

基幹プログラム報告書

第4次産業革命への適応 ～社会経済システムの再編成～

2020年9月

公益財団法人国際高等研究所

基幹プログラム報告書

第4次産業革命への適応 ～社会経済システムの再編成～

2020年9月

公益財団法人国際高等研究所

目次

要約	i ~ iii
----------	---------

第 1 部 第 4 次産業革命とは何か	1
---------------------------	---

佐和 隆光

第 1 章	過去の産業革命がもたらした光と影	2
第 2 章	AI は人間の仕事をどこまで奪うのか	5
第 3 章	第 3 次産業革命がもたらした雇用減の実情	8
第 4 章	トマス・モアとケインズに学ぶ「豊かな社会」の創生	11
第 5 章	ベーシックインカムはユートピアを実現できるのか？	14
第 6 章	AI は 20 世紀型産業文明に終止符を打てるのか？	17
第 7 章	膨大な電力を食う AI	20
第 8 章	自動車産業に大変革を迫る消費者の行動変化	23
第 9 章	自動運転車の開発をめぐる熾烈な競争の本当の意味..	26
第 10 章	ネットの隆盛がもたらす限界費用ゼロ社会	29
第 11 章	電気料金の戦略的引き下げが日本の命運を決する....	32
第 12 章	大学教育に革命をもたらす MOOC とは何か？	35
第 13 章	日本型制度・慣行が阻害する第 4 次産業革命への道..	38
第 14 章	AI の進化で実現すべき「改めのルネサンス」	41

第2部 第4次産業革命にともなう社会の変化..... 45

第1章 第4次産業革命時代における日本のテレビ局の役割... 47	
下村 研一	
第2章 コンピュータ創作物の著作権法上の扱い 55	
宮脇 正晴	
第3章 第4次産業革命とICT分野のイノベーションおよび知的財産権 61	
大西 宏一郎	
第4章 因果性と異質性の経済学と機械学習 69	
依田 高典 他	
第5章 人工知能と経済成長の諸問題 81	
二神 孝一	
第6章 第4次産業革命時代の競争政策と経済分析 91	
若森 直樹	
第7章 プラットフォーム、シェアリングエコノミー、P2P取引は市場経済を どう変えるか?..... 99	
新海 哲哉	

研究会開催経過	110
---------------	-----

研究会メンバー	112
---------------	-----

第 1 部 第 4 次産業革命とは何か ＜第 1～14 章＞ (1～43 頁)

第 4 次産業革命は、経済社会に対し根源的な変容を迫りつつある。工場の無人化、事務労働の人工知能（AI）による代替、医師、弁護士等の専門職の職能の AI による代替などが限りなく進行する。その結果、次のような経済社会の構造変化が予想される。

第一に、少なくとも 10～20%の雇用が喪失されるであろう。第二に、IoT（モノのインターネット）の進展に伴い、検索エンジンを使つての情報の取得、電子メールの送受信、再生可能エネルギーに代表されるように、多くのモノ・サービスの限界費用（もう 1 単位のモノ・サービスを供給するのに要する費用）がほぼゼロとなる。GAFA（グーグル、アップル、フェースブック、アマゾン）やマイクロソフトが、製造業各社や金融業各社を尻目に、株式時価総額世界ランキング（2019 年 5 月末）の上位 5 社に居並ぶ。労働生産性と資本生産性において、IT 企業は製造業や金融業を圧倒するからだ。第三に、成熟化した市場経済社会において消費者は「所有」よりは「利用」を重んじるようになる。そうした趨勢を見越して、2009 年 3 月、自動車配車アプリを運営するウーバー・テクノロジー社が創設され、瞬く間に世界各国にサービスを展開するようになった。その他、インターネットを介してのプラットフォームビジネスが世界を席卷するようになった。IT 産業ないしプラットフォームが、製造業や金融業を押しつけ経済の中核部に位するようになったのだ。

こうした経済社会の変容を受け、工業化社会を前提に据える既成経済学のパラダイムシフトが求められている。経済学のパラダイムシフトの方向を見究め、最適な適応策を提示する。（佐和 隆光）

第 2 部 第 4 次産業革命にともなう社会の変化 ＜第 1～7 章＞ (45～109 頁)

第 4 次産業革命にともない社会はどのように変化し、何を課題として抱えているのか。メディア（第 1 章）、法律（第 2 章）、イノベーション（第 3 章）、経済学（第 4 章）、労働（第 5 章）、競争政策（第 6 章）、産業構造（第 7 章）における変容を経済学や法学の観点から論じる。

第1章

第4次産業革命時代における日本のテレビ局の役割（47 頁～）

個人が自身で作成した動画を共有サイトに掲載することが容易な時代となった。動画に付される広告からの収入や投稿自体の満足感を求めて日々膨大な数の動画が個人から投稿され、世界中で閲覧されている。このような時代にあって、テレビ局の役割は何だろうか。本章ではテレビ局に系列が存在する日本のケースを考察し、個人から提供された動画を視聴者に代わり検索・選別・編集すること、地域にとって重要な情報を住民に正確かつ迅速に伝えること、各テレビ局が自社で所有する映像を分類整理すること、巨大な資本と情報網がなければ作れない大がかりな番組を制作することが、テレビ局に求められる主要な役割であろうと結論付ける。（下村 研一）

第2章

コンピュータ創作物の著作権法上の扱い（55 頁～）

本稿では、現在の著作権法上の「著作物」や「著作者」などの基本的な概念について紹介したうえで、創作過程にコンピュータの使用が介在するような作品についての立法に関し、これまでにどのような議論が行われてきたのかを紹介し、若干の検討を加える。

人間の創作的な関与が無いコンピュータ創作物（AI 生成物）については、現在の日本の著作権法上は保護されない。将来的に保護するために法改正をすべきかについて議論がされているが、AI 生成物を保護することは現行の著作権法の背後にある考え方と整合しないと考えられる。AI 生成物を自己の著作物であると僭称する行為について最低限の対処をすれば足りると思われる。（宮脇 正晴）

第3章

第4次産業革命と ICT 分野のイノベーションおよび知的財産権（61 頁～）

第4次産業革命の中、ICT 分野への研究開発投資の重要性が益々増している。しかしながら、本分野では特許権が乱立し、企業間の権利関係が複雑化している上に、近年、利害関係の異なる多数のプレイヤーが参入する状態にあり、いわゆる特許の藪の問題が深刻化しつつある。この問題を解決するために、無差別で安価なライセンスの実施が求められているが、このような契約は研究開発実施企業におけるイノベーションからの収益を低下させている可能性がある。つまり、本分野では発明からの収益の専有を高める特許制度がうまく機能せず、結果として適切な研究開発のインセンティブ付けが損なわれており、将来的に研究開発投資が減少する可能性も考えられる。（大西 宏一郎）

第4章

因果性と異質性の経済学と機械学習（69 頁～）

近年急速に機械学習と計量経済学の融合「因果的機械学習」が進んでいる。私の研究室では、Causal Forest を多面的に用いて、因果的機械学習の強みと弱みを検証している。説明力を最大化しつつも、因果性のみならず異質性まで出せるので用途も応用範囲も広い。その強みはデータの「Unconfoundedness」という条件付独立性の仮定に由来するもので、データの統制が必要である。また、限界効果（偏微係数）の導出に難があるので、経済学に必要な社会厚生分析がやりにくい弱みもある。本章では、因果性と異質性の経済学である限界介入効果について解説する。また、因果性と異質性の機械学習である Causal Forest についても解説する。（依田 高典 他）

第5章

人工知能と経済成長の諸問題（81 頁～）

本稿は人工知能による自動化のプロセスについて説明し、自動化が行われたタスクと自動化が未達成のタスクの関係が補完的であるか代替的であるかが重要であることを示す。自動化が完全に進行するとき経済の成長は持続する一方、自動化が不完全な場合には経済の持続的な成長は停止し、最悪の場合には経済は縮小してしまうことを示す。自動化が不完全で終わるとき労働分配率が上昇し続けることはないが、自動化が完全に進行して労働が不要になるときタスクの間の関係が補完的であれば労働分配率が最終的に1になる。労働を用いるタスクがほとんどないにもかかわらずその取り分が100%になってしまうのは、自動化されていないタスクに投入される労働が自動化された機械によるタスクにとって不可欠だからである。（二神 孝一）

第6章

第4次産業革命時代の競争政策と経済分析（91 頁～）

第4次産業革命はプラットフォーム企業を生み出してきた。プラットフォーム企業は膨大な取引を日々仲介しているが、近年プラットフォームが収集している個人データの帰属や、取引先企業への優越的地位の濫用が問題として顕在化してきている。そのようなプラットフォーム企業同士が合併を試みた場合、社会的に望ましい帰結をもたらすだろうか。また、その際の競争政策上の懸念としてどのようなものがあるだろうか。さらに、プラットフォーム企業が台頭してきた現在の環境下で、経済分析を行う役割を担っている（実証産業組織論の）研究者、企業内のエコノミスト、そして政策担当者はどのように第4次産業革命に適応していくかについて論じる。（若森 直樹）

第7章

プラットフォーム、シェアリングエコノミー、P2P 取引は市場経済をどう変えるか？（99 頁～）

本稿では、昭和中期の日本の高度経済成長期、製品差別化とバラエティ増の時代から平成初期のバブル崩壊後の経済のグローバル化と日本経済の低迷する20年余りを経て、平成後期から、プラットフォーム・シェアリングエコノミーによる取引の進展する令和に至るまでの日本の経済・社会の変化を概観する。そして、日本経済・社会に起こったこれらの変化が、モノ・サービスの生産から消費者に届くまでの流通構造と市場取引にもたらした変化を概観した。そのうえで、モノ・サービスの生産者から消費者への広告による情報伝達方法の変遷と限界費用の構成の変化が、各段階の企業、消費者等が得る市場取引価値の各取引参加者への分配構造にもたらした影響を図式化して直観的に説明した。（新海 哲哉）

第 1 部 第 4 次産業革命とは何か

佐和 隆光 ⁱ

第 4 次産業革命は、経済社会に対し根源的な変容を迫りつつある。工場の無人化、事務労働の人工知能（AI）による代替、医師、弁護士等の専門職の職能の AI による代替などが限りなく進行する。その結果、次のような経済社会の構造変化が予想される。

第一に、少なくとも 10～20%の雇用が喪失されるであろう。第二に、IoT（モノのインターネット）の進展に伴い、検索エンジンを使っての情報の取得、電子メールの送受信、再生可能エネルギーに代表されるように、多くのモノ・サービスの限界費用（もう 1 単位のモノ・サービスを提供するのに要する費用）がほぼゼロとなる。GAFA（グーグル、アップル、フェースブック、アマゾン）やマイクロソフトが、製造業各社や金融業各社を尻目に、株式時価総額世界ランキング（2019 年 5 月末）の上位 5 社に居並ぶ。労働生産性と資本生産性において、IT 企業は製造業や金融業を圧倒するからだ。第三に、成熟化した市場経済社会において消費者は「所有」よりは「利用」を重んじるようになる。そうした趨勢を見越して、2009 年 3 月、自動車配車アプリを運営するウーバー・テクノロジー社が創設され、瞬く間に世界各国にサービスを展開するようになった。その他、インターネットを介してのプラットフォームビジネスが世界を席巻するようになった。IT 産業ないしプラットフォームが、製造業や金融業を押しつけ経済の中枢部に位するようになったのだ。

こうした経済社会の変容を受け、工業化社会を前提に据える既成経済学のパラダイムシフトが求められている。経済学のパラダイムシフトの方向を見究め、最適な適応策を提示する。

ⁱ 国際高等研究所副所長、京都大学名誉教授

【第1部】第1章 過去の産業革命がもたらした光と影

1. 蒸気機関が牽引した第1次産業革命

もともと産業革命は、18世紀半ば過ぎから19世紀にかけて、イギリスを中心に起こった、技術革新に駆動された一連の産業の変革と、それに伴う社会構造の変化を意味する固有名詞だった。ところが、最近では、本来の産業革命のことを第1次産業革命と呼び、その後、2度の産業革命を経てのち、現在、第4次産業革命の真っ只中にいるとの時代認識が共有されるようになってきている。かくして、産業革命という言葉は固有名詞から一般名詞へと転じたのである。その意味するところは「技術革新に駆動される産業の変革と社会構造の変化」である。以下、コミュニケーション・エネルギー・輸送の3つの側面から産業の変革を捉えることにより、4つの産業革命の概略を要約してみよう。

石炭を燃料とする蒸気機関(熱エネルギーをピストン運動エネルギーに変換する装置)の発明(ジェームス・ワット、1769年)により、第1次産業革命の幕が切って落とされた。手動式の印刷機は蒸気印刷機に置き換わり、広範かつ迅速な文字情報の伝播が可能となった。当時、固形化石燃料である石炭が、薪や木炭に替わるエネルギー源として活用されるようになりつつあった。石炭は暖房用の燃料として重宝されていた。その石炭を燃料とする蒸気機関が最初に実用化されたのは、炭坑内に溜まる地下水の排水だった。蒸気機関による排水のおかげで、炭坑の寿命は延び、石炭の大量生産が可能となったのである。

木炭を燃料としていた製鉄業は、木炭の供給制約に悩まされていたが、安価な石炭が大量に供給されるようになったせいで、最も汎用性のある金属材料である鉄鋼の大量生産が可能となった。インフラ整備と工業化を推進するに当たって、安価な鉄鋼の大量供給は必要不可欠である。「鉄は国家なり」そして「鉄は産業のコメである」といった格言が示す通り、鉄鋼の生産量が国力の源泉であるとの「常識」が長らく罷り通ってきた。

話は多少脇道にそれるが、第二次大戦後、戦後復興のための効率的な資源配分方式として、有沢広巳東大教授(当時)が傾斜生産方式、すなわち、限られた資源を石炭産業の復興に集中的に投下し、次いで鉄鋼業を復興させるという、戦後復興のための基

礎的素材である石炭と鉄鉱の増産に資源配分を「傾斜」させることを提案し、吉田茂内閣の下で実行に移された。まさしく第1次産業革命の図式に従い、戦後復興の経済政策が立案されたのだ。

話を元に戻そう。蒸気機関車、蒸気船など輸送の機械化は、ヒトとモノの輸送を飛躍的に高速化し、長距離かつ大量の輸送を可能にした。飛脚や馬車が鉄道に、帆船が蒸気船(当初は、帆船に蒸気機関を積んだハイブリッド船)に置き換わった。動力源としての人間と馬が蒸気機関に取って代わられたのは、まさしく画期的と言わざるを得なかった。と同時に、失業を恐れる手工業者による機械打ちこわし運動(ラッドイト運動)が、イギリス中・北部の織物工業地帯で起きたことを付記しておかねばなるまい。

2. 電力と石油が駆動した第2次産業革命

19世紀後半から20世紀初頭にかけて起きた第2次産業革命を駆動したのは、新しいエネルギー源、すなわち電力と石油だった。コミュニケーション革命の代表的事例として挙げられるのは電話とラジオである。遠隔地と通話ができる電話の登場(1876年にアレクサンダー・グラハム・ベルが初の米合衆国特許を取得)は、今どきのインターネット以上に衝撃的だったに違いあるまい。送り手の電話機が音声を変換信号に変換し、回線を通じて電気信号が受け手の電話機に送信され、音声に再変換される。無線通信により音声を送受信するラジオの開発が始まったのは、20世紀初頭のことである。商業放送としての最初のラジオ局KDKA局(大手電機メーカー、ウェスティングハウスの子会社)が、1920年11月2日、ペンシルバニア州ピッツバーグで放送を開始した。開局初日に、大統領選挙の開票結果をリアルタイムで報道するという出来過ぎた演出は、見事に功を奏した。

電力というエネルギー源を人類が手に入れたからこそ、電話とラジオというコミュニケーション革命がもたらされたのだ。電力は電車という大量輸送機関の生みの親ともなった。その他、数々の電化製品が生み出され、生活の利便性と快適性は飛躍的に向上した。20世紀初頭、電源は水力と石炭火力だけだった。落下する水力、もしくは石炭火力が水を

加熱して発生する水蒸気が、タービンを回転させ発電される電力は、送配電線網を通じての輸送が自由自在となった。もう一つのエネルギー源である石油を精製して得られるガソリン、軽油、重油などは、自動車、プロペラ飛行機、船舶などの輸送機関の燃料として重宝された。

20 世紀は「電力と石油の世紀」だと言うにふさわしい。実に皮肉なことに、その 20 世紀が終わらんとする 97 年 12 月、京都にて第 3 回気候変動枠組条約締約国会議が開催され、先進 41 カ国に対し、08 年から 12 年にかけての 5 年間の二酸化炭素排出量（正確にはメタン、一酸化二窒素、二種類の代替フロン、六フッ化硫黄をも含む温室効果ガスだが、二酸化炭素がその大半を占める）を 1990 年比で少なくとも 5%削減することを義務づける「京都議定書」が採択された。国際政治の場面で気候変動問題が初めて取り上げられたのは、1988 年 6 月にトロントで開催された先進 7 カ国サミットにおいてのことだった。トロント・サミットの「経済宣言」の中に、「地球規模での気候変動」が初めて明記された。翌 89 年のパリ・アルシュ・サミットでは、経済宣言の 3 分の 1 を地球環境問題が占めるまでに至った。92 年 6 月、リオデジャネイロで「環境と開発に関する国際連合会議」が開催され、気候変動枠組条約が採択された。先に、20 世紀は「電力と石油の世紀」だったと言ったが、その裏を返せば、20 世紀は「二酸化炭素排出の世紀」に他ならなかった。

3. デジタルがもたらす新しい産業革命

1960 年代に始まる第 3 次産業革命を駆動したのはコンピュータである。大型メインフレームコンピュータ（60 年代から 70 年代）から始まり、デスクトップパソコン（80 年代）、ノートパソコン（90 年代）へと、コンピュータはダウンサイジングを追求することにより、性能・速度を保ったまま価格を下落させ、その普及率を急速に高めていった。その一方で、科学技術計算用の大規模・高速コンピュータであるスーパーコンピュータの速度と性能を競う、熾烈な国際競争が展開されている。90 年代後半に入ると、ヤフーやグーグルなどインターネット検索エンジンが日本でも利用可能となり、電子メールと携帯電話もまた急速に普及し、コミュニケーションの一大革命が起きた。

70 年代から 90 年代にかけて、原子力発電所の新

増設ラッシュが続いた。73 年と 79 年の 2 度のオイルショックによる原油価格の高騰、京都議定書により二酸化炭素排出削減が義務付けられたことにより、原子力を基軸エネルギーとして位置付ける方向へと、わが国政府のエネルギー政策は舵が切られた。輸送の面では、内燃機関（エンジン）の省エネ化が進み、鉄道的高速化もまた進んだ。

2005 年頃に始まり、現在進行中の第 4 次産業革命を駆動するのは、深層学習機能を備えた人工知能（AI）、IoT（すべてのモノがインターネットで繋がること）、そしてスマートフォン（スマホ）である。パソコンからタブレットへ、そしてスマホへ。スマホは絶えず携行されるという点で、インターネットのモバイル化（個人間のコミュニケーションの濃密化・常態化）を実現させた。ウーバーや滴滴出行などの配車サービス、その他シェアエコノミーの恩恵を享受するには、スマホが必要不可欠である。

11 年 3 月の福島第一原発事故以来、いずれの先進諸国でも、事実上の脱原発が加速しつつある。またパリ協定の発効（16 年 11 月）により、電源の脱炭素化が必須の課題となった。以上の二つが相まって、再生可能エネルギーを主力電源として位置付けるのが世界的潮流となりつつある。再生可能エネルギーが脇役から主役に転じつつあることは、第 4 次産業革命を駆動する一連の技術革新と無縁ではない。

輸送に関しても一大革命が進行中である。英仏は 40 年以降、中国は 30 年以降、ノルウェーは 25 年以降、エンジン自動車の販売を禁止する措置を検討中とのことだ。レベル 5 の完全自動運転車の実用化も、さほど遠い将来のことではなさそうだ。

過去 3 度の産業革命のいずれもが、経済の飛躍的な成長・発展に寄与し、私たちの生活の利便性と快適性を大幅に向上させるという、ポジティブな効果を存分に発揮してきた。産業革命は、文字通り、産業構造の激変を引き起こす。その結果、産業はウィナー産業とルーザー産業とに分かたれる。個人もまた、革命の恩恵に浴する勝者と革命による災厄を被る敗者とに分かたれる。変革に伴う摩擦的倒産・失業・格差拡大などは、産業革命のネガティブな効果であり、マクロな経済成長・発展というベネフィットの対価として、政府・企業・個人のそれぞれが応分の調整コストを支払わねばならない。少なくとも過去 3 度の産業革命に関する限り、調整コストを補って余りあるだけのベネフィットを、私たちは手に

入れてきたのではなかったろうか。

ところが、第4次産業革命に関する限り、あまり明るい未来は語られない。しばしば引用されるのが、野村総合研究所とオックスフォード大学の共同研究、すなわち、AI とロボットによる労働の代替が進み、2030 年頃には、日本の労働力人口の 49% が失職するとの予測を見て、誰しもが不安に駆られる。工場が無人化し、事務労働の大半が AI に取って代わられる。医師の診断・処方、弁護士の弁論シナリオの作成などの専門職の仕事の過半もまた、AI 任せになりそうだ。

過去3度の産業革命においては、技術革新の拡大と深化のスピードが適度であったため、総じて言え

ば、変革への「適応」がたやすかった。しかし、第4次産業革命に関する限り、技術革新のスピードが異常なまでに速い点、過去3度の産業革命とは異質である。例えば、iPhone が発売されたのは 07 年だが、今や世界で 30 億台近くのスマホが普及している。グーグルが初の完全自動運転車を披露したのは 10 年だが、その普及は間近い。技術革新のスピードが速ければ速いほど、調整コストは高くつく。すなわち、企業倒産、失業、格差拡大などが、途方もない規模とスピードで押し寄せて来る。備えあれば憂いなし。第4次産業革命のもたらすであろう様々な変革への賢明な「適応」の在り方について、次章から順々に解き明かしてゆこう。

【第1部】第2章 AI は人間の仕事をどこまで奪うのか

1. 人工知能のせいで2人に1人が失業する？

2015年12月2日、野村総合研究所（NRI）が「数十年後、日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に～601種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算～」と題するニュースリリースを公にした。オックスフォード大学のマイケル・A・オズボーン准教授とカール・ベネディクト・フレイ博士との共同研究の成果である。機械学習が専門のオズボーン准教授と経済学者のフレイ博士は、アメリカについては13年に、イギリスについては14年に、同種の結果を公表している。ちなみに、アメリカの代替可能労働人口は47%、イギリスのそれは35%とのことである。要するに、個々の職種がAIとロボットによって代替される確率（可能性のレベルを0から1までの数字で表現）を試算し、その値が0.66以上の職業は消滅の可能性大だと評価される。消滅確率が0.66を超える職種の就業者数の総和が、601業種の就業者総数に占める割合が49%というわけである。

「人工知能のせいで2人に1人が失業する」との結論は、いささかならずセンセーショナルに受け止められた。しかし、この試算に用いられたデータの出典、（独法）労働政策研究・研修機構『職務構造に関する研究Ⅱ—5万人の就業者Web職業動向調査より、現状、変化、能力、生活のデータ分析—』の利用は必ずしも適切ではなかった、と私は考える。インターネット調査に基づく上記調査報告は、予め選択された200職種に修業する2万4千人をランダム・サンプルで抽出する作業を2年間繰り返し、属性の一つである「職業」（自己申告）に関連するアンケート調査を実施し、分析したものである。その調査データを野村総研が利用したのだが、いくつかの疑問が拭えない。

第一に、厚生労働省が12年に改訂した職業分類表は、大分類、中分類、小分類、細分類と体系化されているのだが、細分類の職業数は892である。ところで、NRIとオックスフォード大学の共同研究では、上記の調査報告書にある601の職種について、それぞれの消滅確率が試算されている。例えば、厚生労働省の職業分類における研究者の細分類には、大学の学部区分に対応するレベルに留まっており、それ以上は細分化されていないにもかかわらず、人類学

者、心理学者、社会学者、物理学者、数学者などといった細々分類が登場する。医師が細分類の1項目であるにも関わらず、内科医、外科医、産婦人科医、小児科医、精神科医などが登場する。その他、職業分類の細分類に登場しない職業が多々散見される。つまり、NRIとオックスフォード大学の共同研究が取り上げた職業、すなわち消滅可能性の吟味の対象となった601職種には、職業分類の細分類892項目と一致するものと、細々分類とでも言うべきものとが入り混じっている。それゆえ、試算結果から直ちに「日本の就業者全体の49%が失職する」と結論するのには、些かならざる無理があるのではなかろうか。

職業の消滅確率を計算するに当たって「教師付き機械学習」という高度な手法が用いられる。経済分析と同じく、用いられる手法が数学的に高度化されたからといって、結果の信ぴょう性が高まるわけでは些かもない。事実、各職業の消滅確率の一覧を拝見すると、物理学者や数学者の消滅確率が、人類学者や心理学者のそれを圧倒的に上回るのはなにゆえのことなのか。私自身の解釈は次の通り。数学者や物理学者は論理的思考力と数学を縦横に使うのだが、論理的思考力や数学的演算のかかなりの程度までがAIの守備範囲内に収まるからではないか。だからと言って「数学者や物理学者がAIに代替される確率が、人類学者や心理学者に比べて相対的にかなり高い」などといった所見には誰しも納得しないはずだ。

以上の事例が示す通り、利用可能なデータに限界がある場合、いかに高度な数学的手法を援用するにせよ、導かれる結論には納得のゆかない点が少なからず見いだされる。それはさておき、AIやロボットによる代替が不可能な職業とは何か。私は次の4つを挙げることにしている。

第一に、ホスピタリティ（おもてなし）の必要な職業。ホテル、レストラン、商店での接客はAI付きロボットにも十分務まる。ホテルのフロント、コンシェルジェ、レストランのウェ이터、売り子を人間からロボットに置き換えれば、経費削減にはなる。新規学卒者並みの訓練、給与と手当、休日、休憩時間、超過勤務手当、制服の仕立て・洗濯などをロボットは必要としないから、多少長い目で見れば、

人間をロボットに置き換えるのは得策なはずである。しかし、客の立場からすれば、「安い」というメリットと引き換えに、ロボットと問答することの味気なさというデメリットを甘受しなければならない。それゆえ懷に余裕のある客は、たとえ高価であるにせよ、ホスピタリティの味をえるホテルやレストランを選好するに違いあるまい。

第二に、非定型的なコミュニケーションの必要な職業。小中高校の教員、医師、看護師、弁護士、セールスパーソン、介護士などが挙げられる。

第三に、クリエイティビティが必要な職業。芸術家、作家、研究者、編集者、記者、起業家などが挙げられる。

第四に、マネジメントに携わる職業。大企業の経営者のみならず、小規模な飲食店の店主に至るまで、マネジメントに携わる職業は枚挙に暇がないほど多い。

第五に、形式知だけではなく暗黙知が不可欠な職業。専門的な職業の大部分がこれに該当する。いわゆる伝統工芸や料理の「職人」の技術は、経験を通じて培われた暗黙知により裏付けられている。

暗黙知とは何なのかについて理解を深めるために、AIの猛威に晒されているかのように言われる、職業としての医師が不滅であることを、以下に詳述しよう。

2. AIやロボットに代替不可能な職業とは？

医師は患者に問診し、血液検査、MRIやCTによる画像データ、遺伝子情報などに基づき、自らの医学的知見と経験に照らして診断と処方を書く。いかなる名医といえども、誤診の確率はゼロではない。昨今のAIブームの一環として、医師の診断・処方の能力をAIが上回るのではないかと多くの所見が、尤もらしく唱えられるようになった。多少古い話になるが、2016年8月、東大医科学研究所は、AIの威力を誇示する、次のような症例を公表した。

2000万件近くのガン研究の医学論文と1700万件以上の薬剤関連情報を学習させたIBMのAIワトソンに、白血病患者の検査データとガン細胞の遺伝子情報をインプットしたところ、主治医が思いも寄らなかった特殊なタイプの白血病との診断を下し、適切な抗ガン剤の組み合わせをも処方した。要した時間はわずか10分とのことだ。ワトソンの処方箋どおりの抗がん剤治療に切り替えて間もなく、患者は快癒・退院し、社会復帰することができた。

2000万件近くのガン研究論文と1700万件以上の薬剤関連情報を読破・記憶するのはAIにとっては訳ないことだが、人間にとっては不可能な仕業である。仮に1日10件のペースで論文を読みこなすにせよ、5,500年近くを要するからだ。しかも、論文に記載される数値等を逐一正確に記憶することは、人間の医師にとって不可能な仕業だし、時間の経過に伴い記憶が薄れることは不可避である。

この事例が示す通り、診断・処方において医師がAIの後塵を拝するのだとすれば、医師の仕事は、患者の問診と、AIに言われた通りの診断の患者への告知、そして薬剤の処方箋を伝達することしかなくなる。医師が才能を発揮できるのは、問診の巧みさぐらいのものとなる。名医という呼称は、もはや過去の遺物と成り果てるのだろうか。決してそうではないことを、以下に示そう。

2000万件にも及ぶガン研究論文の中には、ガン診療に際して、有意味なものと無意味なものとが入り混じる。論文を斜め読みするだけで、それが有意味か無意味かを判定する能力を持ち合わせているか否かが、医師の能力の決め手となる。無意味な論文を読むのは、無論、時間の浪費以外の何物でもない。

しかも、とりわけ医学・生命科学の分野では、画像・データのねつ造や改ざんなど、不正論文が少なくないとのことだ。ねつ造や改ざんを一見して見抜く力は、専門家としての医師が特有する、AIには真似ができない勘である。加えて、診断と処方に当たって、専門誌に掲載される論文・情報をすべて読破し記憶しているだけで、医師の能力を凌駕するとは限らない。臨床医として多くの患者の診断を通じて蓄えた経験知を、AIは持ち合わないからだ。とはいえ、現にガン診断の決め手とされるMRIやCTの画像分析に関する限り、AIは放射線科の医師・技師に勝ると断定して差し支えあるまい。疲れを知らぬ、邪念を去って分析に没頭できるAIが、長時間労働をものともせず、正確な画像分析を導くことは確かだ。

医師が専門書や論文の解説を通じて身に付ける知識のことを形式知(explicit knowledge)と言う。多数の患者の問診と治療を通じて培われた、勘や感覚などとして体得される知識のことを暗黙知(tacit knowledge)と言う。医師は、これら二つの知を融合させることにより診断を下す。名医と呼ばれる医師は、形式知は無論のこと、豊富な臨床経

験を通じて蓄積された膨大な暗黙知の持ち主である。暗黙知を文章、図表、数値、数式によって表現し伝達すること、すなわち論文に著すことはできない。AI が論文・情報から学習するのは、文章や数値で表現される形式知に限られる。言い換えれば、臨床経験を積む（暗黙知を習得する）機会が AI には閉ざされているのだ。

臨床経験により培われた医師の暗黙知が、患者の診断・処方において、いかほどの重きをなすのかは、素人の私には計り知れないが、次のことは確かだ。そもそも AI は些かの暗黙知すら持ち合わさない。すなわち、AI の診断と処方は、膨大な形式知と論理的思考力のみに依拠する。

グーグル・ディープマインド社が開発したアルフ

ァ碁は、定石に加え、過去の数万局の棋譜データを学習した上で、人間の棋士との対局のみならず、数千万局の自己対局による囲碁の深層学習の賜物である。17 年 5 月、アルファ碁は韓国最強の棋士と対局し、4 勝 1 敗で圧勝した。ワトソンとアルファ碁の違いは、膨大な数（人間の棋士の数百万倍にのぼる）対局に基づく研ぎ澄まされた暗黙知を、後者が深層学習している点にある。

少なくとも囲碁の世界では、AI に勝てる棋士は皆無と言い切って差し支えあるまい。しかし、ガンの診断・処方において、暗黙知を欠くワトソンを凌ぐ名医は多数いるに違いあるまい、と私は確信している。

【第1部】第3章 第3次産業革命がもたらした雇用減の実情

1. 希少資源の最適配分

前章でご紹介したとおり、人工知能とロボットのせいで「2人に1人が失業する」との野村総研とオックスフォード大学の共同研究は、マスメディアに大きく取り上げられた。あたかも第4次産業革命は人びとを不幸にするかのような、根拠薄弱な数値計算に基づく結論に脅かされる勤労者、大学卒業後の進路に不安を募らせる中高校生に対し、人工知能やロボットが大挙して職場に押し寄せてくるであろう2030年に向けて、働くことの意味と意義を改めて問い直し、「人びとを幸せ」にする労働市場の望ましい改革の在り方について提言することにしよう。

本論に入る前に、退屈を承知の上で、労働経済学のイロハについての解説に、がまん強く付き合ってもらいたい。

「経済学とは何か」という設問に対する模範解答は「希少資源の最適配分を研究する学問」である。希少資源というと、石油に代表される化石燃料、鉄鉱石をはじめとする鉱物（金属）資源などが、真っ先に読者の頭に浮かぶであろう。だがしかし、経済学者が希少資源という場合、土地、資本、労働という3つの「生産要素」を指す。「希少」であることの証左は何かと問われれば、その答えは「いずれもが有価だ（タダではない）から」である。ダイヤモンドは希少であるがゆえに、著しく高価である。飲料水は希少だから有価であるのに対し、河川、湖沼の水は希少でないからタダである。

資本とは、工場や機械などの固定資本、原材料、仕掛品、在庫品などの流動資本、現金、株式、債券などの金融資本という3つの資本を、お金に換算して求めた総和を意味する。金融資本としては、次のようなものが挙げられる。自社が発行する株式や社債は株主からの借金（直接金融）であり、銀行からの借入金（間接金融）と同じくマイナスの資産（負債）である。内部留保（自己資金）、すなわち国の内外を含めての、預金、他社の株式・社債、国債などはプラスの資産である。

2. 減少する労働力人口

もう1つの資源（生産要素）は労働である。念のために、労働統計の基礎をおさらいしておこう。通

学、家事、高齢などのため、15歳以上人口から、働く意欲または余力のない人口を差し引いた値を労働力人口と言う。労働力調査は毎月公表されるため、前月の最終週に働いていた人（パートと休業者をも含む）すなわち就業者に、完全失業者を加えたものが、前月の労働力人口として公表される。完全失業者とは、調査期間中に求職活動をした実績があるにもかかわらず、就業することができないままにいる人のことを言う。言い換えれば、職の有無にかかわらず、働く意欲を持つ15歳以上の人の総和が労働力人口なのである。労働力人口に占める失業者の割合を失業率と言う。

日本の場合、少子高齢化のせいで、労働力人口そのものの減少もさることながら、労働力人口の高齢化の進展が著しい。労働力人口に占める25才以下の比率は、00年度に23.5%だったのが、17年度には17.7%にまで低下した。他方、60歳以上の占める比率は、00年度に13.6%だったのが、17年度には17.9%にまで高まった。また、この間、女性の労働力化率が高まったことに加え、非農林水産業の雇用者に占める非正規雇用者の比率が、00年度の25.8%から18年度の38.1%にまで増加した。

正規雇用とは「期間を特定せず、定年まで働く契約を結ぶ雇用」のことを言う。非正規雇用とは、正規でない雇用、とりわけ期間が限定されている雇用のことを言う。日本型雇用慣行の1つである終身雇用は「被雇用者の組織への忠誠心を養うから」という理由で、80年代から90年代半ばにかけて、日本の製造業の強さの証として賞賛されていた。しかし、第3次産業革命以降、終身雇用は柔軟な企業経営の足かせとなり、多くの企業が非正規雇用への依存度を高めてきた。

さて、労働力人口の減少は、潜在的な経済成長率を鈍化させる主たる要因である。労働力人口の減少を補うべく、政府は次のような対策を講じつつある。定年の延長、働き方改革による雇用環境の改善、外国人労働者の雇用に関する規制緩和等々。言い換えれば、高齢者の就業と女性の労働力化を推し進め、足らずは、外国人労働者によって補おうというわけだ。労働力人口の減少を食い止めるのに躍起にならなくても、最も効果的なのは、労働生産性（労働者一人当たりが生み出す付加価値）を向上させること

である。労働生産性を飛躍的に向上させる決め手となるのが、技術革新にほかならない。

過去3度の産業革命のいずれもが、労働生産性の飛躍的向上をもたらし、生産と生活を「増えた仕事」に変えた。すでに述べたとおり、第1次産業革命は蒸気機関が、第2次産業革命は電力と石油製品というエネルギー源が、第3次産業革命はコンピュータが、労働生産性の大幅な向上をもたらすと同時に、生活の利便性と快適性を高める新製品を次々と登場させ、人びとのライフスタイルを一変させた。

3. 「増えた仕事」と「減った仕事」

戦後日本の歩んだ軌跡が示すとおり、第2次産業革命は、農林水産業から製造業への労働力の大規模な移動を促した。1950年代半ば以降、農家の跡取りの長男以外の男女児は、中学卒業後、集団就職列車に揺られて、3大都市圏の町工場や商店に職を求めた。戦後、経済の面で欧米先進諸国に「追い付き追い越せ」をモットーに、日本は第2次産業革命を一気呵成に推し進めた。大企業は大卒か高卒の社員を採用し、中小事業者は農村から中卒の若者を競って採用した。

第2次産業（製造業、建設業、鉱業）の就業者比率は、55年度の2.3%から漸増し、オイルショックが襲来した73年度に36.6%というピークに達し、しばらく横這ったのち、95年度以降は減少に転じ、15年度には23.9%にまで低落した。第1次産業（農林水産業）の就業者比率は55年度の39.8%から15年度の3.4%にまで激減した。他方、この間、就業者比率が55年度の35.8%から15年度の70.0%へと倍増したのが第3次産業（第1次、第2次以外の産業、サービス産業とも言う）である。

許斐健太「この15年で『増えた仕事』『減った仕事』は何か」（「東洋経済オンライン」2015年9月8日）によると、95年から10年にかけて「増えた仕事」の第1位は介護職員（125万人増加）、2位は販売店員（51万）、3位は看護職員（41万）、清掃従事者（25万）、保育士（16万）、調理人（12万）などが続く。コンピュータ化が進んだ15年間に「増えた仕事」の大半が、高齢化、共働き世帯の増加、不本意な就職などをその所以としている。

「減った仕事」の第1位は農耕従事者（126万人減少）、第2位は土木・建設従事者（123万）、第3位は会計事務従事者（113万）、以下、法人・団体管理職（62万）小売店主・店長（59万）、会社役員（56

万）、不動産・保険等のブローカー（70万）、自動車運転者（47万）、印刷・製本従事者（16万）などが続く。農耕従事者の減少は過去の趨勢の延長である。土木・建設従事者の減少は、住宅のプレハブ化と公共投資の削減に起因する。商店、団体、会社などの管理職、自動車運転者の減少は不況ゆえのことだろう。第3次産業革命（デジタル化・コンピュータ化）の影響と思われるのは、会計事務従事者、保険・不動産のブローカー、印刷製本従事者くらいのものである。以上の「事実」から次のような仮説が示唆される。

仮説1：技術革新により「減る（機械により代替される）仕事」は確実に存在する。それを補うに足る雇用を創出する仕事の増加に、技術革新が寄与するところは無きに等しい。

仮説2：第3次産業革命による雇用減を補ったのは、技術革新とは無関係な、社会・経済環境の変化に伴う雇用増である。

実際、高齢化の進展に伴い、必要不可欠な仕事（介護、看護等）の就業者数が急増した。共働き夫婦の増加に伴い、必要不可欠な仕事（保育士、調理人）の就業者数が増加した。介護従事者、コンビニエンス・ストアやスーパーの店員、清掃従事者、その他、不本意な仕事にやむなく就く人が増加した。コンピュータに仕事を奪われた人びとの多くは、ハローワークで職探しをしても、不本意かつ低賃金の仕事にしかありつけないのが、偽らざる現実なのである。実に幸いなことに、第3次産業革命は、高齢化と同時並行的に進行したため、失業率の激増という災禍を免れ得たのである。

仮に第4次産業革命により「2030年には2人に1人が失業」という予測が当たるとすれば、職を失うであろう約3,300万人を雇用するに足る職場が、新たに生まれるとは考えにくい。失業者の大半は、特別の技能を要さない低賃金労働、あるいは多くの人が忌避する「きつい」「きたない」「きけん」な労働に就かざるを得なくなる。何も対策を講じなければ、AIとロボットが人間を不幸のどん底に落としめるのは確かだ。

今回は労働経済学のイロハを説くことに終始した。「2人に1人が失業」という極端な事態が招来されることはあり得ない。AIの革新と普及は、ほとんどの職業の効率向上に寄与する。とはいえ、かなりの数の既存の職業が消滅することは避けがたい。次章以降、トマス・モアやジョン・メイナード・

ケインズらの古典を参考にしながら、人間が「働く」ことの意味と意義をご理解いただき、AI やロボットに人間の労働の少なくとも一部または半分を代

行させることにより、人間が幸せになるための方途を探っていくことにする。

【第1部】第4章 トマス・モアとケインズに学ぶ「豊かな社会」の創生

1. トマス・モアのユートピア

第2章で紹介したとおり、野村総研とオックスフォード大学の共同研究によると、就業者の49%が失職する時代が、10年余り先にやって来るそうだ。49%という数字の真偽のほどはさて置くとして、定型な技能労働や事務労働の少なくとも一部分が人工知能(AI)ないしロボットに代替され、多かれ少なかれ、何%かの就業者が職を失うことは確かだ。政府は、何らかの対策を講じなければなるまい。

私が思うに、対策の目的が、失職者の生活支援であつたり、内需喚起であつたりするのでは、その場限りの糊塗策との感が否めない。のみならず、せっかくの技術革新が、社会の不満、不安、そして不幸せを助長するのでは元も子もない。過去3度の産業革命がそうであつたように、第4次産業革命を、誰しもが幸福の増進を実感できるベターオフな社会を創生する起爆剤とするためには、いかなる施策を政府が講じなければならないのか、また、私たちの価値規範をいかに改編しなければならないのか、を考えてみよう。そのための糸口を探るために、トマス・モアとジョン・メイナード・ケインズの著作を読み解いてみよう。

ここ日本では、応仁の乱を経て戦国時代が始まって間もない頃、1516年、イングランドの法律家トマス・モア(1478~1535)は古典的名著『ユートピア』を世に問うた。ユートピアは「理想郷」と日本語訳されるが、モアの描くユートピア国は共産主義を想起させる管理主義国家もどきであると同時に、16世紀初頭の時代文脈のもとでは、画期的と評して余りある、公正かつ透明な地方分権統治が実施されている。ユートピア国には54の都市(あるいは州都)があり、毎年1度、各都市から「学識・経験ともに優れた長老」3人ずつが首都に集まり、国家の共通の問題を論議する。

ユートピア人は農業を主たる生業としており、田舎(州都の郊外)には、あらゆる農機の備わった農場住宅が用意されている。1戸の農家には、2名の奴隷のほかに、男女あわせて40名もの人が同居している。30戸の農家を束ねる、家族長と呼ばれる1人の統率者がいる。田舎に2年間滞在した者のうち1戸当たり平均20人(約半数)が都市に移り住み、入れ替わりに同数の人が州都から田舎に移住する。

まるで徴兵制のようだが、食料不足の危機に備えて、できるだけ多くの国民に農耕の技法を習得させるための知恵である。農家の仕事は、田畑の耕作、家畜の飼育、森林の伐採などに限らず、パン、ブドウ酒をはじめとする果実酒の製造、製材なども農家の仕事とされている。今、言うところの農業の5次産業化を先取りしていたわけだ。

男女とも、すべてのユートピア人は農業の技能に加えて、農業以外の何らかの技能を身に付けなければならない。例えば、毛織業、亜麻織業、石工職、鍛冶職、大工職等々である。すべての女性が働くというのは、16世紀初頭の欧州諸国では異例だった。家族長のほとんど唯一の任務は、今流に言えば労務管理である。各人が仕事に専念するよう、また長時間労働を避けるよう、家族長が指揮・監督している。1日の労働時間は、午前中3時間、昼食と休息に3時間を割いた後の3時間、合計6時間である。40人の家族は夕食を共にする。夕食後の1時間は団欒にあてられる。彼らはそこで音楽の演奏をしたり、高尚で健全な話題に話の華を咲かせたりする。

毎日、朝早くから講義がおこなわれる。本来は、将来の知識人として選抜された若きエリートの教育を目的とする講義なのだが、一般の男女の多くが熱心に聴講している。ユートピア国民は、職業と仕事から割きうる余暇が少しでもあれば、そのすべての時間を精神の自由な活動と教養を培うことに当てるのが義務づけられている。人生の幸福がまさにこの点にあることを、彼らは信じて疑わない。したがって、ユートピア人の教養のレベルには只ならぬものがある。

深い教養のせいもあり、ユートピア人は拝金主義や奢侈淫蕩な生活を軽蔑する。輸出で稼得した金銀で犬の首輪や便器を作る。将来、輸入が超過した場合、すぐさま決済に要する金銀を回収可能とするための仕掛けである。知識人は肉体労働を免除されているが、自己研鑽を怠れば、知識人の特権を取り上げられ、職人に逆戻りさせられる。逆に、職人が寸暇を惜しんで学問に励めば、肉体労働から解放され、知識人に昇格することができる。知識人の中から、外交使節、司祭、主族長、そして市長が選ばれる。

1日のわずか6時間しか労働に当てられないと聞いて、多くの読者は、生活に必要な物資の供給が不

足をきたすのではないかと思われるだろう。しかし、ユートピア国では一握りの知識人以外は、皆が働いている点、そして一着の服を長持ちさせ、その他の奢侈品を一切求めないシンプルライフのせいで、6時間労働で事足りるのだ。重要なことは、ほとんどの男女が余暇を知的生産に費やすことである。トマス・モアは、余暇を最大限長くし、ユートピア国民が知的活動に励む様子を、人生の「幸福」の極致とみなす。

技術革新（イノベーション）という概念が存在しなかった16世紀初頭、技術革新ではなくして、人々の意識を変革する（奢侈を慎む）ことにより、必要なモノとサービスの生産に要する労働時間の劇的短縮（労働生産性の向上）をかなえる。労働時間の短縮がもたらす余暇を知的生産に捧げることこそが人々に「幸福」をもたらす、とトマス・モアは言うのである。

人工知能(AI)とロボットにより失職する人々に、幸福を実感できる生活を送ってもらうための貴重なヒントを、トマス・モア『ユートピア』から汲み取ることができる。

2. ケインズの『説得論集』

1931年、ジョン・メイナード・ケインズは「労働力の新たな使途を発見しうる速さを、労働力の使用を節減する手段の発見の速さが凌駕する」ために生じる、技術的失業の可能性を予言した（『説得論集』、以下は、その要約に私見を交えたもの）。つまり、技術革新は労働力の効率化（機械による代替）を急速に推し進め、その結果、職を失う人が増える。他方、労働力の新たな使途の発見（新しい職業の創出）のスピードは遅れをとりがちだから、少なくとも一時的に、失業率は上昇する。

技術革新に起因する失業は、短期的には人々を苦しめるものの、「人類が自らの経済の問題を解決する」ことを意味するから、長期的には大いなる恩恵である。経済的な必要が満たされると、人間は経済以外の目的に、時間と精力を捧げようとする。機械は労働生産性を押し上げ、人類を労役や苦難から解放する。機械は生産の限界費用を押し下げ、安価なモノとサービスが手に入るようになり、人々の生活の利便性と快適性を飛躍的に高める。

そのおかげで、「経済の問題を解決する」という表現にケインズが込める意味は、次のような逸話から推察される。

毎日の糧のために汗する人々にとっては、余暇は憧れの楽しみである。もっともこれは広義の経済（所得、資産、所有、生産、技術）への関心は相対的に薄れ始める。多くの人々が「人間、いかに生きるべきか」といった倫理的な設問、「自然環境の破壊をいかにして防ぐべきか」あるいは「生物多様性をいかに維持すべきか」などといったエコロジカルな課題に、多大の関心を注ぐようになる。文学、芸術、歴史、哲学等々、経済とは無縁であるがゆえに、等閑視または冷遇されてきた学術研究・啓発活動を、人々の要望に応え、国は振興せざるを得なくなる。技術革新が経済の問題を解決してはじめて、経済にとっては無用の人文学、文学、芸術が復権を遂げる時機が到来するのである。彼らがその余暇を手に入れてしまうまでの話だが。

年老いた雑役婦が自分のためにこんな因縁めいた墓碑銘を書いている。「私のために嘆き悲しまないで、友よ、私のために涙を流さないで、私は、これからは永久に働かなくてもよくなるのだから」。これが彼女の天国だった。余暇を心待ちにしている他の人たちと同じように、彼女は自分の時間をラジオに耳を傾けて過ごすことが、どのように素敵なことかと想い描いていた。「讚美歌と快い音楽が天国に響き渡っていることでしょう。しかし私は歌うことには縁がないのです」。

3. 所有欲の喪失

今や、欧米諸国や中国では、モノを「所有」するよりも、必要な時に必要な場所で、手間隙かけずに、モノを「利用」できるサービスを楽しむシェア・エコノミーが、幅を利かせるようになりつつある。例を自動車にとると、先進諸国では、乗用車の世帯普及率は90%前後に達している。保有税、保険料、駐車代金、ガソリン代、道路の渋滞等により派生する時間コスト等々、「所有」に伴うコストは馬鹿にならない。そこに目を付けたのが、2009年創業の配車サービス会社ウーバー・テクノロジーズである。ウーバーは次のようなサービスを提供する。用務先の最寄り駅まで電車で移動する。予めスマートフォンで予約しておいたタクシー、個人の乗用車（日本では法的に禁止されている白タクに当たる）、または短時間のレンタカーが駅前に待機しており、短時間で用務先に到着できる。レンタカーの場合、帰途、最寄り駅の駐車場に乗り捨てておけばよい。料金の決済、車の施錠・解錠などの一切をスマホが引き受

けてくれる。シェア・エコノミーの産みの親は、外でもないスマホの爆発的普及なのである。

配車サービスの利用料金の年間累計は、自家用車の所有に伴う年間費用（購入費用の償却費を含む）に比べれば、はるかに安上がりのはずである。アメリカのような自動車大国の場合、自家用車の所有自体の「効用」は無きに等しいから、ウーバーは大規模な市場を開拓することができたのだ。他方、日本では、高級な乗用車を所有することの「見せびらかし」効果は依然として大きいし、白タク規制なども災いして、配車サービス市場の規模拡大には限界が

ある。今後、シェア・エコノミーは、乗用車にとどまらず、衣類、自転車、民宿他、更なる市場の拡大が予想される。

所有する欲望を失うことが、实体经济に及ぼす影響は計り知れない。モノを所有せず、必要に応じて利用する。シェア・エコノミーの市場規模拡大が、経済成長率を押し下げることには確かだが、生活の利便性を向上させることもまた確かだ。スマホの普及がシェア・エコノミーへの道筋を切り拓くとは、誰も予想しなかったはずだ。

【第1部】第5章 ベーシックインカムはユートピアを実現できるのか？

1. ベーシックインカムを巡る3つの争点

これまで繰り返し述べ進めてきたとおり、第4次産業革命の結果、かなりの数の就業者が失職する可能性が高い。失職者の救済策として、少なくとも我が国では、ベーシックインカム導入という井上智洋『人工知能と経済の未来～2030年雇用大崩壊～』（文春新書、2016年）の提案が幅広く支持されている。

ベーシックインカム（BI）は「基本所得保障」または「最低生活保障」と日本語訳されている。同額の所得を、すべての国民（子供をも含む）に一律に給付するという制度である。世帯あたりの給付ではなく、国民一人ひとりへの給付である点に、この制度の特色がある。BI制度導入と引き換えに、基礎年金、生活保護、最低賃金など、既存の社会保障制度がすべてまたは部分的に廃止または縮小される。

もともとは貧困対策として発案された制度だが、1980年代以降、「小さな政府」を目標に据える新古典派経済学者によって、社会保障制度の簡素化に資する制度として推奨されるようになった。個別対策的社会保障を一元化して、行政コストを削減する効果を期待してのことである。さまざまな社会保障制度が、資格認定に手間暇を要するため、人件費などのムダな経費を要するのみならず、低所得者の勤労意欲を削ぎ、その半面、ワーキングプアを置き去りにする、などといった弊害を是正することを、BI制度はそのねらいとしている。

他方、国民に最低限の生活水準を保証する制度という意味で、リベラル派の経済学者と政党の約半数がBI制度そのもの、またはその修正版の導入を支持する。社会主義政党もまた然りである。日本国内では、自由党が選挙公約に掲げるほどBI制度の導入に積極的なのに対し、自民党は反対の立場を鮮明にしている。他の与野党のいずれもが、多かれ少なかれ賛意を表明しながらも、明確な修正版を提案するまでには至っていない。

2016年6月、スイスでBI（成年28万円、未成年7万円を支給する）制度導入の賛否を問う国民投票が実施され、大多数の反対で否決されたが、目下、特定地域でのBI制度導入の社会実験が施行されている。その他、オランダ、フィンランド、カナダでも、地域を限った社会実験が現在進行中である。

BI制度への賛否の争点となるのは、次の3点である。

第一に、貧困層にも富裕層にも、同額のBIが支給されることの是非である。リベラル派と社民派は、所得上限を設けるべきだと主張する。あくまでも社会福祉制度の簡素化を第一義とする保守派は、所得上限を設けることに反対する。成年と未成年への支給額を差異化するか否かについても、賛否両論が相半ばする。

第二に、仮に1カ月5万円のBIを給付するならば、人口1億2500万人への支給総額は62.5兆円にのぼる。4人家族が1カ月に受け取るBI20万円は、最低限の生活を送るに足る金額と見てよいだろう。問題は、62.5兆円という莫大な政府支出を賄う財源をどう捻出するかである。BI制度導入と引き換えに、社会保障（医療を除く）を廃止すれば、帳尻は合う。2016年度の社会保障給付金は118.3兆円、医療費37.9兆円を差し引けば、80.4兆円となり、BIへの歳出を補って余りあるから、BI制度導入は社会保障費を削減する。また、医療以外の社会保険料を支払わなくてよくなる点は、家計の税外負担を軽減させる。年金の国庫負担や生活保護の廃止はやむなしとしても、介護保険の廃止は高齢者の生存を脅かす。

社会保障を現状のまま据え置き、財源を消費税に求めれば、消費税率を21%引き上げねばならない。29%の消費税率は、欧州にも例を見ない、事実上、受け入れがたい高い水準である。したがって、社会保障を現状のまま据え置いたまま、すべての国民に最低生活を保障するBIは実現不可能と言わざるを得まい。そこで、所得上限を設定する、成年と未成年に格差を設ける、所得税の累進度を上げて税収増を図るなどの修正案が提案されるのである。

第三に、BI制度の導入が労働意欲を高めるか、それとも低めるかである。一方には、最低限の生活が保障されるのなら、強いて働きたくないという（怠惰を好む、またはボランティア活動や趣味に時間を割きたい）者がいる。他方には、最低限の所得が保障されたという安心感から、給与の多寡に関わらず、好きな仕事に就き、積極的に働くという選択をする者もいる。

2. 純粋機械化経済とベーシックインカム

井上智洋氏は「純粋機械化経済において、(失職した)労働者の所得を保証するために最もふさわしい制度は『ベーシックインカム』である」と主張した上で、「一人当たり月額 7 万円程度に BI の支給額を設定するのが、極度のインフレを回避できるという意味で、望ましい」と言う(引用文には筆者なりの要約部分がある、以下同様)。年間支給総額は 100 兆円になるが、原田泰『ベーシックインカム』(中公新書、2015 年)を参考にして、「年金の政府負担、児童手当、生活保護の廃止、中小事業対策費、公共事業費、農林水産事業費(いずれも所得保障を目的の一つに据える)の一部削減により、合計 36 兆円が BI の財源に振り替えられる」と言う。さらに、「100 兆円から 36 兆円を差し引いた残額 64 兆円捻出するために 25%の所得税増税を実施する」ことを提唱する。「年収 400 万円の人の純負担は一人暮らしならば、増税額の 100 万円から給付年額の 84 万円(7 万円×12)を差し引いた残りの 16 万円に過ぎない(中略)3 人家族の BI 給付額は 84 万円×3=252 万円。増税額が 100 万円なので、この世帯には 152 万円の純受益が発生する(中略)基礎年金のみで暮らしていた一人暮らしのお年寄りの収入は、年金の国庫負担の廃止に伴い、年 96 万円(8 万円×12)ほどの基礎年金は半額の 48 万円に減額されるが、BI が上乗せされて 132(48+84)万円に増える」という試算結果が示される。

以上の試算は、経済の純粋機械化とはまったく無関係な話である。なぜなら井上氏は個人所得税の増税を BI の財源に充てようとしているからだ。個人所得の大半は雇用者所得なのだから、「AI の発達により雇用を奪われ収入源を絶たれる人が増えてくる」、したがって、雇用者所得が激減するであろう「暗澹たる未来」の解決策の提案としては納得がゆかない。まるで「取らぬ狸の皮算用」のようである。

3. 「参加」の機会を狭められるディストピア

さらに井上氏は次のように言う。「純粋機械化経済では、BI の実施は一層容易になる。そこに至ると、年々成長率が上昇していくような爆発的な経済成長が成されるので、得られる税金も爆発的に増えてゆく。BI の財源に頭を悩ますことがバカらしくなるほどの税額が得られるようになるだろう」。「税額の増大に合わせて給付額を増やしていくこともできる。所得の一定率、例えば 25%を BI にあてる

といったルールを採用した場合、経済成長率と同じような率で BI の額は増大していくことになる」。

なぜ「爆発的な経済成長」が実現するのか。なぜ AI 社会においても、個人所得税収が経済成長率と同じ率で増えてゆくのか。そのゆえを井上氏はまったく説明しない。約 50%の世帯の世帯主が失職し、収入ゼロという状況下、世帯単位的生活保護よりも BI が望ましいとする論拠もまた納得しがたい。収入ゼロの 2 人世帯の月収が 14 万円、子供 3 人の 5 人世帯が月収 35 万円。後者の月収は、つましい生活を送るに足るだけの額であるのに対し、前者の月収は、最低限の生活を送るには不足すると言わざるを得ない。少子化対策としての有意な効果は期待できるものの、家族人数によって給付額に大差が生じる BI 制度が、生活保護よりも望ましいとの井上氏の判断の根拠は不明である。

井上氏は「BI なき AI はディストピアをもたらす。しかし、BI のある AI はユートピアをもたらす」と結論する。前章、トマス・モアの『ユートピア』を紹介したが、モアのユートピア国では、一日 6 時間労働、豊富な余暇を知的活動に捧げる。他方、井上氏のユートピア国では、労働力人口の 2 人に 1 人が「毎日が日曜日」。さぞかし余暇を持て余すことだろう。そんな社会が持続可能だとは、とうてい思えない。

人間が幸福感を味わうための必要条件の一つは、何らかの意味での「参加」の実感である。井上氏のユートピア国では、就業、人的交流、社会貢献など参加の機会を阻まれ、BI でつましい生活を送りつつ、暇を持て余す人が 2 人に 1 人の割合でいる。私に言わせれば、これぞまさしくディストピアに他なるまい。

生活保護世帯の全世帯に占める割合は、2017 年 2 月現在、1.6% (164 万世帯)である。そのうち過半が高齢者世帯である。ところが、井上氏が提案する「BI のある AI」ユートピアでは、(野村総研とオックスフォード大学の共同研究の数字を信頼する限り)49%の世帯が、事実上の生活保護世帯となる。老いも若きも「参加」の機会を狭められ、無為徒食の生活を送る。実に、想像を絶するディストピアではないか。人間だれしも、働きを通じて社会に包摂(include)されることを願っており、働く場からの長きに渡る排除は耐え難い苦痛を伴うに違いない。2 人に 1 人が好むと好まざるとに関わらず働く場から排除される社会に棲む人々の誰しもが、不安

と無気力に苛まれることだろう。

いわゆる生産労働から排除された人びとに、生き甲斐と社会参加の実感を味わってもらうには、すな

わち、AI がもたらすユートピア国を創るには、いかなる方途があり得るのかについては後述する。

[第1部] 第6章 AIは20世紀型産業文明に終止符を打てるのか？

1. 機械学習を指導する「教師」とは

これまで何度か取り上げた野村総合研究所とオックスフォード大学の共同研究の成果、すなわち「第4次産業革命の進展に伴い、多くの職業が消滅し、労働力人口の49%が失職する」という結論は、まったくもって「恣意」の産物以外の何物でもなく、とうてい信頼するに足りないことを示すことから今回の話を始めよう。

この恐るべき数値を導くに当たって、「教師あり機械学習」という手法が用いられている。その意味するところは、数値データまたはバイナリー(2項)データで表された、それぞれの職業の特性を、予め与えられた(教師が事前に定めた)数式に当てはめ、それぞれの「消滅確率」を計算する。数式を与える機械学習の教師とは、一体全体、何者なのか。2014年9月に「雇用の未来」と題する論文を発表し、「アメリカの労働力人口の47%が人工知能とロボットに仕事を奪われ失職する」という衝撃的な結果を披露し、一躍名を馳せたオックスフォード大学のマイケル・A・オズボーン准教授とカール・ベネディクト・フライ研究員の2人が、機械学習を指導する「教師」に他ならない。ちなみに、オズボーン准教授は機械学習の専門家、フライ研究員は経済学者である。

当然のことながら、それぞれの職業のどういう特性を取り上げる(プロファイルを描く)か、そして消滅確率を算定する数式の定式化の仕様は「教師」が天下りの的に与えるものであるからには、結果そのものが、神ならざる教師(上記2人の研究者)の恣意の産物であるとの誹りを免れ得まい。さて、日本の場合、601種の職業が、消滅するか否かの判定にさらされた。消滅確率が60%以上と算定された職業は「消滅する」(コンピュータにより完全代替される)と判定される。消滅する職業の就業者総数が労働力人口に占める割合が49%というのが、共同研究の結論である。

2. 失職するのは労働力人口の10~20%

第4次産業革命が雇用に及ぼす影響について、私は次のように考える。人工知能(AI)がほとんどの職業の効率化に資することは確かだが、完全に消滅する職業はほとんど存在しないはずだ。なぜなら、

AIが得意とする定型的作業のみに尽きる職業は、ほとんど無きに等しいからである。言い換えれば、AIがいとも簡単に習得できる形式知(言葉や数式で表現できる知識)だけで事が足りる職業は、ありそうで実は滅多にないからである。

昔、電話交換手という職業があった。木箱の電話機の左側についている受話器を手に取り、右側についているハンドルをぐるぐる回すと、電話機が交換手につながる。「もしもし」と応える交換手に通話先の電話番号を音声で伝えて、接続してもらってから話をする。接続が自動化されるまでは、電話交換手は女性にとっての憧れの職業の一つだった。しかし、電話接続の自動化に伴い、電話交換手という職業はほぼ完全に消滅した。もっとも、大企業、官庁、大学などの代表番号に電話をかけると、内線に振り分けてくれる交換手が未だにいるけれども、かつて電電公社(今のNTT)が雇っていた交換手の人数と比べれば、微々たる数に過ぎない。

第4次産業革命の進展に伴い、完全に消滅する職業はほとんどあり得ないのだが、業務の効率化・迅速化が進むことだけは確かである。公認会計士や税理士は、90%前後の確率で消滅する職業との判定が下されており、したがって両士業ともに完全消滅すると結論されているが、私自身は、そんなことはあり得ないと考える。財務や税務の監査を遂行するに当たっては、形式知に加えて、豊富な経験に基づく暗黙知(言葉や数式で表現できない知識、したがってAIが習得できない知識)が必要だからである。ただし、職務の効率化のおかげで、監査法人が雇用する会計士の数は半減するものと予想される。

弁護士事務所もまた同様である。弁護士の監督のもとで定型的・限定的な法律業務を遂行することにより、弁護士を補佐するパラリーガルの仕事の大半は、すべての判例を記憶し、六法全書を丸暗記したAIに委ねられることになるだろう。したがって、パラリーガルという職業が消滅する可能性は極めて高い。しかし、弁護士という職業がなくなることにはあり得ない。なぜなら、依頼人への審問、法廷での丁々発止の駆け引きにAIの出番はないからだ。しかし、定型的な法律業務に要する時間は大いに短縮できるから、弁護士1人あたりが処理できる訴訟の数は増えるから、必要な弁護士の人数が減ること

は否定できない。

以上、述べ進めて来たとおり、第4次産業革命の結果、消滅する職業は数少ないけれども、それぞれの職業がAIないしロボットにより効率化されるから、大小の差はあれ、ほとんどの職業の就業者数は減少する。したがって、49%は過大であるにせよ、労働力人口の10~20%前後が失職する可能性は十分高い。

他方、第4次産業革命が新しい仕事を生み出す可能性は乏しい。失職者の大半は、ハローワークで仕事探しをせざるを得まい。一念発起して何らかの職業訓練を受けない限り、好景気下には忌避されがちだった「きつい」「きたない」「きけん」な仕事に就かざるを得なくなる。18年12月に参議院で可決・成立した改正出入国管理法により、建設、外食、介護、農業、宿泊など14業種に、外国人労働者を受け入れることが合法化された。技能の習熟度に応じて、滞在期間最長5年（更新不可、家族帯同不可）で受け入れる労働者と、滞在期間1~3年（何度でも更新可能、家族帯同許可）で受け入れる労働者に分かれた。とくに優れた技能の持ち主が、後者に分類される。目下、上記14業種は深刻な人手不足に見舞われているのだが、10年後には様相が一変し、在留外国人と失職日本人との間で、上記14業種の職を奪い合う熾烈な競争の展開が予想される。

3. AIを理想郷の実現に活かすべき

前置きがいささかならず長くなったが、前章、「ベーシックインカムを導入することにより、失職者の最低生活を保障すべきである」との井上智洋氏の所説に対する反論を述べたが、では、どういう代案があり得るのかについての私論を以下に開陳しよう。

国民所得は一年間に国内に居住する個人・国内に本社を置く法人が国内外から稼得する付加価値の総和であり、国民総生産とほぼ同額である。国民所得（要素費用表示）は、生産に貢献した資本と労働に分配される。労働に分配される所得は雇用者所得となり、資本に分配される所得は法人所得、利子所得、配当所得、役員賞与に再分配される。2016年度の労働分配率（雇用者所得÷国民所得）は62.2%だった。何と言っても、6千万人弱（人口の約半数）が雇用され生産に貢献しているのだから、年間に生産される付加価値の60%強が労働者に分配されるのは応分の報酬だ、と納得される読者が少なくあるまい。

だがしかし、多くの工場が無人化（工員をロボットが代替）し、事務労働の大半がAI任せになり、専門職の必要人員数が減り、専門職の補佐役が不要になると、既述のとおり、労働力人口6,720万人の10~20%が失職する。内半数は、慢性的な人手不足であると同時に、AIやロボットによる代替が難しいか、もしくは人間を雇う方が安上がりな介護、建設、小売り、清掃などに職を求めざるを得まい。

さて、国内で発生した所得には税金がかかる。国税と地方税とがある（話を分かり易くするために、国税のみに的を絞る）。所得から様々な控除を行なった被課税所得に対して累進課税が適用される。現行の税制のもとでは、高額所得者に課せられる国税の税率は、被課税所得の45%近くである。他方、低額所得者に課せられる税率は、相対的に控除の割合が高くなるため、被課税所得は少額となり、税引き前所得に対する所得税の比率は極めて低くなる。雇用者所得総額に対する所得税収総額の割合は5%前後となる。他方、利子・配当所得の税率は一律20%である。法人所得税率は23%前後である（法人税の場合、中小事業者への軽減があること、更には地方税を割愛してある）。

野村・オックスフォードの共同研究に従えば、労働への分配率、すなわち国民所得に占める雇用者所得の割合が62%からほぼ半減することになる。労働と資本への分配率が、およそ6対4から3対7に変わるわけだ。資本に配分される所得の平均税率を22%とすると、国の所得税収は約43%増えることになる。2017年度の税収（個人所得税収と法人税収を合わせて31.3兆円）を前提とすれば、個人所得税と法人税を合わせての税収は約15兆円増加する。この税収増を活用して、研究、芸術、教育、医療、介護、環境など、公共サービスの雇用を拡大することが最善の方策だと考える。雇用に要する費用を一人あたり平均400万円だとすれば、13.3兆円で約375万人を雇用できる。すなわち、失職者の約10%を公共サービスに従事させることができる。ちなみに、18年1月1日現在、国家公務員の人数は58万人、地方公務員の人数は274万人である。

トマス・モアのユートピアにせよ、技術革新により多くの人々が失職するケインズの想定した未来社会にせよ、人々が労働という苦役と労苦から解放され、知的活動への関心を深めるという意味で、理想郷へ向かっての前進だと言える。看護、介護、初等中等教育などに携わる職員数を増やすことにより、

高齢者、病人、子供は大いなる恩恵を授かることになる。文学、芸術、歴史、哲学など、経済とは無縁であるがゆえに等閑視または冷遇されてきた学術研究や啓発活動を振興することにより、トマス・モアやケインズの知的な理想郷に近づくことができ

る。技術革新が経済の問題を解決してはじめて、人文学や芸術が復権を遂げる時代が到来する。経済成長への寄与・貢献を最優先する20世紀型産業文明にAIが終止符を打つ。実に素晴らしいことではないか。

[第1部] 第7章 膨大な電力を食うAI

1. AI 開発費 4000 億円の過半を占める電力料金

第4次産業革命の進展に伴い、工場は無人工化し、単純な事務労働は人工知能 (AI) によって代替される。これは、あくまでも「予想」であって、実現されるか否かは、目下のところ、不確実と言わざるを得ない。

技術的な利用可能性 (availability) が、ただちに実用化へと人や企業を駆り立てるわけではない。例えばコンピュータによる人間労働の代替が技術的に可能であるにせよ、人間労働を AI やロボットに置き換えるために、膨大な初期投資または経常的運転コスト (AI やロボットの報酬に当たる) を必要とするならば、合理的な企業そして政府は、より安価な労働者を雇用し続けるだろう。クラウド・コンピューティングのおかげで、初期投資の段階で、大型コンピュータを設置する必要はなくなった。パソコン一台で用が足りる。ただし、クラウド・コンピューティング・サービスへのアクセス権の料金は高額である。

なぜそんなに高額なのかと言うと、人間をはるかにしのぐ知能を AI が獲得するには、いわゆる機械学習 (machine learning) により膨大な知識を「学習」しなければならない。そのために、高速コンピュータ数台ないし数十台を長時間稼働しなければならないからだ。例えばガン診断と抗ガン剤処方 of 卓抜した能力でもてはやされる IBM のワトソンは、約 2,000 万件ものガン関連の臨床研究論文、約 1,700 万件の薬剤関連資料を学習している。これだけの知識を詰め込み、なおかつ情報検索、画像認識などを高速かつ正確に処理するワトソンが、ガンのゲノム医療において超人的な診断・処方能力を発揮するのは、当然のこととして頷ける。

ただし、ワトソンが膨大な数のガン医療関連の論文を学習するのに要した費用 (授業料) は、約 4,000 億円にものぼるとのことだ。恐らく、その過半を電力料金が占めると見てよいだろう。高速コンピュータを稼働させるのに要する電力消費はもとより、コンピュータの発熱を冷却するのに必要な電力消費も半端でない。ワトソンへのアクセス権を取得する基本料金に、診断・処方の回数に比例して決まる可変費用を加えると、年間 1~3 億円の費用がかかる。

2. 金鉱で栄えた村につくられた仮想通貨の採掘場

スイスのイタリア国境近くにあるゴンド村は、かつて金鉱の採掘で栄えた村である。1891 年に金鉱が閉鎖されたのち、人口は次第に減少し、今や人口 40 人の寒村と成り果てた。2017 年の初め、この寂れた寒村にアルパイン・マイニングというベンチャー企業が「ブロックチェーンの採掘場を設立したい」という話を持ちかけてきた。当然のことながら、村長さんには、何を採掘する会社なのか、まったく見当がつかなかった。

インターネットで調べてみると、ブロックチェーン (分散型台帳) とは「仮想通貨の保存と取引に関する暗号化されたデジタルシステム (台帳)」のことらしい。仮想通貨とは「デジタルな通貨の一種であり、インターネットを通じて不特定多数の人や企業の間で物品やサービスの対価として使用でき、また専門の取引所を通じて円、ドル、ユーロ、ウォンなどの法定通貨と交換することもできる」らしい。はてさて、それではマイニングとは何を採掘するのか。マイニングとは「仮想通貨の取引は暗号化されており、暗号を解読して不正な送金や改ざんなどがないかを、ブロックチェーンを見て検証する計算作業を行う」ことらしい。

かつて金のマイニングで栄えたゴンド村に、仮想通貨のブロックチェーンをマイニングする会社が設立される。「願ったり叶ったりではないか」と村長さんは大歓迎。同年 11 月に採掘場は稼働を開始したのだが、移住してきた社員はたった 6 人。仮想通貨の採掘場は、点滅する光と低い唸り声を上げるコンピューターサーバー、絡み合ったケーブルやパイプだらけの小さな部屋だ。複雑な数理的問題を解いて、ブロックチェーンのマイニングに成功すれば、その報酬は仮想通貨で支払われる。多数のマイニング会社が、高額の報酬目当てに競争を繰り広げている。多種の仮想通貨が世界中で取引されているからには、コンピュータを 24 時間フル稼働しなければならない。

なぜアルパイン・マイニング社は、ゴンド村に採掘場を新設したのか。ゴンド村には高出力の水力発電所がある。無論、発電所を建設したのは電力会社である。発電所立地の代償として、ゴンド村の電力料金は公定料金の 3 分の 1 にまで引き下げられて

いる。のみならず、ゴンド村の標高は高く、気候が寒冷なため、コンピュータの冷房のための電力消費を節約できる。マイニング社がゴンド村の格安の電力料金と寒冷な気候に目を付けたのは、電力多消費企業の合理的選択に他なるまい。ともあれ、マイニングが開始されると同時に、ゴンド村の電力消費は50%も増えたとのことだ。仮想通貨の是非を論ずる際、電力の無駄遣いが指摘されたりもする。

3. 人間の12,000 倍の電力を消費

2012 年 8 月、グーグル発の次のようなニュースが人々を驚かせた。ユーチューブからランダムに抽出した 1,000 万枚の静止画像を、多層ニューラルネットワークを畳み込んだ人工知能 (1,000 台の高速コンピュータ) に丸 3 日間かけて閲覧させた結果、猫を認識する能力 (猫に反応するニューロン) が AI に備わった。これが深層学習 (deep learning) の嚆矢だとされる。人の教えたをまったく乞うことなく、AI が猫を認識 (猫の登場する画像を選別) することができたのだ。いわゆる「教師なし学習」である。先のワトソンは「教師」の指示に従い、ガン医療関連の膨大な数の論文を学習している。その意味で、ワトソンは「教師あり学習」の賜物である。3 歳の幼児でも、猫を認識する能力を自然と身に付ける。猫を認識するという人間にとっては当たり前の能力を身に付けるために、1,000 台のコンピュータを 3 日間稼働させなければならない。そのために大量の電力を消費するのだ。

2016 年 3 月、グーグル・ディープマインド社が開発した、多層ニューラルを畳み込んだ囲碁ソフトウェア・アルファ碁が、世界トップクラスの韓国の棋士と 5 番勝負で対局し 4 勝 1 敗で圧勝した。中国の名人をも 3 勝 0 敗で退けた。アルファ碁は、囲碁のルール、定石、膨大な数の過去の棋譜を「教師あり学習」した上で、自己対局を数千万回繰り返す「教師なし学習」により深層学習して出来上がった優れものである。開発に要した費用は 1 兆円とのことだ。恐らく、その過半が電力料金であろう。

機械学習の進歩は速い。『ネイチャー』の 2017 年 10 月 19 日号に掲載された学術論文で、ディープマインド社は深層学習の究極の賜物であるアルファ碁ゼロを発表した。この最新版のアルファ碁に「教師」が教えたのは囲碁のルールだけである。わずか 3 日間で 490 万局の自己対局 (教師なし学習) を繰り返すことにより、アルファ碁ゼロは、韓国の

棋士に圧勝した旧バージョンのアルファ碁を 100 勝 0 敗で打ち負かすだけの凄腕を身に付けた。定石とプロ棋士同士の棋譜を学習することが有害無益だという「事実」は、次のことを示唆する。

定石はプロ・アマチュアの棋士にとっての約束事のようなものであり、定石通りに打つことが必ずしも最適ではない。トップクラスのプロ棋士のことごとくがアルファ碁の軍門に下ったのは、定石というパラダイム (枠組み) の下では奇想天外と思しきアルファ碁の指し手、自己対局の数千万回の繰り返しという「教師なし学習」で習得した指し手に対し、例えプロ棋士といえども、持ち時間内に適切な指し手を探しあぐねるせいだろう。

いわんや 490 万局の自己対局により、新しいパラダイム (定石) を編み出したアルファ碁ゼロに、人間の棋士が太刀打ちできるはずはない。490 万局というと、200 人の棋士が毎日 3 局ずつ打つとして、約 45 年で到達できる局数である。アルファ碁ゼロは、これだけの局数をわずか 3 日でこなし、深層学習により新しいパラダイムを編み出したのだ。プロ棋士といえども、見たことのない指し手の意味をとっさには理解できず、持ち時間の縛りもあり、結局は、中押し負けしてしまう。

さてそれでは、アルファ碁の深層学習、そして 1 回の対局に、どれほどの電力が必要なのだろうか。人間が集中的に思考している際に、消費するエネルギーは電力換算で 21 ワットとのことだ。エネルギーの源はむろん食事である。他方、アルファ碁は 2 万 5000 ワット (人間 1 万 2000 人分) の電力を消費する。人間の頭脳の省エネぶりに驚かされる。

4. 電力料金が決め手となる AI の導入

AI のコストは、深層学習に要する電力消費と経常的な稼働に要する電力消費量に全面的に依存する。ということは、工場や事務所で人間を AI やロボットに代替すべきか否かの決め手となるのは、電力料金である。

アルミニウムは「電力の缶詰」と称されるほど、精錬の過程で大量の電力を消費する。オイルショックの襲来後、それまでアメリカに次ぐ西側世界第 2 位の生産量を誇っていた日本のアルミニウム精錬は、電力料金の高騰ゆえに姿を消さざるを得なかった。その後、水力・地熱発電を主電源とするカナダとアイスランドが、アルミニウム精錬大国となった。

電力価格の安いスイスのゴンド村に、ブロックチ

エーンの採掘工場が建設されたのと同じく、クラウド・コンピューティング・サービスを提供するプロバイダーは、電力料金の安い北欧諸国、スイス、カナダに立地せざるを得ないだろう。20 世紀末には安い労働力を求めて、先進諸国の製造業各社が東アジア諸国に生産拠点を移転させた。同様に、クラウドプロバイダー間の競争が激化するに伴い、安い電力料金を求めて、クラウドプロバイダーは拠点を立地させる。その結果、AI やロボットの導入は加速

されるであろう。

ただし、クラウドプロバイダーが外国籍であれば、資本に分配される国内付加価値のかかなりの部分が海外に流出する（国民経済計算上は輸入に計上される）。つまり、雇用者所得の減少分の全額が国内資本に移転されるのではなく、国内資本を経由して、相当額が外国籍のクラウドプロバイダーに移転されるのである。

【第1部】第8章 自動車産業に大変革を迫る消費者の行動変化

1. トヨタのサブスクリプション参入

日本経済新聞 2019 年 2 月 6 日付け朝刊に、「トヨタ、レクサスで定額利用参入」と題する、興味深い記事が掲載されていた。以下に、記事の要点を引用しよう。

トヨタ自動車は 5 日、高級車「レクサス」の定額利用サービスの概要を発表した。6 日から東京都を始め、今夏以降に全国に広げる。月額 19 万 4400 円（税込み）の支払いで 3 年間、半年ごとに新車の多目的スポーツ車（SUV）など 6 車種を乗り換えられる。税金や保険代も含み、車を手軽に利用したい消費者を狙う。定額サービスは音楽や映像で普及するが、車で広がるのは試金石になる。

若者のクルマ離れ、「所有」よりも「利用」を重視する消費者行動の変化、国内の新車市場の縮小などへの適応策として、いよいよトヨタが自動車のサブスクリプション・ビジネスに乗り出したのだ。トヨタの「企業情報」に、次のような社長メッセージが掲げられている。「私は、トヨタを『自動車をつくる会社』から、『モビリティカンパニー』にモデルチェンジすることを決断しました。すなわち、世界中の人々の「移動」に関わるあらゆるサービスを提供する会社になるということです」。

第 4 次産業革命に先立ち、20 世紀のシンボルと評して余りある自動車は、その需給両面において「100 年に 1 度の大変革」に迫られつつある。第 4 次産業革命の進展に伴い、そうした変革が一挙に加速されることは請け合いだ。その兆候を、トヨタのサブスクリプション・ビジネスの開始、そして社長メッセージに読み取ることができる。

2. これまでの経済成長を牽引してきた自動車産業

19 世紀末から 20 世紀初頭にかけて、第 2 次産業革命は欧米先進諸国に住まう人々の暮らしを一変させた。歴史上 2 度目の産業革命を駆動したのは、電力と石油という 2 つのエネルギー源だった。電力は電気機器産業を育んだのみならず、生産工程の自動化を推し進め、大量生産への道筋を切り拓いた。石油は輸送機器産業と石油化学産業を育み、先進国経済をいわゆる重化学工業化へと誘った。第 2 次産業革命が生み出した数々の新製品のうち、日常生活を激変させたという点で、家庭電化製品と乗用

車の 2 つが際立つ。実際、これら 2 つの製品の輸出が、1970 年代後半以降、日本の経済成長を牽引する役割を果たした。

第 3 次産業革命を推進した情報通信技術（ICT）は、電化製品や自動車の利便性と快適性を飛躍的に向上させた。自動車の手動式、油圧式、ベルト式の機構部品のほぼすべてがエレクトロニクス技術に置き換えられた。誰もが重宝するエアバッグやカーナビは、エレクトロニクス技術の所産にほかならない。97 年末、二酸化炭素の排出削減を先進諸国に義務付ける「京都議定書」が採択された京都会議の閉幕にタイミングを合わせて、トヨタはハイブリッド車プリウスを発売した。エンジンとモーターを併用して走るハイブリッド車は、燃費効率の倍増（二酸化炭素排出量の大幅削減）をかなえてみせた。スマートフォン（スマホ）は、インターネットの超小型端末として、日常生活において不可欠な役割を果たすようになった。電子部品メーカーは、スマホと自動車の部品を世界に限らず供給することにより、日本経済を支える屋台骨の 1 つとなった。

20 世紀型産業文明という言葉がある。工業製品の大量生産・大量消費・大量廃棄をその旨とし、20 世紀末の地球環境問題の浮上により、批判の矢面に立たされた文明を意味する。大量生産の雛形となったのは、1908 年に発売された T 型フォードに始まる乗用車の生産システムである。家電製品はもとより、乗用車もまた一家に一台。いったん普及し始めれば、デモンストレーション効果が働き、またたき間に、大量生産の軌道上をひた走るようになる。工業製品の大量生産が常態化すると、大量の雇用が創出される。雇用の増加と賃金の上昇は、さまざまなモノとサービスへの需要を喚起し、順風満帆の経済成長が実現する。いわゆる「好循環」がもたらされるのだ。欧米先進諸国が、日本が、韓国が、そして中国がたどった工業化を基軸とする経済成長・発展のプロセスである。

日本の全就業者数に占める自動車関連就業者数の比率は 8.3%、実数にして 539 万人を数える（18 年平均）。エンジン自動車 1 台は約 3 万個の部品を用いて組み立てられる。部品の生産は、鉄、各種非鉄金属、石油化学製品、繊維、電子部品・デバイスを手原料としている。そのため、自動車の産業連関

的波及効果は甚だしく大きい。20 世紀の最後の四半世紀間、日本の経済成長の牽引車の両輪は、電子産業と自動車産業だった。ところが、電子産業の貿易黒字は 92 年の 10 兆円弱をピークにして下降に転じ、13 年にはついに貿易赤字に転じた（電子部品の黒字を製品の赤字が超過した）。以来、日本の経済成長は、自動車のみを拠り所とする、不安定な一輪車構造に成り果てたのである。

3. 若者のクルマ離れの「5 つの要因」

冒頭に紹介したとおり、昨今、自動車産業に一大変革の波が押し寄せつつある。変革の兆しは需給両面において認められる。今回は、需要面での変革に的を絞ろう。

21 世紀に入ってまもなく、「若者のクルマ離れ」が喧伝されるようになった。これは、日本特有の現象ではなく、多かれ少なかれ、先進諸国に通底する現象である。さまざまな統計調査を見ても、若者（20 歳代）の自動車への関心は往年に比べてはるかに薄れ、2~300 万円もする高額な自動車ローンを組んで購入する若者は、今や少数派となりつつある。20 世紀の最後の四半世紀間、自動車は紛れもなく「豊かさのシンボル」であり、高級な自家用車を若くして所有することは、ソースタイン・ヴェブレンの言う「見せびらかしの消費」の典型例だった。実際、自動車の販売台数は 90 年をピークにして漸減傾向を辿っている。若者のクルマ離れを説明する理由を、以下にいくつか挙げてみよう。

第一に、日本の場合、自動車の所有に伴うコストが欧米先進諸国に比べてだんぜん高いことが挙げられる。まず自動車の購買時に取得税が課せられる。また、毎年の固定費用である、ローンの返済、保有税、保険料、車庫代が馬鹿にならない。その他、2 年毎の車検料、必要に応じての駐車料金・修理費。しかも、自家用車を通勤に使う場合を別とすれば、大都市圏では車の稼働率は 10%にも満たない。半面、人口密度の低い地方都市では、公共交通機関は無きに等しいため、毎日の通勤や買い物に自家用車が欠かせない。生活必需品としての自家用車に占める軽自動車の比率が圧倒的に高い。若者の大都市圏への移住は、若者の自動車保有率を引き下げる。

第二に、日本の場合、運転免許を取得するのに、長い時間と多額の費用を要する。そのため、少子化も手伝い、20 歳代の運転免許保有人口が減少傾向にある。

第三に、インターネットの普及のせいで、若者はのべつまくなしにスマホの画面を見入っている。移動する際、運転の必要な自動車を避けて、スマホに熱中できる公共交通機関（電車やバス）を若者が選好するようになった。さらに、ネット通販でほとんどのモノが購入できるようになったため、買い物に出かける必要がなくなったことも、クルマ離れの一因として挙げられる。

第四に、若者の地球環境保全意識が高まり、二酸化炭素を排出する自家用車による移動を慎み、公共交通機関の利用を優先するようになった。

第五に、多くの若者は「格好いい」ライフスタイルを追求する。高級車を運転するのを「格好いい」と感じる若者が往年に比べてめっきり少なくなった。こうした若者の価値観の転換もまた、クルマ離れの一因として見落とせない。

4. 「所有」より「利用」を重視する消費者

自動車に限らず衣服をも含めてのモノの「所有」より「利用」を重視する消費者行動の変化が現在進行中である。その昔、70 年頃までは、たとえば腕時計は「一生モノ」である、すなわち一生涯に渡り使い続けるものだとは誰もが心得ていた。実際、その頃、ゼンマイ巻きの時計はとても高価だった。1 カ月で 15~30 秒程度しか狂わない高精度の水晶（クォーツ）時計や、狂いのまったくない電波時計が低価格で発売されるなど、その頃、誰も予想だにしなかった。今や、名実ともに「一生モノ」と言うに相応しい耐久消費財は絶無となったのではないだろうか。技術進歩、流行り廃りのサイクルの短期化、低価格化などが、耐久消費財の耐久性を損なわせたのだ。

すでに述べたとおり、自動車の「所有」に伴う費用は年間 40 万円前後（普通車の場合）にもものぼる。交通渋滞のせいで定時出勤がままならないため、自家用車で通勤する大都市圏のサラリーマンは稀にしかいなくなった。自動車を所有する動機はそのぶん薄らぐ。夫婦共働きの世帯が増えたため、かさばる買い物はネット通販で購入し、日々の食材の買い物は通勤の帰途に済ませるとなると、自家用車を所有する必要性は無きに等しくなる。実際、自動車の世帯当たり台数を都道府県別に比較すると、福井県がトップで 1.75 台、以下、富山、山形、群馬、栃木と続く。他方、最下位から順に、東京都の 0.46 台を筆頭に、大阪、神奈川、京都と続く。結局、公

公共交通の未整備な地方都市の住民は、好むと好まざるとに関わらず、自動車を所有せざるを得ないのだ。しかも、夫の通勤用と妻の買い物用の2台が必要となる。

自動車の世帯普及率（2人以上世帯）は03年末の87%でピークアウトし、以来、漸減傾向をたどり、18年末には80%弱にまで落ち込んだ。単身者世帯の普及率は50%を大きく割り込む。90年以降に顕在化した国内の自動車市場の縮小を受けて、今、

いずれの自動車メーカーも業態の変貌を余儀なくされている。それを端的に言い表したのが、トヨタの社長メッセージにある「自動車をつくる会社からモビリティカンパニーへのモデルチェンジ」にほかならない。モビリティカンパニーへのモデルチェンジを不可避とするのは、消費者行動の変容にほかならない。自動車産業の大変革を演出する主役は消費者なのだ。

【第1部】第9章 自動運転車の開発をめぐる熾烈な競争の本当の意味

1. ヒトとモノの移動に関する歴史

前章でお話したとおり、目下、自動車産業は「100年に一度の大変革期」すなわち歴史上初の大変革期に直面している。

古来、市場経済においては、主権は消費者にありとされてきた。製造業者がつくり、流通業者が販売するモノとサービスを「選好」するのは消費者であり、製造業者や流通業者は、消費者の選好に「適応」する術を心得なければ生き残れない。どんなモノやサービスを消費者が欲しているのかを、嗅覚鋭くかぎとる製造業者・サービス業者が市場競争で優位に立つ。消費者主権のもとでは、企業の技術革新はダイヤモンド・プル、すなわち製品の改良や新製品の開発は、消費者の暗黙の要求に応じて企業により成し遂げられる。

ヒトとモノの移動に関する歴史を振り返ってみよう。人間が集団生活を営むようになると、ヒトの移動とモノの運送の必要が生じてくる。歩いたり走ったりするのが、移動と運送の最も原始的な手段である。移動と運送をできるだけ高速化したいという願望を、いつの時代にも、だれもが共有していた。江戸時代までの日本では、人馬の足が移動と運送の唯一無二の手段であり、飛脚が江戸と京都の間をおよそ70時間で書状を運搬していたそうだ。わずか3日間で書状すなわち手紙を江戸から京都まで届けてくれるというのは、驚異的なサービスだった。さぞかし飛脚便の手数料は高額だったに違いない。人手に余る重いモノの運搬は馬に頼らざるを得なかった。馬はヒトの移動にも役立てられていた。2人の駕籠かきがかつぐ駕籠が、武家や公家の今で言うところの公用車、庶民にとってのタクシーの役割を果たしていた。

明治に入って間もない頃は、外国人向けの椅子駕籠が登場したりもしたが、やがて人力車に取って代わられた。モノの運搬に荷車が用いられるようになったのも、江戸時代に入ってからのことである。大八車に代表される荷車の移動は、人力に頼っていた。明治に入ると、荷車もまたリヤカーに取って代わられた。タイヤで動くリヤカーが、木製の車輪で動く大八車に勝ることは言うまでもあるまい。

日本の路上をはじめてフランスからの輸入車が走ったのは1898年1月のことである。その後、ア

メリカのフォードやGMからの輸入車が徐々に増えたとはいえ、自家用車を所有するのはごく少数の超富裕層に限られていたし、公用車に乗車できるのは政府高官、社用車に乗車できるのは大企業経営者に限られていた。日本で自動車の国産化が始まったのは1936年、時あたかも日中戦争勃発の前年のことであり、軍事用トラックの生産を主としていた。乗用車の生産は、そのコストが余りにも高額に過ぎて、当時の所得水準から推せば、量産効果はとうてい期待できず、採算が合わなかった。乗用車の大衆化が始まるのは、第二次大戦を経て十余年後、高度経済成長期の到来を待たねばならなかった。

2. 内燃機関の進化とその省エネ化

ヒトとモノの輸送に関わる「進歩」の座標軸は、「より速く」、「より快適に」、「より便利に」、「より大量に」といった具合に、きわめて具体的であり、進歩の軌跡はだれの目にも明らかだった。第1次産業革命においては、蒸気機関車、蒸気船などが、画期的な輸送の進歩をもたらした。第2次産業革命においては、ガソリン・軽油・ジェット燃料などを燃料とする内燃機関で動く自動車と飛行機が、画期的な輸送の進歩をもたらした。第3次産業革命においては、輸送用機器はエレクトロニクスとの固まりと化し、内燃機関の画期的な省エネルギー化、鉄道の高速度化という進歩が実現された。内燃機関の省エネ化は、73年のオイルショックによる原油価格の急騰と、92年6月にリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国際連合会議」において採択され、94年3月に発効した気候変動枠組条約への適応の成果にほかならなかった。トヨタのハイブリッドカーに代表されるように、日本の自動車メーカーが、省エネ化の技術革新において世界のトップランナーとして君臨したことは、自他ともに認めるところである。

3. 自動車メーカーからモビリティ・カンパニーへ

前章で紹介した、若者のクルマ離れ、モビリティの手段としてのクルマの所有(自家用)から利用(サービスの享受)への消費者選好の変遷が、多くの先進諸国において現在進行中である。こうした環境変化への適応策の1つが、自動車メーカーからモビリ

ティカンパニーへの業態変化である。前章、トヨタの社長の言説を引用したが、世界の大手自動車メーカーのトップにより、同様のメッセージが発信されている。そうした状況を言い表す MaaS (Mobility as a Service) という言葉が、ひとかどの市民権を得たかのようである。

自動車メーカーは、自動車というモノを組み立てて売る企業ではなくして、モビリティというサービスを供給する企業である。言い換えれば、自家用車を購入することは、所有を目的とするのではなく、モビリティ・サービスを「いつでも、どこでも、好きなだけ」自前で享受することが目的なのである。家庭電化製品にしても、製品が提供してくれるサービスを享受するために所有されるのであって、所有すること自体が目的ではない。日本経済が高度成長期を迎え、自動車が普及し始めた頃、自動車を所有する目的は2つあった。1つは、無論、モビリティ・サービスの享受である。もう1つは、高級車を所有して、自らの財力を他人に誇示することである。80年代後半のバブル経済期、ベンツ、BMW、ジャガーなどの高級外車は、大枚をはたくに足だけの「見せびらかし」効果を存分に発揮していた。快適な乗り心地と高度な加速力を利しての安全性において勝るなど、高級車は、多かれ少なかれ「利用」面で優位に立つ。とはいえ、燃費効率の悪い高級車を敢えて購入するのは、自らの財力の見せびらかし効果を期待してのことである。

4. テクノロジープッシュ型の技術革新

16年6月、世界4大モーターショーの1つであるパリサロンで、ダイムラー社のCEO ディーター・ツェッチェ氏は、ダイムラーのCASE戦略を披露した。ダイムラーの造語であるCASEとは、次の4つの単語の頭文字を並べたものである。①Connected (クラウドと接続することにより情報ネットワークのサービスを受けられる)、②Autonomous (自動運転)、③Shared & Service (シェアリングとサービス)、④Electric (電動化)。

確かに、以上の4点に、供給サイドから見ての自動車産業の大変革の意味するところが見事に要約されている。①は、安全性の向上、快適な運転、走行管理、カーナビゲーションの高度化などの利点に加え、自動運転の実現、カーシェアリングのためにもコネクティッドは不可欠である。③は、これまで再三述べたとおり、所有よりも利用を重視する消費

者の嗜好の変化への、クルマをつくる側の適応にほかならない。④は、走行に伴う二酸化炭素排出量の削減と経済的費用の節減に寄与するのみならず、自動運転の簡素化に直結する。

大変革の目玉である②は、少なくとも現時点においては未達である。米国運輸省道路安全局は、自動運転のレベルを次のように定義している。レベル0：ドライバーが常にすべての操作を行う。レベル1 (運転支援)：加速・操舵・制動のいずれか1つをシステムが支援する。レベル2 (部分自動運転)：センサー、レーダー、カメラがドライビング環境を観測し、加速・操舵・制動のうち同時に複数の操作をシステムが行う。レベル3 (条件付き自動運転)：特定の環境下もしくは交通状況においてのみ、システムが加速・操舵・制動のすべて、すなわち自動運転を行い、それ以外の状況下ではシステムがドライバーに運転を要請する。レベル4 (高度自動運転)：例えば高速道路上 (または天候が尋常の場合) に限って完全自動運転する (ドライバーは何もしなくてよい) が、一般道に出る (または天候が異変する) とシステムがドライバーに運転を要請する。レベル5 (完全自動運転)：ドライバーの乗車は必要とせず無人運転される。

現時点では、自動車メーカー各社とも、レベル2までのクルマを発売しているが、ハンドルから手を放すことができないし、ブレーキとアクセルを踏む用意を常時怠ってはならないという点で、レベル2までは、自動運転車と言うよりも、運転支援システム付きのクルマと呼称する方がふさわしい。レベル2までのクルマが公道を走することは、日本の道路交通法の許容範囲内にある。しかし、レベル3以上の自動運転車が公道上を走行することは、目下のところ、道路交通法に抵触する。レベル2までは、運転の主導権は人間にあるのだから、既存の道路交通法の許容範囲内にあるのはうなずける。レベル3以上になると、運転の主導権がシステムに移るため、その実用化に備えて、道路交通法の改正や自動車保険の抜本的改編が求められている。

ほとんどの技術革新はダイヤモンド・プル型だと先に書いたが、自動運転車はテクノロジー・プッシュ型だと私には思えてならない。自動運転車を個人で所有することを望むのは、高齢者、身体障害者など運転のリスクが高い人に限られ、大部分の健常者は、ハンドルを握りアクセルとブレーキを踏んで、自在に運転することを好むはずだ。21世紀に入り、人

工知能ブームが沸き起こり、その応用の1つとして、グーグルをはじめとするIT企業が自動運転のソフトウェア開発に乗り出したのが、そもそものきっかけだった。パソコンの基本ソフトがマイクロソフトのウインドウズに、スマートフォンの基本ソフトがグーグルの 안드로이드 に牛耳られているように、自動運転車の基本ソフトを牛耳ることがグーグルらの狙いであろう。

そうなっては困ると、ここ数年、自動車メーカーも自動運転車の開発投資や同業他社やIT企業との連携に励んでいる。その意味で、自動運転車の開発は、ディマンド・プル型ではなく、テクノロジー・プッシュ型技術革新の典型例にほかなるまい。と同時に、IT企業が自動車産業を支配下に置こうとする、異業種間の熾烈な侵略戦争が、目下、繰り広げられているのではないだろうか。

[第 1 部] 第 10 章 ネットの隆盛がもたらす限界費用ゼロ社会

1. ハイブリッドサブスクの登場

「週間ダイヤモンド」2019 年 2 月 2 日号は「サブスク革命」と題する興味深い特集を組んだ。この特集から 2 つの事例を引用して、限界費用ゼロ社会（後述）の正体に迫ろう。

「18 年度決算で、創業来最高の 8,700 億円もの連結営業利益の達成を見込むソニー。偉業達成の立役者は、ゲーム市場で急成長を続ける“ハイブリッドサブスク”のサービスだった」。電子機器メーカーのソニーの本流からは程遠い感あるゲーム事業を展開する子会社が、3,100 億円もの営業利益をたたき出したと言うのだ。ソニーの子会社がゲーム機プレイステーション（PS）を発売したのは 94 年のことだ。以来、何度か機種更新を繰り返し、10 年には、最新の PS4 に「PS プラス」という定額遊び放題サービスを提供し始めた。月額 476 円（税抜き）を支払うと、オンラインで別のユーザーとオンラインマルチプレイを楽しめるほか、月ごとに配信される約 10 本の新規のゲームソフトで、いつでも、どこでも、好きなだけ遊べる。会員数は、今や世界中で約 3,500 万人にまで達したとのことだ。会員数が増加すれば、定期的かつ継続的な会費収入が比例的に増加する。新しいゲームソフトの開発に要する費用は固定費であり、会員数とは無関係である。ゲームソフトはインターネットで配信されるため、通信費用はまったくかからない。この点が重要である。

18 年 2 月、パナソニックは家電のサブスク・ビジネスを開始したのだが、その成果は必ずしもはかばかしくないとのことだ。例えば、テレビのサブスクリプション（新聞や雑誌の定期購読を意味する英語）とは次の通り。月額 7,500 円を支払えば、3 年または 5 年ごとに最新のテレビに置き換えてくれる。この種のサブスク・ビジネスには、次のような欠点がある。事実上、分割払いと似たり寄ったりであり、パナソニック製に限っての 3 年または 5 年ごとの買い替えを顧客に強制するに等しい。テレビの性能が 3 年で劣化することはあり得ないから、3 年ごとにテレビを買い替える必要は無きに等しいのではないか。また、パナソニックが抱えざるを得なくなる大量の中古テレビの在庫が掃ける目処は付いているのだろうか。

ソニーの PS プラスが成功したのは、インターネ

ットのもたらす通信の限界費用ゼロという利点を巧妙に活用したせいである。パナソニックに限らず、そもそもモノのサブスク・ビジネスが、果たして持続可能なビジネス・モデルなのかどうかは、いたって疑わしい。

2. 限界費用ゼロを実現したインターネット

市場で取引されるモノとサービスには価格が付く。プラスの価格が付くからこそ、製造業者はモノを作ることを動機づけられ、サービスを販売するビジネスは収益を確保できる。ミクロ経済学の初歩のテキストには、次のように記載されている。モノを作るには費用がかかる。完全競争の仮定の下では、同じモノを生産する企業が無数に存在しており、個々の企業にとって製品の価格は、市場という名の「神」が定める天下りの数値にほかならない。

完全競争市場でモノを売る生産者は、プライスマーカーではなくプライステーカーであり、限界費用（もう 1 つ生産量を増やすのに要する費用）が所与の価格に等しくなるまで生産量を増やす。一般に、限界費用は逡増すると仮定されており、限界費用が価格以下であれば、その差額が生産物 1 つ当たりの追加的収益になるから、利潤最大化を目指す合理的な企業に対して、生産量を増やすインセンティブが働く。逆に、限界費用が価格を上回れば、その差額は追加的損失となるから、合理的な企業は、限界費用が価格に等しくなったところで生産に打ち止めを掛ける。

アメリカの文明批評家ジェレミー・リフキンの『限界費用ゼロ社会』（原著は 14 年、日本語訳は柴田裕之訳で 15 年に NHK 出版社刊）は、あらゆるモノのインターネット（IoT）が限界費用を限りなく低下させ、市場メカニズムの調整（価格を変動させ需給を均等させる）機能を損なわせることを指摘した。例えば、電子メールを送受信する際、ごく僅かな電気料金以外に何の費用もかからない。一通の電子メールを送信するのに要する費用すなわち限界費用はほぼゼロである。25 グラム以内の定形郵便（書状）1 通を速達で国内宛てに送るのに要する限界費用は 262 円である。電子メールの送信料金はほぼゼロであり、地球の隅々までリアルタイムで送信できるから、郵便（書状）に勝ち目はなさそうだ。

ただし、署名押印が必要な書類は郵便で送信するしかないし、礼状などは筆やペンでの直筆が望ましいとされることを、念のため断っておかねばなるまい。

実際、書状やハガキの郵便物数は、01年度の262億通から17年度の172億通へと激減している。各種請求書等のウェブ化、企業の通信費や販促費の節減、個人間の書状通信（年賀状も含めて）の減少などが主たる原因だとされている。電子メールという通信手段の登場により、手間隙かけて、しかも有料で書状を郵送する必要はほとんどなくなった。今後、郵便事業は郵便（書状）から物流（荷物の運送）へと軸足を移してゆかざるを得まい。

3. ネット通販の台頭

『電子商取引に関する市場調査』（経産省商務情報調査局、18年4月）によると、インターネットを介しての通信販売の市場規模は年率10%弱で着実に拡大している。17年度のネット通販の市場規模は16兆5045億円に達し、家計消費支出の5.79%を占めるに至っている。イギリス、中国、アメリカなどでは、ネット通販の消費支出に占める割合は10%を超えており、日本のそれは相対的に低めで推移している。ネット通販の買い手にとっての魅力は、相対的に安価であること、指定した宛先まで短時間で配送してくれること、代金の支払い（クレジットカード払い）に伴う費用がゼロであること、商品のメニューが整っており、カスタマーレビューを参考にできることなどが挙げられる。他方、売る側にとっての利便性は、店舗を持つ必要がなく店の賃料・人件費を大幅に節減できること、顧客の購買履歴に基づき売れ筋商品の注文を勧誘できること、無数の商店がヴァーチャルな出店をする楽天市場のようなビジネス・モデルの場合は、在庫を一切持たなくてよいことなどが挙げられる。

生鮮食料品以外の商品のネット通販市場規模が、今後、ますます拡大することは否定するべくもあるまい。大規模小売店舗規制法が98年に廃止されたのち、都市部の商店街のほとんどがシャッター街と化し、日用品はスーパーマーケット、電化製品は量販店、そして手軽な買い物はコンビニエンスストアといった具合に、小売市場は瞬く間に変貌を遂げた。しかし、ここに来て状況は一変を遂げつつある。「弱者」である商店街を消滅させた「強者」であるはずの量販店が、ネット通販の餌食となり、極論すれば、商品の売り場ではなく展示場と成り果てかねない

状況下にある。以上を要するに、ネット通販は、売り手にも買い手にも便益をもたらす第3の「流通革命」の担い手と評して余りあるまい。13年度以降、インターネット利用者は人口の83%前後で横ばいしている。今やネット通販の利用者の過半がパソコンではなく、スマートフォンを端末に用いている。政府が積極的に推し進めつつあるキャッシュレス化は、ネット通販への依存度を一段と高めることとなるだろう。

4. ソフトウェアにおける流通革命

電子書籍、ゲームソフト、音楽、動画などのソフトウェアとなると、流通革命はさらに深刻である。例えば、いったん書籍を電子化してしまえば、電子書籍1冊を販売する限界費用はゼロに等しい。アマゾンでは、16年8月、月額980円（税込み）の定額読み放題サービス（Kindle Unlimited）を開始した。和書12万冊以上、洋書120万冊以上が読み放題とのことだ。会員数が増えれば、定期的な収入が増えるのは無論のことだが、会員の増加に伴う費用の増分はゼロである。しかも、「ダウンロードは一カ月10冊まで」という制約を課しているのがミソである。なぜなら、読んで面白い、そして為になると思える本は、ほぼ確実に有料でダウンロードされるか、もしくは紙ベースの本が購入される可能性が高いからだ。つまり、読み放題サービスの開始によって、有料でダウンロードされる電子書籍、紙ベースの書籍の販売冊数は増える公算が高い。

わずか月額500円前後で200誌以上の雑誌（大半が週刊誌）を読み放題というサービス（10社以上ある）も、かなり幅広くゆき渡っている。業界最大手のdマガジンの会員数は、16年度末時点で325万人に達しているとのことだ（電子書籍ビジネス調査報告書2016）。会費400円/月で計算すると、年間売上高は156億円にものぼる。10社余りある読み放題サービス会社の18年度の総売上高は400億円を超えるであろうと予測されている（同上）。雑誌の読み放題サービスへの提供を動機づけるために、雑誌社への配分額を読まれた回数に比例させるなどの工夫は施されているだろうが、雑誌社への配分総額はdマガジンの収益の高々10%程度に過ぎないだろう。200誌の雑誌を電子化するコストは高が知れているし、会員の雑誌へのアクセスに伴う限界費用はゼロだから、会員数が減らない限り、dマガジンは安定的な収益を確保することができる。

出版物の売上高が全般に低落傾向にあることはよく知られているが、雑誌の落ち込みがとりわけ顕著である。07年に8,694億円だった売上高が、17年には4,997億円にまで落ち込んだ。読み放題サービスの部数減への影響がいかほどなのかを統計数字から推し量る術はないが、その他出版物の落ち込みに比べて雑誌の落ち込みが10年以降に甚だしかった点からすれば、読み放題サービスの部数減への影響は無視しがたかったと考えて差し支えあ

るまい。ただし、近い将来、紙ベースの雑誌の売上高が減った分を、読み放題サービス会社からの配分額が補って余りあるようになる可能性は高い、と私は考える。雑誌社はコンテンツづくりに特化し、読者は読み放題サービスを介してコンテンツを楽しむ。限界費用ゼロ社会における雑誌は紙の世界におさらばして、インターネットの世界で咲き誇ることを願いたい。

[第1部] 第11章 電気料金の戦略的引き下げが日本の命運を決する

1. 大量の電力を消費する第4次産業革命

第4次産業革命の主役は深層学習機能を備えた人工知能なのだが、実のところ、人工知能そのものは、現場から程遠い所に設置されたデータセンター、すなわち数十台ないし数千台のコンピュータ、サーバ、大量の通信回線を設置・運用することに特化した施設内にある。現場には、データセンターのサーバと通信する端末があればよい。

アルファ碁が人間の棋士相手に対局する際、巨大なスーパーコンピュータがその場に持ち込まれるわけでは無論ない。碁盤のそばに端末としてのパソコン1台が置いてあるだけである。次の一手を編み出すのはデータセンターで待機しているアルファ碁サーバである。インターネットを通じて、必要な情報が瞬時にやりとりされる。いわゆるクラウドコンピューティングである。

自動運転車にせよ、ガン診断・治療用のワトソンにせよ、スーパーコンピュータがオンサイトに必要なわけではなく、データセンターのサーバにインターネット接続される端末のパソコンを通じて、必要なデータが送受信される。完全自動運転車の場合は、車に備わるセンサー、レーダー、カメラが収集するデータをデータセンターのサーバにリアルタイムで送り、車のブレーキをかけたり車線変更したり、プロ並みの運転手の役割をサーバが担ってくれる。

完全自動運転車1台を1カ月運転するのに消費する電力は、標準的な家庭の月間消費電力量とほぼ等しいとのことだ。何処で電力が消費されるのかというと、データセンターにおいてである。高速モバイル通信5Gの売りの一つは低遅延性である。仮に車のすぐ前を横断する人の姿を車載のカメラが認識すれば、リアルタイムでその情報がサーバに伝達され、すぐさま急ブレーキがかかる。その間のタイムラグは1ミリ秒程度とのことだ。

完全自動運転車を1時間運転すれば、その間、サーバは休みなく車の送る情報を受け取り、事故や遅れののないよう適切な指示を出し続けなければならない。そのために大量の電力を消費するのは、当然のことだと頷ける。5Gのもう一つの売りは多数同時接続である。1㎥当たり100万台の端末との同時接続が可能とのことだ。自動運転専用サーバが混み合う心配はなさそうである。第4次産業革命が電力

消費を飛躍的に増やすのは確実である。

データセンターの立地条件の一つは、電気料金が安価なことである。先進27カ国の電気料金（産業用・税抜き）の国際比較（17年、出所 DECC）を見ると、100kWh 当たり、日本は15.19ドルと最も高く、ノルウェーは同3.64ドルと最も安い。ノルウェーは豊富な水力資源に恵まれており、発電電力量の95%が水力、4%が風力という再生エネルギー（再エネ）大国である。通信の高速化・低遅延化・多数同時接続化に伴い、電気料金の安い北西欧州諸国そして北米に人工知能のデータセンターは集中的に立地することになるだろう。

日本の電気料金が高い理由の一つは、発電電力量の85%を火力発電と原子力発電が占める、言い換えれば、再エネの占める比率が低いことにある。55年ごろまでは「水主火従」すなわち水力発電が発電電力量の90%を占めていたのだが、家電製品の普及と工業化の進展に伴い、電力需要は年率5%前後で漸増し、石炭・石油火力発電所の建設が相次ぎ、一気に「火主水従」に転じた。73年のオイルショック後は、原子力が電力供給の主力を担う基幹電源と目され、原発新增設ラッシュが続き、福島第一原発事故の前年には原発のシェアは30%に迫る勢いだった。

2. 新たなエネルギー基本計画

2018年7月3日に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」に、次のような記述がある。「(第4次基本計画の定めた)2030年の電源構成比率の確実な実現を目指し、再エネの主力電源化への布石を打つ」。「主力電源化」が何を意味するのかは不明だが、「再エネが発電電力量の22~24%を占める」との数値目標が再確認されている。

18年の再エネ比率は17.4%だった（出所：電力調査統計などから ISEP 推計）からには、上記目標の達成は可能性の範囲内にあると見てよい。ただし、念のために断っておかねばならないのは、大型水力が半分近くの7.8%を占めているという点である。新エネルギーに限って比率の高い順に並べると、太陽光6.5%、バイオマス2.2%、風力0.7%、地熱0.2%である。

基本計画の冒頭に次のような趣旨の記述がある。「エネルギー選択を構想するに際し、常に踏まえるべき点がある。第一に、福島第一原発事故の経験、反省と教訓を肝に命じて取り組む。第二に、戦後一貫したエネルギー選択の指針はエネルギーの自立である。第三に、パリ協定発効に伴う脱炭素化への世界的な潮流に従う」。とは言いながらも、基本計画は「原子力発電が発電電力量の 20～22%を占める」という、原子力を「重要なベースロード電源」に据える既定路線を踏み外さない。

福島原発事故の前年（10 年）に公表された第 3 次エネルギー基本計画では、電力の安定供給と脱炭素化の切り札として、準国産エネルギーの原子力発電が、30 年度に発電電力量の 53%を占めるとの目標が設定されていた。ことほど左様に、「発電単価の低廉さ、供給安定性という観点に照らせば、原発が他の電源を圧倒する」という前提条件の下に、日本のエネルギー政策は推し進められてきた。

再エネを主力電源に位置付ける積極的な理由としては「脱炭素化への世界的潮流に従う」ことしか基本計画に見当たらない。再エネの大量供給には、出力が天候に依存して不安定なため、火力や揚水といった補助電源によるサポートが必要不可欠であり、完全な脱炭素化は望めないし、負荷調整のための追加的コストは無視しがたい、と基本計画は再エネ大量導入の難点を指摘する。

確かに、大規模集中型の発送配電システムを前提とする限り、再エネのシェアが 20%を超えるとすると、負荷調整に手間暇とコストを要することは事実だろう。負荷調整にどの程度のコストを要するのかを、再エネ先進国ドイツの電気料金の推移から推し量ってみよう。

50 年に再エネのシェア 80%を目指すドイツでは、18 年にシェア 37%（内水力は 2.6%）を達成した。再エネ固定価格買い取り制度の導入に伴う固定価格と電気料金の差額は、電力会社または政府が負担するのではなく、主として家庭用電気料金に上乗せされる。上乗せ額は、家庭用電気料金の 23%を占める（18 年）。付加価値税・環境税等をも含めての家庭用電気料金は、13 年以降、29 ユーロセント前後で推移しているが、税および上乗せ額を除いた生の家庭用電気料金（発電・送配電・販売費）は 13.5 ユーロセント前後で推移して

いる。少なくともドイツの経験から推す限り、再エネ比率が 40%近くになっても、供給安定性を欠く再エネ大量導入に伴う負荷調整に要するコストが、電気料金を有意に押し上げることはなさそうである。

3. 再生可能エネルギー主力電源化の重要性

話を先に進めよう。火力、原子力、再エネなど、いずれの電源も初期投資としての建設費が高額にのぼる。限界費用すなわち 1kWh の追加的発電に要する費用を電源別に比較すると、化石燃料（石炭、天然ガス、石油）を燃焼させる火力発電が最も高い。濃縮ウランを熱源とする原子力発電の場合、限界費用は 1～2 円（核燃料サイクル費用が大半を占める）である。再エネの場合、限界費用はゼロである。一旦、太陽光パネルまたは風車を据え付ければ、太陽光や風力というタダの自然エネルギーが、人手を要することなく電気に変換されるからだ。

建設費に関する限り、火力発電所が相対的に割安である。11 年 3 月 11 日の福島第一原発事故に至るまでは、出力 120 万 kW 級の原発 1 基の建設費は約 5,000 億円と見積もられていた。ところが、事故後、原子力規制委員会が新設され、安全基準が強化された結果、同上建設費は 1 兆 5000 億円を超えるまでに高騰した。日本の安全基準の強化をみならった先進各国においても、原発の建設費の見積もり額は倍増ないし 3 倍増し、計画されていたイギリスやトルコへの日本の原発輸出のすべてが凍結されたままである。

電力会社にとって、既存原発の再稼働が魅力的なのは、1kWh 当たり 1 円強の限界費用で、大量の電力を発電し、平均 20 円余りで販売できるからである。しょせん建設費はサンクコスト（埋没費用）、すなわち既に支出されどう転んでも回収しようのないコストだから、原発の運転をみずから進んで停止するという選択は、電力会社にとっては有り得ない話なのだ。火力発電の中で発電単価の最も安い石炭火力の場合、発電の限界費用は 1kWh の発電に要する石炭の原価 5.5 円にほぼ等しい。サンクコストを無視する限り、確かに原発の限界発電費用は格安である。

豊富な水力資源に恵まれたノルウェーやアイスランド以外のヨーロッパ諸国は、もともと火力と原子力への依存度が高かったが、目下、太陽光と

風力を中心とする再エネの発電比率を徐々に高めつつある。これは必ずしも脱原発と低炭素化のためだけではなく、再エネの限界費用がゼロであることはもとより、普及に伴い初期投資額が逡減し、設備の償却費をも含めての再エネ発電単価が火力や原子力のそれを下回るからでもある。

人口減少に伴う電力需要の減少、原発建設費の高騰、化石燃料の輸入国であること、低炭素化の必要性を念頭に置けば、データセンターの国内立地の必要条件である電気料金引き下げのために、本気になって再エネの主力電源化に取り組まざる

を得まい。仮に人工知能のデータセンターのほとんどが海外に立地するとなると、日本はコンピュータサービスの大量輸入国となり、第4次産業革命が日本経済の更なる地盤沈下をもたらすことは請け合いだ。

繰り返して言おう。第4次産業革命が生産性の向上をもたらすことは紛れもない事実だが、付加価値の過半が海外のデータセンターに流出するというのでは元も子もない。第4次産業革命下、日本が勝者となるか否かの決め手は電気料金の戦略的な引き下げ以外の何物でもあるまい。

【第1部】第12章 大学教育に革命をもたらすMOOCとは何か？

1. 大学教育におけるパワーポイントの功罪

第4次産業革命は、大学教育の在り方に対して深刻な影響を及ぼすものと予想される。本論に入る前に、第3次産業革命が、大学の授業の風景を一変させたことから話を始めよう。黒板に代わって、パワーポイント（PPT）のスライドを映す白いスクリーンが、教員の背後の壁面に備わるようになったのである。

マイクロソフトのウインドウズ 3.0 用のプレゼンテーション・ソフトウェア PPT がノートパソコンに搭載されたのは 1990 年のことである。その後、PPT は講演や学会発表に欠かせぬソフトウェアとなり、大学の授業にも頻用されるようになった。写真、動画、グラフ、図表などを聴衆または受講者に見せるには PPT は実に便利なソフトである。しかし、大学の授業に用いられるとなると、次のような難点が見逃ごせない。

明治以来、20 世紀末ごろまでは、講義の要点、専門用語、数学の証明、図表などを、教員が黒板にチョークで書いたり描いたりする「板書」を、生徒がノートに書き写し、講義の要約をノートに書き込むのが、大学の授業の当たり前の風景だった。

アメリカの大学院生のほとんどが、在学中にティーチング・アシスタントを務める。給料を生活費の足しにするためだけではなく、教育のプロとして教壇で授業する訓練を積むためである。分かりやすく、学生を退屈させないエキサイティングな授業のできることが、博士号を取得したのち、一人前の大学教員となるための必要条件とされている。その決めの一つが板書の技法である。私が経験した限りでの話だが、幅広の黒板をチョークで 3 等分し、向かって左から順に見事な板書をする。数式の展開を頻繁に用いる授業では、教員が板書し、学生がノートに書き写すスピードが、標準的な学力の学生が理解するスピードにほぼ等しく、1 時間または 1 時間半の授業に出席した学生は、講義の内容をほぼ完全に理解できし、理解できなかった点については、教員の研究室をオフィスアワーに訪れて問い質すことができる。

総じて言えば、日本の大学教員には「授業の達人」と呼称するにふさわしい人は数少ない。ティーチング・アシスタントのような制度がなく、大学院生時

代に授業の技法を学ぶ機会が無きに等しいのがその一因である。また、学生の多くが授業中の発言に消極的なため、ハーバード大学のサンデル教授が講じる政治哲学のような対話形式の授業も成り立ちにくい。授業に退屈する学生は、居眠りしたり、隣席の友人と私語したり、スマホをいじったりしている。教員の教え方が劣るせいなのか、学生の勉強意欲が欠如しているせいなのか、総じて言えば、日本の大学での授業風景はエキサイティングには程遠い。

90 年代末になると、大学の授業で PPT が幅を利かせるようになった。授業の一部始終が 20～30 枚程度のスライドに網羅されており、そのコピーが教室で学生に配布される。PPT 授業には次のような難点（利点？）がある。第一に、教員の言葉での表現力不足が（とくに日本人教員が英語で授業する際には）学生の理解を妨げることはなくなる。第二に、学生がノートをとる必要がなくなる。第三に、学生は教員の話に耳を傾けるより、スライドのコピーを読むことに授業中の時間の過半をさくため、学生の集中力は確実に低下する。第四に、PPT のスライドには、図表の他に講義の要約が箇条書きされている場合が多いのだが、PPT のスライドのコピーを読むだけでは、論理的な脈絡が理解しにくい。またノートをとる必要がないため、授業の内容が記憶されにくい。第五に、際立つのは、教員の PPT スライドの作成技法の巧拙であって、授業の内容と技法そのものの優劣ではなくなる。

以上に列挙したとおり、PPT は功罪両面を併せ持つ。「聴く」と「見る」と、すなわち聴覚と視覚を同時並行的に働かせることは理解の妨げになる、との心理学説があるそうだ。アップルのスティーブ・ジョブスは社内のミーティングや会議で PPT を使うことを禁止したとのことだし、アマゾンの創業者ジェフ・ベゾスもプレゼンターに PPT の使用を禁止し、A4 で 1 ページまたは 6 ページの文章で書かれた要約を用意するよう社員に命じたとのことである。その場での議論が深まらないばかりか、後でスライドのコピーを読み直してみても、何を言いたかったのがよくわからないからだ（佐藤将之『アマゾンのすごいルール』2018 年、宝島社）。

大学の授業を PPT の棒読みで済ませることほど、教員にとって楽なことはない。板書と講義（口頭での説明）だけで学生に理解させるのが「授業の達人」の真骨頂のはずである。他方、学生はノートをとる必要がなくなるから、集中力を高めて受講する必要がなくなり、上の空で教員の話を聴き流しながら、PPT のスライドのコピーを読むことに集中（？）する。そんなわけで、教員も学生も、頭を使わずに、板書またはノート取りのために手も使わずに、楽に講義し、楽に受講するための革命的「神器」を、第3次産業革命は提供してくれたのである。

PPT が教員と学生を楽にしたのは確かだが、その対価はとてつもなく大きかった。第一に、学生による講義内容の理解が浅薄になり、記憶に残りにくくなる。第二に、PPT 授業は、文科省が「真の学力」と呼称する思考力・判断力・表現力を学生が研磨することの妨げとなる。第三に、教員は PPT の見栄えを良くすることばかりに気を配り、講義の中身に相違工夫を凝らすことを二の次に回しがちとなる。第四に、教員の講義を聴きながらノートをとる訓練の場を学生は失った。大学卒業後、事務系職員として会社や官庁に就職した際、最も必要な技能の一つは、会議やミーティングの要点をノートないしメモする力である。

以上を要するに、第3次産業革命のもたらした神器である PPT は、大学教員の講義する力、学生の講義を聴講する力の劣化を招き、大学教育の質を著しく低下させたのである。人間だれしも易きにつきたがるがため、今や、大学の授業は PPT だらけになってしまった。

2. オンライン大学教育 MOOC の可能性

第4次産業革命がもたらした大学教育革命として、MOOC (Massive Open Online Course) を挙げるのがふさわしい。グーグル副総裁として自動運転車の研究開発を率いるセバスチャン・スランが、スタンフォード大学の教授を兼任していた 2011 年、人工知能についての「無料」講義をオンラインで提供したのが、MOOC の凄まじい威力を世に知らしめるきっかけとなった。開講するや否や 16 万人が履修登録した。毎回の講義の後にショートテストが、そして中間・期末テストが課せられる。16 万人の登録者の 15% 弱、2 万 3000 人がコースを修了した。オンラインでの受講の限界費用はゼロだから、無料で講義を提供することができるのだ。16 万という

数字に驚嘆したスランは、コンピュータ科学とその関連分野に特化したオンライン大学ユダシティ (Udacity) を立ち上げた。先端科学とは縁遠い発展途上諸国に住む貧困層に、最高水準の教育を無料で提供することがユダシティの狙いだった。ユダシティを皮切りに、オンライン大学が相次いで開設された。単位を取得することはできないけれども、修了者には修了証書が授与される (ジェレミー・リフキン『限界費用ゼロ社会』)。

オンライン大学の魅力の一つは、自分の都合に合わせて、いつでもどこでもノートパソコンで講義を視聴できるという点である。また、理解しにくかったり、聴き取りにくかったりすれば、その箇所ですべて停止して、もう一度聴き直すことができる。テキストブックや配布資料はネット配信されダウンロードできる。講師への質問や他の受講生とのコミュニケーションの場であるディスカッション・フォーラムも用意されている。

数あるオンライン大学の中で最も知名度が高いのは、12 年にマサチューセッツ工科大学 (MIT) とハーバード大学が協力して創立したエデックス (edX) である。初年度の履修登録者数は 15 万 5000 人だった。その後、30 校を超える世界の名門大学がエデックスに参加し、各校のエース級教員が講義を担当している。日本からも、京都大学、東京大学、大阪大学が参加している。

当然のことながら、オンライン大学での使用言語は英語に限られる。そのため、日本人の履修登録者は未だ少数にとどまる。12 年の秋学期、モンゴルのウランバートルに住む 15 歳の少年が MIT の 2 年生向け講義「電子回路」をエデックスで受講し、受講生 15 万人中、ショートテストと中間・期末テストで満点をとった 340 人中の 1 人となった。少年は 13 年 9 月に MIT に授業料免除・奨学金給付の好条件で入学し、将来を嘱望されている。

当初、オンライン大学の開設は既存の大学の存在を脅かすかのように言われていた。しかし、オンライン教育で学生に単位を取得させ、必要十分な単位を取得した学生を卒業させるのには、自由の国アメリカでも数多の無理があるようで、目下のところ、科目ごとの終了証書を発行するにとどまっている。

3. リベラルアーツ教育への MOOC 導入

最後に、日本の大学教育の改革に MOOC を役立たせる方途を提案したい。まず、いくつかの大学がオ

ンライン教育のコンソーシアムをつくる。いわゆるリベラルアーツ系の科目、哲学、心理学、経済学、政治学、国際関係などの講義は、どこの大学のシラバスにも登場する。リベラルアーツ教育の必要性がさげばれながら、リベラルアーツの授業の多くを非常勤講師に任せ切りの大学が少なくない。そこで私が提案したいのは次のような方策である。

10 大学がコンソーシアムをつくることを想定しよう。哲学を例にすると、10 大学の哲学教員たちが事前にミーティングを繰り返し、授業の内容、教科書、副読本などについて議論を煮詰める。10 名

の教員の中から「授業の達人」を選びすぐり、彼または彼女の1時間の講義を9校の学生がMOOCで受講する。残り30分は、各大学の教員が授業の補足をしたり、学生の質問に答えたりする。自他ともに認める「達人」が2人おれば、隔年でMOOCを担当すればよい。コンピュータサイエンスやデータサイエンスなどもMOOC向きの科目である。オンライン教育コンソーシアムの結成により、参加大学のすべての学生に対し、リベラルアーツ系科目の最高水準に限りなく近い名講義を受講する機会を提供できるのである。

【第1部】第13章 日本型制度・慣行が阻害する第4次産業革命への道

1. メガバンクの人員削減

昨今、しばしば話題になるのが、3大メガバンクが、大幅な人員削減と国内店舗の削減に本格的に乗り出したことである。三菱UFJ銀行は23年度末までに雇用を約6,000人、店舗数を180店削減。三井住友銀行は19年度末までに雇用を4,000人弱削減、430店舗をデジタル技術で効率化した次世代型に移行。みずほ銀行は26年度までにグループ全体で雇用を1万9000人削減、24年度までに130拠点を統廃合。人員削減は、定年退職や出向などの自然減と新卒採用の削減により対応するとのことだ(東京新聞、19年5月22日朝刊)。

確かに、銀行員の業務の中には、コンピュータにより代替しやすい定型的業務が少なくない。そのため、銀行業界は、比較的安上がりのIT投資で、高い効果(人件費の削減)を生む「機会」に恵まれている。しかし、銀行業務の効率化は、コンピュータに主導される第3次産業革命の枠組み内にとどまるものであって、ここに来て急に、3大メガバンクをして、一斉に人員削減と店舗の統廃合に走らせるに足るだけの、人工知能(AI)等を取り入れた画期的技術革新が生じたわけではない。

ほとんどの金融機関の預金口座への預け入れと引き出しはコンビニのATMで間に合うし、振り込みと記帳は預金口座のある銀行の店舗の入り口に設置されたATMで間に合う。普通の人間が銀行の店舗内に入って、窓口で対人サービスを受ける必要があるのは、50万円を超える大金を引き出したり、振り込んだりする場合に限られる。ことほど左様に、銀行の店舗の窓口業務の大半は、遠の昔からコンピュータに代替されていたのである。3大メガバンクが、こぞって人員削減と店舗数の削減(または次世代型への移行)を余儀なくされるようになったのは、超低金利政策の持続のせいで、仲介業務としての利ざやの稼ぎがままならず、銀行の収益が圧迫されているからにほかなるまい。

2. 間近に迫る「人手過剰」

他方、銀行以外の非製造業各社、そして製造業各社は、2015年以来この方、新卒採用者数を増やしている。採用する側は、IT人材の確保を意識しているとはいえ、深層学習機能を備えたAIが多くの

定型的業務を代替する第4次産業革命により、工場の無人化、事務労働の機械化が今後10年で急進展し、過剰雇用の事態が、早晩、到来することなど、ほとんど念頭にない模様だ。

政府もまた、「深刻な人手不足」を理由に、外国人単純労働者の受け入れに踏み切った。30年ごろに「深刻な人手過剰」が襲来するという懸念を、政府もまた持ち合わせていなそう。2019年4月1日付けで外国人単純労働者の定住が解禁されたのは、建設、農業、介護、宿泊、外食、ビル清掃など14業種に限られる。日本語学校などへの留学ビザで入国し、学業そっちのけで、建設現場やコンビニで働く外国人がすでに多数いる。日本語学校は授業料収入を確保するために、学校に来ない留学生を退学させたりはしない。もともと留学生の多数派の本意は、日本語を学習することではなく、日本で金儲けすることにある。

解禁された14業種が深刻な人手不足をきたすのは、日本人の求職者には、もっとましな就業機会があるからこそのことだ。AIのせいであれ何であれ、今後、日本人が働きたい業種での就業機会が大幅に縮小するならば、好むと好まざるとにかかわらず、働きたくない業種である14業種に就職せざるを得なくなる。30年ごろになると、工場が無人化し、事務労働の多くがAIに代替されるとのことだから、かなりの数の工場労働者や事務職員が転職を余儀なくされるはずだ。オックスフォード大学・野村総研の共同研究によると、AIのせいで有職者の49%が失職するとのことだが、AIの本格的導入による人減らしは大企業から始まると予想されるから、転職先として最も望ましいのは、AIやロボットがまだ導入されていない中小企業で、これまでと同じ職種(財務、総務等)に就くことであろう。しかし、失職者の多くは、やむをえざる選択として、先の14業種のいずれかに転職せざるを得なくなるだろう。そうすると、外国人労働者と日本人失職者との間で熾烈な求職合戦が繰り広げられることになる。そうすると、欧米先進諸国と同じく、移民排斥を唱える右派ポピュリズム政党が台頭する可能性が少なしとしない。

3. 日本型制度・慣行がもたらす危機感の欠如

厚生労働省の委託研究「IoT・ビッグデータ・AI 等が雇用・労働に与える影響に関する研究会報告書」（17年3月）によると、「30年に、人工知能やIoTにより担当業務の全部が代替される（したがって会社にとって不必要となる）50歳代半ばの大卒以上ホワイトカラーの割合はいかほどか」とのアンケート調査に答えて、48.2%の企業が0～10%未満と、27.2%が10～20%未満と、そして16.3%が20～30%未満と答えている。50%以上と答えたのは、わずか2.8%の企業しかいなかった。

終身雇用制度が幸いしてのことか、あるいは災いしてのことか、日本の企業は、AI等が雇用に与える影響を、相対的に低めに見積もっているようだ。長年にわたり培われた日本型雇用慣行に従えば、不必要になった社員を解雇したりはせずに、社内で移動させたり、子会社に出向させたりして、65歳の定年までは社内で何とか面倒を見続けるのが、雇用者側の義務であると同時に被雇用者側の権利とみなされている。企業のみならず官庁や大学でも、終身雇用の慣行は微動だにせずに堅持されている。

したがって、オックスフォード大学・野村総研の共同研究が打ち鳴らす警鐘「労働力人口の49%が失職する」は、日本の企業にとっても、社員にとっても、馬耳東風の有り様なのだ。本来なら、新卒採用を担当する人事課が、10年先を見通して、何らかの策を弄すべきなのだが、19年度の採用状況を見ると、3大メガバンク以外の大手企業は、対前年度比で採用人員をむしろ増やす傾向にある。

終身雇用が当然視されている日本では、AIやIoTによって代替される業務に就く社員は不要になりこそすれ、解雇されることはあり得ない。厚労省の委託研究のアンケートに回答する企業の多くは、日本型雇用慣行が今後とも遵守され続けることを当然の前提にすえているに違いあるまい。要不要を問わず、社員を配置換えして、定年までは面倒を見る日本型経営というセーフティネットを頼りにする社員の側も、コンピュータが「49%の職を奪う」という話を聞いたからといって、ITやデータサイエンスの入門書を慌てて買い込んだりはしないのである。

4. 求められる日本型制度・慣行の根源的見直し

AIやロボットで労働を代替することが、例え可能ではあっても、それが費用対効果の観点からして

見合うかどうかは別問題である。深層学習機能を備えた各種AIは、はるかかなたの電力料金の安い国に設置されたデータセンターに格納されている。いわゆるクラウドを通じて、手元のパソコンからデータセンターに自社の財務データを送り、データ処理はデータセンターのAIに委ねる。例えば、会社の財務課のパソコンに必要な十分なデータを入力すると、データセンターの財務専用AIがクラウド経由でデータを受け取り、求められたデータ処理の結果を瞬時に会社の財務課のパソコンに送り返す。

財務課職員の削減による人件費の節減（効果）が、コンピュータ・サービスの価格（費用）を上回るか否かが、AI導入の是非の決め手となる。おそらく、当初のうちは、コンピュータ・サービスの価格は途方もなく高く、ほとんどの企業にとって費用が効果を上回り、導入は差し控えられる。導入に踏み切るのは人件費の節約効果の大きい大企業に限られるだろう。とはいえ、財務AIを提供するコンピュータ・サービス会社が2社、3社と増えてくれば、競争の結果、財務AIサービスの価格は間違いなく下落する。価格が下がれば、需要が増えて、財務AIを導入する企業数が増える。ただし、終身雇用制度が堅持されるとするならば、以上の議論は留保せざるを得なくなる。財務課の人件費は削減されても、財務課職員の定年までの雇用を確保するための費用がかさむため、「効果」は微々たるものに過ぎないからである。

第2次産業革命のもとで最盛期を迎えた電機産業や自動車産業において、日本の企業が、世界に冠たる存在たり得たのは、日本型雇用慣行や製品メーカーと部品メーカーの系列関係によるところが大きかった。第4次産業革命の離陸（テイク・オフ）期において、日本の企業も大学も技術革新の尖兵たり得なかったのは、日本型雇用慣行に代表される日本型経営が仇となったからにほかなるまい。のみならず、日本型制度・慣行が第4次産業革命の順調な滑り出しを妨げる懸念が拭えない。すでに述べたとおり、企業へのAI導入の効果（主として人件費の節減）が、日本型雇用慣行により割り引かれるからである。

第4次産業革命のもとで、日本経済が再生を期するには、まず何よりも、日本型制度・慣行の根源的な見直しが最優先されなければなるまい。文部科学省は、国立大学の建て直しを図るべく、04年度から法人化し、大学運営に市場原理を持ち込もうと企

てた。とはいえ、「制度は変わろうとも慣行は変わらず」が偽らざる実情だった。おそらく、企業経営についても同じことが言えるのだろう。

第4次産業革命のもとでの変化のスピードは著しく早い。スマートフォンの普及はあっという間だった（初のiPhoneが発売されたのは07年だった）が、その変化の速さに適応して中国では、キャッシ

ュレス化、配車サービス、無人コンビニ、無人ホテルはすでに実現しており、無人宅配車、自動運転バスが実用化一歩手前まで漕ぎ着けている（日経電子版19年7月16日）。これら無人サービスを利用するにはスマホが欠かせない。第4次産業革命に不適合な日本型制度・慣行が、日本と中国のAI格差拡大の元凶と言わざるを得まい。

【第1部】第14章 AIの進化で実現すべき「改めてのルネサンス」

1. きたるべき社会はユートピアかディストピアか

第1次から3次にかけての産業革命のいずれもが、新しい産業を育み、さまざまな新製品を開発し、経済成長率と労働生産性、そして生活の利便性と快適性を大いに高めた。もちろん、当初のうちは、転換に伴う摩擦が不可避だったのだが、転換期を乗り越えさえすれば、社会全体のウェルフェア（福利）は顕著な向上を勝ち得た。

だがしかし、第4次産業革命が、社会、経済、生活をどのように変えるのか、来るべき社会はユートピア（理想郷）なのかディストピア（暗黒郷）なのかについては諸説紛々の有り様である。深層学習機能を備えた人工知能（AI）が人間労働の大半を代替する。過去3度の産業革命もまた、人間労働を機械が代替したのだが、新たな産業が次々と創出され、雇用の機会は拡大され、失業者が群れを成すような事態は回避された。

AIは工場を無人化し、事務労働の大半を代替し、「労働力人口の50%近くが失職する」という極論が堂々とまかり通っている。失職者を救済するために、事実上の生活保護を適応すべきだとの意見もある。仕事を失った人々の生活の糧を、政府が無条件で給付するとなると、仮に先の極論が当たっておれば、労働力人口の2人に1人が無為徒食の人生を送らざるを得なくなる。人間だれしも、社会参加の実感なくしては生き甲斐を失う。最も基本的な社会参加は労働である。労働から排除された約半数の人々は、政府が支給する手当てを生活の糧としながら、社会から隔離された退屈極まりない人生を送る。これでは、第4次産業革命がもたらすのは、ユートピアどころか、ディストピアにほかなるまい。

第4次産業革命により、消滅する職種は確かにある。オックスフォード大学・野村総研の共同研究は、601職種中63職種の消滅確率が98%を超える（ほぼ確実に消滅する）と算定する。一般事務員、医療事務員、受付係、学校事務員、寄宿舍・マンション管理人、給食調理人、銀行窓口係、クリーニング取次店員、建設作業員、コンビニ・スーパー店員、宅配便配達員、ホテル客室係、列車清掃員、路線バス運転手などが「ほぼ確実に消滅する」と共同研究が予測する、私たちにとって馴染み深い職種である。

右に列举した職種のいずれもが、AIやロボット

に取って代わられる公算の高いことは確かだ。とはいえ、宅配便の配達員は、目下のところ、人手不足の最たる職種の一つであり、しかも宅配便の件数は今後限りなく増え続けるだろう。自動運転車でロボットが荷物を宅配するようになるのは数十年先のことから、当分の間、宅配便配達員は増えこそすれ、減ることはあるまい。路線バスの運転手が不要になるのは、完全自動運転車が実用化する日を待たねばなるまい。

東京駅で折り返し運転する東海道新幹線の列車を12分間（東北・新潟新幹線は7分間）で清掃する列車清掃員の神業をロボットが代行するには、相当な深層学習が必要となる。到着した新幹線から降車する乗客を迎えて、降車口で清掃員たちがこうべを垂れるのは、人間ならではのホスピタリティ（おもてなし）だ。掃除ロボットがこうべを垂れても滑稽なだけで、乗客は何の有り難みも感じない。

5年後、10年後、20年後、それ以降など、オックスフォード・野村の共同研究が消滅を予測する職種が消滅する時期はまちまちだ。また、それぞれの職種の消滅は徐々に進行するのであって、ある日突然、全員が一斉に解雇されるわけでは無論ない。したがって、共同研究の結論である「労働力人口の49%が失職する」のは、早くとも2050年を待たねばなるまい。

2. AIとホスピタリティ

前章で紹介したとおり、3大メガバンクが、新卒採用の削減による人減らしを本格化した。窓口係をはじめ、銀行員の業務の多くが定型化されており、しかも、ごくごく初歩的なAIで代替可能なため、銀行業には、人減らしの余地が十分にあると見てよい。現在進行中の銀行の人減らしは、低金利の長期化により経営を圧迫される銀行が、顧客へのホスピタリティを犠牲にして、経費節減のための効率化に踏み切ったことの証に過ぎない。

仮に、近い将来、米中貿易摩擦がさらに深刻化し、世界同時不況が勃発し、世界経済が収縮するとすると、各業種とも、定型的な業務をコンピュータに極力ゆだね、新卒採用の削減による人減らしを断行せざるを得なくなる。ここで強調すべきなのは次の点である。経営の効率化を目途とする、定型的な業務

のコンピュータによる代替は、1960年代後半に始まった第3次産業革命（コンピュータが主役）の枠組みの中に位置付けられて然るべきだ。第4次産業革命がもたらす人減らしの典型例は、専門的知識を学習したAIによる、専門職の補佐役（たとえば弁護士の補佐役としてのパラリーガル）の代替である。

コンピュータか人間か、いずれに業務をゆだねるのかは、企業の意味決定の次第による。接客にたずさわる業務、たとえば来訪者の受付係はいた方がいい、と少なくとも私は考える。来訪者がキーボードを叩いて自分の名前と訪問先を入力して、ゲートを通過させてもらうというのでは、なんともはや味気ない。来訪者の受付を人間からコンピュータに置き換えることは、今すぐにでも可能だが、ほとんどの企業が来訪者の受付を人間に任せている。お客様を迎える受付係のホスピタリティの有する価値が、受付係に支払う給与を上回ると考えるからだ。要するに、コンピュータにゆだねて済む業務を、敢えて人間にやらせるのは、接客のホスピタリティに重きを置くからだ。この傾向は、日本においてとりわけ強い。

3. AI がもたらす増収増税

すでに述べたことの繰り返しになるが、国内総生産（国内総所得）は資本と労働に分配される。目下のところ、労働分配率は60%前後である。しかし、工場が無人化し、定型的な事務労働の大半をAIが代替するようになれば、労働分配率は20%程度にまで低下するだろう。雇用者所得の実効税率は5%程度なのに対し、法人所得、利子配当所得、役員報酬など資本に分配される所得の税率は20%を上回る。したがって、労働分配率の顕著な低下は、政府の増収増税を大幅に増やす。資本の中核を担うAIやロボットが稼得する所得の約20%強が、徴税権のある政府に移転される。すなわち、AI、IoT、ビッグデータがもたらす労働生産性の向上が、資本に分配される付加価値を倍増させ、その20%強が税として政府に移転されるのだ。

政府は、増収増税の増分をどう使えばいいのだろうか。私の答えは次の通りだ。公共サービスの充実、無用の（市場経済下では無価値とみなされる）学術の研究・教育の推進、芸術家の育成の支援などに、増収増税を充てるべきである。公共サービスの充実の具体例を挙げれば、医療費・教育費の無償化、介護の無償化、自然環境の保全、温室効果ガスの削減等々。

哲学、歴史学、考古学、美学、文学、純粋数学など無用の学研究者を志す若者を支援する奨学制度を設け、政府が財政的に支援する研究所を創設して、彼らの就職の門戸を広くする。芸術家を志す若者にも同様の支援の手を差しのべる。

市場で価格の付く、したがって有用なモノとサービスを生産する「労働」から人々が解放され、つまり暮らしつつも、市場経済の下では無用ないし無駄とされてきた知的営みに没頭する機会が与えられるのは、人類の目指すべき究極のユートピアの到来を意味するのではなかろうか。

4. 改めてのルネサンス

貧困、労働、失業、生産など経済のくびきから解放された人々の関心は、経済を離れ、哲学、文学、芸術、自然科学へと必ず向かうはずだ。古代ギリシャは、ソクラテス、プラトン、アリストテレスらの哲学者、ユークリッド、アルキメデスらの数学者を輩出した。多くの賢人たちが無用の学に耽ることができたのは、ポリス（都市国家）で生産に励む、奴隷（市民の3分の1を占めたとされている）の労働に依るところが大きかった。トマス・モアのユートピア国に棲む人々が、1日6時間労働で事が足り、知的活動に十分な時間を割くことができたのも、奴隷制の存在ゆえのことだった。

生産が機械化されるまでは、いわゆる「高等遊民」を支えたのは奴隷制（日本では農業の小作制）にほかならなかった。『こころ』の先生をはじめ、夏目漱石の作品に再三登場する高等遊民たちの多くは、小作人から小作料を徴収し、安穏な生活を送る寄生地主を親にもち、自ら労働する必要も意欲もなく、何不自由なく読書と思索に耽って日々を暮らせる特権階級にほかならない。

第4次産業革命は、AIに定型化された人間労働を代替させる。その結果、著増する増収の使途の一つとして政府は、人文学者や芸術家などの人材養成に大枚をはたくべきである。実に有り難いことに、古代ギリシャの奴隷が果たした役割をAIが担ってくれるのだから。

20世紀から21世紀にかけて大学は、有用な（経済成長に貢献する）人材の養成を、その主たる存在意義と心得てきた。私企業が賃金を支払って雇用するのは、生産に貢献し得る人材である。1950年代半ば以降の日本では、国内総生産の成長に重きが置かれ、経済成長の原動力である技術革新の担い手を

養成する理工系学部の整備・拡充が、文教政策の最優先の課題とされてきた。

「人類最後の技術革新」と言われるAIは、生産に従事する労働を不必要としかねない。AIの生み出す付加価値（所得）の一部を徴税する政府は、経済（産業）の観点からは無用とおぼしき学術（人文学、基礎科学）と芸術（伝統工芸などを含む）の振興に、税収の増分のうち多くを費やすべきだ。改め

てのルネサンスなのだ。念のため断っておかなければならないのは、次の点である。無用の学の研究者を、若者たちにとっての選択肢の一つにする。彼または彼女らから選ばれたエリートたちには、国が運営費交付金を支給する研究所で、読書、思索、議論に耽る特権が与えられる。改めのルネサンスへの道を切り拓くことこそが、AIのもたらす社会変革の実相なのである。

第 2 部 第 4 次産業革命にともなう社会の変化

第 4 次産業革命にともない社会はどのように変化し、何を課題として抱えているのか。メディア（第 1 章）、法律（第 2 章）、イノベーション（第 3 章）、経済学（第 4 章）、労働（第 5 章）、競争政策（第 6 章）、産業構造（第 7 章）における変容を経済学や法学の観点から論じる。

[第2部] 第1章 第4次産業革命時代における日本のテレビ局の役割

下村 研一 ⁱⁱ

【要約】

個人が自身で作成した動画を共有サイトに掲載することが容易な時代となった。動画に付される広告からの収入や投稿自体の満足感を求めて日々膨大な数の動画が個人から投稿され、世界中で閲覧されている。このような時代にあって、テレビ局の役割は何だろうか。本章ではテレビ局に系列が存在する日本のケースを考察し、個人から提供された動画を視聴者に代わり検索・選別・編集すること、地域にとって重要な情報を住民に正確かつ迅速に伝えること、各テレビ局が自社で所有する映像を分類整理すること、巨大な資本と情報網がなければ作れない大がかりな番組を制作することが、テレビ局に求められる主要な役割であろうと結論付ける。

ⁱⁱ 神戸大学経済経営研究所教授

1. 個人による公共財供給としての動画共有サイトへの投稿

日本で動画の配信により広告収入を得ることは、1953年8月28日の日本テレビの放送開始以来、ほぼ半世紀政府より免許を交付された民放テレビ局の特権であった。それが、2005年2月14日アメリカで設立されたユーチューブ（YouTube）に代表されるオンラインによる動画共有サイトの出現により、日本でも個人レベルで可能となった。共有サイトの動画は、経済学の分類に従えば、非競合性と非排除性を有する公共財である。普通の財（私的財）であれば、誰か一人が消費すれば他の人間はその財を消費できないが、非競合性を持つ共有サイトの動画は万人にとって（過度の混雑時を除けば）無尽蔵の消費機会がある。また、有料会員制ではないユーチューブのような非排除性を持つ共有サイトは、特定の個人を消費機会から遮断することは不可能である。これらの共有サイトが消費者使用料無料で運営できるのは、民放テレビ局と同じく、ひとえに広告収入の存在に依る。

広告収入は動画をアップロードする個人にとっても大きなインセンティブである。自身の満足や所属組織への貢献だけが純粋の動機でなく、この広告収入を主目的とするユーチューブ投稿者はユーチューバーと呼ばれる。この広告収入の額であるが、「世界で最も稼ぐユーチューバー」ランキングによると、アメリカの2011年生まれの幼児の動画チャンネルが2018年と2019年、それぞれ1年間で2200万ドルと2600万ドルの広告収入を得て2年連続世界第1位と報じている¹⁾。この高額収入の発生理由も動画が公共財、特に国際公共財であることによる。「経済のグローバル化」が言われ続けて久しいが、実物取引を伴わず映画にかかるほどの製作費を必要としない動画という商品にこれだけの価値が付くことは、「経済のグローバル化」が生み出した予想外の現象の顕著な事例と言えるであろう。

もちろん動画配信は収入目的だけでなされるのではない。自身が所有する動画の再生回数に関心のある投稿者、自分自身もしくは所属する組織の情報を発信し共有することを目的とする投稿者も多い。つまり、共有サイトが「地主」、投稿者が「農民」になぞらえられる互恵的な関係が成立していると言える。この場合、一般人の共有サイトへの投稿動画がテレビ局に使用されることもあり、特にニュース映像に有用である。これらは伝統的な経済学に

おける「公共財の自発的供給（voluntary contribution of public goods）」に相当する。

個人の公共財の自発的供給を表現する経済学のモデルにおいては、二つの条件が満たされることが要求される。第一の条件はその個人が公共財の「生産技術へのアクセス可能性」を持つこと、第二の条件はその個人自身がその公共財から「自己の消費による直接便益」を受ける人間であることである。典型的な例は、防災、防犯そして公衆衛生である。従来のテレビ放送という公共財生産においては、第一の条件が満たされていなかったため、自発的供給の分析対象からははずれていた。動画共有サイトでは、その条件が満たされる。そして、第二の条件は明らかに満たされるが、動画共有サイトでは伝統的モデルにない第三の条件が満たされているケースがあることが重要と思われる。それはその個人自身がその公共財から「他者の消費による間接便益」を受け人間であること、言い換えれば、他人が消費し満足してくれることに自身も満足を感じる「利他性（altruism）」を有する経済人であることである。典型的な例は、チャリティーやボランティアに尽力する人々であり、寄付金や労働で貢献する自分自身は最終生産物となる公共サービスを原則全く消費しない。モデルの構造に忠実に即して言えば、完全な利他性を有する個人とは公共財を自身は消費せず、「公共財を消費する他人の満足」を消費する人間である。古典的な経済モデルにおいては、この第三の条件が満たされない個人を経済人の基本とする。利他性が存在しない人間であっても、公共財の自発的供給を行うインセンティブ（incentive）があることを強調することがその主たる理由である。しかし、実際の社会において、利他性が公共財の自発的供給のインセンティブとなっている場合は大変多い。

以上のことを踏まえれば、広告収入を第一の目的としない個人の動画投稿の動機は「自己の消費による直接便益」に重きが置かれるものと「他者の消費による間接便益」に重きが置かれるものに分けることができる。

公共財の「自己の消費による直接便益」は、正確には強い外部性を有する生産技術を自身が利用して自身の満足を高める公共財を生産し自身で消費することが第一で、同じサービスが公共財という性質上他者に供給されることは付随的な事象と言えよう。例に挙げた防災、防犯そして公衆衛生も、防

火装置や防犯カメラを設置したり、家屋のスズメバチの巣を撤去したり、定期的にゴミを捨ててごみ屋敷になるのを防いだりすることは、周囲の他者への配慮もあるが、専ら自己の生活水準を直接高めるために行われている行動である。動画投稿においても、投稿者（一般人、政治家、実業家、演奏家、芸能人、文化人など）自身の語り、旅行、飲食、歌唱、演奏、ダンスなどが収録された動画が投稿される目的は、共有サイトの視聴者の満足を高めて「他者の消費による間接便益」を享受することではないケースも多い。自身で作成した動画を私的財として自身のパソコンで見るのではなく、その動画を共有サイトにアップロードすることで公共財に転形し、同じ動画を不特定多数の他人と「シェアする」ことを目的とする。つまり広告収入を目的とせずに自身の動画を私的財から公共財に転形する動機は、他人の利益・不利益とは関係なく単に「他人に知られたい」という自身の願望の一点に尽き、私的財の「自己の消費による直接便益」と公共財のそれと決定的に異なる。

それに対して「他者の消費による間接便益」に重きが置かれるケースは、自己の利益・不利益とは関係なく単に「他人に知らせたい」という自身の願望が根底にある。「自己の消費による直接便益」との明確な違いは、「他人に知らせたい」と「他人に知られたい」に表れている投稿者の「匿名性（anonymity）」の有無である。共有サイトへの投稿動画は、テレビで放送される動画に比べると、匿名性を保つことが容易である。この点に関しては悪い面もあるが、単に「他人に知らせたい」という純粋な動機を持つ人々の投稿は、社会的な有益性が極めて高い公共財の自発的供給となる。

1995年1月17日5時46分に発生した阪神淡路大震災に関して現存する映像記録（少なくとも一般人がアクセス可能なもの）は比較的限られている。発生直後の映像で引用されるものは、NHK神戸放送局のスキップバックレコーダーが揺れを感知し自動的に録画した局内の映像と、関西のテレビ局で唯一生放送中であった朝日放送の「おはよう天気です」の映像の二つである。地震の発生が早朝であったことと当時の一般市民の動画記録はほとんどホームビデオで行われていたことを考え合わせると、この二つの映像は極めて貴重だと言えよう。実際、現状の映像が生放送で流されたのは、8時過ぎでヘリコプターによる上空からの撮影であった。それに対し、2011年3月11日14時46分に発生した東日本大震

災の映像は豊富である。発生の瞬間から時々刻々と被害が甚大になり破壊されていく建造物の様子が、それに直面する人間の表情と共に、数多くの映像で残されている。特に全国放送のテレビ局はヘリコプターから上空から見た津波の映像をリアルタイムで送り続け、地方のテレビ局は海沿いと市街地の映像を中継し続け、それらに加えて一般市民が住宅地や家庭の映像を共有サイトに次々と投稿し続けるという3通りの情報発信の記録は現在でもユーチューブで確認できる。歴史的記録としても今後さまざまな方面から防災を考える必要性からもこれらの映像アーカイブとしての価値は大変高いと言える。

さらに一般市民が撮影した動画でニュース映像として集中的に使用されたものとして、2016年11月8日の博多駅前道路陥没事故の映像がある。この事故は福岡市地下鉄七隈線のトンネル延伸工事中に発生した。発生時刻が早朝5時前であり坑内で異常出水が確認されたため、周囲の道路はすぐに封鎖され5時10分には封鎖が完了した。その後、道路の陥没が連続的に発生し、最終的には縦横約30メートル、深さ約15メートルの巨大な穴となる。撮影が比較的容易であったと思われるのは早朝のわずかな時間であったため発生直後のテレビ局による中継は行われず、それ以降の様子がテレビ局のヘリコプターにより上空からの映像で全国に放送されたが、既に巨大な穴ができた後であった。つまり、ここまでは1995年の阪神淡路大震災とよく似ている。しかし、夕方の全国放送のニュースでは、まず歩道に近い道路の両側にできた2つの穴が少しずつ大きくなっていく様子を地上から撮った映像が放映された。そしてその2つの穴が地下鉄工事でできた地下の空洞でつながっている様子、およびその上にかろうじて架かった橋のような道路が崩落する様子を近くの高層ビルの窓から地上を見下ろして撮った映像が流された。撮影者はいずれも一般市民であった。

このように動画共有サイトは、その公共性の大きさとスポンサーによる広告料の支払いにより、多種多様かつ大量の動画が公共財として自発的に供給され、一般市民による無尽蔵に近い需要に答え続けている。そして、「地主」にあたる動画共有サービス会社、「農民」にあたる投稿者、そして「消費者」にあたる視聴者はすべて豊かになった。これらは疑いようのない第4次産業革命の成果である。しか

し、技術と市場の進化に対し制度設計は当然のことながら遅れてしまう。動画共有サイトの繁栄の中でもさまざまな問題が生じ始めた。

2. 動画共有サイトとテレビの根本的な違い

動画共有サイトの出現により、必ずしもデジタル社会、ひいては一般社会にとって、望ましくない現象も起こっている。テレビ局が放送した動画の違法コピー、他の投稿者が制作した動画の二次使用、そしてフェイクニュースの投稿により広告収入を得ている投稿者も存在する。ユーチューブにおいても、同じ検索語句で多数の同一動画が見つかることから、テレビ局が放送した動画と他の投稿者が制作した動画（特に前者）の存在が確認できる。ユーチューブの場合、テレビ局が放送した動画については、当該のテレビ番組の著作権の管理者からユーチューブに違法投稿が通報された場合動画は削除されることになっているが、数日後同じ動画が投稿されることがある。また、写真上に文字が流れるだけの粗悪な動画も多数あるが、サムネイルを見ると一見普通の動画のように見えることから、これらが広告収入目的で投稿されたことは容易に推測される。1957年に評論家の大宅壮一は、当時の日本はテレビにより『一億白痴化運動』が展開されていると言って好い²⁾と述べたが、ユーチューブの粗悪な動画にはほとんど意味をなさないものもあること、そしてその類の動画の数が膨大であることから、1957年に大宅氏に批判されたテレビ番組とは質の面でも量の面でも今の文化環境に与えている悪影響は比較にならない程大きいものである。

このような問題が生じる理由は、動画共有サイトが「公共財の自発的供給」の場であることと、投稿者の視聴者への「匿名性」が保証されていることによる。つまり、動画共有サービスがビジネスとしてまた生活の質の向上手段として成功した主要因が「諸刃の剣」となっている。じっさい伝統的な経済学において公共財の生産と消費に関しては、パレート最適性の達成を妨げるさまざまな現象が「市場の失敗」や「囚人のジレンマ」の事例として指摘されており、この広告収入目的の投稿者によって発生した無秩序は「囚人のジレンマ」の特殊ケースである「共有地の悲劇 (the tragedy of the commons)」に「グレシャムの法則 (Gresham's law)」が適用可能な状況となる。つまり、すべての投稿者が粗悪な動画を投稿する動画共有サイトならば、誰もその

サイトの動画を閲覧しようとは思わないし、動画に広告もつかないはずである。したがって、良質な動画が数多く投稿されているという評判のあるサイトに、コストをかけずに作成した粗悪な動画をサムネイルのみ工夫し一見良質に見せて投稿すれば、少なくとも自分自身は得をする。しかし、そのような意図の投稿を他人も行い粗悪な投稿が増えれば、全体の動画の質が低下する。この現象は量でなく質が低下する「共有地の悲劇」と言えよう。このような事態がさらに進むと、価値の高い動画を持っていたり新しい動画を真面目に作成したりする投稿者はより高い登録料を払うことになっても別の動画共有サイトに投稿先を変更するであろう。つまり「悪貨が良貨を駆逐する」というグレシャムの法則が成立することになる。

現状を見て思うに、2005年に事業を開始したユーチューブも、その繁栄の光の部分だけでなく影の部分まで目を配った制度設計までは思い至らなかったというよりは、予想を超える急成長のため制度設計を考える余裕すらなかったというのが実情であろう。ただそれでも、粗悪な動画が投稿される中にも、世界中から随時良質の動画が自発的に投稿されるため、ユーチューブは毎日24時間休まず動き世界中に玉石混淆の動画を併せて配信しているのである。

そこで問われるのが、テレビの役割である。今日本では、1954年「力道山・木村政彦対シャープ兄弟プロレス実況」、1959年「皇太子ご成婚」、1964年「東京オリンピック」などの記念碑的番組の放送を経て、映画会社から情報発信と娯楽提供の主導権を譲り受け50年以上守り続けたテレビ局が、その地位を動画共有サービス会社に脅かされている。現在のテレビ局は半世紀前映画会社が直面した問題「テレビにしかできないことは何か」を明らかにし、動画共有サービスに対して徹底した製品差別戦略を立て、守るべきものは守り、新しいものは試行と修正を繰り返しながら模索する段階にあると言える。

3. テレビにしかできないこと

では、日本のテレビ局が製品差別を図るにあたり、守るべき財産とこれから新たに開拓すべき課題を考えていこう。まず、動画共有サービスへの投稿者には誰でもなれるため、ほとんどが動画の制作に関するトレーニングを受けていない一般市民であり、動画の制作を職業としている者でも比較的長時間

(30 分以上)の動画を制作し一般公開した経験がある者の数は限られていると予想される。それに対し、テレビ局は入社が大都市局・地方局とも難関であり、適材と判定された者だけが番組の制作に関わることを許される。テレビ局には法的規制、技術、表現、倫理、予算、そしてスポンサーや他局への配慮などさまざまな制約が課せられているが、テレビ局はそのもとで1年365日ほぼ24時間番組表を埋めつくせる数の番組を放送している。それを支えるテレビ番組のプロデューサーの仕事力とはどのようなものなのだろうか。

そもそもテレビ放送には参入規制がある。開局して放送を開始するには、厳密な審査を通過し総務大臣から免許を交付されなければならない。そして、番組の制作にあたっては、通常の場合、プロデューサーが企画と人事および予算に関する統括を行い、現場ではディレクター、AD(アシスタントディレクター)その他数多くのスタッフによる分業が不可欠である。一般の番組には台本が存在し、専門の作家が作成する。生放送であっても録画であっても、カメラマンと音声の技術は番組の質を大きく左右する。情報の正確さと表現の適切さは常に要求され、それに少しでも反する放送をした場合は直ちに訂正し謝罪しなければならない。さらに、そのような失敗がかなり大きなものであったりした場合、いくら大きな失敗がなくてもある程度の視聴率が取れなかったりした場合、そして番組にスポンサーがつかなくなった場合、その番組は打ち切られる。打ち切られれば、スタッフは全員失職する。よってプロデューサーは社会が求める番組を制作することに対し強烈なインセンティブを持つことになる。

以上の事から、テレビ局のプロデューサーの仕事力とは、統括する集団の組織力まで考え合わせると、一般の動画共有サイトへの投稿者の仕事力とは比較にならない程総合的でかつ細部に目が行き届くものでなければならない。長年続いている番組に関しては、歴代のプロデューサーの仕事力がいかに傑出したものかが推し量られる。テレビ番組のプロデューサーに就く人材の発掘と育成のノウハウは日本のテレビ局が守るべき伝統であろう。

しかしながら、テレビを通じての企業によるわが国の広告費は2016年をピークに減少に転じた。その結果、今年3月11日に電通が発表した「2019年日本の広告費」によると、インターネット広告費が2兆1048億円(前年比19.7%増)とテレビ広告費

の1兆8612億円(同2.7%減)を初めて抜いた³⁾。この現象は近年大きな百貨店の閉店が相次ぐ中、ショッピングモールでの専門店の数が急増している現象を連想させる。つまり、長い歴史と輝かしい実績を有し高い知名度を持つ巨大な組織が、それらの長所を併せ持たない個人の膨大な数の出現によって、その地位を脅かされている。テレビ局がいくら優秀な人材を見出し採用しても、番組を制作する機会がなければ宝の持ち腐れとなり、さらには他社他職への人材流出を招きかねない。これらの人材をつなぎとめるためにもテレビ局には強いミッションが必要である。

この状況を踏まえ、個人がオンラインで動画を発信できる現在と将来においてテレビ局が果たす役割は以下の4つではないかと思われる。

1. 局外から提供された動画を視聴者に代わり検索・選別・編集すること
2. 地域にとって重要な情報を正確かつ迅速に伝えること
3. 自社が所有する映像を分類整理すること
4. 巨大な資本と情報網がなければ作れない番組を制作すること

第1番目の「局外から提供された動画を視聴者に代わり検索・選別・編集すること」は、一言で言うと「テレビ局は目利きになろう」ということである。動画共有サイトは膨大な数の動画が原則検閲も受けず分類もされずにアップロードされており、閲覧者は検索語句とサムネイルだけを手がかりに動画を選ぶ。良し悪しは一般の閲覧者の「評価ボタン」とコメントだけが頼りである。政治家が語る動画を支持者のみによる高評価と誉め言葉のコメントで固めることも可能である。このように共有サイトの動画のありうる選別は、一般人の評価の集計だけであり、良い面もあれば悪い面もある。日本の漫画の質の高さが世界基準でも認められるのは、週刊誌であっても月刊誌であっても厳しい「目利き」の編集者のお墨付きがあって連載が続いた作品だからである。また現在世界は共有サイトをはじめ、アマチュア、プロが撮った動画が溢れかえっており、情報的価値のあるものないもの商品価値のあるものないものさまざまである。テレビ局は自局の番組を制作するだけでなく、これらの動画の中から放送すべきものを選び出す「目利き」の編集者の役割が期待される。つまり、実物の販売で言えば、生産者では

なく「仲介」あるいは「小売」に相当し、消費者への販売目的で良質の製品を買い付けるのである。この仕事は、専門的知識がない素人にはできない。

第2番目の「地域にとって重要な情報を正確かつ迅速に伝えること」は、一言で言うと「テレビ局は半鐘になろう」ということである。1995年1月17日の阪神淡路大震災以来、地震、集中豪雨、台風、そして感染症と自然が原因の災害がほぼ毎年日本のどこかで起きている。一般市民にとって、これらの災害の情報で最も重要なことは身の危険がどこまで差し迫っているかであり、これこそ自身が住む地域の情報に他ならない。地方のテレビ局のアナウンサーが大雨や強風の中で最新の状況をレポートする姿は決してめずらしいものではない。2011年3月11日の東日本大震災で、テレビで上空からヘリコプターで撮影した津波の映像を目にして避難し生き延びた市民がどれくらいいたろうか。毎年のように来る台風に際して「海、川、用水路に近づかないでください」というアナウンサーの声を聞き、外出を思いとどまった人々も全国に相当数いるであろう。しかし、われわれは自宅でテレビ局が撮影した荒れ狂う海や増水した川の映像を見ることができる。素人ならば危険で撮影できない映像を、テレビ局のプロは高性能の機材と、自身の知識と経験に基づいた卓越した技術をもってすれば、命を落とさない距離まで近づいて撮影することが可能だからである。

第3番目の「自社が所有する映像を分類整理すること」は、一言で言うと「テレビ局はデータベースになろう」ということである。テレビ局には、21世紀から始まった動画共有サービスにはない放送アーカイブの長年の蓄積という圧倒的なアドバンテージがある。近年は、ある一つのテーマに関する番組を作るときはNHKも民放も協力し、昔の映像を互いに融通し合って制作した番組が目立つ。特に近年昭和の時代に活躍した有名人の訃報が頻繁に報じられるが、その人物の足跡を振り返る番組ではこのような協力体制が不可欠である。また、一つのテーマに従って、昔の流行歌を特集する番組は、間違いなく一定の視聴率を取れる「鉄板番組」と言われている。テレビ局の広告費収入が低下してきている近年においては、番組制作費の削減が不可避である。その中でアーカイブは、既存の映像の編集による番組の制作を可能にする貴重な資源であり、編集による番組で高視聴率を取ることは広告収入を増やし、

新しい撮影による番組の制作への助長へもつながる。このような番組作成は、よほど数多くの動画を収集していない限り、個人レベルではほぼ不可能に近い。

NHKは近年昔の映像を使った番組を定期的に放送したり、インターネットで配信したり、各地のNHK放送局で一部の昔の番組を無料で視聴できるサービスを行ったりしている。これらの仕事は、開局して半世紀以上の歴史と実績のある放送局でなければできないものであるが、NHKが体系的にマスターテープを残し始めたのが1981年であることから、それ以前の映像記録の提供を民間に呼びかけている⁴⁾。放送局にマスターテープが現存していない映像で、ビデオを所有していた個人が録画したテープや、テレビ画面を8ミリカメラで撮影したフィルム等の掘出し物が民間には数多く存在することがわかってきたことによる。判明のきっかけが動画共有サービスの出現であったことは想像に難くない。会社の参入が消費者のみならず、競争相手の会社に新しい活路をもたらした好例と言えるであろう。

第4番目の「巨大な資本と情報網がなければ作れない番組を制作すること」は、一言で言うと「テレビ局は未来のアーカイブとなる良質の映像を残そう」ということである。近年の日々の報道番組は、最新のニュースのみの番組を除き、「つかみ」の映像は現場での取材・中継によるもので、あとはMC (Master of Ceremonies) と呼ばれることが多い司会者が、複数のコメンテーターとかけあいながら報道内容に関する話題を準備していた流れで伝えるのが近年のスタイルである。取材・中継にかかる経費は削減されるが、ひとつ進行を間違えるとMCとコメンテーターの主観が入り過ぎてしまい、元来の趣旨とは異なってしまう。それよりも、多少なりとも時間をかけた現場の取材と映像の編集を中心に伝える「特集」のスタイルの方がアーカイブとして残すには適していると言えよう。

アーカイブのあるべき姿をスポーツ番組に見ることもできる。昭和のプロ野球の名勝負として、NHKと民放の両方で何回も取り上げられている1979年11月4日日本シリーズ広島対近鉄の第7戦9回裏 (NHK制作「江夏の21球」と呼ばれる) と1988年10月19日ロッテ対近鉄ダブルヘッダー (朝日放送制作「10.19」と呼ばれる) を特集した番組を見るとよい。当日のアナウンサーとゲストの実況と解説、そして後日取材した現場の選手と関係者へのイン

タビューにナレーションが入る。アーカイブとしてはこれで必要十分である。また報道には、前触れなく突然始まり、国民がテレビの前に釘付けになるものがある。災害関係の速報しかり。それ以外でも、1970年代の三島由紀夫事件、あさま山荘事件、三菱銀行北畠支店人質事件など、当初予定されていた当日の番組編成が変更されて全国放送された。そして、昭和の激動の時代を振り返るテレビ番組では、当時の映像が頻繁に使われる。実は「10.19」のロッテ対近鉄ダブルヘッダーも、制作した朝日放送（大阪）、同時放送した東日本放送（宮城）と九州朝日放送（福岡）以外当日の番組表になかったが、テレビ朝日の上層部の判断で急遽全国放送となり、放送予定の番組だけでなくコマーシャルまで割愛された⁵⁾。（1972年2月28日あさま山荘事件最終日においても、TBSとフジテレビはすべてのコマーシャルを割愛した⁶⁾。）

これら突然の全国放送が可能となったのは、日本独特のテレビ局の系列による。日本には、テレビ朝日・朝日放送系、TBS・毎日放送系、日本テレビ・よみうりテレビ系、フジテレビ・カンテレ系、そしてテレビ東京・テレビ大阪系という民間放送の5大系列が存在する。これらはそれぞれ朝日、毎日、読売、産経、日経という全国紙の新聞社を軸とするニュースネットワークである。これらの系列局ではニュースだけでなく、もっぱら東京の「キー局」と呼ばれる局が制作した番組を系列局で日々相当数共有するため、日本では本質的に5つの全国規模のテレビ局が存在する構造となっている。「10.19」の場合は、全国のテレビ朝日・朝日放送系のテレビ局が試合を同時放送した。これらの系列は、いずれも新聞社を後ろ盾とした巨大な資本と情報網を有し、北

は北海道から南は九州・沖縄に及ぶ強力なビジネス・アライアンスである。日本の政治・経済・社会の貴重な文化的生産物となるような映像アーカイブを作る力を有する組織は、NHKとこれらテレビ局の5大系列以外存在しない。

このゆるぎない地位と役割を、急成長の動画共有サービス会社に譲らず守り通すことが、これらの組織のミッションであろう。そのためにテレビ局が系列内で協力して普遍的に良質と評価されるような番組を制作し、系列間で競争が行われることでさらに良質の番組が生まれれば視聴者は必ず増える。日本の視聴者の目は肥えている。そして視聴者が増えれば広告費もインターネットからテレビに移ってくるという考えは楽観的かも知れないが、実現可能性は十分あると認識する。企業にとって全国放送の人気番組のスポンサーになることは社会に対する企業イメージの向上につながるからだ。じっさい2018年3月末で東芝が降りた人気アニメ番組「サザエさん」のスポンサーには10社近くが名乗りを上げ、アマゾンジャパン（インターネット通販）、西松屋チェーン（ベビー用品）、そして大和ハウス（住宅メーカー）という錚々たる大企業が選ばれた。

4. おわりに

新聞社を軸とする日本全国のテレビ局の5大系列化は、田中角栄が郵政大臣（現在の総務大臣）であった時代（1957年7月から1958年6月まで）から構想にあった制度設計であり、彼の総理大臣辞職後の1975年4月1日に完成した⁷⁾。動画共有サービス会社と競争するにあたり、テレビ局は系列の協力が不可避となれば、令和の時代まで田中角栄の影響は続くことになる」と記して本稿を結ぶ。

【註】

- 1) Natalie Robehmed and Madeline Berg (2018) “Highest-Paid YouTube Stars 2018: Markiplier, Jake Paul, PewDiePie and More,” *Forbes*, Daily Cover, December 3, 2018; Madeline Berg (2019) “Highest-Paid YouTube Stars 2019: The Kids are Killing it,” *Forbes*, Daily Cover, December 18, 2019.
- 2) 大宅壮一（1957）「言いたい放題」『週刊東京』1957年2月2日号。のちに「総」がつき「一億総白痴化」という流行語ができた。
- 3) 株式会社電通「2019年 日本の広告費」ニュースリリース2020年3月11日 <https://www.dentsu.co.jp/news/release/2020/0311-010027.html>
- 4) NHK アーカイブス <https://www.nhk.or.jp/archives/>
NHK 番組発掘プロジェクト通信 <https://www.nhk.or.jp/archives/hakkutsu/>
- 5) 1988年12月30日放送「ニュースステーション」での久米宏氏（MC）の解説より。
- 6) Wikipedia「あさま山荘事件」
- 7) 保阪正康（2010）『田中角栄の昭和』朝日新書

【第2部】第2章 コンピュータ創作物の著作権法上の扱い

宮脇 正晴 ⁱⁱⁱ

【要約】

本稿では、現在の著作権法上の「著作物」や「著作者」などの基本的な概念について紹介したうえで、創作過程にコンピュータの使用が介在するような作品についての立法に関し、これまでにどのような議論が行われてきたのかを紹介し、若干の検討を加える。

人間の創作的な関与が無いコンピュータ創作物（AI 生成物）については、現在の日本の著作権法上は保護されない。将来的に保護するために法改正をすべきかについて議論がされているが、AI 生成物を保護することは現行の著作権法の背後にある考え方と整合しないと考えられる。AI 生成物を自己の著作物であると僭称する行為について最低限の対処をすれば足りると思われる。

ⁱⁱⁱ 立命館大学大学院法学研究科教授

1. はじめに

今日において、人工知能（AI）が小説や絵画等の作品を作成したというニュースは珍しくなくなってきたおり、将来的にはAIによって作成された作品というのは、社会に多く出回ることになるのかもしれない。AIが絵画や音楽や詩などの芸術作品、それもその出力結果が開発者にも予測できないようなもの、を作成した場合、そのような作品は著作権で保護されるのであろうか。保護されないとして、将来的に保護されるようにすべきなのであろうか。

この論点自体は以下で詳しく述べるように70年代から議論されてきているものであるが、いまだに結論の出ていない問題である。以下では、現在の著作権法上の「著作物」や「著作者」などの基本的な概念について紹介したうえで、創作過程にコンピュータの使用が介在するような作品（以下これを「コンピュータ創作物」といい、このうち今日特に問題になっているAIが生成した作品を「AI生成物」という）についての立法についてこれまでにどのような議論が行われてきたのかを紹介し、若干の検討を加えることとしたい。

2. 著作権と著作者についての基本

2-1. 著作物性

著作権の対象となるためには、著作物であることが必要である。著作権法上の著作物とは、「思想又は感情を創作的に表現したものであつて、文芸、学術、美術又は音楽の範囲に属するもの」である（著作権法2条1項1号）。ここでいう「思想又は感情」とは、学術的・芸術的に優れたものであることは必要なく、何らかの思想・感情といえるものであればよいとされている。そのようなものが客観的に人の五感で感知できるような状態で表わされていれば、「表現」といえる。また、「文芸、学術、美術又は音楽の範囲に属するもの」という要件については、「文芸」や「美術」など、これら一つ一つのカテゴリについて検討する必要は通常はなく、要するに文化の領域に属する表現といえればこの要件は充足されるとされている。そうすると残るのは「創作的」であることという要件である。多くの場合、ある作品が著作物であるか否かは、その作品が、この要件（創作性要件）を充足するものであるか否かにかかっているということとなる。

創作性要件を充足するためには、高度な独創性や芸術性等は不要である。創作性については、伝統的

には、何らかの個性が現れていることであると理解されており、同一のアイデアに基づくのであれば誰がやっても同様とならざるを得ないような表現や、ありふれた表現については創作性が否定され、逆に、これらに当てはまらないような表現であれば、創作性は肯定される。近時においては、創作性を表現の「選択の幅」が充分に残されていることであることと理解する立場（選択の幅論）が有力となっているが、具体的な判断基準は伝統的理解と同じであるので、伝統的理解に基づくか、近時の有力説（選択の幅論）に基づくかで結論に差が生ずることは無いといつてよい。

このように、一般に著作物性が認められるためのハードルは高くなく、幼稚園児の描いた絵でも著作物性は認められる。ただし、それはあくまでもそれを生身の人間が創作した場合である。上記の「思想又は感情」は生身の人間の「思想又は感情」であるとされており、したがって、具体的な表現の作成過程に生身の人間が関与していないのであれば、人間の「思想又は感情」が表現されたものといえないので、著作物とはならないことになる。

2-2. 著作者と創作者主義

著作者は、著作権（著作財産権）および著作者人格権を有する（著作権法17条）。このうち、著作権については譲渡可能であるので（61条1項）、著作者以外に帰属することはありうるが、著作物が創作された時に（51条1項）最初に著作権を取得するのは、原則として著作者であり、このことは「創作者主義」と呼ばれている。念のため、この「著作者」概念についても説明しておきたい。

著作権法上、「著作者」は、「著作物を創作する者をいう」と定義されている（2条1項2号）。前述の通り、著作物であるためには、創作的な表現であることを要する（2条1項1号）。著作権は、その著作物にかかる権利であり、著作権の効力は創作的表現でない部分には及ばないと解されている。すなわち、既存の著作物に依拠して創作されたものが、既存の著作物と共通する部分があるとしても、その部分が創作的表現ではなく、事実やアイデアに過ぎないのであれば、著作権侵害とはならない。逆に、創作的表現の本質的部分が維持されているのであれば、既存の著作物と異なった点があったとしても、著作権侵害となる（オリジナルに無い創作的表現が付加されている場合は、翻案物の創作と評価されう

るが、だからといって著作権侵害を免れるわけではない。このように、創作性は、著作物性および著作権の効力範囲を決する重要な概念であることからすると、「著作物を創作する者」とはすなわち、著作物の創作的な表現をなした者であると解するのがもっとも自然であろう。

著作物の完成自体には貢献する行為であっても、そのような貢献が著作物の創作的表現とは直接関係を有していないのであれば、そのような行為は創作行為とはいえない。具体的には、創作に当たっての設備、資金、機会の提供や、単なるアイデアの提供にとどまる場合については、それ自体は創作行為とはならない。

創作行為をなしていない者が著作者になる唯一の例外は、次に述べる職務著作の場合である。

2-3. 職務著作

既に述べたとおり、著作権法上の著作者とは、創作的表現をなした者である。創作行為は自然人のみがなしうる事実行為であるが、一定の要件を満たした場合に法人等の団体が著作者になることを著作権法は認めている（15条）。著作権法が、著作者を「著作物を創作する者」と定義しておきながら、他方で創作行為をなさない法人が著作者となりうることを認めていることの説明については諸説ありうるが、ここでは、同法は、創作行為をなした自然人が著作者であることを原則としつつも、一定の場合に法人を創作者と擬制し、これを著作者とするものである、と説明しておこう。

その職務著作の成立要件であるが、プログラム以外の著作物については、

- (i) 法人その他使用者（「法人等」）の発意に基づき、
 - (ii) その法人等の業務に従事する者が職務上作成する著作物で、
 - (iii) その法人等が自己の著作の名義の下に公表する場合であって、
 - (iv) その作成の時にける契約、勤務規則その他に別段の定めがないこと、
- が必要である（15条1項）。プログラムの著作物の場合は、上記のうち、(iii)の公表名義の要件については不要である（同2項）。

2-4. コンピュータ創作物の現行制度上の扱い

以上からすると、コンピュータ創作物の中には、（人間が作成したのであれば）創作的表現といえる

ようなものも今日では多く含まれているであろうが、人間の創作的な関与が無い場合には人間の「思想又は感情」が表現されたものとはいえないので、著作物にはならない。創作的な行為をしていない者が著作者になる現行制度上の唯一の例外は職務著作制度のみであり、機械が人間に代わって創作行為をした場合については全く想定されていない。

3. コンピュータ創作物の保護に関する立法をめぐる議論

以上のように、日本の現行著作権法上は、人間が創作的に関与していないAI生成物は著作権法上保護されない。では、このような作品は将来的に保護されるべきなのであるか。コンピュータ創作物に関する議論は、70年代から日本を含む各国でなされてきているので、以下ではそれを簡単に紹介する。

3-1. 米国

コンピュータ創作物の著作権法上の保護についての議論は古くからある。例えば米国では、1975年に設置された「新技術による著作物の利用に関する国家委員会」（The National Commission on New Technological Uses of Copyrighted Works: CONTU）において、コンピュータを用いて作成された作品の扱いについても検討された。

1978年に公表されたCONTUの報告書においては、当時のコンピュータ創作物の例として、アニメの作画の補助、コンピュータ作曲や楽器の音色のシミュレーションなどが検討されていた。同報告書は結論として、コンピュータはカメラやタイプライターと同様の道具にすぎず、それ自体は著作者になりえないと述べている。当時の技術を前提とすると、当然の帰結であろう。米国は今日まで、著作権法にコンピュータ創作物に関する規定を置いていない。

3-2. イギリス

イギリスは1988年の著作権法改正によりコンピュータ生成物（computer-generated works）に関する規定を創設し、人間の著作者がいらないコンピュータ生成物について、生成後50年間著作権の保護を認めている。すなわち、イギリス著作権法178条は「コンピュータ生成」とは、著作物の人間の著作者が存在しない状況において著作物がコンピュータにより生成されることをいう」との定義規定を置いており、同法9条(3)により、「コンピュータによ

り生成される著作物の著作権は、著作物の創作に必要な手筈を整える者（the person by whom the arrangements necessary for the creation of the work are undertaken）であるとみなされる」（アイルランド著作権法やニュージーランド著作権法などにも、同様の規定がある）。

この規定の適用が問題となったイギリスの判例として、Nova Productions Ltd. v. Mazooma Games Ltd.¹⁾がある。この事件は、ビリヤードを題材にしたビデオゲームの類似性が争われたものであり、ユーザーの操作に応じて都度生成される画面表示（下図）の著作権が誰なのかが問題となった。判決は、当該画面表示がプログラマーの著作物または（英国著作権法9条（3）にいう）コンピュータによる著作物であると認定している。しかしながら、この事件においては結局のところ同様のゲームを作ろうと思うと同様の表現とならざるを得ないところが一致しているに過ぎず、著作権法上保護されるべき部分（創作性のある部分）が類似していなかったため、著作権侵害は否定されている。



つまり、著作権が誰にかかわらず著作権侵害が否定される事件であり、コンピュータ生成物であるかどうか結論に影響を与えていないため、この判例の先例としての価値は低い。また、問題となった作品も第4次産業革命で問題となっているような、AIが生成した作品とも異なっているため（そもそも1988年の法律がこのような作品を想定しているとも考えがたい）、この点からもあまり参考にならない。AIが生み出した作品に関する著作権性につ

いて争われている判例はいまだに登場していないようである。

3-3. 日本

日本でも、70年代からコンピュータ創作物の著作権法上の保護についての検討がなされている。すなわち、1972年に設置された著作権審議会第2委員会（コンピュータ関係）においてこの問題が議論され、1973年に報告書²⁾が公表されている。米国における検討と同様、この時代のコンピュータは単なる「道具」の域を出ていないため、「コンピュータ創作物の著作権は、その思想感情をコンピュータ創作物に独自の表現として具体化した者」であると結論されている。

80年代になり、著作権審議会第9小委員会（コンピュータ創作物関係）が設置され、もっぱらコンピュータ創作物についての検討がなされている。しかし、この時代のコンピュータもまだ道具の域を出ていないため、コンピュータが創作的表現をするという事態は想定されておらず、1993年に公表された報告書³⁾においては、「コンピュータ創作物に著作物性が認められる場合、その著作権は具体的な結果物の作成に創作的に寄与した者と考えられるが、通常の場合、それは、コンピュータ・システムの使用者であると考えられる」との結論となっている。同報告書は、「少なくとも現時点においては、各分野で利用されているほとんどのコンピュータ創作物について、人間の何らかの創作的寄与と評価できる行為が認められること、国際的にも人間の著作権が存在しないコンピュータ創作物についての規定を設けているのはイギリスのみであり、他に検討の動きもあり見られないことなどから、今後の技術や立法に関する国際的・国内的動向を見ながらなお慎重な検討を行うことが適当と考える」として、コンピュータ創作物について何らかの立法を行うことは見送られている。

さらにその後、AIが人間と同等以上の創作物を（人間の創作的関与なしに）作成する時代が到来することが予見されるようになってきた2015年、内閣府・知的財産戦略本部・次世代知財システム検討委員会において、「人工知能によって生み出される創作物と知財制度」についての検討がなされた。2016年に公表された報告書⁴⁾においては、「例えば市場に提供されることで生じた価値などに着目しつつ、一定の「価値の高い」AI創作物について、そ

れに関与する者の投資保護と促進の観点から、知財保護のあり方について具体的な検討を行う」ことなどが「今後の方向性」として示されている。

その翌年、内閣府・知的財産戦略本部・新たな情報財検討委員会において、「AI 生成物」の著作物性及び著作者について検討がなされたものの、報告書⁵⁾においては、「AI の技術の変化は非常に激しく、具体的な事例が多くない状況で、どこまでの関与が創作的寄与として認められるかという点について、現時点で、具体的な方向性を決めることは難しいと考えられる」との認識が示され、今後の方向性としては、「AI 生成物に関する具体的な事例の継続的な把握を進めること」及び「AI 創作物の著作物性と創作的寄与の関係について…、AI 技術の進展に注視しながら、具体的な事例に即して引き続き検討すること」が示されるにとどまっている。この方向性は『知的財産推進計画 2017』においても示されており、翌年の『知的財産推進計画 2018』においては前年度からの継続課題として記載がされていたが、『知的財産推進計画 2019』および直近の『知的財産推進計画 2020』においてはその記述は見られなくなっている⁶⁾。

4. 法改正の必要性についての検討

人間の創作的な関与が無いコンピュータ創作物（AI 生成物）について、著作権法を改正して、保護対象とすることの必要性についての議論がなされている。AI 生成物を著作権法で保護すべきこととして、①人間が創作したのであれば著作物となるような表現が何ら法的保護を受けないこととの不当性、②僭称コンテンツ問題などが挙げられている。

①の問題は、要するに人間の創作的な関与の無い AI 生成物が法的保護を受けないために、そのような生成物が利用され放題となることを問題視するものである。確かにこのような状況は問題であるように直感されるが、これを著作権法で保護すべき理由が不明である。著作権法上、著作物に対して著作権が認められるのは、創作のインセンティブを与えるためであるとの説明が有力であるが、AI にはそのようなインセンティブは不要である。

問題となりそうなのは創作物を作成できる AI の開発のインセンティブであるが、このようなインセンティブはそもそも創作のインセンティブとは異

なるものである上、成果物が自由利用されること自体が、AI 開発を減退させることになるのかどうかも不明である。人間と同等の創作物を研究開発することはそれ自体魅力的な研究テーマであり、大学のような研究機関にとっては成果物の法的保護がどうであろうと十分な開発のインセンティブはあるように思われる。営利目的での AI 開発にとっても、創作をする AI の商品価値は高いと思われるので、直接的な成果物である AI（を搭載した創作機械）の販売によって投下資本が回収できる可能性はあろう。

このように考えると、むしろ問題とすべきなのは、自由利用が認められることによって、（人間が創作に関与していない）AI 生成物は人間が創作したコンテンツよりもはるかに安く利用ができるという点であろう。すなわち、仮に AI が人間と同等以上の創作物を作成できるようになる場合には、職業的なクリエイターが失業することになる危険がある。しかし、だからといって、職業的なクリエイターを保護するために AI 生成物に著作権を認めて、AI 生成物の利用価格を上げるようなことは認めるべきではない。優れたコンテンツが安価で利用できること自体は歓迎すべきことであるし、「AI に仕事を奪われる」可能性はあらゆる職業分野でおこりつつあることであり、職業的なクリエイターが例外的に扱われなければならない理由を見出しがたいように思われる。

②の僭称コンテンツ問題とは、本当は AI が生成した創作物を（著作権保護を受けるために）自らの創作物であると僭称する者が現れるのではないかという問題である。しかし、そのような僭称のインセンティブをなくすために AI 生成物に著作権保護を認めるというのは、手段として不適切であるように思われる。上述の通り、優れたコンテンツが自由利用できること自体には社会的なメリットがあり、それを減殺すべきではないと思われるからである。僭称コンテンツ問題については、端的に著作者であることの証明を厳格に求めることと、僭称者への罰則を強化することで対処できるように思われる。すなわち、AI が創作可能な種類の表現については、創作プロセスについて詳細に証明しない限り、裁判において著作者性を認めないということにすればよいであろう。少なくとも当面は、この程度の法改正で足りるのではないかとと思われる。

【註】

- 1) Nova Productions Ltd. v. Mazooma Games Ltd. , [2006] EWHC 24 (Ch).
- 2) http://www.cric.or.jp/db/report/s48_6/s48_6_main.html
- 3) https://www.cric.or.jp/db/report/h5_11_2/h5_11_2_main.html#1_2
- 4) https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2016/jisedai_tizai/hokokusho.pdf
- 5) https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2017/johozai/hokokusho.pdf
- 6) 各年の『知的財産推進計画』については、知的財産戦略本部のウェブページ
〈<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/>〉を参照。

【第2部】 第3章 第4次産業革命と ICT 分野のイノベーション および知的財産権

大西 宏一郎 ^{iv}

【要約】

第4次産業革命の中、ICT分野への研究開発投資の重要性が益々増している。しかしながら、本分野では特許権が乱立し、企業間の権利関係が複雑化している上に、近年、利害関係の異なる多数のプレイヤーが参入する状態にあり、いわゆる特許の藪の問題が深刻化しつつある。この問題を解決するために、無差別で安価なライセンスの実施が求められているが、このような契約は研究開発実施企業におけるイノベーションからの収益を低下させている可能性がある。つまり、本分野では発明からの収益の専有を高める特許制度がうまく機能せず、結果として適切な研究開発のインセンティブ付けが損なわれており、将来的に研究開発投資が減少する可能性も考えられる。

^{iv} 早稲田大学教育・総合科学学術院准教授

1. はじめに

第4次産業革命では、AIに代表されるソフトウェア技術の進展とデータの蓄積とに注目が集まりがちであるが、それら技術を支える半導体の微細化・小型化、通信技術の高速化・大容量化、センサー技術の高精細化、小型化などのハードウェア機器のイノベーションも欠かせない。しかしながら、以上のようなハードウェア機器を含めたICT分野では、知的財産権に関する様々な問題に直面している。もともと本分野では、製品に関連する特許が数百から数千件と多く、特許権者の利害を調整するための取り組みが、大手エレクトロニクスメーカーを中心に実施されてきた。しかしながら、近年、関連するプレイヤーが多様化する中、企業間で適切にコーディネートできない状況が生じている。

企業のイノベーション活動については、知識スピルオーバー等の影響により、研究開発投資からの収益を企業が完全に専有できないため、社会的に望ましいレベルまでの投資が行われないという、いわゆる「市場の失敗」がある。その問題を解決する手段の一つが特許制度である。発明をした企業等に一定期間独占的に使用する権利を付与することによって、発明からの利益を確保する機会を与え、イノベーションの活性化を図るシステムである。しかしながら、第4次産業革命の中、ICT分野の研究開発投資の重要性は高まる一方、ICT分野ではこのような本来の意味で特許制度がうまく機能せず、結果として適切な研究開発のインセンティブ付けがなされない可能性がある。その中で本稿では、第4次産業革命における中心的な役割を果たすICT分野での研究開発活動と特許権の問題について概観する。

2. ICT分野での特許をめぐる現状

特許権は本来、発明者に発明を促すために、一定期間に発明を使用する権利を独占的に付与する制度である。しかしながら、特許によってどの程度企業が発明からの収益を独占できるのかは技術分野によって大きく異なる (Cohen et al. 2000)。化学や製薬業種では、化学物質自体を特許化できるので、他社がそれを模倣することは難しいため、本来の特許の機能が有効に機能している分野と言える。

ICT分野の特徴は、半導体や液晶ディスプレイあるいはスマートフォンなどに代表されるように、製品に多様な技術が使われるため、製品に関連する補完的な関係にある特許も膨大な数にのぼるため、特

定の企業が特許権を行使して市場を独占するのは不可能であることである。当該分野では、製品に関連する特許があまりにも多いために、権利侵害をしているののかも事前にはわからない状態が生じ、製品を製造している企業は常に他社の権利侵害をしている危険性が付きまとう。このような状態は「特許の藪」(Patent thickets) と呼ばれる (Shapiro 2001)¹⁾。繰り返しになるが特許の藪が生じている分野では、それぞれの企業が市場独占による収益を上げるという本来の意味で特許は機能しない。特許の藪では企業は常に他社の権利を侵害する可能性があり、その状況下で製品を製造した場合、突然権利侵害による多額の損害賠償を請求される可能性があると言える。

この状態を緩和するために、製品を市場化している大企業を中心に、他社から権利侵害で訴訟された場合に備え、仮に権利侵害で訴えられても、対抗して相手を権利侵害で反訴できるように、他社が侵害しそうな特許を多数保有する戦略が取られている。お互いに他社が侵害しそうな特許を権利化しあうこのような行動は、特許ポートフォリオ競争と呼ばれる。このような行為が更に特許の藪を深刻化している側面がある²⁾。

アップルとサムスンなどの例外的な特許権侵害の訴訟合戦を除き、多くの場合、訴訟となる前に当事者間でライセンス交渉をすることで問題を回避している³⁾。しかし、ここで課題となるのは、ライセンス交渉にかかる取引費用の問題とライセンスロイヤリティが積み重なることで製造コストが上昇してしまうロイヤリティスタッキングの問題である。ライセンス交渉を行う場合、両社で特許の金銭的な価値について合意が必要となるが、膨大な特許を1件1件評価するには両企業ともに多くの時間とコストを要することとなる。このような取引費用は企業の生産活動を妨げることとなりうる。また、個々の特許についての低額のライセンスロイヤリティに合意しても、そのライセンスロイヤリティが積み重なれば、結果として企業の製造コストを押し上げることとなり、企業は十分に利潤を上げることができなくなり、最悪の場合生産活動自体を行わない可能性がある。

このことから、ICT分野での大規模な製造を行う大企業同士では、従来からクロスライセンスやパテントプールを使った解決が図られてきた。クロスライセンスとは、2社間で相互に製品化に必要な特許

を原則、無償で自由に利用できるというライセンス契約を結ぶという方法である。クロスライセンスでは個々の特許のライセンスロイヤリティの支払いを避けることができるために、お互いに独占価格でライセンスすることで起こるいわゆる「二重の限界性」の問題を回避することが可能となる（Shapiro 2001）。

もう一つの解決手段であるパテントプールは、複数の企業がお互いに製品に関連する特許を持ち寄って一括でライセンスを行うというものである。しかし、次節で説明するように、パテントプールは競争を実質的に制限する手段として用いることが可能である。したがって、独占禁止法上の認められる範囲として、製品の製造に欠かせない必須特許のみ、かつ安価でプール参加外の企業へのライセンスを認める形で行われている。このようなパテントプールが企業のイノベーション活動に与える影響については次節で議論する。

特許の藪のもう一つの問題は、自ら特許の実施をする意思のない特許保有者（Non-Practicing Entities：NPEs）の存在である。このような企業では自社で研究開発をしている企業だけでなく、他社から購入した特許を使って、権利行使を行うような企業も含まれる。それら企業の中で、特に問題となるのは、保有する特許を使ってメーカーを権利侵害で警告し、差し止めや権利侵害訴訟になることをほめかすことで、和解金としてのライセンスロイヤリティを得ることを収益の柱としている PAE（Patent Assertion Entities：PAEs）である。従来はパテントトロールなどとも呼ばれていた。特許の藪では、潜在的に他社特許を侵害する可能性も高いため、このような企業が活動する余地が大きい。一方で、企業自身で製品製造を行わないので、もともと他社特許の権利侵害のリスクがなく、またライセンスロイヤリティ自体が収益の柱なので、製造企業との利害関係が異なるため、先ほど述べたようなクロスライセンスや安価なライセンスロイヤリティを求めるパテントプールへの参加も期待できない。したがって、PAE による訴訟可能性は従来からの大規模メーカーにとっては収益性を低下させ、製品化を阻害することとなる。このようなことから、米国の大規模メーカーを中心に特許権の権利行使の制限を求めることが高まり、もともと特許権侵害での賠償金額が大きく、このような PAE の活動が活発な米国では、2000 年代中盤以降 PAE 等による差

し止めが認められるハードルを高くするなど実際に特許権の効力を弱める方向に政策的な誘導が行われる傾向にある⁴⁾。

3. パテントプールと独占禁止法

特許は市場を独占するために認められた制度なので、企業が単独で特許による市場支配力を行使することは問題ない。しかしながら、パテントプールのように複数の企業が特許を集約し、共同して市場支配力を行使することは、独占禁止法上問題となる。パテントプールの競争制限的な側面として、同一市場で競合する複数の企業が集まって交渉に当たることから、その行為自体が価格協定や生産量の割り当てなどの共同謀議の手段として用いられる可能性があることである。実際に 1996 年のばちんこ機パテントプール事件において、パテントプールを使ったカルテル行為があったと認定されている。また、カルテル行為が行われない場合であっても、プールされた特許のライセンスロイヤリティを引き上げて、事実上独占価格でしか販売できないようにすることで、やはりカルテルと同様の手段として利用することが可能である。更に、ライセンスに様々な条件を課すことで、市場分割や製品価格の拘束、参入制限などを行うことで、市場競争を緩和すること可能とある。実際、独占禁止法が適用されない戦前に行われたパテントプールに焦点を当てた Lampe and Moser（2015）の分析によると、パテントプールが行われた業種において顕著に特許権や特許の被引用件数が減少し、企業間の研究開発競争の低下がみられたことが、報告されている。

以上のような問題から、米国においては、FTC（Federal Trade Commission：連邦取引委員会）と司法省が共同で示した 1995 年のパテントプールに関するガイドライン以前は、ほとんどパテントプールは認められていなかった。しかし、ICT 分野での特許の藪を解消する手段として認識されるようになり、競争当局も上記のようなガイドラインを示すことで競争制限とならない範囲でのパテントプールを認めるようになっている。

では競争制限とならないパテントプールとはどのようなものだろうか。日米ガイドラインによってパテントプールが認められる要件として、①当該市場の製品に欠くことができない必須特許のみを集めたパテントプールであること、②補完的關係にある特許であること、③公正で無差別に適切なライセ

ンスロイヤリティでライセンスを行うという FRAND 条件 (Fair, reasonable and discretionary condition) を認めること、④プールされた特許に対して個別にライセンスを受けることを可能とすること、等を定めている。以上の要件において示される考え方として、必須特許以外の特許や代替関係にある技術をプールすることを認めると、そのパテントプールの市場支配力を高めてしまう可能性があるため、その可能性を事前に防止することに力点が置かれている。

このようなパテントプールがどの程度企業の研究開発インセンティブに影響を与えるのかは評価が分かれる。Joshi and Nerkar (2011) では光ディスクでの mpeg2 のパテントプールの結成がライセンサーおよびライセンシーの両方とも不参加企業と比較して、特許件数が減少するという結果を得ている。しかしながら、DVD やブルーレイなどの光ディスクの標準化に伴う世代を含むパテントプールの結成が企業の特許取得や研究開発投資に与える影響を分析した Shinbo, Nagaoka and Tsukada (2015) では、パテントプールのライセンサーおよびライセンシーの両方において、プール結成後も盛んに研究開発投資を行い、また当該パテントプールに関連する技術だけでなく、次世代規格に関連する技術についても特許取得も行う傾向を見出している。

パテントプールに付随する重要な問題としてアウトサイダーの存在がある。研究開発と製品の製造の両方を行っている垂直統合型の企業では、FRAND 条件下での安価なライセンスロイヤリティによるパテントプールでも、製品市場で利益を上げることが可能である限りプールを結成・参加することのメリットはある。しかしながら、NPE ではライセンスロイヤリティが低い場合には利益を上げることができなくなるので、パテントプールには参加するメリットは小さい。むしろパテントプール外で、製造に不可欠な必須特許を有する、いわゆるアウトサイダーとして行動することで高いライセンスロイヤリティを課すことが利益を高めることが可能となる。特に、パテントプールからライセンスを受けた企業が生産設備へ投資を行ったのちに、特許侵害でそれら企業の生産の差し止めを脅しとして使うことで、その企業をホールドアップに追い込むことが可能となる。

この問題はパテントプールの効率性を阻害する

こととなるため、競争当局はアウトサイダーを反競争的であるとして告発が行われている。政策的には、PAE の問題と同様に、アウトサイダーの問題を通じて、特許権の行使を弱める方向に進む傾向がある。

4. 標準化と特許

5G などの通信規格にみられるように ICT 分野では、各企業の製品に互換性を持たせることで使用者の利便性を高めることが可能である。特に第4次産業革命では、あらゆるモノがインターネットにつながるものが想定されており、個々の機器やソフトウェアのインターフェイスが標準化されていることのメリットは大きいと考えられる。

ICT 分野では 90 年代から複数の企業が集まって事前に規格を決める標準化が頻繁に行われてきている。標準化には国際電気通信連合 (International Telecommunication Union : ITU) や国際標準化機構 (International Organization for Standardization : ISO)、ヨーロッパ電気通信標準化協会 (European Telecommunications Standards Institute : ETSI) などの公的な色彩が強い組織が主体となって行われるケースのほかに、企業同士が自主的に集まって独自に規格を決めるフォーラムの形成が観察される。後者の試みは、ネットワーク外部性のメリットを享受し、同時に複数企業が協調して市場支配力を高める行動と言える。

標準化において、政府等の公的機関がどの程度介入すべきか、あるいは企業の自主的な取り組みに任すべきなのかは議論の余地がある。企業の自主的な取り組みに任せた場合、規格の乱立の恐れがあるために、一般的には公的な機関が主導して単独の規格を設定することが望ましいと考えられる。しかしながら、例えば、Cabai and Salant (2014) は公的な機関による単一の標準化は、競争がないために企業の研究開発インセンティブが低下してしまい、結果として社会厚生を低下させる可能性があるため、必要悪として複数の標準が存在する方が社会的に望ましい可能性を指摘している。

ICT 関連技術の多くは特許化されているケースが多いため、標準化に組み込む技術を決める際、参加を表明する標準化必須特許 (Standard Essential Patents : SEP) 保有企業に対し、事前に FRAND 宣言という FRAND 条件へのコミットを義務づけるケースが多い。FRAND 宣言がなければ、標準化の交渉において自社技術を標準規格に組み入れた後に、規格

に準拠した製品を製造している企業に高額なライセンスロイヤリティを課すことでホールドアップに追い込むことが可能となってしまうからである。このようなリスクを回避するために、標準化交渉に当たっては、FRAND 宣言されていない必須特許は基本的に規格に採用しない方針が取られる。なお、標準化では、必須特許を保有する企業でパテントプールを形成し一括でライセンスされるケースもあれば、個別企業毎のライセンス交渉となるケースも両方とも存在する。したがって、標準化イコールパテントプールと言うわけではない。

FRAND 宣言は標準化の円滑な策定には不可欠なものであるものの、必須特許保有企業にとっては悩ましい問題も多いと考えられる。一般に製品に不可欠な必須特許は基本特許であり、その発明の総じて価値は高い。しかしながら FRAND 宣言によりリーズナブルなライセンスロイヤリティを設定しなければならず、結果として研究開発投資から十分に収益を上げることが難しくなる。また、FRAND 宣言された技術はライセンスロイヤリティを払えば誰でも利用可能となるため、市場競争が激しくなり、製品自体がコモディティ化する可能性もある。このように低額なライセンスロイヤリティと製品市場の激化という両面で、研究開発からの収益性を悪化させる可能性がある。

さらに近年懸念される問題として、「ホールドアウト」あるいは「リバーホールドアップ」がある (Nagaoka 2019)。これは FRAND 宣言を行った企業は誰でも無差別でライセンスしなければならない状態に置かれ、一部のライセンシーを排除できないことを逆手に取り、ライセンシー側がそもそもライセンスロイヤリティ交渉に応じない、あるいは交渉の先延ばしを図ることで、ライセンスロイヤリティの支払いを逃れる、あるいは廉価なライセンスロイヤリティ契約に追い込むことを言う。このような、ライセンシー側の行動は、PAE やアウトサイダー対策のために、特許権者側での特許による差し止め請求を難しくするなど、一連の権利制限を強化したことも影響している。このような観点でも、研究開発を行っている企業は、それに見合った収益を上げるのが非常に難しい市場となりつつあるというのが現実である。

5. オープンソースソフトウェア (OSS)

特許侵害に対するリスクやロイヤリティスタッ

キングの問題を回避するために、ソフトウェア分野において、グーグルやアップルなどの世界的な IT 企業を中心に、オープンソースソフトウェア (Open Source Software : OSS) を推進する傾向が顕著に進んでいる。オープンソースソフトウェアでは、企業がこれに同意すればそれら特許を無償で利用することが可能となる一方で、参加企業に対して無償での特許供出が求められる。このような相互に無償で権利を提供する形は、大企業だけでなく、十分な権利を持たず、また権利侵害訴訟に対する準備も十分ではない中小企業による製品分野への参入が容易になるという効果が期待される (Ceccagnoli and Gorman 2017)。しかしながら、特許権の無償での利用は、特許本来の機能を制限することであり、そもそも企業の当該分野への研究開発投資を抑制する可能性が考えうる。また、企業によってはそのようなオープンソースソフトウェアに対して、必ずしも重要な特許を提供しないという問題も起こりうる (Hall and Helmers 2013)。

6. おわりに

知的財産制度は発明を行った企業等に独占権を付与することでイノベーション活動のインセンティブを付与する制度である。しかしながら、現状を見る限り ICT 分野では必ずしもこのような機能が適切に機能しているとは言えない。もともと特許の藪や PAE の活動による製品市場への悪影響の懸念から、2000 年代以降大企業を中心に特許権を弱める方向で活動し、政策的にもそれが進められてきている。このような動きは製品市場でのライセンスロイヤリティの高額化やホールドアップ問題を解決する一方で、特許保有企業に安価なライセンスを迫るものであり、それら企業が研究開発投資に見合うだけのライセンス収入を得るのを難しくさせている可能性があるのである。OECD の報告書によると、世界的に ICT のハードウェア業種 (Computer & Electronics、Electronic equipment、Telecommunications) での大企業の研究開発投資は減少傾向にある⁵⁾。同様に長岡 (2019) でも日本企業の情報通信関連の研究開発投資が減少傾向にあることが確認されている。このような傾向が上記のような要因によるかどうかは定かでない。しかしながら、第4次産業革命において、ICT 分野のイノベーションはますます重要となるにも関わらず、その ICT 分野で研究開発投資が減少傾向にあるとい

う、ある種パラドックス的な状況が生じていることは事実である⁶⁾。

ICT分野での特許の数の解消およびPAEやアウトサイダーの問題を避けるためには、パテントプールや標準化とそれに伴うFRAND宣言は必要不可欠なツールであることも否定できない。その中でどのよ

うな状況が社会的に望ましいのかについては今後の分析課題であり、このような状況下で、どのようなイノベーション政策や競争当局の介入が望ましいのかについて、今後ますます議論が必要と言えよう。

[参考文献]

- Cabral, L. & Salant, D. 2014, "Evolving technologies and standards regulation", *International Journal of Industrial Organization*, vol. 36, pp. 48-56.
- Ceccagnoli, W. M. & Forman, C. 2016, "Opening Up Intellectual Property Strategy: Implications for Open Source Software Entry by Start-up Firms", *Management Science*, vol. 62, no. 9, pp. 2668-2691.
- Cockburn, I.M. & MacGarvie, M.J. 2011, "Entry and Patenting in the Software Industry", *Management Science*, vol. 57, no. 5, pp. 915-933.
- Cohen, W.M., Nelson, R.R. & Walsh, J.P. 2000, "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)", NBER Working Paper No. 7552.
- Dernis, H., Gkotsis, P., Grassano N., Nakazato, S., Squicciarini, M., van Beuzekom, B. & Vezzani, A. 2019, *World Corporate Top R&D Investors: Shaping the future of technologies and of AI and of AI*. A joint JRC and OECD report, Office of the European Union, Luxembourg.
- Haber, S.H. & Werfel, S.H. 2016, "Patent trolls as financial intermediaries? Experimental evidence", *Economics Letters*, vol. 149, pp. 64-66.
- Hall, B.H. & Helmers, C. 2013, "Innovation and diffusion of clean/green technology: Can patent commons help?", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 66, no. 1, pp. 33-51.
- Heller, M.A. & Eisenberg, R.S. 1998, "Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research", *Science*, vol. 280, no. 5364, pp. 698-701.
- Joshi, A.M. & Nerkar, A. 2011, "When do strategic alliances inhibit innovation by firms? Evidence from patent pools in the global optical disc industry", *Strategic Management Journal*, vol. 32, no. 11, pp. 1139-1160.
- Lampe, R. & Moser, P. 2013, "Patent pools and innovation in substitute technologies-evidence from the 19th-century sewing machine industry", *The Rand journal of economics*, vol. 44, no. 4, pp. 757-778.
- Nagaoka, S. 2019 "Licensing of standard essential patents: Hold-up, reverse hold-up, and ex-ante negotiation," <https://voxeu.org/article/licensing-standard-essential-patents>
- Shapiro, C. 2001, "Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting," Jaffe, Adam B., Lerner, Joshua, Stern Scott (eds.) *NBER Book Series Innovation Policy and the Economy* Vol. 1, MIT Press.
- Shimbo, T., Nagaoka, S. & Tsukada, N. 2015, "Dynamic Effects of Patent Pools: Evidence from inter-generational competition in optical disk industry", RIETI Discussion Paper 15-E-132.
- 長岡貞男 2019, 「第4次産業革命」と日本産業のイノベーション能力, RIETI Discussion Paper 19-P-020.

[註]

- 1) このような状態を「反共有地の悲劇」とも言う (Heller and Eisenberg 1996)。共有地の悲劇は共有となった資源が過剰に消費されることによる問題であるが、反共有地の悲劇とは、過剰に私的権利が主張されることで資源が利用されない状況を指す。

- 2) このような状態は、十分な特許ポートフォリオを持たない中小企業やスタートアップ企業の参入を妨げている可能性がある。実際、ソフトウェア分野では、特許権が多数権利されている技術分野ほど、新規参入する企業が減少することを示す研究がいくつかある (Cockburn and MacGarvie 2011 など)。
- 3) 例えば、2011 年にスマートフォン関連特許で権利侵害があったとしてアップルがサムスンを訴えたケースでは、サムスンによるアップルへの特許侵害に対する反訴が相次ぎ、日本を含む世界 10 か国で訴訟が行われた。最終的に 2018 年に和解が成立している。
- 4) しかしながら、中小企業や大企業において利用されていなかった特許を活用するという意味ではライセンス市場の構築に寄与している面がある。また、製造に関する補完的資産が十分ではない中小企業にとっては、研究開発の成果を収益化する点でイノベーション促進的な面があることも指摘されている (Haber and Werfel 2016)。
- 5) OECD の報告書である Dernis et al. (2019) では世界の研究開発投資上位 2500 社の研究開発投資額を分析している。それによると業種別に研究開発投資額を 2012 年と 2016 年を比較したうえで、金額は大きいものの、ICT 関連である computer& electronics 分野で研究開発投資額が低下していることがわかる。同じように Electronic equipment や Telecommunications でも減少している。このように ICT 関連分野では上位企業の研究開発投資が減少しているのが実態である。一方で IT service や Purchasing & Broadcasting での研究開発投資が増加傾向にあることがわかる。ここからわかるのは ICT 関連分野ではハードウェア関連の投資は減少傾向にある一方で、IT を使ったソフトウェア関連サービスへの投資が増加傾向にあることが世界的な傾向ということである。
- 6) オープンソースソフトウェアを主導している IT サービスや自動車、金融や小売 (アマゾンを含む) など今後 ICT 分野の利用が進むであろう業種にて研究開発投資は増加傾向にあり、この傾向はイノベーションの担い手が変わりつつあることを示す兆候と見えなくもない。これら業種では、ICT 技術自体は収益の依存しないことから、今後 ICT 分野の大企業を買収することでイノベーションの担い手となっていく可能性がある。

[第2部] 第4章 因果性と異質性の経済学と機械学習

依田	高典	v
石原	卓典	vi
鳶田	栄樹	vii

【要約】

近年急速に機械学習と計量経済学の融合「因果的機械学習」が進んでいる。私の研究室では、Causal Forest を多面的に用いて、因果的機械学習の強みと弱みを検証している。説明力を最大化しつつも、因果性のみならず異質性まで出せるので用途も応用範囲も広い。その強みはデータの「Unconfoundedness」という条件付独立性の仮定に由来するもので、データの統制が必要である。また、限界効果（偏微係数）の導出に難があるので、経済学に必要な社会厚生分析がやりにくい弱みもある。本章では、因果性と異質性の経済学である限界介入効果について解説する。また、因果性と異質性の機械学習である Causal Forest についても解説する。

^v 京都大学大学院経済学研究科教授

^{vi} 京都大学大学院経済学研究科研究員

^{vii} 京都大学大学院農学研究科博士課程

1. はじめに

人工知能には、「弱い人工知能」と「強い人工知能」がある。現在ある人工知能はおしなべて弱い人工知能と言って良い。弱い人工知能の具体例として、自動運転やアルファ碁のような人間を補完する道具をあげることができる。他方で、強い人工知能の開発の萌芽はまだ見えない。強い人工知能の具体例として、鉄腕アトム、ドラえもんのようなロボットをあげることが出来るが、まだSFの世界の話だ。

弱い人工知能と「機械学習」はほぼ同義と考えて良い。機械の人工知能が人間の自然知能を超える「シンギュラリティ」は、この延長線上にはないと言えよう。機械学習にも色々な種類がある。例えば、「教師あり学習」と「教師なし学習」がある。現状社会で役立っているのは教師あり学習の方だ。教師あり学習には、正解を人間が用意してやる必要がある。また、「古典的機械学習」と「深層学習」という見分け方もある。画像認識、音声処理でイノベーションをもたらしたのが深層学習であり、経済データで力を発揮するのはむしろ古典的機械学習である。

次に、機械学習と計量経済学を比較してみたい。両者とも応用統計学に過ぎないが、機械学習はノンパラメトリック推定重視、計量経済学はパラメトリック推定重視という違いがある。予測誤差を最小化し説明力に優れるのが機械学習であり、因果性の推論に優れるのが計量経済学（因果推論）である。過学習を抑えるため訓練データとテスト・データを分けて用いる機械学習、漸近性にに基づき仮説を検定する計量経済学という違いもある。

ところが、近年急速に機械学習と計量経済学の融合が進んでいる。「因果的機械学習」の登場だ。第2節で扱う「Random Forest」から「Causal Forest」への流れがある。この分野のノーベル経済学賞の授与も遠くないとも予想されている。私の研究室では、Causal Forest を多面的に用いて、因果的機械学習の強みと弱みを検証している。説明力を最大化しつつも、因果性のみならず異質性まで出せるので用途も応用範囲も広い。その強みはデータの「Unconfoundedness」という条件付独立性の仮定に由来するもので、データの統制が必要である。また、限界効果（偏微係数）の導出に難があるので、経済学に必要な社会厚生分析がやりにくい弱みもある。因果性・異質性を活用する計量経済学の手法も登場し（「限界介入効果」と呼ばれる）、価値判断を伴う

社会厚生分析には優れている。

第2節は、因果性と異質性の経済学である限界介入効果について解説する。第3節では、因果性と異質性の機械学習である Causal Forest について解説する。

2. 因果性と異質性の経済学～限界介入効果～

2-1. はじめに

経済学の主要な役割の一つとして、政策の評価と政策効果の予測がある（Heckman and Vytlačil, 2005; Heckman, 2010）。この目的を果たすため、経済学では従来、経済理論から構築したモデルを用いる構造推定アプローチが取られてきたものの、同アプローチには課される仮定の強さや推定方法の複雑さに対する批判がある。これに対し、実験・準実験を用いるプログラム評価アプローチは、手法の透明性を確保しつつ介入効果を識別できることから、政策評価の手法として今日では多用されている。しかし、プログラム評価アプローチは政策効果の予測においては力を発揮しないとの批判がある。この両者の欠点を補う方法が、限界介入効果（MTE: Marginal Treatment Effects）を用いた政策評価である。MTE は、「介入を受けることと受けないことが無差別である人々の介入効果」と解釈される。MTE を用いることによって、関心のあるアウトカムに政策変化が与える影響を識別することができるのである。この効果は、政策関連介入効果（PRTE: Policy Relevant Treatment Effects）と呼ばれており、政策効果の予測を可能とする。

MTE を推定する他のメリットとして、効果の異質性（Heterogeneity）を検証できることが挙げられる。ここでの異質性とは、効果が個人あるいは集団ごとに異なることを意味する。介入効果の異質性は、政策評価を行う上で重要な示唆を与える。例えば、平均介入効果（ATE: Average Treatment Effects）で評価したときに介入効果がなかったとしても、「効果がある人」と「効果がない人」との影響が打ち消し合っているだけかもしれない。このとき、政策介入の効果が無いとは言えない。また、観察できる属性を用いて効果の異質性を説明できるとき、その属性に基づいた政策介入のターゲティングを実現することも可能となる。一方、介入効果の異質性は観察できる属性のみから説明されとは限らない。例えば、介入に対する好みや介入を受けるためのコストによって介入効果変動するかもしれない。

い。しかし、これらの属性は多くの場合、観察することができない。このような観察不可能な要因による介入効果の異質性を検証可能にするのが MTE である。つまり、MTE は「観察可能・観察不可能な要因で条件付けた介入効果」とも解釈することができる。

2-2. MTE とは何か

観察されるアウトカムを Y 、ある政策介入の有無を D と表す。ただし、介入を受けると $D = 1$ であり、介入を受けないと $D = 0$ である。すると、観察されるアウトカムは、

$$Y = DY_1 + (1 - D)Y_0$$

となる。 (Y_0, Y_1) はポテンシャルアウトカムであり、下記の通り決定される。

$$Y_j = \mu_j(X, U_j), j \in \{0, 1\}$$

ただし、 μ_j は任意の関数であり、 X は観察可能な変数、 U_j は観察不可能な変数を表す。

MTE の分析枠組みでは、個人が介入を受けるかどうかを決定する。この選択は下記の通り決定される。

$$D = 1[D^* \geq 0], D^* = \mu_D(Z) - U_D \quad (1)$$

式(1)の $1[\cdot]$ は指示関数、 μ_D は任意の関数である。 Z は観察可能な変数であり X を含む。ただし、 Z のうち、 X に含まれない除外変数が存在するとする。 U_D は観察不可能な連続変数であり、 (U_1, U_D) と (U_0, U_D) は X で条件付けたとき、 Z と独立であることを仮定する。ここで、 U_D を $[0, 1]$ に一様に分布するように基準化すると、傾向スコア $P(Z)$ は $P(Z) \equiv \Pr(D = 1 | Z) = \mu_D(Z)$ と表される。

以上のセットアップの下、MTE は次の通り定義される。

$$\text{MTE}(x, u_D) \equiv E(Y_1 - Y_0 | X = x, U_D = u_D)$$

つまり MTE は、観察される変数 X と観察不可能な変数 U_D で条件付けた介入効果を表す。 $U_D \sim \text{Unif}[0, 1]$ であるため、例えば u_D がゼロに近い個人は、観察不可能な変数に関して介入を受けやすい。このように、MTE は「介入の受けやすさ」に応じた介入効果の推

論を可能とする。さらに MTE は、 $\mu_D(z) = u_D$ である個人、つまり「介入を受けることと受けないこととが無差別である」個人の介入効果と解釈することもできる。

では、どのように MTE を推定することができるのか。Heckman and Vytlacil (1999, 2005) では、局所操作変数法 (LIV: Local Instrumental Variables) が提案されている。LIV は $P(Z) = p$ で条件付けたアウトカムの微分として定義され、以下の式が成り立つことが示されている。

$$\frac{\partial E(Y | P(Z) = p, X = x)}{\partial p} = \text{MTE}(x, p)$$

つまり、 $E(Y | P(Z) = p, X = x)$ を傾向スコアで微分することでノンパラメトリックに MTE を求めることができるのだ。以下の図 2-4-1 で MTE を推定したときの一例を示す。この例では、MTE が U_D に関して右肩下がりとなっている。つまり、観察不可能な変数に関して介入を受けやすい (u_D がゼロに近い) 個人ほど介入効果が高い。一方、 u_D が大きく、介入を受けにくい個人ほど、介入効果が小さくなっている。特に、 $U_D = 0.8$ あたりを境に介入効果の符号がプラスからマイナスへと転じている。このように、MTE を推定することで、介入効果の異質性を議論することが可能となる。

2-3. MTE の応用例

Carneiro, Heckman, and Vytlacil (2010, 2011) では、大学への進学が賃金に与える効果を、パラメトリックあるいはセミパラメトリックな MTE を推定することで検証している。結果として右肩下がりの MTE が得られたため、観察不可能な変数に関して大学へ進学しやすい個人ほど、賃金への効果が高くなることを示している。さらに、弱いサポート条件下で政策変化の限界効果を識別できる限界政策関連介入効果 (MPRTE: Marginal Policy Relevant Treatment Effects) というパラメータを定義し、大学への進学を促す政策の限界効果を計測している。

先行研究において、保育プログラムが子供のアウトカムに与える効果にはコンセンサスがないという問題意識の下、Cornelissen et al. (2018) は MTE を推定することで、観察可能・観察不可能な変数による効果の異質性がその要因であることを指摘している。特に、MTE 関数が右肩上がりであることか

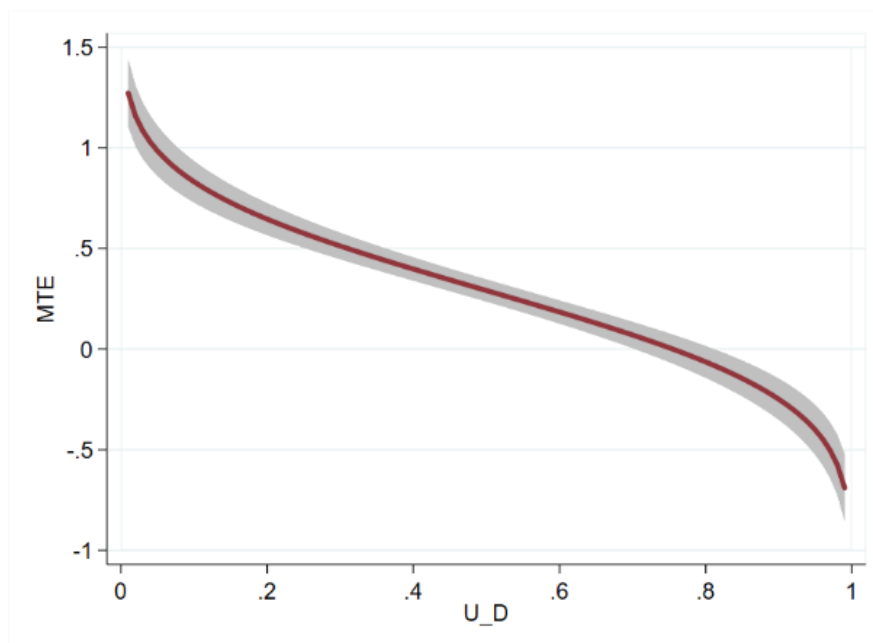


図 2-4-1 MTE の推定例

ら、観察不可能な変数に関して保育プログラムを受けにくい個人ほど、保育プログラムの効果が高いことを示している。さらに、推定した MTE から PRTE を求めることで、保育プログラムへの参加割合を増やす政策を実行した場合の政策効果をシミュレートしている。

政策介入がもたらす便益に加え、介入を受けるコストも政策上、重要である。コストに関する直接的な情報がない場合においても、MTE フレームワークを応用することで、コストを識別・推定する方法を提案している研究として Eisenhauer et al. (2015) がある。MTE が「介入を受けることと受けないことが無差別である」個人の介入効果と解釈できることを思い出してほしい。つまり、このような個人にとっては、介入による便益と介入を受けるコストが等しいのである。Eisenhauer et al. (2015) はこの性質を利用し、介入を受けるコストを識別する方法を提案し、大学教育が賃金に与える効果と、大学教育を受けるコスト、そして総余剰を推定している。

MTE を政策効果の予測に用いた研究の一つとして、Kline and Walters (2016) がある。同研究では、アメリカ政府が助成する、低所得者などの環境不遇者を対象とした幼児教育プログラム (Head Start) の効果を検証している。著者らは、Head Start Impact Study と呼ばれるランダム化比較実

験を利用して、プログラムがテストの点数へ与える効果を検証している。次に、著者らは政策を限界的に変化させた場合の費用便益分析を考えている。この計算を行う際の困難として、介入群に割り当てられた幼児、つまりプログラムを受けることができなかった幼児の多くが、別の幼児教育を受けていたことがある。この点を考慮して算出した限界的な財政支出が、MTE に依存することを著者らは示した。

最後に、経済実験データを用いて介入効果の異質性を検証した Kowalski (2018) を紹介する。著者は乳房 X 線撮影が健康に与える負の側面 (過剰診断) を調べるため、1980 年代に行われた実験を利用した。同実験では、介入群に割り当てられた女性は X 線撮影を受ける機会が与えられた。ただし、介入群の女性は X 線撮影を受けなくても良いし、統制群の女性は X 線撮影を受けることができるため、両側不承諾の実験設計となっている。このような実験設計では、個人は 3 つのタイプに分類される。まず、どちらの群に割り当てられても必ず介入 (X 線撮影) を受ける個人で、Always Taker と呼ばれる。次のタイプは、どのような割当てであれ絶対に介入を受けない個人であり、Never Taker と呼ばれる。最後に、介入群に割り当てられれば介入を受け、統制群に割り当てられれば介入を受けない Complier がある。Kowalski (2018) では MTE フレームワークの下、 U_D で条件付けたポテンシャルアウトカムの期待値に、

U_D に関する単調性を仮定している。そうすることで、介入効果のバウンドを求め、これらのタイプ間で介入効果に異質性が存在するかどうかを検定する方法を提案している。その結果、Always Taker は Complier と比べると、過剰診断が少なくとも 3.5 倍多いことが示された。

3. 因果性と異質性の機械学習～Causal Forest～

3-1. はじめに

近年、複数の経済学研究が、機械学習の手法を使って、複数の属性情報や環境情報で条件づけた介入効果を予測し、その予測された介入効果を用いた分析を行っている。機械学習の手法は、元々は複数の属性情報 x を用いて結果 y を予測するために活用されてきた。しかし、近年は、結果の予測だけにとどまらず因果推論に機械学習を活用する研究が盛んに行われている (Imai and Ratkovic, 2013 など)。中でも、CART や Random Forest 等の木に基づく手法で著しい発展がある。Athey and Imbens (2016) は木に基づく手法を因果推論に導入し、さらに Wager and Athey (2018) が Causal Forest としてその手法を発展させ、その手法によって予測される条件付き介入効果が、幾つかの条件の下で一致性及び漸近性正規性を持つことを明らかにした。

また、省エネ研究・貧困及び労働研究・開発研究・租税研究など、さまざまな領域の経済学研究が Causal Forest を使用して条件付き平均介入効果を予測し、その分布の特徴やどのような共変量がその異質性を説明するかを検証している (Carter, Tjernström, and Toledo, 2019; De Neve et al., 2019; Farbmacher, Kögel and Spindler, 2019; Hoffman and Mast, 2019; O'Neill and Weeks, 2018)。さらに、単一の介入効果を評価する省エネ研究や貧困及び労働研究が、条件付き平均介入効果を使用した例証を通して、誰に介入すべきかという観点からターゲティングを実施することの有用性を提示している (Bertrand et al., 2017; Davis and Heller, 2017; Knittel and Stolper, 2019)。

3-2. Causal Forest とは何か

Wager and Athey (2018) の Causal Forest (以下、CF) は機械学習の手法の一つである Random Forest を因果推論の文脈に持ち込んだノンパラメトリックな推定手法である。そのため、CF を紹介していくにあたって、まずは、Random Forest や決

定木について補足しておく必要があるだろう。ここでは、あくまで補足的に決定木や Random Forest についての紹介を行う。

Random Forest は決定木にアンサンブル法を適用したものである。決定木では分類を目的とする場合には分類木を用い、数値の予測など回帰を行うことが目的である場合には回帰木と呼ばれるものを用いる。こうした決定木を作成するアルゴリズムとしては、CART (Classification and Regression Tree: Breiman et al. 1984) などがよく用いられている。決定木では木の頂点から始めて、複数回データを 2 分割していくことにより、予測モデルを構築する。以下で決定木と呼ぶ場合は、CART アルゴリズムに基づく回帰木を指すこととする。

今 $i = 1, \dots, N$ の訓練データの組 $\{Y_i, X_i\} \in \mathcal{R} \times \{0, 1\}^p$ が与えられた下で、決定木を構築する場合を考えてみよう。ここで Y_i は応答 (あるいは結果変数) を、 X_i は特徴量 (あるいは共変量) を表すものとする。決定木の目標は、 $X_i = x$ で条件づけた応答 Y_i の条件付き期待値を予測するモデルを構築することである。予測したい応答 Y_i の条件付き期待値 $\mu(x)$ を以下のようにあらわす。

$$\mu(x; \Pi) = E[Y_i | X_i = x; \Pi]$$

上記の $\mu(x)$ を予測するモデルを構築するために、決定木ではデータを分割することによりモデルの構築を行う。分割が始まっていない頂点のことを親ノードと呼び、一番下の R_1 や R_2, R_3 のことをリーフまたは最終ノードと呼ぶ。図 2-4-2 のようにある点 c_1, c_2 を決め、それに従いデータを分割していき、リーフ内のデータ数が特定の数より少なくなった時に分割を停止する。最終的に各分割領域での予測値 $\hat{\mu}_j$ は、その領域にあるデータの応答の平均として表される。 c_1, c_2 のような分割点を定める基準として、平均二乗誤差 (Mean Squared Error; MSE) が用いられることが多い。MSE は以下のように定義される。

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^J \sum_{i \in R_j} (Y_i - \hat{\mu}_j)^2$$

ここで $j \in \{1, \dots, J\}$ は分割領域の数を示しており、 $\#(\cdot)$ はデータ数を示している。また、 $\hat{\mu}_j$ はある分割領域 j での応答の平均を示している。

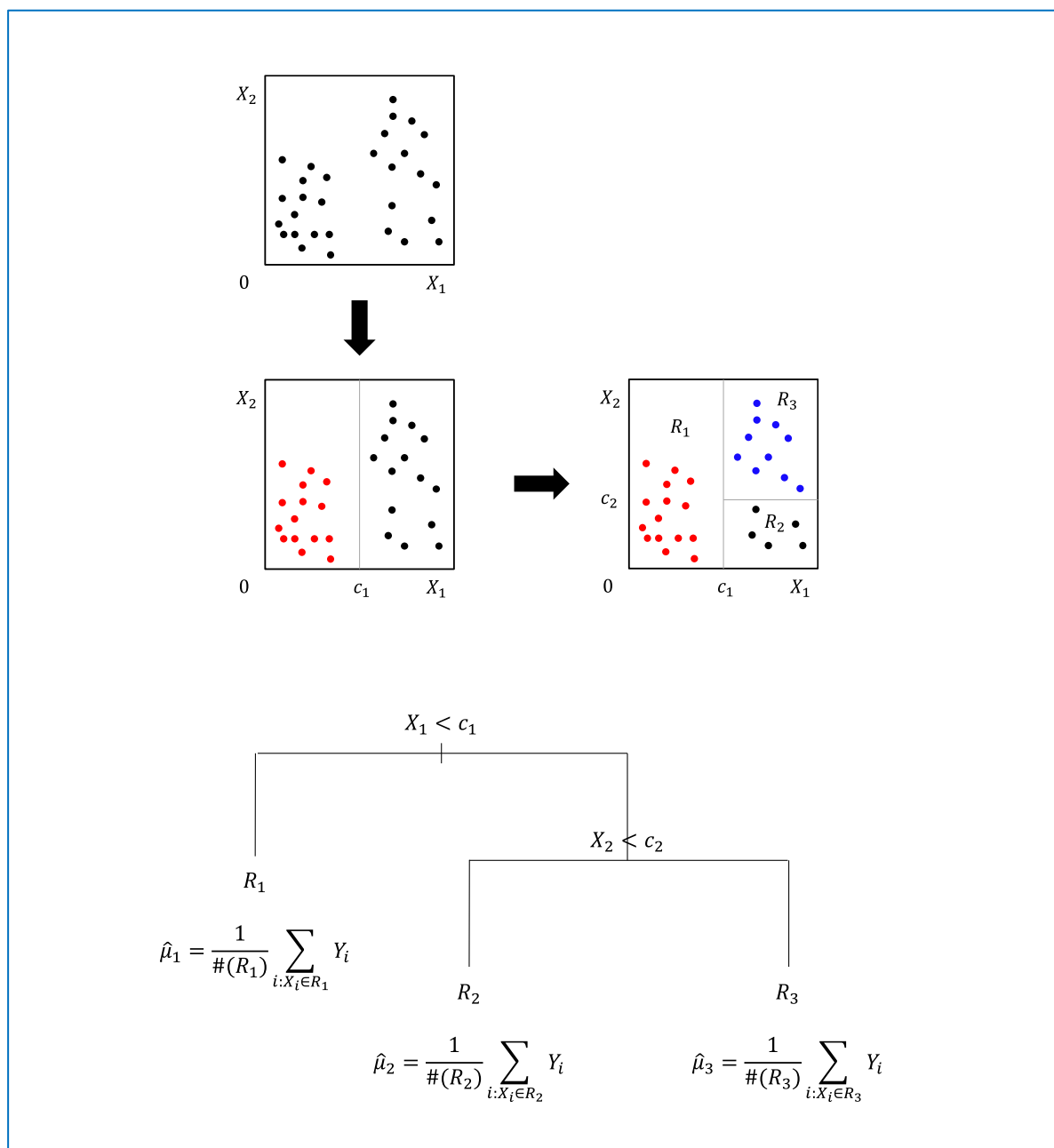


図 2-4-2 決定木の例

このように決定木では、MSE が最も小さくなるものを閾値として選択することにより、分割点を定める。実際にはすべての R_j について、上記の MSE を考慮するのは計算量が膨大になり実行不可能であるので、再帰的な 2 分割法により MSE の計算を行う。この方法は上記のようにすべての分割を見据えた上で分割を行うのではなく、特定の分割点のみに着目して最適な分割を行う。具体的には、すべての特徴量 X_1, \dots, X_p と書く特徴量についてのすべての分割点の値 c を考え、MSE が最小となるような木を作る特徴量と分割点を選ぶことにより行う。

決定木は木を深くすることによって、データ内の複雑な構造に対処することができる。しかし、決定木による回帰や分類の予測結果はばらつきが大きくなることも知られている。そのため、この決定木の予測のばらつきを抑えるために、複数の決定木の平均を取ることによって分散を低下させようというアイデアが Random Forest である。

Random Forest のアルゴリズムでは、 B 本の木に対して、それぞれサイズ N の訓練データからブートストラップ法によりサンプル Z^* を取り出す。取り出したサンプル Z^* について、 p 個の特徴量の中からラ

ンダムに m 個の特徴量を取り出し、その m 個の変数の中から最も応答 Y_i と相関の高い変数を取り出し、それを用いて、最小二乗誤差を小さくするようにサンプル Z^* をある閾値に基づいて2分割する。さらに、この分割を最小ノードサイズ n_{min} に到達するまで繰り返し行っていく。最終的に得られた B 本の決定木の予測結果を統合することにより、最終的な予測を行う。回帰を行う場合、この統合は各決定木の平均を取ることににより行われる。また、Random Forest では、フォレストを育てる際に使用した変数の重要度を報告してくれる変数重要度という指標がある。これはその特徴量での分割が応答への回帰にどれくらい寄与しているかを示すものである。

この Random Forest アルゴリズムのアイデアを因果推論に持ち込んだのが、Causal Forest である。Causal Forest では Random Forest 同様、複数の因果木を作成し、それらの結果を統合することにより、条件付介入効果の予測値を求める。Causal Forest (以下、CF) では通常の Random Forest (以下、RF) と同様に複数の木からモデルを構築する。RF の目標は応答 Y_i と特徴量 X_i を用いて予測を行うことであった。一方、CF では応答 Y_i と特徴量 X_i に加え、介入の割当変数 W_i を用いて因果推論を行うことにその目的がある。

通常、観察データを用いて因果推論を行う場合、以下の潜在結果の条件付き独立の仮定 (Unconfoundedness) が必要である。

$$\{Y_i^{(0)}, Y_i^{(1)}\} \perp\!\!\!\perp W_i \mid X_i$$

さらに、特定の特徴量 $X_i = x$ について、介入群 $W_i = 1$ に割り当てられる人と統制群 $W_i = 0$ に割り当てられる人のどちらも含まれている必要があること

から以下の重なるの仮定 (Overlap) を置く。

$$0 < \Pr(W_i = 1 \mid X_i = x) < 1$$

これらの仮定の下で、以下の条件付介入効果 (Conditional Average Treatment Effect; CATE) を推定していく。

$$\tau(x) = \mathbb{E}[Y_i^{(1)} - Y_i^{(0)} \mid X_i = x]$$

CF でも通常の因果推論の場合と同様に、上記の2つの仮定の下で、 $\tau(x)$ の推定を行うことが目的となる。基本的なアルゴリズムは CART による決定木や RF と同様であるが、応答の予測値 $\hat{\mu}(x)$ ではなく、CATE の推定値 $\hat{\tau}(x)$ を求めることに目的が置かれているため、修正を行う必要がある。

また、通常の決定木や RF では手元にある標本を、モデルの構築を行う訓練データとモデルの評価を行うテストデータに分割する。一方、Athey and Imbens (2016) の因果木や Wager and Athey (2018) の CF の特徴の一つは、Honesty という方法により訓練データをさらに2分割することがあげられる。この Honesty を行うことにより、予測した $\hat{\mu}(x)$ や $\hat{\tau}(x)$ が一致性や漸近正規性といった性質を満たすことが知られている。Honesty では、一方のデータをモデルの分割点の選択に使い、もう一方のデータを予測値の推定のために用いている。

CF を構成する木は因果木 (Causal Tree) と呼ばれる。今、ある標本 \mathcal{S} について因果木を推定することを考えよう。ここで \mathcal{S}^{te} , \mathcal{S}^{tr} はそれぞれテストデータ、訓練データを表し、 \mathcal{S}^{est} は介入効果の推定のために用いられるデータを表している。因果木 Π のリーフ $\ell(x; \Pi)$ での CATE は以下のようにあらわされる。

$$\tau(x; \Pi) \equiv \mathbb{E}[Y_i(1) - Y_i(0) \mid X_i \in \ell(x; \Pi)] = \mu(1, x; \Pi) - \mu(0, x; \Pi)$$

ここで、 $\mu(w, x; \Pi)$ は任意の $w \in 0, 1$ について、 $\mu(w, x; \Pi) \equiv \mathbb{E}[Y_i(w) \mid X_i \in \ell(x; \Pi)]$ である。この推定量は以下のようにあらわされる。

$$\hat{\tau}(x; \Pi) = \frac{1}{|\{i: W_i = 1, X_i \in \ell(x; \Pi)\}|} \sum_{\{i: W_i = 1, X_i \in \ell(x; \Pi)\}} Y_i - \frac{1}{|\{i: W_i = 0, X_i \in \ell(x; \Pi)\}|} \sum_{\{i: W_i = 0, X_i \in \ell(x; \Pi)\}} Y_i$$

つまり、ある因果木 Π のあるリーフ $\ell(x; \Pi)$ における CATE は、リーフ内の介入群の応答の平均と統制群の平均の差分として求められる。こうしたリーフ内での CATE を推定するにあたって、当然であるが因果木を育てていく必要がある。

CART による決定木の場合と同様に、因果木についての MSE が最も小さくなるような分割点を探し、分割を行っていくことを考える。ここで、介入効果についての MSE は以下のように表現される。

$$MSE_{\tau}(S^{te}, S^{est}, \Pi) \equiv \frac{1}{\#(S^{te})} \sum_{i \in S^{te}} (\tau_i - \hat{\tau}(X_i; S^{est}, \Pi))^2$$

また、通常の CART の場合とは異なり、実際に各対象についての τ_i を観察をすることはできない。そのため、上記の MSE をそのまま使用することはできない。従って、MSE の推定量を求めていく必要がある。介入効果の MSE の推定量は以下のようになる（この部分に関する詳細な議論は Athey and Imbens (2016) を参照してほしい）。

$$MSE_{\tau}(S^{te}, S^{est}, \Pi) \equiv \frac{1}{\#(S^{te})} \sum_{i \in S^{te}} (\tau_i - \hat{\tau}(X_i; S^{est}, \Pi))^2$$

従って、因果木を育成するにあたっては、訓練データでの CATE の分散が最大になるような分割点で分割を行う。

こうして求めた因果木を複数作成し、その結果の統合を行ったものが CF である。今回の説明では CF で求められる CATE を、同一リーフ内の介入群と統制群の応答の差として説明したが、実際の CF アルゴリズムでは傾向スコアを予測し、それを使って介入効果を推定することも可能である（Propensity Tree）。さらに、Athey, Tibshirani and Wager (2019) では一般化 Random Forest (generalized Random Forest) として、一般化モーメント法を使う形で Random Forest の一般化を行っている。また、同手法についての推定パッケージは R の grf パッケージとして公開されている (Tibshirani et al. 2020)。

3-3. Causal Forest の応用例

この CF アルゴリズムを用いた実証研究について紹介していく。筆者らは実証研究での CF の使い方について、大きく分けて①条件付平均介入効果を推定し、介入効果の分布の特徴や異質性について検証する目的で使用する形の研究と、②条件付平均介入効果を推定し、「誰に介入すべきか」という観点でターゲティングを行うために使用するタイプの研究があると考えている。

前者のタイプの実証研究としては、Carter,

Tjernström, and Toledo (2019)や De Neve et al. (2019)、Farbmacher, Kögel and Spindler (2019)、Hoffman and Mast (2019)、O'Neill and Weeks (2018) などがあり、労働政策や納税行動などの文脈での介入効果の異質性を推定している。また、後者の実証研究としては Bertrand et al. (2017)や、Davis and Heller (2017)、Knittel and Stolper (2019)があり、労働政策や節電行動の文脈で介入効果の異質性を求め、そこから誰に介入すべきかというターゲティングを行っている。

特に、Knittel and Stolper (2019) では介入効果の異質性やターゲティングについて豊富なデータを用いて多面的に検討しており、CF を今後の実証研究に活用するために有用であると筆者は考えている。そのため CF を実証研究に応用した研究例として、以下ではこの Knittel and Stolper (2019) の紹介を行っていく。

Knittel and Stolper (2019) では 90 万件以上の世帯を対象に、節電行動にホームエナジーレポート (Home Energy Report: HER) が与える効果の検証を行っている。この HER では、需要家の電力消費量と近隣世帯の消費量を比較した情報と、エネルギーの節約方法に関する情報を記載している。

彼らはまず一月当たりの HER による平均介入効果を求めている。それによると HER による介入効果は -0.085 kWh (-1%) であった。その後、介入効果の異質性を調べるために、過去の電力消費量や家の資

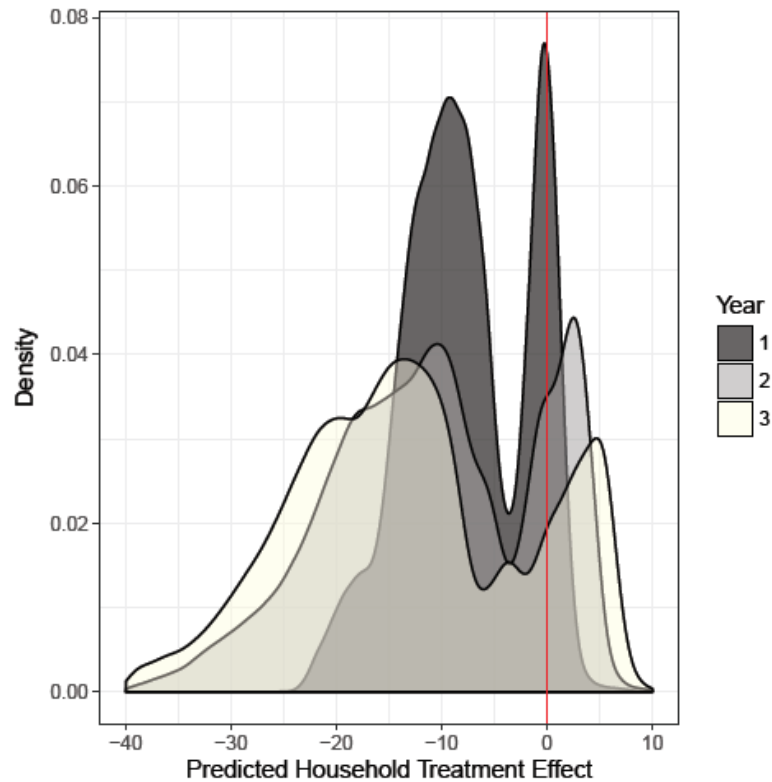


図 2-4-3 介入効果の予測値の分布

Knittel & Stolper. (2019) Figure 7 より引用

産価値、敷地面積、所得など 13 個の特徴量を用いて CF により、異質介入効果の推定を行っている。その推定結果を示したものが図 2-4-3 である。

図 2-4-3 では、1 年目～3 年目の異質介入効果の分布を示している。ここから、1) 同一年度内でも介入効果の異質性がみられること、2) その異質性は 2 年目以降も観察され、効果の散らばりの程度が拡大していることが見て取れる。具体的には、1 年目の介入の結果、介入効果 -10kWh 周辺で大きなピークがあり、効果ゼロ付近についてもピークがみられる。2 年目・3 年目については、その 1 年目にみられたピークが徐々に外側に向かって拡大していることが分かる。ここから、介入効果のあった世帯については時間が経過するにつれて節電について学習し、より節電行動をとるようになるが、そもそも節電効果のなかった約 18% の世帯については、節電をするようになるのではなく、むしろ電力消費量を増加させていることが分かる。

次に、彼らの分析では、節電効果がみられたグループ (Reducers) と節電効果がみられず、逆に電力消費量を増加させたグループ (Increasers) に分け、

その人たちの属性の違いについて調べている (図 2-4-4)。

図 2-4-4 より、多くの属性について平均的に節電行動をとる世帯とそうでない世帯で、属性の違いがみられることが分かる。特に、過去の消費量 (Baseline Usage) については著しい差がみられ、節電行動をとる世帯の過去の消費量はそうでない世帯よりも平均的にはるかに高くなっていることが分かる。

このように、介入効果の異質性について言及したのちに、彼らは分析の焦点をターゲティングに当てている。彼らはターゲティングを行うことで、HER による節電効果の高い人に限って介入を行い、介入の有効性を高めることを目的としている。具体的には、HER を行うことにより生じる費用を考慮した上で、節電効果を最大にするケースを考えている。また、彼らは発電に伴う限界費用を \$7 と仮定したうえでシミュレーションを行っている。それぞれの年度の HER による純便益の分布を描いたものが図 2-4-5 である。

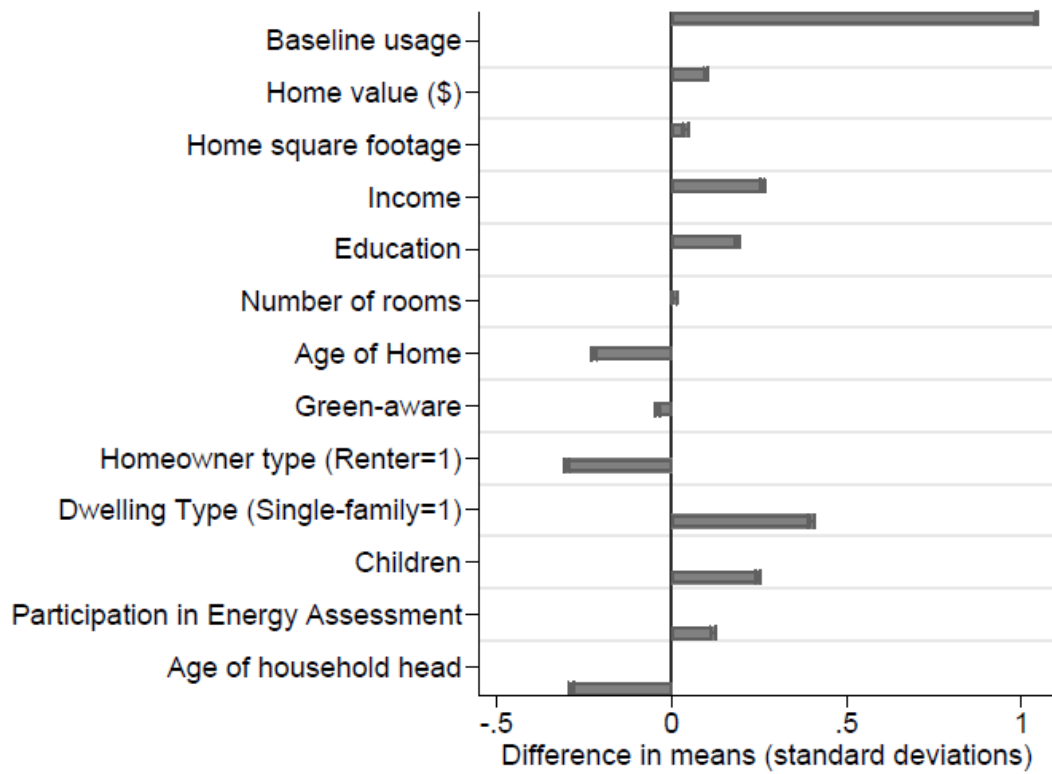


図 2-4-4 ”Reducers” と ”Increasers” の属性比較
Knittel & Stolper. (2019) Figure 8 より引用

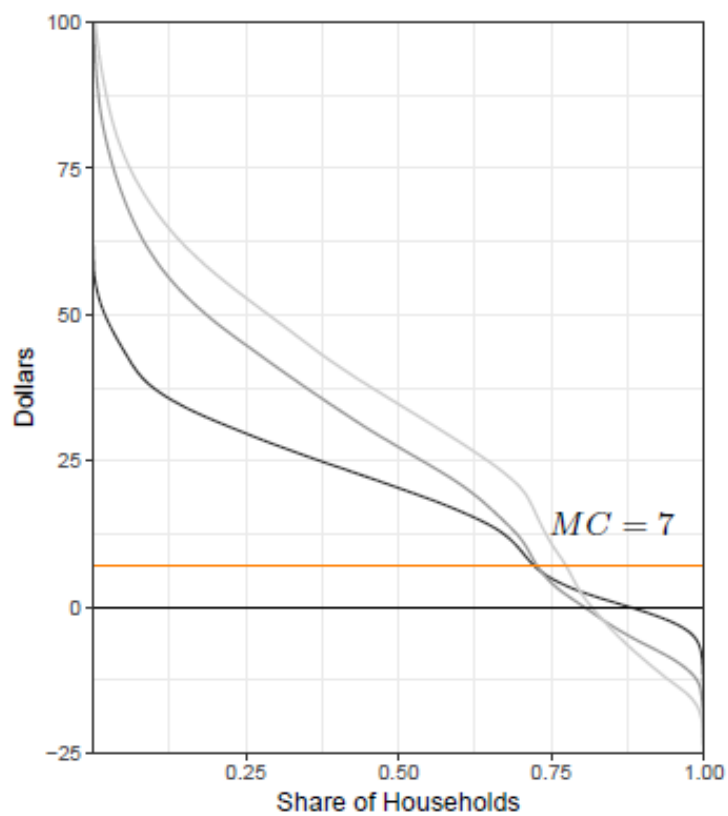


図 2-4-5 HER による純便益の分布
Knittel & Stolper. (2019) Figure 10 の Panel A より引用

図 2-4-5 より、仮にすべての人に対して HER を送る場合を考えると、HER による総余剰は 1 年目で \$5.5M、2 年目で \$9.1M、3 年目で \$11.5M というように、時間が経過するにつれて増加していることが分かる。これは介入効果の異質性が時間を経過するにつれて拡大していることに対応する。次に、ターゲティングを行うケースを考える。限界費用を超える世帯に対してのみ介入を行うことを考えると、1 年目に HER が送付されるのは約 72% の世帯である。この時、総余剰は \$6.4M となり、全体に介入を行う場合と比べ 14% 総余剰が増加する。2 年目についても、約 73% の世帯が介入を割り当てられ、総余剰は

\$10.4M となり、14% の総余剰の増加が見込まれる。最後に、3 年目については、同様のターゲティングを行うことによって、総余剰は \$13.0M となり、12% の増加が見込まれる。事前に介入による効果が予測できている場合、ターゲティングにより総余剰の改善が見込まれることが分かる。

このように、Knittel and Stolper (2019) では実際の社会実験から得られたデータをもとに、CF の手法を用いて介入効果の異質性を調べ、異質性を考慮した上でターゲティングを行うことの有用性について例証している。

[参考文献]

- [1] Athey, S., and G., Imbens. (2016). Recursive partitioning for heterogeneous causal effects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(27), 7353-7360.
- [2] Athey, S., J., Tibshirani, and S, Wager. (2019). Generalized Random Forests. *The Annals of Statistics*, 47(2), 1148-1178.
- [3] Bertrand, M., B., Crépon, A., Marguerie, and P, Premand. (2017). Contemporaneous and Post-Program Impacts of a Public Works Program: Evidence from Côte d'Ivoire. *World Bank*.
- [4] Breiman, L., J., Friedman, C.J., Stone, and R.A, Olshen. (1984). *Classification and regression trees*. CRC press.
- [5] Carneiro, P., Heckman, J. J., and Vytlacil, E. (2010). Evaluating marginal policy changes and the average effect of treatment for individuals at the margin. *Econometrica*, 78(1), 377-394.
- [6] Carter, M.R., E., Tjernström, and P., Toledo. (2019). Heterogeneous impact dynamics of a rural business development program in Nicaragua. *Journal of Development Economics*, 138, 77-98.
- [7] Carneiro, P., Heckman, J. J., and Vytlacil, E. J. (2011). Estimating marginal returns to education. *American Economic Review*, 101(6), 2754-81.
- [8] Cornelissen, T., Dustmann, C., Raute, A., and Schönberg, U. (2018). Who benefits from universal child care? Estimating marginal returns to early child care attendance. *Journal of Political Economy*, 126(6), 2356-2409.
- [9] Davis, J.M., and S.B., Heller. (2017). Rethinking the benefits of youth employment programs: The heterogeneous effects of summer jobs. *Review of Economics and Statistics*, 1-47.
- [10] De Neve, J.E., C., Imbert, J., Spinnewijn, T., Tsankova, and M, Luts. (2019). How to Improve Tax Compliance? Evidence from Population-wide Experiments in Belgium. *Evidence from Population-Wide Experiments in Belgium* (May 05, 2019). *Saïd Business School WP*, 7.
- [11] Eisenhauer, P., Heckman, J. J., and Vytlacil, E. (2015). The generalized Roy model and the cost-benefit analysis of social programs. *Journal of Political Economy*, 123(2), 413-443.
- [12] Farbmacher, H., H., Kögel, and M, Spindler. (2019). *Heterogeneous Effects of Poverty on Cognition*. mimeo.
- [13] Heckman, J. J. (2010). Building bridges between structural and program evaluation approaches to evaluating policy. *Journal of Economic literature*, 48(2), 356-98.
- [14] Heckman, J. J., and Vytlacil, E. J. (1999). Local instrumental variables and latent variable models for identifying and bounding treatment effects. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 96(8), 4730-4734.
- [15] Heckman, J. J., and Vytlacil, E. (2005). Structural equations, treatment effects, and econometric policy evaluation 1. *Econometrica*, 73(3), 669-738.
- [16] Hoffman, I., and E, Mast. (2019). Heterogeneity in the effect of federal spending on local crime: Evidence from Causal Forests. *Regional Science and Urban Economics*, 78, 103463.
- [17] Imai, K., and M., Ratkovic. (2013). Estimating treatment effect heterogeneity in randomized program evaluation. *The Annals of Applied Statistics*, 7(1), 443-470.
- [18] Kline, P., and Walters, C. R. (2016). Evaluating public programs with close substitutes: The case of Head Start. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1795-1848.
- [19] Knittel, C.R., and S, Stolper. (2019). Using Machine Learning to Target Treatment: The Case of Household

- Energy Use (No. w26531). National Bureau of Economic Research.
- [20] Kowalski, A. E. (2018). Behavior within a clinical trial and implications for mammography guidelines (No. w25049). National Bureau of Economic Research.
 - [21] O'Neill, E., and M. Weeks. (2018). Causal Tree Estimation of Heterogeneous Household Response to Time-Of-Use Electricity Pricing Schemes. arXiv preprint arXiv:1810.09179.
 - [22] Tibshirani, J., S., Athey, R., Friedberg, V., Hadad, D., Hirshberg, L., Miner, E., Sverdrup, S., Wager, and M., Wright. (2018). Package 'grf'.
 - [23] Wager, S., and S., Athey. (2018). Estimation and inference of heterogeneous treatment effects using Random Forests. *Journal of the American Statistical Association*, 113(523), 1228–1242.

[第2部] 第5章 人工知能と経済成長の諸問題

二神 孝一 viii

【要約】

本稿は人工知能による自動化のプロセスについて説明し、自動化が行われたタスクと自動化が未達成のタスクの関係が補完的であるか代替的であるかが重要であることを示す。自動化が完全に進行するとき経済の成長は持続する一方、自動化が不完全な場合には経済の持続的な成長は停止し、最悪の場合には経済は縮小してしまうことを示す。自動化が不完全で終わるとき労働分配率が上昇し続けることはないが、自動化が完全に進行して労働が不要になるときタスクの間の関係が補完的であれば労働分配率が最終的に1になる。労働を用いるタスクがほとんどないにもかかわらずその取り分が100%になってしまうのは、自動化されていないタスクに投入される労働が自動化された機械によるタスクにとって不可欠だからである。

1. はじめに

18世紀にはじまった産業革命以来、機械が人間の労働を置き換えるプロセスはいくつかの波を伴いつつ不断に進行してきた。機械による労働の代替のプロセスは、ワットの蒸気機関をベースとする第1次産業革命、電力の利用による大量生産をベースにする20世紀初頭の第2次産業革命、電子工学をベースにする1970年代から始まる第3次産業革命を通じて進行してきた。18世紀の古典派経済学者のリカードはその著書『経済学及び課税の原理』において次のように述べている。

「機械の使用はしばしば自分たちの利益にとつて有害である、という労働階級の抱いている意見は、偏見や誤謬に基づくものではなくて、経済学の正しい原理に一致するものである。」

機械による人間労働の代替が進むことにより労働が不要になると、賃金は低下し労働分配率は低下してゆくことになるだろうと予測される。また、多くの労働者が失業することになるかもしれない。

しかしながら、機械による人間労働の代替によって人間労働が完全に消え去ってしまうことはなかった。アセモグルとレストレボは次のようにこれを説明している¹⁾。古いタイプのタスク(task)は機械によって置き換えられ代替されるが、その代替の過程で新しいタスクが生まれてきて、その新しいタスクは労働に比較優位があるというのである。確かに馬は馬車による輸送が鉄道により代替されることにより行き場を失うであろう。しかし、馬と異なり人間は鉄道運転者という新しいタスクを引き受けることが出来るだろう。また、機械が導入されると機械運転者という機械と補完的な関係にあるタスクを行う人間が必要になるということである。これは第3次産業革命においても産業ロボットやコンピュータの導入はそれに対して補完的なタスクを担うプログラマーやデジタル作業を行う労働者が必要とされる。すなわち、機械に対して人間が行う労働もしくは彼らがタスクと呼ぶ作業が代替的な関係にあるのか補完的な関係にあるのかが非常に重要であることが予想される。

経済成長論はこのような代替のプロセスを考慮に入れた経済分析を行ってきた。経済成長論は資本の蓄積、労働人口の増加、そして技術の進歩を経済成長を促進させる3要因として重視してきた。中でも技術の進歩は一人あたりの産出や消費を増加させる要因として経済成長理論が最も重視してきた

要因である。では、経済成長論は技術の進歩をどのように取り扱ってきたのだろうか。経済成長論が技術の進歩を捉える視点は、それが労働の生産性を上昇させるというものである。言い換えると、技術が進歩すると同じ労働投入からより多くの産出が得られるというもので、これを労働増大的技術進歩という。この捉え方は、2018年度のノーベル経済学賞を受賞したポール・ローマーの内生成長モデルでも同じ捉え方がなされている。しかし少し考えれば分かるように、資本の投入が同じでも技術が進歩するとより多くの産出が得られるという捉え方(資本増大的技術進歩)もあるはずであるが、そうしない理由は、労働増大的技術進歩の場合だけ均整成長経路が存在するという事実である²⁾。均整成長とはその名の通り全ての経済変数が同じ成長率で増加してゆく経路を言う。資本主義経済が2世紀以上にわたり持続的な成長を遂げてきたこと、また経済成長論の数学モデルにおいて綺麗な解が得られるといった理由から経済成長論は労働増大的技術進歩に焦点を当ててきた。また労働増大的技術進歩はカルドアが指摘した経済成長に関する定型化された事実と整合的であったことも労働増大的技術進歩の捉え方をサポートしてきた。定型化された事実の内特に以下の議論との関係で重要になるのは分配関係である。労働増大的技術進歩の下では、資本分配率と労働分配率は経済の定常状態で一定になる。これは定型化された事実と整合的である。

では、人工知能をベースとする第4次産業革命は労働増大的技術進歩で捉えることは可能なのだろうか。ビッグ・データを利用した人工知能は多くの労働を不要のものとすることは間違いない。ビジネスホテルにおける接客業務などはその典型であろう。また自動運転が実現すればトラック運転者、タクシードライバーなども代替されるだろう。おそらくルーティンワークを基本とするタスクは人工知能により置き換えられるだろうが、ルーティンワークを基本としない、したがって人工知能では容易に代替されないタスクも存在するはずである。ルーティンワークであるような会計監査や税理事務は人工知能で代替可能であるが、新しい会計粉飾方法を発見する作業などは代替できない。ルーティンワークの教育活動は人工知能によって代替されても、教室で突発するような様々な事件、事象は人工知能で代替できるとは思われない。これらはルーティンワークとは異なる作業を必要とし、人工知能が普及す

ればするほどその重要性が増す可能性がある。これらの人工知能によっては置き換えることが困難な作業は人工知能とはどちらかという補完的な作業であるといえるだろう。

人工知能による作業・タスクが労働増大的技術進歩で捉えるべきではないとすると、経済成長論における様々な結論が影響を受けることになるだろう。特に、労働増大的技術進歩の下では一定であった分配関係が大きな影響を受けることが予想される。この点を明らかにしてゆくことは非常に重要である。

本稿では次の第2節で人工知能が労働を代替する技術進歩のあり方をどのようにモデル化するかについて説明する。第3節で簡単な経済成長モデルを用いて第2節で説明した捉え方の下での成長プロセスを説明する。第4節では、その成長プロセスにおける分配関係の時間的な推移を説明する。第5節でまとめと今後の課題を述べることにする。

2. 機械と労働

経済成長論において生産技術を表すのは生産関数を用いる方法である。資本と労働という2つの生産要素から産出が生み出されるという技術的な関係を表現するのが生産関数である。一般的には、 $F(K, L)$ と表される。 K は資本の投入量を、 L は労働投入量を表している。前節で説明した労働増大的技術進歩は次のように表現される。

$$F(K, A \cdot L)$$

労働投入に乘じられている変数 A が技術進歩を表しており、 A が増加すると労働投入 L が増加していないにもかかわらず労働投入が増えたのと同じ役割を果たすことになる。しかし、これでは直感的に言っても機械が労働を代替するプロセスをモデル化しているとはいえないように思える。

機械が労働を代替するというモデル化を行ったのはゼイラで、そのモデル化は次のようになされている³⁾。産出は n 種類の作業、タスク x_i ($i = 1, 2, \dots, n$)によって実行され、それぞれのタスクが労働により遂行される場合を非自動化、機械(資本)によって実行される場合を自動化と呼んだ。その定式化はコブ・ダグラス型生産関数を用いる次のようなものである。

$$Y = Ax_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n}, 1, \dots, n$$

$$x_i = \begin{cases} L_i, & \text{非自動化タスク} \\ K_i, & \text{自動化タスク} \end{cases}$$

したがって、自動化されているタスクの数の増加により自動化・機械化のプロセスを表現することが可能になったのである。

しかし、ゼイラのモデル化ではコブ・ダグラス型の生産関数がベースになっているので、分析は投入要素間の関係は代替的である場合に限られている。そこで、アギオンらは代替の弾力性が一定 (Constant Elasticity of Substitution) である CES 型生産関数をベースに用いた分析を行った⁴⁾。それにより投入要素間の関係が補完的である場合も分析することが可能になった。その関数は複雑な形となるが次の通りである。

$$Y_t = A \left(\int_0^1 x_{it}^\rho di \right)^{\frac{1}{\rho}}, \rho < 1$$

ここで、積分範囲 $[0, 1]$ がタスクの種類を表している⁵⁾。またパラメーター ρ は投入要素間の代替の弾力性を意味している。 $0 \leq \rho < 1$ のときタスク間の関係は代替的、 $\rho < 0$ のときタスク間の関係は補完的である。次節の経済成長モデルでは時間に伴う各変数の変化を調べるので、各変数には時間を表す下付きの添字 t が付いている。自動化はゼイラと同じ考え方を用いる。自動化されている範囲を $[0, B_t]$ 自動化されていない範囲を $(B_t, 1]$ とする。経済の総資本を K_t 、総労働を L_t とすると各タスクに分けられる資本と労働は次のようになる。ここでは簡単化のために対称均衡を仮定する。

$$x_{it} = \frac{K_t}{B_t}, i \in [0, B_t),$$

$$x_{it} = \frac{L_t}{1 - B_t}, i \in [B_t, 1]$$

このとき生産関数は次のように書き換えられる。

$$Y_t = A \left(B_t \left[\frac{K_t}{B_t} \right]^\rho + (1 - B_t) \left[\frac{L_t}{1 - B_t} \right]^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$= A \left(\left[B_t^{\frac{1-\rho}{\rho}} K_t \right]^\rho + \left[(1 - B_t)^{\frac{1-\rho}{\rho}} L_t \right]^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}, \rho < 1$$

自動化の進展は機械によって自動化される範囲の拡張だから、 B が増加することが自動化・機械化の進展だと言える。するとパラドキシカルではあるが、 $\rho < 0$ (要素間が補完的) のとき自動化 (人工知能の採用) は B_t の上昇なので、資本減少的技術進歩かつ労働増大的技術進歩という関数形になるので

ある。一方、 $0 \leq \rho < 1$ （要素間が代替的）のときは自動化（AI の採用）は資本増大的技術進歩かつ労働減少的技術進歩という関数形になる。またこの集約された生産関数を見ると、 $0 \leq \rho < 1$ のとき自動化されたタスクと自動化されていないタスクが代替的であるといえる。一方、また、 $\rho < 0$ のとき自動化されたタスクと自動化されていないタスクが補完的であるといえる。

次節では本節で提示した生産関数をベースにして経済成長のプロセスを説明することにする。

3. 経済成長モデル

本稿では、典型的な経済成長のモデルであるソロー・モデルに前節で説明した自動化のメカニズムを組み込んでゆくことにする。まず、ソロー・モデルの概略を説明しよう。簡単化のために政府と海外との取引は捨象する。

経済において生産された産出 Y_t は所得として家計に分配される。家計は分配された所得を一定の比率で消費と貯蓄に振り分ける。貯蓄される割合（貯蓄率）を s (< 1) とする。家計の貯蓄は金融市場を通じて企業の設備投資として用いられる。企業の設備投資は経済の物的資本を増加させることにより次の期の経済の産出を増加させて経済成長の源泉となる。一方で、労働人口が増加すると、産出の総量の増加には貢献するかもしれないが、労働一人あたりの産出や消費は減少してしまうかもしれない。この大小関係のバランスを分析するのが次の経済成長論の基本方程式である。

$$\Delta k_t = sy_t - nk_t$$

ここで、小文字の y と k は一人あたりの産出 Y/L 、一人あたりの資本 K/L を表している。また、 Δk_t は時間あたりの一人あたりの資本の変化を意味している。右辺の第1項は一人あたりの貯蓄を表しており、その分だけ一人あたり資本は増加する。一方、第2項は次の事実を表している。一人あたり資本 K/L の分母にある労働人口が増加すれば、一人あたり資本はその分だけ低下する。第1項と第2項の大小が、一人あたり資本が増加するか減少するかを決めることを意味しているのである。両辺を一人あたり資本で除じ、前節の生産関数を一人あたりに変換したものをこの動学式に代入すると次式を得る。

$$\frac{\Delta k_t}{k_t} = \frac{sy_t}{k_t} - n = sA \frac{(B_t^{1-\rho} k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho})^{\frac{1}{\rho}}}{k_t} - n$$

Δk_t は一人あたり資本の変化を表しているの、左辺は一人あたり資本の成長率を表している。第1項が労働人口の成長率を上回れば（下回れば）一人あたり資本の成長率はプラス（マイナス）という事を示している。

では自動化の進展はどのように決定されるだろうか。人工知能の開発、人工知能をどの様に活用するかを決めるのは、自動化の実用化を行う研究開発労働者、エンジニアなので、それらの人々の行動を分析することが重要になる。しかし、本稿では簡単化のために自動化の進行（ B_t の増加）は外生的に生じると仮定する。ただし、自動化の範囲の上限は $B_t=1$ である。まず初めの分析では自動化はその上限まで外生的に進行するとする。したがって、最終的には人間労働はほとんど必要なくなるケース（完全自動化）である。次に上限以前で進行が停止するケース（不完全自動化）を分析する。また経済の生産性 A は十分に高く、 $sA > n$ が満たされると仮定する。

以上を総合して経済の時間に伴う運行（ダイナミクス）を調べることにする。このダイナミクスを調べるために便利なのが位相図と呼ばれるものである。縦軸に一人あたり資本 k をとり横軸に自動化のレベル B をとった座標平面が位相図で、それらの変数の時間を通じた動きを赤色の矢印で示している（詳細は補論1を参照のこと）。

まず、要素間の関係が補完的であるとき（ $\rho < 0$ ）の経済の変動は次の位相図で表すことができる。ここで、 $\Delta k_t = 0$ の右上がりの曲線は k_t の動きが停止する場所を示している。この曲線より上の領域では、 k_t は減少し（下向きの赤い矢印）、この曲線より下の領域では、 k_t は増加する（上向きの赤い矢印）。自動化は常に外生的に進行するので、 B_t は常に増加し続けている（右向きの赤い矢印）。まとめると、経済は図 2-5-1 に描かれているような U 字型の曲線状を進んでゆくのである。すなわち、経済の初期の出発時点で一人あたり資本と自動化の組み合わせが H 点で表される場合、経済は初期段階では一人あたり資本は低下する。しかし、D 点を過ぎる時点からは一人あたり資本は増加に転じて、その成長は永久に持続する。

要素間の関係が代替的であるとき（ $0 < \rho < 1$ ）の経済の変動は若干の違いはあるものの、図 2-5-1 と同様の動きをすることが分かる。したがって、自動

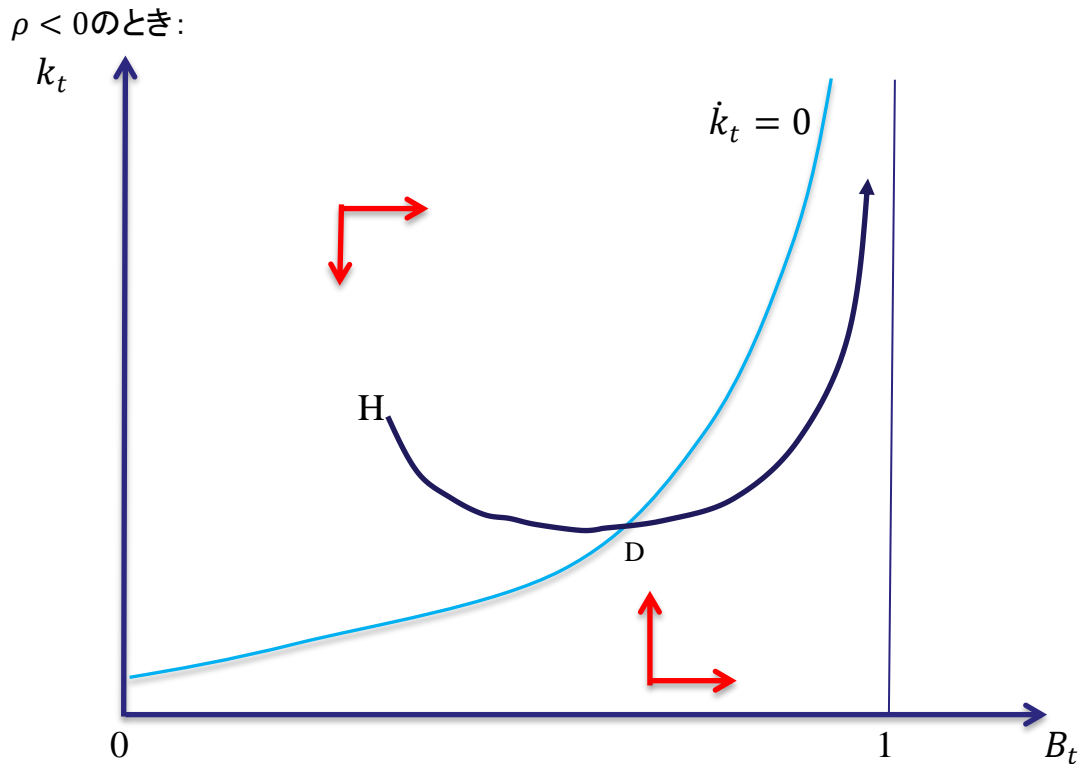


図 2-5-1

が上限 1 まで進行するとき、経済は持続的に経済成長を続けてゆくことができる。またその成長率は代替、補完の関係に関わらず次になる。以下の式を見て分かるように生産性が十分に高いという仮定より成長率はプラスの値をとる。

$$(\text{一人あたり資本の成長率}) \quad g_k \equiv \frac{\Delta k_t}{k_t} = sA - n$$

次に、自動化が完全には進行せず、ある程度で停止する場合には経済の変動はどうなるだろうか。 B_t が上限 $\bar{B} (< 1)$ に達したとき一人あたり資本の動きは次で決定される。

$$\frac{\Delta k_t}{k_t} = \frac{sy_t}{k_t} - n = sA \frac{(\bar{B}^{1-\rho} k_t^\rho + (1 - \bar{B})^{1-\rho})^{\frac{1}{\rho}}}{k_t} - n$$

証明は補論で議論することにするが、この場合には投入される要素間の関係が補完的であるか代替的であるかによって経済の成長プロセスは大きく異なる。まず、要素間の関係が補完的である場合、経

済の成長はストップする。さらに生産性が十分に低い場合には経済は縮小してゆくこともありえる。つまり、経済の縮小停滞を防ぐには生産性が高いことが必要である。一方、要素間の関係が代替的である場合、経済の生産性が十分に高ければ先の上限が 1 のケースと同様に経済は持続的に成長し続けることが可能になる。しかし、要素間の関係が代替的な場合は経済が縮小してしまうプロセスは生産性が低くても出現しない⁶⁾。

4. 分配率

では、自動化の進展とともに各生産要素への分配はどう変化してゆくだろうか。ソロー・モデルでは企業は競争的に行動すると仮定されているので、各生産要素の価格はその限界生産物により決定される。具体的には賃金率は労働の限界生産物により、資本の価格である利子率は資本の限界生産物により決定される。また、生産技術が規模に関して収穫一定であるために企業の付加価値はすべて労働と資本に分配されるので、労働分配率と資本分配率の合計は 1 になる。

では、前節で示したソロー・モデルにおいて労働

分配率、そして資本分配率がどう決定されるか説明する。自動化の上限が1より小さい場合（不完全自動化）と上限が1の場合（完全自動化）、また要素間の関係が代替的か否かによって労働分配率の推移は左右される。

まず自動化が不完全である場合には、要素間の関係いかに関わらず労働分配率は低下し続けるか、よくて一定値にとどまることが分かる。

次に自動化が完全な場合を調べよう。自動化されたタスクと自動化されていないタスクの関係が代替的である場合には労働分配率は0（資本分配率は1）に収束する。つまり自動化された機械、資本に産出の取り分は全て獲得されることになる。自動化された機械と労働が代替的であるため、労働を使用する必然性はそれほど高くなく資本で生産を実行することができるからである。

自動化されたタスクと自動化されていないタスクの関係が補完的である場合には労働分配率は1（資本分配率は0）に収束する場合が存在する。その条件は次である。

$$(*) (1 - \rho)a + \rho g_k < 0$$

ここで、 a は自動化の新しい速さを表すパラメーターである。左辺の第1項は自動化の進展の速さを、第2項は資本蓄積の速さを表している。また、それぞれに要素間の代替の程度を示すパラメーターが乗じられて加重平均をとる形になっている。この条件が意味するのは、自動化の進展があまり速くなく、経済の成長率が高いとき、さらにタスク間の補完の程度が大きいとき、自動化されたタスクと自動化されていないタスクの関係が補完的であれば労働の取り分はむしろ増加するのである。これは自動化の進展とともに労働という生産要素も必要度が高くなることがその原因である。したがって、労働者が不利益を被るか否かは人工知能による自動化が進むかどうかだけでは判断できない。

5. おわりに

本稿ではいかに人工知能による自動化のプロセスをモデル化するかについて説明し、それをベース

にした成長プロセスがどのようなことになるかについて議論を行った。モデル化を行う場合、生産に用いられる投入要素間の関係、特に自動化が行われたタスクと自動化が未達成のタスクの間の関係が補完的であるか代替的であるかが重要であることを示した。その結果、自動化が完全に進行するプロセスでは、経済の成長は持続することが明らかにされた。一方、自動が不完全な場合には経済の持続的な成長は停止する、また最悪の場合には経済は縮小してしまうことを示した。次に、自動化が不完全で終わるケースでは労働分配率が上昇し続けることはないが、自動化が完全に進行して労働が不要になるケースではパラドキシカルな結果がおきることを示した。自動化されたタスクと自動化されていないタスクの間の関係が補完的であれば労働分配率が最終的に1になるのである。労働を用いるタスクがほとんどないにもかかわらずその取り分が100%になってしまうのは、非自動化されていないタスクに投入される労働が自動化された機械による作業（タスク）にとって補完的、言い換えると不可欠だからである。

本稿では説明されていないが、しかし重要な課題は失業の問題である。本稿では、機械によって置き換えられた作業（タスク）から離れた労働者が残りのタスクによって雇用されることを前提としている。しかし、離職した労働者がすぐに雇用されるとは限らない。再雇用の前に新しい仕事に関するノウハウが必要になるだろう。したがって、労働移動の調整の間に失業が発生する可能性がある。この点を分析することが重要な課題である。もう一つの課題は自動化のプロセスを内生化することである。本文でも説明したように、人工知能を開発し、その人工知能をどの様に活用するかを決めるのは研究開発労働者、エンジニアである。彼らの行動を記述したモデル化を行うことも重要である。最後の課題としては、均整成長の可能性の探求である。本稿では、条件（*）が等号で成立しないケースのみを分析した。しかし、ミクロ的な基礎付けを行う場合には均整成長の可能性も浮かび上がってくるだろう。これらが今後の分析すべき重要な課題である。

[補論1] 位相図

動学式より次が成立する。

$$\begin{aligned}
 \frac{\Delta k_t}{k_t} > 0 &\Leftrightarrow sA \frac{(B_t^{1-\rho} k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho})^{\frac{1}{\rho}}}{k_t} > n \\
 &\Leftrightarrow (B_t^{1-\rho} k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho})^{\frac{1}{\rho}} > \frac{n}{sA} k \\
 &\Leftrightarrow B_t^{1-\rho} k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho} > \left(\frac{n}{sA}\right)^\rho k^\rho \text{ if } \rho > 0 \\
 &\Leftrightarrow B_t^{1-\rho} k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho} < \left(\frac{n}{sA}\right)^\rho k^\rho \text{ if } \rho < 0 \\
 &\Leftrightarrow k^\rho < \frac{(1-B_t)^{1-\rho}}{\left(\frac{n}{sA}\right)^\rho - B_t^{1-\rho}} \text{ if } 1 > \rho > 0 \\
 &\Leftrightarrow k^\rho > \frac{(1-B_t)^{1-\rho}}{\left(\frac{n}{sA}\right)^\rho - B_t^{1-\rho}} \text{ if } \rho < 0
 \end{aligned}$$

右辺のグラフを描いたのが本文の図 2-5-1 の右上りのグラフである。したがって、このグラフが一人あたり資本の増減を決める境界を形成する。 ρ がプラスの場合とマイナスの場合で最後の関係式は不等号の向きが異なっているが、その ρ の符号の正負それ自体のために同じ関係をあらわすことになる。つまり、関係式の右辺のグラフの上の領域では一人あたりの資本は減少し（図 2-5-1 の下向きの赤い矢印）、そのグラフの下領域では一人あたりの資本は増加する（図 2-5-1 の上向きの赤い矢印）、したがって、本文で説明した動きを一人あたり資本は示すのである。

[補論2] 自動化が不完全な場合の成長プロセス

一人あたり資本の増減は次の関係によって決まる。

$$\Delta k_t \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0 \Leftrightarrow sA(\bar{B}^{1-\rho} k_t^\rho + (1-\bar{B})^{1-\rho})^{\frac{1}{\rho}} \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} n k_t$$

要素間の関係が補完的（ $\rho < 0$ ）であるとき、この関係は次のように変形できる。

$$\Delta k_t \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0 \Leftrightarrow [(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} - n^\rho] k_t^\rho + (1-\bar{B})^{1-\rho} \begin{matrix} \leq \\ > \end{matrix} 0$$

$(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} > n^\rho$ のとき、常に $\Delta k_t < 0$ が成立するので経済は持続的に縮小してゆくことになる。一方、 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} < n^\rho$ のとき、ある k^* に対して $\Delta k_t = 0$ が成立するので、一人あたり資本の成長が停止する定常状態が存在する。したがって、経済の持続的な成長はストップする。 ρ はマイナスなので、経済の生産性が比較的高いときに少なくとも経済は破滅的にならないことが分かる。

要素間の関係が代替的（ $0 < \rho < 1$ ）であるとき、この関係は次のように変形できる。

$$\Delta k_t \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0 \Leftrightarrow [(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} - n^\rho] k_t^\rho + (1-\bar{B})^{1-\rho} \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0$$

$(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} > n^\rho$ のとき、常に $\Delta k_t > 0$ が成立するので経済は持続的に成長してゆくことになる。一方、 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} < n^\rho$ のとき、ある k^* に対して $\Delta k_t = 0$ が成立するので、一人あたり資本の成長が停止する定常状態が存在する。したがって、経済の持続的な成長はストップする。まとめると要素間の代替の程度が高く、経済の生産性が高いとき経済は持続的に成長できるのである。補完的な場合も代替的な場合と同様に経済の生産性が高いほど経済成長は良好なパフォーマンスを示すことがわかる。

〔補論3〕 分配率

賃金率、すなわち労働の限界生産物は次のようになる、

$$w_t(\text{賃金率}) = A(B_t^{1-\rho}K_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho}L_t^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1}(1-B_t)^{1-\rho}L_t^{\rho-1}$$

したがって、労働分配率は次のように計算できる。

$$\begin{aligned}\text{労働分配率} &= \frac{wL}{Y} = \frac{A(B_t^{1-\rho}K_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho}L_t^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1}(1-B_t)^{1-\rho}L_t^{\rho-1} \times L_t}{A(B_t^{1-\rho}K_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho}L_t^\rho)^{\frac{1}{\rho}}} \\ &= \frac{(1-B_t)^{1-\rho}}{B_t^{1-\rho}k_t^\rho + (1-B_t)^{1-\rho}} \\ &= \frac{1}{\left(\frac{B_t}{1-B_t}\right)^{1-\rho}k_t^\rho + 1}\end{aligned}$$

自動化が不完全な場合、分母の変化は一人あたり資本の動きが最終的に決定する。自動化が完全な場合は、いくつかの要因が労働分配率の変化を決定する。

要素間の関係が補完的（ $\rho < 0$ ）であるとき次のようになる。 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} > n^\rho$ のとき経済は持続的に縮小してゆくので労働分配率は減少し、最終的には0になる。一方、 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} < n^\rho$ のとき、一人あたり資本の成長が停止する定常状態が存在するので労働分配率は一定の値に収束する。

要素間の関係が代替的（ $0 < \rho < 1$ ）であるとき次のようになる。 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} > n^\rho$ のとき経済は持続的に成長してゆくので労働分配率は減少し、最終的には0になる。一方、 $(sA)^\rho \bar{B}^{1-\rho} < n^\rho$ のとき、一人あたり資本の成長が停止する定常状態が存在するので労働分配率は一定の値に収束する。

次に、自動化のプロセスが完全である場合を調べよう。まず、このケースでは代替、補完いずれのケースでも経済は持続的に成長してゆくことに注意しよう。代替的なケース（ $0 \leq \rho < 1$ ）では労働分配率の式の分母は限りなく上昇するから、労働分配率は0に収束する。

次に、補完的なケース（ $\rho < 0$ ）では、自動化の影響を受ける項は自動化の進展（ $B_t \rightarrow 1$ ）に伴い無限に増加する。一方、資本蓄積の影響を受ける項は資本の増加（ $k_t \rightarrow \infty$ ）に伴い限りなく0に近づく。したがって、自動化のスピードと経済成長の速さのどちらが速いかで結果が決まる。次のような自動化プロセスを具体例として考えてみよう。

$$\dot{B}_t = a(1-B_t)B_t$$

この式は次のことを意味している。左辺は自動化のスピードをあらわしており、そのスピードは2つの要素で決まる。第1は、自動化の進展は自動化の速度を上昇させる効果である。右辺の B_t がそれを表現している。これは自動化プロセスの外部性といえる。第2は、自動化の進展が進むほど自動化の進展が困難になるという効果である。右辺の $(1-B_t)$ がそれを表現している。この微分方程式は解くことができ、その解は次になる。

$$\frac{B_t}{1-B_t} = \frac{B_0}{1-B_0} e^{at}$$

ここで、 B_0 は自動化進展の初期レベルである。ゆえに、次の不等式 $(1-\rho)a + \rho g_k < 0$ が成立するとき $\left(\frac{B_t}{1-B_t}\right)^{1-\rho} k_t^\rho$ は低下して0に収束する。したがって、労働分配率は上昇し、1に収束する。もし逆の不等式が成立すれば労働分配率は0に収束する。

【註】

- 1) The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth Factor Shares, and Employment, D. Acemoglu and P. Restrepo, AER, 2018, vol.108 (6)
- 2) これを証明したのは宇沢弘文氏である. H. Uzawa, 1961, Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium, Review of Economic Studies, vol. 26, no. 2, pp. 117-124.
- 3) J. Zeira, 1998, Workers, Machines, and Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, vol. 113, issue 4, pp. 1091-1117.
- 4) P. Aghion, B. Jones, and C. Jones, 2019, Artificial Intelligence and Economic Growth, in The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda, A. Agrawal and A. Goldfarb, editors, NBER, Chicago UP..
- 5) 以下では計算及び表記の簡単化のためにタスクが連続的に存在するとしているが、タスクが離散的に存在すると考えても同じである。
- 6) 不完全自動化のケースで縮小成長や持続的成長のケースが起きるのは、CES 型生産関数の場合には Inada 条件が成立しないからである。

【第2部】第6章 第4次産業革命時代の競争政策と経済分析

若森 直樹 ^{ix}

【要約】¹⁾

第4次産業革命はプラットフォーム企業を生み出してきた。プラットフォーム企業は膨大な取引を日々仲介しているが、近年プラットフォームが収集している個人データの帰属や、取引先企業への優越的地位の濫用が問題として顕在化してきている。そのようなプラットフォーム企業同士が合併を試みた場合、社会的に望ましい帰結をもたらすだろうか。また、その際の競争政策上の懸念としてどのようなものがあるだろうか。さらに、プラットフォーム企業が台頭してきた現在の環境下で、経済分析を行う役割を担っている（実証産業組織論の）研究者、企業内のエコノミスト、そして政策担当者はどのように第4次産業革命に適応していくかについて論じる。

^{ix} 東京大学大学院経済学研究科講師

1. 第4次産業革命とプラットフォーム企業の台頭

GAFA (Google, Amazon, Facebook, Apple) と呼ばれる企業群の提供するサービスは我々の生活の奥深くまで浸透してきている。起床してすぐに iPhone で Gmail や Facebook をチェックし、YouTube を見ながら朝食をとり、途中の広告で出てきた商品を Amazon でチェックする…という生活を読者も送っているのではないだろうか²⁾。GAFA や近年急成長を遂げているテック企業 (Uber, Airbnb など) の特徴は、基本的に異なるタイプの経済主体 (例えば、売り手と買い手) の取引を仲介するプラットフォームを、ネットワーク外部性が働きやすいオンライン上で提供している点で、それゆえに、私たちはそれらの企業群をプラットフォーム企業と呼んでいる³⁾。例えば、日本企業の中でプラットフォーム企業の代表例とされる楽天株式会社 (以下、楽天) が運営する楽天市場では、登録した出店者が楽天市場のウェブサイトを訪れた消費者に財・サービスを販売することができるが、たくさんの潜在的な消費者が楽天市場にいるのであれば出店者側の楽天市場に出品するメリットも大きくなり、逆に多くの出店者がいるのであれば消費者としても楽天市場により魅力を感じるようになるだろう。このような効果を (間接的) ネットワーク効果と呼び、プラットフォーム企業は情報技術を駆使しネットワーク効果を高めることで、その価値を高めていると考えられる⁴⁾。そのようなプラットフォーム企業という概念が経済学で考案されたのは 2000 年代初頭からで、Rochet and Tirole (2003)、Caillaud and Jullien (2003)、Armstrong (2006) などの一連の研究によって確立され、以来その性質について急速に研究が進められてきた⁵⁾。

これらプラットフォーム企業は第4次産業革命と密接に関係していると考えられるが、それらの企業が台頭する前にはどのようなサービスや企業がプラットフォームになっていたのかを考えてみることで、第4次産業革命との関連性を探ってみよう。例えば、楽天市場や Amazon マーケットプレイスなどのオンライン・ショッピングモールは物理的なショッピングモールの進化版と考えられるが、物理的なショッピングモールと比べると、第一に土地などの制約がないため、大量の出店が可能になり、消費者の観点からはさまざまなタイプの商店を訪れ楽しむことができ、また、出店者側の視点からしてもローカルな消費者だけでなくより多くの人に

販売できるようになっている (規模の経済、範囲の経済)。また、物理的なショッピングモールとは比べものにならないほど店舗数が多いにも関わらず、オンライン・ショッピングモールは物理的な距離がないため、または検索機能が優れているため、多くの商品を発見、閲覧、比較することも容易になっている (探索費用の減少)。また、オンライン・ショッピングモールではプラットフォーム企業が過去の購入履歴に基づいておススメなどの情報を提供することにより売り手と買い手のマッチング効率が向上している (マッチング摩擦の減少)。このように、第4次産業革命による情報技術の発展は、大量の情報処理を可能にし、売り手と買い手の間に存在していた仲介者を全て排することと、消費者の商品探索を容易にすることで取引のスピードと取引の限界費用を極限まで抑えることに成功し、プラットフォームはまさに一つのマーケット (市場) として存在していると考えられる。

そのようなプラットフォーム企業は一企業でさえ膨大な取引相手を持ち、膨大な取引を日々仲介しているわけだが、近年プラットフォームが収集している個人データの帰属や、取引先企業への優位性が問題として顕在化してきている。そのような中、仮にそのようなプラットフォーム企業同士が合併を試みた場合、それは許されるべきだろうか。本稿第2節では、そのようなプラットフォーム企業の合併の結果何が起こると予想されるか、また、その際の競争政策上の懸念としてどのようなものがあるかについて経済学的な視点から考えてみたい。さらに、第3節ではそのような環境変化に伴い、経済分析を行う役割を担っている (実証産業組織論の) 研究者、企業内のエコノミスト、そして政策担当者がどのように適応していくかについて論じる。

2. 第4次産業革命への競争政策の適応

競争政策は、市場経済を機能させるための企業間の競争のルールであり、資本主義の根幹をなす政策群の一つである。日本の競争政策の中心には独占禁止法があるが、前節で見てきた第4次産業革命と共に出現してきたプラットフォーム企業は競争政策に変化を促していると考えられる。例えば、公正取引委員会ではプラットフォーム企業と消費者の取引における指針として「デジタル・プラットフォーム事業者と個人情報等を提供する消費者との取引における優越的地位の濫用に関する独占禁止法上

の考え方」を、プラットフォーム企業間の合併については「企業結合審査に関する独占禁止法の運用指針」及び「企業結合審査の手続きに関する対応指針」の改訂を2019年12月17日に行っている。本節では、独占禁止法に出てくる「優越的地位の濫用」と、経済学の一つの概念でありプラットフォーム企業が有していると考えられる「交渉力」について、2-1小節では楽天市場における全店舗送料無料化を例に、2-2小節ではLINE株式会社とZホールディングス（Yahoo! Japanの親会社）の合併を例にして、競争政策がどのように第4次産業革命に適応すべきかを考えてみたい⁶⁾。

2-1. 楽天市場の送料無料化問題と優越的地位の濫用

2020年2月10日、楽天が独占禁止法違反、特に「優越的地位の濫用」の疑いで、公正取引委員会の立ち入り検査を受けた。同社が運営する楽天市場の送料を、2020年3月18日から3,980円以上の商品購入で（一部地域を除き）基本的に無料とする方針を打ち出していたためである。楽天側は、出店者によって送料が異なるために注文を確定するまで最終的な支払価格がわかりにくく、消費者に混乱を生じさせており、それを是正するために一つの店舗で3,980円以上購入した場合に、その送料を出店者の負担で一律無料にする、という方針を打ち出していた。しかしながら、一部の出店者らは、楽天が送料無料を強制することは独占禁止法に違反するとして、公取委に調査を求めているのだ。

優越的地位の濫用とは、『取引上優越した地位にある事業者が取引の相手方に対して、正常な商慣習に照らして不当に不利益を与える』ことである。公正取引委員会のガイドラインに従って本件を解釈するならば、まず以下のような条件を満たすとプラットフォーム企業が優越的な地位にある事業者と認定される。すなわち、(1) 商店のプラットフォーム企業に対する取引依存度が大きく⁷⁾、(2) プラットフォーム企業の市場における地位が高く⁸⁾、(3) 商店にとっての取引先変更の可能性が低く、(4) その他プラットフォーム企業と取引することの必要性を示す具体的事実がある。それらの条件が満たされているならば、楽天は出店者に対して優越的な地位にあると認定され、さらに今回の行為（送料無料化）が正常な商慣習に照らして不当な不利益を与えると認定されるのであれば、独占禁止法に違反しているということになる⁹⁾。

このような送料無料化の施策は社会的厚生（つまり、消費者余剰、出店者の利潤、そしてプラットフォーム利潤の和）を最大化している可能性はある。というのも、送料無料や複雑な料金体系を簡易化することは、消費者の探索費用を下げるため、既に顧客だった消費者の消費者余剰は増加するだろうし、新たに楽天市場を利用する消費者も増えるであろう。よって、プラットフォーム企業として楽天はより高い利益を享受する可能性が高く、消費者余剰とプラットフォーム利潤の増分が、出店者の負担を上回っている可能性があるため、社会的厚生は上昇している可能性がある。しかしながら、出店者の負担は、特に顧客単価が低い出店者に集中すると考えられ、そのような出店者からすれば、その負担分を上回るような売上の伸びが観察できれば良いが、そうでなければ、正常な商慣習に照らして不当な不利益を与えられたと言うことになるであろう。私見だが、この問題の本質は経済学で言うところの価格差別と交渉力（の変化）であると考えられる。すなわち、顧客平均単価で見て異質性（heterogeneity）がある出店者側（つまり、顧客単価が高いような出店者もいれば、低い出店者もいる）に対して、従来出店者側の裁量で決められた送料に対して、均一価格（uniform pricing）を強いるような契約の変更を行ったため生じた問題だと考えられる。仮に最初から楽天市場が送料無料を謳い、出店者に負担で送料を賄う契約を結んでいたのであれば問題がこじれることはなかったであろう。ただ、その場合は、多くの小規模出店者は楽天市場には参加しなかったと予想され、楽天市場は消費者にとって魅力的なプラットフォームにはならず、現在ほど大きくならなかった可能性もある。つまり、価格差別の問題であると同時に、動学的な交渉力の変化も大きな要素になっている（2-2節にて再論する）。

その後、紆余曲折を経て、楽天が2020年3月6日に「新型コロナウイルスの影響」ということで送料無料を撤回し、導入が可能になった出店者から導入し、送料無料化で売上が落ちた場合の支援策も検討する、と発表したことで、本問題は収束した。しかしながら、（プラットフォーム企業は一般的に取引上優越した地位にあると考えられることが多いが）楽天は果たして本当に優越的な地位にあったのだろうか、そして、送料無料化が導入されていたら本当に多くの出店者に不利益がもたらされていたのかの検証は今後必要になってくるであろう。ま

た、この楽天の事例が象徴するように、プラットフォーム企業はその規模から、1つの契約の変更だけでも、その影響は計り知れなく大きくなることがある。そのようなプラットフォーム企業同士が合併すると、合併審査はさらに難しくなると考えられる。それを次小節で見て行こう。

2-2. プラットフォーム企業間の合併と交渉力

企業の合併 (Mergers and Acquisitions) は市場構造を変える一つの重要な要素であり、一般に比較的規模の大きな企業の水平合併は慎重に検討される。なぜならば、合併には二つの相反する効果があるとされており、それぞれの効果を見極めて判断しなければならないからである。一つ目の効果は合併する企業間のシナジーにより従来よりも安く財・サービスを提供できるようになったり、研究開発が進んで新たな財・サービスを提供できるようになったりする効果で、企業の利潤と共に社会的厚生を上昇させるため効率性向上効果とも言える。もう一つの効果は合併後に企業数の減少を通じて競争が緩和され企業の市場支配力が増加してしまう効果で、競争制限効果と呼ばれ、社会厚生を低下させる¹⁰⁾。合併にはそのようなトレード・オフが存在しているため通常競争当局 (日本では公正取引委員会) が合併 (企業結合) の審査を行い、各効果を勘案して合併の是非を決めている¹¹⁾。このような審査はプラットフォーム企業の合併の場合にどのように行われるべきだろうか。プラットフォーム企業の合併後の影響を一般的に評価するのは困難なため、ここではリテール決済 (消費者決済手段) の例を通じて論点を整理・提示して考えてみたい。

さて、2019年は各種キャッシュレス決済手段が普及した年で、キャッシュレス元年とも呼ばれた年であった。2019年10月から政府主導のキャッシュレス・還元事業が始まり、それに前後して各種の決済手段提供会社がキャンペーンを次々と行い、消費者としてはキャッシュレスの決済手段を使っているという非常に喜ばしい年であった。そのような年の中に出てきたのが、QRコード型の決済であるLINE Payを運営するLINE株式会社と、同じくQRコード型決済のPayPayを運営するPayPay株式会社の親会社であるZホールディングスの経営統合である¹²⁾。各決済手段は、買い手である消費者と売り手である商店をつなぐプラットフォームであると考え

られる。なぜならば、多くの消費者がその決済手段を持てば持つほど、商店としては潜在的顧客が増えるという意味で望ましく、同様に決済手段を使える商店が増えれば増えるほど、消費者もその決済手段を持つインセンティブが高くなるからだ。さて、そのような決済プラットフォームであるLINE PayとPayPayが合併したら、どのようなことが起こると予想されるだろうか。

まず、一つの面である消費者の市場を考えてみよう。現在はいずれのサービスも利用料がかかっておらず、会員登録料 (初期費用) と決済にかかる利用料 (従量) も共に無料である。一般にプラットフォーム・ビジネスでは一方のサイドには使用料を求めず (ともすればポイントなどでゼロ以下の価格を設定することもあり得る) 一方、逆サイドの経済主体に価格の支払いを求めることが均衡として実現しやすいことが知られている¹³⁾。よって、LINE PayとPayPayが合併したとしても、恐らく初期費用である会員登録料も従量部分の利用料も無料が維持されるのではないかと経済理論的に予想される。もし、プラットフォーム企業でなければ議論はこれで終了だが、プラットフォーム企業の合併審査が難しいのは、消費者側だけでなく、決済手段を受け取る商店のサイドへの影響も同時に考える必要がある点であろう。

ということで、今度はもう一つの面である、商店側への価格設定がどのようになるか考えてみよう。2020年5月31日現在、LINE Payのウェブサイトによると、商店が払う費用は同じく3タイプあり、(1) 導入費用、(2) 月額費用、(3) 決済手数料で、それぞれ0円、0円、0%となっている。ただ、決済手数料には但し書きで「2021年7月31日まで。2021年8月以降は2.45% [税別]」との記述がある。同様に、PayPayのウェブサイトによると商店側が払う費用は3タイプあり、(1) 導入費用、(2) 運用コスト、(3) 決済時にかかる手数料、とのことである。そして、こちらも導入費用と運用コストは無料、決済時にかかる手数料は0~3.74%程度と書かれており、但し書きで「決済時にかかる手数料は事業者により変わりますが、PayPayの場合は2021年9月30日まで手数料が無料です。」となっている。

LINE Payの場合は既に将来的な料金プランが提示されているが、PayPayの場合は (少なくともウェブサイト上では) 明示されておらず、将来的に楽天市場の送料無料化と似たような議論が巻き起こ

るのではないかと筆者は懸念している¹⁴⁾。仮にLINE PayとPayPayが合併したとすると、消費者の観点からは利用できる場所が増加し利便性が向上するため(そして利用料金はゼロのまま変更がないであろうため)、合併後に利用する消費者の数は従来のLINE PayとPayPayの利用者の合計よりも増加するであろう。そして、より大きなカスタマーベースを抱えることになったプラットフォームは、従来の利用料よりも高い利用料を商店側に要求することも考えられるからである。ただ、大きなカスタマーベースを獲得できる背後には多数の商店が決済手段を受け付けてくれるという事実を忘れてはならず、プラットフォームを利用する消費者数の増加から得られる余剰が全てプラットフォームに帰すべきわけではない。経済学ではこのような余剰の分配を考えるフレームワークとして、「交渉ゲーム」を用いることが多い¹⁵⁾。その際に重要なのは、交渉が決裂した場合に得られる「威嚇値」であり、これは先述した優越的地位の濫用のガイドラインの(3)商店にとっての取引先変更の可能性、に相当すると考えられる¹⁶⁾。

先述の公正取引委員会が公表した「企業結合審査に関する独占禁止法の運用指針」や「企業結合審査の手続きに関する対応指針」には、このような多面的な分析がなされることが明記されたものの、実務的にはどのように判断がなされるのかはまだわかっていない。さらに、近年、プラットフォーム企業の優越的地位の濫用が一つのキーワードになっており、合併審査のみならず、優越的地位の濫用をどのように運用していくのかに注目が集まっている。公正取引委員会による「優越的地位の濫用」の濫用は企業活動を委縮させかねないので、慎重に運用すべきであろうものの、プラットフォーム企業の合併などを梃子にした市場支配力上昇も看過できない部分がある。現在、産業組織論では交渉力の実証研究が進んでおり、優越的地位の認定にはそれらの研究で得られた知見を活かしていくべきであろうし、社会的厚生の上昇のため、実証産業組織論研究者は政策担当者が持っている問題意識を共有し、実務的な問題に即した研究を行っていく必要が出てくると考えられる¹⁷⁾。

3. 第4次産業革命への経済学者・企業内エコノミスト・政策担当者の適応

前節までは第4次産業革命と共に台頭してきた

プラットフォーム企業、そして、プラットフォーム企業の台頭に伴って競争政策がどのように適応していくかについて論じてきた。本稿を締めくくりにあたり、本節では(主に実証分析を行う)経済学者、企業内のエコノミスト(もしくはデータサイエンティスト)、そして政策担当者が、第4次産業革命と共に変化する競争政策や競争環境にどのように適応していくべきかについて論じたい。

3-1. 第4次産業革命への経済学者の適応

経済学の実証分析手法は伝統的に「構造推定アプローチ」「実験的／誘導系アプローチ(以下、誘導系アプローチと呼ぶ)」に大別される¹⁸⁾。一般的に、二つのアプローチは、推定を行う際に、各経済主体の最適化問題を定式化し解き、その解を直接的、もしくは間接的に利用して推定を行うことで、経済の根源的パラメータ(fundamental parameters)を求めるか否かで区分されることが多い¹⁹⁾。前節で論じてきた競争政策を扱う実証産業組織論という分野は、1990年代頃から構造推定アプローチを中心に発展してきた。その背景には、企業内に分析可能なマイクロデータの蓄積が不足していたことやコンピュータの計算量制約があり、そして仮にマイクロデータが存在していたとしても(企業にとって部外者である)経済学者が企業内データにアクセスすることは非常に困難であった点が挙げられる²⁰⁾。そのような状況の中、限られたデータ(例えばマーケットシェアや市場に存在する企業数などの集計化されたデータ)を用いて企業行動を理解するためには、もしくは、政策の評価を行うためには、経済理論モデルから導かれる変数間の関係性をデータの生成過程に課す必要があったため、構造推定アプローチが急速に浸透していったと考えられる²¹⁾。

しかしながら、第4次産業革命は天文学的数字のデータの記録を可能にし、さらに、何テラバイトにも及ぶビックデータの解析が可能な高性能のコンピュータを産み出してきた。さらに現在では多くのテック企業が経済学者との共同研究を行っており、従来のように限られたデータにしかアクセスできない状況は大幅に改善されてきている。そのように豊富なデータがある今日、経済分析として構造推定アプローチのみを採用する必然性は低下してきており、実証産業組織論の研究者には従来よりも誘導系アプローチを熟知し、応用できる研究能力が求められることになるだろう。ただ、それは必ずしも構

造推定アプローチの研究や教育を行わなくても良いということの意味するわけではないことに注意されたい。というのも、前節で論じてきたように、第4次産業革命の進展に伴い未知の問題が必ず出てくると予想されるからだ。プラットフォーム企業に対する規制の是非やプラットフォーム間の合併などはその最たる例であり、そのような未知の問題にアプローチするためには、何らかの外生的な政策の変更を必要とする誘導系アプローチよりも、基本的な経済理論モデルに立ち返り経済主体がどのように行動を変えるかを一から考える構造推定アプローチは強力なツールとなることが多い。以上から、今後経済学者は両アプローチを熟知していることが重要になってくると考えられる。

3-2. 第4次産業革命への企業内エコノミストや政策担当者の適応

翻って、企業内のエコノミスト／データサイエンティストはどのような能力が求められるようになってくるであろうか。彼らには、構造推定アプローチよりも誘導系アプローチが重要になってくると考えられるが、それらに加えて重要なのは、近年経済分析の手法として新たに加わりつつある「機械学習アプローチ」であると考えられる。例えば、インターネット広告が表示される背後にはオークション（競争入札）があり、そのオークションのデザインや企業の広告を出す際の入札戦略は経済的な分析に裏付けされているため、ある程度長期間に渡って根幹にあるアルゴリズムは変化しないと考えられる。しかしながら、消費者の選好は比較的短期的なスパンで変わるため、入札戦略やどのような広告をどのようなターゲットに出すかというパラメータのチューニングは頻繁に行われる必要があるだろう。経済学者が論文を書く際にある財の需要関数を推定する際には、データの制約などから、需要関数の形状（パラメータ）が毎日・毎週変化するとは考えないことが多いが、現実のインターネット広告を出す企業は消費者の需要の変化を具に捉える必要があり、そのような状況では順次データをアップデートし、新たな需要予測モデルを作っていく必要があるからである。そのような状況では、機械学習アプローチは非常に強力な分析手法だろう。

とは言うものの、企業内エコノミストにとっても構造推定アプローチや誘導系アプローチは重要であると考えられる。なぜならば、多くの産業では独

占ではなく、類似の企業が似たような製品を開発・販売しており、仮に自社のマイクロデータが豊富に存在していたとしても、他社のデータなくして自社の戦略を決めるのは困難であるからだ。そのような状況で、他社がどのように自社の価格戦略などに反応してくるかは構造推定アプローチを用いて分析するのが自然だろうし、マーケティングを行う際に頻繁に用いられるA/Bテストなどを計画・実施する際には当然誘導系アプローチを熟知する必要がある。ゆえに、重要性としては機械学習アプローチが若干高いものの、それ以外の手法にも精通する必要もあるだろう。

さらに、経済学者や企業内エコノミストの変化を受けて、政策担当者も変化する必要が出てくると考えられる。近年、エビデンスに基づく政策立案を意味する「Evidence Based Policy Making（略してEBPM）」が大きな潮流としてあり、そのようなエビデンスを考える際には、さまざまな手法に熟知し、さらには各手法の長所短所を理解し、適切に解釈できるスキルも重要になってくるだろう。政策の導入時には、企業が行うようなA/Bテストを行えば良いが、一般企業とは異なり実験を行うことが難しいので、時には構造推定アプローチなどを使う必要も出てくるであろう。また、先述の合併審査や企業間取引の優越的地位の濫用の認定などでは、企業から提出されるマイクロデータや経済分析を精査する必要も出てくるであろう。また、本稿では扱えなかったデジタル・カルテルなどを精査する際には、各企業が行っている価格設定のプログラムを読み解くことも必要になるかもしれない。その際には機械学習アプローチも重要になってくる可能性もある。よって、政策担当者も各手法に対する理解を深める必要があるだろう。

以上のように、経済分析の企業・政策担当者への浸透を踏まえると、私たち経済学者は研究面だけでなく、教育面でも変化を求められることになると考えられる。従来、2000年頃から大学学部で教えられてきた産業組織論はマイクロ経済理論（主にゲーム理論）をベースにした理論的な側面を強調してきたが、今後は従来の理論的な議論に加えて実証分析（手法を教えるだけでなく実際にデータを用いて推定ができるようになること）も含めた教育を推進していく必要性が高まってくると考えられる。

[参考文献]

- [1] Adachi, T. and M. J. Tremblay (2020): “Business-to-Business Bargaining in Two-Sided Markets.” Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3388383>
- [2] Adachi, T. and M. J. Tremblay (2020): “Cournot, Conduct, and Homing in Two-Sided Markets.” Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3560566>
- [3] Armstrong, M (2006): “Competition in Two-Sided Markets,” *The RAND Journal of Economics*, 37(3), pp. 668-691.
- [4] Berry, S. T. (1994): “Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation,” *The RAND Journal of Economics*, 25(2), pp. 242-262.
- [5] Berry, S.T, J. Levinsohn, and A. Pakes (1995): “Automobile Prices in Market Equilibrium,” *Econometrica*, 63(4), pp. 841-890.
- [6] Caillaud, B and B. Jullien (2003): “Chicken & Egg: Competition among Intermediation Service Providers,” *The RAND Journal of Economics*, 34(2), pp. 309-328.
- [7] Collard-Wexler, A., G. Gowrisanakaran, and R. Lee (2019): “Nash-in-Nash Bargaining: A Microfoundation for Applied Work,” *Journal of Political Economy*, 127(1), pp. 163-195.
- [8] Olley, G. S. and A. Pakes (1996): “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry,” *Econometrica*, 64(6), pp.1263-1297.
- [9] Rochet, J.-C. and J. Tirole (2003): “Platform Competition in Two-Sided Markets,” *Journal of the European Economic Association*, 1(4), pp. 990-1029.
- [10] Weyl, E. G. (2010): “A Price Theory of Multi-Sided Platforms,” *American Economic Review*, 100(4), pp. 1642-1672.
- [11] 中嶋亮 (2016) 「誘導型推定」v.s.「構造推定」『経済セミナー増刊 進化する経済学の実証分析』、日本評論社、pp. 52-62.

[註]

- 1) 本稿の作成にあたって、安達貴教氏から有益なコメントを頂いた。記して感謝したい。
- 2) Amazon のオンラインショップを利用しない人でも、近年多くのインターネットサービスが Amazon Web Services (AWS) という世界最大のクラウドサービスを利用して提供されており、我々は知らず知らずのうちに Amazon を利用していることが多々ある。
- 3) 日本語ではプラットフォームとも呼ばれている。また、プラットフォーム企業をより正確に定義する試みもなされており、Weyl (2010) ではプラットフォーム企業であるための3つの要件を挙げている。
- 4) 間接的ネットワーク効果に対して、直接的ネットワーク効果という概念も存在する。例えば、電話や電子メールのようなプラットフォームの場合、使用している人が多いほど使用する際の利便性が高まり、このような場合は直接的ネットワーク効果と呼ばれる。楽天市場の場合、出店者の視点からは消費者の数が増加すると潜在的な顧客が増えるため正の間接ネットワーク効果がもたらされるが、他方でライバルとなる出店者が増えると顧客を奪われるため負の直接ネットワーク効果が働いていると言える。このように、プラットフォームの同じサイドに対するネットワーク外部性を直接的ネットワーク効果、異なるサイドに対するネットワーク外部性を間接的ネットワーク効果と呼ぶ。
- 5) 本報告書の第2部第7章もその一例であり、プラットフォームの定義を含めて、より詳しい理論的な議論は第2部第7章を参照されたい。
- 6) また、これらの問題以外にもデジタル・カルテルの出現や個人情報の取り扱いの問題などがあるが、紙面の関係上、それらについては割愛する。
- 7) この場合の取引依存度は、ある出店者の楽天市場における売上高を、当該の出店者の全売上高で除して算出されるとする。
- 8) この場合は、楽天市場のマーケットシェアや市場における順位が考慮される、とされている。
- 9) より正確には、以下のことを禁止している：(イ) 継続して取引する相手方に対して、当該取引にかかる商品または役務以外の商品または役務を購入させること、(ロ) 継続して取引する相手方に対して、自己のために金銭、役務その他 の経済上の利益を提供させること、(ハ) 取引の相手方からの取引に係る商品の受領を拒み、取引の相手方から取引に係る商品を受領した後当該商品を当該取引の相手方に引き取らせ、取引の相手方に対して取引の対価の支払いを遅らせ、若しくはその額を減じ、その他取引の相手方に不利益となるように取引の条件を設定し、若しくは変更し、又は取引を実施すること。
- 10) 競争制限効果は合併した企業が単独で行う単独効果 (unilateral effects) と、合併した企業と合併当事者ではないが同じ市場に存在していた企業による協調効果 (coordinated effects) の2つに分類される。
- 11) より具体的には、企業結合審査の対象となるか否かの判断がなされ、その対象となった場合は「一定の取引分野の確定」がなされ、その取引分野ごとに実質的に競争を制限するか否かを単独効果と協調効果の観点から総合的に検討することになっている。
- 12) 本稿ではリテール決済の側面に着目するが、この合併審査の難しさは、Z ホールディングスは Yahoo! JAPAN のサーチエンジンやその他サービスを提供しているのに対し、LINE 株式会社は主に SNS サービスの一種である LINE を提

供している点で、各々のサービスで集めた個人情報と共有して、広告市場などで市場支配力が上昇する点などもある。

- 13) 例えば、プラットフォーム研究の礎にもなっている論文である Armstrong (2006)でも、より間接ネットワーク効果を享受する側がより多くの料金をプラットフォームに支払うことが均衡になっており、その後の研究で一方の価格がゼロになる場合もあることが示されている。
- 14) ウェブサイト上に明記されていないだけで、各商店との契約書には将来の料金が書かれている可能性は否定できない。
- 15) PayPay の将来の利用料は幅をもっていることから、一つの価格を設定するというよりも、むしろ個別に（あるいは企業規模や産業に応じて）利用料を交渉していく可能性もあると考えられる。
- 16) このような点に着目し、うまくモデル化したのが Adachi and Tremblay (2020a, 2020b)であり、論文では理論モデルを構築し政策的含意を得ることに成功している。
- 17) 個々の商店とプラットフォーム企業との一対一の交渉ゲームを考えると、新たに発生する余剰はプラットフォーム企業に帰してしまう可能性が高く、複数の経済主体が同時並行的に交渉を行っているようなモデルを考える必要があるかもしれない（例えば Collard-Wexler, Gowrisankaran, and Lee (2019)などを参照されたい）。
- 18) 後者は「実験的アプローチ」と「誘導系アプローチ」別々に定義されることも多い。また現在は、それらの分析手法区分に「機械学習アプローチ」を加えることもあり、3-2 小節にて議論する。
- 19) より正確な分類法や分析の例、そして 2010 年頃に起こった二つのアプローチの論争については中嶋（2016）を参照されたい。
- 20) 労働経済学や他の分野では、個人や家計を長期間に渡って追跡したパネルデータの整備・蓄積がなされており、そのような（情報量の意味において）リッチなマイクロデータと親和性の高い誘導系アプローチが採用されることが多かったため、誘導系アプローチに属する計量経済学手法が開発されてきたと考えられる。
- 21) 例えば、需要関数を推定する際によく用いられる Berry (1994)や Berry, Levinsohn, and Pakes (1995)では、個人が効用を最大化するように選択肢を選んでいると仮定し、離散選択モデルから得られる選択確率を集計化した予想されるマーケットシェアと実際のマーケットシェアを一致させるように推定が行われている。また生産関数を推定する際によく用いられる Olley and Pakes (1996)という手法では、今期の投資が多い会社は投資が低い会社と比べ（データでは観測されない）より良い生産性のショックを受けている、ということを理論的に示し、その関係性をうまく用いることで、通常的手法より精度の高い推定を可能にしている。

[第2部] 第7章 プラットフォーム、シェアリングエコノミー、P2P 取引は 市場経済をどう変えるか？

新海 哲哉^x

【要約】

本稿では、昭和中期の日本の高度経済成長期、製品差別化とバラエティ増の時代から平成初期のバブル崩壊後の経済のグローバル化と日本経済の低迷する20年余りを経て、平成後期から、プラットフォーム・シェアリングエコノミーによる取引の進展する令和に至るまでの日本の経済・社会の変化を概観する。そして、日本経済・社会に起こったこれらの変化が、モノ・サービスの生産から消費者に届くまでの流通構造と市場取引にもたらした変化を概観した。そのうえで、モノ・サービスの生産者から消費者への広告による情報伝達方法の変遷と限界費用の構成の変化が、各段階の企業、消費者等が得る市場取引価値の各取引参加者への分配構造にもたらした影響を図式化して直観的に説明した。

^x 関西学院大学大学院経済学研究科教授

1. はじめに～プラットフォーム企業とは？～

近年、Big TechやGAFAとも称され、ビジネスの世界で莫大な利益を得、その行動が他の業界の企業、消費者、世界の政府や競争政策当局からも注目されるGoogle, Apple, Facebook, Amazon.com, Netflix, Microsoftなどの巨大企業の多くは、プラットフォーム企業と呼ばれる。

日本でも、こうしたプラットフォーム企業は我々の身近にたくさんある。転職希望者と即戦略の優秀な人材を求める企業を繋ぐ、転職サービスのビズリーチ、有名大学の近くにあり、学生と彼らから優秀な人材の採用を望む企業を繋ぐ「知るカフェ」などである。所有する不用品や手作りを売りたい人と安価に中古品や手作りの品を売りたい人を繋ぐ、メルカリもプラットフォーム企業である。

プラットフォーム企業は、1) 2つ以上の異なるユーザーグループに異なる財（製品）やサービスを提供し、2) すべてのグループユーザーに提供する財やサービスの価格が決定でき、3) 一方のユーザーグループに属する利用者の効用（便益）は、他方のユーザーグループに属する利用者数に依存する（ネットワーク外部性）が存在するという3つの特徴をもつ。

こうした特徴をもつプラットフォーム企業の原型は、実はかなり前の昭和中期から、日本のビジネス界でも誕生していたと思われる。

本稿では、あえて私の本業である理論経済学のモデルによる説明を避け、これまで私が消費者として生き、私が経験した昭和・平成・令和のそれぞれの時代における経済の変化の大きな流れに注目し、プラットフォーム企業を考えたい。とりわけ、インターネットや通信技術、モバイル端末普及によって、この研究会がテーマとする第4次産業革命が、経済システムにもたらした大きな変革を、流通システムの構造変化と消費者の財・サービスに対する選好や嗜好を捉えるマーケティングシステムの変化に着目することによって、経済取引価値の企業間、産業間における富の配分に与えた影響を、限界費用により説明することを試みたい。そうすることで、現代経済を特徴付ける、プラットフォーム、シェアリングエコノミー、P2P取引が市場取引をどう変え、企業、消費者、社会にどのような影響を及ぼすかについて考えること

にする。

2. 高度経済成長と大衆消費社会の形成と発展と消費者信用としてのプラットフォーム企業

第2次大戦後、経済成長を遂げた欧米資本主義各国の経済がそうであったように、日本経済でも、敗戦後の混乱期から、朝鮮戦争による特需などによる工業製品の輸出増加は、工業・製造業などの製品の需要増加をもたらした。これらを生産供給する第2次産業が発展し、製造業の労働需要が増加した。私がこの世に生を受けた1950年代中盤以降、これを契機に農林水産業などの第1次産業が中心の地方からそれらの財の消費地に近い都市への人口移動が起こった。都市では多くの労働者が仕事を得て定住し、彼らの所得は増加し、財の需要、第3次産業であるサービス業への需要も増加する。第2次大戦後のモノのない生活からの所得の増加は、人々に財・サービスへの爆発的欲求を満たす消費機会を与え、都市とその周辺には大きな国内の財・サービス市場が生まれ、日本企業は多種多様な財・サービスを大量生産し、市場に供給する大衆消費社会となる。

都市はそれまで、以前から都市のある地域に住み、互いにどこの誰だかわかる「顔の見える」地域社会から、多くの地方からの転入者が地域に流入し、互いにどこの誰かわからない「顔の见えない」都市社会に変貌する。高度経済成長期には、都市に人口が集中し、多くの種類の財・サービスでの市場規模の成長が続くと市場参入が容易なので、財の小規模の生産企業数、それらの財を消費者に販売する小売店や個人営業の飲食店等のサービス業も増加する。

加えて、道路整備と全国的高速道路網の建設によりモータリゼーションの進展と、新幹線や空港、航空路の整備による、人の移動増加はさらに大きな市場の発展をもたらした。

「顔の见えない」人との取引の増加は、安全な取引を支える消費者信用とキャッシュレスによる決済の効率化を要求した。コンピュータ技術やデータ通信技術の発展による情報ネットワークの発展は、商品やサービスをキャッシュレスで購入したい消費者やビジネスマンと、これらを販売供給する企業、小売店への取引を、消費者信用システムを通じて繋ぐクレジットカード会社という、プ

プラットフォーム企業を誕生させた。

高度経済成長による雇用確保により、比較的安定した20年余りは、わが国の社会経済に大きな勤労者による中流所得層をもたらした。こうした中流階級の旺盛な需要により、高額な耐久消費財の割賦販売、自動車などのローンなどのクレジット会社生まれ、これらのクレジット会社もある種のプラットフォーム企業の機能を果たしてきたと考えられる。

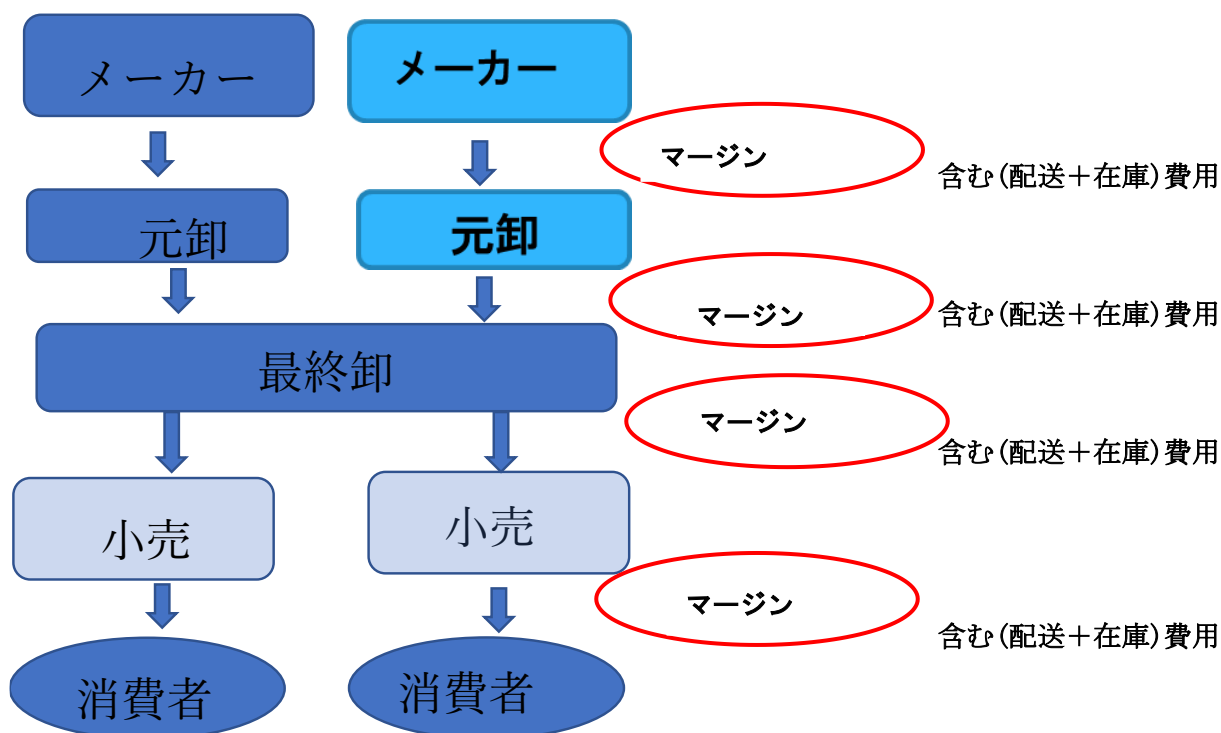
1970年代～1980年代前半までは、日本経済は、景気循環による不況を経験するも中期的には高い経済成長が続いていた。また、当時は、人口も増加しており、高齢化も進んでいなかったため、堅調な内需の成長があった。そのため、年功序列型賃金、高校、大学卒業後すぐに企業に入社すると、多くは定年まで同一企業に勤めあげ、勤勉に働けば家も建てることできるという、終身雇用が信じられていた。また、サラリーマン以外の専門職人たちも、学校を出てから、老舗に入って技を磨き、長い間修行すればやがて一人前になって、自分の店や工場をもって自立できると信じられていたし、現実にもそれが可能な時代であった。

3. 製品・サービスの差別化によるバラエティの増加とプラットフォーム企業

1980年代後半からバブル時代になると高度経済成長を遂げた各国経済では、消費意欲が旺盛な中間層（中位所得層以上）の消費者は、必要な財（製品）、サービスはほぼ手に入れ、財やサービスの嗜好や質を重視するようになる。しかし、大型計算機による銀行の情報ネットワークは発達していたものの、当時は現在のように、スマホやタブレット端末、PC等を消費者はもっていなかったし、これら消費者の嗜好に関する情報とマーケティングをする企業を繋ぐインターネットによる通信技術も発達していなかった。しかし、資本主義社会はさらなる付加価値と成長を求めるため、新たな消費を創出する必要があった。また、図2-7-1のように当時は、財・サービスの生産者から消費者までの流通システムには、多くの卸業者が仲介し、小売業者を経て、消費者に販売されていたため、多重限界性の非効率が生じており、消費者は高い財やサービスを購入していて、消費者余剰

は小さかったと思われる。他方、これらの中間業者で働く人々に仕事と所得を保証できたのも、高度経済成長と人口増による内需市場の拡大があったからである。こうした、垂直的長い流通システムでは、メーカーを最上流とすると、それぞれの中間業者が上流企業から仕入れ値で仕入れたものの在庫を管理し、在庫管理費用、発注受注調整費用、製品の輸送費用や人件費その他を考慮の上、下流の卸業者、小売業者に自ら卸売価格を設定して、販売した。一部、ダイエーの中内功氏などによる、スーパーなどで中間業者を中抜きして消費者に安く販売するため、多重限界性の解消を狙った挑戦による流通システムの中抜き短縮化が起こったが、品質向上や差別化により高価格販売を狙った財・サービスは、スーパーなどでは売られず、図2-7-1のような旧来の多段階の流通システムが維持され機能していた。

特に第2次大戦後の第1次ベビーブームで生まれ、高度成長の波に乗って豊かに育ち、このころ少年期、青年期を迎えた団塊の世代は、巨大な市場を産み出す。これらの若者たちの市場に、新規もしくは買替需要を生み出すために、企業は消費者の市場を嗜好により振り分け、差別化してどういう製品やサービスを欲するかを探る必要があった。実際この団塊の世代が年齢を重ねるごとに、年齢なりに彼らが欲しがらるであろう別の財やサービスに製品差別化を図り、広告を打ち、流行を産み出すのが、電通、博報堂等の広告代理店であり、これに寄与したプラットフォーム企業が、服飾のファッション誌や財の専門雑誌である。（例えば、ファッション雑誌であれば、MENS CLUB、anan、Nonnoなど。ファッション以外のアイテムの雑誌では、POPEYE、Olive、HotDog Pressなどがある。）これらの雑誌は、団塊の世代の男女に、ライフスタイルや嗜好別に差別化し、それらを購入する層に対応した、ファッションブランドの製品や食事をする店や小物に至るまで多くの財やサービスの記事を載せ、それらの財、サービスに関する情報を提供し、企業から広告収入を得ている。これらの雑誌を発行する出版社やそれにかかわる広告代理店は、企業と差別化・セグメント化された市場の消費者の両方を対象に市場をもつ両面市場に別々のサービスを売るプラットフォーム企業といえる。



財・サービスの多段階の流通構造 多重限界性を生む

図 2-7-1 財・サービスの旧来の流通システム構造と多重限界性

しかし、財やサービスの生産・供給企業が、消費者の嗜好に合わせてそれらの製品やサービスを差別化し市場をセグメントするためには、まずは広告代理店にこれらの企業が広告企画を発注し、そこを通じて、プラットフォーム企業である専門雑誌の出版社、テレビのCM、テレビ局、新聞社、写真、モデル、グラフィックデザイナー、アートディレクター、印刷企業、雑誌流通の東販、書店、実際にアパレルや小物を売る小売店など多くの業種が関わって、消費者に繋がっていた。そのため、莫大な広告費用が必要であった。一般にこれらマスコミ、出版社、広告代理店の収益、社員の給与はメーカーの社員より高額であった。財やサービスの生産企業はこれらのマーケティング費用も含む高い限界費用を必要とした。消費者は高いものを買わされ、財やサービスの価格のかなりの部分は、広告代理店やセグメント化にかかる多くの業界の売上とそこで働く人々の所得となり得たのである。こうした、生産者から消費者への販売流通段階に介在する企業による多重限界性に加

え、生産者が消費者の嗜好を知り、差別化するための情報や仕掛けによる多重限界性が、財やサービスの価格を吊り上げたが、しかしそれに関わる企業の利益やそこで働く人々の所得の源泉となり、国民経済全体の成長を支えた面もあると思われる（図 2-7-2）。

理論経済学の分野でも、情報の経済学やゲーム理論の発展を礎に進展があり、ミクロ経済学分野では新たな産業組織論が、ビジネス分野では戦略の経営学が発展し、マクロ経済学の成長理論も、バラエティ（製品の種類）の増加は、消費者の効用を増加させ、新たな差別化された製品やサービスの需要増加は、企業に利益を与え、経済成長につながるという内生的経済成長理論の研究が発展した。

また、高度成長による団塊の世代の雇用安定と所得の増加は、財やサービスのみならず、賃貸よりも持ち家に対する内需の増加に貢献した。

新築マンション、分譲住宅を販売したい不動産ディベロッパー企業及び不動産仲介や、ビル、住

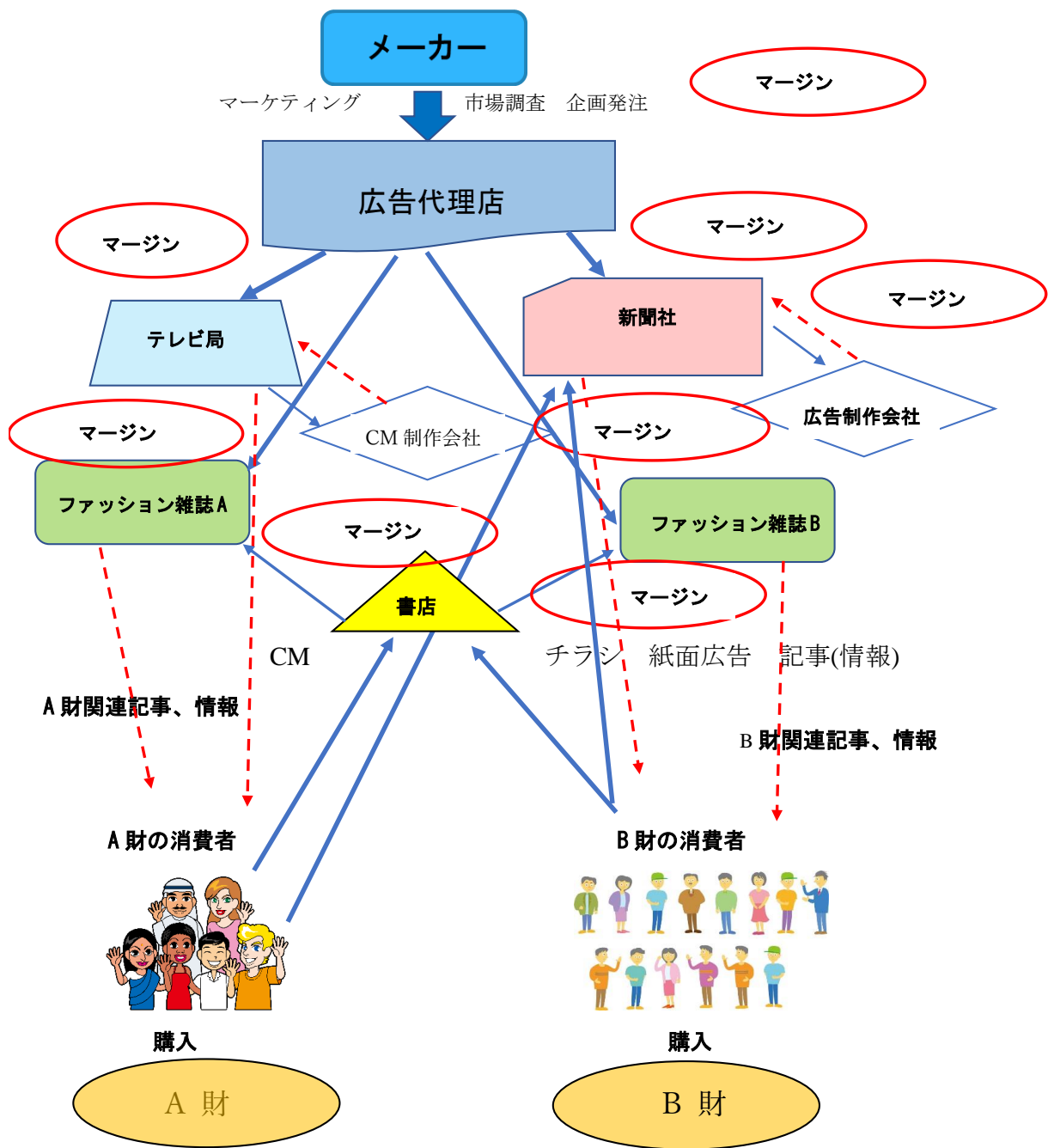


図 2-7-2 製品差別化、複数財生産企業と、マスコミ・広告代理店とマーケティング多重限界性

居、アパート、マンションの個人の貸し手と、賃貸住宅や新築中古住宅を需要する消費者とを繋ぐ役割を果たし、売り手や貸し手から情報を集め、広告料をとり、「住宅情報」情報誌を、賃貸、購入住宅を求める消費者に安価（200 円くらい）で販売して、情報提供サービスをしていたリクルートグループなどが存在する。これらリクルートグル

ープ企業もプラットフォーム企業である。（図 2-7-3 参照）

1980 年台終盤まで、日本経済はバブル期を迎え、不動産価格や株価等が高騰し内需のピークを迎え、若者たちや団塊の世代はこうした「モノへのこだわり」と差別化戦略にのって旺盛な消費を続けた。

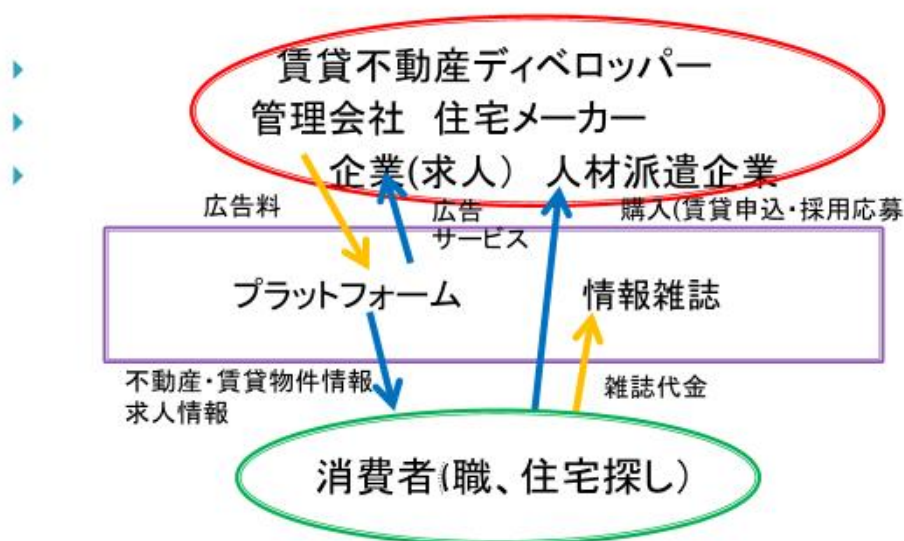


図 2-7-3 昭和終盤：平成初期のプラットフォームビジネスの概念図

4. バブル崩壊と日本経済の失われた 20 年、内需の低迷

1990 年初頭のバブル崩壊後、内需は冷え込み、それまでの旺盛な内需に支えられてきた日本企業は、これまでの正社員を新規学卒で採用し、定年まで雇用することが困難となった。そこで、生産・供給量により調整が可能な、固定費用となる正社員社会保険や退職金引き当てなどを必要としない、非正規雇用や人材派遣企業からの派遣社員を増やすことにより、人件費の可変費用化と節約をするようになった。このため、日本の中間層を構成する層の購買力は低下し、日本企業が主に財やサービスを提供してきた国内市場は、バブルのころから比較すると大きく縮小した。

そこで、自動車や家電等の日本を代表する製造企業（メーカー）の多くは内需縮小による売上の減少を補うべく、成長が続く、中国や ASEAN 諸国や景気拡大が続く北米の市場への輸出に活路を見出そうとした。

当時の中国を中心とする、新興国での自動車、家電製品に対する需要は旺盛であったが、これらの成長市場では、消費意欲の高い消費者たちは、成熟し嗜好や品質で差別化された日本の市場での消費者と異なり、高品質、新機能、美しいデザインより、基本機能と低価格の製品を欲した。このため、日本企業は高品質、デザイン、多機能では

あるが、高価格となる製品を市場投入したため、韓国、台湾などのメーカーとの価格競争に負けてシェアを下げることとなる。

海外市場での競争に臨むため、生産と輸送コストの削減のため、日本企業は海外に直接投資して、現地生産するようになり、日本国内では製造業を中心とした産業の空洞化と新規学卒者の採用を減らすことによる雇用の削減、年功序列制賃金制度による高年齢社員の早期退職などのリストラ（とりわけ、固定費用も含めて賃金の高い正規雇用労働者の削減）が進んだ。

この動きが 10 年以上続くと、若手の労働者が非正規となり、将来の生活不安から、婚姻数が減り、晩婚化が進みさらに新生児の出生率の減少、企業内の生産労働人口の構成構造にも変化が進み、少子高齢化が急速に進んだ。「1 億総中流社会」から、とりわけ若年層の所得が低く、これまでの高度経済成長で貯蓄をもつ高齢層に貧富の格差が生まれる。高齢層は退職による収入減と将来の健康不安等から、現役時代より消費を控え、バブル以前の高価格製品・サービスの市場における需要の減少が起こった。また、工業製品のほとんどが、中国など新興国から安価に輸入され、所得の低くなった日本では「百元ショップ（ダイソーなど）」などの低価格品への需要が高まり、前節において図 2-7-2 で説明したような、1990 年代に日

本の多くの財・サービス業が作り上げた、高い広告宣伝費を使った多重限界性をともなう製品の差別化のビジネスモデルは、消費者の高価格製品への需要が低価格製品への需要へと代替が進むにつれて、消滅することとなる。また、海外からの安価な輸入工業製品の増加は、1990年代まで残っていた、図2-7-1の多重限界性を伴う、多段階の財・サービスの流通システムの中抜き短縮化も進めた。

5. インターネットと通信システム技術の発展、モバイル情報によるオンライン取引の発展

平成中盤以降、インターネットや通信技術が進み、携帯電話、スマートフォンなどモバイル通信機器が普及すると、それまでの多くの財・サービスの取引は、実店舗での顧客と店の対面取引からインターネットを介しての取引にとって代わられた。とりわけ、大きな影響を受けたのは、書店である。これまで我々の自宅近くには、小さな書店があり、都市部には大規模な書店があったが、Amazon.comなどの書籍のネットでの購入と配達サービスが利用されるようになると、こうした書店は、書籍販売のみでは経営できなくなり、文具、レンタルビデオ、レンタル音楽CD、ゲームソフト等、書籍以外の財の販売をしないと生き残れなくなった。また、Amazon.comや楽天による書籍以外の財・サービスのインターネットによる販売が拡大すると、日本では多くの百貨店（そごう）、スーパー（ダイエー）、アメリカにおいても、19世紀末に創業した小売りの名門、米シアーズ・ホールディングスが2018年10月に経営破綻し、図2-7-1で示した、旧来の流通システムの崩壊と流通システムの構造変化が進んできている。この間日本経済はデフレ傾向で、物価、労働者の所得水準は下がり続けた。

同時に中心国の経済成長と工業化で、海外から輸入される財の価格は低下した。すると、過去のシステムでそれぞれの流通段階の中間業者が取引でとっていたマージンがなくなることにより、財・サービスに消費者が支払う価格が下がったとしても、財・サービスを生産・供給する企業は、かつて国内生産していたものを海外から輸入調達し、あるいは直接投資により海外に生産拠点を移すことで限界費用を下げることににより、かろうじて生き残れたのである。

さらに近年は老若男女へのインターネット、スマートフォン普及により、ゲーム、電子商店街、電子書籍、映像・音楽配信、各種紹介・予約サイト、シェアリングエコノミー（例えばライドシェア）、広告など、オンラインビジネスが拡大し、産業構造上大きなウェイトを占めるようになってきている。

6. インターネット、モバイル端末の増加は流通システムと取引価値の配分をどう変えたか？

こうした、新たにもたらされた経済取引の変化は、財・サービスの流通システムにどのような影響をもたらしたのであるか？この変化を端的に表すものとして、Amazon.comのビジネスモデルが挙げられる。元々、書籍販売と流通システムへのインターネット利用によるビジネスに端を発し、いまやAmazonは多種多様な財のインターネットによる消費者の発注から、代金回収、在庫調整から、配達までをトータルで扱う、ビッグビジネスを世界中で展開している。

Amazonのサービスには、大口顧客用（毎月50点以上販売出品する）FABサービスと、小口顧客用（毎月49点までの販売出品）サービスがある。大口顧客用のFBA（Fulfillment By Amazon）サービスの料金は毎月の月額4900円の固定料金と、Amazon.comサイトに載せて、自社の出品商品をAmazonフルフィルメントセンターという倉庫+配送センターに送って、サイトで販売されるまでの保管サービスに課金される、商品のサイズ・重量により分類された、保管時期（保管後販売出荷されるまでの日数）の従量料金の「在庫保管手数料」、注文商品の出荷・梱包・配送・カスタマーサービスに対する従量料金配送代行手数料」の二部料金制が採用されている（フルフィルメント by amazon (FBA)-料金プラン-Amaزون.co.jpより）。また、FBA制度での出品者の商品がAmazonサイトで売れた場合、購入者である消費者が「Amazon Prime会員（月額4900円）」である場合、サイトでは「Amazon Prime対象商品」が表示され、購入者への配達原則翌日配達（お急ぎ便）でかつ配送料は無料となる。

他方、大口・小口を問わずFBAを利用しない出品者の商品では、商品価格が安くても、商品のカテゴリーに応じて購入者が負担する配送料が決め

られているため、出品企業は実際の配送費（ほとんどが Amazon の指定した配送料より高額）との差額を考えて、販売価格を決定しなければならない。また、購入する消費者側もどの商品をどの企業から購入すべきかは、商品代金+Amazon 指定の配送料を比較して決定しなければならない。

これが面倒なので、Amazon Prime 会員である購入者のほとんどは、配送料無料で翌日配達の Amazon Prime 対称商品を購入する。（私も職業柄、洋書・和書をよく購入するので、Amazon Prime 会員である。）購入者（消費者）は代金を Amazon にクレジットカード等で支払い、配送も Amazon からされるので、支払いをしたのに、商品が届かないというような、取引の信頼上のリスクはまったくない。しかし、購入した商品がサイトに書かれていた性能や使い勝手などは、購入者の評価システムと、カスタマーレビューに購入者が自由に投稿できるので、粗悪な製品を出品すると、その出品企業が出品した商品の購入を、サイト利用者である購入者は避けるので、過大広告などはなくなるシステムとなっている。Amazon は顧客から回収した商品の代金を月ごとにまとめて FBA 料金を差し引いて、出品者や企業に振り込むというシステムである。二部料金制は、出品販売量が増えるにつれて、単位当たりの平均料金が割安となる第2種価格差別スキームであることは、産業組織論・経済学の分野ではよく知られている。

他方、小口顧客用（月に49点以下）については、月額固定料金（4900円）はなく、配送料は Amazon が指定した配送料、出品料金は商品1点ごとに100円の基本料+出品する商品のカテゴリに応じた販売手数料（商品代金（商品代金+配送料）の8%~15%）が Amazon から課金される。小口の出品者も、購入者から支払われる配送料は Amazon で決められているので、ここでも実際の配送費用との差額をコストと見立てて、サイトでの販売価格を決める必要がある。小口の出品者の場合も、大口、FBA による出品企業同様に、Amazon サイトで消費者が支払った代金はすべて Amazon が受け取り、出品者へは1個当たり100円+販売手数料を差し引いた額が振り込まれるシステムである。

Amazon というプラットフォーム企業の登場により、セドリ（安く仕入れて、高く転売して利ザ

ヤを稼ぐある種の裁定取引）という個人の副業など、図2-7-1で示した流通システムにはいなかった新たな個人が取引市場に参入できることとなった。新型コロナ禍の現在、不足するマスクやアルコール消毒液等で、ネットサイトでこうしたセドリ取引が頻繁に行われていたのは記憶に新しい。

Amazon 以外の Airbnb やホテルなどの宿泊サービス、ベビーシッター、様々な清掃、その他のサービスもインターネットによる新たなプラットフォーム企業によって経済取引が生まれ、財・サービスの流通システムの構造変化が起きている。（図2-7-4参照）

これまでの垂直的な流通システム（図2-7-4左側）も残っているが、次第にその収益は減少していると思われる。図2-7-4の右にあるように Amazon などのプラットフォーム企業を介在して、垂直的構造を超えた取引が行われ、またプラットフォームサイトを通じて、広告、販売、さらに在庫管理と配送サービス、売上の回収まで、これまで各段階の中間業者が個別に行ってきた業務を代行するサービスを Amazon 等のプラットフォーム企業が行っている。Amazon のようなプラットフォーム企業はこれらのサービス料金の設定により、二部料金制による価格差別戦略を通じて、取引価値の多くは、プラットフォーム企業の限界費用は下がりその収益が大きくなっていると思われる。また、従来取引にいなかった「セドリ」をする転売する個人事業主かプロシューマなどにも取引の機会と取引利益が配分されている。Amazon Prime 会員となった消費者は、旧来の流通システムの小売価格より、一般に低い価格で商品購入ができるようになっていると思われる。

7. グーグル等のプラットフォームビジネスは企業の製品差別化、広告、マーケティング戦略をどう変えたか？

図2-7-2で示したように、従来企業は消費者をその嗜好により差別化して、市場をセグメント化して価格差別するためには、消費者の嗜好や嗜好についての情報を引き出すために、高い広告費用を使わなければならなかった。企業は巨額の広告宣伝費を支出して、広告代理店による市場調査、テレビや新聞などのマスメディアへの広告を打ち、また、消費者の嗜好やライフスタイルに対応

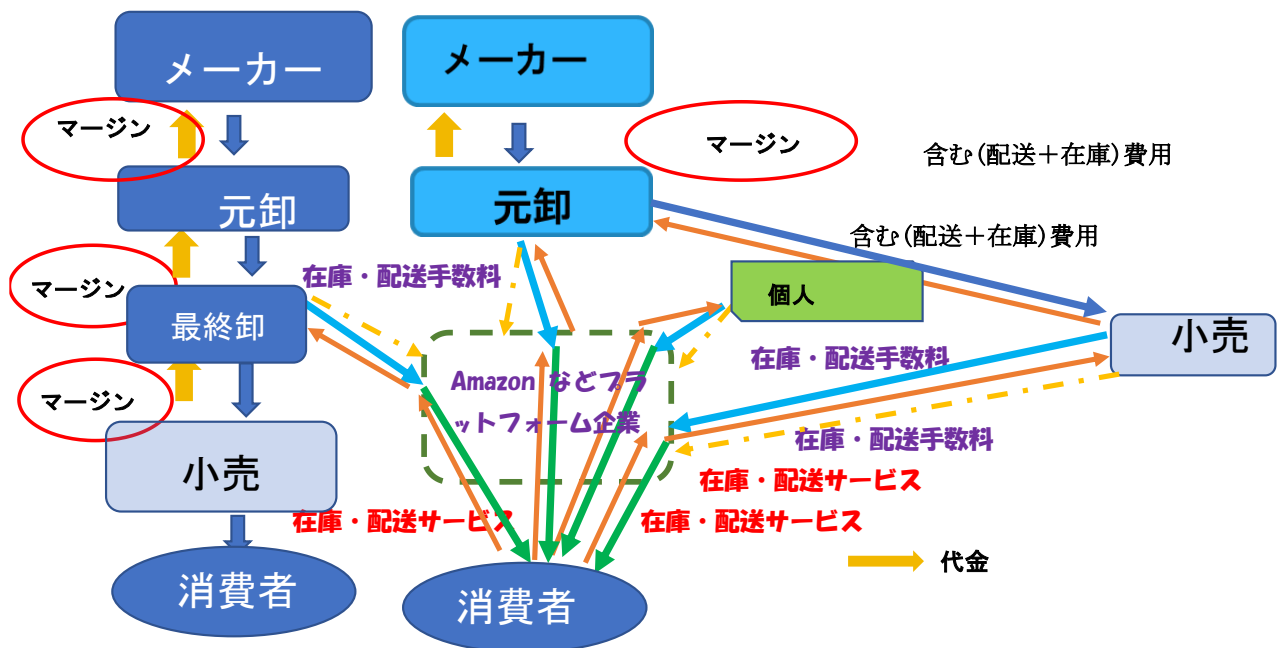


図 2-7-4 Amazon など、プラットフォーマー企業が変えた新たな流通システム

した雑誌による、商品の情報を消費者に送り、反応を見る（雑誌の購読数や、雑誌に載せたアイテムの売上のデータをとるなど）などして、新製品の開発をした。こうしたマーケティングに必要な費用は、図 2-7-2 にあるように多くのマスコミ、広告代理店、雑誌出版社、カメラマン、スタイリスト等、多くの関係者の雇用を支え、高価格での商品販売による取引価値のうち、かなりの割合は、これらマーケティングに関わる業種の売上として、配分されていた。

しかし、インターネットとオンラインネットワーク通信技術とモバイル通信情報技術の発展と消費者への PC の普及、スマートフォンの普及、Google などの検索エンジンの開発が進み、情報サーチコストが低下する。消費者は、従来は雑誌を読み、実際に自分が興味のあるモノ、場所、事柄に時間と費用をかけて、検索しなければ得られなかった情報に、PC やスマホ、タブレット端末などで、検索するだけでアクセスできるようになった。Google 等のプラットフォーム企業は、プラットフォーム上での SNS サービス等を通じて、一方のサイドの顧客である、消費者自身が自らの嗜好や趣味等の情報を検索、発信するようになると、

「この端末の利用者はこれらの検索でどの HP を閲覧したのか？」という情報を、他のサイドの顧客である、関連する商品やサービスの企業の広告を繋ぐことによって、企業はアンケートや購入により、ある端末の利用者である消費者の嗜好や個人情報取得と、広告の閲覧データ等を得られるため、細かくセグメント化された製品の広告や情報を消費者に伝え、効率の良いマーケティングをすることができる。

インターネットという「圧倒的な通信網」をもつプラットフォーマーである Google の基本的なキャッシュ・ポイント（お金をとるポイント）は、2 つある。第 1 のキャッシュポイントは、消費者がキーワードで Google の検索エンジンで検索した結果、「検索結果」のトップページの上部と右側に出るそのキーワードに近い自社商品やサービスを提供している「スポンサーサイトのリスト」の上位（順位は Google が定期的に変更）に企業名を載せるため、そうすると検索した消費者が自社名をクリックする確率が高いキーワードを Google から入札で購入する「アド・ワーズ広告」である。第 2 のキャッシュポイントとなるのは「アド・センス広告」である。この広告では、

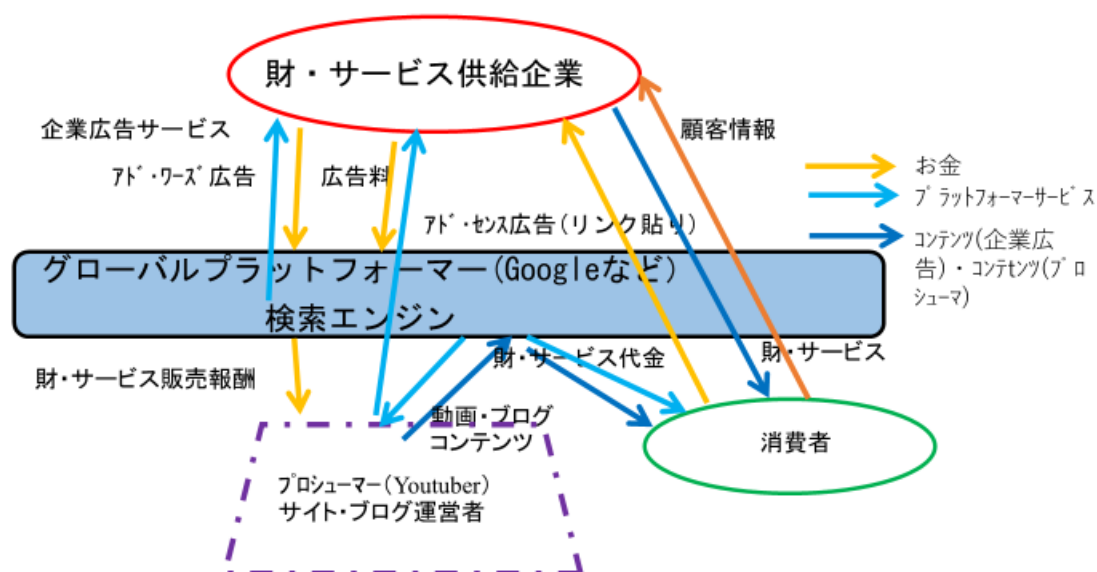


図 2-7-5 インターネット、モバイル端末の普及後の企業の差別化、マーケティング構造

あるキーワードを購入できるとワンクリック 30 円の広告料を企業はグーグルに支払うと、そのキーワードに近いテーマで企業やプロシューマたちが運営する、YouTuber の動画サイトやブログの画面に表示される「ads by グーグル」のスペースに自社の関連 Web ページに飛ぶリンクを貼り、そのサイトに訪れた消費者が 1 回自社のリンク先をクリックして自社製品の頁で広告を見れば、何円かを広告企業がグーグルに支払い、そのうちスポンサーである自社の商品とその消費者が購入すると、グーグルがリンクを張った企業やプロシューマのサイトやブログ運営者に支払う販売報酬を支払う。グーグルは、スポンサー企業からの広告収入とプロシューマたちに支払う販売報酬の差額を収益源としているのである。（図 2-7-5 参照）

従来の図 2-7-2 の広告代理店やマスコミ、雑誌による製品差別化戦略に比べ、直接消費者が興味のあるライフスタイルでブログや動画サイトから広告をクリックするので、従来のテレビの視聴率や新聞の購読数と自社製品の購入との関連を調査することにくらべて、圧倒的に安く、直接的に広告と購入履歴を数量的に把握できるだけでなく、電子マネーやクレジットカード情報などとリンクすると、資産情報等に関しても顧客に関する詳細な情報が得られる。こうしたサービスをグーグル

は恐ろしく低い限界費用で消費者、プロシューマ、企業に供給できるのである。したがって、旧来の図 2-7-2 で多くの取引価値から収益を得ていたマスコミ、雑誌、新聞への企業の広告支出は減り、そのことで、テレビ局、新聞、雑誌の広告収入は減り、企業の自社製品の限界費用に占める広告宣伝費は大きく減少していると思われる。情報取得にしても、コンテンツを楽しむのも、新聞、雑誌、テレビより YouTube やインターネット経由の動画、記事のほうがおもしろいという消費者は増加していると思われる。すなわち、インターネット普及とプラットフォームの登場による、企業の製品差別化、広告、マーケティング取引形態の変化は、明らかに図 2-7-2 に見られる、多重限界性の非効率性を解消したが、その結果広告の取引価値のかんりの部分の配分を受けているのは、グーグルなどプラットフォーム企業と、YouTube や Web サイトにコンテンツを供給する、プロシューマたちであると思われる。

8. 結び

本稿では、インターネットやモバイル通信の発展による影響を、財・サービス生産・供給企業の流通システムとプラットフォーム企業の登場による、企業の製品差別化、広告・マーケティング活

動システムの構造にもたらした変化に注目して、理論ではなく、ここ数十年の日本経済の変化の経験と、簡単な図式化により考察した。このような変化が、企業が供給する財・サービスが消費者に

供給されるまでの、プロセスにより、直観的な費用構造の変化を通じて、経済取引のどの取引者たちへの価値の配分がどのように変わったかを、わかりやすく説明を試みた。

[参考文献等]

Einav, L., C. Farronato, and J. Levin (2015), “Peer-to-Peer Markets,” *National Bureau of Economic Research Working Paper 21496*. <http://nber.org/papers/w21496> (accessed 2018.5.10)

Benjaafar, S., G.Kong, X. Li and C. Courcoubeitis(2018), “Peer-toPeer Product Sharing: Implication for Ownership, Usage, and Social Welfare in the Sharing Economy,” *Management Science*, ISSN 1526-5501(online), <http://pubsonline.informs-org/journal/mnsc/>

Armstrong, M. (2006). Competition in two-sided markets, *The Rand Journal of Economics*, 37(3), 668-691.

Choi, J. P. and Y. Zenryo (2019). Platform market competition with endogenous side decisions, *Journal of Economics and Management Strategy*, 28(1), 73-88.

Jiang, B. and L. Tian (2018). Collaborative consumption: Strategic and Economic Implications of product sharing, *Management Science*, 54(3), 1171-1188.

Rochet, J., and Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets, *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 990-1029.

Weil, E. (2010). A price theory of multi-sided platforms. *American Economic Review*, 100(4), 1642-1672.

新海哲哉 (2018), 「プラットフォームビジネスは市場をどう変えるか?—P2P 取引、PF ビジネスと市場経済分析—」, 国際高等研究所, 「第4次産業革命への適応〜社会経済システムの再編成〜」報告資料
2018年度第4回(通算第4回)研究会 2018年10月26日

新海哲哉 (2019), 「Apple 業績不振のわけ High-Spec 追及メーカーの苦悩」, 国際高等研究所, 「第4次産業革命への適応〜社会経済システムの再編成〜」報告資料
第9回「第4次産業革命への適応」研究会 2019年5月24日

新海哲哉 (2020), 「プラットフォームビジネスは市場をどう変えるか?—P2P 取引、PF ビジネスと市場経済分析—」, 国際高等研究所, 「第4次産業革命への適応〜社会経済システムの再編成〜」報告資料
第15回「第4次産業革命への適応」研究会 2020年2月14日

柴山 昌之(2008), 『Google 経済学』, フォレスト出版

Zenryo, Y. (2019). Lecture on Platform Competition and its Applications, 2019年9月28日 産業組織・競争政策研究会@名古屋大学、スライド

(参考ホームページ)

Amazon 小口出品者の配送料,
https://sellercentral.amazon.co.jp/gp/help/external/201051980/?ld=SEJP_S0A_service_01_exact_PC_Goo_asret_
2020年6月13日閲覧

Amazon フルフィルメント by Amazon(FBA)概要
<https://services.amazon.co.jp/services/fulfillment-by-amazon.html> 2020年6月13日閲覧

研究会開催経過

第1回

日時：2018年6月29日（金）13：00～17：00

内容：佐和 隆光「第4次産業革命への適応～社会経済システムの再編成～」

第2回

日時：2018年8月2日（木）13：00～17：00

内容：二神 孝一「The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth Factor Shares, and Employment by D. Acemoglu and P. Restrepo AER, 2018, vol.108(6)について」

宮脇 正晴「技術の発展と著作権法」

第3回

日時：2018年9月14日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師]上田 修功（理化学研究所革新知能統合研究センター副センター長、NTTコミュニケーション科学基礎研究所特別研究室長）「第4次産業革命の技術的シナリオとその社会的インパクト～人工知能社会の到来～」

佐々木 典士「『所有』という概念のゆらぎ～ミニマリスト、シェア、メルカリ～」

第4回

日時：2018年10月26日（金）13：00～17：00

内容：新海 哲哉「プラットフォーム・ビジネスは市場をどう変えるか？～P2P取引、PFビジネスと市場経済分析～」

若森 直樹「実証産業組織論と第4次産業革命」

第5回

日時：2018年11月30日（金）13：00～17：00

内容：依田 高典「プラットフォームの経済学：なぜ独り勝ちが起きるのか？GoogleとUberのビジネスの秘密を考える」

大西 宏一郎「知的財産制度とその効果、ICT分野での問題」

第6回

日時：2019年1月25日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師]首藤 昭信（東京大学大学院経済学研究科准教授）「第4次産業革命と会計学研究」

下村 研一「第4次産業革命時代における日本のテレビ局の役割と系列」

第7回

日時：2019年3月12日（火）13：00～17：00

内容：[外部講師]小田切 宏之（一橋大学名誉教授、公正取引委員会顧問）

「プラットフォームの経済学と競争政策」

[外部講師]西田 豊明（京都大学大学院情報学研究科教授）

「人工知能のもたらしつつあるもの」

第8回

日時：2019年4月12日（金）13：00～17：00

内容：二神 孝一「高齢化社会における危険回避行動と経済成長」
宮脇 正晴「著作権侵害の主体」

第9回

日時：2019年5月24日（金）13：00～17：00

内容：新海 哲哉「Apple 業績不振のわけ～High-Speck追及メーカーの苦悩～」
若森 直樹「競争政策の第4次産業革命への適応～デジタル・カルテルと衰退産業～」

第10回

日時：2019年6月28日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師] 善如 悠介（神戸大学大学院経営学研究科准教授）「多面的プラットフォーム（Multi-Sided Platforms）」
大西 宏一郎「ICT分野のイノベーションと特許権」

第11回

日時：2019年7月26日（金）13：00～17：00

内容：依田 高典「スマートグリッド・エコノミクス～フィールド実験・行動経済学・ビッグデータが拓くエビデンス政策～」
若森 直樹「競争政策の第4次産業革命への適応～デジタル・カルテルと衰退産業～」

第12回

日時：2019年9月20日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師] 佐藤 進（東京大学大学院経済学研究科・社会科学研究所）「プラットフォームのビジネスモデルと競争政策」
下村 研一「動画共有サイトへの自発的供給について」

第13回

日時：2019年11月8日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師] 金間 大介（金沢大学人間社会研究域経済学経営学系准教授）「日本の産学連携活動の成果に関する実証研究とオープンイノベーションの促進（阻害）要因」
宮脇 正晴「インターネット上の商標の使用をめぐる問題」「忘れられる権利」

第14回

日時：2020年1月24日（金）13：00～17：00

内容：[外部講師] 清水 涼介（京都大学経済学研究科）「Does automation technology reduce wage?」
[外部講師] 岡田 光平（大阪大学経済学研究科）「機械化と経済発展の相互関係について」

第15回

日時：2020年2月14日（金）13：00～17：00

内容：報告書及び2020年度の研究会について

※場所は全て国際高等研究所

研究会メンバー

代表者

佐和 隆光 国際高等研究所副所長、京都大学名誉教授

依田 高典 京都大学大学院経済学研究科教授

大西 宏一郎 早稲田大学教育・総合科学学術院准教授

下村 研一 神戸大学経済経営研究所教授

新海 哲哉 関西学院大学大学院経済学研究科教授

二神 孝一 大阪大学大学院経済学研究科教授

宮脇 正晴 立命館大学大学院法学研究科教授

若森 直樹 東京大学大学院経済学研究科講師

※所属・役職は2020年4月1日現在のものです。

基幹プログラム報告書

第4次産業革命への適応
～社会経済システムの再編成～

2020年9月

公益財団法人国際高等研究所

〒619-0225 京都府木津川市木津川台9丁目3番地

TEL : 0774-73-4001 FAX : 0774-73-4005 E-mail : ra@ias.or.jp

<http://www.ias.or.jp/>



〒619-0225 京都府木津川市木津川台 9 丁目 3 番地

TEL : 0774-73-4001 FAX : 0774-73-4005 <http://www.iias.or.jp/>