

NTT DATA Technology Foresight

2014

The logo for 'NTT DATA Technology Foresight' is centered within the zero of the year '2014'. It features a stylized blue and white globe icon on the left, followed by the text 'NTT DATA' in blue, 'Technology' in black, and 'Foresight' in black, all stacked vertically.



NTT DATA Technology Foresight は、

NTT データが年に一度導き出す

「情報社会トレンド」と「技術トレンド」。

テクノロジーが社会やビジネスに与える影響を予見し、

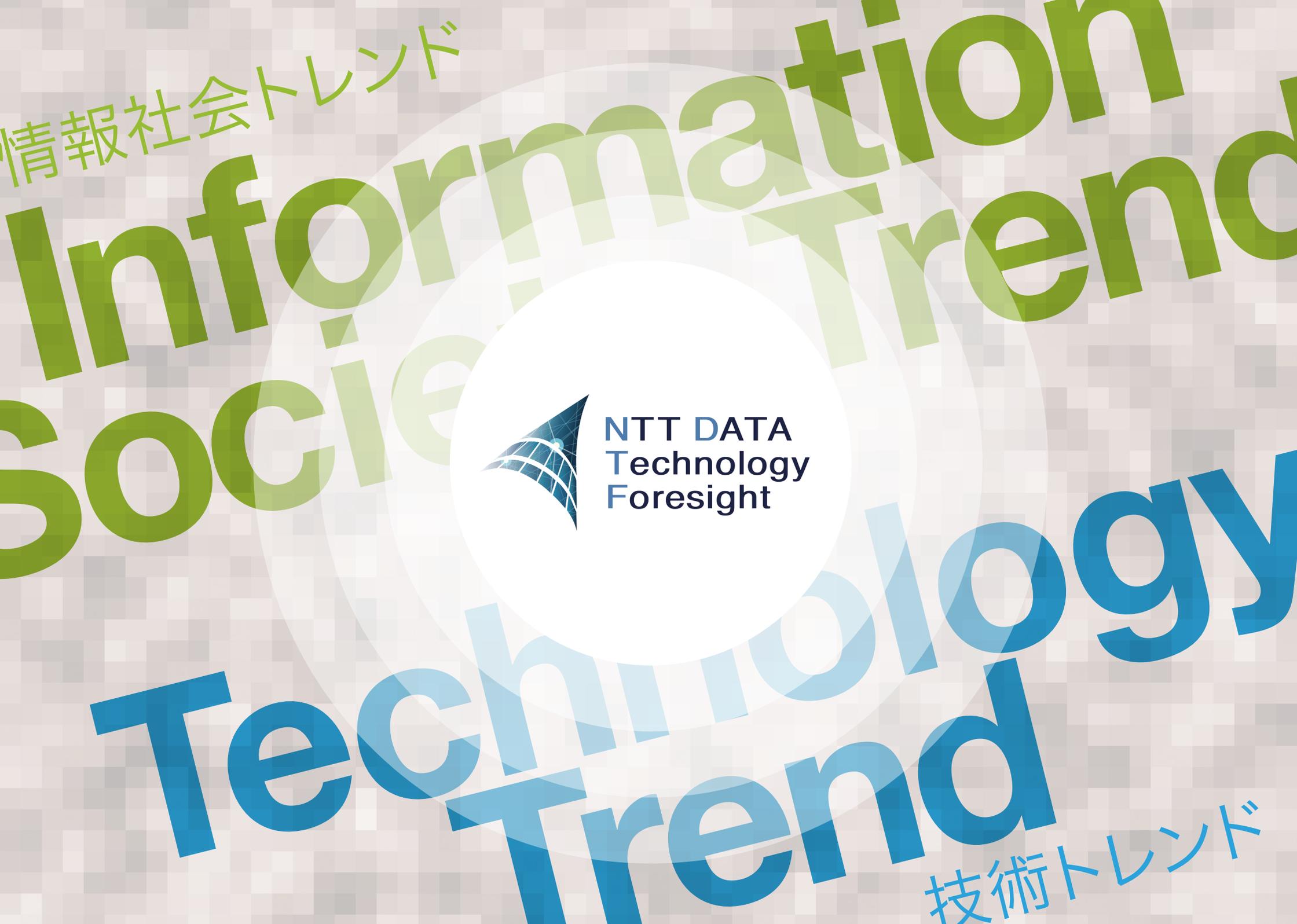
テクノロジーが社会やビジネスに与える影響を予見し、

さまざまなお客様と共に将来ビジョンを描き

ビジネス革新を生み出していくことで、より良い社会を目指します。

NTT データは、NTT DATA Technology Foresight を経営戦略に組み込み、

ビジネス環境の変化を先取りした技術開発やサービス創出に取り組んでいます。



情報社会トレンド

Information
Society Trends



NTT DATA
Technology
Foresight

Technology
Trends

技術トレンド

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」



NTT DATA
Technology
Foresight

情報 社会 トレンド

IST01 個の影響力拡大が社会の変革を促す

IST02 オープンな共創や連携が加速する

**Information
Society
Trend**

IST03 価値の源泉は無形資産の活用へとシフトする

IST04 持続性の確保と変化への迅速な対応が求められる

個の影響力拡大が 社会の变革を促す

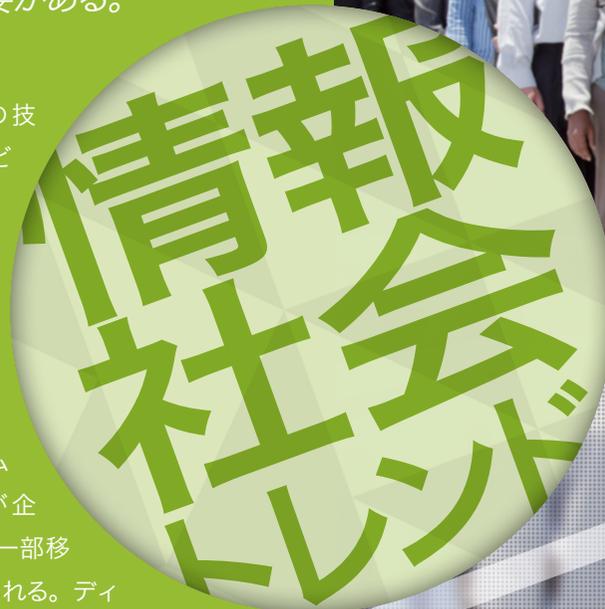
個人の影響力拡大が既存の社会や業界に变革を起こす。事業者や公的機関などの提供者は、「個」を意識すると同時に業界の常識や慣行を見直し、既存業務を顧客中心に再構築する必要がある。

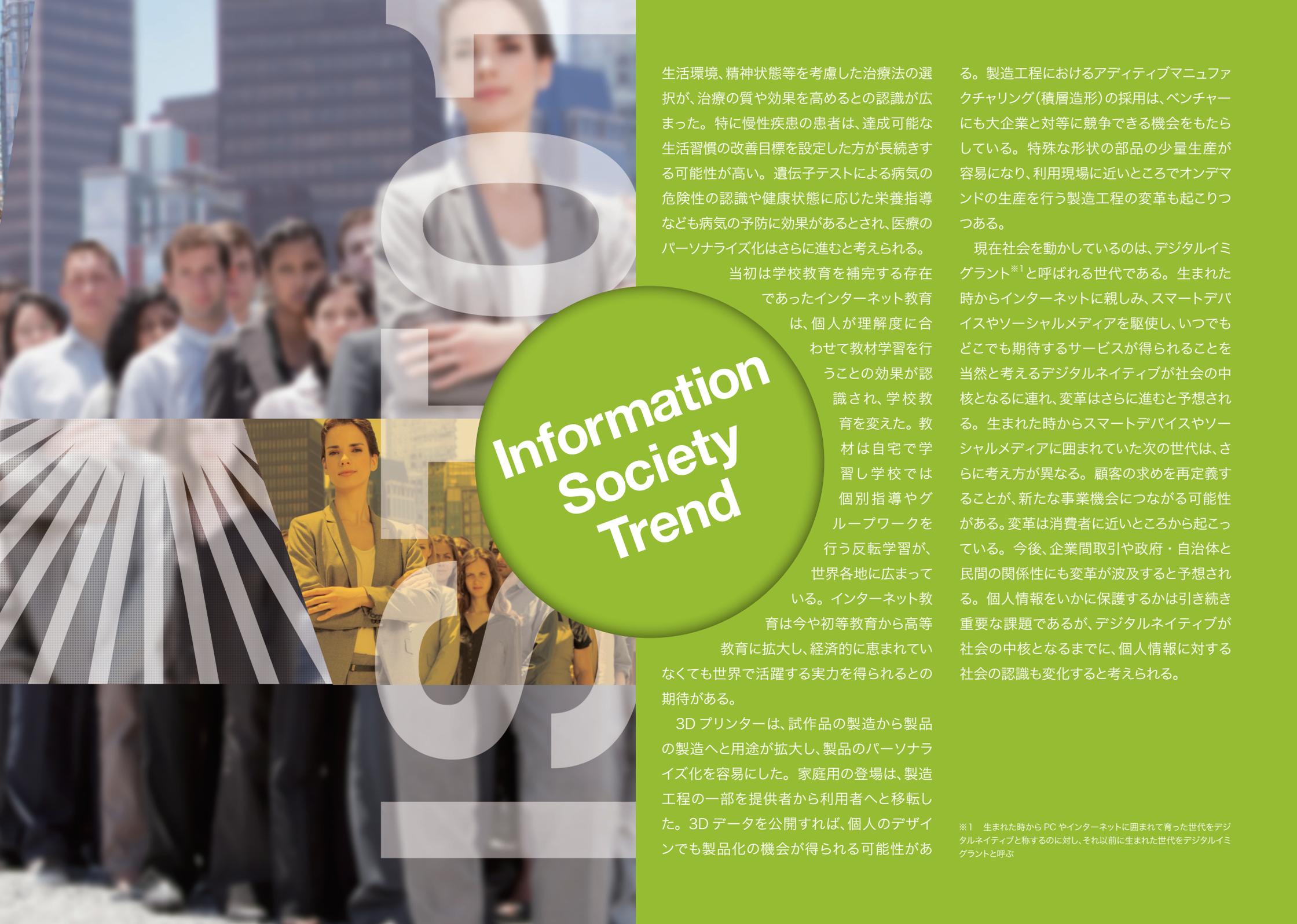
ソーシャルメディアの普及により個人は発信力を得た。常に誰かとネットワークでつながり、政治体制の变革も促すなど、社会における個人の影響力はもはや無視できない存在である。オンラインショッピングの普及による購買行動の変化は、実店舗のショールーム化や物流のしくみの变革を招いた。顧客側で進むオンとオフの自然な融合は、提供者に、顧客への提供価値や各チャネルの役割等を再定義した上で、効率を多少犠牲にしても顧客価値を追求する顧客中心主義への転換を促している。顧客へのレコメンデーションは、購買履歴の似た他の購買者の実績を薦める代わりに、個人の好みやその時の状況と購入実績から薦める方式への進化を見せ、航空事業者とホテル事業者のように、関連する提供者が顧客理解のために連携する例もある。

イノベーションは、かつてはリソース集約的で要件が高度なビジネス現場から起こったが、最近では消費者市場へと拡大している。スマートデバイスやソーシャルメディアなど、

消費者市場発の技術やサービスがビジネス現場へもたらされる消費者化(コンシューマライゼーション)も見られる。消費者化は、業務のプラットフォーム決定の主導権が企業から従業員へ一部移行したとも捉えられる。ディスプレイ、リモコン、鍵、決済手段などスマートデバイスの用途拡大に伴い、個人の影響力の及ぶ範囲も拡大している。スマートデバイスを使用した決済の導入や、ソーシャルメディアと連動したバーチャル試着室などは、店舗デザインの見直しにつながる可能性がある。

医療・健康分野では、平均的な患者像ではなく、個々の患者の病状、持病、遺伝子情報、





Information Society Trend

生活環境、精神状態等を考慮した治療法の選択が、治療の質や効果を高めるとの認識が広まった。特に慢性疾患の患者は、達成可能な生活習慣の改善目標を設定した方が長続きする可能性が高い。遺伝子テストによる病気の危険性の認識や健康状態に応じた栄養指導なども病気の予防に効果があるとされ、医療のパーソナライズ化はさらに進むと考えられる。

当初は学校教育を補完する存在であったインターネット教育は、個人が理解度に合わせて教材学習を行うことの効果が認識され、学校教育を変えた。教材は自宅で学習し学校では個別指導やグループワークを行う反転学習が、世界各地に広まっている。インターネット教育は今や初等教育から高等教育に拡大し、経済的に恵まれていなくても世界で活躍する実力を得られるとの期待がある。

3Dプリンターは、試作品の製造から製品の製造へと用途が拡大し、製品のパーソナライズ化を容易にした。家庭用の登場は、製造工程の一部を提供者から利用者へと移転した。3Dデータを公開すれば、個人のデザインでも製品化の機会が得られる可能性があ

る。製造工程におけるアディティブマニュファクチャリング(積層造形)の採用は、ベンチャーにも大企業と対等に競争できる機会をもたらしている。特殊な形状の部品の少量生産が容易になり、利用現場に近いところでオンデマンドの生産を行う製造工程の変革も起こりつつある。

現在社会を動かしているのは、デジタルイミグラント^{※1}と呼ばれる世代である。生まれた時からインターネットに親しみ、スマートデバイスやソーシャルメディアを駆使し、いつでもどこでも期待するサービスが得られることを当然と考えるデジタルネイティブが社会の中核となるに連れ、変革はさらに進むと予想される。生まれた時からスマートデバイスやソーシャルメディアに囲まれていた次の世代は、さらに考え方が異なる。顧客の求めを再定義することが、新たな事業機会につながる可能性がある。変革は消費者に近いところから起きている。今後、企業間取引や政府・自治体と民間の関係性にも変革が波及すると予想される。個人情報をいかに保護するかは引き続き重要な課題であるが、デジタルネイティブが社会の中核となるまでに、個人情報に対する社会の認識も変化すると考えられる。

※1 生まれた時からPCやインターネットに囲まれて育った世代をデジタルネイティブと称するのに対し、それ以前に生まれた世代をデジタルイミグラントと呼ぶ

02 オープンな共創や 連携が加速する

高度な情報化により多数の意見集約や専門人材の確保が容易になり、イノベーションが起きる。企業と利用者の連携が進み、利用者が製品開発やサービス提供の一部を担う参加型モデルが拡大する。

インターネット上には、ソーシャルメディアをはじめ利用者が投稿したコンテンツが多く存在する。インターネット上で最もよく利用される百科事典も執筆者は一般の利用者である。専門家の編集した百科事典と比較した場合、正確性に遜色はなく、むしろ一般の百科事典にはない情報が得られるとの評価もある。インターネットは集合知の形成に大きく貢献し、提供者と利用者の境界をあいまいにした。集合知を活用した新たな事業機会も誕生している。

利用者情報の活用は、医療のように専門性の高い分野にも広がっている。患者同士の体験や心情の共有が生活の質向上につながるとされ、全世界で20万人以上の難病患者が参加するコミュニティも存在する。患者から得られる生の情報は、医師、研究者、製薬会社、規制当局等に提供され、治療法開発や方針決定等の参考にされている。医師や研究者向けに個人が匿名で遺伝子データを公開し、遺伝子治療の研究促進に役立つプロジェクトも

誕生した。

スマートデバイスの普及は、カメラやセンサーなどを街中へ設置した場合に近い効果が期待できる。市民のスマートデバイスからは、交通渋滞、道路の陥没、大気汚染、地震など種々の情報が自動的にかつリアルタイムでもたらされる。市民や企業が異常の監視・検出に協力する参加型センシングは、個々の精度の低さを多くの観測データで補えることから、専用のセンサーを設置するよりも安価に必要なレベルの効果をえられる手段として拡大しつつある。犯罪の抑止や検挙に家庭や企業の監視カメラを活用する例も見られる。

企業や公共機関では、外部から広くアイデ





Information Society Trend

アや英知、技術、資産などを集めるクラウドソーシングが普及し始めている。製品・商品開発への採用は、研究開発期間短縮とコスト削減に効果があり、ベンチャーの新技术発掘などにもつながっている。通常では難しい大企業とベンチャーの取引が実現する可能性があり、イノベーションの進展と業界活性化が期待される。顧客参加型による製品・商品開発や販売促進は、提供者と顧客の関係を一方向から双方向に変化させつつある。資金調達のしくみにクラウドソーシングを活用したクラウドファンディングや資金の貸し手と借り手を結びつけるP2P(個人間)レンディングは、ベンチャー企業の資金集めを容易化すると同時に、一般個人によるベンチャー企業支援の壁を低めた。

コンテストなどによるアイデアの公募に加え、ソーシャルメディア上の反応や、スマートデバイスや自動販売機のセンサーの情報など、顧客が意識しないところで提供者に協力している例もある。顧客の物理的な移動、店舗やネット上での行動、広告の効果などは、提供者にとっては既存事業の見直しや新たなサービスの検討などに有益な情報である。イ

ンターネット上に存在する無料サービスには、利用者が情報提供者として資金提供者に協力するマルチサイドビジネスモデルも多い。

国家などによる価値の保証をもたないデジタル通貨や仮想通貨の流通性が増している。個人間の送金に加え、実店舗での決済、現金との交換、給与の支払い、納税などにまで利用されるデジタル通貨もある。価値を支えるのは利用者である。利用範囲の拡大に伴い利用人口も増大し、新たな利用方法が生まれていく。価値の裏付けがないため相場が不安定ではあるが、補助的な決済手段から脱し、貨幣制度や銀行の役割の見直しにつながる可能性も秘めている。

インターネットにより整備された情報流通基盤は、既存組織の枠組みを超えた共創を容易にした。組織の境界や関係者の位置づけが柔軟化、流動化し、リソースの最適調達、有効活用が可能になったことから、イノベーションが生まれやすい環境変化が起こりつつある。規制や社会のしくみ等も、イノベーションを阻害しないよう見直していく必要がある。

価値の源泉は無形資産の活用へとシフトする

蓄積される情報の種類、量が急速に拡大し、情報の分析と活用が高度化する。価値の源泉は有形のモノや資産から知識、デザイン、機能等の活用へと移行する。

現在は知識社会への移行期にある。スマートデバイスやソーシャルメディアの普及は、顧客行動や考え方のデジタル化、蓄積を大きく進めた。1日に生成されるデータ量は2012年時点で約2.5エクサバイト（エクサは10の18乗）^{*1}と言われる。生産設備の最適運用、潜在顧客発掘、新製品開発など経営の意思決定に活用されるデータはまだ0.5%程度とされる^{*2}が、販売情報とソーシャルメディアやGPS等の情報を組み合わせ、提供者が想定していなかった消費実態が把握できた例や、市民の行動パターンを都市計画に活用する例などが見られる。価値の決め手は解析アルゴリズムの成否である。データドリブン経営の採用企業は生産性が5~6%高いという調査結果もある^{*3}。

グローバル化の進展やデジタル化の拡大等は、製品のコモディティ化を速めている。価格競争や機能の高度化では新規需要の十分な発掘が困難になったことなどから、戦略の転換を図る企業も出始めた。健康増進、環

境負荷低減、途上国支援等の新たな価値の訴求は、共通価値^{*4}の概念に通じる。低価格競争から価格維持への戦略転換は、価格の根拠の費用から価値への転換である。同じモノやサービスでも顧客や状況等により得られる価値は異なるため、一物一価から一物多価への変革が起こっている。航空運賃や宿泊料金は季節や需要により大きく変動するが、購買履歴や個人のプロフィールに基づき日用品などの価格を変動させる試みが、既に実店舗でも行われている。混雑状況による通行料や駐車料金のリアルタイムプライシング、順位や出場見込み選手等に応じたスポーツ観戦のダイナミックプライシング、オー





Information Society Trend

クションや逆オークションなど、顧客にとっての価値を適正に反映した価格設定の対象やモデルが拡大しつつある。

製造業では、製品をモノではなくソリューションの手段として提供する動きが拡大してきた。サービス化は、顧客と提供者の関係の継続化・長期化、目的観の共有につながる。価値は使用・消費するモノではなく実現する

便益に依存し、顧客と提供者が共同

で創出する。顧客にとって

は市場環境の変化への

対応が容易になると

同時に、固定費を

変動費化できる

メリットもある。

所有から利用への

転換は、物質

偏重主義への批判、

環境志向経営等にも通じる。

自家用車は平均

すると1日に1時間程

度しか使用されないとも

言われるが、自動車、部屋、車庫、諸道具、

ペットなどで、欧米を中心に個人間(P2P)

のシェアリングが拡大している。ソーシャル

なプラットフォームの実現やスマートデバイ

スの普及等からトランザクションコストが大幅

に低下し、ビジネスとして成立するようになった。

規制や保険、課税などの議論はあるが、

P2Pシェアリングに転用が容易な自動車など

も製造されている。既存事業者と比べると

規模はまだ小さいが、無視できない存在にまで成長し、新たな規制の対象にもなってきた。所有や消費に対する社会の認識の変化につながる可能性もある。

柔軟なサービスデザインは、従来型のビジネスモデルでは実現が困難なサービスを可能にした。貧困層などへ金融サービスを提供するマイクロファイナンスでは、無担保にも関わらず高い返済率を維持している融資がある。融資を求める顧客意識の理解が、援助に抛らない自立支援と貧困削減に一定の効果をもたらした。公営の通信会社では採算に乗らない地域を、NPOの無線ネットワークがカバーしている国もある。

工業社会から知識社会への移行は、生産、消費、労働、価値など社会生活の根本的な考え方の転換を伴う。知識社会においても工業社会の価値は否定されないが、異なる方向性を示す。移行期においては二つの価値観が対立する可能性もあるが、企業の戦略もモノや資産に価値を依存するケースと、知識、デザイン、機能などに価値を依存するケースに整理されていくと予想される。情報の分析や活動の高度化が、新たな価値、競争、市場の創出につながる事が期待される。

※1 Andrew McAfee and Erik Brynjolfsson, "Big Data : The Management Revolution," Harvard Business Review, October 2012.

※2 IDC Digital Universe Study, sponsored by EMC, December 2012.

※3 Erik Brynjolfsson, Lorin M. Hitt, and Heekyung Hellen Kim, "Strength in Numbers : How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance?" April 22, 2011.

※4 Shared Value. 企業活動を、経済的価値と社会的価値の両方の実現から評価する考え方。ハーバード大学のマイケル・ポーター教授などが提唱し、既に取り組んでいる企業もある。

04 持続性の確保と変化への迅速な対応が求められる

変化への柔軟な対応が社会課題の軽減、着実な解決を可能とする。予知・予測による事故や病気等の発生の未然防止や被害軽減が、持続的な社会の実現につながる。

世界人口は発展途上地域を中心に増加を続け、2050年の推計は95億人を超える^{*1}。都市化と高齢化が進み、人口の偏る地域では水、食糧、電気、ガス、教育、医療など基本的サービスの充実が急務であるのに対し、先進国では人口の停滞、経済の成熟化などから成長を前提とした都市計画の見直しが必要となる。資源や医師等の確保、発電所、学校等の建設、道路の増設や拡幅、交通機関の増発や高速化などの物理的、技術的対策は、初期投資が大きく時間も費用もかかる。アイデアや運用などの組み合わせによる、弾力性が高く柔軟で迅速な対応が求められる。

スマートシティ等で、需要と供給の両方の制御による全体最適が図られている。電力や交通などの供給不足には、強制的な利用停止、リアルタイムプライシングなどによる自主的な需要抑制等が行われている。テレワークは交通から通信への需要の移転であり、駅の構内の店舗やWi-Fiスポット等は待ち時間を長いと思わせない工夫でもある。自動走行車

は、走行の安全性向上に加え、道路の走行密度を高め供給能力を拡大する。交通渋滞はGDPの2~5%程度の経済損失に相当するとの試算^{*2}もあり、渋滞解消の効果は大きい。前方で事故が発生すると、過去のデータから処理時間や他の自動車の動きなどを予測し、現場までの所要時間を加味して迂回の可否をリアルタイムに判断するナビゲーションもある。

先進国では、老朽化した道路、橋、港湾施設などが更新期を迎えているが、財政危機の影響で更新投資は抑制傾向にある。事故に至らなくても、重量制限などの規制による物流や交通への悪影響が懸念される。インフラク





Information Society Trend

ライシスの対処には、利用や劣化などの状況を常時監視し、早期に改修等を行う予防保全が有効である。自然災害の被害軽減、被害状況の早期把握・早期復旧等にも効果がある。生産現場では、設備や施設等の遠隔監視や在庫の最適化などが取り組まれているが、監視対象は環境や人体などへの影響や、資源保護、廃棄物処理などに拡大されつつある。サ

プライチェーンやコミュニティ全体の最適化が、持続可能でレジリエントな社会に導く。

病気についても治療から予防への転換が唱えられている。ウェアラブル機器やスマートデバイスなどで、日々の健康状態、行動、食事、睡眠、精神状態等を数値化、記録する人が増えている。

兆候を捉えて迅速に対処できるため、特に慢性疾患患者の健康管理に有効である。行動パターンや環境条件等の分析は、症状悪化の回避につながる。健康な人にとっては、自身の健康状態に関心を抱かせ、パフォーマンス向上や生活習慣改善に導く効果がある。乳幼児や高齢者の見守り、トレーニング効果の向上、運動中の事故予防などにも利用が拡大し、医療や健康に対する考え方の変化と医療費抑制につながる期

待がある。

金融関連では、リスクに応じて金利や保険料が変動する商品が登場した。資産、収入、年齢などに加え、ソーシャルメディアでの言動やオンラインショッピングの購買・支払履歴なども査定の対象とされる。運動習慣や運転方法などモニタリング結果の保険料への反映は、行動変容を促す。

継続的モニタリングは、環境問題、食品の安全性確保などにも活用されている。人の移動情報が、伝染病の感染ルート解明に役立つ例もある。現在インターネットに接続しているモノは1%に満たないが、外部から通信機能を補う装置が開発され、モノのインターネット接続が急速に拡大すると予想される。人やモノのインターネット接続により、予知・予測の精度向上、状況把握の迅速化などが進み、早期対応が被害や悪影響を抑制する可能性がある。一方で、インターネットに過度に依存した社会はサイバー犯罪により機能不全に陥る可能性があり、継続的モニタリングの拡大は常時監視社会につながる危険性を伴う。効果とリスクのバランスに関する社会的コンセンサスを探り、実現していくことが必要である。

※1 国際連合, "World Population Prospects : The 2012 Revision"

※2 OECD, "Managing Urban Traffic Congestion," May 2007.

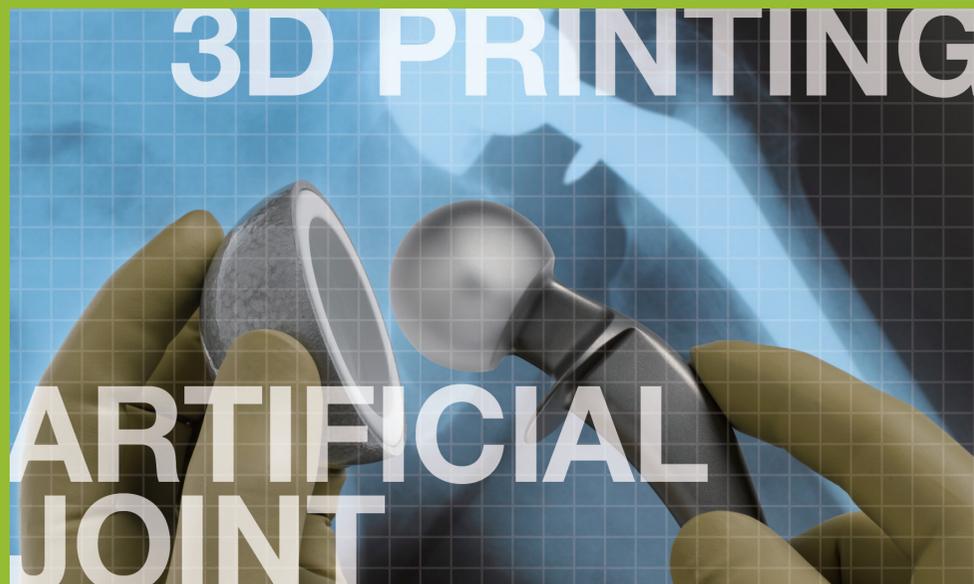
※3 アジア開発銀行, "Managing Asian Cities," June 2008.

情報社会トレンドに関連したNTTデータ取り組み事例

個の影響力拡大が社会の変革を促進する

3Dプリンターによる個人にフィットした人工関節や手術器械の製造

(株)NTTデータエンジニアリングシステムズは、お客様事例として人工関節と人工関節を正確に接合するために重要な骨を切る手術器械を3Dプリンターで製造している。従来の手術では、個人ごとに異なる骨を正確に切るため250種類・形状ものバリエーションの手術器械を用意しておき、医師や看護師は、その中からの確かな手術器械を選択し骨を切る技量が求められていた。3Dプリンターを活用することで、患者に合わせて理想的な形状に骨を切断するオンリーワンの手術器械を製造できるようになり、技量によらない手術の可能性を提示した。高齢化社会に伴い人工関節の手術が今後増加するとみられている中で、迅速かつ低価格でパーソナライズできる製造技術は、個別化医療サービスを実現するための社会インフラとなっていくだろう。

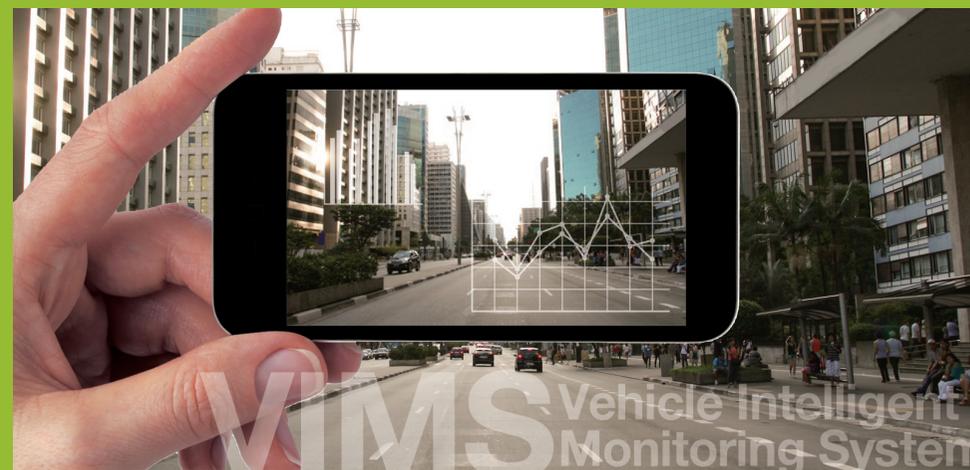


オープンな共創や連携が加速する

iPhoneを用いて道路の路面状態を計測するインフラ管理システム

道路舗装の維持管理には膨大な費用が掛かり、近年顕在化してきたインフラクライシスへの対応のため、効率的かつ低コストな路面診断技術が求められている。これに対してJIPテクノサイエンス株式会社では、iPhoneを用いた簡易な方法で道路の舗装路面性状を評価できるシステムを東京大学と共同で開発した。iPhoneの角速度センサー、加速度センサー、画像、音声を用いることで、従来の専門機材を用いた調査方法に比べ実施費用を大幅に削減している。計測用のアプリをインストールしたiPhoneを車のダッシュボード上などに置き運転すると、測定結果をGoogleEarth等のマップに投影し、路面状態を視覚的に確認することができる。将来こうしたソフトが広く普及すれば、一般自動車を運転している人が持つiPhoneを経由して多くのデータが集まることで、オープンな共創としての路面モニタリングが可能となるだろう。

※ 当システムは、東京大学、京都大学、長崎大学、長岡技術科学大学等が参画する「VIMS (Vehicle Intelligent Monitoring System) コンソーシアム」で開発が継続され、国内外へ展開されている。



価値の源泉は無形資産の活用へシフトする

ビッグデータをリアルタイム分析する処理基盤「Jubatus(ユバタス)」の活用

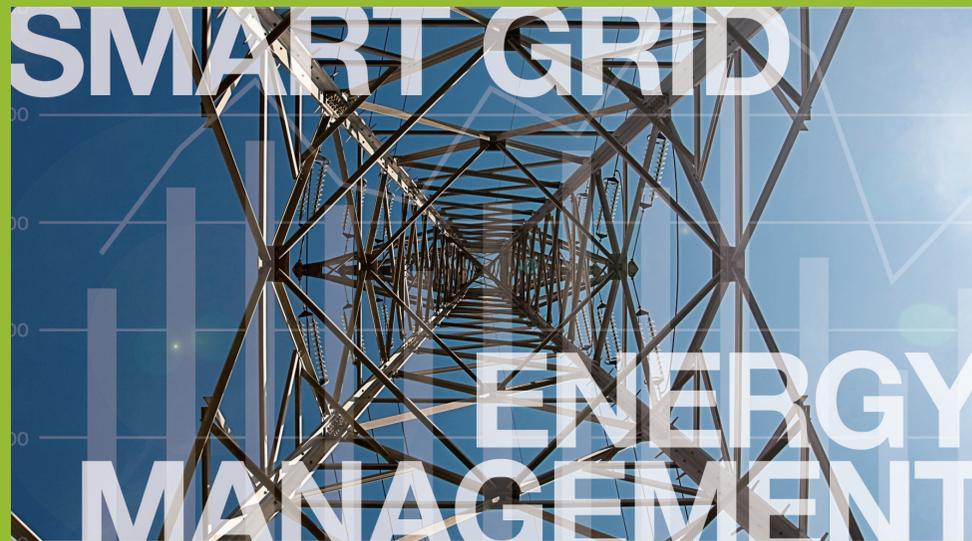
ビッグデータの分析で新たな知見を獲得しビジネスで活用するには、分析の速さだけでなく深さが求められる。Jubatusは、NTTの大規模分散処理に関するノウハウと株式会社Preferred Infrastructureの機械学習技術を組み合わせることで共同で作られた分析処理基盤で、リアルタイム処理による速さと機械学習による深い分析を実現している。例えばTwitterの膨大なツイートデータをストリーム受信しながら、ツイートの内容や表現を基に“性別等のプロフィール”や“特定の企業に関係するか否か”などの条件判定・分類をリアルタイムに実施できる。なお、Jubatusは現在オープンソースとして一般公開されており、クラスタリングや不正検知やソーシャル分析等の様々な機能を誰でも自由に使うことができる。NTTデータではビッグデータ分析サービスへの活用実績がある。知識社会への移行において、情報分析は新たな価値を生み出していくだろう。



持続性の確保と変化への迅速な対応が求められる

電力需給量を予測・制御するエネルギー管理

近年、世界中でスマートグリッドの取り組みが拡大しており、再生可能エネルギー活用の最大化やピーク電力使用量の削減、電力消費平準化など、実証実験が活発に行われている。NTTデータでも、アイルランドの研究機関と共同で電力市場に関わるビッグデータを分析し、エネルギー管理に活用する研究を実施している。当研究では、オフィスや工場などの電力需要をリアルタイムに予測し、電力需給バランスを最適化するためのダイナミックプライシング技術の検討を進めている。例えば、電力需要が高い時間帯に電力価格を高く設定する、あるいは電力需要が低い時間帯に価格を安くするといった制御を行うことで電力消費変動を抑え、電力需給バランスを最適化できる。分析サイクルの早いデータ分析技術を導入し、リアルタイムに電力量データを収集・分析して予測することで、変化への迅速な対応が実現できるだろう。



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



NTT DATA
Technology
Foresight

技術 トレンド

Technology Trend

TT01 人間能力の自然な拡張

TT02 人間のモデル化

TT03 モバイルセントリック

TT04 人工知能による知的処理

TT05 実世界センシングと分析

TT06 スマートインフラストラクチャー

TT07 次世代 Web アーキテクチャー

TT08 環境適応型 IT システム

TT09 多層サイバーディフェンス

TT10 ラピッドデザイン技術

人間能力の自然な拡張

直感的なインターフェースの普及により人間の行動や状況に合わせデジタル機器が自動的に動作する。人は負担無く機器の支援を享受し、人の身体、知識、状況把握等の能力が自然に拡張される。

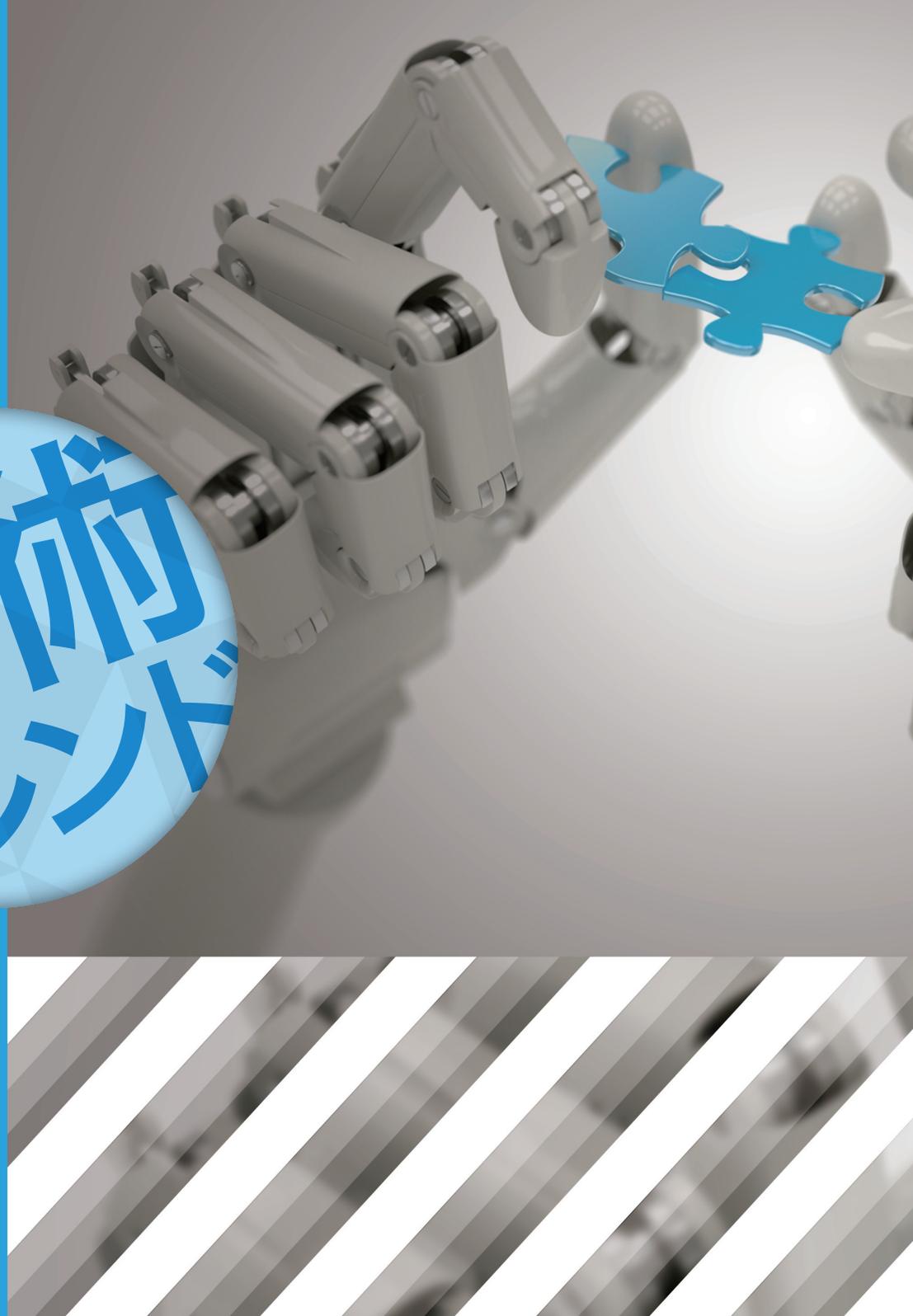
医療や介護の分野でロボットの普及が進んでいる。ダヴィンチサージカルシステム (da Vinci Surgical System。以下、ダヴィンチと表記) と呼ばれる手術支援ロボットは医師の動作に合わせて、ロボットの手術アームが動作する手術支援システムだ。ダヴィンチは世界32カ国で導入され、臨床使用の累計は78万例を超えている。現在アメリカで1500台、欧州で380台が稼働中だ。ロボットを身にまとう形態で利用するロボットスーツも実用化されている。ロボットスーツは装着者の動きに合わせて動作し、装着者の身体機能を増強する。ロボットスーツの一つであるHALはスーツ装着者の皮膚表面に貼り付けられたセンサーで筋肉が動く時に発生する微弱な生体電位信号を読み取り、筋肉の動きに合わせてロボットスーツを動作させる仕組みだ。

遠隔地に自身の存在をリアルに伝達するテレプレゼンス技術も一種の人間能力の拡張と言える。テレプレゼンスとロボットを組み合わせたテレプレゼンスロボットは自走型である場合が多く、遠隔会議、遠隔からの現地視察や危険作業などが可能になる。米国では年

間500万人が集中治療を受けているが、それに対応できる医師は6000人程度しか存在しない。テレプレゼンスロボットを用いれば夜の病院の見回りを地球の裏側の医師に依頼できるため効率的な病院運営が可能になる。

米リサーチ会社であるABI Researchによるとメガネ型デバイスに代表されるウェアラブル端末の出荷数量は2018年に年間4億8500万台に達する見込みだ^{*1}。ウェアラブル製品が多数発売される背景には、モバイル端末の機能拡張限界があると考えられる。ウェアラブル端末の代表格はメガネやヘルメットを身に着けるタイプのHMD(ヘッドマウントディスプレイ)で、使用感はメガネのレンズが透明ディス

技術
トレンド





Technology Trend

プレイとなるイメージである。HMD の用途は多岐にわたる。外国旅行では非母国語の言語が自動で翻訳され、見知らぬ標識の意味が HMD ディスプレイ上に表示される。サバイバルゲームの視野は 360 度に広がり、ランニング時は自己ベストで走る自身の仮想ランナーと競争できる。ビジネスでの利用も検討されている。ビジネスでは人の顔を自動で認識し名前や所属を表示する機能や講演時にセリフが表示される機能が考案されている。

将来的には現場の作業者が装着する HMD ディスプレイに実際の作業に合わせて複雑な作業手順が表示されるようになり、作業者に不明点が生じた場合は遠隔にいる支援者に作業者が見ている視界を転送するシステムが一般化するだろう。ウェアラブル端末は HMD 型の他に、指輪型、腕輪型、時計型、コンタクトレンズ型、洋服型など多岐にわたり、様々な製品が発売されている。

より自然なデバイスの操作方法として BMI (Brain Machine Interface) も注目されている。BMI を用いれば脳波でロボットやコンピュータを操作可能になる。BMI は遠い未来の技術ではなく、既に低価格なものは 80 万

円で販売されている。究極的なウェアラブルとしては人体にデバイスを埋め込む形で人間の機能を回復させるインプラントコンピューティングがある。米国では既に視覚障がい者の人体に人工視覚デバイスを埋め込み、全盲者の視力を 576 の光の点がみえる程度に回復させる製品が販売されている。デバイス機器を身に付けるのではなく、壁や机などに埋め込まれた機器を利用するアンビエントコンピューティングも普及すると考えられる。将来的には会議室の壁やガラス窓がスクリーン化され、ジェスチャーやスマートデバイスで機器の操作を行う時代が到来するだろう。

※1 ABI Research, "Wearable Computing Devices, Like Apple's iWatch, Will Exceed 485 Million Annual Shipments by 2018." 21 Feb 2013.

人間拡張技術は時間、空間、スキルの制約を解消し人間の生活を豊かにするが、テロリズムの高度化などの負の影響をもたらす可能性もある。ウェアラブル技術は利用者に対するリアルタイム情報提供を実現するが、新たに「得られた有用な情報に基づき実際に行動できない」という人間的な課題を発生させるだろう。

人間のモデル化

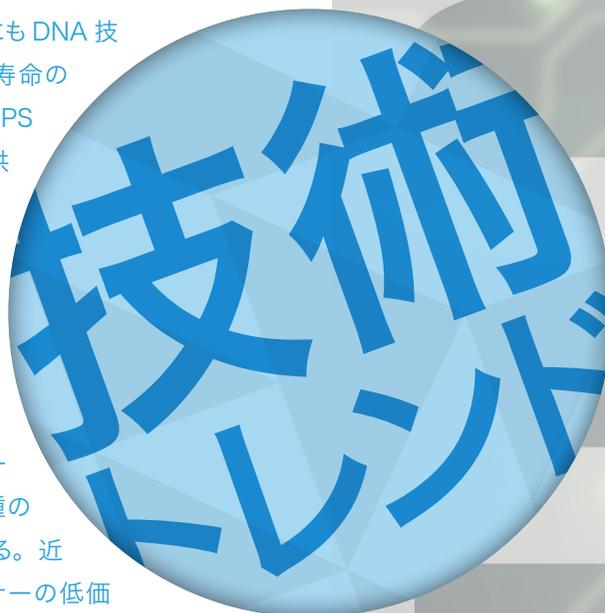
人間の生体、行動、感覚、心理等が工学的に理解され、様々なサービスに応用される。パーソナライゼーション、モチベーション維持や意欲の向上が実現され、五感を活用した新サービスが登場する。

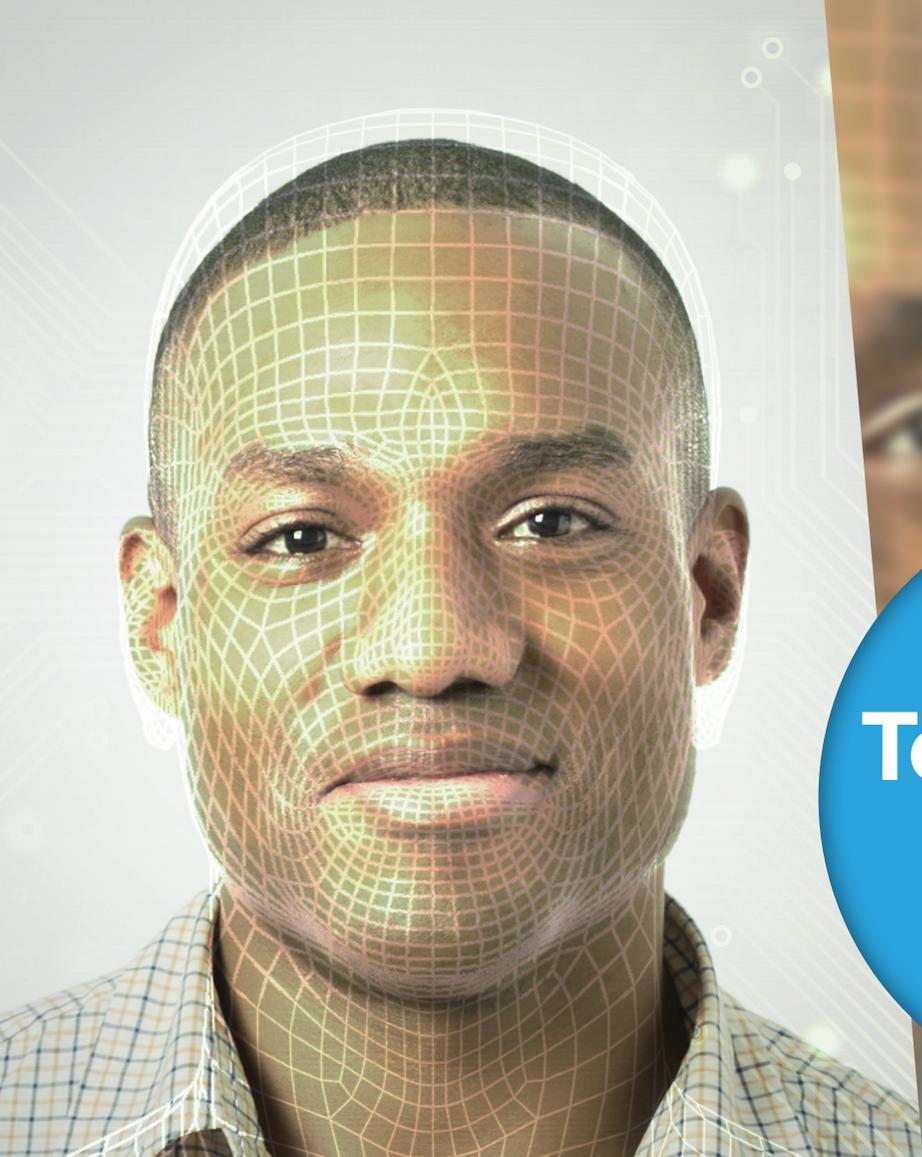
1990年に米国により開始されたヒトゲノム計画は国際的な協力もあり、2003年には人のゲノム塩基配列の99%が99.99%の正確さで読み取られ完了を迎えた。それ以降も野心的な取り組みが多数発足し、ENCODE、HapMap、1000ゲノムプロジェクトなど多数の国際プロジェクトが推進されている。急速な遺伝子データベース拡充の背景には、DNAシーケンサーの低価格化と読み取り速度の向上がある。人間の遺伝子の99.9%は同一であるため、シーケンサーは残りの0.1%を読み込めばよい。遺伝子読み取りの1回あたりのランニングコストは1000ドルに近づいており、さらに低価格化が進むと考えられている。

遺伝子は人間の究極の生体設計図である。遺伝子の構造を理解すれば、人間の成長、投薬効果の有無などをシミュレーション可能になるだろう。遺伝子は警察捜査にも利用されており、米国では食べ残しなどに含まれる唾液からDNA情報を取り出し、犯人の顔を再現する技術が実際の犯罪捜査で利用されている。遺伝子を用いれば、本人の遺伝子と血縁関係者の遺伝子を比較し家族関係の有無も

判別できる。他にもDNA技術の革新により寿命の延伸、再生医療(iPS細胞)、理想の子供を手にするデザイナーチャイルド等の実現が可能になると考えられている。

人体の3Dデータ(モデリングデータ)の生成も一種のモデル化と言える。近年は3Dスキャナーの低価格化により比較的容易に人体の3Dデータを収集できる環境が整い、個人にフィットした製品やサービスの提供が拡大している。人間の五感をデジタルデータに変換する技術も登場している。五感をデジタルデータに変換できれば、遠隔地に香りや味を伝達可能になる。遠隔に存在するロボットの操縦者にロボットが感じた温度、圧力、振動を伝送する研究では、既に生地質感まで伝達可能な





Technology Trend

技術レベルに到達している。

行動理解の分野では、ユーザーの Web 閲覧履歴や特定広告への接触有無を分析しユーザー属性にマッチする広告を配信するターゲティング技術が有名である。近年では、RTB (Real Time Bidding) と呼ばれる方式により、ユーザーがサイトを訪れた瞬間に入札処理を行い、最も高額な額を提示した広告主をリアルタイムに選出する方式が主流になりつつある。

広告の高度化は主にサイバー世界で行われてきた。今後はリアル世界の広告が高度化するだろう。現在、脚光を浴びているのはユーザーの位置情報に合わせて広告を提示するジオフェンシングである。より高度な方式として、店舗等に置かれた広告を 1 回注視するたびに課金を行う特許が出願されている。他にはセンシングにより瞳孔の大小変化を捉え、感情に動きが生じた場合に多くの課金を行う方式が考案されている。今後登場する最新のデジタルサインエージシステムは人間の動きを理解し、広告提示に合わせてインタラクティブな体験を提供するだろう。広告は単純な情報提供から、香りを用いた嗅覚の刺激、超音波による擬

似触覚、3D ホログラムを用いた視覚効果などを活用した新しい形態に進化すると考えられる。究極的には極めて自然に生活に溶け込んだ「アンビエント型広告」の形態が模索されるだろう。

人間の心理を理解しビジネスに繋げる技術も存在する。これは競争原理の導入や達成度の可視化によりモチベーションを高める「ゲーミフィケーション」と呼ばれる手法であり、紙に書かれた文字をコンピュータに入力するエントリー業務など、単純作業の効率化や顧客ロイヤリティ向上に活用されている。

無料サービスの対価は一般的に個人情報で支払われており、企業は個人情報を利用して、ユーザーに対して広告を表示することで利益を得ている。現在は個人情報の対価として無料サービスが提供されているが、将来的にはポイント等の実対価が支払われる可能性もある。また、法律はサーバーの設置場所に依りて適用されるため、利用者は自国の法律以外の動向にも注意を払う必要がある。

モバイルセントリック

スマートデバイスはサービス、デバイス、人を繋ぐハブになる。スマートデバイスの多機能化が進み、社会インフラの一部となる。モバイルに適したユーザーインターフェースが考案され、操作性が向上する。

IDC (International Data Corporation) の調査によると 2013 年の第 2 四半期におけるモバイル端末の販売台数は 4 億 3210 万台である^{*1}。スマートデバイスの販売が好調な理由の一つに端末の低価格化があり、最近では 100 ドル端末や 60 ドル端末が販売され新興国の需要を押し上げている。インフラが脆弱である新興国では、モバイル端末を核とした独自のサービスが生まれている。アフリカでは古い携帯電話から SMS 経由で Facebook にアクセスするサービスやクラウド上のメールサービスに SMS 経由でアクセスするサービスが展開されている。モバイル端末で決済を行うモバイル決済 (モバイルペイメント) の普及も進んでいる。ガートナーによればモバイル決済の世界市場規模は 2012 年に 1631 億ドルに到達し、2013 年には前年比 44% 増の 2354 億ドルにまで増加している^{*2}。モバイル決済の本命は長らくタッチ型決済を実現する NFC (Near Field Communication) だと考えられてきたが、NFC をビジネス化するには小売店、クレジットカード会社、端末ベンダーの協力が不可欠で、端末に NFC を搭載しただけではサービス展開を見込めない問題があり、普及

は進んでいない。

変わりに注目されているのがモバイルアプリケーションを活用したモバイル決済だ。通常、加盟店がクレジットカード決済を行うには高価な決済端末の購入もしくはレンタルが必要だが、近年はスマートデバイスのイヤホンジャックにクレジットカードリーダーを装着し、スマートデバイスを決済端末にする方式が登場している。mHealth (モバイルヘルス) もモバイルを核とした代表的な社会サービスである。一般のモバイル端末は医療機器認定を未取得であるため、モバイル機器を利用した直接的な医療行為は行えない。そのため、mHealth では予防医療、もしくは新興国や途上国における基本医療の提供に注目している。スマートデバイスで実現できる機能



Technology Trend

は年々増加している。近年では、スマートデバイス単体、もしくはスマートデバイスに特殊なデバイスを装着することで心拍数、血圧、心電図、アルコール吸気、放射線などが測定できる製品が販売されている。

スマートデバイスの技術面では、Wi-Fi ダイレクトと Bluetooth 4.1 が注目されるだろう。Wi-Fi ダイレクトはアクセスポイント無しに無線 LAN 搭載機器間を通信させる規格である。Bluetooth 4.1 は

Wi-Fi ダイレクトと比較

し消費電力量に強み

があるが、通信速度は Wi-Fi ダイレクトに劣る。

今後は様々な家電がスマート

デバイスを経由

してインターネットに繋がるようになるだろう。

テレビに小型で安価な専用デバイスを装着する

ことで、簡単にテレビをスマートテレビにできるモジュールが発売されている。モバイル端末が個人用ディスプレイだとすれば、スマートテレビは共用ディスプレイになる。スマートデバイスで操作可能なモノはテレビに留まらない。スマートデバイスにより、外出先からの施錠、自動車のドアロック解除などが可能になる。将来的に家電の遠隔操作も実現されるが、普及の速度はキラーアプリの有無によ

り決まると考えられる。スマートデバイスから車内機器を操作するコンセプトも存在し、自動車メーカー 12 社が採用を予定している。スマートデバイスにより様々な操作が可能になるにつれ、操作性が問題になるだろう。スマートデバイスの操作性を向上させる方法として、ジェスチャー、アイトラッキング（視線による操作）、手書き入力、新感覚ソフトキーボードなどが提案されている。

スマートデバイスの課題の一つにバッテリー持ちの悪さがあるが、ワイヤレス給電技術が問題を解決する可能性がある。非接触による充電を可能にする Qi 規格（チー規格）であれば極めて自然な形態でスマートデバイスを充電できる。将来的には生活の中で自然に給電が行われるようになるだろう。

※ 1 IDC, "Growth Accelerates in the Worldwide Mobile Phone and Smartphone Markets in the Second Quarter, According to IDC." 25 Jul 2013.

※ 2 Gartner, "Gartner Says Worldwide Mobile Payment Transaction Value to Surpass \$235 Billion in 2013." June 4, 2013.

今後、モバイルで注目されるキーワードは「コネクテッド」と「モビリティ」だと考えられる。コネクテッドは様々なモノがスマートデバイス経由でネット接続されることを意味し、モビリティは「モバイルの価値を最大限に活かす」ことを意味する。モバイル端末が世界中に浸透することで、「モバイル」の概念が当たり前となり、モバイル端末は一般的なものとして認識されるようになるだろう。

04 人工知能による知的処理

コンピュータが人間の知的活動を一部代行する。高度な専門性を有するコンピュータにより誰もが専門知識を活用する社会が実現され、人は創造性や人間性が重要視される活動に多くの時間を費やすようになる。

フューチャリストとして有名なレイ・カーツワイルは、スーパーコンピュータが現在の性能向上ペースを継続した場合、2045年にはスーパーコンピュータ1台で全人類の脳をシミュレーションし、互いの脳をリンクさせる処理が可能な演算性能に到達すると预言している。コンピュータが人間より先に新しい科学技術を発見し、生物的な限界を超えた技術革新が継続される世界に移行する転換点はシンギュラリティと呼ばれ、その期待と脅威について真剣に議論がされている。

人工知能には人間の創造性や感情を有する「強いAI」と特定のタスクで人間を凌駕するタイプの「弱いAI」が存在する。強いAIを実現する方法の一つに人間の脳をシナプスのレベルでコンピュータシミュレーションする「人工頭脳」がある。2025年にスーパーコンピュータの処理性能は人間の脳をシミュレーション可能なレベルにまで到達すると予測されているが^{*1}、人工知能を真の意味で実現するにはハードウェアに加え、ソフトウェアの革新が必要になる。

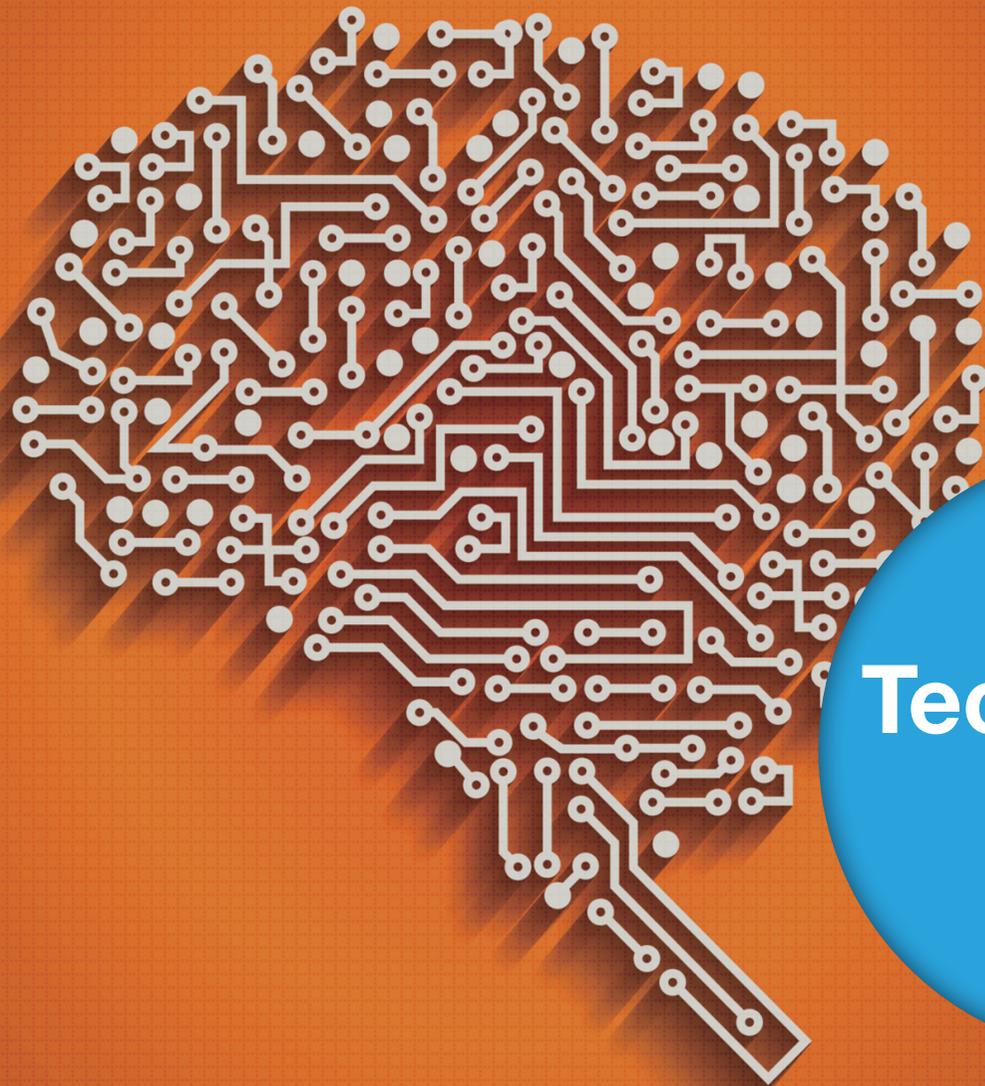
脳のシミュレーション実験は世界的に激しい競争時代に突入している。2013年1月に欧州

委員会はITによる脳理解を目指すヒューマン・ブレインプロジェクトに対して10年で12億ユーロを投じると発表した。2013年4月には米国がBRAINイニシアチブと呼ばれる同様のプロジェクトを発表している。

脳シミュレーション技術は、将来的に人間と同様の思考力を有する強いAIを実現する可能性がある。アルゴリズムの分野では、人間の脳に近い構造を有したDeep Learningと呼ばれるパターン認識技術が注目されている。Deep Learningはニューラルネットワーク技術を改良したもので、世界中で開催されているアルゴリズム性能を競うコンペティションで圧勝している。

脳のシミュレーションには膨大な演算が必要なため、人間の脳構造をチップ上に再現し





Technology Trend

たNPU (Neural Processing Unit) と呼ばれる新しいタイプのCPUが研究されている。一般に市販されているノイマン型CPUとは全く異なるアーキテクチャーであるため、新しいプログラミングパラダイムの検討などが進められている。次世代CPUにはNPU以外に量子コンピュータなどの研究も存在する。

弱いAIの世界でも革新が起きている。

IBMが開発したチェス専用コンピュータ

DeepBlueは、チェスのチャン

ピオンであるガルリ・カ

スパロフを破り世界

に衝撃を与えた。

日本では将棋専

用コンピュータ

がプロに対して

通算3勝1敗1

分けで勝ち越し

ている。チェス

より格段に複雑度

の高い将棋の世界

でもコンピュータは人間

を凌駕しようとしている。

医療の現場では、人工知能による

医療診断が検討されている。10～15年

後には、コンピュータ医師が世界中の医学の

知見と患者の過去の健康診断結果を基に診

断を行う時代が到来するだろう。コンピュ

ータ医師は全ての患者に対して疲労を感じず、

ヒューマンエラー無しに平等に診察を行い、

人間の医師に対しては患者が難病に侵されて

いる可能性や難病の見分け方を正確に提示

する。今後は過去の知見を活かした診断はコンピュータが行い、人間の医師は新しい医療技術の創造や心のケアに注力する役割分担に移行するだろう。他には、教育の分野でコンピュータ教師により個人別にパーソナライズされた教育を行う取り組みやゲーミフィケーションを活用し生徒のやる気を向上させる取り組みが存在する。コンピュータ教師は生徒からフィードバックにより日々改良され、的確な教育を実施するだろう。人間の教師は生徒の社会性向上など、人間的な面の教育に時間を費やせるようになる。

ビジネスにおいても弱いAIの活用は進んでいる。人間には単純作業であるがコンピュータには処理が難しい業務は、今後、自動化の対象になるだろう。既にニュース記事の自動執筆、ニュースの自動要約、文章誤り箇所の自動検出、複雑な当直シフトの最適決定など、様々な知的作業の自動化が進んでいる。

※1 Ray Kurzweil, "The Singularity is Near -SIN Graph- Growth in Supercomputer Power"

最初に高度な人工知能を大規模活用する企業は、巨大な資本力を背景に多数の人工知能を365日24時間並列実行することで、あらゆる分野の知的財産を独占できる可能性がある。高度な人工知能は世界を変貌させる可能性があり、我々は注意して動向を見守り、法制度も含めた適切な対処を施す必要に迫られるだろう。

実世界センシングと分析

高度なセンシング技術の普及が実世界の把握や予測を実現する。人、モノ、社会、環境のデータがリアルタイムかつ多量に収集され、産業競争力強化、都市や社会制度の設計、防災等の異常検知に応用される。

2010年代終わり頃には、あらゆるモノがネットワークに接続される「モノのインターネット (Internet of Things)」の時代が到来し、ネットワークに接続されたデバイスの数は100億台を超えると考えられている。ネットワークに接続されたデバイス数の増加に合わせ、生成されるデータ量は指数関数的に増加し、IDC (International Data Corporation) によれば、2020年に世界で生成されるデータ量の合計は40ゼタバイト (10億テラバイト) に達すると予測されている^{*1}。

ビッグデータは2000年にペンシルバニア大学のフランシス・ディーボルド (Francis Diebold) 教授が生み出した用語だと言われている。分析のために収集されるデータは、人、モノ、社会、環境など多岐にわたる。センサー技術とビッグデータ技術の融合が、無駄の可視化、異常検知、都市や制度の再設計、QoL (Quality of Life) の向上などをもたらさそう。

ビッグデータの適用例の一つに、位置情報の利用に同意したユーザーのGPSデータを多数集め、流動人口を計測する取り組みが存在する。これまでは人手で道路の通行量測定

を実施していたが、今後はGPSデータにより全ての道路の交通量が時間帯別に把握可能になる。流動人口データから地図を自動生成する手法も存在し、地図が未整備である新興国への適用が期待されている。テレマティクスと呼ばれる車載センサーを活用した新サービスも注目されており、自動車に搭載されたセンサー情報を分析することで渋滞の予測や不通過路の検知が実現されている。

GPSデータの分析からも分かるように、ITの活用範囲はサイバー世界からリアル世界に拡大している。近い将来、小売店では従来型のPOS (Point of Sales) データを活用した購買傾向分析に加え、顧客の行動情報を活用した店舗全体の最適化が可能になる。顧客





Technology Trend

の行動を把握するセンサーの設置により、リアル店舗において来店者数の把握、店舗前の通行数把握、お客様の滞留時間の計測、賞味期限管理、各店舗の電力消費量の比較などが容易になるだろう。

医療の分野はセンシング技術により改善が進んでいる。飲み薬の形状をしたカプセル型内視鏡、服に装着されたセンサーにより心電

図等のバイタルデータを無理なくモニ

タリングする技術、センサー

を活用した高齢者や子

供に対する見守り

サービスなどが考

案されている。将

来的には特殊な

センサーが搭

載されたトイレ

や洗面台を利用

するだけで日常

的に癌検診が行え

る可能性もある。

社会のセンシングとし

てはSNS(Social Networking

Service) データの分析が注目されて

いる。SNS データを活用した景気動向の予測、選挙結果予測、視聴率の予測が実現されている。犯罪調査や警官の最適配置に SNS データを活用する取組みも存在する。SNS データと政府や自治体が提供するオープンデータを組み合わせた分析も拡大するだろう。

日本の医療費は 38 兆円に達しており医療費の削減が強く求められている。医療費の

抑制は世界的な課題であり、患者のカルテや診療報酬のレセプトを大量に収集し分析を行う「医療ビッグデータ」のプロジェクトが注目されている。建設したインフラの老朽化が進み崩壊や決壊などの深刻な事態を引き起こす「インフラクライシス」の問題も深刻化している。米国には橋が 60 万基あるが、そのうち 27% で老朽化が進んでいるため、インフラの維持と管理は急務な課題である。問題の解決にセンサー技術が大きな役割を果たすと考えられ、近年では光源を用いた低価格なインフラの歪み検出技術の実証実験が進められている。センサーはインフラの運用保守だけでなく、自律点検などにも広く応用されていくだろう。

抑制は世界的な課題であり、患者のカルテや診療報酬のレセプトを大量に収集し分析を行う「医療ビッグデータ」のプロジェクトが注目されている。建設したインフラの老朽化が進み崩壊や決壊などの深刻な事態を引き起こす「インフラクライシス」の問題も深刻化している。米国には橋が 60 万基あるが、そのうち 27% で老朽化が進んでいるため、インフラの維持と管理は急務な課題である。問題の解決にセンサー技術が大きな役割を果たすと考えられ、近年では光源を用いた低価格なインフラの歪み検出技術の実証実験が進められている。センサーはインフラの運用保守だけでなく、自律点検などにも広く応用されていくだろう。

※ 1 IDC, "THE DIGITAL UNIVERSE IN 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East." Sponsored by EMC, 11 Dec 2012

センサーデータの活用範囲は、家、ビル、インフラ、都市のように拡大していき、世界は個別最適から全体最適へとシフトしていくと考えられる。大量データを扱う企業はデータ分析技術に加え、データ可視化技術の開発にも注力する必要がある。今後は大量データを人間が容易に理解できる形式に変換しビジュアライゼーションする技術が、各企業のアイデア創造力の優劣を決定する時代になるだろう。

06 スマートインフラストラクチャー

ソフトウェアにより制御されるインフラが普及し、全体最適化が実現される。サプライチェーンは高度に自動化され、電力等のリソース消費量は最小化される。

自動運転車の始まりは、米国の国防高等研究計画局 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) が主催する DARPA グランドチャレンジであると考えられる。グランドチャレンジは自動走行車のカーレースであり、自動運転の課題の洗い出しや解決を目的にしている。2004年、2005年と競技が実施され、2007年には市街地を想定した総延長 60マイル (約 96km) を 6時間以内に完走する競技にて 6チームが完走している。IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) の報告によると 2040年には一般道を走行する自動車の最大 75% が自動運転車になると予測されている。自動運転車の普及は、事故率の低減、渋滞の緩和、制限速度の向上と遵守、免許制度の廃止、視覚障がい者の移動支援等の恩恵をもたらし、環境に優しいアクセルワークが燃料消費を 20% 以上改善すると考えられる。

介護ロボットの実用化も期待されている。2010年における世界の総人口は 69億人であり、2060年には 96億人になると予測されている。世界の高齢化率 (総人口に占める 65歳以上の人の割合) は、1950年の 5.2%から

2010年には 7.6%に上昇し、2060年には 18.3%にまで上昇すると予測されている。

急激な高齢化に対応するため介護ロボットの研究開発が積極的に行われ、多数の製品が発売されるだろう。

サプライチェーンにおけるロボット活用も進むと考えられる。主要国における産業用ロボットの販売台数は 2011年において 160万台を超えており、稼働台数は 1200万台に迫る勢いだ。ロボット開発のトレンドは「動作速度の高速化」から「人間との協働」にシフトしており、人間と同じ生産ライン上で動作するロボットが発売され始めている。協働型ロボットは双腕型が多く、製品の検品や商品並び替え等の作業が可能である。従業員がロボットの手を動かしロボットに作業の仕方を学習させる





Technology Trend

だけでロボットは新しい仕事のやり方を覚えるため、新しく購入したロボットを設置してから1時間程度で生産ラインに組み込むことが可能だ。価格は2万ドル程度で、24時間動作が可能である。各種センサーが付近の人間の動きを常時モニタリングするため安全性も高い。

物流センターの自動化も進展している。ロボットによる商品の自動ピックアップにより物流センターの経費を50%近く削減した例も存在する。ロボットは注文が多い商品を梱包機械の傍に、少ない商品を遠くに配置し、自動的に最適化を行う。ロボットに冷房や照明は必要ないため、光熱費の節約も可能だ。

配送の概念も大きく変化するだろう。近い将来、無人ヘリコプターによる自動配達を実現されると考えられる。無人ヘリコプターによる商品配送は既に一部の国で試験運用されているが、真の意味で無人の配達を実現するには、法的な規制、安全性、盗難、ハッキング等の問題を解決する必要がある。自動走行車による工場と販売店間の自動配送も実現されるだろう。先進的な企業では注文、製造、配送の全てが無人工

された次世代サプライチェーンを実現し、注目を集めると考えられる。配送だけでなく、農業についても自動化を行う技術開発が進んでいる。5～10年後には大型農園で自動運転トラクターの利用が一般化し、種子、肥料、水の無駄を可能な限り抑えた収穫効率の最大化が可能になるだろう。ある程度の高コストが許容される食物は植物工場での栽培が進むと考えられる。

スマートグリッドは送電の効率化や復旧の自動化を実現した電力網である。スマートグリッドを活用すれば家庭や企業に設置されたスマートメーターからリアルタイムにデータを収集できるため、正確に電力使用量を予測可能になり、エネルギー利用効率の最適化が実現できると考えられる。

リアル世界において自律的に自動車やロボット等のスマートインフラを動作させる場合、事故発生時における責任の所在が問題になる。利用者に責任があるのか、スマートインフラの製造者に責任があるのか、スマートインフラ上でサービスを提供する企業に責任があるのかを法的に明確化する必要がある。今後、人間がスマートインフラにより多くのメリットを享受するには、社会的なコンセンサスの醸成にも配慮し、法整備等を進める必要があるだろう。

次世代Webアーキテクチャー

Web システムのアーキテクチャーに変革が生じ、クラウド側の処理負荷がクライアント側に移行する。アプリケーションの高速化が進展し、グリーンテクノロジーの導入も進む。

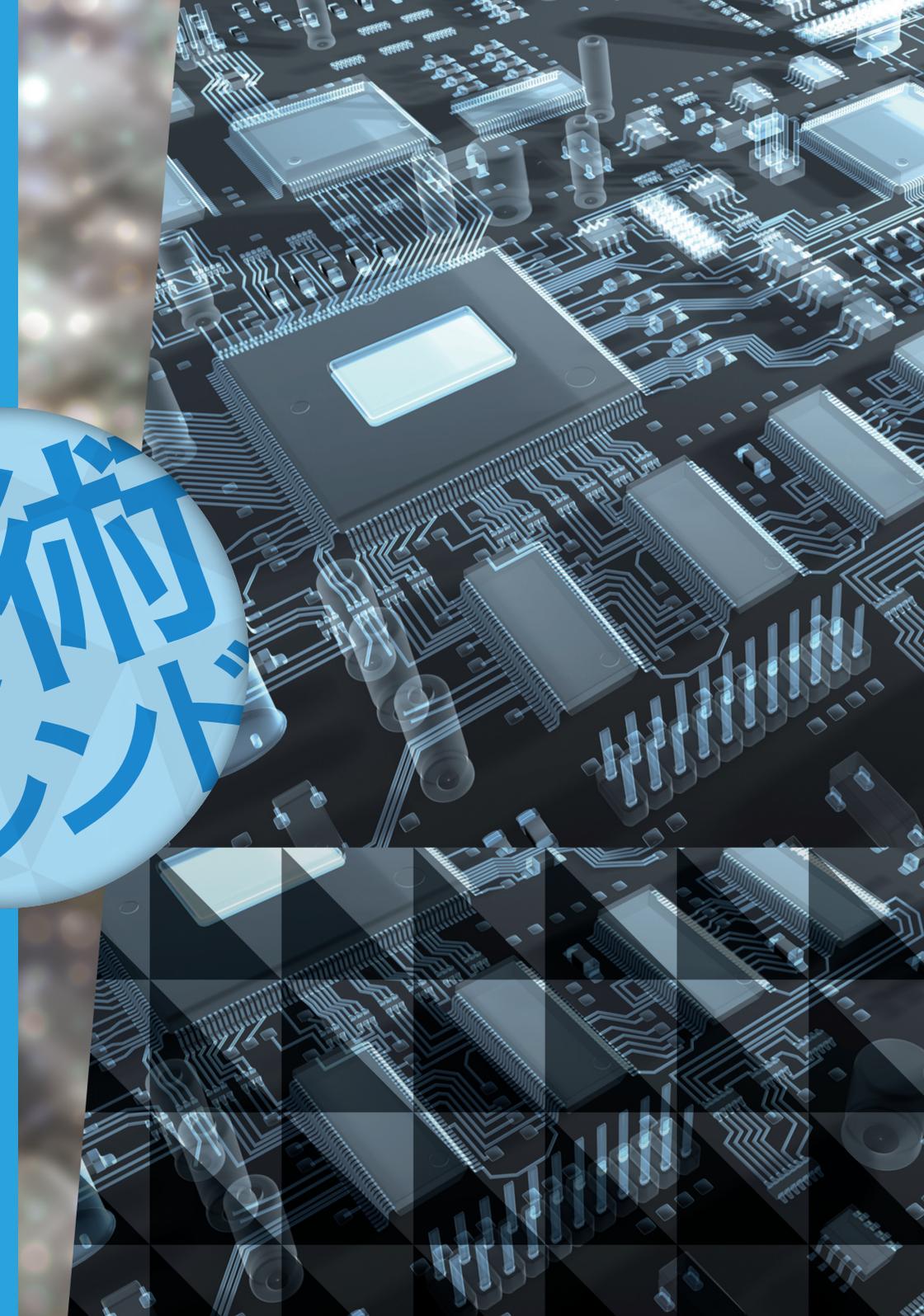
現在の Web システムは、最初にモバイル向けのサービス提供を行い、後からデスクトップ等の他端末向けにサービスを拡大するモバイルファーストが主流になりつつある。モバイル端末は多数の種類が販売されており、これまでは多様化している端末側の開発量を減らすためにクラウド側に多くの機能を実装する集中型アーキテクチャーを採用する機会が多く見られたが、今後は HTML5.0 の登場でモバイル OS の違いを意識してアプリケーションを開発する必要がなくなり、クライアント側に多くの機能を実装する分散型アーキテクチャーに移行していくと考えられる。

近い将来、モバイル端末からブラウザが消える可能性もある。第 3 のモバイル OS と呼ばれる Firefox OS にはブラウザが搭載されておらず、Web アプリケーション（以降、Web アプリ）の実行に最適化されている。Web アプリには、事前にインストールを行い利用する Packaged Apps 形式と通常の Web サイトのように必要な時に Web サイトにアクセスして利用する Hosted Apps 形式が存在する。Web アプリは ZIP ファイルで提供され、中身は HTML5.0、CSS、JavaScript、マニフェ

スト（設定ファイル）等で構成される。今後はネイティブアプリを採用すべきか、Web アプリを採用すべきか開発前に真剣に考える必要があるだろう。

Web アプリの開発に利用される技術は大きく進化している。JavaScript 関連では、ネイティブコードに大きく負けない速度で動作する asm.js、高い開発効率を実現する JavaScript の代替言語である Dart や TypeScript、端末側の画面サイズに合わせてユーザーインターフェースを自在に変更するレスポンシブル Web デザイン、複数の端末画面をリアルタイムに同期させるフレームワークなどが開発されている。今後は新しく登場する言語、フレームワーク、ジェスチャー認識や視線認識等のセンサー技術が Web アプリをリッチ化し、ユー

技術





Technology Trend

ザーに新しい体験をもたらすだろう。

Web システムはアプリケーション以外の領域でも改善が進んでいる。HTTP/2.0 は Google が開発した SPDY をベースに開発されており、HTTP/1.0 の多くの問題を解決している。近年、HTTP が改善され、新たに TCP/IP の課題が顕在化してきた。今後は QUIC 等の TCP/IP を改善するプロトコルに注目が集まると考えられる。

ハードウェアの進化も進展している。サーバーサイドフラッシュと呼ばれるサーバーの内部バスにフラッシュメモリを直結する方式により、データベースサーバーの処理速度はハードディスクドライブを用いる方式と比較し 10 倍程度高速化した。メモリに不揮発性のフラッシュメモリを接続する方式も登場している。

近年、大規模クラウド事業者が運営するデータセンターの運用コストの 3 分の 1 を電気料金が占めるようになった。エネルギー利用効率の改善は大規模データセンター事業者の大きな課題である。Apple はグリーンデータセンターへの投資を加速しており、データセンターにおける全ての電力供給を再

生可能エネルギーに切り替えている。近年では電力効率を向上させる直流給電技術を採用するデータセンターも増加している。

自らハードウェアを設計しエネルギー利用効率を高める例も存在する。2011 年、Facebook は高効率なデータセンター構築を目的に Open Compute Project を発足し、自身がハードウェアの設計を行うことでデータセンター構築の費用を 25%、電力消費量を 24% 削減している（エネルギー利用効率の指標である PUE は 1.07）。他に、低性能であるが電力消費量の少ない CPU（演算装置）を 1 つのサーバーに数百搭載したサーバーの検討も進んでいる。

Web にアクセス可能な端末数と種類は今後も増加していくだろう。Web サイトは将来的に自動車や家電等の多様な端末からアクセスされる可能性があるため、将来を想定して Web サイトを構築する「Future Friendly」を意識する必要がある。Web サイトを効率的に構築する方法論は重要であるが、最も重要なのは発信内容やユーザー体験であるため、Web サイトを構築する時はコンテンツファーストやユーザーエクスペリエンスファーストにも注意を払う必要がある。

08 環境適応型ITシステム

ITシステムは変化に対して迅速に適応し、急激な負荷変動、データ量の増減に自律的に対応する。運用や試験が効率化され、データセンタ間連携が進む。

最先端のビッグデータ処理技術は Google が先導している。Google が 2004 年に公表した論文からビッグデータ処理のデファクトスタンダードである Hadoop が生み出された。オープンソフトウェアとして開発されている Hadoop は従来方式と比較し 10 分の 1 のコストで 10 倍高速なデータ処理を実現し、ビジネスを一変させている。

ビッグデータ処理技術の多くは Google の論文から生み出されているため、今後登場する技術も Google の論文から予測できる。Google が 2010 年に公表した論文によれば、次はデータベースと似た形式でデータにアクセス可能な「高速なリアルタイム問い合わせ」が実現される。2010 年には大規模なグラフ処理（ソーシャルネットワーク分析等に利用される処理）に対応する Pregel が発表され、2012 年には Spanner と呼ばれる複数のデータセンタにデータを分散する技術が公表された。Google 以外が主導するビッグデータ処理技術には、CEP (Complex Event Processing) と呼ばれるストリームデータ分析技術がある。CEP は絶え間なく生み出すデータをリアルタイムに処理し、異常等の変

化があれば通知を行う技術で、主にセンサーデータの分析に利用されている。

生成されたデータの保存場所もビッグデータにおける重要な研究テーマの一つである。エッジヘビーデータは分散型データ配置アーキテクチャーの一つであり、クラウド側にデータを送信するのではなく、エッジ側（センサーが存在しデータが生成される側）にデータを保存する点が特徴的である。もう一つのデータ配置アーキテクチャーに集中型がある。集中型では「高度なリアルタイム分析」と「反復型分析」の両立が実現されるだろう。今後は収集したデータを全てストレージに保存し、高度な分析をリアルタイムに適用し、分析アルゴリズムの改良に合わせて再分析が可能なラムダアーキテクチャーの研究開発

技術

08



Technology Trend

が進むと考えられる。

クラウドという言葉は、Google の最高責任者であるエリックシュミットが 2006 年にサーチエンジン戦略会議で初めて使用したと言われている。クラウドによりハードウェア調達期間は数週間からワンクリックに短縮され、従量課金制がキャンペーンサイトのような季節性のあるシステム構築を容易にした。クラウド

を利用した急速な処理増減への対応

も実現されている。システム

負荷に合わせてサーバー

数を自動で増減

するオートスケール

アウト機能は

既に広く利用

されている。今

後は、オンプレ

ミスで通常時の

処理を実行し、

負荷が急増した場

合のみオンプレミス

とクラウドを連携させて

処理を行うクラウドバースト

の研究開発が進むだろう。今後もク

ラウド上に様々な機能が実装され、IT システムは変化に対してこれまで以上に柔軟に対応できるようになるだろう。

近年、Software-Defined と呼ばれる考え方が浸透してきた。Software-Defined の概念を実現する技術の代表格が OpenFlow である。OpenFlow を利用すれば、プログラムによりネットワークの機能を自由に拡張で

きる。これまではベンダーが利用者の意見を集約しネットワーク機器に最大公約数的な機能を実装してきたが、今後は利用者が必要な機能を自ら実装する時代になるだろう。

自ら必要な機能を実装する強力な手法に DSL (ドメイン特化言語) がある。DSL は特定の処理に特化した専用のプログラム言語であり、低コストでシステムの挙動を変更できる。今後は総務部門がブラウザ上で DSL を変更し決裁フローをカスタマイズするなど、各担当者が自らオフィスシステムをカスタマイズして利用する時代が到来すると考えられる。

運用や保守の自動化も進むと考えられる。Chef や Puppet と呼ばれる運用管理を自動化するツールの利用が拡大している。本ツールを利用すれば開発環境と商用環境が完全に同一設定であることを保証できる。他社が Web 上で公開した構築スクリプトの流用や OS の差異吸収による効率化も可能である。

大規模に対応した技術を開発するには、自身が大規模な処理環境を持つ必要がある。これが Google や Facebook 等の Over the Top 企業が大規模処理で優位性を持つ理由である。今後も Over the Top 企業から先進技術がもたらされると考えられる。先進技術を利用する企業は、最新技術の獲得や維持に加え、技術を企業戦略に結びつける戦略的思考がなければ技術を有効に活用できない点にも留意する必要がある。

多層サイバーディフェンス

サイバー攻撃の高度化に伴い、攻撃者の侵入時に実被害を最小化する防衛策の重要度が増す。侵入防止に加え、高精度検知、被害拡散防止、機密情報の分散や暗号化等を組合せた多層型対策の導入が進む。

サイバー攻撃は、古くはスキルの誇示を目的とした個人によるクラッキングが主であったが、社会的・政治的主張が目的のハクティビストや、経済的利益が目的の犯罪組織、国防が目的の国家組織によるクラッキング等、高度なスキルと組織性を持った攻撃へと進化を続けている。カスペルスキーによると、依頼を受けてサイバー攻撃を行うサイバー傭兵部隊 Icefog の暗躍も確認されており、高度化・多様化が一層進んでいる。

攻撃手法について、2013年は特定の標的を狙った水飲み場攻撃や、システムの復旧と引き換えに金銭を要求するランサムウェアが猛威を振るった。また、スマートフォンの急速な普及に呼応してモバイルマルウェアも急激に増加し、トレンドマイクロの統計ではAndroid端末を狙う不正アプリケーションは累計100万個に達している。

現時点では攻撃者側が圧倒的に優位であり、企業ネットワークへの侵入を完全に防御することは不可能な状況にある。実被害を最小化してビジネスへの致命的な影響を回避するため、企業には以下のような多層的な対策を講じることが求められる。

第1層：侵入防止

マルウェアの侵入を防止するため、侵入口と

なる Web、メール等の通信に対してファイアウォール、IDS/IPS (Intrusion Detection System) やゲートウェイ型/クライアント型のウイルス対策製品等によりセキュリティチェックを実施し、不正な通信を遮断する。

第2層：高精度検知

チェックをすり抜け侵入されてしまった場合には、マルウェアの定期的なフルスキャンやログ解析製品、SIEM (Security Information and Event Management) 等により出来るだけ早く検知する。

第3層：拡散防止

ネットワークのセグメント分割や不要なリモートサービスの停止等により、マルウェアの拡散を防止する。また、URLフィルタリングやプロキシ認証、DLP (Data Loss Prevention) 製品等により情報の持出

技術
システム





Technology Trend

しや新たなマルウェアのダウンロードを防止する。

第4層：機密情報の隔離・暗号化・分散

国防関連の情報や顧客情報など特に重要な機密情報は、ネットワークからの隔離やデータベース暗号化、秘密分散技術等により、情報を持ち出されても利用出来ないようにする。

第5層：攻撃全容の把握

不正を立証する技術の総称であるフォレンジックにより取得した情報や SIEM 製品が

収集したイベント情報を基に、

どのような経路で攻撃が

行われ、何が漏えい・

改ざんされたのか

を特定する。

なお、クラウドや

BPO (Business Process Outsourcing) の

活用、BYOD

(Bring Your Own Device)、外部企業・

個人とのオープンな共

創・連携により、企業の内部と

外部の境界が曖昧になってきているこ

とに注意が必要である。セキュリティ対策は、社外パートナーを含めたトータルな事業環境を意識して実施する必要がある。これは第0層の対策として捉えることも出来る。

2013年に起きた大きな変化として、スノーデン氏の暴露によりインターネット上の情報が国家組織に盗聴されている実態が明らかとなったことが挙げられる。このような状況において、企

業の努力のみでセキュリティを確保することは困難である。将来的には、多層型の対策を企業の外まで広く拡張し、社会全体で多層的に対策する仕組みを構築することが必要となる。

例えば、以下のような対策が考えられる。

第-1層：業界・コミュニティレベル

攻撃される設備や情報、攻撃手法に共通点が多いため、共同での対策立案やリスク情報の共有を実施する。

第-2層：通信キャリア・ISP(Internet Service Provider)レベル

通信の検疫により危険なサイトへのアクセスやマルウェア感染を通知する。BOT(ロボットの略称)やC&Cサーバー(Command and Control Server)の通信を遮断・制限する。

第-3層：国家レベル

国家間を跨る不正な通信を遮断・制限する。国内を拠点としている攻撃者を摘発する。電力・通信等の重要インフラ事業者との一体的な攻撃対応体制を整備する。

サイバー攻撃による知的財産の流出は企業の競争力を喪失させ、将来的な衰退に繋がる。サイバー攻撃による直接的な損失も拡大しており、シマンテックの調査によると、米国の場合データベース1レコード当たり188ドル、1件当たりの総額では540万ドルの損害が発生している。サイバー攻撃によるビジネスへの致命的な損害を回避し成長していくためには、効果的な多層的な対策の仕組みを構築し、継続的な改善に取り組み続けなければならない。

10 ラピッドデザイン技術

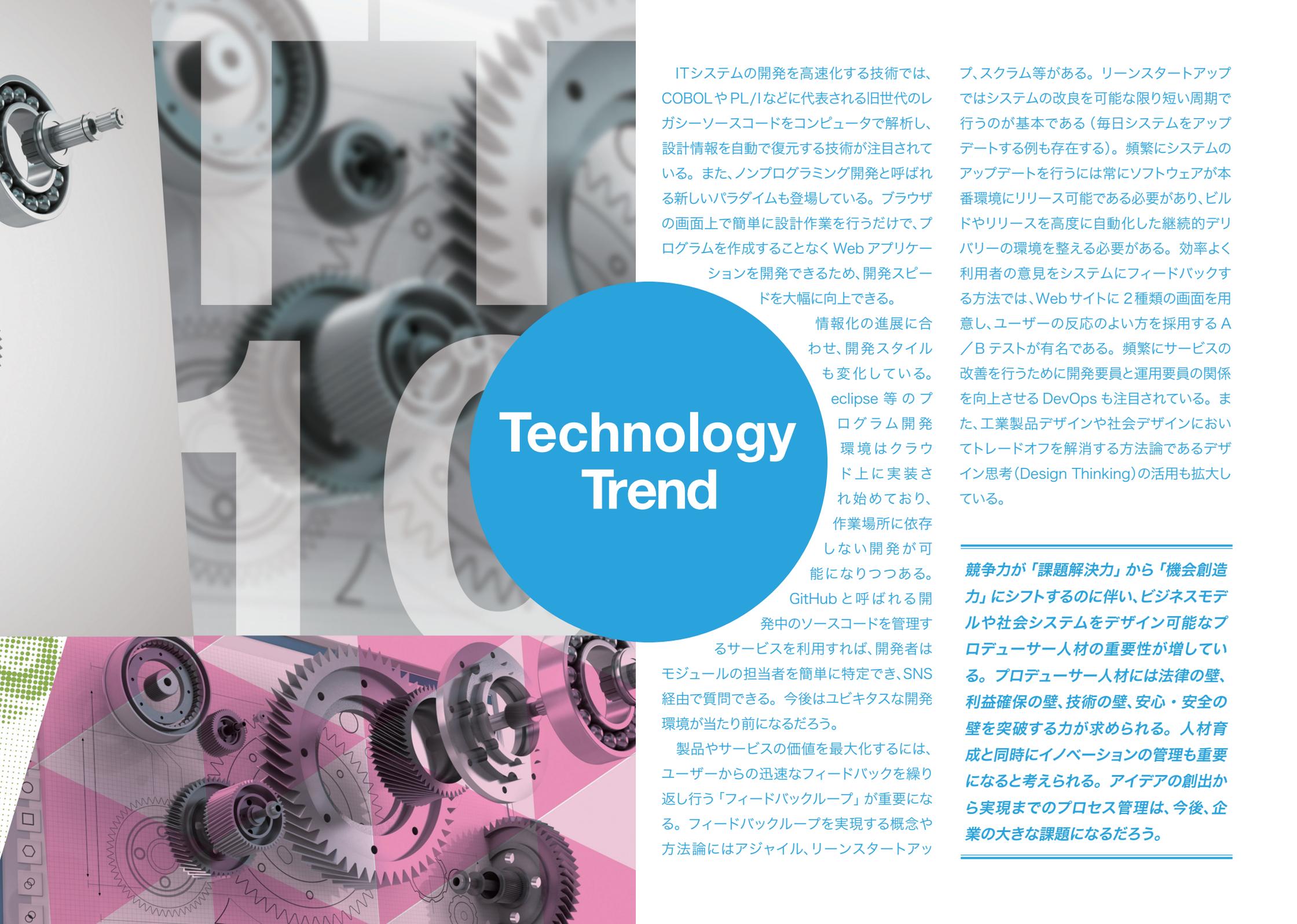
高速開発や反復開発が急速に変化する市場への対応性を高め、製品やサービスの価値を最大化する。3D造形、システム開発自動化、シミュレーション等の先進的な高速開発技術が普及する。

3Dプリンターは一般的な工場に導入されている専用機材とは異なり、3D設計データ（入力データ）を変更するだけで様々な形状のモノを製造可能である。特に近年は造形精度も向上しており3Dプリンターで最終製品まで製造するラピッドマニファクチャリング（Rapid Manufacturing）が拡大している。コスト的な制限でこれまで難しいと考えられていた「多品種適量生産」が容易に実現できることで、今後は個人の身体にフィットする商品の製造ビジネスが拡大するだろう。3Dプリンターは流通のあり方を革新する可能性もある。シンプルな構造の商品であれば、ECサイトで商品データを購入し自宅の3Dプリンターで製造を行う「自産自消」が行われ、商品が届くまで数日間待つ必要はなくなるだろう。ある程度大きな商品の場合はコンビニや配送センターが製造を行い、自宅に配送するサービスが登場する可能性もある。コンビニや配送センターで製造されるようになれば、商品提供側は急激な注文数の増減に対応するため工場の生産ライン組換えを行う必要がなくなり、在庫を保持する必要もなくなる。製造業への参入障壁は低くなり、個人事業者がPC上で製

品を設計しネットショップで3D設計データの販売を行う「個人ビジネス」が多数立ち上がるだろう。

バーチャル上でモノを再現する技術も存在する。バーチャル造形技術であれば、作り直しに時間も材料費も必要ない。バーチャル造形にはヘッドマウント型ディスプレイによるバーチャルリアリティ技術を用いる方法や3Dホログラムで立体像を生成する方法がある。シミュレーションもバーチャル上で研究開発を行う方法の一つである。スーパーコンピュータを活用した創薬では、サイバー空間上で100億通りのたんぱく質と化合物の結合実験をシミュレーションし、見込みのある組み合わせのみを実際実験する方法で、薬の開発期間を大幅に短縮している。





Technology Trend

ITシステムの開発を高速化する技術では、COBOLやPL/Iなどに代表される旧世代のレガシーソースコードをコンピュータで解析し、設計情報を自動で復元する技術が注目されている。また、ノンプログラミング開発と呼ばれる新しいパラダイムも登場している。ブラウザの画面上で簡単に設計作業を行うだけで、プログラムを作成することなく Web アプリケーションを開発できるため、開発スピードを大幅に向上できる。

情報化の進展に合わせ、開発スタイルも変化している。eclipse 等のプログラム開発環境はクラウド上に実装され始めており、作業場所に依存しない開発が可能になりつつある。

GitHub と呼ばれる開発中のソースコードを管理するサービスを利用すれば、開発者はモジュールの担当者を簡単に特定でき、SNS 経由で質問できる。今後はユビキタスな開発環境が当たり前になるだろう。

製品やサービスの価値を最大化するには、ユーザーからの迅速なフィードバックを繰り返し行う「フィードバックループ」が重要になる。フィードバックループを実現する概念や方法論にはアジャイル、リーンスタートアップ、スクラム等がある。

リーンスタートアップではシステムの改良を可能な限り短い周期で行うのが基本である（毎日システムをアップデートする例も存在する）。頻繁にシステムのアップデートを行うには常にソフトウェアが本番環境にリリース可能である必要があり、ビルドやリリースを高度に自動化した継続的デリバリーの環境を整える必要がある。効率よく利用者の意見をシステムにフィードバックする方法では、Web サイトに 2 種類の画面を用意し、ユーザーの反応のよい方を採用する A/B テストが有名である。頻繁にサービスの改善を行うために開発要員と運用要員の関係を向上させる DevOps も注目されている。また、工業製品デザインや社会デザインにおいてトレードオフを解消する方法論であるデザイン思考 (Design Thinking) の活用も拡大している。

競争力が「課題解決力」から「機会創造力」にシフトするのに伴い、ビジネスモデルや社会システムをデザイン可能なプロデューサー人材の重要性が増している。プロデューサー人材には法律の壁、利益確保の壁、技術の壁、安心・安全の壁を突破する力が求められる。人材育成と同時にイノベーションの管理も重要になると考えられる。アイデアの創出から実現までのプロセス管理は、今後、企業の大きな課題になるだろう。

技術トレンドに関連したNTTデータ取り組み事例

人間のモデル化

ゲーミフィケーションによるBPO業務のモチベーション向上と効率化

レベルアップやチームプレイやランキングといった“ゲームの要素”を定型業務に適用することで、作業者が競争を通じて楽しみながら達成感を持ち続けることができ、モチベーションが向上する。NTTデータでは、作業者の意欲を引き出すゲーミフィケーションの手法を業務システムに取り入れる試みを積極的に行っている。職場を農園に例えて、野菜や果物を育てるイメージと業務実施状況をリンクさせることで業務の生産性向上を狙う取り組みを試行中である。仕事の完遂に伴い入手できる野菜ポイントのランキング競争や、他のメンバを助けることで感謝ポイントを得て勲章やバッジを入手する楽しみをゲームの要素として適用した。このように、人間の心理や動機付けの要素を工学的に理解し、業務可視化や効率化、パフォーマンスアップに応用している。



モバイルセントリック

スマートデバイスで業務をセキュアに実施できる次世代モバイル活用基盤

NTTデータの「次世代モバイル活用基盤」は、スマートデバイスを通じた業務実施に必要なセキュリティ機能と管理機能を提供している。スマートフォンを業務で使用する場合としては、会社側が指定端末を支給する場合や、個人の端末をBYOD(Bring Your Own Device)として活用する場合、あるいは1台のデバイスを複数人数で共用する場合など、様々な運用ケースが想定される。次世代モバイル活用基盤を適用すれば、いずれのパターンでも安全に業務を実施できる。具体的には、スマートデバイス上に業務専用領域「セキュアコンテナ」を設け、端末の場所や時間に応じたスマートデバイスの制御ポリシーを設定することで「いつでも」「どこでも」「どの端末からでも」最適なセキュリティで業務活用可能なモバイルワークスタイルを実現している。なお、本技術はITpro EXPO AWARD 2013でITmedia エンタープライズ賞を受賞した。



DY

人工知能による知的処理

リアルタイム翻訳と議事録自動作成によるグローバル会議支援

グローバル化が進むにつれ、言語の異なる国家間で英語音声による遠隔会議をする機会が増加している。NTT データでは、こうした会議の場で理解を助けるグローバル会議支援システムを開発している。英語を話した際に本システムが音声認識及び機械翻訳を行い、英語のテキストと翻訳した日本語のテキストを表示する。また、会議後は自然言語処理技術を活用して決定事項や宿題事項を抽出し、議事録を自動的に作成する事で作業効率を高める。音声認識、機械翻訳、議事録自動作成ともに、使えば使うほど機械学習により精度、品質は更に向上し、コンピュータによる知的処理が高度化していく。



スマートインフラストラクチャー

トラフィックコントロールによる渋滞緩和

NTT データでは、車両から得られる位置情報や速度などの GPS プローブデータを基に現在の交通状況を把握し、シミュレーションで各車両が将来どのような動きをするのか予測し、この予測結果を基に、信号が切り替わる間隔を変更・制御することで渋滞を緩和するシミュレーション技術に取り組んでいる。本システムでは、車載機器や携帯電話などから収集した GPS データを用いることでデータ収集コストを低減できるほか、NTT が開発した “世界最速のグラフデータ分析処理技術” により道路データの分割を高速に行うことで、シミュレーションの並列計算における処理量を平準化し、リアルタイム・シミュレーションの実現を目指している。NTT データは、こうしたビッグデータを活用したインフラ制御を通じて、社会全体のリソース最適化に取り組んでいく。



CASE STUDY

環境適応型 IT システム

放送波や Wi-Fi のデータ伝送による防災情報配信

災害時などアクセスが集中すると、ネットワークが圧迫され情報伝達の失敗や遅延を引き起こすことがある。この問題に対して、NTT データでは放送波によるブロードキャストや Wi-Fi によるマルチキャスト通信を利用し、災害時でもユーザーが持つ各種端末に緊急情報や避難生活に必要な行政情報を確実に届けられることができる情報配信の仕組みを実現した。プロトコルや伝送方式を工夫し一斉同報でデータ伝送を行う「IP データキャスト技術」を活用しており、受信状況が不安定な環境においても誤り訂正等の機能で高品質な配信サービスを安定して実施できる。今後は、災害時の急激な負荷変動やデータ量の増減にも柔軟に対応できるシステムが求められるだろう。



ラピッドデザイン技術

生産技術革新によるシステム開発の高速化

システムの機能追加／更改時に陥りやすい“有識者依存”や“特定ベンダー依存”の課題、及びビジネス環境の急激な変化に追随するための“短工期化”の課題に対し、NTT データは「生産技術革新」に取り組んでいる。様々な技術やツールを組み合わせ、システム開発の生産性向上と高品質の維持を両立している。要件定義の工程では、リエンジニアリング技術を用いることで既存システムのソースコードを解析し、正確な仕様を把握できる。設計工程では、整合性チェックツールを用いることで設計書の人為的なミスやドキュメント間の不整合を判定し、効率的なレビューが実施できる。製造やテストの工程では、自動化ツールを用いることで設計情報からソースコードとテストコードを生成し、コーディングミスや品質のばらつきを解消できる。今後は「システムの自動健康診断」や「過去のモジュールを再利用した高速構築」など、品質の高いシステムを迅速に提供できる仕組みを更に強化していく予定である。



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

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。



NTT DATA
Technology
Foresight

VALUE NTT DATA Technology Foresight の価値

▶ 技術革新のインパクトを先取りし、ビジネスの持続的な成長を導く。

▶ 未来像を描くことで、潜在的なニーズや将来の課題を発掘。

▶ 新しいビジネスの創出や社会全体の発展に貢献。

情報社会トレンド

IST01 個の影響力拡大が社会の変革を促す

IST02 オープンな共創や連携が加速する

IST03 価値の源泉は無形資産の活用へとシフトする

IST04 持続性の確保と変化への迅速な対応が求められる

TT01 人間能力の自然な拡張

TT02 人間のモデル化

TT03 モバイルセントリック

TT04 人工知能による知的処理

TT05 実世界センシングと分析

TT06 スマートインフラストラクチャー

TT07 次世代 Web アーキテクチャー

TT08 環境適応型 IT システム

TT09 多層サイバーディフェンス

TT10 ラピッドデザイン技術

Technology Trends

技術トレンド



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

<http://www.nttdata.com/jp/ja/index.html>

NTT DATA Technology Foresight お問い合わせ先

S&Tカンパニー 技術開発本部

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。