HOKUGA 北海学園学術情報リポジトリ
学校法人北海学園
北海学園大学
北海商科大学

タイトル	ビッグデータ，人工知能（AI），そしてマーケティング学 ： 人工知能の技術的発達とマーケティングへの影響に関する一考察
著者	黒田，重雄；Kuroda，Shigeo
引用	北海学園大学経営論集，15(4)：147-170
発行日	2018-03-25

Hokkai-Gakuen Organization of Knowledge Ubiquitous through Gaining Archives.

《研究ノート》

ビッグデータ，人工知能（AI），そしてマーケティング学

── 人工知能の技術的発達とマーケティングへの影響に関する一考察 ──

黒　田　重　雄

目　次

はじめに
1．ビッグデータについて考える
2．AI の技術的発展におけるディープラーニングということ
3．筆者による比較マーケティング研究 ── 国際市場細分化分析 ──
おわりに
注と参考文献

はじめに

ひところ，MIS とか POS とか言っていたが，今や，SNS とかスマホとかビッグデータ，ドローン，人工知能（AI）といった言葉が飛び交っているし，VR や AR などの略語も当たり前に言われるようになってきている[(1)]。

こういう現実は，筆者のような老文系研究者には新しい言葉についての応接に暇がないどころか，ついていくのもままならないという時代に入ってきている。

しかしながら，単に，それが技術的問題にとどまるものならばよいのだが，一般的・社会的意味合いできわめて重要な言葉であると思わざる得ない状況となってきているとなれば，避けて通ることができない言葉であり，したがって，また筆者が専攻しているマーケティング分野でも一通り理解しその持てる意味を解釈しておかねばなければならないだろうと感じているところである[(2)]。

また，2017 年 6 月 16 日付（文化 40 面）の『日本経済新聞』には，

> 囲碁と将棋の人間トップが 5 月下旬，相次いで人工知能（AI）に敗れた。世界最強とされる中国のプロ棋士，何潔九段が米グーグルの「アルファ碁」に 3 連敗し，将棋でも名人がソフトに太刀打ちできなかった。AI に圧倒的な実力差を見せつけられた囲碁界，将棋界には今，変革の波が押し寄せている。
>
> ……
>
> アルファ碁は中国語で「阿爾法囲棋」。中国のプロ棋士は敬意をもって「阿先生」と呼ぶが，すでに人知の及ばない高みに到達したのか。開発者でグーグル傘下の英ディープマインドのデミス・サビス最高経営責任者（CEO）は「人間の棋譜の影響はごくわずか。ほとんど自己対局で腕を磨いた」と明かす。
>
> 囲碁は局面の数が 10 の 360 乗と膨大なうえ，形勢判断も難しく，あと 10 年は人間に及ばないと考えられてきた。だが，アルファ碁の開発が始まったのは，わずか 3 年前。
>
> 人間の打った大量の棋譜を参考に，どの局面ではどこに打てば良いかを機械が学ぶディープラーニング（深層学習）と自己対局

を繰り返す強化学習という 2 つの手法を組み合わせた。

こうして，今日，新聞や雑誌などでも，AI に関する記事が出ていない日や号はないといっても過言ではない。

ところで，膨大な形勢判断にとって重要なカギを握るという「ディープラーニング（深層学習）」とはどのようなものなのか，また，それが社会経済的な事柄や，特に経営やマーケティングにどういう影響を及ぼすものであるのかを考えてみようというのが本拙稿の目的である。

経産省の「新産業構造ビジョン」

経済産業省が，2016 年に「新産業構造ビジョン」の中間整理を行い，「第 4 次産業革命をリードする戦略的取組」を発表した。それによると，

> 「第 4 次産業革命」とも呼ぶべき IoT，ビッグデータ，ロボット，人工知能（AI）等による技術革新は，従来にないスピードとインパクトで進行しています。この技術革新を的確に捉え，これをリードするべく大胆に経済社会システムを変革することこそが，我が国が新たな成長フェーズに移行するための鍵となります。

となっている。とりわけ，人工知能（AI）については，大きくクローズアップしている。

1．ビッグデータについて考える

AI について考える前に，ビッグデータについて考えておく必要がある。それというのも，マーケティングではつい先ごろまでビッグデータを中心に問題にしていたからである。

マーケティング・リサーチとビッグデータ

マーケティングは「予測の方法」を求めている。これは，人類が予測しながら生き長らえてきたことと関連している[(3)]。

前項でも見たように，人類最初の文明は，メソポタミヤ地方に発生した言われている。このことは，大河の氾濫と関係していて，エジプト文明におけるナイル川とメソポタミヤ文明のチグリス・ユーフラティス川の氾濫の違いに起因している。川が，定期的に氾濫して農業が毎年のように成立したエジプトと川による不定期の氾濫で毎年の農業が不成立であったため「遠距離交易」を活発化させることになったメソポタミヤ地方の違いを生んだ結果であった。

かつて筆者の家では農家だったので，両親が言っていたことを思い出す。「西の空の夕焼けが美しいので，明日の天気は晴れだ，朝早くから田植えができる」と。

当然，古でも，例えば，「西の空の夕焼けが美しいので，明日は遠出して狩猟だ」ぐらいは言い合っていたに違いない。生活と予測は切っても切れない糸で結ばれていたはずである。

江戸時代には先物市場の投機で使われていたことを井原西鶴も「日本永代蔵　巻一」（1686）に書いている[(4)]。

「人々は，夕方の風，朝の雨といった空の状況をもとに投機しつつ売買を行った」。

マーケティングを講義する側は，ビジネスマンに対して，天候とビジネス行動の関係ぐらいの話ができる必要性があると考えるのは筆者だけではあるまい。

2014 年 3 月の新聞を見ていておや？と思う記事が出ていた。「ビッグデータで創造する新時代のマーケティング戦略」というフォーラムの案内である。その文は，

> 世の中のあらゆる情報がディジタル化され，その情報をビッグデータとして集める

ことがもはや当たり前になってきた今日。集めたデータを「どのように分析し活かしていくか」ということが企業の課題となっています。とりわけ，企業の経営戦略に不可欠なマーケット分野において，ビッグデータをどれだけ効率的に活用できるかということが，企業経営の重要な鍵を握ることは明らかです。そこで本フォーラムでは，ビッグデータを戦略的にビジネスに活かすために必要な，マーケット分野における活用方法に焦点を当てます。ビッグデータの収集，データベース作り，分析・解析，そしてそこからのビジネス戦略策定にあたりどのような手腕が求められるのか？　事例を交えてご紹介していきます。

これを見て，ふと，どこかで読んだ記憶があることに気が付いた。しばらくして，それは米国において「マーケティング・リサーチ」というものが生まれた記述であることに思いが至ったのである。大不況を経験した後の1930年代に生まれた「何をして生きて行くか」から生まれた言葉であった。

マーケティングという言葉は，もっとずっと前の19世紀と20世紀の交に現われていたが，そこでの戦略などは不況期にはほとんど役立たずであった。そこを乗り切る手立てが「リサーチ」であることを認識させたのであった。

上記の文は，まさにそれと一緒の状況を思い起こさせる。80年前と内容において全く変わっていないのである。

そこで挙げられている調査可能な事柄の「商品，企業組織，市場，人口，富，賃金，価格，１人当たりの消費者収入，生活水準，特定商品の市場，商慣習，購買意欲，潜在市場」等が，今日の「ビッグ・データ」という言葉で一括されているだけである。

世の中，言葉や状況は変化するが，本質は変わっていないと思わせるものがある。考えてみれば，マーケティング・リサーチと言われるものこそ「自己のビジネスを探すこと」から始まったものであり，それはすなわち，今日いうところの「マーケティング」そのものであるということを分からしめたのである[5]。

つまり，そのことは「マーケティング」を学問にするためには，現代のマーケティング・リサーチを研究し理解しなければならないということにもなるのであって，したがって，そこにおける方法論を吟味する必要があるということに繋がっていくのである。

社会を変える“ビッグデータ”革命ということ

NHKの『クローズアップ現代』（2012年5月28日放送分）で「社会を変える“ビッグデータ”革命」が放映された。

スマートフォン，ICカードなど身近な電子機器から，私たちは膨大な情報を発信している。インターネットで検索した内容，買い物をした商品や価格，駅の改札を通った移動，さらには病院で受けた検査結果まで，あらゆる情報がデジタル化され記録される時代。生まれるデータの量は，この数年で飛躍的に増え，“ビッグデータ”と呼ばれている。解析不可能だったビッグデータを技術の発達で分析できるようになったことで，生活や社会が劇的に変わりつつある。コンビニでは，購買行動をリアルタイムで捕捉しパターンを発見，利用者が買う商品を事前に予測する。カーナビを使って100万台の自動車の位置情報をつかむことで急ブレーキ地点を地図化，“未来の事故現場”を見つけて事前に事故対策をする。アメリカでは医療分野でビッグデータを活用した“先読み”をする医療が加速している。一方で個人の情報が膨大に広がっていくことを

懸念する声も。“ビッグデータ”時代の最前線を見ていく。

ここでの“ビッグ・データ”（big data）を，ダイヤモンド社編集部では以下のように解説している[6]。

【ビッグ・データとは何か】：

「ビッグ・データ」とは，数多くの情報源から，さまざまな形態で，多くはリアルタイムで収集される膨大なデータ・セットをいう。B2B の場合，ソーシャル・ネットワーク，電子商取引サイト，顧客との通話記録など，多種多様な情報源が考えられる。これは企業の CRM（顧客関係管理）データベースに入っている通常のデータ・セットではない。数十テラバイトからペタバイト級の大容量と複雑さゆえに，データの収集，管理，マイニングには専用のソフトウエアと分析技術が必要である。非構造化データ（ネット上での特定ブランドに関するコメントなど）から営業上の知見を得る，地域の天候パターンを評価してビールの消費量を予測する，競争環境を綿密に理解するなど，その用途は実に幅広い。

（注：テラバイト（terabyte；2^{40}）約 1 兆バイト，petabyte；2^{50}　約 1000 兆バイト）

世の中，「情報ネットワークの時代」だが，そこには情報量急速拡大して，いわゆるビッグ・データの解析が重要性を増してきたと山本 強（北大情報工学研究所教授）が解説する[7]。

ビッグ・データは，井上哲浩によると，マーケティング分野では一般のデータ同様，マーケティング戦略と消費者行動との関連で捉えられる，という[8]。

ビッグ・データは，ここ数年で産出されたものではなく，ICT（Information and Communication Technology）におけるインフラの発展を前段階とし，そのインフラ発展をベースとした昨今の多様なデバイスやプラットフォームの発展がもたらしたところが大である。したがって，現行のベースやプラットフォームのメディア性を理解しなければ，ビッグ・データ時代のマーケティング戦略は有効ではなかろう。

また，ビッグ・データは多様であり，ソーシャル・データ，通信や放送データ，移動に関する交通データ，取引データ，エネルギー消費関連データなどのビッグ・データを包括的に把握し，マーケティング戦略構築に活用することが重要である。そして，ビッグ・データをそのまま活用せずに，行動データか態度データか，どのメディア性を有したデータか，などを検討し，冗長性を除去した上で，データ源としてのメディアやデバイスを，一様にではなく，個別に識別して，分析しつつ，ビッグ・データの一部を活用することが，マーケティング戦略の構築において留意すべきである。つまり，ビッグ・データ環境下でのマーケティング戦略構築は，情報流の活用が鍵である。

また，マーケティングから見た，ビッグ・データの性格を分類したものもある[9]。

それによると，消費者調査などによって標本から収集されるスモールデータと比較して，リレーショナル・データベースを中心に構築されるビッグデータには，以下 3 つの特徴（3V：Volume, Verocity, Variety）がある，という。

第 1 の特徴は，量（volume）である。インターネット上のデータ量はエクサバイト単位で日々増えている。加えて，これまでの測定不可能だったものが次々と測定可能になり，バーチャルの世界に限らずリアルの世界が次々とデータ化され，想像をはるかに超える膨大なデータ量が日々蓄積されている。つま

り，いかにデータの規模を活用することができるのかが重要な課題となってくる。

第 2 の特徴は，鮮度（velocity）である。日々蓄積されるビッグデータは，リアルタイムあるいはそれに近い情報の集積である。つまり，鮮度が重要であるがゆえに，いかに迅速にデータを活用することができるのかが重要な課題となってくる。

そして第 3 の特徴は，多様性（variety）である。ビッグデータとは，数値化されたものだけでなく，文字や画像，そして位置情報など，多種多様なデータが存在する。つまり，多様であるがゆえに数値データのように構造化されたものではなく，そのほとんどが非構造なデータの集積であり，それらデータをいかに構造化することができるのかが重要な課題となってくる。

(筆者注：ビッグデータに接するときの注意点としては，従来のスモールデータと比べて，冗長性の観点もあるが，付加されるべきものは何かの検討が欠かせないのである[10]。)

一方，「ビッグデータに踊らされるな ── 社会で実践するイノベーションを ──」という表題の研究論文もある[11]。

> ビッグデータとは何であろうか。過去に類を見ない多様なデータが，大量に，高速に行きかっている状態，というのが一般的な理解であろう。明確な定義はなく，非常にあいまいな概念だといえる。では，“ビッグデータを活用する”ということはどういったことなのだろうか。こちらも“何かを解決するための手段としてビッグデータ概念やそれにまつわる技術を活用できる可能性がある”という抽象的な意味に過ぎない。つまり，“ビッグデータ”は，誰もが当たり前に，日常的に触れられるほどに IT が普及・発展し続ける現代社会の潮流を表すための言葉であり，“はやり言葉”のひとつでしかない。
>
> クラウドや IoT（モノのインターネット）などによって，社会のあらゆる物事がインターネットにつながり，データとして管理され，共有し，分析することができる。ソーシャルメディアにより，今まで接点のなかった人々が結びつき，新たな行動を生み出すことができる。さらに今後も高度に発展し続ける状態にあり，既存の機能を次々と代替していくことになる。こうした状況が当たり前の事になった，ものごとを考える前提になった。ただ，それだけである。“ビッグデータ”は決して魔法の杖ではないのだ。……。より本質的な議論には，ビッグデータという潮流も含めた，より俯瞰的に現代社会の流れを捉えることが必要になる。キーワードは“超複雑化した社会”である。……。こうした，言わば誰も経験したことのないような“超複雑化した社会”と向き合い，社会や組織で起きる問題を根本的に解決することが求められている。逆を言えば，下手な対症療法は自らの首を絞める恐れがあることも認識しなければならない。大企業や自治体であっても，消滅し得る環境なのだ。……。“ビッグデータ”は，言ってしまえばバズワードでしかない。本当に必要なことは，“超複雑化した社会”の問題に向き合い，真に求められるイノベーションを，全身全霊をもって現実のものにすることだ。

マーケティングでも分野によって，ビッグ・データというものの受け取り方が違いそうである。

筆者の場合は，企業のグローバル化との関係で「国際（比較）マーケティング」の一分野である「国際市場細分化分析」を行ってきている[12]。

そこで使用されるデータは，統一性を確保するため，世界一のマーケティングデータ集と言われる，ユーロモニター社の「世界マー

ケティング統計データ」という統計表を使用している。

そこでの問題点は，こちらが分析に必要とする変数データの利用が世界各国でまちまちだということである。つまり，ある変数について計上している国としていない国が多々あるということである。変数の定義も一致していない。そして，そうした変数データを取る必要のないところもある。いくら，データが量的・質的に大量（ビッグ）で幅広く細かくなっても，そもそも必要な変数値がないのであれば，分析評価に意味をなさない事態が起こる。

それとインターネット・リサーチが利用できるのは，世界の人々のうちで精々 20％と言われている。後の 80％は関係ないということもある。国際市場細分化分析では悩みの種はつきない。

西内 啓の『統計学が最強の学問である』[13]という本がベストセラーになったということもあってか，雑誌『現代思想』（2014 年 6 月号）は，「ポスト・ビッグデータと統計学の時代」と題する特集を行っている。その中で，筆者の関心を呼ぶ評論が掲載されている。

データ科学者の水田正弘は，ビッグ・データもスモール・データも本質的には変わらないという[14]。

> データを活用する人にとって，スモールデータもビッグデータもすべての全てのデータ（any data）が重要である。統計学は，「従来，扱うことにできなかったデータを解析する」ために，確率論やコンピュータを活用してきた。ポストビッグデータがである any data は，統計学が率先して，情報技術，ビジネス，医療などと協力しつつはってんさせなくてはいけない。データを活用する人にとって，統計学は頼りになる存在である。

社会学者の太郎丸 博も類似の見解を示している[15]。そして，数理統計学者の竹内 啓は，ビッグ・データに対する統計学の適用に警鐘を鳴らす[16]。

> ビッグデータと統計とはきわめて密接な関係があると思われるかもしれないが，そこには微妙な問題が含まれている。……。ビッグデータに統計的方法を適用するに当たっては，4 つの段階を経なければならない。1．データの吟味，2．モデルの選択，3．手法の選択と適用，4．結果の解釈と判断，である。

これらのことがらは，データの量に関係なく生ずる問題であるということである。スモール・データにしろビッグ・データにしろ，統計学を適用することはそう簡単なことではないことが理解できる。

統計学者の田邊國士（2007）も，また，「“統計科学”の方法論としての優位性」について書いている[17]。

つまり，数理統計学に基づく推論はあくまでも帰納的推論であるとする一方で，科学について，対象の拡大と再定義についても言及する。「科学は，社会の発展に応じてその目的と対象を拡大させ，社会の与える技術手段に応じて方法を変化させながら不断に自己を再定義してきた。」ことから，「統計学」については，“統計科学”に変貌する必要性があるとする。その理由を以下のようにまとめている。

> 統計学は，データの収集と整理のための技術に関する記述的な学問であると一般には理解されているが，それは過去のものである。現代の統計学は現代社会の発展に沿って，自身を「統計科学」の名の下に再定義しつつある。それは単一の事象の数量的把握にのみ関わるものではなく，相互に絡

み合った複雑な事象間に伏在する関係の構造をモデリングし，先験的知識および有限の経験データを統合し，事象の認識・予測・制御を行う方法を提供する。統計科学はいわゆる‘客観性’を擬装することをやめ，「帰納的推論の科学」に徹することにより豊かな知を生みだすことになる。

理論に基づき仮説を立て，論理的にある種の結果を導き，それで現実を解釈しようとする演繹的推論の立場に対しては，「マーケティング理論や消費者行動論に則っていない」との指摘がある。一方，現象を支配している関係式，経験則を観測データから推定していく帰納的推論の立場に対しては，「データという裏付けが少ない，また，論より証拠が重要ではないか」という指摘がある。

帰納的推論に従う場合でも，新しいデータの補充による理論化を欠かすことは出来ず，そのため，不断の帰納的理論モデルの構築は欠かせないのである。その結果，現実に現された帰納的理論モデルは，100％確定的なものとは見なされず，確率的な意味しか持ち得ないことになる（95％ないし99％確かな）。

人間の予測は100％当たることを想定していないのであるから，モデルもその程度のものであると理解しておく方がよいであろう。

一方，理論に基づき仮説を立て，データによりその仮説を検証しようとする演繹的推論の立場に対しては，「マーケティング理論や消費者行動論に則っていない」との指摘がある。

現象を支配している関係式，経験則を観測データから推定していく帰納的推論の立場に対しては，「データという裏付けが少ない，また，論より証拠が重要ではないか」という指摘がややもするとある[18]。

帰納的推論に従う場合でも，新しいデータの補充による理論化を欠かすことは出来ず，そのため，不断の帰納的理論モデルの構築は欠かせないのである。

したがって，現実に現された帰納的理論モデルは，100％確定的なものとは見なされず，確率的な意味しか持ち得ないことになる（95％ないし99％確かな）。

この点に関しては，佐藤忠彦・樋口知之（2008）が，演繹的推論形式と帰納的推論形式の融合を考えている[19][20]。

まず，かれらはマーケティング分野におけるCRMや「One to Oneマーケティング」と呼ばれる活動が，その有効性から注目されていることに鑑みて，消費者一人一人の小売店への来店を動的かつ個人単位で解析するためのモデルを提案し，実際のID付きPOSデータを用いた解析を行うことで提案のモデルの表現力の高さを示した。

さらに，この論文に対するコメントへの返答として，マーケティング分野における推論形式の対立，演繹的（原理主導型）と帰納的（データ主導型）があることを紹介し，一般にもITの飛躍的発展の下で蓄積が進んでいる大規模データを前提とした場合，それぞれの立場の融合を実現するための手法の開発が重要な課題であると述べる。

この状況はマーケティング分野でも例外ではないのであって，マーケティングにおいても演繹と帰納の融合が，データの高次情報を抽出し，それに基づいて消費者行動，企業行動を解明するためには必要不可欠なのであるとしている（論文中の図5には，マーケティングにおいて演繹と帰納の融合を達成するための概念を模式的に示している）。

ここにいう「統計科学」とは，予測に関する手法である経済学の「計量経済学」における重回帰分析法，判別分析，経営学における「カバー法則モデル」や「実験による仮説検証の経営」などで想定されている世界の手法と類似のものと考えられる。

ビッグデータを用いて，地図上で収益性の

高い地点（hot spots）を発見するための方法を提示しているものもある[21]。

ビッグデータ関連の筆者による著書：

（＊）黒田重雄（2012）「マーケティング体系化における方法論に関する研究ノート ── 反証主義，論理実証主義，そして統計科学へ ──」『経営論集』（北海学園大学経営学部紀要），第 10 巻第 2 号（2012 年 9 月），pp.117-139。

（＊）黒田重雄（2014）「マーケティングにおける方法論に関する一考察 ── マーケティング・リサーチとビッグデータの関係を中心として ──」『マーケティング・フロンティア・ジャーナル（MFJ）』（北方マーケティング研究会誌），第 5 号（2014 年 12 月），pp.15-31。

2．AI の技術的発展におけるディープラーニングということ

ビッグデータと人工知能（AI）との関係については，新聞記事もある[22]。

世界の半導体産業が異例の成長を続けている。3 ～ 4 年で好不況を繰り返すシリコンサイル（3 面きょうのことば）を覆す勢いで中期的な成長局面が続き，2018 年の世界市場は 16 年に比べ 3 割増える見通し。ビッグデータを人工知能（AI）が高速処理したり，IoT で大量に集めた情報を保管したりする新しい需要が市場を引っ張る。世界株高をけん引した半導体需要は底堅いが，供給過剰の懸念も生じている。

半導体はコンピューターやオフィス機器に広く使い始めた 1970 年代後半から「産業のコメ」と呼ばれ，その後も携帯電話やデジタルカメラが需要を広げた。近年は記憶や演算の技術が伸びてスマートフォン（スマホ）を生む原動力となり，動画視聴やデータ保存といった新たな用途を生み出す好循環を導いている。

世界半導体市場統計（WSTS）が 28 日に発表した 17 年の世界市場見通しは 4086 億ﾄﾞﾙ（約 45 兆 3000 億円）と 16 年比 20.6％増える。6 月の予測値から 300 億ﾄﾞﾙ上方修正し初めて 4 千億ﾄﾞﾙを突破する見通しだ。

リーマン・ショック後に急回復した 10 年以来の 2 桁増となる。18 年も 17 年比 7.0％増の 4372 億ﾄﾞﾙとなり 2 年で 3 割の伸びが予想される。13 年以降は中国景気の失速で 0.2％減になった 15 年を除いて成長が続く。

17 年には韓国サムスン電子や東芝などが手掛け，全体の 3 割を占める半導体メモリーが前年比 60.1％増える。動画配信サービスの普及がデータセンターやスマホで使うメモリーの需要を支える。動画データは容量が大きく米アップルは iPhone の容最を 3 年間で 4 倍に拡大。動画を配信するデータセンター側も圧縮・送信するサーバー向け半導体が増える。

市場予測を引き上げた理由は新たな用途が広がるためだ。工場やインフラの管理などに使う IoT 機器は将来，世界で 1 兆個に達するといわれ，年間出荷 15 億台のスマホを超える半導体需要を生み出す可能性がある。

「自動車は車輪付きデータセンターになる」。米インテル幹部は自動運転の普及で車載半導体が急拡大すると期待する。前後左右にカメラを備えた自動運転車のデータ収集量は膨大だ。高性能の CPU（中央演算処理装置）のほか 1 テラ（テラは，1 兆）バイト規模のデータ保存装置が必要とされる。

好調な市況を受け半導体メーカーは設備投資を積み増す。米調査会社 IC インサイツは半導体業界の設備投資が 17 年に前年比 35％増の 908 億ﾄﾞﾙに達すると予測する。

先行きの需要は見込めるがメーカーが一斉に増産して需給ギャップが埋まれば価格

は下がる。製造装置で製品を大量生産する産業はこうした傾向が強い。00年代初めに光ファイバーの増産に各社が取り組み，すぐに供給過多に陥ったこともある。サムスンが競合を追い落とすため戦略的に売価を下げる懸念もある。

26日には米モルガン・スタンレーが投資家向けリポートでNAND型フラッシュメモリーの需要拡大が続く一方，投資の過熱で「19〜20年には供給過剰に陥る」と指摘した。韓国では27日にサムスンの株価が5％安と今年最大の下落率を記録。28日の東京株式市場でも東京エレクトロンが3％安と続落した。いつまで半導体好況が続くかを市場は警戒し始めている。

「ビッグデータを人工知能（AI）が高速処理する」という言葉で表現されている。

AIが開く明るい未来ということ

また，2017年6月，新聞に「5G・IoTが促す第4次産業革命」という小見出しのついた記事が載った（5Gとは，第5世代移動通信システムのこと）。

あらゆるものがネットにつながる「IoT」の技術が新たなイノベーションと経済成長を促そうとしている。日本経済新聞社と総務省は5月29〜30日の2日間，「IoTが拓くイノベーションと成長」をテーマに「世界デジタルサミット2017」を都内で開催した。

人工知能（AI）やビッグデータ，ロボティクスなどがもたらす新しいデジタルエコノミーの姿について，世界の各地から集まったIT（情報技術）分野の専門家や経営者たちが将来像と新たな課題を展望した。

また，この人工知能（AI）やIoTなどが広がる第4次産業革命は，企業の人材育成にも変革を迫る，という[23][24]。

まず，水野裕司は，

人工知能（AI）やあらゆるモノがネットにつながる「IoT」などが広がる第4次産業革命は，企業の人材育成にも変革を迫る。技術や事業の革新を担う「AI人材」の養成へ新たな取り組みが始まった。

工作機械をロボットなどとネットでつなぎ，顧客企業の生産工程をまるごと設計するビジネスの拡大をめざすDMG森精機。7月，技術者育成の拠点として東京・江東区に先端技術研究センターを開設した。

研修生に選ばれたのは若手の6人。通常の仕事から離れ，外部の専門家の指導も受けながら2年間，自らの技量向上に専念する。具体的にはAI，ネット，クラウド，IoTや，データの安全性を保つブロックチェーン技術のそれぞれについて，要求される水準の達成を求められる。

例えばAIでは機械学習のシステムを組む力を習得し，クラウドやIoT技術などは業界団体や有力企業による検定試験に合格することが必須。英語能力テストのTOEIC（990点満点）で900点以上を取ることも課されている。

「明治以来，日本の製造業は機械工学，電気工学，材料工学などの知識を磨いて発展してきた。しかし，求められる『知識のセット』は今や一変した」と，センター長の松島克守東大名誉教授は解説する。「AI，ネット，IoT……」のセットが新たに求められるようになり，それらを身につけた人材を養成できるかが競争力を左右する。

一人の技術者に一通りの新しい知識セットを習得させるのは経営のスピードを上げるためだ。「約600人いる開発技術者の10％をセンターで学ばせたい。修了後は新事業創造のプロジェクトリーダーなどに起用する」と森雅彦社長。

日本企業の人材育成は仕事を通じて技能を高める職場内訓練（OJT）が一般的だった。だが，AI などは職場に教えられる人材が乏しい。従来の延長線上にはない知識の体得には，育成方法も「非連続」の改革が必要というわけだ。

外部と交流するオープンイノベーションを進めるなかで AI 人材の育成に力を入れるのは日立製作所だ。

昨年 6 月，北海道大，東京大，京都大とそれぞれ共同研究組織を設立。大学内に施設を設け，3 大学あわせ約 30 人の日立の研究者が常駐する。京大とは生物の群れの統率の取れた集団行動を自動運転の渋滞緩和に役立てる AI 技術などを研究する。北大や東大とは高齢化，温暖化をはじめとした社会的問題への対策をビッグデータ解析などで立案する技術をめざしている。

日立も AI 技術の蓄積はある。だが「顧客の抱える課題を AI で解く」（鈴木教洋執行役常務）というとき，課題の内容と解決に必要な技術には無限の広がりがある。技術力のレベルを上げるには研究者が社外でもまれる必要もある。自前主義はいよいよ限界だ。

日本企業の人材育成は，どんな仕事をどんな順番で経験させるか考え，中長期の視野で OJT を進めてきた点も特色だった。しかし AI 時代は技術動向を読みにくく，人材養成の工程表をつくるのが難しい。人づくりの経験則は通用せず，企業の知恵が問われる。

また，大矢昌浩は，

物流ロボットの活用で近い将来，米アマゾン以上の脅威になると目されているのが中国アリババだ。現在はアマゾンが独走している。同社は大型のロボット掃除機のような搬送車が保管棚を下から持ち上げて自走するピッキング用ロボットを，既に 4 万 5000 台以上導入しているという。2012 年に買収したロボット開発会社の米キバ・システムズ（現アマゾンロボティクス）を事実上，専属メーカーとして囲い込んでいる。

その後，日立製作所やインドのクレイオレンジ，中国のギークプラスなど，他メーカーも同じタイプのロボットを発売したので，資金さえ投じればアマゾンと同様の設備を整えることはできる。ただし，物流ロボットのパフォーマンスは運用で決まる。マシンとしてのスペックは同じでも，同じ棚にどの荷物を一緒に保管するか，作業員とロボットの動きどう組み合わせるか，運用次第で生産性に何倍もの差が生じる。そして運用レベルは人工知能（AI）の“賢さ”にかかっている。

従来型のマテハン機器が同じ動作を繰り返すのに対して，通販センターのピッキング用ロボットは注文内容と人手による庫内作業の進捗に応じて柔軟に動かなければならない。その制御を人間がプログラミングするのではなく，AI で機械学習できるようになったことから，物流分野にロボットが普及し始めた。

AI は有効なデータをたくさん投入するほど学習が進む。データ量の勝負になると中国に分がある。アリババの 17 年 3 月期の流通総額は 3･7 兆元（約 63 兆円）。そのトランザクションから生み出される膨大な実績データが機械学習の糧になる。

しかも，中国はオペレーション上の制約が緩い。欧米や日本などの先進国では，アマゾン型の搬送ロボットは安全上の理由から人間の作業エリアとは柵などで明確に区分して運用している。しかし，中国では保管棚を載せたロボットが作業員の隣を走っている。先進国では手に入らないデータも中国では手に入る。（月刊ロジスティクス ── ビジネス編集発行人　大矢昌浩）

AIの発展についての問題点として どういことが言われているか

現在，AIの発達に関する報道が過熱化しているが，記号学・メディア論を専攻している石田英敬（2017）は，メディア関係に要望の一文を書いている[25]。

変化の波　生活視点の報道を

クルマの自動運転から囲碁や将棋まで，商品のドローン配達から介護ロボットまで，「人工知能（AI）」に関する記事が新聞に載らない日はない。しかし，その報道および議論のされ方にはやや気になる点もあり，この問題について社会はより成熟したリテラシー（読み解く力）をもつべき段階に来ていると思われる。

「人工知能」という言葉には，何か人間を超えた知性が出現するのではないかという，期待と不安がつきまとう。

近い未来に人工知能が人間の能力を超えて進化し，もはや統御不可能な変化が起きるという「技術的特異点（シンギュラリティ）の神話」もまことしやかに語られて，ブームの先導的な役割を果たした。グーグル子会社のソフト「アルファ碁」が，囲碁の世界チャンピオンを打ち負かすなどしたから，SF的なお話も真実味を帯びてくる。

しかし，現実に進行しているのは，人間をとりまく技術環境の全般的なスマート（知能）化，自動化である。過去数十年間確実に段階を踏んで進んできたコンピュータ革命の帰結なのである。

現在世界では20億以上の携帯電話と数十億のコンピュータが相互につながって，人間の脳のニューロン（神経細胞）の1兆倍以上の規模のネットワークを形成している。モノのインターネットと呼ばれるようにモノとモノが相互にコミュニケーションし，人間はいわば，人工的に作られた巨大な〈脳〉を環境として生活するようになったのである。

あらゆるデータが大量に収集されて蓄積され，計算能力の高度化と，「深層学習」と呼ばれるアルゴリズム（処理手順）の発明により，技術環境自体が自動的に学習し，人間の能力をはるかに超えた作業を実行するようになってきた。

「破壊的進化（ディスラプション）」とも呼ばれるこの革新は，産業のあり方を急速に書き換えつつある。19世紀の産業革命でも20世紀のオートメーション化でも変化は起こったが，いま新たに大きな変化の波が起こっているわけである。

これまで人間が行っていた知的業務を，バイパス（迂回）したりスキップ（省略）することが可能になり，AIが人間の仕事を奪う「雇用の終わり」も語られている。流通やサービスの分野では，アマゾンに独占的に支配されたり，世界各地で行われているハイヤーの送迎サービス，Uber（ウーバー）のような配車システムにタクシー・サービスが取って代わられたり，実際にそうした破壊的進化は進んでいる。

ヨーロッパではAI社会における雇用の喪失をにらんで，人びとのはたらき方を変えようと，給与に代わる手当給付制度と組み合わせた能力開発教育プログラムの社会実験も始められている。

「人工知能やロボットによる代替可能性が高い労働人口の割合が最も高い」という報告もある我が国で，社会的な議論の拡がりがまだ弱いことが気になる。

しかし，これからは人間の組織をバイパスするシステムが社会に急速に拡大する時代に，AIに代替されない業種や人間としての意味をもつ仕事をめざせと言われても，多くの人びとは途方に暮れてしまうのではないだろうか。

人びとが必要としているのは，確実に進

みつつあるこの技術と産業の変化について，それが社会や人びとの将来にとって，具体的にどのようなことなのか，誰のための，どのような AI 社会なのか，より身近な具体的な自分自身の視点からこの問題を考えることができる，知識と判断材料である。メディアには，過度な楽観論でも悲観論でもなく，地に足のついた理解力を社会がもてるように，より生活に密着した，きめの細かい報道や解説が求められている。

現在，AI の発達が社会にマイナスの影響を及ぼすと考えられている事柄

弱点は何か，そしてそれを克服できるのか

AI の弱点もある[26]。

消費電力 1 万 2000 人分

「完璧すぎた」。（2017 年） 5 月 27 日，米グーグルの人工知能（AI）「アルファ碁」に 3 連敗した中国の棋士，何潔（か・けつ）九段はこう漏らした。圧倒的な力を見せつけた AI にも弱点があった。膨大な消費エネルギーだ。

人間の脳の消費エネルギーは思考時で 21㌻。一方のアルファ碁の消費電力は 25 万㌻とされてきた。約 1 万 2 千人分だ。

「消費電力の少ない半導体が必要になる」。トヨタ自動車の AI 研究子会社，トヨタ・リサーチ・インスティテュート（TRI）のギル・プラット最高経営責任者（CEO）は指摘する。

従来型の半導体で高度な自動運転を実現するには，住宅を上回りかねないほどの電力が必要になる。従来の延長線上にない技術革新が不可欠だ。

大量の計算必要

AI が高度化し，普及すればするほど大量の計算が必要になり消費電力も膨らむ。電力問題が永遠に手が届かない逃げ水となる可能性もある。

AI の研究が始まって 60 年余り。「これからリアルでシリアスな領域に AI が使われる」（経営共創基盤の冨山和彦 CEO）。その分，消費電力のような現実的な課題が浮かび上がる。

韓国の仁川市にある嘉泉大学ギル病院は昨年秋，肺がんなどの診断に AI を導入した。米 IBM の「ワトソン」を使い論文や診療データから最適な治療法を導き出す試みだ。

医師不足が深刻な韓国では特に地方でワトソン待望論が広がるが，費用の高さが立ちはだかる。

ワトソンを導入した病院は最低でも年間 10 億㌘（約 1 億円）をクラウド利用料などとして IBM に支払っているといわれる。韓国では医師の平均年収は 1 億 6500 万㌘。医師約 6 人分の人件費に当たる。世界で最も導入が進むワトソンですら韓国の大手病院から「費用ほどの利点はない」との声が出る。

データに不純物

AI を賢く育てるはずのビッグデータにも「現実の壁」がある。

「オオカミ人間の遺伝子情報を基に診断しそうになった」。経済産業省で遺伝子検査ビジネスの研究会を開いていた商務・サービス政策統括調整官の江崎禎英氏は事業者の発言に耳を疑った。人間の遺伝病リスクの分析事業者に愛犬の細胞を送る顧客が相次いだためだ。現在は顧客に「ペット禁止」を念押しするが，データに「不純物」が混入し AI の予測精度が落ちる危険はつきまとう。

時に虚偽が真実を超えて支持される「ポスト・トゥルース（真実）」の時代。昨年の米大統領選ではドナルド・トランプ氏に有利となる虚偽のニュースが拡散した。ビッグデータの中に故意に不純物を混ぜるサイバー攻撃があれば，AI は路頭に迷うことになる。

AI は放っておけばバラ色の未来をもたらすわけではない。課題を乗り越え AI を社会

に根付かせられるかどうか。成否は人間にかかっている。

失業者の増大

社会経済的にあまり芳しくない結果が出ることがあるといえば，特に，雇用・職に対してである。

人工知能にも造詣の深いマクロ経済学者といわれる井上智洋は，『人工知能と経済の未来 ── 2030 年雇用大崩壊 ──』（文春新書，2016 年）を出版している。

> 外科手術，自動運転，囲碁や将棋，小説にいたるまで人工知能（AI）が目覚ましく活躍する。その一方で筆者は 2030 年には AI が人間の頭脳に追い付き，ホワイトカラー事務職など 9 割の人が失業する可能性を指摘。AI や労働の未来を予測する。

というもの。

また，以下のような AI の雇用に対する影響も語られている[27]。

> 「雇用の未来」に関する主要論文の数は全世界で 100 本を超えるでしょう。その中でプレイ＆オズボーンは，世界的な研究ブームの先陣の役割は評価できますが，その推計値は最も極端です。オズボーン准教授の来日時に試算の前提を質問しましたが，「技術的な可能性を示しただけ，雇用増の部分は一切考慮していない」との回答でした。
>
> 主要論文を分析すると，過去の傾向についてはほぼ共通の認識があります。第一に，スキル度が中レベルの雇用が失われ，低・高レベルの雇用が増加しています。第二に，雇用が失われる境界がより高スキルへと移動しています。こうした雇用の変化は，先進国での経済格差拡大の一要因とされています。国際通貨基金（IMF）は 51 力国を対象に 1980～2006 年のジニ係数の変化に関して要因分解を行い，「格差への影響が最も強いのは技術革新」と結論付けています。
>
> スキル度が中レベルの職のうち雇用が減っているのは「ルーティン業務の職」です。最近進行している事例としては，①コールセンターのオペレーターが人工知能（AI）に②証券会社の株式トレーダーが AI に③弁護士事務所で過去の判例検索が AI に④会計事務所で定型的な経理処理が AI に ── などがあります。
>
> ルーティン業務はロジックに基づいているのでプログラム化か容易です。人間が行う場合は高い能力が必要で訓練に時間を要する業務であっても，ルーティン業務であれば機械に代替される可能性が高いのです。一方，中レベルの職の中でも「人と人とのコミュニケーションを要する職」の雇用は増えています。
>
> スキル度が低レベルの雇用は，一部の重労働などは機械で代替されつつあるものの，100％代替されるには至っていないので，仕事量が増えるに従い，雇用も増えています。例えば，ビルやトイレの清掃員は，清掃に使う道具の機械化が進んで重労働から解放されてきましたが，ビルの増加に伴って雇用者も増えています。ただ，スキル度が低い業務は，機械が人間を 100％代替することが可能になった時点を境に雇用が減少していくと考えられています。

人間にしかできない仕事など存在しないという説もある[28]。

> **人間にしかできない仕事など存在しない!?**
>
> 人工知能が人間の仕事を手伝うことは，人間の仕事が奪われることにもつながります。将来どのような仕事が人工知能に奪われ，どのような仕事が人間に残るかについて，さまざまな意見が出ています。東京大

学の中川教授は「突きつめて考えると，人工知能に奪われない仕事は一つもないと思います」と話します。

また，労働経済学からの見解もある[29]。

2015 年ごろより，人工知能（AI）の急速な発達が私たちの仕事を奪うのではないかとの懸念がさまざまな場面で語られるようになった。この懸念が正当なものかどうか少し歴史を振り返りつつ考えてみよう。産業革命以来，私たちの生活水準の向上は技術進歩に伴う生産性の向上に裏付けられてきた。しかしながら生産技術の進歩は労働のあり方を根本的に変化させるものでもあり続けた。そして，技術進歩が労働市場に与える影響は労働者の種類によってまちまちであった。たとえば，近年の情報通信技術の発達が労働市場に与えた影響を見てみると，もとより技能が高い労働者の生産性を向上させる一方で，技能が低い労働者の労働を代替するように働き，労働者間の賃金格差を拡大させるように機能してしまったことが知られている。これは新技術が実現する作業が人間が行う作業の一部を代替し，ほかの作業を補完するということが起こるためである。

ここでは情報通信技術が労働市場に与えたインパクトを的確に捉えたものとして高く評価されている Autor, Levy and Murnane（2003）の研究を紹介しよう。彼らは情報通信技術が得意とする作業を繰り返し作業だと定義した。繰り返し作業とは決まったルールに従って行う作業であり，たとえば，分析的作業だと計算作業であり，非分析的作業だと組み立て作業である。情報通信技術が不得意とする非繰り返し作業とはルール化が難しい作業である。たとえば分析的作業だと医者の診断であり，非分析的作業だと清掃員の掃除である。彼らの研究は職業データベースを使って，職業を繰り返しの有無，分析的か否かの 2×2 の軸に分類しなおして，情報通信技術が代替するのが難しい非繰り返し作業は，賃金分布の上位の部分（分析的非繰り返し作業）と下位の部分（非分析的非繰り返し作業）に厚く分布していることを示した。逆の言い方をすれば，繰り返し作業を行う人々が賃金分布の中で中間層を形成していたことを示した。そのうえで，情報通信機器の価格下落が，繰り返し作業の密度が濃い職業を情報通信機器で置き換えていったことを示し中間層が職を失っていく姿を描いた。賃金分布の中間部分が下方に移動していくというモデルの予測はアメリカの 1980 年代，90 年代の賃金分布の変化と合致しており，このタスク・アプローチは賃金分布の変化を説明するモデルとして広く利用されるようになった。このアプローチを日本に適用しか論文として lkenaga and Kambayashi（2016）があり，彼らは日本でもアメリカと同様の変化が起こったものの，変化の度合いは限定的であったことを報告している。

情報通信技術が労働市場に与えた影響のアナロジーで AI が労働市場に与えた影響を捉えるのは自然だし有力なアプローチだといえよう。ただし AI の核心をなす機械学習のアルゴリズムの飛躍的進歩，センサーの進歩と価格低下，さらにロボット技術の飛躍的進歩は機械で置き換えられる人間の作業の範囲を大きく拡大しているように見える。私たちが日常持ち歩くスマートフォンに装備されたセンサーの数々や小売店のレジの POS システムに代表されるように，私たちの行動の多くが電子的に記録されるようになり，莫大な情報（ビッグデータ）が蓄積されるようになっている。さらに莫大な入力から適切な出力を得るためにあらかじめ関数関係を人間が指定することなく，人間のお手本を含むビッグデータから自動的

に関数関係を学習させる機械学習のアルゴリズムが飛躍的に進歩している。このような技術進歩の中で，かつては非ルーティン作業と分類されていた自動車の運転のような作業も機械で置き換えられようとしている。AI の労働市場に対する影響を調べようとすれば，AI が実現しようとしている作業の本質を捉え Autor, Levy and Murnane（2003）が提案したルーティン・非ルーティンという軸を超えた，人間でなければできない作業とは何かを抽象化する作業が欠かせないものとなるであろう。

社会経済の環境が変化すれば私たちの働き方も変化する。この変化を的確に捉え，個人や社会が的確に対応するためには労働経済学の提供する知見がますますに重要になっていくだろう。本書の各章の分析がさまざまな分野における研究を進展させるための礎となることを願いつつ本書を閉じたい。

AI の技術的発達はどうなっているのか ――ディープラーニングとはどういうものか

2017 年 6 月 16 日付（文化 40 面）の『日本経済新聞』には，

> 囲碁と将棋の人間トップが 5 月下旬，相次いで人工知能（AI）に敗れた。世界最強とされる中国のプロ棋士，何潔九段が米グーグルの「アルファ碁」に 3 連敗し，将棋でも名人がソフトに太刀打ちできなかった。AI に圧倒的な実力差を見せつけられた囲碁界，将棋界には今，変革の波が押し寄せている。
>
> ……
>
> アルファ碁は中国語で「阿爾法囲棋」。中国のプロ棋士は敬意をもって「阿先生」と呼ぶが，すでに人知の及ばない高みに到達したのか。開発者でグーグル傘下の英ディープマインドのデミス・サビス最高経営責任者（CEO）は「人間の棋譜の影響はごくわずか。ほとんど自己対局で腕を磨いた」と明かす。
>
> 囲碁は局面の数が 10 の 360 乗と膨大なうえ，形勢判断も難しく，あと 10 年は人間に及ばないと考えられてきた。だが，アルファ碁の開発が始まったのは，わずか 3 年前。
>
> 人間の打った大量の棋譜を参考に，どの局面ではどこに打てば良いかを機械が学ぶディープラーニング（深層学習）と自己対局を繰り返す強化学習という 2 つの手法を組み合わせた。

こうして，今日，新聞や雑誌などでも，AI に関する記事が出ていない日や号はないといっても過言ではない。

ところで，膨大な形勢判断にとって重要なカギを握るという「ディープラーニング（深層学習）」とはどのようなものなのか，また，それが社会経済的な事柄や，特に経営やマーケティングにどういう影響を及ぼすものであるのかを考えてみなければならない。

「ディープラーニング（深層学習）」とはどのようなものなのか。これについては，人工知能研究者の松尾 豊（2016）が，著書『人工知能は人間を超えるか』の中で解説している[30]。

まず，ディープラーニングを理解するための前段を説明する。

> 人工知能が人間を征服するとしたら　私の意見では，人工知能が人類を征服したり，人工知能をつくり出したりという可能性は，現時点ではない。夢物語である。いまディープラーニングで起こりつつあることは，「世界の特徴量を見つけ特徴表現を学習する」ことであり，これ自体は予測能力を上げる上できわめて重要である。ところが，

このことと，人工知能が自らの意思を持ったり，人工知能を設計し直したりすることとは，天と地ほど距離が離れている。

その理由を簡単に言うと，「人間＝知能＋生命」であるからだ。知能をつくることができたとしても，生命をつくることは非常に難しい。いまだかつて，人類が新たな生命をつくったことがあるだろうか。仮に生命をつくることができるとして，それが人類よりも優れた知能を持っている必然性がどこにあるのだろうか。あるいは逆に，人類よりも知能の高い人工知能に「生命」を与えることが可能だろうか。

自らを維持し，複製できるような生命ができて初めて，自らを保存したいという欲求，自らの複製を増やしたいという欲求が出てくる。それが「征服したい」というような意思につながる。生命の話を抜きにして，人工知能が勝手に意思を持ち始めるかもと危惧するのは滑稽である。

そして，ディープラーニングの具体的説明に入る。

松尾の著書では，《第 4 章 「機械学習」の静かなひろがり ── 第 3 次 AI ブーム①》と《第 5 章 静寂を破る「ディープラーニング」──第 3 次 AI ブーム②》の中で書かれている。

データの増加と機械学習

第 2 次 AI ブームでは，「知識」をたくさん入れれば，それらしく振る舞うことはできたが，基本的に入力した知識以上のことはできない。そして，入力する知識は，より実用に耐えるもの，例外にも対応できるものをつくろうとするほど膨大になり，いつまでも書き終わらない。根本的には，記号とそれが指す意味内容が結びついておらず，コンピュータにとって「意味」を扱うことはきわめて難しい。

こうした閉塞感の中，着々と力を伸ばしてきたのが「機械学習（Machine Learning）」という技術であり，その背景にあるのが，文字認識などのパターン認識の分野で長年蓄積されてきた基盤技術と，増加するデータの存在だった。ウェブに初めてページができたのが 1990 年，初期の有名なブラウザ「モザイク」ができたのが 1993 年，グーグルの検索エンジンができたのが 1998 年，顧客の購買データや医療データなどのデータマイニングの研究が盛んになり，国際的な学会ができたのが同じ 1998 年。特に，ウェブ上にあるウェブページの存在は強烈で，ウェブページのテキストを扱うことのできる自然言語処理と機械学習の研究が大きく発展した。

その結果，統計的自然言語処理（Statistical Natural Language Processing）と呼ばれる領域が急速に進展した。これは，たとえば，翻訳を考えるときに，文法構造や意味構造を考えず，単に機械的に，訳される確率の高いものを当てはめていけばいいという考え方である。

従来の言語学で研究されてきた文法に関する知識や，文の伝えようとする意味をきちんと把握して訳すのではなく，対訳コーパスという日本語と英語が両方記載された大量のテキストのデータを使って，「英語でこういう単語の場合は日本語のこの単語に訳される確率が高い」「英語でこういうフレーズの場合は日本語のこういうフレーズに訳される場合が多い」と単純に当てはめていくのである。

こうして，従来の推論や知識表現とやや異なる分野で，既存のデータを所与のものとして，それを活用する研究として，機械学習の研究が進んでいた。グーグルは，まさにこの統計的自然言語処理の権化のような企業であり，創業から 10 年ほどで急成長を遂げた。グーグルが 10 万ドルの資金を元手に創業したのが 1998 年，2004 年に上場した

際の時価総額は 230 億ドル，そして 2014 年には 3500 億ドル（42 兆円）となり，トヨタ自動車の 2000 億ドル（24 兆円）を大きく上回る。

「学習する」とは「分ける」こと

機械学習とは，人工知能のプログラム自身が学習する仕組みである。

そもそも学習とは何か。どうなれば学習したといえるのか。**学習の根幹をなすのは「分ける」という処理である。**ある事象について判断する。それが何かを認識する。うまく「分ける」ことができれば，ものごとを理解することもできるし，判断して行動することもできる。「分ける」作業は，すなわち「イエスかノーで答える問題」である。

たとえば，あるものを見たときに，それが食べられるものかどうか知りたい。これは，「イエス・ノー問題」である。あるものが，ケーキなのか，お寿司なのか，うどんなのか知りたい。これは，3 つの「イエス・ノー問題」が組み合わさったものと考えることができる。ある人にお金を貸していいのか，ある案件にゴーサインを出していいのか，あるユーザーにこの広告を出していいのか，こういった「判断」は，すべて「イエス・ノー問題」に帰着する。

もともと，生物は生存のために世界を分節する。食べられるか食べられないか。敵か味方か。雄か雌か。われわれ人間はより高度な知能を持っているので，非常に細かく，一見すると無意味なくらい，世界を分節している。

このように，人間にとっての「認識」や「判断」は，基本的に「イエス・ノー問題」としてとらえることができる。この「イエス・ノー問題」の精度，正解率を上げることが，学習することである（ここで言っているのは「分類」だが，ほかにも「回帰」などのタスクもある）。

機械学習は，コンピュータが大量のデータを処理しながらこの「分け方」を自動的に習得する。いったん「分け方」を習得すれば，それを使って未知のデータを「分ける」ことができる。いったん「ネコ」を見分ける方法を身につければ，次からはネコの画像を見た瞬間，「これはネコだ」と瞬時に見分けられるということだ。

教師あり学習，教師なし学習

機械学習は，大きく「教師あり学習」と「教師なし学習」に分けられる。

「**教師あり学習**」は，「入力」と「正しい出力（分け方）」がセットになった訓練データをあらかじめ用意して，ある入力が与えられたときに，正しい出力（分け方）ができるようにコンピュータに学習させる。

通常は，人間が教師役として正しい分け方を与える。たとえば，文書分類であれば，与えるべきものは，この文書は「政治系」，この文書は「経済系」といった文書のカテゴリになる。画像認識であれば，この画像は「ヨット」，この画像は「花」といった具合である。ロイター通信のデータセットというのが有名で，2 万個の新聞記事のデータに 135 個のカテゴリが付与されているものが文書分類の研究ではよく使われる。

一方，「**教師なし学習**」は，入力用のデータのみを与え，データに内在する構造をつかむために用いられる。データの中にある一定のパターンやルールを抽出することが目的である。

全体のデータを，ある共通項を持つクラスタに分けたり（クラスタリング），頻出パターンを見つけたりすることが代表的な処理である。たとえば，あるスーパーマーケットの購買データから，遠くから来ていて平均購買単価が高いグループと，近くから来ていて平均購買単価が低いグループを

見つけるといったことが，クラスタリングである。また，「おむつとビールが一緒に買われることが多い」ということを発見するのが頻出パターンマイニング，あるいは相関ルール抽出と呼ばれる処理である。

筆者は，この文章から，「教師なし」の場合が，統計学における「因子分析」・「主成分分析」や「数量化理論第Ⅱ類」・「数量化理論第Ⅲ類」などの分析方法が当てはまると考えている。以下で筆者による分析例を紹介し，そこにおける問題点などの考察を行う。

なお，ディープラーニングについてのわかりやすい解説は，雑誌『Newton（ニュートン）』（2018 年 1 月号，pp. 24–51）にある。

3．筆者による比較マーケティング研究 ── 国際市場細分化分析 ──

市場細分化戦略は，「比較マーケティング研究」にとっても中心的役割を担っている。「国際市場細分化研究」と呼ばれるものである。

筆者は，この分野の研究分析を一時期行っているがその研究目的は以下のようなものであった。

現代においては，国際市場は格段に広がっており，なおかつ国家数の拡大と縮小，またはグループ化という目まぐるしく変化する複雑な国際市場構造である。このような時期のグローバル企業戦略としては，海外進出戦略を効果的に遂行する前提としての海外市場の選択，ならびに，国際的な標的市場決定が，一段と重要となる。

申請者は，これまで，グローバル企業の市場探索の情報提供を行うため，研究面で，特に国際市場間比較を中心テーマとする「比較マーケティング」の立場からどのようなアプローチが可能かについて考察を進めてきている。

「比較マーケティング」研究は，R. Bartels（1976）（*The History of Marketing Thought*）等が，国際市場の異質性に注目することの重要性を指摘して以来，理論，実証の両面で展開されてきている。

これらの文献サーベイには，例えば，El-Ansary, A. I. and M. L. Liebrenz（1982）や Barksdale, H. C. and L. M. Anderson（1982）（BA 論文）等があるが，BA 論文では，5 つの発展方向「マーケティング制度と活動（比較流通）」「環境条件」「消費者行動」「方法論的考察」「比較概念枠」を示唆されている。

一方，申請者は，これまでの「比較マーケティング」研究のサーベイから，「三つの異質性」をめぐつて研究がなされてきたことを浮かび上がらせ，そこから今後の研究課題として発展方向，すなわち，①経済発展（段階）とマーケティングの貢献度研究，②システム比較の前提となる分析枠（フレームワーク）の設定，③市湯の国際比較研究，を導き出すとともに，特に③を国際市場細分化研究として検討してきた（黒田『比較マーケティング』，千倉書房，1997），（「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『経済学研究（北海道大学）』，1997），（「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『流通研究（日本商業学会誌），創刊号，1998）。

具体的な研究内容は，比較マーケティングの枠組みを各国市場特性（消費者行動を中心とする）間比較として捉えたフレームワークを形成し，これに基づく「類型化分析」や「項目別消費」の要因分析を行ったものである。

こうした申請者の研究は，阿部論文では，多元的世界での National Character の追求にあるとされ，研究の展開フレームは規範的・理論的志向ではなく実証的・記述的志向方式であると位置づけられている。

しかし，これまでの申請者の分析には，依然として解決さるべき理論的・実証的問題点が多く残されていた。基本的には，これまで通り，比較マーケティング研究が，国家（市場）の諸特徴（諸変数）の選択，比較技法の選択，そして情報の収集など実証化に伴う広範囲の選択問題である。

こうして，申請者は，今後クリヤーさるべきものとして以下の問題を掲げてきた（黒田「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『流通研究』，1998)）。

(1) 理論的考察の深化，(2) 一国市場を構成する要素の確定と現実的適応性の問題，(3) データの利用可能性の問題，(4) 分析手法の問題，(5) 市場細分化とマーケティング戦略との対応関係。

以上，比較マーケティング研究においては，今後とも理論・実証両面からの発展が望まれているところであるが，今回の研究では，理論面の強化（新しい分析フレームワークの開発)，実証分析面での分析方法にかかわる諸問題の解決と最近付加された資料（Euromonitor（2002）等）による各国市場特性の時間的変化，およびグルーピング（類型化）の変化の状態を観察しこれまでの分析結果と比較したいと考えている。

上記の分析を踏まえ，国際市場の地域的同質性や異質性の問題をさらに深化させることが本研究の目的である。

（本研究は，文科省の平成 15〜16 年度科学研究費補助金（基盤研究（C)(2)）の交付を受けている。）

なお，筆者による上記の分析は，松尾のいう「教師なし」の分析に相当するものとなっている。

以上の検討から，筆者としては，AI の技術的発展で，国際市場細分化分析がより説得力を増し，その頑健性（ロバストネス）を高めることができるまでには，まだまだ随分先の話であると考えざるえない。

おわりに

松尾は，AI の機械学習方法である「ディープ・ラーニング（深層学習)」の考え方は，「主成分分析」の繰り返しだと述べている。

実際に，いくつかの問題に対して，主成分分析（数量化理論第Ⅲ類）をいろいろ試みてきた筆者としては，人工知能（AI）の技術を現実のマーケティング問題に応用しているようにも見え，意を強くする部分はある。

しかしながら，一方で，そうした応用が，現実に使いものになる結果を得るためには，まだまだクリヤーしなければならない諸問題（たとえば，使用するデータ〈ビッグ・データ〉のそれぞれの精度は大丈夫か，それぞれのデータの比較可能性は大丈夫か，どんなデータをどれだけ集めればよいのか ── 何でもよいのか ── 等）が多いことに思いを致している。

その行きつく先が期待に応えられる状態になるまでは，まだまだ時間が掛かりそうだというのが筆者の実証分析を通しての実感である。

この点は，松尾が著書の『人工知能は人間を超えるか』の中で，「それはありえない」として，以下のように述べていることと関連していると思われる[31]。

人工知能が人間を征服するとしたら

私の意見では，人工知能が人類を征服したり，人工知能をつくり出したりという可能性は，現時点ではない。夢物語である。いまディープラーニングで起こりつつあることは，「世界の特徴量を見つけ特徴表現を学習する」ことであり，これ自体は予測能力を上げる上できわめて重要である。ところが，このことと，人工知能が自らの意思を

持ったり，人工知能を設計し直したりすることとは，天と地ほど距離が離れている。

その理由を簡単に言うと，「人間＝知能＋生命」であるからだ。知能をつくることができたとしても，生命をつくることは非常に難しい。いまだかつて，人類が新たな生命をつくったことがあるだろうか。仮に生命をつくることができるとして，それが人類よりも優れた知能を持っている必然性がどこにあるのだろうか。あるいは逆に，人類よりも知能の高い人工知能に「生命」を与えることが可能だろうか。

自らを維持し，複製できるような生命ができて初めて，自らを保存したいという欲求，自らの複製を増やしたいという欲求が出てくる。それが「征服したい」というような意思につながる。生命の話を抜きにして，人工知能が勝手に意思を持ち始めるかもと危惧するのは滑稽である。

そうしたことを考えるのは滑稽であるし，また，そうあってはならないだろう。

こうした意見は，科学誌でも述べられている[32]。

これからも人類に役立つ人工知能であるために

高齢化が進む日本のような社会では，社会を維持するために人工知能は大きな助けになります。人工知能がさまざまな危険性をはらんでいても，現実的には，人工知能の開発を止めることはできません。

2017 年 1 月，アメリカ，カリフォルニア州のアシロマに多くの人工知能の研究者が集まり，会議を開きました。そして，人工知能の開発に際して守るべき 23 の原則が発表されました。

アシロマの人工知能 23 原則

出典：Future of Life Institute（https://futureoflife.org/ai-principles-japanese/）

ただし，かっこ内は編集部による補足です

── 研究課題

1．研究目標：研究の目標となる人工知能は，無秩序な知能ではなく，有益な知能とすべきである。

2．研究資金：コンピューターサイエンスだけでなく，経済，法律，倫理，および社会学における困難な問題をはらむ有益な人工知能研究にも投資すべきである。

3．科学と政策の連携：人工知能研究者と政策立案者の間では，建設的かつ健全な交流がなされるべきである。

4．研究文化：人工知能の研究者と開発者の間では，協力，信頼，透明性の文化をはぐくむべきである。

5．競争の回避：安全基準が軽視されないように人工知能システムを開発するチームどうしは積極的に協力するべきである。

── 倫理と価値

6．安全性：人工知能システムは，運用寿命を通じて安全かつロバスト（頑健）であるべきで，適用可能かつ現実的な範囲で検証されるべきである。

7．障害の透明性：人工知能システムが何らかの被害を生じさせた場合に，その理由を確認できるべきである。

8．司法の透明性：司法の場においては，意思決定における自律システムのいかなる関与についても，権限を持つ人間によって監査を可能としうる十分な説明を提供すべきである。

9．責任：高度な人工知能システムの設計者および構築者は，その利用，悪用，結果がもたらす道徳的影響に責任を負いかつ，そうした影響の形成にかかわるステークホルダー（利害関係者）である。

10．価値観の調和：高度な自律的人工知能システムは，その目的とふるまいが確実に人間の価値観と調和するよう設計されるべきである。

11. 人間の価値観：人工知能システムは，人間の尊厳，権利，自由，そして文化的多様性に適合するように設計され，運用されるべきである。
12. 個人のプライバシー：人々は，人工知能システムが個人のデータを分析し利用して生みだしたデータに対し，みずからアクセスし，管理し，制御する権利をもつべきである。
13. 自由とプライバシー：個人のデータに対する人工知能の適用を通じて，個人が本来もつまたはもつはずの自由を不合理に侵害してはならない。
14. 利益の共有：人工知能技術は，できる限り多くの人々に利益をもたらし，また力をあたえるべきである。
15. 繁栄の共有：人工知能によってつくりだされる経済的繁栄は，広く共有され，人類すべての利益となるべきである。
16. 人間による制御：人間が実現しようとする目的の達成を人工知能システムにまかせようとする場合，その方法と，それ以前に判断をゆだねるか否かについての判断を人間が行うべきである。
17. 非破壊：高度な人工知能システムがもたらす制御の力は，既存の健全な社会の基盤となっている社会的および市民的プロセスを尊重した形での改善に資するべきであり，既存のプロセスをくつがえすものであってはならない。
18. 人工知能軍拡競争：自律型致死兵器の軍拡競争はさけるべきである。

── 長期的な課題

19. 能力に対する警戒：コンセンサス（意見の一致）が存在しない以上，将来の人工知能がもちうる能力の上限について強い仮定をおくことはさけるべきである。
20. 重要性：高度な人工知能は，地球上の生命の歴史に重大な変化をもたらす可能性があるため，相応の配慮や資源によって計画され，管理されるべきである。
21. リスク：人工知能システムによって人類を壊滅もしくは絶滅させうるリスクに対しては，それぞれの影響の程度に応じたリスク緩和の努力を計画的に行う必要がある。
22. 再帰的に自己改善する人工知能：再帰的に（自分の行動の結束を自分自身に反映させるように）自己改善もしくは自己複製を行える人工知能システムは，進歩や増殖が急進しうるため，安全管理を厳格化すべきである。
23. 公益：広く共有される倫理的理想のため，および，特定の組織ではなく全人類の利益のために超知能は開発されるべきである。

この原則に法的な強制力はありませんが，その趣旨（しゅし）に賛同し，世界中の 3000 人以上の人工知能研究者や科学者が署名しています。人工知能の脅威について警鐘を鳴らしている，物理学者のスティーブン・ホーキング博士や，著名な起業家であるイーロン・マスク氏なども署名しています。

人類の知能を凌駕（りょうが）する人工知能が登場し，シンギュラリティがやってくるかどうかは，だれにもわかりません。最悪のシナリオも想定しながら，開発を進めていくことが求められています。

「アシロマの人工知能 23 原則」では，「研究課題」の 5 項目，「倫理と価値」の 13 項目，「長期的な課題」の 5 項目上げられている。

筆者としては，最後 23 番目の原則に上げられている「公益：広く共有される倫理的理想のため，および，特定の組織ではなく全人類の利益のために超知能は開発されるべきである。」が最も重要であるように思われる。

AI は，ルールのあるものには強いが，人間を相手にするものには弱いといことでもあるかもしれない。

社会学者で劇作家の山崎正和（2017）は，

人工知能の発達に関連して「それがどうした」という趣旨の随筆を書いている[33]。

人工知能に負けそうな将棋や囲碁の世界は，将来，どうなるだろうか。心配は要らないと，私はスポーツのことを思いだして確信している。たとえ機械に負けても，生身の人間の能力を尊敬しようという歴史は長い。現に乗用車が百メートルを 5 秒くらいで走る世の中になっても，9 秒以上かけて走るウサイン・ボルトへの賞賛は不滅なのである。

注と参考文献：

（1）〈ウィキペディア〉より。
＊VR 仮想現実（Virtual Reality）：
バーチャルリアリティ（VR）では，仮想の部屋に居て，仮想のテーブルに置かれた仮想のティーポットを見ているかのような五感情報を人に提示する。
＊AR 拡張現実（Augmented Reality）：
オーグメンティッド・リアリティ，AR）とは，人が知覚する現実環境をコンピュータにより拡張する技術，およびコンピュータにより拡張された現実環境そのものを指す言葉。
人が実際に居る現実の部屋のテーブルの上に，仮想のティーポットが置かれているかのような情報提示を行う。

（2）黒田重雄（2017）「人工知能（AI）の技術的発展が経営やマーケティングへどう影響を及ぼすかについての覚書」『開発論集』（北海学園大学開発研究所紀要），第 100 号（2017 年 9 月），pp. 161–195。
（3）黒田重雄（2009）「商学とマーケティングの講義ノート（1）」『経営論集』（北海学園大学），第 6 巻第 4 号，pp. 163–184。
（4）井原西鶴（1686）「波風静かに神通丸」『日本永代蔵』，巻一（三）（堀切　実訳（2009）『新版・日本永代蔵 ── 現代語訳付き ──』，角川文庫，pp. 18–23。）
（5）黒田重雄（2014）「マーケティングを学問にする試み ── マーケティングはマーケティング・リサーチのことである ──」『経営論集』（北海学園大学経営学会紀要），第 12 巻第 2 号（2014 年 9 月），pp. 141–159。
（6）ダイヤモンド社編集部訳（2012）「ビッグデータで営業の精度を高める」『DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー』，第 37 巻第 12 号（通巻 291 号，2012 年 12 月，pp. 92–104。）
（7）山本 強（2014）「今そこにあるビッグデータ ── デジタルデータで見る自然現象と社会現象 ──」，日本マーケティング協会北海道支部 4 月期セミナー，2014 年 4 月 22 日，於：電通恒産札幌ビル。
（8）井上哲浩（2014）「ビッグデータ環境下におけるマーケティング戦略と消費者行動」『マーケティングジャーナル』（日本マーケティング協会誌），第 34 巻第 2 号（2014 年秋），pp. 5–18。
（9）西本章宏（2014）「ビッグデータ時代の消費者行動分析 ── 消費者行動データと消費者選択行動に関する一考察 ──」『マーケティングジャーナル』（日本マーケティング協会誌），第 34 巻第 2 号（2014 年秋），pp. 47–60。
（10）「冗長性」とは：
冗長性（redundancy：リダンダンシー）：
必要最低限のものに加えて，余分や重複がある状態。また，そのような余剰の多さ。文脈により，除かれるべき無駄な余分を意味する場合と，何かに備えてあえて付加した余裕を意味する場合がある。
（11）浦 正勝・澁谷 健（2014）「ビッグデータに踊らされるな ── 社会で実践するイノベーションを ──」『九州マーケティング・EYES（アイズ）』，Vol. 71（2014 年秋），pp. 16–17。
（12）筆者による「国際市場細分化」関係論文：
（論文）「比較マーケティングと国際市場細分化」『経済学研究（北海道大学）』，第 45 巻・第 2 号（1995 年 6 月），pp. 94–108。
（著書）『比較マーケティング』，1996 年 10 月 1 日発行，千倉書房。
（論文）「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『経済学研究』（北海道大学），第 47 巻・第 2 号（1997 年 9 月），pp. 84–90。
（論文）「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『流通研究』（日本商業学会誌），第 1 巻・第 1 号（創刊号）（1998 年 3 月），pp. 19–32。
（研究ノート）「比較マーケティング研究とグローバル・マーケティング」『経営論集』（北海学園大学），第 1 巻・第 1 号（創刊号）（2003 年 6 月），pp. 69–89。
（研究ノート）「地域の国際マーケティングに関する一考察 ── 北海道における貿易活性化の必要性をめぐって ──」『経営論集』（北海学園大学），第 2 巻・第 3 号（通巻第 7 号）（2004 年 12 月），pp. 55–73。

（研究ノート）「国際市場細分化を中心とする実証化 ── 1991 年時点と 2000 年時点の比較分析 ──」『経営論集』（北海学園大学），第 2 巻・第 4 号（2005 年 3 月），pp. 141-159。
（研究報告書）「比較マーケティング研究における一展開 ── 国際市場細分化を中心とする実証化 ──」，平成 15～16 年度科学研究費補助金（基盤研究（C)(2)）研究成果報告書（2005 年 3 月），平成 17 年 3 月。
（研究ノート）「比較マーケティングにおける国際市場細分化分析のビジュアル化」『経営論集』（北海学園大学），第 3 巻第 1 号（2005 年 6 月），pp. 1-38。
（論文）「比較マーケティングと国際市場細分化」『経済学研究（北海道大学)』，第 45 巻・第 2 号（1995 年 6 月），pp. 94-108。
（著書）『比較マーケティング』，1996 年 10 月 1 日発行，千倉書房。
（論文）「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『経済学研究』（北海道大学），第 47 巻・第 2 号（1997 年 9 月），pp. 84-90。
（論文）「比較マーケティングの研究方向に関する一考察」『流通研究』（日本商業学会誌），第 1 巻・第 1 号（創刊号）（1998 年 3 月），pp. 19-32。
（論文）「比較マーケティング研究とグローバル・マーケティング」『経営論集』（北海学園大学），第 1 巻・第 1 号（創刊号）（2003 年 6 月），pp. 69-89。
（研究ノート）「地域の国際マーケティングに関する一考察 ── 北海道における貿易活性化の必要性をめぐって ──」『経営論集』（北海学園大学），第 2 巻・第 3 号（通巻第 7 号）（2004 年 12 月），pp. 55-73。
（研究ノート）「国際市場細分化を中心とする実証化 ── 1991 年時点と 2000 年時点の比較分析 ──」『経営論集』（北海学園大学），第 2 巻・第 4 号（2005 年 3 月），pp. 141-159。
（研究ノート）「比較マーケティングにおける国際市場細分化分析のビジュアル化」『経営論集』（北海学園大学），第 3 巻第 1 号（2005 年 6 月），pp. 1-38。
(13) 西内 啓（2013）『統計学が最強の学問である』，ダイヤモンド社。
(14) 水田正弘（2014）「ビッグデータブームを考える」『現代思想』，2014 年 6 月号，青土社，pp. 69-79。
(15) 太郎丸 博（2014）「統計・実証主義・社会学的想像力」『現代思想』，2014 年 6 月号，青土社，pp. 110-121。
(16) 竹内 啓（2014）「ビッグデータと統計学」『現代思想』，2014 年 6 月号，青土社，pp. 28-37。
(17) 田邊國士（2007）「ポスト近代科学としての統計科学」『数学セミナー』，第 46 巻 11 号（通巻 554 号），2007 年 11 月号，pp. 44-49。
(18) Davenport, Thomas H. (2009), “How to Design Smart Business Experiments”, Harvard Business Review,（トーマス H. ダベンポート（2009）「直感や経験則だけに頼ってはならない‘科学的実験’で仮説を検証する経営」『DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー』，第 34 巻・第 7 号，ダイヤモンド社，pp. 22-35。）
(19) 佐藤忠彦・樋口知之（2008）「動的個人モデルに消費者来店行動の解析」『日本統計学会誌』，第 38 巻，シリーズ・第 1 号，pp. 1-19。
(20) 佐藤忠彦・樋口知之（2008）「返答：マーケティングもデータ同化へ」『日本統計学会誌』，第 38 巻，シリーズ・第 1 号，pp. 31-38。
(21) Goyal, Manish; Hancock, Maryanne Q.; Hatami, Homayoun (2012),. “Selling into Micromarkets”, Harvard Business Review. Jul/Aug 2012, Vol. 90 Issue 7/8, p78-86.（ダイヤモンド社編集部訳（2012）「ビッグデータで営業の精度を高める」『DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー』，第 37 巻第 12 号（通巻 291 号，2012 年 12 月，pp. 92-104。）
(22)「半導体　IoT で急成長 ── 2 年で 3 割増予測 ──」『日本経済新聞』，2017 年 11 月 29 日付，1 面。
(23) 水野裕司（2017）「経営の視点・AI 人材　どう育てる ── OJT の経験則　もう限界 ──」『日本経済新聞』，2017 年 9 月 25 日付，5 面。
(24) 大矢昌浩（2017）「物流インサイトリポート：物流ロボット活用，中国が猛追」『日経流通新聞』，2017 年 11 月 24 日付，16 面。
(25) 石田英敬（2017）「人工知能と人間の知性」『北海道新聞』，2017 年 8 月 19 日付（朝刊），7 面。
(26)「AI と世界 ── 見えきた現実（1）──」『日本経済新聞』，2017 年 7 月 24 日付，1 面。
(27) 岩本晃一・波多野 文（2017）「やさしい経済学・AI の雇用への影響を考える④」『日本経済新聞』，2017 年 11 月 9 日付，33 面。
(28)「AI 大特集・ゼロからわかる人工知能」『Newton（ニュートン)』，2018 年 1 月号，pp. 24-51。
(29) 川口大司（2017）「社会の課題に労働経済学はどのように応えるのか？」『日本の労働市場 ── 経済学者の視点 ──』（川口大司編，有斐閣，2017 年），「終章」所収，pp. 393-408。）
(30) 松尾 豊（2016）『人工知能は人間を超えるか

── ディープラーニングの先にあるもの ──』，株式会社 KADOKAWA，pp. 203-204。
(31) 松尾 豊（2016）『前掲書』，pp. 203-204。
(32)「AI 大特集・ゼロからわかる人工知能」『Newton（ニュートン）』，前掲論説，pp. 24-51。
(33) 山崎正和（2017）「人工知能時代と人間」『文藝春秋』，2017 年 7 月号，pp. 79-80。