

# 米国における人工知能に関する取り組みの現状

八山 幸司  
JETRO/IPA New York

## 1 はじめに

IT 技術の発達によって社会に様々な変化をもたらしてきた情報革命だが、近年、人工知能を使った技術革新が情報化社会の変化を加速させる AI(Artificial Intelligence)革命に注目が集まっている。コンピューターやインターネットといった IT 技術は、ビジネスや生活の中で人々の行動をサポートするツールとしての役割を果たしてきた。しかしながら、自律型ロボット、IoT(Internet of Things)<sup>1</sup>、ビッグデータといった人工知能技術をベースとした技術は、人間の作業をサポートするだけでなく、コンピューターが考えて人間に代わって作業を行うことが出来るようになる。オックスフォード大学の調査によれば、米国の 66%の労働が人工知能置き換わると見られている<sup>2</sup>。無人航空機(ドローン)を使った配送システム、ロボットカーによる自動運転、リアルタイム翻訳など、人間の知性を必要とした作業が人工知能によって実現しようとしている。今号では、新しい産業革命の技術として注目を集める人工知能について取り上げる。

まず、米国の代表的な IT 企業で行われている人工知能を使った取り組みや、人工知能研究の歴史と現状について取り上げる。Google 社では、人工知能に関連した様々な人材や企業を取り込んで研究を進めており、同社の研究からは革新的な研究成果も出てきている。IBM 社では、同社が研究を続けている人工知能「ワトソン」の商業化を進めており、様々な企業と提携を行っている。Microsoft 社は、Skype のリアルタイム翻訳や革新的な画像認識技術を発表している。Amazon 社では、予測分析を利用した配送システム、ドローンを使った配送、倉庫における自律ロボットの活用など、迅速な配送を行うためのシステムに人工知能を利用している。Facebook 社は DeepFace と呼ばれる顔認識技術や人工知能のオープンソース化などを進めている。人工知能研究は AI の冬(AI Winter)と呼ばれる研究の停滞時期があったものの、ビッグデータなどの登場によりデータを使って人工知能に学習をさせる機械学習が進んだことで、一気に実用化が進んでおり、クラウドを通した機械学習を提供するサービスも登場している。

次に、人工知能の市場動向について取り上げる。人工知能の市場には大きく分けて、自律型ロボット、エキスパートシステム、音声アシスタント、組み込みシステム、ニューロコンピューターといったものがあるが、2024 年にはエキスパートシステムと自律型ロボットが市場を大きく占めると見られている。人工知能関連ベンチャーへの投資も増えており、特に、ディープラーニングや予測分析を研究する企業への投資の増加している。この他、人工知能関連のベンチャー企業についても取り上げる。

人工知能の最新動向では、産業界における人工知能の活用、研究機関での人工知能研究の動向、大学研究機関における取り組みについて取り上げる。金融企業では、詐欺の防止のために音声認証や顔認証を活用しており、人工知能を使ったトレーディングなども行われている。報道・メディアでは、ニュース記事やウェブサイトの自動作成に人工知能が使われている。小売業や運送業では、ドローンを使った配送システムや、配送ルートの選択に人工知能を利用している。行政における人工知能の活用では、文書のデジタル化に文字認識を活用している。最新の研究動向では、ディープラーニングの最新の研究成果やニューロモーフィックチップといった、将来的な人工知能の活用に向けた研究を紹介する。また最先端の人工知能研究を行う大学として、スタンフォード大学、カーネギーメロン大学、マサチューセッツ大学について紹介する。

<sup>1</sup> モノのインターネット。スマートハウスやスマートグリッドなど、様々なデバイスをインターネットに接続させる構想。

<sup>2</sup> <http://www.forbes.com/sites/darden/2015/01/12/the-ai-revolution-will-humanize-businesses/>

最後に、米連邦政府における取り組みについて取り上げる。2013 年 2 月にオバマ大統領が発表したブレイブイニシアチブでは、より詳しい脳の構造を解明することで、人工知能の研究が進むと期待されている。法規制についても、ドローンや医療診断サポートについて検討が行われている。軍事分野での人工知能の活用も進んでおり、自律型航空機などの開発が行われているが、人工知能が目標を決定することになる場合、その結果誤爆が起こりうるなど、弊害も懸念されている。

これまでの人工知能は、歩くロボットやコンピューターチェスといった最先端研究で使われていることが多かったが、最近では、機械学習をはじめとした人工知能の派生技術が、スマートフォンの音声アシスタント、カメラの顔認識、リアルタイム翻訳など、生活の様々な場面すでに実用化されている。自動運転技術は人工知能の重要な応用分野であるが、自動運転技術を含む自動車 IT については次号で取り上げる予定である。米国における人工知能研究は IT 企業や大学機関などによって活発に行われているが、音声アシスタント Siri やお掃除ロボット Roomba のように、実用化への取り組みも非常に速いスピードで行われている。情報革命において世界をリードした米国だが、AI 革命ではどのようにして人工知能技術を活用していくのか、日本における人工知能研究と活用の参考にしていきたい。

## 2 人工知能をめぐる動向

### (1) 加速する IT 企業の人工知能研究

IT 企業を中心に人工知能の研究が加速しており、Google 社や IBM 社を筆頭に Microsoft 社、Amazon 社、Facebook 社などが投資を行っている。

#### a. Google

Google 社は、次世代の IT 社会でベースとなる人工知能の研究を進めている。同社は人工知能の研究者を積極的に取り込んでおり、2013 年 4 月には、人工知能研究の世界的権威である Ray Kurzweil 氏<sup>3</sup>や Geoffrey Hinton 氏<sup>4</sup>を研究チームに引き入れている。同氏は Google 社で自然言語に関する研究を進めており、コンピューターに言葉の意味を理解させることで、人間からの複雑な質問にも対応できるようになると見ている<sup>5</sup>。

人工知能関連企業の買収も積極的に行っており、特に有名なのが 2014 年 1 月に 5 億ドルで買収した DeepMind 社である<sup>6</sup>。この企業の研究からは、ニューラルチューリングマシン(Neural Turing Machine)と呼ばれる人工知能が登場している。ニューラルチューリングマシンは、人間の短期記憶の働きを模しており、データやアルゴリズムを記憶として保存し、未知の作業に再利用するという特徴を持っている。以前に取得した外部のデータやアルゴリズムを再利用することにより、人工知能自身が新しいアルゴリズムを作り出すことが可能となっている<sup>7</sup>。

この他、Google 社は Boston Dynamics 社をはじめとした 7 つのロボット企業と、スマートハウス向け IoT (Internet of Things) デバイスを開発する Nest 社などを買収しており、ロボットカーや IoT デバイスのベ

<sup>3</sup> 人工知能が人間の知性を超える特異点(シンギュラリティ)の著書で有名な科学者。

<sup>4</sup> ディープラーニングと呼ばれる人工知能の技術を開発したことで有名な科学者。

<sup>5</sup> <http://www.wired.com/2013/04/kurzweil-google-ai/>

<sup>6</sup> <http://techcrunch.com/2014/01/27/why-google-bought-deepmind/>

<sup>7</sup> <http://www.ibtimes.co.uk/googles-deepmind-builds-artificial-intelligence-computer-that-mimics-human-brain-1473488>

スとなる高度な人工知能の開発を進めている。将来的に人工知能をベースとした IoT 社会の構築を目指していると見られている<sup>8</sup>。

2015 年 1 月に発表した Google Translate の新しい機能では、スマートフォンのカメラを使ったリアルタイム翻訳機能を搭載している。この新しい機能ではスマートフォンのカメラを使って画面上に映し出した文字をそのまま翻訳することができるようになっている。現在使用できる言語は、英語、フランス語、ドイツ語、イタリア語、ポルトガル語、ロシア語、スペイン語となっており、今後は対応する言語を増やしていく予定となっている。また、音声翻訳の機能も同時に追加されている。図表 1 は、Google Translate のリアルタイム翻訳となっている。

図表 1:Google Translate のリアルタイム翻訳



出典:Google<sup>9</sup>

## b. IBM

IBM 社が研究を続けている人工知能「ワトソン」は、2011 年に米国のクイズ番組「Jeopardy! (ジャパディ!)」で優勝したことでも有名だが、現在は、同番組での出場時からさらに性能を 24 倍高速化させており、商業化を目指している<sup>10</sup>。商業化で有望視されている分野のひとつは医療分野であり、近年では IBM 社と Memorial Sloan-Kettering Cancer Center が共同で医療診断サポートのシステムを開発している。このシステムでは、60 万以上の医療知識、200 万ページにのぼる資料、そして、数十年にも及ぶがん研究で集められた患者のデータを使い、数秒で医師に診療判断を提案するようになっている<sup>11</sup>。

また、シェフ・ワトソンと呼ばれる、データ分析によって料理レシピを考え出すシステムのベータ版も公開されている<sup>12</sup>。その他、米軍の金融サービス企業 USAA 社のウェブサイト上での音声アシスタント<sup>13</sup>、がん治療の個別医療などを目的としたゲノム医療<sup>14</sup>、ワトソンを基にしたアプリの開発をベンチャー企業と協力して行うなど<sup>15</sup>、ワトソンを商業化する試みが行われている。一方で、2012 年の Citi グループとの金融商品の開発や、テキサス大学 M.D. Anderson Cancer Center とのがん研究は遅れ気味である。これは、ワトソンの

<sup>8</sup> <http://techcrunch.com/2014/01/27/google-is-making-a-land-grab-for-the-internet-of-things/>

<sup>9</sup> <http://googleblog.blogspot.com/2015/01/hallo-hola-ola-more-powerful-translate.html>

<sup>10</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/presskit/27297.wss>

<sup>11</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/40335.wss>

<sup>12</sup> <http://www.bonappetit.com/people/our-readers/article/beta-test-chef-watson>

<sup>13</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/44431.wss>

<sup>14</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/43444.wss>

<sup>15</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/45023.wss>

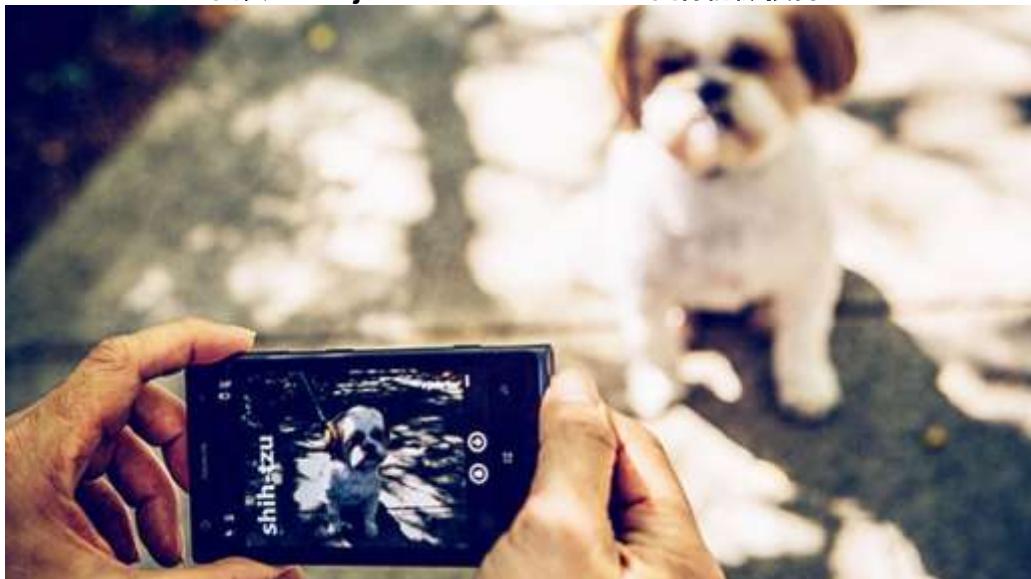
活用には IBM 社のエンジニアが顧客のビジネスを正しく理解して、どのようにしてソフトウェアの設計を行うか考える必要があるが、この点で多大な努力を必要としているためである。IBM 社は、ワトソンの商業化により 2018 年までに年間 10 億ドルの利益を見込んでいるものの、2013 年 10 月までの時点で 1 億ドル以下の利益にとどまっており、ワトソンをビッグビジネスにつなげるための模索が続いている<sup>16</sup>。

### c. Microsoft

Microsoft 社では、インターネット電話サービス Skype でリアルタイム音声翻訳を行う Skype Translator のサービスを 2014 年 12 月から始めている。このサービスでは、通話相手が話した言葉をリアルタイムでテキストと音声で表示できるようになっており、音声の翻訳は英語とスペイン語のみとなっているが、テキストの翻訳であれば 40ヶ国語に対応している<sup>17</sup>。現在は正式なサービスを開始する前のプレビュープログラムとして登録したユーザーのみに提供されており、米国とメキシコの学校でもテストとして使われている。機械学習の技術が使われているため、使用量が増えることで精度も上がっていくと見られている<sup>18</sup>。

Microsoft 社で進められている人工知能研究 Project Adam からは、より精度の高い画像認識技術が発表されている。デモンストレーションでは、スマートフォンのカメラを使って犬を画面上に映し出し、音声アシスタントに「この犬の種類は何ですか？」と尋ねると、犬の種類を識別して回答するようになっている<sup>19</sup>。この技術では、インターネット上の 1,400 万件以上の画像データを 2 万 2,000 のカテゴリーに分類したデータベースを使用しており、Google 社の同様のシステムに比べ、30 分の 1 のコンピューター台数で、50 倍の速度と 2 倍の精度を実現している<sup>20</sup>。この技術を使うことで、食品を映し出して栄養素を確認する、皮膚の疾患を撮影して診断する、といった使い方が可能となるなど、より高度な音声アシスタント機能が期待されている<sup>21</sup>。図表 2 は、Project Adam から生まれた画像認識技術となっている。

図表 2:Project Adam から生まれた画像認識技術



出典: Mashable<sup>22</sup>

<sup>16</sup> <http://www.wsj.com/articles/SB10001424052702304887104579306881917668654>

<sup>17</sup> <http://blogs.skype.com/2014/12/15/skype-translator-how-it-works/>

<sup>18</sup> <http://techcrunch.com/2014/12/15/skype-translator-preview-going-live-today/>

<sup>19</sup> <http://blogs.microsoft.com/next/2014/07/14/microsoft-research-shows-advances-artificial-intelligence-project-adam/>

<sup>20</sup> <http://research.microsoft.com/en-us/news/features/dnnvision-071414.aspx>

<sup>21</sup> <http://blogs.microsoft.com/next/2014/07/14/microsoft-research-shows-advances-artificial-intelligence-project-adam/>

<sup>22</sup> <http://mashable.com/2014/07/15/microsofts-artificial-intelligence-engine-project-adam/>

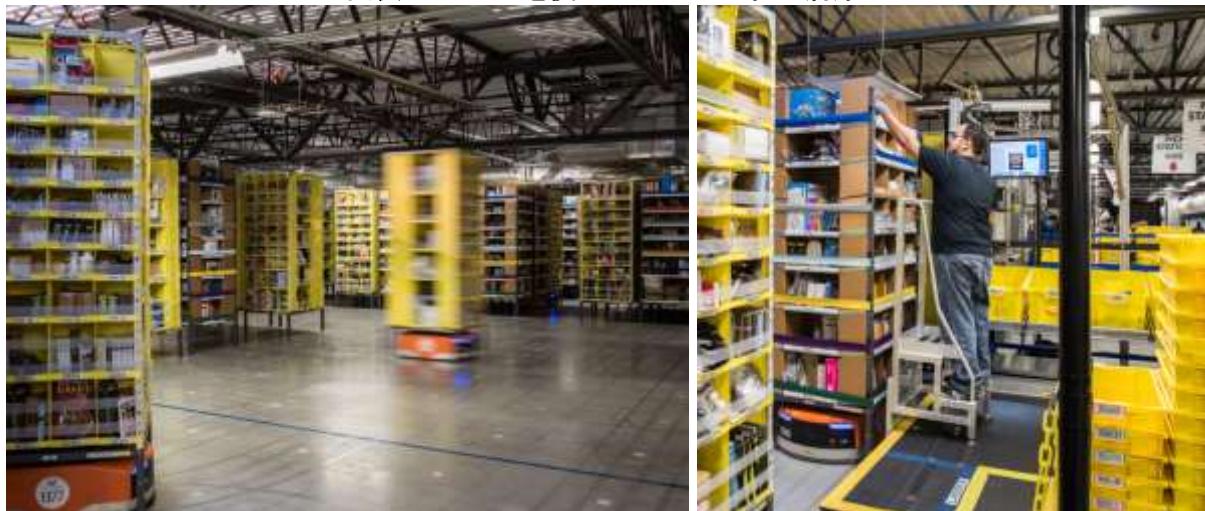
#### d. Amazon

Amazon 社では、人工知能を活用した即日配送のためのシステムを構築しようとしている。Amazon 社は 2014 年 1 月に、ユーザーが注文を完了する前に予測出荷を行うシステムについて特許を取得している。これは、購入する可能性が高いユーザーがいる配送先を予測して事前に出荷を行い、配送の途中で出荷先が確定すると、そこへ商品を送るシステムへとなっている。ユーザーのオンラインストア上での挙動や、購入履歴のパターン、アンケートなどから得られた好み、地理的なデータ、ユーザーが登録したほしい物リスト (WishList) といったデータを分析して予測を行う<sup>23</sup>。

2014 年 4 月に同社から発表された Amazon Dash は、マイク型のデバイスに声で商品名を記録するだけで自動的に商品がオンラインストアのカートに追加される仕組みとなっている。同社では米国の一帯で Amazon Fresh と呼ばれる生鮮食品のデリバリーサービスを行っており、Amazon Dash でカートに追加した商品を届けてもらう仕組みとなっている<sup>24</sup>。この他、配送に無人航空機 (ドローン) を使った配送システム Amazon Prime Air など、即日配送のシステムに人工知能を活用している。

また、Amazon 社では、商品の在庫を置いている倉庫の管理においても人工知能が使われており、2012 年に買収した Kiva Systems 社の技術を使い、2014 年 12 月から人工知能を搭載した自律型ロボット OAK4 を倉庫の商品管理に使用している<sup>25</sup>。OAK4 は小型の自動走行ロボットとなっており、約 340kg の商品を載せて動くことが出来る。これまででは、倉庫で働いているスタッフが商品の場所まで移動していたが、このロボットは商品をスタッフの場所まで届ける仕組みとなっており、スタッフが歩く時間を節約し、商品の出し入れを効率的に行えるようになっている。現在、Amazon 社は米国内 10ヶ所の倉庫で、同様のロボットを合計 15,000 台運用している<sup>26</sup>。図表 3 は、OAK4 を使った Amazon 社の倉庫の様子となっている。

図表 3:OAK4 を使った Amazon 社の倉庫



出典:WIRED<sup>27</sup>

#### e. Facebook

Facebook 社では、投稿された写真の顔を認識してタグを付けやすくするために人工知能を使用している。DeepFace と呼ばれる顔認証ソフトウェアは、97.25% の精度で顔を認識することが可能となっており、人間

<sup>23</sup> <http://techcrunch.com/2014/01/18/amazon-pre-ships/>

<http://www.wired.com/2014/08/the-new-eyes-of-surveillance-artificial-intelligence-and-humanizing-technology/>

<sup>24</sup> <http://www.gizmag.com/amazon-dash-grocery-magic-wand/31515/>

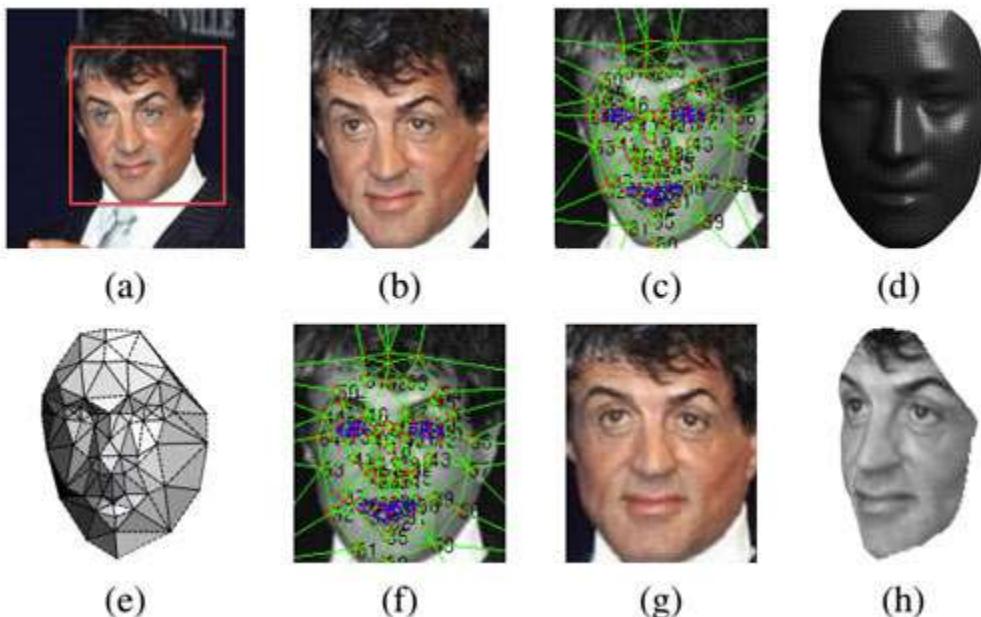
<sup>25</sup> <http://www.wired.com/2014/12/amazon-reveals-robots-heart-epic-cyber-monday-operation/>

<sup>26</sup> <http://www.wired.com/2014/12/amazon-reveals-robots-heart-epic-cyber-monday-operation/>

<sup>27</sup> <http://wired.jp/2014/12/04/amazon-robots-heart/4/>

による顔認識が 97.53% であるため、人間とほぼ同等の認識能力を持っているということになる<sup>28</sup>。DeepFace は写真上の人物の顔を 3D モデル化した後顔を回転させて、異なる方向から顔の特徴を分析する仕組みとなっている<sup>29</sup>。図表 4 は、Facebook 社の DeepFace となっている。

図表 4: Facebook 社の DeepFace



出典: MIT Technology Review<sup>30</sup>

近年では、同社の人工知能研究所 Facebook Artificial Intelligence Research lab で開発された、人工知能のツールをオープンソース化させている。これは、人工知能の活用が広まる一方で、新しい人工知能研究を行うリソースがないベンチャー企業などを助ける狙いがあり、オープンソースがコミュニティ全体の触媒作用となることを期待している。2015 年 1 月には、ディープラーニングのオープンソースフレームワーク Torch のためのモジュールを公開している。同社はこういった試みにより、顔認識技術だけでなく、恥ずかしい写真のアップロードを止める音声アシスタントなど、SNS のための人工知能研究に取り組んでいる<sup>31</sup>。

## (2) 人工知能研究の歴史と現状

コンピューターを形成するシステムそのものが成熟する一方で、人工知能は様々な困難を経て急速に発展しようとしている。コンピューターを知能として使用する人工知能の研究は 1950 年代から研究が活発に行われており、1956 年には John McCarthy 氏により初めて「人工知能(Artificial Intelligence)」という言葉が提唱された<sup>32</sup>。冷戦やコンピューターの発達をきっかけとして、1960 年代と 1980 年代に人工知能研究に大きな投資が行われたものの、目立った成果が得られなかつたため、2 度の AI の冬(AI winter)と呼ばれる研究の停滞が発生した<sup>33</sup>。その一方で、コンピューターをツールとして使い人々の知能增幅(Intelligence

<sup>28</sup> <http://www.forbes.com/sites/amitchowdhry/2014/03/18/facebook-deepface-software-can-match-faces-with-97-25-accuracy/>

<sup>29</sup> <http://www.technologyreview.com/news/525586/facebook-creates-software-that-matches-faces-almost-as-well-as-you-do/>

<sup>30</sup> <http://www.technologyreview.com/news/525586/facebook-creates-software-that-matches-faces-almost-as-well-as-you-do/>

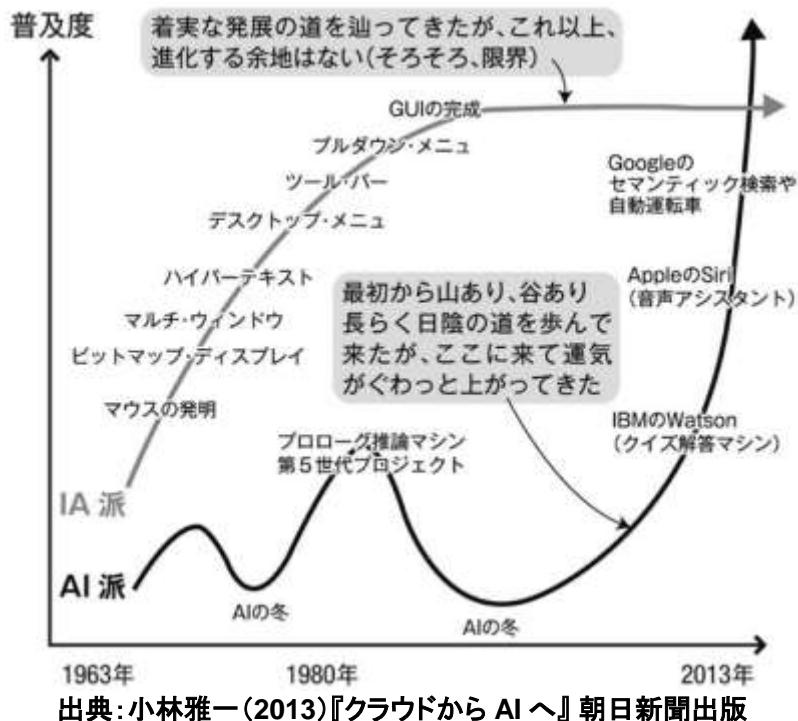
<sup>31</sup> <http://www.wired.com/2015/01/facebook-open-sources-trove-ai-tools/>

<sup>32</sup> <http://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf> p.5

<sup>33</sup> <http://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf> p.18

Augmentation: IA)<sup>34</sup>へ利用する試みは成功を収め、現在のコンピューターを形成するに至った<sup>35</sup>。しかしながら、コンピューターのハードウェア、ソフトウェア、データベース、運用の互換性の発達によって、人工知能の研究も新しいステージへと動き出している<sup>36</sup>。図表 5 は、AI と IA のこれまでの経緯となっている。

図表 5: AI と IA のこれまでの取り組み



出典: 小林雅一(2013)『クラウドから AI へ』朝日新聞出版

人工知能には「強い AI(Strong AI)」と「弱い AI(Weak AI)」の 2 種類があるが、現在実用化が進んでいるのは「弱い AI」である。これは、「強い AI」が、人間の脳をシミュレーションすることを目的とする一方で、「弱い AI」はデータを与えてプログラムに学習させることで目的に特化した作業を行うことができるためである<sup>37</sup>。この背景には、インターネットやビッグデータの登場により、多くのデータを人工知能に与えることが可能になったことが理由の 1 つとして挙げられる。例えば、犬と猫の違いの識別や、チェスのゲームで勝つためのプログラムを作るためには、大量の画像やチェスの棋譜が必要となるため、多くのデータを用意することが求められる。このため、莫大なデータベース、セルフトラッキング(self-tracking)<sup>38</sup>、インターネットの閲覧や検索履歴、ウィキペディアといった、様々なデジタルデータが人工知能の発展に大きく貢献している<sup>39</sup>。

プログラム自身が与えられたデータから学習する技術を機械学習(Machine learning)と呼び、Apple 社の音声アシスタント Siri、電子メールのスパムフィルタリング機能、クレジットカードの不正検知システムなど、様々な場面で利用されている<sup>40</sup>。近年では、ウェアラブル端末や環境センサーといった IoT デバイスの発達により、これまで以上に様々なデータを取り扱う場面が増えてきている。しかし、それらを効果的に活用するためには、莫大なデータを取り扱い、新しいアルゴリズムを開発するためのデータサイエンティストが必要と

<sup>34</sup> Intelligence Amplification とも呼ばれる。

<sup>35</sup> <http://www.nytimes.com/2011/02/15/science/15essay.html?pagewanted=all>

<sup>36</sup> <http://www.computerworld.com/article/2879060/current-depths-of-ai-and-ml.html>

<sup>37</sup> <http://blogs.wsj.com/cio/2015/01/16/soft-artificial-intelligence-is-suddenly-everywhere/>

<sup>38</sup> ウェアラブル端末を使った健康データの管理など、個人の日常生活のデータ化を指す。Quantified self とも呼ばれる。

<sup>39</sup> <http://www.wired.com/2014/10/future-of-artificial-intelligence/>

<sup>40</sup> <http://www.wired.com/2014/12/wearing-your-intelligence/>

なる<sup>41</sup>。近年では、機械学習を使った分析をクラウド上で提供するサービスが出てきている。代表的なものとして Google 社の Google Predictive API、Microsoft 社の Microsoft Azure Machine Learning、BigML 社のサービスといったものがある。Google Predictive API では、データからパターンを識別することができるようになっており、センチメント分析<sup>42</sup>、言語処理、レコメンド機能<sup>43</sup>、遺伝子解析、不正検知といった分野に特化した分析が出来るようになっている<sup>44</sup>。Microsoft Azure Machine Learning は、ユーザーが自由に分析を行うためのプラットフォームとなっており、自作のプログラムを使った分析だけでなく、同サービスからアルゴリズムを購入することもできるようになっている<sup>45</sup>。BigML 社のサービスは予測分析などが出来るようになっており、プログラムの知識がなくても機械学習を使ったデータ分析が出来るようになっている<sup>46</sup>。2015 年 2 月には IBM 社が Watson の機械学習 API を開発者向けに公開しており、以下のようなサービスが提供される<sup>47</sup>。

- Speech to Text: リアルタイムでの音声からテキストへの変換を行う。
- Text to Speech: テキストを音声へと変換する。現在は英語とスペイン語のみとなっている。
- Visual Recognition: アップロードされた画像から、配置されているオブジェクトや出来事などを識別して分類する。
- Concept Insights: ユーザーが検索するキーワード(クエリ)だけでなく、キーワードの概念を理解して、関連した情報を表示させる。
- Tradeoff Analytics: 優先する事項を判断し、意思決定のサポートを行う。

### 3 人工知能の市場動向

#### (1) 人工知能の市場

人工知能に関連した市場は急速な勢いで成長しており、自律型ロボットや専門的な分析をサポートするエキスパートシステムが大きく伸びると見られている。米調査会社 BBC Research 社によると、人工知能による自律的に動くスマートマシンの市場は、世界規模で 2014 年の 62 億ドルから 2019 年までに 153 億ドルまで伸びると見られており、年間 19.7% の成長率が見込まれている<sup>48</sup>。スマートマシンの市場は大きく分けて、自律型ロボット、エキスパートシステム、音声アシスタント、組み込みシステム、ニューロコンピューターといったものがある。この中でも、現在最も実用化が進んでいるエキスパートシステムが 2014 年の約 35 億ドルから 2024 年までに約 124 億ドルにまで成長すると見られている。一方で、自律型ロボットは 2014 年の時点では約 12.8 億ドルだが、2024 年には約 139 億ドルと、人工知能分野で最も大きな市場になると見られている。これは、ロボットは適応性が高く、機動性、器用さ、順応性の高さから、様々な活用が見込まれているためである。技術革新が進みコストが下がれば、人工知能の市場は農業機械から宇宙探査や軍事といった分野にまで広がると見られている<sup>49</sup>。図表 6 は、人工知能関連の市場予測となっている。

<sup>41</sup> <http://www.forbes.com/sites/mikekavis/2014/09/04/making-sense-of-iot-data-with-machine-learning-technologies/>

<sup>42</sup> ソーシャルメディアなどに書き込まれた文章の内容から、肯定、否定、中立などの市場心理を分析する方法。

<sup>43</sup> 関連するおすすめ製品を提案するために必要な分析。

<sup>44</sup> <http://www.predictiveanalyticstoday.com/top-predictive-analytics-software-api/>

<sup>45</sup> <http://techcrunch.com/2015/02/18/microsoft-officially-launches-azure-machine-learning-big-data-platform/>

<sup>46</sup> <http://www.informationweek.com/big-data/big-data-analytics/big-data-analytics-for-the-masses/d/d-id/1110132?>

<http://blog.bigml.com/2013/07/01/you-dont-need-coursera-to-get-started-with-machine-learning/>

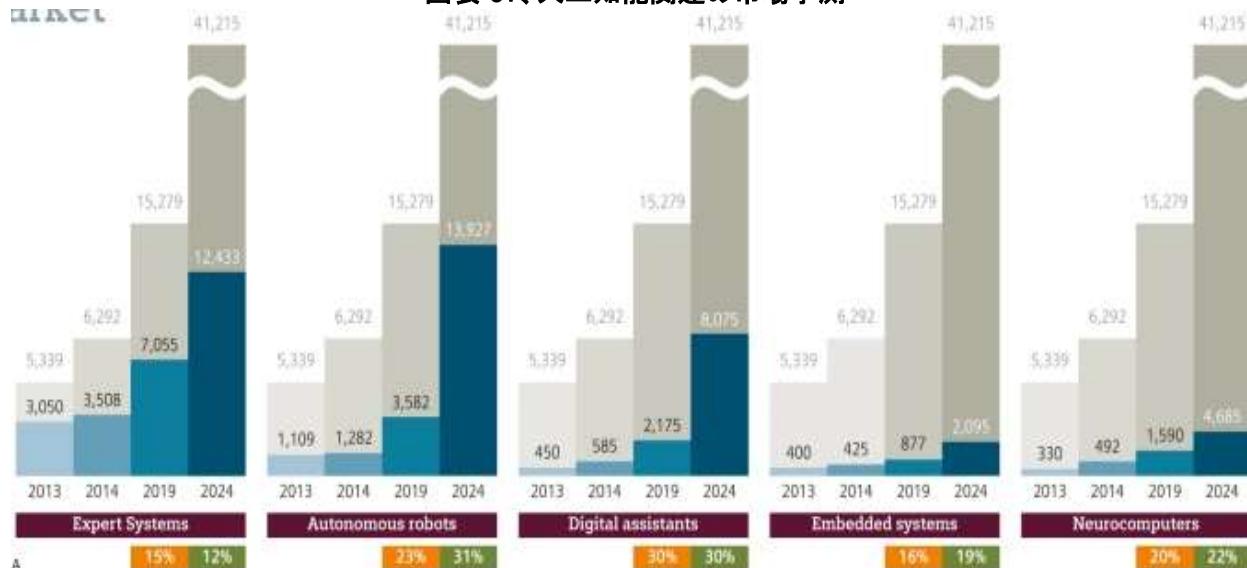
<sup>47</sup> <https://developer.ibm.com/watson/blog/2015/02/04/new-watson-services-available/>

<http://www.infoworld.com/article/2880146/machine-learning/ibm-watson-speech-text-visuals-analysis-insights.html>

<sup>48</sup> <http://www.bccresearch.com/market-research/instrumentation-and-sensors/smart-machines-market-ias094a.html>

<sup>49</sup> <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/artificial-intelligence-facts-and-forecasts.html>

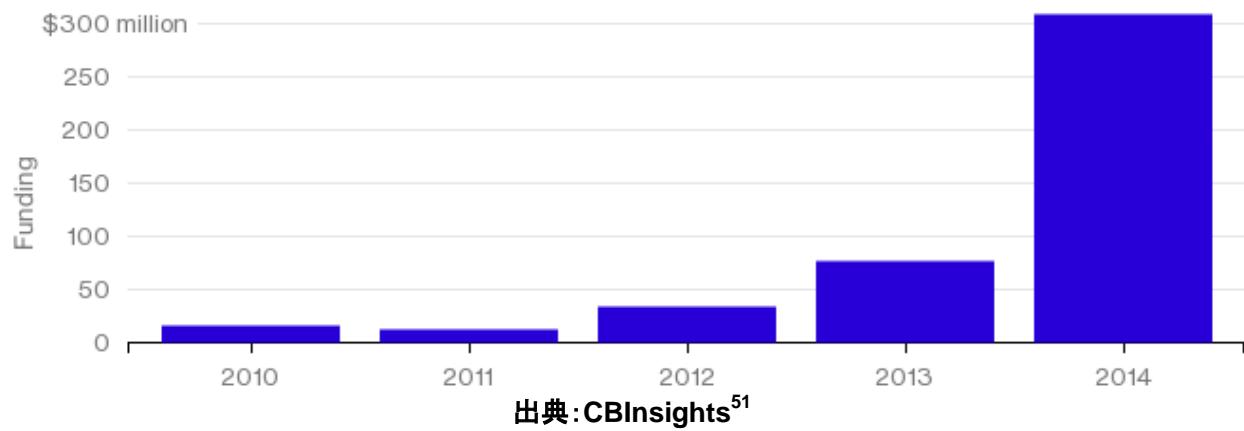
図表 6: 人工知能関連の市場予測

出典: SIMENS<sup>50</sup>

## (2) ベンチャー企業への投資

ベンチャーキャピタルによる人工知能を扱うベンチャー企業への投資は、投資件数、投資額ともに急加速している。米調査会社 CBInsights 社によると、2010 年に 1,490 万ドルだった投資額は 2014 年に 3 億 900 万ドルに達しており、投資件数も 2010 年にはわずか 2 件だったものが 2014 年には 40 件以上にまで増えている。特に、ディープラーニングや予測分析の API を提供する企業への投資の増加が大きく、302% の伸び率となっている。図表 7 は、人工知能関連ベンチャー企業への投資額の推移となっている。

図表 7: 人工知能関連ベンチャー企業への投資額の推移



<sup>50</sup> <https://intelligence.org/2014/01/28/how-big-is-ai/>

<sup>51</sup> [http://www.bccresearch.com/pressroom/ias/global-market-smart-machines-expected-reach-\\$15.3-billion-2019](http://www.bccresearch.com/pressroom/ias/global-market-smart-machines-expected-reach-$15.3-billion-2019)

<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/artificial-intelligence-facts-and-forecasts.html>

<sup>51</sup> <https://www.cbinsights.com/blog/artificial-intelligence-venture-capital-2014/>

Sentient Technologies 社は、2014 年に最も大きい投資を受けたベンチャー企業となっており、1 億 350 万ドルの投資を受けている。同社では、革新的なアルゴリズムを使って大量のデータを一度に分析し、様々なソリューションを得られるシステムを開発している。これにより、異なる分野の専門家を用意するのではなく、様々なタスクを人工知能でカバーできるようになると見られている<sup>52</sup>。この他、ベンチャーキャピタルから投資をうけた企業として以下のような企業がある。

The Grid 社では、人工知能を用いてウェブサイトを自動で構築するシステムを提供している。同社のシステムでは、ユーザーが掲載したい画像やテキストを分析して自動でウェブサイトを構築する仕組みとなっているが、人物が笑っている写真かどうか内容を確認して、フォントや色を自動で決定する仕組みとなっている。同社はこれまでに 460 万ドルの投資を受けている<sup>53</sup>。

Skydio 社では自律型のドローンを開発している。同社が開発するドローンはスマートフォン上で行きたい方向を指でなぞるだけとなっており、カメラで障害物を認識することもできるようになっている。同社はこれまでに 300 万ドルの投資を受けている<sup>54</sup>。

Knightscope 社が 2014 年 1 月に発表した警備ロボット K5 は、性能の高さから注目が集まっている。K5 は自律型ロボットとなっており、決められた範囲を巡回することができるようになっている。その他、1 分間に 300 個のナンバープレートを読み取ることができ、夜間でも使用可能な 360 度のビデオカメラ、赤外線・熱感知センサーを搭載しており、3D マッピング、人の識別、攻撃的な動作の識別といったことが可能となっている。さらに、ソーシャルメディアに接続して近辺の情報を確認するといったことも出来るようになっている。同社はこれまでに 100 万ドルを超える投資を受けている<sup>55</sup>。図表 8 は、Knightscope 社の警備ロボット K5 となっている。

図表 8:Knightscope 社の警備ロボット K5



出典: Venture Beat<sup>56</sup>

<sup>52</sup> <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-03/i-ll-be-back-the-return-of-artificial-intelligence>

<sup>53</sup> <http://techcrunch.com/2014/12/02/the-grid-raises-4-6m-for-its-intelligent-website-builder/>

<sup>54</sup> <http://www.wired.com/2015/01/skydio-drones/>

<sup>55</sup> <http://venturebeat.com/2014/02/27/crime-fighting-robot-maker-knightscope-scores-million-dollar-seed-round/>

<sup>56</sup> <http://venturebeat.com/2014/02/27/crime-fighting-robot-maker-knightscope-scores-million-dollar-seed-round/>

## 4 人工知能の研究動向

### (1) 産業界における人工知能の活用

最先端の科学技術分野のイメージが強かった人工知能であるが、近年では、様々な企業が人工知能の技術を業務の中に取り入れており、人々の生活の中に深く入り込んできている。ここでは産業界の中でも、金融、報道・メディア、小売・運送といった分野における人工知能の活用について取り上げる。

#### a. 金融

イギリスの証券会社 Barclays 社は、音声認識によってテレホンバンキングの際の個人認証を行い、詐欺防止への取り組みを行っている。この取り組みは、認証サービスを希望した顧客の音声を事前に録音し、テレホンバンキングでパスワードを使った認証と同時に音声の認証も行う形となっている<sup>57</sup>。米金融企業 UCAA 社でも、モバイルバンキングのアプリに顔認証と音声認証を使用している。顔認証では写真でないことを証明するためにまばたきをする必要があり、一定のフレーズを発音して音声認証をすることも可能となっている<sup>58</sup>。

大手通信社 AP 通信社の調査によると、米国の大手銀行 JPMorgan Chase 社や Wells Fargo 社が顧客への説明を行わずに声紋(voiceprint)を収集していることがわかっている。専門家は、イリノイ州やテキサス州では生体情報の収集や共有を禁止していることから、銀行が隠れて生体認証技術を使っていたのであれば問題があると指摘しているが、JPMorgan Chase 社と Wells Fargo 社は声紋収集の違法性についてコメントを出していない。AP 通信社が音声を使った生体認証サービスを提供する 10 企業に調査をしたところ、6,500 万人以上の声紋が複数の銀行によって収集されていることがわかっている。しかしながら専門家によると、他の詐欺検知システムを併用し、声紋のブラックリストを使用することで、詐欺を効果的に防ぐことができるという<sup>59</sup>。

金融投資会社 Binatix 社では、ディープラーニングを使ったトレーディングを行っている。設立してわずか 7 年ではあるが十分な収益を上げており、アルゴリズムを使ったトレーディングだけでなく、高い評価を受けているヘッジファンドの分析や、崩壊が近い市場を見つけ出すといったことも行っている<sup>60</sup>。

#### b. 報道、メディア

AP 通信では、データ分析や自然言語生成を使用した記事の自動作成を行っている<sup>61</sup>。記事の作成を行っている人工知能は 3 ヶ月で約 3,000 の記事を作成している。最初は人間の手による編集が必要だったものの、現在ではほぼ自動化されており、人間よりもミスが少なくなっているという。理論的には 1 秒間に 2,000 の記事を書くことができるということだが、ロボットジャーナリストによって節約された時間はより質の高い報道に利用すると同社は語っている<sup>62</sup>。

2014 年 5 月に Google 社が発表した Spell Up は、ウェブブラウザ上で利用可能な音声認識を使った英語学習ゲームとなっている。ユーザーは発音された英語を書き取り、正しく発音する必要があり、ゲーム形式

<sup>57</sup> <http://www.computerworlduk.com/news/applications/3526401/barclays-offer-voice-recognition-for-telephone-banking/>

<sup>58</sup> <http://www.americanbanker.com/news/bank-technology/biometric-tipping-point-usaa-deploys-face-voice-recognition-1072509-1.html>

<sup>59</sup> <http://www.startribune.com/business/278978251.html>

<sup>60</sup> <http://recode.net/2014/09/10/introducing-binatix-a-deep-learning-trading-firm-thats-already-profitable/>

<sup>61</sup> [http://www.nytimes.com/2014/07/01/business/media/the-ap-plans-for-computers-to-write-corporate-earnings-news.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2014/07/01/business/media/the-ap-plans-for-computers-to-write-corporate-earnings-news.html?_r=0)

<sup>62</sup> <http://www.businessinsider.com/aps-partnership-with-automated-insights-2015-1>

で英語を勉強できる。実験的なプロジェクトであり正式なサービスではないものの、音声合成と音声認識を活用した内容となっている<sup>63</sup>。

### c. 小売、運送

人工知能を使ったロボットや無人航空機(ドローン)が実用化へと近づいており、様々な場面で使われている。ドローンとは複数のローターが着いた小型のヘリのようなものであり、シンプルな人工知能が搭載されていることが多い<sup>64</sup>。Amazon 社では、ドローンを使った配達サービス Amazon Prime Air の計画を進めており、現在 FAA からの飛行許可を得て実験を行っている。注文を受けて 30 分以内に配達することを目標としており、システムの構築を進めている<sup>65</sup>。同様のサービスは Google 社や<sup>66</sup>、中国の Alibaba 社なども計画を進めており<sup>67</sup>、将来的にドローンを使った即日配達サービスの展開が進むと見られている。図表 9 は各社のドローンとなっており、上の画像が Amazon 社、左下が Google 社、右下が Alibaba 社となっている。

図表 9:各社のドローン



出典:ABC<sup>68</sup>、Forbes<sup>69</sup>、TechCrunch<sup>70</sup>

一方で、ドローンを対象としたマルウェアも登場している。インドのセキュリティ企業 Citrix 社によって作成されたマルウェア Maldrone は、ハッカーなどの攻撃者が飛行中のドローンへと通信を行い、ドローンに情報を送らせることや、操縦することまでできるようになっている。ドローンを狙ったマルウェアは以前にもあった

<sup>63</sup> <http://techcrunch.com/2014/05/13/spellup-a-chrome-experiment-uses-voice-recognition-game-theory-to-improve-your-english/>

<sup>64</sup> <http://singularityhub.com/2015/01/27/drones-will-be-everywhere-watching-listening-and-planting-millions-of-trees/>

<sup>65</sup> <http://techcrunch.com/2014/08/20/despite-faa-setbacks-amazon-prime-air-makes-notable-engineering-nasa-and-aerospace-hires/>

<sup>66</sup> <http://techcrunch.com/2014/08/28/google-challenges-amazon-for-drone-supremacy/>

<sup>67</sup> <http://techcrunch.com/2015/02/04/alibaba-drones/>

<sup>68</sup> <http://abcnews.go.com/Technology/faa-drone-regulations-blow-amazon/story?id=28997803>

<sup>69</sup> <http://www.forbes.com/sites/gregorymcneal/2014/08/31/faa-dithering-means-google-and-other-drone-innovators-need-to-take-their-jobs-and-technology-abroad/>

<sup>70</sup> <http://techcrunch.com/2015/02/04/alibaba-drones/>

が、これまでドローンの API<sup>71</sup>を狙ったもので特定のメーカーに限定されたものだった。Mandrone はドローンの自己判断ユニットを狙ったものとなっており、あらゆるドローンに感染することが可能となっている<sup>72</sup>。

米運送会社 UPS 社は、無数の配送ルートから最も効率のいいルートを割り出すために Orion と呼ばれるアルゴリズムを使用している。このアルゴリズムは UPS 社の 50 人のエンジニアによって作られたもので、最も効率のよいルートを選び出し、時間経過とともに他に効率のいいルートがあれば変更していく形となっている。複数のアルゴリズムが用意されており、セールス営業のためのアルゴリズムであれば、最も多く、様々な地域へ行くためのルートを選び出すことができるようになっている<sup>73</sup>。

#### d. その他

- オンラインノートのサービスを提供する Evernote 社では、2014 年 10 月から Evernote Context というサービスを開始している。このサービスでは、システムに機械学習の技術が使われており、ノートにキーワードを入力するだけで、おすすめのニュースや Web 上の記事を自動表示することができるようになっている<sup>74</sup>。
- ジョージア州の州政府では、手書きされた莫大な書類のデジタル化に文字認識の技術を使用している。ジョージア州では 2013 年に、開示している金融情報のデジタル化が義務付けられたが、最もコストパフォーマンスに優れた方法として文字認識を利用している。同州政府では、Captricity 社のクラウドベースの文字認識サービスを利用しており、判読が難しいものは人の手で作業を行って効率的な文書のデジタル化を実現している<sup>75</sup>。

### (2) 将来的な人工知能への研究

#### a. ディープラーニング

2006 年に登場したディープラーニングは、脳の構造を再現した人工知能技術を推し進める革新的な技術として注目されている。ニューラルネットワークと呼ばれる脳の構造を工学的に再現した技術はあったものの、長い間実用的なレベルに達していなかった。2006 年に Geoffrey Hinton 氏が発表したディープラーニングは、コンピューター上で脳の働きを再現したものとなっており、特に言語処理を革新させた<sup>76</sup>。2012 年には、Google 社とスタンフォード大学の研究において、ディープラーニングを使用した人工知能が、自力で猫の画像を書き出したことで世界を驚かせた。これは、YouTube の 1,000 万本の動画から不作為に抽出した画像を読み込ませて人工知能に学習をさせたものとなっているが、前もって人間から「猫」という概念を教わらずに、人工知能自身が与えられたデータから「猫」という概念を作り出したという点で革新的であった<sup>77</sup>。図表 10 は、人工知能を開発したスタンフォード大学の Andrew Ng 氏と人工知能が作り出した猫の画像となっている。

<sup>71</sup> ソフトウェア開発者向けのプログラム。Application Programming Interface の略。

<sup>72</sup> <http://www.forbes.com/sites/thomasbrewster/2015/01/27/malware-takes-down-drone/>

<sup>73</sup> <http://www.wsj.com/articles/at-ups-the-algorithm-is-the-driver-1424136536>

<sup>74</sup> <http://blog.evernote.com/blog/2014/10/02/context-work-enriched-smartest-minds/>

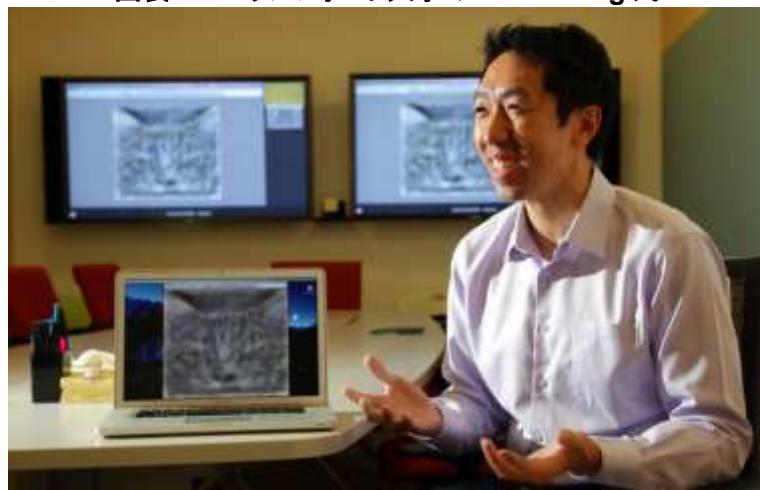
<sup>75</sup> <http://www.informationweek.com/government/cloud-computing/georgia-solves-campaign-finance-data-challenge-via-ocr/d/d-id/1204471>

<sup>76</sup> [http://www.wired.com/2013/03/google\\_hinton/](http://www.wired.com/2013/03/google_hinton/)

<sup>77</sup> <http://www.nytimes.com/2012/06/26/technology/in-a-big-network-of-computers-evidence-of-machine-learning.html?pagewanted=all>

<http://www.forbes.com/sites/anthonykosner/2015/02/16/machine-learning-goes-mainstream-i-inboxvudu-prioritizes-your-email/>

図表 10:スタンフォード大学の Andrew Ng 氏

出典:New York Times<sup>78</sup>

2014 年 11 月には Google 社とスタンフォード大学から新しい人工知能の研究成果が発表されている。この人工知能にはリカレントニューラルネットワーク(Recurrent Neural Network)と呼ばれる技術が使われており、画像や動画の内容を認識して人工知能が画像について説明を行っている。例えば、図表 11 の上の写真では、人間による説明では「公園でフリスビーを使って遊んでいる若いグループ」となっているのに対して、人工知能からは「フリスビーのゲームをしている若いグループ」となっており、画像に写っている人物や物体を識別して、出来事を自然言語で説明している<sup>79</sup>。下の画像は人工知能による分析の例となっており、より精度の高い画像認識が可能となればロボットカーなどに役立つことができ、状況に応じた行動が可能になると期待されている<sup>80</sup>。

図表 11:リカレントニューラルネットワークを使った画像認識



Human: "A group of men playing Frisbee in the park."

Computer model: "A group of young people playing a game of Frisbee."

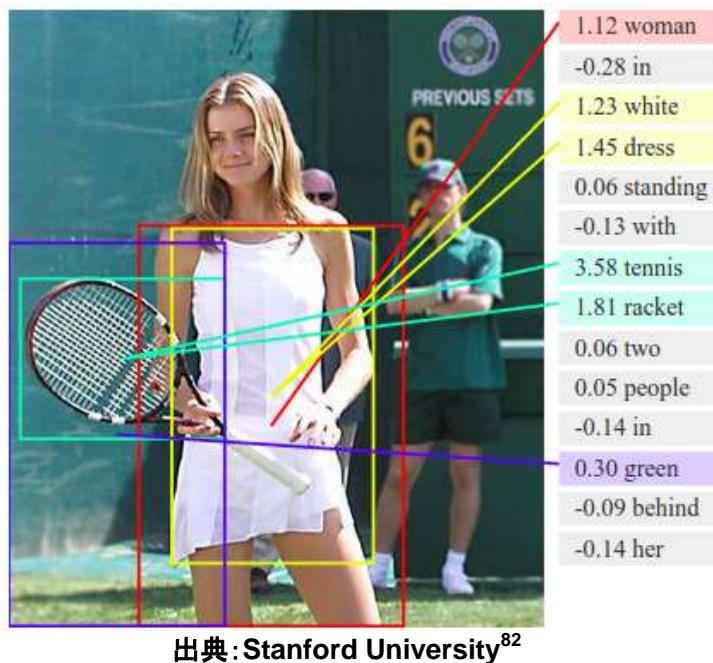
出典:New York Times<sup>81</sup>

<sup>78</sup> <http://www.nytimes.com/2012/06/26/technology/in-a-big-network-of-computers-evidence-of-machine-learning.html?pagewanted=all>

<sup>79</sup> [http://www.nytimes.com/2014/11/18/science/researchers-announce-breakthrough-in-content-recognition-software.html?ref=technology&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2014/11/18/science/researchers-announce-breakthrough-in-content-recognition-software.html?ref=technology&_r=0)

<sup>80</sup> <https://gigaom.com/2014/11/18/google-stanford-build-hybrid-neural-networks-that-can-explain-photos/>

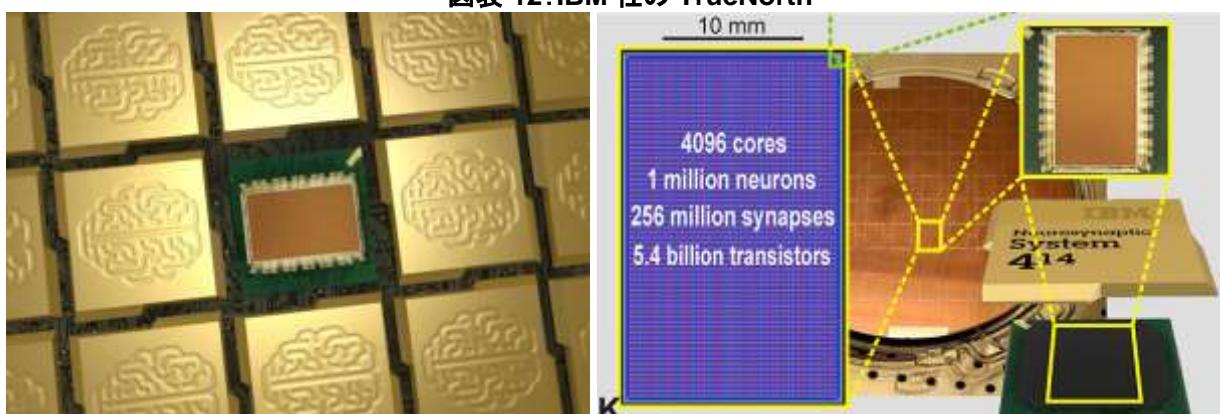
<sup>81</sup> <http://www.nytimes.com/2014/11/18/science/researchers-announce-breakthrough-in-content-recognition->

出典:Stanford University<sup>82</sup>

### b. ニューロモーフィックチップ

ソフトウェアによる人工知能を作り出す試みが続いている一方で、ハードウェアの構造も脳の構造に近いものを作り出す研究が行われている。ニューロモーフィックチップ(Neuromorphic chip)と呼ばれる、脳の構造を模したコンピューターチップの開発が様々な企業によって進められており、このチップが実用化されることによって、より人間の思考に近いコンピューターの開発が期待されている。2014 年 8 月に IBM 社が発表したニューロモーフィックチップ TrueNorth は、4,096 個のコアを持っており、人間の脳における 100 万の脳神経と 2 億 5,600 万個のシナプスを再現している<sup>83</sup>。図表 12 の左が IBM 社の TrueNorth となっており、右は TrueNorth の説明となっている。

図表 12:IBM 社の TrueNorth

出典:ExtremeTech<sup>84</sup>

software.html

<sup>82</sup> <http://cs.stanford.edu/people/karpathy/deepimagesent/>

<sup>83</sup> <http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-08/08/ibm-brain-like-chip>

<sup>84</sup> <http://www.extremetech.com/extreme/187612-ibm-cracks-open-a-new-era-of-computing-with-brain-like-chip-4096-cores-1-million-neurons-5-4-billion-transistors>

ニューロモーフィックチップの開発は、2008 年の DARPA の SyNAPS (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) プログラムをはじめとして、様々な企業が研究を行っている。2012 年には Intel 社が独自の設計を公開しており、2013 年には Qualcomm 社が名乗りを上げている。IBM 社の TrueNorth は SyNAPS プログラムの支援を受けて開発されたものとなっており、現在最も処理能力の高いニューロモーフィックチップとなっている<sup>85</sup>。1948 年に開発され、現在のコンピューターのモデルとなっているノイマン型コンピューターに置き換わるものとして注目を集めている<sup>86</sup>。DARPA は、ニューロモーフィックチップを搭載したドローンを開発させており、実用化に向けた開発が行われている<sup>87</sup>。

### (3) 主要な人工知能研究の大学機関

米国の大学機関では人工知能の研究が活発に行われており、企業による協力や、ディープラーニングなどの革新的な技術も出てきている。以下に、米国の雑誌 U.S. News & World Report 社による人工知能の研究を行う大学研究機関のトップ 3 を紹介する<sup>88</sup>。

#### a. スタンフォード大学

スタンフォード大学の人工知能研究は、スタンフォード人工知能研究所 (Stanford Artificial Intelligence Laboratory: SAIL)を中心として行われている<sup>89</sup>。最近の研究からは、Google 社と共同で開発したディープラーニングを用いて猫を認識した人工知能や、リカレントニューラルネットワークといった研究成果が出ている。

2015 年 2 月には、スタンフォード大学の研究チームが開発したロボットカーが、現役のレーサーよりも早いタイムを打ち出している。同大学が Audi TTS をベースに作成したロボットカーを使ってタイムアタックを行わせたところ、同クラスのチャンピオンの記録よりも 0.4 秒早いタイムを出している。この技術を応用して、一般的なドライバーでも車がスピンするような緊急時に、プロと同じような操作が行えると見ている。

また、人工知能の発達が社会にどのような影響を与えるか 100 年にわたって調べるためのプロジェクト One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100) が 2014 年 12 月に発表されており、長期的な人工知能の研究が進められている<sup>90</sup>。

#### b. カーネギーメロン大学

カーネギーメロン大学では、Ford 社と協力してロボットカーの研究を行っており、2015 年 1 月にシリコンバレーに開設した同社の新しい研究所でも、同大学のシリコンバレーキャンパスと共同でロボットカーに使われる音声認識装置の研究が行われている<sup>91</sup>。2015 年 2 月には、配車サービスを行う Uber 社がロボットカーの研究をカーネギーメロン大学と共同で行うことが発表されている。これは、Uber 社がロボットカーの配車サービスの実現に向けての研究となっており、Google 社が先立って発表した同様のサービスに対抗したものとなっている<sup>92</sup>。人工知能ではカーネギーメロン大学とライバル関係にあるマサチューセッツ工科大学も

<sup>85</sup> <http://techcrunch.com/2015/01/31/the-ongoing-quest-for-the-brain-chip/>

<sup>86</sup> <http://www.cnet.com/news/ibms-truenorth-processor-mimics-the-human-brain/>

<sup>87</sup> <http://www.extremetech.com/extreme/193532-darpas-new-autonomous-quadcopter-is-powered-by-a-brain-like-neuromorphic-chip>

<sup>88</sup> <http://grad-schools.usnews.rankingsandreviews.com/best-graduate-schools/top-science-schools/artificial-intelligence-rankings>

<sup>89</sup> <http://ai.stanford.edu/>

<sup>90</sup> <http://news.stanford.edu/news/2014/december/ai-century-study-121614.html>

<sup>91</sup> <http://www.usatoday.com/story/tech/2015/01/22/ford-opened-new-silicon-valley-offices-searching-for-auto-tech-talent/22178545/>

<sup>92</sup> <http://www.betaboston.com/news/2015/02/05/ubers-partnership-with-cmu-brings-the-future-of-robot-taxis-into-focus/>

Uber 社との提携が検討されたようだが、カーネギーメロン大学のロボットカー関連の設備の方が整っていることが選定された理由と見られている<sup>93</sup>。

### c. マサチューセッツ工科大学

マサチューセッツ工科大学の人工知能研究は、MIT コンピューター科学・人工知能研究所(MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory: CSAIL)の中で行われており、様々な研究結果が輩出されている。有名なものとして、お掃除ロボットの Roomba や四速歩行ロボットを開発した Boston Dynamics 社は同大学の研究から生まれたものとなっている<sup>94</sup>。2014 年 11 月には Sentient Technologies 社が<sup>95</sup>、2015 年 2 月にはソーシャルネットワーク上のテキスト分析を行う Luminoso 社が同大学から生まれており<sup>96</sup>、様々な研究内容が世に出されている。また、2015 年 1 月にオバマ大統領とイギリスのキャメロン首相から発表されたサイバーセキュリティのハッカソン<sup>97</sup>、「Cambridge v. Cambridge(ケンブリッジ対ケンブリッジ)」では、マサチューセッツ工科大学の CSAIL にイギリスの University of Cambridge が招待されて行われる予定となっており、様々な取り組みが行われている<sup>98</sup>。

## 5 連邦政府による取り組み

### (1) ブレインイニシアチブ

2013 年 2 月にオバマ大統領が発表したブレインイニシアチブ(BRAIN Initiative<sup>99</sup>)では、より詳しい脳の解析を行い、これまで以上に強い人工知能の開発を目的としている。このプロジェクトでは、1 億ドルの投資を行い 10 年に渡って脳の研究を支援していくものとなっており、ゲノム計画で人間の遺伝子を解明していくように、脳の詳しい構造や活動について研究していくものとなっている。具体的には、人間の脳マップを作成し、人間の知覚、行動、意識といった脳の活動に関する研究を行う<sup>100</sup>。

脳の詳しい構造を調べることで、より知的なコンピューターを作り出すことにつながると言われている。例えば、人間の脳は 2.5 ペタバイトの容量を持っていると言われており、脳神経の一部が死滅しても異なる通路を使ってデータを取り出すことができるなど、優れたデータの取扱いができるようになっている。脳の 125 兆におよぶシナプス<sup>101</sup>を調べ、どのようにデータを保存し、取り出す仕組みとなっているか解明することで、現在のコンピューターとは異なるデータの取扱いが可能となる。この他、脳の詳しい活動が解明されることで、アルツハイマー病、脳卒中、PTSD が起こるメカニズムの解明にもつながると期待されている<sup>102</sup>。

<sup>93</sup> <http://www.betaboston.com/news/2015/02/05/ubers-partnership-with-cmu-brings-the-future-of-robot-taxis-into-focus/>

<sup>94</sup> <http://newsroom.mit.edu/2013/rodney-brooks-rethink-robotics-0809>

<http://www.telegraph.co.uk/technology/technology-video/11222506/Watch-Giant-Google-robot-performs-iconic-Karate-Kid-kick.html>

<sup>95</sup> <https://www.csail.mit.edu/node/2386>

<sup>96</sup> <http://www.wired.com/2015/02/luminoso/>

<sup>97</sup> 様々なエンジニアが集まって共同作業を行うイベント。

<sup>98</sup> <http://www.betaboston.com/news/2015/01/16/president-obama-david-cameron-announce-cambridge-v-cambridge-hackathon/>

<sup>99</sup> Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies の略

<sup>100</sup> [http://www.nytimes.com/2013/02/18/science/project-seeks-to-build-map-of-human-brain.html?pagewanted=1&\\_r=1](http://www.nytimes.com/2013/02/18/science/project-seeks-to-build-map-of-human-brain.html?pagewanted=1&_r=1)

<sup>101</sup> 脳神経の接続部。

<sup>102</sup> <http://techcrunch.com/2013/04/02/how-obamas-100m-brain-initiative-could-open-the-next-frontier-or-be-an-epic-fail/>

## (2) 人工知能への法規制の取り組み

人工知能を直接規制するような法律は出ていないものの、人工知能を使ったデバイスの取り扱いについて法的な規制が始まっている。2014 年 2 月 16 日、連邦航空局(Federal Aviation Administration:FAA)は、事実上禁止している商業目的でのドローンの飛行について、筆記試験に合格したオペレーター(操縦者)に限り、55 ポンド(約 25 キログラム)までのドローンの商業的な飛行を認める規制案を発表した。この規制案では、高度 500 フィート(約 152 メートル)未満の飛行に限定されており、空港の近くやオペレーター以外の頭上を飛ぶことが禁止されている。また、日中のオペレーターの視界の範囲内だけの飛行となっており、実際の商業的な運用では制約が大きい内容となっている。

ドローンを使った即日配達サービス Prime Air を計画している Amazon 社は、FAA の規制案では Prime Air を米国で行うことは出来ないため、規制が Prime Air のサービスと適合する国での導入を検討していると述べた<sup>103</sup>。前日の 2 月 15 日に、ドローンの使用に関するオバマ大統領の覚書が発表されており、この覚書では、ドローンを使って集めた情報の保管を 180 日までとするといったことが盛り込まれているが、あまり具体的な項目は決められておらず、商務省(Department of Commerce)にプライバシー、説明責任、問題の透明性についてのガイドラインの作成について指示している<sup>104</sup>。

また、医療分野での活用を進める IBM 社は、人工知能ワトソンに対して米食品医薬品局(Food and Drug Administration:FDA)の厳しい規制がかからないようにするためのロビー活動を、連邦議会に対して行っている。これは、2015 年 1 月に連邦議会に Fred Upton 下院議員(共和党、ミシガン州)から出された法案の草稿に対するものとなっている。この法案では、医療診断サポートを行うソフトウェアを医療機器とする明確な基準がない現在の規制から、「医療ソフトウェア(Medical software)」と「ヘルスソフトウェア(Health Software)」に分類するというものとなっている。医療ソフトウェアであれば FDA が 2 年をかけて審査を行う必要があるが、ヘルスソフトウェアであれば FDA による監督を受けなくなる。ワトソンが医療ソフトウェアと見なされた場合臨床試験などが必要となるため、IBM 社はワトソンを医療ソフトウェアと見なさないようにロビー活動を続けている<sup>105</sup>。

人工知能が驚異的なスピードで成長する一方で、人工知能が人類の知性を超える技術的特異点(シンギュラリティ)が 2045 年までに起こるという予測がある。これに対し、起業家の Elon Musk 氏は人工知能には厳しい法規制が必要と述べている<sup>106</sup>。人工知能そのものへの法規制についても今後の検討課題と考えられる。

## (3) 人工知能技術の軍事利用

人工知能を軍事分野で活用する動きも活発となっており、自律型ロボットをはじめとした様々な研究が行われている。DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency: 米国防高等研究計画局)では、兵士を人工知能に置き換えるための研究が進められており、次の 50 年で完全な自律型の航空機を作るプロジェクトを進めている。Aircrew Labor In-Cockpit automation System(ALIAS)と呼ばれるプロジェクトでは、あらゆる場面において自動航行が可能な航空機を目指しており、現時点では離陸、着陸、航行中の非常対応などが盛り込まれている。将来的には、メンテナンスを含む数多くのタスクを自動化させる予定となっている<sup>107</sup>。

<sup>103</sup> <http://www.wsj.com/articles/obama-issues-privacy-rules-for-government-drones-in-u-s-1424015402>

<sup>104</sup> <http://www.wsj.com/articles/obama-issues-privacy-rules-for-government-drones-in-u-s-1424015402>

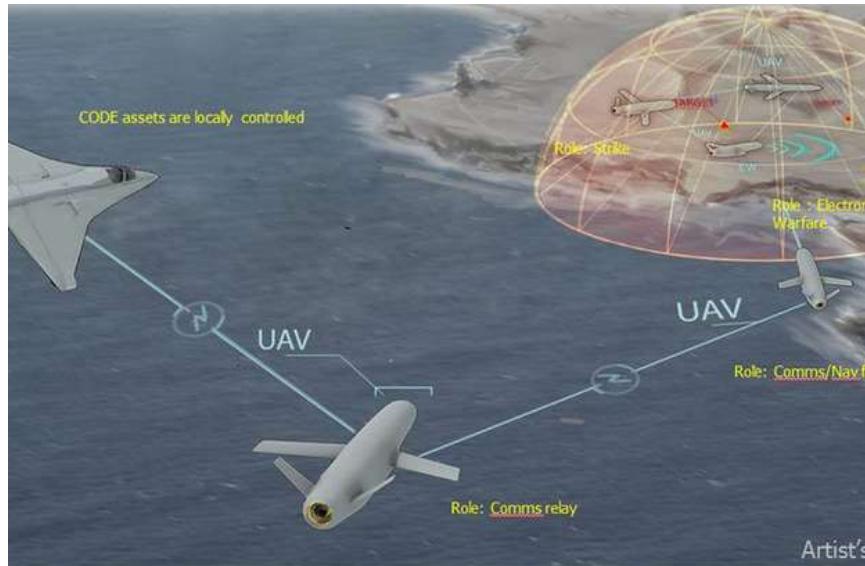
<sup>105</sup> <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-01-29/this-medical-supercomputer-isn-t-a-pacemaker-ibm-tells-congress>

<sup>106</sup> <http://observer.com/2014/10/elon-musk-calls-for-regulation-of-demonic-artificial-intelligence/>

<sup>107</sup> <http://rt.com/usa/154128-darpa-alias-flight-crew-simulator/>

2015年1月には、CODE(Collaborative Operations in Denied Environment)と呼ばれるプロジェクトがDARPAから発表されている。このプロジェクトは、複数のドローンを1人で操作することを目的としており、複数の自律型ドローンがお互いに連携して飛行を行う。ドローンは周囲の情報をを集め、監督する人間に提案するといったことも行い、攻撃目標を自分で識別して交戦することも可能となっている。シリアやイラクで運用された米軍の無人航空機攻撃には1台につき30人が必要とされており、CODEによってコストの削減を目指している<sup>108</sup>。2014年11月には、米航空機メーカーLockheed Martin社から攻撃目標を自分で選ぶミサイルが発表されたが、最終目標を決定するのは人工知能であるため、誤爆による被害などへの懸念もでている<sup>109</sup>。図表13はCODEのイメージとなっている。

図表 13:CODE のイメージ



出典: Network World<sup>110</sup>

<sup>108</sup> [http://www.bizjournals.com/washington/blog/fedbiz\\_daily/2015/01/darpa-looks-to-give-military-drones-more-of-a-mind.html?page=all](http://www.bizjournals.com/washington/blog/fedbiz_daily/2015/01/darpa-looks-to-give-military-drones-more-of-a-mind.html?page=all)

<sup>109</sup> [http://www.nytimes.com/2014/11/12/science/weapons-directed-by-robots-not-humans-raise-ethical-questions.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2014/11/12/science/weapons-directed-by-robots-not-humans-raise-ethical-questions.html?_r=0)

<sup>110</sup> <http://www.networkworld.com/article/2875573/security/0/can-drones-hunt-with-wolf-pack-like-success-darpa-thinks-so.html>

## 6 終わりに

人工知能は、これまで長い年月をかけて研究が行われてきたが、なかなか実用化は進まなかった。しかし技術の発展やビッグデータなどの進展によって、ここにきて急速に進化しており、これまで不可能であったことが次々と可能になってきている。

また、今後さらに発展が見込まれるビッグデータや IoT(モノのインターネット)に人工知能が加わることで、これまでの我々の生活やビジネスのスタイルは大きく変革する可能性がある。いま重要なことは、これまで人間を中心と考えてきたやり方、たとえば「人間が機械に教える」「人間が車を運転する」など、当たり前のように思ってきた前提を根本から改めて、これまでの常識にとらわれずゼロから新しいやり方を考えることである。

一方、技術の急速な進歩で必ず問題になるのが、適正な規制のあり方である。過度な規制は実用化を遅らせ、規制が少なすぎることで問題や事故が生じることも実用化を遅らせる。本号では、無人航空機ドローンや医療分野のワトソン利用における規制の議論を紹介したが、今後様々な分野で同様の議論が起こると思われる。さらに、人工知能に対するハッキングなどサイバーセキュリティの問題は、想像以上に大きな影響をもたらす可能性もある。

しかし人工知能は、間違いなく大きなイノベーションを起こし、経済成長にも大きく貢献する。今回紹介したアメリカでの動向も参考にしながら、人工知能をどのように活用し実用化を進めていくのかを真剣に考える時期が来たのではないだろうか。

※ 本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものではありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものではありません。