

人工知能がもたらす社会的インパクトと人間の共進化

須藤 修¹ (東京大学)

1. 検討課題の設定

2014年、ジェフリー・ヒントン (Geoffery E. Hinton) のディープ・ラーニング (Deep Learning) に関する研究成果の発表が大きな契機になり²、第3次人工知能ブームが惹き起され、現在に至るまで、人工知能 (Artificial Intelligence: 以下ではAIと略記する) がもたらす社会的インパクトについて、活発な議論がなされ、グローバルな規模でAIに関する将来展望と課題に関する議論が深められている。

その中であって、我が国の総務省では、今後のAIネットワーク化の進展を見据え、2016年10月から「AIネットワーク社会推進会議」(議長: 須藤修) が組織され、現在まで継続的に検討が深められている。この推進会議は、2017年7月に、AIの開発者が留意することが期待される事項を整理した「国際的な議論のためのAI開発ガイドライン案」を含む『報告書2017』をまとめた。その成果は、OECD、ユネスコなどが主催した国際会議などにおいて多くの参加国代表から高く評価されている。また、その後も、AIの利用者やデータ提供者が留意することが期待される事項に関する検討を行うとともに、その検討に資するようAIネットワーク化が進展した社会の将来像を描き、AIの利活用における課題等を抽出すべく、AIネットワーク化の進展に伴い形成されるエコシステムの展望に関する検討を行い、2018年7月に『報告書2018』を取りまとめている³。利活用原則に関する検討もOECDやユネスコなどの国際機関が組織した国際会議でも高い評価を得ている。

なお、「AIネットワーク社会推進会議」はその検討の基調として、AIネットワーク化の展望を示した上で、目指すべき社会像として人間中心の「智連社会」(Wisdom Network Society) を提示し、その基本理念を軸にAI研究開発の在り方、AI利活用の在り方検討を行ってきた。本稿では、この「智連社会」概念の基礎をなすネットワークと人間の創造性に関する考察を行おうとするものである。

また、内閣府は、2018年5月より「人間中心のAI社会原則検討会議」(議長: 須藤修) を開催し、我が国の目指すべき社会、Society5.0を支えるAI社会原則について検討を行ってきた。その草案は、2018年12月27日に内閣府より公表されている⁴。Society5.0とは、狩猟社会(Society1.0)、農耕社会(Society2.0)、工業社会(Society3.0)、情報社会(Society

¹ 東京大学大学院情報学環教授

² Hinton, G. E. [2014] Where do features come from?. Cognitive Science, Vol. 38(6), 及び LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. E. [2015] Deep Learning, Nature, Vol.521,を参照。

³ 総務省情報通信政策研究所「AIネットワーク社会推進会議」(議長: 須藤修) 編『AIネットワーク社会推進会議 報告書2018—AIの利活用の促進及びAIネットワーク化の健全な進展に向けて—』(総務省情報通信政策研究所、2018年7月17日)を参照。

⁴ 内閣府「人間中心のAI社会原則検討会議」(議長: 須藤修) 編「草案 人間中心のAI社会原則」は、2018年12月27日に内閣府によって以下のサイトに公表されている。<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain.html> (科学技術・イノベーションのトップページ) 及び <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/humanai/index.html> (人間中心のAI社会原則検討会議ページ) を参照。

4.0) に続く、我が国が目指すべき未来社会の姿であり、そこでは、CPS (Cyber-Physical System) の基盤を構築し、そのもとで AI、IoT (Internet of Things)、ロボットなどの先端技術が社会に幅広く実装され、さまざまな人々がそれぞれの多様性と個性を尊重し合う、持続可能な叡智社会を意味していると言えよう。

それによれば、「多くの科学技術と同様、AI も社会に多大なる便益をもたらす一方で、その社会への影響力が大きいゆえに、適切な開発と社会実装が求められる。AI を有効に活用して社会に便益もたらしつつ、ネガティブな側面を事前に回避又は低減するためには、我々は AI に関わる技術自体の研究開発を進めるとともに、人、社会システム、産業構造、イノベーションシステム、ガバナンスなど、あらゆる面で社会をリデザインし、AI を有効かつ安全に利用できる社会を構築すること、すなわち「AI-Ready な社会」への変革を推進する必要がある」⁵と述べている。なお、AI の定義は多くの研究者によって様々な定義がなされているが、現時点では「我々は、「AI」という用語について特定の技術を指すのではなく、広く「高度に複雑な情報システム一般」を指すものとして捉え、社会に与える影響を議論した上で、AI 社会原則の一つの在り方を提示し、AI の研究開発や社会実装において考慮すべき問題を列挙する」(同上) と述べている。なお、この会議で行われた検討結果は、今後、G7、G20、OECD など重要な国際会議において公表され、国際的な検討に付される予定である。

本稿では、それぞれ入念な検討が行われている両会議の検討内容の詳細には立ち入らないが、それらの議論も考慮しつつ、筆者個人の考えるネットワークの基礎的な考察と AI の社会的インパクト、人間の創造性に関する考察を行おうと思う。

2. 技術発展の分岐点と第3次 AI ブーム

2007 年以降のクラウド・コンピューティングの社会的普及、とりわけクラウドを基盤にした IoT、AI など ICT の発展には目覚ましいものがある⁶。ICT の経済的利用、社会的利用は、人々の社会的行為に大きな影響を与えつつある。そこで、未来社会を展望する上できわめて影響力の大きな AI の発展とその利用の拡大、そしてそれによってもたらされるであろうネットワーク化、とりわけネットワークの相互作用、ネットワークの複合化を重視し、そこからみえてくる社会と人間存在について考えてみる。このように語ると、技術決定論者ではないかと誤解されるおそれがあるので注意深く付け加えておく。テクノロジーがもたらす社会への影響について考察する際、つねに社会的関係のあり方がテクノロジーの発展のあり方に影響を与えるという相互作用的な関係に留意している。

マイケル・J・ピオリとチャールズ・F・セーブル (Piore, M. J. and Sabel, C.F.) は、さまざまな技術的発展の可能性を内包する世界を想定すると、技術発展には技術が多様化する時期と技術の画一化が進行する時期があると述べている。技術が多様化する時期とい

⁵ 同上1頁。

⁶ Hey, T., Tansley, S. and Tolle, K. eds. [2010] は、クラウドを前提にしたビッグデータ分析を行う新たな次元に突入した科学研究の発展を展望している。O. Sudoh, O., Inoue, S. and Nakashima, N. [2008]は、クラウド、センサー・ネットワーク、マシンラーニングを用いた予防医療に関する実証実験について概要を述べ、Sudoh, O. and Kinoshita, Y. [2010]は、クラウド間データ疎結合について検討している。

うのは技術発展の分岐点に当り、蓄積された技術知識によって、既存の支配的な技術とは別のさまざまな技術が注目されるようになる。分岐点においては、それぞれの地域経済あるいは国民経済にみられる特異性に応じて技術発展の経路は多様化する。その過程でさまざまな条件に合った特定の技術が著しく発展し、他の技術は排除されるか発展方向の変更を迫られることになる。つまり技術の画一化が進行するようになると述べている(Piore, M. J. and Sabel, C.F. [1984] pp.38-43, 79-90 頁)。

ピオリとセーブルの考察を踏まえて、技術発展と社会との関係について考えてみると、技術は多様な方向に発展する可能性をもっているのだが、支配的な技術への投資が増大し、資本装備およびノウハウに対する莫大な投資をとまなう場合、経営者は代替的な技術への投資選択に対して消極的な姿勢を取る傾向がある。また、そのような技術が台頭しつつある時点では、ライバルの経営者も、新しい技術を開発して対抗するよりも、すでにある支配的な地位にある技術を模倣するという競争方法を選択し、新しい代替的技術の開発にとまなう失敗のリスクを避ける傾向にある。その結果、技術発展には長期にわたって画一化傾向が生じることになるといえよう。しかし、市場構造、技術革新、政治的環境や社会制度などの変動によって、代替的技術の開発コストが無視できるようになれば、技術発展の画一化傾向は逆転し、再度さまざまな技術発展の可能性が顕在化するとみることができる。

このように技術は社会との複雑な相互作用的連関の中でその発展方向を形成してゆくとみることができる。分岐点においてはさまざまな技術パラダイムが併存しているのだが、技術と経済的、政治的、文化的環境などからなる社会的文脈との複雑な相互作用を通してある特定の技術パラダイムが突出し、その技術パラダイムは経済発展のみならず、社会発展のあり方にも多大な影響を及ぼすことになることとみることができよう。第3次 AI ブームは、情報ネットワークのグローバルな規模での拡充、データ流通の爆発的拡大、クラウド・コンピュータによる処理能力の拡充などの技術的条件、市場構造などが整って AI の研究開発とその利活用が飛躍的に伸長して起きたものといえる。

このような相互作用的な関係性を認識することが、AI をめぐる状況について今後の変化を考える上できわめて重要になるだろう。そこで、テクノロジーと社会との相互作用的な関係に着目し、ネットワークの相互作用と複合化を活性化させることによってみえてくる新たな社会発展について論じることとする。

3. ネットワークと人工知能

3. 1. オープン・イノベーション

現在、情報ネットワークを基盤にしてイノベーションを推進しようとする動きが世界的に活性化している。世界で急速に活性化しているのは、オープン・イノベーションである。オープン・イノベーションとは、自らの内部資源のみを活用したイノベーションとは異なり、ネットワークを基盤にして外部資源を有効活用し、複数の主体が協働して行うイノベーションである。換言すれば、ひとりの非凡なる才能によって価値を生み出すのではなく、潜在的な創造する力と協働する力を有する複数の主体の相互作用を活性化させ、それによって新たな価値を生み出すことを意味している。したがって参加と相互作用のアーキテクチャが重要になる。

そのようなオープン・イノベーションが活性化したとき、競争形態は、ネットワーク対

ネットワークの競争（Network-versus-Network Competition）の様相を呈することになるだろう。オープン・イノベーションの観点からすれば、市場や企業だけではなく、行政組織、医療機関、福祉機関など、あらゆる組織は、ネットワークの中で相互依存性を高めながら、ビジネスモデルの大きな転換点に立っていると見えよう。

その過程で、テクノロジーの在り方は、当然ながら労働だけではなく、人間の行為全般への影響も顕在化する。ディープ・ラーニングの特徴は、最適化能力が非常に高いことである。長きにわたって労働の最も重要要素であった、最適化という能力に強く影響を与えることになる。

3. 2. 社会システムの自己組織性

かなり以前より私は情報ネットワークの社会へのインパクトを展望しようとしてきた。その核心をなす考察は拙書『複合的ネットワーク社会』（有斐閣、1995年）で行っている。ここではそこでの考察を基礎としつつ、AIの社会的インパクトについて考察してみたいと思う。

まず、私が用いる基礎的な概念について述べておく。

社会システムという概念だが、一般的にいえば、社会システム論的なアプローチは、システムを構成するさまざまな要素の相互作用および構成要素と外部環境との相互作用を重視し、人々の行為の総体あるいは社会的諸関係を総合的に捉えようとするものである。とくに注目したいのは、社会システムのつぎのような特性である。すなわち、社会システムは、外部環境との相互作用、そして構成要素の相互作用・相互浸透をとおして自己の秩序を変化させ、新たな秩序を創出するという可能性をもっていることである。このような特性を自己組織性（self-organicity）という（Haken, H. [1983]、Kaffman, S. [1995]邦訳[2008]を参照）。

J・アタリは、社会システムの自己組織化にとって決定的に重要なファクターを「ノイズ」（bruit）という概念によって表現している。アタリによれば、ノイズとは、既存のシステムの秩序を攪乱するすべての現象であり、機能分化した複数のサブシステムからなる複合的なシステムにおいては、ノイズは新しい組織形成要因になるとともに組織の機能を豊かにする要因になるという。さらにアタリは、「自己組織化は厳密な意味では閉鎖システムの内では行なわれぬ。システム内部の変化は外部への開口部から生ずる」（Attali, J. [1975] p.138, 邦訳 167 頁）と述べている。つまりシステムの開口部での何らかの変化がシステム内部に波及したとき、システムは変容を蒙るのである。そして新たな秩序形成に向うことになる。私がネットワークの可能性を考える際、このようなシステムとシステムの自己組織性に関する認識が前提になっている。新たなテクノロジーの導入は、社会システムの自己組織化を促し、イノベーションを惹起する有力なファクターなのである。

人々の行為に関してはどのように考えたらよいのだろうか。人々の行為はきわめて多面的な影響を相互に与え合うものである。社会的諸関係はそのような人々の行為の複雑な連関によって構成されているのだが、同時に社会的な諸関係のあり方が人々の行為に特定の意味を与え、行為に枠を与えている。ここではこのような社会的行為と社会的諸関係との相互規定的な連関があるという認識を踏まえて、人々の社会的行為を合目的的行為、同調的行為、創造的行為という三つのレベルに分類してみよう。

まず合目的的行為とは、所与の諸手段を適切にもちいて効率的に所与の目的を達成しようとする行為である。合目的的行為は計量化可能な行為であり、人の能力を計る際に非常に重視されてきた行為類型といえる。合目的的行為は最適化行為と呼んでもよい。ディープ・ラーニングは膨大なデータを分析するのに驚異的な威力を発揮する。その特徴は、与えられた目的を効率的に達成するという、最適化能力が非常に高いことである。その意味では、AIは、人間の最適化行為にとって代わる場面もあるだろう。すでにチャットボットによる小売り販売や窓口業務の自動化、AIによって制御されたトラックの自動走行、医療機関におけるレントゲン撮影や採血の自動化の実運用が考えられている。

他方、職場や学校における集団生活においては、仲間同士の集団規範に沿った協調的な行為が重視される。もし集団規範に反して振る舞う者は、仲間の信頼を失い、仲間はずれになることがある。このことは血縁・地縁という人間関係でもよくみられてきた。このような社会規範や仲間同士の間で形成される匿名的な集団規範に拘束された行為を同調的行為と呼ぶことにしよう。同調的行為は、李開復 (Lee Kai-Fu) がAIの最適化機能との対比で人間の行為として重視している「思いやり」や「情熱」を不可欠な要素として伴う行為、たとえば、教師、介護士、ソーシャル・ワーカーなどの仕事がそれに該当する⁷。現時点では思いやりや情熱はAIにとっては処理困難なフィールドだが、教師や介護士、ソーシャル・ワーカーなどの職務要素に含まれる最適化の要素は遂行可能である。したがって職務によっては機能的な側面はAIが行い、人間の同調的行為の側面がAIの最適化を補完することもあり得る。AIの最適化機能と人間の同調的行為とは相互補完的な関係を構築することは可能なのである。

最後に、創造的行為とは、能動的に複数の異なった活動領域の情報を関係づけ、さらには関係づける様式そのものを変化させる行為である。言い換えれば合目的的行為の前提である所与の目的 - 手段体系を問い返し、同調的行為の前提である匿名的な規範を問い返し、新たな目的 - 手段体系や新たな社会関係を創造しようとする行為である。

人は、一般にそれぞれ異なった複数の活動領域をもち、それらの活動領域の情報(要素)をそれぞれ特有の仕方で関係づけることによって統合している。個性は、重複参加している複数の活動領域の特性に規定され、さらに複数の活動領域から得られるさまざまな情報(要素)を関係づける様式によって発現するといつてよい。しかしながら、一部の人を除いて、多くの人々にとって活動領域は一定の範囲に限定され、その活動領域から得られる情報(要素)も、その関係づける様式も一定の枠内にあるといつてよいだろう。これまで、創造的行為は、限られた人々、そして限られた範囲でしか機能しなかったのである。だが、AIと情報ネットワークをもっとも有効に利用すれば、人々は、さまざまな情報(要素)を関係づけるとともに、関係づける様式を変化させることによって、創造力を開発・発揮し、創造的行為を社会的行為の中核機能にすることも不可能ではない。AIは人間の構想力、創造力を発現しやすくするツールとして活用することもできる。

これまで述べてきたシステムと行為に関する認識からネットワークを眺めると、どのよ

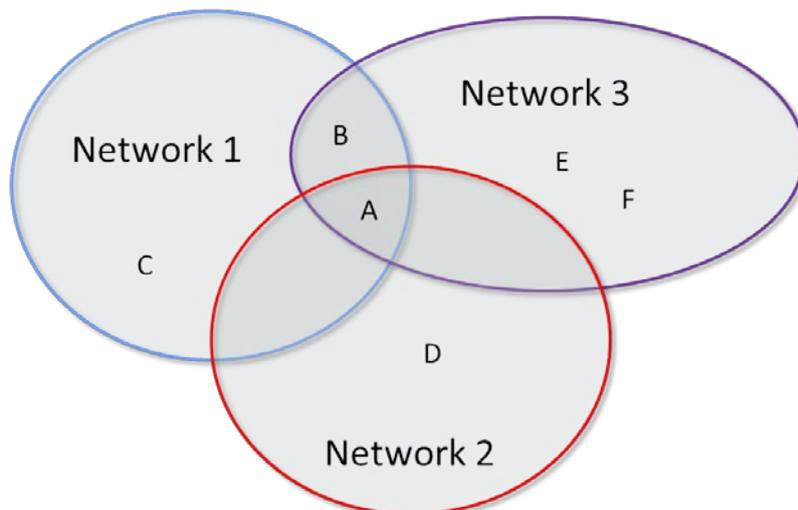
⁷ Kai -Fu Lee の TED でのトーク、How AI can save our humanity, Aug. 13th, 2018 を参照。なお、Kai-Fu Lee [2018] [AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order](#) も合わせて参照。

うな見え方になるだろうか。ネットワークとは、さまざまな主体が自律性を基礎にして自由に他者と交流し、個性と創造性の豊かなコミュニケーションを交わすことができる組織形態であり、ネットワークの核心は多様性の統合的な連結 (coalition) にあるということができる。したがって、ネットワークは、人々が自由に交流し、自らの個性と創造的行為を開発・発展しながら、社会システムを新たな次元での統合性の獲得に向けて創造的に変化させるものでなければならない。しかしながら、ネットワークが閉鎖的なものになり、少数の主体に情報や権限が集中し、ピラミッド型の階層構造に変質してしまう危険性はたえず存在している。ネットワークが閉鎖的になると参加主体の自律性は損なわれ、創造的行為の芽を摘み取ってしまうことになる。

そこで参加主体の自律性を保障する構造が必要になる。わたしは、そのような構造がネットワークの複合化にあり、参加主体が複数のネットワークに重複して参加することによって自律性を保持することができるものと考えている。さらにいえば、そのような複合的な構造によってはじめて参加主体の個性も創造的行為も開発され、発揮できるのである。

図1を参照していただきたい。AとBは、ともにネットワーク1に参加しているのだが、同時にそれぞれ異なったネットワークに重複して参加している。AとBは複数のネットワークに重複して参加することによって、異なった情報(要素)を交流させ、それらの情報(要素)を集積し、融合・編集することによって個性、そして創造力を獲得する。それとともにAとBがネットワーク1に他のネットワークの情報(要素)を持ち込むことによって異なった情報(要素)が交流し、ネットワーク1には活力が生じ、新たな秩序に向けて発展することになる。他のネットワークでも同様の現象が生じる。ネットワークの閉鎖化・沈滞化が生じないようにするためには、ネットワーク間で、また諸主体の間で相互作用・相互浸透が起きやすい構造を形成することが必要である。その意味では、ディープ・ラーニングは、多次元の関係性を同時的に情報処理しなければならない創造性や戦略性については不得手といえよう。しかし、人々の創造性を発現するための情報処理ツールとしては道具的には有用性が高いものと考えられる。

図1. 複合的ネットワークと重複参加



(出所) 須藤修『複合的ネットワーク社会』(有斐閣、1995年)

4 創造性の陶冶

ビッグデータ、クラウド、IoT、そして AI を巡る状況も例外ではないだろう。今後は、AI のネットワーク化が進展する可能性が高い。その点、総務省「AI ネットワーク社会推進会議」で提起された「智連社会」は今後のネットワーク化について考察する上で、意義を有するといえよう。

AI ネットワーク社会推進会議編[2018]『報告書 2018』は「智連社会」について次のように述べている。

AI ネットワーク化の進展に伴い、AI と AI、AI と人間、さらには人間と人間がシームレスに連携・協調できるようになることにより、ネットワーク化される「知能」、すなわち、ネットワーク化される AI の知能又はこれを活用する人間の知能により「データ」・「情報」・「知識」を学習・解析して新たな「データ」・「情報」・「知識」を創造・流通・連結することが可能となる社会の到来が予測される。同時に、極めて高度な AI ネットワークに対する依存度の増大が懸念されるが、これに対して、「データ・情報・知識に基づき、知能を活用することにより、人間や社会の在り方を構想し、その実現に向けた課題を解決するための人間の能力」としての「智慧」(智) (Wisdom) の必要性が高まる。ここで、多くの人々が AI ネットワーク社会における智慧を獲得することができれば、人間が主体的に技術を社会全体で高度に使いこなし、問題を解決していくための人間の「智慧」の連携・協調が進んでいくものと見込まれる。すなわち、人間は、AI ネットワークを利活用することにより、高度な問題解決能力としての各々の「智慧」(智) を連結し、「智のネットワーク」(Wisdom Network) を形成していくことが期待されるのである。(AI ネットワーク社会推進会議編『報告書 2018』6 頁)

「智連社会」という社会像は、このような問題意識に基づいて構想したものであり、AI ネットワーク化が進展した場合において、その力を健全に活用する姿として、人間が主体的に技術を使いこなすことによって AI ネットワークと共生し、データ・情報・知識を自由かつ安全に創造・流通・連結して「智のネットワーク」を形成することにより、あらゆる分野におけるヒト・モノ・コト相互間の空間を越えた協調が進展し、もって創造的かつ活力ある発展が可能となるという人間中心の社会像である。(同上、6-7 頁)

以上のように上記『報告書 2018』は、人間がテクノロジーに隷従することなく、人間の尊厳を確保した AI 社会像、そして AI とネットワークを活用することによって AI と共に進化する人間像が提示されている。しかしながら、無条件に人間の尊厳も確保できるわけではないし、智力の進化も自動的に確保できるものではない。

内閣府「人間中心の AI 社会原則検討会議」編[2018]「草案 人間中心の AI 社会原則」は、「人間中心の AI 社会原則」を 7 つの原則に整理している。(1) 人間中心の原則、(2) 教育・リテラシーの原則、(3) プライバシーの原則、(4) セキュリティ確保の原則、(5)

公正競争確保の原則、(6) 公平性、説明責任及び透明性の原則、(7) イノベーションの原則の7原則である。ここでは、本論の主題である、人間の進化に関する限りで、教育・リテラシーの原則にのみ言及しておく。

内閣府「人間中心のAI社会原則検討会議」編[2018]は、教育・リテラシーの原則について以下のように述べている。

「AIを前提とした社会において、我々は、人々の間に格差や分断が生じたり、弱者が生まれたりすることは望まない。したがって、AIに関わる政策決定者や経営者は、AIの複雑性や、意図的な悪用もありえることを勘案して、AIの正確な理解と、社会的に正しい利用ができる知識と倫理を持っていなければならない。AIの利用者側は、AIが従来のツールよりはるかに複雑な動きをするため、その概要を理解し、正しく利用できる素養を身につけていることが望まれる。一方、AIの開発者側は、AI技術の基礎を習得していることが当然必要であるが、それに加えて、社会で役立つAIの開発の観点から、AIが社会においてどのように使われるかに関するビジネスモデル及び規範意識を含む社会科学や倫理など人文科学に関する素養を習得していることが重要になる。」(同上8頁)

この記述を踏まえてAI時代における教育の重要性について述べておく。

リタ・コルウェル(Dr. Rita Colwell) NSF元長官が語ったように、創造力を要求される研究において、「もっともワクワクする領域は、ある学問分野における知識がほかの学問分野で設定された問題に答えを出すような学問分野間のファジーな関係にある」(The most exciting areas are in these fuzzy connections between disciplines where knowledge in one field answers questions in another field.)⁸。この言説は、私が述べた創造性の発揮にほかならない。AIの普及が進化した社会では、まさに創造力の陶冶を必要とする歴史的画期を迎えているのである。

表1を参照していただきたい。

この表の上段にある、基礎的な学習では、さまざまな領域における認識の多様性を学ぶべきである。認識の多様性と相対性を理解し、関係付ける論理を探究する能力を身につけるべきである。それによってさまざまな領域の認識の間を自由に往還できる。

また認識論と存在論の関係も学ぶ必要がある。また認識は人間存在の様式と関係があることも理解しなければならない。人間存在は環境世界被拘束性があり、そこから多様な方向へと向かう可能性がある、投企的な存在であることを理解する必要があると考える。そのような存在様式はさまざまであり、その存在様式と認識様式は相互作用的な関係にあることも知るべきである⁹。

同時に、論理的推論を学ばなければならない。自己を相対化し、自省的な認識と行為ができること、すなわち、自己組織化する能力がAIとの緊張関係においてきわめて重要になるだろう。

表の中段にある数理的アプローチの学習は、AIをツールとしてコントロールできるか否に関わる重要な学習である。数理モデルを使った問題設定能力と統計学的基礎を習得しな

⁸ Dr. Rita Colwell、東京大学大学院 平成25年度入学式祝辞、2013年4月12日

⁹ 詳しくは、非ユークリッド幾何などの空間論と認識論を考察したエルンスト・カッシーラ著、山本義隆、村岡晋一訳[1996]、世界内存在について考察したマルチン・ハイデッガー著、熊野純彦訳[2013]を参照されたい。

ければならないだろう。その上で、さまざまな AI アルゴリズムを学び、問題設定に合わせて適切に道具としての AI を用いること、さらに複数の AI アルゴリズムを組み合わせることで課題にアプローチできる能力を身につけるべきである。

最後に表の下段では、大規模な演算を可能にするマシンを使って、実際のプロジェクトを遂行すべきである。試行錯誤を通じて課題を解決するトレーニングが重要と考えている。

このような学びの場が組織されるべきである。AI との緊張関係を通じて人間はより一層投機的に能力を身につけることができる、換言すれば AI と共進化ができるのではなからうか。AI の有意義な社会展開を構想するとき、今こそ、人間の進化をもたらす、新たな学びのプラットフォームも求められているのではなからうか。

表 1. 分野横断的高度教育私案

□基礎的な学習

- 認識論(Epistemology)
- 存在論(Ontology)
- 論理的思考(Logical Thinking)

□数理的アプローチの学習

- Data Science
- STEM教育
- Machine Learning Algorithmsの教育

Linear Regression, Logistic Regression, Support Vector Machine (SVM), Neural Networks, Naïve Bayes, Decision Trees, K-means nearest neighbor, K-Means Clustering, Component Analysis, Monte Carlo, non-Euclidean Geometry etc.

□計算機を(特に人工知能)を活用した実践的学習

企業、行政機関などとの連携を行いつつ、さまざまな分野で、Project-based Active Learning を行うべきと考えている。

AI は SDGs (Sustainable Development Goals) で掲げられている 17 の目標をグローバルな協力によって解決するための有力なツールである¹⁰。CPS、AI、IoT を基盤とした Society5.0 は、SDGs の課題群に対して、わが国が世界に貢献しようとするアプローチでもある。その幕は今開きつつある。AI の社会への正のインパクトを増幅するためにも、人間の共進化の視点が極めて重要であることを強調して本稿の結びとしたい。

¹⁰ SDGs については、国際連合のサイト、<https://www.un.org/sustainabledevelopment/> を参照されたい。

(引用・参考文献)

- ・エルンスト・カッシーラ著、山本義隆、村岡晋一訳[1996]『近代の哲学と科学における認識論4』みすず書房
- ・総務省情報通信政策研究所編「AI ネットワーク社会推進会議」(議長：須藤修) [2018]『AI ネットワーク社会推進会議 報告書 2018—AI の利活用の促進及びAI ネットワーク化の健全な進展に向けて—』(総務省情報通信政策研究所、2018年7月17日)
- ・須藤修[1995]『複合的ネットワーク社会』有斐閣
- ・内閣府「人間中心のAI社会原則検討会議」(議長：須藤修) 編[2018]「草案 人間中心のAI社会原則」は2018年12月27日、に内閣府によって以下のサイトに公表されている。<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain.html> (科学技術・イノベーションのトップページ) 及び <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/humanai/index.html> (人間中心のAI社会原則検討会議ページ)
- ・長尾真[1992]『人工知能と人間』岩波新書
- ・西垣通[2008]『続 基礎情報学』NTT出版
- ・西垣通編[2018]『基礎情報学のフロンティア』東京大学出版会
- ・マルチン・ハイデッガー著、熊野純彦訳[2013]『存在と時間』岩波文庫 全4巻
- ・Attali, J. [1975] *La parole et l'outil*, Paris. [平田清明、斉藤日出治訳[1983]『情報とエネルギーの人間科学』日本評論社]
- ・Kauffman, S. [1995] *At Home in the Universe : The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford University Press, New York. [米沢富美監訳、森弘之、五味壮平、藤原進訳[2008]『自己組織化と進化の論理』ちくま学芸文庫]
- ・Haken, H.[1983] *Synergetics : An Introduction*, 3rd ed., Berlin and New York.
- ・Hinton, G. E. [2014] Where do features come from?. *Cognitive Science*, Vol. 38(6), pp 1078-1101.
- ・LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. E. [2015] Deep Learning, *Nature*, Vol. 521, pp 436-444.
- ・Piore, M. J. and Sabel, C. F. [1984] *The Second Industrial Divide : Possibilities for Prosperity*, Basic Books, New York [山之内靖、永易浩、菅山あつみ訳[2016]『第二の産業分水嶺』ちくま学芸文庫]
- ・Sudoh, O., Inoue, S, Nakashima, N. [2008] eService Innovation and Sensor Based Healthcare, (in) Oya, M. et.al., eds. : *Towards Sustainable Society on Ubiquitous Networks*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
- ・Sudoh, O. and Kinoshita, Y. [2010] Transformative and Innovative e-Government for the Next Generation: Linkages of Back Offices for One-stop Portal, (in) Marijn Janssen, Winfried Lamersdorf, Jan Pries-Heje and Michael Rosemann, eds., *E-Government, E-Services and Global Processes*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York
- ・Hey, T., Tansley, S. and Tolle, K. eds. [2009] *The Fourth Paradigm : Data-Intensive Scientific Discovery*, Microsoft Research, Redmond Washington
- ・Lee, Kai-Fu [2018] [*AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order*](#), Houghton Mifflin Harcourt, Boston Massachusetts