

なぜ急にAIが進化したの？

さまざまな要因が組み合わさって進化したAI

AIという言葉は、1956年のダートマス会議（Sec.30 参照）で初めて使われたといわれていますが、なぜAIは近年になりめざましく発達したのでしょうか？ その原動力は主に3つ挙げられます。

1つ目は、**コンピューターの性能向上**です。とくに、多数のコンピューターを一体的に動かすことによって短時間で膨大な計算をこなす技術（コンピューター・クラスター）が、クラウドコンピューティングの普及によって身近になったことが大きく影響しています。利用できる「計算資源」が豊かになったおかげで、AIを作り出すために使える理論や技術の幅が拡大したのです。

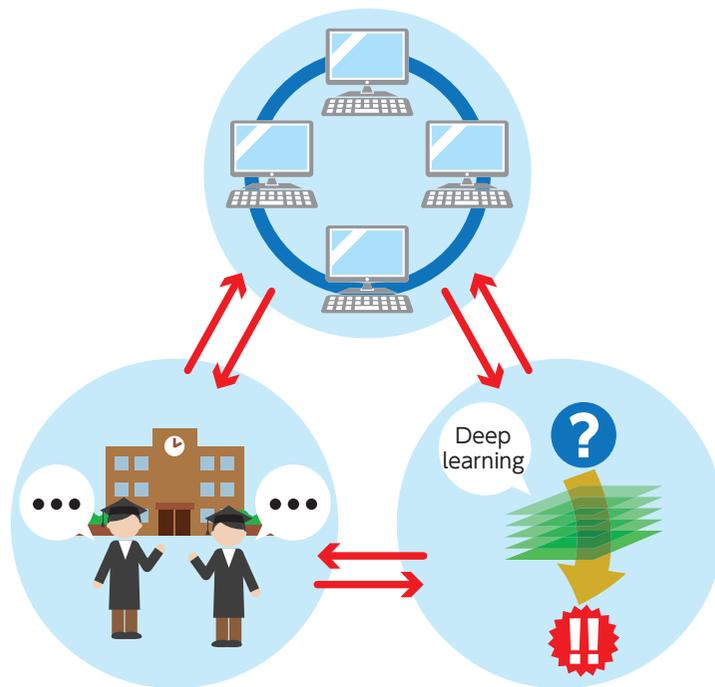
2つ目は、**機械学習という基盤技術の進歩**です（Sec.38 参照）。コンピューターの性能向上のおかげで、2010年代に入って「ディープラーニング」という機械学習技術の研究が進み、これがAIの性能を大幅に引き上げました（Sec.39 参照）。通常のコンピュータープログラムに「猫.JPG」という写真データを与えても、「『猫』という名前の付いたドットの集合体」としてしか処理してくれません。しかし、ディープラーニングによって大量の写真を学習済みのAIに新たな猫の写真を1枚与えれば、たとえ「猫」という名前を教えていなくても、「猫らしきものの写った写真」を集めてきてくれます。

3つ目は、**AI研究ブーム**です。ディープラーニングが技術的に成功を取めたことで、本格的なAIの登場が現実味を帯びてきました。今や世界中の企業や研究機関が競って試行錯誤を重ね、AI研究史上かつてないスピードで、新しい成果を生み出し続けています。

AIが進化した3つの理由

コンピューターの性能向上

短時間で膨大な計算をこなす
「コンピューター・クラスター」が身近になった



AI研究ブーム

世界中の多くの企業・機関が
AIの研究を行っている

基盤技術の進歩

機械学習技術の
ディープラーニングの研究が進んだ

▲「コンピューターの性能向上」→「基盤技術の進歩」→「AI研究ブーム」の連鎖が原動力となり、ここ数年でAIは飛躍的な進歩を遂げている。

人間の脳と同じAIは作れる？

AIで脳を実現する2つのアプローチ

脳は、精密な電子機器のような構造をしています。1,000億個以上の神経細胞（ニューロン）が結び付いた「神経回路」と呼ばれる構造の中を、電気信号が飛び交っているのです。この構造を数式化したモデルを「ニューラルネットワーク」といい（Sec.33 参照）、これを実装すればAIを実現できるのではないかとの考えがあります。この考えに基づく研究は、AI黎明期から何度も冬の時代を繰り返してきましたが、**ニューラルネットワークを活用した新技術「ディープラーニング」の成功により一躍、AIの学習を支える本命技術と目されるようになりました**（Sec. 39 参照）。

AI研究の歴史は「人間の知的判断を自動化したい」という挑戦の歴史ですが、もう1つのストーリーとして「人間の脳と同等の装置を作りたい」という夢も根強く横たわっています。前者は、人間の振る舞いを真似る装置（プログラム）を作ってみながら試行錯誤する方法です。こうしたアプローチは「構成論的」と呼ばれます。後者は、脳の構造を調べ、それと同様の構造の装置を組み立てていく方法です。このアプローチは「分析論的」と呼ばれます。AIの発展を牽引してきたのは構成論的アプローチですが、ディープラーニングの成功により、ここに分析論的アプローチの成果が加わったのだと見ることもできます。ただ、ニューラルネットワークも提唱から半世紀以上が経ち、生物学や脳科学の最新知見とかなり食い違ってきています。分析論的な知見がこれからさらに加わっていけば、AIの性能が上がっていくことになるかもしれません。

構成論的アプローチと分析論的アプローチ

構成論的アプローチ



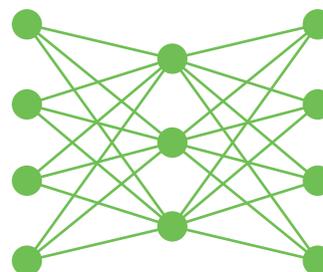
分析論的アプローチ



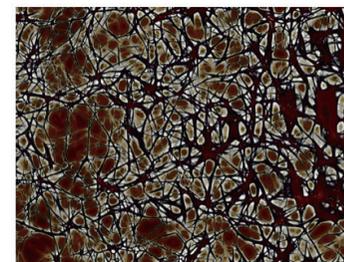
▲構成論的アプローチは、人間のような振る舞いを真似るところから出発する。一方、分析論的アプローチは、脳の構造を真似るところから出発する。AI研究者と脳科学者は異なるアプローチで、人間の脳とAIを近づけようとしているのだ。

脳の構造をAIに応用

ニューラルネットワーク



脳神経細胞組織



▲「ニューラルネットワーク（Neural network）」は、脳の神経細胞構造をモデルにしているAI技術。

AIに生命はやどるの？

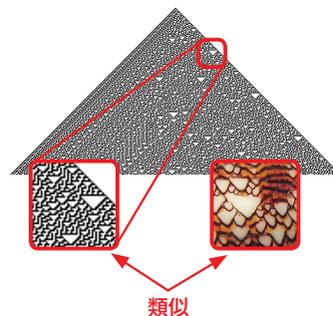
生命の定義が問題になる

AIは生きているのか。これは非常に難しい問題です。AIはプログラムとデータの集まりのため、生物学的意味での生命でないことは明らかです。しかし、哲学的な問いや倫理の問題まで考えると、うかつには答えを出せなくなってきました。物理学者のシュレディンガーは、生命の定義として「自分の遺伝情報を子孫に残すこと」「代謝をすること」を挙げています。また、ロボット工学の権威であるロドニー・ブルックスは、AIに人間のような行動をさせるためには、身体が必須であるとしています。しかし、肉体を持たないプログラムが生命ある生物のように振る舞うことはないのかと聞かれると、これも「ない」とは言い切れません。

白と黒（生と死）の2色に塗り分けられた格子状の盤面を用意し、これを「ライフゲーム」と呼ばれるごくかんたんなルールで定期的に更新していくと、生命の進化（＝淘汰）を彷彿とさせるさまざまなパターンが現れます。このように、非常に単純化された世界をきわめて単純なルールで「シミュレーション」するような数学モデルを「セル・オートマトン」と呼びます。また、科学者でありアーティストでもあるカール・シムズによる進化シミュレーションでは、さまざまな形状の仮想生命が、生命の進化の歴史さながらに進化していく様子を見ることができます。もちろん、これだけで「AIに生命はやどる」という人はほとんどいないでしょう。しかし、**高性能なAIが世の中にあふれ出し、自ら世代交代と進化をするようになったとき、それが「生命に近い」と感じる人は出てきそうです。**

コンピューターで生命を創ることはできる？

セル・オートマトン



類似

進化シミュレーション

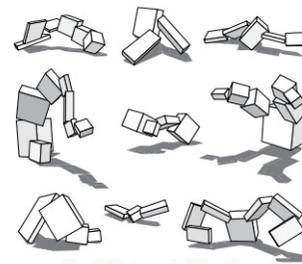


Figure 7: Creatures evolved for walking.

※Karl Sims「Evolving Virtual Creatures」より

▲生命そっくりの構造は、コンピューター上でも創り出すことができる。

生命をどう定義するか



▲AIを生命と見なすかは、その人の考える生命の定義に深く関わってくる。

世界へ打って出る国産AI

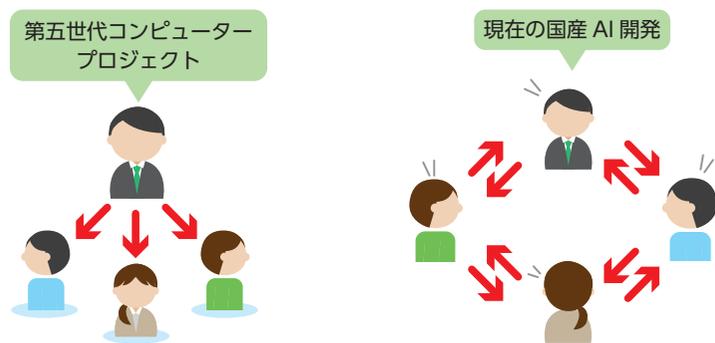
日本の未来はAI研究が握っている

「AI」というと、Google や IBM、Microsoft など、海外の大企業の名前が出てくることが多いのですが、日本政府や国内の大企業はこれまで AI に取り組んでこなかったのでしょうか。実は、日本でも 1980 年代に「第五世代コンピュータプロジェクト」という AI 開発の国家プロジェクトが行われていました。当時の成果はほとんど学術的知見にとどまり、産業界にインパクトを与えることはできませんでしたが、現在では**日本発の AI 製品も続々と実用化され、今後の発展が見込まれます。**

代表的な国産 AI は、FRONTEO 開発の「KIBIT」で、銀行の法人業務や法曹界などの分野で活用されています。少ないデータから傾向を読み取ったり、暗黙の知識を察したりすることに長けた AI で、「キビット」の名には「人間の機微を感じ取る」との意味が込められています。国内には AI 関連の研究・開発・製品化に携わる民間組織が数百拠点あり、パナソニック（Panasonic Laboratory Tokyo）、日本電気（NEC 玉川事業場・中央研究所）、東芝（小向事業所・研究開発センター）などの大手も参戦しています。また、国は 2016 年に未来社会の設計図「Society 5.0」を策定し、AI、ロボット、IoT が社会に実装されることで変革が引き起こされるとしています（Sec.45 参照）。以来、どの役所の文書で AI の研究・開発・産業化は重要事項と位置付けられています。政府は令和 2 年度予算案で AI 関連予算として約 1,314 億円を計上するなど、いま、日本の AI 産業を官民を挙げて発展させようとしているところなのです。

日本から世界へ発信するAI

第五世代コンピュータから現在へ



▲現在は多くのAIが実用化されている点が第五世代コンピュータプロジェクトとの大きな違い。また、官主導ではなく官民共同でAI開発を進めていることが特徴。

銀行



ユーザーに優しい対応

法曹界



大量のデータから
判例などを検索

民間事業者

- ・パナソニック (Panasonic Laboratory Tokyo)
- ・日本電気 (NEC 玉川事業場・中央研究所)
- ・東芝 (小向事業所・研究開発センター)

国家・公共機関

- ・革新知能総合研究センター
- ・人工知能研究センター
- ・産業技術総合研究所
- ・理化学研究所
- ・各大学研究室



▲国産AIとして実用化されている「KIBIT」のほか、民間研究機関や公共研究機関が連携して、国策としてAI研究に力を入れている。

スマートスピーカーで生活が豊かに

スマートスピーカーが人間の生活に浸透

「スマートスピーカー」とは、パーソナルアシスタント（Sec.05、19参照）を家などの施設に固定して使うように仕立てた小型家電です。スマートスピーカー本体の機能は、ユーザーによる音声入力をサーバーに送って回答を受け取り、それを音声出力したり、ほかの家電などを操作したりするだけです。つまり、基本的にはスマートフォンなどのアプリと同等です（複数のユーザーの声を聞き分けるなど、特有の機能もあります）。背後のサーバーでは自然言語処理（Sec.36参照）の機構がユーザーの意図を推定し、生活支援のノウハウを学習したAIがふさわしい回答を選んでくれます。

スマートスピーカーの歴史は2014年の「Amazon Echo」から始まり、日本では2017年頃から浸透し始めました。2020年現在、Amazonの「Amazon Echo」（「Alexa」搭載）、Googleの「Google Nest Mini」（「Googleアシスタント」搭載）、Appleの「HomePod」（「Siri」搭載）、LINEの「Clova WAVE」（「Clova」搭載）などが有名で、ネットショップや家電店などで気軽に購入できます。

「話しかけると機械が身の回りの世話をしてくれる」という、まるでSFを再現するようなスマートスピーカーは、登場当初こそ目新しさが先行しましたが、使いこなす人々が増えるにつれ評判も広まり、市場は年々活発になっています。リサーチ会社 Strategy Analyticsによると、全世界のスマートスピーカー出荷台数は、2019年第4四半期で5,570万台にのぼったそうです。**数年以内には、世界中の家庭で必ず1台は置いてあるデバイスになりそうです。**

代表的なスマートスピーカー（AIスピーカー）

● Amazon 「Amazon Echo」

● Google 「Google Nest Mini」

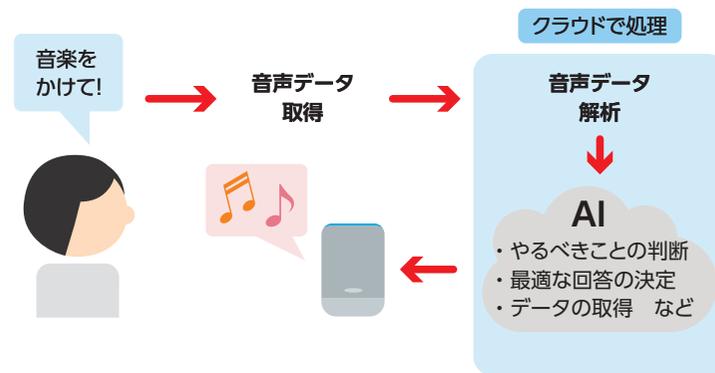


▲音声アシスタントの「Alexa」を搭載。Amazonでの買い物などが利用でき、アメリカではシェアの7割を誇る。



▲音声アシスタントの「Googleアシスタント」を搭載。Googleアカウントへの紐付けが可能。

スマートスピーカーの応答のしくみ



▲ユーザーの音声をスマートスピーカーが認識すると、その音声データはサーバーに送られ、AIがやるべきことの判断やデータの取得を行い、スマートスピーカーがその最適な回答や応答を行う。

クラウドデータを 勝手に学習していく検索エンジン

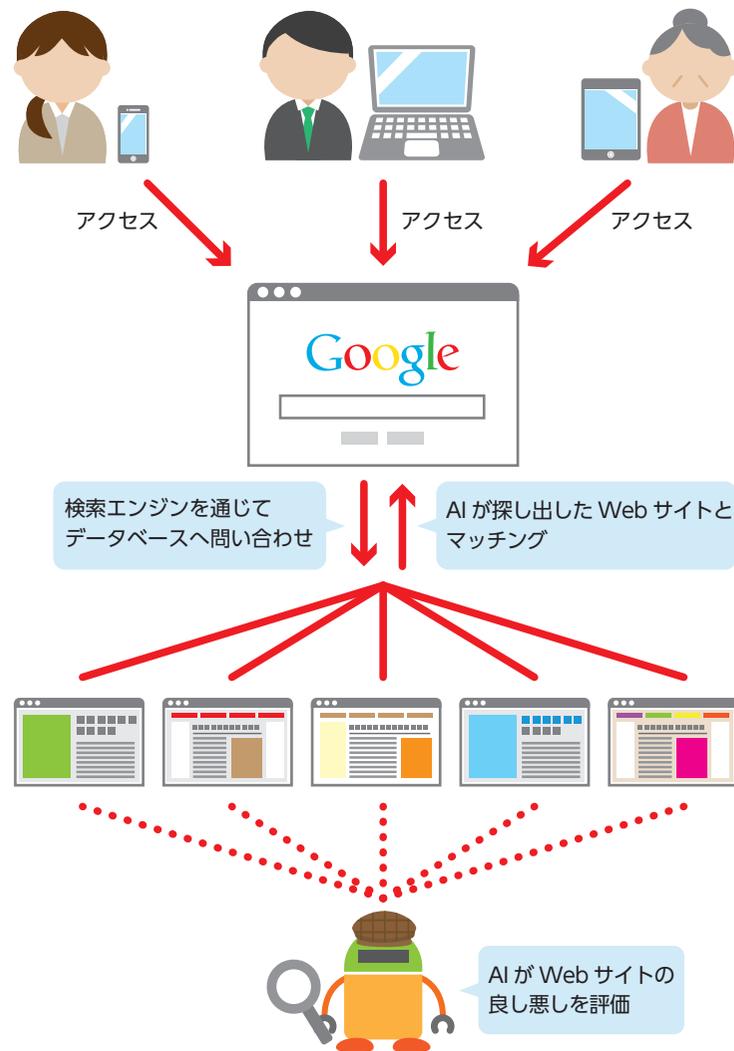
日々進歩する検索エンジン、SEOはムダな抵抗!?

検索エンジンから始まった Google は、「機械学習」(Sec.38 参照)の研究において世界トップレベルの企業です。AI と機械学習は、情報検索の分野においても重要な技術だからです。具体的には、「ページの順位付け」や「文章の分析」に機械学習が活躍します。

Google 検索は、有名な「ページランク」を筆頭に、200 もの判断基準に基づいて検索結果の順位を決定していますが、2015 年以降、そこに AI による判断が加味されるようになってきました。AI は、大量の Web コンテンツから言葉同士、ページ同士の意味のつながりを学習し続けます。その **AI が介在することで、たとえば大量のダミーサイトからリンクを張って「ページランク」を攪乱・水増しするような安直な SEO の手口は通用しなくなってきたほか、検索語そのものだけではなく関連概念にまで幅を広げて結果を返すことができる**ようになりました。また、2019 年以降、「BERT」という自然言語処理の新技术 (Sec.36 参照) が導入され、話し言葉に近い語句で検索した場合の性能が向上しつつあります。単語だけにに基づく検索では、否定や打ち消しの語句を含む質問文にうまく対応できません。しかし、これから「BERT」が本領を発揮するにつれて、「喫煙できない居酒屋」「四国にしかないコンビニ」のような構文を正しく分析できるようになっていきます。

このように、機械学習と AI のおかげでユーザーにとって邪魔なページが排除されてネットの世界が過ごしやすくなったり、気軽な言葉でスマート家電に質問できるようになったりしていくのです。

Googleの検索のしくみ



▲ユーザーの入力した質問文 (クエリ) を自然言語処理技術で分析し、AI が収集した Web サイトとマッチングさせて検索結果を表示する。

コンピューターに学習能力を与えた 「機械学習」

「すべてを自動化したい」という願いをかなえるために

AIなど用いなくても、果てしなく複雑なプログラムを書けば、コンピューターはいくらでも高度な判断をしてくれます。しかし、そのためには、ルールを正確・簡潔にまとめる職人技が必要です。たとえば、「3」の字の認識装置を作るとしたら、入力画像を分析して図形的特徴を数値化し、それが正しい「3」の図形的特徴に近ければ「Yes」と回答するようなルール（評価関数）を、開発者が知恵を絞って書きます。「特徴の重み付け」などの“設定”は、試行錯誤によって最適化します。**さまざまな画像を判定させて正解率を調べる「テスト」を繰り返し、よい“設定”を探すのです。**人間の経験に基づくこのような知見を、ヒューリスティクスといいます。

「機械学習」とは、**詳細なルール（ヒューリスティクス）を与える代わりにデータだけを与え、それをもとに評価関数を自動調整させる技術**です。まず、正解率が最高になるような“設定”をプログラム自身に探させる「教師あり学習」の技術が生まれました。判断に役立つ特徴を自動検出する「特徴抽出」も発達しました。その背後では、「教師なし学習」が生きています（Sec.23 参照）。問題分野によっては、プログラムが自ら課題を作って「テスト」と調整を繰り返す「強化学習」も使われます（Sec.15 参照）。

今のところ、学習を成功させるためにはデータサイエンティストによる調整が欠かせません。しかしそれすら自動化するための機械学習フレームワークが次々に開発されています。AI研究の歴史は、人間がしてきた判断を1つ1つ自動化する挑戦の歴史なのです。

「教師あり学習」と「強化学習」のイメージ

教師あり学習

「端点の個数」「輪の個数」「曲がり角の丸さ」などの特徴に注目しましょう！



▲お手本に近いものと遠いものの区別を学んでいく。正解率が高くなるように、「特徴の重み付け」（どの特徴をどのくらい重視するか）などの“設定”が自動的に調整されていく。

強化学習



▲AIが自ら試行錯誤を重ね、成功する行動と失敗する行動の違いを学んでいく。

AIで加速する働き方改革

AIを活用した働き方改革の事例

厚生労働省による定義では、「働き方改革」とは、働く人々がそれぞれの事情に応じた多様な働き方を選択できる社会を実現するものです。しかし、2019年4月のスタート以来、「労働時間を短く」との側面が報道で誇張されたため、「人手不足」の問題と一続きに論じられがちなところがあります。実際、「働き手を増やす」「労働生産性を上げる」などの対策を取ることなしに改革を断行すれば、企業の生産力は落ちてしまいます。

この問題を、AIの活用によって解決しようとしている企業が出てきています。日本マイクロソフトでは、社員の働き方に関するビッグデータをAIが分析し、ふさわしい働き方を示唆してくれるツール「MyAnalytics（マイアナリティクス）」を導入しています。これにより、非効率や無駄を可視化し、3ヶ月間で3,580時間もの業務時間を削減しました。新型コロナウイルスに挑む医療機関では、AIによる問診システムの導入が始まっています。問診票の内容をAIに整理させることで、診療受付を可能な限り自動化したり、医師・看護師によるカルテ記入の負担を軽減したりできるうえ、人と人の対面時間が減るので感染リスクを下げる効果も期待できます。

AIを活用した「働き方改革」は、人間の労働者を単にAIで置き換えていくのではなく、労力を要する業務をAIに任せてマンパワーを補い、より専門性の高い仕事に人間が集中できるようにするというものです。AIをうまく活用すれば、人間の働き方を自由しつつ、生産性も引き上げることができるかもしれないのです。

働き方改革とは

人口の減少による労働力不足



労働力不足解消のための課題



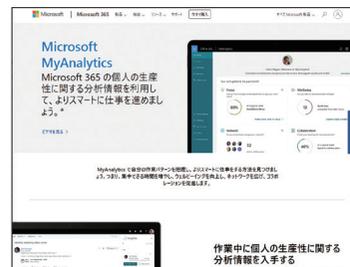
AIによって解決できる可能性が高い



▲人口の減少に伴い、将来的に労働人口が減り、結果労働力不足が懸念される。それを解消するためには、「働き手を増やす」「労働生産性を上げる」「出生率を上げる」といったことが課題とされている。業務にAIを取り入れることで、この課題が解決されることが期待できる。

働き方改革にAIを活用している企業

MyAnalytics



AI問診Ubie



▲日本マイクロソフトでは、「MyAnalytics」で社員の働き方を分析し、不要な時間を削減することに成功している。医療機関では、「AI問診Ubie」などのウェブ問診票システムが医療従事者の負担軽減、ウイルスの感染対策などに役立っている。

これから必要になるのは AIの教育係

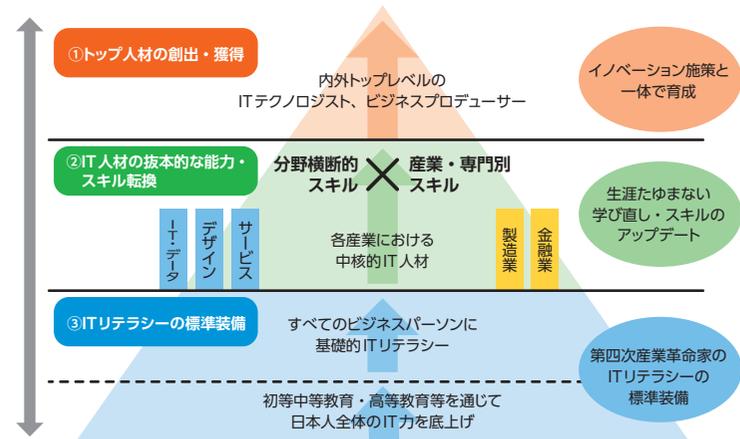
産学官民が総動員でAI人材の育成に取り組んでいる

現在、世界中のあらゆる企業がAIの活用によるイノベーションを進めています。日本でも Society 5.0 (Sec.16 参照) に対応するための取り組みが広がる一方、中小企業を中心に多くの企業が「AIやデータを活用できる人がいない」という壁に直面しています。今、**日本では「AI人材の育成」が求められているのです。**

内閣府が発表した「AI戦略2019」では、高校・大学教育などを通じて、2025年までに年間25万人のAI人材を育成するとあります。そして経済産業省は、即戦力の人材を育てる体制を早急に整えるため、企業のビジネス課題を解決できるAI人材を育成する「AI Quest」というプログラムを民間企業と協力して進めているところです。2020年度の10月から2月にかけて行われる「AI Quest」では、企業の実際の課題に基づくケーススタディを中心とした「実践的な学びの場」を目指しています。**企業の現場でないと学びにくいスキルや経験を獲得することや、志を同じくする人同士の横のつながりを構築すること**などに期待が持たれています。AIの社会実装に携わりたい学生や社会人が、続々と集まっているのです。

経済産業省が企業の課題を解決できる社会人の育成事業に取り組む一方、文部科学省では学校教育での育成事業に取り組んでいます。しかし、今のところ、AIについて生徒に教えられる講師の数を十分に確保できていない状況だといいます。これらの課題を解消するため、官民を挙げてAIに関わる人材の育成を急いでいるところなのです。

第四次産業革命のもとで求められる人材



▲日本ではSociety 5.0に対応するためにも、AI人材が求められている。
出典：未来投資会議 構造改革徹底推進会合「AI人材育成について」

経産省のAI人材育成策「AI Quest」



▲経済産業省は、AI活用を通じた企業の課題解決方法を身に付けるプログラム「AI Quest」をスタートさせた。

AIによって超監視社会が訪れる?

個人データが管理され、超監視社会に至る可能性も

金融機関には日々、クレジットカードや決済アプリの個人利用履歴が蓄積されていきますが、キャッシュレス大国の韓国や中国では、それらの個人履歴を国が集約管理する体制が整っており、課税や犯罪捜査に活用されています。

韓国では2015年の感染症（MERS）流行後、個人履歴を感染追跡に活用できる制度を整備しました。権力による個人監視システムだと反発する人々も大勢いましたが、2020年の新型コロナウイルス感染症の流行時、韓国ではこのシステムが効果を上げたのです。**監視社会が国民を救ったともいえます。**

日本では2020年6月から、最近接触した人の中に感染判明者が出たことを知らせるアプリ「COCOA」が提供されています。このようなアプリのため、AppleとGoogleが急遽連携し、各国の衛生当局専用として、端末同士の接触履歴を取得する機能を用意したのです。利用者は位置情報を提供しなくてよく、個人を特定する情報のやり取りも行われないので、悪用のリスクは低いといえます。

私たちの文明が築いてきた技術やインフラは素晴らしいものです。**問題を乗り越える力を人類が必要としたとき、マンパワーを新技術で置き換えていく方向に私たちは進んできました。**しかし、このまま個人情報がAIに委ねられていくと、いずれ訪れるシンギュラリティ（Sec.63参照）のあと、人間がAIに管理・支配されることになってしまわないでしょうか。個人の自由を守るための制度や技術が、改めて必要になってきそうです。

超監視社会に至るシナリオ

第1段階

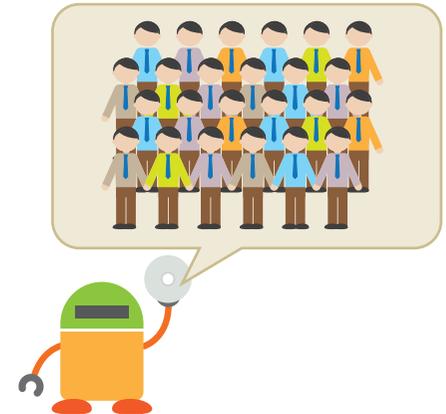


仕事に行く AI



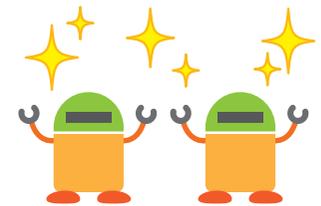
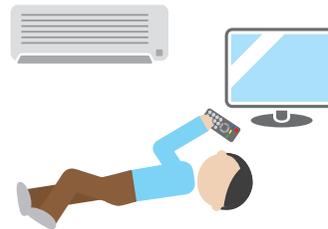
▲AIによってすべての仕事が奪われる。

第2段階



▲AIに人間のデータを管理される。

第3段階



▲シンギュラリティ後、人間のすべての生産活動がAIによって奪い去られ、人間はAIに管理されるだけの存在になる?