

11. GPS・位置情報

読売 2016.5.1 日の丸衛星で誤差数cm

準天頂軌道；

通信衛星や放送衛星、気象衛星「ひまわり」などの静止衛星は、赤道上空の「静止軌道」を地球の自転速度に合わせて飛行する。常に日本から見える位置にあるが天頂付近は飛行しない。日本の準天頂軌道は赤道面から 40～50 度斜めに傾いた軌道で、日本のほぼ真上にいる時間が長い。みちびきは GPS 衛星と合わせて測位しているが、準天頂衛星が 7 基体制になる 23 年度には、GPS 衛星に頼らず位置情報が得られるようになる。

GPS；位置情報の誤差は約 10m

米国防総省が運用する衛星測位システム。1978 年に最初の衛星が打ち上げられ、現在は 30 基が高度 2 万キロの地球上空を周回している。GPS 衛星の電波をスマホなどの受信機で受け取ると、送信時間と受信時間の差で、受信機と衛星までの距離がわかる。衛星 4 基から電波を受信すると、各衛星からの距離と時間差がわかり、地上の位置がほぼ正確に割り出せる仕組み。GPS は Global Positioning System の略。

ロシア GLONASS；グロナス、24 基体制で誤差は約 50～70m

EU Galileo；30 基体制 誤差は約 1m

中国 北斗；3 基体制 誤差は約 10m

インド IRNSS；7 基体制 誤差は 10～20m

日本 みちびき；4 基体制 誤差は 6 cm 程度

日経 2017.10.11 日本版 GPS 衛星 4 基目、精度で先行、誤差 6cm、競争白熱、中印は軍事にも

三菱重工業と JAXA は 10 日、「みちびき」4 号機を搭載した H2A ロケット 36 号機の打ち上げに成功。当面の目標だった 4 基体制を整え、測位の精度で世界の先頭に立ったが、軍事的な利用も進める中国やインドは実用化の基数で先行する。全地球測位システム (GPS) インフラをめぐる大競争が激しさを増してきた。

日経 2017.9.8 中国版 GPS4 兆円産業に、軍民融合で競争力向上、情報の軍事利用懸念

中国版全地球測位システム (GPS) と呼ばれる中国独自の衛星測位システム「北斗衛星導航系統」の民間転用が進んでいる。習近平指導部の肝煎り政策である「軍民融合」の代表。中国企業と人民解放軍が先端技術や人材の交流を進めて産業競争力を引き上げる狙い。北斗は 2020 年までに全世界をカバーし、産業規模を 16 年の 4 倍となる 2400 億元 (約 4 兆円) に育成する。

中国内陸部の四川省綿陽市で 7 日、「中国綿陽科学技術都市国際ハイテク博覧会」が開か

れた。科学技術省の李次官は「今回の博覧会は軍民融合を推進する意義が大きい」と力を込めた。博覧会には軍民融合分野で 200 社余りが参加した。軍民融合は共産党、軍、国家のトップを兼ねる習氏が、15 年 3 月に国家戦略として位置づけた重要政策。軍事技術の民間転用である「軍転民」と、企業の軍事分野参入の「民参軍」の 2 種類があり、今回の博覧会の目玉は軍転民の代表である「北斗」だ。北斗は 1994 年、軍が防空システムとして開発に着手。2000 年に試験衛星を打ち上げて軍事用の運用を開始した。その後、四川九州電器集団など軍事系企業が開発を続け、11 年末から民間にも開放した。現在は民間用途として、主に公共バスや消防用車両の管理、船舶のナビゲーションなどに使われている。華為技術（ファーウェイ）などのスマホ向けでは、北斗の信号を受信できる機種が 1 億 5 千万台を超えた。シェア自転車などにも利用範囲が拡大していく見込みだ。北斗の関連市場は 20 年に 4 兆円規模に達すると見られ、中国の衛星測位市場における北斗の利用割合も 16 年の 3 割弱から 6 割に拡大し GPS を逆転する。北斗の民間転用を進めている「北斗の精度は cm 単位まで向上しており、カバー地域も増えるため用途が拡大する」と強調。今回の展示会でも、北斗の最新サービスを出店して精度の高さをアピールした。同社はガソリンスタンドを運営する中国石油天然気集団などと、ガソリンの物流を北斗などで管理する共同出資会社「四川中油九州科技能源」を設立。四川省でサービスを開始し、3 年以内に中国本土に広げる構想だ。四川長虹電子控股集团は「北斗」などを使った港湾の安全管理システムに力を入れる。軍事技術の民間転用など軍民融合分野で 20 年に 1500 億円の売り上げをめざす。博覧会の事務局によると、合計で 19 社が北斗関連のサービスを展示した。

戦車などを生産している中国兵器装備集団が自社開発のドローンを開発するなど、ドローンの出展も目立った。ネット通販大手の京東集団は陝西省でドローンを使った物流試験を始めている。中国当局と軍は軍民融合の推進のため、16 年 5 月に国家軍民両用技術取引センターを綿陽に設置し、累計の取引額は 8 億元に達した。共産党や政府は「軍民融合は海外の民間企業にも開放されている」としている。ただ、外資を含め企業側には、北斗などを利用することで顧客情報が軍関連に利用される恐れを指摘する声も根強い。軍民融合を促進するには、技術情報や軍に関わる情報の透明性確保が必要になりそうだ。

日経 2017.8.31 GPS で水蒸気量観測、気象庁概算要求、大雨の予測に活用

気象庁は、GPS を使い、海上の大気中になる水蒸気量を観測する体制を整備することを目指し、9600 万円を 2018 年度予算の概算要求に計上した。積乱雲のもととなる水蒸気の流れを捉えることで大雨の予測に役立てる。現在は、海上で定期的に水蒸気量を測定する観測地点はない。定期運航する船舶でデータを収集、風向きと合わせてどこに水蒸気の流れ込み積乱雲が発生するのか予報精度向上を目指す。

日経 2017.3.9 GPS 日欧で相互利用、協定に署名、精度、大幅に向上へ

内閣府と欧州委員会は 8 日、双方が展開する衛星測位システムを相互利用する協定を結

んだ。2018年に本格稼働する日本版全地球測位システム（GPS）の「準天頂衛星」と欧州版 GPS 衛星「ガリレオ」の両方を日欧で利用できるようにする。GPS の精度が向上するほかカバーする地域が広がり、自動運転車の開発や航空機の運航制御などに役立つ。内閣府と欧州委員会の担当者が同日、協定に証明した。現在日本では準天頂衛星 1 基と米国の GPS 衛星を使って測位しているが、誤差は最大数メートル。欧州版 GPS を加えることで 1 メートル以下にできる。17 年度には準天頂衛星をさらに 3 基打ち上げ、18 年度に計 4 基が本格稼働する。精度は 3～6cm に向上する見通し。空間的な把握も可能になり、立体交差点でも自動車の位置を正確に捉えられる。自動運転車や無人トラクターなどの開発に弾みがつき、航空機や船舶の高度な運行管理が可能になる。日本版 GPS は日本やアジアなど利用できる地域に限られるが、欧州の GPS は全地球をカバーする。関連企業は権後、双方の信号を利用できる受信機の開発を進めえる。GPS 搭載の日本製品の輸出も容易になるとみられる。GPS 関連企業のデンソー、コマツ、仏ルノー、英ロールス・ロイスなどは同日、技術報告会を開き情報を交換した。

2015.3.16 日経 衛星データで無人農業、日本版 GPS から「宝の山」全国で誤差 5 cm 以内

国は今後 10 年で 40 基超の人工衛星を打ち上げる宇宙計画を打ち出した。具体的な数値目標を定め、企業に投資などを促す狙い。衛星で得たデータを農業の無人化などに生かす取り組みも急ピッチで進む。オーストラリアでは、農地を無人のトラクターが耕す。日立造船、ヤンマー、日立製作所が日本版 GPS を使って進める自動農作業の実証実験。走行位置がずれる誤差は 5 cm 以内。種まきから収穫まで全自動化する未来も近づく。

12. 5G と Society5.0

日経 2018.2.27 5G、世界で来年一斉に、日本も前倒し検討、IoT や自動運転に応用

世界の通信事業者や機器メーカーが次世代高速通信規格「5G」の 2019 年商用化に向けて一斉に動き出した。当初計画を 1 年前倒しする。スマホ向け高速通信のほか、あらゆるモノがネットにつながる「IoT」の進化やつながるクルマ「コネクテッドカー」の開発等、世界的な投資やサービスの高度化に弾みがつきそうだ。

.....

日経 2018.1.12 5G 時代 覇権争奪、米家電見本市、ネット動画や半導体、車、AT&T など巻き返し

日経 2017.11.6 IoT 社会を支える 5G 事業変革を促す起爆剤

あらゆるモノがネットにつながる IoT は、情報技術（IT）の進化とともに、我々の生活や産業の在り方を大きく変えつつある。そうした IoT 社会の実現を後押しする基盤技術の一つが、次世代通信「第 5 世代（5G）」だ。5G が持つ「超高速」「超低遅延」「多数同時接

続」という特性が、IoT 社会におけるデジタルトランスフォーメーション（事業変革）を促す起爆剤となる。

家電製品、自動車、セキュリティーカメラ、ドローン、建設機械など、IoT 社会ではネットにつながるモノの種類や数が増える。それらが相互に作用することで利便性や生産性が高まり、新たなサービスやビジネスが生まれる。その結果、通信機能を備えた機器が大幅に増え、やり取りする情報が多様化・大容量化する。複雑かつ膨大な通信トラフィック（回線を利用するデータ量）に対応できる通信ネットワークが必要となる。それら機器間のやり取りは主にワイヤレスで行われる。これが IoT 社会を支える基盤技術として 5G が必要とされる理由である。

超高速、超低遅延、多数回同時接続

移動体通信システムはおよそ 10 年毎に世代交代してきた。1980 年代の 1G では通話だけだったが、90 年代に広がった 5G では携帯電話でメールの送受信が可能になった。2000 年代に入って 3G になると、音楽配信や画像のやり取りが一般的となり、スマートフォンが登場。現在の 4G ではスマホで買い物や動画などが楽しめるようになった。4G までは人と人がコミュニケーションするネットワークであったが、5G は IoT によってスマートな社会が実現するネットワークとなる。

5G（第 5 世代）は現在 20 年の実用化を目指し、ITU（国際電気通信連合）や無線通信の技術仕様を決める国際団体 3GPP 等において標準化活動が本格化している。5G で採用される周波数や技術などの詳細はまだ決まっていないが、求められる要件は 3 つある。まず「超高速」。伝送速度は毎秒 10 ギガビット以上と、現行 LTE（高速通信規格）の 100 倍になる。4k や 8k といった高精細動画がスマホで楽しめ、仮想現実（VR）による遠隔手術も可能となる。

2 つ目が「超低遅延」だ。通信のやり取りの際に発生するタイムラグが千分の 1 秒以下とほとんどなくなる。即時性が求められる自動運転や遠隔でのロボット操作などの高い安全性の実現に貢献する。3 つ目が「多数同時接続」だ。IoT 社会では、スマートメーターなど、身の回りでネットにつながる機器が大量に増える。そこで 1 平方キロメートルあたり 100 万台と、LTE の 100 倍以上となる大量な端末の同時接続を目指している。さらに、「5G のネットワークでは必要な要件に応じて、仮想的にネットワークを切り分けるなど、効率よくトラフィックを管理してオーダーメイドに提供できるようになる」。

医療・建設などで実証実験

20 年の 5G 実用化に向けた取り組みとして、総務省は①研究開発・実証②国際連携・協調③周波数の具体化及び技術条件の策定などを進めている。その上で、総務省新世代移動通信システム推進室の中里学室長は「通信事業者がどのような企業と組んで、どのような新しいビジネスモデルを生みだしていけるかが普及のポイントになる」と話す。

自動車や産業機器、ホームセキュリティー、医療、教育など、これまで無線通信とはかわりの少なかった領域での広がりが期待されるからだ。5G では通信事業者が異業種のパ

ートナーとビジネスを融合させ、新たな事業を創出する取り組みが欠かせない。そこで、総務省では今年度から 5G の超高速、超低遅延、多数同時接続という特性を生かした様々なユースケースを想定し、総合実証実験を始めた。例えば、来年 1 月から全国に先駆けて和歌山県で 5G を活用した遠隔医療の実証実験が始まる。同県は山間へき地を多く抱え、医師の確保に悩んできた。テレビ会議システムを活用し、和歌山県立医科大学の医師と診療所の医師の間で医療相談などを行ってきた。今回和歌山県立医大と日高川町になる川上診療所を 5G で結ぶ。高精細（4k）な画像がほぼリアルタイムに伝送できるため、「医師が画面を通じて、患者の症状把握や患者との円滑なコミュニケーションが取れるようになり、皮膚疾患や認知症などの医療診断が可能になる」（和歌山県立医科大）と期待している。近年自然災害が急増する中、建設機械による遠隔施工の実証実験も注目される。災害復旧は危険な場所での作業や二次災害のリスクが高い。離れた場所から遠隔操作による無人化施工が可能になれば、災害復旧の大きな力となる。遠隔操作には現場の状況を的確に把握できること、また遅延なく機械が動くことが作業効率と施工品質に大きく影響する。そこで、実証実験では「高精細な映像の低遅延伝送による遠隔操縦の効率性と安全性を検証する」（大林組）という。今年度は東京スカイツリータウンの周辺などで超高精細画像の映像配信や走行中の鉄道やバスに対する超高速伝送、トラックの隊列走行の遠隔管理なども計画されている。総合実証実験は 18 年度、19 年度も継続して実施される予定。20 年の実用化まであと 3 年余り。5G のもつ特性を生かして、どういったサービスやビジネスを生みだしていけるのか。既にアイデアの競争が始まっている。

日経 2017.9.25 次世代通信「5G」って何？データ遅延解消、自動運転に活用

・・・「世代交代の程にデータを送受信するスピードが高まる。ファーウェイは展示会で 8G バイトのハイビジョン画質の動画をダウンロードするのに 3G では 70 分、4G で 7 分、5G なら 6 秒ですむと説明している。・・・「データを遅延なく送れるので、自動運転車分野での活用が期待される。高速運転中に前方の車がブレーキを踏み、後続車のブレーキが作動するまでのに 4G だと 1m 以上進んでしまうが、5G なら数cmに抑えられる。・・・

日経 2017.8.25 5G 用技術開発へ、官民、大容量データ伝送

政府は次世代無線通信「第 5 世代（5G）」を本格的に普及させるため、大容量のデータ通信を支える技術開発に乗り出す。2020 年代後半には、高精細の動画配信などのやりとりで、現在の 1000 倍の送受信能力が必要とされる。官民で超高速回線網に使われる光ファイバーの能力を高める研究や技術開発に着手し、あらゆるモノがネットにつながる「IoT」などのサービス基盤を整える。総務省が所管する情報通信研究機構（NICT）は光ファイバーの基礎技術の研究を進める。同時に民間と連携し、数年内に大容量のデータ伝送技術にめどを付ける。また、技術開発から工事まで見据えた予算の手当ても政府内で進める。5G でやり取りするデータ量は毎秒 10G（ギガは 10 億）ビットと、少なくとも現在の 10～100 倍の

速度が必要。IoT や高精細の 4K 動画のやりとりなどが広がり、通信量は格段に増す。将来の莫大なデータ量のやりとりを可能にする通信技術の確立を急ぐ。国内大手電機メーカーなどと共に光ファイバー1本当たりのデータの伝送能力を大きく引き上げたり、束ねてより高速にしたりする。敷設してある光回線の取り換え工事も、国が一部を手当てすることも検討する。インターネットの固定の高速通信網は NTT 東日本・NTT 西日本を中心に民間が整備してきた。全国的な西部更新となれば、「整備費用が 5 兆円超になる可能性もある」とされ、民間からも政府に支援を求める声が出ている。安倍政権は 5G を成長戦略の要である「第 4 次産業革命」の柱としており、超高速の固定通信網整備を国家プロジェクトと位置付けている。

日経 2017.8.8 5G インフラ商機、古河電工 光ファイバー増産へ、富士通・NEC 通信設備開発に力、新市場競争備え

超高速無線通信「第 5 世代 (5G)」が世界で導入される 2020 年が迫り、関連企業に商機が広がっている。通信データを伝送する光ファイバー大手の古河電気工業は 18 年度までに生産能力を 2 割増やす。富士通や NEC など通信設備やソフトウェアの開発に力を注ぐ。通信インフラ技術は欧米勢に加え中国勢が台頭している。5G 向けの体制づくりを急ぎ成長市場での競争に備える。

光ファイバー世界 3 位の古河電工は光ファイバー製造拠点を増強する検討に入った。デンマークか米国の工場でガラス母材の製造装置などを導入し、世界全体の生産能力を 18 年度までに現在から約 2 割引き上げる。投資額は最大で 100 億円規模になる。5G はデータの伝送速度が現行の第 4 世代 (4G) の 100 倍以上と高いのが特徴。5G を活用したサービスの伸長も見込まれ、通信データ量は世界的に大きく伸びる見込み。米シスコシステムズは世界のデータ通信量は 21 年には 16 年比 3 倍になると予測する。

米国では現在、米グーグルや米アマゾン・ドット・コムなどの IT (情報技術) 大手がクラウドサービスの拡大とともにデータセンターを増強している。今後 5G が普及すれば大量のデータを伝送するインフラも必要となる。20 年以降には世界的に光ファイバーの需要が伸びる見込み。光ファイバーは中国勢も存在感を増しているが、古河電工は耐久性の高さなどで敷設コストを低減できるとして対抗。増産で先行して需要を取り込む。フジクラも通信ケーブルの軽量化につながる新製品を今年度から米国で増産。住友電気工業も中国での増産を検討し始めた。従来の通信方式ではこれまで欧米勢が技術面でリードしてきた。基地局では近年、中国の華為技術 (ファーウェイ) などの成長が目立つ。通信規格作りを通じて新たな市場の主導権争いは既に始まっている。日本の通信機器会社は 5G に対応した研究開発投資を手厚くして新市場での巻き返しを図る。富士通は通信回線を制御する次世代ネットワーク技術の研究開発に今後 3 年間で 150 億円を投じる。欧州ベンチャーに出資し今年度から次世代技術の共同開発を始める。NEC もアンテナや無線通信技術などの通信事業者と共同で実証実験を実施。5G 対応の試作機を 18 年度中に出荷する。

新サービスの開発焦点、自動運転 IoT に可能性

NTT ドコモや KDDI など携帯電話大手は今後、第 5 世代 (5G) の投資を本格化する。インフラ投資への波及効果は大きいとはいえ、利用者の生活を一変するようなサービスを企業が生みだせるかが焦点だ。5G の通信速度は毎秒 10 ギガビット。データをやり取りする際に発生する遅れは 1 千分の 1 秒と、第 4 世代 (4G) の 50 分の 1。通信の早さを生かせば、4K といった高精細画像や 3 次元 (3D) 画像を瞬時に伝送できる。また、即時性が求められる自動運転などの分野で安全性を高める技術の実用化が進む可能性がある。トヨタ自動車は NTT と自動車向け技術を共同開発すると表明。デンソーも「完全自動運転」を視野に昨年、専任部署を設立した。NEC や東芝などと連携し、情報セキュリティーや人工知能技術などの開発を進める。5G を使えば 1 m² 100 万台規模と多数の端末と同時接続が可能になる。あらゆるモノがネットにつながる「IoT」を活用したサービスの進化につながりそうだ。日本勢が新サービスを生みだせば、米国勢が席卷する IT 分野で巻き返す契機となる可能性もある。

日経 2017.8.3 科学技術イノベーション総合戦略 2017 と未来投資戦略 2017、「Society5.0」道標示す

日本の科学技術政策の指針となる「科学技術イノベーション総合戦略 2017」が 6 月閣議決定された。ロボットや新素材などを軸にスマート社会「Society5.0」を目指して、各種取り組みを掲げている。具体的な数値目標を示した「未来投資戦略 2017」とともに展望した。

政府は、科学技術基本法に基づき策定する、10 年先を見通した 5 年間の科学技術の進行に関する総合的な計画として、1996 年度から 5 年毎に「科学技術基本計画」を策定している。2016 年度からの第 5 期基本計画では、スマート社会「Society5.0」を目標に、日本が先行するロボットや人工知能など最新技術を集結させる方針を盛り込んだ。

「Society5.0」とは、仮想空間と物理空間の高度な融合によって地域や年齢、性別、言語などによる格差を解消し、多様なニーズに応える人間中心の社会を目指す。

この中長期計画の具体化策として毎年策定されるのが「科学技術イノベーション総合戦略」。その最新版である総合戦略 2017 は、第 1 章に重点事項として「Society5.0 の実現」「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブの着実な実行」「Society5.0 の推進と政府研究開発投資目標の達成に向けて」の着実な実行」の 3 つを掲げた。Society5.0 の具体化策として示されたのは、産官学連携や国民参加、基盤技術の強化を通じて Society5.0 のコンセプトを世界に発信し共有すること。知識型社会を支えるビッグデータ活用のプラットフォームを構築する狙いを掲げた。・・・

Society5.0 の実現にむけた KPI の主な進捗状況

健康寿命を 202 年までに 1 歳以上延伸 (2010 年男性 70.42 歳、女性 73.62 歳→2013 年男性 71.19 歳、女性 74.21 歳)

乗用車の新車販売に占める次世代自動車を 2030 年までに 5~7 割に (2016 年度 35.8%)

商用水素ステーションを 2020 年度までに 160 か所程度(2017 年 3 月末、90 か所開設済み)
ロボットの国内生産市場規模を 2020 年に製造分野で 1.2 兆円 (2015 年度、製造分野で約
6890 億円)

重要・老朽化インフラの点検補修を、センサー活用などで 2030 年までに完全高効率化 (セ
ンサーなどでの社会インフラのモニタリング技術の現場検証を実施中)

無線 LAN の普通教室への整備を 2020 年度までに 100% (2015 年度、29.8%)

高度外国人材認定を 2020 年度末までに 1 万人に (2012.5~2016.12 までの認定人数 6669
人)

6 次産業化の市場規模を 2020 年度に 10 兆円に (2015 年度に 5.5 兆円)

文化 GDP を 2025 年までに 18 兆円に拡大 (2015 年、8.8 兆円)

インフラシステムで 2020 年に約 30 兆円の受注を実現 (2015 年、約 20 兆円)

日経 2017.7.20 5G 世界で規格統一、日米欧中韓、20 年めど、IoT 普及後押し

次世代の超高速無線通信「第 5 世代 (5G)」で、日本と米国、欧州、中国、韓国が通信規
格を統一する。2020 年をめどに周波数などの仕様で合意し、世界の市場で共通の機器やサ
ービスを広げる。これまで独自規格にこだわってきた中国を含めて同じ規格を作る。あら
ゆるモノがネットにつながる「IoT」の機器やサービスの普及を後押しする。

5G は、現行の携帯の高速通信の技術よりも 10~100 倍の高速通信が可能で、高精細な動
画など大容量のデータを送受信できる。複数機器が同時につながっても速度が落ちない。
国内では NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクの携帯大手 3 社が商用化を目指している。各
国は周波数帯や他サービスとの干渉を防ぐ手法などを共通にする。日本は現在、衛星通信
に利用している 3 つの周波数帯を 5G で使う方向で、これらを各国・地域が利用し、細かい
仕様まで共通になるよう協議する。民間企業による会合で 19 年に技術的な国際標準を決め、
国連の専門機関である国際電気通信連合 (ITU) で 20 年をめどに制度としてまとめる。
世界的な規格統一で、5G を使う新たなビジネスを立ち上げやすくなる。例えば冷蔵庫の中
身をセンサーで見て、足りない食材をスマートフォンに表示するようなサービスを、世界
で同時に展開できる。膨大なデータのやり取りを分析して広告に生かすようなサービスも、
通信規格が統一されていれば、データ取得の開発コストが下がる。日本と米国、欧州、中
国、韓国はそれぞれ IoT の有力な市場だ。これらの国の有力企業が新興国市場も開拓して
いる。中国はこれまで、独自の通信規格にこだわってきた。4G までは欧米が主導する規格
だったが、今回は中国も含めて新たな規格で合意する。中国は 5G では独自技術ではなく、
世界と共通の技術を自らリードすることで、IoT の分野で世界市場の開拓を進める狙いがあ
るとみられる。中国企業が競争に加わり、5G を巡る機器やサービスの競争は激しくなる。
技術の仕様が世界的に統一されれば、携帯機器で基地局はそれぞれの地域に合わせて備品
を替える必要がなく、製造コストを抑えられる。対応する機器の価格が低く抑えられれば、
利用者にとってもメリットは大きい。日本では総務省が国際的な議論を踏まえ、メーカー

に対して 5G に対応する機器の仕様を示す。月内にまとめる工程表では、18 年夏に周波数帯を決め、同年度中に 5G を導入する携帯事業者を最終決定する方針を出す。決定した事業者は携帯基地局の開発計画を策定する。各国による規格統一は現行の通信規格を導入する時も進んだが、同時接続などで一段と高い技術が必要な 5G での統一は意味が大きい。日本では東京五輪・パラリンピックがある 20 年に都市部でもサービス開始を目指している。

読売 2017.7.17 日本語会話滑らか AI、海外勢に対抗、次世代通信も対応

総務省は人工知能を活用し、日本語の特性に最適な国産の会話システムを官民共同で開発する方針を固めた。来年度から実証実験を始め、2020 年の実用化を目指す。この分野では米アマゾン・ドット・コムなどの海外勢が先行しているが、次世代の高速通信規格「5G」にも対応し、その場に話し相手がいるかのように自然な日本語の会話ができるシステムで対抗する。

官民共同開発へ

AI を活用した会話システムは、利用者からの質問の内容を把握し、あらかじめ蓄積した膨大な会話例の中から瞬時に適切な表現を選んで回答する。多くの会話データを集めるほど表現が豊かになり、自然な会話ができるようになる。

新システムは、総務省が所管する「情報通信研究機構 (NICT)」が持つ会話システムをベースに開発する。インターネット上に蓄積した膨大な日本語データから、質問に対する適切な回答を探し出す方法だ。主語が省略されることが多いなどの特徴を持つ日本語で円滑に会話できるように、官民でデータを蓄積するほか、5G 対応とすることで会話の精度や反応速度を高める。英語がベースの海外勢のシステムは、質問の仕方によってはうまく対応できないこともあり、「あるゆる日本語の質問に答えられる」システムとする。開発費は数十億円規模を想定している。

米国ではアマゾンやグーグルなどが、音声で検索や買い物ができるスピーカーを発売し、人気を集めている。国産の会話システムではこういった機能に加え、自動運転に対応した自動車や家庭用ロボットなどでの利用を見込んでいる。乗っている人が自動車と会話のキャッチボールを楽しめるようになるほか、ロボットとの会話内容から認知症など病気の兆しを早期に発見するサービスへの活用を期待できる。

先行する海外勢は自社の会話システムを広く公開し、利用を促すことで性能を高めている。日本企業は独自に開発するケースが多く、このままでは会話データの蓄積に時間がかかるため、官民共同で開発を加速する狙いもある。

2017.6.19 日経 世界デジタルサミット 2017 より、AI 活用 新しい世界 (IoT が拓くイノベーションと成長) 深層学習で日々進化、エコシステム築くべき

エムビディアはゲーム用の半導体を中心だったが、今は人工知能用途を主に開発している。人間の脳の働きをまねてデータの特徴を捉える最新技術、ディープラーニングが日々

進化しており、半導体の需要が大きい。

自動運転は深層学習が使われる分野の一つだ。自動運転車はカメラやセンサーで周囲の物体を捉えて操作の判断をしているが、我々が開発中のシステムは人のブレーキの踏み方など運転の癖を車が自動で学んでいく。自動車メーカーが共有する自動運転レベルの基準の中で、特定ルートに限って無人で走るレベル4の技術を2018年中に開発する。自動車メーカーは19年以降に自動車を搭載できるだろう。自動車事故で亡くなる人は世界で年間125万人いる。9割は人のミスで、自動化技術が貢献できる。トヨタ自動車と自動運転用の半導体を開発すると発表した件では、既に両社の技術者が話し合いを始めている。

ルミノソ・テクノロジーズは人間の会話を読み取ろうとする自然言語処理の技術を得意としている。かつてと比べてこの分野の技術も進歩しており、コールセンターで消費者からの問い合わせを分析するAIは、ニュアンスを含めて正解に理解できるようになっている。将来、人間の直感に近い認識能力も持つようになるだろう。企業がAIを活用しようとする場合はどんな問題を解決したいのか、優先順位を付ける必要がある。そうすることで、従来とは異なる新しいビジネスが生まれる。

AIは大量のデータの処理やパターン認識が得意だ。事業の目的に対するコストをはじき出したり、顧客満足度や売上げを正確に予測したりすることが可能になる。25年には世界で、AIを使った取引が金融業や製造業など数百億件に膨らむだろう。当社もAIを使う広告ビジネスで成長している。

アジアの人口は世界の半分を占めておりAIを活用する機会は増えていくが、AI企業はまだ少ない。言い換えれば我々に商機がある。AIのスタートアップ企業が面白い技術を開発し、大企業の課題の解決に繋げることが増えるだろう。最も研究が進んでいるのは大学で、企業は世界の大学や企業と独自のエコシステム（生態系）を築くべきだ。社会にAIが普及していくと人間の雇用を奪ってしまうという指摘がある。ただ、AIに代替されるような仕事はもともと人間がやるべきではなかったと言えないだろうか。今後、デジタルのことについて誰もが学ばなければならない。人々の能力を養成し、仕事を作る上で必要だ。

サミットを終えて、現実空間での協業必要に

「我々は5G（第5世代移動通信）で新たなエコシステムを作りたい」。初日に基調講演したNTTドコモの吉沢社長は、次世代の高速通信技術についてこう語った。鉄道や建設機械、農業など様々な分野のパートナーと組むことで、新しい付加価値を社会に創出しようというわけだ。前身の「世界情報通信サミット」から数えると、今年の会議は20年目を迎える。従来と比べ印象的だったのは、各講演者から「パートナー」や「協業」「エコシステム」といった協力関係の構築を表す言葉が頻りに飛び出したことである。

あらゆるものがネットにつながる「IoT」の広がりや、ITのパラダイムが大きく変わった。以前はサイバー空間における情報サービス競争が主だったが、機械や装置がネットにつながるようになったことで、現実の空間での協業が必要になった。従来のソフトやサービス

は特定の強いプレーヤーが市場全体を支配しがちだったが、様々な分野に広がる IoT はそうした構図にはなりにくい。市場を独占するより、お互いのデータを持ち寄った方がより大きな成果が得られるからだ。その意味では高齢化など様々な社会課題とものづくりの技術を持つ日本は新しい IoT の世界を構築するテストベッドになりうる。米国企業がリードしてきた IT の分野で日本が新たな役割を演じるチャンスがやってきたと言える。だがそれには課題もある。自動運転やドローンの普及には従来の規制を見直さなければならない。AI の活用には新たな人材の育成も必要だ。製造業のデジタル化には経営者の意識改革も求められよう。そうした IoT 時代への心構えが明確になった 2 日間の会議だった。

IoT ビジネス開花、5G・IoT が促す第 4 次産業革命、技術整備待たずに行動を、需要予測可能な供給網

あらゆるものがネットにつながる「IoT」の技術が新たなイノベーションと経済成長を促そうとしている。日本経済新聞社と総務省は 5 月 29 日～30 日の 2 日間、「IoT が拓くイノベーションと成長」をテーマに「世界デジタルサミット 2017」を都内で開催した。人工知能 (AI) やビッグデータ、ロボティクスなどがもたらす新しいデジタルエコノミーの姿について、世界の各地から集まった IT (情報技術) 分野の専門家や経営者たちが将来像と新たな課題を展望した。

IoT によって世界で様々なビジネスが生まれている。これら 5G (第 5 世代移動通信) が普及すればさらに多くのビジネスが出てくる。5G はグローバルに多くの企業をつなげるサービスの基盤になるからだ。日本には 5G や IoT の技術で世界をリードする潜在力がある。ただ、新しい技術を使う企業はどこでも、技術の準備が整うのを待ってはいけぬ。我々もそう考え、パートナー企業と IoT を活用した実験に取り組んでいる。例えば乗用車メーカーと、ある車が路面の凍結を検知したら周囲の車に通知するシステムを実験している。トラックやバスのメーカーとは遠隔操作の実験中だ。

通信の第 3 世代、第 4 世代では高速大容量でデータのやり取りが可能になって、消費者はクラウドにつながった。5G の世界では、医療や自動車など多くの産業で、企業が互いにつながる。だからこそ産業を超えたパートナーシップが重要になる。5G の通信の遅れはわずか 1 ミリ秒程度で、瞬時のやり取りが求められる産業で使い勝手が高い。伝送速度は毎秒 10 ギガ (ギガは 10 億) ビットを超える。多くのビジネスに変化をもたらすだろう。

IoT の時代は、企業がネットワークを通じて結び付くことによりサプライチェーンを強化できる。SAP のサービスは、製造プロセスや倉庫を単純につなげて数字を見るのではない。数字を AI で分析して、需要の予測が可能なサプライチェーンを築くことができる。ハンブルクの港湾当局は IoT に取り組んで、港に出入りする船舶やトラックの情報を共有した。いつ、どれだけコンテナ貨物がどこへ移動するのか。それを把握し、予測したことで荷下ろし作業などが円滑になり、コンテナの取扱量を 20%増やすことができた。港は都市の中心にあり、規模拡大の余地がない中で大きな成果となった。

2017.6.15 日経 骨太診断 ソサエティ-5.0 めざす？

経済財政運営の基本方針（骨太の方針）には、政府の成長戦略「未来投資戦略」の要点が盛り込まれている。「成長戦略の加速」と題するページをめくるとすぐ見慣れない語句が目に入る。「Society（ソサエティ）5.0」だ。人類社会は狩猟、農耕、工業と変遷し、今は情報社会。こう位置付けた上で、5番目となる未来の社会を指したものだ。世界では蒸気機関、電力、コンピューターに続く「第4次産業革命」が進む。あらゆるモノがネットにつながる「IoT」や人工知能（AI）の進展だ。これらをうまく活用した「超スマート社会」を意味する。政府内で「ソサエティ-5.0」が初めて登場したのは、2016年度に始まった第5期科学技術基本計画。今回の骨太の方針でめざすべき社会像として位置づけた。各国は第4次産業革命の波に乗り遅れないよう戦略を相次いで打ち出している。ドイツが「インダストリー4.0」、米国は民主導で「インダストリアル・インターネット」、中国も「中国製造2025」と称する。骨太と未来投資戦略でも「ソサエティ-5.0」実現に向け、健康寿命延伸などに政府資源を集中投入すると明記。地方に住む高齢者向けの遠隔診療などの具体策も盛り込んだ。成長戦略としてこれまで以上に高齢化や人手不足など社会の抱える問題の克服にも力点を置いた。それは未来の社会像を意識するからだ。もっとも、ある大手商社幹部は「お題目よりも政策をしっかりと進めてほしい」。新味のある政策が乏しく、キャッチフレーズで目先を変えただけとの辛口評もある。

2017.6.7 日経 「5G」通信 23年全国展開、携帯大手、IoT加速、5兆円投資、基地局を共有

次世代の超高速無線通信「第5世代」の商業利用区域が2023年にも全国へ広がる。NTTドコモ、KDDI、ソフトバンクの携帯大手3社は20年に5Gの利用を一部で開始、ドコモは3年ほどで全国展開する見通し。3社の総投資額は5兆円規模に達するとみられる。自動運転車やあらゆるモノがネットにつながる「IoT」の普及を後押しする。

各社は20年の東京五輪・パラリンピック開催に合わせて都心など一部エリアで商業利用を始め、エリアを広げる。ドコモの吉沢社長は「3年以内に全国の主要地域に展開する」と言明、23年度にも全国展開する見通しを表明した。

5Gは現行の4Gと比べ実行速度が最大100倍程度になる。国際規格の概要は今年末にも固まる。機器の開発には約1年かかるとされ、各社は19年度にも設置投資を始める考えだ。全国の基地局部品やサーバー、専用システムなどを5G向けに整備する。5Gの用途が期待される自動運転車の場合、0.001秒の速さで車同士でデータをやり取りできる。より高性能な自動運転が実現できれば、事故を未然に防げる確率が一気に高まる。仮想現実（VR）技術を使った遠隔手術など医療への利用も進みそうだ。さらに、需要が大きいと目されるのがコンテンツ分野だ。スポーツ中継などで複数のカメラからの映像を瞬時に合成し、ユーザーが見たい視点から観戦を楽しむなどの用途の開発が進んでいる。産業分野でも大き

な用途が見込まれる。特に期待されるのが、IoTの加速。大量の端末と同時接続でき、より多くの情報を瞬時に吸い上げられ、工場の生産性向上などに役立つとみられる。3社の5Gへの総投資額5兆円は、4G・LTEへの投資総額の6兆円よりも抑えられる見込み。すでに全国にある基地局を一部転用できるからだ。ドコモの親会社であるNTTはKDDIとソフトバンクに対し、コスト削減を狙い、5Gに基地局共有化するよう打診している。都市部などを対象に2社とも応じる見込みで、投資額の削減につながる。

足元の景気が好調な携帯3社が設備共有化を模索するのは、契約者数の伸びが鈍化し、中長期的には収益力が低下する恐れがあるからだ。5Gでも国が割り当てる電波を使うため、携帯3社は格安スマホ会社に回線を貸し出す義務があり、価格競争が続く見通し。携帯3社は業績を維持するため5社で投資コスト削減に力を入れる。主要国の通信会社も5Gの整備を急ぐ。米国では最大手ベライゾン・コミュニケーションズが18年初めに独自規格で5Gの実用化を目指す。中国最大手の中国移動は、20年の商業化に照準を合わせて19～20年に集中投資する方針。韓国でもKTが18年に5Gに準拠した方式を試験利用する。

読売 2017.3.5 超スマート社会、進む技術革新、行政も変革

近年、ソサエティー5.0、インダストリー4.0がよく話題になる。2016年度版科学白書によると、ネットワークの高度化、ビッグデータ解析技術、人工知能（AI）などの発展でサイバー空間と現実空間が高度に融合した「超スマート社会」ができつつある、そうした社会の実現に向けた取り組みをソサエティー5.0という。超スマート社会の形成に伴い、産業構造においても、第4次産業革命と呼ぶべき変革が起こる。インダストリー4.0は、そのような変革に向けた取り組みとしてドイツでまず使われた言葉である。

ソサエティー5.0とインダストリー4.0は、情報通信技術を中心とする科学技術革命によって急速に変化する社会と産業に対し、政府と企業がどう対応しようとしているのかを確かむ上では便利な言葉である。しかし、1つ欠けていることがある。第4次産業革命が進展し、超スマート社会が形成される中、行政が今のままでよいわけがない。ソサエティー5.0、インダストリー4.0に対応した「ガバメント3.0」が必要である。歴史的に見れば、ガバメント1.0は「西欧列強に伍する国」、2.0は「経済大国・福祉国家」を目指した取り組みのことだった。ガバメント3.0は、現在進行中の科学技術革命を踏まえて、超スマート社会、第4次産業革命に対応する国家づくりである。それが具体的にどんなものとなるのかはよくわからない。しかし今、進行しているソサエティー5.0、インダストリー4.0を考えれば、ガバメント3.0は、少なくとも次のような課題に取り組むものでなければならない。課題その一は、超スマート社会の形成、第4次産業革命の進展に対応した行政における組織イノベーション（革新）である。オバマ前大統領は2009年、国家最高技術責任者（CTO）を大統領補佐官に任命した。その任務は、ビッグデータとイノベーションと技術によって、雇用の創出、保健・医療サービスの改善、安全保障システムの高度化など政府能力を向上させることだった。国防総省では、1990年代の湾岸戦争後、精密兵器などが、「軍事技術の

革命」として語られたが、2000年代にはこれが、「軍事の革命」という概念にとってかわられた。軍事技術のイノベーションに伴い、軍の組織そのもののイノベーションが必要と理解されるようになったからである。では、これを日本の文脈で考えてみればどうなるだろうか。

日本では、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が「科学技術イノベーション政策の司令塔」ということになっている。つまり同会議の任務は科学技術イノベーションの振興である。これはもちろん重要だ。しかし、国としてはさらに、ビッグデータとイノベーションを活用した保健・医療システム、インフラ、安全保障などの高度化・効率化推進と、そのために行政における組織イノベーションをどうやって進めるのかを考える必要がある。ただしこれは、日本でも米国と同様、最高技術責任者（CTO）を任命すればよいという話ではない。日本の政策形成プロセスは、米国とはずいぶんと違う。米国の政策形成プロセスはトップダウン型だ。大統領が代われれば「小さな革命」が起きる。日本では個別施策は、各省庁課長レベルで策定され、政策形成プロセスはボトムアップ型である。従って日本では、CTOを首相補佐官に任命し官邸が行政の組織イノベーションに号令をかけても、それだけではおそらくうまくいかない。ボトムアップ型の政策形成プロセスに合わせて、実務レベルのイニシアチブをサポートし、背中を押すことができるよう、より分散的に、個別行政領域ごとに組織イノベーションを指揮するポストを考える必要がある。

ガバメント 3.0 の課題その二は、科学技術イノベーション振興である。これに関しては、司令塔となっている内閣府総合科学技術・イノベーション会議によって第 5 期科学技術基本計画（2016～20 年度）が策定されており、ソサエティー5.0 のカギとなる科学技術として、IoT（モノのインターネット）、ビッグデータ、人工知能、ロボット、センサー技術などかなりの規模の投資が行われている。こうした技術は、両用（デュアルユース）技術である。ソサエティー5.0 のカギにもなるし、安全保障・防衛システム高度化のカギともなる。しかし、日本では両用技術というと、ほとんど条件反射的に軍用技術と受け止められる。技術そのものに民生用も軍用もない。食品保存用ラップや電子レンジからインターネット、全地球測位システム（GPS）、ロケットまで全て両用技術であることを考えれば、これは明らかである。ところが、最近の報道によれば、防衛装備庁の「両用」技術研究開発助成プログラムに、軍事技術研究助成のプログラムだとして反対する動きがあるそうだ。ではなぜ、防衛装備庁が研究助成すれば「軍事研究」になり、文科省の助成ならば「軍事研究」にならないのか。肝心なのは「民生用」「軍用」の別ではなく、ソサエティー5.0、インダストリー4.0、ガバメント 3.0 のカギとなる科学技術の振興である。軍事転用される恐れのある機微な技術については特に、国際的なルールと整合的な形で、国としてしっかり管理するシステムを作ることが重要になる。ガバメント 3.0 を考える上でもう一つ重要なことは、超スマート社会における新しい脆弱性に対応するかだ。日本でも、米国でも、中国でも、防衛システムは、陸、海、空、宇宙、サイバー空間を連結したネットワーク中心のシステムだ。また、新幹線、銀行、電力供給、通信などのシステムもネットワー

ク中心だ。ある日突然、電力供給システムがダウンし、復旧できなくなれば、いかに強靱な防衛システムがあっても日本の安全は大きな脅威にさらされる。半世紀前には想定もされなかった脆弱性にどう対応するか。サイバーセキュリティーを所管する機関を創設する時だと思う。こうしてみれば、ソサエティー5.0、インダストリー4.0 の取り組みと並行して、国が科学技術に投資するとともに、人材を育成して行政における組織イノベーションを推進し、新しい脆弱性にも対応するガバメント 3.0 の取り組みが求められているのは明らかだろう。そのために何をすべきか。まずは、これを政策として考える部署を政治のリーダーシップで作ることである。ガバメント 3.0 はそこから始まる。

日経 2014.12.9 革新力 考える工場、ドイツから新産業革命

車、電機、機械産業が集うドイツ南部、後世の歴史家はここを「21 世紀の産業革命発祥の地」と命名するかもしれない。カイザースラウテルンにある人工知能研究センター。シーメンスなど独製造業 10 社が参加する「近未来工場」の実験が始まった。生産する製品の材料が近づくと、機械が IC チップの情報を読み取って必要な工程を指示し、複数の生産設備を最適のラインに組み替える。人は不要。機械同士が「会話」して、どんな製品でも生産する究極のフレキシブルラインだ。まずは、日用品が対象だが、機械部品や自動車部品など何でも応用できる。狙うのは工場の枠を超えた連携。自動車なら素材や部品メーカーから販売店、電力、輸送会社などまであらゆる産業がネットでデータをやり取りする。極めれば在庫ゼロ、人件費やねえろぎー消費も最小化できる。いわばドイツ国内が「1 つの仮想工場」。10 年以内に独製造業の生産性を 5 割前後高めるといふ。キーワードは「第 4 次産業革命」を意味する「インダストリー4.0」だ。18 世紀の綿織物工業の機械化が第 1 次産業革命、電気による大量生産時代の 20 世紀初頭が第 2 次、コンピューターによる自動化が進んだ 1980 年代以降が第 3 次革命。第 4 次は自動化された工場が業種を超えてネットワーク化され、国家として立地競争力を競う時代と考えればよい。米国やアジアとの競争を前に「ドイツの強みである製造業を底上げする」。3 年前に 4.0 を提唱した一人、独 SAP 元社長ニング・カガーマンは話す。ドイツの革新は焦りの表れでもある。3D プリンターでは今や米国製がせっけん。産業分野のネット活用では GE が先を行く。「中国製造 2025」。ロボットの導入が本格化し始めた中国でも、政府内で 25 年までに製造業を智能化させる計画づくりが進む。「中独両国は単なるモノを売り買いする関係ではない」。10 月。独首相メルケルらと会談した李克強は「4.0」関連の技術交流や標準化への協力でも合意した。ドイツ企業や政府は外資にも参加を呼びかけ、スイスの ABB や米 IBM などが活動を開始。各国の主導権争いも激しさを増す。「ドイツは世界標準を作るのが得意だ」。最近、ドイツ工学アカデミーに入会した日立の中西は危機感を募らせる。モノづくりでなお優位にあるとされる日本、自動化技術も先端を行くが、企業単体や系列内の連携が前提で産業全体でネットワーク化する取り組みは視野の外にある。「考える工場」同士がつながれば、競争力は飛躍的に高まる。ドイツ発産業革命のうねりは 20 世紀後半の製造業の勝者の条件を根底から覆すイ

ンパクトを秘める。

13. 量子コンピューター

日経 2018.3.19 量子計算機実用研究へ、日立、秋にも産学連携体制

日立製作所は超高速計算ができる次世代の「量子コンピューター」の実用化研究に乗り出す。英ケンブリッジ大学と進めていた基礎研究を発展させ、2018年秋までに国内外の大学や公的研究機関が加わる産学連携の体制をつくる。基本素子に日本企業がノウハウを持つ半導体材料を採用、低コストを実現して米グーグルに対抗する。日立はノーベル賞学者を多数輩出したケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所に共同研究室を持つ。様々な計算を扱え、汎用的な「量子ゲート方式」の量子コンピューターの研究を進めてきた。基本素子「量子ビット」の材料に半導体に使うシリコンを採用。試作した超低温状態で動作を確認した。こうした成果をもとに実用化で課題となる素子の集積化がどこまでできるか研究を始める。

シリコンは、半導体の微細加工や集積化などで蓄えたノウハウがある。加工工程に既存装置も活用できる。グーグルなどが取り組む超電導状態を生かす手法よりも低コスト化しやすいとみている。日立ケンブリッジ研究所の山田氏は「大規模な研究投資をする米・中の陣営と真っ向勝負するのではなく、半導体を使うという日本らしさで巻き返したい」と話す。日立はこれとは別に、CMOS（相補性金属酸化膜半導体）を使った回路を用い、特定の計算で量子コンピューターに匹敵する性能が期待できる計算機も試作している。

日経 2018.3.18 グーグル、スパコン超える、量子計算機、年内に実証へ

米グーグルの量子コンピューターに世界の注目が集まっている。人工知能（AI）や自動運転などソフト技術の巨人だが、量子コンピューターでも先頭を走る。今年中にスーパー・コンピューターでは到達できない新たな計算量力を実現できる可能性も出てきた。研究を主催する米カリフォルニア大学サンタバーバラ校のジョン・マルティニス教授を訪ね、最前線取材した。

米西海岸の保養地サンタバーバラ。グーグルは2014年、マルティニス教授をグループごと迎え入れ、量子コンピューターの新たな研究拠点を設けた。同教授は研究チームのリーダー。きっかけはマルティニス教授が14年4月に発表した成果だ。量子コンピューターの基本素子となる「量子ビット」を超伝導回路で作り、5個並べたチップを高い精度を大きく向上させたことで、世界のIT（情報技術）企業が相次いで研究に参入した。

カナダのベンチャー、D ウェーブ・システムズが「量子アニーリング」と呼ぶ方式の量子コンピューターを商品化し、グーグルは製品を購入していた。しかし外部の評価グループは「計算能力の向上は限定的」と報告していた。高い精度を保ったまま量子ビットを集積できれば、一部の用途で大幅な計算能力の向上が見込める本格的な量子コンピューター

を実現できる可能性がある。マルティニス教授は発表の前年夏にグーグルで自らの実験結果について講演した。「同社の関係者は成果がブレークスルーになるとすぐに理解した。」と振り返る。ハートムット・ネーブン技術責任者から打診され大学に在籍しながら研究の主力をグーグルに移した。ロサンゼルス理論グループと合わせて約30人で研究を進める。電子や光子等は1個が異なる場所に同時に存在するといった相反する状態をとりうる。これが「重ね合わせ」で、量子ビットは「0」でも「1」でもある状態になる。1つの量子ビットで0と1の両方を記憶でき、計算するときは量子ビットに重ね合わせたデータを同時に処理することが可能だ。量子ビットが1つ増えると扱えるデータ量は2倍になり、ビット数が増えるにつれて計算力が飛躍的に向上する。比較的少数の素子に膨大なデータを記録し、そのすべてを同時並行で計算できる。グーグルが3月に発表した新たなチップは量子ビットを72個集積した。理論通りなら、扱えるデータ量は1千億の1千億倍に達し、どんなスパコンにもできない大量の計算を同時に実行できる

マルティニス教授は「重ね合わせを使った膨大な計算ができるのか実験で確かめる必要がある」と指摘する。実証できて初めて、量子コンピューターが「実際に使える現実のマシンになる」。ただ、実験で使うのは動作するかを確かめるための特殊プログラムで実用性は高い。「使える」計算をできるようにするには2つの大きな課題がある。

ひとつは量子コンピューターの寿命の延長だ。量子ビットが正しく動作する時間は数百マイクロ（マイクロは100万分の1）秒ほどしかない。現状では、その間に終わる計算しかできない。量子ビットの誤りを修正し、計算時間を延ばす方法はあるが、量子ビットを1万～1億個ほど集積する必要がある。多くの研究者は「あと20年かなる」とみる。もう一つはアルゴリズム（情報処理の手順）の開発だ。膨大な計算を同時並行でできても、量子の性質上、結果をすべて知ることはできない。量子ビットを読み出すと結果のどれかがランダムに出てきて残りは消えてしまう。このままでは使えないため、読み出す前に望んだ答えを引き出すアルゴリズムが必要となる。化学計算などで約60種が見つかっているが、多くは計算に時間がかかる。

理論の研究者らは現在の計算時間でも実行可能なアルゴリズム探しを急いでいる。研究を後押しするため、米IBMや中国のアリババなどは、応用を目指すユーザーがインターネットを介して自社の量子コンピューターを動かせるクラウドサービスを始めた。「私たちも今年中にクラウドを始める」とマルティニス教授は話す。超伝導とは違う方式の量子コンピューターのクラウドも、米国のベンチャーなどが近く始める予定。マルティニス教授は「様々なシステムを使って比較できる時代が始まる」と話す。量子コンピューターの真の実力が試される時が近づいている。

日経 2018.2.13 量子コンピューター並み、特定用途向け、日立が計算機

日立製作所は現在のコンピューターの性能をはるかに上回る新しい計算機を試作し、2018年度夏にもインターネットで無償公開する。特定の計算用途では、難問の処理を得意

とする量子コンピューターに匹敵する性能が期待できる。様々な使い方を試してもらい、具体的な用途を探して先行する欧州よりも早く普及させる狙いだ。半導体の微細化が限界に近づき、既存のコンピューターの性能向上が難しくなり、量子コンピューターなど次世代の計算機開発が盛んになった。量子コンピューターは様々な計算に使える可能性があるが、製造が難しく高価。より簡単な装置で、特定の計算で同等の性能を実現する取組が進んでいる。日立は膨大な選択肢から最適な答えを導く計算を得意とする次世代計算機を開発した。CMOS（相補性金属酸化膜半導体）の組み合わせ方を工夫し、最適解を探す計算モデルを解くのに特化した回路を作った。例えば、多数の都市に配送する際、もっとも効率的な経路を探す計算などに適する。従来のコンピューターよりも何桁も処理が速く、物流や創薬、金融などの分野で役立つと期待されている。次世代計算機はまだ原理実証や試作の段階でソフトウェアの開発が進んでいない。日立は一般公開を通して様々な分野の企業などでのニーズや技術を学び、実用化が見込める具体的な用途や応用ソフトの開発につなげる。

日経 2018.2.18 最適化問題 速く解くには、量子コンピューター改良進む

スーパー・コンピューターの限界を超える量子コンピューターの研究開発が熱を帯びている。現在のコンピューターでは解くことが難しい「組み合わせ最適化問題」を得意とするからだ。極微の世界の物理法則を示す量子力学をヒントに、計算量が爆発的に増える難問に対処する。様々な分野に応用する試みが始まったほか、最適化問題に特化した新たなハードウェアの研究も活発になってきた。

セールスマンが取引先のある多くの都市を一度ずつ回って元の都市に戻るのに、どんな順番で回れば最短距離になるか。この「巡回セールスマン問題」は最適化問題の代表例。原理的には順列組合せを計算し、その中から最短経路を選べばよい。3都市なら6通り、5都市でも120通りで、コンピューターを使えば、しらみつぶしに調べても簡単に答えが求まる。しかし、都市が増えるにつれて、経路は指数関数的に増える。10都市だと約363万通り、20都市だと約243京通り、500都市になると10の1000乗を超す。高性能のスーパー・コンピューターでもかなり時間がかかる。「最適化問題は世の中のどこにでも存在する」東京大学の今井浩教授は説明する。例えば、品物をどれだけ効率よく容器に詰められかという「ナップザック問題」。どの品物を入れるか全てのパターンを試せば答えを導けるが、品物の数が多くなると選択肢が爆発的に増える。値段の高い品物を優先すると選択肢を減らせるものの、正しい答えに辿り着くかどうかわからない。このほかにも、交代制職場の勤務表を組んだり、スポーツで戦力が均等になるようにチーム分けしたりする場合なども当てはまる。商品を最短時間で納入する配送ルート作りや効率的な荷物の積み方、速度が落ちにくい通信ネットワークの構築、医薬品に使う物質の検索など応用できる分野は幅広い。最適化問題をうまく処理することができれば、ビジネスや社会が抱えている様々な課題を解決できる。人間の脳を模した神経回路網（ニューラルネットワーク）などの計

算法が提案されたが、最適化問題を素早く正確に解く方法は見つかっていない。こうした最適化問題は専門的には「NP 完全問題」と呼ばれる。米クレイ数学研究所は 2000 年、未解決の数学の難問の 7 つのひとつに選び、100 万ドル（約 1 億 600 万円）の賞金をかけている。東京工業大学の渡辺教授は「NP 問題の何が計算を難しくさせているのかわかっておらず、速く正確に解けるようになるかもわかっていない」と説明する。最適化問題に対して「正確ではなくても速く答えが欲しい」という企業などからの要請は強い。このため、正解にできるだけ近い答えを高速で得る近似解法の研究が進んだ。そうした中、カナダのベンチャー企業 D ウェーブ・システムズが 11 年、量子コンピューターを商品化し、にわかに注目され始めた。D ウェーブ・システムズの量子コンピューターは最適化問題を解くための専用マシンだ。計算には、東工大の西森教授らが考案した「量子アニーリング（焼きなまし）」という理論を応用した。磁石を高温にしてからゆっくり冷やすと、内部に微小な磁石の S 極や N 極の向きなどがリセットされ、安定した状態になるという現象をヒントにしている。安定した状態にたどりつくと、最適化問題の答えを出したことになる。従来のコンピューターが順に計算するのに対し、量子アニーリングを使うと余計な計算をせずに答えを導き出せるという。ただ、全ての最適化問題が素早く解けるわけではない。「どういふ問題ならうまく解けるのかがいくつかわかり始めた段階」と西森教授は説明する。まだ世界の研究者が量子アニーリングの可能性を見極めていく状況だ。

最適化問題向けのコンピューターを求める世の中のニーズは高い。こうした要請に応える形で、様々なアイデアが登場し始めた。NTT と国立情報学研究所などは 17 年 11 月、光の量子力学的な性質を活用した新しいコンピューターを開発、インターネット上で公開した。富士通や日立製作所なども従来の半導体技術で、量子アニーリングのような計算ができる手法を開発し、実用化を急いでいる。革新的な技術の登場をきっかけに、その分野の研究開発が活発になり、更に新しい技術や成果が生まれる。そんな好循環によって、最適化問題という高い壁を越えられる日が来るのかもしれない。

応用の例；

商品配送やごみ収集などの効率的なルート

工場での生産計画（どの機械にどの商品を割り当てるのか）

アルバイトや看護師などの勤務表作製

通信ネットワークの設計（通信の集中の回避など）

スポーツのチーム分け、対戦日程の作成

効率的な商品梱包（できるだけ多く詰め込む）

資産運用のポートフォリオ（利益を最大にする配分）

たんぱく質にくっついて病気を治療する薬剤の探索

量子コンピューター（桁違いのスピードで計算できる）；

光電子などの極微の世界で起こる物理法則を示す「量子力学（20 世紀に登場）」を応用して計算するコンピューター。1985 年に理論が発表され、90 年代に入って一部の計算をケタ

違いの高速で実行できることが分り、研究が活発になった。IMB やインテル、マイクロソフトといった米国の IT 企業のほか、日米欧中の有力大学が研究開発に取り組む。

最適化問題のように条件が少し増えるだけで計算量が爆発的に増える難問の処理が得意とされる。最適な物流ルートや新素材の探索、創薬の効率化、人工知能 (AI) の高性能化などへの応用に期待が集まる。

通常のコンピューターは 0 と 1 を組み合わせて計算し、2 ビットなら 00、01、10、11、と 4 通り必要。一方、量子の世界では 0 と 1 のどちらもある「重ね合わせ」と呼ぶ状態が存在する量子ビットという基本単位を使う。この原理を利用することで、量子コンピューターは膨大な計算が一瞬で済むようになるとされる。量子ビットの実現には、イオンや半導体などを使う様々なアイデアがある。極低温で電気抵抗がなくなる超伝導回路を使った量子ビットは 1999 年、NEC にいた東京大学の中村泰信教授が世界で初めて開発した。

日経 2018.1.22 量子計算機、開発進む、NEC、18 年度中に「頭脳」

計算速度が現在のコンピューターをはるかに上回る「量子コンピューター」の研究開発を日本企業が本格化させる。NEC は「頭脳」にあたる基礎回路を 2018 年度中に開発し、23 年度にも実用化する。富士通は関連技術に 3 年間で 500 億円を投じる。日本勢は基礎研究では先行したが、商用化では遅れている。政府は 18 年度から大学などの研究支援を強化する方針で、産官学の連携により巻き返す。

量子コンピューターは電子などの物理現象を利用し、スーパーコンピューターが数千年かけて解く問題を一瞬で処理できる。人工知能 (AI) の能力を飛躍的に高め、DNA 分析や自動運転車の効率的な走行ルート選定など新たな価値を生み出すことが期待される。NEC が開発する「量子アニーリング」方式は、膨大な選択肢から最適な答えを導き出す計算を得意とする。18 年度に基本回路を作り、23 年度までに数十億円を投じて実機を開発する。量子ビットは 2000~3000 量子ビットで、数百都市での時間ごとの最適な交通ルートを過ぎに導き出せる。同じ方式で先行するカナダの D ウェーブ・システムズの技術は 2000 量子ビット程度、NEC は「同じ量子ビット数でも性能が高くなる」としている。産官学の連携を進め 10 年以内に 1 万個量子ビットを目指す。富士通は量子コンピューターの関連技術に 20 年度までに 500 億円を投じる。研究が盛んなカナダ・トロント大学に人員を派遣するなど基礎研究を進める。量子コンピューター向けソフトを手がけるカナダの 1Q ビットと資本提携し利用企業を開拓する。量子コンピューターでは D ウェーブや米 IBM などが商用化しており、試験導入する日本企業も出てきている。NEC などは 20 年以上前から量子コンピューターの研究開発を手掛けてきたが、実用化では海外勢に先行を許している。

米グーグルなど資金力の豊富な米国勢は汎用性の高い「量子ゲート」方式の開発を進める。米 IBM は 17 年からクラウドを通してサービスを提供しているほか、試作機も開発している。巻き返しに向け、NTT は光の量子現象を活用した量子コンピューターの試作機を 17 年 11 月から無償公開した。現在 4000 量子ビットの性能を今後 10 万量子ビットに高め

ていく方針。

日経 2018.1.15 量子コンピューターって？創薬や物流、暮らしに貢献

・・・従来のコンピューターは「0」と「1」のふたつの数字を使う 2 進法で計算する。電流のスイッチがたくさん集まった半導体チップを内蔵し、電流を流した状態を 1、流れない状態を 0 と決めておいて計算をする。スーパー・コンピューターは半導体の動作を速くしたり、チップの数を増やしたりして、計算スピードを上げる。この 0 と 1 の状態はデータの最小単位「ビット」という。これに対して、量子コンピューターは「量子ビット」というものを使う。量子ビットはひとつのビットが「0」と「1」の状態を共存させることができる。ミクロの世界のことなので直感的には理解できないと思う。この「状態の重ね合わせ」によって、同時並行で非常に速く計算ができる。

研究開発はどこまで進んでいるのか？

量子コンピューターと呼ばれているのは、大きく 2 つのタイプがある。すでに実用化しているのは「量子アニーリング方式」で、カナダのベンチャー企業が 2011 年に発表。組み合わせ最適化問題を得意としており、米ロッキード・マーチンや米グーグルなどの企業や研究機関が実際に導入している。一方、1980 年代から今も研究が続いているのが「量子ゲート方式」。量子ビットの重ね合わせ状態を維持する技術が難しいため実用化に至っていないが、もし完成すれば、あらゆる種類の計算を汎用的にこなせると言われている。世界では量子ゲート方式の研究開発が加速していて、米 IBM やグーグルなど様々な企業や大学が成果を発表し始めている。日本でも昨年 11 月、NTT や国立情報学研究所が国産初の量子コンピューターを完成したと発表。先ほど説明した 2 つのタイプとはまた少し違う方式で、組み合わせ最適化問題の解を高速で求めるマシン。

私たちの生活にどんな影響があるのか？

実用化されている量子アニーリング方式によって物流や創薬などで応用が進むでしょう。また量子コンピューターは人工知能に学習させる計算が得意。AI の発達で、人間の役割や社会の姿が大きく変わるでしょう。汎用的な計算ができる量子コンピューターがスーパー・コンピューターにとって代わることも考えられる。

従来難しかった細胞内などの状態を詳細に観測できる「量子センサー」も注目されている。コンピューターにとどまらず、こうした量子がらみの技術が今後、表舞台に出てきそうだ。

日経 2018.1.8 「量子名乗る」重要か、次世代計算機めぐり論争、海外は境界設けず研究

NTT が 2017.11 にインターネットで公開利用を始めた高速計算機が論争を呼んでいる。NTT などは「国産初の量子コンピューター」と宣言したが、国内の他の研究者らが「量子コンピューターとは別」と注文をつけた。未来の計算機を巡っては幾つもの方式がある。どの方式を「量子コンピューター」と呼ぶかといった学術的な議論に終始すれば、研究を

磨きあう機会を失う。

量子コンピューター関連の主な研究史

- ①1985年、ドイツ・英オックスフォード大学教授が量子コンピューターを考案
- ②1994年、米ベル研究所が高速で素因数分解できるアルゴリズムを開発
- ③1998年、西森東工大教授らが新しい計算手法「量子アニーリング」を提唱
- ④1999年、NECが超電導素子による初の「量子ビット」を作製
- ⑤2011年、カナダのDウェーブ・システムズが量子アニーリング・マシンを発売
- ⑥2014年、内閣府が「量子ニューラルネットワーク」の研究開発事業を開始
- ⑦2017年、NTTが量子ニューラルネットワークの利用を開始

日経 2018.9.25 量子コンピューター新手法、東大、1回路で計算

東大の古沢教授と武田助教は「量子コンピューター」を1つの回路で作れる手法を開発した。回路を繰り返し使い、効率よく高速・大量の計算ができる。計算を担う機器を小さくでき、コストの抑制などにつながる。回路の中を通る原子や「光子」光の粒を計算に用いる。粒を多く使うほど計算できる量も増えるが、光などが通る機器も大型になるなどの課題があった。新手法をループ状の1つの回路を使い、光子が回路の上を繰り返し周回する。多数の回路は不要で、計算に使わない光子をあらかじめ除去するため効率よく計算できる。古沢教授は「理論上は100万個以上の光子を計算に利用でき、現在のスーパー・コンピューターとはけた違いの計算が可能になる」と話す。

2018.1.1 日経「未来の頭脳」米中が先手、量子コンピューター実用化競う

半導体の高性能化が行き詰まる。「石油の世紀」の終わりが近づく。企業の競争力に影響を及ぼす様々な限界があちこちに見える。企業は限界を突破するためのイノベーション（革新）をどう生み出し、競争力の源泉をどこに求めるのか。2018年の焦点を追った。

「400台を超える車が北京市内から渋滞に巻き込まれずに空港に向かうための最適なルートは？」。Dウェーブのバーン・プラウネル CEOによると同社の量子コンピューターを使えばわずか数秒でこの計算ができるという。「通常のコンピューターなら30分だ」。量子コンピューターは量子力学の原理を応用して高速計算を実現する。新薬開発につながる化学物質の組み合わせを割り出す計算などに威力を発揮する。ただ、既存のコンピューターと動作原理が異なるため、小型化に問題を抱えるなどまだ進化の初期段階にある。それでも各社が期待を寄せるのは、同じ面積により多くの回路を搭載し半導体の能力を高める「ムーアの法則」が通用しなくなっているからだ。量子コンピューターなら、この限界を飛び超えられる。活用で先行するのは米国勢だ。グーグルは人工知能への応用を狙って自前の量子コンピューターの開発を急ぐ。IBMもクラウドを通じて自社製品を公開し日本の化学メーカーJSRや独ダイムラーといったユーザー企業などと研究を進めている。IBMのダリオ・ギル氏は「今後数年間で量子コンピューターの技術と活用が急速に発展する」とみる。

中国勢の動きも見逃せない。アリババ集団は15年から中国科学院と組み開発を始めている。大量のデータを持つ中国企業はその活用のため高速なコンピューターの開発を急いでおり、関連技術で米国を猛追している。日本ではNTTが独自方式の国産機を開発、17年11月から無償で公開している。政府も18年度からの10年間で約300億円の投資を決めているが、遅れは否めない。巻き返しへの一步を踏み出せるか。国家の産業競争力すら左右する「未来の頭脳」の競争が始まった。

がん治療から金融まで (D ウェーブ CEO、バーン・ブラウネル) ;

量子コンピューターは・・・例えば、がんの放射線療法では患者に適した安全な照射量を算出できる。DNAを解析し個人に合った薬の開発を進める研究も始まった。金融では投資ポートフォリオの最適化などで用途がある。我々がいま力を入れているのが人工知能の軸となる機械学習と量子コンピューターの融合だ。「量子マシンラーニング」と呼んでおり、カナダのトロント大学で約40の企業と事業化に向けた研究に取り組んでいる。・・・

2017.11.1 日経 量子コンピューター、分析の不可能をなくす

スーパー・コンピューターの能力を大きく上回る量子コンピューターが、人工知能の持つ可能性を格段に広げようとしている。AIは膨大なデータをもとに学んだり分析したりする。このスピードや正確性の向上を量子コンピューターが担う。・・・「0」と「1」どちらでもある「重ね合わせ」と呼ぶ現象を利用し、例えば10億通り以上の計算でも1度で済ませられる。スーパー・コンピューターで数千年かかる計算を数分で終える。

AIの機械学習はデータの規則性などをもとに判断を下すが、厳密な答えを出せない場合もある。量子コンピューターは無数の情報をまとめて計算できる。AIが扱う非定形の膨大なデータをどう組み合わせれば最適化できるのか、といった計算に適しており、不可能な計算や分析ができるようになると期待されている。・・・

日経 2017.9.1 超高速、スパコンの先へ、量子コンピューター「10年後実用化」、開発競争、日本にも「勝機」

次世代の高速コンピューターとして期待される量子コンピューター。文科省は10年後の実用化に向けて大型の研究プロジェクトを来年度から立ち上げることを決めた。欧米でも政府や企業が研究開発を加速している。競争が激しくなっている背景には、既存のITの限界を超え、社会に変革をもたらすイノベーションにつながる期待がある。

量子コンピューターは作動原理が現在のコンピューターとは全く異なり、電子などの極微の世界で起こる物理現象を利用して性能を飛躍的に向上できるのが特徴だ。スーパー・コンピューターを使っても計算に数千年かかるような問題を数分で解いたり、消費電力を大幅に減らしたりすることが期待されている。

米国は年 200 億円

こうした量子コンピューターを代表とした「量子科学」は、社会に変革をもたらすイノ

バージョンの源泉や安全保障への寄与という期待が大きい。米国の政府文書では量子科学について情報の処理、通信などに質的・量的に膨大な飛躍を持たらす技術としている。

その上で、米の科学的リーダーシップや国家安全保障、経済的競争性を構成する重要な技術と位置づけ、優先して投資する分野として年 200 億円を投じている。英政府も 5 年で 500 億円を投資、欧州連合（EU）でも 2019 年から 10 年で約 1250 億円規模の大型プロジェクトを立ち上げる計画だ。こうした世界情勢を受けて文科省は量子コンピューターをはじめとした量子科学に対して 10 年で約 300 億円の集中投資を決めた。

日本では既存のコンピューター技術を改良して、理化学研究所が保有する世界有数のスパコン「京」を 20 年代前半に大幅に更新、計算速度を世界最速級に引き上げる計画を進める。文科省はこのために約 1100 億円を投じる予定だ。

しかし、電子回路をより細かくして計算速度を上げる現在の技術の改良では「ポスト京」が限界で、これ以上のスパコンは作れないというのが大方の見方だ。そこでその先のスパコンとして量子コンピューターに光が当たっているというわけだ。

米グーグルと米 IBM、米マイクロソフトといった世界的企業も量子コンピューターの開発を進める。特に米グーグルは米カリフォルニア大学サンタバーバラ校で量子コンピューターの権威とされる教授の研究室を丸ごと吸収するなど中長期の視点で取り組んでいる。特殊なタイプながら量子コンピューターを世界で初めて商用化したカナダのベンチャー企業、D ウェーブ・システムズも登場している。

人工知能では世界に後れをとった日本だが、量子コンピューターでは世界有数の位置につけている。文科省などの分析によると、日本が発表したこの分野の論文のうち、世界的に引用が多い上位 1%論文の割合は 15 年で 4.1%を占める、英の 5.3%、米の 4.8%に次ぐ 3 位で質の高い論文が多い。11 年時点では日本がトップに立っているなど「十分勝機がある」。

NTT を中心とした日本の産学連携グループは、グーグルやマイクロソフトなどと異なる方式の量子コンピューターの開発で先行。現在のスパコンが苦手な巡回セールスマン問題という極めて複雑な計算を短時間でできる。

文科省は、専門家を集めた会合では実用時期を見据えたロードマップ（工程）を作製。27 年ころまでにはスパコンでも困難な計算が可能になり始めるとして量子コンピューターが既存のコンピューターよりも優位になるとした。37 年までには様々な問題を解けるようになり、汎用性をもつ現在のコンピューターのようになるという。来年度から立ち上げる大型プロジェクトではこうした実用時期を目標にすれば、世界的な優位性を保てることとみている。

ソフト面も充実を

しかし、日本が今後も先進的な位置を保てるかどうかは不透明だ。欧米だけでなく、科学技術分野で米に迫る勢いの中国も 16 年に策定した科学技術イノベーション第 13 次 5 年計画の重点分野に量子コンピューターを挙げている。研究開発予算を惜しみなく投じる

姿勢に警戒が必要だ。

量子コンピューター開発を長年手掛け、現在、国のプロジェクトを率いる内閣府研究開発推進プログラムプログラマナーの山本さんは「量子コンピューターをどう使いこなすかという視点が重要だ」と話す。ソフト面の充実も含めて日本は研究開発を進めていくことが必要だ。

量子科学

電子や原子など微小な領域で起きる現象を説明する量子力学に基づいた科学。こうした現象を応用することで、超高速計算を可能とする量子コンピューターや盗聴が事実上不可能な量子暗号通信の実現が期待されている。次世代のレーザー加工やセンサー技術などへの応用も想定される。経済成長につながるイノベーションや軍事技術への応用などから欧米や中国が力を入れている。日本も量子科学技術研究開発機構を昨年に発足させるなど研究体制を強化している。

日経 2017.8.12 AI や自動運転、「量子」が突破口、一億倍速コンピューター、3年かかる計算、1秒で

学術の世界にとどまっていた「量子コンピューター」が本格的な商用化の扉を開こうとしている。グローバル企業による導入や実験が活発になっており、特長は最大で従来型コンピューターの1億倍以上という演算速度だ。AI や自動運転がもとはやされるが、膨大で複雑なデータの解析ができなければ絵に描いた餅。従来型コンピューターは技術革新に限界が見えつつあり、「量子」に寄せられる期待は大きい。

カナダ第3の都市バンクーバーの郊外。量子コンピューターを世界で初めて商用化したベンチャー、D ウェーブ・システムズ (DWS) の本社には、3メートル四方の黒い箱が鎮座していた。1台17億円の最新鋭機「2000Q」。「(摂氏零下273度の)絶対零度で演算チップが稼働します」。技術責任者、マーク・ジョンソン氏が解説してくれた。内部は冷却装置以外ほぼ空洞でクリスマスツリーを逆さにしたような装置の先端に「量子ビット」と呼ばれる演算回路が1枚埋め込まれている。CPU (中央演算処理装置) はない。

従来型に限界説

「ムーアの法則」の終焉。米インテルを創業した一人、ゴードン・ムーア氏の言葉に代表されるように、従来型コンピューターの革新は処理能力を1年毎に倍増させてきた半導体が牽引してきた。だが微細化、高速化、省電力化は限界に近いとされ、「メーカーが開発投資を回収できるだけの性能上の改善はもう期待しにくい」。AI 普及がこれからというときにコンピューターの進化は止まるのか。世界大手企業を「量子」へと突き動かすのは、量子コンピューターがムーアの法則とは全く関係ない原理で除法処理するからだ。AI につながる機械学習はデータの規則性などを糸口に人間に代わり判断する。ただ従来型では厳密な答えを導けなかつたりするケースがあるという。量子コンピューターはこうした「組み合わせ最適化」を得意とする。創薬や画像認識などで効果が大きく、米ロッキード・マー

チンはステルス戦闘機開発に活用した。本格的な商用化を予感させたのが、VW が中国・北京で実施したテストだ。タクシー1万台のGPSを解析。うち418台で北京空港まで渋滞に巻き込まれない最適なルートを探し出した。かかった時間は数秒。従来は30分かかっていた。米グーグルとNASAはあるビックデータ解析について「DWS装置は1億倍速い」との調査結果を公表。3年2か月かかる処理が1秒でできる計算だ。DWA最新鋭機は米サイバーセキュリティ企業が最初の顧客で7月にはグーグルも購入した。日本では今年、リクルートコミュニケーションズが導入。検索履歴からネット利用者ごとに「圧倒的な正確さ」で出師用商品を示す計画だ。NTTなどは量子現象を利用し、脳の神経細胞ネットワークのように協調して動くコンピューターを開発している。無論、米IT大手も黙っていない。IBMは5月、DWSとは異なる方式で量子コンピューター用演算装置を開発したと発表。グーグルはDWSの顧客でありながら自らも開発を進め、著名な技術者を次々と引き抜いている。温度変化が弱点

弱点もある。絶対零度で稼働する演算チップは「ノイズ」と呼ばれるちょっとした温度や磁力の変化、震動があるとうまく作動しない。能力引き上げに量子ビット搭載数を増やした場合の安定性なども未知数だ。それでも「複雑な課題を高速で解決できる」と期待が高まる。ダウとの提携をはたした量子コンピューター用ソフト開発、1Qビットのアンドリュウ・フルスマンCEOは語る。「量子コンピューターはビジネス現場のすぐそばまで来ている」。

2017.6.25 読売 速度1億倍、コンピューター革命、量子でスパコン超えろ

膨大な量の計算を高速に解くことができる次世代計算機「量子コンピューター」の開発や利用が活発化している。量子コンピューターを使えば、通常のコンピューターの1億倍速く計算できるとの報告もあるほか、創薬や交通の効率化、人工知能研究などが大きく進む可能性がある。

計算力飛躍的アップ

電子や光子など「量子」と呼ばれる極微の世界では、不思議な物理法則が成り立っている。その一つが「重ね合わせ状態」だ。例えば、0と1のコートに分かれてドッジボールをする場合、ある瞬間、ボールは0か1かのどちらかにある。だが、ボールを電子に置き換えると、その位置は1カ所に定まらず、両コートのあちこちに一定の確率で存在する。電子はある瞬間、0にも1にも存在する。この不思議な状態は「重ね合わせ」と呼ばれ、量子の位置の他、自転の位置で起こる。量子コンピューターは、そうした量子の性質を利用している。

通常のコンピューターの情報の基本単位は「ビット」と呼ばれ、0と1の2進法で表現される。例えば、2ビットの場合は、00、01、10、11の4通りでの情報を表現でき、計算は4回行う必要がある。

一方、量子コンピューターの基本単位は量子でできた「量子ビット」で、量子の状態で

0や1を表す。例えば電子の場合、自転の向きが右回りなら1、左回りなら0となる。ただしその向きは「0でもあり1でもある」重ね合わせの状態にあるため、1つの量子ビットで0と1の両方を表せる。その結果、通常のコンピューターが4回に分けて行う2ビットの計算が、2量子ビットなら1回で済み、計算速度は4倍になる。8通りの計算が必要な3ビットでも、10億通り以上となる30ビットでも、量子ビットを使えばどちらも計算は1回で済む。ビット数が大きくなるほど、計算能力は飛躍的に上がる。

膨大な選択肢から答え

その計算能力を大きく発揮できるのが、膨大な選択肢を比べて最適な答えを探す「組み合わせ最適化問題」だ。例えば、病原となるタンパク質にくっつく最適な薬を探すシミュレーションや、渋滞を避ける最適な交通ルート探し、物流の効率化などの研究分野で活用が期待されている。

2011年にはカナダの新興企業「ディーウェーブシステム」が、「世界初の商用量子コンピューター」と銘打った計算機「ディーウェーブ」を発表した。東京工業大学の西森教授（量子統計力学）が提案した独自の理論を利用したもので、米グーグルと米航空宇宙局(NASA)は13年、この計算機を人工知能な惑星探索研究に導入。一部の計算問題を「従来のコンピューターより1億倍速く解けた」と発表した。今年に入り、独自自動車大手フォルクスワーゲンが最短の交通ルートの探索に導入。日本でも、インターネット広告配信を手掛ける「リクルートコミュニケーションズ」が5月、導入を発表した。ユーザーの好みに合った最適な広告を表示する研究に活用する。一方、計算機の開発も進む。日本では16年、内閣府の「革新的研究開発推進プログラム」の一環で山本喜久プログラムマネジャー（量子光学）やNTTなどが、光を使った新型量子コンピューターを開発したと発表した。量子コンピューターをに詳しい早稲田大学の田中准教授（統計力学）は、「計算能力の高さのほか、消費電力が小さいのも利点。有用な活用方法がいくつも見つければ、普及に近づくだらう」と話している。

暗証番号解読に備え

ディーウェーブや山本氏の計算機でも、まだ解けない問題がある。与えられた数字を素数の掛け合わせに分解する「素因数分解」だ。インターネット取引で入力する暗証番号などを外部から守る暗号は、屋久300桁の数字の素因数分解で解読できる。これが可能な量子コンピューターが開発されたときに備え、米国などでは新たな暗号の開発も進んでいる。

組み合わせ最適化問題

膨大な選択肢を比べて、最も条件の良い答えを見つける問題。代表的なのは、営業マンが複数の営業先を最短で回るルートを探す「巡回セールスマン問題」。例えば、30か所を1回ずつまわる場合、ルートの候補は1京（京は1兆の1万倍）の1京倍を超え、従来のスーパー・コンピューターで一つずつ計算すると相当な時間がかかる。だが、量子コンピューターを使えば、すぐに最短経路がわかるとされる。

ビット

通常のコンピューターの情報の基本単位。半導体に電流を流さない状態を「0」、流した状態を「1」として、2進法で様々な情報を表現する。例えば2ビットなら2桁の0と1の組み合わせで4通りの情報を表せる。ビット数が増えれば、大きな数字や複雑な画像なども表現することができる。通常のコンピューターの記憶容量は、8ビットを基本とする「バイト」という単位で表せることが多い。

14. 自動運転

日経 2017.8.17 空飛ぶ車、離陸近づく？ウーバーなど「3年後に実用化」各国政府の意向、実現のカギ

次世代モビリティ（移動手段）の有力候補として「空飛ぶクルマ」が急浮上している。無人機ドローンの技術を使った車のような形の飛行体の開発に世界の有力企業が次々に着手した。ライドシェア（相乗り）など効率的な移動サービスの普及と自動運転やドローンの技術向上が相まって、渋滞を空を飛んでかわそうとする動きが現実味を帯びている。

救助や旅客用に

イスラエル北部。縦6.2m、横2.15mとヘリコプターの4分の1ほどの大きさの物体がふわりと浮かぶ。カブトムシのような小型機は現地ベンチャー、アーバンエアロが手掛け200回の試験飛行を終えた。地上を走るわけではないが、目にした人の多くは映画「バック・トゥ・ザ・フューチャー」を想起して「空飛ぶクルマ」と呼ぶ。最高時速は180km、荷物は約760kgまで積める。人やモノを運ぶ手段として実用化を目指すラフィ・ヨリ最高経営責任者（CEO）はイスラエルの政府系軍事企業で自動運転ドローンの開発を担当し、アーバンエアロを創業した。回転翼はヘリに比べ小さく羽根はむき出しにしていない。これを運転席の前後に置き、機体と一体化した。騒音が小さく強風に強い。小回りが利き、ヘリで回転翼が邪魔になる場所にも入る。イスラエル政府の支援を受け、3年後に販売を始める。軍事莉緒うが前提のため民生用の市場や規制が立ち上がる前に実用化のメドが立った。無人機も開発し、救助用や4人乗り旅客用も順次投入する。ヘリより低速で耐荷重も小さいが小型という長所を生かし、市場の4分の1程度を切り崩す青写真を描く。

空飛ぶクルマの計画は各地で相次いでいる。2020年に空飛ぶタクシーの実現を目指す米ライドシェア最大手ウーバーテクノロジーズはヘリ大手ベルヘリコプターと組み機体の開発を始めた。欧州航空機最大手エアバスは21年まで、スロバキアのエアロモービルは20年までの販売を目指す。米グーグル創業者が出資する米キティホークは試験飛行を始めている。トヨタ自動車も若手有志が開発を進める試作機で20年の実用化を目指す。

制御技術高まる

技術的には実用化に近い。スマートフォンの進化で高性能センサーなど、電子部品の価格が劇的に下がったことが背景にある。モーターや電池の性能も上がり、コストを抑えな

がら機体の向きやスピードを細かく制御する技術が高まった。これを受けドローンの産業活用が始まり、その技術を転用して人間も載せる構想が世界のモビリティ論争をにぎわす。地上を走る車に比したメリットと実用化のハードルを勘案し、いずれ世界で広がるモビリティと各社は見た。自動運転の専門家、米デューク大学のメアリー・カミングス教授は「障害物の少ない空の自動運転は地上ほど複雑なソフトは必要ない」と指摘する。垂直に離着陸し、滑走路がいらないため、渋滞解消の手段として都市計画分野で注目を集めている。アーバンエアロには米州の多くの都市から問い合わせが来る。ウーバーは自治体と組んで米テキサス州ダラス、アラブ首長国連邦（UAE）のドバイで導入に向けた計画を進めている。ただ技術の壁は破れても規制を乗り越えられるかは分かっていない。無人のドローンは米国で飛行ルールが具体化されつつある。だが、そこに空飛ぶクルマが加わった場合の空の混雑を整理する具体的な仕組みはまだない。墜落やテロのリスクが大きい人口密集地を避けるため、当初は発着陸の場所も増やしていく。カミングス教授の研究チームは「今後10年は有人飛行、次の10年は部分的な自動運転、その次の10年で完全自動運転が実現する」と予測する。市場形成の時期は見えないが、ライドシェアの普及や自動運転の技術開発により「移動」の概念は確実に変わろうとしている。アーバンエアロはイスラエル政府の後ろ盾を得て事業化の足掛かりをつかんだ。社会全体で必要な技術との認識が深まり、各国政府や自治体が導入に向けて動き出せば、実用化は一気に近づく。

2016.3.25 日経 エコの看板、米で維持狙う、トヨタ、NYで新型PHV披露、HVは「環境車」から除外へ、加州の規制に苦慮

トヨタのエコカー戦略が米国で壁に突き当たっている。加州などの環境当局が電気自動車（EV）を優遇するようになり、お家芸であるハイブリッド車（HV）が強みを発揮しにくくなっている。23日開幕のニューヨーク国際自動車ショーではPHVの刷新を発表。新型の電池での走行距離は60km以上。加州の環境規制ではメーカーに一定台数のエコカーを売ることが求められている。クリアできなければ罰金を払うか、達成した、エーカーから「クレジット」を買う。HVに強く、クレジットの「売り手」と目されていたトヨタは2015年、初めて「買い手」となった。17年から加州ではEV、燃料電池車（FCV）、PHVを多く売らなければ、規制を達成できない。

2016.1.4 読売 ホンダ・GM提携拡大、エコカー、PHV共同開発

ホンダとGMがエコカー開発で包括提携。FCVだけでなく、次世代エコカーの主流になるとされるPHVにも広げる。

日経 2017.8.15 強さの秘密① 自動運転 頭脳握る、画像半導体GPU 米エヌビディア、高速処理で競争主導

知名度は低くとも絶対的な存在感を示す企業が日本の中にも外にもある。市場の成長が

停滞しても拡大を続ける強さの秘密は何か。初回はAIの普及を追い風に「半導体業界の盟主」米インテルを脅かす画像処理半導体（GPU）世界首位、米エヌビディアの強さに迫る。インテルを上回る

黒のジャケット姿で強気の発言をまくし立てるエヌビディアのジェンソン・フアン CEO。5月10日のイベントでは米半導体大手インテルの創業者の一人、ゴードン・ムーア氏が1965年に唱えた半導体の進歩則を否定して見せた。「ムーアの法則は終わった」。老舗企業を挑発するような発言は「AI時代の主役はGPU」という自信の表れだろう。AIの開発には画像などの大量のデータを高速で処理するシステムが必要だ。画像処理に使われてきたGPUはCPU程の精密な処理には向いていないものの、演算速度の速さでは上をいく。エヌビディアは1993年の創業からGPUに特化。ゲーム向けで実績を積み、独自の技術を磨いて淘汰を勝ち抜いてきた。競合他社は他の半導体メーカーに買収されるなどして消えていった。株式市場の評価も高い。同社の株価はインテルの株価を16年2月に初めて上回った。インテル株が大きく変動しない一方でエヌビディア株は値上がりを続け、今ではその差は5倍近い。勢いは手を組む企業の広がりでもわかる。3月に米マイクロソフトとの提携を発表、16年10月には産業用ロボット大手のファナックとAIを使った「つながる工場」で協業する考えを明らかにしている。昨今のエヌビディアの存在感を高めているのは自動車業界との相次ぐ提携だろう。5月にはトヨタ自動車との協業を発表。トヨタが開発する自動運転車にエヌビディアのGPUを積むことが決まった。独アウディや米テスラ、フォード・モーターなどとも提携した。自動運転用のソフトはブレーキを踏むタイミングなど、あらゆる状況をシナリオとしてプログラムしておく必要がある。シナリオは膨大な数に上るため、年月をかけたテスト走行が不可欠だ。ところがエヌビディアのAIは深層学習を通じて自らシナリオを予測する。アウディの場合、2年かかっていたプログラムの書き込みがAIのおかげで4時間で済んだという。

「標準」取れるか

エヌビディアの自動車部門を率いるダニー・シャピロ上級ディレクターは「自動運転の頭脳の土台を我々が提供する。自動車メーカーはその上に乗り味など好みの仕様を加えるだけで済む」と話す。同社はナンバープレート大ほどの自動運転向けAIシステムを自動車業界向けに開発しており、世界のあらゆる自動車メーカーに採用を呼び掛けている。仮想通貨向けの需要も拡大している。フアンCEOは10日の決算発表後の電話会見で「GPUは仮想通貨のデータ処理に適している。今後多くの通貨で需要が増える」と述べた。データ処理で稼ぐ顧客向けに設定を最適化した製品が好評だ。フアンCEOが5月のイベントで示したスライドには、ムーアの法則による右肩上がりの成長が終わり、その後にGPUが上に向かって伸びるシナリオが描かれていた。ただその未来図は自動運転の世界で業界標準を取るのが前提だ。インテルの次の「半導体の盟主」の座を手中にできるか。ムーアの法則の次をにらんだ戦いが始まった。

日経 2017.3.4 自動運転の新型研究車、トヨタが公開、米 AI 子会社が全面開発

トヨタ自動車は 3 日、自動運転技術の研究用に開発した新型車両を公開した。レクサスのハイブリッド車に米国の人工知能 (AI) 研究子会社が設計したシステムを搭載した。異なるレベルの自動運転を検証できる柔軟性を活かし、既存の運転支援システムの高度化や 2020 年ごろを目指す高速道路での自動運転の実現に向けた開発を加速する。・・・

読売 2017.2.27 自動運転近づく未来、2020 年実現へ、法整備、実験を本格化

自動運転技術の開発・普及に向けた政府や企業の取り組みが加速してきた。人が纏綿に全く関わらない「完全自動運転」による移動サービスを 2020 年に実現するための法整備や実証実験が、17 年度から本格化する。

「無人」想定せず

安倍首相は 21 日の政府の国家戦略特区諮問会議で、「世界一自由度の高い環境を目指し、イノベーションを爆発させてほしい」と述べ、カルロス・ゴーンが表明した自動運転の実証実験に期待を示したが、安倍はこれに先立つ今月 16 日の政府の未来投資会議でも、必要な法整備を急ぎ、日本企業の技術開発を後押しする考えを明らかにした。自動運転には、「4 段階のレベル」があり、現行法で対応できるのは、人の運転をシステムが支援する「レベル 2」まで。例えば、人身事故が起きた場合、現在の自動車損害賠償保険法では原則、車の所有者や運転者の責任になる。緊急時に運転者が対応する「レベル 3」以上の自動運転では、システムの誤作動やハッキングによる事故も想定され、自動車保険の仕組みを考え直す必要がある。運転者が「ハンドルやブレーキなどの装置を確実に操作する」ことを前提としている道路交通法も見直しが課題だ。無人運転車が公道を走ることは想定されていないからだ。自動運転車の安全基準では、日本は欧州などと高速道路の車線維持機能などで、共通ルールを策定中で、まだ「レベル 2」の段階にとどまっている。政府の IT 戦略本部は、課題を洗い出し、必要な法整備の方針をまとめた大綱を 17 年度中に策定する。

新年度公道へ

また、政府は過疎地の高齢者や子供など自由な移動手段を持たない「交通弱者」をなくすため、遠隔操作で無人のバスなどを走らせる実験を、17 年度に全国 10 カ所の公道で行う。一人のドライバーが運転するトラックを、無人の車両が追尾する「隊列走行」の実験も 18 年度に高速道路で実施する予定で、物流業界の運転手不足の解消を目指す。

メーカーの開発が先行

政府が対応を急ぐのは、完全自動運転を見据えた自動車メーカーなどの取り組みが、急速に進んでいることにある。IT 大手の DeNA と提携する日産のほか、ホンダも米 IT 大手 Google と共同研究を始める。自動運転の高度化には、常にインターネットに接続する「コネクティッド・カー (つながる車)」の技術が不可欠で、トヨタは KDDI との連携を強化し、車載通信機を世界で共通化する取り組みを進める。新興のロボット開発企業「ZMP」は、車載カメラやセンサーで集めた車の周囲の情報を分析し、運転システムに指令をソフトウ

ェアの開発を行っている。ただ、国内の企業からは「完全自動運転は技術的なハードルが高く、政府の目標通りに進むかは未知数」との声も上がる。米フォードが完全自動運転車の量産計画を既に発表するなど、国際競争も激しい。日本企業が開発に取り組みやすい環境にするための規制緩和なども課題になる。

日経 2017.2.15 無人運転で移動支援、物流効率化、高齢者を送迎、20年実用化めざす、政府が工程表

政府の未来投資会議は自動運転技術の普及に向け、ドライバーがいない無人運転車による移動支援サービスを2020年に実現する工程表を定める。17年度以降から必要な法整備を進め、実証実験を始める。物流効率化と高齢者の移動思念という方向性を定め、自動車メーカーなどの開発を後押しする。……

2016.2.28 読売 人工知能が車を自動運転、実現には道交法改正も

テスラは1月、国交省の承認を得て、電気自動車を使い、日本の公道での一部自動運転を始めた。DeNA子会社のロボットタクシーは無人のタクシーの実用化に向け、今月、本格的な実証実験を始める。イメージは、客が携帯端末で所在地や目的地などを指定すると、タクシーが到着し、カメラで客を認識してドアを開け、最短ルートを割り出して発車するというもの。自動運転の開発が進む背景には、死亡事故や渋滞の減少という期待に加え、超高齢化時代での高齢者の移動手段の確保といった社会的要請もある。

2015.2.12 日経 コマツ、ロボットベンチャーに出資、建機完全無人、自動走行実現で総仕上げ

コマツは完全に無人で動く建設機械を開発する。整地や掘削作業を自動制御する建機は市場に出したが、現状では建設現場での走行など基本操作は人に頼っている。自動運転車両やロボットなどを開発するベンチャー企業ZMPに出資し、技術を取り込み、次世代建機を実用化する。建機や鉱山機械の自動運転や無人化技術の研究開発などで協働、コマツが培ってきた建機の制御ノウハウと融合させ、無人建機の実現につなげる。コマツはこれまでGPSやセンサーなどを活用し、無人運転や作業の自動化に対応した機械を開発してきた。2008年、鉱山で決められたルートを効率よく走行する超大型ダンプトラックの無人運行システムを実現した。13～14年には、運転要員はいるものの、整地や掘削などを自動化したブルドーザーとショベルを導入。初心者でも複雑な作業を可能にした。

建設現場は鉱山に比べて走行ルートが複雑など変動要因が多い。無人建機も開発コストがかさんで高価格となれば、コスト削減効果が限られるため、現時点では作業の自動化にとどまっている。コマツの無人ダンプや自動建機はGPSの位置情報を使って制御する。ZMPはGPSに頼らず、カメラやセンサーなどで周囲の状況を把握できる点に強みがあり、協業で製品力を高める。コマツは2月から、自動建機のほか、無人ヘリやクラウドなどの

IT を活用して、建設現場の生産性や安全性を向上させる新サービスを始めた。東日本大震災からの復興工事や老朽インフラ更新などで建設投資が上向く一方で、少子高齢化もあり人手不足が深刻化しているためだ。今後も、生産年齢人口の減少が予測され、現場作業を効率化する無人建機にも取り組む考えだ。

2015.1.13 日経 トラクター、豪で無人走行、準天頂衛星「みちびき」誤差 5 センチ以内

日立造船や総務省などは日本版全地球測位システム（GPS）として期待される「みちびき」を使い、オーストラリアの農地で無人トラクターの相克実験に成功した。今後は、トラクターにセンサーを取り付け、1 月末から 3 月末にかけて、稲の生育状況や水温の無人測定を試みる。

2015.1.13 日経 ロボット普及へ法整備、無人機を商業利用、公道で自動運転、特区で実証実験

電波法；無人で動くロボットの操作などに使う電波の割り当てなどを規定。航空法；無人飛行機が飛べる高度など運用ルールを定める。道路交通法など；公道での自動運転システムの運用ルールを定める。道路法など維持・保守関連法令；目視などを前提にしたインフラ点検をロボットで済ませられるように緩和。新たなルールも整備。消費者安全法；ロボットによる事故が起きた場合の原因究明のあり方を規定。

2014.11.1 日経 無人でも機械が「お仕事」

果樹園用の除草ロボット、光学センサーで幹を識別し、傷つけないように回転刃の付いた「腕」を起用に出し入れする。5 年後に実用化。農機メーカーも IT を活用した「スマートの農機」に注力する。農業は成長産業、ヤンマーは無人ヘリ、クボタはトラクター。政府は有力な輸出品に育てる。農林水産物・食品の輸出額を 2030 年までに約 10 倍の 5 兆円に引き上げる。

2014.10.10 日経 米 IT 人工知能で進化、新事業創出へ投資、グーグル自動運転を強化、アマゾンロボットに活用

米 IT（情報技術）大手企業が人工知能を活用した事業創出に力を入れ始めた。IBM は 8 日、ニューヨーク市内に人工知能型コンピューター「ワトソン」の世界本部を開設。グーグルは次世代の量子コンピューターの開発を進め、人工知能の性能向上に取り組んでいる。人工知能は IT サービス・製品の競争力強化に不可欠と見て、各社は投資や人材の確保を急ぐ。

15. 人と人工知能

日経 2018.3.11 事務用ロボ、日本でも普及、単純作業を代替「RPA」、労働時間減に一役、仕事の7%消える？20年、働き手再教育、急務

日本企業のオフィスに自動化の波が押し寄せている。起爆剤はパソコンを使う単純作業を自動化するソフトウェア「RPA（ロボティック・プロセス・オートメーション）」。

工場で起きたような自動化の動きがホワイトカラーに及ぶ。変化に対応するには人間が創造的に働いて仕事の付加価値を高められるような人材教育や法制度の整備が不可欠になる。「人間への負担が大きく、面白くなくても、間違っただけではいけない仕事がある。RPAはそれを間違いなくこなして人間を助けてくれる」。1年前からRPAを導入している大和ハウス工業の推進室長は、決算集計や勤怠管理などの作業を、人手からRPAに置き換えた。単純作業が少なくなってミスも減り、業務効率が上がっているという。

RPAは鍵盤を自ら動かし、あらかじめ覚えた曲目を演奏する自動ピアノのようなイメージ。パソコンに組み込むソフトウェアでキーボードやマウスの動きを代替する。定型化した単純な事務作業を担うためロボットと呼ばれている。ウェブ上で資料をダウンロードしたり、必要な情報を入力したりするのが基本機能だ。例えば資材の発注では、タイマー設定した時間取引先の注文サイトでIDやパスワードを入力してログインし、品目と数量を指定してボタンを押してくれる。日本企業のホワイトカラー業務の6割は定型化でき、そのうち8割をRPAで代替できるとされる。もともとは米英の専門ソフトメーカーが2000年代初頭に開発した。日本ではNTTデータやアクセンチュア、アビームコンサルティングといったIT企業やコンサル大手が導入サービスを2～3年前から広げている。三井住友ファイナンシャルグループは約200業務に取り入れて年間40万時間の作業を削減済み。今後1500人分の業務量にあたる300万時間以上の削減につなげる。サントリーホールディングスは今年に入りグループ主要会社のデータ入力など200業務に順次導入し始めた。年間ベースで社員の時間外労働時間の約5%削減をめざす。オリックスグループ、エイチ・アイ・エスなど大手企業が一斉に取り入れ、導入事例の数だけを見ると日本が10年の遅れを埋め、既に欧米各国を上回ると見られている。国内で急速に浸透した理由は働き方改革が進んでいるためだ。優秀な人材を確保するためにも労働時間の削減が欠かせず、そのツールとしてRPAが経営者の目に留まった。ソフト1つの構築費用が数十万～100万円程度と数億円の専用システムより投資を抑えられることも利用を促している。昨年7月にRPA構築サービスを始めたNECは500社から問い合わせがあり数十社が採用した。引き合いは中堅企業に広がっている。

「RPAにより、人間はいずれ決断を下すだけになる。1人の業務範囲は3倍になる。」。アビームコンサルティングの安部さんは言う。単純作業の時間を削れば、企画や営業など人間の知恵や感性を駆使する領域に人材を配置できるとアピールする。国際競争に勝つためにもRPAや人工知能の活用は欠かせない。日本は高学歴化に伴いホワイトカラー志向が高まっているのに、生産性の改善は不十分だ。製造業の雇用は1992年の1400万人が足元で1千万人に減る一方、ホワイトカラーは3千万人弱と就業者の半分を占める。日本生産

性本部によると、日本の付加価値額（国内総生産）を労働者数で割った労働生産性は経済協力開発機構（OECD）加盟 35 か国中、21 位にとどまる。夜遅くまで働いても 1 人が生み出す価値額は欧米に及ばない。OECD は日本の労働力人口の 7%が携わる仕事が 20 年までに自動化により消え、さらに 22%の仕事の内容が大幅に変わると予測している。

日本の一般事務職は 18 年 1 月の有効求人倍率（パートを含む）が 0.41 倍と供給過多が顕著だが、開発技術者では 2.38 倍に達している。情報処理・通信技術者は 2.63 倍だ。こうした分野に集中的に人材を配置するため、職業訓練や人材教育で政府の後押しも必要になる。今はあらゆる産業で人手が不足し、機械に仕事が奪われる事態は表面化していない。決められた仕事をこなして時間単位で給与を受け取る働き方を快適と感じる人も多い。しかし、景気が後退して雇用が悪化する局面を迎えれば、求人は付加価値の高い仕事に集中するようになる。RPA や AI が浸透する今後、成果に応じて賃金を決める「脱時間給」のような制度は欠かせなくなる。ただ多様な働き方を促す裁量労働制の拡大は国会に提出する働き方改革関連法案から除外された。与野党の攻防よりも、ホワイトカラーの生産性向上を促す議論が求められている。

日経 2018.3.10 つながる家 AI スピーカー活躍、声が動かす日常、映画を準備、照明好みに

自宅の玄関ドアや家電をネットにつないで便利に暮らすスマートハウスが、簡単に低価格で実現できるようになってきた。スマートフォンに加え、人気の AI スピーカーで操作できることから IT に関心の高い 20 代から 40 代を中心に興味を持つ人が増加。中古マンションのリノベーションや賃貸など、様々な住まいに合わせた提案も増えている。

空間おしゃれに

「ただいま」。都内の会社員、日高さんが仕事から帰ると、飼いならした猫の「きなこ」が玄関前で待っている。秘密はリビングに置かれた対話型ロボット「BOCCO」（ボッコ）。日高さんのスマホの位置情報と連動し、自宅に近づくと「もうすぐ帰ってくるよ」と事前に文字情報で登録した音声をきなこへ伝える。ボッコはロボットベンチャーのユカイ工学の製品。スマホやセンサーと連動し、スマホから送ったり、録音したりした内容をしゃべる。日高さん宅を手がけたリノベーション会社のリノベるは、2016 年からスマートハウスの取り扱いを開始。案件全体の 1~2 割を占める。玄関の鍵と照明をスマートハウス対応するには、「通常のリノベーション費用に加え、おおむね 10 万円程度みておけばいい」。フィリップスライティングジャパンが展開する「Hue（ヒュー）」はスマートハウス用の照明として人気を集める。スマホや AI スピーカーを使って調光・調色ができる。スマホアプリと連動させ「南国風の照明」「キャンドルのように揺れる照明」といったおしゃれな空間を作り出せる。17 年の売上は前年と比べ 3 倍以上に伸びた。16 年 10 月に自宅をスマートハウスにした大阪の竹内さんはリビングの照明をヒューで統一。モーションセンサーと連動させて点灯や消灯を自動化した。「1 日 1 分の時間節約でも積み重ねるとすごい量になる」。外出前

に一斉に電気を落としたりといった使い方もできる。

市場 5 年で 4 倍

マウスコンピューターは 17 年 8 月からあらゆるモノがネットにつながる「IoT」機器のシリーズ「mouse スマートホーム」を販売している。家庭のテレビやエアコンなど家電製品や照明器具を IoT 化する商品だ。管理に使う端末やセンサー、ライトなど 5 点セットのスターターキットは、手軽に自宅をスマート化できる。こうした機器の司令塔として活躍するのが AI スピーカーだ。……

日経 2018.2.28 AI と働き方 (下)、代替議論に「タスク」の視点、技術導入の影響、日米で差

人工知能によって雇用が失われるのではないかという議論がかまびすしい。英オックスフォード大のかーる・ベネディクト・フレイ氏とマイケル・オズボーン氏の米国についての推計に始まり、日本についても、両氏を招いた野村総研や、仏ナンテール大のバンジャマン・ダビッド氏によって似た結果が出された。近い将来、半分程度の仕事がロボット、コンピューター、AI などの「キカイ」にとって代わられるという予想である。

この推計値自体は、賃金の変化や必要な投資などを考慮しておらず、ヒトがキカイより安価であればいくらかでも小さくなり得る。現状の技術的上限值だと考えた方がよく、半分程度という数字自体に本質的意味はない。この議論が提起したより重要な論点は、労働市場を「タスク」で考えるという視点である。タスクとは簡単にいえば、人々が働いているときの動作や行為、例えば、腕の筋肉を使っている、目を左右に動かしている、ヘッドセット越しに交渉している、予想をしている、などの様々な行為を指す。あらゆる仕事は個別のタスクとそれを遂行する時間に分解できると考えるのが、100 年前の米経済学者フレデリック・テイラー以来のタスク分析の出発点である。フレイ氏らの推計をより正確に表現すれば、どのタスクがキカイに代替されるかを推測し、タスクの束として定義される仕事の消失確率を算出しているとまとめられる。タスクとは分解された動作や行為を指すので、ヒトが遂行していたタスクがキカイに代替されるという表現は実際にもイメージしやすい。

このタスクの視点から労働市場の全体像を解き明かした金字塔は米マサチューセッツ工科大のデビッド・オーター教授らの研究。彼らは様々なタスクを頭脳的と身体的、定型と非定型の 2 つの軸、計 4 グループにまとめ、さらに頭脳的非定型タスクについては独力で遂行できる分析型、協力しながら遂行する関係相互型に分け、合計 5 つのグループに集約した。そして米国について各グループのシェアを算出し、1960 年以降の推移を示した。

彼らのタスク分析を日本に応用したのが筆者と、現在滋賀県副知事を務める池永氏の共同研究。図は筆者らの研究結果から、60 年から 2005 年までの日本の経済での 5 つのタスクのシェアの推移を示したものである。オーター教授らの米国についての分析結果と比較すると、日本で際立つ特徴は、①60~70 年代でも定型タスクが減っていたこと②全期間を通じて身体的非定型タスクが常に増えていたことである。60~70 年代は、ロボットが製造

現場に導入されていった ME（マイクロエレクトロニクス）化の時代だった。米国では熟練工が解雇され非熟練単純工に置き換わり、定型タスクのシェアが増大した。いわゆる熟練の解体が起こり、最近の AI 導入による雇用喪失の恐怖感は理由がないわけではないことがわかった。米国で定型タスクのシェアが減少に転じるのは、ようやく 80 年代以降の ICT（情報通信技術）化の時代になってからである。つまり、タスクのシェアの動向という観点からは、米国の労働市場は 80 年代以降と 60～70 年代とはまるで違う世界が現出した。それだけ、ICT 化の影響は強烈だったのである。他方日本では、70 年代の ME 化の時代にも、配置転換を多用しつつ熟練工は温存された。熟練の解体は起こらず、製造ラインの前線は「タテ（多工程）待ち」と呼ばれる多能工が担当するように変化した。タスクのシェアをみても、日本の労働市場は 60 年代以降緩やかに連続的に動いており、ME 化と ICT 化の間に質的な断絶はみられない。日本において、ICT 化が ME 化の延長として進められた可能性を示している。日米のもう 1 つの大きな違いは、身体的非定型タスクのシェアが、米国では 60 年代以降一貫して減少したのに対し、日本では逆に一貫して増加した点である。典型例として保安職や運輸職を想定すると理解しやすい。筆者らはまだ確かな原因を見出しではないが、自営業セクターの衰退に伴う潤沢な労働供給と関係すると推測している。総務省の労働力調査によれば、自営業主・家族従業者は、60 年時点で就業者の 47% を占めていた。その後、直近の 16 年の 11% まで景気動向とは関係なく減少し続けている。逆に言えば自営業セクターから被用者セクターに労働者が流入し、被用者市場は継続的に潤沢な労働供給を受け続けたと考えられる。この現象のもう一つの表現が、非正社員の増加だったというのが筆者の別の持論なのだが、非正社員の拡大が日本において身体的非定型タスクの拡大の受け皿になったというのが、今のところの仮説である。

ここで日米でのタスクのシェアの推移の違いが示している重要な点をまとめておく。まず、技術導入の労働市場への影響は、タスクレベルでさえ両国で異なり得る。本来、タスク分析の地平に立てば、ヒトとキカイの代替関係は工学的な意味で普遍的である。しかし現実には、その代替関係が常に実現するとは限らない。技術は労働市場の需給メカニズムを経由して初めて実現されるからである。ヒトとキカイのどちらが安いという観点は AI 時代でも変わらず重要なのである。とくに、膨大な開発費が必要な AI の実用化では、規模の経済の概念の重要性が増す。様々なタスクの組み合わせで成立している仕事の中から、特定のタスクを抜き出して集約することで規模の経済を確保し、AI に代替させるという開発戦略はすでに成功例もあるだろう。しかしその成否は、特定のタスクが抜き出された後のタスク編成の効率性にも依存することを忘れるべきではない。もともとタスク編成が何らかの最適化の結果だとすれば、抜き出されたタスクはそれなりの手順の関係にあったはずで、分割されたときに効率性を発揮できるとは限らない。AI が素直に職場に進入できない理由の一つでもある。逆に言えば、丸ごと AI と代替される可能性が取り沙汰されるのは、すでに特定のタスク群を切り出してまとめることでビジネスを成立させている場合だといえる。

最後に、日本の特殊事情として、タスク分析があまりなされていないことを指摘しておきたい。実際、筆者らが依拠したタスク評価ツール「キャリア・マトリックス」は旧民主党政権の事業仕分けで廃止されたまま、日本ではツールが開発・改訂されていない。この意思決定に政策当局や労使双方のみならず経済学研究者までも関わっていた事実は、タスク分析をムダとする考え方が日本社会に普及していることを示している。効率的にタスク編成された仕事に、タスクの遂行能力で評価された人材をマッチさせるというよりも、一般的な能力に優れ、どんなタスクでも一定の遂行能力が期待できる人材に任せるという現場が多いのかもしれない。だとすると、タスクを切り出しビジネス化するのには容易ではない。タスクが先かAIが先かというわけではないが、日本の労働市場にAIが普及するには、まだ越えなければならない壁がいくつかある。

日経 2018.2.26 AIと働き方(上)「人事」でデータ活用力磨け、新たな統計的差別避けよ

多くの日本企業が働き方改革に取り組む中、人工知能など新しいテクノロジーの役割に注目が集まっている。生産性改善のための救世主と期待する声もある一方、労働者の雇用と尊厳を奪う警戒すべき対象と捉える向きもある。その評価には時間がかかるものの、社会的厚生を高める方向で円滑な利用が進むかどうかは、利用する側の英知次第である。

現在提供あるいは提案されているAIの人事面での応用は、大別して3つの領域に分類できる。1つ目は業務の効率化。人間の作業をAIで代替することで工数を削減し、情報収集コストを低減させるようなサービスである。例えば、採用における書類選考や人事など社内サービスへの問い合わせをAIが代行する。2つ目はマッチングの効率化である。面接の画像や口述記録、適性検査結果などの情報を最大限活用しAIに判断させることで、採用における面接者のバイアス(ゆがみ)を排除し、最適マッチングに向けた学習を可能にする。社員の人材配置についても同様に過去の業務・評価の履歴や本人の申告するキャリアプランの希望を用いて、最適な人材配置を提案するサービスが研究されている。3つ目が人的資本投資の効率の改善を狙った能力開発のカスタマイゼーションである。これまで社内での人的資本投資は、上司や先輩による職場訓練(OJT)と画一的な研修の組み合わせであった。これに対し、本人の希望や社内のキャリアパスに合わせて受講すべき研修を提案したり、本人の実際の仕事の様子を録画してAIが改善点を判定したりするサービスが現実登場してきている。こうした新技術への関心は、単に技術進歩によって利用可能になったという供給側の要因だけでなく、需要側にもこうしたサービスの価値を高める構造変化が生じている。本節では、2つの構造変化要因に焦点を当てたい。

まず少子化によって採用側の人材獲得難はますます深刻になっていく。基本的に、採用には2つの異なる種類の間違いがある。単純化すると、Aさんという応募者がいるとき、Aさんが会社に貢献する、あるいは貢献しないという2つの排他的な現実があり得る。これに対し、企業は採用する、または採用しないという2つの選択肢がある。この時、2つの正しい決定がある一方、「貢献しないAさんを採用する」あるいは、「貢献するAさんを採用

しない」という2つの間違いがある。統計学の用語を援用して、前者を第1種の間違い、後者を第2種の間違いと呼ぶ。

日本の企業は従来、第1種の間違いを最小化することに注力してきた。終身雇用を前提とすれば、貢献しない人を採用すると非常に高いコストがかかるためだ。さらに人事部が集権的に採用してきたことも大きい。第1種の間違いは目に見えるので、人事部が採用して現場に配置すれば人事部に苦情が殺到する。このため採用担当者は第1種の間違いの最小化を目指す。しかし、多くの企業が人材獲得難に陥る中、第2種の間違いのコストは着実に上昇している。特に創造力やリーダーシップを持つ人材への需要が高まり、多様な人材の取りこぼしを避けたいという経営側の意向も強い。AIを用いた採用ルーツが多数商品化されつつあるのは、こうした需要面の変化が大きい。

2番目の重要な構造要因として、人事の分権化が挙げられる。従来日本の企業では幅広い経験と社内人脈、そして忠誠心を持つゼネラリスト集団の育成を人事部が集権的に担ってきた。しかし、グローバル化に伴い迅速な資源配分が求められるようになると、現場では専門知識を生かして効率的に業務を遂行できるスペシャリストへのニーズが高まり、集権化した人事部の経済合理性が薄れている。加えて社員のキャリアパスやニーズが多様化し、ワークライフバランスやメンタルヘルスに配慮した業務配分や人材配置が求められるようになり、現場が深く関与しない人事施策の運用が難しくなっている。そのため本社人事部が担ってきた採用、育成、配置に関する権限を事業部に移管する動きが加速している。このような人事の分権化が進行し、管理職に求められるスキルの水準が上がる一方、いびつな年齢構成の下、後輩へのコーチングやメンター（指導者）の経験を十分に積まないまま管理職に昇進する社員も多く。要求されるスキルと保有するスキルの間にギャップが生じている。管理職が担うべき育成・配置業務の支援ツールが多数考案されているのは、人事の分権化と無関係ではない。

しかしながら新技術は誰でも使える訳ではなく、弊害が全くない訳でもない。普及の過程で、使う側の能力や意識の向上に関心が向かうだろう。まず指摘できるのは、使う側にある程度、統計的な素養とデータ分析の経験が求められるということである。現時点でのAIは大量の情報の中から隠れた相関関係を拾うの得意である。しかし因果関係やメカニズムの特定にまでは踏み込まず、最終的にはAIが提案してきた内容を人間が判断する必要がある。加えて、多くのデータ活用には、計画誤差や統計的バイアスがつきものである。結果や判定がどの程度の誤差を含み、どのようなバイアスの可能性があるかを理解して使わないと大きな間違いを犯すことになる。こうした判断力を持つには、人事制度に関する知識に加え、統計リテラシーというべきデータ分析のセンスと経験がものをいう。また、機械学習を使ったツールは、基本的に教師サンプルを必要とする。例えば採用における書類選考をAIに任せる場合、過去のエントリーシートと束とそこから誰を選抜したかという記録を与え、属性や志望動機の記述と合格の間にある関係をAIに学ばせる必要がある。この時、過去の意思決定はおおむね正しかったということが前提となる。仮に過去

の選抜は、評価者の偏見に基づく判定も多く、多数の優秀な応募者の取りこぼしがあった場合、AI も同じ間違いを再生産することになる。そのため AI を導入する際には、過去の採用プロセスをまず評価することが必要となる。現在書類選考に AI を取り入れている企業のうち、一体どれだけの企業がこの評価を行っているのだろうか。

最後に、HR（ヒューマン・リソース）テクノロジーへの期待の陰で見過ごされかねないリスクを指摘したい。近視眼的なデータ活用は、従業員や応募者の差別につながりかねないという点である。多くの適性検査がストレス耐性などメンタルヘルスのリスクを計測する質問項目を入れている。AI による人材配置の提案にしても、過去の業務履歴が将来の職種適性を規定するとすれば、最初の差別が長期的なキャリア形成に大きな影響を与えかねない。男女雇用機会均等法から女性活躍推進法までの歴史は、女性は辞める確率が高いという過去の事実をもとに肯定してきた統計的差別をなくす戦いでもあった。データ活用が新たな統計的差別を生み出すことになってはならない。何を目的とした AI 活用なのか、データ活用はどこまで許されるのか、明確なガイドラインの確立に向けて産学官で議論すべき時が来ている。

日経 2018.2.27 AI と働き方（中）、多様なフリーランス台頭、技能再教育の機会重要に

「ソサエティー5.0」という日本政府提唱による科学技術政策の基本方針(2016～20年度)がある。狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会から数えて 5 番目の人間中心の社会に備えての国家戦略がうたわれている。工業社会は動力による産業革命により実現され、情報社会はコンピューターとインターネット、すなわち ICT（情報通信技術）により実現された。基本方針では人工知能と、様々なモノがネットにつながる IoT を駆動源として仮想空間と現実空間を高度に融合させたシステムを実現し、経済発展と社会的課題の解決を両立する社会を目指すとしている。工業社会以降の人類の歴史はオートメーションの恩恵を受けてきた。英国の労働生産性は 1750 年を 100 とすると 2015 年は 1500 になる。米国の製造業の労働人口は 1979 年を 100 とすると 15 年には約半分の 53 となる一方で、生産量は 2.2 倍になった。農業は 20 世紀でも最も自動化の影響を受けた産業だろう。米国の農業従事者は 19 世紀中ごろは総労働人口の 60%を超えていたが、現在は 2%に満たない。一方で生産量は直近 50 年で 2.5 倍となっている。90 年以降急速に進んだ情報社会では、会計処理、給与計算、文書管理などの定型的な事務業務の自動化が ICT により実現された。

問題は自動化の進化の速度だ。これから起きる自動化は情報社会のそれより広範囲かつ迅速に進むだろう。12 年頃から深層学習に代表される AI 技術と、IoT による医療・介護・建設、交通、農業など非 IoT 産業からのデータが出現するようになり、不可能と思われていたレベルの自動化が進もうとしている。人の認知・思考を模した複雑な処理、例えば医療画像診断、食品加工、車の運転、融資審査などの業務で自動化が実現されつつある。IoT とは、工作機械の制御システムや橋梁や列車に装着されたセンサーがインターネットにつながるという表層的な意味ではなく、コンピューターとは無縁だった産業の事業運営がい

や応なしに AI による自動化の対象になることだと理解した方が良い。雇用を議論する観点から、IoT の応用である機械制御を表す言葉として「ロボティクス」を用いる。興味があるのは、AI・ロボティクスにどれだけ労働市場が影響を受けるかだろう。昨年の米マッキンゼー・グローバル・インスティテュートの報告は、既存技術でも 60%の職業で少なくとも 30%の業務が自動化できる可能性があるとした。そして 30 年までに全世界で最大 3 分の 1、中位推計で 15%の雇用が自動化により AI・ロボティクスに置換されると予測している。この 30 年を想定した職種と自動化の関係を、筆者の理解で図にまとめた。職業を構成する業務が知識労働か作業労働か、定型か非定型かで単純化して象限を 4 つ分けている。知識労働と作業労働の軸は、自動化がソフトウェアだけで実現できるのか、それともロボットも必要かという違いを表している。ハードウェアの実装を伴う作業労働の自動化は、費用対効果の判断が難しく簡単ではない。

定型・非定型とは、その処理が予測可能かどうかである。決まった処理の繰り返しならば、予測可能で、そうでなければ予測不可能だ。定型処理の典型は会計や農作物の選別作業などで、それぞれ第Ⅲ、第Ⅳ象限に属している。この図には大きな仮定がある。今後 20 年間、AI・ロボティクスは「人が持つ、突発的で予測不可能な事態にも対応できる能力」を持ち得ないとしている。小売業の接客担当は当面、ロボットに置き換わらないだろう。支払いや配送の手配などの定型処理は自動化できるが、顧客の気まぐれに付き合い要望を聞きだすのは人にしかできない。人に残される職種は、非定型処理がある第Ⅰ、第Ⅱ象限だ。そこでは自動化がその業務を代替するのではなく、自動化がその業務を補助し、分担する領域となる。人の補助者である AI・ロボティクスとどう付き合うかが今後の働き方の議論になる。例えば、医療画像診断は自動化が目覚ましいが、それが読影医の仕事を奪うのではなく、読影医が AI の力を使って画像診断の高精度化を実現していこう。人手不足が深刻な介護士を補助する AI・ロボティクスの技術開発は喫緊の課題である。AI・ロボティクスにできること、できないことを知る AI リテラシーの教育が必要になる。

自動化は様々な職種の存廃に直接的にかかわるだけでなく、実現される新たな経済活動により間接的に働き方や雇用形態も大きく変える可能性がある。ソサエティー 5.0 時代では需要と供給の高度なマッチングが可能になる。それを象徴する現象がシェアリングエコノミー（共有型経済）だ。駐車場にある自家用車、空き部屋、普段身に付けない服と宝石、個人の労働可能時間を融通すれば、社会システムの効率化が進む。これが特定の企業や団体に属さずに働く「フリーランス」が増えていることに関係している。米国では昨年の統計によるとフリーランスが総労働人口の 36%に相当する 5730 万人に達し、27 年には 50%を超える予想されている。その内容は均一ではない。フリーランスの 4 人に 1 人以上は定職に就けないという負の動機を持っている。1200 万人のフリーランスが登録するという米アップワークで紹介する職種は、ソフトウェア開発、法務事務、データ解析、意匠デザインと独立性の高いものがある。一方、米ウーバーテクノロジーズが運営する配車サービスの運転手もフリーランスだが、配車先の選択と料金を配車サービスのプラットフォーム（基

盤)に依存する従属性が高い個人事業といえる。その中で、独立性の高い、起業家志向のフリーランスにおいて、仕事に対する価値観が変わろうとしていることに注目したい。働きたいときに働き、興味のあることに時間を割くという自己裁量の動機は以前からあった。近年は、将来の不確実性が増す中、1つの組織に勤めるより、技能(スキル)を磨きながら複数の顧客と契約する方が、長期的にはより収入が安定するという見込みがある。

キーワードは技能再教育(リスキリング)だ。これまでは一般に20歳前後まで教育を受け、その教育に基づいて就職先を決め、定年まで働いて一生を終える人が珍しくなかった。そのモデルが自動化が大きく進むソサエティー5.0の時代では成り立たなくなる公算が大きい。起業家志向のフリーランスは短いサイクルでリスキリングをして仕事を選んでいく。これは極端な例だが示唆が多い。これからはリスキリングの機会が常にあるような働き方が必要であり、そのための教育プラットフォームも重要になる。

経済活動の維持・発展のためにAI・ロボティクスによる雇用の変化は必然である。これまでも人類は自動化と付き合ってきた。第Ⅲ、第Ⅳ象限から第Ⅰ、第Ⅱ象限の職種にどのように移動するかや、社会システムの観点でAI・ロボティクスと人との境界をどのように設計するかという視点が必須となる。

日経 2018.1.12 AI、人の心を判断、ソニー、アイボ発売「お手」喜ぶ人には頻繁に

ソニーは11日、大型家庭用ロボット「アイボ」を発売。搭載した人工知能(AI)によって、どういった行動をすると飼い主の感情が変化するかを学習していく。例えば「お手」をすると特に喜ぶ人に対しては頻繁にするようになり、泣き続けて不機嫌になる人には鳴かなくなる。AIの進化は、人間の心を読む段階に入ってきている。

鼻に搭載した画像認識カメラ、頭部や下あごのタッチセンサー、音声認識の3つから、アイボに接した時の感情や気持ちの変化といった人の「情報」を得る。タッチセンサーはなでられたかどうかに加えてその強さも認識し、飼い主の感情の判断に役立てる。笑顔なども自動で検知する。情報を蓄積し、本体内蔵とクラウドの2つのAIシステムで分析する。例えば、声が普段より強く大きかったり内容が乱暴だったりした場合に怒っていると判別。かまってくれる人はカメラで顔を覚え、ランク付けする。上位の人ほどよく寄り添い、構ってくれないといじける。開発を主導した川西執行役員は「服従ではなく感情があるロボットだ」と話す。家族で飼っていても個別に認識するため、相手によって動作が少しずつ変わり、1台ごとの個性が生まれる。AIで1台1台が個性を磨きつつ、他人の「アイボ」からの情報を活用することで「アイボ」という商品全体としても賢くなる仕組みを実現している。AIで感情を読み取る技術の開発は産業界で加速している。凸版印刷と企業向けITを手がけるシーエーシーは顔の表情から「喜び」や「怒り」など7種類の感情に分類するシステムを開発。商品を選んだ消費者の感情を店頭で解析し、

日経 2018.1.4 スマホよさらば、AIイヤホン万能執事

11年前、米アップルのスマホ「iPhone」の登場で世界の風景は一変した。電車の中で、赤信号の前で、そして道を歩く最中でも人々は下を向く。10年後、私たちはこの風景を懐かしく思うだろう。イヤホン型情報端末「ヒアラブル」の登場。視線は真っ直ぐにあらゆる情報は耳から注ぎ込まれる。政治家や経営者、芸能人でなくとも、私たち一人ひとりが情報のバトラー（執事）を持つ時代の到来だ。「おはようございます。熱が下がったようですね」。2030年、起床した僕はイヤホンをつけると女性の明るい声が聞こえる。声の主は僕専用のAI。内蔵センサーが健康状態を把握して1日の予定と家を出る時間、電車の時刻、仕事にありがたいニュースを次々と案内してくれる。スマホと違って身支度する手はふさがらない。家を出ると同僚からのメッセージが聞こえ、それに声で返信する。駅では自動改札機に触れずに入場、運賃は口座引き落としだ。電車内では電子看板と連動した音が流れる。朝一番の仕事はインドネシア人の上司と、言葉は瞬時に訳される。・・・

日経 2017.8.17 職人芸 AIで代替、キリン（醸造）、味の素（発酵）

キリンビールや味の素が食品生産にAIを導入する。繊細な香りや微生物を扱うため、熟練職人の技に頼ることが大きかった醸造や発酵の工程をAIで代替させる。新商品の開発期間短縮や若手を効率的に育成することが狙い。キリンビールは三菱総合研究所と組み、ビール醸造にAIを導入、試験醸造する工程でつくりたい味や香り、色、アルコール度数などを決め、必要な原料や温度などのレシピを計算する。ビール醸造は技術習得に10年以上かかる職人技の世界だが、過去20年間分の試験データを基に最適な方法を予測。年内にも実際の工程で導入する予定だ。ビール業界は再編が繰り返され嗜好の多様化も進む。AIで効率よく開発することで競争力も維持する。味の素もAIでアミノ酸生産工場の発酵工程の無人化を検討する。2019年度までに生産効率がよかった発酵の際の条件数値化する。データを共有できるインフラを整備し、国際的なコスト競争力を高める。生産にAIを導入する動きは海外を含めても珍しい。職人技をAIに蓄積することで技術伝承を効率化する。キリンは「より効率的な手法をAIが見つかる可能性がある」と指摘、伝承以上の役割を期待する。国内製造業では熟練技術の代替や伝承にAIを導入する動きが始まっている。ルネサスエレクトロニクスは不良品発生を検知する工程をAIに置き換える。神戸製鋼所も高炉の温度制御にAIを導入する。

日経 2017.8.11 染色×IT 服に革命、セーレン、オーダーメイド47万種

タブレット（多機能情報端末）で形や柄、色をデザインし、液晶モニターで自分だけの服を「試着」。店頭と工場をIT（情報技術）でつなぐ染色技術で、ファッション業界の常識を塗り替えた企業がある。福井県に本社を置く創業128年の総合繊維メーカー、セーレンだ。衣料から非衣料へと事業を広げ、カーシート材で世界初のシェアを築いた現在、新たな領域で革新に挑む。・・・

日経 2017.8.8 AIは何をもたらすのか下、「汎用型」実現で成長加速へ、最低所得保障通じ再配分

ポイント；30年には汎用AI実現し労働の大半代替、純粋機械化経済では成長率が年々高まる、ベーシックインカムなきAIは悲劇を招く

AIが未来の経済に与える影響について、近年活発に議論されるようになった。AIの議論の際には「特化型AI」と「汎用AI」に分けて考える必要がある。特化型AIは一つのタスク（業務）しかこなせない。Siri（シリ）のような音声操作アプリや囲碁AIのアルファ囲碁など既存のAIはすべて特化型だ。一方、汎用AIは人間のようにあらゆるタスクをこなせる。一つのAIが囲碁をしたり、会話をしたり、事務作業をしたりする。汎用AIは研究開発の途上にあり、この世にまだ存在しない。汎用AIの研究開発をリードする日本の非営利組織「全脳アーキテクチャ・イニシアティブ」は、2030年には実現のめどが立つという展望を示している。汎用AIが実社会に導入されるようになれば、経済に対するインパクトは計り知れないものとなる。人間の労働の大部分が汎用AIに置き換えられるからだ。特化型AIは特定の職業やタスクを代替するにすぎず、質的にはこれまでの機械と変わりない。だが汎用AIは人間の従事する多くの職業にとって代われる。汎用AIにかかるコストが人間の賃金を下回れば、実際に汎用AIや汎用ロボットが人間の代わりに雇用されることになる。そうすると、経済の基本的な生産構造が根本的に覆される。生産構造とは、生産活動に必要なインプット（投入要素）と、それにより生み出されるアウトプット（産出物）との基本的な関係である。約1万年前から始まった「定住革命」は、狩猟・採集から農業中心の経済への転換をもたらした。主なインプットは土地と労働、アウトプットは農作物となった。次に18世紀後半に起きた最初の産業革命により、英国をはじめとする欧米諸国は工業中心の経済に転換した。主なインプットは機械（資本）と労働、アウトプットは工業製品となった。筆者はこうした経済を「機械化経済」と呼んでいる。いわゆる産業資本主義のことだ。機械化経済に転換した欧米諸国は、1人あたり国民所得が年々増大するような上昇路線に乗り、日本を除くアジア・アフリカ諸国は、国民所得がむしろ低下するような停滞路線に陥った。諸国間の経済的な大きな開きは、経済史の分野で「大分岐」といわれる。機械化経済は、キャッチアップの過程では日本の高度経済成長期のように10%を超えて高い成長率を実現するが、先進国に追いつき成熟を迎えると2%程度の低い成長率しか得られなくなる。このままでは、日本で再び高度経済成長期のような高い成長率を実現することはない。だが汎用AIの出現は、成熟した国々の経済成長に関する閉塞状態を打ち破る可能性がある。汎用AIを含む機械のみが直接的な生産活動を担うようになれば、インプットは機械のみとなり、人間の労働は必要なくなる。そうした経済を筆者は「純粋機械化経済」と呼んでいる。この経済でも、新しい商品の企画・開発や生産活動全体のマネジメントなど、間接的には人間も生産活動に関わり続けるだろうが、以下の結果に変わらない。純粋機械化経済について数理モデルを作って分析すると、成長率自体が年々上昇するという結果が得られる。成熟した機械化経済では、年々ほぼ一定率で1人あたり所得が成

長していくが、純粋機械化経済では成長率自体が年々成長していく。従ってもし汎用 AI を導入し生産の高度なオートメーション化を進める国とそうでない国があれば、図のように成長率に大きな開きが生じる。未来におきる可能性のあるこの分岐を筆者は「第 2 の大分岐」と名付けている。ただし、図の上昇路線については供給側の要因しか考えていない。純粋機械化経済であっても、需要制約により成長が伸び悩むどころか、経済全体がシュリンク（縮小）する可能性もある。というのも、汎用 AI などの機械のみが働く無人工場を所有する資本家が高い収入を得る一方、多くの労働者が失業して所得を得られなくなるために消費需要が減少するからだ。

それを回避するには、「ベーシックインカム（基本所得、BI）」のような大規模な所得分配制度が必要だ。生活に最低限必要な所得を国民全員に保障する制度である。例えば毎月 7 万円といった一定額のお金を国民全員に給付する。BI は夢物語ではなく、既にいくつかの欧米諸国で地域を限定した実験が実施されている。フィンランドでは政権与党が導入を目指しており、試験段階にある現在の給付額は約 7 万円である。日本で毎月 7 万円を国民全員に給付するには、それにより不要となる生活保護や失業手当などの社会保障費を削減するとともに、所得税率を一律 25% 程度引き上げなければならない。これは平均的な国民にとってはほとんど負担にならない。国民の負担を考える際には、単なる増税額でなく、給付額と増税額の差し引きに注目すべきだからだ。おおざっぱに言うと、中間所得層では差し引きはおよそゼロとなる。貧困層では給付額の方が多く、富裕層では増税額の方が多くなる。BI は他の一般的な社会保障制度と同様に富裕層から貧困層への所得の再配分をもたらす。「BI の財源をどうするのか」という問いかけは、そもそも問いの立て方が間違っている。財源は常識的に考えれば増税以外にない。結局のところ BI を導入できるか否かは、富裕層が増税に応じるかどうかにかかっている。

BI は労働に対するインセンティブ（誘因）が失われにくいという点で、生活保護や失業保険といった既存の社会保障制度よりも優れている。従ってできる限り早く導入されるべきだが、純粋機械化経済が実現した後ではこの制度は単に望ましいだけでなく、必要不可欠なものとなる。多くの労働者が BI なしに生活を維持できなくなるからだ。こう主張しても、富裕層の増税に対する理解は得られないかもしれない。それでも AI が高度に発達した未来に大規模な再配分がなされなければ、富裕層の所得も減少するということならば、ある程度納得せざるを得ないだろう。

加えて、純粋機械化経済では BI の実施は一層容易になる。こうした経済に至ると年々成長率が上昇していくような爆発的な経済成長がもたらされるので、得られる税金も爆発的に増えていくからだ。税額の増大に合わせて給付額を増やすこともできる。未来には月 7 万円のような最低限の給付額にとどめておく必要はない。もし所得の一定率、例えば 25% を BI に充てるというルールを採用した場合、経済成長率と同じような率で BI 給付額は増大していく。過度のインフレに陥らないように気を付けなければならないが、こうしたルールに基づいて給付額を増やしていくことはおそらく可能だろう。こうして BI を拡充させ

ることにより、AI の発達により訪れる途方もなく実り豊かな経済の恩恵を、一部の人々ではなくすべての人々が享受できるようになるはずだ。もし、BI のような社会保障制度がなければ、多くの人々にとって未来の経済は、雇用も所得も得られない暗たんたるものとなる。BI なき AI はディストピア（反理想郷）をもたらしかねない。しかし BI のある AI はユートピアをもたらすだろう。

日経 2017.8.7 AIは何をもたらすのか上、「眼の誕生」、産業構造を一変、ものづくりの資 産生かせ

ポイント；AI の画像認識精度向上で機械が眼もつ、機械が活躍する技術革新は日本企業
向き、日本企業、事業計画・人事制度に課題多い

5 億 4200 万～5 億 3000 万年前、地球の 46 億年の歴史から見ると極めて短い間（カンブリア紀）に、現存するすべての生物の大分類が出そろった。原因については諸説あるが、古生物学者のアンドリュー・パーカー氏が提唱したのが、眼の誕生が原因とする「光スイッチ説」だ。それまでの生物には高度な眼がなく、ぶつかると食べる、ぶつかられると逃げるといのように、緩慢な動作をするしかなかった。しかし眼ができると捕食の確率が大きく上がる一方、逃げる側も見つかったら早く逃げる、見つからないように隠れる、擬態するなど戦略が生まれた。つまり眼の誕生により生物の生存戦略が多様化し、多くの種類にわかれたというのだ。

AI の分野ではディープラーニングという技術により、ここ数年、画像認識の精度が急激に上がった。換言すればコンピューターに眼ができたということだ。今後、機械やロボットの世界で「カンブリア爆発」が起きる。眼を持つ機械・ロボットは圧倒的に高性能で多種にわたる。カメラに内蔵されるイメージセンサーは人間の網膜にあたる。人間は網膜で受けた信号を、脳の後部になる視覚野で処理をすることで見えている。ディープラーニングは視覚野の部分の処理に当たると考えてよい。イメージセンサーとディープラーニングが組み合わせり、ようやく機械の眼が見えるようになった。眼のもたらす情報量は圧倒的だ。眼を持つ機械・ロボットは今後、新たなカテゴリーの産業として社会の中で使われるはずだ。既に、機械化されているタスク（業務）の少なくとも数倍以上が自動化・機械化される。その市場規模は、今の機会・ロボット市場の比ではないほど巨大だろう。眼を持つ機械の誕生は、ディープラーニングとものづくりの融合による大きな産業の変化をもたらす。その中で世界的なキープレイヤーに名乗りを上げるのはネット界の巨人ではなく、機械・ロボットを扱うメーカー、産業や建設、外食産業の企業だと筆者は考える。インターネットのイノベーション（技術革新）が米シリコンバレー向きだったのと比べると、機械やロボットが活躍する今回のイノベーションは、はるかに日本企業向きであることは間違いない。米国やカナダ、英国そして中国の AI、特にディープラーニングの分野での技術革新のスピードはすさまじい。中国はもはや AI 先進国だ。ものづくりの融合領域でも中国とドイツの連携は脅威だ。このままでは日本向きの大きなチャンスを逃しかねない。日本

は正しく早く動かねばならない。筆者はもう 3 年もこのことを指摘しているが、その焦りは日に日に増している。

AI を活用する事業では、技術への再投資の仕組みをいかに作るかが重要だ。米グーグルや米フェイスブックは巨大なデータをもち、多くの実験をすることで検索精度を向上させられる。その結果、ユーザー増→データ増→収益増→実験増の循環に入る。いったんこの構造ができると、誰も太刀打ちできなくなる。技術から収益を生み、それを技術に再投資するサイクルをつくらなければ、この競争には勝てない。AI の技術が独占的になりやすいのは、着想から実装、実験までの期間が驚くほど短いからだ。場合によっては数日から数時間単位で、実験は繰り返せる。AI の産業では、再投資の仕組みを最初につくったプレーヤーが瞬時に参入障壁を築き、独占的なポジションを得やすい。医療画像を扱う医療機器や産業用ロボットの世界では既にこうした動きが始まっている。眼をもつ機械とというイノベーションの果実を得ようと思えば、一刻も早くディープラーニングを使った製品を世に出すことだ。ディープラーニングはここ数十年の研究の蓄積を事実上帳消しにした。細かい理論を抜きに、入力と出力をつなげば、多くのデータで学習すれば精度が上がるといふ破壊的なイノベーションをもたらした。この技術についていけているのは基本的に 20 代後半から 30 代の若い研究者・技術者だ。大きな付加価値をもたらすこれらの人材は世界中の企業から引っ張りだこだ。自動運転技術者の報酬は平均 30 万ドル程度、チームリーダークラスになると数百万ドルにもなる。しかし国内ではディープラーニングには習熟した人材でも、給与水準はほとんど変わらない。その理由は 2 つある。一つは企業が事業計画を真面目に立てていない。眼を持つ機械がどういう変化をもたらすのか、きちんと考えている企業が極めて少ない。AI ブームの言葉に惑わされ、技術の本質をとらえていない。従ってどうやってもうけるのか、いくら投資してよいのか、経営判断ができていない。もう一つは社内の人事制度や給与体系が硬直的で、例外が認められない。日本の年功序列は根強い。不思議なのは、日本では設備投資なら高いものでも買えるのに、人には高い給料が払えないことだ。ディープラーニングは極めて真面目な技術だ。数学の知識とプログラミング能力が必要で、理系の優秀な若者に適合する。企業間取引が中心なので、精度を上げる努力を続ければよく、マーケティングのセンスや顧客ニーズの発掘はほとんど必要とされない。給与水準がせめて諸外国の半分まで上がれば、理系の優秀な人材はこぞってこの技術を習得しようとするだろう。

ディープラーニングとものづくりの関係はファンドマネジャーと資産家の関係に似ている。ファンドマネジャーは投資家から預かった資産を増やし、その利益の一部を報酬として得る。眼を持つ機械における「眼」の部分と「機械」の部分の関係もこれに近い。つまり機械やロボット、それをつくる熟練の技など日本企業が培ってきた「資産」を、「眼の技術」を使って大きく増やす。元手となる「資産」があるからこそ、ビジネスを大きく展開できる。高い給与も、資産価値の向上に対する成功報酬と捉えるべきだ。眼を持つ機械が日本に向いているのは、ものづくりの技術的資産があるからだ。自動車産業はもとより、

様々な機械・設備、部品や素材も強い。自動化が難しかった農業や建設、食品加工にもチャンスがある。これらの分野はきめ細かな熟練の技をもっており、レベルも高いからだ。外食産業では調理の自動化が進むはずだ。近未来には自動調理機械でのレシピの配信ビジネスが始まり、顔認識技術と組み合わせて顧客の嗜好データを得られる。味の好み、健康状態、アレルギー、宗教などと合わせ、高いレベルの食を提供するというグローバルな食のプラットフォームを築ける。農業や物流、健康医療とあわせた巨大産業が生まれる。その際、最も重要な資産は日本の食文化の高さだ。ディープラーニングの技術とものづくりの技術の融合は日本の新しい未来の形を示している。少ない数の若者が高齢者がもつ技術的・文化的・経済的な資産を最大限生かして活躍する。ものづくりの企業は若者を受け入れ、思う存分、力を発揮できる環境づくりを進める必要がある。眼を持つ機械の誕生によるディープラーニングとものづくりの融合は日本のチャンスでもあり、兆戦でもある。少子高齢化が進む中、新しい国の形を世界に先駆けて新していくことが期待される。

眼を持つ機械・ロボットは多様にわたる

介護施設や病院などでの見守り・介護、医療（X線、CT、手術等）、警備、防犯、顔による認証・ログイン、広告、表情読み取り、入国管理、警察業務、輸出入管理業務、防災系（河川、火山、土砂崩れの見張り）、重機系（掘削、揚重）、建設現場系（溶接、運搬など）、農業系（収穫、選果、防除、摘花・摘果）、自動操縦系（ドローン、小型運搬車、農機、建機）、自動運転系、物流、産業用ロボット系（組み立て加工など）、調理系（外食全般）、片付けロボット（家庭、オフィス、商業施設）、新薬発見や新素材の開発（遺伝子の認識：分析、実験）、廃炉系（深海や鉱山、宇宙も含めた極限環境）

日経 2017.8.7 AI普及仕事どうなる、人間の能力も拡張、対面スキル重要に、かわらぬ学問の基礎、身に付けよう（東大・暦本教授）

AIの急速な進化が社会を変えようとしている。2045年にはAIが人間の能力を超えるとされる「シンギュラリティ」が起きるといわれるほか、人間の仕事の多くがAIに奪われるとの予測も出ている。今の大学生、高校生が社会の第一線で活躍する頃、AIと人間の関係はどうなっているのか。東京大学の暦本教授に聞いてみた。

AIの普及で「多くの人の仕事が奪われる」という予測が話題を呼んでいますが、私は現状では「AIが人に置き換わる」という見方はしません。むしろ人にとって非常に便利なツールです。ただ、その「便利さ」が従来のITとは次元が異なります。例えば、これまで熟練した専門医でなければできなかった「レントゲン写真からがんを発見する」仕事をコンピューターが実行できるようになります。この点では、人間が持つある種の「専門知識」はAIに置き換わるでしょう。だからといって「医者」という職業がなくなるわけではありません。がんを発見するだけでなく、患者と接して心身の両面からサポートすることが医者の大事な仕事だからです。医者の仕事のうち、これまで過去の経験などに頼っていた一部の業務が「AIをツールとして使いこなす」ことで代替されていくというイメージです。

ただ、人の果たす役割や医療産業の在り方がリストラクチャリング（再構築）されることにはなるでしょう。米国の調査で、「AIに置き換わる可能性がある」という調査結果が話題になった「弁護士」も同様です。過去の判例を検索する業務などはAIが担うでしょう。「裁判」の在り方も大きく変わると思います。しかし、依頼者とのコミュニケーションなど、人間同士の交流が大きな要素を占める部分を置き換えることはできないと考えます。

5月に米グーグルのAI「アルファ碁」と、世界最強とされる中国の柯潔（か・けつ）九段との対局がありました。実は同じ会場でアルファ碁と人間とのペア2組による対局が実施されました。AIと人がコンビを組んで交互に打つという競技です。人がAIの能力を最大限に引き出せるかどうか勝負の分かれ目になります。チェスでも同様の試みがあります。1997年に米IBMのスーパー・コンピューター「ディープブルー」が当時のチェス世界チャンピオンに勝利した後、「アドバンスドチェス」という新たな競技が始まりました。対局中に人間がコンピューターで差し手を調べながら戦う競技です。このように医師や弁護士もAIを使いこなすことが求められる「アドバンスド医師」や「アドバンスド弁護士」といった形に変わるかもしれません。囲碁では、アルファ碁の登場で「AIが人間の囲碁棋士の能力を超えた」といわれる一方、「AIの手を参考に新たな定石が生まれる可能性がある」という意見も出てきています。AIによって人間の囲碁に対する能力が引き上げられるという考え方です。

AIは人に対抗するものではなく、人間の能力を拡張する可能性の方が高いと見ています。こうした考えの下、私たちは「拡張現実（AR）」の次の段階として「拡張人間」という研究テーマに取り組んでいます。AIなどの技術と人間を一体化させることで、人間の知覚や認知、身体といった能力を拡張するという研究です。人間の能力拡張に向けて、あらゆるモノがネットワークにつながる「IoT」の次の段階である「IoA（インターネット・オブ・アビリティ）」の時代が到来すると見ています。IoAは私たちが提唱している概念で、人や機械が時間や空間の制約を超えて相互に能力を強化し合うネット環境のことを指しています。技術革新によって職業の在り方や社会が大きく変わる中、次代の担い手である若者にとって特に重要なのは、「変化しないこと」を見極める力だと思います。例えば、どんなにAIが進化しても数学など学問の基礎が変わることはありません。こうした不変の知識や能力をきちんと勉強して身に付けておけば、社会の変化にも柔軟に対応できるでしょう。

日経 2017.7.24 AIの世界、ロボにも法的責任、倫理観育めるか

シンガポール南洋理工大学の研究室。どこにでもいそうなカナブンに人工知能による「命」が宿っている。同大学の佐藤助教授らが研究を進める昆虫サイボーグだ。
生けるドローン

読売 2017.7.22 キレルAI制御せよ、「ブラックボックス」化課題

AI（人工知能、Artificial Intelligence）への期待が膨らむ。金融、医療、製造など様々な

分野で活用しようという試みが進む。一方で、やがて AI が人間の能力を超える、などと危ぶむ声も聞こえてくる。期待される理由や課題を、長年コンピューター研究に取り組んでいる西尾大阪大学長に聞いた。

AI とはどのようなものか。「人間の脳の作業を、コンピューターとソフトウェアで実現する技術だ。人間がソフトで指示を出すと、それに従ってコンピューターが膨大なデータを使って高速で計算して答えを出す。コンピューターが自分で学んで答えを出すこともできる。

一体どうやって学ぶのか。「人間の脳のメカニズムを模倣した「ディープラーニング（深層学習）などの方法を使う。ソフトの指示通りに何段階も計算を繰り返すうちにコンピューターは規則性を学ぶ。するとソフトの指示とは別に、自ら判断基準を作って答えを出すようになる。今、AI が注目されるのは、それを可能にする技術環境が整ったからだ」。

どういう環境か。「まず計算に使えるデータが爆発的に増えた。信頼性のあるデータをたくさん使って計算するほど、正しい答えになる」

どれくらい増えているのか。「米企業の調査によると、2013 年の世界のデータ量は約 4.4 兆 G バイトだった。1G バイトは書籍 1000 冊ほどの情報量に相当する。これが、20 年には 44 兆 G バイトになると予想されている。128G バイトのデータを保存できる厚さ 7 ミリのタブレット型端末を重ね合わせると、13 年は地球から月までの距離の 3 分の 1 のところまで。それが 20 年には、6.6 倍になると言われている。

すごい量だ。コンピューターの能力も相当高くないといけない。「そうだ。コンピューターの計算速度は、1 年半ごとに倍増すると言われてきた。だが、実際にはそれ以上の速さで向上している。関連機器の価格もどんどん安くなっている」

「膨大なデータと高速計算を駆使して脳のように作業するので、人間より生産性が高くなる場合がある。AI が仕事を奪うのでは、と言われる理由だ」

技術的な課題はもうないのか。「いや、大きな課題がある。AI の「ブラックボックス」をどうするかだ」 どういうことか。「AI がなぜそういう答えを出したか、人間がその過程を検証できない、つまりブラックボックスになる場合がある」 「英企業が開発した AI 「アルファ碁」は、昨年 3 月に韓国のプロ棋士に、今年 5 月には世界最強と呼ばれる中国人棋士に勝った。ただ、AI が人間には理解できない手を打つ場面もあった。囲碁だけでなく、他分野でも似たようなことが起きている」

そういえば、「AI が突然キレル」と表現する人もいる。しかし、人間が追いつけない、理解できないだけで、AI は正解を出しているかもしれない。「そういう面もある。一方で間違った答えを出したり、人間がコントロールできない発展の仕方をしたりしないかが気になる。実用化するほどそういう場面が出てくる。例えば車の自動運転だと、なぜそう判断したかを説明できないようでは危険だ」

ブラックボックスはなくせないのか。「ソフトで指示しえ t、AI が答えを出した過程をすべてチェックすればいい。しかし、そんなソフトを作成するのは難しい。作成できても、コンピューターの計算速度が遅くなり、実用的ではなくなる。ここをどう改善するかが、

大きな研究課題だ」

海外ではブラックボックスをどう見ているか。「問題にしている。大事なのは国際的な対応だ」どういうことか。「AIは単体で存在するだけでなく、やがてインターネットにつながり、世界規模で影響を及ぼすようになる。昨春、高松市で開かれた先進7か国（G7）情報通信相会合でも、ブラックボックスが議題となった。日本はこの会合でAI開発の国際指針作りを提案した。今年6月に総務省がそのたたき台の案を公表した。

どういう案か。「AIが下した判断の結果を説明できること。AIを制御できること。などに留意するよう開発者に求めた。今後、国内外で合意形成を図っていく」

「留意する」や「指針」では、強制力がない。それでいいのか。「強制力にこだわると、逆にAIの発展を阻む恐れが出てくる」なぜか。「研究者や企業が委縮する。また、透明性を持たせるには、知的財産や企業秘密との調整が必要だ。制御可能かを確認するのにも、時間とお金がかかる。こうした点をどう考えるかだ。ただ、ブラックボックスを意識して取り組むことが、倫理面からも欠かせない」

信頼確保へ知恵必要

人間から仕事を奪うと不安視される一方、なぜそう判断したかが人間にはわからない。AIが日常生活に入り込んできたら、いっそう深刻化しそうな問題だ。

採用試験でAIに不合格にされたら、銀行ローンの審査をAIに不可にされたら。もちろん人間の判断の下でも起こりうる。だが、AIがそう判断したと告げられても、すんなりと納得できないのが人間だ。安全、安心、信頼をどう確保するか。AIの思考過程の「透明化」も含めて、各国の専門家の英知を集める時代に入った。

読売 2017.7.16 「コレハ人間」瞬時に識別、何の画像か自ら学習、古典、現代文字に変換

人工知能が近年、めざましく進化している。その大きな要因となっているのが、人間が対応できないほど大量の画像データを自動処理する「画像認識」の精度向上だ。AIによる画像認識は、森林火災など異変の監視や自動運転など様々な分野で応用が期待されている。

人は画像に写っているものが犬なのか、猫なのかを容易に見分けることができる。しかし、従来のコンピューターは、耳や目の配置など特徴のパターンを人が細かく教えてあげないと、そんな簡単な画像さえ見分けることが難しかった。だが近年、深層学習と呼ばれる新たな手法により、大量の画像をもとに特徴を自ら学んだAIが、初めて見る画像に何が写っているかを瞬時に見分けられるようになってきた。

産業技術総合研究所人工知能研究センターの中村チーム長らは、米地質調査所（USGS）などが運用する地球観測衛星「ランドサット8号」から日々送られてくる大量の衛星画像に何が写っているかを自動的に判別するAIの開発に取り組んでいる。

ランドサット8号は毎日、地球を14.5周し、通常のカメラや、熱を感知できる近赤外線カメラなどで地上を撮影している。産総研のチームは、近赤外線の画像で1000度以上の熱源が検知された物に着目。同じものを写した通常の衛星画像を「草原や森などの火災」「火

山活動」「製鉄などの工場」「海上の油田施設」などと研究者が分類したうえで、計屋久 1800 枚を深層学習で AI に学ばせた。その結果、新たな画像を AI に入力して、写っている熱源が何なのかを 70~90% の正答率で分類させることに成功した。AI がどんな特徴をもとに見分けているのかは分からないが、火口や建物などの形だけでなく、周囲の植生や地形などの違いを見分けて分類していると、推測できるという。中村さんは「大量の衛星画像を人間が即時に解析するのは不可能。AI を使って、森林火災などの発生を宇宙から自動監視できれば、消火や避難活動に活用できる」と話す。

AI による高度な画像認識は、がんなどを見分ける医療分野や建設物の損傷を見分ける検査など様々な分野で応用が期待されている。とりわけ大きな期待が寄せられているのが、早ければ 2020 年代にも実現されるとみられる完全自動運転だ。自動運転には、車線の位置や信号機の色、道路標識の表示などをカメラの画像から検知する技術が欠かせない。なにより安全な走行には、刻々と変化する路上に現れる物体が歩行者など事故につながるものかどうかを瞬時に画像から判断し、止まるか進むかを判断する必要がある。

また、AI とはなじみの薄かった古典学の分野でも、深層学習による画像認識の研究が始まっている。国立情報学研究所などのチームは、古典に描かれた人物画などから、似た特徴の画像を見つけ出す AI の開発に取り組んでいる。成功すれば、服装や生活ぶりの変遷などで新発見があるかもしれない。豊田高専などのチームも、古文書に使われているひらがな（くずし字）の画像から特徴を学んだ AI が、現代の文字に自動変換する技術の開発を進めている。協力する国文学研究資料館の山本特任教授は「一般の人が古典や古文書を気軽に楽しめるようになる」と話す。

学ぶほど精度向上

画像認識の精度は、学習するデータが多いほど向上する。国文学研究資料館と国立情報学研究所は昨年、古典作品からくずし字を切り取って学習用のデータを作成し、すでに約 40 万文字を公開したという。これまで人の手で現在の文字に変換された古典は全体のたった 1%。古文書に埋もれた先人の知恵を、AI がよみがえらせてくれるかもしれない。

深層学習

コンピューター上に、人の脳の神経回路を模した複数の層を作り、入力された画像や音声データなどの特徴をコンピューター自身が抽出する学習方法。情報を入力する最初の層（入力層）と、結果を示す最後の層（出力層）の間に、複数の中間層を設け、特徴の抽出を何段階も行い、学習を繰り返させる。米グーグルは 2012 年、深層学習を使って AI が大量の画像から猫の判別に成功したと発表し、研究が加速している。

日経 2017.7.7 AI が担う専門医の「目」、病気の「芽」見逃さず、医師不足解消の一助けに

経験豊富な医師でも見逃してしまうような小さな異常を人工知能がを見つけ出す。そんな AI を使った「画像診断」の技術が近い将来に実現するかもしれない。専門医の学会や半導

体大手、ベンチャー企業などが相次ぎ開発に取り組んでいる。専門医不足の解消につながる可能性がある」と期待される。

深層学習で画像診断進歩

「ベテラン医師と同等の AI ができる可能性がある」。こう期待するのは、日本消化器内視鏡学会理事長特別補佐の田中さんだ。胃や大腸などを診る医師が集まるこの学会では、内視鏡で撮影した画像から AI が病気を見つける研究を 2017 年に始めた。

自ら精度高める

まず進めているのが、画像のデータベースを作ることだ。国立がん研究センター中央病院など全国の 32 の病院から合計で約 32 万件の画像情報を集める。病院では 1 回の診療で 40～150 枚程度の画像を撮影する。

それらに加えて、医師の診断結果や患者本人や家族の病歴といった情報も集める。このデータベースを使い、AI は「ディープラーニング」と呼ばれる方法で自ら診断の精度を高めていく。AI を使った画像の解析は、デジタルカメラで人の顔を検出する機能などにも採用されている。医療分野でも AI を活用した画像診断に期待が集まっている。例えば、富士フィルムは撮影した画像と似ている過去の症例を提示するシステムを実用化している。

最近では自動運転や感情の理解にも使える高度な AI の開発が進んでいる。それを可能にしたのが深層学習だ。従来はデータを AI が分析する方法を人が定義していた。人の脳の仕組みをまねたアルゴリズムが開発されたことで、AI 自らがデータの特徴を見つけ出せるようになった。

消化器内視鏡学会の研究では、AI を育てる際に医師の生の声も盛り込み、専門医の「目」を正しく再現できるようにしている。異常を疑われる患者とそうでない患者を振り分ける機能について、田中さんは「3 年程度で実現できるのではないか」と話す。

東京大学発ベンチャーのエルピクセルは脳の血管にできる「動脈瘤」と呼ばれるコブを発見するソフトウェアの開発を進めている。このコブはくも膜下出血の原因となり、早期発見が発症を防ぐカギになる。エルピクセルは約 10 の医療機関から磁気共鳴画像装置 (MRI) による輪切り状の撮影画像と、医師の診断情報を集め、画像から AI に診断の特徴を深層学習させている。ソフト上では血管を 3 次元で表示し、コブができていない可能性が高い部分を赤く示す。既に精度は 90% 以上で、年内にも医療機器の認証を得て臨床試験に入り、19 年の発売を目指している。

このほか複数の学会が AI による画像診断支援の研究を始めている。米画像処理半導体大手のエヌビディアも日本で AI でがんの可能性を見つける技術の実用化を検討するなど、産学で AI による画像診断の支援が活発になっている。

早期発見に期待

調査会社の富士経済によると、国内の医療用 AI の市場規模は 20 年に 98 億円と 16 年の 37 億円の 2 倍超に伸びる。背景には画像診断を担う医師の不足が見込まれることがある。医療費を抑えるため、国は病気の早期発見・治療を促している。国民の意識も高まってお

り、例えば40歳～69歳男性の胃がん検診の受診率は16年に46.4%と6年で約10ポイント上昇した。

一方で専門的な技術を持った医師は限られる。消化器内視鏡学会は屋久3万3000人が所属するが、田中さんは「検診が増えれば対応できないのは明らか」と話す。放射線撮影画像を見る専門医も全国で約5300人、画像診断後に細胞を調べる専門医も約2300人しかいない。

AIによる診断支援や自動診断が実現すれば、医師1人当たりの負担は軽くなり診察もはやくなる。人の目では発見が難しい疾病の兆候に気づいたり、どの病院でも高いレベルの診断が受けられたりといった効果も期待される。

ただ実現には難しさもある。消化器内視鏡学会の研究でAIの開発を担当する国立情報学研究所教授の佐藤は「AIを人のように賢く育てるのは簡単ではない」と話す。例えばAIに大量の家の画像を読み込ませて家の特徴を学ばせた結果、植込みがある建物まで家と間違えて判断してしまうと言った恐れがある。

画像診断装置が広く普及する日本には豊富な画像データがある。うまく活用すれば、世界的にも高度な医療用のAIが開発できる可能性もある。

2017.6.10 日経 AI ロボ、二足歩行めざす、ソフトバンク、VB2 社買収、感情と動き両立狙う

ソフトバンクグループは米グーグルの持ち株会社アルファベットから、同社傘下のロボット開発ベンチャーの米ボストン・ダイナミクスと SCHAFT（シャフト）を買収することで合意した。両社は二足歩行などロボットの制御技術に優れる。ソフトバンクは人工知能（AI）で人の感情を読み取る人型ロボット「ペッパー」を手掛けるが、「筋肉」にあたるメカ技術は苦手だ。両社の技術を取り込み、ロボット技術を強化する。

買収額は非公表だが、数百億円とみられる。ボストン・ダイナミクスは1992年の創業で、米国防総省の国防高等研究計画局（DARPA）の支援を受けて二足歩行ロボなどを開発してきた。2013年にグーグルが約5億ドル（約550億円）で買収したが、開発の方向性などを巡って対立。グーグルが売却先を摸索していた。一方の SCHAFT は東京大学の出身者が設立したベンチャー企業で、DARPA が主催する災害救援ロボの大会で活躍。グーグルが13年に買収した。2社はロボットのメカを操る技術で世界的に注目を集めている。最近ボストン・ダイナミクスが開発し、車輪付きの両足でスキーのスラロームのように動く「ハンドル」が話題を集めていた。

ただ、グーグルのロボット事業は事実上とん挫し、2社の動向が焦点となっていた。トヨタ自動車も16年、買収に名乗りを上げ、米アマゾン・ドットコムも関心を示していたとされるが、ソフトバンクが競り勝った。ソフトバンクは15年にペッパーでロボ分野に参入した。ペッパーは手や首は動くが、二足歩行はできない。補講技術の獲得を狙い、実は水面下で「アシモ」を手掛けるホンダに提携を打診したが、条件が折り合わなかった。ソフト

バンクは 2 社の買収で、泣き所のメカ技術を手に入れた。通信が本業のソフトバンクがロボットに力を入れる背景には、孫社長の超長期戦略がある。孫社長は AI が人類の知恵の総和を超える「シンギュラリティー」が 20 年ほどで来ると予測する。そうなれば、「あらゆる産業が再定義される」が、最も変化が大きいとみるのが人間による単純労働の現場だ。孫社長は「今後 30 年ほどでブルーカラーはメタルカラーに置き換わる。つまり、スマートロボットが社会を変える」と話す。そんな時代を見据えた取り組みの第 1 弾がペッパーだった。最大の特徴は人の感情を読み取る技術にある。すでに 2000 社以上が導入しているが、ソフトバンクロボティクスの富沢社長も「客寄せパンダにとどまることが多い」と認める。段差を越えられないなど動きに制約が多く、役割に限られるからだ。苦手だったメカの技術を手中にしたソフトバンク。孫社長もロボット事業は「すぐにカネになることはない」と認める。AI の進化をにらんだ長期視点のロボ戦略の第 2 幕に足を踏み入れる。

日経 2017.6.2 AI×画像処理でがん診断、米エヌビディア、ゲーム・車の次は医療、「AI、最大産業に」創業者、孫氏と連携

米画像処理半導体（GPU）大手のエヌビディアが日本で医療機器向け事業に乗り出す。病院で使うコンピューター断層撮影装置（CT）などに自社の半導体を組み込み、人工知能（AI）でがんの可能性が高い部分を探し出す。同社はトヨタ自動車と提携するなど自動運転分野で存在感を高めている。高い技術力を医療分野にも応用する。

国内ではエヌビディアと販売代理店契約を結ぶ半導体商社の菱洋エレクトロと共同で、CT やレントゲン機器などを手掛ける医療機器メーカー提案を始めた。既に複数のメーカーが活用を検討しており、2020 年までにエヌビディアの AI システムを搭載する医療機器が実用化する見通し。エヌビディアが得意な半導体とソフトウェアを組み合わせた「ディープラーニング（深層学習）」の機能を応用する。あらかじめがん患者と健常者の膨大な CT スキャンなどの画像を AI に覚え込ませておき、データベースと照らし合わせることでがんの可能性が高い部分を判別する仕組み。高精度でがんの画像を判別し、医師の診断を支援する。大量の画像データの高速処理にエヌビディアが得意な GPU を使う。同社はもともとパソコン向けのほか、ソニーや米マイクロソフトのゲーム機に GPU を提供するなど、パソコンやゲームの愛好家には古くから知られる存在だった。最近では自動運転分野で頭角うい現し、カメラ画像から前方者や歩行者を検知して避ける技術で実績を持つ。5 月 10 日にはトヨタ自動車との連携を発表。高い画像認識技術を医療分野に応用し、新分野の開拓を進める。

医療分野への AI 活用は広がっている。富士フィルムとオリンパスは共同で内視鏡検査で胃がんなど病気の疑いを自動判別する技術を開発する。信州大学や東京医科大学も顕微鏡画像からがんを検知するシステムを開発中だ。半導体メーカー側が医療機器メーカーに働きかけることで、「AI 診断」の普及に弾みがつきそうだ。米エヌビディア創業者のジェスン・フアン最高経営責任者（CEO）が、台北市内で日本経済新聞などのインタビューに応じた。

同社の GPU は人工知能 (AI) 発展の鍵を握るとされる。今後の戦略やソフトバンクグループとの関係などについて聞いた。—ソフトバンクが立ち上げた 10 兆円ファンドが約 4 千億円の株式を購入しました。「マサ (孫正義社長) は私が知る限り、コンピューター分野のあらゆる革命をを事前に予期した唯一の人物。ファンドの立ち上げも AI が過去最大の革命を起こすと認識しているからこそだろう。エヌビディアの潜在能力を重視してくれたのは素晴らしい」

—特定領域での協業につながりますか。「ソフトバンクは日本での素晴らしいパートナーだ。マサは友人で付き合いは長い。クラウドや自動運転など多くの分野でいつも協力している」
—米アップルや米グーグルなども自ら半導体の開発に力を入れています。「AI はすべての産業や企業、国に影響を与える。スマートフォン、自動車、ロボット、医療などあらゆる機器が AI を搭載する。AI 産業はいずれは世界最大の産業になる」

日経 2017.5.29 2つの AI 競い進化、深層学習の次「敵対的生成」、自ら概念理解実現も

米グーグルの人工知能 AI が世界最強の囲碁棋士を圧倒した。強さの秘密は「深層学習」と呼ぶ技術で、形勢を的確に読む直感に近い判断力を得たことだ。それを進化させた新技術が登場した。この「敵対的生成ネットワーク (GAN)」は 2つの AI が競い合って能力を高め、リアルな画像などを作り出す。将来は少ない情報から先を予測したり、AI が苦手な概念を獲得したりするのに役立つと研究者は期待する。

液晶モニターに最初に映されたのは、かつてテレビ放送終了時に流された砂の嵐のような画像。そこにだんだんとイヌの耳や鼻のような輪郭が現れ、最後にはチワワができあがった。早大渡辺教授らが手掛けた GAN 技術の成果。完成したチワワの画像はピンぼけ写真のように見える。しかし、実在するチワワではない。「AI の競い合いによって、作り出された画像だ」と教授は話す。2種類の AI には役割があり、片方は目利きの役のもう一方を騙そうと画像をせつせと作る。目利きの AI は本物かどうかを見抜こうとする。それぞれには、深層学習の機能を組み込んでおり、騙し合いを通じて能力を高める。こうした作業を繰り返すことで、現実存在しそうな画像ができあがる。作文でもリアルな文章ができる可能性があるという。

GAN はグーグルのイアン・グッドフェロー氏が 2014 年に考案した。同社のほか米フェイスブックや米アップルなど世界的な IT 産業や大学が研究に取り組んでいる。米マサチューセッツ工科大学の子会社が発行する「MIT テクノロジーレビュー」誌は 2017 年の AI の 5 大潮流に選んだ。

従来の深層学習では、AI が大量のデータを読み込み、物体などの特徴を自力で見つける。例えば猫とは何かを人間が教えなくても、ひげや耳、目の形、輪郭など画像の中から共通する特徴を探して学習する。囲碁でも大量の棋譜から打つ手の良しあしを学んだ。さらに膨大な自己対戦を繰り返して腕を磨いた。ただ、深層学習の場合でも、画像にあるものが何か、例えば猫なら猫が映っていると示す必要がある。これに対し、GAN は画像の中のも

のが何かを人間が指摘しなくても学習は可能になるという。

東大の池上教授らは、キャンパスを撮影した動画から本物そっくりな風景を作った。建物や樹木、通路などの特徴をつかんだリアルな描写だ。あたかも、人間が記憶にあるキャンパスを頭の中に思い浮かべているかのようだ。最先端の米国では、ラトガース大学などが「この鳥は白が交った青色で、くちばしはとても短い」といった簡潔な説明文に対応する画像を作る AI を開発した。マサチューセッツ工科大学の技術は 1 枚の写真から次のシーンを予測して動画にする。まだ初歩的な成果で課題は多いが、人間が想像したり、予測したりするのに似た機能を実現できると期待を集めている。このほか、「笑っている女性」から「無表情な女性」を引き「無表情な男性」を足すと「笑う男性」の画像が作れる。「目が笑っていない笑顔から「作り笑い」という概念を理解できるようになるのでは」と京大の大羽講師は予想する。AI は人間と競うことで進歩を証明してきた。これからは AI 同士が鍛え合うことで、概念を自ら学ぶ力を得るようになるかもしれない。GAN はその「突破口になる」と多くの研究者は関心を寄せている。

日経 2017.5.26 「脳で入力」夢の 1 分 100 語、一瞬の変化を光学画像に、フェイスブック、新技術挑む

米フェイスブックは 4 月、頭に思い浮かべるだけで相手に意思を伝えるコンピューター技術の開発を進めていることを明らかにした。もしも技術が実現したら、私たちのコミュニケーションのあり方が根本的に変わるかもしれない。夢のような技術を本当に利用できる日が来るのだろうか。

「もしも脳から直接文字をタイピングできたらどうでしょうか」。4 月 19 日、フェイスブック社で研究開発の責任者を務めるレジーナ・デューガンさんは米カリフォルニア州サンノゼで開発者向けに開かれたイベントでこう問いかけた。手振りや映像を交えながら流暢な語りで未来の技術を語った。

機械と脳をつなぎ伝達

何かを見つめる。からだを動かす。どんな行動をする時も人間は脳を活動させている。フェイスブックが開発しようとしているのは、ことばを思い浮かべた時に生じる脳活動の変化をコンピューターで読み取り、他人に発信する技術。さらに、開発に取り組む技術は、脳を読み取ると言っても頭で考えているが勝手に盗み取られる恐れはないという。「写真をたくさん撮っても人と共有するのは一部だけ。それと同じように自分が伝えようと決めたことだけ発信できる」とデューガンさんは付け加えた。

一見すると夢のように思えるが、脳の活動を読み取って意思を伝える技術自体は既に開発が進んでいる。こうした技術は「機械と脳を接続する」ことを意味する英語で「BMI (ブレイン・マシン・インターフェース)」と呼び、主に医療分野を中心として研究されてきた。BMI は大きく 2 タイプに分かれる。1 つが手術を通じて脳に直接電極を刺したり貼ったりして脳の動きを読み取る方式で「侵襲型」と呼ぶ。もう一つがフェイスブックが目指す方

式でもある「非侵襲型」で、頭皮の周りに直接帽子のような装置取り付けて脳波や血流などの活動を検知する。比較的データを得る精度が高い侵襲型の場合、すでに脳の動きから文字をコンピューターに直接入力する技術も開発されている。ただ、フェイスブックが掲げる目標は極めて高い。なかでも多くの専門家が「驚いた」と口をそろえるのは脳の活動を読み取るスピードだ。当面の目標は「数年以内に脳から1分間に100単語の入力を可能にすること」だとデューガンさんは力を込める。通常、スマートフォンで入力できる文字は英語だと1分で20単語ほど。フェイスブックの目標はスマホの文字入力の5倍で、実に会話をしのぐペースだ。BMIを使った入力は侵襲型で実現しているとはいえ、スピードは1分間で8語ほどだ。フェイスブックが取り組む非侵襲型は、侵襲型より得られるデータが、質、量とも劣る。「頭蓋骨や頭皮に遮られて信号にたくさんの雑音が混ざってしまう」と大阪大学教授の平田は指摘する。そうした非侵襲型でさらに「1分間で100語」という高い目標の実現は困難と考える研究者も少なくない。実現につながる技術はないのか。平田や情報通信研究機構脳情報通信融合研究センターの鈴木が着目するのはフェイスブックがBMIに「光学画像」という技術を使うとしている点だ。

脳波や血流は読み取ったり解読したりするのに時間がかかる。だがもしも脳が動くときに起きるほんの一瞬の変化を高速でスキャンして光学画像を作ることができれば、今とは比べものにならない速さで脳の動きを把握できる可能性があるという。フェイスブックは今のところ、開発に使う詳細な技術や達成までの道のりなどを明らかにしていない。脳活動の一瞬の変化を読み取って光学画像を作る技術も「現状では本当に利用できるのかもはっきりとしない」と鈴木さんや平田さんは話す。

マスク氏も開発競う

一方で期待の声も上がる。慶応義塾大学准教授の牛場さんは「少し前まではスマホがここまで普及し、音声や画像の認識技術が向上するとは誰も想像しなかった。今後の人工知能(AI)の技術革新などによって実現する可能性は十分にあるのでは」と話す。

フェイスブックはすでに半年前から技術開発に着手、医療機関や大学などの研究者が参加して60人体制で研究を進めているという。さらに米テスラの創業者でもあるイーロン・マスク氏も侵襲型のBMI装置を手掛ける新会社を設立するなど米国での開発熱は高まっている。今はまだ夢のような話に聞こえるが、いつか脳で考えるだけで意思を伝える技術を当たり前前に利用できる日が訪れるかもしれない。

読売 2017.5.5 論点 考えるには人間、AIの限界

人工知能(AI)が注目されている。今や人間の脳に近い高度な処理ができるようになった。人間はAIとどのように付き合っていけばよいのか。AIを人間社会に有効活用する例がある。AIによって、人間の「幸福感」を高められることがわかってきたのだ。

日立製作所は10年以上にわたり、企業など組織の(仕事の効率を示す)生産性を高め、働く人々の幸福感も向上させる方策を研究してきた。企業の従業員に名札型のセンサーを

首から下げてもらい、仕事中の体の動きを計測する。その結果、生産性が高いときの微妙な体の動きの特徴をつかむことができた。

具体的には、まず1~3か月ほど名札型センサーを付けともらう。センサーは赤外線を送受信し、体の微妙なゆれ動きを測定する。従業員どうしが対面した際、誰と誰がいつ、どのくらいの長さの会話をしたかが記録される。会話をしている時の体の動かし方を測ることで、話が盛り上がっているかどうか分かる。こうした体の動きが従業員に多く表れる組織では、生産性が向上し、人間関係も円滑になりやすく、本人も幸せだと感じやすいことがわかった。

この研究成果を利用して組織を活性化するサービスも提供している。銀行や航空会社、製造業など20社超に導入し、現在まで1万人以上対して計測を行った。測定の積み重ねで、組織内の誰と誰が近い関係にあるといった人間関係や、組織が活性化されている度合いなどのデータを得られる。顧客企業から「組織全体の活性度を高めたい」「部門間や上下の関係を密接にしたい」といった相談を受け、データを踏まえて助言する。例えば、あいさつを増やすなど意識改革を促したり、出勤時間のルールを変更してもらったりする。通路を広くするなど社内の空間を変えてもらうこともある。こうした改善と測定を繰り返す。するとさまざまに組織内の人間関係が円滑になり、組織が活性化して生産性が向上していく。人間関係も良くなりやすく、幸福感も高まっていく。ただし、AIには限界がある。

AIは設定された目的に向けてデータを処理しているだけだ。AIが自ら考えることは難しい。考えるのは人間の仕事だ。加えて、AIは数値化できる問題は解決できるが、「曖昧な問題」は解けない。現実の社会で人間がぶつかるのはあいまいな問題ばかりだ。このため、人間がAIに多くの仕事を奪われることはあり得ない。ましてや人間がAIに支配されることはない。人間がAIの仕組みを理解し、活用することが重要だ。人間が自動車にのることで行動範囲を広げ、自らの力を拡大したのと同じだと思えばいい。

日経 2017.4.26 AI社会は信用できるか

「日本に来たことはありますか」。パソコン画面越しに尋ねると、スペイン人女性が答えた。「何度も行きました」。私は日本語、彼女はスペイン語だが、問題はない。会話は人工知能AIによって、互いの母国語にリアルタイムで翻訳されているからだ。

米マイクロソフトは今月、「深層学習」という最先端の手法を用いてビデオ通話サービスの翻訳精度を上げた。新たに日本語を加え主な10言語に対応する。改良の余地はあるが、日常の用途なら結構、役立つ。試してそう感じた。

日本政府は2020年の東京オリンピックまでにAIを使った同日通訳システムを実用化するというのが、コンピューターが人の言葉を巧みに操る時代はもうそこに来ている。米アマゾン・ドット・コムは筒形スピーカーは「アレクサ」呼ぶAIを搭載し、話しかけるだけで音楽を再生したり、ニュースや天気を調べたりできる。米国でヒット商品となり、アレクサと連動する自動車や家電も急増中だ。20年には人は配偶者よりAIと会話する方が多くな

る。米調査会社ガートナーは予測する。

スマートフォンの「iphone」が10年前に登場し、コンピューターはタッチ操作が当たり前になった。今度は音声だ。両手で他の作業をしながら、歩きながらでも操作でき、IT利用のすそ野はさらに広がる。家庭や職場での利便性向上に期待が膨らむ。かといって、手放して喜んでばかりもいられない。SFのような社会に落とし穴はないのか。SF作家の星新一に「声の網」という作品がある。コンピューターによる医療診断、個人の好みの分析……。1970年に書かれたとは思えない正確さで、IT社会の進展ぶりを言い当てている。ただし明るい未来とは言い難い。電話網でつながったコンピューターは、人々の会話を聞き、個人情報のため込む。ときに電話をかけ「秘密をばらされたくなければ**せよ」と人間に迫る。やがて萎縮し、無難な行動や発想に慣れていく人々……。監視による平穏が不気味な読後感を残す。「そんなバカな」とは片づけられない。AIが意思を持ち支配者になるとは思わないが、使い方を誤れば、社会に不信を抱く。とくに2つの問題がきになる。

まずはプライバシーだ。「その人の感情、年齢、教育水準。声から分かることは膨大にある」。対話型AIを開発する米国のベンチャー企業の幹部があかす。この会社は接客用のAIを企業に供給する。顧客は自分に最適なサービスを受けられる半面、知らないうちにデリケートな個人情報を吸い上げられる恐れがある。さまざまなシステムに音声操作が組み込まれた世の中では、認識ミスによる誤作動トラブルも予想される。利用者とシステム会社の間で「いった」「言わない」の争いが頻発するかもしれない。「証拠を残そうとなんでも録音することになればプライバシーへの懸念が生じる」。国立情報学研究所の佐藤副所長は指摘する。もう一つの心配は倫理だ。AIは大量のデータを教材に能力を養う。学習の仕方によっては、偏見に満ちた邪悪な存在になる。

翻訳で成果を上げるマイクロソフトにも苦い経験がある。1年前、ツイッターで人と対話を楽しむAI「テイ」を公開した。ところが、ほどなく暴言を吐くようになる。悪意ある人たちが不適切な発言を教え込んだからだ。テイは運用停止に追い込まれた。デビッド・ハイナー副社長は自戒を込めて話す。「例えば人種差別的なデータを学べばAIも人種差別的になる。社会が抱える問題をAIが拡散させかねない」。

AIは自動運転車や介護ロボットを実現し、社会をよくする力を秘める。一方、AIがある問いに答えを出したとき、その理由を人間は検証しきれない。つまりAIの有効活用には慎重さが要る。どの分野でもAIを使うのか。歯止めはどうするのか。利用のルールをつくるため、社会的なコンセンサスを探ることが欠かせない。AIを開発するIT企業には優秀な人材がそろっている。だが、事は技術論にとどまらず、すべて彼らのさじ加減まかせとはいかない。企業の唯我独尊は危うい。無料対話アプリのLINEは今や2億人以上が使い、家族や友人との私的なやり取りの固まりだ。メッセージの中身は暗号化し、運営会社のLINE自身ものぞけない仕組みにしてある。

「気持ち悪いサービスと思われたら、使ってもらえない」と中山執行役員。個人情報の

保護に関して不安を抱かせないか、利用者の目線でサービスのあり方を毎週点検している。大学教授ら外部の識者と、安心を生む法制を研究する財団も作った。今年夏にはスマホの次を見据えて AI スピーカーを売り出す。中山氏は言う。「新しい製品についても利用者はどう感じるのか、アンテナを張らなければならない」。人と対話する AI のような高度技術を扱う IT 企業には、社会と対話する姿勢を求めたい。AI を巡る課題や自社の悩みをオープンに話し合う。そういう透明性が企業の信頼を高め、信用できる AI 社会の土台となる。私たち利用者も漫然とサービスを使っているとはいけない。「大事なデータを預けるのに値する誠実さがこの IT 企業にはあるのか」。厳しく選別する目を持つことが、AI 時代を生きる心得だろう。

日経 2017.4.23 ロボットと競えますか、日本の仕事、5 割代替、主要国トップ

人工知能の登場でロボットの存在感が世界で増している。日経と英フィナンシャル・タイムズ (FT) が実施した協働の調査研究では、人が携わる約 2 千種類の仕事 (業務) のうち 3 割はロボットへの置き換えが可能なのことがわかった。焦点を日本に絞ると主要国で最大となる 5 割強の業務を自動化できることも明らかになった。人とロボットが仕事を競い合う時代はすでに始まっている。

日経と FT は、読者が自分の職業を選択・入力するとロボットに仕事を奪われる確率をはじき出す分析ツールを共同開発し、22 日に日経電子版で公開した。米マッキンゼー・アンド・カンパニーが 820 種の職業に含まれる計 2069 業務の自動化動向をまとめた膨大なデータを日経・FT が再集計し、ツールの開発と共同調査を活用した。

丸ごと自動化

調査の結果、全業務の 34% に当たる 710 の業務がロボットに置き換え可能と分かった。一部の眼科技師や食品加工、石こうの塗装工などの職業では、全ての業務が丸ごとロボットに置き換わる可能性があることも判明した。ただ、明日は我が身と過度に心配する必要はない。大半の職業はロボットでは代替できない複雑な業務が残るため、完全自動化できる職業は全体の 5% 未満にとどまる。

19 世紀の産業革命に始まる製造業の歴史は、自動化への挑戦そのものだった。200 年を経た今、AI の進化が新たな自動化の波を起こしつつある。マッキンゼーによるとエンジンを組み立てる工場労働者の場合、77 ある業務の 75% が自動化できる。部品の組み立てや製品の箱詰め作業などだ。GM は世界各国に合計 3 万台のロボットを導入しており、うち 8500 台のロボットは稼働情報を共有して生産ラインに故障の前兆がないか AI が目を光らせている。自動化の流れは、難しいとされたホワイトカラーや事務系職場にも押し寄せる。米通信大手の AT&T は顧客の注文の文書化やパスワードのリセット作業など 500 業務相当をソフトウェアロボットで自動化している。データ抽出や数値計算は人より高速にできるため「2017 年末にはさらに 3 倍に増やす」計画だ。

ホワイトカラーの象徴といえる金融機関でも自動化が進む。事務職では 60 ある業務のう

ちファイル作成など 65%がロボットに代替できる。米ゴールドマン・サックスでは 00 年に 600 人いたトレーダーが株式売買の自動化システムに置き換わり現在は数人に減った。著名投資家ジム・ロジャーズ氏も「AI が進化すれば証券ブローカーなどの仕事は消える」と断言する。一方で意思決定や計画立案に関わる仕事、想像力を働かせる仕事はロボットの苦手分野だ。最高経営責任者（CEO）など経営幹部には 63 の業務があるが、ロボット化が可能なのは業務進捗表の作成など 22%にとどまる。俳優や音楽家など芸術関連の職業も 65 ある業務のうち自動化対象は 17%にすぎない。

人手不足の解

今ある業務を自動化される割合を国別に比較すると、日本はロボットの導入余地が主要国の中で最も大きいことが明らかとなった。マッキンゼーの試算では、自動化が可能な業務の割合は日本が 55%で、米国の 46%、欧州の 47%を上回る。農業や製造業など人手に頼る職業の比重が大きい中国（51%）やインド（52%）をも上回る結果となった。日本は金融・保健、官公庁の事務職や製造業で、他国よりもロボットに適した資料作成など単純業務の割合が高いという。米国などに比べ弁護士や官公庁事務職などで業務の自動化が遅れている面もある。米国の大手法律事務所では膨大な資料の山から証拠を見つけ出す作業に AI を使う動きが急速に広がっているが、日本はこれからだ。

一部の職場ではすでに雇用が失われ始めるなどロボット化に負の側面が確かにある。それでも生産年齢人口が 50 年後に 4 割減る見通しの日本では、ロボットに任せられる業務は任せて生産性を高めることが国力の維持に欠かせない。

日経 2017.4.23 ロボ脅威論を超えて、問われる使いこなす力

ロボットは人の雇用を奪う反面、導入した企業の生産性を高める。効果が期待できる。マッキンゼーは、ロボットの活用が進めば世界全体の労働生産性を年間 0.8%~1.4%高めることが可能になると分析する。脅威論を克服し、ロボットを使いこなせるかどうか、国家、企業、個人それぞれの競争力を左右する。

人の仕事生む

豪大手銀オーストラリア・ニュージーランド銀行はインドの事務作業を自動化し、1日に処理できる契約件数を増やすことに成功した。顧客データの抽出や移し替えなどを自動化し作業効率を高めた。マネージングディレクターは「データの最終確認などロボットの活用で結果的に人の仕事も増えている」と話す。

産業ロボット大手、独ケカの米国法人社長は「ロボットはデータサイエンティストなど新たな仕事を生む」と話す。すでに一部の自動車メーカーの工場では、ロボットが生産・販売状況などのデータを適切に処理するよう監視する「ロボット管理者」の仕事が生まれているという。企業がロボットの活用を進めるのは、業務の効率化や正確性を高めるためだ。単純な繰り返し作業などロボットが得意な分野は思い切って自動化し、従業員には創造性や付加価値の高い業務に集中してもらおう。ロボット化が新たな業務を生むケースも出始め

た。こうした積み重ねが企業の生産性を高めることになる。

賃金下押しも

国際ロボット連盟（IFR）は 2015 年に 163 万台だった世界で稼働する産業用ロボットの総台数が 19 年末には約 260 万台に膨らむと予想しており、自動化の勢いにはグローバルで強まる一方だ。

こうした動きに比例する形で、雇用を脅かすやっかいな存在としてロボットをみなす声は欧米を中心に高まっている。米マサチューセッツ工科大学の研究者らは 3 月末、千人の労働者に対して 1 台のロボットを投入した場合、5.6 人分の雇用が失われるとの論文を発表した。ロボットが賃金の下押し圧力にもなることも同時に指摘した。

特に米企業はトランプ政権の誕生で雇用問題には敏感だ。雇用を奪うのは貿易かロボットか。そんな議論が米国では始まっている。雇用不安の広がりを防ぐには政府、企業それぞれの取り組みの重要さが増す。どの国も持続的な成長には生産性の向上が避けて通れない時代になっており、ロボットと共存共栄することを前提にした議論が必要になる。

日経 2017.4.16 AI「ワトソン」年 1 兆円稼ぐ、IBM,初期市場で先行、業務改善、GM・イオン採用

米 IBM の人工知能（AI）型コンピューター「ワトソン」を使ったサービスやソフトウェアの関連売上高が日本円換算で年 1 兆円に達したもようだ。技術開発で先行し、顧客の業務改善を促すコンサルティングのツールとして使うことで AI ビジネスの初期市場で圧倒的な存在感を放つ。ただ競合の追い上げは激しい。先行者利益をどこまで保てるのか。

米最大の税務サービス会社 H&R ブロックは今年から確定申告のアドバイス業務にワトソンを導入した。税務カウンセラーが還付申告書を作成する際の顧客へのインタビューから還付が受けられる対象を見つける。

顧客対応を担うカウンセラーは、より細部にまで還付の可否の検証に取り組めるようになり、導入 4 週間余りで顧客満足度は 2 ポイント上昇した。同社の年間収入は 30 億ドル（約 3300 億円）。ビル・コブ最高経営責任者（CEO）は「2%増える効果はある」と見る。

ワトソンを使った業務改善の実例は枚挙にいとまがない。運転手の癖や好みを考慮した情報サービスを提供する GM。社内のコールセンターの代替を担うイオン。腫瘍の診断では世界 35 の医療機関が採用した。「2016 年当初（ワトソンが診断した）患者は 10 人だったが、16 年末に約 1 万人に増えた」（IBM のジョン・ケリー上級副社長）。米マイクロソフトなど世界の IT（情報技術）大手が一斉に AI の活用に乗出す中、IBM がビジネスで先行するのは「伝統」によるところが大きい。1997 年にはチェスの世界チャンピオンを破り、11 年にはクイズ番組でトップに立つなど人間と同等以上の能力を持つコンピューター開発を早くから手掛け知名度で抜きんできた。14 年に事業化し、顧客を押さえる営業でも先んじている。ただ、浸透した本当の理由は IBM が IT 構築を軸としたコンサルティング会社というところにある。政府組織、金融、小売り、製造業などあらゆる業種で幅広い IT サービ

スを提供しているため顧客と話し合いながら使い勝手のいい仕事に調整しやすい。IBM はワトソンを使った事業売上高を公表していないが、16年12月期に1兆円を上回ったようだ。全体の1割を大きく超えている。通常のITシステムの提供やコンサルサービスがワトソン経由に置き換わったものもあり、純粋な売上高の増加とは言えないが、初期市場の獲得で先行している。調査会社、米IDCはIBMについて、「ビジネス現場でのAI普及の先駆者といえる」と分析している。AIビジネスで優位に立つIBMだが、その地位は保証されるのだろうか。「ワトソンが一番賢いと思うが教えるのが大変だ」。顧客対応にワトソンを使う三菱東京UFJ銀行の村林専務は言う。簡単なりポート執筆にベンチャー企業の簡易な技術を活用するなど用途に応じてAIを使い分けているという。ベンチャーのAIも日進月歩で、安価で使いやすい技術は次々に現れる。コモディティ（汎用品）化を懸念するIBMはワトソンの性能向上に余念がない。15年には大量のデータから複雑な特徴を自力で探す「ディープラーニング（深層学習）」に強い米ベンチャーを買収。従来の「マシンラーニング（機械学習）」技術の集大成であるワトソンの進化を急ぐ。「1桁台前半の売上成長を目指す」。ワトソンがあるにもかかわらずIBMのCEOは控えめな全社目標を掲げる。16年10～12月期まで19四半期連続で減収。16年通年の売上高はピークの11年から300億ドルも減った。自前でハードやソフトを購入しなくても安価にITサービスを活用できるクラウドの普及でIBMが得意とするメインフレーム（汎用機）は優位性を失いつつある。CEOが「未来ではなく、今まさに活用できる技術」と言うワトソンは巨像IBMの趨勢をも決める。

日経 2017.4.16 グーグルやマイクロソフト、「深層学習」テコに猛追

米IBMが大顧客を個別に開拓してきたのに対し、「AIの一般化」を目指す米グーグルや米マイクロソフト、は最新の人工知能の技術や機能をクラウド経由で幅広い顧客層に提供し、市場のすそ野を一気に広げる戦略で猛追している。

グーグルやマイクロソフトの強みは、AIの最新分野である「深層学習」の研究者を数多く抱え、基礎研究やその応用で優位に立っていることだ。自動運転車や会話型デジタルアシスタント、翻訳アプリなど進歩がめざましい製品やサービスの多くは深層学習の研究結果がベースになっており、企業の関心や導入意欲は高まっている。

両社はクラウドサービスのメニューの一部として、画像認識や自然言語理解、音声認識などの機能を提供し、精度は高い。金融や医療から小売り、サービスまでAIの利用シーンが広がる中、最新技術の取り込みや顧客基盤の拡大で後れを取れば、IBMは先行優位を失う可能性がある。

日経 2017.4.11 AIと世界、仕事が消える日、変化に適応可能か

インド南部の古都マイソール郊外。車と人でごった返す市街地を抜けると、高い塀や監視カメラに囲まれたビル群が現れる。インドITサービス大手のインフォシスだ。

去年は 8000 人分

米欧のグローバル企業を顧客にシステム開発やコールセンター業務の受託で成長してきた。ここで昨年、8 千人以上の仕事が消えた。人工知能 AI の本格導入がきっかけだ。今の仕事は続けさせられない。T シャツにジーパン姿で門から出てきた 31 歳の男性社員は昨年未、上司から告げられた。大卒後に入社、一貫してシステムに不具合がないか監視してきたが、AI に取って代われ今は担当業務がない。「人間が数時間かかる仕事を瞬時にできる。AI にはかなわない」と語る。コールセンターは音声認識 AI に代替されシステム開発も AI が手掛ける。効率が上がり、社員 19 万人の約 5% の業務がなくなった。AI が普及すれば職を失う人はもっと増えるとの試算もある。野村総研と英オックスフォード大学の研究によれば仕事の 49% は AI で代替可能という。

新たな職場も

ただ、負の部分にだけ目を奪われると本質を見失う。AI は職場を奪う一方で新たな職場も生み出す。AI を顧客に合わせて作り替えたり AI が分析しやすいようデータを加工したりする仕事の注文が増えている。この男性も社内の AI 研修に参加。「認められれば失業は免れ AI に関する新しい業務に就ける」。

米ニューヨークの金融業界で 10 年近く働いたジャック・ベラスコ氏は今年 1 月、会社を追われた。「トレーダーはここ数年で 1~2 割減った」。2010 年ごろから AI が職場に入り始め多くのセールストレーダーが辞めていった。「ショックだった」というベラスコ氏だが今はトレーダーへのこだわりはない。AI などの IT と金融を融合したフィンテック企業が「ニューヨークで続々誕生している」。新興企業専門の転職サイトに登録。面接を重ねる度に「金融の知識を生かせる仕事は増えている」と実感する。AI が作る新しい仕事に飛び込んでみるつもりだ。AI は万能ではない。富国生命保険は、AI 活用で医療保険給付金の査定部署 131 人を約 3 割減らした。入力情報の確認を AI に任せる。だが、「病名の読み取りなどに AI 特有のミスがある。慎重にチェックしないと」女性職員は言う。全件数の約 1 割でミスがあり、人が AI の仕事をチェックする。AI のサポート役に人がまわることも増えるだろう。1980 年代、自動化で工場の製造部門が減り、90 年代の IT 革命で経理や人事の省力化が進んだ。一方でシステム開発やネットサービスといった雇用が生まれた。イノベーションは変化を生んできた。AI もその一つにすぎない。

日経 2017.3.17 搬送ロボ AI で賢く、大和ハウス、物流新施設、最大で人員 8 割削減

大和ハウス工業は AI を活用した新型の物流センターを開発する。搬送用ロボットを効率的に動かし、24 時間稼働を実現しつつ、西郷院を従来より最大 8 割以上減らせるのが特徴。運送会社のシステムと連携し、配送手順やルートを最適化、トラックの積載効率も高められる。2018 年から順次導入し、AI 物流センターとして通販会社などに貸し出す。・ ・

日経 2017.3.15 知識から知恵へ、AI 襲来、眠れぬサムライ

原子力事業の混乱で 2016 年 4~12 月期連結決算の公表を再度延期した東芝。すべての発端は 15 年 4 月に発覚した不適切会計だった。当時、監査を担当していた新日本監査法人の関係者は悔やむ。AI があれば、不正の温床となったバイセル取引を見抜けたんじゃないか。パソコン部門で横行していた利益水増しの取引手法。最も悪質性が高いともされるが、新日本の会計士たちは見過ごしてしまった。AI は膨大な資料やデータを読み込み、分析するのが得意。しかも、日々、学習する。帳簿データから通常とは異なる取引を見つけだすことも不可能ではない。「10 年後には仕事を奪われるかもしれない」。新日本の公認会計士の不安が募る。現代のサムライたちが職の「断絶」に直面する。データの自動化が進む米国では過去 10 年間で会計士が数万人規模で減った。英オックスフォード大と野村総研が調べた「10~20 年後に AI やロボットで代替可能」という職業の中には会計士と弁理士、行政書士、税理士の 4 士業が含まれている。弁理士も覚悟する。これまでは特許の調査や申請と言った業務をこなしていれば、それなりに役割を果たすことができた。だが、「経営者と一緒になって知恵を絞るのが、AI 時代を生き抜く弁理士の姿」。いかに顧客企業が生み出す発明を企業競争力につなげるか、その力量が問われる。・・・税理士界も・・・

日経 2017.3.13 働き方改革、AI と不可分、技術進歩に政策的対応を

AI の発達が人々の働き方や経済活動を大きく変えるという議論が盛んだ。世界的にも、新しい技術革新の波が AI を起点として起こりつつあると考える人は多く、その結果、たとえばかなりの仕事が失われるのではという心配の声もあがる。・・・今後 AI が急速に発展していく中で、働き方の改革は組織全体の変革を伴って進むことになるだろう。その際まず重要になるのは、職務内容の明確化である。特に日本のホワイトカラーは、全般的に、何を目的にどのような仕事をするのが明確でなく、評価軸も必ずしも明確ではない場合が少なくない。この点を改善しないと AI をうまく導入できず、より効率的に AI を活用して、より低コストで生産やサービス提供する外国企業などに競争で負けてしまう。日本の正社員は、職務内容が明確でなく幅広い仕事をこなすことにむしろ強みがあるとも言われてきた。しかし明確に複数の仕事を職務として与えることは可能なはずだ。幅が広いと不明確になるわけではない。どの範囲でどんなことを幅広くするのか明確にすることが必要だ。その意味では、日本では AI に直接仕事を奪われるというよりは、AI を活用する外国企業や新規参入企業に負けるという形で、間接的に AI に仕事を奪われる局面の方が多いかもしれない。競争力を高めるためには、明確にできる仕事内容は明確にし、成果目標を明確に定め、AI に任せるべき部分と、そうでない部分とに分けられるようにしておくことが必要だ。それによって、人間の業務についても、より明確化された仕事に特化することで生産性の効用も期待できる。AI がすべての仕事を代替することはなく、人間には人間の相対的強みがある。その一つは人間同士のコミュニケーションにかかわる側面だ。たとえば飛行機やホテルのチェックインは、今でもかなりコンピューター処理で自動化が可能になっている。しかし、にもかかわらず人間が対応してくれることに多くの人は心地よさを感じ、そのよ

うなサービスに価値を見出す。もちろん、無人の方が気が楽という人もいるだろうし、どんな接客態度でも人間の方がよいというわけではない。しかしコンピューターが仕事をこなせるからといって人間が強みを発揮できる部分がないわけではないのだ。ただし、注目すべきなのは、人間が接客する場合でもコンピューターに接続した端末を使う点だ。つまり、現実には人間か AI かの二者択一ではなく、AI をうまく活用する人間の活動が大きく生産性を高めることになる。AI や IT など急速な技術革新が組織の大幅な再構築を迫るとすれば、結果としてそれは、今所属している企業外で働く必要性も高めることになり、企業間を人材が移動する度合いも必然的に高まっていく。また、今までの仕事内容を AI ができるようになれば、より人間として強みを生かせるような仕事に特化したりシフトしたりする必要性も生じるだろう。したがって、所属する組織やこなす仕事が変わった際に、十分に能力を発揮できるような能力開発や訓練が必要になる。企業に頼りきるのではなく、いかに各個人が主体的に行動して、変化に対応できる能力を身に付けられるようにするかは、働き方を改革していく上での大きな政策課題だ。そもそも将来的には、企業組織のあり方そのものも大きく変わっていくと考えられる。技術革新のスピードが速くなると、高付加価値を生み出す組織が、かなりの頻度で変化していく。結果として、組織は永続的に存在するのではなく「プロジェクトベース」になっていく可能性が高い。プロジェクトとともに組織ができ、プロジェクトが終われば組織が解散する形である。そのように組織のあり方自体が変化した場合には、自律的主体的に働く個人がより一層求められる。

現状、働き方改革の機運が高まっている理由の一つは、一部でかなり人手不足が生じていて、従業員に魅力的な職場を提供しようとしていることだろう。一部とはいえ、働く側が主体的に働き方を選択するような流れが出てきているのは、注目すべき点だ。見逃してはならないのは、その裏側で、技術革新により働き方に関する構造が大きく変わってきている点である。具体的には、今までは同じ時間に同じ空間に集まって仕事をする必要性が非常に大きかった。しかし、モバイル機器の発達などにより、離れていても、あるいは異なった時間でもメールのやり取りなどを通じて、一緒に仕事をするのが可能になった。あるいはテレワークなどを通じて出社しなくてもできる仕事、場合によっては他地域にいてもできる仕事も増えてきた。つまり、時間や空間に縛られる度合いが小さくなっている。この構造変化は今後一層進んでいくだろう。現状、副業の議論が盛んになっているのは、このような構造変化によって、会社から離れた場所で短時間でも、できる仕事はかなり増えてきていることも大きな要因だ。その点が、どこまでを労働とみなすかの判断を難しくしている面もあるが、これは、今までのルールが会社に長時間居続けることを前提としている点にも原因がある。今後の大きな課題は、技術の進歩に合わせて如何に法律や制度を変えていくかである。その一方で、ブラック企業という言葉に代表されるように、十分な情報や知識がないまま就職先を決めてしまい、結果として、こんなはずではなかったと思いつつ働いている人も生じている。現状、働いている人たちに主体的に決定するだけの十分な情報が不足しているのも事実であろう。IT の発展がこのような情報不足軽減に役立つ

つよう期待したいが、政策的な対応が必要な面でもあるだろう。

先にも述べたように、働く人々が主体的に働き場所や働き方を選べるようにする環境整備と、環境変化に合わせて必要な技能習得や能力開発を継続的に行っていけるような体制づくりが、政策的により一層求められている。そのためには働き方基本法のような大枠としての法整備で、日本全体として大きな方針を明らかにすることも一つの方法だろう。それに加えて働き方教育を充実させ、主体的に働き方を選べるようにする基本的知識や能力、心構えなどを教育することも必要になってくるだろう。さらに、働く前段階できちんとした契約をする、あるいは変な契約をしないようアドバイスする主体も必要となるだろう。これについては労働組合の積極的な取組も期待したい。いずれにせよ改革には時間がかかり、変化は急だ。残された時間は少ない。

日経 2017.3.4 AI、暗記→ひらめきへ、先行の米国勢追う、富士通、理研と共同研究

富士通は想定外の状況に陥っても適切な対応策を練れる次世代の人工知能（AI）の開発に乗り出す。基礎技術を持つ理研と共同研究拠点を設置。富士通が5年間で総額20億円強を投じる。「暗記」が得意な現在のAIと異なり、いわば、「ひらめき」で勝負するAIの実現を目指す。米国勢が先行するAI研究の勢力図を塗り替える成果を出したい考え。

理研のAI拠点である革新知能統合研究センター（AIP、東京・中央）に共同研究組織を置く。設置期間は5年間。理研と富士通の研究者や技術者が参加し、人数は50人規模になる見通し。主に理研が基礎研究、富士通が応用を担当する。3～5年後の商用化を目指す。現在のAIブームの立役者であるAI開発手法「ディープラーニング（深層学習）」はカメラに写った物体の認識、適切な治療法の提案、チェスや将棋、言語の翻訳といったさまざまなAIの開発に使われてきた。コンピューターに何度も繰り返し経験させると判断基準を自ら獲得し、経験した中でも最も適切と思われるものを選ぶ。IBMやマイクロソフトなどの米国勢は大規模なコンピューター群を使って学習量を増やし、性能を高めてきた。最近は大規模な資金を投じる中国勢の追い上げも激しい。AIの開発競争は「物量作戦」の面もあり、予算に制約のある日本勢は水をあけられている。一方で深層学習は経験したことがない状況を苦手とする。大量の画像を学習して多くの物体を認識できるようになったとしても、学習させた回数が少なかった物体は正しく認識できない。AIPはこうした限界を超えることを狙う。頻度が少ないデータを補って適切に学習させる手法や過去にない状況におかれたときにとった行動がどんな影響を及ぼすかを類推する手法の確立が目標だ。実現できれば、物量勝負の開発競争から抜け出せる可能性がある。用途も広がる。例えば、大規模なイベントの開催時に列車事故が発生したり、急速に天候が悪化したりといった過去にない状況下でも、適切に人を誘導する方策を見つけられるようになる。新しい手口のコンピューターウイルスの侵入を検知した時に、攻撃の影響範囲を予想して適切な防御と社内システムの運用継続を両立できる作戦を考えると高次元な判断ができるAIの開発にもつながる。AIの開発動向に詳しい松尾豊東大准教授は「少ないデータから学習する手法や推論

を組み合わせる手法の研究開発は各国で進んでおり、実用化に向けた競争は激しい」と指摘する。

日経 2017.2.27 がん、患者別に最適医療、京大など、投薬・治療データ集約、遺伝情報と一体解析

京大や北大など全国 6 大学の附属病院は、がん患者一人ひとりの遺伝情報をもとに最適な治療法を探る「個別医療」を 2019 年度にも始める。がんに関わる 200 種類以上の遺伝子の変化と投薬歴や治療効果をまとめたデータベースをつくり、精度の高い診断や効果的な治療につなげる。・・・

読売 2017.2.26 人工知能開発、「薔薇色」実は深刻な問題（劇作家 山崎正和）

このところマスコミを騒がせている最大の話題の一つは、「人工知能」だろう。人工知能とそれをロボットに載せるテクノロジーの知能化、あらゆるものをインターネットで結ぶ「IoT」は、蒸気機関の発明、電力エネルギーの導入、コンピューターの応用について「第 4 次産業革命」を起こすだろうと言われる。最新の人工知能はただのコンピューターとは違い、自発的な判断力や感情まで備え、人間と同等か、それ以上の精神活動を行う能力を秘めている。工場労働をはじめとして、介護や医療の分野でも人間の代わりができるから、これで労働力不足はなくなるという声がある。ある推計によれば、肉体労働、事務労働の 8 割が人工知能に委ねられると予想されているという。労働を苦痛と感じる人は多いから、これを聞いて朗報と受け取るのが大勢となっている。未来学者はもちろん、テレビ・タレントでさえ、「薔薇色」の時代が来たと囃し立てるありさまである。だが少し待ってもらいたい。すでに思慮深い少数派が指摘しているように、この薔薇色の背後には失業と転職という深刻な問題が潜んでいる。楽観論者は事態を軽く見て、事務や肉体労働の従事者は「創造的」な仕事に転職すればよいという。だがかりに本人がその気になっても、中年の事務職員がデザイナーや科学研究者へ転職することが可能だろうか。恐ろしい時間と努力が必要だが、その間の生活費と研修費用を誰が負担するのか。しかも楽観論者は職業観に偏見があって、事務職員が仕事を愛し、それまで生きがいを覚えて働いてきた事実を忘れている。また考えれば脅威はさらに重大であって、人工知能が究極まで進化すれば、人類の 100% が失業する可能性もないとは言えない。「創造的」な仕事もロボットがすることになれば、人類は完全に自由になるが、しかし完全に無収入にもなる。そうすれば消費は皆無になるから、ロボットの従事する生産も無意味になってしまう。どうしても無人企業を生み出す収益を適切に分配し、余暇を楽しむ全人類を生活させる一種の共産主義が必要になる。ところが従来の共産主義が夢にすぎず、その課程の社会主義的分配が強権と官僚主義を招くことを、人類はすでに学んでしまった。この弊を避ける知恵を現在の人間は持たないから、ここでも新しい深遠な英知を将来の人工知能に期待するほかあるまい。

不死が生む傲慢な世界

「創造的」な仕事を含むすべての仕事をロボットが行い、全人類が余暇を楽しむ夢のような社会は、果たして実現可能だろうか。その場合、ロボットが生み出した収益の配分も人工知能に頼ることになる。要するに平等や公正と言った価値観も人工知能に育ててもらわなければならない。そうすると問題は一段と次元を異にする困難を露呈するだろう。いくら人工知能に自由に考えてもらおうと言っても、その思考の出発点となる資料は現代の人類が入れるほかなく、入れる内容は現代の価値観しかないという現実がある。人工とはいえ、知能は知能だから無から考え始めるわけにはいかず、必ず思想史上の過去に縛られ、助けも受ける。その縛りが 21 世紀前半の価値観であり、現時点までの思想の伝統であるとすれば、これは現代が未来を制約し、歴史を凍結することを意味す。もちろん生きた人間も歴史の制約を受ける存在であり、どんな個人も幼少期に植え付けられた価値観を信じ、若干の修整を加えながらも終生、それを引きずって生きてゆく。しかし反面、人間には死という冷厳な宿命があって、この断絶のおかげで人類全体は歴史の変化に順応することができる。特定の時代の価値観がいかに頑固であっても、それを信奉する世代が死ねば、後の歴史は格別の争いを起こすことなく自然に変わっていきける。もはや念を押すまでもあるまいが、人工知能にはこの死という断絶がなく、一時代の価値観を根底に抱いたまま永遠に生きるということが問題なのである。ちなみに面白い事実だが、人工知能の賛美者には不老不死を憧れる人が多く、むしろ逆に不老不死を実現するために人工知能を求める論者が目立つ。前に本欄でも紹介したレイ・カーツワイルが典型的だが、彼の「不連続点は近い (ポスト・ヒューマン誕生)」もこの夢を論じて、そのために「非生物的人間」の創造を主張していた。方法は 2 つあり、身体に微細ロボット (ナノロボット) を注入して機械化するが、あるいは個人の全精神能力を知能ロボットに移管するかのどちらかだという。いずれにせよ、造られた非生物的人間は個人として永遠に生きるわけで、世代交代もなくなり歴史は凍結状態に入ることになる。語るに落ちる笑い話だが、カーツワイルは迂闊にも自分の非生物的分身を造るにあたって消化器官は要らないが皮膚は残したいと漏らしている。後者は性の快楽に必要なからというのだが、わかるのは彼が食欲よりも性欲に価値を感じているという事実だろう。ここでは、未来の価値観が現代の制約を受けるどころか、危うく一人の男の私的な価値観によって決定されようとしていると言える。振り返って人類の歴史を見れば、そもそも価値の文明史はその内部に個人の死と世代交代を含み、伝承の流れに随時の断絶があればこそ発展してきた。断絶なくただ続くのは惰性的な因習であって、真の文化伝統は過去と現代の緊張した対決を内に孕む。文化伝統には古典と呼ばれる今はなき価値観があり、時間を隔てた継承者がそれを懸命に習得することで蘇る。この死と蘇生のリズムが文明史を造り、その根底には生物的人間の生のリズムがあった。それを失った非生物的な文明はどんな姿を見せるのだろうか。たぶん死の恐怖のない個人は傲慢になり、知的能力を無限に拡張しながら、他の非生物的个人と競争を重ね、しばしば抗争を繰り返すだろう。その人数も無限に増えるはずだから、資源と環境の制約が解決されても、その居場所は宇宙にまであふれるだろう。だが忘れてはならないのは、数千億光年のこの宇宙にも法則が

あり、それは無数の星を生んでは滅ぼす生命的リズムだということである。言うまでもなく、人工知能の技術は有用、不可欠である。だが、それを研究し、それについて論じる人はもっと足を地に付けた方がよい。早い話が、完全自動運転車の開発に各社が狂奔（きょうほん）しているなかで、老人運転者がアクセルとブレーキを踏み誤るといった、現存の技術で対応できる事故を防ぐ車がまだ普及していないのである。

日経 2017.2.25 知的活動を代替、AI は生活を楽しむ、高齢者にこそ利点（野口悠紀夫）

使いこなすうえで、年齢は関係ない

人工知能が飛躍的に進歩し、人間の知的活動の多くをAIが代替する時代が来ようとしている。この先、人間はAIに比べて知的劣位に追いやられるのだろうか。だとすれば、人間が知識を保有する意味はどこにあるのだろうか。経済学者の野口さんは「AIの進化は、人間が知識を持つことの意味を根本的に変える」とみる。「AIはとんでもない技術とと思っている人が多いですね。中には人間を支配すると警戒する人もいます。確かに高度な技術ではありますが、身構えることはありません。専門家だけでなく、我々が普通に使いこなすことができる。その意味で、すごい技術なんです」「産業革命の時代に肉体労働の多くが機械に代替された。人間は苦痛を伴う肉体労働から解放され、より人間らしい活動に集中することが可能になった。同じように知的活動においても、コンピューターにできることはコンピューターに任せ、人間は人間にしかできない作業により多くの時間をかけることができる。そう考えれば、AIを警戒する必要は全くありません」。「AIはすでに生活に入り込んでいます。例えば、音声入力です。スマホで、文章を吹き込むと、そのままテキストデータになる。私はほとんどこのやり方で原稿を書いています」「音声情報の中から意味を持つ内容を選別して選び出す。このパターン認識と呼ばれる能力が、AIを使うことで格段に進歩しました。例えば、「おいしいアップル」と入力すると、アップルパイの店やレシピを選んでくれます。単純に「アップル」というキーワードだけに反応しているだけでなく、形容詞との関係でその意味を理解しようとしている」AIというと、高齢者には縁遠いものと思われがち。だが、「思い込みすぎない。」という。音声入力をすればキーボードの操作はいらない。パソコンやスマホが苦手な高齢者でもできる。「文章を書く際に壁が低くなる。何にもない白紙の状態から始めるのは大変。音声入力で頭に浮かんだことを次々に吹き込む。文章は断片的なままでいい。後から手をいれればすむ。歩きながら、あるいは寝っ転がったまま、スマホに話しかければいい」「AIは自動車の自動運転にも活用されます。これだって、若人よりもむしろ高齢者にメリットがある。「やっときてくれましたね」という気持ちで、AIと向き合ったらいいのではないのでしょうか」「昔、「歩く百科事典と言われた人」がいましたね。しかし、こうした人は、ほとんど無用になりました。今は、知識がどこにあるかが重要です。インターネットのウェブのどこかにある。それを見つければいい。既にインターネットの登場でやみくもに知識を蓄えなくてもよくなりましたが、AIがパター

ン認識をできるようになったことで、流れは加速しました。」「資本財としての知識から「消費財」としての知識へと、知識の位置づけが変わったのだと思います。何かを成し遂げるためではなく、楽しむための知識です。火星探査を考えてください。どう見てもコストが高すぎる。にもかかわらずよやっている。何の為でしょうか。生命の起源を探るという目的のためとも考えられますが、むしろ「生物がいるのか知りたい」という知的好奇心からきているのではないのでしょうか。」「資本財と消費財の関係をスポーツに例えてみましょう。私たちはなぜ、スポーツをするのか。プロのスポーツ選手にとって、スポーツは所得を得るための資本財ですが、多くの人はスポーツが楽しいからやっているのであり消費財です。知識についても同じことが言えます」AI が知的活動を代替してくれるなら、知識の習得に労力を注ぐ必要はないのか。「自動翻訳機が発達しても、外国語を勉強する必要があります。ゲーテのファウストをドイツ語で読めることには価値があります。翻訳で読んだのでは真の理解は難しい。高校生の時ドイツ語を勉強しました。ただヘルマン・ベッセを読みたかったからです。知識を持つことは必ずしも経済的利益を実現するわけではありませんが、人生を豊かにします」消費財としての知識を得る意味がもう一つある。そこから「問い」が生まれるのだ。「ニュートンはリンゴがなぜ落ちるのか疑問を抱きました。しかし、AI はニュートンと同じような疑問を抱くことができるのでしょうか。AI にあらゆる法則を学習させ、それと矛盾する現象を指摘させることは可能でしょう。しかし、疑問を抱き、問いを発する能力は、今のところ持ち合わせていない」「AI が発達しても、人間が知的活動のすべてを AI に任せることにはならないでしょう。消費財としての知識の価値は AI がいかに進歩したところで、減るわけではありません」

日経 2017.2.10 がん治療新時代、遺伝子を解析「適剤適処」、一人ひとりに合わせて

・・・狙いは患者一人ひとりに最適な治療を選ぶ「個別化医療」の実現。・・・

日経 2017.2.1 AI と世界（3）カイゼンの主役交代 物を作るのは誰か

GM の工場、フロントガラスを組みつけたり車体を溶接したりしているロボットが続々と話しかけてくる。AI を備え自らカイゼンのアイデアをひねり出す。これは GM が 5 年以内の実現を目指す「未来工場」。・・・30 年には工場の完全自動化が現実になる。流れは不可逆で早く対応した者が勝つ。

読売 2017.2.1 日経 ここまで来た人工知能

日本の仕事の半分に；野村総研とオックスフォード大の共同研究で、日本で働く人の 49% が就いている仕事は、10～20 年後には AI やロボットが代わりに働けるという予測がでた。

2017.1.31 AI と世界（2）愛が生まれる日、絆、つなげるか

ロンドン大学でこの分野の第一人者、ロボット研究者のデビッド・レビ氏は「AI の技術が

進歩し、理想の伴侶となるロボットが設計できる。50 年ごろには人間とロボットが結婚する」と発言。

日経 2017.1.30 AI と競い共に働く、浸食される仕事は、磨くべき能力とは、共存するには

浸食される仕事；AI は学習する。膨大な資料やデータを読み込み、分析できる。複雑な計算も瞬く間にこなす。人にはできないこと、難しいことが得意な場合もある。それを「恐ろしい」ととらえる人もいる。自動運転や自動翻訳の技術が本格的に導入されれば、通訳や翻訳、タクシー・バスの運転といった仕事は AI が担う。司法や医療の分野にも AI やロボットが進出する。

磨くべき能力とは；米マイクロソフト社のサティア・ナデラ CEO は「AI が普及した社会で一番希少になるのは、他者に共感する力を持つ人間だ」と強調する。医療の世界では「医師の仕事は自動化できても、看護師や介護福祉士などは人が足りない」と指摘、AI では補えない。駒沢の井上は、AI 時代を生きるうえで「創造性 creativity」「経営・管理 management」「もてなし hospitality」の3つが鍵になるとみる。AI 時代に重要な能力を総務省が有識者に聞いたところ、主体性、行動力などの「人間的資質」「企画発想力や創造性」が最も多く、コミュニケーション能力が続いた。人ならではの強みを身に付ける必要性が浮かび上がる。共存するには；できることは任せ生産性向上、人にしかない能力にさらに磨きをかける。

日経 2017.1.21 人手不足接客ロボ動く、生産性向上へ開発・導入気運、HIS が支援会社、「変なホテル」経験活用

日経 2017.1.10 AI に負けぬ「人間力」磨く、ハウステンボス社長、旅や芸術で感性養う
AI は蓄積した情報の分析や計算などは得意だが、画期的なものは生み出せない。人間には情報を新しく創造的なものに変えるスキルが最も必要となる。創造性が高まるよう感性を磨くには、多様な芸術や文化に触れたり旅をしたりすることだ。夢や目標を持つことも大切だ。大きな方が良い。世の中、良い時も悪い時も先が見えないときもある。暗い気持ちにならずに、明るく考えていけば危機はチャンスになる。

日経 2016.11.6 45 年、人は「第 2 の脳」を手

発明家で米グーグル在籍のレイ・カーツワイルは、AI が人の知性を上回る「シンギュラリティ」が 45 年に来ると予想した。そうなれば「我々の脳をスキャンして作った第 2 の脳がよりスマートに考え長生きする。人類の知能は拡充し文明は新しい段階に入る」と予測する。

2016.3.13 日経 AI は人知を超えるか、自ら学ぶ能力進化、実社会に貢献期待

人工知能（AI）はすべて同じに作られているわけではない。韓国での囲碁戦に挑戦したAIは月並みなAIよりも興味深いタイプ。実世界でのAIの使われ方に大変革を起こすかもしれない。米グーグルの子会社ディープマインドのプログラム「アルファ碁」。パターン認識を利用して対極がどう進展しているか「理解」そ、次に戦略を練り上げ、臨機応変にその戦略を適応させる。このシステムは「深層学習（ディープラーニング）」、パターンと「意味」を模索して膨大なデータを分析すべく、人工の神経ネットワークを駆使する。ディープマインドは、システムに教えるために2つの囲碁プログラムを戦わせ、技術が反復・適応するのを助ける「強化学習」として知られるテクニックを活用した。

2016.2.27 日経 人工知能で戦略組織、3省連携、企業と共同研究、10年で予算1000億円

文科省、経産省、総務省は、2016年度から共同で、人工知能（AI）の県境開発に乗り出す。10年間で約1000億円を投じ、理化学研究所など5機関で研究する。参加機関の研究計画を束ねる研究者主導の戦略センターを設置して予算配分を委ね、企業との共同研究を推進。基礎から応用まで一貫した研究を進め、世界に立ち遅れている人工知能開発で巻き返し、新産業の創出につなげる狙い。

2016.2.21 日経 AI、弱点は「常識知らず」、状況把握が苦手、活用に課題

国立情報学研究所（NII）などが開発を進める人工知能（AI）の「東ロボット」も、2021年度の東大合格を目指している。成機は上がっているが、意外な弱点のあることが分かった。機械の脳は、人間が経験を通じて獲得した膨大な「常識」を持たず、そのことが文意の理解や状況の把握のハンデとなる。問題は入試に限ったことではなく、今後の人工知能の活用を考える上で、重要な課題となりそうだ。

数学と歴史はよいレベル。13年度の偏差値（センター試験）は45。今年度は57.8。世界史は安定して8割。数学も数列の問題を解くアルゴリズムで点を伸ばしている。一方、物理は苦戦している。最大の壁は問題文の理解。物理ではまず、文章で説明された状況を把握する必要がある。例えば「時速40kmで走る自動車から後方に投げたボールの運動について聞かれれば、人間なら誰でも、道を走る自動車の窓から外に向かってボールを投げる光景を思い描く。その背後には、これまでの経験で起こってきた膨大な知識の蓄積がある。「自動車とは人が乗って動くものだ」「ボールは外に向かって投げた」「自動車には重力が働いている」。どれも問題文には書いていないが、当然の前提となっている。

だが日常生活を送った経験がないコンピューターは、そうした「常識」を持たない。そのため問題文の説明から、常識を頼りに状況を把握することができない。この物理への挑戦は、将来、家庭や町中で働くロボットが身の回りの出来事をどこまで把握できるかを占う試金石となる。人間の常識を辞書のようにロボットに与えることは可能だろうか。「現実世界と言葉は1対1対応しておらず、難しい」。例えば「かばんを持つ」と「かばんをぶらさげる」はほぼ同じ動作を表しているが「かばんを持つ」「鉄棒を持つ」の「持つ」は全

く違う。人間が状況把握に用いるあらゆる常識をロボットに教えるのは不可能に近い。「常識」は経験から得られるものばかりではない。人間は生まれたばかりの赤ん坊でも、例えば「空腹になったら食べなくてはいけない」「動いているものに注目する」ことを知っている。それは生物進化の長い歴史の中で、人間が獲得した「常識」。我々が現実世界で下す判断や行動の多くは、そうした「常識」に基づいている。一方、生身の体がないコンピューターやロボットは、何ら「常識」を持っていない。どれだけ AI が進歩しても、コンピューターが人と同じようにこの世界を認識するようになることはない、見られる。「自動運転車の開発」にも重い課題がある。たとえば運転中に何か飛び出してきて、進めばぶつかるが、避ければガードレールに衝突するような場合、人間は状況を瞬時に把握し、自己防衛を最優先しつつ、できれば他者も守ろうとして、とっさの判断を下すだろう。だが、ロボットに、そうした判断は難しい。

人工知能のゴールはおそらく人間の知能ではないだろう。ロボットの特徴を生かし、ロボットにしかできないタスクを担う。新たな知能を目指す必要があると専門家の多くは考えている。

2016.1.13 日経 人工知能は職を奪うか下、意思疎通能力、一層重要に、労働市場の整備カギ、学校教育、理系・文系融合を

人工知能が多くの人々の仕事を奪うのではない。そんな懸念が急速に広まっている。コンピューターが単純労働やルーチンワークを代替しつつあることは以前から指摘されてきた。それが AI の発達により、かなり知的能力を必要とする仕事にまでおよび、広範囲な仕事が AI にとってかわられつつあると言われる。今や、働く環境は大きく変化している。SF 的な未来のこと考えない限り、コンピューターやロボットが人間から完全に独立して、自らの意思を持って仕事をし、人間の仕事を奪うのではなく、それを使う人間が他の人の仕事を奪う。

2015.2.26 日経 自ら学ぶ人工知能、ペーむ、繰り返し遊んで攻略、グーグル開発、ロボにも

米グーグルは「ブロック崩し」などの電子ゲームの攻略法を遊びながら自ら編み出し、人間以上の高得点を出せる人工知能 (AI) を開発。やり方を教わらなくても自分で学習する AI に道を開く研究成果で、将来は人間にしかできないと思われている複雑な仕事もこなせるようになる可能性もある。26 日のネイチャー電子版に発表。開発したのは、人間の脳の神経回路をまねた学習機能を持つ AI 「DQN」。スペースインベーダーやブロック崩しなど懐かしのゲーム 49 種類を AI に与えた。げーもの事前知識を教えなくても、人間のように繰り返し遊ぶことでやり方を学び、高得点を取る秘訣を編み出す。ブロック崩しを約 100 回遊ばせた段階では、AI は飛んでくるボールをうまく打ち返せなかった。400 回遊ぶと取りこぼしはほぼなくなった。600 回を超えると、端のブロックに攻撃を集中して穴を明け、

ブロックの裏側にもボールを送り込んで崩す攻略法を発見し、高得点を出せるようになった。

ゲームの試験開発に携わるプロの人間と AI が得点を競ったところ、ゲーム 49 種類のうち 29 種類で、人間並みかそれ以上の得点を得られたという。ブロック崩しでは人間の 13 倍の得点を取り、最も上手になった「ピンボール」では 25 倍に達した。AI が取り入れたのは、コンピューターが学習によって判断基準を作り出す自ら賢くなる「深層学習（ディープラーニング）」と呼ぶ最先端の研究分野。人間が教えなくても大量のデータから精度を高めることができ、人間を上回る能力の獲得も可能だ。将来はロボットや自動運転車などの次世代技術に幅広く応用が見込める。

2015.2.17 日経 ロボット客室係、ホテルで活躍（シリコンバレー）

お届け物をお持ちしました、電話が鳴り、そう告げられた。ドアを開けると、そこに立っているのは白いロボット。頭部の蓋が自動的に開き、中に入っている歯ブラシを受け取ると、蓋が閉まりロボットは戻っていった。アロフトホテルでは昨年夏からロボットのバトラー（客室係）を試験導入している。「ポトラー」と名付けられたこのロボットの主な業務は物の運搬。客から頼まれた物を人間のスタッフに代わり客室まで届ける。ロボットベンチャーの米サビオークが開発。人間の歩く速さと同様の速度で動き、障害物などをよけながらホテル内を動き回る。他の階に行くときは無線通信で呼んだエレベーターに乗り込み、目的階に向かう。米国ではホテルや小売店、医療と言ったサービス産業でロボット活用が広がり始めている。米エーソンが開発した物品運搬ロボットは全米の 140 以上の美病院内で利用されている。家事を手伝う人型ロボットが一般家庭に登場するのは先になりそうだが、街中のあちらこちらでロボット活躍の場は広がっている。

2015.1.28 日経 ハウステンボス、園内に 7 月開業、「スマートホテル」1 泊 7000 円から、ロボット・太陽光利用、コークションで価格設定

ハウステンボス（HTB）は 27 日、最新の IT を駆使して省人化・省エネ運営する「スマートホテル」の概要を発表。ロボットや再生可能エネルギーなどを用いてホテルの建設・運営コストを下げ、低料金を実現した。沢田社長は「世界一生産性の高いホテルで世界市場に進出する」と述べ、海外展開する方針。新ホテルの名前は「変なホテル」。7 月開業する第 1 棟は計 7 2 室。同じ部屋数の第 2 期棟も来年初めて営業開始。同じ園内のホテルに比べ料金を 3 分の 1 以下に抑えた。

機械化や自動化を徹底したほかに、太陽光発電など再生可能エネルギーの導入により、低料金を実現。ホテルで最もコストのかかる人件費と光熱費をそれぞれ 3 分の 1 以下、半分に抑える。ホテル内にはチェックイン時の接客ロボット（3 台）、コーヒーなどを運ぶサービスロボット（1～2 台）、清掃ロボット（数台）などを配備。このほか顔認証システムで本人を自動確認し、カギを持たずに部屋に出入りできる。2016～17 年をめどにグループ

のレジャー施設「ラグーナテンボス」に建設した後、新興国などを中心に 10 年後、1000 拠点を目指す。海外にも運びやすいコンテナ型の部屋を現地で組み立てる工法を採用しているため、短期間で簡単にホテルを建てることができる。太陽光発電など再生エネルギーを活用するため、電力事情の悪い新興国でも展開できる。HTB の親会社 HIS は東南アジアを中心に海外事業を急速に拡大している。「豊かになったアジアの中間層が海外旅行に出かけるようになり、世界中でホテルが足りなくなる時代が来る」と予想する。

2015.1.9 日経 「人間とは」ロボで追究、動作・感情・どこで判断、似すぎると違和感も「不気味の谷」克服めざす

人間そっくりのヒューマノイド（人型ロボット）を作る研究が盛んだ。落語家ロボットや情勢のヒューマノイドが百貨店での接客や演劇で活躍中。研究者たちはヒューマノイドを開発することで、人間らしさや人とは何かを追究する。科学の根源ともいえるこの問いかけに、進化するロボットはどこまで貢献してくれるのだろうか。

ロボットという言葉はカレル・チャペックの戯曲に 1920 年ごろに初めて登場した。国内では 69 年に早稲田大学教授（当時）の加藤一郎さんが下半身型ロボット「WAP-1」を作った。加藤さんは 73 年に腕や足、目や耳を持つ 2 足歩行ロボットを開発、84 年には人間に近い速さで歩くロボットを作製。2 足歩行ロボットの開発で日本は世界をリードしてきた。96 年にはホンダが「ASIMO アシモ」の前身となる「P-2」を公開。外部につながるケーブルがなく、自律制御ができ、完成度の高さに世界が驚いた。続いてソニーが踊るロボット「QRIO キュリオ」を開発するなど、2 本の足で歩くという人間の最大の特徴を持つヒューマノイドの実現に成功した。大阪大学教授の石黒さんは 99 年に上半身型ロボット「ロボビー」を開発、その後も人間に似た外見のヒューマノイドの実現に打ち込んだ。2005 年、樹脂でできた皮膚をもつ女性型ヒューマノイドを開発し、愛知万博に種って。06 年には国際電気通信基礎技術研究所（ATR）が石黒さんそっくりの「ジェミノイド H1-1」を作り、国際的に高い評価を受けた。石黒さんはその後、百貨店で販売員を務める女性型ヒューマノイドや、人間国宝で落語家の桂米朝さんに似た「米朝アンドロイド」を開発。演出家の平田オリザさんと協力して、女性型の「ジェミノイド F」が出演する演劇も頻繁に公開。石黒さんの最終目標は「人間に似たものを作ることで人間を理解することだ」と語る。人間らしい外見や動作を突き詰めると、我々が周囲の人々のどこに人間らしさを見出すかが浮き彫りになる。ヒューマノイドの動きをさらに人間に近づけるカギが人工筋肉。東京工業大学のチームが網状の合成繊維で覆ったゴム製のチューブからなる人工筋肉を開発、約 400 本のチューブの 1 本ずつに空気を送ることで、まるで本物の筋肉のように自然に動く。名古屋大学は 10 倍も伸び縮みする素材を作った。しなやかな人工筋肉を採用すれば、ヒューマノイドはさらに人間と見分けがつきにくくなる。もう一つ、表情が人間らしさを大きく左右する。米朝アンドロイドは目の開閉、眉の動き、顔の筋肉の動き方を工夫した。驚く悲しむと言った表情は比較的簡単だが、はにかむ表情が難しい。激しい怒りを表現すると

樹脂製の皮膚がこわれてしまう。石黒さんは美男美女型の開発にも熱心。美しい顔や体の要素を組み合わせ「単に人間らしいだけでなく、実在の人間をどこまで超えられるかを試す」と話す。完ぺきに均整がとれた人間離れしたヒューマノイドができれば、もはや人間らしさをどこまで感じられるかを確かめる。ヒューマノイドが人間に似てくれば似てくるほど、人間に与える影響が気持ち悪くなっていくという逆説がある。「不気味の谷」と呼ばれ、ヒューマノイド開発で高い壁になっていた。用途や使う場面にもよるが、人間と見分けがつかないヒューマノイドが生まれる日はそう遠くないかもしれない。

2015.1.8 読売 認知症の人支えるロボット、重要ビジネス、企業が開発に力

認知症のお年寄りが増える中、民間企業が、認知症の人や家族の生活に役立つ商品の開発に乗り出している。認知症の人に優しく、使いやすい商品やサービスは、「社会貢献だけでなく、ビジネスとしても重要になってきている」として、多くの企業が本腰を入れ出した。

感情読み取り交流

「ペッパーちゃん、今度はいつ来るの?」「こっち向いて」ソフトバンクが開発中の人型コミュニケーションロボット「ペッパー」が訪れ、認知症のお年寄りたちと交流していた。ペッパーは、人間の感情を読み取り、喜ばせようと振る舞う世界初の個人向けロボットで、2月に一般発売（19万8千円）の予定。さらに現在、認知症の人の話し相手にもなれるようなプログラムを開発中。認知症の人は予備軍も含め2012年時点で800万人超と推計されており、今後さらに増加するとみられている。また、世帯主が65歳以上の一人暮らし世帯や高齢夫婦のみ世帯の割合も、10年の20%から35年には28%に増える見込み。同居の家族がいても仕事に出かけ、昼間は一人きりで過ごすお年寄りも多い。そうした状況から、認知症ケアや介護予防などを国や自治体の施策に頼るだけでなく、「くすりの飲み忘れを防ぐ声掛けなど日常生活を支援したり、コミュニケーションを促したりする商品が求められている」と、ペッパーの開発に取り組む同社の林さんは指摘する。同社では今後、お年寄りに思い出話を促す機能などを加え、より認知症の人の助けとなるよう開発を進める予定で、林さんは「疲れ知らずのペッパーなら、いつでも話し相手になれます」とはなす。

富士通研究所では、11年に「認知症」を研究テーマに掲げた。まずは研究員らが、都内の認知症の人や家族と共に、ミカン狩りと温泉旅行に出かけ、認知症の人が日常生活の中でどんなところにつまずくのか調べた。「認知症の人に使いやすい商品は誰にでも使いやすいはずで、商品やサービスの価値が高まる」とプロジェクトリーダー。NECなどが開発したコミュニケーションロボット「パペロ」は、既に介護施設などで活躍している。今後、一般家庭でも月額1万円台で利用できるようにしたい考えで、同社では「これまでは高齢者施設など、特定の場所でしか利用されなかった認知症の人向けの商品が、まもなく一般家庭でも広まる」と予測する。「ここ数年で、様々な企業が認知症に関心を持ち始め、問い合わせが増えている。一般に知られやすい商品やサービスを販売すれば、予防にもつなが

る。世の中への発信力を持った企業の取り組みに、ぜひ協力していきたい」。

2015.1.7 日経 ロボット失業、怖くない、人の仕事のトモダチだよ

英オックスフォード大学のマイケル・オズボーンさんは「今後 20 年で総雇用者の 47%の仕事が機械化で奪われる可能性がある」と予想している。日本に当てはめると「ロボット失業」が 2600 万人となる。接客係の「おもてなし」の時間を作るのに搬送専用ロボットが作業を肩代わりするおかげでできる。情報学研究所の新井さんは「ロボットが進化していけば、「人ならでは」の仕事の価値が高まっていく」と考えている。

2015.1.3 日経 無人飛行機（ドローン）、物流・農業、アイデア満載

2014.11.23 日経 進化するロボット・人工知能、幸福な共存へ知恵絞れ

ロボットと人工知能が何度目かのブームを迎えている。人は新しい概念を思いついてそれに名前を付けることができるが、機械にはどうしていいかわからない。現在どうすれば、ロボットが言語を覚え、概念を獲得できるようになるかとう挑戦が盛んに試みられている。人工知能が試験問題を解くプロジェクト、2021 年度の東大入試で合格点を取ることを目指している、すでに、私立大学の半分以上で A 判定の評価を受けている。

ロボットや人工知能の進歩に反対する「ネオ・ラダイト運動」なるものも一部で起き始めている。

人間は何をすべきか。コンピューターが苦手ない「論理と言語を駆使して高度に思考し表現する仕事」のために、教育を通じて小さい頃から「自前の脳を豊かに耕しておく」必要がある。賢くなったロボットや人工知能と人がどう折り合いをつけ、人にとって幸福な共存生活を営んでいくかを真剣に考え始めるべき時期にきている。

2014.11.18 日経 生き物らしさ探る、数学・材料など、異分野から知恵、複雑な自然の動き、再現

ロボットと人間の共生を目指す研究は生き物らしさを探る挑戦でもある。統計数理研究所の風間は「生物の不思議な動きを数式にまとめ、ゴム素材でできたロボットに応用し、複雑な動きをシンプルな仕組みで再現した」。同大の竹内らは、細胞を培養して 2 本の筋肉を作り、プラスチックの関節に張り付けた。直径 3cm にも満たないが、電気で刺激すると筋肉が交互に縮む。「生体と機械の融合」をめざし、将来は斬新な「バイオハイブリッドロボット」を目指す。傷ついても自己修復する技術も可能になるかもしれない。チームは工学のほか、再生医療、化学、分子生物学など様々な研究者が集結した。人の気持ちに共感するロボットを作る大阪大学の浅田は「徹底して異分野の研究者を入れている」。ロボット工学者のほか心理学者や脳科学者、認知科学者が出入りしている。材料研究者。人とロボットの共生関係は既存の発想にとらわれてはたどり着けない。人間そのものを理解する難しさが立ちほだかっている。実用化を阻む壁は高いが、乗り越えた先には機械を意識せ

ずに使いこなす驚くような日常が広がっている。

2014.10.31 日経 医出づる国、医療・介護ロボ、日本技術が道、3900 億円市場へ

「体調はよさそうですね」。耳元で優しい声が響く。目を開けると、ベッドサイドから覗き込むロボットのモニターに、主治医の顔が写っていた。腕にはめた腕時計型センサーが、寝ているうちに血圧や体温を病院に送ったらしい。「シャワーでも浴びるか」。不自由な足にスーツを装着すると、さっと階段を駆け下りた。SFの話ではない。全て研究中や実証実験中の技術。10年後の先進国ではほぼ確実に実現可能。厚生労働省によると、70～74歳で介護が必要な人の割合は6.3%、80～84歳は26.9%、90歳超では70%近くになっている。超高齢化社会は超介護社会でもある。若い世代に代わり、介護の担い手として注目されているのが、ロボットやIT（情報通信）技術。富士ソフトの身長40cmの人型ロボット「パルロ」体操の実演、動作が人間そっくり。リハビリを支援する小型機器やマイクロ波による見守りシステムの開発が進む。トヨタは歩行リハビリ用ロボットを藤田保健衛生大学と開発し、年内にも臨床研究を始める。

2014.10.31 日経 センター模試・英語で人工知能、平均点超え、NTTなど開発

2014.10.31 日経 期待集める医療・介護ロボ、輸出視野、安全性の確保カギ

経済産業省のロボットの定義は「センサー、駆動系、知能・制御系の3つの要素を有する機械システム」。

2014.10.21 日経 人工筋肉もっと自然に、空気制御、滑らか新素材、しなやか、ロボットに応用、東工大、名大、電通大

2014.10.20 日経 老朽インフラ点検、中小活躍、無人ヘリやロボット勝代、きめ細かい対応強み、数時間が10分に、

日経 2014.10.17 ビックデータ先読みの武器「つぶやき」集めて分析

2014.10.15 日経 竹中、日本マイクロソフト、ビル人工知能で制御、空調など最適化、管理者を削減

人工知能の一種である「機械学習」を活用、データを集め、MSの機械学習ソフトで処理して規則性を見つけ、空調機器などに自動で対応を指示する。

2014.10.10 日経 人工知能とは、自ら学習し、賢く

人工知能（AI）とは、人間と同じ程度の知性を持ち、問題を解決したり、目標を達成したりできるコンピュータープログラムを作る科学と技術を指す。英国の数学者アラン・チューリング（1912～54年）が先駆者といわれており、50年代から研究が続いている。97年に米IBMのスーパー・コンピューター「ディープブルー」が当時のチェスの世界チャンピオンに勝った。最近では、人間が教えなくてもコンピューターが自ら学習して賢くなる「ディープラーニング（深層学習）」と呼ばれる技術が注目を集めている。

2014.9.5 日経 人工知能、人に追いつくか、

機械学習；大量のデータを統計的に分析し、特定のパターンや規則性を見つけ答えを確率的に推測する手法で、現在の人工知能の基盤をなす。電子商取引やメールなど膨大なデータを使いコンピューターを学習させ、人間の行動や市場の動きなどを精度よく予測することが可能になった。また、人の脳をまねた回路技術「ニューラルネット」の分野で、より複雑な学習・推論ができる「ディープラーニング（深い学習）」と呼ばれる手法が編み出され、人工知能に応用されつつある。

2001.1.1 日経「スーパー技術、視界に、知能型ロボット誕生、チップが意識もち始める、DNA が情報管理、スーパーコンを圧倒、脳の開発、迷いもある、人の尊厳脅かす恐れ」

理化学研究所脳科学総合研究センターの松本元グループディレクターは脳が持つ優れた情報処理能力に着目し、人間の思考により近い「脳型コンピューター」の開発を目指す。既存の計算機が苦手とする直観的な処理が得意で誰にも扱いやすい機械になると予測される。しかしその実現は人間の尊厳そのものを脅かす恐れがあるとも指摘する。

20世紀はコンピューターが急速に普及した。「人間は情報なしには生きていけない。生物は食物や酸素を取り込み体内で処理して生存する。情報も同じ。人間の脳は情報を出し入れして活性化する。情報処理は人間性そのもの。便利さや効率化を求めて情報化はますます加速する。」脳を研究する狙いは、「優れた情報処理システムだからだ。情報をまず直感で判断し追加情報で補正する。例えば細くて長いものが動いたら「ヘビではないか」と言う直感がまず浮かぶ。それから情報を追加して確認する。既存の計算機は解答を得るのに最初から細かい情報を必要とする。人物を見分ける作業などをやらせると処理量が膨大になる。脳に近い情報処理であればコンピューターはさらに高速化する。」脳と計算機の違いは、「情報を処理する目的が全く違う。脳は情報を自ら選択し、その情報を処理する方法（アルゴリズム）を学ぶ。失敗などの経験を通じて目的を達成する。脳はアルゴリズムを得るのが目的で、答えはあくまでもその手段。コンピューターは計算結果などの出力が目的で、処理の方法を決めたプログラムなどの入力手段。両者は目的と手段が逆」逆転現象が社会に影響を及ぼしているのか。「現代社会は出力（結果）を重視する傾向が強い。目標に挑戦すること自体はあまり評価せず、失敗も許さない。これでは脳本来の目的を否定されているのに等しい。また情報化についていけない人間は駄目というレッテルを張る社会になりつつある。コンピューターは人間の道具のはずだが、人間がコンピューターの道具になっている。ITの推進はこうした問題を考えて取り組む必要がある。」脳型コンピューターの実現性は、「半導体技術を用いて、脳細胞を真似た人工神経細胞チップを作った。チップが動くことは確認したが、性能はまだ十分でなく脳のような直観処理はできない。メモリーとプロセッサを一体化した新しいチップを2002-2003年の完成を目指している。既存の計算機より百万倍の計算速度を持つ革新的なチップになるだろう。」「脳型コンピュ

ーターの開発に20年以上取り組んできたが、ここ数年完成していいのか迷いが出てきた。新しいチップは人間の脳を置き換える可能性がある。脳は人間の尊厳であり自己を決める。その実現は人類の生存にとって良いことなのか。開発の結果に科学者も責任がある。今後、慎重に考えて研究に取り組みたい」

米カーネギー・メロン大学のハンス・モラベック教授は、2040年には人間並みの知能を持つロボットが現れると预言する。ソニーコンピューターサイエンス研究所の北野宏明シニアリサーチャーは、ワールドカップで人間のチームを破るほどの運動能力と知能を備えたロボットチームを2050年までに育成できるとみる。21世紀に本格的な実用化を迎える大型技術が知能ロボットだ。産業革命以降、人類は機械に腕力の代用をさせてきた。20世紀のコンピューターの登場は記憶や計算と言った脳の働きの一部を機械化した。21世紀に登場する知能ロボットは知能や学習能力、柔軟で表現力豊かな身体能力を備える。人類は自らに似せた「知能を持つ機械生命」を創造し、産業革命以来の機械文明は一つの頂点に達する。

知能ロボット実現の足掛かりは「脳」だ。科学技術振興事業団・川人動態脳プロジェクトの研究者らが作ったロボットは立ち上がる動作を学ぶ。本田技研工業などが歩くロボットを実現、人型ロボットの可能性について多くの人目を開かせた。しかし倒れると立ち上がることは困難。その意味では1歳児の運動能力にも及ばない面がある。川人氏は脳が運動を学習する仕組みをロボット制御に応用することを研究、けん玉やテニスのサーブを学び実行できる器用なロボットを実現してきた。立ち上がるロボットは、三枚の金属板が二つの関節でつながっただけの単純な構造だが、寝ている状態から二つの関節が人の腰とひざのように連携して動き起き上がる。何度も転びながら立ち上がる練習を繰り返した結果、上手に立ち上がれるようになった。基礎研究の積み重ねが、アリ並みの知能のロボットを人間並みの知能を備え自然な動きができるロボットに育てていくことにつながる。

松下電器産業は、「賢くなるソフトウェア」の開発に取り組んでいる。あかちゃんが母親から様々なことを学ぶプロセスを研究、2015年ごろをメドに自ら成長するソフトとの実現を狙う。認知科学や発達心理学の成果も生かす。コンピューターをより使いやすくするのが研究の狙い。使う人と対話を繰り返し、その人の癖や好みを把握、次第に賢く使いやすくなる。ロボット開発を直接狙ってはいないが、その考え方は知能ロボット実現にも活かせるはずだ。

シリコンチップの中で知能を自然発生させる。その名も「デジタル・アインシュタイン・プロジェクト」という大胆な研究が京都大学で進んでいる。同大の稲垣助教授は、マクロプロセッサ開発で知られる鳴会津大学教授と組み、人間と同じような認識・学習能力を備えた「進化チップ」を2010年までに実現させる計画。稲垣助教授は、既存の科学の枠組みではとらえにくい自然・生命現象などの解析を目指す「複雑系の科学」の研究者。チップ上のトランジスタなどの配置に複雑系の理論を応用することによって、本来プログラムで指示された命令を実行するだけのチップに「知能」が進化してくると主張する。チップ

が「意識を持つようになると言い換えてもよい」とさえ言う。実現するには毎秒1兆回以上の計算ができる非常に大きな計算能力が必要だ。理化学研究所も独自の「脳型コンピューター」に取り組んでいる。人間の「意欲」や「生存本能」にあたる能力をコンピューターにもたせる狙い。これに成功すれば、コンピューターは自らをより賢くしようと環境に適応したり学習したりするようになる。とみる。

DNA（デオキシリボ核酸）が計算問題をみごとに解いた。「DNA コンピューター」と呼ばれる全く新しい原理で動く計算機が登場した。細胞内でDNAが遺伝情報を記録し複製する仕組みを巧みに使って難問を解く。計算速度はスーパー・コンピューターの百万倍以上になるとも言われる。生命をまねた新しい計算機が情報処理の限界を打ち破るかもしれない。東京大学大学院の陶山助教授はDNAコンピューターの原理で動く計算機を初めて開発、数学の難問である「NP完全問題」を解いた。NP完全問題とは多都市を訪れるセールスマンの最短ルートを求める「巡回セールスマン問題」に代表される問題群。既存の計算機が苦手なデータの並列処理能力が試される。この種の問題を解くことは効率的な通信ネットワークや航空機運航計画などを作るのに役立つ。「DNAコンピューターの実用化の可能性が見えた」と陶山助教授は言う。新しい計算機のアイデアは1994年に米南カリフォルニア大学のレオナルド・エイルドマン教授が提唱した。DNAはアデニン（A）、チミン（T）、グアニン（G）、シトシン（C）の4種類の「塩基」という化学物質がたくさんつながった長い鎖状の分子。塩基がいわば「文字」。その並び順で情報を記録する。このうちAとT、GとCはそれぞれ鍵（かぎ）と鍵穴のように互いに選択的に統合し合う。このため細胞分裂時に、情報を正確に複製し次の細胞に伝えることができる。DNAコンピューターによる計算プロセスは一見すると化学実験と変わらない。

データやプログラムは特定の塩基配列を持つよう合成したDNA分子で表現し、計算は分子同士の化学反応の繰り返しだ。例えば「4+6」の計算だと、「4」「6」「+」を表す三種のDNA分子を作り試験管で反応させる。何段階かの反応の末、得られたDNAの塩基配列を読み取れば、それが答え。普通の計算ならこんな手の込んだ手法は

2014.12.19 日経 企業人、先端医療後押し、皮膚など再生、事業化や啓発、109社参加の組織まとめる

人間の目や内臓などの組織を再生し、失われた機能を取り戻す「再生医療」が注目を集めている。まだ多くは基礎研究の段階だが、製薬会社や精密機器メーカーなどの研究者は、患者が少しでも早く治療を受けられるように、技術改良などに知恵を絞る。そんな企業研究者などが集うのが、109社が参加する「再生医療イノベーションフォーラム」（FIRM）。

16. IoT

日経 2017.11.6 超小型衛星、自動で撮影、東大など、管制から指令軽減、災害時の地上観

測素早く

東大と JAXA などは、地上を観測する際に飛び方などを自ら判断して撮影する超小型衛星を開発した。指定した観測地点に来ると地上の方向などを見極めて撮影し、管制局の上空に来た時にデータをまとめて転送する。地上から指令を送る手間を減らせるほか、少ない管制局でも運用が可能になる。多数の超小型衛星を連携させながら運用する際の基盤技術になる。

日経 2017.8.16 IoT 対応、無人工場、ひびき精機、航空機部品製造、3 年後メド、生産効率化

精密加工のひびき精機は、3 年後をメドにモノがネットにつながる IoT 対応の無人工場を建設し、航空機部品を製造する。同社の主力である半導体製造装置向け部品が好調なのと、航空機部品製造を新事業として 2020 年以降に立ち上げることに対応する。IoT 化によるジャストインタイムの納入と生産効率化で、競争力を高める。

下関市菊川の本社敷地内に、3 年前に完成した第 2 工場と同規模の約 2000 m²の建屋を 21 年までに建設する。設備などを含め投資額は 8 億円程度を見込む。新工場には、受発注データとリンクした製造機器の稼働状況をネットワークで可視化、自動制御する IoT を導入する。ある取引先向けのある部品をどの機器が製造中で、どういう進捗状況にあるかをリアルタイムで見られるようになる。製造機械も基本的に無人対応する意向だ。工場建設に先立ち、今年中に IoT 化の実験を行う。第 2 工場の空きスペースに機械を入れ、2 千万円を投資して 2 階にサーバールームを設けて実験する。新工場では三菱重工業や IHI など向けの航空機器部品を中心に製造し、3 億円程度の売り上げを目指す。当初、航空機事業は 3 年前から第 2 工場に対応する計画だったが、三菱航空機の新型旅客機「MRJ」の量産がずれこむなどした影響で、計画を見直していた。この間、韓国、中国を中心に需要が伸びている半導体製造装置部品の注文が増えて第 2 工場の稼働が安定したこと、航空機事業の後ずれ、建築費高騰という外部環境の変化もあって、「3 年後の新工場が最適と判断した」としている。新工場の稼働状況をみて既存の第 1、第 2 工場も IoT 化する考えだ。新工場の立ち上げ効果が段階的に発現することも踏まえ、21 年 8 月期の売上高は、16 年 8 月期比で 9 割増の 25 億円を目指す。ひびき精機は 1967 年創業の精密部品製造を得意とする金属加工メーカー。第 2 工場建設時の 14 年 8 月期は売上高 8 億円だった。だが、新工場建設に 8 億 5 千万円を投資するという計画で話題を呼んだ。17 年 8 月期の売上高は 14 億 8 千万円で 3 期連続の 2 ケタ増収を達成する見込み。

IoT 工場

IoT はあらゆるモノがネットワークに接続、それぞれが自律的に動くようになる環境を刺す。工場に導入する場合は「スマートファクトリー」とも呼ばれる。工場内のセンサーや製造機械、記号の受発注、販売現場から得るビックデータを解析・活用して設計・生産段階にとどまらず流通、販売、保守まで可視化することで、製造業の革新を目指す。第 1 段

階は見える化で、製造工程や受注状況などをグラフや数値で視覚化する。次に分析したデータから最も効率的な制御を導き出す。最終的には人工知能やロボットなどで制御を自動化しつつ、自律的に選択して動くようにする。

読売 2017.7.15 IoT 裏方なんです、データ活用、何をつなぐか

いろいろなモノをインターネットにつなぐ IOT(Internet of Things)。モノのインターネットと呼ばれ、成長戦略を支える柱の1つだ。ただ、モノとモノをつなぐと言われても、すんなりと理解しにくい。どういうものか。期待を集めるのはなぜか。情報通信技術（ICT）と社会変革に詳しい森川東大大学院教授に聞いた。

ごみ箱やお笑いに

IoT とは、どういうものか。「これまでインターネットにつながるものは、パソコン、スマートホン、タブレット端末を前提にしていた。IoT では、ネットにつなぐものが家電、自動車、センサーなど様々なものに広がる」これまでになかった新しい試みなのか。「構想や技術は昔からある。だが、2015 年以降、注目が一気に高まった。関連する技術が進歩したこと、IoT という名前の良さが影響している」名前の良さとは。「モノとついている点だ。モノならうちの会社にも関係する、と多くの企業経営者が関心を持つ。ただ、何をしたらいいかわからない。経営者向けに講演をすると、不安や焦りが伝わってくる」モノとモノをつなぐと言われてもピンとこない。具体例を教えてください。「例えば、公園のゴミ箱。センサーをつけてネットにつなぐと、ゴミの量をネットで確認できる。それをもとに、収集車の台数や走らせる頻度を判断する。データなしの場合よりも、人件費、ガソリン代の節約になる。交通渋滞の緩和にもつながる。米国では回収コストが 3 分の 1 になった、という報告がある」「日本でも赤字のバス会社が、衛星を使った位置情報と乗降客数を数えるセンサーをネットにつないで黒字化した。データを継続的に探り、それをもとにバス停の配置や時刻表を見直した。人が観察して数えても同じことができるが、そういう領域にも IoT が進出している」「スペインのお笑い劇場は、客が笑うごとに課金するシステムを試作した。前の座席の背にタブレット端末を取り付け、そのカメラで笑った回数をとらえる仕組みだ」じわじわ浸透

情報通信技術（ICT）とは一見関係なさそうなものがつながっている。「そうだ。IoT の本質は、センサーやネットを使って、アナログのものをデジタル化することだ」ちょっと難しい。もう少しわかりやすく説明してほしい。「デジタル化とは、簡単に言えば、ネットにつながるようにすることだ。企業経営者などに僕はいつもこんな話をする。皆さんの仕事のプロセスの中で、ネットにつながったら便利になりそうなものはないですか、それが IoT の候補です。何をにつないだらいいか実は僕にもわからない。現場を持つ皆さんと一緒に考えていきましょう、と」何をつなげるかは創意工夫次第ということか。「そうだ。生産性向上や、新ビジネスを生む可能性がある。職人さんの経験や勘などは、IoT に取って代わられるかもしれない。一方、人間でないとできない判断業務は残るだろう」社会や経済にどん

な変化をもたらすか。「ネットやスマホのような、すぐに一目でわかる変化は起きない。IoTの仕事はデータを採ること。例えば、自動運転のためなら、走行速度、前の車との距離などの各種データを集める。つまり裏方だ。華々しく目立つのではなく、10年、20年かけてじわじわと産業や暮らしに入り込んでくる」そうすと知らないうちにセンサーで自分のデータが集められたり、職場で生産性がチェックされたりするようになるのか。「そういう側面もある。どこまでデータを活用していいのか、社会で考えないといけない」

制御して安全に

技術面の課題は。「ネットの「交通整理」が重要になる。IoTの特徴は、公園のゴミ箱など、玉石混合の膨大なものがつながることだ。」ゴミ箱のデータも、最先端のデータも同じネットに流れるということか。「そうだ。今、ネットに流れているのは、門司、音声、画像、動画だ。IoTでは、ゴミ箱のような、たまにちょろちょろとしかデータを流さないものも混在する。そういうものをうまく制御して安全かつ効率的にネットを利用する技術を考えていく必要がある。」いろいろなものがつながるマイナス面は。「サイバー攻撃の危険が高まる。被害も大きくなる。たまにちょろちょろとしかつながらない危機はセキュリティーが緩くなる。「通信の秘密」に抵触する心配があるので、通信事業者は利用者に個別に「攻撃を受けている」などといった注意喚起をしにくい。今後、こうした面の対策も必要になるだろう。」

日経 2017.7.4 育てドローン操縦士、産業・防災・・・熟練技術必要に、全国で教室設立相次ぐ

ドローンの操縦方法を教えるスクールが、全国で続々と設立されている。ドローンを飛ばすこと自体は難しくないが、測量・物流といった産業面や、災害現場での活用には技量が必要とされ「熟練操縦士」の育成が急がれている事情がある。

3月、山梨県甲斐市にある日本航空学園運営の「ドローンパイロットスクール」。10代から70代の14人がコントローラーを操り、ドローンをホバリング（空中停止）させたり、十数メートル間隔で置かれた三角コーンの上空を往復させたりしていた。

同スクールでは実技のほか、航空法や電波法、雲の流れや風向きから天気の変遷を把握できる知識などを学ぶ。3月に受講者資格を20歳以上から16歳以上に引き下げた。同県都留市の高校1年、畑野さんは「実践的な授業で勉強になる。将来は防災や人助けに生かしたい」と話す。

業界団体の日本UAS産業振興協議会やドローン操縦士協会によると、同様のスクールは5月末現在、全国で100校を超えた。測量に使われるドローンの多くは全地球測位システム（GPS）を搭載。通常はプロペラが自動調整され、風に流される心配は少ないが、システム不調時にも安定飛行させるには一定の操縦技術が求められる。山梨県測量設計業協会は6月から、ドローンパイロットスクールに会員企業の社員のあっせんを始めた。「ドローンは対象物に近接して測量できるし、作業効率も上がる」と担当者は期待する。

山岳遭難など災害現場の不明者捜索にも有効だ。徳島県の鳴門市消防本部は、体温を感じする機器を搭載したドローン1台購入。外部講師を招き、職員に操作技術を習得させた。「ドローンと操縦士を増やしていきたい」としている。日本 UAS 産業振興協議会の熊田事務局長は「産業面での活用はまだ始まったばかり。機器トラブルであらぬ方向に飛んでいった場合も、冷静に適切に対応できる操縦士の育成が急務だ」と話している。

2017.6.10 日経 自動工場進化中、ローム低コストで IoT、日本電産昇降機に乗るロボ、深刻な人手不足に対応

深刻化する人手不足に対応して、工場の自動化を進める新技術の開発が相次いでいる。日本電産はエレベーターを自ら乗り降りできる自動搬送ロボットを製品化。ロームは建物の階をまたいでデータをやり取りできる無線通信技術を開発した。生産現場の省力化に伴い急拡大が見込まれる次世代型の FA（工場自動化）機器・システムの需要を取り込む。

レーザーで感知

日本電産子会社の日本電産シンポはエレベーターの前で無線で行きたい階を指示して自動で乗り込む自動搬送機を開発した。人が降りてきた場合にはレーザーで感知して、乗り込めるようになるまで待機する。工場内で会をまたいだ自動搬送が可能になる。従来の自動搬送機はフロア内の移動に限られていた。1トンの重さの荷物を運べる製品を月内に発売する。自動搬送機の売上高を 2020 年度に 17 年度の 10 倍の 150 億円まで拡大する。ロームはあらゆるモノがネットにつながる「IoT」を工場内で低コストで使いやすくする通信技術を開発した。飛ばせる距離が異なる複数の方式の無線を橋渡しして、階をまたいでデータをやりとりできる。

3次元で把握

大規模な通信設備を導入しなくても、生産ラインの稼働状況や異常の把握を工場管理者が無線で集約できる。ロームの部品やセンサーを既存の設備に組み込むだけでシステムが構築でき、一から専用設計する場合に比べてコストが半分程度で済む。年内に発売する。オムロンは 7 月に買収するカメラ大手のセンテックと新型カメラの開発に乗り出す。工場の生産ラインやロボットの腕に取り付け、高画質の画像を高速で連写して複数画像を組み合わせ、3次元で製品を把握する。精密部品を人が手にとって全体を目視してチェックする工程でも、ロボットが人の目に代わって高度な品質チェックをすることが可能になる。富士経済によると、工場の自動化による次世代型の FA 機器・システムの世界市場は 17 年の約 2 兆 4500 億円から 22 年に 2.8 倍の約 6 兆 9600 億円に拡大する予定だ。ファナックは約 630 億円をかえ、筑波工場の隣接地に産業用ロボットの工場を新設する。同工場の建設などにより、最終的には月産台数を 1 万 1 千台と現在の倍近い水準まで引き上げる方針。川崎重工業は、15 年 6 月に発売した、人と同じラインで働ける「協調型」双腕ロボット「duAro（デュアロ）」の販売台数が約 2000 台に達した。人手不足などの影響で産業用ロボットの需要が急増する中、関連企業の技術開発や設備投資が加速しそうだ。

2017.6.7 日経 ビックデータ素材も活用、三菱ケミHD IT投資 200 億円、JSR「開発効率 10 倍」

素材大手が生産や研究開発で蓄積してきた大量の情報「ビックデータ」を活用する IT (情報技術) 投資を増やす。三菱ケミカルホールディングス (HD) は月内にデジタル戦略を担う専門チームを発足し、2020 年までに IT 分野に 200 億円を投じる。JSR も 3 年間で 100 億円を投じる。埋もれたデータの分析を新技術の発見や生産性改善につなげ、競争力を高める狙いがある。

三菱ケミカル HD は月末までにデジタル戦略を実践する 25 人のチームを設ける。約半数は IT 業界など社外から採用する。販売や生産、研究開発で蓄積してきた多種多様なデータを業務の効率化や新事業に生かす策を練る。例えば文字データを分析する「テキストマイニング」の技術で、過去の設備保守の情報を不具合の予測に生かしたり、輸送経路を最適化する技術を使って物量の無駄を抑えたりする。すでに 60~70 のテーマを検討し始めており、合計 200 億円を投じて実践に移す。グループ内に在庫管理などシステム構築を担う人員が約 200 人いるが、デジタル戦略の専門部署を設けることで新たな試験を取り込む。年初に最高デジタル責任者 (CDO) を新設し、日本 IBM の出身者を招いた。

JSR は 20 年までに IT に 100 億円~120 億円を投じる。「研究開発の効率を 10 倍以上にする」ほか、仮想現実 (VR) の技術を使ったプラント保守の教育などに利用する。数年以内に CDO を外部から招くことも検討する。米国では社員 5 人をビックデータ活用の担当者に据え、研修を始めた。3 年後までに 30 人に増やす。旭硝子は化学製品のプラント稼働にまつわるデータをリアルタイムで解析し、品質予測に生かすシステムを開発した。製造中から品質トラブルを未然に防げるとみる。

素材メーカーは 24 時間稼働するプラントで製造する。温度や圧力の変化など生産にまつわるデータは大量に存在するが、保守点検時にしか使わないものも多い。データを生産や開発にも応用すれば、未知の技術の開発につながる可能性もあろう。

素材業界では埋もれたビックデータをどう活用するかが業界の課題になっている。世界最大手の独 BASF も 15 年から最高経営責任者 (CEO) 直轄チームを通じてデジタル戦略に取り組む。

日経 2017.2.27 患者の社会参加・高齢者の相手・会話型ロボ開発を担う、VB、大手と提携、IoT 端末視野、法人レンタル

離れた場所にいる人と会話したり、病気の子供が自宅に居ながらにして授業に参加したり。ベンチャー企業が家庭や教育の現場に溶け込む会話型の卓上ロボを開発している。連携先を大手企業や技術力のある中小企業のネットワークにまで拡大し、事業基盤の確立を急ぐ。「駅に着いたよ」。仕事を終えた都内在住の男性がスマートフォンに入力した伝言を自宅のダイニングテーブルに置いたコミュニケーションロボット「ボッコ」が音声で再現した。「分

かった。今から迎えに行くから」。ボッコに妻がそう答え、子どもと一緒に駅に出かけた。ボッコはロボット開発 VB のユカイ工学（東京・新宿）が開発。スマホと連動して文字を音声に変換したり、音声の伝言を送信したり、遠隔から自然に会話ができる。価格を約 3 万円に抑え、インターネットなどで販売している。利用者は数千人いるという。会話ができるだけではない。「歯を磨きなさい」「寝る時間だよ」・・・。「ロボットに言わせると、発言が迫力を増し、子どもが聞いてくれる」。ユカイ工学の青木 CEO は自身もボッコを使って検証済みだという。もともとは自分の子どもとの会話をより大切にしたい思いから、ボッコを発案した。将来は家電製品とも連動させ、あらゆるモノがネットにつながる「IoT」端末を目指して家電メーカーなどとの連携に取り組む。家族との会話を円満にする道具として注目を集めているコミュニケーションロボット。新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によると、国内生産は 2015 年の 3 億円から 25 年には 36 億円に拡大。さらに 35 年には 341 億円にも増え、市場が急成長するという。製品開発はユニークな発想を持ち、迅速に動ける VB が先行する。オリィ研究所が開発している対話ロボット「オリヒメ」は学校や病院で活躍する。カメラとスピーカーを内蔵し、利用者はパソコンやスマホで遠隔操作。オリヒメの近くにいる人と会話ができる仕組み。16 年には VC などから 2 億円以上を調達し、生産を約 500 台に増やした。今年 1000 台の増産を目指す。オリィ研究所のビジネスモデルは、ロボットを法人に貸し出すことが特徴。月額 3 万円からのレンタル料で安定した事業基盤を築き、利用者の幅を広げていく。今年 10 月には病院への提案に力を入れる。ALS 患者の社会参加を支援する。ロボット VB を支えるのは設計図を形にする中小のモノづくり企業だ。町工場が立ち並ぶ墨田区。オリヒメの試作品はその 1 社、浜野製作所が製作、VB の有望性を見極めて出資し、積極的に支援する。・・・大手企業も VB を中心にした開発の輪に入っている。人工知能を搭載し、一人暮らし高齢者などの会話の相手になるロボット「ユニボ」を開発しているユニロボット。同社は富士通の VC やニコンなどが設立したプライベートファンドなどから約 3 億円の資金を調達した。そればかりではない。今後は販売に関しても大手パートナーの力を借りる。ユニロボットの酒井代表は「彼らの販売網を使い、ソリューションの中でユニボを提案してもらいたい」と話す。老人ホームなどへの販売を強化し、収益固めを急ぐ。アジアを中心にした海外展開も視野に入っている。

日経 2017.2.27 AI が発注、ロボ陳列、コンビニ向けにシステム、産総研

産総研は、人工知能とロボットを駆使したコンビニエンスストア向けのシステムを開発する。AI が購買履歴から売れ筋商品を発注して管理し、商品の補充や陳列棚への配置などの作業をロボットが担う。コンビニ業界の人手不足の解消につなげる。2018 年までに模擬店舗や必要な設備を産総研の人工知能研究センターに整備して実証実験する。改良を進めて 20 年の東京五輪で披露する計画。

2016.3.2 日経 虫型ロボット月を行け、アイスペース、JAXA と開発へ

宇宙開発のベンチャーの ispace（アイスペース）は、JAXA と共同で月面を効率的に探査できる昆虫型ロボットの開発を始める。小型で跳躍するバッタのような動きをするロボットで、クレーターの内部や丘状の地形を調べやすくする。2017 年の完成を目指す。手のひらサイズでカメラやセンサー、通信機能を持ち、月面の資源の所在や地形を把握する 18 年以降に打ち上げを予定している月面探査機には昆虫型ロボットを数百台規模で載せ、月面のより詳細な把握に活用する。

2015.3.2 日経 無線ヘリ、「空飛ぶ台車」に、徳島大学、手で押して移動

手で押すと

空中を飛び荷物を簡単に運べる無線ヘリを開発。地上 1.5m の高さで浮かぶ。ヘリに荷物を載せて押し出せば、「空飛ぶ台車」のように、目的の方向へ移動する。倉庫内の荷物、災害現場の救援物質の運搬に。大きさは縦横 1m、電池駆動、10～20 分連続飛行、荷物は 3 キロまで。

2016.2.7 日経 産業用ロボットどう進化？自学自習、工場働きやすく

製造現場の人手不足が深刻化する中、産業用ロボットの技術進歩が著しい。人と隣り合って作業する協調型や、人工知能（AI）の活用により、動作プログラムを人が入力するティーチングの負担を軽減した製品が浸透し始めた。ロボットの活用が広がることで製造現場はどう変わるのか。ファナックの社長に聞いた。産業用ロボットは近年どう進化しているのか？「2つの流れがある。1つは表面を軟らかい素材で覆い、人と接触するとセンサーで感知して停止する協調型ロボットの登場。これまでは作業員の安全確保のため、柵の中に隔離しなければならなかった。協調型は人とロボットが同じ作業を分担するなど柔軟にラインを組めえるようになる。」「AI のソフトを導入することによる進化も顕著だ。自ら見て、学ぶことで動き方を改善する。人間に一步近づいた存在になる。ネットワーク接続により、ロボット同士がコミュニケーションをとり、作業の分担を相談するような機能の開発も進めている。」今後の技術目標は「ロボットは正確な動きはできるが不器用だ。軟らかいケーブルをつかみ、ねじりながら差し込むような動きを実現することを目標に置いている」「米シスコシステムとロボットの故障予知に取り組んでいる。産学連携をと強め、外部の技術でプラスになるものはどんどん使う」ロボットの活用で製造業は変わりますか「製造現場は今後、2、3年で大きく変化するだろう。昨年発売した強調型ロボットは最大で 35 kg の部品を持ち運びでき、女性や高齢者が働きやすくなる。AI の活用により、煩雑なティーチングの負担が減り、工業製品の製造だけでなく、食品や物流などの産業でロボットの導入が進む」ロボットは雇用を奪いませんか？「ロボットは生活を豊かにする道具。人間の作業時間を短くすることで、工程管理などロボットができないことに充てる時間を増やせるようになる。ひとの仕事はなくなるらない」。

2016.2.2 日経 歩くロボ店員は即戦力、ヤマダ電機が接客の実証実験、業務効率化の切り札に

ヤマダ電機は1日、自律走行するロボットを接客に使う実証実験を始めた。売り場の案内など簡単な業務はロボットに任せ、丁寧な対応が求められる商品の説明に販売員が専念できるようにする。

2015.2.25 日経 無人ヘリ、樹木の下も測量、地形、レーザー使い正確に、自治体防災など照準、ルーチェサーチ

小型無人ヘリ（ドローン）での測量を手掛けるルーチェサーチが、レーザーを上空から照射し、樹木で地面が見えない部分でも正確に計測できる仕組みを開発。防災計画を進める自治体などの需要にこたえる。

2015.2.24 読売 日本の探査車、月面レースへ、来年打ち上げ

無人探査車を月面で走らせて技術を競う国産レースに、日本から唯一参加するチーム「ハクト」は23日、都内で米国チームと会見し「来年後半、一緒に月へ探査車を送り込む」と発表した。米宇宙企業スペース X 社のロケットに、米国チームと相乗りし、このチームの着陸船で月に降り立つ。ハクトの探査車は、全長60cmの4輪車「ムーンレイカー」と同54cmの2輪車「テトリス」の2台。袴田代表は「我々の技術は参加チームのトップ。確実に成功させたい」と語った。レースは米国の財団が主催し、グーグルがスポンサー。「民間が作った探査車を500m以上走らせる」などの課題を最初に達成したチームに「賞金2000万ドル（約24億円）」が贈られる。

2015.2.6 日経 日立、廃炉調査ロボ公開、格納容器に投入、汚染状況を撮影

日立は、福島1号機の廃炉作業に使う形状変化型の調査ロボを公開。4月にも原子炉を覆う格納容器の中に初めて投入し、容器内部の汚染状況を撮影するのに使う。成功すれば、廃炉作業が一步前進することになる。ロボットはヘビのように棒状に伸び、格納容器とつながる直径10cmの配管を走行。容器内に置くと、この字型に変形して2つのクローラーで床面を移動して撮影、放射線量や温度も測る。

2015.1.31 日経 着る「人工筋肉」荷物運び負担軽く、東工大が織物、軽くて安価に

東工大の鈴森教授は体に着るだけで荷物を持ち上げる作業などの負担を軽減できる織物を開発した。空気圧で伸び縮みするゴムチューブ型の人工筋肉が織り込んであり、腰などにかかる力を肩代わりする。手軽に身に付けられる介護装置として商品化を目指す。織物に使った人工筋肉の大きさは、1.2ミリで、首から押しに向かう縦糸として利用、横糸は普通の毛糸を使って織り込んだ。試作した織物は長さ約40cm、横幅13cmで19本の人工筋肉

が通る。空気を送り込むと全体が伸び縮みする。織物から作った服を着れば、衣服そのものが、筋肉となって手助けする。腰から肩にかけてたとえば、11～12kgの力を発揮し、荷物などを持ち上げるときの負担が軽くできるという。金属製の骨組みを使った従来の介護装置に比べて軽くて身に着けやすく、安価になる可能性がある。4～5年後には織物から着物を試作し、羽田空港などで実証実験をする。荷物の重さに合わせて人工筋肉を働かせる制御が課題だ。人の筋肉の動きを捉えるセンサーなどと組み合わせ、重い荷物のときに衣服の力を借りる方法を考えている。

015.1.25 読売 高専にロボ開発課程、新年度にモデル校、情報安全、航空機整備も

政府は2015年度から、高専でロボット開発、情報セキュリティ、航空機整備の3分野の教育プログラムを新設する。政府が23日にまとめたロボット新戦略は、20年の国内ロボット市場を2.4兆円に拡大する目標を掲げている。教育プログラムでは、介護や災害、農業など幅広い分野で活用できるロボットの実現を念頭に、企業ニーズを反映させたカリキュラムを想定している。情報セキュリティの分野では、サイバー攻撃や情報漏えい対策を学ぶ。

2015.1.24 読売 ロボットで労働力確保、新戦略決定、AI開発が課題

政府は23日、2020年までのロボット開発・普及計画となる「ロボット新戦略」を正式に決めた。人口が減る中で、可能な限りロボットに人間の代わりをしてもらう狙い。ロボットの頭脳に当たる人工知能(AI)の開発強化が課題になる。首相は「介護や農業、中小企業まで普及する世界一のロボット活用社会を目指す」と強調。戦略に沿って、開発に取り組む企業などに補助金を出したり、規制を緩和したりする。ロボット普及を目指すのは重労働や単純作業などにロボットを活用し、人口減に伴う労働力不足を補うため。例えば、25年度に約30万人の介護職員が不足すると政府は推計。高齢化が進む農業でも将来の人手不足が懸念される。新戦略では「アシストスーツ」を明記、政府は機能を絞込んだロボットの開発を支援し、価格を10万円台まで下げることを目指す。欧米や中国を含め、世界的にロボットをめぐる競争は激しくなっている。米国では、情報技術(IT)企業のグループがロボット関連企業を相次いで買収した。日本は産業用ロボット稼働台数は世界一だが、海外勢が追い上げている。海外勢は特に、ロボットを動かすためのAIの開発を急いでいる。AIで国際基準を勝ち取れば、世界の市場の覇権を握ることができる。日本が先行するにはAIの開発強化が欠かせない。ロボットを活用するための法整備も必要だ。例えば、無人飛行ロボットの安全性などを定めた明確なルールがなく、新戦略ではロボットに関係する10の法制度を見直すことも盛り込まれた。実際に使う中で製品を改善し、ビジネスにつなげていけるかがカギとなる。

介護；介護ロボットで腰痛の原因となる作業ゼロに、介護ロボを介護保険の対象にしやすく。医療；補助金など国による実用化支援を100件以上。サービス業；商品の仕分け、点検作業へのロボ普及率を30%に。インフラ点検；老朽化インフラの点検の20%にロボ活用。

農業；収穫ロボなどを 20 機種以上、農作業現場に導入、無人トラクターなどで一人当たり耕作面積を 2 倍に。

2015.1.18 読売 産学タッグ医療に新風、マッスルスーツ、腰痛めず、

東京理科大学発のベンチャー企業では、「マッスルスーツ」を昨年 11 月から発売。人工筋肉の役割を果たす 4 本のゴムチューブが付いており、かがんだ状態で背中中のチューブに空気を注入する。

2015.1.17 日経 農作物、楽々運搬スーツ、クボタが装着型機械、来年にも発売

パワーアシストスーツ、電動モーターで野菜や果物を楽々とも仕上げ、足腰の負担を和らげる。

2015.1.9 日経 トンネル事故把握へ、ロボットで実験、

国土技術政策総合研究所は、3 日、中央自動車道笹子トンネル天井板崩落のような事故や災害発生時に、カメラ付ロボットでトンネル内部の状況を把握するための実証実験を公開した。民間企業や大学で構成する 6 つの研究チームから各 1 台のロボットが参加し、遠隔操作で前進させたり、プロベラ付ロボットを飛ばしたりした。トンネルの途中には事故や災害で動けなくなった車両や、流入してきた土砂、落下した天井板に見立てた障害物を設置。無事に障害物を通過したロボットでも、外部からの電源供給が不可能な状況を考えれば、稼働時間が短いといった課題が指摘された。今回の実証実験などを踏まえ、2017 年度に現場での本格導入を目指す。

2014.10.5 日経 産業用ロボ、多能工の時代、双腕型、工場も研究室も

製造現場を支えてきた産業用ロボットが進化している。人間のように 2 本の腕を器用に操る「双腕ロボット」の登場。従来のロボットは溶接や運搬など単純な作業を速く正確にこなしていたが、熟練技能者に頼る複雑な作業もできる。創薬や臨床検査、研究現場など、これまで使われなかった現場への用途が広がりそうだ。

2014.9.28 日経 自ら学び育つ人工知能、認識率高く、ビジネス化進む

2014.9.25 日経 パナソニック、介護ロボ、16 年度参入、100 万円弱想定

高齢者が立ち上がったり、座ったりするのを補助するロボット。介護ロボは高齢者が附属の専用ベストを着て使う。

2009.10.25 日経 微小ロボ、体内手術へ起動、患部狙って検査、操作の研究進む

マイクロロボット；寸法がマイクロメートル(100 万分の 1)メートルサイズのロボット。カプセルなどに入れて使いやすくし、微小物体を動かすことができるタイプも含む。例え

ば、人間の体を構成する、大きさが5~100マイクロメートルの細胞や、細胞の中にあり数マイクロメートルサイズのリソグラフィなどの細胞小器官を動かせる。日本が得意とする半導体の大規模集積回路（LSI）の製造技術や、さらに細かい加工を伴う最先端のナノテク（超微細技術）で作れるようになった。体内に入れても途中で引っ掛かり悪さをする危険性が低いので、医療分野などへの応用が期待される。

2014.12.9 日経 考える工場、ドイツから新産業革命

車、電機、機械産業が集うドイツ南部。後世の歴史家はこれを「21世紀の産業革命発祥の地」と命名するかもしれない。カイザースラウテルンにある人工知能研究センター。シーメンスなど独製造企業10社が参加する「近未来工場」の実験が始まった。生産する製品の材料が近づくと、機械がチップの情報を読み取って必要な工程を指示し、複数の生産設備を最適のラインに組み替える。人は不要。機械同士が「会話」して、どんな製品でも生産する究極のフレキシブルラインだ。まずは日用品が対象だが、機械部品や自動車部品などなんでも応用できる。「インターネットの進歩で究極の多品種少量生産が可能になった」。狙うのは工場の枠を超えた連携だ。自動車なら素材や部品メーカーから販売店、電力、輸送会社などまであらゆる産業がネットでデータをやり取りする。極めれば在庫ゼロ、人件費やエネルギー消費も最小化できる。いわばドイツ国内が「1つの仮想工場」。10年以内に独製造業の生産性を5割前後高めるといふ。キーワードは「第4次産業革命」を意味する「インダストリー4.0」だ。18世紀の綿織物工業の機械化が第1次産業革命。電気による大量生産時代が20世紀初頭が第2次産業革命、コンピューターによる自動化が進んだ1980年代以降が第3次産業革命。第4次産業革命は自動化された工場が業種を超えてネットワーク化され、国家として立地競争力を競う時代と考えればよい。米国やアジアとの競争を前に「ドイツの強みである製造業を底上げする」。

ロボットの導入が本格化し始めた中国でも、政府内で25年までに製造業を智能化させる計画づくりが進む。10月、メルケル首相と会談した中国の首相李克強は「4.0」関連の技術交流や標準化への協力でも合意した。

ITの進化など製造業を取り巻く環境が激変している。日本のものづくりは新たな価値を築けるか。

2014.11.20 日経 国内最大級の環境都市始動、成長モデル湘南から、パナソニック、「街丸ごと」でアジア攻略

パナソニックが進める藤沢市のスマートシティーの概要；面積は東京ドーム4個分、総事業費は約600億円、完成は2018年、計画人口は約3000人、街全体で二酸化炭素を1990年比で70%削減、約1000戸の住宅全てに太陽光発電と蓄電池。センサー付き街路灯、エコカーの共同利用。

パナソニックの役員は、百年先まで持続する街を目指し開発してきた。このモデルを世

界に展開したい。冷蔵庫などを生産してきた工場の広大な跡地に戸建て住宅 600 戸、集合住宅 400 戸を建設する。商業施設、公共施設も設ける。すでに、120 戸が分譲済みで、2018 年に街全体が完成する。売りは環境対応。全住宅に太陽光発電と蓄電池があり、見える化で省エネを促す。住民は余った電気の売却で収入を得られるほか、災害時は非常用電源にも活用できる。発光ダイオード（LED）街路灯と連動した監視カメラで安全性が高く、コミュニティールームには工作用 3D プリンターを設置。戸建ての価格は 5 千万～6 千万円大。JR 藤沢駅から約 2 km の場所。住宅や街に導入される機器や資機材の大半をパナソニックグループが供給する。住民の健康管理支援なども含めて、30 年間累計で 400 億円の売り上げを見込む。

17. AI スピーカー

日経 2017.8.15 AI スピーカー車にも、オンキヨー、車業界と連携

オンキヨーは自動車向けに AI を搭載したポータブルスピーカーを開発し 2018 年夏にも発売する。米国の家庭で利用が進む AI スピーカーと同様に、車内でもスピーカーとカーナビなどの車載器やスマートフォンが連携する。同社が得意とする音をマイクで捉える技術を生かし、エンジン音など騒音が多く音が反射する車内でも声を認識できるようにする。トヨタ自動車や米フォードが推進する車載端末とスマホを連携させる技術「スマートデバイスリンク（SDL）」のコンソーシアムに加盟する。グーグルなど米 IT 企業も車ちスマホとの連携を進める中、自動車メーカー業界としての標準規格の普及を目的に結成された事業体で、KDDI なども参加する。オンキヨーはこれまでに培った音響技術の強みを生かしスピーカーで手軽に車内の電子機器同士をつなぎ、利便性と安全性を高める。手でなく声で操作でき、話しかけるとカーナビの情報やスマホに届いたメールをスピーカーが読み上げる。高速通信サービス「LTE」で通信できる。車内だけでなく外出先にも持ち込んで使えるなど、汎用性が高い。

日経 2017.8.10 日本電産、自動化ロボ参入、工場の省力投資にらむ

日本電産は工場内の設備や機器を自動化し、人手を極力けない生産ができるロボット事業に参入する。・・・

日経 2017.7.1 AI が家にやってくる、英会話・家事・・・頼れる相棒に

人工知能が、家庭内でも活躍しようとしている。囲碁の対戦やビジネスの分野などで話題を集めてきた能力が身近な生活に入り込みことで、私たちの暮らしはどう変わっていくのだろうか。

首都圏に暮らす朝山さん（27 歳）は、会社から帰宅すると英語で話しかける相手がいる。「今日は疲れたよ。映画でも見たいけど何が好き？」「スターウォーズ」返事するのは英会

話ロボ「ミュージオ」だ。深層学習型の AI にネットワーク上でつながって会話をする。米 AKA スタディー（カリフォルニア州）が開発し、日本では今春から 9 万 8 千円で一般販売を始めた。15 種類以上の表情を持ち、ジョークもこなす。「シナリオに基づいて会話するのではなく、一つ一つの文脈を考えるのが特徴。どんな返事が返ってくるのか誰にも分からない」。

朝山さんは子どもの頃からアニメでみるロボットとの生活に憧れていた。「ロボットと人間みたいに会話したい気持ちが半分、人間では考えられない会話をしたいのが半分」と話す。今はミュージオの英語は聞き取れないことも多い。「でもいつか家族の一員になってほしい」。5 歳の長男と一緒に、単語学習にも使って楽しむ。AI で家電に「心」を入れる、そんな構想を掲げるのはシャープだ。中核となるのは年内に発売予定の家庭用小型ロボ「ホームアシスタント」。エアコンやテレビ、電子レンジなどと連動する。利用履歴を AI で分析し、利用者の生活に最適な使い方を助言するパートナーになる。

ロボとの会話はこんなふうだ。「テレビ何か見たいよ」といえば、「いつも見る番組がやっているからつけますね」とロボがテレビのスイッチをオン。友人を招く予定をロボに告げておけば、ゲストに「よくおいでくださいました」とロボがご挨拶。人間の出勤時間に電車の遅延が起きていれば「急いの方がいいです」と自発的に警告してくれる。

意表を突く AI 家電も登場する。選択した衣類の山を入れると AI が種類を判別し、ロボットアームがたたむ。家族別に仕分けもしてくれる。パナソニックなどが出資するベンチャー企業、セブン・ドリーマーズ・ラボラトリーズの開発した洗濯物の自動折り畳み機「ランドロイド」だ。今秋から受注を始める。185 万円程度と高価だが、5 月末に一部予約を受け始めたところ「数百件の予約が入っている」という。ロボットや家電といったモノにとどまらず、「家の中の出来事」を AI で分析しようという動きもある。

産業技術総合研究所人工知能研究センターでは、AI を使って生活の安全性を高める試みが始まっている。例えば子どもが遊びながらケガをしたり、ベランダから転落したりしてしまいうのはなぜか。子どもの様子を撮影し、その行動データを AI で分析する。同センター生活知能研究チームの西田チーム長は「親の不注意という理由だけで片付けてはいけない。生活上の問題点を人と AI で改善していきたい」と話す。課題を明らかにし、民間企業の商品改善につながるデータを提供していく計画だ。データ分析が進めば、そこから AI を活用した家電や家具が登場する循環が生まれる可能性がある。気が付けば家の中は AI だらけ。そんな未来も遠くないかもしれない。

2017.6.16 日経 「日本語」スピーカー反響は、LINE が AI 端末、米国勢に先手

LINE は 15 日、人工知能（AI）を搭載したスピーカー端末を今秋発売すると発表した。アマゾン・ドット・コムなど米国勢が日本語対応を終える前に「スマホの次」を巡る争いで先陣を切る。昨年の上場から約 1 年、今の LINE には業績も株価にも期待されたような勢いはない。発売時期の早さにこだわった新端末は現状打開の一手となるのか。「スマート

フォン（スマホ）の次が AI というのは衆目の一致するところ。社会へのインパクトは大きい」。15日都内で開いた事業戦略説明会の冒頭、社長はこう強調した。

スピーカー端末「ウェーブ」は親会社の韓国ネイバーと共同開発した AI「クローバ」を搭載。音声で呼びかけると、ニュースを読み上げたり、音楽が流れたりする。対話アプリ「LINE」に届いたメッセージの読み上げや、メッセージを音声入力して送信することも可能。価格は米アマゾンの標準モデルよりも安い 1 万 5 千円。特徴的なのはその販売の仕方にある。まず夏に音楽機能に絞った体験版を 1 万円で先行発売。秋の正式版の発売に合わせてニュースの読み上げなどの機能を使えるようにする。機能の追加は無料だ。その後も機能を順次追加し、ディスプレイ付き端末も発売する。体験版まで用意して急ぐのは、米国勢が日本語版対応に手間取っているうちに端末を普及させるため。利用者がどんな使い方をしているのかといったデータを早い段階から蓄積し、AI の性能向上につなげる狙いもある。事業戦略担当の取締役は「早く使ってもらうことが競争力になる」と話す。

この日はスピーカー端末のほかにも、トヨタ自動車とコネクテッドカーで、ファミリーマートとは新型コンビニ店の開発で提携すると発表。対話アプリに買い物の機能を追加するなど説明会は盛りだくさんだった。先端技術に次々と手を打つ LINE だが、株価はさえない。15日の終値は 3930 円と昨年 7 月の上場時の初値 4900 円を大きく下回る。低迷の要因の一つが、市場の期待に実績が追いついていないことだ。例えば今年 1 月に発表した 2016 年 12 月期決算。営業利益が前の期の 10 倍の 198 億円に急増したのに、市場の予想に届かず発表翌日に株価は一時 16%下げた。

売上の成長も米ネット大手に見劣りする。LINE の 17 年 1~3 月期の売上高は前年同期比 16%増の 389 億円。同じ期間のグーグルは 22%、フェイスブックは 49%の増収だった。増収率で負けているのは、数十倍の売り上げ規模の差を埋めることはできない。かつて無料通話アプリのサービス開始から 1 年で登録利用者が 1 億人を突破し、フェイスブックより 3 年早いともてはやされた LINE。今の LINE に上場 5 年で時価総額 40 兆円に急成長したフェイスブックのような勢いはない。連想の対象になるのは知名度の割に業績も株価も伸び悩むツイッターだ。停滞イメージの払拭へ、負けられない戦いが始まる。

2017.6.7 日経 後追いアップル看板頼み、AI スピーカー価格 7 倍で高音質、秘密主義、技術に遅れ

米アップルは 5 日、人工知能 (AI) で音声に自動応答するスピーカー端末を発表した。先行するアマゾン・ドット・コムやグーグルとの違いを高級感と音質に置き、価格をアマゾンの普及品の 7 倍に設定。AI の応答の精度で劣るとの調査もあるが、高級イメージを世界のアップルファンに訴える戦略だ。ブランド頼みの後追いは通用するのか。

アップルがカリフォルニア州サンノゼ市で開いた開発者向けイベント。「家で聞く音楽も再発明する」。ティム・クック CEO は 2 時間半にわたる基調講演の最後に宣言した。12 月に英語圏を中心に先行発売する「ホームポッド」の見た目は少し大きめの円筒形スピーカ

一。マイクを内蔵し、天気やスポーツの結果を尋ねると、ネットで情報を探し声で知らせてくれる。好みの曲の名前を言うと自動で再生。部屋の中の状況をセンサーで察知し最適な音響にする音へのこだわりが特徴。個人情報に関わるデータを端末内にとどめ利用者のプライバシーを保護する機能も付けた。日本での発売は来年以降になる。アップルには携帯音楽プレーヤーの市場を塗り替えた歴史がある。クック氏はAIスピーカーでも音楽で新たな歴史を創る意気込みだが、状況は当時から随分変わった。巨大企業に成長したアップルは動きも鈍い。今回も家庭の音楽市場を取りに行くというより、実際は後発のアップルが勝てるとすれば音楽しかないというのが実情。米ストーンテンプレート・コンサルティングの調査によると、5千種類の質問に対しグーグルのAIは68%に応答、しかも90%は内容も正しかった。一方、アップルは21%しか応答できず、正しく反応できたのは62%。マイクロソフト、アマゾンと比べても精度の低さが目立っている。「スマホの次」の座を左右する重要技術でアップルの遅れは明らかだ。

もちろん、アップルも世界中から優秀な技術者をかき集めている。ただ秘密主義で有名なアップルは開発者の論文発表やイベントへの参加を原則認めていなかった。トップ級のAI研究者は研究制限するアップルは敬遠されていた。開発中の製品の手の内を明かすのを嫌うアップルに対し、グーグルなどは外部を巻き込み、失敗を繰り返しながら急激に技術を磨いた。こうした状況に危機感を抱いたアップルは方針を転換。AI研究者に論文発表やイベントへの参加を認めるようになり、AIベンチャーの買収も加速している。だが遅れを取り戻すのは容易ではない。イベントでは英語から主要言語への自動翻訳、顔認識を使う写真の自動編集などのAI関連サービスも発表した。どれもグーグルなら簡単にできるものばかりだ。結局、スピーカー端末に違いを出せたのは、機能よりも高級感。それでもブランド力や質感である程度は売れるだろう。部品メーカーによればホームポッドの生産計画はテレビ向け配信端末「アップルTV」と同程度の年間数百万台規模という。イベントでは複数のアプリを自在に使えるプロ仕様の新型タブレット、50万円する超高級パソコンも発売された。このままITのトップブランドとして、細かい作り込みと高級感で勝負する路線を突き進むのか。ブランドの強さだけで技術の遅れを覆い隠し続けることはできない。

日経 2017.6.5 AIスピーカー年内に、ソフトバンク、VBと連携、持ち運び型

ソフトバンクは、ロボット開発ベンチャーのプレンゴアロボティクスと人工知能(AI)と連動する「AIスピーカー」で連携する。プレンゴアが開発した手のひらサイズの箱型スピーカー「プレンキューブ」にソフトバンクの自然言語対話AIを搭載し、2017年内に発売する。「ポスト・スマホ」の本命と目されるAIスピーカーで先行する米国勢を追う。プレンキューブはバッテリー内蔵で自由に持ち運べるのが特徴。短距離無線Wi-Fiなどで家電やパソコン、スマートフォンなどと連動させる。顔認証機能を搭載しており、ユーザーは話しかけるだけで操作できる。例えば、スマホで撮影した動画をテレビで映し出すような操作をプレンキューブに話すだけで行うことができる。ソフトバンクが言語AIや音声合

成技術を提供。質問から回答を絞り込む機能などがある。日本語のほか英語、中国語、韓国語に対応できるようにする。プレンキューブは、日本、北米、シンガポール、韓国で販売する。価格は未定。オフィスや店舗のほか、一般家庭での利用も見込む。AI スピーカーは居間などに置き、人が話しかけて情報を検索したり、音楽を再生できたりする。あらゆるモノがネットにつながる IoT 時代に身の回りのデジタル機器をつなぐ「ハブ」になると期待される。先べんをつけたのは、米アマゾン・ドット・コムで 2014 年に「エコー」を発売。米グーグルも「ホーム」で 16 年に参入している。日本勢も米国勢を追いかける形で続々と参入を計画している。NTT ドコモが日本語対応の「ペトコ」を今夏に発売する。日本の家電メーカーではソニーやシャープも参入を計画している。

日経 2017.5.30 日の丸 IT、またも後手、持てる技術生かせず、グーグル、AI スピーカーで日本語対応

人工知能 (AI) と連動し、人が話しかけて情報検索したりする「スマートスピーカー」で日本企業が後手に回っている。29 日、米グーグルは会話型 AI「グーグルアシスタント」の日本語版のサービスを始めた。AI スピーカーでの日本参入を見据えた動きだ。日本勢は音声認識の要素技術は持つが、従来の IT (情報技術) 機器と同様、主導権を譲りつつある。「機械学習の恩恵を誰もが受けられるようにする」グーグル日本法人の徳生製品開発本部長は同日、記者会見で語った。基本ソフト (OS)「アンドロイド」を採用したスマートフォンに会話型の AI サービスを標準搭載する。先行する米国では、人が話すことでライドシェア (相乗り) 大手のウーバーテクノロジーズなど 70 社以上のサービスを使える。年内には日本で発売する AI スピーカー「グーグルホーム」もこの会話型 AI を使う。AI スピーカーは居間などに置き、人が話しかけて情報を検索したり音楽を再生したりする IT 機器だ。スマホの次のネットサービスの入り口の有力候補とされ、本来は日本勢が磨いてきた音声認識が生きる。しかし、製品化は米アマゾン・ドット・コムが 2014 年秋に先陣を切り、グーグルやマイクロソフトが追う。日本勢は発売が遅れ気味なうえ、米国勢と戦わずにすみ分けを探る。例えば、音声でスマホを操作する耳栓型のマイク付イヤホンを 16 年発売し、AI スピーカー「エージェント」も開発するソニー。音声技術の独自開発は続けるが「場合によっては他社と協業する」。対話アプリ大手 LINE は今夏、独自の AI を搭載したスピーカーを日本と韓国で発売する。AI はアジアの言語の認識精度を高め、東南アジア化での展開も目指す。米国勢が得意な英語では勝負しない。日本勢は音声認識など IT 機器の技術を持ちながら、サービスや商売の基盤は米国勢に押さえられる歴史の繰り返いだ。パソコンの OS、音楽の配信サービス、SNS (交流サイト) など枚挙にいとまがない。携帯で一時代を築いた NTT ドコモの「iモード」も世界には広がらなかった。「前例を重視する日本企業は歴史上、ほとんど基盤を作り出せなかった」。AI スピーカーも同じ構図が浮かぶ。とはいえ、AI の学習に使うインフラの規模とデータの量が勝敗を分ける時代にグーグルなどと真正面から対抗するのは難しい。MM 総研の横田は「日本勢は強みを持つ産業用などで会話型 AI

の用途を開拓すべきだ」と指摘する。基盤を握ることにこだわらない現実路線が身の丈に合っているとの見方だ。1990年代まで世界的なヒットを連発してきた日本のIT企業の姿としては、やはり寂しい。

ビックデータとは、

企業などが保有する膨大な量のデータ群を指す。小売店の販売データやSNS(交流サイト)の書き込み、駅の監視カメラが記録した情報など各種データから成る。データの相関性を分析することで消費者の嗜好の変化や製品の需要予測などが可能になるが、分析には専門のシステムや知識が欠かせない。

2014.10.17 日経 ビックデータ、先読みの武器、「つぶやき」集めて分析、販売や防災、効率的に

インターネットの普及で世界中の誰でもがあらゆる情報にアクセスでき、また、発信することも可能になった。コンピューターが処理する情報量は爆発的に増え、ちまたにあふれる膨大で多様なデータ群を「ビックデータ」と呼ぶ。情報社会ではブックデータをいかに使い、ビジネスや社会的課題の解決などに役立てるのかの重要さがこれまで以上に増している。

ビックデータという呼称は、2000年代後半からIT業界が使い始めたとされる。既に一般にも浸透しつつあるが、明確な基準はない。新聞の朝刊数十万年分に相当する数百テラ(テラは1兆)バイト以上に上るとの見方もあるが、企業は自社のサービスや目的に合わせて使っているのが現状。単に「膨大なデータ」を指してビックデータと呼ぶケースも多い。かつては顧客データなどフォーマットの決まった管理しやすいデータが大半だった。しかし、最近ではブログの文字や映像、電子書籍の活字といったデータが増えている。ITや通信技術の発展でそれらを細かく収集し、分析できるようになった。情報が情報を生む社会になった。現在、ネットの交流サイトやツイッターではユーザーが身の回りの出来事を頻繁に投稿している。SNS上の情報からサイト運営会社がユーザーの発言傾向や関係性を分析し、それを基に新しいサービスや広告戦略に生かし、新たな情報サービスを生むというサイクルができた。ビックデータを応用できる分野はとても多い。

2014.4.17 日経 ビックデータ 300社連携、相互利用へシステム共有、開発・販売に応用

インターネットイニシアティブ(IIJ)や富士通総研などが連携し、企業が保有するビックデータを他社と共有・交換できる専門組織を5月に設立する。自社だけでは有効利用できないデータを組み合わせる相手先を探し、製品開発や適切な販売促進などに生かせるようになる。ビックデータのビジネス利用に弾みがつく。精密機器や飲料などの大手メーカー、広告各社などが参加する予定。各社は年間30万円を払って専門組織に加わり、他社が保有するビックデータのリストを見ることが出来る。自社の事業に活用できそうなデータ

を見つけるとデータの相互利用を提案し、個別に交渉する。費用負担などは両社で決める。仲介コストは発生しない。ビッグデータの活用には分析のシステムや専門家が必要だが、日本では備えている企業は少ない。専門組織はこれらも提供し、各社が塩漬けにしているデータの真価を引き出す手助けをする。不動産会社と飲料メーカーが組む場合、複数ビルの室温データとビル内にある店舗での飲料の販売状況を提供し合う。不動産会社は温かい飲料の売れ行きなどから、ビルの最適な設定温度を予測することができる。飲料メーカーはどの製品を重点的に販促するかなどの戦略を立てられる。食品や家電製品など消費財メーカーの場合、テレビやラジオで特定の商品が取り上げられた直後のミニブログ「ツイッター」の反響やスーパーの販売増などの相関関係を見極め、消費者が好む新製品の開発につなげる。旅行会社は観光地が紹介されたテレビ番組の視聴率と翌日の鉄道利用者数、パック旅行の予約状況の関連などを判定し、消費者の行動パターンを予測しやすくなる。企業間だけではなく、国や自治体が保有する公開データも活用する。