

データドリブンイノベーション時代の日本の産業競争力<sup>1</sup>

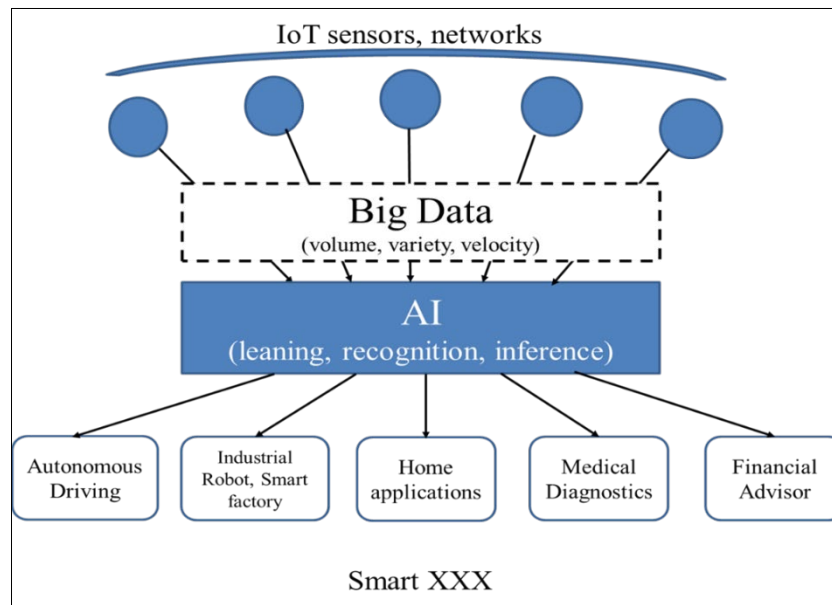
東京大学先端科学技術研究センター 元橋一之

## 1. データドリブンイノベーションとインターネットプラットフォーマーの台頭

インターネットを通じて膨大な情報にアクセスすることが可能になっているが、IoT デバイスやセンサーによるモノに関する情報がこれに加わり、データ量は日々増大している。2019年7月のIDC調査によると現状で200億台以上のIoT機器が稼働しており、2025年にはこの数が400億台以上、データの生産量は80兆GBになると予想されている。世界の人口の10倍以上のIoT機器がデータを生産し、ビッグデータの利用可能性が格段に広がることが予想される。機械学習を中心とした人工知能(AI)技術はこのデータを活用するための「頭脳」に相当するものであり、インターネット広告や電子商取引の他、工場や生産現場、自動運転、ホームエレクトロニクス、金融取引や人事システムなど様々な分野で活用が進み、汎用技術としての情報技術の適用範囲の拡大に貢献している。このように人・モノから得られる膨大なデータの蓄積とそれを活用するための技術(AI)の進展によってイノベーション(IoTアプリケーション)が急速に広がっている。

このデータドリブンイノベーションの内容は図1のように図式化できる。

図1：データドリブンイノベーションの全体像



<sup>1</sup> この原稿は『データ・エコノミーの未来：日本の競争戦略と個人情報保護』（山口真一編）、第4章「AIドリブンイノベーション時代の日本の産業競争力」（GLOCOM、2020年4月）を加筆修正したものである。

まず、IoT デバイスやセンサーによって、様々な情報がインターネットを介して流通することとなる。例えば、コマツは同社の建設機械に様々なセンサーを取り付けて、そのデータを集約・解析して、省エネ型自動運転サービスの提供や機器の状態に応じた保守点検サービス (CBM: Condition Based Maintenance) などのサービスを提供している (絹川・田中・西尾・元橋、2015)。このような産業機械のほか、電子機器や自動車、工場の生産設備から家電製品に至るまで、物理的なモノの情報がインターネットを介してやり取りされ、新しいサービスを提供することが IoT (Internet of Things : モノのインターネット) である (Al-Faqaha et. al, 2015)。

ここで得られた膨大なデータ (Big Data) は、従来型の企業情報システムで用いられるデータとは異なる。データの大きさ (Volume) だけでなく、文字、画像、音声などの様々な情報がデータ化されること (Variety)、インターネットやセンサーからデータが日々刻々と得られること (Velocity) を特徴とする (3つのV)。財務会計システムや生産管理などの従来型のデータ活用との違い、ビッグデータは、特定の利用目的のために構築されたデータではないという特徴がある。例えば、アマゾンのビジネスの基幹データの一つはユーザーの購入記録である。アマゾンはこの情報を利用して、書籍のレコメンデーションを行い、売上の向上に結び付けている。レコメンデーションを行うための確率モデルはサンプル数が多い方がその的中率が高くなる。つまり、データの大きさによって、その価値が変わることも特性といえる (Mayer-Schonberger and Cukier, 2013)。更に多種多様なデータを取り込むこと、より up-to-date なデータを使うことで他社に先んじたモデルを構築することでよりデータのビジネス価値が高まる。

このようにビッグデータを収集する環境が整いつつある中で、AI は、ビッグデータから経営的に有益な情報を引き出すための「頭脳」ともいふべきファンクションといえる。AI のオフィシャルな定義は存在しないが、「機械学習」とその周辺技術 (データの前処理や加工など) と同義で使われることが多い。機械学習は膨大なデータからその背後にあるパターンや法則を学習し (learning)、学習されたモデルから分析対象とするデータの識別 (recognition) や推論 (inference) を行う。機械学習のモデルとしては人の脳神経回路をモデルとしたニューラルネットワークの活用が進んでおり、特に多段階のネットワーク技術 (ディープラーニング) の進展が著しい。

ビッグデータの活用は、アマゾン、グーグル、Facebook といったインターネット関連企業を中心に進んできたが、IoT 機器の導入が進むことで多様な業種に広がってきている。製造業においては、設計や開発といった生産の前段階 (Before Production)、量産化プロセス (Mass Production) 及び製品サービスといった生産の後段階 (After Production) のすべてにおいてビッグデータ活用が進んでいる (元橋、2016)。また、製薬企業における化合物スクリーニングや医療現場での画像診断システム、銀行の与信判断や保険会社におけるリスク判断などの金融サービスへの活用、顔認証システムのセキュリティ管理サービスへの適用など、ほぼすべての業界においてデータ活用が進んでいるといっても過言ではない。前述したようにこのビッグデータは人為的に特定の目的のための取

られたデータではない。つまり IoT センサーによって無意識のうちにデータが収集され、AIによってそれが知覚、解釈され、経済的に価値のあるシステムとなって実現している。この特徴が、スマート XXX（ファクトリー、家電、オフィスなど）の「スマート」の由来である。

このデータドリブンイノベーションで脚光を浴びるようになったのが GAFA（Google, Amazon, Facebook, Apple）といわれるインターネット企業である。これらの企業の時価総額は数十兆円レベルに膨れ上がっており、世界の時価総額ランキングのベスト 10 に名を連ねている。規模だけでなく、その成長スピードもすさまじい。時価総額とトップ 2 の Google と Apple はここ 10 年間でその額は 5 倍以上となっている。また、中国においては、国内の膨大なモバイルネットワークデータを背景とした BAT(Baidu, Alibaba, Tencent)が急成長している。

このようにインターネット企業が急成長するのは、データプラットフォームを用いたスケラブルなビジネスモデルがベースにあるからである。図 1 でみたように、ビッグデータや AI といった技術基盤は、様々なアプリケーションに適用可能である。データや技術といった無形資産の Non-Rivalry（非競争性）を経済発展メカニズムに取り入れた経済成長理論（内生的経済成長理論、Agihon and Howitt, 1997）が存在するが、その無形資産を独占することができればそこから膨大な経営価値を引き出すことが可能になる。また、その無形資産（プラットフォーム）に対するアクセスを他社に開放することで、ビジネス領域を更に広げることができる。このように AI・ビッグデータ・IoT によるデジタルイノベーションの広がりとともにプラットフォームやエコシステムといった概念が注目されるようになった。

## 2. プラットフォームとエコシステム

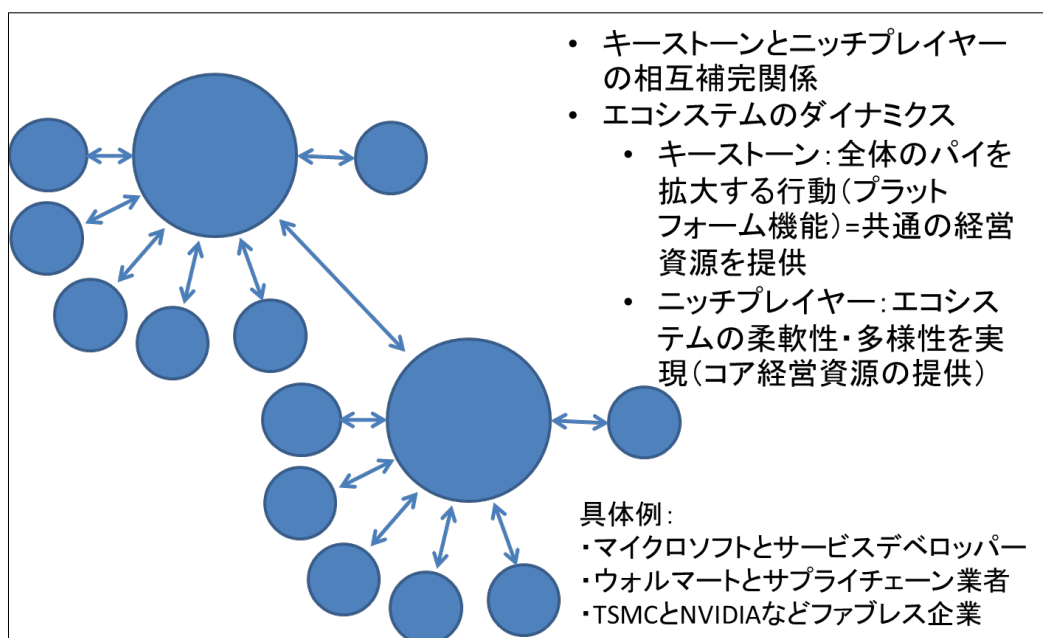
経営戦略におけるプラットフォームとは多数の生産者が多数の消費者に対して、財やサービスを提供する際の共通的な機能を示す（van Alstyne et. al, 2016）。例えば、スマートフォンにおける iOS やアンドロイドは、E コマースや金融、SNS、ゲームなどの各種アプリのプロバイダー（生産者）と一般ユーザー（消費者）を仲立ちするプラットフォームとして機能している。このように生産者と消費者を仲立ちするプラットフォームはデジタル経済が進展する前から存在していた。例えば、新聞や雑誌といったメディアは、広告主と消費者をつなぐプラットフォームである。しかし、インターネットの進展によってデジタルプラットフォームの構築が可能となり、ビジネスのスケラビリティは圧倒的に向上した。

iOS やアンドロイドの事例において、スマートフォンそのものがプラットフォームであるとも考えることもできるが、このプラットフォームの所有者（スケラブルなビジネス価値を引き出せる企業）は、Apple (iOS) や Google (アンドロイド) であり、スマートフォンのメーカーではない。また、スマートフォンメーカーとプラットフォームのオーナー (iOS の場合は両者とも Apple) は相互互恵的な関係にある。その上でビジネスを展開するアプリ業者も同様である。消費者によってより魅力的なスマートフォンが開発され、またアプリが

登場すればスマートフォンのユーザーが増えて、プラットフォームの所有者と利用者の双方よってのメリットにつながるからである。従って、このようなプラットフォームの所有者と利用者の関係をビジネスにおける生態系（エコシステム）としてとらえる考え方が広がっている。

この両者の関係については、ビジネスエコシステムというコンセプトに基づいて整理されている（イアンシティ・レビン、2007）。ここではビジネス上の企業間関係ネットワーク（エコシステム）を、システム全体において中心的な役割を果たす「キーストーン」（プラットフォームの所有者）とそれ以外のニッチプレイヤー（プラットフォームの利用者）で構成される相互補完的な企業の集まりと定義する（図2）。キーストーンの役割は、エコシステム全体でビジネス価値の向上にあり、ニッチプレイヤーと Win-Win の関係を構築することが重要である。ニッチプレイヤーに対する支配力を強めて、価値を搾取し続けると最終的にはエコシステムを破壊してしまうことになる。エコシステム全体の価値を高めるためには、多様性のあるニッチプレイヤーをひきつけるために、ニッチプレイヤーに対して魅力的な経営資源を提供できないといけない。一方で、ニッチプレイヤーは他社にはないコア経営資源でエコシステムからビジネス価値を引き出すことに専念する。キーストーンは多様なニッチプレイヤーを自社の生態系の中に引き付け、ニッチプレイヤーは他社にはない Only One の経営資源でエコシステムから価値を引き出すことで両者の持ちつ持たれつの関係が成立する。

図2：ビジネスエコシステムにおけるキーストーンとニッチプレイヤー

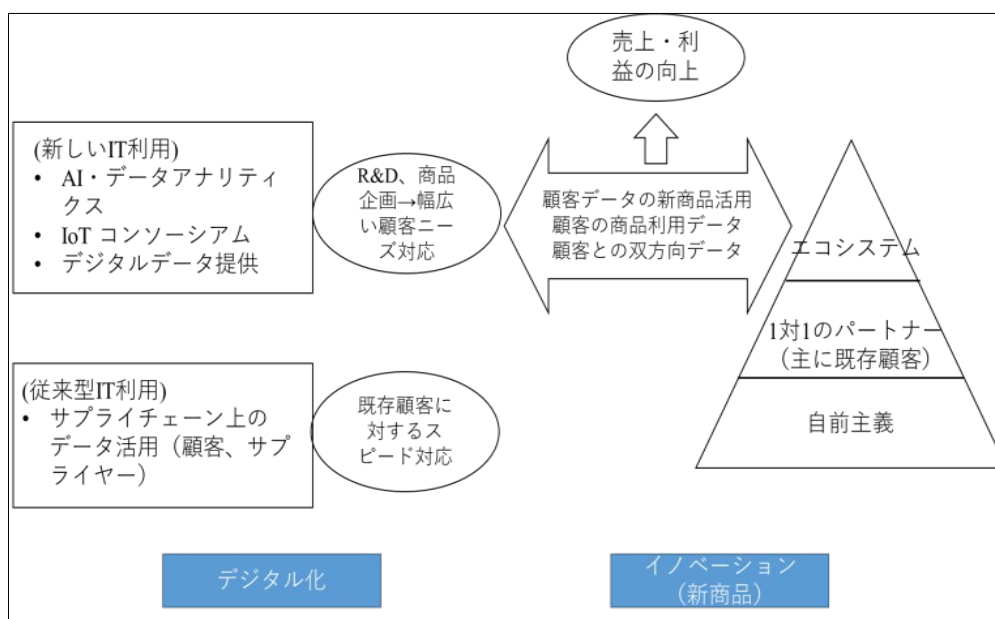


このようにプラットフォームと（ビジネス）エコシステムは、ほぼ同一の概念を指している。正確にいうと（ビジネス）エコシステムは、プラットフォームの所有者と利用者全体を

含んだシステムを示し、その構成要素としてプラットフォームの所有者がキーストーン、利用者がニッチに対応する。プラットフォームそのものは、ビジネスエコシステムの中ではキーストーンが所有・提供する、ニッチに共通する経営資源と呼ばれている。この共通資源が、データや技術といった無形資産の場合、その **Non-Rivalry**（非競争性）という特性が働き、**Economy of Scale** や **Economy of Scope** といった経済的価値のスケール性を実現することが可能になるのである。

データドリブンイノベーションとエコシステム戦略の関係については、経済産業研究所（RIETI）が2018年に行った「モノづくりの変化と新たな製品・サービス開発に関する実態調査」で明らかになっている。ここでは経済のデジタル化を新しいIT利用（AI、IoT、デジタルデータ提供）と従来型IT利用（サプライチェーンマネジメント）に分類して、それぞれの利用度を調査している。一方、企業の新商品開発に関するオープンイノベーションの活用についても聞いており、自前開発、1対1のパートナーとの協業及びエコシステムの活用で分類している。アンケート調査の結果、AI/ビッグデータ/IoTといった新しいITアプリケーションに取り組んでいる企業は、新商品に関するデジタル情報提供やエコシステムへの参画（複数社によるイノベーション協業）に積極的であることが分かった（図3参照）。これらの企業は、既存顧客（企業）のニーズ対応だけでなく、新規顧客の開拓や新しいニーズに対する対応を積極的に行い、新しい事業展開を行っている。また、このような取り組みは、より大きな売り上げや利益率につながっていることが分かった（Motohashi, 2019）。つまり、AI/ビッグデータ・IoTという新しい情報技術とエコシステム戦略は補完的な関係にある。

図3：経済のデジタル化とオープンイノベーション関係



(出典) Motohashi (2019)

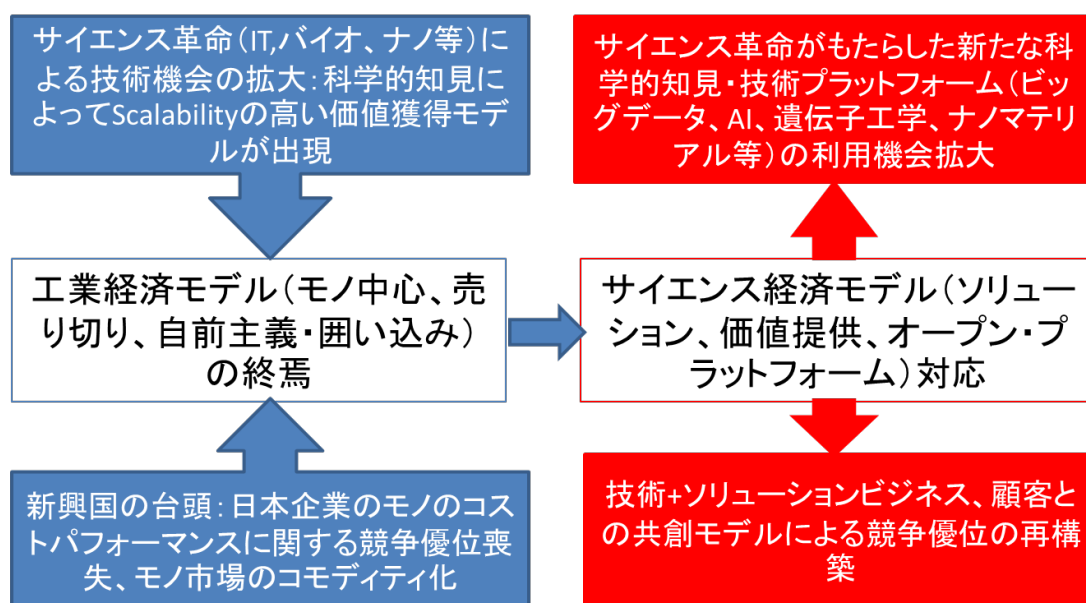
### 3. サイエンス経済と日本の産業競争力

このようにデータドリブンイノベーションが広がる中で、日本の産業競争力をどのように考えるのかという問題に目を転じたい。

日本の経済規模は、名目 GDP でみると、バブル経済崩壊前の 1990 年から変わっていない。一方、中国やインドなどの新興国は 2000 年以降急速に成長しており、世界経済における日本のシェアは 2000 年の 15% から 2010 年に 9% に下がった。筆者の試算によると 2030 年にはこの割合が 4% に下がり、21 世紀の最初の 30 年間で世界経済における日本のプレゼンスは 3 分の 1 以下になる。グローバル経済における日本の位置づけが低下するとともに、日本の産業競争力に対する評価も厳しいものになっている。IMD による WCY (World Competitiveness Yearbook) において、日本の競争力は 90 年代前半までは世界で 1 位であったが、90 年代後半から下降をはじめ、最近では 20 位から 30 位の間で推移している。データドリブンイノベーション時代の到来とともに日本はその競争力を取り戻すことができるのであろうか？

日本企業が得意としてきた競争力のある製品を作り出す「モノ中心モデル」の原点は現場におけるモノづくり能力にある。自前主義で現場におけるカイゼンを続け、生産性の高い製造技術で世界市場を切り開いてきた。また、新たな技術を欧米企業から取り入れて、それを製品として具体化する開発能力によって輸出競争力を高めた。しかし、日本企業が技術的にも世界のフロンティアに立ち、逆に新興国企業に追い上げられる立場となった。日本の産業競争力の低下は、「工業経済」モデルが新興国に移る中で、先進国として新しい成長モデルを模索するプロセスで起きているととらえることができる (元橋、2014、図 4)。

図 4 : 工業経済モデルからサイエンス経済モデルへの変革



1990年代後半から急速に広まったインターネットや2003年のヒトゲノムの解読と遺伝子機能に基づく医薬品開発など、科学的知見をベースにした画期的な技術が経済社会に大きな影響を及ぼすようになった。今後日本が目指すべき方向性は、この科学的知見に基づいてイノベーションを起こしていく「サイエンス経済」モデルである。デジタル経済の進展は、サイエンス経済において大きな意味合いを持つ。企業経営や経済システムなどの社会科学的现象もAI・ビッグデータ・IoTのデジタル技術によって科学的に解明することが可能になっているからである。

サイエンス経済時代においては、自前で特定の技術や製品を開発するのではなく、技術的なプラットフォーム(基盤)を提供するプレイヤーと、その上でユーザーとともに新たなビジネスを組み立てるビジネスイノベーションの水平分業が進む。医薬品において、新薬の候補品の探索を行うバイオベンチャーと、それを実際に商品化する大手製薬企業の分業が典型的な事例である。また、IT産業においては、安価で高機能なITプラットフォームを提供するクラウド業者とその上でユーザーサービスを提供するサービスベンダーの分業が見られる。ビジネス戦略において、前節で述べたプラットフォームやエコシステムの重要性が高まるのである。

ただ、他の先進諸国と比べて、日本企業においてサイエンス経済時代に向けたエコシステム戦略への取り組みが進んでいるとはいえない。インターネットプラットフォームの台頭やデジタル化が進んでいる米国企業やインダストリー4.0を旗頭として製造業におけるサイバーとフィジカルの融合を進めるドイツ企業と比較すると、日本企業のデジタルトランスフォーメーションの動きまだ遅れているといわざるを得ない。前述したモノづくり中小企業のデジタル化とオープンイノベーションに関するRIETI調査は、ドイツの研究機関(ZEW)の協力を得て日独の比較分析も行ったが、ここでも日本企業のデジタル化への取り組みについてドイツ企業に水をあけられていることが明らかになった(Motohashi and Rammer, 2020)。

日本の経済システムは、企業間の長期的な取引関係や安定的な労使関係などの市場以外の取引メカニズム(Non Market Mechanism)が、製品市場や労働市場などの市場メカニズム(Market Mechanism)と比べて相対的に重要であるという特徴があり、経済環境に対する変化に時間がかかるという欠点がある(資本主義の多様性に関する議論、Hall and Soskice, 2001)。しかし、その一方で長期的取引をベースとする企業間の継続的な協創に強みを持っている(例えば、自動車産業における競争力のベースになっている関係性資産に関する議論、浅沼、1997)。サイエンス経済モデルに対する対応は、このような日本の強みを生かしながら、日本型のオープンイノベーションやエコシステムモデルを模索することが重要である。

前節で述べたとおり、ビジネスエコシステムのポイントは、キーストーンとニッチプレイヤーの相互互恵的な関係である。この企業間の協業や協創の面で日本のシステムは一日の長がある。しかし、両者の関係は、自動車産業のサプライチェーンにみられるような垂直的な取引関係(パイプライン)ではなく、戦略的な適合性に応じたダイナミックなものである

必要がある (van Alstyne et. al, 2016)。例えば、自動運転やライドシェアサービスといったデジタル技術の進展は、固定的なパイプラインベースで競争力を保ってきた日本の自動車産業を大きく揺るがそうとしている。最適な企業間ネットワークのあり方としては、ネットワーク理論における安定的な強い紐帯とダイナミックな弱い紐帯の綱引きの間にあるとあってよい。

まその均衡点はビジネスの内容によって異なることに留意すべきである。UCL のアナベルガワー氏は、世界のプラットフォームビジネスに関する包括的な調査を行った (Evans and Gawer 2015)。ここでは、ニッチプレイヤーの経営資源の重要度が高い Asset Heavy 型 (GE の Predix、サムソンの Tizen など)、それとは対極的なキーストーンの共有経営資源が重要な (プラットフォームがメイン) の Asset Light 型 (Google, Uber など)、その中間的な存在である Mixed 型 (Apple, Amazon など) の 3 つのタイプに整理されている。

強い紐帯に優位性がある日本のシステムは、核となる少数のニッチを引き付けることが必要な Asset Heavy なプラットフォーム (エコシステム) と親和性が高いといえる。一方で、共通的なプラットフォームを強く全面に押し出すことが必要な Asset Light 型のシステムは、米国や中国のシステムが優位といえる。ただ、現実社会では、これらの様々なプラットフォームが相互につながりを持ち、より大きなシステムとして発展していくことがある。その際に、日本企業は、同社の強みの部分を磨くことが、グローバルなシステムに参画する際の交渉力となることを忘れてはならない。

(参照文献)

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M. Mohammadi, M., Aledhari, M. and M. Ayyash (2015), Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols and Applications, IEEE Communications Surveys and Tutorials
- Evans, P. C. and A. Gawer (2015), The Rise of the Platform Enterprise: A Global Survey, The Emerging Platform Economy Series No. 1, The Center for Global Enterprise
- Hall PA and Soskice D. (2001), *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford University Press; 2001.
- Motohashi, K. (2019), Digitalization of manufacturing process and open innovation: Survey results of small and medium sized firms in Japan, RIETI Discussion Paper, 19-P-005
- Motohashi, K. and Rammer, C. (2020), Digitalization and New Product Development in Manufacturing SMEs: A Comparative Study of Germany and Japan;, RIETI Policy Discussion Paper 20-P-007
- Mayer-Schonberger, V. and K. Cukier (2013), *Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think*, John Murray Publisher, Great Britain
- van Alstyne, M., Parker, G. G. Choudary, S. P. (2016), Pipelines, Platforms and the New Rules of Strategy, *Harvard Business Review*, April 2016



- 浅沼万里（1997）、『日本の企業組織 革新的適応のメカニズム—長期取引関係の構造と機能』、東洋経済新報社、1997年6月
- イアンシティ、マルコ・ロイ レビン（2007）『キーストーン戦略 イノベーションを  
持続させるビジネスエコシステム』、杉本 幸太郎（翻訳）、翔泳社
- 絹川 真哉・田中 辰雄・西尾 好司・元橋 一之（2015）、「ビッグデータを用いたイノベーシ  
ョンのトレンドと事例研究」、RIETI Policy Discussion Paper Series 15-P-015,  
2015年10月
- 経団連 21世紀政策研究所(2017)、『イノベーションエコシステムの研究：オープンイノ  
ベーションからいかに収益をあげるか』、21世紀政策研究書報告書、2017年2月
- 元橋一之（2016）、「日本の製造業におけるビッグデータ活用とイノベーションに関する  
実態」、RIETI Policy Discussion Paper Series 16-P-012, 独立行政法人経済産業研究  
所
- 元橋一之（2014）、『日はまた高く 産業競争力の再生』（元橋一之）、日本経済新聞出版  
社、2014年2月