



人工知能が もたらす 未来の「スマート」

文 西田豊明

はじめに

いまちよつとした人工知能ブームだ。わが社こそは人工知能のリーダーだといわんばかりの企業キャッチコピーを目にすることが多くなっているし、テレビや新聞でも人工知能関連の話題がよく取り上げられるようになった。25年ほど前の冬の時代を耐えて、虎視眈々と復活のチャンスを狙ってきた人工知能研究者にとって、最近の情勢はこの世の春とも見える。実際、ビッグデータとクラウドコンピューティングという、人工知能技術を実装し、社会に普及させるために必要な土壌が出来上がっているという点では、このブーム

は実質を伴うものである。さらに、こうした土壌を背景にしたディープラーニングという新しい機械学習技術は人工知能研究者たちがこれまで想像していたレベルをはるかに超えた「スーパー知能」を実現する可能性をもたらしている。

1 これまでの人工知能

知能を人工的に再現することは、昔から人々の夢であつたらしく、機械仕掛けのからくり人形などにその痕跡をみることができている。人工知能——コンピュータによる知能の再現——の研究

たり、言語翻訳をしたり、さらには、経験を通して自分の力を向上させたりできる人工知能を作るための一通りの試みが行われた。1970年代前半ころまでの人工知能研究を第1期とするならば、それはまだ弱いコンピュータを前に、さまざまな夢が語られ、それが簡単なプログラムとして実現される人々を驚かせる一方で、そのようなのは人間のレベルに到達し得ないと真面目に批判する人もいる播磨期であつたといえる（*1）。

1970年代からは、人工知能の手法を体系立ててコンピュータに実装するための理論と技術の体系づくりへの本格的な取り組みが行われるとともに、そうした技術を応用して専門家レベルの作業をさせてビジネスに活用するなどの試みが行われたが、夢を追って過大な予言をしすぎたことへの反動もあり、1980年代後半から1990年代は（人工知能の）「冬の時代」とも呼ばれている。面白いことに、この時期はバブル経済の崩壊の時期とも重なる。一方、この冬の時代は、現代の人工知能ブームの原動力となった機械学習とデータマイニングの研究が本格化し、大きな発展を遂げた時期でもある。1995年には、それまでの人工知能技術を網羅的に記述した人工知能教科書の決定版が出版された（*2）。播磨期以降、2000年までの人工知能を第2期と位置付けるならば、それは

2 現代の人工知能

いまの人工知能で主流になっているアプローチは、データの中に現れる法則性やパターンをコンピュータが自動的に発見して、自らの知能を高めていくという機械学習・データマイニング手法だ。こうしたプログラムに与えるデータは、ビッグデータという言葉に象徴されるように、センサーとネットワークの低コスト化で、いまやふんだんに手に入る。また、プログラムの方も、主要な手法が論文や教科書で公開されているばかりでなく、インターネット上にわかりやすい解説が出回り、さらには、ダウンロードしてすぐに実行できるような形で公開されるようになってきている。

今回の人工知能ブームは、2010年前後からだろうか。2011年春にIBMの人工知能システムWatsonがクイズ番組「Jeopardy!」人間のチャンピオンに勝つたことや、Google社などからロボットカーなどが相次いで発

いまや身近なスマートフォンからロボット、ビッグデータまで、社会のスマート化を下支えする人工知能は一般社会に浸透し、日常生活においても欠かせないものとなりはじめている。想像をはるかに超えるテクノロジーのさらなる進歩は、今後、人間社会にいかなる影響をもたらすのか。人工知能の発展や特徴を踏まえつつ、新たな生活創造のあり姿を考察する。

Nishida Toyoaki

にしだ・とよあき／京都大学大学院情報学
研究科教授。1954
年、京都府生まれ。専
門は人工知能、会話情
報学、社会知デザイン。
奈良先端科学技術大
学院大学教授、東京大
学教授などを経て現
職。著書に「インタラク
ションの理解とデザイ
ン」（岩波書店）など。

人工知能の歴史とエポックメイキング

1956	ダートマス会議	出現して間もないコンピュータに、人間のように知的な情報処理をさせたいと考える草分けの研究者たちが集まって、人工知能という研究分野のアイデンティティを確立した夏合宿会議
1958	人工知能用プログラミング言語LISP	当初は数値計算に使われていたコンピュータを記号的な情報処理にも利用できるようにしたプログラミング言語。第2期の人工知能の研究基盤として、研究分野発展の原動力となった
1961	記号積分プログラムSAINT	発見的探索という手法を用いて大学初年生並みの不定積分ができた。MacsymaやMathematicaなどの数式処理ソフトへの発展の起点になった
1966	擬似対話システムELIZA	簡単なパターンを用いて、対話をしているようにみせるプログラム。対話に参加している人間の意味解釈の力の重要性を気づかせた
1971	自然言語理解システムSHRDLU	コンピュータグラフィクスでシミュレートされた「積み木の世界」で、英語表現を状況や変化と対応づけて理解して動作する「ことがわかる」CGで表現されたロボットアームを実現した
1974	エキスパートシステムMYCIN	「こういう場合はこうする」というルールをたくさん集めることで、限定された範囲ならば専門家に匹敵するパフォーマンスを出せることを示唆した。第2次AIブーム(確立期)の起点の一つ
1985	絵を描く人工知能アーティストAARON	絵画という創造を要する領域でも、知覚に訴える表現の技法を捉えられれば作品を生成できることを示した。創作のプロセスを理解するための研究として重要
1989	自律走行自動車ALVINN	ニューラルネットワークを使った画像認識によって、道路の視覚的特徴をハンドル操作に対応づけるレーン追跡方式の自律走行車の草分け
1997	チェスコンピュータIBM Deep Blue	スーパーコンピュータで、かなり先まで駒の動きを予測し、膨大な可能性のなかから最善手を推定することで、チェスの世界チャンピオンに勝る棋力を実現できることを示した
2004	NASAの火星探査ロボット Mars Exploration Rover (MER)	利用可能な資源を使って、与えられた状況においてミッション達成のための最善の行動計画を立案する人工知能システムMAPGENが搭載された火星探査ロボット
2011	Googleの自動運転車	センサー情報、GPS情報、地図データを総合して、道路状況を認識しながら走行する。重い責任が問われる生活空間での実用レベルに達した人工知能の草分け
2011	質問応答システムIBM Watson	クイズ番組で出題される問題文を読解し、膨大なデータに基づいて解答を生成する。解答の確信度に基づく戦略的な行動もする。2011年に人間のチャンピオンに勝った
2011	音声アシスタントApple Siri	汎用性が高く、天気予報やカレンダーなどのアプリとも連携する音声対話システム。iOSに組み込まれて一般消費者にリリースされ、実際に使われ始めた
2013	DARPAのロボティクスチャレンジ	災害救助の領域で高度な自律制御機能をもつヒューマノイドロボットのコンテスト。Atlasロボットなど、ユーザが高度な人工知能を組み込める研究用共通基盤が登場した

揺籃期

確立期

繁栄期

りがあげられる。いわゆるビッグデータと呼ばれる時代に突入し、昔のスーパーコンピュータに匹敵するコンピュータを内蔵し、地球上にくまなく張り巡らされたインターネットに接続できるスマホは当たり前前のものになった。人々はそれをさも当たり前ものとして受け止め、さらに高度なスマートデバイスを求めている。人工知能がそれにこたえる手段の一つになっているのは明らかだ。

第二に、人工知能の実現と頒布のための標準的なプラットフォームの充実があげられる。人工知能実現の基盤となるコンピュータとインターネットの業界は、プラットフォームにパリエーションが少ないという点に大きな特色がある(※3)。ユーザはコンピュータの価値はその上で実行できるソフトウェアとコンテンツであることを知っており、プラットフォームとなるコンピュータは標準的なものを買う傾向にある。他方、メーカーは、標準となるプラットフォームに専念して高性能・低価格化に集中してきた。これにより、ICT産業全体として無駄な重複を大幅に避けることができたため、トランジスタの集積度が1・5年で2倍になるという成長(これをムーアの法則という)は48年かけて32サイクル続き、性能は当初の2倍、つまり、42億9496万7296倍の規模になった。ムーアの法則はもう理論的に限界だという声を

何度もくぐり抜け、止まる気配を見せない。これによって、大多数の一般消費者が小型の高性能コンピュータを所有し、ちょっとした人工知能プログラムなら手元で実行できるようになった。一方、情報ネットワークも高性能化が進み、ギガバイト級のデータでも一般消費者が無理なくダウンロードできるようにになった。また、一般消費者の手元のコンピュータでは手に余る場合は、クラウドを通してデータを強力なサーバに送って処理することもできる。さらには、インターネット上のコンピュータをつないで超大型計算ができるようになった。これも、標準化が支配する世界であることは言うまでもない。つまり、企業が人工知能サービスを開発して、消費者の手元に直接届けるための土壌が成熟している。

第三に、技術進化が加速しているという点があげられる。標準化思想が浸透すると、本質的に同じものが異なる形で実現されるといふ開発の無駄がなくなり、開発エネルギーは機能と性能の高度化に集中する。オープン(誰にでも開かれていること)でフリー(無料)という考え方の広がり技術進化を速めている点も見逃せない。ハードウェアにもソフトウェアにも原則はオープンでフリーという考え方がいきわたり、技術の囲い込みは大きなメリットにつながらないという考えも共有されている。オープンでフリーなマーケ

ットは、新規参入を容易にし、競争の質を高めている。実際、有用な理論は実装されて公開され、部品として使えるようになっていけばかりでなく、我こそはと思う人たちは、自らの理論をアルゴリズム化・ツール化して公開して、自分への投資を待つのが普通になってきている。

第四に、1990年代から台頭してきた新しい人工知能理論が現在の超高速コンピュータとビッグデータの時代に適している点があげられる。新しい人工知能理論は、過去に数学で積み重ねられた連続数学と統計学を基盤としたものであり、高品質化・高性能化が期待できる。これによって、人工知能応用はおもちゃからリアルに大きくグレードアップした。我々のあらゆるサービスがデータ化されるようになってきているので、データで表現されたサービスを人工知能エンジンにかけて、新しい要求に対して過去の事例に基づき蓋然性の高いソリューションを計算するだけでなく、マーケットの動向も推定できるようになってきた。

3 これからの人工知能

今後研究開発が進むと、人工知能は「サービスの(模倣的)複製」という形で進んでいくことが予想される。原

評価可能なサービスが複製できるようになる。これからの人工知能による模倣力ほどの程度のものか？ たかが真似をしているだけだとあなどってはいけない。十分な量のデータがあれば、模倣的手法に少しだけ知的な情報処理を加えると、その技能に関わる平均的な人間の技能を簡単に超えられるどころかかなり上の方まで行けてしまうというのが、21世紀になってからの人工知能技術でわかってきたことだ。

現代のマスコミで人工知能が頻繁に取り上げられるのは、いまや研究者の想像していたレベルを超えた人工知能が社会に大きなインパクトをもたらしたことに人々が気づき始めてきたからだ。

指数的に発展していくコンピュータとともに人工知能も指数的に能力を高め、2045年には人間の知能を抜き去り、その後人間には理解できないほどの知的な存在になり、ついには人類を支配したり、滅ぼしたりしかねないという長期的な懸念（「技術的特異点問題」「2045年問題」と呼ばれている）もあるなかで、我々の日常生活により関わりの深いものは、人工知能に代表されるテクノロジーの進歩が職業を奪うという議論だ。これからどんな模倣によるサービス複製の範囲が広がり高度化していくとともに、そもそも高品質のサービスを低コストで受けたいという我々の願望がある限り、こ

れまで人の手によってなされてきた数多くの仕事は超ハイテクを活用した人工的手段に置き換えられていくことは必然的な道筋だろう。それが失業に代表される社会的な軋轢を生みださないように、社会として十分に注意しなければならぬことは言うまでもないが、その代わりに、自分や家族の生活を守るために、自分の時間と活力を望ましいことのために切り売りするといったことが人間社会からなくなっていくとすれば、長期的には歓迎すべきことだと考えられなくもない。

そもそも現代の職業には、賃金を得るということ以上のものとして自分と仲間と業を営んで夢をかなえていくための手段であるという意義があるが、サービス複製のテクノロジーが広がることで、その可能性もどんどん大きくなっていくだろう。

自分の隣に模倣能力にたけた「AI弟子」がいて、自分が試行錯誤して得た技能をまねて再現してくれるようになった状況を想像してみよう（左頁イラスト参照）。人間の役割は、何かに一所懸命取り組んで、新しい調理法を切り拓く、新しいダンスのステップを創作する、新しい補修の技を編み出す、等々をすることだ。つまり、人間は師匠として、新しい技、その背後にある価値観やものの見方を教え、AI弟子はそれを再現して広める。ほかの人はAI弟子から技能を教えるもらったり、

さらには、AI弟子を高度化したり、複数のAI弟子を組み合わせて複合的なサービスを創り出したりできる。目標設定は全く自由である。これまでにない新しいテーマを追い求めることばかりでなく、これまで人が取り組んできた人間社会を支える仕事を出発点として、より効率的に、より高いレベルで実現できるようにすることも重要な取り組みである。

4 生活者にとつての人工知能

人間が新しい価値と技を生みだし、サービスを複製でそれを人工的な手段で実現できるようになるという社会ではどのようなことが重要になるだろうか？ 第一には、人間社会に貢献すること。人々が困っている問題を解決したり、人々を楽しませたりすることがあげられる。第二には、スポーツや科学に代表されるように、人間社会の中でナンバーワンになること。同じ人間として、あることでだけ秀でることができるとか挑戦すること、実際にナンバーワンになった人を讃えることは、我々の心の奥深くに組み込まれているように思われる。

現代のメディアは、単に「いいね」ボタンを押したり、閲覧したりするだけでもそれを感じて、人間社会に対する貢献をポイントとして精密に数量

化できる。「いいね」ボタンでサービスを評価したり、ブログに自分の感想を書いたりするのも現代らしい貢献だが、現在の情報技術は「みんなの技術」という側面を多分にもつので、思いを形にするというアプローチもある。資金がなくても、試作品を作ってKickstarterのようなクラウドファンディングのウェブサイト投稿して事業化のための資金を投資してくれる人

を募ったり、「技術を持ち寄ってこんなものをいっしょに作ろう」とSNSで呼びかけて、運動を起こしたりするなど、困難はあるものの新しい道ができていく。

これからは誰でも自分独自のサービスを人工知能化して世に問うことができる時代になっていくだろう。実際にそれで収益につなげるまでには淘汰の「山」や「谷」や「海」を超え、連戦

連敗に耐えなければならないが、種ごとに世界の頂点の座が一つしかない競技世界とは異なり、他人の気づかないことをやりとげてあつと言わせるという手法は常に残されている。改めて新鮮な目で我々の周りを見回してみると、隙間は山ほどあるし、知識の進歩に従ってますます広がっていくだろう。例えば学校の教材は、これまでは手薄な領域であったが、ICTの技術で教材交換サイトができると、実にユニークな教材が登場するようになってきた。

人工知能技術によって教材そのものに高い知能をもたせて、学習者が楽しめるようにするといった新たな方向もある。人工知能技術は、これまで人手不足で手が回らなかった、「かゆいところに手をのばす」ことを可能にする。科学技術の世界では、皆がうすうす気づき始めたことを形にした人が天才と呼ばれて尊敬されるので、そのあたりを狙うこともいいかもしれない。

人工知能の進歩により「しなければならぬ義務」としての仕事がなくなくなっていくことで、人間は墮落してしまふのではないかと懸念する声もあるが、心配無用だろう。墮落にはいざれ飽きがある。生活を心配せず何かに打ち込めるようになるとしたら、それはとても充実して楽しい日々になるだろう。まずは、模倣マシンの師匠としての自分を確立することだ。



AIは、いろいろな師匠に弟子入りして、やがてはどの師匠より上手になって、私たちの生活を支える日も近いかもしれない。

(*1)「コンピュータには何ができないか」(ビューポート・ドレイファス著、黒崎政男、村若修訳、1992年「原著1972年」、産業図書)

(*2)「エージェントアプローチ人工知能第2版」(スチュワート・ラッセル、ピーター・ノヴィク著、古川康一監訳、2008年「原著1995年」、共立出版)

(*3) 理論的には、コンピュータはアラン・チューリングが考案した万能チューリングマシンを電子的に実現したものであり、規模の問題を除けば原理的には互いに完全にシミュレーションできる、という意味で本質的に同じものである。MacでWindowsが動くというのはこのためであり、多くのプログラミング言語はコンピュータのタイプを選ばない。