



中島 秀之 (なかしま ひでゆき)

東京大学先端人工知能学教育寄附講座特任教授、公立はこだて未来大学名誉学長

AI^{*1}の開花

シンギュラリティは近い

最近、私の周りでは、カーツワイルの『シンギュラリティは近い』という本が話題を呼んでいます。日本語版初版の題が『ポスト・ヒューマン誕生—コンピュータが人類の知性を超えるとき』であったことや、新井紀子『コンピュータが仕事を奪う』などの議論が一緒になって、AIが勝手に進化を始めて人類を置いていく（もっと悪い方では人類を滅ぼす）のではないかという懸念や、AIが職を奪うといった心配をあちこちで聞くようになりました。映画の『ターミネーター^{*2}』の世界がやってくるような騒ぎです。本当にそうなるのでしょうか？

しかし、カーツワイルの原本『シンギュラリティは近い—人類が生命を超越するとき』には、そのようなことは書かれていなくて、明るい未来を示したものでした。人類が、AIやナノテク^{*3}の助けによって生物としての限界—老化や病気の他に、脳の処理速度や記憶容量の限界—を乗り越えて、さらなる高みに登るといふ壮大なテーマの本です（逆に、おとぎ話だという人がいるくらいです）。例えばナノテクによって作られた超小型ナノロボットが体内に入って病気を直したり、傷んだ神経細胞を修復したりすることによって病気から解放され、寿命も飛躍的に伸びるといふ未来が描かれています。人間は機械と一緒にになってサイボー

グ化していくのです。現実には走り幅跳びではパラリンピックの方がオリンピックの記録より良くなっています。他の競技でもそうなる日は近いのではないのでしょうか？『ターミネーター』よりは『攻殻機動隊^{*4}』に近い世界です。

そこまでの壮大な変化を信じるかどうかは別にして、コンピュータの存在が私たちの未来に大きな希望となっていることは間違いないと思います。ところで、私は「AI」（人工知能）と「IT」（情報技術）と「コンピュータ」をあまり区別せずに使います。厳密にいうとコンピュータはハードウェア、その上で走っているのがソフトウェアですが、これらハードやソフトのこと（両方を一緒にしたシステム）を研究/開発するのがITです。そしてAIはITの最先端のうち、知的な処理をする部分のことを指します。AIというとロボットもそれに含まれますね。自動車の自動運転だって技術的には似たようなものですから、こちらはロボットと呼ばれませんが、知能を持った自立移動体という意味では、本質的にロボットと同じです。昔のテレビ番組や漫画には「ロボットカー」と呼ばれるものが登場したことがあります。『ナイトライダー^{*5}』に登場するKNIGHT2000という車は、AI搭載の自律走行車でした。何れにしても、自動運転は現状ではAI技術だといって取り上げられていますが、これが実用化さ

*1 AI (artificial intelligence)

人工知能。言語の理解や推論、問題解決などの知的行動を人間に代わってコンピュータに行わせる技術。

*2 ターミネーター

人類を終わらせるものを意味する。1984年公開の映画。SFアクション作品。

*3 ナノテク

10億分の1m（ナノメートル）の極細な単位で行う超精密技術。半導体や機械加工、生物や医療分野への応用をめざす。

*4 攻殻機動隊

士郎正宗による漫画作品。21世紀の科学技術が飛躍的に高度化した日本が舞台。生身の人間とサイボーグなどが混在する社会で、公安警察が犯罪やテロから社会を守るため活躍するSF。

*5 ナイトライダー

1980年代のアメリカのテレビドラマ。犯罪捜査員と人工知能を持ち人間の言葉を話すスーパーカー、ナイト2000が事件を解決する。

れて町中に自動運転車が溢れる頃には、単にITと呼ばれているに違いありません。そういった意味で、私はAIとIT、ロボットと機械の間には本質的な違いは無いと思っています。

情報技術の発展

少し情報技術の話題から入りたいと思います。情報技術が創る新しい社会を「ソサエティ5.0」と呼んでいる人たちがいます。なぜ5.0なのでしょう？

ネアンデルタール人などの人類は、その誕生以来およそ百万年（今の人類であるホモサピエンスの誕生は20万年くらい前です）にわたって狩猟採集生活を送ってきました。自分で何かを生産するのではなく、野にいた生物や植物を採って食料や衣服にしていたのです。これは単純な消費経済です。これがソサエティ1.0、原始社会です。

エジプト、メソポタミア、インド、中国の四大文明で1万年くらい前に始まった農耕は、人類が食糧生産手段を手に入れたという画期的な出来事でした。同時に放牧も始まって動物も人工的に増やされるようになります。物質の生産・管理が始まったということで、これがソサエティ2.0です。物質社会と呼べるでしょう。

18世紀にイギリスで始まった産業革命は、人類がエネルギーを操るようになったことに起因します。最初は蒸気機関ですが、後に電力や原子力も操るようになりました（原子力の方はまだ完全ではありませんが）。これがソサエティ3.0、つまりエネルギー社会です。

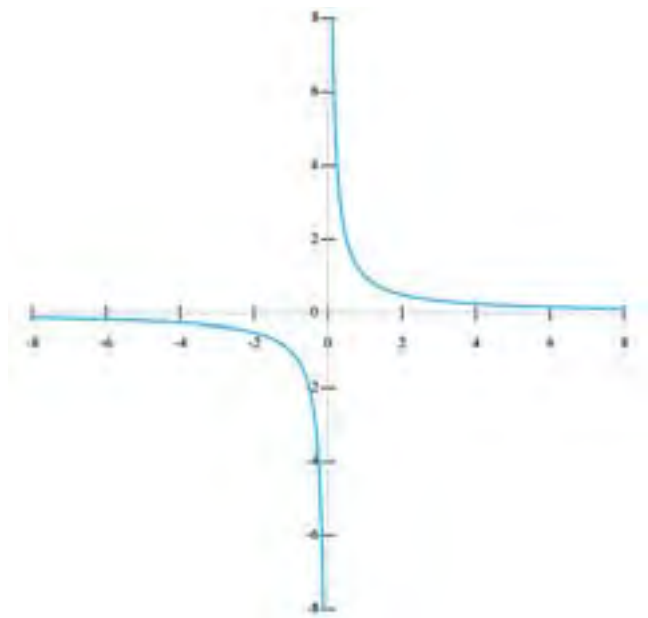
そして、1950年頃になって電子計算機が誕生しました。人類が情報を操る機械を手に入れたのです。ソサエティ4.0、情報社会です。現在はこの情報社会です。成果物の一つであるインターネットが、世の中の仕組みを大幅に変えつつあります。また、面白いことに、同じ時期に生物の遺伝子の仕組みが解明されて来ました。生命は情報だという考え方が広まりつつあります。

実は情報技術には、情報を伝達する技術（ICT=情報通信技術）と、情報を加工する技術（ITあるいはAI）があります。ソサエティ4.0はICT中心の社会と

いうことができます。

そして、AIが前面に出てくるのがソサエティ5.0です。超スマート社会と呼ぶ人もいますが、具体的な定義はこれからです。人間以外に知能を持つものが出現する社会とってよいでしょう。最初に述べたようにITとAIは連続したものですから、ソサエティ4.0からソサエティ5.0への移行も連続的なものになるでしょう。物質とエネルギーは自然現象ですから、物理法則による限界を越えることはできません。しかし、情報はその制約を受けません。情報技術に関しては思いついたことは全て実現できるという良いでしょう。そしてソサエティ5.0もそのようになるに違いありません。

少しシンギュラリティの話に戻ります。カーツワイルは、シンギュラリティの到来を2045年と予測しています。「シンギュラリティ」というのは元々、数学あるいは物理学の用語で、日本語では「特異点」と呼ばれます。例えば $y=1/x$ という関数は図のようになっていて $x=0$ の所が y の値が発散してしまう特異点です。物理学的には質量が無限大になってしまう、ブラックホールなどが特異点と呼ばれます。カーツワイルは何をシンギュラリティと読んだのでしょうか？実はコン



コンピュータの計算能力が人間のそれを上回ると予測されるのが2045年なのです。人間の処理速度より早いコンピュータ（AI）を作り出すのは人間ですが、一旦AIの方が速くなってしまうと、後は人間に頼らずともそのAIがもっと早いコンピュータ（あるいはAI）を作り出すことが可能になります（とカーツワイルは言っています）。これが彼のいうシンギュラリティです。技術の進歩はこれまでもどんどん加速してきました。コンピュータの速度は2年で2倍になるといわれています。この倍々ゲームは恐ろしい程の加速を生みます。

過去を見ても技術の進歩は年々加速しています。技術が加速しているだけではなく、技術の加速度が加速しているのです。先ほど述べた採集社会は、数十万年から百万年のオーダーで続きました。この間大きな変化はありません。しかし、農耕社会が続いたのは一万年のオーダーで、その後、次のエネルギー社会に移行します。エネルギー社会は、数百年のオーダーでその座を情報社会に明け渡しましたが、情報社会はまだ数十年しか続いていません。変化に要する時間の桁数がどんどん小さくなっているのです。これから外挿^{がいそう}*6すると次のソサエティ5.0は、数年で終わってしまうこととなります。シンギュラリティの到来が実感できるのではないのでしょうか？

AIと社会

さて、ITやAIが飛躍的に発展したときにどんな社会が待っているのでしょうか？パーソナルコンピュータの概念の産みの親であるアラン・ケイは、「未来を予測する最良の方法は、それを発明してしまうことだ」という趣旨のことを述べています。つまり「どうなるか」ではなくて「どうしたいか」ということが大事なのです。今あるシステムを「情報化」するのではなく、AIがあって初めて可能になるシステムを考えていかなければならないということです。

いくつか例を挙げてみます。働き方が変わります。今は普通のサラリーマンは、朝会社に行って夕方まで働いて、そして家に帰ります。でも、会議システムや

仮想現実の技術がもう少し発達すれば、家にいたままで会議をしたり、仕事をしたりすることができます。スマホをどこでも見ることができるように、どこでも仕事ができるようになるでしょう。育児休暇のように決まった期間を設けなくても、一日のうち一時間だけ仕事をするとか、一日置きに仕事をするということが自由になるでしょう。

学校の授業も変わるでしょう。教室にみんなが座って先生の講義を聞くスタイルではなく、様々なメディアを使った立体的な授業になるでしょう。バーチャルリアリティーを用いた実験や体験を取り入れたものになるはずですが。バーチャルリアリティーをうまく使えば、今のような先生一人に学生多数という形式ではなく、AI先生によるマンツーマンの教育が実現できるでしょう。もちろん友達と遊んだり教えあったりするのも大事ですから、それらも有機的に取り込まれると思います。そもそも学校と職場という区別も無くなるかもしれません。社会に出て仕事をしながら必要になったことを、その都度学ぶことが可能です。

行政サービスから書類が消えます。住民票などの証明書は、本人がいちいち紙の形でらってくる必要はなく、証明を要求している人に直接ネットワークから届けられるようになるでしょう。

私は函館で、全く新しい公共交通のシステムを研究していました。移動（モビリティ）を総合的にサービス提供するシステムをデザインしました。バスの路線や時刻表を調べなくても、タクシーを予約しなくても、必要な時に必要な交通手段が提供されます。例えば、レストランを6時に予約してあれば、5時半に自動的にお迎えの車がやって来ます。

他にもいろいろなことが考えられると思います。思いつけば実現できるのが情報技術の良いところです。

新しい教育

AIが職を奪うとって心配している人たちがいます。これはある意味で確かです。AIだけではなく、技術の発展によってなくなった職はたくさんありま

*6 外挿（がいそう）

既知の資料から未知のことを推測・予測すること。

す。馬車の御者、飛脚、電話交換手、タイピスト、駅の改札などなど枚挙にいとまがありません。ただ、少し違うのは、今後はこれらが知的作業の分野に広がっていくと思われることです。例を挙げると弁護士、裁判官、医師、教師、料理人、議員などがあります。私たちのような研究者の職も減るかもしれません。ただ、これらの職に就く人の数は減るでしょうが、無くなることはないと考えます。なぜなら、これらの職は「何が人間にとって正しいか」という判断を必要とするからです。AIは与えられた仕事を効率良くこなすことはできますが、仕事を発明したり、新たな目的を設定する能力は持っていないからです。遠い将来には、例えば鉄腕アトムのように、自ら考え、ゴールを設定して動くことのできるAIが産まれるかもしれませんが、それはまだまだ先だと思います。何故なら私たち研究者は、そのようなプログラムの作り方をまだ知らないからです。カーツワイルは、計算速度だけを問題にして2045年にそのようなことが起こるとしていますが、速度だけが早くなっても現在の枠を越えることにはなりません。

ですから、AIは知的作業のうち比較的単純作業の部分で代替するようにはなるでしょうが、より創造的な部分は人間に残されると思います。料理の例でいうと、有名シェフの味を真似るAIはできるでしょうが、創作料理の分野は人間に残されると思っています。エクセルの表計算は、今でもソフトの方が速く正確にこなしますが、どのような表を作るのかを決めるのは人間です。トマトを上手に育てるロボットはできるでしょうが、そもそもトマトを育てるべきか、キュウリを育てるべきかを決めるのは人間です。

ですから、人間の教育は変わらなければなりません。少し前から知識の詰め込み教育は良くないといわれながらも、今でもその傾向は変わっていません。人類に既に知られている知識はスマホを検索すれば、誰でも手軽にアクセスできます。でも、新しい知識を作るのは人間の方が得意なのです。教育はその方向に変わら

ねばなりません。

はこだて未来大では、開学以来「プロジェクト学習」というのを続けています。これは3年生の時に1年間かけて、学生チームが実際の問題をITで解決するプロジェクトを実行するという授業です。あらかじめ講義用に準備された問題と違い、函館市内にころがっている実問題を扱うので、事前に答えはわかりません。ここで学ぶのは知識ではなく、知識を手に入れる方法や、チームを運営する方法です。

プロジェクト学習では、病院で患者さんをサポートするシステム、漁師さんをサポートするマリンIT、函館の観光情報を提供するシステムなど、函館という地の利を活かしたテーマが多く使われています。プロジェクト学習以外にも、教員の研究テーマにもそのような地元のテーマを多くいただいています。そして、これまでになかったシステムが産み出されています。北海道では、新しい形の農業や畜産も始まっています。ここでもAIが使われようとしています。

深層学習のインパクト

つい最近、「アルファ碁」という深層学習（Deep Learning）を使ったシステムがトップレベルの棋士に勝ちました。深層学習は、それ以外にも様々な分野でブレイクスルーを起こしています。これまでコンピュータが苦手としていた画像認識の性能が、飛躍的に向上しました。顔写真を見て誰かを判定するという仕事では、人間の認識率を超えてしまいました。東京大学の松尾豊さんは、深層学習のことをAIの眼だと表現しています。生物進化においてカンブリア爆発という非常に多彩な生物が生まれた時期があります。これは生物が眼を持った時期と一致しています。眼を持つことにより、遠くの餌を発見できるようになり、また餌の方も遠くから捕食者の接近を見つけることができ、進化が急激に加速しました。深層学習によってAIのカンブリア爆発が起こるとしたら、これがシンギュラリティになるのでしょうか。