

ロボットとアンドロイドの未来 —人間はロボットに支配されるのか—

石黒 浩 (正会員) 大阪大学大学院

大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻教授(荣誉教授), ATR 石黒浩特別研究所客員所長(ATR フェロー), 工学博士. 人間とかかわるロボットやアンドロイドの研究に従事. ishiguro@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

一般の人々を対象にロボットやアンドロイドの話をする時、必ず聞かれるのが、「人間はロボットに支配されますか?」とか、「ロボットによって仕事は奪われますか?」というようなロボットに対する懸念に関する質問である。

ロボットといえども、いわばこれまでの技術開発の延長線上にあるもので、極端な言い方をすれば、スマホにアクチュエータがついて動き回っているようなものである。スマホはまったく怖がらないのに、ロボットは極端に怖がられる。自律的に動いて、勝手にいろんなことをするというようなイメージが強いのだろう。ではルンバのような掃除機はというと、それも怖がらない。ロボットらしいロボットは懸念の対象ではなく、人間らしいロボットのみが懸念される。

ただこれから家電製品をはじめとする人間とかかわるさまざまなシステムは、加速的に人間らしく

なっていくと思われる。画像認識は人間レベルの性能になり、音声認識も家の中のように静かな環境であれば、非常に認識率が高くなってきた。そういった個々の人間らしい機能が組み合わされて、近い将来に人間のようなロボットが実現される可能性は非常に高い。

そうしていつしか気が付けば、今日すでに、あちこちに自動販売機や自動化されたさまざまなシステムがあるように、それらに混じって人間型ロボットが働いている可能性はある。たとえば、今の電車の切符の自動販売機はボタンを押し間違えると、結構面倒なことになるが、近い将来は、東京までの切符をくださいとロボットに話しかけるだけで、切符が買えるようになるかもしれない。おそらく人々は「便利になったねー」と言うだろう。

人間は大きな変化を予測するときは常に恐怖を感じる。今の社会に生きる、今の自分の価値観では、その変化した未来に適応している自分を想像できないためである。しかし、生活に根付いて徐々に浸透してくる技術は無条件に受け入れていく。

そしてそもそも人間は技術によって進化してきた動物であり、技術なしには人間になることができない。故に、これからもロボットやアンドロイドはどんどん進化し、それらはいつしか我々の生活の中に浸透し、我々の生活に必要不可欠なものになるのである。



図-1 自律型アンドロイド ERICA

経済の未来

— AIは仕事を奪うか？ 私たちは遊んで暮らせるか？—

井上智洋 駒澤大学

駒澤大学経済学部准教授、博士(経済学)、早稲田大学政治経済学部助教などを経て2017年より現職。専門はマクロ経済学。著書に『人工知能と経済の未来』『ヘリコプターマネー』『人工超知能』などがある。inouetomo@gmail.com

近頃、人工知能(AI)が雇用を奪うかどうかといったことが盛んに議論されている。その際に見過ごされがちなのは、新しい技術がたびたび人間から雇用を奪ってきたという歴史的事実である。

19世紀初頭のイギリスでは、糸から布を織りあげる「織機」(しょっき)という機械が、手織り職人の仕事を奪っている。20世紀に入ってからは自動車の普及が、馬車を走らせる「御者」(ぎよしゃ)という職業を消滅させた。現在、電力使用量を自動的に送信する「スマートメータ」が、各家庭のメータをチェックして回る「検針」という仕事を減らしつつある。

ところが、こうしたイノベーションによる失業である「技術的失業」は、これまで一時的で局所的な問題にすぎなかった。機械に仕事を奪われても、別の職業に移ればよいからである。

今後AIがもたらす失業もまた、こうした転職によって解消できるだろうか？ この問いの答えを導くにはまず、AIを「特化型AI」と「汎用AI」に分けて考える必要がある。

「特化型AI」は、1つ2つの特定の課題しかこなすことができない。Siriのような音声操作アプリやGoogleのような検索エンジン、囲碁でチャンピオンを打ち負かした「アルファ碁」など既存のAIはすべて、それぞれの目的に特化された特化型AIである。

それに対し、「汎用AI」は人間のようにあらゆる課題をこなし得る。1つのAIが、チェスをしたり、会話をしたり、事務作業を行ったりする。汎用AIは研究開発の途上にあり、この世にはまだ存在していない。

恐らく、特化型AIが雇用に与える影響は、これまでの織機や自動車といった機械とそれほど変わりがなく、技術的失業はこれまで通り一時的な問題にとどまるだろう。

たとえば、AIを搭載した自動運転車やドローンの普及によってタクシー運転手や配送員が失業させられたとしても、その失業者たちは別の仕事に転職することができる。転職先は、介護士やマッサージ師であるかもしれない。必ずしも新しい職種である必要はない。

それに対し、汎用AIは長期的で全般的な技術的失業をもたらす可能性がある。あらゆる知的振舞いをこなせるがために、人間の仕事を根こそぎ奪っていくからである。新しい職業が生まれても、すぐさま汎用AIが入り込んで人間の労働を押しつけてしまうだろう。

数年前から汎用AIの世界的な開発競争が繰り広げられている。日本にも2015年に組織された「全脳アーキテクチャ・イニシアティブ」という非営利団体がある。

この団体は、脳を真似ることによって人間と同じように振る舞える汎用AIの実現を目指しており、2030年にはその目途が立つと謳っている。ほかにもチェコのGoodAI社が同様の試みを行っており、当社も実現目標を2030年においている。

それらを前提にすると、2030年以降急速に人間の仕事は減っていき、転職しようにも転職先がないような経済へと移行することになる。そうすると、人々

は労働から賃金を得ることができなくなるだろう。

だが、「ベーシックインカム」(BI)のような社会保障制度が導入されれば、むしろ遊んで暮らせるようになる。BIは、政府がすべての国民に対し最低限の生活を保障するためにお金を給付する制度だ。仮に最低限必要なお金が月7万円であるならば、国民全員に毎月7万円を給付することになる。

今でも、所得税の税率を一律25%ほど引き上げれ

ば、7万円の給付は実現可能である。AIの発達により生産性が飛躍的に高まった未来には、もっと高い額の給付が可能になるはずだ。

未来のAIがもたらすのは仕事を奪われ収入が得られないディストピアか、あるいは遊んで暮らせるユートピアか？ それは、BIのような包括的な社会保障制度が実現するか否かにかかっている。

ゲームの未来—ゲームがユーザを理解する—

三宅陽一郎 (株)スクウェア・エニックス

(株)スクウェア・エニックス テクノロジー推進部 リード AIリサーチャー。京都大学で数学を専攻、大阪大学(物理学修士)、東京大学工学系研究科博士課程(単位取得満期退学)を経てデジタルゲームにおける人工知能の開発・研究に従事。日本デジタルゲーム学会理事、芸術科学会理事、人工知能学会編集委員。miyakey@square-enix.com

ゲームの中のAI, ゲーム外のAI

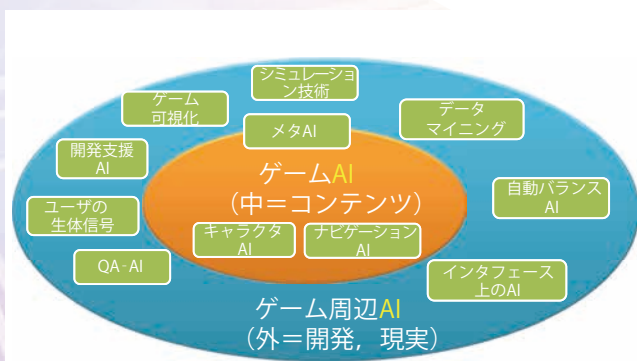
デジタルゲームの人工知能には「ゲームの中のAI」と「ゲームの外のAI」がある。ゲームの中のAIは、ゲーム全体を制御する「メタAI」キャラクターの頭脳である「キャラクターAI」環境を認識する「ナビゲーションAI」である。ゲームの外のAIとは「自動ゲームバランスAI」「自動デバッグAI」「ゲームデータマイニング」「QA-AI」などである。これまでゲーム産業では前者のゲーム内部のAIの発展に尽力してきたが、「開発したゲーム

を外側から科学し、整える」人工知能についての研究にも同等の比重を置く時代がきている。

たとえば、ある程度できあがったゲームを人工知能にプレイさせバグを見つける、難易度を自動調整する。またゲームの動作した膨大なログをデータビジュアライゼーションすることによってゲーム全体を科学的に監視する、などである。ゲームのスケールはすでに個人が直観で把握できるスケールを超えており、電力系統や株式のように、人工知能やデータ解析によって全体を監視し調整する時代に入っている。

メタAI

その中でも「メタAI」は特別な位置にある。メタAIはゲームの外部と内部の境界に位置する人工知能である。その役割は現実世界にいるユーザの身体・心理状態を把握し、ゲーム内のコンテンツを変化させることである。たとえば、ユーザのプレイログからリアルタイムにユーザの緊張度を近似的に計算する、ということはタイトルによってはすでに実



■図-1 ゲームの中のAI, ゲームの外のAI

装されている。ユーザの緊張が続いていると思えば敵を引かせ、ユーザの緊張が解けていると思えば敵を生成し攻撃させる。そうやってユーザの緊張度を人工的にアップダウンさせる役割を持つ人工知能である。さらに、その先には、現実のユーザのライフログを追跡し、ユーザの個性、最近の悩み事、行動範囲を抽出し、そのユーザのための物語、そのユー

ザのためのゲーム展開を、ゲーム内で生成していくことが人工知能に求められる。メタ AIによって、これまですべてのユーザに同一の体験を与えようとしてきたゲームから、それぞれのユーザに応じた固有の体験を提供するゲームへと移行させていくのである。

バーチャルリアリティの未来 —胡蝶はバーチャルリアリティの夢を見るか—

稲見昌彦 (正会員) 東京大学

東京大学先端科学技術研究センター教授。博士 (工学)。電気通信大学教授、慶應義塾大学教授等を経て現職。JST ERATO 稲見自在化身体プロジェクト研究総括、超人スポーツ協会発起人・共同代表。著書に『超人スポーツ誕生』(NHK 出版新書)がある。drinami@star.rcast.u-tokyo.ac.jp

2016 年はバーチャルリアリティ (VR) 元年といわれ、多くの VR 機器とアプリケーションが市販され、VR 関連企業が誕生した。VR の歴史は古く、基本原理は 1960 年代にアイバン・サザランド (Ivan Edward Sutherland) により提案され、筆者が学部生であった 1990 年代は第一次 VR ブームとも呼ばれ、商用の VR システムが販売されテーマパークなどにも VR システムが登場した。当時と現在の VR ブームの最大の違いは開発者層の厚さにある。

昨年 (2017 年) は実は VR サークル元年と位置付けることができる。筆者が顧問を務める東京大学 VR サークル [UT-virtual] を皮切りに、全国の大学で 10 以上の VR サークルが誕生し、日本学生バーチャルリアリティ連盟が結成された。かつては限られた研究者、技術者しか利用することができなかった VR に、個人開発者や学生がかかわることができるようになった。まさに往年のマイコンブームを彷彿させる。今後ブームの過剰な熱気は落ち着きを見せるだろうが VR 開発は企業だけでなく個人により脈々と続けられ、研究者では思いもつかない応用例が現れることになろう。

さて、ここで筆者の考える VR の未来は、社会のバーチャル化、VR 世界の多元化、そして身体のバーチャル化の 3 点がキーとなる。

巷ではときおり VR への警鐘とともに現実世界の大切さを説く論調が見られる。これはちょうど近代化の過程で、都市の弊害と自然環境の大切さを希求する言説に酷似している。当然、都市、自然環境の双方とも大切であるが、日常生活においては都市の利便性を選択する人が多く、それが都市部への人口集中という現状に繋がっている。

都市化と同様に社会のバーチャル化の流れは一層加速するだろう。現状のホワイトカラーの仕事の多くの時間は会議かコンピュータを用いたデスクワークに割かれている。ちなみに VR によって再現が比較的容易なモダリティは五感のうち視聴覚と触覚であり、ビジネスの多くは視聴覚を介してなされているためバーチャル化しやすい。よって遠くない将来において、仕事の多くは VR 世界においてなされ、出張などのビジネスでの移動も VR やテレグジスタンスによる光速移動に置き換わる。身体を物理的に移動することは、現状の船旅やクルーズトレイン

のように移動体験そのものが価値となるときに限られよう。そして息抜きや余暇、冒険、追憶の対象として時折現実世界に戻るといった生活スタイルになるかもしれない。

なお、味覚と嗅覚は実時間レンダリングがきわめて困難なモダリティであり、現状の味覚・嗅覚の技術は、視覚でいうところの三原色に基づくビットマップディスプレイが登場するはるか前の、ステンドグラスや、鉦物を砕いた絵の具で日本画や油彩画を描くような段階である。よって温泉や食やスポーツなど五感を伴うような体験は今後も現実世界ならではの価値として重視されるであろう。実は筆者もそういった考えから肉肉学会や超人スポーツなど「バーチャル化困難領域」への取り組みをはじめたところである。

さて、現実世界は人類にとって唯一のものであるが、そのことにより限られたリソースの取り合いや

社会の階層化などの問題が発生している。それに対し、VR世界は計算資源の範囲内であればいくらかでも生成可能である。現在のテレビが放送開始時の公共放送だけでなく、多チャンネル化しているように、VR多元化時代が到来するかもしれない。そのとき自動生成されたVR世界の数は人類の人口を凌駕することになる。現在VRを用いた動物実験も行われ始めていることを考えると、人類だけでなくそのほかの動植物のためのVR世界も広がるかもしれない。そして我々は社会的・文化的ペルソナをコミュニティにより使い分けられているように、将来はペルソナの数だけバーチャル化した身体を着替え、ときには種の壁さえ超えつつ、多元化したVR世界を往来するようになるかもしれない。

さて、こんな未来の四方山話は筆者の夢なのか、はたまた未来のVR世界をひらひらと舞う胡蝶の夢なのか。

ウェアラブルの未来 —ウェアラブルが浸透した先にあるもの—

塚本昌彦 (正会員) 神戸大学

2001年より日常生活でHMDを装着し、利用している。NPOウェアラブルコンピュータ研究開発機構、NPO日本ウェアラブルデバイスユーザー会という2つのNPOを立ち上げ、国内のウェアラブル産業の立ち上げを推進している。tuka@kobe-u.ac.jp

「1年後、街を歩く人の50%がHMD (Head Mounted Display)を装着するようになる」。20年前から私が言い続けている予言である。20年にわたって外し続けていることは認めざるを得ないが、これは本来日本企業の持っているポテンシャルであり、日本企業に対する期待であったのだ。HMDをはじめとするウェアラブルデバイスは、軽薄短小を得意とする日本企業の十八番であり、精密かつ高機能・高性能なデバイスを作って、世界市場に打って出てほしいと願ってきた。HMDは近い将来、スマホに代わって人々の日常生活を支えるキーデバイスになる。ユーザの体のさまざまな部位に装着されたほか

のウェアラブルセンサと連携し、ユーザの体調や感情を読み取って、ユーザにとって最適な情報を提示し、適切な行動を示唆してくれる。ユーザにとっては、現在のスマホ以上に、なくてはならない存在になるはずである。

さて、本稿のテーマでは5年後10年後などなんとなく予測のつく未来ではなくもっと先を要求されている。つまり、ウェアラブルがすでに成熟期にあり、技術が次のステップへと進むステージを想像したい。ウェアラブルの次のステップは、インプラント(埋め込み型)である。さまざまな小型のデバイスを体の中に埋め込んで、体の中をセンシングし、体の中

ヘアアウトプットして人体に直接何か影響を及ぼしていく。すでに手の甲の皮膚下に注入するICタグやカプセル内視鏡などが実用化されつつあるが、それらがもっと高機能になっていくと考えるのがよいだろう。カプセル内視鏡は、消化器の内部をカメラで撮影して健康管理に用いるというだけでなく、消化や吸収の促進あるいは抑制をもっと積極的に行うようになるかもしれない。さらに、ミクロン・ナノサイズの超小型コンピュータを血液に注入して免疫機能を補助したり、センシングしたり、血圧や血糖値、体温や情緒などを直接制御するということが可能になるかもしれない。ナノサイズのコンピュータを数億個脳内に送り込んで脳細胞と協調動作させるという考えは、シンギュラリティで有名なGoogleのRay Kurzweilによるものである。

インプラントが、人体を適切に制御する上で必須の技術として浸透していくのが10年後以降の社会だとすると、さらにその先の社会を作る技術にはサイボーグがある。サイボーグとは、SF小説・映画でもよく描かれているとおり、主に人体の一部を人工物で置き換えた形態のことである。義足、義手などはすでに広く使われているが、その情報処理機能が高度になり、ウェアラブル・インプラントデバイスと連携して機能することを想像してみたい。たとえば、義足を使って人類は自動車以上に速く走れるようになるかもしれない。もしそうなれば、自動車や電車などの乗り物は不要になる。さらに、義足、義手が高度に連携できるなら、100歳以上の高齢になっても、サッカーや野球が楽しめるようになるかもしれない。あるいは、高機能な身体にふさわしい新たなスポーツが必要になるかもしれない。

人工臓器の技術も進み、生物としての臓器の機能・性能を超えた「スーパー臓器」が実現される。インプラントデバイスと連携して、いったい何ができるようになるのかはよく分からないが、強力な消化、吸収の機能や毒物の除去あたりが妥当な想像だろうか。

あるいは何も食べなくても、非接触充電によって人体にエネルギーが供給されるようになるかもしれない。そうなるとトイレに行くこともなくなるのだろうか。心肺機能が強化されれば、息をせずに水中を長時間泳いでいけるようになるのか。スーパー義足、義手を使えばすごい速度で泳いで海の中をどこまでも行けるかもしれない。ドローン技術を使って、空中も飛んでいけるようになるのだろうか。交通の管理がどうなるのかは想像しにくいだが、コンピュータ制御だとぶつかることはないだろう。

電気的な装置を使う技術としては、すでに心臓のペースメーカーや、アルツハイマーやうつの治療に脳の深部に電極を刺してパルス電流を流すという脳深部刺激療法が使われている。これを発展させれば、腸や筋肉に使うことで消化を促進したり運動を強化したりすることや、きめ細かな脳刺激により脳活動の活性化、コンピュータのアウトプットの直接出力などが可能になる。記憶の強化や知識の増強などに加え、人工知能(AI)と脳の直接接続により、人類が今よりはるかに賢くなることが想定できる。ロボットと人間の違いがあいまいになり、ロボットの権利やロボット・AIが人類を支配するというような話もリアルになってくるのではないだろうか。

さらにそれ以降、AI、ロボットの進化により仕事をする必要がなくなり、食べることも息をすることも必要なくなるのなら、人間には何が残るのだろうか。技術的に可能であったとしても、それが社会に浸透するということには必ずしもつながらない。食べないとか息をしないとかが人類にとって良い選択なのかどうかは分からないが、それを選択する人は必ずいる。また、仕事や政治、科学技術の発展をAIに任せるとするなら、人間は何を生きがいとするのだろうか。コミュニケーションや旅行、スポーツなどを楽しんで暮らすというのが行き着くところなのだろうか。人類の明るい未来を願うとともに、創る側として良い貢献をしていきたいと思う。

芸術の未来—「道具(ツール)」と「物語(コンテンツ)」からの読み解き—

土佐信道 明和電機

土佐信道プロデュースによる芸術ユニット。さまざまなナンセンスマシーンを開発しライブや展覧会など、国内外で広く発表している。音符の形の電子楽器「オタマトーン」などの商品開発も行う。2018年に結成25周年を迎える。mail@maywadenki.com

「芸術の未来」を考えるのは、とてもむずかしい。そもそも芸術の定義が広く、芸術そのものが一般人にとって難解だからだ。しかし、芸術が生み出す芸術品は「人工物」である。そこでまず、「人工物」について考えることから「芸術の未来」を読み解いてみよう。

人類が生み出した2つの大きな人工物は「道具(ツール)」と「物語(コンテンツ)」である。「道具」とは自然の摂理を物質におきかえ、身体拡張や物理現象の拡大をもたらした人工物である。この道具は今日のコンピュータまで発展を続けている。一方の「物語(コンテンツ)」とは、人間の思考の記録である。情動的なものもあれば、理性的なものもある。人類の出発点では、その記録は主に音声である「ことば」で、人間の脳というメモリによって記録されていたが、文字を発明してからは外在化し、人間の一生という時間的な制約や、住んでいる土地という空間的な制約から開放されることで、広く拡散できるようになった。

芸術家がつくる芸術作品という人工物はどちら？ といえ、まぎれもなく「物語(コンテンツ)」である。絵描きはキャンバスや筆や絵具といった「道具(ツール)」は作らない。それを使って絵を描き、その中に「物語(コンテンツ)」を込める。芸術家とはビジュアル化のスペシャリストなので、たとえば「神」のような、超自然的で目に見えないものも視覚化できる。古代、王様は大衆をコントロールするために宗教を使っていたので、芸術家の神を描くビジュアル能力はとても重宝した。それは資本主義社会でも同じで、

権力者(資本家)はいまだに芸術家のビジュアル能力を重宝する。

さて、「道具(ツール)」と「物語(コンテンツ)」はつねに相互作用をするのだが、まず最初に起こった大爆発は「物語(コンテンツ)」を生み出す「道具(ツール)」、印刷機の発明であった。これにより、大量の「物語(コンテンツ)」の記録物が地上に出現した。さらに「写真機」「蓄音機」「映写機」と20世紀に複製機械が次々に生み出されることで、地球上に膨大な量の「物語(コンテンツ)」があふれた。とりわけ、芸術家である「画家」にとって、「写真機」の登場は脅威であった。画家の写実技法よりも簡単で正確に絵を作るこの「道具(ツール)」の登場で、芸術家は「道具(ツール)」では生み出すことができない「コンテンツ」を作る必要があった。かくして20世紀の「キュビズム」「シュルレアリスム」「フォービズム」などの多様な絵画様式が登場した。

さらに20世紀、芸術界にもう1つの大爆発が起こる。それはMarcel Duchampが「便器」という「道具(ツール)」を美術館に展示して「物語(コンテンツ)」にしてしまった事件、つまり「レディ・メイド」の発見である。20世紀の機械文明は、大量の物質社会を生み、数え切れない「道具(ツール)」を生み出したのだが、Duchampはそれらすべてが「物語(コンテンツ)」に変換できることを、人類に公開してしまったのである。いまだにこの手法から現代美術は抜け出せていない(その「物語(コンテンツ)」をふたたび「道具(ツール)」に戻すということが新しい芸術と考え、明和電機は実践しているのだが)。

私たちが未来というものを考えるとき、そこには「進歩史観」が必ずある。道具は知恵と成果物の積み重ねでできており、時代を経ることに高度な道具が出現する。そこでその延長線上での「未来」を予測することは可能だ。しかし「物語(コンテンツ)」は進歩史観ではない。過去に優れた画家や音楽家がいたとしても、その感性と表現能力を体積させて、さらにすぐれた作品を人類は作ることはできない。つまり、「芸術の未来」を考えるとき、おのずとそれは芸術の「道具(ツール)の未来」ということになる。

かつて写真機という「道具(ツール)」の出現は、画家を廃業にさせた。このように芸術家の領域を脅かす「道具(ツール)」は、今後ますます出現するであろう。「道具(ツール)」とは、人間のしくみを物質化・外在化したものであり、人類にはそれを作ろうとする欲求が強い。人間の脳における、視覚情報を抽象化するプロセスは、わりと機械化しやすい。Piet Mondrian が森林を単なる色面と線に変換したプロセスは、今日のコンピュータで簡単にシミュレーションできる。複数の視点から見た映像を1枚の絵に込めるキュビズムも同様だ。それらは論理的なプロセスを含む。ゆえに絵が描けない素人でもメソッドに従えばそれなりの絵が描けるので、世界中に大流行したのである。

唯一、シュルレアリスムだけは、人間の内的世界にあるイメージのコラージュだったので、機械化が難しかった。しかし最近の AI を用いたビッグデータの画像認識と近似画像へのマッチングによる「気持ちの悪い絵画」の生成は、この領域にも踏み込み始めている。おそらくこの5年ほどで、20世紀までの絵画様式はすべてコンピュータで自動生成できるようになるだろう。さらにそれに3Dプリンタのような「粒子コントロール」ができる装置が進歩すれば、物体としての外在化も進む。オリジナルと傷も原子組成もまったく同じ芸術品を作れるようになるだろう。そうすると、世界中の美術館の絵画や彫刻は、その国の歴史の道標という価値をのぞけば、鑑賞の価値はなくなり、ほとんどがゴミとなる。

しかしこれは芸術家にとって悲劇ではない。芸術を生み出す「道具(ツール)」が登場すればするほど、芸術家はそこから逃亡し、新しい「物語(コンテンツ)」を生み出すからだ。かつて海の中の生物が陸上に進出したように、生命は追い込まれることで創造性を発揮する。僕はその“したたかさ”こそが芸術家の(そして生命の)本質であり、想像することすらできない「物語(コンテンツ)」の未来に、期待をするのである。



宇宙の理解・利用の未来—何かを融合すること—^{☆1}

中谷純之 総務省国際戦略局宇宙通信政策課衛星開発推進官

1999年京都大学卒業、2001年総務省入省、2004年～同省総合通信基盤局移動通信課にてシステム開発係長・主査・移動体推進係長を歴任、2007年在カンボジア王国日本国大使館二等書記官、2010年～総務省情報流通行政局情報セキュリティ対策室、情報通信国際戦略局 研究推進室および通信規格課等にて課長補佐を歴任、2014年東京瓦斯(株)(官民人事交流)、2017年現職。spaceict@ml.soumu.go.jp

イノベーション

・組合せによる融合

イノベーションという言葉は、2010年代に入り国内でも頻りに耳にするようになった(図-1)。この言葉は、文部科学省によればオーストリア経済学者 Schumpeter が定義したとされる一方、同氏の著書『経済発展の理論』において「新結合」という言葉で表現されている。当該表現は、何かを組み合わせ融合することがイノベーションを引き起こすという命題と符合する^{☆2}。

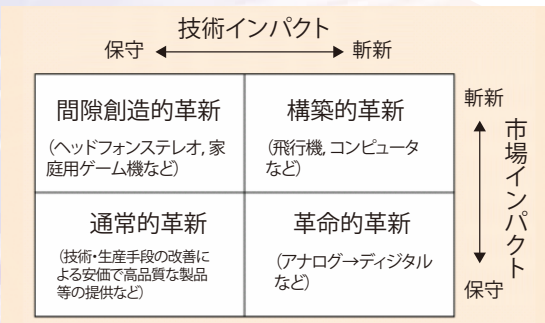
・ICTとの掛け算による融合

総務省では、ICT^{☆3}との組合せによるイノベーションを宇宙利用において創出すべく、「宇宙×ICTに関する懇談会」の報告書を取りまとめた。その内容の紹介は本稿末に譲るとして、まずは17世紀頃からの歴史を振り返りたい。

宇宙の来し方

・物理学者の思考回路

物理学者^{☆4}は、万物・古今を共通の概念で理解



出典：文部科学省 Web サイト：http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200601/column/007.htm

■図-1 市場および技術インパクトによるイノベーションの類型

したいと欲している。たとえば、イギリス物理学者 Maxwell は、一見別々に見える電気の力と磁力とを統一的に扱う^{☆5} ことにより、古典電磁気学を完成させた。

数学者^{☆6}と共通するのは、ある学問体系が一定の完成を見ると、それらを包含するより大きな学問体系の構築へと向かう行動原理^{☆7}である。

・古典力学まで

慣性の法則を唱えたイタリア天文学者 Galilei^{☆8} や、「ケプラーの法則」を打ち立てたドイツ天文学者 Kepler は、なぜ、万有引力の提唱に至らなかったのか。

イギリス物理学者・数学者 Newton は、林檎と天体とを同一視^{☆9} した上で、月に働く慣性と、地球に働く作用・反作用とを頭の中で融合したのである^{☆10}。Newton^{☆11}の慧眼には、林檎も月も地球も、万物の法則に従う対象物に映ったのだろう。

・量子力学・相対論から素粒子論へ

19世紀末の古典力学の破綻を契機に、量子論^{☆12}が表舞台に躍り出て、20世紀に入ると相対論が忽然と姿を現した。さらに、イギリス物理学者 Dirac は、量子論に特殊相対論の効果を融合^{☆13}した相対論的波動方程式^{☆14}により、陽電子の存在を予言した^{☆15}。

その延長である素粒子論は、すべての現象や力を同じ土俵で統一的に扱う(図-2)ことを主目的とする。その実現に向けた理論的な融合^{☆16}のために、いかに起爆剤を仕込むかが肝要^{☆17}である。

産業の在り方

・T字型からπ字型へ

ところで、ひととき、我が国においてT字型人間がもてはやされた。しかし、標準モデルとして据えるのはπ字型が適当であろう^{☆18}。さらに進んで「たこ足型」^{☆19}になり、足を融合するのが理想である。

・他業界との融合

このことは、産業の在り方にも示唆を与える。慣れ親しんだ産業領域に閉じこもることなく、コアコンピタンスを活用しながら、他業界と協調・連携していくべき^{☆20}ところ、残念ながらこのことは、所

有権と経営権の分離が途上である我が国企業には容易ではないように映る^{☆21}。

宇宙の行く末

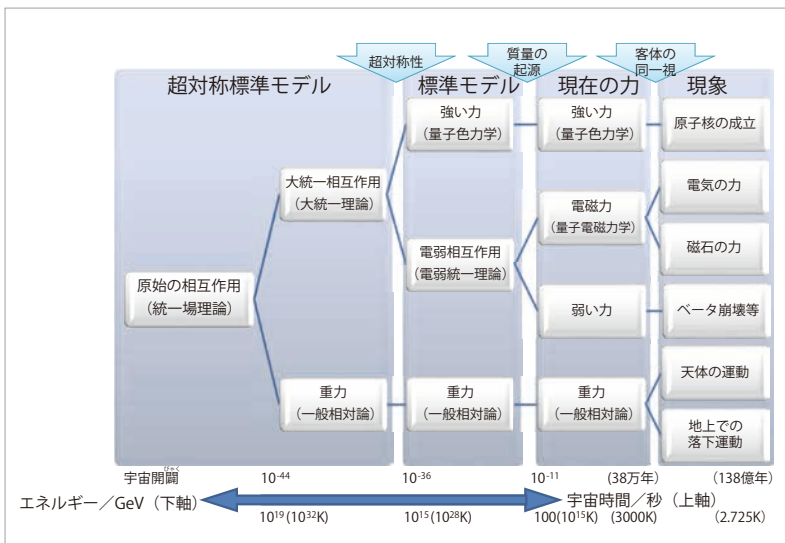
・宇宙×ICT^{☆22}

前世紀に官需に牽引された宇宙産業^{☆23}が、今まさに宇宙に羽ばたこうとしている^{☆24}。しかし、宇宙開闢の歴史に準えるのであれば、現在は、小宇宙の蓄^{☆25}が現出したにすぎない。その蓄を枯らすことなく、インフレーション^{☆26}へと繋げていくことが肝要である。その実現には、ICTとの融合が有効である。

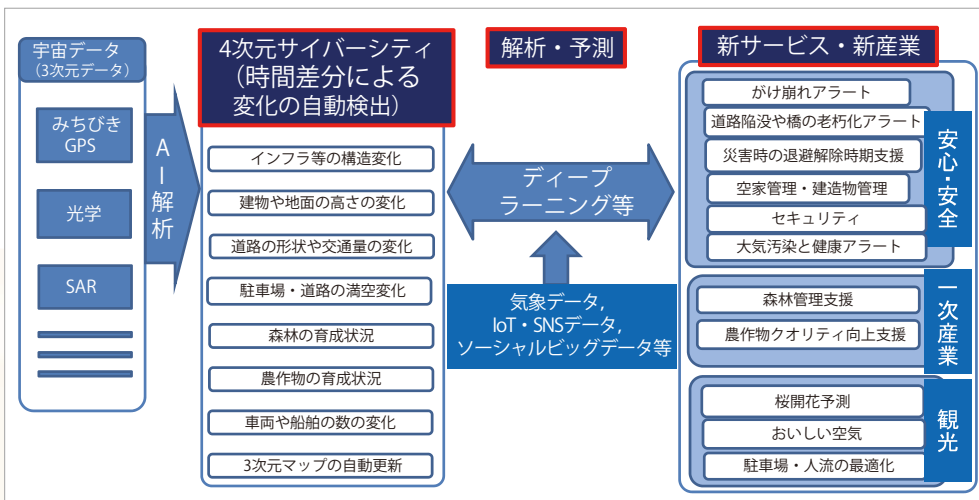
・4次元サイバーシティ

例を挙げれば、物理的に3次元空間を把握する宇宙データ^{☆27}に、AIで自動抽出した時間的変化を加味することにより、4次元サイバーシティ^{☆28}を構築する^{☆29} (図-3)。さらに、IoTデータ等の地上系データを融合することにより、さまざまな新サービス・産業の実現が期待される。

宇宙データと地上系データとを隔てる壁^{☆30}を壊す起爆剤^{☆31}は何か。もしかすると、その答えは、宇宙の来し方を探求する物理学者の営みに隠されているのかもしれない。



■ 図-2 エネルギーとアイデアとを与えて時を遡り、力が統一されていく様子



■ 図-3 4次元サイバーシティの構築と活用

参考文献

- 1) 佐藤勝彦：宇宙論入門—誕生から未来へ、岩波新書。
- 2) 藤井保憲：統一理論：自然界の4つの力は統一できるか？、学習研究社。

- 3) 二間瀬敏史：図解雑学 素粒子、ナツメ社。
- 4) 大栗博司：大栗先生の超弦理論入門、講談社ブルーバックス。
- 5) ICT が巻き起こす宇宙産業ビッグバン 宇宙× ICT に関する懇談会。

- ☆1 本稿中、意見や推測にわたる部分は執筆者の個人的見解であり、所属元や業界の見解を代表・表明するものではない。また、内容は、2017年9月末時点のものである。
- ☆2 執筆者自身は、「ルールを変えること」がイノベーションであると考えている。執筆者が考える定義は、あまりに拡張・一般化しすぎた概念であるおそれがあるため、ここでは、組合せによる融合を意味する「新結合」という定義を採用する。
- ☆3 Information Communication Technology の略。情報通信技術。我が国ではしばしば IT と表現される。
- ☆4 理論物理学者を指す。
- ☆5 ゲージ対称性の要請から、Maxwell 方程式をそのように設計したためであるとされる。
- ☆6 数学者は、とまれかくまれ抽象化・一般化を志向する。わずかな定義から出発し、やむを得ない場合にはごくわずかな公理(選択公理がその代表例)を認めた上で、学問を体系化することを試みると言い換えてもよい。多くの理学系学生を悩ます代数学は、その典型である。
- ☆7 周辺領域を融合し、整合的に拡張していくわけである。そのほか、可能な限り非経験的かつ説明的(論理的)、すなわち ab initio に物事を記述することを好む。
- ☆8 地動説を唱え、裁判において「それでも(地球は)動く」とつぶやいたという逸話で有名であるが、事実か否かの時代考証は歴史学者にお任せしたい。
- ☆9 林檎が地面に落ちてきても、常人には、月が地球に落ちて来るとは思えない。
- ☆10 数学的には、万有引力の法則は、Kepler の第2法則と運動方程式とから導かれる。しかしおそらくは、定式化の前に、先人により提唱されていた慣性の法則と、後に自ら『プリンキピア』において発表する作用・反作用の法則とから発想していたのだろう。ということは、万有引力を提唱したとされる「奇跡の年」(1666年)の時点で、すでに作用・反作用の法則が頭にあったことになる。
- ☆11 万有引力の法則や運動の3法則からなる古典力学のほか、数学や光学においても卓越した偉業を残した。その功績は、前述の Maxwell 方程式とともに、長らく普遍の真理だと認知されるに至った。量子論や相対論が台頭するまでは、ドイツ Planck が生みだすデンマーク Bohr が育てたとされる。
- ☆12 量子論は物質(電子等)に関するもの、特殊相対論は空間に関するもの。融合に馴染まないこの両者、しかも近代物理学の2大巨塔に果敢に挑んだからこそ、素粒子論の本格化を促すイノベーションを起こすことに成功したのだろう。
- ☆13 Dirac 方程式として知られる。残念ながら、あまりの難解さから、理系学生を悩ます Schrödinger 方程式に比して知名度は劣る。それぞれでも難解である量子論と特殊相対論を融合したのであるから、無理もない。
- ☆14 そのほか、波動関数にスピンの組み合わせられているためにパウリの排他原理を自然に満たすという特徴も有する。いずれも、物理学界における大きなイノベーションである。
- ☆15 残念ながら、現在の物理学をもってしても、宇宙は、単一の理論により記述できるものではなく、重力以外の3つの

- 力を統一的に扱う大統一理論ですら未完である。量子論と相対論とを組み合わせようやく、その一端を理解できるという状況である。かの Einstein が「この世で最も理解しがたいことは、宇宙が理解できるということ」という言葉を残しているくらいであるから、無理もない。
- ☆17 たとえば、「強い力」と電弱相互作用とを融合するには超対称性なる一見非常に奇妙に見える仮定を置く必要がある。究極理論(統一場理論)の最有力候補と期待される超弦理論に至っては、4次元の時空以外に6次元(またはそれ以上)のもの見えない空間が広がっているとしている。いずれも未完の理論ではあるが、その検証のために、エネルギーとアイデアとを与えて時を遡るとは、何とも夢がある話ではないだろうか。
- ☆18 なぜならば、自らの職業の業種について一定の知識を有しているのは当然のことであり、 $+ \alpha$ でもう一翻ぐらいは付けられると考えるためである。なお、物理学における標準モデルは、電磁力と「弱い力」の2つを統一的に扱うことに成功している。
- ☆19 精通する専門分野をいくつか持ちつつ、周辺領域の知識や全体の類推・調整能力を同時に備えた人材を指す。ただし、本物のたこのように、自らの足を食べてしまってはいけない。同時に、孔子は、多くのことができて君子ではない、つまらないことまで何でもできる必要はない、と戒めていることにも留意する必要がある。
- ☆20 アライアンスによる多角化経営を企図する企業は多いが、実際は、成功体験の延長でモノカルチャーにとどまり、既存顧客や保有技術の囲い込みに終始してはいないだろうか。
- ☆21 ビジネスにおいてイノベーションを起こすことは、かくも難しいのである。アメリカ経済学者 Christensen が、『イノベーションのジレンマ』の中で詳述している。
- ☆22 ここからは、universe ではなく space を指す。
- ☆23 全世界的な傾向だが、我が国においてより著しい。
- ☆24 ベンチャー企業や非宇宙系産業の宇宙産業への進出が地上波でたびたび報じられている。
- ☆25 量子ゆらぎ。
- ☆26 単純なビッグバン理論の問題点を解決した理論で、我が国の佐藤勝彦氏が「指数関数的宇宙膨張モデル」として提唱。インフレーションの命名はアメリカ宇宙物理学者 Guth。
- ☆27 光学データや合成開口レーダのデータ、測位データを指す。
- ☆28 「宇宙× ICT に関する懇談会」の最終回において、この定義について激論が交わされた。
- ☆29 3次元の地形データ等に時間軸を掛け算することにより、文字通り次元が変わるわけである。
- ☆30 宇宙データの取扱いには専門性が求められるため、非宇宙系のプレーヤには利用が難しい。また、宇宙系のプレーヤは、サービス・アプリケーションやビジネスソリューションを提供可能な企業等との接点がない。
- ☆31 さまざまなプレーヤのマッチングの場を提供し、同時に自らも結節点となっていくことが、官としての役割ではなからうか。宇宙× ICT によるイノベーション創出のため、より一層、汗を流していきたい。

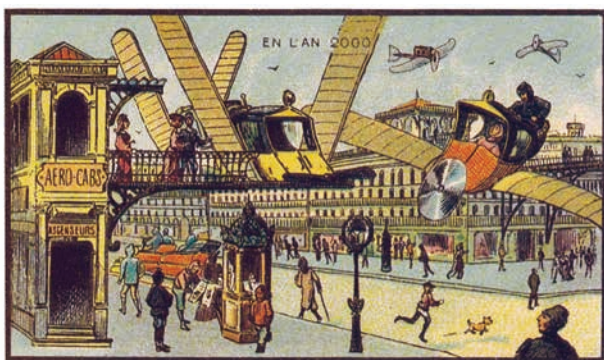
空の未来—航空事故ゼロの未来—

鈴木真二 東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻

1986年(株)豊田中央研究所を経て、東京大学助教授、1996年東京大学教授。日本航空宇宙学会会長(第43期)、日本機械学会副会長(第95期)、国際航空宇宙連盟(ICAS)理事など。tshinji@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

100年前にフランスで発表されたEn L'An 2000(2000年)と題された一連のイメージ図には、「空飛ぶタクシー」や、「空飛ぶ郵便配達」まで登場する。残念ながらそうしたシーンは実現できていない。未来を予測することは簡単ではない。かつて、経営学者ドラッカー(Peter F. Drucker)は、「我々は未来について2つのことしか知らない。1つは、未来は知り得ない、もう1つは、未来は今日存在するものとも、今日予測するものとも違うということである」と語った。要するに未来は分からないということだ。しかし、ドラッカーは未来を知る方法も2つあると指摘した。「1つは、自分で創ることである。成功してきた人、成功してきた企業は、すべて自らの未来を、自ら創ってきた。もう1つは、すでに起こったことの帰結を見ることである。そして行動に結びつけることである」。

前者は分かりやすい。私も、未来の空を創るために2つの研究を行っている。1つは、飛行機の安全性を高めるための「耐故障飛行制御」の研究だ¹⁾。飛行中に故障の発生した飛行機を高度な制御システムによって安全な飛行を維持できるようにする研究で



En L'An 2000²⁾

ある。2000年代から産官学のグループによって研究を開始し、2011年には、無人航空機を用いて、人工脳神経網(ニューラルネットワーク)による故障した機体の飛行実証に成功した。その後、JAXA(航空宇宙研究開発機構)の実験用飛行機を用いた飛行実証も続け、2016年度から、欧州のチームとの共同研究をスタートさせた。そこでは、機上のカメラで捉えた滑走路を画像処理技術によって自動着陸をさせようとする研究も含まれている。GPS(全地球測位システム)や空港からの誘導電波による自動着陸の際に、そうしたシステムで異常が発生したときに対応するためだ。墜落事故のない未来の空を目指している。

もう1つは、小型無人航空機ドローンに関する研究である³⁾。ドローンの昨今のブームは2010年にフランスから4つのプロペラをバッテリーで回転させるマルチコプターが玩具として市販され、その後、空撮用の中国製の機体が世界中に広まったことにある。いままで、飛行機が安全上の理由で巡航できなかった低高度を自由に飛び、空撮以外に農業、物流や測量、点検に利用することで、「空の産業革命」を拓くとも期待されている。ただし、落下や離着陸時の飛行機との衝突が懸念され、各国で規制が強化され、我が国では、2015年に航空法が改定された。今後、最も重要なことは、多くのドローンを交通整理する運行管理システムの開発と整備である。今は、道路も、信号もない状態で自動車が走り回っている状態に近い。現在、産官学の150以上の団体による日本無人機運行管理コンソーシアム(JUTM)を設立し、ドローンを安心して効率良く使える未来を模索している。

ドローンは驚異的な技術進化を遂げ、個人用の飛

行機としての飛行実証も世界でなされている。En L'An 2000 が描いた世界がまさに実現しようとしている。ただし、実現のカギは安全性にある。有人の飛行機の歴史は、事故の原因究明とその克服にあった。ドラッカーの指摘した未来を知る2つ目の方法に注目したい。過去に起きたことを未来に当てはめることで、つまり、飛行機の安全向上の取り組みを進化

させ、空をより活用できる未来を創らねばならない。

参考文献

- 1) 鈴木真二：落ちない飛行機への挑戦：航空機事故ゼロの未来へ、化学同人(2014)。
- 2) <http://publicdomainreview.org/collections/france-in-the-year-2000-1899-1910/>
- 3) 鈴木真二：ドローンが拓く未来の空：飛行のしくみを知り安全に利用する、化学同人(2017)。

交通と都市の未来—移動から開放されるとき—

西田純二 (株) 社会システム総合研究所

1980年京都大学工学部交通土木工学科卒業、交通計画コンサルタントを経て日本DEC(株)でSE。その後阪急電鉄(株)で都市・交通計画に従事、2004年に(株)社会システム総合研究所を設立し代表取締役就任。京都大学経営管理大学院経営研究センター特命教授。nishida@jriss.jp

米国スタンフォード大学が2016年に発表したARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LIFE IN 2030^{☆1}では、AIがもたらす2030年の都市や生活の変化を予測している。中でも交通分野は最も劇的な変化を遂げる領域だろうと予測されている。

すでに2017年にはアウディが条件付自動運転(レベル3)を発表し、自動車の技術進歩はとどまるところを知らない。再生可能エネルギーを利用するなどエネルギー効率の良い完全自動運転車の登場は、鉄道駅を中心に形成されている日本の都市構造を変えてしまう。また自動運転により高速道路での車間距離が半分になると道路の交通容量は2倍になり、道路渋滞も解消するだろう。

情報通信技術の進歩で外出回数も減りつつある。テレビ会議、ネットショッピング、電子メールで仕事の大半は片付いてしまう。苦痛を伴う通勤や仕事・買物の移動から解放される日は近づきつつある。最近問題となっている宅配業の労働問題も、近い将来には自動運転やドローン輸送が解決してしまうだろう。物流に目を転じて、Amazonは輸送中のトラック内で3次

元プリンタにより商品を製造する特許を申請した。ロシアの企業は韓国サムスンと提携し、大型の3Dプリンタで住宅建設を行って話題を集めた。植物工場による野菜生産も普及段階となり、また陸上養殖の魚介類が市場に並びはじめた。二次産業のみならず一次産業までもが需要地の近くで生産を行うことができるようになりつつある。人の移動だけではなく、物流においても輸送需要が大幅に減少するだろう。

もう1つ見逃せない動きは、シェアリング・エコノミーと呼ばれる所有から利用する経済への変化である。インターネットの活用で、シェアリング・エコノミーは拡大を続けている。カーシェアの普及は企業や家庭における車の保有台数を減少させる。空き部屋を宿泊施設として運営するAirbnbや、自家用車をタクシーとして提供するUberなども拡大の一途である。たとえばカーシェアやUberにより自動車の運用効率が2倍になれば、同じ走行台キロの輸送需要を賄うための車両数は半分でよくなる。都市内の駐車場の総面積も半分になり都市にゆとりが生まれる。そして多くのモノを所有することで幸福を感じていた時代は終わり、断捨離によるシンプルな生活が流行するだろう。都市はもっと美しくなれるかもしれない。

^{☆1} <https://ai100.stanford.edu/2016-report>

もし通勤通学の便利さという条件が不要になれば、あなたはどこに住みますか？ 会議や商談に便利という条件がなければ、どこにビジネス拠点を置きますか？ 通勤通学や会議の移動時間が減少したとき、その時間を何に使いますか？ この質問の答えは一通りではなく、答えのバリエーションの数だけ、未来の都市の姿が描けるだろう。

これからの交通や都市を評価する基準は、利便性や効率性より、楽しさや美しさ、誇らしさ、安らぎといった高次の精神的欲求に応えられるものへと変化していくだろう。植物工場で生産された新鮮な野

菜が宅配されるようになって、「私が自宅の畑で有機肥料だけで作ったトマト」が最も美味しく嬉しいトマトのはず。シェアリング・エコノミーの普及は、1つの地球を全人類でシェアリングしているという究極の事実を再認識させる。

交通と都市が進歩し、人々が移動の束縛から開放されて、必要なときに必要なモノが自由に使えるようになれば、私たちは今よりもっと人と地球に優しくなれる。こんな未来になればいいな。

建築の未来—施設が消える—

梅林 克 (株) エフオービーアソシエーション

1987年大阪芸術大学芸術学部建築学科卒業。1987～1993年高松伸建築設計事務所。1994年～現在F.O.B Association 設立。1999年～現在立命館大学理工学部環境都市系建築都市デザイン学科 客員教授。2004～2015年京都大学工学部建築学科 非常勤講師。info@fob-web.co.jp

日進月歩の「情報」世界から見れば建築は古色蒼然たる「シーラカンスの世界」だろう。実際我々の議論の俎上に載るのは今もって100年ほど前のミース・ファン・デル・ローエ(Ludwig Mies van der Rohe)やル・コルビュジエ(Le Corbusier)の作品や理念であり近代建築の概念の廻りをいまだにうろついている。いや、それ以上に1万年も前の建築の「初源」が常に新しい問題として我々の前に現れ続けてくる。IT革命ましてやIOT革命の実空間—建築への反映などいまだ定まらず咀嚼できているとは言いがたい。「未来の建築」なんてちょっと気恥ずかしすぎて私には語る言葉もない。

建築はいつも常に「遅い」メディアなのである。開き直ってしまえば「遅い」ことによってフィジカルな「人間」そのものにふれる回路が建築において開かれているとも言えるのだけれど……。

ただし、そんな古くさい建築も金融資本の本流には抗いがたくのみ込まれ都市／建築は大きな変質を

強いられている。この状況についてある予測を立ててみることは私にもできそうだ。簡単に概説すると建築は強大化する資本に準じ計画は「大きく」なりより「施設」化が進んだ。ここで言うところの「施設」とはでき得る限り「単機能」(オフィスとかショッピングモールとか)で外部環境(歴史的な都市の文脈も含む)に対してプログラムのにも「閉じている」建築空間のことを言う。完全に単機能で閉ざされた建築はまず存在はせずその建築はどの程度「施設性を持っている」といった具合に評価されるものだけれどバブル以降、私にはこの「施設性」の高い建築が非常に目に付くようになったと感じている。

まずは「大きさ」(規模)。卑近な例えだが私が建築の仕事の始めた頃(1980年代)はバブル経済華やかな時期だがそれでも100億クラスのプロジェクはプロジェクトであった、それが今や1,000億、2,000億のプロジェクは全世界で「ざら」に見られる。金融資本の肥大化と軌を一にして実空間の建築も肥大

化している。桁が変わっているのだ。そしてこのプロジェクトは多くが「施設性」が高い。なぜなら金融資本によって証券化され高い「利回り」を求められているからだ。実は近代建築の「機能」概念はこの効率を生み出す機構と相性が良い。近代建築の夢ここに至れりといったかたちだ。

しかしこれらフロー建築(≡施設)はどんなにお金がかかっていようが「貧困」だ。原理的に単機能で高い「効率」(レンタル比という建築全体の中で金を生む面積比率の高さを持つものほど良い)ということは都市の中で在するための空間の豊かさは外部に依存することになる。「マンション」建築などがその典型だ。たとえば「田園調布」に建つマンションはその生活質はほとんどが外部の「田園調布」の場所性に依存している。いわば寄生しているのだ。だからほとんどこんな施設性の高いもので街が占められると宿主たる都市は貧しくなる。これが東京をはじめ日本全国で進んでいる現代都市の貧困現象だろう。

しかし困ったことに建築を資本的にはフロー化できても実体としては依然として物理的な制約を受け続けるのが建築だ。使い手の我々はそんな肥大化、貧困化した「施設」を心地よいとは感じない。ショッピングセンターのユニクロで服を買うより商店街の古着屋で店主と相談しながら服を選んだり、都心の大きなオフィスビルに働きに出かけるのではなくて自宅でネットを介して仕事を進める方が「心地よい」生活とを感じる人が増えている。気が付けば大きな施設のバーやレストランで飲み食いするより界隈性の高い「なんとか横丁」の立ち飲み屋で友人たちとワイワイ飲む方が多くなっているのではないだろうか？

実際、大きなショッピングモールも計画した資金回収が難しくなり、最近ではオフィスビルをいくら高層化しても借り手がスムーズに見つからなくなりつつある。もうこれ以上「大きな施設」を建てるのが難しく(リスクに比してうまみが減じている)なってきたのだ。それに反してオフィスなどをショップやホテルにリノベーションしたりしたものが盛況になってきている。つまり都市に繋がりを持って、かつ「シェア」というかたちで開かれたプログラムになっているものが建築の使い手側からふつふつと湧き上がってきている状況だ(機能的とは実は管理する側の論理から導かれていたのだ。使い手からの「機能」は冗長的で多用途になる傾向がある)。変わり身の早い金融はそのあたりはすでに織り込み済みで証券化するにあたり100~200の小さなビルに分散投資してリートなどを組成しリスク分散するのは当たり前的手法となっている。後追いするように建築も「BIT化」が妥当な在り方となってゆくだろう。

オフィスも美術館も「施設」は街に溶け出す。市役所は中心市街地の空き家をリノベーションし点在し、ネットの中でのみ市役所としてのまとまりをとどめていくといったことにリアリティが増してゆく。庁舎建築という「施設」のビルディングタイプ(類型)は意味をなさなくなるだろう。商店街は再び新しいプレイヤーを得て再び活性化し郊外型大型ショッピングモールは姿を消すだろう。これからの日本の「施設」は使い手からの無意識的な反動そして不可避的な人口減の圧力も相まって少しずつ「都市に消えてゆく」のだ。

AIによる防災・減災の未来— 3,000万人の「つぶやき」を瞬時に解析, 被災者救済が可能に—

山口真吾 慶應義塾大学環境情報学部

1995年早稲田大学理工学部卒業, 1999年City University 修士課程修了, 1995年郵政省入省, 2015年総務省技術政策課企画官, 2017年慶應義塾大学環境情報学部准教授(有期), 専門は情報通信政策, 人工知能(社会課題解決型), 地上デジタル放送システム. shingo5@sfc.keio.ac.jp

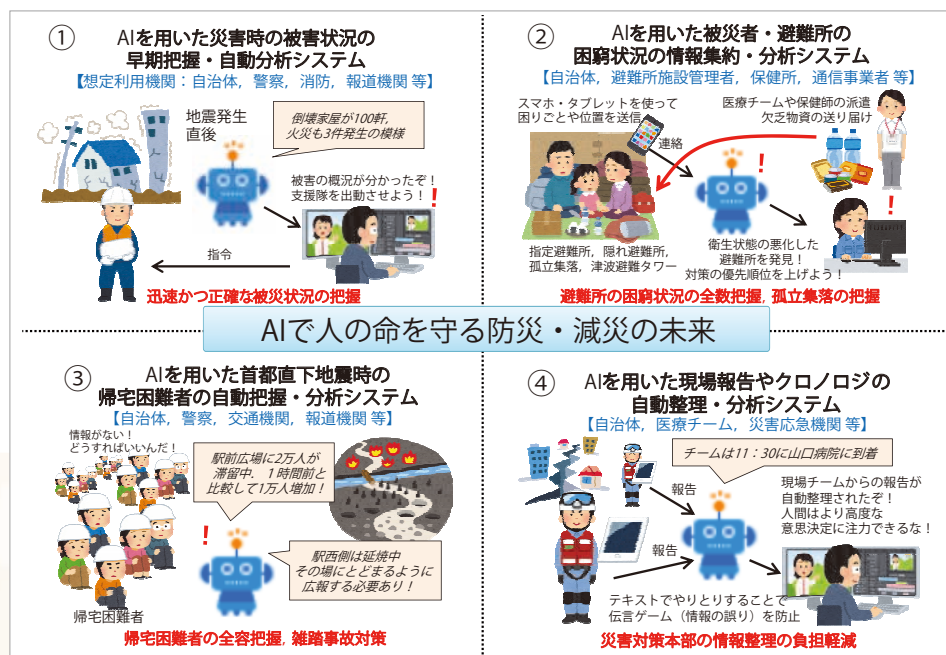
まもなくAIによって人間の命を守る時代がやってくる。

大規模な災害が起きると, 被災者はどうしたらいいのか混乱してしまう。学校の体育館は避難所になるけど, 食料や水が不足する。救援要請が殺到する消防・警察・自治体は, 情報洪水が起きて麻痺してしまう。熊本地震では18万人が855カ所の避難所に避難した。しかし情報洪水の中では, 行政のサポートは避難所まで届かないのが実態だ。避難所に食事が届かず, トイレが汚れると, 免疫力の弱い高齢者はすぐに命を落としてしまう。最近の災害では, このように「災害関連死」として亡くなる人が多数発生している。

地震計のような「センサ」は日本中に張り巡らされていて, 大地の状態をリアルタイムで把握できるようになっている。しかし, 防災・減災の目標は「人間の命を守る」ことだ。となると, 人間一人ひとりを優秀な「センサ」にすればいいじゃないか。人間の「センサ」が目の前で起きている土砂崩れや孤立集落, 物資不足のことを救助隊に教えることができないか。

AIには, コンピュータに人間の言葉を理解させる「自然言語処理」と呼ばれる技術分野がある。スマートフォンやスマートスピーカを使った対話型AIが流行しているように, 技術革新はとても速い。「自然言語処理」が進化して, 人間が優秀な「センサ」になる。大勢のSOSをコンピュータが自動解析して,

困っている人を救援する。みんなが「センサ」になれば, もしかしたら災害の前兆だって分かるかもしれない。首都直下地震で3,000万人が一斉にSOSをつぶやいても, コンピュータを使えば短時間でなんとか処理できる。人間は地震や津波を止めることはできないけれど, 災害後に亡くなる人を減らすことはできるはずだ。みんなでAIを使った安全な社会づくりを進めるべきだ。



■ AIで人の命を守る防災・減災の未来

学校の未来 —ネットと対面の混合によるアラカルト学習へ—

久野 靖 (正会員) 電気通信大学

1984年東京工業大学理工学研究科情報科学専攻博士後期課程単位取得退学。東京工業大学助手、筑波大学講師・助教授・教授を経て現在電気通信大学教授、筑波大学名誉教授。理学博士。プログラミング言語、プログラミング教育、情報教育に関心を持つ。y-kuno@uec.ac.jp

私たちの多くは、感受性の高い子供のうちから(6歳から……さらに早く幼稚園・保育園からという人も多い)十数年にわたって「学校」に行き、平日は1日の大半をそこで過ごしている。自分が子供だったころはそれが当たり前だと思って疑問を感じなかったが、今になると「なんで?」と思う。そして、情報技術が発達した今日では、過去に学校が必要とされてきた理由の大半はなくなっていると感じる。だから本文の本当のタイトルは「学校のない未来」である。

そもそもなぜ学校があるのか。それは、先人が獲得してきた知識や知恵を次の世代に受け渡していくためである。文字や言葉にはじまり、社会や文化、科学や数学、そして(もちろん)情報学に関する知識や知恵が毎世代ごとにリセットされてゼロになるとしたら、もはやそれは人類ではない。

だから教育によってそれらの知識や知恵を受け渡していくことには文句はないのだが、その手段が「学校」という形であるべきなのだろうか? 人類の知恵や知識が累積されていくにつれて、それを次代に伝えることは親や家族の手に余るようになり、「1人の先生が多くの生徒に教える」しか方法がなくなり、学校ができた。それは分かる。

しかし、自分も大学教員を長くやってきて思うのだけれど、1人の先生が多くの生徒に教えると、その内容は大半の生徒にとってはやさしすぎたり難しすぎたり興味の範囲でなかったりして、「楽しく学べる」生徒はほんの一握りである。いや、クラスに1人もいないことさえある。

その問題を克服するために、教員はさまざまな工

夫や教える技術を持ち、また生徒が自ら学んだり教え合ったりするなどの手段を駆使するのだけれど、なかなか簡単ではないし、うまくできない教員もいる(の方が多い?)。

そして、学校というシステム自体が制度疲労を起こしていて、教育に情熱を失った先生でもやめてもらえないとか、よいと思うことでも前例に縛られ導入されないとか、多くの理不尽なことがある。自分も情報教育を学校できちんとやってほしいといういろいろやってきたけれど、大学入試に出ない教科など要らないとかコンピュータなんて遊ぶだけだから学校に不要だとか、理不尽な考え方にいろいろ遭遇してきた。

それでここから本題だが、目的が先人の知識や知恵を引き継ぐことだったら、現代の技術があれば、別に学校でなくてもいいのでは?と思うようになった。学習はオンラインの教材やネット上のワークスペース(協働作業も含めて)できるし、それなら各自の興味・関心や特性に合わせて効率良く学べる。ネット上で「対面よりよく教えられる」すばらしい先生が多数いるのである(それぞれの先生に向く子供は少くても、子供の方で選べるなら問題ない)。そして、学校というものが「合わない」多くの子供たちにとっても、その方がずっとよい。

いや、生身の人間が会って集団行動を体験することも必要だ、という反論は当然あるでしょう。それは否定しないけれど、それはそのための「学校ではない何か」があってそこに行きたい人が自由に行けるようになるのがよい。その内容は(現在学校教員の過

重なる負担が問題となっている)運動部活動でも、文化部の活動でも、そして「学問」でもよく、それ専門のプロがその活動を請け負えばよい。

自分は(幸いにも)楽しく学校生活を送った方なので、それに対するノスタルジーはあるけれど、今日

の学校や教育にまつわるさまざまなことを見聞していると、上に書いたような制度改革が近い未来において必須になるのではないかと思うようになった。学校、やめませんか？

大学の未来— AI 時代の人材像とその育成—

中島秀之 (正会員) 東京大学

東京大学 大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 先端人工知能学教育寄付講座 特任教授。公立はこだて未来大学 特任教授、名誉学長。1983年、東大情報工学専門課程修了(工学博士)。同年、電子技術総合研究所入所。2001年産業技術総合研究所サイバーアシスト研究センター長。2004年より2016年まで公立はこだて未来大学学長。2016年より現職。ほかに新エネルギー・産業技術総合開発機構技術戦略研究センター フェロー、理化学研究所「健康脆弱予知予防コンソーシアム」会長。公立はこだて未来大学発ベンチャー「(株)未来シェア」取締役会長などを兼務。nakashima.hideyuki@i.u-tokyo.ac.jp

AIの爆発的発展が世間を騒がせている。シンギュラリティ¹⁾がやってきてAIが人類を置き去りにするという説や、10～20年後には、日本国内の労働人口の半分が人工知能やロボット等で代替可能になるというレポートもある²⁾。これによって職がなくなることを心配する人も多い。

世の中が加速度的に変化しており、今後それがますます増速していくのは事実だと思うが、上記のような悲観論は当たらないと考えている。AIと共に人類が発展すればよい。実際、AIの方が強くなってしまった将棋や囲碁の世界でも、あまり悲観的な意見は聞かれない。将棋の羽生善治さんや囲碁の王銘琬さんたちと対談したことがあるが、彼らはAIを利用して人間がより強くなる世界を目指している。仕事に関しても、つまらない知的定型作業や単純労働はAIやロボットに任せて、人間はもっと面白い仕事をやればよい。仕事は奪われるのではなく変化するのだ。AIの活用で全体の生産性が上がれば人の暮らしはより豊かになっていく。

ただし、人間の側も変わらなければならない。ひとつにはAIを含む情報機器を使いこなすリテラシーが求められる。そのためには情報処理の能力に関する土地勘(何ができて、何が難しいのか)を持っ

て、AIを日常生活に活かす能力である。我々はこれを情報論的思考と名付けた(オリジナルはWingのComputational Thinking³⁾である)。ふたつめは専門知識が短い時間で色褪せてしまうという点だ。従来は大学で専門を学べば一生その領域で仕事をするのができた(もちろん知識のアップデートは必要だが)。しかし、今後は技術や知識の変化が加速するので分野自体が変わってしまうことが多い。10年とか20年のスパンで新しい専門分野を学ぶ必要があらう。その場合、最新知識の適用にはAIを活用すればよい。人間はAIの使い方を知っているだけでよい。

だとしたら大学で(高校までも同じだと思うが)教えるべきは専門知識ではなく、リテラシーと思考力、そしてコミュニケーション力であろう。専門を学ばなくて良いと言っているのではない。深い専門を学ぶことなしにその分野のリテラシーは身につかない。従来から専門だけのI型ではなく、広い範囲の興味(教養)を併せ持ったT型人材の育成が求められていた。私はそうではなくて、広い範囲の興味を保つために専門知識を学習させる必要があると考えている。

カリフォルニアのシンギュラリティ大学で「原子型人材」というモデルを提唱していた人がいる(名前を失念しました)。原子核が専門知識、電子の雲が広

い教養だ。このモデルの優れた点は原子(個人)が電子の雲によって互いに結合して大きな分子を作ることが素直に言えることだ。電子だけではダメで、原子核(専門知識)が必要なこともこのモデルなら自明である。

私は AI を使えば会社組織も柔軟に運営でき、個人が一企業に属す時代は終わると考えている。たとえば ANA と JAL でクルー (や機体) をシェアすれば運用の柔軟性が増える。同様のことが大学にも当てはまる気がする。学生が一大学に属するのではな

く、大学間を自由に渡り歩いて必要な知識や能力を獲得できる仕組みを作りたい。入学や卒業という概念も不要になるかもしれない。

参考文献

- 1) レイ・カーツワイル(NHK 出版編)：シンギュラリティは近い [エッセンス版]—人類が生命を超越するとき、日本放送出版協会(2016)。
- 2) https://www.nri.com/~media/PDF/jp/news/2015/151202_1.pdf
- 3) ジャネット・ウィン(中島秀之訳)：計算論的思考、情報処理、Vol.56, No.6, pp.584-587 (June 2015)。

情報セキュリティの未来—終わりのない戦い—

上原哲太郎 (正会員) 立命館大学

立命館大学情報理工学部教授、京都大学博士(工学)、デジタル・フォレンジック研究会副会長、京都府警サイバー犯罪対策テクニカルアドバイザー、専門：サイバーセキュリティ、自治体情報システム、情報倫理教育など。t-uehara@fc.ritsumei.ac.jp

未来が語られるとき、人はそこに希望を見いだす。さまざまな希望に溢れる未来が語られるであろうこの「私たちの未来」の中で、この稿は恐らく最も暗い、希望の見えない未来が予測される分野について語らねばならない。読者にとって辛い読み物になることを申し訳なく思うが、書く方も辛いのである……それに免じてご容赦願いたい。

情報科学は全般に変化の速い業界なので未来予測は難しいが、セキュリティに関しては比較的予測は楽かもしれない。なぜなら、我々は同じようなセキュリティ事故を長年にわたり繰り返し体験し続けているからである。2017年に世界中で大きな被害を引き起こしたマルウェアである WannaCry¹⁾も、ソフトウェアの脆弱性をネットワーク越しに突いて感染を広げる仕組みは1998年に放たれた世界で最初のワームである Morris Worm²⁾と基本的に変わらない。標的型メール攻撃もフィッシングによるパスワード窃取も Web セキュリティにおける SQL インジェクション等の脆弱性も、10年以上前に社会問題化した

にもかかわらず状況の改善は進まない。このように、情報セキュリティ対策という面において、我々の進歩はあまりにも遅い。よって恐らく、現在の情報セキュリティの多くの問題は、将来も変わらず問題であり続けるのであろうと予測される。

それでも、ICT の利用形態が今後急速に変化していくにつれて、情報セキュリティの状況にも変化してゆく。最も大きな変化は、スマートフォンやタブレットの普及である。これらの機器に採用されている OS は、構造上マルウェアが混入してもその動作は大きく制限され、被害が出にくい。このため、クライアント機器のマルウェア被害は、パソコンの地位の相対的な低下に従って減少していくと思われる。

他方、端末環境に関しては IoT 関連技術の普及が新たな問題を引き起こすことは想像にかたくない。2016年に現れた、Mirai ボット³⁾は監視カメラ等に感染を広げ、史上最大級の DDoS 攻撃を引き起こした。これは残念ながら IoT セキュリティの未来を悲観せざるを得ないことを示している。消費者向けに

販売されるネット接続機器はコストに対する要求が厳しく、セキュリティ対策に多くを望めない上、製造者や販売者に手厚いサポートを要求することも現状では難しい。今後は行政による対策が進められるとは思われるが、それでも世界的にはセキュリティ対策の十分でないIoT機器が多数を占めてしまうことから、IoTマルウェアの被害は今後繰り返し問題になると予想される。

サーバ環境に関してはクラウド利用の進展が今後の大きな変化であるが、これもセキュリティ上の課題を残したままである。クラウドによるサービス事業者は多数の利用者を抱え、大量のデータをクラウド環境に抱え込む。このため、ひとたび事故が起きると甚大なデータ漏えい被害を生み出しかねない。2013年に米国Yahoo!で発生したセキュリティ事故は、30億人ものユーザ情報の漏えいを引き起こしたことが明らかになっている⁴⁾。クラウド事業者がセキュリティ対策への投資を怠らないように願いたい。その状況は利用者側からは確認しづらい。そのため、コストの安さに惹かれてセキュリティ対策の

十分でないクラウド事業者に大量のデータをゆだねる利用者は後を絶たないであろうし、それ故に大規模事故は今後も発生し続けるだろう。

このように、やはり情報セキュリティに関しては明るい未来はとても見通せないのである。人がより便利を、より安価に求める限りは、セキュリティ対策は常に後手に回る。攻撃者がAIの活用を始めると、対策はさらに困難になるだろう。唯一の希望は、私を含めたセキュリティ研究者の仕事は当分なくなることであろうか。しかし我々として、その状況を決して喜んでいるわけではないことは、ぜひともご理解いただきたい。

参考文献

- 1) Mohurle, S. and Patil, M. : A Brief Study of Wannacry Threat : Ransomware Attack 2017, International Journal of Advanced Research in Computer Science, Vol.8, No.5, pp.1938-1940 (2017).
- 2) Orman, H. : The Morris worm : A Fifteen-year Perspective, IEEE Security & Privacy, Vol.99, Issue5, pp.35-43 (2003).
- 3) Koliass, C. et al. : DDoS in The IoT : Mirai and Other Botnets, IEEE Computer, Vol.50, Issue7, pp.80-84 (2017).
- 4) Oauth Inc. : Yahoo Provides Notice to Additional Users Affected by Previously Disclosed 2013 Data Theft (Oct. 2017).

法律の未来—法がロボットを人とみなす日は来るか?—

須川賢洋 (正会員) 新潟大学

新潟大学法学部助教。修士(法学)。専門:サイバー法。コンピュータ犯罪、デジタル知的財産、情報セキュリティ制度など先端技術と法律の関係を中心に研究。masahiro@jura.niigata-u.ac.jp

情報に関する法律の未来を予測することは、ほかの分野の未来を予測することとそんなに変わらない。つまり、情報処理技術が進化するにしたがって法律も変化していくというだけのことである。それ故、数年のうちの変化はかなりの確度をもって述べることができる。たとえば、

- 放送と通信の技術融合が進む以上、法律においても通信法と放送法の境界は、ほぼなくなる。
- コンピュータ創作物、特に著作物に近い芸術的な創作性を持つものに関しては、誰かしら(たとえ

ば、アプリを操作した人)の帰属になるか or 誰のものともしないパブリックドメインとなるか、のどちらかに帰結。

- ディープラーニングの成果物も「営業秘密」に組み込まれ、不正な窃用が有罪となる。
- 指紋やDNA鑑定が犯罪捜査において当たり前に使われるようになったのと同様に、今後はデジタル・フォレンジックスが犯罪捜査に常用される。などがこれに該当する。

ただし、ここで間違えてはならないことがある。

未来技術に対して法律は決して先行して制定されはしないということ。むしろ、先行してはいけないものなのである。マラソンでいえば先頭集団のすぐ後ろを走る第二集団に位置しているべきもの。この順番が逆になると、むしろ規制のほうが強くなってしまい、健全な社会発展ができない。「○○○○な状態になる前に法律を事前に作ってもらわないと困る!」という焦燥型の人たちとの戦いが続くという意味では、未来も今と変わらないであろう。

では、中長期的なスパンで見て多くの人に関心あるであろう、AIや人工知能と法律の関係について1つ2つ未来予測してみたいと思う。

まず、裁判官がコンピュータや人工知能に取って代わられるかどうかということ。これに関しては当分先まで無理であろう。簡易裁判所レベルでの「借りた15万円をいつまでに返せ」とか、出会い頭の交通事故の過失相殺がどの程度になるかなどといった

ものは、従来のエキスパートシステムから発展した人工知能である程度は可能になるであろう。しかし、いわゆる「情状酌量の余地」の判断であるとか、ましては最高裁で行われる従来の判例や憲法解釈の変更などというものは、既存データの蓄積で行うものではなく、むしろ人間の持つ“閃き”による要素のほうがはるかに多い。そのため、少なくとも今のディープラーニング型のAIで取って代わることは難しい。

最後に、「法人」とは、団体や組織を仮想的に法律の上では「人」とみなすから法人なのであり、刑法245条に「電気は、財物とみなす」という規定が明記されているからこそ、目に見えない電気の窃盗罪が成立する。では、果たして「ロボットは、人とみなす」という規定を挿入する法改正を我々はすんなり受け入れるのであろうか……。筆者の見解は否定的である。

ネットと政治の未来—ネット選挙運動は本当に日本政治を変えられるのか?—

小笠原盛浩 関西大学社会学部

2008年東京大学大学院学際情報学府博士課程単位取得退学。同年より同大学院情報学環助教。2011年より関西大学社会学部メディア専攻准教授。専門はインターネット・コミュニケーション論。m36oga@kansai-u.ac.jp

2016年のアメリカ大統領選挙ではトランプ(Trump)候補がマスメディアの予想をくつがえし、ツイッターを駆使した選挙運動で勝利した。2008年の大統領選挙でのオバマ(Obama)候補の勝利もSNSを用いて有権者を動員したことが勝因と言われている。アメリカではインターネットはすでに選挙運動に不可欠なツールであり、ほかの国々にもアメリカと同様の選挙スタイルが広がっている。しかし日本では2013年にネット選挙運動(政党・候補者によるインターネット上の選挙関連情報発信)が

解禁されたものの、2016年参院選で政党や候補者のWebページ・ブログ・SNSを見た人は7.9%にすぎない(明るい選挙推進協会調査)。なぜ日本ではネット選挙運動が不活発なのだろうか。本稿ではネット選挙運動が不活発なメディア環境という側面から、日本政治の未来を考えたい。

日本のメディア環境は、3つの点でネット選挙運動に向いていない。第1に、ソーシャルメディア普及率が低い。2016年時点でアメリカのインターネットユーザの72%がフェイスブックを利用している

のに対して、日本では最も普及しているツイッターでも利用率は46%である。ソーシャルメディア上でメッセージを発信しても有権者に読まれる可能性が低ければ選挙運動の効率が悪い。第2に、ソーシャルメディア上で選挙に関するコミュニケーションが発生しづらい。ロイターの調査では、1週間にアメリカのインターネットユーザの35%がソーシャルメディア上でニュースを見ており、2割以上がニュースをシェアしたりコメントしたりしている。日本では前者が14%、後者は1割未満であり、ネット上で社会問題を話し合わずマスメディアのニュースを消費するだけの人が多い。第3に、コミュニケーションの期間が短い。公職選挙法で定められた選挙期間は衆院選で12日間、参院選で17日間である。有権者に争点や政策をしっかりと伝えようにも、このような短期間では困難だろう。実際、ネット選挙運動で発信される情報は演説場所の告知が大半であり、有権者にとって魅力的な内容とは言いがたい。当然それらを見る人も少なくなり、政党・候補者のネット選挙運動への取り組み意欲を削いでいる。

これらの阻害要因が解消されると、選挙がキャッチフレーズの連呼から政策の議論へ、印象に基づく投票から納得に基づく投票へ変化する可能性がある。ソーシャルメディアの普及率が高まり、人々が選挙

をソーシャルメディア上で話題にすることが増えれば、公約決定の背景や実現の根拠など魅力的なコンテンツを発信することで、話題に取り上げられようとする政党・候補者の動機が強まる。選挙期間が長くなれば、有権者の議論の動向に合わせてタイムリーに情報発信したり、有権者と双方向でやりとりしたりすることも可能だ。

マスメディアには大量の情報を整理し多様な意見を調整する役割が求められるだろう。政党・候補者から議論の材料が豊富に提供されることは好ましい反面、情報が多すぎて普通の人には処理しきれなくなる。かと言って有権者が分かりやすいキャッチフレーズや自分に都合のいい情報にばかり耳を傾けていると、ポピュリズムや社会の分断を招きかねない。日本では人々のマスメディアへの信頼度が世界的に見ても高い水準にあり、マスメディアは選挙に関する議論を、異なる政治的立場の垣根を乗り越えて調整し得る立場にある。

なお、2017年衆院選では、立憲民主党のツイッター公式アカウントが開設後わずか3日で自由民主党を超える14万人のフォロワーを獲得し、社会的に注目を集めている。日本政治が変化するための条件は整いつつあるのかもしれない。



人類の未来—不要階級の出現—

松田卓也 神戸大学

1970年京都大学大学院博士課程修了・理学博士。1970年京都大学工学部助手。1973年同助教授。1995年神戸大学教授。2006年定年退職。現在、ブロードバンドタワー AI² オープンイノベーション研究所所長、神戸大学名誉教授。tmsuda312@gmail.com

ユヴァル・ノア・ハラリ (Yuval Noah Harari) というイスラエルの若い歴史家の『サピエンス全史』という本が欧米で注目を浴びている。フェイスブックのザッカーバーグ (Mark Zuckerberg)、マイクロソフトのゲイツ (Bill Gates)、それにオバマ (Barack Obama) 前大統領までもが絶賛しているという。人類が地球上でなぜ現在のように繁栄するに至ったか、その秘密が明らかにされる。目から鱗といった真実、「そこまで言ってイイんかい?」という真実が明らかにされる。7万年前、人類に起きた認知革命から始まり、これから起きるシンギュラリティで本書は終わっている。当然その先が気になる。ハラリは次著『ホモ・デウス』(未邦訳)において、人類の近未来の可能性を考察している。

その結論を先に言えば、人類は神になるというのである。ホモ・デウスという造語のホモは人間、デウスは神を意味している。だからあえて訳せば、神人間または人間神ということだ。どういうことか? 神と人間を分ける最大の特徴は、神は死なない、しかし人間は死ぬということだ。ところが現在、老化を防ぐ研究、さらに寿命を現在の最大100歳から500歳そして究極的には無限にする研究が進んでいる。シンギュラリティの伝道師ともいべきレイ・カーツワイル (Ray Kurzweil) は、魂・心・精神をコ

ンピュータに移し替えること、つまりマインド・アップローディングを考えている。たとえ肉体が死んでも、精神は死なないというわけだ。

不死の研究が成功すれば人間はいわば神になるというのが、ハラリの言うホモ・デウスである。ところがよい話ばかりではない。不死になるためには多分、膨大な費用がかかるであろう。だとすれば不死になれるのは金持ちをはじめとする一部のエリートだけであろうという。その他大勢の人々はどうなるのか? ハラリによれば、人工知能とロボットの発達により、人々の仕事がなくなるという。これはよく言われている予測で目新しくはない。ハラリの強烈な点は、それらの人々は経済的、政治的にまったく価値のない存在、不要階級 (Useless Class) に転落するということだ。国家が始まって以来、王様をはじめとする支配階級は人民を必要とした。労働者・農民・兵士とするためだ。だからナチスでさえも国民の教育・福祉には心を砕いた。ドイツの繁栄のためには労働者と兵士が必要だからだ。それが今後、人工知能とロボットに取って代わられると支配者は人民を必要としなくなる。それが不要階級である。さああなたはどうする? これが、ハラリが人々に投げた恐るべきメッセージだ。