

2022年2月

AI デジタル研究

第6号

『本誌の目指すコミュニティ&AIデジタル化の動向』

研究所長 堀切達也

『DXのための「A/D変換」・「D/A変換」』

AI教育推進室長 工学博士 丸山文宏

『ディープニューラルネットワーク確立への道筋と

最新脳科学からAIを紐解く』

研究員 西村俊郎

『DX化とAIに関する一考察』

研究員 田邊康雄

『DX時代の“The Sense of Wonder”』

株式会社 SoW Insight 代表取締役社長 中条薫

書評『AIの雑談力』

研究員 岡本俊一

学校法人 中央情報学園

AI デジタル研究所

A I デジタル研究所の目的

A I デジタル研究所は、2016年4月に学園のシンクタンクとして設置された未来デジタル研究所の活動を継承しつつも、時代の変化を先取りすべく、名称変更致しました。

したがってA I デジタル研究所は、中央情報学園の『未来をデザインし、社会のイノベーションに寄与する』という経営理念の下で活動を継続致します。A I を中心としたデジタル革命のスピードが加速する現代社会において、企業と社会は今後どのように変化していくのか、リベラルアーツの視点をもって研究致します。

併せて、A I やDXによるビジネス革新の動向を見据えつつ、教育DX・専門教育・リカレント教育のあるべき姿を研究する、オープンなシンクタンクを目指します。

2022年2月

学校法人 中央情報学園

理事長 岡本比呂志

目次 | Contents

〔最新トレンド〕

- 『本誌の目指すコミュニティ & AIデジタル化の動向』 4
研究所長 堀切達也

〔論文・レポート〕

- 『DXのための「A/D変換」・「D/A変換」』 9
AI教育推進室長 工学博士 丸山文宏

- 『ディープニューラルネットワーク確立への道筋と
最新脳科学からAIを紐解く』 18
研究員 西村俊郎

- 『DX化とAIに関する一考察』 46
研究員 田邊康雄

〔AIベンチャー トップの論文〕

- 『DX時代の“The Sense of Wonder”』 64
株式会社 SoW Insight 代表取締役社長 中条薫

〔書評〕

- 『AIの雑談力』 東中竜一郎著 76
研究員 岡本俊一
-

〔最新トレンド〕

『本誌の目指すコミュニティ&AIデジタル化の動向』

AI デジタル研究所

所長 堀切達也

〔1〕本誌の基本方針

本誌の基本方針は、「AI デジタル化の動向」を基調テーマに、毎号、各テーマの最新トレンドを把握する論文・レポート・書評・「読者の声」を掲載し、広がりのある多様な専門誌を目指すことである。

その方針を踏まえ、冒頭の本稿では、AI ビジネスを中心に、各号に沿った論文やレポートに目配りしつつ、全体を俯瞰したメガトレンドを論説する。

言うまでもなく「AI デジタル研究」と名乗る以上、最新のAI テクノロジーをしっかりと踏まえることが前提となるが、本誌は、あくまでAI ビジネスにフォーカスすることにこだわっていきたい。

具体的には、大企業から中堅・中小企業にいたるまで、企業の経営革新とAI ビジネスが密接に関連し、AI をいかに新しいビジネスモデルに取り込むかが、企業の競争力に直結するという経営レベルの視点からの分析の論文やレポートの掲載である。

さらにAI テクノロジーの多様な適用分野の広がりを射程におきながら、AI ビジネスの本質を理解するために、リベラルアーツの視点からの深掘りも必要となる。

グローバルな視点からは、米中のAI 分野の先行を視野に収めながらも、各業種・業務でのAI ビジネスモデルのオリジナルな創造を支援していかねばならない。

〔2〕AI デジタル・コミュニティの輪を広げる

こうした本誌の基本方針から汲み取っていただきたいのは、何よりもイノベーターたらんとビジネスを推進している企業の経営者やミドルマネージャーに役立つ専門誌を志向していることである。

本誌の目的は、IT企業の経営者・ミドルマネージャー・エンジニア、AI ベンチャーの創業メンバー、AI システム導入に意欲的な中堅・中小企業の経営者やミドルマネージャーに寄り添い、意見交換の場を提供し、AI デジタル・コミュニティの輪を広げて

いく構想の具体化である。

それでは以上の基本方針を踏まえ、最新のAIデジタル化の動向の基本的構図と、その歴史的位置付けを意識しながら、ごく簡単にレポートする。

〔3〕AIビジネスの2つのメガトレンド

そもそも我が国のAIビジネスは、どのように進展しているのだろうか。

このように設問すると、思いのほか調査データや分析資料が少ないため、その進展度合いを位置付けることは難しい。とはいえ数少ない調査データや分析資料から類推すると、2つのメガトレンドが浮かび上がってくる。

第1は、AIビジネスが急成長してきており、今後もさらなる急成長が見込まれていることである。

富士キメラ総研によると、2020年のAIビジネス規模は、1.1兆円であり、2025年には1.9兆円に急拡大すると予測している。この予測値は、2019年度比で、2倍となっている。(2020年10月公開)

一方、IDC Japanも、国内AIシステム市場予測を発表しており、2020年から2025年の年間平均成長率を25.5%で推移すると高成長を予測している。(2021年6月公開)

いずれの調査会社もAIビジネスの高成長が今後も継続すると予測している。

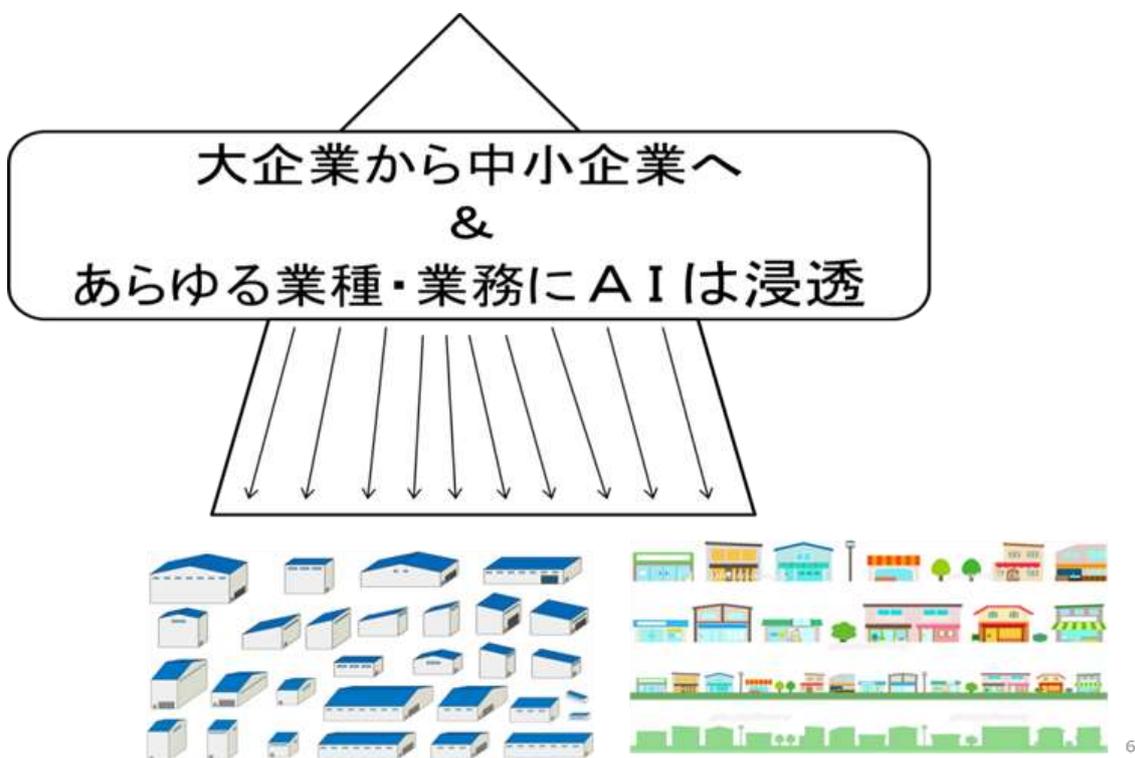
筆者は、すでに直近の業種別・業務別のAI導入状況を、下記の通りまとめている。

〔業種別・共通業務別AIシステム導入状況〕

| 業種 | AIビジネス適用事例 | 共通業務(利用社数) |
|----------|-------------------|-------------------------------------|
| 建設・インフラ | 建設・建機・インフラ = 6事例 | 〔人事労務管理〕 (7,422社) |
| 製造業 | CADからロボットまで=9事例 | |
| 自動車 | 自動運転・新ビジネス=2事例 | |
| 医療・製薬・介護 | 画像診断・創薬・介護 = 23事例 | 〔会計・経理〕 〔100万事業所〕 |
| 小売 | ビッグデータ活用・無人化=2事例 | |
| 物流 | 販売・調達・拠点に適用=5事例 | 〔営業〕 (1,004社) |
| 金融 | フィンテック多様な活用=5事例 | |
| 農業 | 自動走行・気象予測 = 5事例 | |
| 事例計 | 57事例 | 利用社計(8,426社) 利用事業所計 (100万事業所) |

この表から明らかなように、AIシステムは、あらゆる業種に導入されつつあり、共通業務の利用企業数からも中小企業に急速に導入されつつあることを確認できる。

したがって、メガトレンドの2つ目は、AIシステムがあらゆる業種に広がっており、共通業務に顕著に読みとれるように、中小企業にまで、下図のように広がりつつあることである。



〔4〕政策論的発想からの中長期の展望

それでは、2025年以降も中長期でAIビジネスは成長していくのだろうか。こうした中長期の展望を見通すためには、環境問題・高齢化社会の到来といった地球規模の変動要因を視野に収めながら、AIテクノロジーの特殊性を考慮する必要がある。

IT分野のテクノロジーは、パラダイムシフトとも言うべきラディカルな技術革新を繰り返してきたが、それ以上にAIテクノロジーの技術革新は、長期にわたる人類の歴史を大転換させるかのごとき、文明論的な性格を有している。

その大転換は、歴史家のユヴァル・ハラリや理論物理学者の故ホーキング博士の主張する「社会の主役が人類からAIに変わる」というような暗い終末論の色彩を帯びている。

したがってAIビジネスの成長は、中長期までの時間軸を射程に置けば、単なる線形での成長を想定すべきではないと言える。

むしろ、産業間の垣根が低くなり、これまでになかった産業連関の根本的な転換による地域社会や都市問題も含めた、新たな社会設計の問題として、政策論的な観点が不可欠になっていくという発想の重要性が高まっていく。

そして、その新たに設計された社会においては、あくまで人類が主役であるというヒューマンセントリックな観点が不可欠になることも忘れてはならない。

〔5〕AIビジネスの循環論的成長

以上の中長期の展望を踏まえると、AIビジネスは、循環論的要素も組み入れながら、複数の異なった視点から捉えていく必要がある。

そもそもAIの歴史は、1956年のダートマス会議以来、成功とその限界による挫折を2度繰り返してきたのであり、現在のAIビジネスの拡大は、第3次ブームともいえる高揚期に位置づけることができる。

このことから現在に至るAIの歴史は、単線的な成長論と異なり、そもそも循環論的な性格を帯びていたと言える。

だとするならば第3次ブームも、過去2回のブームと同様に、無限の可能性が早期に実現するかのような過大評価をもたらし、時間の経過と共に、その評価が急速に低落する景気循環に似たサイクルを繰り返すのかもしれない。

この発想に基づくならば、数年前のシンギュラリティ到来論や、人工知能が多数の人間の仕事を根こそぎ奪っていくといった脅威論をテーマとした書籍が、洛陽の市価を高めていた時期は、AGI（汎用人工知能）と専用AIを混同していた過大評価のピーク期だったと言える。

このようにAIビジネスは、ある種の循環論的発想に基づき、その発展プロセスを捉えた方が、確度の高い将来予測に結びつけることができるのかもしれない。

歴史を振り返るなら、人類は同じような循環論的成長のケースを少なくとも2度経験している。

第1は、第1次産業革命のグローバルな展開に至るプロセスである。

蒸気機関の発明は、当初イギリス国内における工場の機械化という狭い枠組みの中での革命という限界を突破できなかった。しかしその後、蒸気機関車が走る鉄道のネットワークが、アメリカを含めて張り巡らされることで、第1次産業革命による経済発展は、国境を越えて急速に進展していくことになった。その結果、欧米の社会は、その様相を一変していったのである。

第2は、今世紀初頭のネットバブルの崩壊である。

インターネット革命により、20世紀末のアメリカにおいて、数多くのネットベンチャーが急成長してきた。

ところがネットバブルの崩壊により、700社以上のネットベンチャーが倒産し、ネットビジネスの評価は一気に低落し、衰退期に入ったかの如き様相を呈したのである。

しかしネットバブルの崩壊期間は2年間と極めて短く、ネットビジネスは、その後、現在に至るまで継続的に成長してきている。

こうした2つのケースを歴史的教訓にするならば、今回の第3次AIブームは、当初の過大評価の反動で、一時的な心理的衰退期に陥ったが、これからは継続的な成長期に入っていくと判断できるのではないだろうか。

〔6〕今後のAIビジネス活性化の方向性

視野を空間的に広げて、グローバルな視点から、日本のAIビジネスを俯瞰すると、AIの特許件数において中国が首位になり、2位がアメリカとなり、ビジネスの規模においても、米中に周回遅れで先行されていると言われている。

それでは日本に挽回のチャンスはないのだろうか。

筆者は、広範なビジネスパーソンが、トータルな視点に基づくクリエイティビティと、現場に根ざした創意工夫を共有していけば、量的な挽回は無理にしても、質的な挽回は、十分に可能性があるかと判断している。

その挽回のキーとなるのは、第1に、既存の情報システムと、DX・AIシステムの統合再編によるビジネスモデルの根本的転換である。

昨年10月末に、筆者は、『AI・人工知能エキスポ』を見学したが、その根本的転換の主要な担い手が、特定分野に特化しAIビジネスを展開するAIベンチャーであると感じた。

特に、マルチモーダルAI化で、人間との親和性がアップし、あらゆる業種・業務で、AI適用分野が拡大しつつあると、実感することができた。さらには、ビジネスモデルの根本的な転換が、大企業のみならず、中小企業まで含めて燎原の火のごとく展開される可能性が見えてきた。

第2は、産業間の垣根がデジタル化により低くなることに着眼し、産業構造の再編をビジネスチャンスとして捉え、深く考え抜いて、ブルーオーシャン型のAIビジネスモデルを創出することである。

この2つのビジネスモデルをガラパゴス化させないためには、欧米やアジアとの緊密な経済関係の強化や、オープンな広域経済圏の構築が必要となり、次代を担う経営者にそうしたグローバルな構想力があるかどうか、問われていると言えるだろう。

そして第3の質的挽回は、産業構造の転換にともなう「AIリカレント教育」の継続的推進である。

私共の学園では、すでに過去2回「AIリカレント教育」を実施してきている。

今後は、経営者向け・ビジネスパーソン向けにAIビジネスを担える人材育成を目指して、「AIリカレント教育」のプログラムを、これまで以上に拡充させて提供していく予定である。

今後、AIデジタル研究所は、オープンな連携に積極的な皆様と共に、リベラルアーツを意識して文理融合したAIデジタル・コミュニティの輪を広げていきたい。

そのために、さまざまな角度からAIデジタル化の最新動向を調査・分析していく予定である。また論文やレポートにおいても、現場の事例紹介を心掛けながら、AIをなるべく身近な親近感のあるものとして、説明していく方針である。

さらに、わかりやすい書評や「読者の声」を投稿していただくことで、双方向のコミュニケーション輪を広げていきたい。

こうしたことの積み重ねが、コミュニティメンバー間の会話において、過度に身構えることもなく、立場や職業の違いを特別視するわだかまりもなく、多様な形態でAIが語られる状況の創出につなげていけるのではないだろうか。

そして、その先には、SDGsに積極的に取り組みながらも、競争力を復活した日本独自の「AIデジタル資本主義」の基盤形成が見えてくるのかもしれない。

以上

〔論文・レポート〕

DXのための「A/D変換」・「D/A変換」 ～アナログとデジタルの架け橋～

AI教育推進室長
工学博士 丸山文宏

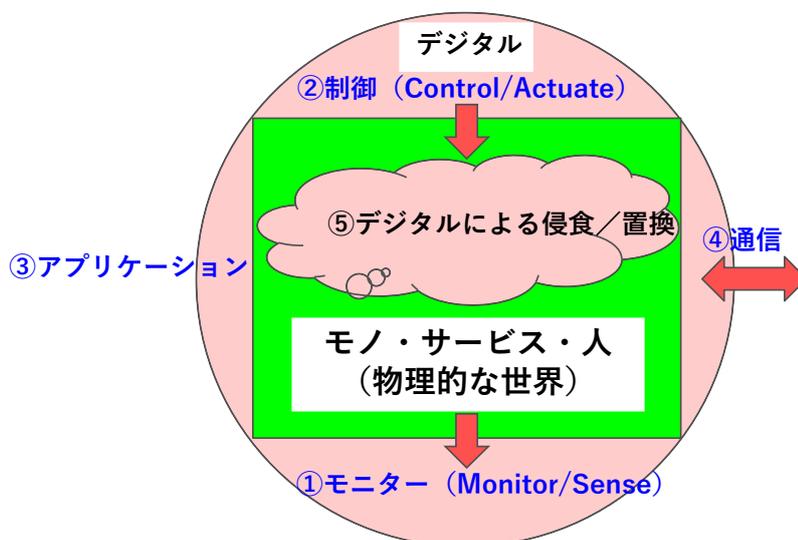
今や報道されない日はないという感のあるDX (Digital Transformation) である。2018年に経済産業省によってDXが「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」と定義されているのは言うまでもないであろう。当然のことながら、この定義における活動は「デジタルの土俵」を前提としている。ところが、現実には、優れた製品／サービス／技術を持ちながら、それらがデジタルに対応していないためにDXへの第一歩で躓くという企業や組織が多いのではないだろうか？つまり、デジタルの土俵に持ち込めれば様々な可能性が広がるが、その前に壁が存在するのである。

A/D変換とD/A変換

この壁を乗り越え、アナログ資産を活用し、持っている製品／サービス／技術の良さを勝負できる環境を提供することを目的として、アナログとデジタル（あるいは、フィジカルとサイバー）の界面に注目する。アナログ信号を処理するデジタル回路をアナロジーとして、言わば、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換と、その逆であるD/A変換に相当することに注目するのである。A/D変換とD/A変換に相当する機能によってデジタルの土俵に持ち込むことができ、DXの取り組みが可能となる。本稿では、筆者が注目してきたそういった事例を紹介していきたい。

AIはDXにとって欠くことのできない重要な技術であるが、A/D変換がAIを用いて実現されている事例も含まれている。DXの「前」と「後」を含めたトータルのDXにとってAIは重要な技術であると言える。

基本的な枠組み



この図が基本的な枠組みを示している。中央の緑の部分が物理的な世界のモノ、サービス、人間であり、アナログである。そのアナログに丸い皮が被されており、これによって中央のアナログをデジタルの世界に持ち込むことができる。皮の部分は青字の4つの機能(①～④)に分けられる。

- ① モニター：アナログ部分をモニター／センスしてデジタル情報とする機能で、A/D変換に相当する
- ② 制御：デジタル・データでアナログ部分をコントロール／アクチュエートする機能で、D/A変換に相当する
- ③ アプリケーション：集計、(オンサイト)分析、イベント処理(特定のイベントの発生に呼応する処理)などの機能
- ④ 通信：外部と通信する機能で、①と③からの出力を外部に送出するとともに、外部からの信号を受信して②が起動される。
- ⑤ 中央のモノがデジタルによって侵食されていく場合もあり、最終的にアナログがデジタルに置き換わることもあり得る。

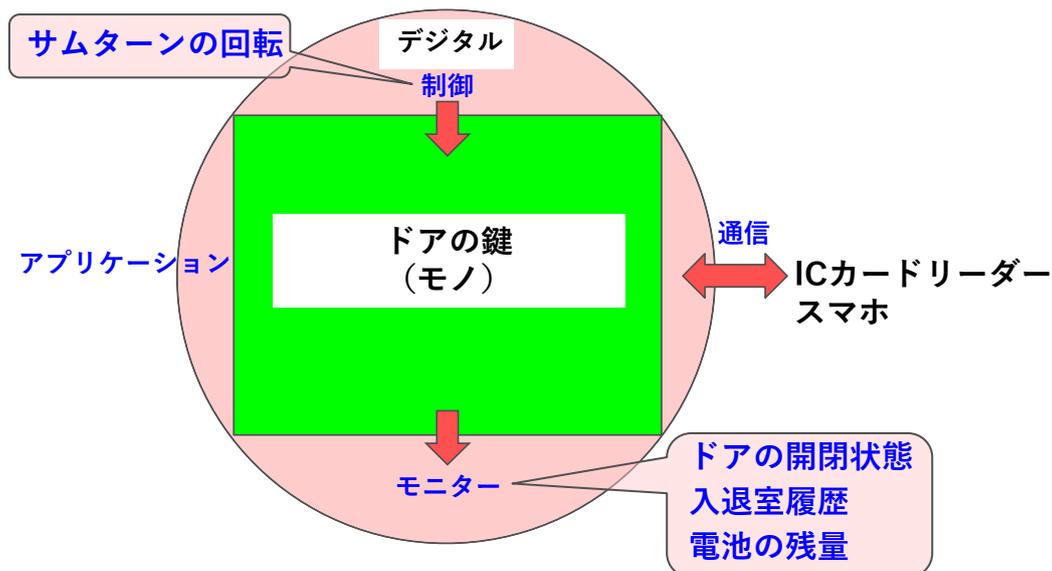
以下では「A/D (D/A) 変換」の事例をこの枠組みで見たい。

スマートロック



株式会社フォトシンス

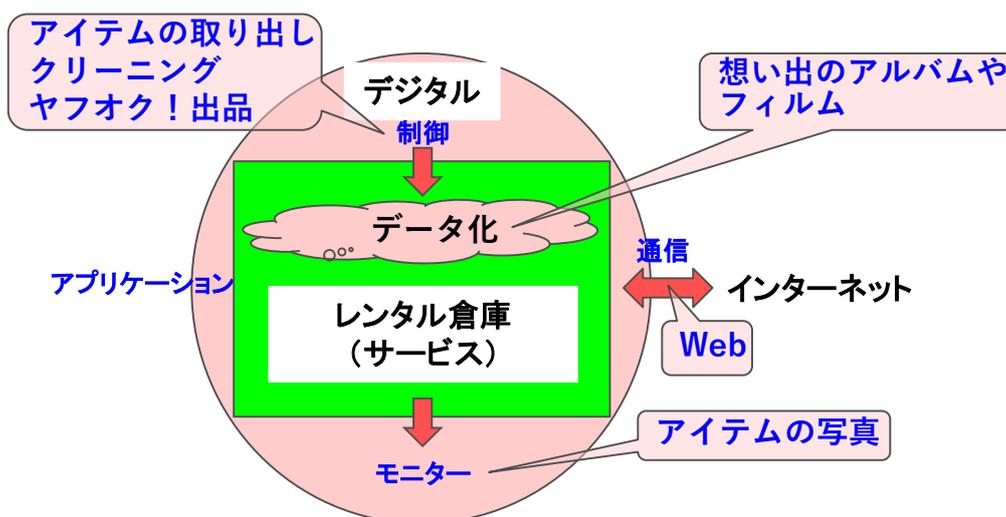
最初の事例は、通常のドアに取り付けるだけでICカードやスマホで開閉できるようになるスマートロック（株式会社フォトシンスのAkerun）である。



ICカードリーダーやスマホからドアの開閉を指示する信号を受信すると、サムターン（つまみ）を回す機構が動作して施錠・開錠が行われる。無線／有線LANと組み合わせることにより、遠隔地からの施錠・開錠も可能となり、ドアの開閉状態や入退室履歴をモニターすることもできる。電池で駆動するため、電池切れが起きないように電池の残量もモニターできる。人と時間を指定した「時間鍵」を発行することで、指定した時間外での開閉をできなくすることができ、Airbnbでの（物理的な）鍵の受け渡しを代替することもできる。通信のハッキング対策やセキュリティについても暗号化によりセキュアなネットワーク通信が実現されている。

宅配型トランクルーム

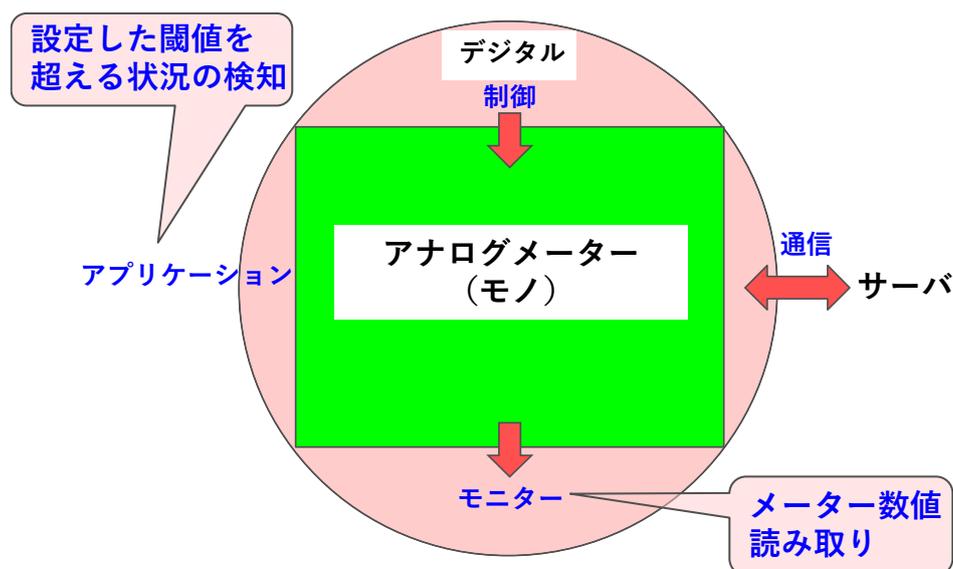
モノだけでなく物理的なサービスについても同様の事例が存在する。レンタル倉庫という物理的なサービスにデジタルの皮を被せた宅配型トランクルーム（寺田倉庫株式会社の minikura）の事例である。



利用者は、預けるアイテムを箱に詰めて宅配便で送る、あるいは、引き取りを依頼する。スタッフが箱を開封してアイテムを写真撮影し、Web にアップするので、利用者は預けたアイテムを一点ごとに写真で管理できるようになる。クリーニングやヤフオク!への出品といったオプションもある。つまり、物理的なサービスのオペレーションをデジタルで操作することができるようになるのである。さらに、アルバムやフィルムに関しては、それをデータ化して保存することもできる（アナログメディアのデジタルによる置換）。書類や本などの紙類を提携の専用処理施設で溶解処理するオプションもある。これら全ての機能を minikura API として提供し、カスタマイズ可能となっている。

工場などの現場のメーターを読み取る METERA I

次の事例は工場などの現場に数多くあるアナログメーターを画像認識で読み取る METERA I（メテライ）で、人による目視で行っていたアナログメーターの点検・巡視作業を自動化するものである。長岡工業高等専門学校が開発し、全国高等専門学校ディープラーニングコンテスト（DCON） 2019 に出展して第 1 位を獲得した。



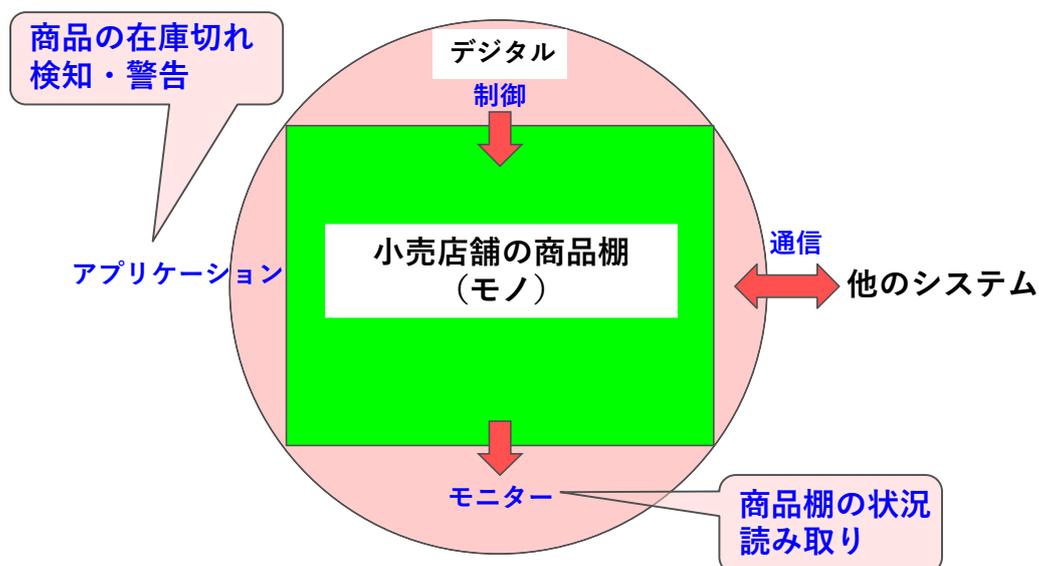
Raspberry Pi（組み込みマイコン）に搭載したカメラからの画像を用いて、アナログメーターを画像認識（ニューラルネットワーク AlexNet による）で読み取る。読み取った値（デジタル）をサーバに送って蓄積すれば、工場における製品品質改善やコスト削減を目的とした分析が可能となり、設定した閾値を超える状況を検知するイベント処理アプリケーションを実装しておけば、異常状態あるいはその予兆をリアルタイムに検出することも可能となる。

DCON の審査員（ベンチャーキャピタルのトップを含む）による METERA I のバリュエーション金額（仮想・企業価値評価額）は 4 億円であった。新潟の地元企業であるブルボンがすでに導入に前向きで、試験利用したところ電力消費 3 割減を実現したという。

小売店舗の商品棚のリアルタイム認識



シンガポールに本社を置くテクノロジー企業 Trax は、小売店舗の物理世界をデジタル化するソリューションとして、スマホ、棚に設置された小型カメラ、あるいは写真の左側に写っているロボットから撮影された画像から商品棚に陳列された商品の状況をリアルタイムで認識するソリューション Trax Retail Watch を提供している。

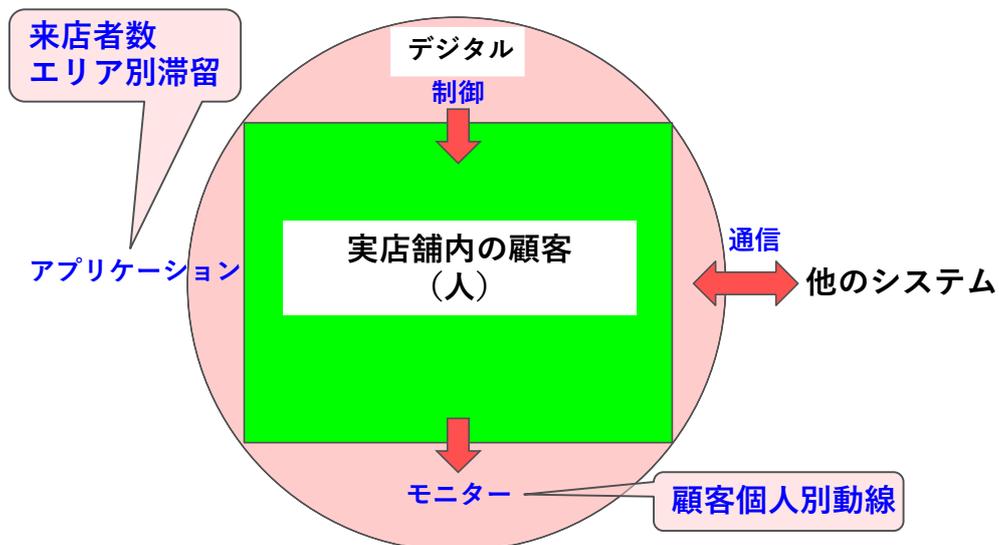


小売店舗用に設計されたディープラーニング・ベースの画像認識システムで店舗の商品棚に陳列された商品の状況を可視化することができる。月毎に 10 億 SKU（在庫保管単位）の商品を認識することができるという。棚割りを検知しておき、商品棚の在庫切れを検知したり、棚に残っている数量が決められた水準を下回って在庫切れの危険がある商品を警告したりすることが可能である。また、棚割りとは違った場所に置かれた商品や誤った値札を検知して警告する。オンラインの注文に対するピッキングのために最適な順路を提示することもできるようになる。

画像センサーネットワーク



最後の事例は、天井に小型カメラを多数設置して、店舗内の顧客の位置・動きを検出する画像センサーネットワーク（株式会社富士通研究所が開発）である。天井から真下を写した画像を処理の対象とすることで、原理的に画像上の人の重なりを低減して精度の高い解析を実現するとともに、顔が写らないことでプライバシーにも配慮している。



少しずつオーバーラップしている各カメラの画像に写る顧客の頭部の動きを繋ぎ合わせて個人別の動線が検出できる。個人別動線を合わせて得られる来店者数や動線・滞留の情報により顧客マーケティング施策の立案・検証を支援できる。また、レジの前で滞留していたかどうかで購買した顧客と結局購買しなかった顧客を区別することができ、さらに、他のシステムに記録されているPOSデータ（精算時刻、購入品目、顧客の属性）と紐づけることにより、購入した商品とその棚の前で費やした時間の関係などが分かるようになる。購買しなかった顧客に対しては滞留していたエリアの商品（結局は買わなかったが、見ていた可能性のある商品）が提示できる。



サービス業にとって顧客の行動を把握したいという要求は切実であり、既に設置してある監視カメラ等を用いて同様のことができないかという問いは十分考えられる。顧客の数のカウントなどプライバシー侵害の恐れのない目的に対しては、このような画像センサーネットワークの仕掛けを使わなくても、店舗内あるいは入り口に設置された監視カメラ（単一あるいは少数）を使うこともできるだろう。

まとめ

デジタル化する対象がモノ（機器、設備、商品）、サービス、人と多様な事例を紹介した。これら以外にも同様の事例はまだある。また、「被せる皮」の部分についてもスマートロックのように機器レベルから Trax Retail Watch や画像センサーネットワークのように大掛かりなシステムまで幅広い。それぞれにいろいろな応用が考えられると思うので、DX の第一歩を踏み出すためのヒントになるだろう。

モノ、サービス、人を制御する部分（D/A 変換に相当）に関しては、スマートロックではサムターンを回す機構が使われ、宅配型トランクルームではサービス・スタッフの手で行われる。他の事例では特に制御について触れていないが、METERAI の場合には工場の作業員のアクションや他のシステム（制御システムなど）によって設備の状態が変化し、それがメーターの値の変化となって現れるということになる。Trax Retail Watch では、店舗スタッフが商品を補充したり商品を置き直したりすることで商品棚の状況が変わる。画像センサーネットワークでは、店舗内のレイアウトや棚割りの変更という施策によって顧客の流れが変わる。他のシステムや人（スタッフ）あるいはロボットの作業などとの合わせ技でモノ、サービス、人を制御することもあるということである。

最後に、「A/D（D/A）変換」には、有用性の反面、そのアナログ資産が不要であって早期のデジタル化が急務である場合にもその延命手段になってしまうという諸刃の剣の側面もある。アナログ資産を残しつつ DX に持ち込むケースと投資を行って新しいデジタルの資産に置き換えるケースを比較検討したうえで意思決定を行う必要があるだろう。

◆著者紹介

丸山文宏（まるやま ふみひろ）

学校法人中央情報学園 AI 教育推進室長。

1978 年（株）富士通研究所入社。CRM 研究部長，欧州富士通研究所社長などを歴任。人工知能，サービスサイエンス，ソリューション向け研究開発などに従事。博士（工学）。

2020 年に（株）富士通研究所を退職し，2021 年から現職。国立研究開発法人産業技術総合研究所招聘研究員でもある。

情報処理学会創立 20 周年記念論文賞，電子通信学会学術奨励賞，元岡賞，各受賞。

2013 年（一社）人工知能学会副会長，2015 年同監事，2017 年同功労賞。

2018 年より ISO/IEC JTC 1/SC 42 (Artificial Intelligence) で人工知能の国際標準化にも従事しており，現在 WG 4 (Use cases and applications) コンビーナ。

[論文・レポート]

統計・確率論発展の歴史から見るディープニューラルネットワーク確立への道筋と

最新脳科学からAIを紐解く

AI デジタル研究所

研究員 西村俊郎

<目次>

1. 統計確率論のAIの礎までの進化の歴史
 - 1.1 統計学の歴史概要
 - 1.2 AIにつながる統計確率論の歴史
 - 1.3 ベルヌーイの分布と期待効用原理
 - 1.4 ベイズの主観理論
 - 1.5 正規分布と確率
 - 1.6 回帰と相関
 - 1.7 期待効用理論と決定木
2. AI研究進化の歴史
 - 2.1 機械学習と学習データ
 - 2.2 単純パーセプトロンと活性化関数
 - 2.3 ネオコグニトロン
 - 2.4 多層パーセプトロンと勾配消失問題
 - 2.5 DNNの誕生
 - 2.6 多変量解析とニューラルネットワーク手法
 - 2.7 DNN進化の構成要素
3. DNNモデル開発の方法
4. ヒトの脳とAIとの機能の違い
 - 4.1 ヒトの脳とAIのイメージ
 - 4.2 活動内容の違い
 - 4.3 構成要素と処理能力
 - 4.4 知性と知能の違いとシンギュラリティ
5. AI活用領域と将来性
 - 5.1 DNNの適用領域
 - 5.2 広義のAIとマーケット情報
 - 5.3 通信白書からAIの将来を読み解く

2020年、AIは第3次ブームのまただ中であるが、ブームの背景には3つエポックがある。

・2012年、画像認識の競技会（ILSVRC）において、トロント大学がヒトの視覚野のロジック

クを模したディープニューラルネットワーク（DNN）を使い圧倒的な勝利を収めた。

これがDNNはヒトの脳神経細胞のロジックを再現できるとの印象を与えた。

（ディープニューラルネットワークとディープラーニング（深層学習）は同義語で使われていることが多い）

・2013年DeepMind社が畳み込みニューラルネットワーク（CNN）による教師無し強化学習（DQN：Deep Q-Network）を使って、ブロック崩しゲームにおいてヒト以上の学習能力を示し、DNNは、ヒトと同じように自らが能力を向上させることが出来るとの印象を与えた。

2016年同社のAlphaGo及び次のAlphaGoZeroが世界最強の囲碁棋士に勝利し、DNNはヒトを超えることが可能との印象を与えた。

・2005年にカーツワイルが発表した論文『The Singularity Is Near:When Humans Transcend Biology』（Singularity：技術的特異点・シンギュラリティー）において、2045年にAIがヒトより賢くなる（＝シンギュラリティー）という予測を上記のエポックにより、2015年以降にわかに信じる人が増えてきた。

まずこの3つのエポックに関して否定的な解説を簡単に行う。

- ・DNNはヒトの視覚野の研究から生まれ、確かにDNNはヒトの視覚の神経細胞の配列に近いが、ヒトのほかの脳神経細胞は、視覚野の神経細胞よりもはるかに複雑なネットワークで構成されており解明されていないことが多い。
- ・最強のAlphaGoZeroはロジックが公表されていないが、最新の統計確率&シミュレーション手法の一つであるマルコフ連鎖モンテカルロ法を多用していると推測されている。
- ・DNNの基礎となるディープビリーフネットワークが発表されたのは2006年であり、2005年に発表されたシンギュラリティーの論文には、DNNの正しい認識は含まれておらず、かつ2005年以降の15年間で脳科学は飛躍的に進歩した。

最近の出版本、セミナーや各種記事では、

- ・ここ数年で一気にAIが時代の潮流になり、話題の中心である深層学習（ディープラーニング）やDNN（ディープニューラルネットワーク）が急に現れたような印象を与えている。
- ・カーツワイルのシンギュラリティーが、将来AIがヒトより賢くなるという間違っただ誤解を生んでいる。

本論文は、これらの印象及び誤解を解消するため

- ・ニューラルネットワークの土台となった統計確率論の長い進展の歴史と、ニューラルネットワーク確立への進化の道筋を説明し、読者にAIの本質を理解してもらう。
- ・最新の脳科学研究からDNNと脳神経細胞の違いを明確化し、将来AIがヒトより賢くなるという間違っただ誤解を是正する。

- ・上記2点の説明を踏まえて、実際のAI活用領域と将来性に遡及する。
- (本セミナーでは、ディープニューラルネットワークをDNNの略称で表現。
 深層学習（ディープラーニング）とDNNは、ほぼ同様の意味合いとして扱う）

1. 統計確率論のAIの礎までの進化の歴史

AIのほとんど全ての解説書が、第一次AIブームから第三次AIブームを取り上げていることから鑑みて、AIはこれらの全ての手法を包括しているものとすべきであろう。

また第3次AIブームの主役に踊りでたDNNは、機械学習により特徴量を自動的に算出する今までにない機能を持つが、最終的なOUTPUTは確率で算出される。たとえば画像認識で猫である確率が90%で他が10%で猫と判断しており、DNNも統計確率論を土台にした最先端の数学モデルとも言えよう。

統計確率論は、1500年代～1950年代までの長い進化の過程の中で、ベルヌーイの期待効用理論/ベイズの主観確率/ラプラスの確率論と正規分布/推計統計学の確立/フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンのゲーム理論とデシジョンツリー（決定木）/ベイズ統計学の復活（主観確率）等の研究がなされ、これらの研究の成果が現在のAIの土台となっている。

1. 1 統計学の歴史概要

| 時期 | 国 | 人物 | 内容 |
|----------------|------------|----------------------------|---|
| 16世紀 | 英国 フランス | | 国家状況の系統的・体系的記述のための官庁的統計の開始 |
| 17世紀 | ドイツ | | 大学統計学派による統計学の学問的整備 |
| 17世紀 | 英国 | ジョン・グラント | 大量データの要約による有用な情報の抽出と法則の発見による統計学の有用性の実証→記述統計学の始まり |
| 19世紀 ～20世紀初 | 英国 | フランシス・ゴルトン、 カール・ピアソン | 生物統計学の確立（ゴルトンはダーウィンのいとこ）、生物統計学から数理統計学への発展、記述統計学の大成 |
| 20世紀 前半 | 英国 | ウィリアム・ゴセット、 ロナルド・フィッシャー | 実験計画法を始め統計学的仮設検定法の確率→推理統計学 母集団から抽出した標本から確率論による母集団の推定手法 |
| 20世紀 後半 | 英国 | イェジ・ネイマン | 推理統計学の理論体系の構築。社会科学、医学、工学、オペレーションズ・リサーチ等への応用開始 |

1. 2 AIにつながる統計確率論の歴史

項 1.1 の長い統計学の歴史の中から現在の AI を支える多くの定理、理論、技法が生まれた。

| | 主な技術 | 適用事例 |
|-----------------------|-------------------------------------|--|
| 1738 年 | ベルヌーイの分布と期待効用原理 | ベルヌーイにより期待効用(☆注1)の考え方や200年後のゲーム理論/デシジョンツリー公理化の考え方を提示 |
| 1763 年 | ベイズの理論 | ベイズの主観確率は、母集団の前提を必要とせず、不完全環境下で新たな情報によって確率の更新が可能。 |
| 1812 年 | 確率論と正規分布 | ラプラスが“確率の解析的理論”にて正規分布を体系化。 |
| 1800 年後半 記述統計学 | 相関/回帰の概念確立 | フランシスゴルドンが回帰分析を、ゴルドンの弟子のカールピアソンが相関分析を考案。 |
| 1900 年前半 (推計統計学確立) | モーメント法/カイニ乗検定 理論統計学の基礎 | 統計学的仮設検定法、統計学と確率論との結びつき(母集団と確率論)、オペレーションズ・リサーチ(数学的・統計的モデル・アルゴリズムを利用し最適な計画や意思決定を支援するための科学的技法)の基礎技術確立。 |
| 1940 ~ 1955 年 | オペレーションズリサーチの活用(線形計画法、待ち行列理論、動的計画法) | 戦時の最適輸送計画、補給計画、対潜戦の探索理論等々 荷物の配送計画、石油精製業等での生産計画、売上ロスを抑える在庫計画、サービスカウンター/高速道路料金所の窓口数の設定、原材料投入計画、農地活用計画等々に適用。 |
| 1944 年 | ゲーム理論 | フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの共著書『ゲームの理論と経済行動』は、社会や自然界における複数主体が関わる意思決定の問題や行動の相互依存的状況を数学的なモデルを用いた解決技法。 |
| 1950 年代 | ベイズ統計学の復活 | ベイズ統計学にゲーム理論を統合した統計的決定理論の体系化、ベイズの主観確率の復活、期待効用理論とデシジョンツリーとの統合 |
| 1990 年代 | マルコフ連鎖モンテカルロ法 | マルコフ連鎖モンテカルロ法(☆注2)は、様々な期待値を計算する場合に用いられ、マルコフ連鎖と呼ばれる確率過程の収束に関する性質を利用し、所与の確率分布から確率変数を発生させていることが特徴 |

☆注1 期待値：一つの変量の各実現値とそれが起こる確率との積の総和。連続量の場合は積分で定義。統計学としては平均に該当するが、社会生活において意識的無意識的に主観的な期待値が多く存在。

☆注2 マルコフ連鎖：各時刻において起こる状態変化(遷移または推移)に関して、マルコフ連鎖は遷移確率が過去の状態によらず、現在の状態のみによる系列。特に重要な確率過程として様々な分野に応用。

モンテカルロ法：数値計算手法の一つで、乱数を用いた試行を繰り返すことにより近似解を求める手法。確率論的事象についての推定値を得る場合を特にモンテカルロシミュレーションと呼ぶ。

1. 3 ベルヌーイの分布 (=二項分布) と期待効用原理

ベルヌーイの分布とは、「成功か失敗か」「表か裏か」「勝ちか負けか」のように2種類のみ結果しか得られないような実験、試行(ベルヌーイ試行)の結果を0と1で表した分布である。

1である確率が p (成功確率)、0である確率が $1-p$ (失敗確率)とし、 n 回繰り返したときの成功回数に関する非常にシンプルな離散確率分布で、統計学上は二項分布と定義されている。

二項分布の表記は、 $B(n, p)$ (n = 試行回数、 p = 成功確率)で、確率関数は、

$$P\{x=k\} = {}_n C_k \cdot p^k \cdot (1-p)^{(n-k)} \quad (n: \text{試行回数}, p: \text{成功確率} (0 < p < 1), k: \text{成功回数})$$

$${}_n C_k = n! / (k! (n-k)!) \quad (C: \text{組合せの意味で高校数1?の必須で学んだはず})$$

$$= \{n(n-1) \cdots (n-k+1)\} / \{k(k-1)(k-2) \cdots 1\}$$

60%の確率で表が出るコインを4回投げて、表が k 回出る確率の分布 $B(4, 0.6)$ ($n=4, p=0.6$)

は、 $P\{x=0\} = {}_4 C_0 \times 0.6^0 \times 0.4^4 = 1 \times 1 \times 0.0256 = 0.0256$

$P\{x=1\} = {}_4 C_1 \times 0.6^1 \times 0.4^3 = 4/1 \times 0.6 \times 0.064 = 0.1536$

$P\{x=2\} = {}_4 C_2 \times 0.6^2 \times 0.4^2 = 4 \times 3/2 \times 0.36 \times 0.16 = 0.3456$

$P\{x=3\} = {}_4 C_3 \times 0.6^3 \times 0.4^1 = 4 \times 3 \times 2 / (3 \times 2) \times 0.156 \times 0.4 = 0.3456$

$P\{x=4\} = {}_4 C_4 \times 0.6^4 \times 0.4^0 = 1 \times 0.1296 \times 1 = 0.1296$

二項分布 $B(n, p)$ に従う確率変数 x の期待値 $= n \cdot p$ 、分散 $= n \cdot p(1-p)$ 、標準偏差は $\sqrt{\text{分散}}$ 。

従って、上記の分布 $B(4, 0.6)$ の期待値 $= 4 \times 0.6 = 2.4$ 、分散 $= 4 \times 0.6 \times 0.4 = 0.96$ 、標準偏差 $= \sqrt{0.96} \doteq 0.98$ となる。

分散や標準偏差は少し難しい概念だが、散らばりの尺度でありバラツキの大きさである。

離散分布における分散の求め方は $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n$ 、標準偏差 $= \sqrt{\text{分散}}$ (\bar{x} は x の平均)であり、分散と標準偏差の一般的な求め方を例示する。

例：クラスの生徒の身長(平均、分散、標準偏差)

| 生徒 | 身長cm | 偏差(身長-平均) | 分散(偏差の2乗) |
|---------------------------|------|-----------|-------------------|
| A | 160 | -6 | 36 |
| B | 180 | +14 | 196 |
| C | 165 | -1 | 1 |
| D | 155 | -11 | 121 |
| E | 170 | +4 | 16 |
| 平均 | 166 | 合計値は0 | 合計 370 |
| 分散 | | | $370 / 5 = 74$ |
| 標準偏差 $= \sqrt{\text{分散}}$ | | | $\sqrt{74} = 8.6$ |

ベルヌーイは統計分布の他に現在のAIに繋がる重要な論理を確立した。

期待値(=平均値)とは異なる期待効用(現在では限界効用逓減の法則と命名)の考え方であり、期待効用は当事者のおかれた環境によって異なってくるのが特徴である。

例えば、競馬において、確度40%で当たりオッズ500円の馬券と、確度10%で当たりオッズ2,000円ではどちらも期待値は200円となるが、どちらの馬券を購入するかは、当事者のふところ事情によって違ってくる。

これは、当事者によって期待効用が違うことを意味する。

1. 4 ベイズの主観確率

ベイズの理論とは、条件付き確率に関して成り立つ定理である。

事前確率及び尤度（ゆうど）を仮定した下で、事後確率を与えるため主観確率を許容する理論である。

母集団の前提を必要とせず、不完全環境下で新たな情報によって確率の更新を可能としている。

（尤度とは：「尤もらしい（もっともらしい）」の「尤」の意味。一般人には難しい概念。確率密度関数において確率変数に観測値を代入したもの。確率密度を観測値で評価した値）

ゲーム理論と現在の機械学習の論理的礎となったが、当時の客観確率による記述統計学の学者からは完全に無視され、その後ラプラスが再評価を与えたが、1950年代の復活まで約200年間完全に埋もれた理論であった。

1954年にサベッジが客観確率を前提に置く統計学に対し、主観確率を中心に据えたベイズ統計学を提唱した。

更にベイズ統計学にゲーム理論を統合した統計的決定理論を体系化した。

ベイズの定理による主観確率の考え方は、母集団の前提を必要とせず不完全情報環境下での計算や原因の確率を語るなど、およそ在来統計学とは正反対の立場であり、在来統計学派はベイズ統計学派のことを『ベイジアン』と名付けて激しく対立した。

しかし主観確率には、新たに取得した情報によって確率を更新する機能が内包され、大きな応用の道を開いた。

その後ベイズ統計学が主流となり、先端的応用分野ではもっぱらベイズ統計学を活用している。

計量経済学、統計物理学、バイオテクノロジー、疫学、機械学習、データマイニング、制御理論、インターネットなど、あらゆる分野でベイズ統計学は実学として活用されており、スパムメールフィルタや日本語入力の予測変換など身近な応用例も数多い。

20世紀末にはマルコフ連鎖モンテカルロ法など理論面で様々な革新的考案もなされたが、ベイズ統計学の進展は、計算環境の進歩と不可分の関係である。

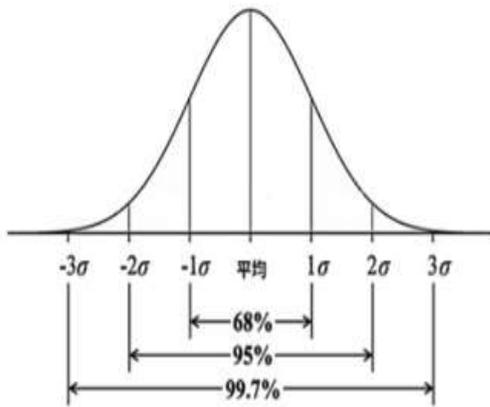
常識となった機械学習はベイズ統計学が土台であり、ゲーム理論はあらゆる学問分野で応用され、期待効用理論と決定木はAIの重要なコンセプトの一つになっている。

1. 5 正規分布と確率

下図の正規分布の確率密度関数は、理系の人なら誰もが目にしたことがある確率分布であろう。

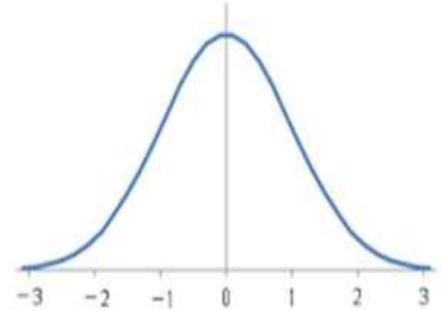
基準化すると
($z = (x - \mu) / \sigma$ で変換)

正規分布の図



正規分布 $N(\mu, \sigma)$: $f(x) = (1/\sqrt{2\pi\sigma^2}) e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$
 平均値 = μ 、分散 = σ^2 、標準偏差 = σ

標準正規分布



標準正規分布 $N(0,1)$: $f(z) = (1/\sqrt{2\pi}) e^{-z^2/2}$
 平均値 = 0、分散 = 1、標準偏差 = 1



英語では、Normal distributionで、まさに統計学上、Normal = 普通、標準、正規な確率分布と言える。

著名な学者であるラプラスが、正規分布を体系化し、「確率論の解析理論」という名著を執筆し、ここに確率論が確固たる地位を得た。

生物の身長分布等は正規分布で、生物界に見られることも多い。

良く使われる受験生の偏差値は、母集団が大きければ受験生全体の成績分布が平均値 = 50、 $1\sigma = 10$ とする正規分布に近似させて算出する。

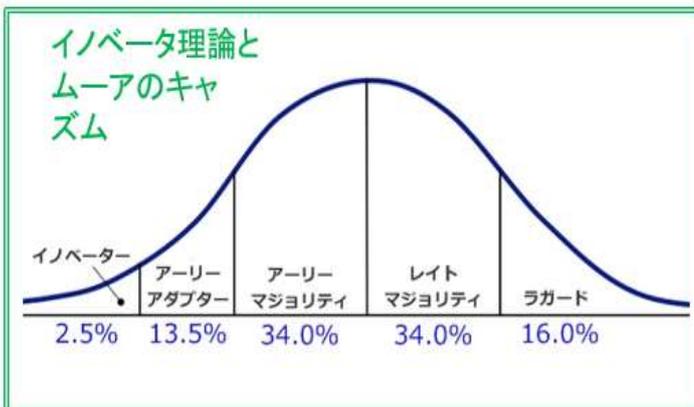
作成済みの正規分布表から、偏差値60（平均値50 + 1σ の10）以上の確率は約16%、偏差値70（平均値50 + 2σ の20）以上の確率は約2.5%、偏差値80（平均値50 + 3σ の30）以上の確率は約0.13%となる。

例えば100万人の受験生を母集団とすると、偏差値80以上の受験生はたったの1,300人しかないことが分かる。

最近ではマーケティングのイノベーター理論にも正規分布は適用されている。

正規分布の素晴らしさは、標準偏差 σ の値が小さい（急峻な山の形）や大きい（富士山のような裾野の広い山）に関わらず、平均 μ からのずれが、 $\pm 1\sigma$ 以内に標本 x 含まれる確率は、68.27%、 $\pm 2\sigma$ 以内が95.45%、 $\pm 3\sigma$ 以内が99.73%に決まっていることである。

この分野の功績が大きかった二人の数学者の名前をとって、ド・モアブルーラプラスの定理と命名されている。



正規分布が特別な地位を持つのは、二つの特性があるからだ。

それは、

- ・ 二項分布から正規分布へ近似
- ・ 中心極限定理

であり、この二つの特性について簡単に説明する。

① 二項分布から正規分布への近似

ベルヌーイの分布で例示した 60%の確率で表が出るコインを投げる回数を多くしていくと、確率分布が正規分布に近似していくことが証明されている。

コインを 500 回投げた場合の二項分布 $B(500, 0.6)$ は、期待値 (平均) $\mu = n \cdot p = 300$ 、

分散 $= n \cdot p(1-p) = 120$ 、標準偏差 $\sigma = \sqrt{\text{分散}} = 10.95$ であるが、平均 300、標準偏差

10.95 の正規分布 $f(x) = (1 / (15.49 \cdot \sqrt{\pi})) e^{-(x-300)^2/240}$ で近似できる性質。

これをラプラスの定理と呼び次の中心極限定理の先駆けとなった。

ただし、 p の値が非常に小さいと左側に山が偏っているポアソン分布に近似。(ポアソン分布は待ち行列理論で必須)

② 中心極限定理

正規分布が統計確率論上の主役になった最大の理由は中心極限定理にある。

当然のことながら、平均 μ 、分散 σ^2 に従う正規分布の母集団から大きさ n の標本の標本平均 $\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$ の分布は、平均 μ 、分散 σ^2 / n の正規分布に従うことは直観的に理解可能だろう。

中心極限定理のすごいところは、任意の確率分布に従う母集団から抽出された標本の数が十分多いと、標本の平均は正規分布に従うという定理であり、母集団が任意にも関わらず、正規分布が現れることが画期的であると言える。

まずは簡単な一様分布を例に説明してみよう。

サイコロを 1 回投げた時、1~6 まで同じ確率の出目になるので、出目は一様分布に従う。

サイコロを一回投げた時の平均値 (=期待値) $E(x) = (1+2+3+4+5+6) / 6 = 7/2$ なので、サイコロを 2 回投げた時の出目の合計値の期待値は、 $7/2 \times 2 = 7$ になりそうなのが簡単に推測できる。

実際サイコロを 2 回投げることを 1,000 回行くと平均値 7 の正規分布に近似する。

サイコロを 6 回投げた時の合計値を 1,000 回行くと平均 21 (=3.5×6) のほぼ正規分布に従う。

任意の確率分布に従う母集団からサンプルを n 回 ((x_1, x_2, \dots, x_n)) 収集したとすると、サンプル平均 $\bar{x}_n = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$ であるが、 n が大きいときサンプル平均と母集団の真の平均の差 $\bar{x}_n - \mu$ は、平均 0、分散 σ^2 / n の正規分布に従うというのが中心極限定理である。

従ってサンプル平均そのものは、平均 μ の同様の正規分布に従うことが分かる。

良く例題に使われるのは視聴率のサンプリング手法に関する内容である。

視聴率のサンプリングは関東、関西、名古屋地区で各 600 世帯、それ以外では 200 世帯から視聴率をサンプリングして全世帯の視聴率を推定している。

600 世帯の視聴率 \hat{p} は、真の視聴率 p を平均とした分散 $= p(1-p)/n$ 、標準偏差 $\sigma = \sqrt{p(1-p)/n}$ の

正規分布に近似出来る。

ここでの標準偏差を標準誤差と呼ぶ。サンプリング数 600 の平均視聴率が 20%だった場合、標準偏差 $\sigma = \sqrt{0.2 \times 0.8 / 600} = 0.016 = 1.6\%$ となり、

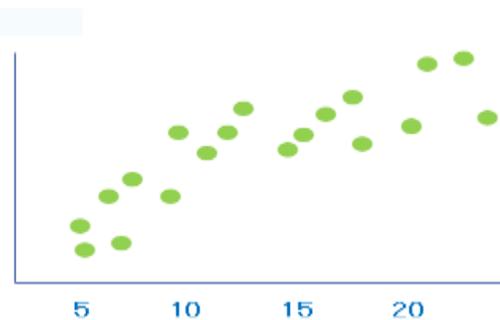
標準誤差が、確率 95% 以内に収まるのは既存分布表から $\pm 1.96\sigma$ 以内である。

標本 \hat{p} (=20) $- 1.96 \times 1.6 < \text{母集団の } p < \text{標本 } \hat{p}$ (=20) $+ 1.96 \times 1.6$ の計算式が成立

→母集団の視聴率 p は、確率 95% の確度で 16.9% から 23.1% の範囲内であると算定

国勢調査のような全数調査を除き、社会／企業における各種調査／分類においては、全てにおいてこのようにサンプリングから母集団の特性を算定している。

1. 6 回帰と相関



回帰も相関も論ずる時はだいたい左の図が出てくる。

回帰と相関はどちらも 2 つの連続量の関係性を明らかにすることだが、目的が違い、分析手法も異なる。

→回帰分析は、原因（独立変数）と結果（従属変数）の関係性を明らか（＝関数表現）にすることで将来を予測することである。

回帰分析において、 y （従属変数） $= ax$ （独立変数） $+ b$

で関係性を示すのが線形回帰と呼ばれ、その他は非線形モデルとなる。

線形回帰においては最小二乗法で推定することが一般的であり、後述の誤差関数も二乗法が使われている。

→相関分析は、原因と結果の関係ではなく相互にどのように影響しあっているかを明らか（＝相関係数）にすることである。

相関分析においては、二つの変数の関係性を相関係数で表現する。

ピアソンの積率相関分析においては、相関係数を $-1 \sim 1$ に集約することが出来る。

0 は相関なしであり、1 又は -1 に近づくほど相関関係が強いということになる。

回帰も相関も論ずる時はだいたい上の図が出てくる。

1. 7 期待効用理論と決定木

1738 年にベルヌーイが提唱した期待効用理論は、200 年後の 1944 年にフォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの共著書『ゲームの理論と経済行動』（1944 年）で編み出されたゲーム理論において期待効用理論として完全復活し、決定木とともに現在の AI 手法に大きく貢献をしている。

① 決定木（ディシジョンツリー）

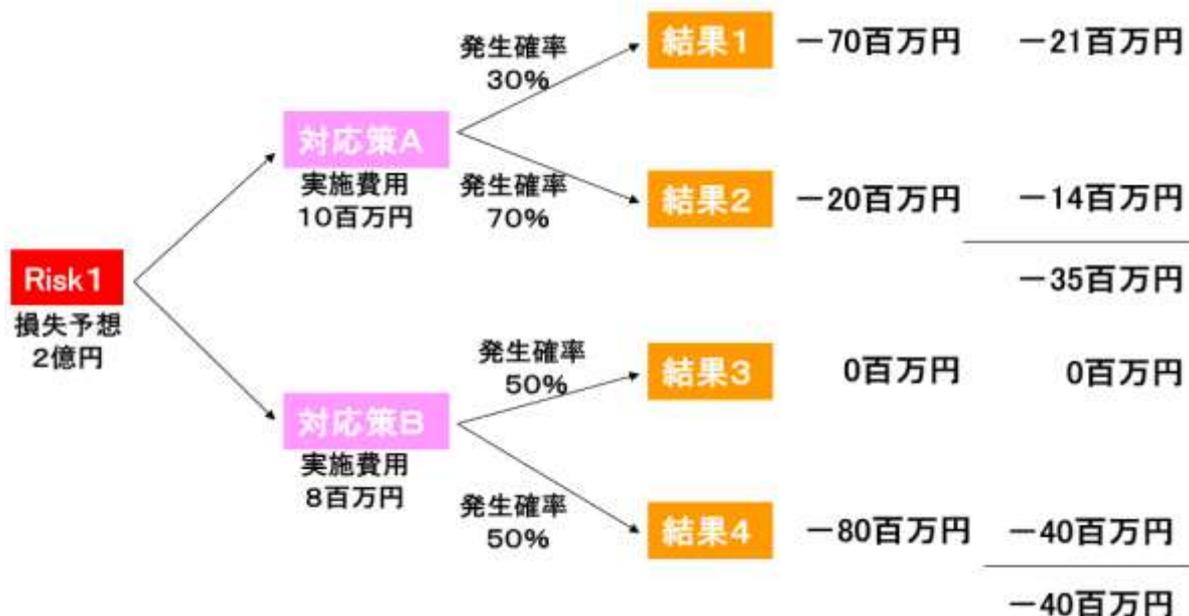
決定木は社会生活、経済活動の様々な局面において意識的または無意識の内に活用。企業活動におけるリスクと対策局面における決定木の利用例を示す。

この例では、期待効用ではなく期待値のみで決定している。

<例示>

企業が対策を打たないと2億円の損失が発生する事態が予想されるケースにおいて、対応策A（費用10百万円）と対応策B（費用8百万円）のどちらの対策を実施すべきかという課題に決定木を応用する。

各々の対応策に関する損失の発生確率と発生額を予測した場合の損失の期待値を計算すると、費用が高い対応策Aを選択すべきという結論が得られる。



② 期待効用

あるイベントで、メロンを貰える企画があり、貰った時の喜びや価値を期待効用という言葉で表す。普通は、一個貰った時の効用を1とした場合、2個貰った時は2にはならず1.6くらいに落ち着くであろう。

| 状況 | 期待値 | 期待効用 (=効用の期待値) |
|--------------------------|--------------------|------------------------|
| メロン1個を確実 (=100%の確度) に貰える | $1 \times 1.0 = 1$ | $1 \times 1.0 = 1$ |
| メロン2個をくじ引きで50%の確度で貰える | $2 \times 0.5 = 1$ | $1.6 \times 0.5 = 0.8$ |

期待値は同じ1でも、期待効用 (=効用の期待値) の論理では、メロン1個を確実に貰えることを選択。

2. AI研究進化の歴史

数百年に渡る統計確率論の進化によりAIの礎が築かれ、1950年以降から現在のコグニティブ(認知)、DNNへ進化を遂げた。

背景にはコンピュータの登場と高性能化及びインターネットの飛躍的な進展がある。

| 時期 | 主な技術 | 適用事例 |
|-------------------------------|---|--|
| 1950年代後半～1960年代 | 第1次AIブーム (推論・探索の時代) | 様々な問題をコンピュータで処理できるように形式変換し、コンピュータ処理で解を得る。ほとんど初期研究段階の程度で、ブームと名付けたのはひどく無理やり感がある。 |
| 1958年 | ニューラルネットワーク手法の研究 (パーセプトロン) | ローゼンフラットがニューロンとシナプスを模したパーセプトロンを発表。その後線形分離可能な問題しか解けないことが分かり研究熱が冷めたが、現在のニューラルネットワークアルゴリズムの礎となった。 |
| 1970年代後半～1986年 | 視覚野の神経細胞の研究 | 1979年：放送科学基礎研究所の福島邦彦氏（後に阪大教授）が「ネオコグニトロン」（視覚パターン認識に関する階層型神経回路モデル）を発表し、その後のニューラルネットワーク手法のお手本となる。 |
| 1980年代後半 (ニューラルネットワーク理論確立) | ニューラルネットワークの研究（誤差逆伝搬学習法） 遺伝子工学（遺伝子アルゴリズム／遺伝子ネットワーク（☆注1）） | パーセプトロンの限界をバックプロパゲーション（誤差逆伝搬学習法）で克服できることが証明。 1980年代後半からの研究で、生物には進化及び自然淘汰への仕組みとして最適化問題を解くメカニズムがあり、このメカニズムをまねた工学的手法は人工知能の学習や推論に応用することが可能。 |
| 1980年代 | 第2次AIブーム (知識の時代) ～エキスパートシステム～ | エキスパートシステムは専門家の知識をルールベースでコンピュータに教え込み現実の複雑な問題をAIに解かせる。知識の入力が非常に煩雑なことから第2次AIブームは消滅。しかし知識ベースを記録することは将来のAIにおいても必要不可欠で、「サイクプロジェクト」は、30年以上に渡り現在でも継続。IBM Watsonも多くの知識ベースから成立。今後タクソノミ／オントロジ（☆注2）が重要。 |
| 2006年頃～ | 第3次AIブーム (機械学習とDNN) 音声認識／画像認識／動画認識／言語解析 | 機械学習：数値やテキスト、画像、音声等の種々大量データからルールや知識を自ら見つけ出す技術。DNN：従来の機械学習では学習対象となる変数（特徴量）を定義する必要。DNNは特徴量そのものを大量データから自動的に学習することができる。 |

☆注1：遺伝子ネットワークモデル：遺伝子工学は生命そのものを研究する学問。

この研究が現在のAI技術の発展に多いに貢献。遺伝子ネットワークモデルだけでも、ブーリアンネットワーク、ニューラルネットワーク、ベイジアンネットワーク、微分方程式系、S-system、ペトリネットモデル等々がある。

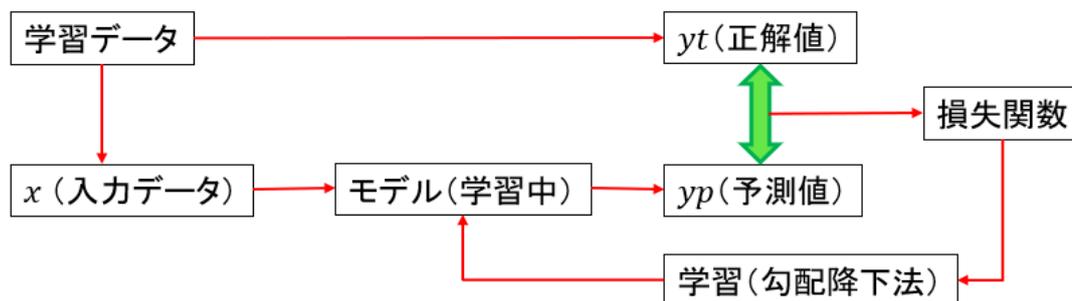
☆注2：タクソノミ／オントロジ：今後のAIの発展に欠かせない知識DBの整備に必須。

タクソノミ：原義は生物学における生物の分類法、分類学のこと。ITの分野では、様々な情報やデータなどの分類の仕方を分類項目と分類基準などを列挙して定義したものを意味することが多い。

オントロジ：従来の認知過程を情報処理モデルで再構成する認知論的アプローチに対するアンチテーゼとして、オントロジ（存在論）ないしオントロジカルAI（存在論的AI）が登場した。これは人々が認知の前提として仮定している日常世界の構造を記述・定式化することを重視するAI理論。

2. 1 機械学習と学習データ

① 機械学習



ベイズの主観確率をモデル化したものである。。

モデル（学習中）の事前確率が学習により事後確率に変更され、次の学習の事前確率になる技法であり、 yt が x の関数とした場合に、学習することでこの関数の持つパラメータ値（この時の主観確率はパラメータ値）を適正化し、目的とする値を出力するモデルである。

誤差関数（＝損失関数）は予測値と正解値の差分を計算し、勾配降下法（多層パーセプトロンで説明）により差分が最小になるパラメータを見つけるためのアルゴリズムであり、モデルに学習させることで、事後確率を客観確率に近づける。

DNNと異なり、モデル構造（＝特徴）はヒトが事前に決めておく必要がある。

② 学習データ

インターネットとIoTから機械学習において様々なデータを活用することが出来るようになった。

| 種別 | 内容 | 収集対象例 |
|-------------------|--|---|
| インターネット & Web/SNS | インターネット経由で検索エンジンやクローラを使って画像、テキストデータ、SNSを中心に大規模かつ様々なデータ収集可能 | 各種HP, ネット上の記事, 顧客の感想, コンタクトセンタ上の各種情報, 行動履歴, 特定の画像等々 |
| IoT(センサーデバイス) | データ収集機器やハードウェアセンサから様々なデータの入手が可能 | カメラ、マイク、温度センサ、赤外線センサ、ひずみセンサ、触覚センサ、圧力センサ、位置センサ等々 |
| オープンデータ | 2017年に政府がオープンデータ活用推進の指針を決定し、各省が公開し二次利用が許可されたデータ及び民間企業が流用を許可したデータ | 政府オープンデータ HP: https://cio.go.jp/policy-opendata 、AIデータ活用 Consortium(19/3/6 発足)での活用推進、民間企業では、各種画像(MNIST)、JAXA(http://www.sapc.jaxa.jp/use/)、顔(MegaFace)、動画(YouTube-8M)等 |

③ 学習データの前処理

正しく学習するためには、学習に使うデータの前処理は必須であり、一般的にクレンジングと呼ぶ。

クレンジングが終了すると、次にどのような情報をもとにどのような分析／予測を行うかを決め、これに基づき、各データに正解となるラベル付け（＝アノテーション）を行う。

アノテーションを行ったデータは教師あり学習として使われるのが、機械学習では一般的である。2012年にグーグルの教師無し学習による猫の識別が大きな話題となった。

更にDeepMind社の教師無し強化学習（DQN）やコンピュータ同士で戦わせて学習するAlphaGoZeroも存在するが、現在実用化されているDNNは、そのほとんどが教師あり学習である。

広義のAIに位置づけられる統計的手法からなる回帰分析、相関分析や分類及びネット上での評判分析、レコメンド等においては教師無し学習はごく普通である。

DNNが正しいアウトプットを導き出すためには、事前に学習データを整備しておく必要があり、クレンジング処理と呼ばれている。

| クレンジング処理種別 | 処理内容 |
|------------|----------------------------|
| データ統合 | 必要な情報は一つのレコードに統合しておく必要がある |
| 欠損値処理 | レコードに抜けがあれば、それを削除するか補完する |
| ダミー変数処理 | 数値で表されていない情報を必要に応じて数値に変換する |
| 正規化 | データの数値スケールを統一する。 |

④ 学習データと過学習

学習データは、訓練データとテストデータに識別される。

- ・ 訓練データ：学習に利用
- ・ テストデータ（検証データ、未知データとも呼ばれる）：汎化性能の評価に利用（汎化性能：ある訓練データをもとにつくったモデルが、テストデータに対して同じ予測精度（＝性能）を示しているか否かを表す）。

データによる学習において、よく過学習が発生し、機械学習上最もやっかいな問題となることが多い。

訓練データでは学習するに連れて誤差が小さくなり収束したにも関わらず、テストデータでは誤差が大きく又はテストデータの増加とともに誤差が逆に大きくなる現象である。

原因は訓練データに過剰に適合した結果（統計学においては過剰適合）、一般には当てはまらないパターンを学習してしまうことで、実務においては頻繁に発生する。

過学習の一番の理由は訓練データが少なすぎることで、適当なデータ量が必要である。

ただし、訓練データを多く収集出来ないことも多く、次の対策が必要となる。

- ・ 正則化：学習の際に用いる式に項を追加することで、重みの値の範囲を制限し訓練データへの過度の重み（＝影響度）を小さくする手法。
一部のデータの重みを0にするL1正則化とデータの大きさに応じて0に

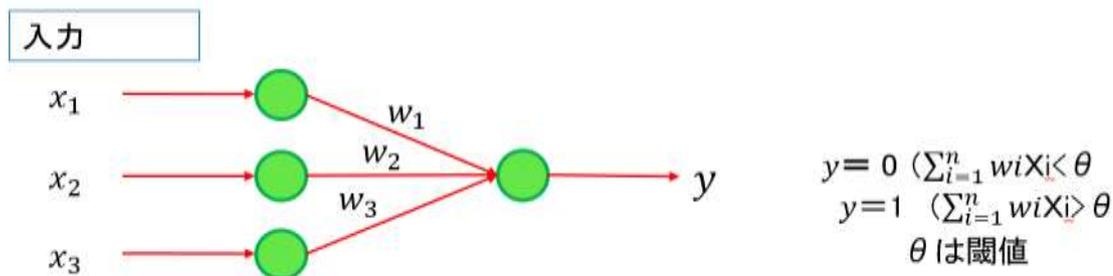
近づけるL2正則化等がある。

- ・ Dropout : ランダムに隠れ層のノード (=ニューロン) を非活性化して学習する手法。
学習のたびにランダムに非活性化されるノードを選び、毎回違う重みづけがなされることで、過学習を防ぐことが可能。
- ・ K分割交差検証法 : 学習データをK個に分割し、最初の (K-1) 個分のデータを訓練データとし残りをテストデータに、次は (K-1) 番目テストデータにしていき、テストデータをずらしてK回の学習をする。
データセットをK個にわけてそれぞれで学習した結果を総合評価することで、過学習防止に効果がある。

2. 2 単純パーセプトロンと活性化関数

① 単純パーセプトロン

脳神経細胞のニューロン、シナプス、電気信号の授受モデルを単純化しアルゴリズム化したのが、単純パーセプトロンである。



単純パーセプトロンにおいては、 x_1, x_2, x_3 は入力信号、 y は出力信号、 w_1, w_2, w_3 は重みを表し、 Σ が閾値を超えたら“ニューロンが発火”(=電気信号が伝わる)と表現し、1が出力される。この単純パーセプトロンは、各データ点との距離が最大になるような境界線を一次関数(線形分離)でパターン分類するサポートベクターマシン(SVM)と同じ結果となり、この研究は一気に冷え込んだ

② 活性化関数

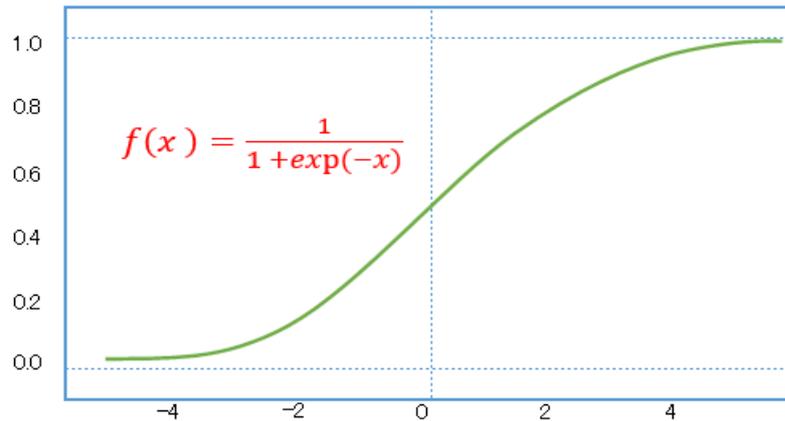
単純パーセプトロンの図を使って、最初にDNNにおいて必須となる活性化関数を説明したい。活性化関数は、その後のニューラルネットワークに応用力を発揮させるために、閾値の設定の代わりに導入され、ニューロンからの出力値 y を算出するための関数(≠計算式)として定義された。

次のニューロンへの入力 = $x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 + x_3 \times w_3 + b$

$y =$ 活性化関数 \times 次のニューロンへの入力

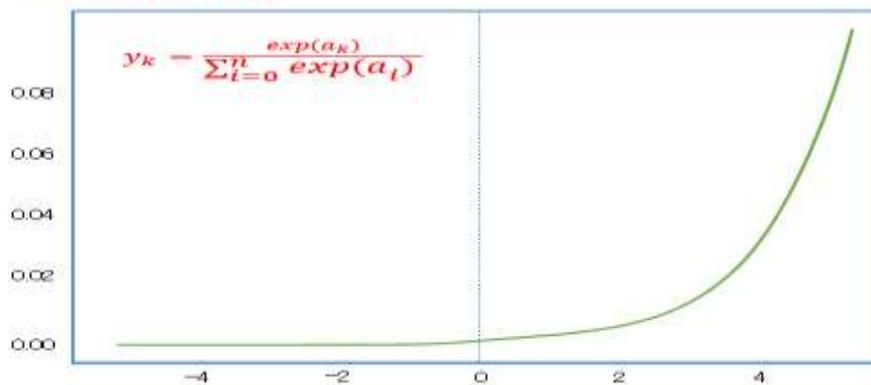
脳神経細胞の伝達方式では、ニューロンの出力は基本的に0か1となるべきで、活性化関数をシグモイド関数 $f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$ にすると0又1がアウトプットになり、真偽の判断に使われる(ネコかイヌかの判断等)。

シグモイド関数



その次に考えられたのが、ソフトマックス関数で複数の対象物の確率を表現するための関数で、確率の合計値は常に1とすることが出来る（ネコかイヌかライオンかトラかの判断等）。

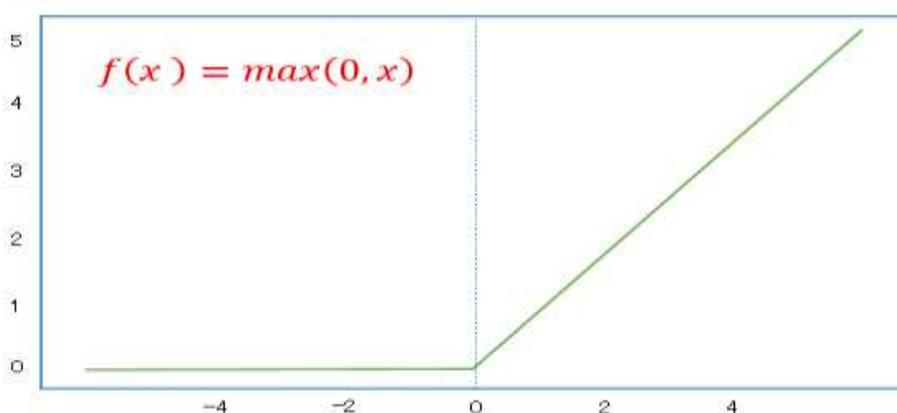
ソフトマックス関数



更にDNNの応用においては、確率で表現せずに0又は0以上の場合は1ではなく、受け取った値をそのまま出力したいモデルが生まれ、ReLU関数が使われるようになった。

このようにDNNの対象と目的とするアウトプットによって、使われる活性化関数が異なってくる。

ReLU関数



2. 3 ネオコグニトロン

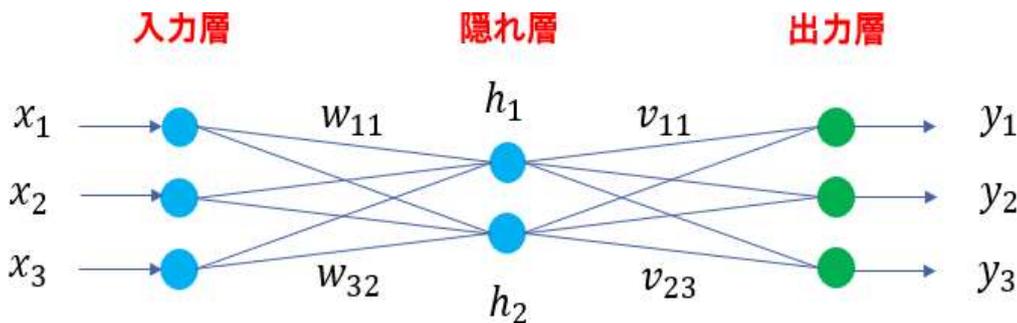
ヒトの視覚（見たものをパターン認識するロジック）の研究から、そのロジックを数学モデルにしたものがネオコグニトロンであり、具体的な階層型モデルとして画期的な研究であった。現在の画像認識の主流である畳み込みニューラルネットワーク（CNN）はネオコグニトロンが原型となった。（CNN：Convolutional Neural Network）

2018年3月7日の講演で脳科学研究の第一人者の東大・池谷教授は、AIブームの立役者は、ディープラーニングとAIが目を持ったことと言ったが、ネオコグニトロンが第三次AIブームの基礎を作ったとも言える。

ただし、ネオコグニトロンの学習方法は、実際の視覚野の動きをまねた“add-if silent”学習則を採用し、DNNの主流である誤差逆伝搬法（バックプロパゲーション）とは異なる。

2. 4 多層パーセプトロンと勾配消失問題

単純パーセプトロンに真ん中の層（=隠れ層）を追加することにより、線形分離可能な問題しか解けない欠点を解決。所望の出力結果を得るように、誤差を出力層から入力層に向けた逆方向に重みを調整するための誤差逆伝搬法を生み出し、3層構造での学習を可能とした。



モデルは機械学習と同じで、誤差を事前確率に反映することで事後確率となり、この事後確率が次の学習の事前確率とすることにより主観確率の精度を上げていくことができる。

誤差逆伝搬法は、誤差を誤差関数として定義し関数を最小化することであり、誤差を最小化するための方式として接線の傾きがゼロ（=微分値がゼロ）になる点を求めるのが勾配降下法である。

① 勾配降下法

誤差逆伝搬法においては、誤差を誤差関数（= 損失関数）として定義し、関数を最小化することが求められる。

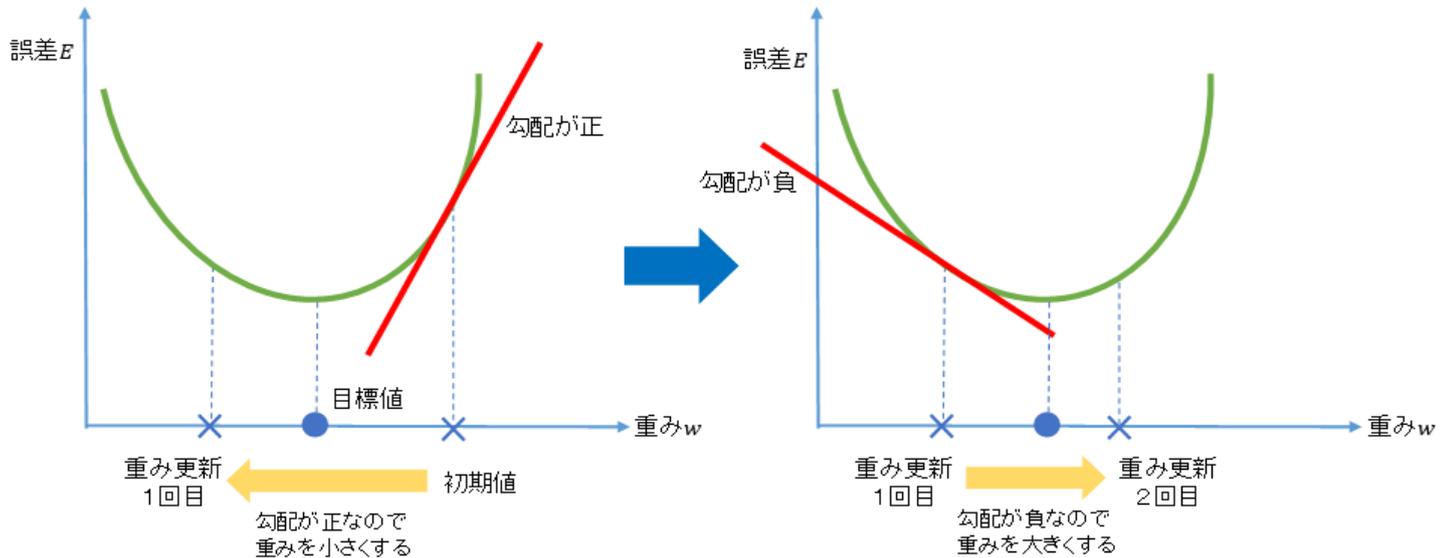
誤差を最小化するための方式として接線の傾きがゼロ（=微分値がゼロ）になる点を求める勾配降下法が使われている。

活性化関数の特性から、誤差関数は、予測値と真の値の平均二乗誤差として定義され、誤差関数は次のような二次曲線で表すことができる。

勾配降下法は、予測値と真の値が近づくように重み w を変更することである。

下記二次曲線を微分し、微分値が0（=勾配が無し）になる点が目標値（=真の値）である。

勾配降下法は、重み w の初期値における誤差関数の勾配を求め、その勾配が正の場合は、重みの値を小さくするように更新し、勾配が負の場合は、重みを大きくするように値の更新を行う。次に、その1回目の更新後の重みにおける勾配を求め、初期値の場合と同様に勾配の正負に応じて、さらに重みの更新を行う。この更新作業を繰り返すことによって、重み w を徐々に目標に近づけていくことができる。



② 勾配消失問題

1986年のデビッド・ラメルハート、ジェフリー・ヒントンにより、誤差逆伝播法（バックプロパゲーション）が提案（再発見）され、色々なモデルに適用されるようになった。

しかしその後、4層以上のニューラルネットワークにおいては勾配消失が発生することが判明し、2006年にジェフリー・ヒントンが、ディープビリーフネットワークを発表するまで、ニューラルネットワーク手法は20年間の長い冬の時代を過ごした。

1986年当時の活性化関数として、主にシグモイド関数（ $f(x) = 1 / (1 + e^{-x})$ ）が使われていた。

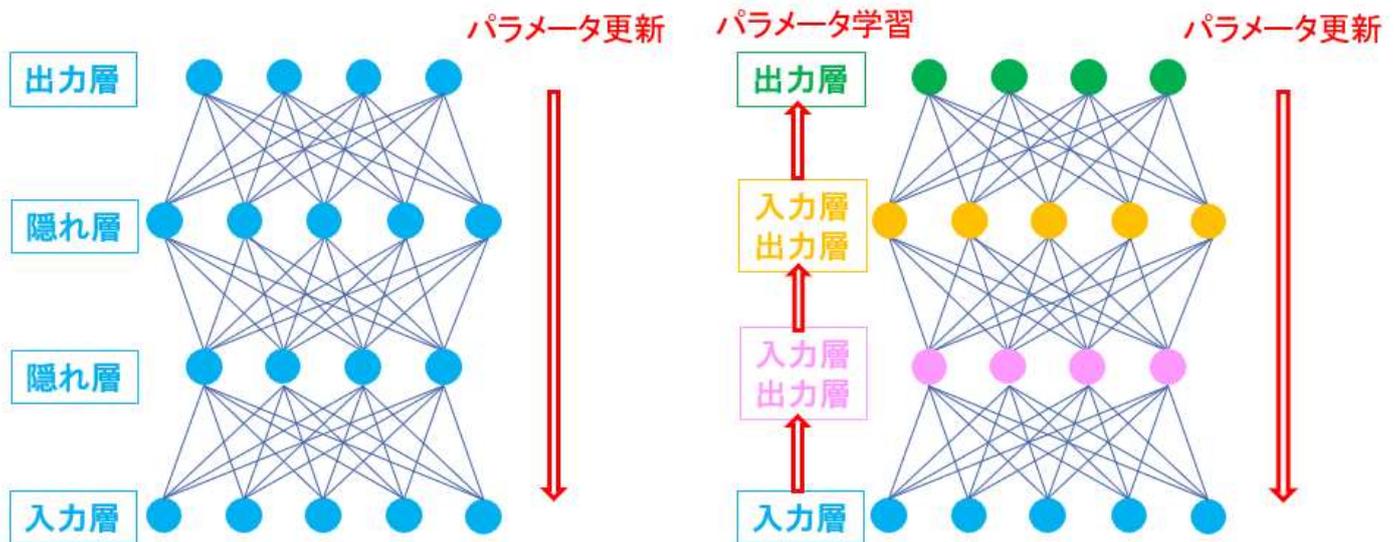
誤差逆伝播法が下位層（出力層から入力層）に向かって進んでいくにつれて、勾配降下法における勾配がどんどん緩やかになっていく。

勾配降下法によるシグモイド関数の微分はMAX値で0.25であり、伝搬すると微分値は、 $0.25 \times 0.25 \times 0.25 \times \dots$ でさらに小さくなり、最後は0に近い値になってしまう。

これが勾配消失問題とよばれている。

2.5 DNNの誕生

1986年の誤差逆伝播法（バックプロパゲーション）の発表以来、地道に勾配消失問題に取り組んでいたトロント大学のヒントン教授は、2006年にその問題を解決する手法“ディープビリーフネットワーク”を発表した。



従来の多層パーセプトロン手法（図の左側）では、誤差逆伝搬法により各層同時にパラメータ更新を実行するため、勾配消失問題が発生する。

ディープビリーフネットワーク（図の右側）では、事前学習により2層間の学習が完了してから次の2層間に順に学習していくことにより、勾配消失問題が起こる可能性を抑えることができる。

この手法を自己符号化器（*注：オートエンコーダ）と呼ぶ。

ディープビリーフネットワークは、その後DNN（ディープニューラルネットワーク）と呼ばれるようになった。

AI入門者にとってはなかなか理解しえない内容だが、一気に研究が進み、DNNの最大の特長（＝メリット）の特徴表現学習によって特徴量の自動的な算出が可能になった。

隠れ層の次元を小さくすること（＝情報量を少なくした特徴表現）をエンコード、次元を復元することをデコードと呼ぶ。

例えば回帰分析で $y = ax_1 + b$ の計算式が成り立つ場合、DNNでは、計算式を特定し、 a 、 b の数値の自動的な算出が可能となる。

ヒントンが率いるトロント大学が、2012年に画像認識の競技会（ILSVRC）においてDNNを使って大勝利を収めたことにより、第三次AIブームの立役者となった。

画像認識においては、畳み込みニューラルネットワークが使われるが、その後時間情報を反映できるリカレントニューラルネットワーク（RNN：再帰型ニューラルネットワーク）も考案された。

RNNは、自然言語処理に必要な技法となった。

*注：オートエンコーダ：最も活発に研究されている領域で多くの派生モデルが研究されている。事前学習にReLU (Rectified Linear Unit) 関数の適用、変分オートエンコーダ (VAE) やオートエンコーダ対抗の敵対的生成ネットワーク (GAN) 等々が生み出された。

2. 6 多変量解析とニューラルネットワーク手法

多変量解析は、複数の変数に関するデータをもとに、これらの変数間の相互関連を分析する手法の総称である。

その中でも有名な手法に重回帰分析がある。回帰分析において独立変数が二つ以上（変数 x_1 、 x_2 、

$x_3 \dots$) のものを重回帰分析と呼ぶ。

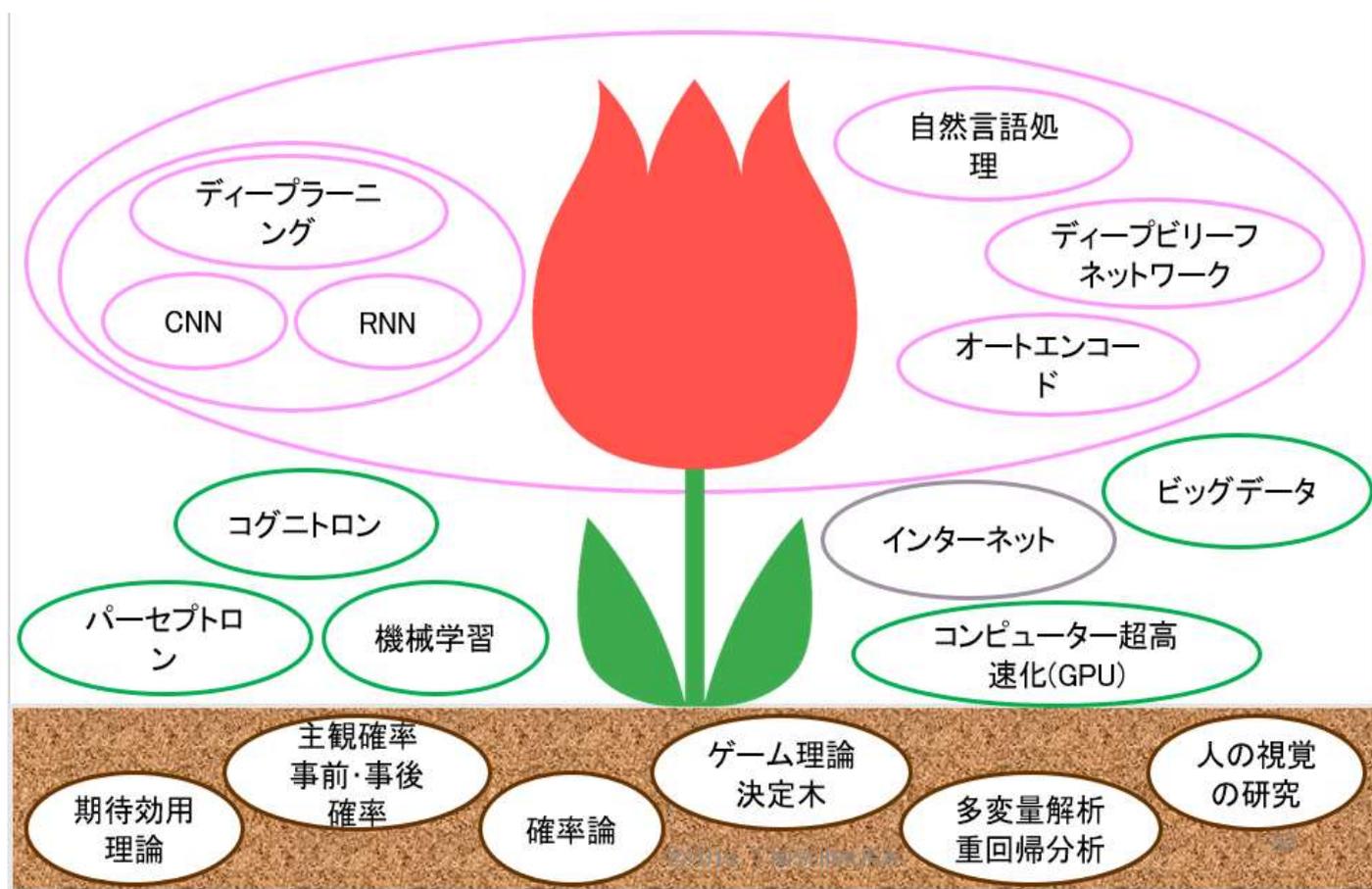
変数 x_1 、 x_2 、 x_3 をニューラルネットワークの入力層の各ニューロンに割り当てることで、ニューラルネットワークを重回帰分析の手法の一つとみなせることが出来る。ニューラルネットワーク手法の最大の特徴(=メリット)は特徴量を自動抽出できることであり、多くのデータを学習させることにより、自動で回帰式を獲得することが可能となる。

統計確率論の専門家は、DNNを非線形多変量解析に位置づけている。

2. 7 DNN進化の構成要素

DNNの進化の歴史は、このような花の図に表すことが出来ると思う。

統計学の歴史の中で、AIの理論根拠となる定理やコンセプトが生まれ、その土壌の下で芽を出し様々な研究とコンピュータとインターネットの進展の中ですくすくと育ち、DNNの花が咲いたのだ。



3. DNNモデル開発の方法

① サービスレイヤーごとの特徴

IBM、富士通、NEC、NTTや独立系の大手ベンダーを除き、今や1からDNNモデルを組み上げる時代ではない。

最近は様々サービス、API、オープンソース、開発フレームワークの活用が可能となった。レイヤーが高いほど簡単に利用できるが、自由度は低く他との差異化がなくなるので、スキルにあったサービスレイヤーを選択することが重要となる。

| サービスレイヤー | 提供内容 | 提供事例 | 利用方法 | 種別 | スキル |
|--------------------|--|---|----------------------------|------------|-----------------------|
| SaaS型完成品サービス | チャットボット, 音声テキスト変換, 自然言語処理, 画像認識 | 既に多くのサービス提供 | 最適選択 検証必要 | 学習済 有料 | G検定 SIスキル |
| 部品型又はAPI型提供 | 部品及びAPIを利用して自社独自のAIシステムを構築(事例: 不良品検出/CC) | IBM Watson MS/AWS/GCP, | 自社システムとして検証必要 | 学習済 有料 | 上級SE G検定 Python |
| AI簡易開発ツールの提供 | モデル開発・選択・編集及び学習データ生成/検証をGUI/ドラッグ&ドロップで簡素化 | SONY Neural Network Console, グリット ReNom | 試行錯誤で最適化 | 未学習 有料 | 上級SE G検定 AI経験 |
| 学習済みモデルの無償提供 | 画像認識, 顔の解析, 音声文字変換, 文字認識, 翻訳等 | 非常に多い(含む DeepMind) | 最適選択&評価, カスタム必須? | 学習済 未学習 | 上級プログラマー Python |
| 開発フレームワーク(オープンソース) | DNNモデルを構成する多次元データ構造を開発するためのオープンソース, ライブラリ群 | 人気順に TensorFlow, Chainer, Keras, Torch, Caffe 等 → 選択が重要 | フレームワークを活用, C#/Pythonで自前構築 | 未学習 | AI技術者/AIプログラマー, 統計学 |

② ハイパーパラメータとサービスレイヤー (除く学習済モデル)

ハイパーパラメータとは機械学習 (=DNN においては深層学習) を行う際に、ヒトが予め設定しておかなければならないパラメータ群を意味する。

代表的なハイパーパラメータ (下記が全てではない) としては、

- ・ 隠れ層のユニット数 (=次元数 = 各層のニューロン数)
- ・ 隠れ層の数
- ・ 重み初期値
- ・ 活性化関数 (シグモイド関数、ソフトマックス関数、ReLU関数・・・)
- ・ データセットを回した回数 (エポック数) や学習の繰り返し回数 (イテレーション数)
- ・ 学習率 (学習によって重みを増減させるが、重みの更新量の幅を決める係数で係数が大きいと収束しにくくなり、係数が小さいと計算回数が多くなる)

等がある。

訓練データによる学習の中で、これらのパラメータの最適化を図っていくことになるが、全てを自助努力でやるためには、DNNに関して豊富かつ専門的知識が必要なる。

多くのパラメータ群を最適化するための Bayesian Optimization 手法が生み出された。

開発フレームワークの選択ではハイパーパラメータの扱い方を基準にすべきだろう。

Keras等においては比較的初心者向けでパラメータ群の最適化が含まれている。

またパラメータ自動最適化ツールが提供 (Optuna, SMAC, Hyperopt, AI Platform 等) され始め、

Chainer と Oputuna と組み合わせて活用することも可能になった。

4. ヒトの脳とAIとの機能の違い

4. 1 ヒトの脳とAIのイメージ

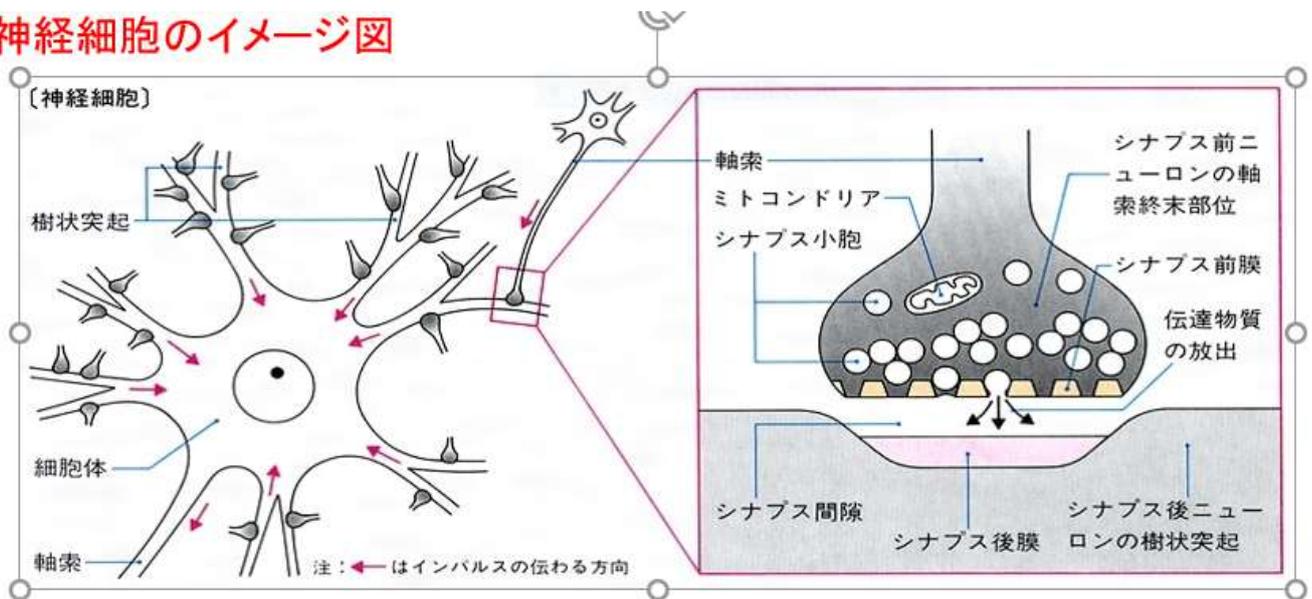
脳神経細胞とDNNのイメージを並べてみたが、明らかに脳神経細胞はDNNよりも複雑多岐な構成になっている。

ヒトの脳内には神経細胞（ニューロン：neuron）が約1,000億個、神経細胞をつなげる接点（シナプス）は一つのニューロンに約1万あり、神経細胞間はシナプスにより複雑につながりと絡み合う。

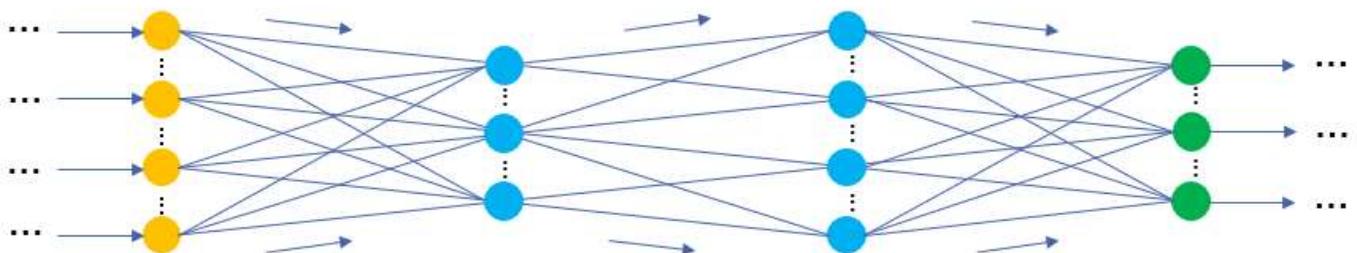
神経細胞は電気信号により情報伝達されるが、シナプス間の隙間に神経伝達物質（メッセージ物質）が送出されることにより、次のニューロンに電気信号が伝わる。

最新の研究で、アミノ酸から作られる神経伝達物質は、数十種類～100種類あることが判明した。

脳神経細胞のイメージ図



・ ディープニューラルネットワーク(DNN)のイメージ図



4. 2 活動（動作）内容の違い

ヒトとAIでは記憶方式や活動（動作）内容が本質的に異なっている。

| | ヒト | AI（コンピュータにより実現） |
|---------|---|----------------------|
| 時間認識 | 時間の経過を抽象化し心理時間で記憶 | あくまで物理時間 |
| 記憶方式 | 思い込みで覚える（汎化） | 事実のみを記憶 |
| 脳内活動 | 自分の外だけではなく内に向けても活動 →自我を持つ（動物界で唯一の存在） | 外からのインプットがあって初めて活動する |
| 歴史観／人生観 | 心理時間／汎化／自我により観念が発生 | 発生しない |
| ひらめき | 突然脳内の活動が通常時の20倍の活動を起こす（ボーっとしている時も同様の状態） | 発生しない |

4.3 構成要素と処理能力

ヒトの脳とAIの処理能力を比較してみた。

| | ヒトの脳 | AI（コンピュータにより実現） |
|-----------------|--|--|
| 計算能力 | — | シンギュラリティが予測される2045年にヒトの脳の計算速度の100億倍と予想 |
| ニューロン数 | 1,000億個 | 実現可能 |
| シナプス数 | 10,000箇所／ニューロン | 実現可能 |
| ネットワークの組合せ数 | ニューロンとシナプスが複雑に絡み合う複雑系ネットワークであり、組合せを考えると、多分1,000兆の1,000兆倍くらいのパターン？ | 1,000億×1,0000=1,000兆個のパターンに関してはコンピュータの方が早い。DNNの結合では左から右に整然とした組合せのみであり、ヒトの脳細胞の左記組合せパターンは対応不可能 |
| ネットワークの複雑性 | 以前の研究では大脳、小脳、脳幹が細かく分かれ各々が機能分担 →現在は機能分担+複雑なネットワーク（組合せ）による有機的結合で働くことが証明 | コンピュータ内では機能／役割の分担が明確になっている |
| 神経伝達物質（メッセージ物質） | 数十種類～100種類（全ての神経伝達物質を加味した組合せは天文学的数値） | 1種類（もし神経伝達物質の種類を加味するとコンピュータの能力をはるかに超える） |
| 神経伝達物質の量 | 強い刺激があると神経伝達物質は多くなり、量の変化はアナログである | 何パターンかのデジタル数値しか扱えない |

| | | |
|----------------|---|---|
| 必要電気量 (推定値) | 一日あたり約20W(ヒトは省エネのため、“体で覚える”は、大脳の意識的な情報処理を小脳でコピーして、無意識に効率的に行う。思考の高度化では小脳が働く) | AI アルファ碁：推定20万～25万W(ヒトの1万倍)、IBM WATSON が16時間質問に答えるケースで推定100万～130万W(ヒトの5万倍超) →膨大な電気量が必要 |
| 将棋の違い | 羽生善治は直観→読み→大局観→美意識と考えを進める | 膨大な学習データの中から、現状の棋譜上最適な一手をAI(=確率論の延長)で選択。“読み”のみしかない |

コンピュータ(=AI)が、ヒトの脳神経細胞をロジックとして完全再現することは将来に渡っても不可能に違いない。

4. 4 知性と知能の違いとシンギュラリティ

そもそもAIは人工知能であり、知性は持たないと考えべきである。
知性と知能の違いを明確化する必要がある。

| | 知性 | 知能 |
|----------|---|---|
| 英語 | Intellect | Intelligence |
| 日本語の意味 | ヒトの精神のもつ思考・判断の能力 (知恵: Wisdom、物事の理を考え判断し処理する心の動き) | 頭の働き、知識と物事をなしとげる力/物事を理解し実行する力 |
| IQとEQ | 知性の高さは、心の知能指数(Emotional Intelligence Quotient、EQ)に関連する。心の知能とは、自己や他者の感情を知覚し、また自分の感情をコントロールする知能 | 知能の高さは、知能指数IQ(Intelligence Quotient)で表す |
| 形成の過程 | ヒト特有の心理時間/汎化/自我から生まれる歴史観/社会観/道徳観/人生観/価値観が知性の源 | 高い記憶力と思考の速さ |
| ヒトとAIの違い | ヒトはIQよりもEQを優先 | AIはIQが高く、EQがゼロ |

ヒトの再現は100年経っても実現できないと思うが、2045年までに神経伝達物質の種類を1種類に限定し、ひらめき、良心、愛情、歴史観、人生観を持たないようなヒトの脳を再現するAIは出来てしまう？

コンピュータに画一的な歴史観/社会観/道徳観/人生観/価値観を教えこませ、考え方が非常に偏り、他人の意見を全く聞かない唯我独尊的冷徹で感情の無いIQ=300、EQ=0のようなある領域においての奇才変人のようなAIが生まれてしまう危険性はあるかも？

5. AI活用領域と将来性

5. 1 DNNの適用領域

ヒトの目、耳、口の機能は、DNNでモデル化しやすい領域であり、この領域では益々DNNが活用されていくことは間違いない。

| 分類 | 機能領域 | |
|-------|-------------|---|
| 画像認識 | ヒトの顔認識/感情認識 | 入場管理、各種監視、防犯、個人認証、マーケティング、対人サービス |
| 画像認識 | モノの認識 | 癌の検出、不良品検出、劣化チェック、作業指示、自動運転 |
| 音声認識 | 音声の自然言語処理 | チャットボット、翻訳/通訳、文字起こし、議事要約 |
| 文字認識 | 手書文字のデジタル化 | 医者処方支援、データ/伝票入力の自動化、免許証/名刺のデジタル化、採点の自動化等々 |
| BI | 多変量解析 | 特徴量の自動抽出機能により多変量を扱いやすくなる |
| 自律的行動 | 行動と結果の蓄積・分析 | 高度行動計画による車両の自動運転や物流の自動化 |

5. 2 広義のAIとマーケット規模

① 広義のAI

多くの本で色々な学者が異なるAIの定義をしており、AIの定義は決まっていないと記述している。

だが、第三次AIブームという言葉が一般化しており、ならば第一次、第二次AIブームにおける技術も含め、AIの定義を広く捉えるべきであり、下記のような要素技術の集合体とみなすべきである。

| 種類 | 提供価値 | 主な活用事例 |
|------------|------------------|-------------------|
| 自然言語処理 | コンピュータ上で言語を処理できる | デジタルフォレンジック |
| 推論 | 新しい知識を生む | 推論エキスパートシステム |
| 探索 | 解を見つける | 将棋・囲碁ゲームソフト（単独動作） |
| ベイズ理論 | 事実から原因を推論 | 検索エンジン |
| ゲーム理論 | 最適な解を見つける | 警備の配置 |
| 機械学習 | 未知のパターンを発見 | 異常検知 |
| エキスパートシステム | 専門的な意思決定 | 内科診断 |
| パターン認識 | パターンを認識する | 画像認識、音声認識、文字認識 |

(17/9/8 MM総研レポート“AIの技術概況と日本が残る道”より引用)

構成する技法は、統計確率論/ゲーム理論/シミュレーション/エキスパートシステム、そしてニューラルネットワークだが、実際には複数の技法を組み合わせている場合が多い。

② マーケット規模

最新の調査会社のAIの売上実績および予測は、各社のAIの定義によって著しく差異がある。

| 調査会社 | 対象領域 | 17年実績 | 18年～20年 成長率 | 20年見込み |
|---------------------------|---|-----------------|----------------|---------|
| MM総研 M&Dレポート 18/12号 | 広義のAI全般 | 2,568億円 | +9%成長/年 | 3,332億円 |
| アイ・ティ・アール 18/12 | 主としてDNN (画像認識、音声認識/合成、 言語解析、検索・探索) | 116億円 | +35.6%成長/年 | 289億円 |
| IDC Japn18/5 | コグニティブ/AIシステム市場 (自然言語処理、言語解析、機械学習を利用した 応用アプリ (Fintech、チャットボットなど)) | 275億円 (含むHW) | +60.7%成長/年 | 1,126億円 |

2017年においては広義のAIの売上に比べ、DNNやコグニティブ関連の売上は圧倒的に少ないことが分かる。

2018年以降はDNNとその周辺技術(コグニティブや機械学習)の伸長率が非常に高く、DNNは今後もっとも注目されるべき技術/手法であり、第三次AIブームの主演で有り続けるだろう。ただし、2018年のガートナー・ハイプサイクルでは、米国のDNNは過度な期待のピーク期でこれから幻滅期に入り、主流になるのは2～5年先と予測した。

日本の人工知能は幻滅期に入り、主流になるのは5～10年先と予測している。(DNNと人工知能の違いは説明無し)

5.3 通信白書からAIの将来性を読み解く

① AI導入事例と効果

H30年の総務省情報通信白書では、“言語と概念の紐づけ”といった遠い将来予測はやめ、広義のAIの効用を遡及している。更に導入事例や各種アンケート調査を実施しており、AIの実態を把握するのに有効である。

| 導入目的 | 導入事例 | 導入効果 |
|--------|---|--|
| 業務の自動化 | <ul style="list-style-type: none"> ・画像認識による自動ピッキング、品質管理 ・チャットボットによる自動応答 ・与信審査の自動化 ・記事作成の自動化 ・アンケートの自動振り分け ・議事録の自動作成 | <ul style="list-style-type: none"> ・作業時間の短縮ないしは一人当たり処理量の向上 ・熟練者のノウハウ継承 ・人間の正確さを超えた処理(画像認証の正確性等) |

| | | |
|----------|---|---|
| 可視化、分析 | <ul style="list-style-type: none"> ・画像診断 ・大量文書分析（電子カルテ分析、論文・特許分析） ・好みの推奨（レコメンデーション） ・需要予測 ・デジタル・フォレンジック ・セキュリティ対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・作業時間の短縮ないしは一人当たり処理量の向上 ・人間の正確さを超えた処理（需要予測等） ・人間が扱えない大量データ（ビッグデータ）の処理（大量文書解析やデジタル・フォレンジック等） |
| その他、業務支援 | <ul style="list-style-type: none"> ・コールセンターにおける回答事例提示 ・文書検索 ・通訳・翻訳 | <ul style="list-style-type: none"> ・作業時間の短縮ないしは一人当たり処理量の向上 ・熟練者のノウハウ継承 |

②ビジネス分野における適用領域

☆有識者アンケートにおけるAIによる自動化の要望（対象は企業）

| | | 日本 (n=684) | アメリカ (n=565) |
|-------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| 定型業務 | 定型的な一般事務（例：伝票入力、請求書等の定型文書作成） | 40.1 | 32 |
| | 定型的な会計事務（例：経費申請のチェック、計算） | 34.8 | 31 |
| | 簡単な手作業の生産工程（例：単純加工、単純組立） | 29.7 | 31 |
| | 受付業務 | 22.2 | 14.5 |
| | 顧客や外部からの問い合わせ対応 | 18.1 | 13.9 |
| | その他の定型業務 | 9.4 | 11.2 |
| 非定型業務 | 定型業務以外の事務作業（例：顧客別の営業資料作成） | 9.4 | 20.8 |
| | 複雑な手作業の生産工程（例：カスタマイズされた製品の加工） | 8.9 | 12.9 |
| | 営業 | 4.5 | 10.9 |
| | 研究・分析・設計 | 16.1 | 21.5 |
| | 販売・サービス提供 | 8.8 | 11.6 |
| | コンサルティング | 5.7 | 8.9 |
| | その他の非定型作業 | 2.9 | 9.6 |
| 特になし | 32.6 | 25.7 | |

※他国と回答を合わせるため、日本の回答は70代の人を除いた。※対象は企業活動とする

※有識者に限定して集計した（有権者の定義不明）

出典）総務省「ICTによるインクルージョンの実現に関する調査研究（2018）」

→チャットボット、ロボット、知識エキスパートを除けば、DNNよりも今流行りのRPAの要望が大きい。

③将来のAI利活用分野

☆AIの利活用が望ましい分野（対象は社会全般、アンケート対象者は不明）

| | |
|--|-------|
| 生体情報や生活習慣、病歴、遺伝等と連動した、健康状態や病気発症の予兆の高度な診断 | 81.5% |
| 路線バスやタクシー等の高度な自動運転 | 81.5% |
| 渋滞情報や患者受入可能な診療科情報等と連動した緊急車両の最適搬送ルートの高設定 | 77.8% |

| | |
|--|-------|
| 道路や鉄道などの混雑状況等と連動した、交通手段間での高度な利用者融通や増発対応 | 74.1% |
| 監視カメラ映像や不審者目撃情報等と連動した、犯罪発生の予兆の高度な分析 | 70.4% |
| 高度かつリアルタイムの需要予測や製造管理等によるサプライチェーンの最適化 | 66.7% |
| 未知のサイバー攻撃や内部犯行等の不正アクセスや不正送金などの金融犯罪の高度な検知 | 66.7% |
| 高度な意味理解や感情認識等によるコンピュータと人間の対話の高度化 | 48.1% |
| 利用者の嗜好やメールの履歴、発信元等と連動した、迷惑メールの高度かつ自動的な削除 | 44.4% |
| 市場の値動き等と連動した、金融資産の高度かつ自動的な運用による利回りの最大化 | 37.0% |
| 信用供与先の財務状況等と連動した、最適な融資額の算定による貸倒れ損失の回避 | 37.0% |

(出展) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)

一般社会においては、交通／物流の利便性(含む自動運転)、医療分野、犯罪防止/セキュリティ強化、Fintechの各領域において、AIの利活用が増えていくに違いない。

またAI内蔵型ロボットは、あらゆる分野でヒトの手助けになるはずだ。

企業においては、AIによるヒトの目口耳の機能の高度化が益々図られる。

目に関しては、入出退管理、不良品検出、作業手順の標準化、手書き文字のデジタル化等に活用されていく。

口耳に関しては、チャットボット、音声文字変換による議事録作成/サマライズ、自動翻訳、複数言語間の同時通訳に活用されていく。

また大量の文書/文献検索、ネットからのデータ収集による評判分析やレコメンドの領域は、AIなしでは機能しなくなるであろう。

ビッグデータを活用したBI(Business Intelligence)領域では、DNNと統計確率が融合されて、益々マーケティングや需要予測の精度向上に貢献していくはずだ。

④言語と概念の紐づけ(シンボルグラウンディング問題)

現在想定できるAIの近未来の利活用領域をドラスティックに超えていくには、AIが言語を通じた知識の自律習得が必要になるが、現在のDNNでは解決できない課題であり、きっと全く異なる手法が必要になると感じる。

まず第一歩はシンボルグラウンディング問題をクリアすることだ。

シンボルグラウンディング問題とは、記号(シンボル)とその対象をいかにして結びつけるという問題で、どの文献でもシマウマが出てくる。

人はウマさえ知っていれば、シマウマはシマのあるウマとの推測がつき、シマウマの写真を初めてみてもシマウマと思うが、コンピュータはウマとシマを結びつけることが出来ない。

この問題を解決するためには、ヒトの記憶方式と記憶の結び付け方の解明が必要になるだろう。

最近、脳科学は著しく発展し最新の研究では、記憶は海馬内の電気信号の回路であると考えられている。

そして一つの回路に一つの記憶が対応するというものだ。

ただし何故、回路=記憶なのかは謎のままでいまだ全く解明されておらず、将来解明される可能性も不明なままである。

コンピュータによる知識の自律学習は、永遠の課題かも知れない。

<参考文献>

- ・伊庭斉志 “人工知能と人工生命の基礎”（オーム社）2013年
- ・伊庭斉志 “進化計算と深層学習 創発する知能”（オーム社）2015年
- ・MM総研レポート “A I の技術概況と日本が残る道” 2017年
- ・池谷裕二 “脳と心のしくみ”（新星出版社） 2015年
- ・NHKスペシャル人体（人体取材班編集）（東京書籍） 2018年
- ・羽生善治 “人工知能の核心”（NHK 出版新書） 2017年
- ・渡辺美智子 “今日から役立つ統計学（ナツメ社） 2016年
- ・総務省情報通信白書 2016年／2018年
- ・総務省「ICTによるインクルージョンの実現に関する調査研究」 2018年
- ・総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」 2016年
- ・情報処理推進機構（IPA）“A I 白書” 2017年
- ・産総研・麻生英樹 “シンボル・グラウンディングあるいは記号の創出に向けて” 2018年

〔論文・レポート〕

DX(デジタルトランスフォーメーション)化とAIに関する一考察

～10の9 乗秒しか生きられない人間は何を学ぶべきか～

AI デジタル研究所

研究員 田邊 康雄

はじめに

2021年もコロナ禍によるパンデミックの中で終ろうとしている。世間はいくらか落ち着きを取り戻しているが、この2年に及ぶ出来事は多くの人々に、これからは以前とは異なる時代が来ることを予感させているはずだ。とりわけICTの世界ではビジネス活動への影響はもとより、特にデジタル化の接点ともいべきカスタマーレベルのユーザーインターフェース、つまり日々の生活の中でテレワークを強いられたり、自宅でオンライン教育が行われたりといったことにより、誰もがICTを活用しなければこの先大きな影響が出てくることを実感したのではないだろうか。

また、ICT関連のメディアでは『DX（デジタルトランスフォーメーション、以下DX）』という言葉が聞かない日はないほど、この話題で溢れかえっている。DXについては、コロナ禍発生以前からすべての企業に対して大きくクローズアップされてきた課題だが、デジタル化を包含するこの問題が、ここにきてより真剣かつ緊急に取組まなければならないものに変化した。そこで今回は、まずこの激変する時代の流れを背景に、日本でのDX化課題の変遷と先進事例紹介を行う。次に、DX化の最重要課題であるDX人材育成及びその中核技術であるAI教育の在り方を考えてみたい。

1. DXとは何か

(1)「2025年の崖」問題

経済産業省が平成30年9月7日に発表した『DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～』は、多くの企業に衝撃を与えた。「2025年の崖」という言葉は、日本のITベンダーにとってそれ以降様々な顧客対応の場面で、議論を余儀なくさせる話題となった。このレポートの詳細については、参考文献に譲るが、まずレポートの中にあったDXの定義を以下に示す。

DXに関しては多くの論文や報告書等でも解説されているが、中でも、IT専門調査会社のIDC Japan 株式会社は、DXを次のように定義している。 ※

“企業が外部エコシステム（顧客、市場）の破壊的な変化に対応しつつ、内部エコシステム（組織、文化、従業員）の変革を牽引しながら、**第3のプラットフォーム**（クラウド、モビリティ、ビッグデータ／アナリティクス、ソーシャル技術）を利用して、**新しい製品やサービス、新しいビジネス・モデルを通して**、ネットとリアルの両面での顧客エクスペリエンスの変革を図ることで価値を創出し、**競争上の優位性を確立すること**”

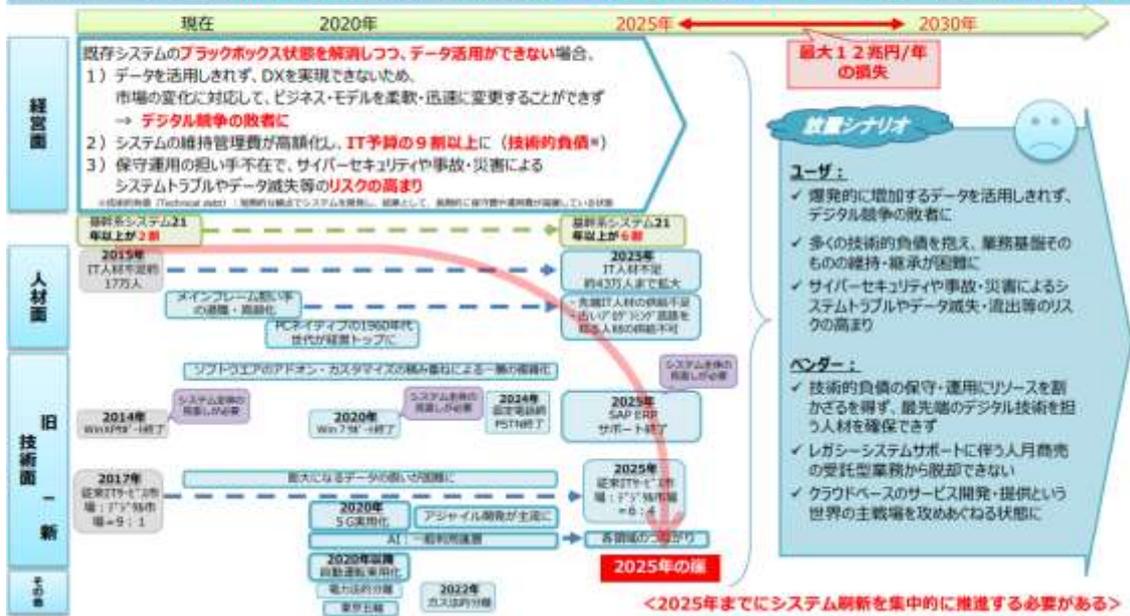
難解な定義であり、よく言葉の意味を理解した上で自社の現状に突き合わせる必要があるのだが、さらにこのレポートには「2025年の崖」を踏みはずして、それに対応できない場合にどうなるかをたものが付与されている。おそらく多くの経営者や経営企画部門のスタッフは、まずこの図を見て、自社の立ち位置やどんな施策を打つべきかを検討したはずだ。

2025年の崖

多くの経営者が、将来の成長、競争力強化のために、新たなデジタル技術を活用して新たなビジネス・モデルを創出・柔軟に改変するデジタル・トランスフォーメーション（＝DX）の必要性について理解しているが…

- 既存システムが、事業部門ごとに構築されて、全社横断的なデータ活用ができなかったり、過剰なカスタマイズがなされているなどにより、複雑化・ブラックボックス化
- 経営者がDXを望んでも、データ活用のために上記のような既存システムの問題を解決し、そのためには業務自体の見直しも求められる中（＝経営改革そのもの）、現場サイトの抵抗も大きく、いかにこれを実行するかが課題となっている

→この課題を克服できない場合、DXが実現できないのみでなく、2025年以降、**最大12兆円/年（現在の約3倍）の経済損失**が生じる可能性（2025年の崖）。



さすがに大企業の中では（特に金融メガバンクなどは）すでにこの対応を完了しているところが多い。一方、中小企業では、これから対応を検討する、または現在検討中が殆どであるが、調べてみるとすでに対応を終えた企業も存在しており、こうした企業の多くは若手経営者が中核となって対策を施している。彼らは、自ら中心となって采配を振るい（場合によってはAIの構築まで行い）改革を実現している。（これらについては後述する）

(2) コロナ禍で「2025年の崖」を待てない事態に



さて、日本のDXは果たしてどの程度実現されているのか。経済産業省では、先のDXレポート公開後に各企業のDX化実施状況を計測するため2019年7月に「DX推進指標」を策定した。これをもとに各企業の実施状況を分析したが、多くの企業で「2025年の崖」とDXの遅れに対する危機感は示していたが想像以上にDXへの取組が遅れて

いた。すなわち、約95%の企業はDXにまったく取り組んでいないレベルにあるか、DXの散発的な実施に留まっているに過ぎない段階にあった。2020年はコロナ禍だったので、DX化進展を期待をしたが、大きな状況の改善は見られなかった。(図は経済産業省『DXレポート2(中間取りまとめ)』令和2年12月28日発表本文より抜粋) この調査は、大企業を中心に行われたものなので、日本の企業の中核となっている中小企業ではさらに深刻な結果が予想される。大企業の中は、規模が大きいためにシステムの老朽化や複雑化が発生していることが予想される。システムのメンテナンスが頻繁に発生し、本格的にシステム全体を見直して再構築する機会が見いだせずに来てしまったというケースもあるはずだ。しかし、一言でいえば「2025年の崖」問題解決などを待つことなく、まさに今すぐ各企業がDX化を始めなければならない程に事態は深刻化したと考えられる。

(3) DX化とデジタル化、どこから進めるか

このため経済産業省を中心として『DXレポート2(中間取りまとめ)』では、次の3つのアクション・プランを示し、企業の即時対応を求めている。

①直ちに(超短期)~コロナ禍の事業継続を通じたDXのファーストステップ~

製品・サービス活用による事業継続・DXのファーストステップ
DXの認知・理解

②短期~本格的なDXを進めるための体制整備とDXの実践~

DX推進体制の整備
DX戦略の策定
DX推進状況の把握

③中長期~デジタル企業へ”迅速に変わりつづける能力”の獲得~

産業変革のさらなる加速

デジタルプラットフォームの形成

DX人材の確保

詳細は資料に譲るが、例えば①の「DXの認知・理解」として次の図が掲載されていた。

DXには異なる3つの段階が存在しており、それぞれにアクション設計が必要



であり、DX化を「デジタル化」と混同してはいけないということである。この3つのステップは順に行う必要はなく同時に進めても構わないが、とにかく「直ちに」手を付けることが必要だということである。

しかし一方で、あまり悲観的にこうした事態を考えても仕方がない。これから紹介する中小企業の事例では、問題点を分析してシステムの全面的な再構築や最新技術を活用したりリニューアルを軽々と行っているものがある。各事例に共通しているのは、①経営者が若手で自ら率先して改革に取り組んでいること、②最新の技術をメーカーと協力しながら積極的に取入れていること、③顧客の要望や満足度を十分に考慮しながら改革を進め、不都合があれば早期に修正・改善を行っていること、等が挙げられる。そのためこうした中小企業のDX化成功事例は各企業にとってとても参考になるのではないだろうか。

2. DX事例紹介

今回は、いずれもサービス業の事例である。中小企業の事例ではあるが、改革の中に先に示したアクション・プラン実践が散りばめられていることは、驚くばかりである。

(1) 旅館業の改革 鶴巻温泉 元湯 陣屋 (株式会社陣屋)



【概要】

小田急線で新宿から約 1 時間の鶴巻温泉駅近くに建つ大正七年創業の老舗旅館である。

鎌倉幕府四天王 和田義盛公別邸跡に建てられた 1 万坪を越す庭園を持つ由緒ある旅館であり、20 の客室とレストラン・宴会場・結婚式場など 6 つの会場を持ち、小規模ながらも鶴巻という地で長く営業を続けてきた。ところが、2009 年に突然オーナーが他界したことやリーマンショック後の売上低迷により大赤字（10 億円）を抱え、旅館存続の危機を迎えることになってしまった。そこで、30 代の息子夫婦がこの旅館建直しをまかされた訳だが、その際に後述するように非常に先進的な ICT 技術を取入れ、旅館従業員と共にそれを使いこなし、2011 年には見事に黒字化に転換し、2018 年には売上高が 6 億 1400 万円という継承時点からの倍増を成し遂げた事例である。中小企業の ICT 活用事例として著名なものであり、中小企業白書等の掲載やマスコミにも数多く取上げられ、2018 年には総務省から優れたサービスを提供した事業者を対象とする「日本サービス大賞」の総務大臣賞を受賞している。

【DXとしての評価ポイント】

ここでは、DX というデジタル化推進を経営者がどのような観点や考え方で進めていったのかという点から評価してみる。

・12 年前に先進的な ICT システムを選択したこと

まず驚かされるのは 2009 年という時点で、「クラウドシステム」を導入すること

を決断していることだ。この旅館で導入したのは、セールスフォース・ドットコム社のCRM（顧客管理システム）である。今では世界 No.1 の CRM 提供会社になっているセールスフォース・ドットコム社だが、この当時は「クラウドシステム」のセキュリティに対する不安が強く、この会社自体がこれほど成長するとみる人間はそう多くはなかったと思う。（ちなみに、大企業の中では2007年に旧郵政省の顧客管理システムに日本側の応札を退けセールスフォース・ドットコム社が導入され、衝撃を受けたことを私も記憶している。）それにしても従業員がアルバイトも含めて100名足らずの会社である。そこで、一言でいえば自社でサーバーを持つのではなく、サーバーやその上に乗るCRMシステム自体も含めて月額利用で借用していくという考え方を採用し、利用者側（旅館側）は、PCだけでなくiPadやスマートフォンの利用をメインとする仕事方式への大変革を行ったということになる。

• 経営者と従業員の強い結びつき

こうした動きに対して、当然従来からこの旅館に勤務していた従業員から強い反発が出たが、そもそも作業分担が細かすぎて、従業員数が多すぎると最初から見抜いていた30代の若き経営者は、次々と改革案に着手するとともに、従業員一人一人との対話を重ねていった。「スモールスタートアップ」、小さく始めて失敗であれば修正していくというやり方を繰り返し、従業員にも「マルチタスク化」を依頼していった。さらに、離職率削減のため、旅館としてはとても珍しい週休3日制を2016年から取入れていった。このおかげで3割を超えていた離職率が3%にまで減ったという。同時に人員数も当初の120名（アルバイト含む）から40名程度まで削減された。

• プラットフォームの形成

もう一つ素晴らしいと感じたことは、この旅館で開発したシステム「陣屋コネクト」を2012年から外販利用に向けたことである。現在は、旅館のほかにもホテルやレストランなど全国400の施設で利用されているという。これこそ旅館業の中から生まれた、「旅館プラットフォーム」である。さらに、2016年には「宿屋EXPO」という旅館同士のネットワーク（これもプラットフォーム化）も開始させている。「資本関係のない旅館やホテルが緩やかに連携することを目指す」もので、食材の共同調達、人材の融通、技術交流などを行って大手のホテルチェーンなどに対抗していこうとするものである。

• 経営者の思考方法

とにかく考え方が柔軟で、すぐに実行を開始していく。跡継ぎの夫婦二人は夫がそれまでホンダで開発を担当していた技術者であり、妻は一般の企業に営業補助職として勤めていた女性である。全く旅館業には素人だったからこそ、客観的にこの旅館経営の問題点が見えたのだと思う。社長の宮崎富夫氏はホンダで培った技術者精神を活用して本当に重要なものは、他社にまかせることなく自社で独自開発する姿勢を貫いていった。一番従業員や顧客と身近に接する女将である宮崎知子氏は、とにかく陣屋コネクトの社

内普及活動とワークスタイル変革に力を注いできた。「やるべきことを10年間続けてきた」と言い切っている。そして「それは今後も引き続き進進めていかなければならない。情報共有の徹底として、様々なICT機器を自由に使えるようにしてSNS活用も進めた。しかし、ICTはあくまでも道具であると認識して、常にシステムやオペレーションの改善を模索しながら工夫して10年が過ぎた」と述べている。現在、多くの会社で実施が推進されている「働き方改革」をこれほど前から本質的な部分（なぜ改革が必要で、何を改革すべきかを明確に認識して行動に出る）を深く理解した上で進めてきたからこそ成功が得られたのだと思う。陣屋コネクトだけでは、現在のクラウドを含めたIoTにあたる部分しか実現できなかったが、それをプラットフォーム化することによってこれまで以上のビッグデータの蓄積と、AIの活用が可能になっているはずである。当初そこまで先を読んでいたかどうかはわからないが、実に目の付け所の良さと軽快な行動が際立っている事例だと思う。

（2）老舗飲食・小売店が「勘」ではなく「データ」で生産性向上 有限会社あびや



【概要】

三重県伊勢市の伊勢神宮近くで1912年に創業した「伊勢あびや／あびや商店」が、2017年に伊勢神宮の式年遷宮をきっかけに代替わり（専務が新社長になった）を行って、徹底的なビジネス改革を実施した。この事例の技術的な特徴は、非常に高度なAI予測技術を実現して、それを店の運営で活躍させていることである。この店のシステムは、クラウド（マイクロソフト社）を土台に、社長自らもプログラミング開発に参加した「来客予測AI」と、監視カメラと交通量調査システムを活用した「画像解析

AI」で構成されている。このシステム導入によって、「予測的中率90%超」を実現し、導入前後で売上5倍、利益率10倍、平均給与+5万円アップを達成した。今から数年前の出来事であり、これは無理だったが先の東京オリンピックによるインバウンド需要への対応も当然視野にいた改善を進めたことが予想される。この事例も数多くのマスコミ取材が行われ、2018年中小企業庁「はばたく中小企業・小規模事業者300社」に選出されている。2019年には「陣屋」と同様に「日本サービス大賞」地方創成大臣賞を受賞している。

また、この店のブランディングデザインに対しては、2017年度グッドデザイン賞が贈られている。

【DXとしての評価ポイント】

先の事例同様に、この会社の経営者がどのような考え方で改革を進めたかを評価してみたい。

・マーケティング戦略、先進技術導入に対する迷いのなさ

先の例もそうだったが、この有限会社も代替わりで新たな世代（30代）が経営を行うことになった。新しい経営者は、もともとIT会社（ソフトバンク社）でプロジェクト開発を行い、ちょうどプロジェクトが一段落したときに、代替わりの話が舞い込んできたようだ。そして、初めて店の実態を詳しく見ることになったが、彼は「ものすごく時代遅れなお店だったことが、おもしろい」と感じたという。「伊勢という知名度、マーケットの規模感、エリアの経済規模から考えて、商品開発やデザイン、マーケティングコミュニケーションを含めたノウハウ、そしてITのソリューションをぶち込んで“改革”すれば『イける』と思ったんです。商店街そのものにも、ものすごいポテンシャルを感じました。『このお店が盛り上がれば、この商店街、そして伊勢全体が盛り上がる』、そう感じたんです。」と語っている。IT会社で技術の動向を把握していたこともあり、非常に動きが素早く、クラウドの導入（マイクロソフト社）やその関連でマイクロソフト社と連携しながら、しかも独自性を出せるように自社開発を進めている。陣屋の場合もそうだが、ITベンダーへの丸投げは決して行っておらず、適切な距離を置いて「ウイン・ウイン」の関係を築いている点が素晴らしいと思う。

・システム部門の分社化によるシステム外販開発の開始

この会社ではAI導入後1年足らずの2018年6月にシステム部門を独立して（株）EBI LABを設立した。店の2階がこの会社の場所になっている。外販メニューは、店舗向けのBI（経営分析）ツールの開発、サービス業向けIoTツール開発／販売、店舗向け画像解析AIツール販売、機械学習による来客予測／自動発注の開発販売等である。これらは、すでに爰びやの中で使い込まれたシステムをカスタマイズし、クラウドはマイクロソフトを使用することが想定されている。

この考え方は、先程の経営者の言葉を具現化したもので、爰びや本体での開発段階から想定していたものだと思う。これもレストランオペレーション部門での「プラットフォーム

オーム化」である。

・お客様は、“人”であること、AIはあくまでもツール

人でなければできないことは徹底して人が行う。これが、経営者の信念であり、この改革でまず手をつけたのが「従業員の教育」だった。“お客様にサービスの心をもって接する”という感覚の欠如を一掃するために、「お客様へのおもてなしの質」「仕事に関わる従業員・生産者の満足度」の二つを高めたいという考えを浸透させ、AIはあらゆる無駄を排除するためにこそ使う。

「おもてなし」に関しては、例えば、食堂でその日のメニュー注文想定数を把握していることで、お客様に10分以内に料理を提供できる準備ができています。伊勢神宮の参拝時間にも制限がある環境の中で、観光客には非常に大切な“時間”も重要なおもてなし材料となる。また、スタッフの注力が単純作業から対人コミュニケーションにシフトできるので、暑い日にはできるだけ凍ったおしぼりを提供するとか、折り紙を折って渡すとか、お金に換えられない価値の提供が可能になる。究極的には、スタッフが「時間があるのでお客さまに伊勢神宮を案内してきます」と言える世界にしたいとまで言っている。ITの専門家が立ち上げた店なので、どうしてもそこを前面に押し出したくなるのではと想像しがちだが、実は全く異なり地元産業とも協業し、三重の魅力を詰め込んだお店づくりや品揃えを実現し、中小企業庁の言葉を借りれば「伝統の再定義と最先端技術導入による店舗経営」を実現している。DX人材のあるべき姿を考えるととても良いケーススタディを両社とも示している。

さて、中小企業で目覚ましい改革を行った2社を紹介したが、これらはB to C（顧客向けビジネス）を実施している会社だった。これ以外にB to B（会社間ビジネス）でのデジタル変革で成功している会社も多く存在している。（次回、紹介予定）

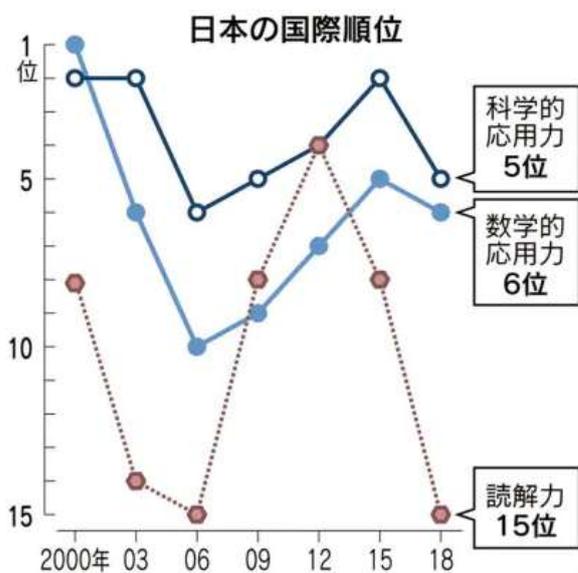
陣屋や柔びやでも同様だが、「How to」を先行するのではなく「Why」「What」をじっくりと考えて改革のプランを具体化しているということがとても重要である。

3. DX化推進の一環として人材教育を考える

前半では、日本でのDX化の現状、その中で特に先進事例として中小企業事例の紹介を行った。この事例紹介で経営者として改革を進めてきた人達は、30代が中心であり、ある程度はICT技術を習得しているがプロミシング技術者ではない。どちらかといえばプロジェクトリーダーを経験してきた人達である。そして、事例の中でも強調したことだが、「ITツールの限界」をよく心得ている。最近のマーケティング戦略では、顧客が商品やサービスに満足するだけでは不十分で、そのサービスや商品に対してどんな「体験」やよい「思い」を持ってくれたか、そして他人にそうした製品やサービスを自ら薦めるレベルにまで変革できているかを真剣に検討している。つまり、「機能的なレベル」から「感覚・感情的なレベル」にまで顧客対応（マーケティング）が進化しなければ、ビジネスに対応できなくなって来ているのだ。当然、その中心にあるのは豊かな

感情を持った人間の存在である。先の成功事例では人間に対する深い感性や感情を持った人の集団が存在していたからこそ、充実した顧客対応が成立していた。ベースになるのはあくまでも広く深い常識を持った人間の存在と彼らの意思決定力だと言える。DX化においては「ビジネスモデル」の策定段階から、システム稼働後の運用フェーズまで、こうした能力を持つDX推進人材の下支えが必ず必要となる。このために各企業では、現有人材の再教育（DX化に向けたAIなどのリテラシー教育）と新規人材（データサイエンティスト、AI運用・開発人材、など）の獲得をどう進めるべきかに頭を悩ませているところと思う。そして、同時に現行の学校教育制度の中でDX人材を育てる教育がどのように行われているかを知ること重要なことと考える。以下では、ここ数年の教育課題の状況とAI教育の進め方について概観してみたい。

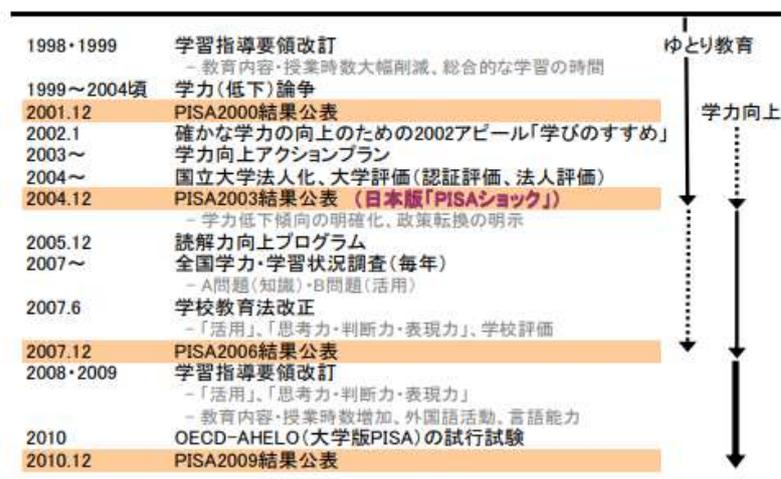
(1) 「PISA2018」の結果が示す必要とされる「教育」



2019年12月3日に経済協力開発機構（OECD）は、世界79カ国・地域の15歳約60万人の生徒を対象に2018年に行った学習到達度調査（PISA）の結果を公表した。日本は「読解力」で15位となり、前回15年調査の8位から大きく後退した。第二の「PISAショック」かと新聞等でも報じられた話題である。日本が読解力で急落した原因について、日経新聞によると「OECDのシュライヒャー教育・スキル局長は『日本の生徒はデジタル時代の

複雑な文章を読むのに慣れていない』とみる。」と書かれていたが、果たしてそれだけの理由なのだろうか。

下の図は「PISAショック」と呼ばれた2003年のPISA結果による教育界への顛末を、京都大学の松下佳代教授がまとめた「教育テスト研究センター CRET シンポジウム 2010.12 報告書」から掲載しているが、「ゆとり教育」から「学力向上教育」への転換と準備はPISAの結果が出る以前から既に水面下で進められていたようだ。松下教授は、2009年のPISA結果を評価して、次のような総括を述べている。「PISA2009では、3つのリテラシーのうち読解の得点だけが有意に上昇し、読解



リテラシーについてはリテラシーの質や情意面でも改善がみられた。「読解力向上」に力を入れてきた教育政策が、こうしたPISA2009の結果につながった可能性は高い。だが、それは下位層を増やすという副作用を伴って達成された結果であること

にも目を向ける必要がある。数学や科学のリテラシーでは読解リテラシーほどの変化はみられないことも考えあわせると、PISAの成績向上を目的としてこれだけ大がかりな政策転換を行った割に、得られた成果は限定的であるともいえるのである。下線部は、私が引いたものだが、思わず考えさせられるコメントだ。そして今回の結果が出てきたわけである。文科省は、PISA2018に対して文科大臣コメントとして、「読解力」が2015年度よりさらに低下し、低得点層が拡大したことを認め、児童生徒の学力向上にむけた対策を示している。(令和元年12月3日)

- ・ 来年度からの新学習指導要領の着実な実施により、主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善や、言語能力、情報活用能力育成のための指導の充実
- ・ 学校における一人一台のコンピュータの実現等のICT環境の整備と効果的な活用
- ・ 幼児期から高等教育段階までの教育の無償化・負担軽減等による格差縮小に向けた質の高い教育機会の提供

この中で私は、2点目にある「一人一台のコンピュータの実現」という部分が今回のコロナ禍においてどれだけ「効果的に活用された」かが気懸りである。学校で学生に教育を行う際に、読解力低下問題の根幹にあるのは、情報操作系のリテラシー教育(PC操作)をどのように行うかではなく、どれだけ豊かなコンテンツを教師側が準備し、コンテクトを整備した上で、学生と授業を進めながら繰り返しコンテンツの見直しを図っていくことである。「ツールやICT機器が使えるかではなく、それをどんな問題にどのように適合させて解決策を見つけていくか」こそが重要だと思う。社会人になれば

プレゼンテーション自体が、必須の作業であり、例えば営業部門では顧客の課題を整理し、問題点を分析した上で、解決策を提示し客先でプレゼンテーションし、成約を勝ち取ることを目指す。技術部門でも何を研究課題としていくか、例えばそのための予算獲得を目指してプレゼンテーションが行われる。従って、どんな仕事であれ、こうした意思表示の場は存在しており、その場でどれだけ適切な意見や具体策を提示できるかが重要になるはずだ。現在の学生の持つ「強み」は、スマートフォン等の普及も大きく影響してインターネット操作を容易に行えることである。一方、「弱み」としては、コミュニケーション能力の不足がある。例えば、プレゼンテーションでどんな主張を行うべきかという全体的なシナリオ作成が不得意だったり、グループ学習などで意見の相違をどう調整していくか等の経験が不足している。これはこれまで、こうした観点での教育と経験が不足しているのである。そこで、ここでこそICT環境を活用して何度も課題解決学習を繰り返し、誰でもイニシアティブを取れるようなスキルを身に付けていくことが本筋になると思う。PISAの議論で出てきた、「読解力」とは、例えば「意見の相違を認めたり」「情報の真偽を確かめたり」しながら、「全体のシナリオを組立て」ていくコミュニケーション能力を別の観点から言っているのではないか。そしてこれをよりスキルレベルで重層化していくことがAIを前提としたデジタル社会では必要になってくるはずだ。

(2) AIについての考え方（教育的な側面）

最近AIの具体的な活用が急速に進歩している。医療技術分野での画像解析等では、特定の悪性腫瘍の発見においては90%を超す予測を可能にして医療技術者に貢献している。

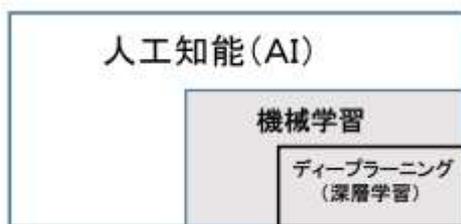
このような目覚ましい進化を遂げつつあるAIのことを、一般的に「人工知能」と日本語で表現しているが、「AI」自身の言葉の定義が存在していないことをご存知だろうか。総務省は、平成28年度の情報通信白書の中で、これを正直に認めて次のように説明している。

『人工知能(AI)は、大まかには「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と説明されているものの、その定義は研究者によって異なっている状況にある。その背景として、まず「そもそも『知性』や『知能』自体の定義がない」ことから、人工的な知能を定義することもまた困難である事情が指摘される。』

AIは「Artificial Intelligence」の略語であり、総務省は「知能(Intelligence)」の部分の問題にしている。これは、脳科学の進展状況から考えるとその通りであり、これから定義が定まる可能性も出てきているが、私は日本語で「人工」と訳している「Artificial」の方も大きな問題があると考えている。語源であるラテン語「artificialis」から考えると、この言葉は「skill」と「art」が結びついた言葉と理解すべきで、「リベラル・アーツ」に近い言葉と考えるべきものなのである。

「リベラル・アーツ」は、ギリシャ・ローマ時代に源流を持ち、Wikipediaによると「人が持つ必要がある技芸（実践的な知識・学問）の基本」と見なされた自由七科のことである。具体的には文法学・修辞学・論理学の3学、および算術・幾何（幾何学、図形の学問）・天文学・音楽の4科のこと。」を指す。「リベラル・アーツ」という言葉は、最近では大学の学部名にしたりすることも多いが、どちらかというところグローバルということが強調される傾向にある。しかし、私はいわゆる「理系」「文系」の区別をつけずに学問を学んでいくことと捉えたい。どちらの学問も等しく重要で、区別ができないということだ。なぜならば、そうした知性もしくは知能を磨いていかなければ、今後の科学技術のベースとなるAIの発展が図られなくなるからである。

【データサイエンティストの仕事（データサイエンティストはセクシーである）】



やや旧聞になるが、この言葉は、米『ハーバード・ビジネス』2012年10月号に記載された文章からの引用で、ビッグデータという膨大なデータを分析し、データから新たな知見を見出す職業が日本でも非常に注目され、もてはやされている。

図に示すように、AIといっても様々な学習方式があり、現在最も注目を集めているのが機械学習の中に含まれる深層学習（ディープラーニング）である。AIの考え方は、これまで科学者が行ってきた「仮説」をまず決め、それを実際のデータで検証していくという「仮説駆動型」のアプローチを、全く異なるアプローチ「データ駆動型」に変換したといわれている。膨大に存在するデータを分析して、その中からルールを見つけ出して適合するモデルを作り上げていく方式である。この試行錯誤を繰り返しながら決定していく仕事の中心を担う役割がデータサイエンティストに割り当てられており、対象となる領域は実に様々である。現在は画像認識や音声認識の分野で深層学習が非常に能力を発揮しつつあるので、先にも書いたように医療分野や一部のコールセンターでの顧客対応補助としての使用が活発化されている。日本でも、今後は農業、漁業、運輸、製造、保険、等の領域へ対象が拡大することが予定されており、それぞれの分野でデータサイエンティストが必須の仕事となってくる。このような大きな期待と責任を持つデータサイエンティストがどのような勉強をして能力を鍛えていくべきかを考えてみたい。

次の図はデータサイエンティスト協会が社会人及び学生を対象にして、データサイエンティスト育成の教育プランをまとめたものだが、上の図にある「ビジネス力」と書かれた能力が実は非常に重要であると私は考える。

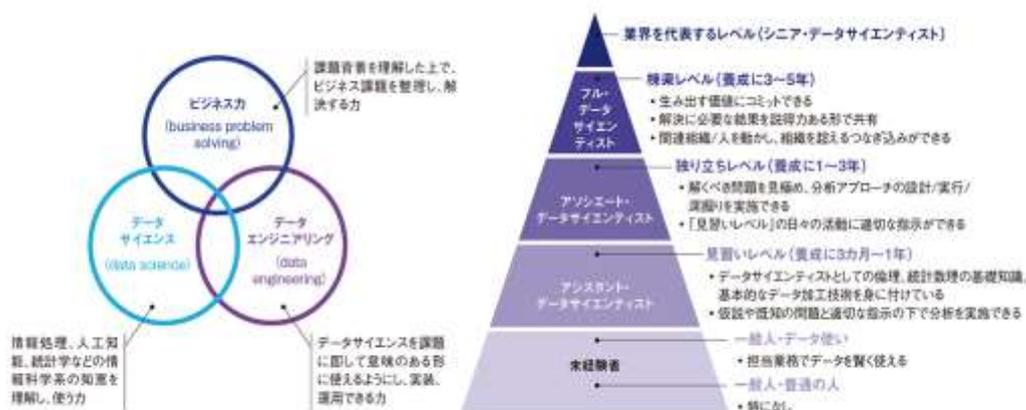
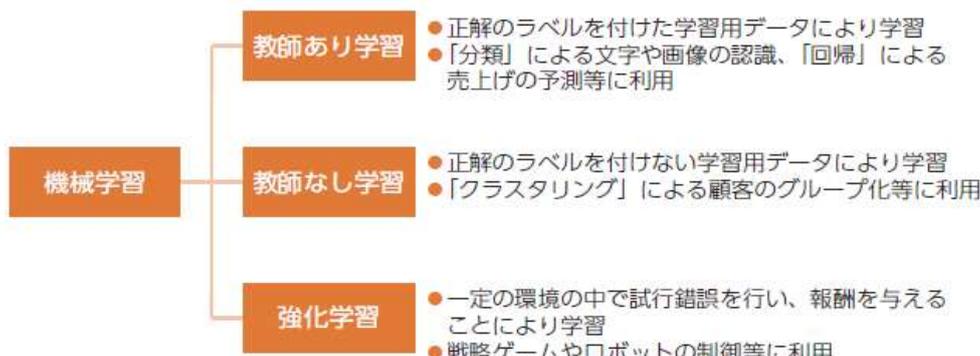


図1 データサイエンティストに必要な能力とスキルレベル
データを扱うための能力の他に、実際に適用する上で必要なコミュニケーション能力「ビジネス力」が必要とされる。(注) データサイエンティストのスキルレベルは4段階で整理している。(出所) データサイエンティスト協会、NDC

データサイエンスやそれに伴う技術革新は日々進化しており、しかも一般的にそれらの技術や手法は殆ど全てオープン化されているので、やる気があり着実に努力していれば、技術動向を捉えてより先端的な技術を学ぶことは可能である。社会人や学生であっても一定の能力さえあれば先進的なスキル習得の流れに参加することができるし、実際にそうした人々を増やすことがDX人材育成に直結するはずだ。しかし、特に学生でデータサイエンティストを志望する人間は、「ビジネス力」という言葉に当惑するはずだ。実業務の知識とコミュニケーション能力が、必要だと言われている。職務経験年数や対象とした顧客数のことを言われると全く太刀打ちできない。経験を重ねることの意義はもちろん否定しないが、そのための共通的な基盤がどんなコンテンツを含み、何故それが必要なのかを学生のうちにできるだけ勉強しておくことが必要になるはずだ。このコンテンツの探究という勉強は学生時代に終わるものではなく、その後も引き続き必要となるものである。私は、ここにこそ、「リベラル・アーツ」を学ぶ価値があると考える。

【AI 技術進歩をどう捉えるか 『Google の猫』の意義】



これらのほか、教師あり学習と教師なし学習を組み合わせた「半教師あり学習」もある

深層学習（ディープ・ラーニング）を一躍有名にし、この学習法の有効性を万人に明らかにした『Google の猫』と名付けられた事例がある。

Google 社が、2012年に自社の管理する YouTube の動画から、1,000万枚に及ぶ画像を選び、それを入力データとしてAIを使い「猫の画像」を識別したと発表したことである。

これによって現在の第3次AIブームが起きたといわれているが、この深層学習は脳神経細胞の構造をモデル化した「ニューラルネットワーク」を用いて行われている。カナダのトロント大学の教授である、ジェフリー・ヒントンがその開発の中心人物と言われ、現在でも活発な活動を行っているが、彼があるブログに次のような発言をしていることを知り、私は興味を持つとともにその発想法に感心した。

「脳のシナプスは10の14乗個あるが、人は10の9乗秒しか生きられない。サンプル数よりパラメータ数の方がずっと多いことになる。（これらのシナプスの重みを決定するためには）1秒あたり10の5乗個の制約が必要となり、多くの教師なし学習をしているとの考えに行き着く」

これは、機械学習の種類に上の3種類あり、その中で特に、「教師なし学習」の重要性を訴えた記述の一部である。「教師なし学習」が今後のAI技術の中心になることは多くの学者が認めていることだが、それを説明する一節にこの言葉があった。私はまず、脳のシナプス数と人間の生存時間を10の階乗というデメンションを合わせた数字で表現していることに驚かされた。純粹に計算してみると、実はこの3倍近く人間は生きるが、人間の記憶情報の入れ替わり（彼は tabula rasa と書いている）を意識しての表現らしい。こうした表現を見せられると、こんな発想をする人がどんな研究しているか興味を持つ人も少なからずいるのではないだろうか。

ちなみに、Googleの猫も教師なし学習で猫画像等を認識したものだ。

これとは、異なるが最近の、海外の物理学者などが、一般の読者向けに学問的なレベルをできるだけ落とさずに書いた本が、非常に面白い。内容や表現もそうだが、その著者が身に付けている知識の幅が非常に広いのである。（例えば、カルロ・ロベッリの書いた“時間は存在しない”の各章の冒頭はホラティウスの『歌集』の一節をとっているように）所謂、専門に偏った感じがしない。こうした知識は幼少期からの様々な分野にわたる学習の繰り返しによって身に付けられたものだし、その後も興味を持って本職とは別の分野の勉強や読書などを行った成果だと思う。

最後に（DX化、AI学習に寄せて）

さて、大きくDXの日本での進展状況（先進中小企業事例の紹介）とDX人材が必要とする学習能力（PISA2018の結果も踏まえて）の検討を行ってきたが、最後に

少子高齢化が先進技術国で最速で進む日本でDX化をいかに進めるべきかを確認してまとめたい。

・「How to」を先行ではなく「Why」「What」を重点にした改革を行う

DX事例のところで述べたことだが、ツールの利用方法や運用に注意が向き過ぎると、肝心のコンテンツ（どうしてそれを行うか、なぜそれが必要なのか）があいまいになってしまう。何を本来行うべきかが分からなくなってしまう。ICT技術は変化が激しいので、ある程度はAIによってカバーすることはできるが、あくまでも人間が中心であることに変わりはない。また、AIの部分でも述べたが、これからはデータを使って予測モデルを立てることが普通になる。これまでの仮説検証ではない。この場合には、これまで以上に人間の判断能力が問われることになるので、人材教育でも常に「Why」「What」を考える教材コンテンツを準備した育成を行うべきだと思う。

・「リベラル・アーツ」の学習を改めて強化する

AIでは、巨大なデータを解析して、これまで存在しないようなモデルが提示される可能性もある。AIが出現以来、既存の情報から特徴を抜き出して絵を描かせたり、作曲をさせたり、小説を書いたりという試みが現在でも様々に行われている。しかし、これらを見たり、聞いたり、あるいは読んだりして、感覚的に違和感を持つ人がおそらく大多数なのではないだろうか。その違いこそ、人間の人間たる所以であると私は考えている。そして、平日頃から読書をしたり音楽鑑賞したりして、積極的に人間的な感性を養うことが是非とも必要だと思う。電子書籍も便利だが、やはり紙の本で読む感覚が大切だ。分析不足のため省略するが、2022年度から実施される新学習指導要領での高校国語変更も果たして、これが高校生にとって有効な学習になるのか、私は疑問を禁じ得ない。こうした私の思いを、実に丁寧に表現してくれた文章を須賀敦子氏が書かれていたので、最後のまとめとして付記させて頂く。

（須賀敦子 池澤夏樹芥川賞受賞作「スティル・ライフ」解説より）

～この作品がもっとも読者をとらえる理由のひとつは、やはり、この作者特有の抒情性、まったく予期しない方角から攻めてきて、あっと思ったときには、完全にこちらをとりこにしている、新しい質の抒情性だろう。たとえば、雪の描写がある。

「雪が降るのではない。雪片に満たされた宇宙を、ぼくを乗せたこの世界の方が上へ上へと昇っているのだ。静かに、滑らかに、着実に、世界は上昇を続けていた。ぼくはその世界の真中に置かれた岩に座っていた。岩が昇り、海の全部が、膨大な量の水のすべてが、波一つ立てずに上り、それを見るぼくが昇っている。雪はその限りない上昇の指標でしかなかった」

こんな文章が、雪について、かつて書かれたことがあるだろうか。日本でも、おそらくは世界のどの言葉でも。それでいて、私たちの多くが経験したことのある、あの呼吸を

拒否したくなるような、雪片にとじこめられた、果てしない瞬間の重なりのような時空での、気象現象とヒトのひそやかな結びつきを、あますところなく伝えている。ここで読者を感動させるのは、修辞、あるいは表現の入れ換えによる新しさではなくて、思考の奥行き、あるいはシンタックスそのものに手を加えることによって、ヒトは地球の一点に、古色蒼然とした思考の修辞で縛りつけられているのではないことを証明し、そうすることによって、かぎりない安堵感を読者にもたらすような種類の新しさである。このような文章は、新しい自由、新しい救済の可能性をさえ示唆するかにみえる。

話が飛躍するようだけれど、数年前、ガリレオ・ガリレイの文体についてイタリアの若い研究者が書いた論文をよんで、つよい感銘をうけたことがある。十六世紀の画期的な天文学者として知られているガリレオの文体が、簡潔直截で、彼以前のイタリア語の修辞に富んだ長々しい文体から一歩履み出したものであり、それが彼の革命的な論旨を表現するにはもっとも適したものであったと、例をひいて述べられてあった。(中略)

文学と科学が、まったく別々のものとして考えられるようになったのは、そう遠いことではない(事実、ガリレオにも、『神曲』についての、今日なら文学者しか書かないだろうような、専門的な論文がある)。それなのに、私たちの多くは、この二つの分野を、まったく相容れない言語世界に属するもののように教えられてきた。著名な数学者とか物理学者というような人たちも(もしかしたら、とくに日本に多いのかもしれないけれど)、文章を書くとき、たちまち道学者めいたりして、内容、文体ともに、まるでアインシュタイン以前のような古めかしさを感じさせることが多い。

そんな中で、池澤夏樹の作品の世界は、なんといえよいのだろうか、この分断された世界の傷口を閉じ、地球と、地球に棲むものたちへの想いをあたため、究極の和解の可能性を暗示するかのようである。こういうのが、あたらしい言語ではないか、といった感動まで運んできてくれる。文化というものが、根源的に、モノとモノ、モノとヒトとの結びつきについて語るべきものであるのなら、池澤の文学は、つねにその方向にむかって歩いていく。

《参考文献》

総務省 平成 28 年版 情報通信白書

// 令和元年版 情報通信白書

経済産業省 『DXレポート』

～IT システム「2025 年の崖」克服と DX の本格的な展開～

// 『DXレポート 2 (中間取りまとめ)』

I P A 『DX白書 2021』

文部科学省 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) の調査結果萩生田文部科学大臣コメント

中小企業庁 2019 年版中小企業白書

〔AIベンチャー トップの論文〕

DX時代の “The Sense of Wonder”

株式会社 SoW Insight

代表取締役社長 中条 薫

1. AIと私の接点

歴史を振り返ってみると、パンデミックは常に起こりかけていた変化を加速させてきた。今回の COVID-19 が加速させたことの一つは、DX (Digital Transformation) であろう。DX の要でもある AI。私が AI に関わり始めたのは、前職の富士通株式会社で IoT ビジネスに携わっていた時であり、2016 年に AI で顧客のビジネス変革を支援する事業を立ち上げた時に本格化した。事業を推進するとともに、各国の様々な機関で熱い議論が進められた「AI の開発および利活用における倫理」に関する原則策定^{*1} に携わった。この AI 倫理議論は、現在、原則を実践していくためのガイドラインを始めとする AI ガバナンス議論としてより具体的な内容に移行している。現在は、経済産業省の「AI 原則の実践の在り方に関する検討会」^{*2} に委員として参画するとともに、「一般社団法人 AI ビジネス推進コンソーシアム」^{*3} でリスクベース・アプローチを取り入れた実践方法に取り組んでいる。

もう一つの接点は、東京大学 未来ビジョン研究センターの AI ガバナンスプロジェクト^{*4} で進めている、「アンコンシャスバイアスと AI」に関するプロジェクト^{*5} である。人は誰しも、無意識の思い込み、つまり、アンコンシャスバイアスを持っている。社会や組織、そこに所属する人々自身にも、無意識のものの見方や捉え方の歪み・偏りであるアンコンシャスバイアスが存在する。特に、ジェンダーに関するアンコンシャスバイアスは、社会や企業において女性の活躍を阻害する要因となっており、企業のダイバーシティ推進においてはアンコンシャスバイアスに気づき対処していくための様々な取り組みが行われている。人と AI が協働するこれからの社会では、ネガティブなアンコンシャスバイアスに、より一層敏感になる必要がある。何故なら、データに潜むアンコンシャスバイアスを学習した AI が社会実装されることにより、差別や偏見が増幅される可能性があるからだ。プロジェクトでは、科学技術社会論およびダイバーシティ推進の知見と経験に AI や VR などのテクノロジーを融合させ、ジェンダーバイアスにフォーカスを当てた支援の枠組み構築や提言に向けた取り組みを進めている。

2. The Sense of Wonder

2020年の12月に富士通株式会社を退職するとともに、カリフォルニア発の心理学であるNLP（Neuro Linguistic Programming）を取り入れたコーチングを軸に経営・人材育成領域のコンサルティングを提供する株式会社 SoW Insight^{※6}を起業した。SoW Insight という社名は、” The Sense of Wonder” という感性を由来にしている。

SoWは、” The Sense of Wonder” の意味で、環境問題に大きな貢献をした米国の生物学者 レイチェル・カーソンがこの世に残した最後の著書のタイトルである。レイチェル・カーソンは癌の宣告を受けていた中で、この本を最後の作品に選んだ。” The Sense of Wonder” とは、「神秘さや不思議さに目をみはる感性」のこと。私は、人が一生大切にしたい続ける必要のあるものの一つがこの感性だと信じている。この感性を基軸に、そこから得られる知見を世に提供していきたい、という想いで「株式会社 SoW Insight」 という社名にした。

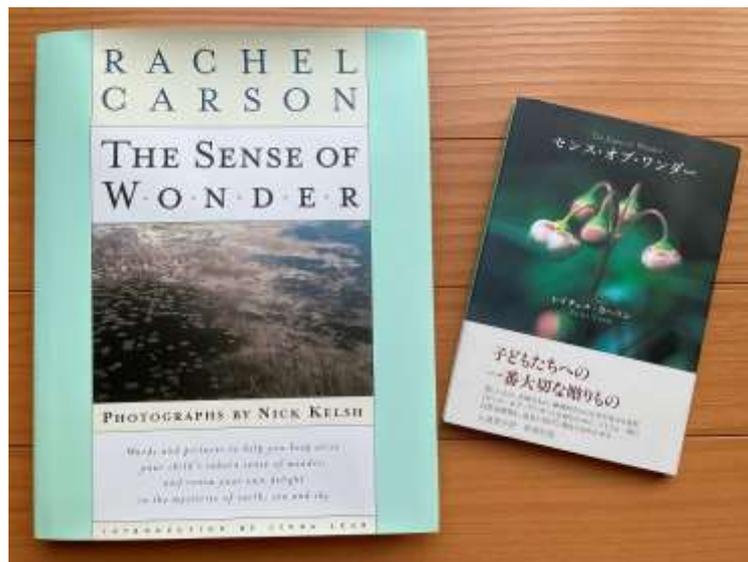


写真1 The Sense of Wonder 原本と日本語訳本

原本の扉には、編集者の短いコメントが記されている。

くレイチェル・カーソンは、この『センス・オブ・ワンダー』をさらに
ふくらませたいと考えていた。

しかし、それを成し遂げる前に、彼女の生命の灯は燃え尽きてしまった。>

昨年来の COVID-19 の影響もあり、今、世の中が物凄いスピードで変化している。そして、地球上のすべての人々がかつてない環境問題に直面している。一方で、人生

100年のDX時代、私達はAIと協調して生きる新たな時代に大きく変化しつつある。このような時代だからこそ、私は、子どもたちだけではなく、全ての大人が、レイチェル・カーソンが最期に残したこのメッセージを改めて受け止め、私たち自身でふくらませていくことが必要だと感じている。次章以降で、DX時代に必要な3つの観点で、この「The Sense of Wonder＝神秘さや不思議さに目を見はる感性」を膨らませてみたい。

3. 情報があふれるデジタル時代に「自然を感じる」ことの意味

わたしは、子どもにとっても、どのようにして子どもを教育すべきか頭をなやませている親にとっても、「知る」ことは「感じる」ことの半分も重要ではないと固く信じています。

子どもたちがであう事実のひとつひとつが、やがて知識や知恵を生み出す種子だとしたら、さまざまな情緒やゆたかな感受性は、この種子をはぐくむ肥沃な土壌です。幼い子ども時代は、この土壌を耕すときです。

美しいものを美しいと感じる感覚、新しいものや未知なものにふれたときの感激、思いやり、憐れみ、賛嘆や愛情などのさまざまな形の感情がひとたびよびさまされると、次はその対象となるものについてももっとよく知りたいと思うようになります。そのようにして見つけた知識は、しっかりと身につきます。

消化する能力がまだそなわっていない子どもに、事実をうのみにさせるよりも、むしろ子どもが知りたがるような道を切りひらいてやることのほうがどんなにたいせつであるかわかりません。

レイチェル・カーソン著 上遠恵子訳

『The Sense of Wonder センス・オブ・ワンダー』

毎年のように発生する豪雨と河川の氾濫、年々顕著になる温暖化の影響。毎日のように耳にするSDGs。企業にとっては、ESG経営が持続可能な企業価値向上に向けた最重要課題であり、この流れはますます加速していくであろう。このような時代だからこそ、私達は、これまで以上に自然を感じることに、自然の美しさに感動し、自然の豊かさに心を満たすことが必要なのだ。一人ひとりが自然に対する感性を研ぎ澄ますことが、今私たちが置かれている危機感を肌で感じ、心で捉える、そして自然から生きものに共通する深い智慧を感じとる最も重要な体験なのだ。

私は、2015年に、生まれ育った東京から三浦半島の西海岸に移住した。以前、家族

で過ごした思い出が一杯詰まったカリフォルニアの西海岸にとても良く似た場所だということが三浦半島の西海岸を選んだ理由だった。特に、海に夕日が沈み反対側に山が迫っているところが、とても良く似ている。移住のきっかけはそのような理由であったが、住み始めて、三浦半島の豊かな自然に気づき、魅了され始めた。自然の植物の豊富さ、日々変わる海の色と表情、春には山桜で白く色づく山々、古くは 1000 年以上も前にできたという地層、鳥のさえずり、虫の声、豊かな魚介類…。情報が溢れかえり、1日の多くの時間を IT 機器やバーチャル空間で過ごすことが普通になっていた私の生活の中で、こういった自然に触れることで、自然がどれだけ人の心を癒やし、豊かな気持ちを引き起こしてくれるのか、その大切さに改めて気づかされた。そして、レイチェル・カーソンの ” The Sense of Wonder ” の大切さを深く感じた。不思議に思うかもしれないが、三浦半島の豊かな自然は、私にとって仕事の質をも向上させてくれた。

自然の緑が人に与える影響については、脳科学者の西剛土氏が著書の中でとても分かりやすく説明しておられる。

＜生活の中に緑があるか、ないかは、私たちの思考に大きな影響を与えます。

例えば、病室。

病室から緑が見えるか、見えないかで治療率が変わるそうです。緑が見える病室の患者さんは、早く回復するといわれています。

緑が水を連想させることで心が落ち着き、セトロニンが分泌されて脳の状態がよくなり、それによって免疫力が上がるのではないかと考えられています。

例えば、オフィス。

オフィスの中に観葉植物などの緑を置くと、男性は創造性が 15%上がり、女性は問題解決に対する柔軟性が高まると言われます。

ちなみに子どもの遊びに於いても、コンクリートばかりの場所で遊ぶのと、緑のある場所で遊ぶのとでは、違ってきます。緑があると創造性が豊かになるので、コンクリートばかりの場所より、遊び方のレパートリーが増えるのです。＞

西剛土著『なぜ、あなたの思っていることはなかなか相手に伝わらないのか？』

私は、週末になると漁港の前に並ぶ漁師の魚屋に朝どれの魚を仕入れに行き、その後は、畑を見ながら三浦海岸の近くにある野菜の直売所に採れたての野菜を買いに行く。こういった生活を 6 年の間毎週続けていると、温暖化や気候変動による影響を食材でも感じるようになる。潮の流れの影響でイワシの時期が大きくずれたり、雨の影響で毎年楽しみにしている春のグリンピースがほんの少ししか採れなかったり。私にとって、こういった肌身で感じる実体験が、SDGs や ESG 経営を自分事として考える大切なリマインダーになっている。



写真2 三浦半島の自然、採れたての野菜、海の幸

4. 人の心を惹きつける「美意識」

子どもたちの世界は、いつも生き生きとして新鮮で美しく、驚きと感激にみちあふれています。残念なことに、わたしたちの多くは大人になるまえに澄みきった洞察力や、美しいもの、畏敬すべきものへの直感力をにぶらせ、あるときはまったく失ってしまいます。

もしもわたしが、すべての子どもの成長を見守る善良な妖精に話しかける力をもっているとしたら、世界中の子どもに、生涯消えることのない「センス・オブ・ワンダー＝神秘さや不思議さに目を見はる感性」を授けてほしいとたのむでしょう。

この感性は、やがて大人になるとやってくる倦怠と幻滅、わたしたちが自然という力の源泉から遠ざかること、つまらない人工的なものに夢中になることなどに対する、かわらぬ解毒剤になるのです。

レイチェル・カーソン著 上遠恵子訳

『The Sense of Wonder センス・オブ・ワンダー』

自然に触れ自然を感じることで培われる意識の一つは、「美意識」である。自然の美しさや神秘さに触れ続けることで、美しいもの、畏敬すべきもの、そして、人として正しくあることなどに対する想いや直観力が、私たちの意識だけでなく無意識の中で養われ根付く。正解の無いこの時代に企業の経営者やリーダー、そして多くの人たちが物事

を判断するための拠りどころになる感性の一つが美意識だと私は感じる。豊富な機能を持ち、高性能で高品質な製品を数多く生み出してきた日本の企業の多くが、変革・イノベーションの創出に苦労している。便利なものが溢れ、情報も溢れ、そこそこ現状に満足してしまうこの時代に、人々の心を打つ商品やサービスを提供し、わくわくする気持ちを引き起こすためには何が必要なのだろうか？合理性や論理的な考え方は、勿論今後も必要であろう。でも、それだけでは心を揺さぶるものやこと・サービスを生み出すことが難しい時代になっている。

このような時代だからこそ、自然に端を発した美意識の必要性が高まっているのだ。人の心を魅了する製品の根底には感性的な美しさがあり、そのような製品を創り出すためには創り手に美意識が必要である。携帯電話やスマートフォンの開発に携わっていた10年以上の間に、私は、人の心を惹きつける製品と人の意識・無意識との関係に何度も考えさせられた。

例えば、カメラの色づくり。撮影した被写体をどのような色で映し出すか、色づくりはカメラの性能に対する人びとの印象や評価に大きな影響を与える。その色づくりで大切にすべきことの一つが、空の青、草木の緑、人の肌色などの「記憶色」である。カメラで写した写真を見た時に人が美しいと感じるのは、眼の網膜に写っていた実際の色ではない。空の青さや草木の緑など、人が脳の中にイメージとして記憶している色に近いことで人は撮影された写真を美しいと感じる。人が美しいと感じる色を創り出すためには、作り手の美意識が大きな影響を与える。携帯カメラ開発に携わり記憶色に意識を向けるようになって、私は毎日、空の青色や草木の緑色が気になるようになり、日々の色の変化やなんとも表現し難い程の自然の色の柔らかさや美しさを意識するようになった。当時のスマートフォンのデジタルカメラでは人が感じるその柔らかな美しい色を完全に映し出すことは難しかったが、創り手の美意識が、「ああ、あの時感じた美しかったこの色！」という感動や満足感を生み出す源泉になることを身をもって感じた。

もう一つとても印象深い経験がある。国内メーカーで携帯電話・スマートフォンを開発していた私にとって、当時のiPhoneはコンペティターでもあり先生でもあった。私は、iPhoneが発売されてから10年以上の間、右のポケットには自分達が開発していた富士通のArrows最新機種を、左のポケットにはiPhone最新機種を入れて生活していた。カメラで写真を撮る時は、必ず両方の端末で同じシーンを複数枚撮影して比較し、自分達の開発にフィードバックをし続けた。iPhoneのUIはとても使いやすいことでも知られているが、当時、Android OSを使ったスマートフォンを開発していた私たちを悩ませたことの一つが、いかにして画面の動きの心地よさを生み出すかであった。iPhoneを指で操作した時の画面の動き、その自然な心地よい動きをAndroid OSで

作り出すことが難しく悩んだものである。ある時、iPhoneの動きを専門家に分析してもらった。その結果判ったことは、iPhoneの操作性が人間工学的にしっかりとデザインされているということだった。指で操作した時の画面の動きが物理法則に基づいて設計されていて、現実世界の動きと同じであることから自然な心地よさと安心感を人に与えることができることがわかったのである。まさに、Steve Jobs氏がApple社をテクノロジーとリベラルアーツの交差点にある会社と表現した想いの一端と創り手の美意識の大切さを痛感した経験であった。

企業におけるビジョンやパーパス。共感を呼び起こすビジョンやパーパスにも美意識を感じる。そして、AIを社会実装していく上で必要となるAI倫理やAIガバナンス。AIと人が協調していく時代において、「AIが導き出した答えを人がどのように判断し、どのように使うのか」それは、これからの社会において避けてはとおれない重要な仕組み作りとも言える。その仕組みをどのように作っていくかで、社会のあり方が大きく影響を受ける。DX時代は、AIを開発・利活用してサービスを提供する企業側のみならずサービスを使うユーザ側も、公平性や透明性に対する感度を高め、アカウントビリティに対する問題意識を持つことが必要である。その根底に必要なものも美意識なのだ。

ところで、美意識を育てる手法について、京都の西陣織の織屋「細尾」の細尾真孝社長が著書『日本の美意識で世界初に挑む』の中で説明しておられる。私は、細尾氏の説明の中で特に、「美の型を知る」および「美を体験する」という考えに共感している。

私は、十代の終わりから今に至るまで生け花を続けている。習い始めたのは、草月流であるが、今ではすっかり自己流になった。私は、草月流の、きゅうくつな型にはめ過ぎず、大切な守るべきルールや考え方をしっかりと身につけさせる手法が性に合っていた。生け花の型を学ぶことで、植物の美しさを最大限に引き出す視点や考え方、個々の花材を活かして新たな空間を創り出す創造性などの美意識を培う基礎が身についた。生け花は、経営に似ていると私は思う。一つ一つの花材の美しさを最大限に引き出し、全体で最高の一つの作品に仕上げる。自分の感性と直感を信じて枝を切る。生け花を嗜む経営者が意外と多いのも、美意識を養うことと関係があるのだろう。



写真3 生け花で四季を味わい美意識を養う（筆者作品）

5. 「好奇心」が気づきを生み、「自分らしさ」という軸を創る

人間を超えた存在を認識し、おそれ、驚嘆する感性をはぐくみ強めていくことには、どのような意義があるのでしょうか。自然界を探検することは、貴重な子ども時代を過ごす愉快で楽しい方法のひとつにすぎないのでしょうか。それとも、もっと深いなにかがあるのでしょうか。

わたしはそのなかに、永続的で意義深いなにかがあると信じています。地球の美しさや神秘さを感じとれる人は、科学者であろうとなかろうと、人生に飽きて疲れたり、孤独にさいなまれることは決してないでしょう。たとえ生活のなかで苦しみや心配ごとにあふれていたとしても、かならずや、内面的な満足感と、生きていることへの新たなよろこびへ通ずる小道を見つけ出すことができると信じます。

地球の美しさについて深く思いをめぐらせる人は、生命の終わりの瞬間まで、生き生きとした精神力をたもちつづけることができるでしょう。

レイチェル・カーソン著 上遠恵子訳

『The Sense of Wonder センス・オブ・ワンダー』

今年2021年、ノーベル賞を受賞された真鍋淑郎氏が何度も口にされた言葉は、「好奇心」であった。「センス・オブ・ワンダー＝神秘さや不思議さに目を見はる感性」が私たちにもたらす最大の恩恵は、好奇心だ。人生100年、ピンピンコロリを目指す

めにも、この好奇心が人生における最強のビタミン剤だと私は考えている。そして、好奇心を上手く生み出す秘訣や知恵が、心理学と脳科学にある。私たちが日々の生活に取り入れ活かす科学的知見に裏付けられた心理学、脳科学の実践スキルである。

好奇心を持ち続ける秘訣は3つある。

一つ目は、自分の脳を安定させすぎずに、「どうして？」という疑問が湧く空白を脳の中に作ること。脳はわからない状態を嫌う。わからない状態があると答えを見つけるまで無意識に答えを探し続ける特質を持っている。この特質を上手く活用し、自分に良い質問を投げかける習慣を持つことが自分の脳を上手く働かせ好奇心につながる。

二つ目は、わくわくすること。人間の本能は生存確率を高めるために、安心・安全を求める。脳も同様。危険や痛みを避け、快を求める特質がある。そのため、同じできごとでも、それを快につなげ痛みを避ける思考や行動をとることで脳を高いレベルで働かせることができる。この特質を意図的に活かして、身の周りの出来事をわくわく感じ脳を快に結びつけることが、好奇心を抱くことにつながる。

三つ目は、『観る力』『聴く力』『感じる力』の感度を上げること。

私たちは、物事を「見ている」つもりでも「観えていない」ことが多く、人の話を「聞いている」つもりでも、「聴けていない」ことが多い。それは、人間の認知のしくみに起因している。人間の認知のしくみは、意識と無意識に深く関係しているが、驚くべきことは人間がどれだけ多くを無意識に依存しているかである。意識的な心で何をしていても、精神活動の大部分を占めているのは無意識であり、脳が消費するエネルギーのほとんどは無意識が使っている。結局、人は1日の90%以上を無意識の状態で行ない、判断し行動しているのだ。『観る力』『聴く力』『感じる力』を磨くには、無意識を上手く働かせることがポイントであり、心理学、脳科学の実践スキルが役に立つ。

私が脳科学に興味を持ったのは、富士通株式会社でAI事業に携わる中で、AIと協調する人間自身が、人間の持つ最強の生物学的コンピュータである脳をもっと有効に使うことが必要だという想いを強く持つようになったからだ。VUCAと言われる不確実性の高い現代の社会において、企業が変革していくために必要なことは、社会における自らのありたい姿を描き、実現に向けた問題に気づき課題を発見し、解決に向けて取り組むことだ。様々な新規ビジネス開拓に携わってきた経験から、変化を起こしていくためには3つの力が必要だと実感している。「問題に気づき課題を発見する力」、「自社の軸を知る力」そして「好奇心を持ち続ける力」である。DX時代にイノベーションを生み出していくためには、他社/他者とのコラボレーションが不可欠である。そして、コラボレーションを成功させるためには、「自社の軸(強み)と他社の強みの掛け合わせ」が必要であり、わくわく感を常に持ち粘り強く取り組んでいくことが成功の秘訣なのだ。こ

ういった能力を磨くことこそが、DX 時代を支える人材に最も求められることではないだろうか。

DX 人材や AI 人材の育成は企業のみならず政府の重要課題になっている。現在の日本の DX 人材や AI 人材の育成は、情報技術やプログラミングスキル、データサイエンスやディープラーニングなどのテクノロジーやエンジニアリングスキルが中心になっている。しかしながら、実際のビジネスの現場では、データサイエンティストや AI エンジニアだけではなく、寧ろ、業界や業務の知識を持ったうえで現状をしっかりと認識し、ありたい姿からの視点で現状を見つめ、問題に気づき、課題を発見し、意味を創出できる人材が不足している。そのような人材を増やしていくためには、物事に対する認知能力-『観る力』『聴く力』『感じる力』の感度を高めることが不可欠。そして、人間の認知心理や脳のしくみを理解し意図的に活用して、『観る力』『聴く力』『感じる力』の感度を上げることは、VUCA の時代、DX 時代の「新たな教養」だと私は考えている。そして、この教養を身につけることは、DX 人材として企業の中で変革を起こしていくためにだけでなく、「DX 時代に自分らしく生きる」ためにも必要な力なのだ。

正解の無いこの時代に益々重要視されているのは、「自己認識・自己理解」である。自分らしく生きるためには、自己認識を深め「自分らしさという軸を持つ」ことが不可欠。自己認識を深めるためにも、自分に対する認知力が役に立つことは言うまでもない。自己認識を深める際に私が愛用しているのは、「ニューロロジカルレベル」である。ニューロロジカルレベルとは、NLP (Neuro Linguistic Programming) のトレーナーであるロバート・ディルツ氏が体系化した理論で、「意識のレベル」に関する研究により導き出された。人の意識には 5 段階のレベルがある。コーチングで、私は良くこんな風に説明する。

“あなたが立っているすがたを想像してください。あなたの足が地面についているその場所が、一番下の「環境」。人は足で行動するので、その上が「行動」。手を動かして能力やスキルを習得するので、その上が「能力」。その上にある心のレベルが、「信念・価値観」。そして、一番上にあるのが、あなたの顔や脳の位置にあたる「アイデンティティ」です。”



図1 ニューロロジカルレベル

ここで重要なことは、上位の概念(レベル)が下位の概念に大きな影響を与えていることと、肯定的な価値観が人に動機(やる気)を与えることである。例えば、あなたが、DX時代に活躍するAI人材になるためのアクションを起こすとしよう。その際、いきなりAI関連の知識を身につけようと行動を起こしても、もしAIに対する否定的な価値観を持っていると、AIを避けて他のことについて時間を割いてしまうかもしれないし、壁にぶつかって挫折してしまうかもしれない。最初のアクションとしてお勧めするのは、「AI人材になる」ことに対する肯定的な信念や価値観を持つことである。例えば、“DX時代に活躍するAI人材になって社会課題の解決に貢献しよう。そうすることで私の人生は豊かになる”という価値観を持ったとする。そういった信念や価値観を持つことで、あなたはAIで社会課題に取り組む人たちが集まるコミュニティ(環境)に興味を持ったり、積極的に参加(行動)して楽しみながらAI関連のスキル(能力)をどんどん身につけていくことだろう。多くの人は、この意識のレベルとその影響について気づいていない。自分がどのような信念や価値観を持っていて、それがどのような現実(能力や行動や環境)を作り出しているのかという視点を持つことが、自己認識を深めることにつながる。

自分に対する認知力を高め自己認識・自己理解を深めることは、自分に対する好奇心を高めることにもつながり、その好奇心が自分の周りの人々や自分が関わる社会に対する好奇心を生み、ポジティブな好循環を生みだしてくれる。そして、好奇心が原動力になって自然の美しさ、未知なもの、神秘的なものに目をみはり、わくわくして学び続けることで「自分らしさの軸」がしっかりと自分の中に根を張り、幹を太くして葉を茂らせる。時には花を咲かせ、果実が実る。時には葉を落とすこともある。でも、また新たな新芽を芽吹かせる。そんな「自分らしさの軸」を育てられる大切さと幸せを、レイチェル・カーソンはセンス・オブ・ワンダーを通して私たちに教えてくれようとしていた

のかもしれない。

注記

- ※1 総務省 AI ネットワーク社会推進会議
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ai_network/index.html
- ※2 経済産業省 AI 原則の実践の在り方に関する検討会
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/ai_shakai_jisso/index.html
- ※3 一般社団法人 AI ビジネス推進コンソーシアム
<https://aibpc.org/>
- ※4 東京大学 未来ビジョン研究センター AI ガバナンスプロジェクト
<https://ifi.u-tokyo.ac.jp/projects/ai-governance/>
- ※5 アンコンシャスバイアスと AI に関するプロジェクト
<https://www.sowinsight.com/news/20210809-tokyo-univ-project/>
- ※6 株式会社 SoW Insight
<https://www.sowinsight.com/>

◆ 著者紹介

中条 薫 (ちゅうじょう かおる)

株式会社 SoW Insight 代表取締役社長

伊藤忠食品株式会社 社外取締役、フォスター電機株式会社 社外取締役

東京大学 未来ビジョン研究センター 客員研究員

富士通株式会社に入社後、通信機器の製品開発に携わり、2000年から株式会社米
国富士通研究所でネットワークの研究とシリコンバレーの動向分析に従事。2003年よ
り「らくらくホン」を始めとする携帯電話とスマートフォンの音声・カメラ・センシ
ング等の先端機能開発に携わり、開発責任者を務めた。

2016年にIoT事業の本部長代理を経てAI事業に着手。富士通のAI “Zinrai”の
新規事業化を任せられ、2017年に本部長としてDXの要となるAI事業に携わった。

カリフォルニア発の心理学であるNLP(Nuero Linguistic Programming)を取り入
れたプロフェッショナルコーチの資格を有し、2020年12月に経営・人材育成領域の
コンサルティングを提供する株式会社 SoW Insight を起業。

〔書評〕

AIの雑談力 東中竜一郎(角川新書)2021年

AI デジタル研究所

研究員 岡本 俊一

著者は、NTT メディアインテリジェンス研究所 上席特別研究員を経て、2020年に名古屋大学大学院情報学研究科教授に就任。著名な研究としては、ロボットは東大に入れるか、マツコロイドの雑談 AI の開発、音声エージェントサービス「しゃべってコンシェル」の開発など。一貫して対話システムの研究をしているこの分野の第一人者だ。

本書の構成としては、AI が社会の一員としてうまくやっていくためという雑談 AI が生まれた背景から始まり、要素技術や課題、今後の展開について豊富なプロジェクト事例を交えながら丁寧に説明している。

筆者は数年前に、前職の大学で学生向けの特別講義を聞く機会に恵まれた。楽しく、わかりやすい内容だったことと、「会話の破綻」という言い回しがとても新鮮で、心に刺さったことを覚えている。

まず興味をもったのは以下の3点。

■ 人間社会にとって雑談は重要

雑談は人間関係の潤滑油とも言われ、AI が社会の一員になるためには、人間とうまくやる必要がある。国立国語研究所の調査では、我々の会話の半分以上は雑談。人間は、相手が AI であっても雑談をしてしまう動物のようだ。AI が雑談する最大のメリットは、人間との関係性を良くして信頼を得ることである。これはトップセールスや優秀な IT エンジニアの振る舞いと同じで面白い。

■ 人間の能力の素晴らしさ

雑談の中で、次々と変わっていく話題を人間は正しく捉え続けることができる。省略された言葉を頭の中で補える。さらに、相手の感情の理解や発言の背景などを推し量ることも合わせて行なっている。この辺りはとても重要で、間違えると親友にはなれない



のではない。本書を読む中で、こんなに難しいことが当たり前に出てしまう人間の優れた能力を再確認できた。

日本のユング派心理学の第一人者である河合隼雄は、著作の中で、「人間関係を維持することはあんがい難しいことである。(中略)人々は適当なうそを上手に混ぜて人間関係を円滑にしている」と示唆に富んだ発言をしている。対話することができるシステムは、AIの究極のゴールの一つと筆者が表現していることに、納得した。

■ パワー溢れる取り組み

筆者の数多くの取り組みから、対話システム研究の困難な歴史をじかに感じ取ることができる。自然な発言を生成する試みでは、IT技術面だけでなく、キャラクター設定により個性を持たせて親近感を与えている。特定のキャラクターのファンを募ってデータ収集した複数のプロジェクトの紹介は、知らないことが多く興味深かった。

対話システムでの会話破綻という困難に向き合う中で、全体像を掴むための雑談AIのエラーをカテゴライズしたことに敬意を表したい。これによりシステムの弱点を探したり、改善の仕方を検討できるようになった。さらに、対話破綻検出チャレンジや対話システムライブというコンペティションを自ら立ち上げ、多くの研究者を力強く巻き込んでいる。

この分野の研究が大きく進むと、デジタルディバイドという言葉が死語になるだろう。応用できる分野は、広範だ。例えば、少子高齢化社会のサポート役として同じことを何度話しても怒らない傾聴システム、顧客に寄り添うことが重要なコンサルティング業務での活用、教育分野での学生同士のディスカッションの支援など、また留学生の日本語能力向上にも有効であろう。

筆者が気になることは、人間がAIとの雑談に飽きてしまうこと。これは、人間同士でもなかなか辛い時がある。逆に、あまりに心地よい対話システムが完成してしまうと、人間同士の雑談に戻れなくなりそうで怖い気もする(笑)。

読み進みながら、AIへの視線が優しい研究者だと感じることがたびたびあった。「AIはツールから仲間へ」という明るい捉え方にも好感が持てた。文章は平易、価格も新書ということでリーズナブル。

自然言語処理や対話システムに関心のある理系の人間だけでなく、人間が当たり前のように行なっている雑談の価値を再確認したい方や、会話破綻という視点から自分のコミュニケーション能力を疑ってみたいという知的好奇心の旺盛な方などに、広く読んでいただきたい良書である。

以上

学校法人中央情報学園 AI デジタル研究所

(敬称略)

| | | |
|-----|--------|---------------------------|
| 監修 | 岡本 比呂志 | 中央情報学園 理事長 |
| 所長 | 堀切 達也 | 株式会社富士通パーソナルズ 元常務取締役 |
| 研究員 | 小笠原 義成 | 富士通株式会社 元リスクマネジメント室長 |
| 研究員 | 西村 俊郎 | NECビッグロブ株式会社 元取締役執行役員常務 |
| 研究員 | 田邊 康雄 | 日本電気株式会社 元コーポレートWebマスター |
| 研究員 | 矢ヶ崎 敏明 | キヤノン電子株式会社 元常務執行役員 |
| 研究員 | 小菅 厚 | 学園教育開発推進部 主幹 |
| 研究員 | 岡本 俊一 | 株式会社富士通システムズウェブテクノロジー元取締役 |

研究誌 「AI デジタル研究」

| | | |
|-------|--------|--------------|
| 監修 | 岡本 比呂志 | 中央情報学園 理事長 |
| 編集責任者 | 堀切 達也 | AI デジタル研究所長 |
| 編集事務局 | 小菅 厚 | 学園教育開発推進部 主幹 |

AI デジタル研究 第6号

発行 2022年2月1日

発行者 学校法人 中央情報学園
AI デジタル研究所

〒352-0001 埼玉県新座市東北2-33-10
Tel 048-474-6651

本誌の内容の一部または全部を無断で複写複製することは、
著作者および発行者の権利侵害となりますので、あらかじめ
本研究所あて許諾を求めてください。