定の生体情報だけでなく日々の行動変化の把握が重要となる。また、治療に関しても継続

的なアプローチが求められる。そこで、期待されるのが IT を使った診断や治療だ。声からうつ病や認知症等を推定するスマートフォン用のアプリケーションも登場している。日常使う声を利用することで、ユーザの利用障壁を低減し、より早い異常の検知が期待できる。また、検知だけでなく、カウンセリングを行うチャットボットや、ADHD（注意欠如多動性障害）やうつ病の治療を可能とする認知科学を応用したゲームが開発されている。これらの技術が確立されれば、潜在的に精神疾患を抱えている人でも気軽に治療を行えるようになり、従来の治療法以上の効果ももたらすだろう。認知症に対しても、スマートフォンで歩行速度を計測しその速度変化から認知症の予兆を検知するサービスや、VR 上で記憶力や判断力、計算力等、様々な認知機能が求められる買い物を仮想体験させることで軽度認知障害を検知する技術も開発されている。予防や治療へのデジタル技術の活用は今後も拡大し、医師がアプリケーションや VR コンテンツを処方する時代がくるかもしれない。

データ駆動のライフサイエンスの加速

前述した技術の発展により、様々な病気の早期発見や日常的な治療が実現される可能性は高まってきている。しかし、対象とする病気によっては、検知できるタイミングやその精度、治療による効果は十分とは言えないだろう。その大きな原因は、データの不足だ。早期発見には当然、症状が出てからのデータだけでなく健康な状態の時のデータも必要と

なる。また、患者によって正常範囲とすべき生体情報の値や、効果のある治療法は異なるため、個人に最適な予防や治療、いわゆるプレジジョン・メディシンの実現には膨大な量のデータが必要だ。さらには、糖尿病やうつ病等の生活習慣が大きく関係する病気の場合、複数の要因が絡み合うため、顕著な症状が出る前に高精度に検知するには、データの蓄積に加え、AI の分析能力の向上による要因の特定も必要となる。これらを実現すべく、健康状態を長年に渡って追跡調査する試みがなされている。「Project Baseline」では、健康な人を含む 1 万人を対象に、遺伝子情報や血液検査結果、放射線検査の画像、心拍数・皮膚電位等の生体情報、睡眠時間・運動量・食事内容等の生活記録を統合的に継続して蓄積する。このプロジェクトによって、どのような遺伝子を持った人がどのような要因で病気となるのか等、健康状態の変化の過程を解明できる可能性があり、プレジジョン・メディシンの実現が期待される。

予防・治療から身体能力の向上へ

究極の予防・治療を実現した先には何があるだろうか。健康の維持が当たり前となり病気への懸念がなくなると、現状の健康状態や身体能力を強化することへの欲求が高まるだろう。そして、近年の技術の発展はこの強化を現実のものにしつつある。睡眠時に着用することで角膜を矯正し、翌日は裸眼での生活を可能とするコンタクトレンズは既に実用化されているが、今後、このような手術なしに身体機能の強化が

可能なデバイスは増えるだろう。

また、近年、ニューロフィードバックと呼ばれる脳波トレーニングが盛り上がりを見せている。これは、目標とする行動ができたときの脳波の状態をユーザに可視化してフィードバックし、ユーザはその良い状態とされる脳波の状態に近づかせることを意識するだけで、自然と目標を達成できるようになるというものだ。これまでも自閉症やうつ病等の精神疾患の治療に活用されていたが、近年はスポーツ選手のメンタル・身体能力強化や、記憶力の強化、言語学習能力の強化等、人間の能力を強化する取組みへの応用が始まっている。脳には未だ解明されていない部分が多数あり、更なる能力強化の実現には、「Human Brain Project」等の脳の働きを解明するための取組みの進展が期待される。今後、脳情報の活用を中心に、医療・ヘルスケアは、本来的に生命が備える制約を克服することへの挑戦へと向かっていくだろう。老化の防止、若返りといった夢と思われていた技術も実現するかもしれない。人々が長期間、高い能力で活躍することが可能になれば、高齢化社会を中心とする社会課題でさえも過去のものとなることができるに違いない。人類の生命課題への挑戦は続いていく。

※1 World Population Ageing 2017

※2 The global burden of disease: 2004 update (WHO)

※3 World Alzheimer Report 2015

Case Study

Technology Trend
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

05

ニューロフィードバック技術を用いた英語学習支援

グローバル化の流れの中で、小学校における英語必修化など英語教育への注目が集まっている。一方で、日本人の英語力の低さ、中でもリスニング能力に関しては課題が指摘されている。リスニング力の基礎になると考えられる音素の聞き取りに関しても、日本の大学生を対象とした研究ではLとRの違いを聞き取れる学生は42%と低く、「母国語にない周波数の音素を聞き取る」というリスニングの第一段階で躓いている人が多いのが現状である。そこで、注目されているのがニューロフィードバック^{※1}と呼ばれる脳活動の情報を本人にフィードバックするトレーニング方法である。国立研究開発法人情報通信研究機構（以下 情報通信研究機構）と国立大学法人大阪大学（以下 大阪大学）が実証した「LとRの音の違いに反応する脳活動をニューロフィードバックで強化する技術」を用いることで、日本人が不得意とするLとRの聞き分け能力が向上することが示された。

ニューロフィードバックの基礎技術等に基づき、JSOLとNTTデータ経営研究所は、情報通信研究機構、大阪大学と共同で、ニューロフィードバック技術を応用した英語学習支援サービス開発を進めている。本サービスでは簡易脳波計での脳波の取得、リアルタイムでの脳波解析、音の聞き取り具合の定量化を行った上で、聞き取りの度合いを緑の円の大きさで表示することで、本人にフィードバックする。本人は目の前の緑の円を大きくしようと意識することで、聞き取り能力を鍛えることができる。このように、意識



できない脳情報を取り出し、その脳活動を意識的に変えようとする「脳そのものへのアプローチ」によって、これまで日本人学習者にとっては困難かつ挫折しがちな「リスニング能力の向上」に関して従来の学習方法ではなし得なかった学習成果が期待できる。

今後は、実証実験を重ね、科学的エビデンスに基づき英語学習支援のサービスをトライアル提供していく予定である。さらにフィードバック方法にゲーミフィケーションを取り入れ、学習者がより楽しんでトレーニングできるように改良することも計画している。また聞き分けの程度だけではなく、英語理解度についても脳

波で評価し、これまで可視化できていなかった英語能力向上度合を学習者にフィードバックすることでモチベーションを維持できるよう、サービスの改良も目指していく。最先端の脳情報通信技術を応用することで、日本人が苦手とする英語を、苦手であることを意識させることなく、楽しくかつ効率的に学習することができるようになり、従来の方法ではなし得なかった効果的かつ画期的な語学学習支援が可能になると考えている。

※1 ニューロフィードバック
脳波計測等により、現在の脳の状態を、視覚などを通して本人にフィードバックする技術



TT
06

Technology Trend

サイバーインテリジェンスの 結集

サイバー攻撃の産業化が進み、攻撃対象はIoT機器から制御システムにまで拡大し、高価値情報の流出も後を絶たない。激化する攻撃に対し、AIを駆使した防御や検知、攻撃を被った際の対処や復旧まで先進技術の活用が急がれる一方、先進技術を攻撃に悪用する危険も存在する。このような中、脅威や脆弱性情報、技術の活用方法等のインテリジェンスを広く集積し、攻撃に対する防御の仕組みとして機能させることが求められる。

サイバー攻撃対象の拡大

サイバー攻撃の対象は個人や組織の端末から、社会の重要インフラまで拡大の一途を辿っている。送電網や工場の制御システムといった重要インフラでさえも、遠隔での機器管理・制御などを目的にインターネットへ接続されるようになり、サイバー攻撃者がアクセス可能になった。サイバー攻撃により引き起こされたウクライナの大規模停電や、スウェーデンの鉄道運行システムの障害など、攻撃は世界各地で市民の生活を混乱に陥れ、組織の経済活動へ大打撃を与えている。

IoT機器の増加もサイバー攻撃の拡大を助長している。サイバーセキュリティ対策が十分でないIoT機器は未だ数多く存在し、攻撃者にとっては格好の標的だ。中でもコネクテッドカーにおいては、無線による車載ファームウェアの更新や事故時の自動緊急通報など外部とのネットワーク接続が進み、人命をも脅かす危険性を孕んでいる。実際コネクテッドカーに搭載されたカーナビゲーションなどの脆弱性を利用し、車載ファームウェアを書き換え、遠隔操作を行う手法が見つかった。2017年8月には英国にてコネクテッドカーのサイバーセキュリティに関する新たなガイドライン^{*1}を発表するなど、各国で対策が急がれている。

多様化するサイバー攻撃手法

2017年はランサムウェアが特に注目された。感染したPCのデータを暗号化し、元に戻すことを引き換えに身代金を要求するため「身代金要求型マルウェア」とも呼ばれているランサムウェアは、自動感染機能という力を得て、5月に150か国以上、30万台以上のコンピュータを感染させるという猛威を振るった。システムの脆弱性を狙った攻撃も後を絶たず、2017年9月に米国にて発生した事案では、一億人以上の社会保障番号などの個人情報流出し、世間に衝撃が走った。

他にも、攻撃者は様々な方法で我々を脅かしている。取引先や幹部を装い、虚偽の送金を指示するビジネスメール詐欺の被害額は2013年10月から2016年12月の約3年間に於いて約53億ドルにまで達した。また最近では、不正侵入に成功したデバイスの計算力資源を無許可で使用し、仮想通貨を採掘（マイニング）するクリプトジャッキングも確認されている。

さらにサイバー攻撃を加速させる要素として、攻撃者によるAIの利用があげられる。2017年の国際会議^{*2}では、セキュリティソフトを回避するよう繰り返し学習したマルウェアが、セキュリティソフトを搭載した機器への侵入および感染に成

功するという発表が話題となった。より巧妙なマルウェアの自動生成や、人間では考えつかない攻撃手法の発見、標的に対する脆弱性の探索、真偽の見分けがつかないほど巧妙な文面のスパムメールの大量生成など、様々な用途でAIが悪用される恐れがある。

こうしたサイバー攻撃は一つの産業となりつつある。攻撃を代行する業者やマルウェアを作成する組織、脆弱性を調査するサービスなど、それぞれの専門性を持った個人や組織、サービスが相互に連携を図る悪のエコシステムが形成されている。サイバー攻撃者は攻撃を手軽に行える状況となっており、さらに勢いが増すと予想される。

サイバー空間は危険と隣合わせであるが、防御側がサイバー空間の危険性を十分に認識しているとは言い難い。効果の確認が難しいサイバーセキュリティ対策は、投資が後手に回りがちである。しかし、ひとたび攻撃を受ければ被害は甚大であり、復旧にかかるコストや関係者への補償、社会的信用など、損失は決して小さくない。組織・企業は経営戦略の一つとして、サイバーセキュリティと真に向き合わなければならない時期が既に到来していることを認識しなければならない。

先進技術を活用した動的防御

サイバー攻撃の脅威が大きくなる中、防御側も早急な対応を迫られている。現状、一つの対策ですべての攻撃を防ぐのは困難であるため、複数の対策を組合せて防御の質を高める多層防御の考え方が一般的だ。ネットワークの境界や端末といったエンドポイント、端末内で管理するデータなど様々な場所ごとに対策を施す多層防御においても、近年、AIが浸透しつつある。

例えば平常時の動作状況や通信のパターンをAIに学習させておき、学習した内容と異なる挙動が確認されればアラートをあげ、場合によってはネットワークを遮断したり、怪しいプロセスを止めたりするというものだ。また、マルウェアの特徴的な振る舞いをAIに学習させることで、未知のマルウェアをも検知可能なアンチウイルスソフトも登場している。

さらにシステムの脆弱性の有無の確認にもAIの活用が進む。作成したプログラムコードに脆弱性があるかどうかを発見するためのテストをAIが行い、これまで見落としていた脆弱性を広範囲に検知することが可能となっている。

もちろん、AI以外にも技術開発は進んでいる。OSが起動する前にファームウェアの改竄が行われていないか事前に確認するセキュリティチップや、感染原因の特定および復旧を迅速に行うための遠隔フォレンジックなどがあげられる。

また既に稼働している製品へのサイバーセキュリティ対策だけでなく、これから生み出される製品への対策も重要だ。インターネットに接続される製品の企画段階や設計段階か

ら、セキュリティ要件を明確にした上で対策を考え、セキュリティ品質を高めるセキュリティ・バイ・デザインの流れが起きている。ITの分野では広く知られた考え方だが、今後、IoT機器などの製品開発の現場においても必須となるだろう。

求められるインテリジェンス

新たな脅威情報の分析や脆弱性を発見した際のレスポンス、インシデント発生時の管理と意思決定はCSIRT※³といった専門家集団がその役割を担っている。しかし日々出力されるアラートや提供される脅威情報は膨大なものであり、すべてを確実に捌くのは困難だ。迫りくる脅威からシステムを守るためには、ある程度の脅威は機械に任せ、専門家がより重要な脅威に集中できる状態を作ることが必要であり、ここでもAIによる挑戦が始まっている。

例えば、脅威情報の分析にAIを活用しようという動きがある。専門家は日々更新される莫大な量の脅威情報を収集および分析し、担当するシステムやサービスが被害を受ける可能性があるか、または既に攻撃を受けているかなどを判断する。この脅威情報の多くは自然言語であり、人による解釈がどうしても必要であった。ここに対し、セキュリティ関連のレポートやブログの記事、SNSでの攻撃予告などをAIが自動で分析し、専門家に対し洞察を提示するといったことができるようになってきた。

また、専門家のように意思決定を行うAIも現場で適用され始めている。過去に発生した問題を専門家がどのように対

応したか、また確認された脅威情報に対しどのような行動をとったかなど、一つ一つの行動や判断を学習させ、専門家の代わりに24時間防御できる環境を築きあげようとしている。

高度な知識や経験が必要なサイバー攻撃と防御に対しAIが浸透することにより、サイバー空間での争いは「AI vs AI」の構図がより濃くなっていくだろう。今後訪れる「AI vs AI」の世界では、防御側が一丸となって、全世界における脅威情報や守るべき手段・手法など最新の知識・技術を結集することで、より頑健なAIを構築し、成長させていかなければならない。企業や国家の枠を超えてインテリジェンスを共有し、そして得られたインテリジェンスを防御に活かす仕組みを確立することが、今まさに求められている。

※1 Principles of cyber security for connected and automated vehicles

※2 DEF CON 25 Hacking Conference

※3 Computer Security Incident Response Team

Case Study

Technology Trend **06**
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

工場、プラント、電力、医療等の 重要インフラを防御する セキュリティ

IoTによるサプライチェーンマネジメントの高度化、マスカスタマイゼーション（多品種少量生産）、施設運用・管理の効率化、顧客サービスの高度化等、あらゆる産業分野において生産性、利便性の向上に向けた革新的な取組みが活発化している。その結果、IT (Information Technologies) とOT (Operational Technologies) の統合が進展し、工場、プラント、電力、ガス、水道、交通、物流、医療、施設管理等の産業用制御システムを含めた「あらゆるモノ」がネットワークにつながり始めた。一方で、「WannaCry」のようなランサムウェアや「Stuxnet^{※1}」「CrashOverride^{※2}」などのサイバー兵器による重要インフラへの多大な被害が顕在化してきている。IoTが取り巻く世界は、万が一、事故が発生した際の影響範囲は広く、社会に与えるインパクトも大きくなる。企業のリスクマネジメントにおいては、情報資産を守るための従来型のITセキュリティ対策に加えて、事業継続性を確保するためのOTセキュリティ対策の重要性が高まっている。

NTTセキュリティ株式会社（以下 NTTセキュリティ）では、ワールドワイドに展開するセキュリティオペレーションにより蓄積してきたサイバー脅威情報及びサイバー脅威分析技術を基盤とした「IT/OT 統合セキュリティサービス」をグローバルに提供している。IT/OT 統合セキュリティサービスは、産業制御システムを構



成するコンポーネント及び内在するリスクを見える化し、セキュリティ対策を提供するコンサルティングサービス、並びに産業制御システムのネットワークを常時監視し、サイバー攻撃の予兆検知、分析、即時遮断を実施するマネージド・セキュリティサービスにより構成される。

NTTセキュリティは、セキュリティサービスへの積極的な投資をグローバルで推進し、強みである高度セキュリティ分析技術およびワールドワイドなセキュリティ脅威情報基盤を強化するとともに、NTT研究所との連携やパートナーとのアライアンスによる

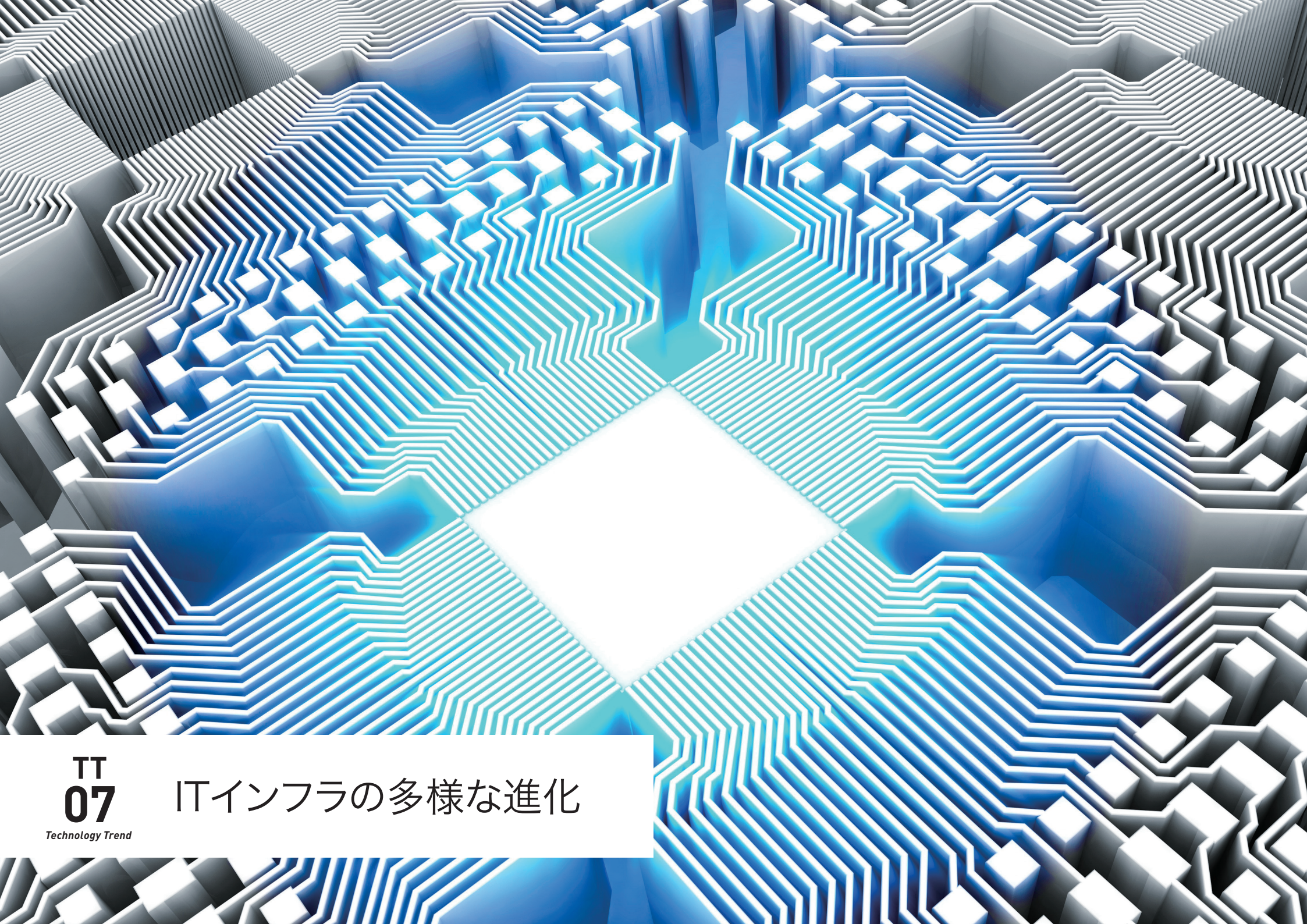
IT/OT 統合セキュリティサービスを継続的に高度化していく。また、お客さまとの Co-Innovation による特定産業分野向けセキュリティサービスの開発も推進していく予定である。

※ 1 Stuxnet

2010年にイランの原子力施設の制御システムを停止させた標的型攻撃を行うマルウェア

※ 2 CrashOverride

2016年にウクライナの送電施設の攻撃に使用され数十万世帯が停電被害を受けた標的型攻撃を行うマルウェア



TT
07

Technology Trend

ITインフラの多様な進化

AIやIoTの普及がビジネスそのものの在り方に影響を与え続け、ITインフラを多様に進化させる。IoTの浸透により生じる膨大なデータと、それを処理するAIは高度な計算力と分散化を求めている。ITインフラを構成する技術要素は、ハードウェアのみならずソフトウェアも含めて機能性と利便性を向上させながら、その要求に対応していく。結果、ITインフラの多様化が促され、ビジネス環境の変化への追従を可能にしていく。

みえなくなるITインフラ

ITインフラは、他の社会インフラ同様、人々に意識されることなくIT化した社会を支えている。ITインフラとは、ITシステムの下部構造であるハードウェアとそれを動かすソフトウェアを指す。具体的には、サーバやネットワークなど各種ハードウェア、そしてOSやデータベースなどのミドルウェアだ。

近年はITシステムの開発や運用を行うITエンジニアですら、クラウドの恩恵で、アプリケーション開発に集中しやすくなり、ITインフラに対する考慮の度合いは少なくなった。クラウドを利用すれば、処理能力も機能も柔軟に拡張・縮小可能で、まずは最低限の機器を選択するか、サービス化された機能を選択するだけで利用を始められる。頻繁なメンテナンスもクラウドなら自動実行される。さらにクラウドは操作の簡易化や効率化などの改善、新たな技術の導入を積極的に続けている。もはや、安定運用を徹底するため機器を完全に自前でコントロールする、極めて高いセキュリティ要件から特殊なネットワーク構成を保つ、といった特別な要件がなければクラウド利用を妨げる理由はない。そして、このように充実したクラウドの裏側で活躍する最新のITインフラを意

識する必要はない。

一方で新たなビジネスを検討する場合、ITインフラの現状と未来を把握する重要性はむしろ増している。ITインフラの進化が、実現不可能と思われたアイデアを現実にして、ビジネス環境すら変えた例が出ているからだ。特にディープラーニングの興隆はその具体例だ。当初このアルゴリズムはAIを大きく進化させると期待されながらも動作させるITインフラが存在しなかった。しかし本来コンピュータグラフィックに用いるGPUを超並列処理プロセッサとして用いるソフトウェアの登場が状況を変えた。このディープラーニングをこれまでの100倍の速さで実行するITインフラの登場で、研究開発が急速に進展し、ディープラーニングの有効性が次々に証明された。人間を超える画像識別能力や音声認識能力などのビジネスで応用可能なAIの成果が次々に示され、AIがビジネスにおける競争力の源泉となった。

プロセッサの多様化

ITインフラの進化は、コンピュータの頭脳の中で計算力を生み出すプロセッサ（CPU）を中心に語られてきた。CPUは誕生以来綿々と進化し高速化を続けてきたが、2000年頃

には主に物理的な限界から進化が鈍化し始めた。そして、プロセッサは多様化という流れに進んだ。その中心となる技術はプロセッサのマルチコア化と、専用プロセッサを用いたオフロード化だ。

マルチコア化は、一つのプロセッサ上に計算力の核となるコアを複数搭載する技術だ。コアが増えるほど高速化する可能性があり、28コアのCPU、5000コアを超えるGPUなどが登場している。ただしマルチコアプロセッサには、特定のコアだけに計算が集中したり、コア毎に計算の粒度が異なったりすると並列性が低下し本来の力が発揮できない。そこでマルチコアを最大限活用する専用のミドルウェアが、プロセッサが実行する計算をマルチコアにあわせて分割する。マルチコアのGPUが機械学習の主役となったのは、こうした専用のミドルウェアが開発されてからだ。したがって、将来に主流となるマルチコアプロセッサを見出すためにはミドルウェアの充実を確認する必要があるだろう。

オフロード化は、高速化が期待できないCPUから作業を分割し、一部の計算をその計算専用の外部プロセッサに受け渡して、処理を高速化する技術だ。例えばAIの学習処理に特化した専用プロセッサに処理を受け渡すことで、CPU単体での処理よりも数百倍の高速化が可能になる。オフロード

化は、自動運転向けの画像処理や AI 処理専用プロセッサ、スマートフォン向け AI 処理専用プロセッサなど数多く開発されている。こうしたオフロード化においても、専用プロセッサを最大限活用するため適切に処理を分割するミドルウェアが重要な役割を果たしている。各社はミドルウェアを公開し、これを活用するアプリケーション開発者を増やすべく積極的にアピールしている。

アーキテクチャの進化

IT インフラを組合せて一つのサービスとして提供するアーキテクチャの進化も注目すべきだろう。特にグローバルでの分散と統合を実現するデータベース技術とブロックチェーン技術の進化は注目に値する。

グローバルでの分散と統合を可能にしたデータベースシステムが、クラウドで提供される段階を迎えたのは革命的と言えるだろう。世界各国で提供されるサービスを単純に一つに接続するだけでは、物理的な距離が生む反応遅れが課題となり、記録されたデータに矛盾が生じるなど現実的なサービスの提供は困難だった。しかし強力なミドルウェアが開発され、分散と統合は両立可能になった。つまり、世界各地に分散したデータセンタが、それぞれの地域のユーザに対して快適なユーザ体験を提供しつつ、そこで扱われるデータは世界で一つに統合されることで、世界規模のサービス提供が可能になる。かつてこうした強力な IT インフラは、世界規模のサービスプラットフォーム企業が SNS やメールの提供に向

け自ら開発し独占的に活用していたが、いまやどの企業でもクラウドの利用でビジネスに活かす時代となったのだ。今後はこうした成果がオープンソースでも提供されることで、より自由度の高いアーキテクチャを提供する IT ベンダの登場も期待される。

ビットコインを支える技術の一つであるブロックチェーンも特徴的な分散技術ゆえの課題を解決し、さらに活用の幅を広げようとしている。非中央集権で世界規模に分散し一定の時間をかけて正当性を確保するゆえに処理が遅いブロックチェーンは、少額支払いなど高速な取引に向かないとされてきた。そこで高速な P2P ネットワークをブロックチェーンネットワークに追加し、高速取引を実現するオフチェーン技術の開発が進んでいる。さらに異なるブロックチェーン間での価値交換には第三者の取引所の存在が不可欠な現状を回避してチェーン同士で直接的なやりとりを可能にする Cross Chain Atomic Swap も開発が進んでいる。しかし、既に巨大な価値を流通させているビットコインが絡むこともあり、慎重な技術開発の必要性はもちろん、利害調整が大きな障壁となって、その進化が実現するタイミングは予想しにくいと言えるだろう。

未来の IT インフラ

ビジネスでの圧倒的優位を得るために 10 ～ 20 年といった長期的な時間軸で、新たな IT インフラを開発する競争が始まっている。量子力学を応用し、現代のコンピュータを遙

かに凌駕する並列処理を実現する量子コンピュータだ。量子コンピュータは、組合せ最適化問題と呼ばれる処理ならば、現時点で既に既存のコンピュータを上回る性能を発揮しており、技術開発が進む将来には圧倒的な計算力を実現すると期待される。ただ、量子コンピュータの実態は、量子チップと呼ばれる計算コアを現代のコンピュータでコントロールする実験装置に近い。また量子コンピュータがあらゆる計算で現代のコンピュータを圧倒するかは確定していない。現実的な未来像は、現代のコンピュータが特定の処理を選択して量子コンピュータにオフロードする利用方法かもしれない。既に現代のコンピュータの 1 億倍速いとされる計算能力を例えば AI に活用できる日が到来すれば、その競争優位性は圧倒的だ。IT インフラの進化を把握する上で、こうした未来のインフラへの注目も怠ることはできないだろう。

Case Study

Technology Trend **07**
Eight technology trends spearheading
development of an information society.

貿易プラットフォームでの ブロックチェーン活用

国や地域の経済連携協定など、各所で自由貿易実現への取組みが推進される現在、クロスボーダーの貿易取引においては、貿易事業者や金融機関等の関係者間で数十もの文書が主に紙やメールでやり取りされている。そのため、貨物の到着に書類が間に合わない等の事象が発生しており、貿易取引の関係者間で、さらなる貿易文書の効率化、迅速化が課題となっている。こうした中、シンガポールは Smart Nation というデジタルエコノミーを推進する計画を掲げており、香港を始めとする他の国々と接続していくことを目指して、貿易プラットフォーム（NTP：National Trade Platform）※1 を再構築している。

NTTデータは、日本における貿易文書のブロックチェーンによる電子化推進のリーディングカンパニーとして、貿易関係者である銀行・保険・総合物流・船会社・輸出入者等の各業界を代表する国内13社とともに、「ブロックチェーン技術を活用した貿易情報連携基盤実現に向けたコンソーシアム」を発足し、活動を推進している。またコンソーシアムに参加する株式会社三菱UFJ銀行（以下 三菱UFJ銀行）は、シンガポールのNTPワーキンググループにも参加しており、顧客利便性の向上および金融業界全体の発展に資する両プラットフォームの橋渡しを行っている。そこでNTTデータと三菱UFJ銀行は、NTPを推進するNTPプロジェクトオフィスの協力の下、NTTデータの進めるブロックチェーン技術を活用した貿易情報連携基盤のプロトタイプとNTPのAPIに



よる接続に向けた実証実験（PoC）を開始した。PoCでは、クロスボーダー取引における安全性、効率性、透明性を高めるために必要な課題を特定し、解決策を検討する。合わせて、より大きな範囲で貿易やサプライチェーンを接続する基盤の構築に向けた課題検討も進めていく。

日本とシンガポールの間でクロスボーダーの貿易文書の電子的交換を検証する今回のPoCは、日本の貿易業界全体にとっても大変価値があるものと考えている。引き続き両社は、貿易文書の共有に伴い発生する技術的課題の解決に取り組むことにより、アジ

ア地域を始めとした、国内外の貿易の円滑化への貢献を目指していく。

※1 NTP(National Trade Platform)

企業とシンガポール政府の間の貿易トランザクションについて、デジタルデータの共有と再利用を可能とするワンストップの貿易情報エコシステム



TT
08

Technology Trend

イノベーションデザイン

顧客視点のデザインがビジネスにイノベーションをもたらす。ビジネスアイデアの実装は IT を駆使することで迅速に実現できるようになった。更に IT そのものの進化により新たなイノベーション、例えば高度なパーソナライズで顧客毎に最適なサービスや製品の提供が可能となっている。顧客視点のデザインがビジネスアイデアとそれを具現化する IT によって継続的に価値を生み出すプロセスを形成し、それがイノベーションの核となる。

IT が生み出した革新

ビジネスは IT 化で多くの革新を生んできた。IT 化とは、素材やサービスが IT でコントロールできるように変わることだ。ソフトウェア化と表現されることもあるだろう。その変化はしばしばビジネスの在り方を変える破壊的創造を生む。

IT 化がもたらす代表的な革新に、データ化、ソフトウェア化による生産コスト・物流コストの低廉化がある。電子データは特別な生産設備を持たなくともコピーできる上、その流通コストは物理的な配送より圧倒的に小さく、速い。音楽や書籍のビジネスが手のひらの上で完結することで、既存の流通網や店舗が存在理由を無くし、少数の巨大な電子流通プラットフォームがビジネスの主導権を握る革新が起こった。

また IT 化したビジネスでは、価値がハードウェアからソフトウェアに分離するのも基本的な特性だ。ハードウェアが同じでもソフトウェアがバージョンアップすれば価値が向上する。この革新はスマートフォンでの体験から一般にも認識された。

さらに IT 化したビジネスはプロトコル（通信時の約束事）が決まれば相互接続と連携を容易に実現する。この特性を活用し、既存の有力なサービスとインターネットを經由して

連携し、組合せでビジネスを実現する仕組みが一般化した。これは API エコノミーとも呼ばれ、ビジネスの立ち上げに必要なスピードだけでなく、コストも低減している。ライドシェアリングサービスが、運転者と乗客のためのスマートフォンアプリケーションの開発とビジネスモデルの構築といったコアコンピタンスに集中する一方で、決済やナビゲーションといった要素はたとえ必要不可欠であっても外部に依存し、インターネット経由で調達した事例は有名だ。

今後も IT 化する領域は拡大を続け、その流れが止まることはない。これまで IT 化がもたらした技術とそれを活用した革新を確認し、さらに興隆する新たな動きを認識することで、ビジネスに革新をもたらすデザインが可能になるだろう。

パーソナライズが生む革新

IT を用いれば、セグメンテーションや属性グループ単位で行ってきたパーソナライズを革新し、Design For One と呼ぶべき完全に個に向けた最適化を実現できる。たとえば提供対象ユーザが億に及ぼうとも、ユーザ毎に異なるサービスをユーザの望むタイミングで、提供できる。

この革新的パーソナライズ技術を最大限活用したサブスクリプションモデルのビジネスが拡大している。売り切りではなく、利用期間に応じた一定料金を払い続ける契約を顧客と結ぶサブスクリプションモデルは、音楽配信や電子書籍の配信、ビデオ配信などのサービスで活用されている。サービス提供者は、その人がその時観たい作品を極めて高い精度でリコメンドする、必要な時に必要なだけ、その人だけに合わせた特別な割引やキャンペーンを提供する、といった完全に個に最適化したサービスを提供する。これがユーザの満足度向上、信頼確保、契約継続をもたらす。オンラインで簡単に契約も解約もできる現代の流動性の高いユーザを、定額の安価な料金でまず加入させ、革新的パーソナライズで忠誠度の高い優良顧客に変えて、囲い込むために IT 技術は活用されているのだ。

さらに IT の開発手法である継続的改善のフローをビジネスで活用する動きも注目に値する。IT の世界で、開発 (Development) と運用 (Operations) を分離せずに連携させ、ソフトウェアを継続的に改善していくやり方を DevOps と呼ぶ。ソフトウェア開発者が開発したソフト

継続的改善が生む革新

さらに IT の開発手法である継続的改善のフローをビジネスで活用する動きも注目に値する。IT の世界で、開発 (Development) と運用 (Operations) を分離せずに連携させ、ソフトウェアを継続的に改善していくやり方を DevOps と呼ぶ。ソフトウェア開発者が開発したソフト

ウェアを自ら運用シーンに反映し、運用シーンでの利用者のフィードバックを受けて、ソフトウェアの改善点を見出す。開発者はより良くしたソフトウェアを開発して再び運用シーンに反映する。

このフローは様々なビジネスデザインの改善にも利用できる。シェアリングサービスのようにユーザがオンデマンドで利用した分だけ費用を払うようなサイクルの短いサービスでは、ビジネスモデルの改善を継続的に続けることが、ビジネスの拡大の鍵となるからだ。これはサブスクリプションモデルにおいても同様だ。ユーザに自分の判断が正しいと納得させ、サービスに慣れさせ、利用を拡大させ、契約継続を決断する一連のフローを、常に改善しながら提供する必要がある。

こうしてサービスのデザインと、フィードバックを受けての改善が、継続的に続く手法を DesignOps と呼ぶこともできる。サブスクリプションモデルが盛んになる今後のビジネスデザインでは欠くことのできない要素となるだろう。

オープン化が生む革新

IT と一体化したサービスは、オープン化して世界にその価値を問うことも容易だ。しかもオープン化は継続的改善をさらに強化する手段としても有効だ。例えば大手 EC サイト企業はこの特性を活用して、自社が利用するために開発したシステムでも積極的に外部に公開することで知られる。その目的は、ユーザのフィードバックやライバルとの比較をより広範囲に収集し、将来にわたって改善を継続する仕組みを組み

込む点にあるのだろう。彼らが公開したクラウドサービスや物流サービスが、結果的に世界最大のサービスに成長し、さらに改善を繰り返して継続的に強化されていくのはこの仕組みの成果と考えられる。

さらに、彼らがユーザのフィードバックやライバルとの比較を初期の技術開発の段階から意識するのも注目すべき点だ。新たな開発が始まるとき、彼らはまず記者向けのプレスリリースを書き、想定問答をつくり、その上でユーザが利用する画面をデザインし、ユーザマニュアルを作成し、必要な技術開発を始める。あえて一般的なやり方とは全く逆の順序で、ゴールの姿を明示するところから新たな取組みを始める。これは、開発される技術、開発された技術を用いるサービス、サービスを活用するビジネスが、ユーザに説明できて魅力的であることが最初から約束される巧妙な手法だ。彼らはまだ実在しないサービスが受け取る将来のユーザフィードバックを想定して、継続的改善を最初から始めているのかもしれない。

既存産業を革新するビジネスデザイン

IT 化の大波は自動車産業をも飲み込みつつある。ライドシェアリングサービスは、IT の活用により自家用車をタクシーにも宅配車両にも時間単位でその役割を変化させた。次にくる自動運転という強力な革新が、運転者を分離して自動車を完全に IT 化する。その時、既に述べたような IT 化の革新が、自動車ビジネスの主役を自動車製造業から奪ってい

く未来も予見できる。

こうした状況で大手自動車メーカーが、未来の自動運転プラットフォームの開発を宣言したのは注目すべき動きだ。彼らは、鍵となる自動運転技術の開発と強力な競争力を持つ自動車生産は自ら手がける一方で、自動運転車を統合的にコントロールするシステムをまとめて、ライドシェアリングサービス企業などに提供する。各企業はオープンな API を活用して自由にサービスを提供する。イメージビデオでは膨大な自動運転車一台一台が、状況に合わせて提供するサービスの役割を時間毎に変えながら、無駄なく効率的に動き回る、未来のモビリティサービスプラットフォームの姿が示されている。IT が生むビジネスの革新を全面的に取り入れた上で、自らのポジションを新しい形で確保する野心的な取組みが既存産業から提示されたのは大きなニュースだ。今後様々な企業が革新的ビジネスデザインを実現する際の参考となる事例と言えるだろう。

Case Study

オープンイノベーション拠点

BeSTA FinTech Lab

昨今、自社のビジネスにITベンダやベンチャー企業等の持つ先進的な技術やビジネスモデルを組合せ、新規ビジネスの開拓を目指すオープンイノベーションの活用機運が高まっている。NTTデータでは、幅広い分野の顧客企業、ベンチャー企業とNTTデータの3者をつなぎ、オープンイノベーションによって、よりスピーディーな新規ビジネスの創発を目指す活動に取り組んでいる。特に昨今Fintechが注目される中で、金融分野におけるオープンイノベーションの取組みを加速し、新たなビジネスを創発することを目的としてBeSTA^{※1} FinTech Labを立ち上げ、地方銀行のオープンイノベーションの取組みをサポートしている。

変化の激しい昨今のビジネス環境においては、短期間にトライ&エラーを繰り返しながらサービス開発を進めるアプローチが有効であるが、Labではデザイン思考やリーンスタートアップなどの手法を取り入れたNTTデータ独自の新規ビジネス創発プログラムDCAP^{※2}によりビジネス創発に取り組んでいる。DCAPでは、デザイン思考型ワークショップによるアイデア創発、インタビューやプロトタイピングによる仮説検証、テストユーザによる実証実験の実施など、一連のプロセスをトライ&エラーを迅速に繰り返しながら行うことで、不確実な要素に対応しつつスピーディーなリリースへと導いていく。また、ITを活用したこれまでにない新たな金融関連サービスを創出するため、NTTデータの人材やネットワークを活かし、ユニークな発想や先端技術を持つベ



ンチャー企業、製造業や流通業といった他業界の企業との積極的な連携も推進している。

NTTデータでは、今後も、ベンチャー企業や他業界とのネットワークを活かし、「最先端の技術と斬新なアイデアを持つベンチャー企業」と「地域に根差した地方銀行」を掛け合わせた今までにない金融関連サービスの創出に向け、Labでの活動を推進していく。さらにはビジネスモデル構築・仮説検証まで終えたビジネスアイデアを参加銀行に提示し、賛同した銀行で共同実験を実施するプログラムを定期開催するなど、新規サービスの創発

を強力に展開していく。

※1 BeSTA(Banking application engine for STandard Architecture)
ベンダを特定しないNTTデータの標準バンキング・アプリケーション、全国地方銀行協会加盟行向けの勘定系システムソフトウェアパッケージ

※2 DCAP(Digital Corporate Accelerate Program)
各企業のニーズに合わせて、アイデア発想から仮説立案、そして新規事業としてローンチするまでを、経営と現場の両方の目線から一貫して支援する、NTTグループの知見とオープンイノベーションのノウハウを活かした新規ビジネス創発支援プログラム



NTT データが考える未来の世界

「Foresight Stories」を WEB で公開中

<http://www.nttdata.com/jp/ja/insights/foresight/>

NTT DATA PRESENTS
WAKE UP
TOMORROW IS NOW

BLOCKCHAIN NETW

近年、テクノロジーは著しいスピードで進展しており、
その影響でビジネス環境が急激に変化しています。
事業を継続的に成長させるには、
ビジネスにインパクトを与える革新技術を把握し、
その技術をビジネスに適用することが重要です。

NTT DATA Technology Foresight では、
政治・経済・社会・技術の4つの観点からITの変化を捉え、
「情報社会トレンド」と「技術トレンド」を策定しています。

皆様のビジネス革新に当トレンド情報が
貢献できることを願っております。



Tsuyoshi Kitani

*Executive Vice President & Director
Technology & Innovation General Headquarters*



株式会社 NTTデータ

〒135-8671 東京都江東区豊洲3-3-9 豊洲センタービルアネックス

Tel: 050-5546-2308 Fax: 03-3532-0487

NTT DATA Technology Foresight お問い合わせ先

技術開発本部

<http://www.nttdata.com/jp/ja/insights/foresight/>

rdhkouhou@kits.nttdata.co.jp

※本資料に記載の会社名、商品名、製品名などは、各社の商標または登録商標です。