

# 第四次産業革命の中の大学

徳永 保（筑波大学）

## 1. はじめに

急激に進展する社会の大変化のなかで、大学はいかにして生き残り、そして多岐にわたる活動を通じてグローバルなプレゼンスを高めて行くか。大学マネジメントにとって最も重要なこの課題への取り組みにあたり、優先的に行うべきことの一つは、現在我々が直面している変化について、刺激的な断片的イベントの背後にあるはずの大きな構造を読み解くことである。

この世界規模での重要課題に対する現時点での代表的な答案が、『第四次産業革命』というコンセプトのもとに展開されている一連の議論である。本稿では、ジュネーブ大学教授で非営利財団「世界経済フォーラム“World Economic Forum”」の会長も兼ねるクラウス・シュワブ（Klaus Schwab）によって設定された議論を枠組み<sup>1)</sup>を援用し、我が国の大学がおかれている現状と課題を一貫した文脈のなかに統合するとともに、これからの大学のあり方について展望することを試みる。

## 2. 産業革命とは何か

18世紀の英国、ワット（James Watt）が発明した蒸気機関を動力とすることでそれまでの手工業に代わって機械工業が発展し、大量生産、大量消費を生み出したのが産業革命である。産業革命が重要な歴史的イベントであるとされるのは、その直接的なインパクト以上に、人々の生活に及ぼした間接的効果によるといってよい。毛織物工業の発達により、農地は牧場へと転用され、多くの小作農が仕事を失うこととなった。農地を追われた小作農が向かったのが、リバプールやマンチェスターをはじめとする都会の工場である。都市に集まってきた工場労働者は、1日に12時間を超える過酷な労働に従事することになった。こうして誕生した都市の大衆市民社会は、人々の生活を一変させることになった。

それまでイギリスには、もちろん公共水道はなく、エネルギーは自分で切ってきた木を薪とすることで調達していた（図1）。産業革命以降、大量の人口が都市に集積して生活するようになれば、公共水道の整備や石炭、電気などの大規模なエネルギー供給が必要となる。人々の移動についても、バス、地下鉄などの大量輸送を可能とする公共交通機関が登場する。都市に密集して生活する人々の、極度に悪化した衛生状態を改善するため、生活の基礎となる公共住宅、し尿処理や廃棄物処理など公衆衛生の向上にむけて整備が必要となる。さらに、社会の厚生水準の低下が、病院や学校、社会福祉施設など、その後の福祉社会につながる多様な社会制度の必要性を強めていった。

他方、工場労働者が集まって労働組合が結成され、雇用者に対する大衆課税がはじまり、そして普通選挙制の導入へと社会の仕組みも大きく変化して行く。人々の生活も、請負から時間制の賃金労働者へ、徒弟制から工場労働者へ、賃金を得て核家族を単位とする都市生活へと変化を遂げる。

ここまで見てきた通り、産業革命は人々の生活を一変させた。当時の都市の工場労働者の劣悪な

## 2 産業革命とは

### 歴史上の「産業革命」

#### 18世紀の英国に始まった産業経済と社会の変化

蒸気機関を動力とする機械工業の発展が、大量生産とその消費、工場労働者とその都市集住、大衆市民社会などを生み出し、産業経済、社会と多くの社会システム、人々の生活などを一変させた。

多くの社会システム：	公共水道、エネルギー供給、公共交通、公共住宅、公衆衛生、尿処理、廃棄物処理、 社会福祉施設、病院、学校教育、 労働組合、大衆課税、普通選挙、・・・
人々の生活	： 請負から雇用へ、時間制労働、賃金労働、徒弟労働から工場労働へ 賃金に依拠する生活、都市生活、核家族、外食、 学歴社会、親と異なる職業への従事、 長時間の労働、夜間労働、栄養失調、不衛生、・・・

3

図1

生活環境は、様々な映画の中で描かれている通りである。よく知られている通り、労働者が機械を破壊するラダイト運動が起きたのもこの頃である。産業革命の直後の大混乱のなか、都市の工場労働者の生活は悲惨を極めたといつてよい。これが産業革命の真のインパクトなのである。近未来のうちに、想像がつかないほどに生活が一変し多くの国民が混乱に陥るような大革命がもし再び起こるとすれば、それはいったいどのようなものなのだろうか。

### 3. 技術革新がもたらす社会の変化

技術の革新が社会に及ぼす影響について、これまでも多くの識者によって論じられてきた。その代表例がアルビン・トフラー（Alvin Toffler）による『第三の波』である<sup>2)</sup>。トフラーによれば、第一の波は農耕技術であり、この革新的技術が狩猟社会から農耕社会への移行をもたらした。第二の波が工業化によって引き起こされた産業革命であり（前説を参照）、農耕社会から産業社会へと大きな変貌を遂げた。そして次の社会革命を起こす「第三の波」が情報技術であり、我々は脱産業化社会、情報化社会を迎えることになる。ただしこれは、今から35年以上前の議論であり、来るべき情報化社会とはどのようなものであるのか、トフラーも含めて誰もわからなかった。

その当時、教育行政を担当する文部省では、第三の波の到来を大きな恐怖として捉えていた。もし社会が大きく変わるのであれば、当然、そこで求められる知識も現在とは異なるものとなるはずである。しかしながら、近未来の情報化社会とは一体どのようなものなのか。それがわからないのであれば、当然そこで求められるであろう知識について現時点では知ることはできない。もし社会が大きく変化するのであれば、大人になった時に必要となる知識は、現在学校で学んでいるものとは大きく異なっている可能性が高い。このままでは、子供たちがいま学校で勉強していることが将

来役に立たない、という困った状況になりかねない。

そのとき文部省では、次のような対策が構想されていた。役に立つかどうか分からない知識を子供たちに教え続けるべきではない。しかしながら、代わりに教えるべき、将来必要になる知識がどのようなものであるのか誰にもわからない。この難しい状況のもとで我々がすべきことは、社会がどのように変わっても、その時々が必要とされる知識を自分の力で獲得するための方法を教えることなのではないか。この「自己教育力」という考え方を文部科学省が最初に提案したのは、1983年のことである<sup>3)</sup>。モットーとして長く掲げられてきたこのコンセプトがついに学習指導要領に反映されたのは、2016年に行われた学習指導要領改訂であった。その途中には例えば「ゆとり教育批判」などの紆余曲折もあったが、実現するまでに30年以上の長い時間を要したのである。

#### 4. 情報化社会から知識社会へ

情報化社会に内在する本質的な原動力に着目し、そのインパクトに関する議論を展開してきたのが知識社会論である。たとえばその前段として、ジョン・ケネス・ガルブレイス (John Kenneth Galbraith) は、これまでの経済学では解決することの難しい、グローバル化や民主主義の不全、都市問題などが引き起こす現代社会の混迷状況について、「不確実性」というキーワードを軸に克明に描いた<sup>4)</sup>。ただしこの段階では、混迷の先にある新しい社会の姿について、まだ明確にはされていない。

社会の革命的变化に対して我々はいかに対応すべきかを説いたのが、ピーター・ドラッカー (Peter Ferdinand Drucker) である<sup>5)</sup>。19世紀半ばの軽工業から重化学工業への移行によって引き起こされた第二次産業革命、1929年の株式市場暴落に発する大恐慌、第二次世界大戦後の構造変化。18世紀後半の産業革命以降も社会は幾度となく大きな変化を経験してきているが、情報革命やグローバル化、少子化などによる複合的なインパクトを受けて、我々はいまかつてない急激な転換点にある。市場メカニズムや政府の力をもってしても対処することは難しい。この困難な状況への対応を可能にするものこそ、知識労働者による生産性の向上 (マネジメント革命) である、とする議論である。ドラッカーはまた、この急激な転換点による影響は営利企業よりも非営利組織において深刻であると論じている。非営利組織である大学の将来は、経営スタッフによる知識活用と生産性向上にかかっているのである。

知識を活用したマネジメント革命に力点を置いたドラッカーの議論では、大転換の先にある社会の変容についてはあまり取り上げられていない。シュワブの第四次産業革命論は、この点について掘り下げた議論として位置付けることができよう。

ドラッカーと同時代に、知識こそが価値を決めるというコンセプトを明示したのが、経済産業省で通商白書の執筆や大阪万博の企画・実施に従事し、後に経済企画庁長官となった堺屋太一である<sup>6)</sup>。堺屋もまた、社会の変化に関する歴史的考察に注力している。小規模な農耕と牧畜を中心とする始代に始まり、土木技術や動物利用による生産規模の拡大が可能となった古代、森林の枯渇と耕作地拡大の限界を迎えた中世、化石燃料と内燃機関の発達により機械工業の栄えた近代、そして情報技術の登場したポスト近代。停滞と成長から構成されるサイクルのなかで、我々は再び停滞期にさしかかっているのではないか (図2)。我々日本人の直面する現実を描いたこの議論の直接延

3-3 技術革新による社会の変化に関する歴史的な考察 (3)

堺屋 太一 「知価革命—工業社会が終わる・知価社会が始まる—」 (1985)

- トフラー「第三の波」を下敷きに、エネルギーと生産とそれらに関する精神を軸に歴史的な考察を記述

始代	家族や小規模集団での農耕と牧畜 ⇒ 抽象的な思推、社会の形成、都市国家
古代	土木技術、金属技術、牛馬の利用等による集団農耕と資源獲得の組織化による生産規模の拡大 ⇒ 観察等に基づく合理的な思考、技術の重視、中央集権制の領域国家
中世	燃料資源としての森林の枯渇、牛馬耕による可耕地拡大の限界 ⇒ 抽象的な思推、信仰など精神性の重視、封建制の領主支配と都市国家
近代	化石燃料の利用、蒸気機関・内燃機関の利用による機械工業 ⇒ 実験観察等に基づく合理的な思考、科学技術の重視、中央集権制の領域・国民国家
ポスト近代	情報技術 ⇒ 産業社会から脱産業社会へ、グローバル化と新たな小国家へ

6

図2

長線上に展開されているのが、シュワブの第四次産業革命論に他ならない。

## 5. 技術的メガトレンド

第四次産業革命の推進力となるであろう主要技術について、シュワブは3つの側面から大きなトレンドを整理している。物理的側面、デジタル的側面、そして生物学的な側面について、順番に見ていく(図3)。物理的なメガトレンドとして取り上げられているのは、自動運転車、3Dプリンター、ロボット、そして新素材である。たとえば3Dプリンターの進化は、日本の産業に大打撃を与える可能性がある。今まで日本の中小企業が圧倒的なリードを持っていた分野の一つが、金型の技術である。複雑な形状の製品を大量生産するためには、精緻な金型を組み合わせるための高度の技術が必要であり、日本の中小企業の強みとされてきた。ところが3Dプリンターを用いることで、複雑なデザインの部品や商品を、金型を用いることなく簡単に作ることができてしまう。

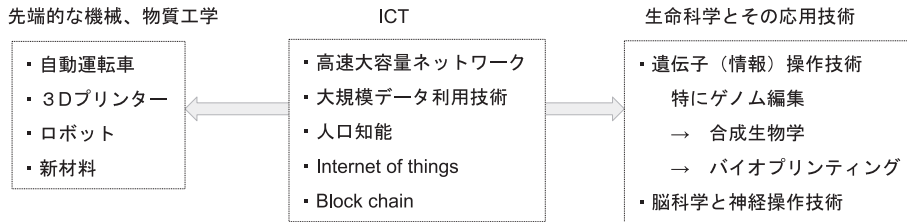
デジタルな技術としてあげられているのは、すでに広く知られているところでは、高速で大容量の情報ネットワーク、大規模データの利用技術(いわゆるビッグデータ)、人工知能。これらに加えて、Internet of things (IoT)は、様々な物を情報ネットワークに接続することによりコントロールする技術である。そして、大学教育の枠組みを大きく変える可能性を秘めているのがブロックチェーン(Block chain)である。すでに仮想通貨を通じて実用化されているこの技術により、過去の記録が書き込まれた分散型のデータ台帳の変更が不可能となる。そのため、生涯にわたって積み重ねられる学習履歴が、この技術を用いることで世界規模で簡単に証明することができるようになるのである。

生物学的なメガトレンドとしてあげられているのは、遺伝情報操作、脳科学そして神経操作技術



#### 4 第4次産業革命をもたらすと考えられる技術的メガトレンド

(「第4次産業革命ーダボス会議が予測する未来」から)



Block chain ブロックチェーン :

分散型のデータ台帳を一定時間毎に生成して連結することにより時系列的にデータを保存する仕組み。  
過去に生成されたデータ台帳を書き換えできないことから、取引記録などに用いられている。

図3

である。例えば、人間の頭の中に IC チップを埋め込むことで、携帯電話を介さずに直接思考を繋ぐようなコミュニケーションが可能になるかもしれない。もしこのようなことが可能になれば、革命と呼ぶにふさわしい大きな社会変化が起きるはずである。当然、大学における教育研究のあり方も、現在とは全く異なるものになることが予想される。2025年頃には大きな転換点を迎えるであろう、というのが専門家による見通しである。これらの技術変化が社会そして大学に与えるであろう革命的インパクトについて、次節以降、議論を行う。

## 6. 雇用から請負へ

第四次産業革命による経済への影響のなかで、コスト減によって引き起こされるデフレーションと長期的な経済停滞がおそらく最大のものとなる。AI を活用することによる自動化と省力化が、コストの大幅減少を可能にするからである。かりにデフレーションが起こったとしても、資本家は利益を上げることができる。問題は、仕事を失う労働者である。その結果、経済格差が今まで以上に拡大することが予想される。その一方で、コスト削減は生産性の向上をもたらすため、社会の変化によって生み出される新たな経済的需要などを取り込むことで長期的には経済成長につながるの見方もある。

最も重要性の高い雇用情勢の変化について、議論を進めていく。深刻なのは、AI に代替される労働者である。例えば教育の質の保証を担う業務は、AI を積極的に活用することはあっても雇用が代替されることは決してない。他方、反復継続的な知的業務、大学職員であれば経理や調達のような業務は、おそらくそのほとんどが AI で代替されると予想される。そこで起きる変化は、18世紀産業革命における「請負から雇用へ」と真逆のものとなる。機械を用いた自動化を進めるために

必要となるのが作業のモジュール化である。例えば経理業務の場合、伝票入力作業と計算作業に分離（モジュール化）し分業することができる。現在は、データ入力のみを人間が行い、計算はコンピュータが処理することが一般的に行われている。モジュール化すれば、その業務はアウトソーシングが可能になり、すでに実施している大学も少なくない。アウトソーシングとは、雇用から請負への変化に他ならない。さらなる技術の進化によって、いずれ請負さえも不要のものとなる。IoTは伝票入力作業の自動化をもたらし、AIは一連の業務の中に埋め込まれていた人間による判断を代替するからである。その結果、請負先の雇用もいずれ消滅することになるだろう。

大量に生み出される失業者の受け皿として期待されるのが、社会の変化によって生み出される新しい需要に応えるための産業である。そして、そこで新たな問題となるのが労働者のスキルである。例えば私立大学の経理部門で、学校法人会計基準に知悉することにより会計帳簿業務で成果を上げていた職員がいたとしよう。AIに職を奪われ新たな職を得ることができたとしても、前職での活躍を支えていた知識やスキルの多くは役に立たず、全く異なる新たなスキル習得を迫られることになる。この変化を見越して文部科学省では早い段階で「自己教育力」の導入に向けて取り組んできたことは、すでに説明した通りである。

雇用から請負へ、という大きな社会の変化を促進するもう一つの要因が、オープンイノベーションの進展である<sup>7)</sup>。「企業が自らのビジネスにおいて外部のアイデアや技術をより多く活用し、自らの未利用のアイデアは他社に活用させる」<sup>8)</sup>ことを通じてイノベーションの実現を目指すこのモデルのもとで、今まで一番頭を使っていた研究開発（R&D）とその関連業務について、外部に依存することになる。従来は自前で行っていた開発業務を外部に任せるという動きが進むと、会社はますます従業員を雇用する必要から開放されることになる。事実、例えば日本産学フォーラムの国際シンポジウム「新たな社会に向けて Toward Inclusive Society -Cultivating Talents in a Rapidly Changing Society-」(2017.2)では、日本を代表とする電機産業の方から、現在およそ8万人いる従業員は10年後には1万人まで減少するのではないかと、という問題提起が行われていた。最近では、日本を代表するメガバンクが、大幅な雇用削減計画を相次いで公表している。このように急速に雇用が縮小していくのである。もちろんアウトソーシングを請け負う企業は従業員を必要とするものの、効率化やIT活用により雇用規模は大幅に縮小することになる。

大学のマネジメントについても、おそらく少数の副学長と、企画や総務担当の部長・係員は専任が必要とされるものの、それ以外については学生支援から庁舎管理までアウトソーシングにより対応が可能ということになりかねない。職を失うことになる大学職員の再就職支援はもちろん、企業等からの求人前提とした学生へのキャリア支援のありかたも根本的に変えていかざるを得ない。このことにより、革命と呼ぶにふさわしい急激な社会変化が引き起こされることになるだろう。

## 7. 協調的イノベーション戦略の進展

第四次産業革命が企業に与える影響についてシュワブは、顧客、製品、イノベーション活動、そして経営モデルという4つの側面から議論を展開している。新たな技術を活用することにより個別性の高いニーズに対してリアルタイムできめ細かに応えることができるようになれば、おそらく顧客からの要望もさらに高度複雑化する。企業は、このような顧客の期待の変化に対応することが求め

▼ (参考1) Systemic innovation

□ Systemic innovation : Innovation, the benefit of which can only be realized in conjunction with complementary innovations or components or related assets (Chesbrough and Teece, 1996)

□ Innovation has the nature of systemic innovation although to varying degrees.

Ex. Development of the automobile industry required the development of petrochemical industry to supply gasoline, and the spread of electric light was accompanied by the development of power generation and power transmission system.

□ Intentional and planned systemic innovation

Today, a company can not afford to wait patiently for innovation in other business fields that can complement the company's own innovation.

Therefore, an innovator company tends to plan and organize an open-innovation style network composed of related businesses and researchers to intentionally generate systemic innovation. After that, the innovator company tries to create value and to gain value through the value network overlapping the open-innovation style network at the stage of practical application of products/services.

10

図4

られるようになる。また、IOTの進展により提供される商品やサービスのモニタリングが可能となり、そこで得たデータを活用することでさらに高度なサービスの提供が実現する。このことが、顧客からの要望をさらに肥大化させることになる。

大学人にとって特に重要な意味を持つのが、第三の、イノベーション活動の変化である。協調的イノベーション (Systemic innovation) が、米国ではすでに戦略的に進められている。そこでは、単独ではなく、補完関係にある別のイノベーションと組み合わせる (協調する) ことで大きな便益が生み出される (図4)<sup>9)</sup>。例えばヘンリー・フォード (Henry Ford) がT型フォード車を発明したとき、アメリカでは既に石油化学工業が興きており、どこでもガソリン燃料を買うことができた。この社会的インフラがすでに発明されていたからこそ成功したのであり、フォードがどれだけ優秀なT型フォード車を発明しても、それだけで車が売れるわけではない。T型フォードの成功は、協調的イノベーションであったということである。エジソン (Thomas Alva Edison) による電灯の発明も同様で、すでにニューヨーク中に給電システムが整備され家庭で電気が使えたからこそ、大きなイノベーションとなった。このようにイノベーションは、単独ではあり得ず、補完する技術や施設との相互作用を必要とする、トータルシステムとしての性質を持つ。

ここからが重要である。今日の企業には、ほかの企業が関連するイノベーションを起こすのを待つほどの余裕はない。企業が協調して仲間を募り、相互に補完的な研究開発を計画的に進めて行くのである。協調的イノベーション戦略と言われるものである。そこで形成されるコンソーシアムに対してどのような貢献ができるのか、大学の存在意義が問われている。

図5は、協調的イノベーション戦略に関連する3つの事例を示したものである。第一は、日本のNTTドコモ社が携帯電話の3G回線をLTEへと移行した時の出来事である。携帯電話機だけを発

 (参考2) Examples of systemic innovation

The case of the innovation on mobile phones,  
developments of the mobility communication standard (3G ⇒ LTE ⇒ 4G) were accompanied with the innovation on base stations.

The case of E-commerce,  
the development and expansion of electronic commerce by the Amazon has been complemented by innovation on distribution related systems including warehouse management, package sorting, transport cargo location information, and etc..

The case of technological breakthrough concerning to agricultural biology,  
before the Monsanto Company has gained profits by selling seeds of genetically modified tomatoes with small attenuation of the pectin content, the company had to form a innovation network with related companies in order to change processing technologies, sales style and distribution systems from those for daily commodities to those for high priced healthy foods.

11

図5

明しても、電波が対応していなければ当然売れない。中継基地局の設備を全て更新し、インフラが整備されて、初めて本格的な普及が始まったのである。

第二の事例は、世界の小売業ランキングのトップ10に入った Amazon である。いかに Amazon のビジネスモデルが優秀でも、物理的なインフラがなければ顧客に品物は届かない。日本の Amazon は、関東一円のマーケットに対して外環道添いに巨大な倉庫を整備し、そこから配送している。倉庫のなかでは IoT が進められ、商品に付されたバーコードを介して自動的に商品がピックアップされパッケージ化されていく。誰もいないのに、巨大な倉庫の中の膨大なストックの中から注文された商品が高速かつ正確に仕分けされ、配送されていく。この仕組みが当日配送を支えている。Amazon の E-commerce (電子商取引) は、倉庫業や配送業における発明を戦略的に協調させることで、イノベーションを実現したのである。

第三の事例は生物科学分野のモンサント (Monsanto)、アメリカの肥料会社である。遺伝子組み換え技術により、1ヶ月おいてもみずみずしさを保つトマト (フレーバー・セーバー) が開発され、この技術開発により、樹上完熟と長期保存が可能となった。そこで問題となったのが、ロジスティックスである。この高価な新品種トマトを一般消費者に販売するためには、配送から陳列まで、通常の安価なトマトとはまったく異なる仕組みを作ることが必要になる。生産農家から物流、そして販売店まで巻き込んだ協調的イノベーションがなければ、新品種によるビジネスは成立しない。このようにして systemic innovation, 協調的イノベーションが進められるのである。

## 8. ネットワークからエコシステムへ

協調的イノベーションを実現するための仕組みが、オープンイノベーションネットワーク、ある



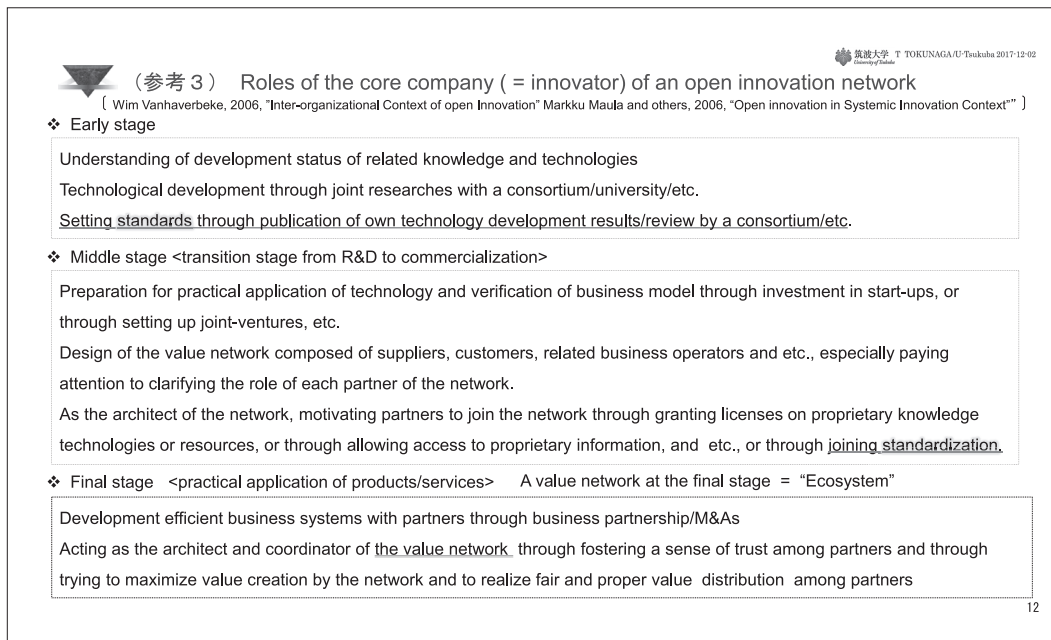


図6

いはエコシステム (ecosystem) と呼ばれるものである (図6)<sup>10)</sup>。まずは自社の研究開発の進展状況を把握し、関連企業等とのコンソーシアムや大学との連携を通じて発展可能性を探るとともに、技術標準を確立する。応用段階では、起業家やジョイントベンチャーへの投資などを通じてビジネスモデルを磨き、パートナー企業とのネットワークを徐々に構築する。そうして形成された企業間の連携構造全体がエコシステムである。ネットワークに参加した企業間で、利益の配分が行われるのである。

これが、日本の企業に最も不足しているものである。例えば電器会社は、既存の家電製品の品質改良だけでなく、関連するあるいは全く関係がなさそうな組織と連携することで新しい価値を創出することが求められる時代になった。アメリカではすでに、一見すると全く関係がないと思われる人たちが集まることで新商品開発が行われている。このようなネットワークをうまく形成することができずに苦戦しているのが、現在の日本企業であるといつて良いのではないか。後述するとおり、日本の大学にとっても影響力のあるエコシステム形成が大きな課題となっている。

## 9. プラットフォーム型ビジネスへの移行

第四次産業革命が企業に与える第四の影響が経営モデルの革新であり、ここでプラットフォーム戦略が登場する<sup>11)</sup>。プラットフォームの形成を基軸とするビジネスであり、その代表例がGoogle社である。プラットフォームの中核に無料の検索サービスがあり、その周辺に様々なサービスが展開されている。広告媒体として、あるいはユーザー行動の分析データの販売などを通じて巨大なビジネスがそこに成立している。Apple社によるitunes storeでは、膨大なタイトルの音楽や映画の配信サービスが行われている。クラウドコンピューティングモデルも、プラットフォームの一種と

いえる。手元に高性能のコンピュータや大規模な記憶装置がなくても、ネットワークを介して、高速で大容量のコンピュータを活用することを可能とする。

デジタル・プラットフォームだけではない。例えばクラウドファンディング、人材派遣サービス、宿泊・配送サービスなど、日本国内ではまだ未認可のものも含めて、多くの人や組織がプラットフォームに参加し、そこで様々なビジネスが展開されることになる。従来型の、マスメディアを通じた広告宣伝を通じて、大量生産された商品や規格化されたサービスを、高額の流通コストが上乗せされた価格で販売するという経営モデルでは、競争に勝つことが難しくなりつつある。

大学の経営モデルも、プラットフォーム型への移行が可能のはずである。あらかじめ与えられた時間割に沿って、定められた時間に定められた教室に集合せずとも、プラットフォームを介して都合の良い時間帯に希望するプログラムを受講する。既存のオンライン学習システムや先述のブロックチェーンを用いた学習管理システムなど、少なくとも技術的な障壁はなくなりつつある。そこで重要な意味を持つのが、オープンイノベーションネットワークでも登場した、標準化、規格化（standardization）という大問題である。

## 10. スタンダードをめぐるグローバル競争

Google 社や Apple 社が展開しているプラットフォームは民間企業が独力で形成したもののだが、欧州では、プラットフォーム形成に向けて政府が積極的に施策を展開している。先にみた通り、オープンイノベーションネットワークの中核になるものが技術標準である。欧州では、経済の中心となるような技術分野とその応用形態において、自分たちが主流となることのできる国際基準を確立すべく、政府が積極的には働きかけを行っている。イノベーション政策の一環として策定された Framework Programme 7（第7次欧州研究開発フレームワーク計画）は、2007年から2014年までの7年間にわたる、欧州連合（EU）における科学研究開発への財政的支援のありかたについて定めたものである<sup>12)</sup>。そしてその実施にあたり大きな役割を果たしたのが、欧州テクノロジープラットフォームである（図7）<sup>13)</sup>。そこでは、主要企業から中小企業、公共団体、大学や研究機関、そして市民団体まで関係者が幅広く参加し、産業競争力の強化を目的として、欧州共通の研究開発目標の設定や研究開発リソースの結集、研究成果の商業化の促進などに向けて活発な活動が行われている。技術領域ごとにロードマップが存在し、技術的なビジョンと戦略的研究行動計画（SRA: Strategic Research Agenda）が作成されている。このSRAの中に、標準化やルール設定に関する事項が明記されている。イノベーションに関連する標準設定が、ヨーロッパ委員会の命令のもとに進められているのである。

技術水準ではひけをとらないが、国際標準の策定において苦戦しているのが日本である。例えば第三世代の携帯電話は世界に先駆けて日本で普及したものの、その標準規格や基本特許について日本のプレゼンスは弱く、高い技術力を有しながらも互換性の問題などから世界市場で取り残される結果となった。

身近なところではコンピュータに使われるUSBなどの国際標準規格もあるが、対象となる分野は科学技術に限らない。例えば国際オリンピック委員会が定めた金メダル、ユネスコによる世界文化遺産、ミシュラン社による五つ星。いずれも欧州を拠点とする団体による活動であり、そこで定

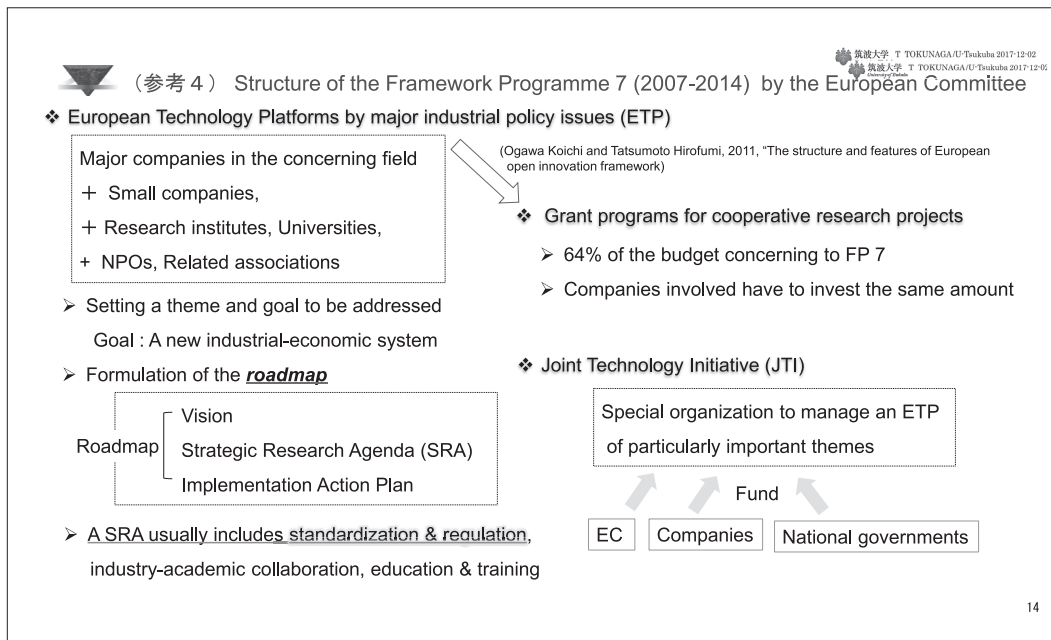


図7

められた基準が国際標準となり、日本は設定された価値基準に自発的に従っているという構図である。

もちろん大学も例外ではない。Times Higher Education 社による世界大学ランキングや、深刻な問題となるのは大学設置基準である。日本の大学制度は独自性が高いため、もし欧州の定める大学設置基準が世界標準とされてしまうと、大混乱を招くことにもなりかねない。この問題に対応する一つの有効な方法は、国際標準の策定を主導すべく日本も積極的に働きかけていくことである。このような展望のもと、文部科学省高等教育局に在籍中は、独自の国際基準策定を目指して日中韓の大学間交流を積極的に推進していた。我が国も、国際的戦略連携や国際ジョイント・ディグリー・プログラムなどを通じて日本の大学制度を積極的に輸出し、その延長線上に国際標準を策定する試みを、今後一層活発化していかなければならないのではないかと。この努力を怠れば、EUをはじめとする他国が策定した特定の基準に、一方的に従わざるをえなくなるからである。

## 11. 大学の研究活動へのインパクト

### —オープンイノベーションのためのプラットフォーム構築—

ここまで、技術的メガトレンドが社会や経済活動に及ぼす主要な影響について、シュワブの議論に適宜肉付けしながら概観してきた。この議論の延長上に、このトレンドが大学の教育研究に及ぼすインパクトについて考えていこう。

まず第一に、イノベーションのスタイルが、オープンで様々な人が参加するような、よりシステミック（全体的）なものに変化する（図8）。そうすると、そこにインボルブされるあるいは参加するアクターが増えてくる。第二にネットワーク上の大規模データベースが、オープン・イノベー

6-2 予想される大学の教育研究へのインパクト (1)

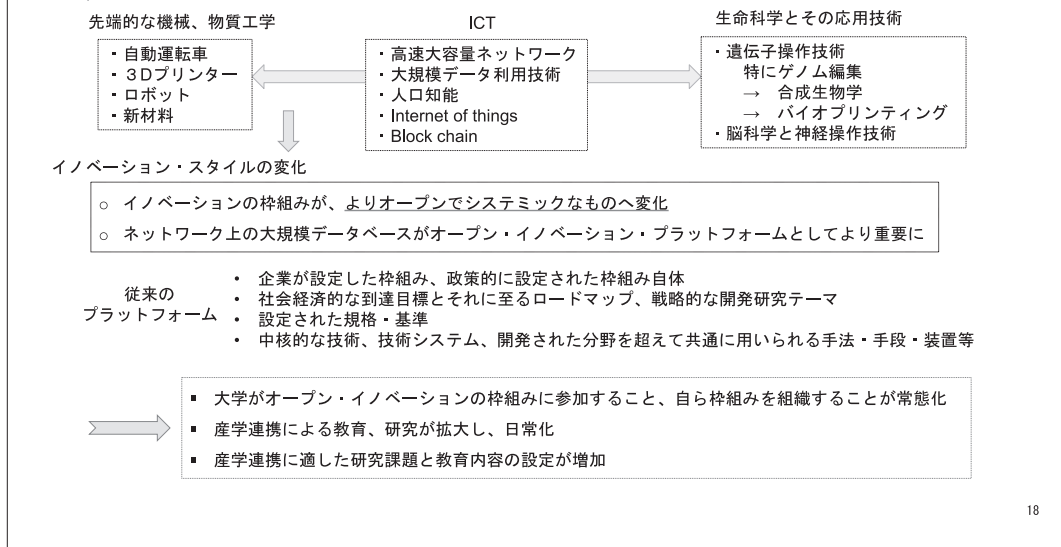


図 8

イノベーション・プラットフォームとしてより重要になっていく。従来型のプラットフォームでは、企業が私的に設定した枠組みや、公的主体によって政策的に設定された枠組みやロードマップのもとで基準や規格が定められていた。おそらく今後、ネットワーク上の大規模データベースがプラットフォームとなるはずである。高度の技術によって改ざんが防止された、分散型のデータベースであり、これを中心として研究活動が展開される。

例えば生物分野では、遺伝子情報に関するデータベースが主要なプラットフォームの一つとなる。筑波大学北アフリカ研究センターでは、北アフリカで採取されるオリーブの遺伝子情報データベースを有している。その延長線上で、世界中の高ポリフェノールに関する遺伝子情報データベースを整備し、内外の大学や研究機関、企業の研究者から構成される客員研究員に公開すれば、そこに競争力のあるイノベーション・ネットワークが形成されることが期待できる<sup>14)</sup>。オープンイノベーションのネットワークに利用者として参加するだけでなく、自分たちが主体となって枠組みを設計し、競争力のあるプラットフォームを組織するのである。

教育研究活動の鍵となるイノベーションネットワークは、もちろん、大規模データベースに限らず多様なプラットフォームのもとで発展させることができる。我が国ではまだ整備は進んでいないが、米国では1994年以降、イノベーションのためのプラットフォーム形成がNSF（米国科学財団 National Science Foundation）によって積極的に進められてきている（図 9）。NSF の ERC（Engineering Research Centers）プログラムでは、産業界のニーズに応えるオープンイノベーションのための枠組み構築が目的とされ、中心となる大学に対して産業界との間で頻繁に意見交換を行うことが求められる。このプロセスの鍵となっているのが、Three-Plane Diagram（三層図）である（図10）<sup>注15)</sup>。最上層（システムレベル）では、社会や市場のニーズを把握し、目標とするシス

▼ (参考 5) Engineering Research Centers (ERCs) by the National Science Foundation, US.

□ Uniqueness of ERCs

The ERC program is considered to be the only open-innovation framework based on universities  
It is evaluated as a successful program.

Successful : 85% of the adopted projects are continuing activities even after the support period has ended.

□ Requirements for ERCs

- 1) The Research project of each ERC should match the needs of industries, and opinion exchanges should be constantly held between people in the university concerned (teachers, students, etc.) and people in companies (engineers, researchers, etc.) .
- 2) The goal of each ERC project should include advancing the integration of knowledge in n various engineering fields.
- 3) An ERC project contributes to improving the effectiveness of engineering education at all academic levels.

図 9

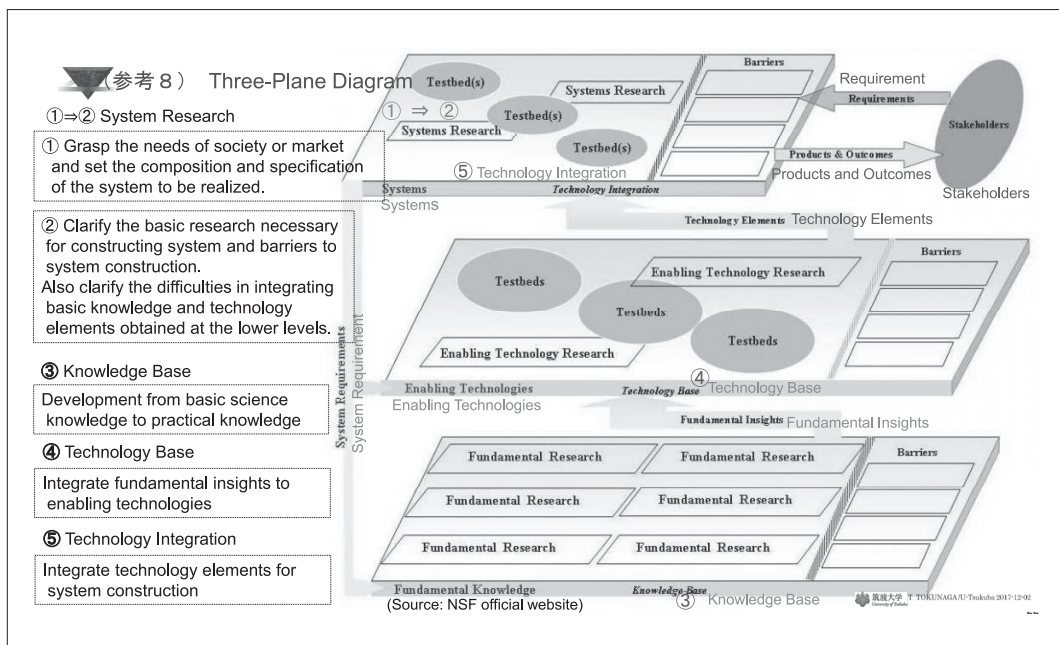


図 10



### (参考9) 筑波大学トヨタ未来社会工学開発研究センター

R&D Center for Frontiers of MIRAI in Policy and Technology

- Jointly established by the University of Tsukuba and TOYOTA Motor Corporation in 2017-



The R&D Center for Frontiers of MIRAI in Policy and Technology is an open laboratory system among industry, academia, and governments, to which join researchers of a wide variety of disciplines including health & sports sciences, policy & planning sciences, business science and arts, as well as researchers belonging to various companies, universities and public institutes.

Funds necessary for the center's operation are mostly contributed by TOYOTA and will be complimented by competitive grant money that researchers will acquire

The mission and goals are as shown below

- 1) Research on technologies and policies for smart communities to realize Society 5.0
- 2) Development of future mobility and MaaS by automated driving universal systems (Mobility as a Service)
- 3) Development of social science research system based on analysis of big data with demonstration experiment



図11

テムの構成や仕様を定める。そしてその実現に向けて必要と考えられる基礎研究や障壁を明らかにする。最下層（基礎知識レベル）では、基礎科学から得られた知見が実用化に向けて展開される。中層（要素技術レベル）では、必要とされる要素技術の実現に向けて基礎科学の成果が統合される。そして最後に最上層（システムレベル）にもどり、要素技術を統合することで目的とするシステムを構成する。この Three-Plane Diagram（三層図）が、ERC プログラムの支援を受けて行われるオープンイノベーションを成功に導く鍵となっているのである。NSF による10年間の助成期間を終えても、85%が活動を継続しているという報告もある。

このように、オープンイノベーションのためのプラットフォームとなるのが、大学に対して求められているのである。その実現に向けて、文部科学省は平成30年度概算要求のなかで「オープンイノベーション促進システムの整備（大学）」を新規要求している。その準備にあたり、科学技術振興機構が、NSF の ERC について調査研究を実施してきた。これに先行して筑波大学では、トヨタ自動車株式会社との共同により、地域未来の社会基盤づくりを研究開発する未来社会工学研究開発センターを設置している（図11）。このセンターは、組織対組織型の本格的な産学官連携によるオープンラボ方式を採用し、地域経済・社会の課題解決と未来産業創出、そしてイノベーション拠点の形成に向けて実証研究と政策提言に取り組んでいる。

このように、大学がオープンイノベーションのための枠組みを自ら組織化するようになれば、産学連携という形態をとる教育研究活動が拡大しそして日常化することになる（図8）。

## 12. 大学の教育活動へのインパクトー労働市場と能力形成の在り方が変わるー

6 節で論じた通り、おそらく遠からぬうちに多くの職業が AI 等に代替され、高度の創造的職業

と低賃金の単純な労働集約的作業以外の、中間的な雇用が失われる、あるいは雇用ではなく請負型の仕事へと置き換えられる。このような状況になったとき、大学は、卒業後社会人となる学生に対してどのような教育や指導を行えばいいのか。多くの大学が、学生募集にあたり就職実績の高さを強調しているが、今後この状態を維持することは簡単ではない。雇用が失われ就職先がないのであれば、生きていくために自分で会社をつくらなければならないかもしれない。そのような厳しい現実が明らかになると、これまでのように学生を集めることは難しくなるのではないか。もちろん起業家精神（アントレプレナーシップ）を養成するための試みなども多くの大学で始められているが、簡単に成果が出るはずもない。生きていくために、社会人として経済的に自立できるようになるため、大学で何を教えるのか。この難しい問題に、大学は向き合わねばなくなる。

表現を変えれば、大学教育を通じて形成されるべき能力が転換される、ということでもある。人間としての力を高める、情報リテラシーやプログラミング技術を習得する、などの諸説があるが、現時点では誰にもわからない。このような難しい状況を見据えた、「自己教育力」の実現に向けた文部科学省の長期的取り組みについてはすでに説明した通りである。少なくとも、教員が教えた知識、あるいは自分たちが理解している旧来型の能力にいつまでもとらわれることなく、学生がこれから生きていく上で必要とされるであろう能力について、積極的に考えていかなければならない。

他方、必要とされる新しい教育の発展を強力にサポートするのがIT技術である。講義時間だけで授業が完結するのではなく、例えば20人くらいのグループをつくり授業後から一週間、インターネット上で議論を続ける。例えばtwitterのような、個人の発言が記録に残り、相互参照を通じて議論を発展させていくことを可能にする技術を用いることにより、学生参加型の双方向学習を活性化させることが可能となる。このような仕組みをうまく使いこなすことが、これからの大学教育に求められるようになる。

IT技術を活用した新しい教育は、これまでにないスケールのグローバル競争をもたらす。AI技術を活用した完成度の高い翻訳技術があれば、フェース・ツー・フェースによる直接接合以外の教育コンテンツについて、言語の壁を取り払うことができる。講義は導入部分にすぎずその後のインターネット上でのディスカッションが授業の中心となれば、学生獲得競争が一挙にグローバル化することもありうる。高等教育をめぐる競争の構造は激変し、そのインパクトは大学制度のあり方を根本的に揺さぶるものとなる。

### 13. 大学制度へのインパクト—能力証明基準と構成員の帰属が変わる—

IT技術の進展は、講義を中心とする伝統的な大学教育を、インターネット上で繰り広げられる継続的な双方向型コミュニケーションへと進化させるかもしれない。生命科学とその応用技術（ニューロ・テクノロジー）は、学習のあり方を根本的に変革する可能性を秘めている。技術によって勤勉が代替されるのである。AIの発達は、知識獲得の方法を大きく変化させた。知識獲得の方法が変われば当然求められる能力もそれに応じたものへと進化する。それだけではなく、学修や能力形成のための新たな形態が開発されることになる（図12）。

これからのイノベーションが、オープンイノベーションネットワークを通じて進展することは、すでに見た通りである。特定の大学の内部で完結するのではなく、複数の大学や企業、公共団体な

## 6-5 予想される大学制度へのインパクト（1）（累積的な修得／能力証明手段の発達）

### □ 個人と個人、個人と集団間の関係の在り方、情報の収集／拡散の形態の変化

ネットワーク上のデジタル・プレゼンス（DP）の増加と機能等の拡大

→ DPIによる個人と個人、個人と集団の相互接続、情報の収集と拡散

ニューロ・テクノロジーの発達

→ より効果的な学修形態、能力形成の過程／形態の出現

AIの発達

→ より効果的な知識獲得手段の出現、より効果的な学修形態、能力形成の過程／形態の出現

### □ 個人の学習とその成果に関する情報の管理と利用における変化

分散型の時間経過型記録データベースの信頼性（書き換えできないこと）の飛躍的向上

→ 学校、研修機関、訓練機関、職場、ネットワーク上の学修訓練サービスなどでの学習とその成果の記録が社会的に信頼されるものとなり、学習証明、能力証明として通用

→ DPIに学習とその成果の記録データベースをリンクし、学習とその成果に対するアクセスが容易に



▪ 大学教育、特に学位による能力証明の魅力の低下

▪ 多様な若者等が参集し、多様な人間関係を形成する場としての大学の魅力の低下

26

図12

どと共同することによって、教育のイノベーションが実現される。ここで問題となるのが、プラットフォームと標準化である。大学を中心としてプラットフォームを形成することができたとしても、イノベーション自体は、従来の慣習にとらわれることなく社会に開かれたネットワークを通じて実現されることになる。危惧されるのが、外国の大学やあるいは民間企業がイニシアチブを握るプラットフォームに遅れて参加せざるを得ない、という状況である。そこで定められた標準に対して一方的に従属せざるを得ない、ということになると、大学制度の設計における主体性を喪失することになる。一番の理想は、自分たちが中心となって世界中の企業や大学を巻き込んだイノベーションネットワークを作ることである。そしてそこで策定した標準を鍛え、世界標準に向けて普及させていくのである。教育活動に限らず、大学のあらゆる活動領域において同じことが起こりつつある。まずは存在感を示すためにも、外国の大学との交流事業について、今後ますます活性化させていかなければならない。

現在考えられる有力なプラットフォームの一つが、将来的には学位を代替する可能性を秘めている、学修履歴を証明するための新しいシステムである。そこでの標準設定をめぐる、グローバルな競争が繰り広げられることになろう。例えばソフトウェアや情報技術について、大学の工学部で習うこともできるし、民間団体が開設している研修で学ぶこともできる。大学マネジメントについても、筑波大学の教育プログラムは履修証明制度という枠組みの中で実施されているが、営利、非営利を問わず関連団体によってさまざまな講演やセミナーが開催されている。これら多種多様な学修の履歴を評価しそして証明するための仕組みが、これからますます求められるのではないか。会社で研修を受けることもあれば、大学院での講義の受講、あるいは高度の実務経験などから構成される多様な学修履歴について、ネット上に登録するのである。履歴を構成する様々な学習や経験につ



いて、信頼できる格付け（基準化）がなされていれば、人物評価のための有用なシステムとなる。Block chain の技術を使うことで、データの改ざんも防止できる。大学教育が陳腐化し、学位が学修履歴の一構成要素として位置付けられたシステムが社会的承認を得た時、それは大学にとって大きな脅威となる。そのシステムを基盤とする、大学に変わる新たな高等教育あるいは生涯学習を担う制度が設計されるかもしれないからである。逆に、既存の大学を中核とするイノベーションネットワークの中からこのようなシステムが生み出されれば、そこに加盟する大学には大きな発展が期待できよう。

研究活動に着目した場合、ネットワーク型のオープンイノベーションが普及すれば、クロスアポイント<sup>16)</sup>に付随する問題が必ず起こる。筑波大学には、クロスアポイントメントの教員は20人程度在籍しており、間もなく100人規模になる予定である。この制度は、構成員の自治を原理とする大学の、構成員の範囲に関する本質的な問題を提起することになる。例えば筑波大学から給与の80%を得て、残り20%を産総研から得ている研究者に、学長選出にあたっての意向調査の投票権を認めるかどうか。筑波大学からの給与が50%、あるいは30%の場合はどうするのか。極端な事例ではあるが、自治組織における意思決定に関与する構成員の範囲をどのように定めるか。これは大学制度の根幹に関わる問題となる。

第四次産業革命を引き起こすと考えられている、現時点で想定可能な技術的メガトレンドはこのように、大学制度自体を揺るがすような大きなインパクトをもたらすことが予想される。今後さらなる技術の進展に伴って大学はどのように変化し、そしてそこでどのようなマネジメントが求められるのか。最新の技術動向へのキャッチアップを怠ることなく、そしてやむことなく考え続けていかなければならない課題である。

## 注

- 1) S. Klaus 2017を参照。
- 2) A. Toffler 1980を参照。
- 3) 第13期中央教育審議会審議経過報告（1983年11月）のなかで提言されている。
- 4) J.K. Galbraith 1977
- 5) P. Drucker 1999
- 6) 堺屋太一 1985
- 7) オープンイノベーションの詳細については、H.W. Chesbrough, et.al. 2006, 文部科学省 2017などを参照。
- 8) H.W. Chesbrough 2006
- 9) H.W. Chesbrough, D.J. Teece 1996
- 10) M. Iansiti 2004, H.W. Chesbrough, et.al. 2006などを参照。
- 11) プラットフォーム戦略について、G.G. Parker, et.al. 2016, A. Moazed, N. Johnson 2016などを参照。
- 12) Framework Programme 7 の詳細については、[https://ec.europa.eu/research/fp7/index\\_en.cfm](https://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm) を参照。

- 13) 欧州テクノロジープラットフォームの詳細については、<https://ec.europa.eu/research/innovation-union/index.cfm?pg=etp> を参照。日本語による概説は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（2007）など。
- 14) 筑波大学北アフリカ研究センターには学外の研究者を対象とする客員共同研究員制度があり、110名の国内研究者と65名の海外研究者が共同研究員として活躍している（平成28年11月現在）。
- 15) ERC の詳細については、科学技術振興機構（2014）などを参照。
- 16) 研究者が二つ以上の機関に雇用されつつ、一定のエフォート管理の下で、それぞれの機関における役割に応じて研究・開発及び教育に従事することを可能にする仕組みをさす。詳細については経済産業省・文部科学省（2014）を参照。

## 参考文献

- H.W. Chesbrough, et.al., 2006, *Open Innovation*, Oxford: Oxford Univ. Press（長尾訳 2008『オープンイノベーション』英治出版）
- H.W. Chesbrough 2006, *OPEN BUSINESS MODELS*, Harvard: Harvard Business School Press（栗原訳 2007『オープンビジネスモデル』翔泳社）
- H.W. Chesbrough, D.J. Teece 1996. When is virtual virtuous? Organizing for innovation. *Harvard Business Review* (January-February), pp.65-74（柴田訳 1996「バーチャル・コーポレーションの危険な幻想」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス』1996年4・5月号、ダイヤモンド社）
- P. Drucker 1999, *Management challenges for the 21st century*, New York: HarperBusiness（上田訳1999『明日を支配するもの：21世紀のマネジメント革命』ダイヤモンド社）
- J.K. Galbraith 1977, *The age of uncertainty*, Boston: Houghton Mifflin（都留監訳 1978『不確実性の時代』TBSブリタニカ）
- M. Iansiti 2004, *The Keystone Advantage*, Boston: Harvard Business School Press（杉本訳 2007『キーストーン戦略』翔泳社）
- 科学技術振興機構 2014『米国の Engineering Research Centers (ERC) —融合型研究センターの Federal Flagship Scheme—』
- 経済産業省・文部科学省 2014「クロスアポイントメント制度の基本的枠組みと留意点」
- S. Klaus 2017, *The fourth industrial revolution*, New York: Crown Business（世界経済フォーラム訳 2016『第四次産業革命』日本経済新聞社）
- A. Moazed, N. Johnson 2016, *Modern monopolies: what it takes to dominate the 21st-century economy*, New York: St. Martin's Press（藤原訳 2018『プラットフォーム革命』英治出版）
- 文部科学省 2017『平成29年版科学技術白書』日経印刷
- G.G. Parker, et.al., 2016, *Platform revolution: how networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*, New York: W.W. Norton.
- 堺屋太一 1985『知価革命』PHP 研究所
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2007「欧州テクノロジー・プラットフォーム—プラットフォーム

ホーム概要・統合スマートシステム（EPoSS）紹介―』『NEDO 海外レポート』 No.997, pp.18  
-30.

A. Toffler 1980, *The Third Wave*, London: Collins (鈴木他訳 1980『第三の波』日本放送出版協会)