

管理工学における人工知能研究

栗原 聡

現在の人工知能研究のホットトピックを紹介するとともに、人工知能研究分野から見た管理工学科の立ち位置を俯瞰する。Deep Learning というブレイクスルーも、それで止まることなく急速に進化しており、新しい技術をいくつか整理するとともに、次なる課題である汎用 AI や自律型 AI を実現するうえでの基盤となるであろうマルチエージェント研究を取り上げ具体的な研究例を紹介する。そして、今後の人工知能研究の大きな方向性の一つである共生インタラクションを取り上げ、その流れにおける本学科が担う役割を再確認する。

キーワード：人工知能, Deep Learning, 共生インタラクション, 汎用 AI, Humanity 2.0

1. はじめに

1990 年代に著者が本学理工学部電気工学科に入学したときにも管理工学科は存在しており、幾度の学科再編の波を経た現在においても本学科は継続されている。設立されて 60 年とのものである。著者は本学大学院を卒業後、NTT 基礎研究所に入所し、さらに大阪大学や、電気通信大学を経て、2 年前に出身校に戻ることになった。学生時代の指導教員である土居範久先生は管理工学科出身であり、まさか自分が師匠のルートである学科に着任することになるとは思ってもみなかった。実は、学生するとき、電気工学科に在籍していた自分にとって、管理工学科は謎な学科に見えていた。つまりは「管理工学って何ぞや？」という感覚である。しかし、現在、この学科の一員となり、学科での研究教育の実態を把握するに、謎めているということが本学科が現在まで生き残っている理由なのかもしれないとも思える。そのような著者として、自身の専門である人工知能研究の管理工学における立ち位置や、当学科にて人工知能研究を行うこと、そして教育を行うことの意味について考察してみたいと思う。

2. 人工知能とは

現在の AI ブームは 3 回目であり、まさに三度目の正直というべきか、新しい理論や技術の登場で盛り上がった過去 2 回のブームと異なり、今回のブームは高い能力をもつ AI 技術が具体的に実用可能となったことで、多いに盛り上がりを見せている。とはいえ、ブームは落ち着きつつあるものの、それは過去 2 回のよう

なブームが終焉し、冬の時代に突入するのではなく、着実に社会に浸透しつつある。世間では、これまでも Big data や IoT といった世間を賑わせたキーワードの次としての AI と思われがちであるが、AI という言葉が誕生してからすでに 60 数年が経過している。管理工学科と同世代であることは決して偶然ではないのであろう。厚さが 10 センチ以上にもなる人工知能学大事典 [1] なども編集されるくらいの膨大な分野と技術の集合体である人工知能研究分野であるが、人工知能学会にて作成された AI マップ (AI 研究の俯瞰図) にて人工知能研究の個々の研究分野がわかりやすく整理されている¹。いろいろな角度から AI 研究が俯瞰されており、その中の基盤領域から手法・応用領域への展開をまとめたものが図 1 である。

興味深いのが、管理工学科の立ち位置である。数理論計・最適化やオペレーションズ・リサーチは AI における基礎学術の位置づけであり、知識工学やマルチエージェント、群知能などは手法・技術に位置づけられる。そして物流や次世代交通システム、そして経営 AI などは応用である。つまりは、管理工学科は AI 分野と大きく被るというか、包含する立ち位置であることがわかる。今でこそ国をあげて盛り上げる人工知能であるが、それ以前は総じて見れば注目度の低い研究分野であり、その分野を包含するのが本学科であるとすれば、確かにこれまでは謎めいた存在だったのかもしれない。60 年前に管理工学科を設立された諸先輩方における管理工学に込めた意味合いは、現在の管理工学科の立ち位置における管理工学のそれとは表面的には大きく変化しているのかもしれないが、基本となる考え方は変わってはいないのであろう。60 年前は管理工学の対象は工学的なシステムという意味合いが強

くりはら さとし
慶應義塾大学理工学部管理工学科
〒 223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
satoshi@keio.jp

¹ <https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/>

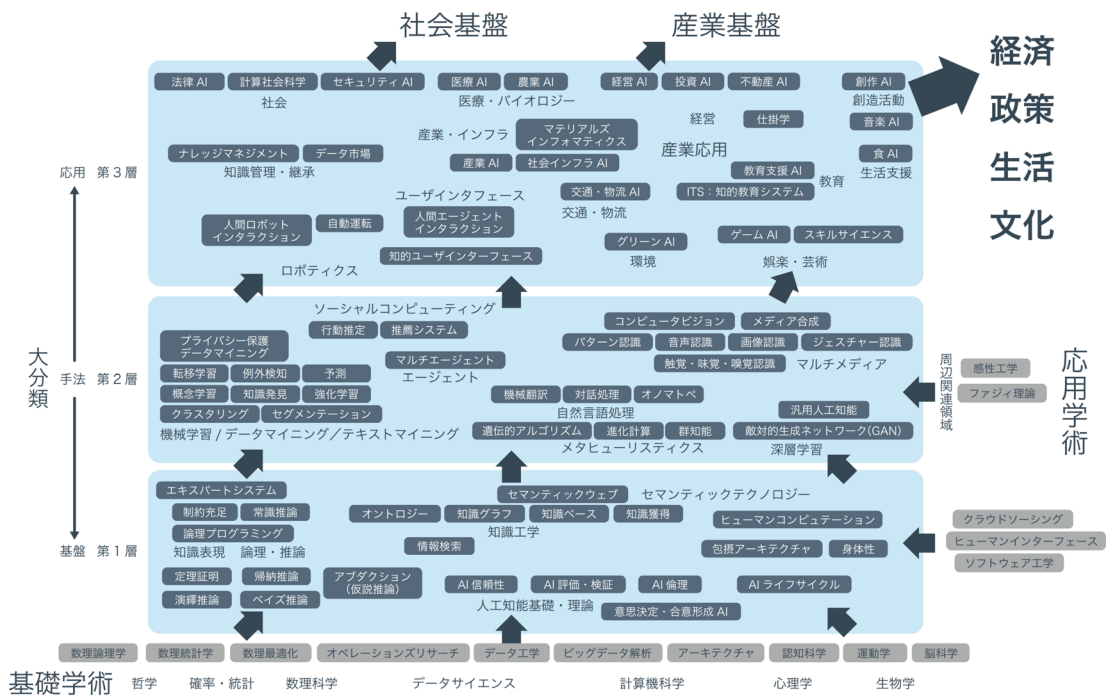


図1 AI マップ (人工知能学会「AI マップβ 2.0 (2020年6月版)」, <https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/> より転載)

かったのだと推察するが、現在における管理工学の対象はその抽象度がかなり上昇し、もはや大規模複雑系である社会システム全般である。本学科のホームページも一新され²、学科の立ち位置がわかりやすく説明されている。是非アクセスいただきたい。

3. 管理工学科における AI 教育

上述するように本学科は AI 研究分野を包含する立ち位置にあり、AI に関してどのような教育を行っているかであるが、学部・大学院を含める、以下の講義を設置している (一部を掲載する)。

- 人工知能と人・社会
- 知能アーキテクチャデザイン
- 機械学習
- 分散 AI プログラミング演習
- 人工知能と複雑ネットワーク
- Web インテリジェンス論
- パターン認識と学習

技術中心の講義から、広く AI 構築に関わるパラダイムを俯瞰する講義、そして社会との関係について考察する講義など、バランスよく配置されている。無論、AI

研究分野や IT 分野は技術の進展が早く、講義体制も常に社会の動きに連動すべきであるが、現時点においても、IoT 系やインタラクション系の内容について手薄部分があるように感じている。

4. ホットトピック

4.1 Deep Learning

まず、現在の AI プームの実態を俯瞰してみようと思う。主役はいうまでもなく機械学習技術の一つである Deep Learning である。この技術が実用可能な状況となったことでのブームである。Deep Learning のどこが優れているのかというと、まずは CNN (Convolutional Neural Network) といった Deep Learning 技術の特徴抽出能力の高さによるところが大きい。従来の画像認識では、抽出対象の特徴 (素性) について予め人手で設定する必要があり、この部分が認識率向上におけるボトルネックであった。しかし、Deep Learning ではこれを CNN という多層ニューラルネットワーク構造により自動抽出できてしまうのである。これはわれわれの脳で行われていることと同じである。

そして、Deep Learning は当初は画像認識や音声認識において高い性能を発揮することで注目され始めたのであるが、GAN (Generative Adversarial Networks) [2]

² <http://www.ae.keio.ac.jp/>

がその可能性をさらに広げることとなった。高い認識性能にて特徴を抽出可能な手法であれば、その正確な特徴から本物と区別のできないレベルの画像自体を生成することも可能、ということである。ただし、高い能力のある技術は、悪用された場合の影響も大きい。フェイク画像やフェイクニュースといったことで社会を騒がすことになってしまっているのは残念である。

GAN だけでなく、Attention という技術の登場も Deep Learning を成功に導いた重要な出来事である。文字どおり、特徴を抽出する際に認識して欲しい部分に注意を向けるための手法である。これにより画像のどこに認識対象が位置しているのかまでを認識できるようになった。そして、Attention は画像認識に加え、自然言語処理においても活用されることになる。

CNN のような高い特徴抽出能力は画像に対して効果的であったことから、波形や数値データなどを画像として表現し、CNN を適用する方法も提案されているが、CNN とは異なる方法で特徴を抽出する方法も登場した。それが Transformer という技術である。これは画像のような位置に特化した特徴抽出ではなく、時系列的な繋がりからの特徴抽出に特化した手法であり、自然言語処理に効果を発揮する。そして、CNN とは逆に画像を言語情報のように変換することで Transformer にて学習を行うといった方法も提案され、豊富なデータにて学習すると CNN よりも高い精度が発揮されるといった報告もされている [3]。

Transformer を利用した自然言語学習モデルである BERT [4] では、出力される文章は人によるものであるか、もはや区別不能なレベルであるものの、文としての意味を理解して生成しているわけではない。言語における意味理解に対してはオントロジーやナレッジグラフなどのようにネットワークとして表現し分析する方法が主たる方法の一つであるが、ネットワークを Deep Learning に取り込むことができれば意味理解においても高い特徴抽出能力を利用できる可能性がある。このような、Deep Learning において意味理解までを行いたいという要求と、従来手法での知識処理での性能向上の限界を突破したいという要求の両方を達成するための要素技術である Embedding という技術も高く注目されている。Embedding により、ネットワーク表現されたデータ構造をベクトル表現化し、Deep Learning に入力することが可能となる。

Deep Learning が教えてくれたことは、脳に学ぶネットワーク型のアーキテクチャに高い可能性があるということである。そのようなネットワーク型アーキテク

チャとして、多像構造とは異なるタイプで注目されているのがエコーステートネットワーク（リザーブネットワーク）である。一般的な Deep Learning は、規則的な階層性のあるネットワーク構造であり、逆誤差伝搬法などによりニューロン同士の重みパラメータを学習する。ニューロンの数が膨大になればパラメータ数も膨大な数となり、多くの計算を要する。そこで、重みを固定してしまい、所望な出力となるネットワーク接続自体を見つける方法で学習を行うといった方法も提案されている [5]。

これに対して、エコーステートネットワークでは、中央に位置するネットワークは基本ランダム結合であり、重みも最初に決めてしまい終始変動することはない。そして、このネットワークに入力と出力を接続し、出力への重みの部分のみを学習する。すると、時系列性のある入力に対して中央のネットワークにてニューロンが発火し、特定の状態で落ち着く。つまり、さまざまな入力も、それぞれランダム結合にて構成されるネットワークにおける膨大な状態の一つに到達し、その状態と出力を結びつけるように出力の部分の重みを学習するのである。まさにリザーブするネットワークである。リザーブネットワークには大きな可能性があり、リザーブネットワークの構造を進化的に生成させる研究もある [6]。

上記はいずれも Deep Learning に関する話題であるが、AI 研究分野に含まれるテーマとして他にも、今年のノーベル経済学賞を受賞したポール・ミルグロム、ロバート・ウィルソン両氏によるオークション理論がある。「電波の周波数の割り当てなど、従来の方法では売ることが難しかったモノやサービスに使われる新たなオークションの制度設計を行った」というのが受賞理由である。

4.2 マルチエージェント

また、著者の専門領域でもあるマルチエージェントや協調メカニズム、自律分散システムといった、複数の AI モジュールの集合体として一つの AI を構築しようとするテーマも主たる AI 研究の一つである。現在、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）・人工知能技術適用によるスマート社会の実現事業として「人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 [7]」が遂行中であり著者もプロジェクトメンバーであるが、ここで開発しているのが、自律分散型信号制御システムの構築である。

日本では MODERATO [8] と呼ばれる高度信号制御システムが既に 2000 年くらいから導入されている

など、交通制御インフラの導入において先進国などではあるが、導入された制御システムが現在までの 20 年近くそのまま運用されている状況にあり、移動体側の制御が、現在の AI や通信インフラの発展に呼応するように急激に進化しつつある状況において、道路側においても、そろそろ次の展開に向けた、移動側での制御も意識した新しい制御形態に転換する機運が高まりつつあることが背景にある。MODERATO では中央制御方式が採用されている。制御エリア内の道路に設置される感知器からの交通流の情報を中央管制センターに集約し、最適な交通流とするための信号機の制御パラメータを算出し、一括して制御エリア内の信号機を制御する方法である。全体最適を実現するうえでの中央制御方式は正しい選択であるものの、中央に負荷が集中するという難点がある。また制御対象の信号機や、情報収集のためのセンサーのすべてを中央制御モジュールと接続する必要もある。どうしてもシステム全体として大規模なものになってしまう。より高い精度での制御を行うには、全交差点に、感知器と制御ユニットが組み込まれた信号機を設置することになるが、交通量が少なく、渋滞の発生との関わりが低い交差点は除外するとしても、MODERATO の運用が開始された 2000 年当時から 20 年の間にセンサーや制御可能型信号機の導入は進み、集中制御モジュールの負荷は相当に増大しているのである。そして、負荷の集中を招く全体情報を使っただけの全体的な最適制御では、道路状況の動的な変化に追従した制御を実現することが極めて困難なのである。

この状況において、IoT 技術の進展によるセンシングデバイス、ならびにコンピュータの高性能化、小型化、ならびに低価格化、そして通信インフラの発展は、自律分散型の制御にとっては極めて親和性が高い。自律分散型での信号機制御とは、簡潔に表現するなら、各交差点に設置される信号機を AI 信号機にして、各 AI 信号機は自身の管理する交差点での交通流を最適とするような信号機制御をそれぞれ独立に実行する、ということになる。これにより、事故や搬入搬出によるトラックの一時的な路駐など、突発的に発生する動的な道路状況の変化への即応が可能となる。一方、各 AI 信号機によるそれぞれ自己中心的な動作のみでは、エリア全体としての首尾一貫した交通制御の実現が難しい。そこで、自律分散制御において必要となるのが協調動作である。AI 信号機同士がお互い連携することで、エリア全体としての最適制御を目指す。自律分散型のメリットは文字どおり、分散制御であることから、動的

な変化に対する追従性が高い。これは地震や台風、集中豪雨などによる、正確な予測が難しい自然災害発生時にも効果を発揮する。中央制御方式では、中央制御モジュールに支障が発生すれば、システム全体に影響が及ぶが、自律分散システムでは支障が発生した個々のモジュール以外は影響を受けず動作し続けることができる。また、中央制御型では途中の通信が途絶えることで制御不可能となってしまうが、自律分散型では仮に数個のモジュールが孤立したとしても、それら数個のモジュール同士は引き続き連携した制御を行うことができる。これは信号機制御システムを、今後、発展途上国などに輸出、展開する際にもメリットがある。また、中央制御型のシステムを新規に設置するには、中央管制センターと、設置する信号機やセンサーを接続する必要がある。無論、現地の通信インフラを活用することで設置コストを抑えることは可能かもしれないが、中央制御モジュールは相当な規模のものとなる。これに比べ、自律分散型の設置は、乱暴な言い回しをすると、自律型 AI 信号機をただ設置していけばよいのである。信号機同士が自律的に連携し始めるからである。自律分散制御は AI においてはマルチエージェントという分野に含まれ、機械学習と同じく大きな研究コミュニティを形成している。

さらに、AI 研究のトレンドにおいて忘れてはならないのが、汎用 AI (AGI) 研究であろう。2045 年問題やシンギュラリティといったバズワードと異なり、現在の道具型の AI のその先にある、高い汎用性をもつ自律型 AI の実現を目指す研究である。全脳アーキテクチャイニシアティブなどを起点に精力的に研究活動が行われている³。

5. 今後の AI 発展

5.1 共生インタラクション

AI 技術の今後の展開として、著者として、そして管理工学科としての AI への取り組みとしても、共生インタラクションが一つのキーワードとなると考えている。

現在の AI ブームの主役である Deep Learning を中心とする機械学習技術の進展は目覚ましい。しかし、データによる学習を前提とする AI システムでは、動的環境への柔軟な対応が依然として難しいという状況に変わりはない。今後、人の生活圏にどんどん進出し、AI が人との共生関係を構築するには、その場の状況に応じた臨機応変な対応ができることが必要不可欠とな

³ <https://wba-initiative.org/>

る。これを可能とするために AI に求められるのが自律性である。また、その場の状況に臨機応変に対応するということは、その場でのボトムアップな対応を意味しており、これを可能とする枠組みが創発的手法である。そして、有限とならざるを得ない学習による知識と、その場での臨機応変な対応を可能とする技術を統合することで、いわゆる汎用 AI が実現されると考えている。

自律と類似する言葉として「自動」がある。自動洗濯機という表現はあるが、自律洗濯機という言い回しは聞いたことがない、自動運転はあるが自律運転はない。見た目には自動〇〇と自律〇〇の区別は困難であろう。では、自律と自動において決定的な違いは何なのか？ それはその家電なりシステムが「目的 (Goal)」をもち、目的達成のための行動選択をしているかどうか、であろう。自動〇〇の場合、目的はそれを製造した人のほうにあり、その目的を達成するための振る舞いについてのみがその自動〇〇に実装されている。これに対して、自律〇〇は、目的自体もその自律〇〇に搭載され、与えられた目的を達成するために、その状況に応じた行動選択もその自律〇〇自体が判断する必要がある。無論、自律性をもつシステムの代表は生物であるが、自律性においてもかなりの幅がある。昆虫の場合、生きるという目的を達成する（維持し続ける）ために、外界からの入力情報に対して、予めもち合わせている行動系列のうち、どの系列を発動させるのかのルールに従って行動選択をしているだけであろう（ルール自体も生まれながらにもっている）。よって、触覚などのセンサーからの入力情報に対する行動ルールに基づく振る舞いであることから、極めて自動に近い自律性をもつ生物であると見ることができる。これに対して、人の場合であっても目的は「生きること」であることは昆虫と同じである。われわれは普段の日常生活において何か行動する際、生きるために〇〇をする、という意識をいだくようなことはなく、空腹だから食べる行動を発動させたり、怒られるのがイヤだから宿題をするのであり、人と会うために移動するのである。しかし、元を正せばすべては生きるためであり、生きるという目的を達成するために、状況に応じて適切と思われる行動を選択し続けているシステムという意味では昆虫も人も同じであろう。違いは、外界からの情報に対して発動する振る舞いの種類が圧倒的に多いこと、外界からの情報に対してどの振る舞いを発動させるのかの関係も極めて複雑であるところにある。外界に対する反応の仕方が巧妙になればなるほど環境への

適応度が高まり生存確率が増す。昆虫は予め生得的な行動ルールに基づく反応しかできないが、われわれは教えられることによる学習や、自ら経験することで学習を通して、蓄えた経験・知識を活用することで、反応の仕方自体を動的に変更するだけでなく、振る舞いのバリエーション自体も動的に増やすことができる。目的達成のため、いろいろな振る舞いを試したり、新たな振る舞いを獲得したりできる能力をもつシステムこそが自律性がある、と呼べるのではないだろうか。この考え方に基けば、ルンバや Sony の AIBO はいかにも意志をもっているように見えるが、自動機械であり、大雑把に見れば昆虫もこれに含まれるものの、学習する動物などは自律性をもつシステムということになる。

ここで、対話システムについて考えてみる。Siri などの対話人工知能やチャットボットなどの開発が加速しているが、残念ながら人同士のよう生きた会話とはならない。対話人工知能が利用できる語彙力や知識量はすでに個人のレベルを大きく上回っている。それにもかかわらず、人同士のよう生きた会話や、場の空気を讀んだやりとりができない理由は何なのであろうか？ それは、当然ではあるが、人工知能が人と会話する状況において、その場の雰囲気やそのときの社会状況、そして、会話相手の現在の状況といった背景 (コンテキスト) を知らないで会話しようとするからである。たとえば、この問題に対して、すでにメディアでもいろいろ紹介されているが、北海道大学大学院情報科学研究科の川村秀憲先生らが進めている、AI による自動俳句生成システムの実現を目指す「AI 一茶くん」プロジェクト⁴がある。

膨大な俳句データを学習することで、人も納得するレベルの俳句の生成が可能になりつつあるが、研究を進めれば進めるほどに俳句の難しさと深さを実感するという。たとえば、俳句では季語が重要な役割を果たすが、それは単に季節感を表すような単純なものではなく、高々数文字でありながら裏には膨大な暗黙知が隠れている。季語はラベルに過ぎないのである。つまり、ある季語の意味するところを理解し合える俳人同士と、表面的な理解しかできない一般人同士では、同じ字面であっても伝わる内容の奥深さが大きく異なるのである。つまりは、表面的な字面情報のみを学習するだけでは真に俳句の意味を捉えることはできず、季語の背景にある膨大な知識を人だけでなく、AI の方も

⁴ <https://www.s-ail.org/works/aihaiku/>

共有できている必要がある。JST（科学技術振興機構）においては、CREST「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開⁵」が、そして、さきがけ「IoT が拓く未来⁶」が実施中であり、NEDO においても「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業⁷」が今年度立ち上がるなど、人との共生や、共生するための実環境からの情報収集という意味での IoT に関する大型研究プロジェクトへの期待が高まっている。これらの動きも、現在のデータありきの AI から、自ら能動的に動作する AI の実現に向けた展開と見ることができる。では、AI が人と共生するために、人も含めた十分な環境データを取り込むことができるようになったとして、どのようにインタラクションすればよいのであろうか？ 無論、何かしらの最適性に従った動きを生成する必要がある。ここで、著者がメンバーとして取り組んだ TEZUKA2020⁸を引き合いに考察してみたい。

5.2 創造力支援としての AI 活用

手塚治虫没後 30 年の節目に、AI による人の創造力のサポートにより人と AI との共生による手塚治虫の新作と思える作品を生み出すプロジェクトが TEZUKA2020 である。シナリオとキャラクターの生成という二つの課題に取り組む過程で、特にシナリオ生成において興味深い出来事があった。新作のためのシナリオ生成においては、AI はシナリオの骨格であるプロットの生成を行い、シナリオライターがプロットから着想を得てシナリオを完成させた。シナリオを生み出す作業においては、いかにして、その種となる面白くて斬新なプロットを生み出すことができるかが課題であった。興味深い出来事とは、栗原らが開発中の AI システムである ASBS [9] を利用していくつかのプロットを生成し、プロジェクト全体会議で披露した際の次のような展開である。ASBS により生成されるプロットは、首尾一貫した完成度が高い読み物になっているものもあれば、ちぐはぐ感、よくいえば奇抜なものまでさまざまである。彼らとしては、完成度の高いプロットが選ばれると思っていたのであるが、一貫性があり整合性があるようなプロットは、特に SF ジャンルに多かったのだが、総じて単調なストーリーであ

るという評価を受けてしまった。つまり、人が思いつかないような奇抜な設定の方が、人の想像力を触発したのである。新作「ばいどん」の元となったプロットは、物語設定として、「哲学者・役者・ギリシャ・日比谷」などという、バラバラなものであったが、逆にこれこそが手塚治虫らしい発想の仕方であり、結果的に「ホームレスで AI」という主人公の設定に至ったのである。プロジェクト統括の手塚眞氏によれば、このような発想の仕方こそ手塚治虫らしく、落語の三題噺と似ているとのことであった。人と AI との共生において、AI の担当としては効率化や無駄の削減というのがわかりやすいが、効率化自体が何かを生み出すことはなく、人ならではの創造力のサポートができてこそ、新たな価値を生み出すための AI の活用となり、これこそが次世代 AI の役割であろう。Deep Learning の登場により飛躍的にその能力を高めつつある AI ではあるが、まだまだやるべきことは多い。

6. おわりに

6.1 管理工学科と AI との共生に向けて

今や、流暢な自然言語を生成する GPT-3 (Generative Pre-Training3)⁹など、膨大な次元での学習を膨大なデータと膨大な計算リソースによるモデル獲得が実現され、その生成レベルは目を見張るものがある。そして、もはやこのようなモデルを生成できる研究拠点も、米国 OpenAI など潤沢なリソースをもつ研究開発拠点に限定されつつある。人という生物とは異なる方法、つまりは膨大なデータからの学習が可能な AI が、人と異なる方法であっても人のような、そして人を超える知能を獲得する日がいよいよ間近になってきたということかもしれないが、そのような AI が人と共生できるのかと聞かれれば、そうではないであろうと答えない。俳句やマンガなど、特に人の感性に関わる文化において発展してきた日本ならではの、人と共生する AI 実現に向けた研究は、欧米の力任せのアプローチとは明らかに異なる路線であり、AI において日本は米中に大きくリードされているという指摘もあるが、日本ならではの AI 研究を突き進めばよいのであり、その一つの鍵が自律性にある。

現在、次世代の情報社会である超スマート社会「Society 5.0¹⁰」の実現を目指した取り組みが開始されている。その説明によると、これまでの人間社会 (Society) は、狩猟社会 (Society 1.0) に始まり、農耕社会

⁵ https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunya29-4.html

⁶ https://www.jst.go.jp/kisoken/presto/research_area/ongoing/bunya2019-5.html

⁷ https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100176.html

⁸ <https://tezuka2020.kioxia.com/ja-jp/>

⁹ <https://openai.com/blog/openai-api/>

¹⁰ https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

(Society 2.0), 工業社会 (Society 3.0) を経て, インターネットの登場により, 情報社会 (Society 4.0) に到達, その次が超スマート社会である Society 5.0 に至るとしている. 現在の Society 4.0 においても, クラウドやエッジコンピューティング, SNS など, われわれはサイバー空間を活用しているものの, まだフィジカル空間の情報との連携は貧弱であり, IoT のさらなる社会浸透が必要であるとともに, セキュリティの問題や, データの所有権をユーザにもたせる必要があるなど, スマート社会への移行に向けては課題が山積である. しかし, Society 5.0 も通過点に過ぎないと著者は考えている.

6.2 Humanity 2.0

現在の情報過多の状況や, AI 技術の悪用であるフェイク問題など, 人の認知能力を超えたサイバー空間とのインタラクションは破綻してしまっている. そもそもが人間中心のテクノロジーであるべきであり, 実体のない社会 (Society) への注視から個人適応に移行すべきであろう. Society 5.0 の次は『Humanity 2.0 (これまでの人類は Humanity 1.0)』であると主張したい. これは自己中心という意味ではなく, スマート社会の中の人間から, 人間中心のスマート社会を創るという意味である.

そして, Humanity 2.0 実現というビジョンに対して, 最新の技術とさらに新たな技術を生み出しつつ, 現場とリンクしての問題解決を主たる姿勢としてきた本学科はまさに最前線で取り組める立ち位置にいる. 無論, 本学科だけでは力不足であり, 他大学, 民間企業, そして国を巻き込む産官学連携として取り組む必要がある. 引き続き本学科の動きに注目いただきたい.

参考文献

- [1] 人工知能学会編, 『人工知能学大事典』, 共立出版, 2017.
- [2] I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville and Y. Bengio, “Generative adversarial nets,” In *Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing Systems*, pp. 2672–2680, 2014.
- [3] B. Wu, C. Xu, X. Dai, A. Wan, P. Zhang, Z. Yan, M. Tomizuka, J. Gonzalez, K. Keutzer and P. Vajda, “Visual transformers: Token-based image representation and processing for computer vision,” arxiv:2006.03677, 2020
- [4] J. Devlin, M. Chang, K. Lee and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding,” In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, Volume 1, 2019.
- [5] A. Gaier and D. Ha, “Weight agnostic neural networks,” 2019, <https://weightagnostic.github.io/> (2020年11月24日閲覧)
- [6] Y. Yamaguti and I. Tsuda, “Functional differentiations in evolutionary reservoir computing networks,” arXiv:2006.11507, 2020.
- [7] 藤森立, 大野啓介, 神崎陽平, 栗原聡, “マルチエージェント信号機自律分散制御法の提案 (2M5-OS-3b-03),” 第34回人工知能学会全国大会, pp. 1–4, 2020.
- [8] H. Sakakibara, T. Usami, S. Itakura and T. Tajima, In MODERATO (Management by Origin-DEstination Related Adaptation for Traffic Optimization), In *Proceedings 199 IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems (Cat. No.99TH8883)*, 1999.
- [9] 栗原聡, 川野陽慈, “いかにして『ばいどん』のシナリオは生まれたのか?,” 人工知能学会誌, **35**, pp. 402–409, 2020.