

AI にエネルギー・インパクトはあるか



現在、人工知能（AI：Artificial Intelligence）を巡る話題が報道等で毎日のように取り上げられている。そうした中、国内外におけるAIの活用事例を調査したところ、以下に述べる12事例でAIの活用が確認でき、今後更に、様々な分野や業界にもAIの活用が拡大していくものと考えられる。

本稿では、AIの活用事例から現在ブームにあるAIの特徴を整理し、今後のAIの普及に伴うエネルギーおよび環境への影響について考察してみたい。

1. AIの活用事例の最前線 (1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)

AIの活用に垣根はない

事例① 設備を有する業界では、主に「設備運用の最適化」、「設備の予兆保全」、そして「生産の柔軟化および効率化」において、AIが活用されている。一つ目の「設備運用の最適化」では、特に工場や火力発電所、旅客機等にAIの活用事例が見られ、各社で運用データの解析に活用されている。また、AIによる人流解析を基に、空調やエレベータ等、建物のユーティリティ設備の最適制御に活用されているものもある。二つ目の「設備の予兆保全」では、主に工場や橋梁、旅客機、送電線等で活用事例があり、設備不具合の早期発見に活用されている。三つ目の「生産の柔軟化および効率化」は、生産状況の監視・分析や、多品種・多工程製品の最適な生産計画の立案等に活用されており、いわゆる“スマート工場”に該当するものである (9)(10)(11)(12)(13)(14)(15)。

事例② 自動車業界では、主に「自動走行運転」と「タクシーの配車予測」において、AIが活用されている。前者は、現在、車体の走行環境を瞬時に認識し判断するうえで、AIを活用する研究開発が進行中である。その他には、ドライバーの心理状態を推測し、自動運転モードに切り替えるものもある。後者は、過去実績、気象データ等から需要を予測し、乗車確率の高い地域にタクシーを誘導するうえで、AIが活用されている⁽⁹⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾。

事例③ 販売業界では、主に「販売業務」と「調達業務」において、AIが活用されている。一つ目の「販売業務」での活用は、「店舗型」と「ネットショップ型(EC(Electronic Commerce)サイト)」に分類され、共に、顧客の嗜好やニーズに応じて「商品を選定し推奨」するものである。具体的には、前者は、ショップ店員が最適な商品を顧客に提案する際の補助ツールとして、後者は、顧客ニーズを踏まえ、最適な商品の組合せやプラン等を提案するためにAIが活用されている。特に後者は、アパレル業界や旅行業界で多くの事例が見られ、口コミ情報も踏まえて提案するサイトもある。二つ目の「調達業務」は、「商品発注の効率化」を行うためにAIが活用されている。具体的には、売れ筋商品や在庫状況等を分析し、最適な発注量を算定するものである。更には、人間を介さず商品の自動発注を行う事例などもある⁽¹⁰⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾。

事例④ 広告業界では、AIによる「個人別広告配信」が代表的な活用事例である。具体的には、デジタルサイネージ(電子看板)の前に現れた人の嗜好等に応じて、タイムリーに広告配信するものや、インターネットの動画コンテンツにおける視聴者の感情や視聴状態に応じた最適な広告内容の配信等にAIが活用されている⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾⁽³¹⁾⁽³²⁾。

事例⑤ 医療業界では、主に「治療診断アドバイス」と「健康アドバイス」に分類され、共に、データベースから患者の症状と「類似の事象を抽出」し、医師の診療行為をサポートするために、AIが活用されている。一つ目の「治療診断アドバイス」は、患者の症状や病状に対する類似文献や臨床情報等を調査・検索したりするもの、癌の治療方針を検討するもの、そして、患者や家族に対し治療方針等を説明するインフォームド・コンセントを検討したりするもの等がある。二つ目の「健康アドバイス」では、特に、肥満や健康に関心の高い国々に散見されるケースであり、患者の常態から食生活や運動等を指導する際のツールとして、AIが活用されている⁽³³⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾。

事例⑥ 監査業界では、⑤医療業界と同様、「類似の事象の抽出」にAIが活用されていた。具体的には、会計監査業務における基準や判例等、類似文献の調査・検索するもの、また、会計士の知識やノウハウ等をコンピュータに取込み、監査企業の帳簿データに不正会計がないか監視するためにAIが活用されている⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾。

事例⑦ スポーツ業界では、「体操競技の判定」が代表事例である。具体的には、予めデータベースに登録した見本のフォームと選手のフォームとを比較し採点するものである。この事例では、AIによる「画像認識」が活用されているが、AIの使い方としては、①設備業界の「設備の予兆保全」、⑤医療業界、⑥監査業界等と同様、「同種あるいは相違事象の

抽出・選別」するものである⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾。

事例⑧ 金融業界では、主に「株式取引」や「融資業務」、そして「犯罪対策」にAIが活用されている。一つ目の「株式取引」は、コンピュータによる株の自動取引である。自動取引そのものは、1990年代より証券業界を中心に既に広がっているが、今後は、AIを活用することであらゆる条件を分析し、1/1000秒単位で取引する「超高速取引（HFT：High frequency trading）」（別名、「アルゴリズム取引」）が普及する見通しである。二つ目の「融資業務」は、中小企業や個人融資の信用力審査にAIが活用されている事例である。具体的には、契約時に得られる個人情報から融資対象者の信用力を分析し、その信用力に応じて、融資額や金利等を個別設定している。三つ目の「犯罪対策」には、「クレジットカードの不正使用の検出」と「振り込め詐欺を防止」の2事例がある。具体的には、前者は、個人情報や取引実績、情報端末の位置情報等を解析し、本人以外の使用有無を判定するものであり、後者は、AIによる音声認識や声紋認識により、詐欺犯を事前にフィルタリングするものである。なお、犯罪対策にAIを活用する一方で、今後、AIが悪用される懸念があることも指摘されている⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾。

間接業務にもAIが広がる

事例⑨ 受付業務では、主に「接客代行」や「オペレータ代行」、「セキュリティ認証」にAIが活用されている。一つ目の「接客代行」では、金融・保険業界の窓口業務やホテルのフロント業務、商業施設等の店頭案内業務等にAIの「音声認識」を活用するものである。例えば、人型ロボット「Pepper」が良く知られた事例である。二つ目の「オペレータ代行」では、金融業界や宅配業界などのコールセンター、インターネットを通じた問合せ対応等にAIの「自然言語処理」を活用するものである。例えば、TwitterやFacebook、Line等のSNS（Social Networking Service）で人間と対話する「Bots／チャボット」がこれに該当する。三つ目の「セキュリティ認証」は、AIの「画像認識」を活用した事例である。具体的には、空港の防犯監視や入国管理システム、コンサート会場の入場確認の他、ユニバーサル・スタジオ・ジャパン（USJ）の顔パスチケット等がこれに該当する⁽¹⁰⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾⁽⁵¹⁾⁽⁵²⁾。

事例⑩ 人事管理業務では、主に「採用関係」と「職場環境調査」にAIが活用されている。一つ目の「採用関係」では、インターネットの就職・転職サイトに代表される、雇用者と被雇用者による条件マッチングを行うものとして、また、雇用者側の採用審査のツールとしてAIが活用されている。二つ目の「職場環境調査」では、従業員一人ひとりに取り付けたセンサタグの情報から、職場のコミュニケーション状況を分析し、職場の活性化を促すものや、従業員のストレス状態やモチベーション等を分析し、離職者の早期発見・防止を目的としてAIが活用されている。なお後者は、離職者の多い海外企業以外にも、日本の医療事務等で活用例が見られる⁽²⁷⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾。

製品などにもAIが浸透する

事例⑩ 近年開発・販売される製品には、その機能の一部としてAIが組み込まれ、「状況分析」や「予測・推論」、「音声認識」、「自然言語処理」といった機能が組み込まれている。一つ目の「状況分析」は、製品自ら周囲の状況や環境等を把握して最適制御を行う。例えば、お掃除ロボットやAIエアコンの他、内蔵カメラで周囲状況を読み取り動作する小型玩具ロボット等がこれに該当する。二つ目の「予測・推論」は、インターネット検索や手数の多い推論型ゲームに活用されている。例えば、前者は、RankBrain (Google) に代表される検索時の推測表示や検索ランキング、類似画像検索等がこれに該当し、後者は、チェスや将棋等の対戦ゲームが代表事例である。三つ目の「音声認識」は、製品が人間の音声を認識し、自動動作するものである。例えばAmazon EchoやGoogle Home、Clova WAVE (LINE) 等に代表されるAIスピーカーの他、AI照明およびライト、スマートフォンの音声アシスト検索等がこれに該当する。四つ目の「自然言語処理」は、人間の文字情報を製品が認識して自動応答するものである。これは⑨受付業務「オペレータ代行」にも活用されており、例えば、AI りんな (LINE) 等のチャット (Bots) がこれに該当する⁽⁵⁰⁾⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾⁽⁶²⁾⁽⁶³⁾。

事例⑪ その他の活用分野では、2016年の米国大統領選予測や宇宙観測における太陽フレア予報（太陽の表面で発生する爆発現象の予測）等、「将来予測の分析」ツールとしてAIを活用する事例もある⁽¹⁰⁾⁽⁶⁴⁾⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾⁽⁶⁷⁾。

2. AIの活用事例の共通点

今回の調査で確認された12の活用事例から、現在のAIの傾向や共通点等を考察するに当たり、まずは、現在ブームにあるAIの特徴について、下記に示す⁽⁶⁸⁾。

現在ブームとなっているAIの特徴

- (1) AIのコンピュータ処理では、「機械学習 (Machine Learning)」より派生したアルゴリズムである「深層学習 (Deep Learning)」が、特に注目されている。
ここで、「機械学習」とは、人間の学習能力と同等機能をコンピュータで実現するプログラミング手法のことであり、「深層学習」とは、「機械学習」の一手法であり、人間の脳構造 (Neural Network) を模倣し、多段階分析により最も確率の高い特徴を抽出するプログラミング手法のことである。
- (2) 現時点では、「深層学習」を活用せず、「機械学習」を活用するAIもある。
- (3) 現在のAIは、様々な事象に対応する万能タイプのものはなく、個別用途や個別作業に特化したタイプである。
- (4) AIは、膨大なデータから相関性や規則性等の特徴を「探索・推論」することができる。また、「画像認識」、「音声認識」、「自然言語処理」等人間が予め加工を施していない情報も処理できるようになってきた。
- (5) AIによる処理結果は、全て人間が想定して導き出した結果になるとは限らず、人間の思考や思惑と異なる想定外の結果が導き出されることもある。すなわち、コンピュータに

保存されたデータベースとルールに基づき、常に決まった動作や処理をする自動処理システムのことはない。

- (7) 現時点では、予め多くの専門的知識をコンピュータのデータベースに蓄積し、その範囲内で「探索・推論」する、旧来型の AI も存在する。
- (8) 現在ブームにある AI は、判断基準となる基本の学習データを保有しているだけでなく、AI の処理結果を自動的にデータベースに更新(学習)し、常にコンピュータに知識量を増加させている。一方、旧来型の AI では、コンピュータの知識量を増加させるには、現在ブームにある AI 以上に、人間による定期的なデータメンテナンスが必要である。以上の特徴を踏まえ、現在の AI の傾向や共通点等を考察すると、以下の通りとなる。

「抽出・選別」する AI

第一に、予め保有するデータベースから、目的に類似/相違する事象を「抽出・選別」する際に、AI を活用している点である。具体的には、主に、

【I】 保有するデータベースから「同種事象を抽出」するもの

【II】 保有するデータベースを参考に「正常値と異常値を選別」するもの

【III】 保有するデータベースからニーズ等に応じて「最適な組み合わせを抽出」するもの等で AI が活用されている。言い換えれば、データ量の多さから人間では短時間で容易に処理できない作業をコンピュータが代わって処理するタイプの AI と言え、活用方法としては旧来型の AI に近い。また、現在の活用事例の多くはこの特徴を有しており、比較的簡易な AI に属するのではないかと考える。しかし、この種の AI は、人間の能力や活動等を補助するツールとして有効であるため、今後、社会に広く普及していこう。

「認識・理解」する AI

第二に、予め保有するデータベースを参考に、新しく取り込んだ情報を「認識・理解」するために、AI を活用している点である。具体的には、画像、動画、音声、自然言語等、人間が予め加工していない生データの状態でコンピュータに「認識・理解」させ、その結果に応じて機械的に制御するものである。12 の活用事例では、特に、⑧受付業務や⑩製品機能等がこれに該当する。

この特徴を有する AI は、データベースから同種あるいは相違事象を「抽出・選別」する AI よりも、高度な「認知技術 (cognitive technology)」が要求される。そのため、あらゆる分野の「認識・理解」を可能にするには、もう暫く時間を要すると考えられ、この種の AI 活用は、当面の間、かなり限定された作業や分野、製品等に留まる可能性が高いのではないだろうか。

当面の AI と人間との関係性

現在、様々な AI の開発動向等に関する情報の拡がりにより、AI が人間の仕事を奪う時代が直ぐにでも訪れる様な雰囲気社会に漂っている。一方、現在の AI の利用用途や AI

を支える技術動向、例えば、

- [i] あらゆる事象に対応し得るアルゴリズムは開発途上にあること
- [ii] あらゆる事象を高速処理するうえでコンピュータの処理速度にも課題があること
- [iii] あらゆる事象をコンピュータに学習させるだけのビッグデータが現時点では取得できていないこと

等を踏まえると、今直ぐにAIが人間に代わる存在になるとは考えにくい。特にビッグデータの取得は、IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の普及やオープンデータ化の進展状況にも深く関係するため、その動向次第では、AIの知能レベルの進展にも影響すると考える。そのため当面の間、あるいは「技術特異点 (Technological Singularity)」を迎える2045年頃までは⁽⁶⁹⁾⁽⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾、AIは「人間の補助的立場」として活用されるのではないだろうか。

3. AIによるエネルギー・インパクトの可能性

AIは、私たちの暮らしや経済活動等に影響を生じさせる可能性があることから、AIの利用面からその動向を注視する人は多い。しかし、今後、AIが大規模に普及すれば、エネルギー消費や環境負荷等に影響を及ぼす可能性もあり得る。そのため、AIをエネルギー・インパクトの面から注視していくことも必要である。

AIによるエネルギー・インパクトを考察するに当たっては、現在ブームにあるAIとは何か正しく理解したうえで、産業別に、AIの活用用途や状況を整理・分析していくことが必要である。ここでは、12種類の活用事例から明らかにした、「抽出・選別」するAIと「認識・理解」するAIに着目し、AIによるエネルギー・インパクトの可能性について考えてみたい。

AIの導入は増エネ?それとも省エネ?

「抽出・選別」するAIの普及は、「抽出・選別」により、大幅に簡素化・短縮化できる分野でない限り、基本的には、情報端末など設備増強に繋がることが多いため、エネルギー需要を増加させる(増エネ)サイドに働く要素となる。12種類の活用事例では、①設備業界の「生産の柔軟化および効率化」、③販売業務の「調達業務」以外は、増エネ要因になる可能性が高い。一方、「認識・理解」するAIの普及は、「認識・理解」によりエネルギー需要を最適制御する分野でない限り、基本的には、認知に必要な追加的設備投資により増エネ要因として働く要素と考える。「認識・理解」するAIは、前述のとおり、当面、かなり限定された業務や分野に限定さえる可能性があり、12種類の活用事例では、①設備業界の「設備運用の最適化」と「生産の柔軟化および効率化」、②自動車業界の「自動走行運転」、⑩製品機能の「状況分析」以外では、増エネ要因となる可能性がある。このように、活用事例の全体を見渡すと、AIの導入は、増エネサイドに働く要素の方が比較的多いと考えられる。

各事例を詳細に見れば、増エネとなる可能性が低いケースもある。例えば、管理サーバや制御システム等が既に導入されている分野では、AIの導入は単なるソフトウェア（ファームウェア）の変更には過ぎないため、大幅な増エネ要因になるとは考えにくい。しかし、AIによる「画像認識」にはカメラ設備が必要であるように、AIの導入では、ソフトウェアの変更にとどまらず、設備増強が伴うケースも多い。また、AIの活用は、これまでよりも処理するデータ量が膨大となるため、サーバの稼働率や負荷率等は上昇する。その結果、追加的にサーバ台数やストレージ等を増強しない場合でも、エネルギー消費が増加することは避けられない。

こうした特性を有するAIの活用において、エネルギー消費を効率化／削減する（省エネ）要因があるとすれば、例えば、制御サーバのクラウド化が考えられるのではないだろうか。クラウド化は、これまで分散していた制御サーバを一つに集約・統合するため、データセンター単体で見れば、増エネ要因となる。一方、クラウド化は、各社が自前で保有するサーバ台数の削減も伴うため、全体で見れば、UPS（無停電電源装置）や空調設備等の省電力化に繋がる。また、統合先のクラウド・サーバでは、コンピュータの仮想化技術が導入されることが多く、CPU（中央処理装置）やストレージ（記憶装置）等に関しても省電力化が促進されるため、全体としては、省エネ要因となる。

このように、AIのエネルギー・インパクトを考える際には、AIの利用用途による影響だけでなく、周辺設備等の動向も踏まえ、検証していくことが必要である。

エネルギー・インパクトを考えるポイント

AIによるエネルギー・インパクトを考える際には、対象となる業務や分野がこれまで「情報通信技術（ICT）」の活用がなかったかどうか、重要な確認ポイントになる。ICTを新たに活用する場合には、必然的に新たなエネルギー消費が生じるため、特に留意が必要である。

12種類の活用事例では、例えば⑧受付業務の「接客代行」が検討すべき事例に該当する。接客代行の観点からすれば、博物館や図書館等の公共施設、テーマパークやボウリング場等の遊戯施設等、数多くの導入場所が想定される。しかし、接客ロボットの利用状況等も踏まえると、普及拡大するインセンティブは、社会的には未だない。そのため、当面、この種のAIが、増エネのエネルギー・インパクトが顕在化するとは考えにくい。

このように、AIによるエネルギー・インパクトを考える際には、AIの普及規模だけに着目した影響だけではなく、人手不足の分野であるのか、機械的サポートが必要な分野であるのか等、社会的なニーズを踏まえ、検討していくことも必要である。

また、IoTの普及の観点から、AIによるエネルギー・インパクトを考えることも重要な確認ポイントである。前述のとおり、AIの知能レベルの向上には、ビッグデータの存在が欠かせない。IoTの普及やオープンデータ化が進展していない現状を踏まえると、知能レベルの高いAIは、当面、豊富な情報やノウハウ等を保有する大企業や会員数の多い業界に限定される可能性が高い。例えば、総務省「経済センサス基礎調査」⁽⁷²⁾によれば、日本にお

ける大企業は全企業数の 1%未満であるのに対し、最終エネルギー消費量は、全体の 4 割程度を占めると試算する。確かに、大企業だけが AI を活用するだけでも、エネルギー消費に影響を与える可能性はあり得る。しかし、最終エネルギー消費の 6 割程度を占める中小企業にも AI の活用を促進していくことも必要ではないだろうか。そのためには、コスト面の制約を解消しながら、各社が保有する情報やノウハウ等を社会全体で共有していくことも必要であり、今後の IoT の普及やオープンデータ化が鍵を握る可能性もある。

このように AI によるエネルギー・インパクトを考える際には、IoT が普及する業務や分野であるのか等も踏まえて考察していくことも必要と言える。

2020～30 年頃には、AI の世界市場規模が数兆～数十兆円規模にまで成長すると分析する専門家は多い (73)(74)(75)(76)(77)(78)。一方、AI の活用が、直接、エネルギー消費に影響を与えないケースや、影響を与えても限定的となるケースなども多く存在すると考える。そのため、これからは、エネルギー消費や環境負荷等の観点からも AI の利用動向を注視し、産業分類別にエネルギー・インパクトを分析していくことも、必要ではないだろうか。

(著：スマートコミュニティーグループ 山本 尚司)

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp

(参考文献)

- (1) 日本経済新聞「AI」
<https://www.nikkei.com/technology/ai/>
- (2) 日経ビジネス
<http://business.nikkeibp.co.jp/NBD/>
- (3) 電気新聞「産業・技術」
https://www.denkishimbun.com/cat/news_indus_tech
- (4) AI NOW
<http://ainow.ai/tag/ai/>
- (5) 環境ビジネス
<https://www.kankyo-business.jp/>
- (6) IT pro「AI／機械学習」
http://itpro.nikkeibp.co.jp/ai/?itp_lnavi_ai&rt=nocnt
- (7) IoT NEWS「スマートシティ」
<https://iotnews.jp/smart-city>
- (8) business network.jp
<http://businessnetwork.jp/home/tabid/36/Default.aspx>
- (9) The finance「Article 人工知能(AI)とは？非エンジニアのための「よくわかる人工知能」(2016.06.21)」
<https://thefinance.jp/fintech/160621>
- (10) NEC「NEC が考える「AI」とは」

- <http://jpn.nec.com/rd/crl/ai/aboutai.html>
- (11) HITACHI 「AI を活用して最適な計画立案を支援する「Hitachi AI Technology/計画最適化サービス」を提供開始 (2017.10.23)」
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2017/10/1023.html>
- (12) OMRON 「AI とモノづくりの現場を融合させるには? ～機械に熟練技能者の知恵を持たせる挑戦～」
<https://www.edge-link.omron.co.jp/news/140.html>
- (13) 電力中央研究所 「ビッグデータと人工知能による電力設備診断 (2016.10.10)」
<http://criepi.denken.or.jp/research/topics/pdf/201610vol22.pdf>
- (14) IoT News 「富士通、AI 技術により、橋梁内部の損傷度合いの推定に成功 (2017.08.28)」
<https://iotnews.jp/archives/66606>
- (15) 関西電力 「AI を活用した次世代火力運用サービスの協働開発について (2017.9.13)」
http://www.kepcoco.jp/corporate/pr/2017/0913_1j.html
- (16) NVIDIA 「Driving Innovation NVIDIA Automotive」
<https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/>
- (17) TOYOTA 「SMART MOBILITY SOCIETY」
http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/smart_mobility_society/index.html
- (18) QUARTZ 「The White House predicts nearly all truck, taxi, and delivery driver jobs will be automated (December 20, 2016)」
<https://qz.com/1200060/seth-golden-trades-volatility-etfs-like-xiv-and-svxy-for-a-living-hes-still-at-it/>
- (19) WIRED 「Audi Innovation #08 クルマから「ハンドル」がなくなる日 自律走行車のインテリアデザインのゆくえ (2017.11.17)」
https://wired.jp/waia/2017/audi-innovation_08/
- (20) 総務省 「平成 28 年度版 情報通信白書」
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/index.html>
- (21) IBM 「店員の仕事をやる AI : 米最大手百貨店 Macy's の試み」
<https://www.ibm.com/think/jp-ja/watson/macys-ai/>
- (22) madeinbunch.com 「AI を利用して格安航空券の旅行プラン」
<http://www.madeinbunch.com/aiworiyousite.html>
- (23) CNET JAPAN 「Facebook Messenger で AI アシスタント「M」がリリース--米国で (2017.4.7)」
<https://japan.cnet.com/article/35099408/>
- (24) ASCLL.jp×WEB PROFESSIONAL 「AI 活用の「Web 接客ツール」、EC サイトで導入が急増する理由 (2017.9.22)」
<http://ascii.jp/elem/000/001/554/1554734/>
- (25) eccLab 「続々登場する EC サイト向け Web 接客サービスー主要 13 サービスまとめと今後 (2016.3.23)」
<https://ecclab.empowershop.co.jp/archives/5289>

- (26) 日経トレンドイネット「JINS、AI の男脳と女脳で異性ウケするメガネを判定 (2017.4.18)」
<http://trendy.nikkeibp.co.jp/atcl/column/16/010600095/041000026/?rt=nocnt>
- (27) ferret 「人間の感情を分析できる AI とは？企業の活用事例を解説 (2017.8.1)」
<https://ferret-plus.com/7879>
- (28) Microsoft 「博報堂、博報堂アイ・スタジオ、日本マイクロソフト、AI を活用したターゲットング広告配信システムのプロトタイプ開発で連携 (2017.3.9)」
<https://news.microsoft.com/ja-jp/2017/03/09/170309-face-targeting-ad/>
- (29) SIPO 「人工知能(AI) × デジタルサイネージ！その技術と活用方法を紹介！ (2017.01.25)」
<https://www.si-po.jp/post/new-signage/27632.html>
- (30) tech emergence 「Affectiva」
<https://www.techemergence.com/companies/affectiva/>
- (31) MIT News 「A market for emotions – With emotion-tracking software, Affectiva attracts big-name clients, aims for “mood-aware” Internet. (July 31.2014)」
<http://news.mit.edu/2014/with-emotion-tracking-software-affectiva-attracts-clients-mood-aware-internet-0731>
- (32) AI+ ITmedia 「中国 14 億人「完全管理」へ AI 監視カメラ+顔認証+ネット履歴+犯罪歴…… (2017.12.1)」
<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1712/01/news065.html>
- (33) IBM 「世界規模で加速する IBM Watson の採用 (08.10.2014)」
<http://www-03.ibm.com/press/jp/ja/pressrelease/48689.wss>
- (34) Sony Life 「AI で医療の未来はどう変わる？」
<https://cs.sonylife.co.jp/lpv/pcms/sca/ct/special/topic/index1704.html?pk>
- (35) HEALTH PRESS 「医師の診療をフォローする人工知能による医療診断システム「ホワイト・ジャック」！ (2016.8.10)」
<http://healthpress.jp/2016/08/ai-1.html>
- (36) 新日本有限責任監査法人「不正会計は AI で見抜けるか (2017 年新年号)」
<https://www.shinnihon.or.jp/shinnihon-library/publications/issue/info-sensor/2017-01-02.html>
- (37) PWC 「PwC あらた、AI 監査研究所を設置 (2016.10.21)」
<https://www.pwc.com/jp/ja/press-room/ai-audit-lab161021.html>
- (38) デロイトトーマツ「人工知能が日本の会計監査業務に与える影響について (2016 年 11 月号)」
<https://www2.deloitte.com/jp/ja/pages/deloitte-analytics/articles/audit-artificial-intelligence.html>
- (39) FUJITSU JOURNAL 「"体操ニッポン"から、スポーツの世界を変える。3D センシング技術を用いた体操競技採点支援 (2017.3.31)」
<http://journal.jp.fujitsu.com/2017/03/31/01/>
<http://journal.jp.fujitsu.com/2016/09/07/01/>

- (40) SPORT INNOVAUORS「スポーツ×AI カギは「レジェンドの知」の実装(2017.1.18)」
<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/feature/15/110200006/011300060/>
- (41) Jcast 「AI 超高速取引が株価の乱高下もたらす? HFT 規制めぐって金融庁 vs 市場 (2016.5.22)」
<https://www.j-cast.com/2016/05/22267344.html?p=all>
- (42) INNOVATION HUB「AI がディープラーニングで学ぶトレーディング(2016.12.27)」
<https://innovation.mufg.jp/detail/id=129>
- (43) 東京金融取引所「AI 技術を活用した市場監視業務の精度向上に向けた共同検討を開始(平成29年3月10日)」
<https://www.tfx.co.jp/newsfile/article/20170310-01>
- (44) IT media 「東京金融取引所と富士通、AI 技術で市場監視業務の精度向上に向けた共同検討(2017.3.13)」
<http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1703/13/news051.html>
- (45) finsol 「三菱東京 UFJ、IBM Watson を活用して顧客からの問合せ対応を高度化(2016.2.19)」
<http://www.fina-sol.com/news/82409.html>
- (46) Forbes JAPAN 「AI による「振り込め詐欺」防止と「AI オレオレ詐欺」の恐怖」
<https://forbesjapan.com/articles/detail/16152/1/1/1>
- (47) ワークスアプロケーションズ「ハウステンボス、管理部門での AI 活用への挑戦(2017.3.17)」
<http://www.worksap.co.jp/files/7414/8965/7779/20170317.pdf>
- (48) ロボスタ「【顔認証】コンサートの入場から電子決済、テロ対策まで、ここまで来た顔認証と声認証 ~NEC に聞く 生体認証の最前線(2017.9.4)」
<https://robotstart.info/2017/09/04/nec-speaker-recognition-01.html>
- (49) SoftBank 「Pepper」
<https://www.softbank.jp/robot/consumer/products/spec/>
- (50) IT media 「今さら聞けない、RPA と AI、bot の違い」
<http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1707/12/news028.html>
- (51) Messenger 「Messenger Platform connects you to over 1.3 billion people each month」
<https://messenger.fb.com/>
- (52) Feedmatic Blog 「bot を活用した Facebook Messenger のビジネス活用とは? 国内事例を紹介し、bot を使うメリットについてご紹介」
<http://blog.feedmatic.net/entry/2017/01/27/170310>
- (53) HEALTH PRESS 「AI (人工知能) が人事情報を一元管理する時代に! 勤怠管理、メンタルケア、福利厚生までカバー(2017.1.26)」
<http://healthpress.jp/2017/01/post-2780.html>
- (54) 俺のクラウド「もう始まっている? AI (人口知能) 活用時代における職場での活用方法とは?(2017.7.3)」
<https://orenocloud.tokyo/cloudinfo/useful/businessuseAI.html>
- (55) IT トレンド「人事システムにおける人工知能(AI)の活用(2017.12.13)」

- https://it-trend.jp/hr_payroll_system/article/use_of_ai
- (56) Geraldine Cruz 「Vice President, Marketing | Member of Executive Team, Kanjoya, Inc. (acquired by Ultimate Software) 」
<https://www.linkedin.com/in/geraldinecruz>
- (57) U.S. Front Line 「社員の本音を聞き出す新ツールが続々登場 ～ 人材資源管理の新たな方法に (2015.11.2)」
<http://usfl.com/news/91120>
- (58) TechTarget Japan 「深層学習と機械学習の違いとは？ 実例で分かるその活用 (2017.5.31)」
<http://techtarget.itmedia.co.jp/tt/news/1705/31/news08.html>
- (59) Forbes 「的中率 90%、「退職予測」AI 開発者の思い (2017.5.21)」
<https://forbesjapan.com/articles/detail/16294>
- (60) SankeiBiz 「AI エアコン、三菱電機やダイキンなど各社しのぎ 最新技術で快適温度予測 (2017.8.23)」
<https://www.sankeibiz.jp/business/news/170823/bsb1708230500001-n1.htm>
- (61) 暮らしラク 「ロボット掃除機 6 社比較 2018。ルンバ、ダイソン、東芝、シャープ、パナソニック、日立の中でどれがおすすめ？ (2016.8.22)」
<https://momonestyle.com/comparison-of-the-cleaning-robot>
- (62) SEO Japan 「Google の新しいアルゴリズム、RankBrain の全容 (2015.10.28)」
<http://www.seojapan.com/blog/faq-all-about-the-new-google-rankbrain-algorithm>
- (63) TIME&SPACE 「『Google Home』『Amazon Echo』…話題の AI 搭載スマートスピーカー機能・特長を比較 (2017.11.20)」
<https://time-space.kddi.com/ict-keywords/kaisetsu/20171120/2030>
- (64) 情報通信研究機構 NICT 「宇宙天気予報の精度を上げる技術の開発～機械学習とビッグデータで、太陽フレアの発生予測を 8 割へアップ～ (2017.1.26)」
<https://www.nict.go.jp/press/2017/01/26-1.html>
- (65) 日経ビジネス 「高くても顧客が納得する価格を弾き出すー「ダイナミックプライシング」がもたらすインパクトを解説 (2017.5.31)」
<http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/226265/051900124/>
- (66) IBM 「機械学習と、深層学習の基礎知識 (2016.9.15)」
<https://www.ibm.com/developerworks/jp/linux/library/l-machine-learning-deep-learning-trs/index.html>
- (67) WEDGE Infinity 「米大統領選、AI はトランプ有利を予測 (2016.11.7)」
<http://wedge.ismedia.jp/articles/-/8143>
- (68) IEEJ 「社会のスマート化とエネルギー・環境ーキートピック：スマートシティにおける AI の役割と活用 (2018.2)」
<http://eneken.ieej.or.jp/>
- (69) MIT Technology Review 「Paul Allen: The Singularity Isn't Near (October 12,2011)」
<https://www.technologyreview.com/s/425733/paul-allen-the-singularity-isnt-near/>

- (70) Futurism 「Kurzweil Claims That the Singularity Will Happen by 2045 (October 5,2017)」
<https://futurism.com/kurzweil-claims-that-the-singularity-will-happen-by-2045/>
- (71) Udemy メディア「シンギュラリティとは？2045年に人工知能がロボットを超える！？ (2017.12.6)」
<https://udemy.benesse.co.jp/ai/singularity.html>
- (72) 総務省統計局「平成 26 年経済センサス - 基礎調査」
<http://www.stat.go.jp/data/e-census/2014/>
- (73) EY 総合研究所「人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」～市場規模は 2030 年に 86 兆 9,600 億円に拡大～(2015)」
<https://www.shinnihon.or.jp/shinnihon-library/publications/issue/eyi/knowledge/fsi/pdf/2015-09-15.pdf>
- (74) Bloomberg 「AI Will Add \$15.7 Trillion to the Global Economy, PwC (2017.6.29)」
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-28/ai-seen-adding-15-7-trillion-a-s-game-changer-for-global-economy>
- (75) PwC 「Artificial Intelligence could add £232bn to UK GDP by 2030 - PwC research (Jun 28, 2017)」
<https://www.pwc.co.uk/press-room/press-releases/artificial-intelligence-could-add-232bn-to-UK-gdp.html>
- (76) Markets and Markets「Artificial Intelligence Market by Technology (Deep Learning, Robotics, Digital Personal Assistant, Querying Method, Natural Language Processing, Context Aware Processing), Offering, End-User Industry, and Geography - Global Forecast to 2022 (2016.11.29)」
<https://www.marketreport.jp/artificial-intelligence-market-technology-deep-mam-s-e-4053>
- (77) ミック経済研究所「AI エンジン&AI ソリューション市場の現状と将来展望～AI 先進ベンダの実態と戦略および有望適応市場の予測～ (2017.10.10)」
<https://mic-r.co.jp/pressrelease/>
- (78) 富士キメラ総研「AI (人工知能) ビジネスの国内市場を調査 - 2030 年度の市場は 2 兆 1,200 億円 (2015 年度比 14.1 倍) (2016.11.28)」
http://www.group.fuji-keizai.co.jp/press/pdf/161128_16095.pdf