

# 人工知能AIの現状とこれからの展開

山田 誠二

ただいま御紹介にあずかりました国立情報学研究所の山田と申します。今日は、「人工知能AIの現状とこれからの展開」についてお話しします。

## 一、第三次AIブーム

毎年、ガートナーという調査・コンサルティングのジャパンブランチが、「ハイプ・サイクル」という技術の盛衰を表したグラフを公表しています。最新版は二〇一八年版で昨年一〇月に出了ました。

グラフの縦軸は期待度、横軸は時間の流れを表しています。期待度は、その技術が社会的にどれくらい期待されているかを示しており、低いところからスタートして徐々に高まり、ピークに達した後、急速に低下します。ガートナーは、ピークのところを「『過度な期待』のピーク期」と呼んでいます。また、期待度がピークを過ぎて急速に低下する時期を「幻滅期」と呼んでいます。いずれも、かなり悪意のある表現のように感じます。期待度が底を経て再び上昇する時期は、「啓蒙活動期」から「生産性の安定期」に当たります。技術

が社会インフラとして定着し成就する時期です。実際には、そこに至るまでに多くの技術が消えてなくなりそうです。

一〇年ほど前から第三次AIブームが始まりました。AIは、二年前にピークのところにありましたが、昨年一〇月にはピークから少し落ち始めたところに位置しています。IoTはAIより先に落ちており、ビッグデータはさらにその先の谷底にあります。近年、IoTやビッグデータに大きな注目が集まっています。特にビッグデータに関しては、ともかくデータをたくさん取ればよいと考えて、目的もわからずに大量のデータが収集されました。しかし、記憶容量は有限ですので、そのうちに満杯になります。要らないデータは消せばよいと言っても、目的がはっきりしないまま集めておりますので、どれが要らないデータなのか分かりません。大量のデータを抱えて困って

いる企業がたくさんあります。このような状況がハイプ・サイクルに反映されています。

## 二、人工知能AIとは何か

(人工知能AIとは?)

AIとは何かについて、少しだけ大学の講義めいたお話をします。

まず、基礎の基礎ですが、AIというのはArtificial Intelligenceの頭文字を取ったものです。「人工知能」という日本語訳はよい訳だと思えます。ただし、AIの定義はかなり揺らいでいます。その証拠に、毎日、日経新聞などにAIの記事が載りますが、そのうちの半分ぐらいはAIとはあまり関係のない内容のものです。例えば、回帰分析や主成分分析などの統計手法を使ったサービスが、「AIを導入したサービス」として

紹介されているような例が多いように思います。

それが AI かどうかに関して、研究者の間でもかなり意見が分かれています。このため、世間一般で見方が揺らぐのは当然で、しばしば誤解、誇張、拡大解釈が行われているのが実情です。

そのような中で、コンセンサスがあると言えるのは、「人間並みの知的な処理をコンピュータ上に実現したもの」という定義です。この中には、「人間並み」とはどの程度のことを言うのか、「知的な処理」とは何を言うのかなど、二つの未定義語が含まれています。このため、完璧な定義とは言えません、特徴的なのは「コンピュータ上に実現したもの」という点です。ここから、AI とは、コンピュータ上でプログラムとして作られたものを指していることがわかります。まずはこの点を押さえておいていただければと思います。

(ダートマス会議)

AI は、一九五六年にアメリカで開催されたダートマス会議から始まっています。発起人は、マービン・ミンスキー、ジョン・マッカーシー、クロード・シャノンなどの情報理論、情報工学の大家たちです。ここからも、プログラムで AI を作ろうとする発想があることがわかります。

それから数えますと、AI には約六〇年の歴史があります。六〇年前にはまだインターネットは存在していません。ウェブもなければ、電子メールもなかった時代です。AI は、古くて歴史のある技術だと言えます。若いエンジニアの中には、「AI は新しい技術ではないのか」と言う人もいますが、そのようなことはありません。

しかし、AI は枯れた技術ではありません。ここで、「枯れる」とは、やれることは全部できてしまつて、これ以上やることがないような、コモ

ディティ化した状況を指しています。現状、AIはそのような状況にはなっていないません。つまり、できることはごく一部でしかなく、できないことが山のように残っているというのが、AIの現状です。

#### (強いAIと弱いAI)

ここで、「強いAI」と「弱いAI」についてお話しします。「強いAI」とは、例えば「鉄腕アトム」のようなロボットを作ろうとする立場です。要するに、人間並みに何でもでき、一部については人間を超えるようなAIを実現しようとするものです。「弱いAI」とは、そこまでは行かなくても、人間の知的な作業をサポートするようなAIを作ろうとする立場で、工学的な視点に立った考え方です。

過去を振り返りますと、最初、多くの人は「強

いAI」を目指していました。しかし、その後は、「弱いAI」の方に流れてきています。「強いAI」は難しいからです。

#### (シンギュラリティ)

最近、「強いAI」の復権という形で、汎用人工知能 (Artificial General Intelligence) やシンギュラリティが一部に流行っています。汎用人工知能とは何でも解決するAIを指しています。また、シンギュラリティとは、人間を超えるAIが出現する転換点を指しています。研究者の間にも、それなりにこれを志向している人がいますし、ビジネスサイドでは、このような考え方の信奉者がかなり多いように思います。

しかし、AIの研究者から見ると、シンギュラリティが到来するとの見方は噴飯物であると言えます。なぜなら、人間にとって簡単にできること

のほとんどが AI にはできないからです。例えば、言語が同じであれば、人と人は普通に音声でコミュニケーションをとることができます。これに対し、AI にはこのような音声によるコミュニケーションは完全にはできません。できていると発表している会社や大学がありますが、それは、あくまでもごく限られた範囲で人間並みのコミュニケーションがとれているだけのことです。

人間並みにできるものの典型的な例としてゲームが挙げられます。チェス、将棋、囲碁においては、AI は人間を超えています。チェスでは、二〇年前に AI が人間に勝っていますし、将棋でもこのところ AI が人間に勝つようになってきています。囲碁も同様で、アルファ碁は人間に勝っています。このような閉じた世界、つまりルールが決まっております、ルール以外の局面がありえない世界では、AI は人間並みの結果を出すことができます。

るようになりました。

他方、人間が暮らしている現実の世界は、ルールがあつてないようなものです。ルールが破られることもあれば、破られているのか破られていないのか微妙なケースもあります。このような世界では、人間がその場で判断しなければならぬことがたくさんあり、今のところ、AI はほとんど無力であると言えます。

先ほどハイプ・サイクルの上の方にある技術は過大評価されていると申し上げました。AI に関しては、まだ過度な期待が続いている状況です。これはあまりよいことではありません。なぜなら、現実が明らかになったときに、期待が一気にマイナスの方向に振られて、その技術に対する負の評価につながるためです。結果的に、その技術は、学術的、技術的、社会的に忘れ去られてしまうことにもなりかねません。AI は、しっかりし

た基盤を持った技術ですので、もしそのようなことになるとすれば非常にもったいないことです。AIをきちんと残していきたいというのが研究者としての願いです。

### 三、AIの簡単な歴史

#### (第一次AIブーム)

AIの六〇年の歴史の中で、概ね二〇年周期で三回のブームがありました。

第一次は一九六〇年代で、先ほど申し上げたダートマス会議のあたりから起きたブームです。

このブームの時期にパーセプトロンの研究がなされました。パーセプトロンとは、ディープラーニングのベースとなるニューラルネットワークの最も基本的なモデルです。ディープラーニングの基礎的な研究は一九五〇年代から始まっており、非

常に歴史のある技術であると言えます。

#### (第二次AIブーム)

第二次ブームには、日本が強くコミットしていました。通産省(当時)が莫大な予算を注ぎ込んで推進した、一〇年国家プロジェクトのICOT(新世代コンピュータ技術開発機構)に、コンピュータ関連の日本メーカーのほぼ全てが優秀な若手研究者を出向させました。その結果、何が生まれたのかについては賛否両論がありますが、少なくとも人材が育ったのは確かだと言われています。ちなみに、そのときに育ったエンジニアの約九九%は、今、大学の先生をしています。

この頃、多数のエキスパートシステムが作られました。例えば、医師の診断の際の思考をシミュレートして、機械に人間の代わりをやらせようとする研究が行われました。ルールベースと言われ

ますが、まず「AならばB」「BならばC」といったルールをたくさん入力します。これを受けて、機械は自動的に「AならばB」「BならばC」から「AならばC」という推論を行います。

高速かつ並列で推論を進めますので、人間よりはるかに速く正しい推論ができるはずでした。

ところが、専門家にインタビュウを行い、そこで聞き出したルールをプログラムに書いてコンピュータに載せようとしても、専門家から聞き出せないルールがたくさんあることがわかってきました。これは、言語化できない無意識の知識、つまり「暗黙知」です。体の動かし方など、スキルの領域がまさにそうです。例えば、自転車の乗り方を説明せよと言われても、うまく説明できません。また、誰もが二足で歩いていますますが、どうやって歩いているのか説明するのは困難です。

医師の診断も同様で、「何かわからないが、こ

れはこうだ」ということがたくさんあることがわかってきました。このようなことは、エキスパートシステムを作ろうとしなければわからなかったことです。この点は、一九八〇年代にAIが流行ったことよって明らかになった、人間に関する新しい知見であると言えます。

### (第三次AIブーム)

二〇一〇年頃から第三次ブームが始まりました。きっかけは、あるコンペティションでディープラーニングが圧倒的なトップで優勝したことです。ここから、米国のIT企業、いわゆるGAF Aを中心にいろいろな応用が始まり、ブームはいまだに続いています。

ディープラーニングと言っても、何が深いのか、わかっている方はほとんどおられないと思います。ディープラーニングは、日本では「深層学

習」と呼ばれています。この訳は秀逸です。つまり、ディープラーニングとは、深いことを学習するという意味ではなく、ネットワーク構造の層が深いことを意味しています。深い構造を持つておられますので、深いことを学習できるようになればよいのですが、実際にそうなっているのかはよくわかりません。

#### 四、第三次AIブームの特徴

##### (機械学習)

第三次ブームの特徴を一言で表しますと、ビッグデータと計算機パワーの高速化が相まって、効率的に機械学習（マシニング）を行うことが可能になったことです。昔は、一つの学習をするのに一ヶ月ほどコンピュータを回さなければならなかったのが、今や五、六時間の作業で済むよ

うになりました。加えまして、膨大なデータがそろうようになりました。この結果、コンピュータが経験から学ぶ、いわゆる機械学習が実用的なものになってきました。機械学習が使えるようになったことで第三次ブームが始まったわけです。

##### (機械学習の内容)

機械学習について簡単に御説明します。機械学習にはさまざまな種類があります。例えば、「教師あり」分類学習」「行動学習（強化学習）」「教師なし」クラスタリング」「半教師あり学習」「トランスダクティブ学習」など、一〇〇や二〇〇はあります。

その中でも、よく使われ、研究されているのは「教師あり」分類学習」です。「教師あり」とは、人間が答えを教えるものです。教師は基本的には人間です。なぜなら、人間だけが正解を知っ

ているからです。「分類学習」とは、分類を行う学習です。例えば、犬と猫を両方飼っていて、その写真を一年で五〇〇〇枚撮ったとします。その中に猫の写真が何枚あるのか知りたくなったりと、AIが猫と犬の写真を分類してくれたら楽に違いありません。

(教師あり) 分類学習では、「正解ラベル」が付いた「訓練データ (ラベルつきデータ)」を基に、猫と犬の違いを際立たせるような関数を探していきます。それが「判別関数」です。最も簡単なのは一次関数で、 $y = ax + b$  というものです。a という傾きと b という切片がわかれば線が引けます。これを n 次元に拡張したのが超平面です。

AI が判別関数を探すとき、簡単なものから始めて、徐々に複雑なものに範囲を広げていきます。複雑な関数になりますと、係数や次数が増えますので探索しなければならぬ範囲も広がります。

す。いかに速くよい関数を探すか、機械学習の研究者はこのことを日夜考えているわけです。膨大な計算法が提案されており、その良し悪しを巡って研究者がしのぎを削っています。

#### (統計的機械学習の例)

統計的な計算で判別関数を学習させる、サポートベクターマシン (SVM) と呼ばれる方法があります。正確には、最適化問題に帰着させて判別関数を解くものです。

黒丸と白丸という二種類のデータがあるとして、黒丸が犬の画像、白丸が猫の画像であるとして、その間に線を引いて左右に分けることを考えます。この線は、直線ではなく曲線でもよいのですが、まずは最も簡単な直線から考えます。これが、先ほど申し上げた判別関数です。

それでは、どこに直線を引けばよいのでしょうか。

か。黒丸が集まった領域と、白丸が集まった領域の間に、マージン領域と呼ばれる領域が存在します。人に聞きますと、ほとんどがその真ん中に直線を引こうとします。SVMの論文では、そうした人の直感が数学的にも正しいことが証明されています。

次に、直線の傾きと切片を計算しなければなりません。この計算に当たっては、優れた判別関数が高速で得られる方法が開発されています。学習された結果がよいため、いろいろな分野で使われ実際に役に立っています。理論的にきれいなアルゴリズムでも、よい結果が出るとは限りませんが、この場合はこれがうまく行った例と言えます。ディープラーニングが現れる二〇一〇年ぐらいまで、研究者は盛んにSVMを使っていましたし、今もよく使われています。

(ニューラルネットワーク)

SVMは、人間の頭の働きを全く考慮しないで作られています。数学的に答えが出ればよいわけです。しかし、人間は学習しています。例えば、昨日は飲み過ぎたから、今日は酒を控えようと考えたかもしれません。あるいは、何年前、ある状況である株式を買ったら値が上がったので、似た状況の今も同じ株式を買おうとするかもしれません。タイムスパンはさまざまですが、いろいろなタイプの学習をしているわけです。結果は保証できませんが、うまくいっている場合も多いのではないのでしょうか。

人間の脳には一〇億個から一〇〇億個ぐらいの神経細胞があり、その細胞の間に電流が流れています。あたかも導線につながった電子回路のように、電流が超並列で流れています。これを、ある種の計算を行っている状態と捉えて、同じような

メカニズムで機械学習ができるのではないかという発想が生まれました。これがニューラルネットワークと呼ばれる考え方で、脳科学や生理学と密接に結びついた研究分野です。なお、ニューラルネットワークとは脳の神経回路網のことです。

CTで神経細胞を撮って拡大しますと、丸い神経細胞からひものようなものが出ています。これがシナプス結合している導線とも言えるものです。この導線には、重みあるいは抵抗のようなものがついています。つまり、電流が流れやすい導線と、流れにくい導線があるわけです。加えて、導線には可変抵抗のようなものが付いており、それをひねると抵抗の値が変わることがわかっています。

これを簡略化し、入力層 (input layer)、隠れ層 (hidden layer)、出力層 (output layer) から成るモデルを考えます。入力層から入った信号

は、隠れ層を経て出力層まで一方向に流れます。

ニューロンは、流れてきた電流を合計し、それがある閾値を超えたら、次のニューロンに電流を流します。ニューラルネットワークの基本的な発想は、導線に当たるところについている可変抵抗を調整することによって、AIに学習させようとするものです。人間の脳のメカニズムの理解の上になり立っている考え方は。

先のモデルで、出力層の上方に出るのが犬の画像、下方に出るのが猫の画像であるとします。ある画像が入力され、先ほどのルールで電流が流れて、上の犬の画像に下の猫の画像より多くの電流が流れたら、入力された画像は犬の画像であると判定されることとなります。ところが、犬の画像を入力したにもかかわらず、猫の画像の方に多くの電流が流れたら、どこかが間違っていることとなります。その場合は、間違いを修正し答えが正

しく出るように、可変抵抗を微調整していきま  
す。この調整は後ろ向きに行われますので、バツ  
クプロパゲーション（誤差逆伝播法）と呼ばれて  
います。

学習した結果を「学習モデル」と言います。先  
ほどのSVMの学習モデルでは、判別関数は式の  
形で表されます。しかし、ニューラルネットワー  
クは重みの羅列であり、規模が大きくなります  
と、その数は約二億個にもなります。人間がそ  
のような数の配列を見ても、何もわかりません。こ  
のため、ニューラルネットワーク、あるいは  
ディープラーニングの学習結果は、ブラックボッ  
クスになっていてわからないとよく言われます。  
そこから情報を取り出して、可視化しようという  
研究も盛んに行われていますが、それほどうまく  
行っていません。その難しさは、脳科学によって  
脳を解明しようとするときの難しさに近いものが

あるように思います。

（ディープラーニング）

画像認識においては、CNNとプリーング層を  
ペアで重ねていくという方法が、今最もよく使わ  
れています。CNNとは、Convolutional Neural  
Network（畳み込みニューラルネットワーク）と  
言われ、細かい、ローカルな領域の情報を分散的  
に処理するものです。

また、プリーング層は、画像にモザイクをかけ  
てぼかすものです。ぼかすことによって、細かい  
違いがなくなり、少々回転していたり、大きさが  
異なっていたりしても、違いがわからなくなりま  
す。これは一般化、あるいは汎化と言われ、とて  
も重要な意味を持っています。例えば、人間とい  
う概念を学習するとき、目の前にいる特定の人の  
顔や髪型などは無用ですので、ぼかして認識する

ことに意味があるわけです。

この方法は、四〇年前、NHK放送技術研究所におられた福島邦彦先生が「ネオコグニトロン」という名前で発表されたものと構造的にはほぼ同様のものです。ディープラーニングで最もよく使われているCNNの原型を、日本人が作ったことは誇るべき事実ですが、メディアなどではあまり伝えられていません。もう一人の巨頭が甘利俊一先生です。この世界にはノーベル賞はありませんが、今申し上げたお二人は十分それに値する研究者です。

## 五、AIの得意・不得意

(AIの得意分野)

AIには、得意と不得意があります。AIが得意なのは、静的 (static) で閉じた (closed) 世

界です。今のところ、AIを導入しても、このような世界でしかうまくいきません。具体的には、(完全情報) ゲームと言われる囲碁、将棋、チェスがこれに当てはまります。物理的な世界で申しますと、屋内環境がこれに当てはまるように思います。例えば、今、講演会を行っている会議室の中で起こり得ることは概ね予測可能です。

(AIの不得意分野—自動運転)

今申し上げたのとは逆の世界が、AIの不得意分野です。AIは、屋外環境は不得意です。いったん屋外に出ますと、例えば、どこからどのような車が走ってくるのかを予測することは困難です。

このため、車の自動運転は難しいと考えられます。大手自動車メーカーの自動運転の担当者も、「レベル5 (完全自動運転) はファンタジーだ」

と言っていました。レベル3もかなり怪しいと言われています。中国の企業が「レベル5ができた」と言っていました、おそらくできていないでしょう。

しかし、自動運転が役に立たないわけではありません。得意な環境に限定して使えばよいわけです。屋外にも静的 (static) で閉じた (closed) な環境があります。一例として地域の巡回バスが挙げられます。今、買い物難民と呼ばれる高齢者が増えています。このような高齢者のために巡回バスを走らせている地域がありますが、こうしたバスであれば自動化できる可能性が高いでしょう。なぜなら、巡回範囲が狭く、道もほぼ決まっておりますので、屋外と言っても静的で閉じた世界だからです。私の予測では、一〇年経ってもこれ以上のことはできないと思います。

なお、空を飛ぶドローンであれば、基本的に障

害物がなく静的で閉じた世界ですので、自動運転を導入できる可能性が高いと言えます。

#### (AIの不得意分野―常識)

AIが不得意な分野として注目していただきたいのは「常識」です。AIには常識がありません。私たちの周りにも常識がない人は確かにいますが、そのようなレベルではありません。常識がゼロなのです。

まず物理的常識がありません。ACMという米国の権威ある学会誌の表紙に、ロボットが木の枝に座り、その枝をのこぎりで切っている写真が載りました。ロボットは、枝の幹に近い方を切っています。これを見たら、一〇〇%の人がすぐにおかしな座り方をしている」と感じるはずですよ。人間はこのような座り方は決してしません。なぜなら、枝が切れたら自分も落ちてしまうこと

がイメージできるからです。人間であれば、ニュートンの運動方程式を解かなくてもすぐにわかることが、AIにはわからないわけです。

別の簡単な例を挙げますと、手のひらにポインターを置いて、左右に手を振りますと、ポインターも一緒に動きます。しかし、軽いティッシュペーパーを載せて振りますと、ティッシュペーパーは落ちてしまいます。人間の場合は、運動方程式を解くまでもなく、すぐにこのことがイメージできます。しかし、AIの場合は、このような物理的常識がありません。

AIには社会的常識もありません。NGワード集というものがあります。例えば、今日の講演会のように、聴衆が金融関係者の場合に言ってはならない言葉があるでしょう。あるいは、民間企業の方の前で、競合他社を褒めるようなことは避けた方がよいでしょう。また、セクハラ、パワハ

ラ、アカハラなどと受け止められないよう、相手によって言葉遣いに注意が必要です。

言ってはいけない言葉は、時と場所によって変わります。これを全てAIに教えないと、空気が読めない、常識がないと言われて、社会に入っていくことができません。しかし、仮にそのようなことをしようとしても、インプットすべき内容が膨大で、実際には非常に難しいことがわかりいただけだと思います。

#### (ディープラーニングAIを騙す画像)

ディープラーニングAIを騙す写真があります。人の目には、単に細かい点をランダムに打った絵のようにしか見えません。しかし、あるディープラーニングで学習したAIは、この絵を見て、「コマドリが写っている」と確信度九九・七%で答えました。もしこれを見て、鳥が鮮明に

見えた方がおられたら、脳関係の病院に行かれた方がよいかもしれません。人の目にコマドリと見えるようなことは、それぐらいあり得ないことと言えます。

この写真は、AIをだまして、AIが鳥と認識するような画像をわざわざ作ったものです。ここで申し上げたいのは、ディープラーニングの性能は上がっていますが、AIは、人間が行っている認識とは異なったやり方で画像を認識している場合があるということです。常にそうとは言えませんが、この例に当たるようなものを見つけようと思えば、見つけることは可能です。

最近、顔認証によってサインインするスマートフォンが出てきています。そこでは、AIが使われておりますので、ひよっとすると、世界中のあらゆる人の顔にマッチするような顔、つまり、マスター顔とでも言うべきものが作られる可能性が

あります。それは、おそらく、人間の目には人間の顔とは見えず、むしろ、ランダムドットのような形をしているのではないのでしょうか。人間であれば、顔以外の画像を見て本人と認証するようなことは決してありません。セキュリティを確保するためにAI技術を使おうとしますと、AIが簡単にだまされてしまう可能性があることに十分留意しなければなりません。

## 六、AIで変わる社会

### (医療分野)

AIの画像認識はいろいろなところで社会導入されており、特に医療分野での利用が注目されています。

これまでは、医師が内視鏡を使って目視でポリープを見つけたら、それを生検に出して、悪性

であればがん腫瘍、良性であれば単なるポリープと診断してきました。医師にとつても、ポリープを見つけてすることはそれほど簡単ではありません。そこで、これをAIにやらせようという研究が進められています。ポリープが写っている画像と写っていない画像を分類するものですから、先ほどの犬の画像と猫の画像を分類するのと原理的には同じです。

また、CT画像やレントゲン画像でも同様のことが可能です。定期健診でバリウムを飲んで胃の検診を受けますと、一人で五〇枚ぐらいのX線画像が撮影されます。それを放射線科の医師が目視で診断するわけですが、担当する医師の数が不足しているのが実情です。今後は、撮影枚数が大幅に増えると言われています。また、人間がやりやすくと見落としが避けられず、単純作業の繰り返し返しが嫌になって離職の呼び水ともなりかねません。

このため、この分野でもAIの活用が進んでいきます。

この分野でAIの活用が可能になるのは、胃の検診であれば胃以外のものが写ることがないためです。ここでは、鳥が写真に写るようなことは決してありません。これは静的で閉じた世界です。AIの活用にあたっては、限定することが非常に重要になってきます。

#### (その他の有望な応用分野)

その他、会計関連や、意思決定の支援分野にAIの活用が広がっていくことが考えられます。

これに関連して好ましくないと思うのは、軍事における意思決定の支援にAIが利用されることです。戦場では、目の前に現れた人を撃つかどうか、一瞬のうちに判断しなければなりません。今後は、敵か味方かを判定するのはAIに任せて、

人間は撃つだけになるかもしれません。さらに、撃つことも含めて全てをロボットに任せるようなことが起こりうるかもしれません。そのようなことは是非はこれからどんどん議論されることになるでしょう。

最近、インダストリー四・〇という言葉が使われるようになりました。これは、簡単に申しますと、工場全体を半自動化して最適化しようとするものです。いろいろな手法がありますが、AIの活用になじみやすい分野と言えるのではないかと思います。

#### (精密農業)

もう一つのAIの導入例として、精密農業(Precision Farming)の分野を取り上げます。日本に限らず、世界のどの国でも農業はあまりうまくいっていません。畑や田んぼによって収穫高が

バラバラであるため、いかに収穫高を均一化するかが大きな課題になっています。生産量をコントロールできれば、販売価格もコントロールできるようにするためです。

農業の中でも、液体だけで土を一切使わない植物工場のような完全に管理されたところ、つまり、静的で閉じた世界では、AIを活用することが可能です。

他方、これまで屋外でAIを活用することは非常に難しいと考えられてきました。しかし、最近、屋外でのAIの活用が進む兆しが見えてきました。リモートセンシングの活用によるものです。これまでですと、土の状態や植物の生育状況を計測するには、人間が現場に行く必要があります。それが、近年、ドローンに載せた特殊なカメラから畑全体を撮って、その画像を解析することで、作物の生育ぐあいを把握することができ

ようになりました。これがリモートセンシングです。それを基に、AIを活用して、どの畑に、いつ、どれぐらい肥料を与え農薬を散布すればいいのかが計算できるようになりました。さらに、肥料や農薬の使用を抑え、まちなちだった収穫高をそろえることも可能になってきています。アメリカにおける試算によれば、二〇二三年に精密農業市場は一兆円規模になると言われています。

日本の場合、農家一戸当たりの所有農地面積が小さく、フランスの一〇分の一ぐらいしかありません。リモートセンシングはマスでないと難しいため、この点が改革されないと、日本では精密農業はなかなか進まない可能性があります。なお、近年、田舎に引越して農業に従事する若い人が増えています。また、イスラエルのAIベンチャーがわざわざ日本に来て営業を行っているとも聞いています。こうした新たな動きが相まっ

て、日本でも、精密農業が広がってほしいと思います。

## 七、AIと協働する未来社会に向けて

### (AIRリテラシー)

AIが目の前課題に使えるのか使えないのか、あるいは、使える場合には、どのAIが最も有効なのかなどについて目ききができることを、私どもは「AIRリテラシー」と呼んでいます。

データサイエンティストとも近いのですが、今後はAIRリテラシーが非常に重要になってきます。

今、大学の工学部情報工学科では、必ず一つはAIの授業が行われています。しかし、そこで教えられるのはAIのアルゴリズムで、AIの使い方はほとんど教えられていません。現状は、

自動車教習所において、自動車の乗り方を教えないで、延々とエンジンのメカニズムを教えるのに近い状況ではないかと思えます。授業を聞いている人は、AIの出身より、今の課題にAIをどう使えるのかを知りたいはずなのに、全くそれが教えられていないわけです。新しくAIに特化した大学院を整備しようとする動きもありますが、そこでも、AIと関係のない先生ばかりが集まっています。

改めて、AIリテラシーを持った人材をきちんと育てなければならぬことを強調したいと思えます。

#### (AIが人間の労働を再定義)

三年ほど前、オックスフォード大学のある准教授と野村総研の研究者が共同研究を行い、将来、日本の労働人口の四九%の仕事がAIで代替され

るというショッキングなレポートを出しました。

しかし、この研究に参加した研究者の話聞きますと、このレポートは、四九%の人の仕事が完全になくなると決めつけたものではなく、いろいろな条件が全てそろった場合に、最大で四九%の仕事がAIによって代替される可能性があることを指摘したものに過ぎないということでした。彼によりますと、レポートで本当に言いたかったことは、自分の会社や部署でやっている仕事のうち、どの部分がAIによって代替できるのかを意識して働いた方がよいということだったようです。つまり、今の働き方に警鐘を鳴らそうとしたものだったわけですが、結果的に、どんどん拡大解釈されて広がっていきました。

私も、その意見には全く賛成で、人がやっている仕事が丸ごとAIによって代替されるようなこととはほとんど考えられません。シンギュラリティ

と同じぐらい考えにくいことです。ただし、人の仕事の一部は AI によって代替されます。それほどの部分なのかを考えないと、組織や自分の仕事を最適化することはできません。そうした意識はぜひ持っていたいただきたいと思います。

（AI が人間の仕事を代替？）

具体例としてコンビニ店員の仕事に着目します。ウィキペディアによれば、コンビニの店員の仕事は、レジ打ちの他にも、商品の品出し、タバコ、切手・収入印紙などの販売、宅急便の荷物の受け取り・お届け、商品の発注、おでんの仕込み、中華まんなどの販売、床・トイレ・駐車場の清掃、ごみ処理など、枚挙に暇がないほど、細かい多様な仕事から成っています。この中で、商品の品出し、おでんの仕込み、床・トイレ・駐車場の清掃、ごみ処理は、少なくとも今の AI にはで

きない仕事です。

中でも、おでんの仕込みが典型です。AI にとって難しいのは、おでんの具をトングでつかんで、仕切りのある鍋に入れる作業です。おでんにはいろいろな具がありますが、特に豆腐が難しいように思います。人間であれば、豆腐の重心を外さずにつかむことができます。しかも、落とさず、めり込むこともないような、適度の力でつかむことができます。しかし、AI にとっては、こうした人間にとって何でもないことが難しいのです。

アマゾンの倉庫はほとんどが自動化されていますが、棚にある商品をつかんで箱に入れる作業、つまりピッキングの作業はまだ人間がやっています。苛酷な作業ですので、できればロボットにやらせたいところですが、まだできていません。つかむという子供でもできるような作業ができない

わけですから、AIはまだまだであると言えま  
す。

(これからのAI)

これからのAIと人間の共生の理想形について  
申し上げます。

一枚の写真があります。ここでは、二人の人間  
が、それぞれパソコンとチェス盤を前に置いて、  
向かい合って座っています。チェスをやっている  
場面です。彼らは、人間対人間でチェスをしてい  
るわけではありません。パソコンのAI同士が  
チェスをしているのでもありません。この場面  
は、人間とAIがチームを組んでチェスの対戦を  
しているところです。アドバンストチェス、ある  
いはフリースタイルチェスと呼ばれるもので、か  
なり流行っています。なぜかはわかりませんが、  
今のところ、人間とAIの混合チームの方が、最

強のAIよりやや強いようです。

これは、AIと人間が役割を分担し、協調して  
問題の解決に当たっている状況です。役割分担の  
仕方にルールはなく、プレイヤーに任されていま  
す。実際には、以下の二つのパターンのうちの一  
方を選択されるようです。その一つは、まずAI  
により手を考えさせて、出てきた一〇手ぐらいの  
中から最終的に人間が選択するというものです。  
これは、人間が主でAIが従のケースです。もう  
一つは、まず人間が一〇手ぐらいの手を考えて、  
その中から最終的にAIに選択させるものです。  
これは、AIが主で人間が従のケースです。これ  
らの二つの選択のいずれがよいのかに正解はあり  
ませんが、どちらを選ぶかという点にプレイヤー  
の個性が出るようです。

ここで紹介したような関係が、将来の人間とAI  
の望ましい関係と言えるのではないかと思いま

す。

(協調する人とAI)

別の写真に、工場で、人間がロボットにやすりがけか何かの作業を手とり足とり優しく教えているシーンが写っています。このロボットは、バクスターと呼ばれる上半身だけのヒューマノイド型ロボットです。一台につき約三〇〇万円を導入することが出来ます。アメリカの工場ではかなり導入が進んでおり、もう少し単価が下がりますと、もっと普及が進むだろうと思います。しかし、このようなロボットが導入されても、工場の全プロセスをロボットで置き換えるようなことは無理と言わざるをえません。

もう一つ、自動車について申し上げます。今の自動車はほとんど電子パーツから成っていると云っても過言ではありません。このため、配線が

非常に複雑になっており、これをフレームに埋め込む作業はまだ人間でないとできません。自動車の組み立て作業は、人間が一部をやって、ロボットがその他の部分をやるという形にならざるを得ず、それが最も無理のないやり方です。要は、人間とロボットが仲よくやっていくことが重要になってきます。

ここから、どうすればロボットやAIが人間のコミュニティや社会にうまく溶け込めるかということが研究テーマとして現れてきます。これが、私どもの専門である、ヒューマン・エージェンツ・インタラクション、あるいはヒューマン・ロボット・インタラクションと呼ばれる分野につながることとなります。

(AIと人間の相互理解)

最後に、会津若松城の日帰りパッキングツアーのP

Rビデオをご覧ください。ここでは、人間の代わりにAIEージェントが説明しています。

AIEージェントは、パッケージジッターの説明をする中で、腕をキュツとやる仕事をします。この仕事はキュートジェスチャーと呼ばれ、ユーザーをよい気分にさせる効果があります。ただし、その効果は、ユーザーの性別や年齢等によって大きな差があります。一般的には女性に大きな効果があり、反対に、理系の男性にはほとんど効果がありません。

先ほどのAIEージェントは、会津若松城に関する歴史的な説明をうまくやっていました。さらに、ユーザーをよい気分にさせる仕事をしていました。この二つがそろると購買意欲が上がることで、社会心理学において明らかになっています。

このAIは、自分がこうすれば人間がどうなるかがわかった上で、そうしているわけです。

つまり、AIと人間がうまくやっていくためには、相互理解が不可欠だということです。ここでの「理解」とは、相手のモデルを持っていて、それを基に予測ができるという意味です。実態の一面しか捉えていないかもしれませんが、工学的にはそれを「理解」と呼んでいます。AIの側からそれをやっているのが、先ほどのAIEージェントです。

AIと人間の相互理解という意味では、人間にとって理解しやすいAIが重要になってきます。これについては、今、「説明可能なAI」(XAI (Explainable AI))の研究が動き出しておりますので、今後の進展を期待したいと思います。

#### (情報提供)

現在、拙著が二冊、発売中です。一つは、『本当は、ずっと愚かで、はるかに使える―近未来人

工知能ロードマップ』で、もう一つが、小野哲雄北海道大学教授との共著の『マインドインタラクシオン AI 学者が考える《ココロ》のエンジェント』です。特に前者は簡単に読めますので、御興味があればぜひお読みください。

国立情報学研究所では、共同研究、技術顧問、学術指導を希望される方を随時募集しています。研究成果の社会還元という趣旨で行っているものですので、御興味のある方がおられましたら、ぜひお申し出いただければと思います。

以上です。(拍手)

**増井理事長** 今日、AIについてわかりやすく御説明いただきありがとうございました。

若干お時間を残していただきました。せっかくの機会ですので、御質問等がありましたらどうぞ。

**質問者 A** 最後に Explainable AI のお話が出ましたが、これはどれぐらい現実性があるのでしょうか。

**山田** 研究が始まったのは四年ほど前からです。幾つかのやり方がありますが、大きな動きとして、ディープラーニングの学習結果を可視化しようとする研究があります。簡単に申し上げますと、画像のどのあたりを見て分類できているのかをヒートマップで表そうとするのが今の主流です。もう一つ、自然言語で文章として説明を生成するところにも切り込みつつありますが、今のところ、きちんとした形ができていくわけではありません。なお、Explainable AI にどの程度の実用性があるのかはよくわかりませんが、分野によっては、一定のところまで行けば十分だということはあるように思います。

**質問者 B** 今の AI に得意不得意があることはよ

くわかりました。新聞などでは、量子コンピュータの研究が進められていると言われますが、それによって爆発的にハードの性能が上がったら、世界はさらに大きく変わっていくのでしょうか。

**山田** まず申し上げたいのは、計算は無限には速くならないことです。仮に速くなったとしても、今のAIで難しいとされている問題と比べますと、まだまだ遅いと言わざるをえません。例えば、先ほどAIには常識がないというお話をしました。常識を教えようとしますと、インプットすべき情報は膨大で、そもそもどれだけあるのかさえわかりません。どれぐらいのスピードで計算できるコンピュータがあればよいのかも、見積りさえできない状況です。ある種の最適化問題は別にして、量子コンピュータの恩恵を直接受けられる分野はそれほど多くないのではないかと思います。

**増井理事長** そろそろ時間ですので、今日の講演会はこのあたりで終わらせていただきたいと思います。

山田先生、わかりやすい御説明をいただきありがとうございます。（拍手）

（やまだ せいじ・国立情報学研究所教授  
人工知能学会前会長・顧問）

（本稿は、令和元年九月二日に開催した講演会での講演の要旨を整理したものであり、文責は当研究所にある。）

山 田 誠 二 氏

略 歴

1989年大阪大学大学院博士課程を修了後、同大学助手、講師、1996年東京工業大学大学院助教授を経て、2002年より現職。専門は人工知能、HAI ヒューマンエージェントインタラクション。ここ10年の研究テーマは「人間と協調する人工知能」であり、現在 HAI、IIS 知的インタラクティブシステムを中心に様々な研究プロジェクトを推進中。人工知能学会前会長・顧問。