

NTT DATA Technology Foresight 2016



NTT DATA
Technology
Foresight

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。

NTT DATA
Global IT Innovator

技術の将来展望が ビジネスの未来を拓く

NTT DATA Technology Foresight は、
NTTデータが年に一度、政治・経済・社会・技術の4つの観点から将来変化を捉え、
近未来の「情報社会トレンド」「技術トレンド」を導き出したものです。

これは、将来の社会課題や未来のテクノロジーが、社会やビジネスに与える影響を予見し、
新たな価値創造を進めるための羅針盤となります。

NTTデータは、NTT DATA Technology Foresightから得られた情報をもとに、
ビジネス環境の変化を先取りした技術開発や、サービスの創出に取り組み、
また、さまざまなお客様と共に将来ビジョンを描き
実現していくことで、より良い社会を目指します。

Information Society
We anticipate four key trends will have significant impacts on our clients' medium to long-term business.



NTT DATA
Technology
Foresight

情報社会トレンド

Information Society Trend

中長期的にお客様のビジネスへ
大きなインパクトを与える「近未来の展望」

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 進化する価値が既成概念の転換を促す

IST04 フィジカルとデジタルの融合が
持続性と迅速性をもたらす

Information Society Trend
We anticipate four key trends will have significant impacts on our clients' medium to long-term business.

個の影響力拡大が 社会の変革を促す

個人の影響力拡大が既存の社会や業界に変革を起こす。
提供者は、「個」を意識すると同時に業界の常識や慣行を見直し、
既存業務を顧客中心に再構築する必要がある。

技術の急速な進歩が、社会の変革をもたらしている。スマートフォンの普及が情報格差の縮小と情報流通の拡充をもたらし、社会における個の相対的な力が高まった。情報収集コストやスイッチングコストの低下等により、顧客が機会ごとに供給者を選別する傾向が強まっている。嗜好の多様化やパーソナライズされたモノやサービスを求める姿勢も強まり、権威などに依存しない、個人間のやりとり (P2P) を基本とするしくみが社会全般に拡大しつつある。

オンデマンド・エコノミーは、より便利、迅速でシンプルなサービスを求める顧客の行動様式の変化により、急速に拡大している。需要と供給を結びつけるプラットフォームの登場により技術的に解決されたことで、もともと潜在的に存在していたニーズが顕在化した。提供されるサービスも、交通、宿泊、モノのシェアリングなどから、教育や物流、ヘルスケアなどへ

と拡大しつつある。顧客にとっては、これまで供給量やタイミングなど、供給側に規定されていた制約から解放され、生活の自由度が増している。製品やサービスの仕様も、供給側が一方向的に決定するものから、より顧客の嗜好にあうパーソナライズされたものへの転換が見られる。価格も、供給側が決定するものから、需要と供給のバランスや顧客が認める価値がより反映されたものへと変化するなど、主導権が顧客へシフトしつつある。顧客の影響力拡大が、供給側の市場にイノベーションをもたらしている。

顧客ニーズの高度化や嗜好の多様化を反映し、特定の分野に高い専門性を有するベンチャー企業などが台頭を見せている。競争力の源泉が、資本集約的な機械や設備から無形のアイデアや技術等に移行したことや、デジタル化の進展による損益分岐点の低下などから、小規模事業者の事業性は高まりつつある。小規模事

業者同士のネットワークが必ずしも不利とは言えなくなり、コミュニティ型の組織も登場した。トランザクションコストが低下したことで、特定の分野に限れば大企業とも十分に競争できる環境が整いつつある。特に、規制に守られてきた業界では、規制の対象とならないベンチャー企業の参入により変革が一息に進む可能性もあり、既存事業者にとっては脅威となっている。今後5年間のうちに、各産業のTop 10のうち平均4社が入れ替わるという予測もある^{*1}。

労働に対する考え方も変化しつつある。フレックスタイム制や裁量労働制、テレワークの普及などから、労働時間や場所を選ぶ権利が雇用者から労働者にシフトしつつある。個人の能力を直接活かす機会が拡大した結果、労働力を安定的に供給することよりも、不安定ではあっても高い専門性などをオンデマンドで供給する就労形態が拡大しつつある。労働の対



価が、需要と供給のバランスに影響されダイナミックに変動する例も始めている。新しいタイプの非正規労働者の増加は、組織や雇用に対する従来型の画一的な概念が、必ずしも適合しなくなってきたことを意味する。一方で、意思に反して非正規労働を強いられる労働者の増加を防ぐことが課題でもある。

不特定多数の個人や組織から資金を調達するクラウドファンディングは、2015年の調達額が344億ドル^{*2}と急速に拡大し、2020年までには、これまで主としてベンチャー企業を支えてきたベンチャーキャピタルとエンジェルによる投資額を超える予想されている。ベンチャーキャピタル等から資金調達した場合に比べ、プロジェクトの成功率が高いクラウドファンディングサービスも存在するとの調査

結果^{*3}もあり、個人がベンチャー企業を支える構図が鮮明化しつつある。

2015年時点の世界のインターネット普及率は約43%に達した^{*4}が、発展途上国を中心にインターネットを使えない人々がまだ40億人以上存在する。現在、発展途上国向けにドローンやバルーン、人工衛星などを利用したインターネットの環境整備が進められているが、これらの人々がインターネットを利用するようになると、さらに新しい価値観、ビジネスなどがもたらされるであろう。デジタル・エコノミーの進展により、GDP、生産性、失業率、物価上昇率などの工業社会に適した指標では、経済活動の実態を必ずしも正確には捉えられなくなっている。これからの経済社会に適合する新たな指標の開発も求められる。

^{*1} Global Center for Digital Business Transformation, "Digital Vortex: How Digital Disruption Is Redefining Industries," July 2015.

^{*2} Massolution, "2015CF - Crowdfunding Industry Report," April 2015.

^{*3} Ethan Mollick, "Delivery Rates on Kickstarter," December 2015.

^{*4} ITU, "ICT Facts & Figures," May 2015.

オープンな連携が 新たな社会のしくみを生み出す

多くの人、あらゆるモノがインターネットにつながり、イノベーションが起こる。
各構成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。

インターネットにより、情報流通のしくみは中央集権的なものから分散化されたものへと変化した。人々や組織等の関係は、権威や絆に基づく中央集権的なしくみから、参加者によって支えられる開かれた分散型のしくみへと転換しつつある。社会のしくみのインターネット化は、さらに進むと予想される。

仮想通貨は、未だに投機対象と見られることが多いが、決済手段としても徐々に浸透している。核となるのは情報を管理するしくみである。中央集権的でクローズドな元帳に代わり、分散化されたオープンな元帳を利用するしくみにより、既存の銀行間決済に必要な仲介業者や清算機関を介さずに、セキュアなグローバル決済が可能になると見込まれている。迅速かつ安価なしくみであるとして世界の主要な金融機関からも注目を集め、実効性の検証が行われ始めている。分散化されたしくみが導入されれば、

150年以上変わっていないと言われる決済のしくみの大転換となる。決済分野以外でも、為替や株式、債権管理などの金融関係に加え、所有権や知的財産権等の権利関係、契約管理など多岐にわたる活用が期待されている。既に、証券の発行、診療記録、宝石の鑑定などで、具体的な取り組みが見られる。

制御方式も分散化が進むと予想される。たとえば製造業では、これまでは工場内の製造工程を集中的に管理・コントロールする方式が主流であったが、インダストリー 4.0またはインダストリアル・インターネットと呼ばれる生産方式^{※1}が普及すると、センサーから生み出される大量の情報にデータ転送のスピードが追いつかなくなる。取引先の生産工程や工場外の物流など制御できない工程などとの連携も必要になることから、今後は判断機能の分散化が起こると予想される。判断結果相互間の調整をリアルタイムに

行うことにより、全体としても最適なバランスが実現されるであろう。鉄道の運行、自動運転車の制御、ドローンの衝突回避などの分野で実用化や検証が進められている。

組織構造も分散化が進む。究極は中央集権的な統治機構の存在しない自律分散型組織 (DAO: Distributed Autonomous Organization) である。DAOはインターネット上のみ存在する組織で、国境をまたがった国籍を持たない組織とすることも可能である。基本的な運営はあらかじめ設定されたルールに基づいて自動的に行われるため、無人の組織運営も可能であるとされる。すべての行為が分散化されたデータベースに記録されるため、意思決定や財務状態等の透明性が高く、不正防止につながるとされる。貸したい人と借りたい人を、仲介組織を通さずに自動的に結びつけるシェアリングビジネスのインフラなどへの

適用が模索されている。企業だけでなく行政機関の一部の業務に適用される可能性もあり、転換が急速に進むとは考えにくい。歳入・歳出情報の記録や選挙等への活用が考えられる。国籍に束縛されることを求めない人々の間では、オンラインで出生や婚姻の証明を行うサービスの利用も見られる。2014年に海外居住者にオフィシャルなIDの発行とオンライン企業の設立等を認めたエストニアでは、e-Residencyに婚姻や出生等の証明を行うサービスが始まっている。

分散化されたしくみは、第三者による仲介を必要とせず時間もコストも節約になることから、実効性が担保されれば急速に拡大する可能性がある。デジタル化できるものであれば何にでも応用が可能であることから、資産をインターネット上

で管理するスマート化が進む可能性もある。世界経済フォーラムが実施した調査^{※2}では、2023年には分散化されたしくみによる最初の徴税が行われ、2027年には世界のGDPの10%が分散化されたしくみで管理されるようになると予測された。透明性の高いしくみは、法や規則、行政のあり方等にも影響を与える可能性がある。効果の見えやすい分野から、社会に徐々に浸透していくであろう。

※1 第4次産業革命とも言われる

※2 World Economic Forum, "Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact," September 2015

進化する価値が 既成概念の転換を促す

情報の分析と活用の高度化がモノの概念を変える。

完成しないモノが登場し、変化・成長する機能、性能、価値が
ビジネスモデルの再構築を促進する。

インターネットに接続された機器数は、2014年から2015年に38億個から49億個と30%近く増加し、2020年には208億個に達すると見込まれている^{※1}。500億個を超えるとの予測もある^{※2}。

自動車、機械、家電などのモノがインターネットに接続されるようになると、これまでITの世界で行われていたことが、フィジカルな世界でも行われるようになる。たとえば、コンピュータやデジタル機器では一般的なユーザーによるソフトウェアのアップデートが、より広範なモノの世界に適用されるようになるであろう。これまでは、出荷した製品に不具合が発見された場合には、リコールを行うことが一般的であった。これからはソフトウェアの更新で解消される問題は、オンラインの更新プログラム配布により改善されることが中心となるであろう。インターネットに常時接続されていることから、場合によってはユーザーが知らない間にソ

フトウェアが更新され、不具合が解消されることもあるかもしれない。製品の所在や利用状況が把握できるようになるため、緊急性の高いユーザーから確実に更新し、重大事故を未然に防げるようになる可能性もある。

不具合だけでなく、性能の向上や新たな機能の一部も、オンラインでのソフトウェアの更新のみで提供されるようになるかもしれない。スマートフォンは、アプリケーションをインストールすることにより種々の機能が追加される。同様に、アプリケーションを追加することで機能を追加できるロボットも登場した。製品機能の実装が、活用の場により近いところへとシフトしている。その象徴が、ソフトウェアのインストールにより自動運転車に転換できる自動車の登場であった。これまでは、「製品は完成品として出荷され、その後は価値が減衰する」ということが一般的であったが、ソフトウェアの更新に

よる性能の向上や新たな機能の追加が可能となったことで、「価値が向上するモノが出現した」と捉えることができる。今後は、完成という概念を伴わないモノが増えていくことが予想される。製品価値が出荷後に向上するようになると、会計における減価償却の考え方にも影響が及ぶ可能性がある。

さらに、ITの世界では一般的なソースコードの公開（オープンソース）が、モノの世界でも起こる可能性がある。これにより製造業界とIT業界の境界はますます曖昧になるであろう。同時に、製造業とIT系ベンチャーの革新的な技術やアイデアの融合が進むことが期待される。既に、スマートフォンで自動車のエンジンを起動したり、スマートフォンをバイクのダッシュボードとして計器類を表示させることなどができるようになっているが、業態を超えたアプリケーションの融合がさらに進む可能性がある。

機能の一部の実現が、物理的な装置（ハードウェア）からソフトウェアに移行すると、物理的な構造そのものにも影響が出る可能性がある。製品価値が向上することを前提に考えると、物理的な装置はできるだけシンプルかつ汎用的で将来の機能拡張に耐えられるようにし、機能や性能はソフトウェアで実現した方が、変化に強くライフサイクルを長くすることができる。顧客の意向への柔軟な対応も容易になることから、設計思想の変革やアジャイル開発手法の導入、ビジネスモデルの転換などが起こるかもしれない。異業種の参入が進めば、産業構造や競争原理の変革につながる可能性もある。企業の組織構造も、より柔軟なアメーバ型構造が求められるようになるであろう。

インターネットに接続されることにより、モノの可能性が拡大し付加価値が向上する。種々のモノがつながることで、こ

れまで存在しなかった機能の組み合わせが誕生し、新たな付加価値がもたらされる可能性もある。一方で、セキュリティの脆弱な接続機器が増加し、サイバー攻撃による大規模な停電や交通機関のマヒなどの影響やリスクを高める可能性もある。物理的な装置と機能の関係が複雑化し、装置とソフトウェアの製造者が異なるようになれば、事故が発生した場合の責任の所在の判断がさらに困難になるかもしれない。新たなメリットを享受するためにも、社会の変化に合わせた迅速な環境整備が不可欠である。

※1 Gartner (2015.11)

※2 Cisco IBSG (2011.4)

フィジカルとデジタルの融合が 持続性と迅速性をもたらす

人々がフィジカル(リアル)とデジタル、オフラインとオンラインの境界を意識せず自由に行き来するようになる。

両者の自然な融合が、新たな価値の創出や社会課題の解決を導く。

フィジカルとデジタルの融合は、特定の状況や一定の条件などに限らない、日常的な事象となってきた。既に情報システムはインフラとして社会に浸透し、都市の基盤となる施設やサービス等をつかさどっているが、社会課題の解決にフィジカルとデジタルの両面から取り組むことの必要性も広く認識されるようになってきている。プロモーション、価格比較、決済など、実店舗でスマートフォンを使用する機会も増え、買物の際に実店舗とeコマースとを区別せず、一体的なサービスを求める顧客も増えてきた。スマートフォンの機能向上が一段と進み、人々が種々のセンサーや人工知能をポケットに入れて持ち運ぶ時代となりつつある。フィジカルとデジタルは、意識する必要がないレベルまで融合が進むと考えられる。

行動記録を分析した場合の効果が実感できる事例が増えると、ウェアラブル機器やモバイル端末を利用して、行為や行

動を積極的に記録する人が増加するであろう。活動内容や食事、睡眠などの生活習慣、健康状態などに基づくトレーニングや栄養摂取のアドバイスや、体の動きを把握してスポーツ指導などを行うアプリケーションも登場しつつあり、ヒトに代わってコンピュータの指導を受けることが当たり前に行われるようになる可能性もある。コンピュータに合わせて言葉を選ぶのではなく、普段使っている言葉や曖昧な表現でも文意をくみ取って検索するアルゴリズムを備えた検索エンジンや、尋ねたことに答えるだけでなく、意味を理解して、レストランの予約をしたり、ミーティングをセットしたりするバーチャルアシスタントも登場している。今後は、日用品の注文、旅行の予約、レストランの検索など、それぞれの行為に応じてアプリケーションを使い分ける必要がなくなり、バーチャルアシスタントやエージェント等により、すべて同じインターフェースで使いこなせるようになると考えられる。

本人確認や取引のオーソライズ等にそれぞれ異なるパスワードを入力するようなこともなくなり、触れたり、話をしたりという自然な行為のうちに、指紋や声紋などでいつの間にか本人確認がなされているようになるであろう。

自然なインターフェースは、モノの世界にも広がっている。個人の好みや習慣に合わせた温度や明るさ等の調整、被写体を自動追尾するカメラ、着用するだけでバイタルデータを測定できるシャツなどが既に実用化されている。タッチパネルやボタンなどの入力装置を持たず、声やジェスチャー、起床や外出などの動作などを自動的に判断して反応する例も出てきている。個人により異なるジェスチャーの意味を理解し、動作することも可能になりつつある。AR(拡張現実)、VR(仮想現実)も、より自然に感じられるようになるであろう。人工知能が生活に身近なところでも使われだし、自然言語を理

解できるようになってきた。自動運転車は、ヒトが機械に合わせて運転をするという関係からの転換とも考えられる。高度なインターフェースを備えた機器は、今後益々増加し、ヒトと機械やコンピュータの関係は、ヒトがそれぞれの機械やコンピュータに合わせた使い方をする関係から、ヒトに対するのと同じように意識せずに接する関係に変わろうとしている。指示を与えなくてもヒトの感情を理解したり判断したりするロボットも登場し、子供やお年寄り、外国人等でも利用できるようになってきた。これまでは、情報機器を使いこなせるかどうか情報リテラシーによる格差の一因とされたが、今後は緩和される方向に向かうであろう。

産業用ロボットでは、協働型ロボットが増加し、ヒトが機械を動かすのではなく、ロボットがヒトを補完する関係が生まれつつある。人工知能を搭載し、ヒトが教えなくても自分で学習したり、お互いに教えあうことで新たな能力を獲得することなどできるようになってきた。一部の労働は機械に完全に置き換わる一方、労働におけるヒトと機械の新しい関係が構築されるであろう。

人工知能は、食糧危機や地球温暖化等の環境問題の解決にも有効との意見もあるが、倫理面等、考慮すべき問題も多い。コンピュータや人工知能が身近に使えるようになると、ヒトが備えておくべき知識

や技能も変化する。教育の内容等もそれに応じて転換していくことで、ヒトとコンピュータや人工知能の持続的な関係が構築されるであろう。人工知能を妄信することにならないよう判断力を磨くことも重要である。意識しないところでコンピュータが機能してしまい、思わぬ混乱をもたらすことにならないよう留意が必要である。



情報社会トレンドに関連した NTTグループ取り組み事例

個の影響力拡大が社会の変革を促す

Fintech促進サービスをベンチャー企業と共同開発

近年、家計簿アプリ等の個人資産管理 (PFM : Personal Financial Management) やクラウド会計などの Fintech サービスは、その利便性の高さから急速な普及拡大を見せている。これらのサービスはベンチャー企業が IT を駆使し、独自に立ち上げ・提供しているケースが目立つ。NTT データでは、こうしたベンチャー企業や Fintech サービスに着目し、既に金融機関向けに提供しているインターネットバンキングサービス「AnserParaSOL®」とこれらの Fintech サービスを接続する仕組みを、ベンチャー企業と共同で開発した。この仕組みにより、利用者は自身の銀行取引データを連携する Fintech サービスの銘柄と情報連携範囲を指定でき、より安全・便利に Fintech サービスを利用できる。



進化する価値が既成概念の転換を促す

工作機器をIoT化しプロダクト生成プロセスの高度化を実現

製造業のグローバル化に伴い、熟練工のノウハウ移転やグローバル遠隔監視など、様々な課題が出てきている。また、3Dプリンターの高精度化により、金型生成だけでなくプロダクトを直接製造するなどの生産革新も始まっている。このような状況の中、NTTデータグループは、システムインテグレーション、センサー基盤、ネットワーク技術、クラウドコンピューティング、ビッグデータ解析など様々な技術要素を広く保有しており、これらを組み合わせた製造業向け IoT サービスの実装を進めている。今回、3Dプリンターに IoT 機能を新たに持たせることで、クラウド上で稼働監視・異常解析等を実施できる仕組みを構築した。プロダクト生成中の様々な状態が見える化でき、機器の異常把握による保守メンテナンス業務の効率化や予防保全に役立つと共に、生成物の品質モニタリングや異常時の原因解析等にも効果が期待できる。



オープンな連携が新たな社会のしくみを生み出す

サイバーフィジカルシステムでサプライチェーン全体を自律化

NTTデータとドイツのグループ会社である itelligence は、ドイツ政府が推進する Industrie4.0 コンセプト実現に向けた産学連携プロジェクト※1 に参画し、4つのソリューションをアーヘン工科大学と共同で開発している。①部品の位置情報を把握し自動的に入出庫状況を ERP※2 に反映する仕組み、②部品の組み立て時に 3D 画像や動画をを用いた組立指示を行う仕組み、③部品の使用状況や製造工程の状況を ERP とリアルタイムに連携する仕組み、④音声認識や画像認識を用いた部品の迅速かつ正確な集配の仕組みの、4つである。これにより、工場内の可視化と自律化を目指している。



※1 従来は製造工場内で閉じていた Product Lifecycle Management (PLM) の情報を、受発注や在庫情報などを有する ERP と連携し、さらに工場内でセンサーやウェアラブル技術を使うことにより、製造効率や競争力を高める取り組み。

※2 Enterprise Resource Planning の略称。人・物・金の動きを統合管理化し、経営を支援するシステム

フィジカルとデジタルの融合が持続性と迅速性をもたらす

センサーシャツでレース中のドライバーの生体情報を計測分析

NTTデータでは、心電波形や心拍、胸部筋電などの生体情報を計測できる機能素材 hitoe の新たな活用を進めている。具体的な試みとして、モータースポーツ米国 IndyCar Series において、ドライバーに hitoe のセンサーシャツを身につけてもらい、運転中の身体状態を取得した。IndyCar Series は最高時速 235 マイル (時速 約 378km) にも及ぶ世界最高峰の自動車レースの一つであり、ドライバーは過酷な環境下で高度なテクニックを要求される。これまで暗黙知であったトップドライバーのテクニックを、バイタルセンシングとテレメトリデータ (車の速度、加速度、傾き、ハンドル切角等の情報) から、初めて可視化・分析に成功した。分析結果はトレーニングフィードバックされ、ドライバーのさらなるテクニック向上に資する。また、この生体情報取得・分析技術のノウハウは、他のプロジェクトにも展開することで、バイタルセンシングを軸とした新たなサービス創出に繋がっていく。



Technology Trends
The following eight technology trends are expected to have the biggest influence in the coming years.



NTT DATA
Technology
Foresight

技術トレンド

Technology Trend

情報社会トレンドの実現に
大きな影響を与える技術トレンド

TT01 超臨場インタラクション

TT02 プレジジョンライフサイエンス

TT03 人工頭脳との共生

TT04 オートノマスモビリティ

TT05 アンビエントコマース

TT06 分散メッシュコンピューティング

TT07 サイバーフィジカルセキュリティ

TT08 デザインイノベーション

Technology Trends
The following eight technology trends are expected to have the biggest influence in the coming years.

超臨場インタラクション

リアリティを生み出し感じさせるデバイスや技術が多く登場している。コンピュータとの接点で、人が従来以上の情報を自然に知覚して扱うことができるようになることで、行動は変化しその範囲は広がる。

リアリティを生み出し、臨場感をもたせる技術が注目を浴びている。2015年11月、The New York Timesは、購読者に対し100万個以上のVR^{※1}（仮想現実）ビューアとともに難民の子供に関するドキュメンタリを提供した。映像を見るというよりも、隣に自分がいるという感覚で難民の子供と接しているかのような、物語を伝える力に対して大きな反響があり、おおむね視聴した人の共感を得て成功を収めている。

今年は、より高度なVR、AR^{※2}（拡張現実）機器の発売も多く予定されており、関連の技術がより身近になってくるだろう。リアリティを扱う技術では、作り出した仮想的な世界を見せるVR、もともとの視野内に情報を付加して見せるARがよく例に挙がり、ヘッドマウント型のディスプレイやメガネ型ウェアラブルが知られている。加えて、360度カメラや映像合成技術、視覚に重ねて映像を見せる技術、高

精細や3Dなどリアルに表示する技術、周辺の状態・位置・奥行など把握し知覚する技術、ジェスチャー操作など作られたリアリティと接点となるインターフェース技術、リアリティを感じるフィードバックを行う技術、など多岐にわたる技術の複合が臨場感を生み出す要素だ。これら技術により十分な臨場感のコンテンツが提供できると、感性に直接訴える、ある意味究極なメディアとなりうるため注目を集めている。

VRは先の例のようなドキュメンタリだけでなく、政治キャンペーン、スポーツライブ配信などメディアはもとより、医療、防災、軍事、製造、工事など、リスクが高い場面の教育訓練での利用や、大学・企業のリクルート時のキャンパス環境の疑似体験など利用例が多数出しており、リアルな体験が効果をもたらしている。医療の例では、心臓の3DのVR映像をもとに医師らが議論し、手術法を決め、手術前には

同じVRを見ながら手順や課題を確認することで、生後数か月の子供の難しい奇病の手術を成功させた例や、脳腫瘍の覚醒下手術で患者がVR装置を身につけ、視野テストを行いながら腫瘍除去することで従来法より精度の高い手術が可能となった例がある。見せる「現実」の作成や撮影がより容易になり、配布や視聴が低コストになること、そして何より用途に対して十分な品質の「リアリティ」が提供されることが、この技術の利用がさらに広がる鍵となる。

ARの付与情報を操作できるCGに強化する、ある意味VRとARを合わせたような技術は、MR^{※3}（複合現実）と呼ばれる。例えば、実物大の車のCGを出現させて複数人で、様々な角度で見て、色や装備に変化を加える操作をしながらデザインを議論する、といった利用例が挙げられている。遠隔にいる人をホログラムのようにその場に出現させ、相互に空間を超

えてあたかも間近でコミュニケーションをとる、といった例もある。また、このMRは新しいコンピュータインターフェースとして注目されている。スクリーンを見て仮想的なファイルや紙を操作する、という従来からの据え置き型のコンピュータとのインタラクションにとられる必要がなく、より直感的にモノをCGによって直接操作でき、操作にあったアナロジーを用いたインターフェースを「現実」に出現させ操作できるため、より自然に人が偏在するコンピュータに触れることが可能となるからだ。

リアリティとは、突き詰めて考えれば、知覚により主観的に体験している「思っている」ことだ。このことを逆手に取った例は理化学研究所のSR^{※4}（代替現実）シ

ステムだ。目と耳を完全に覆うデバイスで、目線と一致したライブカメラ画像と別に用意した過去映像を合成して見せることで視聴中の人物には合成が現実と感じられる。このような技術は脳にある意味欺くわけだが、特定の病気の治療や症状改善に効果が期待されている。例えば、幻視、自閉症、恐怖症、うつなどである。VRなどを用いることで体験がリアルに感じられると同時に、恐怖症や自閉症では本人が耐えられる程度の内容にコントロールが可能というメリットもある。

知覚を通じて脳が自然と思うような「リアリティ」を実現する技術が登場したら、それは人にとってどのような意味を持つのだろうか。生物学者ヤーコブ・フォン・ユクスキュルは生物が種特有の知覚と行

動で作り出す世界を「環世界(Umwelt)」と呼び、生物は自らに関係があり意味のあるものを知覚できるものから選び出して行動し、自らの環世界を作っていると主張した。技術によって新たな知覚器官ができるわけではないが、拡張されたリアリティを通じ人は常時従来以上の情報を自然に得ることができるようになる。それが人の新たな行動を生み、より広範囲な次なる環世界を形作るのではないだろうか。

※1 正式名はVirtual Reality。

※2 正式名はAugmented Reality。

※3 正式名はMixed Reality。

※4 正式名はSubstitutional Reality。

プレジジョンライフサイエンス

DNA分析が簡便になり、センサーを通じた日常的な生体情報の取得が容易になる。

大規模なデータ共有を通じた分析研究が進み、高い精度で生命について

理解できるようになり、人々の生活が変化する。

1953年のDNAの二重螺旋構造の発見から50年後の2003年、人の持つ約30億の塩基対の解読を行ってきたヒトゲノム計画が完了を宣言した。研究機関の国際的な協力のもと、開始から実に13年の期間と約27億ドルの費用がかけられた。DNA解析技術は、さらに発展を続け、現在では1日もかからず、1000ドル以下のコストでヒトゲノム解読が完了するまでに至っている。そして、この非常に精巧な「人の地図」ともいえる全DNA情報は、個人がネット経由で注文し閲覧可能となるくらい、文字通り身近となった。ここ数年で急速に認知が広がったゲノム編集技術CRISPR/Cas9と合わせ、生命科学を加速させることが期待されている。

解析対象はヒトゲノムに限らない。人の身体は約30兆個の細胞からなるが、実は体内と体表面に約40兆個もの微生物細胞が存在する。このマイクロバイオームと呼ばれる細菌などから構成され

る微生物群の遺伝子の数は人間の数万に対し、数百万とも言われ、ヒトマイクロバイオーム計画では3.5兆塩基対のゲノム情報が解読された。微生物群は、胃腸、鼻口、皮膚といった人が外部と接点を持つ部位にそれぞれ数百種類にも及ぶ集団で存在し、生理機能、免疫、栄養摂取などの面で身体に影響を及ぼす。個人は外部接点の違いにより固有の「微生物プロフィール」を持ち、例えば、糖類を分解する腸内細菌が多い場合、健康な人より脂肪蓄積し肥満になりやすい、など健康状態に差がでる。最近の研究では飢餓の子供の腸マイクロバイオームの成熟が不十分なことが発表され、世界で毎年数百万人亡くなっている子供を救う鍵が腸内細菌を正常に戻すことではないかと期待される。さらには、自閉症の子供に抗菌剤を使った際に症状が好変化した例もあり、遺伝や精神が原因とされてきた領域での期待も高まっている。

これらの極めて詳細な情報から有用な知見を得る研究では、比較対象となる大量データ、特にサンプル量が鍵だ。例えば、アルツハイマーは遺伝要因が確認されているが、分かっているものは一部に過ぎない。単一の「アルツハイマー遺伝子」は存在せず、千から万といった規模のDNAコードが影響していると考えられており大量のデータが解になるかもしれない。2015年1月米国バラク・オバマ大統領は一般教書演説の中でPrecision Medicine Initiative (PMI)を発表した。PMIは遺伝子、環境、ライフスタイルの情報を集め、従来の「平均的な患者向け」の汎用的な治療法から、個人ごとに適切な予防や治療の方法を確立することを目指すものだ。考え方は、昔からあるテーラーメイドの医療サービスだが、集団を対象として追跡調査するコホート研究を100万人以上のボランティアで実施し、科学的に新しい治療法や予防法を生み出すことを目指している。また、NPOの

GA4GH^{*1}は、40カ国、数百のメンバーを集め、医療機関や研究施設で各々が保有する遺伝子データベースを共有、検索する仕組みを提供し始めている。民間では、個人向け遺伝子情報サービスを提供する23andMeが2015年に100万ユーザ数に達したことを発表、その8割が研究目的での情報利用に同意しており、同社の研究組織やパートナー機関による研究が進む。

健康を左右する要因は、遺伝子に限らない。個人を取り巻く環境や日常行動も重要な決定要因である。センサーから日常的な身体や行動の情報を集約し、そこからの発見を個人に最も効果が高いタ

イミングでスマートフォンから提供可能で、日々の行動改善に繋がられる、医療レベルに近い情報の取得が可能となってきた。例えば、トイレに設置されたセンサーにより、糖尿病や痛風など生活習慣病を早期に発見可能だ。汗の成分や心臓の拍動を日常的にとり続けることで、年に1回だけ行う健康診断に比べ、格段に高い精度で継続的に自らの健康状態や変化を把握できる。身体の変化を捉え、病気になる予兆の時点で個人が対策を取る時代の到来と言えるだろう。

その人に適合した精度が高い情報を、個人が常に得ることができればどうなるだろうか。最も自らの身体に詳しい患者

は、医師から一方的に診断を受けるだけでは満足できなくなるだろう。医師を病気になるから訪ねる相手ではなく、健康や生活の質を維持し高めるためのアドバイザーやパートナーとして選ぶという関係になるかもしれない。予防により世界中で単純増加を続ける医療費の削減も期待されるが、積極的に高いパフォーマンスを追求する人々が増えることで、経済発展にも寄与するのではないだろうか。

^{*1} 正式名はGlobal Alliance for Genomics and Health.

人工頭脳との共生

機械学習アルゴリズムの発展により、コンピュータは時間の概念や人間の暗黙知を理解できるようになる。

コンピュータの担当範囲は知的作業にまで拡大し、

人間は全体最適を実現するための作業を担う形で共生が進む。

2015年、人工知能は多くのメディアで扱われ、急速に身近な存在になった。人工知能に関する研究組織が複数立ち上がり、多くの企業で専門の部門が設立されている。著名な人工知能研究者の引き抜きや、人工知能関連技術を持った有力ベンチャー企業の買収が盛んに行われ、企業間での人工知能開発の争いが激化している。

人間の脳神経細胞を模倣したディープラーニングと呼ばれる人工知能技術の躍進が止まらない。特に、同技術を利用した画像認識の性能向上は著しい。物体の名前を言い当てる物体認識の正解率は95.2%にまで達しており、人間の標準的な正解率を上回っている。画像認識技術は、多くのビジネスで活用され始めている。自動運転支援では、歩行者検出や物体認識に、医療分野では、レントゲン写真やCTスキャン画像からの悪性腫瘍の検出に活用されている。また、マー

ケティング分野では、レコメンドのための商品画像への印象に関するタグ付けや、店内のカメラ画像からの来店客の動きや性別・年齢の計測を実現している。今後、より一層画像認識技術の応用は進むだろう。

人工知能の革新は画像認識の領域だけにとどまらない。時系列を扱うことが可能な機械学習技術の発展により、動作を理解することで、行動の予測や検知が可能となってきている。また、記憶機能を人工知能に持たせることで、会話の流れに沿った自然な対話が実現されつつある。工業分野では、人間がプログラムを書くのではなく、ロボットが自己学習し作業を覚えることが可能となってきている。ロボットと人間が得意な作業を分担し、相互に協調しながら作業を行う方式が実現され始めている。囲碁界においても歴史的な出来事が起こった。囲碁はチェスや将棋に比べて盤面が広く、局面の数

は10の360乗に達するとされ、局面の判断が難しくプロ棋士に勝つには10年以上かかると言われていた。すべての手を読むのではなく、コンピュータが自ら学習を繰り返し、局面を見極めることで勝利を収めたのだ。この意味は大きく、自律して考え判断する人工知能の実現の大きな一歩と言えるだろう。今後は、意思決定や行動予測などの知的な判断や、周りの状況や文脈に応じた行動をとるといった、人間にしかできないと考えられていた領域へ進出が進むだろう。

グーグルは、2015年11月にディープラーニングを中心とした機械学習を実行可能なシステム「TensorFlow」をオープンソースソフトウェアとして公開した。多くの研究者や開発者が利用することで、ディープラーニングの応用やアルゴリズムの改良が加速することが予想される。一方で、データが最も重要であることを意味しているとも言えるだろう。高度

な学習ツールがあっても、大量の有用なデータがなければ、意味のある人工知能は生まれない。学習に適したデータを継続的に蓄積できる仕組みを整備することが人工知能活用の鍵を握っている。

急速に進化を遂げる人工知能だが、単純作業一つとってもまだ多くの分野において精度面で人間に及ばない。そのため、実ビジネスにおいては人工知能の導入先と役割の見極めが重要となる。分野によっては、人間が考えつかないような案をコンピュータが提示し、人間は最後に取り捨選択するだけの役割が適している場合もある。クリエイティブな仕事はコンピュータに向かないといった既成概念にとらわれずに、両者の役割を一から考

え直し、効果を最大化する道を模索する必要があるだろう。創薬分野では、仮説生成、実験までを人工知能が担い、治験のための調整だけを人間が行うようになるかもしれない。リソース配分や業績評価といった意思決定を伴うマネジメント業務はコンピュータの方が適している可能性もあり、ロボットが上司となる時代は速くないだろう。役割は大きく変化し、各分野で人間と人工知能が共生していく社会が実現されていくと考えられる。

これまで人間が担っていた行為を人工知能が代替するようになると、新たな課題に直面することとなる。その一つとして倫理的な課題が挙げられる。自動運転車において回避ができない場合に遭

遇した場合、子供、お年寄り、妊婦、犬や猫など、何を優先すべきだろうか。交通ルールを破って飛び出した歩行者か、ルールを守っている歩行者か、それとも同乗者かなど考慮すべき条件も多々あるだろう。人間が運転する場合には、厳密に答えを持たなくても社会は成り立っていた。これは、責任が運転者にあることと、人間には一瞬で正確に判断し制御することができないことが、事前に解を持つ必要性を生まなかったと考えられる。今後、人間と知能を持ったコンピュータが共生していくには、倫理的な問題への対応、法制度の整備とともに、役割分担の見直しが必要である。



オートノマスモビリティ

コネクテッドカーを中心とする次世代モビリティが人やモノの移動を革新する。移動体情報だけでなく、外部状況や操作者の状態がリアルタイムに相互に共有されることで、都市全体が流動システムとして発展を遂げる。

IoTの普及に伴い、インターネットに常時接続するコネクテッドカーに注目が集まっている。様々なセンサーを搭載し、位置情報や走行速度、ブレーキ状況、路面状況といったデータを収集、配信することで、走行支援や交通管理、危険回避などに活用が可能となる。運転頻度や運転操作に関する情報を基に、自動車保険料を低減するテレマティクス保険サービスも登場している。また、複数の商用車の情報を基に、最適な配送計画作成や燃費改善支援を行うフリート管理にも活用されている。次世代モビリティは単なる移動手段でなく、社会構造を変革させていくだろう。

2020年にはコネクテッドカーが2.5億台に増加し、5台に1台が無線通信接続された状態になると予測されている^{※1}。普及の背景には、IoTの発展に加え、法制化を伴う通信機能の搭載義務化の動きが影響している。ロシアでは2017年か

ら、欧州では2018年から緊急通報システムの搭載がすべての新車に義務化される。また、後付けでコネクテッドカーの機能を持たせることができるデバイスや5G通信の発展も、普及を後押しするだろう。

モビリティのセンシング情報の活用は、社会に大きく貢献する可能性を秘めている。センサー付きタイヤが路面状況をリアルタイムに把握し、直後を走る凍結防止剤散布車に伝送することで、凍結路面だけへの適切な量の散布を実現している。また、部品に付けたセンサー情報から人が認識していない異常を事前に検知することで、サプライチェーンの起点を早め、迅速な修理や部品交換が実現され始めている。

コネクテッドカーにおける走行支援機能や外部センサーとの通信機能は、自動運転技術の基盤となる。自動運転車は渋滞の緩和、事故率・エネルギー消費の

低減など社会に多くのメリットをもたらすだけでなく、自動車保険や都市計画にも影響を与える。事故発生時の責任については、今後議論される必要があるだろう。既存の概念や価値観で構築された都市を改修するには限界があるため、最新テクノロジーを前提にして、都市を一から再構築する試みもされ始めている。また、自動車は移動手段からモバイル居住空間へと変わること、自動車業界以外のビジネスにも変革をもたらすと予想される。道路脇の広告は見られる機会が減る一方で、位置やユーザーの状況に応じた車内スクリーンやスマートフォンへの動的な広告への需要が高まるだろう。

次世代のモビリティを語る上で、エネルギー技術の発展を外すことはできない。多くの電気自動車は1回の充電あたりの航続距離が短いことが普及妨げの一つの要因となっている。しかし、近年の蓄電池の発展は著しく、数年以内に価格を

抑えた上で航続距離が現状の約2倍になると言われている。大規模な電池製造工場が建設されており、電池のコスト引き下げも期待される。また、イギリス政府は走行中のワイヤレス充電を可能とする道路の設置を発表しており、今後整備が進むと、電気自動車はより一層普及拡大していくだろう。一方で、水素を動力とする燃料自動車は、航続距離と充電時間の点で大きなメリットがある。しかし、技術的な難易度や水素ステーションの設置コストが普及の障壁となっている。トヨタは、燃料電池関連の5千以上の特許を無償提供すると発表し、これが他社の燃料自動車開発や水素供給インフラの普及を後押しする可能性もあり、今後の覇権争いに目が離せない。

自動車だけでなく、自律型ロボットやド

ローンの発展も目覚ましい。監視機能を備えたドローンによる防犯サービスも登場している。また、障害物を回避し自律的に飛行・走行する技術の発展により、30分以内のドローン配送や宅配ロボットも実現され始め、物流の変革が起き始めている。受取人が不在時の再送コストや、配送車から玄関までを徒歩で届けるコストが大きいといった、ラストワンマイル問題の解決が期待される。

モビリティ技術の革新は社会にどのような変革をもたらすだろうか。人やモノの移動に対する価値が薄れ、各産業が融合し様々なサービスが提供されるようになるだろう。一方で、インターネットに常時接続されることによって、外部からのアクセスが可能となるため、セキュリティのリスクは高まる。自動運転車やドローン、

都市全体の制御が乗っ取られた場合、人命被害や社会的混乱をもたらすことは想像に難くない。今後、万全なセキュリティ対策と法整備なしには、モビリティによる社会の発展は成し得ないだろう。

※1 Gartner Press Release, Gartner Says By 2020, a Quarter Billion Connected Vehicles Will Enable New In-Vehicle Services and Automated Driving Capabilities, January 26, 2015.

アンビエントコマース

顧客接点の高度化によって、顧客個人の嗜好や属性、状況に応じた接客が実現されるようになる。

商品の発見、購入、決済、受取といった一連の顧客接点のスムーズ化が進み、ストレスのない購入体験が可能となる。

スマートフォンの普及も手伝い、eコマースが人々の生活に浸透してきている。世界のeコマース市場は2014年時点で1.3兆ドルに到達しており、2018年には2.5兆ドルにまで成長する見込みだ。あらゆる顧客接点でのデジタル化が進んだ今、商品の発見、購入の意思決定、購入手続き、受取までをいかに顧客がなめらかにストレスなく迎えられるかが、今後の市場をリードする鍵となるだろう。

顧客の閲覧、購入履歴に応じたおすすめ商品が提示されることは、eコマースでは当然のこととなってきている。しかし、関連商品ではあるが、既に購入・閲覧済みの商品が表示された経験がないだろうか。顧客にとって的外れな情報を提示することは、収益につながらないだけでなく、マイナス効果を生んでしまう。顧客が求める商品をストレスなく発見するためには、過去の行動を追うだけでなく、未来の行動変化の予測が重要となる。日

用品や雑誌など購入サイクルがある商品を対象に、事前に需要を予測することで、購入者の確認前に発送・補充を行うサービスが登場している。今後、顧客の属性や行動、性向を分析した顧客DNAのマーケティングへの活用が進むだろう。カメラやセンサーを利用した、表情や歩き方から感情を分析する技術や、来店者の行動や属性を計測する技術の発展により、リアル店舗においても、商品ディスプレイの最適化といった店舗運営の改善や、顧客の潜在的ニーズに合った商品開発が実現され始めている。

近年、キーワードや商品カテゴリ、サイズ、色といった様々な観点で検索可能なサイトは珍しくない。しかし、思い通りの検索ができず、欲しい商品に辿り着くには労力を要するのが現状だろう。ファッション分野では、売り手側が決めた観点で検索するのではなく、顧客の感性に基づいて検索可能なサービスが登場してい

る。各商品の好き嫌いを学習させ、個人の人工知能を作成することで実現しており、他人と共有すれば、お手本とする人の感性での検索も可能だ。身体データと組み合わせることで、デザインもサイズも自身にあった商品に素早く辿り着けるようになるだろう。今後は、広告・宣伝のターゲットが人間ではなく、顧客ごとに作成された人工知能になっていくかもしれない。

リアルタイムマーケティングによって、購入の意思決定をなめらかに促すサービスも登場してきている。商品閲覧中に、マウスの動きやページ遷移を分析することで、購入を迷っているユーザーをリアルタイムに予測し、適切なタイミングでクーポンを提示することが可能だ。また、顧客にカスタマイズされた動画を配信するサービスが拡大してきている。購入前と購入後の商品イメージのギャップをなくすことで、顧客関係の円滑な継続が期待できる。



購入手続きを簡素化する動きも加速している。SNSや検索サイト上に「購入ボタン」を導入し、販売企業のサイトに移動せずに、自サイト内での決済、購入を可能とするサービスが広がり始めている。購入手続きの障壁がなくなり、一連の購買行動がシームレスに行われることで、良いと思った瞬間に購入可能となり、機会損失の軽減が期待できる。また、人工知能技術の発展により、テキストメッセージやツイートでの注文が可能となってきている。リアル店舗では、指紋や静脈、顔といった生体認証による決済システムの導入が進み、手ぶらで商品の購入が可能となってきている。

オムニチャネル化により、いつでもどこでも商品の購入、受取が可能となりつつある。特に、eコマースでは物流の改革が進み、当日配送が珍しくない時代に突入している。1時間以内の配送や、顧客の在宅状況に合わせて1時間単位で配送時間を指定できるサービス、GPSの位置情報に基づいた屋外への配送も実現されている。受取が生活に溶け込んだ存在になりつつある。また、ドローンやロボットによる配送や、トラック内や自宅での製造を実現する3Dプリンタの発展にも期待が高まる。

コマースの発展の行き着く先はどこか

だろうか。必要な瞬間にどこでも苦勞なく手に入るようになるだけではないだろう。潜在的に欲しているものを発見でき、購入時や購入後に継続して満足が得られる世界ではないだろうか。この世界が実現されるためには、個人の購買履歴や生活全般の行動や嗜好を分析する技術の発展に加え、一連の購買行動を通じて得られる新たな体験価値のデザインが重要となるだろう。

分散メッシュコンピューティング

クラウドネイティブ化やビッグデータ処理への適応のため、新しい分散型アーキテクチャが登場している。

P2P型のビットコイン基盤「ブロックチェーン」は、仮想通貨にとどまらず、多様なシステムへの応用が広がる。

謎の人物「サトシ・ナカモト」によって発明されたビットコインは、2009年に運用が開始され、現在は欧米を中心に7500件を超える場所・サービスでの利用が可能になっている。2010年には1ビットコインが6セントだったのが2015年末においては400ドルに高騰し、一日あたりのトランザクション数も約20万件の規模にまで発展している。そして、実に驚くことにビットコインシステムは、運用開始から現在までの約7年間一度もシステムダウンしていない。

そのビットコインシステムを実現している基盤技術が「ブロックチェーン」である。通常、銀行などの金融システムにおいては、整合性を保ちながら取引情報を記録するために、情報処理を一箇所で行う中央集中型のシステムアーキテクチャを採用している。一方、ブロックチェーンは「分散型」のP2P型アーキテクチャとなっており、すべての取引記録はその

P2Pネットワークに参加する複数のシステム間で共有され、同時に保持される。そのため、ブロックチェーンは「分散型台帳技術」とも呼ばれている。そして、ブロックチェーン上で一度記録された取引は削除したり変更したりすることが不可能になるため、すべての取引情報を共有するという高い透明性を持ちつつ、一度行われた取引は不可逆・書き換え不可能になる。そのような特性を持つシステムを低コストかつ高い可用性で実現できる可能性をブロックチェーンは秘めているのである。現在、金融機関を中心にブロックチェーンに関する実証実験が数多く行われており、2015年10月には米NASDAQが未公開株式の取引システムにブロックチェーンを導入することを発表している。ブロックチェーンは取引情報を扱う金融システムにとどまらず、インターネット上でさまざまな「価値」の流通・交換に応用できると考えられており、IoT^{※1}を実現する技術としても大きく注

目されている。

システムの分散化の兆しはブロックチェーンだけではない。IoTデバイスが激増することにより、それらのデバイスが生み出すデータ量が莫大になるため、すべてのデータ処理を集中型システムで行うのではなく、一定のデータ処理をデバイスの近接で分散的に行うエッジコンピューティングが採用されつつある。例えば、自動車や道路に設置されたデバイスから得られる大量のデータを、それらに近い場所に設置したサーバで即時分析することでリアルタイム処理を行い、「ぶつからないクルマ」を実現する試みも始まっている。また、IoTデバイスなどから得られる大量のデータを処理するための基盤としても分散型基盤の採用が主流になっている。特に、オープンソースの大規模分散データ処理基盤であるApache HadoopおよびApache Sparkは、AirbnbやUberなどで採用さ

れる等、デジタル先進企業でのデータ分析基盤としての活用が進んでいる。

企業のパブリッククラウドサービスへの支出は2015年時点において推定700億ドルになっており、2019年にかけて2倍に増加すると予測されている。クラウドへのシフトは、クラウドネイティブ化、つまり最初からクラウド利用を前提とし、APIを介して複数のサービスを連携してアプリケーションを開発するというスタイルへの移行を意味している。そして、実はこの流れもシステムアーキテクチャの新たな分散化を生みだしている。その1つにマイクロサービスアーキテクチャが

ある。現在求められている、変更の頻度やスピード、動的なスケラビリティに対して、これまでのような一枚岩のアーキテクチャでは対応しきれないため、独立性が高く変更が容易な小さなサービスで1つのアプリケーションを構成するアーキテクチャを採用しようという動きである。この移行に成功した企業の1つがNetflixであり、8年間で1000倍にも増加した視聴回数に対応するシステムをマイクロサービスアーキテクチャにより実現している。

コンピュータシステムのアーキテクチャはこれまで集中と分散を繰り返してきた

が、ブロックチェーンの登場、IoTデバイスの激増とそれに伴うデータ爆発、クラウドネイティブ化といった変化は、新しい分散型アーキテクチャを生み出している。今後は集中か分散かといった二極化する議論ではなく、アプリケーションの特性により集中すべき部分と分散すべき部分をうまくバランスさせるアーキテクチャ設計の議論が必要となるだろう。

※1 正式名は Internet of Value。

サイバーフィジカルセキュリティ

IoTの進展によりサイバー攻撃は物理世界にも影響を及ぼし、あらゆるデバイスにセキュリティ対策が求められる。強化するサイバー攻撃への対抗策として、脅威情報の即時共有など共同防御の動きが活発になる。

2015年はサイバー攻撃による個人情報流出事件が頻発した年だったと言える。6月には米連邦人事管理局のシステムが攻撃され、約2200万人の個人情報が流出したとの報告があり、また、同時期に日本においても公的年金業務システムが攻撃を受け、約120万件の個人情報が漏洩した。特に前者は、国家機密に関わる人物の個人情報が流出したことで、国家の安全保障自体が脅かされる事態になりかねない情報漏洩事件であった。このようなセキュリティインシデント件数は年々増加の一途をたどっており、検知・報告されているものだけでも2009年から前年比66%で増加しているとの報告がある。

こうした背景には、サイバー攻撃が単なる愉快犯的な個人による攻撃から、政治的主張や金銭的利益を伴った組織的な攻撃に変化していることがある。その結果として、攻撃手法は高度化・多様化が

急激に進む。その中でも近年猛威をふるっている攻撃が標的型攻撃とランサムウェアである。標的型攻撃は特定の組織あるいはグループを標的とした攻撃で、攻撃対象に合わせた巧妙で執拗な手口で攻撃を行うため、侵入を完全に防ぐことは難しいとされている。前述の日本での事件も標的型攻撃によるものであり、業務に関係にあるメールを巧妙に装い、それを開かせることで職員PCをマルウェア感染させた。一方、ランサムウェアは感染させたPCを乗っ取り、データを勝手に暗号化し、PCやデータを人質にして金銭を要求するものである。日々新しいランサムウェアが登場しており、今後も被害は拡大すると思われる。

今後のサイバーセキュリティに大きな影響をもたらすものがIoTの進展である。スマートフォンをはじめ、ウェアラブル機器、テレビ等の家電製品、自動車、家、さらには工場のロボットや病院の医療機器な

どがネットワークに接続される。2020年までにネットワークに接続されるデバイスは500億を超えるとも言われており、それらデバイスは例外なくサイバー攻撃の脅威に晒されることになる。実際に、自動車をハッキングし、遠隔制御してブレーキを無効化するという衝撃的なデモンストレーションが行われた。また、米国航空機が飛行中にハッキングされた事件、ドイツ製鉄所の溶鉱炉の制御システムが乗っ取られ工場設備に甚大な被害をもたらす事件なども報告されている。もはや、サイバー脅威はサイバー世界にとどまらず、物理世界に侵食しており、人の生死にも影響する脅威となっている。

このように次々と新しい脅威が登場する状況においては、ほとんどの脅威は未知であるため、完全に防ぐことは不可能である。そのような未知の脅威に対しては、従来重点を置いてきた予防・防止ではなく、検知・回復の対策や技術が重要とな

る。その1つに、ビッグデータ分析やAIを応用した未知の脅威を自動検知し、検知の際には即時対処する技術がある。たとえば、SIEM^{※1}に攻撃検知のための人工知能を搭載して検知率を向上させ、さらにSDN^{※2}対応のネットワーク機器と連動し、感染検知時にはマルウェア活動の開始前に自動で即時にネットワークを遮断するといった技術が開発されている。また、そういった技術を有効に使いながら攻撃の常時監視を行うSOC^{※3}やインシデント発生時の適切な対応をとるためのCSIRT^{※4}を組織内に構築する動きが活発化している。さらに、サイバー攻撃の傾向や脅威情報をリアルタイムに共有することにより、1人の力だけではなく皆の力で防御しようという、組織的な共同防御の仕組みの構築も始まっている。現

在、世界中の各所で得られる脅威情報をリアルタイムに収集・分析・提供するためのプラットフォームの提供やCybOX/STIX/TAXII^{※5}と言った脅威情報の共有のための標準化が行われている。

IoTの進展はサイバー脅威を物理世界にもたらすだけではない。IoTは物理世界のセキュリティを確保するために活用されるようになるだろう。たとえば、窓やドアに貼るだけで異常な振動を検知してスマートフォンに通知することができるセキュリティセンサーデバイスが登場している。将来、こうしたセンサー情報や街中の監視カメラから得られる情報から人間の行動や振る舞いを監視・予測し、事件を未然に防止・抑止するような技術も現れるかもしれない。

※1 正式名はSecurity Information and Event Management。

※2 正式名はSoftware Defined Networking。

※3 正式名はSecurity Operation Center。

※4 正式名はComputer Security Incident Response Team。

※5 正式名はそれぞれ、Cyber Observable eXpression、Structured Threat Information eXpression、Trusted Automated eXchange of Indicator Information。



デザインイノベーション

ものづくりへの VR、センサー、3Dプリンタ、ロボット等の新技術の適用が進み、高度なデジタルマニュファクチャリングが実現される。

高速に検証を繰り返しながら進化させるデザイン手法の適用が拡大する。

ドイツの「インダストリー 4.0」、米国の「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」、日本の「インダストリアル・バリューチェーン・イニシアチブ」など、高度なデジタル技術を活用することにより自国の製造業の競争力を高めようとする動きが世界的に活発化している。センサー、人工知能、ロボット、VR（仮想現実）などの新技術を活用し、可視化・シミュレーション・リアルタイムな情報共有を実現し、バリューチェーンの自動化や改良を行うことで、生産性を劇的に向上させるとともに新しいビジネスモデルを生み出すことが狙いである。

この動きの中心的な役割を担うのが IoT である。工作機械や建設機械に各種センサーを取り付け、それらがインターネット接続されることにより、工場・建設現場の状況・状態がリアルタイムに可視化できる。そして、センサーから得られる膨大なデータを分析し、製造工程の問題

点や改善点を明らかにするだけでなく、機械の故障や異常を感知して自動的に修理するなどのことも可能にする。もちろん IoT の対象となるモノは工場にある機械だけではない。製造される製品そのものや運送トラック、配送センタのロボット、販売店の POS システムなど、バリューチェーンに関わるすべてのものがインターネット接続され、それらは自律的に最適化されるようになるだろう。さらに、人間も接続される対象となる。たとえば、作業員の安全管理や生産性向上を目的に、ウェアラブルデバイスやセンサー機器の付属した衣服を身に着けることにより、作業員の振る舞いや状態を自動で取得・解析する取り組みも始まっている。

3Dプリンタに代表されるデジタルファブリケーション技術も順調に進化している。3Dプリンタは急速に低価格化されると同時に、プラスチックや樹脂性のものでなく、金属やガラス、食べ物に至

るまで様々な素材のものが出力できるようになってきている。生きた細胞を出力できる「3D バイオプリンタ」の開発も進められており、臓器をも生成することが模索されている。いまだ 3D プリンタは試作品やフィギュア模型などの用途が主流であるが、これらの進化は個別の要望に対応したものを欲しい場所で即座に提供可能にするだけでなく、これまで製造できなかったものを作ることも可能にするかもしれない。

IoT の発展はモノからサービスへのシフトを加速する。それは、製品（モノ）それ自身の性能だけでは競争力や差別化要素になりえず、そのモノを取り巻くすべての顧客接点を高度化しなければ、高い顧客満足を得られない時代の到来を意味している。ではそのような顧客接点の高度化はどのように実現できるのだろうか。それは、「観察から洞察を得て、仮説を作り、プロトタイプを作って、それを検証し、

試行錯誤を繰り返して改善を重ねながら、製品と顧客の新しい関係をデザインすることにより可能となる。そのために「デザイン思考」という手法・考え方が大きく注目を浴びている。2012 年以降、IT 企業を中心としてデザイン思考に強いデザインファームの買収が続いているが、これはデザイン思考が製品やサービスの設計において大きな差別化要素として捉えられていることを示していると言えるだろう。このことはソフトウェア開発においても同様である。単なる業務機能を提供

するソフトウェアではなく、価値あるユーザー体験を提供するソフトウェアを開発する手法が求められる。これに対して、アジャイル開発、DevOps、リーンスタートアップ、自動化による超高速開発等、高速なプロトタイピングとユーザー評価を繰り返しながら開発する価値積み上げ型の開発手法が広く普及してきた。

第 4 次産業革命はどのような形で実現されるだろうか。それは単にデジタル技術の活用することによる製造活動の生産

性向上にとどまることはないだろう。では、個別のニーズに合わせて製品を最適な量を生産し最適なタイミングで市場に出すことのできる製造のマスカスタマイゼーションの実現だろうか。それも魅力的な変化であるが、それだけでは「革命」とまでは言えない。それは、デジタル技術によりあらゆるモノがサービス化され、それらが提供する洗練されたユーザー体験が競争力となる世界ではないだろうか。まさに、製造業のデジタルトランスフォーメーションである。



CASE STUDY

技術トレンドに関連した NTTグループ取り組み事例

超臨場インタラクション

スマートグラスでワークスタイルを変革する遠隔作業支援システム

ITシステムの保守運用など、人間による実施および確認が求められる業務では、作業者と確認者が複数名で現場へ出向く必要があるため、作業コストの削減が難しい。また、有識者不足により作業結果確認の品質にばらつきが生じると共に、一部の有識者に負担が集中しがちな状況も見られる。こうした課題を解決すべく、NTTデータではスマートグラスを用いた遠隔作業支援システムを開発した。作業者はスマートグラスを着用し、作業指示書やマニュアル等、作業に必要な情報を表示できる。さらに、画像や映像・音声を遠隔地にいる確認者とリアルタイムに共有し、作業で生じた不明点の迅速な解決を可能とした。共有された映像に対してコメントや目印(マーカー)を付与し、的確な作業指示を行う機能もある。このシステムを使うことで、作業者と確認者は遠く離れながらもまるで同じ現場にいるかのように業務を実施できる。



プレジジョンライフサイエンス

集中治療室向け医療データ分析で患者の症状推移を予測

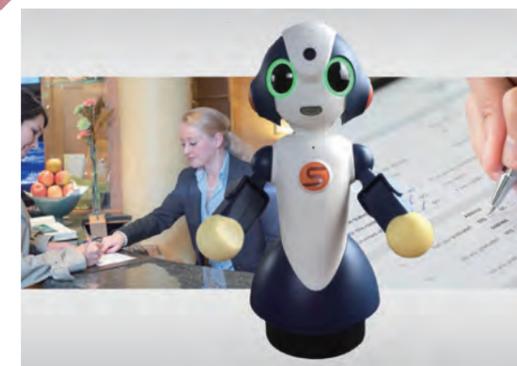
ICU(集中治療室)における医療行為は、生命を脅かす重度の病気や外傷の患者を対象としているため、高度な医療機器を用いて、常時患者の容態をモニタリングしながら行われる。これら機器から得られる各種データは膨大であり、医師や看護師が全てを把握し、データを解釈するのに多くの時間を要するケースがあった。NTTデータとスペインの子会社である everisグループでは、ICUで用いられている各種医療機器から得られる情報を一つのプラットフォームに集約し、ビッグデータ分析を行うソリューションを開発し、医師らの協力のもと、実際の医療現場における実証実験を開始した。このソリューションを通じてICUをスマート化することで、患者の状態を示すデータを医師に対して一元的に提示でき、意思決定の効率化や精度改善が期待できる。また、患者の症状推移予測情報に基づく注意喚起や未然対処も可能となるだろう。



人工頭脳との共生

ロボットやセンサーとクラウドを連携させた新しいサービスを展開

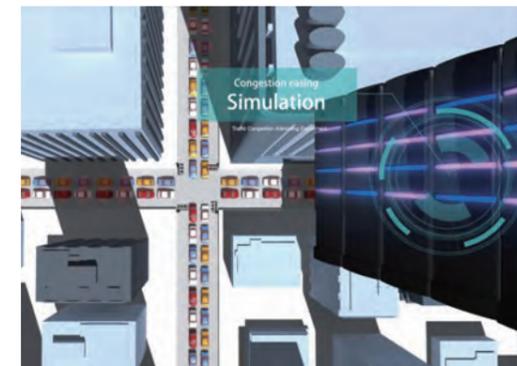
少子高齢化で深刻化する労働力不足や地方過疎化などの社会課題の解決に向け、ロボット活用へ期待が高まる中、NTTデータでは、ロボットやセンサーとクラウドを連携させた「クラウドロボティクス基盤」を用いた新しいサービスの開発を進めている。まずセンサー情報を基に高度な知的処理を行い、利用者や環境の状態を正しく認識する。その状況に合わせてロボットによる対話などの働きかけや、家電などの制御を行うことで、新たな気づきを与え行動を促す。実用化に向け、既に様々なフィールドで実証実験を始めている。特別養護老人ホームでは、高齢者の状況把握と声掛けを通じて、安否確認や服薬管理などの見守りを実施。博物館等の公共施設では、来場者との対話を通じた効率的なアンケート収集を実施。金融機関店舗では、来店者の検知と語りかけによる顧客誘導や商品紹介を実施。こうした実証実験を通じて、順次活用の幅を広げている。



オートノマスモビリティ

渋滞予測・信号制御シミュレーション技術による渋滞緩和

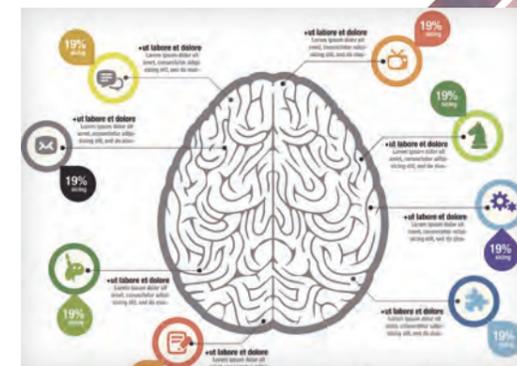
世界各国でスマートシティの取り組みが進められている。NTTデータでは、交通ビッグデータを用いた渋滞予測・信号制御シミュレーション技術の開発に取り組んでおり、実際に中国・吉林市においてバスのGPSデータを用いた渋滞予測シミュレーションを行い、信号制御による渋滞緩和の効果を実証した。このノウハウを活用し、中国・貴陽市において中国科学院ソフトウェア研究所と共に、交通管理用カメラのデータを用いた同様のシミュレーションを実施している。さらに、英国・エクセター市において、Imtech Traffic & Infra UK Ltd(以下Imtech)と共に、新たな渋滞緩和に関する共同研究を開始した。英国内の交通管理で既に運用されているImtechの動的信号制御システムとNTTデータのシミュレーション技術を統合し、道路に設置したセンサーと車両のGPSデータの双方を活用することで、より広範囲かつリアルタイムに信号設定を最適化し、渋滞緩和効果の向上を図る。



アンビエントコマース

言葉にできない広告コンテンツへの反応を脳活動データから解読し評価

従来、広告の質的評価はアンケートなど回答者の主観や意識に依存し、客観化することが難しかった。広告視聴時の表情の変化を捉えるなど、定量化を意識した技術も登場しているが、「注意」「感情」など抽象的な情報にとどまっている。そこでNTTデータでは、「脳」活動データから消費者の無意識に潜む情報を可視化する「脳情報解読技術」を、広告の客観的な評価に活用した。具体的には、TVCM視聴時の脳活動パターンを計測し、シーン毎に認知している対象(女性、動物など)、認知している動き(食べる、走るなど)、感じている印象(怖い、可愛いなど)を数万パターンで解読するソリューションを開発した※。これまで定量化困難だった情報を多角的に解析し、クリエイティブの改善や広告主の意図伝達評価に活かせることで、消費者と企業のコミュニケーションはより自然でストレスの無い物に変わっていくだろう。



※ NICT 脳情報通信融合研究センターならびに NTTデータ経営研究所と共同開発。特許出願中。

分散メッシュコンピューティング

ブロックチェーンを活用した新しいコンテンツ管理技術

NTTは、中央集権的な管理者を置かなくとも信頼性を十分に担保可能な全く新しいコンテンツ管理技術を、室蘭工業大学と共同で研究開発している。コンテンツの許諾情報に関する全履歴を記録した公開の台帳（ブロックチェーン）をネットワーク参加者全体に共有し、公開鍵暗号方式による電子署名などを組み合わせることで、信頼性の高いコンテンツ管理を実現する。この技術は、同じくNTTで研究開発しているイマーシブテレプレゼンス技術「Kirari!」を構成する要素技術と位置付けられる。「Kirari!」を活用した超臨場感サービスでは、「競技空間をまるごとリアルタイムに日本国内はもとより世界へ配信する」コンセプトを具現化し、競技の体験や感動を遠隔で再現・共有することを目指す。将来的には多くの人が撮影した多様な映像を利用する想定であり、安心して利用するには、手軽で柔軟に映像の利用許諾を管理できる仕組みが重要となる。



サイバーフィジカルセキュリティ

標的型攻撃の被害を最小限に抑制する即時ネットワーク隔離技術

近年、特定の企業や組織にターゲットを絞った「標的型攻撃」と呼ばれるサイバー攻撃が増加している。標的型攻撃のマルウェアは既存のシグニチャ型の製品では検知できないため、侵入されることを前提としたログや通信の監視が必要であり、検知時には感染端末がすでに不正活動を開始しているケースも多い。また、感染時に端末からネットワークケーブルを抜くといった初動対応に人間の判断が入るため、その間に被害が拡大してしまう問題があった。この問題に対し、NTTデータでは、ネットワークをソフトウェアで制御することで、初動対応を数秒～数十秒で自動的に実施し、感染端末を企業ネットワークから即座に隔離する技術を開発している。また、不審な端末に狙いを定めた通信監視により、より精度の高い攻撃の検知や被害発生時の漏えい情報の特定など、標的型攻撃に関わる検知・初動対応・復旧を全面的に支援していく。



デザインイノベーション

AW3D® 全世界デジタル3D地図提供サービス

NTTデータと一般財団法人リモート・センシング技術センターは、衛星画像を活用した世界最高精度（5m解像度）の「AW3D® 全世界デジタル 3D 地図」を提供しており、2016年3月に全世界の陸地の3D地図整備を完了した。これまで3D地図提供サービスは、新興国におけるインフラ整備や防災対策、鉱区探査、衛生分野における疫病の感染拡大対策など、50ヶ国以上の幅広い分野で利用されてきた。今回、3D地図提供の範囲が全世界の陸地に広がったことで、資源・環境・防災・交通分野における世界規模での調査、シミュレーションなど、新たな需要にも対応が可能となった。2015年5月には建築物レベルの細かな起伏まで表現可能な2m解像度の高精細なデータと、3Dプリンタで出力が可能なデータ形式を追加し、世界規模の地理空間情報の利用拡大、市場創出ならびに関連産業の振興に取り組んでいる。



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
Technology and Innovation General Headquarters
System Engineering Headquarters