

なぜ AI・データサイエンスを学ばなければならないのか

中野純司

Why do We have to Learn AI and Data Science?

Junji NAKANO

Abstract

AI and data science (AIDS) will be taught to all university students in Japan. Especially in our department, several courses for AIDS are opened. The main reason is that AIDS technologies are and will be used in all aspects of human life deeply, and we will have to know their advantages and disadvantages to use them appropriately. Another important reason is that AI may have an intellectual ability which exceeds that of human beings. This may cause a possibility that future AI will be the first strong rival to human beings in the race for survival. This article considers these topics from broad views such as the history of science and technology and AIDS, survival instinct of a living being, and states the personal opinion of the author.

Key Words

Artificial Intelligence (AI), Big data, Machine learning, Science and technology, Statistics

目次：

1. はじめに
2. 現代社会と AI・データサイエンスの現状
3. 人間の生存のための知能と AI・データサイエンス
4. AI の変遷とデータサイエンス, および統計学
5. 人間と科学・技術
6. 弱い AI と強い AI
7. AI とどう付き合うか

1. はじめに

現代の学生はなぜ AI (Artificial Intelligence, 人工知能) やデータサイエンスを“真面目に”学ばなければならないのだろうか。もしかすると大学生, 特にいわゆる文系の学生, の中には次のように考えている人もいるかもしれない: AI・データサイエンス (以後, AIDS と略記する) の専門家として活動するのでなければ, 必要な場合にそれを専門とする人に意見を聞けば十分なので, それほど真面目に学ぶ必要はな

い、と。この考え方は非常に危険で、最悪の場合、生存を脅かされることにもなりかねないと思う。

実利的な理由は、近い将来に AIDS があらゆる場面で使われることになるのは確実で、その性質を十分に知っておかないと利益を受けられないばかりでなく、不利益を被ることになるからである。職業において、いろいろところで AIDS は人間のライバルになる可能性が高いので、それとの競争に負けないようにするためには相手を知る必要がある。さらに先の話ではあるが、AI はとめどもなく進歩する可能性があり、そのことを正確に理解しておかないと人間社会全体の危機を招きかねないからである。

国としても AIDS をうまく使えなければ、他国との競争に後れを取ることを認識している。そのため、文部科学省はすべての大学生に対して AIDS の教育を行うことを目標として掲げている。それに応じて、本学でも大学全体でその教育を体系的に行うための全学組織“AI・データサイエンスセンター”が設立され、活動を開始している。さらに本学部では、設立当初より AIDS の重要性は強く認識されており、関連する複数の科目が当初より開講されている。特に AIDS の基礎の一つである統計学を学ぶための“経営統計入門”は必須科目となっている。

AI は人間にとって核兵器以上に危険である、と考えている著名人も多いことはよく知られている。彼らは AI が近いうちに人間の能力を超え、人間に敵対するものになるかもしれないと恐れている。

本稿は、AIDS に対する筆者の意見を述べたものである。人間の知能の性格や科学・技術の意味や現状、AIDS に関する歴史や現状を筆者の観点から振り返りながら、AIDS に関する付き合い方を考える。なお、本稿は筆者の考えを学術的な厳密さをあまり求めずに述べたものなので、参考文献は省略させていただく。

2. 現代社会と AI・データサイエンスの現状

現在、すでにいくつかの AIDS の成果が、知的活動と見なされる分野において実用化されている。碁、将棋、チェスなどのようなゲームでは、もはや人間はプログラムには全く勝てない。自動車の自動運転においても、完全な自動運転にはまだ問題が多いが、人間をサポートするレベルの自動運転機能は多くの車にすでに実装されている。また、写真や映像の画像処理にも AIDS は用いられており、これまで人間が行うことが不可能であったような複雑で多量のデータ処理が可能になっている。

企業活動においても、例えば現在では多くの株取引がプログラムで行われており、ウォール街では多くのディーラーが数年前に解雇され、AI プログラムに置き換わった。また、将来、AI に置き換えられる職業に関する研究も行われており、学生にとってはその信頼性も含めて職業選択の材料にしなければならない。さらに GAF A に代表されるような最近のハイテクノロジー企業が業績を飛躍的に伸ばしている背景には AIDS 技術を駆使していることはよく認識されている。Google の音声認識や多言語翻訳技術、Amazon の推薦システムなどはその例である。

このような AIDS 技術の台頭は、人間社会にすでに重要な変化を引き起こしている。監視カメラによる顔画像認識技術においては、犯罪の抑制効果が顕著であることがわかっている一方、プライバシー侵害問題や不正情報操作の危険性も問題になっている。インターネット上の SNS などによる個人情報や電子商取引データの集積とその AIDS による解析についてもいろいろな有用性と危険性が認識されている。以前のアメリカ大統領選挙で見られた投票行動に対する AIDS 技術による介入は、民主主義社会の崩壊さえ招きかねない事態となった。

その内容を理解せずとも AIDS 技術の利便性を部分的に享受することは可能かもしれないが、内容や危険性を認識せずただ使うだけでは大損害を被る可能性も高い。特に将来を背負う学生にとって、AIDS によって何が可能で、何が不可能かを理解することは、今後の社会生活を送るうえでも、将来計画を立てる

うえでも重要なことである。プライバシーを侵害されたり、購買行動や投票行動を誘導されたりするのは避けたいであろうし、AI が得意な職業を選択することはあり得ないだろう。逆に、AIDS の特性を理解すれば、それをうまく利用して起業するという選択もあり得る。現代社会で便利かつ安全で有利な生活をするためには AIDS の皮相的ではない知識が必要だろう。

3. 人間の生存のための知能と AI・データサイエンス

AI は人工知能であり、人間の知能を人工的にまねるものである。そこでまず人間の知能の役割について考えたい。

人間にとって知能は、生存競争を勝ち抜くために最も強力な武器である。人間は生物の一種であり、生物には生存本能があるから持続的に存在できている。生存本能は生物個体および生物種を持続させるための本能である。それが適切でない生物は持続することができない。現在生存しているすべての生物はなんらかの手段によって個体の生存を可能とし、子孫が生存できるようにする能力を持っている。その能力は種によって異なるが、人間においては知能こそが他の生物を圧倒するための手段となっており、それによって現在地球上で最も繁栄している生物種になっている。

生物個体が生き残るためには、他個体や他種との生存競争で負けるわけにはいかない。動物はそのために強力な歯や牙、脚力、繁殖力などの物理的な能力を発達させている。人間はこれらにおいて他生物を圧倒しているわけではない。ただ、知能においてのみ他生物を圧倒している。もちろん、すべての生物においていくらかの知能はある。外界の情報を認識し、それに基づいて適切な行動を取ることができなければ生き残ることはできない。そのためにすべての動物には脳があり、それによって感覚器官から収集される情報を集め、ある程度記憶し、処理する。人間においては、感覚器官は他生物に較べて突出したものとはいえないかもしれないが、情報の記憶能力と処理能力に関してはすべての他生物をはるかに凌駕している。この能力により、生物個体として物理的に脆弱な人間は、統制の取れた集団を形成し、道具を発達させ、種として地球上の覇者となっている。

そのため人間には自分の知能に対する強い信頼感と自信を持っている。これまではいかに強力な物理機械が開発されようと、物理的には種として他に勝てないことを知っている人間は自信を失うことはなかった。ところが AI の知能は史上初めて、人間の知能を上回る可能性を示した。種としての人間が、新しいライバルとなる可能性を持つ AI という存在に対して恐怖感を抱くのは当然である。

ただ、そうであっても AI は人間の知能を超えることはできない、と考える人もいる。確かに、AI はこれまで人間が知的活動と考えてきた一部のものに対しては、すばらしい能力を示している。しかしながら、いくつかの知能の重要な能力は簡単にはまねができませんと考えられる。例えば、常識的な判断、直観的な判断、感情、そして生存本能などである。これらの実現を AI で行うのは難しいであろうから、AI は便利な道具として人間社会を豊かにするために使えばよく恐れる必要はない、という考えである。

AI は恐るべき存在であるのか、それとも便利な道具に過ぎないのか、という問題を考えるためには、AI の本質に対する理解が必要である。そのためには AI (およびデータサイエンス) がどのようなものであるかある程度まで知らなければならない。

4. AI の変遷とデータサイエンス、および統計学

四則演算は知能の一つの能力である。 $1+1=2$ くらいは多くの動物が理解しているかもしれないが、 $10+10=20$ を理解できるのは人間だけである。人間においては、簡単な加減乗除の計算は自然言語の出現からそれほど遅れずに開発されたはずである。それを補助するための道具も算盤や機械式計算機などが開

発されてきた。しかしながら、人間をはるかに超える四則演算が可能な機械は、第二次世界大戦頃から研究され、その後実用化された電子計算機（コンピュータ）が最初である。四則演算や論理演算は知能活動であるので、それが可能なコンピュータの出現当初から AI は注目されていた研究分野であった。

四則演算以上の AI としての最初の研究は、簡単なクイズ（ハノイの塔など）を解くための論理推論をコンピュータで実現することであった。そのレベルの問題においてはかなりの成功を収めたことにより、第一次 AI ブームが起こった。ただ、当時のコンピュータの非力さにより、その限界はすぐに露呈した。少し複雑な問題にすると記憶容量や計算速度の不足のために解けなくなったからである。

AI の次の異なるアプローチとして、エキスパートシステムが出現した。それは専門家の知識を聞き取り、プログラムとして格納し、それを論理的につなげて推論することで、専門家の思考をまねようとするものである。これはいくつかの限定された分野では専門家の判断に匹敵する、あるいはそれ以上の成功を収めることができ、第二次 AI ブームを起こした。ただ、知識獲得を専門家との対話で行う必要があり、その予想以上の困難性が明らかになったこと、適用範囲を少し広げるだけで非常に多量の知識収集が必要となること、などの原因で実用的なシステムの実現は困難であることが明らかになり、ブームは終わった。

その後、コンピュータ技術、ネットワーク技術、センサー技術などの飛躍的な進歩によって、ビッグデータといわれる非常に大量のデータが利用可能になった。そしてそれをを用いた自動的な知識獲得の可能性がでてきた。そのためにデータマイニングや統計的機械学習といわれる分野が計算機科学でも着目されるようになった。なお機械学習は一般的には“経験からの学習により自動的に改善する機械”を意味し、多量データによらない手法もある。ただ、本稿では多量のデータを経験として用いる統計的機械学習だけを考え、それを機械学習と呼ぶことにする。深層学習はこの意味の機械学習手法の一つであるが、その優れた有用性がいろいろな分野で実証されている。そしてこれらの分野をすべてまとめてデータサイエンスと呼ぶようになった。現在の AI はビッグデータを利用し、機械学習を行うことが中心になっている。もちろん、これまで研究されてきた論理処理やエキスパートシステム技術も同時に利用されている。これらの技術により十分に実用的なシステムを構築できることがわかってきたため、現在の第三次 AI ブームとなっている。

人間が現実問題を知能によって解決するには経験が必要である。数学の問題を解くには論理による推論が中心であり、数学以外の経験はほぼ必要ない。ところが現実の問題においては、数学の問題とは比較にならないほど多くの要素が複雑に関係しており、それらの要素全部に対する知識と経験がなければ妥当な結論を導くことができない。AI 研究において、高度な数学の問題を解くことは比較的初期から可能であったが、障害物を避けて歩くというような子供でも可能な問題がなかなか解けなかった理由はそこにある。人間は感覚器官から取り込む情報とそれを処理した結果の情報を生誕以来蓄積しており、忘れることはあってもその総知識量は膨大である。最近まで、コンピュータが記憶している知識は人間が与えるプログラムとデータのみであった。また、そのデータも、利用できるセンサーが貧弱であったためもあり、その量は現実問題解決のためには全く不足していた。記憶容量に関しても、脳に較べると圧倒的に少なかった。論理演算速度だけは初期のコンピュータでさえ、人間をはるかに凌駕していたが、それだけでは人間には勝てないことは明らかである。この状況は第二次 AI ブームまでは続いていた。

近年、技術が飛躍的に進歩するにしたがい、この状況が変化した。人間の視覚、聴覚、触覚などに匹敵する、あるいはそれ以上の能力を持つセンサーが開発された。さらに超音波スキャナーや CT スキャナーのように人間には感知できない測定さえ可能になった。また、社会活動や経済活動においてもインターネットを用いることが多くなり、その活動が全体としてコンピュータ上のデータとなっている。したがっ

て、それらを用いれば、コンピュータが人間以上に多くの知識や経験を蓄積することができる場面が増えている。また、記憶容量に関しても、ハードディスクや SSD の進歩により、飛躍的に増大している。人間の知識の集積手段としては本や図書館が代表的なものであるが、多くの本が電子化され、学術雑誌に関していえば紙媒体が廃止され、電子的なものだけのものも多くなった。図書館にはなく、電子的に存在する知識の集積も増えてきている。このため、コンピュータの利用できる知識量はもはや人間以上かもしれない。そして明確に記述されていない知識である経験においても、AI におけるその不足はビッグデータを利用すればかなりの部分が解消される可能性がある。

経験として取り込むためにはデータを数値で表す必要がある。人間は経験を蓄積するときに直接数値を扱うことは少ないが、大中小などの感覚を記憶し、この行動は別の行動よりも良かった、のような比較を行うので、これは数値データを丸めたものを記憶しているといえる。このような個人が経験として蓄積するデータではなく、集団として利用する情報は経済データや医療データのように数値化される。近代社会になってからは、多くの情報が数値化されることになった。

数値化されたビッグデータを経験として、それを知識に変え、それを用いて結論を出すのが、現在の AIDS である。ただ、データにはある程度の不確実性が避けられない。同じものを測定しても、全く同じ数値が毎回得られることはほとんどない。また、環境が測定時に異なることも多く、それがデータの変動の原因となることもある。したがって、AIDS においてはデータの不確実性に取り組む必要がある。このために統計学と機械学習が中心的に利用される。

統計学は、データの作成、データの要約、データの生成過程を明らかにする、などデータに関連する考察全体を行う科学である。統計学は、いくつかの分野である程度の量の数値データが集まりはじめた 18～19 世紀にはじまった。例えば、国の状況を把握するために人口や死亡率を地域ごとに測定することが可能になったこと、天文データや賭けのデータが集積されたことなどが統計学の源流となった。そのようなデータを人間が分かりやすいように整理することが最初に行われた。これが記述統計学と呼ばれ、表やグラフの作成、簡単な要約統計量の計算などがその成果となっている。

その後、農業分野などで、良いデータを取りたい、データの発生過程を知りたいなどの要望が 1900 年前後に現れ、それらを実現したのが推測統計学と呼ばれるものである。この時期におけるデータ数は少なく、100 個以下というようなものが多かった。さらにデータに含まれる曖昧性と不確実性も多く、データだけから何か意味のあることをいおうとするのは難しかった。そこでいくつかの現実には合う仮定を付加し、その基で数学的な推論を行った。特にデータとして記録されない、あるいは数値として現れないような不確実性をランダムな動きとして考えることが行われた。データの不確実性を確率論によって表し、それを含む数学モデルでデータの生成過程を記述することが行われた。

人間が実問題を解決するときには、数値になっているデータだけを見ているわけではない。人間はいろいろな情報を経験として蓄積しており、それらをデータの情報と合わせて決断を下す。ところが統計モデルでは数値化されているデータしか含めることができないので、それ以外のものはすべて不確実性を表す部分として考える。そしてある程度現実的な仮定をそこに課すことによって、その不確実性の評価を行う。信頼区間などはその手段である。すなわち、データ数が少ないときでも、不確実性に関する人間の予備知識を具現化した確率的な仮定と組み合わせることによって、不確実性の数値的な評価ができるようになった。科学技術は 20 世紀になって急速に進歩し、そのため得られるデータは徐々に増加してきた。そしてコンピュータが出現して以来、コンピュータに蓄積されるデータ量は急激に増えてくる。データ量が増加するにつれ、その処理にもコンピュータが不可欠になり、コンピュータを数学以上に利用する統計手法も開発された。

最近の機械学習でもそのような手法を利用する。現在の統計学および機械学習の基本的な考え方は、取得したデータを用いてデータの生成過程に対するモデルを作成し、それを用いて新しいデータに対する推論を行うこと、といて良い。現実問題で AI と喧伝されてよく用いられている推論は予測あるいは分類である。これらは教師あり機械学習手法ともいわれる。予測は数値を推測するものであり、分類はどの集団に属するかを推測するものである。教師となるのは取得した結果のわかっているデータである。なお、統計学の重要な知見の一つとして、予測する場合はその値だけではなく、その値がどれくらい信頼できるものであるかの指標（信頼区間など）も同時に与えなくてはならない、というものがある。明らかにこれらの手法は、データ生成過程がこれまでも、また今後も同じようであるという仮説を設定していることに注意しなければならない。また、データに表れていない要素は不確定性として実質的には無視されていることも忘れてはいけない。現実においてはこのような仮説は厳密には満たされないことが多いし、データになっていない要素がかなり重要であったりすることもよくある。ただいくつかの現実問題において、これらの手法が十分に満足のいく結果を与えることも明らかになっている。統計学や機械学習の手法の詳細を学ぶと、その手法の適切な適用範囲や限界を知ることができ、その結果の正しい解釈が可能になる。現在では優れたソフトウェアがあるので、手法を使うだけであれば、コンピュータにデータを読み込ませるだけで計算は簡単にできる。ただ、手法の意味を知らなければ、その結果の解釈を誤り、不適切に振り回され、損害を被る可能性がある。

機械学習手法としては多くのものが提案されており、また実際にも利用されている。本学部でもこれらの手法は“データサイエンス”、“データ解析”“応用統計学”などの科目において講義されている。最近はその中でも特に深層学習の有用性が着目されている。深層学習は多層ニューラルネットワークとも呼ばれ、生物の神経細胞の働きを簡略化したような単純な数式からなる人工ニューロンを、多層に結合したモデルである。人工ニューロンは、複数の入力データを与えると簡単な計算の結果を出力する。それらを多数、多層に結合したシステムに対して、多量のテストデータに対して正しい答えを出すような結合を得ることが学習であり、それを用いて結果の不明な新しいデータに対する予測や分類結果を得る。人工ニューロンは1950年代に考案されたものであるが、多層ニューラルネットワークが実用化されるためにはコンピュータの進歩が必要であり、この手法が現実問題において注目されたのは2010年代になってからである。なお、深層学習の理論的に重要な性質はそれが非線形モデルであることである。

非線形とは曲がったものをさすが、その意味は言葉通り線形でないものである。線形はまっすぐなことを意味し、直線や平面がその例である。線形なものは、直観的にもわかりやすいし、数学的にも扱いやすい。そのため統計学においても、一番簡単なデータ生成過程の近似モデルとして線形モデルが利用される。多くの統計学のテキストでも線形モデルが主として扱われており、そして実際にもよく使われている。実際に現象が厳密に線形であるとは考えられないが、第一近似として線形モデルはかなり有用である。なぜならどんな複雑な曲線も局所的に見れば直線で近似することができるからである。この考え方を数学として実現したものが微分である。統計学において、利用できるデータ数が少ない場合は線形モデル以上の複雑なモデルは推定することが難しい。そのため最近まで統計学の中では線形モデルが中心的な話題であった。これは人間の思考過程としても自然なことである。多くの人間はつい最近まで地面は平らだと考えていた。それは人間の動ける範囲がそれほど広くなく、その範囲では地面は平らだと考えたほうが自然であったからである。その考えの下でも社会を構成し、活動を続けることに問題はなかった。ところが技術が進んで人間の移動範囲が広がってくると、地面が平らだという考え方は状況に合わなくなってくる。それ以前にも天文学者の間では望遠鏡などでいろいろな事物を観測してデータを得ることにより、地球は丸いという考え方のほうが理にかなっているということがわかってきた。すなわち多量のデータはも

のごとのより正確な状況を明らかにすることになる。ビッグデータはまさにこの状態であり、単純な第一近似である線形モデルではデータの生成過程を表しきれない場面が多くなってきた。そこで複雑な非線形性を表すことのできるモデルが必要となり、深層学習はその一つである。多量のデータがなければ、機械学習で利用されている多くの非線形モデルを推定することはできない。

このように AI は深層学習を含む機械学習を利用し、その推定にはビッグデータを用い、その理論は統計学に立脚し、コンピュータによって実現される。したがってこれらを切り離すことはできず、それらをまとめたものをデータサイエンスと呼ぶようになった。ただ、AI という言葉は直観的にわかりやすく一般受けするため、独立して使われることも多い。そのため、本学でも“AI・データサイエンス”というように用いている。

5. 人間と科学・技術

AIDS は科学技術の一つであるので、今後の発展を考えるうえで、これまでの科学技術の歴史について考えることが必要であろう。

人間は現在地球上の覇者となっているが、それは知能の成果としての科学技術を利用したためである。ただ、そうなったのはせいぜい最近数万年のことに過ぎない。

最初の重要な科学技術は言語であろう。話し言葉をうまく用いることにより他の動物がコミュニケーションできないような広い範囲の集団として共通の行動を取るようになったし、書き言葉によって知識を記録し、次世代に伝えることができるようになった。

次に重要な科学技術は農業であった。農業は積極的に自然に働きかけ、食料の生産量を増大させ、人間の生存できる領域を広げた。その結果、人口が増え、社会を維持するためのいろいろな政治・商業形態も生まれた。その中で生まれた余分なエネルギーを知的活動に振り向けながら、人間は物理的な力を向上させるような道具を発達させてきた。

そしてその一つの結実である蒸気機関は、それまで人間が持たなかったような動力源であり、産業革命を引き起こした。それを使うことによって人間の生存範囲はさらに広がり、社会は発展した。

情報革命時代ともいわれる現代は、産業革命以来の大きな進歩をはたしたといえる。これまで人間の道具は物理的な力を増加させることを目的としてきた。早く移動し、重いものを持ち上げ、そして大きな建物を作る。そのために、人間は自動車、重機、建設機械などを実現してきた。これらにより人間の文明は非常に急速に発達してきた。AIDS は物理的な力ではなく、知的な力を増加させるものである。人間はこれまでとは全く異なる、新しい道具を持つ段階に至った。

人間の歴史を見ると科学技術の進化は止まることはなく、その発達速度は指数的に増加していることがわかる。そして科学技術は一語として用いられることが多いが、詳しく見ると科学と技術とは異なり、それらは相互に補い合いながら発展することがわかる。

科学はものごとの性質を人間が理解できるようにとらえるための手法であり、それは真理を発見するというような言葉で表現される。ただはっきりとした科学的な真理があるかどうかは不明である。今までの科学の歴史をたどってみても後で解釈の変更がない絶対に正しい真理というものは(数学的なものを除いて)発見されたことはないといって良い。例えば、物理学は厳密な科学と考えられているけれども、それさえも時代とともに理論は書き換えられている。先に述べた地面は平らか否かという問題はその例である。高校で習うニュートン物理学は現代の物質文明の基本となっているが、それが正しいのは人間が日常的に目に見える範囲だけということが現在では理解されている。宇宙的な規模ではアインシュタインの相対性理論が正しそうだし、原子レベルになれば量子力学が正しそうだ。ニュートン力学(古典力学)はそれ

らの日常的な条件の下での近似であると見なされる。このように科学というのは実際の現象をできるだけよく近似するモデルを考えることであるといつて良い。そしてそのようなモデルは人間の生活を改善することに役立つ。ニュートン力学の方程式を解くことにより飛行機は空を飛ぶことができるし、ビルは地震に耐えることができる。近似でしかないこのモデルは非常に役に立っているわけであり、科学は真実を正確に表さなくても近似で十分ということである。後世においては相対性理論や量子力学も、より高度な理論の近似と見なされるときが来そうである。

科学で発見された法則すなわち現象の近似モデルを用いて人間の役に立つように具体化したものが技術である。技術という道具を用いて人間は生存を快適にすることができる。人間の所有する技術の発展は他の生物（他の人間も含む）を圧倒するための道具である。そして技術が進めば多くのデータを得ることができるようになる。多くのデータは知識の源泉となるものであり、それを見ることにより新たな科学が発達することになる。ニュートン力学は人間が目で見ることのできる天文などのデータを解析することによって得られたモデルであるが、相対性理論の検証を行うためのデータとしては、非常に大規模で精密な測定器具を用いて光の速度を測定しなければならない。また量子力学の研究には加速器のような最新の技術が必要である。

人間の知能、およびその成果である科学・技術は人間を地球上の覇者とした。それは人間の持つ生存本能が生み出したものといえる。すべての生物において、生き残ることが第一の目的である。あるいは、長い年月を経て適切な生存本能と運を持つものだけが生き残っているともいえる。以前、恐竜は大型の体と強力な身体能力を発達させることで1億年以上生存した。絶滅したのは隕石衝突などの運が悪いとしかいようのない物理現象のためと考えられている。現世人類の歴史は数十万年といわれている。恐竜が覇者である時代の長さには比べればこの時代は非常に短い。さらに短い最近数千年ほどの期間のうちに、人間は狩猟社会、農業社会、工業社会、情報社会と加速度的に発展してきた。そのうえ、最近数百年の変化は恐ろしいほどである。物理的な面に限っても石油や石炭のような数千万年単位で地球が準備してきた化石燃料をこの短期間にかかり消費し尽くしている。また他の多くの生物種を絶滅に追い込んでいる。さらには原子力のように使い方によっては有用とはいえ、地球を滅ぼしかねないものも開発した。人間の生存本能の実現手段である知能および科学・技術の強力さは驚くべきものである。AIDSはその最新の産物であり、能力も強力であるに違いない。

ただ、知能は常に新しいものを生み出すが、生存本能には保守的な面もある。環境がある程度快適であれば、それを変えることに抵抗や恐怖を感じるのも生存本能である。新しい技術に関しても同様であり、例えば蒸気機関が現れたときには多くの人間はそれに自分の仕事が奪われるという恐怖感を持った。そのためラッドライト運動のようなものも引き起こした。ただ、それが技術の進歩を止めることはなかった。

AIDSもそれと同じような状況を引き起こし、かなりの人が自分の仕事はAIDSに奪われるのではないかという恐怖感を持っている。そしてAIDSの重要な点は、これまでの技術とはレベルが異なることである。これまでの技術は物理的に強力な道具を開発したものであったが、AIDSは知的に強力な道具であることである。人間の物理的な能力は多くの動物に勝てないことは知っている。そのため、人間を超える物理的なものの出現には本能的な恐怖をあまり感じなかった。ところがAIDSは、知能だけは何者にも負けない、これがあるから他の生物や他の存在から人間は優越している、という自信を根底から崩すものになった。そのため多くの人がAIDSに対して生存本能による本能的な恐怖を引き起こされた。

6. 弱いAIと強いAI

現在、AIDSは明らかに新しい道具として期待されている。GAF Aの成功を見ればわかるように、企業

が AIDS をうまく使えば利益を生み出すことができる。機械学習手法は、人間が好まないような仕事でも文句をいわずにやってくれるような存在になることができる。例えば、多量のデータの中から必要なものを探したり、ほとんど起こらないような故障を多くの機械の中から探し出したりするような仕事は、現在の機械学習手法でうまくできることがわかっている。もともとコンピュータは多量の数字に対して、順番に並べる、特定のものを探す、などの処理が得意であり、現実的にもこれらは数値計算以上によく利用されている仕事であった。AIDS はこの処理の範囲を画像や音声などの複雑なデータにも拡張したわけである。これは単調な仕事から人間を解放することになる。単純な仕事において AIDS を人間の代わりに使うことで人間の能力をさらに有効に利用できる可能性が生まれる。

逆にいえば、並べる、探す、などの仕事はすべて AIDS 技術に置き換えられる可能性があり、これらに従事する人間は職を失う可能性が高い。これは工場などの単純作業だけに止まらない。知的作業と考えられているものの中でも、並べる、探す、という作業は多くの比重を占めている。例えば、科学者は似たような考え方が過去の論文の中にないかを調べなくてはならないし、弁護士や裁判官は過去の判例から似たようなものを探さなければならない。医者も似たような過去の症例を探し、そのときの治療経過などを理解する必要があるだろう。これらの仕事しかできないような専門家は AIDS に置き換えられてしまう可能性は高い。

探す、予測する、分類するなどの単目的の AI を“弱い AI”ということがある。現在存在する AI はすべてこれに相当する。この AI が人間社会のあらゆる場面で今後もますます利用されることは間違いなく、これをうまく使いこなすことは人間の個体としては個体間の生存競争に勝ち抜くための必要条件だろう。弱い AI に反対することは、ラッダイト運動と同じようなものである。

“弱い AI”に対して、“強い AI”とか“汎用 AI”と呼ばれる AI も想定される。それは人間のような自意識を備え、総合的に人間の知能を必要とするような作業も可能な AI を意味する。多くの人が AI として思い浮かべるのはこちらで、アンドロイドなどと呼ばれるロボットなどもこれに含まれる。ただ、これは現在のところ実現できていないし、将来実現すべきかそうでないかは問題である。“強い AI”は人間のライバルとなる可能性があるからである。

“強い AI”を考えるためには、人間の知能とは何かをより詳しく考察する必要がある。ここでは、知能は、情報を獲得し、その情報を加工し、そして役に立つ行動を引き起こす能力である、と考える。

動物である人間の情報の獲得は感覚器官である目、耳、鼻、触覚などで行われる。人間の感覚器官は優れており、耳は小さい音から大きい音までを聞き分けられる。目は細かい部分から全体を見渡すことまでできる。そして触覚は非常に鋭敏である。これらの能力をまねる、あるいは超える機械は最近まで実現できなかった。ただ動物の中には人間以上の感覚器官を備えたものも多い。犬の嗅覚は人間よりはるかに強力であるし、コウモリの耳は超音波を聞くことができる。したがって感覚器官そのものは人間の生存のための決定的な武器ではなく、それらの情報を処理する脳の能力がより重要である。

脳は集めた情報を整理・記憶し、そこから新しいことを推論し、目的に応じて今後の行動を決定する。推論のためには、主として演繹的思考と帰納的思考が用いられる。

演繹的思考は論理的な考え方、すなわち三段論法などにより、手持ちの情報から新しい命題を厳密に導くことである。数学の問題を解く際はこの思考を主として用いる。帰納的思考は多数の経験からそれらに共通する性質や法則を得るものである。経験則といわれるものはこの考え方で得られる。この両方の思考を行うことによって経験であるデータから有用な情報を引き出し、人間は発展してきた。それは最近まで人間以外には不可能なことであった。

コンピュータの出現はその状況を変えることになった。演繹的思考形式である論理演算はその出現時か

らコンピュータの能力が人間を超えていた。現在では、例えば単純な論理演算である乗算についてはノートPCでさえ、一秒間に数千億回可能である。そして知識言語といわれるプログラミング言語 Prolog などを用いればより複雑な論理演算が簡単なプログラムで高速に可能である。

帰納的思考には経験が必要であり、人間は誕生以来（睡眠時を除いて）絶え間なく感覚器官から情報を取り込んで経験としている。最近までコンピュータにはそのようなことが不可能だったので、帰納的能力は劣っていた。ビッグデータの時代になり、コンピュータも多くの優れたセンサーから情報を継続的に入手でき、またインターネットを通してあらゆる社会活動のデータを集められるようになってきた。蓄積された経験量が人間を超える時期は遠くないかもしれない。

経験を蓄積するためには記憶が必要である。これまでコンピュータの記憶容量は人間よりはるかに少なかった。現代でも記憶容量に関していえば一人の人間のほうが一台のコンピュータより優れているだろう。ただコンピュータは人間よりはるかに強力なネットワークで結合されており、記憶容量もそれらの間で共有できる。また、人間の記憶は時間とともに曖昧になることがあるが、コンピュータの記憶に関してはそういうことがない。さらに、技術の発達によりメモリーやハードディスク、SSDなどの記憶容量も急激に増加している。このためにコンピュータの記憶容量が人間を超える時期も遠くないだろう。

演繹的思考と帰納的思考の他に人間が知能の能力と考えているものは“直観”であろう。これこそ人間に特有な能力で、AIには将来的にも備わることがないと信じている人もいるかもしれない。直観は演繹、帰納推論のようにきちんと定義できるものではなく、“突然思いつく新しい考え方”のように曖昧に説明される。歴史的にそのようなものがあっただうかを考えてみよう。多くの場合、ものごとは連続的に進んできたと思われる。不連続的な変化のように見えてもよく見るとそうでないことが多い。コンピュータの出現は一見突然のように見えるが、アメリカとドイツで同じような研究が進んでいたことが知られている。革命的といわれる相対性理論についても同時期に同じ式を複数の人が導いていたことが知られている。このようにほとんどの発明・発見は時代や環境が必然的に生み出したものといえる。もちろん、最初に考えた天才といわれる人の偉業の価値が損なわれることはないが、天才にしてもその時代でないとその業績を生み出すことはできなかつたはずである。無から有は生まれないし、シュンペーターが“イノベーション＝新結合”と唱えたのも同じ意味と思われる。そして直観的と思われる考えなどが、それまでに準備されている複数の考え方を新しく結合したものならば、ランダムな組み合わせによりそれに行きつけるかもしれない。すなわち材料がそろっていれば、思いもよらない組み合わせを多くランダムに作り出せばイノベーションに結びつく可能性がある。ランダムなことを多数回行うのはシミュレーションの一種であり、現在のコンピュータが得意とし、実際に多方面で利用されている手法である。したがって、人間だけではなくAIにも“直観”的な推論が可能かもしれない。

“常識”もコンピュータがなかなか扱えなかつたものである。常識は他の個体を含む環境に対する幅広い知識と経験がなければ構成することができない。経験の元となるデータの入手手段が少なかつたこれまでのコンピュータで常識を扱えなかつたのは当然のことである。ビッグデータはこの現状を変えつつある。他個体の行動やその判断、社会活動や物理現象の多くがデータ化され、連続的にコンピュータに蓄積されるようになってきている。そしてその速度は急激に加速している。それらを用いてコンピュータが常識を備えることは十分考えられる。

感情も多くの人はコンピュータが持つことは困難であると考えているだろう。感情は事物に対する愛憎であり、それは個体や種の生存に対する本能的な善悪を規準にしていると思われる。生物の行動は目的を達成するように定められる。その目的は個体や種の生存を快適に、そして容易にすることである。これは生存本能であり、それが適切なものでなければ個体も種も生存の持続は望めない。明らかに個体の生存と

種の生存はときには矛盾する。感情は個体よりも種の生存に重みを置いた判断規準のように思われる。生物は遺伝子の突発的でランダムな変異のためであろうが、長い時間の間に変化する。変化したものの中で生存に適する種だけが生き残る。生き残った種が備えている判断規準が生存本能である。個体の生存がなければ種の生存はないが、個体の生存だけを目的にしても種の存続は難しい。自分を犠牲にして子を守る、という行動は動物では普通に見られる。自分を守ることを最大の目標とし、子を犠牲にするような個体が多い種の持続的な存在は不可能である。生物としてある種が生存し続けているということは、種の生存のほうが個体の生存よりも目的として上位にあることを意味する。この規準が感情といわれるものではないかと考えられる。同じようなことは企業活動においても当てはまる。短期の利益確保に最適な戦略が、長期の利益確保には害をなすことも多い。その場合、短期的には最適ではないが、長期的には利益を生むような戦略を採用する必要がある。

現在の弱い AI でも、生存本能に関係するところを除けば、その知能は近いうちに人間を超える可能性が高い。したがって強い AI を実現するには、生存本能を与えれば良いだろう。そしてランダムな自己改変機能を与えればより生物に近づく。なお、ランダムな自己改変機能は子孫の作成と個体の死が最適な方法であることは生物が証明している。それを AI において実現することは、現在の技術で可能であると思われる。ただ、人間にとってそれを実現すべきかどうかは重要な問題である。

生存本能のない AI は弱い AI にとどまり、それは人間にとって便利な道具である。これまでの歴史を見ても、科学・技術の発展を止めることはできず、有用な道具を人間は今後も作り出すことになる。作り出した道具の中には、原子力のように、使い方によっては非常に危険なものもあり、弱い AI もその一つであろう。現状の AI も武器に利用されており、核爆弾と同じくらい、またはそれ以上に危険である。このような危険に対しては、人間が自重するしかない。核爆弾に対しては今のところ自重ができていますが、今後に対する不安は残っている。弱い AI も科学・技術であるので適用や発展を止めることができない以上、うまく使っていくしかない。

強い AI は全く別物である。生物並みの生存本能を持った AI は新しい生物種と同じである。覇権を持った生物種が自分たち以外の種を絶滅させることが多いことはすでに経験済みである。強い AI の知能は人間を凌駕することになるであろうから、生存競争を普通に行えば人間にとっては悲惨なことになるだろう。

生存本能を持つ強い AI を実現することは技術的に可能と思われる。一般にシステムの行動の判断規準は目的関数の形で与えられる。弱い AI は単目的のシステムであり、目的関数は一つになる。目的関数が一つの場合は単純な最適化問題であり、機械学習における予測では予測の悪さを定義しそれを最小にするようにモデルを構成する。生物においては複数の目的があるので、複数の目的関数があり、それらを定められた規準で最適化する。そしてシステムの維持管理のためには生存本能、あるいは自動自己改良は有用な手段である。環境の変化に対応するように予測の方法自身が書き換わるような予測システムは望ましいだろう。現在のコンピュータはプログラムという指示書どおりにしか動けない。これがコンピュータは融通が利かない、新しい状況に適用できない、という考えの根拠となっている。ただ、プログラムもデータもメモリーの中には区別なく格納されており、それを自分自身が変更することは容易である。現状でもプログラムが自分自身を書き換えることは可能である。

当然、新しい技術も開発されるだろう。過去に将棋のプログラムが人間を打ち負かすようになったときに、多くの専門家は碁に関しては人間を打ち負かすようなプログラムは少なくとも数十年は現れないと考えていた。その理由はその当時の将棋や碁のプログラムはすべてまたは多数の可能な手の中で最適なものを探すが中心であり、碁は他のゲームに関して可能な手の個数が桁違いに多く、そのすべてを検討で

きるようなハードウェアの実現には数十年以上はかかると考えられたからである。それは間違っていないが、深層学習という新しい手法が開発されると、それを利用する基のプログラムは数年後に人間を打ち負かした。同様に現在の専門家がまだ気がついていない技術によって強い AI が実現する可能性は排除できない。

7. AI とどう付き合うか

これまでの議論を踏まえて AIDS とどのように向き合えば良いかを考えよう。現在と近未来だけを考えるなら、AIDS は弱い AI を実現する。単目的の弱い AI は現在もこれからも社会の重要な道具であり機能は高度になりながら利用され続ける。したがって現時点でもその内容に対する知識を学ぶことはよりよい日常生活を送るために必須である。これを学ばないと、いろいろな損害を被ることになるだろう。

もう少し先のことを考えると、総合的な強い AI の出現を止めることはできないだろう。強い AI は人間にとって生存競争のライバルになる可能性があるのも、個人的にはその開発は推奨できない。しかし、人間の好奇心は生存本能に組み込まれており、そのためにも、科学・技術の発達を意図的に止めることはできない。さらに新しい技術は危険をとまなうことがあっても、開発者にとってはそれ以上の短期的利益が見込まれることが多いので、反対する人はいても、結果的には止められない。したがって強い AI もいつかは開発されることになる。

それならば、人間と共存するような強い AI を実現するしかない。考えられる手段は、開発段階において、目的関数として生物のような純然たる生存本能を与えるのではなく、共存本能とでもいうべき、人間も AI もともに生存することを目的とする規準を積極的に組み込むことである。サイエンスフィクションでは、有名なアイザック・アシモフの“ロボット三原則”があり、それは“第一条：ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。；第二条：ロボットは人間に与えられた命令に服従しなければならない。ただし、与えられた命令が、第一条に反する場合は、この限りでない。；第三条：ロボットは、前掲第一条および第二条に反する恐れのない限り、自己を守らなければならない。”というものがある。これは AI の個体と人間との共存本能としてはよくできていると思う。ただ、AI の種に関する生存本能には触れられていない。種の生存本能を入れないほうが人間にとっては都合が良いが、それで済むかどうかは不明である。わたしは積極的に種の共存本能を与えるべきであると考えている。もちろん、AI の種、誕生、死などは現在は存在しないので、これらについては考えなければならない問題である。そしてそれも含めて、AI 研究において現在の AIDS とは異なるアプローチが出現する可能性はあるだろう。

AI は人間が持つ唯一の強みである知能に対して、それを超える可能性を持つ初めての存在である。現在は AI の誕生直後であり、まだ人間が完全にコントロールできる状態である。ただ、科学・技術の発展速度を考えると、人間がコントロールを失う時期は遠くないように思う。その際に人間が損害を被らないように現在から研究を進め、そしてそれが守られるように研究者や企業に対する監視を怠らないようにしなければならない。