

21世紀政策研究所新書—66

シンポジウム

人工知能の 本格的な普及に 向けて

—AIの可能性と日本の未来を考える—

第124回シンポジウム（2017年10月13日開催）

研究報告

人工知能の本格的な普及に向けて

——AIの可能性と日本の未来を考える

21世紀政策研究所研究主幹／

東京大学大学院情報理工学系研究科教授

國吉 康夫

7

講演1

AI技術の特徴と活用ポイント

21世紀政策研究所研究委員／

NTTデータ技術開発本部エボリューション
ITセンタAIソリューション開発担当課長

樋口 晋也

23

講演2

建設機械の自動化を核とした

次世代施工システム「A⁴CSEL®」

——開発の概要とAI活用事例紹介

鹿島建設技術研究所プリンシパル・
リサーチチャー／自動化施工推進室長

三浦 悟

37

【パネリスト】

慶應義塾大学法科大学院教授

山本 龍彦

21世紀政策研究所研究委員／
東京大学大学院情報理工学系研究科特任教授

中島 秀之

21世紀政策研究所研究委員／
作家

瀬名 秀明

21世紀政策研究所研究委員／
NTTデータ技術開発本部エボリューション
ITセンタアーソリユーション開発担当課長

樋口 晋也

【モデレータ】

21世紀政策研究所研究主幹／
東京大学大学院情報理工学系研究科教授

國吉 康夫

ごあいさつ

本日のテーマは、「人工知能の本格的な普及に向けて―AIの可能性と日本の未来を考える―」です。

当研究所では、昨今の人工知能（AI）技術の急速な発展と、産業への活用に対する期待の高まりを受け、東京大学の國吉康夫教授を研究主幹に迎えて研究プロジェクトを立ち上げました。本プロジェクトでは、AI技術が社会にイノベーションをもたらす基盤技術であることへの理解を深めるとともに、その普及に向けた課題、日本に適した活用、経済・社会に与える影響などについて研究を進めてまいりました。

本日は、はじめに國吉研究主幹より、AI技術を取り巻く世界の動きや日本企業が置かれている現状、AI技術の可能性と限界などを中心に、本プロジェクトの研究報告を行っていただきます。続いて、鹿島建設の三浦悟様、NTTデータの樋口晋也様より、企業における最新のAI活用事例をご紹介します。最後に、招待講師を交え、研

究プロジェクトのメンバーと共に、今後、日本企業が取るべきアクション、AI技術がもたらす日本社会の未来というテーマについて議論を深めてまいります。

このシンポジウムが、皆さまが人工知能への理解を深める一助となり、今後のビジネスの展開にお役立ていただけることを祈念いたします。

二〇一七年十月十三日

21世紀政策研究所

研究報告

人工知能の本格的な普及に向けて —— AIの可能性と日本の未来を考える

21世紀政策研究所研究主幹／
東京大学次世代知能科学研究センター長・
大学院情報理工学系研究科教授
國吉 康夫

はじめに、このシンポジウムの趣旨をご説明します。

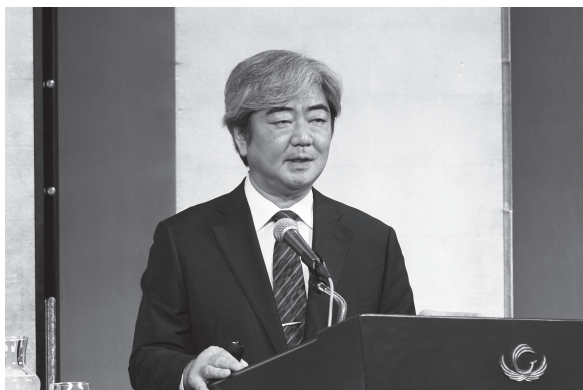
皆さんご承知の通り、人工知能が非常に注目されていますが、私たちは、これが産業にどのような影響を与えていくのか、現状はどうなっていて、取るべきアクションは何か、未来はどのようなようになっていくのか、といったことについて検討してきました。

これまで、多くの専門家の意見を聞き、企業の現場に赴いて調査を行ってきました。経団連会員企業に対するアンケート調査も行いました。本日は、それらを踏まえ、研究報告という形で発表させていただきます。

私のほうからは、①今見えていない日本企業の危機、②AIの可能性と限界、③日本企業が取るべきアクション、④日本社会の未来について、という四つのテーマ——これは、今、取りまとめている報告書の骨子になっています——について、お話ししたいと思います。

今見えていない日本企業の危機

一つ目のテーマは「今見えていない日本企業の危機」ですが、これは「もう見えてい



國吉研究主幹

る危機」に訂正したほうがいいかもしれません。今年9月、米国・玩具量販店大手の「トイザらス」が経営破綻しました。いくつかの原因が挙げられますが、「Amazon App」というスマートフォン用のアプリも、その一つだといえるでしょう。スマホを商品にかざすと、一瞬で認識し、ネットを検索して、Amazonで購入できる、というものです。子どもたちが、店に行き、棚に並んでいる商品を手にとって、「これ、いいな」と思ったら、ワンクリックで買えてしまう。こうした流れに対して、当の企業はどう反応したかというと、最初は、自社でシステムを開発しようとしたが、うまく行かず、Amazonと契約して、丸投げしてしまった。しばらくすると

「話が違う」と訴訟になって、契約を解除し、自社サイトを立ち上げる。ただ、これも外に丸投げして、やはりうまく行かず、ようやく最近になって1億ドルの投資を行った……といった感じです。

意識がついていないことが致命的となった、典型的な事例だといえます。1億ドルの投資といっても、他社と比べれば桁が違うほど低額です。これが、玩具ではなく他のマーケットであれば、Aー技術を用いたサービスに取って代わられるビジネス総額の桁が違ってきます。Amazon App は、Aー技術を応用した成功例です。最近、Aーだけでなく、IoT周辺の技術と統合させて、さまざまなサービスが出てきています。

別の事例を紹介しましょう。自動運転で先頭を走っているメルセデス・ベンツは、非常に斬新なデザインのコンセプトカーを発表しました（図表1）。

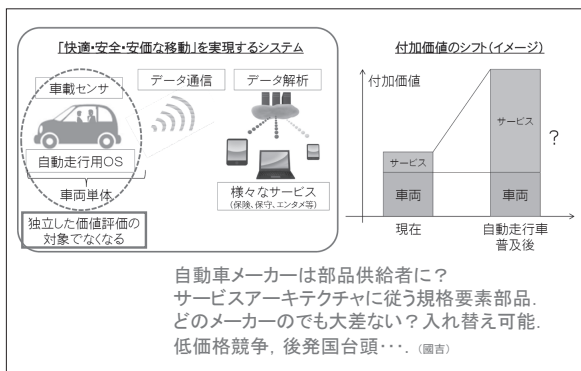
申し訳程度にハンドルが付いているのですが、ハンドルを背に4人が向かい合って座り、運転する人はいません。こうなってくると、「運転する」ということ自体の価値が問われなくなり、「この空間で、どう有意義に時間を過ごすのか」ということにフォーカスが移っていくわけです。従って、企業は「ユーザーが車内で有意義に過ごすために、ど

図表1 F015 車内の写真



(出所) <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/research-vehicle-f-015-luxury-in-motion/>

図表2 付加価値のシフト



(出所)「ビッグデータ・人工知能がもたらす経済社会の変革」、第10回日本の「稼ぐ力」研究会資料、経済産業政策局、2015/4/21 http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sansei/kaseguchikara/pdf/010_03_03.pdf

んなサービスを提供するのか」を考えることになります。付加価値のシフトが起ころということです。

こうした議論は、以前からされてきました。この図表2は、経済産業省から出された資料です。

自動運転の確立によって、「車両」から「サービス」へ付加価値がシフトしていきます。さらに、自分で車を持つ必要もなくなっていくって、「シェアードエコノミー」になってくる。そうすると、車両単体は価値評価の対象ではなくなり、移動サービス、さらには移動中の時間・空間へのサービスに付加価値がシフトしてい

く、ということです。自動車自体については、移動手段の部品に過ぎなくなる。しかも、EV化に伴って、取り替え可能な部品になってしまうと、低価格競争に晒されることになるでしょう。

こうしたことは、もう「見えてきている危機」なのだと感じています。あらゆる業界で、ゲームのルールが変わろうとしている。一つ目の例では、「お店で買う」というルールが、「お店で見ても、ネットで買う」というルールに取って代わられてしまった。二つ目の例では、価値がシフトし、優位性が喪失する。AーだけでなくEVシフトによる影響も大きいですが、例えば、これまで培われたエンジン技術に関する蓄積は、もう優位性ではなくなってしまう。

参入障壁が消えていき、異業種が入ってくる。あらゆる業界がIT業界になってしまふといってもいいかもしれません。従来の次元とは異なる次元で戦わなくてはならなくなります。

Aーは、典型的な画像認識を例に取ってみると、実世界の対象物を認識して、データの世界につなぐわけですが、特定の業種に特化した話ではなくて、実世界のものをネッ

トの世界につないでしまうという意味では、あらゆる分野で起こり得ることです。

こういう流れの中で、AIを使うべき所に使わないようであれば、まったく勝負にならないということが、第一段階で起こってきます。そして、あらゆる業界がIT業界のような戦い方の形になる。こういうことかというところ、データ化して、ネットにつなぎ、蓄積していく。それによって価値を生み出し、グローバル展開することになれば、マスでやることができ、低コストになります。つまり、早い者勝ち、スピード勝負になり、先に広まって、デファクト的になったほうが勝つわけです。

もう一つ気になることは、中国の台頭です。今、中国は、AI分野で急激に力を付けてきています。AIに関する著名な国際会議においては、今や最大勢力になっている。おそらく、米国で活躍している中国系の研究者を含めると、半数以上を占めているのではないかという状況です。最近の発表では、中国は政府主導でAIを推進するということで、3段階のゴールを設定していて、2030年には世界のトップになると宣言しています。日本企業の皆さんには、ぜひ危機感を持っていただく必要があります。

「学習」とは何か？

では、Aーとはどのようなものか、ここで復習しておきたいと思います。

まず、「ディープラーニング（深層学習）」というキーワードがありますが、そもそも「学習」とは、いったい何をする事なのかを押さえておきましょう。学習というと、一般の人は、学校に行って授業に出る、本を読んで独学する、といったイメージを持つでしょう。

Aーの学習について、「写真に写っている物体を表す言葉を答えなさい」という、画像認識における典型的なタスクを例に見ていきます。まず、画像とそれを表す言葉をペアにして、100万枚ぐらい与えて学習させます。それだけ学習すると、新たに見たことがない画像をインプットしても、何が写っているか答えられます。では、このとき、何を行っているのでしょうか。

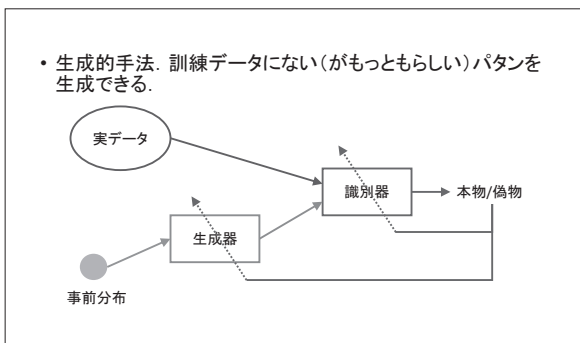
ごく簡単に説明すると、例えばリンゴの画像があります。この画像をマス目に区切ります。各マス目は、白黒の濃淡の数値で表されます。これが画像を数値化する仕組みです。この数値を、生物の神経細胞「ニューロン」を模したものに入力します。すると、

個々の入力値に個別の「シナプス伝達効率」を模した「重み」という数値が掛け算され、全部が合計されたあと、その値がある値より高いか、低いかわ、閾値を取って出力します。この人工ニューロンを膨大な数、何層にもわたってつなぎ合わせたネットワーク構造が「ニューラルネットワーク」です。「重み」の数値をうまく調整すれば、様々な入力に対して適切な出力を出すようにできます。こうした数値の調整を、学習と呼んでいるわけです。

このときに与えるデータは大量に必要です。異なる「リンゴ」や「リンゴ以外のもの」の画像データを大量に与えることによって、膨大な数の「重み」が徐々に調節されていき、今まで見たのとは微妙に違う新たなリンゴを見せられても、それをリンゴだと認識する、その精度が高まっていくからです。中学・高校の数学で勉強したように、変数がいくつかあるとき、その変数を決めるためには同じ数以上の方程式が必要になるのと同じことです。実際、ディープニューラルネットワークで扱う「重み」数値は、数十億の数になります。

ですから、そういう大量のデータが必要な仕組みであるということも、基本として押

図表3 GAN: Generative Adversarial Network



(出所) Ian J. Goodfellow, Jean Pouget-Abadie, Mehdi Mirza, Bing Xu, David Warde-Farley, Sherjil Ozair, Aaron Courville, Yoshua Bengio. Generative Adversarial Networks. arXiv:1406.2661 [stat.ML], 2014.

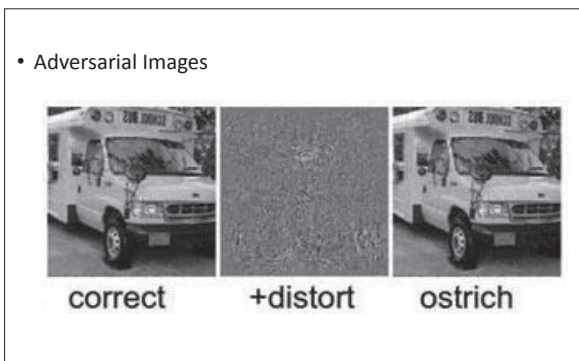
さえておいてください。

ディープラーニングのトレンド

もう一つ、最近のAI、特にディープラーニングのトレンドをご紹介します。最近、盛り上がっているのは、「GAN: Generative Adversarial Network」というものです。日本語では「生成的手法」と呼ばれています(図表3)。

GANには、訓練データを学習し、それとよく似たモデルを生成する「生成器」と、そのモデルを本物か偽物か判断する「識別器」という、二つのネットワークが存在しています。一方が見破られないように頑

図表4 機械学習の問題点



(出所) Szegedy et al. 2013 arXiv:1312.6199

張って学習し、もう一方は見極められるように学習する。両者がせめぎ合うことで、非常に速く学習が進む、という仕組みです。

同じように「強化学習」という手法も、非常に盛り上がりを見せています。例えば、ロボットが、自分の目で確認し、試行錯誤を行いつつながら、行動を制御するというものです。

また、「オープンA」の動きも盛んです。今や、誰でも手軽に、さまざまなAのプログラムやデータ、学習環境を、ネットでダウンロードして使うことができるようになっていきます。

一方で、問題も出てきています。図表4の左は元となるスクールバスの画像、真ん中は

ノイズにしか見えない特殊なパターン、右は左の画像に真ん中のパターンを足して作られた画像です。人間には左も右もスクールバスにしか見えないのですが、A-1は左をスクールバス、右をダチヨウと答えてしまうという事例があります。要するに、信頼性において、まだまだ課題が残っているということです。

これに対しては、例えば「ベイジアン・ディープラーニング」という、確率的な枠組みとディープラーニングを統合する流れが、非常に注目されています。プログラミングができる、人間の知識を入れることができる、計算の解釈や正当性の判断ができる、信頼性を示せる、といった特長があり、問題点を解決する仕組みとして期待されているところです。

A-1の可能性と限界

これまでの話を踏まえ、「A-1にできないことは何か」について考えてみたいと思います。例えば、「適当にやっておいて」とか、「A-1を使えば、何かうまくいくんじゃないか」といった使い方には、今のA-1は応えることができません。お手本や、明確な基準

を与えてやる必要があります。AIは、本当の「意味」の理解ができないので、理由の説明もできません。また、真の「創造」もできない。

では、AIを活用する上で、どのようなことに注意すればいいのかというと、人間がやっていることを「知的能力」の要素に分解して、その要素ごとに「この手法で、これができる」ということを見極めなければいけません。ですから、このあたりは専門家が判断しなければ正しい設計ができません。コモディティ化が進んで、敷居はとも低くなっているのだけれど、注意深く設計する必要があります。

もう一つは、AIだけではダメで、既存のITシステム、ハードウェアのシステムに埋め込んで、つなぐことによって、はじめて機能を発揮する、ということも忘れてはいけません。

日本企業は、どう行動するべきか

ここで、「日本企業は、どう行動するべきか」ということを考えたいと思います。一つのポイントは、通常、効率化やコスト削減といった目的からAIの活用を考えるわけで

すが、ここを超えて、「新しいビジネスモデルを目指す」という発想が必要だということです。

なぜなら、海外の競争相手は、そういう発想で攻めてくるからです。ルールチェンジが起きる。そのとき、自分たちは、それをどう利用するかということを、ぜひ考えていただきたい。

「強みを活かす」という意味では、日本の各企業はそれぞれの分野で非常に豊かなコンテツツを持っています。それをどうやってバリューに転換できるかがポイントになります。そのときに、Aーは、電気や機械と同じような「技術」なので、しっかりと理解し、適切に応用していくことが求められるでしょう。また、組織、体制、人材育成をどうするべきか、という課題もありますが、これは、もう一つのテーマ「日本社会の未来」と共に、パネル討論で取り上げたいと思います。

最後に、先日、東京大学次世代知能科学研究センターが主催した「Aーと社会(AI and SOCIETY)」というシンポジウムのことを、少しご紹介します。このシンポジウムでは、国内外の産業界とアカデミアから人工知能分野のオピニオンリーダーを招き、Aーがも

たらず社会的インパクトについて議論しました。その中で、米国最大の工学系学会であるIEEEで、スタンダードを策定するという話も出ています。日本企業の皆さんには、ぜひ、こうした動きをウォッチしながら、これからの戦略を考えていただきたいと思います。

講演
1

A I 技術の特徴と活用ポイント

21世紀政策研究所研究委員／

N T T データ技術開発本部エボリューションシヨナル

I T センタ A I ソリューション開発担当課長

樋口 晋也

私は、NTTデータでR&Dを担当しています。R&Dというと、技術ばかりをつくっているイメージがあるかと思いますが、最近のR&Dは「ビジネスを創造する」という任務も負っていて、そういう意味では「人工知能をどう使えばビジネスに活用できるか」という点を、ずっと考えてきました。今日は、A-技術をビジネスに適応させる方法について、お話ししたいと思います。

A-に対するイメージ

私どもは、年間に100件、200件、お客様もしくは弊社の事業部門から、人工知能に関する相談を受けています。そこで、いろいろな質問を受けるわけですが、人工知能に対する皆さんのイメージは、だいたい次の二つに集約されると思います。

イメージ1 質問すると回答してくれるコンピューター

イメージ2 正直、どの程度回答してくれるか分からない



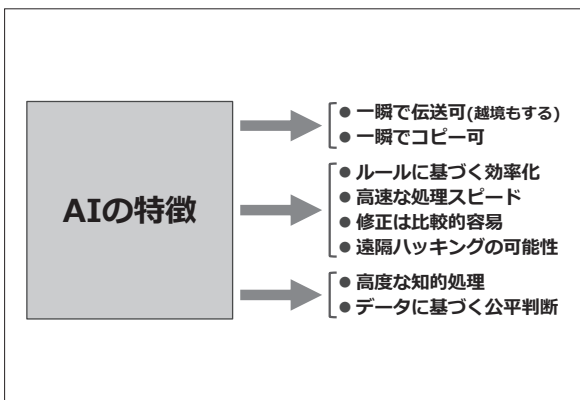
樋口委員

どちらにしろ、知的なイメージをお持ちなの
だと思います。どうしてなのかと考えてみると、
人工知能という言葉の「知能」という部分に着
目されているのではないでしょうか。確かに、
知能という言葉からは「知的な作業が可能だ」
というイメージが伝わってきます。

しかし、知能ではなく人工知能ですから、「人
工」という部分にも何らかの意味がありそうで
す。その「人工であるがゆえの特徴」を簡単に
まとめてみました（26ページの図表5）。

この図から分かるとおり、処理スピードが非
常に速い、一瞬でコピーできるといったメリッ
トがある一方、遠隔からハッキングされてしま
う可能性があるといったデメリットがあること

図表 5 AI が持つ、様々な特徴



が分かります。

人工知能というと、どうしても囲碁や将棋のイメージが強く、「人間をはるかに超えている」というイメージをお持ちの方も多いかも知れません。しかし、私は思考の深さは人工知能よりも人間のほうが上だと考えています。だからこそ、「知能」以外の特徴、スピードやコピーできることを、きちんと活かしていくことが、ビジネスでは重要になります。

そのあたりのことを、代表的な事例を見ながらお話ししたいと思います。

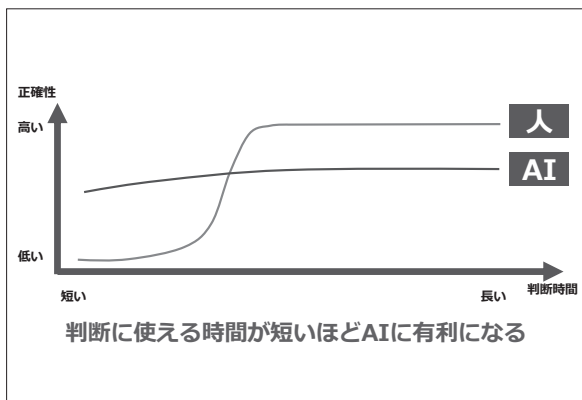
事例1 フラッシュクラッシュ

皆さんは「フラッシュクラッシュ」という言葉をご存知でしょうか。この言葉をご存知でなくても、この話自体は非常に有名なので、ご存知の方が多いと思います。2010年に、わずか20分でダウ平均が995.55ドルも下落しました。しかも、その後わずか1.5分で、543ドル上昇しました。この時、P & Gは30分で時価総額5兆円を失うことになりました。

当初、その原因がまったく分からなかったのですが、いろいろな人が調べた結果、人工知能で動く「ロボット取引」が引き起こしたのではないか、という話になりました。何が起こったかという、市場が下がり始める、世界中の人工知能がそれを検知して、一斉に売りはじめ、最初のタイミングで反応できなかった人工知能たちまでも続いて売りはじめたので、一気にダウ平均が下がったのです。あまりにも下がると、今度は「買い」だと判断した人工知能が買いはじめ、それに追隨する人工知能も出てくるので、株価が急騰する。調査の結果、これが原因だという話になったわけです。

そもそも、なぜ市場取引に人工知能を導入したのかというと、市場取引は0.000

図表 6 ポイント：短時間で正確な判断



……秒を競って売買が行われているからです。ほんのわずかでも早く売り買いできれば、他者よりも大きな利益を上げることができる。だからこそ人工知能の適用が非常に進んでいて、現在、全取引の5〜7割がロボット取引であるといわれています。ただし、こうした企業は、ほとんど上場していないので、実際の数値は、よく分かっていません。

この事例でいたいことは、先ほど申し上げたとおり、時間をかければ人間のほうが判断力は高いのだけれど、非常に短い時間で「判断してください」と言われると、人間よりAのほうが判断力が勝るといこ

となのです（図表6）。

例えば、犯人がどこかに立てこもっていて、その隣に人質がいるとします。そこに突入し、一瞬で判断して犯人だけを撃つ、といったことは、なかなか人間にはできません。一瞬で判断して、一瞬で行動するという点においては、人工知能に軍配が上がります。したがって、「短い時間での判断」が必要とされる所で人工知能を適用すればいい、ということが一つのポイントです。

事例2 AI創薬

今、化学業界は非常に大変だと聞いています。人間が考えて作れるような化合物は、ほとんど出尽くしてしまっている。しかも、安全基準が厳格になってきたため、創薬においては、なかなか新しい薬を発見できない状況なのだそうです。

近年のバイオ医薬品の開発期間は9〜17年、費用は200〜300億円かかるといわれています。成功率は3万分の1です。この問題を解決するために、人工知能——シミュレーションのことを人工知能と呼ぶかどうかについては異論があると思いますが

——を活用した効率化が進んでいます。

ここでのポイントは、実際に人間が実験して、化学変化が起こるまで待っていると、非常に時間がかかるが、人工知能の力を活かしてシミュレーションを行えば、もちろんサーバーのスペックにもよりますが、非常に速いスピードで実験ができる、ということです。これによって、新しい化合物を発見する時間が短くなります。

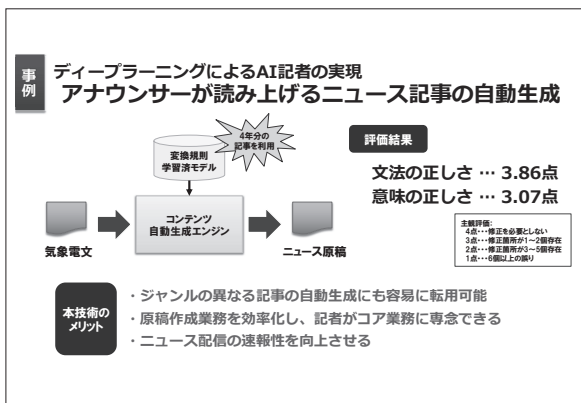
このほかにも、自動車業界では、衝突実験を全部で3回行うとき、そのうち2回はシミュレーションで行っていると聞いたことがあります。そうになると、その2回については、本物の自動車や大がかりな装置を用意する時間を短縮でき、最終的には、早く市場に商品を出すことができます。こうした使い方も一つのポイントだと考えています。

事例3 ディープラーニングによるAI記者の実現

三つ目は、弊社の事例です（図表7）。

この事例はアナウンサーが読み上げるニュースの原稿を、人工知能で自動生成するという取り組みです。気象庁が「気象電文」というのを出しているのですが、その情報を

図表 7

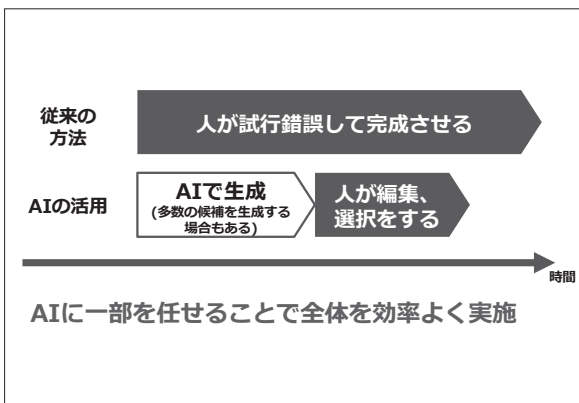


人工知能に与えて、原稿に変換しています。主観評価では、文法の正しさは4点満点中3・86点と、かなり高い精度で行うことができます。

一方、意味の正しさは4点満点中3・07点となっています。なぜか人工知能が気象電文に入っていない言葉を挿入してしまっている。全体として、比較的正しい内容を生成するレベルまで行っています。

ポイントとしては、先ほどの創薬のケースと似ていますが、今まで人間が試行錯誤して作るのではなく、AIにたたき台を作ってもらい、人間が修正することで、全

図表 8 ポイント：AI に生成させ、人が修正する



体として効率化することです。例えば、「企業のロゴマークをつくってほしい」というクリエイティブ系の依頼があると思います。が、そうしたコンテンツの「叩き台」を人工知能につくってもらい、人が編集したり、良いものを選んだりすることによって、仕事の効率を上げることができるといえることです（図表8）。

音声認識などは、まだまだ技術的に不完全なところがありますが、音声認識によって文字化したものをベースに、人間が編集して議事録を作成する、といった効率化のニーズは分かりやすい例です。

事例4 ソーシャルレンディング

四つ目の事例は、「ソーシャルレンディング」で、イメージとしては、銀行と同じです。ただ、銀行よりもライトな仕組みといえるでしょうか、お金を借りたい人と貸したい人をウェブ上で募集し、うまくマッチングさせて、そこで利益を上げるというビジネスモデルです。

ソーシャルレンディングは急速に増えてきており、現在は1兆円規模のマーケットになっています。大きな特徴は、融資の申し込みから完了まで約6分で終了すること、人工知能のスピードがなせる技だといえるでしょう。審査を高速化する場合は、審査基準を事前にルール化して厳密に決めておくか、人工知能を使うか、のどちらかになります。ですが、ソーシャルレンディングは後者に当たります。

もう一つの特徴は、非常に多くのデータを使っている点です。一般の銀行が使うような情報はもちろん、SNSやECサイトの購買履歴、クレジットカードのスコアなど、たくさんの情報を使っていると聞いています。

ここにもポイントがあって、人間のほうが人工知能よりも思考能力が高いとはいえ、

大量のデータを捌くことはできません。人間が少ないデータを精査して、深く読み込んで判断するのに対し、人工知能は、大量のデータを、浅くではあるものの、理解して読み込む。大量のデータによって、人間レベルの審査能力を持つことができるわけです。

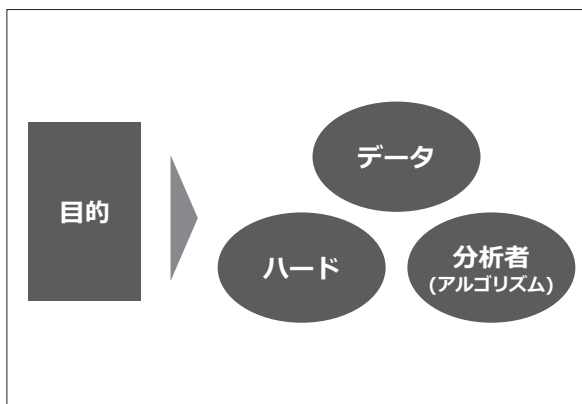
人工知能の活用には「目的」が必要

最後に、「人工知能の実現に必要な要素」について、お話しします（図表9）。

人工知能に必要な要素というと、一般的に、データ・ハード・分析者（アルゴリズム）の三つが上げられます。もう一つ、私が付け加えたいのは「目的」です。経営者が部下に「人工知能を使いたいから、何とかしなさい」と言っているようでは、うまく行きません。やはり「この課題を解決したい」という、強い目的意識が必要だと考えます。

あくまで目的を達成するために、ほかの三つの要素を揃えていくべきで、中でも「データ」は非常に重要です。まず、新しいビジネスを始める前に、データが活用できるかどうかを考える必要がありますし、自社でデータを持っていないのであれば、外部から調達する必要があります。オープンデータを使う、あるいはデータを持っている会社と

図表 9 人工知能の実現に必要な要素



連携する、といった方法が考えられます。
「分析者」についても、よく相談を受けます。弊社のような人工知能を得意とする企業に頼むという方法もありますし、会社の命運を賭けてやるのであれば、やはり自社で育てていくことがベストな道だと思います。

建設機械の自動化を核とした 次世代施工システム「A⁴CSEL[®]」 ——開発の概要とA⁴活用事例紹介——

鹿島建設技術研究所プリンシパル・リサーチャー
自動化施工推進室長

三浦

悟

本日は、このような場で当社の技術を紹介する機会をいただき、誠にありがとうございます。タイトル通り、私たちは、今、建設機械の自動化に取り組んでいます。主に土木工事の中に自動化機械を入れて、動かしていますが、そこでAーをどのように活用しているかをご紹介します。

建設業界における重要な課題

まず、なぜ建設機械の自動化に取り組んだのか、その背景をご説明します。

建設業界では、年々、就業者が減少しており、20年前と比較すると約200万人減っています。さらに就業者の高齢化も進んでおり、熟練技術者が不足している状況です。

また、以前から指摘されていることですが、製造業などと比べて生産性の低い業種だといわれています。

さらに、少なくなってきたものの、まだまだ労働災害や事故が多いという問題もあります。労働災害や事故で亡くなる人の数は、全産業の中で一番多く、いわゆる「3K」の典型的な業種でもあります。



三浦プリンシパル・リサーチャー

こうした問題をいかに解決するかということ
が、これからご紹介する「A⁴CSEL[®]」の出發
点になっています。

「A⁴CSEL[®]」とは、

「A⁴CSEL[®]」は「Automated/Autonomous/
Advanced/Accelerated/Construction system
for Safty and Efficiency and Liability」の頭文字
を取ったもので、始めたのは2010年ぐらい
です。簡単にいえば、機械でやれることは機械
で、自動でやってしまおう、ということです。

ただし、自分がどこに行って、何をすればいい
のかを、機械が認識するのは非常に難しいので、
それは人間が行おう、と。

すなわち、①人間が作業を計画、②作業を自動化建機に遠隔指示、③自動化建機で自動施工を行う、というコンセプトです。遠隔指示であれば、フィールドにいる人間は少なくなりますから、建機がぶつかってひっくり返っても、けが人が出ることはない。つまり、安全性を確保できます。あるいは、1人で5台、6台と動かせることができれば、省人化が可能です。さらに、機械が標準的な作業を、無駄なく一定の時間で均質な品質できっちりやることができれば、生産性も向上します。

こうしたコンセプトをまとめて「クワッドアクセル」と命名しました。この開発を始めた2010年当時、フィギュアスケートの浅田真央選手がトリプルアクセルという3回転半ジャンプを跳んで人気を博していました。4回転ジャンプを男子選手が跳び始めていたので、私たちは「4回転半に挑戦するんだ」「まだ誰もやっていないけれど、そんなに遠い話ではない」という思いを込めて名付けたことを思い出します。

機械の自動化を目指して

では、A⁴CSEL[®]が対象とする作業の例をお見せしたいと思います（図表10）。

図表 10 A⁴CSEL[®] が対象とする作業の例



自動振動ローラ: 転圧作業の自動化



自動ブルドーザ: まき出し作業の自動化



自動ダンプトラック: 搬送、荷下ろし作業の自動化

in 鹿島
KAIJIMA CORPORATION

1 つ目の写真は、ダム工事です。まず、大型のダンプカーが材料を運んできて、ブルドーザーが土をきれいに撒きます。その後ろから、振動ローラで締め固めていく。土を「ミルフィーユ」のように何層にも積み上げていくことで、ダムが完成します。この作業を、無人で、機械に行わせることが、私たちの狙いです。

まず、機械の自動化を目指しました。自動化作業の開発は、次の3つのステップで進められました。

- ① 熟練オペレーター作業の定量化
- ② 建設機械の自動化開発

③現場適用

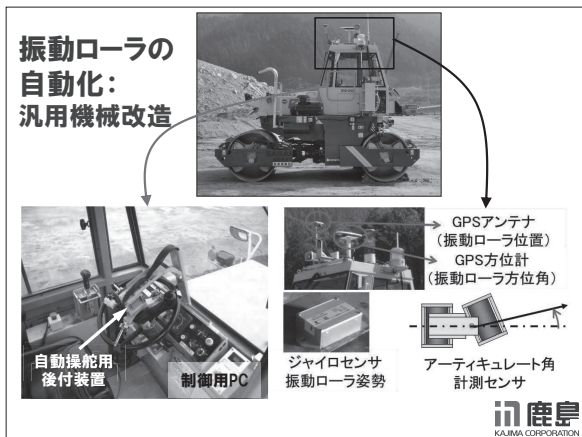
建設機械での作業では、オペレーターの技術によって、生産性に大きく差が出てきます。ですから、上手いオペレーターの作業を自動化できないか考えました。それができれば、後は機械を自動化し、現場で適用する中でブラッシュアップする形で進められます。そこで、上手なオペレーターはどうやって操作しているのかを計測してみると、やはり熟練の技がありました。そして、集めたデータを基に、重機の自動制御が可能になりました。

次に、自動で動く建設機械の開発です（図表11）。

当時は自動で動く機械がなかったので、汎用機械を改造することから始めました。左下の写真は、ハンドルをモーターで回す装置（自動操舵用後付装置）です。ここに制御用のPCを取り付け、GPSで位置や方位を計測する装置、センサー類を取り付けています。

振動ローラを改造して熟練オペレーターの操縦方法をもとに自動化することができた

図表 11



図表 12



ことによって、ブルドーザーとダンプトラックの自動化を進めることになりました。これらを短期間に実現するため、コマツさんに協力してもらい共同研究という形で進めています。センサー類は振動ローラと似たようなものを取り付け、制御用PCからブルドーザーのコントローラに信号を送って、フィードバックするという仕組みになっています（図表12）。

ダンプカーも、基本システムは同じです。センサー類も共通のものを使っています（図表13）。

これらは、一般の方からすると特殊な機械だと思われるかもしれませんが、いわゆ

図表 13

一部改造、後付け機器類を搭載した自動化ダンプ



る汎用建設機械です。専用の自動機械を開発するのではなく、汎用機に装置を付加して自動化するというやり方で進めています。

自動化建設機械へのAI適用

建設機械の自動化に続くステップとして、建設機械の「知能化」に取り組んでいます。人工知能技術の中で、今回は「機械学習」と「遺伝アルゴリズム（GA）」を使って、ロボット化しようという事例をご紹介します。

ダム工事の説明で少し触れましたが、ブルドーザーによる「まき出し」という作業があります。まず、熟練オペレーターの技

術をモデル化するために、複数のオペレーターに、ダンブ一杯分の土砂を、厚さ35センチで、幅10メートルの矩形状に、まき出す作業を行ってもらい、走行経路やブレード操作のデータを取りました。

オペレーターはみんな作業歴20年以上のベテランで、幅、長さとも±5センチの誤差で仕上げてくれます。ところが、結果は同じなのですが、運転方法は人によって違っていました。また、同じオペレーターでも、土砂の置かれ方や状態によって運転方法が異なることも分かりました。

当たり前のことですが、皆さん「感性」で運転しているので、最初に考えていた平均的な運動モデルを作ることが非常に難しいと気づきました。

では、どうしたか。数多くの施工実験を行い、試行錯誤で標準的な操作手順を見つけ、することも考えましたが、この施工実験は、せいぜい1日3回ほどしかできません。それでは到底検討できないということで、ブルドーザーの動きと土砂の拡がりを推定するまき出しシミュレーションを開発して、コンピュータ上で実験を行うことにしました

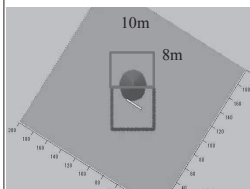
(図表14)。

図表 14

■ 熟練者データとまき出しシミュレーションに基づく自動運転モデル構築

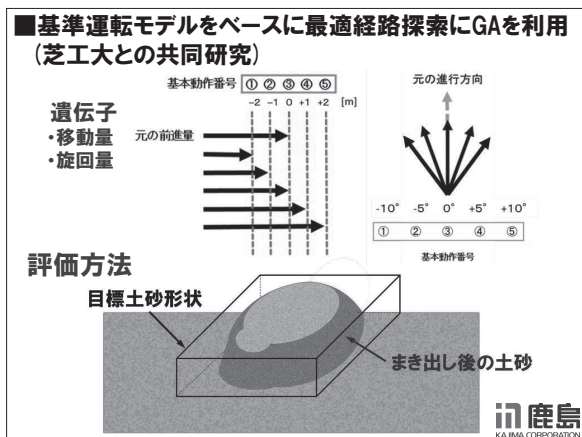
ブルドーザまき出し経路
探索シミュレータ

探索経路を
実作業に適用



- 許容範囲内の誤差で自動化施工が可能
- 一定の条件下では経路修正してまき出し作業が可能

図表 15

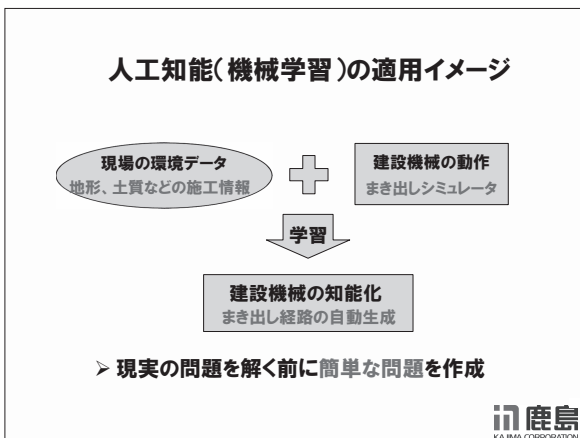


この「ブルドーザーまき出し経路探索シミュレーター」の結果に基づいて、無人機械による実作業に適用してみたところ、土50センチぐらいの誤差で作業を完了させることができました。許容範囲内です。また、一定の条件下では、経路を修正してまき出し作業を行うことも可能と考えています。

また、大学との共同研究で、熟練オペレーターの作業データをモデルとして、GAを利用した最適経路の探索にも取り組んでいます（図表15）。

「移動量」と「旋回量」を遺伝子にして、フィールドの中央にある土砂の山を、目標とする形状に整形するという問題を作りま

図表 16



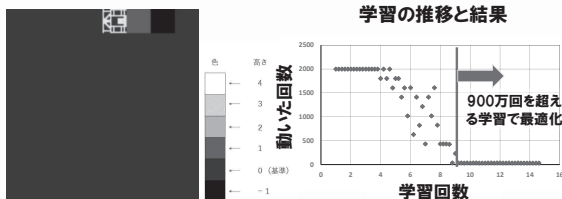
した。GAを使って2万回ぐらいの試行を行った結果、目標形状を作り出せる操作が見つかっています。

もう一つ、建設は自然相手に屋外で行うものですので、現場状態に合わせてより柔軟に対応させる能力を得るにはどうすればよいか、ということが課題として残っています。今、考えているのは、これに機械学習が使えるのではないか、ということです（図表16）。

ディープラーニング（深層学習）と強化学習を組み合わせて、どんな地形でもブルドーザーによる凹凸をならす作業の最適経路を探索しようという問題です。900万

図表 17

ブルドーザ作業経路の探索・最適化の例



- ◆ 最適作業経路の探索にディープラーニング(深層学習)と強化学習の組合せ
- ◆ Deep Q-Networkの適用を検討

	人間	機械学習
最小行動回数	26	27
平均行動回数	29.7	32.1

in 鹿島
KAJIMA CORPORATION

回を超える学習によって、人間と比較しても遜色のないくらいの結果が得られています(図表17)。

要するに、先ほど、樋口さんがお話された、人間による実験では大量のデータが採れないので、機械学習とシミュレーターによって精度を上げよう、ということですが、ほぼ実用可能なレベルにきていますので、来年度あたりから、実践で確認したいと思っています。

「次の現場は、宇宙です。」

こうしたことに取り組んでいたところ、JAXA(宇宙航空研究開発機構)と共同

図表 18 次の現場は、宇宙



研究を進めることになりました。JAXAは、20年後ぐらいに宇宙に拠点をつくろうとしています。そのときに、拠点建設を地上や宇宙ステーションから遠隔操作で行うのですが、通信に3〜8秒がかかってしまうため、効率がとても悪くなることが考えられます。そこで自動化技術が使えないか、という課題をいただいています。

「土木は夢がない」と言われますが、私たちは「次の現場は、宇宙です。」というキャッチコピーで、こんなポスターを作ってみました(図表18)。これで、若い世代が少しでも夢を持ってくれるといいな、と考えています。

パネルディスカッション

【パネリスト】

慶應義塾大学法科大学院教授

山本 龍彦

21世紀政策研究所研究委員／
東京大学大学院情報理工学系研究科特任教授

中島 秀之

21世紀政策研究所研究委員／
作家

瀬名 秀明

21世紀政策研究所研究委員／
NTTデータ技術開発本部エボリューションセンター
AIソリューション開発担当課長

樋口 晋也

【モデレータ】

21世紀政策研究所研究主幹／
東京大学大学院情報理工学系研究科教授

國吉 康夫

國吉 それでは、パネルディスカッションに入ります。

まず、ポジショントークということで、お三方に短くお話をいただきしたいと思います。お一方目は、慶應義塾大学法科大学院教授の山本龍彦先生です。研究会にもお招きしてお話を聞き、討論をさせていただきました。非常に重要な示唆をいただいたので、今日、ここで皆さんにも、そのお話を聞いていただきたいと思います。

山本 私の専門は憲法学なので、皆さんの中には、なぜ憲法研究者がこの場にいるのか、疑問に思っておられる方もいるでしょう。憲法というと9条で、ビジネスの世界とは関係ないと。そこで、まずは、経済・実業と憲法とは完全に切り離されているわけではない、ということをご説明し、私がここにいる理由をご理解いただきたいと思います。

価値の「天井」としての憲法

Aーが社会に受容されるに当たって、人はどうあるべきか、われわれの社会はどうあるべきかという実体的な価値をめぐる問題が浮上してきます。この点に関して、実は憲法というものは、実体的価値論の「天井」を決めているのだ、ということを上げた



山本教授

と思います。

さまざまな価値観が相対立している状態を、社会科学の分野では「神々の論争」と呼んでいます。相克する複数の価値を裸のまま戦わせていても収拾がつかない。宗教戦争のように、時に血みどろの争いになることもあります。憲法は、このような歴史を踏まえて、実体的価値をめぐる争いを調停し、価値論争に「天井」を設ける、つまり神々の論争から私たちを救出するという働きを持っています。こう考えると、日本国憲法は、「日本社会は、こういう価値観でやっていくべきなのだ」ということを、ある程度フィックスしていることになります。

要するに、日本社会において人はどうあるべ

きか、社会はどうあるべきかという問題は、既に、ある程度は憲法が語ってくれている。もちろん、憲法の条文は非常に抽象的なので、憲法を持ち出せばどんな難しい問題もすぐに解決というわけではありません。ただ、やはり憲法の価値原理を無視して、「A」社会において人や社会はどうあるべきか」を語るのは、9条論なしで日本の安全保障を語るようなものです。

では、そのような、ある程度フィックスされた憲法的価値が、経済秩序、あるいは民間企業の経済活動と果たして関連するのか。答えを先取りすれば、それは「イエス」だ、ということになります。一般に「憲法は国家権力を縛るものだ」と言われることがあります。これは半分正しくて、半分間違っています。

例えば、企業は「男女雇用機会均等法」を遵守する義務がありますね。つまり、男女雇用機会均等法という法律の適用を受ける。しかし、この均等法の1条を見ると、この法律が、実は日本国憲法の理念を実現するための法律であることが説明されています（1条「この法律は、法の下の平等を保障する日本国憲法の理念にのっとり、雇用の分野における男女の均等な機会及び待遇の確保を図るとともに……」（傍点は発言者））。

このような憲法価値を実現するための法律、憲法実現法律（憲法具現化法律）は、たくさん存在しているのです。そして、企業経済活動は、このような憲法実現法律を媒介に、日本国憲法の適用を受けているわけです。あまり意識されていませんが、「個人情報保護法」も、憲法13条の保障するプライバシーというコンセプションを企業がどのような形で実現していくか、ということを決める憲法実現法律の1つといえます。実際、『六法全書』では、個人情報保護法は「憲法編」の中に収録されています。

とりわけ憲法13条が規定する「個人の尊重」原理（憲法13条「すべて国民は、個人として〔as individuals〕尊重される……」）は、京都大学名誉教授の佐藤幸治先生の言葉を借りれば、「憲法上の基本原理としてすべての法秩序に対して妥当する原則規範としての意味を担って」おり、「基本的には国政に関するものであるが、民法2条（改正前の1条ノ2）を通じて解釈準則として私法秩序をも支配すべきもの」（傍点は発言者）と考えられます（民法2条「この法律は、個人の尊厳と両性の本質的平等を旨として、解釈しなければならぬ」）。裁判所において、「個人の尊重」のような憲法原理をおよそ無視したような法律行為が、公序良俗（民法90条）に反して無効と解釈されることもあるで

しょう。このように見ますと、憲法は、必ずしも国家権力のみを縛るためだけのものではないのです。いわゆる営業の自由として、企業の経済活動の自由も憲法により保障されていますから（憲法22条1項）、国家それ自体に対して適用される場合とは強度が違います。しかし、企業にも、少し薄まった形であれ、日本国憲法は適用されることになります。そうになると、憲法のフィックスした価値原理に反するようなAーの利用について、企業が法的責任を問われることもある。憲法研究者がここにいる理由が少しご理解いただけたでしょうか。

バーチャルスラムと「個人の尊重」

山本 次のようなシナリオについて考えてみてください。

通信事業を行うY社は、新卒採用に、採用希望者の適性をAーに予測評価させるプロファイリングシステムを導入している。ただし、この予測評価を導くアルゴリズムは公開しておらず、希望者のどのような情報を、どのようなウェイトで考慮し

ているのか、外部には具体的にわからないようにしている。

大学4年生のXは、Y社への入社を希望し、エントリーシートを送付したが、その後、不採用を知らせる連絡を受けた。Xは、エントリーシートに記入した事項以外の情報（例えば、SNSに関する情報）も広くAの予測評価に使われていることを知り、自分の何がAの評価を下げたのだろうと悩み始めた（SNSで市民運動家のAと「友達」になっているのが悪かったのか、数年前に外国の反政府活動家の写真に「いいね」を押したのが悪かったのか）。どうしてもY社に入社したいXは、就職浪人することに決め、卒業後にファスト・フード店でアルバイトを始めた。しかし、翌年も、エントリーシートの送付後に不採用を知らせる連絡を受けた。Xは、ために、Y社のプロフィールシステムと同じシステムを導入しているB社やC社にもエントリーシートを送付したが、やはり不採用の連絡を受けた。

Xは、思い切って、Y社に対して、Aの「意思決定」プロセスを開示するよう求めたが、営業上の秘密に当たるなどとして拒否された。Xは、その後もAに「嫌われる」理由がわからず、自己改善の方向性もわからぬまま、採用にAによるプ

ロファイリングシステムを導入していない低賃金のアルバイト職を転々とした。

Xは、アルバイトをしながら独学でビジネスの勉強を始め、30歳を迎えたときに自ら事業を始めようと、D銀行に対してオンライン上で融資を申し込んだ。D銀行は、融資判断の際に、申込者の返済率や信用力をAーに予測評価させるプロファイリングシステムを導入している。Xは嫌な予感がしたが、案の定、オンライン上で、D銀行から融資できないとの回答を受けた。それでも、予測評価のアルゴリズムや、融資が拒否された理由などが開示されることはなかった。そのためXは、融資が拒否された理由が、低賃金のアルバイトを長年続けていたことにあるのか、それとも別のところにあるのかがわからず、途方に暮れることとなった。

Xは、その後数年、Aーの予測評価システムを導入している、あらゆる組織から排除され続け、自らが社会的に劣った存在であると感じるようになった。Xは、自分以外にも、明確な理由もわからずAーの予測評価によって社会的に排除され続けている者たちが多数存在し、仮想空間において「スラム」（バーチャル・スラム）を

形成していることを知った。しかしXは、その者たちとSNSで交流すると、信用力などに関するAの予測評価がさらに下がるという噂を聞いていたために、悩みを共有する相手もないまま、孤立を深めていた。そのとき、携帯していたスマートフォンが鳴り、日々の生活記録などからユーザーの健康を管理する団体から、「あなたはいま鬱状態にあるようです。気を付けてくださいね」というメッセージが届いた。Xは、そのメッセージをみて、かえって生きる氣力を失った。

山本 皆さんは、このシナリオをどう考えるでしょうか。このシナリオ全体はやや近未来を想定していますが、新卒採用や融資の場面で個人の能力や信用力を予測・評価する「AIプロファイリング」は一部の企業で実際に行われはじめています。これは、AIないしはアルゴリズムによる個人の能力等の「自動評価」につながる動きといえます。AIに評価され、決定される場面はますます拡がっていくと予想されています。アメリカでは既に刑事裁判における量刑判断にアルゴリズムの評価が用いられています。

日本では、現状まだ大きな問題は生じていませんが、シナリオのような事態は決して

歓迎すべき事態とはいえないでしょう。このシナリオのどこがディストピア的かといえ
ば、ここでのAーの利用の仕方が、端的に、個人を「個人として (as individuals)」尊重
するという、憲法の個人の尊重原理に反しているからではないでしょうか。比喩的に申
し上げれば、個人が、商品のようにベルトコンベアに載せられ、センシングされて次々
に仕分け・分類されるような世界。これは確かに効率的で、経済合理性にもなっている
ように思えますが、Aーの評価というのは、共通した属性をもつ集団、すなわちセグ
メント単位で行われるので、個人の重要な何かが切り捨てられてしまう可能性があります
。例えば、「日本人」という集団にも色々な個人がいるように、同じセグメントに属す
る者のなかにも実際には色々な個人がいるはず。しかし、こうした差異が捨象され
る可能性がある。Aーによって「個人化された (personalized)」サービスが可能になる
と言いますが、厳密には、セグメントの細分化による「細かな類型化」であり、せいぜ
い「個別化」です。樋口さん、三浦さんがお話しされたように、Aーは、非常に短い時
間で、多くのデータを使って効率的な判断を下すことができるわけですが、それで個人
を評価した場合、個人を「個人として尊重」するという憲法の基本理念と矛盾しないか、

私たちは慎重に考える必要があると思います。

近代以前、憲法が確立する以前のいわゆる前近代というのは、基本的には身分制の時代でした。そこでは、身分や職業のような集団的属性によって短絡的に個人が評価され、事前に生き方が決められていた。これは、個人が「個人として」尊重されず、その自由な生き方が奪われている反面で、非常に効率的な世界でした。市民革命後の近代は、こうした世界観を否定して、個人を、身分などの集団的属性から短絡的・概括的に見るのではなく、その具体的な事情も含めて、時間とコストをかけてちゃんと見てあげるという世界を選択した。面倒かもしれないけれど、それが何より重要なのだと。これが、近代憲法の謳う「個人の尊重」原理のポイントです。セグメントという集団的属性に基づき、Aーに個人がパッパッと仕分けされる世界は、何かこう、前近代への逆行のようにも感じます。

もう一つここで問題を指摘するとすれば、それは、Aーの「意思決定」のプロセス、つまり、どのような情報がどのようなアルゴリズムで計算されているのかがブラックボックス化してしまう可能性が高い、ということです。これは、不条理な「カフカ的世界」に

もなぞらえる。カフカの『審判』に登場するヨゼフ・Kが、理由も分からないまま逮捕され、裁判にかけられるように、今後、理由もわからぬままAに嫌われるということがある。シナリオのXは、自分の何がAによって否定的に評価されたのかわからず、再浮上のきっかけもつかめぬまま不条理に没落していつています。誰もその「理由」を教えてくれませんか。マイヤー・シヨーンベルガーのいう「確率という名の牢獄」、私のいう「バーチャル・スラム」に個人が追いやられるという状況です。Aがなぜそう評価したのかは、Aが自律的に学習し始めると、プログラマーさえもわからなくなるという問題がありますが、もし人間によってアルゴリズムを理解できた場合でも、それをどこまでの透明性(transparency)をもって公開するかは実に難しい問題を提起します。企業側にとっては取引の秘密ということもありましょうし、それを完全公開すれば、そのアルゴリズムに沿って故意にスコアを上げる行動に走る者も現れ、予測精度が落ちる。しかし、まったく公開しなければ意思決定過程がブラックボックス化し、個人が予測可能性をもって行動していくこと、自律的に行動していくことが難しくなる。後で議論になると思いますが、透明性と説明責任をどのレベルで確保するかは、間違いなく

Aー社会における最重要課題の1つです (See e.g., Joshua A. Kroll et al., *Accountable Algorithms*, 165 U. Pa. L. Rev. 633 (2017)).

過去による拘束と「個人の尊重」

山本 Aーの予測精度とデータの量は完全な比例関係にあります。Aーはデータを食べれば食べるほど賢くなる。逆にデータの量が少なければ予測精度は落ちる。したがって、Aー社会とは、必然的に、より多くのデータを必要とする社会、「More Data」社会ということになる。このことがもたらす憲法上のリスクを考えてみたいと思います。

まず、Aーは、個人の評価事項と相關する限り、その個人の「過去」をどこまでも遡りたいと考える。人は誰でも、忘れてもらいたい「過去」、「若気の至り」があると思いますが、Aー社会ではそういった「過去」がいつまでも忘れられず、ずっとその人の人生に付きまとう可能性があります。最高裁はかつて、過去に犯罪を行った者でも、「その者が有罪判決を受けた後あるいは服役を終えた後においては、一市民として社会に復帰することが期待されるのであるから、その者は、前科等にかかわる事実の公表によって、

新しく形成している社会生活の平穩を害されその更生を妨げられない利益を有する」(傍点は発言者)と述べ、一定の時間が経過した前科情報はプライバシー上保護されると述べた(ノンフィクション『逆転』事件、最判平6・2・8)。これは、最高裁が、個人の尊重原理を基礎に、一定の条件が満たされれば、過去のステイグマを消し去り、「人生をやり直す自由」を認めたものと考えられます。Aーは、評価事項と関連していれば、予測精度を上げるためにその人の「過去」データを考慮したいと考えるでしょうから、その限りで、最高裁がかつて述べた「更生を妨げられない利益」、「人生をやり直す自由」が侵害されるリスクがあると思われます。Aー社会では、過去の汚点は、「データ・ステイグマ」としてデータベース上に刻印され、一生その人の人生を規定する可能性があるということです。

また、「More Data」社会では、個人の評価事項と相關する限りで、当人の「過去」を超えて、親のライフスタイルや遺伝情報までも考慮する可能性があります。例えば、雇用などの文脈で、求職者の職務能力と親のライフスタイルや遺伝情報とが相關していた場合、Aーはそのデータを「食べたい」衝動に駆られると思います。しかし、もしそれ

により不利な評価が出れば、個人は、本人がその努力によって選択・修正できない事項、つまり「生まれ」にかかわる事項で不利益を受けることになる。最近、最高裁は、嫡出でない子の相続分を嫡出子の2分の1と定めていた民法の規定を憲法の平等原則に反して違憲無効と判断しましたが、そこで、「子を個人として尊重〔すべき〕」という考え方から、「〔子が〕自ら選択ないし修正する余地のない事柄を理由としてその子に不利益を及ぼすことは許され〔ない〕」と述べました（最大判平25・9・4）。予測精度を上げたことからいって、本人にはどうすることもできない事項までを考慮に入れるということは、こうした憲法原理にも反する可能性があります。

このことと関連しますが、A-1は、評価事項と相関する限りで、個人の無意識的な行動をも考慮する可能性がある。個人の意識的・自覚的な行動のデータを使うよりも、その人の性格や能力を正確に予測できるかもしれません。しかし、こうした無意識的行動まで捕捉され、評価の基礎にされるようになると、私たちが公共空間において行っている「演技」が失効する。よく知られているように、人間ないし人格は、英語で“person（パーソン）”、といいます。その語源は“persona（ペルソナ）”、つまり「仮面」で

す。アーヴィング・ゴッフマンの議論を持ち出すまでもなく、私たち人間は公共空間では常に「仮面」をつけ、「演技」している。それこそが社会的動物としての人間だ、という側面もある。「More Data」という傾向は、人間の「素」の部分、「動物」的部分をも評価の基礎にすることで、人間性を奪い、「人格」に基づく責任原則などを動揺させる可能性があると考えられます。

アルゴリズムと差別

山本 また、近年、米国では「アルゴリズムによる差別」の問題が盛んに議論されています。A Iを個人の評価に用いた場合、マイノリティに対して不利なインパクトが出てくるのではないか、という懸念が提起されているからです。

アルゴリズムによる差別、A Iによる差別が起こる要因はいくつかありますが、1つはデータの偏りです。A Iによるプロファイリングには、様々なコミュニティからあまねくデータを集めなければなりません。あるコミュニティからのデータが、データマイニングのデータ・プールに過少に代表されていても、過剰に代表されていてもよくない

のです。しかし、市民のGPS情報を用いて道路の補修が必要なエリアを予測していた米国のボストン市で、そのA-の予測エリアが高所得者の居住エリアに集中していることからわかったように、低所得者は、そもそもスマートフォンなどのデジタル・デバイスを所有していないことが相対的に多く、そのコミュニティからのデータが適切に集まらないということがあるわけです。このように、マイノティの経済的・社会的な力の弱さから、A-が「食べる」データのプールに偏りが生じる可能性がある。

もう一つは、現実世界に存在する既存バイアス（偏見）の反映です。例えば、新卒採用にA-を使って、良き従業員を選び出すというプログラムを立てるとする。このとき、過去の従業員データなどを使って「良き従業員」をモデル化するわけですが、過去の職場に既に人種差別やジェンダー差別が存在していたとすれば、アルゴリズムがこの差別を組み込み、承継してしまうことになる。実際、イギリスなどではこのようなA-による差別の再生産という問題が生じています。

このように、A-が、現に存在している差別やバイアス——現実の社会構造——を反映し、再生産してしまうという問題にも注意が必要だと思えます。ただ、こうした問題

は、技術的に解決できるかもしれませんが、後でその方向性について議論できればと思います。

憲法調和的なＡＩ社会の実現のために

山本 以上、ＡＩ社会が提起しうる憲法レベルの問題について色々と述べてきました。最後に、このようなリスクを抑え、憲法調和的なＡＩ社会を実現するために必要と思われることを２点ほど挙げておきます。

１点目は、いくら評価事項と相關してもＡＩが「見てはいけない」情報を、法政策的に議論しておくことです。これはおそらく技術的世界で決めることではない。憲法価値を踏まえて法政策的に決めておくべきだと考えられます。場合によっては、そうした情報を「見てもよい」が、そのウェイト付けを変えするというアプローチもあるかもしれません。公正配慮型データマイニングとか、「アルゴリズム的アファーマティブ・アクション（アルゴリズムにおける積極的差別是正措置）」と呼ばれている手法です。こうしてアルゴリズムに「手心」を加えることで、現実の差別の反映を回避するだけでなく、現実には解消の難しい差別を解消していけるかもしれない。アルゴリズムの中でデータを

補正・操作していくことによって、ある種作為的に「フェアネス（公正性）」をつくり出すことがあり得るのではないかということです。これはまさに「憲法調和的なAI社会」ということになりますが、憲法価値をいかにコードに「翻訳」するかが課題になるでしょう。これまで以上に法的専門家と技術的専門家との対話・協働が求められるように思います。

2点目は「デュー・プロセス」の問題です。AIに不当に評価された場合の異議申し立ての手続を、どのように整備していくか。何も説明されない不条理な世界の中に放り出されて、それで終わりでいいのかどうか、ということです。AIを裁判、採用、融資、保険、教育など、人生に重要な影響を与える場面で積極的に利用する場合には、利用する側に一定の透明性を確保する責任、説明責任を課し、AIによる決定を争う場を設ける必要があると思います。欧州の個人情報保護法に当たる一般データ保護規則（General Data Protection Regulation, GDPR。2018年5月施行）は、AIによる自動決定に対して一定の手続を要請しており、日本で議論する際にも参考になると思います（以上の議論につき、詳細は山本龍彦『おそろしいビッグデータ』（朝日新聞出版、2017



中島委員

年」を参照されたい。

國吉 ありがとうございます。これから
のA-I社会、そして個人に起こってくる問
題にどう臨むべきか、というお話でした。

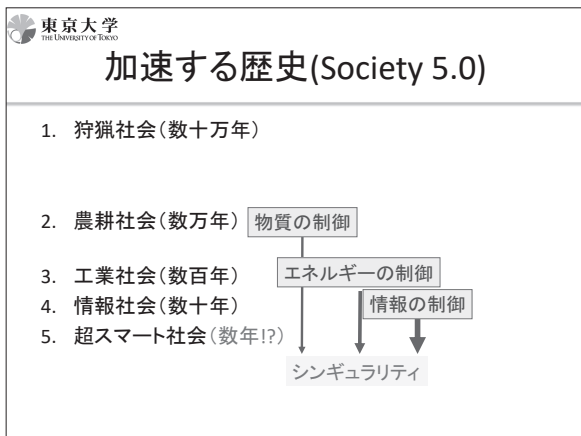
次に、中島委員、お願いします。

中島 今日は「人工知能研究の現状と社会
のデザイン」というテーマでお話したい
と思っています。ただし、「人工知能」の
ほうは私の専門ですが、「社会のデザイン」
のほうは専門ではないので、ある程度割り
引いてお聞きいただければ幸いです。

加速する歴史 (Society 5.0)

中島 最近、「Society 5.0」に関する話題を

図表 19



よく耳にします。Society 1が「狩猟社会」で、人類は何も作り出さず、自然にある物を採って食べていた時代です。Society 2からは、自分たちで制御を始めたわけですが、「農耕社会」は食物など物質の制御が始まった時代、Society 3の「工業社会」はエネルギーの制御、そして現代 (Society 4) は情報の制御が始まった時代といえるでしょう (図表19)。

そして、Society 5.0は「超スマート社会」だといわれています。明確な定義はありませんが、次の良い社会ということですから、この図の括弧の中を見てください。狩猟社会は数十万年続いて、農耕社会が1万年ぐ

らい、工業社会が約300年、情報社会はどこから数えるかが問題ですが、コンピューターが始まってからでも60年ぐらい、インターネットからだとも20年ぐらいになります。

ここから予測すると、超スマート社会は「数年」ということになります。冒頭で國吉先生がおっしゃったように、遠い未来の話ではなく、あと数年で大変化がやってくると考えておかなければなりません。レイ・カーツワイルは、『シンギュラリティは近い』（2005年）という本の中で、そのことを書いています。

Aー技術が／で社会を変える

中島 ここで注意しておきたいのは、「情報」というものは、その前の「物質」や「エネルギー」とは少し異なっている、ということ。物質とエネルギーは、基本的に物理学の法則に従うので、例えば1000階建てのビルを造りたいと思っても、そうできるわけではありません。

コンピューター分野で有名なアラン・ケイは「未来は予測するものではなく発明するものだ」と言っています。ですから、「Aーでどうなるの？」という質問は、実はしては

いけないのであって、「自分たちは、こうしたいんだ。そのための道具としてAIをこう使うんだ」と言うのが正しいのです。

情報は物理法則に従わないということは、想像すれば実現可能だということです。少々誇大広告的な面もありますが、基本的には「思いつけば、何でも出来る」のです。そういう意味で社会を考えたとき、「いろいろできるはずなのに、あまり議論されていない」と思うのが、次の四つです。

- ① 組織マネジメント
- ② (多数決に代わる) 社会的意思決定システム
- ③ (資本主義に代わる) 経済システム
- ④ 教育

まず、「組織マネジメント」ですが、積極的にAIを使えば、いろいろなことができずなのに、会社組織は、インターネットが存在していなかった時代の組織を、その

まま残している。社員がいて、部下と上司がいて、課とか部があつて……という固定的な組織です。こういうものは変えていかなければならないでしょう。

次に「社会的意思決定システム」です。これは政治の話ですが、同じくインターネット以前のシステムが、そのまま使われている。代議員制度もそうですし、選挙もそうです。投票所に向いていって、1票だけ投票してくる、ということがいまだに行われています。インターネットを使えば、例えばポリシーごとに選択するとか、もっと頻繁に住民投票を行うとか、いろいろなことができるはずなのですが、議論されていません。

「経済システム」については、私の専門ではないので、読んだ本の受け売りになりますが、資本主義というシステムは崩れつつあります。例えば、今は、IoTを使うことでさまざまなビジネスが、すごく簡単に立ち上げられます。先ほど國吉先生がAmazonの話をされましたが、今は素人でもAmazonに委託する形で商売を始められます。そうすると、これまでのように大資本を投下してやらなければいけないというケースは少なくなってくる。

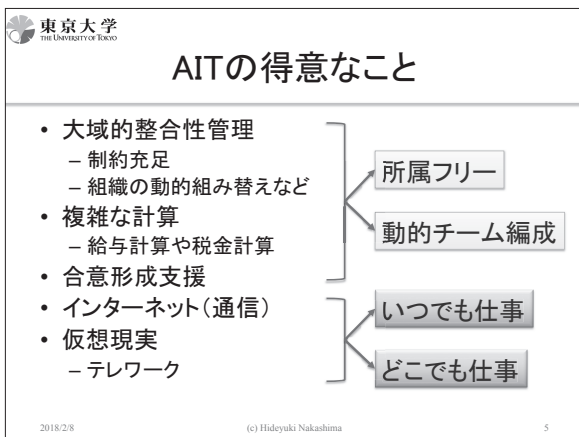
また、サービスの価格も、どんどん安くなっています。『限界費用ゼロ社会――

『モノのインターネット』と共有型経済の台頭』（ジェレミー・リフキン著・柴田裕之訳、2015年、NHK出版）という本があるのですが、基本的にサービスの提供コストは、ほぼゼロになっていくでしょう。そうすると、資本主義は勝手に崩れていき、「シェアリングエコノミー」になっていくだろう、というのが本書の主旨です。

ここからもう一つ推測できること、資本を武器として広告にお金をかけて商品売る、というビジネスモデルは、だんだんと崩れていくでしょう。その必要がなくなってくるからです。そうすると、Googleは収入の8割が広告収入ですが、今のビジネスモデルは成り立たなくなる。ですから、私は「Googleのビジネスモデルは、あと5年以内になくなる」という予測を立てています。

最後にもう一つ、「教育」のあり方も変わっていかねばならない。例えば、コンピュータを使うことで、テストのやり方も変わってきます。今、大学入試は、先生たちが人手で採点していますが、コンピュータを使うことによって、年に何回も入試を行うこともできるでしょう。

図表 20



ＡＩＴで企業をどう変えられるか

中島 「ＡＩＴ」というのは、ＡＩとＩＴを合わせた言葉です。ここにＡＩＴが得意なことを並べてみました（図表20）。

基本的に大域的整合性の管理は非常に得意です。エクセルを思い浮かべてもらうといいのですが、巨大な表であっても、1箇所変更を加えると、それに応じて全部が変わってくれます。人間には、こういうことがなかなかできません。組織の中でメンバーが入れ替わったときに、どう再構成するかということができるし、給料や税金も勝手に、いくらでも計算できます。

それから、インターネット上で合意形成

の支援が可能です。企業内で企業戦略の合意もできるでしょう。また仮想現実を使うと、そもそも出社する必要がなくなります。どこにいても働ける。そういう意味では、所属がフリーになり、チームが動的に編成できます。ですから、ほとんどの職業が、会社に所属しない、フリーランスの形になっていくのではないかと考えています。

富山和彦さんの『Aー経営で会社は甦る』（2017年、文藝春秋）には、次のようなことが書かれています。

予測不可能なイノベーションがもたらす変化に迅速かつ鮮烈に対応できる組織能力、経営能力（中略）根源的な戦闘能力を高めておくこと

日本の伝統的エレクトロニクス産業の終身年功型のクロースドなサラリーマンモデルの組織VS.オープンで流動性の高いシリコンバレー型のプロフェッショナルモデルの組織

Society 5.0になる」と、さまざまなイノベーションが加速し、毎年のように大きな変化が起こる考えられます。そうしたときに、現在の固定的な組織では対応できない、といったことが書かれています。シリコンバレーに行くと肌で感じられると思いますが、向こうの企業は、すごいスピードで変化しています。そういう意味では、日本は既に乗り遅れているのではないかと感じています。

國吉　ありがとうございます。最後に、瀬名委員、お願いします。

私たちは未来を発明できるか

瀬名　私は小説家で、A-の専門家でもビジネスの専門家でもないのですが、この委員会に入らせてもらって、自分でも勉強しながら考えています。

この委員会で、多くの専門家の方からお話を伺い、A-の未来、日本の未来はどうなるのか、という議論に参加してきました。その中で感じたのは、2030年ぐらい、今から十数年後の未来を語る人は、案外少ないのだなということです。

2020年は、東京オリンピック・パラリンピックがあるので、そこまでのロードマッ



瀬名委員

ブは、ビジネスの方も、研究者の方も、かなり具体的に話してくれました。しかし、その後の10年はどうかといえば、大雑把なものしか提示してもらえません。

中島先生が「未来は予測するものではなく発明するものだ」というアラン・ケイの有名な言葉を紹介されましたが、今、特にA-に関して、未来を予測することも、発明することもできない状況になってきているのではないのでしょうか。これが最大の危機ではないかと感じています。ですから、私たちは、今こそ「未来を発明する」ということに、本当に力を入れて取り組まなければなりません。

人間と環境が一体化する時代

中島先生から「Society 5.0」の話が出ましたが、先日、『月刊経団連』（2017年10月号）で、Society 5.0をテーマとする座談会に参加させていただきました。専門家の方たちの話を伺って、「超スマート社会」とは何か、自分なりに考えてみました。

狩猟社会があつて、農耕社会があつて、工業化社会があつて、そのあと情報化社会があつた。そして、超スマート社会へと続くわけですが、これは、結局、人間が環境とどのように付き合ってきたか、その発展の歴史なのだと思います。狩猟から農耕、農耕から工業化というように、だんだんと自然環境を人工化し、自分と環境とのつながり方を変えるようにして、人類は進歩してきた。

そして、今の情報化社会に入りますが、例えば、私と樋口さんとの間で何かデータのやり取りをしようとしたとき、私はMacを使っている、樋口さんはWindowsを使っている、なかなかうまくいかない。そういう状態が、ここ数十年ずっとあったわけです。情報化社会といっても、実は情報と情報の間で壁があつた。

人と人がコミュニケーションするときに、情報そのものに壁があつたということです

が、この壁をなくしましょう、というのが2020年までの Society 5.0 が目指していることだと、私は考えました。つまり、これからは、そうした情報の壁がなくなつて、自分自身と環境が一体化する。それが超スマート社会なのではないでしょうか。

例えば、自分が「何かをしたい」と思った時点で、自分の中でデータがさまざまに組み立てられて、自分自身で判断を出力できる。そのツールとして、AIなりITなりが使われるようになる。そんなイメージを持っています。

言い換えると、自分自身と環境、あるいは自分と他人が一体化するような社会、これが「シンギュラリティ」ということなのだろうと思います。

ヒューマニティーコンシャスの時代

そうなったときに、ここ数年、「人類はAIに勝つのか、負けるのか」という話が盛んにされてきました。最近では、むしろ「そういう心配はしなくていい」「慌てることはない」といった趣旨の本が、たくさん出版されています。

前回のシンポジウム（「プロ棋士から見たAIと人——これからの経営・社会への示

唆」、2017年6月14日開催）で、囲碁・将棋のトップ棋士の方々に来ていただき、お話を伺いました。いよいよ囲碁・将棋ソフトが名人に勝つ時代になって、われわれ人類は負けたわけですが、そこで私が感じたのは「Aーには学習に関して人格というものが無い」ということでした。

つまり、私たちは、自分の経験や歴史、人間との付き合いを踏まえて学習していきませんが、囲碁・将棋ソフトは、自分の経験や対戦の歴史に関係なく強くなる、ということです。先ほど憲法のお話がありましたが、やはり「人格のない知能」が出てきたことが、非常に大きいのだと思います。

そうすると、私たちが積極的にできなければならないことは、判断すること、決断すること、理解することです。これはAーができていない分野で、逆にいうと優れて人間らしい出力です。私たちは常に人間らしくあらねばならない。私は、昔から「21世紀はヒューマニティーコンシャス (humanity conscious) の時代だ」と言っています。

常に人間らしくないといけないというのは、ある意味、非常にストレスフルな社会になってくると思います。では、そういう時代に、どうやってAーと上手に付き合っている

くのか。今、「どうやってビジネスに導入するか」という議論は盛んですが、「2030年の未来を発明するためには、どうすればいいのか」という問題を考えたときに、この「人格のない学習」とは逆の方向で考えることができるのではないかと思います。

今回の研究会の中でも、例えば「今後の社会では、ある層の仕事がAに奪われることになるだろう」といった話が出ました。知的で高収入な人、知的ではない肉体労働者で低賃金の人というのは、今後も、それなりに仕事があるけれど、中間層の人たちの仕事は奪われていくのではないか、という議論は、ここ1、2年ずっとされてきました。

私自身、その話をたくさん聞きましたが、「いや、低賃金で重労働といっても、その中で、実は知的な創造をしている人たちが、たくさんいるよね」と思っていました。例えば、研究会の中で挙げられたのは、美容師やワインのソムリエといった人たちです。ある種、熟練した特殊な技能を持っていて、しかも接客業だから臨機応変な対応が必要だという、まさに「人間らしさ」が求められる職業は、これまでどのカテゴリーにも入れられてこなかったのではないのでしょうか。

「高収入・知的創造者」と「低収入・肉体労働者」という二極端の話ではなくて、低賃

金であっても、創造的な仕事で日本を支えてくれている人たちがいる。そういう人たちを助けられるような、A-I社会・IT社会になってほしい、というのが私の願いです。

トイザらスに行って、スマホで写真を撮ると、そのままAmazonのサイトに出て、ポチッと押したら、後はドローンが運んでくる。そんな社会になろうとしています。その中で「サービス」というのは、今ほしいと思ったら、今日の午後には届いているという「スピード」に過ぎません。そこに人間らしさは必要ないとされている。「人間らしさは不要だ」という社会が、今、A-I社会の未来像として出てきています。

しかし、「そこに本当に人間らしさは必要なのか？」と考えてみたとき、「未来の発明」につながるヒントがあるような気がします。

國吉 ありがとうございます。パネルの趣旨を非常によくまとめていただいたと思います。前半は、A-Iの適用でビジネスをどう変えていくか、事例紹介を含めて考えました。後半のパネルディスカッションでは、人と社会に重点を置いて議論し、そこから「企業はどう変わるべきか」という問題につなげたいと考えています。

さて、瀬名さんから「人の働き方」における問題点をご指摘いただきましたが、まず、

中島先生の論点、「人の働き方と企業、組織はどう変わるのか」というところを、もう少し深掘りしたいと思います。中島先生、補足することはありますか。

「目的」は人間の側にある

中島 瀬名さんも言及されていましたが、人間が得意な分野と、A-Iが得意な分野は違います。その切り分けを考えていく必要があるでしょう。もう少しいうと、A-Iはあくまで道具であり、こういう道具がほしいのかを、各自で考えることが、今後、大事になってくると思います。

巷では、A-Iが人類を置き去りにするとか、A-Iが人類を滅ぼしてくるかというストーリーが語られていますが、それは技術的に不可能です。要するに、A-Iは与えられた目的に対してさまざまなことができますが、自ら目的を作り出す能力はないのです。仮にそういう技術があったとしても、誰も使わないでしょう。「目的は人間の側にあつて、A-Iは道具である」ということが、今後、さまざまな場面で重要になってくると思います。

なぜAーだけが怖がられているのか、私には、よく分かりません。例えば、自動運転を考えると、技術的には「人を見つけたら、全部轢いていく」ということもできるわけですが、誰もやりません。皆さん、そこを心配しないのであれば、Aーだって心配しなくてもいいと思っています。

國吉 この議論は、バリエーの問題と、テクニカルな問題があつて、そうするつもりはなくてもしてしまう恐れがあります。意図をもってするのはなく、「バグ」が発生するということです。バグをすべて潰せていないことの問題は現実としてあるので、そこは常に注意して適用していかなければならないでしょう。

樋口委員は、どのようにお考えですか。

人間にしかできない仕事を「やらされる」

樋口 瀬名さんのお話を伺って、とても共感しました。今後、人工知能が進歩していくと、私たちは、人工知能にできない領域で、しっかりと「人間らしさ」をアピールしていかなければならないかもしれません。利益を上げるために半ば強制的に「人間らしさ」

を発揮しなさいと言われる場面もあるかと思っています。

少し回りくどい話になりますが、最近、クリステンセン氏が出した『ジョブ理論』（クレイトン・M・クリステンセン他著、依田光江訳、2017年、ハーパーコリンズ・ジャパン）という本があります。マーケティングを行うとき、今は、男性・女性、20代・30代といった属性で分析していますが、本来あるべき姿でいうと、「なぜその商品を買ったのか」という「なぜ」を追求するべきだと書かれています。

例えば、現在、企業のコールセンターで、そうした「なぜ」の情報収集を行っている所は、ほとんどないと思います。それはオペレーターがユーザーの情報を聞き出すのにコストがかかるという理由もありますし、大量の非構造化データ（オペレーターによってかかれた千差万別のテキスト情報）を集めても人間では分析しきれないという問題もあります。しかし、AI技術が進展し、AIが意味を理解できるようになると、お客さんから「なぜ」を聞き出すことをやることになるかもしれない。これは人間とAIを適材適所に配置するとも言えますが、見方によっては「人間らしさを強制される」とも言えます。このようなケースが、どんどん出てくるのではないのでしょうか。

國吉 おそらく、知識、調査、分析、推論に関わる仕事はAーに代替されるでしょう。ただ、100%人間は必要なくなるという話ではありません。価値観、感性、個性に関わる部分は、これからも人間が担っていくことになると思います。

ただ、これまで人手が必要だった仕事にAーが入って、効率化されることで、「人間は1人いれば十分」というケースも出てくるのではないのでしょうか。そうすると、組織としては、これまでの「部署」のようなものが必要でなくなる可能性はあります。中島先生のお話にあったように、突発的なことが起こったときや、新しい事業を始めるときに、それに対応するチームが編成され、タスクが終了したら解散する、という形にシフトさせるを得ないと思います。これはこれでストレスフルなのかもしれません。

Aーによって仕事が代替されていくことは、労働力不足、コスト競争などを考えると、そうせざるを得ないというプレッシャーは、かなり強いのではないかと思います。では、そうなったときに何が残るのか。瀬名さんのお話にあったヒューマニティの部分、「人間らしさ」の部分が最後に残って、逆に、それに対するニーズが強くなっていく気がします。「人間らしさ」を価値として活かしていくという動きも出てくるかと思います。

山本先生、何かご意見はおありでしょうか。

Aーによる「差別」をどう考えるか

山本 今のお話を伺っていて、何か少し幸せな気持ちになりました。やはり「人間らしさ」をちゃんと見ていこうと。人間の尊厳や個人の尊重はまさしく憲法がコミットしている中心的価値なので、それがこうした議論の中で出てきたことに、安心感を覚えます。今日の私の話は、個人の評価にAーを使うことによるリスク的側面に焦点を当てたものでしたが、人間の評価にも当然バイアスがかかる。人間の方が偏見に満ちた誤った判断を平気でするわけです。ですから、様々な場面でAーの助けを借りることは重要な意味があると思います。

樋口さんのお話に出てきましたが、Aーが多くのデータをしっかりと見て、決定の「叩き台」になるような概括的な評価を出す、それに対して人間が微調整を行い、最終的な決定を行う。個人の評価も含め、あらゆる意思決定が、「Aー＋人間」という形になっていくのではないのでしょうか。

ちなみに、先ほども紹介した欧州のGDPRは、採用や融資のような重要な場面で、A Iなどによる自動評価のみで決定を下してはいけないという規定をもっています（GDPR 22条）。これは、重要な決定について「人間の関与（human intervention）」を要求するものと考えてよい。GDPRのガイドライン（2017年10月）は、この「人間の関与」が形式的で見せかけだけのものになってはならないこと、関与する人間が決定に関与する権限をもっていなければならないことなどを規定しており、「人間の関与」を実質化しようとしています。日本では、効率性や経済的合理性の観点から、「人間の関与」原則が疎かになる可能性があり、これをどう制度的に実現させるかがポイントになると思います。

國吉 私の方から2点、補足したいと思います。「バイアス」と「レギュレーション」についてです。

まず、バイアスについては、A Iの問題点として、今、かなり深く議論されています。先ほど学習について説明しましたが、要はデータに基づいてパラメータを決めるということなので、データ次第で学習の結果が変わってしまうわけです。例えば、北米ではネッ

ト上で「おばあさん」というキーワードで検索すると、何十枚と出てくる画像のほぼ全部が「白人のおばあさん」なのです。アジア系やアフリカ系の「おばあさん」は、ほとんど出てこないということが、事実としてあります。

今のAーは、ネット上にある情報を一斉に集めて学習するので、「おばあさん」はそういうものだというモデルができてしまうわけです。このようにAーが不作為にバイアスを持ってしまうことの問題は既に指摘されており、対策も議論されていますが、まだ完全に解決されたわけではありません。

もう一つのレギュレーションについてですが、人間の尊厳を保つために、Aーにやらせていいこと、やらせてはいけないことの線引きがなされることも想定されます。それはそれで必要だと思いますが、さらに議論すると、その「個人」という概念そのものが、Aー社会の中で徐々に変わっていく可能性もあるのです。

山本先生のご指摘の通り、人間が単独で仕事をするのではなく、人間とAーシステムが一体となって能力を発揮するようになっていくと思います。そういう意味では、個人の「肉体」の部分だけ切り出しても、能力や行動、あるいは将来の可能性など、何も決

定できないということになります。

そういう中で、「個人とは、こういうものだ」という従来の概念でレギュレーションすることは、逆に変化についていけないことになるのではないのでしょうか。これから社会を考えるときに、人間そのものの概念を見直していく必要があるかもしれません。そうすると、Aーに限らず、これからのテクノロジーが人間と密接につながりながら動いていく中で、「人間は、こうあるべきだ」ということも考えていかなければならないでしょう。

中島 先ほど山本先生から、Aーが見てはいけない情報を決める、昔の情報を使い過ぎてはいけない、といったお話でしたが、私は、逆にAーなら見てもいいのではないかと思うのです。

例えば、監視カメラの映像は、人間が見ると、見る必要のないことまで分かっているのですが、Aーは、全部を見て危ないことだけを抽出できる。コンピュータプログラムの良いところは、「忘れろ」と言ったら忘れてくれることです。メモリーを消去できるので、見てはいけないものを見たら消せばいい。

むしろ、プライバシーを守るためには、人間が見るのではなく、AIが見るほうがいいのではないかと思います。先ほどの「若気の至り」についても、「何年以上前は一律的に見ない」とするのではなく、見た上で考えて、今も引きずっているのか、いないのかを判断し、引きずっていないなら消去して、人間に見せればいい。おそらく技術的には可能だと思います。

山本 非常に重要なお指摘だと思います。従来想定されていた「ステイグマ」は、身体や衣服に刻印され、人の目に晒されるものでした。例えば犯罪者は身体に烙印を押されて、それがその人の人生を一生規定してしまうことがあった。AI社会では、そういうステイグマがデータベース上に刻印される。このような「データ・ステイグマ」は、中島先生がご指摘されたように、確かに人の目には晒されない。データ上にだけ残っているものです。

また、私たちは、ある人が「若気の至り」でやってしまったことを結構覚えている。脳裏に焼き付いているわけです。例えば「あいつは、小学校の時に、こんなことをした」というのを、大人になっても覚えていたりする。しかし、中島先生がおっしゃるように、

確かにAーはきれいさっぱり忘れることができる。データを消去すればよいわけです。欧州における「忘れられる権利 (right to be forgotten)」の議論はよく知られていると思いますが、それをデータ上で適切に行うことができれば、むしろ憲法フレンドリーだという考えも確かにあるかもしれません。

ただ、消去すべきかどうかの判断をAーに委ねた場合、その「基準」をどこに置くのかはきわめて難しい実体的価値判断になると思います。また、過去の過ちを引きずっているか、いないかを判断するための情報をどうするのも難しい。それを判断するために、Aーは個人のプライバシーな行動までを見てよいのか。そうするときりがなくなるように思います。個人としては、ちゃんと更生したかどうかをAーに判断してもらうために全てをさらけ出さなければならぬ。そうしないと、忘れてもらえない、と。ただ、中島先生のご指摘は、憲法調和的なシステム構造をデザインするうえで大変示唆的であると思いました。

「A-のスイッチを切れるか」という問題

國吉 忘れられるかどうか、データを消去できるかどうか、という問題は、「A-のスイッチを切れるか」という問題とも近いのではないのでしょうか。もちろん、原理的にコンピュータのスイッチを切ることはできますが、世界のインフラ、経済システムの重要な所に組み込まれているものを、ちよつと都合が悪いからといってスイッチをオフにすることはできない、という議論があります。

データの消去も同じで、特に機械学習に基づいたシステムの場合、あるデータだけを消去するということは、今のところできません。学習を全部やり直すことになってしまいます。

中島 私は、割と楽天的なので、そこもA-で解決できるのではないかと思っています。現在のインターネットは、いったん書き込まれてしまうと、それを消去することは不可能に近い。ただ、世の中には「ウイルス」という技術があつて、これは大抵悪いほうばかりが目につくわけですが、当然「良いウイルス」も作れます。

インターネット上から特定のデータだけを探し出して、全部消去するということも、技

術的には可能なわけです。「最終的な判断は人間に残る」というのは絶対なので、Aーが勝手に判断したことを、そのまま信用するということは、やってはいけないと思います。最後は人間が見るということを担保しておけば、Aーは技術的に相当いろいろなことができると思います。

國吉 「Aーによって発生する問題を解決するのは、Aーである」ということですね。これは重要な論点で、そうした研究開発・技術開発は非常に大切だと思います。

樋口 私も、基本的には中島先生のおっしゃる通りだと思います。ただ、「Aーだからプライバシーを見てもいい」ということに関しては、一つだけ注意する点があります。Aーは、あくまでもアルゴリズムなので、バグが入っている可能性がある、ということです。

本当は信頼できる人なのに、「この人は信頼できません」と誤った答えを出す可能性があります。しかも、本人にはそれが誤っているのかどうか分からないので、知らないうちに不当な不利益を受けるパターンがある。これについては、どうやって気をつけていくか、考えなくてはいいけません。

また、「データの汚れ」というお話がありました。やはり中学校や高校で、若気の至りでやってしまったことが、就職やその後の人生に影響するのは、おかしいと思いますし、もしかすると、このような問題を解決するために新しい保険商品が発売される可能性もあるかと思っています。若気の至りがインターネット上に残ってしまったときに保障してくれるような、新しいサービスの出現も期待できるのではないのでしょうか。

國吉 「最終的な判断は人間に残る」というのは、理屈の上では、その通りだと思います。しかし、現実的に担保することは可能なのでしょうか。

例えば、Aーが人の評価について、「判断」といえるような数値や根拠を出してきたときに、それを無視して逆の判断ができる人間はいるのか。むしろ「Aーがこう言うてるから……」と流される人がほとんどだと思うのです。

ですから、やはり仕組みとして「ある時点で必ず見直しをしなければいけない」とか、そういうスキームをインプリメントしていく必要があると思います。

中島 そういうシステムは、今の社会にもあります。平社員が上げた書類を、課長に上げる前に係長がチェックする、といった仕組みがそうです。大学の学長をやっていた経

験からお話しすると、教員を採用するときは、選考委員会の判断を、もう一度判断し直すということ、必ずやります。ですから、選考委員会のような働きはAーがやっているけれど、最終的な判断は人間がするということは、必要な場面ではできると思います。それから、樋口さんのお話を聞いて思ったのは、若気の至りは、今の人間社会にだって、当然あるわけです。警察官は自分の生まれ育った町でなっではいけない、という話を思い出しました。なぜなら、周りの人が自分の子ども時代を知っているから、全然尊敬してもらえないからだそうです。

國吉 瀬名さんがおっしゃる「人格」の話とつながってくるのではないでしょうか。Aーには、「人格のない学習」だからこそパワーがあるという部分と、一方で非常に弱い部分があります。瀬名さんは、Aーの弱い部分を活かすことができるのではないかとおっしゃっていました。また、一方で、「人間らしさ」を求められすぎると、非常にストレスフルになるだろう、ともおっしゃっています。これについても少しご説明願えますか。

Aーは人間の「反論する権利」をサポートできるか

瀬名 山本先生のお話の中で、人間には「反論する権利」がある、とおっしゃっていました。あれは、個人が「人間として」反論することが前提なのかもしれませんが、ひよつとすると、それをAーがサポートするということも可能なのではないでしょうか。つまり、人間がヒューマニティを発揮する場面において、Aーがそれをサポートしてくれる。Aーが不条理なことを言うてくるかもしれないが、それに反論して「それは不条理だ」と言うときにも、Aーがサポートできるかもしれない。

また、ヒューマニティの世界が行きすぎるとストレスフルになるという話をしたのは、何でもかんでも自分で判断しなければいけなくなると、それはそれで非常に大変だろう、ということです。エーリッヒ・フロムの『自由からの逃走』という有名な本がありますが、人間は、受動的に生きていたほうが楽なのです。

あなたはAーではない、人間なのだから、判断しなさい、決断しなさい、未来へ導きなさい、と言われたとき、本当にそれができるのかといえ、実際は、非常に難しいと思うのです。

山本　Ａ－による個人の評価に対して、Ａ－が異議を申し立てる、というのは非常に面白いご意見だと思います。私自身は、そういうことがあり得るということを前提としつつも、一つ考えなければいけないと思うことがあります。

Ａ－の評価に自分が納得できない場合、別のＡ－を借りてきて、Ａ－同士を戦わせる、というイメージなのかと思いますが、それは何を争っているということになるのか。「正確」かどうかということ、「そっちは不正確だけど、こっちは正確だ」ということを争うのだとすると、その「正確」というのは何との関係で「正確」なのか。先に申し上げたように、私たちは、公共空間では通常「仮面」をつけて演技している。極端に言えば、常に嘘をつきながら生きているわけですね。そうすると、Ａ－の評価が、この演技している「わたし」との関係で「正確」なのか、それとも仮面をはずした動物的な「わたし」との関係で「正確」なのか。

演技という点でいえば、本当は自分には実力がないのだけれど、評価対象となる情報を上手にコントロールして実力以上の評価を引き出すこともある。そして、この「誤った」評価に、後で努力することで自分が近づいていくこともある。そうすると、Ａ

ーとAーとが何を争っているのかわからなくなります。

もう1点、ヒューマニティの過剰によるしんどさのお話が出ました。ただ、これは憲法の「天井」論とかかわりますが、近代憲法は、しんどいけれど自分で考えて生きろ、という自己決定の原理を個人の尊重原理に組み込んでいると思います。自分で人生を切り開く能力を根拠に、人間にのみ権利が与えられているという前提に立っている。

國吉 そのことについて私の意見を申し上げると、例えば、ある大企業が私についての評価をAーで行った場合、やはり企業側が強い立場にあると思います。ですから、非常に非対称な関係になってしまう。

そこで、個人の側に力を与えてくれる存在としてAーがある、と。弁護士とまではいかないが、自分の代理人として戦ってくれる場合、そのAーを自分でトレーニングするという可能性もあるのではないのでしょうか。

山本 それは、インプットを自分が選べる、ということになるわけですね。

國吉 そうですね。

山本 そうすると、やはり企業側が、それを信頼しないということが起きるかもしれない

い。インプットが恣意的だということ。

國吉 なるほど。法廷のような所で、それぞれの代弁者としてAー同士が戦う姿をイメージしたのですが、ちょっと難しいかもしれませんね。

もう一つ、瀬名さんのお話の中で、鹿島建設の熟練者のスキルをAーに移す、という事例を引き合いに出されました。この場合、熟練者のスキルが貴重なバリューになっていると考えると、これからは、人間独自の、1人ひとりが培った経験やスキルが、非常に重要なバリューになってくるのではないのでしょうか。

そうだとすると、これからの人間の役割という意味では、1人ひとりが経験やスキルをどれだけ持てるか、ということの勝負になってくるのかもしれませんが。若い世代に対して、彼らの育成を考える立場としては、これからの人材はどうあるべきか、皆さんのご意見を伺いたいと思います。

Aー社会で求められる教育のあり方

中島 前回のシンポジウムで、囲碁・将棋のプロ棋士の方々と議論をして、すごく印象

に残ったのは、彼らがコンピューターに負けたことをまったく悲観していなかったことです。むしろ、「Aーを使って、もっと強くなる」「良い道具ができた」と話されていた。

おそらく、今後の個人の学習は、そういう形になっていくのだろうと思います。先生に教えてもらったり、本を読んだりするのではなく、Aーを積極的に利用した学習が主流になるでしょう。

今までは、大学で専門性を身に付けたら、それで一生食べていけたわけですが、これからは、そうではなくなります。専門知識は数年単位で古くなってしまいうので、常に学んでいかなければなりません。そのときにAーが活用できると思います。

これまでの学校教育は、基本的に「マス教育」でしたが、Aーを活用すれば、個人ごとに「オーダーメイド」の学習ができます。そうしたことも含め、いろいろな意味で教育が根本的に変わらなければならないと思っています。

國吉　そもそも専門知識は必要なのか、という議論もあります。知識は全部ネット上に巨大なデータベースとしてあるし、Aーは何百万件もの論文を要約して、必要な情報だ

けを提供してくれるわけです。頑張つて専門知識を身に付けてもすぐに古くなつてしまいます。

中島 おそらく「土地勘」のようなものは必要でしょう。このＡーブームが始まった頃、司法研修所に呼ばれて、裁判官を前にＡーの話をしました。私が「裁判で必要になったら、専門家を呼んで、そこでＡーのことを聞けばいい」と言ったら、「専門家が何を言っているのか分かるぐらいの土地勘を持つておきたい」とおっしゃっていました。まさにそういうことだと思います。

瀬名 熟練者の話ですが、熟練者はそもそも少ないからバリエーションがあるわけです。けれども、Ａーが熟練者を真似て、いろいろな所で活躍するようになれば、それだけ熟練者のスキルを見る機会が増えることになります。それは、人間にとっては学習する機会が増えるということです。

私たちは、こういうシンポジウムやセミナーに出掛けて、専門家の話を聞きにいくわけですが、それは、その人からしか聞けないような話を聞きたかったり、その人が持っている経験やスキルに憧れたりするからではないでしょうか。

Aーは、熟練の経験やスキルを私たちに開放してくれる、見たり接したりする機会を増やしてくれます。そうすると、自分で決定したり、判断したりするときの判断基準を増やすことができます、自分の内面を豊かにすることができるようだと思います。

教育についていえば、確かに個人の教育ができるようになることも大切ですが、今後は、自分の価値観をどうつくっていくか、「土台づくり」の教育が重要ではないかと思います。先ほどから議論されているように、Aーがサポートしたり、サジェストしてくれたりすると、どうしてもAーに引っ張られてしまうことがあると思います。そういうときに、きちんと正しい判断ができるかどうか、人間としての価値観を発揮できるかどうかの訓練は、小中学校からやっておく必要があるでしょう。当然、Aーがあることを前提として、教育内容を考えていかなければいけません。

山本 教育は、ひと言でいえば「リテラシー」です。例えば、熟練者をモデルとして、それと似たようなロボットを造っていくことはあり得る。一般の企業に置き換えると、「良い従業員」というものをプログラムしていくと、それと似た人材ばかり集まるという可能性があります。

要するに、A I社会には類型化の危険性が常にあるということです。こう考えると、A Iに対して建設的な意味で批判的なリテラシーを持っている必要があると思います。そうでなければ、私たちの社会の多様性というものも失われてしまいかねないでしょう。國吉 価値観、判断力、そのためのリテラシーという話が出ました。そうしたものを自分で持てるのは、当然、人間ならではののですが、今までの日本の教育システムは、そうした面を育成できるようになっていなかったと思います。企業内教育でも、そこが問われるのではないのでしょうか。

今、皆さんにとつては、急激な技術の発展を、いかにビジネスに取り入れ、強くなつていくかということが喫緊の課題であると思いますが、それは決して、これからの社会、これからの人間はどうあるべきかという問題と、切り離すことはできません。そのことを少しでも考えていただければ、大変うれしく思います。

中島 秀之（なかしま・ひでゆき）

21 世紀政策研究所研究委員／東京大学大学院情報理工学系研究科特任教授

1983 年東京大学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に入所、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を経て、2004 年から公立はこだて未来大学学長。2016 年から東京大学情報理工学系研究科特任教授。人工知能学会フェロー。産業技術総合研究所情報技術研究部門研究顧問、内閣官房 IT 戦略本部地方創生 IT 利活用推進会議政策企画 WG 主査等歴任。

瀬名 秀明（せな・ひであき）

21 世紀政策研究所研究委員／作家

1996 年東北大学大学院薬学研究科修了（薬学博士）。2006 年～2009 年東北大学機械系特任教授。日本 SF 作家クラブ第 16 代会長。1995 年日本ホラー小説大賞、1998 年日本 SF 大賞等を受賞。主な著書に『パラサイト・イヴ』（新潮文庫）、『BRAIN VALLEY』（新潮文庫）、『知能の謎』（共著・講談社）等がある。

樋口 晋也（ひぐち・しんや）

21 世紀政策研究所研究委員／株式会社 NTT データ技術開発本部エボリューション IT センタ AI ソリューション開発担当課長

2002 年名古屋大学大学院工学研究科卒（修士課程）。同年株式会社 NTT データ入社。技術開発本部配属後、音声認識エンジンのアルゴリズム改善や多言語対応の研究開発に従事。世界の趨勢を分析・発信する NTT DATA Technology Foresight の立ち上げを経て、現在は AI 関連の研究開発を推進。NTT データ エグゼクティブ R&D スペシャリスト。名古屋大学非常勤講師。著書に『決定版 AI 人工知能』（東洋経済新報社）がある。

登壇者等略歴紹介（敬称略）

三浦 悟（みうら・さとる）

鹿島建設株式会社 技術研究所プリンシパル・リサーチャー／自動化施工推進室長

1979 年早稲田大学理工学部電気工学科卒業、2005 年京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻博士後期課程修了。1979 年鹿島建設(株)入社、2002 年鹿島建設(株)技術研究所・先端技術研究部グループ長、2012 年同・主席研究員、2014 年同・プリンシパル・リサーチャー、2016 年 10 月から鹿島建設(株)・自動化施工推進室長を兼務。建設機械自動化、情報化施工、構造物モニタリングなどの研究・開発に従事。技術士（電気・電子）、博士（工学）。

山本 龍彦（やまもと・たつひこ）

慶應義塾大学法科大学院教授／法科大学院グローバル法研究所（KEIGLAD）副所長

1999 年、慶應義塾大学法学部法律学科卒業。2001 年、同大学院法学研究科修士課程修了。2005 年、同大学院法学研究科博士課程単位取得退学。2007 年、博士（法学・慶應義塾大学）。桐蔭横浜大学法学部専任講師、同准教授を経て現職。ほかに、司法試験審査委員（14、15 年）、総務省 AI ネットワーク化推進会議委員（16 年）、ワシントン大学ロースクール客員教授（17 年）。主な著書に、『遺伝情報の法理論』（尚学社）、『プライバシーの権利を考える』（信山社）、『憲法学のゆくえ』『憲法判例からみる日本』（ともに共編著／日本評論社）などがある。

國吉 康夫（くによし・やすお）

21 世紀政策研究所研究主幹／東京大学大学院情報理工学系研究科教授

1991 年東京大学大学院工学系研究科修了（工学博士）。同年電子技術総合研究所に入所、1995 年同主任研究官、1996 年より米国マサチューセッツ工科大学人工知能研究所客員研究員を経て、2001 年から東京大学助教授、2005 年同教授。日本ロボット学会フェロー、日本学術会議連携会員。理化学研究所 BSI- トヨタ連携センター長、新学術領域研究「構成論的発達科学」領域代表、東京大学次世代知能科学研究センター長等歴任。研究分野は、身体性に基づく認知の創発と発達、模倣の科学、ヒューマノイドロボットなど。

第124回 シンポジウム

人工知能の本格的な 普及に向けて

—AIの可能性と日本の未来を考える—

2018年3月22日発行

編集 21世紀政策研究所

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-3-2
経団連会館19階

TEL 03-6741-0901

FAX 03-6741-0902

ホームページ <http://www.21ppi.org>

21世紀政策研究所新書【産業・技術】

- 農業ビッグバンの実現―真の食料安全保障の確立を目指して（2009年5月25日開催）
日本の経済産業成長を実現する―IT活用向上のあり方（2010年11月10日開催）
戸別所得補償制度―農業強化と貿易自由化の「両立」を目指して（2011年2月3日開催）
企業の成長と外部連携―中堅企業から見た生きた事例（2012年2月29日開催）
日本農業再生のグランドデザイン―TPPへの参加と農業改革（2012年4月10日開催）
サイバー攻撃の実態と防衛（2013年4月11日開催）
森林大国日本の活路（2014年10月30日開催）
日本型オープンイノベーションを求めて（2015年4月27日開催）
新しい農業ビジネスを求めて（2015年6月3日開催）
研究開発体制の革新に向けて―大学改革を中心に（2015年6月15日開催）
日本型オープンイノベーションの展開（2015年10月15日開催）
ビッグデータ、AI、IoT時代のデータ活用と、イノベーション（2016年9月28日開催）
人工知能の現在と将来、それは産業・社会の何を変えるか（2016年10月21日開催）
オープンイノベーションの収益化―エコシステムにおける戦略を考える（2017年4月19日開催）
プロ棋士から見たAIと人―これからの経営・社会への示唆（2017年6月14日開催）
人工知能の本格的な普及に向けて―AIの可能性と日本の未来を考える（2017年10月13日開催）

 21世紀政策研究所