

情報革命による社会の変化と人類の未来

(2021年1月13日 受理)

安河内 恵子^{*1}

Social Change by the Information Revolution and the Future of Humankind

(Received January 13, 2021)

Keiko YASUKOCHI

Abstract

This study reveals the characteristics of the information society, the factors that promotes informatization, and considers the changes that informatization has brought to society, as well as the future of humankind.

At first, factors promoting informatization can be identified as ‘the development of computer technology’, ‘the development of network technology’, ‘their exponential development’, and ‘the progress of standardization’. The progress of informatization has brought great changes to society, leading to the creation of online-platform companies such as GAFAM, and they have significantly changed the existent industrial structure. Now, globalization is progressing on a global scale, and standardization is progressing. Along with that, various harmful effects have come to occur.

On the other hand, it has been argued that exponential development causes not only social changes but also humankind changes. Ray Kurzweil says that the destination of exponential development is the “singularity”, which will come around 2045. He argued that AI would surpass humankind, after that point.

So, of course, it is necessary to keep in eyes on whether the exponential development of technology will really change the future of humankind.

1. コンピュータの急速な発達と情報化の進展

情報革命と叫ばれて久しい。情報革命とは、コンピュータ技術、通信技術、およびそれらに関連する科学技術の発達が、新たな産業等を生み出しながら、雇用・ライフスタイル・意識等、社会全体にわたってもたらす革命的な変革のことを指す。

^{*1}九州工業大学 教養教育院

その始まりはコンピュータ技術の発達にあるが、実用的なデジタル・コンピュータの誕生は1940年代に遡り、第二次世界大戦下、イギリスやドイツでの暗号解読、アメリカ軍による弾道計算表作成など（ENIAC¹⁾）の目的で開発され、大きく発達した。その後もコンピュータは宇宙開発（1969年のアポロ11号の月面着陸ではIBM大型コンピュータが活用された）などで重要な役割を果たしつつ発展してきたが、1970年代半ばになるとコンピュータの小型化（ダウンサイジング）が急速に進み、従来の大型コンピュータに代わって、個人での利用を前提としたマイコン・パソコンが前面に出現することとなった。しかも通信技術の発達により、それらがネットワークにもつながるようになったことから、1990年代半ばからは個人利用が爆発的に増加し、大量の人々がネットワークにつながった端末を持つことができるようになった。これが目に見える形での情報革命の始まりである。ダウンサイジングはその後も一層進み、2000年代後半からはスマートフォン、タブレットも登場し、現在のスマートフォン時代に至っている。

こうしたハードの急速な小型化を可能にしたのは、「ムーアの法則」によって明らかにされた通り、ハードウェアとそれを支えるテクノロジーの急激な発達によるものであるが、こうしたハードウェア・通信ネットワーク技術の急速な発展と、それに関連する科学技術の発達が、新たな産業を生み出しながら産業構造の変革をもたらし、それに伴う雇用の変化、ライフスタイルや意識の変化等、社会全体にわたって大きな変容をもたらしてきた。これが情報革命である。

加えて、関連産業・研究の1つとしてAIも急速に発展することとなり、それこそが今後の社会・人類の未来にパラダイム転換的な大きな変革をもたらすと考えられている。この点については特に、世界的な人工知能学者で未来学者でもあるレイ・カーツワイルが、2005年に、「2045年にシンギュラリティ（技術的特異点）が到来する」という未来予測を行ったことで、世界中の注目を集めているところである。

本稿ではこれらのことを踏まえ、コンピュータ技術のこれまでの発達を概観しながら、情報化の特質について考え、情報革命がもたらしてきた社会の変化、および人類の未来について考察していくこととする。

2. 情報社会の特質、情報化の促進要因

情報革命によって出現する情報社会の姿、特質を体系的に考察し予測した研究者として、アメリカの未来学者アルヴィン・トフラーをあげることができる。1980年に刊行された彼の著書『第3の波』は世界中でベストセラーとなったが、彼はその中で、情報社会の特質を産業社会と比較しつつ考察し、情報社会では、産業社会の典型的特徴であ

る「同時化」原則が後退し、「非同時化」「時間の非マス化（非画一化）」が進む²⁾と主張した。彼が主張する「非同時化」とは、「時間」の同時化からの解放とともに、「空間」の同時化からの解放をも意味するものと捉えることができる³⁾。そして、それを可能にするのは「通勤がわりの通信」⁴⁾であり、通信設備を備えた「エレクトロニック^{コテージ}住宅」さえ整備されれば、会社・工場・オフィスに毎日出社しなくても仕事を行うことができると考えたのである。同書には、遠距離通信設備が整えば自宅・家庭で仕事ができる従業員は多いとする、企業のCEOや管理職のインタビューが多数紹介されている。トフラーは、情報社会の主たる特質として、時間的・空間的同時性からの解放、すなわち、「時間と空間の拘束からの解放」「時間と空間の拘束からの自由」に、第1の特性を見出していたとすることができる。

そこで、トフラーの考察をふまえ情報化を促進している要因を捉えてみると、「通信ネットワーク、通信インフラの整備」、および、その前提条件としての「コンピュータ技術の発達」の2つを、主要な要因として析出することができる。これらの要因に関しては、「ムーアの法則」「メトカーフの法則」が提唱されていることから、併せて、それらについての考察も必要となる。すなわち、「コンピュータのハード技術の発達」については、1965年「ムーアの法則」によってハードがこれまで経験したことがないほどの急激なスピード（指数関数的）で発展していくことが経験則として示されたこと、また「通信ネットワークの発達」については、1980年の「メトカーフの法則」によって通信ネットワークも指数関数的に価値が増大していくことが提唱されたことである。つまり、情報化の促進要因である「コンピュータ技術の発展」、「通信ネットワークの発達」については、それらがいずれも「急速に発達」するという特性を持っているということが示されたのであり、この点も情報化促進要因の1つとしてあげておくべきである。以上の点を考慮しなければ、情報革命がもたらしてきた大きな変化、現代の情報化について完全に説明することは難しいと考えられるのである。

ところで、1980年時点では、それらの発達の驚異的なスピードとそれがもたらす真の脅威について、ほとんどの人々は明確に理解していたわけではないと思われる。なぜなら、人間の思考・想像力は直線的なレベルの把握は容易であるが、指数関数的な増加には想像力がなかなか追いついていかないと考えられるからであり、1980年時点のコンピュータ・通信技術の発達程度はまだ直線的な発達レベルとしての理解の範囲内にあったと思われるからである。この点については、マサチューセッツ工科大学デジタルビジネス・センターのエリック・ブリニョルフソンとアンドリュー・マカフィーが「チェス盤の法則」について解説している点が示唆に富んでいる。彼らは、カーツワイルが『スピリチュアル・マシーン』の中で言及している「チェス盤の法則」を取り上げ、指数関

数的な増加というものは人間の想像を超えるスピードで発展していくという点について解説している。

「チェス盤の法則」とは、チェス盤を発明した男性が王様にそれを献上したところ、王様がたいそう喜び褒美を約束したため、男性は、チェス盤のマス目の1つごとに、前のマス目の倍の米を置くことを繰り返しその合計を褒美としていただきたいと申し出たのに対し、王様はたやすいことと請負ったが、実際には最終のマス目における米粒の数は2の64乗マイナス1となり、これは積み上げるとエベレストよりも高くなるほどの、たいへんな量の米粒になるという逸話に基づいたものである⁵⁾。この逸話についてカーツワイルが、チェス盤の最初の半分までは米の山はそう大きくなかった、と指摘している点について、ブリニョルフソンとマカフィーは、「カーツワイルが言いたかったのは、倍々ゲームでの増加すなわち指数関数的な増加は人を欺く、ということである」⁶⁾と述べている。と言うのも、「最初はこれほど増えるとはわからないからだ。指数関数は、始めはありふれた直線的な増え方⁷⁾をするように見える。だが時間の経過とともに、チェス盤で言えば残り半分に入ってから、私たちの直感的見通しを狼狽させるような増え方に転じる。直線的な増加をはるかに上回って加速的に増え、エベレストより高い米の山を出現させるのだ」⁸⁾。この点から考えると、コンピュータのハードの発達も、ネットワークの発達も、ある時点から、人間の想像を超えた急激な発展をするのであろうと予想されるが、1980年は、まだそのような想像を超えるほどの発展段階にはなかったと判断できるのである。

他方、『第3の波』刊行年と同じ1980年に、ゼロックスのパロアルト研究所においてイーサネットを共同開発したロバート・メトカーフ⁹⁾は、「メトカーフの法則」を提唱した。この法則の提唱は、彼が、当時はまだほとんど利用者がなかった通信ネットワークの持つ価値について、後の急速な発展を正確に予想していたことを意味している。この法則の提唱を可能にしたのは、彼がネットワーク研究者であり、その理論的な考察によるものであろう。ネットワークは、利用者が増えれば急速にそのネットワークの持つ価値・重要性が高まる。またネットワークの進展は、時間・空間の超越にもつながることから、グローバル化も進展させる。このように、ネットワークそのものは、利便性を向上させるために「共通化」「標準化」(standardization)の方向に進んでいく指向性を持っている。なぜなら、そうすることでネットワークは、持っている力をさらに発揮できるようになるからである。その存在意義を強固なものにするために宿命的にグローバルに共通化を進め、そのことがまた、グローバルな共通性の上に立っているネットワークの基盤(プラットフォーム)に関わるものを、大きなパワー、影響力を持つ存在に変えていくのである。「メトカーフの法則」は、情報社会に顕著に見られる寡占化や世界標準の誕生を

も的確に説明しうることを考えると、メトカーフはこれらの点までも明確に予測・予見していたと言うことができる。「ネットワーク効果」に基づく寡占化やそれに伴う諸事象が、現在、きわめて大きな問題として出現しているが、これについては後段で詳述する。

以上見てきたように、情報化の促進要因としては、「コンピュータ技術の発達」「通信ネットワークの発達」、それらの「指数関数的発展」、およびネットワーク進展による「共通化の促進」という諸要因が指摘できることを、ここで再度、確認しておきたい。

3. コンピュータとネットワークの発達

前項で述べた特質に注目しながら、本項では、コンピュータとネットワークに関するこれまでの発達について、それぞれ詳しく見ていくこととしたい。

(1) コンピュータの発達

先にも記したように、デジタルコンピュータは1940年頃から開発・活用され、その初期の開発は、暗号解読や弾道計算表作成など軍事と密接に結びつき、またその後は宇宙開発とも強い関連を持ちながら発達してきたという経緯を持つ。しかし、1959年にジャック・キルビーとロバート・ノイスの2人によって別々に集積回路の特許が申請された¹⁰⁾ことで、集積回路が産業レベルで活用されるようになり、その後のコンピュータの小型化、ひいては大衆化をも押し進める原動力となった。その開発のスピードの速さは、1965年にインテルの共同創始者であるゴードン・ムーアが、「ムーアの法則」として明らかにした通りである。「ムーアの法則」とは、「1つのIC（集積回路）に搭載することができるトランジスタの数は、約18ヶ月で倍増する」ことを明らかにした経験則であり、かつ未来予測でもある（図1参照）。図1では対数をとったグラフになっているが、この「ムーアの法則」から、コンピュータ技術に関する技術革新は「指数関数的」に急速に進んでいることが明らかとなった。また、それとともに、そのような急速なスピードで進歩する技術革新はこれまで存在していないことも明白になった。

このような急激な技術革新の進歩が、その後のコンピュータの急速な小型化、低廉化を可能としたのである。

IBM-PC製作にあたり、大企業IBMからOS作成を依頼されたベンチャー企業マイクロソフトは、OSとしてMS-DOSを開発・提供し、しかもIBM-PCが業界主流機種となったことで、マイクロソフトの売り上げも飛躍的に伸びて、経営の安定的な基盤を形成するに至った。IBM-PCは、それまでの製作方法とは異なる方法で製作され、OSにはマイクロソフトのMS-DOSを、CPUにはインテルの製品を採用するという「水平分業」といわれる方法によって製作された。この新たな製作方法は情報社会での新たな方法として定着することとなったが、実はこの方法の採用により世界標準化したのは、IBMのPCではなく、むしろそのPC内部に採用されたマイクロソフトとインテルの製品の方であった。加えて、その後、マイクロソフトの現在の揺るぎない地位を確立させたのは、1993年のWindows3.1、1995年のWindows95のOS発売である。この時期、折しも無料開放されたWWWやMosaicの利用拡大に合わせ、ネットワーク接続PCのOSとしてWindows3.1, Windows95は世界中で大ヒットした。デバイスとネットワークの個人利用の急速な拡大の波に乗って、マイクロソフトはこの時期に世界標準としての地位を確固なものとして確立したのである。

ところで、それまでのPCはオフィス中心の利用であったこともあり、無機的・事務的な製品という印象が強かったが、PCにデザイン性を持たせ、その印象を大きく変革したのはジョブズ率いるアップルであった。1997年にきわめて斬新なデザインとカラーで構成されたiMacを発売し、大ヒットさせた。その後も、Mac-PCを主力としつつ、他方で、より小型なデバイスとして2001年にはiPod、続いて2007年にiPhone、2010年にはiPadを発売することで、これまで以上の小型化とデザイン性・機能性を高めたハード製品、またそれを支えるOSとサービスを送り出した。現在のスマートフォン・タブレット時代を切り開いたのは、こうしたアップルの製品である。加えて、iTunes Store等における音楽配信サービス等のソフト面での事業も開始することで、アップルは、ハードとソフトをワンパックとする事業展開を進め、現在の地位を確立するに至ったのである。

以上、「ムーアの法則」で指摘されたように、コンピュータ技術が急速に発展し、それに伴ってデバイスは、1940年代の大型コンピュータから、1970年代にはマイコン・パソコンへ移行、そして2000年代にはスマートフォン・タブレットへと、急速に小型化・廉価化しつつ、世界中で爆発的に普及していったのである。

(2) ネットワークの発達

これまで見てきたように、ハード製品の小型化は1970年代以降に急速に進んできたのであるが、他方、ネットワークに関しても、そのそもそもの始まりは1970年代に求めることができる。それは、1971年に、インターネットの始まりとされるARPANETが

構築されたことである。ARPANETとは、アメリカ国防総省の中に設置されたARPA (Advanced Research Projects Agency¹²⁾ (高等研究計画局) という部局の主導のもと、大学・研究所等との研究協力の中で開発・構築された、世界初のコンピュータネットワークのことを指す。ただし、ARPAそのものの設立は1958年に遡り、その設立は、前年の「スプートニク・ショック」¹³⁾ に影響されたと言われている。1958年、ARPAは、旧ソ連の宇宙開発への危機管理対策としてネットワーク研究を主たる業務とする部局として設置されたのであり、その意味で、コンピュータの開発同様、ネットワークの開発もまた、初期は軍事的な意味合いを持ちながら進められていたとすることができよう。

こうしたネットワークの発揮する効果について、メトカーフが「メトカーフの法則」を提唱したのは1980年であり、この点は先に記述した通りである。1980年と言えば、ネットワーク利用可能な者は、限られた所属先に勤務しているほんの一握りの専門家集団のみ(軍・大学・研究所関係者)であったと推測されるが、にもかかわらずメトカーフは、この時点で、ネットワークが持つ(であろう)力、「ネットワーク効果」を刮目していたということになる。「メトカーフの法則」とは、「ネットワークの持つ効果は、そのネットワークに参加する参加者数の2乗に比例して増大する」というものであり、こうして、メトカーフによって、ネットワークの効果も、コンピュータ技術同様、指数関数的に拡大・増大することが明らかにされた。ネットワークはその構成員・ユーザーを多く持てば持つほど、その効果が飛躍的に増大し、ネットワークそのものがますます拡大していく。そしてそのことが、情報社会に特有の寡占化や世界標準の発生につながっていくことも明らかにしたのである。

ところで、インターネットそのものの始まりはARPANETに求められるが、世界中に莫大な利用者を持つことになるインターネット時代の幕開けとなると、1989年のWWW開発に基点を求めねばならない。欧州原子核共同研究所(CERN)のティム・バーナード＝リーがWWW(World Wide Web)を開発した¹⁴⁾のが1989年であり、1990年には彼は世界初のウェブページを開発した。1993年にWWWは無料公開されたが、その同じ1993年に、イリノイ大学の米国立スーパーコンピュータ応用研究所のマーク・アンドリーセンらがMosaicというウェブブラウザを開発・リリースし、これによりインターネット上で画像も扱うことができるようになったことで、一般の人々が広くインターネットを利用できる環境が整ったのである。加えて、先にも述べたように、この年にはマイクロソフトがWindows3.1を、また95年にはWindows95を開発・販売し、ネットワーク利用のために必要な個人向けのPCまで揃ったことで、インターネット利用は爆発的に広まり、インターネット時代が幕開けすることとなった。このため1995年は、「インターネット元年」と呼ばれることもある。

このように、1995年頃までには、一般の多くの人々が容易にインターネットを利用できる通信環境が実現し、また同時に、ネットワーク接続OSを持つPCが普及したことで、世界中にインターネット利用が爆発的に広まることとなった。先にも見てきたように、デバイスの発達とインターネットの持つ効果は、いずれも指数関数的に発展することから、ますます小型化しつつも性能がアップする情報機器を用いて、関連産業の急速な発展を背景に、さらに多くの人々がインターネットを日常的に様々な場面で活用する時代へと、社会は大きく変革していくこととなったのである。

以上に見てきた通り、前項で指摘した「コンピュータ技術の発達」「通信ネットワークの発達」、それらの「指数関数的発展」は、足並みを揃えながら進展してきたことが指摘できるのである。

4. オンライン・プラットフォーム企業の誕生と巨大化

世界中でインターネット利用者が激増するようになると、インターネット上に流れる情報を交通整理し活用しやすくしようとするもの、アプリやサービスを提供しようとするもの、インターネット上にマーケットを開設するもの、利用者同士の情報交換の場を提供するもの等が出現するようになった。これらが、「オンライン・プラットフォーム企業¹⁵⁾ (デジタル・プラットフォーム企業)」と呼ばれる企業である。「オンライン・プラットフォーム企業」とは、「検索エンジン、アプリ市場、ネット市場、電子決済システム、SNS (ソーシャル・ネットワーク・サービス) といった、インターネット上で行われる各種の活動やサービスを展開するための基盤 (プラットフォーム) を提供・運営する事業体」のことである。プラットフォームを提供することで、利用者同士 (消費者・事業者) が相互につながれ、取引や情報交換を行うことができるようになるのである。

こうしたオンライン・プラットフォーム企業の代表例とされているのが、いわゆるGAFAあるいはGAFAM¹⁶⁾ である。GAFA(M)とは、Google (持ち株会社はAlphabet)、Apple、Facebook、Amazon、およびMicrosoftを指す。このうちマイクロソフトとアップルは、1975年前後に設立されており比較的早くから存在しているが、残る3社の設立は1994年以降であり、アマゾンが1994年、グーグルが1998年、フェイスブックは2004年である。つまり、これらのオンライン・プラットフォーム企業は、初期設立のものを除けば、インターネットの利用環境が整備されネット利用のためのPCも普及した後に、続々と設立されたことになる。言い換えれば、これらの企業が提供するサービスは、きわめて多数のインターネット利用者の出現によって必要とされるようになったものであり、生まれるべくして生まれたサービスであると言える。

こうしたオンライン・プラットフォーム企業は、各種の便利なサービスをユーザーへ無料で提供することで、利用者をますます増やしている。オンライン・プラットフォーム企業にとっては、プラットフォームの利用者が増加するほど、多くの個人情報・個人データを入手できるようになり、それによりAIを用いたデータの分析精度はますます上がっていくことになる。そうすれば、利用者に対して、ますます個々のニーズに即した利便性の高い情報を提供することができるようになり、そのことによって利用者はオンライン・プラットフォームへの依存度をさらに高めていく。同時に、プラットフォーム企業は、参加企業へも、売上増加につながる有用性の高いデータを提供することができるようになり、これら参加企業からますます多くの広告料収入を得ることができる。ユーザーの増大によって、こうした正の循環が作り出され、オンライン・プラットフォーム企業の巨大化が進んでいくのである。アマゾンのリコメンド機能、グーグルの検索機能なども、利用者が多くなればなるほどAIによるデータ分析は一層精緻に行われ、その精度は上昇して、有用性がますます上がる。参加企業へもさらに有効なデータが提供できる。このように、利用者の増加はオンライン・プラットフォーム企業にとって生命線であり、データ分析精度が上がれば上がるほど、利用者の利便性は向上し、また参加企業は売上に結びつく有益なデータを入手でき、両者にとってますます手放せないサービスになっていく。この根底にあるのは「ネットワーク効果」であり、プラットフォームの「共通化」である。こうした事実こそが、オンライン・プラットフォーム企業を不断に巨大化させる方向に押し進めているのである。

ただし、こうしたオンライン・プラットフォーム企業の現状への危機感から、オンライン・プラットフォーム企業については、現在、世界中で様々な問題点が指摘され、アメリカ国内やヨーロッパにおいて多くの提訴、訴訟が行われる事態ともなっている。その問題点は2点に集約されるが、1つは個々のオンライン・プラットフォーム企業が巨大になりすぎていること、もう1点は巨大である利点をいかして大量の個人情報・個人データを収集・分析・活用していることに由来して生じる問題点である。

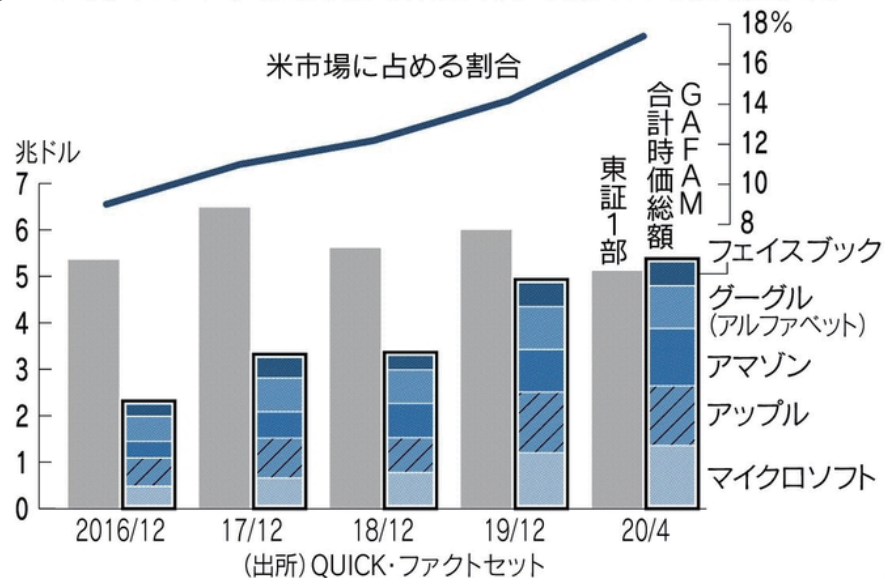
1点目の、オンライン・プラットフォーム企業の巨大性という点について、時価総額の比較からそれを見てみよう。時価総額というのは、発行されている株式総数×株価の総体であり、実体として何かがあるわけではない。しかし、株価そのものは企業業績と将来への期待から決まるため、時価総額が大きいということはその企業の現在の良好な業績に加え将来性や今後の成長が高く評価されていることを示しており、その企業に資金が集まっていることを意味する。

GAFAM5社の巨大さを示すグラフとして、まず図2¹⁷⁾について見てみよう。これは、GAFAM5社の時価総額の合計を、東証一部の企業約2,170社の合計と比較した

ものである。これを見ると、2016年12月末の時点においては、東証一部企業の合計はGAFAM5社より2倍以上も大きかったにもかかわらず、その後の3年半という短い期間にGAFAM5社は著しく成長し2倍以上になって、2020年4月末には5兆3,000億ドル（約560兆円）にまで達し、この時点で5社の合計が東証一部企業2,170社の合計（約550兆円）を超えたことが分かる。さらに、図3¹⁸⁾の、2020年12月25日の世界の時価総額ランキング（上位10社）のグラフを見ると、GAFAMは2020年4月以降も成長を続け、5社の合計は7兆4,500億ドル（771兆7,500億円）にまで急伸しており、止まるところを知らずに膨張し続けていることが確認できる。

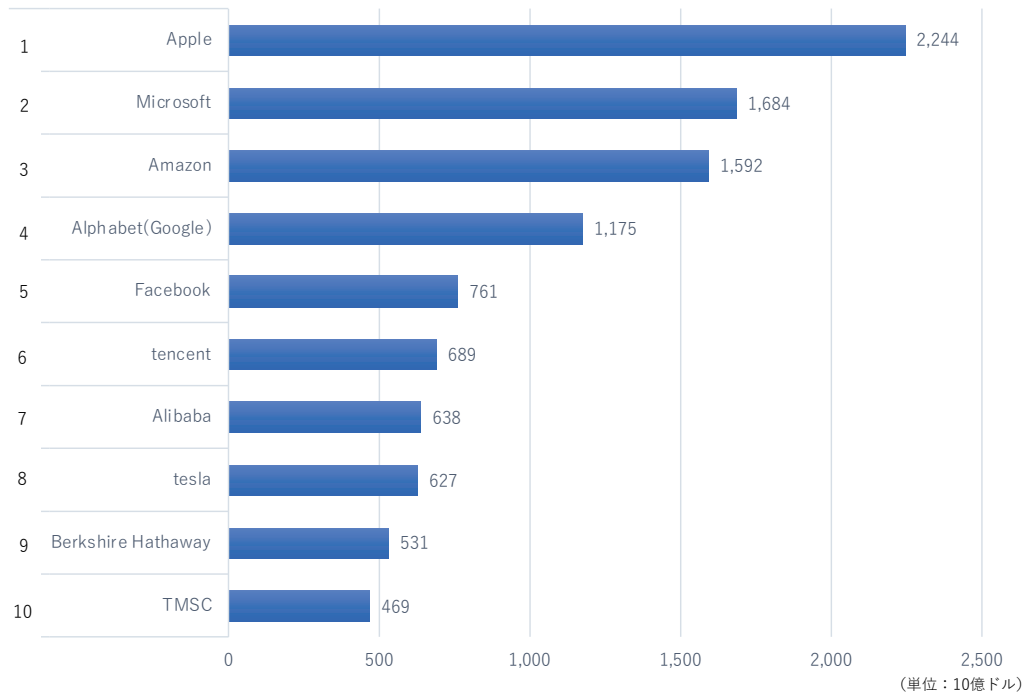
またランキングに注目してみると、GAFAM5社が第1位から第5位までを占めるとともに、第6位、第7位には中国BATHの一角をなすアリババ、テンセントが入っており¹⁹⁾、世界中でオンライン・プラットフォーム企業が巨大化していることが明らかに見て取れる。10位に入っている「TSMC」は台湾の半導体ファウンドリーであり、この企業も情報産業に直接に関わる企業である。また第8位のテスラは、2020年7月にトヨタ自動車の時価総額を超えた²⁰⁾ことで話題となった電気自動車（EV）メーカーであるが、その後の半年間に時価総額はますます大きくなり、両者の乖離はさらに急激に拡大している。

図2 マイクロソフトなど5社で東証1部の約2170社を上回る



出典：日本経済新聞「GAFAMの時価総額、東証1部超え 560兆円に」（2020年5月9日記事）掲載の図を転載

図3 世界の時価総額ランキング (2020.12.25)



資料：Companies Market Cap.com (<https://companiesmarketcap.com>)2020年12月25日データを基に、筆者が作成。

注：第2位にランクされていた「サウジアラムコ」（サウジアラビア国営企業）は除いて、作成している。

GAFAMがいかに巨大であるかという点については、GAFAM5社の時価総額の合計が東証一部の企業約2,170社の合計を超えているという点だけでも十分であるが、さらに、日本の国家予算が約100兆円であり約1兆ドルであることを考えると、第1位から第4位までのアップル、マイクロソフト、アマゾン、グーグル（持ち株会社はアルファベット）は時価総額がそれぞれ1兆ドルを超えていることから、単体ごとで、日本の国家予算を超えていることが分かる。このように様々な指標で見ても、GAFAMが国家レベルの予算規模を超えるほど巨大な存在になっていることが明らかになるのである。

問題点2点目の、巨大である利点をいかして世界中の人々の個人情報・個人データを収集・分析・活用しているという点に関しては、さらにいくつかの問題点が含まれているが、まずは独占禁止法違反の疑いでアメリカ、ヨーロッパにおいて様々な提訴が行われ、訴訟が継続されている点をあげることができる。独占禁止法違反での訴訟の始まりは、1998年のマイクロソフトを対象としたアメリカ司法省等による反トラスト法（独占禁止法）違反に対する提訴にある。この時は、地裁判決でマイクロソフト分割命令まで出され世界中に衝撃が走ったが、その後、アメリカだけでなくヨーロッパにおいても、同様の競争法違反により提訴された²¹⁾。グーグル、フェイスブックについては、先にヨー

ロッパで提訴された後にアメリカでの提訴となり、順番は逆となった。マイクロソフトについてはブラウザやOfficeソフトの設定を含む「抱合せ商法」問題、またグーグルについてはブラウザ初期設定の問題、フェイスブックについては競争相手となりそうな企業（インスタグラム、ワッツアップ等）をM&Aにより買収²²⁾していく手法、それらはいずれも競争を阻害し、他企業の参入を困難にして独占的地位を維持することを目指し、そのことによりサービスの質やセキュリティの質を低下させることで、消費者に不利益をもたらしているという内容で提訴されている。

先にも述べたように、オンライン・プラットフォーム企業によるサービスは、利用者に対して無料で提供されているが、無料提供を可能にしているのは、収集した利用者の個人情報・個人データを分析し広告等に結びつけることで、参加企業から広告料を得ていることによる。しかし、個人情報・個人データ収集については無断で収集されているケースもあり、また収集されている個人情報の流出問題なども起こっていて、これらについても訴訟が行われている。個人情報・個人データの無断収集についてはアップルのSiri、アマゾンのAlexa等のAIアシスタントも訴訟対象となった。また個人情報流出問題については、世界で27億人以上のユーザーを持つフェイスブック²³⁾の問題が特に大きく、これまで2回も大量流出問題を起こしている。このような深刻な流出問題を生じさせてしまうのは、SNSサービスにおいて独占的な地位にいる²⁴⁾ことによるセキュリティ対策の甘さによるものと批判されている。

以上、オンライン・プラットフォーム企業について、それらが抱える問題点も含め述べてきたが、これら全ての根源は、オンライン・プラットフォーム企業があまりにも巨大になっているという点に求められる。そして、そうした事態の出現は、プラットフォーム企業の活動がインターネット上において展開されていることに由来する。オンライン・プラットフォーム企業の巨大化が止まらないのは、「ネットワーク効果」と、それに伴う「共通化」「標準化」の進行によるものである。先にも述べたように、プラットフォームの利用者が増加すればするほど、プラットフォーム企業が持つ効果・価値はますます増大し、効果・価値が大きくなればなるほどプラットフォームの利用者は一層増加する。こうして、指数関数的にオンライン・プラットフォーム企業の効果を増大させるスパイラル的な循環、すなわちメトカーフの言う「ネットワーク効果」が起り、オンライン・プラットフォーム企業はますます巨大化し、世界中で利用者を抱え込みながら、世界レベルでの「共通化」「標準化」を進展させていくことになるのである。

このようにオンライン・プラットフォーム企業は、世界中で共通化・標準化を進めながら巨大化しているが、それだけでなく、AI等の新たなテクノロジーを駆使しながら、従来の産業構造を大きく変革させてきた/させている点も、世界中で注目と脅威的に

なっている。マイクロソフトはオフィス革命をもたらし、またアップルはスマートフォン・タブレット時代を開くとともに、音楽産業を根底から変えることとなった。アマゾンでは電子商取引で流通革命を起こした。グーグルは、AIを活用し地図情報と自動運転車の先駆者となり、自動車産業を大きく変革させる端緒となった。自動運転車・EV車開発についてはアップルも参入を表明している。フェイスブックは、SNSを発展させることで従来のメディアのあり方を大きく変容させ、加えてグローバル通貨Libra構想まで打ち出して、通貨のあり方の変革まで目指している。

オンライン・プラットフォーム企業は、プラットフォームへの参加企業から莫大な広告料を稼ぐ一方、その莫大な資金を次の新たな研究・産業につなげている。オンライン・プラットフォーム企業の新事業は、豊かで柔軟な発想力のもとで模索・展開され、また投資されているが、反面、それは、従来の産業構造を次々に脅威にさらすものともなっている。しかも、共通化・標準化の進展のもと、国家の枠を軽々と飛び越えて事業を展開し、また大きな資金力をバックに、これまで国家事業として行われてきたような事業、例えば宇宙産業への参入や、また国家（中央銀行）の裏付けを伴ってきた通貨についても変革を起こそうと挑んでいるように見える。アメリカやヨーロッパ（EU）から次々と提訴されるのは、オンライン・プラットフォーム企業が、国家や地域的同盟といった枠組さえも揺るがす存在になりつつあるという危機感も背景にあるのであろう。こうしたオンライン・プラットフォーム企業の今後の動きと、それがもたらす大きな変革については、今後も継続して観察していく必要がある。

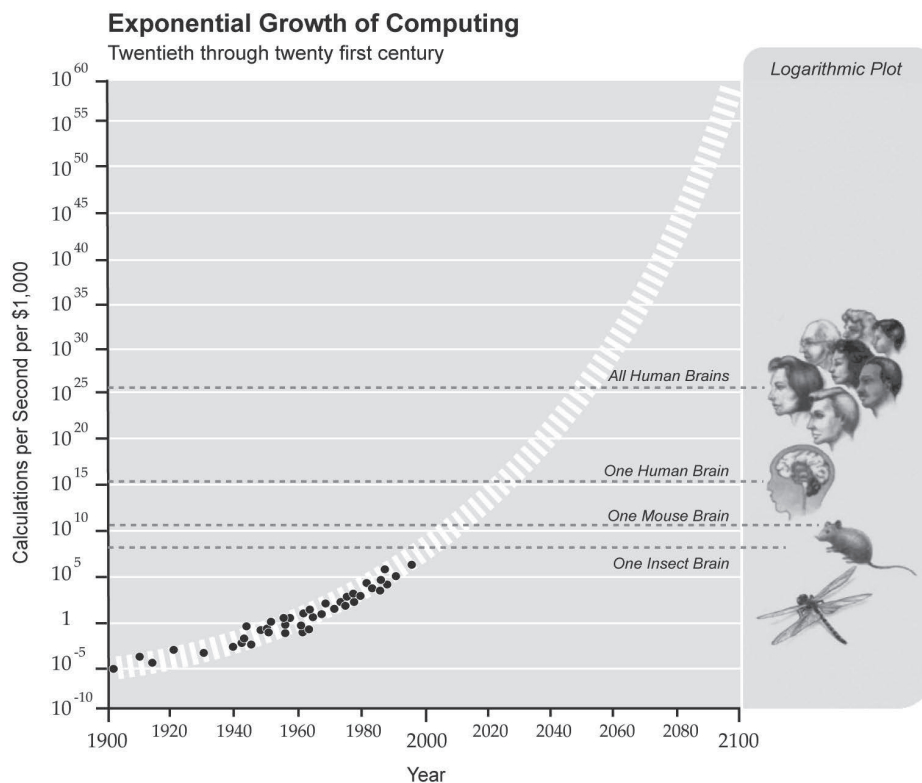
このように、「ネットワーク効果」によってネットワークが指数関数的に拡大していくとき、「共通化」「標準化」も同時に進んでいくのであり、オンライン・プラットフォーム企業の巨大化・グローバル化は、それらの結果として出現していると言うこともできるのである。

5. 指数関数的発展と人類の未来

ところで、こうした社会の変革の側面とは別に、テクノロジーの指数関数的発展そのものが人間の存在そのものについても変革をもたらすという主張も出現している。その主張の代表者がカーツワイルである。カーツワイルは、ムーアの法則を拡張して「収穫加速の法則」を提唱し、「収穫加速の法則の動かしがたい結果」²⁵⁾として「シンギュラリティ」（技術的特異点）が到来すると主張する。それはすぐそこに迫っており、2045年頃に到来すると言う。コンピューティング（機械計算）²⁶⁾が指数関数的に成長することにより、2045年頃に、「100ドルで買えるコンピューティングは 10^{26} cpsに到達し、

1年間に創出される知能は、今日の人間の全ての知能よりも約10億倍も強力に」²⁷⁾なる(図4参照)。この時点が「シンギュラリティ」(技術的特異点)の到来時期であり、その時には抜本的な変化が起きて、「非生物的な知能が・・・明らかに優勢を占め」²⁸⁾、「テクノロジーとわれわれは一体化しているはずだ」²⁹⁾と主張する。

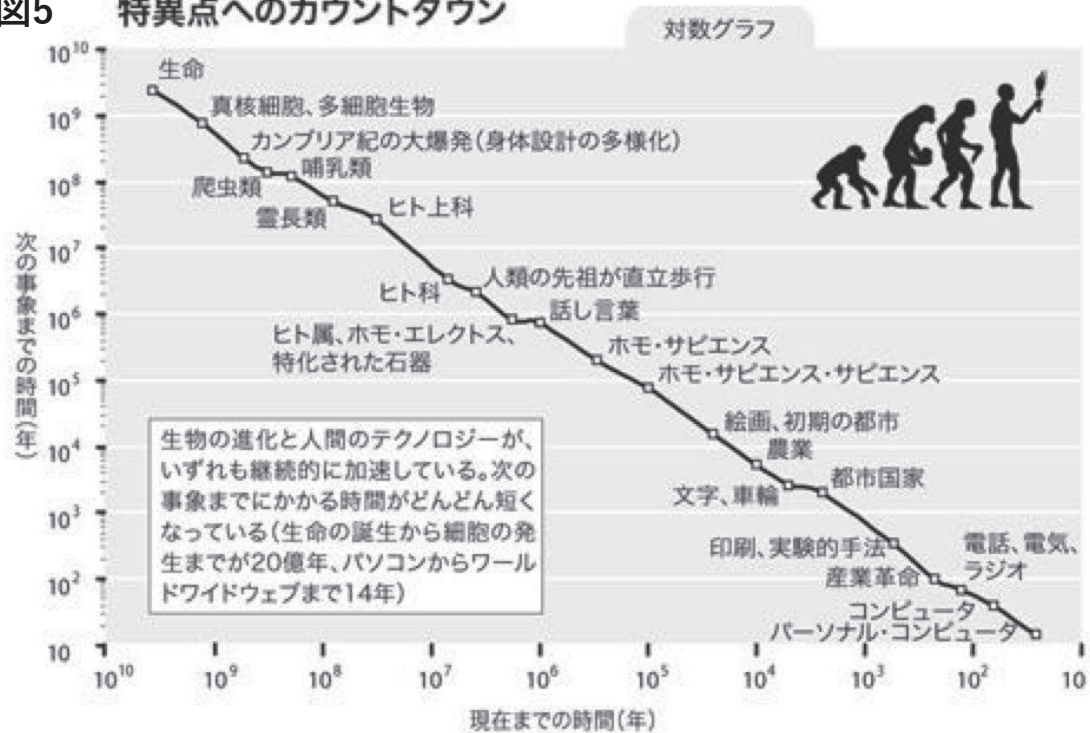
図4 コンピューティングの指数関数的成長
20世紀から21世紀をつうじて



出典：<http://www.singularity.com/charts/page70.html>
(レイ・カーツワイル『ポスト・ヒューマン誕生』にも同図が掲載されている (p.84))

「シンギュラリティ」(技術的特異点)の到来は、「収穫加速の法則」を根拠としているが、その「収穫加速の法則」とは、「人間進化の生物学的な革新に続いてテクノロジーの革新が起こるが、進化の速度は本質的に加速していく」³⁰⁾ことを意味している。これは、ムーアの法則を拡張したものとして提唱されている。ムーアの法則そのものは集積回路の指数関数的発展についての法則であったが、カーツワイルは、指数関数的発展というのは集積回路や情報テクノロジーに限定されたものではなく、実は、「進化」そのものが指数関数的に発展するのだと、対象を拡張して提唱した。人類の生物としての

図5 特異点へのカウントダウン



出典：レイ・カーツワイル『ポスト・ヒューマン誕生』p.31の図を転載

進化と人間によるテクノロジーの発展の両方を1つのグラフで図示してみると(図5参照)、そこには、継続的に加速化しながら進化している実態が見て取れると主張する。カーツワイルによれば、生物とテクノロジーの進化は連続的に指数関数的に発展し、その結果として、2045年ごろ、「シンギュラリティ(特異点)」が到来する。「特異点が到来するころには、人間とテクノロジーとの区別がなくなっている。人間が、今日機械と見なされているようなものになるからではなく、むしろ、機械のほうが、人間のようになり、さらには人間を超えて進歩するからだ」³¹⁾(太字はカーツワイルによる)。特異点に到達すると、人間の知能を上回る非生物的な知能体、いわゆる強いAIと呼ばれるようなものが出現³²⁾することとなり、その時、「われわれ自身の知能を、外部の思考する基板と直接つなげて向上させること」³³⁾ができるようになり、人間は生物としての身体と脳が抱える限界を超えることが可能になるであろうと主張している。

カーツワイルは、これらの主張を2005年に出版された著書(『The Singularity is near: When Humans Transcend Biology』(邦訳『ポスト・ヒューマン誕生-コンピュータが人類の知能を超えるとき』)の中で明らかにしたが、当時はかなり否定的に受け取られたようである。しかし、翌年2006年にディープ・ラーニングが大きく発展したことで、にわかにはその可能性が注目を集めることとなった。加えて、それまでにもカーツワイルが

行ってきた様々な未来予測（例えば、検索エンジンの出現、チェス世界王者へのAIの勝利等の予測）が現実になっているという実績も後押しをしている。AIの発達とその将来については、著名な研究者たちにより様々な予測がなされ、楽観視する者もいる一方で、警鐘を鳴らしている者もいるが、その根底には予想を超えるスピードでのテクノロジーとAIの発達がある。カーツワイルが主張するように、人類がAIと友好的な関係になり、また人間が基盤と直接つながることになるのかどうか、このあたりはさらに大きな議論の余地が残るところであるが、テクノロジーやAIの発展の行き着く先として「特異点」(シンギュラリティ)を見据えていたのは、カーツワイルだけではなかった³⁴⁾。

情報化の促進要因である「指数関数的発展」が、このように人類の未来にかかわる壮大なレベルにまでその影響力を及ぼすものなのかどうか、「特異点」(シンギュラリティ)は到来するのか、またその時、非生物的な知能体であるAIと人間は友好的な関係を結べるのかどうか、これらの点については今後さらに注視していく必要があるだろう。

-
- 1) ENIACは、第二次世界対戦中に、弾道計算表作成目的でアメリカ軍によってペンシルバニア大学の研究者に製作が依頼された真空管の大型実用コンピュータであるが、実際に完成したのは戦後の1946年であった。戦時中に暗号解読のために使用されていたイギリスやドイツのコンピュータは戦争終了時に破壊されているが、ENIACが現存したのは戦後に完成した点によるところが大きいと思われる。
 - 2) A.トフラー『第3の波』(徳岡孝夫監訳)、中央公論社、1982年(原著は1980年刊行)、328-332頁。
 - 3) 安河内は、「第2の波」と「第3の波」とを比較しながら、情報社会の特質について詳述している。(安河内恵子「情報化とグローバル化」森岡清志編著『改訂版 社会学入門』放送大学教育振興会、2016年、194-196頁)。
 - 4) トフラー『同上書』、270頁。
 - 5) この逸話は、E.プリニョルフソン、A.マカフィー『機械との競争』(村井章子訳)、日経BP社、2013年(原著は2011年刊行)の41頁において紹介されている。
 - 6) プリニョルフソン、マカフィー『同上書』、42頁。
 - 7) この点を、カーツワイルは、「『直感的線形的』展望」と呼んでいる(R.カーツワイル『ポスト・ヒューマン誕生』(井上健監訳、小野木明恵・野中香方子・福田実共訳)、NHK出版、2007年(原著は2005年刊行)、24頁)。指数関数曲線は、「最初の動きはゆっくりでほとんど目立ったところはないが、曲線の折れ曲り地点を過ぎると、爆発的に増大しグラフの形が一変する」(同書、21頁)のであるが、「ほんの短い期間だけをとってみれば、まるで直線のように見える」(同書、24頁)ため、未来予測をする時にその短い期間の進歩率から直感的に線形に進化した未来を予測してしまう、このことを指して「『直感的線形的』展望」と名付けている。
 - 8) プリニョルフソン、マカフィー『同上書』、42-43頁。
 - 9) イーサネットは、ゼロックス社のパロアルト研究所においてR.メトカーフを中心に開発され、同研究所で製作されたマイコン「Alto」に搭載された。同研究所が1973年に開発・発売したマイコン「Alto」

- は、イーサネットの他に、マウス、GUI等も実装しており、現在のPCにつながる技術をほぼ装備した画期的マイコンだったと言われている。その技術は後年まで高く評価されているが、このうちのGUIは、S. ジョブズやB. ゲイツにも特に大きな影響を与えたとされている。ただし、当時のハードのレベルでは製品があまりにも高額になってしまったために、Altoは一般にはほとんど普及しなかった。
- 10) J. キルビーとR. ノイスは、別々の企業（テキサス・インスツルメントとフェアチャイルド）に所属し、別々に申請を行ったもので、後に、どちらが先に特許申請したかという点について訴訟にもなった。後年、J. キルビーは2000年にノーベル物理学賞を受賞、R. ノイスはインテルの共同創始者となった。
 - 11) 創業時、ごく短期間のみ、R. ウェインも参加していた。
 - 12) 部局名は紆余曲折あったが、現在は、「Defense」が最初に付き、DARPA（国防高等研究計画局）となっている。ARPAは、ARPANETの他にGPS等も開発している。
 - 13) 1957年、ソ連が、世界初の人工衛星（スプートニク）の打ち上げに成功し、アメリカはその事実には大きなショックを受けた。
 - 14) WWWは、HTML、ハイパーリンクとともに、ティム・バーナード＝リーによって考案された。
 - 15) Big Techと呼ばれることもある。
 - 16) 中国ではGAFAMの利用が制限されているため、これらに代わって、BAT(H)が台頭している。BAT(H)とは、Baidu（検索エンジン）、Alibaba（電子商取引）、Tencent（SNS、電子決済、ゲーム）、Huawei（スマートフォン等の通信機器メーカー）を指す。
 - 17) このグラフは、日本経済新聞の記事「GAFAMの時価総額、東証1部超え 560兆円に」（2020年5月9日）に掲載されていたグラフである。
 - 18) Companies Market Cap.com (<https://companiesmarketcap.com>) の2020年12月25日付のデータより、筆者が作成したものである。ただし、第2位には「サウジアラムコ (Saudi Aramco)」がランクインしていたが、同社はサウジアラビア王国の国有の石油会社であるため、ここでは削除して作成している。
 - 19) 中国においても上記のネット関連企業が巨大化していることを背景に、中国当局の規制・提訴の対象となりつつあり、2020年12月24日には、独占禁止法を管轄する国家市場監督管理総局がアリババ集団に対して同法違反の疑いで調査を始めたことが報じられた。また、今後、国内での独占禁止法の改正も検討・実施予定とされている。
 - 20) テスラの株価上昇が続き、2020年7月1日には時価総額がついに2,105億ドル（22兆6,000億円）となりトヨタ自動車（21兆7,185億円）を抜いて、自動車メーカーで世界首位になったことが報じられた（日本経済新聞記事「テスラ時価総額22兆円、トヨタ超え自動車首位に」（2020年7月1日））。これは自動車産業の大きな転換を示す象徴的出来事として話題になったが、12月25日時点になると、テスラの時価総額は6,272億ドルまで上昇したのに対しトヨタ自動車は7月時点とほぼ変わらず2,075億ドルで、テスラの評価は、この半年ほどの間に3倍以上の差をつけるほどに拡大したことが分かる。このテスラへの高評価は、世界が従来型の自動車産業ではなく、新たな方向の自動車産業を求めていることを示す反映とみなすことができる。なお、東証1部の日本企業の最高位は、トヨタ自動車の37位である。
 - 21) アメリカ司法省等は、マイクロソフトが独占的・優越的地位を利用して他社の競争力を削ぎ消費者に不利益を生じさせたとして、1998年に「反トラスト法」（独占禁止法）違反で提訴した。翌年のワシントン地裁判決では、OS部門とアプリケーション部門への分割命令が出され世界に衝撃を与えたが、その後、高裁で和解案が出され、分割は免れた。2000年以降、今度はヨーロッパに場を移し、同様の「競争法」違反で長い訴訟と多額の制裁金命令が続くこととなった。
 - 22) フェイスブックは、競争相手として脅威になりそうな企業を次々と買収してきたと批判されている。2012年にインスタグラム（Instagram）を、2014年にはワッツアップ（WhatsApp）を買収したことが、公正な競争を阻害し消費者に不利益を与えたとして、2020年12月にアメリカ連邦取引委員会等から提訴された。ただし、こうした手法はアメリカではよく見られ、マイクロソフトもライバル企業について、「買収するか、潰すか」の二者択一の対応策を取ってきたとして、長らく批判にさらされていた。

- 23) フェイスブックは、単体でのユーザー数も27.5億人と世界最大であるが、これに加えて傘下のワッツアップ (WhatsApp) では20億人、インスタグラム (Instagram) では10億人のユーザーがいるとされ、フェイスブック単体のみならず、グループでも、他の追従を許さない、きわめて大量のユーザーを持つSNS企業である。これだけのユーザーを持っていれば、その広告効果は計り知れないほど大きい。
- 24) フェイスブックについては、運営組織がマーク・ザッカーバーグCEOを中心とした少人数で構成され排他的に運営されていることも、問題視されている。新しいメディアであるにもかかわらず、その組織形態はおよそ民主的でないという批判である (デイヴィッド・ラシンマン『民主主義の壊れ方』(若林茂樹訳、白水社、2020年)。そうした組織のあり方が、データ流出問題や虚偽情報の差し止めの遅れといった事態の出現とも関連していると言えるかもしれない。新しいメディアであるSNSが民主主義にどのようなスタンスで臨むのか、民主主義の補完的ツールとなりうるのか、そうではないのか、この点については、今後、監視力を持ちながら、注視していく必要がある。
- 25) カーツワイル『同上書』、55頁。
- 26) 『同書』、81頁。
- 27) 『同書』、150-151頁。
- 28) 『同書』、151頁。
- 29) 『同書』、19頁。
- 30) 『同書』、17頁。
- 31) 『同書』、63頁。
- 32) 人間の知能を上回るAIが出現すれば、人間のなすべき仕事のほとんどはAIに代替されると考えられることから、多くの人間が大量失業する「2045問題」が出現すると問題視されている。それへの対策として、「ベーシック・インカム」(UBI) の議論も始まっており、すでにカナダ等ではパイロット的に社会実験も行われている。ドイツも現在、検討中とされている。
- 33) 『同書』、47頁。
- 34) カーツワイルは、情報理論研究者ジョン・フォン・ノイマンが、1950年代に、「たえず加速度的な進歩をとげているテクノロジーは・・・人類の歴史において、ある非常に重大な特異点に到達しつつあるように思われる。この点を超えると、今日ある人間の営為は存続することができなくなるだろう」と述べていた、と著書の中で紹介している。これに関してカーツワイルは、フォン・ノイマンも、「加速度」と「特異点」に注目していたのだと指摘している。カーツワイル、『同書』、21頁。

参考文献

- ブリニョルフソン, E., マカフィー, A. 『機械との競争』(村井章子訳)、日経BP社、2013
- ブリニョルフソン, E., マカフィー, A. 『ザ・セカンド・マシン・エイジ』(村井章子訳)、日経BP社、2015
- コーエン, T. 『大格差』(若田部昌澄解説、池村千秋訳) NTT出版、2014
- フォード, M. 『テクノロジーが雇用の75%を奪う』(秋山勝訳)、朝日新聞出版、2015
- フォード, M. 『ロボットの脅威』(松本剛史訳)、日本経済新聞出版、2018
- ギャロウェイ, S. 『GAFAM』(渡会圭子訳)、東洋経済新報社、2018
- 井上智洋 『AI時代の新・ベーシックインカム論』光文社、2018
- 岩本晃一 『AIと日本の雇用』日本経済新聞出版社、2018
- カーツワイル, R. 『スピリチュアル・マシーン』(田中三彦+田中茂彦訳) 翔泳社、2001
- カーツワイル, R. 『ポスト・ヒューマン誕生』(井上健監訳、小野木明恵・野中香方子・福田実共訳) NHK出版、2007
- カーツワイル, R. 『シンギュラリティは近い』(NHK出版編集) NHK出版、2016
- カーツワイル, R. + 徳田英幸 『レイ・カーツワイルー加速するテクノロジー』日本放送出版協会、2007

- マカフィー, A., ブリニョルフソン, E. 『プラットフォームの経済学』(村井章子訳)、日経BP社、2018
- 松田卓也 『2045年問題』 廣済堂出版、2012
- モザド, A., ジョンソン, N.L. 『プラットフォーム革命』(藤原朝子訳) 英治出版、2018
- ランシマン, D. 『民主主義の壊れ方』(若林茂樹訳) 白水社、2020
- リフキン, J. 『大失業時代』(松浦雅之訳) TBSブリタニカ、1996
- 田中道昭 『GAFA × BATH』 日本経済新聞出版社、2019
- トフラー, A. 『第三の波』(徳岡孝夫監訳) 中央公論社、1982
- 安河内恵子 「情報化とグローバル化」 森岡清志編著 『改訂版 社会学入門』 放送大学教育振興会、2016