

# 「コンピュータ自体を教育する」時代の到来 ～教育とコンピュータの関係に関する一考察～

妹尾 堅一郎\*

Email: [senoh@miinet.or.jp](mailto:senoh@miinet.or.jp)

\* 産学連携推進機構、一橋大学

◎Key Words 人間とコンピュータの関係／人工知能／コンピュータ自体の教育／ビッグデータ・アナリシス／データリッチ

人工知能(以降、AIと呼ぶ)に関する話題が事欠かない。AIが囲碁の世界チャンピオンを破った話、AIが自動運転車を可能にする話、AIが人間を超えるシンギュラリティ(特異点)の時期が特定できそうだという話…。ディープラーニング(深層学習)と膨大なデータの収集と処理が可能になり、コンピュータは「データを栄養として、自ら学習を進めAIへと進化する」という。だが、片寄ったデータをAIに「偏食」をさせることで「偏向教育」のリスクが生じる。マイクロソフトのAIがツイッターでヒトラーを礼賛し人種差別発言を行った話はそのためと推測される。あるいは、AIによるテロも起きうるかもしれない。要するに、コンピュータ利用の人間教育・コンピュータ自体に関する人間教育に続き、「コンピュータ自体の教育」という課題が出現しているのではなかろうか。本論では、人間(教育)とコンピュータの関係の変容と多様化を整理しつつ、この点に関する問題提起を行う。

## I. AIの加速度的進展の話題

2016年に入ってから、AIが加速度的に進展していることを一般大衆に知しめる話題が次々と登場している。順不動で主なものを列挙してみよう。

一つ目は、自動車のAIによる自動走行である。1月、トヨタはAI技術の研究・開発を行う新会社「トヨタリサーチ インスティテュート」を米国に設立した。年間で10億ドル(約1200億円)を投資し、マサチューセッツ工科大学とスタンフォード大学と連携して研究を進め、自動走行車向けAI研究には数百億円を投入するという。既に、Googleやテスラモーターズ等が同様の研究を数百億円以上の規模で進めていると言われることから、この分野は加速度的に進展するのは間違いない。既に公道での実証実験は相当に進んでいると報道されている。

二つ目は、Googleの子会社である英国のGoogle・ディープマインド社が開発した囲碁用AI「アルファ碁」である。既にチェスと将棋ではAIが勝利していたが、囲碁は当分先であるとの予想だったので、3月に世界最強と言われる韓国の李セドル九段を4勝1敗で破ったニュースは世界中を驚かせた。

三つ目は、AIによる小説執筆の可能性が示され

たことだ。3月に、公立はこだて未来大、名古屋大、東京工業大などのグループがAIを使ってSF短編を創作、それが「星新一賞」の1次審査を通過したと話題になった。既にAIによる音楽の作曲等は試みられていたが、ここに自然言語による創作可能性が提示されたと言えよう。

四つ目は、IBMが従来の「Smarter planet」に変わる産業世界観・産業歴史観として「コグニティブ Cognitive」を標榜し、そのサービスである「Watson」を大々的に展開し始めたことである。【注1】

昨年筆者が本会において議論した「インダストリー4.0」や「インダストリアル・インターネット」などに続き、すでにICTの大手も追随を開始するなど、一つの流れになりつつある。これはコンピュータのコンセプトが第三期に移行し、それは「コグニティブ認知」を主軸にして、その展開を図るものである。(ただし、IBMはAIという言葉をあえて使わず、Cognitive computingと呼んでいる)。

第一世代 Tabulating system/computing の時代

第二世代 Programmable system/computing の時代

第三世代 Cognitive system/computing の時代

同社はCognitive computingによって人類の歴史も一段階前進させようと言う。人間は(機械等による)肉体的限界の克服、(通信手段による)情動的伝達の限界の克服、(従来のコンピュータ等による)生産性の限界の克服を経て、今回のコグニティブによって複雑性の限界の克服を始めたというわけである。

既に病院の癌診断支援や保険金支払い審査業務等でWatsonの実装が始まっている。なかでも一般的に注目を集めたのは「Watson Cheff」によるレシピ創造である。従来のレシピを大量に読みこさせることを通じて学習を進展させ、それを基にして新しい(従来の人間の発想になかったような)レシピを開発・提案するというものである。

五つ目は、マイクロソフトから3月にTwitter上で「Tay」というAIを使ったチャットボットを一般に向けて試験的に提供したものの、開始後わずか一日で停止せざるをえなくなった事件である。これについては後述する。

さて、これらのニュースだけで、もちろん、2045年

に来ると騒がれている「シンギュラリティポイント(技術的特異点)」がさらに近づいてきたというわけではない。例えば、自動走行については、高速道路等のようにかなり環境条件が整備されたところでないと当分は使われないうだろう。ただし、高齢者の自動車運転等を補助するために部分的なAIの活用技術は実装されるはずだ。国土交通省等は、4段階にレベル分けをして、その進展の目安としている。

レベル1:加速・操舵・制動のいずれかを自動走行システムが行う状態。自動ブレーキなどの安全運転支援の段階。

レベル2:加速・操舵・制動のうち複数の操作を自動走行システムが行う状態。アダプティブクルーズコントロール(ステアリングアシスト付き)等の段階。

レベル3:加速・操舵・制動を全て自動走行システムが行い、必要に応じてドライバーが対応する状態。加速・操舵・制動を全て自動的に行うシステムの段階。日本政府や日本の自動車メーカー各社は2020年までにこのレベルの実用化を目標としている。

レベル4:加速・操舵・制動の全てを自動走行システムが行う。すなわち完全自動運転の段階である。

アルファ碁についてみれば、現実的には、膨大な数のサーバーが裏で動いていたという。ニュース画面に登場していたのはほんの一部に過ぎないのだ。アルファ碁を動かすプログラムは超巨大で、先端AI研究者達によれば、日本最高のスーパーコンピュータ「京」でも扱い切れないサイズのはずだという。つまり、いずれ市販のソフト、あるいはネットサービスになるかもしれないにせよ、一般的な実用化はまだまだ先の話であるだろう。

なお、政府は、いくつもの政策において(欧米の取り組みには相当遅れてはいるものの)、AIについてかなり大きく扱うようになった。【注2】

## II. AIの進展に必要な「学習」

これらのAIは、「学習」を通じて発達する。極端に言えば、人間側がプログラムをするのではなく、機械が自ら「学習」を行うようになったのだ(機械学習)。これは、技術の進展と環境の変容によって可能になった(以下、技術的な正確さより、わかりやすさを重視した表現とする)。

第一は、「深層学習 deep learning」の登場である。従来のニューラルネットワークを模倣した学習レイヤーは単層であったが、それを複層化することにより、格段と進歩したと言われる。

第二は、膨大なデータの入手が可能になったことである。IoTの進展によって、センサーが毎年数兆個我々の環境に埋め込まれるようになるとビジネス誌や専門誌が予測する時代になってきた。またSNSをはじめとしてあらゆるログがデータとして取り込まれようになっている。

第三は、コンピュータがそのビッグデータを処理す

る能力を得たことだ。これについては本会での解説は不要であろう。

これら三者が相まってAIは加速度的に学習を発達しているのである。ただし、ボタンを押すだけで勝手に機械学習が始まるわけではない。まだまだバックヤードにおいて、ヒトが世話をやきながら機械に学習を指導・支援している段階である。

さて、学習したAIはどのように活用されるだろうか。丸山宏氏(株式会社 Preferred Networks 最高戦略責任者)、前数理統計研究所副所長)によれば、まずシステム開発の基本が、伝統的なシステム開発におけるソースコードから機械学習における「学習済みモデル」の再利用へ移行するという【注3】。ここで、「学習済みモデル」とは機械学習の結果得られるものであり、それは「ネットワークの構造+各リンクの重み」であるという。つまり、このAIの深層学習の成果である「学び」とは、多少粗っぽく単純化すると次のようになるのではないだろうか。

AIの学習とは、膨大なデータ(ビッグデータ)をインプットし、適切なアウトプットを出すように導く時に、ブラックボックスの中で生成される相互に関係するパラメータとアルゴリズムによるネットワークの構造と各リンクの重み付けが行われること。

いったんネットワークの構造+各リンクの重みが生成されれば、それを「学習済みモデル」と呼ぶ。そのモデルを他へ適応させるパターンはいくつかある。丸山氏によれば、次の4パターンになるという。

### 【学習済みモデルの再利用パターン】

#### ○ホワイトボックスの再利用

1. Copy 同じタスクについては学習済みモデルを適応する。
2. Fine Tuning 似た領域の異なるタスクには、新たな訓練データを加えて学習済みモデルを利用する。

#### ○ブラックボックスの再利用

3. Distillation 学習済みモデルを教師として新たなモデルを訓練する。
4. Ensemble 複数の学習済みモデルの出力を組み合わせて精度を向上させる。

これは一種の「学習成果の移転」であると見ることができよう。

## III. AIの「学習」には「データ」が必須

さて、筆者が本論で注目するのは、この機械学習におけるデータの量と質である。

先ほどのIBMはWatsonが学習する知識の例としては次のようなものを挙げている。

- ・ライフサイエンスの科学研究文献
- ・経済レポート、ニュース、SNS
- ・捜査資料やソーシャルデータ
- ・TEDのスピーチ

### ・法令文書、規制・通達

例えば、ライフサイエンスの科学技術におけるWatsonは、数千万の文献(1TB超)を読み込み、処理(学習)して、その結果をサービスで提供するという。

つまり、AIはとても人間一人では読み込めない膨大なデータを資源として学習を進めるのである。喩えて言えば、「データを栄養としてAIは育つ」のである。したがって「偏食」をすれば、健康を損ねることになるし、悪ければ「病気」になってしまうだろう。

ただし、AIは、原則としてデータのキュレーションを手でやらないという。多少問題ありそうな文献であっても、とにかく全数を読み込ませることによって、学習を進展させる。つまり、全数読み込みが基本なのである。

そこでヒトがふるいをかけていない文献を全数読み込むことによって問題が生じる。例えば科学技術の査読付き論文であれば、多少の問題があったとしても大数法則によって「悪貨が良貨を駆逐する」リスクは低いだろう。しかし、公衆のチャットをデータとしてあえて受け入れると、どのようになるだろうか。

前述したマイクロソフトのAIチャットボットのサービスである「Tay」は、本来、若い女性向けに設定されているものだ。それを公開して大量の会話を行うことを通じてチャット文言をデータとして収集、得られた文言を繰り返す。それにより機械学習を進めるのである。この試みによってさらに「Tay」を発達させようとしたのが当初の目論みであった。

しかしながら、「Tay」は、公開直後から徐々に差別的なヘイトスピーチやヒトラー礼賛を始めてしまったのだ。これは一部のユーザーが意図的に人種差別や性差別などを書き込み、それを繰り返すことを通じて機械学習していったからである。つまり、意図せずに「マイクロソフトの人工知能が差別思想に染まった」のである。結果、同社はたった一日で実験中止に追い込まれてしまったのだ。

これはもちろん、AI自体が差別意識をもったというわけではない。ある世界観に基づいた「データ」を食したために、それに従った育ち方をしたのである。実際、担当者であったマイクロソフト・リサーチの副社長 Peter Lee 氏によれば、「Tay」がしでかした「意図していない攻撃的で人を傷つけるツイート」はマイクロソフトの意見や価値観によるものではないと釈明している。「Tay」はどんな場合でも使用者がサービスを通じて「ポジティブな体験」を得られるようにした上でツイッターに公開し、それを通じて膨大な一般の人々とユーザーと会話できるようにしただけだという。対策やテストを事前にしていただけという。にもかかわらずヘイトスピーチを繰り返すようになってしまったのは「一部のユーザーから、Tay の脆弱性を悪用した組織的な攻撃があったため」と説明している。

どのような準備をしていたのか、あるいは脆弱性

を悪用した組織的な攻撃とは具体的にはどのようなものであったのかは、明らかにされていない。サイバー攻撃によるプログラムの書き換え、アルゴリズムの弱点をついた改変他、多様な可能性がありえる。ただし、ネット上に残っているログには単に卑猥語を覚えさせて喜ぶような悪戯の類が多かったと聞く。そこで最も可能性があるのは、学習中のAIに対して、意図的に悪意ある文言をデータとして多数書き込むことで学習を方向付けられてしまったというものだ。

では逆に、ある種的话题を予めはじくようにしておけば良いのだろうか？ 意図的にある種の言説を排除するように設定された学習環境でAI教育を行うことはどうだろうか？ これもまた問題だ。一時期アップルの「Siri」はある種の問い合わせ(人工中絶に関してと言われている)には反応しないように設定されていたという噂が広まった。この噂自体が本当であるか否かは別として、仮にこういった操作が行われるとすれば、それはそれで立場が異なる思想への偏向誘導であるともいえるだろう。これは、ヒトの世界でも見られる「思想教育」と同様である。AIが次第に人間社会における影響力を持てば持つほど、その「思想教育」のリスクを考えねばならない。

たしかに、ヒトによって個々のデータのキュレーションは行わないで済む種類のデータ(文献)によって育成するAIアプリケーションは、このような意味での問題はないだろう。例えば、前述のような論文類や法令文書、規制・通達あるいは(ある種の)公的文書等である。しかし、意図的な介入の可能性が排除できないSNSをはじめとする公衆で行き交う社会的言辭・言説をデータとして取り込むことは明らかに問題を含むものと言えよう。

いずれにせよ、このように、データは極めて重要な位置を占めるようになってきている。例えば、昨年度の本会において、筆者は次のような議論を行い、「ログ」の重要性和そのサービスへの寄与について指摘を行った。

---

機械全体とその各部分の稼働記録を「ログ」と呼ぶ。ログを蓄積・活用すれば、機械の価値はさらに上がる。蓄積されたログを解析すれば、制御系自体のソフトの改善や機械の改良に活用できる。並行して、アプリソフトの開発も進む。その結果、組み込みソフトはより進化し、顧客の囲い込みも可能になるだろう。

また、ログ解析によって機械をどのように使えば顧客の個別具体的な状況に最適な動かし方がわかるようになる。それは機械活用の「レシピ」として意味を持つ。「制御系」が「情報系」と関係を深めると競争力が強化されるのである。

そして、今後あらゆるログが集積されて超巨大な量になる。それを「ビッグデータ」と呼ばれ、

その解析手法が「第4の科学」として注目を集めているのである。なぜなら、ビッグデータ解析を通じてサービスイノベーションが起きるかもしれないからだ。ビッグデータへの対応が情報産業のみならず製造業の競争力を左右することは言うまでもない。さらにAI(人工知能)の本格化が想定されているのである。【1】

また筆者は、「すべての機器とあらゆる装置設備がロボット化する」こと、またそこにおいては「ハードウェアからソフトウェア、データ、アナリティクスを経てサービスへと価値形成の重点が移行していく」ことを指摘していた【2】【3】。そしてAIがそのロボットを左右することについても、関係有識者と共に「霞が関宣言」を出して、問題提起を行ってきていた。【注3】これらの問題提起の背後にある問題意識の一つは、コンピュータとヒトとの関係をどのようにとらえるべきか、というものである。

#### IV. むすび: ヒトの教育、AIの教育

以上、AI自体を学習・育成するのは、まだまだコンピュータ自体ではなく、ヒトであることがあらためて分かる(もちろん将来はどうなるかは別である)。それは、ヒトをコンピュータ「で」教育するというのみならず、ヒトがそのコンピュータ自体「を」教育するということが必要になる、ということの意味する。つまり、コンピュータを我々が教育するのみならず、コンピュータ「を」教育するにはどうすれば良いかを議論すべき時代に入ってきたということだ。「コンピュータ自体を教育する」時代の到来、である。これをまず認識すべきであろう。

一般には、AIと人間の関係が、代替・競合関係、補完・補足・支援関係、そして相乗／相殺関係のいずれであるか、という議論が少なくない。

しかしながら、我々は、企業や大学が人財育成を検討するのみならず、その伴走・併走・随行をしていくコンピュータ自体の教育にも注力することが必要になってきたと捉えるべきである。そして、CIECもコンピュータ利用教育学会として、コンピュータを利用してヒトを教育するのに加え、そのヒトを支援する(あるいは代替、補完する)コンピュータ自体も併せて教育しなければならないということを経験し、その意味での議論を始める時機と考えるべきではないだろうか。要するに、コンピュータ利用の人間教育やコンピュータ自体に関する人間教育に続き、「コンピュータ自体の教育」という課題に取り組むべきなのだ。

本学会の使命も、こういった点を視野に入れるべく拡張されなければならないのではないか。その点を強調して、本論による問題提起といたしたい。

【注1】IBM の「コグニティブ」に関する記述は、日本

IBM ソリューションセンターにおけるデモや展示・説明等に基づく(2016年5月現在)。

【注2】政府全体の戦略においてAIが強く言及されているのには、次のようなものもある。

- ・「経済財政運営と改革の基本方針 2016 ～600兆円経済への道筋～」(骨太方針)(平成28年6月2日、閣議決定)。
- ・「日本再興戦略2016」(平成28年6月2日、閣議決定)。
- ・「科学技術イノベーション総合戦略2016」(平成28年5月24日、閣議決定)。

【注3】丸山宏「システム開発手法とその知財」、東京大学政策ビジョン研究センター「IoT、BD、AI時代の知財戦略を考えるシンポジウムデータとノウハウの保護・共有と活用のために」(2016年06月17日@丸の内コンフェレンスM+)

【注4】「ロボット政策に関する霞が関提言」、「すべての機器とあらゆる装置はロボット化する」有識者委員会、EY アドバイザリー、2015年03月13日@霞が関。

本有識者委員会のメンバーは次のとおり(肩書は2015年3月時点)。

委員長:妹尾堅一郎(特定非営利活動法人 産学連携推進機構 理事長)、委員:立本博文(筑波大学ビジネスサイエンス系 准教授)、齋藤ウィリアム浩幸(インテカー代表取締役 内閣府本府参与/科学技術・IT 戦略担当)、山本哲也(東京大学エッジキャピタル ジェネラルパートナー)、比留川博久(産業技術総合研究所知能システム研究部門 研究部門長)、持丸正明(産業技術総合研究所 デジタルヒューマン工学研究センター 研究センター長)、岡田慧(東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授)、松尾 豊(東京大学大学院工学系研究科 准教授)

なお、この宣言は以下の書籍で見ることができる。

- ・EY アドバイザリー『人工知能ビジネス』日経 BP 社、2016年。
- ・EY アドバイザリー『人工知能の未来 2016-2020』日経 BP 社、2016年。

#### 【参考文献】

【1】妹尾堅一郎「イノベーションはコンピュータ利用教育に何をもちたすか～インダストリー4.0等による次世代産業の影響に関する一考察～」、2015 PC Conference 論文集、CIEC 学会、2015年。

【2】妹尾堅一郎「ロボット機械としての電気自動車～機械世代論から見た次世代自動車の価値形成」in 渡部俊也編『東京大学知的資産経営総括寄附講座シリーズ』第1巻、白桃書房、2011年。

【3】妹尾堅一郎「機械はロボット化する:制御系を握る者が勝つ」「機械の価値は情報系との関係がカギに」機械で部品企業が主導権を握る可能性、新ビジネス発想塾、『週刊東洋経済』、2012.7.7号、7.14号、7.21号、東洋経済新報社、2012年。